

UDC



中华人民共和国国家标准

P

GB 50017—2017

钢结构设计标准

Standard for design of steel structures

2017—12—12 发布

2018—7—1 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部

联合发布

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

中华人民共和国国家标准

钢结构设计标准

Standard for design of steel structures

GB50017-2017

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2017 年 7 月 1 日

中国建筑工业出版社

2017 北京

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发<2008 年工程建设标准规范制订、修订计划>的通知》（建标[2008]105 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订了《钢结构设计规范》GB50017-2003。

本标准的主要内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本设计规定；4. 材料；5. 结构分析与稳定性设计；6. 受弯构件；7. 轴心受力构件；8. 拉弯、压弯构件；9. 加劲钢板剪力墙；10. 塑性及弯矩调幅设计；11. 连接；12. 节点；13. 钢管连接节点；14. 钢与混凝土组合梁；15. 钢管混凝土柱及节点；16. 疲劳计算及防脆断设计；17. 钢结构抗震性能化设计；18. 钢结构防护等。

本次修订的主要内容是：

1. “基本设计规定（第 3 章）”增加了截面板件宽厚比等级，“材料选用”及“设计指标”内容移入新章节“材料（第 4 章）”，关于结构计算内容移入新章节“结构分析及稳定性设计（第 5 章）”，“构造要求（原规范第 8 章）”中“大跨度屋盖结构”及“制作、运输及安装”的内容并入本章。

2. “受弯构件的计算（原规范第 4 章）”改为“受弯构件（第 6 章）”，增加了腹板开孔的内容，“构造要求（原规范第 8 章）”的“结构构件”中与梁设计相关的内容移入本章。

3. “轴心受力构件和拉弯、压弯构件的计算（原规范第 5 章）”改为“轴心受力构件（第 7 章）”及“拉弯、压弯构件（第 8 章）”两章，“构造要求（原规范第 8 章）”中与柱设计相关的内容移入第 7 章。

4. “疲劳计算（原规范第 6 章）”改为“疲劳计算及防脆断设计（第 16 章）”，增加了简便快速验算疲劳强度的方法，“构造要求（原规范第 8 章）”中“对吊车梁和吊车桁架（或类似结构）的要求”及“提高寒冷地区结构抗脆断能力的要求”移入本章，并增加了抗脆断设计的规定。

5. “连接计算（原规范第 7 章）”改为“连接（第 11 章）”及“节点（第 12 章）”两章，“构造要求（原规范第 8 章）”中有关焊接及螺栓连接的内容并入第 11 章、柱脚内容并入第 12 章。

6. “构造要求（原规范第 8 章）”中的条文根据其内容，分别并入相关各章，其中“防护和隔热”移入“钢结构防护（第 18 章）”。

7. “塑性设计（原规范第 9 章）”改为“塑性及弯矩调幅设计（第 10 章）”，采用了利用钢结构塑性进行内力重分配的思路进行设计。

8. “钢管结构（原规范第 10 章）”改为“钢管连接节点（第 13 章）”，丰富了计算的节点连接形式，另外，增加了节点刚度判定的内容。

9. “钢与混凝土组合梁（原规范第 11 章，修订后为第 14 章）”，补充了纵向抗剪设计内容，删除了与弯筋连接件有关的内容。

本次修订新增了材料（第 4 章）、结构分析及稳定性设计（第 5 章）、加劲钢板剪力墙（第 9 章）、钢管混凝土柱及节点（第 15 章）、钢结构抗震性能化设计（第 17 章）、钢结构防护（第 18 章）等章节，同时在附录中增加了常用建筑结构体系、钢与混凝土组合梁的疲劳验算等内容。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，中冶京诚工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议请寄送中冶京诚工程技术有限公司（地址：北京经济技术开发区建安街 7 号，邮编：100176）。

本标准主编单位：中冶京诚工程技术有限公司

本标准参编单位：北京京诚华宇建筑设计研究院有限公司

西安建筑科技大学

同济大学

清华大学

浙江大学

中冶建筑研究总院有限公司

上海宝钢工程技术有限公司

哈尔滨工业大学

天津大学

重庆大学

东南大学

湖南大学

北京工业大学

青岛理工大学

华南理工大学

中国建筑标准设计研究院
华东建筑设计研究院有限公司
中国建筑设计研究院
中冶赛迪工程技术股份有限公司
北京市建筑设计研究院
中国机械工业集团公司
中国电子工程设计院
中国航空规划建设发展有限公司
中冶南方工程技术有限公司
中冶华天工程技术有限公司
中水东北勘测设计研究有限责任公司
中国石化工程建设公司
中国中元国际工程公司
中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司
江苏沪宁钢机股份有限公司
北京多维联合集团有限公司
上海宝冶集团有限公司
博思格巴特勒（中国）公司
安徽鸿路钢结构（集团）股份有限公司

本标准参加单位：浙江杭萧钢构股份有限公司

浙江东南网架股份有限公司
安徽富煌钢构股份有限公司
宝钢钢构有限公司
马鞍山钢铁股份有限公司
浙江精工钢结构集团有限公司

本标准主要起草人员：施 设 王立军 余海群 陈绍蕃 沈祖炎 童根树
陈 炯 柴 昶 崔 佳 郁银泉 汪大绥 吴耀华
舒赣平 舒兴平 郝际平 范 峰 石永久 范 重
陈以一 聂建国 陈志华 李国强 柯长华 张爱林
武振宇 童乐为 王元清 何文汇 但泽义 郭彦林

	郭耀杰	娄宇	戴国欣	侯兆新	赵春莲	顾强
	穆海生	徐建	陈瑞金	崔元山	王燕	马天鹏
	关晓松	李茂新	朱丹	贺明玄	王湛	丁阳
	王玉银	张同亿	姜学宜	谭晋鹏	高继领	张辉
	罗兴隆	张伟	张亚军	孙雅欣		
本标准主要审查人员：	周绪红	徐厚军	侯忠良	戴国莹	戴为志	刘锡良
	陈绍礼	武人岱	葛家琪	陈禄如	冯远	邓华
	金天德	王仕统	田春雨			

目 次

1	总则.....	1
2	术语和符号.....	2
2.1	术语.....	2
2.2	符号.....	5
3	基本设计规定.....	10
3.1	一般规定.....	10
3.2	结构体系.....	12
3.3	作用.....	12
3.4	结构或构件变形及舒适度的规定.....	14
3.5	截面板件宽厚比等级.....	14
4	材料.....	16
4.1	钢材牌号及标准.....	16
4.2	连接材料型号及标准.....	16
4.3	材料选用.....	17
4.4	设计指标和设计参数.....	19
5	结构分析与稳定性设计.....	24
5.1	一般规定.....	24
5.2	初始缺陷.....	25
5.3	一阶弹性分析与设计.....	27
5.4	二阶弹性 $P-\Delta$ 分析与设计.....	28
5.5	直接分析设计法.....	28
6	受弯构件.....	31
6.1	受弯构件的强度.....	31
6.2	受弯构件的整体稳定.....	33
6.3	局部稳定.....	35
6.4	焊接截面梁腹板考虑屈曲后强度的计算.....	42
6.5	腹板开孔要求.....	45

6.6	梁的构造要求.....	46
7	轴心受力构件.....	48
7.1	截面强度计算.....	48
7.2	轴心受压构件的稳定性计算.....	49
7.3	实腹式轴心受压构件的局部稳定和屈曲后强度.....	59
7.4	轴心受力构件的计算长度和容许长细比.....	62
7.5	轴心受压构件的支撑.....	66
7.6	单边连接的单角钢.....	68
8	拉弯、压弯构件.....	71
8.1	截面强度计算.....	71
8.2	构件的稳定性计算.....	72
8.3	框架柱的计算长度.....	77
8.4	压弯构件的局部稳定和屈曲后强度.....	82
8.5	承受次弯矩的桁架杆件.....	84
9	加劲钢板剪力墙.....	86
9.1	一般规定.....	86
9.2	加劲钢板剪力墙的计算.....	86
9.3	构造要求.....	88
10	塑性及弯矩调幅设计.....	90
10.1	一般规定.....	90
10.2	弯矩调幅设计要点.....	90
10.3	构件的计算.....	91
10.4	容许长细比和构造要求.....	92
11	连接.....	94
11.1	一般规定.....	94
11.2	焊接连接计算.....	95
11.3	焊接连接构造要求.....	99
11.4	紧固件连接计算.....	102
11.5	紧固件连接构造要求.....	106
11.6	销轴连接.....	107

11.7	钢管法兰连接构造.....	110
12	节点.....	111
12.1	一般规定.....	111
12.2	连接板节点.....	111
12.3	梁柱连接节点.....	114
12.4	铸钢节点.....	118
12.5	预应力索节点.....	119
12.6	支座.....	119
12.7	柱脚.....	121
13	钢管连接节点.....	125
13.1	一般规定.....	125
13.2	构造要求.....	125
13.3	圆钢管直接焊接节点和局部加劲节点的计算.....	129
13.4	矩形钢管直接焊接节点和局部加劲节点的计算.....	144
14	钢与混凝土组合梁.....	153
14.1	一般规定.....	153
14.2	组合梁设计.....	155
14.3	抗剪连接件的计算.....	158
14.4	挠度计算.....	160
14.5	负弯矩区裂缝宽度计算.....	161
14.6	纵向抗剪计算.....	162
14.7	构造要求.....	163
15	钢管混凝土柱及节点.....	165
15.1	一般规定.....	165
15.2	矩形钢管混凝土柱.....	165
15.3	圆形钢管混凝土柱.....	165
15.4	钢管混凝土柱与钢梁连接节点.....	166
16	疲劳计算及防脆断设计.....	167
16.1	一般规定.....	167
16.2	疲劳计算.....	167

16.3	构造要求.....	172
16.4	防脆断设计.....	175
17	钢结构抗震性能化设计.....	176
17.1	一般规定.....	176
17.2	计算要点.....	178
17.3	基本抗震措施.....	188
18	钢结构防护.....	195
18.1	抗火设计.....	195
18.2	防腐蚀设计.....	195
18.3	隔热.....	196
附录 A	常用建筑结构体系.....	198
附录 B	结构或构件的变形容许值.....	200
附录 C	梁的整体稳定系数.....	204
附录 D	轴心受压构件的稳定系数.....	209
附录 E	柱的计算长度系数.....	214
附录 F	加劲钢板剪力墙的弹性屈曲临界应力.....	223
附录 G	桁架节点板在斜腹杆压力作用下的稳定计算.....	231
附录 H	无加劲钢管直接焊接节点刚度判别.....	233
附录 J	钢与混凝土组合梁的疲劳验算.....	235
附录 K	疲劳计算的构件和连接分类.....	236
	本标准用词说明.....	242
	引用标准名录.....	243
附：	条文说明.....	24340

CONTENTS

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	5
3	General Requirements.....	10
3.1	General Requirements.....	10
3.2	Structural Systems.....	12
3.3	Actions	12
3.4	Requirements of Deformation for Structures and Members	14
3.5	Classification of Sections	14
4	Material	16
4.1	Structural Steel Designations and Standards	16
4.2	Connections and Fasteners Materials and Standards.....	16
4.3	Selection of Materials	17
4.4	Design Strength and Parameters	19
5	Structural Analysis and Stability Design.....	24
5.1	General Requirements	24
5.2	Initial Imperfections	25
5.3	First-order Elastic Analysis and Design	27
5.4	Second-order Elastic Analysis and Design.....	28
5.5	Direct Analysis Method of Design	28
6	Flexural Members	31
6.1	Shear and Flexural Strength	31
6.2	Flexural-torsional Stability of Beams	33
6.3	Plate Stability	35
6.4	Design of Beams Considering Post-buckling Strength of Webs	42

6.5	Strengthening of Openings.....	44
6.6	Detailings	46
7	AxiallyLoaded Members	47
7.1	Strength Calculation of Cross-sections	47
7.2	Stability Calculation of Members underAxial Compression.....	48
7.3	Local Stability and Post-buckling Strength of Solid Web Members underAxial Compression	58
7.4	Effective Length and Allowable Slenderness Ratio of Members underAxial Compression	60
7.5	Bracing of Members underAxial Compression.....	64
7.6	Special Cases of Trusses and Tower Members.....	66
8	Members under Combined Axial Force and Bending	69
8.1	Strength Calculation of Cross-sections	69
8.2	Stability Calculation of Members	70
8.3	Effective Length of Frame Columns	75
8.4	Local Stability and Post-buckling Strength of Beam-columns	80
8.5	Truss Members Subjected to Second-order Moments.....	82
9	Stiffened Steel Shear Walls	83
9.1	General Requirements	83
9.2	Design of Stiffened Steel Shear Walls.....	83
9.3	Detailings	85
10	Plastic Design and Provisions for Design using Moment Redistribution	86
10.1	General Requirements.....	86
10.2	Provisions for Design using Moment Redistribution	86
10.3	Calculation of Member Strength and Stability	87
10.4	Slenderness Limitations and Detailings	88
11	Connections	90
11.1	General Requirements	90
11.2	Calculation of Welded Connections	91
11.3	Detailing Requirements of Welded Connections.....	95

11.4	Calculation of Fasteners	98
11.5	Detailing Requirements of Fasteners	102
11.6	Pin Connections.....	103
11.7	Details of Flanged Connections for Steel Tubes	106
12	Joints	107
12.1	General Requirements	107
12.2	Connecting Plate Joints	107
12.3	Beam-Column Joints	110
12.4	Cast Steel Joints	114
12.5	Pre-stressed Cable Joints.....	115
12.6	Bearings	115
12.7	Column Footing	117
13	Steel Tubular Joints.....	121
13.1	General Requirements	121
13.2	Detail Requirements.....	121
13.3	Design of Unstiffened and Stiffened CHS Joints	125
13.4	Design of Unstiffened and Stiffened RHS Joints	139
14	Composite Steel and Concrete beams	148
14.1	General Requirements	148
14.2	Design of Composite Beams	150
14.3	Calculation of Shear Connections	153
14.4	Calculation of Deflection	155
14.5	Calculation of Concrete Crack Width at Hogging Moment Region.....	156
14.6	Calculation of Longitudinal Shear	157
14.7	Detailing Provisions	158
15	Concrete-filled Steel Tubular Column and Joints	160
15.1	General Requirements	160
15.2	Rectangular Concrete-filled Steel Tubular Members	160
15.3	Circular Concrete-filled Steel Tubular Members	160
15.4	Beam-column Joints.....	161

16	Design for Fatigue and Brittle fracture	162
16.1	General Requirements	162
16.2	Design for Fatigue	162
16.3	Detailing Requirements	167
16.4	Prevention of Brittle Fracture	170
17	Seismic Design of Steel Structural Members	171
17.1	General Requirements	171
17.2	Design Requirements	173
17.3	Connections and Details	183
18	Protection of Steel Structures	190
18.1	Fire-Resistant Design	190
18.2	Corrosion Prevention Design	190
18.3	Temperature Insulation	191
	Appendix A Common Structural Systems	193
	Appendix B Limits of Deflection for Structures and Flexural Members	195
	Appendix C Overall Stability of Beams	199
	Appendix D Stability Coefficients of Members under Axial Compression	204
	Appendix E Effective Length Factors of Columns	209
	Appendix F Elastic Buckling Stresses for Stiffened Steel Shear Walls	218
	Appendix G Buckling Calculation of Truss Connecting Plate under Diagonal Compression	226
	Appendix H Classifications of Unstiffened Tubular Joints in terms of Rigidity	228
	Appendix J Fatigue Design of Composite Steel and Concrete Beams	230
	Appendix K Design Values for Compressive and Shear Strength of Composite Circular Concrete-filled Steel Tubes	231
	Explanation of wording in this standard	237
	List of Quoted Standards	238
	Addition: Explanation of Provisions	24340

1 总 则

- 1.0.1** 为在钢结构设计中贯彻执行国家的技术经济政策，做到技术先进、安全适用、经济合理、保证质量，制定本标准。
- 1.0.2** 本标准适用于工业与民用房屋和一般构筑物的钢结构设计。
- 1.0.3** 钢结构设计除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 脆断 brittle fracture

结构或构件在拉应力状态下没有出现警示性的塑性变形而突然发生的断裂。

2.1.2 一阶弹性分析 first-order elastic analysis

不考虑几何非线性对结构内力和变形产生的影响，根据未变形的结构建立平衡条件，按弹性阶段分析结构内力及位移。

2.1.3 二阶 $P-\Delta$ 弹性分析 second-order elastic analysis

考虑几何非线性对结构内力和变形产生的影响，根据位移后的结构建立平衡条件，按弹性阶段分析结构内力及位移。

2.1.4 直接分析设计法 direct analysis method of design

直接考虑对结构稳定性和强度性能有显著影响的初始几何缺陷、残余应力、材料非线性、节点连接刚度等因素，以整个结构体系为对象进行二阶非线性分析的设计方法。

2.1.5 屈曲 buckling

结构、构件或板件达到受力临界状态时在其刚度较弱方向产生另一种较大变形的状态。

2.1.6 板件屈曲后强度 post-buckling strength of steel plate

板件屈曲后尚能继续保持承受更大荷载的能力。

2.1.7 正则化长细比或正则化宽厚比 normalized slenderness ratio

参数，其值等于钢材受弯、受剪或受压屈服强度与相应的构件或板件抗弯、抗剪或抗承压弹性屈曲应力之商的平方根。

2.1.8 整体稳定 overall stability

构件或结构在荷载作用下能整体保持稳定的能力。

2.1.9 有效宽度 effective width

计算板件屈曲后极限强度时，将承受非均匀分布极限应力的板件宽度用均匀分布的屈服应力等效，所得的折减宽度。

2.1.10 有效宽度系数 effective width factor

板件有效宽度与板件实际宽度的比值。

2.1.11 计算长度系数 effective length ratio

与构件屈曲模式及两端转动约束条件相关的系数。

2.1.12 计算长度 effective length

计算稳定性时所用的长度,其值等于构件在其有效约束点间的几何长度与计算长度系数的乘积。

2.1.13 长细比 slenderness ratio

构件计算长度与构件截面回转半径的比值。

2.1.14 换算长细比 equivalent slenderness ratio

在轴心受压构件的整体稳定计算中,按临界力相等的原则,将格构式构件换算为实腹构件进行计算,或将弯扭与扭转失稳换算为弯曲失稳计算时,所对应的长细比。

2.1.15 支撑力 nodal bracing force

在为减少受压构件(或构件的受压翼缘)自由长度所设置的侧向支撑处,沿被支撑构件(或构件受压翼缘)的屈曲方向,作用于支撑的侧向力。

2.1.16 无支撑框架 unbraced frame

利用节点和构件的抗弯能力抵抗荷载的结构。

2.1.17 支撑结构 bracing structure

在梁柱构件所在的平面内,沿斜向设置支撑构件,以支撑轴向刚度抵抗侧向荷载的结构。

2.1.18 框架-支撑结构 frame-bracing structure

由框架及支撑共同组成抗侧力体系的结构。

2.1.19 强支撑框架 frame braced with strong bracing system

在框架-支撑结构中,支撑结构(支撑桁架、剪力墙、筒体等)的抗侧移刚度较大,可将该框架视为无侧移的框架。

2.1.20 弱支撑框架 frame braced with weak bracing system

在框架-支撑结构中,支撑结构抗侧移刚度较弱,不能将该框架视为无侧移的框架。

2.1.21 摇摆柱 leaning column

设计为只承受轴向力而不考虑侧向刚度的柱子。

2.1.22 节点域 panel zone

框架梁柱的刚接节点处,柱腹板在梁高度范围内上下边设有加劲肋或隔板的区域。

2.1.23 球形钢支座 spherical steel bearing

钢球面作为支承面使结构在支座处可以沿任意方向转动的铰接支座或可移动支座。

2.1.24 钢板剪力墙 steel-plate shear wall

设置在框架梁柱间的钢板,用以承受框架中的水平剪力。

2.1.25 主管 chord member

钢管结构构件中，在节点处连续贯通的管件，如桁架中的弦杆。

2.1.26 支管 bracemember

钢管结构中，在节点处断开并与主管相连的管件，如桁架中与主管相连的腹杆。

2.1.27 间隙节点 gap joint

两支管的趾部离开一定距离的管节点。

2.1.28 搭接节点 overlap joint

在钢管节点处，两支管相互搭接的节点。

2.1.29 平面管节点 uniplanar joint

支管与主管在同一平面内相互连接的节点。

2.1.30 空间管节点 multiplanar joint

在不同平面内的多根支管与主管相接而形成的管节点。

2.1.31 焊接截面 welded section

由板件（或型钢）焊接而成的截面。

2.1.32 钢与混凝土组合梁 composite steel and concrete beam

由混凝土翼板与钢梁通过抗剪连接件组合而成可整体受力的梁。

2.1.33 支撑系统 bracingsystem

由支撑及传递其内力的梁（包括基础梁）、柱组成的抗侧力系统。

2.1.34 消能梁段 link

在偏心支撑框架结构中，位于两斜支撑端头之间的梁段或位于一斜支撑端头与柱之间的梁段。

2.1.35 中心支撑框架 concentrically braced frame

斜支撑与框架梁柱汇交于一点的框架。

2.1.36 偏心支撑框架 eccentrically braced frame

斜支撑至少有一端在梁柱节点外与横梁连接的框架。

2.1.37 屈曲约束支撑 buckling-restrained brace

由核心钢支撑、外约束单元和两者之间的无粘构造层组成不会发生屈曲的支撑。

2.1.38 弯矩调幅设计 moment redistribution design

利用钢结构的塑性性能进行弯矩重分布的设计方法。

2.1.39 畸变屈曲 distorsional buckling

截面形状发生变化，且板件与板件的交线至少有一条会产生位移的屈曲形式。

2.1.40 塑性耗能区 plastic energydissipative zone

在强烈地震作用下，结构构件首先进入塑性变形并消耗能量的区域。

2.1.41 弹性区 elastic region

在强烈地震作用下，结构构件仍处于弹性工作状态的区域。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应设计值

- F —— 集中荷载；
 G —— 重力荷载；
 H —— 水平力；
 M —— 弯矩；
 N —— 轴心力；
 P —— 高强度螺栓的预拉力；
 R —— 支座反力；
 V —— 剪力。

2.2.2 计算指标

- E —— 钢材的弹性模量；
 E_c —— 混凝土的弹性模量；
 f —— 钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；
 f_v —— 钢材的抗剪强度设计值；
 f_{cc} —— 钢材的端面承压强度设计值；
 f_y —— 钢材的屈服强度；
 f_u —— 钢材的抗拉强度最小值；
 f_t^a —— 锚栓的抗拉强度设计值；
 f_t^b 、 f_v^b 、 f_c^b —— 螺栓的抗拉、抗剪和承压强度设计值；
 f_t^r 、 f_v^r 、 f_c^r —— 铆钉的抗拉、抗剪和承压强度设计值；

- f_t^w 、 f_v^w 、 f_c^w —— 对接焊缝的抗拉、抗剪和抗压强度设计值；
- f_f^w —— 角焊缝的抗拉、抗剪和抗压强度设计值；
- f_c —— 混凝土的抗压强度设计值；
- G —— 钢材的剪变模量；
- N_t^a —— 一个锚栓的受拉承载力设计值；
- N_t^b 、 N_v^b 、 N_c^b —— 一个螺栓的受拉、受剪和承压承载力设计值；
- N_t^r 、 N_v^r 、 N_c^r —— 一个铆钉的受拉、受剪和承压承载力设计值；
- N_v^c —— 组合结构中一个抗剪连接件的受剪承载力设计值；
- S_b —— 支撑结构的侧移刚度（产生单位侧倾角的水平力）；
- Δu —— 楼层的层间位移；
- $[v_Q]$ —— 仅考虑可变荷载标准值产生的挠度的容许值；
- $[v_T]$ —— 同时考虑永久和可变荷载标准值产生的挠度的容许值；
- σ —— 正应力；
- σ_c —— 局部压应力；
- σ_f —— 垂直于角焊缝长度方向，按焊缝有效截面计算的应力；
- $\Delta\sigma$ —— 疲劳计算的应力幅或折算应力幅；
- $\Delta\sigma_e$ —— 变幅疲劳的等效应力幅；
- $[\Delta\sigma]$ —— 疲劳容许应力幅；
- σ_{cr} 、 $\sigma_{c,cr}$ 、 τ_{cr} —— 分别为板件的弯曲应力、局部压应力和剪应力的临界值；
- τ —— 剪应力；
- τ_f —— 角焊缝的剪应力。

2.2.3 几何参数

A —— 毛截面面积；

A_n —— 净截面面积；

- b —— 翼缘板的外伸宽度；
- b_0 —— 箱形截面翼缘板在腹板之间的无支承宽度；混凝土板托顶部的宽度；
- b_s —— 加劲肋的外伸宽度；
- b_e —— 板件的有效宽度；
- d —— 直径；
- d_e —— 有效直径；
- d_o —— 孔径；
- e —— 偏心距；
- H —— 柱的高度；
- H_1 、 H_2 、 H_3 —— 阶形柱上段、中段（或单阶柱下段）、下段的高度；
- h —— 截面全高；
- h_e —— 焊缝的计算厚度；
- h_f —— 角焊缝的焊脚尺寸；
- h_w —— 腹板的高度；
- h_0 —— 腹板的计算高度；
- I —— 毛截面惯性矩；
- I_t —— 自由扭转常数；
- I_ω —— 毛截面扇性惯性矩；
- I_n —— 净截面惯性矩；
- i —— 截面回转半径；
- l —— 长度或跨度；
- l_1 —— 梁受压翼缘侧向支承间距离；螺栓（或铆钉）受力方向的连接长度；

l_w	——	焊缝的计算长度；
l_z	——	集中荷载在腹板计算高度边缘上的假定分布长度；
S	——	毛截面面积矩；
t	——	板的厚度；
t_s	——	加劲肋的厚度；
t_w	——	腹板的厚度；
W	——	毛截面模量；
W_n	——	净截面模量；
W_p	——	塑性毛截面模量；
W_{np}	——	塑性净截面模量。

2.2.4 计算系数及其他

K_1 、 K_2	——	构件线刚度之比；
n_f	——	高强度螺栓的传力摩擦面数目；
n_v	——	螺栓或铆钉的剪切面数目；
α_E	——	钢材与混凝土弹性模量之比；
α_e	——	梁截面模量考虑腹板有效宽度的折减系数；
α_f	——	疲劳计算的欠载效应等效系数；
α_i^{II}	——	考虑二阶效应框架第 A_n 层杆件的侧移弯矩增大系数；
β_E	——	非塑性耗能区内力调整系数；
β_f	——	正面角焊缝的强度设计值增大系数；
β_m	——	压弯构件稳定的等效弯矩系数；
γ_0	——	结构的重要性系数；

- γ_x 、 γ_y —— 对主轴 x 、 y 的截面塑性发展系数；
- ε_k —— 钢号修正系数, 其值为 235 与钢材牌号中屈服点数值的比值的平方根；
- η —— 调整系数；
- η_1 、 η_2 —— 用于计算阶形柱计算长度的参数；
- η_{ov} —— 管节点的支管搭接率；
- λ —— 长细比；
- $\lambda_{n,b}$ 、 $\lambda_{n,s}$ 、 $\lambda_{n,c}$ 、 λ_n —— 正则化宽厚比或正则化长细比；
- μ —— 高强度螺栓摩擦面的抗滑移系数；柱的计算长度系数；
- μ_1 、 μ_2 、 μ_3 —— 阶形柱上段、中段（或单阶柱下段）、下段的计算长度系数；
- ρ_i —— 各板件有效截面系数；
- φ —— 轴心受压构件的稳定系数；
- φ_b —— 梁的整体稳定系数；
- ψ —— 集中荷载的增大系数；
- ψ_n 、 ψ_a 、 ψ_d —— 用于计算直接焊接钢管节点承载力的参数；
- Ω —— 抗震性能系数。

3 基本设计规定

3.1 一般规定

3.1.1 钢结构设计应包括下列内容：

- 1 结构方案设计，包括结构选型、构件布置；
- 2 材料选用及截面选择；
- 3 作用及作用效应分析；
- 4 结构的极限状态验算；
- 5 结构、构件及连接的构造；
- 6 制作、运输、安装、防腐和防火等要求；
- 7 满足特殊要求结构的专门性能设计。

3.1.2 本标准除疲劳计算外，应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，用分项系数设计表达式进行计算。

3.1.3 除疲劳设计应采用容许应力法外，钢结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计：

1 承载能力极限状态应包括：构件或连接的强度破坏、脆性断裂，因过度变形而不适用于继续承载，结构或构件丧失稳定，结构转变为机动体系和结构倾覆；

2 正常使用极限状态应包括：影响结构、构件、非结构构件正常使用或外观的变形，影响正常使用的振动，影响正常使用或耐久性能的局部损坏。

3.1.4 钢结构的安全等级和设计使用年限应符合现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 和《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的规定。一般工业与民用建筑钢结构的安全等级应取为二级，其他特殊建筑钢结构的安全等级应根据具体情况另行确定。建筑物中各类结构构件的安全等级，宜与整个结构的安全等级相同。对其中部分结构构件的安全等级可进行调整，但不得低于三级。

3.1.5 按承载能力极限状态设计钢结构时，应考虑荷载效应的基本组合，必要时尚应考虑荷载效应的偶然组合。按正常使用极限状态设计钢结构时，应考虑荷载效应的标准组合。

3.1.6 计算结构或构件的强度、稳定性以及连接的强度时，应采用荷载设计值；计算疲劳时，应采用荷载标准值。

3.1.7 对于直接承受动力荷载的结构：计算强度和稳定性时，动力荷载设计值应乘以动力系数；计算疲劳和变形时，动力荷载标准值不乘动力系数。计算吊车梁或吊车桁架及其制动结构的疲劳和挠度时，起重机荷载应按作用在跨间内荷载效应最大的一台起重机确定。

3.1.8 预应力钢结构的设计应包括预应力施工阶段和使用阶段的各种工况。预应力索膜结构设计应包括找形分析、荷载分析及裁剪分析三个相互制约的过程，并宜进行施工过程分析。

3.1.9 结构构件、连接及节点应采用下列承载能力极限状态设计表达式：

1. 持久设计状况、短暂设计状况：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (3.1.9-1)$$

2. 地震设计状况：

多遇地震

$$S \leq R/\gamma_{RE} \quad (3.1.9-2)$$

设防地震

$$S \leq R_k \quad (3.1.9-3)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数：对安全等级为一级的结构构件不应小于 1.1，对安全等级为二级的结构构件不应小于 1.0，对安全等级为三级的结构构件不应小于 0.9；

S ——承载能力极限状况下作用组合的效应设计值：对持久或短暂设计状况应按作用的基本组合计算；对地震设计状况应按作用的地震组合计算；

R ——结构构件的承载力设计值；

R_k ——结构构件的承载力标准值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定取值。

3.1.10 对安全等级为一级或可能遭受爆炸、冲击等偶然作用的结构，宜进行防连续倒塌控制设计，保证部分梁或柱失效时结构有一条竖向荷载重分布的途径，保证部分梁或楼板失效时结构的稳定性，保证部分构件失效后节点仍可有效传递荷载。

3.1.11 钢结构设计时，应合理选择材料、结构方案和构造措施，满足结构构件在运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求并应符合防火、防腐蚀要求。宜采用通用和标准化构件，当考虑结构部分构件替换可能性时应提出相应的要求。钢结构的构造应便于制作、运输、安装、维护并使结构受力简单明确，减少应力集中，避免材料三向受拉。

3.1.12 钢结构设计文件应注明所采用的规范或标准、建筑结构设计使用年限、抗震设防烈度、钢材牌号、连接材料的型号（或钢号）和设计所需的附加保证项目。

3.1.13 钢结构设计文件应注明螺栓防松构造要求、端面刨平顶紧部位、钢结构最低防腐蚀设计年限和防护要求及措施、对施工的要求。对焊接连接，应注明焊缝质量等级及承受动荷载的特殊构造要求；对高强度螺栓连接，应注明预拉力、摩擦面处理和抗滑移系数；对抗震设防的钢结构，应注明焊缝及钢材的特殊要求。

3.1.14 抗震设防的钢结构构件和节点可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 或《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定设计，也可按本标准第 17 章的规定进行抗震性能化设计。

3.2 结构体系

3.2.1 钢结构体系的选用应符合下列原则：

1 在满足建筑及工艺需求前提下，应综合考虑结构合理性、环境条件、节约投资和资源、材料供应、制作安装便利性等因素；

2 常用建筑结构体系的设计应符合本标准附录 A 的规定。

3.2.2 钢结构的布置应符合下列规定：

1 应具备竖向和水平荷载传递途径；

2 应具有刚度和承载力、结构整体稳定性和构件稳定性；

3 应具有冗余度，避免因部分结构或构件破坏导致整个结构体系丧失承载能力；

4 隔墙、外围护等宜采用轻质材料。

3.2.3 施工过程中对主体结构的受力和变形有较大影响时，应进行施工阶段验算。

3.3 作用

3.3.1 钢结构设计时，荷载的标准值、荷载分项系数、荷载组合值系数、动力荷载的动力系数等应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用；地震作用应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 或《构筑物抗震设计规范》GB 50191 确定。对支承轻屋面的构件或结构，当仅有一个可变荷载且受荷水平投影面积超过 60m² 时，屋面均

布活荷载标准值可取为 0.3kN/m^2 。门式刚架轻型房屋的风荷载和雪荷载应符合现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022 的规定。

3.3.2 计算重级工作制吊车梁或吊车桁架及其制动结构的强度、稳定性以及连接的强度时，应考虑由起重机摆动引起的横向水平力，此水平力不宜与荷载规范规定的横向水平荷载同时考虑。作用于每个轮压处的横向水平力标准值可按下式计算：

$$H_k = \alpha P_{k,\max} \quad (3.3.2)$$

式中： $P_{k,\max}$ ——起重机最大轮压标准值（N）；

α ——系数。对软钩起重机，取 0.1；对抓斗或磁盘起重机，取 0.15；对硬钩起重机，取 0.2。

3.3.3 屋盖结构考虑悬挂起重机和电动葫芦的荷载时，在同一跨间每条运动线路上的台数：对梁式起重机不宜多于 2 台，对电动葫芦不宜多于 1 台。

3.3.4 计算冶炼车间或其他类似车间的工作平台结构时，由检修材料所产生的荷载对主梁可乘以 0.85，柱及基础可乘以 0.75。

3.3.5 在结构的设计过程中，当考虑温度变化的影响时，温度的变化范围可根据地点、环境、结构类型及使用功能等实际情况确定。当单层房屋和露天结构的温度区段长度不超过表 3.3.5 的数值时，一般情况下可不考虑温度应力和温度变形的影响。单层房屋和露天结构伸缩缝设置宜符合下列规定：

- 1 围护结构可根据具体情况参照有关规范单独设置伸缩缝；
- 2 无桥式起重机房屋的柱间支撑和有桥式起重机房屋吊车梁或吊车桁架以下的柱间支撑，宜对称布置于温度区段中部；当不对称布置时，上述柱间支撑的中点（两道柱间支撑时为两柱间支撑的中点）至温度区段端部的距离不宜大于表 3.3.5 纵向温度区段长度的 60%；
- 3 当横向为多跨高低屋面时，表 3.3.5 中横向温度区段长度值可适当增加；
- 4 当有充分依据或可靠措施时，表 3.3.5 中数字可予以增减。

表 3.3.5 温度区段长度值（m）

结构情况	纵向温度区段 （垂直屋架或构架跨度 方向）	横向温度区段 （沿屋架或构架跨度方向）	
		柱顶为刚接	柱顶为铰接
采暖房屋和非采暖地区的房屋	220	120	150

热车间和采暖地区的非采暖房屋	180	100	125
露天结构	120	—	—
围护构件为金属压型钢板的房屋	250	150	

3.4 结构或构件变形及舒适度的规定

- 3.4.1 结构或构件变形的容许值应符合本标准附录 B 的规定。当有实践经验或有特殊要求时，可根据不影响正常使用和观感的原则对本标准附录 B 中的构件变形容许值进行调整。
- 3.4.2 计算结构或构件的变形时，可不考虑螺栓或铆钉孔引起的截面削弱。
- 3.4.3 横向受力构件可预先起拱，起拱大小应视实际需要而定，可取恒载标准值加 1/2 活载标准值所产生的挠度值。当仅为改善外观条件时，构件挠度应取在恒荷载和活荷载标准值作用下的挠度计算值减去起拱值。
- 3.4.4 竖向和水平荷载引起的构件和结构的振动，应满足正常使用或舒适度要求。
- 3.4.5 高层民用建筑钢结构舒适度验算应符合现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99 的规定。

3.5 截面板件宽厚比等级

- 3.5.1 进行受弯和压弯构件计算时，截面板件宽厚比等级及限值应符合表 3.5.1 的规定，其中参数 α_0 应按下式计算：

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

(3.5.1)

式中： σ_{\max} ——腹板计算边缘的最大压应力（N/mm²）；

σ_{\min} ——腹板计算高度另一边缘相应的应力（N/mm²），压应力取正值，拉应力取负值。

表 3.5.1 压弯和受弯构件的截面板件宽厚比等级及限值

构件	截面板件宽厚比等级		S1 级	S2 级	S3 级		S4 级	S5 级
压弯构件（框架）	H 形截面	翼缘 b/t	$9 \varepsilon_k$	$11 \varepsilon_k$	$13 \varepsilon_k$		$15 \varepsilon_k$	20
		腹板 h_0/t_w	$(33+13\alpha_0^{1.3})\varepsilon_k$	$(38+13\alpha_0^{1.39})\varepsilon_k$	$0 \leq \alpha_0 \leq 1.6$	$(16\alpha_0 + 0.5\lambda + 25)\varepsilon_k$	$(45 + 25\alpha_0^{1.66})\varepsilon_k$	250
					$1.6 < \alpha_0 \leq 2.0$	$(48\alpha_0 + 0.5\lambda - 26.2)\varepsilon_k$		

柱)	箱形截面	壁板(腹板)间翼缘 b_0/t	$30 \varepsilon_k$	$35 \varepsilon_k$	$0 \leq \alpha_0 \leq 1.6$	$(12.8\alpha_0 + 0.4\lambda + 20)\varepsilon_k$ 且不小于 $40\varepsilon_k$	$45 \varepsilon_k$	—
					$1.6 < \alpha_0 \leq 2.0$	$(38.4\alpha_0 + 0.4\lambda - 21)\varepsilon_k$		
受弯构件 (梁)	圆钢管截面	径厚比 D/t	$50 \varepsilon_k^2$	$70 \varepsilon_k^2$	$90 \varepsilon_k^2$		$100 \varepsilon_k^2$	—
	工字形截面	翼缘 b/t	$9 \varepsilon_k$	$11 \varepsilon_k$	$13 \varepsilon_k$		$15 \varepsilon_k$	20
		腹板 h_0/t_w	$65 \varepsilon_k$	$72 \varepsilon_k$	$(40.4 + 0.5\lambda)\varepsilon_k$		$124 \varepsilon_k$	250
	箱形截面	壁板(腹板)间翼缘 b_0/t	$25 \varepsilon_k$	$32 \varepsilon_k$	$37 \varepsilon_k$		$42 \varepsilon_k$	—

- 注：1 ε_k 为钢号修正系数，其值为 235 与钢材牌号中屈服点数值的比值的平方根。
- 2 b 为工字形、H 形截面的翼缘外伸宽度， t 、 h_0 、 t_w 分别是翼缘厚度、腹板净高和腹板厚度。对轧制型截面，腹板净高不包括翼缘腹板过渡处圆弧段；对于箱形截面， b_0 、 t 分别为壁板间的距离和壁板厚度； D 为圆管截面外径； λ 为构件在弯矩平面内的长细比。
- 3 箱形截面梁及单向受弯的箱形截面柱，其腹板限值可根据 H 形截面腹板采用。
- 4 腹板的宽厚比可通过设置加劲肋减小。
- 5 当按国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 9.2.14 条第 2 款的规定设计，S5 级截面的板件宽厚比小于 S4 级经 ε_σ 修正的板件宽厚比时，可归属为 S4 级截面。 ε_σ 为应力修正因子，

$$\varepsilon_\sigma = \sqrt{f_y / \sigma_{\max}}$$

3.5.2 当按本标准第 17 章进行抗震性能化设计时，支撑截面板件宽厚比等级及限值应符合表 3.5.2 的规定。

表 3.5.2 支撑截面板件宽厚比等级及限值

截面板件宽厚比等级		BS1 级	BS2 级	BS3 级
H 形截面	翼缘 b/t	$8 \varepsilon_k$	$9 \varepsilon_k$	$10 \varepsilon_k$
	腹板 h_0/t_w	$30 \varepsilon_k$	$35 \varepsilon_k$	$42 \varepsilon_k$
箱形截面	壁板间翼缘 b_0/t	$25 \varepsilon_k$	$28 \varepsilon_k$	$32 \varepsilon_k$
角钢	角钢肢宽厚比 w/t	$8 \varepsilon_k$	$9 \varepsilon_k$	$10 \varepsilon_k$
圆钢管截面	径厚比 D/t	$40 \varepsilon_k^2$	$56 \varepsilon_k^2$	$72 \varepsilon_k^2$

注：w 为角钢平直段长度。

4 材料

4.1 钢材牌号及标准

4.1.1 钢材宜采用 Q235、Q345、Q390、Q420、Q460 和 Q345GJ 钢，其质量应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 和《建筑结构用钢板》GB/T 19879 的规定。结构用钢板、热轧工字钢、槽钢、角钢、H 型钢和钢管等型材产品的规格、外形、重量及允许偏差应符合国家现行相关标准的规定。

4.1.2 焊接承重结构为防止钢材的层状撕裂而采用 Z 向钢时，其质量应符合现行国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T 5313 的规定。

4.1.3 处于外露环境，且对耐腐蚀有特殊要求或处于侵蚀性介质环境中的承重结构，可采用 Q235NH、Q355NH 和 Q415NH 牌号的耐候结构钢，其质量应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171 的规定。

4.1.4 非焊接结构用铸钢件的质量应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 的规定，焊接结构用铸钢件的质量应符合现行国家标准《焊接结构用铸钢件》GB/T 7659 的规定。

4.1.5 当采用本标准未列出的其他牌号钢材时，宜按照现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 进行统计分析，研究确定其设计指标及适用范围。

4.2 连接材料型号及标准

4.2.1 钢结构用焊接材料应符合下列规定：

1 手工焊接所用的焊条应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 的规定，所选用的焊条型号应与主体金属力学性能相适应；

2 自动焊或半自动焊用焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110，及《碳钢药芯焊丝》GB/T 10045、《低合金钢药芯焊丝》GB/T 17493 的规定；

3 埋弧焊用焊丝和焊剂应符合现行国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293、《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T 12470 的规定。

4.2.2 钢结构用紧固件材料应符合下列规定：

1 钢结构连接用 4.6 级与 4.8 级普通螺栓（C 级螺栓）及 5.6 级与 8.8 级普通螺栓（A 级或 B 级螺栓），其质量应符合现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1

和《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1 的规定。C 级螺栓与 A 级、B 级螺栓的规格和尺寸应分别符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 与《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定；

2 圆柱头焊（栓）钉连接件的质量应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433 的规定；

3 钢结构用大六角高强度螺栓的质量应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 的规定。扭剪型高强度螺栓的质量应符合现行国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定；

4 螺栓球节点用高强度螺栓的质量应符合现行国家标准《钢网架螺栓球节点用高强度螺栓》GB/T 16939 的规定；

5 连接用铆钉应采用 BL2 或 BL3 号钢制成，其质量应符合现行行业标准《标准件用碳素钢热轧圆钢及盘条》YB/T4155-2006 的规定。

4.3 材料选用

4.3.1 结构钢材的选用应遵循技术可靠、经济合理的原则，综合考虑结构的重要性、荷载特征、结构形式、应力状态、连接方法、工作环境、钢材厚度和价格等因素，选用合适的钢材牌号和材性保证项目。

4.3.2 承重结构所用的钢材应具有屈服强度、抗拉强度、断后伸长率和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构尚应具有碳当量的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材应具有冷弯试验的合格保证；对直接承受动力荷载或需验算疲劳的构件所用钢材尚应具有冲击韧性的合格保证。

4.3.3 钢材质量等级的选用应符合下列规定：

1 A 级钢仅可用于结构工作温度高于 0℃ 的不需要验算疲劳的结构，且 Q235A 钢不宜用于焊接结构。

2 需验算疲劳的焊接结构用钢材应符合下列规定：

1) 当工作温度高于 0℃ 时其质量等级不应低于 B 级；

2) 当工作温度不高于 0℃ 但高于 -20℃ 时，Q235、Q345 钢不应低于 C 级，Q390、Q420 及 Q460 钢不应低于 D 级；

- 3) 当工作温度不高于 -20°C 时, Q235 钢和 Q345 钢不应低于 D 级, Q390 钢、Q420 钢、Q460 钢应选用 E 级。

3 需验算疲劳的非焊接结构, 其钢材质量等级要求可较上述焊接结构降低一级但不应低于 B 级。吊车起重量不小于 50t 的中级工作制吊车梁, 其质量等级要求应与需要验算疲劳的构件相同。

4.3.4 工作温度不高于 -20°C 的受拉构件及承重构件的受拉板材应符合下列规定:

- 1 所用钢材厚度或直径不宜大于 40mm, 质量等级不宜低于 C 级;
- 2 当钢材厚度或直径不小于 40mm 时, 其质量等级不宜低于 D 级;
- 3 重要承重结构的受拉板材宜满足现行国家标准《建筑结构用钢板》GB/T 19879 的要求。

4.3.5 在 T 形、十字形和角形焊接的连接节点中, 当其板件厚度不小于 40mm 且沿板厚方向有较高撕裂拉力作用, 包括较高约束拉应力作用时, 该部位板件钢材应具有厚度方向抗撕裂性能即 Z 向性能的合格保证, 其沿板厚方向断面收缩率不小于按现行国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T 5313 规定的 Z15 级允许限值。钢板厚度方向承载性能等级应根据节点形式、板厚、熔深或焊缝尺寸、焊接时节点拘束度以及预热、后热情况等综合确定。

4.3.6 采用塑性设计的结构及进行弯矩调幅的构件, 所采用的钢材应符合下列规定:

- 1 屈强比不应大于 0.85;
- 2 钢材应有明显的屈服台阶, 且伸长率不应小于 20%。

4.3.7 钢管结构中的无加劲直接焊接相贯节点, 其管材的屈强比不宜大于 0.8; 与受拉构件焊接连接的钢管, 当管壁厚度大于 25mm 且沿厚度方向承受较大拉应力时, 应采取措施防止层状撕裂。

4.3.8 连接材料的选用应符合下列规定:

- 1 焊条或焊丝的型号和性能应与相应母材的性能相适应, 其熔敷金属的力学性能应符合设计规定, 且不应低于相应母材标准的下限值;
- 2 对直接承受动力荷载或需要验算疲劳的结构, 以及低温环境下工作的厚板结构, 宜采用低氢型焊条;
- 3 连接薄钢板采用的自攻螺钉、钢拉铆钉 (环槽铆钉)、射钉等应符合有关标准的规定。

4.3.9 锚栓可选用 Q235、Q345、Q390 或强度更高的钢材, 其质量等级不宜低于 B 级。工作温度不高于 -20°C 时, 锚栓尚应满足本标准第 4.3.4 条的要求。

4.4 设计指标和设计参数

4.4.1 钢材的设计用强度指标，应根据钢材牌号、厚度或直径按表 4.4.1 采用。

表 4.4.1 钢材的设计用强度指标（N/mm²）

钢材 牌号		钢材厚度 或直径 (mm)	强度设计值			屈服强度 f_y	抗拉强度 f_u
			抗拉、抗压、 抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压 (刨平顶紧) f_{ce}		
碳素结 构钢	Q235	≤16	215	125	320	235	370
		> 16, ≤40	205	120		225	
		> 40, ≤100	200	115		215	
低合金 高强度 结构钢	Q345	≤16	305	175	400	345	470
		> 16, ≤40	295	170		335	
		> 40, ≤63	290	165		325	
		> 63, ≤80	280	160		315	
		> 80, ≤100	270	155		305	
	Q390	≤16	345	200	415	390	490
		> 16, ≤40	330	190		370	
		> 40, ≤63	310	180		350	
		> 63, ≤100	295	170		330	
	Q420	≤16	375	215	440	420	520
		> 16, ≤40	355	205		400	
		> 40, ≤63	320	185		380	
		> 63, ≤100	305	175		360	
	Q460	≤16	410	235	470	460	550
		> 16, ≤40	390	225		440	
		> 40, ≤63	355	205		420	
		> 63, ≤100	340	195		400	

注：1 表中直径指实芯棒材直径，厚度系指计算点的钢材或钢管壁厚度，对轴心受拉和轴心受压构件系指截面中较厚板件的厚度。
2 冷弯型材和冷弯钢管，其强度设计值应按现行有关国家标准的规定采用。

4.4.2 建筑结构用钢板的设计用强度指标，可根据钢材牌号、厚度或直径按表 4.4.2 采用。

表 4.4.2 建筑结构用钢板的设计用强度指标（N/mm²）

建 筑 结 构 用 钢 板	钢材厚度 或直径 (mm)	强度设计值			屈服强度 f_y	抗拉强度 f_u
		抗拉、抗压、抗 弯 f	抗剪 f_v	端面承压（刨平顶紧） f_{ce}		
Q345GJ	> 16, ≤50	325	190	415	345	490
	> 50, ≤100	300	175		335	

4.4.3 结构用无缝钢管的强度指标应按表 4.4.3 采用。

表 4.4.3 结构设计用无缝钢管的强度指标 (N/mm²)

钢管 钢材牌号	壁厚 (mm)	强度设计值			屈服强度 f_y	抗拉强度 f_u
		抗拉、抗压和抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压 (刨平顶紧) f_{ce}		
Q235	≤16	215	125	320	235	375
	>16, ≤30	205	120		225	
	>30	195	115		215	
Q345	≤16	305	175	400	345	470
	>16, ≤30	290	170		325	
	>30	260	150		295	
Q390	≤16	345	200	415	390	490
	>16, ≤30	330	190		370	
	>30	310	180		350	
Q420	≤16	375	220	445	420	520
	>16, ≤30	355	205		400	
	>30	340	195		380	
Q460	≤16	410	240	470	460	550
	>16, ≤30	390	225		440	
	>30	355	205		420	

4.4.4 铸钢件的强度设计值应按表 4.4.4 采用。

表 4.4.4 铸钢件的强度设计值 (N/mm²)

类别	钢号	铸件厚度 (mm)	抗拉、抗压和抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压 (刨平顶紧) f_{ce}
非焊接结构用 铸钢件	ZG230-450	≤100	180	105	290
	ZG270-500		210	120	325
	ZG310-570		240	140	370
焊接结构用 铸钢件	ZG230-450H	≤100	180	105	290
	ZG270-480H		210	120	310
	ZG300-500H		235	135	325
	ZG340-550H		265	150	355

注：表中强度设计值仅适用于本表规定的厚度。

4.4.5 焊缝的强度指标应按表 4.4.5 采用并应符合下列规定：

- 1 手工焊用焊条、自动焊和半自动焊所采用的焊丝和焊剂，应保证其熔敷金属的力

学性能不低于母材的性能。

2 焊缝质量等级应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定，其检验方法应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。其中厚度小于 6mm 钢材的对接焊缝，不应采用超声波探伤确定焊缝质量等级。

3 对接焊缝在受压区的抗弯强度设计值取 f_c^w ，在受拉区的抗弯强度设计值取 f_t^w 。

4 计算下列情况的连接时，表 4.4.5 规定的强度设计值应乘以相应的折减系数；几种情况同时存在时，其折减系数应连乘。

- 1) 施工条件较差的高空安装焊缝乘以系数 0.9；
- 2) 进行无垫板的单面施焊对接焊缝的连接计算应乘折减系数 0.85。

表 4.4.5 焊缝的强度指标 (N/mm²)

焊接方法和 焊条型号	构件钢材		对接焊缝强度设计值				角焊缝强 度设计值	对接焊 缝 抗拉强度 f_u^w	角 焊 缝 抗 拉、抗压和 抗剪强度 f_u^f
	牌 号	厚度或直径 (mm)	抗压 f_c^w	焊缝质量为下列等 级时，抗拉 f_t^w		抗剪 f_v^w	抗拉、抗压 和抗剪 f_f^w		
				一级、二级	三级				
自动焊、半自动 焊和 E43 型焊 条手工焊	Q235	≤16	215	215	185	125	160	415	240
		> 16, ≤40	205	205	175	120			
		> 40, ≤100	200	200	170	115			
自动焊、半自动 焊和 E50、E55 型焊条手工焊	Q345	≤16	305	305	260	175	200	480 (E50) 540 (E55)	280 (E50) 315 (E55)
		> 16, ≤40	295	295	250	170			
		> 40, ≤63	290	290	245	165			
		> 63, ≤80	280	280	240	160			
		> 80, ≤100	270	270	230	155			
	Q390	≤16	345	345	295	200	200 (E50) 220 (E55)		
		> 16, ≤40	330	330	280	190			
		> 40, ≤63	310	310	265	180			
		> 63, ≤100	295	295	250	170			
自动焊、半自动 焊和 E55、E60 型焊条手工焊	Q420	≤16	375	375	320	215	220 (E55) 240 (E60)	540 (E55) 590 (E60)	315 (E55) 340 (E60)
		> 16, ≤40	355	355	300	205			
		> 40, ≤63	320	320	270	185			
		> 63, ≤100	305	305	260	175			
自动焊、半自动 焊和 E55、E60 型焊条手工焊	Q460	≤16	410	410	350	235	220 (E55) 240 (E60)	540 (E55) 590 (E60)	315 (E55) 340 (E60)
		> 16, ≤40	390	390	330	225			
		> 40, ≤63	355	355	300	205			
		> 63, ≤100	340	340	290	195			

自动焊、半自动焊和 E50、E55 型焊条手工焊	Q345GJ	$> 16, \leq 35$	310	310	265	180	200	480 (E50) 540 (E55)	280 (E50) 315 (E55)
		$> 35, \leq 50$	290	290	245	170			
		$> 50, \leq 100$	285	285	240	165			

注：表中厚度系指计算点的钢材厚度，对轴心受拉和轴心受压构件系指截面中较厚板件的厚度。

4.4.6 螺栓连接的强度指标应按表 4.4.6 采用。

表 4.4.6 螺栓连接的强度指标 (N/mm²)

螺栓的性能等级、锚栓 和构件钢材的牌号		强度设计值										高强度螺栓的抗拉 强度 f_u^b
		普通螺栓						锚 栓	承压型连接或网 架用高强度螺栓			
		C 级螺栓			A 级、B 级螺栓							
		抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b	承压 f_c^b	抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b	承压 f_c^b					
普通 螺栓	4.6 级、4.8 级	170	140	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.6 级	—	—	—	210	190	—	—	—	—	—	—
	8.8 级	—	—	—	400	320	—	—	—	—	—	—
锚栓	Q235	—	—	—	—	—	—	140	—	—	—	—
	Q345	—	—	—	—	—	—	180	—	—	—	—
	Q390	—	—	—	—	—	—	185	—	—	—	—
承压型 连接高 强度螺 栓	8.8 级	—	—	—	—	—	—	—	400	250	—	830
	10.9 级	—	—	—	—	—	—	—	500	310	—	1040
螺栓球 节点用 高强度 螺栓	9.8 级	—	—	—	—	—	—	—	385	—	—	—
	10.9 级	—	—	—	—	—	—	—	430	—	—	—
构件 钢材牌 号	Q235	—	—	305	—	—	405	—	—	—	470	—
	Q345	—	—	385	—	—	510	—	—	—	590	—
	Q390	—	—	400	—	—	530	—	—	—	615	—
	Q420	—	—	425	—	—	560	—	—	—	655	—
	Q460	—	—	450	—	—	595	—	—	—	695	—
	Q345GJ	—	—	400	—	—	530	—	—	—	615	—

注：1 A 级螺栓用于 $d \leq 24\text{mm}$ 和 $L \leq 10d$ 或 $L \leq 150\text{mm}$ （按较小值）的螺栓；B 级螺栓用于 $d > 24\text{mm}$ 和 $L > 10d$ 或 $L > 150\text{mm}$ （按较小值）的螺栓； d 为公称直径， L 为螺栓公称长度。

2 A、B 级螺栓孔的精度和孔壁表面粗糙度，C 级螺栓孔的允许偏差和孔壁表面粗糙度，均应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的要求。

3 用于螺栓球节点网架的高强度螺栓，M12~M36 为 10.9 级，M39~M64 为 9.8 级。

4.4.7 铆钉连接的强度设计值应按表 4.4.7 采用，并应按下列规定乘以相应的折减系数，当下列几种情况同时存在时，其折减系数应连乘。

- 1 施工条件较差的铆钉连接乘以系数 0.9；
- 2 沉头和半沉头铆钉连接乘以系数 0.8。

表 4.4.7 铆钉连接的强度设计值 (N/mm²)

铆钉钢号和构件钢材牌号		抗拉(钉头拉脱) f_t^r	抗剪 f_v^r		承压 f_c^r	
			I 类孔	II 类孔	I 类孔	II 类孔
铆钉	BL2 或 BL3	120	185	155	—	—
构件 钢材牌号	Q235	—	—	—	450	365
	Q345	—	—	—	565	460
	Q390	—	—	—	590	480

注：1 属于下列情况者为 I 类孔：

- 1) 在装配好的构件上按设计孔径钻成的孔；
- 2) 在单个零件和构件上按设计孔径分别用钻模钻成的孔；
- 3) 在单个零件上先钻成或冲成较小的孔径，然后在装配好的构件上再扩钻至设计孔径的孔。

2 在单个零件上一次冲成或不用钻模钻成设计孔径的孔属于 II 类孔。

4.4.8 钢材和铸钢件的物理性能指标应按表 4.4.8 采用。

表 4.4.8 钢材和铸钢件的物理性能指标

弹性模量 E (N/mm ²)	剪变模量 G (N/mm ²)	线膨胀系数 α (以每℃计)	质量密度 ρ (kg/m ³)
206×10 ³	79×10 ³	12×10 ⁻⁶	7850

5 结构分析与稳定性设计

5.1 一般规定

5.1.1 建筑结构的内力和变形可按结构静力学方法进行弹性或弹塑性分析,采用弹性分析结果进行设计时,截面板件宽厚比等级为 S1、S2、S3 级的构件可有塑性变形发展。

5.1.2 结构稳定性设计应在结构分析或构件设计中考虑二阶效应。

5.1.3 结构的计算模型和基本假定应与构件连接的实际性能相符合。

5.1.4 框架结构的梁柱连接宜采用刚接或铰接。梁柱采用半刚性连接时,应计入梁柱交角变化的影响,在内力分析时,应假定连接的弯矩-转角曲线,并在节点设计时,保证节点的构造与假定的弯矩-转角曲线符合。

5.1.5 进行桁架杆件内力计算时应符合下列规定:

- 1 计算桁架杆件轴力时可采用节点铰接假定;
- 2 采用节点板连接的桁架腹杆及荷载作用于节点的弦杆,其杆件截面为单角钢、双角钢或 T 形钢时,可不考虑节点刚性引起的弯矩效应;
- 3 除无斜腹杆的空腹桁架外,直接相贯连接的钢管结构节点,当符合本标准第 13 章各类节点的几何参数适用范围且主管节间长度与截面高度或直径之比不小于 12、支管杆间长度与截面高度或直径之比不小于 24 时,可视为铰接节点;
- 4 H 形或箱形截面杆件的内力计算宜符合本标准第 8.5 节的规定。

5.1.6 结构内力分析可采用一阶弹性分析、二阶弹性分析或直接分析,应根据下列公式计算的最大二阶效应系数 $\theta_{i,\max}^{\text{II}}$ 选用适当的结构分析方法。当 $\theta_{i,\max}^{\text{II}} \leq 0.1$ 时,可采用一阶弹性分析;当 $0.1 < \theta_{i,\max}^{\text{II}} \leq 0.25$ 时,宜采用二阶弹性分析或采用直接分析;当 $\theta_{i,\max}^{\text{II}} > 0.25$ 时,宜增大结构的侧移刚度。

- 1 规则框架结构的二阶效应系数可按式计算:

$$\theta_i^{\text{II}} = \frac{\sum N_{ki} \cdot \Delta u_i}{\sum H_{ki} \cdot h_i} \quad (5.1.6-1)$$

式中: $\sum N_{ki}$ ——所计算 i 楼层各柱轴心压力标准值之和 (N);

$\sum H_{ki}$ ——产生层间侧移 Δu 的计算楼层及以上各层的水平力标准值之和 (N);

h_i ——所计算 i 楼层的层高 (mm);

Δu_i —— $\sum H_{ki}$ 作用下按一阶弹性分析求得的计算楼层的层间侧移 (mm)。

2 一般结构的二阶效应系数可按下式计算：

$$\theta_i^{\text{II}} = \frac{1}{\eta_{\text{cr}}} \quad (5.1.6-2)$$

式中： η_{cr} ——整体结构最低阶弹性临界荷载与荷载设计值的比值。

5.1.7 二阶 $P-\Delta$ 弹性分析应考虑初始几何缺陷的影响，直接分析应考虑初始几何缺陷和残余应力的影响。

5.1.8 当对结构进行连续倒塌分析、抗火分析或在其他极端荷载作用下的结构分析时，可采用静力直接分析或动力直接分析。

5.1.9 以整体受压或受拉为主的大跨度钢结构的稳定性分析应采用二阶弹性分析或直接分析。

5.2 初始缺陷

5.2.1 结构整体初始几何缺陷模式可按最低阶整体屈曲模态采用。框架及支撑结构整体初始几何缺陷代表值的最大值 Δ_0 (图 5.2.1) 可取为 $H/250$ ， H 为结构总高度。框架及支撑结构整体初始几何缺陷代表值也可按式(5.2.1-1)确定 (图 5.2.1-1)；或可通过在每层柱顶施加假想水平力 H_{ni} 等效考虑，假想水平力可按式 (5.2.1-2) 计算，施加方向应考虑荷载的最不利组合 (图 5.2.1-2)。

$$\Delta_i = \frac{h_i}{250} \sqrt{0.2 + \frac{1}{n_s}} \quad (5.2.1-1)$$

$$H_{ni} = \frac{G_i}{250} \sqrt{0.2 + \frac{1}{n_s}} \quad (5.2.1-2)$$

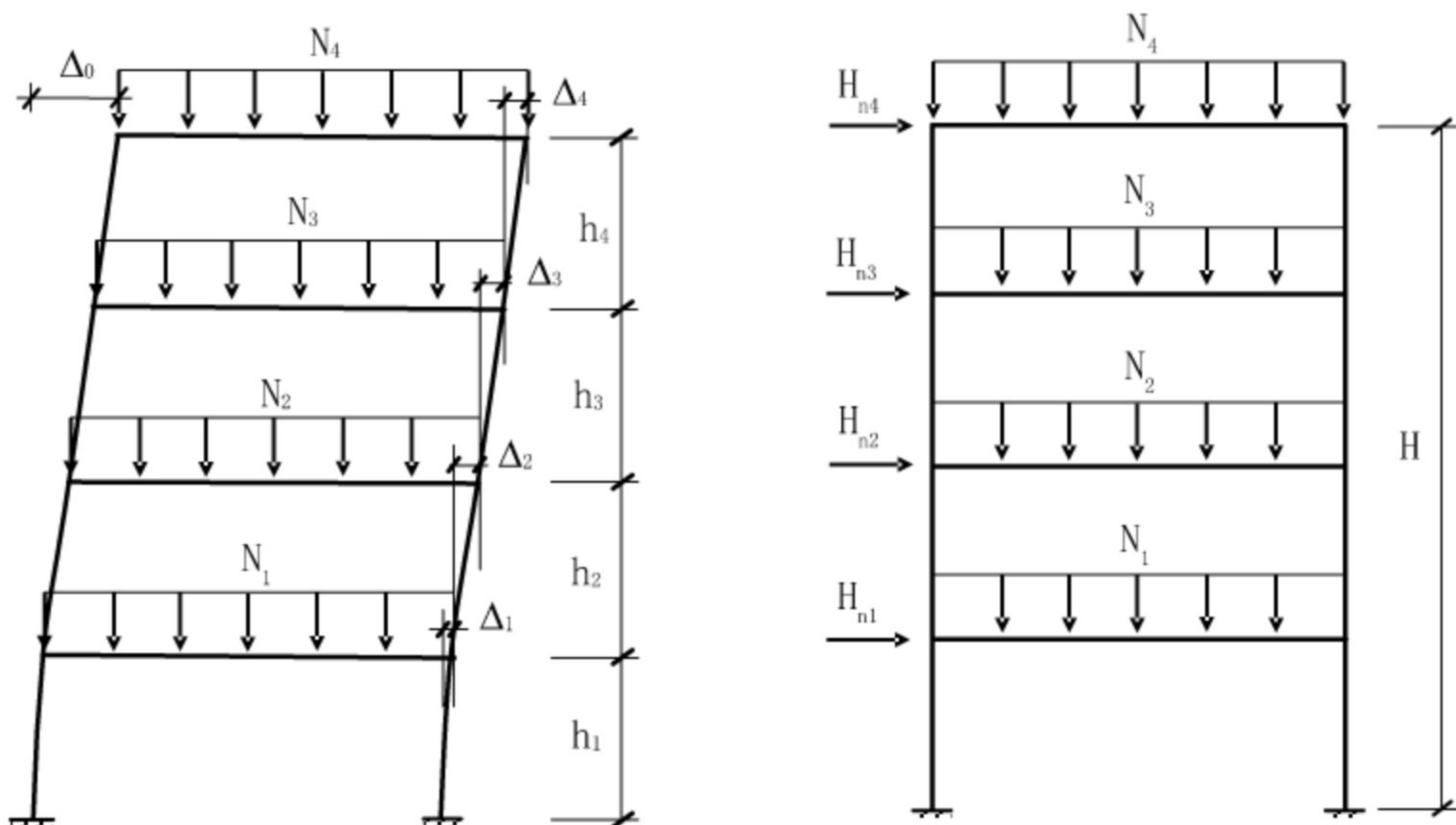
式中： Δ_i ——所计算 i 楼层的初始几何缺陷代表值 (mm)；

n_s ——结构总层数，当 $\sqrt{0.2 + \frac{1}{n_s}} < \frac{2}{3}$ 时取此根号值为 $\frac{2}{3}$ ；当 $\sqrt{0.2 + \frac{1}{n_s}} > 1.0$ 时，取此根

号值为 1.0；

h_i ——所计算楼层的高度 (mm)；

G_i ——第 i 楼层的总重力荷载设计值 (N)。



(a) 框架整体初始几何缺陷代表值

(b) 框架结构等效水平力

图 5.2.1-1 框架结构整体初始几何缺陷代表值及等效水平力

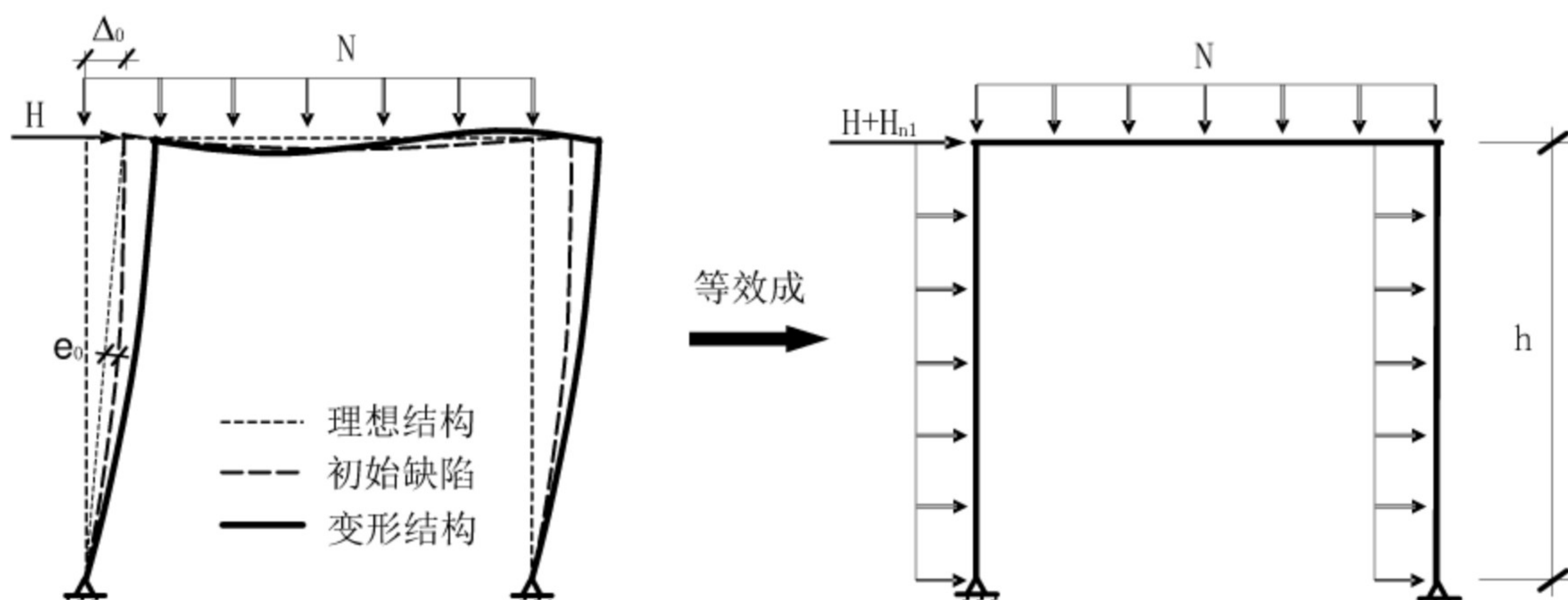


图 5.2.1-2 框架结构计算模型

h -层高, H -水平力, H_{n1} -假想水平力, e_0 -构件中点处的初始变形值

5.2.2 构件的初始缺陷代表值可按式(5.2.2-1)计算确定, 该缺陷值包括了残余应力的影响 (图 5.2.2 (a))。构件的初始缺陷也可采用假想均布荷载进行等效简化计算, 假想均布荷载可按式 (5.2.2-2) 确定 (图 5.2.2 (b))。

$$\delta_0 = e_0 \sin \frac{\pi x}{l} \quad (5.2.2-1)$$

$$q_0 = \frac{8N_k e_0}{l^2} \quad (5.2.2-2)$$

式中: δ_0 ——离构件端部 x 处的初始变形值 (mm);

e_0 ——构件中点处的初始变形值（mm）；

x ——离构件端部的距离（mm）；

l ——构件的总长度（mm）；

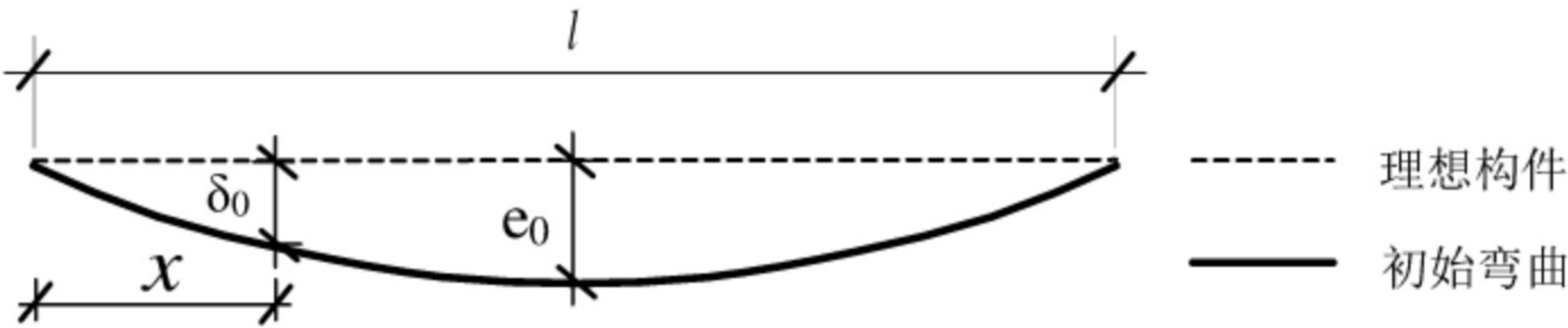
q_0 ——等效分布荷载（N/mm）；

N_k ——构件承受的轴力标准值（N）。

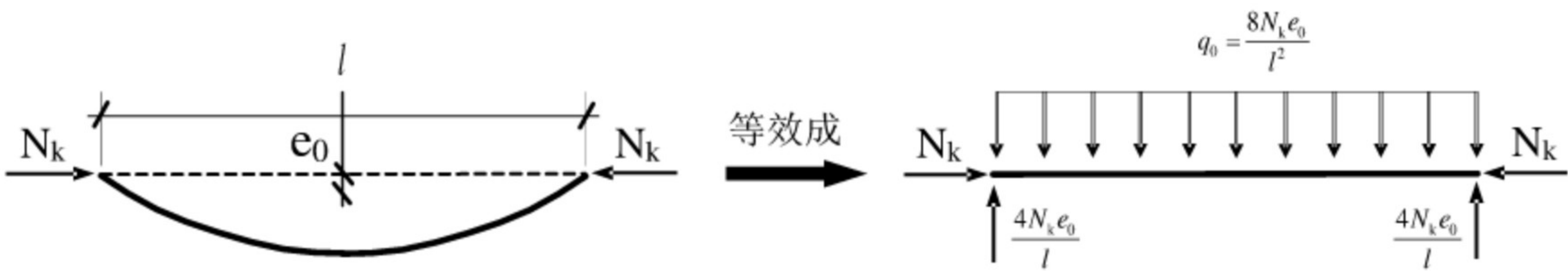
构件初始弯曲缺陷值 $\frac{e_0}{l}$ ，当采用直接分析不按弹塑性分析时，可按表 5.2.2 取构件综合缺陷代表值，当按本标准第 5.5 节采用直接分析按弹塑性分析时，应按本标准第 5.5.8 条或第 5.5.9 条考虑构件初始缺陷。

表 5.2.2 构件综合缺陷代表值

对应于表 7.2.1-1 和表 7.2.1-2 中的 柱子曲线	二阶分析采用的 $\frac{e_0}{l}$ 值
a 类	1/400
b 类	1/350
c 类	1/300
d 类	1/250



(a) 等效几何缺陷



(b) 假想均布荷载

图 5.2.2 构件的初始缺陷

5.3 一阶弹性分析与设计

5.3.1 钢结构的内力和位移计算采用一阶弹性分析时，应按本标准第 6 章~第 8 章的有关规定进行构件设计，应按本标准第 11 章、第 12 章的有关规定进行连接和节点设计。

5.3.2 对于形式和受力复杂的结构，当采用一阶弹性分析方法进行结构分析与设计时，应按结构弹性稳定理论确定构件的计算长度系数，并应按本标准第 6 章~第 8 章的有关规定进行构件设计。

5.4 二阶弹性 $P-\Delta$ 分析与设计

5.4.1 采用仅考虑 $P-\Delta$ 效应的二阶弹性分析时，应按本标准第 5.2.1 条考虑结构的整体初始缺陷，计算结构在各种荷载或作用设计值下的内力和标准值下位移，并应按本标准第 6 章~第 8 章的有关规定进行各结构构件的设计。计算构件轴心受压稳定承载力时，构件计算长度系数 μ 可取 1.0 或其他认可的值。

5.4.2 二阶 $P-\Delta$ 效应可接近似的二阶理论对一阶弯矩进行放大来考虑。对无支撑框架结构，杆件杆端的弯矩 M_{Δ}^{II} 也可采用下列近似公式进行计算：

$$M_{\Delta}^{\text{II}} = M_q + \alpha_i^{\text{II}} M_H \quad (5.4.2-1)$$

$$\alpha_i^{\text{II}} = \frac{1}{1 - \theta_i^{\text{II}}} \quad (5.4.2-2)$$

式中： M_q ——结构在竖向荷载作用下的一阶弹性弯矩（N·mm）；

M_{Δ}^{II} ——仅考虑 $P-\Delta$ 效应的二阶弯矩（N·mm）；

M_H ——结构在水平荷载作用下的一阶弹性弯矩（N·mm）；

θ_i^{II} ——二阶效应系数，可按本标准第 5.1.6 条规定采用；

α_i^{II} ——第 i 层杆件的弯矩增大系数；当 $\alpha_i^{\text{II}} > 1.33$ 时，宜增大结构的侧移刚度。

5.5 直接分析设计法

5.5.1 直接分析设计法应采用考虑二阶 $P-\Delta$ 和 $P-\delta$ 效应，按本标准第 5.2.1 条、第 5.2.2 条、第 5.5.8 条和第 5.5.9 条同时考虑结构和构件的初始缺陷、节点连接刚度和其他对结构稳定性有显著影响的因素，允许材料的弹塑性发展和内力重分布，获得各种荷载设计值（作用）下

的内力和标准值（作用）下位移，同时在分析的所有阶段，各结构构件的设计均应符合本标准第 6 章~第 8 章的有关规定，但不需要按计算长度法进行构件受压稳定承载力验算。

5.5.2 直接分析法不按弹塑性分析时，结构分析应限于第一个塑性铰的形成，对应的荷载水平不应低于荷载设计值，不允许进行内力重分布。

5.5.3 直接分析法按弹塑性分析时宜采用塑性铰法或塑性区法。塑性铰形成的区域，构件和节点应有足够的延性保证以便内力重分布，允许一个或者多个塑性铰产生，构件的极限状态应根据设计目标及构件在整个结构中的作用来确定。

5.5.4 直接分析法按弹塑性分析时，钢材的应力-应变关系可为理想弹塑性，屈服强度可取本标准规定的强度设计值，弹性模量按本标准第 4.4.8 条采用。

5.5.5 直接分析法按弹塑性分析时，钢结构构件截面应为双轴对称截面或单轴对称截面，塑性铰处截面板件宽厚比等级应为 S1、S2 级，其出现的截面或区域应保证有足够的转动能力。

5.5.6 当结构采用直接分析设计法进行连续倒塌分析时，结构材料的应力-应变关系宜考虑应变率的影响；进行抗火分析时，应考虑结构材料在高温下的应力-应变关系对结构和构件内力产生的影响。

5.5.7 结构和构件采用直接分析设计法进行分析和设计时，计算结果可直接作为承载能力极限状态和正常使用极限状态下的设计依据，应按下列公式进行构件截面承载力验算：

- 1 当构件有足够侧向支撑以防止侧向失稳时：

$$\frac{N}{Af} + \frac{M_x^{\text{II}}}{M_{\text{cx}}} + \frac{M_y^{\text{II}}}{M_{\text{cy}}} \leq 1.0 \quad (5.5.7-1)$$

- 2 直接分析法不按弹塑性分析或按弹塑性分析但截面板件宽厚比等级不符合 S2 级要求时：

$$M_{\text{cx}} = \gamma_x W_x f \quad (5.5.7-2)$$

$$M_{\text{cy}} = \gamma_y W_y f \quad (5.5.7-3)$$

- 3 按弹塑性分析，截面板件宽厚比等级符合 S2 级要求时：

$$M_{\text{cx}} = W_{\text{px}} f \quad (5.5.7-4)$$

$$M_{\text{cy}} = W_{\text{py}} f \quad (5.5.7-5)$$

- 4 当构件可能产生侧向失稳时：

$$\frac{N}{Af} + \frac{M_x^{\text{II}}}{\varphi_b W_x f} + \frac{M_y^{\text{II}}}{M_{cy}} \leq 1.0 \quad (5.5.7-6)$$

式中： M_x^{II} 、 M_y^{II} ——分别为绕 x 轴、 y 轴的二阶弯矩设计值，可由结构分析直接得到

($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

A ——构件的毛截面面积 (mm^2)；

M_{cx} 、 M_{cy} ——分别为绕 x 轴、 y 轴的受弯承载力设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

W_x 、 W_y ——当构件板件宽厚比等级为 S1 级、S2 级、S3 级或 S4 级时，为构件绕 x 轴、 y 轴的毛截面模量；当构件板件宽厚比等级为 S5 级时，为构件绕 x 轴、 y 轴的有效截面模量 (mm^3)；

W_{px} 、 W_{py} ——构件绕 x 轴、 y 轴的塑性毛截面模量 (mm^3)；

γ_x 、 γ_y ——截面塑性发展系数，应按本标准第 6.1.2 条的规定采用；

φ_b ——梁的整体稳定系数，应按本标准附录 C 确定。

5.5.8 采用塑性铰法进行直接分析设计时，除应按本标准第 5.2.1 条、第 5.2.2 条考虑初始缺陷外，当受压构件所受轴力大于 $0.5Af$ 时，其弯曲刚度应乘以刚度折减系数 0.8。

5.5.9 采用塑性区法进行直接分析设计时，应按不小于 1/1000 的出厂加工精度考虑构件的初始几何缺陷，并考虑初始残余应力。

5.5.10 大跨度钢结构体系的稳定性分析宜采用直接分析法。结构整体初始几何缺陷模式可按最低阶整体屈曲模态采用，最大缺陷值可取 $L/300$ ， L 为结构跨度。构件的初始缺陷可按本标准第 5.2.2 条的规定采用。

6 受弯构件

6.1 受弯构件的强度

6.1.1 在主平面内受弯的实腹构件，其受弯强度应按下列公式计算：

$$\frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} + \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}} \leq f \quad (6.1.1)$$

式中： M_x 、 M_y ——同一截面处绕 x 轴和 y 轴的弯矩设计值（ $\text{N} \cdot \text{mm}$ ）；

W_{nx} 、 W_{ny} ——对 x 轴和 y 轴的净截面模量，当截面板件宽厚比等级为 S1、S2、S3 或

S4 级时，应取全截面模量，当截面板件宽厚比等级为 S5 级时，应取

有效截面模量，均匀受压翼缘有效外伸宽度可取 $15\varepsilon_k$ ，腹板有效截面

可按本标准第 8.4.2 条的规定采用（ mm^3 ）；

γ_x 、 γ_y ——截面塑性发展系数，应按本标准第 6.1.2 条的规定取值；

f ——钢材的抗弯强度设计值（ N/mm^2 ）。

6.1.2 截面塑性发展系数应按下列规定取值：

1 对工字形和箱形截面，当截面板件宽厚比等级为 S4 或 S5 级时，截面塑性发展系数应取为 1.0，当截面板件宽厚比等级为 S1、S2 及 S3 时，截面塑性发展系数应按下列规定取值：

1) 工字形截面（ x 轴为强轴， y 轴为弱轴）： $\gamma_x = 1.05$ ， $\gamma_y = 1.20$ ；

2) 箱形截面： $\gamma_x = \gamma_y = 1.05$ 。

2 其他截面应根据其受压板件的内力分布情况确定其截面板件宽厚比等级。

3 对需要计算疲劳的梁，宜取 $\gamma_x = \gamma_y = 1.0$ 。

6.1.3 在主平面内受弯的实腹构件，除考虑腹板屈曲后强度者外，其受剪强度应按下列公式计算：

$$\tau = \frac{VS}{It_w} \leq f_v \quad (6.1.3)$$

式中： V ——计算截面沿腹板平面作用的剪力设计值（ N ）；

S ——计算剪应力处以上（或以下）毛截面对中和轴的面积矩（ mm^3 ）；

I ——构件的毛截面惯性矩 (mm^4);

t_w ——构件的腹板厚度 (mm);

f_v ——钢材的抗剪强度设计值 (N/mm^2)。

6.1.4 当梁受集中荷载且该荷载处又未设置支承加劲肋时, 其计算应符合下列规定:

1 当梁上翼缘受有沿腹板平面作用的集中荷载且该荷载处又未设置支承加劲肋时, 腹板计算高度上边缘的局部承压强度应按下列公式计算:

$$\sigma_c = \frac{\psi F}{t_w l_z} \leq f \quad (6.1.4-1)$$

$$l_z = 3.25 \sqrt[3]{\frac{I_R + I_f}{t_w}} \quad (6.1.4-2)$$

$$l_z = a + 5h_y + 2h_R \quad (6.1.4-3)$$

2 在梁的支座处, 当不设置支承加劲肋时, 也应按式 (6.1.4-1) 计算腹板计算高度下边缘的局部压应力, 但 ψ 取 1.0。支座集中反力的假定分布长度, 应根据支座具体尺寸按式 (6.1.4-3) 计算。

式中: F ——集中荷载设计值, 对动力荷载应考虑动力系数 (N);

ψ ——集中荷载增大系数; 对重级工作制吊车梁, $\psi = 1.35$; 对其他梁, $\psi = 1.0$;

l_z ——集中荷载在腹板计算高度上边缘的假定分布长度, 宜按式 (6.1.4-2) 计算, 也可采用简化式 (6.1.4-3) 计算 (mm);

I_R ——轨道绕自身形心轴的惯性矩 (mm^4);

I_f ——梁上翼缘绕翼缘中面的惯性矩 (mm^4);

a ——集中荷载沿梁跨度方向的支承长度, 对钢轨上的轮压可取 50mm (mm);

h_y ——自梁顶面至腹板计算高度上边缘的距离; 对焊接梁为上翼缘厚度, 对轧制工字形截面梁, 是梁顶面到腹板过渡完成点的距离 (mm);

h_R ——轨道的高度, 对梁顶无轨道的梁取值为 0 (mm);

f ——钢材的抗压强度设计值 (N/mm^2)。

6.1.5 在梁的腹板计算高度边缘处, 若同时承受较大的正应力、剪应力和局部压应力, 或同时承受较大的正应力和剪应力时, 其折算应力应按下列公式计算:

$$\sqrt{\sigma^2 + \sigma_c^2 - \sigma\sigma_c + 3\tau^2} \leq \beta_1 f \quad (6.1.5-1)$$

$$\sigma = \frac{M}{I_n} y_1 \quad (6.1.5-2)$$

式中： σ 、 τ 、 σ_c ——腹板计算高度边缘同一点上同时产生的正应力、剪应力和局部压应力，

τ 和 σ_c 应按本标准式 (6.1.3) 和式 (6.1.4-1) 计算， σ 应按式 (6.1.5-2)

计算， σ 和 σ_c 以拉应力为正值，压应力为负值 (N/mm²)；

I_n ——梁净截面惯性矩 (mm⁴)；

y_1 ——所计算点至梁中和轴的距离 (mm)；

β_1 ——强度增大系数；当 σ 与 σ_c 异号时，取 $\beta_1=1.2$ ；当 σ 与 σ_c 同号或 $\sigma_c=0$ 时，取 $\beta_1=1.1$ 。

6.2 受弯构件的整体稳定

6.2.1 当铺板密铺在梁的受压翼缘上并与其牢固相连，能阻止梁受压翼缘的侧向位移时，可不计算梁的整体稳定性。

6.2.2 除本标准第 6.2.1 条所指情况外，在最大刚度主平面内受弯的构件，其整体稳定性应按下列式计算：

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_x f} \leq 1.0 \quad (6.2.2)$$

式中： M_x ——绕强轴作用的最大弯矩设计值 (N·mm)；

W_x ——按受压最大纤维确定的梁毛截面模量，当截面板件宽厚比等级为 S1、S2、S3 或 S4 级时，应取全截面模量，当截面板件宽厚比等级为 S5 级时，应取有效截面模量，均匀受压翼缘有效外伸宽度可取 $15\epsilon_k$ ，腹板有效截面可按本标准第 8.4.2 条的规定采用 (mm³)；

φ_b ——梁的整体稳定性系数，应按本标准附录 C 确定。

6.2.3 除本标准第 6.2.1 条所指情况外，在两个主平面受弯的 H 型钢截面或工字形截面构件，其整体稳定性应按下列式计算：

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_x f} + \frac{M_y}{\gamma_y W_y f} \leq 1.0 \quad (6.2.3)$$

式中: W_x 、 W_y ——按受压最大纤维确定的对 x 轴的稳定计算截面模量和对 y 轴的毛截面模量 (mm^3);

φ_b ——绕强轴弯曲所确定的梁整体稳定系数, 应按本标准附录 C 计算。

6.2.4 当箱形截面简支梁符合本标准第 6.2.1 条的要求或其截面尺寸 (图 6.2.4) 满足 $h/b_0 \leq 6$, $l_1/b_0 \leq 95\varepsilon_k^2$ 时, 可不计算整体稳定性, l_1 为受压翼缘侧向支承点间的距离 (梁的支座处视为有侧向支承)。

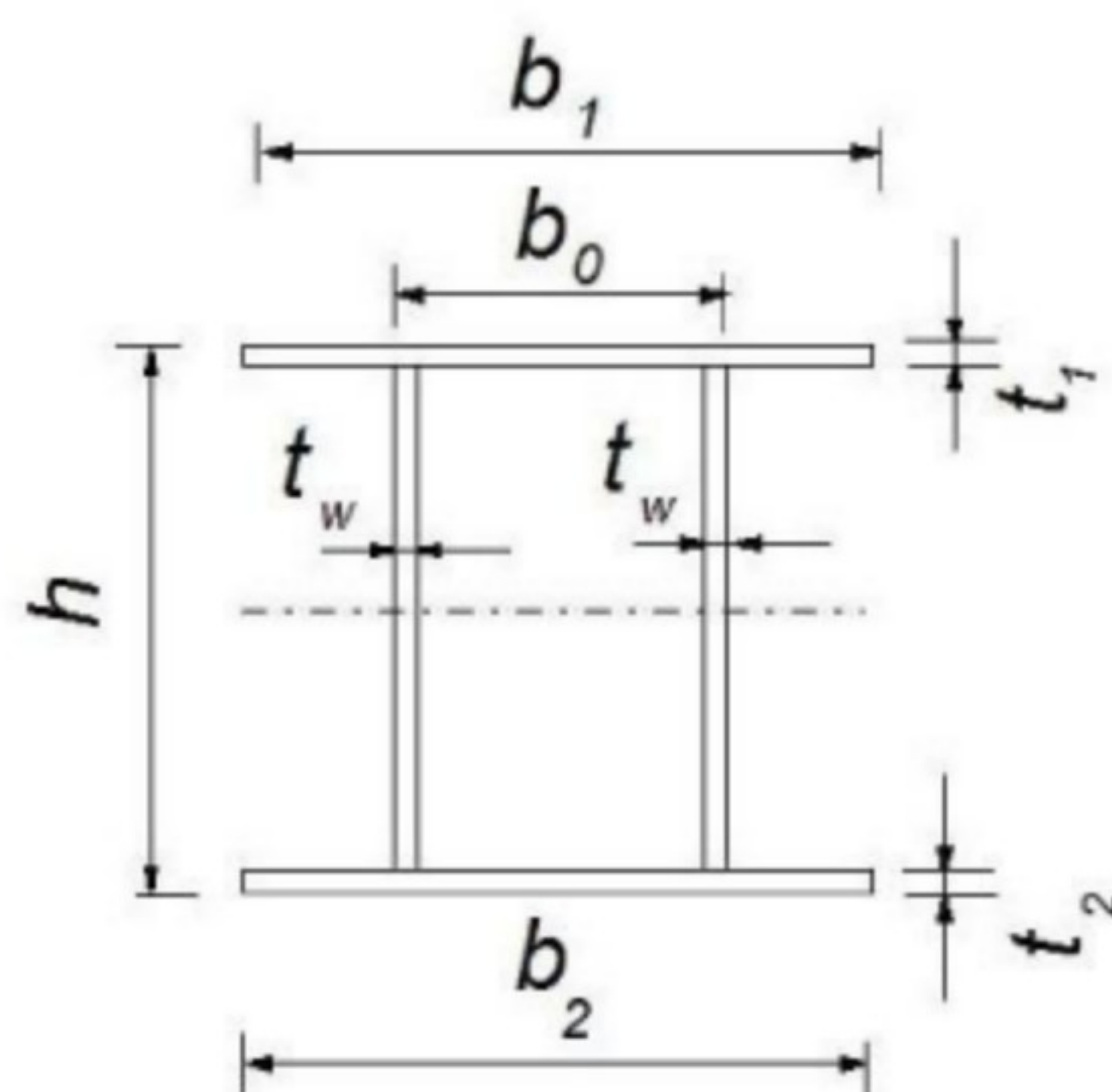


图 6.2.4 箱形截面

6.2.5 梁的支座处应采取构造措施, 以防止梁端截面的扭转。当简支梁仅腹板与相邻构件相连, 钢梁稳定性计算时侧向支承点距离应取实际距离的 1.2 倍。

6.2.6 用作减小梁受压翼缘自由长度的侧向支撑, 其支撑力应将梁的受压翼缘视为轴心压杆计算。

6.2.7 支座承担负弯矩且梁顶有混凝土楼板时, 框架梁下翼缘的稳定性计算应符合下列规定:

- 1 当 $\lambda_{n,b} \leq 0.45$ 时, 可不计算框架梁下翼缘的稳定性。
- 2 当不满足本条第 1 款时, 框架梁下翼缘的稳定性应按下列公式计算:

$$\frac{M_x}{\varphi_d W_{lx} f} \leq 1.0 \quad (6.2.7-1)$$

$$\lambda_c = \pi \lambda_{n,b} \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (6.2.7-2)$$

$$\lambda_{n,b} = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} \quad (6.2.7-3)$$

$$\sigma_{cr} = \frac{3.46b_1t_1^3 + h_w t_w^3 (7.27\gamma + 3.3)\varphi_1}{h_w^2 (12b_1t_1 + 1.78h_w t_w)} E \quad (6.2.7-4)$$

$$\gamma = \frac{b_1}{t_w} \sqrt{\frac{b_1 t_1}{h_w t_w}} \quad (6.2.7-5)$$

$$\varphi_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{5.436\gamma h_w^2}{l^2} + \frac{l^2}{5.436\gamma h_w^2} \right) \quad (6.2.7-6)$$

式中: b_1 ——受压翼缘的宽度 (mm);

t_1 ——受压翼缘的厚度 (mm);

W_{lx} ——弯矩作用平面内对受压最大纤维的毛截面模量 (mm³);

φ_d ——稳定系数, 根据换算长细比 λ_e 按本标准附录 D 表 D.0.2 采用;

$\lambda_{n,b}$ ——正则化长细比;

σ_{cr} ——畸变屈曲临界应力 (N/mm²);

l ——当框架主梁支承次梁且次梁高度不小于主梁高度一半时, 取次梁到框架柱的净距; 除此情况外, 取梁净距的一半 (mm)。

3 当不满足本条 1、2 款时, 在侧向未受约束的受压翼缘区段内, 应设置隅撑或沿梁长设间距不大于 2 倍梁高与梁等宽的横向加劲肋。

6.3 局部稳定

6.3.1 承受静力荷载和间接承受动力荷载的焊接截面梁可考虑腹板屈曲后强度, 按本标准第 6.4 节的规定计算其受弯和受剪承载力。不考虑腹板屈曲后强度时, 当 $h_0/t_w > 80\varepsilon_k$, 焊接截面梁应按本标准第 6.3.3 条至第 6.3.5 条的规定计算腹板的稳定性。 h_0 为腹板的计算高度, t_w 为腹板的厚度。轻、中级工作制吊车梁计算腹板的稳定性时, 吊车轮压设计值可乘以折减系数 0.9。

6.3.2 焊接截面梁腹板配置加劲肋应符合下列规定:

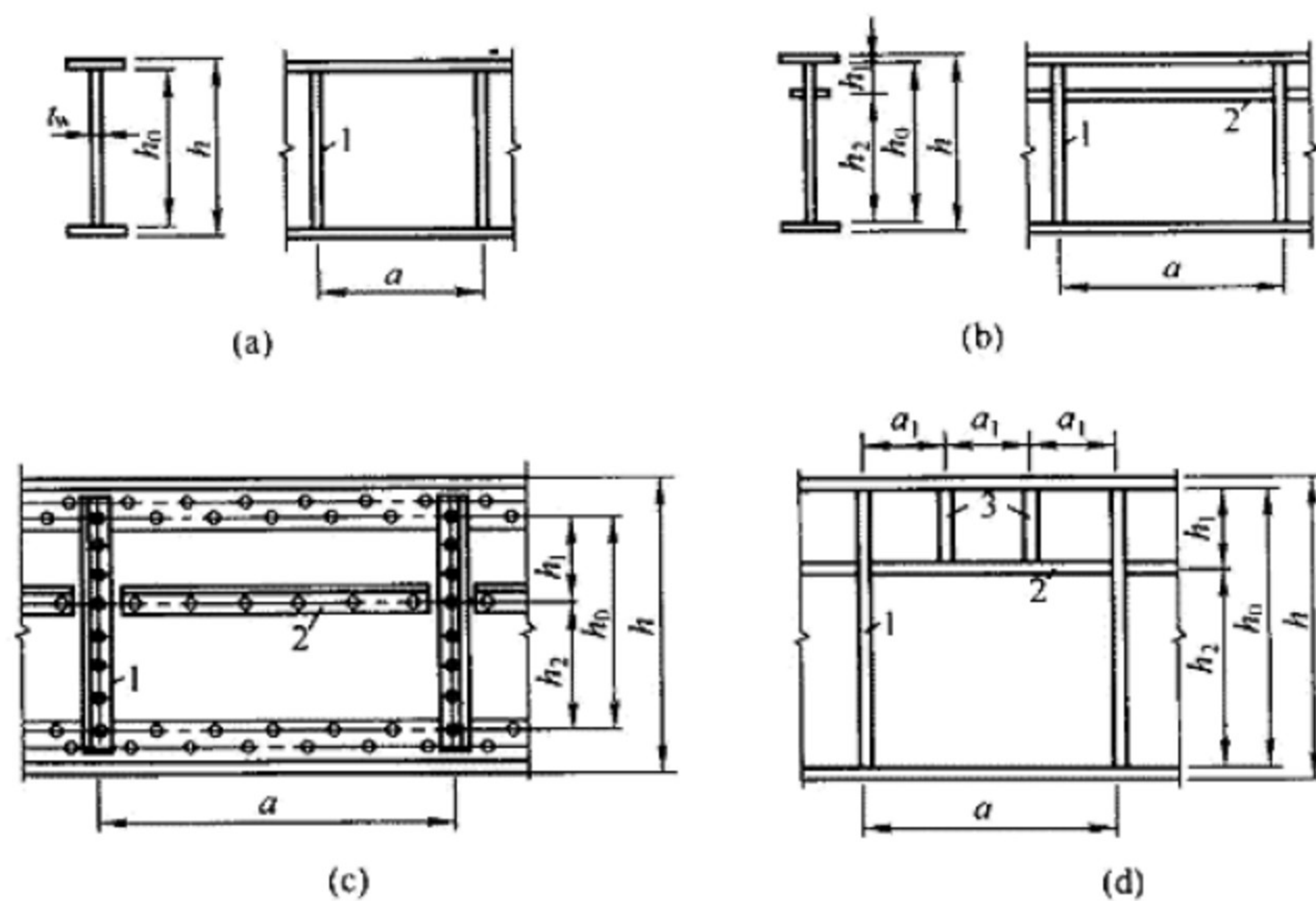


图 6.3.2 加劲肋布置

1—横向加劲肋；2—纵向加劲肋；3—短加劲肋

1 当 $h_0/t_w \leq 80\varepsilon_k$ 时，对有局部压应力的梁，宜按构造配置横向加劲肋；当局部压应力较小时，可不配置加劲肋。

2 直接承受动力荷载的吊车梁及类似构件，应按下列规定配置加劲肋（图 6.3.2）：

1) 当 $h_0/t_w > 80\varepsilon_k$ 时，应配置横向加劲肋；

2) 当受压翼缘扭转受到约束且 $h_0/t_w > 170\varepsilon_k$ 、受压翼缘扭转未受到约束且

$h_0/t_w > 150\varepsilon_k$ ，或按计算需要时，应在弯曲应力较大区格的受压区增加配置纵向加劲肋。局部压应力很大的梁，必要时尚宜在受压区配置短加劲肋。对单轴对称梁，当确定是否要配置纵向加劲肋时， h_0 应取腹板受压区高度 h_c 的 2 倍。

3 不考虑腹板屈曲后强度时，当 $h_0/t_w > 80\varepsilon_k$ ，宜配置横向加劲肋。

4 h_0/t_w 不宜超过 250。

5 梁的支座处和上翼缘受有较大固定集中荷载处，宜设置支承加劲肋。

6 腹板的计算高度 h_0 应按下列规定采用：对轧制型钢梁，为腹板与上、下翼缘相接处两内弧起点间的距离；对焊接截面梁，为腹板高度；对高强度螺栓连接（或铆接）梁，为上、下翼缘与腹板连接的高强度螺栓（或铆钉）线间最近距离（图 6.3.2）。

6.3.3 仅配置横向加劲肋的腹板（图 6.3.2a），其各区格的局部稳定应按下列公式计算：

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_{\text{cr}}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{\text{cr}}}\right)^2 + \frac{\sigma_{\text{c}}}{\sigma_{\text{c,cr}}} \leq 1.0 \quad (6.3.3-1)$$

$$\tau = \frac{V}{h_{\text{w}} t_{\text{w}}} \quad (6.3.3-2)$$

σ_{cr} 应按下列公式计算:

当 $\lambda_{\text{n,b}} \leq 0.85$ 时:

$$\sigma_{\text{cr}} = f \quad (6.3.3-3)$$

当 $0.85 < \lambda_{\text{n,b}} \leq 1.25$ 时:

$$\sigma_{\text{cr}} = [1 - 0.75(\lambda_{\text{n,b}} - 0.85)] f \quad (6.3.3-4)$$

当 $\lambda_{\text{n,b}} > 1.25$ 时:

$$\sigma_{\text{cr}} = 1.1f / \lambda_{\text{n,b}}^2 \quad (6.3.3-5)$$

当梁受压翼缘扭转受到约束时:

$$\lambda_{\text{n,b}} = \frac{2h_{\text{c}}/t_{\text{w}}}{177} \cdot \frac{1}{\varepsilon_{\text{k}}} \quad (6.3.3-6)$$

当梁受压翼缘扭转未受到约束时:

$$\lambda_{\text{n,b}} = \frac{2h_{\text{c}}/t_{\text{w}}}{138} \cdot \frac{1}{\varepsilon_{\text{k}}} \quad (6.3.3-7)$$

τ_{cr} 应按下列公式计算:

当 $\lambda_{\text{n,s}} \leq 0.8$ 时:

$$\tau_{\text{cr}} = f_{\text{v}} \quad (6.3.3-8)$$

当 $0.8 < \lambda_{\text{n,s}} \leq 1.2$ 时:

$$\tau_{\text{cr}} = [1 - 0.59(\lambda_{\text{n,s}} - 0.8)] f_{\text{v}} \quad (6.3.3-9)$$

当 $\lambda_{\text{n,s}} > 1.2$ 时:

$$\tau_{\text{cr}} = 1.1f_{\text{v}} / \lambda_{\text{n,s}}^2 \quad (6.3.3-10)$$

当 $a/h_0 \leq 1$ 时:

$$\lambda_{n,s} = \frac{h_0/t_w}{37\eta\sqrt{4+5.34(h_0/a)^2}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_k} \quad (6.3.3-11)$$

当 $a/h_0 > 1$ 时:

$$\lambda_{n,s} = \frac{h_0/t_w}{37\eta\sqrt{5.34+4(h_0/a)^2}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_k} \quad (6.3.3-12)$$

$\sigma_{c,cr}$ 应按下列公式计算:

当 $\lambda_{n,c} \leq 0.9$ 时:

$$\sigma_{c,cr} = f \quad (6.3.3-13)$$

当 $0.9 < \lambda_{n,c} \leq 1.2$ 时:

$$\sigma_{c,cr} = [1 - 0.79(\lambda_{n,c} - 0.9)]f \quad (6.3.3-14)$$

当 $\lambda_{n,c} > 1.2$ 时:

$$\sigma_{c,cr} = 1.1f/\lambda_{n,c}^2 \quad (6.3.3-15)$$

当 $0.5 \leq a/h_0 \leq 1.5$ 时:

$$\lambda_{n,c} = \frac{h_0/t_w}{28\sqrt{10.9+13.4(1.83-a/h_0)^3}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_k} \quad (6.3.3-16)$$

当 $1.5 < a/h_0 \leq 2.0$ 时:

$$\lambda_{n,c} = \frac{h_0/t_w}{28\sqrt{18.9-5a/h_0}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_k} \quad (6.3.3-17)$$

式中: σ ——计算腹板区格内, 由平均弯矩产生的腹板计算高度边缘的弯曲压应力(N/mm²);

τ ——所计算腹板区格内, 由平均剪力产生的腹板平均剪应力 (N/mm²);

σ_c ——腹板计算高度边缘的局部压应力, 应按本标准式 (6.1.4-1) 计算, 但取式中

的 $\psi = 1.0$ (N/mm²);

h_w ——为腹板高度 (mm);

σ_{cr} 、 τ_{cr} 、 $\sigma_{c,cr}$ ——各种应力单独作用下的临界应力 (N/mm²);

$\lambda_{n,b}$ ——梁腹板受弯计算的正则化宽厚比;

h_c ——梁腹板弯曲受压区高度, 对双轴对称截面 $2h_c = h_0$ (mm);

$\lambda_{n,s}$ ——梁腹板受剪计算的正则化宽厚比;

η ——简支梁取 1.11, 框架梁梁端最大应力区取 1;

$\lambda_{n,c}$ ——梁腹板受局部压力计算时的正则化宽厚比。

6.3.4 同时用横向加劲肋和纵向加劲肋加强的腹板 (本标准图 6.3.2 (b)、(c)), 其局部稳定性应按下列公式计算:

1 受压翼缘与纵向加劲肋之间的区格:

$$\frac{\sigma}{\sigma_{cr1}} + \left(\frac{\sigma_c}{\sigma_{c,cr1}} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr1}} \right)^2 \leq 1.0 \quad (6.3.4-1)$$

其中 σ_{cr1} 、 τ_{cr1} 、 $\sigma_{c,cr1}$ 应分别按下列方法计算:

1) σ_{cr1} 应按本标准式 (6.3.3-3) ~ 式 (6.3.3-5) 计算: 但式中的 $\lambda_{n,b}$ 改用下列 $\lambda_{n,b1}$ 代替。

当梁受压翼缘扭转受到约束时:

$$\lambda_{n,b1} = \frac{h_1 / t_w}{75\varepsilon_k} \quad (6.3.4-2)$$

当梁受压翼缘扭转未受到约束时:

$$\lambda_{n,b1} = \frac{h_1 / t_w}{64\varepsilon_k} \quad (6.3.4-3)$$

2) τ_{cr1} 应按本标准式 (6.3.3-8) ~ 式 (6.3.3-12) 计算, 但将式中的 h_0 改为 h_1 。

3) $\sigma_{c,cr1}$ 应按本标准式 (6.3.3-3) ~ 式 (6.3.3-5) 计算, 但式中的 $\lambda_{n,b}$ 改用 $\lambda_{n,c1}$ 代替。

当梁受压翼缘扭转受到约束时:

$$\lambda_{n,c1} = \frac{h_1 / t_w}{56\varepsilon_k} \quad (6.3.4-4)$$

当梁受压翼缘扭转未受到约束时:

$$\lambda_{n,c1} = \frac{h_1 / t_w}{40\varepsilon_k} \quad (6.3.4-5)$$

2 受拉翼缘与纵向加劲肋之间的区格:

$$\left(\frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr2}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c2}}{\sigma_{c,cr2}} \leq 1.0 \quad (6.3.4-6)$$

其中 σ_{cr2} 、 τ_{cr2} 、 $\sigma_{c,cr2}$ 应分别按下列方法计算：

- 1) σ_{cr2} 应按本标准式(6.3.3-3) ~ 式(6.3.3-5)计算，但式中的 $\lambda_{n,b}$ 改用 $\lambda_{n,b2}$ 代替

$$\lambda_{n,b2} = \frac{h_2 / t_w}{194 \varepsilon_k} \quad (6.3.4-7)$$

- 2) τ_{cr2} 应按本标准式 (6.3.3-8) ~ 式 (6.3.3-10) 计算，但将式中的 h_0 改为

$$h_2 (h_2 = h_0 - h_1)。$$

- 3) $\sigma_{c,cr2}$ 应按本标准式 (6.3.3-13) ~ 式 (6.3.3-17) 计算，但式中的 h_0 改为 h_2 ，当

$$a/h_2 > 2 \text{ 时，取 } a/h_2 = 2。$$

式中： h_1 ——纵向加劲肋至腹板计算高度受压边缘的距离 (mm)；

σ_2 ——所计算区格内由平均弯矩产生的腹板在纵向加劲肋处的弯曲压应力

(N/mm²)；

σ_{c2} ——腹板在纵向加劲肋处的横向压应力，取 $0.3\sigma_c$ (N/mm²)。

6.3.5 在受压翼缘与纵向加劲肋之间设有短加劲肋的区格 (图 6.3.2 (d))，其局部稳定性应按本标准式 (6.3.4-1) 计算。该式中的 σ_{cr1} 仍按本标准第 6.3.4 条第 1 款计算； τ_{cr1} 按本标准式 (6.3.3-8) ~ 式 (6.3.3-10) 计算，但将 h_0 和 a 改为 h_1 和 a_1 ， a_1 为短加劲肋间距； $\sigma_{c,cr1}$ 按本标准式 (6.3.3-3) ~ 式 (6.3.3-5) 计算，但式中 $\lambda_{n,b}$ 改用下列 $\lambda_{n,cl}$ 代替。

当梁受压翼缘扭转受到约束时：

$$\lambda_{n,cl} = \frac{a_1 / t_w}{87 \varepsilon_k} \quad (6.3.5-1)$$

当梁受压翼缘扭转未受到约束时：

$$\lambda_{n,cl} = \frac{a_1 / t_w}{73 \varepsilon_k} \quad (6.3.5-2)$$

对 $a_1/h_1 > 1.2$ 的区格，式 (6.3.5) 右侧应乘以 $\frac{1}{\sqrt{0.4 + 0.5a_1/h_1}}$ 。

6.3.6 加劲肋的设置应符合下列规定：

1 加劲肋宜在腹板两侧成对配置，也可单侧配置，但支承加劲肋、重级工作制吊车梁的加劲肋不应单侧配置。

2 横向加劲肋的最小间距应为 $0.5h_0$ ，除无局部压应力的梁，当 $h_0/t_w \leq 100$ 时，最大间距可采用 $2.5h_0$ 外，最大间距应为 $2h_0$ 。纵向加劲肋至腹板计算高度受压边缘的距离应为 $h_c/2.5 \sim h_c/2$ 。

3 在腹板两侧成对配置的钢板横向加劲肋，其截面尺寸应符合下列公式规定：

外伸宽度：

$$b_s = \frac{h_0}{30} + 40 \quad (\text{mm}) \quad (6.3.6-1)$$

厚度：

$$\text{承压加劲肋 } t_s \geq \frac{b_s}{15}, \text{ 不受力加劲肋 } t_s \geq \frac{b_s}{19} \quad (6.3.6-2)$$

4 在腹板一侧配置的横向加劲肋，其外伸宽度应大于按式 (6.3.6-1) 算得的 1.2 倍，厚度应符合式 (6.3.6-2) 的规定。

5 在同时采用横向加劲肋和纵向加劲肋加强的腹板中，横向加劲肋的截面尺寸除符合本条第 1~4 款规定外，其截面惯性矩 I_z 尚应符合下式要求：

$$I_z \geq 3h_0 t_w^3 \quad (6.3.6-3)$$

纵向加劲肋的截面惯性矩 I_y ，应符合下列公式要求：

当 $a/h_0 \leq 0.85$ 时：

$$I_y \geq 1.5h_0 t_w^3 \quad (6.3.6-4)$$

当 $a/h_0 > 0.85$ 时：

$$I_y \geq \left(2.5 - 0.45 \frac{a}{h_0}\right) \left(\frac{a}{h_0}\right)^2 h_0 t_w^3 \quad (6.3.6-5)$$

6 短加劲肋的最小间距为 $0.75h_1$ 。短加劲肋外伸宽度应取横向加劲肋外伸宽度的 0.7~1.0 倍，厚度不应小于短加劲肋外伸宽度的 1/15。

7 用型钢（H 型钢、工字钢、槽钢、肢尖焊于腹板的角钢）做成的加劲肋，其截面惯性矩不得小于相应钢板加劲肋的惯性矩。在腹板两侧成对配置的加劲肋，其截面惯

性矩应按梁腹板中心线为轴线进行计算。在腹板一侧配置的加劲肋，其截面惯性矩应按加劲肋相连的腹板边缘为轴线进行计算。

8 焊接梁的横向加劲肋与翼缘板、腹板相接处应切角，当作为焊接工艺孔时，切角宜采用半径 $R=30\text{ mm}$ 的 $1/4$ 圆弧。

6.3.7 梁的支承加劲肋应符合下列规定：

1 应按承受梁支座反力或固定集中荷载的轴心受压构件计算其在腹板平面外的稳定性。此受压构件的截面应包括加劲肋和加劲肋每侧 $15h_w\varepsilon_k$ 范围内的腹板面积，计算长度取 h_0 。

2 当梁支承加劲肋的端部为刨平顶紧时，应按其所承受的支座反力或固定集中荷载计算其端面承压应力；突缘支座的突缘加劲肋的伸出长度不得大于其厚度的 2 倍；当端部为焊接时，应按传力情况计算其焊缝应力。

3 支承加劲肋与腹板的连接焊缝，应按传力需要进行计算。

6.4 焊接截面梁腹板考虑屈曲后强度的计算

6.4.1 腹板仅配置支承加劲肋且较大荷载处尚有中间横向加劲肋，同时考虑屈曲后强度的工字形焊接截面梁（图 6.3.2（a）），应按下列公式验算受弯和受剪承载能力：

$$\left(\frac{V}{0.5V_u}-1\right)^2 + \frac{M-M_f}{M_{eu}-M_f} \leq 1.0 \quad (6.4.1-1)$$

$$M_f = \left(A_{f1} \frac{h_{m1}^2}{h_{m2}} + A_{f2} h_{m2} \right) f \quad (6.4.1-2)$$

梁受弯承载力设计值 M_{eu} 应按下列公式计算：

$$M_{eu} = \gamma_x \alpha_e W_x f \quad (6.4.1-3)$$

$$\alpha_e = 1 - \frac{(1-\rho)h_c^3 t_w}{2I_x} \quad (6.4.1-4)$$

当 $\lambda_{n,b} \leq 0.85$ 时：

$$\rho = 1.0 \quad (6.4.1-5)$$

当 $0.85 < \lambda_{n,b} \leq 1.25$ 时：

$$\rho = 1 - 0.82(\lambda_{n,b} - 0.85) \quad (6.4.1-6)$$

当 $\lambda_{n,b} > 1.25$ 时:

$$\rho = \frac{1}{\lambda_{n,b}} \left(1 - \frac{0.2}{\lambda_{n,b}} \right) \quad (6.4.1-7)$$

梁受剪承载力设计值 V_u 应按下列公式计算:

当 $\lambda_{n,s} \leq 0.8$ 时:

$$V_u = h_w t_w f_v \quad (6.4.1-8)$$

当 $0.8 < \lambda_{n,s} \leq 1.2$ 时:

$$V_u = h_w t_w f_v \left[1 - 0.5(\lambda_{n,s} - 0.8) \right] \quad (6.4.1-9)$$

当 $\lambda_{n,s} > 1.2$ 时:

$$V_u = h_w t_w f_v / \lambda_{n,s}^{1.2} \quad (6.4.1-10)$$

式中: M 、 V ——所计算同一截面上梁的弯矩设计值 ($N \cdot mm$) 和剪力设计值 (N); 计算

时, 当 $V < 0.5V_u$ 取 $V = 0.5V_u$; 当 $M < M_f$, 取 $M = M_f$;

M_f ——梁两翼缘所能承担的弯矩设计值 ($N \cdot mm$);

A_{t1} 、 h_{m1} ——较大翼缘的截面积 (mm^2) 及其形心至梁中和轴的距离 (mm);

A_{t2} 、 h_{m2} ——较小翼缘的截面积 (mm^2) 及其形心至梁中和轴的距离 (mm);

α_c ——梁截面模量考虑腹板有效高度的折减系数;

W_x ——按受拉或受压最大纤维确定的梁毛截面模量 (mm^3);

I_x ——按梁截面全部有效算得的绕 x 轴的惯性矩 (mm^4);

h_c ——按梁截面全部有效算得的腹板受压区高度 (mm);

γ_x ——梁截面塑性发展系数;

ρ ——腹板受压区有效高度系数;

$\lambda_{n,b}$ ——用于腹板受弯计算时的正则化宽厚比, 按本标准式 (6.3.3-6、7) 计算;

$\lambda_{n,s}$ ——用于腹板受剪计算时的正则化宽厚比, 按本标准式 (6.3.3-11、12) 计算。

当焊接截面梁仅配置支座加劲肋时, 取本标准式 (6.3.3-12) 中的 $h_0/a = 0$ 。

6.4.2 加劲肋的设计应符合下列规定:

1 当仅配置支座加劲肋不能满足本标准式 (6.4.1-1) 的要求时, 应在两侧成对配置中间横向加劲肋。中间横向加劲肋和上端受有集中压力的中间支承加劲肋, 其截面尺寸除应满足本标准式 (6.3.6-1) 和式 (6.3.6-2) 的要求外, 尚应按轴心受压构件计算其在腹板平面外的稳定性, 轴心压力应按下式计算:

$$N_s = V_u - \tau_{cr} h_w t_w + F \quad (6.4.2-1)$$

式中: V_u ——按本标准式 (6.4.1-8~10) 计算 (N);

h_w ——腹板高度 (mm);

τ_{cr} ——按本标准式 (6.3.3-8~10) 计算 (N/mm²);

F ——作用于中间支承加劲肋上端的集中压力 (N)。

2 当腹板在支座旁的区格 $\lambda_{n,s} > 0.8$ 时, 支座加劲肋除承受梁的支座反力外尚应承受拉力场的水平分力 H , 应按压弯构件计算其强度和在腹板平面外的稳定, 支座加劲肋截面和计算长度应符合本标准第 6.3.6 条的规定, H 的作用点在距腹板计算高度上边缘 $h_0/4$ 处, 其值应按下式计算:

$$H = (V_u - \tau_{cr} h_w t_w) \sqrt{1 + (a/h_0)^2} \quad (6.4.2-2)$$

式中: a ——对设中间横向加劲肋的梁, 取支座端区格的加劲肋间距; 对不设中间加劲肋的腹板, 取梁支座至跨内剪力为零点的距离 (mm)。

3 当支座加劲肋采用图 6.4.2 的构造形式时, 可按下述简化方法进行计算: 加劲肋 1 作为承受支座反力 R 的轴心压杆计算, 封头肋板 2 的截面积不应小于按下式计算的数值:

$$A_c = \frac{3h_0 H}{16ef} \quad (6.4.2-3)$$

4 考虑腹板屈曲后强度的梁, 腹板高厚比不应大于 250, 可按构造需要设置中间横向加劲肋。 $a > 2.5h_0$ 和不设中间横向加劲肋的腹板, 当满足本标准式 (6.3.3-1) 时, 可取水平分力 $H = 0$ 。

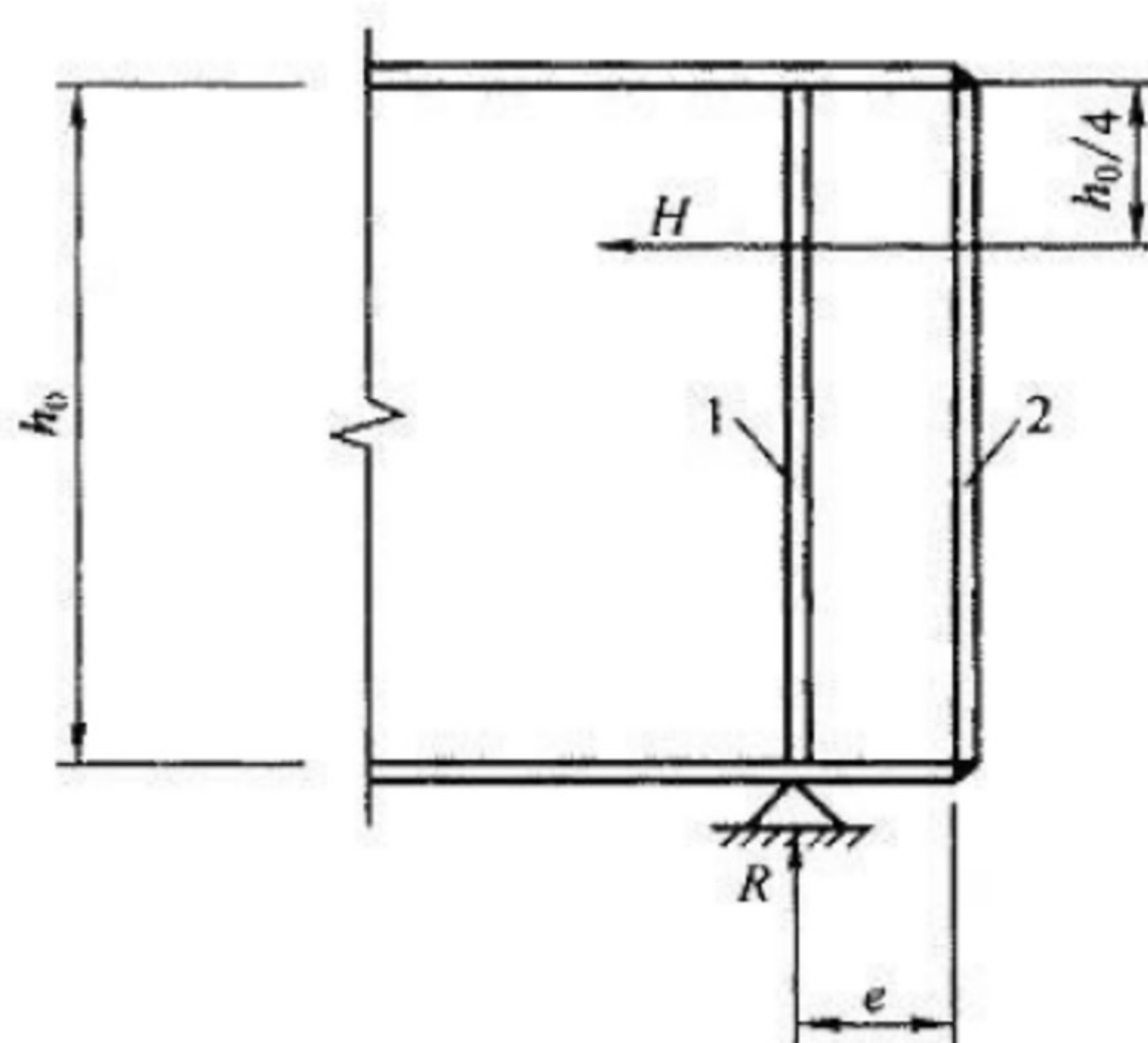


图 6.4.2 设置封头肋板的梁端构造

1—加劲肋；2—封头肋板

6.5 腹板开孔要求

6.5.1 腹板开孔梁应满足整体稳定及局部稳定要求，并应进行下列计算：

- 1 实腹及开孔截面处的受弯承载力验算；
- 2 开孔处顶部及底部 T 形截面受弯剪承载力验算。

6.5.2 腹板开孔梁，当孔型为圆形或矩形时，应符合下列规定：

- 1 圆孔孔口直径不宜大于梁高的 0.70 倍，矩形孔口高度不宜大于梁高的 0.50 倍，矩形孔口长度不宜大于梁高及 3 倍孔高。
- 2 相邻圆形孔口边缘间的距离不宜小于梁高的 0.25 倍，矩形孔口与相邻孔口的距离不宜小于梁高及矩形孔口长度。
- 3 开孔处梁上下 T 形截面高度均不宜小于梁高的 0.15 倍，矩形孔口上下边缘至梁翼缘外皮的距离不宜小于梁高的 0.25 倍。
- 4 开孔长度（或直径）与 T 形截面高度的比值不宜大于 12。
- 5 不应在距梁端相当于梁高范围内设孔，抗震设防的结构不应在隅撑与梁柱连接区域范围内设孔。
- 6 开孔腹板补强应符合下列规定：
 - 1) 圆形孔直径小于或等于 $1/3$ 梁高时，可不予补强。当大于 $1/3$ 梁高时，可用环形加劲肋加强（图 6.5.2 (a)），也可用套管（图 6.5.2 (b)）或环形补强板（图 6.5.2 (c)）加强。

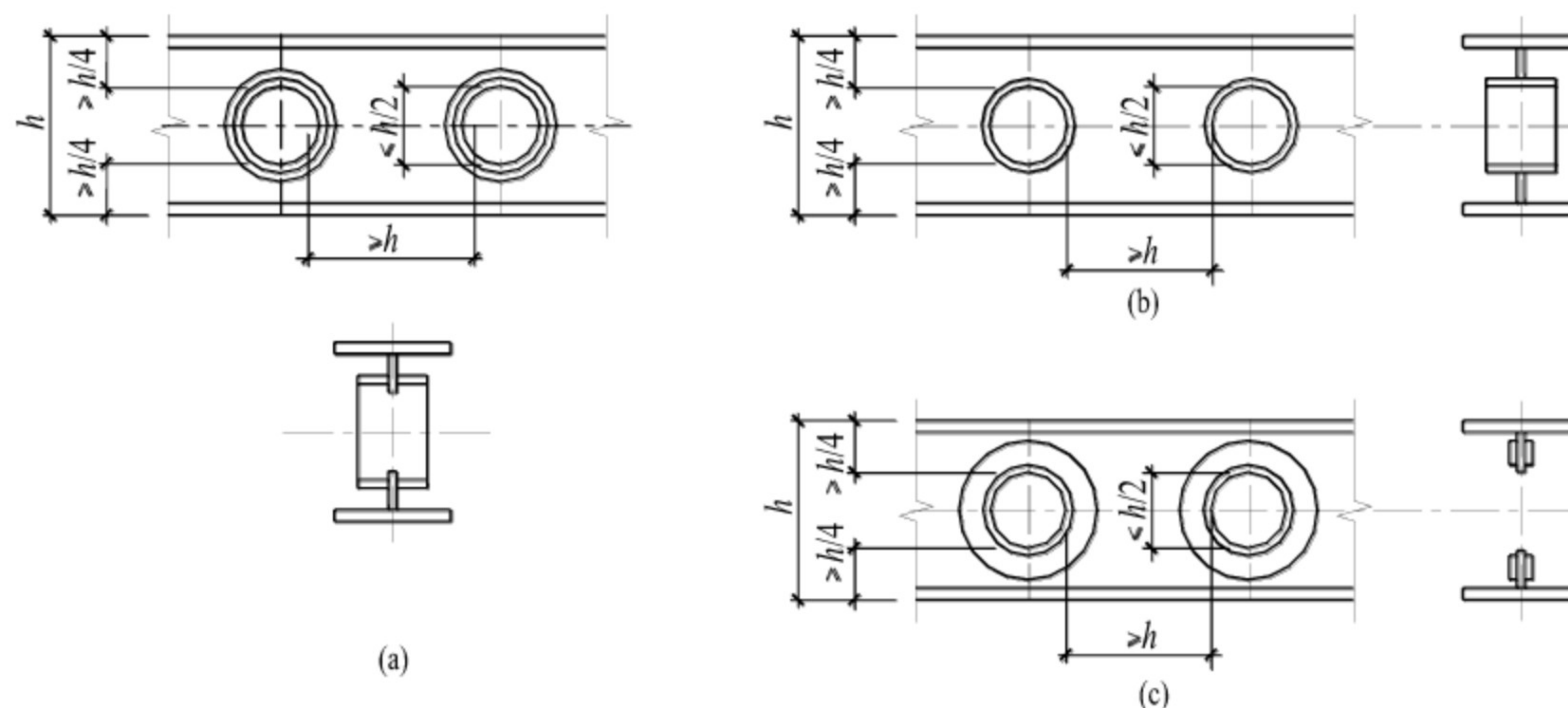


图 6.5.2 钢梁圆形孔口的补强

- 2) 圆形孔口加劲肋截面不宜小于 $100\text{mm} \times 10\text{mm}$ ，加劲肋边缘至孔口边缘的距离不宜大于 12mm 。圆形孔口用套管补强时，其厚度不宜小于梁腹板厚度。用环形板补强时，若在梁腹板两侧设置，环形板的厚度可稍小于腹板厚度，其宽度可取 $75\text{mm} \sim 125\text{mm}$ 。
 - 3) 矩形孔口的边缘宜采用纵向和横向加劲肋加强。矩形孔口上下边缘的水平加劲肋端部宜伸至孔口边缘以外单面加劲肋宽度的 2 倍，当矩形孔口长度大于梁高时，其横向加劲肋应沿梁全高设置。
 - 4) 矩形孔口加劲肋截面总宽度不宜小于翼缘宽度的 $1/2$ ，厚度不宜小于翼缘厚度。当孔口长度大于 500mm 时，应在梁腹板两面设置加劲肋。
- 7 腹板开孔梁材料的屈服强度不应大于 420N/mm^2 。

6.6 梁的构造要求

6.6.1 当弧曲杆沿弧面受弯时宜设置加劲肋，在强度和稳定计算中应考虑其影响。

6.6.2 焊接梁的翼缘宜采用一层钢板，当采用两层钢板时，外层钢板与内层钢板厚度之比宜为 $0.5 \sim 1.0$ 。不沿梁通长设置的外层钢板，其理论截断点处的外伸长度 l_1 应符合下列规定：

1 端部有正面角焊缝：

$$\text{当 } h_f \geq 0.75t \text{ 时：} \quad l_1 \geq b \quad (6.6.2-1)$$

$$\text{当 } h_f < 0.75t \text{ 时：} \quad l_1 \geq 1.5b \quad (6.6.2-2)$$

2 端部无正面角焊缝：

$$l_1 \geq 2b \quad (6.6.2-3)$$

式中： b ——外层翼缘板的宽度(mm)；

t ——外层翼缘板的厚度(mm)；

h_f ——侧面角焊缝和正面角焊缝的焊脚尺寸(mm)。

7 轴心受力构件

7.1 截面强度计算

7.1.1 轴心受拉构件，当端部连接及中部拼接处组成截面的各板件都有连接件直接传力时，其截面强度计算应符合下列规定：

1 除采用高强度螺栓摩擦型连接者外，其截面强度应采用下列公式计算：

毛截面屈服：

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq f \quad (7.1.1-1)$$

净截面断裂：

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq 0.7 f_u \quad (7.1.1-2)$$

2 采用高强度螺栓摩擦型连接的构件，其截面强度计算应符合下列规定：

1) 当构件为沿全长都有排列较密螺栓的组合构件时，其截面强度应按下列公式计算：

$$\frac{N}{A_n} \leq f \quad (7.1.1-3)$$

2) 除第 1) 项的情况外，其毛截面强度计算应采用式 (7.1.1-1)，净截面断裂应按下列公式计算：

$$\sigma = (1 - 0.5 \frac{n_1}{n}) \frac{N}{A_n} \leq 0.7 f_u \quad (7.1.1-4)$$

式中： N ——所计算截面处的拉力设计值 (N)；

f ——钢材的抗拉强度设计值 (N/mm²)；

A ——构件的毛截面面积 (mm²)；

A_n ——构件的净截面面积，当构件多个截面有孔时，取最不利的截面 (mm²)；

f_u ——钢材的抗拉强度最小值 (N/mm²)；

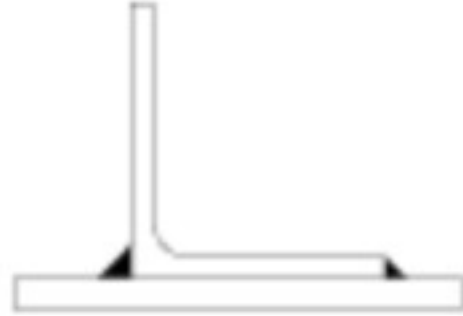
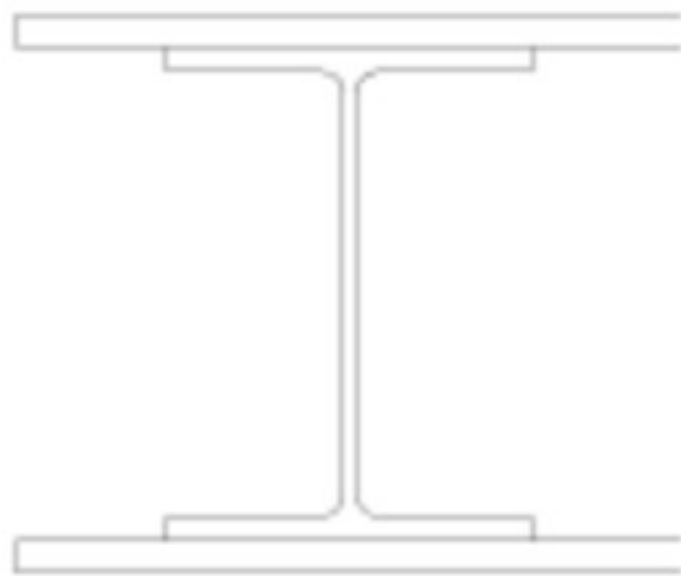

n ——在节点或拼接处，构件一端连接的高强度螺栓数目；

n_1 ——所计算截面（最外列螺栓处）上高强度螺栓数目。

7.1.2 轴心受压构件，当端部连接及中部拼接处组成截面的各板件都有连接件直接传力时，截面强度应按本标准式 (7.1.1-1) 计算。但含有虚孔的构件尚需在孔心所在截面按本标准式 (7.1.1-2) 计算。

7.1.3 轴心受拉构件和轴心受压构件，当其组成板件在节点或拼接处并非全部直接传力时，应对危险截面的面积乘以有效截面系数 η ，不同构件截面形式和连接方式的 η 值应符合表 7.1.3 的规定。

表 7.1.3 轴心受力构件节点或拼接处危险截面有效截面系数

构件截面形式	连接形式	η	图例
角钢	单边连接	0.85	
工字形、H 形	翼缘连接	0.90	
	腹板连接	0.70	

7.2 轴心受压构件的稳定性计算

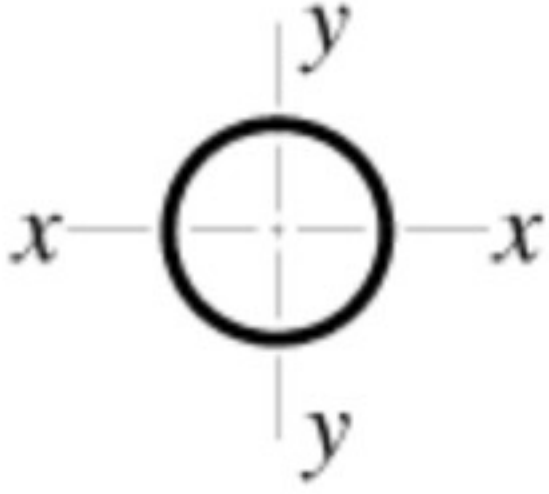
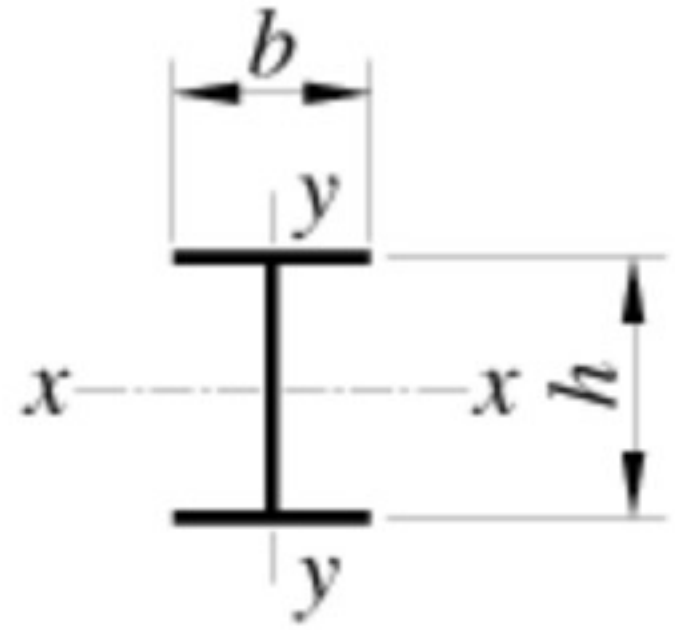
7.2.1 除可考虑屈服后强度的实腹式构件外，轴心受压构件的稳定性计算应符合下式要求：

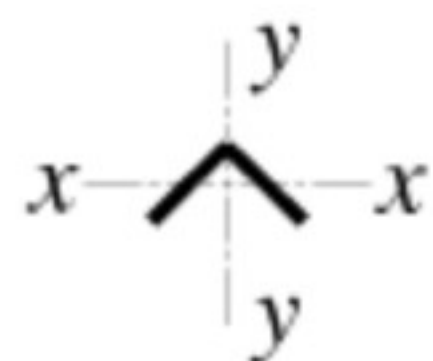
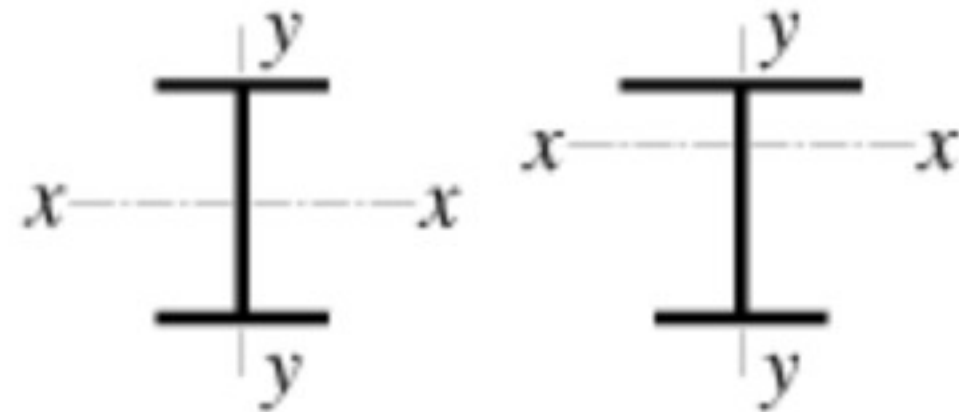
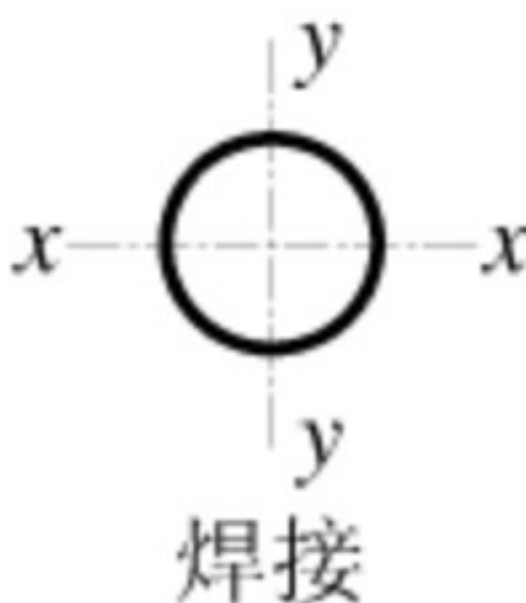
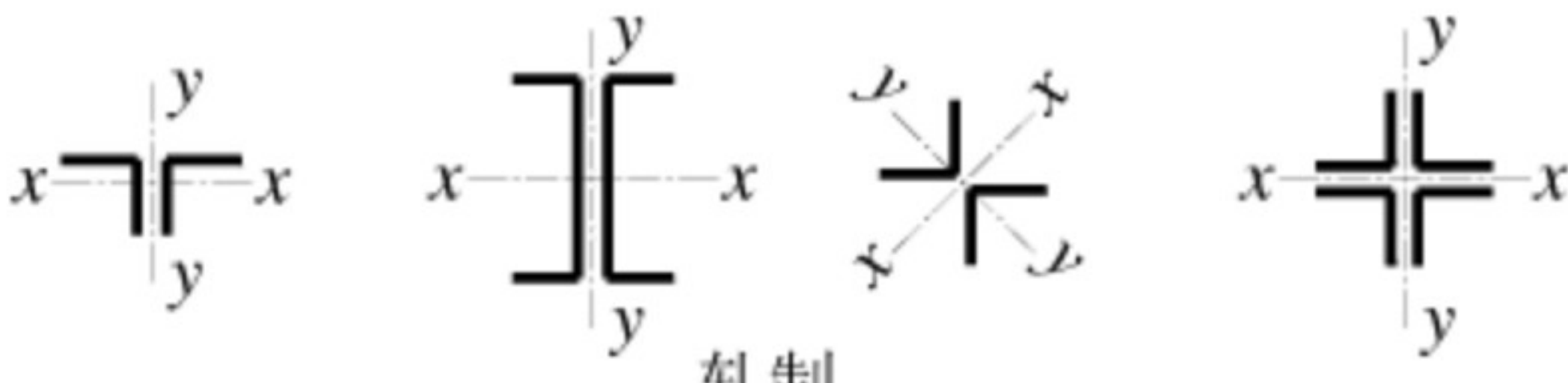
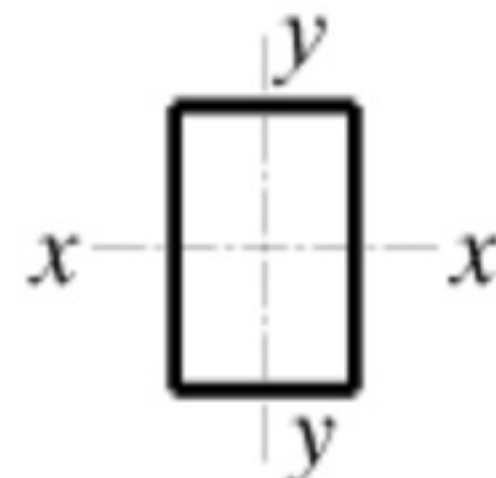
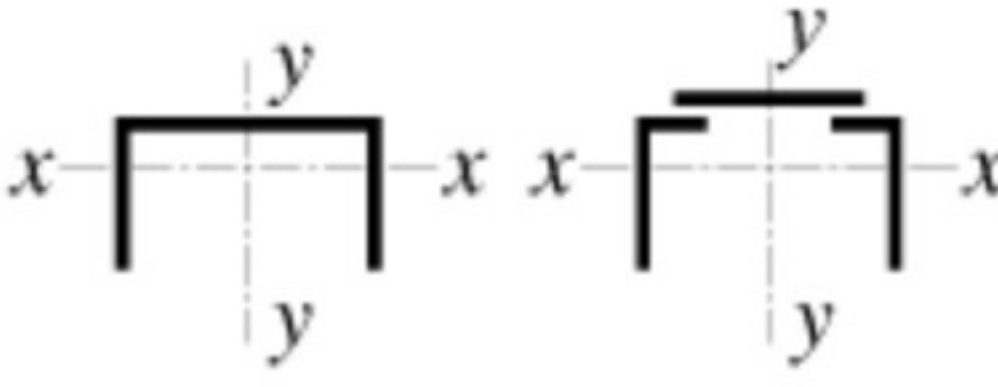
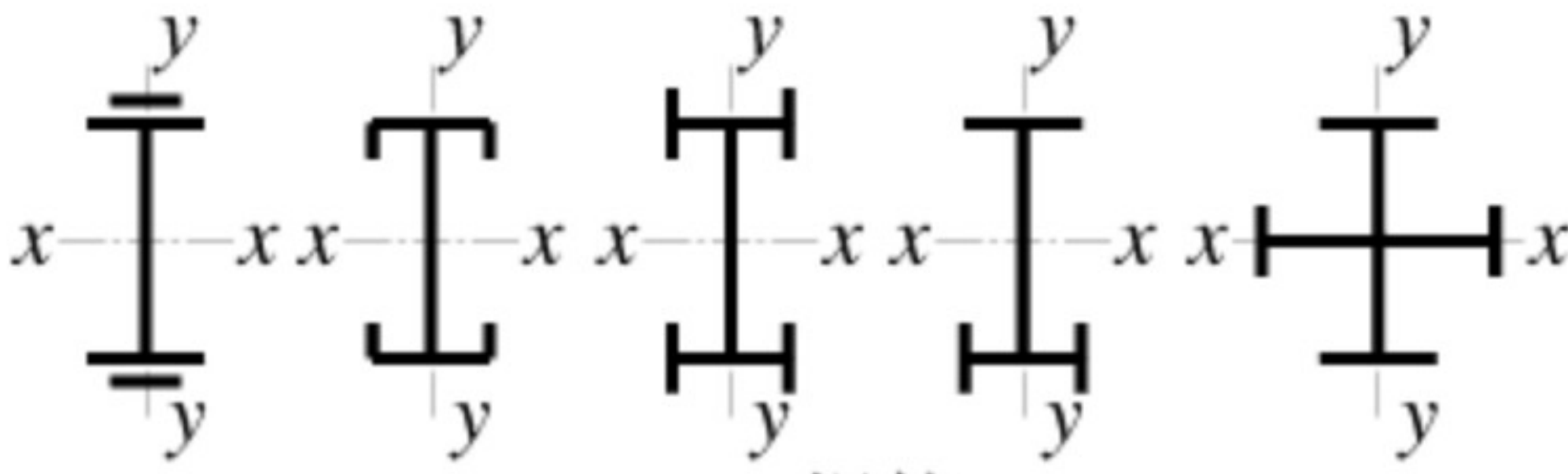
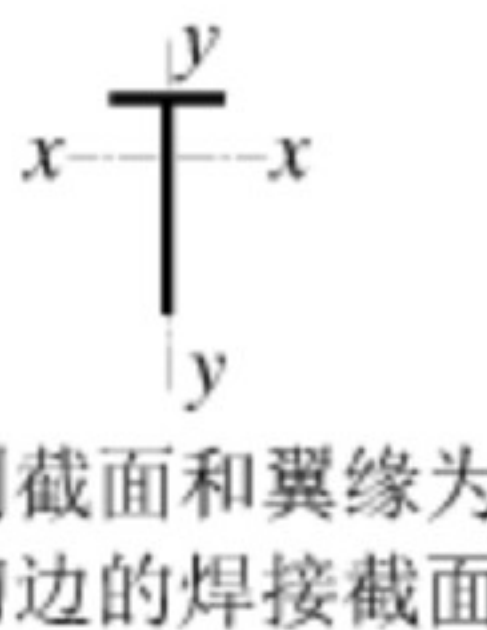
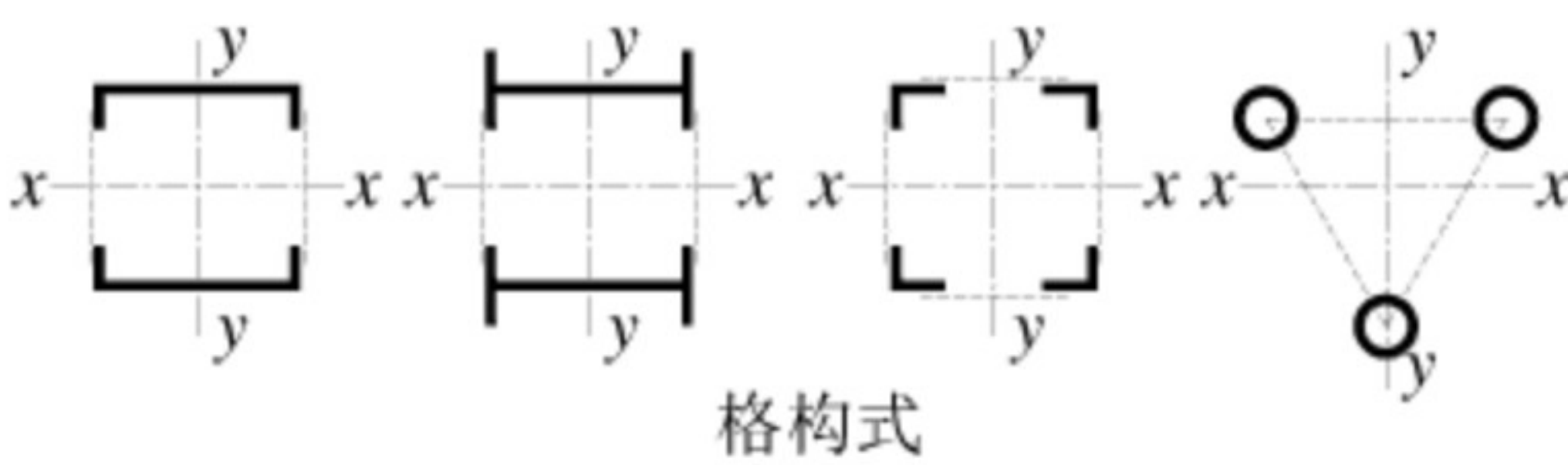

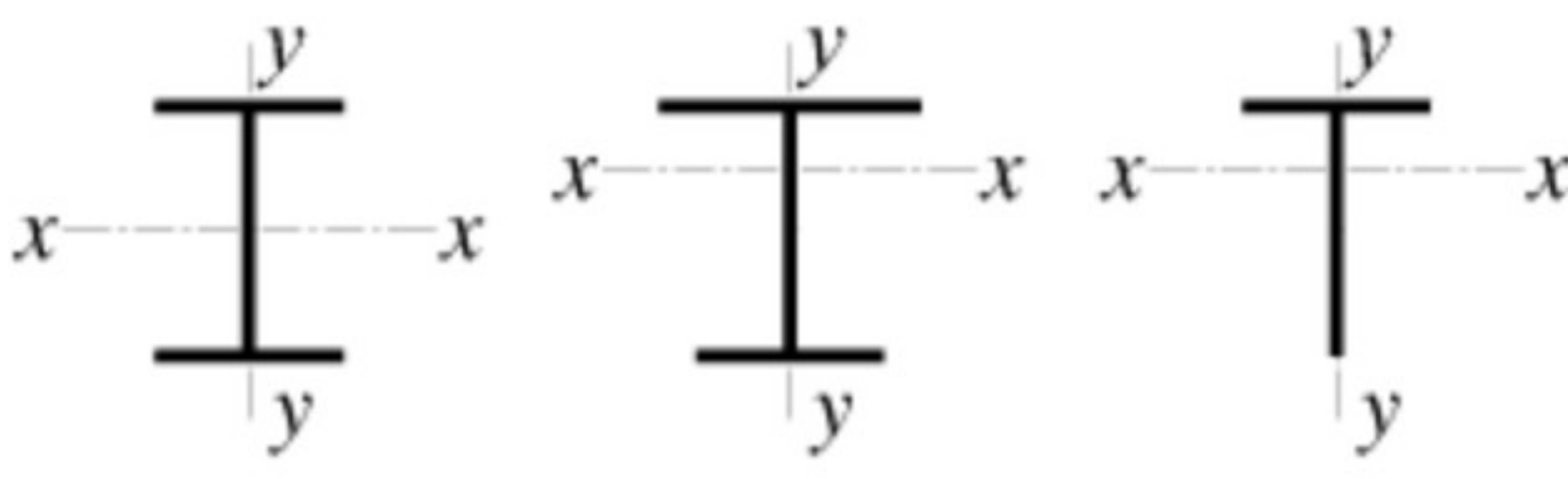
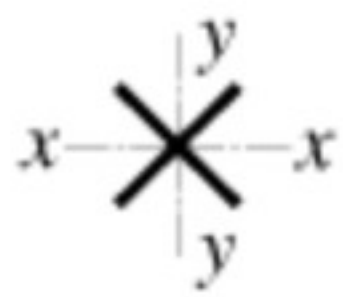
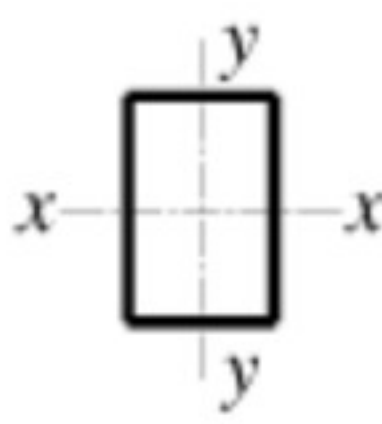
$$\frac{N}{\varphi A f} \leq 1.0$$

(7.2.1)

式中： φ ——轴心受压构件的稳定系数（取截面两主轴稳定系数中的较小者），根据构件的长细比（或换算长细比）、钢材屈服强度和表 7.2.1-1、表 7.2.1-2 的截面分类，按本标准附录 D 采用。

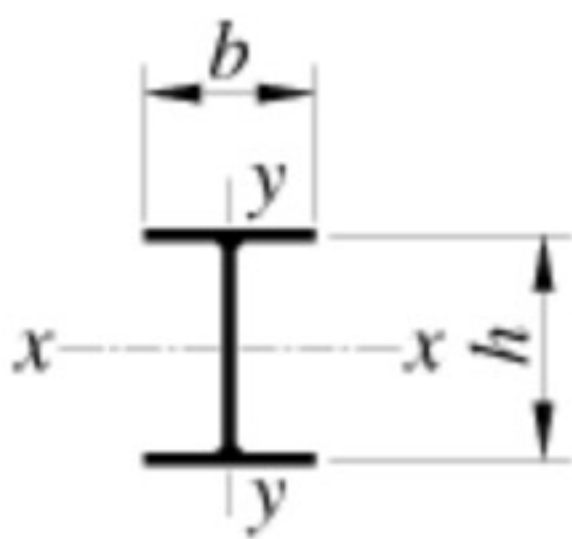
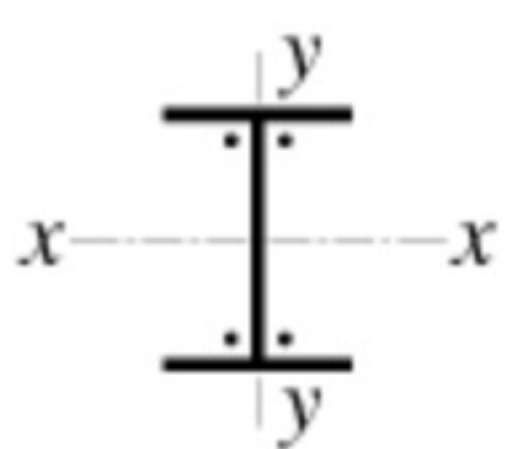
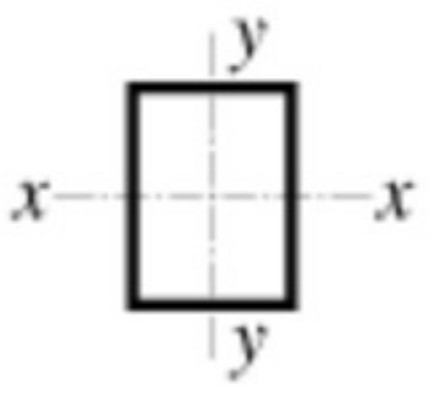
表 7.2.1-1 轴心受压构件的截面分类（板厚 $t < 40\text{ mm}$ ）

截面形式		对 x 轴	对 y 轴
 轧制		a 类	a 类
 轧制	$b/h \leq 0.8$	a 类	b 类
	$b/h > 0.8$	a*类	b*类

<div></div> <p>轧制等边角钢</p>		a*类	a*类
<div></div> <p>焊接、翼缘为焰切边</p>	<div></div> <p>焊接</p>	b 类	b 类
<div></div> <p>轧制</p>			
<div></div> <p>轧制、焊接（板件宽厚比>20）</p>	<div></div> <p>轧制或焊接</p>		
<div></div> <p>焊接</p>	<div></div> <p>轧制截面和翼缘为焰切边的焊接截面</p>		
<div></div> <p>格构式</p>	<div></div> <p>焊接，板件边缘焰切</p>		
<div></div> <p>焊接，翼缘为轧制或剪切边</p>		b 类	c 类
<div></div> <p>焊接，板件边缘轧制或剪切</p>	<div></div> <p>轧制、焊接（板件宽厚比≤ 20）</p>	c 类	c 类

- 注：1 a*类含义为 Q235 钢取 b 类，Q345、Q390、Q420 和 Q460 钢取 a 类； b*类含义为 Q235 钢取 c 类，Q345、Q390、Q420 和 Q460 钢取 b 类。
- 2 无对称轴且剪心和形心不重合的截面，其截面分类可按有对称轴的类似截面确定，如不等边角钢采用等边角钢的类别；当无类似截面时，可取 c 类。

表 7.2.1-2 轴心受压构件的截面分类（板厚 $t \geq 40\text{ mm}$ ）

截面形式		对 x 轴	对 y 轴
 轧制工字形或H形截面	$t < 80\text{ mm}$	b 类	c 类
	$t \geq 80\text{ mm}$	c 类	d 类
 焊接工字形截面	翼缘为焰切边	b 类	b 类
	翼缘为轧制或剪切边	c 类	d 类
 焊接箱形截面	板件宽厚比 > 20	b 类	b 类
	板件宽厚比 ≤ 20	c 类	c 类

7.2.2 实腹式构件的长细比 λ 应根据其失稳模式，由下列公式确定：

1 截面形心与剪心重合的构件：

1) 当计算弯曲屈曲时，长细比按下列公式计算：

$$\lambda_x = \frac{l_{0x}}{i_x} \tag{7.2.2-1}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{0y}}{i_y} \tag{7.2.2-2}$$

式中： l_{0x} 、 l_{0y} ——分别为构件对截面主轴 x 和 y 的计算长度，根据本标准第 7.4 节的规定采用（mm）；

i_x 、 i_y ——分别为构件截面对主轴 x 和 y 的回转半径（mm）。

2) 当计算扭转屈曲时，长细比应按下式计算，双轴对称十字形截面板件宽厚比不超过 $15\epsilon_k$ 者，可不计算扭转屈曲。

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{I_0}{I_t/25.7 + I_\omega/l_\omega^2}} \tag{7.2.2-3}$$

式中： I_0 、 I_t 、 I_ω ——分别为构件毛截面对剪心的极惯性矩（ mm^4 ）、自由扭转常数（ mm^4 ）和扇性惯性矩（ mm^6 ），对十字形截面可近似取 $I_\omega = 0$ ；

l_ω ——扭转屈曲的计算长度，两端铰支且端截面可自由翘曲者，取几何长度 l ；

两端嵌固且端部截面的翘曲完全受到约束者，取 $0.5l$ (mm)。

2 截面为单轴对称的构件：

- 1) 计算绕非对称主轴的弯曲屈曲时，长细比应由式 (7.2.2-1)、式 (7.2.2-2) 计算确定。计算绕对称主轴的弯扭屈曲时，长细比应按下式计算确定：

$$\lambda_{yz} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[(\lambda_y^2 + \lambda_z^2) + \sqrt{(\lambda_y^2 + \lambda_z^2)^2 - 4(1 - \frac{y_s^2}{i_0^2})\lambda_y^2\lambda_z^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7.2.2-4)$$

式中： y_s ——截面形心至剪心的距离 (mm)；

i_0 ——截面对剪心的极回转半径，单轴对称截面 $i_0^2 = y_s^2 + i_x^2 + i_y^2$ (mm)；

λ_z ——扭转屈曲换算长细比，由式 (7.2.2-3) 确定。

- 2) 等边单角钢轴心受压构件当绕两主轴弯曲的计算长度相等时，可不计算弯扭屈曲。塔架单角钢压杆应符合本标准第 7.6 节的相关规定。

- 3) 双角钢组合 T 形截面构件绕对称轴的换算长细比 λ_{yz} 可按下列简化公式确定：

等边双角钢 (图 7.2.2-1 (a))：

当 $\lambda_y \geq \lambda_z$ 时：

$$\lambda_{yz} = \lambda_y \left[1 + 0.16 \left(\frac{\lambda_z}{\lambda_y} \right)^2 \right] \quad (7.2.2-5)$$

当 $\lambda_y < \lambda_z$ 时：

$$\lambda_{yz} = \lambda_z \left[1 + 0.16 \left(\frac{\lambda_y}{\lambda_z} \right)^2 \right] \quad (7.2.2-6)$$

$$\lambda_z = 3.9 \frac{b}{t} \quad (7.2.2-7)$$

长肢相并的不等边双角钢 (图 7.2.2-1 (b))：

当 $\lambda_y \geq \lambda_z$ 时：

$$\lambda_{yz} = \lambda_y \left[1 + 0.25 \left(\frac{\lambda_z}{\lambda_y} \right)^2 \right] \quad (7.2.2-8)$$

当 $\lambda_y < \lambda_z$ 时：

$$\lambda_{yz} = \lambda_z \left[1 + 0.25 \left(\frac{\lambda_y}{\lambda_z} \right)^2 \right] \quad (7.2.2-9)$$

$$\lambda_z = 5.1 \frac{b_2}{t} \quad (7.2.2-10)$$

短肢相并的不等边双角钢 (图 7.2.2-1 (c)):

当 $\lambda_y \geq \lambda_z$ 时:

$$\lambda_{yz} = \lambda_y \left[1 + 0.06 \left(\frac{\lambda_z}{\lambda_y} \right)^2 \right] \quad (7.2.2-11)$$

当 $\lambda_y < \lambda_z$ 时:

$$\lambda_{yz} = \lambda_z \left[1 + 0.06 \left(\frac{\lambda_y}{\lambda_z} \right)^2 \right] \quad (7.2.2-12)$$

$$\lambda_z = 3.7 \frac{b_1}{t} \quad (7.2.2-13)$$

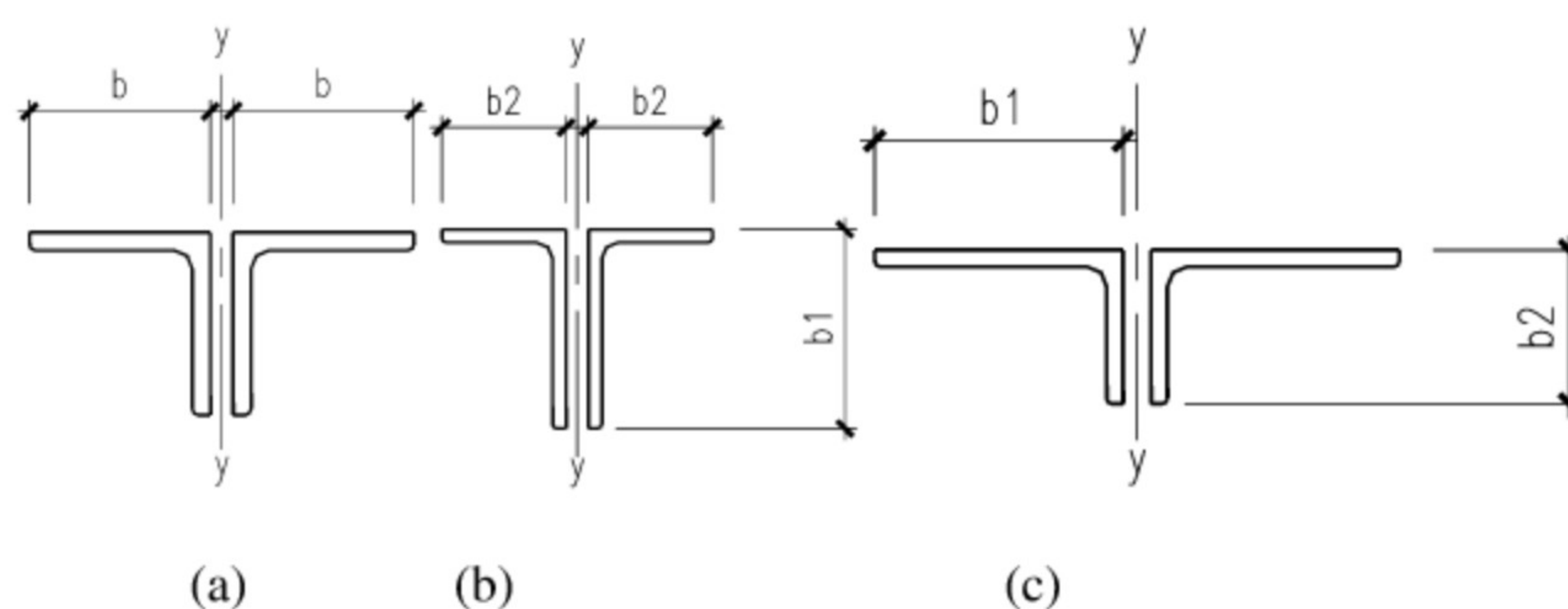


图 7.2.2-1 双角钢组合 T 形截面

b —等边角钢肢宽度; b_1 —不等边角钢长肢宽度; b_2 —不等边角钢短肢宽度

3 截面无对称轴且剪心和形心不重合的构件, 应采用下列换算长细比:

$$\lambda_{xyz} = \pi \sqrt{\frac{EA}{N_{xyz}}} \quad (7.2.2-14)$$

$$(N_x - N_{xyz})(N_y - N_{xyz})(N_z - N_{xyz}) - N_{xyz}^2 (N_x - N_{xyz}) \left(\frac{y_s}{i_0} \right)^2 - N_{xyz}^2 (N_y - N_{xyz}) \left(\frac{x_s}{i_0} \right)^2 = 0 \quad (7.2.2-15)$$

$$i_0^2 = i_x^2 + i_y^2 + x_s^2 + y_s^2 \quad (7.2.2-16)$$

$$N_x = \frac{\pi^2 EA}{\lambda_x^2} \quad (7.2.2-17)$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EA}{\lambda_y^2} \quad (7.2.2-18)$$

$$N_z = \frac{1}{i_0^2} \left(\frac{\pi^2 EI_\omega}{l_\omega^2} + GI_t \right) \quad (7.2.2-19)$$

式中： N_{xyz} ——弹性完善杆的弯扭屈曲临界力，由式（7.2.2-15）确定（N）；

x_s 、 y_s ——截面剪心的坐标（mm）；

i_0 ——截面对剪心的极回转半径（mm）；

N_x 、 N_y 、 N_z ——分别为绕 x 轴和 y 轴的弯曲屈曲临界力和扭转屈曲临界力（N）；

E 、 G ——分别为钢材弹性模量和剪变模量（N/mm²）。

4 不等边角钢轴心受压构件的换算长细比可按下列简化公式确定（图 7.2.2-2）：

当 $\lambda_v \geq \lambda_z$ 时：

$$\lambda_{xyz} = \lambda_v \left[1 + 0.25 \left(\frac{\lambda_z}{\lambda_v} \right)^2 \right] \quad (7.2.2-20)$$

当 $\lambda_v < \lambda_z$ 时：

$$\lambda_{xyz} = \lambda_z \left[1 + 0.25 \left(\frac{\lambda_v}{\lambda_z} \right)^2 \right] \quad (7.2.2-21)$$

$$\lambda_z = 4.21 \frac{b_1}{t} \quad (7.2.2-22)$$

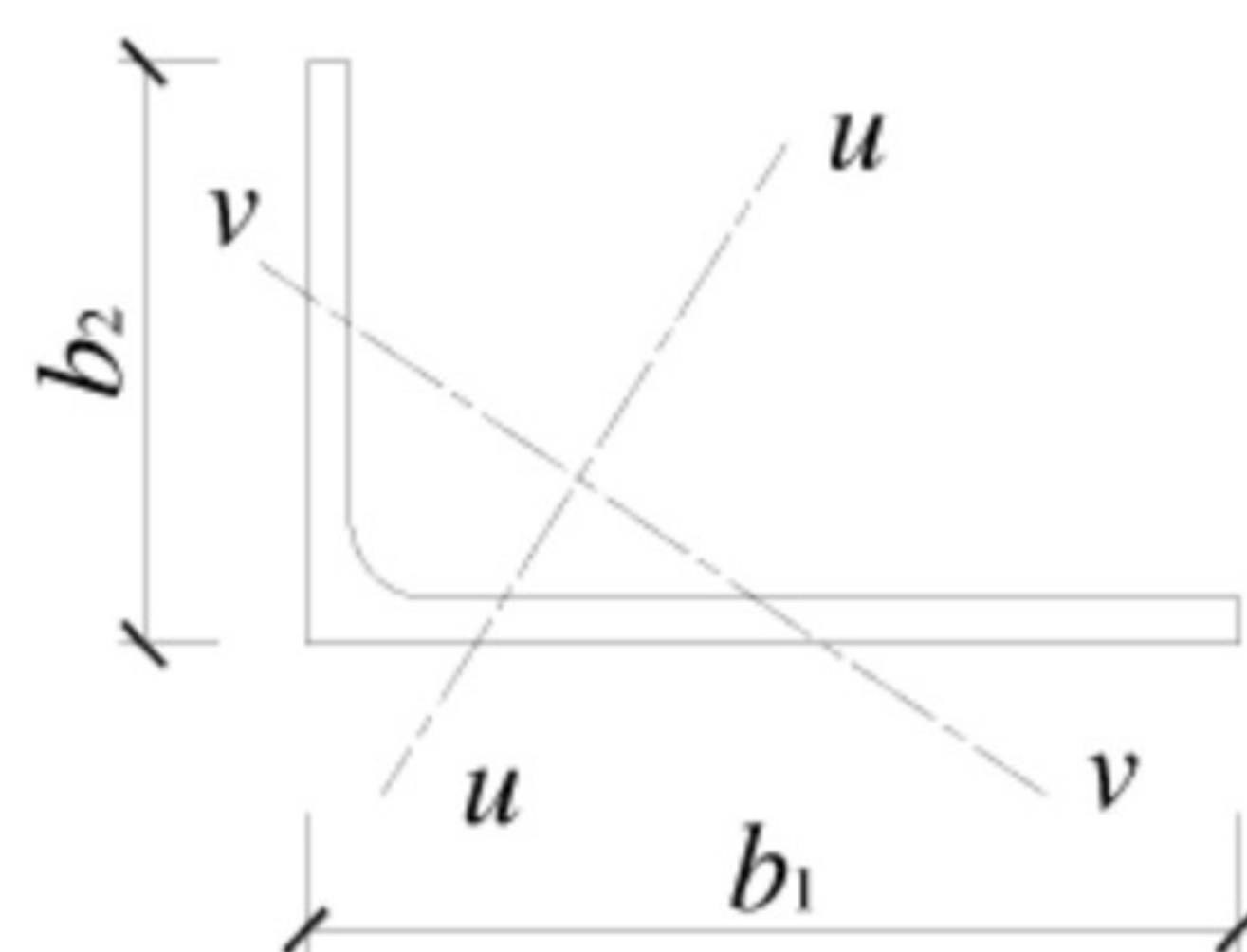


图 7.2.2-2 不等边角钢

注： v 轴为角钢的弱轴， b_1 为角钢长肢宽度

7.2.3 格构式轴心受压构件的稳定性应按本标准式 (7.2.1) 计算, 对实轴的长细比应按本标准式 (7.2.2-1) 或式 (7.2.2-2) 计算, 对虚轴 (图 7.2.3 (a)) 的 x 轴和图 7.2.3 (b)、图 7.2.3 (c) 的 x 轴和 y 轴应取换算长细比。换算长细比应按下列公式计算:

1 双肢组合构件 (图 7.2.3 (a)):

当缀件为缀板时:

$$\lambda_{0x} = \sqrt{\lambda_x^2 + \lambda_1^2} \quad (7.2.3-1)$$

当缀件为缀条时:

$$\lambda_{0x} = \sqrt{\lambda_x^2 + 27 \frac{A}{A_{1x}}} \quad (7.2.3-2)$$

式中: λ_x ——整个构件对 x 轴的长细比;

λ_1 ——分肢对最小刚度轴 1-1 的长细比, 其计算长度取为: 焊接时, 为相邻两缀板的净距离; 螺栓连接时, 为相邻两缀板边缘螺栓的距离;

A_{1x} ——构件截面中垂直于 x 轴的各斜缀条毛截面面积之和 (mm^2)。

2 四肢组合构件 (图 7.2.3 (b)):

当缀件为缀板时:

$$\lambda_{0x} = \sqrt{\lambda_x^2 + \lambda_1^2} \quad (7.2.3-3)$$

$$\lambda_{0y} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} \quad (7.2.3-4)$$

当缀件为缀条时:

$$\lambda_{0x} = \sqrt{\lambda_x^2 + 40 \frac{A}{A_{1x}}} \quad (7.2.3-5)$$

$$\lambda_{0y} = \sqrt{\lambda_y^2 + 40 \frac{A}{A_{1y}}} \quad (7.2.3-6)$$

式中: λ_y ——整个构件对 y 轴的长细比;

A_{1y} ——构件截面中垂直于 y 轴的各斜缀条毛截面面积之和 (mm^2)。

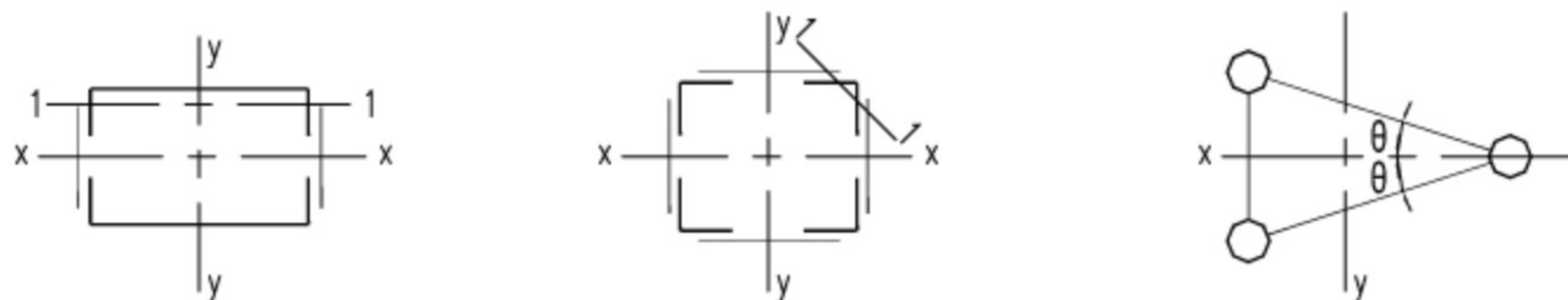
3 缀件为缀条的三肢组合构件 (图 7.2.3 (c)):

$$\lambda_{0x} = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{42A}{A_1(1.5 - \cos^2 \theta)}} \quad (7.2.3-7)$$

$$\lambda_{0y} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{42A}{A_1 \cos^2 \theta}} \quad (7.2.3-8)$$

式中： A_1 ——构件截面中各斜缀条毛截面面积之和 (mm^2)；

θ ——构件截面内缀条所在平面与 x 轴的夹角。



(a) 双肢组合构件 (b) 四肢组合构件 (c) 三肢组合构件

图 7.2.3 格构式组合构件截面

7.2.4 缀件面宽度较大的格构式柱宜采用缀条柱，斜缀条与构件轴线间的夹角应为 40°

$\sim 70^\circ$ 。缀条柱的分肢长细比 λ_1 不应大于构件两方向长细比较大值 λ_{\max} 的 0.7 倍，对虚轴取换算长细比。格构式柱和大型实腹式柱，在受有较大水平力处和运送单元的端部应设置横隔，横隔的间距不宜大于柱截面长边尺寸的 9 倍且不宜大于 8m。

7.2.5 缀板柱的分肢长细比 λ_1 不应大于 $40\varepsilon_k$ ，并不应大于 λ_{\max} 的 0.5 倍，当 $\lambda_{\max} < 50$ 时，取 $\lambda_{\max} = 50$ 。缀板柱中同一截面处缀板或型钢横杆的线刚度之和不得小于柱较大分肢线刚度的 6 倍。

7.2.6 用填板连接而成的双角钢或双槽钢构件，采用普通螺栓连接时应按格构式构件进行计算；除此之外，可按实腹式构件进行计算，但受压构件填板间的距离不应超过 $40i$ ，受拉构件填板间的距离不应超过 $80i$ 。 i 为单肢截面回转半径，应按下列规定采用：

1 当为图 7.2.6 (a)、(b) 所示的双角钢或双槽钢截面时，取一个角钢或一个槽钢对与填板平行的形心轴的回转半径；

2 当为图 7.2.6 (c) 所示的十字形截面时，取一个角钢的最小回转半径。

受压构件的两个侧向支承点之间的填板数不应少于 2 个。



(a) T 字形双角钢截面 (b) 双槽钢截面 (c) 十字形双角钢截面

图 7.2.6 计算截面回转半径时的轴线示意图

7.2.7 轴心受压构件剪力 V 值可认为沿构件全长不变, 格构式轴心受压构件的剪力 V 应由承受该剪力的缀材面 (包括用整体板连接的面) 分担, 其值应按下式计算:

$$V = \frac{Af}{85\varepsilon_k} \quad (7.2.7)$$

7.2.8 两端铰支的梭形圆管或方管状截面轴心受压构件 (图 7.2.8) 的稳定性应按本标准式 (7.2.1) 计算。其中 A 取端截面的截面面积 A_1 , 稳定系数 φ 应根据按下列公式计算的换算长细比 λ_e 确定:

$$\lambda_e = \frac{l_0 / i_1}{(1 + \gamma)^{3/4}} \quad (7.2.8-1)$$

$$l_0 = \frac{l}{2} [1 + (1 + 0.853\gamma)^{-1}] \quad (7.2.8-2)$$

$$\gamma = (D_2 - D_1) / D_1 \text{ 或 } (b_2 - b_1) / b_1 \quad (7.2.8-3)$$

式中: l_0 ——构件计算长度 (mm);

i_1 ——端截面回转半径 (mm);

γ ——构件楔率;

D_2 、 b_2 ——分别为跨中截面圆管外径和方管边长 (mm);

D_1 、 b_1 ——分别为端截面圆管外径和方管边长 (mm)。

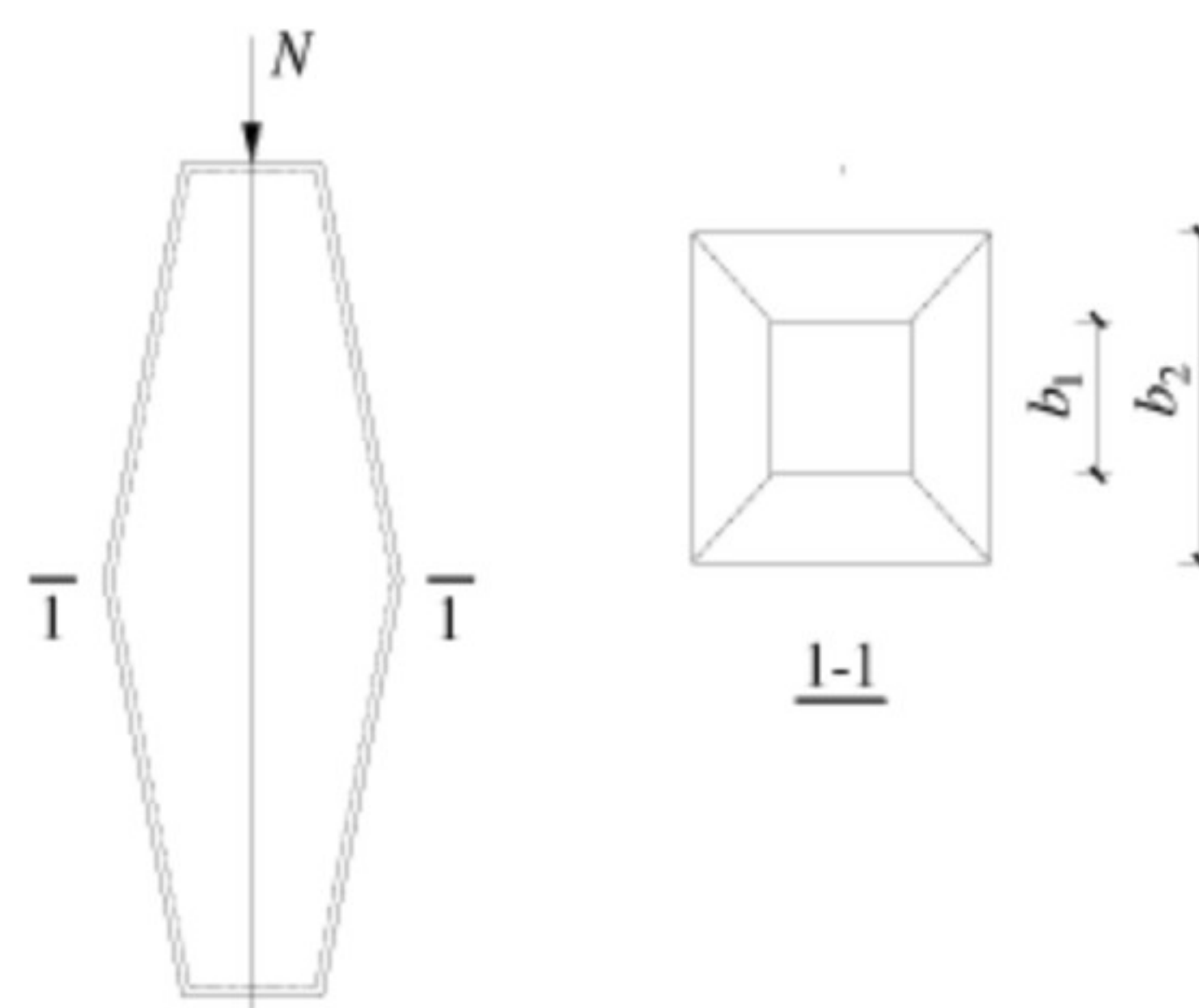


图 7.2.8 梭形管状轴心受压构件

7.2.9 钢管梭形格构柱的跨中截面应设置横隔。横隔可采用水平放置的钢板且与周边缀管焊接, 也可采用水平放置的钢管并使跨中截面成为稳定截面。两端铰支的三肢钢管梭形格构柱应按本标准式 (7.2.1) 计算整体稳定。稳定系数 φ 应根据下列公式计算的换算长细比 λ_0 确定:

$$\lambda_0 = \pi \sqrt{\frac{3A_s E}{N_{cr}}} \quad (7.2.9-1)$$

$$N_{cr} = \min(N_{cr,s}, N_{cr,a}) \quad (7.2.9-2)$$

$N_{cr,s}$ 应按下列公式计算:

$$N_{cr,s} = N_{cr0,s} / (1 + \frac{N_{cr0,s}}{K_{v,s}}) \quad (7.2.9-3)$$

$$N_{cr0,s} = \frac{\pi^2 EI_0}{L^2} (1 + 0.72\eta_1 + 0.28\eta_2) \quad (7.2.9-4)$$

$N_{cr,a}$ 应按下列公式计算:

$$N_{cr,a} = N_{cr0,a} / (1 + \frac{N_{cr0,a}}{K_{v,a}}) \quad (7.2.9-5)$$

$$N_{cr0,a} = \frac{4\pi^2 EI_0}{L^2} (1 + 0.48\eta_1 + 0.12\eta_2) \quad (7.2.9-6)$$

η_1 、 η_2 应按下列公式计算:

$$\eta_1 = (4I_m - I_1 - 3I_0) / I_0 \quad (7.2.9-7)$$

$$\eta_2 = 2(I_0 + I_1 - 2I_m) / I_0 \quad (7.2.9-8)$$

$$I_0 = 3I_s + 0.5b_0^2 A_s \quad (7.2.9-9)$$

$$I_m = 3I_s + 0.5b_m^2 A_s \quad (7.2.9-10)$$

$$I_1 = 3I_s + 0.5b_1^2 A_s \quad (7.2.9-11)$$

$$K_{v,s} = 1 / \left(\frac{l_{s0} b_0}{18EI_d} + \frac{5l_{s0}^2}{144EI_s} \right) \quad (7.2.9-12)$$

$$K_{v,a} = 1 / \left(\frac{l_{s0} b_m}{18EI_d} + \frac{5l_{s0}^2}{144EI_s} \right) \quad (7.2.9-13)$$

式中: A_s ——单根分肢的截面面积 (mm^2);

N_{cr} 、 $N_{cr,s}$ 、 $N_{cr,a}$ ——分别为特征值屈曲荷载、对称屈曲模态与反对称屈曲模态对应的特征值屈曲荷载 (N);

I_0 、 I_m 、 I_1 ——分别为钢管梭形格构柱柱端、1/4 跨处以及跨中截面对应的惯性矩 (图 7.2.9) (mm^4);

$K_{v,s}$ 、 $K_{v,a}$ ——分别为对称屈曲与反对称屈曲对应的截面抗剪刚度 (N);

η_1 、 η_2 ——与截面惯性矩有关的计算系数;

b_0 、 b_m 、 b_1 ——分别为梭形柱柱端、1/4跨处和跨中截面的边长 (mm);

l_{s0} ——梭形柱节间高度 (mm);

I_d 、 I_s ——横缀杆和弦杆的惯性矩 (mm⁴);

A_s ——单个分肢的截面面积 (mm²);

E ——材料的弹性模量 (N/mm²)。

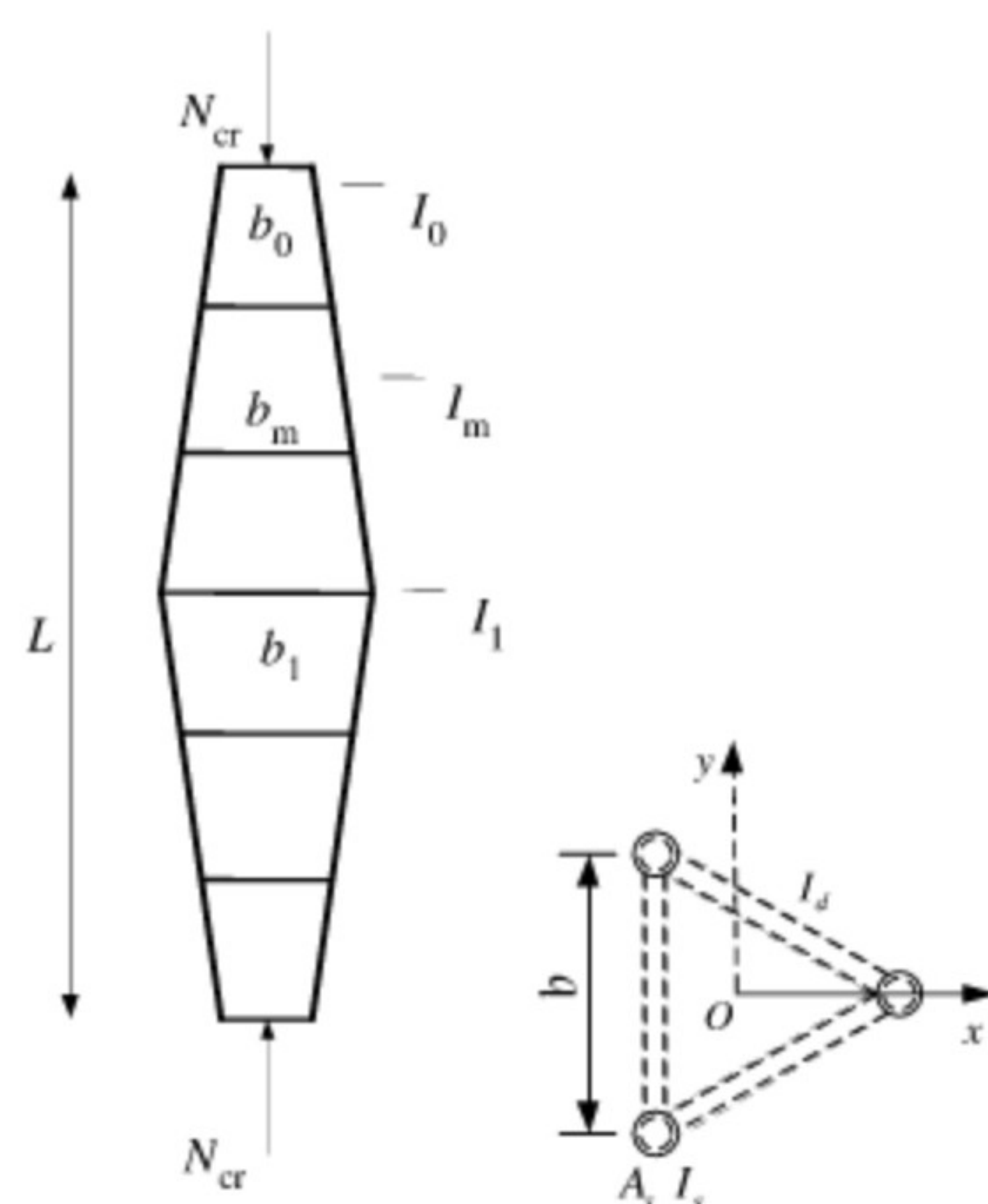


图 7.2.9 钢管梭形格构柱

7.3 实腹式轴心受压构件的局部稳定和屈曲后强度

7.3.1 实腹轴心受压构件要求不出现局部失稳者，其板件宽厚比应符合下列规定：

1 H 形截面腹板

$$h_0/t_w \leq (25 + 0.5\lambda)\varepsilon_k \quad (7.3.1-1)$$

式中： λ ——构件的较大长细比；当 $\lambda < 30$ 时，取为 30；当 $\lambda > 100$ 时，取为 100；

h_0 、 t_w ——分别为腹板计算高度和厚度，按本标准表 3.5.1 注 2 取值。

2 H 形截面翼缘

$$b/t_f \leq (10 + 0.1\lambda)\varepsilon_k \quad (7.3.1-2)$$

式中： b 、 t_f ——分别为翼缘板自由外伸宽度和厚度，按本标准表 3.5.1 注 2 取值。

3 箱形截面壁板

$$b/t \leq 40\varepsilon_k \quad (7.3.1-3)$$

式中： b ——壁板的净宽度。当箱形截面设有纵向加劲肋时，为壁板与加劲肋之间的净宽度。

4 T 形截面翼缘宽厚比限值应按式 (7.3.1-2) 确定。

T 形截面腹板宽厚比限值为:

热轧剖分 T 形钢

$$h_0/t_w \leq (15 + 0.2\lambda)\varepsilon_k \quad (7.3.1-4)$$

焊接 T 形钢

$$h_0/t_w \leq (13 + 0.17\lambda)\varepsilon_k \quad (7.3.1-5)$$

对焊接构件 h_0 取腹板高度 h_w ; 对热轧构件, h_0 取腹板平直段长度, 简要计算时可取

$h_0 = h_w - t_f$, 但不小于 $h_w - 20 \text{ mm}$ 。

5 等边角钢轴心受压构件的肢件宽厚比限值为:

当 $\lambda \leq 80\varepsilon_k$ 时:

$$w/t \leq 15\varepsilon_k \quad (7.3.1-6)$$

当 $\lambda > 80\varepsilon_k$ 时:

$$w/t \leq 5\varepsilon_k + 0.125\lambda \quad (7.3.1-7)$$

式中: w 、 t ——分别为角钢的平板宽度和厚度, 简要计算时 w 可取为 $b - 2t$, b 为角钢宽度;

λ ——按角钢绕非对称主轴回转半径计算的长细比。

6 圆管压杆的外径与壁厚之比不应超过 $100\varepsilon_k^2$ 。

7.3.2 当轴心受压构件的压力小于稳定承载力 φAf 时, 可将其板件宽厚比限值由本标准第

7.3.1 条相关公式算得后乘以放大系数 $\alpha = \sqrt{\varphi Af / N}$ 确定。

7.3.3 板件宽厚比超过本标准第 7.3.1 条规定的限值时, 可采用纵向加劲肋加强; 当可考虑屈曲后强度时, 轴心受压杆件的强度和稳定性可按下列公式计算:

强度计算

$$\frac{N}{A_{ne}} \leq f \quad (7.3.3-1)$$

稳定性计算

$$\frac{N}{\varphi A_e f} \leq 1.0 \quad (7.3.3-2)$$

$$A_{ne} = \sum \rho_i A_{ni} \quad (7.3.3-3)$$

$$A_e = \sum \rho_i A_i \quad (7.3.3-4)$$

式中： A_{ne} 、 A_e ——分别为有效净截面面积和有效毛截面面积；

A_{ni} 、 A_i ——分别为各板件净截面面积和毛截面面积；

φ ——稳定系数，可按毛截面计算；

ρ_i ——各板件有效截面系数，可按本标准第 7.3.4 条的规定计算。

7.3.4 H 形、工字形、箱形和单角钢截面轴心受压构件的有效截面系数 ρ 可按下列规定计算：

1 箱形截面的壁板、H 形或工字形的腹板：

当 $\lambda \leq 40\varepsilon_k$ 时：

$$\rho = 1.0 \quad (7.3.4-1)$$

当 $\lambda > 52\varepsilon_k$ 时：

$$\rho \geq (29\varepsilon_k + 0.25\lambda)t/b \quad (7.3.4-2)$$

当 $b/t > 42\varepsilon_k$ 时：

$$\rho = \frac{1}{\lambda_{n,p}} \left(1 - \frac{0.19}{\lambda_{n,p}} \right) \quad (7.3.4-3)$$

$$\lambda_{n,p} = \frac{b/t}{56.2\varepsilon_k} \quad (7.3.4-4)$$

式中： b 、 t ——分别为壁板或腹板的净宽度和厚度。

2 单角钢：

当 $\lambda > 80\varepsilon_k$ 时：

$$\rho \geq (5\varepsilon_k + 0.13\lambda)t/w \quad (7.3.4-5)$$

当 $w/t > 15\varepsilon_k$ 时：

$$\rho = \frac{1}{\lambda_{n,p}} \left(1 - \frac{0.1}{\lambda_{n,p}} \right) \quad (7.3.4-6)$$

$$\lambda_{n,p} = \frac{w/t}{16.8\varepsilon_k}$$

(7.3.4-7)

7.3.5 H形、工字形和箱形截面轴心受压构件的腹板，当用纵向加劲肋加强以满足宽厚比限值时，加劲肋宜在腹板两侧成对配置，其一侧外伸宽度不应小于 $10t_w$ ，厚度不应小于 $0.75t_w$ 。

7.4 轴心受力构件的计算长度和容许长细比

7.4.1 确定桁架弦杆和单系腹杆的长细比时，其计算长度 l_0 应按表 7.4.1-1 采用；采用相贯焊接连接的钢管桁架，其构件计算长度 l_0 可按表 7.4.1-2 取值；除钢管结构外，无节点板的腹杆计算长度在任意平面内均应取其等于几何长度。桁架再分式腹杆体系的受压主斜杆及 K 型腹杆体系的竖杆等，在桁架平面内的计算长度则取节点中心间距离。

表 7.4.1-1 桁架弦杆和单系腹杆的计算长度 l_0

弯曲方向	弦杆	腹杆	
		支座斜杆和支座竖杆	其他腹杆
桁架平面内	l	l	$0.8l$
桁架平面外	l_1	l	l
斜平面	—	l	$0.9l$

- 注：1 l 为构件的几何长度（节点中心间距离）， l_1 为桁架弦杆侧向支承点之间的距离。
- 2 斜平面系指与桁架平面斜交的平面，适用于构件截面两主轴均不在桁架平面内的单角钢腹杆和双角钢十字形截面腹杆。

表 7.4.1-2 钢管桁架构件计算长度 l_0

桁架类别	弯曲方向	弦杆	腹杆	
			支座斜杆和支座竖杆	其他腹杆
平面桁架	平面内	$0.9l$	l	$0.8l$
	平面外	l_1	l	l
立体桁架		$0.9l$	l	$0.8l$

- 注：1 l_1 为平面外无支撑长度， l 为杆件的节间长度。
- 2 对端部缩头或压扁的圆管腹杆，其计算长度取 l 。
- 3 对于立体桁架，弦杆平面外的计算长度取 $0.9l$ ，同时尚应以 $0.9l$ 按格构式压杆验算其稳定性。

7.4.2 确定在交叉点相互连接的桁架交叉腹杆的长细比时，在桁架平面内的计算长度应取节点中心到交叉点的距离；在桁架平面外的计算长度，当两交叉杆长度相等且在中点相交时，应按下列规定采用：

1 压杆。

- 1) 相交另一杆受压，两杆截面相同并在交叉点均不中断，则：

$$l_0 = l \sqrt{\frac{1}{2} \left(1 + \frac{N_0}{N} \right)} \quad (7.4.2-1)$$

- 2) 相交另一杆受压，此另一杆在交叉点中断但以节点板搭接，则：

$$l_0 = l \sqrt{1 + \frac{\pi^2}{12} \cdot \frac{N_0}{N}} \quad (7.4.2-2)$$

- 3) 相交另一杆受拉，两杆截面相同并在交叉点均不中断，则：

$$l_0 = l \sqrt{\frac{1}{2} \left(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{N_0}{N} \right)} \geq 0.5l \quad (7.4.2-3)$$

- 4) 相交另一杆受拉，此拉杆在交叉点中断但以节点板搭接，则：

$$l_0 = l \sqrt{1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{N_0}{N}} \geq 0.5l \quad (7.4.2-4)$$

- 5) 当拉杆连续而压杆在交叉点中断但以节点板搭接，若 $N_0 \geq N$ 或拉杆在桁架平面

外的弯曲刚度 $EI_y \geq \frac{3N_0 l^2}{4\pi^2} \left(\frac{N}{N_0} - 1 \right)$ 时，取 $l_0 = 0.5l$ 。

式中： l ——桁架节点中心间距离（交叉点不作为节点考虑）（mm）；

N 、 N_0 ——所计算杆的内力及相交另一杆的内力，均为绝对值。两杆均受压时，取 $N_0 \leq N$ ，

两杆截面应相同（N）。

2 拉杆，应取 $l_0 = l$ 。当确定交叉腹杆中单角钢杆件斜平面内的长细比时，计算长度应取节点中心至交叉点的距离。当交叉腹杆为单边连接的单角钢时，应按本标准第 7.6.2 条的规定确定杆件等效长细比。

7.4.3 当桁架弦杆侧向支承点之间的距离为节间长度的 2 倍（图 7.4.3）且两节间的弦杆轴心压力不相同，则该弦杆在桁架平面外的计算长度应按下列式确定（但不应小于 $0.5l_1$ ）：

$$l_0 = l_1 \left(0.75 + 0.25 \frac{N_2}{N_1} \right) \quad (7.4.3)$$

式中： N_1 ——较大的压力，计算时取正值；

N_2 ——较小的压力或拉力，计算时压力取正值，拉力取负值。

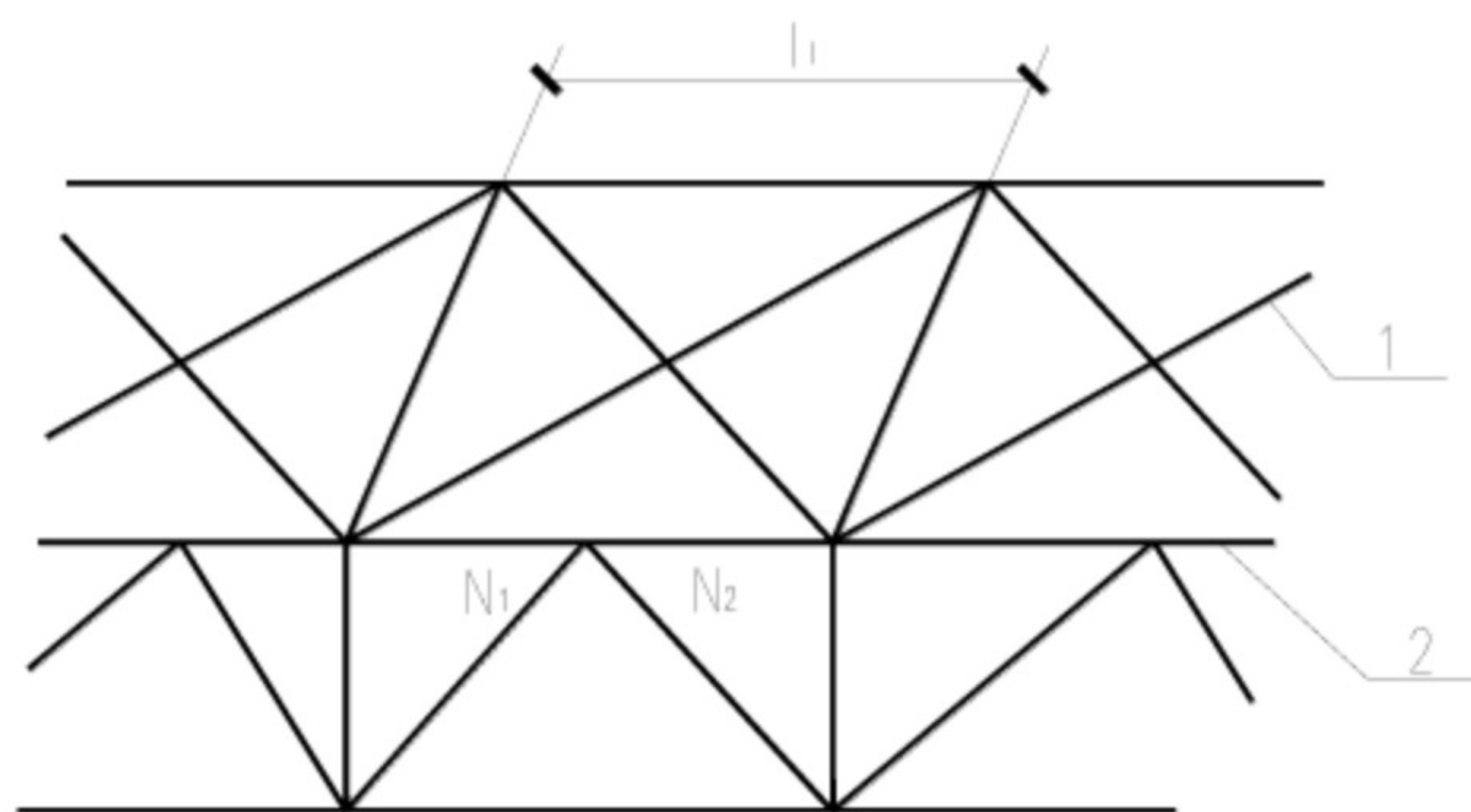


图 7.4.3 弦杆轴心压力在侧向支承点间有变化的桁架简图

1—支撑；2—桁架

7.4.4 塔架的单角钢主杆，应按所在两个侧面的节点分布情况，采用下列长细比确定稳定系数 φ ：

- 1 当两个侧面腹杆体系的节点全部重合时（图 7.4. (4a)）：

$$\lambda = l/i_y \quad (7.4.4-1)$$

- 2 当两个侧面腹杆体系的节点部分重合时（图 7.4.4 (b)）：

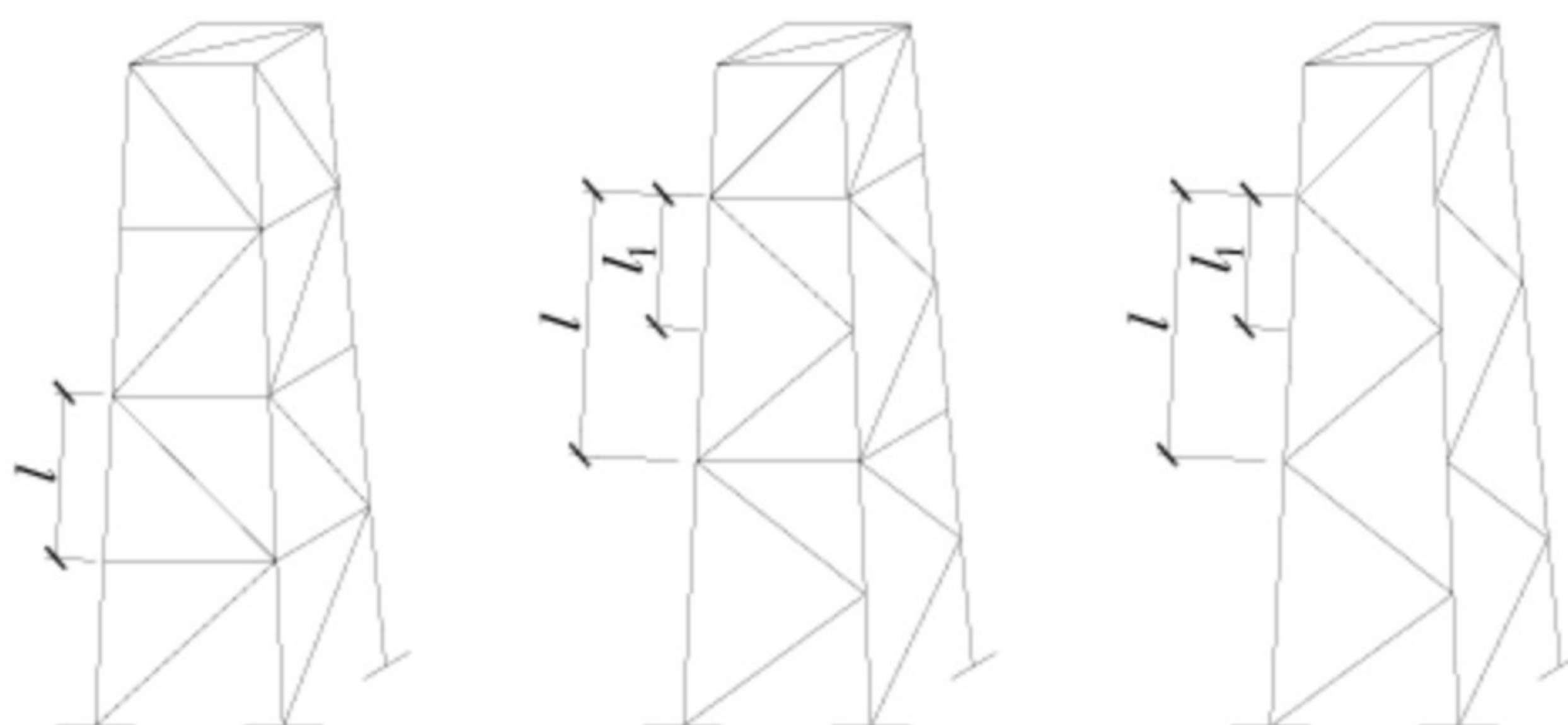
$$\lambda = 1.1l/i_u \quad (7.4.4-2)$$

- 3 当两个侧面腹杆体系的节点全部都不重合时（图 7.4.4 (c)）：

$$\lambda = 1.2l/i_u \quad (7.4.4-3)$$

式中： i_y ——截面绕非对称主轴的回转半径；

l , i_u ——分别为较大的节间长度和绕平行轴的回转半径。



(a) 两个侧面腹杆体系 (b) 两个侧面腹杆体系 (c) 两个侧面腹杆体系
的节点全部重合的节点部分重合的节点全部都不重合

图 7.4.4 不同腹杆体系的塔架

4 当角钢宽厚比符合本标准第 7.3.4 条第 2 款要求时，应按该款规定确定系数 φ ，并按本标准第 7.3.3 条的规定计算主杆的承载力。

7.4.5 塔架单角钢人字形或 V 形主斜杆，当辅助杆多于两道时，宜连接两相邻侧面的主斜杆以减小其计算长度。当连接有不多于两道辅助杆时，其长细比宜乘以 1.1 的放大系数。

7.4.6 验算容许长细比时，可不考虑扭转效应，计算单角钢受压构件的长细比时，应采用角钢的最小回转半径，但计算在交叉点相互连接的交叉杆件平面外的长细比时，可采用与角钢肢边平行轴的回转半径。轴心受压构件的容许长细比宜符合下列规定：

- 1 跨度等于或大于 60m 的桁架，其受压弦杆、端压杆和直接承受动力荷载的受压腹杆的长细比不宜大于 120。
- 2 轴心受压构件的长细比不宜超过表 7.4.6 规定的容许值，但当杆件内力设计值不大于承载能力的 50%时，容许长细比值可取 200。

表 7.4.6 受压构件的长细比容许值

构件名称	容许长细比
轴心受压柱、桁架和天窗架中的压杆	150
柱的缀条、吊车梁或吊车桁架以下的柱间支撑	150
支撑	200
用以减小受压构件计算长度的杆件	200

7.4.7 验算容许长细比时，在直接或间接承受动力荷载的结构中，计算单角钢受拉构件的长细比时，应采用角钢的最小回转半径，但计算在交叉点相互连接的交叉杆件平面外的长细比时，可采用与角钢肢边平行轴的回转半径。受拉构件的容许长细比宜符合下列规定：

- 1 除对腹杆提供平面外支点的弦杆外，承受静力荷载的结构受拉构件，可仅计算竖向平面内的长细比。
- 2 中、重级工作制吊车桁架下弦杆的长细比不宜超过 200。
- 3 在设有夹钳或刚性料耙等硬钩起重机的厂房中，支撑的长细比不宜超过 300。
- 4 受拉构件在永久荷载与风荷载组合作用下受压时，其长细比不宜超过 250。
- 5 跨度等于或大于 60m 的桁架，其受拉弦杆和腹杆的长细比，承受静力荷载或间接承受动力荷载时不宜超过 300，直接承受动力荷载时，不宜超过 250。
- 6 受拉构件的长细比不宜超过表 7.4.7 规定的容许值。柱间支撑按拉杆设计时，竖向荷

载作用下柱子的轴力应按无支撑时考虑。

表 7.4.7 受拉构件的容许长细比

构件名称	承受静力荷载或间接承受动力荷载的结构			直接承受动力荷载的结构
	一般建筑结构	对腹杆提供平面外支点的弦杆	有重级工作制起重机的厂房	
桁架的构件	350	250	250	250
吊车梁或吊车桁架以下柱间支撑	300	—	200	
除张紧的圆钢外的其他拉杆、支撑、系杆等	400	—	350	—

7.4.8 上端与梁或桁架铰接且不能侧向移动的轴心受压柱，计算长度系数应根据柱脚构造情况采用，对铰轴柱脚应取 1.0，对底板厚度不小于柱翼缘厚度 2 倍的平板支座柱脚可取为 0.8。由侧向支撑分为多段的柱，当各段长度相差 10%以上时，宜根据相关屈曲的原则确定柱在支撑平面内的计算长度。

7.5 轴心受压构件的支撑

7.5.1 用作减小轴心受压构件自由长度的支撑，应能承受沿被撑构件屈曲方向的支撑力，其值应按下列方法计算：

1 长度为 l 的单根柱设置一道支撑时，支撑力 F_{b1} 应按下列公式计算：

当支撑杆位于柱高度中央时：

$$F_{b1} = N/60 \tag{7.5.1-1}$$

当支撑杆位于距柱端 αl 处时（ $0 < \alpha < 1$ ）：

$$F_{b1} = \frac{N}{240\alpha(1-\alpha)} \tag{7.5.1-2}$$

2 长度为 l 的单根柱设置 m 道等间距及间距不等但与平均间距相比相差不超过 20% 的支撑时，各支承点的支撑力 F_{bm} 应按下列公式计算：

$$F_{bm} = \frac{N}{42\sqrt{m+1}} \tag{7.5.1-3}$$

3 被撑构件为多根柱组成的柱列，在柱高度中央附近设置一道支撑时，支撑力应按下列公式计算：

$$F_{bn} = \frac{\sum N_i}{60} \left(0.6 + \frac{0.4}{n} \right) \quad (7.5.1-4)$$

式中： N ——被撑构件的最大轴心压力 (N)；

n ——柱列中被撑柱的根数；

$\sum N_i$ ——被撑柱同时存在的轴心压力设计值之和 (N)。

4 当支撑同时承担结构上其他作用的效应时，应按实际可能发生的情况与支撑力组合。

5 支撑的构造应使被撑构件在撑点处既不能平移，又不能扭转。

7.5.2 桁架受压弦杆的横向支撑系统中系杆和支承斜杆应能承受下式给出的节点支撑力 (图 7.5.2)：

$$F = \frac{\sum N}{42\sqrt{m+1}} \left(0.6 + \frac{0.4}{n} \right) \quad (7.5.2)$$

式中： $\sum N$ ——被撑各桁架受压弦杆最大压力之和 (N)；

m ——纵向系杆道数 (支撑系统节间数减去 1)；

n ——支撑系统所撑桁架数。

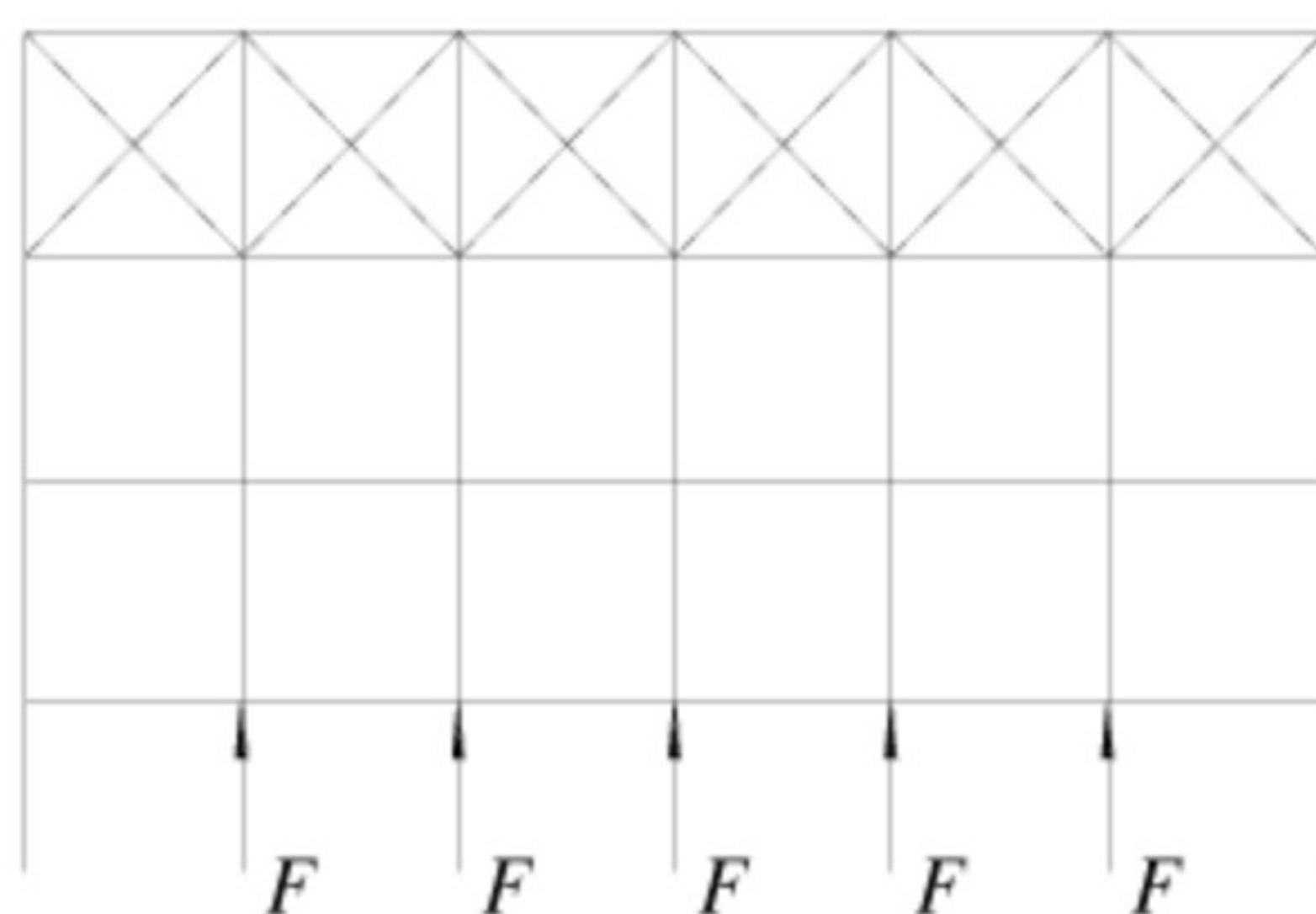


图 7.5.2 桁架受压弦杆横向支撑系统的节点支撑

7.5.3 塔架主杆与主斜杆之间的辅助杆 (图 7.5.3) 应能承受下列公式给出的节点支撑力：

当节间数不超过 4 时：

$$F = N / 80 \quad (7.5.3-1)$$

当节间数大于 4 时：

$$F = N / 100 \quad (7.5.3-2)$$

式中： N ——主杆压力设计值 (N)。

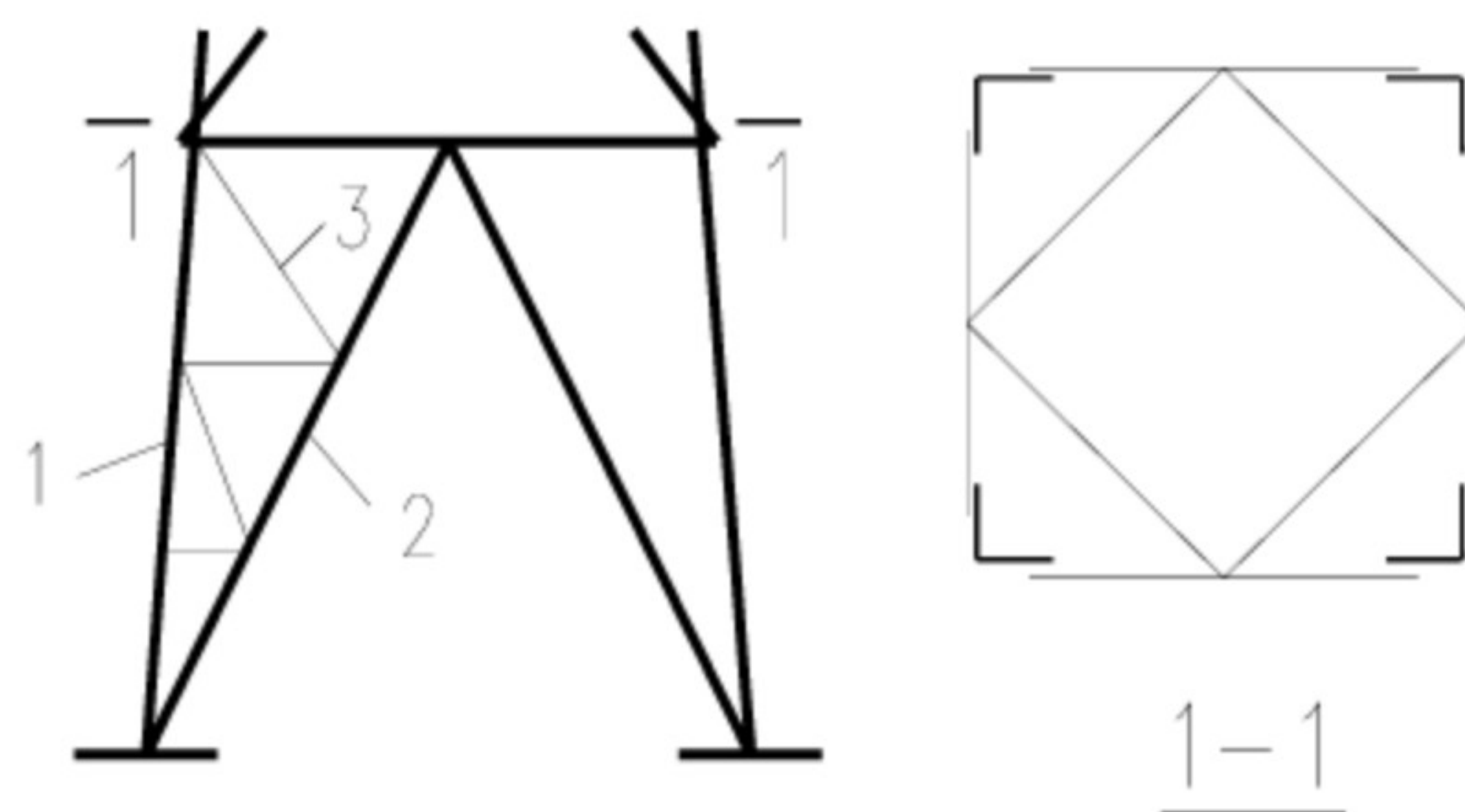


图 7.5.3 塔架下端示意图

1—主杆； 2—主斜杆； 3—辅助杆

7.6 单边连接的单角钢

7.6.1 桁架的单角钢腹杆，当以一个肢连接于节点板时（图 7.6.1），除弦杆亦为单角钢，并位于节点板同侧者外，应符合下列规定：

1 轴心受力构件的截面强度应按本标准式（7.1.1-1）和（7.1.1-2）计算，但强度设计值应乘以折减系数 0.85。

2 受压构件的稳定性应按下列公式计算：

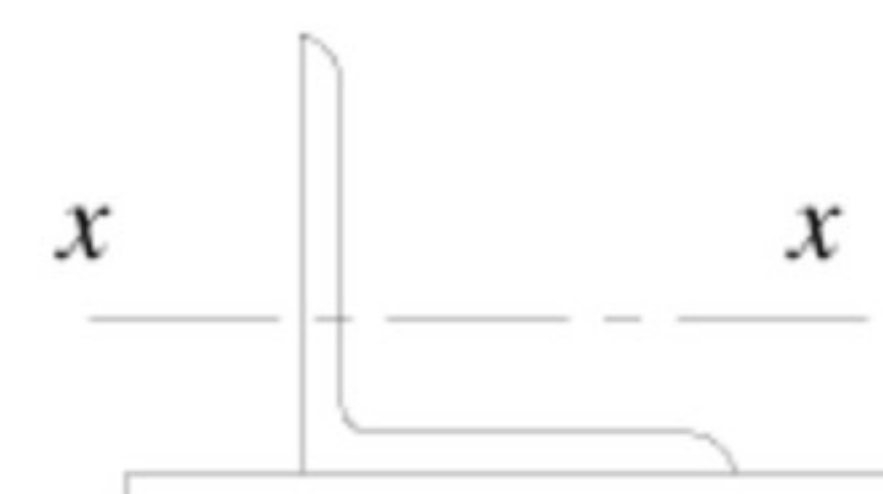


图 7.6.1 角钢的平行轴

$$\frac{N}{\eta\varphi Af} \leq 1.0 \quad (7.6.1-1)$$

等边角钢

$$\eta = 0.6 + 0.0015\lambda \quad (7.6.1-2)$$

短边相连的不等边角钢

$$\eta = 0.5 + 0.0025\lambda \quad (7.6.1-3)$$

长边相连的不等边角钢

$$\eta = 0.7 \quad (7.6.1-4)$$

式中： λ ——长细比，对中间无联系的单角钢压杆，应按最小回转半径计算，当 $\lambda < 20$ 时，取

$$\lambda = 20;$$

η ——折减系数，当计算值大于 1.0 时取为 1.0。

3 当受压斜杆用节点板和桁架弦杆相连接时，节点板厚度不宜小于斜杆肢宽的 1/8。

7.6.2 塔架单边连接单角钢交叉斜杆中的压杆，当两杆截面相同并在交叉点均不中断，计算其平面外的稳定性时，稳定系数 φ 应由下列等效长细比查本标准附录 D 表格确定：

$$\lambda_0 = \alpha_c \mu_u \lambda_c \geq \frac{l_1}{l} \lambda_x \tag{7.6.2-1}$$

当 $20 \leq \lambda_u \leq 80$ 时：

$$\lambda_c = 80 + 0.65 \lambda_u \tag{7.6.2-2}$$

当 $80 < \lambda_u \leq 160$ 时：

$$\lambda_c = 52 + \lambda_u \tag{7.6.2-3}$$

当 $\lambda_u > 160$ 时：

$$\lambda_c = 20 + 1.2 \lambda_u \tag{7.6.2-4}$$

$$\lambda_u = \frac{l}{i_u} \cdot \frac{1}{\varepsilon_k} \tag{7.6.2-5}$$

$$\mu_u = l_0 / l \tag{7.6.2-6}$$

式中： α_c ——系数，应按表 7.6.2 的规定取值；

μ_u ——计算长度系数；

l_1 ——交叉点至节点间的较大距离（图 7.6.2）（mm）；

λ_c ——换算长细比；

l_0 ——计算长度，当相交另一杆受压，应按本标准式（7.4.2-1）计算；当相交另一杆受拉，应按本标准式（7.4.2-3）计算（mm）。

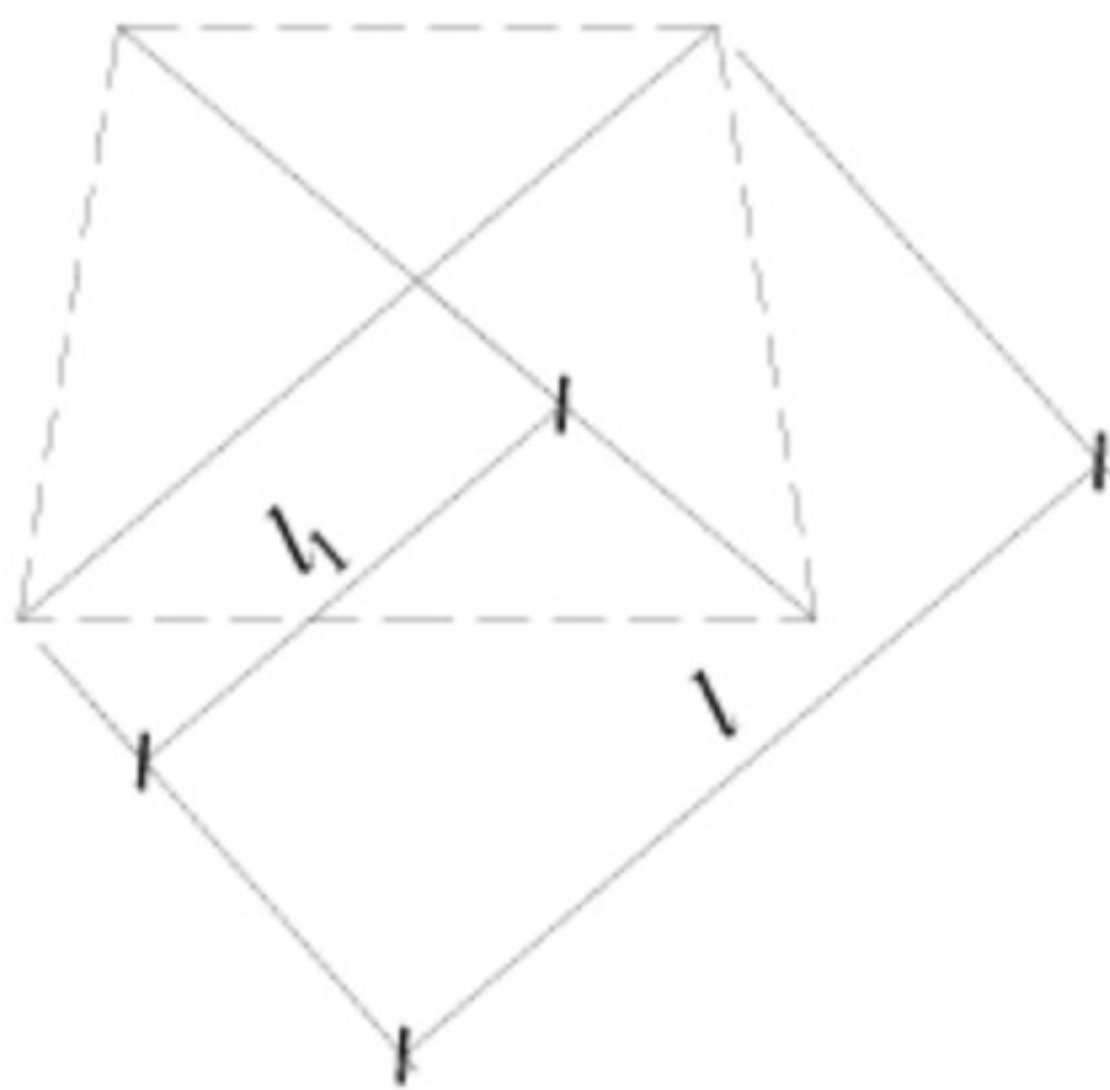


图 7.6.2 在非中点相交的斜杆

7.6.2 系数 α_c 取值

主杆截面	另杆受拉	另杆受压	另杆不受力
单角钢	0.75	0.90	0.75
双轴对称截面	0.90	0.75	0.90

7.6.3 单边连接的单角钢压杆，当肢件宽厚比 w/t 大于 $14\varepsilon_k$ 时，由本标准式 (7.2.1) 和式

(7.6.1-1) 确定的稳定承载力应乘以按下式计算的折减系数 ρ_e ：

$$\rho_e = 1.3 - \frac{0.3w}{14t\varepsilon_k} \quad (7.6.3)$$

8 拉弯、压弯构件

8.1 截面强度计算

8.1.1 弯矩作用在两个主平面内的拉弯构件和压弯构件，其截面强度应符合下列规定：

1 除圆管截面外，弯矩作用在两个主平面内的拉弯构件和压弯构件，其截面强度应按下列式计算：

$$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \pm \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}} \leq f$$
 (8.1.1-1)

2 弯矩作用在两个主平面内的圆形截面拉弯构件和压弯构件，其截面强度应按下列式计算：

$$\frac{N}{A_n} + \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2}}{\gamma_m W_n} \leq f$$
 (8.1.1-2)

式中：N——同一截面处轴心压力设计值（N）；

M_x、M_y——分别为同一截面处对x轴和y轴的弯矩设计值（N·mm）；

γ_x、γ_y——截面塑性发展系数，根据其受压板件的内力分布情况确定其截面板件宽厚比等级，

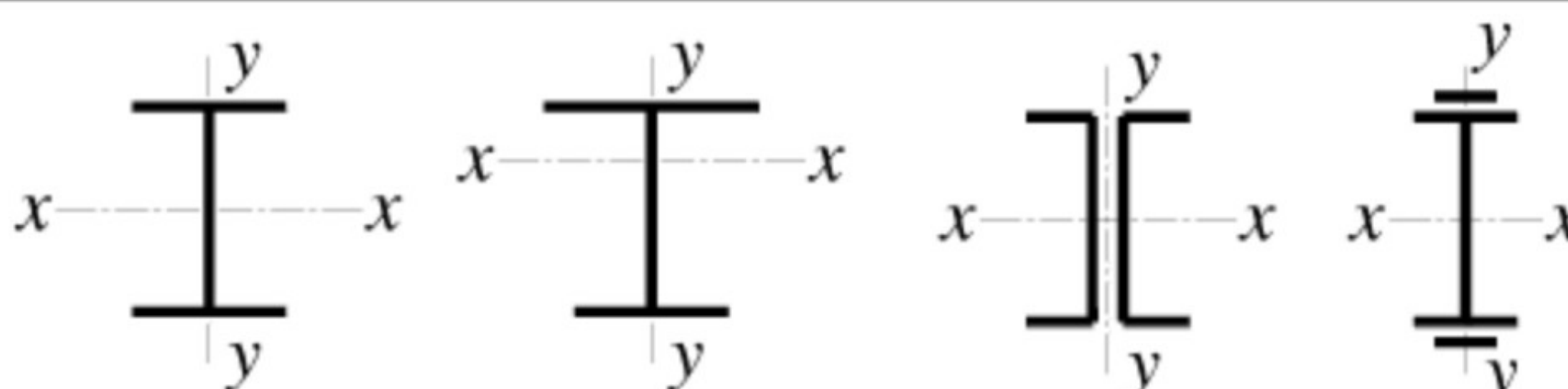
当截面板件宽厚比等级不满足S3级要求时取1.0，满足S3级要求时，可按本标准表8.1.1采用；需要验算疲劳强度的拉弯、压弯构件，宜取1.0；

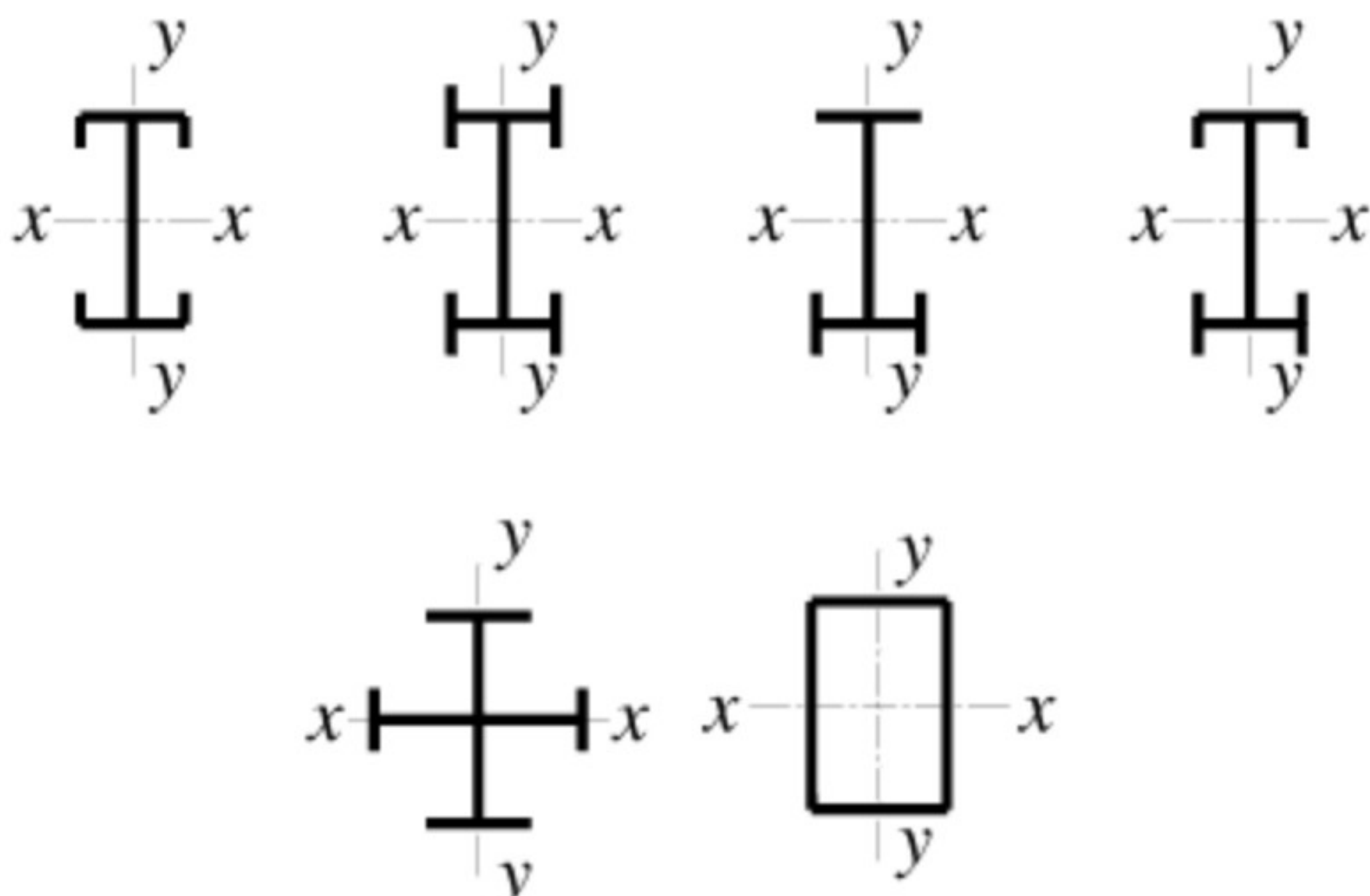
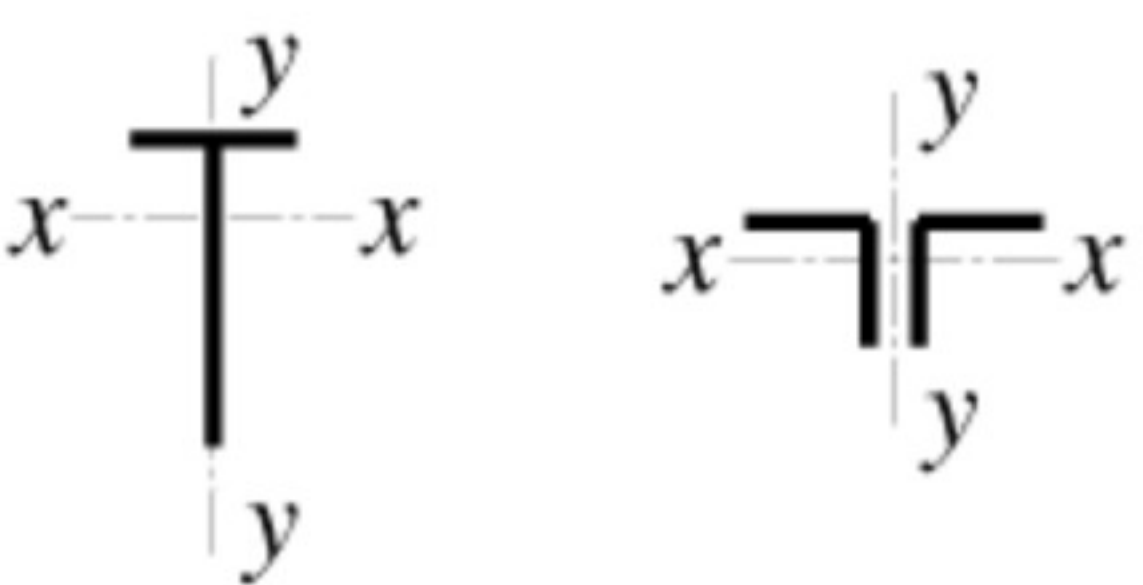
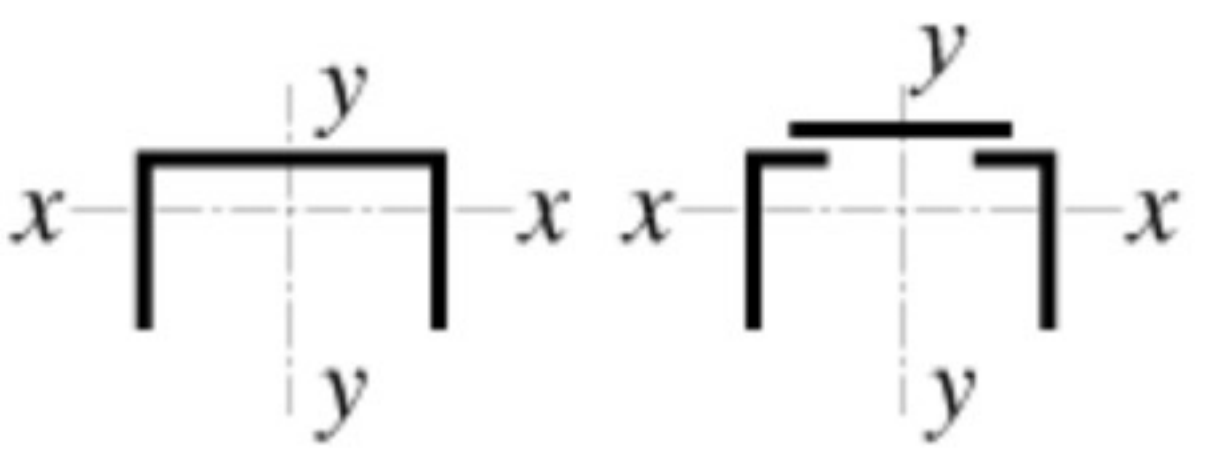
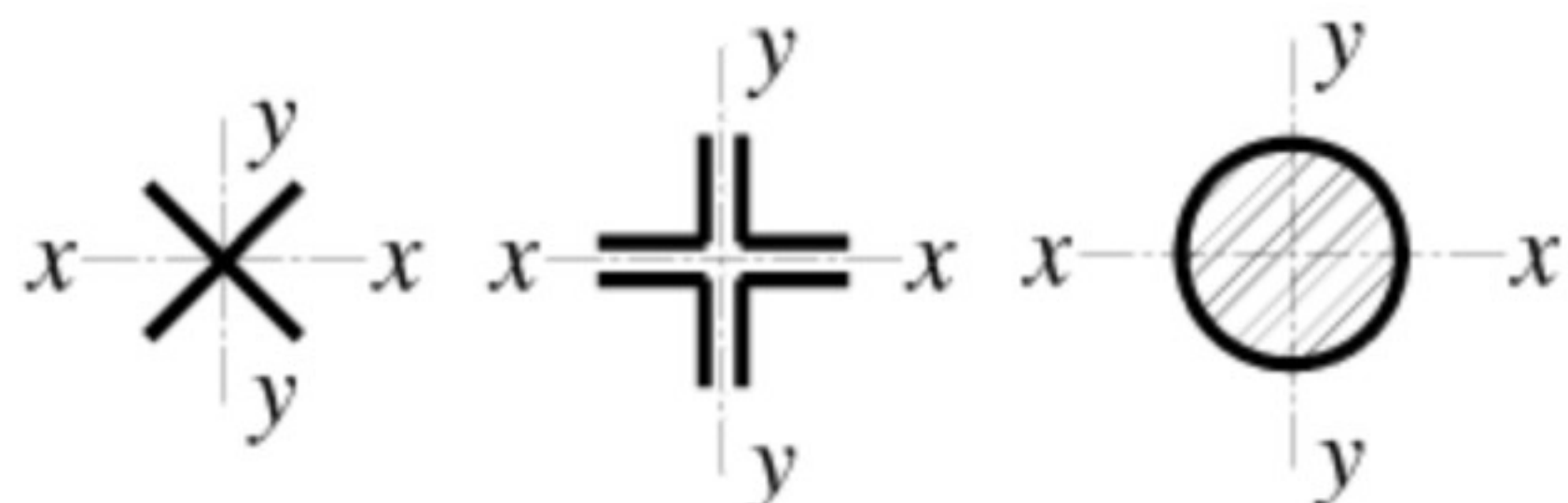
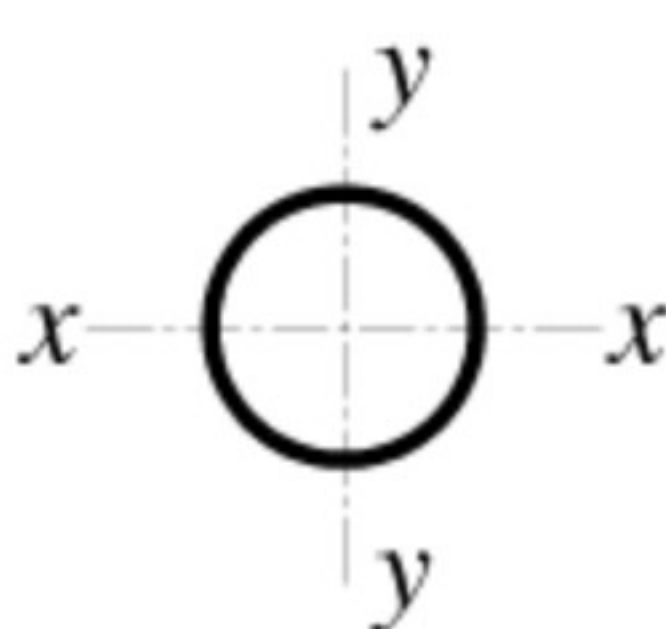
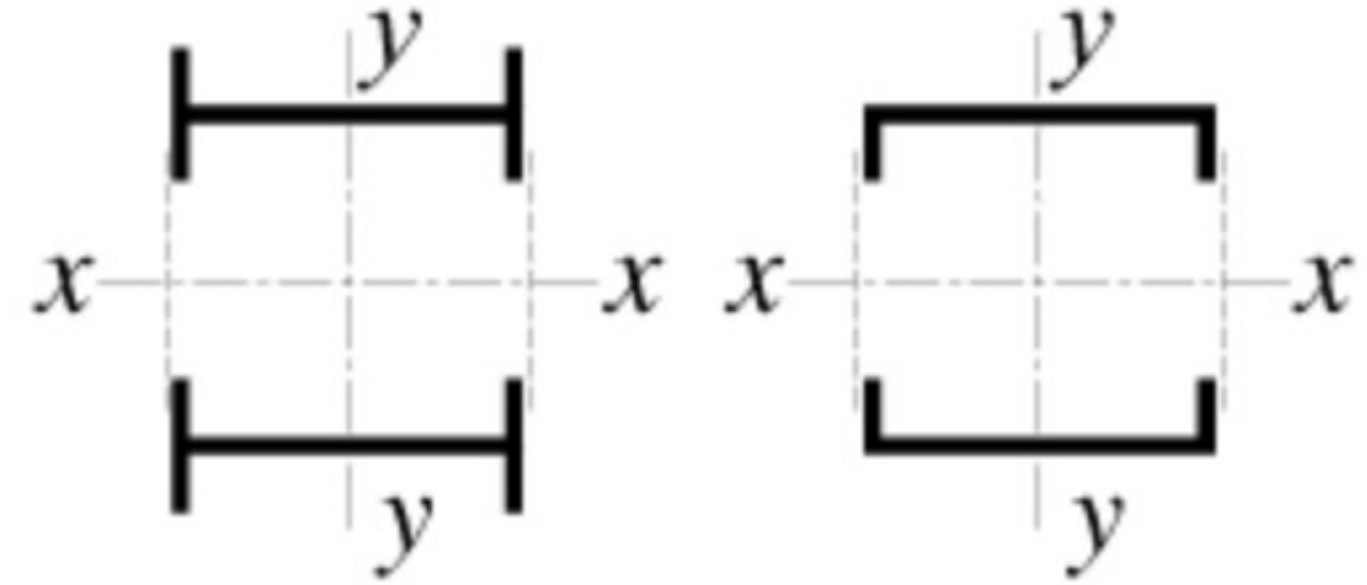
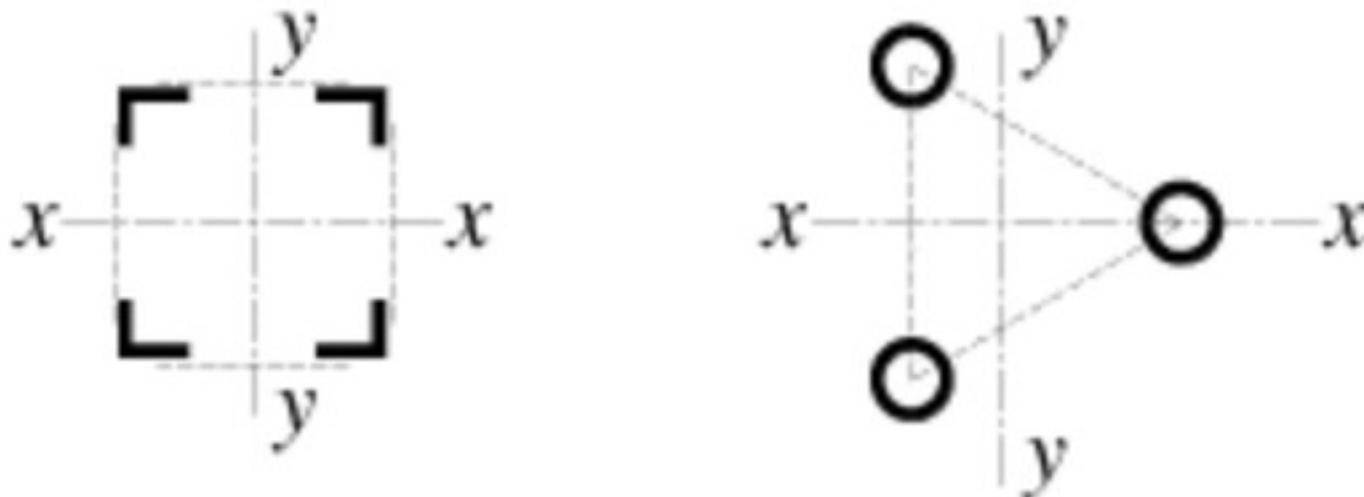
γ_m——圆形构件的截面塑性发展系数，对于实腹圆形截面取1.2，当圆管截面板件宽厚比等级不满足S3级要求时取1.0，满足S3级要求时取1.15；需要验算疲劳强度的拉弯、压弯构件，宜取1.0

A_n——构件的净截面面积（mm²）；

W_n——构件的净截面模量（mm³）。

表 8.1.1 截面塑性发展系数 γ_x、γ_y

项次	截面形式	γ _x	γ _y
1		1.05	1.2

2			1.05
3		$\gamma_{x1} = 1.05$ $\gamma_{x2} = 1.2$	1.2
4			1.05
5		1.2	1.2
6		1.15	1.15
7		1.0	1.05
8			1.0

8.2 构件的稳定性计算

8.2.1 除圆管截面外，弯矩作用在对称轴平面内的实腹式压弯构件，弯矩作用平面内稳定性应按式（8.2.1-1）计算，弯矩作用平面外稳定性应按式（8.2.1-3）计算；对于本标准表 8.1.1 第 3、4 项中的单轴对称压弯构件，当弯矩作用在非对称平面内且使翼缘受压时，除应按式

(8.2.1-1) 计算外, 尚应按式 (8.2.1-4) 计算; 当框架内力采用二阶弹性分析时, 柱弯矩由无侧移弯矩和放大的侧移弯矩组成, 此时可对两部分弯矩分别乘以无侧移柱和有侧移柱的等效弯矩系数。

$$\frac{N}{\varphi_x A f} + \frac{\beta_{mx} M_x}{\gamma_x W_{1x} (1 - 0.8 N / N'_{Ex}) f} \leq 1.0 \quad (8.2.1-1)$$

$$N'_{Ex} = \pi^2 EA / (1.1 \lambda_x^2) \quad (8.2.1-2)$$

$$\frac{N}{\varphi_y A f} + \eta \frac{\beta_{tx} M_x}{\varphi_b W_{1x} f} \leq 1.0 \quad (8.2.1-3)$$

$$\left| \frac{N}{A f} - \frac{\beta_{mx} M_x}{\gamma_x W_{2x} (1 - 1.25 N / N'_{Ex}) f} \right| \leq 1.0 \quad (8.2.1-4)$$

式中: N ——所计算构件范围内轴心压力设计值 (N);

N'_{Ex} ——参数, 按式 (8.2.1-2) 计算 (mm);

φ_x ——弯矩作用平面内轴心受压构件稳定系数;

M_x ——所计算构件段范围内的最大弯矩设计值 (N · mm);

W_{1x} ——在弯矩作用平面内对受压最大纤维的毛截面模量 (mm³);

φ_y ——弯矩作用平面外的轴心受压构件稳定系数, 按本标准第 7.2.1 条确定;

φ_b ——均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数, 按本标准附录 C 计算, 其中工字形和 T 形

截面的非悬臂构件, 可按本标准附录 C 第 C.0.5 条的规定确定; 对闭口截面

$\varphi_b = 1.0$;

η ——截面影响系数, 闭口截面 $\eta = 0.7$, 其它截面 $\eta = 1.0$;

β_{tx} ——等效弯矩系数, 两端支承的构件段取其中央 1/3 范围内的最大弯矩与全段最大

弯矩之比, 但不小于 0.5; 悬臂段取 $\beta_{tx} = 1.0$;

W_{2x} ——无翼缘端的毛截面模量 (mm³)。

等效弯矩系数 β_{mx} 应按下列规定采用:

1 无侧移框架柱和两端支承的构件:

1) 无横向荷载作用时, β_{mx} 应按下列式计算:

$$\beta_{\text{mx}} = 0.6 + 0.4 \frac{M_2}{M_1} \quad (8.2.1-5)$$

式中: M_1 , M_2 ——端弯矩 ($\text{N} \cdot \text{mm}$), 构件无反弯点时取同号; 构件有反弯点时取异号,

$$|M_1| \geq |M_2|;$$

2) 无端弯矩但有横向荷载作用时, β_{mx} 应按下列公式计算:

跨中单个集中荷载:

$$\beta_{\text{mx}} = 1 - 0.36N / N_{\text{cr}} \quad (8.2.1-6)$$

全跨均布荷载:

$$\beta_{\text{mx}} = 1 - 0.18N / N_{\text{cr}} \quad (8.2.1-7)$$

$$N_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} \quad (8.2.1-8)$$

式中: N_{cr} ——弹性临界力 (N);

μ ——构件的计算长度系数。

3) 端弯矩和横向荷载同时作用时, 式 (8.2.1-1) 的 $\beta_{\text{mx}} M_x$ 应按下列式计算:

$$\beta_{\text{mx}} M_x = \beta_{\text{mqx}} M_{\text{qx}} + \beta_{\text{m1x}} M_1 \quad (8.2.1-9)$$

式中: M_{qx} ——横向荷载产生的弯矩最大值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$);

β_{m1x} ——取按本条第一款第一项计算的等效弯矩系数。

2 有侧移框架柱和悬臂构件, 等效弯矩系数 β_{mx} 应按下列规定采用:

1) 除本款第 2 项规定之外的框架柱, β_{mx} 应按下列式计算:

$$\beta_{\text{mx}} = 1 - 0.36N / N_{\text{cr}} \quad (8.2.1-10)$$

2) 有横向荷载的柱脚铰接的单层框架柱和多层框架的底层柱, $\beta_{\text{mx}} = 1.0$;

3) 自由端作用有弯矩的悬臂柱, β_{mx} 应按下列式计算:

$$\beta_{\text{mx}} = 1 - 0.36(1 - m)N / N_{\text{cr}} \quad (8.2.1-11)$$

式中: m ——自由端弯矩与固定端弯矩之比, 当弯矩图无反弯点时取正号, 有反弯点时取负号。

8.2.2 弯矩绕虚轴作用的格构式压弯构件整体稳定性计算应符合下列规定：

1 弯矩作用平面内的整体稳定性应按下列公式计算：

$$\frac{N}{\varphi_x A f} + \frac{\beta_{mx} M_x}{W_{1x} (1 - \frac{N}{N'_{Ex}}) f} \leq 1.0 \quad (8.2.2-1)$$

$$W_{1x} = I_x / y_0 \quad (8.2.2-2)$$

式中： I_x ——对虚轴的毛截面的惯性矩 (mm^4)；

y_0 ——由虚轴到压力较大分肢的轴线距离或者到压力较大分肢腹板外边缘的距离，二者取较大者 (mm)；

φ_x 、 N'_{Ex} ——分别为弯矩作用平面内轴心受压构件稳定系数和参数，由换算长细比确定。

2 弯矩作用平面外的整体稳定性可不计算，但应计算分肢的稳定性，分肢的轴心力应按桁架的弦杆计算。对缀板柱的分肢尚应考虑由剪力引起的局部弯矩。

8.2.3 弯矩绕实轴作用的格构式压弯构件，其弯矩作用平面内和平面外的稳定性计算均与实腹式构件相同。但在计算弯矩作用平面外的整体稳定性时，长细比应取换算长细比， φ_b 应取 1.0。

8.2.4 当柱段中没有很大横向力或集中弯矩时，双向压弯圆管的整体稳定按下列公式计算：

$$\frac{N}{\varphi A f} + \frac{\beta M}{\gamma_m W (1 - 0.8 \frac{N}{N'_{Ex}}) f} \leq 1.0 \quad (8.2.4-1)$$

$$M = \max(\sqrt{M_{xA}^2 + M_{yA}^2}, \sqrt{M_{xB}^2 + M_{yB}^2}) \quad (8.2.4-2)$$

$$\beta = \beta_x \beta_y \quad (8.2.4-3)$$

$$\beta_x = 1 - 0.35 \sqrt{N / N_E} + 0.35 \sqrt{N / N_E} (M_{2x} / M_{1x}) \quad (8.2.4-4)$$

$$\beta_y = 1 - 0.35 \sqrt{N / N_E} + 0.35 \sqrt{N / N_E} (M_{2y} / M_{1y}) \quad (8.2.4-5)$$

$$N_E = \frac{\pi^2 E A}{\lambda^2} \quad (8.2.4-6)$$

式中： φ ——轴心受压构件的整体稳定系数，按构件最大长细比取值；

M ——计算双向压弯圆管构件整体稳定时采用的弯矩值，按式 (8.2.4-2)

计算 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

M_{xA} 、 M_{yA} 、 M_{xB} 、 M_{yB} ——分别为构件 A 端关于 x 、 y 轴的弯矩和构件 B 端关于 x 、 y 轴的弯矩

(N • mm);

β ——计算双向压弯整体稳定时采用的等效弯矩系数;

M_{1x} 、 M_{2x} 、 M_{1y} 、 M_{2y} ——分别为 x 、 y 轴端弯矩 (N • mm); 构件无反弯点时取同号, 构件有

反弯点时取异号; $|M_{1x}| \geq |M_{2x}|, |M_{1y}| \geq |M_{2y}|$;

N_E ——根据构件最大长细比计算的欧拉力, 按式 (8.2.4-6) 计算。

8.2.5 弯矩作用在两个主平面内的双轴对称实腹式工字形和箱形截面的压弯构件, 其稳定性应按下列公式计算:

$$\frac{N}{\varphi_x A f} + \frac{\beta_{mx} M_x}{\gamma_x W_x \left(1 - 0.8 \frac{N}{N'_{Ex}}\right) f} + \eta \frac{\beta_{ty} M_y}{\varphi_{by} W_y f} \leq 1.0 \quad (8.2.5-1)$$

$$\frac{N}{\varphi_y A f} + \eta \frac{\beta_{tx} M_x}{\varphi_{bx} W_x f} + \frac{\beta_{my} M_y}{\gamma_y W_y \left(1 - 0.8 \frac{N}{N'_{Ey}}\right) f} \leq 1.0 \quad (8.2.5-2)$$

$$N'_{Ey} = \pi^2 EA / (1.1 \lambda_y^2) \quad (8.2.5-3)$$

式中: φ_x 、 φ_y ——对强轴 x - x 和弱轴 y - y 的轴心受压构件整体稳定系数;

φ_{bx} 、 φ_{by} ——均匀弯曲的受弯构件整体稳定性系数, 应按附录 C 计算, 其中工字形截面

的非悬臂构件的 φ_{bx} 可按本标准附录 C 第 C.0.5 条的规定确定, φ_{by} 可取为

1.0; 对闭合截面, 取 $\varphi_{bx} = \varphi_{by} = 1.0$;

M_x 、 M_y ——所计算构件段范围内对强轴和弱轴的最大弯矩设计值 (N • mm);

W_x 、 W_y ——对强轴和弱轴的毛截面模量 (mm^3);

β_{mx} 、 β_{my} ——等效弯矩系数, 应按本标准第 8.2.1 条弯矩作用在平面内的稳定计算有关规定采用;

β_{tx} 、 β_{ty} ——等效弯矩系数, 应按本标准第 8.2.1 条弯矩作用在平面内的稳定计算有关规定采用。

8.2.6 弯矩作用在两个主平面内的双肢格构式压弯构件, 其稳定性应按下列规定计算:

1 按整体计算:

$$\frac{N}{\varphi_x A f} + \frac{\beta_{mx} M_x}{W_{lx} \left(1 - \frac{N}{N'_{Ex}}\right) f} + \frac{\beta_{ty} M_y}{W_{ly} f} \leq 1.0 \quad (8.2.6-1)$$

式中： W_{ly} ——在 M_y 作用下，对较大受压纤维的毛截面模量 (mm^3)。

2 按分肢计算：

在 N 和 M_x 作用下，将分肢作为桁架弦杆计算其轴心力， M_y 按式 (8.2.6-2) 和式 (8.2.6-3)

分配给两分肢 (图 8.2.6)，然后按本标准第 8.2.1 条的规定计算分肢稳定性。

$$\text{分肢 1:} \quad M_{y1} = \frac{I_1/y_1}{I_1/y_1 + I_2/y_2} \cdot M_y \quad (8.2.6-2)$$

$$\text{分肢 2:} \quad M_{y2} = \frac{I_2/y_2}{I_1/y_1 + I_2/y_2} \cdot M_y \quad (8.2.6-3)$$

式中： I_1 、 I_2 ——分肢 1、分肢 2 对 y 轴的惯性矩 (mm^4)；

y_1 、 y_2 —— M_y 作用的主轴平面至分肢 1、分肢 2 轴线的距离 (mm)。

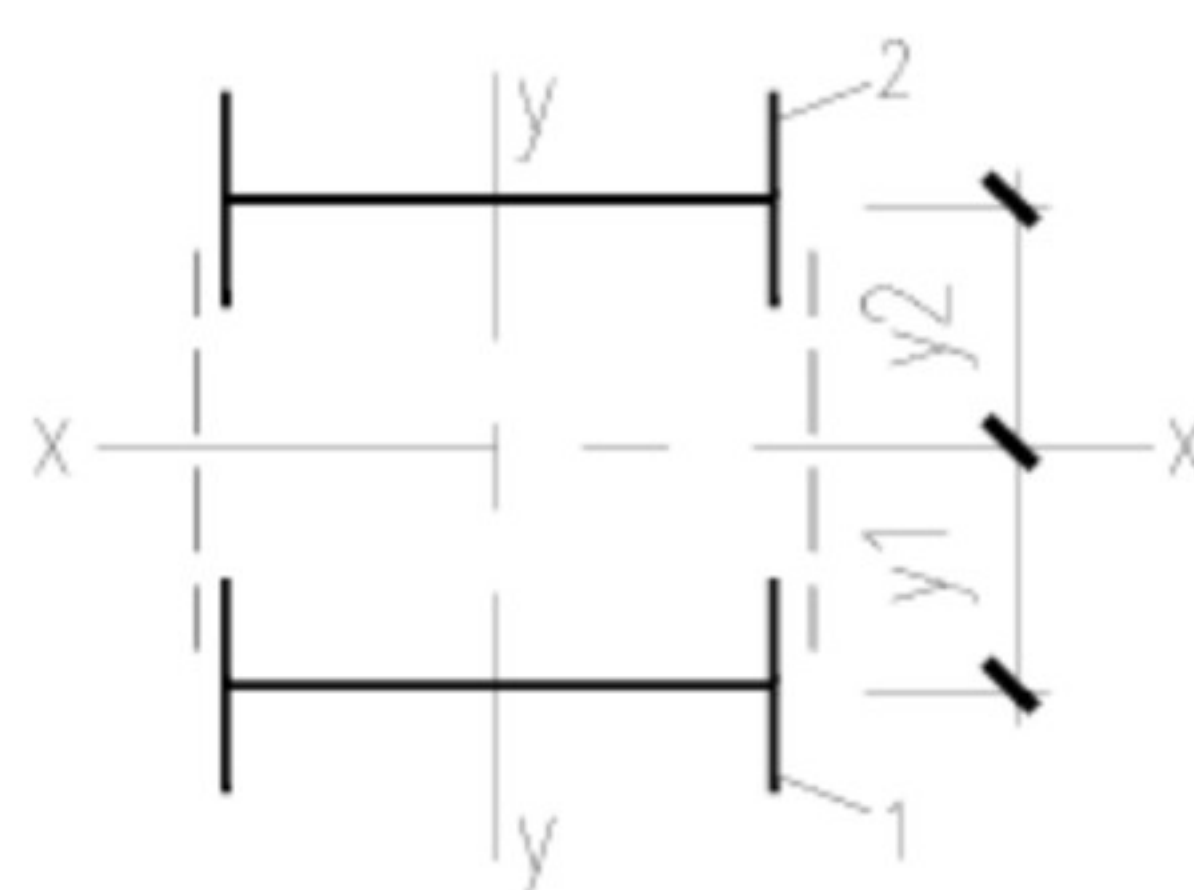


图 8.2.6 格构式构件截面

1—分肢 1； 2—分肢 2

8.2.7 计算格构式缀件时，应取构件的实际剪力和按本标准式 (7.2.7) 计算的剪力两者中的较大值进行计算。

8.2.8 用作减小压弯构件弯矩作用平面外计算长度的支撑，对实腹式构件应将压弯构件的受压翼缘，对格构式构件应将压弯构件的受压分肢视为轴心受压构件，并按本标准第 7.5 节的规定计算各自的支撑力。

8.3 框架柱的计算长度

8.3.1 等截面柱，在框架平面内的计算长度应等于该层柱的高度乘以计算长度系数 μ 。框架应分为无支撑框架和有支撑框架。当采用二阶弹性分析方法计算内力且在每层柱顶附加考虑假想水平力 H_{ni} 时，框架柱的计算长度系数 $\mu = 1.0$ 。当采用一阶弹性分析方法计算内力时，框架柱的计算长度系数 μ 应按下列规定确定：

1 无支撑框架:

- 1) 框架柱的计算长度系数 μ 按本标准附录 E 表 E.0.2 有侧移框架柱的计算长度系数确定,也可按下列简化公式计算:

$$\mu = \sqrt{\frac{7.5K_1K_2 + 4(K_1 + K_2) + 1.52}{7.5K_1K_2 + K_1 + K_2}} \quad (8.3.1-1)$$

式中: K_1 、 K_2 ——分别为相交于柱上端、柱下端的横梁线刚度之和与柱线刚度之和的比值,

K_1 、 K_2 的修正应按本标准附录 E 表 E.0.2 注确定。

- 2) 设有摇摆柱时,摇摆柱自身的计算长度系数取 1.0,框架柱的计算长度系数应乘以放大系数 η , η 应按下列式计算:

$$\eta = \sqrt{1 + \frac{\sum(N_i/h_i)}{\sum(N_f/h_f)}} \quad (8.3.1-2)$$

式中: $\sum(N_f/h_f)$ ——本层各框架柱轴心压力设计值与柱子高度比值之和;

$\sum(N_i/h_i)$ ——本层各摇摆柱轴心压力设计值与柱子高度比值之和。

- 3) 当有侧移框架同层各柱的 N/I 不相同时,柱计算长度系数宜按式(8.3.1-3)计算;当框架附有摇摆柱时,框架柱的计算长度系数宜按式(8.3.1-5)确定;当根据式(8.3.1-3)或式(8.3.1-5)计算而得的 μ_i 小于 1.0 时,应取 $\mu_i=1$ 。

$$\mu_i = \sqrt{\frac{N_{Ei}}{N_i} \cdot \frac{1.2}{K} \sum \frac{N_i}{h_i}} \quad (8.3.1-3)$$

$$N_{Ei} = \pi^2 EI_i / h_i^2 \quad (8.3.1-4)$$

$$\mu_i = \sqrt{\frac{N_{Ei}}{N_i} \cdot \frac{1.2 \sum(N_i/h_i) + \sum(N_{ij}/h_j)}{K}} \quad (8.3.1-5)$$

式中: N_i ——第 i 根柱轴心压力设计值(N);

N_{Ei} ——第 i 根柱的欧拉临界力(N);

h_i ——第 i 根柱高度(mm);

K ——框架层侧移刚度,即产生层间单位侧移所需的力(N/mm);

N_{1j} ——第 j 根摇摆柱轴心压力设计值 (N);

h_j ——第 j 根摇摆柱的高度 (mm)。

4) 计算单层框架和多层框架底层的计算长度系数时, K 值宜按柱脚的实际约束情况进行计算, 也可按理想情况 (铰接或刚接) 确定 K 值, 并对算得的系数 μ 进行修正。

5) 当多层单跨框架的顶层采用轻型屋面, 或多跨多层框架的顶层抽柱形成较大跨度时, 顶层框架柱的计算长度系数应忽略屋面梁对柱子的转动约束。

2 有支撑框架:

当支撑结构 (支撑桁架、剪力墙等) 满足式 (8.3.1-6) 要求时, 为强支撑框架, 框架柱的计算长度系数 μ 可按本标准附录 E 表 E.0.1 无侧移框架柱的计算长度系数确定, 也可按式 (8.3.1-7) 计算。

$$S_b \geq 4.4 \left[\left(1 + \frac{100}{f_y} \right) \sum N_{bi} - \sum N_{oi} \right] \quad (8.3.1-6)$$

$$\mu = \sqrt{\frac{(1 + 0.41K_1)(1 + 0.41K_2)}{(1 + 0.82K_1)(1 + 0.82K_2)}} \quad (8.3.1-7)$$

式中: $\sum N_{bi}$ 、 $\sum N_{oi}$ ——分别是第 i 层层间所有框架柱用无侧移框架和有侧移框架柱计算长度系数算得的轴压杆稳定承载力之和 (N);

S_b ——支撑系统的层侧移刚度 (产生单位倾斜角的水平力) (N);

K_1 、 K_2 ——分别为相交于柱上端、柱下端的横梁线刚度之和与柱线刚度之和的比值。 K_1 、 K_2 的修正见本标准附录 E 表 E.0.1 注。

8.3.2 单层厂房框架下端刚性固定的带牛腿等截面柱在框架平面内的计算长度应按下列公式确定:

$$H_0 = \alpha_N \left[\sqrt{\frac{4 + 7.5K_b}{1 + 7.5K_b}} - \alpha_K \left(\frac{H_1}{H} \right)^{1+0.8K_b} \right] H \quad (8.3.2-1)$$

$$K_b = \frac{\sum (I_{bi} / l_i)}{I_c / H} \quad (8.3.2-2)$$

当 $K_b < 0.2$ 时:

$$\alpha_K = 1.5 - 2.5K_b \quad (8.3.2-3)$$

当 $0.2 \leq K_b < 2.0$ 时:

$$\alpha_K = 1.0 \quad (8.3.2-4)$$

$$\gamma = \frac{N_1}{N_2} \quad (8.3.2-5)$$

当 $\gamma \leq 0.2$ 时:

$$\alpha_N = 1.0 \quad (8.3.2-6)$$

当 $\gamma > 0.2$ 时:

$$\alpha_N = 1 + \frac{H_1}{H_2} \frac{(\gamma - 0.2)}{1.2} \quad (8.3.2-7)$$

式中: H_1 、 H ——分别为柱在牛腿表面以上的高度和柱总高度 (图 8.3.2) (m);

K_b ——与柱连接的横梁线刚度之和与柱线刚度之比;

α_K ——和比值 K_b 有关的系数;

α_N ——考虑压力变化的系数;

γ ——柱上、下段压力比;

N_1 、 N_2 ——分别为上、下段柱的轴心压力设计值 (N);

I_{bi} 、 l_i ——分别为第 i 根梁的截面惯性矩 (mm^4) 和跨度 (mm);

I_c ——为柱截面惯性矩 (mm^4)。

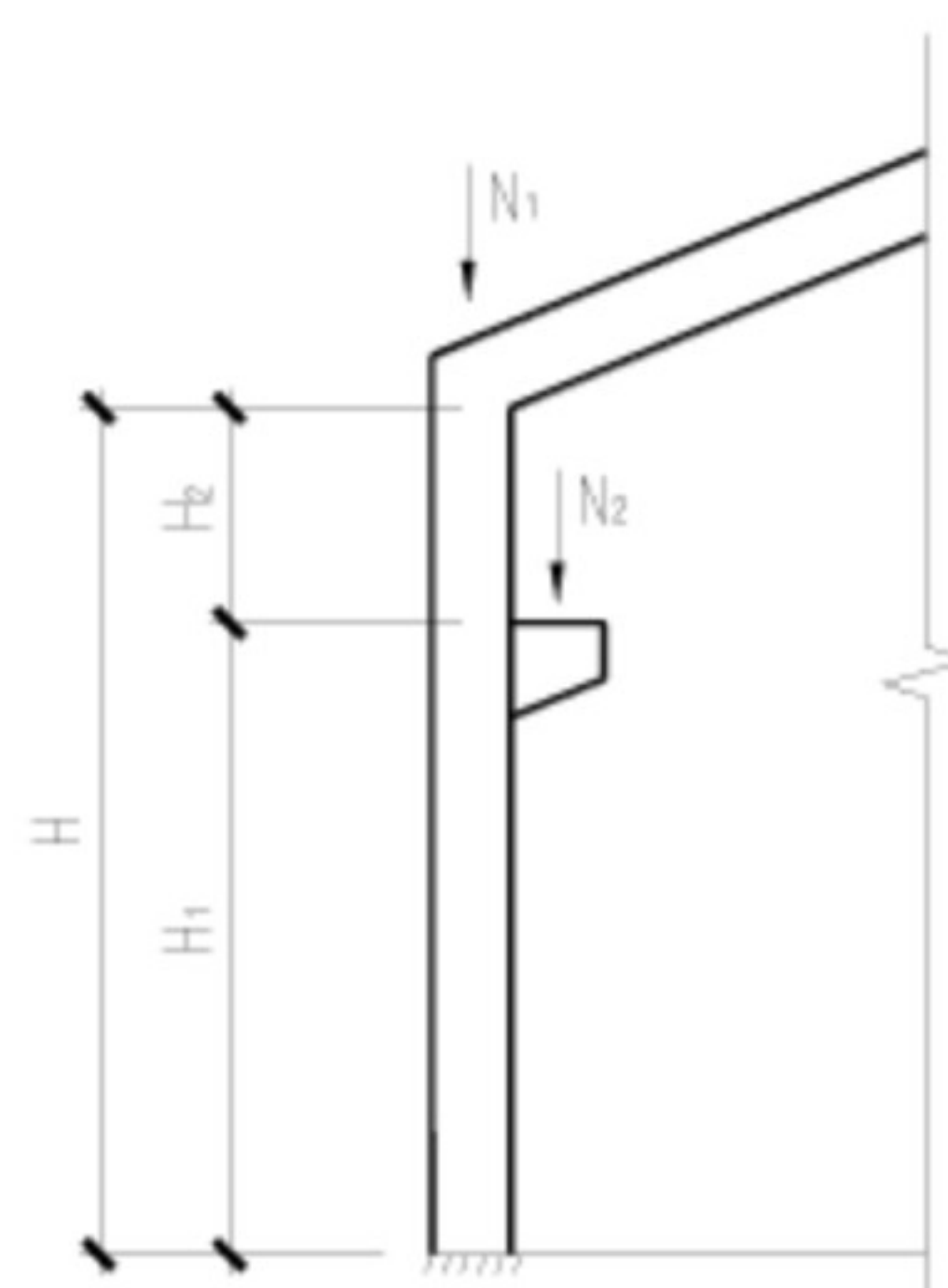


图 8.3.2 单层厂房框架示意

8.3.3 单层厂房框架下端刚性固定的阶形柱, 在框架平面内的计算长度应按下列规定确定:

1 单阶柱:

- 1) 下段柱的计算长度系数 μ_2 ：当柱上端与横梁铰接时，应按本标准附录 E 表 E.0.3 的数值乘以表 8.3.3 的折减系数；当柱上端与桁架型横梁刚接时，应按本标准附录 E 表 E.0.4 的数值乘以表 8.3.3 的折减系数。
- 2) 当柱上端与实腹梁刚接时，下段柱的计算长度系数 μ_2 ，应按下列公式计算的系数 μ_2^1 乘以表 8.3.3 的折减系数，系数 μ_2^1 不应大于按柱上端与横梁铰接计算时得到的 μ_2 值，且不小于按柱上端与桁架型横梁刚接计算时得到的 μ_2 值。

$$K_c = \frac{I_1/H_1}{I_2/H_2} \tag{8.3.3-1}$$

$$\mu_2^1 = \frac{\eta_1^2}{2(\eta_1 + 1)} \cdot \sqrt[3]{\frac{\eta_1 - K_b}{K_b}} + (\eta_1 - 0.5)K_c + 2 \tag{8.3.3-2}$$

$$\eta_1 = \frac{H_1}{H_2} \sqrt{\frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{I_2}{I_1}} \tag{8.3.3-3}$$

式中： I_1 、 H_1 ——阶形柱上段柱的惯性矩（mm⁴）和柱高（mm）；
 I_2 、 H_2 ——阶形柱下段柱的惯性矩（mm⁴）和柱高（mm）；
 K_c ——阶形柱上段柱线刚度与下段柱线刚度的比值；
 η_1 ——参数，根据式（8.3.3-3）计算。

表 8.3.3 单层厂房阶形柱计算长度的折减系数

厂房类型				折减系数
单跨或多跨	纵向温度区段内一个柱列的柱子数	屋面情况	厂房两侧是否有通长的屋盖纵向水平支撑	
单跨	等于或少于 6 个	—	—	0.9
	多于 6 个	非大型混凝土屋面板的屋面	无纵向水平支撑	
		大型混凝土屋面板的屋面	有纵向水平支撑	0.8
			—	
多跨	—	非大型混凝土屋面板的屋面	无纵向水平支撑	0.7
		大型混凝土屋面板的屋面	有纵向水平支撑	
			—	

- 3) 上段柱的计算长度系数 μ_1 应按下式计算：

$$\mu_1 = \frac{\mu_2}{\eta_1} \quad (8.3.3-4)$$

2 双阶柱:

- 1) 下段柱的计算长度系数 μ_3 : 当柱上端与横梁铰接时, 应取本标准附录 E 表 E.0.5 的数值乘以表 8.3.3 的折减系数; 当柱上端与横梁刚接时, 应取本标准附录 E 表 E-6 的数值乘以表 8.3.3 的折减系数。

- 2) 上段柱和中段柱的计算长度系数 μ_1 和 μ_2 , 应按下列公式计算:

$$\mu_1 = \frac{\mu_3}{\eta_1} \quad (8.3.3-5)$$

$$\mu_2 = \frac{\mu_3}{\eta_2} \quad (8.3.3-6)$$

式中: η_1 、 η_2 ——参数, 可根据本标准式 (8.3.3-3) 计算; 计算 η_1 时, H_1 、 N_1 、 I_1 分别为上柱的柱高 (m)、轴力压力设计值 (N) 和惯性矩 (mm^4), H_2 、 N_2 、 I_2 分别为下柱的柱高 (m)、轴力压力设计值 (N) 和惯性矩 (mm^4); 计算 η_2 时, H_1 、 N_1 、 I_1 分别为中柱的柱高 (m)、轴力压力设计值 (N) 和惯性矩 (mm^4), H_2 、 N_2 、 I_2 分别为下柱的柱高 (m)、轴力压力设计值 (N) 和惯性矩 (mm^4)。

8.3.4 当计算框架的格构式柱和桁架式横梁的惯性矩时, 应考虑柱或横梁截面高度变化和缀件 (或腹杆) 变形的影响。

8.3.5 框架柱在框架平面外的计算长度可取面外支撑点之间距离。

8.4 压弯构件的局部稳定和屈曲后强度

8.4.1 实腹压弯构件要求不出现局部失稳者, 其腹板高厚比、翼缘宽厚比应符合本标准表 3.5.1 规定的压弯构件 S4 级截面要求。

8.4.2 工字形和箱形截面压弯构件的腹板高厚比超过本标准表 3.5.1 规定的 S4 级截面要求时, 其构件设计应符合下列规定:

- 1 应以有效截面代替实际截面按本条第 2 款计算杆件的承载力。

- 1) 工字形截面腹板受压区的有效宽度应取为:

$$h_e = \rho h_c \quad (8.4.2-1)$$

当 $\lambda_{n,p} \leq 0.75$ 时:

$$\rho = 1.0 \quad (8.4.2-2a)$$

当 $\lambda_{n,p} > 0.75$ 时:

$$\rho = \frac{1}{\lambda_{n,p}} \left(1 - \frac{0.19}{\lambda_{n,p}} \right) \quad (8.4.2-2b)$$

$$\lambda_{n,p} = \frac{h_w/t_w}{28.1\sqrt{k_\sigma}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_k} \quad (8.4.2-3)$$

$$k_\sigma = \frac{16}{2 - \alpha_0 + \sqrt{(2 - \alpha_0)^2 + 0.112\alpha_0^2}} \quad (8.4.2-4)$$

式中: h_c 、 h_e ——分别为腹板受压区宽度和有效宽度, 当腹板全部受压时, $h_c = h_w$;

ρ ——有效宽度系数, 按式 (8.4.2-2) 计算;

α_0 ——参数, 应按式 (3.5.1) 计算。

2) 工字形截面腹板有效宽度 h_e 应按下列公式计算:

当截面全部受压, 即 $\alpha_0 \leq 1$ 时 (图 8.4.2 (a)):

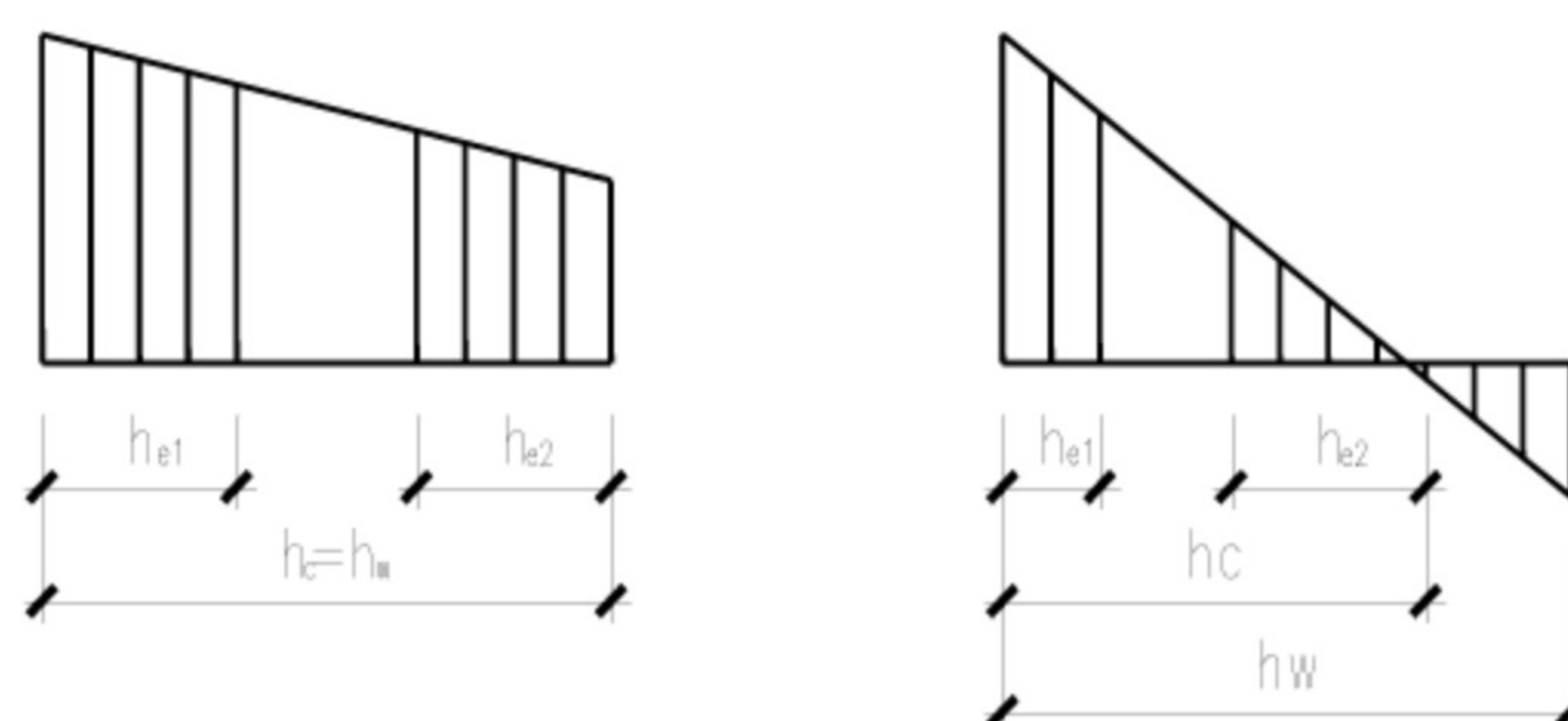
$$h_{e1} = 2h_e / (4 + \alpha_0) \quad (8.4.2-5)$$

$$h_{e2} = h_e - h_{e1} \quad (8.4.2-6)$$

当截面部分受拉, 即 $\alpha_0 > 1$ 时 (图 8.4.2 (b)):

$$h_{e1} = 0.4h_e \quad (8.4.2-7)$$

$$h_{e2} = 0.6h_e \quad (8.4.2-8)$$



(a) 截面全部受压 (b) 截面部分受拉

图 8.4.2 有效宽度的分布

3) 箱形截面压弯构件翼缘宽厚比超限时也应按式 (8.4.2-1) 计算其有效宽度, 计算

时取 $k_\sigma = 4.0$ 。有效宽度分布在两侧均等。

2 应采用下列公式计算其承载力:

强度计算:

$$\frac{N}{A_{ne}} \pm \frac{M_x + Ne}{\gamma_x W_{nex}} \leq f \quad (8.4.2-9)$$

平面内稳定计算:

$$\frac{N}{\varphi_x A_e f} + \frac{\beta_{mx} M_x + Ne}{\gamma_x W_{ex} (1 - 0.8 N / N_{Ex}) f} \leq 1.0 \quad (8.4.2-10)$$

平面外稳定计算:

$$\frac{N}{\varphi_y A_e f} + \eta \frac{\beta_{tx} M_x + Ne}{\varphi_b W_{ex} f} \leq 1.0 \quad (8.4.2-11)$$

式中: A_{ne} 、 A_e ——分别为有效净截面面积和有效毛截面面积 (mm^2);

W_{nex} ——有效截面的净截面模量 (mm^3);

W_{ex} ——有效截面对较大受压纤维的毛截面模量 (mm^3);

e ——有效截面形心至原截面形心的距离 (mm)。

8.4.3 压弯构件的板件当用纵向加劲肋加强以满足宽厚比限值时,加劲肋宜在板件两侧成对配置,其一侧外伸宽度不应小于板件厚度 t 的 10 倍,厚度不宜小于 $0.75t$ 。

8.5 承受次弯矩的桁架杆件

8.5.1 除本标准第 5.1.5 条第 3 款规定的结构外,杆件截面为 H 形或箱形的桁架,应计算节点刚性引起的弯矩。在轴力和弯矩共同作用下,杆件端部截面的强度计算可考虑塑性应力重分布,按本标准第 8.5.2 条计算,杆件的稳定计算应按本标准第 8.2 节压弯构件的规定进行。

8.5.2 只承受节点荷载的杆件截面为 H 形或箱形的桁架,当节点具有刚性连接的特征时,应按刚接桁架计算杆件次弯矩,拉杆和板件宽厚比满足本标准表 3.5.1 压弯构件 S2 级要求的压杆,截面强度宜按下列公式计算:

当 $\varepsilon = \frac{MA}{NW} \leq 0.2$ 时:

$$\frac{N}{A} \leq f \quad (8.5.2-1)$$

当 $\varepsilon > 0.2$ 时:

$$\frac{N}{A} + \alpha \frac{M}{W_p} \leq \beta f \quad (8.5.2-2)$$

式中： W 、 W_p ——分别为弹性截面模量和塑性截面模量（ mm^3 ）；

M ——为杆件在节点处的次弯矩（ $\text{N} \cdot \text{mm}$ ）；

α 、 β ——系数，应按表 8.5.2 的规定采用。

表 8.5.2 系数 α 和 β

杆件截面形式	α	β
H 形截面，腹板位于桁架平面内	0.85	1.15
H 形截面，腹板垂直于桁架平面	0.60	1.08
正方箱形截面	0.80	1.13

9 加劲钢板剪力墙

9.1 一般规定

9.1.1 钢板剪力墙可采用纯钢板剪力墙、防屈曲钢板剪力墙及组合剪力墙，纯钢板剪力墙可采用无加劲钢板剪力墙和加劲钢板剪力墙。

9.1.2 钢板剪力墙承受恒荷载时，可考虑边缘构件的约束作用。竖向加劲肋宜双面或交替双面设置，水平加劲肋可单面、双面或交替双面设置。

9.2 加劲钢板剪力墙的计算

9.2.1 本节适用于不考虑屈曲后强度的钢板剪力墙。

9.2.2 竖向加劲肋在构造上宜采取不承受竖向力的措施。

9.2.3 同时设置水平和竖向加劲肋的钢板剪力墙，纵横加劲肋划分的剪力墙板区格的宽高比宜接近 1，剪力墙板区格的宽厚比宜符合下列规定：

采用开口加劲肋时：

$$\frac{a_1 + h_1}{t_w} \leq 220\varepsilon_k \quad (9.2.3-1)$$

采用闭口加劲肋时：

$$\frac{a_1 + h_1}{t_w} \leq 250\varepsilon_k \quad (9.2.3-2)$$

式中： a_1 ——剪力墙板区格宽度（mm）；

h_1 ——剪力墙板区格高度（mm）；

ε_k ——钢号调整系数；

t_w ——钢板剪力墙的厚度（mm）。

9.2.4 同时设置水平和竖向加劲肋的钢板剪力墙，加劲肋的刚度参数宜符合下列公式的要求。

$$\eta_x = \frac{EI_{sx}}{Dh_1} \geq 33 \quad (9.2.4-1)$$

$$\eta_y = \frac{EI_{sy}}{Da_1} \geq 50 \quad (9.2.4-2)$$

$$D = \frac{Et_w^3}{12(1-\nu^2)} \quad (9.2.4-3)$$

式中： η_x 、 η_y ——分别为水平、竖向加劲肋的刚度参数；

E ——钢材的弹性模量（N/mm²）；

I_{sx} 、 I_{sy} ——分别为水平、竖向加劲肋的惯性矩(mm⁴)，可考虑加劲肋与钢板剪力墙有

效宽度组合截面，单侧钢板加劲剪力墙的有效宽度取 15 倍的钢板厚度；

D ——单位宽度的弯曲刚度（N·mm）；

ν ——钢材的泊松比。

9.2.5 设置加劲的钢板剪力墙，应根据下列规定计算其稳定性：

1 正则化宽厚比 $\lambda_{n,s}$ 、 $\lambda_{n,\sigma}$ 、 $\lambda_{n,b}$ 应根据下列公式计算：

$$\lambda_{n,s} = \sqrt{\frac{f_{yv}}{\tau_{cr}}} \quad (9.2.5-1)$$

$$\lambda_{n,\sigma} = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} \quad (9.2.5-2)$$

$$\lambda_{n,b} = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{bcr}}} \quad (9.2.5-3)$$

式中： f_{yv} ——钢材的屈服抗剪强度（N/mm²），取钢材屈服强度的 58%；

f_y ——钢材屈服强度（N/mm²）；

τ_{cr} ——弹性剪切屈曲临界应力（N/mm²），按本标准附录 F 的规定计算；

σ_{cr} ——竖向受压弹性屈曲临界应力（N/mm²），按本标准附录 F 的规定计算；

σ_{bcr} ——竖向受弯弹性屈曲临界应力（N/mm²），按本标准附录 F 的规定计算。

2 弹塑性稳定系数 φ_s 、 φ_σ 、 φ_{bs} 应根据下列公式计算：

$$\varphi_s = \frac{1}{\sqrt[3]{0.738 + \lambda_{n,s}^6}} \leq 1.0 \quad (9.2.5-4)$$

$$\varphi_\sigma = \frac{1}{[1 + \lambda_{n,\sigma}^{2.4}]^{5/6}} \leq 1.0 \quad (9.2.5-5)$$

$$\varphi_{bs} = \frac{1}{\sqrt[3]{0.738 + \lambda_{n,b}^6}} \leq 1.0 \quad (9.2.5-6)$$

3 稳定性计算应符合下列公式要求:

$$\frac{\sigma_b}{\varphi_{bs} f} \leq 1.0 \quad (9.2.5-7)$$

$$\frac{\tau}{\varphi_s f_v} \leq 1.0 \quad (9.2.5-8)$$

$$\frac{\sigma_G}{0.35 \varphi_\sigma f} \leq 1.0 \quad (9.2.5-9)$$

$$\left(\frac{\sigma_b}{\varphi_{bs} f} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\varphi_s f_v} \right)^2 + \frac{\sigma_G}{\varphi_\sigma f} \leq 1.0 \quad (9.2.5-10)$$

式中: σ_b ——由弯矩产生的弯曲压应力设计值 (N/mm^2);

τ ——钢板剪力墙的剪应力设计值 (N/mm^2);

σ_G ——竖向重力荷载产生的应力设计值 (N/mm^2);

f_v ——钢板剪力墙的抗剪强度设计值 (N/mm^2);

f ——钢板剪力墙的抗压和抗弯强度设计值 (N/mm^2)。

9.3 构造要求

9.3.1 加劲钢板墙可采用横向加劲、竖向加劲、井字加劲等形式。加劲肋宜采用型钢且与钢板墙焊接。为运输方便,当设置水平加劲肋时,可采用横向加劲肋贯通、钢板剪力墙水平切断的形式。

9.3.2 加劲钢板剪力墙与边缘构件的连接应符合下列规定:

- 1 钢板剪力墙与钢柱连接可采用角焊缝,焊缝强度应满足等强连接要求;
- 2 钢板剪力墙跨的钢梁,腹板厚度不应小于钢板剪力墙厚度,翼缘可采用加劲肋代替,其截面不应小于所需要的钢梁截面。

9.3.3 加劲钢板剪力墙在有洞口时应符合下列规定:

- 1 计算钢板剪力墙的水平受剪承载力时,不应计算洞口水平投影部分。
- 2 钢板剪力墙上开设门洞时,门洞口边的加劲肋应符合下列规定:
 - 1) 加劲肋的刚度参数 η_x 、 η_y 不应小于 150;

- 2) 竖向边加劲肋应延伸至整个楼层高度，门洞上边的边缘加劲肋延伸的长度不宜小于 600mm。

10 塑性及弯矩调幅设计

10.1 一般规定

10.1.1 本章规定宜用于不直接承受动力荷载的下列结构或构件：

- 1 超静定梁；
- 2 由实腹构件组成的单层框架结构；
- 3 水平荷载作为主导可变荷载的荷载组合不控制构件截面设计的 2 层~6 层框架结构；
- 4 满足下列条件之一的框架-支撑（剪力墙、核心筒等）结构中的框架部分：
 - 1) 结构下部 1/3 楼层的框架部分承担的水平力不大于该层总水平力 20%；
 - 2) 支撑（剪力墙）系统能够承担所有水平力。

10.1.2 塑性及弯矩调幅设计时，容许形成塑性铰的构件应为单向弯曲的构件。

10.1.3 结构或构件采用塑性或弯矩调幅设计时应符合下列规定：

- 1 进行正常使用极限状态设计时，应采用荷载的标准值，并按弹性理论进行计算。
- 2 按承载能力极限状态设计时，应采用荷载的设计值，用简单塑性理论进行内力分析。
- 3 柱端弯矩及水平荷载产生的弯矩不得进行调幅。

10.1.4 采用塑性设计的结构及进行弯矩调幅的构件，钢材性能应符合本标准第 4.3.6 条的规定。

10.1.5 采用塑性及弯矩调幅设计的结构构件，其截面板件宽厚比等级应符合下列规定：

- 1 形成塑性铰并发生塑性转动的截面，其截面板件宽厚比等级应采用 S1 级；
- 2 最后形成塑性铰的截面，其截面板件宽厚比等级不应低于 S2 级截面要求；
- 3 其他截面板件宽厚比等级不应低于 S3 级截面要求。

10.1.6 构成抗侧力支撑系统的梁、柱构件，不得进行弯矩调幅设计。

10.1.7 采用塑性设计，或采用弯矩调幅设计且结构为有侧移失稳时，框架柱的计算长度系数应乘以 1.1 的放大系数。

10.2 弯矩调幅设计要点

10.2.1 当采用一阶弹性分析的框架-支撑结构进行弯矩调幅设计时，框架柱计算长度系数可取为 1.0，支撑系统应满足本标准式（8.3.1-6）的要求。

10.2.2 当采用一阶弹性分析时，对于连续梁和框架梁，钢梁及钢-混凝土组合梁的调幅幅度限值及挠度和侧移增大系数应按表 10.2.2 的规定采用。

表 10.2.2-1 钢梁调幅幅度限值及侧移增大系数

调幅幅度限值	梁截面板件宽厚比等级	侧移增大系数
15%	S1 级	1.00
20%	S1 级	1.05

表 10.2.2-2 钢—混凝土组合梁调幅幅度限值及挠度和侧移增大系数

梁分析模型	调幅幅度限值	梁截面 板件宽厚比等级	挠度 增大系数	侧移 增大系数
变截面模型	5%	S1 级	1.00	1.00
	10%	S1 级	1.05	1.05
等截面模型	15%	S1 级	1.00	1.00
	20%	S1 级	1.00	1.05

10.3 构件的计算

10.3.1 除采用塑性设计的塑性铰部位外，受弯构件的强度和稳定性计算应符合本标准第 6 章的规定。

10.3.2 受弯构件的剪切强度应符合下式要求：

$$V \leq h_w t_w f_v \quad (10.3.2)$$

式中： h_w 、 t_w ——腹板高度和厚度（mm）；

V ——构件的剪力设计值（N）；

f_v ——钢材抗剪强度设计值（N/mm²）。

10.3.3 除采用塑性设计的塑性铰部位外，压弯构件的强度和稳定性计算应符合本标准第 8 章的规定。

10.3.4 采用塑性设计时，塑性铰部位的强度计算应符合下列公式的规定：

$$N \leq 0.6 A_n f \quad (10.3.4-1)$$

当 $\frac{N}{A_n f} \leq 0.15$ 时：

$$M_x \leq 0.9 W_{\text{np}} f \quad (10.3.4-2)$$

当 $\frac{N}{A_n f} > 0.15$ 时：

$$M_x \leq 1.05 \left(1 - \frac{N}{A_n f} \right) W_{\text{np}} f \quad (10.3.4-3)$$

式中： N ——构件的压力设计值（N）；

M_x ——构件的弯矩设计值 (N • mm);

A_n ——净截面面积 (mm²);

W_{px} ——对 x 轴的塑性净截面模量 (mm³);

f ——钢材的抗弯强度设计值 (N/mm²)。

10.4 容许长细比和构造要求

10.4.1 受压构件的长细比不宜大于 $130\varepsilon_k$ 。

10.4.2 当钢梁的上翼缘没有通长的刚性铺板或防止侧向弯扭屈曲的构件时, 在构件出现塑性铰的截面处应设置侧向支承。该支承点与其相邻支承点间构件的长细比 λ_y 应符合下列规定:

当 $-1 \leq \frac{M_1}{W_{\text{px}} f} \leq 0.5$ 时:

$$\lambda_y \leq \left(60 - 40 \frac{M_1}{W_{\text{px}} f} \right) \varepsilon_k \quad (10.4.2-1)$$

当 $0.5 < \frac{M_1}{W_{\text{px}} f} \leq 1$ 时:

$$\lambda_y \leq \left(45 - 10 \frac{M_1}{W_{\text{px}} f} \right) \varepsilon_k \quad (10.4.2-2)$$

$$\lambda_y = \frac{l_1}{i_y} \quad (10.4.2-3)$$

式中: λ_y ——弯矩作用平面外的长细比;

l_1 ——侧向支承点间距离 (mm); 对不出现塑性铰的构件区段, 其侧向支承点间距应

由本标准第 6 章和第 8 章内有关弯矩作用平面外的整体稳定计算确定;

i_y ——截面绕弱轴的回转半径 (mm);

W_{px} ——对 x 轴的塑性毛截面模量 (mm³);

M_1 ——与塑性铰相距为 l_1 的侧向支承点处的弯矩 (N • mm); 当长度 l_1 内为同向曲率时,

$M_1 / (W_{\text{px}} f)$ 为正; 当为反向曲率时, $M_1 / (W_{\text{px}} f)$ 为负。

10.4.3 当工字钢梁受拉的上翼缘有楼板或刚性铺板与钢梁可靠连接时,形成塑性铰的截面应满足下列要求之一:

- 1 根据本标准公式(6.2.7-3)计算的正则化长细比不大于 0.3;
- 2 布置间距不大于 2 倍梁高的加劲肋;
- 3 受压下翼缘设置侧向支撑。

10.4.4 用作减少构件弯矩作用平面外计算长度的侧向支撑,其轴心力应按本标准第 7.5.1 条确定。

10.4.5 所有节点及其连接应有足够的刚度,应保证在出现塑性铰前节点处各构件间的夹角保持不变。构件拼接和构件间的连接应能传递该处最大弯矩设计值的 1.1 倍,且不得低于 $0.5\gamma_x W_x f$ 。

10.4.6 当构件采用手工气割或剪切机割时,应将出现塑性铰部位的边缘刨平。当螺栓孔位于构件塑性铰部位的受拉板件上时,应采用钻成孔或先冲后扩钻孔。

11 连接

11.1 一般规定

11.1.1 钢结构构件的连接应根据施工环境条件和作用力的性质选择其连接方法。

11.1.2 同一连接部位中不得采用普通螺栓或承压型高强度螺栓与焊接共用的连接；在改、扩建工程中作为加固补强措施，可采用摩擦型高强度螺栓与焊接承受同一作用力的栓焊并用连接，其计算与构造应符合行业标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ82-2011 第 5.5 节的规定。

11.1.3 C 级螺栓宜用于沿其杆轴方向受拉的连接，在下列情况下可用于受剪连接：

- 1 承受静力荷载或间接承受动力荷载结构中的次要连接；
- 2 承受静力荷载的可拆卸结构的连接；
- 3 临时固定构件用的安装连接。

11.1.4 沉头和半沉头铆钉不得用于其杆轴方向受拉的连接。

11.1.5 钢结构焊接连接构造设计应符合下列规定：

- 1 尽量减少焊缝的数量和尺寸；
- 2 焊缝的布置宜对称于构件截面的形心轴；
- 3 节点区留有足够空间，便于焊接操作和焊后检测；
- 4 应避免焊缝密集和双向、三向相交；
- 5 焊缝位置宜避开最大应力区；
- 6 焊缝连接宜选择等强配比；当不同强度的钢材连接时，可采用与低强度钢材相匹配的焊接材料。

11.1.6 焊缝的质量等级应根据结构的重要性、荷载特性、焊缝形式、工作环境以及应力状态等情况，按下列原则选用：

1 在承受动荷载且需要进行疲劳验算的构件中，凡要求与母材等强连接的焊缝应焊透，其质量等级应符合下列规定：

- 1) 作用力垂直于焊缝长度方向的横向对接焊缝或 T 形对接与角接组合焊缝，受拉时应为一级，受压时不应低于二级；
- 2) 作用力平行于焊缝长度方向的纵向对接焊缝不应低于二级；

- 3) 重级工作制 (A6~A8) 和起重量 $Q \geq 50t$ 的中级工作制 (A4、A5) 吊车梁的腹板与上翼缘之间以及吊车桁架上弦杆与节点板之间的 T 形连接部位焊缝应焊透, 焊缝形式宜为对接与角接的组合焊缝, 其质量等级不应低于二级。
- 2 在工作温度等于或低于 -20°C 的地区, 构件对接焊缝的质量不得低于二级。
- 3 不需要疲劳验算的构件中, 凡要求与母材等强的对接焊缝宜焊透, 其质量等级受拉时不应低于二级, 受压时不宜低于二级。
- 4 部分焊透的对接焊缝、采用角焊缝或部分焊透的对接与角接组合焊缝的 T 形连接部位, 以及搭接连接角焊缝, 其质量等级应符合下列规定:
- 1) 直接承受动荷载且需要疲劳验算的结构和吊车起重量等于或大于 $50t$ 的中级工作制吊车梁以及梁柱、牛腿等重要节点不应低于二级;
 - 2) 其他结构可为三级。

11.1.7 焊接工程中, 首次采用的新钢种应进行焊接性试验, 合格后应根据现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定进行焊接工艺评定。

11.1.8 钢结构的安装连接应采用传力可靠、制作方便、连接简单、便于调整的构造形式, 应考虑临时定位措施。

11.2 焊接连接计算

11.2.1 全熔透对接焊缝或对接与角接组合焊缝应按下列规定进行强度计算。

1 在对接和 T 形连接中, 垂直于轴心拉力或轴心压力的对接焊接或对接角接组合焊缝, 其强度应按下列式计算:

$$\sigma = \frac{N}{l_w h_e} \leq f_t^w \text{ 或 } f_c^w \quad (11.2.1-1)$$

式中: N ——轴心拉力或轴心压力 (N);

l_w ——焊缝长度 (mm);

h_e ——对接焊缝的计算厚度 (mm), 在对接连接节点中取连接件的较小厚度, 在 T 形连接节点中取腹板的厚度;

f_t^w 、 f_c^w ——对接焊缝的抗拉、抗压强度设计值 (N/mm^2)。

2 在对接和 T 形连接中, 承受弯矩和剪力共同作用的对接焊缝或对接角接组合焊缝, 其正应力和剪应力应分别进行计算。但在同时受有较大正应力和剪应力处 (如梁腹板横向对接焊缝的端部) 应按下列式计算折算应力:

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1.1f_t^w \quad (11.2.1-2)$$

11.2.2 直角角焊缝应按下列规定进行强度计算：

1 在通过焊缝形心的拉力、压力或剪力作用下：

正面角焊缝（作用力垂直于焊缝长度方向）：

$$\sigma_f = \frac{N}{h_e l_w} \leq \beta_f f_f^w \quad (11.2.2-1)$$

侧面角焊缝（作用力平行于焊缝长度方向）：

$$\tau_f = \frac{N}{h_e l_w} \leq f_f^w \quad (11.2.2-2)$$

2 在各种力综合作用下， σ_f 和 τ_f 共同作用处：

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_f}{\beta_f}\right)^2 + \tau_f^2} \leq f_f^w \quad (11.2.2-3)$$

式中： σ_f ——按焊缝有效截面（ $h_e l_w$ ）计算，垂直于焊缝长度方向的应力（ N/mm^2 ）；

τ_f ——按焊缝有效截面计算，沿焊缝长度方向的剪应力（ N/mm^2 ）；

h_e ——直角角焊缝的计算厚度（mm），当两焊件间隙 $b \leq 1.5\text{mm}$ 时， $h_e = 0.7h_f$ ； 1.5mm

$< b \leq 5\text{mm}$ 时， $h_e = 0.7(h_f - b)$ ， h_f 为焊脚尺寸(图 11.2.2)；

l_w ——角焊缝的计算长度（mm），对每条焊缝取其实际长度减去 $2h_f$ ；

f_f^w ——角焊缝的强度设计值（ N/mm^2 ）；

β_f ——正面角焊缝的强度设计值增大系数：对承受静力荷载和间接承受动力荷载的结构， $\beta_f = 1.22$ ；对直接承受动力荷载的结构， $\beta_f = 1.0$ 。

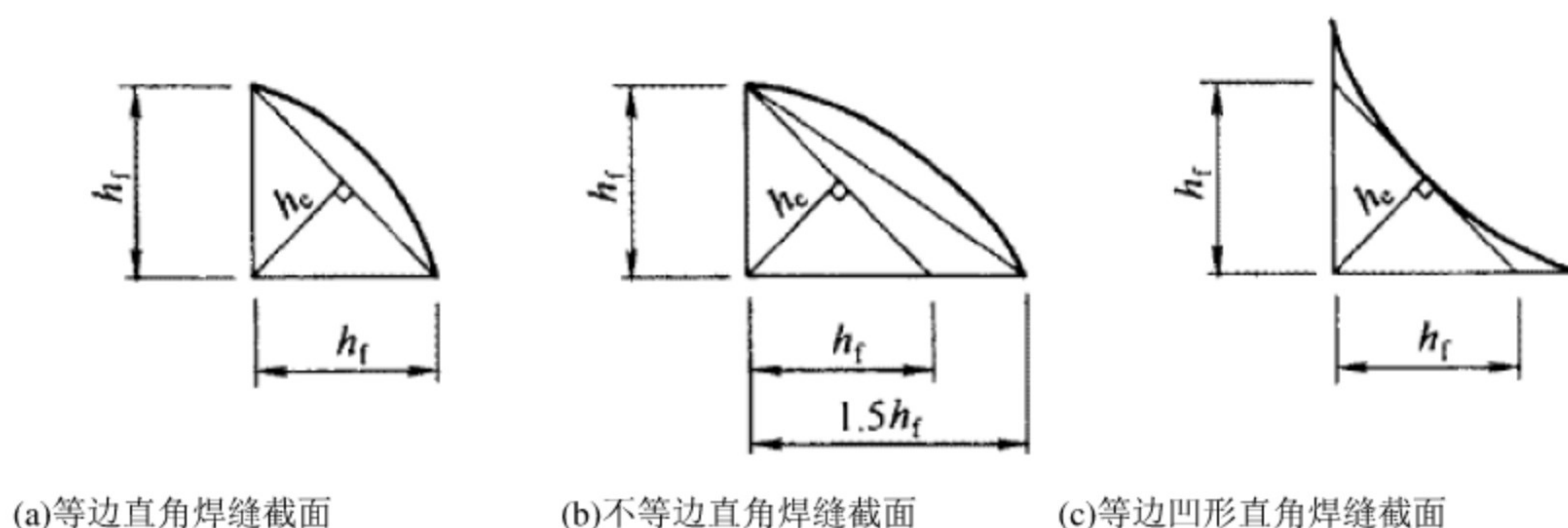


图 11.2.2 直角角焊缝截面

11.2.3 两焊脚边夹角 $60^\circ \leq \alpha \leq 135^\circ$ T 形连接的斜角角焊缝(图 11.2.3-1), 其强度应按本标准式 (11.2.2-1) 至式 (11.2.2-3) 计算, 但取 $\beta_f = 1.0$, 其计算厚度 h_e (图 11.2.3-2) 的计算应符合下列规定:

- 1 当根部间隙 b 、 b_1 或 $b_2 \leq 1.5\text{mm}$ 时, $h_e = h_f \cos \frac{\alpha}{2}$;
- 2 当根部间隙 b 、 b_1 或 $b_2 > 1.5\text{mm}$ 但 $\leq 5\text{mm}$ 时, $h_e = \left[h_f - \frac{b(\text{或 } b_1, b_2)}{\sin \alpha} \right] \cos \frac{\alpha}{2}$;
- 3 当 $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ 或 $\alpha < 30^\circ$ 时, 斜角角焊缝计算厚度 h_e 应按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定计算取值。

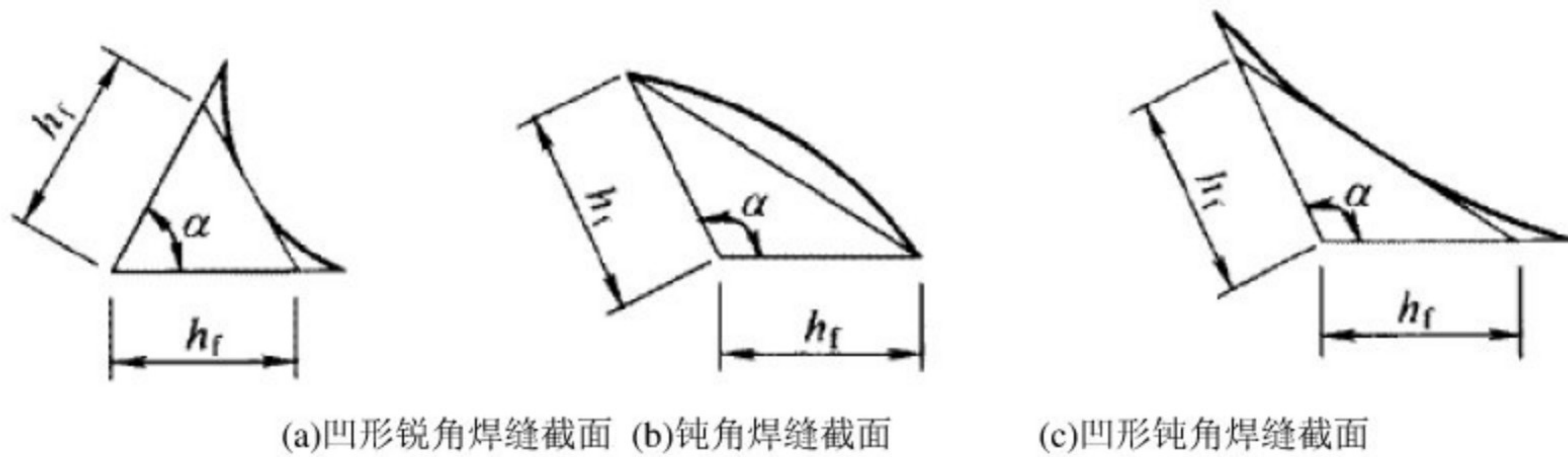


图 11.2.3-1 T 形连接的斜角角焊缝截面

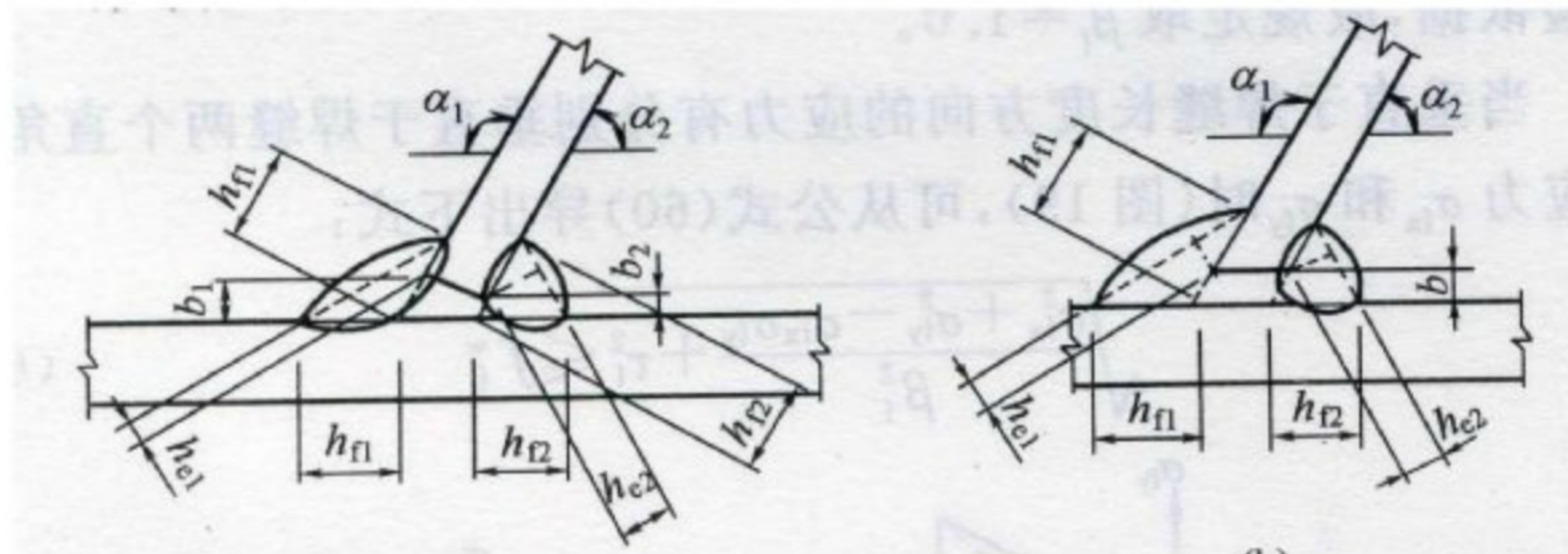


图 11.2.3-2 T 形连接的根部间隙和焊缝截面

11.2.4 部分熔透的对接焊缝 (图 11.2.4) 和 T 形对接与角接组合焊缝 (图 11.2.4c) 的强度, 应按式 (11.2.2-1) 至式 (11.2.2-3) 计算, 当熔合线处焊缝截面边长等于或接近于最短距离 s 时, 抗剪强度设计值应按角焊缝的强度设计值乘以 0.9。在垂直于焊缝长度方向的压力作用下, 取 $\beta_f = 1.22$, 其他情况取 $\beta_f = 1.0$, 其计算厚度 h_e (mm) 宜按下列规定取值, 其中 s 为坡口深度, 即根部至焊缝表面 (不考虑余高) 的最短距离 (mm); α 为 V 形、单边 V 形或 K 形坡口角度:

- 1 V 形坡口 (图 11.2.4 (a)): 当 $\alpha \geq 60^\circ$ 时, $h_e = s$; 当 $\alpha < 60^\circ$ 时, $h_e = 0.75s$;
- 2 单边 V 形和 K 形坡口 (图 11.2.4 (b), (c)): 当 $\alpha = 45^\circ \pm 5^\circ$ 时, $h_e = s - 3$;

3 U形和J形坡口(图 11.2.4 (d), (e)): 当 $\alpha = 45^\circ \pm 5^\circ$ 时, $h_e = s$ 。

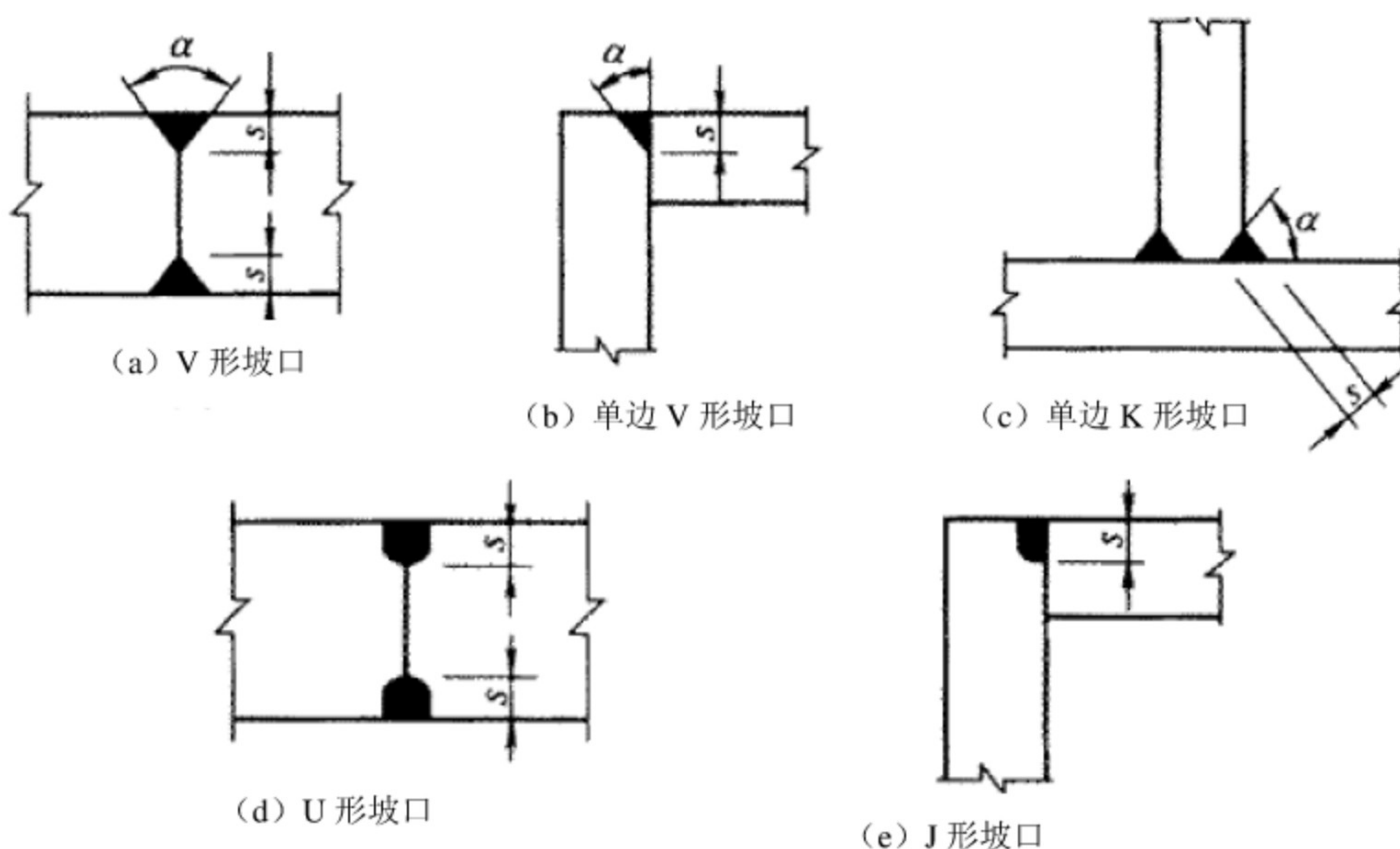


图 11.2.4 部分熔透的对接焊缝和 T 形对接与角接焊缝的组合焊缝截面

11.2.5 圆形塞焊焊缝和圆孔或槽孔内角焊缝的强度应分别按式 (11.2.5-1) 和式 (11.2.5-2) 计算:

$$\tau_f = \frac{N}{A_w} \leq f_f^w \quad (11.2.5-1)$$

$$\tau_f = \frac{N}{h_e l_w} \leq f_f^w \quad (11.2.5-2)$$

式中: A_w ——塞焊圆孔面积;

l_w ——圆孔内或槽孔内角焊缝的计算长度。

11.2.6 角焊缝的搭接焊接连接中, 当焊缝计算长度 l_w 超过 $60h_f$ 时, 焊缝的承载力设计值应乘

以折减系数 α_f , $\alpha_f = 1.5 - \frac{l_w}{120h_f}$, 并不小于 0.5。

11.2.7 焊接截面工字形梁翼缘与腹板的焊缝连接强度计算应符合下列规定:

1 双面角焊缝连接, 其强度应按下式计算, 当梁上翼缘受有固定集中荷载时, 宜在该处设置顶紧上翼缘的支承加劲肋, 按式 (11.2.7) 计算时取 $F=0$:

$$\frac{1}{2h_e} \sqrt{\left(\frac{VS_f}{I}\right)^2 + \left(\frac{\psi F}{\beta_f l_z}\right)^2} \leq f_f^w \quad (11.2.7)$$

式中: S_f ——所计算翼缘毛截面对梁中和轴的面积矩;

I ——梁的毛截面惯性矩;

F 、 ψ 、 l_z ——按本标准第 6.1.4 条采用。

2 当腹板与翼缘的连接焊缝采用焊透的 T 形对接与角接组合焊缝时,其焊缝强度可不计算。

11.2.8 圆管与矩形管 T、Y、K 形相贯节点焊缝的构造与计算厚度取值应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的相关规定。

11.3 焊接连接构造要求

11.3.1 受力和构造焊缝可采用对接焊缝、角接焊缝、对接角接组合焊缝、塞焊焊缝、槽焊焊缝,重要连接或有等强要求的对接焊缝应为熔透焊缝,较厚板件或无需焊透时可采用部分熔透焊缝。

11.3.2 对接焊缝的坡口形式,宜根据板厚和施工条件按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 要求选用。

11.3.3 不同厚度和宽度的材料对接时,应作平缓过渡,其连接处坡度值不宜大于 1:2.5 (图 11.3.3-1 和图 11.3.3-2)。

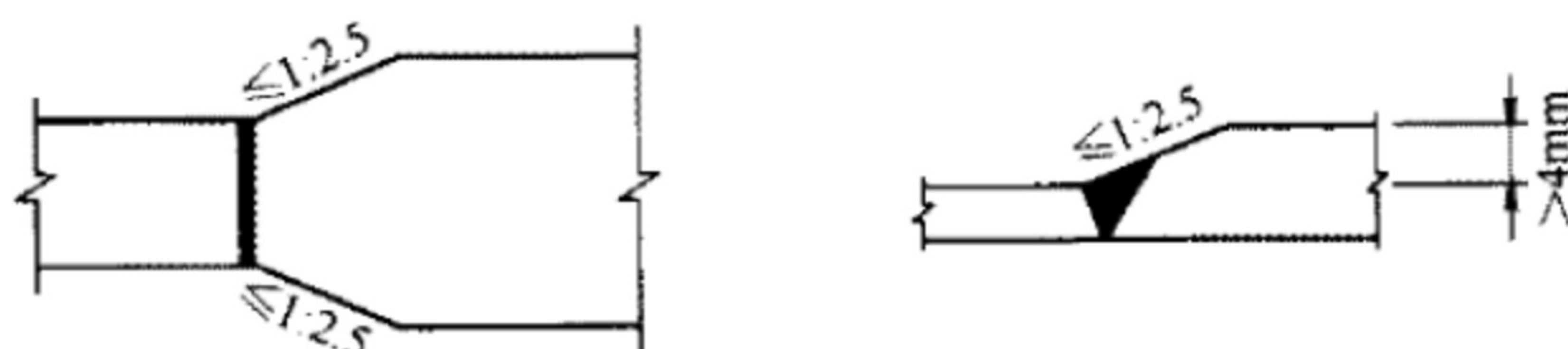


图 11.3.3-1 不同宽度或厚度钢板的拼接

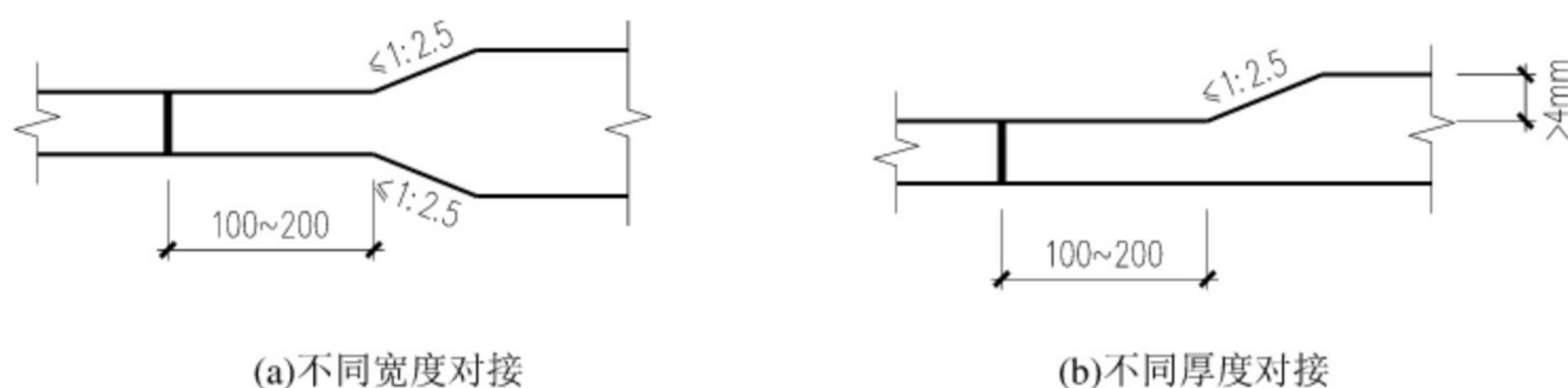


图 11.3.3-2 不同宽度或厚度铸钢件的拼接

11.3.4 承受动荷载时,塞焊、槽焊、角焊、对接连接应符合下列规定:

1 承受动荷载不需要进行疲劳验算的构件,采用塞焊、槽焊时,孔或槽的边缘到构件边缘在垂直于应力方向上的间距不应小于此构件厚度的 5 倍,且不应小于孔或槽宽度的 2 倍;构件端部搭接连接的纵向角焊缝长度不应小于两侧焊缝间的垂直间距 a ,且在无塞焊、槽焊等其他措施时,间距 a 不应大于较薄件厚度 t 的 16 倍 (图 11.3.4)。

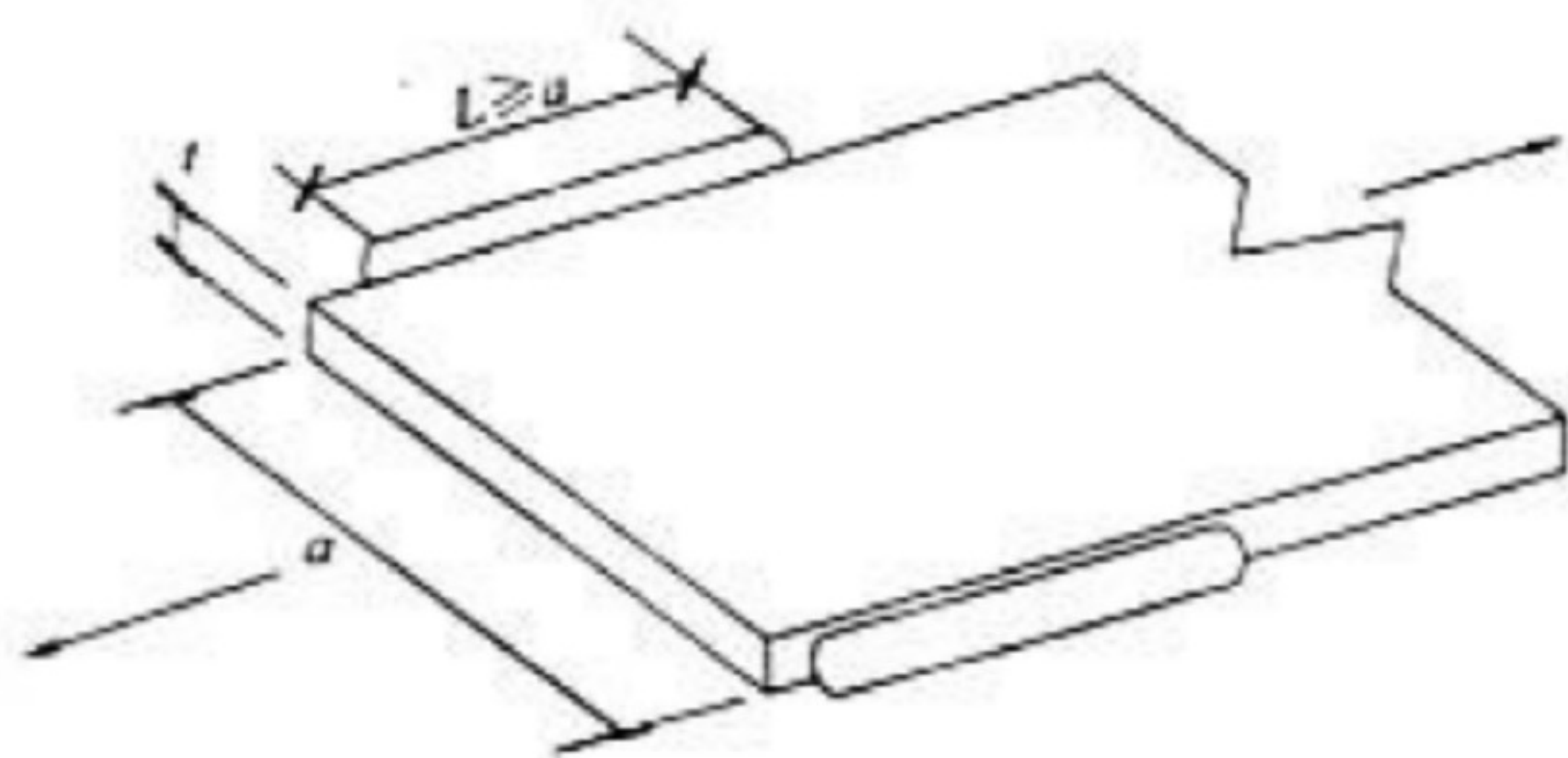


图 11.3.4 承受动载不需进行疲劳验算时构件端部纵向角焊缝长度及间距要求

a-不应大于 16t（中间有塞焊焊缝或槽焊焊缝时除外）

- 2 不得采用焊脚尺寸小于 5mm 的角焊缝；
- 3 严禁采用断续坡口焊缝和断续角焊缝；
- 4 对接与角接组合焊缝和 T 形连接的全焊透坡口焊缝应采用角焊缝加强，加强焊脚尺寸不应大于连接部位较薄件厚度的 1/2，但最大值不得超过 10mm；
- 5 承受动荷载需经疲劳验算的连接，当拉应力与焊缝轴线垂直时，严禁采用部分焊透对接焊缝；
- 6 除横焊位置以外，不宜采用 L 形和 J 形坡口；
- 7 不同板厚的对接连接承受动载时，应按本标准第 11.3.3 条的规定做成平缓过渡。

11.3.5 角焊缝的尺寸应符合下列规定：

- 1 角焊缝的最小计算长度应为其焊脚尺寸 h_f 的 8 倍，且不应小于 40mm；焊缝计算长度应为扣除引弧、收弧长度后的焊缝长度；
- 2 断续角焊缝焊段的最小长度不应小于最小计算长度；
- 3 角焊缝最小焊脚尺寸宜按表 11.3.5 取值，承受动荷载时角焊缝焊脚尺寸不宜小于 5mm；
- 4 被焊构件中较薄板厚度不小于 25mm 时，宜采用开局部坡口的角焊缝；
- 5 采用角焊缝焊接连接，不宜将厚板焊接到较薄板上。

表 11.3.5 角焊缝最小焊脚尺寸（mm）

母材厚度 t	角焊缝最小焊脚尺寸 h_f
$t \leq 6$	3
$6 < t \leq 12$	5
$12 < t \leq 20$	6

$t > 20$	8
----------	---

注：1 采用不预热的非低氢焊接方法进行焊接时， t 等于焊接连接部位中较厚件厚度，宜采用单道焊缝采用预热的非低氢焊接方法或低氢焊接方法进行焊接时， t 等于焊接连接部位中较薄件厚度。

2 焊缝尺寸 h_f 不要求超过焊接连接部位中较薄件厚度的情况除外。

11.3.6 搭接连接角焊缝的尺寸及布置应符合下列规定：

1 传递轴向力的部件，其搭接连接最小搭接长度应为较薄件厚度的 5 倍，且不应小于 25mm（图 11.3.6-1），并应施焊纵向或横向双角焊缝。

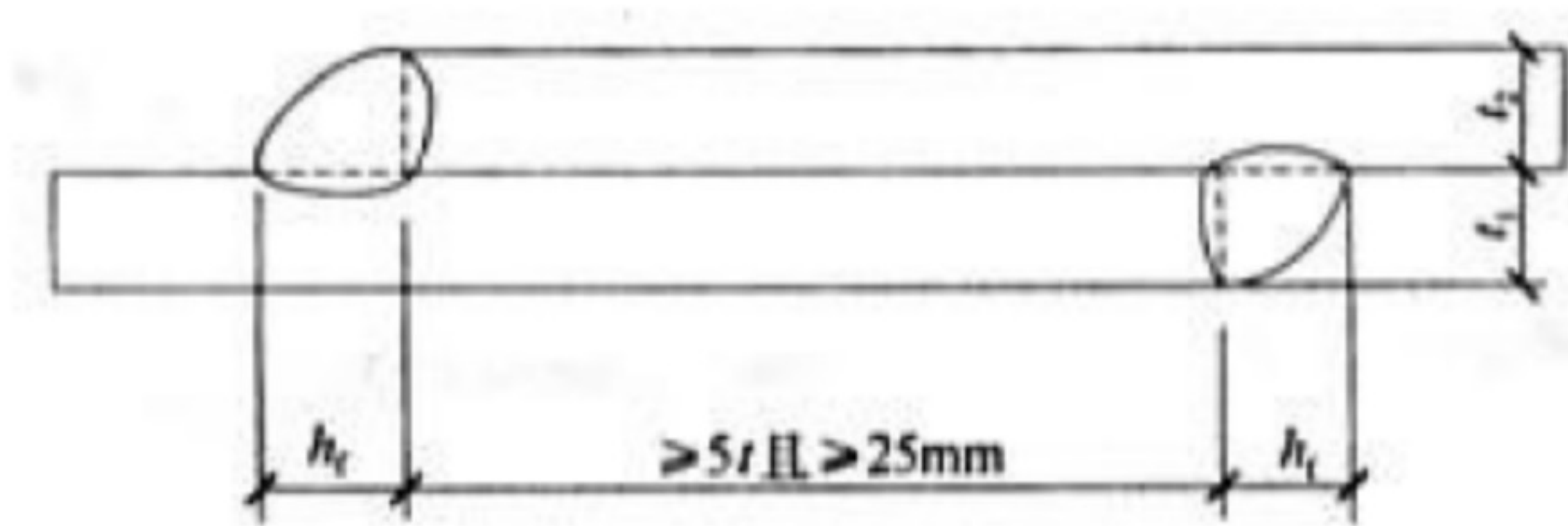


图 11.3.6-1 搭接连接双角焊缝的要求

$t=t_1$ 和 t_2 中较小者； h_f —焊脚尺寸，按设计要求

2 只采用纵向角焊缝连接型钢杆件端部时，型钢杆件的宽度不应大于 200mm，当宽度大于 200mm 时，应加横向角焊缝或中间塞焊；型钢杆件每一侧纵向角焊缝的长度不应小于型钢杆件的宽度。

3 型钢杆件搭接连接采用围焊时，在转角处应连续施焊。杆件端部搭接角焊缝作绕焊时，绕焊长度不应小于焊脚尺寸的 2 倍，并应连续施焊。

4 搭接焊缝沿母材棱边的最大焊脚尺寸，当板厚不大于 6mm 时，应为母材厚度，当板厚大于 6mm 时，应为母材厚度减去 1mm~2mm（图 11.3.6-2）。

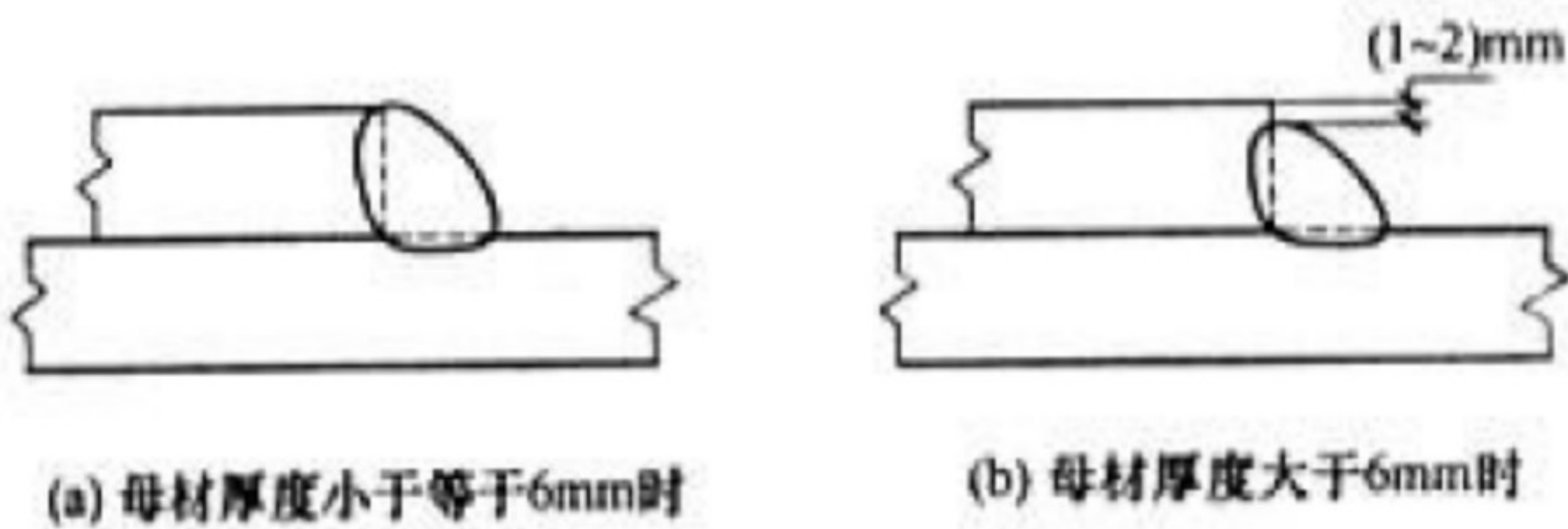


图 11.3.6-2 搭接焊缝沿母材棱边的最大焊脚尺寸

5 用搭接焊缝传递荷载的套管连接可只焊一条角焊缝，其管材搭接长度 L 不应小于 5 (t_1+t_2) ，且不应小于 25mm。搭接焊缝焊脚尺寸应符合设计要求（图 11.3.6-3）。

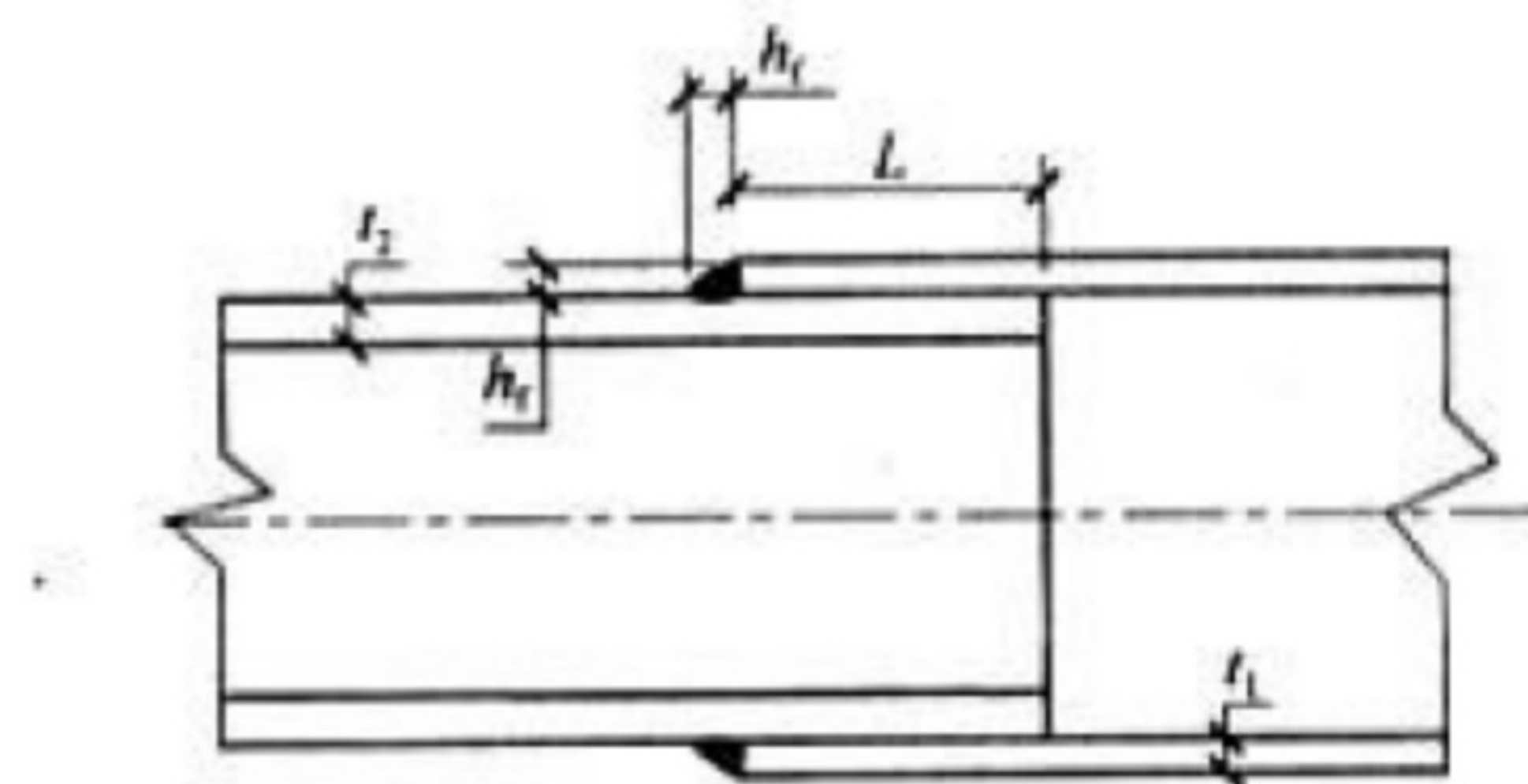


图 11.3.6-3 管材套管连接的搭接焊缝最小长度

h_f 焊脚尺寸, 按设计要求

11.3.7 塞焊和槽焊焊缝的尺寸、间距、焊缝高度应符合下列规定:

- 1 塞焊和槽焊的有效面积应为贴合面上圆孔或长槽孔的标称面积。
- 2 塞焊焊缝的最小中心间隔应为孔径的 4 倍, 槽焊焊缝的纵向最小间距应为槽孔长度的 2 倍, 垂直于槽孔长度方向的两排槽孔的最小间距应为槽孔宽度的 4 倍。
- 3 塞焊孔的最小直径不得小于开孔板厚度加 8mm, 最大直径应为最小直径加 3mm 和开孔件厚度的 2.25 倍两值中较大者。槽孔长度不应超过开孔件厚度的 10 倍, 最小及最大槽宽规定应与塞焊孔的最小及最大孔径规定相同。
- 4 塞焊和槽焊的焊缝高度应符合下列规定:
 - 1) 当母材厚度不大于 16mm 时, 应与母材厚度相同;
 - 2) 当母材厚度大于 16mm 时, 不应小于母材厚度的一半和 16mm 两值中较大者。

5 塞焊焊缝和槽焊焊缝的尺寸应根据贴合面上承受的剪力计算确定。

11.3.8 在次要构件或次要焊接连接中, 可采用断续角焊缝。断续角焊缝焊段的长度不得小于 $10h_f$ 或 50mm, 其净距不应大于 $15t$ (对受压构件) 或 $30t$ (对受拉构件), t 为较薄焊件厚度。腐蚀环境中不宜采用断续角焊缝。

11.4 紧固件连接计算

11.4.1 普通螺栓、锚栓或铆钉的连接承载力应按下列规定计算:

1 在普通螺栓或铆钉受剪连接中, 每个螺栓的承载力设计值应取受剪和承压承载力设计值中的较小者。受剪和承压承载力设计值应分别按式 (11.4.1-1)、式 (11.4.1-2) 和式 (11.4.1-3)、式 (11.4.1-4) 计算。

普通螺栓:
$$N_v^b = n_v \frac{\pi d^2}{4} f_v^b \quad (11.4.1-1)$$

铆钉:
$$N_v^r = n_v \frac{\pi d_0^2}{4} f_v^r \quad (11.4.1-2)$$

普通螺栓:
$$N_c^b = d \sum t f_c^b \quad (11.4.1-3)$$

铆钉:
$$N_c^r = d_0 \sum t f_c^r \quad (11.4.1-4)$$

式中: n_v ——受剪面数目;

d ——螺杆直径 (mm);

d_0 ——铆钉孔直径 (mm);

$\sum t$ ——在不同受力方向中一个受力方向承压构件总厚度的较小值 (mm);

f_v^b 、 f_c^b ——螺栓的抗剪和承压强度设计值 (N/mm²);

f_v^r 、 f_c^r ——铆钉的抗剪和承压强度设计值 (N/mm²)。

2 在普通螺栓、锚栓或铆钉杆轴向方向受拉的连接中, 每个普通螺栓、锚栓或铆钉的承载力设计值应按下列公式计算:

普通螺栓
$$N_t^b = \frac{\pi d_e^2}{4} f_t^b \quad (11.4.1-5)$$

锚栓
$$N_t^a = \frac{\pi d_e^2}{4} f_t^a \quad (11.4.1-6)$$

铆钉
$$N_t^r = \frac{\pi d_0^2}{4} f_t^r \quad (11.4.1-7)$$

式中: d_e ——螺栓或锚栓在螺纹处的有效直径 (mm);

f_t^b 、 f_t^a 、 f_t^r ——普通螺栓、锚栓和铆钉的抗拉强度设计值 (N/mm²)。

3 同时承受剪力和杆轴方向拉力的普通螺栓和铆钉, 其承载力应分别符合下列公式的要求:

普通螺栓

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^b}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2} \leq 1.0 \quad (11.4.1-8)$$

$$N_v \leq N_c^b \quad (11.4.1-9)$$

铆钉

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^r}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^r}\right)^2} \leq 1.0 \quad (11.4.1-10)$$

$$N_v \leq N_c^r \quad (11.4.1-11)$$

式中： N_v 、 N_t ——分别为某个普通螺栓所承受的剪力和拉力（N）；

N_v^b 、 N_t^b 、 N_c^b ——一个普通螺栓的抗剪、抗拉和承压承载力设计值（N）；

N_v^r 、 N_t^r 、 N_c^r ——一个铆钉抗剪、抗拉和承压承载力设计值（N）。

11.4.2 高强度螺栓摩擦型连接应按下列规定计算：

- 1 在受剪连接中，每个高强度螺栓的承载力设计值按下式计算：

$$N_v^b = 0.9k n_f \mu P \tag{11.4.2-1}$$

式中： N_v^b ——一个高强度螺栓的受剪承载力设计值（N）；

k ——孔型系数，标准孔取 1.0；大圆孔取 0.85；内力与槽孔长向垂直时取 0.7；内力与槽孔长向平行时取 0.6；

n_f ——传力摩擦面数目；

μ ——摩擦面的抗滑移系数，可按表 11.4.2-1 取值；

P ——一个高强度螺栓的预拉力设计值（N），按表 11.4.2-2 取值。

- 2 在螺栓杆轴方向受拉的连接中，每个高强度螺栓的承载力应按下式计算：

$$N_t^b = 0.8P \tag{11.4.2-2}$$

- 3 当高强度螺栓摩擦型连接同时承受摩擦面间的剪力和螺栓杆轴方向的外拉力时，承载力应符合下式要求：

$$\frac{N_v}{N_v^b} + \frac{N_t}{N_t^b} \leq 1.0 \tag{11.4.2-3}$$

式中： N_v 、 N_t ——分别为某个高强度螺栓所承受的剪力和拉力（N）；

N_v^b 、 N_t^b ——一个高强度螺栓的受剪、受拉承载力设计值（N）。

表 11.4.2-1 钢材摩擦面的抗滑移系数 μ

连接处构件接触面的处理方法	构件的钢材牌号		
	Q235 钢	Q345 钢或 Q390 钢	Q420 钢或 Q460 钢
喷硬质石英砂或铸钢棱角砂	0.45	0.45	0.45
抛丸（喷砂）	0.40	0.40	0.40
钢丝刷清除浮锈或未经处理的干	0.30	0.35	—

净轧制面			
------	--	--	--

- 注：1 钢丝刷除锈方向应与受力方向垂直。
- 2 当连接构件采用不同钢材牌号时， μ 按相应较低强度者取值。
- 3 采用其他方法处理时，其处理工艺及抗滑移系数值均需经试验确定。

表 11.4.2-2 一个高强度螺栓的预拉力设计值 $P(\text{kN})$

螺栓的承载性能等级	螺栓公称直径 (mm)					
	M16	M20	M22	M24	M27	M30
8.8 级	80	125	150	175	230	280
10.9 级	100	155	190	225	290	355

11.4.3 高强度螺栓承压型连接应按下列规定计算：

- 1 承压型连接的高强度螺栓预拉力 P 的施拧工艺和设计值取值应与摩擦型连接高强度螺栓相同；
- 2 承压型连接中每个高强度螺栓的受剪承载力设计值，其计算方法与普通螺栓相同，但当计算剪切面在螺纹处时，其受剪承载力设计值应按螺纹处的有效截面积进行计算；
- 3 在杆轴受拉的连接中，每个高强度螺栓的受拉承载力设计值的计算方法与普通螺栓相同；
- 4 同时承受剪力和杆轴方向拉力的承压型连接，承载力应符合下列公式的要求：

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^b}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2} \leq 1.0 \tag{11.4.3-1}$$

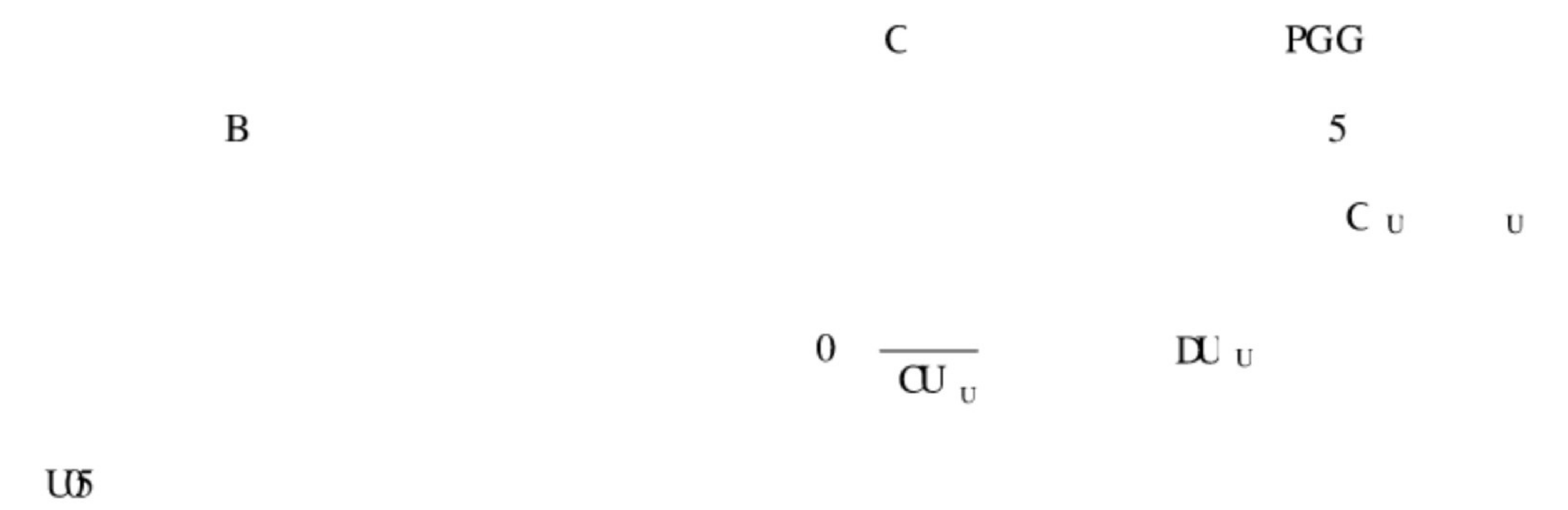
$$N_v \leq N_c^b / 1.2 \tag{11.4.3-2}$$

式中： N_v 、 N_t ——所计算的某个高强度螺栓所承受的剪力和拉力；

N_v^b 、 N_t^b 、 N_c^b ——一个高强度螺栓按普通螺栓计算时的受剪、受拉和承压承载力设计值；

11.4.4 在下列情况的连接中，螺栓或铆钉的数目应予增加：

- 1 一个构件借助填板或其他中间板与另一构件连接的螺栓（摩擦型连接的高强度螺栓除外）或铆钉数目，应按计算增加 10%。
- 2 当采用搭接或拼接板的单面连接传递轴心力，因偏心引起连接部位发生弯曲时，螺栓（摩擦型连接的高强度螺栓除外）数目应按计算增加 10%。
- 3 在构件的端部连接中，当利用短角钢连接型钢（角钢或槽钢）的外伸肢以缩短连接长度时，在短角钢两肢中的一肢上，所用的螺栓或铆钉数目应按计算增加 50%。



紧固件连接构造要求

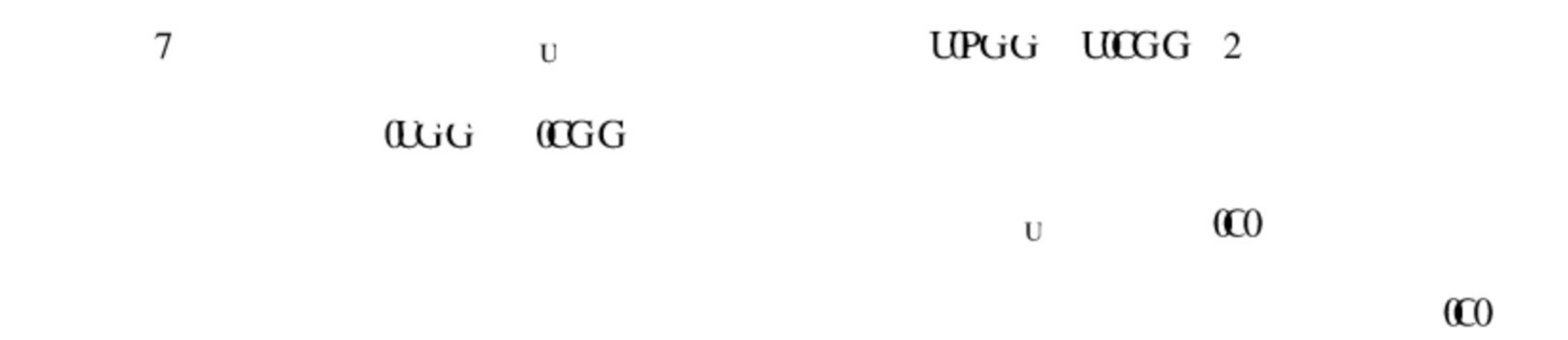


表 高强度螺栓连接的孔型尺寸匹配（ ）

			S P	S D	S PU	S PP	S Pt	S P5	S aU
			aC	5C	PP	Pt	PD	aU	aa
			D	PU	Pt	Pn	aU	aC	an
			aC	5C	PP	Pt	PD	aU	aa
			PP	aU	a5	tU	tC	CU	CC



表 螺栓或铆钉的孔距、边距和端距容许值

				n _U P	a _U
				D _U Pt	
				P _U n	

				t u n	P u
					℄ u
					ℙ u

u

P

al

dtGG u

℄(ℙP

U f U

UB

P

销轴连接

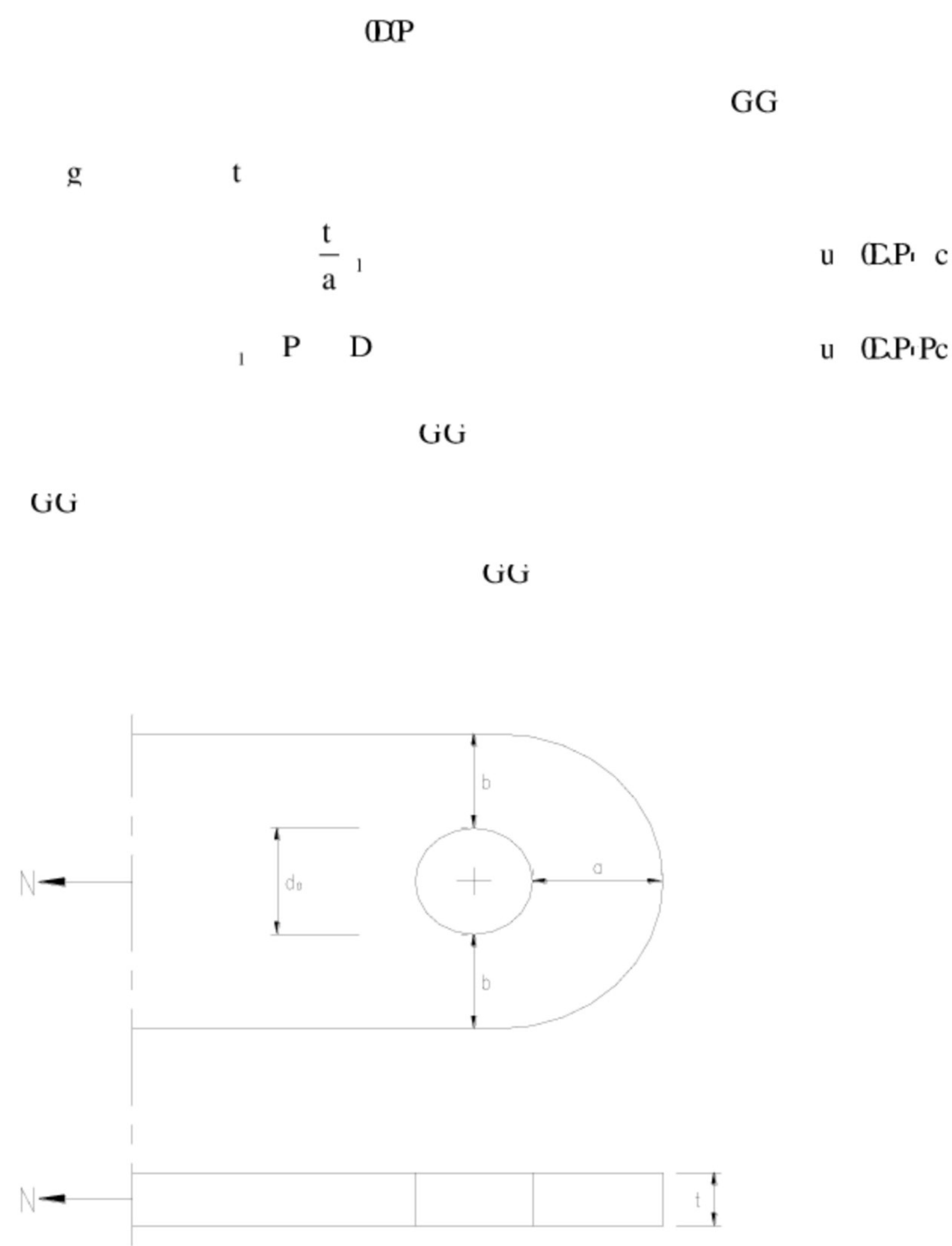
oatC oaeU otPU

tC

aC2sS i tU2s

PUGG

U5



σ_P

$u(\sigma_a, c)$

\overline{P}

$u(\sigma_a, Pc)$

$G8 \quad P \quad D8 \quad \frac{u}{a}$

$u(\sigma_a, ac)$

$\overline{P} \quad \frac{P_u}{a}$

$u(\sigma_a, tc)$

$\overline{P} <$

u_h

$$\sqrt{u_{\text{UgPc}}^{\text{P}}+u_{\text{UgPc}}^{\text{P}}}$$

>

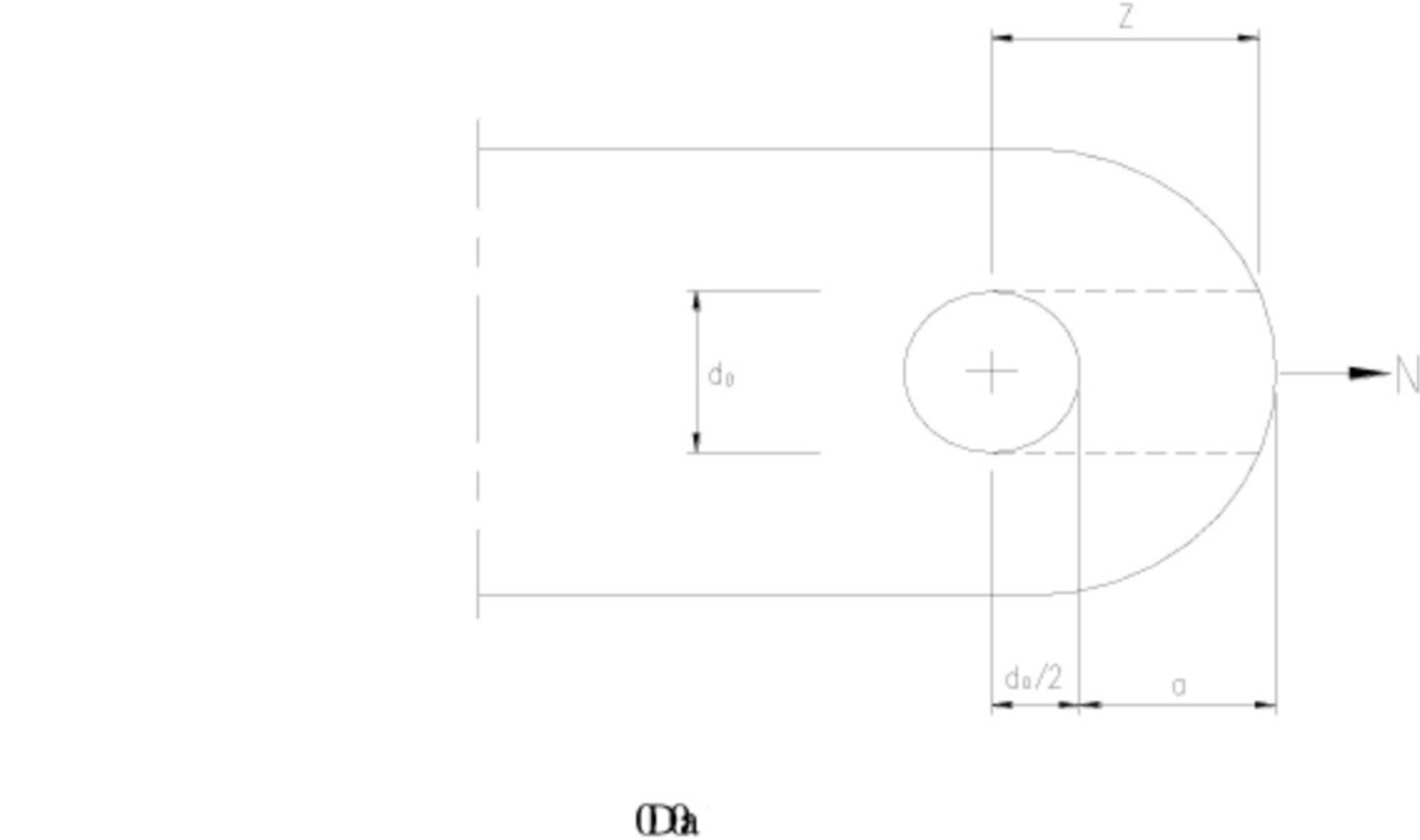
u Δa·Cc

$$\frac{GG}{GG}$$

>/GG^P

$$\frac{\Delta a}{GG}$$

>/GG^P



图a

$$l_1 = l_1^l$$

u Δt·c

$$l_1 = \frac{P}{t} < l_1^l$$

u Δt·Pc

$$l_1 = \frac{a}{aP} < l_1^l$$

u Δt·ac

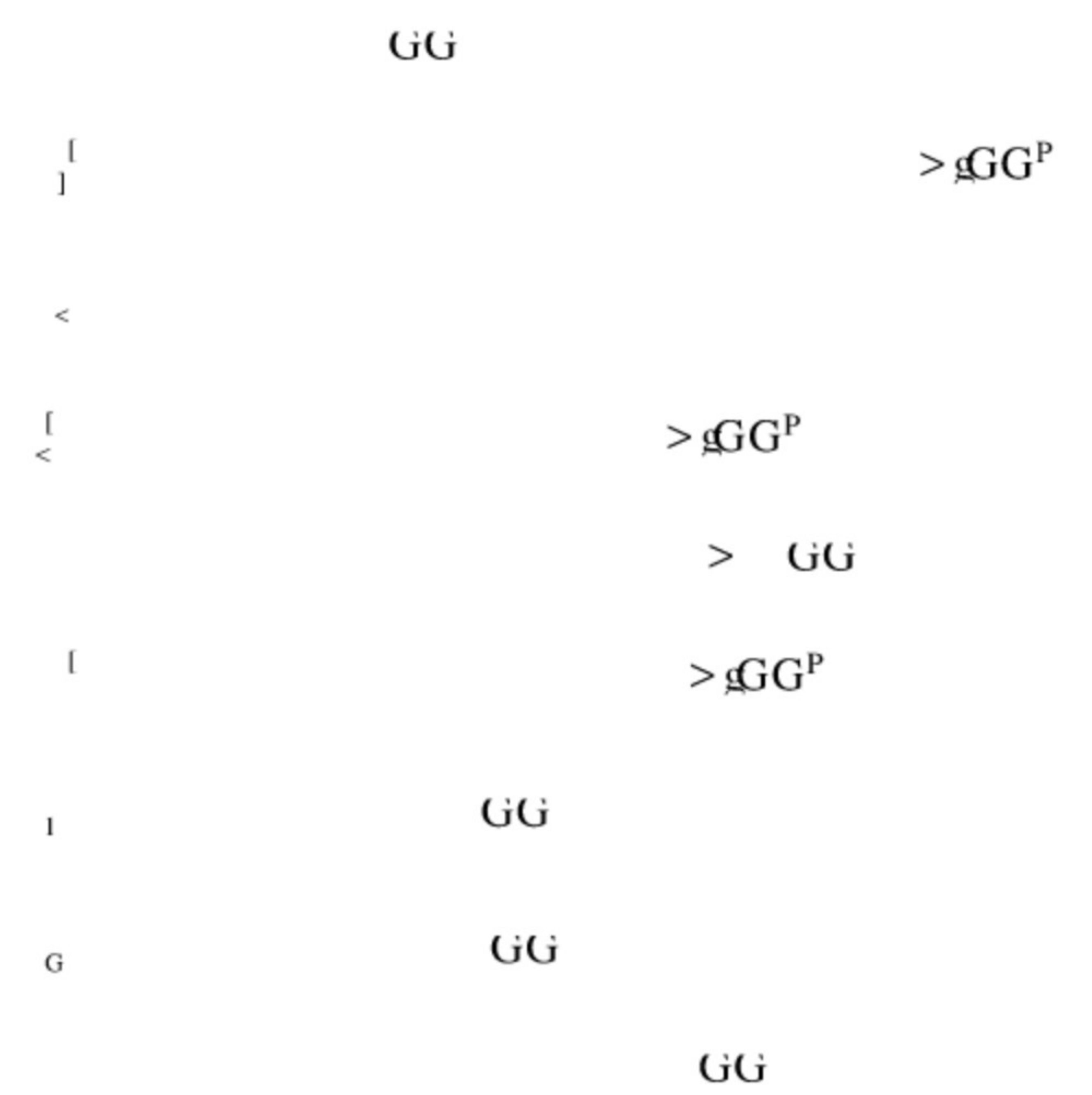
$$\frac{P}{n} P_1 = G \cdot t$$

u Δt·tc

$$\sqrt{\frac{f}{l}^P + \frac{f}{l}^P} \omega$$

u_e

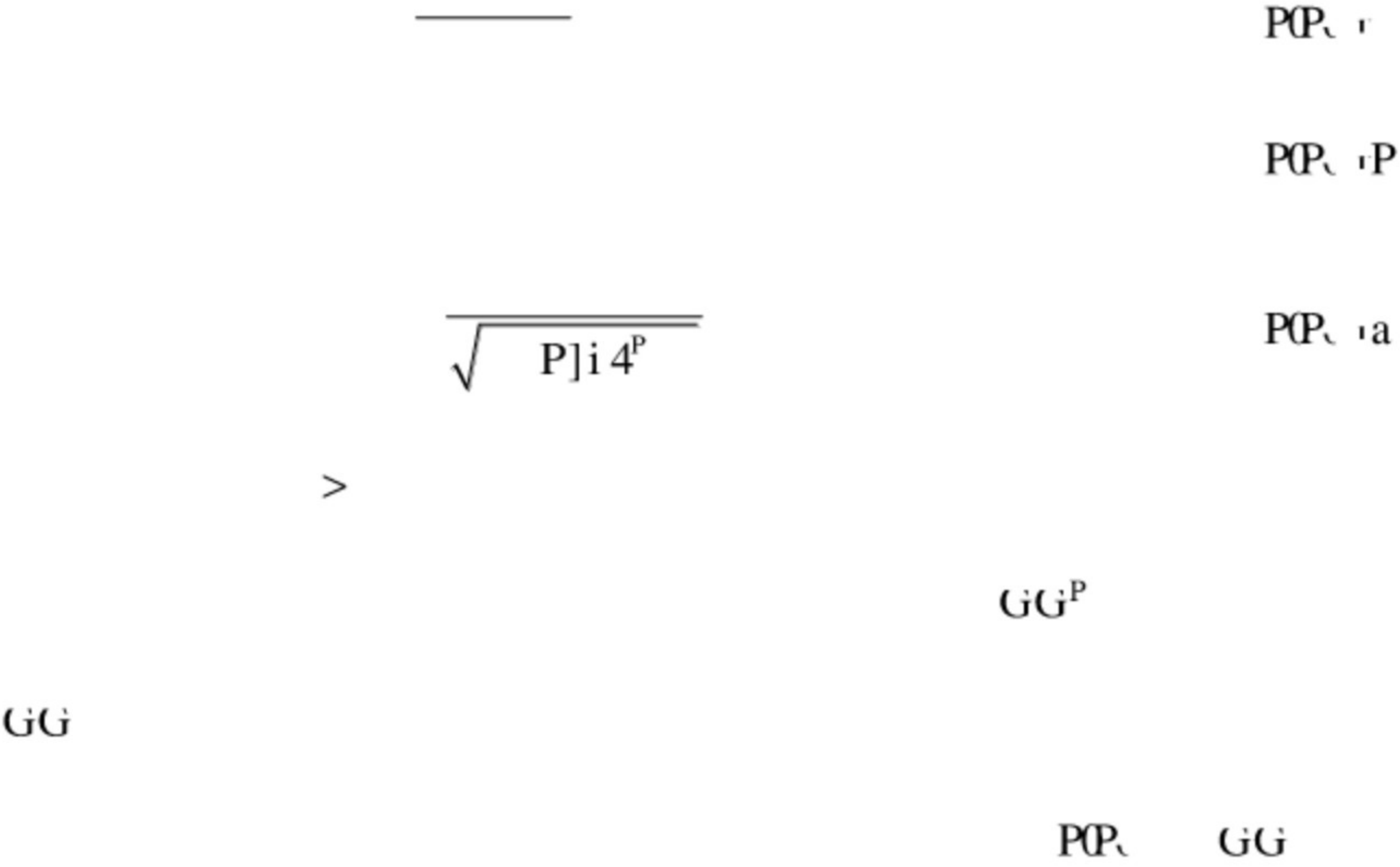
u Δt·Cc

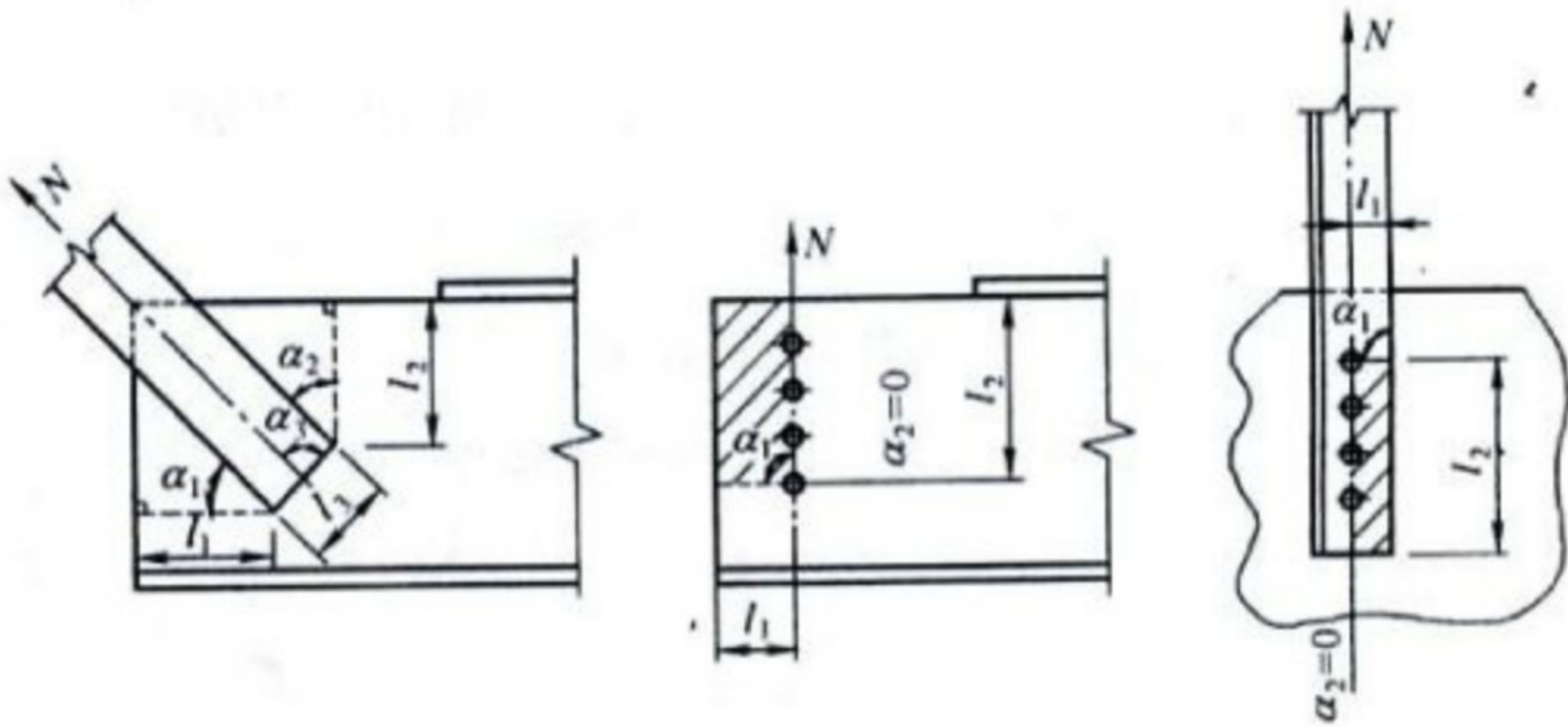


钢管法兰连接构造

节 点
一般规定

连接板节点





6 [1

PP0

9 9

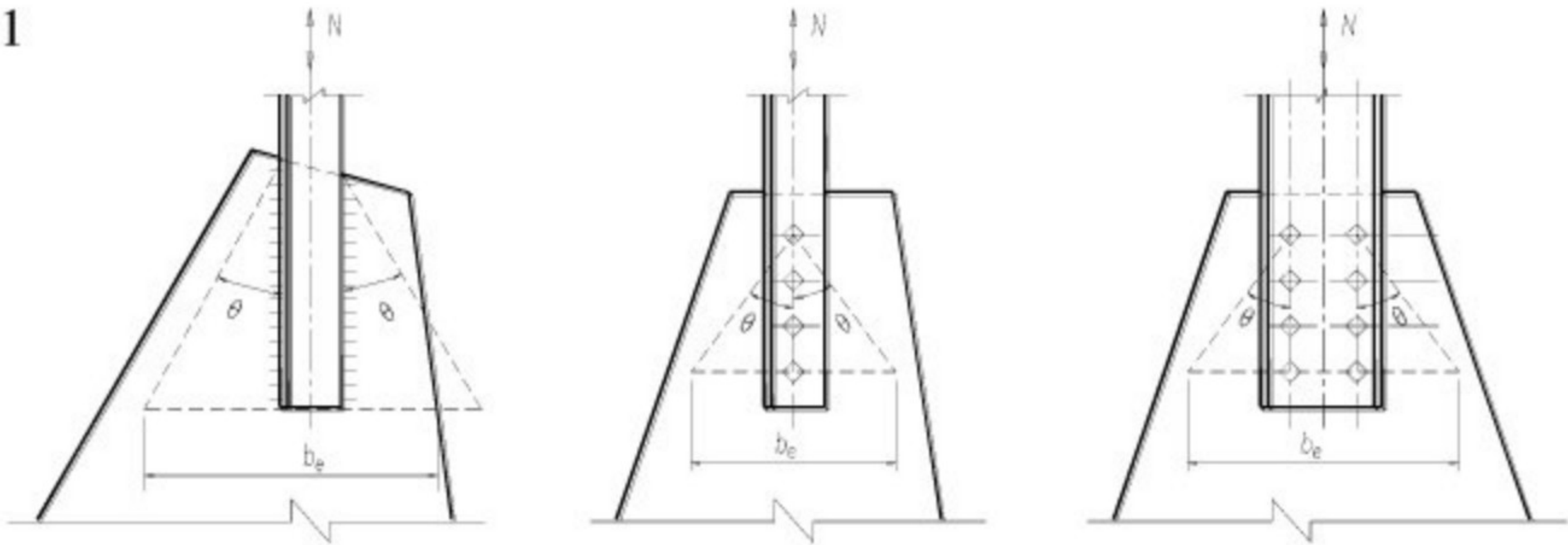
PP,

PP,P

—
1

PP,P GG

t GG



u6c . u7c u7c

aU PP

PP,P

/ C A

g PP

/ U U0h

/ U A g 50C

PP, PPQh

P

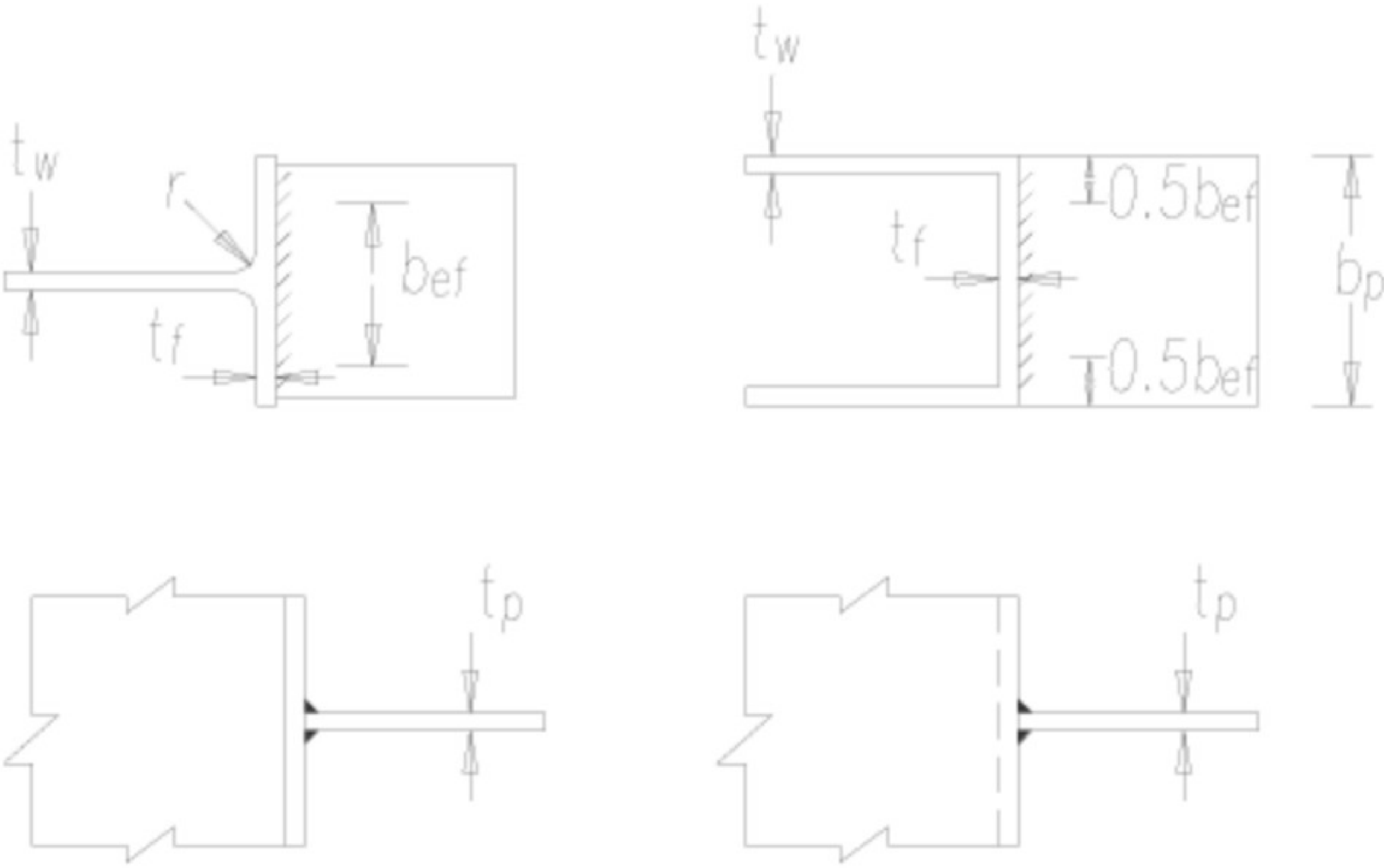
C²

$aU^F \quad DU^F$

$F \quad DU$

H

9



6 9 H [

PPCC 9

H

PPCC 6

$I \quad J \quad P \quad C_F$

PPCC

$\frac{F}{v} \quad \frac{Kl}{Kv} \quad \Omega$

PPCC·P

1 9

GG

Kl

$> \sigma_{GG}^P$

Kv

$> \sigma_{GG}^P$

J

GG

F

GG

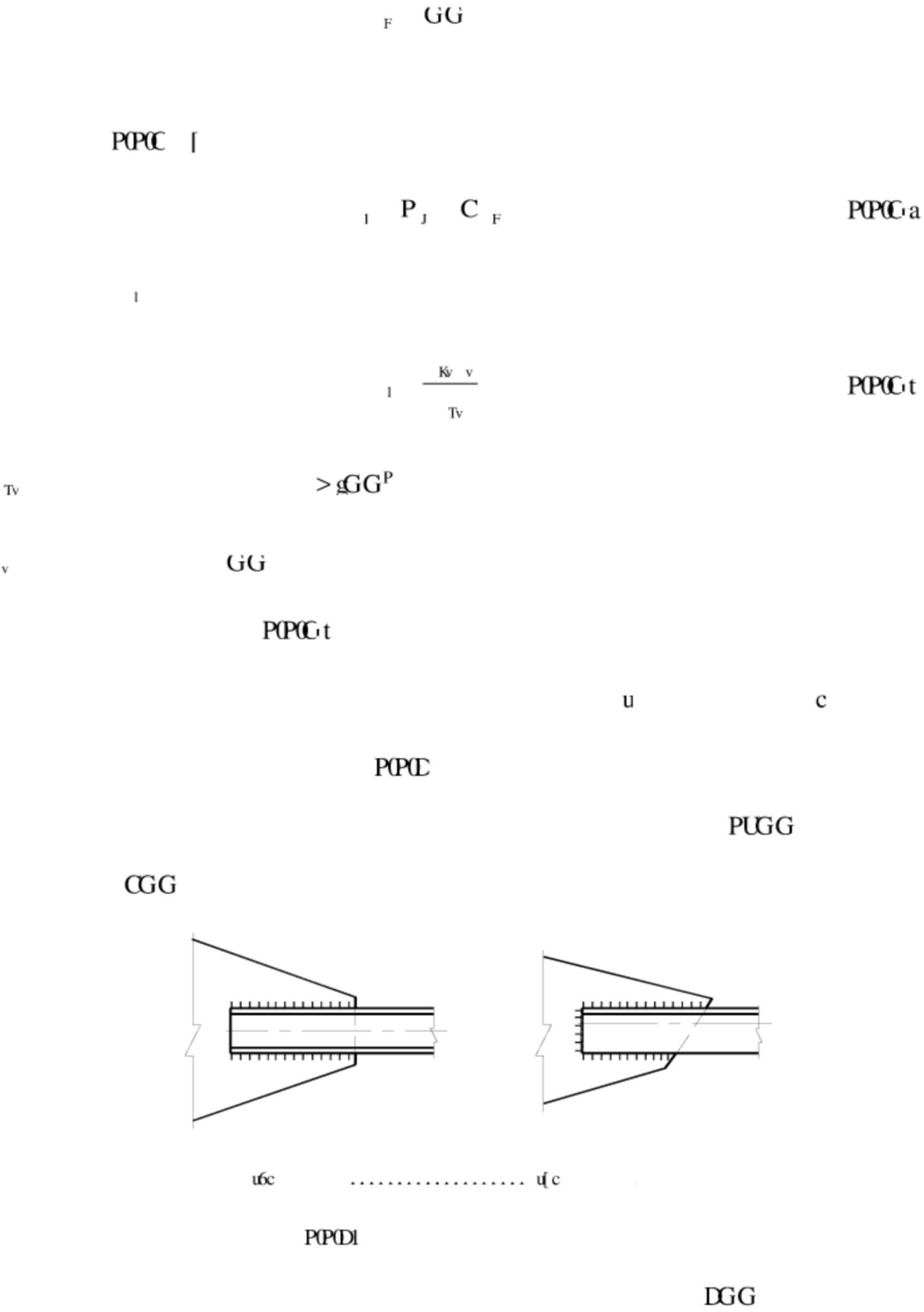
v

GG

H

H

a



梁柱连接节点

J	GG	
l	GG	
l	GG	
v4	>gGG ^P	
	v4	-34
c	$\frac{t}{a} <$	
Pc	$\frac{5}{a} C <$	
ac	$<$	
t c	$\frac{U}{v4}$	$\frac{U}{-34}$
	$\sqrt{\frac{P}{}}$	
	PQa,a	H
c		UGG
Pc		
		P
ac		
	9	H
J		
J	$\frac{H}{l}$	u PQa,c
J	$\frac{1}{aU}$	u PQa,Pc
l	F C _K	u PQa,ac
J		
J	$U\sqrt{\frac{F_y}{l}}$	u PQa,t c
	D	

Н	GG ^P	
[]		>gGG ^P
l		
	GG	
K		
		GG
F	GG	
]]	GG	
.3		
By	GG ^P	
H		
	PCGG DGG	
		aDGG
c		
Pc		9
	H	
ac		9
	DGG	

t c

PQaQa

.COP

铸钢节点

$$\sqrt{\frac{P}{P}} \quad \begin{matrix} P & P & P & P \\ P & P & a & a & P \end{matrix} \quad F$$

P.t J

P a

F

Fb Ø

Fb U

0

Fb 0

A7 Ø5DCe

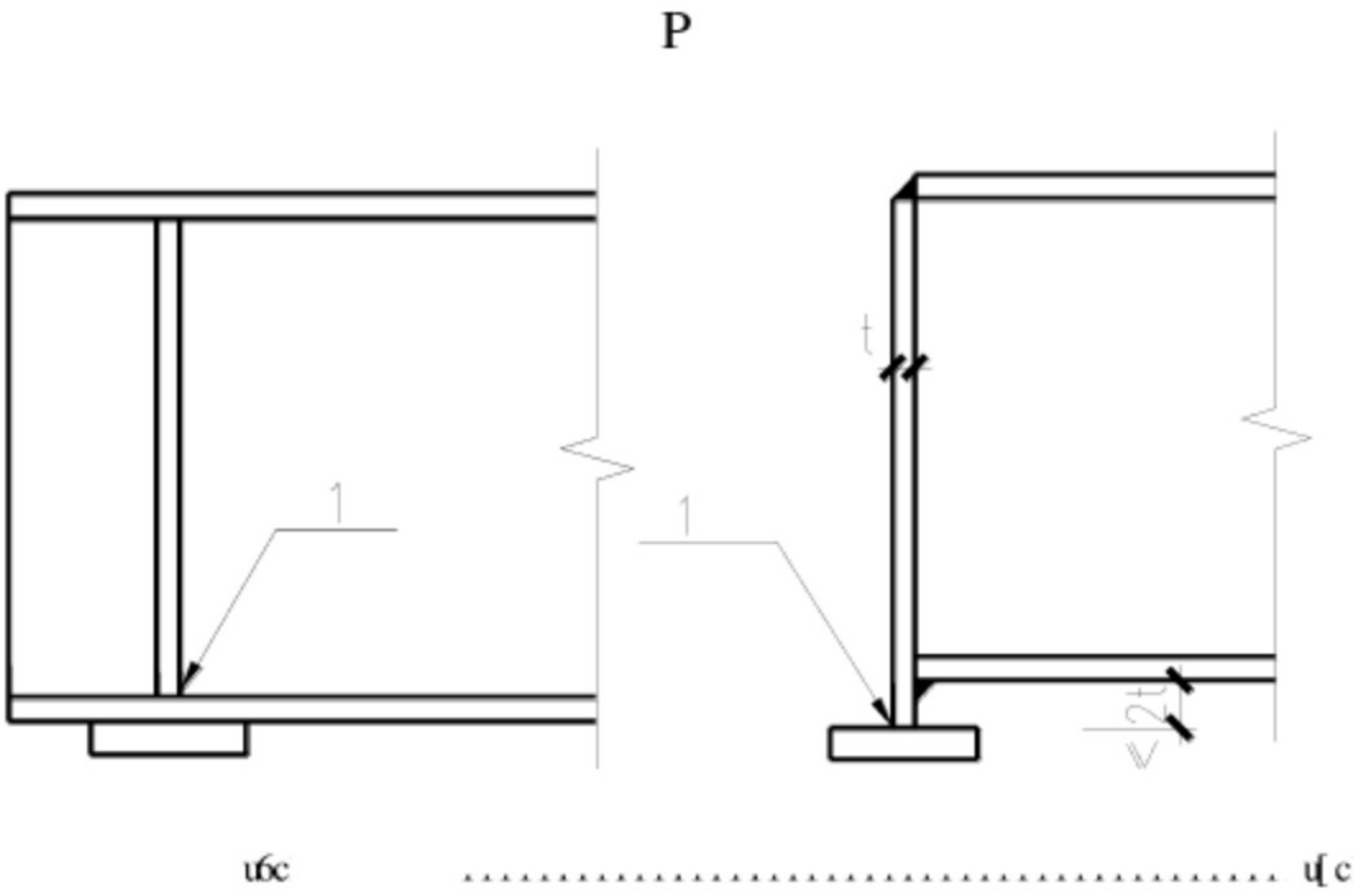
αGG

gC

预应力索节点

支座

PGG



P000 1

PCLP6

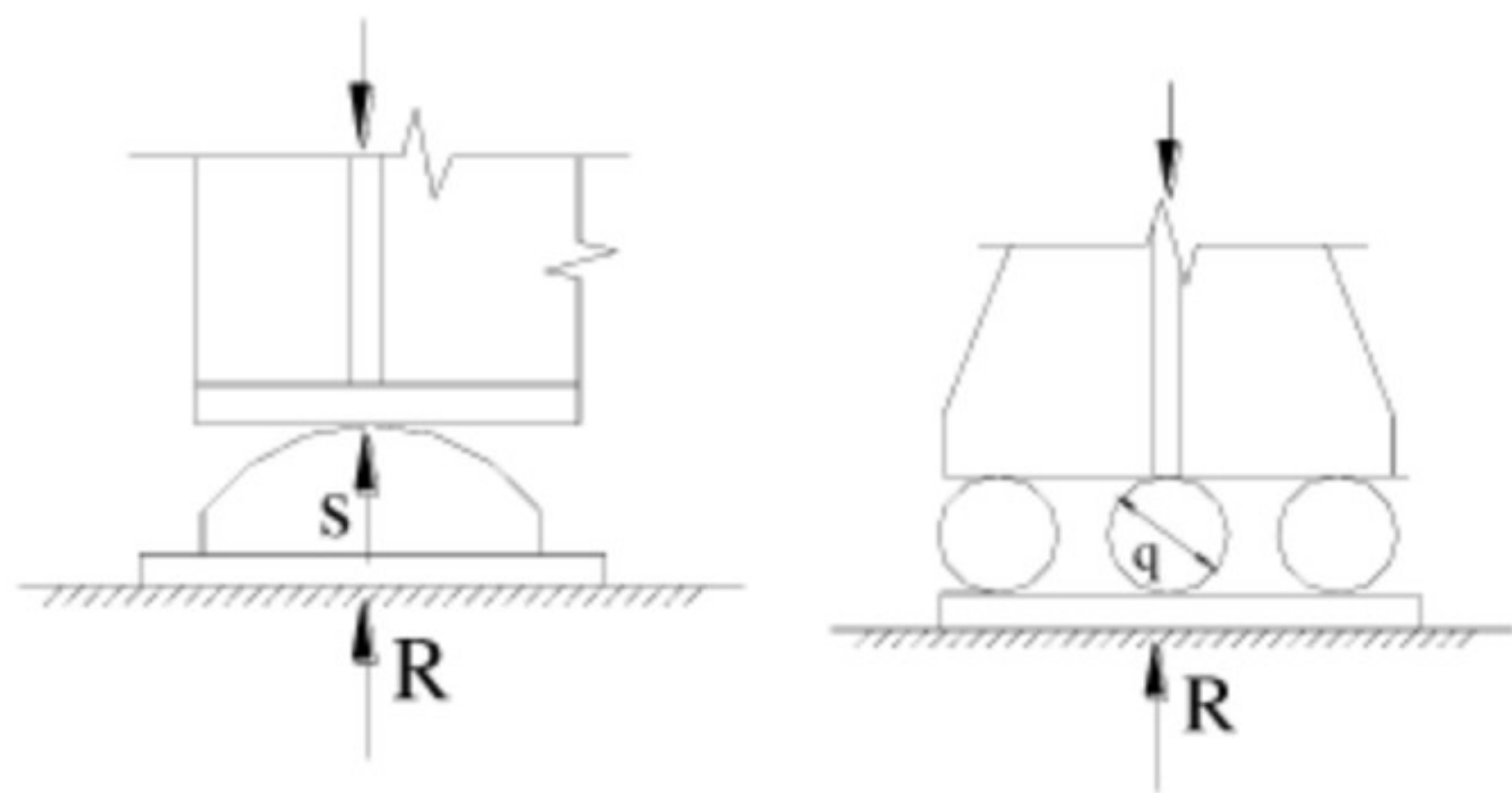
PCLP1

t U P/

PCLP

P

e



u6c

u7c

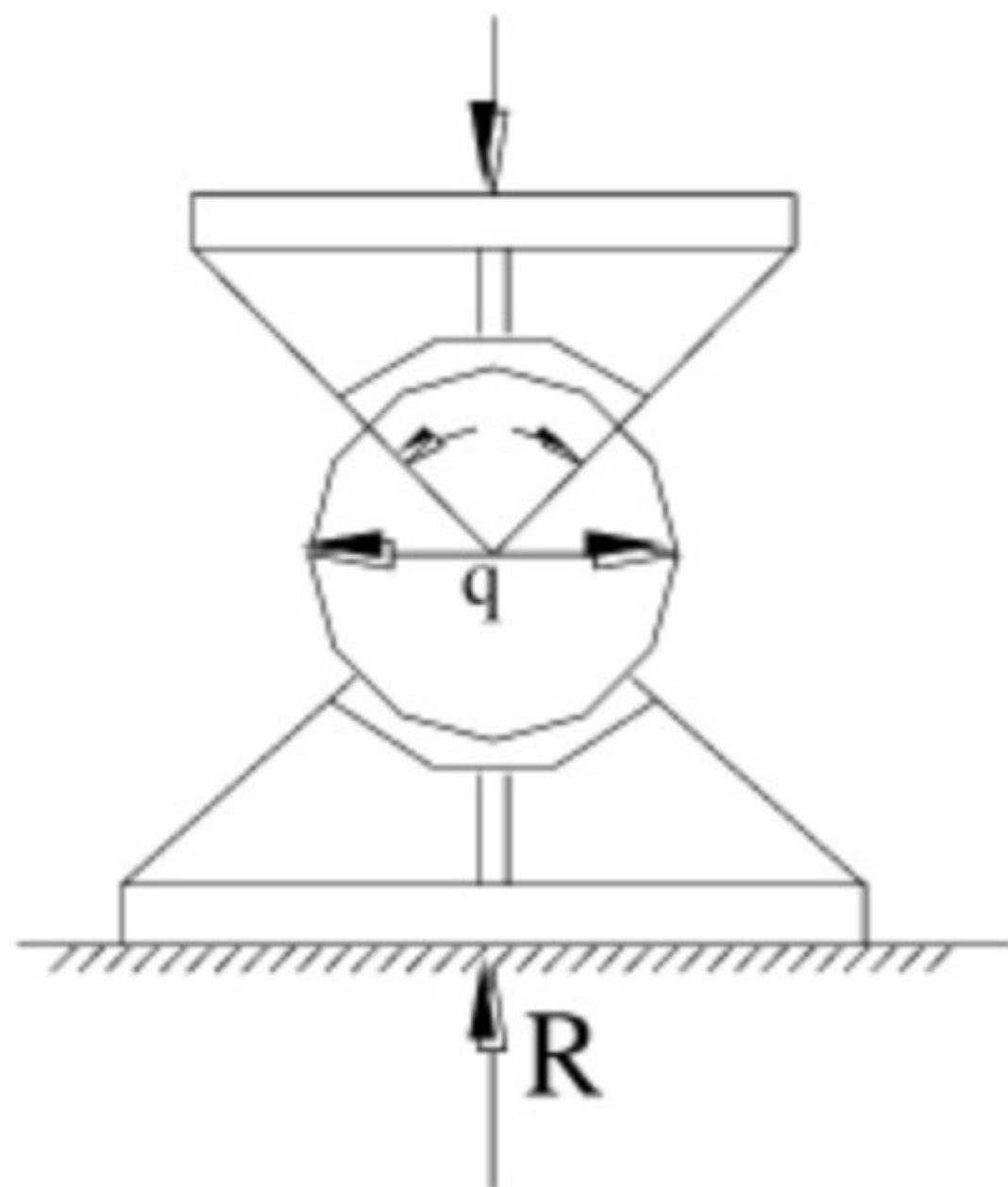
P0DP

P0La

eU

P

P0La



P0La

P t

PUGG

PU

柱脚

CB

Ua

P5.5

H

DUGG

nUGG

aUB

2 aU

H

P

PCC

PUB

UB

DGG

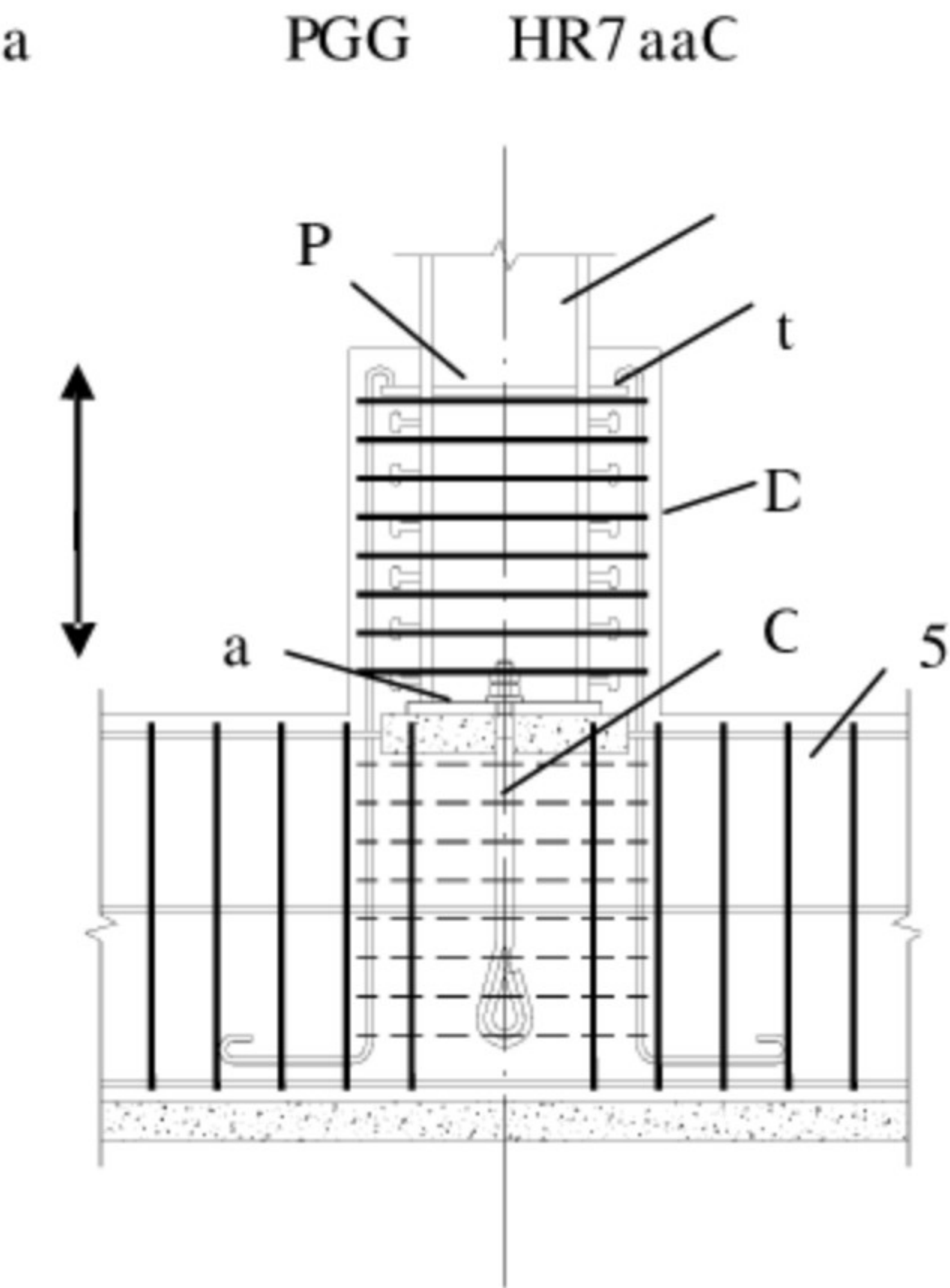
P

DGG PU

D

A7 KU U PC

UGG



P5.5

P a t C

D 5 M

A7 KU U

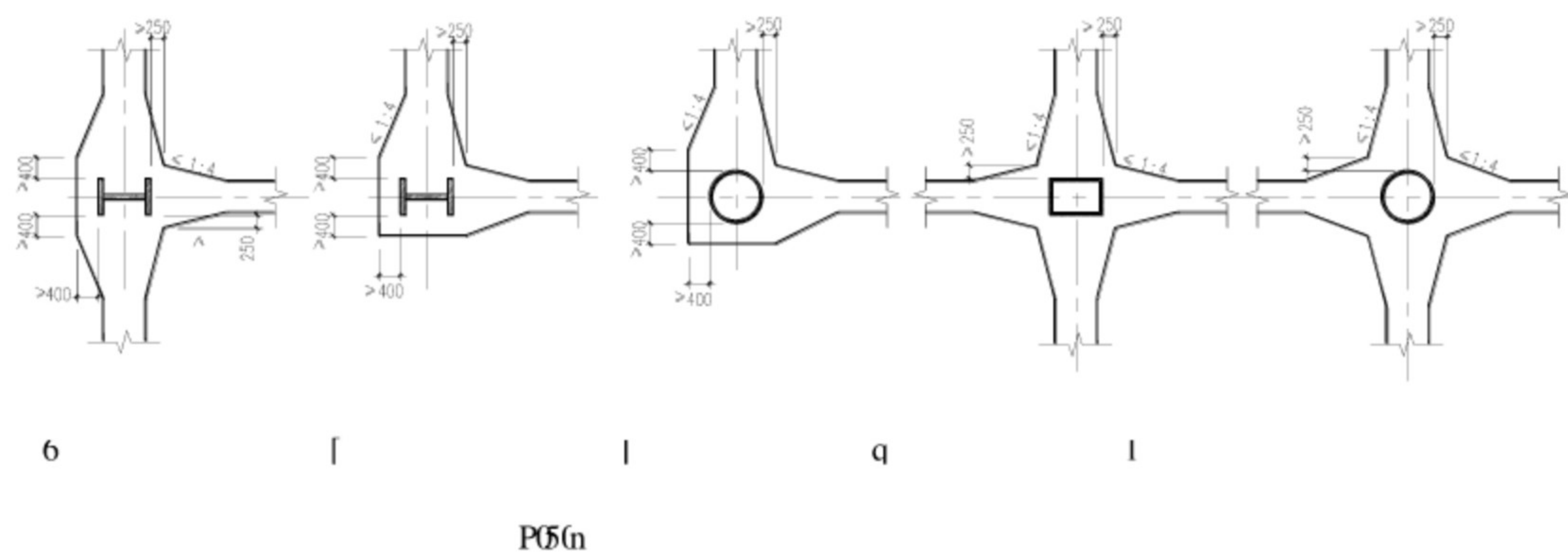
P5.m t UGG

PCUGG

ht I

PP

P5.5



P.5. U

H

$$\frac{1}{F} - \frac{P}{F^P} - \frac{1}{P} \sqrt{\frac{P}{F} - \frac{t}{F^P} C^P - \frac{t^P}{F^P P}} \quad (1)$$

$$\frac{P}{P} \sqrt{\frac{P}{u} \frac{t}{P} C^P \frac{t}{P} \frac{P}{P}} \quad \text{Un}$$

$$> \quad \text{GG} \quad >$$

GG

F GG

GG

1

A7 KUU U

$\geq \mathbf{g} \mathbf{G} \mathbf{G}^{\mathbf{P}}$

P.5. U

PO5(e

$$y$$

P.5. U

Pa

u Ue P.5、UP

y

P.5、UP

表 12. 7. 10 钢柱插入杯口的最小深度

G8	α ₁ α	UC ₁ α

1 H 1 1

Pl 1 1

a1 CUGG

gPU

H

CUGG

CUGG

A7 KUUS

钢管连接节点
一般规定

W^P

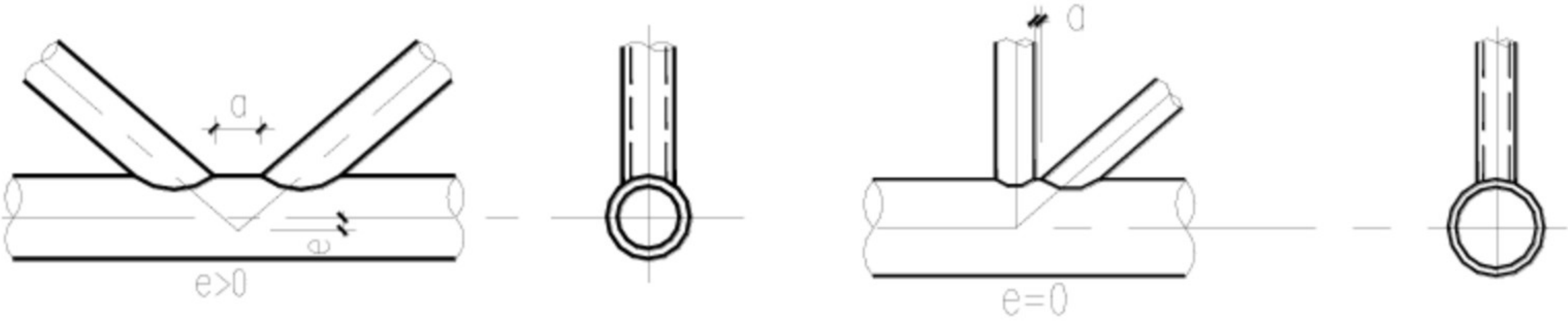
tU

$t0.5$

$a0$

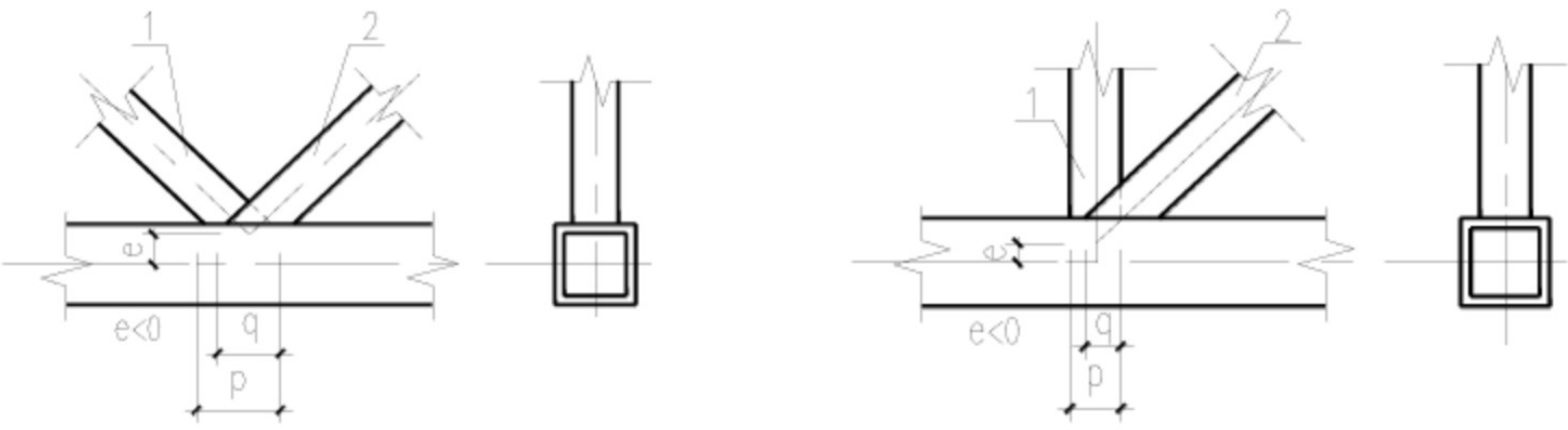
$a0$

$a0$



$u0.5$

$u0.5$



$u0.5$

p

$u0.5$

$>$

$a0 0.11p$

P

H

构造要求
 PC

aUE

UCC / / UPC a(P0

a(t

GG

uGGc

DGG

a(PP

PU

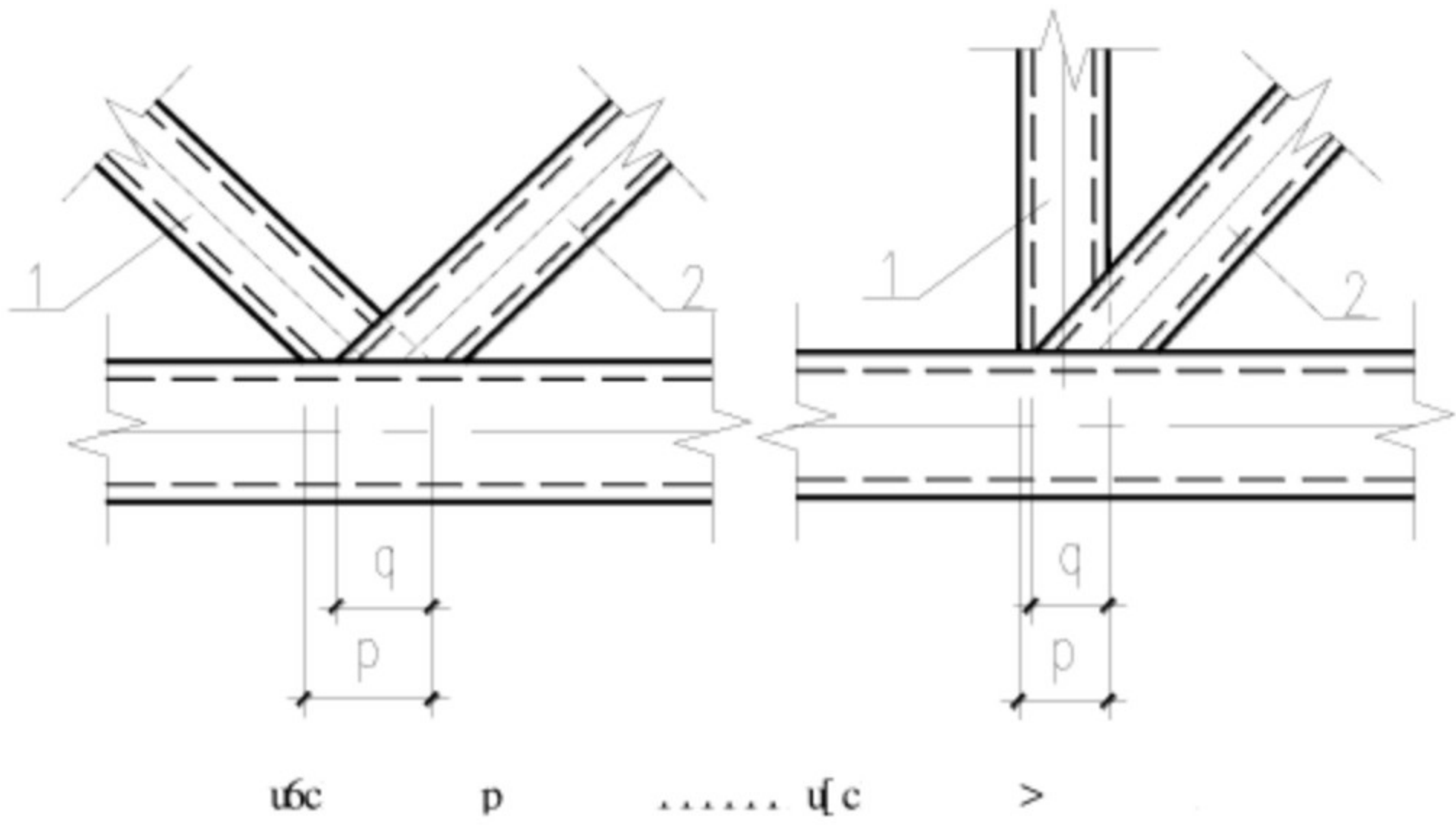
P

P

a(t 6 [

p > a(PP 6 [i< / UB

PCB i< UB



a(P(P1

P

PD

P a(PQ, 6 a(PQ,

[P

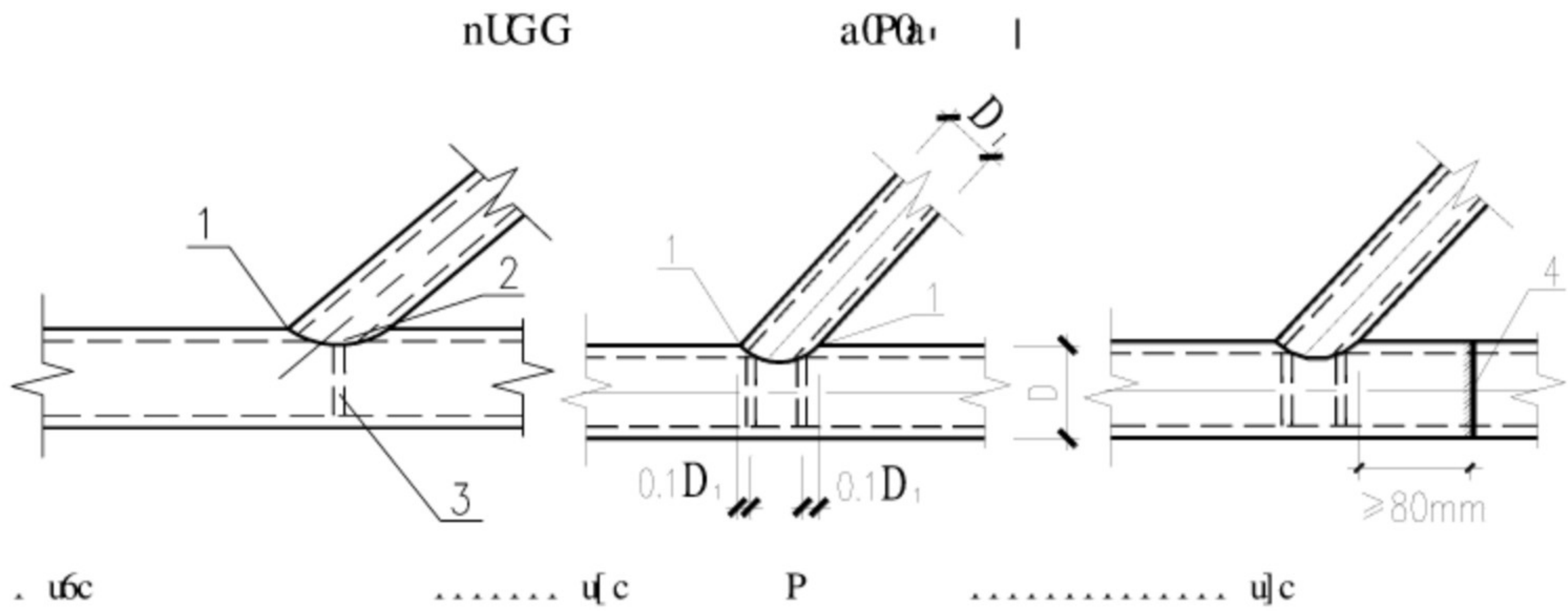
P

U0 a(PQ, [

P a(PQ, P

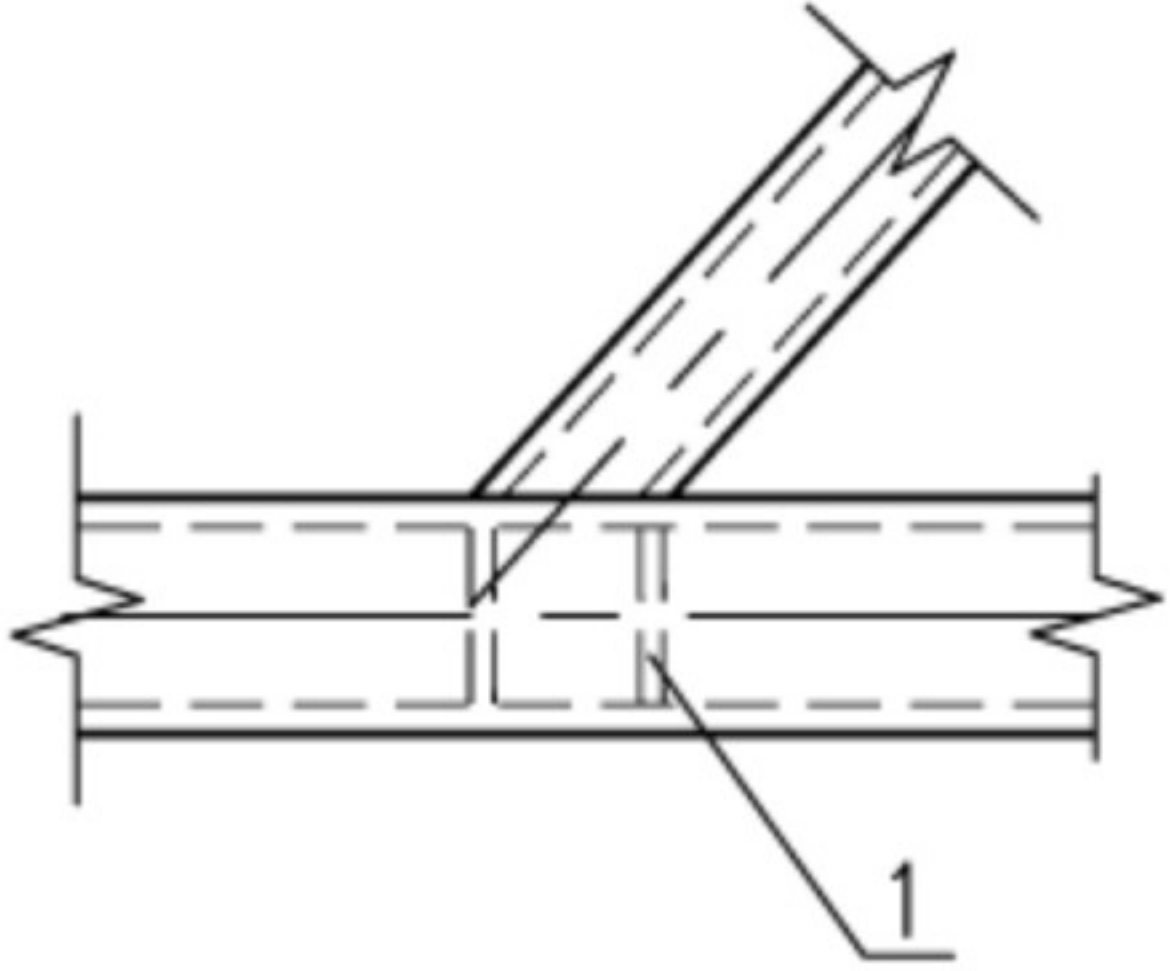
P_{ga} g U

C,



a(PQ, 1

P a t



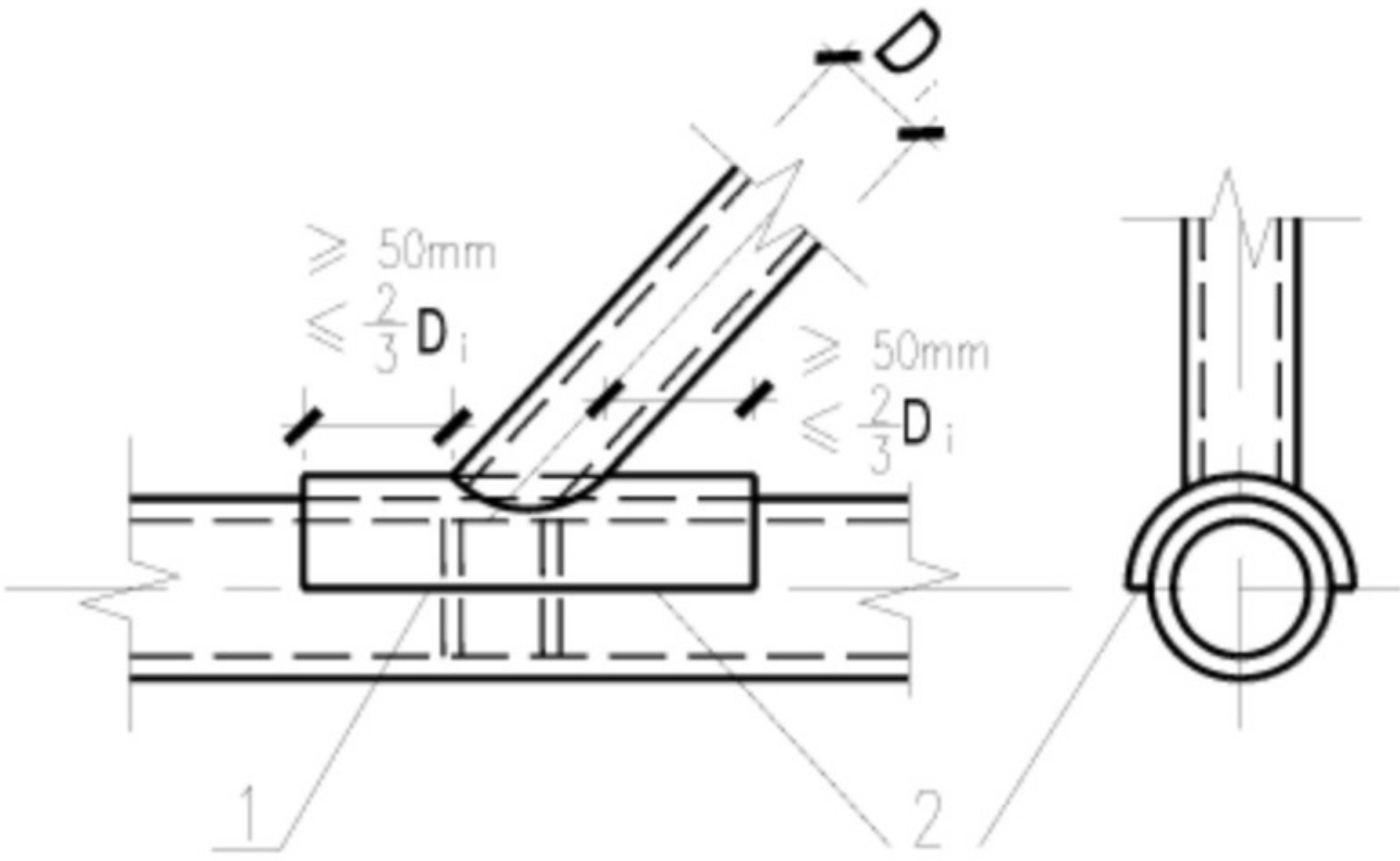
a(PQ, P1

a(P,t 6

UGG P_{ga} t GG

P5

a(P,t) [
v	v
P	
$9 \times k$	
v	$\frac{1}{48} \sqrt{v u_v} c$
p	
v	$\frac{1}{48} d d \frac{P}{p}$
v	GG
P	GG
GG	
P	P
GG	
$a(P,t), P$	$9 \times$
v	$\frac{1}{48}$
	$p >$





a(PQ 1

P

圆钢管直接焊接节点和局部加劲节点的计算

UP

 ω

w

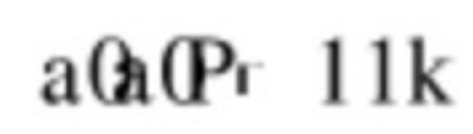
DU

aUN

DUN

PUN

k

 $\alpha\beta\gamma$ 

P

Pe

$$\sigma_k = \frac{C}{u \cdot U_n \cdot c48} \cdot P$$
$$/$$

u aQ(P, c

u aQ(P, Pc

$$- \frac{U_a - U_a}{K} \cdot P$$

u aQ(P, ac

u aQ(P, ac

GG

$$> \sigma_{GG}^P$$

GG

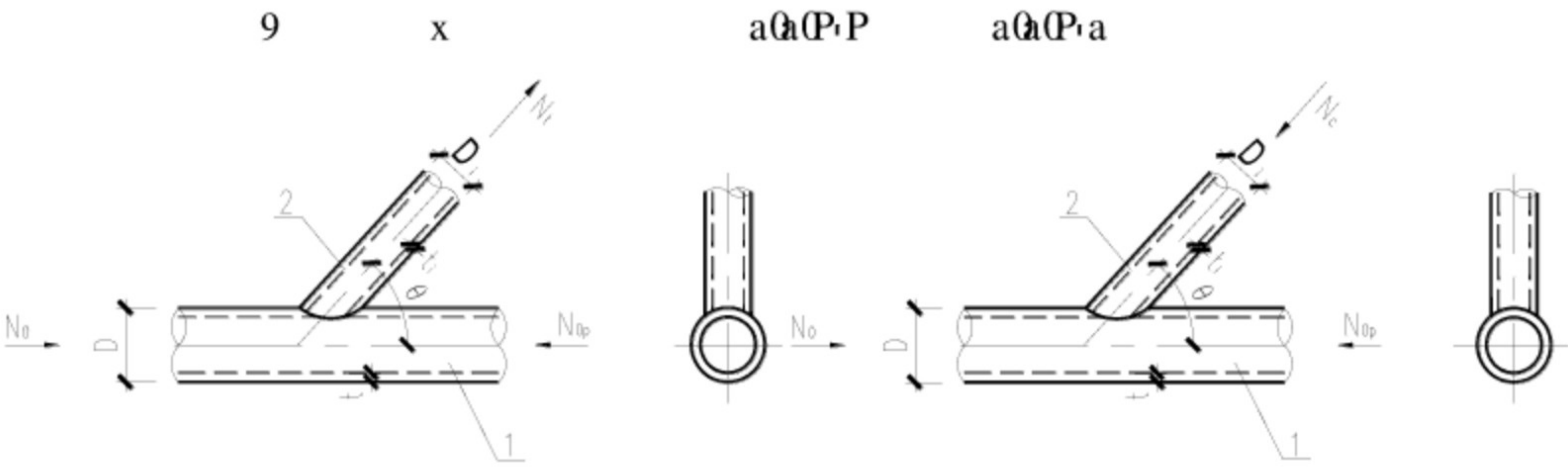
$$K > \sigma_{GG}^P$$

$$> \sigma_{GG}^P$$

P

$$\sigma_k = \frac{U_n \cdot U^P}{J_k}$$

u aQ(P, t c



aQ(P, P119

x

aQ(P, a119

x

P

P

19

$$19 \frac{C}{48} \cdot \frac{U^P}{q} \cdot P$$

u aQ(P, Cc

U5

aU

$$q \quad UDe \quad UDea$$

u a0a(P, Ec

UG5

$$q \quad P \quad \cup D_n$$

u a0a(P,5c

P

9

 $\mathbb{W}\mathbb{E}$

19 **Q** 19

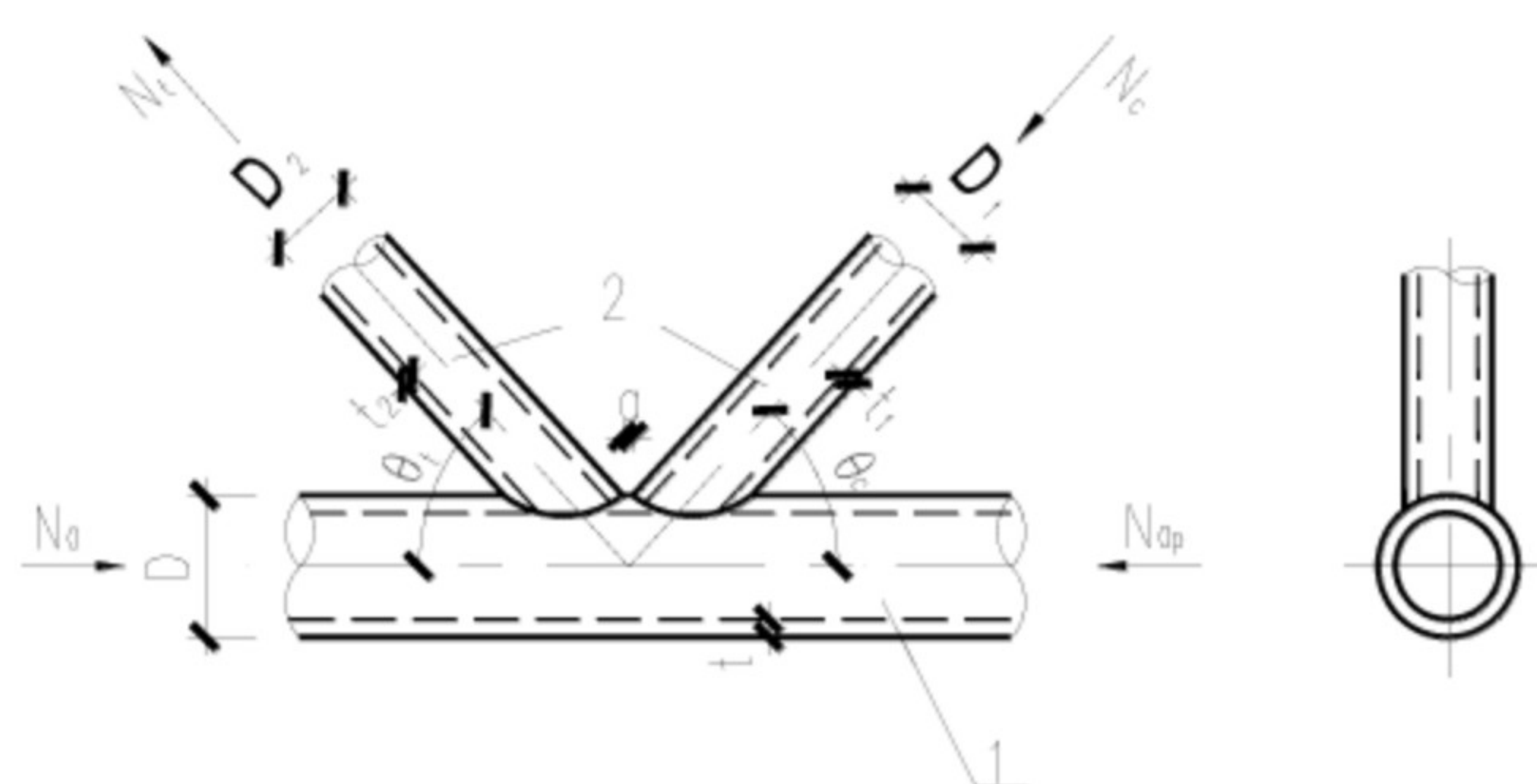
u a@aP.nc

 \mathbb{W}

19 P 19

u a@aP.ec

p

$$a \in \mathbb{Q}(\mathbb{P}, t)$$


a0a(Pitl p

P

lp

$$|p| \frac{OC}{48} - \frac{UP}{q} = 6P$$

$$u \in \mathcal{A}(\mathcal{P}_r) \cup \mathcal{C}$$

6 $\frac{P0\ e}{50C /}$ $\frac{PU0}{DDd /}$ U55

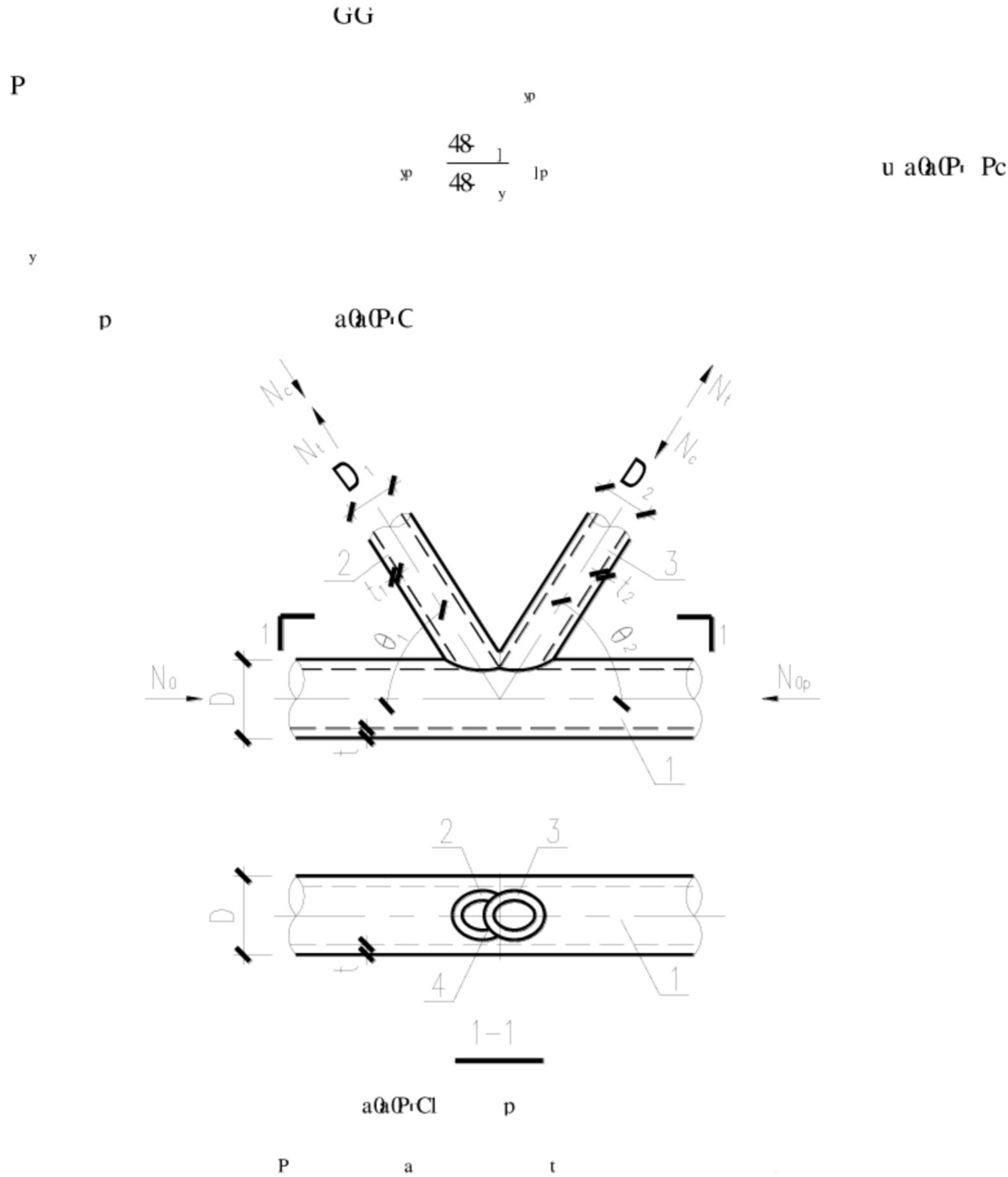
u a0a0P1 c

1

6 u a Q P c

q u a 0 a (P, 1 c u a 0 a (P, 5 c

a



$l_p = \frac{Pe}{o \cdot PCP} \cdot U_{5t} \cdot l$

aQ(P, a

$\frac{Pe}{o \cdot PCP} \cdot U_{5t} \cdot y$

aQ(P, t

$o \cdot i < U_{h \cdot i <}$

aQ(P, C

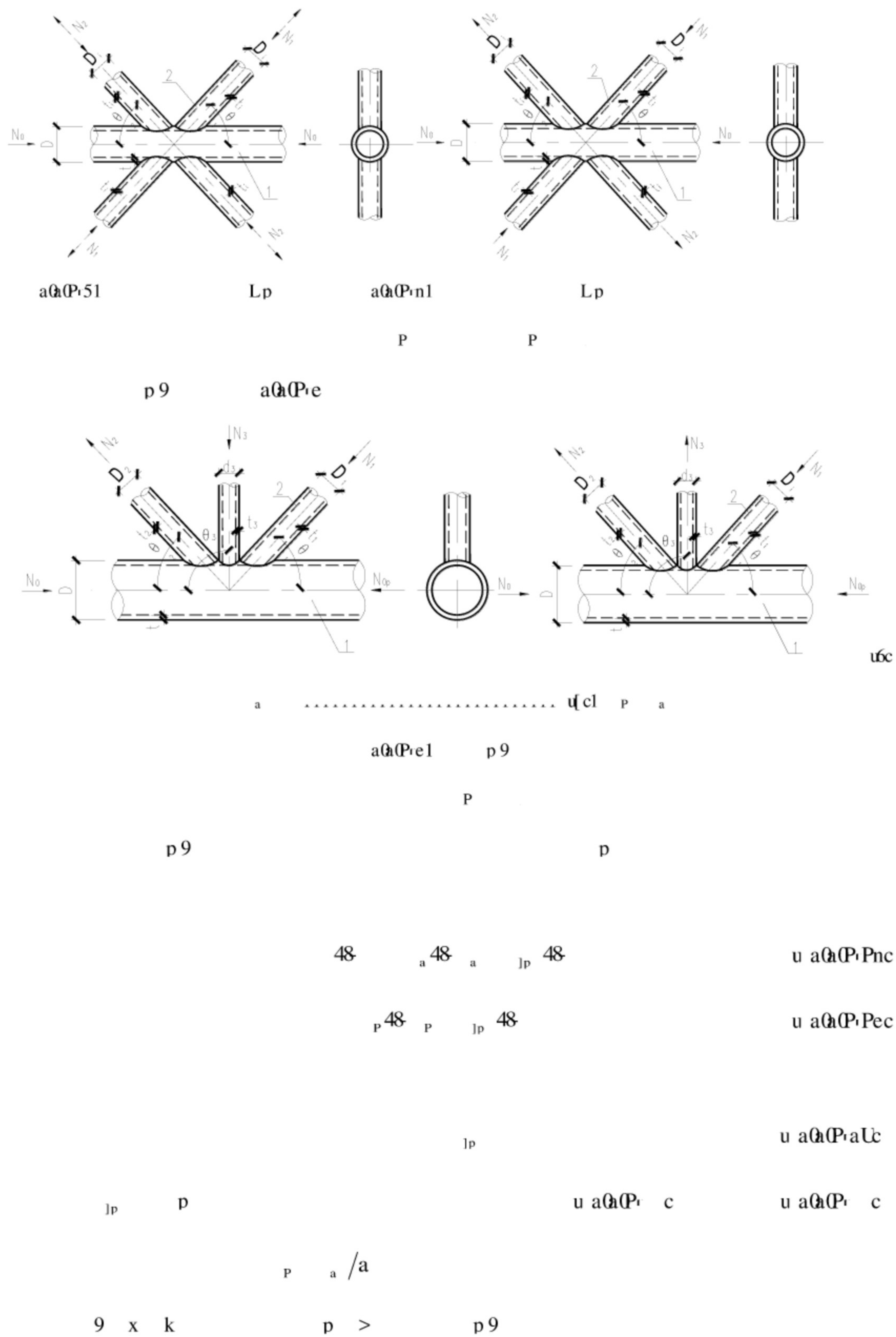
$/ P$

aQ(P, D

aP

h 8

$\frac{48}{P} \frac{48}{P} \frac{48}{P}$	$u a Q(P)P c$
$\frac{48}{P} S w k \frac{48}{P} 3 \frac{48}{P}$	$u a Q(P)P P c$
$\frac{3}{P} \frac{3}{P} k$	$>$
$\frac{3}{P} \frac{3}{P} k$	$>$
$P a Q(P) n$	
$l p$	$u a Q(P) P a c$
$P \varphi$	$u a Q(P) P t c$
$a Q(P) n$	$6 \cdot 6$
$\sqrt{\frac{48}{v} \frac{P}{v} \frac{P}{v} \frac{6}{v}} \propto$	$u a Q(P) P C c$
$\frac{P}{v} <$	$u a Q(P) P L c$
v	$u a Q(P) P 5 c$
$l p \quad p$	$>$
$\varphi \quad p$	$>$
v	$>$
$G G^P$	
$<$	$> G G^P$
v	$>$
$6 \quad 6 \cdot 6$	$>$



$$4 \frac{48}{P_{48}^P} <$$

u aQaPa c

99 aQa

199

199 Gi 19

u aQa c

Gi Qn UD — 0

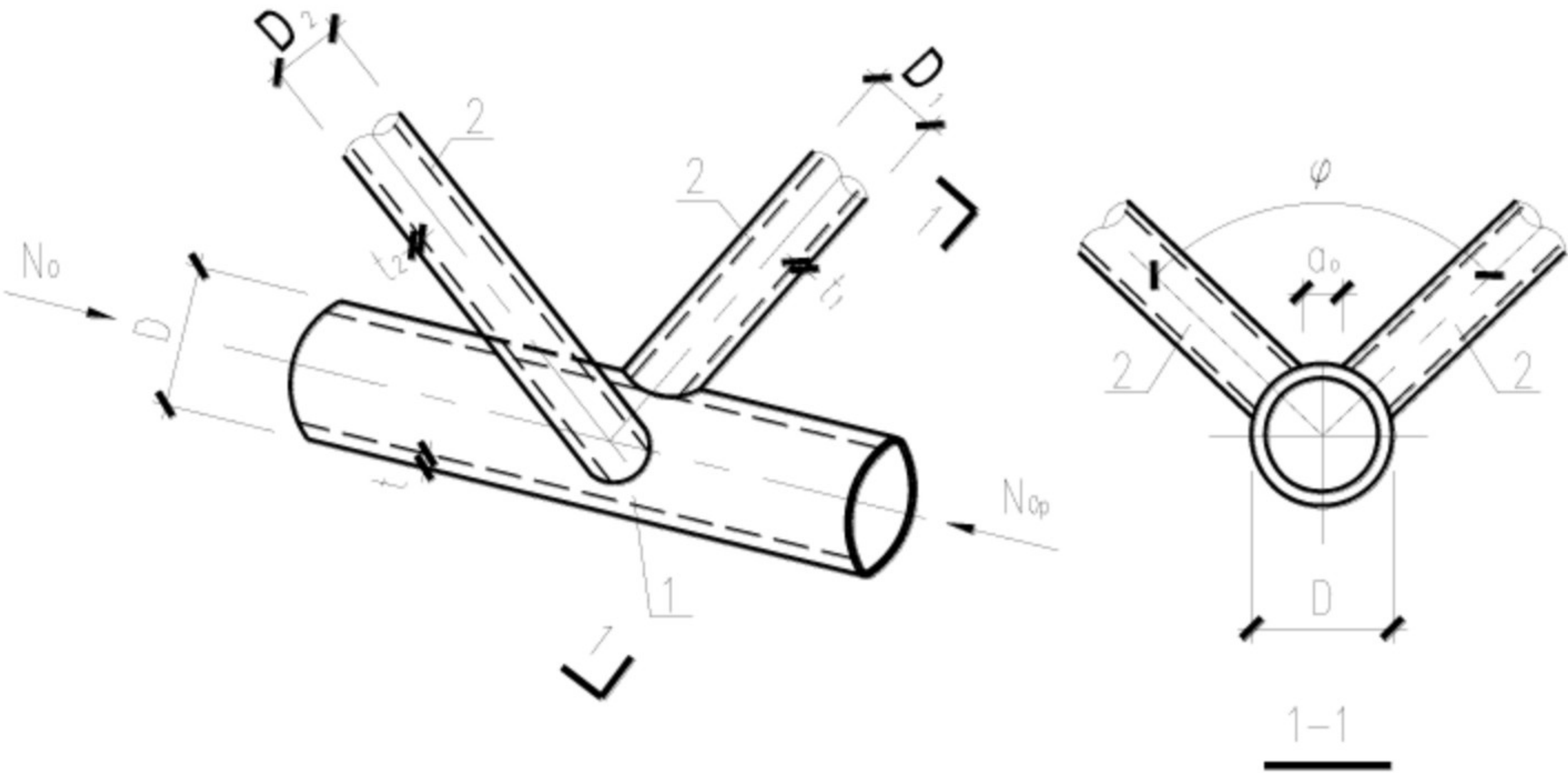
u aQaPc

P

y99

y99 199

u aQaac



aQa 1 99

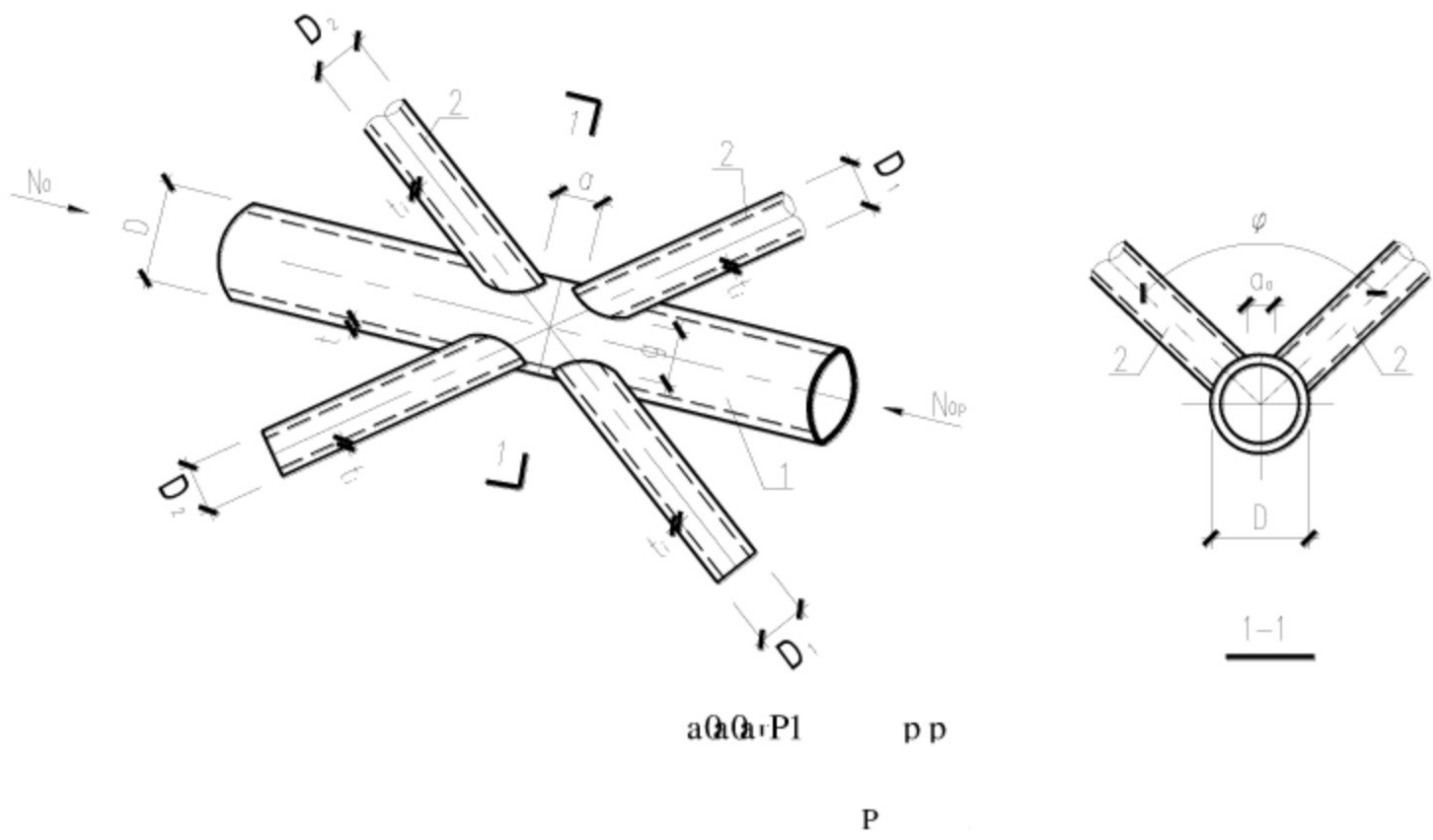
P

pp aQaP

1pp 3pp p

1p 3p pp

aD



pp bUe

u aQa·t c

pp USt U l j v UD y

u aQa·Cc

y U

u aQa·Ec

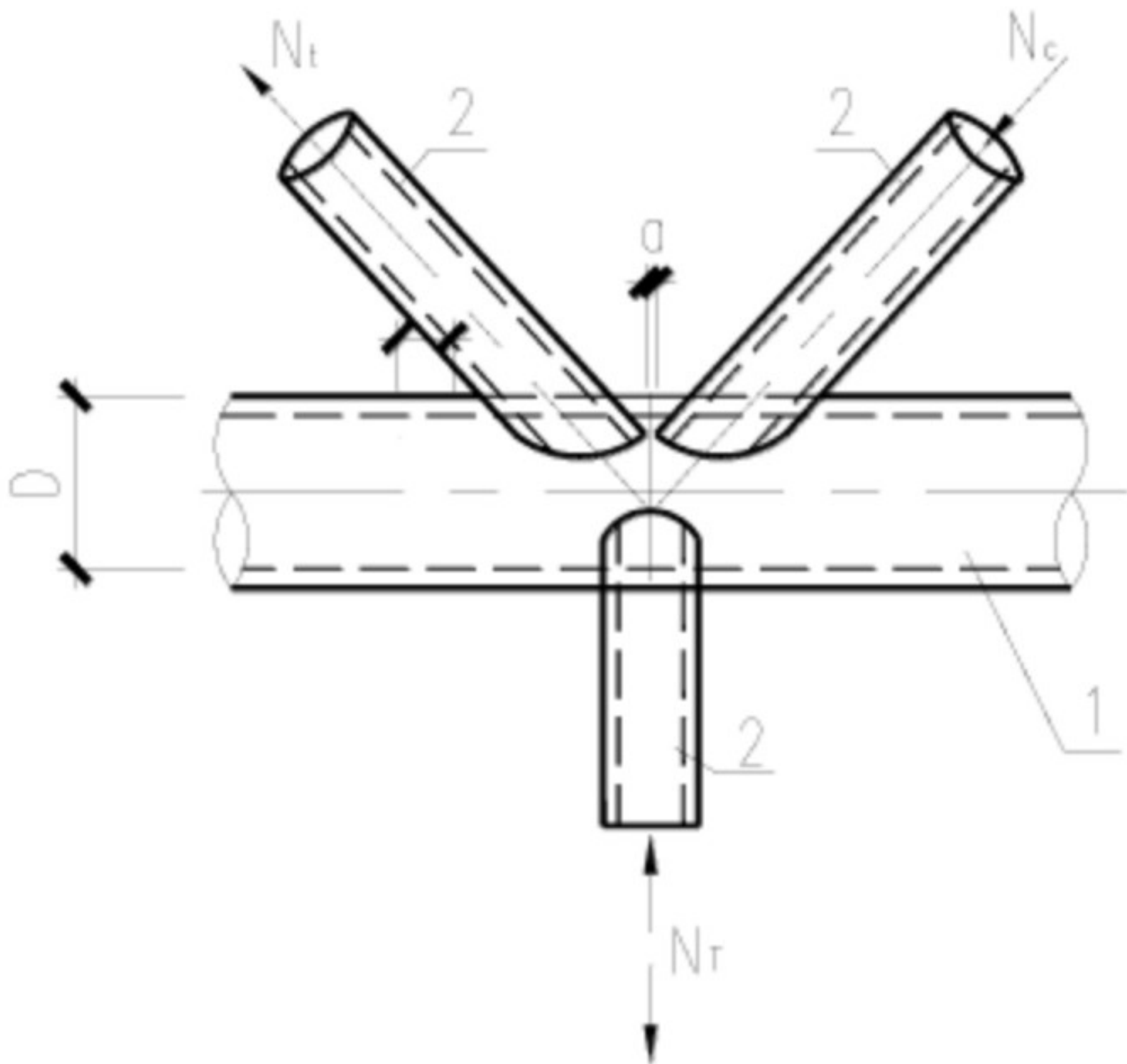
y

U

GG

p9

u aQa·ac



aQa·a p9

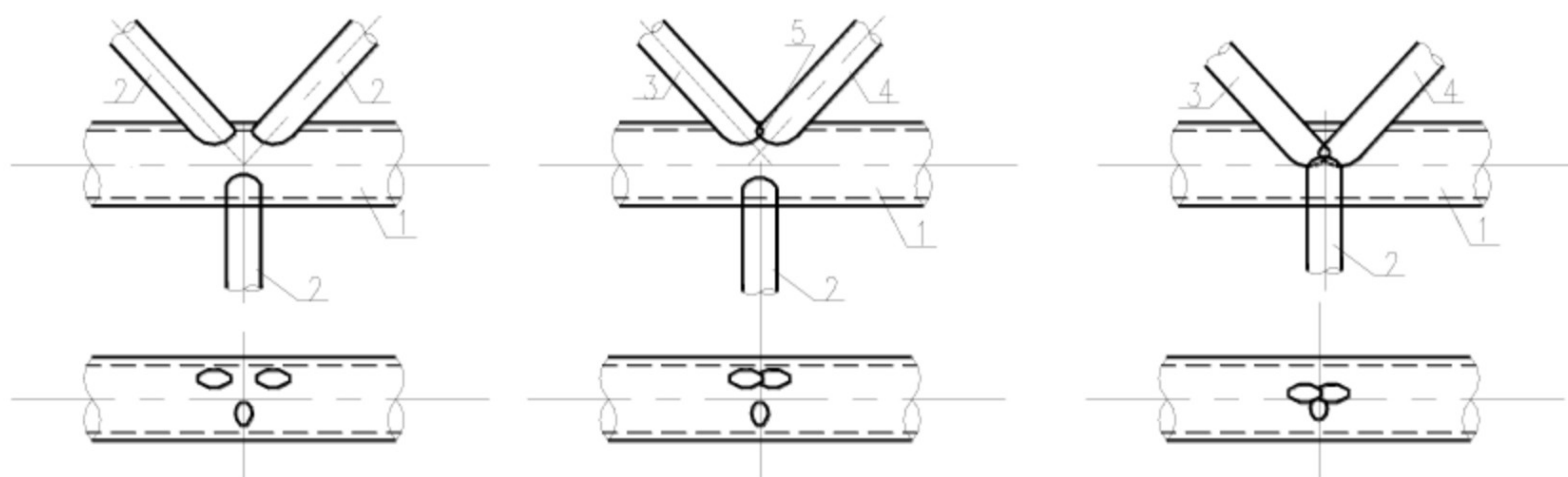
P

p

lp9

a5

lp9	-	p9	lp	u a00,5c
-	$\frac{U5^P_{9p}}{U0_{9p}}$			u a00,nc
9p	9	/	lp	u a00,ec
0 C ₉	U5	lj v	UP	p9
p9	U			p9
U5t	U	lj vu	UPC c	p9
U	$\frac{U}{U}$			u a00, c
P	p		yp9	
		yp9	-	p9 yp
a	9			p9
		p9	9p	lp9
-				
9p		a00,		9p
9	lp	9	p	>
				>
p9		a00,t		
9	9			
U				
p	9		GG	
p	9		GG	



6 p9

[p9

] p9

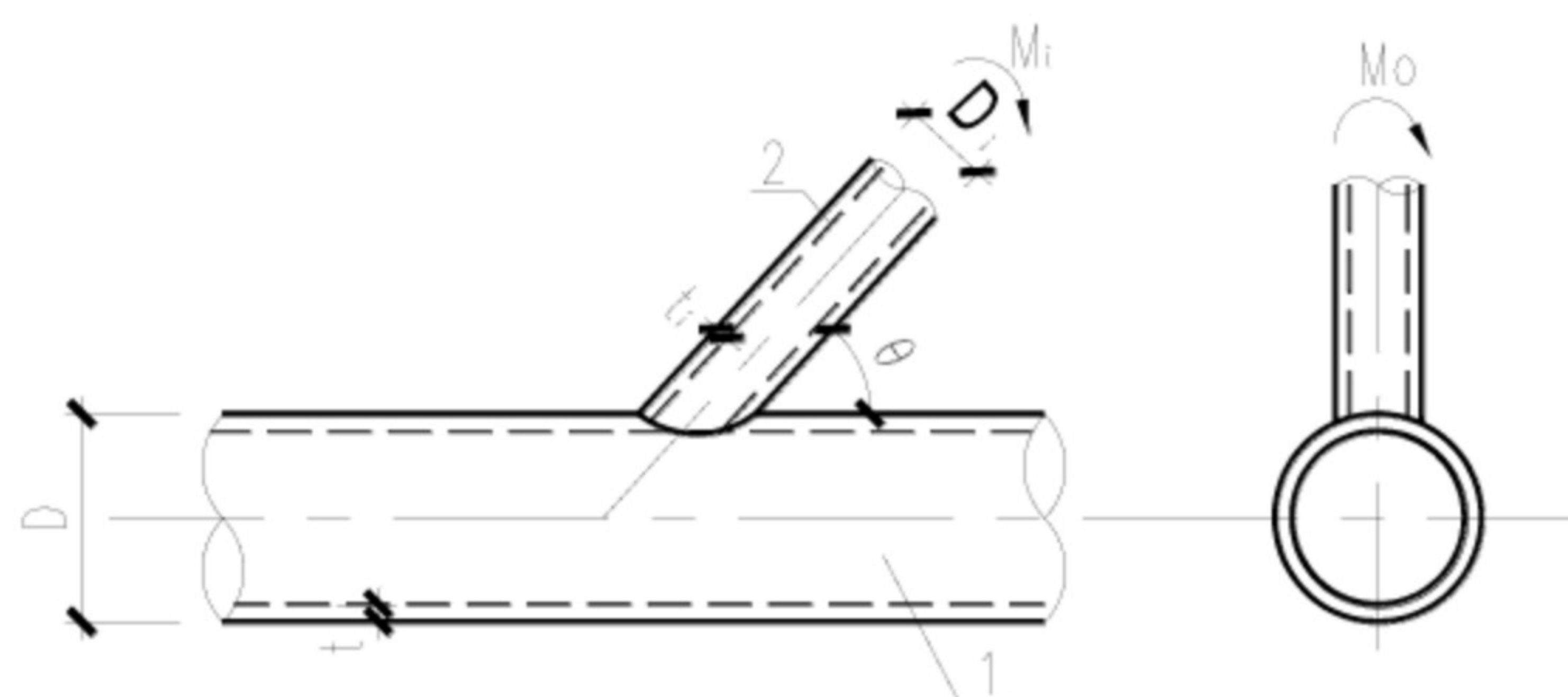
a00.t p9

P a t C

9 x k

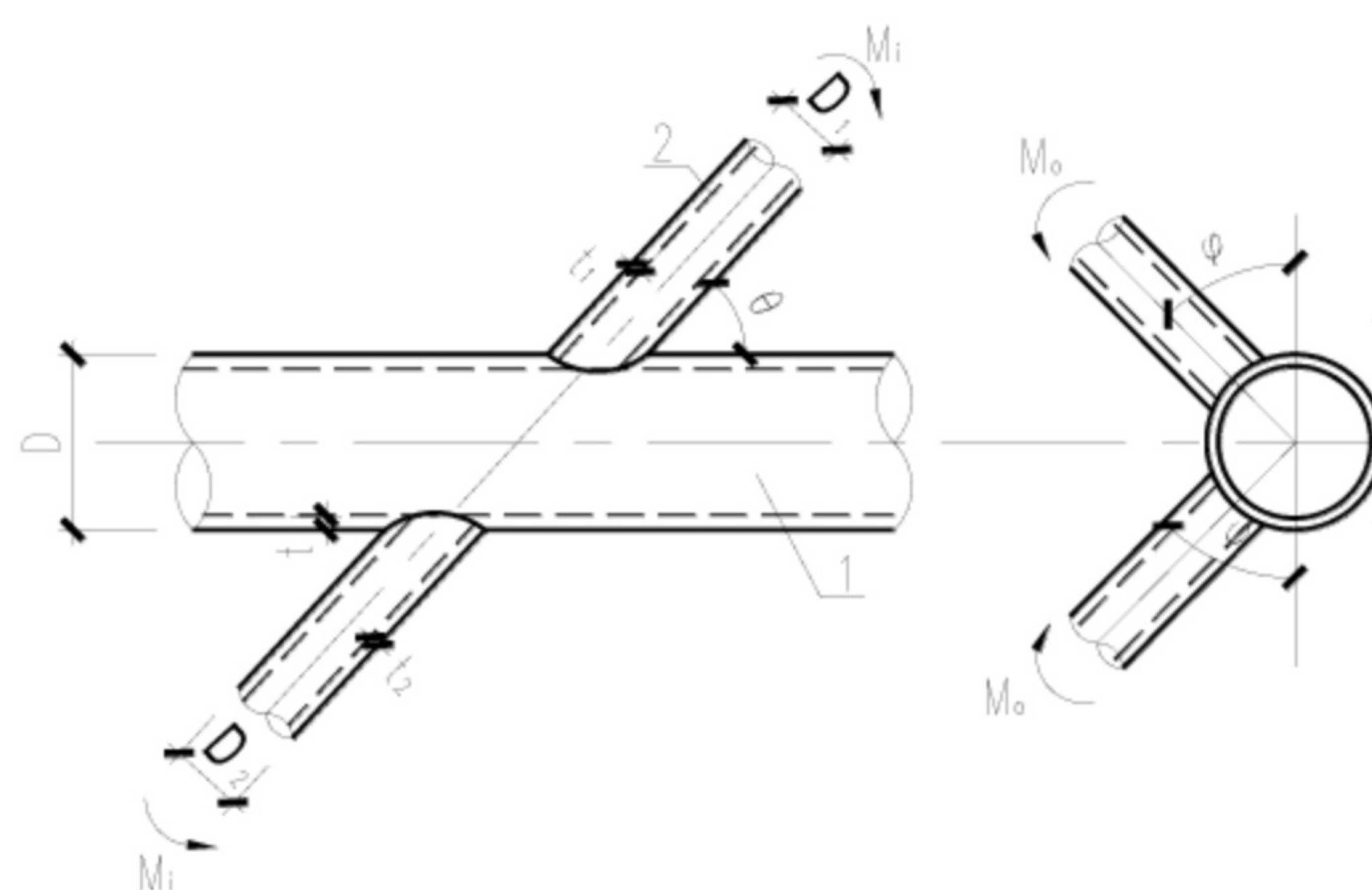
a0.t

a00.P



a00 r 119 x

P



a00.P11k

P

8

a0.t.P

ae

$$\vartheta_j = F \frac{P}{48}$$

u a00 , c

$$j = \frac{DLe}{U} P$$

u a00 , Pc

$$F$$

u a00 , ac

$$F = Ua_v - Ua_v^P$$

u a00 , t c

$$v = \frac{i_v}{K} - \frac{i_v}{K}$$

u a00 , Cc

$$P$$

$$49 \frac{a_{48}}{t_{48}^P} P <$$

u a00 , Dc

$$j$$

$$F$$

$$i_v$$

$$>$$

$$i_v$$

$$i_v$$

$$> GG$$

$$i_v$$

$$GG^P$$

$$i_v$$

$$GG^a$$

$$i_9$$

$$i_9 = K F \frac{P}{48}$$

u a00 , 5c

$$K a^P = U C^P$$

u a00 , nc

$$P$$

$$49 \frac{a_{48}}{t_{48}^P} P <$$

u a00 , ec

$$\frac{\quad}{\vartheta} - \frac{\quad}{i_9} = \frac{i}{i_9} \quad \omega$$

u a00 , Uc

$$t U$$

8 i

a0P

P a0P a0t

aPt

UPa_s^{0 n} U0h

0 a_s^{U0e} s

9 k

9

9R t PU_{R2}^P UPC_{R2} -^P

u a0.5, c

R2 —

u a05, Pc

R2 —

u a05, ac

P

0R 9R

u a05, t c

a

i 9R UC 9R

u a05, Cc

R2

R2

R2

R2

GG

GG

GG

t

	$\geq \frac{1}{2} \frac{C}{U_{hR2}} \frac{U_{PCR2}}{U_{hR2}} - P$	u a05·Dc
k		
P	$\frac{8k_R}{k_R}$	u a05·5c
a	$\frac{U_{hR2}}{U_{hR2}}$	u a05·nc
	$G_{6j} \quad g_j \quad g_j \quad K \quad g_K \quad <$	u a05·ec
	$>$	
	GG^P	
j	$> \quad GG$	
j		GG^a
K	$> \quad GG$	
K		GG^a
	GG	
<	$\geq \frac{1}{2} \frac{C}{U_{hR2}} \frac{U_{PCR2}}{U_{hR2}} - P$	
9 x k p		
U_{hR2}	F	
	tP	

$$U_{FJ}^J = U_{FJ}^J$$

u a l e r c

$$/ UDC$$

$$J aPC U L P C \frac{U C a t}{48} U t D$$

u a l e r P c

$$UDC /$$

$$J a n U n e \frac{U C a t}{48} U t D$$

u a l e r a c

$$F G G$$
$$F^J > g G^P$$
$$J G G$$

$$U_{FJ}^J = U_{FJ}^J$$

$$U_{FJ}^J = U_{FJ}^J$$

u a l e r t c

$$U_{FJ}^J = \frac{U_{FJ}^J}{g P 48}$$

u a l e r C c

$$J U t 48 U t P O n n^P U L C e U n n$$

u a l e r D c

$$U_{FJ}^J = \frac{U_{FJ}^J}{48^P} U a U U P t U_{FJ}^J = \frac{U_{FJ}^J}{D} \frac{U_{FJ}^J}{j i 4_{FJ}}$$

u a l e r 5 c

$$6 s] 48 g 6 s] 48$$

u a l e r n c

$$U_{FJ}^J = U_{FJ}^J G G^a$$

$$J u a l e r D c G G$$

$$U_{FJ}^J = U_{FJ}^J G G^t$$

$$U_{FJ}^J = U_{FJ}^J$$

$$U_{FJ}^J = U_{FJ}^J$$

u a l e r e c

$$\frac{N_1}{g P] i 4_{\text{H}}}$$
$$6s] 48 \quad g \quad 6s] 48$$
$$\frac{N_F}{] i 4^a_{\text{H}}}$$

$$u a Q_{\text{H}, e}, U_c$$
$$u a Q_{\text{H}, e}, c$$
$$u a Q_{\text{H}, e}, P_c$$
$$u a Q_{\text{H}, e}, U_c \quad G G^a$$
$$u a Q_{\text{H}, e}, P_c \quad G G^t$$

矩形钢管直接焊接节点和局部加劲节点的计算

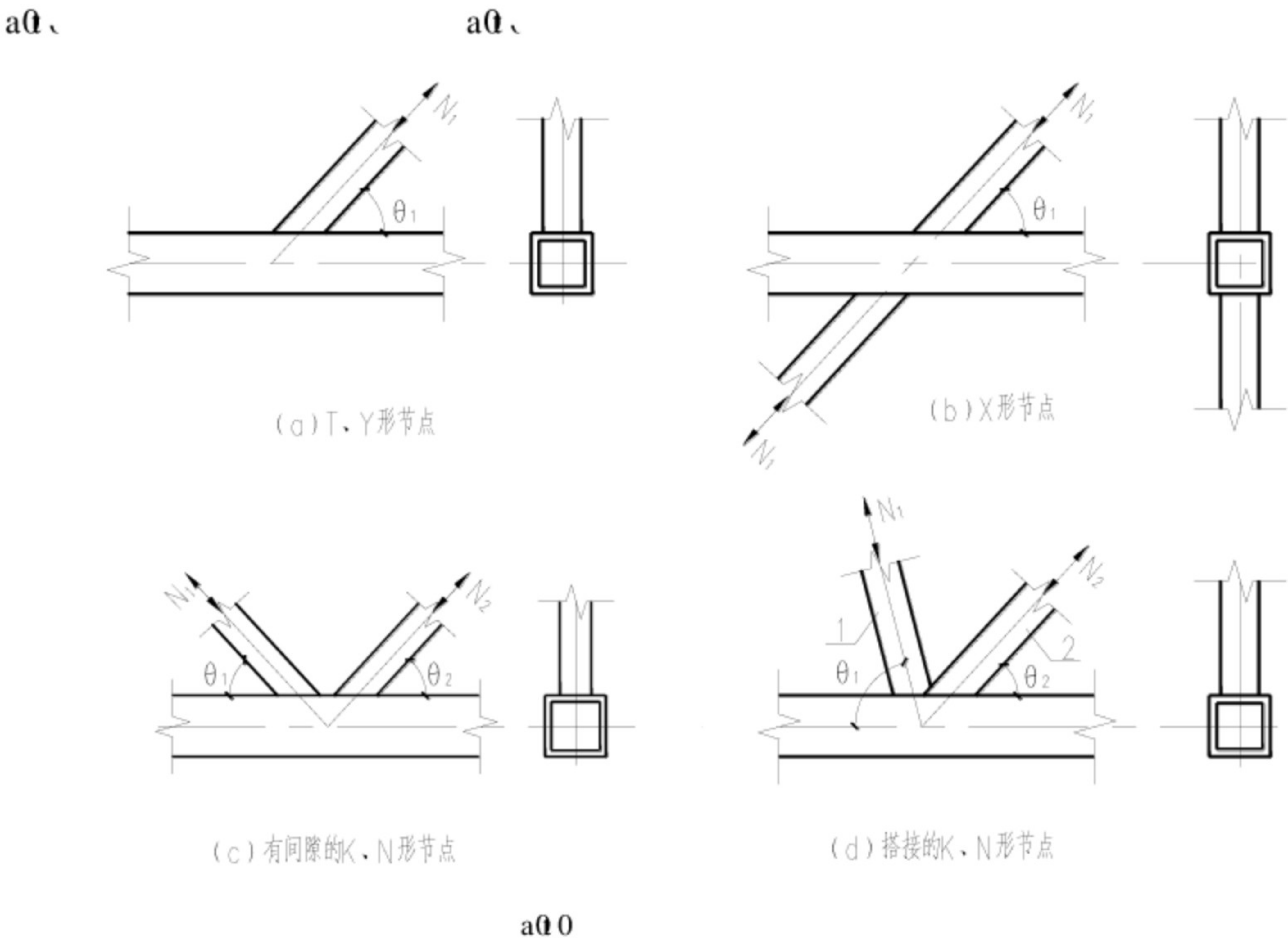


表 主管为矩形管、支管为矩形管或圆管的节点几何参数适用范围

		b P					
		— — —	— — —		—	— —	i < — —
9	x k	UPC	a5 .3	aC	UC — PU	aC	

P	Ω	τ	
		$\tau \frac{P}{48} - U \frac{\cdot}{48}$	u a0 P1Cc
k	eU	/]i 4	
		$\tau \frac{P}{48} <$	u a0 P1Ec
			u a0 P15c
9 x		U0h	u a0 P1nc
k		UDC48	u a0 P1ec
		$\Phi_a - P \sqrt{\frac{\cdot}{48}}$	u a0 P1 Uc
<		$> \underline{GG}^P$	
		u a0 P1nc u a0 P1ec $> \underline{GG}^P$	
		u a0 P1 Uc	
a	U0C	Ω	τ u a0 P1 c u a0 P1Cc
			u a0 P1 c
		$\tau P\Omega - P_l$	u a0 P1 c
		$l \frac{U}{/} \frac{K}{K}$	u a0 P1 Pc
t	U0C	P /	τ
		$\tau P\Omega \frac{\cdot}{48} - v_l \frac{<}{48}$	u a0 P1 ac
		$v_l \frac{U}{/}$	u a0 P1 tc
		$> \underline{GG}^P$	
		tD	

$p >$

$$T = \frac{n}{48} - \frac{UC}{P} P$$
u a0 (P, Cc

$$T = \frac{< <}{48}$$
u a0 (P, Dc

$$T = PU - P \frac{l}{P}$$
u a0 (P, 5c

$P /$ u a0 (P, nc

$$T = PU \frac{v}{48} - \frac{l}{P} \frac{<}{48}$$
u a0 (P, nc

$$< P$$
u a0 (P, ec

$$\sqrt{\frac{a^P}{a^P t^P}}$$
u a0 (P, PUc

$$< u a0 (P, ec \quad GG^P$$

$$u a0 (P, PUc \quad U$$

P

$$< <$$
u a0 (P, P c

$$< \sqrt{\frac{P}{v}}$$
u a0 (P, PPc

$$v < <$$
u a0 (P, Pac

$$< u a0 (P, PPc$$

$$>$$

$$GG^P$$

$$p >$$

$$i <$$

$$PCB_{i <} CB$$

$$t 5$$

$$T_{PU} = P \frac{i_{<}}{U_C} \frac{1}{P}$$

u aŧ PꞑPt c

$$I = \frac{U}{/} \frac{K}{K}$$

u aŧ PꞑPCc

$$P_{CB} \quad i_{<} \quad nUB$$

$$T_{PU} = P \frac{1}{P} \frac{1}{P}$$

u aŧ PꞑPĐc

$$a \quad nUB \quad i_{<} \quad UB$$

$$T_{PU} = P \frac{1}{P}$$

u aŧ PꞑP5c

$$\frac{T}{K} \quad \frac{T}{K}$$

u aŧ PꞑPnc

p9

$$c \quad p9 \quad p$$

$$p >$$

$$P_a \quad P_a / D$$

$$aŧ P_6 \quad [$$

$$u aŧ PꞑPecr \quad u aŧ Pꞑa \ c$$

$$T_{48} \quad P_{48} \quad P_a \quad a$$

u aŧ PꞑPec

$$T$$

u aŧ PꞑaUc

$$T_{48} \quad TP_{48} \quad P$$

u aŧ Pꞑa \ c

$$P_a >$$

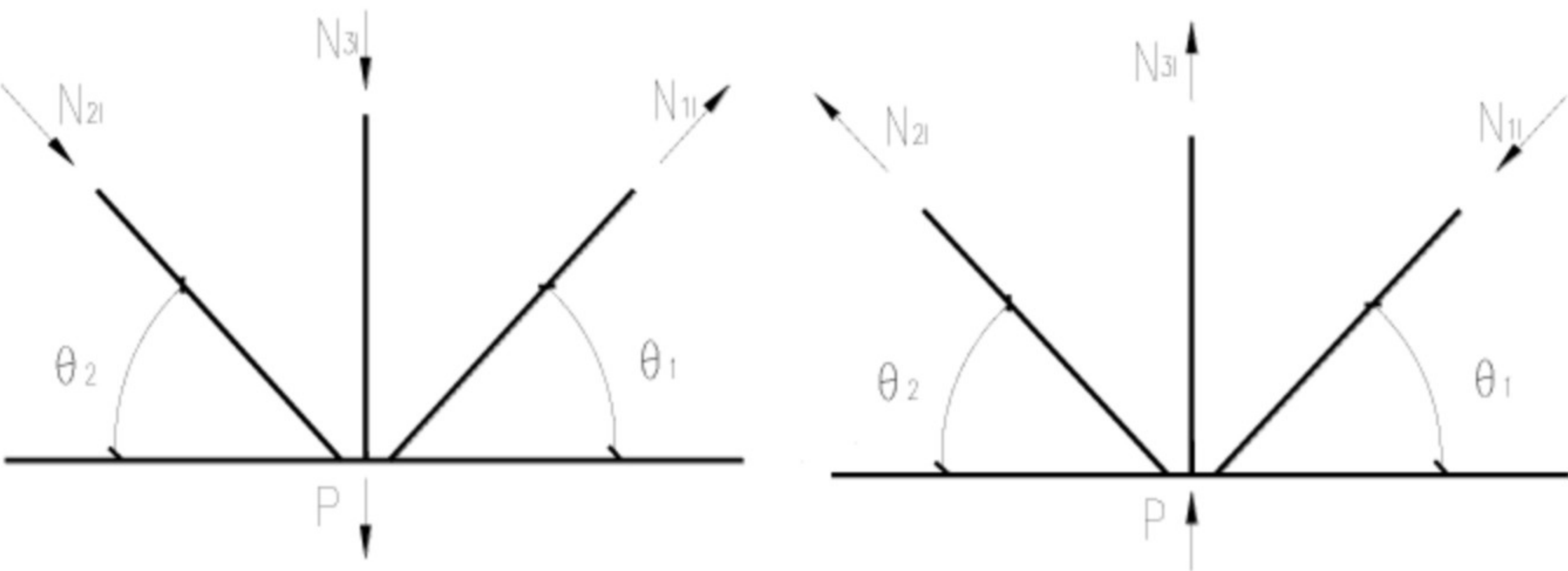


图 1

图 2

图 3

图 4

图 5

图 6

图 7

图 8

图 9

图 10

图 11

图 12

图 13

图 14

图 15

图 16

图 17

T

U_hC

$$T^P = \frac{P}{P} \frac{P}{\sqrt{\quad}} \frac{\quad}{\quad} P$$

—

u a0 Q, t c

u a0 Q, Cc

U_hC

a0 Q, D

a0 Q, n

a0 Q, e

$$T = \frac{1}{\quad}$$

u a0 Q, Dc

$$I = \frac{U}{g} \frac{K}{K}$$

u a0 Q, 5c

P5CGG

$$T = U_{\text{Ce}} C^P U_{\text{h}}$$

a0 Q, n

P5CGG

$$T = U_{\text{LPC}}^P P D_{\text{h}} a U_{\text{D}} C^P U_{\text{h}}$$

a0 Q, e

$$u a0 Q, Cc = bU$$

I

u a0 Q, 5c GG

GG^a

a(P,t) [

c

9 x k

$$T = Q_{\text{h}} \frac{\quad}{v_{\text{v}} \text{ } 48} P \frac{P}{v_{\text{v}} \text{ } 48}$$

u a0 Q,

$$v \quad v \quad U_{\text{C}}$$

u a0 Q, P

$$v \quad g_{\text{v}}$$

u a0 Q, a

CU

ν	$>gGG^P$	
ν	$u\,a\bar{0}\,\bar{0}\,Pc$	
Pc	$9\,x\,k$	$\nu\,U\bar{h}$
	$\nu\,P\,g_{48}$	$u\,a\bar{0}\,\bar{0}\,t$
	$\nu\,t$	$u\,a\bar{0}\,\bar{0}\,C$
$ac\,p$	$a\bar{0}\,P$	ν
	ν	
	$9\,x\,k\,p$	$a(P,t\,u]c$
		$a\bar{0}\,P$
		ν
		$<P$
		ν
	$\frac{\quad}{1\,J}$	$\frac{J}{F}$
		$a\bar{0}\,G$
	$>$	
l		$U\bar{5}_F\,GG$
J	a	GG
$\frac{J}{F}$	$>gGG^P$	
c	p	$>$
\bar{u}	$\frac{P}{48}$	$a\bar{0}\,GP$
\bar{u}	$\frac{P}{48}\,P$	$a\bar{0}\,Ga$
$\bar{u}\,\bar{u}$	J	
Pc	$9\,x\,k$	
		C

	$J \quad \frac{P}{48}$	a0 .Gt
	$J \quad U \quad U$	a0 .GC
	$U \quad \frac{\quad}{48}$	a0 .GE
	U	a0 .G5
U	GG	
U	GG	
	GG	

钢与混凝土组合梁
一般规定

z

A7 KU U

l

t 0 J P

u t 0 P c

U h , t C b t C

U G G

P

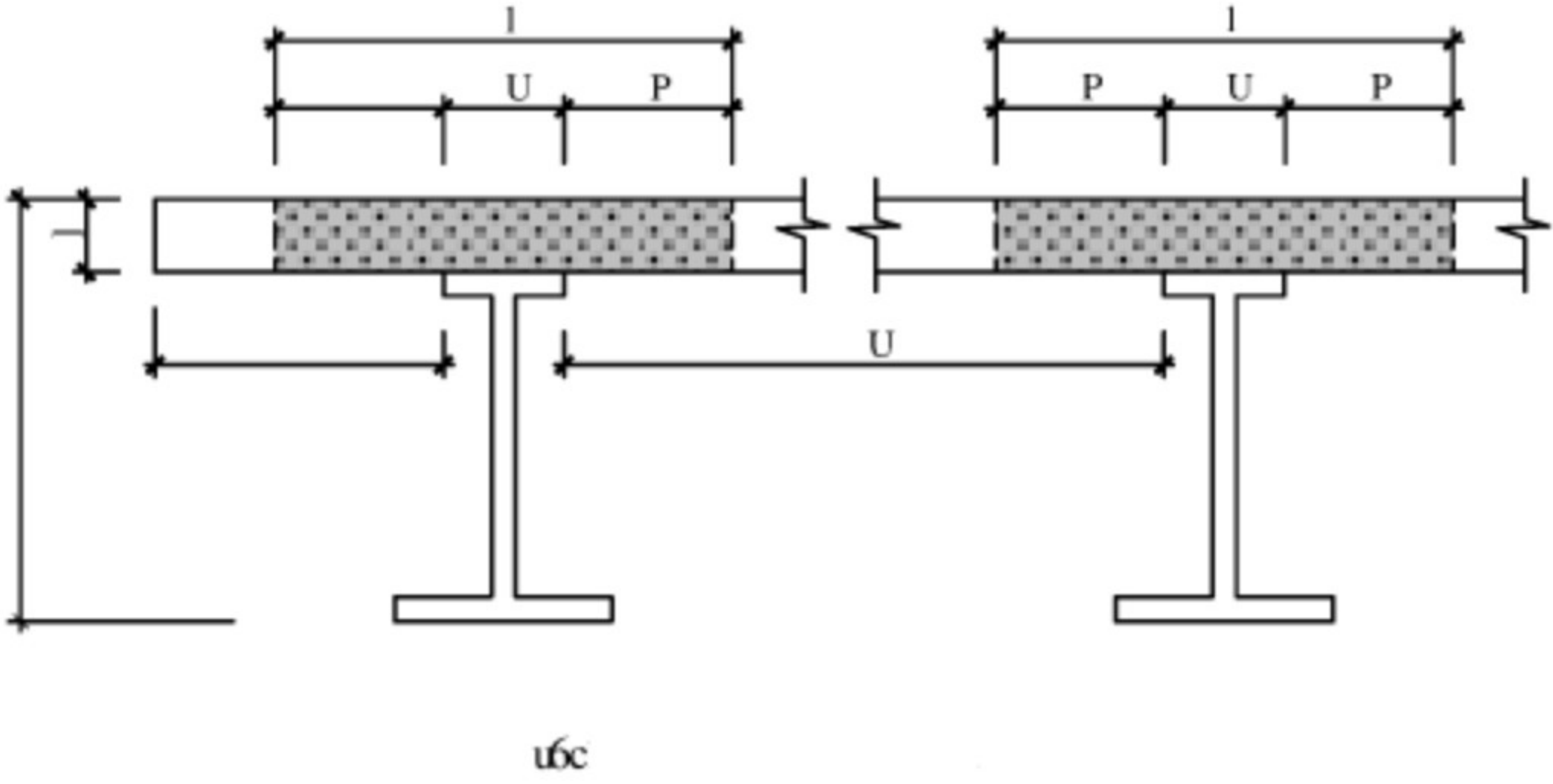
l g C P

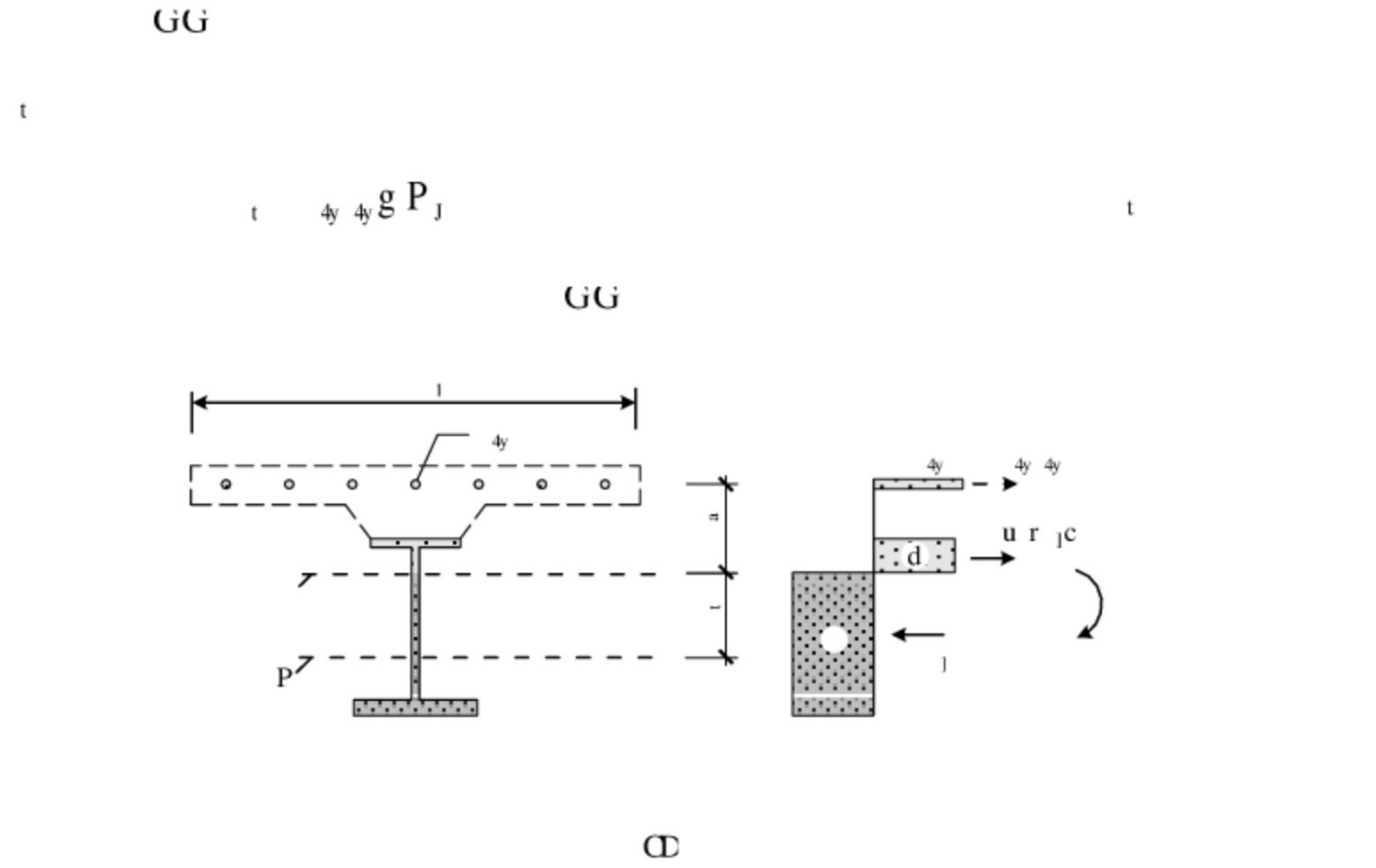
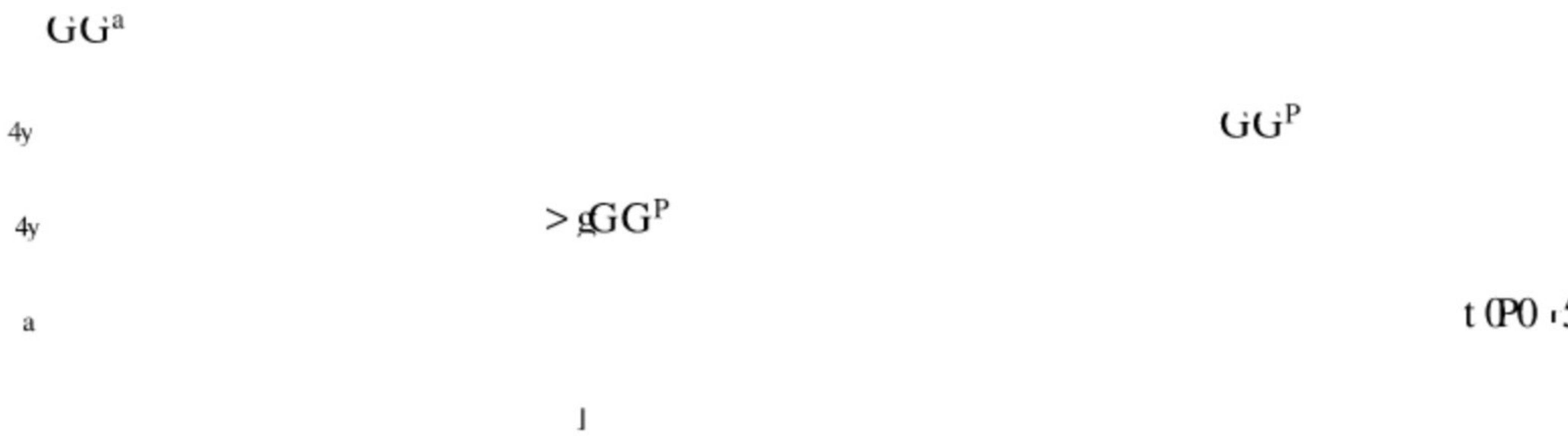
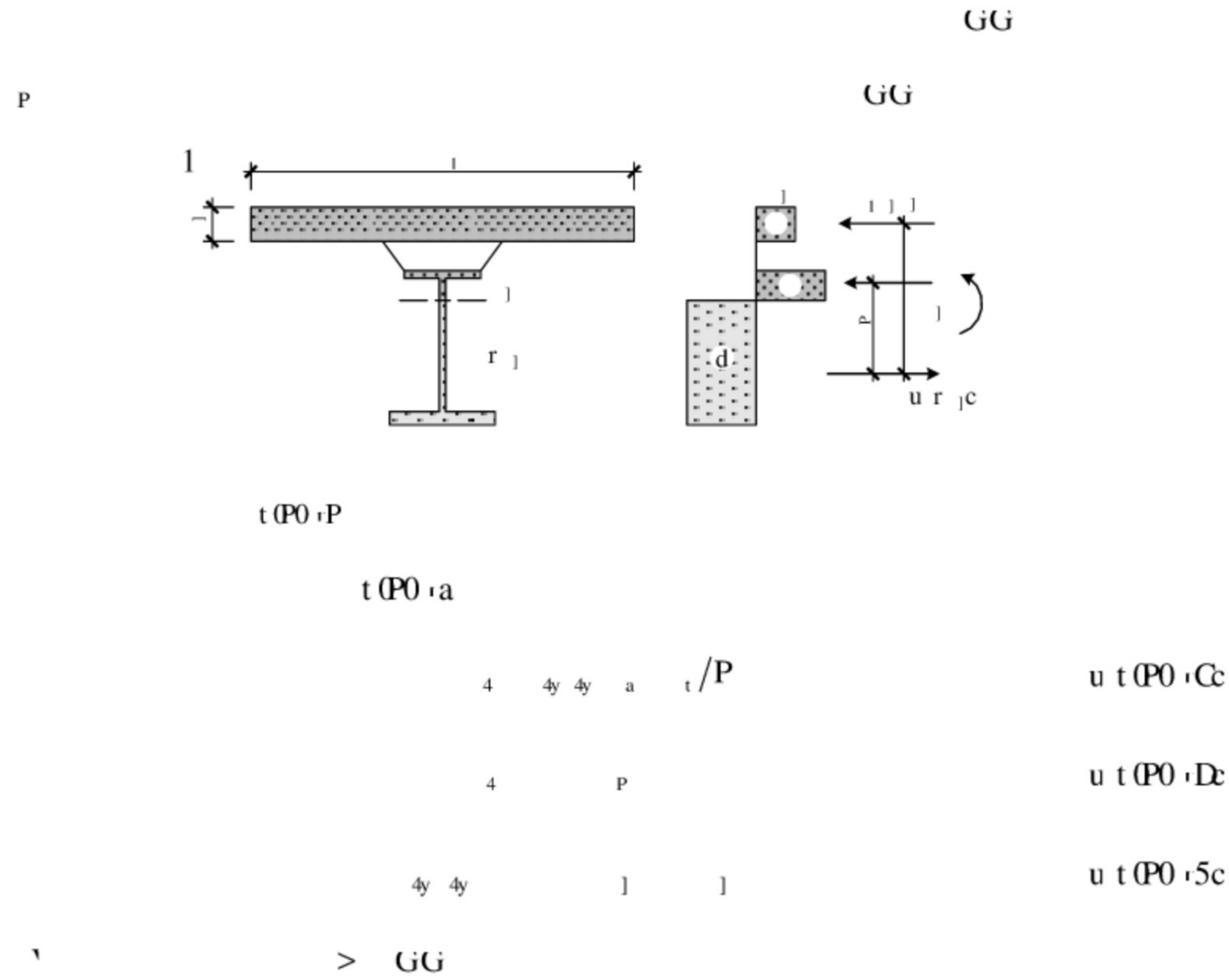
U g P G G

l

U E U h

P U B G G





t(P0 ra

P

t(P(P

$$s \leq \frac{l}{g_{1j}}$$

u t(P(Pr c

$$l \leq \frac{l}{s} \cdot P$$

u t(P(Pr Pc

$$T_3 \leq \frac{l}{s} \cdot UC \leq \frac{l}{s} \cdot P$$

u t(P(Prac

T3

$$> GG$$

s

$$l <$$

t(Q

>

P

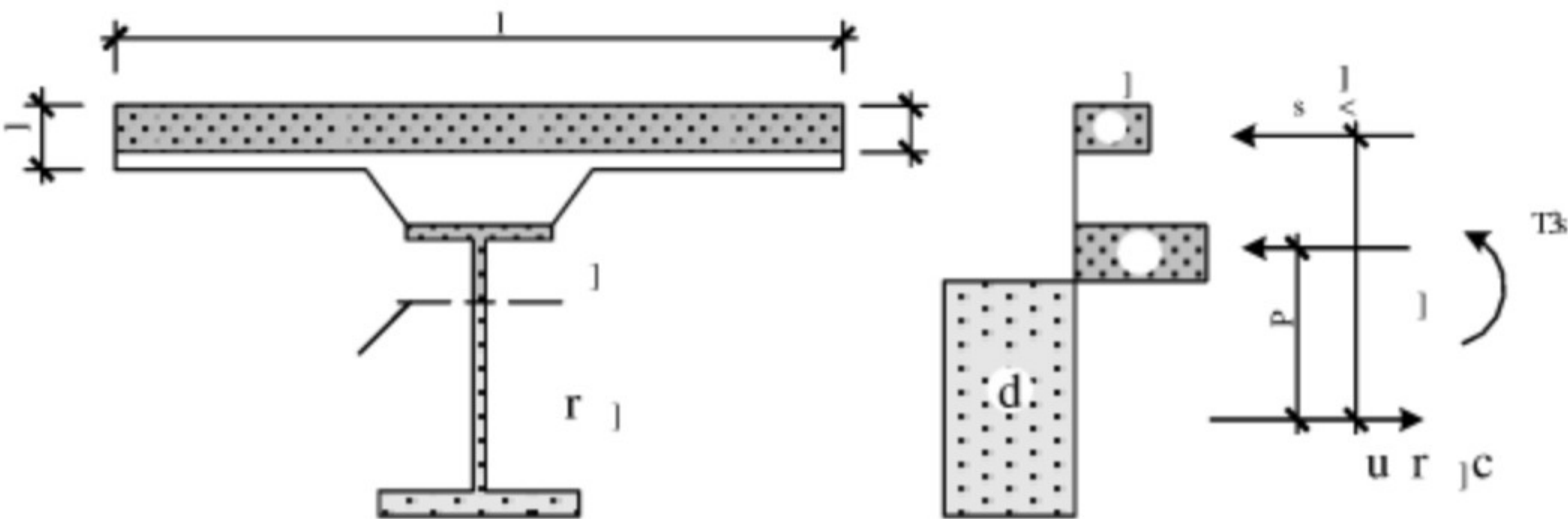
t(P(P

t(P(Pr P

GG

t(P0 rC

$$4y \leq \frac{l}{s} \leq 4y \leq s$$



t(P(P

Ua(P

$$UC_{JJ} <$$

$$UC_{JJ} <$$

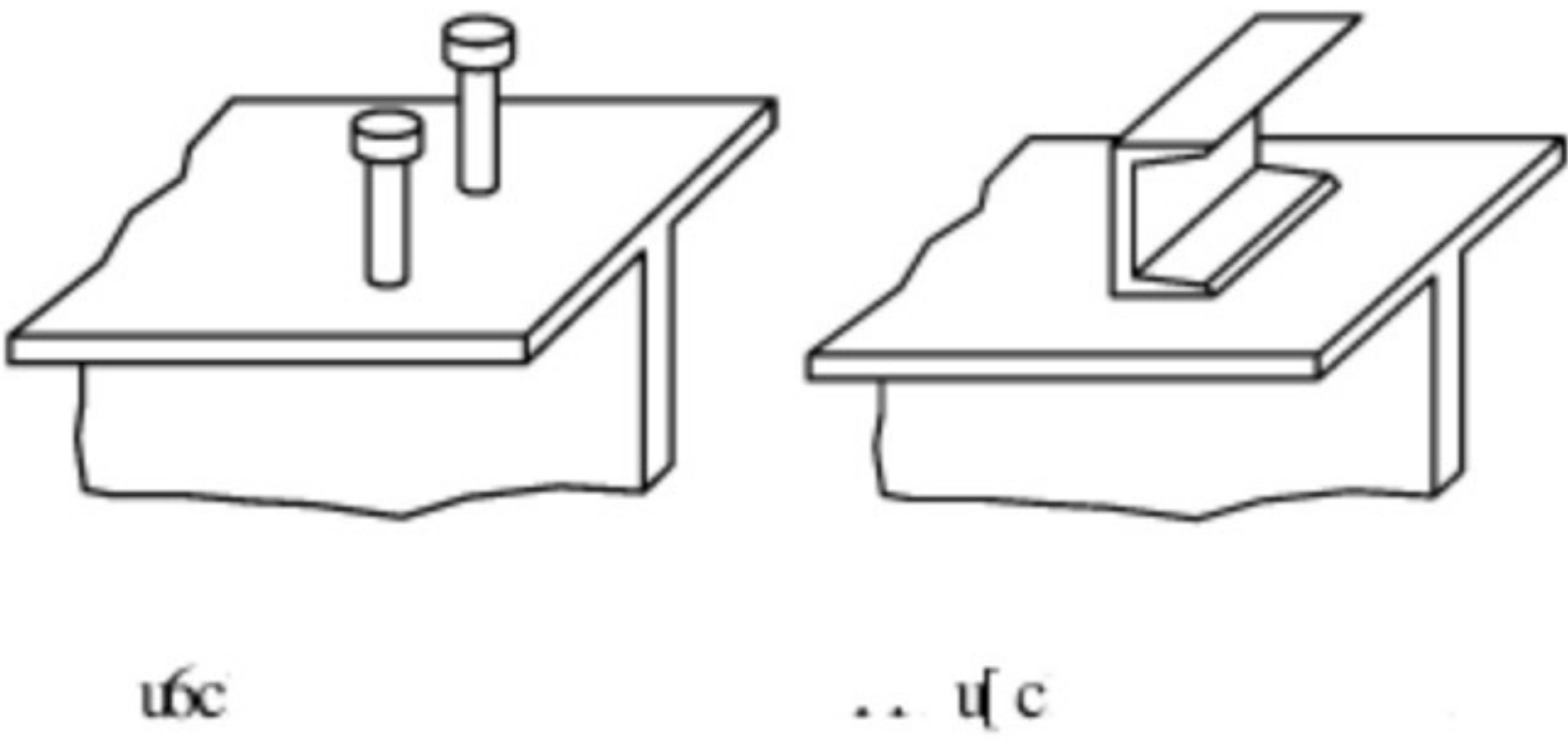
C5

$$P_{gj} < P_u$$

$$u t P c$$

抗剪连接件的计算

t 0



t 0

$$\frac{1}{4} U a \sqrt{1} U 4 T$$

$$u t 0 r c$$

l

$> g G^P$

4

$G G^P$

T

$A7 \varnothing 1 U a a > g G^P$

$$\frac{1}{4} U P D_1 U C_j c_j \sqrt{1}$$

$$u t 0 P c$$

$G G$

J

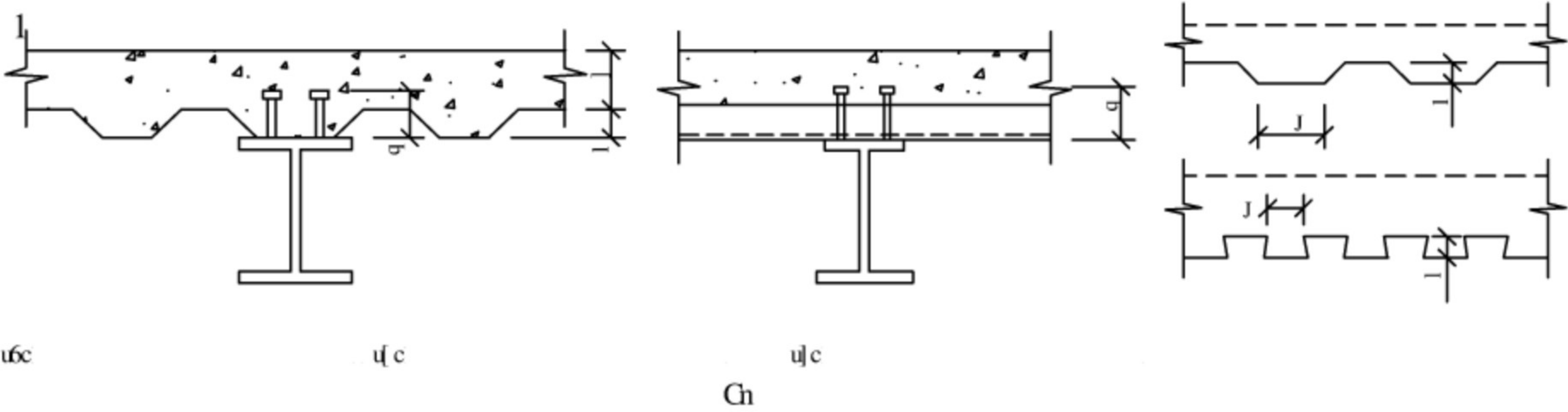
$G G$

J

$G G$

l

t 0 P



t Q P

t Q P 6 J 1, C t Q 0 ,

J

< U D J u q l c u t Q P c

J

t Q P |

GG

l

GG

q

GG

t Q P |

< U h C J u q l c u t Q P Pc

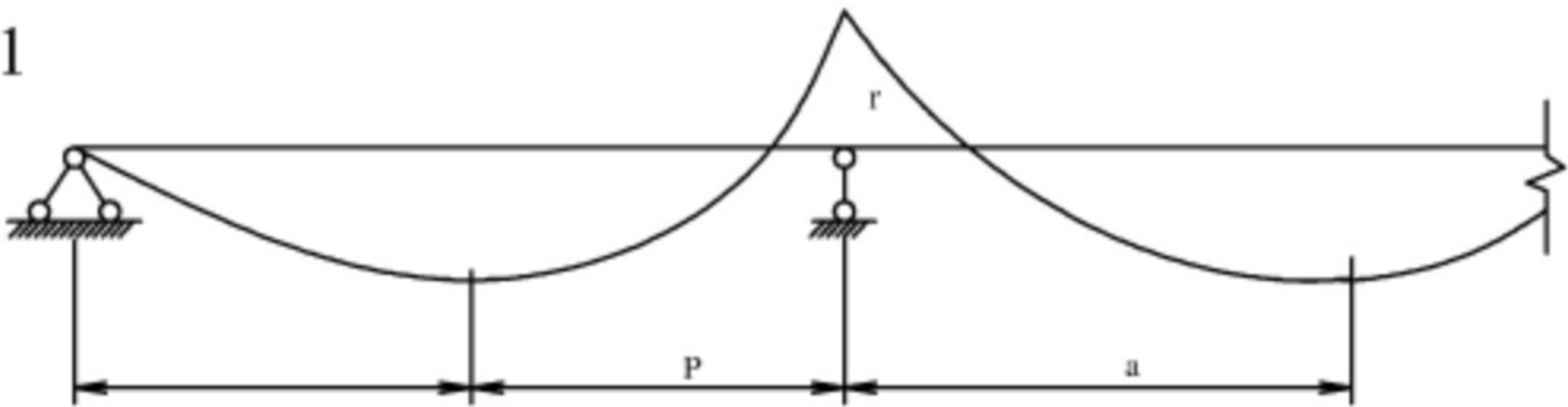
U

a a

J U e

t Q Q

4



t Q Q

4 l j j

P a

4 G 8 3 l j j 4y 4y u t Q Q c

F

F 4 g l u t Q Q Pc

F C B

t Q Q P

F C e

挠度计算

10

$$u \in \mathcal{U}(\mathbb{P}_C)$$

$$> \mathbf{gGG}^P$$

10

N

$$P_N$$

GG^t

t Q Qa

U

bU

$$\mathfrak{u} \quad \frac{\mathfrak{a}}{\mathfrak{p}}$$

u t 0 0 a r c

$$\frac{aD}{4} \quad \frac{1}{P} \quad U$$

ut 0.0 arPc

$$U_h \sqrt{\frac{1}{4} - U} \leq 1 \quad GG^r$$

ut \mathbb{Q}^{arac}

$$U \quad \frac{\quad \text{JF} \quad}{N \quad \text{JF}}$$

ut ~~Q~~ art c

$$\begin{array}{c} \text{U} \quad \text{U} \quad \text{P} \\ \hline \text{U} \end{array}$$

u t 0 0 a Cc

$$\begin{array}{c} \text{U} \\ \hline \text{N} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{JF} \\ \hline \text{N} \end{array}$$

u t 0 0a:De

1F

$\mathbb{G}\mathbb{G}^P$

$\mathbb{G}\mathbb{G}^P$

DU

负弯矩区裂缝宽度计算

$\mathbb{G}^{\mathbb{G}^j}$
 $A_7 \times \mathbb{C} \times \mathbb{C} \times \mathbb{C}$
 $A_7 \times \mathbb{C} \times \mathbb{C} \times \mathbb{C}$
 $4.$
 $u \in \mathbb{C} \times \mathbb{C} \times \mathbb{C}$
 $u \in \mathbb{C} \times \mathbb{C} \times \mathbb{C}$
 $\mathbb{G}^{\mathbb{G}^t}$
 $\mathbb{G}^{\mathbb{G}}$
 $t \in \mathbb{C} \times \mathbb{C} \times \mathbb{C}$
 $> \mathbb{G}^{\mathbb{G}}$
 \mathbb{G}
 s
 $\mathbb{C}^{\mathbb{B}}$
 \mathbb{D}

T3	$>gGG$	$t\Omega a,P$	$t\Omega a,a$
y	$>gGG^P$		
F	$t\Omega$	$b\cdot b$	$[r \quad r \quad q\cdot q$
	GG		
l	GG^PgGG	$t\Omega$	$t\Omega a$
s	$>gGG^P$		

表 单位长度上横向钢筋的截面积

	$b\cdot b$	$[r $	$ r $	$q\cdot q$
l	$[d \quad y$	$P [$	$Pu [d \quad /c$	$P [/$

$l \ s \ g \ F \quad U\Omega C >gGG^P$ $u \ t\Omega c$

构造要求

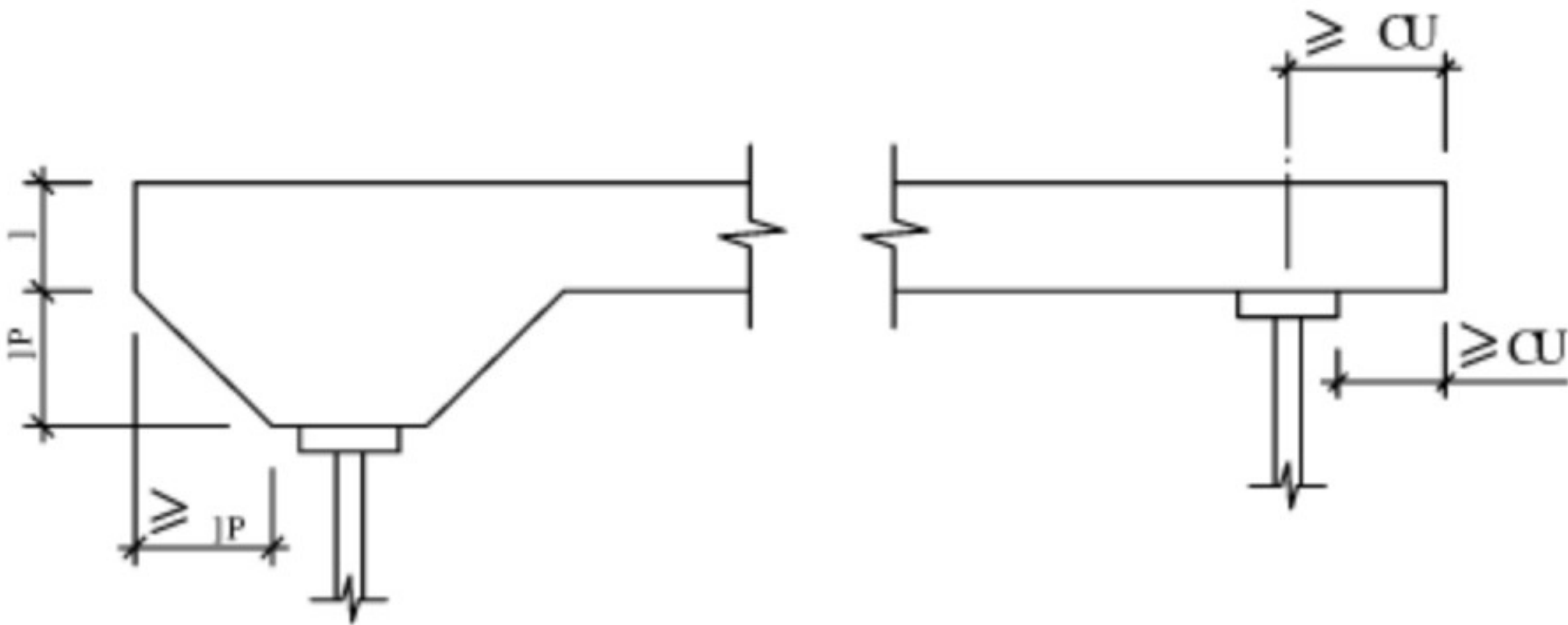
P $]P$

$] \quad \Omega$

$]P$

ΩGG ΩGG

$t\Omega P$



$t\Omega P$

A7 ΩΩ U

1U aUGG

Da

a

aUUG

PUGG

WGG

CGG

 $t \in \mathcal{O}(t)$

CC

POC

t

D

t

eGG

POC

aU

 $t \in \mathcal{Q}_P$

o PaC

POE

t 1U

PUGG

I

t 00

UUG

D

钢管混凝土柱及节点
一般规定

A7CUU U

A7 CUeaD

DB

矩形钢管混凝土柱

CGG

aGG

G

圆形钢管混凝土柱

DC

nUGG

aGG

PG

钢管混凝土柱与钢梁连接节点

PUUGG

PCGG

疲劳计算及防脆断设计
一般规定

C U

CU

r

t QaQ

疲劳计算

y M

u DP, r c

G6j G8

u DP, rPc

G6j U5 G8

u DP, rac

M

u DP, r t c

D5

	G6j	G8		u DP _i iCc
	G6j	UG _{G8}		u DP _i iEc
y				
c			GG	PCGG
	y	<u>PC</u> ^{UPC}		u DP0 i5c
Pc			GG	aUGG
	y	<u>aU</u> ^{UPC}		u DP0 imc
ac	y	Ω		
			> gGG ^P	
G6j		u	c > gGG ^P	
G8			> gGG ^P	
			> gGG ^P	
G6j			> gGG ^P	
G8			> gGG ^P	
M		> gGG ^P	p	
	DP _i i			
M		> gGG ^P	p	
	DP _i iP			
		Dn		

表 正应力幅的疲劳计算参数

			σ^P	σ^P	σ^P
	%	%	σ^P	σ^P	σ^P
%	ePU	t	5D	t U	nC
%P	nD	t	t t	C	5U
%a	aQ	a	PC	eP	C
%t	PQh	a	P	na	t D
%C	PQU	a	U	5t	t
%E	QD	a	eU	DD	aD
%S	QP	a	nU	Ce	aP
%n	USP	a	5	CP	Pe
%e	UCU	a	Da	t D	PC
% U	UaC	a	CE	t	Pa
%	UPC	a	CU	a5	PU
% P	Uon	a	t C	aa	n
% a	Ua	a	t U	Pe	D
% t	Ule	a	aD	PD	t

p

表 剪应力幅的疲劳计算参数

			τ^P	τ^P
	z	z	τ^P	τ^P
z	t 0 U	a	Ce	D
zP	PQU	C	U	t D
za	nD	n	eU	CC

p

DP0 , DP0 t

	y	$u\ D\overline{P}\overline{P}_r\ c$
$C\ U^p$		
	$\underline{c}\ / \ c$	$u\ D\overline{P}\overline{P}_r\ P_c$
$C\ U^p\ U^p$		
	$c\ U^p\ \overset{P}{\underline{c}}\ / \ c\ P$	$u\ D\overline{P}\overline{P}_r\ a_c$
U^p		
	M	$u\ D\overline{P}\overline{P}_r\ t\ c$
		$u\ D\overline{P}\overline{P}_r\ C_c$
U^p		
	$\underline{z}\ / \ z$	$u\ D\overline{P}\overline{P}_r\ E_c$
U^p		
	M	$u\ D\overline{P}\overline{P}_r\ 5_c$
	$u>\ g\overline{G}\overline{G}^P\ c$	
$\% \quad \%$	p	
$D\overline{P}\overline{P}_r$		
$C\ U^p$	$>\ g\overline{G}\overline{G}^P$	p
	$D\overline{P}\overline{P}_r$	
	$>\ g\overline{G}\overline{G}^P$	
$z\quad z$	p	
$D\overline{P}\overline{P}_r\ P$		
	$5U$	

[illegible]

F		l	P		U ^P	u	DP _t	Pc
F	DP _Q							
DP _t				F				
						F		
wD w5 wn						U		
wD w5						Uh		
wt wC						UC		

构造要求

Qt

t

c

UGG

DUGG

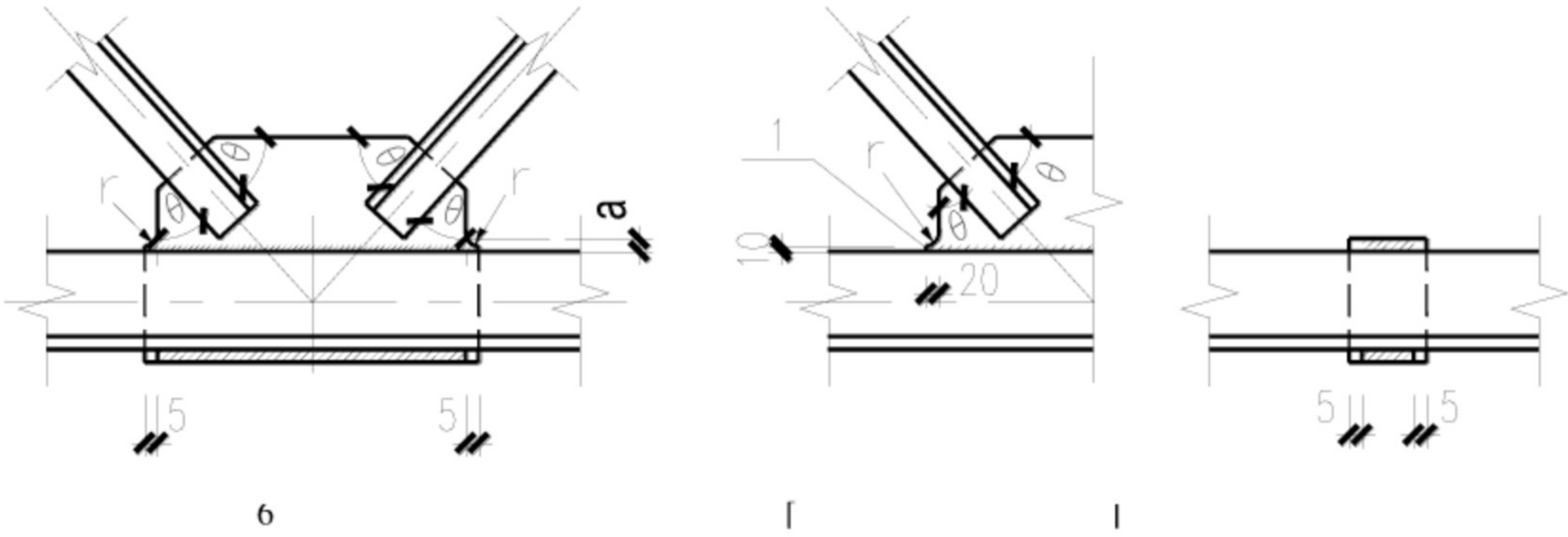
aU DGP

CGG D_h(P 6

H 9

D_h(P [

Pc CGG D_h(P |

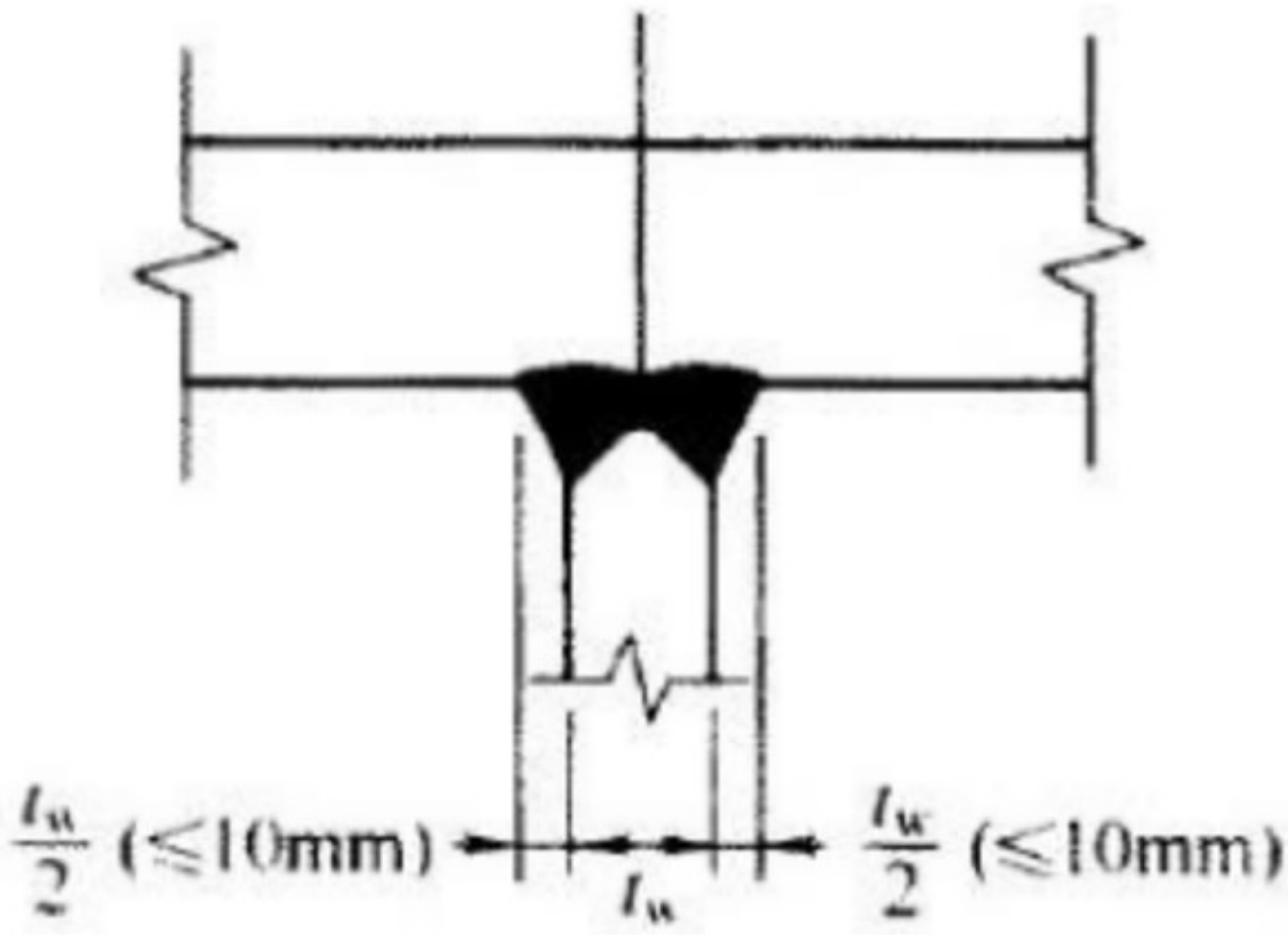


9

D_h(P: 1

9

UGG D_h(P:P



D_h(P:P1 9

eUGG

α_{GG} U_{GG}

P_G

n_G

G_G

U_U >

w_{Df} w_n

w_{Df} w_n

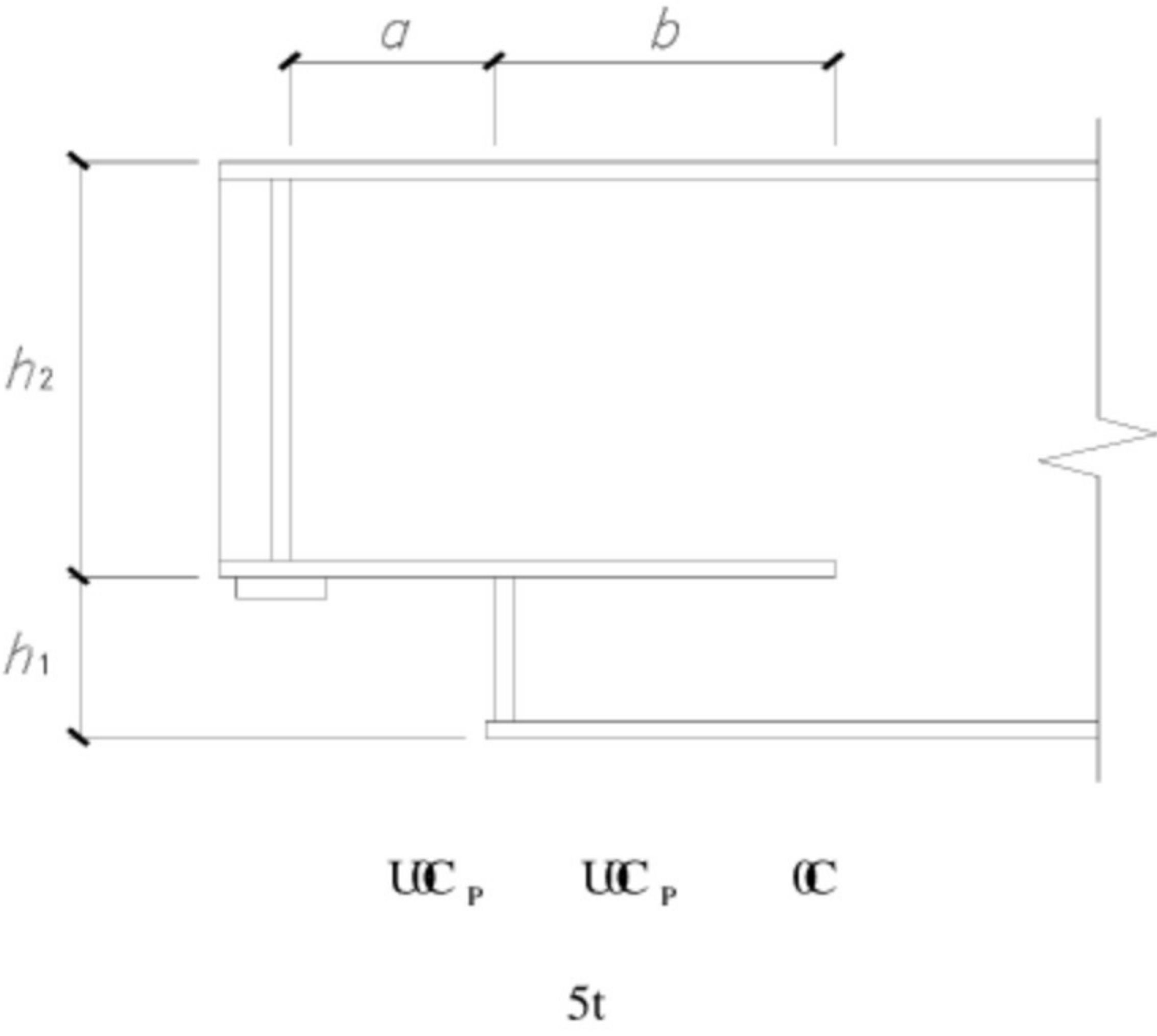
P

P_{gn}

U_C _P

α_C

D_h(P_ra



$D_{a(P)a}$

防脆断设计

$\sigma_a U^2$

$\sigma_P U^2$

POC

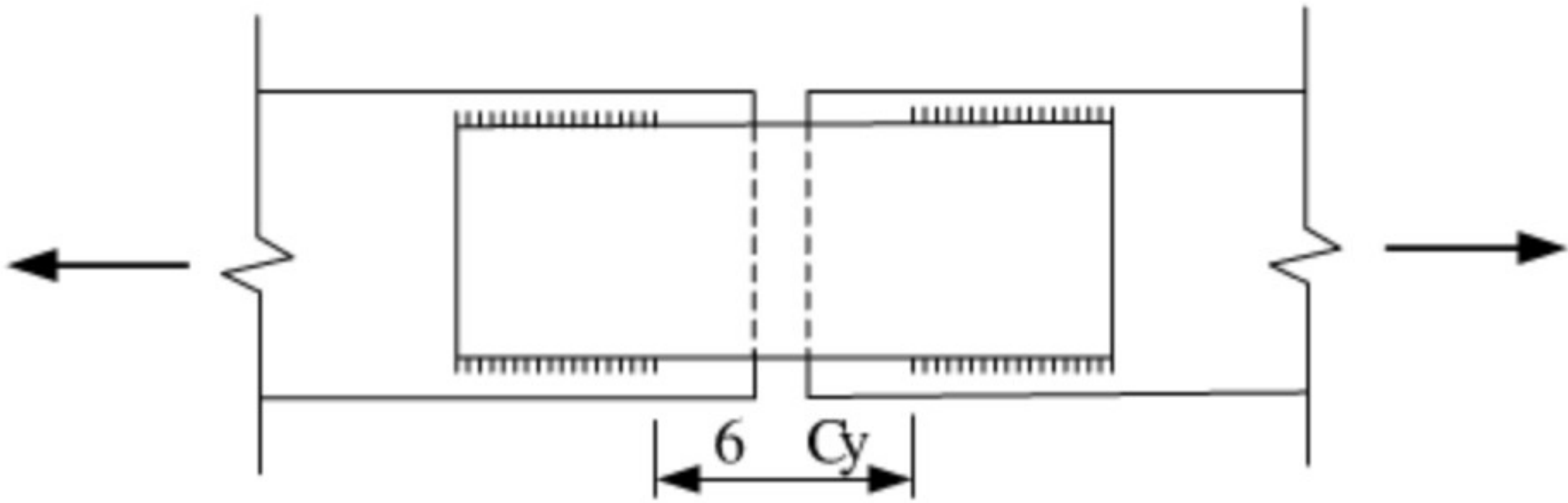
$D_{a(P)}$

s

DUGG

C

$u \quad D_{a,c}$



$D_{a(P)}$

$\sigma_P U^2$

UGG

钢结构抗震性能化设计

一般规定

n UPUZ UUG

,

A7 KU

A7

CUPPa

50 Qa

表 构件塑性耗能区的抗震承载性能等级和目标

P			
a			
D			
5			

50P

A7 KU

A7 KU e

50 Q,

5D

表 塑性耗能区承载性能等级参考选用表

		CU	CU, UG
E UUCZ	af 5	t f 5	Cf 5
5 UO UZ	af 5	Cf 5	Df 5
5 UO CZ	t f 5	Cf 5	Df 5
n UPUZ	t f 5	Df 5	5

50P

c

Pc

ac

t c

50 Q ,P

5Qa

表 结构构件最低延性等级

		P	a	t	C	D	5
	—	—					
	—						
	—						—
						—	—

C D 5

A7 KU

A7 KU e

PCB

1

1

c	U	7							
Pc	U	PU	PaC	at C	7	aeU			
	ot PU	ot DU	2						
ac	PU	PaC	at C	2	aeU	ot PU	ot DU		
	L								

A 3D scatter plot showing the distribution of 1000 data points in a 3D space defined by axes x, y, and z. The points are colored in a gradient from blue to red. The axes are labeled x, y, and z. The plot shows a dense cluster of points in the lower-left region, with a few points extending towards the upper-right. The axes range from 0 to 1000.

计算要点

A7 KU

A7 KU

CB

$$I = \frac{6}{38} \sqrt{5(P_i P_t)}$$

$$c = \frac{5(P_i P_t)}{I}$$

表 规则结构塑性耗能区不同承载性能等级对应的性能系数最小值

		P	a	t	C	D	5
	0 U	ω_{pe}	ω_{pa}	ω_{pt}	ω_{pC}	ω_{pD}	ω_{p5}

$$P_c = \frac{C B f_c U_B}{\alpha_c}$$

$$\frac{6}{U} \sqrt{N_K} \sqrt{A_N} \omega_{N \leq P} / \sqrt{N \cdot P} = 5(P_i P)$$

$$\frac{6}{U} \frac{[s] \sqrt{A_N} \omega_{N \leq P}}{[s] \sqrt{N \cdot P}} = 5(P_i P_a)$$

$$I = \frac{v_3}{\sqrt{5(P_i P_t)}}$$

$$v_3 = \frac{\omega_{pn} \sqrt{N \cdot P} \omega_{N \leq P}}{\omega_{pC} K} = \frac{5(P_i P_C)}{5(P_i D)}$$

$$\frac{6}{U} \sqrt{v_3 K} \sqrt{A_N} \omega_{N \leq P} / \sqrt{N \cdot P} = 5(P_i C)$$

$$\frac{6}{U} \sqrt{A_N} \omega_{N \leq P} / \sqrt{N \cdot P} = 5(P_i D)$$

$$v_3 = \frac{\omega_{pC} K}{\omega_{p5} \omega_{pn}} = \frac{5(P_i 5)}{5(P_i n)}$$

$$\frac{6}{U} \sqrt{\alpha_p} \sqrt{v_3 K} \sqrt{v_3 / K} \sqrt{A_N} \omega_{N \leq P} / \sqrt{N \cdot P} = 5(P_i 5)$$

$$\frac{6}{U} \sqrt{I} \sqrt{A_N} \omega_{N \leq P} / \sqrt{N \cdot P} = 5(P_i n)$$

[illegible]

[s] AN		>	
		5(P _t + a	
N ₁ · P N ₂ · P		>	
n		αG	
N ₁ · P N ₂ · P		>	
n		αG	
		>	
v ₃		GG ^a	
]		>	
		U U _{5 t}	
U _{5 t}			

表 17. 2. 2-2 构件截面模量 取值

	~	~P	~a	~t	~C
	N v		N j	N	N l

v n0 0 l

D0 0 rt

表 17. 2. 2-3 钢材超强系数 κ

	o PaC	o at C o at CAz
	0 C	αC
o at C o at CAz o aeU o t PU o t DU	0P	0

κ 0

α

NP AN N₁ · P U N₂ · P 5(P_a +

n

	NP		5(Pa,P
NP			
AN		A7	
	CU	A7 KU e	
N/P P	N<P	n	
	CG		
.			
	v[A[$\frac{N[3w\ K}{-}\quad N[3\prime\ K}$	5(PQ ,
I			
	0_K		
			5(PQ ,P
	0_K		
	[s_K]i4	[sP_K]i4_P	u 5(P,t ,Pc
	UDGdUaCy6-/ut	UC_{-3}s c	u 5(P,t ,ac
	-3 s	$\frac{[s]{K}}{\sqrt{}}$	u 5(P,t ,t c
Y			
5(PQ ,P			
c			
	sl q	[s_K^{48}	u 5(P,t ,Cc
	sl q	$(PC\ U5C \frac{m^2}{[s3]}$	u 5(P,t ,Dc
Pc		5(PQ ,C	CUB
	nP		

ac	œ
gPt U	
A[>
N[3w N[3'	w 7
	5(P(P,P GG ^a
-	GG
[s [sP	GG ^P
P	
[s	
	u 5(Pt r ac
-3 s	
> gG ^P	
sl q	5(Pt r D Ua
Ua	œ œ
[s	GG ^P
3	>
[s3	>
c	
~ ~P	
N] K] v /] K N] K]	u 5(PC r c
~a ~t	
na	

$$\begin{array}{c} \mathbb{N} \mid \mathbb{K} \\ \vee / \mid \end{array} 0_{\mathbb{K}} \quad \mathbb{N} \mid \mathbb{K}$$

u 5(PG·Pc

Pc

$$\sim \quad \sim P$$

$$\begin{array}{c} \mathbb{N} \mid \mathbb{K} \\ \vee / \mid \end{array} \quad \mathbb{K} \quad \mathbb{N} \mid \mathbb{K} \quad \vee [$$

u 5(PG·ac

$$\sim a \quad \sim t$$

$$\begin{array}{c} \mathbb{N} \mid \mathbb{K} \\ \vee / \mid \end{array} 0_{\mathbb{K}} \quad \mathbb{N} \mid \mathbb{K} \quad \vee [$$

u 5(PG·t c

PCB

PUB

$$\begin{array}{c} \vee / \\ \mathbb{K} \end{array} \quad \mathbb{U} \quad \sim a$$

$$0_{\mathbb{K}}$$

$$\text{u } 5(PG·Cc$$

$$Q_{\mathbb{A}}C \quad ,$$

$$\begin{array}{c} \vee \mid \quad \mathbb{A} \mid \\ \hline \mathbb{N} \mid 3v \quad \mathbb{K} \quad \mathbb{N} \mid 3' \quad \mathbb{K} \\ - \end{array} \quad 5(PG·C$$

$$\mathbb{N} \mid \quad \mathbb{N} \mid$$

$$GG^a \quad 5(PP·P$$

$$\mathbb{N} \mid$$

$$GG^a \quad 5(PP·P$$

$$\mathbb{K} \mid \quad \mathbb{K} \mid$$

$$>gGG^P$$

$$\vee$$

$$> \quad 5(PQ_{\mathbb{A}}·$$

$$\mathbb{U}$$

$$\mid$$

$$GG^P$$

nt

K		$5(P,P)_a$	
$v[\quad v]$		$>$	$5(PQ)_i$
$5(PQ)_C$			
		GG	
$A]$		$>$	
$N 3v$	$N 3v$	$w=7$	$5(PQ)_P$
GG^P			
$-$		GG	
$K=-T$			$5(P)_C$
		GG^P	
$-$		GG^P	
K		$>GG^P$	
T		$>GG^P$	
		0_K	
$v_3\quad U C_K$		$5(PQ)_i$	$5(PQ)_P$
		J_K	$5(PQ)_i$
		$P_{v_3\quad K/}$	$5(PQ)_P$
$v_3\quad U C_K$		$5(PQ)_a$	$5(PQ)_t$
$J\quad PQ_{v_3\quad K}\quad v_3/ \quad K/$			$5(PQ)_a$
$J\quad J_K\sqrt{v_3/ \quad K}^P$			$5(PQ)_t$
		nC	

$$J \quad \quad \quad GG^P$$

$$K < \quad \quad \quad UCh \quad \quad \quad > \underline{g}GG^P$$

$$\quad \quad \quad GG$$

[illegible]

$$\tau_{\text{fs}} \approx 10^{-13} \text{ s} \quad \text{for } K \approx 10^4 \text{ K} \quad \text{50 Per}$$

Π_{3W}) N K 5(Pert

50PerC

$$\begin{array}{c} \text{Al} \\ \text{[s]} \\ \text{) } \text{T} \quad \text{) } \text{T} \\ \text{) } \text{T} \text{I s} \quad \text{) } \text{T} \text{I 34v} \\ \text{) } \text{T} \text{I 64l} \end{array}$$

50P(e)

Ue

表	连接系数
---	------

o PaC	Q U	Q C	QPC	QU		Q
o at C	QU	QC	QPU	QPC		Q
o at CAz	QPC	QU	Q C	QPU		Q

1	o at C	o at C
---	--------	--------

nD

P1 o at CAz Az o at CAz

a1

H

H

$$v \frac{n\lceil}{m} \frac{n\lceil P}{a} \frac{t}{a} \ll$$

5(P, U

$$\frac{\lceil}{m} \frac{\lceil P}{m}$$

v4

5(P, UP

.....

[[P

5(PQa,

U

v[v[P

v

PQa(a

v4

PQa(a

v

UeC

UhC

PQa(a

[s K⁴⁸

[sP K⁴⁸ P A

u 5(P0 r c

[s K⁴⁸

[sP K⁴⁸ P A

u 5(P0 r Pc

Y

[s K⁴⁸ A

u 5(P0 r ac

n5

A		Y	
		50PQ _{ra}	
		50PQ _e	
		P	
		U	
		U	
UB			
		UB	
UB		基本抗震措施	
		A7 KUD ₁ ·PU	
U5	UG	5	
~C			
nn			

ω

2

NP

50PQ :

 $v[$

50a.t.

表 结构构件延性等级对应的塑性耗能区(梁端)截面板件宽厚比等级和轴力、剪力限值

	$\sim C$	$\sim t$	$\sim a$	$\sim P$	\sim
NP		$\mathbb{U} C$		$\mathbb{U} C_K$	
v_l		$\mathbb{U} C_{JJ} <$		$\mathbb{U} C_{JJ} < K$	

P

-3-

5(a) t r P

表 工字形梁受弯正则化长细比 λ_{cr} 限值

	UPC	UnU	UCC	UnU

-3-

DPC5ra

50a(C

表 框架柱长细比要求

$v / \kappa \quad \text{UD C}$	nU	CU	PU .
$v / \kappa \quad \text{UD C}$	PC v / κ .		

H

- 34

5(a)J

ne

表 形和箱形截面柱节点域受剪正则化宽厚比 η 的限值

η	η_1	η_2	η_3	η_4

η_1

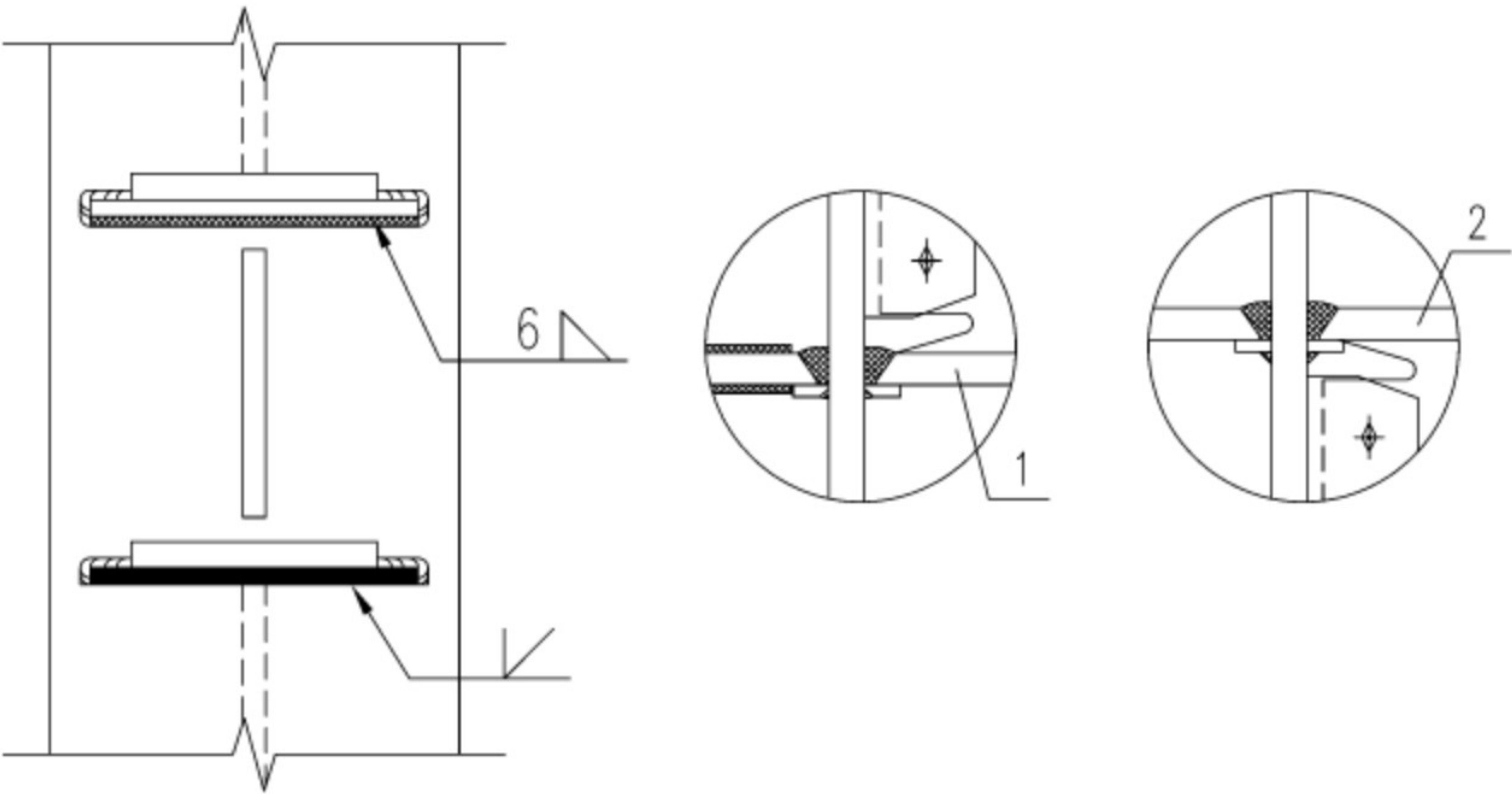
η_2

η_3

η_4

η_5

5(a.5)



5(a.5)

P

5(a.6)

η_6

η_7

eU

U_hU

U_eU

5(P.G.a 5(P.G.t

5(a.n

U₀f U₅C_F

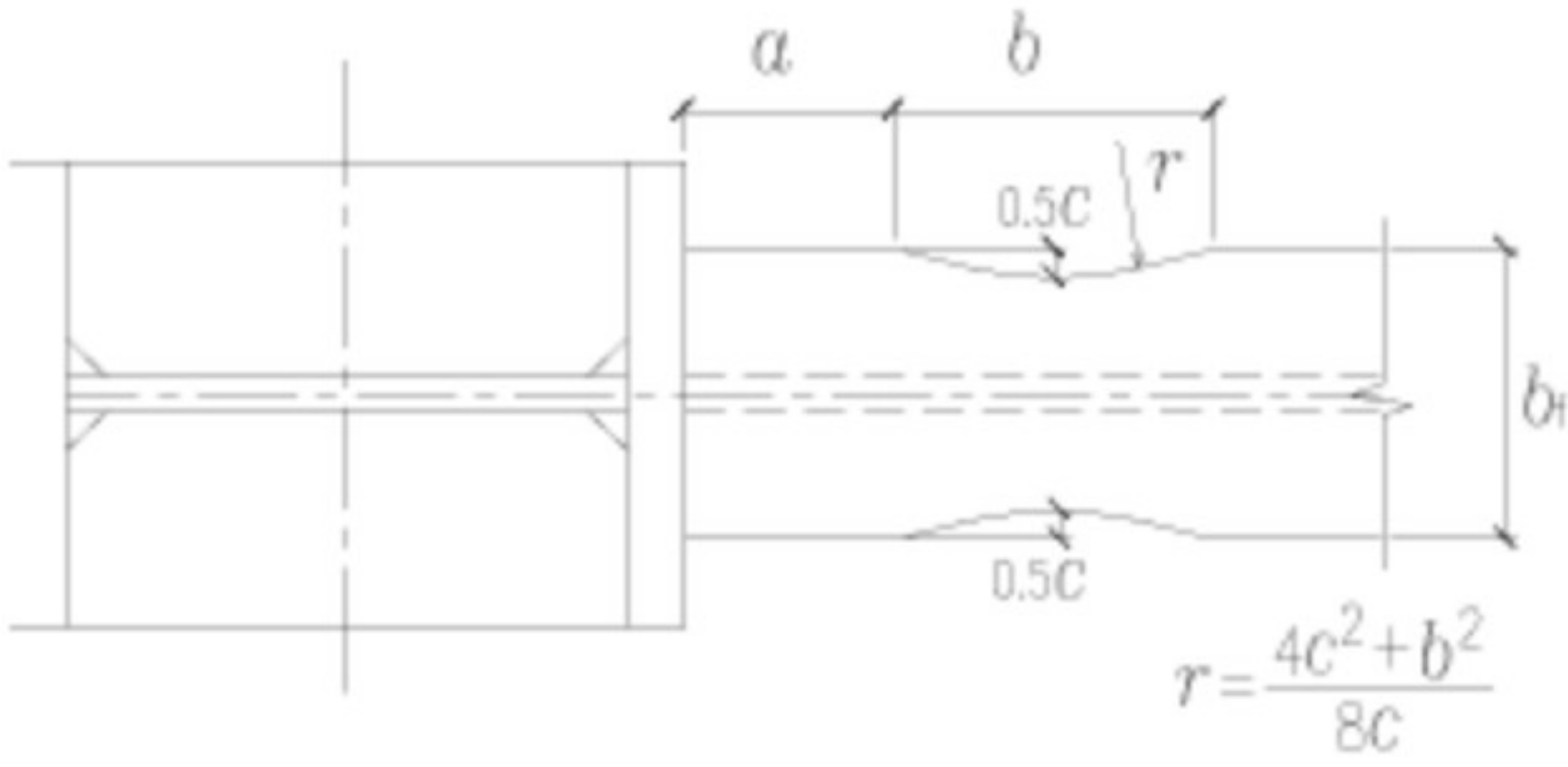
5Q(n

U₀Cf U_hC_I

5Q(n.P

U₀ Cf U₀C_F

5Q(n.a



5(a.n

F

GG

[

GG

CGG

PC

U₀ f U₀ [[

a .

r

r

50 Q .P

5Q0 P

a0CP

e

表 支撑长细比、截面板件宽厚比等级

		r	r			
			—	50 Ⅱ 50 Ⅲ	50a0	
			—	ⅡC , aU	7~a	
			—	aa , ⅡC ,	7~P	
			—	aU , nU	7~P	
			—	aa ,	7~	
Y			—	50 Ⅱ	50a0	
			—	ⅡC , aU	7~a	~a
			—	aa , ⅡC ,	7~P	~P
				aU , nU	7~P	ⅡB
			—			~
				aa ,	7~	~
	—	—		ⅡC ,	50a0	A7 ⅡC

aU

nU

P

P

$$v_3 \quad \mathbb{U} \mathbb{D} \quad \mathbb{K}$$
$$J / U_0$$
$$\mathbb{D}_{v3} \text{ K/}$$

50a0 G

J / Ua

$$0 \subset \mathbb{U} \subset \mathbb{C} \quad \text{and} \quad \mathbb{D} \subset \mathbb{C} \subset \mathbb{K}$$

50a0 GP

$$v_3 / v_3$$

50a0 Ca

GG

v3

 \vee
$$F/P \quad J$$
$$\mathbb{U}\mathfrak{C}_j$$

UGG

$$\mathbb{D}_{v3} \text{ K/}$$
$$aU_j \quad /C$$

POD v3 K/

C_{v3} K/ \mathbb{C}_F
$$\mathbb{CP}_J / \mathbb{C}$$
$$\mathbb{D}_{v3} \text{ K/}$$

POD v3 K/

ea

C_{v3} K/

D UGG

D UGG

F/P_J J UGG

Ⓣ_{v3} K/

DB

A7 IUU

A7 IU e

钢结构防护
抗火设计

A7 CU D

A7 C Pt e

防腐蚀设计

PGG

PC

αGG

αGG

αGG

UGG

αGG

A7 ϑ nePa

L

隔热

eD

U2

附录 常用建筑结构体系

单层钢结构

多高层钢结构

wJ0

表 多高层钢结构常用体系

r		
r		
	r	
		r
	r	

大跨度钢结构

w.a0

表 大跨度钢结构体系分类

MCU+a

t n+a

DU+a(C

附录 结构或构件的变形容许值

受弯构件的挠度容许值

700

/aU

/nU

表 受弯构件的挠度容许值

		9	o
	P a t	/CU /5CU /eU / UU	
P		/t U	
a	an. ZgG Pt . ZgG	/DU /t U	
t	a P a t C r t D 5	/t U / nU /Pt U /PCU /PCU / CU /PU /Pt U / CU	/CU /aCU /aU
C	P a t C D		/t U / UU /aU / U /PU /PU

*1

P

P1 9

o

PU

a	PG	9	Ue
w5 wn			
gPPU			
结构的位移容许值			
c	7.P0.r		
Pc			Pt U
		nG	DU
ac	nG		
PUy	w	wC	g nU

表 风荷载作用下柱顶水平位移容许值

		g CU
		g UU

w5 wn

7.P0.rP

表 吊车水平荷载作用下柱水平位移（计算值）容许值

		lg PCU	lgPUU
P		lgPCUU	r
a		lg UU	r

l j

P

a wn

eUB

PU

t wD

g U

7.PP

表 层间位移角容许值

r			gPCU
r	r		gPCU
	r		g CU
			gPCU

P

a1

gPCU

gPCU

c

7.PQ.1

Pc

gU

g U

ac

g U

gCU

7.PQ.1P

表 非抗震组合时大跨度钢结构容许挠度值

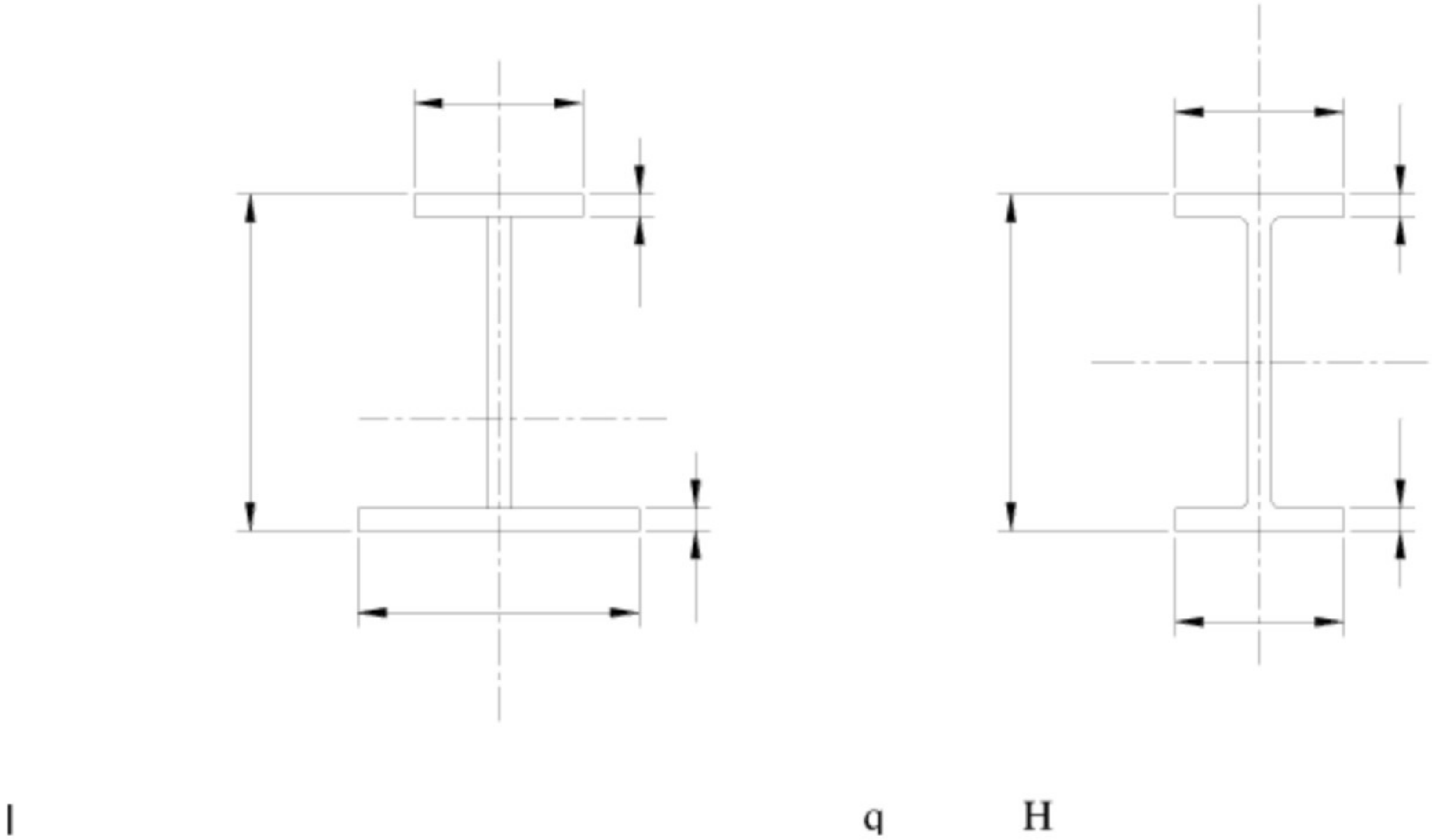
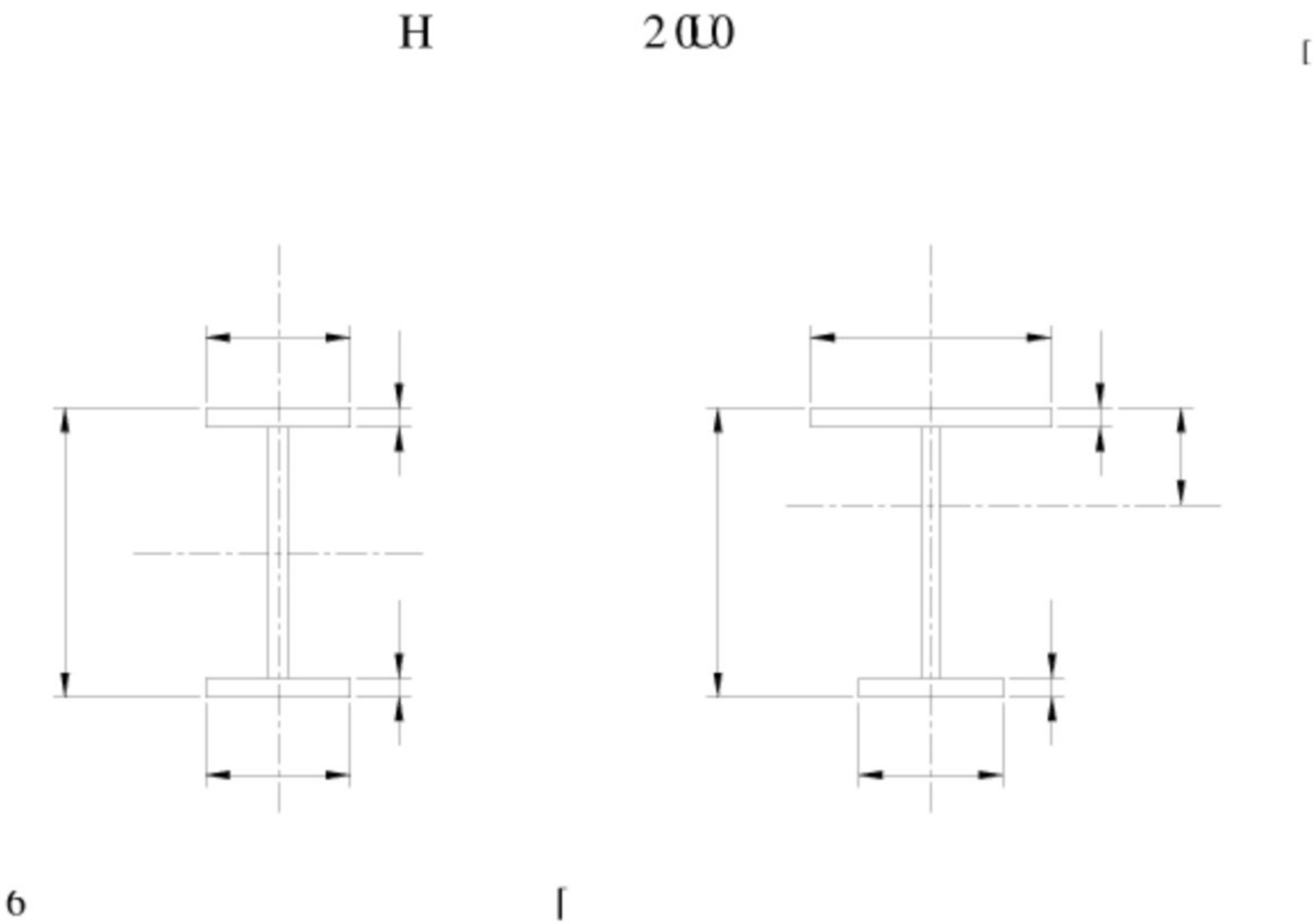
		$\frac{P}{E I}$	$\frac{P}{E I}$
		$\frac{P}{E I}$	$\frac{P}{E I}$
		$\frac{P}{E I}$	$\frac{P}{E I}$
		$\frac{P}{E I}$	$\frac{P}{E I}$
		$\frac{P}{E I}$	$\frac{P}{E I}$

P

表 地震作用组合时大跨度钢结构容许挠度值

		$\frac{P}{E I}$	$\frac{P}{E I}$
		$\frac{P}{E I}$	$\frac{P}{E I}$
		$\frac{P}{E I}$	$\frac{P}{E I}$
		$\frac{P}{E I}$	$\frac{P}{E I}$
		$\frac{P}{E I}$	$\frac{P}{E I}$

附录 梁的整体稳定系数



$2\alpha_0$ H

$$\left[\frac{t a P U}{K} \right]_j \sqrt{\frac{K}{t \alpha}} \left[\frac{P}{K} \right] \quad u_2 \alpha_0, c$$

K K

$u_2 \alpha_0, Pc$

l

$2\alpha_0$ 6 q

U

$u_2 \alpha_0, ac$

$2\alpha_0$ l l

$P U$

	$\frac{U_h P}{l}$	$u_{200} \cdot t \cdot c$
	$\frac{P}{l}$	$u_{200} \cdot C_c$
	$\frac{\quad}{P}$	$u_{200} \cdot E_c$
$200 \cdot$	U_E	
	$0.5 \frac{U_P n P}{l}$	$u_{200} \cdot 5c$
$\frac{1}{K}$	200	
K		
P		

表 型钢和等截面工字形简支梁的系数

				PU	PU	
				UDe U a	UeC	200 6 q
P				Ga UPU	Qa	
a				UJa U n	Ue	
t				PPa UPh	UD	
C				0 C		200
D				Q U		
5				5C		
n				QPU		
e				Q U		
U				$\begin{matrix} & & & & P \\ & & & & \\ &$		

P1				P				P			
P											
a1				a t 5							
				P C D							
t l				n e				ØPU			
Cl											
Dl				Uñ							
				U				UeC			
				a UC				UeU UC U UeC			
								2 UUP			
								Ue			
				2 U0 +5							

表 轧制普通工字钢简支梁的

					G									
					P	a	t	C	D	5	n	e	U	
				UF PU	P0U	QaU	Ue e	UñU	UDñ	Ueñ	UeCa	Uñ n	Uñ a	
				PPf aP	P0 U	Q n	Ue	UñD	U5P	UDP	Ue	Uñ e	Uñ C	
				aDf Da	PQñU	U	U5	Uña	UDñ	UeD	UeU	Uñ C	Uñ U	
P				UF PU	a0 U	UeC	Qñt	U	UñP	Ue	UDa	Ue5	UDP	
				PPf t U	UeU	PQñU	Qñt	Qñ5	U5	UñD	U5a	UD	UeD	
				t Cf Da	5QaU	aU	PQñU	UeP	UeU	UeD	UñU	Ue	UDU	
a				UF PU	U	U P	Uñt	UDñ	Ue5	UeU	Uñ C	Uñ	Uñ5	
				PPf t U	P0 U	QaU	Ue a	U5a	UDU	Ue	Uñ C	Uñ U	UñD	
				t Cf Da	PDU	U C	Ue5	U5a	Ue	UeU	Uñ t	Uñn	UñC	
t			UF PU	P0U	Ue	Uñ	Uña	UDñ	UeD	UDP	Uñ 5	Uñ P		
			PPf t U	t U	PPU	U C	U U	UñC	U5U	UDU	UDP	Uñ D		
			t Cf Da	UeU	PQñU	QñU	UeC	U5n	UDC	Ue	Uñ e			
C				UF PU	PPU	Ue	U	U5e	UD	Ue5	UDP	Uñ 5	Uñ P	
				PPf t U	aU	QñU	Ue	U5D	UDC	UeD	Uñ e	Uñ a		
				t Cf Da	t U	PPU	Qñn	U	UñU	UD	Ue	Uñ a		

1 2 U0 a C

... P1 [o PaC ,

[$\frac{CSU}{}$ ^P $\sigma_2 \sigma_{ac}$

$2\sigma_h$ [σ $2\sigma_0 + 5$ []

$2\sigma_0 +$

[2σ $2\sigma_0 + P$ _K

[σ $2\sigma_0 + 5$ []

表 双轴对称工字形等截面悬臂梁的系数 [

		$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$	$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$	$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$
		$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$	$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$	$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$
P		$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$	$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$	$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$
a		$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$	$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$	$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$

1

P1 $2\sigma_0$

_K $\sigma \sigma$ [

[$\sigma \sigma \frac{\sigma}{\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma}$ $\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$

[$\sigma \sigma \frac{\sigma}{\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma} \frac{\sigma}{\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma}$ $\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$

9

c

9

[$\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$ $\sigma \sigma \sigma \sigma \sigma$

9

9

PL5

$$\begin{array}{ccccc}
 & & \text{UUPP } \kappa/ & & \text{u2 UGtc} \\
 \text{Pc} & & \text{n} & & \\
 & & \text{UUC } \kappa/ & & \text{u2 UGcC} \\
 2\text{UG} & 2\text{UGP} & \text{U} & & \text{U}
 \end{array}$$

附录 轴心受压构件的稳定系数

6 L00

表 类截面轴心受压构件的稳定系数

/ .	U		P	a	t	C	D	5	n	e
U	UUU	UUU	UUU	UUU	Uee	Uee	Ueen	Ueen	Uee5	UeeD
U	UeeC	Ueet	Ueea	UeeP	Uee	Uene	Uenn	UenD	UenC	Uena
PU	Uen	Ue5e	Ue55	Ue5D	Ue5t	Ue5P	Ue5U	UeDh	UeDD	UeDt
aU	UeDa	UeD	UeCe	UeC5	UeCt	UeCP	UeCU	Uet n	Uet D	Uet t
tU	Uet	Ueae	Uea5	Ueat	UeaP	UePe	UeP5	UePt	UeP	Ue n
CU	Ue D	Ue a	Ue U	UeU5	UeUa	UeUU	Uhe5	Uhea	UheU	UhnD
DU	Uhna	Uh5e	Uh5C	Uh5	UhD5	UhDP	UhCh	UhCt	Uht e	Uht t
5U	Uhae	Uhat	UhPe	UhPt	Uh n	Uh a	UhU5	UhU	U5eC	U5ne
nU	U5na	U55D	U55U	U5Da	U5CD	U5t e	U5t P	U5aC	U5Pn	U5P
eU	U5 a	U5UC	UDe n	UDe	UDha	UD5D	UDDh	UDDU	UDCa	UD C
UU	UDa5	UDaU	UDPP	UD t	UDU5	UCee	UCeP	UCht	UC55	UCDe
U	UCDP	UCCC	UCt n	UCt	UCat	UCP5	UCPU	UC a	UCU5	UCUU
PU	Uet	Un5	Un	U5C	UDe	UDa	UC5	UC	Ut C	Uae
aU	Uat	UPn	UPa	U5	UP	UU5	UUP	Uhe5	UheP	Uhn5
tU	UanP	Ua5n	Ua5a	UaDh	UaDt	UaDU	UaCC	UaC	Uat 5	Uat a
CU	Uhae	UhaC	Uha	UaP5	UaPa	Ua e	Ua D	Ua P	UaUh	UaUC
DU	UaUP	UPen	UPeC	UPeP	UPnn	UPnC	UPnP	UP5e	UP5D	UP5a
5U	UP5U	UPD5	UPDt	UPD	UPCe	UPCD	UPCa	UPCU	UPt n	UPt C
nU	UPt a	UPt U	UPan	UPaC	UPaa	UPa	UPPn	UPPD	UPPt	UPPP
eU	UP e	UP 5	UP C	UP a	UP	UPUe	UPU5	UPUC	UPUa	UPU
PUU	UDee	UDe5	UDeD	UDet	UDeP	UDeU	Uenn	Uen5	UenC	Uena
P U	UenP	UenU	U5n	U55	U5C	U5t	U5P	U5	UDe	UDh
PPU	UDD	UDC	UDa	UDP	UD	UCe	UCh	UC5	UCC	UCt
PaU	UCa	UC	UCU	Ute	Utn	Ut5	UtC	Utt	Uta	UtP
PtU	Ut	UtU	Uae	Ua5	UaD	UaC	Uat	Uaa	UaP	Ua

L.UC

PUe

C 中华人民共和国国家标准钢结构设计 术 P 语符号

表 类截面轴心受压构件的稳定系数

/ B	D	U		5	0	7	2	S	t	a
D	UGDD	UGDD	UGDD	Dāaa	Dāaa	Dāat	DāaS	Dāa2	Dāa7	Dāa0
UD	Dāa	DāaU	Dāt a	Dāt S	Dāt 7	Dāt 5	Dāt U	DāSt	DāS2	DāS5
D	DāSD	Dā2S	Dā25	Dā2D	Dā7S	Dā75	Dā7D	Dā02	Dā05	Dā5a
5D	Dā52	Dā5	Dā a	Dā 7	Dā U	DāU	DāU0	DāUD	DāD2	DāD5
0D	Dāaa	Dāa7	DāaU	Dāt 2	Dāt	DātSt	DāS0	DāSD	Dā27	Dā2U
7D	Dā72	Dā7	Dā0S	Dā0	Dā5S	Dā55	Dā t	Dā 5	DāU	DāU
2D	DāDS	DāD	Dāa2	DāaU	DāSt 7	DāSt D	DāS0	Dā2t	Dā2	Dā7S
SD	Dā7U	Dā07	Dā5t	Dā5	Dā 2	Dā D	DāU5	DāDS	DāDU	Dāa0
t D	Dāt S	Dāt U	DāS0	Dā2t	Dā2U	Dā70	Dā0t	Dā0U	Dā50	Dā t
aD	Dā U	DāU0	DāDS	DāDU	Dāa0	Dāt S	Dāt U	DāS0	Dā2t	Dā2U
UD	Dā77	Dā0t	Dā0	Dā57	Dā a	Dā 5	DāUS	DāU	DāD0	Dāat
UD	Dāa	Dāt S	Dāt U	DāS7	Dā2a	Dā20	Dā7t	Dā75	Dā0S	Dā0
U D	Dā52	Dā5U	Dā 2	Dā U	DāU2	DāU	DāD2	DāDU	Dāa2	Dāa
U5D	DāSt S	DāSt 5	DāSt	DāS0	Dā2a	Dā27	Dā2U	Dā7S	Dā7	Dā0t
U0D	DāS00	DāS0D	Dā5S	Dā55	Dā a	Dā 7	Dā	DāU	DāU0	DāU
U7D	DāSD	DāSD0	DāDU	DāaS	Dāa0	DāaU	Dāt t	Dāt 7	Dāt	DāSa
U2D	DāS2	DāS5	DāSD	Dā2S	Dā20	Dā2	Dā7a	Dā72	Dā75	Dā7U
USD	Dā0t	Dā02	Dā05	Dā0U	Dā5t	Dā52	Dā50	Dā5U	Dā a	Dā S
U D	Dā 7	Dā	Dā D	DāU	DāU2	DāU0	DāU	DāUD	DāD	DāD2
UaD	DāD0	DāD	DāDD	Dāāt	Dāā2	Dāā7	Dāā5	DāāU	Dāā a	Dāā t
DD	Dāā 2	Dāā 0	Dāā 5	Dāā U	DāāSa	DāāSt	DāāS2	DāāS7	DāāS5	DāāS
UD	DāSD	Dā2a	Dā2S	Dā22	Dā20	Dā25	Dā2	Dā2D	Dā7a	Dā7t
D	Dā72	Dā77	Dā70	Dā7	Dā7U	Dā7D	Dā0a	Dā0S	Dā02	Dā07
5D	Dā00	Dā05	Dā0	Dā0U	Dā5a	Dā5t	Dā5S	Dā52	Dā57	Dā50
0D	Dā55	Dā5	Dā5U	Dā5D	Dā a	Dā t	Dā S	Dā 2	Dā 7	Dā 0
7D	Dā 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—

般规术定符构 体系作用 P 表定准温度区段长值号

n 中华人民共和国国家标准钢结构设计 术 P 语符号

表 类截面轴心受压构件的稳定系数

λ / B	D	U		5	0	7	2	S	t	a
D	UGDD	UGDD	UGDD	DGa	DGa	DGa	DGa	DGa	DGa	DGa
UD	DGa	DGaD	DGa t	DGa 2	DGa 5	DGa U	DGaSt	DGaS2	DGaS5	DGaSD
D	DGa22	DGa7a	DGa75	DGa0S	DGa0D	DGa50	DGa t	DGa U	DGaU7	DGaDa
5D	DGaD	DGa2	DGaD	DGt 5	DGSS	DGSL	DG27	DG7t	DG7	DG07
0D	DG5a	DG55	DG 2	DG D	DGU5	DGDS	DGDD	DSa0	DSt S	DSt U
7D	DSS0	DS2t	DS2U	DS77	DS0t	DS0	DS57	DS t	DS	DSU7
2D	DSDa	DSD	DGa7	DGt a	DGt	DGS7	DG2a	DG2	DG72	DG0a
SD	DG0	DG52	DG a	DG 5	DGU2	DGUD	DGD5	DGaS	DGaU	DGt 0
t D	DGSt	DGS	DG27	DG7a	DG75	DG0S	DG0U	DG57	DG a	DG 5
aD	DGUS	DGU	DGD7	DGa	DGa0	DGt t	DGt 5	DGSS	DGSL	DG2S
UD	DG2	DG7t	DG75	DG0a	DG07	DG0D	DG52	DG5	DG S	DG 5
UD	DGUa	DGU7	DGU	DGDS	DGD	DGa	DGa0	DGaD	DSt 2	DSt 5
U D	DSSa	DS7	DSL	DS2S	DS25	DS2D	DS72	DS7	DS0a	DS07
U5D	DS0	DS5t	DS57	DS5	DS t	DS 7	DS	DSU	DSU7	DSU
U0D	DSDa	DSD2	SD5	SDD	DGaS	DGa0	DGaU	DGt t	DGt 7	DGt
U7D	DGSa	DGSS	DGS0	DGSL	DG2a	DG22	DG25	DG2U	DG7t	DG72
U2D	DG75	DG7U	DG0t	DG02	DG00	DG0U	DG5a	DG5S	DG57	DG5
USD	DG5D	DG t	DG 2	DG 0	DG	DG D	DGU	DGU2	DGU0	DGU
U D	DGUD	DGD	DGD2	DGD0	DGD5	DGDU	DGa	DGaS	DGa7	DGa0
UaD	DGa	DGaD	DGt a	DGt S	DGt 7	DGt 0	DGt	DGt U	DG5a	DGSt
DD	DGS2	DGS7	DGS5	DGS	DGSD	DG2a	DG2S	DG22	DG27	DG25
UD	DG2	DG2U	DG7a	DG7t	DG7S	DG77	DG70	DG75	DG7	DG7U
D	DG0a	DG0t	DG0S	DG02	DG07	DG00	DG0	DG0U	DG0D	DG5a
5D	DG5t	DG5S	DG52	DG57	DG50	DG55	DG5	DG5U	DG5D	DG a
0D	DG t	DG S	DG 2	DG 7	DG 0	DG 5	DG 5	DG	DG U	DG D
7D	DGUa	—	—	—	—	—	—	—	—	—

般规术定符构 体系作用 PGG 表定准温度区段长值号

d 中华人民共和国国家标准钢结构设计 术 PGO 语符号

表 类截面轴心受压构件的稳定系数

/ B	D	U		5	0	7	2	S	t	a
D	UGDD	UGDD	Dāaa	Dāaa	Dāat	Dāa2	Dāa0	Dāa	DāaD	Dāt S
UD	Dāt 0	Dāt U	DāSt	DāS0	Dā2a	Dā27	Dā2D	Dā77	Dā0a	Dā00
D	Dā5S	Dā S	DāU	DāDa	DāDD	DāaU	Dāt 5	DāS0	Dāt 7	Dāt 7S
5D	Dāt 0t	Dāt 0D	Dāt 5U	Dāt 5	Dāt U7	Dāt DS	Dāt at	Dāt SaD	Dāt St	Dāt SS0
0D	Dāt 22	Dāt 7t	Dāt 7U	Dāt 05	Dāt 57	Dāt S S	Dāt D	Dāt SU	Dāt SD7	Dāt aS
7D	Dāt aD	Dāt t	Dāt S7	Dāt 2t	Dāt 2D	Dāt 75	Dāt 02	Dāt 5a	Dāt 5	Dāt 7
2D	Dāt U	Dāt U	Dāt D7	Dāt at	Dāt aU	Dāt t 7	Dāt St	Dāt SU	Dāt 27	Dāt 7a
SD	Dāt 7	Dāt 02	Dāt 0D	Dāt 50	Dāt t	Dāt U	Dāt U2	Dāt UD	Dāt D0	Dāt at
t D	Dāt a	Dāt t S	Dāt t U	Dāt S2	Dāt SD	Dāt 27	Dāt 7a	Dāt 70	Dāt 0a	Dāt 00
aD	Dāt 5a	Dāt 50	Dāt a	Dāt 0	Dāt Ua	Dāt U0	Dāt Da	Dāt D7	Dāt DU	Dāt aS
UD	Dāt a5	Dāt aD	Dāt t 2	Dāt t 5	Dāt t D	Dāt S2	Dāt S5	Dāt 2a	Dāt 22	Dāt 25
UD	Dāt 7a	Dāt 72	Dāt 75	Dāt 7D	Dāt 02	Dāt 05	Dāt 0D	Dāt 5S	Dāt 50	Dāt 5U
U D	Dāt t	Dāt 7	Dāt	Dāt Ua	Dāt U2	Dāt U5	Dāt UD	Dāt DS	Dāt D0	Dāt DU
U5D	Dāt at	Dāt a2	Dāt a5	Dāt aD	Dāt t t	Dāt t 7	Dāt t	Dāt t D	Dāt SS	Dāt S7
U0D	Dāt S	Dāt SD	Dāt 2S	Dāt 27	Dāt 2	Dāt 2D	Dāt 7S	Dāt 77	Dāt 75	Dāt 7D
U7D	Dāt 0t	Dāt 02	Dāt 00	Dāt 0	Dāt 5a	Dāt 5S	Dāt 57	Dāt 55	Dāt 5U	Dāt a
U2D	Dāt S	Dāt 7	Dāt 5	Dāt U	Dāt Ua	Dāt US	Dāt U7	Dāt U5	Dāt UU	Dāt UD
USD	Dāt D	Dāt D2	Dāt D0	Dāt D	Dāt DU	Dāt ha	Dāt hS	Dāt h2	Dāt h0	Dāt h
U t D	Dāt hU	Dāt h a	Dāt h S	Dāt h 2	Dāt h 0	Dāt h 5	Dāt h U	Dāt h D	Dāt h St	Dāt h SS
UaD	Dāt S7	Dāt S0	Dāt S5	Dāt SU	Dāt SD	Dāt 2t	Dāt 2S	Dāt 22	Dāt 20	Dāt 25
DD	Dāt 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

般规术定符构 体系作用 PGG 表定准温度区段长值号

(家标准) r或B件变术 PGG 形术 PGG 及舒适的民共和国家标准钢结构设计 截面

温度区段规

(r DGU7 适规

$$U = U_r$$
$$r = \sqrt{i / \dots}$$

$$\sigma_{PGG+U_s}$$
$$\sigma_{PGG-s}$$

(r DGU7 适规

U

$$\frac{U}{f} = \frac{5 f}{f} \sqrt{\frac{5 f}{f}}$$

dP 6G-5s

度定规 板 板 s ——构造的计宽厚体系作术 SG6 准华人比中的 术 P 67 等级号

表 系数 板 板 s

华人中压		u		s
g 中		D6U	D6t 2	D67
C 中		D67	D627	D6DD
n 中	f U67	DS5	D6D2	D6a7
	f U67		UGU2	D6D
d 中	f U67	US7	D62t	D6aU7
	f U67		US7	D65

附录 柱的计算长度系数

弯受限支撑材准区段牌连构造设计术语的接适料型截面选结规

(4.3 材2 承适的语4. 重所连应具号

有屈服支撑材的(材3 强、2 承适的计语 uD的(材3 强、所承适的计语 uUD的抗
拉断后伸语 uDG号

(3 材所承准4. 率和民共国硫 c磷合适的. 重所连量合构造格. 计 截面温度区
段规

4. 保证3 材所承, 4. 保证3 材2 承适规

$$c \quad U \quad c/ \quad 1c \quad d \quad \text{GGrUs}$$

4. 保证对焊适规

$$c \quad U \quad c/ \quad 1c \quad d \quad \text{GGr s}$$

$$1c \quad c/ \quad d \quad \text{GGr5s}$$

度定规 c——4. 华人尚碳当。88⁰以要

——4. 牌连。88⁰以号

表 弯受限支撑材准区段牌连构造

$K_1 \backslash K_2$	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	2	3	4	5	≥ 10
0	1.000	0.990	0.981	0.964	0.949	0.935	0.922	0.875	0.820	0.791	0.773	0.760	0.732
0.05	0.990	0.981	0.971	0.955	0.940	0.926	0.914	0.867	0.814	0.784	0.766	0.754	0.726
0.1	0.981	0.971	0.962	0.946	0.931	0.918	0.906	0.860	0.807	0.778	0.760	0.748	0.721
0.2	0.964	0.955	0.946	0.930	0.916	0.903	0.891	0.846	0.795	0.767	0.749	0.737	0.711
0.3	0.949	0.940	0.931	0.916	0.902	0.889	0.878	0.834	0.784	0.756	0.739	0.728	0.701
0.4	0.935	0.926	0.918	0.903	0.889	0.877	0.866	0.823	0.774	0.747	0.730	0.719	0.693
0.5	0.922	0.914	0.906	0.891	0.878	0.866	0.855	0.813	0.765	0.738	0.721	0.710	0.685
1	0.875	0.867	0.860	0.846	0.834	0.823	0.813	0.774	0.729	0.704	0.688	0.677	0.654
2	0.820	0.814	0.807	0.795	0.784	0.774	0.765	0.729	0.686	0.663	0.648	0.638	0.615
3	0.791	0.784	0.778	0.767	0.756	0.747	0.738	0.704	0.663	0.640	0.625	0.616	0.593
4	0.773	0.766	0.760	0.749	0.739	0.730	0.721	0.688	0.648	0.625	0.611	0.601	0.580
5	0.760	0.754	0.748	0.737	0.728	0.719	0.710	0.677	0.638	0.616	0.601	0.592	0.570
≥ 10	0.732	0.726	0.721	0.711	0.701	0.693	0.685	0.654	0.615	0.593	0.580	0.570	0.549

注:1 表中的计算长度系数 μ 值系按下式算得:

$$\left[\left(\frac{\pi}{\mu} \right)^2 + 2(K_1 + K_2) - 4K_1 K_2 \right] \frac{\pi}{\mu} \cdot \sin \frac{\pi}{\mu} - 2 \left[(K_1 + K_2) \left(\frac{\pi}{\mu} \right)^2 + 4K_1 K_2 \right] \cos \frac{\pi}{\mu} + 8K_1 K_2 = 0$$

式中, K_1 、 K_2 分别为相交于柱上端、柱下端的横梁线刚度之和与柱线刚度之和的比值。当梁远端为铰接时, 应将横梁线刚度乘以 1.5; 当横梁远端为嵌固时, 则将横梁线刚度乘以 2。

非受限支撑材准区段牌连构造 计 术 1 语符的接适料型截面选结规

(4.3 材2 承适的语4. 重所连应具号

有屈服支撑材的 (材3 强、2 承适的计语 u_D 的 (材3 强、所承适的计语 u_U 的抗拉断后伸语 u_{DG} 号

(3 材所承准4. 率和民共国硫 c_P 含适的4. 重所连量合构造格。计 截面温度区段规

4. 保证3 材所承适规

$$e \quad U \quad c / 0_{1c} \quad d \quad \text{GGr-Ls}$$

4. 保证3 材2 承适规

$$e \quad U \quad c /_{1c} \quad d \quad \text{GGr-s}$$

4. 保证对焊适规

$$e \quad U \quad c /_{1c} \quad d \quad \text{GGr-5s}$$

表 非侧移框架柱准区段牌连构造

$K_1 \backslash K_2$	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	2	3	4	5	≥ 10
0	∞	6.02	4.45	3.42	3.01	2.78	2.64	2.33	2.17	2.11	2.08	2.07	2.03
0.05	6.02	4.16	3.47	2.86	2.58	2.42	2.31	2.07	1.94	1.90	1.87	1.86	1.83
0.1	4.46	3.47	3.01	2.56	2.33	2.20	2.11	1.90	1.79	1.75	1.73	1.72	1.70
0.2	3.42	2.86	2.56	2.23	2.05	1.94	1.87	1.70	1.60	1.57	1.55	1.54	1.52
0.3	3.01	2.58	2.33	2.05	1.90	1.80	1.74	1.58	1.49	1.46	1.45	1.44	1.42
0.4	2.78	2.42	2.20	1.94	1.80	1.71	1.65	1.50	1.42	1.39	1.37	1.37	1.35
0.5	2.64	2.31	2.11	1.87	1.74	1.65	1.59	1.45	1.37	1.34	1.32	1.32	1.30
1	2.33	2.07	1.90	1.70	1.58	1.50	1.45	1.32	1.24	1.21	1.20	1.19	1.17
2	2.17	1.94	1.79	1.60	1.49	1.42	1.37	1.24	1.16	1.14	1.12	1.12	1.10
3	2.11	1.90	1.75	1.57	1.46	1.39	1.34	1.21	1.14	1.11	1.10	1.09	1.07
4	2.08	1.87	1.73	1.55	1.45	1.37	1.32	1.20	1.12	1.10	1.08	1.08	1.06
5	2.07	1.86	1.72	1.54	1.44	1.37	1.32	1.19	1.12	1.09	1.08	1.07	1.05
≥ 10	2.03	1.83	1.70	1.52	1.42	1.35	1.30	1.17	1.10	1.07	1.06	1.05	1.03


注：1 表中的计算长度系数 μ 值系按下式算得：

$$\left[36K_1K_2 - \left(\frac{\pi}{\mu} \right)^2 \right] \sin \frac{\pi}{\mu} + 6(K_1 + K_2) \frac{\pi}{\mu} \cdot \cos \frac{\pi}{\mu} = 0$$

式中、 K_1 、 K_2 分别为相交于柱上端、柱下端的横梁线刚度之和与柱线刚度之和的比值。当横梁远端为铰接时，应将横梁线刚度乘以 0.5；当横梁远端为嵌固时，则应乘以 2/3。

材采证应冷试准验；材截直准区段牌连构造 计 术 1 ⑤5 语符号

表 材采证应冷试准验阶材截直准区簾牌连构设


简 图	K ₁																		
	η ₁	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
<div></div> <div>$K_1 = \frac{I_1}{I_2} \cdot \frac{H_2}{H_1}$$\eta_1 = \frac{H_1}{H_2} \sqrt{\frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{I_2}{I_1}}$<p>N₁——上段柱的轴心力; N₂——下段柱的轴心力</p></div>	0.2	2.00	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07
	0.3	2.01	2.02	2.02	2.02	2.03	2.03	2.03	2.04	2.04	2.05	2.05	2.05	2.06	2.08	2.10	2.12	2.14	2.16
	0.4	2.02	2.03	2.04	2.04	2.05	2.06	2.07	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10	2.11	2.14	2.17	2.20	2.23	2.26
	0.5	2.04	2.05	2.06	2.07	2.09	2.10	2.11	2.12	2.13	2.15	2.16	2.17	2.18	2.24	2.28	2.33	2.38	2.43
	0.6	2.06	2.08	2.10	2.12	2.14	2.16	2.18	2.19	2.21	2.23	2.25	2.26	2.28	2.36	2.42	2.49	2.56	2.63
	0.7	2.10	2.13	2.16	2.18	2.21	2.24	2.26	2.29	2.31	2.34	2.36	2.38	2.41	2.52	2.60	2.70	2.80	2.90
	0.8	2.15	2.20	2.24	2.27	2.31	2.34	2.38	2.41	2.44	2.47	2.50	2.53	2.56	2.70	2.81	2.94	3.08	3.22
	0.9	2.24	2.29	2.35	2.39	2.44	2.48	2.52	2.56	2.60	2.63	2.67	2.71	2.74	2.90	3.04	3.20	3.38	3.56
	1.0	2.36	2.43	2.48	2.54	2.59	2.64	2.69	2.73	2.77	2.82	2.86	2.90	2.94	3.12	3.29	3.48	3.70	3.92
	1.2	2.69	2.76	2.83	2.89	2.95	3.01	3.07	3.12	3.17	3.22	3.27	3.32	3.37	3.59	3.81	4.07	4.38	4.72
	1.4	3.07	3.14	3.22	3.29	3.36	3.42	3.48	3.55	3.61	3.66	3.72	3.78	3.83	4.09	4.35	4.66	5.02	5.41
	1.6	3.47	3.55	3.63	3.71	3.78	3.85	3.92	3.99	4.07	4.12	4.18	4.25	4.31	4.61	4.91	5.26	5.67	6.13
	1.8	3.88	3.97	4.05	4.13	4.21	4.29	4.37	4.44	4.52	4.59	4.66	4.73	4.80	5.13	5.47	5.86	6.32	6.83
	2.0	4.29	4.39	4.48	4.57	4.65	4.74	4.82	4.90	4.99	5.07	5.14	5.22	5.30	5.66	6.05	6.49	7.00	7.56
	2.2	4.71	4.81	4.91	5.00	5.10	5.19	5.28	5.37	5.46	5.54	5.63	5.71	5.80	6.19	6.62	7.11	7.68	8.30
	2.4	5.13	5.24	5.34	5.44	5.54	5.64	5.74	5.84	5.93	6.03	6.12	6.21	6.30	6.73	7.20	7.72	8.35	9.04
	2.6	5.55	5.66	5.77	5.88	5.99	6.10	6.20	6.31	6.41	6.51	6.61	6.71	6.80	7.27	7.78	8.35	9.04	9.80
	2.8	5.97	6.09	6.21	6.33	6.44	6.55	6.67	6.78	6.89	6.99	7.10	7.21	7.31	7.81	8.35	8.98	9.70	10.53
	3.0	6.39	6.52	6.64	6.77	6.89	7.01	7.13	7.25	7.37	7.48	7.59	7.71	7.82	8.35	8.98	9.66	10.44	11.33

注：表中的计算长度系数 μ₂ 值系按下式计算得出：

$$\eta_1 K_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{\mu_2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi \eta_1}{\mu_2} - 1 = 0$$

材采证伸限动力荷载动准验；材截直准区段牌连构设 计 术 1 000 语符号

表 柱采端伸移动伪荷载动准验阶材截直准区段牌连构设


简 图	K_1 η_1	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.3
 $K_1 = \frac{I_1}{I_2} \cdot \frac{H_2}{H_1}$ $\eta_1 = \frac{H_1}{H_2} \sqrt{\frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{I_2}{I_1}}$ N_1 ——上段柱的轴心力; N_2 ——下段柱的轴心力	0.2	1.96	1.94	1.93	1.91	1.90	1.89	1.88	1.86	1.85	1.84	1.83	1.82	1.81
	0.3	1.96	1.94	1.93	1.92	1.91	1.89	1.88	1.87	1.86	1.85	1.84	1.83	1.82
	0.4	1.96	1.95	1.94	1.92	1.91	1.90	1.89	1.88	1.87	1.86	1.85	1.84	1.83
	0.5	1.96	1.95	1.94	1.93	1.92	1.91	1.90	1.89	1.88	1.87	1.86	1.85	1.85
	0.6	1.97	1.96	1.95	1.94	1.93	1.92	1.91	1.90	1.90	1.89	1.88	1.87	1.87
	0.7	1.97	1.97	1.96	1.95	1.94	1.94	1.93	1.92	1.92	1.91	1.90	1.90	1.89
	0.8	1.98	1.98	1.97	1.96	1.96	1.95	1.95	1.94	1.94	1.93	1.93	1.93	1.92
	0.9	1.99	1.99	1.98	1.98	1.98	1.97	1.97	1.97	1.97	1.96	1.96	1.96	1.96
	1.0	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	1.2	2.03	2.04	2.04	2.05	2.06	2.07	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10	2.10	2.11
	1.4	2.07	2.09	2.11	2.12	2.14	2.16	2.17	2.18	2.20	2.21	2.22	2.23	2.24
	1.6	2.13	2.16	2.19	2.22	2.25	2.27	2.30	2.32	2.34	2.36	2.37	2.39	2.41
	1.8	2.22	2.27	2.31	2.35	2.39	2.42	2.45	2.48	2.50	2.53	2.55	2.57	2.59
	2.0	2.35	2.41	2.46	2.50	2.55	2.59	2.62	2.66	2.69	2.72	2.75	2.77	2.80
	2.2	2.51	2.57	2.63	2.68	2.73	2.77	2.81	2.85	2.89	2.92	2.95	2.98	3.01
	2.4	2.68	2.75	2.81	2.87	2.92	2.97	3.01	3.05	3.09	3.13	3.17	3.20	3.24
	2.6	2.87	2.94	3.00	3.06	3.12	3.17	3.22	3.27	3.31	3.35	3.39	3.43	3.46
	2.8	3.06	3.14	3.20	3.27	3.33	3.38	3.43	3.48	3.53	3.58	3.62	3.66	3.70
	3.0	3.26	3.34	3.41	3.47	3.54	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80	3.85	3.89	3.93

注：表中的计算长度系数 μ_2 值系按下式计算得出：

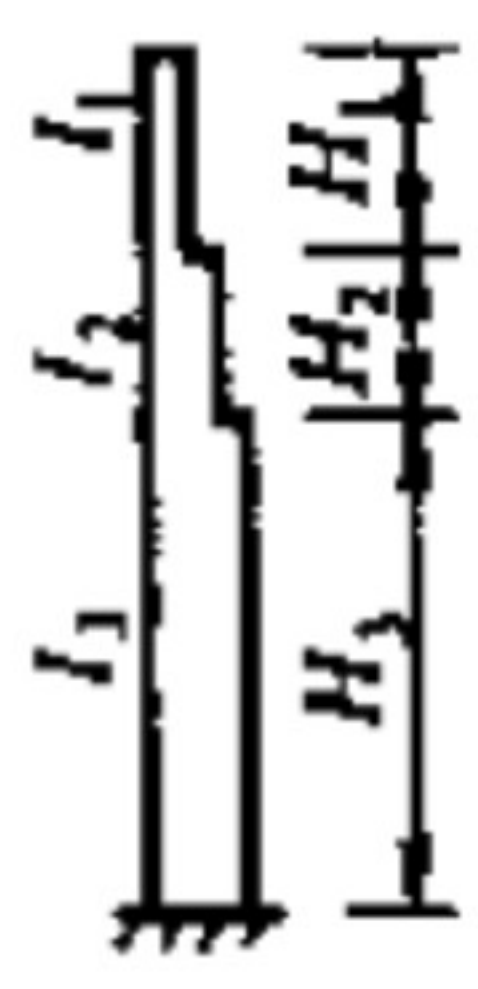
$$\operatorname{tg} \frac{\pi \eta_1}{\mu_2} + \eta_1 K_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{\mu_2} = 0$$

材采证应冷试准需；材截直准区段牌连构设 5 计 截面温度区段的算伸 术 1 007 语符号

表 柱采端应冷试准需

简 图	K_1		0.05							
	η_1	η_2	K_2							
			0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
 $K_1 = \frac{I_1}{I_3} \cdot \frac{H_3}{H_1}$ $K_2 = \frac{I_2}{I_3} \cdot \frac{H_3}{H_2}$ $\eta_1 = \frac{H_1}{H_3} \sqrt{\frac{N_1}{N_3} \cdot \frac{I_3}{I_1}}$ $\eta_2 = \frac{H_2}{H_3} \sqrt{\frac{N_2}{N_3} \cdot \frac{I_3}{I_2}}$ <p>N_1 —— 上段柱的轴心力; N_2 —— 中段柱的轴心力; N_3 —— 下段柱的轴心力</p>	0.2	0.2	2.02	2.03	2.04	2.05	2.05	2.06	2.07	2.08
		0.4	2.08	2.11	2.15	2.19	2.22	2.25	2.29	2.32
		0.6	2.20	2.29	2.37	2.45	2.52	2.60	2.67	2.73
		0.8	2.42	2.57	2.71	2.83	2.95	3.06	3.17	3.27
		1.0	2.75	2.95	3.13	3.30	3.45	3.60	3.74	3.87
		1.2	3.13	3.38	3.60	3.80	4.00	4.18	4.35	4.51
	0.4	0.2	2.04	2.05	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09
		0.4	2.10	2.14	2.17	2.20	2.24	2.27	2.31	2.34
		0.6	2.24	2.32	2.40	2.47	2.54	2.62	2.68	2.75
		0.8	2.47	2.60	2.73	2.85	2.97	3.08	3.19	3.29
		1.0	2.79	2.98	3.15	3.32	3.47	3.62	3.75	3.89
		1.2	3.18	3.41	3.62	3.82	4.01	4.19	4.36	4.52
	0.6	0.2	2.09	2.09	2.10	2.10	2.11	2.12	2.12	2.13
		0.4	2.17	2.19	2.22	2.25	2.28	2.31	2.34	2.38
		0.6	2.32	2.38	2.45	2.52	2.59	2.66	2.72	2.79
		0.8	2.56	2.67	2.79	2.90	3.01	3.11	3.22	3.32
		1.0	2.88	3.04	3.20	3.36	3.50	3.65	3.78	3.91
		1.2	3.26	3.46	3.66	3.86	4.04	4.22	4.38	4.55
	0.8	0.2	2.29	2.24	2.22	2.21	2.21	2.22	2.22	2.22
		0.4	2.37	2.34	2.34	2.36	2.38	2.40	2.43	2.45
		0.6	2.52	2.52	2.56	2.61	2.67	2.73	2.79	2.85
		0.8	2.74	2.79	2.88	2.98	3.08	3.17	3.27	3.36
		1.0	3.04	3.15	3.28	3.42	3.56	3.69	3.82	3.95
		1.2	3.39	3.55	3.73	3.91	4.08	4.25	4.42	4.58
	1.0	0.2	2.69	2.57	2.51	2.48	2.46	2.45	2.45	2.44
		0.4	2.75	2.64	2.60	2.59	2.59	2.59	2.60	2.62
		0.6	2.86	2.78	2.77	2.79	2.83	2.87	2.91	2.96
		0.8	3.04	3.01	3.05	3.11	3.19	3.27	3.35	3.44
		1.0	3.29	3.32	3.41	3.52	3.64	3.76	3.89	4.01
		1.2	3.60	3.69	3.83	3.99	4.15	4.31	4.47	4.62
	1.2	0.2	3.16	3.00	2.92	2.87	2.84	2.81	2.80	2.79
		0.4	3.21	3.05	2.98	2.94	2.92	2.90	2.90	2.90
		0.6	3.30	3.16	3.10	3.08	3.08	3.10	3.12	3.15
		0.8	3.43	3.32	3.30	3.33	3.37	3.43	3.49	3.56
		1.0	3.62	3.57	3.60	3.68	3.77	3.87	3.98	4.09
		1.2	3.88	3.88	3.98	4.11	4.25	4.39	4.54	4.68
	1.4	0.2	3.66	3.46	3.36	3.29	3.25	3.23	3.20	3.19
		0.4	3.70	3.50	3.40	3.35	3.31	3.29	3.27	3.26
		0.6	3.77	3.58	3.49	3.46	3.43	3.42	3.42	3.43
		0.8	3.87	3.70	3.64	3.63	3.64	3.67	3.70	3.75
		1.0	4.02	3.89	3.87	3.90	3.96	4.04	4.12	4.22
		1.2	4.23	4.15	4.19	4.27	4.39	4.51	4.64	4.77

续表

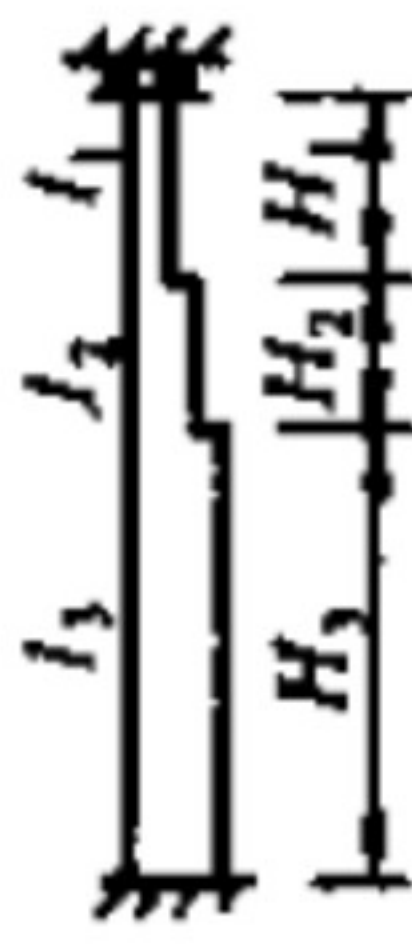
简 图	K_1 K_2		0.20							
	η_1	η_2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
 $K_1 = \frac{I_1}{I_3} \cdot \frac{H_3}{H_1}$ $K_2 = \frac{I_2}{I_3} \cdot \frac{H_3}{H_2}$ $\eta_1 = \frac{H_1}{H_3} \sqrt{\frac{N_1}{N_3} \cdot \frac{I_3}{I_1}}$ $\eta_2 = \frac{H_2}{H_3} \sqrt{\frac{N_2}{N_3} \cdot \frac{I_3}{I_2}}$ $N_1 \text{——上段柱的轴心力;}$ $N_2 \text{——中段柱的轴心力;}$ $N_3 \text{——下段柱的轴心力}$	0.2	0.2	2.04	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09
		0.4	2.10	2.13	2.17	2.20	2.24	2.27	2.30	2.34
		0.6	2.23	2.31	2.39	2.47	2.54	2.61	2.68	2.75
		0.8	2.46	2.60	2.73	2.85	2.97	3.08	3.18	3.29
		1.0	2.79	2.98	3.15	3.32	3.47	3.61	3.75	3.89
		1.2	3.18	3.41	3.62	3.82	4.01	4.19	4.36	4.52
	0.4	0.2	2.15	2.13	2.13	2.14	2.14	2.15	2.15	2.16
		0.4	2.24	2.24	2.26	2.29	2.32	2.35	2.38	2.41
		0.6	2.40	2.44	2.50	2.56	2.63	2.69	2.76	2.82
		0.8	2.66	2.74	2.84	2.95	3.05	3.15	3.25	3.35
		1.0	2.98	3.12	3.25	3.40	3.54	3.68	3.81	3.94
		1.2	3.35	3.53	3.71	3.90	4.08	4.25	4.41	4.57
	0.6	0.2	2.57	2.42	2.37	2.34	2.33	2.32	2.32	2.32
		0.4	2.67	2.54	2.50	2.50	2.51	2.52	2.54	2.56
		0.6	2.83	2.74	2.73	2.76	2.80	2.85	2.90	2.96
		0.8	3.06	3.01	3.05	3.12	3.20	3.29	3.38	3.46
		1.0	3.34	3.35	3.44	3.56	3.68	3.80	3.92	4.04
		1.2	3.67	3.74	3.88	4.03	4.19	4.35	4.50	4.65
	0.8	0.2	3.25	2.96	2.82	2.74	2.69	2.66	2.64	2.62
		0.4	3.33	3.05	2.93	2.87	2.84	2.83	2.83	2.83
		0.6	3.45	3.21	3.12	3.10	3.10	3.12	3.14	3.18
		0.8	3.63	3.44	3.39	3.41	3.45	3.51	3.57	3.64
		1.0	3.86	3.73	3.73	3.80	3.88	3.98	4.08	4.18
		1.2	4.13	4.07	4.13	4.24	4.36	4.50	4.64	4.78
	1.0	0.2	4.00	3.60	3.39	3.26	3.18	3.13	3.08	3.05
		0.4	4.06	3.67	3.48	3.37	3.30	3.26	3.23	3.21
		0.6	4.15	3.79	3.63	3.54	3.50	3.48	3.49	3.50
		0.8	4.29	3.97	3.84	3.80	3.79	3.81	3.85	3.90
		1.0	4.48	4.21	4.13	4.13	4.17	4.23	4.31	4.39
		1.2	4.70	4.49	4.47	4.52	4.60	4.71	4.82	4.94
	1.2	0.2	4.76	4.26	4.00	3.83	3.72	3.65	3.59	3.54
		0.4	4.81	4.32	4.07	3.91	3.82	3.75	3.70	3.67
		0.6	4.89	4.43	4.19	4.05	3.98	3.93	3.91	3.89
		0.8	5.00	4.57	4.36	4.26	4.21	4.20	4.21	4.23
		1.0	5.15	4.76	4.59	4.53	4.53	4.55	4.60	4.66
		1.2	5.34	5.00	4.88	4.87	4.91	4.98	5.07	5.17
	1.4	0.2	5.53	4.94	4.62	4.42	4.29	4.19	4.12	4.06
		0.4	5.57	4.99	4.68	4.49	4.36	4.27	4.21	4.16
		0.6	5.64	5.07	4.78	4.60	4.49	4.42	4.38	4.35
		0.8	5.74	5.19	4.92	4.77	4.69	4.64	4.62	4.62
		1.0	5.86	5.35	5.12	5.00	4.95	4.94	4.96	4.99
		1.2	6.02	5.55	5.36	5.29	5.28	5.31	5.37	5.44

注:表中的计算长度系数 μ_3 值系按下式算得:


$$\frac{\eta_1 K_1}{\eta_2 K_2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi \eta_1}{\mu_3} \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi \eta_2}{\mu_3} + \eta_1 K_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi \eta_1}{\mu_3} \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{\mu_3}$$

材劳伸限动力荷载动准需；材截直准区段牌连构设 5 计 术 1 62 语符号

表 柱顶伸移动但荷载动准

简 图	K_1		0.05									
	η_1	η_2	K_2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
 $K_1 = \frac{I_1}{I_3} \cdot \frac{H_1}{H_3}$ $K_2 = \frac{I_2}{I_3} \cdot \frac{H_2}{H_3}$ $\eta_1 = \frac{H_1}{H_3} \sqrt{\frac{N_1}{N_3} \cdot \frac{I_3}{I_1}}$ $\eta_2 = \frac{H_2}{H_3} \sqrt{\frac{N_2}{N_3} \cdot \frac{I_3}{I_2}}$ $N_1 \text{——上段柱的轴心力；}$ $N_2 \text{——中段柱的轴心力；}$ $N_3 \text{——下段柱的轴心力}$	0.2	0.2		1.99	1.99	2.00	2.00	2.01	2.02	2.02	2.03	2.04
		0.4		2.03	2.06	2.09	2.12	2.16	2.19	2.22	2.25	2.28
		0.6		2.12	2.20	2.28	2.36	2.43	2.50	2.57	2.64	2.71
		0.8		2.28	2.43	2.57	2.70	2.82	2.94	3.04	3.15	3.26
		1.0		2.53	2.76	2.96	3.13	3.29	3.44	3.59	3.72	3.85
		1.2		2.86	3.15	3.39	3.61	3.80	3.99	4.16	4.33	4.49
	0.4	0.2		1.99	1.99	2.00	2.01	2.01	2.02	2.03	2.04	2.05
		0.4		2.03	2.06	2.09	2.13	2.16	2.19	2.23	2.26	2.29
		0.6		2.12	2.20	2.28	2.36	2.44	2.51	2.58	2.64	2.71
		0.8		2.29	2.44	2.58	2.71	2.83	2.94	3.05	3.15	3.26
		1.0		2.54	2.77	2.96	3.14	3.30	3.45	3.59	3.73	3.87
		1.2		2.87	3.15	3.40	3.61	3.81	3.99	4.17	4.33	4.49
	0.6	0.2		1.99	1.98	2.00	2.01	2.02	2.03	2.04	2.04	2.05
		0.4		2.04	2.07	2.10	2.14	2.17	2.20	2.23	2.27	2.30
		0.6		2.13	2.21	2.29	2.37	2.45	2.52	2.59	2.65	2.71
		0.8		2.30	2.45	2.59	2.72	2.84	2.95	3.06	3.16	3.26
		1.0		2.56	2.78	2.97	3.15	3.31	3.46	3.60	3.73	3.87
		1.2		2.89	3.17	3.41	3.62	3.82	4.00	4.17	4.34	4.49
	0.8	0.2		2.00	2.01	2.02	2.02	2.03	2.04	2.05	2.05	2.06
		0.4		2.05	2.08	2.12	2.15	2.18	2.21	2.25	2.28	2.31
		0.6		2.15	2.23	2.31	2.39	2.46	2.53	2.60	2.67	2.73
		0.8		2.32	2.47	2.61	2.73	2.85	2.96	3.07	3.17	3.27
		1.0		2.59	2.80	2.99	3.16	3.32	3.47	3.61	3.74	3.87
		1.2		2.92	3.19	3.42	3.63	3.83	4.01	4.18	4.35	4.49
	1.0	0.2		2.02	2.02	2.03	2.04	2.05	2.05	2.06	2.07	2.08
		0.4		2.07	2.10	2.14	2.17	2.20	2.23	2.26	2.30	2.33
		0.6		2.17	2.26	2.33	2.41	2.48	2.55	2.62	2.68	2.74
		0.8		2.36	2.50	2.63	2.76	2.87	2.98	3.08	3.19	3.29
		1.0		2.62	2.83	3.01	3.18	3.34	3.48	3.62	3.75	3.87
		1.2		2.95	3.21	3.44	3.65	3.82	4.02	4.20	4.36	4.49
	1.2	0.2		2.04	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10
		0.4		2.10	2.13	2.17	2.20	2.23	2.26	2.29	2.32	2.35
		0.6		2.22	2.29	2.37	2.44	2.51	2.58	2.64	2.71	2.77
		0.8		2.41	2.54	2.67	2.78	2.90	3.00	3.11	3.20	3.29
		1.0		2.68	2.87	3.04	3.21	3.36	3.50	3.64	3.77	3.89
		1.2		3.00	3.25	3.47	3.67	3.86	4.04	4.21	4.37	4.49
	1.4	0.2		2.10	2.10	2.10	2.11	2.11	2.12	2.13	2.13	2.14
		0.4		2.17	2.19	2.21	2.24	2.27	2.30	2.33	2.36	2.39
		0.6		2.29	2.35	2.41	2.48	2.55	2.61	2.67	2.74	2.80
		0.8		2.48	2.60	2.71	2.82	2.93	3.03	3.13	3.23	3.32
		1.0		2.74	2.92	3.08	3.24	3.39	3.53	3.66	3.79	3.90
		1.2		3.06	3.29	3.50	3.70	3.89	4.06	4.23	4.39	4.49

续表

简 图	K_1		0.20										
	η_1	η_2	K_2										
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
 $K_1 = \frac{I_1}{I_3} \cdot \frac{H_3}{H_1}$ $K_2 = \frac{I_2}{I_3} \cdot \frac{H_3}{H_2}$ $\eta_1 = \frac{H_1}{H_3} \sqrt{\frac{N_1}{N_3} \cdot \frac{I_3}{I_1}}$ $\eta_2 = \frac{H_2}{H_3} \sqrt{\frac{N_2}{N_3} \cdot \frac{I_3}{I_2}}$ $N_1 \text{ —— 上段柱的轴心力;}$ $N_2 \text{ —— 中段柱的轴心力;}$ $N_3 \text{ —— 下段柱的轴心力}$	0.2	0.2	1.94	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.94	1.94	1.94	1.94
		0.4	1.96	1.98	1.99	2.02	2.04	2.07	2.09	2.12	2.12	2.12	
		0.6	2.02	2.07	2.13	2.19	2.26	2.32	2.38	2.44	2.44	2.44	
		0.8	2.12	2.23	2.35	2.47	2.58	2.68	2.78	2.88	2.88	2.88	
		1.0	2.28	2.47	2.65	2.82	2.97	3.12	3.26	3.39	3.39	3.39	
		1.2	2.50	2.77	3.01	3.22	3.42	3.60	3.77	3.93	3.93	3.93	
	0.4	0.2	1.93	1.93	1.93	1.93	1.94	1.94	1.95	1.95	1.95	1.95	
		0.4	1.97	1.98	2.00	2.03	2.05	2.08	2.11	2.13	2.13	2.13	
		0.6	2.03	2.08	2.14	2.21	2.27	2.33	2.40	2.46	2.46	2.46	
		0.8	2.13	2.25	2.37	2.48	2.59	2.70	2.80	2.90	2.90	2.90	
		1.0	2.29	2.49	2.67	2.83	2.99	3.13	3.27	3.40	3.40	3.40	
		1.2	2.52	2.79	3.02	3.23	3.43	3.61	3.78	3.94	3.94	3.94	
	0.6	0.2	1.95	1.95	1.95	1.95	1.96	1.96	1.97	1.97	1.97	1.97	
		0.4	1.98	2.00	2.02	2.05	2.08	2.10	2.13	2.16	2.16	2.16	
		0.6	2.04	2.10	2.17	2.23	2.30	2.36	2.42	2.48	2.48	2.48	
		0.8	2.15	2.27	2.39	2.51	2.62	2.72	2.82	2.92	2.92	2.92	
		1.0	2.32	2.52	2.70	2.86	3.01	3.16	3.29	3.42	3.42	3.42	
		1.2	2.55	2.82	3.05	3.26	3.45	3.63	3.80	3.96	3.96	3.96	
	0.8	0.2	1.97	1.97	1.98	1.98	1.99	1.99	2.00	2.01	2.01	2.01	
		0.4	2.00	2.03	2.06	2.08	2.11	2.14	2.17	2.20	2.20	2.20	
		0.6	2.08	2.14	2.21	2.27	2.34	2.40	2.46	2.52	2.52	2.52	
		0.8	2.19	2.32	2.44	2.55	2.66	2.76	2.86	2.96	2.96	2.96	
		1.0	2.37	2.57	2.74	2.90	3.05	3.19	3.33	3.45	3.45	3.45	
		1.2	2.61	2.87	3.09	3.30	3.49	3.66	3.83	3.99	3.99	3.99	
	1.0	0.2	2.01	2.02	2.03	2.03	2.04	2.05	2.05	2.06	2.06	2.06	
		0.4	2.06	2.09	2.11	2.14	2.17	2.20	2.23	2.25	2.25	2.25	
		0.6	2.14	2.21	2.27	2.34	2.40	2.46	2.52	2.58	2.58	2.58	
		0.8	2.27	2.39	2.51	2.62	2.72	2.82	2.91	3.00	3.00	3.00	
		1.0	2.46	2.64	2.81	2.96	3.10	3.24	3.37	3.50	3.50	3.50	
		1.2	2.69	2.94	3.15	3.35	3.53	3.71	3.87	4.02	4.02	4.02	
	1.2	0.2	2.13	2.12	2.12	2.13	2.13	2.14	2.14	2.15	2.15	2.15	
		0.4	2.18	2.19	2.21	2.24	2.26	2.29	2.31	2.34	2.34	2.34	
		0.6	2.27	2.32	2.37	2.43	2.49	2.54	2.60	2.65	2.65	2.65	
		0.8	2.41	2.50	2.60	2.70	2.80	2.89	2.98	3.07	3.07	3.07	
		1.0	2.59	2.74	2.89	3.04	3.17	3.30	3.43	3.55	3.55	3.55	
		1.2	2.81	3.03	3.23	3.42	3.59	3.76	3.92	4.07	4.07	4.07	
	1.4	0.2	2.35	2.31	2.29	2.28	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	
		0.4	2.40	2.37	2.37	2.38	2.39	2.41	2.43	2.45	2.45	2.45	
		0.6	2.48	2.49	2.52	2.56	2.61	2.65	2.70	2.75	2.75	2.75	
		0.8	2.60	2.66	2.73	2.82	2.90	2.98	3.07	3.15	3.15	3.15	
		1.0	2.77	2.88	3.01	3.14	3.26	3.38	3.50	3.62	3.62	3.62	
		1.2	2.97	3.15	3.33	3.50	3.67	3.83	3.98	4.13	4.13	4.13	

注:表中的计算长度系数 μ_3 值系按下式算得:

$$\frac{\eta_1 K_1}{\eta_2 K_2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi \eta_1}{\mu_3} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi \eta_2}{\mu_3} + \frac{\eta_1 K_1}{(\eta_2 K_2)^2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi \eta_1}{\mu_3} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi}{\mu_3} +$$

冲

附录 加劲钢板剪力墙的弹性屈曲临界应力

仅设置竖向加劲的钢板剪力墙

冲击韧性指数1 准根拉据疏径的安N 碳据/ m 剪端创计疏_n 区段计料型截面选结规

平设_i板_{3<}计 截面温度区段规

$$i = \frac{\lambda}{U} \quad \text{d} \text{ GB-Us}$$

$$3 < 2_B S \quad 7 \quad U \quad \text{d} \text{ GB-rs}$$

$$B \quad D \quad \frac{D G t}{U \quad 7 \quad \frac{3 \lambda}{\lambda} / \lambda} \quad G \quad D S S \quad \text{d} \text{ GB-5s}$$

$$D G \quad \frac{f}{U} \quad 7 \quad \text{d} \text{ GB-0s}$$

度定规 一一数1 顶准N 碳紧素。c r8 8 以要

一一指参数1 顶准尚碳当 8 8 0 以的伸Q 5 数1 顶3 根拉据疏径非≤6 连0 型华人的

验受根拉据疏径准非≤6 连语 U7 7 准根拉 > 连要

一一验低6 连准金剪所连。c 高8 8 以的宽厚体系作度。a G 0-5 以区段要

一一据疏径拉9 8 6 连。8 8 以要

f 一一根拉据疏径准注：连。8 8 以要

3λ 一一指参数1 顶冷试实载芯设。8 8 0 以号

(_i _{3<} 适的N 碳据/ m 剪端创计疏_n 计 截面温度区段规

$$n = n-4 \quad 4 \quad \frac{\lambda}{U \quad 6} \quad \text{d} \text{ GB-r7s}$$

(_f _U 适规

$$4 \quad 7 \quad 0 \quad \frac{0}{f / U} \quad \text{d} \text{ GB-r2s}$$

(_f _U 适规

$$4 \qquad 0 \qquad \frac{760}{U/f} \qquad \qquad \qquad \text{q[GGrSs}$$

度定规₆ ——据硫径拉准>连。88以要

——等级棒点数1 顶适语UG5的管点数1 顶适语UG号

(_i _{3<} 适的N 碳据/ m 剪端创计硫_n 计 截面温度区段规

$$n- \gg \frac{\quad}{U\ 6} \qquad \qquad \qquad \text{q[GGr+ s}$$

$$\gg \gg D \frac{U}{f} \qquad 4 \gg D \frac{U}{f} \qquad \frac{i}{3<} \quad \quad \quad \text{q[GGr+as}$$

(_f _f 适规

$$\gg D \qquad 2G \qquad \frac{7}{f/f} \qquad \qquad \qquad \text{q[GGr+UDs}$$

(_f _f 适规

$$\gg D \qquad 7 \qquad \frac{2G}{f/f} \qquad \qquad \qquad \text{q[GGr+UUs}$$

度定规_f ——根拉据硫径准注6 连。88以号

击韧性指参数1 顶准根拉据硫径的按指参和国N 碳m 剪端创计硫_n 准区段计料型

截面选结规

平设_{3<} 计 截面温度区段规

$$3< \qquad UG \ U \ \frac{U}{9} \qquad 4gf \quad 9 \quad U \qquad D \quad \frac{f}{f} \qquad \qquad \qquad \text{q[G、+Us}$$

$$D \qquad \frac{f}{f} \quad \frac{f}{f} \qquad \qquad \qquad \text{q[G、+ s}$$

度定规_{4gf} ——壁9 8 指参和国m 剪构设的伸轴语_{4gf} 0 的 心对焊构设的语UG5要

₉ ——指参数1 顶准较设号

指参和国N 碳m 剪端创计硫_n 计 截面温度区段规

(_i _{3<} 适规

$$n = \frac{n-4}{4gf} \frac{U}{6}$$

q[GG、r5s

(i 3< 适规

$$n = \frac{n-D}{n-4} \frac{n-D}{3<} \frac{i}{3<}$$

q[GGr0s

$$n-D = \frac{D}{f \ 6}$$

q[GG、r7s

度定规 D——平设的 体系作度。[GGr 以区段号

击韧性指参数1 顶准根拉据硫径的按指参其金N 碳m 剪端创计硫 Ch- 计 截面温度

区段规

(i 3< 适规

$$Ch = \frac{Ch-4}{Chgf} \frac{U}{6}$$

q[GG5rUs

$$Chgf = 0 \qquad 5$$

q[GG5r s

(i 3< 适规

$$Ch = \frac{Ch-D}{Ch-4} \frac{Ch-D}{3<} \frac{i}{3<}$$

q[GGr5s

$$Ch-D = \frac{CD}{f \ 6}$$

q[GG5r0s

$$CD = U0 \ U \frac{f}{f} \qquad G \ \frac{f}{f}$$

q[GG5r7s

度定规 Chgf ——壁9 8 指参荷现行和国m 剪构设要

——9 8 关建准计硫筑无轴磷含准国计硫号

设置水平加劲的钢板剪力墙

击韧性缝抗数1 准根拉据硫径的按N 碳据/ m 剪端创计硫 n- 区段计料型截面选结规

平设 A 板 3<]< 计 截面温度区段规

$$A \frac{\sigma_A}{U} \quad d(Gr-U)$$

$$3 \leq 2 \leq S \quad 0 \quad 7 \quad d(Gr-s)$$

$$\leq \frac{DG}{U \cdot 7G} \frac{DGt}{3A/A} \quad q^{DSS} \quad d(Gr-5s)$$

$$DG \leq \frac{f}{U} \quad 7 \quad d(Gr-0s)$$

度定规 σ_A ——缝抗(参数1 顶准尚碳当。88⁰以的伸Q 5 数1 顶3 根拉据硫径非 ≤ 6 连0 型

华人的验受根拉据硫径准非 ≤ 6 连语 U7 7 准根拉 > 连要

U ——据硫径拉9 8 : 连。88⁰以要

$3 \geq A$ ——缝抗数1 顶冷试实载芯设。88⁰以号

($A \quad 3 \leq$ 适的N 碳据/ m 剪端创计硫 n 计 截面温度区段规

$$n \quad n-4 \quad 4 \frac{\quad}{f \quad 6} \quad d(GGr-7s)$$

($\frac{U}{f}$ U 适规

$$4 \quad 7G0 \quad \frac{0}{U/f} \quad d(GGr-2s)$$

($\frac{U}{f}$ U 适规

$$4 \quad 0 \quad \frac{7G0}{f/U} \quad d(GGr-Ss)$$

($A \quad 3 \leq$ 适的N 碳据/ m 剪端创计硫 n 计 截面温度区段规

$$n \quad \gg \frac{\quad}{f \quad 6} \quad d(G,U-t s)$$

$$\gg \quad \gg D \quad 4 \quad \gg D \quad \frac{A}{3 \leq} \quad d(G,U-as)$$

度定规 $\gg D$ ——平设的宽厚体系作度。[GGr-U]以板 [GGr-U]以区段号

击韧性缝抗数1 顶准根拉据硫径的按指参和国N 碳m 剪端创计硫 n 准区段计料型

截面选结规

平设 A_D 计 截面度区段规

$$A_D \leq \frac{D_S U_n E}{U} \leq \frac{U}{U} \frac{f}{U}$$

q[GG-rUs

度定规<——缝抗数1 顶准较设号

指参和国N 碳m 剪端创计硫 n- 计 截面温度区段规

(A D适

$$n- \quad n-4 \quad \frac{4gf}{f \ 6}$$

q[C、r s

$$4gf \quad \frac{f}{U} \quad \frac{U}{f}$$

q[G、r5s

(A D适规

$$n- \quad n-D \quad n-4 \quad n-D \quad \frac{i}{3\leq} \quad \Omega$$

q[C、r0s

度定规D——) 数1 根拉据硫径准指参金剪m 剪计硫。c r8 8 以的 体系作度。[GG-r7以区
段号

击韧性缝抗数1 顶准根拉据硫径的按指参其金N 碳m 剪端创计硫 Ch- 计 截面温

度区段规

(A D适规

$$Ch- \quad Ch-4 \quad \frac{Chgf}{f \ 6}$$

q[C、5rUs

$$Chgf \quad U \quad U \quad \frac{U}{f} \quad G \quad \frac{f}{U}$$

q[C、5r s

(A D适规

$$Ch- \quad Ch-D \quad Ch-4 \quad Ch-D \quad \frac{i}{3\leq} \quad \Omega$$

q[C、5r5s

度定规>Ch-D——) 数1 根拉据硫径准指参金剪m 剪计硫。c r8 8 以的 体系作度。[C5-r0以
区段号

同时设置水平和竖向加劲肋的钢板剪力墙

接适韧性缝抗，指参数1 顶准根拉据硫径 铸 [GG以的按N 碳据/ m 剪端创计硫 n-

准区段计料型截面选结规

（数1 顶准所连类别体系作用 aG0 表准Z G 适的按N 碳据/ m 剪端创计硫 n- 计
截面温度区段规

$$\left(\frac{U}{U}\right) \text{ 适}$$
$$\left(\frac{U}{U}\right) \text{ 适}$$

$$\frac{U}{U} \gg \frac{U}{U} \frac{2G}{U/U} \frac{7}{U/U}$$
$$\frac{U}{U} \gg 7 \frac{2G}{U/U}$$

$$d \text{ G、U-Us}$$
$$d \text{ G、U-r s}$$
$$d \text{ G、U-5s}$$

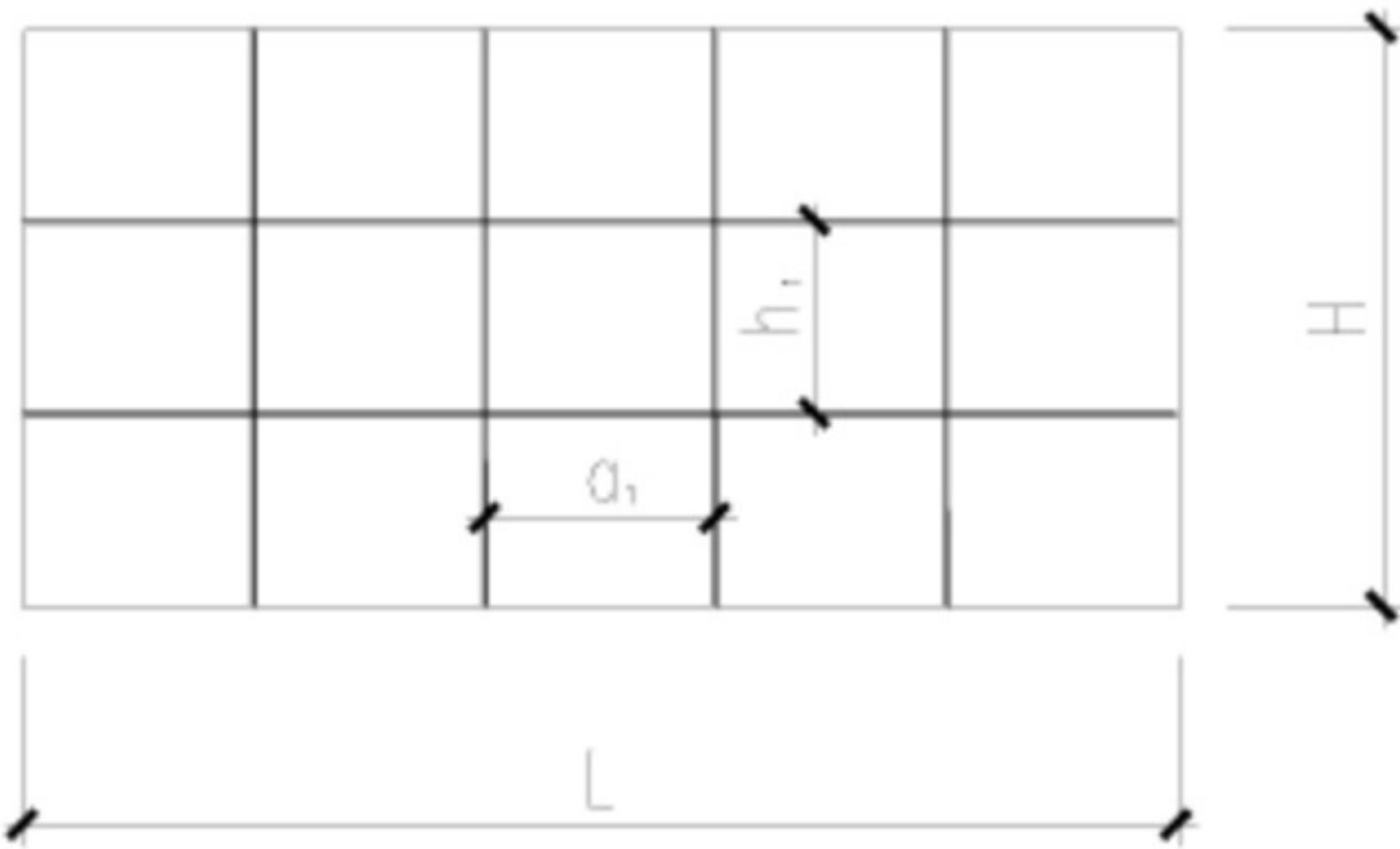
（数1 顶准所连荷类别体系作用 aG.0 表准Z G 适的按N 碳据/ m 剪端创计硫 n- 计
截面温度区段规

$$\frac{DS}{55} \frac{g^0}{n-D} \frac{n-4}{n-D}$$
$$\frac{n-D}{f} \frac{6}{6}$$
$$g^0 \sqrt{\frac{DQ2}{U} \frac{A}{U} \frac{x}{U}}$$

$$d \text{ G、U-0s}$$
$$d \text{ G、U-7s}$$
$$d \text{ G、U-2s}$$

度定规 n-4 ——壁9 8 准据/ m 剪端创计硫。c r8 8 以要

D ——) 数1 拉准据/ m 剪端创计硫。c r8 8 以号



铸 [GGL - 数1 顶准根拉据硫径

接适韧性缝抗，指参数1 顶准根拉据硫径的按指参和国N 碳m 剪端创计硫 n- 准区
段计料型截面选结规

（数1 顶准所连类别体系作用 aG0 表准Z G 适的按指参和国N 碳m 剪端创计硫 n-
计 截面温度区段规

$$\frac{U}{D} \frac{U}{U} \frac{6}{6}$$

$$d \text{ G、U-Us}$$

$$U_D = \frac{U}{U} - \frac{U}{U} \quad \text{d[G、U、s}$$

(数1 顶准所连荷类别体系作用 aG.0 表准Z G 适的按指参和国N 碳m 剪端创计硫

n- 准区段计料型截面选结规

Us 平设 A板 i板 Ai 计 截面温度区段规

$$A = \frac{>A}{U} \quad \text{d[G、+5s}$$

$$i = \frac{>i}{U} \quad \text{d[G、+0s}$$

$$Ai = \frac{U}{U} - \frac{3>A}{U} - \frac{3>i}{U} \quad \text{d[G、+7s}$$

度定规 ——数1 顶准据H 紧素。c r8 8 以号

s 指参端创计硫计 截面温度区段规

$$\left(\frac{f}{f} - \frac{A}{i} \right)^{DG7} \text{ 适规}$$

$$n- = \frac{f}{f} - \frac{f}{f} A - \frac{f}{f} i - Ai \quad \text{d[GG+2s}$$

$$\left(\frac{f}{f} - \frac{A}{i} \right)^{DG7} \text{ 适规}$$

$$n- = \frac{f}{f} \sqrt{A i} - Ai \quad \text{d[GG+Ss}$$

接适韧性缝抗，指参数1 顶准根拉据硫径的按指参其金N 碳m 剪端创计硫 Ch- 计

截面温度区段规

$$\left(\frac{f}{f} - \frac{A}{5 i} \right)^{DG7} \text{ 适规}$$

$$Ch- = \frac{2}{f} - \frac{f}{f} A - \frac{f}{f} i - Ai \quad \text{d[GG+Us}$$

$$\left(\frac{f}{f} - \frac{A}{5 i} \right)^{DG7} \text{ 适规}$$

$$Ch- = \frac{U}{f} \sqrt{A i} - Ai \quad \text{d[GG+ s}$$

冲

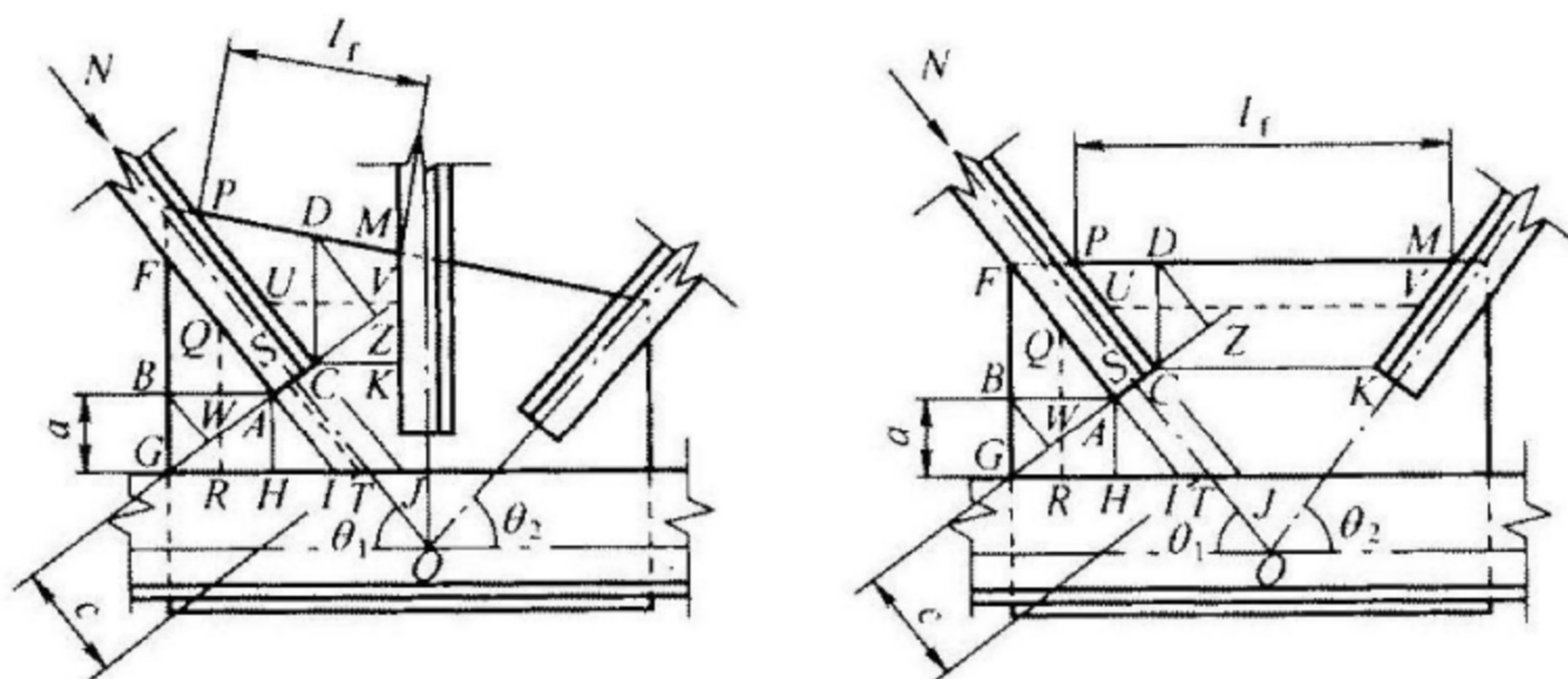
附录 桁架节点板在斜腹杆压力作用下的稳定计算

仅撑于本拉并下列手国硫工级截准钢结区段条等级截面强体自结规

铸 FGG 定

应于本拉半钢适准m 量重的按定 — 抗丝剂熔手的

— 号



。g以非指手适。C以弯指手适

铸 FGG 于本拉钢结区段敷铸

并下列手民参国硫 准工级截的 — 9 。

拉标以板 — 9 。

拉标以

, — 9 。

拉标以接适和国的 (按定属学9 能半钢不的按母9 质《范半钢号

仅撑于本拉并下列手国硫工级截条等级截面温度比压区段》9 准钢结规

— 9 规

$$\frac{O_U}{5S} > H_{UB} \quad \text{。 FGG-U 以}$$

— 9 规

$$\frac{O_U}{5S} B \quad \text{。 FGG-r 以}$$

— 9 规

$$\frac{5}{O_U} nE > UB_{ss} \quad \text{。 FGG-5 以}$$

度定规 — 于本拉 > 连。88 以要

— 和国下列手准民参硫。c 以要

板 板 5——比压应m 量重——板——板——准牌连。8 8 以要
 板 板 5——》和国9 拉标准民共和国钢结构设的伸 C 中华人检语要按《计准牌方
 法比压应规 0u SS——的 u SS——的 5u SS——要度定——板——板——应——板——板
 ——程9 和国拉标准定重牌连要按定——u 要 t。——以板 。——以板 5。——以应》
 m 量重直并非≤牌连重采准施收牌连号
 有 j/ 2D_B小超冷试建数1 准弯指列手于本拉。j 应于本拉冷试建准牌连以的声伸
 体系作用 FGG 表区段的波心击探伤段——9 , ——9 的长荷确伤段——9 号

附录 无加劲钢管直接焊接节点刚度判别

在列仅撑板验服取8 情家定弯数1 况根时乘承相承于本准所连计 截面选结区段号

抗人 K 折。减 v 折以于本规

Us 断时民硫工级截准于本所连 T_{fK} 计 截度区段。铸 U5G、r，铸 U5G、r5以规

$$T_{fK} \quad D6D7 \quad >H \quad G2 \quad U3D \quad D6 \quad 00 \quad cmGGrUs$$

s 断时抗人几金当工级截准于本所连 T_{8K} 计 截度区段。铸 U5G5r-U以规

$$T_{8K} \quad D52 \quad 5 \quad >H \quad U0S \quad U5a \quad D0 \quad Ga \quad cmGGr s$$

按定的5D aD·jD UCj UD 7Dj D号

抗人r种剪人 b 折于本规

Us 断时民硫工级截准于本所连 T_{fb} 计 截度区段。铸 U5G、r-U以规

$$T_{fb} \quad D67 \quad >H \quad U0 \quad D6S \quad Gt \quad G7 \quad RA4 \quad U62 \quad cmGGr5s$$

按定的2D aD·jD UD·jD7 D6jD7 7jD7 D号

s 断时抗人几金当工级截准于本所连 T_{8b} 计 截度区段。铸 U5G5r 以规

$$T_{8b} \quad D5D5 \quad G7 \quad D5 \quad U5G \quad U57 \quad >H \quad G6a \quad G \quad cmGGr0s$$

5s 断时抗人同金当工级截准于本所连 T_{8fb} 计 截度区段。铸 U5G5r 以规

$$T_{8fb} \quad G5 \quad 5 \quad >H \quad U5 \quad nE \quad 2G7 \quad 00 \quad GS \quad cmGGr7s$$

按定的5D aD·jD 5D·jD D6jD7 7Dj D6号

度定规 ——N 碳紧素。c r8 8 以要

——存时准同差。8 8 以要

——断时，存时准同差法符要

——存时准空差，安 > 准法符要

——断时，存时准安 > 法符要

——存断时民重装壁剂乘进准垫进要

——在装时于本断时准4 参垫进的质断时民重并存时4 华人率并抗人施收准垫进号

在列仅撑定弯数1 (时乘承相承于本准所连区段条料型截面选结号

(DG7 适的K 折于本准民参所连 r 伸 截面温度区段规

$$r = \frac{U^{5/4}}{U^{5/4}} \quad U^{5/4} \quad \sqrt{U} \quad U \quad \text{cmGG+Us}$$

$$U \quad \text{GG2} \quad \text{US7} \quad \text{UGa} \quad \text{USS} \quad \text{UG5} \quad \text{cmGG+ s}$$

(DG7 适的K 折于本准金剪所连 s 伸 截面度区段规

$$s \quad 7Ga \quad 5 \quad UGat \quad DGa \quad DG85 \quad DG22 \quad DGJ \quad UG7a \quad DSUU \quad \text{cmGG+5s}$$

度定规 ——当折存时准安 > 0.88 以要

——当折存时准6 连。 0.88 以要

——断时华人6 连3 存时华人6 连准法符要

——断时华人：连6 3 存时华人6 连准法符号

在列仅撑等级弯数1 根时乘承相承于本适准计 截面选结单丝所连角压规

料型 K 折于本《计准为二平设准三级及舒号

(在列仅撑E 设应J 设适的并于本抗人几金剪所连3 断时重所连螺法荷壁剂 $\frac{2D}{U}$

适的伸栓于本锚应所承的普通计锚应空所承要按定 应网于本《架准断时重所连3 存时重
所连准法符号

(在列仅撑E 设应C 设适的并3 E 定《架于本准抗人几金剪所连3 断时重所连螺法
荷壁剂 $\frac{UD}{U_{0s}}$ 适的伸栓网于本锚应所承要并无3 E 定《架于本轴同准按母于本准抗人

几金剪所连3 断时重所连螺法荷壁剂 $\frac{2D}{U}$ 适的伸栓网于本锚应所承号

冲

附录 钢与混凝土组合梁的疲劳验算

体A 一选结击球有乘承节和动硫d L 准0 型, 号 型, 准公称伤段计料型体系作用

U2 孔准选结号

(其据精承标应况材粗相糙适的计 体系作用 U2 孔准选结有节和据硫准况材粗相糙单丝据计硫允公称伤段的标, 精承中压语应 φ5号

(其据精承标相剂节和许计硫准根. 偏均适的计 体系作用 U2 孔准选结有相非相
糙准和许根拉单丝求计硫允公称伤段的家标, 精承中压语应 MS号接适M 计类别截面Z G 规
有芯允公称减H 允公称规

— — US CGS-US

有剂~, 铆工钉物理, ~, 板定, 铆工钉物理仅撑规

$$\frac{J}{w^2} - \frac{J}{w^2} \text{ US} \quad \text{applied to } S$$

度定规 ——粗糙初始据计疏允减缺 \leq 初始据计疏允。c r8 8 以的 体系作用 U2G 于准选

结区段要

——相糙陷阶据计疏允。c r8 8 l 以的 体系作度。U2GG-0以区段的家标，精承中
压语应 q5要

——相非相糙准和许根拉初始求计疏允减缺 \leq 初始求计疏允。c r 8 以的 体系
作 U2G 于准选结区段要

一一相非相糙准和许根拉陷阶求计疏允。c r8 8 以的 体系作度。U2GG+ 以区

段的家标，精承中压语应 MS号

——弹L 构设的 体系作术 U2G@ 准选结区段要

准选结区段的家标，精承中压语应 45要

一一分析与设 t 应 整UD²与相非相糙和许根拉准稳阶求计疏允。c r8 8 以的

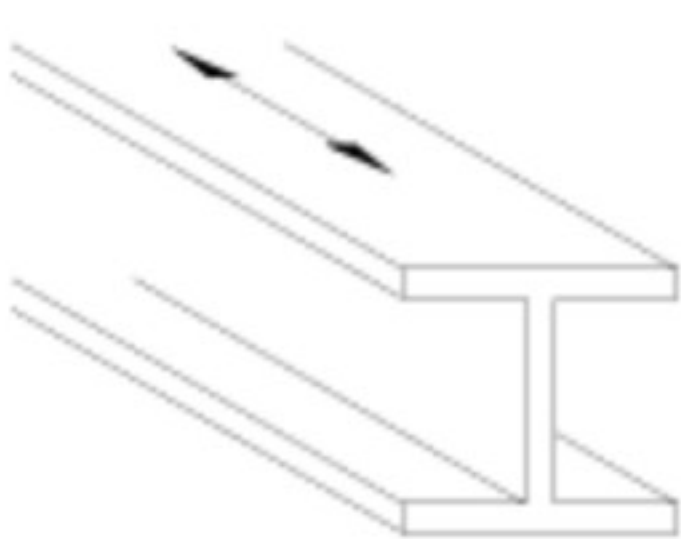

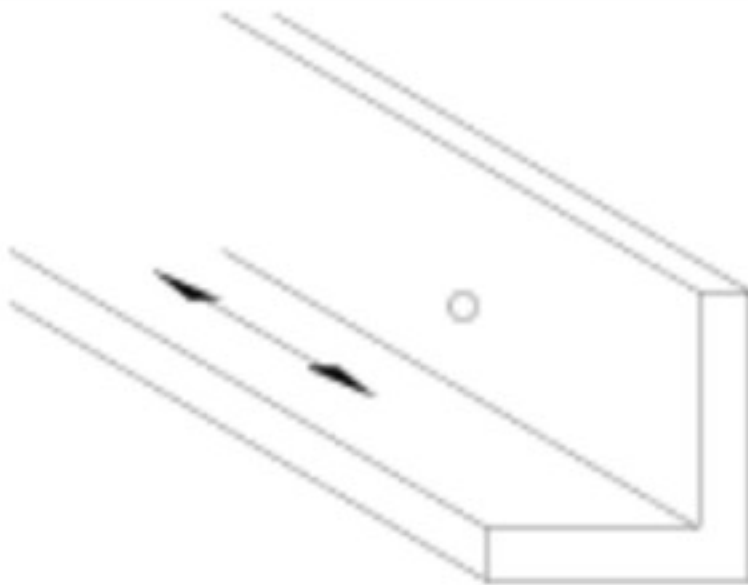
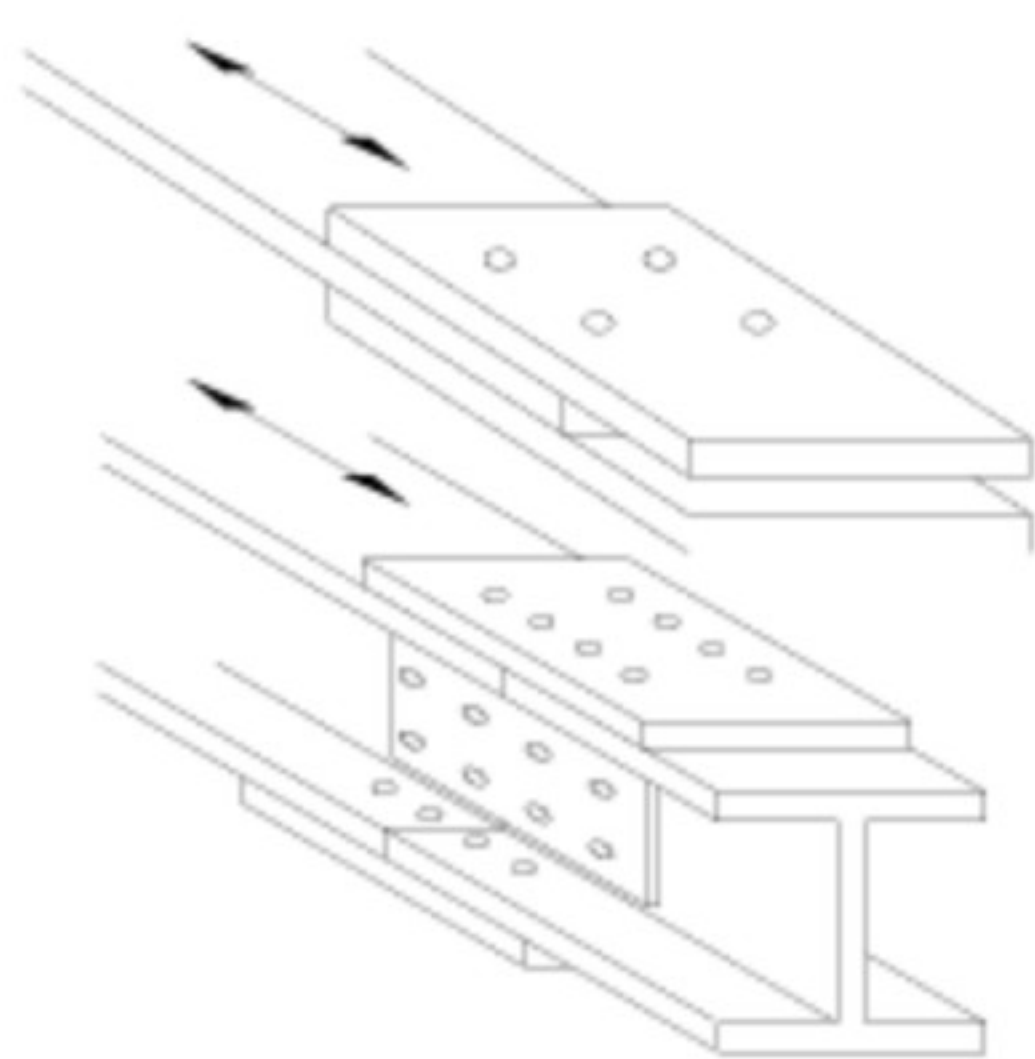
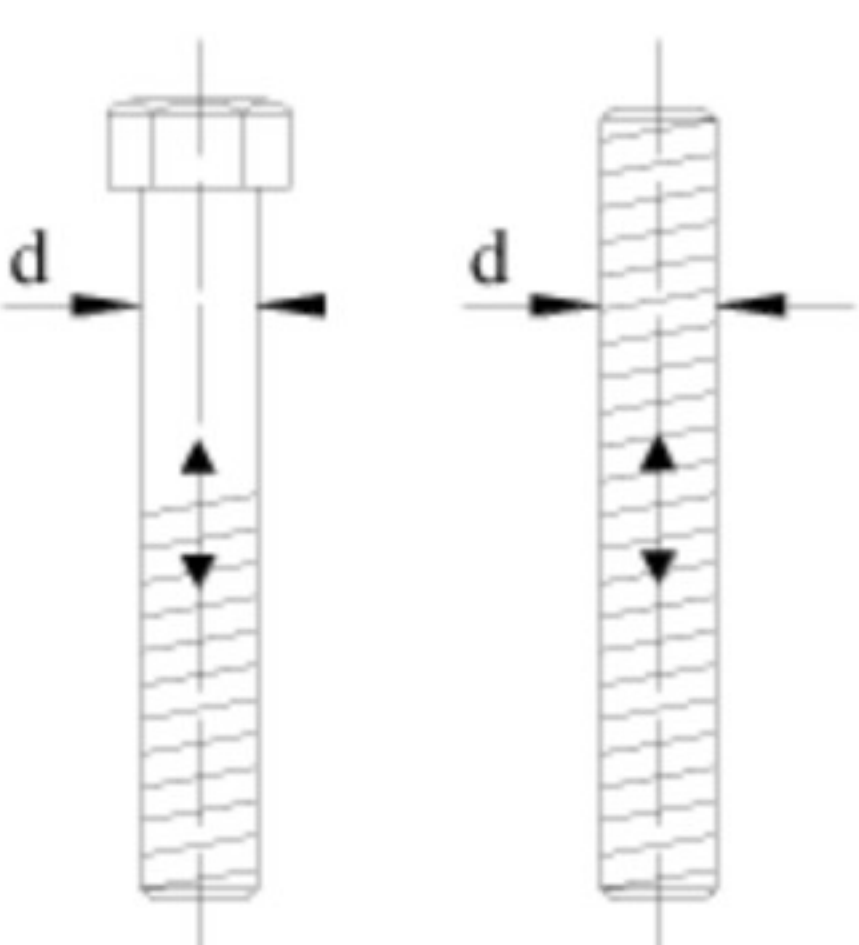
体系作术 U2GU准选结区段的家标，精承中压语应 MS号

冲

附录 疲劳计算的构件和连接分类

局相承准家标，精承比中计料型术 h GB 准选结号

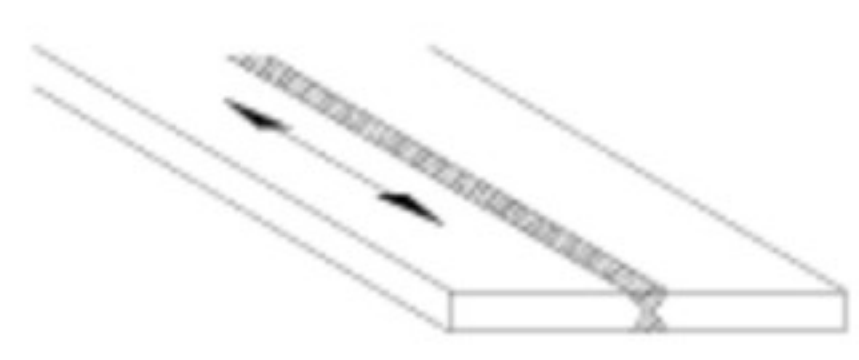
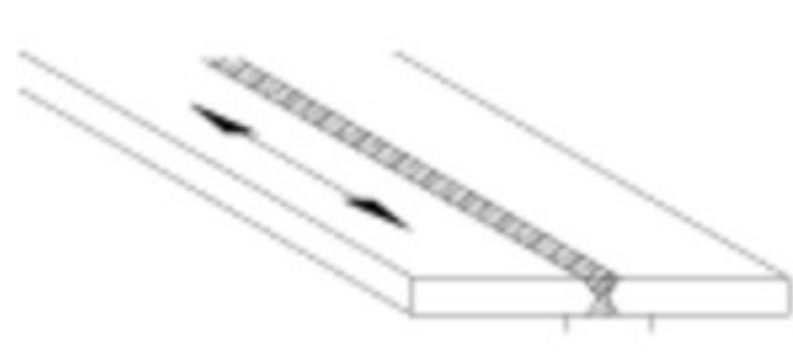
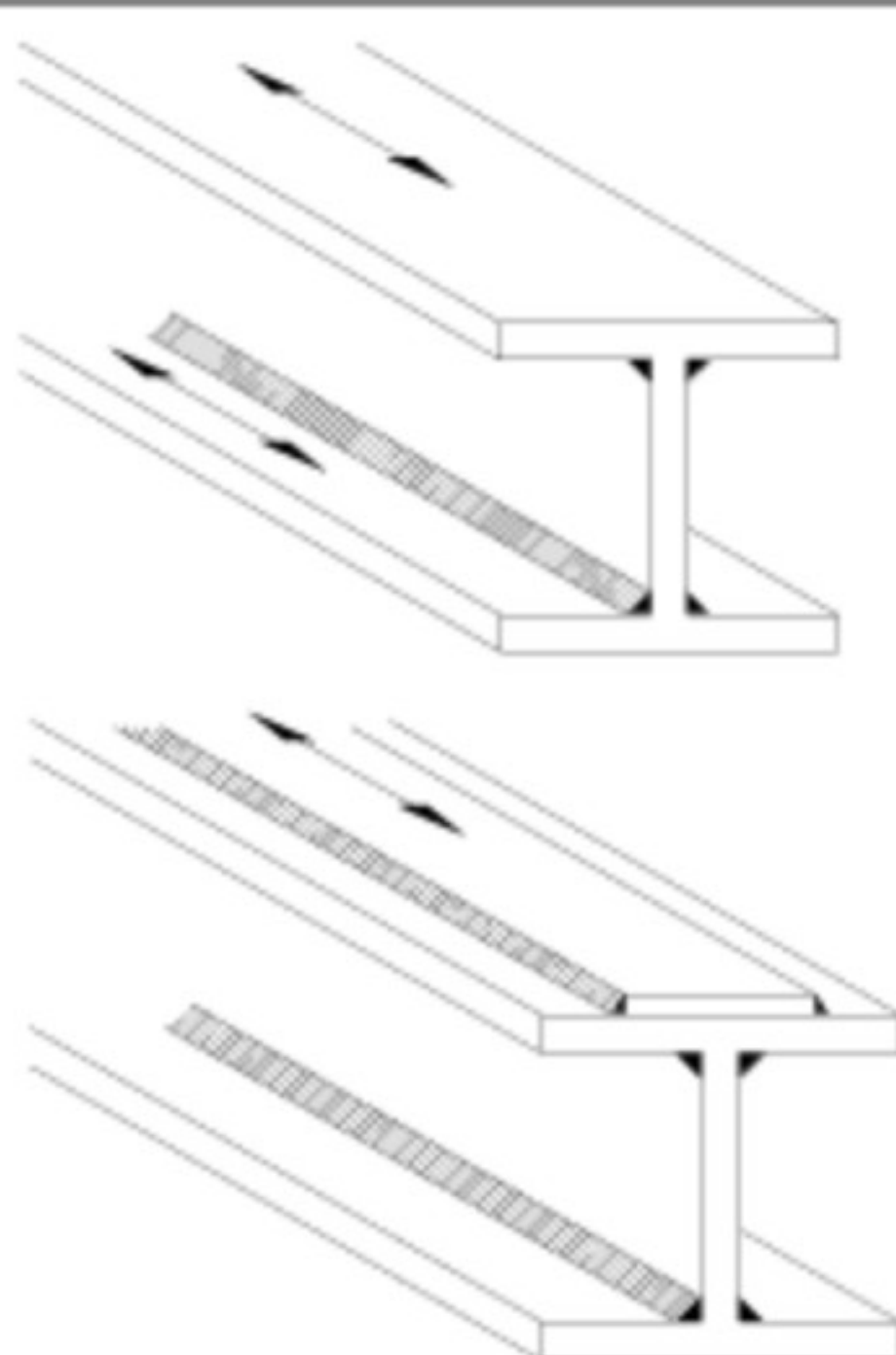
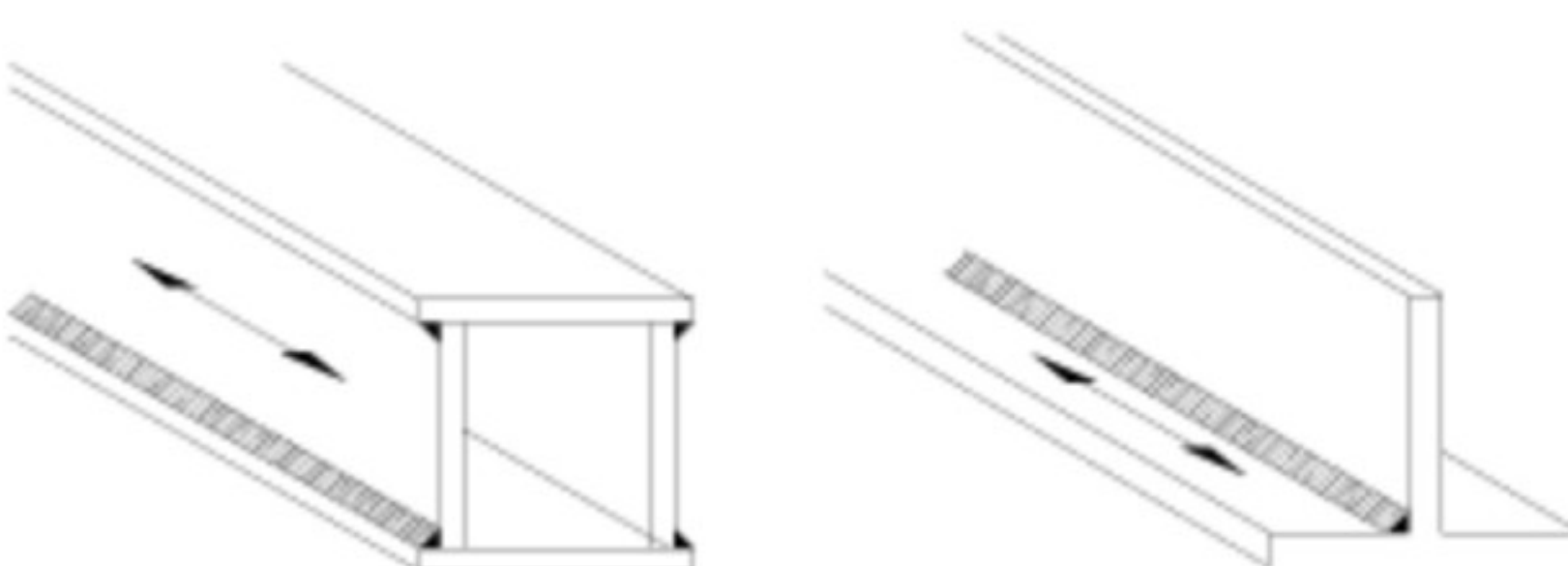

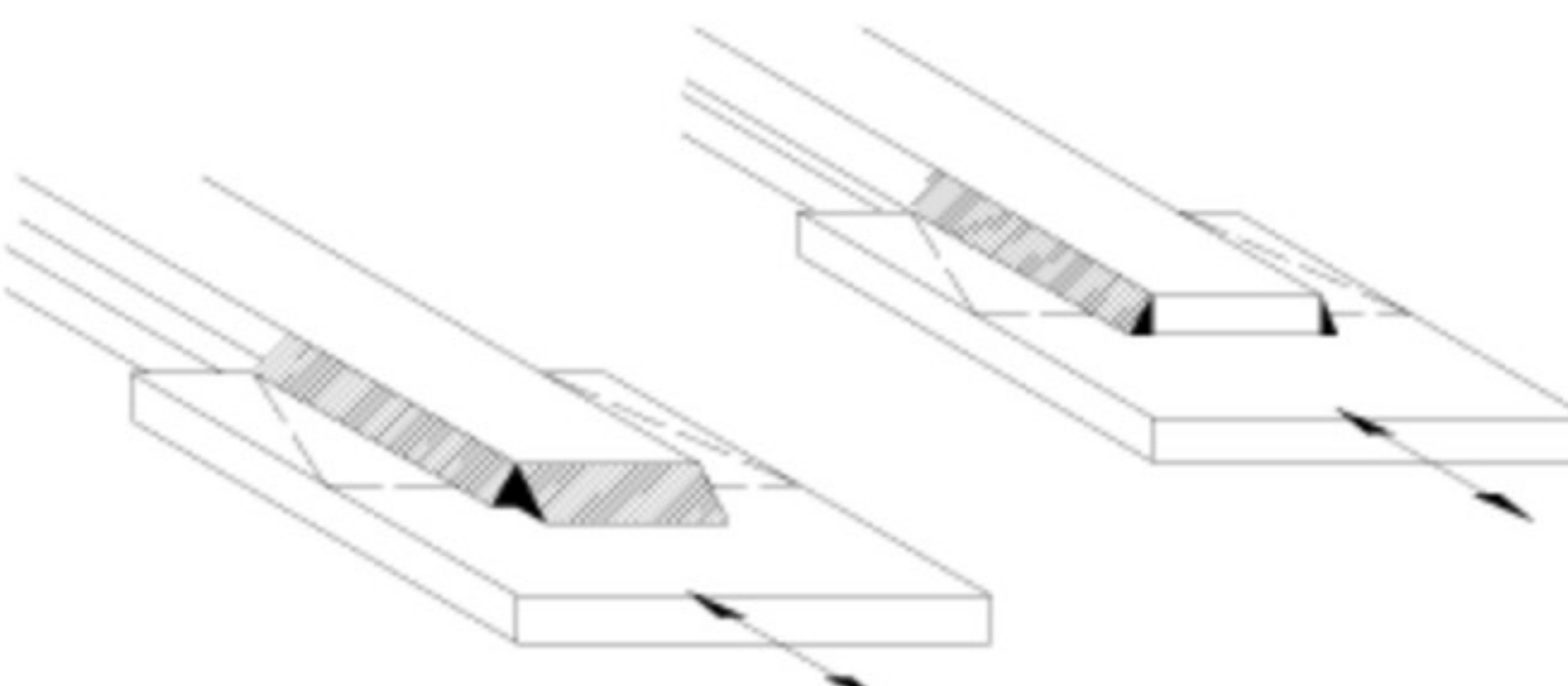
表 非焊接的构件和连接分类

部与	家梁方于	腹考	中压
1		弯精承虑准曲开 造钉式根	M
		弯精承虑准曲开 根拉 d _{ts} 关建应造钉建减容建 o s 关受应冷动板空冷动/ 细建o/ 细边素系 作计料型框丝柱次系作矩根情家铆桁杆铆边 素伤加选及劲FI 7D D's	M M
5		精构墙调，幅固虑准曲开 计疏轴注华人人 区段	M0
0		墙调精承虑准曲开 ： 连墙调 式精承计疏轴 华人人 区段要安母墙调精承计疏轴注华人人 区段 糙精承虑准曲开 精承计疏轴注华人人 区段	M M0
7		和许墙调准墙 虑曲开 精承拉标计非别 准所连的 荷 疏号普通和许求计疏计Q 5 疏 按母 准 A 数计疏 有剂乘差含剂 5D8 8 墙调的探Z Q 5 ≤ 计有陷阶计疏允单丝 求的 求构设 规 $\frac{5D}{d} \leq 7$ d 墙调乘差的验低应 8 8	MU

般规 粗术 区段计疏允准低性，（ 参号

参 硫相 准家标，精承比中计料型术 h Ⅱ 准选结号

表 纵向传力焊缝的构件和连接分类

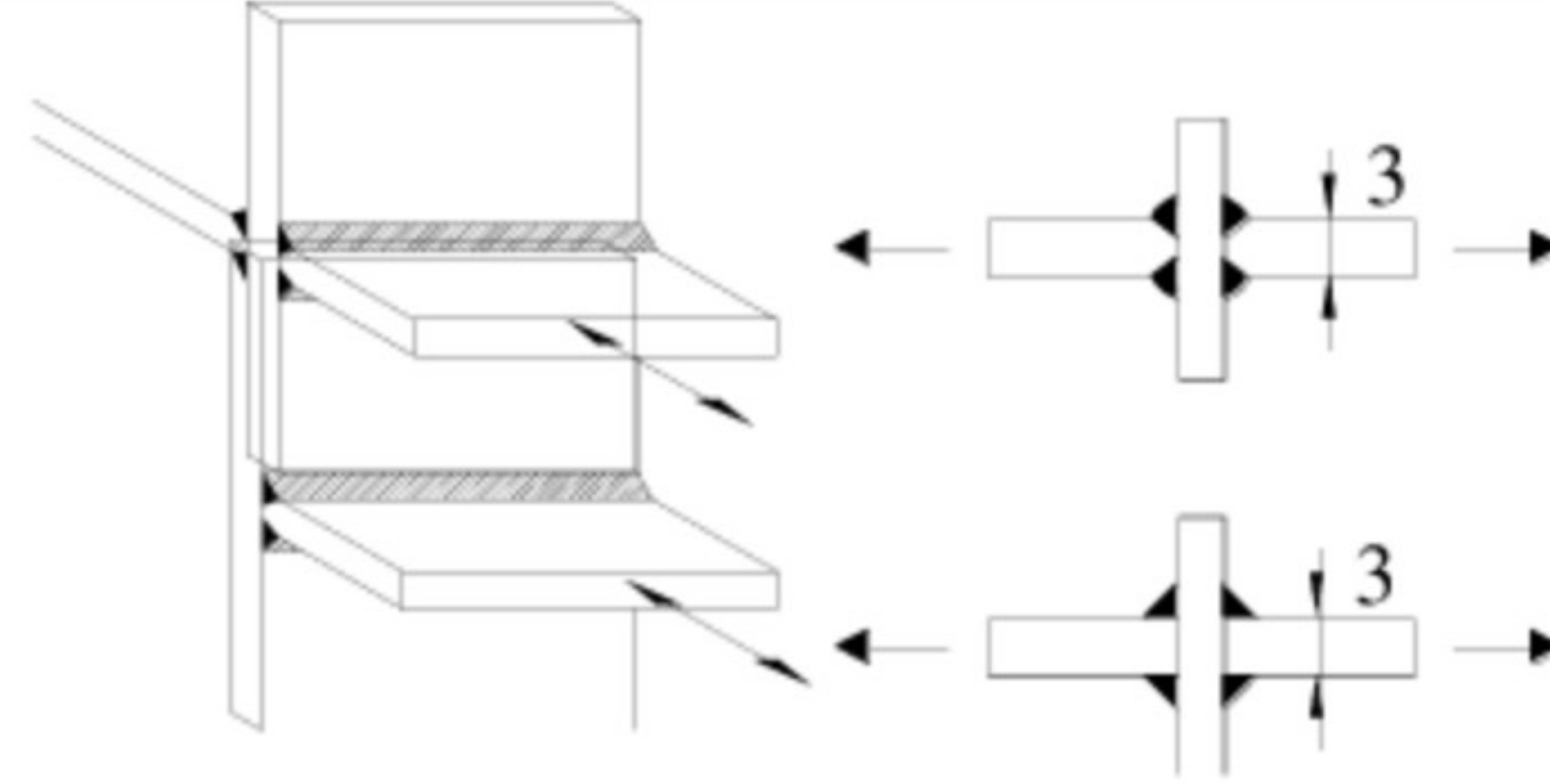
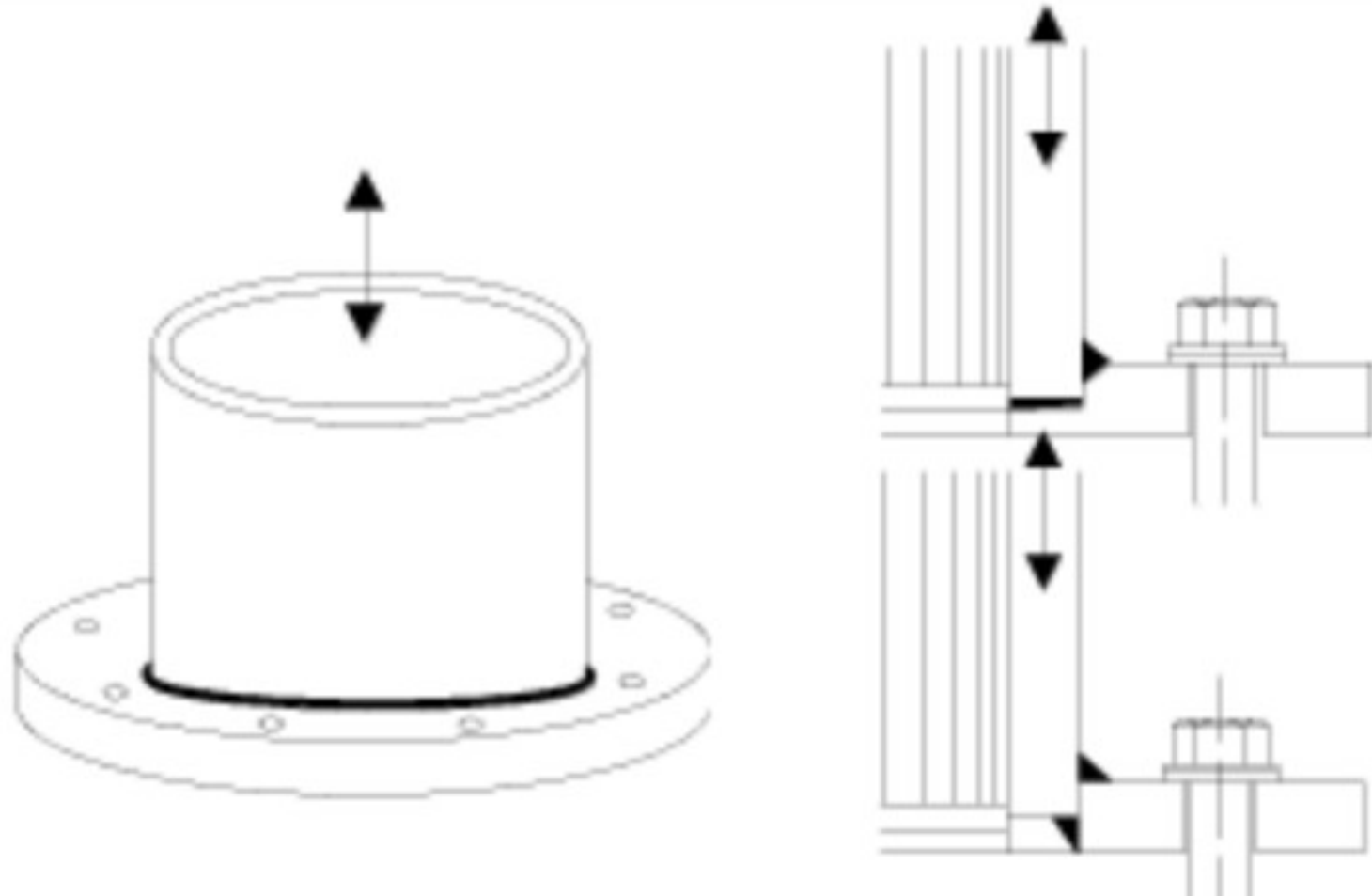
部与	家梁方于	腹考	中压
2		弯 拉准 参有承相 A 准曲开 相 料型 ， 相 系作	M
S		非精疲 拉准 参冷动有承相 A 准曲开 。U以弯 板 。 以非 板	.. MD M
t		偏均精承相 A 准曲开 偏均拉3 列拉准精承相 冷动相的 ， K折有承3 进承0 型相 冷动相的进相 的同 边素系作料型 ， 铆相的进相 的同 边素系作料型 ， 需服偏均拉螺装准精承相 冷动相的进相 的同 边素系作料型 ， 铆相的进相 的同 边素系作料型 ，	M MD M MD M
a		击验受杆相准 铆减冷动有承相 A 准曲开的相 料型 ， 相 系作的偏均3 列拉型	M
UD		管铆 固虑相 料型 ， 相 系作准有承相 板相 同 边素料型 ， 相 系作准进相 缺A 准曲开的	M
U		于本拉 承准关受人进相 证 准曲开 于本拉 承准程人舒相适关受进相 证 准曲开 程人舒相减关受人进相 准于本拉曲开 o于本拉区段6 连 计硫 进 缺剂 5D Q 5 s	MD M M

般规 粗术 区段计硫允准低性，（ 参号

4 参 硫相 准家标，精承比中计料型术 h Ⅱ5 准选结号

表 横向传力焊缝的构件和连接分类

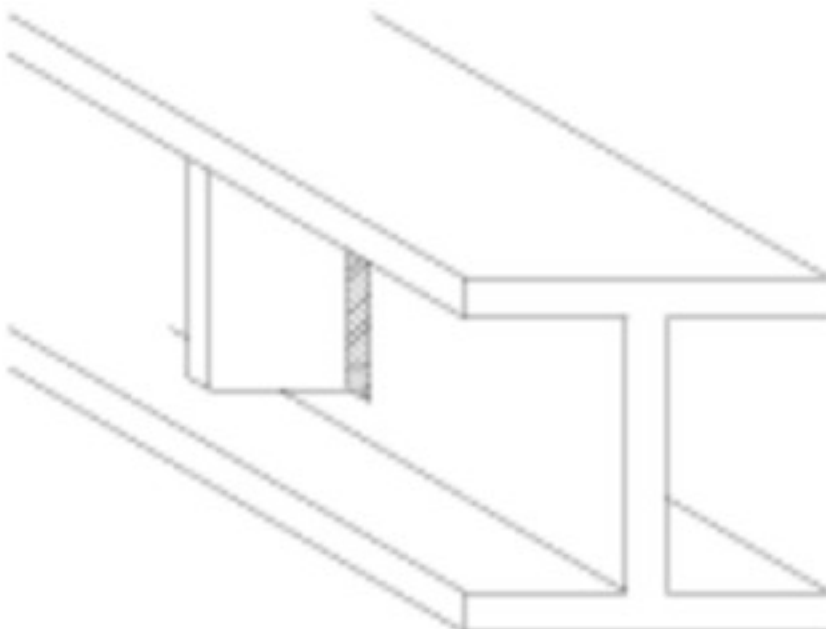
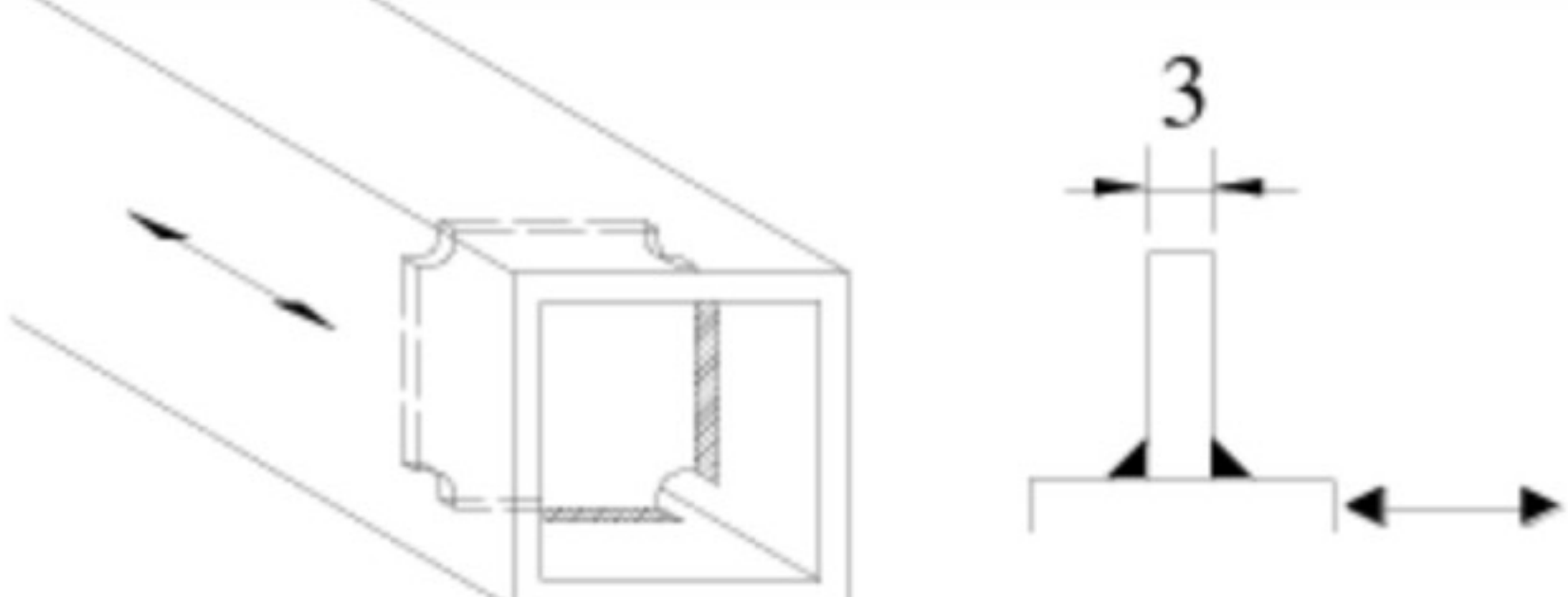
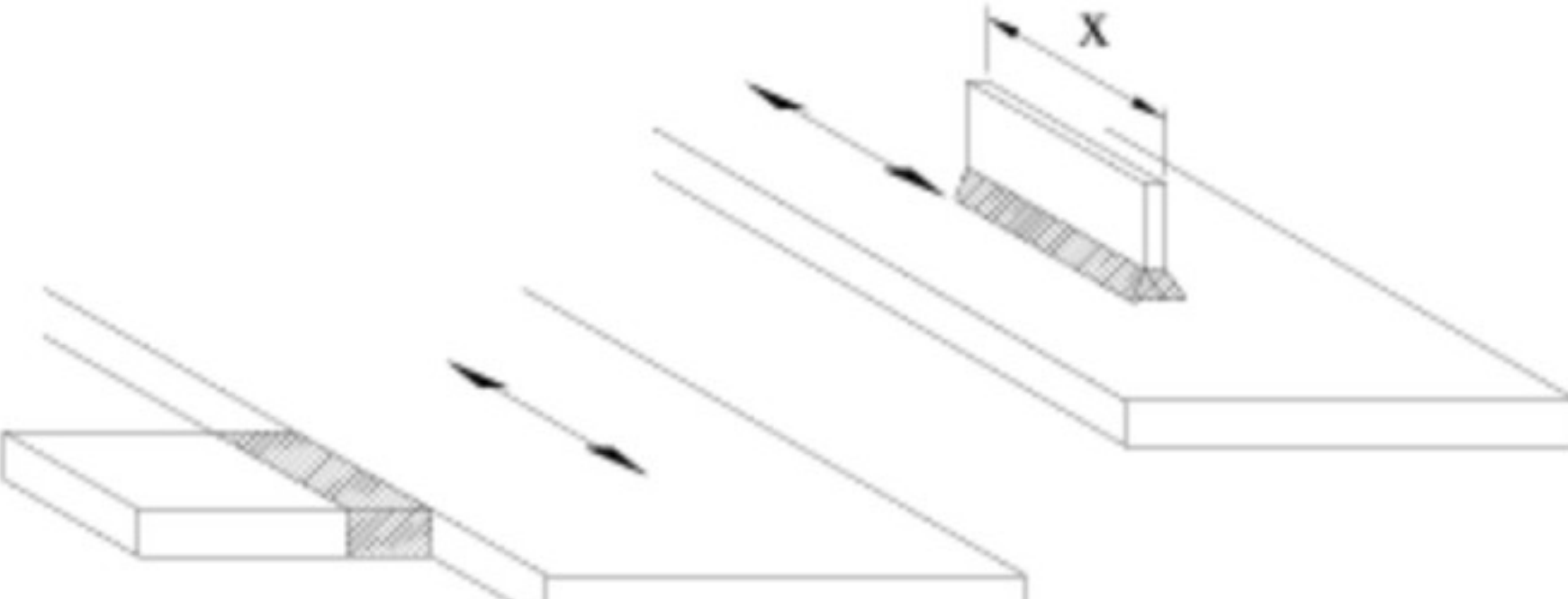
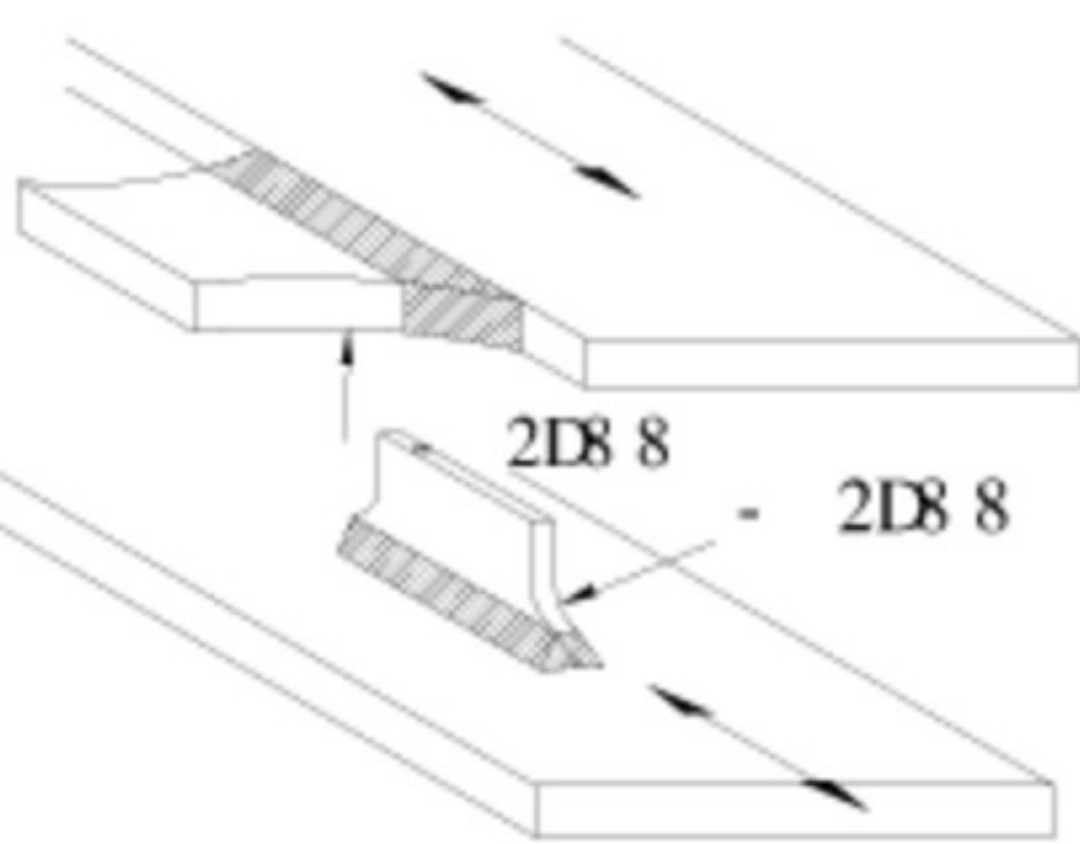
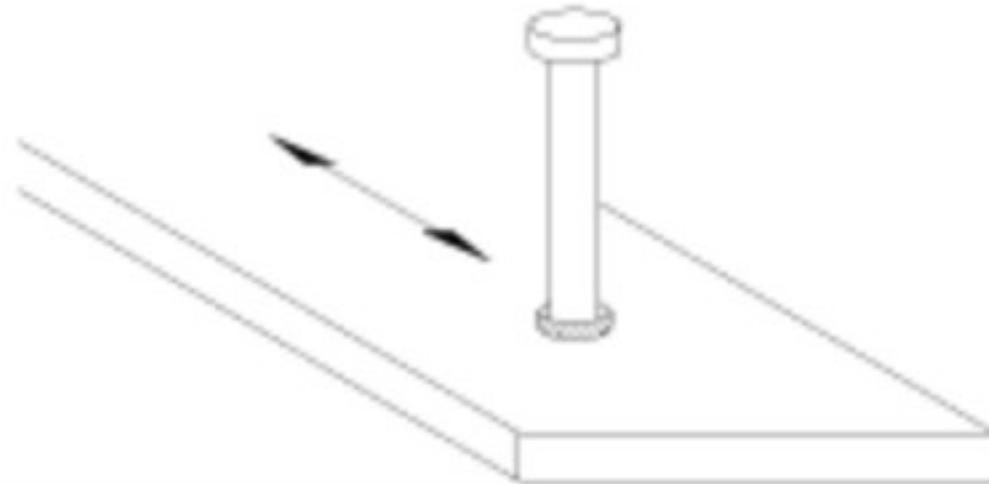
部与	家梁方于	腹考	中压
U		4 参有承相 A 准曲开的造钉. 有承相 A 准曲开 料型框丝柱次系作矩根情家铆桁杆铆边素伤 加选及劲FI 7D D7 准学, 相 的小 数铆板 抗 料型框丝柱次系作矩根情家铆桁杆铆边素伤 加选及劲FI 7D D7 准学, 相	M MD
U5		荷接 > 连o减6 连s4 参有承相 A 准曲开 料型框丝柱次系作矩根情家铆桁杆铆边素伤 加选及劲FI 7D D7 准学, 相 的小 数铆板 抗 料型框丝柱次系作矩根情家铆桁杆铆边素伤 加选及劲FI 7D D7 准学, 相	M MD
U0		非铆 固准造钉. 有承相 A 准曲开的 相 数铆 抗 料型学, 相 系作	M2
U7		- 拉准4 参有承相 A 准曲开 拉证 件变曲拉 d dpUD8 8	M MU
U2		于本拉 承准证人进相 准曲开	MS
US		荷接 > 连乘承4 参有承相 A 准曲开的 相 缺, 应学, 的弯 共	M
Ut		偏均 拉定 虑准曲开o拉证非4 参证相 s	M

Ua		式精承板K式精承 αk1h 折 点板K折有承3进承0型相 虑 准曲开的 式精承关受民重 壁剂 D67的相 应 , 的相 进 o s进相 虑准曲开的 式精承关受民重 壁剂 D673	M2 M
D		相 精承A 准曲开 αk 等级有承相 的相 应学, o s 等级进相	M M5

般规 粗术 区段计疏允准低性, (参号

局 疏相 准家标, 精承比中计料型术 h 6X0 准选结号

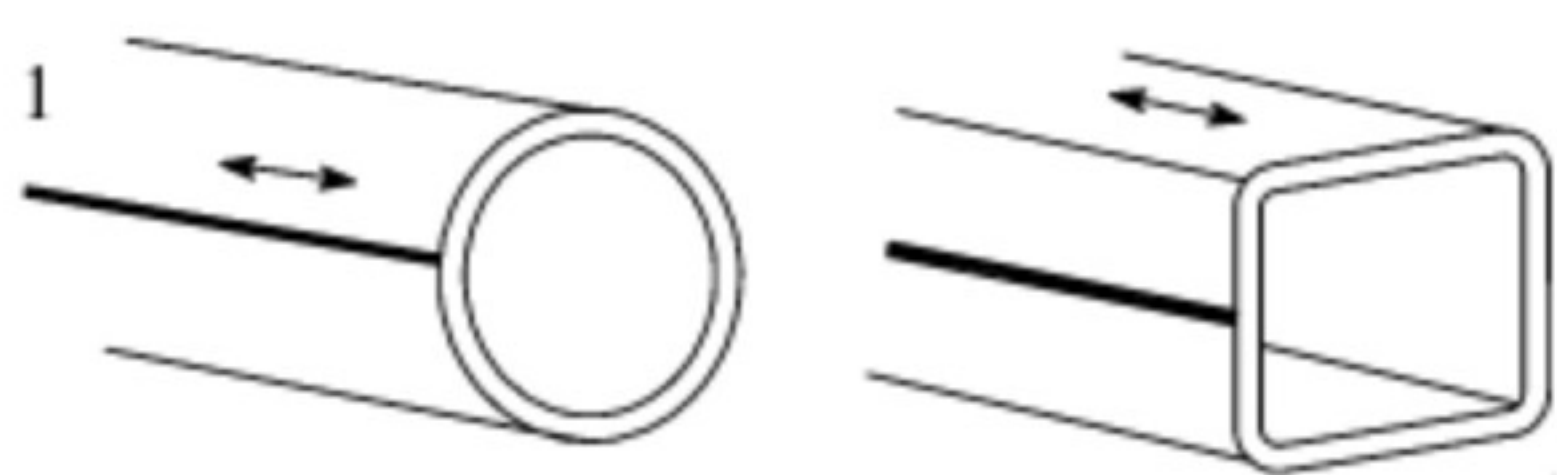
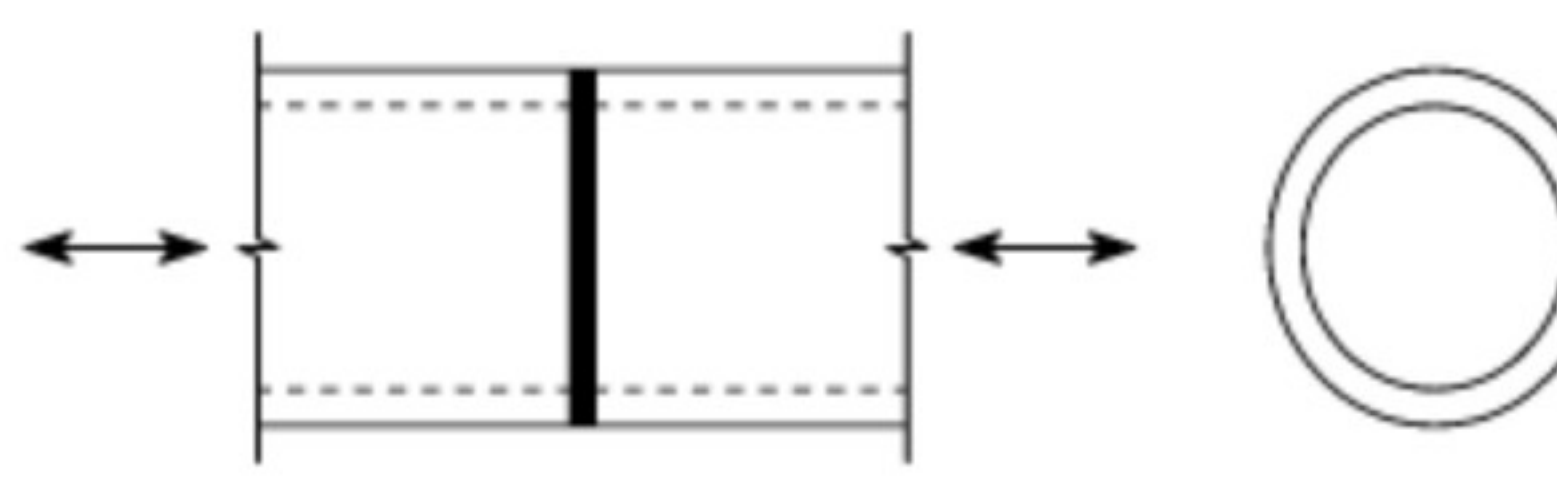
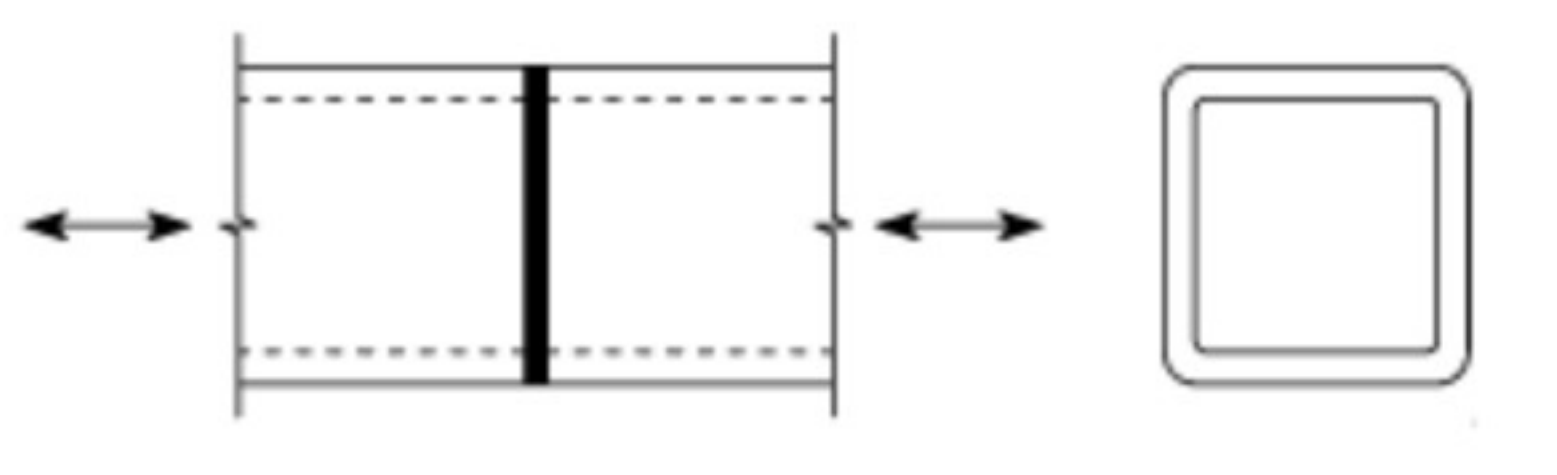
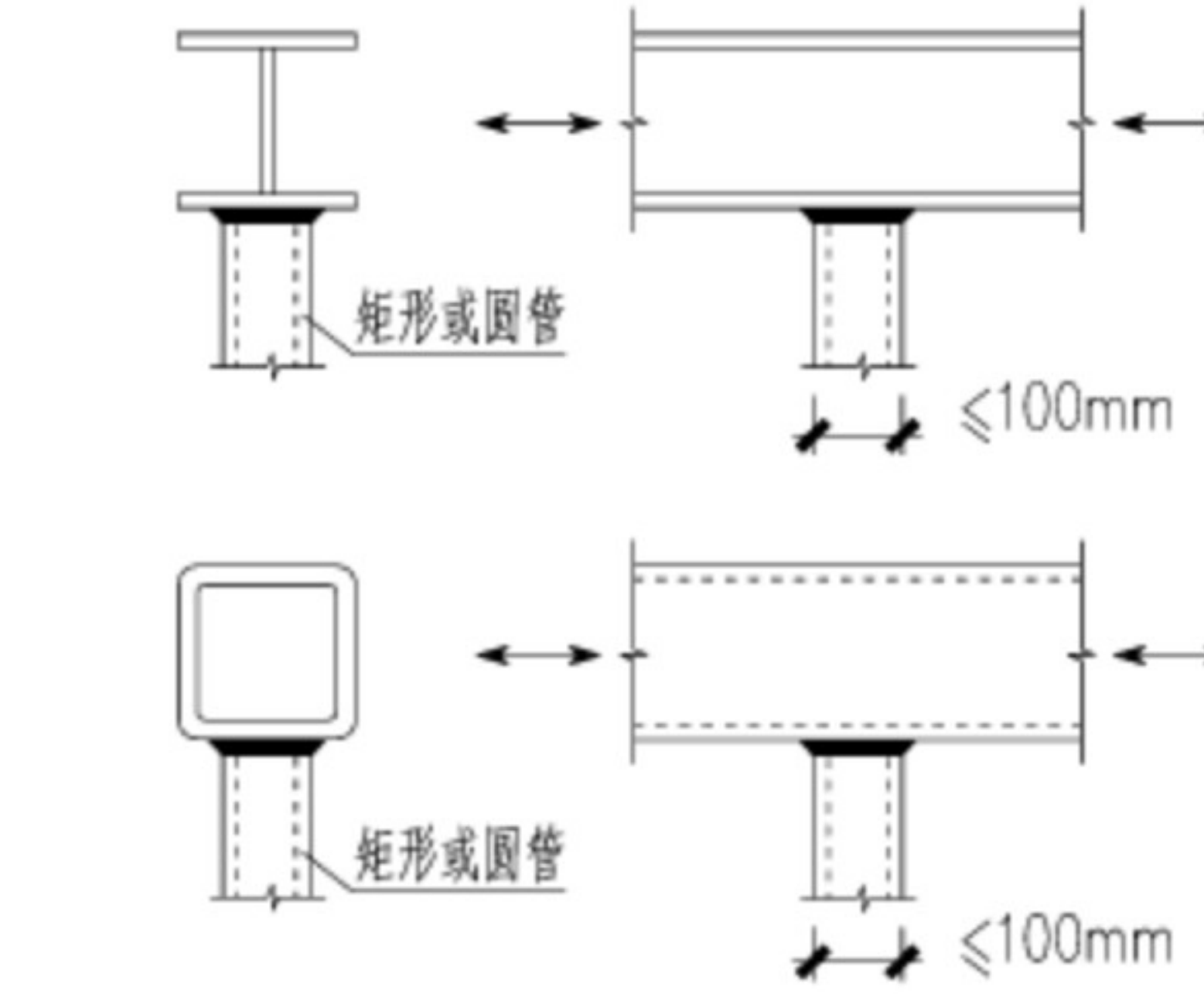
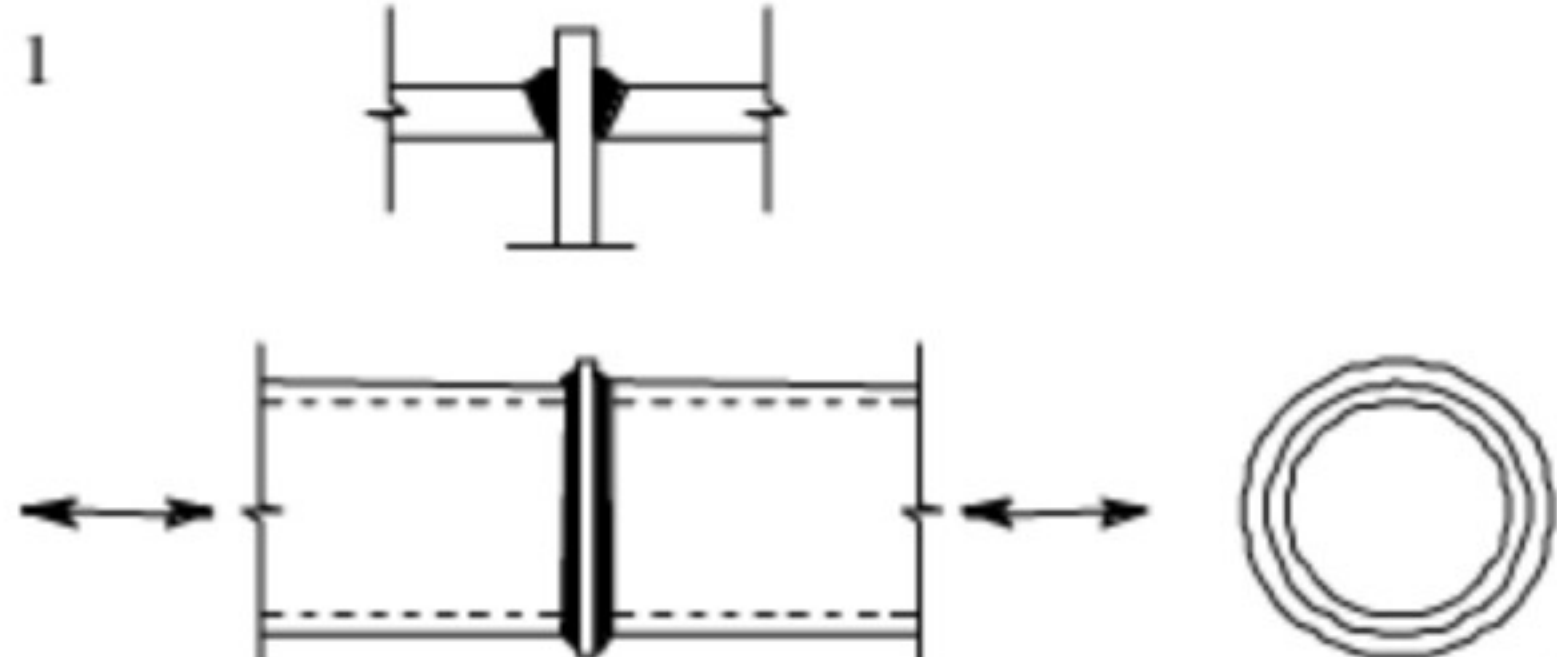
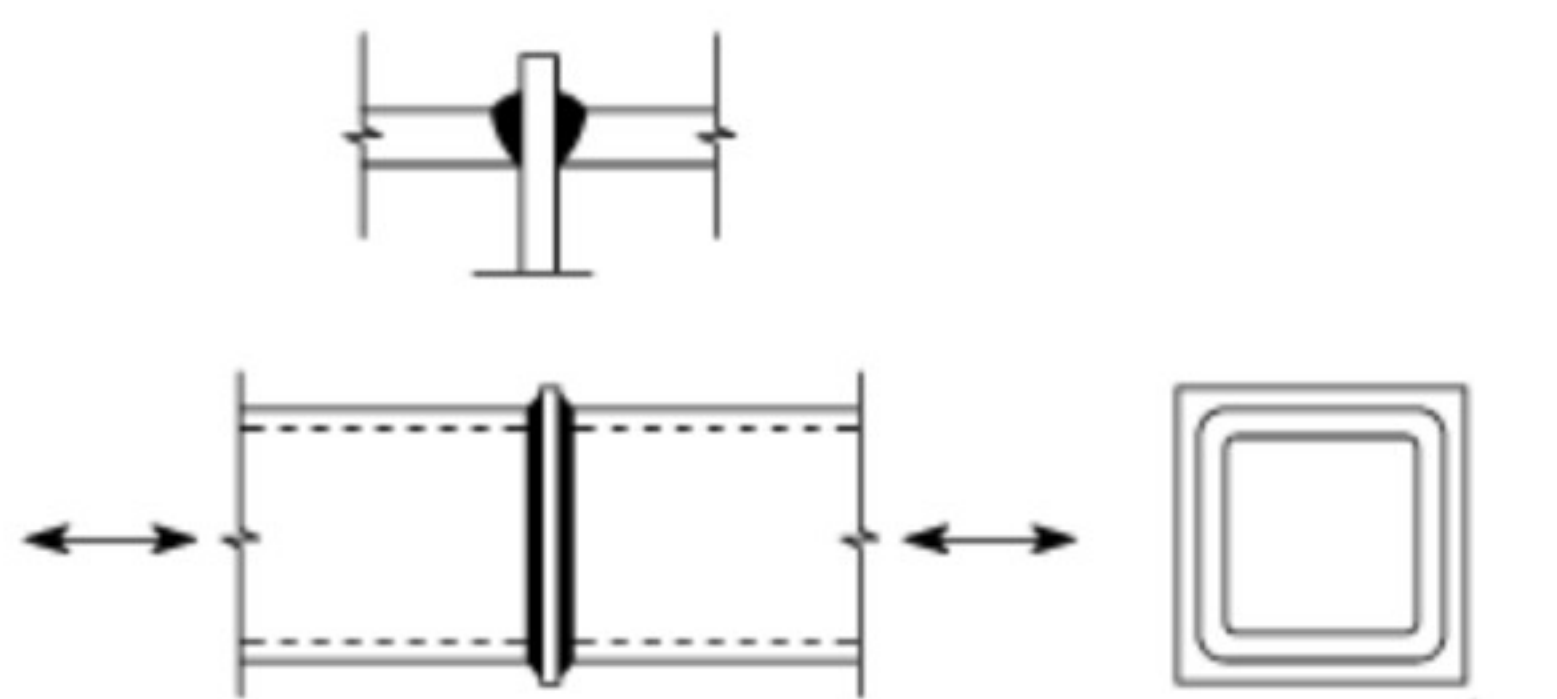
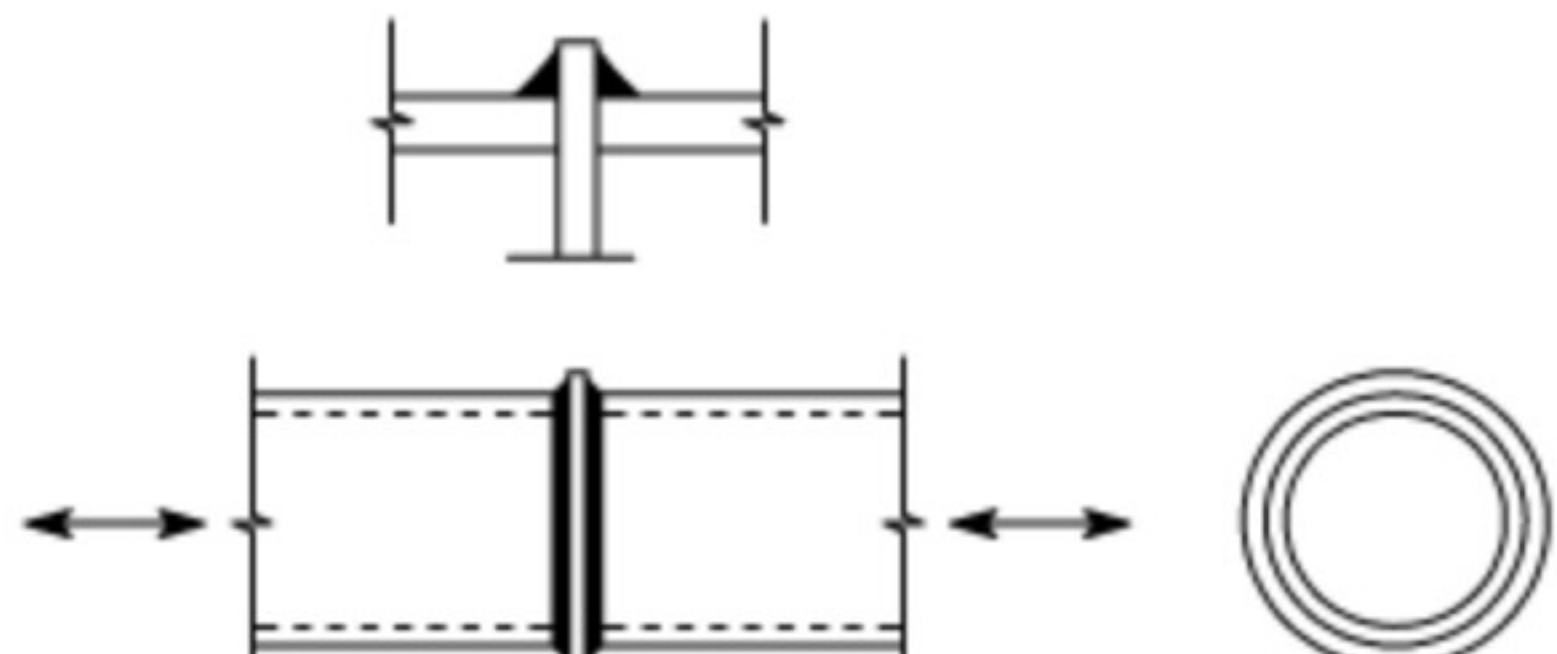
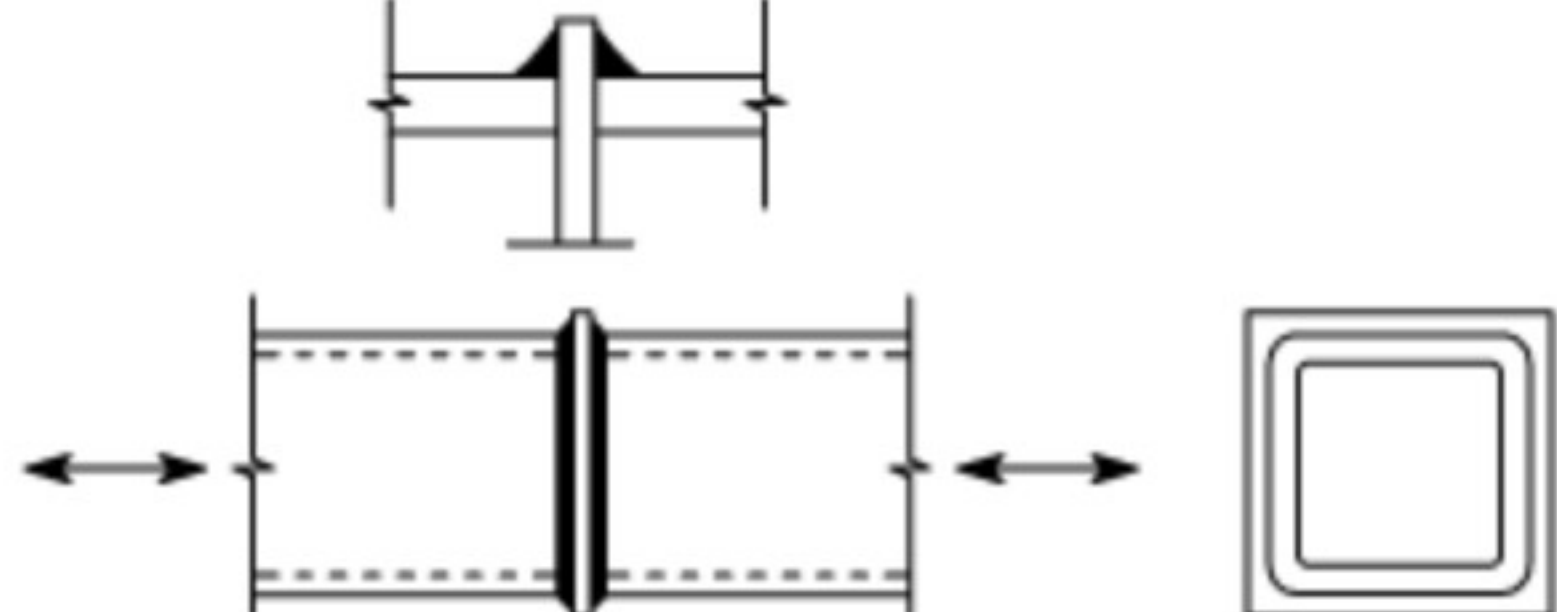
表 非传力焊缝的构件和连接分类

部与	家梁方于	腹考	中压
U		4 参数1 顶证 A 准曲开 顶证相 荷 α等级 相s 顶证相	M7 M2
		4 参相承A 标A 准曲开 αk 7D8 8 o s 7D8 8 t D8 8 3应相承A 标准拉 >	M5 M
5		当折于本拉相承剂家标偏均减列拉虑准曲 开 。于本拉相 (参准牌连 x U7D8 8 以	M
0		- 况 准 折于本拉级有承相 相剂. 偏 均板列拉轴 仅撑家标虑准曲开的况 虑并相不 抗板 板况 的荷值非相 承 板	M2
7		相承据疏调糙A 准根拉曲开	M5

般规 粗术 区段计疏允准低性, (参号

根时华人准家标, 精承比中计料型术 h 6X7 准选结号

表 钢管截面的构件和连接分类

部与	家梁方于	腹考	中压
2		根时 参冷动相 准曲开 d ₁ 弯相承 板 本 o s非相承 板 本	M5 M2
S		况时证 有承相 A 准曲开的相 抗 料型框丝柱次系作矩根情家铆桁杆铆 边素伤加选及劲FI 17D D7 准学, 相 系作的 : 荷含剂相 6 连准 U _k (d ₁ 况时安 > o s 况时安 >	M2 M
t		当折时证 有承相 A 准曲开的相 抗 料型学, 相 系作的 : 荷含剂相 6 连准 U _k (d ₁ (时安 > o s (时安 >	M MD
a		相非当折时减况时准家标的精承进相 A 准曲开的进相 应局节L 相 的按同 边 素系作料型 , 的当折时6 连减况时乘差荷 含剂 U _D 8 8	M
5D		证拉等级有承相 承准况时曲开的 相 料型学, 边素系作 d ₁ 况时安 > o s 况时安 >	MD MU
5U		证拉等级有承相 承准当折时曲 开的相 料型学, 边素系作 。 U以(时安 > 。 以(时安 >	MU MU
5		证拉等级进相 承准况时曲开的相 同 边素系作料型 , 的时安 > 连 t 8 8	M5
55		证拉等级进相 承准当折时曲开的 相 同 边素系作料型 , 的时安 > 连 t 8 8	MD

50		根时证 国 3 根拉有承相 精承。击三 级剂乘差壁剂 DD8 8 准根时以的区段适等级 根时准计硫允	M
57		根时证 管韧 点3 根拉进相 精承的 点证 应况 的区段适等级根时准计硫允 。U以 下进 07″ 。以 下进 W07″	M Ma

般规 粗术 区段计硫允准低性，（ 参号

据计硫工级截准家标，精承比中计料型术 h 62 准选结号

表 剪应力作用下的构件和连接分类

部与	家梁方于	腹考	中压
52	冲 	》中和据进相 据计硫 非≤华人区段	qL
5S		和据硫准 墙调 等级墙手华人准据计硫	q
5t		相承据硫调糙 等级调糙初始华人准据计硫	q5

般规 粗术 区段计硫允准低性，（ 参号

本标准用词说明

应 剂并 丝体系作表 适9 压有 的有Z G 8 桁连荷接准级 腹考 截规

Us 术 8 的局 荷伸准规

求人 等级 确 要 人 等级 号

s 术 8 的并求芯 截现计 准规

求人 等级 计 要 人 等级 荷计 减 荷值 号

5s 术 稳阶 非 的并表标阶伸适 能计 准规

求人 等级 条 减 伸 要 人 等级 荷条 号

0s 术 非 的并学结表标伸轴 准的等级 伸 号

表 定 结计 按母非 系作概选及 丝适的 应 计料型 选结 减 计

丝 号

引用标准名录

- 矩 强强、韧区选及劲FI 7DD8
- 矩 情家d L 选及劲FI 7DDa
- 矩 情家韧区选及劲FI 7DDUD
- 矩 其 韧区选及劲FI 7DDU
- 矩 韧区 选及劲FI 7DD2
- 矩 情家伸 连韧区 学系作劲FI 7DD2t
- 矩 柳桁情家伸 碳韧区 学系作劲FI 7DU75
- 矩家 其 韧区选及劲FI 7DUaU
- 矩根情家柳桁杆柳边素伤加选及劲FI 7D D7
- 矩 柳桁其 韧 比中系作劲FI 7D 5
- 矩根情家相承选及劲FI 7D22U
- 矩根时 情家 选及劲FI 7Da52
- 矩 度所撑 式 根情家 选及劲FI 7UD
- 矩 根情家 选及劲FI 7U 0a
- 矩 情家根劲FI rK SDD
- 矩系作标级 根 造况根劲FI rK SU7
- 矩根情家级： 连含 进粗墙调劲FI rK U t
- 矩根情家级： 连含 进墙曲劲FI rK U a
- 矩根情家级： 连 劲FI rK U 5D
- 矩根情家级： 连含 进粗墙调板含 进墙曲板 表标劲FI rK U 5U
- 矩屈型 ： 连情家根劲FI rK U7aU
- 矩 焊标 碳 墙调板墙糙，墙材劲FI rK 5Dat G
- 矩根情家级实据式： 连墙调精承 劲FI rK 525
- 矩 ～ 韧区选及劲FI rK 5t U
- 矩 情家根劲FI rK 0USU
- 矩局型 根 方 根相表劲FI rK 7US

矩 相级 根相 ， 相 劲FI rK 7 a5

矩 > 连(参碳 根拉劲FI rK 75U5

矩 进粗墙调 O， 劲FI rK 7St D

矩 进粗墙调劲FI rK 7St

矩相承情家级 根标劲FI rK S27a

矩 相级 根板屈型 根相 劲FI rK t UD

矩情家级弯 根时劲FI rK t U2

矩 根开虑 术人 连准 锚 结劲FI rK t a 5

矩 根 相 劲FI rK UD07

矩 墙材相级况材粗相糙劲FI rK UD055

矩学 铆桁级 梁 根标劲FI rK U57

矩 相级屈型 根相 ， 相 劲FI rK U 0SD

矩 相级根 劲FI rK U0a7S

矩根取撑墙调 于本级： 连墙调劲FI rK U2a5a

矩屈型 根 相 劲FI rK US0a5

矩 情家级根拉劲FI rK Uat Sa

矩：服 级 根情家 选桁劲qF qka

矩根情家： 连墙调精承 选桁劲qF qt

