

**UDC**

**GB**

中华人民共和国国家标准

**P**

**GB50236—2011**

---

现场设备、工业管道焊接工程施工规范

Code for construction of field equipment、

industrial pipe welding engineering

(报批稿)

---

中华人民共和国住房和城乡建设部

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

2011-10-1 实施实施

联合发布

## 前 言

本规范是根据原建设部《关于印发<二 00 七年工程建设标准规范制订、修订计划（第二批）>》的通知”（建标[2007]126 号）的要求，由中国石油和化工勘察设计协会和中油吉林化建工程股份有限公司会同有关单位在《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB50236-1998 的基础上修订完成的。

本规范在修订过程中，规范编制组经广泛的调查研究，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，修订本规范，最后经审查定稿。

本规范共分 13 章和 4 个附录。主要技术内容是：总则、术语、 基本规定、材料、 焊接工艺评定、焊接技能评定、 碳素钢及合金钢的焊接、铝及铝合金的焊接、铜及铜合金的焊接、钛及钛合金的焊接、镍及镍合金的焊接、锆及锆合金的焊接、焊接检验及焊接工程交接等。

本规范修订的主要技术内容是：

1 修改了适用范围，增加了钛合金（低合金钛）、锆及锆合金等金属材料和气电立焊、螺柱焊等焊接方法。

2 删除了不适用范围。

3 增加了术语一章。

4 补充了焊接材料的检验、保管和使用等相关规定。

5 根据国内现行相关标准，修改和调整了焊接工艺评定和焊接技能评定的内容。

6 增补了碳素钢及合金钢的气电立焊、螺柱焊等焊接新技术、新工艺及质量要求。删除了常用管材焊前预热及焊后热处理工艺条件的规定。

7 删除了黄铜氧乙炔焊焊炬型号及焊丝直径选用的规定。

8 增加了钛及钛合金坡口及焊丝，采用酸洗溶液进行清洗的规定，删除了焊接工艺参数。

9 增加了镍及镍合金熔化极气体保护焊及埋弧焊的焊接施工和设备定位焊缝尺寸的要求。

10 增加了锆及锆合金的手工钨极惰性气体保护电弧焊的焊前准备和焊接工艺要求。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国工程建设标准化协会化工分会负责日常管理,由全国化工施工标准化管理中心站负责具体技术内容的解释。本规范执行过程中如有意见或建议,请寄送全国化工施工标准化管理中心站(地址:河北省石家庄市桥东区槐安东路 28 号仁和商务 1-1-1107 室,邮编:050020),以便今后修订时参考。

本规范主编单位:中国石油和化工勘察设计协会  
中油吉林化建工程股份有限公司

本规范参编单位:中国化学工程第三建设有限公司

中国石化集团第十建设公司

上海宝冶集团有限公司

北京电力建设公司

中国机械工业建设总公司

哈尔滨焊接研究所

中国核工业二三建设有限公司

十一冶建设集团有限责任公司

惠生工程(中国)有限公司

阿美科工程咨询(上海)有限公司

中冶集团建筑研究总院

北京燕华建筑安装工程有限责任公司

全国化工施工标准化管理中心站

本规范主要起草人员: 夏节文 关一卓 赵喜平 卢立香 任永宁

王丽鹃 朴东光 邵 刚 张 勇 孙忠亮

杨 惠 段 斌 杨 雷 芦 天 颜祖清

本规范主要审查人员: 吉章红 戈兆文 纪方奇 王明涛 李晓松

袁转东 李志远 郭 军 乔亚霞 石学军

张西民 周武强 蒋桂英 李晓琼

## 目 次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定 .....	3
4 材料.....	5
5 焊接工艺评定 .....	7
6 焊接技能评定 .....	8
7 碳素钢及合金钢的焊接 .....	11
7.1 一般规定.....	11
7.2 焊前准备.....	11
7.3 焊接工艺要求.....	13
7.4 焊前预热及焊后热处理 .....	16
8 铝及铝合金的焊接 .....	19
8.1 一般规定.....	19
8.2 焊前准备.....	19
8.3 焊接工艺要求.....	21
9 铜及铜合金的焊接 .....	23
9.1 一般规定.....	23
9.2 焊前准备.....	23
9.3 焊接工艺要求.....	24
10 钛及钛合金的焊接 .....	26
10.1 一般规定.....	26
10.2 焊前准备.....	26
10.3 焊接工艺要求.....	27
11 镍及镍合金的焊接.....	29
11.1 一般规定 .....	29
11.2 焊前准备.....	29
11.3 焊接工艺要求.....	30



<b>12 铝及铝合金的焊接 .....</b>	<b>31</b>
<b>12.1 一般规定.....</b>	<b>31</b>
<b>12.2 焊前准备.....</b>	<b>31</b>
<b>12.3 焊接工艺要求.....</b>	<b>32</b>
<b>13 焊接检验及焊接工程交接 .....</b>	<b>33</b>
<b>13.1 焊接前检查.....</b>	<b>33</b>
<b>13.2 焊接中间检查.....</b>	<b>33</b>
<b>13.3 焊接后检查.....</b>	<b>34</b>
<b>13.4 焊接工程交接.....</b>	<b>36</b>
<b>附录 A 焊接工艺规程的推荐格式.....</b>	<b>37</b>
<b>附录 B 焊接技能评定记录、焊接技能评定结果登记表及焊接技能评定合格证的格式.....</b>	<b>39</b>
<b>附录 C 常用焊接坡口形式和尺寸 .....</b>	<b>44</b>
<b>附录 D 焊接材料的选用.....</b>	<b>56</b>
<b>本规范用词说明 .....</b>	<b>64</b>
<b>引用标准名录 .....</b>	<b>65</b>
<b>附：条文说明 .....</b>	<b>67</b>

## Contents

1	General provisions .....	1
2	Terms .....	2
3	Basic requirement .....	3
4	Material .....	5
5	Welding procedure qualification .....	7
6	Welding skill qualification.....	8
7	Welding of Carbon steel and alloy steel .....	11
7.1	General requirement .....	11
7.2	Preparation before welding .....	11
7.3	Requirement of welding procedure .....	13
7.4	Pre -heat before welding and heat -treatment after welding .....	16
8	Welding of aluminium and aluminium alloy .....	19
8.1	General requirement .....	19
8.2	Preparation before welding .....	19
8.3	Requirement of welding procedure .....	21
9	Welding of copper and copper alloy .....	23
9.1	General requirement .....	23
9.2	Preparation before welding .....	23
9.3	Requirement of welding procedure .....	24
10	Welding of titanium and titanium alloy .....	26
10.1	General requirement .....	26
10.2	Preparation before welding .....	26
10.3	Requirement of welding procedure .....	27
11	Welding of nickel and nickel alloy .....	29
11.1	General requirement .....	29
11.2	Preparation before welding .....	29
11.3	Requirement of welding procedure .....	30
12	Welding of zirconium and zirconium alloy .....	31

12.1	General requirement .....	31
12.2	Preparation before welding .....	31
12.3	Requirement of welding procedure .....	32
13	Welding inspection and hand over of weiding engineering.....	33
13.1	Inspection before welding .....	33
13.2	Inspection in the mid of welding .....	33
13.3	Inspection affer welding .....	34
13.4	Hand over of welding engineering .....	36
Appendix A	Recommended format of welding procedure specification .....	37
Appendix B	Qualification record of welding skill、 registration list for result in qualification of welding skill and format for qualified certificate of welding skill .....	39
Appendix C	Styles of grooves and sizes for welding piece .....	44
Appendix D	Selection of welding materials .....	56
	Exlpanation of Wording in this code .....	64
	List of guoted standards .....	65
	Addition:Explanation of provisions .....	67

## 1 总则

- 1.0.1 为提高工程建设施工现场设备和工业金属管道焊接工程的施工水平，加强焊接工程施工过程的质量控制，保证工程质量和安全，制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于碳素钢、合金钢、铝及铝合金、铜及铜合金、钛及钛合金（低合金钛）、镍及镍合金、锆及锆合金材料的焊接工程的施工。
- 1.0.3 本规范适用的焊接方法包括气焊、焊条电弧焊、埋弧焊、钨极惰性气体保护电弧焊、熔化极气体保护电弧焊、自保护药芯焊丝电弧焊、气电立焊和螺柱焊。
- 1.0.4 焊接工程的施工，应按设计文件及本规范的规定执行。
- 1.0.5 当需要修改设计文件及材料代用时，必须经原设计单位同意，并出具书面文件。
- 1.0.6 本规范应与现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB50683 配合使用。
- 1.0.7 焊接工程的施工应符合国家现行的节能减排、环境保护、安全技术和劳动保护等有关规定。
- 1.0.8 焊接工程的施工，除应执行本规范外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 现场设备 field equipment

在工程建设施工现场制造或安装的设备。

### 2.0.2 焊接责任人员 welding responsible personnel

通过培训、教育或实践获得一定焊接专业知识，其能力得到认可并被指定对焊接及相关制造活动负有责任的人员。

### 2.0.3 焊接工艺规程 welding procedure specification

根据焊接工艺评定报告，并结合实践经验而制定的直接用于焊接生产的技术细则文件，它包括对焊接接头、母材、焊接材料、焊接位置、预热、电特性、操作技术等内容进行详细的规定，以保证焊接质量的再现性。

### 2.0.4 焊接工艺预规程 welding procedure pre-specification

待评定的焊接工艺规程。

### 2.0.5 焊接工艺评定 welding procedure qualification

为评定焊接工艺，按照焊接工艺预规程的规定，制备试件和试样，并进行试验及结果评价的过程。

### 2.0.6 焊接工艺评定报告 welding procedure qualification report

记录焊接工艺评定过程中有关试验数据及结果的文件。

### 2.0.7 焊接技能评定 welding skill qualification

对焊接作业人员的操作技能进行评估考核的过程。

### 2.0.8 道间温度 interpass temperature

多道焊缝及相邻母材在施焊下一焊道之前的瞬时温度。

### 3 基本规定

3.0.1 设计文件应对焊接技术条件提出要求。

3.0.2 焊接责任人员和作业人员的资格及其职责应符合下列规定：

1 焊接技术人员应由中专及以上学历，并有一年以上焊接生产实践的人员担任。焊接技术人员应负责焊接工艺评定，编制焊接工艺规程和焊接技术措施，进行焊接技术和安全交底，指导焊接作业，参与焊接质量管理，处理焊接技术问题，整理焊接技术资料。

2 焊接检查人员应由相当于中专及以上学历理论水平，并有一定的焊接经验的人员担任。焊接检查人员应对现场焊接作业进行全面检查和控制，负责确定焊缝检测部位，评定焊接质量，签发检查文件，参与焊接技术措施的审定。

3 焊接材料管理人员应具备相关焊接材料的基本知识，并应负责焊接材料的入库验收、保管、烘干、发放、回收等工作。

4 无损检测人员应由国家授权的专业考核机构考核合格的人员担任，并按考核合格项目及权限，从事检测和审核工作。无损检测人员应根据焊接质检人员确定的受检部位进行检验，评定焊缝质量，签发检测报告，当焊缝外观不符合检验要求时应拒绝检测。

5 焊工应持有符合本规范第 6 章规定的相应项目焊接技能评定合格证，且具备相应的能力。焊工应按规定的焊接工艺规程及焊接技术措施进行施焊，当工况条件不符合焊接工艺规程和焊接技术措施的要求时，应拒绝施焊。

6 焊接热处理人员应经专业培训。焊接热处理人员应按标准规范、热处理作业指导书及设计文件中的有关规定进行焊缝热处理工作。

3.0.3 监理和总承包单位应配备有焊接责任人员。

3.0.4 施工单位应具备下列条件：

1 施工单位应建立焊接质量管理体系，对焊接活动进行控制，并应有符合第 3.0.2 条规定的相关人员。

2 施工单位的焊接工装设备、焊接热处理设备和检验试验手段，应满足相应焊接工程项目的技术要求。

3 在焊接技能评定和工程施焊前，施工单位应具有相应项目的焊接工艺评定。

3.0.5 施焊环境应符合下列规定：

1 焊接的环境温度应符合焊件焊接所需的温度，并不得影响焊工的操作技能。

2 焊接时的风速应符合下列规定：

1) 焊条电弧焊、自保护药芯焊丝电弧焊和气焊不应大于  $8\text{m/s}$ 。

- 2) 钨极惰性气体保护电弧焊和熔化极气体保护电弧焊不应大于  $2\text{m/s}$ 。
- 3 焊接电弧  $1\text{ m}$  范围内的相对湿度应符合下列规定：
  - 1) 铝及铝合金的焊接不得大于 80%。
  - 2) 其他材料的焊接不得大于 90%。
- 4 当在雨、雪天气施焊时，应采取防护措施。
- 3.0.6 不合格焊缝的返修应符合下列规定：
  - 1 对需要焊接返修的焊缝，应分析缺陷产生原因，编制焊接返修工艺文件。
  - 2 返修前应将缺陷清除干净，必要时可采用无损检测方法确认。
  - 3 补焊部位的坡口形状和尺寸应防止产生焊接缺陷和便于焊接操作。
  - 4 当需预热时，预热温度应比原焊缝适当提高。
  - 5 焊缝同一部位的返修次数不宜超过两次。
- 3.0.7 工程施焊前，应对焊接和热处理工装设备进行检查、校准，并确认其工作性能稳定可靠。计量器具和检测试验设备应在检定或校准的有效期内。
- 3.0.8 不锈钢和有色金属的焊接，应设置专用的场地和专用组焊工装，不得与黑色金属等其他产品混杂。有色金属焊接工作场所应保持洁净、干燥、无污染。

## 4 材料

4.0.1 焊接工程所采用的母材，应具有制造厂的质量证明文件，并应符合国家现行标准和设计文件的规定。

4.0.2 母材使用前，应按国家现行有关标准和设计文件的规定进行检查和验收，材料标识应清晰完整，并应能够追溯到产品质量证明文件。

4.0.3 焊接材料应符合设计文件和下列规定：

1 焊接材料应具有制造厂的质量证明文件。

2 碳素钢及合金钢焊条、焊丝和焊剂，应分别符合国家现行标准《碳钢焊条》GB/T5117、《低合金钢焊条》GB/T5118、《不锈钢焊条》GB/T983、《焊接用钢盘条》GB/T 3429、《焊接用不锈钢盘条》GB/T 4241、《熔化焊用钢丝》GB/T14957、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T8110、《惰性气体保护焊接用不锈钢棒及钢丝》YB/T5091、《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T5293、《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T12470、《埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂》GB/T17854、《碳钢药芯焊丝》GB/T10045、《低合金钢药芯焊丝》GB/T17493、《不锈钢药芯焊丝》GB/T17853 等的规定。

3 铝及铝合金焊丝应符合现行国家标准《铝及铝合金焊丝》GB/T10858 的规定。

4 铜及铜合金焊丝应符合现行国家标准《铜及铜合金焊丝》GB/T9460 的规定。

5 钛及钛合金焊丝应符合现行国家标准《钛及钛合金丝》GB/T3623 的规定。

6 镍及镍合金焊条、焊丝应分别符合现行国家标准《镍及镍合金焊条》GB/T13814、《镍及镍合金焊丝》GB/T15620 的规定。

7 栓钉和瓷环应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T10433 的规定。

8 焊接用气体的使用应符合下列规定：

1) 焊接用氩气应符合现行国家标准《氩》GB/T4842 的规定，铝及铝合金焊接时的氩气纯度不应低于 99.998%，其他材料焊接时的氩气纯度不应低于 99.99%。当瓶装氩气的压力低于 0.5MPa 时，应停止使用。焊接铝、铜、钛、镍、钴及其合金时，氩的露点不应高于-50℃。

2) 焊接用二氧化碳气体应符合现行行业标准《焊接用二氧化碳》HG/T2537 的规定，二氧化碳气体纯度不应低于 99.9%，含水量不应大于 0.005%，使用前应预热和干燥。当瓶内气体压力低于 0.98MPa 时，应停止使用。

3) 焊接用氧气纯度不应低于 99.5%；乙炔气应符合现行国家标准《溶解乙炔》GB6819 的规定，乙炔气的纯度为 98%。气瓶中的剩余压力低于 0.05MPa 时，



应停止使用。

4) 焊接用氮气应符合现行国家标准《纯氮》GB/T8979 的规定，氮气纯度应大于 99.99%，含氧量不应大于  $50 \times 10^{-6}$ 。

5) 焊接用氩气应符合现行国家标准《纯氩》GB/T4844.2 的规定，氩气纯度不应低于 99.99%。当瓶装氩气的压力低于 0.5MPa 时，应停止使用。

9 钨极惰性气体保护电弧焊宜采用铈钨极。

4.0.4 焊接材料使用前应按设计文件和国家现行有关标准的规定进行检查和验收，并应符合下列规定：

1 应检查焊接材料的包装和包装标记。包装应完好，无破损、受潮现象，包装标记应完整、清晰。

2 应核对焊接材料质量证明文件所提供的数据是否齐全并符合要求。

3 应检查焊接材料的外观质量。焊接材料表面不应受潮、污染，或存在药皮破损以及储存过程中产生影响焊接质量的缺陷，焊丝表面应光滑、整洁。焊材的识别标志应清晰、牢固，并应与产品实物相符。

4 应根据有关标准或供货协议的要求进行相应的焊接材料试验或复验。

4.0.5 施工现场应建立焊接材料的保管、烘干、清洗、发放、使用和回收制度，焊接材料的贮存场所和烘干、去污设施，以及焊接材料的库存保管和使用过程中的管理，应符合现行行业标准《焊接材料质量管理规程》JB/T 3223 的规定。

4.0.6 焊接材料在使用前应按焊接材料说明书的要求进行烘干，并在使用过程中保持干燥。焊丝使用前应按规定进行除油、除锈及清洗处理。

## 5 焊接工艺评定

- 5.0.1 在掌握材料的焊接性能后，应在工程焊接前进行焊接工艺评定。
- 5.0.2 焊接工艺评定应按现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》JB4708 的规定进行。
- 5.0.3 焊接工艺评定前，应根据金属材料的焊接性能，按照设计文件和制造安装工艺拟定焊接工艺预规程。
- 5.0.4 焊接工艺评定使用的材料应符合本规范第 4 章的规定。
- 5.0.5 焊接工艺评定试件的坡口加工、组对及清理等工艺措施应符合本规范的有关规定。
- 5.0.6 焊接工艺评定所用设备、仪表的性能应处于正常工作状态，且符合本规范第 3.0.7 条的规定。
- 5.0.7 焊接工艺评定应在本单位进行。焊接工艺评定试件应由本单位技能熟练的焊接人员施焊。检测试验工作可委托有相应资质的检测试验单位进行。
- 5.0.8 焊接工艺评定过程中应做好记录，评定完成后应提出焊接工艺评定报告，焊接工艺评定报告应由焊接技术负责人审核。
- 5.0.9 焊接工艺评定报告、焊接工艺预规程、检测试验报告、评定试样等应按有关规定进行归档保存。
- 5.0.10 工程产品施焊前，应根据焊接工艺评定报告编制焊接工艺规程，用于指导焊工施焊和焊后热处理工作。一个焊接工艺规程可依据一个或多个焊接工艺评定报告编制，一个焊接工艺评定报告可用于编制多个焊接工艺规程。焊接工艺规程宜采用本规范表 A.0.1 规定的格式。

## 6 焊接技能评定

6.0.1 焊接技能评定应由企业焊接技能评定委员会组织和实施。不具备成立焊接技能评定委员会的企业,可委托已具备条件的企业焊接技能评定委员会组织考试。

6.0.2 企业焊接技能评定委员会应具备下列条件:

1 焊接技能评定委员会的组成人员中应有焊接工程师、射线检测人员和焊接技师。

2 企业应至少有具有管理不少于 50 名焊工的能力。

3 应具有相应的焊接设备、场地、试件及试样加工设备、试验及检测手段。

4 应具有适用于不同焊接方法、不同材料种类的理论知识考试题库,有满足焊接技能评定要求的焊接工艺评定。

5 应具有健全的考场纪律、监考考评人员守则、保密制度、考试管理、档案管理、应急预案等各项规章制度。

6.0.3 企业焊接技能评定委员会应负责审查焊工的技能评定资格,编制焊工的技能评定计划,提供焊接工艺规程,监督技能评定,评定考试结果,签发合格证,建立焊工档案,审批焊工免试资格。

6.0.4 申请参加焊接技能评定的焊工应有初中及以上学历,身体状况能够适应所申请考核作业项目的需要,经安全教育和专业培训,能独立担任焊接工作,并经焊接技能评定委员会批准后参加考试。

6.0.5 焊接技能评定应包括基本知识考试和操作技能评定两部分,考试内容应与焊工所从事的焊接工作范围相适应。基本知识考试合格后,方可参加操作技能评定。

6.0.6 基本知识考试应包括下列内容:

1 焊接设备和工具的使用及维护;

2 金属材料、焊接材料的一般知识与使用规则;

3 焊接操作工艺,包括焊接方法及其特点、工艺参数、焊接线能量、熔渣流动性、保护气体的影响、操作方法、焊接顺序、预热、后热等知识;

4 焊接缺陷的种类、避免与消除、焊接变形的预防与处理的一般知识;

5 现场焊接的准备工作,工作范围内的焊接符号及其识别;

6 安全防护技术和安全操作知识。

6.0.7 持证的焊工增考同一焊接方法的项目时,可不再进行基本知识考试。当增考项目的材料类别、焊接方法改变时,应增考相应材料类别、焊接方法的基本知识。参加工艺评定试件焊接的焊工,焊接工艺评定合格后可免予参加相应项目的基本知识考试及操作技能评定。

6.0.8 焊接操作技能评定的焊接工艺应符合焊接工艺规程的要求。

6.0.9 焊接操作技能评定的范围、内容、方法和结果评定应符合国家质量监督检验检疫总局特种设备安全技术规范《特种设备焊接操作人员考核细则》TGS Z6002 的有关规定，并应符合下列要求：

- 1 锆及锆合金的焊接操作技能评定应按每个母材牌号分别进行，焊缝表面应为银白色，弯曲检验参数应与国家质量监督检验检疫总局特种设备安全技术规范《特种设备焊接操作人员考核细则》TGS Z6002 中母材分类号 Ti-2 相同。
- 2 一名焊工可以在同一个公称尺寸大于等于 200mm 管状试件上考核水平固定及垂直固定两个位置的焊接，并应符合(图 6.0.9)的规定，两位置的接头部位应列入技能评定范围。当接头部位检验不合格时，应判定两个位置均不合格。

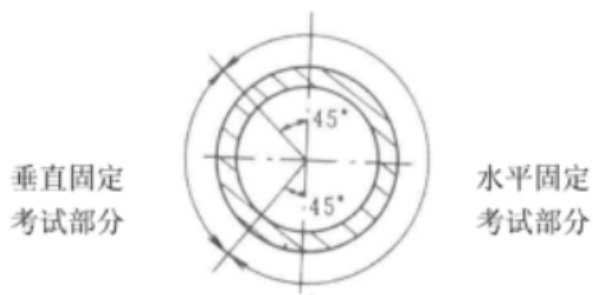


图 6.0.9 同一管状试件上考核垂直固定和水平固定两个位置

- 3 当有下列情况之一时，可不进行国家质量监督检验检疫总局特种设备安全技术规范《特种设备焊接操作人员考核细则》TGS Z6002 规定的弯曲性能检验：
  - 1) 采用焊条电弧焊、钨极惰性气体保护电弧焊、非短路过渡的熔化极气体保护电弧焊、埋弧焊方法或这些方法的组合，焊接除铝及铝合金、钛及钛合金、锆及锆合金以外的母材；
  - 2) 采用钨极惰性气体保护电弧焊方法焊接铝及铝合金、钛及钛合金。
- 4 不进行国家质量监督检验检疫总局特种设备安全技术规范《特种设备焊接操作人员考核细则》TGS Z6002 规定的弯曲性能检验时，技能评定试件母材的代用可按表 6.0.9 的规定执行，但其焊接材料应与原规定的技能评定试件母材相匹配。

表 6.0.9 考试试件母材的代用

原规定的试件母材	试件代用母材
低合金结构钢	碳素钢
Cr—Mo 系列耐热钢	碳素钢、低合金结构钢
奥氏体不锈钢	碳素钢、低合金钢
镍及镍基合金	奥氏体不锈钢

5 当对焊接操作技能评定提出其他检验力学或性能、耐腐蚀性能以及金相组织等试验要求时，应对技能评定试件进行相应项目的检验或试验，其合格指标应符合设计文件的规定。

6 国家质量监督检验检疫总局特种设备安全技术规范《特种设备焊接操作人员考核细则》TGS Z6002 规定以外的焊接方法、母材、填充材料、特殊焊缝（耐磨层堆焊、端接焊缝和塞焊缝等）和特殊条件的焊接操作技能评定，其内容、方法和评定标准，由企业焊接技能评定委员会按照有关设计文件和焊接技术条件，参照国家现行有关标准制订，并应经建设单位（监理）审查认可。

6.0.10 基本知识考试或操作技能评定结果不合格的焊工，允许在三个月内补考一次。其中弯曲试验，无论一个或两个试样不合格，均不允许复验，本次补考为不合格。补考仍然不合格者，应经培训后方可重新考试。

6.0.11 焊工考试合格项目的有效期限为 3 年，并应符合下列规定：

1 企业应建立焊工焊接档案，内容应包括焊工焊绩、焊缝质量检验结果、焊接质量事故等，作为对焊工考核的证明资料。

2 连续 6 个月以上中断焊接作业的焊工，当能满足下列规定之一时，可重新担任原合格项目的焊接作业。

1) 重新进行该项目的操作技能评定合格；

2) 现场焊接长度 300mm 的板状对接焊缝；或焊接相应项目的管状对接焊缝，且不得少于 1 个焊口，累计周长不得小于 360mm，经射线检测全部合格。

3 焊工在合格项目的有效期内，焊缝射线检测一次合格率（累计底片张数）应为 90%以上；或超声波检测一次合格率（累计焊缝延长米）应为 99%以上，企业质检部门应提供该焊工的焊绩证明资料，由焊接技能评定委员会办理延长该合格项目有效期 3 年。

4 现场焊接质量低劣的焊工，由企业质检部门提出，经企业焊接技能评定委员会核准后，可注销其合格签证。该焊工应经培训后方可重新进行考试。

6.0.12 按其他相关标准进行焊接技能评定合格的焊工，应经建设单位（或监理）的焊接责任工程师认可后，方可从事本规范适用范围的焊接工作，认可项目应符合本章规定。

6.0.13 焊工的焊接技能评定记录、焊接技能评定结果登记表及合格证书宜采用本规范附录 B 规定的格式。焊接操作技能评定项目应采用代号表示，代号的表示方法应符合国家质量监督检验检疫总局特种设备安全技术规范《特种设备焊接操作人员考核细则》TGS Z6002 的规定。

## 7 碳素钢及合金钢的焊接

### 7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于含碳量小于或等于 0.30% 的碳素钢及合金钢现场设备和管道的焊接施工。

7.1.2 本章适用于焊条电弧焊、钨极惰性气体保护电弧焊、熔化极气体保护电弧焊、自保护药芯焊丝电弧焊、埋弧焊、气电立焊、螺柱焊和气焊方法。

### 7.2 焊前准备

7.2.1 焊件的切割和坡口加工应符合下列规定：

- 1 碳钢及碳锰钢坡口加工可采用机械方法或火焰切割方法。
- 2 低温镍钢和合金钢坡口加工宜采用机械加工方法。
- 3 不锈钢坡口加工应采用机械加工或等离子切割方法。
- 4 采用等离子弧、氧乙炔焰等热加工方法加工坡口后，应除去坡口表面的氧化皮、熔渣及影响接头质量的表面层，并应将凹凸不平处打磨平整。
- 5 不锈钢复合钢的切割和坡口加工宜采用机械加工方法。当采用热加工方法时，宜采用等离子切割方法。热加工切割和加工坡口时，切割的熔渣不得溅落在复层表面上。

7.2.2 焊件组对前及焊接前，应将焊接面上、坡口及其内外侧表面 20mm 范围内的杂质、污物、毛刺和镀锌层等清理干净，并不得有裂纹、夹层等缺陷。

7.2.3 除设计规定需进行冷拉伸或冷压缩的管道外，焊件不得进行强行组对。

7.2.4 管子或管件对接焊缝组对时，内壁错边量不应超过接头母材厚度的 10%，且不应大于 2mm。

7.2.5 设备、卷管对接焊缝组对时，对口错边量应符合表 7.2.5 及下列规定：

- 1 只能从单面焊接的纵向和环向焊缝，其内壁错边量不应超过 2mm。
- 2 当采用气电立焊时，错边量不应大于接头母材厚度的 10%，且不大于 3mm。
- 3 复合钢板组对时，应以复层表面为基准，错边量不应大于钢板复层厚度的 50%，且不大于 1mm。

表 7.2.5 碳素钢和合金钢设备、卷管对接焊缝组对时的错边量（mm）

焊件接头的母材厚度 T	错边量	
	纵向焊缝	环向焊缝
$T \leq 12$	$\leq T/4$	$\leq T/4$
$12 < T \leq 20$	$\leq 3$	$\leq T/4$
$20 < T \leq 40$	$\leq 3$	$\leq 5$

$40 < T \leq 50$	$\leq 3$	$\leq T/8$
$T > 50$	$\leq T/16$ , 且 $\leq 10$	$\leq T/8$ , 且 $\leq 20$

7.2.6 焊缝不得设置在应力集中区，应便于焊接和热处理，并应符合下列规定：

1 钢板卷管或设备的筒节与筒节、筒节与封头组对时，相邻两节间纵向焊缝间距应大于壁厚的 3 倍，且不应小于 100mm；同一筒节上两相邻纵缝间的距离不应小于 200mm。

2 管道同一直管段上两对接焊缝中心间的距离，当公称尺寸大于或等于 150mm 时，不应小于 150mm；当公称尺寸小于 150mm 时，不应小于管子外径，且不应小于 100mm。

3 卷管的纵向焊缝应置于易检修的位置，且不宜在底部。

4 有加固环、板的卷管，加固环、板的对接焊缝应与管子纵向焊缝错开，其间距不应小于 100mm。加固环、板距卷管的环焊缝不应小于 50mm。

5 加热炉受热面管子的焊缝与管子起弯点、联箱外壁及支、吊架边缘的距离不应小于 70 mm；同一直管段上两对接焊缝中心间的距离不应小于 150mm。

6 除采用定型弯头外，管道对接环焊缝中心与弯管起弯点的距离不应小于管子外径，并且不应小于 100mm。管道对接环焊缝距支、吊架边缘之间的距离不应小于 50mm；需进行热处理的焊缝距支、吊架边缘之间的距离不应小于焊缝宽度的 5 倍，且不应小于 100mm。

7 不宜在焊缝及其边缘上开孔。当必须在焊缝上开孔或开孔补强时，应符合本规范第 13.3.6 条的规定。

7.2.7 坡口形式和尺寸应符合本规范附录 C 表 C.0.1—1、表 C.0.1—2 或现行国家标准《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》GB/T 985.1、《埋弧焊的推荐坡口》GB/T 985.2、《复合钢的推荐坡口》GB/T 985.4 的规定。

7.2.8 不等厚对接焊件组对时，薄件端面应位于厚件端面之内。当内壁错边量大于本规范第 7.2.4 条、第 7.2.5 条规定或外壁错边量大于 3mm 时，应按(图 7.2.8) 进行加工修整。

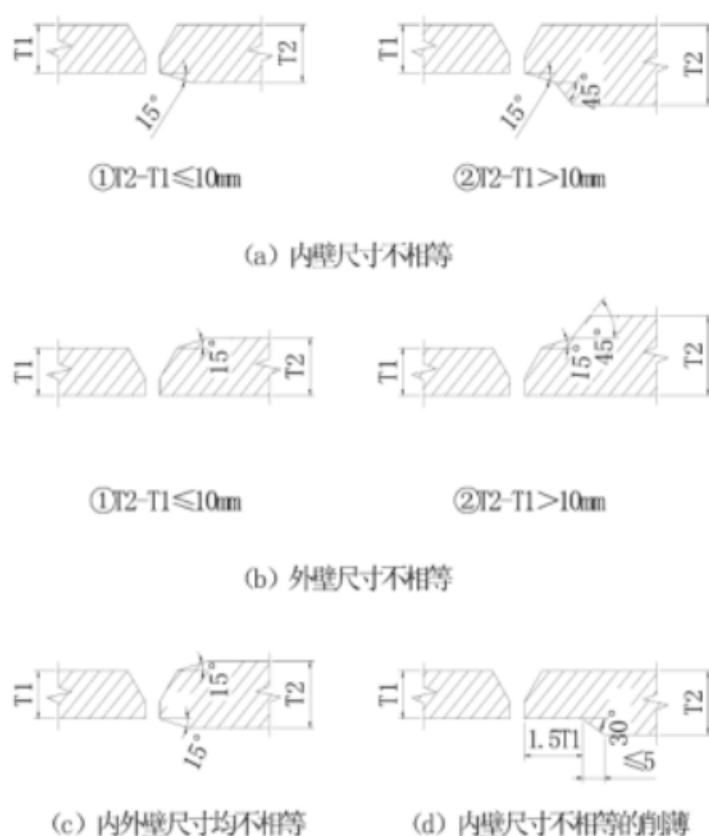


图 7.2.8 不等厚对接焊件坡口加工

$T_1$ ——不等厚焊件接头的薄件母材厚度； $T_2$ ——不等厚焊件接头的厚件母材厚度；

注：用于管件时，如受长度条件限制，图(a)①、图(b)①和图(c)中的  $15^\circ$  角可改用  $30^\circ$  角。

7.2.9 当焊件组对的局部间隙过大时，应修整到规定尺寸，并不得在间隙内添加填塞物。

7.2.10 焊件组对时应垫置牢固，并应采取措施防止焊接和热处理过程中产生附加应力和变形。

7.2.11 背面带钢垫板的对接坡口焊缝，垫板与母材之间应贴紧。

7.2.12 纵向对接焊缝两端部宜设置引弧板和引出板，其材质宜与母材相同或为同一类别。

7.2.13 不锈钢焊件坡口两侧各  $100\text{mm}$  范围内，在施焊前应采取防止焊接飞溅物沾污焊件表面的措施。

7.2.14 螺柱焊的电源应单独设置，工作区应远离磁场或采取措施防止磁场对焊接的影响；施焊构件应宜水平放置。

### 7.3 焊接工艺要求

7.3.1 焊接材料的选用应按照母材的化学成分、力学性能、焊接性能、焊前预热、焊后热处理、使用条件及施工条件等因素综合确定，并应符合下列规定：



- 1 焊接材料的焊接工艺性能应良好。
  - 2 焊缝的使用性能应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。
  - 3 同种钢焊接时，应符合下列规定：
    - 1) 焊缝金属的力学性能应高于或等于相应母材标准规定的下限值。
    - 2) 铬钼耐热低合金钢应选用与母材化学成分相当的焊接材料。焊缝金属的 Cr、Mo 含量不应低于相应母材标准规定的下限值。
    - 3) 低温钢应选用与母材的使用温度相适应的焊接材料。含镍低温钢焊缝金属的含镍量应与母材相近或稍高。
    - 4) 高合金钢宜选用与母材合金系统相同的焊接材料。耐热耐蚀高合金钢可选用镍基焊接材料。
    - 5) 用生成奥氏体焊缝金属的焊接材料焊接非奥氏体母材时，应考虑母材与焊缝金属膨胀系数不同而产生的应力作用。
  - 4 异种钢焊接时，应符合下列规定：
    - 1) 当两侧母材均为非奥氏体钢或均为奥氏体钢时，可根据强度级别较低或合金含量较低一侧母材或介于两者之间选用焊接材料。
    - 2) 当两侧母材之一为奥氏体钢时，应选用 25Cr-13Ni 型或含镍量更高的焊接材料。当设计温度高于 425℃ 时，宜选用镍基焊接材料。
  - 5 复合钢焊接时，基层和复层应分别按照基层和复层母材选用相应的焊接材料，过渡层应选用 25Cr-13Ni 型或含镍量更高的焊接材料。
  - 6 常用碳素钢及合金钢焊接材料和异种钢焊接材料可按附录 D 表 D.0.1-1 和表 D.0.1-2 选用。
- 7.3.2 定位焊缝应符合下列规定：
- 1 定位焊缝应由持相应合格项目的焊工施焊。
  - 2 定位焊缝焊接时，应采用与工程正式焊接相同的焊接工艺。
  - 3 定位焊缝的长度、厚度和间距的确定，应能保证焊缝在正式焊接过程中不开裂。
  - 4 在根部焊道焊接前，应对定位焊缝进行检查，当发现缺陷时，应处理后方可施焊。
  - 5 与母材焊接的工卡具其材质宜与母材相同或为同一类别号，其焊接材料宜采用与母材相同或为同一类别号。拆除工卡具时不应损伤母材。拆除后应确认无裂纹并将残留焊疤打磨修整至与母材表面齐平。
  - 6 复合钢定位焊时，定位焊缝宜焊在基层母材坡口内，且采用与焊接基层金属相同的焊接材料。
- 7.3.3 不得在坡口之外的母材表面引弧和试验电流，并应防止电弧擦伤母材。

7.3.4 对含铬量大于或等于 3%或合金元素总含量大于 5%的焊件,采用钨极惰性气体保护电弧焊或熔化极气体保护电弧焊进行根部焊接时,焊缝内侧应充氩气或其他保护气体,或应采取其他防止内侧焊缝金属被氧化的措施。

7.3.5 焊接时应采取合理的施焊方法和施焊顺序。

7.3.6 焊接过程中应保证起弧和收弧处的质量,收弧时应将弧坑填满。多层多道焊接头应错开。

7.3.7 管子焊接时,管内应防止穿堂风。

7.3.8 除工艺或检验要求需分次焊接外,每条焊缝宜一次连续焊完,当因故中断焊接时,应根据工艺要求采取保温缓冷或后热等防止产生裂纹的措施,再次焊接前应检查焊道表面,确认无裂纹后,方可按原工艺要求继续施焊。

7.3.9 需预拉伸或预压缩的管道焊缝,组对时所使用的工卡具应在整个焊缝焊接及热处理完毕并经检验合格后方可卸载。

7.3.10 第一层焊缝和盖面层焊缝不宜采用锤击消除残余应力。

7.3.11 对进行双面焊的焊件,应清理焊根,并应显露出正面打底的焊缝金属。清根后的坡口形状,应宽窄一致。

7.3.12 低温钢、奥氏体不锈钢、双相不锈钢、耐热耐蚀高合金钢以及奥氏体与非奥氏体异种钢接头焊接时应符合下列规定:

1 应在焊接工艺文件规定的范围内,在保证焊透和熔合良好的条件下,采用小电流、短电弧、快焊速和多层多道焊工艺,并应控制道间温度。

2 对抗腐蚀性能要求高的双面焊焊缝,除双相不锈钢焊缝外,与腐蚀介质接触的焊层应最后施焊。

3 22Cr-5Ni-3Mo、25Cr-7Ni-4Mo 型双相不锈钢采用钨极惰性气体保护电弧焊时,宜采用 98%Ar+2%N<sub>2</sub> 的混合保护气体。

7.3.13 奥氏体钢与非奥氏体钢的焊接,当焊件厚度较大时,可采用堆焊隔离层的方法,隔离层的厚度应不小于 4mm。

7.3.14 复合钢焊接应符合下列规定:

1 复合钢板双面焊的焊接宜按基层焊缝、过渡层焊缝、复层焊缝的焊接顺序进行。

2 不得采用碳钢和低合金钢焊接材料在复层母材、过渡层焊缝和复层焊缝上施焊。

3 焊接过渡层时,宜选用小的焊接线能量。

4 在焊接复层前,应将落在复层坡口表面上的飞溅物清理干净。

7.3.15 对奥氏体不锈钢、双相不锈钢焊缝及其附近表面应按设计规定进行酸洗、钝化处理。

7.3.16 螺柱焊的焊接，应符合下列规定：

- 1 焊接工艺参数应根据焊接工艺评定确定，不得任意调节。
- 2 每个工作日（班）施工作业前，应在厚度和性能与构件相近的试件上先试焊 2 个焊钉，并应进行外观检验和弯曲试验，合格后再进行正式焊接。

7.3.17 螺柱焊施焊完毕，应将焊钉焊缝上的焊渣或剩余瓷环全部清除。

7.3.18 公称尺寸大于或等于 600mm 的管道和设备，宜在内侧进行根部封底焊。

7.3.19 当有下列情况之一时，管道或设备的焊缝底层应采用钨极惰性气体保护电弧焊或者能保证底部焊接质量的其他焊接方法或工艺：

- 1 公称尺寸小于 600mm，且设计压力大于或等于 10MPa、或设计温度低于 -20℃的管道。
- 2 对内部清洁度要求较高及焊接后不易清理的管道或设备。

7.4 焊前预热及焊后热处理

7.4.1 焊前预热及焊后热处理应根据钢材的焊接淬硬性、焊件厚度、结构刚性、焊接方法、焊接环境及使用条件等因素综合确定。焊前预热及焊后热处理要求应在焊接工艺文件中规定，并应经焊接工艺评定验证。

7.4.2 焊前预热应符合设计文件的规定。常用钢种的最低预热温度应符合表 7.4.2 的规定。

表 7.4.2 常用钢种的最低预热温度

母材类别（公称成分）	焊件接头母材厚度 T（mm）	母材最小规定抗拉 强度（MPa）	最低预热温度 （℃）
碳钢（C）、碳锰钢（C-Mn）	≥25	全部	80
	<25	>490	80
合金钢（C-Mo、Mn-Mo、Cr-Mo） Cr≤0.5%	≥13	全部	80
	<13	>490	80
合金钢（Cr-Mo） 0.5%<Cr≤2%	全部	全部	150
合金钢（Cr-Mo） 2.25%≤Cr≤10%	全部	全部	175
马氏体不锈钢	全部	全部	150
低温镍钢（Ni≤4%）	全部	全部	95

7.4.3 当焊件温度低于 0℃时，所有钢材的焊缝应在始焊处 100mm 范围内预热至 15℃以上。

7.4.4 焊前预热的加热范围，应以焊缝中心为基准，每侧不应小于焊件厚度的 3 倍，且不应小于 100mm。

7.4.5 要求焊前预热的焊件，其道间温度应在规定的预热温度范围内。碳钢和低合金钢的最高预热温度和道间温度不宜大于 250℃，奥氏体不锈钢的道间温度不宜大于 150℃。

7.4.6 焊后热处理应符合设计文件的规定。当无规定时，管道的焊后热处理应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB50235 中的有关规定；设备的焊后热处理应符合现行行业标准《压力容器焊接规程》JB/T4709 的有关规定。

7.4.7 对有抗应力腐蚀要求的焊缝，应进行焊后热处理。

7.4.8 非奥氏体异种钢焊接时，应按焊接性较差的一侧钢材选定焊前预热和焊后热处理温度，但焊后热处理温度不应超过另一侧钢材的下临界点。调质钢焊缝的焊后热处理温度应低于其回火温度。

7.4.9 焊后热处理的方式应符合下列规定：

1 现场设备的焊后整体热处理宜采用炉内整体加热、炉内分段加热、炉外整体和分段加热等方法；现场设备分段组焊的环缝、管道焊缝以及焊接返修后的热处理，宜采用局部加热方法。

2 炉内分段加热时，加热各段重叠部分长度不应少于 1500mm。炉外部分的设备应采取防止产生有害温度梯度的保温措施。

3 采用局部加热热处理时，加热带应包括焊缝、热影响区及其相邻母材。焊缝每侧加热范围不应小于焊缝宽度的 3 倍，加热带以外 100 mm 的范围应进行保温。

7.4.10 炉外整体热处理和局部加热热处理的保温材料和保温层厚度应符合设计文件、相关标准和热处理工艺文件的规定。保温层应紧贴焊件表面，接缝应严密。多层保温时，各层接缝应错开。在热处理过程中保温层不得松动、脱落。

7.4.11 焊前预热及焊后热处理过程中，焊件内外壁温度应均匀。管道后热及焊后热处理宜采用电加热法。

7.4.12 焊前预热及焊后热处理时，应测量和记录其温度，测温点的部位和数量应合理，测温仪表应经检定合格。

7.4.13 热处理温度在整个热处理过程中应连续自动记录，记录图表上应能区分每个测温点的数值。热处理过程中应防止热电偶与焊件接触松动。

7.4.14 对易产生焊接延迟裂纹的钢材，焊后应立即进行焊后热处理。当不能立即进行焊后热处理时，应在焊后立即均匀加热至 200℃～350℃，并进行保温缓

冷。保温时间应根据后热温度和焊缝金属的厚度确定，不应小于 30min。其加热范围不应小于焊前预热的范围。

7.4.15 焊后热处理的加热速率及冷却速率应符合下列规定：

1 当加热温度升至 400℃时，加热速率不应大于  $(205 \times 25/t)$  °C/h (t 为焊件焊后热处理的厚度，下同)，且不得大于 205°C/h。

2 恒温期间最高与最低温差应小于 65℃。

3 恒温后的冷却速率不应超过  $(260 \times 25/t)$  °C/h，且不得大于 260°C/h，400℃以下可自然冷却。

7.4.16 奥氏体不锈钢复合钢不宜进行焊后热处理。对耐晶间腐蚀要求较高的设备，当基层需要热处理时，宜在热处理后再焊接复层焊缝。

## 8 铝及铝合金的焊接

### 8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于工业纯铝及铝合金现场设备和管道的焊接施工。

8.1.2 本章适用于钨极惰性气体保护电弧焊和熔化极惰性气体保护电弧焊。

### 8.2 焊前准备

8.2.1 焊丝的选用应综合考虑母材的化学成分、力学性能和使用条件等因素，并应符合下列规定：

- 1 焊接工艺性能应良好；
- 2 焊缝金属的力学性能不应低于相应母材标准规定的下限值，焊缝的使用性能应符合国家现行有关标准和设计文件的规定；
- 3 纯铝焊接时，应选用纯度不低于母材的焊丝；
- 4 铝镁合金焊接时，应选用含镁量不低于母材的焊丝；
- 5 铝锰合金焊接时，应选用与母材成分相近的焊丝或铝硅合金焊丝；
- 6 异种铝合金焊接时，应按耐蚀较高、强度高的母材选择焊丝；
- 7 常用铝及铝合金焊丝可按本规范附录 D 表 D.0.2-1 和表 D.0.2-2 选用。
- 8 保护气体应选用氩气、氦气或氩和氦的混合气。

8.2.2 焊件坡口制备应符合下列规定：

1 坡口形式和尺寸应符合本规范附录 C 表 C.0.2 或现行国家标准《铝及铝合金气体保护焊的推荐坡口》GB/T985.3 的规定。

2 坡口加工应采用机械方法或等离子弧切割。切割后的坡口表面应进行清理，表面应平整光滑、并应无毛刺和飞边。

8.2.3 焊前清理应符合下列规定：

1 焊件组对和施焊前应对焊件坡口、垫板及焊丝进行清理。两侧坡口的清理范围不应小于 50mm。应先用丙酮等有机溶剂去除表面的油污，再用机械法或化学法清除表面氧化膜。

1) 机械法清理：坡口及其两侧表面应采用刮削、锉削或铣削，也可采用不锈钢丝刷（轮）清理，并应使其露出金属光泽。焊丝表面应用不锈钢丝刷或干净的油砂纸擦洗。钢丝刷应定期进行脱脂处理。

2) 化学法清理：应采用 5%~10% 的 NaOH 溶液，温度为 70°C 下浸泡 30s~60s，然后水洗，再用 15% 左右的 HNO<sub>3</sub> 在常温下浸泡 2min，然后用温水洗净，并应使其干燥。

2 清理好的焊件和焊丝应保持干燥和加以保护，并及时施焊，不得有水迹、碱迹，或被沾污。

3 当焊件和焊丝清理后超过 8 小时未焊时，且无有效的保护措施，则焊接前应重新清理。

8.2.4 焊件组对应符合下列规定：

1 焊接定位焊缝时，应采用与正式焊接相同的焊丝和评定合格的焊接工艺，并应由合格焊工施焊。

2 设备定位焊缝的长度、间距和高度宜符合表 8.2.4-1 规定，管道定位焊缝尺寸应符合表 8.2.4-2 的规定。

表 8.2.4-1 设备定位焊缝尺寸（mm）

板厚	间距	焊缝高度	长度	
			纵缝	环缝
1~3	20~60	1~3	5~15	10~20
3~8	60~180	3~4	15~25	20~30
8~14	180~250	3~6	20~30	30~40
>14	250~350	4~6	30~50	40~70

表 8.2.4-2 管道定位焊缝尺寸（mm）

公称直径	位置与数量	焊缝高度	长度
≤50	对称 2 点	根据焊件厚度 确定	5~10
>50~150	均布 2~3 点		5~10
>150~200	均布 3~4 点		10~20

3 正式焊接前应对定位焊缝进行检查，当发现缺陷时，应及时处理。定位焊缝表面的氧化膜应清理干净，并应将其两端修整成缓坡形。

4 拆除定位板时，不应损伤母材，应将拆除后所残留的焊疤打磨至与母材表面齐平。

5 焊件不得强行组对，组对后的接头应经检验合格方可施焊。

8.2.5 当焊缝背面需加设永久性垫板时，垫板材质应符合设计规定；当设计无规定时，垫板材质应与母材相同，垫板上应开有容纳焊缝根部的沟槽。当焊缝背面需加设临时垫板时，垫板应采用对焊缝质量无不良影响的材质。

8.2.6 管道对接焊件组对时，内壁错边量应符合下列规定：

- 1 当接头母材厚度小于等于 5mm 时，内壁错边量不应大于 0.5mm；
- 2 当接头母材厚度大于 5mm 时，内壁错边量不应大于 0.1 倍的接头母材厚度，且不应大于 2mm。

8.2.7 设备、卷管对接焊缝的错边量应符合下列规定：

- 1 当母材厚度小于等于 12mm 时，纵缝、环缝错边量不应大于 1/5 母材厚度。
- 2 当母材厚度大于 12mm 时，纵缝错边量不应大于 2.5mm；环缝错边量不应大于 1/5 母材厚度，且不应大于 5mm。

8.2.8 不等厚对接焊件组对时，薄件端面应位于厚件端面之内。当外壁错边量超过 3mm 或内壁错边量超过本规范第 8.2.6 条、第 8.2.7 条规定时，应按本规范第 7.2.8 条的规定对焊件进行加工。

### 8.3 焊接工艺要求

8.3.1 钨极惰性气体保护电弧焊应采用交流电源，熔化极惰性气体保护电弧焊应采用直流电源，焊丝接正极。

8.3.2 焊接前应在试板上试焊，调整好工艺参数并确认无气孔后再进行正式焊接。

8.3.3 当采用钨极惰性气体保护电弧焊方法焊接厚度大于 10mm 的焊件，以及采用熔化极惰性气体保护电弧焊方法焊接厚度大于 15mm 的焊件时，焊前宜对焊件进行预热，预热温度宜为 (100~150) °C。

8.3.4 当焊件温度低于 5°C 时，应在始焊处 100mm 范围内预热至 15°C 以上。

8.3.5 焊接过程中应清除焊层焊道间的氧化物夹杂等缺陷。双面焊应清理焊根，显露出正面打底的焊缝金属。

8.3.6 宜采用大电流快速施焊法，焊丝的横向摆动不宜超过其直径的 3 倍。弧坑应填满，接弧处应熔合焊透。

8.3.7 引弧板和熄弧板的材料应与母材相同。

8.3.8 钨极惰性气体保护电弧焊的焊丝端部不应离开氩气保护区，焊丝与焊缝表面的夹角宜为 15°，焊枪与焊缝表面的夹角宜为 80°~90°。

8.3.9 多层焊时宜减少焊接层数，道间温度不应高于 150 °C。

8.3.10 对于公称尺寸大于等于 600mm 的管道和设备，宜采用两人双面同步氩弧焊工艺。

8.3.11 当钨极惰性气体保护电弧焊的钨极前端出现污染或形状不规则时，应进行修正或更换钨极。当焊缝出现触钨现象时，应将钨极、焊丝、熔池处理干净后再继续施焊。

8.3.12 当熔化极惰性气体保护电弧焊发生导电嘴、喷嘴熔入焊缝时，应将该部位焊缝全部铲除，更换导电嘴和喷嘴后方可继续施焊。

8.3.13 焊件应采用下列防止变形措施：

- 1 焊接顺序应对称进行，当从中心向外进行焊接时，具有大收缩量的焊缝



宜先施焊，整条焊道应连续焊完。

2 不等厚对接焊件焊接时，应采取加强拘束措施，防止对应于焊缝中心线的应力不均匀。

3 焊件宜进行刚性固定或采取反变形方法，并应留有收缩余量。

## 9 铜及铜合金的焊接

### 9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于纯铜及黄铜的设备和管道的焊接施工。

9.1.2 本章适用于纯铜和黄铜的钨极惰性气体保护电弧焊，以及黄铜的氧乙炔焊方法。

### 9.2 焊前准备

9.2.1 焊接材料的选用，应符合下列规定：

1 焊缝金属的力学性能不应低于相应母材退火状态的标准规定的下限值，焊接工艺性能应良好，焊缝的使用性能应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。

2 纯铜焊接应选用含有脱氧元素、抗裂性好的焊丝。

3 黄铜焊接应选用含锌量少、抗裂性好的焊丝。

4 铜及铜合金焊丝及焊剂可按本规范附录 D 表 D.0.3 选用。

5 钨极惰性气体保护电弧焊所采用的保护气体应选用氩气、氦气或氩和氦的混合气。

9.2.2 焊件坡口制备应符合下列规定：

1 坡口形式和尺寸可根据不同焊接方法和焊接工艺参数确定，应采用坡口角度大、根部间隙宽的形式。

2 焊件的坡口形式和尺寸宜符合本规范附录 C 表 C.0.3-1 和表 C.0.3-2 的规定。

3 纯铜及黄铜的切割和坡口加工应采用机械或等离子弧切割方法。

9.2.3 焊件组对和施焊前，坡口及两侧不小于 20mm 范围内的表面及焊丝，应采用丙酮等有机溶剂除去油污，并应采用机械方法或化学方法清除氧化膜等污物，使之露出金属光泽；当采用化学方法时，可用 30%硝酸溶液浸蚀（2~3）min，用水洗净并干燥。

9.2.4 管道对接焊件组对时，内壁错边量不应超过接头母材厚度的 10%，且不大于 2mm。

9.2.5 设备、卷管对接焊缝错边量应符合本规范第 8.2.7 条规定。

9.2.6 不等厚对接焊件的组对，当内壁错边量超过本规范第 9.2.4 条和第 9.2.5 条规定或外壁错边量大于 3 mm 时，应按本规范 7.2.8 条的规定对焊件进行加工。

9.2.7 设备、容器相邻筒体或封头与筒体组对时，纵缝之间的距离不应小于 100mm。

9.2.8 不宜在焊缝及其边缘上开孔，当必须开孔时，应符合本规范第 13.3.6 条

的规定。

### 9.3 焊接工艺要求

9.3.1 焊接定位焊缝时，应采用与正式焊接要求相同的焊接材料及焊接工艺，并应由合格焊工施焊。当发现定位焊缝有裂纹、气孔等缺陷时应清除重焊。

9.3.2 采用单面焊接接头时，应采取在背面加垫板等措施。

9.3.3 铜管焊接位置宜采用转动焊，铜板焊接位置宜采用平焊。

9.3.4 每条焊缝宜一次连续焊完。

9.3.5 纯铜及黄铜的钨极惰性气体保护电弧焊应符合下列规定：

1 焊接时应采用直流电源，母材接正极；

2 焊接前应检查坡口的质量，不应有裂纹、分层、夹渣等缺陷，当发现缺陷时，应修磨或重新加工；

3 当焊件壁厚大于等于 4mm 时，焊前应对坡口两侧 150mm 范围内进行均匀预热，预热温度应为 300℃～500℃；

4 焊接过程中发生触钨时，应将钨极、焊丝和熔池处理干净，方可继续施焊；

5 进行预热或多层多道焊时，应及时去除焊件表面及焊道间的氧化层，焊缝道间温度应为 300℃～400℃。

9.3.6 黄铜氧乙炔焊应符合下列规定：

1 宜采用微氧化焰和左焊法施焊；

2 施焊前应对坡口两侧 150mm 范围内进行均匀预热，当板厚为 5mm～15mm 时，预热温度应为 400℃～500℃；当板厚大于 15mm 时，预热温度应为 500℃～550℃；

3 焊前应将焊剂用无水酒精调成糊状涂敷在坡口或焊丝表面；也可以在施焊前将焊丝加热后蘸上焊剂。

4 宜采用单层单道焊，当采用多层多道焊时，底层焊道应采用细焊丝，其他各层宜采用较粗焊丝，各层焊道表面熔渣应清理干净，接头应错开。

5 异种黄铜焊接时，火焰应偏向熔点较高的母材侧。

9.3.7 应采取防止焊接变形、降低焊接残余应力的措施。焊后可对焊缝和热影响区进行热态或冷态锤击。

9.3.8 黄铜焊后热处理应符合下列规定：

1 黄铜焊后应进行热处理，热处理前应对焊件采取防变形的措施。热处理加热范围以焊缝中心为基准，每侧不应小于焊缝宽度的 3 倍。

2 热处理温度应符合设计文件的规定。当设计无规定时，可按下列热处理

温度进行：

- 1) 消除焊接应力热处理温度应为  $400^{\circ}\text{C}\sim 450^{\circ}\text{C}$ ；
- 2) 退火热处理温度应为  $500^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$ 。
- 3 对热处理后进行返修的焊缝，返修后应重新进行热处理。

## 10 钛及钛合金的焊接

### 10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于钛及钛合金（低合金钛，下同）设备和管道的焊接施工。

10.1.2 本章适用于钨极惰性气体保护电弧焊方法。

### 10.2 焊前准备

10.2.1 焊接材料的选用应符合下列规定：

1 焊缝金属的力学性能不应低于相应母材退火状态的标准规定的下限值，焊接工艺性能应良好，焊缝的使用性能应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。

2 焊丝的化学成分应与母材相当。

3 当对焊缝有较高塑性要求时，应采用纯度比母材高的焊丝。

4 不同牌号的钛材焊接时，应按耐蚀性能较好或强度级别较低的母材选择焊材。

5 不得从所焊母材上裁条充当焊丝。

6 保护气体应选用氩气、氦气或氩和氦的混合气。

10.2.2 钨极直流氩弧焊时，钨极直径应按所使用的焊接电流大小进行选择，其端部应修磨成圆锥形（图 10.2.2）。在焊接过程中，钨极的端部应始终保持圆锥状。

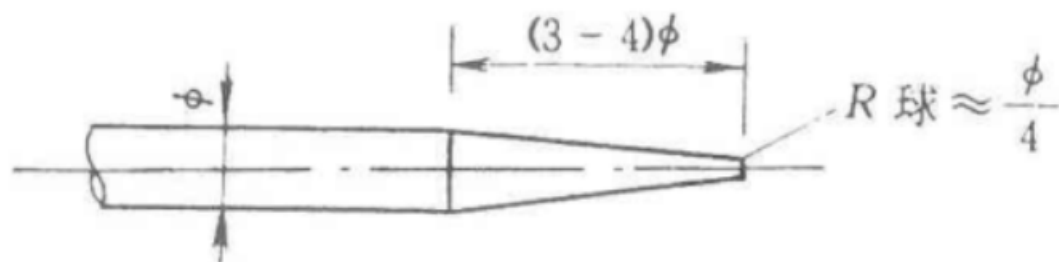


图 10.2.2 钨极端部形状和尺寸

10.2.3 坡口形式和尺寸应符合本规范附录 C 表 C.0.4 规定。

10.2.4 钛及钛合金母材的坡口加工应采用机械加工的方法。加工后的坡口表面应平整、光滑、不得有裂纹、分层、夹杂、毛刺、飞边和氧化色。坡口表面应呈银白色金属光泽。

10.2.5 焊件组对和施焊前，坡口及焊丝的清洗应符合下列规定：

1 可根据表面污染程度选用脱脂、机械清理或化学清洗法。

2 当进行机械清理时,应清除坡口及其两侧 20mm 范围内的内外表面及焊丝表面的油污,并应用奥氏体不锈钢细锉、丝刷、硬质合金铰刀等机械方法清除氧化膜、毛刺或表面缺陷。清理工具应专用,并应保持清洁。

经机械清理后的表面,焊接前应使用不含硫的丙酮或乙醇进行脱脂处理,不得使用三氯乙烯、四氯化碳等氯化物溶剂。不得将棉质纤维附于坡口表面。

3 当采用酸洗溶液清除焊接坡口表面的氧化膜时,酸洗后,应用清水冲洗并用丝布擦干;酸洗后的焊接坡口表面应呈现银白色。

4 焊丝应保持清洁、干燥,施焊前应切除端部已被氧化的部分。当焊丝表面出现氧化现象时,应进行化学清洗。

5 清理干净焊丝和焊件应保持干燥并加以保护,焊前不得沾污,不得用手触摸焊接部位,否则应重新进行清理。

6 坡口及焊丝清理后应及时焊接。当清理后 4 小时仍未焊接时,焊前应重新进行清理。

10.2.6 管道对接焊件组对时,内壁错边量不应超过接头母材厚度的 10%,且不应大于 1mm。

10.2.7 设备对接焊缝的错边量应符合本规范第 8.2.7 条规定。

10.2.8 不等厚对接焊件组对时,薄件端面应位于厚件端面之内。当内壁错边量大于本规范第 10.2.6 条、第 10.2.7 条的规定或外壁错边量大于 3 mm 时,应按本规范第 7.2.8 条的规定进行加工。

10.2.9 当采用钢质工装器具组对时,应采取防止铁离子对钛材污染的措施。

10.2.10 定位焊缝应采用评定合格的焊接工艺,应由合格焊工施焊,焊缝长度宜为 10mm~15mm,高度不应超过壁厚的 2/3,定位焊间距应根据焊件尺寸和壁厚确定。定位焊缝不得有裂纹、气孔、夹渣及氧化变色等缺陷,当发现缺陷时应及时消除。

### 10.3 焊接工艺要求

10.3.1 钛及钛合金钨极惰性气体保护电弧焊应采用直流电源、正接法。

10.3.2 焊接位置宜采用水平转动平焊。

10.3.3 钛及钛合金的焊接不宜进行焊前预热。多层焊缝层间温度应低于 100℃。必要时可采用铜垫板冷却。

10.3.4 在保证熔透及成形良好的条件下,应选用小线能量焊接。

10.3.5 焊接熔池及焊接接头的内外表面焊接区域,应采取下列保护措施:

1 当采用焊炬喷嘴保护熔池时,焊枪钨极的伸出长度宜为 5mm,对于较深 V 形坡口和拐角处的焊接,外伸长度可增加至 25mm~30mm,喷出的氩气应保持稳

定的层流状态。

2 当采用焊炬拖罩保护热态焊缝及其热影响区时，焊炬拖罩的形式应根据焊件形状和尺寸确定。公称尺寸为 50mm 以下的管道，宜采用全管道保护罩保护。

3 可采用保护气或铜垫板保护焊缝及近缝区的内表面。当采用气体保护时，保护区域应提前充氩，排净空气，并应保持微弱的正压和呈流动状态。

10.3.6 焊接时应采用高频引弧，焊炬应提前送气；熄弧时应采用电流衰减装置和气体延时保护装置。弧坑应填满，并应防止大气污染。

10.3.7 焊接过程中，焊丝的加热端应处于氩气的保护之中，熄弧后焊丝不应立即暴露在大气中，应在焊缝脱离保护时同时取出；当焊丝被污染或氧化变色时，其污染或氧化变色的部分应予切除。

10.3.8 一条焊缝应一次焊完，当中途停焊后重新焊接时，应重叠 10mm~20mm。弧坑应填满，接弧处应熔合焊透。

10.3.9 焊接过程中电弧应保持稳定，防止钨极与焊件或焊丝接触造成夹钨。当多层焊过程中产生的夹钨或超标氧化、裂纹等缺陷时，应按本规范第 10.2.5 条的要求清理干净后，再继续施焊。

10.3.10 不得采用对已污染的焊缝重新熔化焊接来改善焊缝外观的方法消除氧化色。

10.3.11 钛及钛合金不宜进行焊后热处理。当设计文件有热处理要求时，其应在焊缝检验合格后进行。

10.3.12 应采用合理的焊接顺序、施焊方法或刚性固定，并应减少焊接变形和应力。

## 11 镍及镍合金的焊接

### 11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于镍及镍合金现场设备和管道的焊接施工。

11.1.2 本章适用于焊条电弧焊、钨极惰性气体保护电弧焊、熔化极惰性气体保护电弧焊和埋弧焊方法。

### 11.2 焊前准备

11.2.1 镍及镍合金焊接材料的选用应符合下列规定：

1 焊缝金属的力学性能不应低于相应母材退火状态或固溶状态的标准规定的下限值，焊接工艺性能应良好，焊缝的使用性能应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。

2 同种镍材的焊接，应选用和母材合金系列相同的焊接材料；

3 异种镍材及镍材与奥氏体钢之间的焊接，应按耐蚀性能较好的母材以及线膨胀系数与母材相近的原则选择焊接材料。

4 镍及镍合金焊接材料宜按本规范附录 D 第 D.0.4 条表 D.0.4-1 和表 D.0.4-2 选用。

5 惰性气体保护电弧焊时，保护气体应选用氩气、氦气或氩和氦的混合气。

11.2.2 坡口加工应符合下列规定：

1 坡口应选用大角度和小钝边的形式，且应符合本规范附录 C 第 C.0.5 条表 C.0.5 的规定。

2 焊件切割及坡口加工宜采用机械方法，当采用等离子切割时，应清理其加工表面。

11.2.3 焊件组对和施焊前，应对坡口两侧各 20mm 范围内进行清理。油污可用蒸汽脱脂，对不溶于脱脂剂的油漆和其他杂物，可用氯甲烷、碱等清洗剂清洗，标记墨水可用甲醇清除，被压入焊件表面的杂物可用磨削、喷丸或 10% 盐酸溶液清洗。并用水冲净，干燥后方可焊接。

11.2.4 管道对接焊件组对时，内壁错边量不应大于 0.5mm。

11.2.5 设备对接焊缝的错边量应符合本规范第 8.2.7 条规定。

11.2.6 不等厚对接焊件组对时，薄件端面应位于厚件端面之内。当内壁错边量大于本规范第 11.2.4、第 11.2.5 条的规定或外壁错边量大于 3mm 时，应按本规范第 7.2.8 条的规定进行加工。

11.2.7 定位焊缝应符合下列规定：

1 定位焊应采用经评定合格的焊接工艺，并应由合格焊工施焊。

2 采用钨极惰性气体保护电弧焊进行定位焊时，焊缝背面应进行充氩气或



其他气体保护；

3 管道对接定位焊缝的长度宜为 10mm~15mm，厚度应不超过壁厚的 2/3；设备定位焊焊缝尺寸应符合表 11.2.7 的规定。

表 11.2.7 设备定位焊焊缝尺寸 (mm)

焊件厚度 T	焊缝厚度	焊缝长度	间距
≤20	≤0.70T, 且不小于 6	>20	≤500
>20	≥8	>30	

- 4 定位焊缝应焊透及熔合良好，并应无气孔、夹渣等缺陷；
- 5 定位焊缝应平滑过渡到母材，并应将焊缝两端磨削成斜坡。
- 6 定位焊缝应均匀分布。正式焊接时，起焊点应在两定位焊缝之间。

11.3 焊接工艺要求

- 11.3.1 镍及镍合金管的底层焊道焊接时，宜采用钨极惰性气体保护电弧焊方法。当含铬或含钼的镍合金焊接接头要求有良好的耐晶间腐蚀性能时，应采用钨极惰性气体保护电弧焊、熔化极惰性气体保护电弧焊或焊条电弧焊方法。
- 11.3.2 焊接应采用小线能量、窄焊道和保持电弧电压的稳定，并应采用短弧不摆动或小摆动的操作方法。
- 11.3.3 焊缝多层焊时，宜采用多道焊，底层焊道完成后，应采用放大镜检查焊道表面，每一焊道完成后均应彻底清除焊道表面的熔渣，并应消除各种表面缺陷，每层焊道的接头应错开。
- 11.3.4 当焊件温度小于 15℃ 时，应对焊缝两侧各 300 mm 范围内加热至 15℃~20℃，并应热透，对拘束度大的厚壁焊件，宜采取预热措施。道间温度应小于 100℃。
- 11.3.5 当采用钨极惰性气体保护电弧焊方法焊接底层焊道时，焊缝背面应采取充氩气或其他气体保护措施。焊接过程中，焊丝的加热端应置于保护气体中。
- 11.3.6 焊件表面不得有电弧擦伤，并不得在焊件表面引弧和熄弧。当焊接熄弧时应填满弧坑，并应磨去弧坑缺陷。
- 11.3.7 当焊接小直径管子时，宜采取在焊缝两侧加装冷却铜块或用湿布擦拭焊缝两侧等冷却措施。
- 11.3.8 双面焊时，背面清根应采用机械方法。
- 11.3.9 焊接完毕后，应及时将焊缝表面的熔渣及表面飞溅物清理干净。
- 11.3.10 镍及镍合金不宜进行焊后热处理。当设计文件要求进行焊后热处理时，应在焊缝检验合格后进行。

## 12 锆及锆合金的焊接

### 12.1 一般规定

12.1.1 本章适用于锆及锆合金管道的焊接施工。

12.1.2 本章适用于钨极惰性气体保护电弧焊方法。

### 12.2 焊前准备

12.2.1 焊接材料的选用应符合下列要求：

1 焊缝金属的力学性能不应小于相应母材退火状态标准规定的下限值，焊接工艺性能应良好，焊缝的使用性能应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。

2 常用锆及锆合金的焊丝可按本规范附录 D 表 D.0.5 的规定选用。

3 保护气体应选用氩气、氦气或氩和氦的混合气。

12.2.2 焊件坡口制备应符合下列规定：

1 管子和管件的坡口形式和尺寸应符合本规范附录 C 表 C.0.6 的规定。

2 焊件切割及坡口加工应采用机械方法，加工速度应适当，应防止过热氧化。当采用等离子切割管子时，应采取防止管子内外表面被污染的措施，并应采用机械方法去除污染层。

3 对坡口及其边缘 20mm 范围内的金属表面应进行机械清理，并应使其露出金属光泽。

4 坡口表面及两侧 20mm 范围内外表面及焊丝表面应采用无水酒精或丙酮等溶剂清除油脂、水分、灰尘等杂物，不得采用含氯的溶剂清洗焊件。

5 清理好的焊件应立即施焊。当清理超过 4 小时未焊时，且无有效的保护措施，则焊接前应重新清理。

12.2.3 管道对接焊件组对时，内壁错边量不应大于接头母材厚度的 10%，且不应大于 1mm。

12.2.4 不等厚对接焊件组对时，薄件端面应位于厚件端面之内。当内壁错边量大于本规范第 12.2.3 条规定或外壁错边量大于 3 mm 时，应按本规范第 7.2.8 条的规定进行加工。

12.2.5 定位焊应符合下列规定：

1 定位焊的焊接工艺应与正式焊接相同，并应由合格焊工施焊。

2 定位焊缝应均匀分布，焊缝高度不得超过管壁厚的 2/3。

3 定位焊缝不得有裂纹、气孔或不允许存在的氧化变色等缺陷。

### 12.3 焊接工艺要求

12.3.1 锆及锆合金焊接应采用直流电源、正接法。焊接位置宜采用转动平焊。

12.3.2 宜选用偏大的焊接电流和较快的焊接速度，层间温度应低于 100℃。

12.3.3 锆及锆合金内外表面的焊接区域均应采取有效的气体保护措施，且应符合下列规定：

1 应采用大直径的焊炬喷嘴保护熔池，焊炬喷嘴直径宜为 12mm~20mm，喷出的氩气应保持稳定的层流状态；

2 当采用焊炬拖罩保护热态焊缝和热影响区的外表面时，焊炬拖罩的形状和尺寸应根据焊件尺寸和接头型式确定，应采用导热性能较好的材料制作。

3 应采用管内充氩气保护焊缝及热影响区的内表面，并保持微弱的正压和呈流动状态。

4 应用独立的气路提供各区域的保护气体，输送时应保持均匀，且互不干扰。气路中不允许残留水分和任何泄漏，气路应采用塑料软管，不允许采用橡胶管或其他吸潮材料。

5 喷嘴及正、反面气体保护装置均应提前送气，应排除气路及保护装置内的空气和吸附的潮气。焊接熄弧后应继续送气，直到焊缝和热影响区冷却至 300℃ 为止。

12.3.4 焊接过程中，焊丝应始终处于氩气保护区内，当接触到空气时，应立即停止焊接，并应切除焊丝端部 25mm，再继续施焊。

12.3.5 当焊接过程中发生钨极碰触焊丝或熔池时，应停止焊接。去除被污染的焊缝，并应进行修磨或更换电极。

12.3.6 当焊道表面出现变色时，应立即停止焊接，查明原因并应采取措施，经检验合格后再进行焊接。

## 13 焊接检验及焊接工程交接

### 13.1 焊接前检查

- 13.1.1 工程使用的母材及焊接材料,使用前应按本规范第4章的规定进行检查和验收。
- 13.1.2 焊接前应对焊接、热处理和工装设备进行检查、校准,并应符合本规范第3.0.7条的规定。
- 13.1.3 焊接前应检查焊接工艺文件,并应符合本规范第5章的有关规定。
- 13.1.4 焊接前应检查焊工资格,并应符合本规范第6章的有关规定。
- 13.1.5 焊接前应对焊接环境进行监控,并应符合本规范第3.0.5和第3.0.8条的有关规定。
- 13.1.6 组对前应对焊件的主要结构尺寸与形状、坡口形式和尺寸、坡口表面进行检查,其质量应符合设计文件、焊接工艺文件及本规范的有关规定。当设计文件、相关规定对坡口表面要求进行无损检测时,检测及对缺陷的处理应在施焊前完成。
- 13.1.7 组对后应检查组对构件焊缝的形状、位置、错边量、角变形、组对间隙、搭接接头的搭接量和贴合、带垫板对接接头的贴合等,其质量应符合设计文件、焊接工艺文件及本规范的有关规定。
- 13.1.8 焊接前应检查坡口及坡口两侧的清理质量。清理宽度及清理后的表面质量应符合本规范及焊接工艺文件的规定。
- 13.1.9 焊接前应检查焊接材料的干燥及清洗质量,其质量应符合本规范第4章及焊接工艺文件的规定。
- 13.1.10 对有焊前预热规定的焊件,焊接前应检查预热温度并记录,预热温度及预热区域宽度应符合设计文件、焊接工艺文件及本规范的有关规定。
- 13.1.11 当本规范第13.1节规定的检查结果不符合要求时,不得施焊。

### 13.2 焊接中间检查

- 13.2.1 定位焊缝焊完后,应清除渣皮进行检查,其质量应符合本规范及焊接工艺文件的规定。对发现的缺陷清除后,再进行焊接。
- 13.2.2 对有冲击韧性要求的焊缝,施焊时应测量焊接线能量并记录,焊接线能量应符合焊接工艺文件的规定。
- 13.2.4 多层焊每层焊完后,应立即对层间进行清理,并应进行外观检查,清除缺陷后,再进行下一层的焊接。
- 13.2.5 对规定进行层间无损检测的焊缝,无损检测应在外观检查合格后进行,表面无损检测应在射线检测及超声检测前进行,经检验的焊缝在评定合格后,再

继续进行焊接。

13.2.6 对道间温度有明确规定的焊缝，应检查记录道间温度，道间温度应符合焊接工艺文件的规定。

13.2.7 对中断焊接的焊缝，继续焊接前应进行清理、检查，对发现的缺陷应进行清除，并应符合规定的预热温度后方可施焊。

13.2.8 焊接双面焊件时应清理并检查焊缝根部的背面，清除缺陷后方可施焊背面焊缝。规定清根的焊缝，应在清根后进行外观检查及规定的无损检测，清除缺陷后方可施焊。

13.2.9 对规定进行后热的焊缝，应检查后热温度和后热时间。后热温度、后热时间和加热区域范围应符合本规范有关规定和焊接工艺文件的规定。

13.2.10 设计文件或相关标准规定制作产品焊接检查试件时，产品焊接检查试件的准备、焊接、试样制备和检查方法应符合设计文件和国家现行有关标准的规定。

### 13.3 焊接后检查

13.3.1 除设计文件和焊接工艺文件有特殊要求的焊缝外，焊缝应在焊完后立即去除渣皮、飞溅物，清理干净焊缝表面，并应进行焊缝外观检查。

13.3.2 除设计文件和焊接工艺文件另有规定外，焊缝无损检测应在该焊缝焊接完成并经外观检查合格后进行。对有延迟裂纹倾向的材料，无损检测应在焊接完成 24h 后进行。对有再热裂纹倾向的接头，无损检测应在热处理后进行。

13.3.3 应按设计文件和国家现行有关标准的规定对焊缝进行表面无损检测。磁粉检测和渗透检测应按现行行业标准《承压设备无损检测第 4 部分磁粉检测》JB/T 4730.4 和《承压设备无损检测第 5 部分渗透检测》JB/T 4730.5 的规定进行。

13.3.4 焊缝的内部质量应按设计文件和国家现行有关标准的规定进行射线检测或超声检测，并应符合下列规定：

1 焊缝的射线检测和超声检测应符合现行行业标准《承压设备无损检测第 2 部分射线检测》JB/T 4730.2 和《承压设备无损检测第 3 部分超声检测》JB/T 4730.3 的规定。

2 射线检测和超声检测的技术等级应符合工程设计文件和国家现行有关标准的规定。射线检测不得低于 AB 级，超声检测不得低于 B 级。

3 当现场进行射线检测时，应按有关规定划定控制区和监督区，设置警告标志。操作人员应按规定进行安全操作防护。

4 射线检测或超声检测应在被检验的焊缝覆盖前或影响检验作业的工序前

进行。

13.3.5 对焊缝无损检测时发现的不允许缺陷，应消除后进行补焊，并应对补焊处采用原规定的方法进行检验，直至合格。对规定进行抽样或局部无损检验的焊缝，当发现不允许缺陷时，并应采用原规定的方法进行扩大检验。

13.3.6 当必须在焊缝上开孔或开孔补强时，应对开孔直径 1.5 倍或开孔补强板直径范围内的焊缝进行射线或超声波检测，确认焊缝合格后，方可进行开孔。被补强板覆盖的焊缝应磨平，管孔边缘不应存在焊接缺陷。

13.3.7 设计文件没有规定进行射线照相检验或超声波检验的焊缝，质检人员应对全部焊缝的可见部分进行外观检查，当质检人员对焊缝不可见部分的外观质量有怀疑时，应做进一步检验。

13.3.8 焊缝焊后热处理检查应符合下列规定：

1 对炉内进行整体热处理的焊缝，以及炉内分段局部热处理的焊缝，应检查并记录进出炉温度、升温速度、降温速度、恒温温度和恒温时间、有效加热区内最大温差、任意两测温点间的温差等参数，热处理相关参数应符合设计文件、国家现行有关标准和热处理工艺文件的规定。

2 对炉外进行整体热处理的焊缝，应检查并记录升温速度、降温速度、恒温温度和恒温时间、任意两测温点间的温差等参数、测温点数量和位置。热处理相关参数应符合设计文件、国家现行有关标准和热处理工艺文件的规定。

3 对进行局部加热热处理的焊缝，应检查和记录升温速度、降温速度、恒温温度和恒温时间、任意两测温点间的温差等参数和加热区域宽度。热处理参数及加热区域宽度应符合设计文件、热处理工艺文件和本规范的有关规定；

4 焊缝热处理效果应通过设计文件、国家现行有关标准规定的检查方法进行检查。

5 当热处理效果或热处理记录曲线存在疑问时，宜通过其他检测方法进行复查与评估。

13.3.9 当焊缝及其附近表面进行酸洗、钝化处理时，其质量应符合设计文件和国家现行有关标准的规定。

13.3.10 当对焊缝进行化学成分分析、焊缝铁素体含量测定、焊接接头金相检验、产品试件力学性能等检验时，其检验结果应符合设计文件和国家现行有关标准的规定。

13.3.11 焊缝的强度试验及严密度试验应在射线照相检验或超声波检验以及焊缝热处理后进行。焊缝的强度试验及严密度试验方法及要求应符合设计文件和国家现行有关标准的规定。

13.3.12 焊缝焊完后应在焊缝附近做焊工标记及其他规定的标记。标记方法不

得对材料表面构成损害或污染。低温用钢及有色金属不得使用硬印标记。当奥氏体不锈钢和有色金属材料采用色码标记时，印色不应含有对材料产生损害的物质。

#### 13.4 焊接工程交接

13.4.1 当施工单位按合同规定的范围完成全部焊接工程项目后，应及时与建设单位或总承包单位办理交接手续。

13.4.2 焊接工程交接前，建设单位或总承包单位应对其进行检查和验收，并应确认下列内容：

- 1 施工范围和内容符合合同规定。
- 2 工程质量符合设计文件及本规范的规定。

13.4.3 焊接工程交接时，施工单位应向建设单位或总承包单位提交下列文件：

- 1 母材和焊接材料的质量证明文件或复验、试验报告；
- 2 焊接施工检查记录和试验报告应包括下列内容，且应符合国家现行有关

标准的规定：

- 1) 焊工资格认可记录
  - 2) 焊接检查记录
  - 3) 焊缝返修检查记录
  - 4) 焊缝热处理报告（含热处理记录曲线）
  - 5) 无损检测报告（射线检测、超声波检测、磁粉检测、渗透检测等）
  - 6) 硬度检验、光谱分析或其他理化试验报告
- 3 设备排版图或管道轴侧图、设计变更和材料代用单。

13.4.4 要求无损检测和焊后热处理的焊缝，应在设备排版图或管道轴测图上标明焊缝位置、焊缝编号、焊工代号、无损检验方法、无损检测焊缝位置、焊缝补焊位置、热处理和硬度检验的焊缝位置。不要求无损检测的焊缝，可采用焊缝标识图对焊缝进行标识。

附录 A 焊接工艺规程的推荐格式

A. 0. 1 焊接工艺规程的内容和格式宜符合表 A. 0. 1 的规定。

表 A. 0. 1 焊接工艺规程

焊接工艺规程编号			页数	1 of 2
工程名称_____工程编号_____				
产品名称（施焊部位）_____				
产品编号（设备编号、管线号或焊缝编号）_____				
焊接工艺评定报告（PQR）编号_____焊接施工执行标准_____				
焊接方法_____操作类型（手工，自动，半自动）_____				
焊接接头： 坡口形式_____衬垫（材料及规格）_____				
简图（接头型式、坡口形式和尺寸、焊层/焊道布置及顺序示意图）：				
接头制备要求：				
母材：				
材料标准号_____型号或牌号				
与				
材料标准号_____型号或牌号				
相焊				
厚度范围：坡口焊_____角焊_____				
管道直径范围：坡口焊_____角焊_____				
其他_____				
填充金属				
焊接材料标准号				
型 号				
牌 号				
尺 寸				
烘干温度/时间				
焊缝熔敷金属厚度				
其 他				
焊接位置：		预热：		
坡口对接焊缝位置_____		预热温度_____		
角焊缝位置_____		层间温度_____		
焊接方向（向上、向下）_____		后热温度和时间_____		
其他_____		加热方式及其他_____		



续表 A. 0. 1

焊接工艺规程编号			页数		2 of 2			
焊后热处理： 温度 _____ 时间 _____ 升温速率 _____ 降温速率 _____ 其他 _____		气体： 种类（成分）      混合配比（纯度）      流 量（L/min） 保护气体 _____ 尾部气      _____ 背部气      _____ 其他 _____						
电特性： 电流种类 _____ 极性 _____ 电流范围(A) _____ 电弧电压(V) 送丝速度 _____ 熔滴过渡形式 _____ 钨极类型 及尺寸 _____ 其他 _____								
焊层/焊道	焊接方法	填充金属		焊接电流		电弧电压 (V)	焊接速度 (cm/min)	线能量 (KJ/cm)
		牌号	直径	类型/极性	安培 (A)			
技术措施： 摆动焊或不摆动焊道 _____ 摆动参数 _____ 焊前清理或层间清理 _____ 背面清根 _____ 导电嘴至工件距离 _____ 钨极伸出长度 _____ 焊炬、电极（焊丝、焊条）角度 _____ 喷嘴尺寸 _____ 单道焊或多道焊（每侧） _____ 单丝焊或多丝焊 _____ 锤击 _____ 其他：								

编 制		审 核		批 准	
日 期		日 期		日 期	

附录 B 焊接技能评定记录、焊接技能评定结果登记表  
及焊接技能评定合格证的格式

B. 0. 1 焊接技能评定记录的格式宜符合表 B. 0. 1 的规定。

表 B. 0. 1 焊接技能评定记录

试件编号				姓 名				试件位置			
母材牌号						焊条牌号及直径					
板 材 厚 度						焊丝牌号及直径					
管材外径和壁厚						焊 剂 牌 号					
焊 接 方 法						钨极牌号及直径					
试 件 形 式						保 护 气 体					
外观 检查		检查结果：									
		外观检查质量评定									
		检查人						检查日期			
射线 检验		照相质量等级		焊缝质量等级		检验报告编号		检验日期			
断口 检验		检 验 结 果					检验报告编号		检验日期		
弯曲性 能检验		面弯	背弯	侧弯		检验报告编号		检验日期			
宏观金 相检验		检验结果					检验报告编号		检验日期		
		检验结果					检验报告编号		检验日期		
		检验结果					检验报告编号		检验日期		
<div> <div>审核：</div> <div>记录：</div> <div>年 月 日</div> </div>											



B. 0. 3 焊接技能评定合格证的格式宜符合表 B. 0. 3 的规定。

表 B. 0. 3 焊接技能评定合格证  
(塑料封面)

现场设备、工业管道焊接工程

焊接技能评定合格证

\_\_\_\_\_焊接技能评定委员会

(封面里)

姓 名\_\_\_\_\_

性 别\_\_\_\_\_

焊工钢印\_\_\_\_\_

照片

(焊接技能评定委员会公章压照片)

合格证编号\_\_\_\_\_

(第 1—5 页)

技能评定合格项目（代号）	主任委员签章	签证日期


(第 5—10 页)

免试项目（代号）	主任委员签章	签证日期

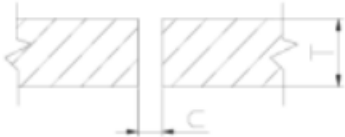
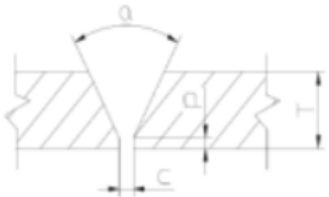
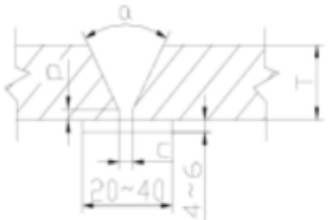
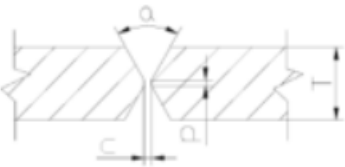
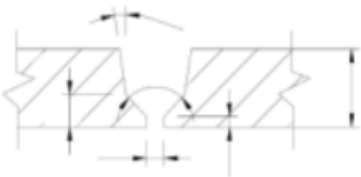
(第 11—12 页)

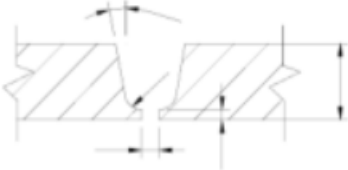
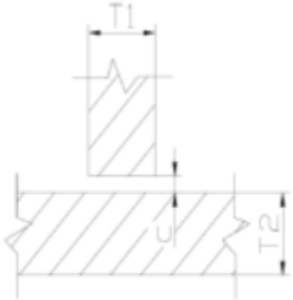
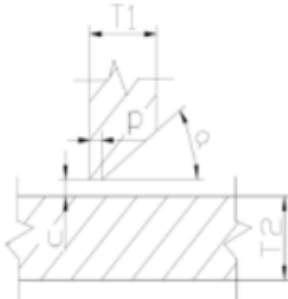
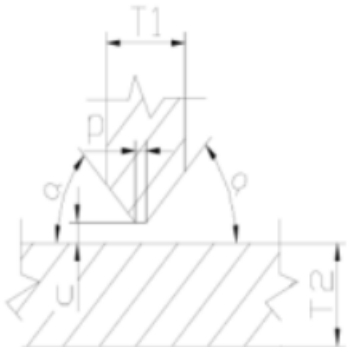
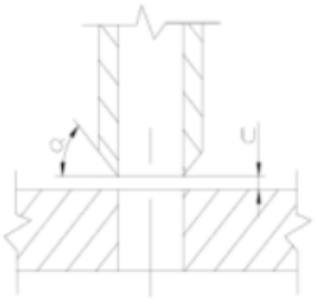

焊接质量事故记录			
日期	质量事故内容	记录单位	质检负责人 签字

(封底里)

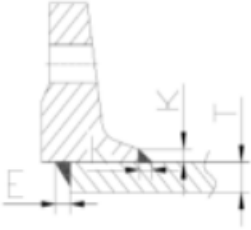
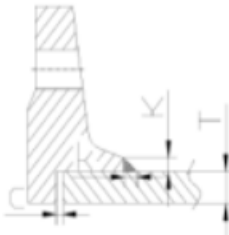
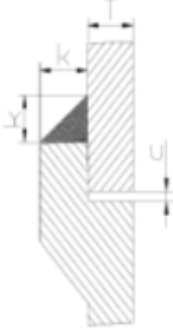
注 意 事 项

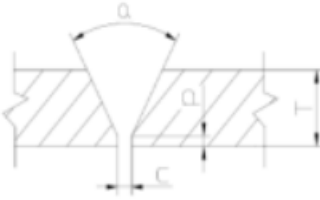
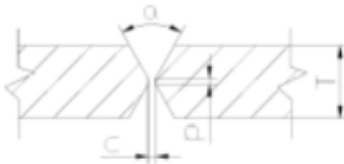
1. 此证应妥善保管，不得转借他人。
2. 此证记载各项，不得私自涂改。
3. 合格项目，自签证之日起有效期三年。

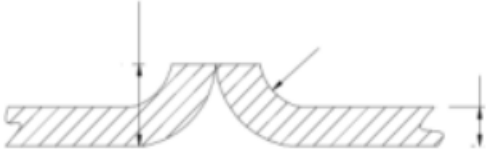
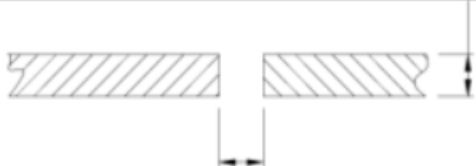
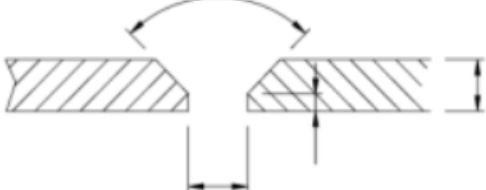
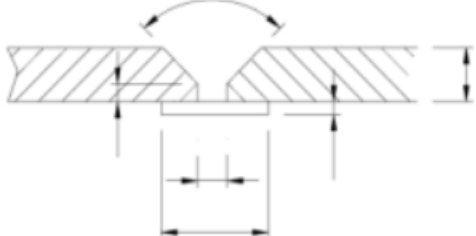
						
						
						
						
						

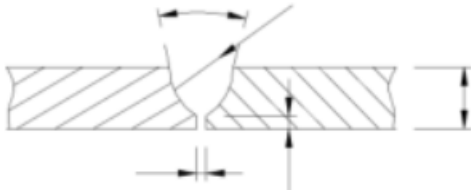
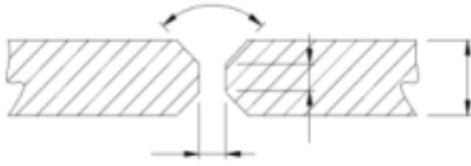
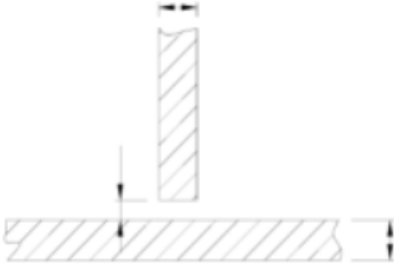
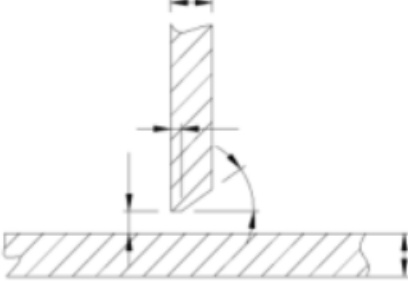
							
							
							
							
							
							

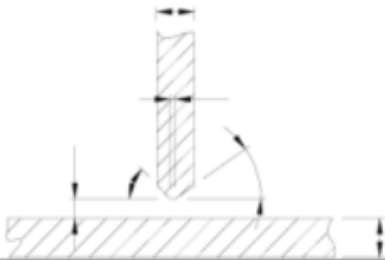
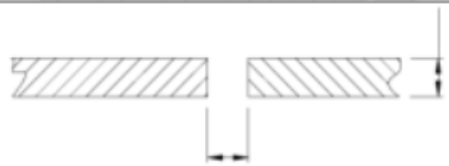
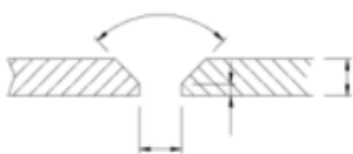
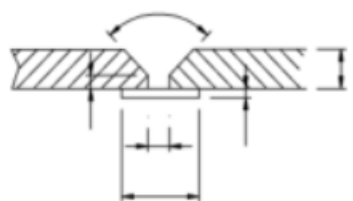
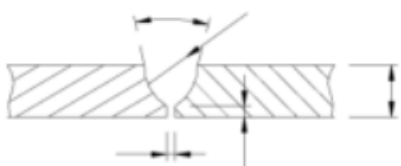
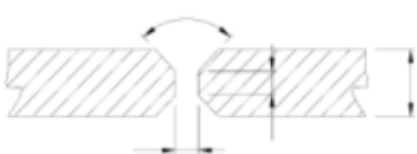


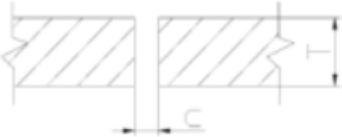
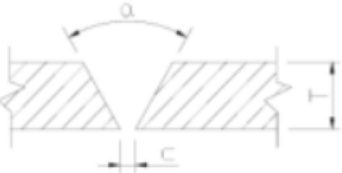
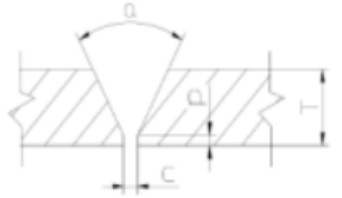
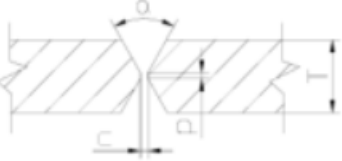
							
							
							


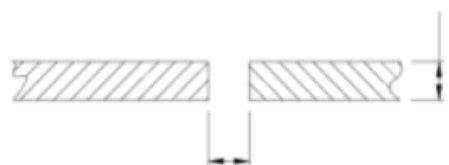
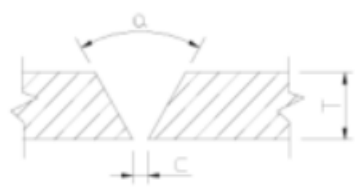
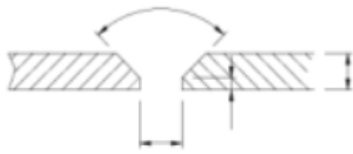
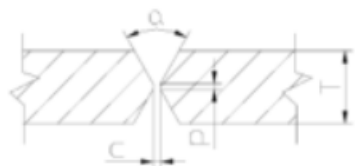
							
							

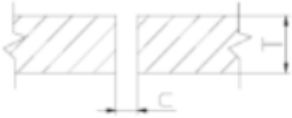
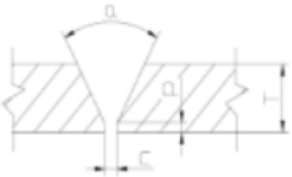
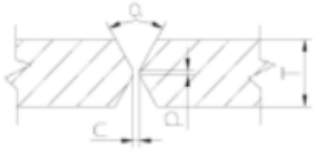
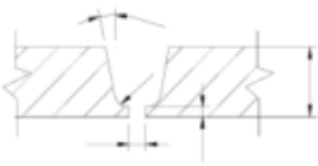
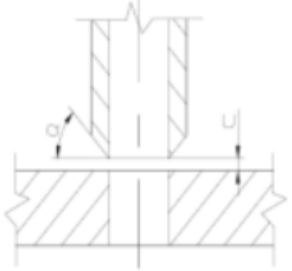

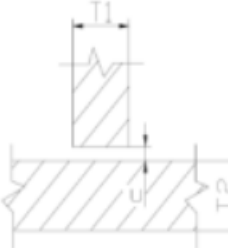
		L % V (			S V V	
	/	/]0				
	0	81	D		. /,3	
		1 3			.,3 0,3	
	1	1 3	N		. .,03	
		3 /0			0 2	
	2	2 /0	N		1 4	

	3	96	M		. 0,3	
	4	9/0	0		. 0,3	
	5					
	6					

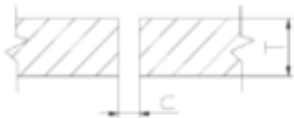
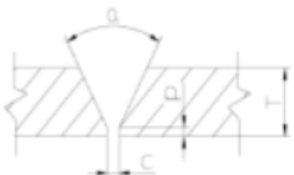
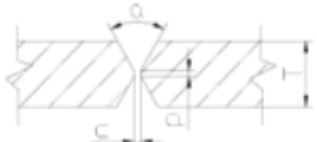
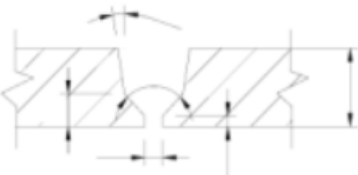
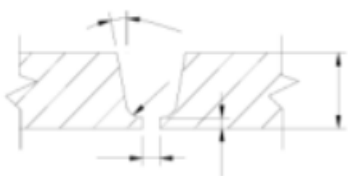
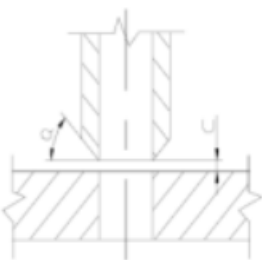
						
						
						
						
						
						


							
							
							
							


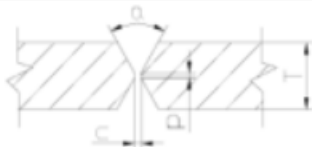
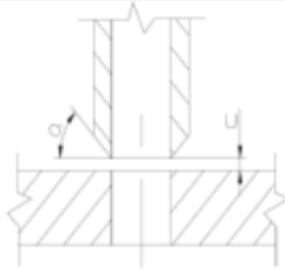

							
							
							
							
							



							
--	--	--	---	--	--	--	--




			K 0.5		
			K 1.5		







		AKHUP ZH






0	B > -L3//5	
1	B > -L3//6	
2	B > -L761	
3	B > L 1207	
4	B > L 202/	
5	B > -L/2735	
6	B > -L/2736	
7		B > -L6//.
/.		P > -L3. 7/
//		B > -L3071
/0		B > -L/025.
/1		B > -L/5632
/2	B > -L/. . 23	
/3	B > -L/5271	
/4	B > -L/5631	
/7	B > -L1401	

	B > -L6757
04	B > -L2622,0





B>3.014a 0000

0./.[ [ [[

B>3.014+76











































































