



中华人民共和国国家标准

GB/T 31254—2014

机械安全 固定式直梯的安全设计规范

Safety of machinery—Safety specification for the design of fixed ladders

2014-12-05 发布

2015-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 材料	5
5 性能要求	6
6 安全门	16
7 安全要求的验证	16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国机械安全标准化技术委员会(SAC/TC 208)提出并归口。

本标准起草单位:天津市金锚集团有限责任公司、中机生产力促进中心、长春机械科学研究院有限公司、南京林业大学光机电仪工程研究所。

本标准主要起草人:李勤、张晓飞、王胜江、李杰、宁燕、王学智、居荣华、程红兵、李春平、付卉青、刘治永。

引 言

机械领域安全标准的结构如下：

- A 类标准(基础安全标准),给出适用于所有机械的基本概念、设计原则和一般特征；
- B 类标准(通用安全标准),涉及在机械的一种安全特征或使用范围较宽的一类安全装置：
 - B1 类,安全特征(如安全距离、表面温度、噪声)标准；
 - B2 类,安全装置(如双手操纵装置、联锁装置、压敏装置、防护装置)标准；
- C 类标准(机器安全标准),对一种特定的机器或一组机器规定出详细的安全要求的标准。

根据 GB/T 15706,本标准属于 B 类标准。

C 类标准可补充或修改本标准中的条款。

对于按照 C 类标准设计和构造的机器,如果 C 类标准中的条款与 A 类或 B 类标准不一致时,优先采用 C 类标准。

机械安全 固定式直梯的安全设计规范

1 范围

本标准规定了固定式直梯以及安全使用相关的平台、安全护笼、安全门等的安全技术条件。
本标准适用于用作进入机械的固定设施的固定式直梯。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 8013.1—2007 铝及铝合金阳极氧化膜与有机聚合物膜 第1部分:阳极氧化膜

GB/T 12467(所有部分) 金属材料熔焊质量要求

GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法

GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB 17888.2 机械安全 进入机械的固定设施 第2部分:工作平台和通道

GB 17888.3—2008 机械安全 进入机械的固定设施 第3部分:楼梯、阶梯和护栏

GB 17888.4—2008 机械安全 进入机械的固定设施 第4部分:固定式直梯

GB/T 17889.2 梯子 第2部分:要求、试验和标志

GB/T 19355 钢铁结构耐腐蚀防护 锌和铝覆盖层 指南

GB/T 22086 铝及铝合金弧焊推荐工艺

GB 24537—2009 坠落防护 带柔性导轨的自锁器

GB 24542—2009 坠落防护 带刚性导轨的自锁器

GB 24544—2009 坠落防护 速差自控器

GB/T 31255—2014 机械安全 工业楼梯、工作平台和通道的安全设计规范

ISO 12944(所有部分) 色漆和清漆 钢结构的腐蚀防护、防护涂料系统(Paints and varnishes—Corrosion protection of steel structures by protective paint systems)

3 术语和定义

GB/T 15706—2012 和 GB 17888.4—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全护笼 safety cage

用于限制人员由直梯上坠落风险的一种组合式框架,见图1、图2、图3和图4。

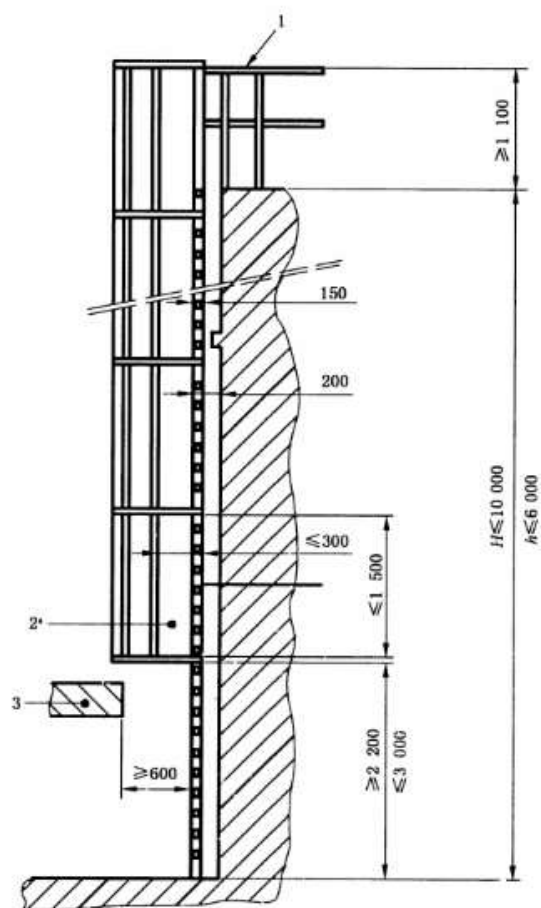
注:改写 GB 17888.4—2008,定义 3.6.1。

3.2

立柱 stiles

固定式直梯上用于支承踏棍、踏板或支撑腿横撑的构件。

单位为毫米



说明:

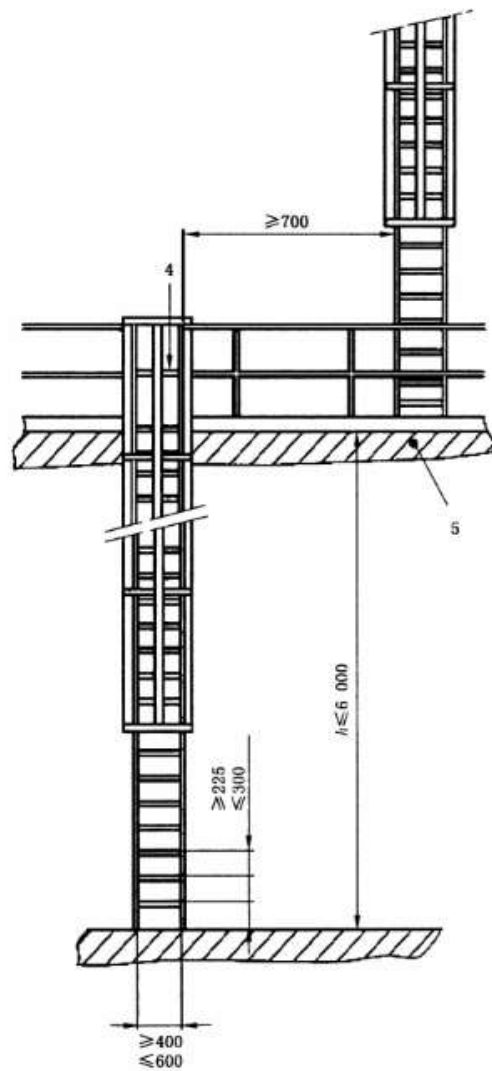
1——连接件;

2——护笼的空区域;

3——不连续障碍物。

* 面积不大于 0.4 m^2 。

图 1 带安全护笼的梯子的左视图

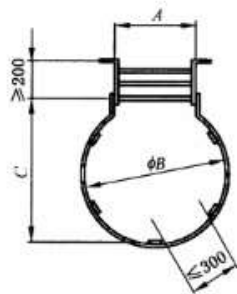


说明：

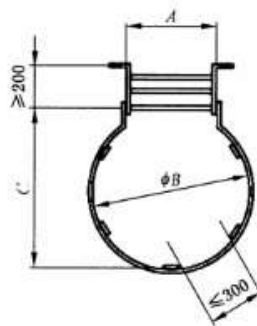
4——门；

5——中间平台。

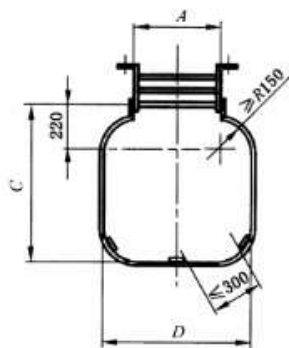
图 2 带安全护笼的梯子的主视图



a) 圆形中间笼和底部笼



b) 与梯子延伸部分相连的顶部笼

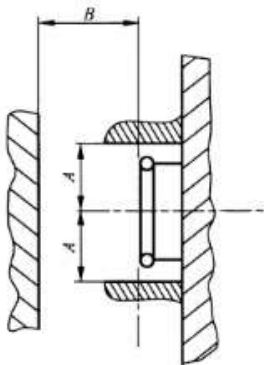


c) 可选的方形中间笼和底部笼

注: $A_{\min}=400\text{ mm}$, $A_{\max}=600\text{ mm}$; $C_{\min}=700\text{ mm}$, $C_{\max}=800\text{ mm}$;

$B_{\min}=650\text{ mm}$, $B_{\max}=800\text{ mm}$; $D_{\min}=650\text{ mm}$, $D_{\max}=700\text{ mm}$ 。

图3 带安全护笼的梯子的俯视图



注：A_{min} = 325 mm，A_{max} = 400 mm；
B_{min} = 650 mm，B_{max} = 800 mm。

图 4 无安全护笼的梯子的俯视图

4 材料

4.1 一般要求

用于制造的梯子、箍、带、平台和连接器的材料和附属装置应足够坚固耐用，以满足适当的强度和挠度试验，并满足环境条件。低碳钢截面最小尺寸的示例见表 1。

注 1：本标准中的所有尺寸考虑了工业原材料的公差。
注 2：如果满足金属梯子的相同性能要求，则不排除使用其他材料进行梯子设计，如玻璃钢(GRP)。

表 1 低碳钢截面最小尺寸 单位为毫米

护笼立杆		50 × 8
箍		50 × 8
踏棍		φ20
立柱	固定支架的最大间距	
	固定在钢构件上	固定在混凝土构件上
65×10	3 700	2 460
65×12	4 100	2 730
70×10	4 000	2 660
70×12	4 400	2 930
80×10	4 600	3 060
80×12	5 000	3 330
70×50×8L	4 800	3 200
100×65×8L	6 200	4 130
125×75×8L	7 700	5 130
注：无论是混凝土还是钢，固定支架的间距都宜满足这些尺寸，以承受相同的拉拔载荷。		

4.2 连接

组件之间的连接应选择经验证的耐用方式,以承受规定载荷或计算载荷。传统连接方式是螺纹紧固件和焊接;如果选择传统方式,则应满足相应的标准。

4.3 焊接

焊接应满足相应的标准,例如,铝合金弧焊应满足 GB/T 22086,金属材料熔焊应满足 GB/T 12467。

4.4 表面处理

4.4.1 一般要求

应确保没有可能割伤用户或阻碍进入的锋利的末端或锐边,可触及的边、角和突出部分都应去毛刺,例如:倒角或倒圆角。

4.4.2 防护

根据钢梯的使用地点和气候条件,应按照表 2 进行适当的防护性表面处理。适当时,防护措施的选择应满足 GB/T 13912、GB/T 19355 或 ISO 12944。

注:由于热浸镀锌过程可能导致脆化,因此不推荐梯子上使用铆钉(见 GB/T 13912)。

表 2 钢制构件的涂层

构件	涂层
钢构件	电镀锌*
	电镀镉*
	热浸镀锌
	镀锌粉
	电镀镍
	电镀镍铬
螺纹件	上述任何涂层
* 锌涂层更适用于一般用途,包括工业环境中使用;镉涂层更适用于海洋环境。	

如果需要防护铝制构件,则其阳极组件应满足 GB/T 8013.1—2007 的要求。

5 性能要求

5.1 一般要求

固定式直梯通常应设计双立柱或单立柱,但通常情况下不建议使用单立柱固定式直梯。特殊情况下(如倾角改变的连续梯子或无足够的空间提供两个立柱),固定式直梯也可采用单立柱。

为确保使用者在正常使用条件下的安全,装配点、铰链、锚定点、支撑点和安装点应具备足够的刚度和稳定性。

5.2 强度要求

梯子元件应满足 GB/T 17889.2 和 GB 17888.4—2008 中第 4 章的要求。

5.3 立柱

5.3.1 性能

立柱的设计应能承受体重均为 100 kg 的两个人在固定式梯子上攀登 6 m 产生的力。在攀登过程中,立柱在任何方向的挠度不应大于 2 mm。

5.3.2 设计

对于双立柱直梯,两个立柱应是平行的,且对于整个安装踏棍的部分,每 3 m 的长度公差小于或等于 10 mm。从内表面测得的立柱之间的净宽 x 应在 300 mm~600 mm 之间,宜选择 400 mm。用于进入平台的直梯,其安装尺寸见图 5。选择较短距离之前,应检查是否有可能找到更有利的梯子位置,从而允许净宽达到 400 mm 或以上。

单位为毫米

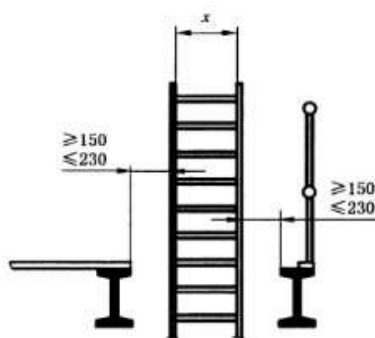
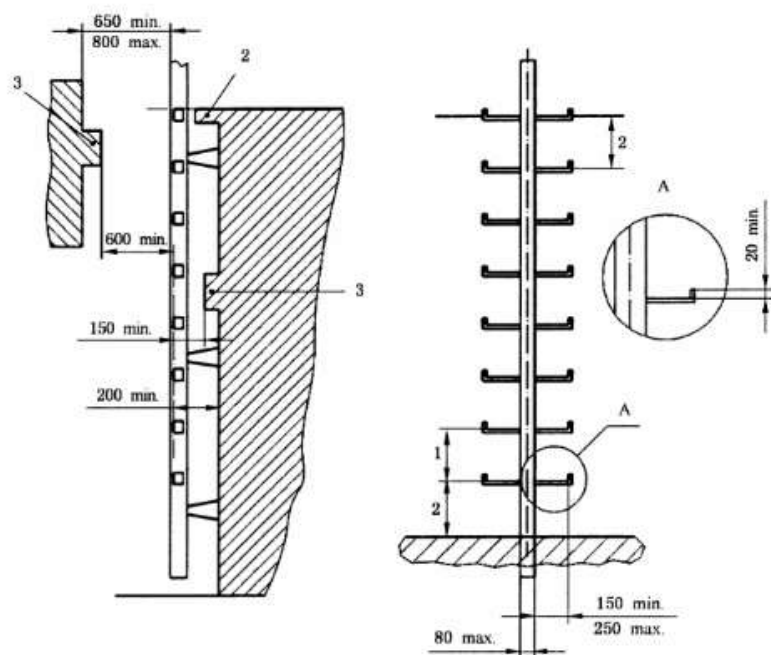


图 5 用于进入平台的直梯的安装尺寸

对于单立柱固定式直梯的主要尺寸,应满足图 6 的要求。



说明:

- 1——见 5.4.2 和 GB 17888.4—2008 中的 4.4.1.1;
- 2——见 5.4.2 和 GB 17888.4—2008 中的 4.4.1.2;
- 3——非连续障碍物。

图 6 单立柱固定式直梯的主要尺寸

5.3.3 立柱的延伸

为便于攀登出去,立柱应向上延伸,其角度与梯子一致,其高度至少能起到防护作用。如果有侧面台阶,则立柱应充分延伸,以使顶部踏棍至少高于平台 1 680 mm。立柱部分末端应牢固固定[见图 7a)]。立柱的延伸不应影响平台出入口的净宽。

为了从梯子踏入到达平台,有必要穿过立柱的延伸部分时,立柱延伸部分应从平台平面开始向外展开,以确保扶手之间在扶手平面能提供 600 mm~700 mm 的净宽(见图 4)。固定在烟囱上梯子,其立柱及延伸部分应距离烟囱顶部 300 mm 以下终止,以确保不受烟气的影响。如果要求进入烟囱顶部,则应考虑提供平台或其他安全进入设施。

5.3.4 立柱的接头

如果需要一段以上的梯段,则立柱应通过合适的方式进行连接。如果采用螺栓或铆钉,则至少在立柱外部应为埋头孔或杯头。

5.4 踏棍

5.4.1 截面

踏棍应能承受在踏棍中心 100 mm 以内均匀分布的 150 kg 载荷,挠度不应大于 2 mm。

踏棍的直径应至少为 20 mm,或者多边形或 U 形踏棍的步行表面的水平深度应至少为 20 mm。

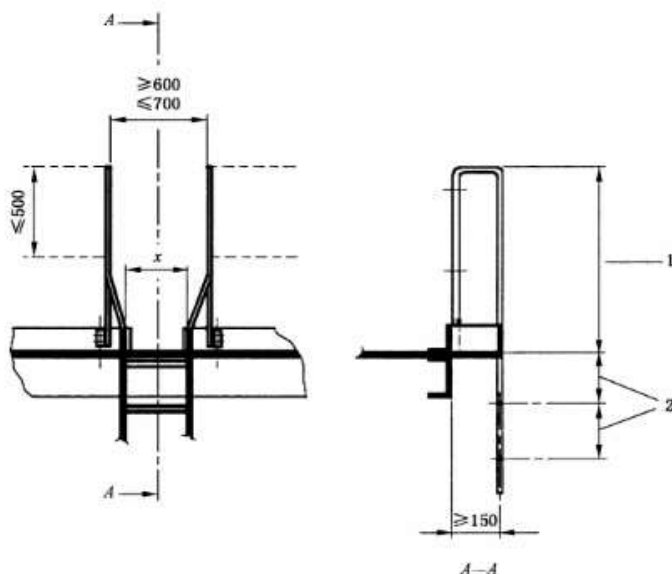
为便于抓牢,踏棍横截面的最大尺寸不应超过 35 mm。

当可预见有滑倒风险时(例如由于环境条件),应采取附加措施防滑。

5.4.2 间距

梯子踏棍或梯段在整个长度上的间距应均匀,且中心线之间的距离应在 225 mm~300 mm 之间[见图 7a)]。梯子顶部的布置应使得顶部踏棍的上表面与平台的表面处于同一水平面,必要时平台应延伸,以使踏棍与平台之间的间隙至少为 65 mm,但不超过 75 mm。另外一种方法是在梯子顶部踏棍与平台之间增加水平构件,以减小间隙,使其不超过 75 mm[见图 7b)]。

单位为毫米



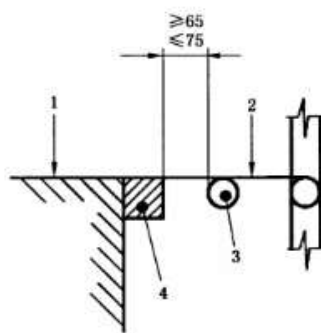
注: x , 见图 5。

说明:

1——A 级:至少为 1 100 mm;

2——尺寸相等,在 225 mm~300 mm 之间。

a) 前视图与 A—A 截面



说明:

1——到达区域的步行表面;

2——踏棍表面;

3——附加顶部踏棍;

4——平台延伸。

b) 附加顶部踏棍的位置

图 7 立柱的延伸

底部踏棍的上表面与步行水平面之间的距离宜等于踏棍的间距。如果不可行,则此距离不应超过两个连续踏棍之间的间距。

5.4.3 踏棍在立柱上的固定

由于热镀锌过程中存在酸滞留的可能性,因此踏棍焊接在立柱上时,不应采用密封焊。

5.5 坠落保护

5.5.1 一般要求

在以下情况时,应提供坠落保护:

- a) 梯子的高度大于 2 m;
- b) 梯子的高度小于或等于 2 m,但存在坠落高度大于 2 m 的风险。当这种情况发生在进入距离梯子中心线 3 m 半径内侧面无保护的 platform 时(见图 8)。

单位为毫米

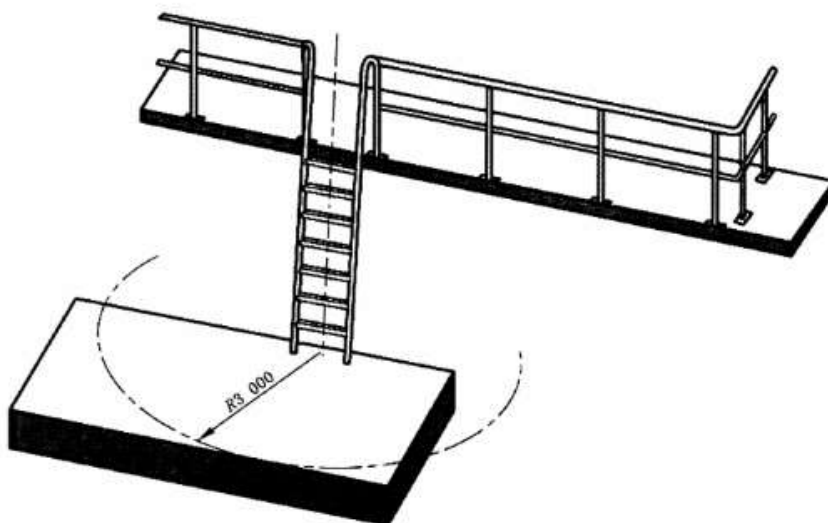
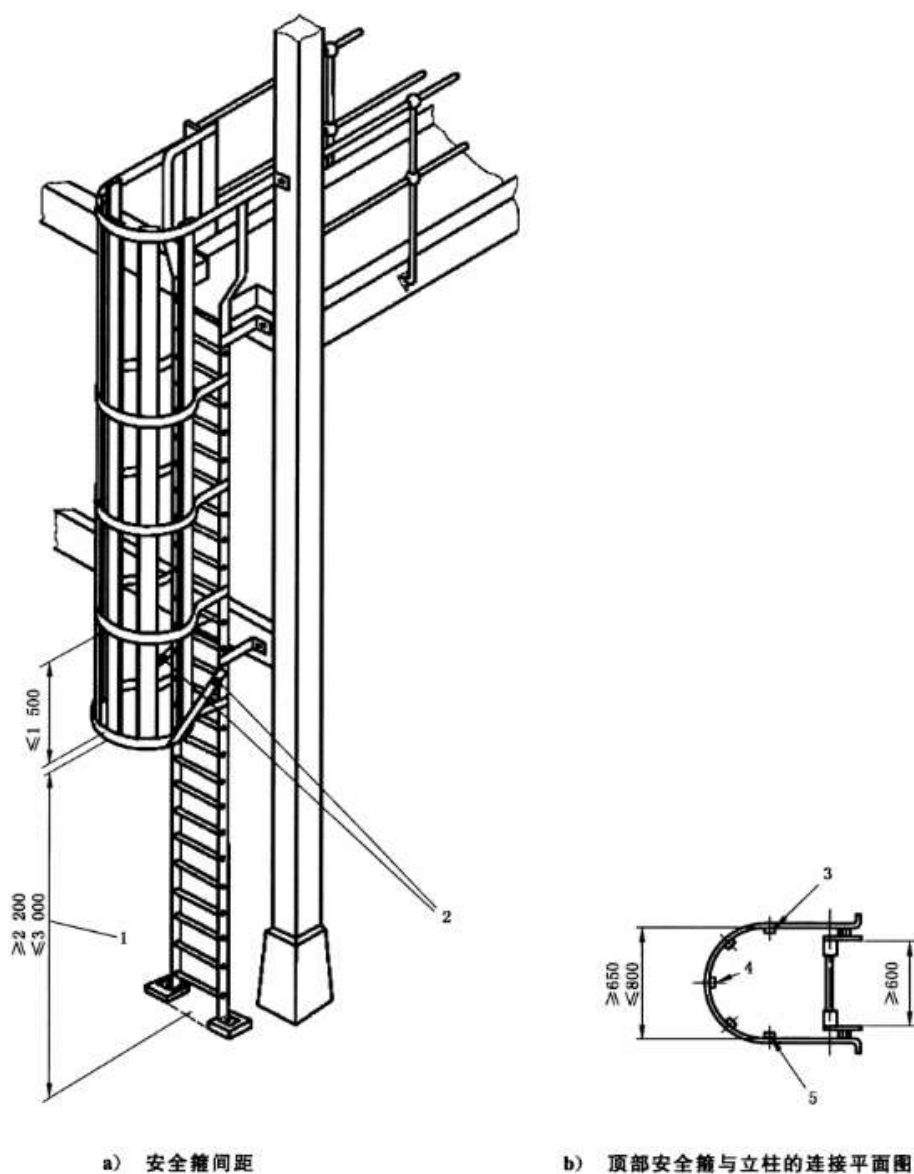


图 8 梯子底部的起程面

例如:一个被动的保护系统,安全护笼(见图 9)应是首选。不可能使用安全护笼时,应提供个体防护装备。只有进入频率较低或专门进入(如维护)时,才应提供坠落保护器。

注:只有使用者选择使用时,坠落保护器才有效。如果带有不兼容的滑行系统的安全带与导轨式坠落保护器一起使用,则存在风险。



说明:

1——距离地面的高度;

2——拉条;

3——焊接、铆钉或螺栓:螺栓最小尺寸为 M12 或 M10(HT),铆钉最小直径为 12 mm;

4——中心线上的带子;

5——位于笼内侧 5 个以上的垂直构件。

图 9 安全护笼

5.5.2 安全护笼

5.5.2.1 尺寸

安全护笼的底部部件,如底部箍,应从距离起程面 2 200 mm~3 000 mm 的位置开始。在所选择的进入面上的护笼下面,安全护笼不应有妨碍进入梯子正面区域的元件。在到达区,安全护笼应延伸至到达区护栏的高度(见图 1)。

在到达区,沿着梯子踏棍水平轴测得的护笼内表面净距应在 500 mm~700 mm 之间。

安全护笼箍内的净距(矩形护笼见图 3 中的 D)应在 650 mm~800 mm 之间,这对于非圆形和圆形安全护笼都适用。踏棍至安全护笼的距离(见图 4 中的 B)应在 650 mm~800 mm 之间。在没有安全护笼的情况下,梯子轴线与周围结构之间的距离(见图 4 中的 A)应在 325 mm~400 mm 之间。

两个箍之间的距离不应超过 1 500 mm,且护笼上两个垂直构件之间的距离不应超过 300 mm。箍与护笼垂直构件之间的角度应为直角。安全护笼的垂直构件应固定在箍内,且为等间距。

对于安全护笼组件的间距,其设计应使得在任何情况下空区域不超过 0.4 m^2 (见图 1)。

如果梯子正面和两侧的结构(墙、机器部件等)能提供类似的保护水平(如提供类似尺寸),则不需要安全护笼(见图 4)。

5.5.2.2 箍和带的固定

箍和带应通过铆钉、螺栓或焊接进行固定。如果使用螺栓或铆钉,则应为埋头孔或杯头型,并从箍或带的内表面插入。如果有必要防止变形,则箍和带的装配应牢固(见图 9)。

5.5.3 坠落保护系统

如果配备坠落保护系统,则应满足 GB 24544—2009 的要求。

如果配备导轨式坠落保护器,则应满足 GB 24537—2009 或 GB 24542—2009。

5.6 防止未经授权的进入

应考虑提供适当的安全防护装置,如锁定装置,以确保只有授权和培训且装备齐全的操作者进入。

5.7 平台

5.7.1 一般要求

当攀登高度 H 小于或等于 10 000 mm 时[图 10a)],一个梯子就足够。当 H 大于 10 000 mm 时,应提供一个以上的梯子,此时单个梯子的高度 h 应小于或等于 6 000 mm,以适应攀登高度。梯段高度 h 应错开,且每个梯子之间应提供休息平台[图 10b)]。

如果有几个梯段,起程面至最近的休息平台之间或者连续的休息平台之间的梯段高度 h 不应超过 6 000 mm。

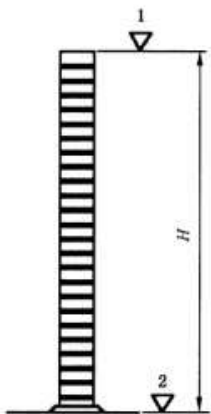
注:安装在烟囱上的梯子提供平台时,可能产生设计问题。如果提供平台不可行,假如梯子配备坠落保护系统,则可使用连续的梯子长度(见 5.5.3)。

专门用作休息平台的平台应至少为 700 mm×700 mm(见图 11)。

中间层或中间平面也可能用作休息平台。平台应当根据 GB 17888.3—2008 进行适当的防护。

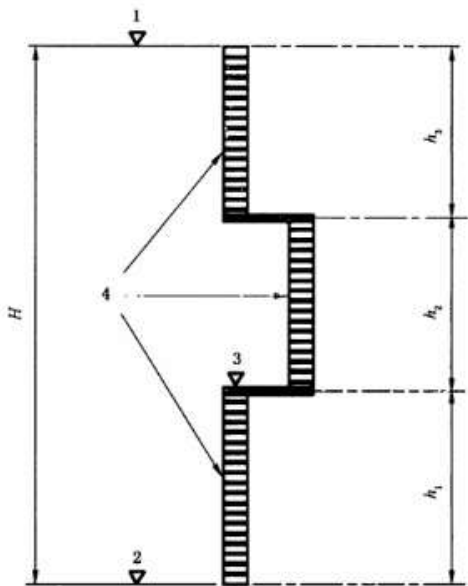
工作平台应满足 GB 17888.2。工作平台的净宽和长度应根据平台的预定用途确定。

单位为毫米



$H_{\max}=10\,000\text{ mm}$ 。

a) 不带休息平台的梯子(单梯段)



说明：

$H_{\max}>10\,000\text{ mm}$ 。

$h_{\max}=6\,000\text{ mm}$ 。

1——到达面；

2——起程面；

3——中间平台；

4——梯段。

b) 梯段交错的梯子

图 10 梯段高度与平台位置

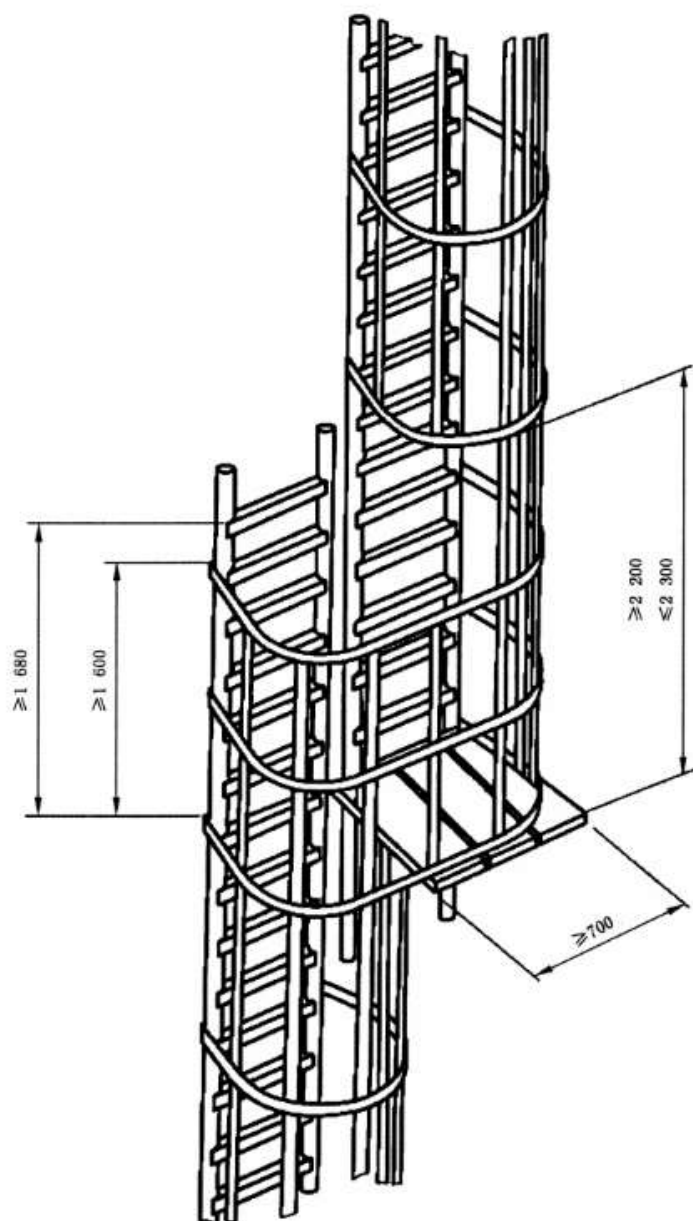


图 11 带有休息平台的相邻交错梯段的示例

5.7.2 交错梯段

如果机器或其环境的布局使其不可避免,则两个连续的梯段应是交错的,且不带有单独的平台。在这种情况下,下面的梯段应至少延伸至上部踏棍距离平台 1 680 mm 以上,以向梯子使用者提供良好的手握性能。平台上方的防护高度应至少为 1 600 mm(见图 11)。

平台与安全护笼完整的底部箍之间的净高应在 2 200 mm~2 300 mm 之间。

5.7.3 障碍物

如果矮墙、栏杆、顶盖或其他障碍物干扰直接从梯子接近需要进入的平台,则梯子应延伸至已适当防护的平台。平台的宽度应至少为 600 mm,跨越障碍并提供获得进入所需平面的安全方式。

5.7.4 通过活门穿过平台

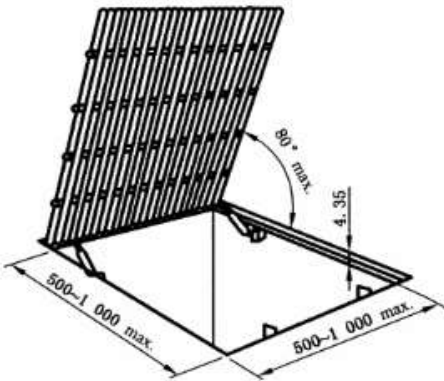
如果通过平台的开口进入梯子,则应通过活门或保护栅栏与门结合使用来提供坠落风险的保护(见图 12)。

防护结构应符合 GB/T 31255—2014 第 9 章的要求,门应满足本标准第 6 章的要求。

活门的设计应满足以下要求:

- a) 开口应至少等于所需的梯子护笼尺寸(见 5.5.2);
- b) 活门不应向下打开,应向上或水平运动;
- c) 应能手动且容易的打开活门;
- d) 活门处于打开位置时应允许操作者安全通过;
- e) 活门应在操作者安全通过后由操作者关闭,但无需操作者继续干预,如使用弹簧或气压支撑杆等方式;
- f) 操作者安全通过后活门应关闭。

单位为毫米



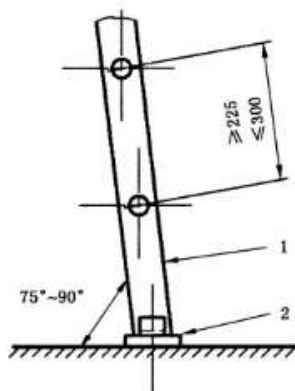
- 注 1: 由防滑复合材料制成的格栅活门,配备有液压缸,在使用者通过后关闭系统。
- 注 2: 任何情况下,为了产生自重关闭运动,活门的打开角度宜限制在 80°以内。
- 注 3: 使用复合材料可大大降低活门的重量(10~11 kg/m²),且不影响其他任何技术特征。
- 注 4: 双动作液压缸宜可调节,以增加或降低关闭速度。
- 注 5: 在关闭位置,活门由具有一定支撑角度的热浸镀锌框架来支撑,该支撑框架或者按支撑角度焊接在承重结构上,或者通过螺钉和螺栓固定(这种情况下,支撑角度预先在车间完成)。

图 12 自关闭活门示例

5.8 连接

5.8.1 梯子的倾角

梯子应与结构面平行,且与水平面的倾角应在 75°~90°之间(见图 13)。



说明:

1——立柱;

2——需要时允许包装或灌浆。

注: 见表 1。

图 13 梯子倾角

5.8.2 立柱的安装

锚定点及其连接应满足表 1。锚定点应能同时承受沿垂直于结构面的 0.5 kN 拉拔载荷和在每个立柱上施加的 3 kN 垂直载荷。

连接器应尽量靠近,以便使梯子具有足够的刚度,从而将连接器之间的横向运动限制在 10 mm 内。立柱的固定应采用能够承受外加载荷和限制立柱在固定点运动的连接器或支架来固定(见 GB 17888.4—2008)。

连接器应足够长,以使其距离踏棍正面至少为 200 mm,距离任何不连续障碍物至少为 150 mm。

当梯子固定在一个连续的垂直高建筑或容器上时,应考虑固定点的差胀,这需要在相邻梯框之间保留一个间隙,间隙两侧的梯框上各自有固定点。

6 安全门

潜在的危险区域,如梯子顶部扶手与到达面的扶手之间的间隙,应有一个完整的深度自关闭活门进行防护。

安全门的设计应使其容易自动打开和关闭,如使用弹簧或通过重力效应。安全门宜缓慢而安全的关闭。

安全门应设计为仅在平台上侧转打开。

安全门的设计还宜提供与到达面上任何相邻的安全防护同等级的防护,如至少包含 GB 17888.3—2008 中 3.2 规定的扶手、横挡和踢脚板。

不应用链条代替安全门。

注: 图 12 给出了典型的自关闭安全门的示例。

7 安全要求的验证

梯子及其所有防坠落保护装置,以及锚定点的安全要求的验证见 GB 17888.4—2008 第 5 章。