



中华人民共和国国家标准

GB/T 27547—2011

升降工作平台 导架爬升式工作平台

Elevating work platforms—Mast-climbing work platforms

(ISO 16369:2007,MOD)

2011-11-21 发布

2012-05-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 危险列表	6
5 安全要求和/或措施	9
5.1 结构和稳定性计算	9
5.2 设备、底架、底盘和导架总则	16
5.3 作业平台	18
5.4 提升驱动系统	20
5.5 防止作业平台超速下降的措施	24
5.6 作业平台紧急下降或提升的措施	25
5.7 超载/超力矩保护装置	26
5.8 电气系统	27
5.9 内燃机驱动系统	28
5.10 液压系统	28
5.11 对依靠辅助回路的安全装置和超载/超力矩检测装置的特殊要求	29
5.12 限位开关	29
5.13 控制装置	29
6 新型 MCWP 的安全验证的要求和/或措施	29
6.1 设计审核	29
6.2 实用性试验	30
7 提供的信息	31
7.1 使用手册	31
7.2 标志	36
附录 A (资料性附录) 结构计算	37
附录 B (规范性附录) 对多级作业平台的特殊要求	52
附录 C (规范性附录) 超载检测装置电气和电子方面的要求	54
附录 D (资料性附录) 本标准与 ISO 16369:2007 相比的章条和图表编号变化情况	56
附录 E (资料性附录) 本标准与 ISO 16369:2007 的技术性差异及其原因	57
参考文献	58

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 16369:2007《升降工作平台 导架爬升式工作平台》。

本标准与 ISO 16369:2007 相比, 章节和图表的编号发生了变化, 附录 D 中列出了本标准与 ISO 16369:2007 相比章节和图表编号变化对照一览表。

本标准与 ISO 16369:2007 相比存在技术性差异, 这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空后位置的垂直单线(|)进行了标示。附录 E 给出了本标准与 ISO 16369:2007 的技术性差异及其原因一览表。

本标准做了下列编辑性修改:

- 删除了 ISO 16369:2007 的国家前言和前言, 增加了本标准的前言;
- 第 1 章做了如下修改: 将 ISO 16369:2007 范围中的“注”改为“注 1”, 将 ISO 16369:2007 范围中第 5、6、7 段改为“注 2”; 将 ISO 16369:2007 范围中第 2、3、4 段改为一段;
- ISO 13852 已被 ISO 13857 替代, 且 ISO 13857:2008 已等同转化为我国的国家标准 GB/T 23821—2009, 列入规范性引用文件中;
- 根据 GB/T 1.1—2009 的要求, 6.2.2.4.4 增加引导语;
- 根据 GB/T 1.1—2009 的要求, 7.1.2 删除悬置段;
- 增加了附录 D(资料性附录)“本标准与 ISO 16369:2007 相比的章节和图表编号变化情况”;
- 增加了附录 E(资料性附录)“本标准与 ISO 16369:2007 的技术性差异及其原因”。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国升降工作平台标准化技术委员会(SAC/TC 335)归口。

本标准负责起草单位: 北京建筑机械化研究院。

本标准参加起草单位: 中国建筑科学研究院建筑机械化研究分院、杭州赛奇高空作业机械有限公司、上海市建筑科学研究院有限公司、深圳市华测检测技术股份有限公司、廊坊凯博建设机械科技有限公司、辽宁省安全科学研究院、浙江鼎力机械有限公司、江苏申锡建筑机械有限公司、博宇(无锡)科技有限公司、广东裕华兴建筑机械制造有限公司、天津市祥和机械有限责任公司、厦门康柏机械成套有限公司、广州市京龙工程机械有限公司。

本标准主要起草人: 杨国栋、王东红、何振础、陈建平、陈爱华、朱平、赵鹏华、许树根、喻惠业、高智鹏、高明敏、黄家亮、兰荣标、刘跃进、穆铭豪、张华文、吴杰、尹文静、孙红岩、牛雅静。

升降工作平台 导架爬升式工作平台

1 范围

本标准规定了导架爬升式工作平台(以下简称 MCWP)的特殊安全要求,MCWP 是由手动或动力操作的、临时性安装的、可承载一人或多人进行作业的设备。

注 1: 做垂直运动的部件(作业平台)也用于将工作人员、设备以及物料运送至或送离某个施工位置。这些条款使 MCWP 区别于施工升降机。

注 2: 本标准对该设备使用期内的不同阶段所引起的危险进行了区分,并阐述了消除或减小这些危险以及安全使用的方法。

本标准并未特别规定如何处理由操纵、安装或拆卸、固定或移除任何不属于此 MCWP 部分的物料或设备过程中所引起的危险的要求,也未特别规定处理特殊有害物料的方法。

本标准并未特别规定运送人员和物料至固定层站的要求,此类设施可参见电梯或施工升降机及其他相关标准。

本标准同时适用于永久性安装的 MCWP。本标准适用的 MCWP,其作业平台通过驱动系统进行提升,并通过导架导向和移动。导架与独立的支撑结构之间可以设置或不设置横向支撑。同时,本标准中的 MEWP,适用于下列任何可选择的组合型式:

- 单导架或多导架;
- 有附着支撑或无附着支撑;
- 固定高度的导架或可变高度的导架;
- 垂直式导架或与垂直方向倾斜 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 的导架;
- 站立式或悬挂式导架;
- 移动式或固定式底架(底盘或底座);
- 手动或动力提升;
- 在工作场地拖行或自行,无需满足道路交通规则的要求;
- 由电动、气动、液压或内燃机驱动。

本标准不适用于符合 ISO 16368 的移动式升降工作平台(MEWP),符合 EN 1808 的高处作业吊篮和符合 EN 1570 的升降平台。

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 3480.5 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 5 部分:材料的强度和重量(GB/T 3480.5—2008,ISO 6336-5,2003,IDT)

GB/T 3811 起重机设计规范

GB 4208 外壳防护等级(IP 代码)(GB 4208—2008,IEC 60529:2001,IDT)

GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分:通用技术条件(GB 5226.1—2008,IEC 60204-1:2005,IDT)

GB 8898 音频、视频及类似电子设备 安全要求(GB 8898—2001,eqv IEC 60065:1998)

GB 14048.5—2008 低压开关设备和控制设备 第 5-1 部分:控制电路电器和开关元件 机电式

控制电路电器(IEC 60947-5-1;2003,MOD)

GB/T 15706.2—2007 机械安全 基本概念与设计通则 第2部分:技术原则(ISO 12100-2;2003,IDT)

GB/T 16855.1—2008 机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分:设计通则(ISO 13849-1;2006,IDT)

GB/T 20863.1 起重机械 分级 第1部分:总则(GB/T 20863.1—2007,ISO 4301-1;1986,IDT)

GB/T 22437.1 起重机械 载荷与载荷组合的设计原则 第1部分:总则(GB/T 22437.1—2008,ISO 8686-1;1989,MOD)

GB 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离(GB 23821—2009,ISO 13857;2008,IDT)

ISO 6336-1 直齿轮和斜齿轮承载能力的计算 第1部分:基本原理、说明和一般影响因素(Calculation of load capacity of spur and helical gears—Part 1:Basic principles,introduction and general influence factors)

ISO 6336-2 直齿轮和斜齿轮承载能力的计算 第2部分:齿轮表面耐用能力(点蚀)的计算[Calculation of load capacity of spur and helical gears Part 2:Calculation of surface durability (pitting)]

ISO 6336-3 直齿轮和斜齿轮承载能力的计算 第3部分:轮齿弯曲强度的计算(Calculation of load capacity of spur and helical gears Part 3:Calculation of tooth bending strength)

ISO 13854 机械安全 避免人体部分挤压的最小间隙(Safety of machinery—Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body)

EN 614-1 机械安全 人类工程设计原则 第1部分:术语和一般原则(Safety of machinery—Ergonomic design principles—Part 1:Terminology and general principles)

EN 953 机械安全 护罩(固定的/可动的)设计及构造之一般规范(Safety of machinery—Guards—General requirements for the design and construction of fixed and movable guards)

EN 982 机械安全 流体动力系统及其元件的安全要求 液压传动装置(Safety of machinery—Safety requirements for fluid power systems and their components —Hydraulics)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

注:下面定义的MCWP的部件见图1和图2。

3.1

额定载荷 rated load

正常工作状态下MCWP的设计载荷,其值见载荷图表。

3.2

载荷图表 load diagram

在作业平台上,标明作业平台允许的承载人数和特定结构状态下物料的质量及其分布的图表。

3.3

额定速度 rated speed

MCWP在竖直或水平方向上的设计速度。

3.4

移位 transfer

在同一个施工场地,MCWP从一个工作位置到另一个工作位置的水平移动。

3.5

移位状态 transfer condition

移位所要求的状态,包括对天气条件和 MCWP 承载人数或载荷的任何限制。

3.6

运输 transport

在施工场地之外 MCWP 的任何移动。

3.7

运输状态 transport condition

MCWP 在施工场地之外移动时的状态。例如:道路运输状态。

3.8

移位(运输)联锁 transfer(transport)interlocks

MCWP 上用于防止不安全移位(运输)的任何设计装置。

3.9

底架 base frame

MCWP 中用于支承导架和升降装置的部件。

3.10

底盘 chassis

MCWP 中移动和支承导架和升降装置的部件。

3.11

轨道式底盘 rail-mounted chassis

可通过导轨将水平和垂直力传递给地面的底盘。

3.12

支腿 outrigger

在特定的使用条件下,支承底架用于保持或增加 MCWP 稳定性的部件。

注:支腿也可用于调平底架。

3.13

支腿梁 outrigger beam

可通过动力或手动操作在基本水平面移动的支腿部件。

3.14

导架 mast

对平台提供支承和导向的结构。

3.15

固定高度导架 fixed-length mast

总高度不可改变的导架。

3.16

可变高度导架 variable-length mast

通过改变导架节(亦称为标准节)的数量可以改变总高度的导架。

3.17

导轨 guide

为作业平台提供导向的导架的部件。

3.18

附墙架 mast tie

在导架与建筑物或其他结构之间,对导架进行横向约束的锚固装置。

3.19

作业平台 work platform

MCWP 中做垂直运动的部件,可用于运送人员、设备和物料,并在其上进行作业。

注:作业平台包括主平台和所有延伸平台。这与 MCWP 的含义不同,MCWP 是指整个装置,包括作业平台、导架、附墩架、底架和底盘等。

3.20

有效平台面积 available platform area

在作业平台底板平面测得的面积。

3.21

主平台 main platform

由主要结构件构成的作业平台的部件。

3.22

延伸平台 platform extension

由次要结构件构成的作业平台的附加部件,其利用主平台进行支撑与定位。

注:延伸平台用于对主平台进行延伸,通常沿主平台工作边界的宽度方向进行延伸。延伸平台可形成与作业面的外形一致的不规则形状。延伸平台也可高于或低于主平台。

3.23

多级作业平台 multilevel work platform

在同一个导架上运行的两个或多个作业平台,或在一个作业平台上附加一个完全由其支撑的作业平台。

注:如附录 B 所示。

3.24

背轮 counter-roller

用于抵消齿轮齿条间啮合分离力的滚动轮。

3.25

自动制动器 automatic brake

动力供应中断时,使运动零部件减速并停止的装置。

3.26

缓冲器 buffer

使用油液、弹簧或类似措施,使作业平台在行程终端停止的装置。

3.27

超速 overspeed

任何高于额定速度的速度。

3.28

超速检测装置 overspeed detector

当作业平台超速运行达到预定速度时,使超速安全装置起作用的装置。

3.29

超速安全装置 overspeed safety device

超速时,可使作业平台停止并在导架上保持静止的机械装置。

3.30

专业人员 competent person

拥有理论知识和实践经验、掌握特定型号 MCWP 操作方法,并能准确操作的人员。

3.31

用户及使用单位 user and user organization

直接控制 MCWP 使用的个人或组织。

3.32

齿轮齿条驱动系统 rack and pinion drive system

圆柱齿轮与安装于导轨上的齿条相啮合的驱动系统。

3.33

棘轮棘爪驱动系统 ratchet drive system

通过棘爪与附于导轨上的横挡或其他部件的交互作用,使平台上升或下降预定距离的驱动系统。

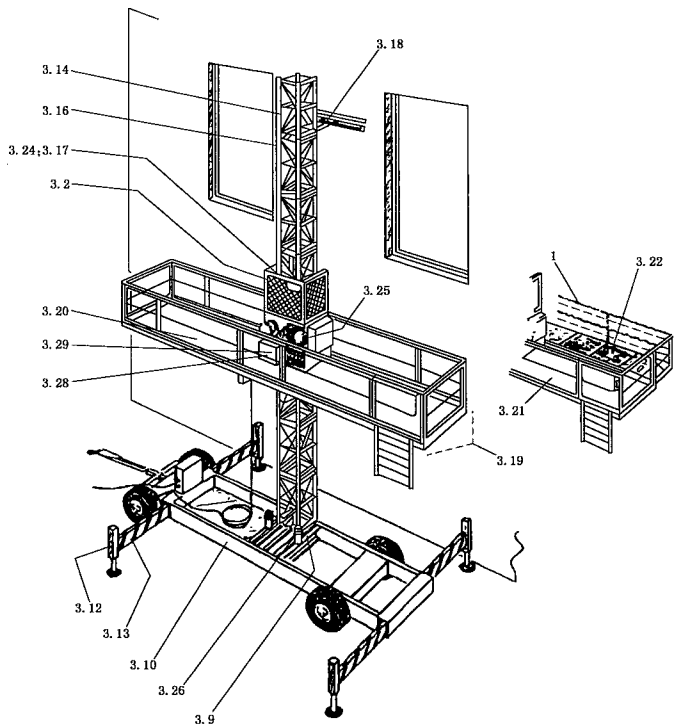
注:棘轮棘爪驱动系统不工作时,平台可由棘爪支承在导轨上。

3.34

螺杆驱动系统 screw drive system

由安装在导轨上的齿形啮合件与安装在平台上的动力驱动的螺杆相啮合而形成的驱动系统。

注:该机构由螺杆旋转产生的动力驱动平台上升或下降。

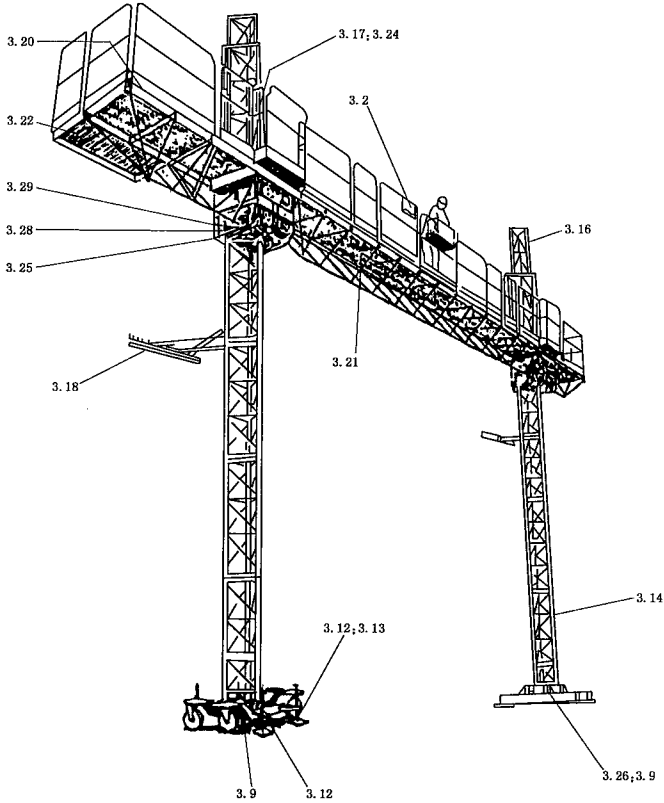


说明:

1——可拆卸护栏。

注:图中数字与第3章“术语和定义”内容一致。

图1 典型的单导轨MCWP



注：图中数字与第3章“术语和定义”内容一致。

图2 典型的双导架MCWP

4 危险列表

表1 危险列表参考了GB/T 15706.1和GB/T 15706.2的相关内容。

为控制风险或减小危险,表1列出了危险类别及相应的条款编号。

本标准不适用的危险或未做要求的不重要危险,其相应的条款编号以“不适用”表示。

表 1 危险列表

危险	本标准中的相应条款
1 机械危险	
1.1 挤压	5.2.1.3,5.3.2,5.4.1
1.2 剪切	5.2.1.3,5.3.2,5.4.1
1.3 切割或切断	5.3.2,5.4.1
1.4 缠绕	5.4.1
1.5 吸入或卷入	5.2.1.3,5.3.2,5.4.1
1.6 冲击	5.4.6
1.7 刺伤或刺穿	不适用
1.8 摩擦或磨损	不适用
1.9 高压液体喷射	5.10.1.7,5.10.1.8,5.10.1.9,5.10.1.10
1.10 零部件飞出	5.2.1.4,5.2.1.5
1.11 稳定性丧失	5.1.5,5.2.2.4,5.2.2.5,5.2.5
1.12 滑动、绊倒和坠落	5.2.2.1,5.3.1
2 电气危险	
2.1 触电	5.8
2.2 静电现象	不适用
2.3 热辐射	不适用
2.4 外部影响	5.7.15,附录 B
3 热危险	
3.1 由于人员接触火焰、爆炸和热源辐射造成的烧伤和烫伤	5.9.1,5.9.2,5.9.3
3.2 过热或过冷工作环境对健康造成的损害	5.9.2
4 噪声危险	有关但不涉及
5 振动危险	5.1.2.3.2
6 辐射危险	不适用
7 机器加工、使用或排出的材料和物质产生的危险	
7.1 接触或吸入有毒液体、气体、雾、烟及粉尘	5.9.2,5.10
7.2 火灾或爆炸	5.9.3,5.9.4
7.3 生物和微生物危险	不适用
8 设计时忽视人类工效学引起的危险	
8.1 不健康姿势或过度用力	5.2.1.6,5.2.5.2,5.6.2,5.13,5.13.8
8.2 不充分考虑手/手臂或腿/脚的解剖结构	不适用
8.3 忽视人员防护设备的使用	5.13.8
8.4 不充足的区域照明	7.1.2.6
8.5 心理负担过度或准备不足、焦虑	不适用

表 1 (续)

危 险	本标准中的相应条款
8.6 人为差错	5.2.2.1、5.13
9 综合危险	5.1.1.1、5.1.1.2、5.1.3
10 动力中断、机器零部件损坏和功能混乱引起的危险	5.1
10.1 动力中断	5.2.2.1、5.6、5.8.1.2、5.12.7
10.2 机器零部件或液体意外飞出或飞溅	5.10.1.7、5.10.1.8、5.10.1.9、5.10.1.10
10.3 控制系统失效或故障	5.2.1.5
10.4 装配错误	5.1.5.1.5
10.5 机器倾翻、意外丧失稳定性	5.1.1.2、5.1.5、5.7
11 有关安全措施/手段缺失和/或不正确引起的危险	
11.1 防护装置	5.2.1.3、5.3.2、5.4.1、5.9.1、7.1.2.6、7.1.2.9、7.1.2.12、7.2.2
11.2 与安全相关(防护)装置	5.7
11.3 启动和停机装置	5.1.1、5.12
11.4 安全标志和符号	5.2.2.7、7.2
11.5 信息或警告装置	7.2
11.6 动力切断装置	5.2.1.2、5.8.2.1
11.7 应急装置	5.5.5.6
11.8 工件的拆装	不适用
11.9 用于安全调整和/或维护的基本设备和附件	5.2.3.1、5.4.2.9、5.4.3.1.2、5.4.4.3.5
11.10 排气装置	5.9.1、5.9.2、5.9.3
与 MCWP 的移动性和承载能力有关的危险	
12 移动/工作区域照明不充足	7.1.2.6
13 作业中突然移动、不稳定等原因造成的危险	5.1.5.5.2.2.1、5.2.2.3、5.2.2.4、5.4.5
14 操作位置设计不当或不符合人类工效学	
14.1 由危险环境引起的危险(与运动部件接触、气体排放等)	5.2.2、5.9.1、5.9.2
14.2 操作位置视野不充足	5.13.2、5.13.5
14.3 不合适的座椅/座位	不适用
14.4 控制装置的设计/安装未考虑人类工效学或考虑不充分	5.13
14.5 自行式机器的启动/移动	5.13
14.6 自行式机器的道路行驶	7.1.2.6
14.7 徒步控制式机器的移动	7.1.2.6
15 机械危险	5.1.1.1
15.1 意外移动造成的人员危险	5.2.2.1、5.2.4.5、3.1.5.5.4.1、7.1.2.6
15.2 零部件损坏或飞出引起的危险	5.2.1.4、5.2.1.5、5.2.2.3

表 1 (续)

危 险	本标准中的相应条款
15.3 倾翻引起的危险	5.1.5
15.4 落物引起的危险	7.1.2.6
15.5 进入方式不当	5.3.3、5.3.4
15.6 牵引、耦合、连接、运送等引起的危险	5.2.2.6
15.7 电池、起火、辐射等引起的危险	5.9.2、5.9.3、5.9.5
16 提升操作引起的危险	
16.1 稳定性丧失	5.1.5、5.1.1.2、5.2.2.4、5.2.2.5、5.2.5.1
16.2 机器脱轨	5.2.2.4、5.4.1.5、5.4.2.5、4.3.5、4.4
16.3 机器和提升附件机械强度的丧失	5.1、5.2.1.7、5.2.1.8、5.2.2.5、2.2.3、 5.2.3.2、5.2.3.3、5.2.5.2.5、2.5.3、 5.3.1.4、5.4.2.5、4.3.5、4.4.5、4.5.5、4.6
16.4 失控运动引起的危险	5.2.2.5、5.2.4、5.4.1、5.4.3.4、5.4.3.5、 5.4.4、5.12
17 观察运动件运动情况的视野不充分引起的危险	5.13
18 雷击引起的危险	7.1.2
19 装载或超载引起的危险	5.7
MCWP 载人的危险	
20 作业平台超载或过度拥挤	5.1.2、5.7、5.11、参见附录 C
21 外部控制或机器的其他运动引起的作业平台的意外移动	5.13.7
22 超速	5.4.1、5.5.5.6.3
23 人员从作业平台坠落	5.3
24 作业平台坠落后倾翻	5.2.2.3、5.4.1、5.5.5.11、5.12
25 作业平台急剧加速或减速	5.2.2.4、5.4.5.1.2、5.4.6
26 标志不明确引起的危险	5.2.2.7、7.2

5 安全要求和/或措施

5.1 结构和稳定性计算

5.1.1 总则

5.1.1.1 在安装、操作、非工作状态、拆卸和移位过程中的任何允许结构形式下可能引起的所有载荷和力均应考虑。也包括倾斜式导架或悬挂式导架。

5.1.1.2 制造商责任如下：

- 稳定性计算，以确定会引起失稳状态的 MCWP 的各种状态以及载荷及其偏移的组合。
- 结构计算，以估算每个力的大小并确定变形允许值。应考虑力的所有组合形式，包括引起零部件最不利应力的力的组合形式。

5.1.2 载荷和力

应考虑以下载荷和力。

5.1.2.1 结构载荷

MCWP 的非运动部件的质量应视为静载荷。

MCWP 的运动部件的质量应视为动载荷。

5.1.2.2 额定载荷

5.1.2.2.1 设计时,额定载荷 m (kg)按公式(1)计算:

$$m = (n \cdot m_p) + m_{e+m} + 2m_e \dots\dots\dots (1)$$

式中:

m_p ——每个人的质量,单位为千克(kg), $m_p = 80$ kg;

m_e ——每个人携带设备的质量(仅考虑两人),单位为千克(kg), $m_e = 40$ kg;

m_{e+m} ——作业平台上的物料及设备的质量(不包括人员携带的设备),单位为千克(kg);

n ——作业平台上的人员数量。

人员的质量以及设备与材料的质量应同时作用。

作业平台上最少的人数:对于单导架平台为 2 人,对于多导架平台为 4 人。

应假定人员携带设备的质量 m_e 的作用点与两个人的质量产生最大应力的作用点相一致。

5.1.2.2.2 假定每个人的质量为作用在 MCWP 上某一点的集中载荷,此点离护栏顶部内边缘的水平距离应为 0.1 m。集中载荷间的距离应为 0.5 m(见图 3 中的示例)。

单位为米

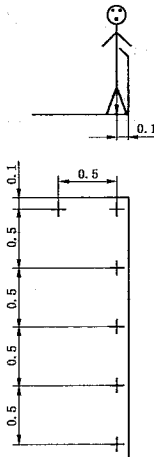


图 3 主平台和延伸平台上的人员位置分布示意

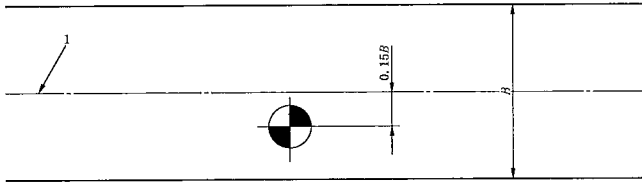
5.1.2.2.3 质量 m_{e+m} 应在主平台的整个面积上均匀分布,单位长度的载荷为 t 。

应假定质量 m_{e+m} 的重心作用在距主平台的纵向中心线 0.15B(其中 B 是主平台的宽度)的位置且位于引起最大应力的一侧。见图 4。

计算时应考虑由于某个载荷减小引起的不平衡可能会导致 MCWP 的一些部件的应力高于均布额定载荷状态条件下的应力。

对于单导架 MCWP, 弯矩 M 对导架及平台的作用应根据图 5 中的公式进行计算, 公式中的 L_{\max} 取图 5 中 L_1 及 L_2 中较大者。

对于多导架 MCWP, 弯矩 M 对导架及平台的作用应根据图 6 中的公式进行计算。图 5 和图 6 中采用的系数 1.15 和 1.2 考虑了载荷可能会较集中地作用于一段长度上而非均布载荷。



说明:

1——主平台的中心线(不含延伸平台)。

图 4 偏心载荷与中心线的距离

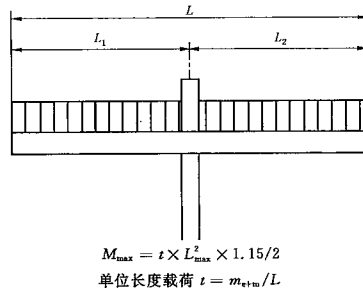
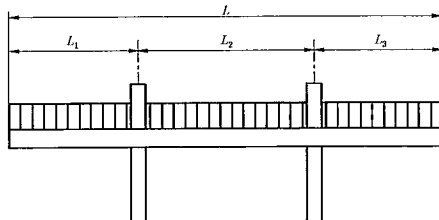


图 5 单导架 MCWP 长度方向上的载荷分布



公式:

$$M_1 = t \times L_1^2 \times 1.15/2 \quad M_3 = t \times L_3^2 \times 1.15/2$$

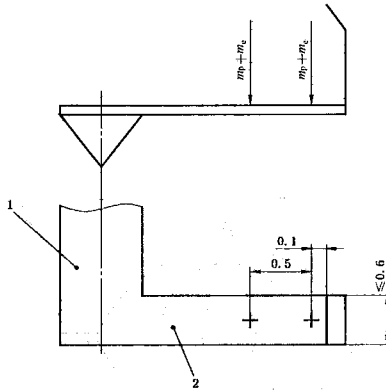
$$M_2 = t \times L_2^2 \times 1.2/8 \quad \text{单位长度载荷 } t = m_{e1m}/L$$

图 6 双导架 MCWP 长度方向上的载荷分布

5.1.2.2.4 如果通过延伸的方式(通常是沿着平台宽度方向边缘)使主平台或其局部的面积得到增加,则平台允许承载的总人数(参见 5.1.2.2.1)的质量应假定作用在 5.1.2.2.2 规定的宽度方向的端部位置上。

5.1.2.2.5 与 5.1.2.2.4 中所述的方法不同,为达到更远的作业位置可设有宽度受限制的长悬臂延伸平台,但应在主平台延伸部分的易见部位设置清晰说明的标志。延伸平台上的载荷应按不少于 2 人 m_p 计算,且人员均携带设备 m_e 。为了限制作业平台的有效延伸面积,此类延伸平台宽度应不大于 0.6 m。见图 7。

单位为米



说明:

- 1——主平台;
- 2——延伸平台。

图 7 长悬臂延伸平台

5.1.2.2.6 当制造商的设计中包括安装吊杆时,安装吊杆的质量及其额定载荷应视为 MCWP 额定载荷的一部分。使用安装吊杆引起的力的作用位置应通过制造商选择的安装吊杆的支撑位置加以确定。

5.1.2.3 水平方向力

5.1.2.3.1 手动操作力

假定手动操作力的最小值为:平台上的前 2 个人每人 200 N,之后每增加 1 人以 100 N 计算。

假定力的作用位置在距作业平台底板高度为 1.1 m 处,沿水平方向施加。

5.1.2.3.2 由于使用动力工具引起的力

当 MCWP 的制造商允许在作业平台上使用动力工具时,动力工具对作业平台的水平方向反力可能会超出 5.1.2.3.1 中所述范围,制造商应规定所允许的最大力,且力的作用点假定在距作业平台底板高度为 1.1 m 处。

这种力可能是由于使用以下工具引起的,例如:

- 喷水设备;
- 喷涂或喷砂设备;

- 机械式钻孔设备；
- 锤击式钻孔设备；
- 电锤/破碎机。

5.1.2.3.3 作业平台上使用天气防护装置引起的力

如果在设计作业平台时允许使用以顶棚形式覆盖住整个或部分平台的天气防护装置,所产生的风载荷应视为作用在作业平台底板至棚顶的全高度围壁上。风载荷应根据 5.1.2.5 和 5.1.2.8 计算。对于受此类防护装置保护的人、设备和物料的风载荷可以不计。

应将天气防护装置的质量视为额定载荷的一部分。

5.1.2.4 动载荷

计算动载荷时,应将所有运动质量乘以动载系数 1.15。

“运动”包括作业平台的升降,以及在移位工况下 MCWP 的移动。

5.1.2.5 工作状态风载荷

5.1.2.5.1 工作状态下,在室外使用、暴露在风中的 MCWP 受到的最小风压见表 2。

表 2 工作状态下最小设计风压和风速

状 态	风速/ (m/s)	风压/ (N/m ²)
独立式或安装和拆卸过程中的 MCWP	12.7	100
附着式 MCWP	15.5	150

5.1.2.5.2 假定风载荷沿水平方向作用在 MCWP 暴露部件迎风面积的中心。

5.1.2.5.3 用于暴露区域的风载荷系数应符合 GB/T 3811 的规定。暴露在风中的人员,风载荷系数为 1.0。

5.1.2.5.4 每个人的迎风面积为 0.7 m²(平均宽度 0.4 m×平均高度 1.75 m),面积中心在距作业平台底板 1.0 m 高处。

5.1.2.5.5 如果人员站立在 MCWP 无孔护栏(高 1.1 m)后面,则其迎风面积为 0.35 m²,其面积中心位于距作业平台地板 1.45 m 高处。

5.1.2.5.6 直接暴露于风中的人数按以下方法计算:

- a) 暴露于风中的作业平台长度按 0.5 m 圆整并除以 0.5 m;
- b) 如果 a) 中计算的值大于作业平台的允许人数,则取作业平台的允许人数。

5.1.2.5.7 如果作业平台上的允许人数大于 5.1.2.5.6a) 中的值,则用系数 0.6 乘以多出的人数。

5.1.2.5.8 作业平台上暴露于风中的设备和物料的风载荷按其总质量 m_{e+m} 的 3% 计算,作用点为沿水平方向距作业平台底板 1.0 m 高处。

5.1.2.6 移位状态下产生的载荷和力

当 MCWP 在移位状态时,应考虑惯性力及制造商允许的作用在作业平台上的其他载荷。

5.1.2.7 安装拆卸时的载荷

应标明在安装和拆卸 MCWP 过程中的设计载荷。安装时的载荷可能大于额定载荷。

按 5.1.2.2.6 的规定,如果在安装和拆卸 MCWP 时需使用安装吊杆,则安装吊杆的质量及其额定载荷应视为安装载荷的一部分进行计算。

5.1.2.8 非工作状态风载荷

当作业平台处于非工作状态,且处在一个安全位置时,根据表 3 计算风压。
应考虑最不利作用方向的最大风压。

表 3 非工作状态下的风速和风压

人或部件离地面高度/ m	风速/ (m/s)	风压/ (N/m ²)
0~20(含 20)	35.8	800
20~100(含 100)	42	1 100
>100	45.9	1 300

注:表中的风速及风压数值为最小值。在沿海地区或高纬度地区,可使用相关国家标准中提供的信息。

5.1.2.9 缓冲力

计算缓冲力时,应参照 5.4.6 考虑缓冲器作用的特性。当不使用缓冲器时,应考虑减速或撞击引起的力。

5.1.2.10 按 5.5 的要求采取的安全措施

在确定由于采取这些安全措施而引起的力时,所有运动质量的总和应乘以系数 2。如果一个较小的系数能通过加载至 1.5 倍额定载荷所有工况下的试验验证,则可使用,但不得小于 1.2。

5.1.2.11 安装误差

计算安装工况时,考虑到用户安装误差,应将导架角度加上 0.5° 进行计算。

5.1.3 载荷组合及安全系数

应考虑以下几种载荷组合:

- A1:MCWP 处于工作状态,无风,静止;
- A2:MCWP 处于工作状态,无风,动态;
- B1:MCWP 处于工作状态,有风,静止;
- B2:MCWP 处于工作状态,有风,动态;
- B3:MCWP 在安装或拆卸过程中;
- B4:MCWP 处于移位状态下;
- C1:MCWP 处于工作状态,撞击缓冲器时;
- C2:MCWP 处于工作状态,安全装置起作用时;
- C3:MCWP 处于非工作状态。

以上载荷组合(A1、A2、B1、B2 等)在附录 A 中对应为载荷情况 A、载荷情况 B 和载荷情况 C。

在各个载荷组合中,作用于 MCWP 上的载荷和力应符合表 4 的规定。钢结构和铝合金结构的安全系数分别在表 5 和表 6 中给出。

表 4 应加以考虑的载荷组合

载荷	参考条款	载荷组合								
		A1	A2	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3
结构载荷	5.1.2.1	√	√	√	√	√	√	√	√	√
额定载荷	5.1.2.2	√	√	√	√			√	√	
水平方向力	5.1.2.3	√		√						
动态力	5.1.2.4		√		√	√	√			
工作状态风载荷	5.1.2.5			√	√	√	√			
移位状态下产生的载荷和力	5.1.2.6					√	√			
安装和拆卸时的载荷	5.1.2.7					√				
非工作状态风载荷	5.1.2.8									√
缓冲力	5.1.2.9							√		
采取安全措施引起的力	5.1.2.10								√	
安装误差引起的力	5.1.2.11	√	√	√	√	√	√			

表 5 钢结构的安全系数

载荷情况	安全系数
A1、A2	1.5
B1、B2、B3、B4	1.33
C1、C2、C3	1.25

表 6 铝合金结构的安全系数

载荷情况	安全系数
A1、A2	1.7
B1、B2、B3、B4	1.55
C1、C2、C3	1.4

5.1.4 结构计算

参见附录 A。

5.1.5 稳定性计算

5.1.5.1 力的计算

5.1.5.1.1 由结构件自重产生的倾覆力矩应乘以系数 1.1,由额定载荷产生的倾覆力矩应乘以系数

1.2。同时应考虑,当作业平台上升时导架不垂直导致的倾翻力矩会增大。

所有产生稳定力矩的力应乘以系数 1.0。

5.1.5.1.2 风载荷应乘以系数 1.2,并假定作用方向沿水平方向。

5.1.5.1.3 5.1.2.3 中所述的水平方向的力应乘以系数 1.2,并假定其作用方向沿着产生最大倾翻力矩的方向。

5.1.5.1.4 5.1.2.6 中所述的力,应按 5.1.5.1.1、5.1.5.1.2 及 5.1.5.1.3 所述方法计算。

5.1.5.1.5 进行稳定性计算时,应将 5.1.2.11 中所述的安装误差考虑在内。

5.1.5.2 倾翻力矩及稳定力矩的计算

最大倾翻力矩及相应的稳定力矩应按照最危险的倾翻边计算。

应在制造商允许的底盘最大倾斜状态下且最不利的结构形式时计算 MCWP 的力矩,同时应考虑各个载荷和力的最不利组合,包括安装误差。

在各种工况下,计算得出的稳定力矩应大于倾翻力矩。

5.2 设备、底架、底盘和导架总则

5.2.1 设备要求总则

5.2.1.1 MCWP 及其所有部件均应按 5.1 的要求进行计算。

5.2.1.2 应在 MCWP 上设置永久装置,在非工作状态时关闭作业平台,以防未经许可人员使用。

类似的装置也应固定安装在自行式 MCWP 的底盘上,以关闭 MCWP 的所有运动。

这种装置应用挂锁或类似装置锁牢。

5.2.1.3 根据 ISO 13854 和 EN 953 的要求,在底盘与作业平台之间易发生卷入、挤压和剪切的位置应有安全空间或足够的防护。

如不能提供安全空间或足够的防护,则应在作业平台上安装一个听觉报警装置,当作业平台运动到距底盘 2.5 m 的范围内时,能自动发出连续的报警信号。

对于易发生卷入、挤压和剪切伤害的区域,仅当作业平台上的人员、MCWP 地面附近的人员或入口处人员可触及时才加以防护。

5.2.1.4 锁销应以机械方式进行锁紧,以防意外脱离和丢失,并将其固定在工作位置。例如,可通过开口销、锁紧螺母等。另外,当设备处于非使用状态时,应采取防止意外丢失。例如,可采用防脱链。

5.2.1.5 用于安全功能的压缩弹簧应有导向及可靠的端部固定。从设计上应能保证;当弹簧折断时,各自不能相互缠绕。

5.2.1.6 在安装过程中需要搬运的所有部件,例如导架节、平台部件和安装吊杆等,其设计应针对人力搬运条件对其重量进行核算,当超出人力搬运能力时,制造商应在操作手册中给出适用的提升设备的建议。

5.2.1.7 通过提升设备进行部件安装时,应有适用的辅助装置,确保待装部件能被牢靠地吊装并以正确的姿态提升。

5.2.1.8 专用提升设备应按照 GB/T 22437.1 和 GB/T 20863.1 的要求进行设计,且不应在 MCWP 部件的非设计吊装部位进行吊装。

5.2.2 底架和底盘

5.2.2.1 总则

如果驱动系统中使用了链条或皮带,应有自动保护措施以防止链条或皮带失效时底盘意外移动。

如果对同一动作提供动力和手动两种驱动系统,则应有互锁装置以防止两种系统同时动作。
发生供电中断情况后,不应发生意外移动。
底架或底盘上的过道地面应是防滑面。

5.2.2.2 底架

底架上应配备用于安全可靠地连接其他部件(如导架和支腿等)的装置。

5.2.2.3 底盘

底盘上应配备用于安全可靠地连接其他部件(如导架和支腿等)的装置。
应采取的措施或至少给出恰当的警示,以保证 MCWP 处于合理的移位或运输状态。

如果平台在运输中必须锁定在底盘的某个位置上,则应提供运输联锁装置。

应采取的措施防止 MCWP 在底盘上的轮胎失效时失稳。例如,可使用泡沫添充轮胎或在用户手册中给出关于支腿的使用说明等。

5.2.2.4 车轮的驱动(道路运输除外)

应提供制动装置,在所有的地面条件和水平速度以及制造商规定的最大坡度的最不利组合条件下,能使底盘停止并保持静止状态。只有通过人为操作释放制动装置才能保持其释放状态。在其他所有条件下,制动装置应能自动启动。制动的方式不应依赖于可耗尽的能源。

加速度或减速度应在制造商允许的范围内。在牵引 MCWP 之前,驱动应能与车轮脱离。

对于轨道式底盘,在行程的终端应有可使其停止运行的装置。

如果轮轴是可拆卸式的,则应有固定装置,使轴在工作时可安全牢固地固定在底盘上。

5.2.2.5 支腿

支腿应能承载制造商允许的全部载荷。包括在制造商允许的最大倾角和最大坡度下作业时的载荷。

支腿的撑脚应能在任意方向转动一定的角度,该角度为制造商规定的最大坡度加上至少 10° 。

应参照使用手册在支腿上设置标牌,告知用户使用支腿时地面所受的压力。

应通过机械止停装置对支腿梁的移动进行限制,至少能在极限位置时将其锁止。

支腿的设计和制造应有防止其意外移动的措施。

液压式支腿应有直接装在液压缸上的持压阀。例如,液压控制式的检测阀或制动阀,即使在硬管或软管破裂的情况下,也能防止液压油意外流入或流出液压缸。该阀的闭锁不应导致危险情形的发生。

动力式支腿应装有防止其意外移动的装置,除非作业平台在指定位置。

平台工作时不应使用气动支腿。

当导架下方直接装有中心支撑时,也应符合本条的相关要求。

5.2.2.6 牵引杆

如果牵引杆在未工作时处于仰起位置,应安装一个自动装置将牵引杆保持在该位置,使其不能意外松开。

设计时应考虑到牵引杆和转向机构的操作不能对用户造成危险。

5.2.2.7 警告标记

支腿、支腿梁及底架或底盘上伸出平台主轮廓线的其他部分应涂上安全色。

5.2.3 导架结构

5.2.3.1 总则

提升时,为驱动系统导向的导架部件(如齿条、驱动导轨和横挡等),应能通过不解体的方法进行目测细节检查。

5.2.3.2 齿条和类似装置

齿条应牢靠地装在导架上。相邻齿条的接合点应定位准确,以防止齿条错位对齿轮或类似部件造成损伤。

5.2.3.3 附着点

如果 MCWP 附着在一个独立的支撑结构上,导架上每隔一定的间距应设置附着点。附着点的设计应符合 5.1 的要求。

5.2.3.4 标志

所有的导架节都应标有单独的识别号或序列号,以确定制造日期。

5.2.4 导架的安装设计

应提供有效可行的措施,以确保只有可互换的导架节才能进行安装。

导架的设计与制作应确保在相邻导架节之间可以进行有效的载荷传递,并能保持导架的直线度。

当用导架节主弦杆作为驱动架上导向轮的导轨时,相邻导架节的接合点应保持连续。

导架向工作位置倾斜使用的 MCWP,应有确保导架可以以机械方式自动锁定在工作位置的装置。除非锁止装置启用,否则作业平台不能提升。

5.2.5 附墙架

5.2.5.1 总则

在导架安装高度超过制造商规定的最大独立高度时,应有侧向支撑将其与邻近的独立支撑结构连接起来。这种支撑通常为附墙架的形式,在导架与独立支撑结构之间每间隔一定距离应进行附着。

5.2.5.2 设计

附墙架的设计应便于手动操作,且在进行装配时使用手动工具即可操作,同时能进行一定量的调节以适应 MCWP 导架和支撑结构间的偏差。附墙架应能为导架提供足够的抗扭刚度。

5.2.5.3 连接支撑结构的附件

连接支撑结构的导架的附件应能承受在工作状态和非工作状态时产生的所有力。

在使用说明书中应有足够的信息,以便能对提供附着的独立支撑结构所受的力进行计算。

5.3 作业平台

5.3.1 总则

5.3.1.1 平台正常运行及操作过程中,当承受额定载荷和其他力时,作业平台应保持水平状态,允差为 $\pm 2^\circ$ 。在 5.5 所述的操作方式中,以及操作 5.6 所述紧急升降装置时,作业平台与水平方向的最大允差

为士5°。

5.3.1.2 作业平台底板上的活板门应可靠锁紧且不得向下打开。

5.3.1.3 作业平台的底板应采用防滑材料,易清洗,有自排水能力。底板上的开口或底板与护脚板之间的间隙,应能防止直径15 mm的球体通过。底板材料应可靠固定在作业平台上。延伸平台应为底板材料的固定做准备。

5.3.1.4 作业平台底板的设计应保证在最不利的0.1 m×0.1 m区域内,可承受至少200 kg的静态载荷而不发生永久变形。

5.3.1.5 主平台的任何延伸平台应可靠紧固,以防发生意外滑动。

应有最大允许延伸位置的明确的指示。延伸平台的设计应避免超出其最大允许位置。

5.3.1.6 延伸平台与主平台底板的高度差应不大于0.5 m。

5.3.2 防护

5.3.2.1 主平台和任何延伸平台的所有边缘都应设有护栏和护脚板,并且护栏和护脚板应能被牢固地锁紧。

5.3.2.2 除5.3.2.4中的情形外,护栏的高度应不低于1.1 m,护脚板的高度应不低于0.15 m,中间横杆与顶部横杆和护脚板的距离均不应超过0.5 m。

5.3.2.3 护栏的结构应能承受由平台上允许的人数施加的沿水平方向向外、间隔为0.5 m、大小为300 N的集中力。

各护栏顶部的最不利位置应能承受大小为100 kg的竖直方向的载荷,该载荷与水平方向的载荷不同时施加。

5.3.2.4 如果平台沿墙面安装,且平台与墙面之间的距离大于0.3 m但不超过0.5 m,则应装有高度不低于0.7 m的护栏(可以无中间横杆,但应有护脚板),以防止人员从墙与平台之间的间隙处跌落。如果间隙大于0.5 m,则应按5.3.2.2的要求安装高度为1.1 m的标准护栏。

当墙面与作业平台间的水平距离不大于0.3 m时,不需要安装护栏。见7.1.2.12。

5.3.2.5 链条或绳索不应用作护栏。

5.3.2.6 当主平台及延伸平台的运行速度超过0.06 m/s,或平台与导架之间的距离小于150 mm时,应安装不低于2 m的防护装置,以防止人员触及导架。

靠近导架的平台边缘应安装高度不低于150 mm的护脚板。

其间隙应符合GB 23821的规定。

5.3.2.7 如果导架和建筑物之间设有延伸平台,应采取措施防止带有延伸平台的作业平台运行。

5.3.2.8 如果延伸平台与主平台不在同一平面,则应在两个水平面间未保护的开口处较低的水平面安装高度至少为0.15 m的护脚板。

5.3.3 入口

5.3.3.1 作业平台至少应有一个入口,并且该入口门不应向外打开。所有入口的结构应使其能自动关闭或用电控的方式进行互锁,以防止作业平台在入口门处于开启状态时运行。入口门应不能被意外打开。链条或绳索不应当做入口门使用。

5.3.3.2 当入口处地面与作业平台底板间的高度差超过0.5 m时,MCWP应安装扶梯或与入口门对称的阶梯以便于人员进出。阶梯或梯级应在入口处地面与作业平台的底板间均匀分布,并且任何情况下,单级台阶的高度应不超过0.3 m。

阶梯或横挡的前端应至少留有0.15 m的脚尖间隙。

5.3.3.3 扶手、护栏或类似装置应方便人员通过扶梯登上作业平台。

5.3.4 多级作业平台

对于多级作业平台,应考虑附录 B 中方式 A 和方式 B 的特殊要求。还应满足以下要求:

- a) 所有用于多级 MCWP 上的辅助部件应根据 5.1 进行计算。
- b) 施加于主平台和导架结构的所有附加力应根据 5.1 进行计算。
- c) 保护装置应符合 5.3.2 的要求。
- d) 在方式 B 中,对位于低处的平台要装有防护顶以避免人员被落下的物体击伤。该防护顶应满足:
 - 在任一 $0.1\text{ m} \times 0.1\text{ m}$ 面积内能承受 100 kg 的均布载荷;
 - 能阻止直径为 15 mm 的球体通过。
- e) 方式 A 中,两个作业平台底板之间的距离应不大于 3 m 。如果上部平台下方的区域为工作区域,则平台之间的距离应至少为 1.5 m 。
方式 B 中,两个作业平台间距应能通过安全接触开关进行控制。在正常工作条件下,应将水平误差考虑在内,且此间距应不小于 2.5 m 。
- f) 方式 A 中的扶梯应符合 5.3.3 的要求。在平台的防护区域内两个作业平台间应有固定入口。活板门应符合 5.3.1.2 的要求。
在方式 B 中,两个作业平台之间不应有直接入口。
- g) 方式 A 中,使用多个导架时,平台的水平度应符合 5.3.1.1 的要求。设计制作时应保证在整个水平调整范围内,附属作业平台与导架间应有一定的间隙。
- h) 控制装置应符合 5.13 的要求。
- i) 缓冲器应符合 5.4.6 的要求。方式 A 中,附属作业平台在主作业平台下方时,应增加缓冲器的高度,使缓冲器对主作业平台起作用。
- j) 方式 A 中,行程限制开关应符合 5.12 的要求,同时应考虑附属作业平台的位置;
方式 B 中,每个作业平台都应有单独的行程限制开关,且都符合 5.12 的要求,间隔距离应符合 5.3.4e) 的要求。

5.4 提升驱动系统

5.4.1 总则

- 5.4.1.1 平台升降时的最大额定速度应不大于 0.2 m/s 。
- 5.4.1.2 应有固定的防护装置以防止物体进入驱动系统造成驱动系统零部件损坏,并保护人员免受伤害。
- 5.4.1.3 链条或皮带应仅在驱动机构与电气安全装置连接时使用,该电气安全装置能在链条或皮带失效时使作业平台停止并保持静止状态。
- 5.4.1.4 手动驱动系统的设计及制造应能防止操纵手柄的反冲。
- 5.4.1.5 应采取防止在正常运行过程中最上端的导向轮或导靴滑出导轨顶部。应采取进一步措施,以确保在任何情况下,包括安装或拆卸时,安全装置的齿轮不会与齿条脱离啮合;其他机械式安全装置也应确保作业平台不能意外下滑。
- 5.4.1.6 应采取防止当任何导向轮或导靴发生失效时作业平台仍能保持稳定。
- 5.4.1.7 液压驱动系统应符合 EN 982 和 5.10 的要求。
- 5.4.1.8 当同一个导架上有两套驱动单元时,在正常运行条件下,每套驱动单元均应能通过自动调整装置均匀承担所有载荷。

5.4.2 齿轮齿条驱动系统

此条适用于齿轮齿条动力驱动系统的 MCWP。

5.4.2.1 在任何载荷条件下,应采取使齿条与驱动齿轮及安全装置齿轮正常啮合。此措施不应依赖于平台导向轮。所使用的装置应能限制齿轮的轴向移动,应确保至少 2/3 的齿宽与齿条处于啮合状态。

5.4.2.2 即使在背轮或其他啮合控制零件发生失效、出现局部弯曲或导架发生偏斜时,也应保证齿轮偏离距离不应超过正常啮合时齿高的 1/3。

5.4.2.3 齿轮及齿条的模数应不小于:

——4,如果驱动系统的背轮或其他啮合控制零件不与导架其他零件接触而直接作用在齿条上;

——6,如果驱动系统的背轮或其他啮合控制零件通过另一个与齿条直接接触的导架部件起作用。

5.4.2.4 任一安全装置齿轮的安装位置应低于驱动齿轮。

5.4.2.5 驱动齿轮的强度设计应符合 ISO 6336-1、ISO 6336-2、ISO 6336-3 和 GB/T 3480.5 的规定,轮齿强度应满足不低于 10^8 次的载荷循环。齿轮的结构尺寸应根据 GB/T 3480.5 确定,考虑每个齿轮在总静载荷作用下轮齿所受到的实际应力,轮齿强度安全系数应不小于 1.5。

5.4.2.6 齿条应采用与驱动齿轮耐磨性相匹配的材料制造,齿的强度应根据 ISO 6336-1、ISO 6336-2、ISO 6336-3 和 GB/T 3480.5 的规定进行设计,其静态强度不低于 10^8 次载荷循环所对应的强度。

齿条的尺寸应符合 GB/T 3480.5 的规定,齿的强度按实际应力进行计算,所采用的最小安全系数为 1.5。

5.4.2.7 当有多个驱动齿轮与齿条啮合时,在所有正常运行条件下,应有自调整措施以实现各个齿轮均匀受载。

5.4.2.8 不应将齿轮用作导向轮。

5.4.2.9 在不拆卸齿轮且不对 MCWP 结构部件做大的拆卸的情况下,应对所有开式齿轮进行目测检查。

5.4.3 棘轮驱动系统

此条适用于通过棘轮动力驱动系统提升的 MCWP。

5.4.3.1 总则

5.4.3.1.1 平台升降时的最大额定速度应不大于 0.06 m/s。

5.4.3.1.2 应有措施确保驱动系统和安全装置与导架节上的横挡或其他元件正确啮合。这些措施的实现不应依靠平台上的导向轮。

5.4.3.1.3 在不进行大的拆解情况下,应对驱动机构进行目测检查。

5.4.3.1.4 驱动机构不应用作导向轮。

5.4.3.2 设计要求

5.4.3.2.1 驱动系统应至少有一个接触点与导架完全接合。

5.4.3.2.2 驱动系统的设计应符合 5.1 的规定。

5.4.3.2.3 棘轮驱动机构的设计应满足一般机械设计原则,考虑在总静态载荷下产生的实际应力,最小疲劳安全系数为 1.5,驱动机构的动力元件的疲劳载循环次数应不低于 10^8 。

5.4.3.2.4 当同一个导架上有多个驱动单元时,在所有正常运行条件下,应有自调整措施以实现各驱动单元均匀受载。

5.4.3.3 棘轮驱动系统的安全装置

5.4.3.3.1 MCWP 应提供符合 5.5 要求的安全装置,以避免因驱动系统失效引起平台自由坠落。

5.4.3.3.2 安全装置的安装位置应低于驱动系统。

5.4.3.3.3 考虑材料抗拉强度和在额定载荷和最大可能速度情况下所受的最大力,导架上支撑安全装置的元件的安全系数应为 2.5。

5.4.3.4 下限位开关

如果驱动单元不能在导架或底架上产生提升力,棘轮驱动系统不需要安装下限位开关。当满足 5.4.6.2 的要求时,底架可充当缓冲器的作用。

5.4.3.5 上限位开关

如果棘轮驱动系统不会使导向轮脱离导架,并且平台的上导向轮也不会脱离导架,则不需要安装上限位开关。

5.4.4 螺杆驱动系统

本条适用于通过动力驱动的螺杆驱动系统提升的 MCWP。

5.4.4.1 总则

考虑在总静态载荷下产生的实际应力,螺杆驱动元件设计疲劳安全系数应取 1.5,齿形啮合件的设计疲劳载荷循环次数应为 10^4 次,驱动机构动力元件的设计疲劳载荷循环次数应为 10^6 次。

5.4.4.2 齿形啮合件

齿形啮合件及类似支承部件应与导架可靠连接。

相邻导架节的齿形啮合件应精确衔接且共线,以避免错误啮合或损坏驱动系统。

5.4.4.3 螺杆驱动单元

5.4.4.3.1 应有措施保证齿形啮合件与螺杆驱动单元在所有载荷情况下均持续啮合,导向轮应限制螺杆系统在其轴线上运动,使齿形啮合件与螺杆驱动单元充分啮合以保证其安全运转。

5.4.4.3.2 应保证螺杆驱动元件与齿形啮合件在任何情况下均不离开正确啮合位置接触面的 1/3,即使在背轮失效、局部弯曲变形及导架倾斜状态下也应保证。

5.4.4.3.3 当齿形啮合件同时与多个驱动螺杆啮合时,在所有正常运行条件下,应有自调整措施以实现各个驱动螺杆均匀受载。

5.4.4.3.4 安全装置的安装位置应低于驱动系统。

5.4.4.3.5 在不移除驱动螺杆或不拆解 MCWP 主要组件的情况下,应对驱动螺杆进行目测检查。

5.4.4.4 下限位开关

在下列条件均满足的情况下,不必安装下限位开关或下极限开关:

- 在任何情况下,包括操作安全系统(5.5.1.1)时,作业平台的最大下降速度不超过 0.2 m/s。
- 有缓冲器,且缓冲器无活动部件,可无磨损地重复使用。
- 依照 5.4.6 设计缓冲器,考虑平台动力撞击缓冲器的可能性。
- 驱动系统设计有载荷限制装置,当平台动力撞击缓冲器时,能避免驱动系统损坏;驱动系统设计时,考虑到冲击发生时的合力。

5.4.4.5 上限位开关

在下列条件均满足的情况下,螺杆驱动系统不必安装上限位开关或上极限开关:

- a) MCWP 的设计满足在正常工作条件下,最上部的导向轮或导靴不能滑出导轨最上端;
- b) 在任何情况下,作业平台均不能脱离导架最上端;
- c) 在任何情况下,包括安装状态和平台处于最大不平衡载荷状态时,平台仍能保持如 5.3.1.1 所述的水平状态。

5.4.5 制动系统

5.4.5.1 总则

5.4.5.1.1 每个作业平台都应提供一套能在下列情况下自动动作的制动系统:

- a) 主电源供电中断时;
- b) 控制回路电源中断时。

如果是双导架或多导架结构,则对每个导架都能实施制动。

不得使用链条或皮带将驱动齿轮与此类部件耦合连接。

5.4.5.1.2 由制动系统独自实施的制动应能使在额定速度下运行并载有 1.25 倍的额定载荷的平台以 $0.2g \sim 1.0g$ 的减速度停下来。另外,当平台在额定载荷下,运行速度达到超速检测装置触发速度时,制动系统应能使设备停止。

5.4.5.1.3 在只有一个制动器的情况下,制动器的所有参与制动鼓或制动盘或驱动齿轮制动动作的机械部件,其设计结构和安装方式应确保当其中的某一部件失效时,仍能提供足够的制动能力以使带有额定载荷的作业平台停止下来。

5.4.5.1.4 制动器直接作用的元件应与链轮或驱动齿轮或类似装置刚性连接。

5.4.5.1.5 按 5.6 中要求,带有紧急下降或提升装置的设备,应能手动释放制动器,并且需要持续用力才能使制动器保持松开。

5.4.5.1.6 制动动作应通过压缩弹簧实现。弹簧应有足够支撑,并且弹簧压缩时不应超过弹簧材料扭转弹性极限的 80%。

5.4.5.1.7 制动块和制动衬片等应用阻燃材料制作(禁止使用石棉材料),且应被可靠固定,正常的磨损不会对其固定产生削弱。

制动器应可通过一定方式调整。

制动系统应能防止润滑油、水、尘土或其他污物进入,防护等级应至少满足 GB 4208 中 IP23 的要求。

5.4.5.1.8 不应使用带式制动器。

5.4.5.2 对机电式制动器的特殊要求

5.4.5.2.1 在正常工作条件下,需要持续电流才能使制动器处于打开状态。

无论制动器电流的中断是否会引起驱动机电电源的中断,至少应有两个独立的电气装置可以切断制动器的供电电流。

当作业平台处于静止状态时,如果某个接触器仍未使主接触器打开,则最迟到下一次运行方向变换时,不应有进一步的移动。

5.4.5.2.2 当作业平台的电机处于发电状态时,电机电流不应为制动装置提供电能。

当制动器释放电流断开时,制动器应立即动作而不应有延迟(使用二极管或电容直联到制动线圈端子时,不认为是延迟)。

5.4.5.3 对机械液压式制动器的特殊要求

5.4.5.3.1 在正常工作条件下,应需要持续的压力才能使制动器处于打开状态。

5.4.5.3.2 启动平台时,在驱动达到正常的工作力矩前,制动系统不应打开。

5.4.6 缓冲器

5.4.6.1 如果作业平台在下行程终端的减速度可能超过 $1.0g$,应安装缓冲器。

5.4.6.2 缓冲器的总行程应至少等于作业平台在额定载荷情况下以可能的最大运行速度并以 $1.0g$ 的减速度减速时的制动距离。可能的最大运行速度应为工作时可能发生的、超速安全装置的触发速度或速度限制系统的触发速度,取其中较大者。

5.4.6.3 如缓冲器随作业平台一起运动,其应撞击清晰可见的垫块。

5.5 防止作业平台超速下降的措施

5.5.1 总则

5.5.1.1 所有的 MCWP 均应安装一种装置或采取某种措施,当发生任何失效(导架/作业平台的结构失效除外)时,可防止作业平台坠落,在速度超过 0.5 m/s 之前动作。这种装置或措施应能自动制动住载有 1.1 倍额定载荷的作业平台。

制动装置动作或制动措施启动后引起的减速度应不小于 $0.05g$,且不大于 $1.0g$ 。

应通过以下方法之一实现此功能:

- a) 一个如 5.5.2 所要求的超速安全装置;
- b) 如 5.5.3 所述的多驱动单元。

5.5.1.2 具有安全相关功能的可调节元件应通过工具进行调节,或将其封闭起来以防未经授权的调节。

5.5.1.3 这些装置的设计或采取的措施应确保其所处环境条件不会对其安全操作产生影响。

5.5.2 超速安全装置

超速安全装置应包含超速检测装置和可将作业平台制停并使其静止在导架上的机械装置。

5.5.2.1 设计要求

5.5.1.1a)要求的超速安全装置应满足:

- a) 独立于驱动机构之外,但不包括齿条和横挡;
- b) 在正常工作、安装、维护和拆卸等情况下,均处于正常工作状态;
- c) 不依赖于外部能量或某种电路或辅助回路工作;
- d) 无需进行大的拆卸,就可进行外观检查、维护和试验;
- e) 基于材料抗拉强度、以及在额定载荷和最大可能的运行速度(参见 5.5.1.1)条件下的最大受力进行设计,其安全系数为 2.5 ;
- f) 可由一名专业人员在远离作业平台的位置进行试验,以避免人员受伤;
- g) 不用于作业平台的导向;
- h) 通过超速检测装置激发超速安全装置,并使作业平台制停在导架或齿条上(参见 5.5.2.2);
- i) 在超速安全装置启动的同时自动切断正常工作的控制回路;
- j) 由专业人员的操作可对超速安全装置进行复位,使 MCWP 回复正常工作状态;
- k) 超速安全装置的制动作用从其触发点到平台停止点逐渐增大。

5.5.2.2 超速检测装置

5.5.2.2.1 超速检测装置的激发速度应由制造商确定,但在任何情况下,作业平台运行速度都应不超出 5.5.1.1 中的规定。

5.5.2.2.2 超速检测装置应靠机械的方式动作,并应通过超速安全装置驱动或钢丝绳驱动。

5.5.2.2.3 如果钢丝绳或滑轮用于超速检测装置,则:

- 钢丝绳直径应不小于 6 mm;
- 滑轮直径与钢丝绳的直径之比应不小于 20;
- 钢丝绳的最小破断拉力与最大工作拉力之比应不小于 8;
- 工作时钢丝绳产生的最小力应不小于 300 N,且不小于超速安全装置工作所需力的 2 倍。

5.5.3 多驱动单元

如果使用 5.5.1.1b) 中所述的多驱动单元,则以下条款应适用:

a) MCWP 每个导架上应至少安装有两套驱动能力相同的独立的直接驱动单元,每套驱动单元应有各自的制动器,且每个制动单元应完全独立可靠,但分别与导架连接。

b) 当一套驱动单元或其制动器出现故障时,其余的制动器仍能将承载 1.1 倍额定载荷的作业平台由最大可能速度甚至在紧急下降情况下制停并保持静止(见 5.6)。

此外,每个制动器应有最小两倍于每个驱动单元设计载荷的制动力。

c) 在正常工作、安装、维护和拆卸时,每套驱动单元均应处于正常工作状态。

d) 制动系统应能进行试验以验证 5.5.3b) 的要求。

e) 制动系统应在无需进行大的拆卸的情况下进行外观检查、维护、系统功能试验。

f) 每套驱动单元,包括齿条等设计时,基于材料抗拉强度以及在驱动额定载荷和最大可能速度条件下的最大受力进行设计,其安全系数应不小于 2.5。

应考虑在至少一套驱动单元失效的情况下,确定每套驱动单元上的载荷。

g) 驱动系统应对影响驱动单元正常工作的任何故障进行检测,当检测到故障时,制动器应自动制动并阻止驱动系统的正常工作。

电力驱动系统应至少指示出会导致各驱动单元所要求的电流的偏差超过满载电流 25% 时的机械性整体损失。

液压驱动系统应至少指示出会导致各驱动单元所要求的力矩的偏差超过满载力矩 25% 时的机械性整体损失。

h) 驱动系统应装有速度限制系统,以阻止作业平台的下降速度超过 0.4 m/s。

在最不利结构形式下,速度限制系统应能承受作业平台及其额定载荷,并应有最小为 2.5 的安全系数,该系数基于材料的抗拉强度和驱动单元中的制动器失效或机械性失效时产生的最大力。

5.6 作业平台紧急下降或提升的措施

5.6.1 MCWP 应配有在特定情况下可通过手动操作进行作业平台紧急下降的措施,包括动力系统失效的情况,但影响作业平台安全运行的机械故障除外。

这些措施应能使作业平台紧急下降,以便人员能通过合适的、可利用的现场条件离开。

5.6.2 这些措施应:

a) 在作业平台上一个安全的、容易到达的、且对运行区域有最好视野的地方进行操作;

b) 对其操作装置要有足够的遮挡或其他措施,以尽可能防止由任何原因引起的意外操作;

c) 仅当控制装置用不大于 400 N 的手动操作力保持在一个特定位置时,只能通过止-动式控制装置允许作业平台下降;

- d) 需对制动装置进行暂时释放(参见 5.4.5);
- e) 松开紧急下降装置后,制动系统可立即自动制动;
- f) 可对承载 1.1 倍额定载荷的作业平台进行紧急下降操作;
- g) 根据 5.3.1.1 的规定,紧急下降过程中,作业平台的任何部件偏离水平位置的角度应不超过 $\pm 5^\circ$ 。

5.6.3 紧急下降措施不应妨碍 5.5.1.1a) 和 b) 中所述装置的使用。

5.6.4 作业平台除应有紧急下降措施之外,还应设有作业平台紧急上升措施。这种措施应符合 5.6.1、5.6.2 和 5.6.3 中的规定,只是将其中的“下降”改为“提升”。

5.7 超载/超力矩保护装置

5.7.1 MCWP 应安装有超载和超力矩检测及指示装置,符合 5.7.16 的情况例外。

5.7.2 此装置应能检测出由在作业平台上的人、设备和物料引起的总的载荷。也应能检测出由这些载荷引起的可能导致 MCWP 倾翻或失效的力矩。此装置应至少能检测:

- 作用在有悬臂的主平台上的弯矩和扭矩;
- 作用在简支梁形式的主平台的中间结构上的弯矩和扭矩;
- 作用在导架上的弯矩。

5.7.3 至少在作业平台处于静止状态时,应能进行超载/超力矩的检测。

5.7.4 超载检测装置应与额定载荷和其在 MCWP 的额定载荷图上标示的载荷作用位置相符。

5.7.5 对载荷和力矩的检测及显示应:

- a) 自动适应不同的平台结构形式。
- b) 对于不同的结构形式,如果不能进行自动检测和显示,则应有一个装置对作业平台的结构形式进行选择。所选择的设置应与 MCWP 实际的结构形式相符,且有明确的区分。可通过以下两种方式之一进行:
 - 1) 对相应的平台的结构形式有清晰的标记。
 - 2) 对每种设置都有一个代号。这种情况下,对关于某个单独代号或结构形式标记的代号解释,应给出清晰的说明。

5.7.6 允许选择的数量不应超过作业平台结构形式的数目。

5.7.7 应对形式选择装置加以防护,以避免未经授权的人员接触。

5.7.8 超载/超力矩检测器应能在达到 1.1 倍额定载荷或力矩前触发,并且一旦触发,能持续将有关控制分隔开,直到超载状况消除。

5.7.9 超载/超力矩检测器和指示器的设计与安装,应考虑在不拆卸和不影响检测器和指示器性能的情况下进行 MCWP 超载试验的需要。

5.7.10 当超载/超力矩检测器启动后,超载指示装置应持续地发出视觉和听觉信号对操作人员和其他在作业平台附近的人员发出警告。

5.7.11 不应为用户提供能取消该警告的装置。

5.7.12 视觉警告信号应使作业平台上所有人员可见。

5.7.13 应对超载/超力矩检测器和指示器进行合理布置,使得在不必对作业平台加载的情况下也能检查其工作情况(可不必考虑其工作精度)。

5.7.14 超载/超力矩检测器和显示器应符合 5.11 的规定。

5.7.15 附录 C 中给出了对超载检测装置的电气和电子电路要求。

5.7.16 如果满足以下要求,可不安装符合 5.7.1~5.7.15 的装置:

- 所有计算是基于与额定载荷 m (参见 5.1.2.2.1)有关的且乘了一个系数 f 的载荷参数 m_p 、 m_s 和 m_{+m} 进行。而根据图 8,系数 f 又是额定载荷 m 的一个函数。
- 用与上述相同的载荷对制动装置或安全装置/措施进行计算。

——在稳定性计算时,考虑了增大的载荷以免其引起倾翻力矩。

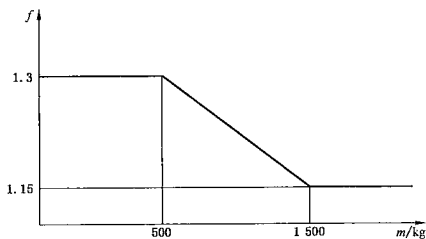


图8 系数 f 与额定载荷的关系

5.8 电气系统

5.8.1 总则

- 5.8.1.1 电气和电子电路装置及元件安装应符合 GB 5226.1 的规定。
- 5.8.1.2 安全和控制回路应符合 GB 5226.1 的规定。安全和控制回路应与其他回路电气分开。
- 5.8.1.3 应使用变压器给控制电路供电。变压器应有独立绕组,且控制电路的一端应与保护性接地(PE)(见 GB 5226.1)相连。
- 5.8.1.4 所有安全接触器均应为符合 GB 14048.5 规定的常开操作方式。

5.8.2 电力驱动系统

- 5.8.2.1 在底座或底盘上的易触及位置,应根据 GB 5226.1 的规定安装一个主控制开关。
- 5.8.2.2 任何驱动系统应在距离驱动装置不超过 2 m 的范围内安装一个能切断驱动装置各相电的断电装置。
- 5.8.2.3 当方向控制装置缺相时,设备应停止工作。
- 5.8.2.4 应采取的措施确保在作业平台的整个行程内,任何随行电缆可自由安全移动。如果导架是倾斜的或采用方式 B(见附录 B)中的多级作业平台,应有额外的预防措施,例如,使用电缆导架使电缆沿倾斜的导架运行或采用自动电缆卷筒等措施。

5.8.3 安全开关

安全开关的动作应能完全地断开触点,即使在触点熔粘的情况下也不例外。安全开关应符合 5.8.1.4 的要求和表 7 中列述的使用条件。

表 7 电气开关使用条件

条款	检查装置	开关*	按 GB/T 16855.1—2008 的控制系统分类
5.3.4e)	距离控制开关	sc	1
5.5.2.1i)	超速安全装置的動作	sc	1
5.12.1	上、下行程开关	ssr	B
5.12.2	极限开关	sc	1

* sc——安全回路中的安全开关; ssr——自动复位的安全开关。

5.8.4 控制系统

除表 7 所列之外,控制系统应符合 GB/T 16855.1—2008 中种类 1 的要求。包括使用电力或液压动力的任何控制系统。

在备份式回路及分集式电路中,应采取措施尽可能限制由一个原因引起多个电路同时失效的危险情况的发生。

5.9 内燃机驱动系统

5.9.1 应提供防护装置,以避免操作位置附近或 MCWP 附近地面或其他入口处的人员受到热伤害或机械伤害。

5.9.2 内燃机的排气口不应朝向操作位置。

5.9.3 燃油及其他液体的加注孔(阻燃液体除外)的放置应避免溢出的液体流到很热的部件上(例如内燃机的排气口)。

5.9.4 MCWP 储存燃油的位置附近应放置灭火器。

5.9.5 蓄电池和容器应进行固定,以避免其运动造成人员危险。

5.9.6 在蓄电池容器、箱体或盖板上应设置适当的通风孔,以避免废气聚集。

5.10 液压系统

5.10.1 总则

5.10.1.1 液压系统的设计应符合 EN 982 对液压力系统和部件的安全规定。

5.10.1.2 应由制造商通过计算和试验确定油路中部件可能受到的工作压力。

5.10.1.3 应在每个液压回路中安装适用的压力表。

5.10.1.4 液压系统应能使吸入的空气排出。

5.10.1.5 通向大气的液压油箱应装有空气滤清器。

5.10.1.6 每个液压油箱都应有一个显示液位且标有最高和最低液位刻度的装置。

5.10.1.7 液压系统应装有溢流阀以提供过压保护。溢流阀应是可调节的、密封的并仅可通过专用工具进行压力设置,其压力应调节到不超出额定载荷时工作压力的 20%。如果在液压系统中使用不同的最大压力,则应安装相应的溢流阀。

5.10.1.8 液压系统的承压部件应能承受溢流阀允许的最大工作压力,且这些部件的设计应能满足至少承受此压力的 2 倍而无永久变形。

5.10.1.9 液压油管,包括配件,应能承受溢流阀设定的最大工作压力的 4 倍而不爆裂。

5.10.1.10 液压系统的其他所有部件应至少能承受系统的最大工作压力。

5.10.1.11 先导阀的设计与安装应能在发生动力故障时确保设备安全。

5.10.2 液压缸

5.10.2.1 液压缸的设计和安装应符合液压力系统和部件的相关标准(EN 982 或等效标准)。

5.10.2.2 承受交变载荷的螺纹连接处,设计时应考虑疲劳影响和防止螺纹松脱。应在可观察到的螺纹连接处用画线或涂漆的方法标示,以方便检查螺纹松动。

5.10.2.3 持压油缸应装有防止外部油管失效引起意外动作的装置,该装置除非通过外力才能打开。

这个装置应是下列之一:

- a) 与油缸是一体的;
- b) 直接且牢固的法兰安装;

- c) 放置在靠近油缸的位置并且用刚性管连接(越短越好),焊接或法兰连接且与油缸的计算方法相同。

5.11 对依靠辅助回路的安全装置和超载/超力矩检测装置的特殊要求

- 5.11.1 这些装置应与 MCWP 的设计用途相匹配。
- 5.11.2 应符合 GB 5226.1 的要求。系统应能进行定期性检查以验证其所有功能均正常。
- 5.11.3 当发生电力中断时,显示器的数据和刻度都应保留。
- 5.11.4 限制与指示装置的失效应进入“安全”状态,即其任一故障都能导致正常操作用的控制回路断开。

5.12 限位开关

- 5.12.1 应安装带有触头(此类触头应符合 GB 14048.5-2008 中第 3 章的要求)的限位开关,以使额定速度运行的作业平台在其最高及最低工作面自动停止运行。在最低工作面触及缓冲器及极限开关前,应能使作业平台停止运行。在最高工作面触及极限开关前,应能使作业平台停止运行。
- 5.12.2 应安装上极限开关。其安装位置应能确保当作业平台运行到导架顶部之前作业平台可以完全停止。在触上极限开关后可允许作业平台向下运行,但作业平台进一步向上的移动应在专业人员的正确干预后才能进行。

应安装下极限开关。其应能切断电源以使作业平台无动力撞击缓冲器。当下极限开关动作后,作业平台不应有任何动作,直到有专业人员的正确干预。

- 5.12.3 终端停止开关(限位开关)和极限开关,应分别独立安装触发装置和控制装置。

可将一个极限开关兼用作上极限开关和下极限开关两个功能。

5.13 控制装置

- 5.13.1 在自行式 MCWP 上,移位控制器不应同时进行水平运动和竖直运动的操作。
- 5.13.2 正常的垂直运行控制装置只允许安装在作业平台上。控制 MCWP 底盘水平运动的装置不应安装在平台上。
- 5.13.3 如果可以在不同的控制位置控制运动,则这些控制应为互相联锁的,使得只能从一个预先选定的控制位置操作。
- 5.13.4 平台应设置手动控制装置,只有当此装置被激发后,平台的所有运动才能进行。释放后,该控制装置应能自动回到零位。所有控制装置的布置应能防止意外操作。
- 5.13.5 当平台垂直运行时,控制台的位置应能保证操作人员对平台整个移动区域有最佳视野,确保平台安全运行。在任何移动式操作台上都应贴有警告标志,指明禁止从作业平台之外的位置对其进行竖直运行操作。
- 5.13.6 急停控制装置应按照 GB 5226.1 的要求安装在平台上。
- 5.13.7 在启动或动力供应中断后恢复时,除非人为操作,否则 MCWP 不应有进一步的运动。
- 5.13.8 控制装置应符合 EN 614-1 的要求,并考虑操作人员戴手套进行操作的可能性。

6 新型 MCWP 的安全验证的要求和/或措施

6.1 设计审核

设计检查应能验证 MCWP 的设计是否符合本标准的要求,尤其应对下列文件进行验证:

- a) 包含 MCWP 主要尺寸的图纸;
- b) 关于 MCWP 性能的必要信息的说明;

- c) 使用材料的信息；
- d) 电气、液压及气动回路原理图；
- e) 操作手册。

以上文件应给出所有必要信息以确保：

- 对稳定性计算进行审核(参见 5.1.5)；
- 对结构计算进行审核(参见 5.1.4)。

6.2 实用性试验

6.2.1 总则

应进行实用性试验以验证：

- MCWP 的稳定性；
- MCWP 的结构完整、合理；
- 所有功能运转正确、安全。

这些试验应在以下情况下进行：

- a) 独立式 MCWP, 导架架设到最大独立高度；
- b) 附墙式 MCWP, 至少安装两套附墙架, 附墙架的间距为允许的最大间距, 且应有最大允许悬臂高度。

当 MCWP 允许独立和附墙两种工况时, 应对两种工况分别进行试验。

6.2.2 稳定性试验

6.2.2.1 总则

应在制造商允许的底盘最大倾角加 0.5° 的状态下安装 MCWP, 支腿(如果配备)应按照制造商的规定使用。试验载荷应按 5.1.5 中所述的所有最不利的载荷和力的组合进行加载。

如果试验载荷考虑了制造商规定的底盘最大允许倾角加上 0.5° 的作用效果作了重新计算, 则试验可在平地进行。

必要时, 试验载荷可施加于适当且坚固的位置, 以避免造成 MCWP 的部件应力过大。

试验应对所有最不利的伸出位置和收回状态重复进行。

不附着的 MCWP, 在承受试验载荷和力的组合时, 能处于静止状态而不倾翻, 可认为其是稳定的。

6.2.2.2 底盘的制动试验

对所有带轮式底盘的 MCWP 应在空载平台处于最恶劣移位条件下进行制动试验。制动系统应使 MCWP 在最恶劣的移位条件下停止并保持静止。制动不应引起 MCWP 不稳定情况的发生。

6.2.2.3 超载试验

试验载荷为额定载荷的 125%。带有试验载荷的 MCWP 的所有运动应在与载荷的安全控制装置相适应的加速度和减速度下进行。

由于载荷组合或 MCWP 能到达的工作范围的不同, 不同载荷的试验是必需的, 应进行所有载荷下的运行试验, 可通过一个性能试验充分模拟的最不利工况除外。

在超载试验过程中, 试验载荷应在 MCWP 的承载部件中能产生最大应力的位置加载。

在超载试验过程中, 制动系统应能停止并能承受试验载荷。当移除试验载荷之后, MCWP 不得有永久变形。

如果装有超载/超力矩防护装置, 则应检查其是否符合 5.7.3~5.7.14 的要求。

6.2.2.4 功能试验

6.2.2.4.1 总则

功能试验应能验证：

- 在额定载荷和额定速度下,MCWP 能平稳地完成所有动作；
- 所有的安全装置工作正常；
- 不超过最大允许速度。

6.2.2.4.2 依据 5.5.1.1a)防止作业平台超速坠落系统的试验

应在平台承受 1.1 倍额定载荷的情况下,对超速安全装置进行试验,作业平台应能达到其触发速度,以确定：

- a) 超速安全装置能按设计者设定的方式动作；
- b) 能在设计者给出的制动距离内,无需马达制动器的帮助而停止作业平台的运动。

6.2.2.4.3 依据 5.5.1.1b)防止作业平台超速坠落系统的试验

应在平台承受 1.1 倍额定载荷的情况下,对独立驱动单元进行功能试验,以确定：

- a) 在试验过程中,人为依次松开每个驱动单元的马达制动器,能使作业平台从额定速度停止并保持静止状态；
- b) 通过人为启动符合 5.5.3 要求的安全系统,平台能从额定速度停止并保持静止；
- c) 在每种情况下,制动距离应在设计者给出的制动距离范围内。

6.2.2.4.4 作业平台紧急下降(和提升)措施的试验

应在平台承受 1.1 倍额定载荷的情况下进行试验,以确定：

- a) 装有符合 5.5.1.1a)要求的超速安全装置的作业平台,检查控制是否符合 5.6.1 和 5.6.2 的要求,并依照操作手册,检查能否控制载有 1.1 倍额定载荷的作业平台的速度。在下降的过程中,根据 5.6.3 的规定,允许下降速度进一步增大到超速安全装置的动作速度。
- b) 对符合 5.5.1.1b)的作业平台,检查控制是否符合 5.6.1 和 5.6.2 的要求,并检查载有 1.1 倍额定载荷的作业平台的下降(提升,如果采用)速度,不得超过 0.3 m/s。

7 提供的信息

7.1 使用手册

7.1.1 概述

MCWP 的制造商或供应商应以 MCWP 使用地所在国的官方语言之一提供详尽的 MCWP 安全使用说明。此说明应符合 GB/T 15706.2—2007 中第 6 章的规定。

7.1.2 使用手册的内容

7.1.2.1 总则

应包括以下内容：

- 制造商或供应商的名称和地址；
- 制造商所在国家；

- 设计型号;
- 系列号或制造号;
- 制造年份;
- 竖直移动速度,单位为米每秒(m/s);
- 水平移动速度,单位为米每秒(m/s);
- 室外/室内安装;
- 工作和非工作状态下的最大允许独立高度,单位为米(m);
- 安装拆卸过程的最大允许风速,单位为米每秒(m/s);
- 工作和非工作状态下的最大允许风速,单位为米每秒(m/s);
- 如果使用外部液压力源,液压系统的信息;
- 如果使用外部气源,供气系统的信息;
- 如果使用外部电源,电源系统的信息;
- 移动式控制台的警告标志。

7.1.2.2 性能参数

对不可变结构和可变结构形式的 MCWP,应提供以下信息。对于可变结构形式的设计,对特定主平台和延伸平台结构形式的额定载荷以及关于载荷分布的所有限制,在每种形式的 MCWP 安装时都应给出(参见 7.2.3):

- 平台的最大结构尺寸[长×宽,包括延伸平台,单位为米(m)];
- 额定载荷,单位为千克(kg);
- 最大提升高度,独立式导架,单位为米(m);
- 最大提升高度,附墙式导架,单位为米(m);
- 附墙架的间距,单位为米(m);
- 工作状态悬臂高度,单位为米(m);
- 最大允许的力,此力施加在工具(手动或机械辅助)并反作用于作业平台上,单位为牛顿(N);
- 延伸平台上的最大额定载荷,单位为千克(kg);
- 在移位状态下,包括人在内,作业平台上允许的所有载荷,单位为千克(kg)。

制造商提供的使用手册中应给出足够的信息,以便用户能得到每个结构形式的详细资料。此资料可包含安装场地和操作手册中的相关章节,以便用户能将相应的载荷图显示在 MCWP 上。

7.1.2.3 尺寸和质量

应包括以下内容:

- 作业平台处于最低位置时,作业平台入口距地面的高度,单位为米(m);
- 平台节:长×宽×高,单位为米(m);
- 平台节:质量,单位为千克(kg);
- 导架节:长×宽×高,单位为米(m);
- 导架节:质量,单位为千克(kg);
- 驱动单元:长×宽×高,单位为米(m);
- 驱动单元:质量,单位为千克(kg);
- 底盘:长×宽×高,单位为米(m);
- 底盘:质量,单位为千克(kg);
- 支腿的展开尺寸:长×宽,单位为米(m);
- 基本部分(特定运输结构状态)的质量,单位为千克(kg),外形尺寸:长×宽×高,单位为米(m);

- 起重机安装的 MCWP;质量,单位为千克(kg);
- 起重机安装的 MCWP;导架的最大高度,单位为米(m);
- 安装所需的最小场地,长×宽,单位为米(m)。

7.1.2.4 电气参数

应包括以下内容:

- 提升机构的功率,单位为千瓦(kW);
- 移位机构的功率,单位为千瓦(kW);
- 供电电压/频率,单位为伏每赫兹(V/Hz);
- 控制电压/频率,单位为伏每赫兹(V/Hz);
- 最大启动电流,单位为安(A);
- 最大消耗功率,单位为千伏安(kV·A);
- 最小供电功率,单位为千伏安(kV·A);
- 主电源保险类型和容量,单位为安(A);
- 为便携式工具供电的插座的电压及电流,每个插座分别标注,电压,单位为伏(V),电流单位为安(A)。

7.1.2.5 安全装置

应包括以下内容:

- 安全装置的型号(如超速安全装置、限位开关和极限开关);
- 安装拆卸时的辅助安全设备;
- 紧急下降设备。

7.1.2.6 其他技术说明

应包括以下内容:

- 支腿的布置;
- 地耐力以及地面条件发生变化时可能引起的危险;
- 在给定风速范围,附墙架的布置以及作用在支撑结构上的力;
- 在给定风速下,独立式的安装要求;
- 在 MCWP 周围对危险区域的防护;
- 安全作业要求的足够照明;
- 在建筑物和导架间的延伸平台的安全防护措施;
- 所有吊装点的信息;
- 考虑雷电防护可能的要求;
- 考虑任一能显著增加迎风面积的条款(参见 5.1.2.3.3)的影响;
- 考虑能显著增加风速的因素的影响,例如邻近高层建筑等;
- 当需要使用非标准结构形式时,需经制造商、业主及使用者达成一致,并且此类信息应作为附录补充到使用手册中;
- 进入和离开建筑工地的运输程序,包括符合交通法规的要求;
- 在工作区域附近 MCWP 的移位条件,包括最大坡度;
- 在移位状态下,关于微微升起支腿使用的说明,以免由于某个轮胎的失效等原因引起的不稳定。

7.1.2.7 操作说明

应包括以下部分：

- 操作程序,包括离动力电缆和其他过顶结构的安全距离、平台周围建筑物的安全距离的信息;
- 应急程序,包括安全装置的操作,通过合格的工作人员对装置进行复位以及在断电情况下所采取的措施,也包括紧急下降措施的安全使用;应包括对安全下降距离的步幅和需要的任何间歇时间的明确说明,以免制动衬片过热;
- 在有任何其他动作时,不得对行走控制装置进行操作,除非 MCWP 在移位状态下;
- 相关人员防护设备的使用,例如安全帽、防护鞋和护目镜。

7.1.2.8 对操作人员的要求

使用手册应向用户说明对操作人员能力的最低要求。

7.1.2.9 对操作程序的要求

应包括以下内容：

- 每天使用 MCWP 前,检查操作装置、制动装置和急停装置,也要检查所有运行电缆的状况、行程限位开关、护栏、附墙架的连接件、电缆以及信息牌;
- 作业平台上不得有垃圾、建筑废弃物和积雪等;
- 在开始工作前,检查支腿和放于地面的枕木,确保其状态正常;
- 确保工具和其他物体没有超出 MCWP 的边缘;
- 工作过程中,严格遵守操作手册;
- 工作结束时,将平台置于“非工作状态”并将其隔离,以防未经授权的操作;
- 当 MCWP 出现可能危及安全的故障时,立即停止 MCWP,并通知负责人;
- 为避免出现紧急情况,遵守使用手册中的相关说明。

7.1.2.10 维护保养指南

应包括以下内容：

- 定期维护的时间表及间隔、需要做的调整和允许误差、对工作人员的技能要求;
- 在维护过程中采取的预防危险的措施和相关信息;
- 定期更换的零部件及其报废标准;
- 用同样的零部件对主要安全部件更换的信息;
- 如何密封有安全相关功能的可调整零部件的信息;
- 故障检查信息;
- 电气/液压/气动原理图;
- 零件清单/示意图;
- 只能由接受了特殊培训的人员进行的维护工作的列表,并且要对所受培训进行说明。

制造商应强调,定期维护应包括目测检查、必要的功能试验及其维护方法。检查时应特别关注带附件的承载部件、驱动和制动装置、操作和安全装置、齿轮和齿条等。

7.1.2.11 MCWP 的定期检查和试验

使用手册应指明,检查和试验的频率和涵盖范围要根据使用地国家法规、制造商要求、操作条件和使用频率确定。通常情况下,除非怀疑存在可靠性和安全性问题,否则进行定期检查时,无须拆卸部件。罩壳的拆卸、观察孔的外露以及使 MCWP 达到运输状态不被认为是拆卸。

使用手册应规定定期检查和试验的最长时间间隔。此类检查和试验应至少包括以下内容：

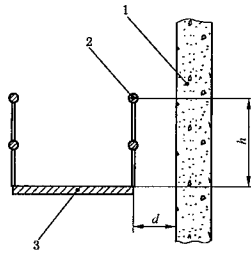
- 结构的外观检查,对承载件和焊缝的腐蚀情况和其他损坏情况要加以特别关注；
- 对机械、液压、气动和电气系统的检查,尤其要注意安全装置。

7.1.2.12 安装拆卸操作指南

应包括以下内容：

- 对安装拆卸步骤的详细说明,着重强调导架的组装、附墙架、平台和延伸平台的组装等；
- 指出安装拆卸过程中可能出现的意外危险,要对所有的辅助安全设备及其使用方法加以说明,以减小危害的发生,也应包括人员防护装备的使用；
- 现场的准备,要特别注意基础地面、起重设备、沥青路面等的承载能力；
- 现场的准备,在使用移动式底盘移动设备的过程中,不得有不稳定情况发生；
- 如果平台的运行通道上有障碍物,使得平台的行程受到限制,平台因此不能到达限位开关所限的位置,应安装一个辅助的限位开关,以避免平台上的工作人员和物料以及平台自身处于危险位置；
- 当 MCWP 准备运输时,应遵守的特殊程序；
- 如果能将 MCWP 装到车辆上进行运输或移位时,应有合理的装载程序；
- 相邻 MCWP 端部的距离应不小于 0.5 m；
- 应采取措​​施确保在作业平台的整个行程内,任何随行电缆可自由安全移动,如果导架是倾斜的或采用方式 B(见附录 B)中的多级作业平台,需要额外的预防措施,例如,使用电缆导架使电缆沿倾斜的导架运行或采用自动电缆卷筒等措施。

当平台沿着墙面安装时,使用手册中还应包含以下相关内容:根据平台与墙面之间的距离 d (参见图 9 和表 8)确定的在作业平台上要求的护栏高度 h 。



说明：

- 1——墙面；
- 2——护栏；
- 3——作业平台。

图 9 平台与墙面间的距离

表 8 护栏高度

单位为米

d	≤ 0.3	$0.3 \leq d \leq 0.5$	> 0.5
h	0	$\geq 0.7^a$	$\geq 1.1^b$
^a 无中间横杆,但有护脚板。 ^b 依照 5.3.2.2 设置中间横杆和护脚板。			

7.1.2.13 对在用的 MCWP 做重大改变或大修后的检查和试验

对于相当于在一定程度上改变或修理的类型的延伸应包括以下内容：

- 设计审核(参见 6.1)；
- 实用性试验(参见 6.2)。

本标准中的“重大改变”是指能影响稳定性、强度或性能而针对 MCWP 所做的整体或局部的改变。

7.1.2.14 检查列表

使用说明书应提供一个列表,此表应包含 MCWP 在每次安装后需要进行检查的所有与安全有关的部件。应将每次安装后的检查结果以及检查人员的姓名、地址进行记录并签名。

7.2 标志

7.2.1 总则

制造商应在 MCWP 显著位置的一个或多个耐久标牌上,以 MCWP 使用国的官方语言标明下列信息。

7.2.2 永久信息

应包括以下内容：

- 制造商或供应商的名称和地址；
- 制造商所在国家；
- 设计型号；
- 系列号或制造号；
- 制造年份；
- 竖直运行速度,单位为米每秒(m/s)；
- 水平移位速度,单位为米每秒(m/s)；
- 室外/室内安装；
- 在工作和非工作状态下的最大允许独立高度,单位为米(m)；
- 在安装拆卸过程中最大限制风速,单位为米每秒(m/s)；
- 在工作/非工作状态下的最大允许风速,单位为米每秒(m/s)；
- 如果使用外部液压力源,液压系统的信息；
- 如果使用外部气源,供气系统的信息；
- 如果使用外部电源,电源系统的信息；
- 注意:除非在作业平台装载或卸载时,所有护栏在任何时候均应安装在正确位置。

7.2.3 可变信息

7.2.3.1 性能参数

应有载荷图,表明在某种主平台和延伸平台的结构形式下的额定载荷及关于载荷分布的限制。此示意图应通过制造商给出的如 7.1.2 中所述信息得出。

载荷图应由制造商在耐久标牌上标出。

制造商应提供安装载荷图的方法。

7.2.3.2 其他的技术信息

应有支腿的布置及所需的地耐力。

附 录 A
(资料性附录)
结 构 计 算

A.1 总则

MCWP 结构计算采用力学和材料强度的规则和原理。如果用到特定的公式,建议给出这些特定公式的来源,否则这些公式应根据基本定理推导。

A.2 钢结构

A.2.1 总则

由于没有设计计算的国际标准,A.2.2~A.2.5中给出了适用于钢结构设计的通用的许用应力和计算公式。

A.2.2 许用应力

A.2.2.1 符号

- f_y —— 屈服点,单位为牛顿每平方米(N/mm^2);
 f_u —— 抗拉强度,单位为牛顿每平方米(N/mm^2);
 $E=210\ 000$ —— 弹性模量,单位为牛顿每平方米(N/mm^2);
 $G=E/[2\times(1+\nu)]$ —— 切变模量,单位为牛顿每平方米(N/mm^2);
 $\mu=0.3$ —— 泊松比;
 δ_5 —— 试样的标距等于5倍直径时的伸长率,以百分数表示;
 S —— 屈服点安全系数。

A.2.2.2 结构钢(根据 GB/T 700、GB/T 1591 和 EN 10025-2)

见表 A.1 和表 A.2。

表 A.1 材料性能的公称值

牌号			屈服点 ^a f_y	抗拉强度 ^b f_u
GB/T 700	GB/T 1591	EN 10025-2		
Q235	—	S235 (Fe360)	235	360
Q275	—	S275 (Fe430)	275	430
—	Q345	—	345	470
—	—	S355 (Fe510)	355	510

^a 较小厚度的标准值。
^b 最小值。

结构钢许用应力计算时,可使用下列公式:

$$\sigma_0 = f_y / S$$

表 A.2 结构钢的许用应力

单位为牛顿每平方米

S	载荷情况											
	A				B				C			
	1.5				1.33				1.25			
材料等级	Q235	Q275	Q345	S355	Q235	Q275	Q345	S355	Q235	Q275	Q345	S355
母材和对接焊缝												
$\sigma_s = \sigma_0$	157	183	230	237	176	206	259	266	188	220	276	284
$\tau_s = \sigma_0 / \sqrt{3}$	90	106	133	137	102	119	150	154	109	127	159	164
角焊缝												
$\sigma_s = \sigma_0$	157	183	230	237	176	206	259	266	188	220	276	284
$\tau_s = \sigma_0 / \sqrt{2}$	111	130	163	167	125	146	183	188	133	156	195	201

注:当厚度不大于40 mm时,表中的许用应力适用。当厚度大于40 mm时,建议考虑对应的 f_y 值。

在选择材料时,建议将特殊要求考虑在内,例如:

- 可焊性;
- 材料在极端气候带的使用。

A.2.2.3 其他钢材

根据最小强度 f_u 和失效伸长率 δ_5 ,则有:

$$510 < f_u \leq 590 \quad \delta_5 \times f_u \geq 10\ 800$$

$$590 < f_u \quad \delta_5 \times f_u \geq 9\ 800$$

当满足这些条件时,则: $f'_y = 0.8 \times f_u$

如果不满足这些条件,通过系数 γ 规定较小的屈服点 f'_y , γ 可由抗拉强度 f_u 导出:

$$\gamma = \frac{26\ 000 - f_u(6 + \delta_5)}{9\ 600}$$

$$1.28 \leq \gamma \leq 1.44$$

$$f'_y = f_u / \gamma$$

建议 γ 的值不小于1.28且不大于1.44。

基于较低值的屈服点 f_y 或 f'_y ,建议使用给出的结构钢的安全系数对许用应力进行计算。

A.2.2.4 螺栓

A.2.2.4.1 粗制配合螺栓

在表3中所列的许用应力由X导出,X取 f_y 和 $0.7 \times f_u$ 的较小值。

$$\sigma_s = X / S$$

$$\tau_s = \sigma_s / \sqrt{2}$$

表 A.3 螺栓的许用应力

单位为牛顿每平方米

		性能等级						
		4.6	5.6	6.6	6.8	8.8	10.9	
载荷情况	S	f_y	240	300	360	480	640	900
		X	240	300	360	420	560	700
A	1.5	σ_s	160	200	240	280	373	467
		τ_s	113	141	180	198	264	330
B	1.33	σ_s	180	225	270	315	420	525
		τ_s	127	159	191	223	297	371
C	1.25	σ_s	192	240	288	336	448	560
		τ_s	136	170	204	238	317	396

A.2.2.4.2 预紧力螺栓

只能用 8.8 级和 10.9 级的螺栓。但是,如果满足下述条件,可用 12.9 级的螺栓。(见 Eurocode 3-EN 1993-1-1)

符号:

A_s ——螺栓的公称应力截面积,单位为平方毫米(mm^2);

F_v ——预紧力,单位为牛顿(N);

d ——螺栓的公称直径,单位为毫米(mm);

M_t ——拧紧力矩,单位为千牛·米($\text{kN} \cdot \text{m}$)。

一次性使用的螺栓

$$F_v = 0.8(f_y \cdot A_s)$$

可重复使用的螺栓

$$F_v = 0.7 \times 0.8(f_y \cdot A_s)$$

拧紧力矩

$$M_t = \frac{0.18(d \times F_v)}{1000}$$

施加的力 F 与预紧力 F_v 的关系为:

$$F/F_v \leq 0.67 \quad \text{载荷情况 A}$$

$$F/F_v \leq 0.75 \quad \text{载荷情况 B}$$

$$F/F_v \leq 0.8 \quad \text{载荷情况 C}$$

A.2.2.4.3 挤压应力

母材(被连接件)的许用挤压应力 σ_L (见表 A.4)与母材以及母材和螺栓(包括销轴)的连接形式有关。

松连接 $\sigma_L = 1.3 \times \sigma_0$

低精度,紧固连接 $\sigma_L = 1.5 \times \sigma_0$

高精度,紧固连接 $\sigma_L = 2.0 \times \sigma_0$

表 A.4 许用承压应力

单位为牛顿每平方米

	载荷情况											
	A				B				C			
	牌号				牌号				牌号			
	Q235	Q275	Q345	S355	Q235	Q275	Q345	S355	Q235	Q275	Q345	S355
松连接	204	238	299	308	229	268	336	346	244	286	358	369
低精度, 紧固连接	235	275	345	355	264	309	388	399	282	330	414	426
高精度, 紧固连接	313	367	459	473	352	412	517	532	376	440	552	568

A.2.2.5 复合应力

承载部件和对焊焊缝:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3\tau^2$$

螺栓、销和角焊缝:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} - \sigma_x \cdot \sigma_y + 2\tau^2$$

A.2.2.6 弹性稳定性

A.2.2.6.1 局部失稳破坏

符号:

λ ——长细比;

λ' ——换算长细比;

ω ——稳定系数;

F ——压力, 单位为牛顿(N);

A ——面积, 单位为平方厘米(cm^2);

M ——弯矩, 单位为牛顿厘米($\text{N} \cdot \text{cm}$);

W_c ——抗弯模量; 压缩边, 单位为立方厘米(cm^3);

W_t ——抗弯模量; 拉伸边, 单位为立方厘米(cm^3);

σ_s ——许用应力, 单位为牛顿每平方米(N/cm^2)。

稳定系数按下式确定:

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{f_y/E}$$

当 $0 < \lambda' \leq 1.195$ 时, $\omega = \frac{1}{1 - 0.195\lambda' - 0.185\lambda'^2}$

当 $\lambda' > 1.195$ 时, $\omega = 1.465\lambda'^2$

对结构钢的 ω 系数已做了计算(见表 A.5~表 A.7)。

最大许用长细比 $\lambda = 250$ 。

建议满足以下条件:

$$\sigma \cdot \frac{F}{A} + 0.9 \cdot \frac{M}{W_c} \leq \sigma_s$$

$$\sigma \cdot \frac{F}{A} + \frac{300 + 2\lambda}{1000} \cdot \frac{M}{W_t} \leq \sigma_s$$

A. 2. 2. 6. 2 屈曲

符号:

 t ——板的厚度,单位为厘米(cm); b ——板的宽度,单位为厘米(cm); k ——由应力条件确定的系数; σ_e ——欧拉应力,单位为牛顿每平方毫米(N/mm²); σ_{ki} ——理论屈曲应力,单位为牛顿每平方毫米(N/mm²); σ_{vki} ——理论组合屈曲应力,单位为牛顿每平方毫米(N/mm²); σ_{vk} ——折算组合屈曲应力,单位为牛顿每平方毫米(N/mm²); σ_1 ——较大应力,单位为牛顿每平方毫米(N/mm²); σ_2 ——较小应力,单位为牛顿每平方毫米(N/mm²); Ψ ——板边两端应力比。

$$\sigma_{ki} = k_e \times \sigma_e$$

$$\tau_{ki} = k_t \times \sigma_e$$

$$\Psi = \sigma_1 / \sigma_2$$

折算屈曲应力 σ_{vk} 可通过以下方式确定:如果 $\sigma_{vki} < 0.7f_y$ 则: $\sigma_{vk} = \sigma_{vki}$ 如果 $\sigma_{vki} \geq 0.7f_y$ 则: $\sigma_{vk} = f_y \sqrt{1 - 0.461 / (\sigma_{vki} / f_y)^{1.4}}$ 所需最小安全系数 ν 由以下载荷组合确定:——载荷情况 A $\nu \geq 1.71 + 0.180(\Psi - 1.0)$ ——载荷情况 B $\nu \geq 1.50 + 0.125(\Psi - 1.0)$ ——载荷情况 C $\nu \geq 1.33 + 0.075(\Psi - 1.0)$

更多信息可参考相关的屈曲计算方法。

A. 2. 3 限定方法

在计算应力时,建议将结构的挠度因素考虑在内。在对较细长的结构进行计算时,或所用材料的弹性模量较低时,这尤其重要,可用二阶理论进行计算。针对 f_y 和 f'_y 的安全系数不低于:

——载荷情况 A $S \geq 1.50$ ——载荷情况 B $S \geq 1.33$ ——载荷情况 C $S \geq 1.25$ A. 2. 4 结构钢的 ω 值

见表 A. 5~表 A. 8。

表 A. 5 Q235 的 ω 值

Q235 屈服点 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$										
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1.05	1.05	1.05	1.06	1.06	1.06	1.07	1.07	1.07	1.08
30	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11
40	1.12	1.12	1.12	1.13	1.14	1.14	1.14	1.15	1.16	1.16
50	1.17	1.17	1.18	1.18	1.19	1.19	1.20	1.21	1.21	1.22

表 A.5 (续)

Q235 屈服点 $f_s = 235 \text{ N/mm}^2$										
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	1.23	1.23	1.24	1.25	1.26	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30
70	1.31	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.39	1.40
80	1.41	1.42	1.43	1.45	1.46	1.47	1.49	1.50	1.52	1.53
90	1.55	1.56	1.58	1.60	1.61	1.63	1.65	1.67	1.69	1.71
100	1.74	1.76	1.78	1.81	1.83	1.86	1.89	1.92	1.95	1.98
110	2.01	2.05	2.08	2.12	2.16	2.20	2.24	2.27	2.31	2.35
120	2.39	2.43	2.47	2.51	2.55	2.60	2.64	2.68	2.72	2.76
130	2.81	2.85	2.89	2.94	2.98	3.03	3.07	3.12	3.16	3.21
140	3.26	3.30	3.35	3.40	3.44	3.49	3.54	3.59	3.64	3.69
150	3.74	3.79	3.84	3.89	3.94	3.99	4.04	4.09	4.15	4.20
160	4.25	4.31	4.36	4.41	4.47	4.52	4.58	4.63	4.69	4.74
170	4.80	4.86	4.91	4.97	5.03	5.09	5.15	5.20	5.26	5.32
180	5.38	5.44	5.50	5.56	5.62	5.69	5.75	5.81	5.87	5.93
190	6.00	6.06	6.12	6.19	6.25	6.32	6.38	6.45	6.51	6.58
200	6.64	6.71	6.78	6.85	6.91	6.98	7.05	7.12	7.19	7.26
210	7.33	7.40	7.47	7.54	7.61	7.68	7.75	7.82	7.89	7.97
220	8.04	8.11	8.19	8.26	8.33	8.41	8.48	8.56	8.63	8.71
230	8.79	8.86	8.94	9.02	9.10	9.17	9.25	9.33	9.41	9.49
240	9.57	9.65	9.73	9.81	9.89	9.97	10.05	10.13	10.22	10.30

表 A.6 Q275 的 ω 值

Q275 屈服点 $f_s = 275 \text{ N/mm}^2$										
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1.05	1.06	1.06	1.06	1.07	1.07	1.07	1.08	1.08	1.08
30	1.09	1.09	1.10	1.10	1.10	1.11	1.11	1.12	1.12	1.13
40	1.13	1.14	1.14	1.15	1.16	1.16	1.16	1.17	1.18	1.18
50	1.19	1.20	1.20	1.21	1.22	1.22	1.23	1.24	1.25	1.25
60	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35
70	1.36	1.37	1.38	1.40	1.41	1.42	1.44	1.45	1.46	1.48
80	1.49	1.51	1.53	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.64	1.66
90	1.68	1.70	1.73	1.75	1.78	1.80	1.83	1.86	1.89	1.92
100	1.95	1.99	2.02	2.06	2.10	2.14	2.18	2.23	2.27	2.31

表 A.6 (续)

Q275 屈服点 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$										
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
110	2.35	2.39	2.44	2.48	2.53	2.57	2.62	2.66	2.71	2.75
120	2.80	2.85	2.89	2.94	2.99	3.04	3.09	3.14	3.18	3.23
130	3.29	3.34	3.39	3.44	3.49	3.54	3.60	3.65	3.70	3.76
140	3.81	3.86	3.92	3.97	4.03	4.09	4.14	4.20	4.26	4.32
150	4.37	4.43	4.49	4.55	4.61	4.67	4.73	4.79	4.85	4.91
160	4.98	5.04	5.10	5.16	5.23	5.29	5.36	5.42	5.49	5.55
170	5.62	5.68	5.75	5.82	5.89	5.95	6.02	6.09	6.16	6.23
180	6.30	6.37	6.44	6.51	6.58	6.65	6.72	6.80	6.87	6.94
190	7.02	7.09	7.17	7.24	7.32	7.39	7.47	7.55	7.62	7.70
200	7.78	7.85	7.93	8.01	8.09	8.17	8.25	8.33	8.41	8.49
210	8.57	8.65	8.74	8.82	8.90	8.99	9.07	9.15	9.24	9.32
220	9.41	9.49	9.58	9.67	9.75	9.84	9.93	10.02	10.10	10.19
230	10.28	10.37	10.46	10.55	10.64	10.73	10.83	10.92	11.01	11.10
240	11.20	11.29	11.38	11.48	11.57	11.67	11.76	11.86	11.96	12.05

表 A.7 Q345 的 ω 值

Q345 屈服点 $f_y = 345 \text{ N/mm}^2$										
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10
30	1.10	1.11	1.11	1.12	1.12	1.13	1.13	1.14	1.15	1.15
40	1.16	1.16	1.17	1.18	1.18	1.19	1.20	1.21	1.21	1.22
50	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30	1.31	1.32
60	1.33	1.34	1.35	1.37	1.38	1.39	1.41	1.42	1.44	1.45
70	1.47	1.49	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65
80	1.67	1.70	1.72	1.75	1.78	1.81	1.84	1.87	1.91	1.94
90	1.98	2.02	2.06	2.11	2.15	2.20	2.25	2.29	2.34	2.39
100	2.44	2.49	2.54	2.59	2.64	2.69	2.74	2.79	2.84	2.90
110	2.95	3.00	3.06	3.11	3.17	3.23	3.28	3.34	3.40	3.45
120	3.51	3.57	3.63	3.69	3.75	3.81	3.87	3.93	4.00	4.06
130	4.12	4.18	4.25	4.31	4.38	4.44	4.51	4.58	4.64	4.71
140	4.78	4.85	4.92	4.99	5.06	5.13	5.20	5.27	5.34	5.41
150	5.49	5.56	5.63	5.71	5.78	5.86	5.93	6.01	6.09	6.16
160	6.24	6.32	6.40	6.48	6.56	6.64	6.72	6.80	6.88	6.96

表 A.7 (续)

Q345 屈服点 $f_y=345 \text{ N/mm}^2$										
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
170	7.05	7.13	7.21	7.30	7.38	7.47	7.55	7.64	7.73	7.81
180	7.90	7.99	8.08	8.17	8.26	8.35	8.44	8.53	8.62	8.71
190	8.80	8.90	8.99	9.08	9.18	9.27	9.37	9.46	9.56	9.66
200	9.75	9.85	9.95	10.05	10.15	10.25	10.35	10.45	10.55	10.65
210	10.75	10.86	10.96	11.06	11.17	11.27	11.38	11.48	11.59	11.70
220	11.80	11.91	12.02	12.13	12.24	12.35	12.46	12.57	12.68	12.79
230	12.90	13.01	13.13	13.24	13.35	13.47	13.58	13.70	13.81	13.93
240	14.05	14.16	14.28	14.40	14.52	14.64	14.76	14.88	15.00	15.12

表 A.8 S355 的 ω 值

S355 屈服点 $f_y=355 \text{ N/mm}^2$										
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.09	1.10
30	1.10	1.11	1.11	1.12	1.13	1.13	1.14	1.14	1.15	1.15
40	1.16	1.17	1.17	1.19	1.19	1.20	1.20	1.21	1.22	1.23
50	1.24	1.25	1.26	1.26	1.27	1.28	1.30	1.31	1.32	1.33
60	1.34	1.35	1.37	1.38	1.39	1.39	1.41	1.42	1.44	1.47
70	1.49	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.63	1.65	1.67
80	1.70	1.73	1.75	1.78	1.81	1.85	1.88	1.92	1.95	1.99
90	2.03	2.08	2.12	2.17	2.22	2.26	2.31	2.36	2.41	2.46
100	2.51	2.56	2.61	2.66	2.71	2.77	2.82	2.87	2.93	2.98
110	3.04	3.09	3.15	3.20	3.26	3.32	3.38	3.43	3.49	3.55
120	3.61	3.67	3.73	3.80	3.86	3.92	3.98	4.05	4.11	4.18
130	4.24	4.31	4.37	4.44	4.51	4.57	4.64	4.71	4.78	4.85
140	4.92	4.99	5.06	5.13	5.20	5.28	5.35	5.42	5.50	5.57
150	5.65	5.72	5.80	5.87	5.95	6.03	6.11	6.19	6.26	6.34
160	6.42	6.50	6.59	6.67	6.75	6.83	6.91	7.00	7.08	7.17
170	7.25	7.34	7.42	7.51	7.60	7.68	7.77	7.86	7.95	8.04
180	8.13	8.22	8.31	8.40	8.50	8.59	8.68	8.77	8.87	8.96
190	9.06	9.15	9.25	9.35	9.44	9.54	9.64	9.74	9.84	9.94
200	10.05	10.14	10.24	10.34	10.44	10.55	10.65	10.75	10.86	10.96
210	11.07	11.17	11.28	11.38	11.49	11.60	11.71	11.82	11.93	12.03

表 A.8 (续)

S355 屈服点 $f_y=355 \text{ N/mm}^2$										
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
220	12.14	12.26	12.37	12.48	12.59	12.70	12.82	12.93	13.04	13.16
230	13.27	13.39	13.51	13.62	13.74	13.86	13.98	14.09	14.21	14.33
240	14.45	14.57	14.70	14.82	14.94	15.06	15.19	15.31	15.43	15.56

A.2.5 分析

A.2.5.1 一般应力分析

一般应力分析是为了防止由断裂或屈服变形引起的失效。建议对所有承载部件和连接点进行分析。

A.2.5.2 弹性稳定性分析

弹性稳定性分析是为了防止由弹性失稳(例如屈曲、断裂)引起的失效。建议对所有受压部件进行分析。

A.2.5.3 疲劳应力分析

只考虑载荷情况 A。

疲劳应力分析是为了防止由交变应力造成的疲劳引起的失效。建议对所有对疲劳特性有重大影响的承载部件和连接点进行分析,将结构形式、应力波动幅度以及应力循环次数等考虑在内。应力循环次数可能是载荷循环次数的若干倍。

间歇性工作方式下,MCWP的载荷循环次数为 2×10^4 (例如,MCWP的使用寿命为 10 年,每年工作 40 周,每周工作 25 小时,每小时 2 个工作循环)。

允许将额定载荷乘以一个载荷谱系数 0.5。

更多信息可参考公认的疲劳应力分析方法。

A.3 铝合金结构

A.3.1 总则

A.3.2 及 A.3.3 中给出了适用于铝合金结构设计的通用的许用应力和计算公式。

A.3.2 许用应力

A.3.2.1 符号

- f_y —— 屈服点,单位为牛顿每平方米(N/mm^2);
 f_u —— 抗拉强度,单位为牛顿每平方米(N/mm^2);
 $E=70\,000$ —— 弹性模量,单位为牛顿每平方米(N/mm^2);
 $G=27\,000$ —— 切变模量,单位为牛顿每平方米(N/mm^2);
 δ_5 —— 试样的标距等于 5 倍直径时的伸长率,以百分数表示;

- S ——屈服点安全系数；
 V ——抗拉强度安全系数。

A. 3.2.2 标准结构铝合金(表 A. 9~表 A. 11)

表 A. 9 标准铝合金

铝合金 编号	铝合金		材料状态	
	ISO 16369:2007	中国的材料牌号	ISO 16369:2007	中国的材料状态
1	AlZn4.5Mg1	7 020	F35	T6
2	AlMgSi1	6 082	F32	T6
3	AlMgSi1	6 082	F28	T5
4	AlMgSi0.5	6 060	F22	T6
5	AlMg4.5Mn	5 083	G31	—
6	AlMg4.5Mn	5 083	W28	—
7	AlMg4.5Mn	5 083	F27	H112
8	AlMg2Mn0.8	5 049	F20	—
9	AlMg2Mn0.8	5 049	F19	—
10	AlMg3	5 754	F18	H112

表 A. 10 标准铝合金材料特性的公称值

铝合金编号	部件的公称厚度 $t \leq 10$ mm	
	$f_y /$ (N/mm ²)	$f_u /$ (N/mm ²)
1	275	350
2	255	315
3	200	275
4	160	215
5	205	310
6	125	275
7	125	275
8	100	200
9	80	190
10	80	180

表 A.11 标准铝合金的许用应力

单位为牛顿每平方米

铝合金 编号	载荷情况											
	A				B				C			
	母材		焊缝		母材		焊缝		母材		焊缝	
	σ_s	τ_s	σ_s	τ_s	σ_s	τ_s	σ_s	τ_s	σ_s	τ_s	σ_s	τ_s
1	160	95	75	60	180	110	85	70	200	120	90	80
2	145	90	55	40	165	100	60	45	180	110	65	50
3	115	70	55	40	130	80	60	45	110	90	65	40
4	95	55	35	25	105	60	40	30	115	65	45	30
5	120	70	55	45	135	80	65	40	150	90	70	55
6	70	45	55	45	80	50	65	50	90	55	70	55
7	70	45	55	45	80	50	65	50	90	55	70	55
8	55	35	35	30	65	40	40	35	70	45	45	40
9	45	30	35	30	50	35	40	35	55	40	45	40
10	45	30	35	30	50	35	40	35	55	40	45	40

$$\sigma_0 = f_y/S \text{ 和 } f_c/V$$

$$S_A \approx 1.7; V_A \approx 2.5; S_B \approx 1.55; V_B \approx 2.25; S_C \approx 1.4; V_C \approx 2.05$$

选材时,建议将所有特殊要求考虑在内,例如:

- 进行热处理和时效处理后的状态;
- 可焊性;
- 在极端气候带/条件下使用。

关于其他材料特性,可查阅相关国家标准。

A.3.2.3 复合应力

承载部件和对接焊接:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3\tau^2}$$

A.3.2.4 弹性稳定性

A.3.2.4.1 总则

铝合金的弹性模量及切变模量比较低(约为钢材的 1/3 左右),因而与钢结构相比,铝合金结构的弹性稳定性问题就显得尤为突出。检查是否存在局部失稳、屈曲、扭曲等现象。建议根据二阶理论对细长构件进行校核。

A.3.2.4.2 失稳—— Ω 法

符号:

λ ——长细比;

ω ——稳定系数。

对铝合金结构的系数 ω 已进行计算(见表 A.12~表 A.15)。

A.3.2.4.3 限定方法

在计算应力时,建议将结构的挠曲因素考虑在内。在对细长结构进行计算时或选用诸如铝合金等低弹性模量的材料时,这尤其重要。可使用二阶理论进行计算。与 f_y 或 f'_y 有关的安全系数 S 为:

载荷情况 A $S \geq 1.7$

载荷情况 B $S \geq 1.55$

载荷情况 C $S \geq 1.4$

A.3.3 铝合金的 ω 值

表 A.12~表 A.15 中给出的值适用于铝型材,也适用于铝管材。

表 A.12 铝合金 1 和 2 的 ω 值

λ	铝合金 1 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$					铝合金 2 $f_y = 255 \text{ N/mm}^2$				
	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
20	1.00	1.01	1.03	1.05	1.07	1.00	1.00	1.02	1.04	1.06
30	1.10	1.12	1.15	1.18	1.21	1.08	1.11	1.14	1.17	1.20
40	1.25	1.29	1.33	1.38	1.43	1.23	1.27	1.31	1.36	1.40
50	1.43	1.60	1.73	1.86	1.99	1.45	1.50	1.60	1.73	1.85
60	2.13	2.28	2.43	2.58	2.74	1.98	2.12	2.25	2.40	2.54
70	2.90	3.07	3.25	3.42	3.61	2.70	2.85	3.01	3.18	3.35
80	3.79	3.98	4.18	4.38	4.59	3.52	3.70	3.88	4.07	4.26
90	4.80	5.02	5.24	5.46	5.69	4.46	4.66	4.86	5.07	5.28
100	5.93	6.17	6.41	6.66	6.91	5.50	5.72	5.95	6.18	6.42
110	7.17	7.43	7.70	7.97	8.25	6.66	6.90	7.15	7.40	7.66
120	8.53	8.82	9.11	9.41	9.71	7.92	8.19	8.46	8.74	9.01
130	10.01	10.32	10.64	10.96	11.28	9.30	9.59	9.88	10.18	10.48
140	11.61	11.95	12.29	12.63	12.98	10.78	11.09	11.41	11.73	12.05
150	13.33	13.69	14.05	14.42	14.79	12.38	12.71	13.05	13.39	13.74
160	15.17	15.55	15.94	16.33	16.72	14.09	14.44	14.80	15.16	15.53
170	17.12	17.53	17.94	18.35	18.77	15.90	16.28	16.66	17.04	17.43
180	19.20	19.63	20.06	20.50	20.94	17.83	18.22	18.63	19.03	19.45
190	21.39	21.84	22.30	22.76	23.23	19.86	20.28	20.71	21.14	21.57
200	23.70	24.18	24.66	25.14	25.63	22.01	22.45	22.90	23.35	23.80

表 A.13 铝合金 3,4,5 的 ω 值

λ	铝合金 3 $f_y=200 \text{ N/mm}^2$ 铝合金 5 $f_y=205 \text{ N/mm}^2$					铝合金 4 $f_y=160 \text{ N/mm}^2$				
	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
20	1.00	1.00	1.02	1.04	1.06	1.00	1.00	1.02	1.04	1.05
30	1.08	1.10	1.13	1.15	1.18	1.08	1.10	1.13	1.15	1.18
40	1.21	1.24	1.28	1.31	1.34	1.20	1.23	1.25	1.27	1.30
50	1.38	1.42	1.47	1.52	1.57	1.33	1.37	1.41	1.45	1.49
60	1.63	1.71	1.82	1.94	2.06	1.53	1.58	1.62	1.66	1.71
70	2.18	2.30	2.43	2.57	2.70	1.76	1.82	1.87	1.96	2.06
80	2.84	2.99	3.14	3.29	3.44	2.17	2.28	2.39	2.50	2.62
90	3.60	3.76	3.93	4.10	4.27	2.74	2.87	2.99	3.12	3.25
100	4.44	4.62	4.81	4.99	5.18	3.39	3.52	3.66	3.80	3.95
100	4.44	4.62	4.81	4.99	5.18	3.39	3.52	3.66	3.80	3.95
110	5.38	5.57	5.78	5.98	6.19	4.10	4.25	4.40	4.56	4.71
120	6.40	6.61	6.83	7.06	7.28	4.88	5.04	5.21	5.38	5.55
130	7.51	7.74	7.98	8.22	8.46	5.72	5.90	6.08	6.26	6.45
140	8.71	8.96	9.22	9.47	9.73	6.64	6.83	7.02	7.22	7.42
150	10.0	10.2	10.5	10.8	11.0	7.62	7.82	8.03	8.24	8.45
160	11.3	11.6	11.9	12.2	12.5	8.67	8.89	9.11	9.33	9.56
170	12.8	13.1	13.4	13.7	14.0	9.79	10.0	10.2	10.4	10.7
180	14.4	14.7	15.0	15.3	15.7	10.9	11.2	11.4	11.7	11.9
190	16.0	16.3	16.7	17.0	17.4	12.2	12.4	12.7	13.0	13.2
200	17.7	18.1	18.4	18.8	19.2	13.5	13.8	14.0	14.3	14.6

表 A.14 铝合金 6 和 7 的 ω 值

λ	铝合金 7(型材) $f_y=140 \text{ N/mm}^2$					铝合金 6 和 7(型材和板材构成的箱形截面) $f_y=125 \text{ N/mm}^2$				
	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
20	1.00	1.00	1.01	1.03	1.05	1.00	1.00	1.01	1.03	1.05
30	1.07	1.09	1.11	1.14	1.16	1.07	1.09	1.11	1.14	1.16
40	1.19	1.21	1.24	1.27	1.30	1.19	1.21	1.24	1.26	1.29
50	1.33	1.35	1.38	1.42	1.45	1.32	1.35	1.38	1.41	1.44

表 A.14 (续)

λ	铝合金 7(型材) $f_y=140 \text{ N/mm}^2$					铝合金 6 和 7(型材和板材构成的箱形截面) $f_y=125 \text{ N/mm}^2$				
	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
60	1.49	1.53	1.57	1.61	1.65	1.47	1.51	1.55	1.58	1.62
70	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90	1.66	1.70	1.75	1.79	1.84
80	1.96	2.01	2.09	2.19	2.29	1.88	1.93	1.98	2.03	2.08
90	2.40	2.51	2.62	2.73	2.85	2.14	2.24	2.34	2.44	2.55
100	2.96	3.08	3.20	3.33	3.46	2.65	2.75	2.87	2.98	3.09
110	3.59	3.72	3.85	3.99	4.13	3.21	3.32	3.44	3.57	3.69
120	4.27	4.41	4.56	4.70	4.85	3.82	3.94	4.07	4.21	4.34
130	5.01	5.18	5.32	5.48	5.64	4.48	4.62	4.76	4.90	5.05
140	5.81	5.97	6.14	6.32	6.49	5.19	5.34	5.50	5.65	5.82
150	6.67	6.85	7.03	7.21	7.40	5.96	6.12	6.28	6.45	6.62
160	7.58	7.78	7.97	8.16	8.36	6.78	6.95	7.13	7.30	7.48
170	8.56	8.77	8.97	9.18	9.39	7.66	7.84	8.02	8.21	8.40
180	9.60	9.81	10.0	10.2	10.4	8.59	8.78	8.97	9.17	9.37
190	10.7	10.9	11.1	11.3	11.6	9.57	9.77	9.97	10.1	10.3
200	11.8	12.0	12.3	12.5	12.8	10.6	10.8	11.0	12.2	11.4

表 A.15 铝合金 8,9,10 的 ω 值

λ	铝合金 8 $f_y=100 \text{ N/mm}^2$					铝合金 9 和 10 $f_y=80 \text{ N/mm}^2$				
	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
20	1.00	1.00	1.01	1.03	1.05	1.00	1.00	1.00	1.02	1.04
30	1.07	1.09	1.11	1.14	1.16	1.06	1.09	1.11	1.14	1.16
40	1.19	1.21	1.24	1.26	1.29	1.18	1.21	1.23	1.26	1.28
50	1.31	1.34	1.37	1.40	1.43	1.31	1.34	1.37	1.40	1.43
60	1.46	1.50	1.53	1.57	1.60	1.46	1.49	1.52	1.56	1.59
70	1.63	1.67	1.71	1.75	1.79	1.62	1.66	1.69	1.73	1.77
80	1.83	1.87	1.91	1.95	2.00	1.80	1.84	1.87	1.91	1.95
90	2.05	2.10	2.15	2.20	2.25	1.99	2.03	2.08	2.12	2.17
100	2.31	2.37	2.42	2.48	2.54	2.21	2.26	2.30	2.35	2.40
110	2.60	2.67	2.75	2.85	2.95	2.45	2.50	2.56	2.61	2.66
120	3.05	3.15	3.25	3.36	3.47	2.72	2.78	2.83	2.89	2.95

表 A. 15 (续)

λ	铝合金 8 $f_y=100 \text{ N/mm}^2$					铝合金 9 和 10 $f_y=80 \text{ N/mm}^2$				
	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
130	3.58	3.69	3.80	3.91	4.03	3.01	3.08	3.15	3.21	3.28
140	4.15	4.27	4.39	4.51	4.64	3.35	3.42	3.51	3.61	3.71
150	4.76	4.89	5.02	5.15	5.28	3.81	3.91	4.02	4.12	4.23
160	5.42	5.55	5.69	5.83	5.97	4.33	4.44	4.55	4.67	4.78
170	6.12	6.26	6.44	6.56	6.74	4.93	5.01	5.13	5.24	5.36
180	6.86	7.01	7.16	7.32	7.48	5.49	5.61	5.73	5.86	5.98
190	7.64	7.80	7.96	8.13	8.30	6.11	6.24	6.37	6.50	6.64
200	8.47	8.64	8.81	8.98	9.16	6.77	6.91	7.05	7.18	7.32

附录 B
(规范性附录)
对多级作业平台的特殊要求

对多级作业平台的特殊要求见表 B.1 和表 B.2。

表 B.1 方式 A

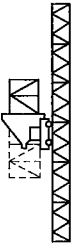
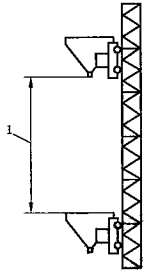
要 求	单导架	多导架
	方式 A 附加平台安装在主作业平台之上或主作业平台之下	
考虑对计算载荷/额定载荷的影响	考虑多级作业平台的质量	
考虑作用在导架和附端架上的附加力	是	是
考虑工作状态和非工作状态下的附加风载荷	是	是
考虑对稳定性的影响	是	是
护栏和护脚板	是	是
扶梯	是	是
活板门	是	是
与主作业平台相关的附加平台的安装固定及稳定性	是,应与主作业平台可靠固定	
支撑在主作业平台或延伸平台上或二者兼有	是,任何组合	
平台调平	根据 5.3.1.1	根据 5.3.1.1,应保证在整个水平调整范围内,附加平台与导架之间的间隙
控制	保证在控制位置有良好的视野	
防止物体坠落	不适用	
紧急下降	标准设置	
缓冲器	根据 5.3.4 d) 和操作手册	
上限位开关	标准设置	
下限位开关	如果附加平台位于主平台之下,则应进行特殊调整	
作业平台之间的间距	安装间距≤3 m 最小间距见 5.3.4e)	
防坠安全装置(见 5.5)	考虑所有额外载荷	
操作手册	应详细给出多级平台的安装、拆解及使用的所有信息	

表 B.2 方式 B

要 求	单导架	多导架
	 <p>方式 B 两个或多个作业平台在共用导架上,分别驱动</p> <p>说明: 1——间距。</p>	
考虑对计算载荷/额定载荷的影响	对每个作业平台单独计算	
考虑作用在导架和附墙架上的附加力	是	是
考虑工作状态和非工作状态下的附加风载荷	是	是
考虑对稳定性的影响	是	是
护栏和护脚板	是	是
扶梯	无—见 5.3.4f)	
活板门	不适用	不适用
与主作业平台相关的附加平台的固定及稳定性	不适用	不适用
支撑在主作业平台或延伸平台上	不适用	不适用
平台调平	对每个平台单独设置	
控制	对每个平台单独控制	
防止物体坠落	从高处作业平台到低处作业平台 —参见 5.3.4d)及操作手册	
紧急下降	标准设置	
缓冲器	依照 5.4.6 设置	
上限位开关	每个平台单独设置	
下限位开关	每个平台单独设置	
作业平台之间的间距	见 5.3.4e)	
防坠安全装置(见 5.5)	对每个作业平台单独设置	
操作手册	应详细给出多级平台的安装、拆解及使用的 所有 信息	

附录 C
(规范性附录)

超载检测装置电气和电子方面的要求

C.1 可靠性

C.1.1 应根据最不利载荷、温度和参数公差选取电子元器件。

C.1.2 当外部环境温度达到 60 °C 时,电子元器件的功耗应不超过制造商标称额定功率的 66%。

C.1.3 当检测装置所处的外部环境温度在 -20 °C ~ +60 °C 之间时,其听觉警告功能应不受影响。在此温度范围内,与设定值的偏差应不超过 ±3%。

设计检测装置时,应考虑到在上述外部环境温度条件下,其内部温度可能超出 +60 °C 的情况。

C.1.4 电子检测装置或其元器件的功能应不受下列因素影响:

- a) 叠加在主电压上的电压脉冲:
 - 振幅 1 000 V;
 - 脉宽为 50 μs(在电压脉冲峰值的 50%处测量);
 - 脉冲上升时间 0.2 μs~0.5 μs。
- b) 在火线和零线之间的电压脉冲:
 - 振幅 500 V;
 - 脉宽为 100 ns(在电压脉冲峰值的 50%处测量);
 - 脉冲上升时间 10 ns;
 - 脉冲重复率 10 Hz。
- c) 在输入与接地或输出与接地(共模)间的电压脉冲:
 - 振幅 500 V;
 - 脉宽为 100 ns(在电压脉冲峰值的 50%处测量);
 - 脉冲重复率 10 Hz;
 - 脉冲上升时间 10 ns。
- d) 交变磁场:
 - 磁场强度 400 A/m;
 - 频率 50 Hz。
- e) 电磁场:
 - 磁场强度 4 V/m;
 - 频率 100 kHz~500 MHz。

C.2 故障报告

C.2.1 如超出限定值,检测装置出现 C.2.3 所述的故障,不应引起无法关闭 MCWP 运行的情况发生。

C.2.2 检测装置的设计及与 MCWP 电气的连接,应按下述方式:

- a) 在 C.2.3.1 中所述的故障之一发生后,MCWP 应能自动断电,在解除故障前不能再次启动;
 - b) 在 C.2.3.1 中所述的故障之一发生后,MCWP 断电后,在消除故障前,MCWP 不能再被启动。
- 如果通过检测装置自动确保 MCWP 的连续安全运行,则本条款不适用。

这些条款可通过以下方法实现:

- 检测装置的电路设计应能保证；当故障进一步发展时，MCWP 应保持断电。
- 用一套电路检查检测装置电路中是否存在故障；这种电路的设计及连接应满足：
 - 在 MCWP 安装开始前，应在每次 MCWP 停机后启动相关的试验键；
 - 如果试验电路或检测装置中有故障存在，则 MCWP 不能开始安装。
- 在检测装置中设计多个电路并将其纳入一个试验电路，试验电路的设计与连接应能保证；如果在试验电路中或检测装置的并联电路之一存在故障，则 MCWP 将断电。
- 接地或连接到继电器或电磁阀开关的电路板架，以确保当地或电路板架有漏电时，MCWP 能断电。

C. 2.3 可以预测的故障

C. 2.3.1 以下故障是可以预测的，并应根据 C. 2.1 和 C. 2.2 采取相应的措施：

电箱中的各元件之间连接的电缆，发生破断、挪位或分离，可通过以下现象判断：

- 在任一时刻，供电（或某相）中断电压下降；
- 接地故障、电路板架漏电或电路断路；
- 继电器触点或接触器不能断开或闭合；
- 辅助开关（例如限位开关、操作开关等）不能断开或闭合；
- 信号传送器（例如电位器、应变电桥或传感器等）的中断或短路；
- 半导体元器件（例如晶体管、二极管或光耦）或电容的短路或断路；
- 电阻的短路或断路；
- 引起集成电路输出一个正或负电位的缺陷。如果在一个半导体 PCB 上有多个相似的电路，则应给出在所有电路中同时出现某个相同缺陷的允差。

注：对微处理器的应用要求也在考虑之内。

C. 2.3.2 在 C. 2.3.1 中的条款不适用于以下故障：

- 如果电缆满足相关的国家标准的要求，并且辅助电路的额定电压不超过该电缆的额定电压，某电缆电芯间发生的短路。
- 如果继电器满足 GB 14048.5 的要求，并对来自周围电器的干扰有适当的抗干扰保护，但触点却仍然不能断开。
- 如果接触器负荷不超过其额定功率的 25%，并对来自周围电器的干扰有适当的抗干扰保护，但接触器的触点却仍然不能断开。
- 安装触点时，考虑了由制造商确定的电器保护、额定功率、安装方法、操作频度和角度等要求，但（只能通过机械方式强迫断开）控制开关仍然不能断开；及由绝缘缺陷引起的辅助开关的短接（但以下情况不适用：如果是由对地的漏电或潮气原因引起。这种情况下，通常使用一个防水罩的办法避免）。
- 如果印刷电路板满足 GB 8898 的要求，但仍然发生印刷电路线路间的短路或断路。
- 如果连接电线间的气隙和漏电距离足够大，并且在输入和输出电路间能维持一个大小为 2.8 kV 的试验电压，但仍然发生在某个光电耦合器中的短路。
- 如果电阻器涂有绝缘漆，工作功率为额定功率的 66% 左右，并且能防止其他情况下电阻器发生短路（例如通过其合理布置），但仍然发生电阻器的断路或短路。

C. 2.3.3 如果由于某一个元器件的故障引起检测装置中多个故障的发生，则此时 C. 2.1 和 C. 2.2 中的条款亦适用。

附 录 D
(资料性附录)

本标准与 ISO 16369:2007 相比的章条和图表编号变化情况

本标准与 ISO 16369:2007 相比,章条和图表的编号有所变化,按内容是否对应的对照情况见表 D.1。

表 D.1 本标准与 ISO 16369:2007 相比的章条和图表编号变化对照表

本标准章条和图表编号	ISO 16369:2007 章条和图表编号
7.1.2.1	7.1.2a)
7.1.2.2	7.1.2b)
7.1.2.3	7.1.2c)
7.1.2.4	7.1.2d)
7.1.2.5	7.1.2e)
7.1.2.6	7.1.2f)
7.1.2.7	7.1.2g)
7.1.2.8	7.1.2h)
7.1.2.9	7.1.2i)
7.1.2.10	7.1.2j)
7.1.2.11	7.1.2k)
7.1.2.12	7.1.2l)
7.1.2.13	7.1.2m)
7.1.2.14	7.1.2n)
表 A.7	—
表 A.8	表 A.7
表 A.9	表 A.8
表 A.10	表 A.9
表 A.11	表 A.10
表 A.12	表 A.11
表 A.13	表 A.12
表 A.14	表 A.13
表 A.15	表 A.14

附 录 E
(资料性附录)

本标准与 ISO 16369:2007 的技术性差异及其原因

本标准与 ISO 16369:2007 的技术性差异及其原因见表 E.1。

表 E.1 本标准与 ISO 16369:2007 的技术性差异及其原因一览表

本标准的 章节编号	技术性差异	原 因
5.1.2.5.3	用于暴露区域的风载荷系数应符合 GB/T 3811 的规定	GB/T 3811 有关风压的规定符合我国情况,且比原标准的规定更全面、安全。原内容只适合欧洲的情况
5.7.16	将图 8 的“X、Y”分别改为“m”和“f”,同时删除图 8 的注	修改后的表达方式符合我国的习惯,更便于识别
附录 A.2.2.2	表 A.1 中增加了我国国家标准 GB/T 700 和 GB/T 1591,同时增加了我国常用的 Q345 钢材的有关资料	Q235 和 Q275 是 GB/T 700 规定的常用材料,Q345 是 GB/T 1591 规定的常用材料
附录 A.2.2.2	表 A.2 中增加了 Q345 钢材的有关资料	Q345 是我国的常用材料
附录 A.2.2.4.3	表 A.4 中增加了 Q345 钢材的有关资料	Q345 是我国的常用材料
附录 A.2.4	增加了表 A.7, Q345 的 ω 值	Q345 是我国的常用材料

参 考 文 献

- [1] GB/T 700 碳素结构钢
 - [2] GB/T 1591 低合金高强度结构钢
 - [3] GB/T 15706.1 机械安全 基本概念与设计通则 第1部分:基本术语和方法 (GB/T 15706.1—2007,ISO 12100-1:2003,IDT)
 - [4] ISO 16368 Mobile elevating work platform—Design, calculates, safety requirements and test methods
 - [5] EN 1570 Safety requirements for lifting tables
 - [6] EN 1808 Safety requirements on suspended access equipment—Design calculations, stability criteria, construction—Tests
 - [7] EN 10025-2 Hot rolled product of structural steel—Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels
 - [8] Eurocode 3-EN 1993-1-1 Design of steel structures—Part 1-1: General rules and rules for buildings
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
升降工作平台 导架爬升式工作平台
GB/T 27547—2011

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 4 字数 119 千字
2012年3月第一版 2012年3月第一次印刷

*

书号: 155066·1-44245 定价 54.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 27547—2011