



中华人民共和国国家标准

GB/T 46154—2025

风力发电机组用电梯制造与安装安全规范

Safety rules for the construction and installation of lifting appliances
in wind turbines

2025-08-29 发布

2026-03-01 实施

国家市场监督管理总局
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、定义和符号	2
3.1 术语和定义	2
3.2 符号	5
4 重大危险清单	6
5 安全要求和/或保护措施	6
5.1 通则	6
5.2 载荷和计算	7
5.3 升降通道防护装置、层站进出口	14
5.4 底架	22
5.5 导向系统和缓冲器	22
5.6 轿厢	24
5.7 起升机构	26
5.8 控制和限位装置	31
5.9 电气设备(装置)及其连接	37
5.10 防止风机电梯坠落的安全装置	39
6 安全要求和/或保护措施的验证	40
6.1 技术符合性文件	40
6.2 设计验证	40
6.3 交付使用前的检查	48
7 使用信息	48
7.1 通则	48
7.2 使用说明书	48
7.3 安装、调试、拆卸、运输、装卸和贮存信息	49
7.4 维护信息	49
7.5 轿厢内信息	50
7.6 底层端站信息	50
7.7 标志	50
附录 A (资料性) 重大危险清单	52
附录 B (规范性) 风机电梯试验	54

附录 C (规范性) 起升机构试验	66
附录 D (资料性) 计算方法指南	72
附录 E (规范性) 超速安全装置和防坠落装置试验	73
附录 F (规范性) 层门强度试验	80
附录 G (资料性) 疏散与救援	81
参考文献	82

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国电梯标准化技术委员会(SAC/TC 196)提出并归口。

本文件起草单位：中际联合(北京)科技股份有限公司、重庆市特种设备检测研究院、杭州奥立达电梯有限公司、迅达(中国)电梯有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院、广东省特种设备检测研究院东莞检测院、建研机械检验检测(北京)有限公司、通力电梯有限公司、浙江优迈重工机械有限公司、广东省特种设备检测研究院、深圳市特种设备安全检验研究院、河南省特种设备检验技术研究院、上海市特种设备监督检验技术研究院、上海三菱电梯有限公司、西子电梯科技有限公司、苏州帝奥电梯有限公司、奥的斯机电电梯有限公司、苏州熹骊科技有限公司、西继迅达电梯有限公司、北京建筑机械化研究院有限公司、康力电梯股份有限公司、甘肃省特种设备检验检测研究院、贵州省特种设备检验检测院、宁夏特种设备检验检测院、中合益检测技术有限公司、东南电梯股份有限公司、苏迅电梯有限公司、上海爱登堡电梯集团股份有限公司、佛山市顺德区鼎力电气有限公司、常熟理工学院、巨龙电梯有限公司、上海新时达电气股份有限公司、杭州市特种设备检验科学研究院(杭州市特种设备应急处置中心)、辛格林电梯有限公司、住富电梯科技有限公司、日立电梯电机(广州)有限公司、上海德圣米高电梯有限公司、申龙电梯股份有限公司、巨人通力电梯有限公司、北京中铁安装工程有 限 公 司。

本文件主要起草人：张庆伟、李兴、康立贵、王亮、卫展豪、徐娜、殷彦斌、蔡亚光、李阳、冯斌、罗海军、陈桂洲、苏晓峰、徐国强、李丰、陈俊、唐林钟、孙国亮、刘彦、贺敏鹏、肖洪涛、蒋会彪、马晓爽、周西、张世栋、周坚、杜海军、李颖聪、潘阿锁、谢君、张福生、沈伟强、吴振宇、王黎斌、张建雨、罗俊华、肖佳锋、裴肖、唐志荣、高云龙、李磊。

引 言

根据 GB/T 15706—2012 的分类,本文件属于 C 类标准。

本文件尤其与下列与机械安全有关的利益相关方有关:

- 机器制造单位;
- 健康与安全机构。

其他受到机械安全水平影响的利益相关方有:

- 机器使用人员;
- 机器所有者;
- 服务提供人员;
- 消费者(机器预定由消费者使用时)。

上述利益相关方均有可能参与本文件的起草。

涉及机械以及所涵盖的危险、危险状态和危险事件范围已在本文件的范围中给出。

当本 C 类标准的要求与 A 类标准或 B 类标准中的要求不同时,对于已按照本 C 类标准设计和制造的机器,本 C 类标准中的要求优先于其他标准中的要求。



风力发电机组用电梯制造与安装安全规范

1 范围

本文件规定了风力发电机组用电梯重大危险清单、安全要求和/或保护措施及其验证与使用信息。

本文件适用于永久性安装的、动力驱动的、用于进行风力发电机组内部或外部作业以及进入风力发电机组工作区域的风力发电机组用电梯的制造与安装的安全准则,包括救援和疏散程序。风力发电机组用电梯具有服务于指定层站的轿厢,能够将人员运送至作业位置(包括在轿厢处进行作业),并具有下列特征:

- 用于运送人员和/或货物;
- 有导向装置;
- 沿与铅垂线倾斜角小于或等于 15°的路径运行;
- 由齿轮齿条式起升机构支撑或爬升式起升机构悬挂;
- 运行速度不大于 0.70 m/s;
- 工作环境温度范围为 -25 °C ~ 55 °C。

本文件未涉及由下列情况引起的风险:

- 噪声;
- 用于风力发电机组的安装和拆卸;
- 雷击;
- 潜在爆炸性环境;
- 电磁兼容性(发射、抗扰度);
- 在轿厢外运送货物;
- 使用内燃机;
- 液压和气动起升机构;
- 用于漂浮式风力发电机组;
- 地震。

本文件不适用于在本文件发布日期前制造与安装的风力发电机组用电梯。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 3480.1 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 1 部分:基本原理、概述及通用影响系数
- GB/T 3480.2 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 2 部分:齿面接触强度(点蚀)计算
- GB/T 3480.3 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 3 部分:轮齿弯曲强度计算
- 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 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分:通用技术条件
- GB/T 5972 起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废

- GB/T 5974.1 钢丝绳用普通套环
- GB/T 6946 钢丝绳铝合金压制接头
- GB/T 7588.1—2020 电梯制造与安装安全规范 第1部分:乘客电梯和载货电梯
- GB/T 7588.2—2020 电梯制造与安装安全规范 第2部分:电梯部件的设计原则、计算和检验
- GB/T 8706 钢丝绳 术语、标记和分类
- GB/T 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 12265 机械安全 防止人体部位挤压的最小间距
- GB/T 14048.4 低压开关设备和控制设备 第4-1部分:接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)
- GB/T 14048.5—2017 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
- GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
- GB/T 16754 机械安全 急停功能 设计原则
- GB/T 16855.1 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分:设计通则
- GB/T 17888.3—2020 机械安全 接近机械的固定设施 第3部分:楼梯、阶梯和护栏
- GB/T 17888.4—2020 机械安全 接近机械的固定设施 第4部分:固定式直梯
- GB/T 18831—2017 机械安全 与防护装置相关的联锁装置 设计和选择原则
- GB/T 19155—2017 高处作业吊篮
- GB/T 19671 机械安全 双手操纵装置 设计和选择原则
- GB/T 20118 钢丝绳通用技术条件
- GB/T 23821—2022 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离
- GB/T 30589 钢丝绳绳端 套管压制索具
- GB 30862—2014 坠落防护 挂点装置
- GB/T 41108.3 机械安全 联锁装置的安全要求 第3部分:截留钥匙联锁装置及系统

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

风力发电机组用电梯 **lifting appliance in wind turbines**

风机电梯

具有带导向的轿厢,用于风力发电机组不同层站间运载人员和/或货物的设备。

注:如爬升式风机电梯、齿轮齿条式风机电梯。

3.1.2

底架 **base frame**

位于齿轮齿条式风机电梯最下方的构架,所有其他部件均安装于该构架上。

3.1.3

轿厢 **car, carrier**

由地板、轿壁、轿门和轿顶组成,用以运载人员和/或货物的风机电梯部件。

[来源:GB/T 7588.1—2020,3.6,有修改]

3.1.4

联锁装置 interlocking device

联锁 interlock

用于防止危险机器功能在特定条件下运行的机械、电气或者其他类型的装置。

注：特定条件下通常指只要防护装置未关闭。

[来源：GB/T 15706—2012, 3.28.1, 有修改]

3.1.5

防护锁定装置 guard locking device

预定用于将防护装置锁定在关闭位置并与控制系统相连的装置。

注：具有额外的当危险机器功能运行时使护栏保持在锁定状态功能的联锁装置。

[来源：GB/T 18831—2017, 3.4]

3.1.6

联锁防护装置 interlocking guard

与联锁装置联用的防护装置,同机器控制系统一起实现以下功能：

- 在防护装置关闭前,其“遮蔽”的危险的机器功能不能执行；
- 在危险机器功能运行时,如果打开防护装置,则发出停机指令；
- 在防护装置关闭后,防护装置“遮蔽”的危险的机器功能可以运行。防护装置本身的关闭不会启动危险机器功能。

[来源：GB/T 15706—2012, 3.27.4]

3.1.7

层站 landing

风力发电机组中用于轿厢装载和卸载的地点。

[来源：GB/T 7024—2025, 4.2.4, 有修改]

3.1.8

开锁区域 landing zone, unlocking zone

层门地坎平面上、下延伸的一段区域,当轿厢地坎平面在此区域内时,能够打开对应层站的层门。

[来源：GB/T 7588.1—2020, 3.63, 有修改]

3.1.9

超速安全装置 overspeed safety device

使超速的轿厢停止运行并保持停止状态的机械装置。

3.1.10

防坠落装置 fall arrest device

安全锁 safety lock

在工作钢丝绳失效时,使轿厢停止运行并保持停止状态的机械装置。

3.1.11

疏散 evacuation

在没有外界帮助的情况下,轿厢内被困人员安全撤离的特定行动。

3.1.12

救援 rescue

安全撤离轿厢内被困人员的特定行动。

3.1.13

刚性导向 rigid guiding

由刚性轨道或型材为轿厢提供导向的方式。

注：刚性导轨或型材如齿条架导向或爬梯导向。



3.1.14

齿条架导向 mast guiding

为轿厢提供支撑和导向的结构件。

3.1.15

爬梯导向 ladder guiding

为轿厢提供导向且可用于攀爬的梯子。

3.1.16

障碍物检测装置 obstruction detection device

可在轿厢运行过程中检测障碍物的检测装置。

注：障碍物如人员或物体。

3.1.17

极限工作载荷 working load limit

W_{II}

风机电梯设计确定的起升机构、防坠落装置和/或超速安全装置可承受的最大载荷。

3.1.18

额定载重量 rated load

m_H

风机电梯正常运行时预期运载的载荷。

[来源：GB/T 7588.1—2020, 3.43, 有修改]

3.1.19

额定速度 rated speed

v

风机电梯设计所规定的速度。

[来源：GB/T 7588.1—2020, 3.44, 有修改]

3.1.20

齿轮齿条式起升机构 rack and pinion drive

依靠驱动齿轮在齿条上运行带动轿厢上下运行的机构。

注：如齿轮齿条式单起升机构、齿轮齿条式双起升机构。

3.1.21

爬升式起升机构 traction hoist drive

依靠钢丝绳和驱动绳轮之间的摩擦力带动轿厢上下运行的机构，钢丝绳尾端无作用力。

3.1.22

钢丝绳导向 rope guiding

在风机电梯停止时或运行过程中，用张紧的钢丝绳防止轿厢发生摇摆或旋转的导向方式。

3.1.23

工作钢丝绳 drive wire rope

承受悬挂载荷的钢丝绳。

3.1.24

安全钢丝绳 secondary wire rope

正常工作时不承受悬挂载荷，在防坠落装置或超速安全装置动作时承受悬挂载荷的钢丝绳。

3.1.25

缓冲器 buffer

在行程端部的弹性停止装置，包括使用流体、弹簧或其他类似装置的制动部件。

注：其他类似装置如橡胶。

[来源：GB/T 7588.1—2020, 3.5, 有修改]

3.1.26

视窗 vision panel

提供轿厢内或轿厢外视线的透明或开孔的板。

3.1.27

底坑 pit

作为风机电梯升降通道一部分, 周边封闭且仅可由升降通道上方进入的凹陷区域。

3.1.28

操作者 operator

经过高空作业培训, 具有合格的知识和实践经验, 接受过专业的指导, 有能力安全操作风机电梯的指定人员。

3.2 符号

表 1 中的符号适用于本文件。

表 1 符号

符号	单位	含义
C	—	风力系数
D	mm	节圆直径
d	mm	钢丝绳公称直径
F_{\min}	kN	钢丝绳最小破断拉力
f_{Rd}	N/mm ²	极限应力
$f_{Rd\sigma}$	N/mm ²	极限正应力
$f_{Rd\tau}$	N/mm ²	极限剪切应力
f_u	N/mm ²	抗拉强度
f_y	N/mm ²	屈服强度
g_n	m/s ²	标准重力加速度
H	—	滑轮、卷筒和驱动绳轮的直径与钢丝绳公称直径之比
K_p	—	载荷谱系数
L	mm	爬梯宽度
m_c	kg	空载轿厢质量
m_e	kg	操作者的装备质量
m_H	kg	额定载重量
m_m	kg	风机电梯内材料质量
m_p	kg	操作者的假定质量
m_{pc}	kg	供电和控制电缆的总质量
m_{pce}	kg	基于超载检测装置设计随行程高度变化的供电电缆的部分质量
m_R	kg	工作钢丝绳的总质量(仅限于爬升式起升机构)

表 1 符号 (续)

符号	单位	含义
m_{Re}	kg	基于超载检测装置设计随行程高度变化的工作钢丝绳的部分质量
m_w	kg	张紧装置的总质量(仅限于爬升式起升机构)
n	—	最大可载人数
n_r	—	承受悬挂载荷钢丝绳的数量
p	N/m ²	风压
Ra	μm	表面粗糙度
S	kN	钢丝绳最大工作静拉力
S_d	—	冲击载荷系数
S_r	mm	安全距离
S_t	kg	试验载荷
T_m	kN	最大动态拉力
v	m/s	额定速度
v_s	m/s	风速
W_{ll}	kg	极限工作载荷
Z_p	—	钢丝绳安全系数
γ_f	—	持续受力部件的材料安全系数
γ_m	—	抗力系数
γ_p	—	疲劳安全系数
μ_1	—	冲击系数
σ_a	N/mm ²	正许用应力
σ_c	N/mm ²	设计应力
σ_{sd}	N/mm ²	设计正应力
τ_a	N/mm ²	剪切许用应力
τ_{sd}	N/mm ²	设计剪切应力
φ_7	—	缓冲器碰撞弹性效应系数

注：“—”表示无单位。

4 重大危险清单

本章包括了与本文件有关的所有重大危险、危险状态和事件。他们通过风险评价方法识别得出,对于该类机器是重大危险且需要采取措施消除或减小,见附录 A。

5 安全要求和/或保护措施

5.1 通则

风机电梯应符合本文件的安全要求和/或保护措施。此外,对本文件未涉及的相关非重大危险,风机电梯应按照 GB/T 15706—2012 中的原则进行设计。

5.2 载荷和计算

5.2.1 设计载荷

5.2.1.1 基本要求

评估风机电梯部件应计算所有悬挂载荷(包括供电电缆、电缆滑车、钢丝绳、张紧装置)。

5.2.1.2 自重

5.2.1.2.1 下列质量作为总自重的一部分,在计算风机电梯及其相关部件时应包括:

- a) 空载轿厢质量(m_c);
- b) 随风机电梯移动的空载轿厢以外的设备质量,以及基于超载检测装置设计随行程高度变化的部分质量,如:
 - 1) 工作钢丝绳的总质量(m_R)(仅限于爬升式起升机构);
 - 2) 供电和控制电缆的总质量(m_{pc});
 - 3) 张紧装置的总质量(m_w)(仅限于爬升式起升机构);
 - 4) 从轿厢至悬挂横梁之间的工作钢丝绳(仅限于爬升式起升机构)的部分质量(m_{Re}),或风机电梯的控制方式设计为当发生过载情况下使风机电梯在移动过程中停靠在层站时,层站间最大距离的工作钢丝绳的部分质量(m_{Re});
 - 5) 从轿厢至顶层端站(采用随行电缆时)之间的供电和控制电缆的部分质量(m_{pcc}),或从轿厢至电缆悬挂点(采用悬挂电缆时)之间的供电和控制电缆的部分质量(m_{pcc}),或风机电梯的控制方式设计为当发生过载情况下使风机电梯在移动过程中停靠在层站时,层站间最大距离的电缆的部分质量(m_{pcc})。

5.2.1.2.2 根据超载检测装置的设计(见 5.8.4)和不同的载荷组合(见 5.2.2),自重应通过以下质量组合计算得出。

- a) 载荷组合:A、B、C1、C3、C4、C5 和 C6,按以下超载检测装置选取:
 - 1) 对于类型 1 超载检测装置,选取如下质量: m_c 、 m_{pc} 、 m_{Re} 和 m_{pcc} ;
 - 2) 对于类型 2 和类型 3 超载检测装置,选取如下质量: m_c 、 m_{pc} 和 m_{pcc} 。
- b) 载荷组合:C2,按以下超载检测装置选取:
 - 1) 对于类型 1 超载检测装置,选取如下质量: m_c 、 m_{pc} 、 m_{Re} 、 m_{pcc} 、 m_R 和 m_w ;
 - 2) 对于类型 2 和类型 3 超载检测装置,选取如下质量: m_c 、 m_{pc} 、 m_{pcc} 、 m_R 和 m_w 。

5.2.1.3 额定载重量

制造单位应说明风机电梯的额定载重量和最大可载人数。

在计算风机电梯和相关部件时,额定载重量应为:

- a) 单人风机电梯的额定载重量按公式(1)计算:

$$m_H = m_p + m_e + m_m \dots\dots\dots (1)$$

式中:

m_H —— 额定载重量,单位为千克(kg);

m_p —— 操作者的假定质量,单位为千克(kg),取 $m_p = 80$ kg;

m_e —— 操作者的装备质量,单位为千克(kg),取 $m_e = 40$ kg;

m_m —— 风机电梯内材料质量,单位为千克(kg), m_m 可以是 0 或规定值。

单人风机电梯的额定载重量(m_H)不小于 120 kg。

b) 2 人风机电梯的额定载重量按公式(2)计算:

$$m_H = (2 \times m_p) + (2 \times m_e) + m_m \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- m_H —— 额定载重量,单位为千克(kg);
- m_p —— 操作者的假定质量,单位为千克(kg),取 $m_p=80$ kg;
- m_e —— 操作者的装备质量,单位为千克(kg),取 $m_e=40$ kg;
- m_m —— 风机电梯内材料质量,单位为千克(kg), m_m 可以是 0 或规定值。

2 人风机电梯的额定载重量(m_H)不小于 240 kg。

c) 3 人及以上风机电梯的额定载重量按公式(3)计算:

$$m_H = (n \times m_p) + (1.5 \times m_e) + m_m \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- n —— 最大可载人数;
- m_H —— 额定载重量,单位为千克(kg);
- m_p —— 操作者的假定质量,单位为千克(kg),取 $m_p=80$ kg;
- m_e —— 操作者的装备质量,单位为千克(kg),取 $m_e=40$ kg;
- m_m —— 风机电梯内材料质量,单位为千克(kg), m_m 可以是 0 或规定值。

3 人及以上人风机电梯的额定载重量(m_H)不小于 300 kg。

若整个轿厢地板上的额定载重量均匀分布,且单位面积载荷小于 4.0 kN/m²,则对于轿厢地板的计算,应按轿厢地板单位面积的载荷不小于 4.0 kN/m² 进行计算。

5.2.1.4 摩擦力

应计算由导向装置和传动部件产生的作用于轿厢的摩擦力,载荷组合和安全系数按表 2 选取。

表 2 载荷组合和安全系数

载荷类别	载荷	载荷组合							
		A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6
常规载荷	空载轿厢质量,见 5.2.1.2	1.7	1.7	1.1	μ_1	1.1	1.1	1.1	—
	空载轿厢以外的设备质量,见 5.2.1.2	1.7	1.7	1.1	μ_1	1.1	1.1	1.1	—
	额定载重量,见 5.2.1.3	1.7	1.7	1.1	μ_1	—	1.1	1.3	—
	摩擦力,见 5.2.1.4	1.1	1.1	—	—	—	—	—	—
	人员施加的载荷,见 5.2.1.5.1	1.35	1.35	—	—	—	1.1	—	—
偶然载荷	工作状态风载荷,见 5.2.1.6.2	—	1.16	—	1.1	—	—	—	—
	雪和冰载荷,见 5.2.1.7	—	1.35	1.1	μ_1	—	—	—	—
	温度变化引起的载荷,见 5.2.1.8	—	1.16	—	—	—	—	—	—
特殊载荷	人员坠落引起的载荷,见 5.2.1.5.3	—	—	1.5	—	—	—	—	—
	非工作状态风载荷,见 5.2.1.6.3	—	—	—	—	1.1	—	—	—
	缓冲碰撞载荷,见 5.2.1.9	—	—	—	—	—	$1.1 \times \varphi_7$	—	—
	地震载荷,见 5.2.1.10	—	—	—	—	—	—	—	1

表 2 载荷组合和安全系数（续）

载荷类别	载荷	载荷组合						
		A	B	C1	C2	C3	C4	C5
<p>注 1: φ_7 为缓冲器碰撞弹性效应系数, 见 GB/T 3811—2008 中 4.2.3.2.3。</p> <p>注 2: μ_1 为超速安全装置触发或防坠落装置触发引起的冲击载荷系数, 为下列值之一: ——风机电梯坠落试验中的最大冲击载荷系数(S_d), 见附录 B 的 B.2.11 S_d 试验值; ——最大许用冲击载荷系数, 取 3。</p> <p>注 3: A 为风机电梯在常规载荷条件下正常使用。</p> <p>注 4: B 为风机电梯偶然载荷(仅在外部运行条件下适用)。</p> <p>注 5: C1 为人员坠落引起的载荷。</p> <p>注 6: C2 为防坠落装置或超载安全装置触发引起的载荷。</p> <p>注 7: C3 为风机电梯外部运行时的风载荷——非工作状态风载荷。</p> <p>注 8: C4 为缓冲碰撞载荷。</p> <p>注 9: C5 为超出额定载重量的载荷。</p> <p>注 10: C6 为地震载荷——非工作状态。</p> <p>注 11: “—”表示不涉及。</p>								

5.2.1.5 人员施加的载荷

5.2.1.5.1 基本要求

在计算风机电梯和相关部件时, 由人员施加的载荷在计算时应符合下列要求:

- 轿壁能承受垂直作用于其任何位置且均匀地分布在 100 cm^2 的圆形(或正方形)面积上的 300 N 的静力, 并且永久变形不大于 1 mm , 弹性变形符合 5.6.3 的要求;
- 轿门和视窗及其导向装置能承受垂直作用于其任何位置且均匀地分布在 5 cm^2 的圆形(或正方形)面积上的 300 N 的静力, 并且永久变形不大于 1 mm , 弹性变形符合 5.6.5.10 的要求。

5.2.1.5.2 单独载荷(不与其他载荷组合)

5.2.1.5.2.1 轿厢地板应能承受垂直作用于其任何位置且均匀地分布在 400 cm^2 的圆形(或正方形)面积上的 1500 N 的静力, 并且永久变形不大于 1 mm 。

5.2.1.5.2.2 如果人员可进入轿顶, 在下列情况下, 轿顶的永久变形应不大于 1 mm , 且不应失效。

- 在轿顶最不利位置处施加 3000 N 的静力, 此力应均匀分布在 1.0 m^2 的正方形面积上。如果轿顶面积小于 1.0 m^2 , 应将 3000 N 的静力作用于轿顶全部区域。
- 在轿顶最不利位置处施加 1200 N 的静力, 此力应均匀分布在 400 cm^2 的正方形面积上。

5.2.1.5.2.3 全高度层门应能承受垂直作用于其任意一侧任意位置且均匀分布在 5 cm^2 的圆形(或正方形)面积上的 300 N 的静力, 并且永久变形不大于 1 mm , 弹性变形不大于 15 mm 。

5.2.1.5.2.4 低高度层门应能承受垂直作用于其顶部任意位置的 1000 N 的静力, 并且永久变形不大于 1 mm 。

5.2.1.5.2.5 在 5.2.1.5.2.1~5.2.1.5.2.4 所述的载荷工况下, 材料的抗力系数值应与表 3 中的载荷组合 A 中的值相同。

表 3 材料抗力系数

材料	抗力系数(γ_m)		
	载荷组合 A	载荷组合 B	载荷组合 C
钢	1.1	1.1	1.1
铝	1.27	1.27	1.27

5.2.1.5.2.6 低高度层门应能承受不小于 300 N 的水平载荷,并符合 GB/T 17888.3—2020 中 8.1 和 8.2 的规定。

5.2.1.5.3 人员坠落引起的载荷

在计算装有挂点装置的结构时,应将人员坠落产生的 6 000 N 载荷计算在内,安全系数按表 2 取值。

轿厢安装的挂点装置多于一个时,假定在同一时间,载荷不会作用于多个挂点装置,因此挂点装置的结构应根据每个挂点装置单独承载计算,而不是根据所有挂点装置同时承载计算。

5.2.1.6 外部运行的风机电梯的风载荷

5.2.1.6.1 基本要求

GB/T 3811—2008 和 GB/T 13752—2017 给出了设计风载荷的计算。假定风在任意方向水平作用于风机电梯部件迎风面中心,应计算最不利方向。

风压按公式(4)、5.2.1.6.2 和 5.2.1.6.3 计算和确定。

$$p = 0.625v_s^2 \dots\dots\dots(4)$$

式中:

p ——风压,单位为牛每平方米(N/m²);

v_s ——风速,单位为米每秒(m/s)。

计算作用在风机电梯的风载荷时,应假定轿壁是实板,并取其风力系数 $C = 1.2$,该系数包括形状系数和挡风折减系数。

风载荷作用于风机电梯时,应视为作用于悬挂点和/或相关的塔架连接部件。

5.2.1.6.2 工作状态风压

工作状态风压不考虑高度,风压值应不小于 $p = 250 \text{ N/m}^2$,对应风速 $v_s = 20.0 \text{ m/s}$ 。

5.2.1.6.3 非工作状态风压

非工作状态风压取决于风机电梯高于地面的高度和安装地区。

非工作状态风压及其高度变化系数宜选取 GB/T 3811—2008 的表 18 和表 19 或 GB/T 13752—2017 的表 20 和表 21 中的系数。

5.2.1.7 雪和冰载荷

如果无特殊要求,通常不考虑雪和冰载荷。

如果有特殊要求,根据我国地理气候条件,在寒冷地区及严寒地区(见 GB 50176),可取雪压为 $500 \text{ N/m}^2 \sim 1\,000 \text{ N/m}^2$;出现冰冻时,冰的重力宜以结冰厚度计算,还宜考虑由于雪和冰积结引起受风面积的增大。

5.2.1.8 温度变化引起的载荷

承重结构的设计应确保温度变化引起结构件膨胀或收缩不会造成过应力。

5.2.1.9 缓冲碰撞载荷

应按照平均减速度为 $1.0g_n$ 或实际更低值计算缓冲器对轿厢、底坑或基础产生的作用力。

5.2.1.10 地震载荷

在风机电梯处于非工作状态且轿厢无载荷条件下,应通过选取载荷组合 C6 计算地震载荷。可选用等效静态分析或动态分析的计算方法。计算中应使用当地地震频谱(见 GB 18306)。

5.2.2 载荷组合

应选择如下载荷类别进行组合:

- 常规载荷:指在风机电梯正常工作时经常发生的载荷(自重、额定载重量、人员施加的载荷、摩擦力);
- 偶然载荷:指在风机电梯正常工作时不经常发生而只是偶然出现的载荷(工作状态风载荷、雪和冰载荷、温度变化引起的载荷);
- 特殊载荷:指在风机电梯非正常工作时或不工作时的特殊情况下才发生的载荷(人员坠落引起的载荷、超速安全装置触发引起的载荷、非工作状态风载荷、缓冲碰撞载荷、超出额定载重量的载荷)。

注:在某些应用中,载荷组合 B 中的单一载荷的发生频次较高,需考虑进行疲劳分析。由特殊载荷产生的应力,其计算方式与常规载荷产生的应力相同。

5.2.3 静强度和疲劳强度计算

5.2.3.1 承载结构

5.2.3.1.1 基本要求

应对不同结构件在给定的载荷组合下进行强度计算,准许选取临界应力安全系数,按下列失效形式确定不同的计算规则:

- 超过强度极限(屈服强度、抗拉强度);
- 丧失弹性稳定性;
- 超过疲劳极限;
- 超过变形极限。

5.2.3.1.2 钢、铝结构的极限设计应力计算

结构件设计中的极限应力 f_{Rd} ,应按公式(5)和公式(6)计算:

$$f_{Rd\sigma} = f_y / \gamma_m \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$f_{Rd\tau} = f_y / (\sqrt{3} \gamma_m) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- $f_{Rd\sigma}$ —— 极限正应力,单位为牛每平方米(N/mm^2);
- $f_{Rd\tau}$ —— 极限剪切应力,单位为牛每平方米(N/mm^2);
- f_y —— 屈服强度,单位为牛每平方米(N/mm^2);
- γ_m —— 抗力系数。

对于设计的结构件,设计应力应按公式(7)和公式(8)校核:

$$\sigma_{Sd} \leq f_{Rd\sigma} \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{且 } \tau_{Sd} \leq f_{Rd\tau} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- σ_{Sd} —— 设计正应力,单位为牛每平方米(N/mm^2);

- τ_{sd} ——设计剪切应力,单位为牛每平方米(N/mm²);
- f_{Rds} ——极限正应力,单位为牛每平方米(N/mm²);
- f_{Rdt} ——极限剪切应力,单位为牛每平方米(N/mm²)。

5.2.3.1.3 结构疲劳校核

应对受循环载荷作用的结构件施加载荷组合 A 进行疲劳强度校核,载荷循环次数最小为 31 500 次,载荷谱系数取 $K_p=1.0$,并设置所有部件的疲劳安全系数 $\gamma_p=1.0$ 。

5.2.3.1.4 载荷组合 C2 工况下防坠落装置触发时的轿厢结构校核

载荷组合 C2 工况下,应:

- a) 设计应力按公式(9)校核:

$$\sigma_c < f_u \dots\dots\dots(9)$$

式中:

- σ_c ——设计应力,单位为牛每平方米(N/mm²);
- f_u ——抗拉强度,单位为牛每平方米(N/mm²)。

- b) 按 5.2.3.1.2 计算,计算中不计入自重随运行高度变动的质量(m_{Re} 和 m_{pe})。

5.2.3.2 机械部件

5.2.3.2.1 基本要求

应对轴、齿轮、轴承等机械部件进行校核,防止动载荷以及断裂、屈曲、疲劳和过度磨损引起的失效导致安全问题。

5.2.3.2.2 断裂计算

应对机械部件断裂强度进行校核,许用应力值取决于使用的材料。

设计应力 σ_c 应不大于正许用应力 σ_a 和剪切许用应力 τ_a ,材料的安全系数按表 4 选取。

- a) 正许用应力应按公式(10)计算:

$$\sigma_a = f_u/\gamma_f \dots\dots\dots(10)$$

式中:

- σ_a ——正许用应力,单位为牛每平方米(N/mm²);
- f_u ——抗拉强度,单位为牛每平方米(N/mm²);
- γ_f ——持续受力部件的材料安全系数。

- b) 剪切许用应力应按公式(11)计算:

$$\tau_a = f_u/(\sqrt{3}\gamma_f) \dots\dots\dots(11)$$

式中:

- τ_a ——剪切许用应力,单位为牛每平方米(N/mm²);
- f_u ——抗拉强度,单位为牛每平方米(N/mm²);
- γ_f ——持续受力部件的材料安全系数。

表 4 碳钢和不锈钢的材料安全系数

材料	材料安全系数(γ_f)		
	载荷组合 A	载荷组合 B	载荷组合 C
碳钢和不锈钢	2.2	2.2	1.8

材料的抗拉强度(f_u)应根据钢材厚度选取,见 GB/T 700 和 GB/T 1591。

5.2.3.2.3 疲劳强度和耐磨计算

5.2.3.2.3.1 基本要求

应依据载荷谱和应力循环数(宜为载荷循环的倍数),对易受疲劳损坏的机械部件、承载部件和连接件(如轴、轴承等)进行疲劳强度分析。

应根据风机电梯的预计使用情况,确定载荷谱和应力循环数。除与钢丝绳接触的表面外,应计算易受疲劳损坏和磨损的驱动机构和零件(如起升机构、齿轮)的应力。

疲劳应力应依据下列工况计算:

- 计算起升机构时,每个运行循环由从静止达到额定速度、以额定速度持续运行规定行程、再由额定速度减速至完全停止的过程组成;
- 累计运行时长达到 250 h;
- 在轿厢载有 50% 额定载重量的条件下,完成 50% 的运行循环;
- 在轿厢载有额定载重量的条件下,完成 50% 的运行循环。

注:宜通过试验确定绳轮耐磨性。

对每个零部件做分析时,应将最不利的上升和下降运行组合计算在内。

在将所有缺口效应计算在内,对轧制和锻造钢轴进行疲劳强度校核时,安全系数应不小于 1.5。

5.2.3.2.3.2 齿轮和齿条

在制造单位使用说明书中规定的最大磨损量情况下:

- 齿轮弯曲疲劳强度安全系数应不小于 2.0;
- 齿轮接触疲劳强度安全系数应不小于 1.4;
- 齿条静强度安全系数应不小于 2.0。

5.2.4 悬挂装置计算

悬挂装置应能承受静态试验和动态试验中的载荷,以及由于起升机构或工作钢丝绳失效而产生的其他动载荷。

风、层站移动以及风机电梯启停引起的载荷,能引起悬挂装置发生横向摆动。

5.2.5 工作钢丝绳和安全钢丝绳计算

5.2.5.1 基本要求

所有直接或间接悬挂轿厢的工作钢丝绳和安全钢丝绳应符合本条的要求。

安全钢丝绳和工作钢丝绳的类型应一致。

工作钢丝绳最大工作静拉力按公式(12)计算:

$$S = W_{II} / (100 \times n_r) \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

S ——工作钢丝绳最大工作静拉力,单位为千牛(kN);

W_{II} ——起升机构极限工作载荷,单位为千克(kg);

n_r ——承受悬挂载荷钢丝绳的数量。

工作钢丝绳安全系数按公式(13)计算:

$$Z_p = F_{min} / S \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

Z_p ——工作钢丝绳安全系数;

F_{\min} ——钢丝绳最小破断拉力,单位为千牛(kN)。

工作钢丝绳安全系数 Z_p 应不小于 10。

5.2.5.2 工作钢丝绳疲劳强度验证

制造单位应以运行循环次数或运行时长定义钢丝绳的设计寿命,并通过计算或根据附录 C 中 C.2.6 试验来验证钢丝绳的疲劳强度。工作钢丝绳的疲劳强度应不小于 1 000 次运行循环次数或对应的运行时长,且未达到制造单位设定的报废技术条件。

5.2.6 计算方法

有关计算方法所适用的标准见附录 D。

5.3 升降通道防护装置、层站进出口

5.3.1 基本要求

风机电梯安装和使用时,应具有专用的升降通道和设有防护的层站。

根据风机电梯额定速度以及障碍物检测装置的使用情况,升降通道应设置合适的防护装置,满足表 5 的规定。

表 5 升降通道防护装置

风机电梯类型	底层端站防护装置			层站防护装置		
	全高度层站防护装置 (5.3.3.3)	低高度层站防护装置 (5.3.3.4)	开放式低高度层站防护装置 (5.3.3.4)	全高度层站防护装置 (5.3.3.3)	低高度层站防护装置 (5.3.3.4)	开放式低高度层站防护装置 (5.3.3.4)
速度 ≤ 0.40 m/s、无障碍物检测装置	√	—	—	√	—	—
速度 ≤ 0.40 m/s、有障碍物检测装置	√	√	√	√	√	—
速度 ≤ 0.40 m/s、在顶部和底部均有障碍物检测装置	√	√	√	√	√	√
速度 > 0.40 m/s	√	—	—	√	—	—
速度 ≤ 0.40 m/s、无障碍物检测装置、层站防护装置内侧与轿厢距离 ≥ 0.50 m	√	√	√	√	√	√

注：“√”表示需要设置其中一种防护装置，“—”表示不涉及。

5.3.2 升降通道防护装置

5.3.2.1 基本要求

升降通道防护装置应具有与层门相同的强度,见 5.2.1.5.2。

除本文件的要求外,所有安全距离(S_s)应符合 GB/T 23821—2022 的规定。所有防止人体部位挤压的间距应符合 GB/T 12265 的规定。

5.3.2.2 轿厢周围的间距

在层站处,应按表 5 要求设置升降通道防护装置;在其他情况下(如非完整层站、爬梯处),应符合表 6 的规定。

只有在疏散、救援和维护程序中,才能进入表 6 中的安全距离区域 3。

表 6 轿厢周围的距离和相关安全措施

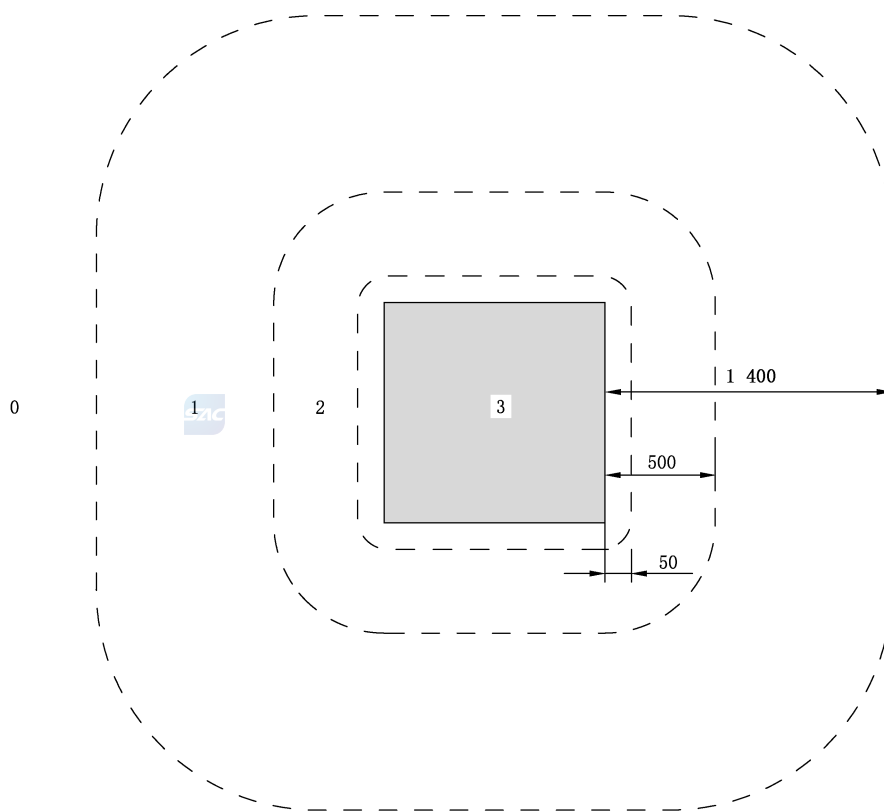
安全距离区域	与轿厢的距离	最大运行速度 0.40 m/s	顶部和底部障碍物检测装置
0	$S_r \geq 1\,400\text{ mm}$ 或符合 GB/T 23821—2022 中表 1 的规定	—	—
1	$500\text{ mm} \leq S_r < 1\,400\text{ mm}$	√	—
2	$50\text{ mm} \leq S_r < 500\text{ mm}$	√	√
3	$S_r < 50\text{ mm}$ (在升降通道内)	√	√ ^a

注：“√”表示需要满足该项，“—”表示不涉及。

^a 见表 7。

安全距离区域(见图 1)。

单位为毫米



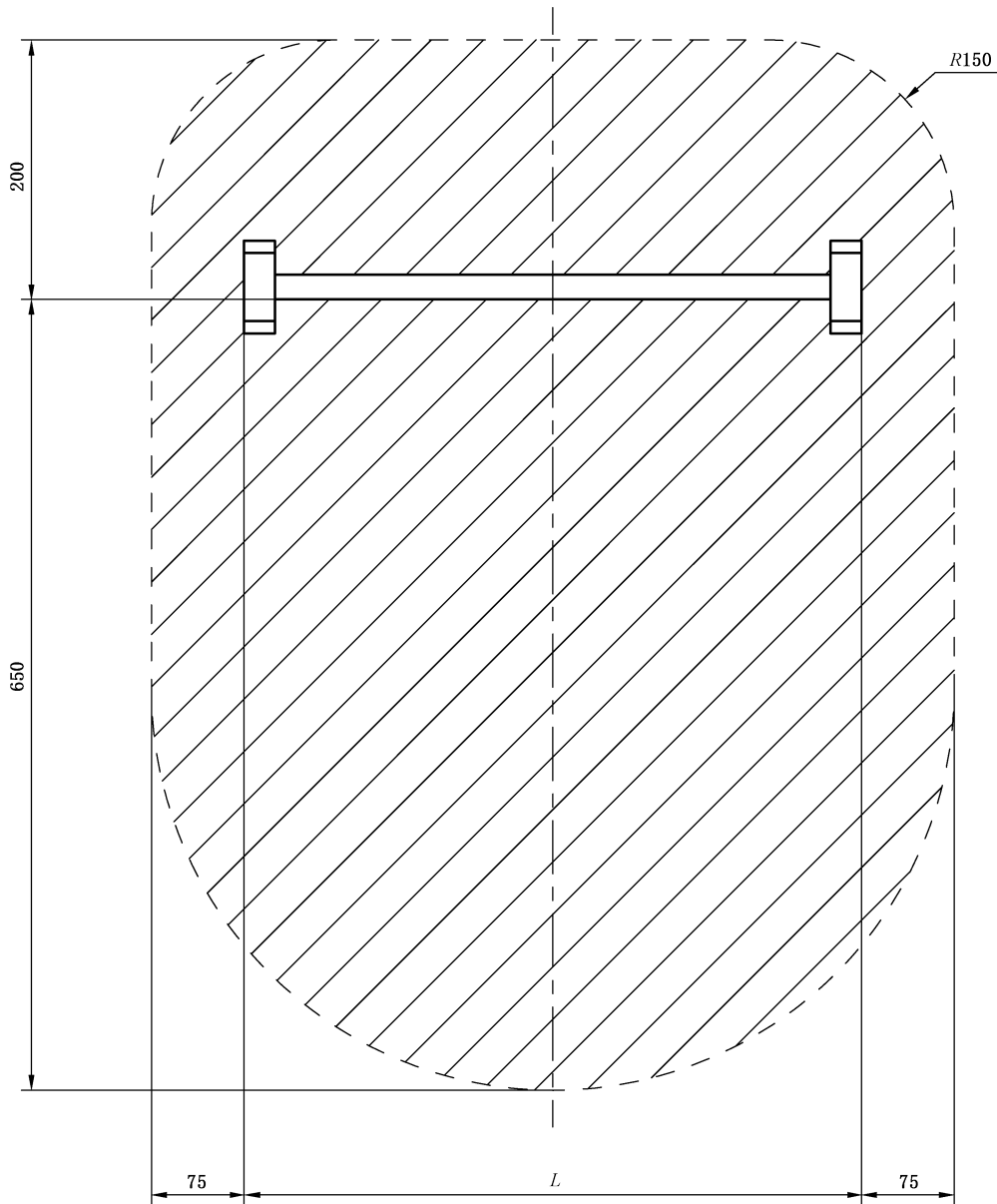
标引序号说明:

- 0——安全距离区域 0;
- 1——安全距离区域 1;
- 2——安全距离区域 2;
- 3——安全距离区域 3。

图 1 安全距离区域

评估爬梯的安全距离区域时,应不小于图 2 的安全攀爬区域的要求。

单位为毫米



标引符号说明:
 L ——爬梯宽度。

图 2 安全攀爬区域

5.3.2.3 轿厢下方的避险空间和间距

当设置底坑时,应按照 GB/T 7588.1—2020 中 5.2.5.8 的规定留出避险空间。当未设置底坑时,应采用机械装置(如移动式支架、超速安全装置的手动锁止装置或具有同等作用的其他装置),使轿厢下方空间的垂直距离不小于 1 800 mm。该空间应延伸至轿厢下方全部区域。该机械装置的安装和拆卸,不应需要任何人在轿厢下方进行。

应设置符合 5.8.7.4 规定的联锁装置,用于监测上述机械装置并确保其处于工作位置时风机电梯不能移动。

5.3.2.4 轿厢上方的避险空间和间距

如果轿顶用作工作平台(见 5.6.4.2),则任何轿厢部件与轿厢上方升降通道的任何结构部件间的净距离应不小于 300 mm,且轿顶上应设置一个由机械装置防护的至少为 500 mm×700 mm×1 000 mm 的长方体避险空间。

如果轿顶不用作工作平台(见 5.6.4.2),则当轿厢到达准许的最高位置时,任何轿厢部件与轿厢上方升降通道的任何结构部件间的净距离应不小于 100 mm。

如果轿顶禁止人员进入,应在轿顶处设置“禁止进入”的标志。轿厢宜便于检查和维护。

5.3.3 层站防护装置

5.3.3.1 基本要求

5.3.3.1.1 应在层站的每个进入地点处设置层门。

5.3.3.1.2 层站防护装置的类型应符合表 5 要求。

5.3.3.1.3 层门不应向升降通道内开启。如果层门用于人员接近爬梯(爬梯导向风机电梯),层门应能自动关闭。

5.3.3.1.4 层门的净宽度应不小于 500 mm。

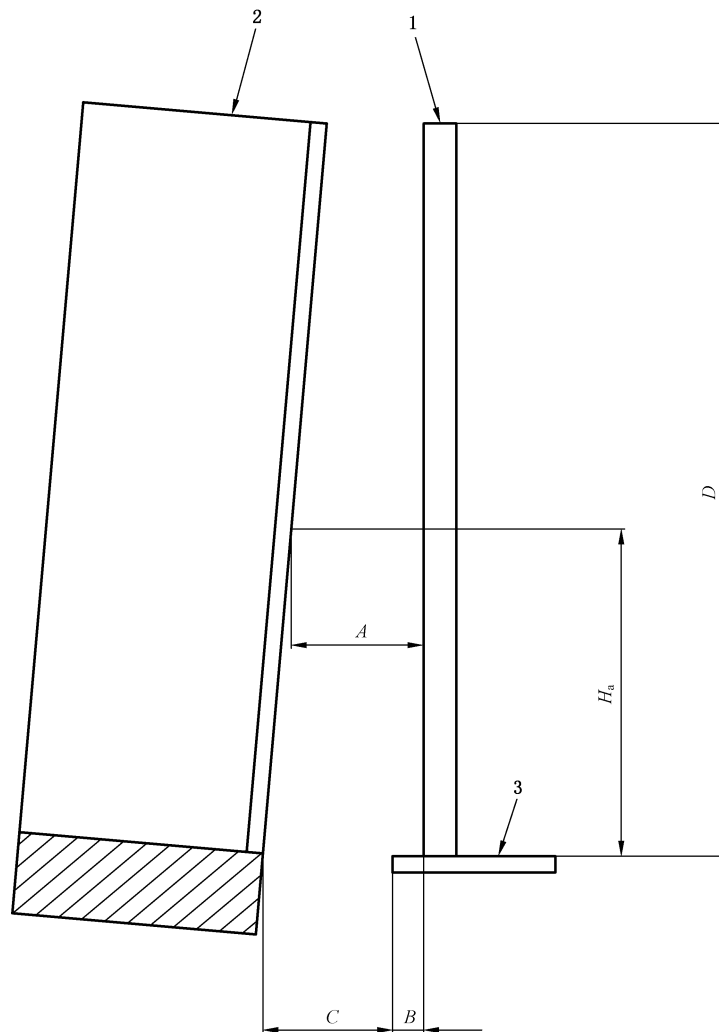
5.3.3.1.5 人员应能观察到轿厢是否在该层站,GB/T 7588.1—2020 中 5.3.7.2 给出了层站指示的规定。

5.3.3.1.6 层门应具有导向,且设置机械止停装置限制层门行程。

5.3.3.1.7 不应使用动力驱动的门。

5.3.3.1.8 不应利用轿厢运行所操控的机械性装置或其他物件打开或关闭层门。

5.3.3.1.9 层站防护装置的设置应使轿厢地坎与层门地坎之间的水平距离不大于 100 mm(见图 3~图 5 中的 C),且轿厢与进入层站侧的防护装置的水平距离不大于 180 mm(见图 3~图 5 中的 A)。



标引说明：

1 ——层站防护装置；

2 ——轿厢；

3 ——层站；

A ——关闭的轿门和关闭的层门之间的最小距离(距层站 1 100 高度处测量), $A \leq 180$ ；

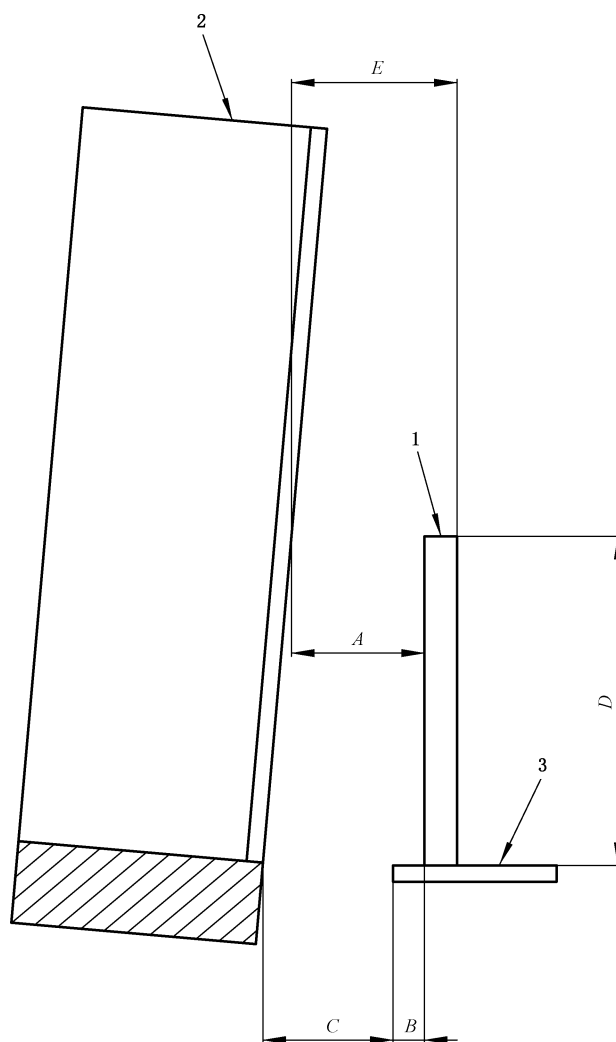
B ——层站边缘和层门之间的距离(从层站处测量), $B \leq 80$ ；

C ——轿厢地坎和层站之间的距离(从层站处测量), $C \leq 100$ ；

D ——全高度层站防护装置的高度, $D \geq 2\ 500$ ；

H_a ——距离层站测量高度, $H_a = 1\ 100$ 。

图 3 全高度层站防护装置



标引说明：

1 ——层站防护装置；

2 ——轿厢；

3 ——层站；

A ——关闭的轿门和关闭的层门之间的最小距离(从层门顶部测量), $50 \leq A \leq 180$ ；

B ——层站边缘和层门之间的距离(从层站处测量), $B \leq 80$ ；

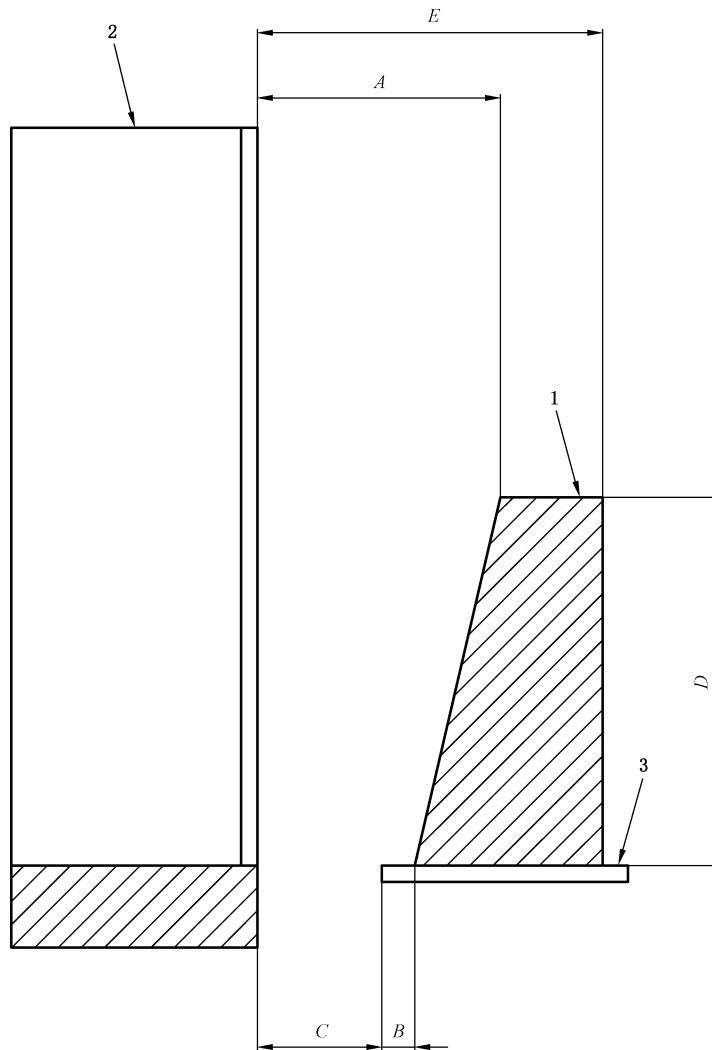
C ——轿厢地坎和层站之间的距离(从层站处测量), $C \leq 100$ ；

D ——低高度层站防护装置的高度, $D \geq 1100$ ；

E ——关闭的轿门和关闭的层门之间的最大距离(从层门顶部测量), $E < 500$ 。



图 4 低高度层站防护装置(层站防护装置距轿厢距离小于 500)



标引说明：

1 —— 层站防护装置；

2 —— 轿厢；

3 —— 层站；

A —— 关闭的轿门和关闭的层门之间的最小距离(从层门顶部测量), $A \leq 180$ ；

B —— 层站边缘和层门之间的距离(从层站处测量), $B \leq 80$ ；

C —— 轿厢地板和层站之间的距离(从层站处测量), $C \leq 100$ ；

D —— 低高度层站防护装置的高度, $D \geq 1100$ ；

E —— 关闭的轿门和关闭的层门之间的最大距离(从层门顶部测量), $E \geq 500$ 。

图 5 低高度层站防护装置(层站防护装置距轿厢距离不小于 500)

5.3.3.1.10 层门应设置符合 5.8.7.1 要求的联锁装置。

5.3.3.1.11 在底层端站由层门进入防护装置后(如维护时),应能在不使用钥匙或任何工具的情况下从内侧打开层门;如果使用截留钥匙系统,应设置用于翻越层站防护装置的装置。

5.3.3.2 垂直滑动门

5.3.3.2.1 垂直滑动门的门扇应固定在 2 个独立的悬挂部件上。

5.3.3.2.2 悬挂用的钢丝绳和链条的安全系数应不小于 6。

5.3.3.2.3 悬挂用的钢丝绳滑轮的节圆直径应不小于钢丝绳公称直径的 15 倍。

5.3.3.2.4 悬挂用的钢丝绳和链条应加以防护,防止脱出滑轮槽或链轮。

5.3.3.2.5 钢丝绳绳端应采用可靠的方法连接或固定(如金属或树脂浇铸的接头、带套环的编结接头、带套环的压制接头、楔形接头或具有同等安全的其他装置)。不应使用可能损害钢丝绳的绳端连接装置(如 U 形螺栓钢丝绳夹)。

5.3.3.2.6 用于垂直滑动门的张紧装置应具有导向装置,在悬挂机构失效情况下也不应脱离导向装置。

5.3.3.2.7 张紧装置重量应不大于门扇的重量,且开关门所需力应不大于 50 N。

5.3.3.3 全高度层站防护装置

5.3.3.3.1 当按照表 5 的要求设置全高度层站防护装置(见图 3)时,层站防护装置的高度应不小于 2 500 mm,层门地坎至门框的净高度应不小于 2 000 mm。

5.3.3.3.2 当轿厢处于开锁区域时,应符合图 3 的距离要求。

5.3.3.3.3 全高度层门应全宽度遮住升降通道开口。

5.3.3.3.4 在关闭的层门与轿门之间的任何间隙应不能放下直径为 180 mm 的球。

5.3.3.3.5 封闭的升降通道防护装置和/或层门如果与运动部件相邻,则其开孔或开口的尺寸与安全距离应符合 GB/T 23821—2022 中表 4 的规定。

5.3.3.3.6 门边缘或门扇间的距离,除其下部距离应不大于 10 mm 外,应符合 GB/T 23821—2022 中表 4 的规定。

5.3.3.4 低高度层站防护装置

5.3.3.4.1 当按照表 5 的要求设置低高度层站防护装置(见图 4~图 6)时,层站防护装置的高度应不小于 1 100 mm。

5.3.3.4.2 当轿厢处于开锁区域时,应符合图 4 的距离要求。

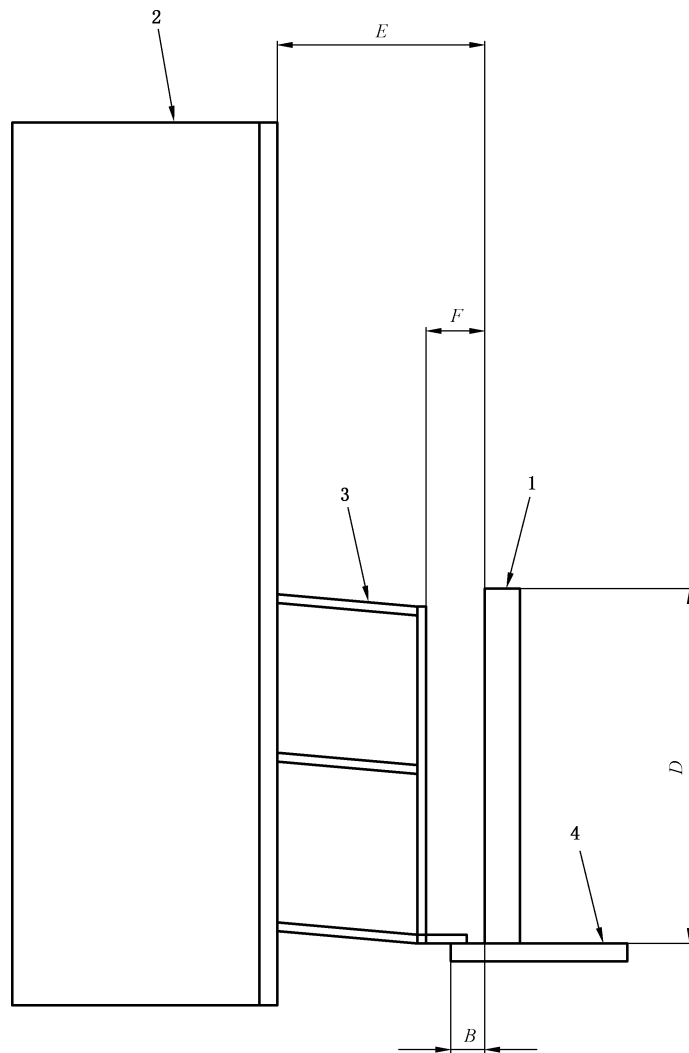
5.3.3.4.3 低高度层门应全宽度遮住升降通道开口。

5.3.3.4.4 低高度层站防护装置和/或层门处,应设置使人员在疏散或救援时能够翻越层站防护装置的装置。应设置人员在翻越层站防护装置时用于连接安全带(见 GB 6095)的装置。

5.3.3.4.5 开放式低高度层站防护装置(包括层门)应符合 GB/T 17888.3—2020 中 7.1 的规定。在层门开口处,应设置固定在层门或层站上的踢脚板。

5.3.3.4.6 如果层站防护装置到轿厢的距离不小于 500 mm,当轿厢处于开锁区域时,关闭的轿门和关闭的层门之间的尺寸应符合图 5 或图 6 的要求。

5.3.3.4.7 应采取措施防止人员站立在关闭的层门后面的区域。



标引说明：

1 —— 层站防护装置；

2 —— 轿厢；

3 —— 坡板；

4 —— 层站；

B —— 层站边缘和层门之间的距离(从层站处测量), $B \leq 80$ ；

D —— 低高度层站防护装置的高度, $D \geq 1\ 100$ ；

E —— 关闭的轿门和关闭的层门之间的最小距离(从层门顶部测量), $E \geq 500$ ；

F —— 坡板和层门之间的距离, $F \leq 180$ 。

图 6 低高度层站防护装置(具有坡板,且层站防护装置距轿厢距离不小于 500)

5.4 底架

当设置底架时,底架应能承受风机电梯和支撑结构作用在其上的所有载荷,并能将载荷传递到其支承面上。

5.5 导向系统和缓冲器

5.5.1 基本要求

5.5.1.1 轿厢在其整个行程中(包括顶部和底部越程)应有导向,使其仅在预定方向运行。

5.5.1.2 轿厢、导轨和/或附件的变形不应导致碰撞(如与层站或周边结构),应始终保持本文件规定的安全距离。

5.5.1.3 导轨和附件应能承受 5.2.2 中规定的所有载荷组合。

5.5.1.4 运行路径上任意 2 个连续导向段之间的倾斜角变化应小于 5° 。

5.5.2 爬升式起升机构的刚性导向

5.5.2.1 轿厢的导向部件应包含导靴或导向滚轮。在正常运行时,轿厢的导向部件不应磨损或损坏导轨。

5.5.2.2 导轨连接处应对齐且平滑过渡,相邻 2 节导轨对接角度不大于 0.7° 且对接间隙不大于 4 mm。

5.5.2.3 超速安全装置或防坠落装置不应作用于导轨。

5.5.2.4 当爬梯竖梁或固定于爬梯的型材用作导轨时,爬梯和连接塔架的支架应按照 5.2 计算。爬梯应符合 GB/T 17888.4—2020 的规定。

5.5.2.5 当爬梯竖梁或固定于爬梯的型材用作导轨时,导轨在承受额定载重量且在最不利的情况下(包括最大倾斜度、对应高度的自重以及轿厢相对于爬梯的位置),其弹性变形应不大于 15 mm。

5.5.2.6 轿厢承受额定载重量和随行程高度变化的部分质量,并且防坠落装置或超速安全装置触发后,准许出现永久变形,但导向系统不应失效。如果使用爬梯,爬梯的强度仍应符合 GB/T 17888.4—2020 的规定。

5.5.3 齿轮齿条式起升机构的齿条架导向

5.5.3.1 齿条架导轨的最大计算许用变形应符合 GB/T 7588.1—2020 中 5.7.6 的规定。

5.5.3.2 齿条架各节应对齐连接,使其有效地传递载荷。应只能通过有意的手动操作才能松开连接。

5.5.3.3 传动部件(如齿条)与齿条架的连接,应使传动部件保持在正确位置,从而保证规定的载荷能传递到齿条架上,且连接不应松动。

5.5.3.4 导轨应按照 GB/T 7588.2—2020 中 5.10.3 的规定进行压弯验算。

5.5.3.5 附着架应能限制齿条架的位移,且能承受 5.2.2 的载荷组合。应特别注意安装和拆卸过程中产生的作用力。

5.5.3.6 如果齿条架兼作风力发电机组的爬梯,应符合 GB/T 17888.4—2020 的有关规定。

5.5.4 爬升式起升机构的钢丝绳导向

5.5.4.1 导向钢丝绳的拉力应能限制轿厢的水平位移,在重心高度向轿厢施加 300 N 的水平载荷下,导向系统应符合下列要求:

- a) 当轿厢通过层站或升降通道防护装置时,轿厢的任何部位与层站或升降通道防护装置的任何部位之间的距离不小于 25 mm;
- b) 在符合图 1 和图 2 的安全距离要求的情况下,轿厢不与运行路径上的任何部位碰撞。

5.5.4.2 导向系统应限制轿厢发生倾斜。当额定载重量施加于轿厢地板 $1/3$ 的面积上,并位于最不利的角落的正方形区域时,导向系统应符合下列要求:

- a) 当轿厢通过层站或升降通道防护装置时,轿厢的任何部位与层站或升降通道防护装置的任何部位之间的距离不小于 25 mm;
- b) 在符合图 1 和图 2 的安全距离要求的情况下,轿厢不与运行路径上的任何部位碰撞。

5.5.4.3 导向钢丝绳仅提供导向功能时(不用于在轿厢坠落时制停轿厢),每根钢丝绳的安全系数应不小于 4。安全系数为每根钢丝绳的最小破断拉力与该钢丝绳所受的额定安装拉力的比值。由于存在安装误差,安装拉力应采用 1.1 倍的系数。

5.5.4.4 导向钢丝绳的拉力应限制轿厢在扭转限位点以下发生旋转移动。

5.5.4.5 张紧装置应设置能够目测拉力是否保持在规定值内的装置(如拉力刻度盘)。

5.5.5 行程端部限制

5.5.5.1 应设置防止风机电梯运行至行程端部时脱离其导向的装置。该装置应在正常运行、安装、拆除和维护保养期间均有效。

5.5.5.2 应在轿厢的行程下端部极限位置设置缓冲器。当载有额定载重量的轿厢以额定速度或无动力(自由)下降速度撞击缓冲器时,缓冲器作用期间的平均减速度应不大于 $1.0g_n$,且 $2.5g_n$ 以上的减速度时间应不大于 0.04 s 。

5.5.5.3 如果设置液压缓冲器,应有检查液位的措施。在缓冲器动作后,只有恢复至其正常伸长位置后电梯才能正常运行。检查缓冲器的正常复位所用的电气安全装置应符合 GB/T 7588.1—2020 中 5.11.2 的规定。



5.6 轿厢

5.6.1 基本要求

5.6.1.1 轿厢应完全封闭。

5.6.1.2 除从轿顶伸入轿厢内的突出物外,轿厢内部净高度应不小于 $2\ 000\text{ mm}$ 。任何从轿顶伸入轿厢内的突出物距离轿厢地板应不小于 $1\ 800\text{ mm}$,且突出物距离轿壁应不大于 100 mm 。

5.6.1.3 轿厢的额定载重量应符合 5.2.1.3 的规定。

5.6.1.4 轿厢应具有导向装置,防止轿厢脱出或卡滞,导向部件应不少于 4 个,见 5.5。

5.6.1.5 轿厢地板相对水平面的最大倾斜角度应不大于 5° 。

5.6.1.6 齿轮齿条式风机电梯应设置有效的装置,确保在导靴或导向滚轮失效时,使轿厢保持在轿厢导向装置上。

5.6.1.7 轿厢应通风。如果轿壁未设置通风孔,通风应符合 GB/T 7588.1—2020 中 5.4.9 的规定。如果轿壁设置通风孔,通风孔面积应至少为轿厢内地板面积的 4% ,宜在轿壁上部和下部平均分布。

5.6.1.8 轿厢应具有连接安全带的挂点装置(见 5.2.1.5.3),挂点装置应符合 GB 30862—2014 的规定。挂点装置的数量和位置,应符合疏散与救援程序中的要求,且数量不少于轿厢最大可载人数。

5.6.1.9 轿厢应具有从轿厢疏散的装置。应能手动开启轿门、爬梯疏散门或活板门,以接近疏散装置(如爬梯)。轿门和轿厢地板面积,应确保用于疏散所需的必要空间。

5.6.1.10 轿厢与疏散装置之间用于疏散的跨步距离应不大于 $1\ 100\text{ mm}$ 。该距离应为从轿门站立位置中心至疏散装置站立位置中心的最小无障碍直线距离。

5.6.1.11 轿厢内靠近轿门站立位置处应设置扶手,扶手的安装高度应在 $1\ 600\text{ mm}\sim 1\ 900\text{ mm}$ 。

5.6.1.12 应设置在轿厢内和爬梯上都可接近的挂点装置,其与爬梯的距离应不大于 $1\ 500\text{ mm}$ 。

5.6.1.13 轿门、爬梯疏散门或活板门,应设置可从轿厢外开启的装置,为使人员在无法自行从风机电梯内疏散的情况下能被从轿厢中救出。

5.6.2 轿厢地板

5.6.2.1 轿厢地板应能承受 5.2.1.5.2 中规定的载荷,并应能防滑(如采用花纹钢板)和自排水。开孔的直径应不大于 10 mm 。

5.6.2.2 人均占用轿厢地板面积应不小于 0.25 m^2 。

5.6.3 轿壁

5.6.3.1 轿厢地板与轿顶之间应设置全高度轿壁。轿壁应能承受 5.2.1.5.1 中规定的载荷,其弹性变形

应不大于 30 mm 且不应导致轿壁与升降通道内其他部件发生碰撞。

5.6.3.2 轿壁上的开孔应符合 GB/T 23821—2022 中 4.2.4.1 的规定,且应不能穿过直径为 15 mm 的球体。

5.6.4 轿顶

5.6.4.1 基本要求

5.6.4.1.1 轿厢应设置轿顶。轿顶应能承受 5.2.1.5.2 中规定的载荷。

5.6.4.1.2 如果轿顶设置开孔,则开孔应不能垂直通过直径为 15 mm 的刚性直棒。

5.6.4.1.3 质量为 0.7 kg、直径为 75 mm \pm 2 mm 的钢球自 5 000 mm 的高处坠落时,不应穿透轿顶。

5.6.4.2 轿顶用作工作平台

5.6.4.2.1 当轿顶用作工作平台时(如用于安装、拆卸、维护或检查),应设置检测轿顶人员的装置,当人员站在轿顶时,轿厢不应正常运行。另外,应有可供人员进出工作平台的装置(如 5.6.6 中的活板门)。

注:疏散活板门(如爬梯导向风机电梯的疏散活板门)不被视为进入轿顶工作平台的门。

5.6.4.2.2 工作平台应满足下列要求:

- a) 供人员站立的表面平整且防滑;
- b) 轿顶站立面积不小于 0.25 m²,且仅准许容纳一人;
- c) 轿顶设置符合 GB/T 17888.3—2020 中规定的护栏,该护栏由一个高于轿顶至少 1 100 mm 的扶手、位于护栏高度一半处的横杆,以及一个高于轿顶至少 100 mm 的踢脚板组成;
- d) 设置坠落防护挂点装置(见 5.2.1.5.3),挂点装置符合 GB 30862—2014 的规定;
- e) 护栏的位置,确保其距离轿顶边缘不大于 150 mm(水平方向),或者有用于防止人员站在护栏外侧的措施。

5.6.4.2.3 风机电梯运行时,如果准许人员站立在轿顶上,应按照 5.8.9.3 的规定设置轿顶控制装置。

5.6.5 轿门

5.6.5.1 轿厢入口净高度应不小于 2 000 mm(从轿厢地板测量),净宽度应不小于 500 mm。

5.6.5.2 轿门应完全覆盖入口。

5.6.5.3 不应使用动力驱动的轿门。

5.6.5.4 应设置用于防止坠物的装置(如踢脚板)。

5.6.5.5 如果轿门设置开孔,则应符合 GB/T 23821—2022 中 4.2.4.1 的规定。开孔应不能穿过直径为 15 mm 的球。

5.6.5.6 当直径不小于 8 mm 的安全带(如安全绳或具有缓冲器的安全绳)一端挂在轿厢内的挂点装置上,另一端挂在站立在轿厢外任意位置的操作者身上,且向轿门的关闭方向施加 150 N 的力时,轿门应不能关闭和锁定。

5.6.5.7 如果轿门未设置开孔,应在轿门上设置视窗、层站指示,或能使风机电梯停在开锁区域内的装置。

5.6.5.8 风机电梯正常运行期间,应不能打开轿门,除非轿厢地板在距离层站 \pm 150 mm 范围内。仅当轿厢地板处于距离层站 \pm 150 mm 范围内时,轿门才能打开。轿厢地板与底层端站之间的垂直高度应不大于 300 mm。

5.6.5.9 除非所有的轿门均处于关闭位置,风机电梯应不能启动和保持轿厢运行。另外,风机电梯正常运行时,如果轿门未锁定,风机电梯应不能启动和保持轿厢运行,除非轿厢处于开锁区域。

5.6.5.10 轿门应能承受 5.2.1.5 规定的载荷,其弹性变形应不大于 30 mm 且不应导致轿门与升降通道

内其他部件发生碰撞。

5.6.5.11 应按照 5.8.7.3 的规定设置轿门联锁装置。

5.6.5.12 轿厢水平方向的疏散门尺寸应不小于 500 mm×1 500 mm。

5.6.6 活板门和爬梯疏散门

5.6.6.1 如果设置活板门和/或爬梯疏散门,应按照 5.8.7.2 的规定设置联锁装置。

5.6.6.2 如果设置活板门和/或爬梯疏散门,当风机电梯载有最大可载人数时,应能打开活板门和/或爬梯疏散门。

5.6.6.3 轿顶或轿厢地板上的活板门尺寸应不小于 400 mm×500 mm。轿顶活板门不应向轿厢内开启。轿厢地板活板门应向轿厢内开启。在轿厢内应具有永久可用的可进出活板门的装置(如爬梯、台阶或爬梯疏散门)。

5.6.6.4 爬梯疏散门不应向轿厢外开启。爬梯疏散门的开口尺寸应不小于 5.6.5 的规定。

5.6.6.5 当爬梯疏散门打开时,从爬梯到轿厢地坎的水平距离应不大于 180 mm。

5.6.7 检修口

5.6.7.1 轿厢的检修口底边距轿厢地板距离应不小于 1 100 mm。

5.6.7.2 检修口应设置盖板。如果盖板使用不可脱落螺钉固定到轿厢上,应仅能使用工具才能打开。

5.6.7.3 如果检修口的盖板设计为无需工具就能打开,则应设置联锁装置,确保当盖板打开时停止风机电梯运行。

5.6.7.4 该盖板应符合 5.2.1.5.1 中规定的强度要求。

5.6.7.5 视窗可用作检修口的盖板。

5.7 起升机构

5.7.1 基本要求

5.7.1.1 风机电梯应至少具有一个安装在轿厢上的起升机构。

5.7.1.2 每个起升机构应根据 5.2 的要求进行计算。

5.7.1.3 驱动电动机应通过不能脱开的强制式起升机构与驱动齿轮或驱动绳轮连接。

5.7.1.4 在正常运行和维护过程中,轿厢应能始终在动力作用下随时上升或下降。

5.7.1.5 在正常运行条件下,空载轿厢上升或载有额定载重量的轿厢下降的运行速度应不大于其额定速度的 115%。

5.7.1.6 5.2.1 和 5.8.4 中规定的载荷总和不应超过起升机构的极限工作载荷。

5.7.1.7 起升机构应至少能承载 125%的极限工作载荷。如果起升机构能承载 250%的极限工作载荷而不发生堵转,则应设置额外的安全装置(除超载检测装置之外的安全装置),如过流保护装置、热过载装置或扭矩限制装置。

5.7.1.8 风机电梯的起升机构应设置制动系统,该系统在主电源或控制电路电源失电时能自动动作,使载有 125%的极限工作载荷且以额定速度运行的轿厢停止。

5.7.2 无动力下降

5.7.2.1 风机电梯应设置手动操作装置,在失电时可控下降。该装置应易于接近,且能从轿厢内以不大于 400 N 的持续作用力来维持释放状态。

5.7.2.2 在额定载重量下,通过持续操作运行控制的无动力下降速度应不小于额定速度的 20%,不大于额定速度的 166%且不大于 0.63 m/s。无动力下降的速度应低于超速安全装置的触发速度。

5.7.2.3 无动力下降装置的设计应能防止机身任何部分制约其装置的操作(如实心手轮、电子联锁,使用动力中断的专用曲柄)。

5.7.3 保护和可接近性

5.7.3.1 正常运行期间,运动部件的安全距离应符合 GB/T 23821—2022 和 GB/T 12265 的规定。

5.7.3.2 应设置固定式防护装置,以防止进入可能损坏起升机构的异物,如砂砾、雨、雪、冰、泥土或粉尘。

5.7.3.3 齿轮、皮带、链条、旋转轴、飞轮、滚轮、联轴器及类似的旋转件应设置有效的防护装置,但通过设计或布置已使其安全,且被设计成在日常检查和维护时易接近的零部件除外。

5.7.4 爬升式起升机构

5.7.4.1 基本要求

5.7.4.1.1 爬升式起升机构应是动力操作。

5.7.4.1.2 应设置用于测量或记录起升机构运行时长的装置。

5.7.4.2 滑轮

滑轮、卷筒和驱动绳轮的节圆直径按公式(14)计算:

$$D \geq H \times d \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中:

D ——节圆直径,单位为毫米(mm);

H ——滑轮、卷筒和驱动绳轮的直径与钢丝绳公称直径之比;

d ——钢丝绳公称直径,单位为毫米(mm)。

动力起升机构的 H 应不小于 20。不承载滑轮或偏转角度小于 5° 时, H 可降至 10。

5.7.4.3 机械传动

爬升式起升机构的电动机、减速箱、制动器和卷筒之间的机械传动应采用齿轮、齿条、螺杆、链条等型式,不应采用摩擦传动型式。

5.7.4.4 钢丝绳导向

起升机构应设置防止钢丝绳在通过驱动绳轮、超速安全装置和滑轮时脱出的装置。

5.7.4.5 主制动器

主制动器应符合 GB/T 19155—2017 中 8.1.6、8.3.2 和/或 8.3.3 的规定。

5.7.4.6 电动机

电动机应符合 GB/T 19155—2017 中 8.3.1 原动机的规定。

5.7.4.7 爬升力

5.7.4.7.1 起升机构在起升和下降不小于 150% 的极限工作载荷时,钢丝绳在起升机构中应不能蠕动和打滑。

5.7.4.7.2 起升机构不应利用钢丝绳尾部的张力作为提升力的一部分来起升和下降载荷。

5.7.4.8 驱动绳轮绳槽

绳槽的设计应适合于选用的钢丝绳类型与直径,绳槽表面粗糙度 $Ra \leq 6.3 \mu\text{m}$ 。

5.7.4.9 钢丝绳

5.7.4.9.1 钢丝绳应符合 GB/T 5972、GB/T 8706、GB/T 8918 或 GB/T 20118 的规定。

5.7.4.9.2 钢丝绳绳端连接装置应符合 GB/T 6946 或 GB/T 30589 的规定,套环应符合 GB/T 5974.1 的规定。

5.7.4.9.3 爬升式起升机构和防坠落装置的钢丝绳应各不少于一根。

5.7.4.9.4 钢丝绳在使用期间应耐腐蚀。

5.7.4.9.5 钢丝绳的公称直径应不小于 8 mm。

5.7.4.9.6 工作钢丝绳和安全钢丝绳使用的张紧装置,如果人员可进入其下方,应设置至少 2 个独立的固定装置予以固定。

5.7.5 齿轮齿条式起升机构

5.7.5.1 基本要求

5.7.5.1.1 驱动齿轮和超速安全装置齿轮应直接固定在各自的轴上,不应使用摩擦和夹紧的方式连接。

5.7.5.1.2 超速安全装置齿轮的位置应低于驱动齿轮,并作用在轿厢框架上。

5.7.5.1.3 齿条应可靠固定。齿条的接合处应对齐,以避免错误啮合或损坏齿。

5.7.5.1.4 应有措施防止异物进入驱动齿轮或超速安全装置齿轮与齿条的啮合区间。

5.7.5.1.5 在任何情况下,轿厢的平均减速度应不大于 $1.0g_n$ 。

5.7.5.2 设计

5.7.5.2.1 齿轮

应按 GB/T 3480.1、GB/T 3480.2、GB/T 3480.3 和 GB/T 3480.5 的规定计算齿轮的弯曲强度和接触强度。

安全系数见 5.2.3.2.3.2。

5.7.5.2.2 齿条

齿条应采用与其啮合齿轮磨损特性相适应的材料制造。应按 GB/T 3480.1、GB/T 3480.2、GB/T 3480.3 和 GB/T 3480.5 的规定计算齿的弯曲强度和接触强度。

安全系数见 5.2.3.2.3.2。

5.7.5.2.3 载荷分配

当有多个驱动齿轮与齿条啮合时,应有自动调节措施有效地将载荷分配到每一驱动齿轮上,或者起升机构应设计成能适应所有正常工况下载荷在齿轮之间的分配。

5.7.5.2.4 模数

齿轮和齿条的模数应:

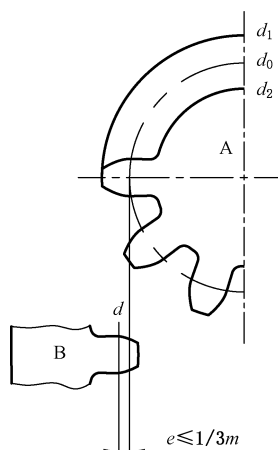
- a) 当起升机构中的背轮或其他啮合控制功能直接作用到齿条上而没有任何其他的导轨架组件件干预时,不小于 4;
- b) 当背轮或其他啮合控制装置通过与齿条直接接触的其他导轨架组件件而作用到齿条上时,不小于 6。

5.7.5.2.5 齿轮齿条的啮合

5.7.5.2.5.1 应采取措施保证每一载荷工况下齿条和所有驱动齿轮、超速安全装置齿轮的正确啮合。这样的措施不应仅依靠导向滚轮或导靴。

正确的啮合应是齿条节线和与其平行的齿轮节圆切线重合或距离不大于模数的 $1/3$ (见图 7)。

5.7.5.2.5.2 应采取进一步措施, 保证当 5.7.5.2.5.1 的方法失效时, 齿条节线和与其平行的齿轮节圆切线的距离不大于模数的 $2/3$ (见图 8)。



标引符号说明:

A —— 齿轮;

B —— 齿条;

d_0 —— 齿轮节圆直径;

d_1 —— 齿顶圆直径;

d_2 —— 齿根圆直径;

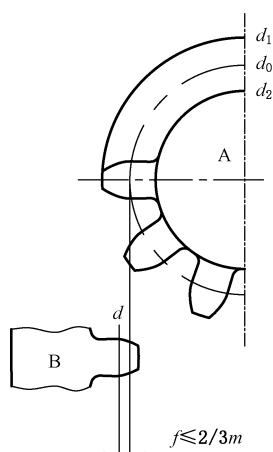
d —— 齿条节线;

e —— 最大为模数的 $1/3$;

m —— 模数。



图 7 齿轮齿条的正确啮合



标引符号说明:

A —— 齿轮;

B —— 齿条;

d_0 —— 齿轮节圆直径;

d_1 —— 齿顶圆直径;

d_2 —— 齿根圆直径;

d —— 齿条节线;

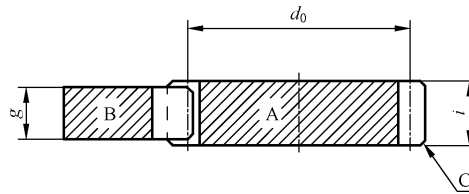
f —— 最大为模数的 $2/3$;

m —— 模数。

图 8 齿轮齿条的最大啮合

5.7.5.2.5.3 应采取措施保持齿轮与齿条啮合的计算宽度(见图 9)。

5.7.5.2.5.4 应采取进一步措施,保证当 5.7.5.2.5.3 的方法失效时,至少有 90%的齿条计算宽度参与啮合(见图 10)。



标引符号说明:

A —— 齿轮;

B —— 齿条;

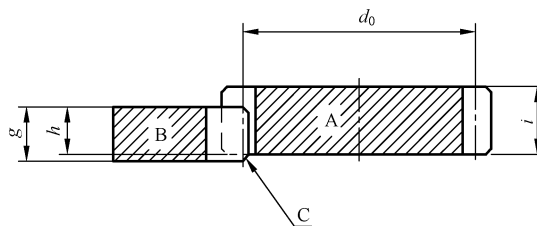
C —— 倒角;

d_0 —— 齿轮节圆直径;

g —— 齿条宽度;

i —— 完整的齿轮齿宽度。

图 9 齿轮齿条宽度方向的正确啮合



标引符号说明:

A —— 齿轮;

B —— 齿条;

C —— 倒角;

d_0 —— 齿轮节圆直径;

g —— 齿条宽度;

h —— 90%齿条宽度;

i —— 齿轮齿宽。

图 10 齿轮齿条的最小啮合宽度

5.7.5.3 齿轮齿条式双起升机构

5.7.5.3.1 齿轮齿条式双起升机构速度应不大于 0.40 m/s,且应符合下列要求:

- a) 具有 2 个相同的起升机构,每个起升机构均有完全独立的制动器,并且每个制动器分别与起升机构可靠连接;
- b) 起升机构具有符合 5.8.8 要求的故障检测装置,如果起升机构出现故障,发出持续的听觉或视觉报警信号,且使风机电梯控制失效;
- c) 能够独立测试每个制动器;
- d) 易于对起升机构进行检查、维护和功能测试。

5.7.5.3.2 每个起升机构应能单独防止载有 125%的额定载重量的轿厢向下运行。

5.7.5.3.3 每个起升机构应能由无动力下降装置使轿厢运行至底层端站。

5.7.5.3.4 每个起升机构应具有使载有 125%的额定载重量的轿厢以不大于 110%的额定速度安全下降的机械装置。

5.8 控制和限位装置

5.8.1 基本要求

所有控制装置应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 10 章的规定。

风机电梯的控制功能应符合 GB/T 5226.1—2019 中第 9 章的规定,并应具有 0 类停止装置。应按照表 7 采取措施使风机电梯停止运行。

表 7 风机电梯安全要求

安全相关功能	条款号	按照 GB/T 16855.1 中规定的性能等级	功能
急停	5.8.6	c	断开主接触器
超载检测	5.8.4	b	防止上升,防止下降,报警
起升机构堵转检测(如果有)	5.7.1	c	
上限位	5.8.2.1	a	防止上升,准许下降
上极限	5.8.2.2	c	断开主接触器
顶部障碍物检测	5.8.5	—	
——人员可进入升降通道	—	c	防止上升,准许下降
——人员不可进入升降通道	—	c	
下限位	5.8.2.3	a	准许上升,防止下降
下极限(齿轮齿条式风机电梯)	5.8.2.4	c	断开主接触器
底部障碍物检测	5.8.5	—	
——人员可进入升降通道	—	d	准许上升,防止下降
——人员不可进入升降通道	—	c	
轿门联锁(关闭)	5.8.7.3	d	防止上升 防止下降
轿门联锁(锁紧)	5.8.7.3	d	开锁区域外防止上升 开锁区域外防止下降
三相电源保护	5.9.2.3	b	防止上升 防止下降
超速安全装置监测(爬升式起升机构)	5.10.1	b	准许上升
防坠落装置监测(爬升式起升机构)	5.10.2	b	防止下降
超速安全装置监测(齿轮齿条式起升机构)	5.10.3	b	防止上升 防止下降
工作钢丝绳松绳检测	5.8.3	c	准许上升 防止下降
起升机构故障检测(齿轮齿条式双起升机构)	5.7.5.3	c	防止上升 防止下降

表 7 风机电梯安全要求（续）

安全相关功能	条款号	按照 GB/T 16855.1 中规定的性能等级	功能
轿厢下方间距监测(停靠位置)	5.3.2.3, 5.8.7.4	c	防止正常控制上升 防止下降
轿厢下方间距监测(在轿顶控制轿厢运行,运行位置)	5.3.2.3, 5.8.7.4	b	防止正常控制上升 防止下降
缓冲器液位监测	5.5.5	d	防止上升 防止下降
活板门监测(顶部)	5.8.7.2	b	防止上升 防止下降
活板门监测(底部)	5.8.7.2	b	防止上升 防止下降
爬梯疏散门监测	5.8.7.2	b	防止上升 防止下降
在人员不可进入的升降通道,轿顶进入人员的监测(人员可进入轿顶,且无轿顶控制装置)	5.6.4.2	c	防止上升 防止下降
在人员可进入的升降通道,轿顶进入人员的监测(人员可进入轿顶,且无轿顶控制装置)	5.6.4	d	防止上升 防止下降
轿顶控制(检修)	5.6.4.2, 5.8.9.3	d	准许上升 准许下降 速度限制
轿顶控制(双手操作)	5.6.4.2, 5.8.9.3	d	准许上升 准许下降 速度限制
层门连锁(关闭)	5.3.3, 5.8.7.1	d	防止上升 防止下降
层门连锁(锁紧)	5.3.3, 5.8.7.1	d	开锁区域外防止上升 开锁区域外防止下降
检修口监测	5.6.7	c	防止上升 防止下降
安装期间的齿条架监测	5.8.2.5	d	防止上升 准许下降
注：“—”表示无对应条款号或性能等级。			

5.8.2 行程限位开关

5.8.2.1 上限位开关

应设置能使风机电梯到达行程顶部限位位置时停止的上限位开关。该开关触发后,风机电梯以电

力驱动应只能下降、不能上升。

5.8.2.2 上极限开关

应设置能使风机电梯到达行程顶部极限位置前停止的上极限开关。该开关触发后,风机电梯应不能以电力驱动上升或下降,直到采取纠正措施。

如果设置障碍物检测装置,该装置可作为上极限开关,且应具有与上极限开关同等性能等级和功能,见表7。

5.8.2.3 下限位开关

应设置能使风机电梯到达行程底部限位位置时停止的下限位开关。该开关触发后,风机电梯以电力驱动应只能上升、不能下降。

5.8.2.4 下极限开关

齿轮齿条式风机电梯应设置能使风机电梯到达行程底部极限位置前停止的下极限开关。该开关触发后,风机电梯应不能以电力驱动上升或下降,直到采取纠正措施。

如果设置障碍物检测装置,该装置可作为下极限开关,且应具有与下极限开关同等性能等级和功能,见表7。

5.8.2.5 齿条架检测开关

齿轮齿条式风机电梯应设置能使以安装模式运行的风机电梯在未检测到导轨架时停止的齿条架检测开关。该开关触发后,风机电梯应不能上升。

5.8.3 松绳保护装置

如果风机电梯未设置底部障碍物检测装置,则应设置钢丝绳松绳保护装置。该装置应设置钢丝绳松绳检测开关,该开关触发后,风机电梯应不能以电力驱动下降,直到采取纠正措施。

5.8.4 超载检测装置

5.8.4.1 应设置超载检测装置,用于当轿厢超载时防止轿厢离开层站。

该装置可采用下列类型检测超载:

- a) 类型1:在轿厢处监测工作钢丝绳的张紧状态;
- b) 类型2:在悬挂装置固定处监测工作钢丝绳的张紧状态;
- c) 类型3:监测起升机构与轿厢间的载荷。

5.8.4.2 按6.2进行计算和试验的质量可根据超载检测装置的类型而不同。

5.8.4.3 超载检测装置应仅在轿厢处于层站时起作用。

5.8.4.4 超载检测装置应能检测到轿厢内和轿厢上(如轿顶上)的载荷。

5.8.4.5 超载检测装置应能进行调整,使风机电梯在承受 $m_H + m_{pc} + m_{Re} + m_{pcc}$ 且不超过 $1.25 \times m_H + m_{pc} + m_{Re} + m_{pcc}$ 的载荷下到达顶层端站。

5.8.4.6 在超载情况下,轿厢内应有视觉信号或不小于 35 dB(A 频率计权声级)的听觉信号通知操作者。

5.8.5 障碍物检测装置

5.8.5.1 在下列情况下,人员可能与运行的轿厢有危险接触,应设置顶部和底部障碍物检测装置:

- a) 攀爬区域周围没有足够间距,见5.3.2.2;
- b) 在底层端站内,风机电梯下方没有足够间距,见5.3.2.3;

- c) 设置有低高度层站防护装置,见 5.3.3.4;
- d) 轿厢上方没有足够间距,见 5.3.2.4;
- e) 轿厢通过未设置全高度层站防护装置的层站,见 5.3.2.2。

5.8.5.2 如果设置有顶部和底部障碍物检测装置,应符合下列要求。

- a) 如果由刚性材料(如金属板)制成,则障碍物检测装置表面光滑,无锐边、无可能造成挤压或剪切风险的突出零件(如轴、螺栓头等)。对于圆形螺栓头,则不考虑此类风险。
- b) 不产生额外的危险(如由于开口而导致障碍物检测装置与轿厢之间造成挤压风险)。
- c) 能强制触发一个或多个检测开关使风机电梯停止运行(见表 7)。如果风机电梯通过持续操作运行控制,释放控制,在移除障碍物后,才能开始新的运行;在自动控制的情况下,在移除障碍物后,重新发出指令才能开始新的运行。
- d) 使轿厢在障碍物与轿厢或障碍物检测装置结构件碰撞前停止。包括轿厢的制动距离以及在制动时工作钢丝绳弹性变形引起的可能行程进行计算或试验验证。
- e) 对于顶部障碍物检测装置,在障碍物检测装置四周的任意位置上作用不大于 150 N 的力能使风机电梯停止。
- f) 对于底部障碍物检测装置,在检测工作面的任意位置上作用不大于 150 N 的力能使风机电梯停止。
- g) 能在不使用工具、不拆卸任何部件、不移动轿厢的情况下,通过简单地手动降低或提升障碍物检测板移除障碍物。
- h) 对于在攀爬区域内移动的轿厢,顶部障碍物检测装置覆盖轿厢的投影区域,不包括导靴、导向滚轮、导轨和与升降通道内固定件交互的系统(如位置开关、电缆夹等)。
- i) 在检测工作面的任意位置能检测到直径 150 mm 的球体障碍物。
- j) 设置视觉或听觉警示装置,该装置在风机电梯电源故障并进行无动力下降轿厢时起作用。如果使用爬梯导向风机电梯,且爬梯用于进入和离开塔架,当检测到障碍物时,障碍物检测装置能阻止手动释放制动器。

5.8.6 急停装置

应设置能在安全措施失效时停止风机电梯的急停装置,急停装置应设置在:

- a) 底层端站防护装置内(当未设置底部障碍物检测装置时);
- b) 底坑内(如果有);
- c) 轿顶上(如果轿顶可进入);
- d) 所有可以启动轿厢运行的控制装置处。

急停装置应符合 GB/T 16754 规定,并实现 0 类停机。

5.8.7 联锁装置

5.8.7.1 层门

5.8.7.1.1 基本要求

5.8.7.1.1.1 对于按照 5.3.3 的规定设置层门的风机电梯,在正常运行时应符合下列要求:

- a) 轿厢地板处于该层站±150 mm(开锁区域)范围内才能打开该层门,否则无法打开任何层门;
- b) 只有所有层门均处于锁紧状态时才能启动或保持轿厢的运行。

5.8.7.1.1.2 轿厢离开开锁区域时,层门应锁紧。

5.8.7.1.1.3 当轿厢离开开锁区域时,由于层门被打开而导致轿厢停止运行,轿厢与层站之间的净距离应不大于 400 mm。

5.8.7.1.2 联锁装置配置

根据升降通道是否可进入(见表 6)以及层站防护装置的类型,应按表 8 选择一种联锁装置。

表 8 联锁装置与风机电梯配置组合

升降通道类型	低高度层站防护装置	全高度层站防护装置
人员不可进入升降通道	截留钥匙联锁装置 带锁紧功能的电气联锁装置	截留钥匙联锁装置 带锁紧功能的电气联锁装置
仅在疏散或救援期间人员可进入升降通道(安全距离区域 3)	截留钥匙联锁装置 带锁紧功能的电气联锁装置	带锁紧功能的电气联锁装置

5.8.7.1.3 设计

5.8.7.1.3.1 如果使用电气触点证实层门锁紧状态和关闭状态装置,则应采用安全触点,见 5.9.7。

5.8.7.1.3.2 全高度层门(见 5.3.3.3)的门锁装置,以及任何相关操动件和电气触点,为了在层站处可以接近,应置于适当位置或加以防护。

5.8.7.1.3.3 低高度层门(见 5.3.3.4)的门锁装置应只有借助工具才能使其电气安全装置不起作用。

5.8.7.1.3.4 门锁装置和紧固件在锁紧位置应能承受沿开门方向 1 000 N 的力。

5.8.7.1.3.5 门锁装置应易于维护。不耐灰尘和水的机械零部件防护等级应至少为 GB/T 4208 规定的 IP44。

5.8.7.1.3.6 可拆式罩盖的拆除不应妨碍任何锁紧机构或配线。所有可拆式罩盖应采用不可脱落螺钉固定。

5.8.7.1.3.7 联锁装置应设置符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的防护锁定装置,或者符合 GB/T 7588.1—2020 中 5.3.9 规定的门锁装置。锁定联锁防护装置的机械部件(如锁定螺栓)应能手动上锁和手动解锁,符合 GB/T 18831—2017 中 B.2 规定的截留钥匙联锁装置,或通过弹簧(或重块)上锁和通电解锁。

注: 联锁防护装置见 GB/T 18831—2017 中的 3.2。

5.8.7.1.3.8 对于舌块式门锁装置,层门关闭后舌块应与门扇重合,门扇全宽度下门锁装置的机械稳定性应符合 GB/T 7588.2—2020 中 5.2.3.2 的规定。

5.8.7.1.4 层站防护装置的带锁紧功能的电气联锁装置

按照表 8 要求,使用全高度层站防护装置与带锁紧功能的电气联锁装置时,应符合下列要求:

- a) 在轿厢内和层站均能使锁紧功能无效;
- b) 锁紧功能需通过手动复位,或者通过在每个层站均设置急停装置的方式来防止轿厢运行。

5.8.7.1.5 截留钥匙联锁装置

5.8.7.1.5.1 用于层门开锁的截留钥匙联锁装置应符合 GB/T 18831—2017 中 B.2 或 GB/T 41108.3 的规定。

5.8.7.1.5.2 只有在层门关闭并锁紧的情况下,才能拔出钥匙。钥匙应为编码操动件,且不易在现场复制。钥匙应通过牢固和永久的方式连接到轿厢上,且只能从轿厢内或层站接近。

5.8.7.1.5.3 按 GB/T 18831—2017 规定,当截留钥匙联锁装置启动时,仅准许通过模式选择器启动轿厢运行,或通过机械方式防止轿门关闭。

5.8.7.1.5.4 如果使用机械方式,则应用链条或其他连接件将钥匙连接至轿厢内。当在关门方向上施

加 150 N 的力时,该链条或连接件应使轿门无法关闭和锁紧。链条组件应至少能承受 1 000 N 的拉力。应只能使用专用工具对链条或连接件进行固定或拆卸。

5.8.7.2 活板门和爬梯疏散门

5.8.7.2.1 应通过符合 5.9.7 规定的安全触点证实活板门和爬梯疏散门的关闭位置。

5.8.7.2.2 如果活板门或爬梯疏散门打开,该安全触点应断开使风机电梯停止。只有在活板门和爬梯疏散门关闭后,才能恢复风机电梯运行。

5.8.7.3 轿门

5.8.7.3.1 轿门应设置带防护锁定的联锁装置。在正常运行条件下,只有轿厢位于开锁区域时才能打开轿门。

5.8.7.3.2 当轿门是自动关闭的且被手动解锁以进行救援和/或疏散时,如果未手动复位门锁,风机电梯应不能恢复正常运行。

5.8.7.3.3 在正常运行条件下,除非所有轿门已关闭,否则应不能启动或保持轿厢运行。

5.8.7.3.4 轿厢离开开锁区域前,轿门应锁紧。轿门锁紧状态应由符合 5.9.7 规定的电气安全装置来证实。

5.8.7.3.5 联锁装置应设置符合 GB/T 18831—2017 中 1 型或 2 型的防护锁定装置,或者符合 GB/T 7588.1—2020 中 5.3.9 规定的门锁装置。锁定联锁防护装置的机械部件(如锁定螺栓)应能手动上锁和手动解锁,符合 GB/T 18831—2017 中 B.2 规定的截留钥匙联锁装置,或通过弹簧(或重块)上锁和通电解锁。

5.8.7.3.6 证实轿门锁紧状态的电气安全装置的元件,应由锁紧部件强制操作而无任何中间机构。

5.8.7.3.7 应由重力、永久磁铁或弹簧来产生和保持锁紧动作。如果采用弹簧,应为带导向的压缩弹簧,并且其结构应满足在开锁时不会被压并圈。

5.8.7.3.8 门锁装置和紧固件在锁紧位置应能承受沿开门方向 1 000 N 的力。

5.8.7.3.9 可拆式罩盖的拆除不应妨碍任何锁紧机构或配线。

5.8.7.4 轿厢下方间距检测装置

应使用联锁装置在完全收回位置(如机械式活动支架)或触发位置(如超速安全装置的手动锁止装置)监测轿厢下方最小净间距(见 5.3.2.3)。

5.8.8 齿轮齿条式双起升机构故障检测装置

5.8.8.1 齿轮齿条式双起升机构应设置起升机构故障检测装置,在 2 个起升机构之间的电流消耗差达到或超过 25% 时停止轿厢运行并防止轿厢移动。电流消耗差应在 2 s 内被检测到并切断起升机构的供电。为避免信号错误,风机电梯启动 1 s 内可不进行电流消耗差检测。

5.8.8.2 起升机构故障检测装置应能在不拆卸起升机构任何部件的情况下检测任何一个起升机构的故障。

5.8.8.3 当起升机构故障检测装置触发时,应自动防止风机电梯正常运行。

5.8.8.4 在故障排除前,起升机构故障检测装置应能使控制系统不起作用。应设置防止意外复位故障检测装置,如通过切断和恢复电源。

5.8.9 控制模式

5.8.9.1 轿厢内控制

5.8.9.1.1 风机电梯应能从轿厢内进行控制。轿厢内的控制装置应具有比除急停装置外的其他控制装

置更高的优先权。

5.8.9.1.2 轿厢内的所有控制装置应为持续操作运行控制或自动控制。当使用自动控制装置时,应设置使风机电梯在开锁区域自动停止的装置。

注:自动控制装置具有在每个层站停靠、在指定层站停靠或在相邻层站停靠等功能。

5.8.9.1.3 除急停装置外的所有控制装置应只能通过手动操作使其触发。

5.8.9.2 轿厢外控制

5.8.9.2.1 风机电梯也可以从轿厢外、层站进行控制。层站的控制装置应为持续操作运行控制或自动控制,轿厢外的控制装置应为自动控制。

5.8.9.2.2 风机电梯可具有仅用于货物运输的自动发送功能。此时,轿厢应沿预定方向运行至预定位置。当自动发送功能控制装置位于轿厢内时,应只能从轿厢外接近。

5.8.9.2.3 当从轿厢外操作轿厢运行时,轿厢应在运行前发出至少 3 s 且不小于 85 dB(A 频率计权声级)的听觉信号,此听觉信号在距轿厢 1 000 mm 处测量。

5.8.9.2.4 轿厢外控制装置用于救援时,不应使风机电梯的任何控制装置和限位装置无效(见 5.8)。

5.8.9.3 轿顶控制

5.8.9.3.1 如果按 5.6.4.2 的规定设置轿顶控制装置,应符合下列要求:

- a) 在轿厢内设置可上锁的模式选择器,模式选择器能启用轿顶控制装置,同时禁用其他控制装置;
- b) 当有人员站在轿顶时,除非模式选择器切换到轿顶控制模式,否则风机电梯不能运行;
- c) 轿顶控制装置为符合 GB/T 19671 规定的 II 型双手操纵装置。

5.8.9.3.2 当风机电梯处于轿顶控制模式时,应符合下列要求:

- a) 当有人员站在轿顶时,轿顶控制装置能使移动风机电梯的其他控制装置无效;
- b) 轿厢运行速度不大于 0.40 m/s。

5.9 电气设备(装置)及其连接

5.9.1 基本要求

5.9.1.1 风机电梯的电气设备应符合 GB/T 5226.1—2019 的规定。

5.9.1.2 如果没有给出确切资料,电气设备应:

- a) 适用其预期用途;
- b) 符合相关的国家标准;
- c) 按照供应商的说明使用。

5.9.2 电气故障的防护

5.9.2.1 下列任何单一的电气设备的故障,其本身不应成为导致风机电梯危险故障的原因。

可能出现的故障:

- a) 无电压;
- b) 电压降低;
- c) 对地或对金属构件的绝缘损坏;
- d) 电气元件(如电阻器、电容器、晶体管、灯等)的短路或断路以及参数或功能的改变;
- e) 接触器或继电器的可动衔铁不吸合或不完全吸合;
- f) 接触器或继电器的可动衔铁不释放;

- g) 触点不断开;
- h) 触点不闭合;
- i) 错相、缺相。

5.9.2.2 对于符合 5.9.7.2 要求的安全触点,无需考虑其触点不断开的情况。

5.9.2.3 电源错相或缺相时,风机电梯应不能启动。如果风机电梯正在运行,制动器应能使风机电梯停止。

5.9.2.4 控制电路应能防止电动机作为发电机导致的失控运动。

5.9.2.5 含有电气安全装置的电路,发生电路对地或对金属部件的接地故障时,风机电梯应立即停止运行,且只能通过手动复位恢复风机电梯运行。

5.9.3 外界干扰防护

任何电气设备均应有保护以不受外部作用和落物(如雨、雪、砂浆、灰尘)的有害或危险影响。防护等级为:

- a) 控制柜、开关和制动器电气元件应不低于 GB/T 4208 中规定的 IP53;
- b) 电动机应不低于 GB/T 4208 中规定的 IP44。

5.9.4 电气配线

5.9.4.1 风机电梯的所有电缆和配线的布线和连接,应能防止机械损伤。应特别注意悬挂在轿厢上的电缆强度和气候对其的影响。

5.9.4.2 插头插座的连接应符合 GB/T 5226.1—2019 中 13.4.5 除第 4 段、第 5 段和 d) 以外的要求。

5.9.4.3 连接器件和插接式装置应设计和布置成;不能将它们插入导致危险状况的位置。

5.9.4.4 导线和端子应根据 GB/T 5226.1—2019 中 16.3 的要求进行标记。

5.9.4.5 应设置符合 GB/T 5226.1—2019 中 5.3 规定的电源切断装置。

5.9.5 接触器和接触器式继电器

5.9.5.1 控制交流电动机的主接触器的使用类别应不低于 GB/T 14048.4 规定的 AC-3,控制直流电动机的主接触器的使用类别应不低于 GB/T 14048.4 规定的 DC-3。

5.9.5.2 如果使用接触器式继电器控制主接触器,则接触器式继电器应符合 GB/T 14048.5—2017 的规定。用于控制交流主接触器的继电器或接触器式继电器的选取使用类别应不低于 GB/T 14048.5—2017 规定的 AC-15,用于控制直流主接触器的继电器或接触器式继电器的选取使用类别应不低于 GB/T 14048.5—2017 规定的 DC-13。

5.9.5.3 在采取措施以符合 5.9.2.1 的规定的过程中,主接触器、继电器和接触器式继电器均应:

- a) 只要有一个动断触点(常闭触点)闭合,则所有动合触点(常开触点)断开;
- b) 只要有一个动合触点(常开触点)闭合,则所有动断触点(常闭触点)断开。

5.9.6 电气安全装置

5.9.6.1 电气安全装置和要求见表 7。

5.9.6.2 正常操作时,任何电气设备不应与电气安全装置并联。

5.9.6.3 操作电气安全装置的部件,应能在连续正常操作、维护和维修所产生的机械应力下,正确地起作用。采用简单方法不能使电气安全装置失效(用桥接件不认为是简单方法)。

5.9.6.4 电气安全装置开关的安装应符合 GB/T 18831—2017 的规定。

5.9.7 安全触点

5.9.7.1 安全触点的动作应依靠断路装置的肯定断开,甚至两触点熔接在一起也应断开。安全触点应

设计成尽可能减小其组成元件失效而引起短路的风险。

注：肯定断开是指在有效行程内动触点与操动力所施加的操动器部件之间无弹性件（如弹簧），使所有触点分断元件处于断开位置。

5.9.7.2 安全触点应符合 GB/T 14048.5—2017 中附录 K 的规定。

5.9.7.3 交流电路中的安全触点应符合 GB/T 14048.5—2017 中规定的 AC-15，直流电路中的安全触点应符合 GB/T 14048.5—2017 中规定的 DC-13。

5.9.8 照明

5.9.8.1 在风机电梯工作状态下，在轿厢内的控制装置和紧急指示处以及通往轿厢的出入口处应设置照度不低于 50 lx 的电气照明装置。

5.9.8.2 在救援和疏散装置的标志处，应设置自动充电的应急电源，其容量能确保提供不小于 10 lx 的照度且持续 30 min 的应急照明。在正常照明电源发生故障的情况下，应自动接通应急照明电源。应急照明电源可不位于轿厢内。

5.10 防止风机电梯坠落的安全装置

5.10.1 防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置

5.10.1.1 应设置超速安全装置防止风机电梯坠落。在风机电梯下降超速时，超速安全装置应能自动触发。

5.10.1.2 超速安全装置的触发速度应不大于风机电梯额定速度加上 0.40 m/s。

5.10.1.3 5.2.1 和 5.8.4 中定义的载荷之和应不超过超速安全装置 125% 的极限工作载荷。

5.10.1.4 通过正常控制方式操控风机电梯时，符合 5.9.6 规定的电气安全装置最迟应在超速安全装置达到其触发速度时起作用，自动阻止轿厢向下运行。

5.10.1.5 超速安全装置应在任何时候都起作用，包括风机电梯在安装和拆除时。

5.10.1.6 超速安全装置应以机械方式检测工作钢丝绳或安全钢丝绳上的超速情况。

5.10.1.7 超速安全装置应作用于工作钢丝绳或安全钢丝绳。

5.10.1.8 设置在轿厢上的超速安全装置，其冲击载荷系数 S_d 应不大于 3。

5.10.1.9 超速安全装置应为机械作用。

5.10.1.10 超速安全装置应能测试和复位。超速安全装置在测试并复位后应能立即使用，且无需重新调整或更换零件。

5.10.1.11 承载时应不能手动释放超速安全装置。当超速安全装置触发后起升机构应能起升轿厢。

5.10.1.12 如果人员可进入张紧装置下方，应使用至少 2 套独立的固定装置予以固定。

5.10.2 防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置

5.10.2.1 应设置防坠落装置防止风机电梯坠落。如果工作钢丝绳失效，该装置应能自动触发。

5.10.2.2 防坠落装置应为独立的装置，或者应为符合 5.10.1 规定的超速安全装置的一部分。

5.10.2.3 5.2.1 和 5.8.4 中定义的载荷之和应不超过防坠落装置 125% 的极限工作载荷。

5.10.2.4 通过正常控制方式操控风机电梯时，符合 5.9.6 规定的电气安全装置最迟应在防坠落装置达到其触发速度时起作用，自动阻止轿厢向下运行。

5.10.2.5 防坠落装置应在任何时候都起作用，包括风机电梯在安装和拆除时。

5.10.2.6 设置在轿厢上的防坠落装置，其冲击载荷系数 S_d 应不大于 3。

5.10.2.7 防坠落装置应采取机械方式检测工作钢丝绳的失效。

- 5.10.2.8 防坠落装置应作用于安全钢丝绳。
- 5.10.2.9 防坠落装置应为机械作用。
- 5.10.2.10 防坠落装置应能测试和复位。防坠落装置在测试并复位后应能立即使用,且无需重新调整或更换零件。
- 5.10.2.11 承载时应不能手动释放防坠落装置。当防坠落装置触发后起升机构应能起升轿厢。
- 5.10.2.12 如果人员可进入张紧装置下方,应使用至少 2 套独立的固定装置予以固定。

5.10.3 防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置

- 5.10.3.1 除 5.7.5.3 规定的齿轮齿条式双起升机构外,应设置超速安全装置防止风机电梯坠落。
- 5.10.3.2 超速安全装置应作用于导轨或齿条上。应能使载有 130% 的额定载重量载荷的轿厢停止并保持停止状态。超速安全装置应按 5.2.3.2 进行计算。
- 5.10.3.3 轿厢载有不超过额定载重量载荷时,超速安全装置制动时的平均减速度应为 $0.05g_n \sim 1.0g_n$,且减速度峰值大于 $2.5g_n$ 的时间应不大于 0.04 s。
- 5.10.3.4 5.2.1 中规定的载荷总和应不超过超速安全装置的极限工作载荷。
- 5.10.3.5 超速安全装置应在任何时候都起作用,包括风机电梯在安装和/或拆卸及触发后的复位过程。
- 5.10.3.6 通过正常控制方式操控风机电梯时,符合 5.9.6 规定的电气安全装置最迟应在超速安全装置达到其触发速度时起作用,自动阻止轿厢向下运行。
- 5.10.3.7 除齿条外,其他传动部件不应用于超速安全装置的触发和制动。
- 5.10.3.8 应能在与轿厢适当的安全距离内对超速安全装置进行测试。
- 5.10.3.9 超速安全装置应设置在轿厢框架上,并由轿厢超速直接触发。
- 5.10.3.10 如果超速安全装置是可调节的,最终调整后应加封记。
- 5.10.3.11 超速安全装置应为机械作用。
- 5.10.3.12 除超载情况外,在所有载荷条件下,当超速安全装置触发时,轿厢地板与其正常位置的倾斜度应不大于 5% 并能恢复,且轿厢地板永久变形应不大于 1 mm。
- 5.10.3.13 超速安全装置的触发速度应不大于风机电梯额定速度加上 0.40 m/s。
- 5.10.3.14 应有措施防止超速安全装置因外部物质的积聚或气候条件的影响而失效。
- 5.10.3.15 如果超速安全装置触发时夹紧一个以上导向装置,则触发时应同时所有导向装置上动作。
- 5.10.3.16 如果采用弹簧实现超速安全装置的制动,弹簧故障不应妨碍超速安全装置的功能。

6 安全要求和/或保护措施验证

6.1 技术符合性文件

应提供技术符合性文件以按 6.2 进行验证。该文件应包含必要的信息,以确认相关部件设计正确以及风机电梯符合本文件的规定。

6.2 设计验证

表 9 指出了第 5 章规定的安全要求和/或保护措施验证方法,应依据本文件中的相应条款对每个新设计或有重大变化的设计变更进行验证。

如果表 9 有要求,应按照附录 B、附录 C、附录 E 和附录 F 进行性能试验。

表 9 安全要求和/或保护措施的验证方法

条款号	安全要求	目测 ^a	检查/试验/ 测量 ^b	图样或 计算书 ^c	性能试验
5.1	通则	NA			—
5.2	载荷和计算				—
5.2.1	设计载荷				—
5.2.1.1	基本要求	—			—
5.2.1.2	自重	—	—	M	B.3.2
5.2.1.3	额定载重量	—	—	M	—
5.2.1.4	摩擦力	—	—	M	—
5.2.1.5	人员施加的载荷				—
5.2.1.5.1	基本要求	—	O	O	B.3.3 B.3.6
5.2.1.5.2	单独载荷(不与其他载荷组合)	—	O	O	B.3.4 B.3.5 F.2.1 F.2.2
5.2.1.5.3	人员坠落引起的载荷	—	O	O	B.2.20
5.2.1.6	外部运行的风机电梯的风载荷				—
5.2.1.6.1	基本要求	—	—	M	—
5.2.1.6.2	工作状态风压	—	—	M	—
5.2.1.6.3	非工作状态风压	—	—	M	—
5.2.1.7	雪和冰载荷	—	—	M	—
5.2.1.8	温度变动引起的载荷	—	—	M	—
5.2.1.9	缓冲碰撞载荷	—	—	M	—
5.2.1.10	地震载荷	—	—	M	—
5.2.2	载荷组合	—	—	M	—
5.2.3	静强度和疲劳强度计算				—
5.2.3.1.1	基本要求	—	—	M	B.2.4 B.2.5 B.2.6
5.2.3.1.2	钢、铝结构的极限设计应力计算	—	—	M	—
5.2.3.1.3	结构疲劳校核	—	—	M	—

表 9 安全要求和/或保护措施验证方法(续)

条款号	安全要求	目测 ^a	检查/试验/ 测量 ^b	图样或 计算书 ^c	性能试验
5.2.3.1.4	载荷组合 C2 工况下防坠落装置触发时的轿厢结构校核	—	O	O	B.2.11.1 B.2.12 B.2.13 E.2.1 E.2.2
5.2.3.2	机械部件				—
5.2.3.2.1	基本要求	—	—	M	—
5.2.3.2.2	断裂计算	—	—	M	C.2.1 C.2.2 C.2.3 C.3.1 C.3.2 C.3.3 C.4.1 C.4.2 C.4.4 E.3
5.2.3.2.3	疲劳强度和磨损校核				—
5.2.3.2.3.1	基本要求	—	—	M	C.2.4 E.2.3.1 E.3.3
5.2.3.2.3.2	齿轮和齿条	—	—	M	C.3.4 C.4.5
5.2.4	悬挂装置计算	—	—	M	—
5.2.5	工作钢丝绳和安全钢丝绳计算				—
5.2.5.1	基本要求	—	—	M	C.2.6
5.2.5.2	工作钢丝绳疲劳强度验证	—	O	O	C.2.6
5.2.6	计算方法		NA		—
5.3	升降通道防护装置、层站进出口				—
5.3.1	基本要求	O	—	O	—
5.3.2	升降通道防护装置				—
5.3.2.1	基本要求	—	O	O	—
5.3.2.2	轿厢周围的间距	—	O	O	—
5.3.2.3	轿厢下方的避险空间和间距	—	O	O	—
5.3.2.4	轿厢上方的避险空间和间距	—	O	O	—

表 9 安全要求和/或保护措施的验证方法（续）

条款号	安全要求	目测 ^a	检查/试验/ 测量 ^b	图样或 计算书 ^c	性能试验
5.3.3	层站防护装置				—
5.3.3.1	基本要求	—	O	O	—
5.3.3.2	垂直滑动门	—	O	O	—
5.3.3.3	全高度层站防护装置	—	O	O	—
5.3.3.4	低高度层站防护装置	—	O	O	—
5.4	底架	—	—	M	—
5.5	导向系统和缓冲器				—
5.5.1	基本要求	—	O	O	B.2.11.1 B.2.11.2
5.5.2	爬升式起升机构的刚性导向	—	O	O	B.2.11.1
5.5.3	齿轮齿条式起升机构的齿条架导向	—	O	O	—
5.5.4	爬升式起升机构的钢丝绳导向	—	O	O	—
5.5.5	行程端部限制	—	O	O	—
5.6	轿厢				—
5.6.1	基本要求	M	O	O	B.2.20
5.6.2	轿厢地板	—	O	O	—
5.6.3	轿壁	—	O	O	—
5.6.4	轿顶				—
5.6.4.1	基本要求	M	O	O	—
5.6.4.2	轿顶用作工作平台	—	O	O	—
5.6.5	轿门	M	O	O	—
5.6.6	活板门和爬梯疏散门	M	O	O	—
5.6.7	检修口	M	O	O	B.2.16
5.7	起升机构				—
5.7.1	基本要求	M	M	M	B.2.2 B.2.5 C.2.5 C.2.7 C.3.5 C.3.7 C.4.6

表 9 安全要求和/或保护措施验证方法的验证方法(续)

条款号	安全要求	目测 ^a	检查/试验/ 测量 ^b	图样或 计算书 ^c	性能试验
5.7.2	无动力下降	O	M	O	B.2.3 C.2.8 C.3.8 C.4.9
5.7.3	保护和可接近性	M	O	O	—
5.7.4	爬升式起升机构				—
5.7.4.1	基本要求	O	—	O	—
5.7.4.2	滑轮	—	O	O	—
5.7.4.3	机械传动	O	—	O	—
5.7.4.4	钢丝绳导向	O	—	O	—
5.7.4.5	主制动器	—	O	O	C.2.2
5.7.4.6	电动机	—	O	O	—
5.7.4.7	爬升力	—	M	—	—
5.7.4.8	驱动绳轮绳槽	—	—	M	—
5.7.4.9	钢丝绳	—	—	M	—
5.7.5	齿轮齿条式起升机构				—
5.7.5.1	基本要求	O	—	O	—
5.7.5.2	设计				—
5.7.5.2.1	齿轮	—	—	M	—
5.7.5.2.2	齿条	—	—	M	—
5.7.5.2.3	载荷分配	—	—	M	—
5.7.5.2.4	模数	—	—	M	—
5.7.5.2.5	齿轮齿条的啮合	—	—	M	—
5.7.5.3	齿轮齿条式双起升机构	—	M	M	B.2.13 C.4.3 C.4.8
5.8	控制和限位装置				—
5.8.1	基本要求	—	—	M	—
5.8.2	行程限位开关				—
5.8.2.1	上限位开关	—	M	—	B.2.17.1
5.8.2.2	上极限开关	—	M	—	B.2.18.1

表 9 安全要求和/或保护措施验证方法(续)

条款号	安全要求	目测 ^a	检查/试验/ 测量 ^b	图样或 计算书 ^c	性能试验
5.8.2.3	下限位开关	—	M	—	B.2.17.2
5.8.2.4	下极限开关	—	M	—	B.2.18.2
5.8.2.5	齿条架检测开关	—	M	—	—
5.8.3	松绳保护装置	—	M	—	—
5.8.4	超载检测装置	—	M	—	B.2.7
5.8.5	障碍物检测装置	—	M	—	B.2.14 B.2.15
5.8.6	急停装置	M	M	M	B.2.19
5.8.7	联锁装置				—
5.8.7.1	层门				—
5.8.7.1.1	基本要求	—	O	O	—
5.8.7.1.2	联锁装置配置	O	—	O	—
5.8.7.1.3	设计	—	O	O	—
5.8.7.1.4	层站防护装置的带锁紧功能的电气联锁装置	O	—	O	—
5.8.7.1.5	截留钥匙联锁装置	—	O	O	—
5.8.7.2	活板门和爬梯疏散门	—	O	O	B.2.16
5.8.7.3	轿门	M	O	O	B.2.16 B.3.7
5.8.7.4	轿厢下方间距检测装置	—	M	—	—
5.8.8	齿轮齿条式双起升机构故障检测装置	—	M	—	—
5.8.9	控制模式				—
5.8.9.1	轿厢内控制	—	M	—	—
5.8.9.2	轿厢外控制	—	M	—	—
5.8.9.3	轿顶控制	—	M	M	—
5.9	电气设备(装置)及其连接				—
5.9.1	基本要求	—	—	M	B.2.9 B.2.10 C.3.6 C.4.7
5.9.2	电气故障的防护				—
5.9.2.1	电气故障防护	—	—	M	—

表 9 安全要求和/或保护措施验证方法(续)

条款号	安全要求	目测 ^a	检查/试验/ 测量 ^b	图样或 计算书 ^c	性能试验
5.9.2.2	电气故障防护	—	—	M	—
5.9.2.3	电气故障防护	—	M	M	—
5.9.2.4	电气故障防护	—	M	M	—
5.9.3	外界干扰防护	M	—	M	—
5.9.4	电气配线	M	—	M	—
5.9.5	接触器和接触器式继电器	—	O	O	—
5.9.6	电气安全装置				—
5.9.6.1	电气安全装置	—	—	M	—
5.9.6.2	电气安全装置	—	—	M	—
5.9.6.3	电气安全装置	—	O	O	—
5.9.6.4	电气安全装置	M	—	M	—
5.9.7	安全触点				—
5.9.7.1	安全触点	—	—	M	—
5.9.7.2	安全触点	—	—	M	—
5.9.7.3	安全触点	—	—	M	—
5.9.8	照明	—	M	—	B.2.8
5.10	防止风机电梯坠落的安全装置				—
5.10.1	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置				—
5.10.1.1	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	—	M	—	—
5.10.1.2	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	—	M	—	—
5.10.1.3	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	—	—	M	—
5.10.1.4	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	—	M	—	—
5.10.1.5	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	O	—	O	—
5.10.1.6	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	—	—	M	—
5.10.1.7	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	O	—	O	—
5.10.1.8	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	—	M	—	B.2.11.2 E.2.2
5.10.1.9	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	—	—	M	—
5.10.1.10	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	—	O	O	—
5.10.1.11	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	—	O	O	—

表 9 安全要求和/或保护措施的验证方法（续）

条款号	安全要求	目测 ^a	检查/试验/ 测量 ^b	图样或 计算书 ^c	性能试验
5.10.1.12	防止爬升式风机电梯坠落的超速安全装置	O	—	O	—
5.10.2	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置				—
5.10.2.1	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	—	M	—	—
5.10.2.2	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	—	—	M	—
5.10.2.3	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	—	—	M	—
5.10.2.4	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	—	M	—	—
5.10.2.5	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	O	—	O	—
5.10.2.6	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	—	M	—	B.2.11.1 E.2.1
5.10.2.7	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	—	—	M	—
5.10.2.8	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	O	—	O	—
5.10.2.9	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	—	—	M	—
5.10.2.10	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	—	O	O	—
5.10.2.11	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	—	O	O	—
5.10.2.12	防止爬升式风机电梯坠落的防坠落装置	O	—	O	—
5.10.3	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置				—
5.10.3.1	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	M	M	B.2.12 E.3
5.10.3.2	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	M	M	B.2.12 E.3
5.10.3.3	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	M	M	B.2.12 E.3
5.10.3.4	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	—	M	—
5.10.3.5	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	O	—	O	—
5.10.3.6	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	M	—	—
5.10.3.7	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	—	M	—
5.10.3.8	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	O	O	—
5.10.3.9	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	—	M	—
5.10.3.10	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	M	—	—	—
5.10.3.11	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	—	M	—
5.10.3.12	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	O	O	B.2.12

表 9 安全要求和/或保护措施验证方法(续)

条款号	安全要求	目测 ^a	检查/试验/ 测量 ^b	图样或 计算书 ^c	性能试验
5.10.3.13	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	M	—	B.2.12 E.3
5.10.3.14	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	O	—	O	—
5.10.3.15	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	—	M	—
5.10.3.16	防止齿轮齿条式风机电梯坠落的防坠落装置	—	—	M	—
注：“M”表示验证，“O”表示至少用所指明的一种方法进行验证，“NA”表示不适用，“—”表示不涉及。					
^a 目测是通过对所提供的零部件的外观检查以验证所要求的必要特征是否符合要求。 ^b 检查或试验是验证所提供的部件是否按要求实现其功能，测量是通过使用仪器来验证是否满足要求。 ^c 用图样或计算来验证零部件的设计是否满足要求。					

6.3 交付使用前的检查

为确保风机电梯的制造与安装符合要求，应进行静态试验和动态试验，核验所提供的全部装置齐备并正确工作。

应进行下列试验：

- a) 在整个运行路径验证所有限位开关和控制功能；
- b) 验证超速安全装置的功能；
- c) 验证超载检测装置的功能；
- d) 验证制动系统的功能；
- e) 验证层门连锁装置的功能；
- f) 110%额定载重量条件下的动态试验(试验方法按 B.2.5)；
- g) 125%额定载重量条件下的静态试验(试验方法按 B.2.4)；
- h) 电气试验[按 GB/T 5226.1—2019 中 18.1 a)~f)规定]。

所有试验应有记录。

7 使用信息

7.1 通则

使用信息应符合 GB/T 15706—2012 中 6.4.5 的规定，以及满足本文件 7.2~7.9 的要求。

所有标志、标记、警示和操作说明应永久固定、不易擦除、清晰和易于理解(如必要可用标志或符号辅助)。应使用耐用材料，设置在醒目位置，如果包含文字，应采用中文书写(必要时可同时使用几种文字)。

7.2 使用说明书

使用说明书应包含下列(如果适用)信息。

- a) 与风机电梯使用有关的信息：
 - 1) 风机电梯基本说明；

- 2) 预期使用目的;
 - 3) 预期使用寿命;
 - 4) 阅读和理解使用说明书的必要性;
 - 5) 使用范围;
 - 6) 可预见的误用和禁用情况;
 - 7) 有关高空作业的危险和遵循说明的重要信息;
 - 8) 用户定期检查和维护(如日常检查);
 - 9) 环境条件:最大风速、雷电、温度、湿度、振动、电磁辐射等;
 - 10) 在使用风机电梯前,需目测检查升降通道是否有障碍物;
 - 11) 当轿厢与塔架或层站之间的距离较小时,有关被困或挤压危险的建议;
 - 12) 有关剩余风险的信息,尽管已采取已有的安全设计措施和充分的防护措施,剩余风险仍存在的说明;
 - 13) 个体防护装备的使用和必要的培训,以及关于用于防止轿门关闭(见 5.6.5)的直径不小于 8 mm 的安全带(如安全绳或具有缓冲器的安全绳)的使用说明;
 - 14) 紧急情况(如在发生事故或故障时)遵循的操作方法(见附录 G);
 - 15) 有关所用消防设备类型的信息。
- b) 与风机电梯相关的信息:
- 1) 风机电梯的技术说明(如最大运行高度、参数和制造日期);
 - 2) 停止风机电梯的控制方式和方法(尤其是急停);
 - 3) 使用说明,包含与风机电梯设计有变更的信息(如果有);
 - 4) 图示(尤其是安全功能的图示);
 - 5) 电气设备的技术文件(见 GB/T 5226.1—2019)。

如果升降通道与爬梯进入通道共用,即风机电梯可能阻碍进入爬梯的通道,应有人员在无法自行从风机电梯内疏散的情况下的救援程序,该救援程序应作为使用说明书的一部分。

7.3 安装、调试、拆卸、运输、装卸和贮存信息

7.3.1 应提供与风机电梯安装、调试和拆卸的相关信息:

- a) 风机电梯安装和拆卸具有的条件和满足的要求;
- b) 固定或锚固要求;
- c) 作用于塔架的最大悬挂载荷;
- d) 环境条件:最大风速、雷电、温度、湿度、振动、电磁辐射等;
- e) 将风机电梯与电源连接的说明(尤其是过载保护);
- f) 关于废弃物清理或处置的建议;
- g) 使用前必要的试验和检查的说明;
- h) 风机电梯静态试验和动态试验的信息。

7.3.2 应提供与风机电梯运输、装卸和贮存有关的信息:

- a) 贮存条件;
- b) 尺寸、重量、重心位置等信息;
- c) 装卸的指示信息(如吊装点位置的图示)。

7.4 维护信息

应提供维护信息:

- a) 维护的范围和频次;

- b) 设置和调整；
- c) 需要一定的技术知识或特殊技能,才能进行维护操作的相关说明；
- d) 无需特殊的技能,能进行维护工作的相关说明(如更换零件)；
- e) 特殊工具(如便携式照明灯)的使用说明；
- f) 供维修人员完成任务(尤其是故障分析)的相关图样和图表；
- g) 故障识别和定位信息,用于维修和干预后重启；
- h) 备件的规格和型号；
- i) 检查风机电梯是否正确悬挂的方法；
- j) 安全装置及功能的说明；
- k) 检查安全装置功能是否正常的说明。

7.5 轿厢内信息

轿厢内应具有下列信息：

- a) 使用前清单(如日常检查)；
- b) 使用风机电梯的特殊要求(如载荷的分布和特性要求)；
- c) 疏散程序(见附录 G)。

7.6 底层端站信息

底层端站处应具有下列信息：

- a) 使用风机电梯的特殊要求(如载荷的分布和特性要求)；
- b) 疏散与救援程序(见附录 G)。

7.7 标志

7.7.1 基本要求

标志应符合相关标准的要求,GB/T 16273.1 和 GB/T 16273.4 中给出了关于图形、符号和颜色的特定要求。

电气设备的标记应符合 GB/T 5226.1—2019 的规定。

7.7.2 轿厢标牌

7.7.2.1 应在风机电梯轿厢标记清晰、易读且持久耐用的下列信息：

- a) 制造单位和授权代理商(如果有)的全称和地址；
- b) 设备名称(如风力发电机组用电梯)；
- c) 系列或类型名称；
- d) 制造年份(制造过程完成年份)；
- e) 产品编号；
- f) 额定载重量,单位为千克(kg),以及最大可载人数；
- g) 承载特定载荷(如工具、集中载荷)时对载荷位置和集中堆放的限制；
- h) 空载轿厢质量,单位为千克(kg)；
- i) 额定速度,单位为米每秒(m/s)；
- j) 安全带的使用。

7.7.2.2 额定载重量和最大可载人数的字符高度应符合下列要求：

- a) 文字,不小于 25 mm；

- b) 大写字母和数字,不小于 10 mm;
- c) 小写字母,不小于 7 mm。

7.7.3 层站处标牌

底层端站应标明下列信息:

- a) 禁止使用风机电梯的环境(如最大风速、温度);
- b) 轿厢下方挤压危险的警示标志。

如果为低高度层门,则所有层站处均应设置运动部件的警示标志。

7.7.4 齿轮齿条式起升机构的齿条架或导向节识别标志

每个单独的齿条架或导向节上均应有可识别其制造日期的标志或产品编号。如果齿条未永久焊接在齿条架或导向节上,则齿条上应标明单独的标志或产品编号。

7.7.5 爬梯导向识别标志

应按照 GB/T 17888.4—2020 中 7.2 的规定,在爬梯的一个入口处标明爬梯的相关信息。

7.7.6 超速安全装置和防坠落装置标牌

如果超速安全装置和防坠落装置是相互独立的,均应标明下列信息:

- a) 制造单位名称和地址;
- b) 类型;
- c) 触发速度,单位为米每秒(m/s);
- d) 极限工作载荷,单位为千克(kg);
- e) 钢丝绳(如果有)类型(如公称直径、结构、强度);
- f) 制造年份和产品编号;
- g) 校验日期(如果有)。

7.7.7 起升机构标牌

起升机构应标明下列信息:

- a) 制造单位名称和地址;
- b) 类型;
- c) 制造年份和产品编号;
- d) 极限工作载荷,单位为千克(kg);
- e) 钢丝绳(如果有)类型(如公称直径、结构、强度);
- f) 额定速度,单位为米每秒(m/s)。

7.7.8 爬升式起升机构钢丝绳标志

爬升式起升机构钢丝绳应具有包括产品编号和/或产品批次号信息的永久标志(如在压制接头上标记或用标签)。

7.7.9 控制元件标志

所有的控制元件都应清楚地标志。宜使用图形符号。

在所有控制按钮上或旁边,应使用图形或其他易于识别的符号清晰标明运行方向或层站号。

附 录 A
(资料性)
重大危险清单

本附录列出了与本文件有关的所有重大危险、危险状态和事件,见表 A.1。

表 A.1 重大危险清单

组别	重大危险	相关条款
1	机械危险	
1.1	坠落物、距离地面高、重力	5.3.1,5.5.3,5.5.5,5.6.1,5.6.2,5.6.4,5.6.5
1.2	加速、减速、运动/旋转元件	5.2,5.3.2.2,5.5.5,5.6,5.6.5,5.7.5.3,5.10.1,5.10.2,5.10.3
1.3	部件机械强度不足危险	5.2,5.3.2.1,5.4,5.5,5.6,5.7.1,5.7.4,5.7.5,5.8.4,5.10
1.4	挤压危险	5.3.1,5.3.2,5.3.3,5.6.7,5.7.3,5.8.5,5.8.7,5.8.7.4
1.5	剪切危险	5.3.1,5.3.2,5.3.3,5.6.3,5.6.4.2,5.6.5,5.6.7,5.7.3,5.8.5,5.8.7,5.9.8
1.6	切割或切断危险	5.3.1,5.3.2,5.3.3,5.6.3,5.6.4.2,5.6.5,5.6.7,5.8.5,5.8.7,5.9.8
1.7	缠绕危险	5.3.1,5.3.2,5.3.3,5.6.3,5.6.4.2,5.6.5,5.6.7,5.8.5,5.8.7
1.8	吸入或陷入危险	5.3.2
1.9	碰撞危险	5.3.2.2,5.8.5
1.10	摩擦或磨损危险	5.5.2
1.11	滑倒、绊倒和跌落危险	5.3.1,5.3.2,5.3.3,5.5.3,5.6,5.6.4,5.6.2,5.6.5,5.6.6,5.8.7.1,5.8.7.2,5.8.7.3,5.9.8
1.12	不稳定	5.5.3,5.5.4
2	电气危险	
2.1	带电部件	5.9.1,5.9.2,5.9.4
2.2	故障条件下变为带电的部件	5.9.1,5.9.2
2.3	与高压带电部件无足够的距离	5.9.1
2.4	静电现象	5.9.3
2.5	电磁现象	5.9.2.4
2.6	短路	5.9.2
2.7	过载	5.7.1
3	热危险	
3.1	烧伤、烫伤	5.7.3
7	材料/物质产生的危险	
7.1	爆炸物	第 1 章

表 A.1 重大危险清单 (续)

组别	重大危险	相关条款
8	人类工效学危险	
8.1	不健康姿势或过度用力	5.6.1
8.2	对人体骨骼考虑不周 (不充分考虑手/手臂或脚/腿的解剖结构)	5.6.1
8.3	疏散/紧急撤离措施不足	5.6.1,5.6.5,5.6.6
8.4	局部照明	5.9.8
8.5	控制装置的设计、位置或识别	5.8.1
8.6	其他因人为错误引起的后果	5.8.4,5.8.7
9	与机器使用环境有关的危险	
9.1	闪电	第 1 章
9.2	潮湿	5.9.2,5.9.3,5.9.4
9.3	雪、水、风、温度	5.2.1.6,5.2.1.7,5.2.1.8,5.7.3,5.9.2,5.9.3,5.9.4,5.9.5,5.9.6,5.9.7
9.4	缺氧	5.6.1
9.5	粉尘和烟雾	5.7.3
11	动力中断和其他功能紊乱引起的危险	
11.1	控制系统和控制电路失效/失常	5.8.1,5.8.2,5.8.3,5.8.6,5.8.8,5.8.9,5.9.2
11.2	动力源中断后的恢复	5.8.1
11.3	供电失效	5.7.2,5.9.2.3,5.9.8
11.4	非预期的启动或意外启动	5.3.2.3,5.6.4.2,5.6.5,5.8.4,5.8.6,5.8.9,5.9.2
11.5	失去控制的运动	5.7.2,5.7.4.5,5.7.5,5.8.2,5.8.3,5.8.4,5.8.8,5.8.9
12	由于装配和安装、设定、清洁、维护、故障查找产生的危险:	
12.1	维护	5.3.1,5.3.2,5.3.3,5.6.1,5.6.2,5.6.3,5.6.4,5.6.5,5.6.6,5.6.7,5.9.2
12.2	在使用、设定和维护中接近措施不足	5.3.1,5.3.2,5.3.3,5.6.1,5.6.2,5.6.3,5.6.4,5.6.5,5.6.6,5.6.7
12.3	受困在机械内	5.6.1,5.6.5,5.6.6,5.7.2,附录 G
13	工作站和/或工作过程设计	
13.1	工作区域丧失直接能见度	5.6.5
注: 所列的危险基于 GB/T 15706—2012 中的附录 B。		

附 录 B
(规范性)
风机电梯试验

B.1 试验条件和文件

B.1.1 基本要求

对风机电梯的每种设计应按照本附录进行试验,见 6.2。

所有试验应在最不利的情况下进行。如果安装条件有限制(如导向系统最大距离、最大重量等),则试验应在这些限制条件下进行。

除非本附录试验中有说明,试验顺序可不同于本附录条款的顺序,试验可能需要更改子系统或组件(如超载检测装置)的设置。

B.1.2 试验样品

除非另有规定,试验样品应符合下列要求。

- a) 在以下方面与最终产品一致:
 - 1) 机械性能;
 - 2) 外形尺寸和形状;
 - 3) 材料;
 - 4) 与性能相关的表面处理。
- b) 如果与最终产品存在偏差,在试验记录中予以说明,并阐明原因。
- c) 完整的实际尺寸的轿厢。

B.1.3 试验环境

试验环境中,不应存在影响试验结果的因素(如果适用):

- a) 振动;
- b) 噪声;
- c) 光污染;
- d) 温度;
- e) 湿度;
- f) 风速;
- g) 电压。

B.1.4 试验仪器

除非另有规定,仪器的准确度应满足下列要求:

- a) 对于质量、力、距离、时间、速度,为 $\pm 1\%$;
- b) 对于加速度、减速度,为 $\pm 2\%$;
- c) 对于电压、电流,为 $\pm 5\%$;
- d) 对于温度,为 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- e) 记录设备能检测到 0.01 s 变化的信号。

试验用的仪器和量具应计量检定合格或在校准的有效期内。

B.1.5 试验记录

对于本附录要求的试验,应将试验设备、试验程序、试验结果记录在试验记录中,并应包含下列信息:

- a) 试验用的仪器和设备说明;
- b) 试验环境说明(温度、湿度、其他适用条件);
- c) 试验仪器使用说明和校准信息;
- d) 试验样品的定义、说明,包括图样、零件号、型号或其他标记;
- e) 试验程序和判定标准的说明(合格或不合格标准);
- f) 试验过程中的观察记录(如果有);
- g) 试验结果、数据和曲线图;
- h) 标明是否符合判定标准的结论。

试验记录应作为永久记录存档。

B.2 已安装完成的风机电梯的试验

B.2.1 基本要求

试验和测量应在已安装完成的风机电梯上进行,即:轿厢和轿厢外(如导向系统)的所有相关部件均已安装完毕,且在没有额外悬挂装置或支撑装置条件下风机电梯能够正常运行。

B.2.2 额定速度

风机电梯在悬挂状态下,并载有额定载重量,在行程距离内可以上下运行并达到额定速度。

风机电梯额定速度可直接测量或根据运行距离和时间计算。在每个方向上至少记录3次测量结果并计算速度平均值。

测量速度的平均值与制造单位规定的额定速度的偏差应不大于10%,并且应不大于第1章规定的速度。

B.2.3 无动力下降速度

风机电梯在悬挂状态下,并载有额定载重量,在行程距离内可以向下运行并达到无动力下降速度。

风机电梯无动力下降速度可直接测量或根据运行距离和时间计算。至少记录3次测量结果并计算速度平均值。

测量速度的平均值与制造单位规定的无动力下降速度的偏差应不大于10%,并且应不大于5.7.2规定的无动力下降速度。

无动力下降速度不应触发超速安全装置。

B.2.4 静态试验

风机电梯在悬挂状态下,轿厢地板载有均匀分布的150%额定载重量,持续15 min。

风机电梯的滑移应不大于5 mm,且轿厢和轿厢外的任何部件均不应失效或出现大于1 mm的永久变形。

B.2.5 动态试验

风机电梯在悬挂状态下,轿厢地板载有均匀分布的125%额定载重量。风机电梯运行30次循环,每次循环包括向上运行至少3 000 mm和向下运行至少3 000 mm。风机电梯在运行30次循环后制动

并停止运行,风机电梯的滑移应不大于 5 mm,且轿厢和轿厢外的任何部件均不应失效或出现大于 1 mm 的永久变形。

应验证爬升式起升机构主制动器的最大制动距离(见 5.7.4.5),以及齿轮齿条式起升机构制动器的最大减速度(见 5.7.5)。

B.2.6 极限载荷试验

风机电梯在悬挂状态下,轿厢地板载有 300%额定载重量,持续 30 min。施加载荷前制动器应机械锁定。

风机电梯轿厢和轿厢外的任何承载部件准许出现永久变形,但不应失效。

B.2.7 超载检测装置试验

超载检测装置试验应满足下列要求。

- a) 风机电梯在悬挂状态下,轿厢地板载有均匀分布的额定载重量。在触发上升或下降控制装置时,风机电梯能正常上下运行。
- b) 风机电梯置于开锁区域,轿厢地板载有均匀分布的 125%额定载重量(如果型式检验运行高度可以忽略不计,即小于 10.0 m,则可以忽略随行程高度变化的部分质量)。在触发上升或下降控制装置时,风机电梯不能离开开锁区域并能发出警报。
- c) 风机电梯置于开锁区域以外,轿厢地板载有均匀分布的 125%额定载重量。在触发上升或下降控制装置时,风机电梯能运行;但风机电梯停靠在开锁区域或顶层端站(取决于控制系统)后,风机电梯不能运行并能发出警报。
- d) 风机电梯在悬挂状态下,轿厢地板载有均匀分布的额定载重量。风机电梯向上运行,在相邻层站间时,对风机电梯持续施加相当于 125%额定载重量的作用力,风机电梯不能因超载而停止运行。

B.2.8 轿厢照明

将风机电梯轿厢用不透明材料或薄膜完全覆盖,防止外部光线进入轿厢内。

在正常模式下为灯供电,在控制装置处测量照度。

正常模式下,在控制装置处测量得出的照度应不小于 50 lx(见 5.9.8)。

然后,切断风机电梯轿厢的电源,触发紧急操作模式照明。分别在进入紧急操作模式照明时和 30 min 后,在疏散与救援装置标志处,测量应急照明照度。

紧急操作模式下,在疏散与救援装置的标志处测得的照度应不小于 10 lx(见 5.9.8)。

B.2.9 电流测量

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有额定载重量加上随行程高度变化的最大质量。在行程距离内,风机电梯可以额定速度运行。在上升方向达到额定速度时,测量电流值。至少记录 3 次测量结果并计算平均值。

上升方向测量电流的平均值与制造单位规定的额定电流偏差应不大于 5%。

B.2.10 电气试验

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有额定载重量。将可能对电气试验产生影响的随行程高度变化的部分质量,以最不利的情况安装(如供电电缆和控制电缆长度最长、横截面积最小,控制装置数量最多等)。

应按照 GB/T 5226.1—2019 中 18.1 a)~f)规定的方法进行试验和判定。

B.2.11 爬升式起升机构风机电梯坠落试验

B.2.11.1 防坠落装置作用于安全钢丝绳的风机电梯坠落试验

B.2.11.1.1 一般要求

试验装置的构成应使在悬挂点沿垂直轴的自然振动频率不小于 100 Hz,且 300%防坠落装置的极限工作载荷对悬挂点产生的变形应不大于 1 mm。

安全钢丝绳上的冲击载荷系数 S_d 按公式(B.1)计算:

$$S_d = 100T_m/S_t \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

式中:

S_d ——冲击载荷系数;

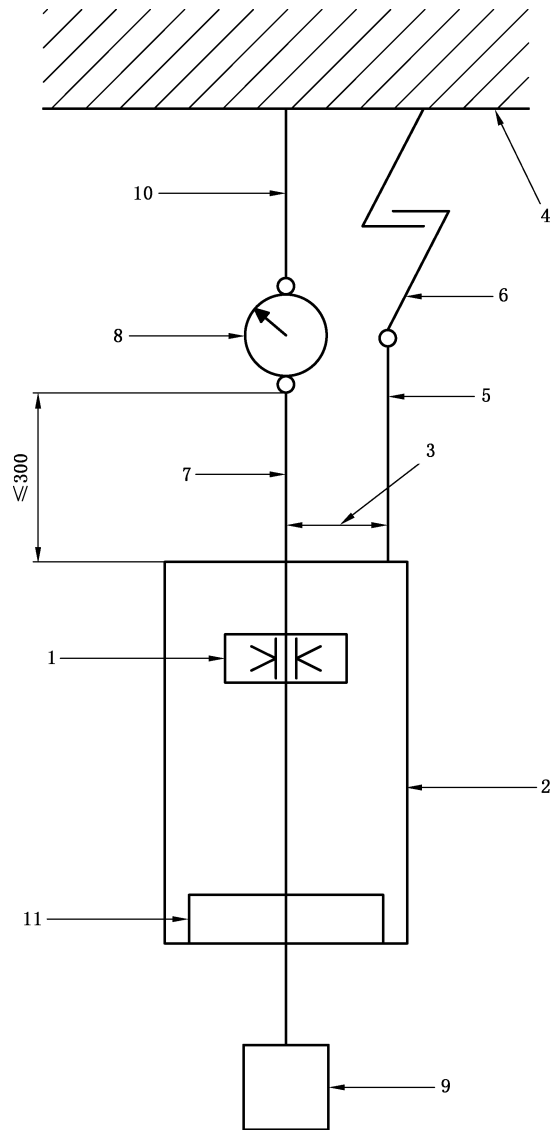
T_m ——最大动态拉力,单位为千牛(kN);

S_t ——试验载荷,等同于额定载重量与自重之和的载荷,单位为千克(kg)。

风机电梯在悬挂状态下,按照 5.2.1.2 规定的 C2 载荷组合,根据超载检测装置类型,施加等同于额定载重量与自重之和的载荷。

防坠落装置上部的钢丝绳长度应不大于 300 mm。钢丝绳间距应符合设计文件和使用手册的规定。

试验装置布置如图 B.1 所示。



标引序号说明：

- 1 —— 防坠落装置；
- 2 —— 轿厢；
- 3 —— 钢丝绳水平间距；
- 4 —— 悬挂点；
- 5 —— 工作钢丝绳；
- 6 —— 释放装置；
- 7 —— 安全钢丝绳；
- 8 —— 测力装置；
- 9 —— 10 kg 重块；
- 10 —— 钢制悬挂部件(无钢丝绳、弹簧或其他具有阻尼效果的材料)；
- 11 —— 轿厢试验载荷。

图 B.1 防坠落装置作用于安全钢丝绳情况下的风机电梯坠落试验

B.2.11.1.2 测力装置

测力装置的准确度为 $\pm 2\%$ ；频率带宽为 1 000 Hz；测力范围至少为 100%~300%防坠落装置的极

限工作载荷。

B.2.11.1.3 试验步骤

应按下列试验步骤进行试验：

- 在安全钢丝绳进入防坠落装置的位置做标记,以便测量坠落距离；
- 在安全钢丝绳底端加 10 kg 的重块以确保钢丝绳不松弛；
- 在悬挂点释放工作钢丝绳以进行坠落试验,确保这一过程无任何影响试验结果的附加力；一旦释放,试验载荷自由坠落下落直至防坠落装置锁住安全钢丝绳后下降完全停止；
- 记录坠落距离和安全钢丝绳上的最大动态拉力；
- 连续 3 次重复步骤 c)和 d)。

B.2.11.1.4 试验结果

试验结果应满足下列要求。

- 风机电梯及其导向装置能承受 3 次坠落而不发生断裂。当风机电梯采用爬梯导向时,爬梯在经过本试验后,符合 GB/T 17888.4—2020 中第 6 章的规定。
- 冲击载荷系数 S_d 在 3 次试验中均不大于 3。
- 3 次试验中的坠落距离均小于 500 mm。

完成一组(连续 3 次坠落为一组)试验后,可复位或更换防坠落装置的阻尼部件,或者重新安装风机电梯。但是,在使用相同部件且不更换或复位阻尼部件的情况下,防坠落装置和风机电梯应能承受连续 3 次坠落且不出现失效。准许部件发生永久变形,但不准许部件失效。

B.2.11.2 超速安全装置作用于工作钢丝绳的风机电梯坠落试验

B.2.11.2.1 一般要求

试验装置的构成应使在悬挂点沿垂直轴的自然振动频率不小于 100 Hz,且 300%超速安全装置的极限工作载荷对悬挂点产生的变形应不大于 1 mm。

安全钢丝绳上的冲击载荷系数 S_d 按公式(B.2)计算：

$$S_d = 100T_m/S_t \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

S_d ——冲击载荷系数；

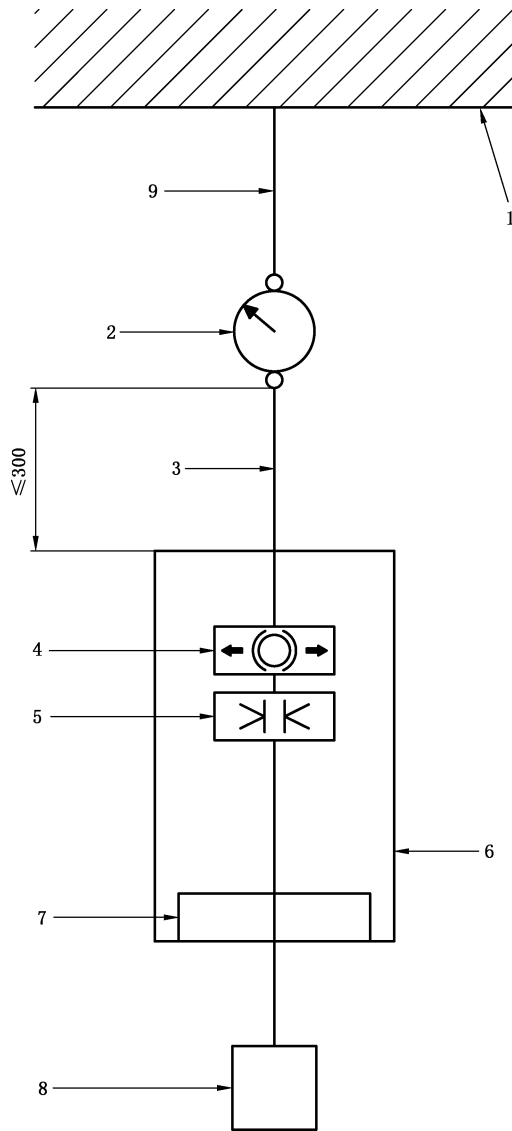
T_m ——最大动态拉力,单位为千牛(kN)；

S_t ——试验载荷,等同于额定载重量与自重之和的载荷,单位为千克(kg)。

风机电梯在悬挂状态下,按照 5.2.1.2 规定的 C2 载荷组合,根据超载检测装置类型,施加等同于额定载重量与自重之和的载荷。

超速安全装置上部的钢丝绳长度应不大于 300 mm。

试验装置布置如图 B.2 所示。



标引序号说明：

- 1——悬挂点；
- 2——测力装置；
- 3——工作钢丝绳；
- 4——主制动器；
- 5——超速安全装置；
- 6——轿厢；
- 7——轿厢试验载荷；
- 8——10 kg 重块；
- 9——钢制悬挂部件(无钢丝绳、弹簧或其他有阻尼效果的材料)。

图 B.2 超速安全装置作用于工作钢丝绳的风机电梯坠落试验

B.2.11.2.2 测力装置

测力装置的准确度为±2%；频率带宽为1 000 Hz；测力范围至少为100%~300%超速安全装置的极限工作载荷。

B.2.11.2.3 试验步骤

试验步骤应按下列试验步骤进行试验：

- a) 在工作钢丝绳进入超速安全装置的位置做标记,以便测量坠落距离；
- b) 在工作钢丝绳底端加 10 kg 的重块以确保钢丝绳不松弛；
- c) 使主制动器和无动力下降系统不起作用,进行坠落试验,确保这一过程无任何影响试验结果的附加力；一旦释放,试验载荷自由坠落下落直至超速安全装置锁住工作钢丝绳后下降完全停止；
- d) 记录坠落距离和工作钢丝绳上的最大动态拉力；
- e) 连续 3 次重复步骤 c) 和 d)。

B.2.11.2.4 试验结果

试验结果应满足下列要求：

- a) 风机电梯及其导向装置能承受 3 次坠落而不发生断裂；当风机电梯采用爬梯导向时,爬梯在经试验后符合 GB/T 17888.4—2020 中第 6 章的规定；
- b) 冲击载荷系数 S_d 在 3 次试验中均不大于 3；
- c) 在 3 次试验中,在达到超速安全装置触发速度后,测量得出的坠落距离均小于 500 mm。

完成一组(连续 3 次坠落为一组)试验后,可复位或更换超速安全装置的阻尼部件,或者重新安装风机电梯。但是,在使用相同部件且不更换或复位阻尼部件的情况下,超速安全装置和风机电梯应能承受连续 3 次坠落且不出现失效。准许部件发生永久变形,但不准许部件失效。

B.2.12 齿轮齿条式风机电梯超速安全装置试验

B.2.12.1 基本要求

应使用实际工况下的悬挂装置和导向系统,对超速安全装置及其匹配的限速器进行组合试验。

制造单位应说明试验的载荷和额定速度范围。如果需要对超速安全装置不同的载荷和速度进行试验,则应对这些载荷和速度进行说明。

B.2.12.2 试验方法

B.2.12.2.1 齿轮齿条式风机电梯超速安全装置试验

应对每类超速安全装置及其匹配的限速器的典型组合进行试验,根据超载检测装置,对轿厢施加额定载重量,或在轿厢空载条件下进行试验。应以自由落体形式进行试验。

试验应在制造单位规定的限速器触发速度下进行。

试验次数应不少于 20 次,并至少进行下列试验：

- a) 轿厢载有额定载重量、传动部件正常连接,试验 10 次；
- b) 轿厢空载、传动部件正常连接,试验 10 次。

每组 10 次试验结束后,应检查超速安全装置,并使其恢复到正常工作状态,可进行必要的调整和更换。在进行下一次试验前,应让摩擦部件恢复到其正常温度。

B.2.12.2.2 直接或间接测量

直接或间接测量应包括：

- a) 坠落总高度；
- b) 制动距离；

- c) 触发速度；
- d) 以时间为函数的减速度。

B.2.12.2.3 判定标准

应检查下列项目：

- a) 减速度符合 5.10.3.1 的规定；
- b) 最大触发速度符合 5.10.3.11 的规定；
- c) 无裂纹或永久变形；
- d) 轿厢地板最大倾斜度符合 5.10.3.10 的规定。

B.2.12.2.4 试验报告

报告应包括下列内容：

- a) B.1 规定的内容；
- b) 超速安全装置和限速器的类型和适用范围；
- c) 风机电梯类型和型号；
- d) 包括惯性效应在内，超速安全装置制停的总载荷；
- e) 限速器触发速度。

B.2.13 双起升机构齿轮齿条式风机电梯超速安全装置试验

B.2.13.1 基本要求

应使用实际工况下的悬挂装置和导向系统，对超速安全装置进行试验。

B.2.13.2 试验方法

在风机电梯以额定速度下降过程中，模拟一个起升机构突然失效（如制动器释放且电动机断电），另一个起升机构应使轿厢停止。

对每个起升机构，试验次数应不少于 20 次，并至少进行下列试验：

- a) 轿厢空载、传动部件正常连接，试验 10 次；
- b) 轿厢载有额定载重量、传动部件正常连接，试验 10 次。

试验后，起升机构应符合 5.7.5.3 的规定。

B.2.13.3 判定标准

应检查下列项目：

- a) 每个制动器能独立制停风机电梯；
- b) 检测到其中一个起升机构失效时，切断另一个起升机构的供电；
- c) 无裂纹或永久变形；
- d) 每个起升机构的制动器功能符合 5.7.5.3 的规定。

B.2.14 顶部障碍物检测装置试验

风机电梯在悬挂状态下，以额定速度空载向上运行。使用一个直径为 150 mm 的圆柱形障碍物试样，触发顶部障碍物检测装置。

当顶部障碍物检测装置被障碍物试样触发时，风机电梯应停止运行。

风机电梯完全停止后，应能够用手移除障碍物试样（障碍物试样未被卡在风机电梯与结构之间），且

顶部障碍物检测装置施加于障碍物试样的力应不超过 150 N。

试验时,应将障碍物试样置于适当位置,使试样在顶部每个侧面的中间位置,以及顶部的每个角落处,触发顶部障碍物检测装置(即:在方形顶部障碍物检测装置上,进行 8 次试验)。

如果轿厢在攀爬区域运行,则应将障碍物试样置于攀爬区域的中心位置。

如果顶部障碍物检测装置用作轿顶,应符合 B.3.5 的规定。

B.2.15 底部障碍物检测装置试验

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有额定载重量并以额定速度向下运行。使用一个直径为 150 mm 的圆柱形障碍物试样,触发底部障碍物检测装置。

当底部障碍物检测装置被障碍物试样触发时,风机电梯应停止运行。

风机电梯完全停止后,应能够用手移除障碍物试样(障碍物试样未被卡在风机电梯和结构之间),且底部障碍物检测装置施加于障碍物试样的力不超过 150 N。

试验时,应将障碍物试样置于适当位置,使试样在底部每个侧面的中间位置、底部的每个角落处,以及底部障碍物检测装置的中心位置,触发底部障碍物检测装置(即:在方形底部障碍物检测装置上,进行 9 次试验)。

B.2.16 轿门、活板门、爬梯疏散门和检修口盖板的联锁装置

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有额定载重量,关闭所有轿门、活板门、爬梯疏散门和检修口盖板。

当风机电梯在正常运行时,按顺序打开每个轿门、活板门、爬梯疏散门和检修口盖板,打开任一门或盖板时风机电梯应停止运行。在所有控制模式下操作任一控制装置时风机电梯均不应移动。

设置防护锁定的联锁装置的所有轿门,应进行下列试验。

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有额定载重量正常运行。在开锁区域外,轿门应无法打开。当触发轿门联锁疏散装置(如按钮、钥匙)时,风机电梯应停止运行,此时,应能打开轿门。当轿门打开且轿门联锁疏散装置释放时,在所有控制模式下操作任一控制装置,风机电梯均不应移动。

将风机电梯置于开锁区域,关闭轿门,触发轿门联锁疏散装置,开始运行。风机电梯应最迟在离开开锁区域时停止运行。

B.2.17 限位开关

B.2.17.1 上限位开关

风机电梯以额定速度向上运行。当上限位开关触发时,风机电梯应停止运行。当上限位开关保持在触发状态时,风机电梯应不能向上运行,但应能向下运行。

B.2.17.2 下限位开关

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有额定载重量,以额定速度向下运行。当下限位开关触发时,风机电梯应停止运行。当下限位开关保持在触发状态时,风机电梯应不能向下运行,但应能向上运行。

B.2.18 极限开关

B.2.18.1 上极限开关

风机电梯在悬挂状态下,以额定速度空载向上运行。暂时将上限位开关设为无效状态。当上极限开关触发时,风机电梯应停止运行。当上极限开关保持在触发状态时,风机电梯应不能向上或向下运行。

B.2.18.2 齿轮齿条式风机电梯下极限开关

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有额定载重量,以额定速度向下运行。暂时将下限位开关设为无效状态。当下极限开关触发时,风机电梯应停止运行。当下极限开关保持在触发状态时,风机电梯应不能向上或向下运行。

B.2.19 急停装置

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有额定载重量,正常向上或向下运行。按下急停装置按钮,风机电梯应停止运行,当急停装置按钮保持在触发状态时,风机电梯应不能向上或向下运行。释放急停装置按钮后,风机电梯应不能启动。

对每个急停装置按钮,分别试验一次。

B.2.20 坠落防护挂点装置试验

应对所有设置在轿厢上的坠落防护挂点装置按照 GB 30862—2014 中 5.3.3 和 5.3.4 的规定进行试验。

风机电梯在悬挂状态,载有额定载重量,模拟发生疏散的情况(如疏散门或活板门开启,试验重块坠落到轿厢外部)进行试验。

试验结果的判定标准应符合 GB 30862—2014 中 5.3 和 5.4 的规定。轿厢的承载部件不应失效。

B.3 轿厢试验

B.3.1 基本要求

轿厢试验应在轿厢已安装完成或同等条件下进行。

B.3.2 轿厢自重

对空载轿厢称重,空载轿厢质量不包括钢丝绳、供电电缆、控制电缆的质量。称重所得质量与制造单位声明质量的偏差应不超过 5%。

B.3.3 轿壁(含检修口盖板)强度试验

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有均匀分布的额定载重量。

在每个轿壁 1 100 mm 高度处,沿水平方向逐渐施加 300 N 的力,此力应均匀分布在 100 cm² 的圆形(或正方形)面积上。

轿壁的弹性变形应不大于 30 mm,永久变形应不大于 1 mm,且不应失效。

B.3.4 轿厢地板强度试验



风机电梯在悬挂状态下,轿厢空载,在轿厢地板最不利位置处施加 1 500 N 的静力,此力应均匀分布在 400 cm² 的圆形(或正方形)面积上。

轿厢地板的永久变形应不大于 1 mm,且不应失效。

B.3.5 轿顶强度试验

风机电梯在悬挂状态下轿厢空载,或者将轿厢置于地面上。

将一个质量为 0.7 kg、直径为 75 mm±2 mm 的钢球,从轿顶上方 5 000 mm 高度处坠落,钢球不应穿透轿顶。

如果人员可进入轿顶,在下列情况下,轿顶的永久变形应不大于 1 mm,且不应失效。

- a) 在轿顶最不利位置处施加 3 000 N 的静力,此力应均匀分布在 1.0 m² 的正方形面积上。如果轿顶面积小于 1.0 m²,应将 3 000 N 的静力作用于轿顶全部区域。
- b) 在轿顶最不利位置处施加 1 200 N 的静力,此力应均匀分布在 400 cm² 的正方形面积上。

如果轿顶上方安装有其他部件(如顶部障碍物检测装置),则试验应在该部件已安装的条件下进行。

B.3.6 轿门、活板门和爬梯疏散门强度试验

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有均匀分布的额定载重量。

在每个轿门、活板门(位于轿厢地板或轿顶的活板门除外)和爬梯疏散门,沿水平方向逐渐施加 300 N 的力,此力应均匀分布在 5 cm² 的圆形(或正方形)面积上。

轿门、活板门和爬梯疏散门的弹性变形应不大于 30 mm,永久变形应不大于 1 mm,且不应失效。

试验后,轿门、活板门和爬梯疏散门不应从其轨道或导向装置上移位,且工作正常。

位于轿厢地板的活板门,应符合 B.3.4 的要求;位于轿顶的活板门,应符合 B.3.5 的要求。

B.3.7 门锁装置试验

风机电梯在悬挂状态下,轿厢载有均匀分布的额定载重量。

将轿门关闭并锁紧。

沿开门方向对门锁装置施加 1 000 N 的静力,轿门应保持关闭,且门锁装置功能不受影响。



附 录 C
(规范性)
起升机构试验

C.1 通则

对每个起升机构应按照本附录进行试验。

如果本附录中的某项试验能被附录 B 完全覆盖,则不必进行该试验。

所有试验应在最不利的情况下进行。如果安装条件有限制,则试验应在这些限制条件下进行。

除非本附录试验中有说明,试验顺序可不同于本附录条款的顺序,试验可能需要更改子系统或组件(如超载检测装置)的设置。

除非另有规定,本附录中的试验应符合附录 B 中关于试验样品(B.1.2)、试验环境(B.1.3)、试验仪器(B.1.4)和试验记录(B.1.5)的通用规定。

C.2 爬升式起升机构

C.2.1 静态试验

爬升式起升机构应静态承载 150% 极限工作载荷达 15 min。

钢丝绳应从爬升式起升机构中自由伸出,钢丝绳尾端无作用力。

爬升式起升机构应能承载试验载荷。试验载荷应自由悬挂。

爬升式起升机构钢丝绳在驱动绳轮上应不产生大于 5 mm 的滑移或蠕动的迹象。应按照制造单位的说明对钢丝绳进行润滑。

主制动器承受试验载荷不应产生滑移或蠕动迹象。

爬升式起升机构承载零部件不应失效、变形或削弱。试验载荷应保持在原位。

卸载后,起升机构应能按照制造单位的说明正常运行。

应在耐久性试验(见 C.2.4)前,使用交付状态的钢丝绳和爬升式起升机构,进行一次静态试验;并在耐久性试验(见 C.2.4)后,使用同一个爬升式起升机构以及在耐久性试验中使用过的一根钢丝绳,再进行一次静态试验。

注:“交付状态”指“新的状态”。

C.2.2 动态试验

钢丝绳应从爬升式起升机构中自由伸出,钢丝绳尾端无作用力。

爬升式起升机构载有 125% 极限工作载荷,上升和下降 30 次循环。每次循环,钢丝绳往复穿过爬升式起升机构与钢丝绳相关的所有零部件、滑轮和滚轮(如果有)。

主制动器制动后,应能使额定速度下降的爬升式起升机构在 100 mm 距离内停止并保持,且不出现滑移。

应在耐久性试验(见 C.2.4)前,使用交付状态的钢丝绳和爬升式起升机构,进行一次动态试验;并在耐久性试验(见 C.2.4)后,使用同一个爬升式起升机构以及在耐久性试验中使用过的一根钢丝绳,再进行一次动态试验。

爬升式起升机构钢丝绳在驱动绳轮上应不产生大于 5 mm 滑移或蠕动的迹象。应按照制造单位的说明对钢丝绳进行润滑。

C.2.3 极限载荷试验

爬升式起升机构应静态承载 400% 极限工作载荷达 15 min。

试验进行时应确保电动机在机械锁定状态,且钢丝绳在牵引系统中应不产生大于 5 mm 的滑移。

制动器应释放。

爬升式起升机构的承载零部件不应失效,且试验载荷应保持在原位。

上述试验后,应将驱动绳轮旋转 90° 并重复上述试验,直至驱动绳轮旋转 360°。

C.2.4 耐久性试验

钢丝绳应从爬升式起升机构中自由伸出,钢丝绳尾端无作用力。

爬升式起升机构应载有极限工作载荷,持续运行制造单位规定的使用寿命运行时长(见 5.2.3.2.3),且至少完成 30 000 次运行循环,且钢丝绳往复穿过爬升式起升机构与钢丝绳相关的所有零部件、滑轮和滚轮(如果有)。

注:每次循环包括从静止状态达到额定速度上下运行的一个最小垂直距离。

准许每运行 1 000 次运行循环更换钢丝绳。

在试验期间,准许调整制动器,但不能维修,维护规程中确定的磨损件可以更换,但不应更换承载部件。

应调整运行循环速度,防止电动机过热。

试验后,应检查爬升式起升机构,不应出现断裂或故障。应按照 C.2.6 对试验使用的每根钢丝绳进行检查。

C.2.5 起升极限载荷试验

C.2.5.1 起升机构能起升和下降的载荷应不小于 125% 极限工作载荷。如果起升机构能起升超过其 250% 极限工作载荷而不发生堵转,则应设置额外的安全装置(除超载检测装置之外的安全装置),如过流保护装置、热过载装置或扭矩限制装置。

C.2.5.2 应对爬升式起升机构的电动机进行下列试验:

- a) 载有不大于 250% 极限工作载荷而不发生堵转;
- b) 载有大于 250% 极限工作载荷时,设置额外的安全装置(除超载检测装置之外的安全装置),如过流保护装置、热过载装置或扭矩限制装置,防止起升动作。

C.2.5.3 试验条件应满足下列要求:

- a) 电动机的额定电压;
- b) 正常环境温度;
- c) 电动机正常工作温度;
- d) 额外安全装置(如过流保护装置、热过载装置或扭矩限制装置)处于运行状态。

C.2.6 钢丝绳试验

C.2.6.1 按照 C.2.4 进行耐久性试验使用过的钢丝绳,应满足下列要求:

- a) 在 30 倍直径长度内,可见断丝不超过 10 处;
- b) 未出现笼状畸变或断股;
- c) 未达到制造单位设定的报废技术条件。

C.2.6.2 在经过 C.2.4 的耐久性试验后,钢丝绳与其端部应能承受 600% 极限工作载荷且不断裂。

C.2.7 额定速度

爬升式起升机构载有极限工作载荷,在行程距离内可以上下运行并达到额定速度。

爬升式起升机构额定速度可直接测量或根据运行距离和时间计算。在每个方向上至少记录 3 次测量结果并计算速度平均值。

测量速度的平均值与制造单位规定的额定速度的偏差应不大于 10%，并且应不大于第 1 章规定的速度。

在 C.2.4 耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.2.8 无动力下降速度

爬升式起升机构载有极限工作载荷，在行程距离内可以向下运行并达到规定的无动力下降速度。

爬升式起升机构无动力下降速度可直接测量或根据运行距离和时间计算。至少记录 3 次测量结果并计算速度平均值。

测量速度的平均值与制造单位规定的无动力下降速度的偏差应不大于 10%，并且应不大于 5.7.2 规定的无动力下降速度。

在 C.2.4 耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.3 齿轮齿条式单起升机构

C.3.1 静态试验

起升机构应静态承载 150% 极限工作载荷达 15 min。

主制动器承受试验载荷不应产生滑移或蠕动迹象。

起升机构承载零部件不应失效、变形或削弱。试验载荷应保持在原位。

卸载后，起升机构应能按照制造单位的说明正常运行。

C.3.2 动态试验

主制动器应能使载有 125% 极限工作载荷并以额定速度向下运行的起升机构停止。

在此条件下，风机电梯的平均减速度应不超过超速安全装置触发时或撞击缓冲器时的减速度。

额定载重量下主制动器的制动距离应符合制造单位的规定。

C.3.3 极限载荷试验

起升机构应静态承载 300% 极限工作载荷达 15 min。

试验进行时应确保电动机在机械锁定状态，并将载荷施加在起升机构的承载部件上，试验其强度。

起升机构的承载零部件不应失效，且试验载荷应保持在原位。

C.3.4 耐久性试验

C.3.4.1 起升机构和超速安全装置应载有极限工作载荷，持续运行制造单位规定的使用寿命运行时长（见 5.2.3.2.3），且至少完成 30 000 次循环。

注：每次循环包括从静止状态达到额定速度上下运行的一个最小垂直距离。

C.3.4.2 在试验期间，机电式制动器应用作动态制动器。

C.3.4.3 准许在试验中对齿条进行润滑。

C.3.4.4 准许每运行 6 000 次循环更换齿条。

C.3.4.5 应调整循环速度，防止电动机过热。

C.3.4.6 在试验期间，准许调整制动器，但不能维修，维护规程中确定的磨损件可以更换，但不应更换承载部件，且不应更换齿轮、制动器或超速安全装置。

C.3.4.7 耐久性试验后，应对载有极限工作载荷的起升机构进行坠落试验。

C.3.4.8 对起升机构进行下列检查：

- a) 机电式制动器功能应正常,无异常磨损。制动器间隙应符合制造单位的规定；
- b) 齿轮的磨损情况应符合制造单位的规定；
- c) 齿条的磨损情况应符合制造单位的规定；
- d) 背轮的磨损情况应符合制造单位的规定；
- e) 整体磨损不应影响齿轮齿条的正确啮合(见 5.7.5.2.5)；
- f) 齿条应紧固可靠。

C.3.4.9 对超速安全装置进行下列检查：

- a) 制动距离应符合制造单位的规定；
- b) 齿轮和齿条不应有裂纹或变形。

C.3.5 起升极限载荷试验**C.3.5.1 应对起升机构的电动机进行下列试验：**

- a) 载有不大于 250% 极限工作载荷而不发生堵转；
- b) 载有大于 250% 极限工作载荷时,设置额外的安全装置(除超载检测装置之外的安全装置),如过流保护装置、热过载装置或扭矩限制装置,防止起升动作。

C.3.5.2 试验条件应满足下列要求：

- a) 电动机的额定电压；
- b) 正常环境温度；
- c) 电动机正常工作温度；
- d) 额外安全装置(如过流保护装置、热过载装置或扭矩限制装置)处于运行状态。

C.3.6 电流测量

起升机构载有极限工作载荷,在行程距离内可以上下运行并达到额定速度。

在向上和向下达到额定速度后,测量电流值。在每个方向上至少记录 3 次测量结果并计算平均值。

测量电流的平均值与制造单位规定的额定电流偏差应不大于 5%。

在耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.3.7 额定速度

起升机构载有极限工作载荷,在行程距离内可以上下运行并达到额定速度。

起升机构额定速度可直接测量或根据运行距离和时间计算。在每个方向上至少记录 3 次测量结果并计算速度平均值。

测量速度的平均值与制造单位规定的额定速度的偏差应不大于 10%,并且应不大于第 1 章规定的速度。

在耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.3.8 无动力下降速度

起升机构载有极限工作载荷,在行程距离内可以向下运行并达到规定的无动力下降速度。

无动力下降速度可直接测量或根据运行距离和时间计算。至少记录 3 次测量结果并计算速度平均值。

无动力下降的测量速度的平均值与制造单位规定的无动力下降速度的偏差应不大于 10%,并且应不大于 5.7.2 规定的无动力下降速度。

在耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.4 齿轮齿条式双起升机构

C.4.1 静态试验

每个起升机构应分别试验。

起升机构应静态承载 150% 极限工作载荷达 15 min。

主制动器承受试验载荷不应产生滑移或蠕动迹象。

每个起升机构的承载零部件不应失效、变形或削弱。试验载荷应保持在原位。

卸载后,起升机构应能按照制造单位的说明正常运行。

在耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.4.2 动态试验

动态试验时,应确保仅有一个主制动器处于运行状态(能通过控制系统释放或制动制动器),并分别对 2 个主制动器进行试验。

主制动器应能使载有 125% 极限工作载荷并以额定速度向下运行的起升机构停止。

在耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.4.3 起升机构故障系统试验

应提供一种装置,能够模拟在 2 个起升机构之间的电流消耗差超过 25% 时,使其中一个起升机构失效。电流消耗差应在 2 s 内被检测到并切断起升机构的供电。

在耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.4.4 极限载荷试验

每个起升机构应静态承载 300% 极限工作载荷达 30 min。

试验进行时应确保电动机在机械锁定状态,并应将载荷施加在起升机构的承载部件上,试验其强度。

起升机构的承载零部件不应失效,且试验载荷应保持在原位。

在耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.4.5 耐久性试验

风机电梯载有极限工作载荷,在惯性力矩最大的工况下进行本试验。

起升机构(齿轮齿条式双起升机构)应载有极限工作载荷,持续运行制造单位规定的使用寿命运行时长(见 5.2.3.2.3),且至少完成 30 000 次循环。

注:每次循环包括从静止状态达到额定速度上下运行的一个最小垂直距离。

在试验期间,机电式制动器应用作动态制动器。

准许在试验中对齿条进行润滑。

准许每运行 6 000 次循环更换齿条。

应调整循环速度,防止电动机过热。

在试验期间,准许调整制动器,但不能维修,维护规程中确定的磨损件可以更换,但不应更换承载部件,且不应更换齿轮、制动器或超速安全装置。

对起升机构进行下列检查。

- a) 机电式制动器功能应正常,无异常磨损;制动器间隙应符合制造单位的规定。
- b) 齿轮的磨损情况应符合制造单位的规定。

- c) 齿条的磨损情况应符合制造单位的规定。
- d) 背轮的磨损情况应符合制造单位的规定。
- e) 整体磨损不应影响齿轮齿条的正确啮合(见 5.7.5.2.5)。
- f) 齿条应坚固可靠。

C.4.6 起升载荷极限试验

C.4.6.1 应对起升机构的电动机进行下列试验：

- a) 载有不大于 250% 极限工作载荷而不发生堵转；
- b) 载有大于 250% 极限工作载荷时, 设置额外的安全装置(除超载检测装置之外的安全装置), 如过流保护装置、热过载装置或扭矩限制装置, 防止起升动作。

C.4.6.2 试验条件应满足下列要求：

- a) 电动机的额定电压；
- b) 正常环境温度；
- c) 电动机正常工作温度；
- d) 额外安全装置(如过流保护装置、热过载装置或扭矩限制装置)处于运行状态。

C.4.7 电流测量

起升机构载有极限工作载荷, 在行程距离内可以上下运行并达到额定速度。

在向上和向下达到额定速度后, 测量电流值。在每个方向上至少记录 3 次测量结果并计算平均值。

测量电流的平均值与制造单位规定的额定电流偏差应不大于 5%。

在耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.4.8 额定速度

起升机构载有极限工作载荷, 在行程距离内可以上下运行并达到额定速度。

起升机构额定速度可直接测量或根据运行距离和时间计算。在每个方向上至少记录 3 次测量结果并计算速度平均值。

测量速度的平均值与制造单位规定的额定速度的偏差应不大于 10%, 并且应不大于第 1 章规定的速度。

在耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

C.4.9 无动力下降速度

起升机构载有极限工作载荷, 在行程距离内可以向下运行并达到规定的无动力下降速度。

无动力下降速度可直接测量或根据运行距离和时间计算。至少记录 3 次测量结果并计算速度平均值。


测量速度的平均值与制造单位规定的无动力下降速度的偏差应不大于 10%, 并且应不大于 5.7.2 规定的无动力下降速度。

在耐久性试验前和耐久性试验后分别进行本试验。

附 录 D
(资料性)
计算方法指南

本附录列出了与本文件有关的计算适用的标准,见表 D.1。

表 D.1 计算适用的标准指南

项目	标准	说明
风载荷	GB/T 3811—2008	—
雪和冰载荷	GB/T 3811—2008	—
地震载荷	GB/T 50011	—
钢结构的结构计算和静强度	GB/T 3811—2008 GB 50017	钢 不锈钢
铝结构的结构计算和静强度	GB 50429	—
钢结构的结构计算和疲劳强度	GB/T 3811—2008 GB 50017	—
铝结构的结构计算和疲劳强度	GB 50429	—
起升机构分类	GB/T 20863.1 GB/T 3811—2008	—
机械部件疲劳强度	GB/T 3811—2008	—
滚动轴承	GB/T 6391	—
轴	GB/T 3811—2008	—
齿轮齿面接触强度、齿轮弯曲强度、疲劳强度和磨损	GB/T 3811—2008 GB/T 3480.1 GB/T 3480.2 GB/T 3480.3 GB/T 3480.5 GB/T 10062.1 GB/T 10062.2 GB/T 10062.3 ISO/TS 14521	圆柱齿轮 锥形齿轮 蜗轮杆 壳体、驱动绳轮等
钢丝绳静强度 	GB/T 3811—2008 GB/T 20118 GB/T 34529 GB/T 34198	—
钢丝绳疲劳强度	GB/T 3811—2008 GB/T 20118 GB/T 34198	—

附 录 E

(规范性)

超速安全装置和防坠落装置试验

E.1 通则

对每个超速安全装置和防坠落装置应按照本附录进行试验。

如果本附录中的某项试验能被附录 B 完全覆盖,则不必进行该试验。

所有试验应在最不利的情况下进行。如果安装条件有限制,则试验应在这些限制条件下进行。

除非本附录试验中有说明,试验顺序可不同于本附录条款的顺序,试验可能需要更改子系统或组件(如超载检测装置)的设置。

除非另有规定,本附录中的试验应符合附录 B 中关于试验样品(B.1.2)、试验环境(B.1.3)、试验仪器(B.1.4)和试验记录(B.1.5)的通用规定。

E.2 爬升式起升机构超速安全装置和防坠落装置试验

E.2.1 作用于安全钢丝绳的防坠落装置试验

E.2.1.1 一般要求

当装有防坠落装置时,由于防坠落装置触发引起的风机电梯突然停止会在安全钢丝绳及全部承载系统产生冲击载荷。

安全钢丝绳上的最大动态拉力 T_m 按公式(E.1)计算:

$$T_m = S_d \times W_{II} / 100 \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

T_m —— 钢丝绳最大动态拉力,单位为千牛(kN);

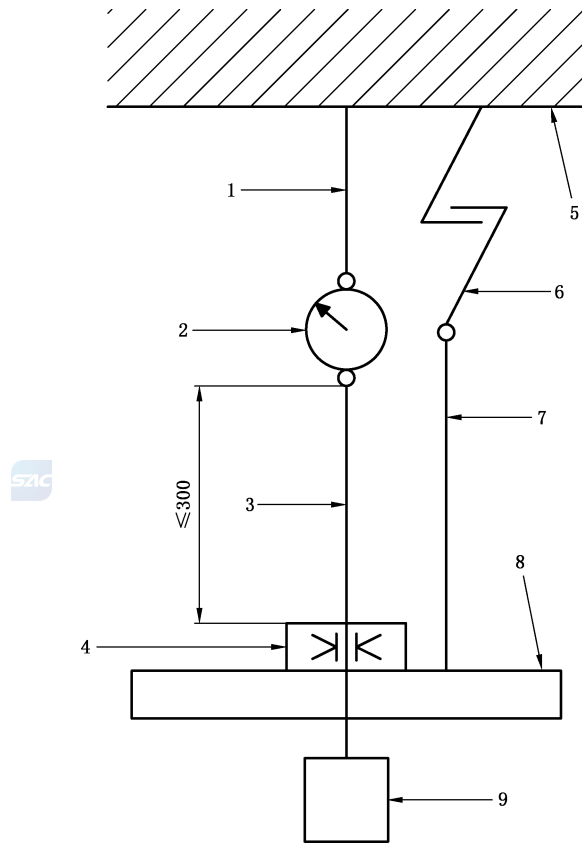
S_d —— 冲击载荷系数;

W_{II} —— 起升机构的极限工作载荷或防坠落装置的极限工作载荷(如果不相同),单位为千克(kg)。

如果防坠落装置是风机电梯的一部分,应在风机电梯已完成安装的条件下进行试验(见附录 B)。

如果防坠落装置是独立装置,应在试验装置上进行试验。试验装置的构成应使在悬挂点沿垂直轴的自然振动频率不小于 100 Hz,且 500% 极限工作载荷对悬挂点产生的变形应不大于 1 mm。

防坠落装置的试验装置布置如图 E.1 所示。



标引序号说明：

- 1——钢制悬挂部件(无钢丝绳、弹簧或其他具有阻尼效果的材料)；
- 2——测力装置；
- 3——安全钢丝绳；
- 4——防坠落装置；
- 5——悬挂点；
- 6——释放装置；
- 7——工作钢丝绳；
- 8——试验载荷；
- 9——10 kg 重块。

图 E.1 防坠落装置典型试验布置

防坠落装置上部的钢丝绳长度应不大于 300 mm。钢丝绳间距应符合设计文件和使用手册的规定。

试验载荷应为极限工作载荷。

E.2.1.2 测力装置

测力装置的准确度为±2%；频率带宽为 1 000 Hz；测力范围至少为 100%~500%的防坠落装置的极限工作载荷。

E.2.1.3 试验步骤

应按下列试验步骤进行试验：

- a) 在安全钢丝绳进入防坠落装置的位置做标记,以便测量坠落距离；

- b) 在安全钢丝绳底端加 10 kg 的重块以确保钢丝绳不松弛；
- c) 在悬挂点释放工作钢丝绳以进行坠落试验,确保这一过程无任何影响试验结果的附加力;一旦释放,试验载荷自由坠落下降直至防坠落装置锁住安全钢丝绳后下降完全停止;
- d) 记录坠落距离和安全钢丝绳上的最大动态拉力;
- e) 连续 3 次重复步骤 c)和 d);
- f) 进行一次 125%极限工作载荷的坠落试验。

E.2.1.4 试验结果

防坠落装置作为独立装置,按照图 E.1 在试验装置上进行试验时,应符合下列要求:

- a) 防坠落装置和安全钢丝绳能承受 3 次坠落而不发生断裂;
- b) 每次试验按照 E.2.1.1 计算得出的冲击载荷系数小于 5[E.2.1.3 f)除外];
- c) 3 次试验中的坠落距离均小于 500 mm。

E.2.2 作用于工作钢丝绳的超速安全装置试验

E.2.2.1 一般要求

当装有超速安全装置时,由于超速安全装置触发引起的风机电梯突然停止会在工作钢丝绳及全部承载系统产生冲击载荷。

工作钢丝绳上的最大动态拉力 T_m 按公式(E.2)计算:

$$T_m = S_d \times W_{II} / 100 \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

T_m ——钢丝绳最大动态拉力,单位为千牛(kN);

S_d ——冲击载荷系数;

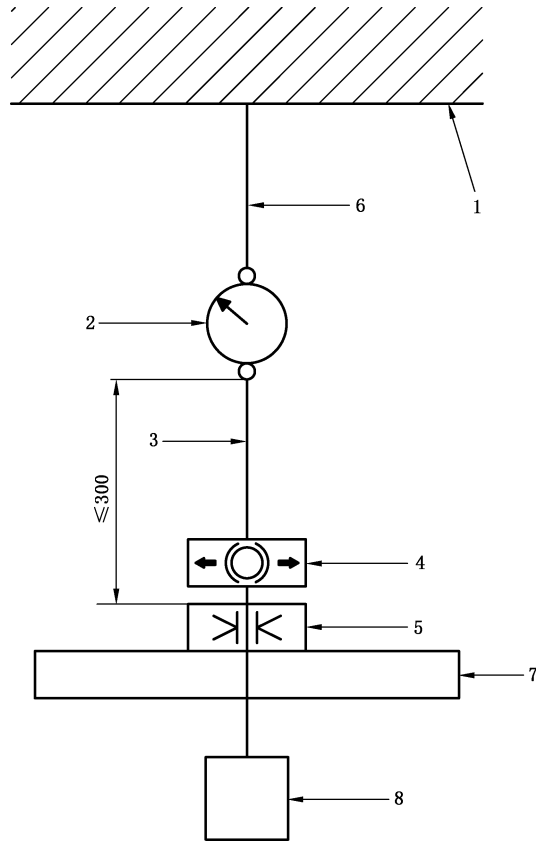
W_{II} ——起升机构的极限工作载荷或超速安全装置的极限工作载荷(如果不相同),单位为千克(kg)。

如果超速安全装置是风机电梯的一部分,应在风机电梯已完成安装的条件下进行试验(见附录 B)。

如果超速安全装置是独立装置,应在试验装置上进行试验。试验装置的构成应使在悬挂点沿垂直轴的自然振动频率不小于 100 Hz,且 500%极限工作载荷对悬挂点产生的变形应不大于 1 mm。

超速安全装置的试验装置布置如图 E.2 所示。





标引序号说明：

- 1——悬挂点；
- 2——测力装置；
- 3——工作钢丝绳；
- 4——主制动器；
- 5——超速安全装置；
- 6——钢制悬挂部件(无钢丝绳、弹簧或其他有阻尼效果的材料)；
- 7——试验载荷；
- 8——10 kg 重块。

图 E.2 作用于工作钢丝绳的超速安全装置典型试验布置

超速安全装置上部的钢丝绳长度应不大于 300 mm。

试验载荷应为极限工作载荷。

E.2.2.2 测力装置

测力装置的准确度为±2%；频率带宽为 1 000 Hz；测力范围至少为 100%~500%的超速安全装置的极限工作载荷。

E.2.2.3 试验步骤

应按下列试验步骤进行试验：

- a) 在工作钢丝绳进入超速安全装置的位置做标记，以便测量坠落距离；
- b) 在工作钢丝绳底端加 10 kg 的重块以确保钢丝绳不松弛；
- c) 使主制动器和无动力下降系统不起作用，进行坠落试验；确保这一过程无任何影响试验结果的

附加力；一旦释放，试验载荷自由坠落下落直至超速安全装置锁住安全钢丝绳后下降完全停止；

- d) 记录坠落距离和工作钢丝绳上的最大动态拉力；
- e) 连续 3 次重复步骤 c) 和 d)；
- f) 进行一次 125% 极限工作载荷的坠落试验。

E.2.2.4 试验结果

超速安全装置作为独立装置，按照图 E.2 在试验装置上进行试验时，应符合下列要求：

- a) 超速安全装置和工作钢丝绳能承受 3 次坠落而不发生断裂；
- b) 每次试验按照 E.2.2.1 计算得出的冲击载荷系数小于 5[E.2.2.3 f) 除外]；
- c) 3 次试验中的坠落距离均小于 500 mm。

E.2.3 作用于安全钢丝绳和工作钢丝绳的超速安全装置耐久性试验

E.2.3.1 正常运行试验

应在制造单位声明的安装条件下进行下列试验，试验条件符合下列要求：

- a) 正常环境温度；
- b) 超速安全装置正常工作温度；
- c) 准许定期更换钢丝绳（如每 1 000 次循环。每次循环，钢丝绳往复穿过超速安全装置上与钢丝绳相关的所有零部件、滑轮和滚轮）；
- d) 试验载荷为极限工作载荷；
- e) 耐久性试验的时长为制造单位声明的超速安全装置使用寿命。

将超速安全装置安装在试验装置上，钢丝绳穿过超速安全装置，直至达到耐久性试验的时长。钢丝绳穿过超速安全装置的速度应不小于额定速度，且不大于超速安全装置的触发速度。

耐久性试验期间，应定期检查超速安全装置的触发速度和触发情况，每个试验样品每 100 h 至少记录 5 次。

为检查每个超速安全装置的触发速度和触发情况，应增加试验载荷速度，直至触发超速安全装置。

每次检查后，应显示测得的触发速度（如电子显示或数据采集软件显示），并作为试验报告的一部分记录下来。超速安全装置应触发并制停试验载荷。

3 次连续试验测得的触发速度平均值，与制造单位规定的触发速度的偏差应不大于 5%，且低于 5.10.1.2 中要求的最大触发速度。

E.2.3.2 极端运行试验

E.2.3.2.1 应在制造单位声明的安装条件下进行下列试验，试验条件应符合下列要求：

- a) 正常环境温度；
- b) 超速安全装置正常工作温度；
- c) 试验载荷为极限工作载荷；
- d) 试验样品数量为 1 件。

E.2.3.2.2 试验步骤如下：

- a) 对试验样品按照 GB/T 10125 进行 72 h 盐雾试验进行加速腐蚀试验；
- b) 将超速安全装置安装在试验装置上，运行 90 次循环。每次循环，钢丝绳往复穿过超速安全装置上与钢丝绳相关的所有零部件、滑轮和滚轮（如果有）；
- c) 为检查每个超速安全装置的触发速度和触发情况，应增加试验载荷速度，直至触发超速安全装

置,每 30 个循环检查一次。

E.2.3.2.3 每次检查后,应显示测得的触发速度(如电子显示或数据采集软件显示),并作为试验报告的一部分记录下来。试验结果应满足以下要求:

- a) 超速安全装置触发并制停钢丝绳;
- b) 3 次连续试验测得的触发速度平均值,与制造单位规定的触发速度的偏差不大于 5%,且低于 5.10.1.2 中要求的最大触发速度。

极端运行试验完成后,应按照 E.2.1 或 E.2.2 进行坠落试验。

E.3 齿轮齿条式起升机构超速安全装置试验

E.3.1 一般要求

应使用实际工况下的悬挂装置和导向系统,对超速安全装置及其匹配的限速器进行组合试验。

制造单位应说明试验的载荷和额定速度范围。如果需要对超速安全装置不同的载荷和速度进行试验,则应对这些载荷和速度进行说明。

符合 GB/T 7588.1—2020 和 GB/T 7588.2—2020 的安全装置,如果已按照 E.2.2.1 完成试验,则无需进行本项试验。

E.3.2 试验方法

E.3.2.1 齿轮齿条式起升机构超速安全装置试验

应对每类超速安全装置及其匹配的限速器的典型组合进行试验,根据超载检测装置,对轿厢施加极限工作载荷,或在轿厢空载条件下进行试验。应以自由落体形式进行试验。

试验应在制造单位规定的限速器触发速度下进行。

试验次数应不少于 20 次,并至少进行下列试验:

- a) 轿厢载有极限工作载荷、传动部件正常连接,试验 10 次;
- b) 轿厢空载、传动部件正常连接,试验 10 次。

每组 10 次试验结束后,应检查超速安全装置,并使其恢复到正常工作状态,可进行必要的调整和更换。在进行下一次试验前,应让摩擦部件恢复到其正常温度。

E.3.2.2 直接或间接测量

直接或间接测量应包括:

- a) 坠落的总高度;
- b) 制动距离;
- c) 触发速度;
- d) 以时间为函数的减速度。

E.3.2.3 判定标准

应检查下列项目:

- a) 减速度符合 5.10.3.1 的规定;
- b) 最大触发速度符合 5.10.3.11 的规定;
- c) 无裂纹或永久变形。

E.3.2.4 试验报告

报告应包括下列内容:



- a) E.1 规定的内容；
- b) 超速安全装置和限速器的类型和适用范围；
- c) 风机电梯类型和型号；
- d) 包括惯性效应在内,超速安全装置制停的总载荷；
- e) 限速器触发速度。

E.3.3 耐久性试验

应按照 C.3.4 的试验程序和要求,对齿轮齿条式起升机构超速安全装置进行耐久性试验。

附 录 F
(规范性)
层门强度试验

F.1 通则

除非另有规定,本附录中的试验应符合附录 B 中关于试验样品(B.1.2)、试验环境(B.1.3)、试验仪器(B.1.4)和试验记录(B.1.5)的规定。

F.2 层门

F.2.1 全高度层门

全高度层门应处于锁紧状态。

将 300 N 的静力垂直作用于门扇上任一面的最不利位置处,此力应均匀分布在 5 cm^2 的圆形(或正方形)面积上,全高度层门应能承受施加的力,且:

- a) 永久变形不大于 1 mm;
- b) 弹性变形不大于 15 mm;
- c) 试验后,门的安全功能不受影响。

将 600 N 的静力垂直作用于门扇上任一面的最不利位置处,此力应均匀分布在 50 cm^2 的圆形(或正方形)面积上。

试验后,层门准许出现变形,但层门的安全功能不应受影响。

F.2.2 低高度层门

处于锁紧状态的低高度层门按下列顺序分别进行试验:

- a) 在门扇顶部最不利位置处竖直施加 1 000 N 的静力;
- b) 根据 5.2.1.5.2,在扶手、中间横杆和踢脚板(无论安装在层门上或层站上)的最不利位置处水平施加载荷。

低高度层门应能承受施加的力,且永久变形不大于 1 mm。

试验后,层门的安全功能不应受影响。



附 录 G
(资料性)
疏散与救援

G.1 总则

G.1.1 疏散程序

为使人员安全地离开轿厢,可结合风力发电机组和/或风机电梯可提供的装置制定疏散程序。风机电梯的疏散程序宜纳入风力发电机组制造单位制定的疏散程序中。

G.1.2 救援程序

为使人员在无法自行从风机电梯内疏散的情况下可被从轿厢中救出,可结合风力发电机组和/或风机电梯可提供的装置制定救援程序。

风机电梯的救援程序宜纳入风力发电机组制造单位制定的救援程序中。

G.2 疏散场景

如果风机电梯无法运行(如电源故障,控制故障),则第一优先方式宜是通过无动力下降装置使轿厢下降到就近层站。为实现无动力下降,风机电梯宜设置 5.7.2 规定的手动操作装置。

如果不能通过无动力下降装置使风机电梯下降(如爬升式起升机构或齿轮齿条式起升机构失效,超速安全装置或防坠落装置触发),人员能从可能停在运行路径上任何位置的轿厢撤离。

为确保安全疏散,轿厢疏散程序中所采用的装置可以包括下列一种或多种组合:

- a) 固定的垂直爬梯以及沿整个升降通道的坠落防护系统;
- b) 永久安装或存储在风力发电机组中的应急设备(如缓降装置);
- c) 轿厢内有效的坠落防护挂点装置;
- d) 垂直爬梯上有效的坠落防护挂点装置或设计用作挂点装置的垂直爬梯。

本附录不考虑飓风、海啸、地震、火灾等特殊情况。

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 3811—2008 起重机设计规范
- [4] GB 6095 坠落防护 安全带
- [5] GB/T 6391 滚动轴承 额定动载荷和额定寿命
- [6] GB/T 7024—2025 电梯、自动扶梯和自动人行道术语
- [7] GB/T 10062.1 锥齿轮承载能力计算方法 第1部分:概述和通用影响系数
- [8] GB/T 10062.2 锥齿轮承载能力计算方法 第2部分:齿面接触疲劳(点蚀)强度计算
- [9] GB/T 10062.3 锥齿轮承载能力计算方法 第3部分:齿根弯曲强度计算
- [10] GB/T 13752—2017 塔式起重机设计规范
- [11] GB/T 16273.1 设备用图形符号 第1部分:通用符号
- [12] GB/T 16273.4 设备用图形符号 第4部分:带有箭头的符号
- [13] GB 18306 中国地震动参数区划图
- [14] GB/T 20863.1 起重机 分级 第1部分:总则
- [15] GB/T 26557 吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机
- [16] GB/T 34198 起重机用钢丝绳
- [17] GB/T 34529 起重机和葫芦 钢丝绳、卷筒和滑轮的选择
- [18] GB/T 50011 建筑抗震设计标准
- [19] GB 50017 钢结构设计标准
- [20] GB 50176 民用建筑热工设计规范
- [21] GB 50429 铝合金结构设计规范
- [22] ISO/TS 14521 Gears—Calculation of load capacity of worm gears



