

ICS 91.140.90
Q 78



中华人民共和国国家标准

GB/T 31095—2014

地震情况下的电梯要求

Lifts subject to seismic conditions

2014-12-22 发布

2015-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义	1
4 重大危险列表	2
5 安全要求和/或防护措施	3
6 安全要求和/或防护措施的验证	14
7 使用信息	15
附录 A (规范性附录) 抗震电梯等级	16
附录 B (资料性附录) 设计加速度的计算	17
附录 C (资料性附录) P 波探测系统	19
附录 D (资料性附录) 导轨验算	20
附录 E (资料性附录) 电梯地震管制流程示例	24



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国电梯标准化技术委员会(SAC/TC 196)提出和归口。

本标准负责起草单位:日立电梯(中国)有限公司。

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、上海三菱电梯有限公司、奥的斯电梯(中国)投资有限公司、蒂森电梯有限公司、华升富士达电梯有限公司、永大电梯设备(中国)有限公司、通力电梯有限公司、东南电梯股份有限公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、迅达(中国)电梯有限公司、东芝电梯(中国)有限公司、西子奥的斯电梯有限公司、江南嘉捷电梯股份有限公司、巨人通力电梯有限公司、广州广日电梯工业有限公司、上海现代电梯制造有限公司、上海新时达电气股份有限公司、苏州通润驱动设备股份有限公司、秦皇岛开发区前景光电技术有限公司。

本标准主要起草人:鲁国雄、王泽伟、陈凤旺、常达、夏英姿、郑武、金春、杨宗霖、李忠铭、马依萍、任陇锋、张玉祺、赵文刚、温爱民、赵碧涛、沈国华、苏国明、李海峰、王鹏、房文娜、侯永捷。



引 言

本标准指出了地震情况下电梯所涉及的危险、危险状态和事件的范围。

本标准为了保护地震情况下的人员和货物,防止产生与电梯使用、维护、检验和紧急操作相关的危险,制定了与乘客电梯和载货电梯相关的附加安全规范。

制定本标准的目的在于:

- 避免致命伤害和降低伤害程度;
- 避免电梯困人;
- 避免损失;
- 避免油泄漏带来的环境问题;
- 减少退出服务电梯的数量。



假设客户与电梯供应商签订的合同中已经对需考虑的设计加速度(a_d)、S波地震探测系统(如果有)和P波探测系统(如果有)设置的最有效位置进行了协商,建筑设计者或电梯业主需提供设计加速度(a_d)并明确列入制造商提供给业主的相关信息中。

本标准仅考虑地震的影响,不研究地震本身的特性。

地震情况下的电梯要求

1 范围

本标准规定了永久安装在符合 GB 50011—2010 建筑物中的乘客电梯和载货电梯地震情况下的特殊要求。

本标准规定了 GB 7588—2003 和 GB 21240—2007 的附加要求。

本标准适用于新安装的乘客电梯和载货电梯,同时也可作为提高在用乘客电梯和载货电梯安全性的依据。

本标准不适用于表 A.1 所定义的抗震电梯等级为 0 级的电梯。

本标准不涉及地震造成的其他风险,例如火灾、洪水或爆炸等。

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 7588—2003 电梯制造与安装安全规范

GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小(ISO 12100:2010, IDT)

GB 18306 中国地震动参数区划图

GB 21240—2007 液压电梯制造与安装安全规范

GB/T 22562—2008 电梯 T 型导轨(ISO 7465:2007, IDT)

GB 26465—2011 消防电梯制造与安装安全规范

GB 50011—2010 建筑抗震设计规范

3 术语和定义

GB 7588、GB 21240 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

勾挂点 snag point

导轨支架、导轨压板螺栓、导轨连接板、感应板或类似装置与柔性元件(如绳、链或随行电缆等)可能发生勾挂的位置。

3.2

设计加速度 design acceleration

a_d

用于计算地震发生时作用于电梯系统上的力(力矩)的水平加速度,其计算参见附录 B。

3.3

抗震电梯等级 seismic lift categories

根据设计加速度(a_d),将抗震电梯分成不同的等级。

注:表 A.1 给出了抗震电梯等级。

3.4

P 波 primary wave

地震产生的一种压缩纵波,也称为初至波。

注：非破坏性的 P 波比起破坏性的 S 波能更快地穿过地壳，通过探测 P 波就有可能发出地震预警，预警时间取决于 P 波与其他破坏性波到达的时间差。

3.5

S 波 secondary wave

地震产生的一种剪切横波。

注：不同于面波，S 波穿过地壳内部，振动方向垂直于波的传播方向。S 波是破坏性波，迟于 P 波到达。

3.6

地震触发阈值 seismic trigger level

触发 S 波地震探测系统的地震加速度。

3.7

地震运行模式 seismic mode

探测到地震触发阈值后，电梯运行的特殊模式。

3.8

地震待机模式 seismic stand-by mode

探测到 P 波后，未触发 S 波地震探测系统时电梯运行的特殊模式。

注：地震待机模式参见附录 C。

3.9

正常模式 normal mode

除了地震运行模式和地震待机模式外，电梯所处的运行模式。

3.10

保持装置 retaining devices

可靠固定在轿厢或对重(或平衡重)架的结构件上，地震时使轿厢或对重(或平衡重)架保持在导轨上的机械装置。

3.11

伸缩缝 expansion joint

为了安全地吸收各种建筑材料的热膨胀和收缩、吸收振动、允许地面沉降或地震引起的移动而设计的一个组件。

4 重大危险列表

本章包含所有重大危险、危险状态和事件；对于涉及本标准包含的这些危害、危险情况和事件的这类电梯，按照风险评定为重大的风险类别，要求采取消除或降低风险的措施/行动(参见表 1)。

表 1 重大危险列表

序号	重大危险	相关条款
1	加速度、减速度	5.4.1, 5.5, 5.8.2
	有角的部件	5.2
	运动部件向固定部件移动的通道	5.4.2, 5.5
	机器的移动	5.3, 5.9
	运动部件	5.4.1, 5.4.3
	旋转部件	5.6.1, 5.6.2, 5.9
2	电源故障	5.10.2, 5.10.3.6

表 1 (续)

序号	重大危险	相关条款
8	人为因素	第 6 章,第 7 章
9	污染	5.7,5.9
	控制回路故障	5.10.3.4,5.10.3.6
注:“序号”和“重大危险”源自 GB/T 15706—2012 的附录 B。		

5 安全要求和/或防护措施

5.1 通则

适用于本标准的电梯应符合本章的相关安全要求和/或防护措施。此外,对于本标准未涉及的相关非重大危险,应根据 GB/T 15706 的原则设计。

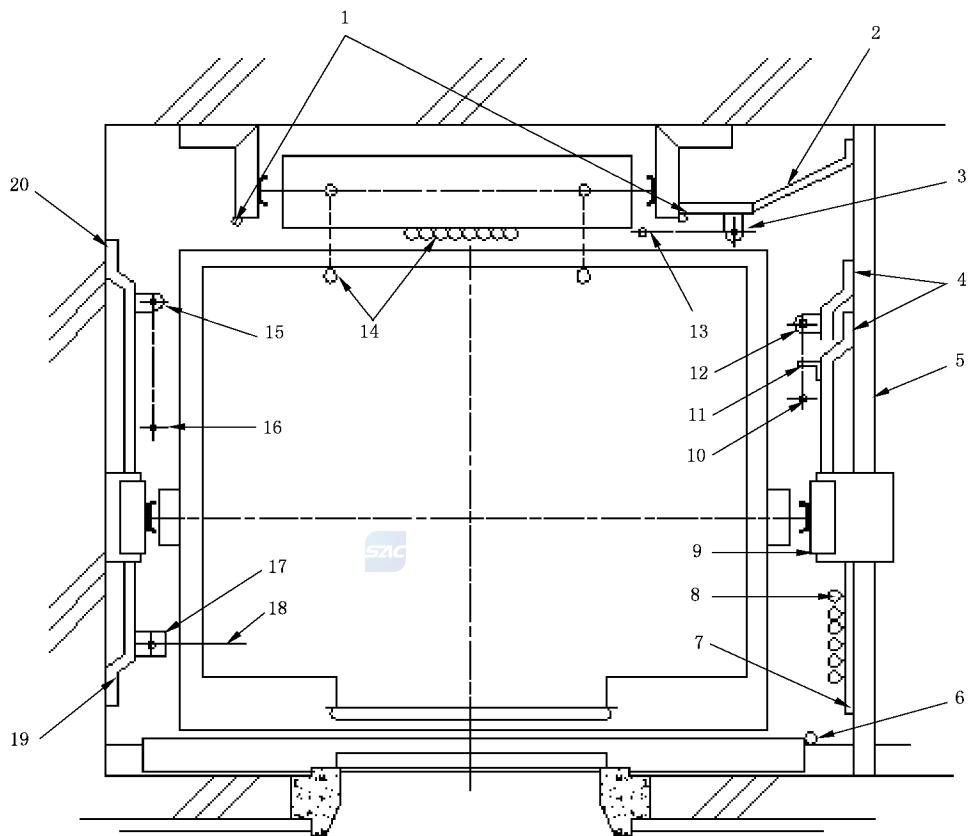
如果没有特别说明,下列要求适用于抗震电梯等级为 1 级、2 级和 3 级的电梯。

5.2 电梯井道

为了防止悬挂钢丝绳、限速器钢丝绳、随行电缆、补偿绳和补偿链在井道内晃动时与固定设备、勾挂点(如由支架、地坎、装置或安装在电梯井道中的其他设备形成的突出物)产生勾挂,应根据表 2 采取相应的防护措施,例如图 1 所示。

表 2 勾挂点的防护

井道高度	与勾挂点的水平距离	防护对象	防护措施	设置范围
≤20 m			建筑物的晃动(变形)很小,不必采取措施	
>20 m 且 ≤60 m	<900 mm	随行电缆	采取防护措施,例如在靠近随行电缆侧的导轨支架边角处或其他勾挂点设置一根防护线。 [示例见图 1 b)、f)、g)]	随行电缆的任何部分离勾挂点的距离小于 900 mm 的任何位置
	<750 mm	补偿链、补偿绳、对重限速器绳	采取防护措施,例如导轨支架边角处或其他勾挂点设置一根防护线。 [示例见图 1 f)、g)]	有补偿链、补偿绳或对重限速器绳时,整个行程
	<500 mm	轿厢限速器绳、选层器钢带	设置导向件和防护装置,或采用防护线。 [示例见图 1 c)、d)、e)]	整个行程
	<300 mm	悬挂绳	设置导向件和防护装置,或采用防护线。 [示例见图 1 f)、g)]	整个行程
>60 m	无论水平距离如何,需防护所有勾挂点	随行电缆、补偿链、补偿绳、对重限速器绳、轿厢限速器绳、选层器钢带、悬挂绳	同上述防护对象对应的防护措施。 [示例见图 1 b)、c)、d)、e)、f)、g)、h)]	整个行程

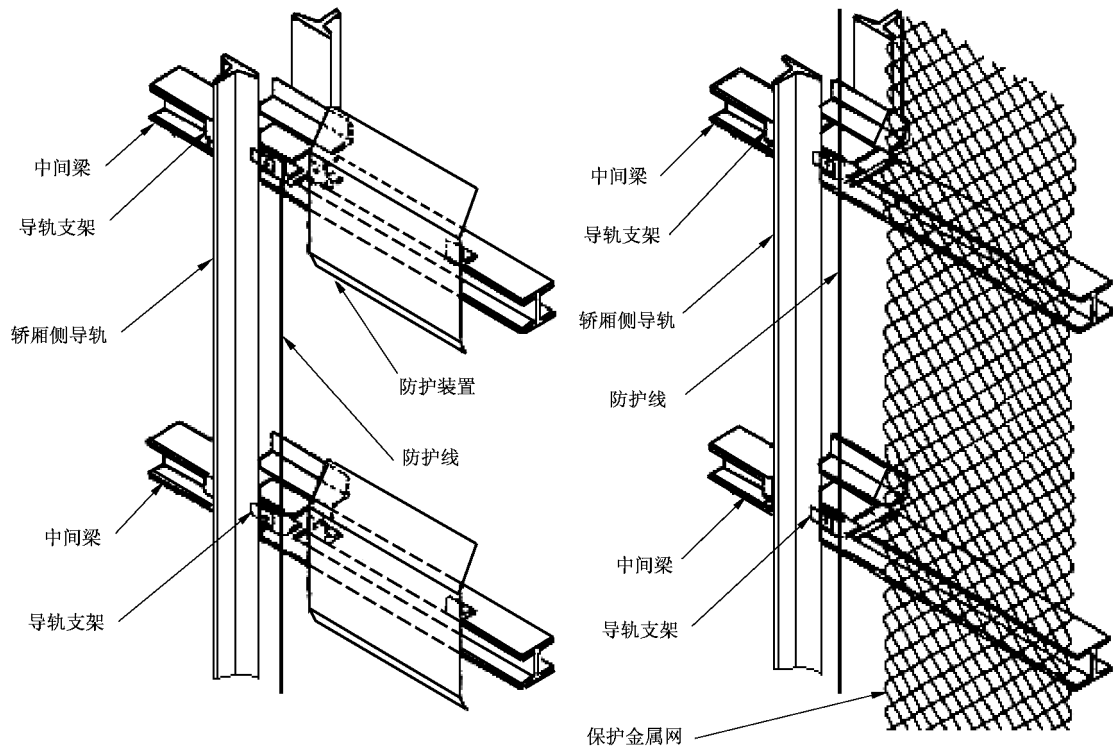


说明：

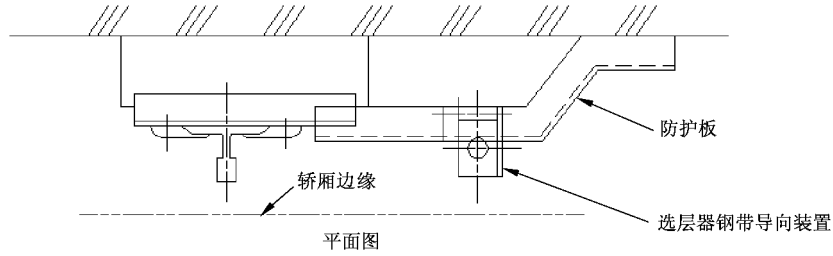
- | | |
|--------------------|------------------|
| 1 —— 对重导轨支架防护线； | 11 —— 感应板； |
| 2 —— 防护装置或防护线； | 12 —— 限速器绳导向装置； |
| 3 —— 限速器绳导向装置； | 13 —— 对重限速器绳； |
| 4 —— 防护装置或防护线； | 14 —— 补偿绳或补偿链； |
| 5 —— 中间隔梁； | 15 —— 限速器绳导向装置； |
| 6 —— 防护装置或防护线； | 16 —— 轿厢限速器绳； |
| 7 —— 随行电缆防护网或防护装置； | 17 —— 选层器钢带导向装置； |
| 8 —— 随行电缆； | 18 —— 选层器钢带； |
| 9 —— 轿厢导轨支架防护线； | 19 —— 防护装置或防护线； |
| 10 —— 轿厢限速器绳； | 20 —— 防护装置或防护线。 |

a) 勾挂点的防护措施示例

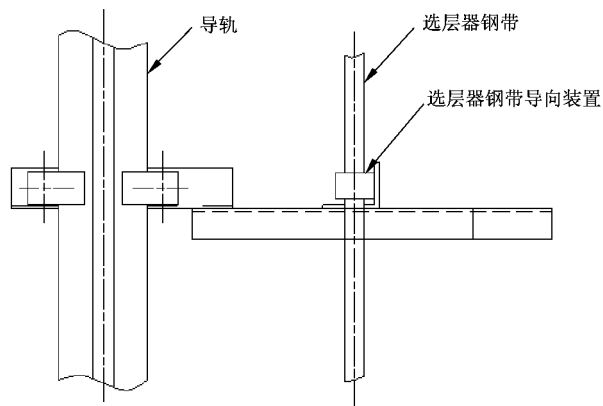
图 1 勾挂点的防护措施示例



b) 针对轿厢侧导轨支架、中间隔梁的防护措施示例



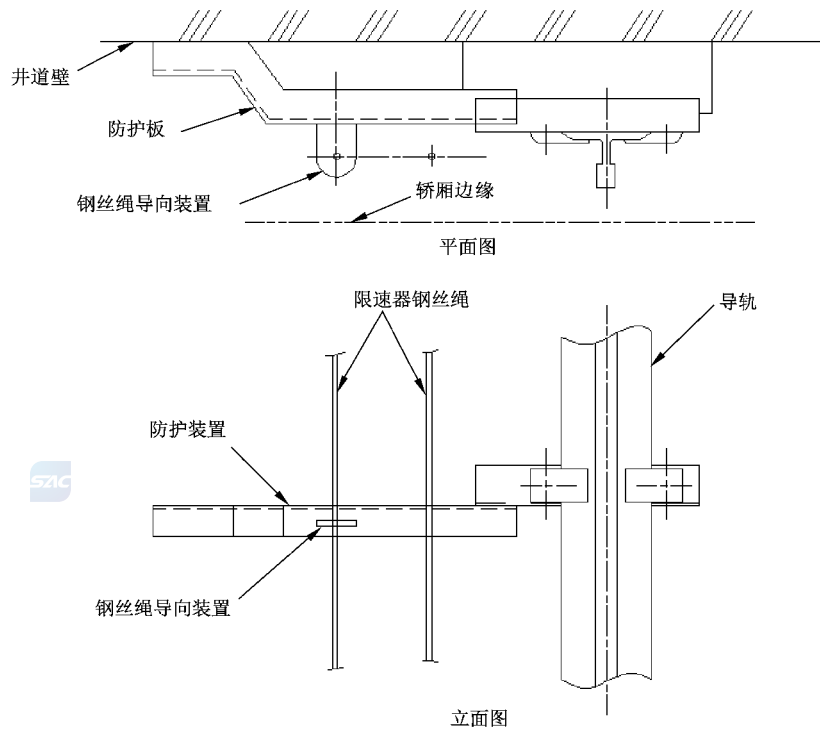
平面图



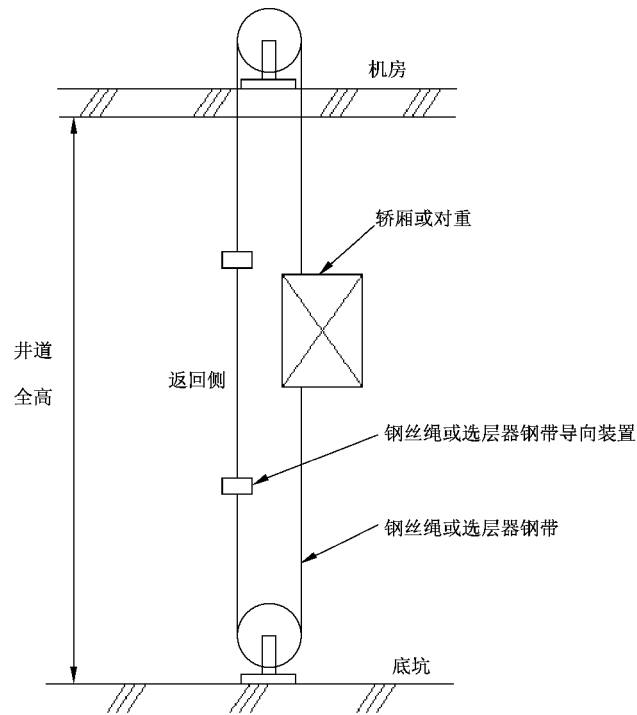
立面图

c) 针对选层器钢带导向装置的防护措施示例

图 1 (续)

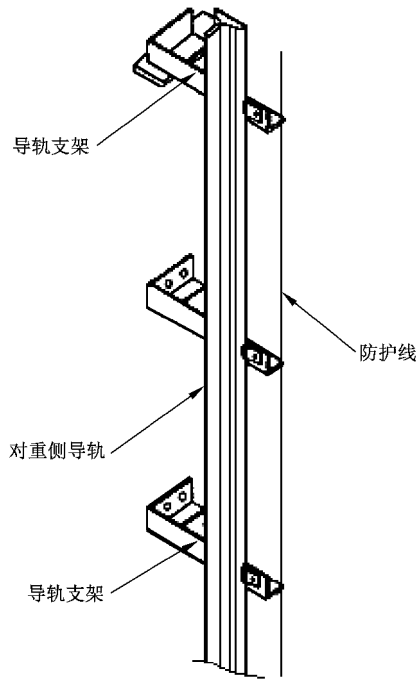


d) 针对限速器绳导向装置的防护装置示例

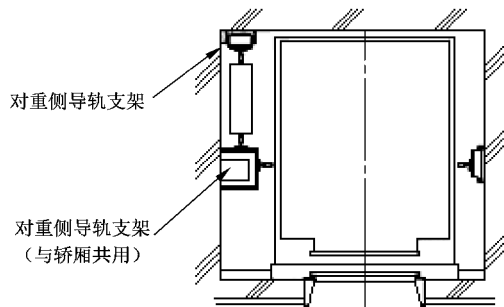
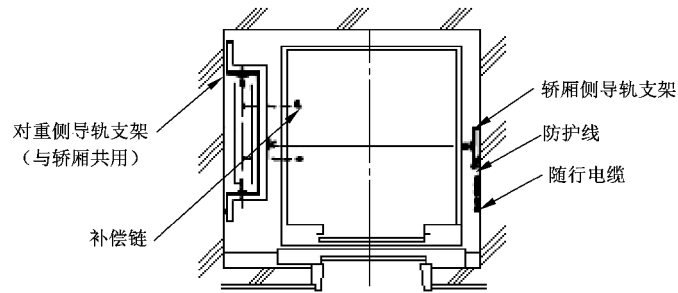


e) 限速器绳、选层器钢带导向装置示例

图 1 (续)

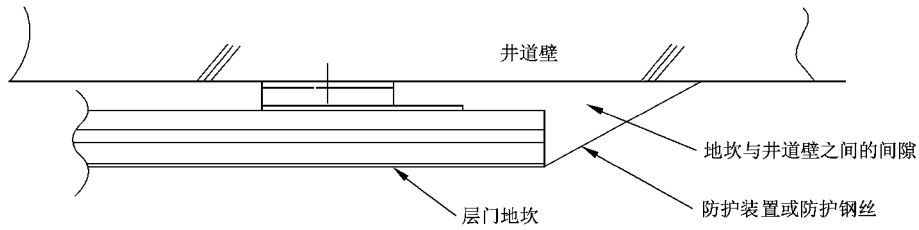


f) 对重侧导轨支架角部防护线示例



g) 对重侧导轨支架角部不需采取措施示例

图 1 (续)



h) 层门地坎防护措施示例(地坎与井道壁之间有间隙时)

图 1 (续)

5.3 机器设备与滑轮间

如果建筑物设计有伸缩缝,且这些伸缩缝用于将建筑结构细分成动态独立的单元,则电梯的所有机器设备包括层站入口和井道应位于伸缩缝的同一侧(见 GB 7588—2003 中 0.2.5 和 GB 21240—2007 中 0.2.5)。

5.4 轿厢

5.4.1 设计计算用轿厢总质量

电梯设计计算时,应按下列质量计算设计加速度(a_d)产生的力:

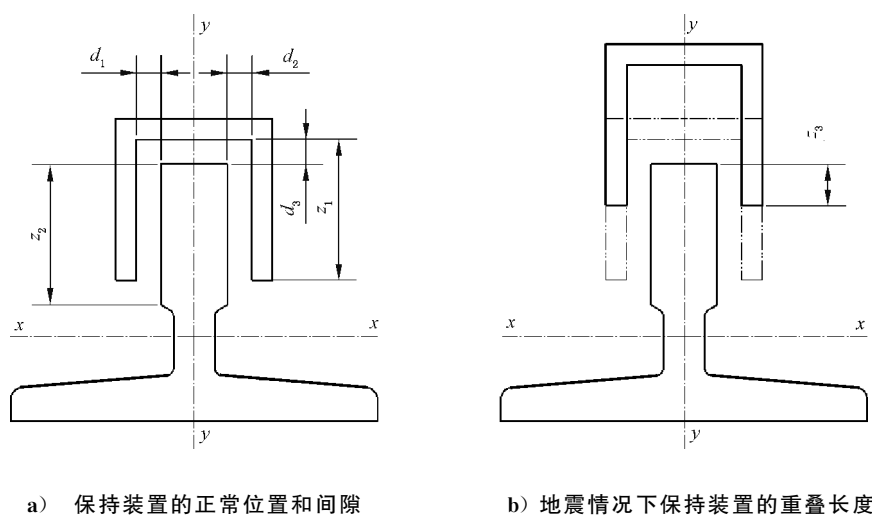
- 1) 对于乘客电梯,轿厢的质量加 40% 均匀分布的额定载重量;
- 2) 对于载货电梯,轿厢的质量加 80% 均匀分布的额定载重量。

5.4.2 轿厢保持装置

对于抗震电梯等级为 2 级和 3 级的电梯,轿架应至少在上部和下部设置使轿架保持在导轨上的保持装置。

这些保持装置应按与导靴类似的分布载荷方式安装。保持装置应与导靴是一体式的或靠近导靴安装。

当轿厢在导轨之间居中位置时,保持装置与导轨之间的间隙 d_1 、 d_2 和 d_3 [见图 2a)] 应不超过 5 mm。所选的尺寸不应导致地震时安全钳意外动作。



a) 保持装置的正常位置和间隙

b) 地震情况下保持装置的重叠长度

说明:

d_1 ——保持装置与导轨之间的间隙;

d_2 ——保持装置与导轨之间的间隙;

d_3 ——保持装置与导轨之间的间隙;

x ——导轨的 x 轴;

y ——导轨的 y 轴;

z_1 ——保持装置的深度;

z_2 ——导向面高度;

z_3 ——地震时保持装置与导轨导向面之间的重叠长度(≥ 5 mm)。

图 2 保持装置

为了避免保持装置与导轨附件或其他固定装置发生碰撞,应限制保持装置的深度 z_1 ,但是保持装置应有足够的深度,以保证地震期间保持装置与导轨侧导向面之间所需要的最小重叠长度。保持装置的深度也应与所选用导轨的许用挠度相匹配(见 5.8.2)。

地震发生时,保持装置与导轨侧导向面之间应保证最小 5 mm 的重叠长度[见图 2b)]。

轿厢结构和保持装置应足以承受施加在其上的载荷和力,包括由设计加速度(a_d)产生的力,且无永久变形。

5.4.3 轿门门锁装置

对于抗震电梯等级为 2 级和 3 级电梯,为防止轿门打开,轿门应设置一个轿门门锁装置,其设计和操作与 GB 7588—2003 和 GB 21240—2007 中 7.7.3.1、7.7.3.3 所述层门锁装置相类似。

5.5 对重(或平衡重)

对重(或平衡重)应在上部和下部设置使其框架保持在导轨上的保持装置。

这些保持装置应按与导靴类似的分布载荷方式安装,保持装置应与导靴是一体式的或靠近导靴安装。

保持装置与导轨之间的间隙 d_1 、 d_2 和 d_3 [见图 2a)]不应超过 5 mm。 d_1 、 d_2 和 d_3 所选的尺寸不应导致地震时安全钳(如果有)意外动作。

地震发生时,保持装置与导轨侧导向面之间应保证最小 5 mm 的重叠长度[见图 2b)]。

对重(或平衡重)结构和保持装置应足以承受施加在其上的载荷和力,包括由设计加速度(a_d)产生的力,且无永久变形。

保持装置和对重(或平衡重)架的强度计算应考虑其对重(或平衡重)块的垂直质量分布。
如果对重(或平衡重)由重块组成,应考虑设计加速度采取必要的措施,以防止重块脱离框架。

5.6 悬挂装置和补偿装置

5.6.1 曳引轮、滑轮和链轮的防护

应在离钢丝绳进、出绳槽的点不超过 15°的位置设置防止钢丝绳脱离绳槽的挡绳装置,并且在包角范围内每间隔 90°应至少设置一个挡绳装置。挡绳装置的强度、刚度以及挡绳装置与滑轮之间的间隙与钢丝绳直径相比应确保挡绳有效。

应在链条进、出链轮的位置设置防止链条脱离链轮的装置。

5.6.2 补偿链

在底坑中应设置补偿链或类似装置的导向装置,以限制其摆动,防止触及勾挂点。

5.7 防止液压油泄漏污染环境

液压电梯应设置符合 GB 21240—2007 中 12.5.5 要求的破裂阀。

安装液压泵站的位置和底坑应设计成防渗漏的,以防止设备泄漏或溢出的液压油造成污染。

5.8 导轨系统

5.8.1 总则

导轨、导轨接头和附件应符合 GB 7588—2003 和 GB 21240—2007 的要求,且应能承受设计加速度 (a_d)产生的载荷和力。

如果设置了保持装置,则在导轨的验算时应以轿厢、对重(或平衡重)的保持装置作为支撑点。

注:附录 D 给出了导轨选择方法的实例。

5.8.2 地震发生时的许用应力和挠度

5.8.2.1 无保持装置

如果没有设置保持装置,考虑电梯系统施加的载荷和力,包括由设计加速度 (a_d)产生的力,轿厢导轨系统的许用挠度应符合 GB 7588—2003 和 GB 21240—2007 的要求。

5.8.2.2 有保持装置

如果设置了保持装置,应满足下列要求:

导轨的安全系数应符合表 3 的规定。

表 3 导轨的安全系数

延伸率(A_5)	安全系数
$A_5 \geq 12\%$	1.8
$8\% \leq A_5 < 12\%$	3.0

对于符合 GB/T 22562 的导轨,应采用表 4 中的数值。

表 4 许用应力 σ_{perm}

R_m (导轨的抗拉强度)/(N/mm ²)	370	440	520
σ_{perm} (许用应力)/(N/mm ²)	205	244	290

轿厢或对重(或平衡重)导轨沿 Y 方向的许用挠度应确保导轨侧导向面与保持装置之间的重叠长度不小于 5 mm[见图 2b)]。

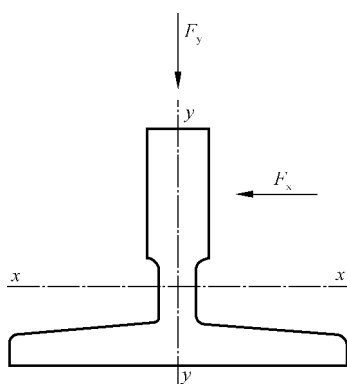
轿厢或对重(或平衡重)导轨沿 X 方向(见图 3)的许用挠度应与 Y 方向的相同。

许用挠度应包括导轨及其固定支架和隔梁(如果有)的变形。

对于 T 型导轨,许用挠度(mm)(见图 2)按下式计算:

$$\delta_{\text{perm}} = z_1 - 2d_3 - 5$$

但不应大于 40 mm。



说明:

F_x ——在 x 轴方向上,导轨或保持装置作用在导轨上的力,N;

F_y ——在 y 轴方向上,导轨或保持装置作用在导轨上的力,N;

x ——导轨的 x 轴;

y ——导轨的 y 轴。

图 3 导轨的受力简图

5.9 机器设备

机器设备(包括控制柜和驱动系统、驱动主机、主开关、油缸和柱塞、紧急操作装置、滑轮、顶部梁及其支撑、绳端接装置、限速器、张紧轮以及补偿绳张紧装置)的设计和固定应能防止作用于其上的力[包括设计加速度(a_d)产生的力]使其倾覆或移位。

对于关键部件如驱动主机、控制柜的防倾覆或移位措施的示例见图 4、图 5。

液压电梯应优先采用软管,如果需要使用硬管,则应在每根硬管的端部使用软管连接。

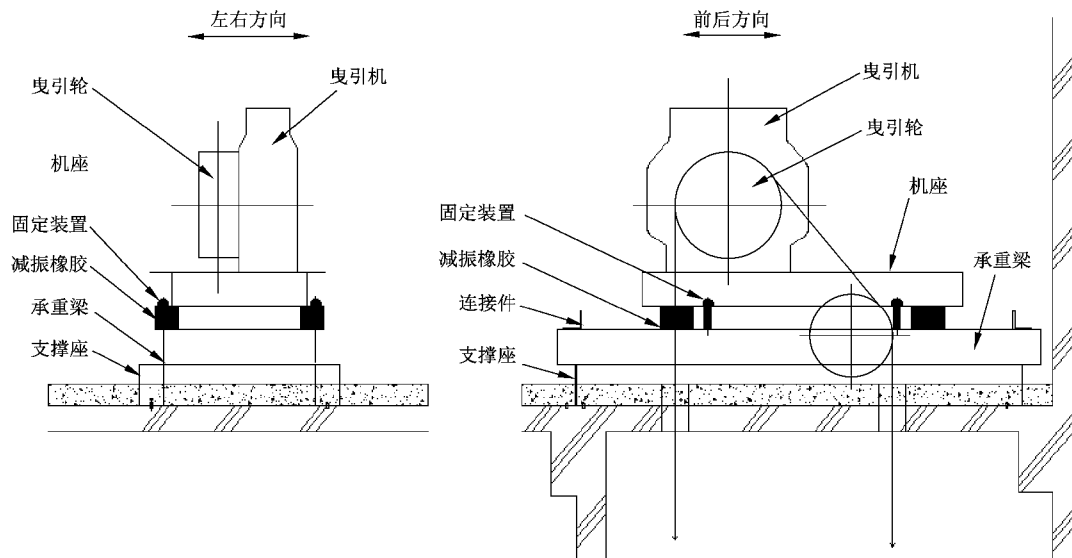


图 4 防止驱动主机倾覆或移位措施示例

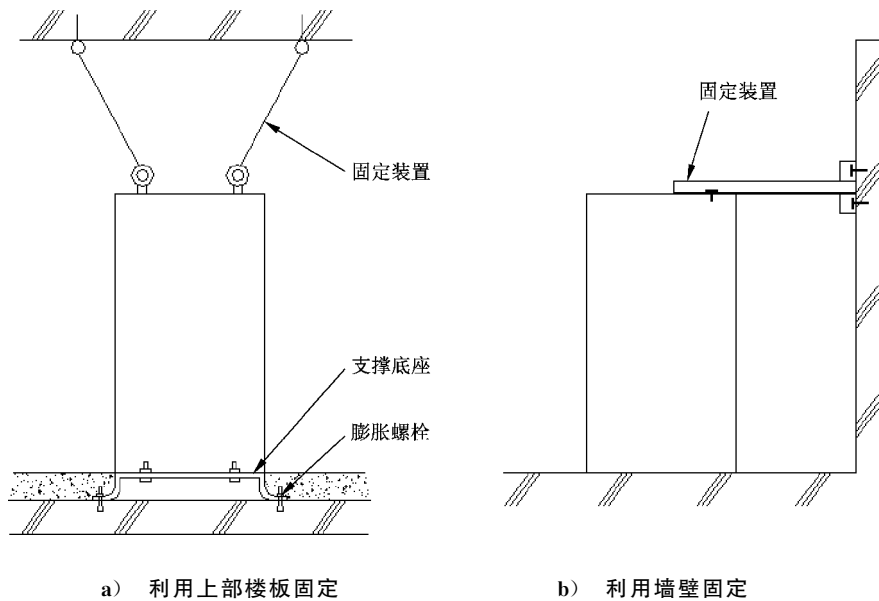


图 5 防止控制柜倾覆或移位措施示例

5.10 电气安装与电气设备

5.10.1 电梯井道中的电气安装

对于固定在井道中的平层开关装置或极限开关、感应板或类似装置,其设计和安装应确保它们能承受作用在其上的载荷和力,包括设计加速度(a_d)产生的力。此外,应设置上述装置的防护装置,防止井道内的绳和电缆摆动造成损坏。

5.10.2 正常电源发生故障时的电梯特性

对于抗震电梯等级为 2 级和 3 级的电梯,如果发生地震,正常电源发生故障时为了避免乘客被困在

轿厢中,电梯应能使轿厢自动向上或向下移动至下一层站。

电梯在层站时应按下列方式操作:

- a) 具有动力驱动的自动门的电梯,当停靠在层站时,应开门,退出服务并保持开门状态。
- b) 具有手动门的电梯,当到达指定层站时,应使门解锁并退出正常服务。

GB 21240—2007 中 14.2.1.5 b) 规定的电梯自动返回最低层站的功能应无效。

电梯在正常电源发生故障时,不应使下列任何装置失效:

- 电气安全装置;
- 检修运行控制(见 GB 7588—2003 和 GB 21240—2007 中 14.2.1.3);
- 紧急电动运行控制(见 GB 7588—2003 中 14.2.1.4);
- 消防电梯开关(见 GB 26465—2011 中 5.7)。

5.10.3 S波地震探测系统

5.10.3.1 对于具有对重(或平衡重)的抗震电梯等级为 3 级的电梯,应设置 S 波地震探测系统。

5.10.3.2 如果 S 波地震探测系统专门用于向电梯传递地震信息则可设置在建筑物中最低的电梯底坑中、电梯机房内或无机房电梯的井道顶部。如果预期的设置位置有其他震动源,可选择设置在 S 波地震探测系统允许的其他位置(见引言的假定)。

5.10.3.3 S 波地震探测系统应符合下列要求:

- a) 至少为水平方向两轴向的加速度探测;
- b) 沿探测的任何方向(包括矢量)的地震触发阈值 $\leq 1.00 \text{ m/s}^2$;
- c) 响应频率介于 0.5 Hz~10 Hz 之间;
- d) 系统响应时间 $\leq 3 \text{ s}$ (5.10.3.5);
- e) 需要电源探测或输出的 S 波地震探测系统应进行周期性的自动测试,系统自动测试周期 $\leq 24 \text{ h}$ (5.10.3.4);
- f) 需要电源探测或输出的 S 波地震探测系统应设置紧急电源,紧急电源持续时间 $\geq 24 \text{ h}$ (5.10.3.6);
- g) 报警触发装置手动复位(5.10.3.7)。

5.10.3.4 有效性和诊断

电梯交付用户使用后,S 波地震探测系统应能持续有效。

如果 S 波地震探测系统的探测和输出需要电源,S 波地震探测系统和电梯控制装置之间的接口应每 24 h 进行一次自动测试。当检测到故障或 S 波地震探测系统与电梯控制装置之间的接口断开时,电梯应在下一次停靠层站后开门,退出服务并保持开门状态。

如果 S 波地震探测系统的探测和输出不需要电源,应提供 S 波地震探测系统的测试方法并每年至少进行一次测试。如果 S 波地震探测系统和电梯控制装置之间的接口断开,电梯应按 5.10.4 的方式操作。

5.10.3.5 系统响应时间

系统响应时间不应超过 3 s。系统响应时间是指地震波第一次超过设定的地震触发阈值与电梯切换到 5.10.4 中规定的地震模式之间所允许的最大时间。

5.10.3.6 紧急电源

即使电梯电源切换或发生故障,S 波地震探测系统的操作也不应失效。当使用紧急电源时,应能持续供电至少 24 h。

5.10.3.7 S 波地震探测系统的复位

应只有通过操纵手动复位装置,才能使 S 波地震探测系统复位并使电梯恢复到正常运行状态。

手动复位装置应设置在井道外,标记清晰。只有授权的人员(维修、检验和救援人员)才能操作,例如:设置在锁住的柜子内。

5.10.4 地震运行模式下的电梯特性

5.10.4.1 S波地震探测系统动作后,电梯应按下列方式操作:

- a) 取消所有登记的轿厢和层站召唤指令,且不响应新的召唤指令;
- b) 运行中的电梯应降低速度或停止后以不超过 0.3 m/s 的速度向远离对重(或平衡重)的方向继续运行到最近的层站;
- c) 如果电梯在层站:
 - 1) 具有动力驱动的自动门的电梯,应开门,退出服务并保持开门状态;
 - 2) 具有手动门或动力操作的非自动门的电梯,应保持原状态,退出服务并使门保持在开锁状态。

电梯地震管制流程示例参见附录 E。

5.10.4.2 如果正常电源发生故障,电梯应按 5.10.2 的规定操作。

5.10.4.3 地震运行模式不应使下列任何装置失效:

- a) 电气安全装置;
- b) 检修运行控制(GB 7588—2003 和 GB 21240—2007 中 14.2.1.3);
- c) 紧急电动运行控制(GB 7588—2003 中 14.2.1.4);
- d) 消防电梯开关(GB 26465—2011 中 5.7)。

5.10.5 P波探测系统

对于具有对重(或平衡重)的抗震电梯等级为 3 级的电梯,可按附录 C 设置 P 波探测系统。

6 安全要求和/或防护措施的验证

本章包含为验证第 5 章要求的安全措施是否存在和有效的方法。

表 5 验证表

条款	要求	抗震电梯等级	目测检验 ^a	设计文件检查 ^b	功能测试 ^c	测量 ^d
5.2	勾挂点的防护	1,2,3	×	×		×
5.3	位于伸缩缝同一侧的机械设备间和井道	1,2,3	×			
5.4.2	轿厢保持装置	2,3	×	×		×
5.4.3	轿门门锁装置	2,3	×	×	×	
5.5	对重(或平衡重)保持装置	1,2,3	×	×		×
5.6.1	曳引轮、滑轮和链轮的防护	1,2,3	×			×
5.6.2	补偿链	1,2,3	×			
5.7	防止液压油泄漏污染环境	1,2,3	×			
5.8	导轨系统	1,2,3	×	×		×
5.9	机器设备	1,2,3	×	×		
5.10.1	电梯井道中的电气安装	1,2,3	×	×		
5.10.2	正常电源发生故障时的电梯特性	2,3	×	×	×	

表 5 (续)

条款	要求	抗震电梯等级	目测检验 ^a	设计文件检查 ^b	功能测试 ^c	测量 ^d
5.10.3	S波地震探测系统	3	×	×	×	
5.10.4	地震运行模式下的电梯特性	3	×	×	×	
5.10.5	P波探测系统(可选)	3	×	×	×	
第7章	使用信息	1,2,3	×	×		
附录C(资料性附录)	P波探测系统(可选)	3	×	×	×	
^a 目测是通过对所提供的零部件进行目视检查以验证其必要的性能。 ^b 图纸或计算的检查验证所提供零部件的设计特性是否满足要求。 ^c 功能测试用于验证其功能是否满足要求。 ^d 测量检查是使用测量仪器验证特定限制条件下是否满足要求。相应的测量方法应与所应用的测试标准一起使用。						

7 使用信息

制造商所提供的维护说明书应告知维护人员如何正确地对电梯进行定期检查的信息,尤其是抗震相关设备(如轿厢和对重架保持装置、S波地震探测系统、勾挂点的防护)。

制造商所提供的维护说明书还应告知维护人员如何安全检查地震后电梯运行情况的信息,包括井道情况(如在复位S波地震探测系统并使电梯恢复正常运行前清理坠落物等)。

交付给建筑物业主的使用手册(用户文件)应说明地震发生时的电梯运行特性,以及维护和定期测试确保抗震设备正常工作的必要性。

制造商提供给业主的用户文件中应包括设计加速度(a_d)的信息。

附 录 A
(规范性附录)
抗震电梯等级

根据设计加速度(a_d),将抗震电梯分成不同的等级。表 A.1 给出了抗震电梯等级。

表 A.1 抗震电梯等级

设计加速度 m/s^2	抗震电梯等级	备注
$a_d < 1$	0	适用 GB 7588—2003 及 GB 21240—2007,不需要采取任何额外的防护措施
$1 \leq a_d < 2.5$	1	需要采取较少的防护措施
$2.5 \leq a_d < 4$	2	需要采取中等的防护措施
$a_d \geq 4$	3	需要采取充分的防护措施



附 录 B
(资料性附录)
设计加速度的计算

B.1 概述

设计加速度(a_d)是地面加速度、土层情况、非结构件的重要性系数和其他参数的函数。

电梯是非结构件。

设计加速度(a_d)可用下列公式计算:

$$a_d = S_a \left(\frac{\gamma_a}{q_a} \right) g_n$$

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \left(1 + \frac{z}{H} \right)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1} \right)^2} - 0.5 \right]$$

公式中使用的符号:

a_d —— 设计加速度, m/s^2 ;

g_n —— 标准重力加速度 9.81 m/s^2 ;

S_a —— 适用于非结构件的地震系数, 无量纲;

γ_a —— 非结构件的重要性系数(取值为 1; 对于特殊安全用途的电梯, 应增大该值, 比如可取 1.5。特殊安全用途的电梯是指医院的电梯和类似应急服务的电梯), 无量纲;

q_a —— 非结构件的性能系数(取值为 2), 无量纲;

α —— A 类土层的设计地面加速度(a_g)与重力加速度(g_n)的比值($\alpha = a_g/g_n$, a_g 为根据 GB 18306 查得当地的地震动峰值加速度), 无量纲;

S —— 土层放大系数。除非 GB 18306 或国家另有规定, 土层放大系数(S)可按表 B.1 取值, 无量纲;

T_a —— 非结构件的固有振动周期(如果电梯不影响建筑物的固有振动周期, 那么 $T_a = 0$; 其他情况下, 该值应根据计算增大), s ;

T_1 —— 建筑物沿相应方向的固有振动周期, s ;

z —— 高于地震作用面的非结构件的高度(基础或刚性地下室的顶部), m ;

H —— 从基础的顶部开始测量的建筑物高度, 地面取值为 0, m ;

地震系数(S_a)的数值不应取小于 $\alpha \cdot S$ 的值。

表 B.1 土层放大系数(S)

土层类别	土层剖面描述	S
A	岩石或岩石类的地质结构, 包括上部不大于 5 m 的软土覆盖层	1.0
B	由非常密实的砂土、砂砾或非常硬的黏土组成的至少数十米厚的沉积层, 其力学特性随深度逐渐增加	1.2
C	密实或中等密实的砂土、砂砾或硬黏土的深层沉积层, 其厚度从数十米到几百米	1.15
D	从松散到中等密实的非黏土(有或没有软土层)或主要由软到硬的黏性土组成的沉积层	1.35
E	其上层是厚度为 5 m~20 m 剪切波速小于 360 m/s 的表面冲积层, 其下层为剪切波速大于 800 m/s 的刚性材料	1.4

B.2 实例

本实例是为了演示设计加速度(a_d)的计算方法(见 B.1)。确定地震系数(S_a)和设计加速度(a_d)的公式参照 B.1。

表 B.2 参数取值示例

符号	数值	单位	描述
a_g	3.2	m/s ²	查得的地面加速度
α	0.326 2	—	a_g/g_n 的值, A 类土层的设计地面加速度(a_g)与重力加速度(g_n)的比值($\alpha = a_g/g_n$, a_g 为根据 GB 18306 查得当地的地震动峰值加速度), 无量纲
S	1.15	—	土层放大系数
z	20	m	高于地震作用面(地基或坚固的基底)的电梯部分的高度
H	20	m	从基础或刚性基底的顶部测量的建筑物高度, 取地基为 0
T_a	0	s	电梯部件固有振动周期的最大值
T_1	1	s	建筑物沿相应方向的固有振动周期
γ_a	1	—	非构件的重要性系数
q_a	2	—	非构件的性能系数
g_n	9.81	m/s ²	标准重力加速度

表 B.2 给出了典型的强震(a_g)区域的一幢中等高度(H)的建筑物的参数值。其构件和非构件的高度相同($z = H$), 在该电梯不影响建筑物的固有振动周期($T_a = 0$)的情况下, 选择重要性系数(γ_a)和性能系数(q_a)。

利用上述取值计算得出的地震系数(S_a)和设计加速度(a_d)的最终结果是:

$$S_a = 0.937 8$$

$$a_d = 4.6 \text{ m/s}^2$$

查表 A.1, 得出的抗震电梯等级是 3 级。

附 录 C
(资料性附录)
P 波探测系统

在抗震电梯等级为 3 级的电梯中,除 S 波地震探测系统外还可设置符合下列要求的 P 波探测系统:

- P 波触发阈值 $\leq 0.10 \text{ m/s}^2$;
- 探测方向:铅垂方向;
- 响应频率:1 Hz~10 Hz。

如果 P 波探测系统专门用于向电梯传递地震信息,则可设置在建筑物中最低的电梯底坑中。如果预期的设置位置有其他震动源,可选择设置在 P 波探测系统允许的其他位置(见引言的假定)。

如果设置了 P 波探测系统,则在触发了 P 波探测系统但未触发 S 波地震探测系统时,电梯应按下列方式操作:

- a) 停靠在层站的电梯应保持原状态 60 s。在此期间,如果 S 波地震探测系统被地震信号触发,电梯应进入地震运行模式(见 5.10.4),否则电梯应自动切换到正常模式;
- b) 运行中的电梯应降低速度或停止后以不大于 0.3 m/s 的速度向上或向下继续运行到最近的层站。到达层站后,具有动力操作的自动门的电梯应开门,并在启动地震待机模式后再持续 60 s;具有手动门或动力操作的非自动门的电梯应保持在开锁状态,并在启动地震待机模式后再持续 60 s。在此期间,如果 S 波地震探测系统被地震信号触发,电梯应进入地震运行模式(见 5.10.4),否则电梯应自动切换到正常模式。

P 波探测系统的触发不应使下列任何装置失效:

- 电气安全装置;
- 检修运行控制(GB 7588—2003 和 GB 21240—2007 中 14.2.1.3);
- 紧急电动运行控制(GB 7588—2003 中 14.2.1.4);
- 消防电梯开关(GB 26465—2011 中 5.7)。

附 录 D
(资料性附录)
导轨验算

D.1 概述

考虑轿厢和对重(或平衡重)设计加速度产生的冲击,本附录对 GB 7588—2003 和 GB 21240—2007 附录 G 导轨系统的计算的变化进行了说明。

D.2 额定载荷计算质量

在地震情况下,额定载荷计算质量应按以下公式计算:

$$Q_{SE} = k_{SE} \cdot Q$$

式中:

k_{SE} ——地震载荷系数(乘客电梯 $k_{SE}=0.4$;载货电梯 $k_{SE}=0.8$);

Q ——额定载重量 kg;

Q_{SE} ——地震情况下的额定载荷计算质量 kg。

D.3 地震力

D.3.1 基于设计加速度(a_d)的轿厢质量产生的地震力应按以下公式计算:

$$F_{SE} = a_d \cdot (P + k_{SE} \cdot Q)$$

式中:

a_d ——设计加速度, m/s^2 ;

P ——空轿厢以及由轿厢支撑的部件质量,如:部分随行电缆、补偿绳或补偿链(如果有)等,kg;

k_{SE} ——地震载荷系数(乘客电梯 $k_{SE}=0.4$;载货电梯 $k_{SE}=0.8$);

Q ——额定载重量,kg;

F_{SE} ——基于设计加速度(a_d)的轿厢质量产生的地震力,N。

D.3.2 基于设计加速度(a_d)的对重(或平衡重)产生的地震力应按以下公式计算:

$$F'_{SE} = a_d \cdot (P + q \cdot Q)$$

式中:

a_d ——设计加速度, m/s^2 ;

q ——平衡系数;

P ——空轿厢以及由轿厢支撑的部件质量,如:部分随行电缆、补偿绳或补偿链(如果有)等,kg;

F'_{SE} ——基于设计加速度(a_d)的对重或平衡重产生的地震力,N。

D.4 工况

应考虑表 D.1 所列的载荷、外力和工况。在地震条件下,可以仅考虑正常使用的运行工况。

表 D.1 不同工况下需考虑的载荷和外力

工况	载荷和外力	P	Q	G	F_S	F_K 或 F_C	M	WL	F_{SE} 或 F'_{SE}
正常使用	运行	+	+	+	-	-	+	+	+
	装卸载	+	-	-	+	-	+	+	-
安全装置动作	安全钳或类似装置	+	+	+	-	+	+	-	-
	破裂阀	+	+	-	-	-	+	-	-

注： M 是附加装置作用于一根导轨上的力， N 。

对于安装于建筑物外面且井道部分封闭的电梯，还应考虑风载荷(WL)，其值可与建筑设计师商定。

对于对重或平衡重的导向力(G)的计算应考虑：

- 质量产生的力的作用点；
- 悬挂情况；和
- 补偿绳或链(如果有)产生的力，及其是否张紧。

对于中心悬挂和导向的对重或平衡重，重力的作用点应考虑相对于其重心的偏差，水平断面上的偏心在宽度方向至少为 5%，深度方向为 10%。

D.5 冲击系数

在地震情况下，轿厢总质量($P+Q_{SE}$)应乘以冲击系数 $k_2=1.2$ 。

D.6 加速度

加速度应按表 D.2 确定。

表 D.2 在地震情况下的加速度

y 轴的弯曲应力	$a_x = a_d$	$a_y = 0$
x 轴的弯曲应力	$a_x = 0$	$a_y = a_d$

D.7 质量的垂直分布

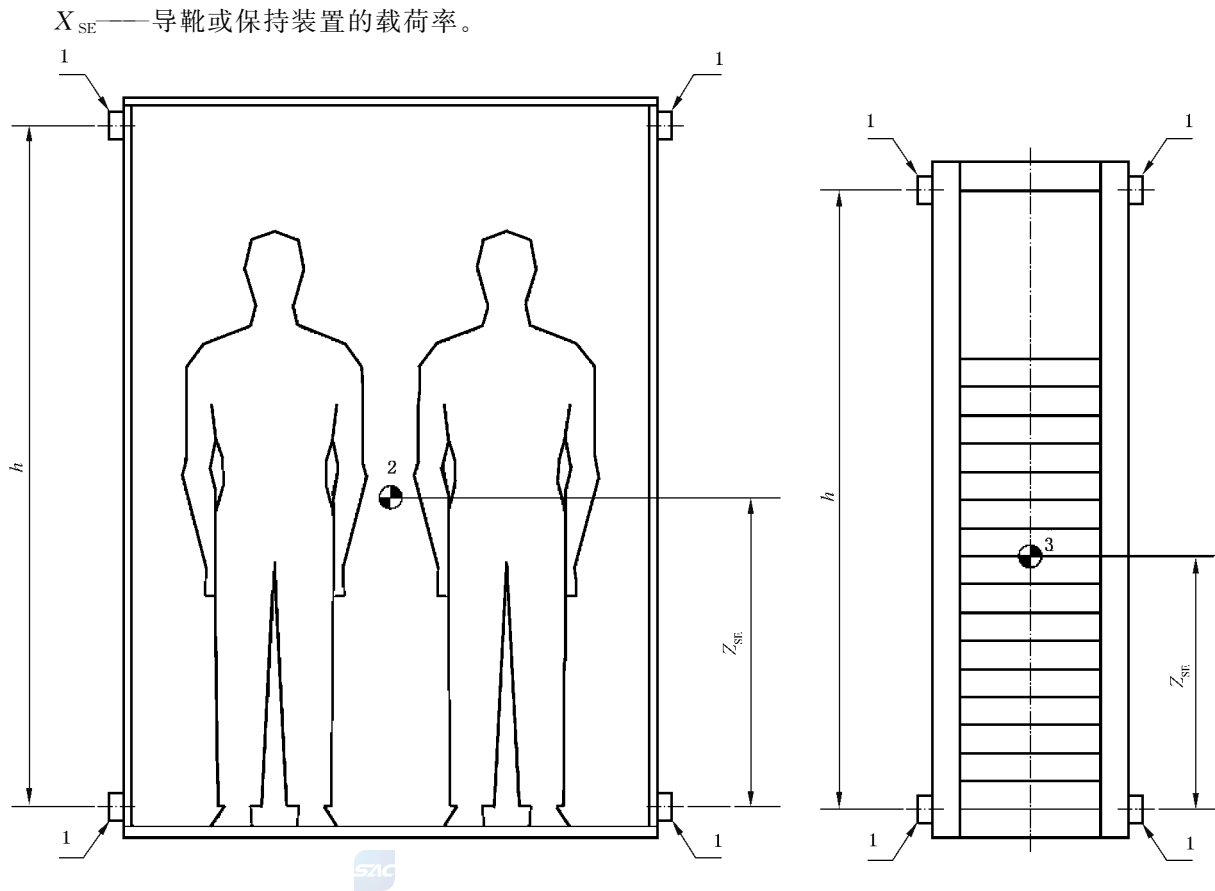
应考虑轿厢和对重(或平衡重)的质量的垂直分布。应采用以下公式计算导靴或保持装置的载荷率。

$$X_{SE} = \max \left[\frac{Z_{SE}}{h}, \frac{(h - Z_{SE})}{h} \right]$$

式中：

Z_{SE} ——地震力 F_{SE} 或 F'_{SE} 的作用点与底部保持装置在 Z 方向上的距离，地震力 F_{SE} 或 F'_{SE} 的作用点是指轿厢(含载荷 Q_{SE})、对重或平衡重的重心，m；

h ——导靴或保持装置之间的距离，m；



说明:

- 1 —— 导靴或保持装置;
- 2 —— 轿厢重心(根据质量 Q_{SE} 计算确定);
- 3 —— 对重或平衡重的重心;
- h —— 导靴或保持装置之间的距离;
- Z_{SE} —— 保持装置到重心的距离。

图 D.1 参数示意图

D.8 轿厢导轨弯曲力

在地震情况下,轿厢导轨的弯曲力应按以下公式计算:

a) 导轨 y 轴的弯曲力:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n [Q_{SE}(x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)]}{n \cdot h} + \frac{a_x \cdot (P + Q_{SE}) \cdot X_{SE}}{n}$$

b) 导轨 x 轴的弯曲力:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n [Q_{SE}(y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h} + \frac{a_y \cdot (P + Q_{SE}) \cdot X_{SE}}{\frac{n}{2}}$$

D.9 对重(或平衡重)导轨的弯曲力

在地震情况下,对重(或平衡重)导轨的弯曲力应按以下公式计算:

a) 导轨 y 轴的弯曲力:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n (P + q \cdot Q) \cdot e_x \cdot D_x}{n \cdot h} + \frac{a_x \cdot (P + qQ) \cdot X_{SE}}{n}$$

b) 导轨 x 轴的弯曲力:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n (P + q \cdot Q) \cdot e_y \cdot D_y}{\frac{n}{2} \cdot h} + \frac{a_y \cdot (P + qQ) \cdot X_{SE}}{\frac{n}{2}}$$

式中:

e_x —— 在 x 轴方向上重力作用点的偏心率为 10%;

e_y —— 在 y 轴方向上重力作用点的偏心率为 5%;

D_x —— 对重(或平衡重) x 轴方向的尺寸;

D_y —— 对重(或平衡重) y 轴方向的尺寸;

n —— 导轨的数量。



附录 E
(资料性附录)
电梯地震管制流程示例

S波地震探测系统动作后,一般电梯与消防电梯地震管制流程的示例分别如图 E.1 和图 E.2 所示。根据功能需求和所使用的 S 波地震探测系统,可在符合 5.10.4 的前提下设置不同的地震管制流程。

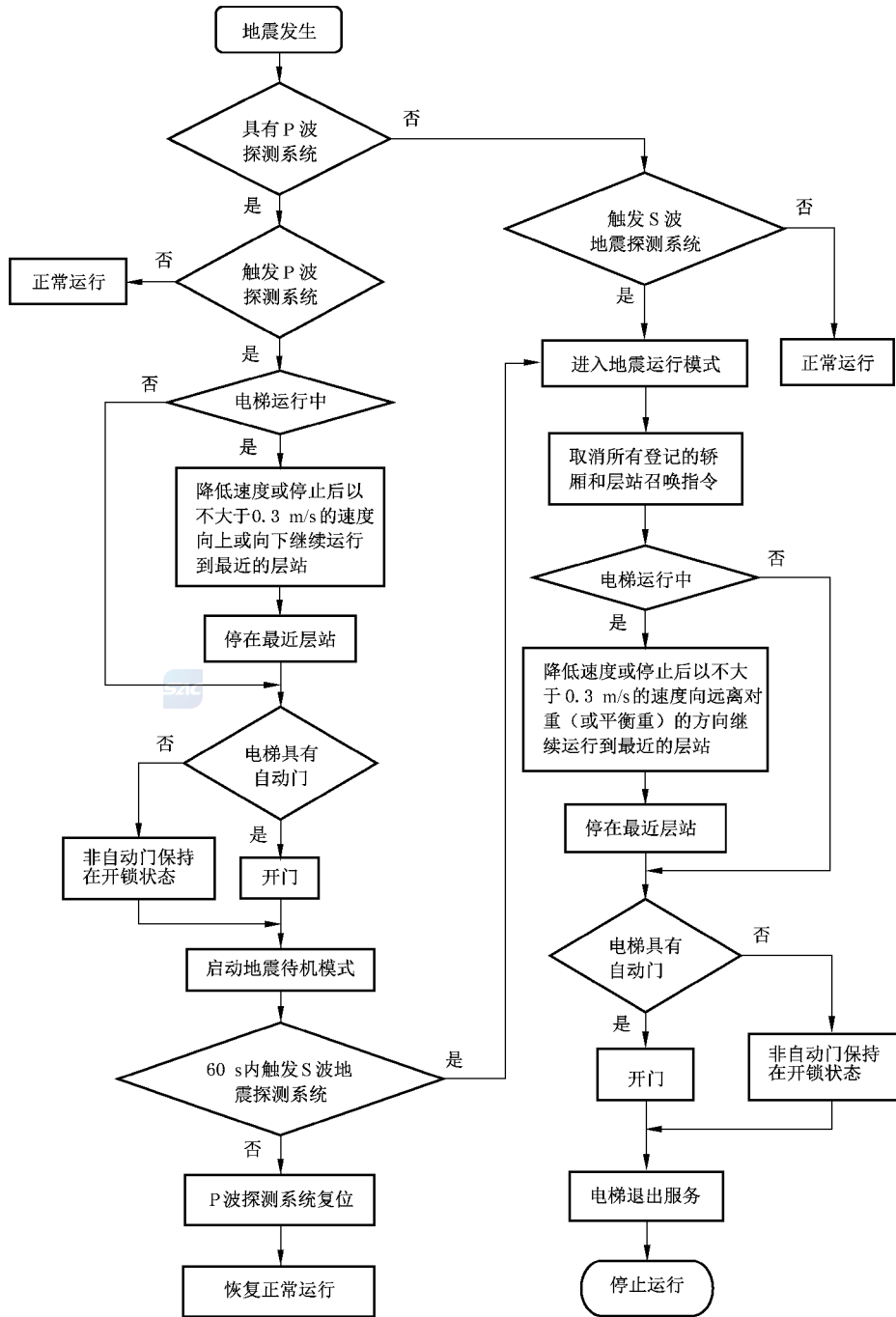


图 E.1 一般电梯地震管制流程图示例



图 E.2 消防电梯地震管制流程图示例