

ICS 91.140.90
Q 78



ZZB

浙 江 制 造 团 体 标 准

T/ZZB 0839—2018

既有建筑加装电梯

Elevator for existing buildings

ZHEJIANG MADE

2018 – 12 – 05 发布

2018 – 12 – 25 实施

浙江省品牌建设联合会

发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本要求 2

5 技术要求 3

6 试验方法 7

7 检验规则 8

8 标志、包装、运输、贮存与技术档案 8

9 电梯安装 9

10 质量和安全承诺 9

附录 A （规范性附录） 导轨设计原则、计算 11

附录 B （规范性附录） 曳引力计算 16

附录 C （规范性附录） 电梯悬挂钢丝绳安全系数的计算 23

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由浙江省品牌建设联合会提出并归口。

本标准由浙江省特种设备检验研究院牵头组织制定。

本标准主要起草单位：浙江西子重工机械有限公司。

本标准参与起草单位：浙江省特种设备检验研究院。

本标准主要起草人：陆晓辉、林正、王学斌、胡志斌、张为民、陈长有、王俊超、叶立忠、张文欣、应晨耕、屈国庆、王梅、毛翰宇、王陆嘉。

本标准由浙江省特种设备检验研究院负责解释。

ZHEJIANG MADE

既有建筑加装电梯

1 范围

本标准规定了既有建筑加装电梯的基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存与技术档案、电梯安装、质量和安全承诺要求。

本标准适用于在既有建筑中加装的钢结构电梯井道和额定速度不大于1.75 m/s的曳引式电梯（以下简称“加装电梯”）。

本标准不适用于家用电梯。

2 规范性引用文件

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

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带

GB/T 7024 电梯、自动扶梯、自动人行道术语

GB/T 7025.1 电梯主参数及轿厢、井道、机房的型式与尺寸 第1部分：I、II、III、IV类电梯

GB 7588—2003 电梯制造与安装安全规范

GB 8903 电梯用钢丝绳

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 10058 电梯技术条件

GB/T 10059 电梯试验方法

GB/T 10060 电梯安装验收规范

GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定

GB/T 12347 钢丝绳弯曲疲劳试验方法

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB 14907 钢结构防火涂料

GB/T 22412 普通装饰用铝塑复合板

GB/T 22562 电梯T型导轨

GB/T 24474 电梯乘运质量测量

GB/T 24477 适用于残障人员的电梯附加要求

GB/T 24478 电梯曳引机

GB/T 31821 电梯主要部件报废技术条件

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50017 钢结构设计标准（附条文说明[另册]）

GB 50037 建筑地面设计规范
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
GB 50310 电梯工程施工质量验收规范
GB 50327 住宅装饰装修工程施工规范
GB 50661 钢结构焊接规范
GB/T 21086 建筑幕墙
GB/T 30977 电梯对重和平衡重用空心导轨
JGJ/T 251 建筑钢结构防腐技术规程
TSG T7007 电梯型式试验规则
DB33/T 771 电梯能源效率评价技术规范
T/ZZB 0160 永磁同步无齿轮曳引机

EN 81-20:2014 电梯建造和安装安全规则-载人或载货电梯-第20部分：乘客电梯和客货电梯

EN 81-50:2014 电梯建造和安装安全规则-检查和测试部分-第50部分：电梯安全部件的设计规则、计算、检查和测试

3 术语和定义

GB/T 7024 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

加装电梯 elevator for existing buildings

通过竣工验收的建筑或国家实施验收制度之前建造的建筑增加的电梯。

3.2

电梯外围护 elevator enclosure

电梯井道外围的砌筑墙体、铝合金、玻璃外包及幕墙等用来封闭电梯井道的结构。

3.3

连廊 corridor

电梯开门到入户之间的通道。

4 基本要求

4.1 设计研发

4.1.1 加装电梯在设计时应考虑到既有建筑、住户及使用群体的特殊性，电梯及其配套部件应设计正确、结构合理，并应遵守机械、电气及建筑结构的通用技术要求。设计除应符合 GB 7588—2003、GB 50009 的规定外，还应满足本标准的要求。应形成设计的策划、输入、输出、评审、验证、确认等技术文件。

4.1.2 加装电梯的主要承载构件中曳引机、轿厢架、承重钢梁及钢结构井道应进行力学分析。

- 4.1.3 增设电梯井道应充分考虑与电梯之间的接口要求。
- 4.1.4 应采用工厂预制外围护，快速工厂安装或者现场安装方式设计。
- 4.1.5 连廊与原建筑连接应采用柔性连接；连廊应符合 GB 50016 的规定，幕墙应符合 GB/T 21086 的规定。
- 4.1.6 电梯井道基础应参照地质勘察报告进行计算和设计，基坑应符合 GB 50010 的规定，基坑防水施工应符合 GB 50108 的规定。
- 4.1.7 应充分勘察和分析既有建筑结构设计，如无法查找原建筑设计时，新增电梯井道应优先考虑独立结构，以确定原建筑承台位置等，需改变原建筑承重结构时，须经专业机构进行评估。

4.2 原辅材料

- 4.2.1 应按照 GB 50017 的要求选用钢结构材料，充分考虑结构承载能力、脆性破坏、荷载特征、应力状态、连接方式、工作环境温度等综合因素，选择合适的钢材牌号和材性。主承载结构的钢材采用 Q235B 及以上碳素结构钢，其技术要求应符合 GB/T 700 或 GB/T 3274 的规定。
- 4.2.2 制造加装电梯的表面处理材料应绿色、环保，并出具相应的检测报告。
- 4.2.3 井道结构耐火等级为二级，符合 GB 14907 的规定，所采用的涂料选用薄型涂料，且符合建筑外观的设计要求。
- 4.2.4 钢结构涂装前表面处理应符合 GB/T 8923.1 的要求，表面涂装施工应符合 JGJ/T 251 的要求。

4.3 工艺及装备

4.3.1 制造要求

- 4.3.1.1 主结构采用半自动或自动化焊接设备。
- 4.3.1.2 对主要部件生产工序进行过程失效模式分析，列出相应控制计划，对关键过程参数进行监控。
- 4.3.1.3 采用自动识别和读取装置跟踪零部件加工状态，实现全过程信息管控和追溯。

4.3.2 焊接要求

- 4.3.2.1 应建立有效的焊接质量保证体系，不限于 ISO 3834 国际焊接体系认证、欧洲 EN 1090 认证等。
- 4.3.2.2 钢结构的焊接工艺应符合 GB 50661 的规定，并进行焊接工艺评定。
- 4.3.2.3 焊接质量应符合 GB 50205 要求，主柱对接焊缝应按照 GB/T 11345 的规定进行二级及以上标准检验，钢结构模块优先在制造单位焊接。

4.4 检测能力

- 4.4.1 应具备对焊接质量的检测能力。
- 4.4.2 应具有试验测试塔，在产品研发样梯测试阶段，全面认证产品的可靠性及各项产品指标的符合性。
- 4.4.3 应具备联动测试设备，运用井道模拟装置对主机、控制柜、门机、操纵箱等电气部件，精准地测出整梯出厂前的电气性能和质量。

5 技术要求

5.1 电梯正常使用条件

正常使用条件应符合GB/T 10058的规定。

5.2 整机性能

5.2.1 加装电梯的中分自动门和旁开自动门的开关门时间应符合 GB/T 10058 的规定。

5.2.2 加装电梯轿厢运行在恒加速度区域内的垂直(Z 轴)振动的最大峰峰值不应大于 0.20 m/s^2 ，A95 峰峰值不应大于 0.15 m/s^2 。加装电梯轿厢运行期间水平(X 轴和 Y 轴)振动的最大峰峰值不应大于 0.15 m/s^2 ，A95 峰峰值不应大于 0.10 m/s^2 。

注：按GB/T 24474 测量，用计权的时域记录振动曲线中的峰峰值。

5.2.3 电梯的各机构和电气设备在工作时不应有异常振动或撞击声响。加装电梯的噪声值应符合表 1 的规定。

表1 加装电梯的噪声值

内容		噪音 dB(A)
开关门过程	开门	≤ 55
	关门	≤ 55
机房内平均噪音		≤ 75
注：无机房电梯的“机房内平均噪声值”是指距离曳引机1 m所测得的平均噪声值。		

5.2.4 电梯轿厢的平层准确度应在 $\pm 5 \text{ mm}$ 范围内。

5.2.5 平层保持精度应符合 GB 7588—2003 的规定

5.3 井道基本要求

5.3.1 加装电梯钢结构制造

加装电梯井道制造应符合GB 50205的规定，且应满足以下要求：

- 单节钢结构截面偏差不得超过 3 mm ；
- 高度尺寸偏差不得超过 5 mm ；
- 垂直度不超过单节高度的 $1/1000$ ，最大不得超过 5 mm 。

5.3.2 电梯井道

加装电梯井道应符合GB/T 7025.1的规定，且井道垂直度公差满足 $(0 \sim +20) \text{ mm}$ 要求。

5.3.3 屋面及楼面工程

5.3.3.1 井道及连廊屋顶应有截水沟、落水管等排水设计。

5.3.3.2 井道排水在条件允许时，优先接入原建筑落水系统，如不能接入原建筑，应在电梯井道设置专门的排水系统，且每个楼面应设置坡向地漏并与井道落水管接入。

5.3.3.3 屋面及楼面与原建筑连接应按照 GB 50037 布置变形缝。

5.3.4 外围护

加装电梯井道外围护设计应配置通风设施，通风口面积不小于 0.3 m^2 。

5.3.5 连廊

敞开式连廊应配置栏杆，栏杆应符合以下要求：

- a) 栏杆高度不应小于 1 100 mm，并设置高度不小于 100 mm 的挡台；
- b) 栏杆垂直杆件的净距不应大于 110 mm。

5.4 驱动主机

5.4.1 驱动主机应符合 GB 7588—2003 和 GB/T 24478 的规定。

5.4.2 驱动主机在运行时不应有异常的振动和异常的噪声，制动器噪音按 T/ZZB 0160 的规定执行。

5.5 限速器

应符合GB/T 10058的规定。

5.6 安全钳

应符合GB/T 10058的规定。

5.7 缓冲器

应符合GB/T 10058的规定。

5.8 轿厢上行超速保护装置

应符合GB/T 10058的规定。

5.9 轿厢意外移动保护装置

应符合GB 7588—2003的规定。

5.10 轿门的开启

应符合GB 7588—2003的规定。

5.11 层门和门锁

应符合GB 10058的规定。

5.12 悬挂装置

悬挂装置应符合GB/T 10058的规定。

5.13 轿厢与对重

5.13.1 轿厢与对重应符合 GB 7588—2003 的规定。

5.13.2 用 300 N 的力作用于轿壁的任何位置上，轿壁应：

- a) 无永久变形；
- b) 弹性变形应不大于 10 mm。

5.13.3 轿门及其刚性连接的机械零件的动能，在平均关门速度下测量或计算时不应大于 8J。

5.14 导轨与导向

5.14.1 通则

导轨与导向应符合GB 7588—2003的规定。选用T型导轨应符合GB/T 22562 的规定。

5.14.2 许用应力和变形

5.14.2.1 许用应力可按式(1)计算:

$$\sigma_{perm} = \frac{R_m}{S_t} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- σ_{perm} —— 许用应力,单位为兆帕(MPa);
- R_m —— 抗拉强度,单位为兆帕(MPa);
- S_t —— 安全系数。

5.14.2.2 安全系数应按表2确定。

表2 安全系数

载荷情况	延伸率(A5)	安全系数
正常使用	$A5 \geq 12\%$	2.5
	$8\% \leq A5 < 12\%$	4
安全钳动作	$A5 \geq 12\%$	2
	$8\% \leq A5 < 12\%$	3.25

5.14.2.3 不应使用延伸率小于8%的材料。

5.14.2.4 符合GB/T 22562要求的导轨,许用应力值(MPa)可使用表3的规定值。

表3 许用应力值

载荷情况	R_m (MPa)		
	370	440	520
正常使用	148	176	208
安全钳动作	185	220	260

5.14.2.5 “T”型导轨的最大计算允许变形:

- a) 对于装有安全钳的轿厢、对重(或平衡重)导轨,安全钳动作时,在水平两个相互垂直方向上都为5 mm;
- d) 对于没有安全钳的对重(或平衡重)导轨,在水平两个相互垂直方向上都为5 mm。

5.15 控制柜及其他电气设备

应符合GB 7588—2003 的规定。

5.16 能耗

电梯的设计应考虑能耗,能耗应达到DB33/T 771—2009中规定的2级或2级以上要求。

5.17 无障碍设计的附加要求

对适用于残障人员使用的电梯,应符合GB/T 24477的规定。

5.18 交付使用前的运行考核

电梯安装后应进行运行试验。轿厢分别在空载、额定载重量工况下,按产品设计规定的每小时启动次数和负载持续率各运行 1 500 次(每天不小于 8 h),电梯应运行平稳、制动可靠、连续运行无故障。

6 试验方法

6.1 试验条件

应满足 GB/T 10058 的规定。

6.2 整机试验

6.2.1 安全设施或保护功能

按照 GB/T 10059 中规定的项目进行试验。

6.2.2 电梯性能

6.2.2.1 开关门时间试验按照 GB/T 10059 规定进行。

6.2.2.2 轿厢内振动加速度试验按照 GB/T 10059 规定进行。

6.2.2.3 噪音试验按照 GB/T 10059 规定进行。

6.2.2.4 平层准确度试验按照 GB/T 10059 规定进行。

6.3 部件试验

6.3.1 单节截面、高度、垂直度验收按照 GB 50205 规定进行。

6.3.2 井道整体垂直度验收按照 GB 50205 规定进行。

6.3.3 对截水管、落水管、屋面和墙面变形缝进行目视检查。

6.3.4 通风口按要求进行测量验收。

6.3.5 敞开式连廊栏杆按要求进行测量验收。

6.3.6 驱动主机按照 GB/T 24478 中规定的试验方法进行试验。

6.3.7 限速器按照 GB 7588—2003 中规定的试验方法进行试验。

6.3.8 安全钳按照 GB 7588—2003 中规定的试验方法进行试验。

6.3.9 缓冲器按照 GB 7588—2003 中规定的试验方法进行试验。

6.3.10 轿厢上行超速保护装置按照 GB 7588—2003 中规定的试验方法进行试验。

6.3.11 轿厢意外移动保护装置按照 TSG T7007 中规定的试验方法进行试验。

6.3.12 轿门的开启按照 GB/T 10059 中规定的试验方法进行试验。

6.3.13 层门强度和门锁按照 GB 7588—2003 中规定的试验方法进行试验。

6.3.14 用于悬挂的端接装置宜在拉力试验机上进行拉力试验;悬挂装置弯曲疲劳试验应按照 GB/T 12347 规定的平面双向(S型)弯曲疲劳试验方法进行试验;如果悬挂装置是钢丝绳,试验轮按 GB/T 12347 中规定的要求进行试验;如果悬挂装置是钢丝绳与复合材料组成的绳状物或带状物,试验轮按其特性配套设计;试验轮的节圆直径与钢丝绳公称直径之比按 40 进行试验。

6.3.15 轿厢与对重-轿壁强度试验按 GB 7588—2003 中规定的试验方法,试验时将 300 N 的力通过测力装置垂直作用于层轿壁的任何部位处,此力应均匀分布在 5 cm² 的圆形或方形区域内,轿壁无大于 10 mm 的弹性变形,外力消除后轿壁无永久变形;门动能进行计算验证。

6.3.16 导轨按照本标准附录 A 进行计算验证。

6.3.17 控制柜及其他电气设备按照 GB/T 10059 中规定的试验方法进行试验。

6.4 电梯能耗

电梯能耗按GB/T 10058附录A中规定的方法进行测量。

6.5 无障碍设计的附加要求

电梯设计无障碍设计附加要求符合GB/T 24477的规定。

6.6 交付使用前的运行考核

轿厢分别在空载、额定载重量工况下，按产品设计规定的每小时启动次数和负载持续率各运行1 500次(每天不小于8 h)，电梯应运行平稳、制动可靠、连续运行无故障无障碍设计的附加要求。

7 检验规则

7.1 分类

电梯的检验包括型式试验、出厂检验和交付检验。

7.2 型式试验

型式试验应按照TSG T7007电梯型式试验规则的要求和周期进行。

7.3 出厂检验

7.3.1 电梯的出厂检验应执行本标准中规定对主机、限速器、安全钳、缓冲器、控制柜的要求进行检验，并对本标准 6.3.6~6.3.11、6.3.13 及 6.3.17 型式试验报告的有效性进行确认，并经授权人员出具整梯出厂的产品合格证。

7.3.2 钢结构出厂按 6.3.1 进行检验，并经授权人员出具构件出厂合格证。

7.4 交付使用前的检验

7.4.1 电梯井道建筑分部工程的检验验收应按国家现行标准 GB 50300 进行。

7.4.2 电梯交付使用前的检验部分按照表 4 的规定，其余应按 5.18 和 GB 7588—2003 以及 GB 50310、GB/T 10060 的规定进行。

表4 既有加装电梯部分验收条款

序号	验收项目	试验方法	验收标准
1	轿厢内振动加速度	GB 10059—2009	5.2.2
2	电梯噪声值	GB 10059—2009	5.2.3
3	平层准确度	GB 10059—2009	5.2.4
4	悬挂装置	本标准 6.3.14	5.12
5	轿壁强度	GB 7588—2003	5.13

8 标志、包装、运输、贮存与技术档案

8.1 标志

应符合GB/T 10058的规定。

8.2 包装与运输

8.2.1 包装按 GB/T 10058 执行，每个产品包装箱内都还应有装箱单，并且在箱外应注明“装箱单在此处”字样。

8.2.2 加装电梯井道的包装和发货等必须符合 GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件，且必须符合加装电梯井道搬运、包装、储存、发运工艺准则的要求，且必须满足防风、防雨运输要求，在运输过程中应避免外围护损坏，适当固定导轨，确保运输过程不损坏导轨。

8.3 贮存

应符合 GB/T 10058 的规定。

8.4 技术档案

应符合 GB/T 10058 的规定。

9 电梯安装

9.1 吊装/安装人员

9.1.1 吊装分包资格获得吊装分包商应提供国家颁发的吊装资质证书（含吊装业务的营业执照），且吊装作业人员应获得国家颁发的起重吊装作业操作资格证书和购买人身意外伤害保险。

9.1.2 安装人员资格获得应在获得国家《特种设备作业人员证》的前提下，经整梯厂家进行井道实操培训，并取得整梯制造厂家颁发的授权证明才能获得安装资格。

9.2 安装方法

电梯的安装应根据厂家规定的安装工艺形成安装施工方案，并严格按照施工方案及安装工艺文件规定要求进行安装。

9.3 过程检查

电梯的安装过程中，安装人员班组应按要求填写施工过程记录，工厂授权的终检员进行检验并填写自检报告，该资料应上交工厂及报有资质的第三方进行验收。

9.4 电梯调试

电梯厂家安排取得特种设备操作证的调试人员进行电梯调试。

9.5 电梯移交

9.5.1 电梯通过国家监督检验验收合格后，移交给用户。

9.5.2 授权有许可的维保单位进行维保。

10 质量和安全承诺

10.1 质量和安全承诺

10.1.1 整机质保承诺

在用户遵守保管和使用要求的情况下，制造商承诺设备质保期为从投运之日起12 个月或从发货之日起18 个月。在质保期内，对制造商原因出现的质量问题，制造商应免费提供修理或更换服务；在质保期外，制造商应提供终身有偿服务，如产品制造不良而不能正常工作时，制造厂家负责无偿修理或更换零部件。对于制造厂家维保过程中的电梯，承诺24 小时热线进行咨询服务。

正常使用状态下，井道钢结构表面防腐质保期为10年，外围护质保期为3年。

10.1.2 主要部件质保承诺

在用户按照制造厂家的使用说明书使用及操作且用户选择制造厂家维保的情况下，制造厂应保证曳引机、控制柜、悬挂装置（例如钢丝绳、钢丝绳与复合材料组成的绳状物或带状物等）、安全钳、限速器、缓冲器在通过检验机构验收合格之日起四年内或出厂起讫之日起五年内正常运行。如在此因制造不良不能正常工作时，制造厂家负责免费修理或更换。

10.2 安全承诺

制造厂出厂的加装电梯产品应配备表5规定的安全功能或装置用于保证电梯的安全。

表5 安全功能或装置

序号	内容
1	供电系统断相、错相保护装置或保护功能
2	限速器-安全钳系统联动超速保护装置
3	超越上下极限工作位置时的保护装置
4	层门门锁装置及电气联锁装置
5	动力操纵的自动门在关闭过程中，当人员通过入口被撞击或即将被撞击时，应有一个自动使门重新开启的保护装置
6	轿厢上行超速保护装置
7	紧急操作装置
8	轿顶停止装置、底坑停止装置
9	驱动主机和无机房电梯设置在井道外的紧急和测试操作装置
10	检修控制装置
11	紧急报警装置
12	应急救援装置
13	防止轿厢意外移动保护装置
14	断绳、松绳保护装置
15	悬挂装置疲劳寿命监测装置

附录 A (规范性附录) 导轨设计原则、计算

A.1 总则

导轨的计算应在满足GB 7588—2003的基础上，同时满足本条给出的计算方法。

A.2 计算范围

导轨应根据以下应力来确定其尺寸和规格：

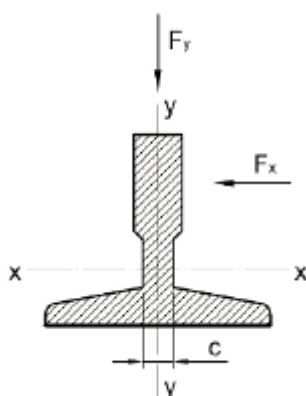
- 弯曲应力；
- 复合弯曲应力；
- 压弯应力；
- 压应力或拉伸应力；
- 弯曲和压应力（或拉伸应力）的复合；
- 压弯和弯曲的复合；
- 翼缘弯曲应力。

此外，应进行挠度分析。

A.3 弯曲

A.3.1 计算导轨不同轴上的弯曲应力（见图A.1），可假定：

- 导轨是跨距为 l 的柔性支撑的连续梁；
- 引起弯曲应力的等效力作用在两相邻支撑点的中间；
- 弯矩作用于导轨截面的中性轴上。



图A.1 导轨的坐标系

A.3.2 计算弯曲应力 σ_m 时，水平力的作用方向由截面上的轴根据右手定则确定，公式如下：

$$\sigma_m = \frac{M_m}{W} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$M_m = \frac{3 \cdot l \cdot F_b}{16} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

F_b —— 在不同载荷情况时导靴作用于导轨的水平力, 单位为牛 (N);

l —— 相邻导轨支架的最大距离, 单位为毫米 (mm);

M_m —— 弯矩, 单位为牛·毫米 (N·mm);

σ_m —— 弯曲应力, 单位为兆帕 (MPa);

W —— 截面抗弯模量, 单位为毫米 (mm)。

正常使用、装载的工况, 对给出导靴对导轨固定点位置的情况, 上述公式不能使用。

A.3.3 导轨截面不同轴上的弯曲应力应复合考虑。

如果计算时使用通常的表中查得的 W_x 和 W_y 数值 (分别是各自的最小值), 且未超过许用应力, 则不必作进一步的验算, 反之, 若超过许用应力, 则应分析导轨截面外侧边缘上具有最大拉伸应力的点。

A.3.4 如果有两根以上的导轨且导轨截面相同, 可以假定导轨之间的力均匀分布。

A.3.5 如果使用了一套以上的安全钳作用在不同的导轨, 可以假定总制动力由各安全钳均匀分配。

A.3.6 一根导轨上在垂直方向有多个安全钳作用时, 假定总制动力作用于每根导轨上的一点。

A.4 压弯

A.4.1 用“ ω ”方法计算压弯应力的公式:

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A} \dots\dots\dots (A.3)$$

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

A —— 导轨的横截面积, 单位为平方毫米 (mm²);

F_k —— 轿厢、对重或平衡重作用于一根导轨上的垂直力, 单位为牛 (N);

K_3 —— 冲击系数;

M —— 附加装置作用于一根导轨上的力, 单位为牛 (N);

σ_k —— 弯曲应力, N/mm², 即单位为兆帕 (MPa);

ω —— ω 值。

ω 值按照下面公式计算:

$$\lambda = \frac{l}{i_x} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

λ —— 细长比;

i_x ——最小回转半径, 单位为毫米 (mm);

l ——导轨支架最大间距, 单位为毫米 (mm)。

对于抗拉强度为 $R_m=370$ (MPa) 的钢材:

—— $20 \leq \lambda \leq 60$: $\omega = 0.000\ 129\ 20 \times \lambda^{1.89} + 1$;

—— $60 < \lambda \leq 85$: $\omega = 0.000\ 046\ 27 \times \lambda^{2.14} + 1$;

—— $85 < \lambda \leq 115$: $\omega = 0.000\ 017\ 11 \times \lambda^{2.35} + 1.04$;

—— $115 < \lambda \leq 250$: $\omega = 0.000\ 168\ 87 \times \lambda^{2.00}$ 。

对于抗拉强度为 $R_m=520$ (MPa) 的钢材:

—— $20 \leq \lambda \leq 50$: $\omega = 0.000\ 082\ 40 \times \lambda^{2.06} + 1.021$;

—— $50 < \lambda \leq 70$: $\omega = 0.000\ 018\ 95 \times \lambda^{2.41} + 1.05$;

—— $70 < \lambda \leq 89$: $\omega = 0.000\ 024\ 47 \times \lambda^{2.36} + 1.03$;

—— $89 < \lambda \leq 250$: $\omega = 0.000\ 253\ 30 \times \lambda^{2.00}$ 。

对于抗拉强度 R_m 介于 370 MPa 和 520 MPa 之间的钢材, ω 的数值根据下面公式得出:

$$\omega_R = \left[\frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370) \right] + \omega_{370} \quad \text{..... (A. 6)}$$

A. 4.2 弯曲应力和压应力 (或拉伸应力) 或压弯应力的复合

弯曲应力和压应力 (或拉伸应力) 或压弯应力的复合计算公式为:

a) 弯曲应力:

$$\sigma = \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{perm} \quad \text{..... (A. 7)}$$

e) 弯曲和压缩 (或拉伸):

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + K_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{perm} \quad \text{..... (A. 8)}$$

f) 弯曲和压弯:

$$\sigma = \sigma_k + 0.9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{perm} \quad \text{..... (A. 9)}$$

式中:

A —— 导轨的横截面积, 单位为平方毫米 (mm^2);

F_k —— 轿厢、对重或平衡重作用于一根导轨上的垂直力, 单位为牛 (N);

K_3 —— 冲击系数;

M —— 附加装置作用于一根导轨上的力, 单位为牛 (N);

σ —— 复合应力, N/mm^2 , 即单位为兆帕 (MPa);

σ_k —— 弯曲应力, N/mm^2 , 即单位为兆帕 (MPa);

σ_m —— 弯曲应力, N/mm^2 , 即单位为兆帕 (MPa);

σ_{perm} —— 许用应力, N/mm^2 , 即单位为兆帕 (MPa);

σ_x —— X轴的弯曲应力, N/mm^2 , 即单位为兆帕 (MPa);

σ_y —— Y轴的弯曲应力, N/mm^2 , 即单位为兆帕 (MPa)。

A. 5 翼缘弯曲

应考虑翼缘弯曲, 对于T型导轨, 使用下面公式:

a) 对于滚动导靴:

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{perm} \quad \dots\dots\dots (A. 10)$$

g) 对于滑动导靴:

$$\sigma_F = \frac{F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6}{c^2 \cdot (l_s + 2 \cdot (h_1 - f))} \leq \sigma_{perm} \quad \dots\dots\dots (A. 11)$$

式中:

b ——导靴靴衬宽度的一半, 单位为毫米 (mm);

c ——导轨导向部分与底脚连接部分的宽度, 单位为毫米 (mm);

f ——导轨底部根部的厚度, 单位为毫米 (mm);

F_x ——导靴作用于翼缘的力, 单位为牛 (N);

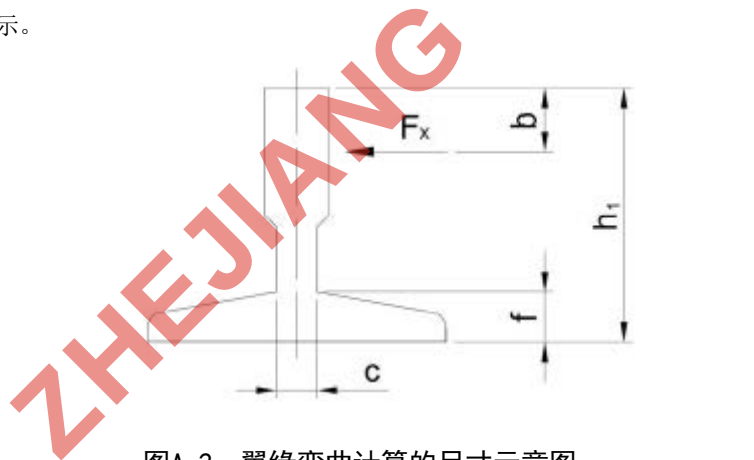
h_1 ——导轨的高度, 单位为毫米 (mm);

l_s ——导靴靴衬的长度, 单位为毫米 (mm);

σ_F ——局部翼缘弯曲应力, N/mm^2 , 即单位为兆帕 (MPa);

σ_{perm} ——许用应力, N/mm^2 , 即单位为兆帕 (MPa)。

注: 尺寸如图A. 2所示。



图A. 2 翼缘弯曲计算的尺寸示意图

A. 6 挠度

应采用以下公式计算挠度:

a) X - X 导向面:

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{perm} \quad \dots\dots\dots (A. 12)$$

h) Y - Y 导向面:

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{perm} \quad \dots\dots\dots (A. 13)$$

式中:

δ_{perm} —— 最大允许的挠度, 单位为毫米 (mm);

δ_x —— X轴上的挠度, 单位为毫米 (mm);

δ_y —— Y轴上的挠度, 单位为毫米 (mm);

E —— 弹性模量, N/mm^2 , 即单位为兆帕 (MPa);

F_x —— X轴上的作用力, 单位为牛 (N);

F_y —— Y轴上的作用力, 单位为牛 (N);

I_x —— X轴上的截面惯性矩, 单位为毫米的4次方 (mm^4);

I_y —— Y轴上的截面惯性矩, 单位为毫米的4次方 (mm^4);

l —— 导轨支架最大间距, 单位为毫米 (mm)。

ZHEJIANG MADE

附 录 B (规范性附录) 曳引力计算

B.1 总则

曳引力的计算应在满足GB 7588—2003的基础上，同时满足本条给出的计算方法。

B.2 要求

曳引力应在下列情况的任何时候都能得到保证：

- 正常运行；
- 在底层装载；
- 紧急制停的减速度。

当轿厢或对重无论因何种原因在井道中滞留时，如果驱动主机转矩足以提升轿厢或对重，应考虑允许钢丝绳在曳引轮上滑移。

下述计算方法适于传统的采用钢丝绳和钢质（或铸铁）曳引轮的电梯的曳引力计算。

注：根据经验，由于有安全裕量，因此下面的因素无需详加考虑，结果仍是安全的：

- 绳的结构；
- 润滑的种类及其程度；
- 绳及曳引轮的材料；
- 制造误差。

B.3 曳引力计算

应采用以下公式：

用于轿厢装载和紧急制动工况：

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f \cdot \alpha} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

对于轿厢或对重滞留工况（轿厢或对重压在缓冲器上，驱动主机向下行或向上行方向旋转），通过限制曳引力防止提升轿厢或对重。

$$\frac{T_1}{T_2} \geq e^{f \cdot \alpha} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

- α —— 钢丝绳在曳引轮上的包角；
- f —— 当量摩擦系数；
- T_1 、 T_2 —— 曳引轮两侧曳引绳中的拉力。

B.4 T1 及T2 的计算

B.4.1 轿厢装载工况

T_1/T_2 的静态比值应按照轿厢装有125%额定载荷并考虑轿厢在井道的不同位置时的最不利情况进行计算。

使用装卸装置为轿厢装卸载时, 如果其重量不包括在额定载重量中, 则计算时应将额定载重量加上装卸装置的重置。

B.4.2 紧急制动工况

T_1/T_2 的动态比值应按照轿厢空载或装有额定载荷时在井道的不同位置的最不利情况进行计算。

考虑电梯悬挂比, 应正确地确定每一个运动部件的减速度。

任何情况下, 减速度不应小于下面数值:

——对于正常情况, 为 0.5m/s^2 ;

——在使用了减行程缓冲器的情况下, 最小减速度值应使轿厢和对重减速到不超过缓冲器的设计速度。

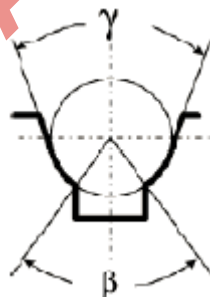
B.4.3 轿厢或对重滞留工况

T_1/T_2 的静态比值应按照空载的轿厢在最高和最低的位置时进行计算。

B.4.4 当量摩擦系数计算

B.4.4.1 绳槽类型

B.4.4.1.1 半圆槽和带切口的半圆槽



说明:

β —— 下部切口角;

γ —— 槽的角度。

图B.1 带切口的半圆槽

使用下面公式:

$$f = \mu \cdot \frac{4 \cdot \left(\cos \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\beta}{2} \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma} \dots\dots\dots (\text{B. 3})$$

式中:

β —— 下部切口角度值;

γ —— 槽的角度值；

μ —— 摩擦系数；

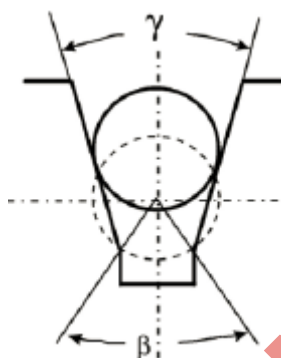
f —— 当量摩擦系数。

下部切口角值 β 最大不应超过 106° （1.83弧度）。

γ 槽的角度值由制造者根据槽的设计提供。任何情况下，其值不应小于 25° （0.43弧度）。

B.4.5 V型槽

当槽未进行附加的硬化处理时，为了限制由于磨损而导致曳引条件的恶化，下部切口是必要的。



说明：

β —— 下部切口角；

γ —— 槽的角度。

图B.2 V型槽

使用以下公式：

轿厢装载和紧急制停的工况：

$$f = \mu \cdot \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{\beta}{2}\right)}{\pi - \beta - \sin \beta} \dots\dots\dots (B.4)$$

对于未经硬化处理的槽对重滞留情况：

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} \dots\dots\dots (B.5)$$

对于经硬化处理的槽对重滞留情况：

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} \dots\dots\dots (B.6)$$

式中：

β —— 下部切口角度值；

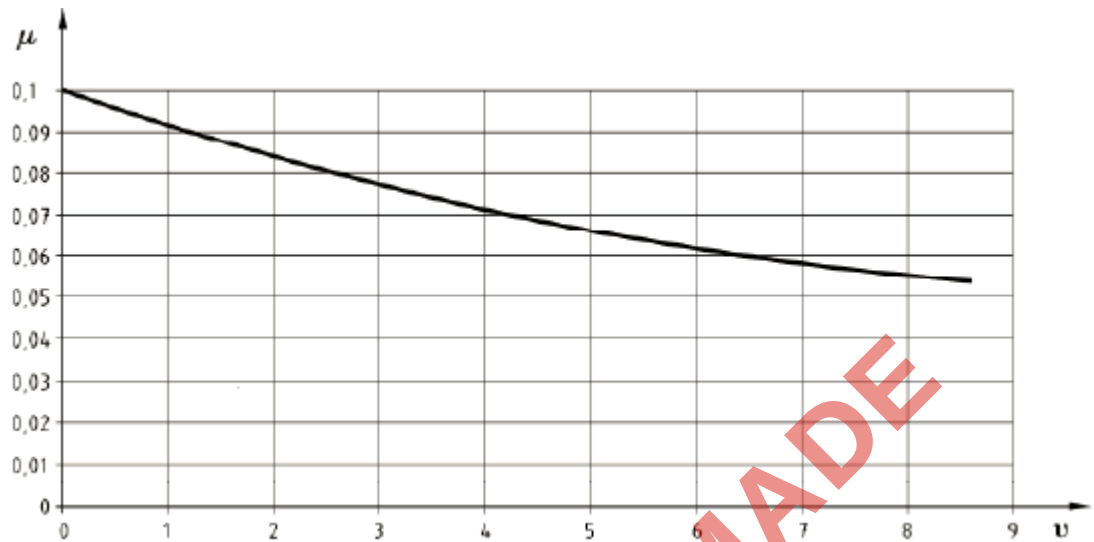
γ —— 槽的角度值；

μ —— 摩擦系数；

f —— 当量摩擦系数。

下部切口角 β 的数值最大不应超过 106° （1.83 弧度）。任何情况下， γ 值不应小于 35° （0.61 弧度）。

B. 4. 6 摩擦系数计算



图B. 3 最小摩擦系数

使用下面的数值：

—— 装载工况

$\mu = 0.1$ (B. 7)

—— 紧急制停工况

$$\mu = \frac{0.1}{1 + \frac{v}{10}}$$
 (B. 8)

—— 对重滞留工况

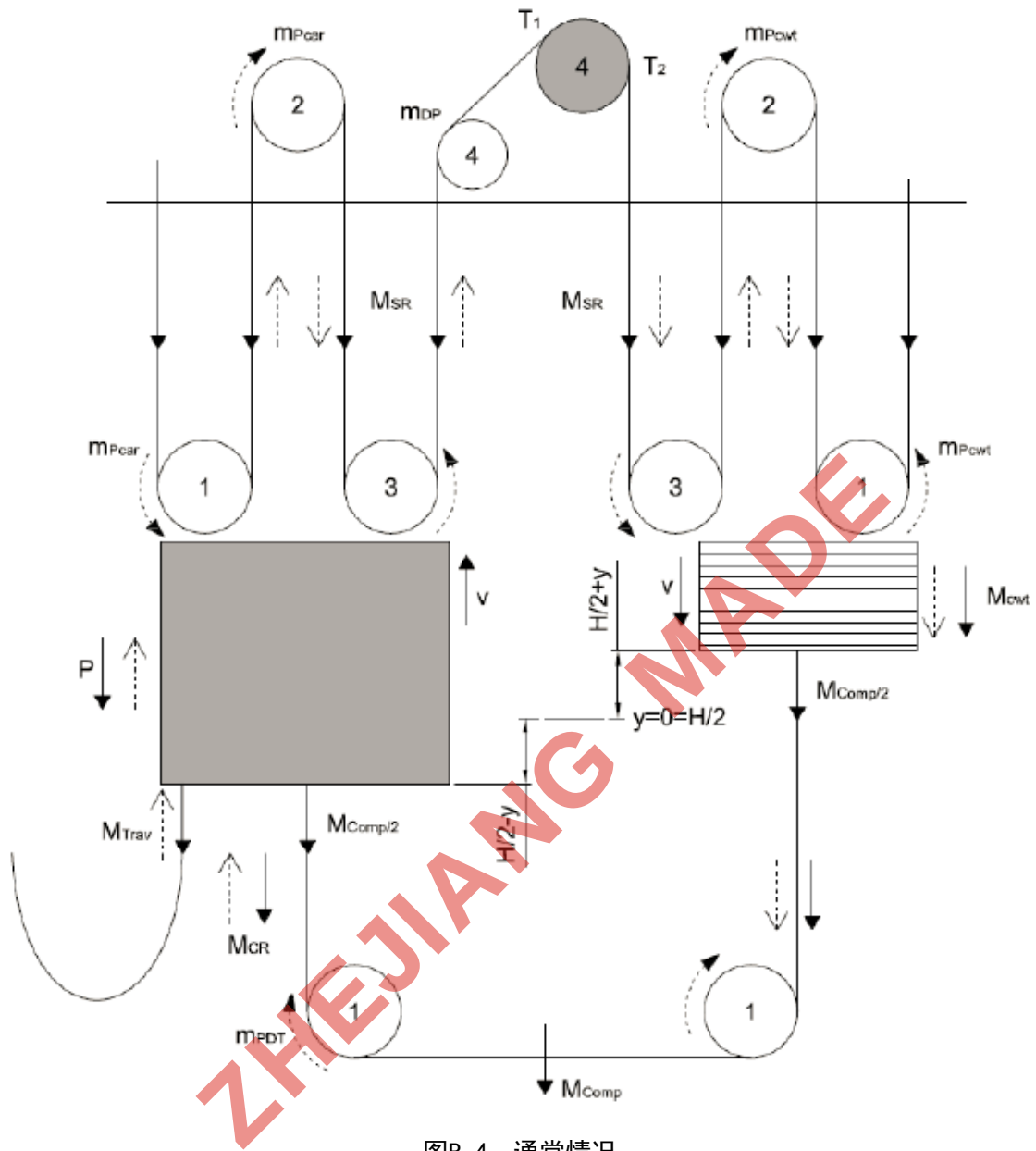
$\mu = 0.2$ (B. 9)

式中：

μ —— 摩擦系数；

v —— 轿厢额定速度下对应的绳速。

B. 5 实例



图B.4 通常情况

图中：

1、2、3、4 是滑轮的速度系数（例如：2=2·v_{car}）

通常情况计算公式如下：

a) 驱动主机上置：

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav})}{r} \cdot (g_n \pm a) + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} + M_{SRcar} \cdot \left(g_n \pm a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right) \pm \left(\frac{i_{PTD} \cdot m_{PTD} \cdot a}{2 \cdot r} \right)$$

$$\pm \left(\frac{m_{DP} \cdot a}{r} \right)^I \pm \left[\frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a)}{r} \right]^{III} \mp \frac{FR_{car}}{r}$$

.. (B.10)

$$T_2 = \frac{(M_{\text{cwt}} + M_{\text{CRcwt}})}{r} \cdot (g_n \mp a) + \frac{M_{\text{Comp}}}{2 \cdot r} + M_{\text{SRcwt}} \cdot \left(g_n \mp a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right) \mp \left(\frac{i_{\text{PTD}} \cdot m_{\text{PTD}} \cdot a}{2 \cdot r} \right) \\ \mp \left(\frac{m_{\text{DP}} \cdot a}{r} \right) \mp \left[\frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{\text{Pcwt}} \cdot i_{\text{Pcwt}} \cdot a)}{r} \right]^{\text{III}} \pm \frac{FR_{\text{cwt}}}{r} \quad \dots \quad (\text{B. 11})$$

b) 驱动主机下置:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{\text{CRcar}} + M_{\text{Trav}})}{r} \cdot (g_n \pm a) + M_{\text{SR1car}} \cdot (-g_n \pm a) + M_{\text{SR2car}} \cdot \left(g_n \pm a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right) \\ + \frac{M_{\text{Comp}}}{2 \cdot r} \pm \left(\frac{i_{\text{PTD}} \cdot m_{\text{PTD}} \cdot a}{2 \cdot r} \right) \pm \left(\frac{m_{\text{DP}} \cdot a}{r} \right)^{\text{I}} \pm \left[\frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{\text{Pcar}} \cdot i_{\text{Pcar}} \cdot a)}{r} \right]^{\text{III}} \mp \frac{FR_{\text{car}}}{r} \quad \dots \quad (\text{B. 12})$$

$$T_2 = \frac{(M_{\text{cwt}} + M_{\text{CRcwt}})}{r} \cdot (g_n \mp a) + M_{\text{SR1cwt}} \cdot (-g_n \mp a) + M_{\text{SR2cwt}} \cdot \left(g_n \mp a \cdot \frac{r^2 + 2}{3} \right) \\ + \frac{M_{\text{Comp}}}{2 \cdot r} \mp \left(\frac{i_{\text{PTD}} \cdot m_{\text{PTD}} \cdot a}{2 \cdot r} \right) \mp \left(\frac{m_{\text{DP}} \cdot a}{r} \right)^{\text{II}} \mp \left[\frac{\sum_{i=1}^{r-1} (m_{\text{Pcwt}} \cdot i_{\text{Pcwt}} \cdot a)}{r} \right]^{\text{III}} \pm \frac{FR_{\text{cwt}}}{r} \quad \dots \quad (\text{B. 13})$$

式中:

a —— 轿厢制动减速度 (绝对值), 单位为米/平方秒 (m/s^2);

FR_{car} —— 井道上的摩擦力 (轿厢侧轴承的效率和导轨摩擦力等), 单位为牛 (N);

FR_{cwt} —— 井道上的摩擦力 (对重侧轴承的效率和导轨摩擦力等), 单位为牛 (N);

g_n —— 标准重力加速度, 单位为米/平方秒 (m/s^2);

H —— 提升高度, 单位为米 (m);

i_{Pcar} —— 轿厢侧具有相同转速 (V_{pulley}) 的滑轮的数量 (不包括导向轮);

i_{Pcwt} —— 对重侧具有相同转速 (V_{pulley}) 的滑轮的数量 (不包括导向轮);

i_{PTD} —— 张紧装置的滑轮数量;

m_{DP} —— 轿厢和 (或) 对重侧导向轮惯量的折算质量 $J_{\text{DP}} \cdot (V_{\text{pulley}}/v)^2/R^2$ 的折算质量, 单位为千克 (kg);

m_{Pcar} —— 轿厢侧滑轮惯量的折算质量 $J_{\text{Pcar}} \cdot (V_{\text{pulley}}/v)^2/R^2$, 单位为千克 (kg);

m_{Pcwt} —— 对重侧滑轮惯量的折算质量 $J_{\text{Pcwt}} \cdot (V_{\text{pulley}}/v)^2/R^2$, 单位为千克 (kg);

m_{PTD} —— 张紧装置的一个滑轮惯量的折算质量 J_{PTD}/R^2 ，单位为千克 (kg)；

M_{Comp} —— 张紧装置（包括滑轮）的质量，单位为千克 (kg)；

M_{CR} —— 补偿绳（链）的实际质量 $([0.5 \cdot H \pm y] \cdot n_c \cdot \text{补偿绳单位长度的重量})$ ，单位为千克 (kg)；

M_{CRcar} —— 轿厢侧的 M_{CR} ；

M_{CRcwt} —— 对重侧的 M_{CR} ；

M_{cwt} —— 对重包括滑轮的质量，单位为千克 (kg)；

M_{SR} —— 悬挂绳的实际质量 $([0.5 \cdot H \pm y] \cdot n_s \cdot \text{悬挂绳单位长度的重量})$ ，单位为千克 (kg)；

M_{SRcar} —— 轿厢侧的 M_{SR} ；

在驱动主机下置的情况下，从驱动主机到井道顶层空间滑轮的悬挂钢丝绳质量称为 M_{SR1car} ；从井道顶层空间滑轮到轿厢的悬挂钢丝绳质量称为 M_{SR2car} （当轿厢在最高层站时， $M_{SR2car}=0$ ）；

M_{SRcwt} —— 对重侧的 M_{SR} ；

在驱动主机下置的情况下，从驱动主机到井道顶层空间滑轮的悬挂钢丝绳质量称为 M_{SR1cwt} ；从井道顶层空间滑轮到对重的悬挂钢丝绳质量称为 M_{SR2cwt} （当对重在最高层站时， $M_{SR2cwt}=0$ ）；

M_{Trav} —— 随行电缆的实际质量 $([0.25H \pm 0.5y] \cdot n_t \cdot \text{随行电缆单位长度的重量})$ ，单位为千克 (kg)；

n_c —— 补偿绳（链）的数量；

n_s —— 悬挂绳的数量；

n_t —— 随行电缆的数量；

P —— 空载轿厢质量和，单位为千克 (kg)；

Q —— 额定载重量，单位为千克 (kg)；

T_1, T_2 —— 曳引轮两侧钢丝绳拉力；

r —— 悬挂比；

V_{pulley} —— 滑轮节圆的线速度，单位为米/秒 (m/s)；

y —— 以 $H/2$ 处作为零点的坐标值；

→ 静态力；

→ 动态力；

I —— 轿厢位于最上位置；

II —— 轿厢侧或对重侧有导向轮；

III —— 对于绳的倍率大于 1。

注：上述公式也可用于空载轿厢（删除 Q ）的计算。在这种情况下， T_1 变为 T_2 ， T_2 变为 T_1 。

在上述公式中，符号“ $\pm$ ”和“ $\mp$ ”应按以下方式应用：即当载有额定载重量的轿厢减速下行时，上面符号的运算适用；当空载轿厢减速上行时，下面符号的运算适用。对于轿厢装载和滞留， $a=0$ 。

对于装载工况，额定载重量 Q 应由以下值代替： $1.25Q$ +装卸装置的重量（如果装卸装置的重量不包含在 Q 中）。

如果不能确定最小的摩擦力，在任何情况下，应删除摩擦力 FR_{car} 和 FR_{cwt} 。

附 录 C

（规范性附录）

电梯悬挂钢丝绳安全系数的计算

C.1 总则

钢丝绳安全系数的计算须在满足GB 7588—2003的基础上，同时满足本条给出的计算方法。

本条的方法仅适用于：

- a) 钢质（或铸铁）曳引轮，和；
- b) 符合 GB 8903 的钢丝绳。

注：该方法基于假定在正常的维护和检查的情况下，钢丝绳有足够的寿命。

C.2 滑轮的等效数量 N_{equiv}

C.2.1 总则

弯折次数以及每次弯折的严重程度会导致钢丝绳的劣化。同时，绳槽的种类（U型或V型）以及是否有反向弯折也有影响。

每次弯折按严重程度可以等效为一定数量的简单弯折。

简单弯折为钢丝绳运行于一个半径不大于钢丝绳公称直径0.53倍的半圆槽。

简单弯折的数量相当于一个等效的滑轮数量 N_{equiv} ，其数值从下式得出：

$$N_{equiv} = N_{equiv(t)} + N_{equiv(p)} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$N_{equiv(t)}$ —— 曳引轮的等效数量；

$N_{equiv(p)}$ —— 导向轮的等效数量。

C.2.2 $N_{equiv(t)}$ 的计算

$N_{equiv(t)}$ 的数值可从表C.1查得。

表C.1 曳引轮的等效数量 $N_{equiv(t)}$ 的计算

V 型槽	V 型槽的角度值 (γ)	35°	36°	38°	40°	42°	45°	50°
	$N_{equiv(t)}$	18.5	16	12	10	8	6.5	5
带切口的 U 型槽	U 型槽的切口角度值 (β)	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°
	$N_{equiv(t)}$	2.5	3	3.8	5	6.7	10	15.2
注：对于不带切口的U型槽， $N_{equiv(t)} = 1$ 表中以外的角度值按线性插入法确定。								

C.2.3 $N_{equiv(p)}$ 的计算

反向弯折仅在下述情况时考虑：即钢丝绳与两个连续的滑轮的接触点之间的距离（两滑轮的轴之间具有固定的距离）小于钢丝绳直径的200倍且弯曲平面旋转大于120°。

$$N_{equiv(p)} = K_p \times (N_{ps} + 4 \times N_{pr}) \dots\dots\dots (C. 2)$$

式中：

- N_{ps} —— 引起简单弯折的滑轮数量；
 - N_{pr} —— 引起反向弯折的滑轮数量；
 - K_p —— 与曳引轮和滑轮直径有关的系数。
- 其中：

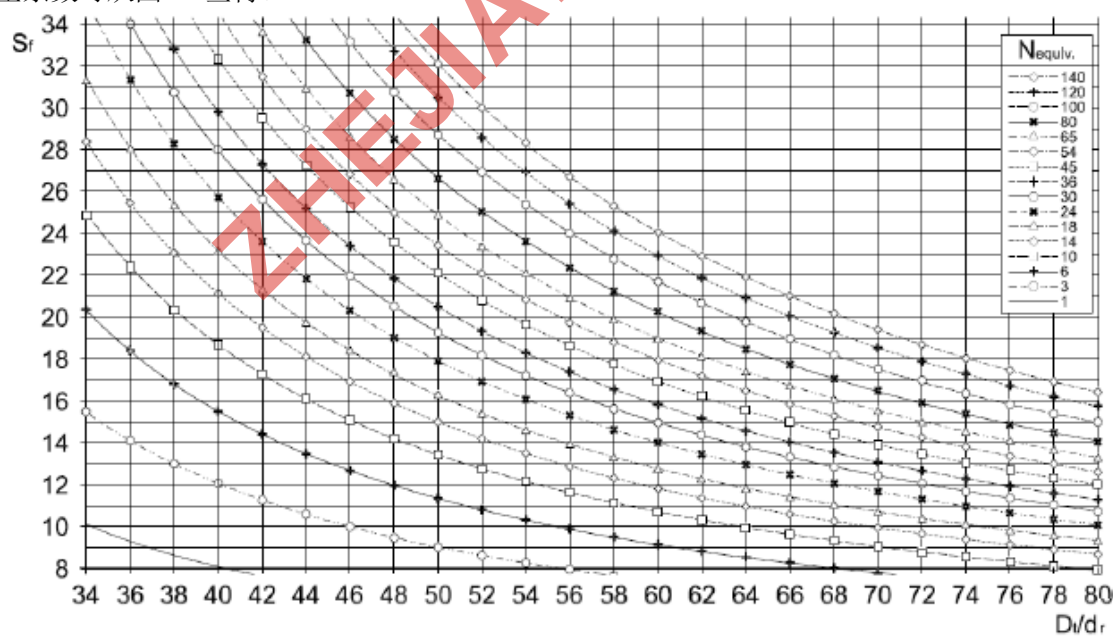
$$K_p = \left(\frac{D_t}{D_p} \right)^4 \dots\dots\dots (C. 3)$$

式中：

- D_t —— 曳引轮的直径；
- D_p —— 除曳引轮外的所有滑轮的平均直径。

C.3 安全系数

对于给定的钢丝绳传动设计，考虑正确的 D_t/d_r 比值和钢丝绳在最恶劣工况下计算得到的 N_{equiv} ，最小安全系数可从图C.1查得。



图C.1 最小安全系数的计算

图 C.1 中的曲线是基于下面公式得出：

$$S_f = 10^{\left(\frac{\log \left(\frac{695.85 \times 10^6 N_{equiv}}{\left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{8.567}} \right)}{\log(77.09 \left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{-2.894})} \right)} \dots\dots\dots (C. 4)$$

式中:

D_t —— 曳引轮的直径;

d_r —— 钢丝绳的直径;

N_{equiv} —— 滑轮的等效数量;

S_f —— 安全系数。

ZHEJIANG MADE