



# 中华人民共和国国家标准

GB 12352—××××  
代替 GB 12352—2007

## 客运架空索道安全规范

Safety code for passengers aerial ropeways

××××-××-××发布

××××-××-××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

1	范围	.....
2	规范性引用文件	.....
3	一般规定	.....
3.1	线路	.....
3.2	运行速度	.....
3.3	运载工具的最小间隔时间	.....
3.5	钢丝绳在支架鞍座上、托(压)索轮上的安全性	.....
3.6	线路计算和钢丝绳计算的作用力	.....
3.7	救援	.....
3.8	质量保证	.....
4	钢丝绳	.....
4.1	钢丝绳的选用原则	.....
4.2	钢丝绳参数的确定	.....
4.3	钢丝绳的固定和连接	.....
4.4	检验和报废	.....
5	站内机械设备	.....
5.1	驱动装置	.....
5.2	绳轮	.....
5.3	传动轴、转轴、心轴	.....
5.4	张紧装置	.....
5.5	脱开挂接装置	.....
5.7	调车装置	.....
5.8	开关门装置	.....
5.9	位置指示器	.....
5.10	车辆导向装置	.....
5.11	缓冲器	.....
5.12	输送设备	.....
6	站房	.....
6.1	一般规定	.....
6.2	站台	.....
7	线路设施	.....
7.1	支架及基础	.....
7.2	支架上的设备	.....
7.3	支索器	.....
8	运载工具	.....
8.1	一般规定	.....

- 8.2 计算 .....
- 8.3 固定抱索器和脱挂抱索器 .....
- 8.4 运行小车 .....
- 8.5 客车制动器 .....
- 8.6 吊厢 .....
- 8.7 往复式索道车厢 .....
- 8.8 车厢门 .....
- 8.9 吊架 .....
- 8.10 吊椅 .....
- 8.11 救援车辆 .....
- 8.12 维修吊具 .....
- 9 电气设备 .....
- 9.1 一般规定 .....
- 9.2 控制 .....
- 9.3 安全 .....
- 9.4 通讯与显示 .....
- 9.5 防雷 .....
- 9.6 测试 .....
- 10 安装 .....
- 10.1 一般规定 .....
- 10.2 钢结构和线路设备的安装 .....
- 10.3 钢丝绳的安装 .....
- 10.4 站内设备的安装 .....
- 11 试车 .....
- 11.1 一般规定 .....
- 11.2 无负荷试车 .....
- 11.3 负荷试车 .....
- 11.4 紧急驱动(或救援驱动、辅助驱动)的试车 .....
- 12 运营 .....
- 12.1 人员及任务 .....
- 12.2 运行 .....
- 12.3 维护 .....
- 13 标志 .....
- 13.1 道路交通标志 .....
- 13.2 道路交通标线 .....
- 13.3 航空障碍标志 .....
- 13.4 吊椅索道特殊提示 .....

## 前 言

本标准的第 1 章、第 2 章、3.1.3.1、3.6.7、3.7.1.2、4.1.4、7.1.7、7.1.9.1、7.2.4、8.5.5、8.7.4、9.1.2、9.4.3、9.5.2~9.5.4、9.6.1、10.1.6、10.2.4、第 12 章为推荐性的,其余为强制性的。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB 12352—2007《客运架空索道安全规范》。本标准与 GB 12352—2007 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 修改了规范性引用文件(见第 2 章,2007 年版的第 2 章);
- 修改了运载工具允许摆动(见 3.1.4.1 表 1,2007 年版的 3.1.4.1);
- 修改了运载工具的偏摆要求(见 3.1.4.5 表 2,2007 年版的 3.1.4.5);
- 增加了最小风压的选取(见 3.1.5.1);
- 增加了吊椅式索道最小离地距离(见 3.1.8.1);
- 增加了跨越滑雪场雪道的高度(见 3.1.9.2);
- 修改了跨越其他索道时应符合的要求(见 3.1.9.3,2007 年版的 3.1.9.3);
- 修改了通讯电缆与空载钢丝绳沿索道线路的相互位置要求(见 3.1.9.4,2007 年版的 3.1.9.4);
- 修改了运载工具的向心加速度不应超过  $2.5 \text{ m/s}^2$ (见 3.2.3,2007 年版的 3.2.3);
- 修改了固定抱索器吊椅式索道吊椅之间的最小时间间隔(见 3.3.1 表 5,2007 年版的 3.3.1);
- 增加了吊椅式滑雪索道和非滑雪索道的单个吊椅最大载客人数(见 3.4.1);
- 增加了线路托压索轮上最小荷载(见 3.5.2.2);
- 修改了自重和有效载荷为荷载(见 3.6.1,2007 年版的 3.6.1);
- 修订了阻力系数(见 3.6.3.2 表 7,2007 年版的 3.6.3.2);
- 删除了“所有部件的可追溯性相关资料应认真保存”的内容(见 2007 年版的 3.8.2.2);
- 修改了符合 JB 4730 中的 2 级改为符合 NB/T 47013 中的 1 级[见 3.8.2 b),2007 年版的 3.8.2.3];
- 修改了新钢丝绳的抗拉安全系数(见 4.2.1 表 8,见 2007 年版的 4.2.1 表 8);
- 删除了不计入索道起、制动时的惯性力(见 2007 年版的 4.2.1.3);
- 修改了最小张力与运载工具产生的最大横向力之比(见 4.2.2.2 表 10,2007 年版的 4.2.2.2 表 10);
- 增加了钢丝绳及固定末端的报废应符合 GB/T 9075 的有关规定(见 4.4.4);
- 删除了“钢丝绳的报废”的内容(见 2007 年版的 4.5);
- 修改了钢丝绳的检验为检验和报废(见 4.4,2007 年版的 4.4);
- 修改了运行速度(见 5.1.3.1,2007 年版的 5.1.3.1);
- 修改了索道驱动轮的摩擦系数的选取(见 5.1.5.5,2007 年版的 5.1.5.5);
- 修改了张紧装置的行程至少为以下各项之和的数据(见 5.4.2,2007 年版的 5.4.2);
- 修改了张紧装置的行程不考虑钢丝绳的伸长的要求(见 5.4.3,2007 年版的 5.4.3);
- 修订了重锤张紧装置符合的要求(见 5.4.5,2007 年版的 5.4.4);
- 修订了脱开挂接装置(见 5.5,2007 年版的 5.5);
- 修改了加减速装置(见 5.6,2007 年版的 5.6);
- 修改了位置指示器(见 5.9,2007 年版的 5.9);
- 修改了固定抱索器吊椅索道的上车区装设的上车皮带的要求(见 6.2.2.6,2007 年版的 6.2.2.5);
- 修改了其他位置上的净空由 0.5 m 改为 0.6 m(见 6.2.3.1,2007 年版的 6.2.3.1);
- 修改了基础设计工作的寿命(见 7.1.7,2007 年版的 7.1.7);

- 修订了有客车制动器的承载索鞍座的条件(见 7.2.1.7,2007 年版的 7.2.1.5);
- 增加了大于设计允许值时要有报警信号(见 7.2.3.11);
- 增加了托(压)索轮制造的符合标准(见 7.2.3.13);
- 修改了摩擦系数由 0.13 改为 0.16(见 8.3.4,2007 年版的 8.3.4);
- 修改了横向摆动由 0.35 rad 改为 0.34 rad(见 8.3.6,2007 年版的 8.3.6);
- 增加了横向摆动 0.20 rad 不触及侧板的要求(见 8.3.6);
- 增加了槽深的要求(见 8.4.2);
- 增加了扶手的强度(见 8.6.3);
- 删除了“配备有救援车的索道,车厢端部应设门或活动窗”的内容(见 2007 年版的 8.7.9);
- 删除了 2007 版“对于将承载索封闭的 A 形吊架,重心的偏斜值不应大于 $\pm 50$  mm”的内容(见 2007 年版的 8.9.7);
- 增加了维修吊具(见 8.12);
- 修改了安全回路电压(见 9.3.6,2007 年版的 9.4.3);
- 修改了安装一般规定(见 10.1.1,2007 年版的 10.1.1);
- 删除了 2007 版“钢结构调整后,应采用强度等级比基础混凝土强度等级高一级的细石混凝土进行灌浆,灌浆层应密实平整,其厚度不宜小于 30 mm”的内容(见 2007 年版的 10.2.3);
- 修改了站内钢结构的安装的要求(见 10.4.1,2007 年版的 10.4.1);
- 修改了运行段轨道安装允许偏差(见 10.4.2,2007 年版的 10.4.3);
- 修改了道岔安装符合要求(见 10.4.3,2007 年版的 10.4.4);
- 修改了张紧装置符合要求(见 10.4.6,2007 年版的 10.4.8);
- 删除了“钢结构之间的联接面应接触紧密,接触面不少于 70%”的内容(见 2007 年版的 10.4.2);
- 删除了 2007 版导向板、护轨和挡轨的安装要求(见 2007 年版的 10.4.5);
- 修改了试车条件(见 11.3.1.2,见 2007 年版的 11.3.1.2);
- 修改了抱索器检查的特殊要求(见 12.3.3,2007 年版的 12.3.3);
- 增加了航空障碍标志(见 13.3);
- 增加了吊椅索道特殊提示(见 13.4);
- 增加了对双线循环式索道上站出站制动距离 1.2 倍的要求(见 3.1.3.3);
- 增加了可不受双线循环式索道上站出站制动距离 1.2 倍的要求限制的条件(见 3.1.3.3);
- 增加了对双承载单牵引循环式索道的要求(见 3.1.4.1、3.2.1);
- 增加了对跨距长度可缩短的特殊要求(见 3.1.3.2);
- 增加了对无客车制动器的双线往复式索道横向摆动吊厢之间净空由 1.0 m 改为 0.2 m(见 3.1.4.2);
- 修改了相遇运载工具之间净空要求(见 3.1.4.4,2007 年版的 3.1.4.4);
- 增加了钢丝绳横向偏摆量的计算(见 3.1.5.2);
- 增加了脱挂索道在站内纵向偏摆的要求(见 3.1.6);
- 删除了在有速度相对降低装置时允许更高速度的内容(见 2007 年版的 3.2.3);
- 增加了运行小车通过支架时对向心加速度的要求(见 3.2.3);
- 修订了承载索、运载索及牵引索动态垂度附加值(见 3.1.8.2,2007 年版的 3.1.8.2);
- 修订了(降低)固定抱索器索道不同吊具的运行速度(见 3.2.1 表 3,2007 年版的 3.2.1 表 3);
- 修订了(降低)固定抱索器索道不同吊具在站内的运行速度(见 3.2.2 表 4,2007 年版的 3.2.2 表 4);
- 修订了脱挂吊椅滑雪索道的间隔时间 5 s 改为 6 s(见 3.3.2,2007 年版的 3.3.2);
- 修订了固定抱索器吊厢(篮)索道间隔时间:8 倍改为 10 倍,12 s 改为 10 s(见 3.3.3,2007 年版的 3.3.3);

- 增加了固定抱索器吊厢(篮)索道 4 人吊厢的间隔要求(见 3.3.3);
- 增加了对吊具混编索道的速度和间隔的阐述(见 3.3.5);
- 增加和修订了单线循环索道的吊具人数的限制(见 3.4);
- 删除了对往复式索道吊厢人数的要求(见 2007 年版的 3.4.2.2);
- 修订了紧急制动减速度的值(按索道类型制定)(见 3.6.2.2,2007 年版的 3.6.2.2);
- 增加了合成树脂的  $\mu$  值(见 3.6.3.1 表 6);
- 增加了在跨距弦长上作用的换算风压(见 3.6.4.1);
- 增加了通用风压的计算公式,可用于 36 m/s 风速的风压计算;(见 3.6.4.1);
- 增加了风压均匀分布的跨间钢绳时的风压计算(见 3.6.4.2);
- 修订了对雪荷载的计算和使用(见 3.6.5,2007 年版的 3.6.5);
- 增加了动载荷(见 3.6.6);
- 增加了安装和维修时的作用力(见 3.6.7);
- 增加了额外作用力(见 3.6.8);
- 修改了钢丝绳应符合的标准(见 4.1.1,2007 年版的 4.1.1);
- 增加了编接钢丝绳最大安全系数的规定(见 4.2.1.4);
- 增加了牵引索、运载索等在固定卷筒上的弯绕比(见 4.2.3 表 11);
- 删除了包角  $>\pi$  的叙述,增加了脱挂索道选用要求(见 2007 年版的 4.2.3 表 11);
- 增加了牵引索的固定与连接的一般要求(见 4.3);
- 增加了钢丝绳固定与连接的要求(见 4.3.2~4.3.7);
- 删除了与钢丝绳检验和报废规范(GB/T 9075)相重叠的部分(见 2007 年版的 4.4、4.5);
- 增加了驱动装置制造的要求(见 5.1.1.4);
- 增加了对工作制动器的要求(见 5.1.7.9);
- 增加了对安全制动器的要求(见 5.1.7.10);
- 增加了对制动器电气装置的要求(见 5.1.7.11);
- 增加了对制动器液压装置的要求(见 5.1.7.12);
- 修改了对轴的疲劳计算系数(见 5.3.2,2007 年版的 5.3.2);
- 增加了对抱索器测力的要求(见 5.5);
- 删除了 2007 版“若仅在一个站装设了限制车辆间距的阻车器,则在另一个站不得改变发车间距”的内容(见 2007 年版的 5.7.3);
- 删除了发车间隔误差的要求(见 2007 年版的 5.7.1);
- 修改了吊椅罩开闭的要求(见 5.8.2,2007 年版的 5.8.2);
- 增加了开关门机构导向轨的要求(见 5.8.3);
- 修改了支索器的要求并把章节位置从 5.12 移至 7.3(见 7.3,2007 年版的 5.12);
- 增加了站内地面输送设备的要求(见 5.12);
- 修改了车槽长度的要求(见 6.2.1.5,2007 年版的 6.2.1.1);
- 修改了对支架强度的计算要求(见 7.1.8,2007 年版的 7.1.8);
- 增加了支架疲劳计算的方法(见 7.1.9);
- 增加了对鞍座的安全要求(见 7.2.1.8、7.2.1.9、7.2.1.10);
- 增加了捕捉器安装位置的要求(见 7.2.3.3);
- 增加了托(压)索轮组的脱索保护的要求(见 7.2.3.4);
- 修改了托索轮组均衡梁屈服安全系数,按受力进行了细化(见 7.2.3.9,2007 年版的 7.2.3.10);
- 增加了内侧板的计算要求(见 7.2.3.12);
- 增加了托(压)索轮制造的要求(见 7.2.3.13);

- 增加了应考虑救护装置的吊挂位置和吊挂方式要求(见 8.1.7)；
- 增加了脱挂索道车厢人的冲击力(见 8.2)；
- 修改了运载工具承载构件安全系数由破断强度 5 改为屈服强度 3(见 8.2.2,2007 年版的 8.2.2)；
- 增加了对导靴的要求(见 8.4.3)；
- 增加了往复索道不加客车制动器条件的牵引绳直径和驱动轮摩擦系数两项要求(见 8.5.1)；
- 修改了对制动器制动力的要求(见 8.5.5,见 2007 年版的 8.5.5)；
- 删除了对制动器摩擦片磨损 4 mm 的要求(见 2007 年版的 8.5.9)；
- 增加了对吊厢扶手的强度要求(见 8.6.3)；
- 增加了对 4 人吊厢应两侧开门的要求(见 8.6.7)；
- 增加了对吊椅护圈的安全要求(见 8.10.2)；
- 删除了运载工具控制点(见 2007 年版的 9.1.8)；
- 删除了“如采用双驱动结构,则所有电机在每种作业工况都应工作”的内容(见 2007 年版的 9.2.7)；
- 删除了“应能改变车辆在线路上的行驶方向”和“即使位置行程指示器损坏,也应具备车辆位置的控制功能”的内容(见 2007 年版的 9.3.8)；
- 增加了脱挂抱索器抱紧力的测试(见 9.6.1)；
- 增加了实际值与电机转数及设定转数的误差要求(见 9.2.4.5)；
- 增加了监控运行速度及减速监控的要求(见 9.3.7、9.3.8、9.3.10)；
- 增加了对控制室的要求(见 9.3.5、9.3.7)；
- 增加或修改了对停车控制的要求(见 9.2.4.7 至 9.2.4.16)；
- 增加了对运行控制的要求(见 9.2.5.1、9.2.5.2、9.2.5.7、9.2.5.10、9.2.5.11)。

本标准由全国索道与游乐设施标准化技术委员会(SAC/T C250)提出并归口。

本标准负责起草单位:北京起重运输机械设计研究院。

本标准主要起草人:张海乔、黄鹏智、黄越峰、刘旭升、杨祥义、樊俊宏、姜红旗、里鑫、温新婕、徐伟、张强、杜俊明、王旭、李刚、闫登华。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 12352—1990、GB 12352—2007。

# 客运架空索道安全规范

## 1 范围

本标准规定了客运架空索道的设计、制造、安装、检验、使用与管理等方面最基本的安全要求。

本标准适用于往复式客运架空索道和循环式客运架空索道。

本标准不适用于货运索道、地面缆车、拖牵索道、非公用客运索道以及矿山井下专业用途的通勤索道。

## 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 146.2 标准轨距铁路建筑限界

GB/T 188 762 毫米轨距铁路机车车辆限界和建筑接近限界分类及基本尺寸

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 352 密封钢丝绳

GB/T 1031 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值

GB/T 8918 重要用途钢丝绳

GB/T 9075 索道用钢丝绳检验和报废规范

GB/T 24731 客运索道驱动装置通用技术条件

GB/T 24732 客运索道托(压)索轮通用技术条件

GB/T 26722 索道用钢丝绳

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50009—2012 建筑结构荷载规范

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50017 钢结构设计规范

GB 50061 工业与民用 66 千伏及以下架空电力线路设计规范

GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范

NB/T 47013(所有部分) 承压设备无损检测

DL/T 1561.1~1561.17 电气装置安装工程质量检验及评定规程

## 3 一般规定

### 3.1 线路

#### 3.1.1 线路的选择

3.1.1.1 选择索道线路时,应考虑当地气候、地理条件、索道要经过的交通要道和跨越的其他建筑设施以及紧急救援的要求。

3.1.1.2 索道线路中心线在水平面上的投影应为一直线(带转角站及三角形索道例外)。



### 3.1.1.3 索道线路和站址应避免建在下列地区：

- 山地风口,并与主导风向正交的地段上；
- 有雪崩、滑坡、塌方、溶洞、风暴、海啸、洪水、火灾等危及索道安全的地区,经过主管部门的批准,采取预防措施时例外；
- 凡是建在军事设施附近的索道,应按照军事基地管理单位的要求采取相应的措施。

### 3.1.2 最大倾角

循环式客运架空索道其钢丝绳的最大倾角不应超过 0.785 rad。

### 3.1.3 跨距长度

3.1.3.1 线路上任一跨距中空载索<sup>1)</sup>或空索<sup>2)</sup>(根据设备类型而定)与满载索<sup>3)</sup>在此跨距端部切线倾角的变化不宜大于 0.15rad。对于双承载的往复式和循环式索道上述规定不适用。

3.1.3.2 单线循环式脱挂抱索器索道相邻站房一跨的俯角(弦倾角)不应大于 0.01 rad。站内任一检测抱索器挂接可靠性的开关至站口向下变坡点的距离应不小于该开关所触发的制动行程的 1.2 倍；对于单线双环路索道不受上述 1.2 倍制动距离的限制。

3.1.3.3 对双线循环式脱挂抱索器架空索道,承载索应仰角出站,仰角(弦倾角)应不小于 0.1 rad。站内任一检测抱索器挂接可靠性的开关至站口向下变坡点的距离应不小于该开关所触发的制动行程的 1.2 倍；当采用特定的防未挂接装置以满足脱挂抱索器出站时和牵引索可靠挂接的条件,可以不受上述 1.2 倍制动距离的限制。防未挂接装置应具备：

- 应是非电控的机械式结构；
- 对抱索器与牵引索的挂接具有强制性或约束性功能；
- 该装置的状态可监控；
- 该装置应经过可靠性试验。

### 3.1.4 横向净空

3.1.4.1 运载工具与支架间的净空应符合表 1 的规定。

表 1 运载工具与支架间的净空要求

运载工具	支架情况	允许摆动/rad	离支架距离/m
封闭式	无导向装置	0.34	—
封闭式无乘务员且 $V > 5.0$ m/s	有导向装置	0.24	—
封闭式无乘务员且 $V \leq 5.0$ m/s	有导向装置	0.20	—
封闭式有乘务员并不能在车内控制停车且 $V > 7.0$ m/s	有导向装置	0.15	—
封闭式有乘务员并能在车内控制停车且 $V \leq 7.0$ m/s	有导向装置	0.12	—
敞开式(无乘客)	无导向装置	0.34	—
敞开式(有乘客)	无导向装置	0.20	0.5

- 1) 空载索:按要求的间隔挂有空运载工具的承载索或运载索。
- 2) 空索:没有运载工具的承载索或运载索。
- 3) 满载索:按要求的间隔挂有满额定荷载运载工具的承载索或运载索。

对于双承载往复式和循环式架空索道、单线双环路架空索道,在没有导向装置的情况下,允许横向偏摆 0.15 rad,离支架的安全距离为 0.3 m。

3.1.4.2 往复式客运索道两客车在跨间相对运行时,同时向内侧摆动 0.20 rad,相遇时两客车之间的净空不应小于 0.2 m。

3.1.4.3 单侧往复运行的索道,客车向内侧摆动 0.20 rad 时,与另一侧牵引索水平投影的最小净空不应小于 2.0 m。

3.1.4.4 对于单线循环式客运索道,两吊具在跨间运行时同时向内侧摆动 0.20 rad 时,相遇时两封闭式吊具之间的净空不应小于 0.2 m;两敞开式吊具之间的净空应不小于 1 m;在进站口或出站口应不小于 0.5 m。

3.1.4.5 客车与外侧障碍物的水平净空应符合表 2 的规定。

表 2 客车与外侧障碍物的水平净空要求

运载工具偏摆	障碍物	净空/m
向外偏摆(0.34 rad)	建筑物(无人员通行)	1.5
	建筑物(有人员通行)	2.5
	林间通道、公路、山体	1.5
	架空电力线路	按有关标准规定
注:对站房区域不受此限。		

3.1.4.6 两条索道线路平行靠近时,其中心线的距离  $A$  应按式(1)计算:

$$A = 0.5(K_1 + K_2 + B_1 + B_2) + 0.2(h_1 + h_2 + \Delta_s) + 1.5 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$K_1, K_2$ ——两条线路索距,单位为米(m);

$B_1, B_2$ ——两条线路上运载工具宽度,单位为米(m);

$h_1, h_2$ ——两条线路上运载工具高度,单位为米(m);

$\Delta_s$ ——两条线路上承载索或运载索之间的最大垂直距离,单位为米(m)。

### 3.1.5 索距

3.1.5.1 在确定索距时应满足 3.1.4 的有关规定。在线路跨间的索距,还应加上线路一侧钢丝绳受运行时风压作用产生的横向偏摆量,最小风压按 3.6.4.1 选取。当跨距弦长大于 400 m 时,按换算风荷载(见 3.6.4.2)计算作用在钢丝绳的横向偏摆量。对于往复式索道在站口处不受此限。

3.1.5.2 跨中钢丝绳横向偏摆量  $f$  按式(2)计算:

$$f = \frac{c \times q \times d \times L_H^2}{8 \times S_{\min}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$C$ ——体型系数(见 3.6.4.3);

$q$ ——风压,单位为千牛每平方米(kN/m<sup>2</sup>);

$d$ ——钢丝绳直径,单位为米(m);

$S_{\min}$ ——跨中钢丝绳的最小张力,单位为千牛(kN);

$L_H$ ——换算弦长(见 3.6.4.2),单位为米(m)。

3.1.5.3 通常索道的索距应保持不变,当需要改变时,应计算钢丝绳在水平面上所形成的偏斜,在未考虑风力和动荷载影响时,允许偏差如下:

——在任何静荷载情况下钢丝绳由于偏斜而引起的水平力不应超过钢丝绳垂直力的 10%;

——对双线架空索道,承载索在鞍座上形成的水平角不应超过 0.005 rad;

- 对单线架空索道,运载索在托(压)索轮组上形成的水平角不应超过  $0.005 \text{ rad}$ ;
- 对于不符合上述要求的较大偏斜,应采取安全措施保证运载工具安全通过支架。

### 3.1.6 运载工具的纵向偏摆

循环式索道运载工具在线路上及站内纵向偏摆  $0.34 \text{ rad}$  后不应触及钢丝绳和线路支架;往复式索道车辆在线路上纵向偏摆不应超过  $0.34 \text{ rad}$  并不应触及支架鞍座,在站内纵向偏摆  $0.15 \text{ rad}$  后不应触及任何站内结构,并保证人员通行的安全距离;脱挂索道在站内纵向偏摆  $0.34 \text{ rad}$  后不应触及除站内地面导向装置以外任何站内结构。

### 3.1.7 允许最大的离地高度

3.1.7.1 架空索道的最大离地高度除考虑最不利荷载情况和地面的横向坡度的影响,还应考虑运载工具型式和救护的可能。

3.1.7.2 封闭式运载工具的架空索道允许的线路最大离地高度不应大于  $45 \text{ m}$ 。对于循环式脱挂抱索器吊厢索道及脉动循环式固定抱索器吊厢索道,当每侧超过  $45 \text{ m}$  区段的吊厢总数不超过 5 辆吊厢时,该区段的最大离地高度允许达  $60 \text{ m}$ ,若超过  $60 \text{ m}$ ,应具备可将乘客进行水平营救的设施。对于往复式索道最大离地高度允许超过  $60 \text{ m}$ ,当超过  $100 \text{ m}$  时应具备可将乘客进行水平营救的设施。

3.1.7.3 敞开式运载工具的架空索道,对于旅游用吊椅索道,允许的线路最大离地高度不应大于  $15 \text{ m}$ 。对于滑雪用吊椅索道,当索道线路每侧局部地段总长不大于  $200 \text{ m}$  时,该段最大离地高度允许达  $20 \text{ m}$ ;当索道线路每侧局部地段总长在  $50 \text{ m}$  内时,该段最大离地高度允许达  $25 \text{ m}$ 。

3.1.7.4 对于吊篮索道允许的线路最大离地高度不应大于  $25 \text{ m}$ 。当索道线路每侧局部地段总长不大于  $200 \text{ m}$  时,该段最大离地高度允许达  $30 \text{ m}$ ;当索道线路每侧局部地段总长在  $50 \text{ m}$  内时,该段最大离地高度允许达  $35 \text{ m}$ 。

### 3.1.8 允许最小的离地距离

3.1.8.1 满载客车的最低点与地面之间的距离应不小于以下各值:

- 无人通行的地区或是禁止通行的隔离地带为  $2 \text{ m}$ ;
- 在线路下面允许行人通过的地面为  $3 \text{ m}$ ;
- 跨越道路和公用设施的地段,应符合 3.1.9 的规定。

注 1: 在站房和站口支架之间可不受此限。

注 2: 离地最小距离应考虑积雪厚度对其影响。

3.1.8.2 在确定离地最小距离时,除以静态位置为依据外,还应考虑动态附加值,即应减去下列数据中的最大值:

- 与相邻支架间距的  $1\%$ ;
- 承载索静垂度  $5\%$ ;
- 运载索垂度的  $25\%$ ;
- 牵引索和平衡索垂度的  $20\%$ 。

### 3.1.9 线路的立交与避让

3.1.9.1 与铁路、公路、索道、电线、通航河流等相交叉跨越或平行走向时,应彼此不干涉,在正常运行和进行维修时能够保证安全,且不会影响正常救护工作。

3.1.9.2 当索道跨越下列地区时,索道或防护设施的最低点与所跨越物的最小垂直距离应符合下列要求:

- 跨越国家干线时应符合 GB 146.2 的规定;
- 跨越地方铁路干线时应符合 GB/T 188 的规定;
- 跨越电气管线时应符合 GB 50061 的规定,在与电力线路交叉时索道线路尽可能从电力线路

下方通过,如果只能从上方通过,则在索道的下方应装设安全保护设施;

- 跨越一、二级公路不应小于 5.0 m;跨越三、四级公路不应小于 4.5 m;
- 跨越通航河流上空时,与最大洪水位(加上壅水和浪高)船只桅杆顶的垂直距离不应小于 1.0 m;
- 跨越居民区或耕地时离地垂直距离不应小于 5.0 m;
- 跨越建筑物时与建筑物顶垂直距离不应小于 2.0 m;
- 跨越果林经济作物林,与林木最高点的距离不应小于 1.5 m,同时还应考虑修剪周期内林木生长的高度;
- 跨越滑雪场雪道时,距雪道面应不小于 3.5 m。

### 3.1.9.3 跨越其他索道时应符合下列要求:

- 吊具的最低边缘或牵引索与下面索道的支架或其他构筑物的距离不应小于 1.5 m;
- 牵引索在最大垂度时,与下面运载索处在最高位置时的距离不应小于 3.0 m;
- 牵引索在最大垂度时,与下面空载承载索在张力增大 10%时的距离不应小于 3.0 m;
- 跨越拖牵式索道时,除了与其通讯电缆的距离不应小于 3.0 m 外,离开拖牵式索道空载钢丝绳的最高位置也不应小于 3.0 m。

3.1.9.4 当通讯电缆沿索道的支架架设时,其线路应位于空载钢丝绳线路的上方或在吊具满载运行轨迹的下方;当吊具横向偏摆 0.20 rad 时,与其的安全距离不应小于 0.5 m。

## 3.2 运行速度

3.2.1 运载工具在线路上的最大运行速度不应超过表 3 的值。

表 3 运载工具在线路上的最大运行速度要求

索道型式		使用条件		最大运行速度(m/s)	
往复式索道	双线	车厢内有乘务员并可控制停车时	在跨间时	12.0	
			过支架及在硬轨上运行时		10.0
		车厢内无乘务员	在跨间时		7.0
			过支架时	单承载索	6.0
	双承载索	7.0			
	单线	在跨间时			6.0
过支架时			5.0		
双线脉动循环式索道		车厢内无乘务员时		5.0	
		车厢内有乘务员时		7.0	
循环式脱挂抱索器索道	双线	单承载索		6.0	
		双承载索		7.0	
	单线	一根运载索		6.0	
		二根运载索(单线双环路)		7.0	
循环式固定抱索器索道	单线脉动	半封闭式或封闭式吊具		5.0	
	单线连续	敞开式吊椅	运送滑雪者	单人或两人	2.0
				3人或4人	1.8
				6人	1.5
		运送非滑雪者		1.25	
		两人吊厢、吊篮		1.0	
四人吊厢、吊篮		0.8			

3.2.2 运载工具在站内(上下车位置)的最大运行速度不应超过表 4 的值。

表 4 运载工具在站内(上下车位置)的最大运行速度要求

索道型式	使用条件		最大运行速度/(m/s)
循环式脱挂抱索器索道	封闭式运载工具		0.5
	敞开式运载工具	运送滑雪者	1.2
		运送非滑雪者人从前面上下	1.0
		人从侧面上下	0.5
循环式固定抱索器索道	运送滑雪者	单人或两人吊椅	2.0
		3人或4人吊椅	1.8
		6人吊椅	1.5
	运送非滑雪者	单人或两人吊椅	1.25
		两人吊厢、吊篮	1.0
		四人吊厢、吊篮	0.8
脉动循环式索道	封闭式运载工具		0.5

3.2.3 任意类型的索道其运载工具在通过线路支承结构时,运载工具的向心加速度不应超过  $2.5 \text{ m/s}^2$ 。

### 3.3 运载工具的最小间隔时间

3.3.1 对于固定抱索器吊椅式索道吊椅之间的最小间隔时间,见表 5。

表 5 允许的最小间隔

索道型式		允许的最小间隔
单人乘坐		不小于 5 s
双人乘坐	两人同时上下时	不小于 8 s
	两人不同时上下时	不小于 10 s
运送滑雪者		不小于 7 s

3.3.2 运送滑雪者的脱挂抱索器吊椅索道吊椅之间的最小间隔时间不应小于 6 s。

3.3.3 固定抱索器两人吊厢、两人吊篮式索道,吊厢(或吊篮)之间的最小间隔时间为 10 倍运行速度且不小于 10 s,对于四人吊厢最小间隔时间应不小于 18 s。

3.3.4 脱挂抱索器吊厢索道,吊厢之间的最小间距不应小于正常停车行程的 1.5 倍,且不小于 9 s。

3.3.5 运载工具混编的索道,应依据运载工具类型取 3.3.1、3.3.2、3.3.3、3.3.4 中的大值。

### 3.4 允许载客人数

3.4.1 吊椅式滑雪索道的单个吊椅最大载客人数为 6 人;吊椅式非滑雪索道的单个吊椅最大载客人数为 2 人。

3.4.2 单线循环式固定抱索器索道的吊厢(篮)最大载客人数为 4 人。

3.4.3 单线循环式脱挂抱索器索道和单线循环脉动式固定抱索器索道的运载工具最大载客人数为 8 人,不包括单线双环路索道。

### 3.5 钢丝绳在支架鞍座上、托(压)索轮上的安全性

#### 3.5.1 双线索道

3.5.1.1 在承载索最大拉力增加了 40% 时,承载索对支架鞍座的最小载荷不应为负值;在索最小拉力下降 40% 时,承载索承载对偏斜鞍座(仅在站房)的最小载荷不应为负值。

3.5.1.2 空承载索在支架鞍座上的折角不应小于 0.02 rad。

3.5.1.3 承载索对支架鞍座的最小荷载不应小于相邻跨距承载索弦长所承受 0.5 kN/m<sup>2</sup> 风压的向上风力之和的一半。

3.5.1.4 承载索空载时对支架鞍座的最小荷载和水平风力的合力应当作用在绳槽内。

3.5.1.5 在匀速运动状态下,牵引索最大张力增加 40% 时,牵引索对支架托索轮组的最小荷载不应为负值。

3.5.1.6 当索道停运时,牵引索在支架托索轮组上的最小压力不应小于 0.8 kN/m<sup>2</sup> 风压作用在相邻两跨牵引索向上风力的一半。

#### 3.5.2 单线索道

3.5.2.1 线路支架上的最小支承力:

——匀速运行时,托索支架应按风压 0.25 kN/m<sup>2</sup> 作用在相邻两跨空载索或空索较长跨弦长上所产生的向上风力的 1.5 倍计算最小支架荷载;

——停运时,应按风压 0.8 kN/m<sup>2</sup> 作用在相邻两跨空载索或空索弦长上所产生的向上风力之和的一半计算支架最小荷载;

——匀速运动时,压索支架应按风压 0.25 kN/m<sup>2</sup> 作用在相邻两跨满载索较长跨弦长上产生的向下风力的 1.5 倍计算最小支架荷载。

3.5.2.2 线路托(压)索轮上最小荷载:

——在凹陷地段的托索支架上,当运载索最大张力增加 40% 时,运载索在托索轮组上最小荷载不应出现负值;

——在压索支架上当运载索最小张力降低 20%,同时有效荷载增加 25% 时,运载索不应离开压索轮。

3.5.2.3 匀速运动的运载索最小轮压不应小于 500 N 并满足式(3):

$$A \geq 500 + 50[d - (D_1 - D_2)] \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

A ——最小轮压,单位为牛(N);

d ——钢丝绳直径,单位为毫米(mm);

D<sub>1</sub> ——整轮外径,单位为毫米(mm);

D<sub>2</sub> ——新轮衬槽底直径,单位为毫米(mm)。

空索时式(3)的值允许减少 50%。

3.5.2.4 组合式托(压)索轮组中的托(压)索轮相对运载索的最小轮压仍应根据 3.5.2.3 确定。

#### 3.5.3 托(压)索轮的折角

3.5.3.1 单线索道每个托(压)索轮上的最大折角不应大于 0.08 rad。

3.5.3.2 双线索道上牵引索或平衡索在每个托(压)索轮上的折角不应大于 0.08 rad。

### 3.6 线路计算和钢丝绳计算的作用力

#### 3.6.1 荷载

3.6.1.1 钢丝绳和运载工具的自重应依据制造厂的说明。实际的质量与设计质量的偏差不应大于

±3%，实际质量应与进行线路计算和钢丝绳计算所取的值相符。

3.6.1.2 有效荷载：15人以下时平均每人重力按 740 N 计算；16人以上时，平均每人重力按 690 N 计算；对于运送滑雪者的索道还应每人加上 50 N 装备的重力。

### 3.6.2 动态作用力(惯性力)

3.6.2.1 启动加速度最小为  $0.15 \text{ m/s}^2$  时的惯性力。

3.6.2.2 减速度为下列值时的惯性力：

——工作制动减速度最小为  $0.4 \text{ m/s}^2$ ；

——紧急制动减速度对循环式索道，制动系统制动减速度不应大于  $1.5 \text{ m/s}^2$ ；对于往复式、脱挂式双线循环，脉动式索道，制动系统制动减速度不应大于  $2.0 \text{ m/s}^2$ 。

3.6.2.3 特殊情况应验证下列动态作用力：

——当设备有两根或多根牵引索时，由于一根牵引索破断引起的动态作用力；

——设备有客车制动器，当客车制动器制动之后在整个牵引索环线的动态作用力。

### 3.6.3 摩擦系数 $\mu_{zul}$

3.6.3.1 为了计算驱动轮传递的力(见 5.1.5)，应采用表 6 中的许用摩擦系数  $\mu_{zul}$ 。

表 6 许用摩擦系数  $\mu_{zul}$

衬垫材料	匀速运动时的摩擦系数	启动及制动时的摩擦系数
钢绳槽或铸铁绳槽	0.07	0.07
橡胶、塑料衬垫等	0.2	0.22
软铝衬垫(布氏硬度 $\leq 500 \text{ N/mm}^2$ )	0.2	0.2
合成树脂	0.25	0.3

注：其他工程材料实际的摩擦系数通过试验得到。

3.6.3.2 线路计算时，应采用表 7 的阻力系数。

表 7 阻力系数

设备名称		阻力系数
托(压)索轮	橡胶衬	0.025
	塑料衬	0.020
运行小车车轮	橡胶衬	0.020
	塑料衬	0.020
导向轮	采用滚动轴承	0.003
	采用滑动轴承	0.010
承载索滚子链	带滚动轴承	0.005
	带滑动轴承	0.010
张紧小车		0.010
承载索鞍座		0.10

### 3.6.4 风荷载

#### 3.6.4.1 进行计算时,按下述风荷载乘以体型系数:

a) 运行时: $q=0.25 \text{ kN/m}^2$ 。

停运时: $q=0.8 \text{ kN/m}^2$ , 风速大于  $36 \text{ m/s}$  的  $q$  值按 GB 50009—2012 第 8 章和附录 E 的有关规定计算取值。

b) 海拔  $3\,000 \text{ m}$  以上时,上述  $q$  值允许降低  $20\%$ 。

c) 如果由风压形成的荷载是均匀分布在跨间线路钢丝绳的全长上,则该风压可根据跨距弦长  $L$  按式(4)选取(只适用于停运状态):

$$q_{\text{red}} = \beta \times q \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$q_{\text{red}}$ ——在跨距弦长上作用的换算风荷载,单位为千牛每平方米( $\text{kN/m}^2$ );

$\beta$  ——换算系数;

$q$  ——风荷载,单位为千牛每平方米( $\text{kN/m}^2$ )。

$\beta$  ——值根据跨距弦长  $L$  按以下选取:

——对  $L \leq 200 \text{ m}$       $\beta = 1.0$ ;

——对  $L \geq 900 \text{ m}$       $\beta = 0.65$ ;

——对  $L$  在  $200 \text{ m} \sim 900 \text{ m}$  之间的  $\beta$  值可利用直线插值法求得。

#### 3.6.4.2 按下述风压计算钢丝绳由风荷载产生的侧向偏摆:

a) 运行时: $q=0.20 \text{ kN/m}^2$ 。

停运时: $q=0.8 \text{ kN/m}^2$ 。

b) 当跨距长度大于  $400 \text{ m}$  时,按式(5)换算钢丝绳风荷载:

$$q' = q \left( \frac{L_{\text{H}}}{L} \right)^2 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$q'$  ——换算风荷载,单位为千牛每平方米( $\text{kN/m}^2$ );

$q$  ——规定风荷载,单位为千牛每平方米( $\text{kN/m}^2$ );

$L_{\text{H}}$  ——换算弦长,单位为米( $\text{m}$ );

$L$  ——跨距弦长,单位为米( $\text{m}$ )。

c)  $400 \text{ m}$  以上的跨度在计算风力时,换算弦长按式(6)计算:

$$L_{\text{H}} = 240 + 0.4L \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

$L_{\text{H}}$  ——换算弦长,单位为米( $\text{m}$ );

$L$  ——跨距弦长,单位为米( $\text{m}$ )。

#### 3.6.4.3 体型系数:

——密封式钢丝绳:1.15;

——多股钢丝绳:1.25;

——行走机构及吊架:1.6;

——矩形车厢:1.3;

——带圆角的矩形车厢: $1.3 - 2r/L$  ( $r$  = 车厢倒角半径; $L$  = 车厢长度);

——托索轮:1.6;

——圆管形支架:1.2;

——方管及轧制型材支架:2。

注:允许使用风洞实验所取得的数据。



3.6.4.4 对于没有外罩的空吊椅,其侧向体型系数与迎风面积( $\text{m}^2$ )的乘积为  $0.2+0.1n$ ;满载吊椅为  $0.4+0.2n$ 。其中  $n$  为每个吊椅的人数。

### 3.6.5 雪荷载及冰荷载

3.6.5.1 在进行土建结构和各站设备棚罩设计时应考虑雪荷载,雪荷载按 GB 50009—2012 中第 7 章和附录 E 设计。

3.6.5.2 冰冻地区应考虑钢丝绳或支架上的冰荷载。冰层厚度按 25mm,容积质量按  $600 \text{ kg/m}^3$  计算。

3.6.5.3 承载索计算时应考虑停运时风载和冰载同时作用:风荷载按  $0.8 \text{ kN/m}^2$  取值;冰荷载取 3.6.5.2 计算值的 0.4 倍。

### 3.6.6 动荷载

3.6.6.1 在进行土建结构计算时应考虑满载运载工具通过支架所产生的荷载。计算时动力系数  $\phi$  按下述说明选取:

a) 单线和单线双环路架空索道:

——压索支架,托压索组合支架,以及相似的结构  $\phi=1.0$ ;

——托索支架,  $\phi=0.5$ ;

b) 双线架空索道,线路支撑结构  $\phi=0.2$ 。

3.6.6.2 由于抱索器通过支架所产生的作用力,这些力沿运行方向作用于支架结构的两侧。其值按下述情况选取:

——压索或者托/压索支架,作用在一个轮子上实际荷载的 50%;

——托索支架,作用在一个轮子上实际荷载的 25%。

### 3.6.7 安装和维修工作时的作用力

3.6.7.1 支架结构应考虑安装或维修时出现的偏荷载,该偏荷载可采用线路总体计算时根据设备形式和使用状况计算出的空绳或空载绳在该支撑处的作用力。

3.6.7.2 当利用支架结构进行钢丝绳的抬起或锚固时,支架结构所受的抬起力或绳张力可按总体计算中根据设备型式和使用状况计算出的空绳或空载在该支架处的支撑力或张力。该支撑力或张力应考虑  $\pm 0.09 \text{ rad}(\pm 5^\circ)$  的偏移。

### 3.6.8 额外作用力

3.6.8.1 由制动器的制动力产生额外作用力按下列工况取值:

a) 当轨道制动器未按规定突然制动时:承载索所承受的作用力应按 1.3 倍的轨道制动器的制动力计算。

b) 当高速轴制动器(工作制动器)或驱动轮制动器未按规定突然制动时,站房支承结构应按低速制动器(安全制动器)产生制动力的 1.5 倍考虑。

3.6.8.2 脱索时钢丝绳在捕捉器上的作用力:

a) 运行时若钢丝绳在支架上脱索落在捕捉器上,钢丝绳将在捕捉器上产生摩擦力。钢丝绳与捕捉器之间的摩擦系数为 0.30,压力值为线路计算中在该处最大支承力的 1.3 倍(托索支架),2 倍(压索支架)。

b) 停运时若钢丝绳在支架上脱索后落在捕捉器上,按线路计算时在该处支架最大支承力的 1.3 倍(托索支架),2 倍(压索支架)取值。

c) 考虑一个抱索器被挂住的附加力(当抱索器不能从捕捉器上驶过):其值为抱索器最大脱开力的 1.1 倍和支架最大支承力的 1.1 倍。

3.6.8.3 停运时空的运载工具上所受风力作用力值根据 3.6.4.1 求得(脱挂和往复式索道空车按规定不停留在线路上除外)。

## 3.7 救援

### 3.7.1 一般规定

3.7.1.1 所有架空索道在发生设备停车的故障时,操作负责人应通知并安抚乘客。应优先考虑恢复运行,若不能恢复运行,应按照应急救援预案,实施对乘客的救援。

3.7.1.2 一般应在 3.5 h 内将乘客从索道上救至安全区域。

3.7.1.3 夜间救援时,应有照明设施。

3.7.1.4 救援设备应有完整、清晰的使用说明。

### 3.7.2 垂直救援

3.7.2.1 在满足下述条件情况下,允许采用垂直救援方式将乘客救援到地面:

- 救援高度在允许的最大离地高度范围内(见 3.1.7);
- 地形条件适合于此种救援或进行了相应的准备工作。

3.7.2.2 垂直救援设备包括锚固点应在现场进行适用性测试。垂直救援设备应按要求进行使用、保存、维护、检查、测试和报废,对所有替换部件或备件的可互换性进行确认。

3.7.2.3 救援设备应具有完整、清晰的使用说明。

### 3.7.3 水平救援(沿钢丝绳进行救援)

3.7.3.1 若索道线路的全部或部分不能够将乘客垂直救援到地面,则应提供全部或部分沿钢丝绳进行救援所需的设备。

3.7.3.2 相应的机械设备应作为永久设备装配到位,在救援计划中应清晰地注明合理的操作人员数量和所需要的最长时间。

3.7.3.3 救援设备应具有一个独立于主驱动的驱动系统或者具有一个可自行提供动力的车辆。

## 3.8 质量保证

3.8.1 索道重要受力部件的材料应有材质证明。

3.8.2 对于若失效或发生故障就会对安全造成危害的部件,应满足下列要求:

- a) 生产和召回的可追溯性。能够确认材料的来源、提供各个生产阶段的生产工艺文件、保证相关人员的配置。
- b) 至少下列部件应进行无损探伤,并符合 NB/T 47013 中的 I 级要求:
  - 抱索器内、外抱卡、轴;
  - 驱动轮、迂回轮、导向轮的主轴;
  - 托(压)索轮组的轴系;
  - 绳头套筒;
  - 钢丝绳末端固定轴;
  - 运载工具的轴及吊杆或吊架;
  - 驱动轮和迂回轮轮体主要受力焊缝。
- c) 索道设备出厂时应按有关标准进行严格检验,并出具合格证书,不符合设计要求的设备,严禁出厂。涉及人身安全的设备,应经过设计文件鉴定及型式试验合格后,才能在工程中使用。

## 4 钢丝绳

### 4.1 钢丝绳的选用原则

4.1.1 钢丝绳应符合 GB/T 26722、或 GB/T 8918 的要求，密封钢丝绳应符合 GB/T 352 的要求。

4.1.2 承载索应采用整根的，且全部由钢丝捻制而成的密封型钢丝绳，不应采用敞开式螺旋型和有任何类型纤维芯的钢丝绳作承载索。

4.1.3 牵引索、平衡索、运载索、循环式救护索应选用线接触或面接触、同向捻带纤维芯的股式结构钢丝绳，在有腐蚀环境中推荐选用镀锌钢丝绳。

4.1.4 张紧索应采用挠性好耐弯曲的钢丝绳，按 4.2.3 中规定用在大直径的张紧轮(或滚子链)时除外。

### 4.2 钢丝绳参数的确定

#### 4.2.1 抗拉安全系数

4.2.1.1 钢丝绳的抗拉安全系数即钢丝绳的最小破断拉力与钢丝绳最大工作拉力之比，不应小于表 8 所列数值。

表 8 抗拉安全系数

钢丝绳的种类	荷载情况	安全系数
承载索	正常运行荷载	3.15
	考虑了客车制动器作用力的影响	2.7
	考虑了停运时风和冰的作用力	2.25
牵引索、平衡索、制动索	带客车制动器的往复式索道	4.5
	没有客车制动器的往复式索道	5.0
	双线循环式索道	4.5
运载索		4.5
张紧索 <sup>a</sup>		5.5
救护索	封闭环线的钢丝绳(运行状态)	3.5
	封闭环线的钢丝绳(停运状态)	3.0
	在绞车上的钢丝绳	5.0
信号索和锚拉索	没有考虑结冰的情况	3.0
	考虑结冰的情况	2.5

<sup>a</sup> 当采用两根或多根平行的张紧索时，每根张紧索的安全系数要提高 20%。

4.2.1.2 承载索的最大工作拉力应包括：

- 承载索张紧重锤的重力(两端锚固时为计算起点的设计拉力)，并考虑温度变化的影响；
- 承载索在滚子链上或张紧索在导向轮上的阻力；
- 由高差引起的承载索重力和由运载工具引起的拉力的变化；
- 承载索在鞍座上的摩擦阻力。

4.2.1.3 运载索最大工作拉力应包括下列力值：

- 张紧装置开始的初张力；
- 由高差引起的运载索重力和重车重力的分力；
- 各支架托(压)索轮组的阻力；
- 站内各有关设备的运行阻力；
- 液压张紧装置张紧力正常允许增加值(增加值不超过3%可忽略不计)。

4.2.1.4 对于编接的钢丝绳,未考虑动态作用力时,抗拉安全系数不应超过15。

#### 4.2.2 横向荷载与轮压的关系

4.2.2.1 钢丝绳张紧时,其最小张力与单个车轮产生的最大横向轮压之比应大于表9所给出的值。

表9 最小张力与单个车轮的最大横向轮压比

钢丝绳类型	衬块情况	比值
运载索	带柔性衬,弹性模数等于或小于5 000 N/mm <sup>2</sup>	60
	带硬衬,弹性模数大于5 000 N/mm <sup>2</sup>	80

4.2.2.2 钢丝绳张紧时,其最小张力与运载工具产生的最大横向力之比应大于表10所给出的值。

表10 最小张力与运载工具产生的最大横向力比

钢丝绳类型	使用情况	比值
承载索	重锤张紧	10
	两端锚固	8
运载索	单抱索器或双抱索器之间的间距小于2倍捻距长度	15
	双抱索器之间的间距大于2倍捻距长度	12

4.2.2.3 对于双线车组往复式索道承载索最小张力应大于单辆重车重力的15倍。

#### 4.2.3 弯挠比

根据钢丝绳的用途和使用场合,绳轮直径 $D$ 与钢丝绳公称直径 $d$ 的比值不应小于表11中的值,承载索鞍座或滚子链的曲率半径 $R$ 和钢丝绳公称直径 $d$ 的比值不应小于表12中的值。

表11 绳轮直径 $D$ 与钢丝绳公称直径 $d$ 的比值

用途	钢丝绳类型	使用场合		绳轮直径 $D$ 与钢丝绳直径 $d$ 的比值	绳轮直径 $D$ 与最外层钢丝绳直径(高度)的比值
承载索	密封式	锚固卷筒 <sup>a</sup>		65	650 <sup>a</sup>
		导向轮		130	1 300 <sup>a</sup>
牵引索、平衡索和运载索	多股铰捻式	驱动轮、迂回轮	固定抱索器 循环索道	100	800~ 1 000
			其他类型索道	80	

表 11 (续)

用途	钢丝绳类型	使用场合		绳轮直径 $D$ 与钢丝绳直径 $d$ 的比值	绳轮直径 $D$ 与最外层钢丝绳直径(高度)的比值
牵引索、平衡索	多股绞捻式	固定卷筒		22	220
张紧索	密封式和多股绞捻式	迂回轮、导向轮	往复式	50	850
			循环式	40	700
	多股绞捻式	用于静止转动时(如端部套环)			
		迂回和转向	8		
多股绞捻式	用于可旋转移动时				
	迂回和转向缠绕卷筒	20			
救护索	多股绞捻式	绳轮		40	
		绞车		30	
<sup>a</sup> 当选用外层丝高为 3.5 mm 时,应分别为 1 000 和 1800。					

表 12 承载索鞍座或滚子链的曲率半径  $R$  和钢丝绳公称直径  $d$  的比值

钢丝绳用途	使用场合	曲率半径 $R$ 与钢丝绳直径 $d$ 的比值
承载索	滚子链	90
	客车通过的鞍座	300
	重锤张紧端站口鞍座	250
	锚固端站口鞍座	200
	锚固端导向鞍座	65
安全网	鞍座	65

## 4.3 钢丝绳的固定和连接

### 4.3.1 一般要求

4.3.1.1 应避免钢丝绳连接处附近由于钢丝绳的振动而产生的弯曲应力。必要时,应配备带衬的保护套筒。保护套衬垫应符合下列要求:

- 衬垫的长度至少为  $4d$  ( $d$  为钢丝绳公称直径);
- 衬垫的厚度  $\delta$  为  $0.25d \leq \delta \leq 0.5d$ , 其内径与钢丝绳公称直径相等;
- 对钢丝绳没有腐蚀,肖氏硬度为 90HS~95HS 的聚氨酯或耐磨的柔性材料。

4.3.1.2 末端固定连接部件允许的破断力应大于钢丝绳最小破断力。

4.3.1.3 在最大工作荷载下不应出现永久变形。

4.3.1.4 牵引索固定装置的强度安全系数应大于匀速运动时钢丝绳最大牵引力的 4.5 倍。

4.3.1.5 应定期检查运行机构上牵引索的固定状况。如果钢丝绳固定状况无法检查时,应定期更换牵引索固定头。

## 4.3.2 车辆上固定牵引索的卷筒

4.3.2.1 牵引索固定卷筒应承受住钢丝绳的实际破断力和出现的最大扭矩。

4.3.2.2 卷筒槽底直径应至少等于牵引索直径的 22 倍和最大钢丝直径的 220 倍。

4.3.2.3 牵引索在卷筒上应至少缠绕 2.25 圈。

4.3.2.4 牵引索不准许在卷筒上做横向摆动。卷筒偏斜靴(鞍座)的半径以槽底测量不应小于钢丝绳直径的 80 倍。

4.3.2.5 缠绕牵引索的卷筒表面应由沟槽构成,而槽的半径应取  $0.52d \sim 0.54d$ 。槽的深度应至少取  $0.15d$ 。槽距应至少取  $1.05d$ 。

4.3.2.6 对卷筒进行安全验证时,取下列摩擦系数:

——木材或塑料表层 0.10;

——钢材表层 0.08。

## 4.3.3 卷筒上牵引索的绳卡

4.3.3.1 绳卡应考虑牵引索的变形。

4.3.3.2 绳卡应能吸收牵引索末端剩余拉力。绳卡的直径应小于钢丝绳直径 5%。绳卡的数量应不小于 2 个,第二个绳卡应至少保持和第一个绳卡同样的夹紧力,绳卡的最小间距为 10 mm。

4.3.3.3 每个绳卡的防滑安全系数为 3,摩擦系数取 0.16。

## 4.3.4 浇铸锚头的套筒

4.3.4.1 钢丝绳在抽出套筒时不应被套筒的内面划伤。套筒内面的粗糙度应符合 GB/T 1031 的有关规定,轮廓算术平均偏差  $R_a$  应不大于  $1 \mu\text{m}$ 。

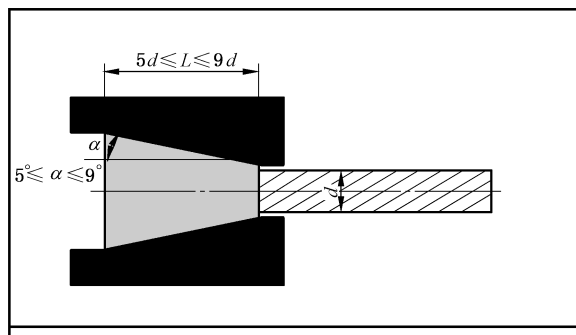


图 1 套筒的长度

4.3.4.2 采用钢套筒时,浇注时的热量不应使其特性发生不利的变化。

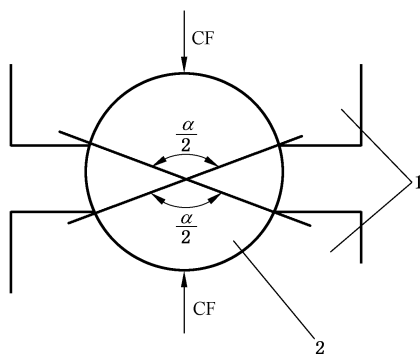
4.3.4.3 套筒的长度  $L$  应为  $5d \leq L \leq 9d$ ,圆锥倾角  $\alpha$  应在  $5^\circ \leq \alpha \leq 9^\circ$ ,见图 1。

4.3.4.4 浇注套筒应能承受钢丝绳运行时产生的最大扭矩。

## 4.3.5 夹板绳卡

4.3.5.1 绳卡夹紧后,两个夹板之间在全长的任一点上都应有至少 2 mm 的间隙,且在钢丝绳整个寿命期间钢丝绳直径减小后还有裕量。

4.3.5.2 槽形截面的形状应是圆形,槽扇形角  $\alpha$  应不小于  $250^\circ$ 见图 2。槽形直径应为钢丝绳公称直径的 1.05~1.1 倍。在绳卡的出口处的圆周应有不小于  $R2$  的圆角。



说明：

- 1 —— 绳卡；
- 2 —— 钢绳；
- CF—— 夹紧力。

图 2 绳卡横截面

4.3.5.3 防滑力应根据绳卡和钢丝绳接触的面积、夹紧力和摩擦系数来计算，摩擦系数密封绳取 0.13，股捻钢丝绳取 0.16。

4.3.5.4 最大夹紧应力对于股式钢丝绳应不大于  $50 \text{ N/mm}^2$ ；对于密封型钢丝绳应不大于  $150 \text{ N/mm}^2$ 。

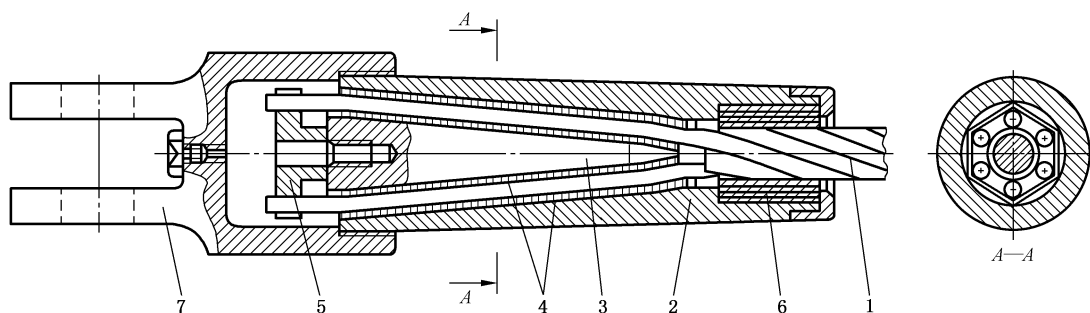
4.3.5.5 应保护所有绳卡材料不受腐蚀。材料的韧性应满足  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$  以下工作环境温度使用，并应做缺口冲击验证，试验应符合 GB/T 229 中的规定。

4.3.5.6 绳卡应进行无损探伤，并符合 NB/T 47013 中的 I 级要求。

4.3.5.7 绳卡的公称直径和螺栓扭矩应有永久标记。

### 4.3.6 夹紧套筒

4.3.6.1 夹紧套筒由外部锥形套筒、内锥体、柔性铝丝、锥体固定器、弹性套筒和连接叉组成，见图 3。



说明：

- 1—— 钢丝绳；
- 2—— 套筒；
- 3—— 内锥体；
- 4—— 柔性铝丝；
- 5—— 锥体固定器；
- 6—— 弹性套筒；
- 7—— 连接叉。

图 3 夹紧套筒

4.3.6.2 效率应达到 98%。

4.3.6.3 锥体的母线和轴线之间的角度应是  $5^\circ$ ，内锥体的公差为  $+0/-0.5$ ，套筒锥体的公差为  $\pm 0.5$ ；

锥体长度应大于钢丝绳公称直径的 7 倍；锥体应有一个圆柱部分，长为钢丝绳公称直径的 0.4 倍～0.6 倍。

4.3.6.4 内锥体表面应有可见纹路来固定缠绕铝丝，铝丝应在内锥体的两端固定。内锥体和锥体固定器应为两个独立的件，仅靠绳股来连接。在锥体深入套筒并加载后，在锥体固定器和套筒之间不允许有接触。

4.3.6.5 缠绕铝丝应用布氏硬度相当于  $500 \text{ N/mm}^2 \sim 700 \text{ N/mm}^2$  的铝合金制成。缠绕丝的直径应是钢丝绳公称直径的  $0.1 \text{ 倍} \pm 0.02 \text{ 倍}$ 。

4.3.6.6 用以吸收振动的弹性套筒的材料应采用肖氏 A 硬度等级为 95 的聚亚安酯制作。弹性套筒的直径应在钢丝绳弹性套筒和之间以及弹性套筒和座孔之间不留任何间隙。弹性套筒的长度应至少是钢丝绳公称直径的 2 倍。

4.3.6.7 部件应进行无损探伤检查，并符合 NB/T 47013 中的 I 级要求。

#### 4.3.7 承载索的锚固

4.3.7.1 承载索采用锚固筒固定时，钢丝绳在锚固筒上缠绕的圈数不应小于 3 圈，锚固筒直径应符合 4.2.3 的规定。

4.3.7.2 承载索的剩余张力应至少用 3 付夹板绳卡锚固在支座上，其中 2 付工作，1 付备用。工作夹板绳卡和备用夹板绳卡之间应留有 5 mm 的观察缝。每一组夹板绳卡夹紧的防滑安全系数为 3，夹板绳卡对钢丝绳的摩擦系数取 0.13。

4.3.7.3 锚固筒应镶有对钢绳无腐蚀的软质材料的衬垫（例如：工程塑料、木材等）。

4.3.7.4 锚固点应能承受张紧和放松钢绳可能出现的最大的允许荷载。

#### 4.3.8 牵引索固定套筒的最大使用年限

4.3.8.1 合金浇铸套筒的最大使用年限不应超过 4 年。

4.3.8.2 树脂浇铸套筒最大使用年限不应超过 2 年。如果可用无损探伤仪检查树脂浇铸套筒，则其最大使用年限可延长到 4 年。

4.3.8.3 夹紧式套筒每年应打开检查一次；每三年应重做。

#### 4.4 检验和报废

4.4.1 客运索道钢丝绳应定期进行无损探伤检查，钢丝绳在安装后的 18 个月内应进行首次探伤检测并作为基础数据，钢丝绳的检测周期应按国家质量监督检验机构的规定执行。

4.4.2 客运索道承载索串绳后应进行无损探伤。

4.4.3 无客车制动器的往复式索道牵引索的检验见 12.3.5。

4.4.4 钢丝绳及固定末端的报废应符合 GB/T 9075 的有关规定

### 5 站内机械设备

#### 5.1 驱动装置

##### 5.1.1 一般规定

5.1.1.1 为了确保安全运行，驱动装置除设主驱动系统外，还应设辅助或紧急驱动系统，当主电源、主电机或主电控系统不能投入工作时，辅助或紧急驱动系统应能及时投入运行，不同的驱动装置之间应进行联锁。

5.1.1.2 驱动装置应有  $0.3 \text{ m/s} \sim 0.5 \text{ m/s}$  的检修速度。



5.1.1.3 双牵引索道的驱动装置,应设机械差动或电气同步装置。运行速度不大于 3 m/s 的双牵引索道,可不设机械差动或电气同步装置。

5.1.1.4 驱动装置的制造应符合 GB/T 24731 的有关规定。

## 5.1.2 主驱动装置

5.1.2.1 主驱动装置应能在不利的荷载情况下以最小为 0.15 m/s<sup>2</sup> 的平均加速度启动,而且应在两个方向都可以运行。

5.1.2.2 主驱动装置在运行时,出现下列任何一种情况时,应能自动停车:

- 无电压或电压降低到特定最小值以下时;
- 功率消耗上升到特定最大值以上时;
- 最高运行速度超过额定值 10%;
- 其他安全保护设施起作用。

## 5.1.3 辅助驱动装置

5.1.3.1 运行速度应不大于主驱动装置运行速度,在不利的荷载情况下,应至少能以 0.10 m/s<sup>2</sup> 的平均加速度启动,而且应在两个方向都可以运行。

5.1.3.2 使用辅助驱动装置时,对安全运行的要求与主驱动装置相同。

## 5.1.4 紧急驱动装置

5.1.4.1 紧急驱动装置仅仅是为了把停留在线路上的人员运回到站内。

5.1.4.2 运行速度为 0.3 m/s~1.0 m/s。

5.1.4.3 应配备必要的安全装置,保证将线路上的人员安全地运回到站内。

5.1.4.4 控制系统应独立于主驱动装置。

5.1.4.5 应能在主驱动装置发生故障的情况下,15 min 之内投入运行。

## 5.1.5 驱动轮上力的传递

5.1.5.1 应在最不利的运行状态下计算下列荷载情况下钢丝绳的最大张力、最小张力及最大圆周力。

- a) 在匀速运动中两侧都是空车及两侧都是重车;
- b) 满载上行,空车下行,起动加速度为 0.3 m/s<sup>2</sup>;
- c) 满载下行,空车上行,制动减速度为 0.6 m/s<sup>2</sup>;
- d) 非匀速运动时下列质量的惯性力:
  - 1) 牵引索(或运载索)质量;
  - 2) 运载工具质量;
  - 3) 人员或荷载质量;
  - 4) 由钢丝绳带动的转动部分质量。

5.1.5.2 对于双线往复式、单线脉动循环或单线间歇循环车组式客运索道,应求出驱动轮在 5.1.5.1b) 和 c)项荷载情况下的等效圆周力。

5.1.5.3 应根据驱动装置安装的海拔高度及环境温度,验证其允许的极限值(例如:尖峰扭矩、尖峰功)。

5.1.5.4 对于 5.1.5.1b)、c)所出现的荷载情况,用  $\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = e^{\mu\alpha}$  这一公式验证所要求的摩擦系数  $\mu_{\text{erf}}$ ,摩擦系数  $\mu_{\text{erf}}$  不应超过 3.6.3 的许用值  $\mu_{\text{zul}}$ ,见式(7)。

$$\mu_{\text{zul}} \geq \mu_{\text{erf}} = \frac{1}{\alpha} \times \ln \frac{T_{\max}}{T_{\min}} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$\alpha$  ——在驱动轮上钢丝绳的包角(rad)；

$T_{\max}$ 、 $T_{\min}$  ——在驱动轮上同一荷载情况下出现的最大与最小张力,单位为千牛(kN)；

$\mu_{\text{zul}}$  ——许用摩擦系数；

$\mu_{\text{erf}}$  ——在驱动轮上要求的摩擦系数。

5.1.5.5 驱动轮的摩擦系数  $\mu_{\text{zul}}$  应按表 6 选取,特殊条件下(例如潮湿的钢丝绳、+40 °C 时涂油的钢丝绳等降低摩擦系数情况)允许的摩擦系数  $\mu$  应在表 6 的许用摩擦系数  $\mu_{\text{zul}}$  基础上按以下条件选取：

——考虑了正常减速度下动态作用力,取许用摩擦系数  $\mu_{\text{zul}}$  的 67%；

——考虑了非正常情况下最大减速度的动态作用力,取许用摩擦系数  $\mu_{\text{zul}}$  的 80%。

5.1.5.6 应按式(8)验证衬垫单位面积的压力,此压力不应超过衬垫生产厂所规定的数值。

$$p = \frac{3T_m}{dD} \dots\dots\dots(8)$$

式中：

$P$  ——衬垫单位面积的压力,单位为千牛每平方米(kN/mm<sup>2</sup>)；

$T_m$  ——平均牵引力, $T_m = \frac{T_1 + T_2}{2}$ ,单位为千牛(kN)；

$d$  ——钢丝绳公称直径,单位为毫米(mm)；

$D$  ——绳轮直径,单位为毫米(mm)。

## 5.1.6 动力传递部件

5.1.6.1 不准许采用平皮带传递动力。采用链条传递动力时应有封闭外壳并有固定的润滑装置。

5.1.6.2 动力传递装置中的联轴器、万向节等应按照设定的荷载进行计算。

5.1.6.3 液动力传递装置应保证在两个方向都可以平稳启动。

## 5.1.7 制动器

5.1.7.1 所有的驱动装置(主驱动、辅助驱动、紧急驱动和救援驱动)应配备两套彼此独立的制动器,即工作制动器和安全制动器。如果索道或救援索道在任何驱动装置和负荷情况下运行都能在制动器不工作的条件下形成稳定停车,允许只安装一个对驱动轮采用摩擦制动的制动器。

5.1.7.2 每一个制动器应能使索道在最不利荷载情况下停车,每一个制动器应根据下列最小平均减速度计算相应的最大停车行程：

——对于固定抱索器单线循环式索道最小平均减速度取 0.3 m/s<sup>2</sup>；

——对于其他索道最小取 0.5 m/s<sup>2</sup>。

5.1.7.3 当制动器的制动力减少 15% 时,还应能使设备停车。

5.1.7.4 制动器的制动性能应满足制动系统对循环式索道减速度不应大于 1.25 m/s<sup>2</sup>；对往复式、脉动式索道制动系统制动减速度不应大于 2.0 m/s<sup>2</sup> 的要求。

5.1.7.5 工作制动器和安全制动器不应同时动作(会直接造成重大事故时除外)。

5.1.7.6 应采取措施防止制动块及刹车面沾上液压油、润滑油脂和水。

5.1.7.7 制动器的所有部件的屈服限安全系数不应小于 3.5。

5.1.7.8 制动器应符合下列要求：

——正向和反向制动动作应相同；

——制动力应均匀地分布在制动块上；

——应能补偿制动片的磨损；

——制动行程应留有余量；

- 在选择制动弹簧时,弹簧的工作行程不应超过其有效行程的 80%;
- 在选择制动弹簧特性时,应做到在无自动调整的情况下,制动片磨损 1 mm 时制动时间的延长不应超过给定值的 10%;
- 闸瓦间隙的分布应均匀并在允许的范围之内;
- 制动块的压紧力应由重力或压力弹簧产生,其力的传递应为机械式的;
- 对气动、液压制动器还应检查其开启、闭合位置和相应的压力。

#### 5.1.7.9 工作制动器应符合下列要求:

- 如果工作制动器的制动力被证明制动力未达到,允许工作制动器和安全制动器同时下闸。但在最不利的荷载情况下,减速度不应大于  $2.5 \text{ m/s}^2$  (在双承载往复式索道允许超过该值)。但不能造成人员的危险,钢丝绳不能从支架上脱索,运载工具不能碰撞支架和钢丝绳。
- 工作制动器的制动力应能单独调节或分级,可根据荷载大小,采用制动力分级制动或全部同时制动。
- 工作制动器的制动力应在驱动轮停转或最大允许的制动时间内全部释放。

#### 5.1.7.10 安全制动器应符合下列要求:

- 安全制动器应直接作用在驱动轮上或具有足够缠绕圈数的卷筒上或一个与驱动轮或卷筒连接的制动盘上。
- 安全制动器制动力应具有调节和分级的功能。
- 当由安全装置触发安全制动器动作时,其恢复指令应通过机房或控制台的操作进行。
- 当安全制动器的制动力应在驱动轮停转或在最大允许的制动时间内全部释放。

#### 5.1.7.11 制动器的电气控制应符合以下要求:

- 应通过中断安全回路来控制制动器的动作。
- 制动器的电气控制装置,应避免由于电压下降而导致工作制动器和安全制动器同时制动。
- 制动器不准许因索道外供电网断电或电网不稳定而自行动作,应通过安全回路的控制使其动作。
- 制动力的调节或分级功能应在断电和电网不稳定的情况下仍保持不变。

#### 5.1.7.12 制动器的液压控制应符合以下要求:

- 制动对象不同的制动器,其液压回路应彼此分开。各液压回路在主油压系统出现故障后,应有手动或备用的油压系统可以投入使用。
- 一个制动器液压回路中的压力下降不准许同时导致另一个制动器液压回路的压力下降。
- 当通过电磁阀控制安全制动器液压回路卸荷时,应设计成冗余型。
- 应有一个手动机械装置通过旁通回路使安全制动器起作用。
- 每个制动器的液压系统压力应有清晰可见的显示。

## 5.2 绳轮

5.2.1 应按不利荷载同时出现时,在绳轮上形成的合力进行计算。绳轮的屈服限安全系数应不小于 3。

5.2.2 采用焊接绳轮时应消除内应力。

5.2.3 绳轮应镶有橡胶或其他合适的工程材料,其衬垫槽型应与索道型式相适应。

5.2.4 绳轮轮缘的形状及深度应防止钢丝绳脱槽;绳槽的深度不应小于  $1/3$  的钢丝绳直径,绳槽的半径不应小于钢丝绳半径;绳轮轮缘的高度(绳轮外圆半径与轮衬槽底半径之差)不应小于钢丝绳直径(张紧绳轮的要求见 5.4.5)。

5.2.5 当支撑绳轮的心轴或转轴断裂时,应具备防脱索及控制绳轮的装置。

5.2.6 绳轮的直径应符合 4.2.3 的规定。

### 5.3 传动轴、转轴、心轴

5.3.1 在低温下使用时,应选用在该温度下仍具有足够韧性及延伸率的材料。

5.3.2 应进行屈服安全系数的校核,其屈服安全系数应不小于 3.5;在考虑动态应力条件下,应进行疲劳安全系数的校核,其疲劳安全系数应不小于 2.2。

### 5.4 张紧装置

5.4.1 承载索采用两端锚固时,应可以测量(通过测量角度或油压压力)和调整钢丝绳张力。

5.4.2 张紧装置的行程至少为以下各项之和:

- 30℃温差而引起的长度的变化;
- 承载索 0.5‰的伸长;运载索和牵引索 1.0‰的伸长;
- 各种运行荷载情况下钢丝绳垂度不同而产生的长度变化;
- 各种运行荷载情况下钢丝绳的弹性伸长,对于运载索和牵引索的弹性模数可取 80 kN/mm<sup>2</sup> (新绳)和 120 kN/mm<sup>2</sup> (旧绳)进行计算。

5.4.3 当张紧装置的位置可以调节时,张紧装置的行程可不考虑钢丝绳的 1.0‰伸长。

5.4.4 张紧装置运动部分的末端应装设行程限位开关并对其进行监控。张紧装置应有醒目的张紧行程的刻度显示。

5.4.5 重锤张紧装置应符合下列要求:

- 应保证在气候条件不好的情况下也能正常运动;
- 应采用机械限位的方式限制行程,在正常运行的情况下,不应达到终端位置;
- 张紧重锤和张紧小车的导向装置应保证张紧重锤和张紧小车即使在钢丝绳振动或撞击到缓冲器上时也不会发生脱轨、卡住、倾斜或翻倒现象;
- 驱动装置和张紧装置设在同一站时,张紧小车和张紧重锤的运动应不受扭矩影响;
- 张紧绳轮应镶有衬垫,其弹性模数应小于 10 kN/mm<sup>2</sup>,绳槽的深度不应小于 1/3 的钢丝绳直径,绳槽的半径不应小于钢丝绳半径;绳轮的轮缘高度(绳轮外圆半径与轮衬槽底半径之差)不应小于一倍钢丝绳直径;
- 重锤张紧装置应具备有起吊装置以便于进行维修工作;
- 张紧重锤的支撑结构、钢绳的附件和端点连接处应便于检查、检修和更换,张紧重锤和锚固点的连接处应防止锈蚀。

5.4.6 液压张紧装置应符合下列要求:

- 应设置安全阀,安全阀应有单独的卸压回路;
- 液压管路和连接元件的破裂安全系数不应小于 3;
- 油压系统应设手动泵,在使用紧急或辅助驱动时,液压张紧系统应能够运行;
- 应设油压显示装置。压力控制元件的故障应能监控;
- 在低温地区工作的液压张紧装置应有防冻措施;
- 油缸的固定点应采用球面铰接结构。

### 5.5 脱开挂接装置

5.5.1 应能满足抱索器与钢丝绳进行安全脱开和挂结的需求,应能允许反向运行。

5.5.2 应不影响抱索器测力装置的布置。

5.5.3 应能对抱索器在脱开挂接区的钳口开闭状态和与钢丝绳的相互位置进行调整。

5.5.4 应能承受抱索器在满载并以最大速度进站时的冲击力,能承受抱索器最大开启力 1.5 倍的作用力。

5.5.5 应考虑运行时检查和维修的方便。

## 5.6 加减速装置

5.6.1 运行速度和运行方向应自动地与钢丝绳运动相适应。并能满足运行要求。

5.6.2 应能满足在任何驱动型式下的运行需求,并应考虑运行检查和维修的方便。

5.6.3 在雨雪环境下应仍能满足索道正常运行的要求。

5.6.4 当采用摩擦传动进行加减速时,皮带轮与传动带的摩擦系数应根据传动带和皮带轮的材料和质量选取,但应不大于 0.25。

5.6.5 应满足抱索器在脱开挂接时与钢丝绳的运行速度之差不大于 0.3 m/s。

5.6.6 加减速过程的平均加速度和减速度不应超过  $1.5 \text{ m/s}^2$ 。

5.6.7 当加减速区段为倾斜轨道时,仍需采用加减速装置控制加减速过程,并且在停车时倾斜轨道上的车辆应能保持静止状态。

## 5.7 调车装置

5.7.1 应保证在站内车辆间距不小于最小允许的距离。

5.7.2 车辆间距应与索道运行速度及车辆荷载无关。

## 5.8 开关门装置

5.8.1 关门装置应设在上车区域的末端或开始加速的位置;开门装置应设在下车区域的前端或开始等速的位置,开门和关门时车厢的运行速度不应大于表 4 所规定的速度。

5.8.2 带罩的吊椅索道,吊椅空载出站时应能自动椅罩并锁闭;有载时能自动放弃关闭椅罩功能。

5.8.3 开关门装置两端应有导入轨,以便吊厢(椅)的门(罩)开闭操作轮能安全进入开关门装置,并应有操作轮过行程保护功能。

## 5.9 位置指示器

5.9.1 位置指示器显示的数据应通过驱动站或迂回站的钢丝绳导向轮获得,应包含所有吊具全行程的数据;还应包括特定点采用传感器信号的数据显示。当车辆到达终端位置时,应能自动校正偏差(零位检查)。

5.9.2 应按线路弦长和运行程序进行显示。

5.9.3 位置指示器至少应能自动显示两个终端位置和特定点的位置。

5.9.4 应能自行识别运行方向。

5.9.5 电网停电时,应保留位置指示器的功能。

5.9.6 位置指示器应有以下安全检测功能:

- 特定点检查;
- 同步监控;
- 零位检查。

5.9.7 位置行程指示器的显示精度误差不应大于 1 m 钢丝绳的长度。

## 5.10 车辆导向装置

5.10.1 在设计车辆导向装置时应考虑车辆在高度方向的变化,应能限制车辆的横向偏摆。

5.10.2 应保证车辆在横向偏摆及纵向偏摆时不应停留在车辆导向装置上。

5.10.3 应按最大冲击力和最大导向力进行计算。必要时还应在装置上敷设橡胶等软质材料以吸收能量。

## 5.11 缓冲器

- 5.11.1 双线往复式索道运行轨道的末端应装设缓冲器。
- 5.11.2 应计算缓冲器允许的压缩行程。
- 5.11.3 缓冲器的结构应保证车辆的运行机构不从缓冲器上驶过。

## 5.12 输送设备

- 5.12.1 安装输送设备的索道运行速度仍应符合 3.2.1 的规定。
- 5.12.2 输送的长度应至少长出规定上车结束点 1 m 的距离;对于固定抱索器索道的张紧站,输送的长度应能适应张紧行程的变化。
- 5.12.3 当索道倒车时应停止输送装置运行。
- 5.12.4 输送装置的运行速度超出规定速度 0.1 m/s 时索道应自动停车。
- 5.12.5 应允许输送装置不工作时索道仍能运行,但运行速度不应大于 3.2.2 的规定。
- 5.12.6 索道与输送装置及自动通道(门禁)连锁运行时吊椅的间距和位置应监控,当吊椅的间距和位置与输送装置及自动通道(门禁)工作不匹配时索道应停车。

## 6 站房

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 站房及站房内的机械设备、钢丝绳、金属构件应根据当地情况设置防雷设施,其具体要求见 9.5。
- 6.1.2 站房应有针对性的照明,还应有备用照明设备。
- 6.1.3 机房内的噪声不应大于 85 dB(A),必要时应采取消声措施。控制室内噪声不应超过 80 dB(A)。
- 6.1.4 控制室应设置在视野广阔且能观察到运载工具进出站的位置,工作温度低于 5℃的控制室应装设采暖设备。通常控制室内环境温度宜保持在 20℃左右,相对湿度不超过 85%,并且保持干燥通风不凝露。
- 6.1.5 站内机械设备、电气设备及钢丝绳等不应危及乘客和工作人员的人身安全。
- 6.1.6 非公共通行的区域应隔离,非工作人员不应入内。
- 6.1.7 人流方向指示及上车区、下车区、等待区等应有显著的标记。
- 6.1.8 乘客进出站的通道不应互相干扰。通道的坡度不应超过 10%,如果坡度超过 10%应设置踏步。
- 6.1.9 乘客人行通道的宽度不应小于 1.25 m;工作人员通道不应小于 0.6 m。
- 6.1.10 乘客通道和乘客活动范围边缘与相邻地面的高差大于 1.0 m 或相邻地面的坡度大于 60%时应装设刚性栏杆,栏杆的间隔和高度应符合有关规定。
- 6.1.11 站口离地高度超过 1.0 m 应装设防护网。
- 6.1.12 对于车厢或吊篮式索道,站内应设防止客车横向摆动的导轨。

### 6.2 站台

#### 6.2.1 往复式索道的站台

- 6.2.1.1 站台地平应水平并与车厢地板最大高差不应大于±150 mm。
- 6.2.1.2 车辆出入口处应设导向装置,站台内车槽上的导向装置与客车的间隙不应大于 50 mm。站台端部边缘应设护栏,高度不小于 1.1 m,能承受 1 kN/m 的横向荷载。
- 6.2.1.3 车辆离站后,站台上下车处的护栏应封闭。
- 6.2.1.4 未设隔离设施的车槽两侧的站台不应作为候车区。

6.2.1.5 车槽长度应满足车厢进站到位后纵向摆动 15% 的距离。

## 6.2.2 固定抱索器索道的站台

6.2.2.1 单人吊椅式索道的站台长度不应小于吊椅每秒运行距离的 4 倍；双人吊椅式索道的站台长度不应小于吊椅每秒运行距离的 5 倍；当两人不能同时上下车时以及两人吊厢式、吊篮式索道其站台长度不应小于运载工具每秒运行距离的 7 倍。大于 2 人的运载工具索道其站台长度应不小于运载工具在站内每秒运行距离的 9 倍；滑雪索道的上车区长度不应小于吊椅每秒运行距离的 3 倍，在任何情况下应不小于 2.4 m。

6.2.2.2 上下车位置处吊椅座位面距地面高度在静荷载下应在 400 mm~600 mm 之间(从座椅前边缘中间位置测量)。

6.2.2.3 站台地面的纵向和横向坡度最大不应超过 8%。

6.2.2.4 滑雪专用索道下车后的滑行坡道最大不应超过 40%。

6.2.2.5 对于运送滑雪者的固定抱索器吊椅索道下车区应是直线，下车区的水平长度不应小于吊椅 1.5 s 运行的距离。

6.2.2.6 对于固定抱索器吊椅索道的上车区装设的上车皮带应符合 5.12 的要求。

## 6.2.3 脱挂式索道的站台

6.2.3.1 在上下车范围内，吊厢车门打开后与周围固定构筑物间的净空不应小于 1.2 m，在其他位置上不应小于 0.6 m。

6.2.3.2 站内应设有停放车辆的备用轨道，载有乘客的车辆不应通过道岔进入备用轨道，站内道岔应装设机械或电气的闭锁装置。

6.2.3.3 对于运送滑雪者的脱挂式吊椅索道下车区应是直线，下车区的水平长度不应小于 2 m。

# 7 线路设施

## 7.1 支架及基础

7.1.1 支架及基础的设计和施工应符合 GB 50007、GB 50009—2012、GB 50010、GB 50017 的有关规定。

7.1.2 计算支架及基础强度时，应考虑下述荷载：

- 永久荷载：如结构自重及非结构组成的自重(如起吊架、附属装置和固定的设备)等；
- 可变荷载：如钢丝绳产生的力、运载工具产生的力、动荷载、风荷载和冰雪荷载(见 3.6.1~3.6.8)等；
- 事故荷载：如脱索、雪崩或运载工具碰撞产生的力等。

7.1.3 所有支架基础(不论是在工作状态还是非工作状态)的抗滑移、抗倾覆与抗扭转的安全系数均不应小于 1.5。

7.1.4 基础底面边缘的最大压力值不应超过修正后的地基承载力特征值的 1.2 倍，在工作状态下其最小压力值应大于 0；基础顶面应高出地面 300 mm，基础底面应位于正常冰冻深度以下；基础周围应有排水和边坡护坡等设施；对于压索支架或又托又压支架在沿钢丝绳中心线正下方的基础上或基座上应至少锚固一个提升钢丝绳的装置。

7.1.5 支架在各种工作状态下，特别是受侧面风力时，其弹性变形不应影响导向装置的安全和钢丝绳的稳定性，也不应使钢丝绳在鞍座处有很大的磨损。支架顶部的允许变形应小于下列比例极限值：

- 运行时：
  - 1) 托索支架：沿索道中心线为  $H/300$ ；垂直索道中心线为  $H/500$ ；

2) 压索和托压索支架:沿索道中心线为  $H/500$ ;垂直索道中心线为  $H/800$ ;

——非运行时:沿索道中心线为  $H/100$ ;垂直索道中心线为  $H/200$ ;  $H$  为支架高度。

7.1.6 应验算支架顶端的扭转变形,运行时支架顶端在水平面内的扭转角不应超过  $0.005 \text{ rad}$ 。

7.1.7 基础的设计工作寿命为 50 年。

7.1.8 在最不利荷载状态及非工作荷载状态下,支架结构的应力应小于其许用应力。

7.1.9 当结构和结构单元承受频繁的重复荷载作用时,应进行疲劳验证,满足设计使用寿命。其相关的应力循环次数由设计使用寿命和每年运转的时间确定,索道的每年运行时间如下:

——长期运行 3 000 h;

——季节性运行 1 500 h。

7.1.10 钢结构支架的疲劳计算采用许用应力幅法,应力按弹性状态计算,允许应力幅按构件和连接类别以及应力循环次数确定,在应力循环中不出现拉应力的部位可不计算疲劳。许用应力幅法不适用于特殊条件(如构件表面温度大于  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ ,或海水腐蚀环境,焊后经热处理消除残余应力以及低频高应变疲劳条件等)下钢结构支架的疲劳计算。

7.1.11 支架应采用钢材或钢筋混凝土(包括预应力混凝土)材料制成,不应采用绷绳拉紧的支架。

7.1.12 在环境温度低于  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$  时,主要承载构件应采用镇静钢。

7.1.13 支架结构所用的开口型钢材,其壁厚不应小于  $5 \text{ mm}$ ,钢管材及闭口型钢材壁厚不应小于  $3 \text{ mm}$ ,管材和闭口型材的外表面上应有防锈层。

7.1.14 支架采用螺栓连接时,螺栓拧紧力矩应符合设计要求,应有有效的防松措施,主要受力螺栓的强度等级不应低于 8.8 级,法兰连接面应紧密。

## 7.2 支架上的设备

### 7.2.1 承载索鞍座

7.2.1.1 支架上承载索鞍座应采用固定式鞍座。

7.2.1.2 有车辆通过的鞍座应符合 4.2.3 的规定,还应满足式(9):

$$R \geq 0.5v^2 \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

$R$  ——固定式鞍座曲率半径,单位为米(m);

$V$  ——车辆通过鞍座时的运行速度,单位为米每秒(m/s)。

7.2.1.3 鞍座应有足够的长度,以保证即使承载索在不利的张力和有效荷载增加 10% 的情况下,两端应留有  $0.03 \text{ rad}$  的余量。鞍座端部应为圆弧,圆弧的半径不应小于 5 倍承载索的直径,弧长不应小于承载索直径的 3 倍。

7.2.1.4 承载索鞍座在钢丝绳移动的部分应装设对钢丝绳无损害的材料制成的衬垫并装有必要的润滑装置。

7.2.1.5 承载索鞍座不应限制车辆的纵向和横向摆动的自由度。

7.2.1.6 对于跨度大和风大地段的支架鞍座,应设置防脱索装置,但不应妨碍承载索的滑动和客车的顺利通过。

7.2.1.7 对于有客车制动器的承载索鞍座:

——满载运行时在承载索的支承长度上,鞍座绳槽应最多包住承载索圆周的  $120^\circ$ 。

——鞍座形状的设计应保证客车制动器能从鞍座上通过并避免制动块与鞍座相碰。

### 7.2.2 牵引索导向装置

7.2.2.1 牵引索的托索轮组上应装设钢丝绳的内导向和外导向装置。



7.2.2.2 应防止脱索的牵引索挂在支架上或钢丝绳导向装置上。应设置牵引索脱索后的自动复位装置。

### 7.2.3 托(压)索轮组

7.2.3.1 应使单线索道支架上托(压)索轮组的各个托(压)索轮受力均匀。

7.2.3.2 托(压)索轮外侧安装的捕捉器和内侧安装的挡绳板,不应妨碍抱索器通过托索轮。

7.2.3.3 捕捉器应符合下列要求:

- 捕绳器的安装应满足其平面外缘到位于轮槽上钢丝绳中心的最短距离与垂线的夹角不小于  $0.785 \text{ rad}(45^\circ)$ ,其平面外缘到位于索轮外侧板上钢丝绳中心的最短距离与垂线的夹角不小于  $0.524 \text{ rad}(30^\circ)$ ;
- 捕捉器的位置在不影响抱索器通过的同时,应有利于捕捉钢丝绳和不影响托索轮的灵活性;
- 槽深不应小于钢丝绳直径的一半;
- 在不利荷载下捕捉器的屈服限安全系数应大于 1.5;
- 脱索时作用在捕捉器上的力应按 3.6.8.2 计算。

7.2.3.4 运载索托(压)索轮组应装设脱索报警装置,钢丝绳一旦脱索,报警装置应使索道停车。报警信号在脱索后不应自动复位。脱索报警装置应安装在托(压)索轮组的两端,对于压索轮组或又托又压索轮组的支架横梁上应装设二次保护装置。

7.2.3.5 托(压)索轮应加衬(模数  $E$  不大于  $5\,000 \text{ N/mm}^2$ ),且衬槽深应大于钢丝绳直径的  $1/10$ 。

7.2.3.6 运载索托(压)索轮槽深  $(D_1 - D_2)/2$  ( $D_1$ 、 $D_2$  的定义见 3.5.2.3)不应小于钢丝绳直径的  $1/3$  且不小于  $10 \text{ mm}$ 。轮子边缘超过托索轮衬圈的高度不应小于钢丝绳直径的  $1/6$  且不应小于  $5 \text{ mm}$ 。脱挂索道的站内托压索轮不受此限制。

7.2.3.7 牵引索托(压)索轮的槽深不应小于钢丝绳直径的 1.5 倍,且不应小于  $50 \text{ mm}$ ,站内牵引索托索轮不受此限制。

7.2.3.8 托(压)索轮组上最小压力应符合 3.5.2 的规定,并均匀分布,在线路支架上不准许使用单个托索轮。

7.2.3.9 托索轮组的均衡梁、轴以及固定装置在不考虑集中应力的工况下,应具有下列屈服限安全系数:

- 匀速运动最大的支承力 2.5;
- 匀速运动最大的支承力和风力(风压为  $0.25 \text{ kN/m}^2$ ,作用在相邻跨钢丝绳上风力的一半)1.5;
- 非工作状态下最大的支承力和风力(风压为  $0.8 \text{ kN/m}^2$ ,作用在与相邻跨钢丝绳上风力的一半)1.2。

7.2.3.10 托(压)索轮的滚动轴承应按轴承生产厂的说明和规范进行计算,滚动轴承的计算寿命不应小于  $25\,000 \text{ h}$ ,计算时可以不考虑风荷载。

7.2.3.11 应设置防止托(压)索轮组整体翻转的装置,当托(压)索轮组发生大于设计允许的纵向翻转值时,应有报警信号。

7.2.3.12 托(压)索轮内侧挡绳板应符合下列要求:

- 十托(压)以上的索轮组除两端应安装内侧挡绳板外,轮组中间应至少安装 1 组内侧挡绳板。
- 托(压)索轮组两端内侧挡绳板应保证在托(压)索轮组两端允许的设计摆动范围内的防脱索功能,轮缘与内侧板的间距不应大于  $1/4$  运载索直径或  $8 \text{ mm}$ 。
- 托(压)索轮组两端内侧挡绳板应采用低碳钢材料,其材料的屈服强度应不小于  $320 \text{ N/mm}^2$ 。
- 内侧挡绳板在轮侧板外径处所受垂直横向力的设计值为  $3\,500 \text{ N} \sim 5\,000 \text{ N}$ ,轮侧板外径  $\geq 510 \text{ mm}$  的取上限,轮侧板外径  $\leq 420 \text{ mm}$  的取下限,轮侧板外径在  $420 \text{ mm} \sim 510 \text{ mm}$  之间的在上下限之间按比例选取。当两端 2 个轮的内侧挡绳板未连成一体时,每个内侧挡绳板在轮

侧板外径处所受垂直横向力的设计取值应不小于 6 500 N。

——每个轮的内侧挡绳板在轮侧板外径处的惯性矩( $I$ )的设计值应满足在上述横向力的作用下内侧挡绳板处于弹性变形范围内；

7.2.3.13 托(压)索轮的制造应符合 GB/T 24732 的有关规定。

## 7.2.4 起吊架

7.2.4.1 在支架上应装有固定的起吊架。

7.2.4.2 设计起吊架时应考虑：

- 钢丝绳作用在支架上的最大载荷；
- 小型起重装置的布置；
- 钢丝绳抬起时所产生的偏斜拉力。

## 7.2.5 检修平台

7.2.5.1 为了沿钢丝绳进行救护和维修轮组的工作，在支架上应安装有检修平台。检修平台不应与轮组相连。

7.2.5.2 进行检修平台的结构设计和计算时应考虑：

- 平台的坡度应对应于钢绳的平均倾角，平台的踏面应水平；
- 在不利的位置单个荷载为 2 kN；
- 均布荷载按 2 kN/m<sup>2</sup>；
- 作用在栏杆上的横向荷载按 0.5 kN/m；
- 平台不应限制运载工具的纵向和横向偏摆；
- 平台应防滑和防坠落；
- 支架的扭转和振动。

## 7.2.6 支架导向

支架导向装置的两端部应连成圆滑的封闭环形，且与支架纵向中心线相对称，其他要求见 5.10。

## 7.2.7 爬梯和支架编号

7.2.7.1 支架上应设爬梯，高度在 10 m 以上的爬梯应设护圈(滑雪用吊椅索道允许例外)或防坠落装置；当高度超过 25 m 时，每隔 10 m 应设带护栏的平台。

7.2.7.2 支架上应有醒目的连续编号。

## 7.3 支索器

7.3.1 当大跨度而使牵引索张紧行程过大或牵引索的垂直净空尺寸不符合要求时，应在双承载索的跨间设置支索器。

7.3.2 应能适应两根承载索移动不一致和横向摆动的工作状况。

7.3.3 不应影响客车顺利通过，并与车轮有足够间隙。

7.3.4 应能满足支索器移位的需求。支索器的移位周期应由设计单位确定。

## 8 运载工具

### 8.1 一般规定

8.1.1 运载工具的设计应遵守规定的横向摆动自由度和纵向摆动自由度以及运载工具导向的条件。

8.1.2 运载工具承载部件及其连接部件应便于检查。

8.1.3 运载工具应进行防腐处理。

8.1.4 在低温环境下使用时,运载工具的承载部件应选用在该温度下仍具有足够的韧性、延伸率和裂纹延伸小的材料。

8.1.5 运行小车、吊架和车厢之间的连接件应防止自行松脱。

8.1.6 对于输送站立乘客的车厢地板面积:少于6人的车厢的站立面积,每人 $0.3\text{ m}^2$ ;6人及6人以上的车厢,站立面积 $\text{m}^2$ 不应小于 $(0.2 \times n + 0.4)$ , $n$ 为车厢定员。

8.1.7 运载工具应考虑救护装置的吊挂位置和吊挂方式。

8.1.8 运载工具应编号。

## 8.2 计算

8.2.1 对于运载工具应计算下列诸力和力矩:

——所有部件的自重( $G$ )

——有效荷载( $Q$ ):单座位乘客按 $880\text{ N}$ 计算,双座位乘客按 $1\ 670\text{ N}$ 计算,其他型式的每人按 $740\text{ N}$ 计算;对于运送滑雪者的索道,每人增加 $50\text{ N}$ 装备的重力;

——风力:见3.6.4;

——阻尼力矩:由纵向摆动阻尼产生的力矩,在双线索道取如下值:

1) 在吊架上带有减振器的为每人 $\pm 100\text{ N} \cdot \text{m}$ ;

2) 在吊架上不带有减振器的为每人 $\pm 25\text{ N} \cdot \text{m}$ ;

——旋转力矩:由水平力产生的力矩,在双线索道取 $\pm 50\text{ N} \cdot \text{m}$ /每人;

——人的撞击力:对于往复式和脱挂式索道,每人的撞击力 $200\text{ N}$ ,作用在车厢一半的高度;

——储能弹簧力:脱挂抱索器或固定抱索器由储能弹簧产生的力;

——打开抱索器和关闭抱索器的力;

——向心力:固定抱索器循环式索道通过转向轮时作用在运载工具上的动态力;

——客车制动器动作时的力。

8.2.2 应验证静力屈服强度及在疲劳负荷下的疲劳强度。运载工具的承载构件、牵引索的连接装置、客车制动器的制动元件等其屈服强度安全系数应不小于3。疲劳强度安全系数应不小于1.35。

## 8.3 固定抱索器和脱挂抱索器

8.3.1 一个运载工具上所有抱索器防滑力之和 $\sum F_{\text{eff}}$ 应达到运行时最大下滑力 $F_{\text{Tmax}}$ 的3倍:

$$\sum F_{\text{eff}} \geq 3F_{\text{Tmax}}$$

8.3.2 一个运载工具上所有抱索器防滑力之和 $\sum F_{\text{eff}}$ 应至少等于运载工具允许的最大总重量 $\sum E_{\text{eff}} \geq \max(G+Q)$ 。

8.3.3 运载工具上有两个或者两个以上抱索器时,每一个抱索器上的防滑力应满足式(10):

$$F_{\text{eff}} \geq \frac{\max(G+Q)}{n} \text{ 和 } F_{\text{eff}} \geq \frac{3F_{\text{Tmax}}}{n} \dots\dots\dots(10)$$

式中:

$n$ ——抱索器的数量,不准许超过10。

8.3.4 计算防滑力时钳口与钢丝绳之间的摩擦系数取0.16。

8.3.5 防滑力 $F_{\text{eff}}$ 应通过计算和试验验证。

8.3.6 抱索器及其吊杆应保证在运载工具横向摆动 $0.34\text{ rad}$ 时不触及托索轮组上的捕绳器;摆动 $0.20\text{ rad}$ 时不触及托索轮侧板。

8.3.7 抱索器内外抱卡应采用锻造方法制造。抱索器钳口与钢丝绳接触的边缘应倒圆。

8.3.8 抱索器的使用范围(钢丝绳直径的范围、防滑力范围、最大承载力和允许的抱索器钳口磨损)应

在操作维护说明书中说明。

8.3.9 脱挂抱索器钳口夹紧力由两个弹簧产生时,当一根弹簧失效时夹紧力降低不应大于 50%。

8.3.10 固定抱索器经过驱动轮和迂回轮时,运载索在钳口进出口处形成的折角不应超过 0.16 rad。

8.3.11 固定抱索器当钢丝绳直径偏离钢丝绳公称直径 $-10\% \sim 6\%$ 的情况下,抱索器钳口打开或关闭其行程的余量应不少于 1 mm。当钢丝绳公称直径减少 10%时,钳口夹紧力减少不应大于 25%。

8.3.12 脱挂抱索器应在钢丝绳直径为  $1.1d + 1$  mm 或  $0.9d - 1$  mm 情况下能够正常挂接并夹紧钢丝绳。

8.3.13 脱挂抱索器弹簧的计算寿命应不小于 50 万次负载变换(关闭和打开)。弹簧的工作行程不应大于其最大行程的 80%。

8.3.14 抱索器或抱索机构在线路上不允许自动脱开或因夹紧力不足而产生滑移。

8.3.15 应在每一个抱索器上打上适用的钢丝绳公称直径  $d$  的标记。

## 8.4 运行小车

8.4.1 双线索道运行小车车轮之间应设平衡梁。

8.4.2 车轮上应装设耐磨轮衬(弹性模数不大于 5 000 N/mm<sup>2</sup>),槽深应不小于  $0.4d$ ,  $d$  为承载索名义直径。

8.4.3 在不装客车制动器的运行小车的两端应装设防止出轨的导靴。导靴至少应达到承载索中心以下,为承载索直径的 0.8 倍。

8.4.4 运行小车两端应装有缓冲器或缓冲挡块,在有冰雪地区应装设刮雪器或破冰装置。

8.4.5 空车车轮在下列任一情况下都不应离开承载索:

——客车紧急制动时;

——牵引索最大张力增大 40%时;

——减摆装置的阻尼力矩最大时;

——客车制动器在支架上或支架附近制动时;

——采用双承载的索道,有客车制动器的客车横向摆动 0.10 rad(10%)时,其中一根承载索的荷载不应小于全部荷载的 25%;无客车制动器的客车横向摆动 0.20 rad(20%)时,运行小车的车轮亦不应单侧离开承载索。

8.4.6 牵引索或平衡索与客车的连接装置应符合 4.3 的有关要求。

## 8.5 客车制动器

8.5.1 对于双线往复式客运索道,客车容量超过 6 人的单牵引索道应装设作用在承载索上的客车制动器。当同时满足下述要求时,经论证允许不装设客车制动器:

——所使用的牵引索应编成一根连续的环线;牵引索抗拉安全系数应符合表 8 的要求;

——对牵引索全部长度范围内能用磁感应探伤仪进行定期的检查;

——车辆与牵引索的固定应至少用两个同时起作用的独立元件(夹索器),其防滑力之和至少应为车辆最大下滑力的 4 倍;

——牵引索直径应不小于 20 mm;

——设备驱动摩擦系数应满足在最不利运行工况下(例如钢丝绳处于 40 度并润滑或结冰的情况)的可靠制动。设备驱动摩擦系数应为 5.1.5.4 计算要求值  $\mu_{\text{eff}}$  的 1.2 倍。

8.5.2 对于双牵引的往复式索道允许不装设客车制动器。

8.5.3 在下列情况下,客车制动器应自动作用:

——牵引索或平衡索断裂时;

——牵引索或平衡索与行走机构的连接部件断开时;

——当运行速度超过其最大运行速度 25% 时；

——当行走机构上牵引索的张力只有其最大张力的一半时或牵引索张力在 5 kN 之下时。

#### 8.5.4 客车制动器的制动力 $P$ 不应小于以下值：

——制动片按平均摩擦系数计算时，客车下行，作用在行走机构上牵引索的最大牵引力；

——制动片按平均摩擦系数计算时，满载客车最大下滑力的 1.5 倍；

——制动片按最小摩擦系数计算时，制动力按式(11)计算：

$$P = F_{T_{\max}} + qH \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中：

$F_{T_{\max}}$  ——满载客车最大下滑力，单位为牛(N)；

$q$  ——下行侧牵引索(或平衡索)每米的重力，单位为牛每米(N/m)；

$H$  ——计算点牵引索(或平衡索)至下站的高差，单位为米(m)。

8.5.5 客车制动器的制动力应根据客车运动方向以及牵引索失效部位(上行侧或下行侧)自动调节。

8.5.6 客车制动器制动时，驱动装置的工作制动器应自动制动。

8.5.7 车辆有乘务员时，车辆内应有客车制动器的手动释放装置。

8.5.8 客车制动器的制动片应耐磨，但不应损伤承载索。

8.5.9 当制动片磨损使制动力降低值大于原制动力的 10% 时应更换制动片。

8.5.10 客车制动器钳口的形状、高度应能适应客车荷载及承载索张力变化、客车车轮磨损以及经过支架鞍座时承载索位置变化的要求。

8.5.11 当取最大摩擦系数时，客车制动器和制动小车的所有构件的屈服极限安全系数不应小于 2。此外，还应考虑紧急制动时的动态力。

## 8.6 吊厢

8.6.1 吊厢的外面应装备长条板或缓冲件。

8.6.2 吊厢内应张贴乘客须知。

8.6.3 运送站立乘客车厢的护板(护栏)距地板的高度应大于 1.1 m，并应设有足够数量的扶手，单个扶手的强度应至少能承受 40 kg 的拉力；运送坐着乘客车厢的护板(或护栏)距座椅面的高度应大于 0.35 m。

8.6.4 车窗应由不易裂碎的材料制成。窗子的开启程度一定要保证在支架和站房范围内不会对乘客造成任何危险。

8.6.5 吊厢应考虑必要的通风设施。

8.6.6 吊厢的地板应防滑并装有排水口。

8.6.7 固定抱索器索道四人吊厢应两侧开门，可同时上下乘客。

## 8.7 往复式索道车厢

8.7.1 车厢内应留有一个操作位置，乘务员位置的面积应不小于 0.40 m<sup>2</sup>。

8.7.2 带有客车制动器的车厢内应预留手动操作客车制动器的位置。

8.7.3 运送站立乘客的车厢，车厢内净空高度不应小于 2.0 m，并应设拉杆和扶手其强度应不小于 8.6.3 的要求。

8.7.4 夜间运行时车厢应有前灯和内部照明。

8.7.5 车厢应设有满足在线救援方式所需的人员外出通道及到达通道的辅助设备。通道的大小应至少能通过直径为 0.60 m 的球体。所有通道应能方便打开及操作，并附有安全提示。

8.7.6 当使用底部通道时，通道周围 2/3 以上的区域应有保护装置，并在通道处设有放绳设备的固定位置，此固定位置应能容易并安全地进行放绳的操作。

8.7.7 车厢内应贴有准乘人数的说明，其有效荷载以 kg 计，在没有乘务员的车厢内还应贴有在线路上

如何处理临时停车事故及严禁吸烟的公告。

8.7.8 其余要求按照 8.6 中的相应条款。

## 8.8 车厢门

8.8.1 车厢应装有不易误开的门。门应能闭锁，闭锁的位置应可以检查。

8.8.2 自动操作门的要求如下：

- 门的锁紧力不应大于 150 N；
- 门的边框上应装有软边；
- 当自动操作机构失灵时，门应能在外手动开启。

8.8.3 在无乘务员的车厢内，车厢门不准许乘客自行打开。

8.8.4 车厢门不应由于撞击或大风的影响而自动开启。

## 8.9 吊架

8.9.1 封闭式吊架或钢管吊架，外壁应防锈蚀其壁厚不应小于 2.5 mm。非封闭式吊架或钢管吊架，内外壁应防锈蚀，且在适当的位置上设有排水孔。

8.9.2 吊架头部和受力较大的部位不应有横向焊缝。

8.9.3 吊架与车厢或椅座连接处应设减震装置。

8.9.4 对于运行速度大于 3 m/s、容量大于 16 人的往复式索道的吊架应设置防摆装置。吊架上部应设带护栏的检修平台。

8.9.5 吊架的长度应保证车厢或吊椅在最大坡度处纵向和横向摆动 0.35 rad(35%)时不触及索道线路上的任何部位。

8.9.6 弧形和管形吊架的内曲率半径应不小于型材高度的 3 倍或管子外径的 3 倍。

## 8.10 吊椅

8.10.1 吊椅应带有靠背、扶手和一个向上翻起的封闭护栏。护栏应可由乘客操作而不受到伤害(挤压和剪伤)操作护栏的力不应超过 100 N；护栏应与脚蹬相连。

8.10.2 吊椅的护栏不准许有大的缺口(在座椅上一个直径为 0.25 m 的球不能从吊椅上掉下去)。护栏在关闭的位置与座椅面的距离应不小于 0.20 m。吊椅下部前边缘不应有凸出、锋利的棱角。

8.10.3 座椅面应全部承载，并向后倾斜 25%~35%，其深度应在 0.45 m~0.50 m 之间。

8.10.4 座位宽度应为：一排乘坐两人以下时取 0.5 m，多于两人时取 0.45 m。

8.10.5 每一个吊椅应有靠背，靠背高不应小于 0.35 m，靠背下缘与座椅面的间隔不应大于 0.15 m。

8.10.6 吊椅外罩应能与护圈分别动作。打开护栏应打开外罩。此外，当空吊椅时外罩应能强制地关闭并锁上。

8.10.7 外罩应可由乘客操作而不受到伤害(挤压和剪伤)操作外罩的力不应超过 100 N。

8.10.8 外罩应由不易破碎的材料制成。

## 8.11 救援车辆

8.11.1 救援车辆的荷载计算应符合 8.2 的规定。

8.11.2 救援车辆应考虑救援时连接车辆之间让乘客能够换乘的设施。

8.11.3 救援车的定员应不小于客车定员的 10%。

## 8.12 维修吊具

8.12.1 单线循环式客运索道应配备维修吊具，吊具容量应不小于 2 人；

8.12.2 封闭式维修吊具的顶部应设置直径不小于 0.6 m 的人孔；敞开式维修吊具周围护栏距地板的高度不应小于 1.1 m，距座位面的高度不应小于 0.35 m。护栏间隔不应大于 0.3 m。

8.12.3 维修吊具应符合 3.1.4、3.1.6 和 8.3.6 的规定。

## 9 电气设备

### 9.1 一般规定

9.1.1 索道应有备用电源供电，可采用双回路电源或柴油发电机作为备用电源，也可用内燃机作备用动力。在没有备用电源或备用动力的情况下不应运营。

9.1.2 索道供电电源稳态电压值应为 0.9 倍~1.1 倍额定电压，稳态频率值应为 0.98 倍~1.02 倍额定频率，在电源周期的任意时间，电源中断或零电压的持续时间应小于 3 ms，相继中断间隔时间应大于 1 s；直流供电电源中断或零电压的持续时间应小于 20 ms，相继中断间隔时间应大于 1 s。

9.1.3 采用遥控或自动化控制的索道，应也能采用手动控制的方式。

9.1.4 以下地方应安装维修开关：

- 机房内；
- 各站和各中间停车点机械设备的维护区域和工作平台上；
- 控制台。

9.1.5 在以下地方应安装紧急停车按钮：

- 控制台；
- 每个工作平台；
- 每个中间停车点；
- 每个站房；
- 有乘务员的往复式架空索道的客车里。

紧急停车应不受 PLC 工作状态的影响。

9.1.6 辅助驱动装置、紧急驱动装置及救护驱动装置的电气装备应与主驱动装置的电气设备彼此分离，不同的驱动之间应进行联锁。

9.1.7 所有驱动装置的电气容量应按在不利的荷载情况下以允许的最大运行速度连续运转进行计算。

9.1.8 电气拖动装置应能在制动和拖动状态之间平稳转换，应保证拖动装置的扭矩随荷载变化，如果没有充分的理由应是 4 象限的拖动。

9.1.9 驱动站应设控制台，应能由控制台控制停车，必要时可以遥控。

### 9.2 控制

#### 9.2.1 信号传递

所有信号应在其所需的全部条件具备后才可传递。一旦某一条件没有具备，则应取消该信号的传递。

#### 9.2.2 控制方式

采用自动控制时，应同时具备半自动或手动控制功能。

#### 9.2.3 断电保护

对于速度大于 3 m/s 的索道，断电时控制系统应在 5 min 内仍能保持正常工作。

#### 9.2.4 起动与停车控制

9.2.4.1 运行指令应在所有涉及安全启动的条件都具备时才能生效。

9.2.4.2 应能在不利的荷载情况下,以最小  $0.15 \text{ m/s}^2$  的平均加速度启动。允许的平均加速度为  $0.5 \text{ m/s}^2$  和瞬时加速度(在  $0.5 \text{ s}$  的平均加速度内)不超过  $1.5 \text{ m/s}^2$ 。

9.2.4.3 所有驱动装置的电气控制均应能在规定荷载范围内双向平稳启动。

9.2.4.4 索道运行时,准备就绪或要求运行的指令信号应自动撤销。

9.2.4.5 实际转数的监测值与给定转速值的误差不应大于  $10\%$ ,最大不超过  $0.6 \text{ m/s}$ 。

9.2.4.6 停车指令应优先于其他控制指令。

9.2.4.7 正常停车是指不是因安全原因而实施的停车,其平均减速度可  $\leq 0.5 \text{ m/s}^2$ 。

9.2.4.8 在正常停车过程中,不应影响对工作制动器和安全制动器的紧急制动控制。

9.2.4.9 安全停车是指由安全原因而实施的停车,其平均减速度可控制在  $0.5 \text{ m/s}^2 \sim 1.0 \text{ m/s}^2$  之间。

9.2.4.10 在安全停车过程中,不应影响对工作制动器和安全制动器的紧急制动控制。

9.2.4.11 紧急停车是指在发生事故或其他危险状态下实施的停车,其平均减速度可控制在  $1.0 \text{ m/s}^2 \sim 1.5 \text{ m/s}^2$  之间。

9.2.4.12 当主电机的供电中断无法进行电制动时,应能自动进入工作制动器和安全制动器配合制动状态,并能可靠实现相应的制动。

9.2.4.13 在任何荷载条件下,工作制动器和安全制动器中的任意一个应能单独实现可靠制动。

9.2.4.14 索道停车后应仍能保持对索道状态进行监控。

9.2.4.15 任何形式的减速停车控制都不准许超过最大允许的停车行程。

9.2.4.16 对于往复式索道:

——应能自动修正车辆在站内的停车点位,使其各自都处于相应的起始位置;

——运行到停车点时,安全制动器应完全制动。

## 9.2.5 运行控制

9.2.5.1 索道运行时或启动运行的指令发出  $30 \text{ s}$  后索道没有运行,启动运行的指令信号应自动撤销。

9.2.5.2 在任一驱动型式下,运行速度超过最大允许运行速度  $10\%$  时应自动停车。超过最大允许运行速度  $20\%$  时应紧急停车。

9.2.5.3 当在线路上(例如支架,道岔)需降低运行速度,应能实现对降低运行速度的区段进行监测。

9.2.5.4 运行时运行速度的变化不应超出给定速度的  $\pm 5\%$  范围。

9.2.5.5 在各种荷载工况下所有的调速回路都应保持稳定状态,并留有足够的安全裕量。

9.2.5.6 在可多点控制运行速度给定值时,应保证低速优先。

9.2.5.7 往复式索道或脉动循环式索道的运行控制:

——任何一种控制方式都应能有效控制车辆在站内的运行速度;

——在车辆进站时应配备两套以上的速度监控设施控制车辆减速;

——对于往复式索道车辆在到达缓冲器前安全监控区域时不应超过允许的速度;

——至少应有一个进站速度测试元件由驱动轮或转向轮直接驱动或带动。

9.2.5.8 脱挂抱索器索道运行控制:

——应对站内吊具的运行速度进行监控;

——应对加减速装置的加减速进行监控。

9.2.5.9 运行过程中,应只有一个控制位置能对运行速度进行全面控制。其他控制位置应只能进行减速和停车控制。

9.2.5.10 应检测实际运行方向与发出的运行指令的一致性。

9.2.5.11 运行速度与方向的监控应是彼此独立的,速度检测应不受运行方向的影响。

## 9.3 安全

9.3.1 安全电路应是包括全部安全装置的闭合回路,应通过中断电路的方式来完成其功能。



9.3.2 安全功能的旁路应通过钥匙开关或类似的元件实现；应使操作人员能清楚地看到安全功能旁路指示。安全功能的旁路不应影响对运行速度的控制。

9.3.3 改变运行方向指令应在索道完全停车后才能生效。

9.3.4 线路阻抗的改变或发射器和接收器的干扰不应降低安全回路的保护功能和可操作性。

9.3.5 控制室，应至少对下列各项信号进行显示：

- 运行准备就绪；
  - 运行方向；
  - 运行速度；
  - 制动器状态；
  - 安全装置状态；
  - 安全装置的旁路；
  - 驱动装置种类(主驱动、辅助驱动或紧急驱动)
  - 液压系统的工作状态；
  - 对于往复索道和脉动索道，应显示车辆在线路上的位置，并标明线路上各监控点的位置；
  - 对于循环式脱挂抱索器索道、往复索道和脉动索道，应显示车辆在站内的运行状态和位置。
- 上述显示应不受驱动型式的影响。

9.3.6 安全回路的电源电压应小于 36 V。

9.3.7 出现下列情况之一时，索道应自动停车，并能在控制室内显示故障部位：

- 运载索脱索；
- 减速度或减速位置不符合设定要求；
- 运行速度超过设定速度 10%；
- 客车超过停车位置；
- 往复式和双线循环式索道的牵引索产生了缠绕承载索；
- 客车制动器制动；
- 张紧装置到达上下限位置；
- 电气装置的常规保护发出故障信号；
- 往复式索道牵引索断绳；
- 安全回路中断。

9.3.8 出现下列情况之一时应触发紧急停车，并能在控制室内显示故障部位：

- 运行速度超速 20%以上；
- 脱挂抱索器进站后与钢丝绳未脱开报警；
- 制动装置的自动控制失效；
- 发生人身和设备安全事故。

紧急停车的响应时间不应超过 500 ms。

9.3.9 应在控制台或其他控制位设置机械式手控紧急停车装置。

9.3.10 不应将阻值在故障时会减小的电阻、电容或二极管并联在作为安全关键件的断路器触点或元件上。

9.3.11 脱挂抱索器索道的安全监控应至少包括：

- 抱索器挂结前的状态检测装置；
- 抱索器挂结后的状态检测装置( $\pm 10\%$ )；
- 抱索器挂结后形状检测装置；
- 抱索器脱开前形状检测装置；
- 抱索器进站后未脱开状态检测装置；

- 在进出站脱开挂结段应设有钢丝绳垂直和水平位置检测装置；
- 以上检测开关动作时，索道应能自动停车；
- 抱索器抱索力检测和显示装置，抱索力低于或高于设定值时，索道自动停车；
- 运载工具间距自动调整装置；
- 自动开关门吊厢索道关门锁死检测装置，车门未锁死出站，索道应自动停车；
- 应有道岔位置检测装置，道岔未进入正确位置时，索道不能运行；
- 站内运载工具防撞保护系统，当防撞保护系统报警时，索道应自动停车；
- 加减速及回转装置速度监控装置，当速度超出允许值时，索道应自动停车。

## 9.4 通讯与显示

- 9.4.1 应有使操作人员能了解设备操作和运行情况的信息显示。
- 9.4.2 应显示所有造成索道停车和不能启动的故障，故障显示应通过手动复位。
- 9.4.3 对于操作和显示设备，宜选用下面的颜色：
- 红色：紧急状态，危险情况，紧急停车；
  - 黄色：异常状态，报警，显示异常情况；
  - 绿色：安全状态，正常情况，正常停车；
  - 蓝色：待令状态，要求动作；
  - 白色/灰色/黑色：中间状态，没有特殊含义，边界线。
- 9.4.4 应显示供电电源和驱动电机的电压和电流值。
- 9.4.5 应有运行计时器并显示运行累计时间。
- 9.4.6 应在受风最大的位置装设风力检测装置，应能在控制室显示风速和报警信号。
- 9.4.7 站房之间应有独立的专用电话，并有一套备用通讯系统。
- 9.4.8 对于车厢容量在 16 人以上的索道，车厢和控制室之间应有通讯联系。
- 9.4.9 应至少有一个站房或在站房附近装设外线电话。
- 9.4.10 应配备至少覆盖全线的无线对讲机。
- 9.4.11 在停电情况下线路广播系统应仍然保持有效。

## 9.5 防雷

- 9.5.1 索道站房、线路支架、未绝缘的钢丝绳、机械设备及所有金属构件应直接接地。线路上各接地间的连线长度不应大于 500 m。其接地电阻数值要求如下：
- 索道站房 $\leq 5 \Omega$ ；
  - 机械设备、钢丝绳和站内金属构件 $\leq 5 \Omega$ ；
  - 线路支架小于 30  $\Omega$ 。
- 9.5.2 建在雷击频繁地区的索道，宜在承载索或运载索的上方设置单避雷线或双避雷线。
- 9.5.3 应采取技术措施防止雷电波形成的高电压从电源入户侧侵入。
- 9.5.4 在电源引入的总配电箱处，应设过电压保护器。

## 9.6 测试

- 9.6.1 以下安全保护功能应能够方便地进行模拟测试：
- 超速停车；
  - 往复式索道或脉动式索道运载工具进站的监测；
  - 脱挂索道吊厢进出站及站内运行的安全保护功能；
  - 工作制动器的单独制动功能；

- 安全制动器的单独制动功能；
- 减速监测系统；
- 脱挂抱索器抱紧力。

9.6.2 测试设备及测试过程不应正常操作构成损害。

9.6.3 测试过程应不影响和改变被测试元器件的功能。

9.6.4 测试单个制动器时，不应构成对其他制动器的损害。

## 10 安装

### 10.1 一般规定

10.1.1 客运索道的安装应由取得相应资质的安装单位承担。所有安装的质量及精度要求应首先符合设计单位的设计要求或安装调试大纲的要求，在没有前述相关要求或要求数据不全的情况下，应执行本标准的安装要求。

10.1.2 安装客运索道时应具备下列技术文件：

- 索道设计说明书、安装图、设备清单等；
- 机电产品合格证；
- 钢丝绳产品合格证；
- 标有各测量桩点实测位置与实测标高的测量资料；
- 钢结构产品合格证或现场制作单位的质量证明文件，主要焊缝检查记录和必要的预组装合格证。

10.1.3 安装单位应根据索道工程设计要求和复杂程度，制定安装施工方案。

10.1.4 安装开始前，应对与索道安装有关的土建基础工程进行复验。钢结构和设备基础的允许偏差，应符合表 13 的规定。

表 13 钢结构和设备基础的允许偏差

序号	项 目		允许偏差
1	钢支架或钢结构基础纵向中心线对索道中心线的偏移(按相邻跨距中的较小跨距计算)		0,000 5L 但不应大于 50 mm
2	钢支架或钢结构基础纵向中心线对索道中心线的偏斜		1/1 000
3	同一钢支架或钢站房其分离基础中心线之间的距离		±10 mm
4	钢支架或钢站房基础顶面的标高		与相邻支架跨距和在 200 m 以内时允差 50 mm, 跨距和每增加 100 m, 允差增加 10 mm
5	同一钢支架或站房其分离基础顶面之差或不同标高分离基础顶面之间的高差		10 mm
6	与钢筋混凝土站房直接连接的钢结构基础顶面的标高		-10 mm
7	倾斜预埋的螺栓、锚杆或框架对设计平面的倾斜度		17/1 000
8	预埋螺栓组中心线对设计中心线的偏移		5 mm
9	预埋地脚螺栓	标高(顶部)	+20 mm
		中心距	无调整穴时±2 mm 有调整穴时±5 mm
10	地脚螺栓的露头高度(应扣去抹面层的厚度)		+20 mm

10.1.5 安装单位应对所安装的设备及钢结构进行查验。

10.1.6 运输与保管过程中不能防止灰尘或杂物进入运动部位的机械设备,在安装前应进行解体检查和二次清洗,必要时重新更换全部润滑剂。

10.1.7 机械设备通用部分的安装应符合 GB 50231 和设备技术文件的有关规定。

10.1.8 电气设备的检查、保管和安装应符合 DL/T 1561.1~1561.17 和设备技术文件的有关规定。

10.1.9 钢丝绳的安装应符合下列要求:

- 承载索套筒楔接,牵引索浇铸连接及运载索、牵引索的编接工作,应由考核合格的人员担任;
- 套筒楔接或浇铸连接的操作记录、运载索或牵引索的编接记录、检查结果、操作及检查人员的姓名均应登记在册。

## 10.2 钢结构和线路设备的安装

10.2.1 钢结构安装时,其允许偏差应符合表 14 的规定。

表 14 钢结构安装允许偏差

项 目		允许偏差	检测要求	
钢支架或站内钢结构中心点对基础顶面的垂足与该面设计中心点的偏移		$0.001H$ 但不应大于 50 mm	应按钢结构高度 $H$ 计算	
钢支架横担纵向中心线或站内钢结构纵向中心线对索道中心线的偏移		$0.000 1L$ 但不应大于 10 mm	应按较小跨距 $L$ 计算	
钢 支 架 或 站 内 钢 结 构 的 标 高	与相邻支架跨距之和在 200 m 以内	50 mm	应在鞍座底面或轨道顶面测量	
	跨距之和每增加 100 m	增加 10 mm		
钢支架横担或站内钢结构横向中心线对索道中心线的垂直度		$3/1 000$		
钢支架横担或站内钢结构在索道横向中心线方向的水平度		$1/1 000$		
构件的弯曲矢高		$0.001L$ 但不应大于 10 mm	应按构件长度 $L$ 计算	单 件 吊 装 时 应 检 查
构件的水平度		$2/1 000$		
构件的垂直度		$0.001h$	应按构件高度 $h$ 计算	
同一层水平格对角线长度的相对差		$L/1 000$	分件吊装时应检查,且不应连续出现同向偏差,按对角线长度 $L$ 计算	

10.2.2 测量或校正钢结构的偏差时,应避免风力、日照、温差等所造成的变形影响。

10.2.3 钢结构之间的联接面应接触紧密,接触面不少于 70%。

10.2.4 倾斜设计的钢支架,其安装要求和允许偏差,可参照垂直设计钢支架的要求。

10.2.5 钢结构固定后,在运输、保管和安装过程中脱落的底漆、面漆以及安装联接处,应在彻底除锈后进行补涂。

10.2.6 单线循环式索道同一支架索轮组两端索距的偏差不大于轮组长度的  $2/1 000$ 。

10.2.7 安装单线客运索道的线路监控装置应符合下列要求:

- 控制回路应配线整齐、绝缘良好、连接牢固;
- 带有滚轮的线路监控装置,滚轮对牵引索的靠贴力应逐个测定,其调整应符合设备技术文件的规定;

——线路监控装置应进行模拟试验,当运载索脱索时,索道应自动停车。

#### 10.2.8 双线索道固定鞍座的安装应符合下列要求:

——衬垫应镶嵌密实,绳槽应平整光滑,各润滑点油路应畅通,绳槽应均匀涂上润滑油。

——绳槽中心线应与承载索中心线吻合,偏移或偏斜的最大横向值不应大于索距的  $1/2\ 000$  和承载索直径的  $1/15$ ;对于双承载索往复式索道和循环式索道,2个绳槽的间距和平行度的偏差均不应大于 2 mm,同一横截面绳槽中心标高的偏差不应大于  $\pm 2$  mm;

——托索轮组绳槽中心线应与牵引索中心线吻合,偏移或偏斜的最大横向值不应大于牵引索直径的  $1/10$ ;

——托索轮组中的每个托索轮均应调整到设计位置。

#### 10.2.9 偏斜鞍座的安装应符合下列要求:

——绳槽的清理和允许偏差,应符合 10.2.8 的规定;

——偏斜鞍座底面对设计平面的倾斜度偏差不应大于  $2/1\ 000$ ;

——轨道中心线应与承载索中心线吻合,偏移不应大于 1.5 mm;

——检查弹性轨道有无变形,并应校正其对称度。

### 10.3 钢丝绳的安装

#### 10.3.1 钢丝绳的展开应符合下列要求:

——钢丝绳应在绳盘架空后转动展开,不应在土壤、岩石、钢结构和钢筋混凝土构筑物上拖牵;

——展开过程中,严禁钢丝绳受到磨损、擦伤、弯折、打结、开裂、鼓肚、露芯松散、松捻等损伤和在水中浸泡。

#### 10.3.2 承载索的连接应符合下列要求:

——紧靠过渡套筒和末端套筒的承载索或拉紧索,应有检查连接质量的明显标记;

——承载索的连接工作应由考试合格的人员担任;

——套筒受力三天后,承载索或拉紧索从套筒内拉出的长度:采用楔接的不应大于承载索直径的  $1/4$ ,采用铸接的不应大于承载索直径的  $1/6$ ;

——套筒采用铸接时,浇铸后的锥体,应从套筒中抽出进行检查,并应符合有关规定;

——重锤在导轨中移动到上、下极限位置时,过渡套筒与偏斜鞍座或拉紧索导向轮之间的净空距离均不应小于 500 mm;

——每个套筒均应编号。

#### 10.3.3 承载索的起吊应符合下列要求:

——起吊前应详细检查承载索表面的涂油情况,受到破坏的涂油层应进行补涂;

——严禁单点起吊承载索;

——起吊过程中,承载索的弯曲半径不应小于钢丝绳允许的最小弯曲半径,表层丝之间不应产生开裂现象。

#### 10.3.4 承载索的拉紧应符合下列要求:

——拉紧顺序和拉紧力应符合设计规定,当无明确规定时,应先将空车侧拉紧到设计值的 50%,再将重车侧拉紧到设计值的 50%,等无异常情况时,分别将重锤加大到设计值;

——承载索拉紧到设计值时,重锤应处在设计位置。

#### 10.3.5 承载索的锚固应符合下列要求:

——应将夹块式锚具、夹楔式锚具与承载索接触处的油污清除干净;

——采用夹块式锚具时,工作夹块组的端面应紧贴支承面,相邻的工作夹块应互相紧贴,备用夹块与工作夹块之间应留出 5 mm 的观察缝;夹块上的每个螺母,应按对角线循环交叉的顺序按设计的力矩拧紧;采用双螺母时,应在基本螺母拧紧之后,按相同的顺序和要求拧紧防松螺母;

- 采用夹楔式锚具时,应按设计要求将承载索楔紧;
- 采用圆筒式锚具,承载索在圆筒上应紧密缠绕,其缠绕圈数应符合设计规定,并应用夹块将承载索锚固在锚固桩上,夹块之间应紧贴,螺栓的拧紧和防松应可靠;
- 承载索锚固后应进行垂度测量,其偏差不应大于设计值的5%。

#### 10.3.6 牵引索、运载索的编接与就位应符合下列要求:

- 被编接的两根钢丝绳的结构、规格、捻向、生产厂家等均应相同。
- 编接过程中拉紧钢丝绳时,应使用不损伤钢丝绳的专用夹具,不应使用普通的U型绳夹。
- 编接接头的长度不应小于钢丝绳直径的1200倍。插入长度应大于钢丝绳直径的60倍。
- 相邻两个编接末端之间的钢丝绳长度,不应小于钢丝绳直径的3000倍。对于一半为牵引索,一半为平衡索的索道,牵引索和平衡索不应有编接头。在特殊情况下需要编接时,编接末端与锚头距离应大于钢丝绳直径的3000倍。
- 编接接头的外观应浑圆饱满,压头平滑,捻距均匀,松紧一致。
- 钢丝绳编接完毕张紧后,编接插入点之间直径增大量不应超过钢丝绳实际直径的5%;绳股插入点钢丝绳直径增大量,脱挂索道不应超过钢丝绳公称直径的10%;其他索道不应超过钢丝绳公称直径的15%。
- 插入编接接头内部的绳股应与原绳芯互相衔接。

10.3.7 对于采用双牵引索的往复式客运索道,应准确测量每根牵引索和平衡索的长度,使每根牵引索的拉力接近相等。

### 10.4 站内设备的安装

#### 10.4.1 站内钢结构的安装应符合下列要求:

- 站内钢结构的平面位置对设计位置的偏差;站口段不应大于3 mm;非站口段不应大于5 mm;
- 站内钢结构标高的允许偏差不应大于±3 mm;
- 对于单线循环脱挂抱索器客运索道,前后横梁的水平度的偏差不应大于3 mm,两根横梁的间距偏差不应大于5 mm。

#### 10.4.2 脱挂索道运行轨道的安装应符合下列要求:

- 运行区段轨道安装的允许偏差应符合表15的规定;
- 站内轨道的接头间隙不应大于1 mm,接头处轨顶的高低差不应大于0.1 mm;
- 轨道接头处螺栓的头部,应安装在靠近客车吊架的一侧;
- 轨道工作面应涂油。

表 15 运行区段轨道安装的允许偏差

序号	项目		允许偏差	备注
1	轨道的标高		±5 mm	在轨道顶部测量
2	轨道中心线与抱索器钳口中心线的水平距离		±1 mm	
3	轨道中心线与抱索器钳口中心线的垂直距离		±1 mm	
4	曲线轨道的曲率半径 R	与设备配套使用的	±5 mm	
		其他曲线段	0.005 R	
5	水平轨道的水平度		1/1 000	在轨道顶部测量
6	轨道坡度的倾斜度		1.5/1 000	在轨道顶部测量
7	直线轨道的直线度		1/1 000	在轨道顶部和两侧测量

## 10.4.3 道岔的安装应符合下列要求：

- 搭接道岔的标高应与主轨的标高相适应，岔尖应与主轨紧贴，当客车通过道岔时，岔尖应无翘起和摆动现象；
- 道岔的轨道中心线对主轨中心线的偏移不应大于 0.1 mm，接头间隙不应大于 2 mm，接头处轨道的高低差不应大于 0.1 mm。

## 10.4.4 挂结器和脱开器的安装应符合下列要求：

- 挂结器和脱开器安装的允许偏差应符合表 16 的规定；
- 应按照设计图纸的要求，以牵引索或运载索为基准，严格检查各特征点横剖面上的相关尺寸和各特征点的纵向定位尺寸，精确校正各种设备和各种监控装置工作面与牵引索或运载索的相对位置；
- 挂结器和脱开器安装后，应检查其工作情况，不应出现抱索失误、抱索不良和车辆出站产生异常摆动等现象。

表 16 挂结器和脱开器安装的允许偏差

项 目	允许偏差
轨道工作面的标高	±2.0 mm
轨道中心线与牵引索或运载索中心线之间的水平距离	±1.0 mm
轨道工作面与抱索或脱索导轨工作面的高差	±1.0 mm
轨道中心线与有关机构或设备中心线之间的水平距离	±1.0 mm
轨道坡度的倾斜度	1/1 000

## 10.4.5 驱动装置的安装应符合下列要求：

- 驱动轮和从动轮安装的允许偏差应符合表 17 的规定。
- 电机、减速器、制动器、联轴器、开式齿轮等设备的安装应符合 GB 50231 的有关规定。

表 17 驱动轮和从动轮安装的允许偏差

项 目	允许偏差	备 注
驱动轮纵、横向中心线对设计中心线的偏移	1.0 mm	
卧式驱动装置驱动轮的中心标高	±1.0 mm	
卧式驱动装置驱动轮的水平度或垂直度	0.15/1 000	在任意方向检测
单槽或双槽驱动轮的绳槽中心线与出侧或入侧牵引索或运载索中心线的	偏移 $d/20$	
	偏斜 1/1 000	
从动轮绳槽中心与其对应的双槽驱动轮的绳槽中心的偏移	$d/10$	应用拉线法检测
立式驱动装置从动轮的垂直度	0.3/1 000	
卧式驱动装置从动轮的轴线对驱动轮横向中心线方向的垂直剖面的平行度	0.5 mm	
注： $d$ 为钢丝绳直径。		

## 10.4.6 张紧装置的安装应符合下列要求：

- 张紧小车轨道的实际中心线与设计中心线的偏移不应大于 2 mm；
- 轨道工作面标高的偏差不应大于 ±2 mm；

- 轨距的偏差不应大于+3 mm；
- 轨道的接头应平整光滑；
- 张紧轮或张紧索导向轮钢丝绳的入角不大于 $1^{\circ}30'$ ；
- 张紧装置安装后，张紧小车的滚轮应与轨道面接触良好；
- 采用液压张紧方式时，液压张紧装置的安装应按 GB 50231 中的有关规定执行。

#### 10.4.7 重锤的安装应符合下列要求：

- 导轨实际中心线对设计中心线的偏差不应大于 10 mm；
- 导轨垂直度的偏差，在全长范围内不应大于 10 mm；
- 导轨轨距的偏差不应大于+20 mm；
- 导轨的接头应平整光滑；
- 整体混凝土重锤应按设计施工，并应取样测定密度和强度；
- 重锤或重锤箱上的导向块与导轨之间的间隙，上下、左右应均匀，重锤或重锤箱在导轨中应能自由升降；
- 牵引索或运载索重锤质量的偏差不应大于设计值的 4/1 000；
- 承载索重锤质量的偏差不应大于设计值的 6/1 000。

#### 10.4.8 导向轮安装的允许偏差应符合表 18 的规定。

表 18 导向轮安装的允许偏差

项 目		允许偏差
导向轮中心标高	一般	$\pm 3.0$ mm
	当导向轮中心的标高直接影响挂结器或脱开器质量时	$\pm 1.0$ mm
导向轮绳槽中心线与牵引索或运载索中心线的	偏移	$d/15$
	偏斜	1/1 000
垂直导向轮的垂直度		1/1 000
水平导向轮的水平度		
倾斜导向轮的倾斜度		
注： $d$ 为牵引索(或运载索)直径。		

#### 10.4.9 滚子链的安装应符合下列要求：

- 施工中不应损伤导轨或滚子架的工作面；
- 导轨或滚子架工作面的曲率半径，应采用弦长不小于 1 500 mm 的弧形样板检查，其间隙不应大于 1 mm；
- 导轨任意横截面的槽底轮廓线或固定滚子的工作母线，其水平度的偏差不应大于 3/1 000；
- 导轨或滚子架的接缝处间隙不应大于 1 mm，高低差不应大于 0.5 mm；
- 小链板滚轮中心线应与导轨及大链板导槽中心线吻合，滚轮运动时不应啃咬上、下导槽边缘；
- 大链板绳槽与承载索表面，或固定滚子工作面与承载索保护面应普遍接触，个别未接触处的间隙，不应大于 1 mm；
- 扁钢或滚子架与预埋件的正式焊接，应在滚子链安装合格后进行；
- 对于双承载索的往复式客运索道，每个轨路中的双滚子链，除应符合上述规定外，两个绳槽的间距偏差和平行度偏差均不应大于 2 mm，同一横截面绳槽中心标高的偏差，不应大



于±2 mm。

#### 10.4.10 往复式索道客车的安装应符合下列要求：

- 应先检查运行小车，各车轮绳槽中心直线度偏差不应大于运行小车总长 1/1 500 和承载索直径的 1/20；各车轮与小横梁，或各大、小横梁之间，应无松动、无窜动、无碰刮、无卡阻；
- 客车与牵引索的连接应符合 4.3、8.5.1 的有关规定；
- 客车制动器、缓冲器、减摆装置和承载索润滑装置等重要部件的安装，应符合设备技术文件的规定；
- 客车制动器安装后，应进行制动性能试验；
- 双承载索道的客车，运行小车两侧轮组的间距和平行度的偏差不应大于 3 mm；

#### 10.4.11 单、双线循环式索道吊厢(吊篮、吊椅)的安装应符合下列要求：

- 每个吊厢抱索器中的行走轮、操作轮、导向轮、磨擦板、抱索执行机构和钳口等与轨道的相对尺寸、钳口的最小与最大开口尺寸，应符合设计规定；
- 车门和车门机构动作应灵活，并应与站内开关机构的动作相协调；
- 减振器、导向器等重要部件的安装应符合设备技术文件的规定；
- 吊椅的扶手、踏板和围栏的动作应灵活可靠；
- 吊厢、吊篮及吊椅应与线路和站口的导向装置相协调。

## 11 试车

### 11.1 一般规定

索道试车应在土建、设备安装工程完成后，经全面检查已具备试车条件后进行。

### 11.2 无负荷试车

#### 11.2.1 单机调试

11.2.1.1 应从部件至组件，组件至单机逐级调试，且上一步骤未合格，不应进行下一步骤的试车。

11.2.1.2 驱动机等主要设备的连续运转时间不应小于 4 h，其中额定速度下的运转时间不应小于 2.5 h。

11.2.1.3 驱动机等主要设备的液压控制和润滑系统应畅通，油压、油位和油温应在规定的范围内。

#### 11.2.2 机组联动试车

在单机调试的基础上，应进行机组联动试车。各设备应配合良好、动作协调，累计试车时间不应小于 4 h。

#### 11.2.3 牵引索或运载索试车

11.2.3.1 牵引索或运载索安装合格后，应由慢速至额定速度进行试车，累计试车时间不应小于 4 h。

11.2.3.2 牵引索或运载索在托、压索轮组上应稳定，不应有跳索现象。

11.2.3.3 线路监控装置应灵敏可靠。

11.2.3.4 驱动机启动、制动应平稳、可靠，安全保护设施动作应准确，试车应无异常现象。

### 11.3 负荷试车

#### 11.3.1 空车试车

11.3.1.1 分别由端站和中间站各发一辆空车，以慢速、额定速度进行通过性能检查，不应有任何阻碍。

11.3.1.2 循环式索道应以额定运行速度,按设计车距布满全线进行试车。

11.3.1.3 上一步骤未合格前,不应进行下一步骤的试车;全过程累计试车的时间不应小于 40 h。

### 11.3.2 往复式客运索道重载试车

11.3.2.1 采用与乘客质量等同的重物进行。

11.3.2.2 应按设计荷载的半载、偏载(重上空下、空上重下工况)、满载分别进行试车。

11.3.2.3 控制系统应进行多次检测,并应检查超速、减速、越位、速度同步等监控装置的连锁性能。

11.3.2.4 客车制动器应按设计要求进行检测。

11.3.2.5 全过程累计试车的时间不应小于 40 h,其中在额定速度且满载条件下运行的时间不应少于 5 h。

### 11.3.3 循环式客运索道重载试车

11.3.3.1 采用与乘客质量等同的重物进行。

11.3.3.2 应按设计荷载的半载、偏载(重上空下、空上重下工况)、满载分别进行试车。

11.3.3.3 控制系统应进行多次检测,并应检查索道在偏载、满载情况下的启动和制动性能,并应检查站内和线路监控装置的连锁性能。

11.3.3.4 全过程累计试车的时间不应小于 40 h,其中在额定速度且偏载条件下运行的时间不应少于 5 h。

### 11.4 紧急驱动(或救援驱动、辅助驱动)的试车

11.4.1 应符合 5.1.3、5.1.4 的有关规定。

11.4.2 营救设施应可靠。

## 12 运营

### 12.1 人员及任务

#### 12.1.1 人员组成

索道站(公司)应由三部分人员组成:管理人员(站长或经理、安全员等)、作业人员(司机、机械及电气维修人员等)、服务人员(售票员、站内服务人员等),其中管理人员、作业人员应按照国家有关规定经特种设备监督管理部门考核合格,取得国家统一格式的资格证书,方可从事相应的作业或管理工作。

#### 12.1.2 对站长(经理)的要求

12.1.2.1 应根据该索道类型和条件制定索道正常运行和安全操作各项措施,建立岗位责任制和紧急救援制度,对索道的正常运营、维修、安全负责。

12.1.2.2 应保证下列各项内容能正确贯彻执行:

——管理机关所规定的定期检验制度;

——信号系统的检查制度;

——救护规则;

——自动停车、紧急停车及其安全设备动作时的设备状态,排除故障及重新运行的措施(只有当安全有了保证时才允许重新运行);

——安全电路断电时的设备状态下及需要再运行时的措施(紧急情况下运转时,索道站站长或他的代表一定要在场,才允许在事故状态下再开车以便将乘客运回站房,此时站与站之间也应能通

讯联系)；

- 机械设备、钢丝绳、运载工具等发生故障时如何排除的措施；
- 风速超过规定值，或是天气条件威胁到运行安全时停车处理办法；
- 能见度不足时的运行措施；
- 夜间运行的措施；
- 清除钢丝绳或机械部件上的冰和积雪的措施；
- 如果索道站站长不在场，他的职责转给其代理人的条件及方法。

12.1.2.3 每年应向该企(事)业单位领导和上级安全管理机关提交运行报告，如遇特殊事故发生时应及时提出报告。

12.1.2.4 应对索道站(公司)的工作人员进行安全教育和培训，使他们具备必要的特种设备安全作业知识。此外还应对参加救护的人员进行定期演习和培训。

### 12.1.3 对司机的要求

12.1.3.1 索道站司机房内应配备两名司机，其中一名为主司机。

12.1.3.2 司机应符合下述条件：

- 年满 18 周岁，身体健康，经过培训合格者；
- 视力(包括矫正视力)在 0.7 以上，非色盲；
- 听力要求达到能辨别清楚在 50c m 范围内的音叉声响。

12.1.3.3 司机应熟悉下述知识：

- 所操纵的索道各部件的构造和技术性能；
- 本索道的安全操作规程和安全运行的要求；
- 安全保护装置的性能和电气方面的基本知识；
- 保养和维修的基本知识。

### 12.1.4 对机械、电气维修人员的要求

12.1.4.1 年满 18 周岁，身体健康并适应高空作业，经过培训合格者。

12.1.4.2 具备机械、电气基础知识，熟悉设备各部分的结构原理、技术性能和维护保养方法。

12.1.4.3 维修负责人应能制定本索道设备的检修计划。

### 12.1.5 资料档案

12.1.5.1 索道使用单位应建立健全安全技术档案。安全技术档案应包括以下内容：

- 设计文件、制造单位、产品质量合格证明、主要部件材质证明和探伤报告、使用维护说明、土建备案书、设备竣工验收报告、安装技术文件、设备主要部件图纸、重大技术变更文件等；
- 钢丝绳检测、探伤记录；
- 定期检验和定期自行检查记录；
- 日常使用状况记录；
- 巡线记录；
- 设备及其安全附件、安全保护装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录；
- 设备运行故障和事故记录；
- 固定抱索器移位记录；
- 交接班记录。

12.1.5.2 应委派专人保管好技术资料(图纸、计算书、说明书)，对于任何修改应在存档资料上进行更正。

### 12.1.6 索道站对乘客的要求和规定

索道站对乘客的要求和规定应布告通知。布告通知包括如下内容：

- 身高低于 1.25 m 的儿童应在成年人陪护下乘坐吊椅索道；
- 车上严禁吸烟、嬉闹和向外抛撒废弃物；
- 禁止携带易燃、易爆和有腐蚀性、有刺激性气味的物品上车；
- 对于患有高血压、心脏病以及不适于登高的高龄乘客建议不要乘坐吊椅式索道；
- 在运行中不应打开护圈；
- 未经许可，乘客不应擅自进入机器房或控制室。

## 12.2 运行

12.2.1 索道线路上的设备及其附件应保持经常处于完好状态，不应有碍索道的安全运行。

12.2.2 每天开始运行之前，应彻底检查全线设备是否处于完好状态，在运送乘客之前应进行一次试车，确认安全无误并经值班站长或授权负责人签字后方可运送乘客。

12.2.3 每日检查应包括下述内容：

- 直接接触发紧急停车的安全电路、主电路和线路安全电路的工作状态，以及运载工具进站和出站的检测设备；
- 在接地、短路或连接断开的情况下，监控电路的动作；
- 检查并确认所有显示的值全部在许用范围之内；
- 在最大运行速度下的电气停车的操作；
- 改变运行速度的操作；
- 驱动系统机械制动系统的操作；
- 设备内部的通讯系统；
- 钢丝绳在索轮、轮子、鞍座上的位置；
- 张紧重锤或行走小车的位置和行程余量；
- 液压或气动系统、减速器的密封性和工作压力；
- 进站区域、出站区域的支撑和轨道上冰雪积聚状况；
- 脱挂抱索器进出站口的监控系统的操作运行；
- 上车和下车区域的状况以及乘客进出通道的状况；
- 运载工具的状况。

12.2.4 索道运行期间，站长、作业人员及服务人员应各就各位，履行岗位责任制，不应擅离职守。

12.2.5 在各项操作中，应严格遵守操作规程。

12.2.6 索道需要夜间运行时，在线路、站内或客车上应装设足够的照明设备。

12.2.7 若设备停运期间遇到恶劣天气（风暴、暴雨、冰雹），应对线路进行彻底的检查证明一切正常后方可运送乘客。如果是故障停车，造成运行中断，只有在排除了故障或采取了有关安全措施，且应经值班站长同意，方可重新运送乘客。

12.2.8 索道每天停止运营前，操作人员应检查并确认索道线路上或上车区域是否仍有乘客，并关闭索道的入口。

## 12.3 维护

### 12.3.1 日常检查

每个索道站应根据本索道制造商提供的维护使用说明书制定维护计划和定期检查计划。每月应着

重检查如下各点：

- 运载索、牵引索以及救护索发生断丝或其他外部损伤的区域；
- 承载索、张紧索的偏移或转向区域或其他任何发生断丝或其他外部损伤的区域；
- 钢丝绳连接处(如编接处)和端部固定；
- 钢丝绳和轨道在脱开和挂结区域的相互位置；
- 索轮和承载索鞍座的位置和紧固情况；
- 进站、站内运行和出站的监控设备及运载工具的运行情况；
- 制动器及其衬块；
- 空载状态下制动系统的停车距离的测量；
- 各种驱动系统的运行；
- 运载工具上制动器的手动触发；
- 超速保护装置的工作情况；
- 运载工具：门的紧固件和锁，开关门设备；
- 蓄电池；
- 备品备件的储存；
- 电气安全设备(例如：抱索器测试设备，减速监控和制动器的释放)。

### 12.3.2 每年的检查

应每年对设备至少进行一次全面的检查,包括对工作人员的保护设备的检查。在月检的基础上,应进行下述的检查和运行试验：

- 对站内和线路结构上的所有基础和钢结构及其他结构如梯子、通道、防坠落保护设施和维修平台进行目检；
- 对各种驱动装置(主驱动、辅助驱动和紧急驱动)进行目检和运行测试；
- 对每个制动器在各种荷载条件下进行目检和工作测试,并记录测试的结果；
- 对配备有客车制动器的索道,检查钢丝绳松弛时客车制动器的动作；
- 对托(压)索轮组(在不拆卸的状态下,但将运载索吊起)、承载索鞍座和托索轮进行目检；
- 对所有站内机械设备和张紧设备进行目检；
- 对救援设备进行目检和运行测试,并进行救援演习；
- 对工作人员保护设备进行目检和操作测试；
- 对钢丝绳进行目检和/或电磁检测；
- 对钢丝绳端部固定件进行检查；
- 对安全、监控和信号设备的检查和运行测试；
- 对每个运载工具包括吊杆、吊架和吊架轴进行目检,至少应对 20%的抱索器进行拆卸后的目检,并要保证任何一个抱索器的连续两次检测的间隔不超过 5 年；
- 对抱索器监控设备进行测试；
- 对门的关闭和锁定设备进行测试；
- 对客车制动器进行制动并测量制动行程和滑动阻力。

### 12.3.3 抱索器检查的特殊要求

应对抱索器进行定期拆卸检查及无损探伤。应在运行 3 000 h 后,最多不超过 2 年,对抱索器进行

首次拆卸检查和无损探伤；抱索器的拆卸检查周期应按供应商要求进行，无损探伤周期应按国家质量监督检验机构的规定执行。

#### 12.3.4 固定抱索器的移位

单线循环式索道上运载工具间隔相等的固定抱索器，应按规定的运行时间间隔移位，移位的时间间隔不应超过式(12)给出的值：

$$t = 0.56 \frac{L}{v} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- $t$  ——移位时间，单位为小时(h)
- $L$  ——索道线路弦长，单位为米(m)
- $V$  ——运行速度，单位为米每秒(m/s)。

每个抱索器应朝钢丝绳运行的反方向移动，每次移动的距离应大于抱索器的总长(包括导向翼)不应小于 300 mm。

#### 12.3.5 无客车制动器的往复式索道特殊的维护要求

12.3.5.1 客车的夹索器应在 200 个工作小时或 90 个工作日之内进行移位。同时，应用目测检查钢丝绳的夹紧部位和编接部位。

12.3.5.2 应每年用探伤仪对牵引索进行全面检查。

12.3.5.3 停止运行 3 个月以上，在重新投入运行前用探伤仪检查牵引索。

12.3.5.4 牵引索被雷击或受到机械损伤后应及时用探伤仪进行检查。

12.3.5.5 对牵引索的夹持段进行探伤检查时，如发现牵引索的损伤达到规定指标的一半时，对夹索器的移位和探伤检查的间隔时间还应缩短。

12.3.5.6 夹索器应沿固定方向进行移位，移位的距离不应小于夹索器长度、夹索器两端附加装置的长度和牵引索 2 倍捻距的长度三者的总和。

12.3.5.7 不应在牵引索编接范围内固定客车。夹索器与编接部位之间的距离不应小于编接长度的两倍。

#### 12.3.6 承载索的串位

12.3.6.1 承载索宜每 12 年串位一次。对于能定期进行无损探伤检查的承载索可以不串位。

12.3.6.2 承载索串位的移动长度应大于接触区域的长度再加 3 m。

#### 12.3.7 检查记录

应将检查、调整、救护演习、运行参数、运行持续时间、输送乘客数以及所发生的特殊事件记入作业日记。

### 13 标志

#### 13.1 道路交通标志

13.1.1 警告标志：其形状为等边正三角形，颜色为黄底、黑边、黑图案。其含义是警告车辆行人注意危险地点的标志，警告标志的设置地点距危险点的距离应为 20 m~250 m，减速慢行。如图 4 所示。

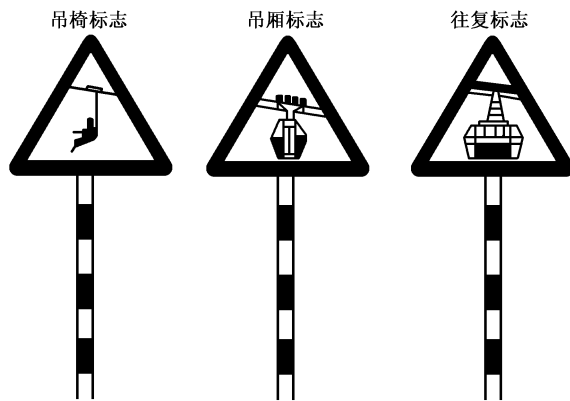


图 4 警告标志

13.1.2 禁令标志:其形状为圆形,颜色为白底、红圈、红杠、黑图案。是指对车辆、行人禁止通行或以限制的标示,禁令标志应设置在需禁止或限制通行的路口或地点。如图 5 所示。

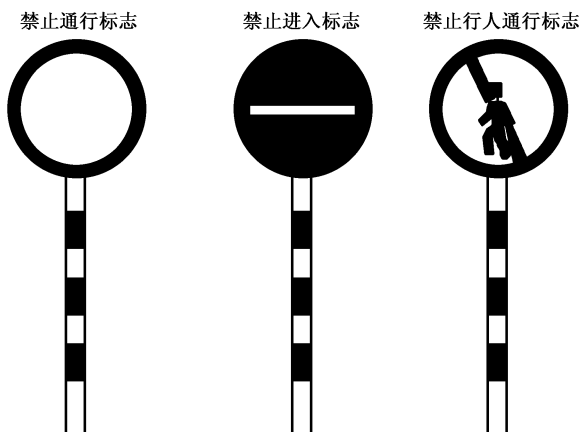


图 5 禁令标志

### 13.2 道路交通标线

限高标线形状为门形横跨在道路上,其颜色为红白相间标杆组成,下垂一限高线,是指车辆装载高度不能超过其限高界限,限高标线设在横跨公路上安全网或保护桥两侧 3 m~5 m 处。如图 6 所示。

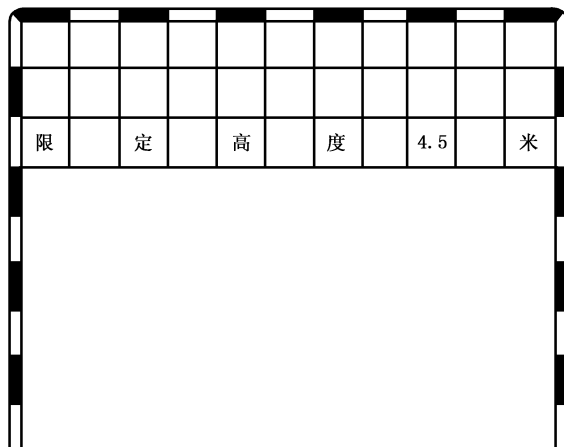


图 6 限高标线

### 13.3 航空障碍标志

如果索道属于飞行障碍时应架设航空障碍标志。该装置钢丝绳的大小及其锚固桩的尺寸应通过计算确定。

### 13.4 吊椅索道特殊提示

吊椅索道的上下车段应有明显标志。在到达下车段前,应使乘客看到“抬起安全护栏”提示的明显标志。

---