



# 中华人民共和国国家标准

GB 12141—2008

代替 GB 12141—1989, GB/T 15388.1~15388.2—1994

## 货运架空索道安全规范

Safety code for material aerial ropeways



自2017年3月23日起，本标准转为推荐性标准，编号改为GB/T 12141-2008。

2008-12-11 发布

2009-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 基本规定 .....	1
4 钢丝绳 .....	4
5 货车 .....	6
6 线路 .....	8
7 站房 .....	11
8 电气 .....	17
9 线路保护设施 .....	18
10 运营 .....	19
11 标志与标线 .....	22



根据中华人民共和国国家标准公告(2017年第7号)和强制性标准整合精简结论,本标准自2017年3月23日起,转为推荐性标准,不再强制执行。

GB 12141—2008

## 前 言

本标准的3.1.2、3.1.7、3.1.8、3.1.9、3.2.2、3.3.1、3.3.2、4.2.1.1、4.2.2.1、4.2.2.2、4.3.5.1、4.3.5.2、6.4.1.3、6.4.3.4、6.4.3.5、6.5.4、7.1.1、7.1.5、7.1.6、7.1.12、7.3.6.2、7.4.1.4、7.4.3.5、8.1.2~8.1.9、8.2.2、8.3.1、8.3.6、9.1.3、10.1.1、10.1.2、10.3.5、10.3.8为强制性的,其余为推荐性的。

本标准代替GB 12141—1989《货运架空索道安全规范》、GB/T 15388.1—1994《双线循环式货运架空索道设计规范》和GB/T 15388.2—1994《单线循环式货运架空索道设计规范》。

本标准与GB 12141—1989、GB/T 15388.1—1994、GB/T 15388.2—1994相比主要变化如下:

- 增加了索道型式选择、索道设计、设备研制、设备出厂的基本原则(见3.1.1、3.1.2);
- 增加了承载索采用夹块锚固方式和圆筒锚固方式的规定(见4.3.5.1、4.3.5.2);
- 增加了钢丝绳维护、检验、报废、局部更换等内容(见4.4、4.5);
- 增加了货车设计的基本要求(见5.1.3);
- 增加了在货运索道中采用客运索道弹簧式抱索器的技术内容(见5.2.2.1);
- 增加了循环式索道和往复式索道线路选择的要求(见6.2.2、6.2.3);
- 增加了线路设计的基本规定(见6.3.1~6.3.5、6.3.7);
- 增加了牵引索导向装置的要求(见6.4.2);
- 增加了托(压)索轮组的设计要求(见6.4.3);
- 修改了支架的设计要求(本版6.5.4,GB/T 15388.1—1994版10.2);
- 对支架基础的设计要求进行了修改(本版6.5.6,GB/T 15388.1—1994版10.4);
- 增加了支架的地锚、起吊架、检修平台等设计要求(见6.5.7、6.5.8);
- 增加了站房设计的安全要求(见7.1.1、7.1.5、7.1.6、7.1.11、7.1.12);
- 增加了驱动站、自动转角站、采用多段驱动的循环式索道的中间驱动站、承载索张紧区段的中间站的选址要求(见7.2.4~7.2.7);
- 增加了装载站和卸载站料仓有效容积的规定(见7.3.3);
- 对摩擦式驱动装置防滑安全的内容进行了修改(本版7.4.1.8,GB/T 15388.1—1994版6.2.1);
- 对驱动装置的制动器和电动机的内容进行了修改(本版7.4.1.10、7.4.1.11,GB/T 15388.1—1994版6.2.2、6.2.3);
- 增加了张紧装置有关安全和装备水平方面的要求(见7.4.2.1、7.4.2.2、7.4.2.4);
- 增加了脱开器与挂结器、加速装置与减速装置、偏斜鞍座等设备的设计内容(见7.4.5~7.4.7);
- 增加了对索道供电电源、信号传递、控制方式、安全功能屏蔽等方面的规定(见8.1);
- 增加了电气拖动与控制方面的安全要求(见8.2);
- 增加了电气保护与安全方面的要求(见8.3.3~8.3.7);
- 增加了电气操作和显示设备颜色选择方面的规定(见8.4.8);
- 增加了索道防雷方面的安全要求(见8.5.2~8.5.4);
- 修改了线路保护设施的设置条件(本版9.1,GB/T 15388.1—1994版9);
- 增加了索道投入运营的基本要求(见10.1.2);
- 增加了有关索道运营方面所需的岗位及岗位责任制的内容(见10.2);
- 增加了索道每日、每月、每年的检查以及经常性和不定期检查的要求(见10.3.2~10.3.5);
- 增加了对单线循环式索道固定抱索器定期移位的规定(见10.3.9);

## GB 12141—2008

——增加了对承载索进行窜位的要求(见 10.3.10)。

本标准由全国索道、游艺机及游乐设施标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:昆明有色冶金设计研究院、中国瑞林工程技术有限公司、长沙有色冶金设计研究院、宁夏恒力钢丝绳股份有限公司、泰安市永安索道工程有限公司。

本标准主要起草人:张惠娟、王红敏、任宏州、李学文、张斗存、张建、张勇、彭加宁、郭向东、苏莘文、韩晓明、戴紫孔、徐海西、白永福、洪金利、刘振才、白文华。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 12141—1989;

——GB/T 15388.1—1994;

——GB/T 15388.2—1994。



# 货运架空索道安全规范

## 1 范围

本标准规定了货运架空索道的设计、制造、检验、使用与管理等方面最基本的安全要求。  
本标准适用于循环式货运架空索道和往复式货运架空索道。  
本标准不适用于林业集材索道、其他部门的简易索道和客货两用索道以及临时架设的轻便索道。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 8918 重要用途钢丝绳(GB 8918—2006, ISO 3154:1988, Stranded wire ropes for mine hoisting—Technical delivery requirements, MOD)

GB/T 9075 索道用钢丝绳检验和报废规范

GB/T 20118 一般用途钢丝绳(GB/T 20118—2006, ISO/DIS 2408:2002, Steel wire ropes general purposes—Minimum requirements, MOD)

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50009 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 50127 架空索道工程技术规范

GB 50191 构筑物抗震设计规范

YB/T 5295 密封钢丝绳

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

3.1.1 货运索道分为:单线循环式货运索道、双线循环式货运索道、单线往复式货运索道、双线往复式货运索道等类型,选择何种索道型式应根据建设条件、技术条件等,经过综合技术经济比较后确定。

3.1.2 索道设计、设备研制应以技术先进、经济合理和安全可靠为原则,设备出厂时,应按有关标准进行检验,建立技术档案并出具合格证书,不符合设计要求的设备,严禁出厂。

3.1.3 选择索道线路和站址时,应考虑当地的气候条件、地理条件、环保要求、交通情况以及索道需要跨越的建筑设施等因素。

3.1.4 未设转角站或转角装置的索道,其线路中心线的水平投影应为一直线;设有转角站或转角装置的索道,相邻的站房或装置之间的线路中心线的水平投影也应为一直线。

#### 3.1.5 工作制度

3.1.5.1 索道的工作制度宜与衔接企业的工作制度一致。

3.1.5.2 年工作日应符合有关行业的规定,但非连续工作制索道不宜小于 290 d;连续工作制索道不宜大于 330 d。

3.1.5.3 每日工作小时数应符合下列规定:

——一班作业宜采用 7.5 h;

——两班作业宜采用 14 h;

——三班作业宜采用 19.5 h。

3.1.5.4 运输不均衡系数应符合下列规定：

- 一班作业宜采用 1.1；
- 两班作业宜采用 1.15；
- 三班作业宜采用 1.2。

3.1.6 索道需要夜间运行时，在站内应设足够亮度的照明设备，在站口应设投光灯。

3.1.7 索道各站房应配备相应的消防设施。

3.1.8 索道不应超载运行。

3.1.9 货车严禁载人。

3.2 运行速度

3.2.1 索道的最高运行速度，不宜超过表 1 的规定。

表 1

索道型式	最高运行速度/(m/s)
单线循环式货运索道	4.5
双线循环式货运索道	5.0
单线往复式货运索道	6.0
双线往复式货运索道	8.0

3.2.2 索道除具有正常的运行速度外，还应具有 0.3 m/s~0.5 m/s 的检修速度。

3.3 净空尺寸

3.3.1 索道跨越或穿越有关设施、区域时的最小垂直净空尺寸，应符合表 2 的规定。

表 2

跨越或穿越类别	跨越或穿越说明	净空尺寸/m
铁路	保护设施底部距轨面	应符合国家有关标准规范的要求
公路	索道或保护设施底部距路面	
架空电力线路	索道穿越时电线距索道顶部	
	索道跨越时保护设施底部距电力线	
航道	索道或保护网底部距桅杆顶	
建、构筑物	索道或保护设施底部距屋顶	2.0
禁伐林木	索道底部距林木最高点	2.0
非机耕地	索道底部距耕地表面	3.0
滑雪道	索道底部距雪道表面	3.5
机耕地	索道底部距耕地表面	5.0
街道、广场	索道或保护设施底部距地面	5.0
人烟稀少区	索道底部距地面或雪面	3.0
无人通行区	索道底部距地面或雪面	2.0

注 1：索道底部是指货车或空牵引索在跨间的最低静态位置再加上动态附加值(承载索挠度的 5%或运载索挠度的 25%)，以最低位置为准。

注 2：索道顶部是指线路上没有货车，承载索或运载索最大张力增大 10%时在跨间的最高静态位置。

注 3：索道跨越航道时的净空尺寸，应以五十年一遇的最高洪水位为准。

3.3.2 货车与内外侧障碍物之间的最小水平净空尺寸，应符合表 3 的规定。

表 3

障碍物名称	货车或钢丝绳摆动情况	净空尺寸/m
无导向装置的支架	货车横向内摆 0.20 rad	0.5
有导向装置的支架	货车横向内摆 0.14 rad	0.5
与索道平行的 交通运输道路	承载索或运载索或牵引索最大静挠度的 20% 横向外摆	1.5
与索道平行的 架空电力线路	承载索或运载索或牵引索最大静挠度的 20% 横向外摆	不小于电杆的高度
建筑物、岩石	双线索道货车横向外摆 0.20 rad, 再加上跨距大于 300 m 时的 0.2% 增加值	3.0
	运载索最大静挠度的 10% 横向外摆 加上固定式抱索器货车横向外摆 0.20 rad	1.5
	运载索最大静挠度的 10% 横向外摆 加上脱挂式抱索器货车横向外摆 0.35 rad	1.0
林间通道	双线索道货车横向外摆 0.20 rad, 再加上跨距大于 300 m 时的 0.2% 增加值	1.5
	运载索最大静挠度的 10% 横向外摆 加上固定式抱索器货车横向外摆 0.20 rad	1.0
	运载索最大静挠度的 10% 横向外摆 加上脱挂式抱索器货车横向外摆 0.35 rad	0.5
注: 跨距大于 300 m 时的 0.2% 增加值, 是指当跨距大于 300 m 时, 跨距每增大 100 m, 货车纵向中心线向外侧移动 0.2 m。		

### 3.3.3 索道的索距

3.3.3.1 索道的索距宜取表 4 所规定的数值, 并按表 3 的规定校验。

表 4

索道型式	货车容积/m <sup>3</sup>	索距/m
单线循环式货运索道	0.2~0.25	2.5
	0.32~0.8	3.0
	1.0~1.25	3.5
	当驱动轮直径大于 3.5 m 时, 索距应等于驱动轮直径	
双线循环式货运索道	0.5~1.0	3.0
	1.25~1.6	3.5
	2.0~2.5	4.0

3.3.3.2 验算货运索道索距时, 应选择最大跨距的中点位置。在 200 Pa 工作风压作用下, 重车侧承载索或运载索和货车应向外侧偏斜, 空车侧承载索或运载索和货车亦应向同一方向偏斜, 此时空车不应接触重车侧任何部位。

3.3.4 当索距发生变化时, 承载索或运载索在支架上的水平力不应大于垂直压力的 10%, 承载索或运载索在该支架上的水平偏角不应大于 0.005 rad。

## 3.4 风雪荷载

### 3.4.1 计算风压

3.4.1.1 索道运行时为 200 Pa, 索道停运时为 800 Pa。

3.4.1.2 最大风速大于 36 m/s 的地区,应取当地最大风压值。

3.4.2 体型系数宜符合表 5 的规定。

表 5

名 称	体 型 系 数
密封钢丝绳	1.2
非密封钢丝绳	1.3
货车	1.4
托、压索轮组	1.6
圆管形支架	1.2
方管及轧制型材支架	2.0

3.4.3 当跨距大于 400 m 时,钢丝绳承受风力的计算长度应按式(1)计算:

$$l_H = 240 + 0.4l \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$l_H$ ——钢丝绳承受风力的计算长度,单位为米(m);

$l$ ——计算跨的斜长,单位为米(m)。

3.4.4 冰、雪荷载应按国家现行的有关规范执行。

## 4 钢丝绳

### 4.1 钢丝绳的选择

4.1.1 索道应选择符合 GB 8918、YB/T 5295 要求的钢丝绳,亦可选择符合 GB/T 20118 要求的钢丝绳。

4.1.2 承载索应选用密封钢丝绳,其公称抗拉强度不宜小于 1 370 MPa。

4.1.3 运载索和牵引索应选用线接触或面接触同向捻带绳芯的股捻钢丝绳,外层钢丝直径不宜小于 1.5 mm,公称抗拉强度不宜小于 1 670 MPa。在腐蚀环境中工作的运载索和牵引索,宜采用镀锌钢丝绳。

4.1.4 平衡索和辅助索应选用线接触或面接触同向捻带绳芯的股捻钢丝绳。在腐蚀环境中工作的平衡索和辅助索,宜采用镀锌钢丝绳。

4.1.5 张紧索应选用挠性好和耐挤压的股捻钢丝绳,其公称抗拉强度不宜大于 1 770 MPa。

### 4.2 钢丝绳参数的确定

#### 4.2.1 抗拉安全系数

4.2.1.1 各种钢丝绳的抗拉安全系数即钢丝绳的最小破断张力与钢丝绳最大工作张力之比,不应小于表 6 中的数值。

表 6

钢 丝 绳 的 种 类	安 全 系 数
承载索	3.0
牵引索、运载索、平衡索	4.5
张紧索	5.0
信号索	3.3

4.2.1.2 承载索的最大工作张力应包括:

——承载索张紧重锤的重力;两端锚固时应为计算起点的设计张力,并应计入温度变化的影响。

- 承载索的张紧索在导向轮上的阻力。
- 由高差引起的承载索重力的变化,及两端锚固时为由货车引起的张力的变化。
- 承载索在鞍座上的摩擦阻力。

#### 4.2.1.3 运载索的最大工作张力应包括:

- 张紧装置的初始张力;
- 由高差引起的运载索重力和货车重力的分力;
- 各支架托(压)索轮组的阻力;
- 站内有关设备的运行阻力;
- 液压张紧装置或重锤张紧装置张紧力的增加值(重锤张紧装置张紧力变化范围不超过3%时,可忽略不计);
- 对于循环式索道,不需计入索道启、制动时的惯性力。

#### 4.2.2 钢丝绳最小张力与横向载荷的关系

##### 4.2.2.1 承载索张紧端的初张力与单个车轮最大轮压之比,应符合表7的规定。

表 7

钢丝绳类型	比值
承载索	$\geq 60$
	$\geq 0.045(N_0)^{1/2}$ 的要求, $N_0$ 为每年通过承载索的车轮次数

##### 4.2.2.2 钢丝绳最小张力与重车重力之比应大于表8中的数值。

表 8

钢丝绳类型	使用情况	比值
往复式索道的承载索	重锤张紧	10
	两端锚固	8
运载索	重力式单抱索器和弹簧式单抱索器或 抱口间距小于钢丝绳2倍捻距的弹簧式双抱索器	10
	鞍式抱索器和抱口间距大于钢丝绳2倍捻距的弹簧式双抱索器	8

#### 4.3 钢丝绳的连接与末端固定

##### 4.3.1 钢丝绳连接部件的破断力应大于钢丝绳最小破断张力。

4.3.2 承载索在一个拉紧区段内,宜采用整根密封钢丝绳。需要连接时,应采用线路套筒连接。连接套筒的位置距离支架不应小于15 m。

4.3.3 承载索与张紧索的连接应采用过渡套筒连接。

##### 4.3.4 运载索和牵引索的编接应符合下列规定:

- 应由有编接经验的人员进行编接;
- 钢丝绳接头的编接长度不应小于钢丝绳直径的1200倍;
- 编接后在张紧状态下,其编接插入点之间直径增大量不应超过钢丝绳实际直径的6%。

##### 4.3.5 承载索的锚固

##### 4.3.5.1 采用夹块锚固方式时应符合下列规定:

- 夹块的数量应由计算确定;
- 应采用一组夹块工作、另一组夹块备用的双重锚固方式,两组夹块的数量应相同,两组夹块之间应留有5 mm的观察间隙;
- 相关连接部件的破断力应大于承载索的最小破断力。

4.3.5.2 采用圆筒锚固方式时,应符合下列规定:

- 圆筒直径不应小于承载索直径的 60 倍。
- 圆筒表面应衬抗滑耐压材料。
- 承载索在圆筒上的缠绕圈数应以 1.5 倍最大张力和 0.2 的摩擦系数计算确定,但不应少于 3 圈。
- 承载索的尾部应采用至少 3 副夹块锚固在支座上,其中 2 副工作,1 副备用。工作夹块与备用夹块之间应留有 5 mm 的观察间隙。
- 夹块与钢丝绳的摩擦系数取 0.13,夹块的抗滑力不应小于剩余张力的 2 倍。
- 圆筒上各金属构件的抗拉安全系数不应小于 6。

4.3.6 张紧索一般采用末端套筒进行固定,亦可采用夹块或圆筒锚固方式进行固定。采用夹块锚固方式时,应符合 4.3.5.1 的相关规定;采用圆筒锚固方式时,圆筒直径不应小于张紧索直径的 20 倍,并符合 4.3.5.2 的相关规定。

4.3.7 双线往复索道牵引索,一般采用末端套筒与货车连接,亦可采用圆筒锚固方式或固定抱索器与货车连接。采用固定抱索器连接时,应将牵引绳编接或闭环。

#### 4.4 钢丝绳的维护与检查

4.4.1 应根据钢丝绳的种类、用途和工作环境对钢丝绳进行维护。维护时对钢丝绳的频繁弯曲或弯曲应力较大部位应进行适当清洗并按钢丝绳使用说明进行润滑。

4.4.2 应根据钢丝绳的使用情况对钢丝绳进行润滑。润滑应在较干燥的天气下进行,润滑之前应清除钢丝绳表面污物。

4.4.3 应定期对钢丝绳进行目测检查。目测检查前,应采用对钢丝绳没有损伤的机械方法清除钢丝绳表面的油脂和污物,目测检查应在白天从钢丝绳两侧同时观察,而且钢丝绳的速度不应超过 0.5 m/s,应记录检查结果。

#### 4.5 钢丝绳的报废与局部更换

4.5.1 钢丝绳的报废或局部更换由下列因素判定:

- 断面的缩小值;
- 断丝的局部聚集;
- 绳股断裂;
- 断丝的增加率。

如果钢丝绳的损坏是由鞍座、绳轮等存在的缺陷引起的,在换钢丝绳之前应消除这些缺陷。出现外部事件(雷击、脱索等)之后,是否报废或局部更换应视具体情况加以确定。

4.5.2 应按 GB 9075 的有关规定判断钢丝绳是否需要报废或局部更换。

4.5.3 当钢丝绳需要更换时,所更换的钢丝绳宜与被更换的钢丝绳同类型、同规格。如采用不同类型和规格的钢丝绳进行更换时,应确保所更换的钢丝绳的性能不低于被更换的钢丝绳,并与抱索器钳口、绳槽等相关要素相适应。

### 5 货车

#### 5.1 一般规定

5.1.1 对于双线循环式索道,一般情况下应选用下部牵引式货车;当地形凸起,线路长度不超过 2 km,无需设置转角站时,宜选用水平牵引式货车。

5.1.2 一般情况下应选用翻转式货车;当运输黏结性物料时宜选用底卸式货车。

5.1.3 货车设计应符合下列要求:

- 在规定的纵、横向摆动情况下,货车应具有安全通过线路支架、平稳进出站房、顺利完成站内作业所需要的外部形状和外形尺寸;

- 在规定的纵、横向摆动情况下,货车的有关部位应与所有的导向装置相适应;
- 货车的承载部件及其连接件应便于检查;
- 货车的裸露表面应进行防腐处理;
- 在低温环境中工作的货车,其承载部件应采用低温韧性好、延伸率和裂纹延伸小的材料进行制造;
- 抱索器(运行小车)、吊架和货箱之间的连接件装置应防止自行松脱;
- 货车应设启闭灵活、锁定可靠、便于货箱自动复位的锁定装置。

#### 5.1.4 货车的计算应计入下列载荷:

- 基本载荷:自重、有效载重和牵引索对货车的附加压力;
- 附加载荷:风载荷、冰雪载荷、制动时的惯性力,货车通过托、压索轮(鞍座)时离(向)心力所产生的阻力、货车通过导向装置时所产生的阻力等;
- 计算货车吊架时应特别考虑在承受基本载荷和附加载荷后产生的扭矩。

#### 5.1.5 货车的承载能力系列如下:

- 单线循环式索道应为:400 kg、700 kg、1 000 kg、1 250 kg;
- 双线循环式索道应为:1 000 kg、2 000 kg、3 200 kg;
- 其他型式的索道可按设计确定。

#### 5.1.6 循环式货车的运行速度宜为:1.6 m/s、2.0 m/s、2.5 m/s、2.8 m/s、3.15 m/s、3.6 m/s、4.0 m/s、4.5 m/s、5.0(双线) m/s,对于设置自动转角站或自动迂回站的双线循环式索道,货车的最高运行速度应符合表 9 的规定。

表 9

水平滚轮组曲率半径/m	—	40	50	60	70
迂回轮直径/m	5	6	—	—	—
最高运行速度/(m/s)	1.6	2.0	2.5	2.8	3.15

#### 5.1.7 货车应按顺序编号。

### 5.2 抱索器与运行小车

#### 5.2.1 抱索器的设计应符合下列规定:

- 抱索器的抗滑力不应小于重车重力在最大倾角处沿钢丝绳方向分力的 1.3 倍;
- 当牵引索直径变化 $\pm 10\%$ ,抱索器的抗滑力仍应符合上述要求;
- 抱索器的钳口应保证货车横向摆动 0.20 rad 或 0.35 rad(采用脱挂式抱索器的单线索道)时,能顺利通过托、压索轮;
- 对于采用重力式抱索器的货车,应分别校核空车和重车的抗滑能力;
- 计算抱索器抗滑能力时,抱索器钳口与钢丝绳的摩擦系数宜取 0.13。

#### 5.2.2 抱索器型式的选择应符合下列规定:

##### 5.2.2.1 单线循环式索道应符合下列规定:

- 当运行速度大于 2.5 m/s 时,可选用弹簧式脱挂抱索器;
- 当运输能力和装载条件合适时,可选用弹簧式固定抱索器;
- 当运行速度小于 2.5 m/s 和爬坡角为  $20^\circ \sim 30^\circ$  时,可选用重力式抱索器;
- 当爬坡角小于  $20^\circ$  时,可选用鞍式抱索器。

##### 5.2.2.2 双线循环式索道应符合下列规定:

- 一般应选用重力式抱索器;
- 当承载能力大于 3 200 kg 和运行速度大于 3.6 m/s 时,应选用弹簧式抱索器。

5.2.3 运行小车的设计应符合下列规定：

- 各车轮之间应设载荷平衡装置；
- 车轮轮缘断面形状应与线路套筒相适应，车轮直径不宜超过 280 mm；
- 车轮宜设对承载索有保护作用的耐磨轮衬；
- 承载能力为 1 000 kg 时宜采用 2 轮式运行小车；承载能力为 2 000 kg 时宜采用 4 轮式运行小车。

5.3 吊架与货箱

5.3.1 吊架的设计应符合下列规定：

- 应采用焊接结构；
- 吊架高度应按货车在承载索或运载索倾角最大的支架上纵、横向摆动 0.20 rad(采用脱挂式抱索器的单线索道横向摆动为 0.35 rad)时，货车不应接触该支架的任何部位的条件确定。

5.3.2 货箱的容积系列如下：

- 单线循环式索道应为：0.25 m<sup>3</sup>、0.32 m<sup>3</sup>、0.4 m<sup>3</sup>、0.5 m<sup>3</sup>、0.63 m<sup>3</sup>、0.8 m<sup>3</sup>、1.0 m<sup>3</sup>、1.25 m<sup>3</sup>；
- 双线循环式索道应为：0.5 m<sup>3</sup>、0.63 m<sup>3</sup>、0.8 m<sup>3</sup>、1.0 m<sup>3</sup>、1.25 m<sup>3</sup>、2.0 m<sup>3</sup>、2.5 m<sup>3</sup>；
- 其他型式的索道可按设计确定。

5.3.3 货车有效容积的利用系数，当运输松散物料时宜采用 0.9~1.0；当运送黏结性物料时宜采用 0.8~0.9。

5.3.4 货箱宽度与运输物料最大块度之比，应符合下列规定：

- 当采用回转式装载设备时，不应小于 8；
- 当采用重力装载闸门和其他非振动装载设备时，不应小于 4；
- 当采用振动装载设备时，其比值可适当减小。

6 线路

6.1 一般规定

6.1.1 索道线路不宜跨越工厂区，当需要跨越铁道、公路、航道、架空电力线路和建筑物等设施时，应符合国家有关规定，并设保护设施。不设保护设施的路口应设醒目的警示牌。

6.1.2 索道线路支架和相关设施应避开滑坡、雪崩、塌方、沼泽、泥石流、溶洞等不良工程地质区或采矿崩落区。当受条件限制不能避开时，支架应采取可靠的工程措施。

6.1.3 索道线路应尽量远离居民区。

6.1.4 建在机场或军事设施附近的索道，其线路选择应符合国家相关规定。

6.2 线路选择

6.2.1 一段驱动的索道，其线路中心线的水平投影应为一直线，当受条件限制设转角站时，应经技术经济比较后方可确定；多段驱动的索道，其线路中心线的水平投影可为折线。

6.2.2 循环式索道的线路，应避开多次起伏的地形和高差很大的凸起地段以及难以跨越的凹陷地段。

6.2.3 往复式索道线路应力求通过凹陷地形。

6.2.4 大风地区应尽量减小索道线路与主导风向的夹角。

6.2.5 索道线路应便于检修，并应考虑各支架的通行条件。

6.3 线路设计

6.3.1 线路设计应符合表 2 和表 3 的有关规定。

6.3.2 跨距与车距水平投影值之比应避开整数，宜取：0.3~0.4, 0.85, 1.15~1.3, 1.75, 2.3~2.6, 3.45。

6.3.3 凹陷区段支架的高度，应按照相邻两跨没有货车、承载索或运载索最大张力增大 30% 时，钢丝绳不脱离鞍座或托索轮的条件进行校验。

6.3.4 钢丝绳在支架两侧的倾角,应按 GB 50127 中的相关公式进行计算,钢丝绳的最大倾角不应超过抱索器所允许的爬坡角。

#### 6.3.5 单线循环式索道

6.3.5.1 站前第一跨的跨距宜为 5 m~10 m。

6.3.5.2 对于平坦地段或坡度均匀的倾斜地段,运载索在各支架上的载荷应大致相等。

6.3.5.3 在凸起侧型区段内,各支架上托索轮的径向载荷宜相等,支架高度应不小于 4 m,跨距不宜小于 15 m。

6.3.5.4 选用带导向翼的抱索器时,可采用压索式支架。压索式支架的高度,应按运载索最小张力减小 20%、货车载荷增大 25% 时,运载索不应离开压索轮的条件进行设计。

6.3.5.5 运载索的最大倾角不应大于 45°。

#### 6.3.6 双线循环式索道

6.3.6.1 在凸起区段内承载索在每个支架上的弦折角,应符合下列规定:

——下部牵引式索道为 0.03 rad~0.04 rad;

——水平牵引式索道为 0.05 rad~0.06 rad。

6.3.6.2 凸起地段支架的高度,应不小于 5 m,跨距不宜小于 20 m。当总折角较大并受地形限制时,可采用带有大曲率半径垂直滚轮组的连环架代替支架群。

6.3.6.3 承载索在每个支架上的最大折角,一般宜控制在 0.10 rad~0.15 rad,大跨距两端的支架不宜超过 0.30 rad。

6.3.6.4 站前第一跨的跨距宜小于车距,并宜小于 60 m。

6.3.7 往复式索道应采用大跨距跨越线路,不设或少设中间支架。

### 6.4 线路设备

#### 6.4.1 鞍座

6.4.1.1 鞍座应采用铸钢或焊接结构,绳槽宜设带润滑装置的尼龙或青铜衬垫。

6.4.1.2 承载索作用在鞍座绳槽内的比压应小于衬垫材料许用值。比压按公式(2)计算:

$$p = \frac{1.5T}{dR} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$p$ ——单位面积上的压力,单位为兆帕(MPa);

$T$ ——作用在鞍座绳槽上承载索的张力,单位为牛(N);

$d$ ——承载索直径,单位为毫米(mm);

$R$ ——鞍座绳槽曲率半径,单位为毫米(mm)。

6.4.1.3 鞍座绳槽曲率半径应按公式(3)计算:

$$R \geq 0.5 v^2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$R$ ——鞍座绳槽曲率半径,单位为米(m);

$v$ ——货车运行速度,单位为米每秒(m/s)。

同时应满足:无衬或青铜衬鞍座曲率半径不小于承载索直径的 100 倍;尼龙衬鞍座不小于承载索直径的 150 倍。

6.4.1.4 对于循环式索道,当承载索在支架上的最大折角小于或等于 16° 时,宜选用摇摆式鞍座;大于 16° 时,宜选用固定式鞍座。

6.4.1.5 往复式索道应选用固定式鞍座,鞍座应有足够的长度,以保证承载索在最小张力和有效荷载增加 10% 的情况下,两端均留有 0.03 rad 的余量。

6.4.1.6 鞍座端部应为圆弧,圆弧的半径不应小于承载索直径的 5 倍,长度不应小于承载索直径的

3 倍。

6.4.1.7 鞍座的结构应保证货车在允许的纵、横向摆动范围内,顺利通过。

6.4.2 牵引索导向装置

6.4.2.1 牵引索导向装置应保证货车在正常摆动条件下,将牵引索导入托索轮的绳槽内,并且不应碰到货车的任何部位。

6.4.2.2 当牵引索未能落入托索轮的绳槽时,牵引索导向装置仍能保证货车顺利通过。

6.4.3 托(压)索轮组

6.4.3.1 无衬钢托(压)索轮的直径不宜小于运载索直径的 15 倍,每个托(压)索轮的允许折角,应根据允许径向载荷和运载索的张力计算决定,但不宜大于 5°。每个托(压)索轮上的径向载荷,应符合表 10 的规定。

6.4.3.2 采用软质耐磨衬垫的托索轮直径不宜小于运载索直径的 10~12 倍,压索轮直径不宜小于运载索直径的 8~10 倍,每个托(压)索轮的允许折角,不宜大于 4°,每个托(压)索轮上的径向载荷,应按公式(4)计算:

$$[P] = p D_2 d \dots\dots\dots (4)$$

式中:

[P]——每个有衬托(压)索轮的允许径向载荷,单位为牛(N);

p——软质耐磨衬垫的比压,单位为兆帕(MPa), $p = 0.2 \text{ MPa} \sim 0.5 \text{ MPa}$ ,根据衬垫的耐磨性确定;

$D_2$ ——托(压)索轮新衬垫绳槽底部的直径,单位为毫米(mm);

d——运载索直径,单位为毫米(mm)。

表 10

托(压)索轮直径/mm	最大许用径向载荷/kN	适用钢丝绳直径/mm
300	3.0	≤20
400	5.0	22~26
500	7.5	28~32
600	10.0	34~40

6.4.3.3 6 轮和 8 轮托(压)索轮组的大平衡梁应配置在小平衡梁的内侧,不宜采取重叠设置方式。

6.4.3.4 对于跨距较大和弦折角为负值或建于大风地段的支架,其托索轮组的外侧应设置钢丝绳捕索器,内侧应设挡索板。

6.4.3.5 对于压索式支架或采用组合式托压索轮组的支架,不仅应在其索轮组的外侧设钢丝绳捕索器,内侧设挡索板外,还应在横梁上设挡臂式二次保护装置,以挡住捕索器未能捕捉到的运载索,并使索道自动停车。

6.4.4 在单线索道线路上,不应设置单个的托索轮。

6.4.5 对于双线索道,应配备承载索加油车,安全措施得当时可配备检修车。

6.5 支架及基础

6.5.1 支架和基础的设计应符合 GB 50007、GB 50009、GB 50010、GB 50017 和 GB 50191 的有关规定。

6.5.2 计算支架及基础强度时,应考虑以下荷载:

- 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;
- 特殊荷载:如货车卡车力和按有关规定确定的地震作用。

6.5.3 荷载组合分为索道运行和索道停运两种不同情况,应按最不利荷载组合并考虑钢丝绳的动力影响进行计算。

#### 6.5.4 支架的设计应符合下列规定：

- 支架的结构重要性系数应为 1.1；
- 支架的主要承载构件，应进行疲劳校核；
- 支架采用螺栓连接时，螺栓应紧固，防松措施应得当。

#### 6.5.5 支架的材料应符合下列规定：

- 支架应采用钢材或钢筋混凝土(包括预应力混凝土)材料制作，不应采用绷绳拉紧的支架(堆货索道除外)；
- 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；
- 支架金属结构所用的开口型材，其壁厚不应小于 5 mm，管材及闭口型材壁厚不应小于 2.5 mm，管材和闭口型材的外表面上应有防锈层。

#### 6.5.6 支架基础的设计应符合下列要求：

- 支架基础应尽量采用短柱式钢筋混凝土基础，如遇岩石类基础应采用梁式或锚杆基础。
- 钢支架基础顶面应高出地面 300 mm，钢筋混凝土支架的基础顶面宜低于地面 200 mm～300 mm；在冰冻区基础底面应埋至冻土深度以下；基础周围应有必要的排水和边坡护坡等设施。
- 在最不利荷载组合下，基础的抗滑移、抗倾覆和抗扭转，应按 GB 50007 中对于基础甲级设计等级的要求进行设计。
- 基础位于边坡附近时，应验算边坡稳定性。

#### 6.5.7 起吊架和地锚

##### 6.5.7.1 支架上应设固定式起吊架。

6.5.7.2 对于压索式支架或采用组合式托压索轮组的支架，宜在起吊架下方的支架基础或附近适当位置上，各设 1 个地锚。

6.5.7.3 起吊架和地锚的结构应能承受安装或检修钢丝绳时所产生的各种载荷，并便于布置小型起重装置和其他检修器具。

#### 6.5.8 检修平台

##### 6.5.8.1 支架上应安装检修平台。

##### 6.5.8.2 检修平台的结构设计和计算，应符合下列规定：

- 平台的坡度应与钢丝绳的平均倾角一致，当钢丝绳的平均倾角较大时，应设计成阶梯式；
- 在不利的位置单个载荷宜为 2 kN；
- 均布载荷宜按  $2.0\text{ kN/m}^2$  计算；
- 作用在栏杆上的横向载荷宜取  $0.5\text{ kN/m}$ ；
- 平台不应限制货车的纵向和横向偏摆；
- 平台应防滑(油脂、冰)和防坠落；
- 应考虑支架的扭转摆动。

#### 6.5.9 爬梯和支架编号

6.5.9.1 支架上应设爬梯，高度在 10 m 以上时爬梯应设护圈或防坠落装置；当高度超过 25 m 时，每隔 10 m 应设带护栏的平台。

6.5.9.2 支架上应有连续的编号，并在爬梯入口醒目位置设非工作人员禁止攀登的警示牌。

6.5.10 支架应验算支架顶端的扭转变形，在最不利荷载组合条件下支架顶端在水平面内的扭转角，对于单线索道不应超过  $0.008\text{ rad}$ ，对于双线索道不应超过  $0.017\text{ rad}$ 。

## 7 站房

### 7.1 一般规定

7.1.1 站内机械、电气设备及钢丝绳等不应危及正常操作人员和维修检查人员的人身安全。离地高度

小于 2.5 m 的运行钢丝绳和设备的外露运转部分应设安全罩或防护网隔离。

7.1.2 固定安装的机械设备与墙壁之间的距离不应小于 0.5 m, 人行通道宽度不应小于 1 m。站口滚轮组和安装高度超过 2 m 的站内辅助设备, 应设带护栏的操作平台或检修栈道。

7.1.3 索道驱动装置宜设单独驱动机房, 机房的平面和空间布置应便于驱动机的起吊和维护。

7.1.4 控制室应力求设在便于观察货车装(卸)载和进出站的位置, 控制室噪声不宜超过 80 dB(A)。

7.1.5 非公共通行的区域应隔离, 非工作人员不应入内。

7.1.6 在有通行条件的单层站房的站口, 应设防止行人或车辆横穿线路的隔离设施; 高架站房的站口, 应设防止人员或物体坠落的保护设施。其他人员可接近的站房边缘, 高差大于 1.0 m 的悬空或陡坡处也应设防护设施。

7.1.7 站内不允许有积水, 地面应有一定的排水坡度。

7.1.8 根据索道安全运营的需要, 各站房应配备必要的检修设备和检修设施。

7.1.9 至少应在 1 个端站内设置检查和维护货车用的操作台。

7.1.10 在装载站、卸载站和中间驱动站的适当位置应设有停车轨道, 并备有易损件的备件, 在端站应设检修间。

7.1.11 索道的物料装、卸处, 凡有粉尘或其他危及人员健康安全的因素存在时, 应采取措施达到职业健康安全要求, 否则索道不应投入运营。

7.1.12 站房设计应符合消防要求。

## 7.2 站址选择

7.2.1 站房应选择地势较平坦、交通及供水供电较方便的位置, 应避免不良工程地质带和采矿崩落区。

7.2.2 站址应不占或少占农田, 并应尽量避免经济作物区和地下文物区。

7.2.3 站址选择应使钢丝绳的进、出站角满足货车脱、挂可靠和减小冲击的设计要求。

7.2.4 钢丝绳张力较大的站房宜作为驱动站, 张力较小的站房宜作为张紧站。

7.2.5 双线循环式索道的自动转角站, 不宜设在钢丝绳张力较小的地段。

7.2.6 采用多段驱动的循环式索道, 其中间驱动站的位置和标高应根据牵引索或运载索等强度的原则确定。必要时, 尽可能使中间驱动站兼作转角站, 以便优化站房选址和索道侧形设计。

7.2.7 承载索张紧区段的中间站

7.2.7.1 应按承载索在支架鞍座上摩擦阻力总和(考虑折减系数)不大于重锤张力的 25% 的要求, 校验张紧区段的长度。

7.2.7.2 双锚站宜设在承载索张力较大的凸起地段, 其高度不应小于 5 m。

7.2.7.3 双张站或张锚站宜设在承载索张力较小的凹陷地段, 其高度不宜小于 9 m。

## 7.3 站房及站口设计

7.3.1 货车在站内的净空尺寸

7.3.1.1 货车的横向摆动值, 在避风站内的直线轨道上为 0.08 rad, 在曲线段轨道上为 0.16 rad; 在非避风站内均为 0.16 rad, 但设有双导向板的轨段除外。

7.3.1.2 货车的纵向摆动值为 0.14 rad。

7.3.1.3 在计入货车的纵横向摆动后, 货箱在翻转或打开时的最小净空应符合下列要求:

——距站房地坪不应小于 0.2 m。

——有行人通行时, 距墙不应小于 0.8 m; 无行人通行时, 距墙不应小于 0.6 m, 距突出物不应小于 0.3 m。

7.3.2 货车轨道

7.3.2.1 轨道及其吊挂系统应有足够的刚度。

7.3.2.2 吊架或吊钩的间距, 重车侧直线段宜为 2 m, 空车侧直线段宜为 2.5 m~3.0 m, 曲线段根据曲率半径不同适当减小。每根轨道的吊挂点不应少于 2 个, 且吊挂点与轨道接头处之间的距离不应小

于 500 mm。吊挂结构应便于调整轨道坡度。

7.3.2.3 主轨的最小平面曲率半径,应符合表 11 的规定。副轨的最小平面曲率半径宜取 2 m。主轨和副轨的立面曲率半径均不应小于 5 m。

表 11

货车运行速度/(m/s)	0.5	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	3.6	4.0	4.5
最小平面曲率半径/m	2.5	4	7	10	12	15	18	20	25

7.3.2.4 轨道的平面反向弧之间应有不小于 1.5 m 的直线段。

7.3.3 装载站和卸载站料仓的有效容积应根据索道长度、运输能力、工作制度、检修和处理故障的时间以及相关车间或运输工具的生产要求确定。

7.3.4 货车装载

7.3.4.1 应根据物料性质和索道运输能力选择装载设备。

7.3.4.2 宜采用内侧装载方式。

7.3.4.3 在装载位置应设防止货箱摆动的导向板或稳车器。

7.3.5 货车卸载

7.3.5.1 料仓顶部一般应设格筛。当卸载区段很长并采用机械推车时可不设格筛,但应在卸料仓两侧或中间设置带栏杆的操作通道。格筛的筛孔不应大于 300 mm×300 mm,栏杆的高度不应小于 1.1 m。

7.3.5.2 货车卸载时,对于翻转式货车,货箱翻转最大摆动界限尺寸最低点距格筛不应小于物料最大块度加 0.05 m;对于底卸式货车,货箱距格筛不应小于物料最大块度加 0.05 m。

7.3.5.3 应设便于卸载后的货箱自动复位或自动关闭卸料口的装置。

7.3.6 站口设计

7.3.6.1 设有凸形或凹形垂直滚轮组的双线循环式索道站口,滚轮组曲率半径应按货车通过时牵引索作用在抱索器上的压力小于允许值或牵引索不脱出钳口、空货车不被抬离轨道的条件校验。

7.3.6.2 对于采用脱挂式抱索器的循环式索道,当钢丝绳俯角出站时,为了防止挂结失误的货车滑向线路,应设监控装置,并采取有效措施防止挂结失误的货车出站。

7.3.6.3 承载索仰角进站时,空索倾角应大于轨道倾角,但两者之差不宜大于 0.05 rad。

7.3.6.4 承载索俯角进站时,空索倾角应小于轨道倾角,但两者之差不宜大于 0.05 rad。

7.3.6.5 对于无人值守的张紧站,承载索的进站仰角宜小于 0.05 rad,且不设凹形垂直滚轮组,否则应设防脱索监控装置。

7.3.6.6 货车的抱索器与牵引索或运载索挂结时,货车速度宜与钢丝绳的速度一致。挂结段内应设稳索轮消除钢丝绳运行的颤动,钢丝绳在稳索轮上的最小折角不应小于 0.01 rad。进入挂结段的轨道在 2 m 长度范围内不应有平面上的弯曲。

7.3.6.7 单线循环式索道站口除满足 7.3.6.6 的要求外,还应满足以下要求:

- 挂结段轨道的刚度,应能保证抱索器行走轮的横向窜动不大于 2 mm,轨道平面与运载索中心线之间的水平距离应能调节;
- 挂结段和脱开段站口轨道的坡度,应与运载索进出站角相适应,站口轨道的端部应有立面曲率半径为 3 m~5 m 的弧形开口段;
- 采用弹簧式抱索器的货车进入挂结段之前,运载索宜导平并使钳口处于最大开度状态;
- 采用重力式抱索器的货车,挂结段前应设钳口定向器,挂结段内应设可调式弹性压板;
- 进、出站口应设限制货车摆动的双导向板,使货车在与运载索挂结、脱开过程中横向摆动不大于 0.01 rad,纵向摆动不大于 0.1 rad。

7.3.7 单线索道转角站货车脱开运载索运行时应自溜,不应采用人工推车。

7.3.8 双线索道自动转角站与自动迂回站货车运行速度应符合表 9 的规定;在距离水平滚轮组或迂回

轮进出点的 5 m 处,应各设一个宽边垂直托辊,防止意外脱索。

7.4 站内设备

7.4.1 驱动装置

7.4.1.1 对于高架式站房宜采用立式驱动装置;对于单层站房宜采用卧式驱动装置。

7.4.1.2 应选用摩擦式驱动装置,不宜采用夹钳式驱动装置。

7.4.1.3 驱动装置应有 0.3 m/s~0.5 m/s 的检修速度,并能实现短时反向运行。

7.4.1.4 驱动轮的直径不应小于牵引索或运载索直径的 80 倍。

7.4.1.5 驱动轮上力的传递应符合下列要求:

- a) 对于循环式索道应验证下列载荷情况下钢丝绳的最大张力、最小张力及最大圆周力:
  - 重车侧和空车侧按设计车距布满重车和空车的正常运行情况;
  - 线路最不利下坡区段缺重车或空车的最不利正力运行情况;
  - 线路最不利上坡区段缺重车或空车的最不利负力运行情况。
- b) 对于往复式索道应按下列情况验证每一循环钢丝绳的最大张力、最小张力及最大圆周力:
  - 重车上行(或下行)从离开下(上)站到到达上(下)站,其中包括依次经过支架各点钢丝绳张力的变化曲线;
  - 空车下行(或上行)从离开上(下)站到到达下(上)站,其中包括依次经过支架各点钢丝绳张力的变化曲线;
  - 上述两种情况作用在驱动轮上的钢丝绳张力差(圆周力曲线)。
- c) 非匀速运动时,应计算下列质量的惯性力:
  - 牵引索(或运载索)质量;
  - 运载工具质量;
  - 载荷质量;
  - 由钢丝绳带动的转动部分的变位质量。

7.4.1.6 正常起、制动时的加、减速度宜符合下列要求:

- 对于循环式索道宜为 0.1 m/s<sup>2</sup>~0.15 m/s<sup>2</sup>;
- 对于往复式索道宜为 0.5 m/s<sup>2</sup>~0.7 m/s<sup>2</sup>。

7.4.1.7 紧急制动时的减速度应符合下列要求:

- 对于循环式索道不应大于 1.0 m/s<sup>2</sup>;
- 对于往复式索道不应大于 2.0 m/s<sup>2</sup>。

7.4.1.8 摩擦式驱动装置的防滑安全应符合下列要求:

防滑安全系数,在正常运行时不应小于 1.5;在最不利载荷情况下启动或制动时,不应小于 1.25,并按公式(5)计算:

$$\frac{t_{\min}(e^{\mu\alpha} - 1)}{t_{\max} - t_{\min}} \geq 1.25 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- $t_{\min}$ ——最不利载荷情况下,正常起、制动时驱动轮出侧或入侧牵引索的最小张力,单位为牛(N);
- $t_{\max}$ ——最不利载荷情况下,正常起、制动时驱动轮出侧或入侧牵引索的最大张力,单位为牛(N);
- $e$ ——自然对数的底数;
- $\mu$ ——牵引索与驱动轮衬垫的许用摩擦系数;
- $\alpha$ ——牵引索在驱动轮上的包角,单位为弧度(rad)。

7.4.1.9 驱动轮衬垫的比压,应按公式(6)校核:

$$\frac{1.5(t_r + t_c)}{Dd} \leq [p] \quad \dots\dots\dots (6)$$



式中：

$t_r$ ——驱动轮入侧的牵引索张力，单位为牛(N)；

$t_c$ ——驱动轮出侧的牵引索张力，单位为牛(N)；

$D$ ——驱动轮直径，单位为毫米(mm)；

$d$ ——牵引索直径，单位为毫米(mm)；

$[p]$ ——驱动轮衬垫的允许比压，单位为兆帕(MPa)。

#### 7.4.1.10 驱动装置的制动器应符合下列规定：

- 制动器应具有逐级加载和平稳停车的制动性能；
- 对于制动型和停车后会倒转的动力型循环式索道，应设工作制动器和安全制动器，但对于断电后能自然停车并且停车后不会倒转的循环式索道，可仅设工作制动器；
- 对于往复式索道的驱动装置，应设工作制动器和安全制动器；
- 当运行速度超过额定值的15%时，工作制动器和安全制动器应能自动相继投入工作，并使减速度控制在 $0.5\text{ m/s}^2 \sim 1.0\text{ m/s}^2$ 的范围内；
- 每一套制动器应能使索道在最不利载荷情况下停车；
- 安全制动器应作用在驱动轮、具有足够缠绕圈数的卷筒或与卷筒连接的制动盘上；
- 应采取措施防止制动块和制动面沾上液压油、润滑油脂和水；
- 安全制动器应能手动控制。

#### 7.4.1.11 驱动装置电动机的选择，应符合下列规定：

- 可选用交流或直流电动机，但对于侧形复杂、运行速度高或负力较大的索道，宜选用直流电动机；
- 按正常载荷情况计算电动机功率时应计入功率备用系数，对于动力型索道取1.15，对于制动型索道取1.30，并应按最不利载荷情况下启动或制动时的功率与所选电动机额定功率的比值不大于该电动机过载系数的0.9倍的条件校验。

### 7.4.2 张紧装置

#### 7.4.2.1 张紧装置的行程不应小于下列各项的代数和：

- 温差引起的长度变化；
- 承载索、运载索或牵引索的结构性伸长(永久伸长)；
- 各种运行载荷情况下钢丝绳垂度不同而产生的长度变化；
- 各种运行载荷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 $80\text{ kN/mm}^2$ (新绳)和 $120\text{ kN/mm}^2$ (旧绳)进行计算。

7.4.2.2 运载索或牵引索张紧小车的行程除满足7.4.2.1的要求外，还应考虑小车安装时的位置误差以及钢丝绳编接接头损坏而需截去接头长度后再次编接时小车移位的需要。对于堆货索道，为适应卸载站经常移动的要求，小车行程不宜小于50 m。

#### 7.4.2.3 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，不应达到极限位置；
- 张紧小车两端应装设行程限位开关；
- 张紧小车和张紧重锤的轨道导向装置应保证张紧小车和张紧重锤不发生脱轨、卡阻等事故；
- 张紧装置应设起吊装置或调绳绞车，以便进行维修工作；
- 张紧重锤的支撑结构、钢绳的附件和端部连接件应防止锈蚀，并应便于检查、维修和更换。

#### 7.4.2.4 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；

- 应设油压、油温显示装置；
- 液压系统应设手动控制装置；
- 在低温环境中工作的液压张紧装置应有防冻措施；
- 油缸的固定点宜采用球铰。

7.4.3 绳轮

- 7.4.3.1 应按最不利载荷作用在绳轮上的条件来进行设计或选型。
- 7.4.3.2 采用焊接结构时应进行消除内应力处理。
- 7.4.3.3 绳轮宜设软质耐磨衬垫,衬垫槽形应与所选钢丝绳相适应。
- 7.4.3.4 绳轮轮缘的形状及高度应防止钢丝绳脱槽。当抱索器需要通过绳轮时,轮缘的形状应与抱索器相适应。
- 7.4.3.5 绳轮的直径应符合下列规定:
  - 对于牵引索和运载索绳的导向轮,应符合表 12 的规定;
  - 对于牵引索或运载索的张紧轮,不应小于张紧索直径的 40 倍;
  - 对于承载索的张紧轮,不应小于张紧绳直径的 25 倍。

表 12

包角/(°)	>4~20	>20~90	>90
D/d	40	60	80

7.4.4 自动转角站的水平滚轮组

- 7.4.4.1 滚轮直径不宜小于 600 mm,宽度不宜小于 140 mm。
- 7.4.4.2 牵引索在滚轮上的折角不宜大于 3°或按滚轮径向载荷不大于 6 kN 的条件确定。
- 7.4.4.3 货车通过滚轮组时,牵引索作用在抱索器钳口上的水平力不应大于 10 kN。

7.4.5 脱开器与挂结器

- 7.4.5.1 应能在规定的速度下脱开和挂结,并能实现低速反向运行。
- 7.4.5.2 应能保证在脱开与挂结区段仅有一辆货车,脱开与挂结前后钢丝绳能稳定运行。
- 7.4.5.3 应采取措施防止冰雪对脱挂过程产生影响。
- 7.4.5.4 脱开器和挂结器应便于检查和维修。
- 7.4.5.5 应能调整抱索器和钢丝绳的相对位置。

7.4.6 加速装置与减速装置

- 7.4.6.1 加、减速装置的平均加、减速度不应大于 1.5 m/s<sup>2</sup>。
- 7.4.6.2 当抱索器与钢丝绳挂结时,抱索器与钢丝绳的速度差,不应大于 0.3 m/s。
- 7.4.6.3 加、减速装置应能自动地与钢丝绳的运行速度和方向相适应。
- 7.4.6.4 宜采用从钢丝绳直接取能的方式实现加速与减速。
- 7.4.6.5 当货车反向运行时应能正常工作。

7.4.7 偏斜鞍座

- 7.4.7.1 偏斜鞍座在站口的安装角度应与承载索的进、出站角相适应。
- 7.4.7.2 承载索通过偏斜鞍座进站后的偏斜角度,应按 7.3.1.1 和 7.3.1.2 货车摆动要求不碰触货车任何部位的条件进行校验。
- 7.4.7.3 承载索在鞍座内的包角应在偏斜鞍座的允许角度内。对于俯角进站站口,当 1 辆重车接近站口时承载索的重索倾角不应大于 0.15 rad。

7.4.8 往复式索道端站,应设能限制货车位置的停止器和缓冲器,当货车超过停止界限时索道应能自动停车。

7.4.9 其他辅助设备

- 7.4.9.1 货车载重较大或站房较长时应设推车设备。
- 7.4.9.2 对于运输黏结性物料的索道,装、卸料仓宜设便于装卸的相关设备。
- 7.4.9.3 装载位置宜设阻车、计量、推车等设备。
- 7.4.9.4 发车位置宜设保证车距或发车间隔时间的发车设备。
- 7.4.9.5 卸载站的货箱复位处宜设推车设备。

## 8 电气

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 索道宜采用独立的双回路电源供电;受条件限制时,也可采用单电源供电。
- 8.1.2 安全电路在正常工作时应是闭合回路,并应通过断开电路的方式来实现安全保护。
- 8.1.3 所有信号应在所需的全部条件具备后才可传递。一旦某一保证安全的条件没有具备,则应取消该信号的传递。
- 8.1.4 索道起动完毕后,准备就绪或要求运行的指令信号应自动撤销。
- 8.1.5 采用自动控制的索道,应具有手动控制方式。
- 8.1.6 从一种控制方式到另一种控制方式的切换,应在索道停止运行的情况下进行。
- 8.1.7 货车的装卸区段、机械设备的维护区域和工作平台等处的适当位置,应设维修开关。
- 8.1.8 控制台、各站房、货车的装卸区段等处的适当位置,应设紧急停车按钮。紧急停车按钮应独立于 PLC。
- 8.1.9 安全功能应采用钥匙开关或类似的元件并通过控制台进行屏蔽;安全功能屏蔽指示应醒目,并在结束屏蔽时应易于识别。

### 8.2 拖动与控制

- 8.2.1 索道的主驱动系统的电气传动,可采用交流或直传动方式。对于有负力的索道,宜采用具有 4 象限运行特征的直流或交流变频传动方式。
- 8.2.2 在规定的荷载范围内,电气拖动装置应能平稳起动,且能实现反向运行。
- 8.2.3 在正常情况下,索道运行速度的变化不应超过 $\pm 5\%$ 。
- 8.2.4 所有涉及安全起动的条件都具备时,运行指令才能生效。停车指令应优先于其他控制指令。
- 8.2.5 电气制动系统应使索道在正常制动和紧急制动时安全停车。当电气制动系统采用直流电源时,应配备备用蓄电池。
- 8.2.6 工作制动器或安全制动器进行紧急制动时,主机电源应立即自动切断;当进行正常制动时,主机电源最迟应在索道停止运行时切断。
- 8.2.7 往复式索道宜设速度显示、货车减速点的位置信号、货车位置显示、牵引索断索信号等装置。

### 8.3 保护与安全

- 8.3.1 索道主驱动电机应设置下列保护:

- 缺相保护;
- 低电压保护;
- 过负荷保护;
- 短路保护;
- 堵转保护;
- 直流电机失励保护;
- 制动型索道零电流保护。

除过负荷保护外,保护装置动作时索道应能自动停止运行。

- 8.3.2 当出现下列情况时,索道应自动停止运行。当有条件时,还应显示故障位置。

- 电动机保护装置动作;

- 运行速度超过额定速度的 10%；
- 站内或线路监控装置动作；
- 拉紧小车或拉紧重锤超过极限位置；
- 液压拉紧装置的油压超过正常值 $\pm 10\%$ ；
- 紧急停车按钮动作；
- 对于多段驱动的索道，当某一段索道发生故障时，其他区段的道应立即停车。

当故障排除并经人工复位后，才能再次启动索道。

- 8.3.3 当制动系统和润滑系统的油压、油温、油位异常以及电机过负荷时，应报警。
- 8.3.4 安全回路的电源电压，不应超过交流有效值 50 V 或直流 60 V。
- 8.3.5 延迟触发紧急停车不应超过 500 ms。
- 8.3.6 为了保证索道的安全运行，不应将电阻、电容、二极管等元件并联到安全关键件的断路器触点或元件上。
- 8.3.7 对于采用弹簧式脱挂抱索器技术的索道，宜在站内设置抱索状态监控、抱索力量监控、脱索状态监控、钢绳位置监控、抱索器外形监控等安全装置。

#### 8.4 通讯与信号

- 8.4.1 各站房及控制室之间，应设内部直通专用电话，并有一套备用通讯系统。
- 8.4.2 至少应在一个站房或站房附近装设当地公用电话。
- 8.4.3 应配备用于维修钢丝绳和线路设备的对讲机。
- 8.4.4 当安全功能部分或全部被屏蔽时，工作电话系统仍应保持畅通。
- 8.4.5 应装设必要的显示设备，以便操作人员进行设备操作、了解运行情况和获取故障方面的有关信息。
- 8.4.6 故障的显示应保持到下次起动为止。
- 8.4.7 重要的电压值、电流值和监测信号，应通过检测设备或与之等效的设备加以显示。
- 8.4.8 对应于索道的各种运行状态，其操作和显示的设备宜选用下列颜色：
  - 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。
- 8.4.9 宜配备运行计时器及货车计数器。
- 8.4.10 在索道沿线主要风口处应设电传风向风速仪，在有工作人员的站房应设风速显示装置及报警装置。

#### 8.5 防雷与接地

- 8.5.1 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。有条件时，索道沿线每隔 500 m 宜有一个接地点。应定期检查接地电阻值，其冲击接地电阻数值要求如下：
  - 索道站房、未绝缘的钢丝绳、机械设备及所有金属构件 $\leq 5 \Omega$ ；
  - 线路支架 $< 30 \Omega$ 。
- 8.5.2 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。
- 8.5.3 应采取技术措施防止雷电波形成的高电压从电源入户线侵入。
- 8.5.4 在电源引入的总配电箱处，宜设过电压保护装置。

### 9 线路保护设施

#### 9.1 一般规定

- 9.1.1 索道跨越铁路、航道、主要公路和其他重要设施时应设保护设施，并应遵守当地的有关规定。

- 9.1.2 保护范围较长和货车坠落高度较大时,应采用保护网;保护范围较短和货车坠落高度较小时,应采用保护桥;索道线路横向坡度较大、货车或物料滚落后会造成事故时,应采用拦网。
- 9.1.3 保护设施顶面与运动货车底面之间的净空尺寸,不应小于货车的最大横向尺寸。
- 9.1.4 应按货车冲击的条件校验保护网底面与所跨越设施之间的净空尺寸。
- 9.1.5 保护网的宽度至少比索距宽 3 m;保护桥的宽度,当货车坠落高度不大于 3 m 时,至少比索距宽 2.5 m;当索道跨距超过 250 m 时,该跨下部保护设施的宽度,应按承载索和货车均受 250 Pa 工作风压作用而发生偏斜的条件校验。

## 9.2 保护网

- 9.2.1 保护网应由粗、细两层格网组成,细格网的网孔尺寸不宜大于 20 mm×20 mm。
- 9.2.2 当不允许坠落细料时,宜铺板或采用其他措施代替细格网。
- 9.2.3 保护网的横剖面应有挡边,其高度宜为 0.5 m~1.2 m。
- 9.2.4 保护网的跨距,不宜大于 100 m。
- 9.2.5 当保护网的跨距大于保护范围时,可在保护范围内设置格网。
- 9.2.6 保护网的支架,应设工作梯。
- 9.2.7 主索宜选用镀锌钢丝绳。
- 9.2.8 主索应采用两端锚固方式,其中一端应设张紧调节装置。
- 9.2.9 保护网的计算应符合下列规定:
- 主索的最大工作张力,应按保护网承受自身重力和雪载荷、环境温度最低或裹冰载荷、环境温度为-5℃的条件计算;
  - 主索的抗拉安全系数不应小于 2.5;
  - 货车坠落的允许高度,应按保护网跨度中间承受一辆重车冲击载荷的条件计算。

## 9.3 保护桥

- 9.3.1 保护桥宜采用钢筋混凝土结构或钢结构。
- 9.3.2 保护桥的桥面,应有缓冲设施。
- 9.3.3 保护桥的两侧,应设栏杆和防止坠落物料滚出桥面的侧板。
- 9.3.4 保护桥应设工作梯。

## 10 运营

### 10.1 一般规定

- 10.1.1 索道应配备符合劳动法有关规定,经过培训具有相关知识和技能的管理、操作、维护和检修人员。
- 10.1.2 索道应经竣工验收,并建立相关制度、制定各种安全操作规程后,才能投入运营。
- 10.1.3 索道运营单位应建立健全安全技术档案。安全技术档案应包括下列内容:
- 索道工程竣工验收文件;
  - 钢丝绳检测、探伤记录;
  - 定期检查记录;
  - 日常使用状况记录;
  - 设备和各种仪器仪表的维护保养记录;
  - 设备故障和索道事故记录;
  - 固定抱索器移位记录;
  - 承载索窜位记录;
  - 交接班记录。

## 10.2 岗位及岗位责任制

### 10.2.1 一般情况下,索道应设以下岗位:

- 经理、主任或站长;
- 生产、技术和安全主管;
- 主控人员、运转工和检修工。

### 10.2.2 经理、主任或站长的主要职责

#### 10.2.2.1 站长、经理或主任应由具有管理能力、专业知识及工作经验的人员担任,应能对索道的生产、维修和安全负责。

#### 10.2.2.2 应根据索道类型和站内具体条件负责制定和组织实施下列各项制度和措施:

- 安全操作规程,其内容应包括各岗位的准备工作和工作程序、注意事项等;
- 岗位责任制,其内容应包括各岗位的主要职责、奖励及惩罚原则等;
- 交接班制度,其内容应包括生产情况、设备运行情况、下一班注意事项、备件及工具使用情况、各种记录等;
- 检查、维护和检修制度,其内容应包括每日、每周、每月的检查和维护以及年度的检修制度等;
- 应急预案,其内容应包括应急队伍的组建、事故处理程序、各种保障措施、事故处理情况报告等。

#### 10.2.2.3 按规定时间向上级管理部门提交运行报告,如有特殊情况时应及时上报。

#### 10.2.2.4 应对索道站的工作人员定期进行考核和培训。

### 10.2.3 生产、技术和安全主管的主要职责如下:

- 坚守工作岗位,监督各项制度和措施的实施;
- 负责指挥和协调生产、维修和安全工作;
- 负责整理有关技术文件;
- 做好有关记录。

### 10.2.4 主控人员的主要职责如下:

- 负责整条索道的控制和安全运行,运行中注意观察各个仪表的变化情况、设备运行状态及钢丝绳的工作情况,发现异常应及时检查和处理;
- 负责驱动装置的安全运转和维护、保养工作;
- 遵守安全操作规程和相关制度;
- 在检修线路和处理事故时,应与作业人员保持联系,并在控制室的醒目位置摆放或悬挂“有人作业”的警示牌;
- 做好运行记录。

### 10.2.5 运转工的主要职责如下:

- 负责索道的装载、推车、发车、中转等生产工作,工作中注意观察站内设备的运行状态及钢丝绳的使用情况,发现异常应及时检查和处理;
- 遵守安全操作规程和相关制度;
- 负责装卸作业的运转工,应掌握料仓情况,异常时及时向主管汇报;
- 做好运转记录。

### 10.2.6 站内检修工的主要职责如下:

- 负责站内设备和货车的检查、维护和检修工作;
- 负责提出检修、材料、备件的月度计划,做好技术准备工作;
- 遵守安全操作规程和相关制度,需要停车检修时,应通知主控人员进行正常停车,若有特殊情况,方可按停车按钮进行紧急停车;
- 协助运转工排除各种故障;

——做好检修记录。

#### 10.2.7 线路检修工的主要职责如下：

- 负责钢丝绳、支架和线路设备的检查、维护和检修工作；
- 负责排除线路故障；
- 遵守安全操作规程、高空作业规程和相关制度；
- 做好检修记录。

### 10.3 检查、维修与运行

10.3.1 索道的所有设备和各种钢丝绳，应按使用说明进行检查、润滑和维护，使其保持完好的工作状态，以确保索道的安全运行。

10.3.2 每天索道运行之前，应检查设备是否处于完好状态，并做记录，若有异常应及时进行处理，待正常后方能运行。每日检查应包括下列内容：

- 钢丝绳在线路托(压)索轮组、鞍座以及站内各种绳轮上的位置；
- 钢丝绳在编接区段、鞍座、线路套筒等处的断丝情况；
- 驱动装置的电控、制动、润滑的系统的状况；
- 张紧装置的行走小车和张紧重锤的位置和行程余量；
- 货车抱索器钳口的开口状况、各转动部位的灵活程度和斗卡的可靠性。

10.3.3 对线路托(压)索轮组、鞍座、滚轮组等设备应进行经常性的、不定期的检查和润滑。

10.3.4 每月应对索道进行一次认真检查和维修，并做记录，每月的检查、维护应包括下列内容：

- 对钢丝绳进行润滑；
- 钢丝绳常见部位的断丝和其他外部损伤区域的断丝情况；
- 钢丝绳的端部固定情况；
- 钢丝绳和轨道在脱开和挂结区域的相互位置；
- 索轮、鞍座的位置及紧固情况；
- 货车在进(出)站、站内和线路上的运行情况；
- 驱动装置的电控、制动、润滑系统的状况；
- 张紧装置的行走小车和张紧重锤的位置和行程余量；
- 货车状况；
- 电气设备。

10.3.5 每年应对索道进行一次全面检查、维护和检修，并做记录，对经过检修无法正常工作的设备和达到报废标准的钢丝绳应予以更换。

10.3.6 检修完毕后应对索道进行必要的测试，以确保索道能安全运行，并做详细记录。

10.3.7 如遇暴风骤雨、冰雹等恶劣天气应及时停车，并对线路进行检查。

10.3.8 对索道进行较大的技术改造或改扩建等应报上级主管部门批准。

10.3.9 采用固定式抱索器的单线循环式索道其抱索器应定期移位，移位间隔时间应按公式(7)进行计算：

$$t = 0.56 \frac{L}{v} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$t$ ——移位间隔时间，单位为小时(h)；

$L$ ——索道斜距，单位为米(m)；

$v$ ——货车运行速度，单位为米每秒(m/s)。

固定式抱索器应朝钢丝绳运行的反方向移动，每次移动的距离，应为包括导向翼长度在内的抱索器总长加上两倍钢丝绳直径。

10.3.10 承载索应根据使用情况进行窜位,每次窜位的间隔时间和窜动距离应根据索道的实际情况自行确定。

## 11 标志与标线

### 11.1 道路交通标志

11.1.1 警告标志:其形状为等边正三角形,颜色为黄底、黑边、黑图案。是警告行人及车辆已到达危险区域,注意安全的标志。警告标志应设在距离危险区域 20 m~250 m 处,如图 1 所示。

11.1.2 禁令标志:其形状为圆形,颜色为白底、红圈、红杠、黑图案。是对行人及车辆的通行加以禁止或限制的标志,禁令标志应设在需禁止或限制通行的路口或地点。如图 2 所示。

### 11.2 道路交通标线

11.2.1 限高标线形状为门形,由红白相间的标杆下垂一限高线组成,是指车辆装载高度不应超过其限高界限,限高标线应在安全网或保护桥的两侧横跨道路设置,距保护网或保护桥 3 m~5 m。如图 3 所示。

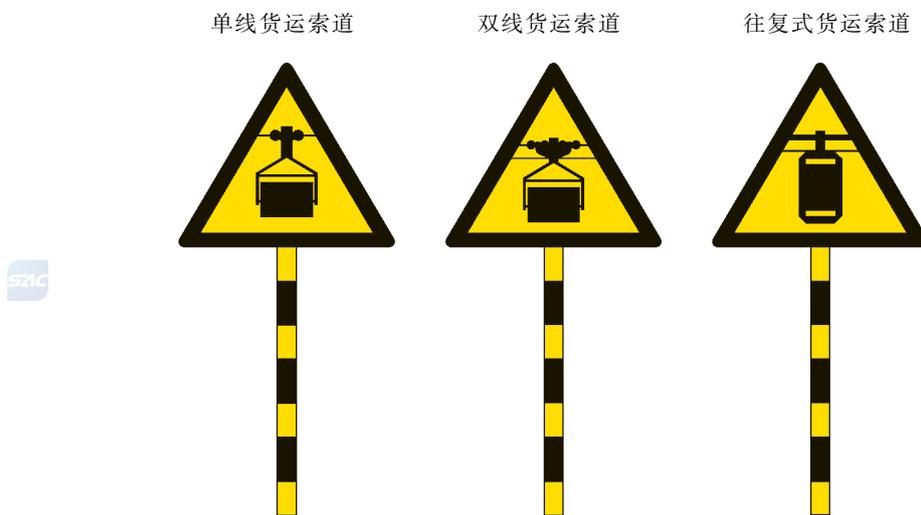


图 1 警告标志

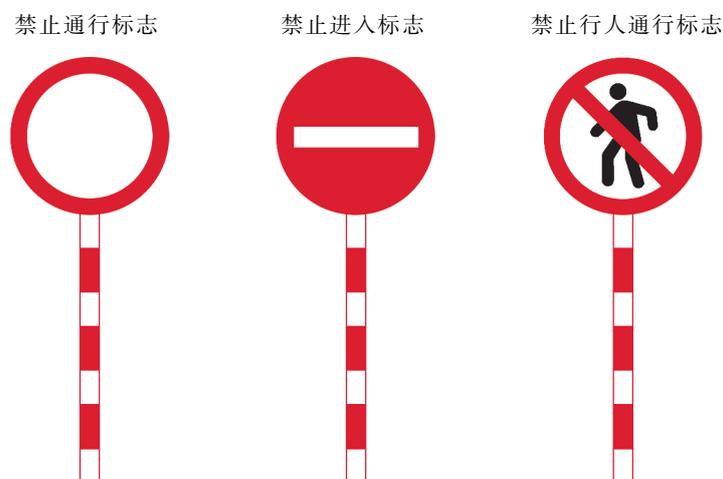


图 2 禁令标志

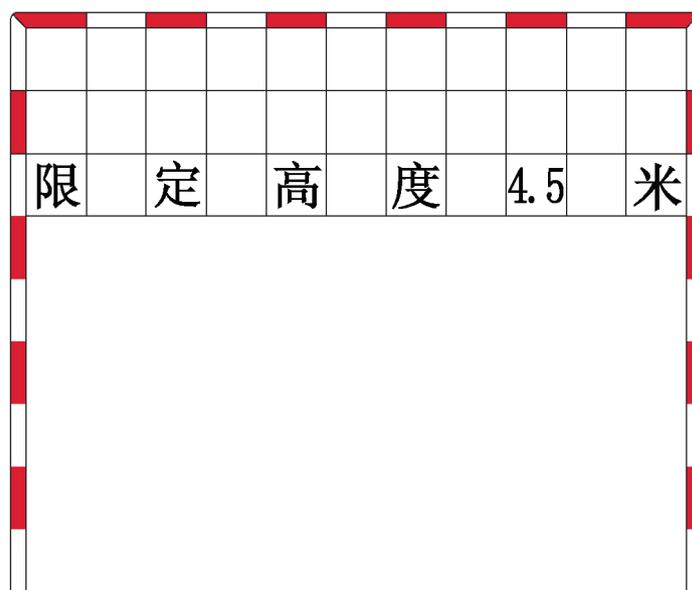


图 3 限高标线