

ICS 53. 020. 20

J 80

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 375—2017

替代 SL 375—2007

375

水利水电建设用缆索起重机技术条件

Technical requirements of cable crane for water
and hydropower construction

2017-03-24 发布

2017-06-24 实施



中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布水利行业标准的公告
(水利水电建设用缆索起重机技术条件)

2017 年第 14 号

中华人民共和国水利部批准《水利水电建设用缆索起重机技术条件》(SL 375—2017) 为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水利水电建设用缆索起重机技术条件	SL 375—2017	SL 375—2007	2017. 3. 24	2017. 6. 24

水利部

2017 年 3 月 24 日

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类	4
5 技术要求	5
6 检验规则	19
7 试验方法	19
8 安装与拆卸	21
9 设备搬迁	21
10 标识、包装、运输及存放	21
11 验收	22
12 使用与维护、维修	22

前 言

根据水利技术标准制修订计划安排,按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写》的要求,对 SL 375—2007《缆索起重机技术条件》进行修订。

本标准共 12 章,主要技术内容有:

— 水利水电建设用缆索起重机在设计、制造、检验、运输、安装、搬迁、运行、维护与检修等方面的技术要求与技术保证。

本次修订的主要内容有:

- 修订规范性引用文件;
- 增加机构和结构的分级规定,增加了“额定起重量系列”和“设计跨度”系列值;
- 修订有风动载荷系数和非工作状态风力系数;
- 增加缆机整体抗倾覆稳定性的要求;
- 增加馈电装置、电线电缆的具体规定;
- 增加吊车吊吊的具体规定;
- 增加通信要求;
- 增加液压系统的要求;
- 增加稳定性试验方法;
- 增加安装与拆卸要求;
- 增加对动力电缆、高压设备的要求;
- 增加使用与维护、维修的技术要求。

本标准全文推荐。

本标准所替代标准的历次版本为:

- SL 375—2007

本标准批准部门:中华人民共和国水利部

本标准主持机构:水利部综合事业局

本标准解释单位:水利部综合事业局

本标准主编单位:水利部产品质量标准研究所

本标准参编单位:杭州江河机电装备工程有限公司

中国水利水电夹江水工机械有限公司

本标准出版、发行单位:中国水利水电出版社

本标准主要起草人:杨芳 张煜明 揭建安 王传民 厉红娅 雷晓红 楼晓阳 常宗滨

本标准审查会议技术负责人:吴小宁 何小新

本标准体例格式审查人:李志平

本标准在执行过程中,请各单位注意总结经验,积累资料,随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司(通信地址:北京市西城区白广路二条2号;邮政编码:100053;电话:010-63204533;电子邮箱:bzb@mwr.gov.cn),以供今后修订时参考。

水利水电建设用缆索起重机技术条件

1 范围

本标准规定了水利水电建设用缆索起重机（以下简称“缆机”）的设计、制造、安装使用、检验规则和试验方法的技术要求。

本标准适用于水利水电建设用的固定式缆索起重机、平移式缆索起重机、摆塔式缆索起重机、辐射式缆索起重机和索轨式缆索起重机。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB 1094.1 电力变压器 第1部分：总则
- GB/T 1184 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1228 钢结构用高强度大六角头螺栓
- GB/T 1229 钢结构用高强度大六角螺母
- GB/T 1230 钢结构用高强度垫圈
- GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 2970 厚钢板超声波检验方法
- GB/T 3181 漆膜颜色标准
- GB/T 3766 液压系统通用技术条件
- GB/T 3811—2008 起重机设计规范
- GB 3906 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备
- GB/T 5905 起重机 试验规范和程序
- GB/T 5972 起重机 钢丝绳 保养、维护、安装、检验和报废
- GB/T 5975 钢丝绳用压板
- GB 6067.1 起重机械安全规程 第1部分：总则
- GB/T 6974.14 起重机械名词术语 缆索起重机
- GB 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验
- GB/T 10051.1 起重吊钩 第1部分：力学性能、起重量、应力及材料
- GB/T 10183.1 起重机 车轮及大车和小车轨道公差 第1部分：总则
- GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
- GB/T 14039—2002 液压传动 油液固体颗粒污染等级代号

- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 14405 通用桥式起重机
- GB/T 28264 起重机械 安全监控管理系统
- GB 50148 电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范
- GB 50278 起重设备安装工程施工及验收规范
- JB/T 5947 工程机械 包装通用技术条件
- SL 38 水上金属结构焊接通用技术条件
- SL 425—2016 水利水电起重机械安全规程

3 术语和定义

GB/T 6974.14 中界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

缆索起重机 cable crane

一种以柔性钢索作为大跨度架空支承架构件，供载重小车在钢索上运行，兼有垂直和水平运输功能的特种起重机械。

3.2

额定起重量 rated capacity

在正常工作中规定允许起吊物件的最大重量（不含吊具）。

3.3

承载索（主索） carrying cable (track rope)

连接在主、副塔（车）构件上，并用于支承载重小车运行的钢丝绳。

3.4

起升索 hoisting rope

起吊载荷的钢丝绳。

3.5

牵引索 hauling rope (transversing rope)

带动载重小车在承载索上往返运行的钢丝绳。

3.6

摆塔索 luffing rope

使塔架沿上下游方向摆动的钢丝绳。

3.7

辅助索 auxiliary rope

悬挂电源线、控制线及照明线等的钢丝绳。

3.8

支索器（承马） rope carrier

支承在承载索上，用于承托起升索、牵引索，防止它们在空载时出现垂度过大或发生绞乱现象的装置。

3.8.1

固定式支索器（固定式承马） fixed carrier

固定安装在承载索上的支索器，用于承托起升索和牵引索。

3.8.2

牵引式支索器（牵引式承马） traction rope carrier

沿承载索运行，并由支索器牵引绳牵引的支索器。

3.8.3

自行式支索器 (自行式承马) **mobile rope carrier**

由牵引索通过摩擦作用, 使之沿承载索移动的支索器。

3.8.4

节子式支索器 (节子式承马) **node carrier**

由长短分索装置、吊带装置与运行小车组成一体的强制分配式支索器。

3.9

载重小车 (跑车) **carrying car**

安装在承载索上, 在牵引索及起升索的作用下, 沿承载索往返运行和起吊物品的一套装置。

3.10

主塔 (车) **machine tower**

用于支承承载索一端, 设有起升和牵引机构、电气控制装置等主要工作设备的支架总成。

3.11

副塔 (车) **tail tower**

相对主塔 (车), 用于支承承载索另一端的支架总成。

3.12

跨度 **span**

主、副塔 (车) 之间承载索铰点连线的水平距离, 见图 1。

3.13

承载索垂度 **sag of carrying cable**

承载索上某一点到承载索两端铰点连线的垂直距离, 见图 1。

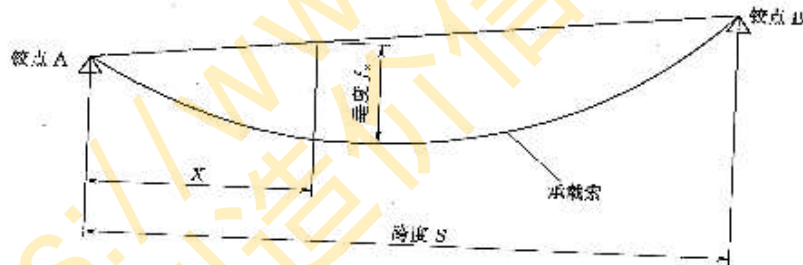


图 1 主索示意图

3.14

垂跨比 (垂度系数) **sag coefficient**

承载索最大垂度与跨度的比值。常用百分数 (%) 表示。

3.15

塔高 **tower height**

承载索铰点至支承面或塔架前腿轨道面的高差。

3.16

承载索接头 (索头) **track cable joint (track rope socket)**

固定承载索端头的连接装置。

3.17

塔架 (支架) **supporting mast (strut frame)**

连接承载索的构件支承装置。

3.18

摆动塔架 luffing mast

在摆塔式缆索起重机上支承承载索的结构件。

3.19

张紧装置 tightening device

与承载索连接并调整承载索垂度的装置，主要分为钢丝绳张紧和液压张紧等型式。

3.20

下降深度指示器 load-lowering height indicator

显示吊钩与上极限位置距离的指示装置。

3.21

非正常工作区 abnormal operating space

载重小车在承载索两端不允许起吊额定载荷的区域。

3.22

视线坡角 inclination of track rope

承载索两铰点连线的水平倾角。

4 分类

4.1 基本型式

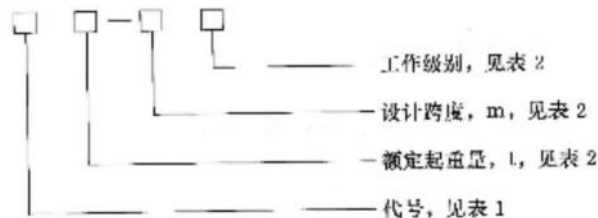
4.1.1 缆索起重机的基本型式可按表1划分。

表1 缆索起重机基本型式

序号	型式	代号	工作范围	主要特点	
1	固定式	简易	LGJ	直线条带	塔架固定；起升及牵引速度较低
		标准	LGB		塔架固定
2	摆塔式	单塔	LBD	狭长三角形	一端塔架固定，一端塔架摆动
		双塔	LBS	狭长矩形	两端塔架摆动
3	平移式	无塔架	LPW		$h \leq 2m$
		低塔架	LFD	矩形	$2m < h \leq 25m$
		高塔架	LPG		$25m < h \leq 60m$
		A字形塔架	LPA		$60m < h \leq 90m$
4	辐射式	LF	扇形	一端固定，另一端走弧形轨道	
5	索轨式	LS	矩形	载重小车在两端固定塔架间的H形索道上运行	

注：h—塔高（从前轨面高度）。

4.1.2 型号表示方法如下：



示例：

额定起重量 20t、设计跨度 750m、工作级别 A7 的无塔架平移式缆索起重机，标记为：起重机 LPW20-750A7。

额定起重量 30t、设计跨度 900m、工作级别 A7 的辐射式缆索起重机，标记为：起重机 LF30-900A7。

4.2 基本参数

缆索起重机的基本参数见表 2。

表 2 缆索起重机基本参数表

序号	名称		要求		
			整机	A7	
1	工作级别	计算型	机构	起升	M6~M8
				牵引	M6~M8
				大车行走	M3~M5
		安装型	结构		E5~E8
				整机	A7
				机构	M3~M5
		结构	E3~E5		
2	额定起重量/t	10; 15; 20; 25; 30			
3	设计跨度/m	500; 650; 700; 750; 800; 850; 900; 950; ≥1000			

5 技术要求

5.1 一般规定

缆机的设计、制造、安装、使用、维修及检验检测等应符合本标准的规定，还应符合 GB/T 3811 和 GB 6067.1 的规定。

5.2 工作级别

缆机的工作级别应根据缆机实际工况按表 2 选取，并符合 GB/T 3811 的相关要求。

5.3 环境条件

5.3.1 工作环境温度宜为 $-20\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，最大相对湿度不宜超过 90%。如有特殊要求，应按用户和制造商的协议执行。

5.3.2 缆机安装使用地点的海拔超过 1000m 时，应对电动机、电气元件、电缆等选型进行修正。

5.3.3 缆机的计算风压按 GB/T 3811 的相关规定确定，当设计任务书有特别要求时按照任务书确定。

5.4 缆机总体布置技术要求

5.4.1 缆机的布置、机型、台数和主要参数的确定，应依据工程的地形、施工进度、浇筑生产率等技术指标确定。

5.4.2 同一平台上辐射式缆机布置不宜超过 3 台，固定端相邻塔架间距不宜大于 4m。

5.4.3 缆机的跨度两端应设有非正常工作区，非正常工作区的范围宜为跨度的 $1/10\sim 1/7$ ，可对称

或非对称布置。非正常工作区的起重量及起升、牵引速度应符合设计要求。

5.4.4 缆机承载索的垂跨比宜为 5.0%~5.5%。

5.4.5 工作索绕过滑轮时宜同向缠绕。

5.4.6 缆机上的钢丝绳除固定端外，在任何工况下，不应与固定物相干涉；任意钢丝绳之间也不应干涉。

5.5 主要机构

5.5.1 起升机构

5.5.1.1 起升机构在不同工况下，应设定不同的起升速度。起升机构的电动机应满足重载低速和轻载高速的要求，同时在空载情况下，可适当提高升降速度。

5.5.1.2 起升卷筒宜采用单层缠绕，钢丝绳在卷筒上应排列整齐，不应挤叠或跳槽。

5.5.1.3 卷筒端部采用盘式制动器时，卷筒制动盘的端面跳动和两侧面的平面度均不应低于 GB/T 1184 形状位置公差标准中的 8 级精度的要求。

5.5.1.4 起升机构的电气控制应保证启动、制动平稳。

5.5.2 牵引机构

5.5.2.1 牵引机构驱动装置宜设置双绳槽摩擦轮，槽内应有增摩衬垫；也可采用多槽摩擦轮或双卷筒的驱动装置。应设有向摩擦轮绳槽提供润滑油的可调节装置，减少绳槽的磨损。

5.5.2.2 采用摩擦轮驱动的牵引系统宜设置机械牵引校准装置，校正由于摩擦轮与牵引索之间的滑移所导致的小车位置显示误差。

5.5.2.3 牵引机构应设有避雷装置，应在主塔（车）和副塔（车）的上部导向滑轮处分别采取接地措施。

5.5.2.4 牵引机构摩擦轮绳槽增摩衬垫厚度磨损后小于钢丝绳直径时应及时进行更换。磨损后摩擦轮的各绳槽直径之差不应大于 3mm。

5.5.2.5 牵引机构摩擦轮的轮体毛坯加工前，应进行去除内应力处理，且摩擦轮在整体精加工后应进行静平衡试验。

5.5.2.6 带有牵引配重的缆机，应设置防牵引配重坠落的装置。

5.5.2.7 副塔（车）侧上部导向滑轮下面可设置一套液压张紧机构，用于调整牵引索的拉力。

5.5.3 大车运行机构

5.5.3.1 车轮的计算应符合 GB/T 3811—2008 中 6.3.4.2 条的规定。

5.5.3.2 车轮的安全要求应符合 GB 6067.1 的有关规定。

5.5.3.3 车轮安装后的允许偏差应符合表 3 的规定。轮孔车轮时的垂直偏差应符合 GB/T 14405 的规定。

表 3 车轮安装后的允许偏差

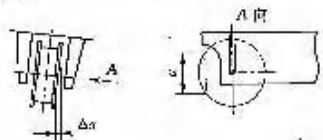
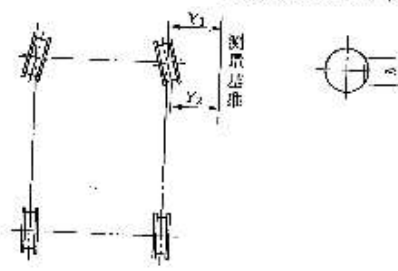
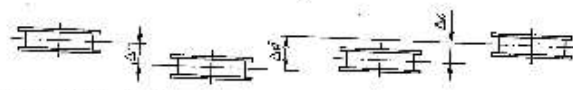
检验项目及简图	允许偏差值/mm
车轮安装后的垂直偏差值 	$\Delta a \leq a/400$ 式中 a—车轮直径

表3 车轮安装后的允许偏差(续)

检测项目及简图	允许偏差值/mm								
安装后车轮的水平倾斜 $\Delta\delta$:(在同一条车轮轴线上相对应的车轮倾斜方向应相反) 	$ Y_1 - Y_2 = \Delta\delta$ $\Delta\delta \leq b/1000$ 式中 b —被测长度								
车轮的同位差:  说明: 1. Δ_c 为同一台车下车轮的同位差; 2. Δ_d 为在同一支腿下车轮的同位差。	$\Delta_c \leq 2$ <table border="1" data-bbox="1117 761 1356 929"> <thead> <tr> <th>车轮数 n</th> <th>Δ_d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$n=2$</td> <td>$\Delta_d \leq 2$</td> </tr> <tr> <td>$n=3 \sim 4$</td> <td>$\Delta_d \leq 3$</td> </tr> <tr> <td>$n \geq 5$</td> <td>$\Delta_d \leq 5$</td> </tr> </tbody> </table>	车轮数 n	Δ_d	$n=2$	$\Delta_d \leq 2$	$n=3 \sim 4$	$\Delta_d \leq 3$	$n \geq 5$	$\Delta_d \leq 5$
车轮数 n	Δ_d								
$n=2$	$\Delta_d \leq 2$								
$n=3 \sim 4$	$\Delta_d \leq 3$								
$n \geq 5$	$\Delta_d \leq 5$								

5.5.3.4 大车运行机构应保证在所有运行工况下启动、制动平稳。大车运行机构宜采用变频调速驱动。

5.5.3.5 平移式缆机的大车运行机构应设置位置编码器,主、副塔(车)的运行机构应有单动功能,同时在行走平台上应设置机械对中装置。

5.5.4 摆塔机构

5.5.4.1 对双塔架摆动式缆机,应保证主、副塔(车)塔架的同步摆动。

5.5.4.2 摆塔式缆机的塔柱摆动角度:左右方向宜为 $\pm 12.5^\circ$,前后方向宜后倾 $0^\circ \sim 5^\circ$ 。

5.5.4.3 摆塔机构宜采用双联卷筒的卷扬机构驱动。

5.5.5 承载索张紧装置

5.5.5.1 承载索张紧装置可采用钢丝绳张紧型式,也可采用液压张紧或其他型式。

5.5.5.2 采用钢丝绳张紧装置时,应有防止卷筒突然逆转的安全装置。

5.5.5.3 承载索连接拉板与主、副塔(车)构架的铰点支承宜采用自润滑的球面轴承(关节轴承)。

5.5.6 排绳机构

5.5.6.1 钢丝绳绕入或绕出卷筒,偏离螺旋绳槽两侧的角度大于 0.5° 时,缆机起升机构的卷筒装置上应设排绳机构。

5.5.6.2 排绳机构采用链传动时,应设置断链保护及报警装置。

5.5.7 承载索系统

5.5.7.1 采用密封钢丝绳作承载索时,承载索钢丝的抗拉强度不宜大于 $1570\text{N}/\text{mm}^2$ 。

5.5.7.2 缆机承载索的实际安装长度,应根据满载垂度、环境温度、两岸铰点高差、索头固定方式等因素确定。

5.5.7.3 承载索满载跨中垂度的允许偏差为设计垂度的 $\pm 1.5\%$ 。

5.5.8 机房

安装于主车上的机房，其骨架结构不宜与主车支架的受力构件相联系或接触，必须连接时，骨架结构应满足受力要求。

5.6 金属结构

5.6.1 材料

5.6.1.1 缆机金属结构件材质应有生产厂的出厂合格证书，重要构件力学性能：碳素结构钢不应低于 GB/T 700 的规定，低合金结构钢应符合 GB/T 1591 的规定。

5.6.1.2 金属结构件材料牌号的选用应符合 GB/T 3811 的规定，且不低于表 4 的规定。

表 4 金属结构件材料选用表

构件类别		重要构件 ^a			其余构件
工作环境温度		不低于 -20℃		-20~-25℃	不低于 -25℃
工作级别		A1~A5	A6, A7	A1~A7	A1~A7
钢材牌号	$\delta \leq 20\text{mm}$	Q235-C	Q235-C	Q235-D	Q235-A
	$\delta > 20\text{mm}$	Q235-C	Q235-C	Q345-D	

注： δ —钢板厚度，mm。
a “重要构件”指塔架、机台主梁、钩梁、载重小车架、承载索拉板、人车运行机构的车架及平衡梁等主要受力构件。

5.6.1.3 钢板超声波探伤时，应符合 GB/T 2970 中的规定。

5.6.2 焊接

5.6.2.1 焊接坡口应符合 GB/T 985.1 和 GB/T 985.2 的规定，特殊接头应在图样上注明。

5.6.2.2 重要构件焊缝应进行焊接工艺评定，应符合 SL 36 的规定。

5.6.2.3 焊缝外部检查不应有目测可见的明显缺陷，这些缺陷包括裂纹、孔穴、固体夹杂、未融合和未焊透、形状缺陷及上述以外的其他缺陷。

5.6.2.4 焊缝按其重要性可分为下列三类：

a) 一类焊缝，包括：

- 1) 主要承载梁的腹板、翼板自身的对接焊缝；
- 2) 主要承载桁架的弦杆、系杆自身的对接焊缝；
- 3) 拉杆、拉板自身的对接焊缝及与端部铰座连接的组合焊缝，拉杆铰座与机台的连接焊缝；
- 4) 图样中规定的其他一类焊缝。

b) 二类焊缝，包括：

- 1) 主要承载梁的角焊缝；
- 2) 主要承载桁架的角焊缝；
- 3) 行走台车架及平衡梁的对接焊缝和组合焊缝；
- 4) 图样中规定的其他二类焊缝。

c) 三类焊缝：不属于一类、二类焊缝的其他焊缝。

5.6.2.5 所有焊缝均应进行外观检查，质量应满足 SL 36 的要求。

5.6.2.6 一类、二类焊缝应进行无损探伤检测，质量应满足 SL 36 的相关规定。

5.6.3 螺栓连接

5.6.3.1 用于钢结构件的高强度螺栓、螺母、垫圈应符合 GB/T 1228、GB/T 1229、GB/T 1230 的

规定。

5.6.3.2 高强度螺栓的连接施工，应按照 GB/T 1231 的规定执行。

5.6.4 结构件制造允许偏差

结构件制造的允许偏差应符合表 5 的规定。

表 5 基本焊接结构件制造允许偏差

序号	检查项目	简图	允许偏差/mm
1	构件的直线度		1) $f \leq L/1500$, $L \leq 5000$ $f \leq 3.5 + (L - 1000)/2000$, $L > 5000$; 2) $f \leq L/2000$
2	焊接结构件上翼缘板或上平面的水平倾斜值		$\Delta \leq b/200$ (此值允许在长筋板或节点处测量)
3	板梁结构件腹板的垂直度		1) 箱形梁: $\Delta \leq H/200$; 2) 单翼板梁及桁架梁: $\Delta \leq H/300$ (此值应在长筋板或节点处测量)
4	箱形梁(工字梁)腹板的局部平面度		用 1m 平尺检查: 1) 在受压区离上(或下)翼缘板 H/3 的区域内, $f \leq 0.7b$, 但在相邻筋板间凸出不得超过一处; 2) 其余区域内, $f \leq 1.2b$
5	筋板错位值		$\delta \leq 12$, $e \leq 3$; $\delta > 12$, $e \leq 0.3\delta$
6	筋板对箱形梁(工字梁)腹板或翼缘板的垂直度		$f \leq 3H/1000$; $f \leq 3H/1000$

表 5 基本焊接结构件制造允许偏差 (续)

序号	检查项目	简图	允许偏差/mm
7	箱形梁 (工字梁) 腹板的波浪度		1m 平尺检查 $f_1 \leq 5$; 全长 $f_2 \leq 1.5L/1000$
8	桁架梁杆件的直线度		桁架腹杆轴线对理论轴线的偏差: $f_1 \leq 5$
			腹杆的直线度: $f_2 \leq 1.5L_1/1000$
			桁架节间梢差 $\Delta L \leq 3L_1/1000$
9	1) 支座耳板垂直度; 2) 支座开凿尺寸偏差		1) $f \leq H/100$; 2) $\Delta B \leq H/100$

5.7 主要零部件

5.7.1 钢丝绳

5.7.1.1 绳机的承载索及后拉索应采用密封钢丝绳, 可采用单根承载索, 也可采用多根承载索。起升、牵引、摆塔及张紧钢丝绳应采用线接触 (或面接触) 纤维芯钢丝绳或具有聚氨酯 (聚乙烯或聚丙烯) 中间层的两接触 (或线接触) 钢丝绳, 其他钢丝绳应按 GB/T 3811 和 GB 8918 的规定选取。

5.7.1.2 当钢丝绳最大线速度大于 10m/s 时, 钢丝绳绕入或绕出滑轮绳槽时的最大偏斜角不应大于 0.5°; 当钢丝绳最大线速度大于 5m/s 且不大于 10m/s 时, 钢丝绳绕入或绕出滑轮绳槽时的最大偏斜角不应大于 1.5°; 当钢丝绳最大线速度不大于 5m/s 时, 钢丝绳绕入或绕出滑轮绳槽时的最大偏斜角不应大于 3°。

5.7.1.3 钢丝绳绕入或绕出卷筒时, 钢丝绳偏离螺旋绳槽两侧的角度不应大于 0.5°; 钢丝绳在滑轮上的包角宜小于 10°或大于 50°。

5.7.1.4 承载索索头浇铸应符合下列要求:

- 承载索索头浇铸由受过专业培训的技工进行操作, 并按制造厂家工艺规程在监理工程师的监督下实施;
- 承载索索头浇铸材料为纯锌 (99.99%)、锌合金 (ZAMAK Z610) 或树脂;
- 浇铸时承载索在接头以下铅垂段 $40d$ (d 为承载索直径) 长度范围内不存在弯矩;
- 索头在浇铸中和完成后 8h 内, 周边环境不出现有强烈的振动过程;
- 承载索索头浇铸后的质量符合下列要求:
 - 外圆锥面上的单根密丝长度不大于单根丝长的 50%, 总的密丝根数不大于最外层丝总数的 20%;
 - 浇铸金属充满索套内腔 (锥体的完整性), 锥体表面平滑而无严重的砂眼、缩孔和明显的冷隔、裂纹等缺陷。

f) 索头浇铸完工后将索套内腔用润滑脂和钢丝绳防锈腐蚀剂进行防锈处理。

5.7.1.5 国产钢丝绳的报废应按 GB/T 5972 的规定执行。进口钢丝绳应按生产厂家的规定执行。

5.7.1.6 承载索由于断丝、磨损、腐蚀及其他损伤引起的截断面减小值大于下列规定之一时，应按报废处理：

- a) 在 200 倍直径的钢索长度内，超过承载索总截断面积的 10%；
- b) 在 30 倍直径的钢索长度内，超过承载索总截断面积的 5%；
- c) 当外层相邻的 Z 形钢丝在一个节距内有两处断裂时应报废。

5.7.1.7 钢丝绳在卷筒上用压板固定时，压板数量不应小于 3 块。钢丝绳压板的选型计算应按 GB/T 5975 的规定执行。

5.7.1.8 在任何工况下，除固定部分以外，钢丝绳缠绕在卷筒上的安全圈不应小于 3 圈。

5.7.1.9 钢丝绳不应接长使用。钢丝绳产生永久变形或打结变形后，不应使用。

5.7.2 滑轮

5.7.2.1 滑轮宜采用 MC 尼龙或低弹性模量材料制成，以减少对钢丝绳的磨损。MC 尼龙的抗压弹性模量 E 宜为 $1500 \sim 2000 \text{ N/mm}^2$ 。大型滑轮宜采用离心铸造法制造，其中心孔应设置钢质套筒。

5.7.2.2 当钢丝绳最大线速度大于 10 m/s 时，滑轮直径（按钢丝绳中心计算的滑轮卷绕直径）与钢丝绳直径之比不应小于 40 倍；当钢丝绳最大线速度大于 5 m/s 且不大于 10 m/s 时，不应小于 35 倍；当钢丝绳最大线速度不大于 5 m/s 时，不应小于 30 倍。

5.7.2.3 尼龙滑轮槽底磨损深度达两倍的钢丝绳直径时应更换滑轮。

5.7.2.4 金属滑轮出现下列情况之一时，应报废：

- a) 裂纹；
- b) 轮槽不均匀磨损达 3 mm ；
- c) 轮槽壁厚磨损达原壁厚的 20%；
- d) 因磨损使轮槽底部直径减少量达钢丝绳直径的 50%；
- e) 其他损害钢丝绳的缺陷。

5.7.2.5 绳机的吊钩滑轮及钢丝绳包角不大于 90° 的导向滑轮应设置防钢丝绳跳槽装置。

5.7.3 起升卷筒

5.7.3.1 起升卷筒宜采用钢板卷制焊接有槽型式，纵向焊缝应为一类焊缝，应符合 GB/T 11345 规定的 I 级焊缝要求。卷筒加工前应进行消除内应力处理。

5.7.3.2 加工后卷筒绳槽壁厚不应小于名义壁厚，绳槽底径公差不应低于 $h9$ ，绳槽表面粗糙度 R_a 不应大于 $6.3 \mu\text{m}$ 。

5.7.3.3 卷筒与减速器低速轴连接宜采用卷筒联轴器。

5.7.3.4 起升机构的卷筒装置应做静平衡试验。

5.7.3.5 卷筒轴的材料性能不应低于 GB/T 699 中的 45 号钢。

5.7.4 制动器

5.7.4.1 绳机的起升、牵引机构应分别设置工作制动器，工作制动器宜选用盘式制动器；起升机构还应设置安全制动器，安全制动器的制动盘应与卷筒刚性连接。

5.7.4.2 工作制动器的安全系数应符合 GB/T 3811 的要求，安全制动器的安全系数不应小于 1.25。

5.7.4.3 工作制动器上应具有摩擦片磨损自动补偿、两卡头自动对中及松闸状态显示等功能。安全制动器应具有松闸状态显示及摩擦片磨损自动检测功能。

5.7.4.4 起升、牵引机构的工作制动器应采用常闭式。

5.7.5 载重小车

- 5.7.5.1 载重小车行走车轮应采用尼龙材料，减少对承载索的磨损。
- 5.7.5.2 载重小车的导向滑轮布置应满足吊钩在最低位置时，起升索不相互缠绕。
- 5.7.5.3 载重小车行走轮组装时，同一台车下车轮的同位差不应大于1mm，同一平衡梁下车轮的同位差不应大于2mm。
- 5.7.5.4 载重小车应设置带栏杆的防滑走台，以便进行维护和检查。不适宜设置走台的地方，应设置梯子和扶手。走台和梯子的设计应符合GB 6067.1的规定。

5.7.6 支索器（承马）

- 5.7.6.1 承马的回距控制应保证缆机的起重吊钩在任意位置都能顺利下放，且承马不应对工作索产生非正常的磨损。
- 5.7.6.2 承马托绳轮宜采用工程尼龙材料，以减少对工作索的磨损，同时提高承马的使用寿命。承马托绳轮应便于维护及更换。
- 5.7.6.3 承马应保证任何工况下的安全可靠性，并设置防脱落装置。

5.7.7 吊钩装置

- 5.7.7.1 吊钩材料不应低于GB/T 10051.1中的Q345qD，板钩材料不应低于GB/T 699中的Q345-B，吊钩螺母材料不应低于GB/T 699中的20号钢，吊钩横梁的材质不应低于GB/T 699中的45号钢。
- 5.7.7.2 吊钩装置上应标明其额定起重量。同一工程中有多台缆机运行时，应用数字标明吊钩装置对应缆机编号。
- 5.7.7.3 吊钩装置应有足够的重量，以满足吊钩在跨度范围内任意位置下降的要求。
- 5.7.7.4 吊钩装置应设置防脱钩装置；吊钩下滑轮组所带的横梁应可绕吊钩滑轮组的垂直中心线回转，并可在指定角度锁定；吊钩下滑轮组所带的压重块应能方便地安装和拆除。
- 5.7.7.5 吊钩装置除应设置吊钩体外，还应设置用于吊运混凝土罐的专用横梁。
- 5.7.7.6 为满足夜间工作的要求，吊钩装置外侧应涂装荧光漆的警示标志；在条件允许的情况下，吊钩上还可设置警示灯。

5.7.8 大车轨道

- 5.7.8.1 大车轨道宜采用焊接的轨道接头。
- 5.7.8.2 轨道安装应符合图纸要求，并应符合GB 50278和GB/T 10183.1的相关规定。

5.7.9 除冰装置

用于寒冷地区的缆机，滑轮组、小车行走轮、大车行走轮应装有刮除绳槽结冰的设施。

5.8 安全保护装置

- 5.8.1 缆机的安全保护装置应按GB 6067.1的相应规定设置，并按GB/T 28264设置安全监控管理系统。
- 5.8.2 在起升机构卷筒轴上，应设置起升高度检测和吊钩上下极限位置的保护装置，装置信号应参与自动控制吊钩上下减速及上下极限保护，并应在司机室内显示吊钩位置的信号。
- 5.8.3 应设置起重量限制器，符合SL 425—2016中6.2条的要求。
- 5.8.4 排绳装置应设置吊钩上下极限位置的限位开关。
- 5.8.5 小车牵引机构应设置小车位置显示和小车极限位置的指示保护装置，装置的信号应参与自动

控制，并应在司机室内显示小车位置的信号。若小车牵引机构靠摩擦牵引小车，还应采取小车位置指示校正措施。

5.8.6 承载索应设置载重小车运行极限位置的限位开关。

5.8.7 大车运行机构应设置清轨装置。钢制清轨板距轨面不应大于10mm，木制清轨装置的方木应与轨道相接触。大车运行轨道端部应设置符合GB/T 3811要求的止档及缓冲器。大车运行机构应设置终端限位开关及相应的撞块。

5.8.8 应设置大车运行时的声光报警装置，且缆机在运行时应有专人监视。

5.8.9 卷筒装置应设置防起升索复卷的安全装置。

5.8.10 对于平移式及辐射式缆机应装夹轨器和防风锚定装置，采用手工操作的夹轨器最大操作力不应大于200N。

5.8.11 平移式缆机应设置主、副塔（车）的运行纠偏装置和偏斜报警装置。

5.8.12 缆机的主机房、电气房、司机室及操作站点（包括便携式操作装置）应设置能断开总电源的急停开关。副塔（车）侧也应能断开副塔（车）侧低压动力部分总电源。急停开关应采用红色不能自动复位的，且应设在操作方便的地方。

5.8.13 缆机上设有链条传动机构时，应设置断链保护及报警装置。

5.8.14 缆机应设置风速仪及风速报警装置。

5.8.15 缆机上下露活动零部件均应装设防护罩。露天的电气设备应装设防雨罩。

5.8.16 同一运行平台上设置有两台及两台以上缆机时，应设置两台缆机之间的接近报警装置和防撞装置。

5.8.17 两台辐射式缆机主索之间应装设最小夹角小车运行极限限位装置。

5.9 稳定性

5.9.1 缆机在所有工况下应有足够的稳定性，应考虑安装时的稳定性。抗倾覆稳定性计算载荷系数应按表6确定。

表6 抗倾覆稳定性计算载荷系数

工况特征	稳定载荷	载荷系数	水平惯性力（包括物品）	风力
女装工况	0.85G	1.4P	0	P_{w1}
无风静载		1.5P	0	0
有风动载		1.3P	1	P_{w1}
突然卸载或吊具脱落		0.2P	0	P_{w2}
暴风侵袭下的非工作状态		0	0	$1.2P_{w2}$

注1：自重不包括承载索、副升索和牵引索的重量。
注2：G—产生稳定载荷的自重载荷；P—最大起升载荷； P_{w1} —工作状态最大风载。

5.9.2 缆机整体抗倾覆稳定性

5.9.2.1 正常工作状态

正常工作状态设定为缆机带额定工作载荷、承受Ⅱ类风载荷。缆机主、副车自重、配重载荷和水平轮支承力产生稳定力矩，应大于小车、吊钩、主索、工作载荷等引起的主索张力和Ⅱ类风载荷产生倾覆力矩。

5.9.2.2 非工作状态

非工作状态设定为缆机空钩、承受非工作风载荷。缆机主、副车自重、小车、吊钩、主索等引起

的主索张力产生稳定力矩，应大于配重载荷和非工作风载荷产生倾覆力矩。

5.9.2.3 安装、拆卸状态

安装、拆卸状态设定缆机为空索、承受Ⅱ类风载荷，缆机主、副车自重、空索引起的主索张力产生稳定力矩，应大于配重载荷和Ⅱ类风载荷产生倾覆力矩。此时应装设防倾覆装置，以稳定主副车。

5.10 润滑

5.10.1 所有钢丝绳均应进行充分的润滑。

5.10.2 除具有自润滑功能的轴承外，其他轴承均应有润滑装置。

5.10.3 缆机应有整机的润滑示意图表，标明润滑部位、周期、油（脂）的牌号，并在使用说明书中规定润滑要求。

5.10.4 润滑油嘴及管路应通畅。

5.10.5 脂润滑点润滑宜采用点对点的注油方式。

5.11 操作系统及司机室

5.11.1 操作系统的设计和布置应避免发生误操作的可能性，操作手柄、按钮和踏板均应安装在便于操作的位置。

5.11.2 对于带控制手柄的主令控制器，应选择右手控制起升机构，左手控制牵引机构和大车运行机构。手柄操作方向应符合表7的规定。

表7 手柄操作方向

机构名称	机构运动方向	手柄运动方向
起升、牵引	起升、小车向主塔(车)	向着司机(手柄向后)
	下降、小车向副塔(车)	离开司机(手柄向前)
大车运行	左行；右行	向左；向右(与运行方向一致)

5.11.3 所有操作杆、柄、轮及踏板等的上面或附近均应清楚地标明用途和操作方向。

5.11.4 显示装置应安装在既能使司机看得比较清楚，又不遮挡司机视线的地方。

5.11.5 机外设置的司机室宜采用可移动双层司机室。司机室应有良好的视野和足够的净空。司机室内部尺寸宜满足：长度不小于3m，宽度不小于3m，高度不小于2.4m。

5.11.6 司机室应防雨并通风良好。当司机室内温度高于35℃时，应采取防暑降温措施；当司机室内温度低于5℃时，应设置取暖装置。

5.11.7 缆机工作时，司机室内噪声不应大于80dB(A)。

5.11.8 司机室的门窗宜采用安全玻璃。

5.11.9 司机室应设门锁、灭火器、电铃或警报器，座椅应舒适并可调节。

5.11.10 司机室地面应铺设绝缘、防滑和利用导热系数小的阻燃材料做成的地板。

5.11.11 起升、牵引及大车运行机构是否联动应根据用户要求确定。

5.12 电气

5.12.1 一般规定

缆机电气设备应符合本标准和 GB/T 3811 的规定。

5.12.2 供电电源

5.12.2.1 缆机主塔(车)宜采用 6kV 或 10kV、50Hz 三相交流电源，副塔(车)宜采用 380V、

50Hz三相交流电源。在电源周期的任意时间，电源中断或零电压持续时间不应大于3ms，相继中断间隔时间应大于1s，2~5次畸变谐波总和不应大于线间总电压方均根值的10%。

5.12.2.2 在正常工作条件下，供电系统在缆机馈电线接入处的电压波动应在额定值的±10%范围内。

5.12.2.3 缆机内部电压降不应大于5%。

5.12.3 电气装置

5.12.3.1 馈电装置

移动式缆机的主、副塔（车）馈电装置宜采用电缆卷筒，电缆卷筒的选择应满足GB/T 3811的规定。电缆在卷筒上排列紧密，层间避免出现交叉。高压电缆卷筒集电环应进行交流耐压试验。

5.12.3.2 变压器

5.12.3.2.1 变压器应符合GB 1094.1的规定。

5.12.3.2.2 变压器宜采用干式变压器，且应具有安全防护措施。变压器的安装应符合GB 50148的规定。

5.12.3.3 电气柜

5.12.3.3.1 电气柜柜体结构应焊接牢固，无毛刺、变形，表面光洁平整，颜色均匀，无沙眼、磨痕、锈斑。对条架式结构，应有吊耳和地脚安装孔。

5.12.3.3.2 高压开关柜的选型、安装应符合GB 3906的规定。

5.12.3.3.3 户外安装的电气柜应具有防雨、防尘、除湿功能。

5.12.3.3.4 主塔（车）侧电气柜宜与变压器分开装设在单独的电气室内，副塔（车）侧电气柜宜装设在机房内。电气室内高压柜和低压柜应分开，之间应装设隔离网。电气室和副塔（车）机房应根据使用环境条件，采取夏季降温和冬季加热措施。

5.12.3.3.5 电气室内各电气柜与板壁间的距离应满足检修方便的要求。

5.12.3.4 电阻器

5.12.3.4.1 电阻器的电阻值和发热容量的选择应符合GB/T 3811的规定。

5.12.3.4.2 电阻器应装于通风散热处，采用自然冷却型，并应有防护外罩。

5.12.3.4.3 四箱及四箱以下的电阻器可直接叠装；四箱以上的电阻器叠装时，应满足散热要求并采取加固措施。

5.12.3.4.4 主、副塔（车）运行机构采用变频调速系统时，制动电阻器的接电持续率和功率值取决于机构的制动周期与机构的惯性功率。

5.12.3.5 电动机

缆机的起升及牵引机构电动机宜选用直流电动机，大车运行机构宜选用交流变频调速电动机。室内用电动机防护等级不应低于IP44，室外用电动机防护等级不应低于IP54，并应设有防雨罩。

5.12.3.6 电线电缆

5.12.3.6.1 电线与电缆应选用铜芯、多股、有护套的绝缘导线，并根据电压等级、环境温度、敷设方式来确定。

5.12.3.6.2 控制柜（盘）外部连接用导线应采用截面不小于1.5mm²的多股单芯电缆或截面不小

于 1.0mm^2 的多股多芯电缆。电子装置、检测与传感元件等连接线的截面可不作规定。

5.12.3.6.3 固定敷设的电缆，弯曲半径不应小于 5 倍的电缆外径。

5.12.3.6.4 有机械磨损的地方，导线应敷设于线槽、金属管或软管中，线槽、导线管出口处应有防护措施防止磨损电缆。

5.12.4 传动系统

5.12.4.1 缆机的起升及牵引机构宜采用直流传动系统。

5.12.4.2 起升和牵引机构宜采用速度闭环控制方式，测速方式宜采用编码器。

5.12.4.3 起升机构采用可控硅整流形式的直流传动时，应有防止下降时供电电网异常而产生逆变失败的措施。

5.12.4.4 主、副塔（车）运行机构宜采用交流变频传动系统。

5.12.4.5 主、副塔（车）运行机构采用变频调速时，宜采用开环控制方式。变频调速装置的选择应根据电动机的数量、运行状况，确定装置的容量等级。变频装置的最大输出电流应不小于电动机最大起动电流值，其额定输出电流应不小于电动机在额定负载时的工作电流。

5.12.4.6 采用变频调速时，应考虑变频器谐波对电网电源和周围用电设备的影响，必要时应装设电抗器和 EMC 滤波器。

5.12.5 控制系统

5.12.5.1 控制电源由变压器提供时，二次侧电压不应大于 250V；各控制电源回路的接地端应采取一点式接地。宜设置在线式 UPS 作为后备控制电源。

5.12.5.2 缆机操作宜选择在可移动的司机室内进行。司机室操作台的布置应使司机对缆机工作区域有足够的视角范围和视野。

5.12.5.3 司机室联动台各机构手柄零位挡应明显，手柄的操作方向应与相应的机构运动方向一致，操作应无卡滞。

5.12.5.4 对于采用无线遥控操作的缆机，应设有明显的遥控工作指示灯，具备在正常工作信号中断时各机构立即停止工作的功能，并应具有抗同频干扰信号的能力，受到同频干扰时不应出现误动作。同时无线遥控装置应符合 5.8.12 的要求。

5.12.5.5 在主、副塔（车）侧的电气柜或现场操作盒上宜分别设置单独操作主、副塔（车）的简易操作装置。现场操作与司机室操作应有联锁保护。

5.12.5.6 并车抬吊应符合下列规定：

- a) 两台缆机抬吊时，并车通信系统应可靠，数据传输的实时性和稳定性应满足并车抬吊的工况要求，单机故障时，并车运行应立即停止；
- b) 抬吊工况下，两台缆机的司机室应相互联锁，只允许一个地方操作；
- c) 抬吊时两台缆机的起升、牵引和行走机构之间宜分别进行位置纠偏；
- d) 抬吊时缆机各机构应做降低运行速度控制。

5.12.5.7 选用可编程控制器时，用于安全保护的联锁信号，如极限限位、超速等，应具有直接的继电保护联锁线路。

5.12.6 通信

5.12.6.1 司机室和主塔（车）之间的控制及信号传输可采用有线通信和无线电台通信两种方式；主塔（车）和副塔（车）之间的控制及信号传输宜采用无线电台通信方式。

5.12.6.2 有线通信可采用电缆或光缆为载体。

5.12.6.3 采用无线电台通信系统时，应具有抗同频干扰信号的能力，受到同频干扰时不应出现误

动作。

5.12.6.4 应设置通信中断保护，并具有通信中断的自诊断功能。当检测不到数据或载波信号时，应实现被动急停功能，应在1.5s内切断通道电源。当通道的突发噪声干扰超过1s或在1s检测不到正确的地址码等，应切断通道电源。

5.12.7 电气保护

5.12.7.1 电动机保护

电动机应具有短路、内设热传感元件、过载三种保护中的一种或一种以上的保护功能，具体选用应按电动机及其控制方式确定。

5.12.7.2 线路保护

所有外部线路都应具有短路或接地引起的过电流保护功能，在线路发生短路或接地时，瞬时保护装置应能分断线路。

5.12.7.3 失压与欠压保护

缆机应设有失压与欠压保护，当供电电源中断或电气系统欠压时，应能自动停止缆机运行。

5.12.7.4 缺相与相序保护

缆机应设有缺相与相序保护。当供电电源缺相或相序错误时，应能自动停止缆机运行。

5.12.7.5 零位保护

缆机各传动机构应设有零位保护。开始运转或运行中因故障停机恢复供电时，机构不应自动动作，应先将控制器手柄置于零位后，各传动机构电动机才能重新启动。

5.12.7.6 超速保护

起升机构应装设超速开关，超速开关整定值应为下降额定速度的1.15倍。

5.12.7.7 限位保护和行程保护

起升机构和牵引机构至少应装设一套限位开关，牵引机构还应设置用于检修的非工作区限位。宜利用起升和牵引位置传感器设置减速和停机用的软限位。主、副塔（车）运行机构应在两端装设限位开关，行程开关动作应正确可靠，保证其相应的机构在达到极限位置前即停止运动。对于平移式缆机应考虑主、副塔（车）位置校正，防止主、副塔（车）偏斜。当主、副塔（车）运行偏斜超限时应先减速报警，后停机。

5.12.7.8 直流他励电动机

直流他励电动机应设有失磁保护。

5.12.7.9 高压隔离开关与高压断路器

高压隔离开关与高压断路器之间应有机械连锁装置，且动作灵活可靠。

5.12.7.10 缆机电控设备

缆机电控设备中各电路的绝缘电阻不应小于1MΩ。

5.12.8 照明与信号

5.12.8.1 缆机机房、电气室、塔架、平台和司机室等均应设置合适的照明。照明装置的电源电压不应大于220V。司机室、机房、电气室、通道、扶梯平均照度不应小于50lx。

5.12.8.2 照明电源应单设电源开关，不受缆机主电气线路的影响。各种照明均应设短路保护。

5.12.8.3 安全装置的指示信号或声响报警信号应设置在司机和有关人员视力、听力可及的地方。

5.12.8.4 缆机主、副塔（车）应在其最高点装设红色障碍灯。

5.12.9 接地与防雷

5.12.9.1 缆机轨道与接地系统间的连接不少于两处。轨道要设接地极，轨道接地电阻不应大于 4Ω ，轨道钢轨间电气连接应可靠。

5.12.9.2 缆机主、副塔（车）均宜设专用接地滑触器，滑触器与缆机轨道应可靠滑接，使之导电接触良好。缆机本体的金属结构应与专用接地滑触器用接地电缆可靠连接。主、副塔（车）车轮不能替代必须的导电连接。应保证缆机各部分都有可靠的接地。

5.12.9.3 缆机所有电气设备、导线管、线槽等的金属外壳均应可靠接地。其接地电阻不应大于 4Ω 。采用多处重复接地时，其接地电阻值不应大于 10Ω 。

5.12.9.4 接地电缆及用作接地设施的电导，不宜小于本线路中最大的相电导的1/2，但接地铜导线截面最大不应大于 50mm^2 。

5.12.9.5 严禁用缆机金属机构和接地线作为载流零线。

5.12.9.6 缆机的牵引绳应通过专用的导体与接地网连接。

5.12.9.7 缆机应设置完善的防雷击设施，在电气设备的高压和低压部分进线端应装设避雷器，必要时对控制回路装设浪涌吸收装置。避雷器的接地端应与接地网可靠连接。主、副塔（车）顶部宜装设避雷针，主、副塔（车）避雷针与专用接地滑触器之间应用接地电缆连接。

5.13 涂装

5.13.1 涂装前构件表面应进行除锈处理，其质量等级应符合GB/T 8923.1的规定，手工方式除锈应达到Sa2级，化学和抛（喷）丸或其他磨粒方式除锈应达到Sa2 $\frac{1}{2}$ 级。

5.13.2 保护性涂层宜涂刷两层防锈底漆，两层面漆。涂层总厚度应由供需双方商定。

5.13.3 漆膜附着力应符合GB/T 9286规定的一级质量要求。

5.13.4 涂漆颜色可在缆机采购合同中规定，未做详细规定时，应符合GB/T 3181的规定。

5.13.5 箱形构件内部涂防锈底漆不应少于一层。

5.14 液压系统

5.14.1 液压系统应符合GB/T 3766的相关规定。

5.14.2 液压系统功能应满足用户以及缆机在安装、主索调节等特殊工况下的使用要求。

5.14.3 液压系统元器件选型应考虑工地用电负荷的不稳定因素。

5.14.4 液压系统试验压力，可取最高工作压力的1.5倍。

5.14.5 油缸耐压试验压力：当最高工作压力 $P \leq 16\text{MPa}$ 时取 $1.5P$ ， $P > 16\text{MPa}$ 时取 $1.25P$ ，保压时间为2min以上。

5.14.6 液压油清洁度应满足设备的使用要求，应达到GB/T 14039—2002中的16/13~18/15级要求。

5.14.7 液压泵站工作噪声不应大于85dB(A)。

6 检验规则

6.1 出厂检验

6.1.1 固定式缆机出厂前应将主、副塔(车)、起升、牵引及张紧机构分别预装,各机构应能分别空运转,空运转时间不应少于30min。

6.1.2 摆塔式缆机出厂前应将主、副塔(车)分别预装,起升、牵引及张紧机构应分别空运转,空运转时间不应少于30min。

6.1.3 平移式缆机出厂前应将主、副塔(车)、起升、牵引、行走及张紧机构分别预装,各机构应空运转,空运转时间不应少于30min。

6.1.4 辐射式缆机出厂前应将主、副塔(车)、起升、牵引、行走及张紧机构分别预装,各机构应空运转,空运转时间不应少于30min。

6.1.5 制造厂的质量检验部门应按产品图样基本标准进行逐项检验,检验合格后才准予验收,并向用户签发《产品合格证明书》。

6.2 型式试验

6.2.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- 主要结构、材料、关键工艺、重要机构、安全保护装置有较大改变,可能影响产品性能时;
- 产品停产达3年以上,恢复生产时;
- 国家质量监督机构提出要求时。

6.2.2 型式检验项目按第7章规定的试验内容进行试验。

6.2.3 定型、改型或复产的缆机应对首台进行检验。

6.2.4 型式检验结果的判定规则为:本标准规定的型式检验项目全部符合规定,则型式检验综合判定为合格;否则判定为不合格。

7 试验方法

7.1 一般规定

缆机的试验应符合本标准和GB/T 5905的规定。

7.2 试验条件

7.2.1 试验现场应配备用于试验的试重块或重物件,以及相应的吊装工具。

7.2.2 在轨道上运行的缆机,运行轨道铺设应符合设计图纸要求,并经验收合格。

7.2.3 试验时地面2min内平均风速不应大于8.3m/s。

7.3 目测检查

7.3.1 目测检查应包括所有重要部分的规格和(或)状态是否符合要求。

7.3.2 各机构、电气设备、安全装置、制动器、控制器、照明和信号系统等安装应符合要求,动作灵敏、准确。

7.3.3 缆机金属结构及其连接件、梯子、通道、司机室和走台等应连接可靠、牢固。

7.3.4 防护装置均应安装牢固。

7.3.5 吊钩或其他取物装置及其连接件、滑轮组及其轴和紧固件安装正确,连接可靠,并且转动灵活。

7.3.6 钢丝绳应缠绕正确,其固定件应可靠。

7.3.7 平衡重、配重的重量及固定位置准确，与设备的连接可靠。

7.3.8 各润滑点（含减速器）所加的油（脂）的性能、规格和数量应符合设备技术文件的规定。

7.3.9 能用手转动的机构，应用手转动高速轴上的联轴器或制动盘（轮），使最后一根轴（如车轮轴、卷筒轴等）旋转一周，不应有卡滞现象。

7.3.10 大车轨道与埋件、各构件基础预埋件应牢固可靠并符合要求。

检查时，不必拆开任何部件，但应打开在正常维护和检查时应打开的盖子，如：限位开关盖。如有必要，在检查时，可借助检测仪器进行检测。

目测检查还应包括检查必备的证书是否已提供并经过审核。

7.4 空载试验

7.4.1 操作方向应与机构的动作方向相符合。

7.4.2 分别开动各机构，应工作正常；车轮无卡轨、卡道现象；各制动器、限位开关及安全保护装置动作应准确、可靠；电气系统、液压与润滑系统应工作正常；试运转在各机构全行程范围内往返不应小于3次。

7.4.3 如机构间有联动要求，应试验联动动作及联动保护的正确可靠性；无联动要求的机构，不应有发生联动动作的可能。

7.4.4 数据传递、通信、信号及仪表显示应符合要求。

7.4.5 对于多台缆机之间有联动要求的场合，应试验各机间联动动作及联动保护的正确可靠性。

7.5 合格试验

经过2~3次的逐渐加载直至额定起重量，在标准电压及电动机额定转速时作正反方向的动作试验和测试，缆机主要参数允许偏差应符合表8的规定。

表8 缆机主要参数允许偏差

序号	项目名称	单位	要求值	允许偏差/%
1	试验载荷	t	额定起重量	±1
2	起升高度	m	设计要求	±1.5
3	吊钩上极限	m		±2
4	吊钩下极限	m		±2
5	小车极限位置	m		±2
6	起升速度	m/s		±5
7	下降速度	m/s		±5
8	大小车运行速度	m/s		±5
9	额定载荷下降制动距离	m		不大于最低档速度1min稳定下降距离的1/55

7.6 载荷起升能力试验

7.6.1 基本规定

缆机的载荷起升能力试验应包括静载试验和动载试验。同时应检测承载索垂度、塔架挠度及电动机电流电压等技术参数是否符合规范要求。

7.6.2 静载试验及稳定性试验

7.6.2.1 静载试验的目的是检验缆机及其部件的结构承载能力。

- 7.6.2.2 稳定性试验目的是为了检验缆机抵抗倾覆力矩的能力。
- 7.6.2.3 稳定性试验应在最不利工况下进行。
- 7.6.2.4 静载试验应在主要构件承受最大载荷的位置和状态下进行。试验载荷应为额定起重量的1.25倍。
- 7.6.2.5 试验时,先提升额定载荷离地100~200mm,再无冲击地加载至额定起重量的1.25倍,持续时间不应少于10min,卸去载荷。如此至少重复3次。
- 7.6.2.6 一次静载试验不能使每一个主要部件都能承受最大弯矩和/或最大轴向力时,应进行附加的静载试验或使这些部件承受所需力的试验。
- 7.6.2.7 试验结束后,应全面检查缆机,如未见到裂纹、永久变形、油漆剥落、连接松动或损坏、对缆机性能和安全有影响的损坏,则认为试验结果合格。

7.6.3 动载试验

- 7.6.3.1 动载试验的目的主要是验证缆机各机构和制动器的功能。
- 7.6.3.2 各机构的动载试验应分别进行;当有联动要求时,应按技术文件的要求进行。
- 7.6.3.3 试验应在被试机构处于正常工作时承受最大载荷的位置和状态下进行。试验载荷应按额定起重量的1.1倍进行。
- 7.6.3.4 试验过程中应严格按照设备的试验规程操作。
- 7.6.3.5 试验应在各机构工作的全行程范围内进行,往返次数不应小于3次,累计试验时间不应小于1h。
- 7.6.3.6 试验过程中,各机构应动作灵敏、平稳、可靠,安全保护、联锁装置和限位开关的动作应准确、可靠。
- 7.6.3.7 应在相应的工作制下进行试验,试验结束后,如果各部件能完成其功能试验,并在随后对缆机进行的全而检查中,各机构、结构、电气或液压系统无损坏,连接处也无松动或损坏,则认为试验结果合格。所有检测和试验记录应存档备查。

8 安装与拆卸

- 8.1 缆机安装与拆卸应符合SL 425—2016的相关要求。
- 8.2 施工单位应编制安全保证措施、事故应急措施和救援预案,并按相关规定程序报批后实施。
- 8.3 在设备安装前,动力电缆、高压变压器等高压设备应进行耐压试验。

9 设备搬迁

- 9.1 缆机在搬迁使用前,应由具有缆机设计能力的设计单位进行改造设计,并修改其技术参数、相关文件及标识。
- 9.2 缆机搬迁后,应按要求进行相应试验。

10 标识、包装、运输及存放

10.1 标识

- 10.1.1 缆机应在明显位置设置吨位标记。
- 10.1.2 在司机室内明显位置应设置产品性能标牌,标牌内容应包括缆机的名称及型号、主要技术性能参数、制造商名称、设计单位名称、出厂编号、制造日期。
- 10.1.3 安全标志应满足SL 425—2016的要求。

10.2 包装

10.2.1 包装应在涂层干燥后进行,应保证物件不变形、不损坏、不散失,应保护涂层不受损伤,并应符合 GB/T 191、GB/T 13384 及 JB/T 5947 的有关规定。

10.2.2 包装上应标明物件的名称、编号、重量、吊点位置,并应附有包装清单。

10.2.3 销轴、轴孔、螺纹应做防锈处理等防护措施。

10.2.4 供货商应提供随机文件,包括产品出厂合格证、缆机使用维护说明书、专用设备及外购机电、液压配套件的使用说明书,易损件清单,随机工具及备件清单,安装图,其他有关的技术文件及质量记录。

10.3 运输及存放

10.3.1 被运物件的包装尺寸、重量应符合铁路、公路及水运的有关规定,确保运输安全。

10.3.2 运输及存放过程中应防止碰撞、腐蚀及变形;电气、液压设备、电缆、钢丝绳及高强度螺栓连接副等应存放在库房内,并做好防潮、防腐等防护措施。

11 验收

缆机安装完毕,应经有关部门验收合格后,才能办理移交验收或正式投入使用。

12 使用与维护、维修

12.1 使用与维护

12.1.1 缆机的操作者应是经过培训合格的专职司机,并持有有效的特种设备操作证。

12.1.2 司机应与地面指挥人员协同配合,听从指挥人员的信号操作,但对于指挥人员违反安全操作规程和可能引起危险事故的信号,应拒绝执行。

12.1.3 缆机使用单位应根据制作厂家使用说明书的要求制定操作规程和作业指导书。

12.1.4 缆机不应在缺少安全装置或安全装置失效的情况下使用。

12.1.5 不应用安全保护装置来达到停机目的。

12.1.6 起吊重物时,应垂直提升,不允许倾斜拖、拉物体。

12.1.7 缆机空钩行走时,吊钩滑轮组离地最小高度不应小于 2m,并应升至障碍物高度以上 0.5m。

12.1.8 运行过程中,不应对各转动部分进行检修及调整作业。

12.1.9 遇紧急情况时,可按紧急按钮,切断总电源,并应及时采取措施将重物下放。

12.1.10 缆机应有日常维护、定期维护和年度维护,应由经过培训并经授权的人员进行。

12.1.11 定期维护周期应根据设备使用频繁程度由设备使用单位制定。

12.1.12 日常维护应由操作人员和维修人员在设备使用时提前进行,且注意平时的定期检查。

12.2 维修

12.2.1 缆机维修单位应持有有效特种设备安装改造维修许可证,且缆机在其改造维修许可证设备范围内。

12.2.2 缆机维修中有参数和材料改变的情况,以及结构有严重锈蚀的情况,应委托具有设计资质的单位进行设计验证。