

1绪论

1.1概述

为提供参加滑雪运动人员安全迅速省力达到滑雪场高处的出发平台，滑雪场都设置有提升缆车。目前滑雪场的缆车监控系统都采用机电控制设备和可编程控制器的组合方案，能够应对大量的监控点。由于可编程控制器对信息处理的能力限制，无法实时全面地对监控范围的运行条件和控制结果进行完整的回应和人机交互。本设计采用高可靠性的工业控制计算机系统，将滑雪场的控制过程通过人机界面和操作人员进行交互、实现及时、清晰、完成的动态过程。

1.2缆车介绍

缆车(cablecar)利用钢绳牵引，实现人员或货物输送目的之设备的统称或一般称谓。由驱动机带动钢丝绳，牵引车厢沿着铺设在地表并有一定坡度的轨道上运行的一种交通工具。轨道坡度受限，轨道坡度一般以15度，25度为宜。根据运输量、地形、运距等条件线路可设计成单轨、双轨、单轨中间加错车道或换乘站等多种形式。缆车车厢的运行速度一般不大于每小时13公里。为适应线路的地形条件和乘坐舒适，载人车厢的座椅应与水平面平行并呈阶梯式，以便于人员上下和货物装卸。当车厢在运行中发生超速、过载、越位、停电、断绳等事故时，要有相应的安全措施保证乘客安全。由于缆车对地形的适应性较差，建设费用高，长距离运输效率低，因此它的应用和发展受到限制。另外，根据中国本领域专业命名规则，车辆和钢绳架空运行的缆车设备，定义为架空索道。而车辆和钢绳在地面沿轨道行走的缆车设备定义为地面缆车。

1.3缆车分类



图1-1单线循环吊椅式客运索道

- 1 -

新疆大学毕业设计(设计)

1.3.1按支持及牵引的方法

可以分为2种，单线式:使用一条钢索，同时支持吊车的重量及牵引吊车或吊椅。复线式:使用多条钢索。其中用作支持吊车重量的一或两条钢索是不会动的，其他钢索则负责拉动吊车。



图1-2货运索道

1.3.2按行走方式

索道可分为2种，往复式:索道上只有一对吊车，当其中一辆上山时，另一辆则下山。两辆车到达车站后，再各自向反方向行走。这种索道Aerial Tramway。往复式吊车的每辆载客量一般较多，可以达每辆100人，而且爬坡力较强，抗风力亦较好。往复式索道的速度可达每秒8米。循环式:索道上会有多辆吊车，拉动的钢索的是一个无极的圈，套在两端的驱动轮及迂回轮上。当吊车或吊椅由起点到达终点后，经过迂回轮回到起点循环。循环式吊车称为Gondolalift，当中循环式索道可再分为，固定抱索式:吊车或吊椅正常操作时不会放开钢索，所以同一钢索上所有吊车的速度都会一样。有的固定抱索式索道，吊车平均分布在整条钢索上之上，钢索以固定的速度行走。这种设计最为简单，但缺点是速度不能太快(一般为每秒一米左右)，否则乘客难以上落。亦有的固定抱索式索道采用脉动设计，把吊车分成4、6、8组，每组由3至4辆车组成，组与组之间的距离相同。同组的吊车同时在车站上下乘客，当其中一组吊车在站内时，钢索及各组车同时放慢速度。吊车离开车站后，一起加速行驶。这种索道行驶速度较快(站内每秒0.4米，站外每秒4米左右)，乘客上下容易，但距离不能太长，运载能力亦有限。脱挂式:亦称脱开挂结式。吊车以弹簧控制的钳扣握在拉动的钢索上。当吊车到达车站后，吊车扣压钢索的钳会放开，吊车减速后让乘客上落。离开车站前，吊车会被机械加速至与钢索一样的速度，吊车上的钳再紧扣钢索，循环离开。这种索道的速度快，可达每秒6米，运载能力亦大。



图1-3单线循环吊篮式客运索道

1.3.3 索道在工程中的应用范围

工程索道包括货运索道、客运索道、矿山索道、坑道索道、建筑索道、滑雪索道，缆索起重机和林业索道等。归纳起来，可以把它划分为货运索道、客运索道，林业索道和缆索起重机等4类。林业索道指钢丝绳架设在空中作为轨道，跑车悬吊其上，借以运输木材。客运索道系利用架空绳索支承和牵引客车运送乘客的机械运输设施。货运索道跟客运索道差不多，只不过货运索道是用来运输货物的。缆索起重机一般用于地形较复杂的地方架设刚架拱，桁架拱类桥梁。这4

类索道承重和传动工作结构系统相同，索道设计计算理论和方法相同，架设技术的基本要求相同，只是因其运输对象的不同而运载工具和名称不同，相关技术参数要求不同。以缆索承重和缆索传动为主体的机械化，半机械化运输系统中的不同品种，这种系统称为工程索道。

1.4 客运索道在景区建设中的地位 and 作用

1.4.1改善游客步行上山难

保证游客有充沛的体力和充足的时间游览观光，充分体现了“旅宜速，游宜缓”的现代旅游特色。

1.4.2提高景区接待能力

对于道路崎岖且狭窄，险峻的景区，索道可减少游客在道路上的滞留时间大大提高景区的接待能力。如:华山风景区，距200km左右的西安年接待300万旅游者，只有3万人到华山游览，自从修建索道后，限制华山游客数量的交通瓶颈被打开，游客大增。

- 3 -

新疆大学毕业设计(设计)

1.4.3扩大景区的游览范围

索道可改善景区的交通状态，使游客不受道路状况，游览时间的限制，扩大了景区游览范围，使人们尽情地欣赏大自然的无限风光。

1.4.4加速游客周转

游客可当日到地处比较偏僻，远离城镇，交通不便的景区观赏日出和雪景等特殊景观。通过拆除多余服务设施，可对景区重新规划，同时净化了环境，减少了污染。为逐步实现“山上游，山下住”较为科学就，合理的旅游接待格局创造了条件。

1.4.5为景区发展提供资金来源

为景区发展奠定了资金基础。如:泰山1号索道，安全运行15年，营业总收入约22亿，为基建投资的21倍，为泰山旅游事业的发展积累了大量的资金。

1.5缆车发展历史

1.5.1国外索道发展与展望

?设备发展史—4个阶段

?远古,19世纪中叶:启蒙阶段。

?19世纪中叶,20世纪初:1859年,奥地利的霍恩?施泰设计了第1条钢索架空集材索道,单跨短距离,重力式。1883年,Washington发明了第1台集材绞盘机。

?20世纪初,50年代:动力索道探索阶段。

?20世纪50年代,现在:发展应用阶段。

?理论发展史—4种理论

?17世纪:意大利的天文,物理学家伽利略第1个进行研究悬挂在两支点的线型设计问题,几何学家Janes.Bemall等人于1691年提出了悬链线理论。

?1794年,Fuss提出了抛物线法。1862年由后人形成了抛物线理论。

?1981年,中国的倪元增等人提出了单跨摄动法理论。

?1983年,中国的单圣涤等人提出了单跨悬索曲线理论。

?索道发展趋势

?经济化:发展单跨索道。

?自动化:软件设计,遥控操作,带架杆式绞盘机的架设。

?实用化:索道飞艇集材发展。

?发展索道应注意的几个方面

?应用须以国情为基础。

?营建林道仍是急需。

- 4 -

新疆大学毕业设计(设计)

?发展中国家的特点:林道网少，固定式索道向飞艇发展。

1.5.2我国索道发展与展望

?发展史

?世纪，以藤条为绳，以竹篾织缆，跨越河流作交通运输。

?17世纪中叶出现钢索，20世纪初我国矿山索道已获应用。

?20世纪40年代，林业架空索道在我国台湾省阿里山林区使用。

?1956年，“维仙”(WyssenKJ-

3)在东北引进。1958年，福建省顺昌县九龙山伐木场开始使用。

?60年代后期至70年代索道大量推广应用。1979年，全国有3047条。

福建省1976年统计有689条(560km)，索道形式有:短距离小集中或集材用轻型松紧式;长距离集材用半自动;中距离集运材用缆机增力式;间伐材集运材用曲线循环运行式。

?发展趋势改善传统旧设备

?提高机动性:带钢架杆自走式代替固定式绞盘机。

?日趋短索道:路网密度增加，多跨逐渐变成单跨。

?提高安全性:钢索张力过载报警器，钢索探伤仪应用。

?新技术应用:带抓钩遥控跑车，遥控绞盘机研制使用。



图1-4往复式缆车

1.5.3 客运索道发展历史

我国是客运索道的发源国，历史上可追溯至春秋战国时期。我国川西和藏东一带的山区，用藤索，竹索作为轨道的“溜索”从远古时代一直沿用至1958年才逐渐消失。这种索道架设于悬崖峭壁之上，跨越幽深峡谷，用来“溜人”或“溜物”。现代客运索道最早于1894年出现在意大利。此后在德国、日本、前苏联相继建成了客运索道。据《国际缆索运输杂志》统计，截至2001年年底全世界

- 5 -

新疆大学毕业设计(设计)

客运索道达3.2万条。其中美国4147条，法国4040条，奥地利3473条，日本3455条，意大利3124条，瑞士2101条，德国1670条。美国的索道工程师们早在1986年便开始着手研究和设计用于月球采矿运输的所谓“太空索道”。索道是一种古老而年轻的交通运输机械，现代却成了一种空中载人运货的现代化交通运输工具。改革开放以来，我国客运索道从无到有，各种客运索道的形式也趋于完备。

- 6 -

新疆大学毕业设计(设计)

2单线循环式客运索道的设计

2.1缆车技术参数

运输速度: $0,1\text{ ms}$

运输能力:(单向) $754\text{ 人 }h$

7分钟行程时间:

400 m 运输距离:

800 m 钢丝绳长度:

9 m 乘人间距:

索道坡度: 9

3000 mm 绳间距:

22 mm 绳直径:

1720 mm 吊椅高度:

88吊椅数量:把

37 kw 点击功率:

额定电压: $380\text{ V}/206\text{ V}$

3400 mm 驱动轮直径:

驱动轮最大转速: 38 r/min

37 kw 主电机型号:YR225M2-

6、功率、最大转速:、电源频率:、 958 r/min 50 Hz

IP,23380 V73 A206 V防护等级、定子额定电压:、电流:、转子额定电压:
、

80 A电流:。

STJ8500 i,100索道齿轮减速器型号: , 传动比:。

Z4,250,42160 kw180 V直流电动机型号:、功率:、电压:、转速:

IP,21 S、防护等级:。 10002000 r/min

联轴器型号:SWP型十字轴式万向联轴器。

2.2 索道的构成

索道是一种将钢索架设在支承结构上作为轨道 , 通过运载工具来输送人员的

运输系统。索道一般由钢丝绳、包索器、吊椅、支架等部件组成。

- 7 -

新疆大学毕业设计(设计)

2.2.1 钢索

钢丝绳是一种柔性的空间螺旋结构钢制品，具有高强度，柔软性和阻尼吸收的特点，被广泛地应用于矿山生产、机械加工、建筑、桥梁、交通、通信和航空航天等领域。钢丝绳在上述领域的安全方面发挥着重大作用。例如，起重机使用的钢丝绳承担所悬吊重物的重力并传递动力，其安全性是人们长期以来一直关心的问题。电梯所使用的钢丝绳是保障电梯安全运行的重要环节，是对电梯进行安全检测检验的核心部分，架空索道使用钢丝绳来进行缆车牵引，缆车的安全性能主要取决于钢丝绳的可靠性。为保证这些设备的安全运行，对钢丝绳工作可靠性进行深入研究非常必要。钢丝绳是以热轧线材为原材料的冷拉钢丝经过进一步加工制成的，它是将若干根钢丝按一定规则捻制成的一个致密并具有很高承载力而又柔软的螺旋状钢丝束。钢丝在钢丝绳中起承载作用，钢丝的力学性能会对整个钢丝绳的力学性能产生决定性的影响。钢丝绳结构的复杂性决定了绳股中钢丝受载状态的不均衡，研究绳中钢丝的载荷分布状况，对于钢丝绳结构设计，选型及使用维护等方面具有重要意义。钢丝绳研究在国际上有100多年的历史，建立的离散模型及连续模型均在一定条件下反映了钢丝绳的结构特点，但均有一定的局限性。



图2-1 钢丝绳的构成

数根钢丝或数股钢丝按一定顺序，绕着一个索芯捻制而成，称为钢丝绳，简称钢索。钢索是索道重要组成部分，关系到索道性能与生产安全。

钢丝绳的类型:钢丝绳是按其绳的股数和外层钢丝的数目进行分类的，共分为14组，16类(参阅GB/T8918—1996《钢丝绳》)。每类钢丝按捻制法不同，又可分为右交互捻，左交

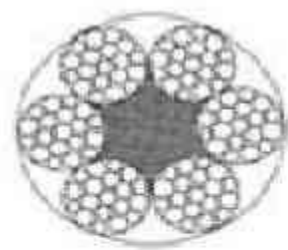
互捻，右同向捻和左同向捻四种，如图2-2所示。根据钢丝表面处理又可分为光面和镀锌二种，根据绳芯又可分为纤维芯和钢丝芯二种。

- 8 -

新疆大学毕业设计(设计)



图2-2钢丝绳的捻制



6×19

图2-3钢丝绳结构

钢丝绳的标记为如图2-4所示：

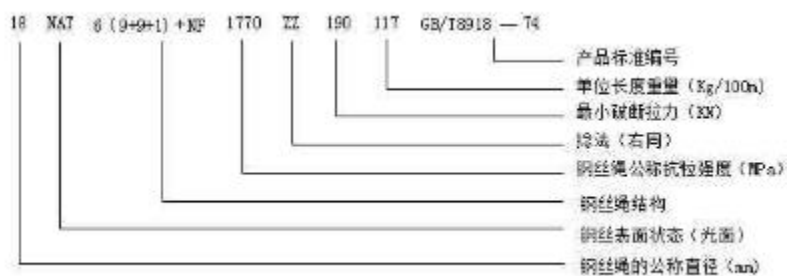


图2-4全称标记示例及说明(摘自GB8707-88)

钢丝绳的选用:钢丝绳绳芯的材料有天然纤维芯, 合成纤维芯和钢丝芯, 天然纤维芯使用量最大。钢丝绳绳芯中的润滑油是起减小每股绳及钢丝之间的摩擦和防腐蚀作用的。

钢丝绳在同直径时公称抗拉强度低, 每股绳内钢丝愈多, 钢丝直径越细, 则

- 9 -

新疆大学毕业设计(设计)

钢丝绳的挠性也就越好, 但钢丝绳易磨损。反之, 每股绳内钢丝直径越粗, 则钢丝绳挠性越差, 钢丝绳耐磨损。因此不同型号的钢丝绳, 它的使用范围也不同。根据起重吊装作业的实际需要, 一般情况下, 钢丝绳的选用可考虑为:

?6×19+NF(6×19)钢丝绳:用作缆风绳, 拉索及制作起重吊索索具, 一般用于受弯曲载荷较小或遭受磨损的地方。

?6×37+NF(6×37)钢丝绳:用于起重作业中捆扎各种物件, 设备及穿绕滑车组和制作起重用吊索索具。绳索受弯曲时采用。

?6×61+NF(6×61)钢丝绳:用于绑扎各类物件。绳索刚性较小, 易于弯曲, 用于受力不大的地方。

同向捻的钢丝绳, 表面较平整, 柔软, 具有良好的抗弯曲疲劳性能, 比较耐用。其缺点是绳头断开处绳股易松散, 悬吊重物时容易出现旋转, 易卷曲扭结。因此在吊装中不宜单独采用。

2.2.2 支架

支架的设计在景区里由于索道支架强加于自然景观之上的不协调性，成为山水审美中的刺眼物和视觉污染物，所以在支架的设计上要不影响景观，确保车厢运行平稳出发点来考虑，因此应尽量增大跨度，减少线路支架数目，同时也降低支架过托压索轮引起的震动，其造型和色调也应与景区融为一体。



图2-5 缆车支架

? 支架结构

? 支架应当用钢材或钢筋混凝土材料制成，不允许采用绷绳拉紧的支架。

?支架金属结构所用的开口型钢材，其壁厚不应小于5mm，钢管才及闭口型钢材壁厚不得小于2.5mm，管材和闭口型材料的内外表面应有防锈层。

?支架基础应尽量采用短柱式钢筋混凝土基础，并应高出地面。基础地面应高于正常冰冻深度一下。

?支架基础周围要有排水和边坡处护坡等设施。

?支架装备

?支架上承载索鞍座应采用固定式鞍座，只有在无法使用固定式鞍座的情况下才允许使用活动式的鞍座。

?鞍座，特别是鞍座尖端部位的设计，应能保证承载索安全放置，而且在最不利的工作状态下也不能影响客车自由通过。

?承载索的鞍座上应加衬和有足够的润滑，以保护钢丝绳。

?应配备导绳机构，保证牵引索保持在托索轮上，客车经过支架时使牵引索或平衡索在托索轮上的正常起落。

?单线索道上的托索轮组在安装时对称于钢丝绳的中心线，使各个托索轮受力均匀。

?支架上应设置起吊钢丝绳的设施，支架上应设爬梯和检修平台，并支架应顺序编号。

2.2.3吊椅

吊椅抱索器上有四套免维护轴承，吊椅可在滑道上自由滑动，平稳接触或脱离钢丝绳。椅座采用螺旋弹簧和发泡海绵体双级减震、乘坐安全、舒适。吊椅抱索器为焊后加工件，经过专题攻关，保证加工质量。



图2-6固定包索器式吊椅

乘人装置的工作原理是:将钢丝绳安装在驱动轮、托绳轮、压绳轮、尾轮和

- 11 -

新疆大学毕业设计(设计)

张紧轮上，并经设有重锤的张紧装置拉紧后，由驱动装置的电动机输出动力带动减速机上的驱动轮和钢丝绳作循环无极运行，吊椅则通过抱索器与钢丝绳锁紧在运行的钢丝绳上，随钢丝绳上行或下行，从而实现输送矿工的目的。其中钢丝绳通过尾部张紧装置张紧后，以维持钢丝绳在托绳轮之间的挠度和张力。

吊椅由吊杆1、座板2、踏脚杆3、拉杆4组成。

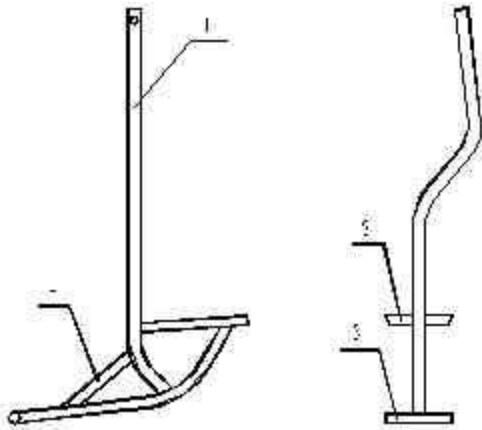


图2-7吊椅结构

2.2.4抱索器

固定抱索器由固定抱索器主体1、抱块2、刚性顶杆3、粉末冶金含油轴承4、弹性顶杆5、六角螺栓6、垫圈7、轴用弹性挡圈8、六角螺母9等组成。图2-

8表示了抱索器与吊椅的连接:六角头螺栓10、六角螺母11、吊椅12。

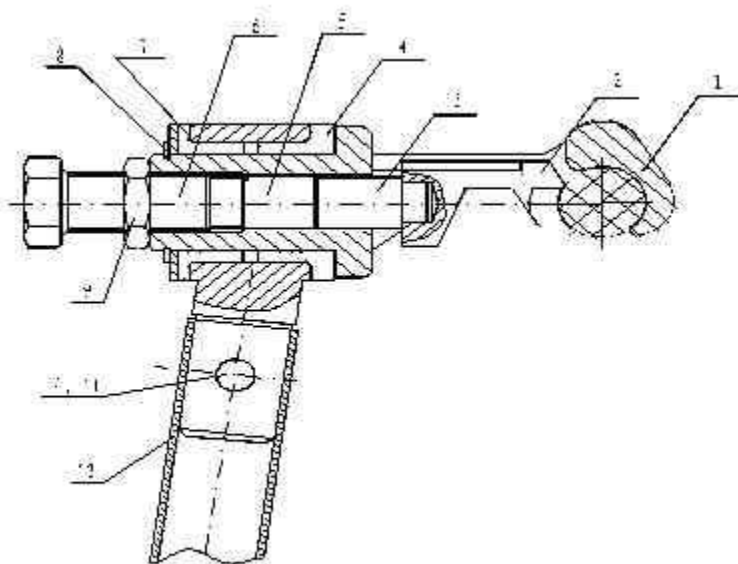


图2-8包索器结构

工作原理:依靠钳口对牵引索的正压力产生防滑力，通过调节紧固螺栓的紧

- 12 -

新疆大学毕业设计(设计)

固程度，改变正压力使抱索器有效抱索，抱索力可根据防滑力的最低限度值求出：

$$P, F_2, (N)$$

式中：

为抱索力 P

为钳口与牵引索之间的磨擦系数，常取 $\mu, 0.13$

$F, 2100 N$ 为防滑力，取 F

初次悬挂时将整盘钢丝绳运送至架空人车机头，人工把钢丝绳经机头驱动轮把绳头拉至机尾，除机尾20m范围以外的钢丝绳全部托入机头驱动轮，托绳轮绳槽，然后把机尾绳头一端固定，另一端采用5t的手拉葫芦对钢丝绳进行预拉紧，预拉紧完毕把多余钢丝绳截去，采用插接方式对接，而后把无极绳的机尾部分全部安放到托绳轮和机尾导向轮绳槽中调节好机尾拉紧装置后即可进行空载运转，运转时间一般不少于0.5h，无异常情况即可安装吊椅。



图2-9抱索器

安装吊椅时，先将坐椅和抱索器两者连接好，分别放在机头，机尾，然后通过反复开动和停止架空人车，按间距要求，在机头和机尾同时进行安装。安装抱索器时尽量采用定力矩扳手紧固抱索器的压紧螺栓，力矩在30m为最佳，吊椅间距不得小于5m。

安装和使用注意事项:新绳初次悬挂前，应充分释放其扭曲应力，避免运转时座椅吊杆因钢丝绳的扭曲应力大而碰撞机头，机尾附近的托绳轮形成潜在的安全隐患，现场使用一般多出现在机头，解决的方法有两种:一是在平巷中用电机车牵引拉直伸展，二是如前所述采用手拉葫芦进行预拉紧，但拉紧力要控制在4t至5t。钢丝绳接头插接要满足《索道安全规程》的要求，插接长度不得小于钢丝绳直径的1000倍。运转中应经常检查接头的变化情况，并且每周应涂浸一次防腐

油。正常运转过程中，为大大延长钢丝绳的使用寿命，每隔两个月可依一定的方向调整一下所有抱索器的安装位置，以均衡对整条钢丝绳的受力，避免抱索器对钢丝绳的集中磨损。

2.2.5 牵引索

牵引索应选用线接触，右同向捻带纤维芯的股式结构的少油钢丝绳，在有腐蚀和潮湿的环境中，最好选用镀锌钢丝绳。一般选用6×19S型右同向捻重要用途钢丝绳，不能使用交互捻钢丝绳，其安全系数不得小于6，插接长度不得小于钢丝绳直径的1000倍。用户更换钢丝绳必须选用在有效期内具有煤安标志的产品，且符合参数表中规定的型号。

2.2.6 托绳装置

托绳装置主要由托轮吊架1、托绳轮2等组成。

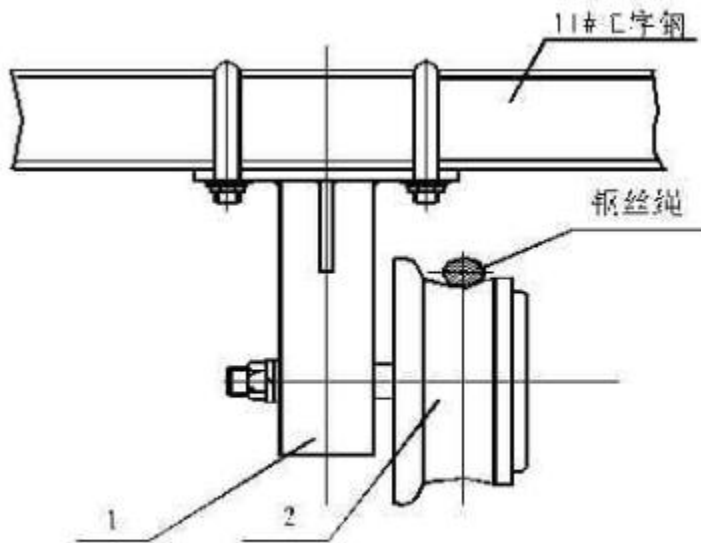


图2-10 托轮

托轮吊架由材质为Q235的槽钢或钢方管等制作，并在变坡点全部做成上下可调式，直线段的吊架也有一半以上做成上下可调式，以便于现场安装和调试。

托绳轮由紧固件1、轴2、轮体3、轮衬4、轮盖5等组成。

- 14 -

新疆大学毕业设计(设计)

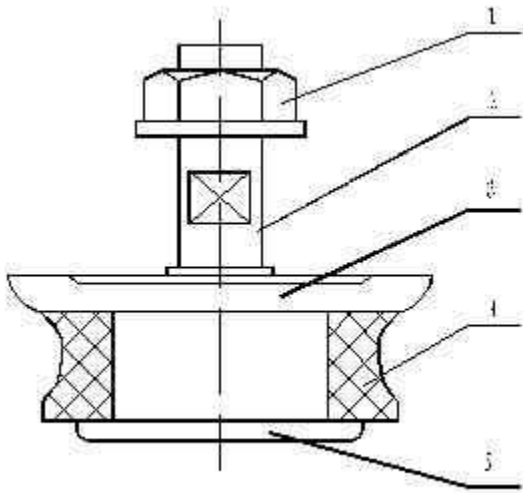


图2-11托绳轮

轮体是铸铁制造的，托轮轮衬应是耐磨、防静电、阻燃材料制造的可更换的软质轮衬。轮体内安装一对滚动轴承。

当轮衬磨损三分之二(即余厚为三分之一厚度)厚度时，应及时更换轮衬。

托压轮吊架装置由托压吊架1、压绳轮2和托绳轮3等组成。

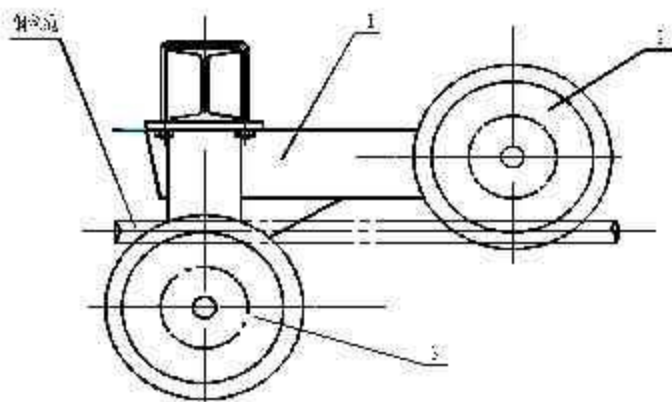


图2-12托压轮

尾轮主要由滑轮1、尾轮2、轴3、轴承座4、尾轮架5、滚轮6等组成。

- 15 -

新疆大学毕业设计(设计)

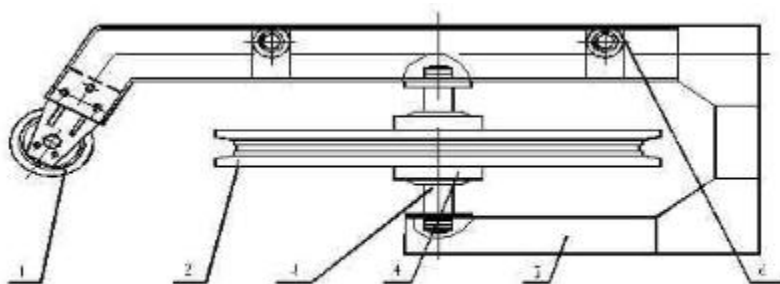


图2-13迂回轮

2.3 驱动装置

架空运人装置驱动部有机械传动和液压传动两种形式。液压驱动装置在高速运行的噪声大，目前国产大流量油泵和马达可靠性较差，而进口价格昂贵，易损配件供应不及时。故采用技术比较成熟、结构简单、日常维护和检修方便的机械传动形式。

驱动部机架为落地组合式，运输过程中可拆成小单元。机架是焊接件，焊接后进行整体震动定形处理，消除内应力，然后整体加工电动机和减速机的连接面及连接孔，以保证加工精度。

驱动部的制动设计为两级，高速端防爆液力推杆制动器为工作制动，另设计配备制动驱动轮的末级钳型安全制动闸，两级制动均为失效安全型。正常停机时，当电机频率缓慢降低到5Hz时推杆制动器施闸制动，设备完全停止后3,5s钳型安全闸施闸;紧急制动时，拉动急停开关或按动急停按钮，工作制动和安全制动同时作动，0(7s内系统断电停机，提高了系统制动的可靠性。在钳型安全闸安装闸板限位行程开关，通过PLC控制将其控制电路与主电机的控制相互闭锁。控制钳型安全闸的液压泵站为独立双回路设计，当某一回路出现故障时可迅速切换到另一回路，保证设备正常运行;控制钳型安全闸油缸的液压系统设有快速回油阀，紧急制动时快速回油，减少制动时间，提高制动速度。

驱动装置通常采用架空式安装。它主要由电动机1、制动器2、联轴器3、减速器4、机架5、驱动轮6组成。

- 16 -

新疆大学毕业设计(设计)

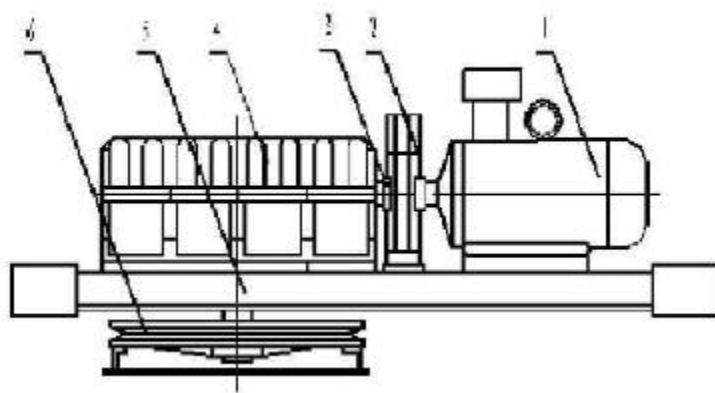


图2-14驱动装置

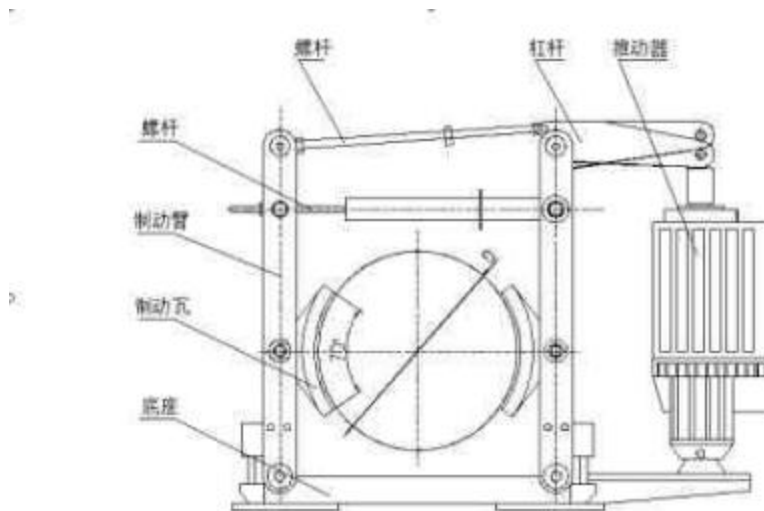


图2-15制动器

2.3.1变频主驱动

?交流电动机原理

异步电机主要用作电动机，可分为三相异步电动机和单相异步电动机两类。三相异步电动机广泛应用于工、农业生产、交通运输业、国防工业中，有90,左右的电动机采用三相异步电动机。在电网总负荷中，异步电动机占60,左右。单相异步电动机常用于使用单相交流电源的家用电器和医疗仪器中。三相异步电动机的种类很多，但各类三相异步电动机的基本结构是相同的，它们都由定子和转子这两大基本部分组成，在定子和转子之间具有一定的气隙。此外，还有端盖、轴承、接线盒、吊环等其他附件。

?三相异步电动机的特点

- 17 -

新疆大学毕业设计(设计)

优点:结构简单、运行可靠、坚固耐用、维护方便、价格便宜、效率较高。缺点:调速、起动性能较差。随着晶闸管元器件及交流调速系统的发展，调速性能已大大改善。功率因数低，运行时从电网中吸收感性无功功率，以建立旋转磁场，使电网功率因素下降，受电网电压波动影响较大。

?三相异步电动机的工作原理和结构

三相异步电动机的工作原理是:当向三相定子绕组中通入对称的三相交流电时,就产生了一个以同步转速 n_1 沿定子和转子内圆空间作顺时针方向旋转的旋转磁场。由于旋转磁场以 n_1 转速旋转,转子导体开始时是静止的,故转子导体将切割定子旋转磁场而产生感应电动势(感应电动势的方向用右手定则判定)。由于转子导体两端被短路环短接,在感应电动势的作用下,转子导体中将产生与感应电动势方向基本一致的感生电流。转子的载流导体在定子磁场中受到电磁力的作用(力的方向用左手定则判定)。电磁力对转子轴产生电磁转矩,驱动转子沿着旋转磁场方向旋转。通过上述分析可以总结出电动机工作原理为:当电动机的三相定子绕组(各相差120度电角度),通入三相交流电后,将产生一个旋转磁场,该旋转磁场切割转子绕组,从而在转子绕组中产生感应电流(转子绕组是闭合通路),载流的转子导体在定子旋转磁场作用下将产生电磁力,从而在电机转轴上形成电磁转矩,驱动电动机旋转,并且电机旋转方向与旋转磁场方向相同。

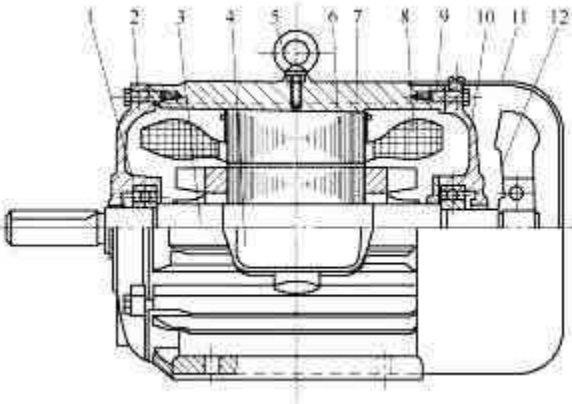


图2-16三相异步电动机结构图

1-轴承、2-前端盖、3-转轴、4-接线盒、5-吊攀、6-定子铁心、7-转子、
8-定子绕组、9-机座、10-后端盖、11-风罩、12-风扇

三相异步电机的定子绕组是一个三相对称绕组,若通以三相对称交流电流

将产生旋转磁场。三相对称绕组是指每相绕组的匝数连接规律等相同，在空间布置上各相轴线相差120度空间电角度的绕组，线圈的首端分别为U1、V1、W1尾端分别为U2、V2、W2。三相对称电流在时间上相差120°，其表达式为：

$$i_u = I_m \cos(\omega t)$$

$$i_v = I_m \cos(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_w = I_m \cos(\omega t - 240^\circ)$$

规定:电流为正时，电流从线圈的首端(U1，V1，W1)流入，从线圈的尾端(U2，V2，W2)流出;电流为负值时则方向相反，从线圈的首端流出，而从线圈的尾端流入。用符号“⊙”表示电流流入，“⊗”表示电流流出。根据右手螺旋定则来判断三相绕组中电流产生的合成磁场的方向。

可见，当定子绕组中的电流变化一个周期时，合成磁场也按电流的相序方向在空间旋转一周。随着定子绕组中的三相电流不断地作周期性变化，产生的合成磁场也不断地旋，因此称为旋转磁场。

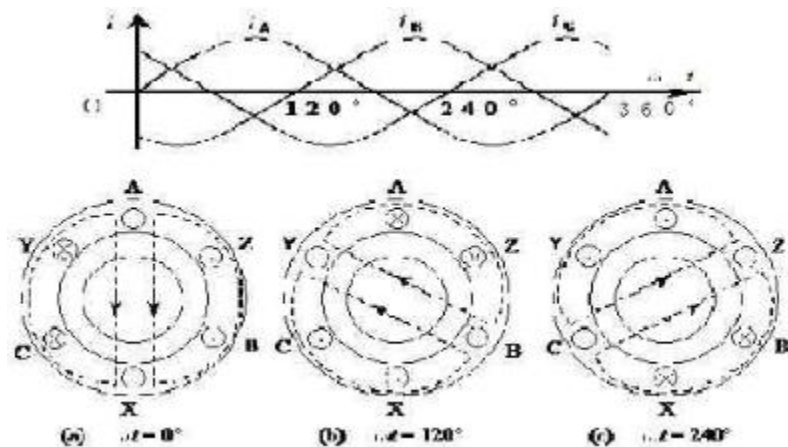


图2-17 旋转磁场的形成

旋转磁场的方向由三相绕组中电流相序决定，若想改变旋转磁场的方向，只要改变通入定子绕组的电流相序，即将三根电源线中的任意两根对调即可。这时，转子的旋转方向也跟着改变。

- 19 -

新疆大学毕业设计(设计)

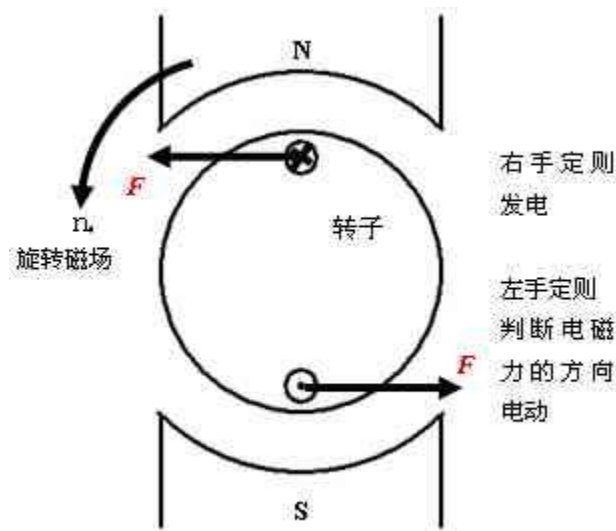


图2-18电动机转子受力图

转子载流导体在旋转磁场中将受到电磁力 F 的作用，导体所受电磁力的方向可用左手定则来判定。如图2-

18所示，转子上各导条都受到逆时针的电磁转矩 T ，在电磁转矩 T 的作用下转子以逆时针方向旋转，其转速为 n 与旋转磁场方向相同。由于转子导体电流是通过电磁感应产生的，所以也可把这种电动机称作感应电动机。

?减速器

减速机一般用于低转速大扭矩的传动设备。把电动机，内燃机或其它高速运转的动力通过减速机的输入轴上的齿数少的齿轮，啮合输出轴上的大齿轮来达到减速的目的，普通的减速机也会有几对相同原理齿轮达到理想的减速效果，大小齿轮的齿数之比，就是传动比。

减速机是一种相对精密的机械，使用它的目的是降低转速，增加转矩。它的种类繁多，型号各异，不同种类有不同的用途。减速器的种类繁多，按照传动类型可分为齿轮减速器，蜗杆减速器和行星齿轮减速器；按照传动级数不同可分为单级和多级减速器；按照齿轮形状可分为圆柱齿轮减速器，圆锥齿轮减速器和圆锥、圆柱齿轮减速器；按照传动的布置形式又可分为展开式，分流式和同轴式减速器。

绝大多数减速器的箱体是用中等强度的铸铁铸成，重型减速器用高强度铸铁或铸钢。少量生产时也可以用焊接箱体。铸造或焊接箱体都应进行时效或退火处理。大量生产小型减速器时有可能采用板材冲压箱体。减速器箱体的外形目前比较倾向于形状简单和表面平整。箱体应具有足够的刚度，以免受载后变形过大而影响传动质量。箱体通常由箱座和箱盖两部分所组成，其剖分面则通过传动的轴线。为了卸盖容易，在剖分面处的一个凸缘上攻有螺纹孔，以便拧进螺钉时能将盖顶起来。联接箱座和箱盖的螺栓应合理布置，并注意留出扳手空间。在轴承附

- 20 -

新疆大学毕业设计(设计)

近的螺栓宜稍大些并尽量靠近轴承。为保证箱座和箱盖位置的准确性，在剖分面的凸缘上应设有2-

3个圆锥定位销。在箱盖上备有为观察传动啮合情况用的视孔为排出箱内热空气用的通气孔和为提取箱盖用的起重吊钩。在箱座上则常设有为提取整个减速器用的起重吊钩和为观察测量油面高度用的油面指示器或测油孔。关于箱体的壁厚、肋厚、凸缘厚、螺栓尺寸等均可根据经验公式计算。关于视孔、通气孔和通气器、起重吊钩、油面指示等均可从有关的设计手册和图册中查出。在减速器中广泛采用滚动轴承。只有在载荷很大，工作条件繁重和转速很高的减速器才采用滑动轴承。

2.3.2变频器

变频器是把工频电源(50Hz或60Hz)变换成各种频率的交流电源，以实现电机的变速运行的设备，其中控制电路完成对主电路的控制，整流电路将交流电变换成直流电，直流中间电路对整流电路的输出进行平滑滤波，逆变电路将直流电再逆成交流电。对于如矢量控制变频器这种需要大量运算的变频器来说，有时还需要一个进行转矩计算的CPU以及一些相应的电路。变频调速是通过改变电机定子绕组供电的频率来达到调速的目的。

变频技术是应交流电机无级调速的需要而诞生的。20世纪60年代以后，电力电子器件经历了SCR(晶闸管)、GTO(门极可关断晶闸管)、BJT(双极型功率晶体管)、MOSFET(金属氧化物场效应管)、SIT(静电感应晶体管)、SITH(静电感应晶闸管)、MGT(MOS控制晶体管)、MCT(MOS控制晶闸管)、IGBT(绝缘栅双极型晶体管)、HVIGBT(耐高压绝缘栅双极型晶闸管)的发展过程，器件的更新促进了电力电子变换技术的不断发展。20世纪70年代开始，脉宽调制变压变频(PWM,VVVF)调速研究引起了人们的高度重视。20世纪80年代，作为变频技术核心的PWM模式优化问题吸引着人们的浓厚兴趣，并得出诸多优化模式，其中以鞍形波PWM模式效果最佳。20世纪80年代后半期开始，美、日、德、英等发达国家的VVVF变频器已投入市场并获得了广泛应用。

变频器的分类方法有多种，按照主电路工作方式分类，可以分为电压型变频器和电流型变频器;按照开关方式分类，可以分为PAM控制变频器，PWM控制变频器和高载频PWM控制变频器;按照工作原理分类，可以分为V/F控制变频器，转差频率控制变频器和矢量控制变频器等;按照用途分类，可以分为通用变频器、高性能专用变频器、高频变频器、单相变频器和三相变频器等。

通常，用变频器制动一般有两种方式。一是采用回馈制动方式，在变频器直流母线上接入可控硅逆变器，将能量回馈到电网，另一种是采用动力制动方式，在变频器直流母线上加制动单元，配上适当的制动电阻。

?回馈制动

由图2-

19所示，桥Ⅰ为整流桥，桥Ⅱ为可控硅逆变器，桥Ⅲ为变频器逆变器。当系统处于提升状态时，电源经整流桥Ⅰ给电容 U_c 供电，再由逆变桥Ⅱ输出适当的电压和频率以驱动电机。此时，电机处于电动状态下，无论频率多高， U_c 等于 U_{cN} ；只有当系统下放时，电机处于再生制动状态， U_c 的值因有功能量向 U_{cN}

直流侧的回馈而使 U_c 开始升高，这时桥Ⅱ关断，桥Ⅲ开通。将电机再生制动时 U_{cN}

回馈到直流侧的有功能量回馈到交流电网。

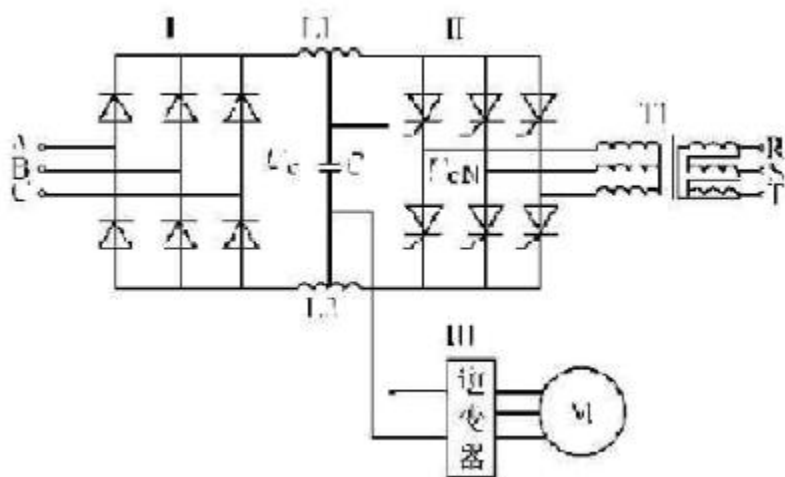


图2-19再生能源回馈电网的原理图

事实上，只有在不易发生故障的稳定电网电压下(电网压降 $\leq 10\%$)才可采用这种回馈制动方式。在再生制动运行时，电网电压故障时间 t_f ，则可能 $2ms$ 发生换相失败，烧坏熔断器。利用斩控式整流器进行回馈制动，其制动性能优于脉冲电阻制动方式，但控制复杂，成本高，故在实际使用中较少应用，尤其对于拉人缆车更不能大意。因而采用脉冲电阻制动方式较为可靠。

②动力制动

利用设置在直流回路中的制动电阻吸收电机的再生电能的方式称为动力制动，如图2-

20所示。制动单元中包括晶体管，二极管和制动电阻。当 $VVD R_{BBB}$

GH 回馈能量较大或要求强制制动，还需要选用外部电阻接于，两点上。当电 R_{EB}

机制动，能量经逆变器回馈到直流侧时，直流回路电容器的电压将升高，当该值超过设定值时，给 V 施加基极信号使之导通，将 $R(R)$ 与电容器并联起来，存 $BBEB$

储在电容中的回馈能量经 $R(R)$ 消耗掉。这种制动称为“能耗制动”。由于制 $BBEB$

动电阻中的电流是间歇的，所以也称为脉冲(调制)电阻。

- 22 -

新疆大学毕业设计(设计)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/166024123102010141>