

第十一篇

矿井提升机械设备设计 安装实用技术与图集

第一章 概 述

第一节 提升设备的分类

按用途可将提升设备分为主井提升设备和副井提升设备；

按井筒倾角可将提升设备分为竖井提升设备和斜井提升设备；

此外，还可按提升机、提升容器、拖动装置及提升系统的平衡与否进行分类。

第二节 提升设备的组成

提升设备包括提升机、钢丝绳、提升容器、天轮、井架以及装卸载附属装置等。

中小矿山多采用的单绳提升机按卷筒数目又有单卷筒与双卷筒之分。

双卷筒提升机的主轴上有两个卷筒。其中一个用键固定在主轴上，称为死卷筒。另一个套在主轴上，通过调绳装置与主轴连接，称为活卷筒。

双卷筒提升机用作双钩提升，每个卷筒上固定一根钢丝绳，两根钢丝绳的缠绕方向相反，因此当主轴旋转时，一根钢绳向卷筒上缠绕，另一根钢绳自卷筒上放出。使悬吊在钢绳上的容器一个上升，一个下降。因双卷筒提升机有一个活卷筒，故更换提升水平、调节绳长和换绳都比较容易。

二、竖井箕斗提升系统

竖井箕斗有底卸式和翻转式两种。底卸式箕斗与多绳摩擦提升机配套,用作大型矿井的主井提升设备。中小矿井若分设主井和副井,主井可采用翻转式箕斗作提升容器。这时需在井下和地面设置矿仓,需用卸载设备将重矿车中的矿石卸入井下矿仓,再经装载设备将矿石装入箕斗;与此同时,提升到井口的箕斗则在卸载曲轨处将矿石卸入地面矿仓中。

三、斜井单钩串车提升系统

单钩串车提升系统多用于倾角小于 25° 的斜井中。这种提升方式需要的井筒断面小,投资少,可适应多水平提升。图 11-1-2 为斜井甩车场单钩串车提升系统图。

其操作顺序是:从井底车场提升上来的串车经过井上栈桥道岔 1 后停车,扳动道岔 1,反向开动绞车,经道岔 2 将串车甩入重车线 3,并将重车摘钩,将钩子挂在停在空车线 4 的空车上;再开动绞车,将串车下放甩在井底车场空车线 6 上,再摘下钩子,挂在停于井底车场重车线 7 上的矿车上,开动绞车便开始了下一个工作循环。

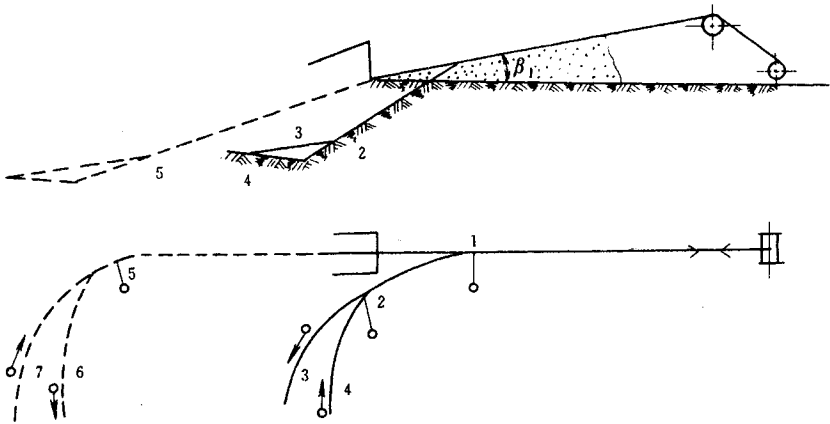


图 11-1-2 斜井甩车场单钩串车提升系统图

四、斜井双钩串车提升系统

图 11-1-3 为斜井双钩串车提升系统图。

其操作顺序是:左钩重车停于井底车场 1 线上,有钩空车停于井口车场 b 线上。提升开始时,重车上行,空车下行。因空车停在水平线 b 上,故需用推车机将其送入井内。

提升终了时,重车停于井口车场 a 线上,空车停在井底车场空车线 2 上,然后在井上井下同时摘挂钩。再开动绞车,右钩重车上行到井口 c 线上,左钩空车下行进入空车线 2。在上下车场再分别摘钩,将右钩摘入 b 线上的空车,左钩挂入 1 线上的重车,便开始了下一个循环。

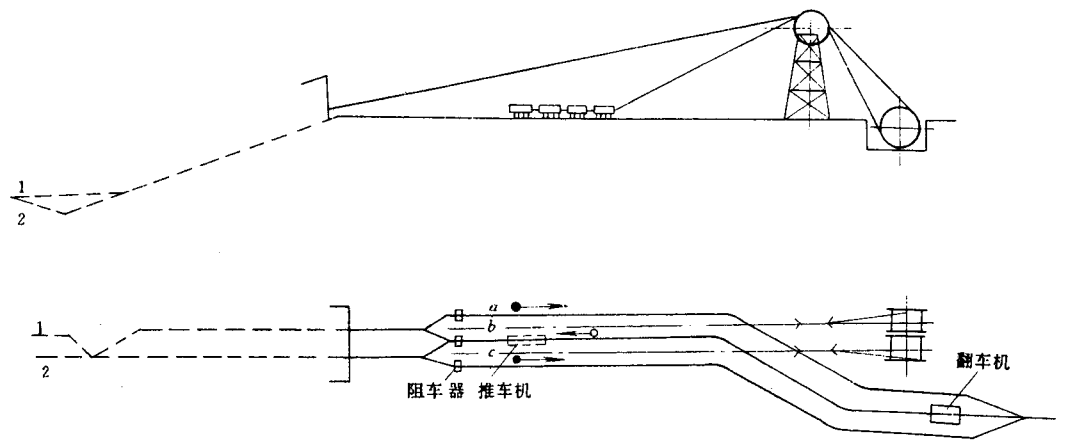


图 11-1-3 斜井平车场双钩串车提升系统图

为了防止矿车溜入井口,在 a、b、c 线上设有阻车器。为了将空矿车送入井口,在平道线上设有推车机。

五、斜井箕斗提升系统

与串车相比,斜井箕斗产量大,适合于年产量较大或是井筒倾角大于 30°的斜井。

第二章 提升绞车

小型矿井提升所使用的单绳缠绕式提升机其卷筒直径都在 2m 以下,通常称它们为提升绞车。

提升绞车主要由主轴装置、减速器、联轴器、制动闸、深度指示器等组成。

第一节 主轴装置

主轴装置是钢绳的缠绕机构。单卷筒提升机的主轴装置由主轴、主轴承、卷筒等组成。双卷筒提升机的主轴装置还增加了为更换提升水平而设的调绳装置。

老式双卷筒提升机的活卷筒与死卷筒用螺栓连接起来一同旋转;此外在提升机基础上还有停车装置,如图 11-2-1 所示。当调绳长时,先将活卷筒的提升容器提到地面,再将停车装置的停车板用螺栓与活动卷筒外侧支轮轮缘上的螺栓孔相连,然后卸下两卷筒的连接螺栓,再开动绞车,这时死卷筒随主轴一起转动,将死卷筒上的提升容器下放到新水平,而活卷筒则被停车装置固定。这样即可调整两个提升容器在若筒中的位置。

这种调绳装置的结构简单,但调绳时操作很不方便。新的 JT 系列或 JK 系列提升机的调绳装置采用油压操纵的侧齿式离合器。

图 11-2-2 所示为 JT 系列绞车上的油压侧齿式调绳离合器。它装在活卷筒左侧支轮上,正常运转时,主轴通过键带动连接盘运转,外齿轮与连接盘用导轴连接,外齿轮与内齿轮啮合带动活卷筒旋转。调绳时(将活卷筒制动住)由液压站输出的压力油通过

主轴端面的密封接头从主轴中心 A 腔进入油缸 B 腔。压力油推活塞顶外齿轮使之与内齿轮脱开 ,同时使弹簧受压。然后主轴带死卷筒旋转 ,与活卷筒作相对转动 ,从而达到了调绳的目的。调绳结束 ,油卸压后利用弹簧的反力使外齿轮复位与内齿轮啮合。

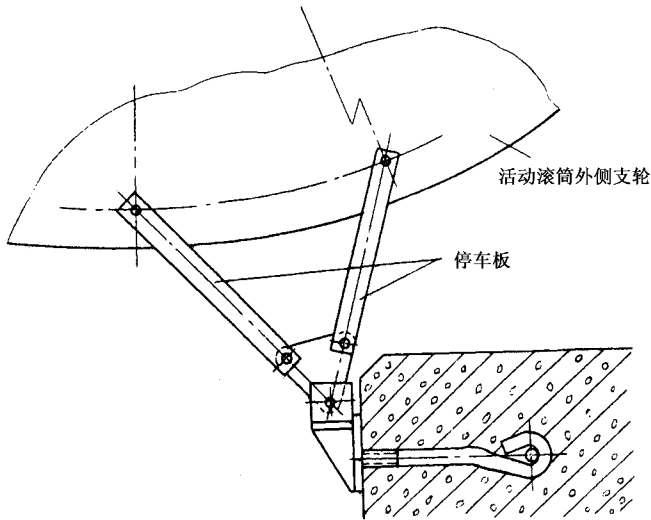


图 11 - 2 - 1 停车装置

JK 系列提升机的调绳装置的工作原理与 JT 系列的相似 ,只不过外齿轮与内齿轮脱离啮合或复位都靠油的压力。

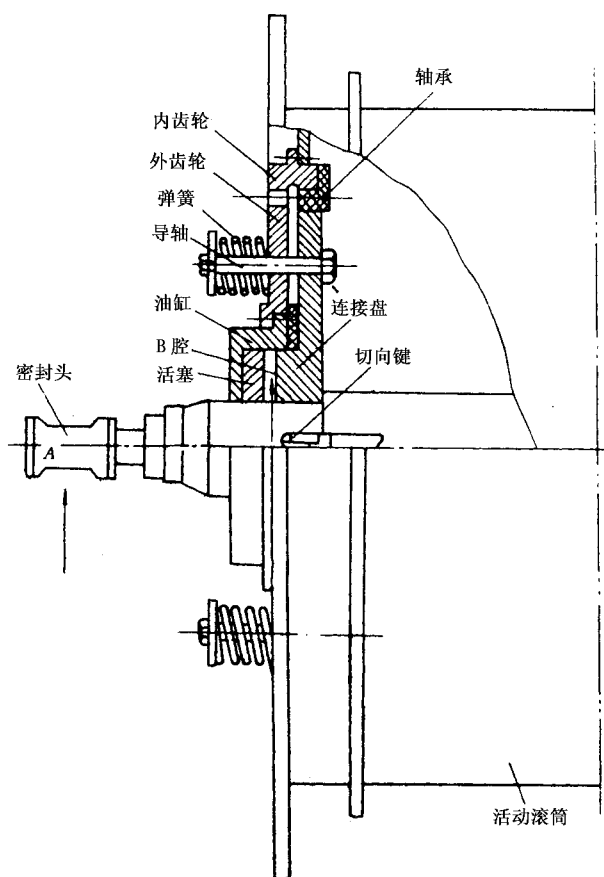


图 11-2-2 油压侧齿式调绳离合器示意图

第二节 提升绞车的制动器

提升绞车的制动器有带式、角移式和钳盘式几种。

一、带式制动器

图 11-2-3 所示为带式制动器。制动带的一端固接在支点上，另一端则通过调节螺栓及杠杆系统与制动杠杆相连。制动靠重锤，松闸由司机操纵手把通过杠杆系统实

现。重锤块数可按要求制动力的大小进行调整。制动器各关节应常注入润滑剂以防锈蚀。

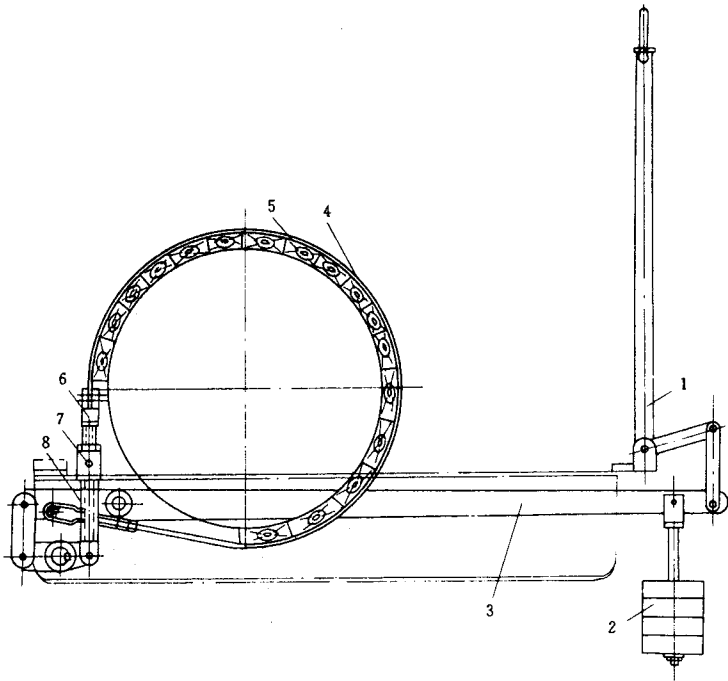


图 11-2-3 带式制动器

- 1—手把 2—重锤 3—杠杆 4—钢带 5—石棉带；
6—连杆螺栓 7—调节螺母 8—连杆

二、角移式制动器

图 11-2-4 为角移式制动器。将手把向前推,重锤被抬起,闸瓦离开制动轮,解除制动。反之,若松开手把,重锤即下落,使闸瓦抱紧制动轮,产生制动。

三、钳盘式制动器

JK 系列提升机采用钳盘式制动器,如图 11-2-5 所示。此制动器对称地安装在支座 18 上,夹住卷筒侧翼的制动盘。制动器的主体是油缸 5、闸瓦 1 和盘形弹簧 14。向缸中供压力油,活塞 7 压缩盘形弹簧 14,柱塞 10 缩回,闸瓦 1 离开制动盘 17,制动即被解除。若使油缸回油,盘形弹簧复位,柱塞伸出,闸瓦压在制动盘上,卷筒即被制动。

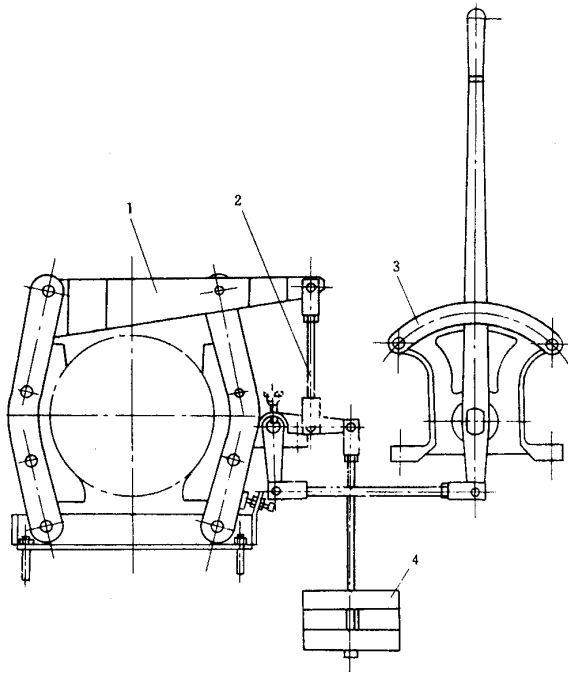


图 11-2-4 角移式制动器
1—角移式制动器 2—杠杆机构 3—操纵架 4—重锤

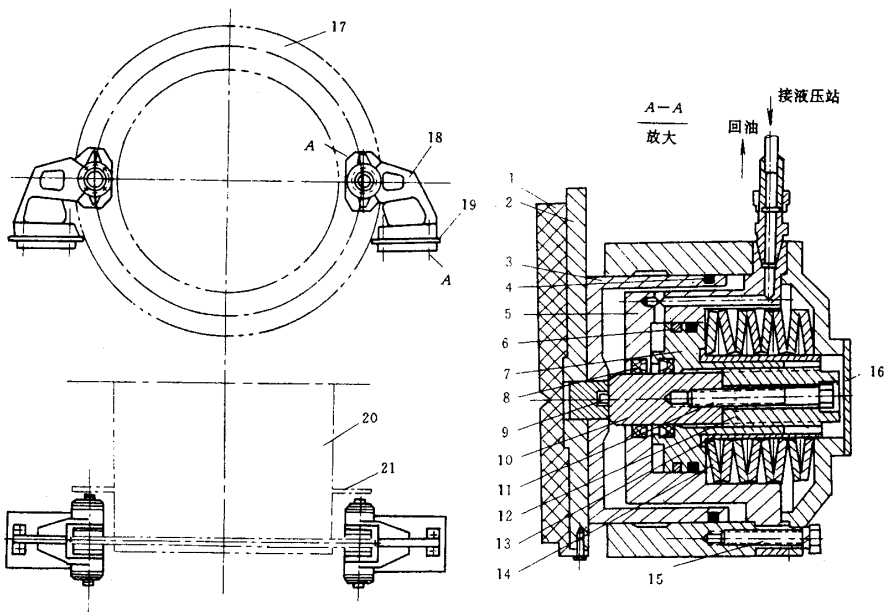


图 11-2-5 盘形制动器的结构及布置图
1—闸瓦 2—衬板 3—筒体 4—O 形圈 5—油缸 6—O 形圈 7—活塞 8—Y 形圈 ;
9—销轴 ;10—柱塞 ;11—紧定螺钉 ;12—调整螺钉 ;13—活塞套 ;14—盘形弹簧 ;
15—螺栓和垫圈 ;16—盖 ;17—制动盘 ;18—支座 ;19—垫板 20—卷筒 21—挡绳板

第三节 深度指示器

提升机的深度指示器除了指示提升容器在井筒中的位置外,还有以下作用:当提升容器接近井口时发出减速信号;当提升容器过卷时打开装在深度指示器上的终点开关,切断安全保护回路,进行安全制动;在减速阶段,通过限速装置,进行过速保护。

深度指示器有牌坊式、龙门式和圆盘式三种。

一、牌坊式深度指示器

图 11-2-6 所示为牌坊式深度指示器。

提升机主轴的转动经传动机构传给两根垂直丝杠 5,使两根丝杠以相反的方向旋转,带动套在丝杠上的装有指针的螺母 14 上下移动。显然,螺母的运动方向、位置完全与提升容器的运动相对应。标尺 12 上有对应于提升高度的刻度,以便指针指示出提升容器在井筒中的位置。

当提升容器接近井口时,螺母上的凸块通过信号拉条 7 上的销子,将拉条抬起,并将撞针 9 向外推,螺母继续运动,拉条上的销子就从凸块上脱落下来,撞针就敲击信号铃,发出减速信号。提升容器到一定位置时,信号拉条上的角板就碰减速极限开关 8 进行减速直至停车。

当发生过卷时,螺母 14 上的碰铁就将过卷极限开关 11 顶开,进行安全制动。

利用离合器 4,可使从动丝杠脱离传动系统;提升机主轴转动时,只能使主动丝杠上的螺母指针移动,以适应提升高度改变时的指示需要。

二、龙门式深度指示器

龙门式深度指示器的结构如图 11-2-7 所示。由绞车主轴经链轮链条将主轴的转动传给一根水平丝杠,使丝杠转动,丝杠上螺母指针即在标尺上移动,从而指示提升容器在井筒的位置。也有些小绞车将丝杠及刻度标尺安装在机架上。

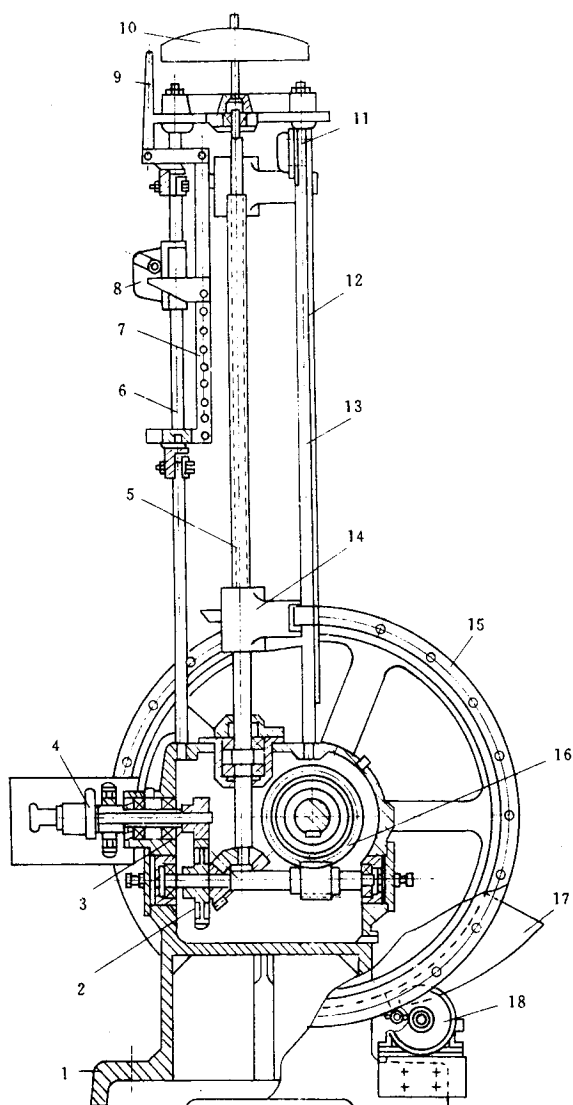


图 11-2-6 牌坊式深度指示器

- 1—机座 2—伞齿轮 3—齿轮 4—离合器 5—丝杠 6—杆 7—信号拉条；
 8—减速极限开关 9—撞针 10—信号铃 11—过卷极限开关 12—标尺；
 13—支柱 14—左旋梯形螺母 15—限速圆盘 16—涡轮副；
 17—限速凸板 18—限速自整角机装置(对角各一个)

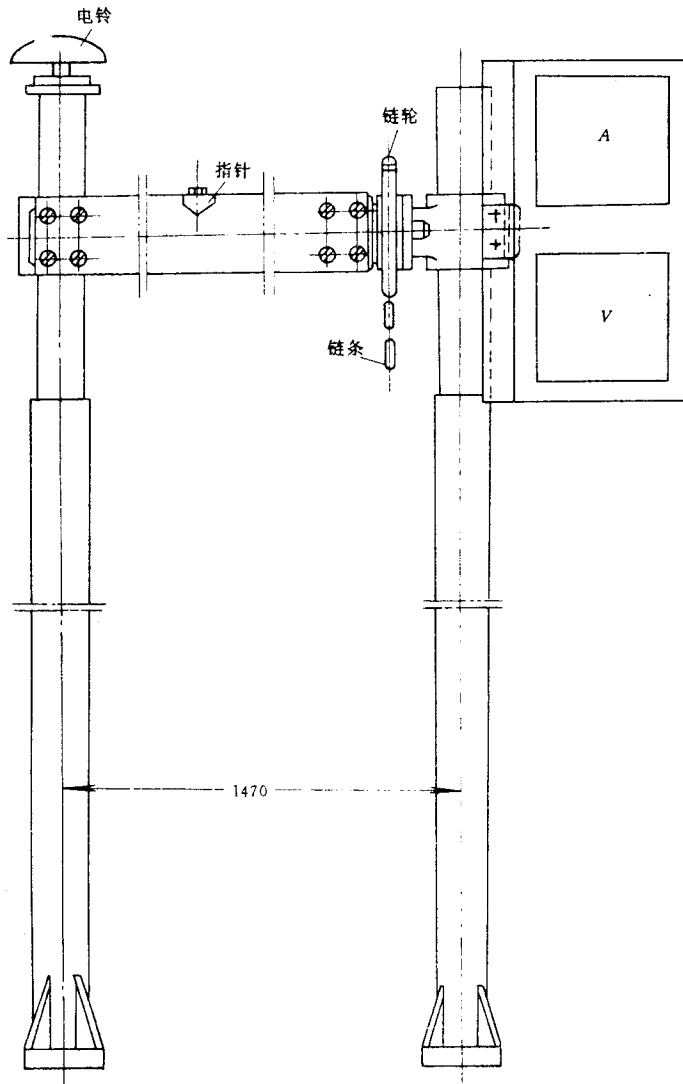


图 11-2-7 龙门式深度指示器

二、圆盘式深度指示器

圆盘式深度指示器由发送装置和接收显示装置两部分组成。

发送装置由传动齿轮和发送自整角机组成。

发送装置的传动机构带动发送自整角机转动,发出信号。发送自整角机与接收自整角机用导线连接。接收自整角机收到信号做相应转动,经过齿轮传动带动指针转动,从而指示提升容器在井筒中的位置。

第三章 提升容器、钢丝绳、天轮、井架及辅助设备

第一节 提升容器

提升容器有罐笼、箕斗、矿车、吊桶等。竖井提升用罐笼或箕斗作提升容器 ;斜井提升以矿车或箕斗作提升容器 ;吊桶仅用于竖井开凿和井筒延深。

一、罐笼

金属矿山广泛采用单层罐笼 ,其结构如图 11 - 3 - 1 所示 ,由罐体、悬挂装置、导向装置和安全装置组成。

采用木罐道时 ,罐笼的安全装置为齿爪式防坠器。新系列罐笼采用 GS 型断绳防坠器 ,这种罐笼可沿任何罐道运行 ,但需另外敷设两条制动钢丝绳。

三、竖井箕斗

箕斗只能用来提矿石和废石。竖井箕斗按构造分为底卸式和翻转式两种。小型矿井采用单绳提升机 ,一般使用翻转式箕斗。图 11 - 3 - 2 所示为翻转式箕斗的基本构造及卸载过程。

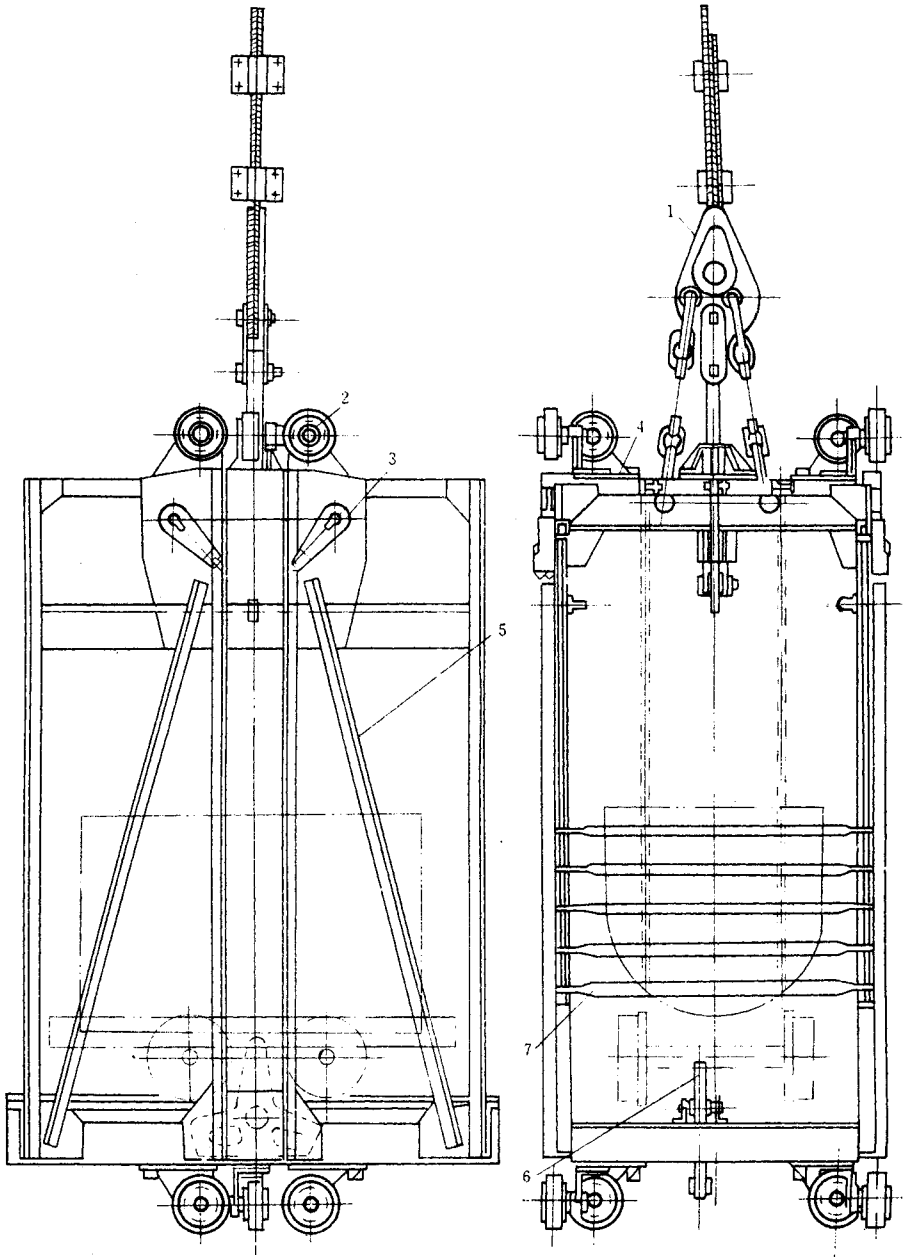


图 11-3-1 单层罐笼

1—悬挂装置 2—导向装置 3—防坠器 4—顶盖门 5—罐体 6—罐内阻车器 7—罐门

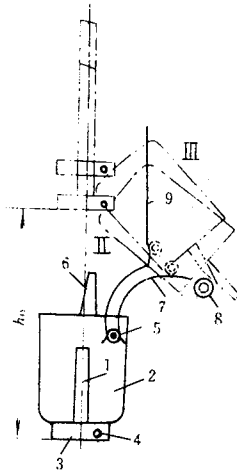


图 11-3-2 翻转式箕斗卸载示意图

1—框架 2—斗箱 3—底座 4—转轴 5—卸载滚轮；
6—角板 7—卸载曲轨 8—支撑轮 9—过卷曲轨

翻转式箕斗的主要部分是框架 1 和斗箱 2。箕斗的导向装置和悬挂装置都固定在用槽钢焊成的框架 1 上。框架下部的底座 3 上固定有转轴 4。斗箱上部安有卸载滚轮 5 和角板 6。

箕斗卸载前的位置如图中实线所示。卸载时，框架 1 仍沿罐道直线上升，而滚轮 5 进入卸载曲轨 7，使斗箱绕转轴 4 向矿仓方向翻转，转到位置 II 时，框架停止上升，矿石靠自重卸入矿仓。若箕斗发生过卷，角板 6 就被支承在卸载曲轨下面的两个支撑轮 8 上，滚轮 5 失去支持，便离开卸载曲轨 7 转到过卷曲轨 9 上，并沿其向上运行，但斗箱转角不再增加（如位置 III），以免造成事故。下放箕斗时，斗箱便恢复原来的垂直位置。

三、矿车

矿车作为提升容器，适用于倾角小于 30° 的斜巷。可以提单个矿车，也可以提矿车组。

翻转车箱式矿车特别适合中小矿山使用，它不需用专门的卸载设施。图 11-3-3 所示为翻转车箱式矿车。车箱断面呈 U 形，两端焊有弧形翻转轨 3，翻转轨架在车架两端的支座 2 上。

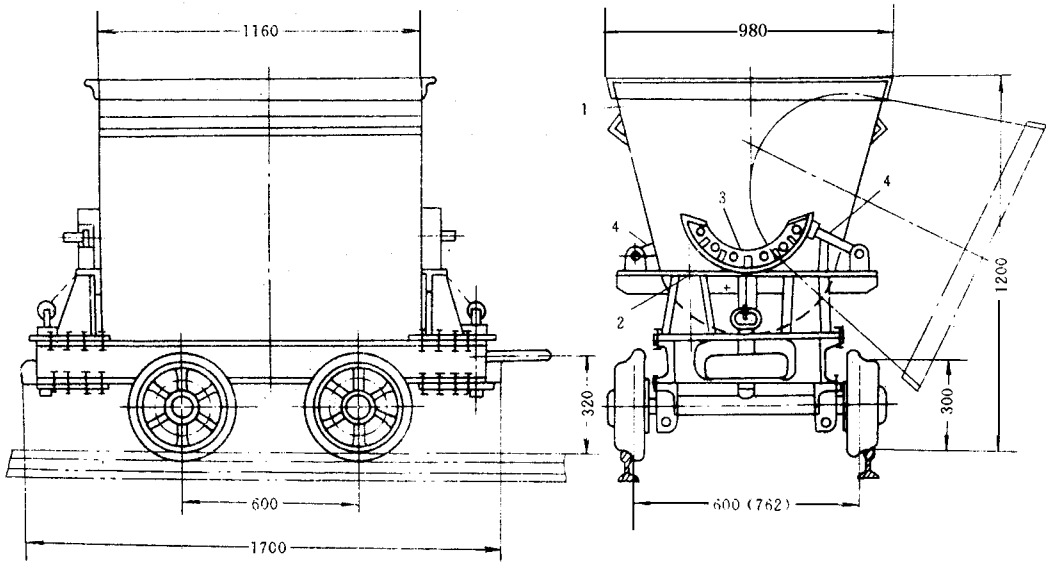


图 11-3-3 翻转车箱式矿车 YFC0.76 型

1—车箱 2—平板状支座 3—圆弧形翻转轨 4—斜撑

装载和运行时 ,用车架上的斜撑 4 撑住翻转轨 ,使车箱保持稳定。卸载时 ,移开斜撑 ,在外力轻轻推动下翻转轨便沿支座滚动 ,使车箱翻转卸载。翻转轨上的限位滚钉在翻转轨滚动时插入支座孔内 ,使车箱无滑动地翻转。卸载后 ,反向拉动车箱 ,使之复位 ,并用斜撑稳固。

四、斜井箕斗

斜井箕斗有前卸式和后卸式两种。

图 11-3-4 所示为前卸式箕斗的基本结构及卸载示意图。在行走轮组 4 上装有簸形斗箱 1 ,斗箱底板装有一对轮距比行走轮轮距大的卸载轮 3 ,斗箱外侧经转轴 6 装有牵引框 2 ,活动门 5 铆接在牵引框上。

箕斗正常运行时 ,活动门将斗箱关闭。卸载时 ,箕斗前轮沿轨道行走 ,卸载轮则进入向上翘起的宽曲轨 7 ,箕斗后端被抬高 ,活动门打开 ,矿石从箕斗前端卸出。

图 11-3-5 所示为后卸式箕斗的基本结构及卸载示意图。在行走轮组 4 上装有车架 5 和斗箱 1 ,斗箱的后壁是活动门 2 ,其两侧有一对卸载轮 3 。车架前端的两侧装有一对倾卸轮 6 。倾卸轮与卸载轮的轮距相同 ,比行走轮距大。

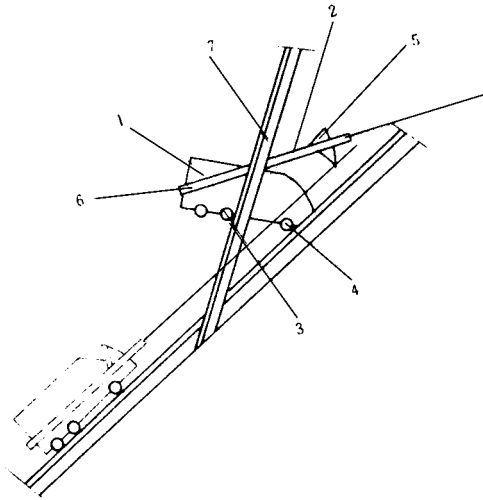


图 11-3-4 前卸式箕斗卸载示意图

1—斗箱 2—牵引框 3—卸载轮 4—行走轮；
5—活动门 6—转轴 7—宽曲轨

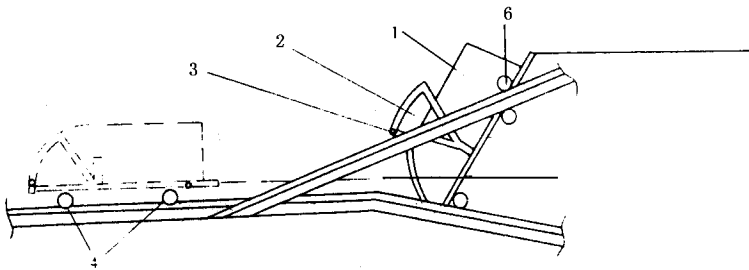


图 11-3-5 后卸式箕斗卸载示意图

1—斗箱 2—活动门 3—卸载轮 4—行走轮 5—车架 6—倾卸轮

箕斗正常运行时,活动门将斗箱关闭。卸载时,箕斗前端的倾卸轮 6 沿宽曲轨向上行走,将箕斗前轮抬起,后轮则沿向下弯曲的卸载曲轨运行,使斗箱向后翻转,同时卸载轮也被宽曲轨托起,打开活动门,矿石从箕斗后端卸出。

第二节 钢丝绳

一、钢丝绳的构造与选用

小型绞车多采用普通圆股钢丝绳。这种钢丝绳有六个绳股,中间有一个贮油用的麻芯。每股的钢丝有 7 根、19 根和 37 根 3 种;其结构代号分别为“ 6×7 ”、“ 6×19 ”、“ 6×37 ”。

竖井提升一般选用“ 6×19 ”或“ 6×37 ”的钢丝绳,斜井提升多采用“ 6×7 ”或“ 6×19 ”的钢丝绳。

将绳股按自右向左方向捻成的钢丝绳,称为左捻钢丝绳;将绳股按自左向右方向捻成的钢丝绳,称为右捻钢丝绳。为了避免松捻,当钢丝绳缠绕在卷筒上呈左螺旋时应选左捻钢丝绳,反之则选右捻钢丝绳。

股中丝的捻向与绳中股的捻向相同的钢丝绳,称为同向捻钢丝绳;股中丝的捻向与绳中股的捻向相反的钢丝绳,称为异向捻钢丝绳。同向捻钢丝绳较柔软,表面光滑,使用寿命长,但悬挂困难,容易松捻和卷成环状。我国竖井提升普遍使用同向捻钢丝绳,斜井提升多用异向捻钢丝绳。

二、钢丝绳的检查与维护

提升用的钢丝绳在悬挂前必须经过试验,合格后方可使用。在 30° 以下倾角的斜井中专提物料的钢丝绳,有厂家合格证书,可不经试验。

在日常使用中,每日应检查钢丝绳的断丝情况。提升人员的钢丝绳在一个捻距内断丝达到钢丝绳总钢丝数的 5% 则应更换新绳。 30° 以下斜井或专作提升物料的钢丝绳断丝达到钢丝绳总钢丝数的 10% 则应更换新绳。对绳环、绳卡等也要经常检查;一旦发现松动、变形等应及时处理。对竖井提升用钢丝绳要特别注意桃形环上部的一段,对斜井提升用钢丝绳要特别注意钩头及钩头上部的一段。

每月应检查全绳的长度和直径。若长度增加 0.5% 以上时要更换新绳。若直径缩小达到 10% 时不得用作升降人员和物料。

当发生突然停车、提升容器被卡或坠落时,要对遭受猛烈冲击的一段钢丝绳进行详

细检查,如断丝或挤伤超过规定,应立即更换。在斜井或平巷中如出现类似情况也应根据具体情况予以处理。有接头的钢丝绳只准在平巷或 30° 以下的斜巷中运输物料。

对使用中的钢丝绳要进行的一项重要维护工作就是涂油,因钢丝绳的锈蚀极具破坏性,会使钢丝绳迅速遭到破坏。对钢丝绳的维护除涂油外,还应注意使用。罐道不平或接头不平、罐道与罐耳的间隙过大,都会引起钢丝绳运行时的振动或卡碰现象。天轮、导轮边缘对钢丝绳的摩擦也会损伤钢丝绳。司机操作的熟练程度对钢丝绳的寿命也有影响。在斜井中的钢丝绳锈蚀及磨损更为严重,维护工作要适当加强,例如导轮、地滚的安装、润滑都应列入日检之内。发现导轮或地滚不转、偏移等情况,应及时处理。

第三节 井架与天轮

井架用来支持天轮,固定罐道和卸载曲轨等。可用型钢、混凝土、木材等构建井架。

天轮对提升钢丝绳起导向作用,为了减小钢丝绳绕过天轮时产生的弯曲应力,天轮直径 D 与钢丝绳直径 d 之比应满足下述关系:

地面提升设备 $D/d = 80d$

井下提升设备 $D/d \geq 60d$

第四节 斜巷提升的安全设施

斜巷提升中防跑车事故的安全设施种类很多,下面介绍二种简单设施。

一、斜巷上端的安全挡车器

挡车器安装在斜巷上端(图 11-3-6),可防止在车场内摘钩不慎矿车溜入斜巷。它用两段钢轨按一定角度焊在同一根轴上,并用轴承支承在轨道下面的道中心。其中一段钢轨尾部有配重,经常保持水平,另一段高出轨面。矿车提升时,挡车器高出轨面的一端受矿车轮轴碰撞,绕轴旋转倒下,让矿车通过。矿车通过后,在配重作用下,挡车器复位,可阻止矿车返回。当下放矿车时,调车工踏下踏板使挡车器高出轨面端倒下,让矿车通

过 松开踏板 挡车器又恢复挡车状态。

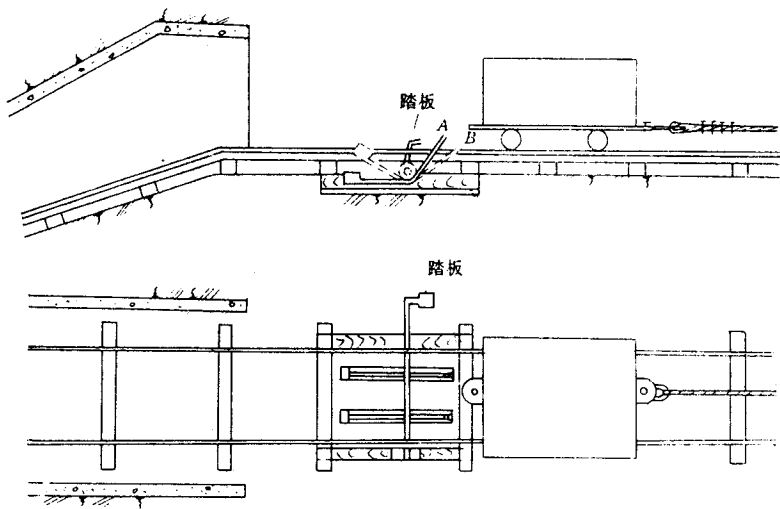


图 11-3-6 斜巷上端安全挡车器

A—挡车位置 ;B—通车位置

二、常开式挡车门

图 11-3-7 所示为安装在斜巷中的常开式挡车门。在斜巷支架上固定一个铁框 A ,框中有一根可绕轴 3 摆动的杆 1 ,挡车门 5 用细钢丝绳 4 吊挂在铁框前端的插销 2 上。当矿车以正常速度运行时 ,矿车的车箱将杆 1 稍微碰成倾斜状态 ,矿车通过后 ,杆 1 又恢复原位。如发生跑车 ,矿车猛撞杆 1 ,杆 1 迅速向上转 ,将插销 2 从铁框中顶出 ,挡车门便快速下落将矿车挡住。

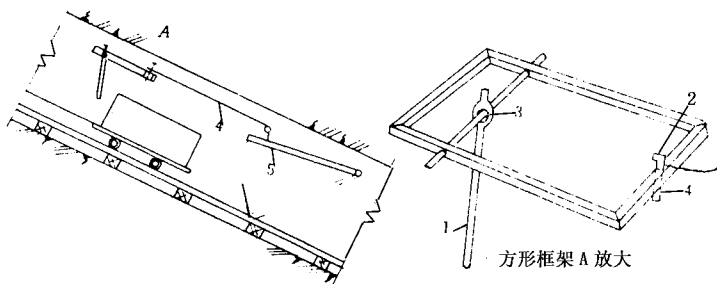


图 11-3-7 常开式挡车门

1—杆 2—插销 3—轴 4—细钢绳 5—挡车门

第四章 提升绞车及提升电动机的维护与故障处理

第一节 提升绞车的维护与故障处理

一、提升绞车的维护

为保证提升绞车安全运转,要定期检查安全保护装置的可靠性,以防失效。

下放重物时,应使电动机通电或断电,施闸控制绞车速度不超过规定值,严禁自由下放、超速运行。

为了使绞车正常工作并达到最大的使用年限,必须对绞车进行周密细致的保养,平时应做到以下几点:

- (1)工作时应注意各部件的温升、声响是否正常;
- (2)保持机器的清洁,按规定进行润滑;
- (2)掌握绞车的性能,合理使用,不超负荷相超速运行。

绞车的定期检查工作一般分为日检、周检或旬检。

日检要检查以下内容:

- (1)检查制动器是否正常,尤其注意闸瓦间隙是否合适、配重下面是否有障碍物;
- (2)检查绞车和电动机的操纵手把、杠杆及杆的连接是否灵活可靠;
- (3)检查各部连接零件是否松动;

(4)检查钢丝绳的断丝、变形、撞伤和润滑情况；

(5)对电气设备按制造厂说明书进行检查。

对上述检查情况应完整地填入运行日志中以供维修参考。

周检或旬检内容：

除日检内容外,还须检查以下几项：

(1)制动系统的准确动作情况,闸瓦磨损情况,并适当地调整间隙；

(2)详细检查全部连接零件,并适当调整与紧固；

(3)检查机械与电气保护装置的动作情况,并进行适当调整；

(4)检查轴承及减速器的润滑与磨损情况；

(5)检查钢丝绳在卷筒与提升容器上的固定情况,并对钢丝绳进行除垢、涂油。

对上述检查情况应填在运行日志中,以供检修参考。

二、提升绞车的故障分析与处理

绞车的故障原因及处理方法可参考表 11－4－1。

表 11－4－1 提升绞车的故障原因及处理

故障现象	故障原因	处理方法
制动力矩不足	1. 重锤重量不足； 2. 闸瓦磨损过度	1. 验算制动力矩,加大重锤重量； 2. 调整闸瓦间隙
闸瓦磨偏	1. 闸瓦与制动轮的中心线不重合,偏差太大； 2. 间隙不均匀,偏斜	1. 进行调整； 2. 进行调整
闸瓦发热或局部过热	1. 使用闸瓦时间过长； 2. 调整不当,制动力分布不均	1. 不要长时间施闸下放重物； 2. 调整拉杆长度和闸瓦间隙或车削制动轮使间隙一致,接触均匀
减速器轴承发热 (滚动轴承)	1. 润滑油不够或不清洁； 2. 轴承太紧或磨损； 3. 轴弯曲	1. 加油或换油； 2. 适当调整轴承或更换； 3. 校直或更换新轴
减速器齿轮有响声或振动过大	1. 装配间隙不合适； 2. 齿轮加工精度不够或齿形不对； 3. 两齿轮轴线不平行,两齿轮接触不良； 4. 轴承间隙过大； 5. 轮齿磨损过甚； 6. 润滑不良； 7. 键联接松动	1. 进行调整； 2. 修理或更换； 3. 调整修理； 4. 进行调整； 5. 修理或更换； 6. 加强润滑； 7. 修理或更换

第四章 提升绞车及提升电动机的维护与故障处理

故障现象	故障原因	处理方法
减速器磨损过快	1. 装配不良、啮合不好； 2. 润滑不良； 3. 加工精度不符合要求； 4. 荷载过大	1. 进行调整； 2. 加强润滑； 3. 适当检修处理； 4. 调整载荷
卷筒发出异响	1. 联接件出现松动或断裂、产生相对位移或振动； 2. 焊缝开焊； 3. 衬木损坏	1. 进行紧固、修理或更换； 2. 进行补焊； 3. 更换衬木
钢丝绳磨损和断丝过快	1. 缺油； 2. 缠绕不正常,无顺序地乱绕； 3. 卷筒上没衬木或衬木损坏； 4. 倒头使用不及时； 5. 冲击载荷过大； 6. 选用规格不对或产品质量差	1. 加强定期涂油； 2. 调整钢丝绳偏角、减少缠绕宽度,在天轮与卷筒之间加导轮； 3. 增加或更换衬木； 4. 适时倒头； 5. 采取措施,防止冲击载荷； 6. 合理选择
钢丝绳折断或伸长过剧	1. 已断丝,磨损严重,未及时换； 2. 突然卡罐,急骤停机； 3. 外力冲击钢丝绳或提升容器	1. 及时更换； 2. 防止卡罐或急骤停机； 3. 加强检查、杜绝冲击
天轮磨损过甚过快	1. 安装偏斜,偏摆量过大,天轮与卷筒轴线不平行； 2. 材质不好； 3. 钢丝绳偏角过大	1. 进行检查调整； 2. 进行更换； 3. 进行调整,使偏角不大于 $1^{\circ}30'$
在运转中钢丝绳振动或由天轮槽中脱出	1. 绳弦过长； 2. 偏角过大	1. 增加导轮； 2. 进行调整,使偏角不大于 $1^{\circ}30'$
天轮轴折断	1. 突然卡罐,急剧停机； 2. 材质不好； 3. 加工质量不合要求； 4. 设计错误； 5. 过卷	1. 防止卡罐和急骤停机； 2. 改进或更换； 3. 改进或更换； 4. 改进设计； 5. 防止过卷
断绳保险器动作不灵活或制动力矩不足	1. 各部销轴和连杆不灵活或折断； 2. 弹簧弹力小,或失效； 3. 缺乏润滑油； 4. 插爪不灵或不锋利	1. 检查修理； 2. 更换； 3. 加强润滑； 4. 进行修整

第二节 提升绞车电动机的维护与故障处理

一、电动机在运行中的维护

电动机在运行过程中 ,要经常检查。司机和维修人员必须做到以下几点：

- (1)保持电动机及其周围环境的清洁 ,特别要注意避免油和水等落到电动机内部；
- (2)注意电源电压的变化应在 5% 以内；
- (3)运转中注意电动机各部分的温升；
- (4)严禁电动机缺相和长时间超负荷运行；
- (5)电动机有噪音 ,要立即停机检查；
- (6)检查各部螺栓的牢固程度 ,电动机的振动不得超过规定。

二、电动机的故障原因及处理方法

电动机的故障分析及处理方法可参阅表 11－4－2。

表 11－4－2 交流电动机的故障及处理

故障现象	故障原因	处理方法
电动机振动	1. 中心没有找正； 2. 机座螺栓松动； 3. 轴承间隙太大； 4. 转子不平衡； 5. 转子与定子间隙不匀； 6. 定子绕组短路	1. 重新找正； 2. 拧紧螺栓； 3. 调整间隙； 4. 检查平衡情况； 5. 调整间隙； 6. 检查更换绕组
转子与定子摩擦	轴承过度磨损或移动	更换或调整轴承
过热	1. 长期超负荷； 2. 通风不良； 3. 电源电压太低； 4. 电源三相电压不对称； 5. 绕组连接错误； 6. 绕组短路	1. 限制提升负荷； 2. 加强通风； 3. 检查电源电压； 4. 检查电源三相电压； 5. 检查重连； 6. 检查更换绕组

故障现象	故障原因	处理方法
完全不能起动,线 电流不平衡,定子 线圈局部过热,响 声不正常	1. 单相运转 (1)开关一相接触不好; (2)熔断器一相烧断; (3)进线电缆一芯断开(特别是铝芯电 缆)。 2. 转子进线中断(二相或三相断线); 3. 轴承移动致使转子与定子间隙不匀,转 子与定子一侧吸引; 4. 定子绕组一相断线,转子绕组二相或三 相断线	1. 单相运转处理 (1)修理开关; (2)更换熔片; (3)重新连接。 2. 用摇表找出断线处并把它接好; 3. 更换并找正轴承,调整转子和定子间隙; 4. 用灯泡或摇表检查如是接头松脱可重焊, 否则须更换断线绕组

第五章 提升设备的选择计算

绞车的尺寸由工作条件及提升钢绳的尺寸来决定,绞车的强度则由载荷的大小来决定。可按以下步骤既经济又安全地选择某种绞车,以适应矿井工作条件的需要。

第一节 初选绞车型号、绳速及所配电动机

选择绞车时应预先知道:计划要求的小时提升量、井筒特征、提升方式以及提升水平数。

要求提升量大的矿井,应选尺寸较大、绳速较高的双卷筒绞车;反之应选尺寸较小、绳速较低的单卷筒绞车。

竖井提升应选尺寸较大的绞车,斜井提升应选尺寸较小的绞车。井深应选绳速和尺寸较大的绞车,井浅应选绳速和尺寸较小的绞车。

选取竖井提升绳速时,应首先按下式算出最经济合理的提升速度 V 。

$$V = (0.3 \sim 0.5) \sqrt{H} \text{ ,m/s} \quad (11-5-1)$$

式中 $0.3 \sim 0.5$ ——为系数,当 $H < 200\text{m}$ 时取下限,当 $H > 600\text{m}$ 时取上限;

H ——提升高度, m 。

根据算出的 V 值查表选择与其接近的绞车标准绳速 V_m 。但用于提升人员时,绳速不得大于表 11-5-1 所列数值。

表 11－5－1 提升人员时最大允许速度与提升高度的关系

提升高度(m)	50	75	100	200	300	400 以上
最大允许速度(m/s)	5.6	6.9	8.0	10.5	11.5	12

提升货载时 ,最大绳速不得超过下式算出的值：

$$V_m = 0.8 \sqrt{H} \text{ ,m/s} \tag{11-5-2}$$

选取斜井提升最大绳速时可参考表 11－5－2。

表 11－5－2 斜井提升最大速度

提升类别	提升最大速度(m/s)	
	斜长在 300m 以内	斜长在 300m 以外
升降人员	3.75	5
用矿车提升	3.75	5
用箕斗提升	5	7

初步选定了绞车后就知道了卷筒宽度 B 、卷筒直径 D 、绳速 V 、最大静张力 F 、最大静张力差 ΔF 、电动机功率 N 。

第二节 计算提升一次循环时间

根据初定的绞车型号、绳速、井筒特征和提升方式 ,可按表 11－5－3 所列公式计算提升一次的循环时间 T 。

表 11－5－3 提升一次循环时间的计算公式

提升方式	单钩提升	双钩提升
	计 算 公 式	
竖井罐笼	$T = 2 \left(2 V_m + \frac{H}{V_m} + 40 \right)$	$T = 2 V_m + \frac{H}{V_m} + 40$
竖井箕斗	$T = 2 \left(2 V_m + \frac{H}{V_m} + 20 \right)$	$T = 2 V_m + \frac{H}{V_m} + 20$
斜井箕斗	$T = 2 \left(2 V_m + \frac{L}{V_m} + 28 \right)$	$T = \left(2 V_m + \frac{L}{V_m} + 18 \right)$
斜井串车地面甩车	$T = 4 V_m + \frac{2L - 28}{V_m} + 116$	$T = 2 V_m + \frac{L - 18}{V_m} + 112$
斜井串车地面不用车	$T = 4 V_m + \frac{2L - 28}{V_m} + 80$	$T = 2 V_m + \frac{L - 28}{V_m} + 56$

注 ① T 为提升一次循环时间 ,s ② H 为提升高度 ,m ③ L 为提升斜长 ,m ④ V_m 为绞车绳速 ,m/s。

第三节 计算一次提升量

一次提升量按下式计算：

$$Q = \frac{AT}{3600} \text{ kg} \quad (11-5-3)$$

式中 A ——计划要求的小时提升量 kg/h ；

T ——提升一次循环时间 s 。

第四节 选择提升容器

一、罐笼的选择

产量不太高,又不太深的竖井,宜采用普通罐笼提升。罐笼的规格应满足所选矿车的外形尺寸要求,升降人员的罐笼应保证在 $30 \sim 45 \text{ min}$ 之内把交接班的人员升降完毕。

二、箕斗的选择

箕斗规格根据一次提升量来选取。箕斗的容积应按下式计算：

$$V' = \frac{Q}{\rho C_m} \text{ m}^3 \quad (11-5-4)$$

式中 V' ——箕斗容积 m^3 ；

ρ ——矿石的松散密度 kg/m^3 ；

C_m ——箕斗装满系数,取 $0.85 \sim 0.9$ 。

算出 V' 后再选择与 V' 相近的标准箕斗容积 V_d , 然后计算出一次有效提升量 $Q_{\text{有效}}$ 。

$$Q_{\text{有效}} = \rho C_m V_d \text{ kg} \quad (11-5-5)$$

三、矿车的选择

矿车的规格按运输量的大小,参考表 11-5-4 来选择。

表 11－5－4 运输量与矿车容积、轨距、轨型的关系

年运输量(t)	矿车容积(m ³)	轨距(mm)	钢轨型号(kg/m)
8 ~ 15 万	0.6 ~ 1.2	600	8 ~ 11
15 ~ 30 万	0.7 ~ 1.2	600	11 ~ 15
30 ~ 60 万	1.2 ~ 2.0	600	15 ~ 18
60 ~ 100 万	2.0 ~ 4.0	600 , 762	18 ~ 24

选取矿车容积后 ,按下式算出矿车的有效运载量 $Q_{\text{有效}}$ 。

$$Q_{\text{有效}} = \rho C_m V \text{ kg} \tag{11-5-6}$$

式中 ρ ——矿石松散密度 kg/m^3 ;
 V ——矿车容积 m^3 ;
 C_m ——矿车装满系数 ,斜巷小于 25° 时取为 $0.95 \sim 0.9$,斜巷为 $25 \sim 30^\circ$ 时取为 $0.85 \sim 0.8$ 。

满足运输量所需车组中的矿车数 n 按下式计算 :

$$n = \frac{\alpha A T}{3600 Q_{\text{有效}}} , \text{ 辆} \tag{11-5-7}$$

式中 α ——运输不均衡系数 ,取 1.25 ;
 A ——每小时运量 kg/h ;
 T ——串车一次循环时间 s ;
 $Q_{\text{有效}}$ ——矿车的有效运载量 kg 。

求出车组中的矿车数 n 后 ,应用矿车连接器所允许的最大拉力进行校核。矿车连接器允许牵引的矿车数 $n_{\text{允}}$ 按下式计算 :

$$n_{\text{允}} = \frac{F_{\text{连}}}{9.8 (Q_{\text{自}} + Q_{\text{有效}}) (\sin \alpha + \omega \cos \alpha)} \tag{11-5-8}$$

式中 $F_{\text{连}}$ ——矿车连接器允许的最大拉力 N ;
 $Q_{\text{自}}$ ——矿车质量 kg ;
 $Q_{\text{有效}}$ ——矿车的有效运载量 kg ;
 α ——斜巷坡度角 ;
 ω ——矿车基本阻力系数的起动值 ,取 $0.01 \sim 0.013$,矿车容积小时取较大值。

第五节 钢丝绳的计算选择

提升钢丝绳的计算是按安全规程规定,按钢丝绳的最大静负荷并采用较大的安全系数进行的。

一、竖井提升钢丝绳的计算

首先按下式算出钢丝绳的每米重量 P' :

$$P' = \frac{Q + Q_r}{0.11 \frac{\sigma_b}{m} - H_0}, \quad \text{N/m} \quad (11-5-9)$$

根据算出的 P' 值,查表选样与 P' 靠近的标准钢丝绳,再按标准钢丝绳的每米重量 P 和钢丝破断拉力总和 Q_d ,按下式验算安全系数 m' 。

$$m' = \frac{Q_d}{Q + Q_r + PH_0} \geq m \quad (11-5-10)$$

式中 Q ——一次有效提升量, N ;

Q_r ——容器自重, N, 对于箕斗为箕斗自重, 对于罐笼为罐笼自重及其所装矿车自重之和 ;

σ_b ——钢丝绳的钢丝抗拉强度, 一般取为 $\sigma_b = 151900 \sim 166600$ (N/cm²) ;

m ——安全系数, 专门提人员时不应小于 9, 提人和物料时不应小于 7.5, 专提物料时不应小于 6.5 ;

H_0 ——钢丝绳的最大悬垂长度, m ;

用罐笼提升 $H_0 = H_j + H_{ja}$

用箕斗提升 $H_0 = H_j + H_z + H_{ja}$

H_j ——矿井深度, m ;

H_{ja} ——井架高度, m, 此值在计算钢绳时还不能精确确定, 初算时用罐笼提升取 15 ~ 25m, 用箕斗提升取 30 ~ 35m ;

H_z ——箕斗装载高度, m ;

Q_d ——所选钢绳的所有钢丝破断拉力之总和, N。

当验算结果不符合要求时, 应重选钢丝绳。

二、斜井提升钢丝绳的计算

首先按下式计算钢丝绳的每米重量 P' 。

$$P' = \frac{n(Q + Q_r)(\sin\alpha \pm \omega\cos\alpha)}{0.11 \frac{\sigma_b}{m} - L(\sin\alpha \pm f\cos\alpha)}, \text{N/m} \quad (11-5-11)$$

算得 P' 后,查表选取与 P' 靠近的标准钢丝绳(直径不应小于 11mm),再用标准钢丝绳的每米重量 P 和破断拉力总和 Q_d 按下式验算安全系数:

$$m' = \frac{Q_d}{n(Q + Q_r)(\sin\alpha \pm \omega\cos\alpha) \pm PL(\sin\alpha \pm f\cos\alpha)} \geq m \quad (11-5-12)$$

式中 n ——车组中矿车数,箕斗提升 $n=1$;

α ——斜巷坡度角;

ω ——提升容器的阻力系数,取 0.01~0.015;

L ——平车场为斜巷长度,甩车场为最大提升长度, m;

f ——钢丝绳的阻力系数,钢丝绳支承在托滚上取 0.15~0.20,钢丝绳部分支承在托滚上为 0.25~0.4,无托滚时为 0.4~0.6;

$\pm$ ——重车提升时取“+”号,重车下放时取“-”号;

其余符号意义与前相同。

第六节 检验最大静张力及最大静张力差

预选的绞车应满足实际负荷所造成的最大静张力 F 和最大静张力差 ΔF 均小于绞车的额定值。

实际负荷所造成的最大静张力 F 按下式计算:

$$\text{竖井} \quad F = Q + Q_r + PH, \quad \text{N} \quad (11-5-13)$$

$$\text{斜井} \quad F = (Q + Q_r)(\sin\alpha + \omega\cos\alpha) + PL(\sin\alpha + f\cos\alpha), \text{N} \quad (11-5-14)$$

实际负荷所造成的最大静张力差 ΔF 按下式计算:

$$\text{竖井单钩} \quad \Delta F = Q + Q_r + PH, \text{N} \quad (11-5-15)$$

$$\text{竖井双钩} \quad \Delta F = Q + PH, \text{N} \quad (11-5-16)$$

$$\text{斜井单钩} \quad \Delta F = (Q + Q_r)(\sin\alpha + \omega\cos\alpha) + PL(\sin\alpha + f\cos\alpha) \quad (11-5-17)$$

$$\begin{aligned} \text{斜井双钩 } \Delta F = & (Q + Q_r)(\sin\alpha + \omega\cos\alpha) + PL(\sin\alpha + f\cos\alpha) \\ & - Q_r(\sin\alpha - \omega\cos\alpha) \end{aligned} \quad (11-5-18)$$

式中 Q ——一次提升货载总重, N;

Q_r ——绳端容器总重, N;

其余的符号意义与取值同前。

第七节 校核卷筒直径与宽度

一、核核卷筒直径 D

小型绞车应满足: $D \geq (60 \sim 80)d$, 式中 d 为所选钢丝绳直径。

一、校核卷筒宽度 B

钢丝绳在卷筒上单层缠绕时所占卷筒宽度:

$$B = \left(\frac{H + 30}{\pi D} + 3 \right) (d + \epsilon), \text{mm} \quad (11-5-19)$$

钢丝绳在卷筒上多层缠绕时所占卷筒宽度:

$$B = \left(\frac{H + 30 + (3 + 4)\pi D}{e\pi D_{\text{平}}} \right) (d + \epsilon), \text{mm} \quad (11-5-20)$$

式中 H ——竖井为提升高度, 斜井为提升斜长, m;

30——缠在卷筒上供实验用的钢丝绳长度, m;

3——摩擦圈数(钢丝绳放出后, 在卷筒上至少应保留 3 圈);

ϵ ——钢丝绳在卷筒上缠绕相邻两绳圈之间时间隙, 通常为 3mm;

4——钢丝绳多层缠绕时, 每季要将钢丝绳错动 $1/4$ 圈, 为此所备用的圈数;

e ——缠绕层数;

$D_{\text{平}}$ ——平均缠绕直径, m;

$$D_{\text{平}} = D + (e - 1)d \quad (11-5-21)$$

第八节 校核电动机功率

电动机实际功率 N 可按式估算：

$$N = 1.2 \frac{\Delta F V_m}{1000 \eta} \text{ kW} \quad (11-5-22)$$

式中 1.2——考虑惯性力影响，给予电动机的备用系数；

ΔF ——卷筒所承受的最大静张力差，N；

V_m ——绞车绳速，m/s；

η ——传动效率，取 0.8 ~ 0.9。