

# 矿山机电安全

吴辉海 编

长沙煤矿安全技术培训中心

一九八八年四月

# 目 录

## 第一讲 主井提升的安全技术

- 一、提升容器..... 1
- 二、钢丝绳..... 4
- 三、提升机..... 10
- 四、立井提升的各种间隙..... 15

## 第二讲 斜井运输的安全技术

- 一、斜井防跑车..... 18
- 二、斜井摘钩安全操作..... 19
- 三、斜井运送人员的安全要求..... 20

## 第三讲 平巷运输的安全技术

- 一、电机车运输的安全要求..... 24
- 二、平巷运送人员的安全要求..... 26
- 三、矿井轨道的维修质量要求..... 27

## 第四讲 其他各种矿山井下机械设备的安全技术要求.....

- 一、井下主要排水设备..... 28
- 二、矿井主要扇风机..... 29
- 三、空气压缩机..... 30
- 四、采掘机械..... 30

## 第五讲 井下供电的一些基本原则

- 一、电源..... 3 1
- 二、电压等级..... 3 2
- 三、井下变压器中性点接地方式..... 3 4

## 第六讲 矿用电气设备的种类及其使用

- 一、矿用电气设备的类型与选用..... 3 5
- 二、矿用电气设备的使用与维护..... 3 9
- 三、矿用电缆..... 4 3

## 第七讲 矿井电气设备的过流故障及其预防

- 一、常用的过电流故障及其产生原因..... 4 5
- 二、过电流故障的预措施..... 4 7

## 第八讲 矿井保护接地装置的安装、检查和测定

- 一、触电的危险和预防..... 5 2
- 二、井下保护接地网..... 5 7
- 三、井下保护接地装置的检查和测定..... 5 9

## 第九讲 井下漏电与漏电保护装置

- 一、漏电及其危害..... 6 0
- 二、漏电保护..... 5 2
- 三、检漏继电器的使用..... 6 9

## “矿山机电”安全技术讲座

矿山机电安全技术牵涉的面比较广，根据《矿山安全条例》第四节第37条至42条，对矿山机电和运输作了一些原则性的规定。在《煤矿安全规程》的许多章节中都有机械和电气安全方面的规定，其中比较集中的是，第八章运输、提升和空气压缩机，第九章电气，共有141条。由于受时间限制，只能就几个主要问题谈谈自己的理解和认识，供同志们参考。并请同志们指正。

### 第一讲 主井提升的安全技术

我国煤炭工业主要是井下开采，其开拓方式有主井、斜井和平峒。露天开采所占比重较小，我省没有露天煤矿。

主井提升就是安装在地面井口的提升设备，通过主井井筒和井底装置进行井上下的提升运输。主井提升设备包括提升机、井架、天轮、钢丝绳、连接装置、提升容器以及地面井口和井底的托罐闸摇台、推车器、阻车器、安全门等。这些设备和装置是主井提升中不可缺少的部分，同时对提升的安全也起着十分重要的作用。

下面分别进行介绍。

#### 一、提升容器

提升容器可分为罐笼、箕斗和吊桶。

《煤矿安全规程》规定，升降人员或升降人员和物料的单绳提

升罐笼(包括带乘人间的箕斗),必须装置可靠的防坠器。建井期间使用无防坠器的临时罐笼升降人员时,必须有安全措施。

防坠器就是在提升容器发生意外坠落事故时(如钢丝绳断裂、连接装置断裂),能使提升容器立即卡在罐道上而不坠落的装置。所以防坠器是在主井提升中一项很重要的安全装置。防坠器分木罐道、钢轨罐道、钢丝绳罐道防坠器。

防坠器能否正常工作,除了防坠器的结构外,其正常运行中的检查,维修和试验工作显得特别重要,否则仍然不能起到保护作用。

### 1. 检查和维修

对防坠器要求每日有一次检查和维修。要检查防坠器各部零件有无损坏;各部分螺丝是否有松动现象;各关节部分是否灵活;弹簧是否有裂纹和折断现象。对阻碍活动的油垢杂物要清除,并对各活动部位注油润滑。同时应将罐笼落在罐座上,将钢丝绳放松和提起,观察防坠器的抓捕机构动作是否灵活。

每月应进行一次大检查维修。对损坏零件进行更换;活动部位进行清洗和注油,测定卡爪,楔块与罐道之间的间隙和各部分的磨损情况,并调节到允许范围之内。零件磨损严重,影响强度降低20%以上则必须更换。同时还要对罐道磨损情况、制动绳磨损情况和缓冲装置进行检查和维修。

### 2. 试验

使用中的防坠器要求每隔六个月进行一次不脱钩检查性试验,

每年进行一次脱钩试验。

(1)、不脱钩试验：将罐笼放在井口封闭物上，放松钢丝绳，将中心拉杆销拔出，提升钢丝绳通过保险链提起罐笼离开井口封闭物一米左右，做好记号，然后放松钢丝绳下放罐笼，直至罐笼卡爪抓住罐道不动为止，最后测量其抓捕距离是否符合要求（木罐道、钢轨罐道不超过200毫米）。

(2)、脱钩试验：在进行脱钩试验前，必须先进行不脱钩试验三次，符合要求后再进行脱钩试验。

首先将罐笼放在井口封闭物上，从连接装置处先卸下保险链，在桃形环与主提升拉杆之间安装脱钩器。脱钩器一端用小钢丝绳固定，并通过小滑轮索出，然后将罐笼提起一米左右，在罐耳接罐的罐道上做好

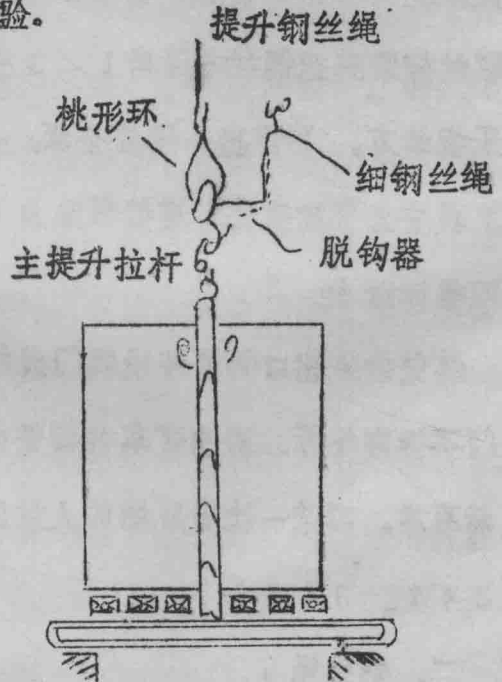


图1 脱钩试证

记号。试验时，用人力或葫芦拉细钢丝绳直至脱钩，罐笼坠落。当抓捕器动作并抓住木罐道后，即可用尺测量罐笼下落距离是否符合要求。其下落距离不得超过400毫米。

提升容器的连接装置也很重要，连接装置不合格将会造成事故的发生。在主井提升中使用的连接装置有桃形环连接装置和楔形环连接装置两种。连接装置的安全系数要符合《煤矿安全规程》第379条规定，专为升降人员或升降人员和物料的提升装置的连接装置安全系数不得小于1.3。同时要定期进行拉力试验。

桃形环连接装置的压板一般不少于六副，压板之间的间距不小于钢丝绳直径的六倍，压板的大小要与钢丝绳直径相配，最后一个压板距绳头不少于150毫米。压板安装应一正一反相错排列，压板螺丝拧紧到把钢丝绳压扁 $1/3$ 左右。为了检查方便，在最后一副压板地方，要留出一段安全弯，当连接装置松脱和滑绳时，首先可发现安全弯的变化。连接装置为确保安全，除主提升拉杆外，还有四根保险链。

罐笼的进出口必须装设罐门或罐帘，高度不得小于1.2米，罐门不得向外开。进出矿车的罐笼内必须装有阻车器，并要动作灵活可靠。罐笼一次能容纳的人数应明确规定，不得超载。

(347、348条)

## 二、钢丝绳

钢丝绳是提升机与提升容器之间的连接部分。它在矿井提升中起着很重要的作用，它的可靠使用是升降人员和物料的安全保证，而钢丝绳又最容易损坏，是安全提升的最薄弱环节。矿井提升中由于钢丝绳断裂曾多次发生重大事故，因此我们要特别予以重视。

《煤矿安全规程》第363~376条对钢丝绳作了严格规定，要坚决执行。

### 1. 钢丝绳的安全系数

钢丝绳在工作时受多种应力的作用，如静应力、动应力、弯曲应力、扭转应力、接触应力、挤压及捻制应力等，这些应力的反复作用将导致钢丝的疲劳破断，这是钢丝绳损坏的主要原因；另外钢丝绳的磨损及锈蚀也将导致钢丝绳的损坏。因此，综合反映上述应力的疲劳计算是一个较复杂的问题，虽然国内外在这方面做了大量研究工作，但是由于钢丝绳的结构复杂，影响因素较多，钢丝绳强度计算理论，尚未完善地应用于工程计算。同时一些计算公式还不能确切地反映真正的应力情况。因此，钢丝绳的强度计算都是按《煤矿安全规程》的规定：钢丝绳应按最大静载荷并考虑一定的安全系数的方法进行计算。

钢丝绳的安全系数是钢丝绳各钢丝拉断力的总和（不包括试验不合格的钢丝拉断力）与钢丝绳计算的最大静拉力（包括绳端荷重和钢丝绳悬垂长度的重量）之比。

第365条规定了提升装置用的新钢丝绳的安全系数为：单绳缠绕式提升机用钢丝绳专为升降人员用的不得小于9；升降人员和物料用的在升降人员时不得小于9，在提升物料时不得小于7.5；专为升降物料用的不得小于6.5。

第366条规定使用中的钢丝绳做定期试验时，如果安全系数



小于下列数字，必须更换：专为升降人员用的小于7；升降人员和物料用的钢丝绳升降人员时小于7，升降物料时小于6；专为升降物料用的小于5。

## 2、钢丝绳的检查，维修和试验

除了合理选择钢丝绳以外，还应正确使用与维护钢丝绳，以便延长钢丝绳的使用寿命。同时还应对钢丝绳定期进行检查和试验，以保证提升安全。

提升用的钢丝绳，在使用前必须经过试验30以下斜井提物绳例外和外表检查，不符合要求的禁止使用。特别是对主井提升用的钢丝绳，更应要求严格。试验合格的备用钢丝绳，必须妥善保管，防止损坏和锈蚀。

使用中的钢丝绳应每日检查一次，要由专人负责进行检查。检查时，采用慢速运行（速度0.3米/秒）对钢丝绳详细进行外观检查，并记录断丝和磨损情况。要特别注意检查绳头端和容易磨损段，还要注意不得有漏检之处。（为漆筒至天轮之间的一段钢丝绳容易被漏检）。《煤矿安全规程》规定，对于升降人员或升降人员和物料用的钢丝绳若在一个捻距内断丝的断面积与钢丝绳钢丝绳总断面积之比达5%以上时，就要更换；对于专门升降物料的钢丝绳或平衡钢丝绳，上述规定可放宽到10%。（解释一个捻距的含义）

钢丝绳如果遭受卡罐或突然停车等猛烈拉伸时，必须立即停车检查，遭受猛烈拉伸的一段钢丝绳，如有损坏或长度增长0.5%

以上时，就要更换。

钢丝绳如有断股或直径缩小达10%以及其他损坏时也要更换。

检查钢丝绳时，除了肉眼观察和用手捋摸外，还可采用钢丝绳探伤仪。

钢丝绳做多层缠绕时，由下层转到上层的临界段必须加强检查，并且每季度移绳1/4圈。

对钢丝绳应定期进行剁头，就是将绳头部分剁去一节，因为绳头部分的钢丝绳损坏较为严重。同时也要定期的倒换头，就是将与滚筒连接的一端和与连接装置连接的一端互相更换，使之增加钢丝绳的使用寿命。其剁头与倒头的期限根据各单位不同使用条件和钢丝绳损坏情况而定，一般为三至六个月。

对钢丝绳应定期进行涂油，以延长钢丝绳的使用寿命，一般每月至少涂一次油。涂油前，应先清除钢丝绳上的泥土污油。涂油关键是能使绳芯浸透到油，油重要有适当粘度，可采用国产专用钢丝绳油。对于摩擦轮式提升钢丝绳只能涂戈培油，否则宁可涂油。

对钢丝绳应按照《煤矿安全规程》的规定，定期进行钢丝绳试验。煤炭工业部在湖南省煤炭科学研究所设有钢丝绳试验站，可进行钢丝绳试验。

除摩擦式提升机用钢丝绳和平衡尾绳，以及30°以下斜井专为升降物料用的钢丝绳外，提升钢丝绳在使用过程中都要定期剁下一节钢丝绳头进行试验。升降人员或升降人员和物料的钢丝绳，自

悬挂时起每隔6个月试验一次。升降物料用的钢丝绳，自悬挂时起经一年后进行试验，以后每隔6个月试验一次。

钢丝绳试验时，每根钢丝都必须作拉断和弯曲试验。新钢丝绳进行悬挂前试验时，如果其中拉断，弯曲不合格的钢丝断面积和钢丝总断面积之比，专为升降人员用的或升降人员和物料用的钢丝绳达到6%，升降物料用的钢丝绳达到10%时，都不得使用，使用中的钢丝绳作定期试验时，如果经拉断弯曲试验不合格的钢丝数达到钢丝绳全部钢丝数的25%时，必须更换。

摩擦轮式提升钢丝绳（不刹头试验）的使用期限不得超过两年，如断丝、直径缩小或锈蚀均不超过规程规定，经矿务局总工程师批准，可继续使用，但不得超过一年。平衡钢丝绳的使用期限不得超过四年。

### 3. 防止钢丝绳承受过大惯性和冲击力

在主井提升中要特别注意防止钢丝绳承受过大的惯性力和冲击力。过大的惯性力，来源于过大的加减速度。过大的加减速的本身即可导致钢丝绳承受过大的惯性力。有时，过大的减速度（斜井）还可以引起松绳，然后使钢丝绳遭受猛烈的冲击。其它原因松绳，如卡罐后的松绳和过放松绳也能造成冲击。

#### (1). 防止过大的加减速

提升装置在起动和停止时，所应采用的加减速度的大小，不只是一个平稳不平稳的问题，而是牵涉到钢丝绳和整个提升系统（包

括连接装置和容器)受力大小的安全问题。

为了防止加减速过大,有损人身安全;同时也为了防止钢丝绳在启动和停车时过度受力。规程关于启动和停车的加减速规定:立井运人 $\leq 0.75$ 米/秒<sup>2</sup>,斜井运人 $\leq 0.5$ 米/秒<sup>2</sup>。另外,对下放重物制动减速规定:立井 $\geq 1.5$ 米/秒<sup>2</sup>,斜井 $\geq 0.75$ 米/秒<sup>2</sup>。

人们的习惯概念是,闸的制动力愈大愈保险,这种认识是不正确的。应通过试验将闸的制动调整到合适的程度。

### (2)、防止松绳

立井提升一般常见的松绳是由于提升容器被卡住而造成(尤其是箕斗),还有过放引起松绳。斜井上提重物时,由于制动超过自然减速度能导致松绳。无论何种松绳都将使钢丝绳遭受过度的冲击力,而引起损坏钢丝绳。

为了防止卡罐松绳,应设立满仓断电闭锁装置,仅设信号灯及用人看的办法,实际证明有时不起作用。同时要加强对井口及井底,尤其是井口箕斗卸煤曲轨装置的维护检查,严格规定各种间隙值的极限,定期检查调整,使之避免发生卡箕斗事故。

### (3)、防止多绳受力不平衡

从安全的角度看,多绳摩擦轮提升的优点是多条绳同时断的可能性很小,因而在运人时,可以不设防坠器。实践证明,由于四根

钢丝绳的直径、长度、弹性以及驱动轮绳槽直径等方面都不能一致，致使在运行中出现四根绳受力分配不均的现象，有时受力大小相差很大。到目前为止四绳摩擦轮提升绞车在运行中断一根绳的事故已发生多起。

为了保证提升安全和延长钢丝绳的使用寿命，就要防止多绳提升受力不均。规程对各绳张力差的限度规定为：任一根钢丝绳所受张力与平均张力之差不得超过10%。

各绳所受张力的多少，要使用测力器测定。最大张力差出现在提升容器到达井口卸载位置时，在各条绳的绳长，绳径及弹性模数都相等的情况下，张力大是由于绳槽的直径大引起的。调整的方法是对张力超限的大绳槽进行车削。

### 三、提升机

提升机是联系井下与地面的重要设备，其任务是提升煤炭，（或矿石）、矸石、下放材料、升降人员和设备。它在整个矿井生产中占有重要位置，常称“矿井四大固定机械”之中的最主要的机械。因此，必须保证提升机的安全运转。

在《煤矿安全规程》中从第381~402条，专列了一节讲对提升装置（主要是提升机）的安全要求。

提升机能否做到安全运转，安全装置将起到十分重要的作用，提升机的安全装置主要包括制动装置，深度指示器，防止超速装置，

防止过卷装置，过负荷和无电压保护装置，防止闸瓦过度磨损保护装置、松绳保护装置等（第392条）。

1、提升机滚筒和天轮的直径与钢丝绳和钢丝的直径的关系选择提升机滚筒直径的主要原则是使钢丝绳绕径滚筒时所产生的弯曲应力不要过大，以便保持钢丝绳的一定承载能力和使用寿命。理论和试验都证明，绕径天轮或滚筒的钢丝绳弯曲应力的大小，以及其疲劳寿命，取决于滚筒和钢丝绳直径的比。经钢丝绳进行弯曲试验证明：在同一钢丝绳直径条件下，滚筒直径越大，弯曲应力越低；在不同钢丝绳直径，相同滚筒直径条件下，绳径越小，弯曲应力越小，亦即  $\frac{D}{d}$  越大，弯曲应力越低。经钢丝绳在不同的  $D/d$  弯曲条件下进行寿命试验证明：在同样试验载荷时， $D/d$  比值越大，钢丝绳所能承受的反复弯曲次数越多，寿命愈长。

基于以上原因，《煤矿安全规程》第381、382条对提升装置的天轮、滚筒、摩擦轮、导向轮的最小直径，同钢丝绳直径和最粗钢丝的直径之比作了严格规定。

对于安装在地面的提升机

$$D \geq 80d$$

$$D \geq 1200\zeta$$

式中：D—滚筒直径（mm）；

d—钢丝绳直径（mm）；

$\zeta$ —钢丝绳中最粗钢丝直径 (mm)。

对于井下提升机

$$D \geq 6.0 d$$

$$D \geq 9.00 \zeta$$

## 2. 制动装置

制动装置是提升机的主要安全装置，它不仅要满足提升机正常运转时的工作制动，同时在发生意外事故时要能及时进行保险制动。

制动装置一定要绝对保证处于正常可靠状态，一旦制动装置失灵，将会造成重大事故。

制动装置包括执行机构（即制动闸）和传动机构两部分。执行机构按照结构不同分为带式、块式（角移式和平移式）盘式。传动机构有手动式、压风式和油压式。

提升机必须装设司机不离开座位即能操纵的常用闸和保险闸。保险闸必须能在紧急时自动发生作用。常用闸和保险闸共同使用一套闸瓦制动时，操纵部分必须分开。（393条）

保险闸必须采用配重式或弹簧式的制动装置，因为这是一种可靠的能量，能可靠地进行工作。保险闸在紧急情况下除可由司机操纵外，还必须具有能根据各种安全保护装置动作自动抢闸的作用，并且在抢闸同时使提升装置自动断电。（394条）

提升机除要有制动装置（常用闸和保险闸）外，还应加设定车装置，以便调整滚筒位置或修理制动装置时使用。（395条）

在立井和30度以上的倾斜井巷中，提升机的常用闸和保险闸制动时所产生的最大力矩，都不得小于提升机实际提升的最大静荷重旋转力矩的三倍。双滚筒提升机在调整滚筒旋转的相对位置时，制动装置在各滚筒闸轮上所产生的力矩，不得小于该滚筒所悬重量形成的旋转力矩的1.2倍。（398条）。

保险闸的空动时间（由保护回路断电时起至闸瓦刚之接触到闸轮上的一段时间，闸瓦式制动闸不得超过0.5秒，盘形制动闸不得超过0.3秒。（397条）

在立井和30度以上的倾斜井巷，提升装置的保险闸发生作用时全部机械的减速度；在下放重物时，不得小于1.5米每秒平方（米/秒<sup>2</sup>，m/s<sup>2</sup>）；在提升重物时，不得超过5米每秒平方。（199条）

摩擦轮式提升装置，常用闸或保险闸发生作用时，全部机械的减速度，不得超经钢丝绳的润动极限。（399条）以保证提升钢丝绳不发生润动。

以上所规定的提升机的制动力矩倍数和制动减速度，应进行实际测定。根据多次满载施闸试验的实测的平均值，确定是否符合规程的要求，但不得使用设定参数算出的数值。

以上这些规定都是最基本的和必需的。否则，若制动力矩过小，就可能闸不住提升机；安全制动减速度过小，就可能制止不住事故的发生和扩大。若制动力矩太大，产生的制动减速度过大，就会出



现过大的动负荷，这对提升系统很不利，会影响机械的使用寿命。

### 3、防止过卷装置

当提升容器被提升到地面井口而未停车，并越出井口位置继续向上提升而造成的事故叫做卷事故。这类事故的严重后果是将井架拉坏，甚至将钢丝绳拉断而使提升容器坠落井底。

双滚筒提升机提升时，当提升容器一边发生过卷事故，则另一边同时发生墩罐事故。墩罐事故就是当提升容器下放到井底而未减速停车，仍以很高速度越过井底装卸位置，使提升容器与井底罐座或井窝发生撞击。这类事故的严重后果是破坏提升容器和其他设备，若提升容器乘人时，则造成人员伤亡事故。

按照《煤矿安全规程》要求，当提升容器超过正常卸载位置（或出车平台）0.5米时，必须能自动断电，并能使保险闸发生动作，这叫防止过卷装置。

防止过卷装置就是用行程开关串联接在保险闸电磁铁线圈的保护回路内，一旦行程开关断开，则电磁铁断电，保险闸则立即动作，并同时切断主电动机的电源。

防止过卷开关安装地点有两处：深度指示器上和井架上。除安装可靠的防止过卷开关外，还必须留有一定的过卷高度，就是提升容器接触到井架某部分不能再提的高度。

对防止过卷装置每日必须进行一次例行检查，每年还必须进行