

▲ 矿山机械使用维修丛书

▲ 矿井提升设备 使用维修

▲ 李世华 编



机械工业出版社

编 审 委 员 会

主 任：张智铁

编 委：李仪钰 夏纪顺 蔡崇勋 朱启超
吴建南 周恩浦 吴继锐 刘世勋
李世华 肖先金 郭赐吾 安 伟
刘玉恩 王振坤 廖国权 李海源
刘同友 吴友海 万 云 徐本祺
魏胜利 李明加 黄力生 戚 铄
钟世民 梁康荣

序

《矿山机械使用维修丛书》就要问世了，广大读者是会欢迎它的。

我国是一个采矿大国，也是矿山机械的制造和使用大国。从事矿山机械的规划、研究、设计、制造、安装、运转、维修、管理的工人和工程技术人员是如此之多，他们迫切需要这样一套《丛书》。

设备的使用、维修在设备的一生中是至关重要的。资料表明，使用维修费用总是远远超过设备原值的。于是，国外发展了寿命周期费用评价法，进而形成了“设备综合工程学”，以设备一生作为研究对象，将设备工程分为规划工程和维修工程两个阶段，对有形资产的工程技术、管理、财务等方面从各个环节（方案、设计、制造、安装、运行、维修保养、改进、更新等）进行综合管理，以提高设备可靠性和维修性，从而使设备寿命周期费用达到最经济的程度。

《矿山机械使用维修丛书》全面总结了我国矿山机械使用、维修的成就和先进经验，对进一步提高矿山职工的技术素质、提高矿山机械的可靠性与维修性、提高矿山企业的经济效益具有实用的价值。

中国有色金属工业总公司装备局和设备管理协会委托中南工业大学矿机教研室负责编审这套《丛书》，是一个很好的尝试。在编写中得到了冷水江有色金属矿山技工学校等单位的大力支持。我们期望，这一工作将会在全国矿业界和矿山机械行业产生普遍的良好反响。

洪戈

目 录

第一章 矿井提升设备结构	1
第一节 概述	1
第二节 提升容器	6
第三节 提升钢丝绳	19
第四节 单绳缠绕式矿井提升机	25
第五节 提升机的深度指示器	56
第六节 提升机的制动装置	62
第七节 多绳摩擦提升	79
第八节 井架和天轮	90
第九节 斜井提升	92
第二章 矿井提升设备的安装	101
第一节 JK型提升机的安装程序	101
第二节 主轴的安装	103
第三节 主轴装置的安装	106
第四节 减速器的安装	109
第五节 主电动机的安装	112
第六节 制动装置的安装	113
第七节 辅助装置的安装	119
第八节 闸盘和卷筒木衬绳槽的车削	123
第九节 提升机的试运转	126
第三章 矿井提升设备的运行	130
第一节 提升速度及其测定	130
第二节 提升机的操作	135
第三节 提升司机的岗位责任制与交接班制	139
第四节 提升设备运行中的有关规定及注意事项	140
第四章 矿井提升设备的维护检修	146
第一节 提升设备的检查	146
第二节 提升设备的润滑	150

第三节	提升钢丝绳的维护、检查与试验	161
第四节	防坠器的维护与试验	163
第五节	提升机的检修内容与周期	165
第六节	提升机的检修质量标准	172
第五章	矿井提升设备主要零部件的修理	184
第一节	滑动轴承的修理	184
第二节	滚动轴承的修理	196
第三节	轴的修理	202
第四节	齿轮的修理	205
第五节	制动装置的修理	210
第六节	深度指示器的调试	216
第七节	卷筒的修理	217
第六章	矿井提升设备常见故障及处理	221
第一节	提升机械设备的故障及处理	221
第二节	提升电气设备的故障及处理	234
参考文献		245

第一章 矿井提升设备结构

第一节 概 述

一、提升设备的用途及地位

矿井提升设备是矿井运输中的咽喉设备，是沟通矿井上下的纽带，因此它占有特殊的地位。它与压气、通风和排水设备组成矿山四大固定设备，是一套较复杂的机械—电气机组。

矿井提升设备的作用是沿井筒提升矿石、废石、升降人员、下放材料、工具和设备等。它的工作特点是在一定的距离内，以较高的速度上下往复运行。矿井提升设备在生产过程中一旦发生事故，就会影响全矿生产，甚至会导致全矿停产和人员的伤亡。所以，矿井提升设备要求配有性能良好的控制设备和保护装置。

二、矿井提升系统

根据提升方式不同，矿井提升系统可分为：

1. 竖井单绳罐笼提升系统

竖井单绳罐笼提升系统如图 1-1 所示。在井底车场用人工或机械将重矿车推入罐笼 5 中，而另一罐笼正在井口车场装入卸载后的空矿车。两根提升钢丝绳 2，一端分别与井口、井底的罐笼相连，另一端则分别绕过天轮 3 引入提升机房，固定并以相反的方向缠绕在提升机 1 的卷筒上。开动提升机，可将位于井底装有重矿车的罐笼提至地面，同时将位于井口装有空矿车的罐笼下放至井底，罐笼在井筒中沿着导向装置周期性地上下往复运动，进行提升工作。这种提升系统不仅能提升矿石、废石，而且可以升降人员、材料和设备，在大型矿山作副井的辅助提升，在小型矿山兼作主井提升。

2. 竖井单绳箕斗提升系统

图 1-2 为竖井单绳箕斗提升系统示意图。在井底车场的翻车硐室内，用翻车器 8 将矿车中的矿石卸入装载矿仓 9 中，再通过定量

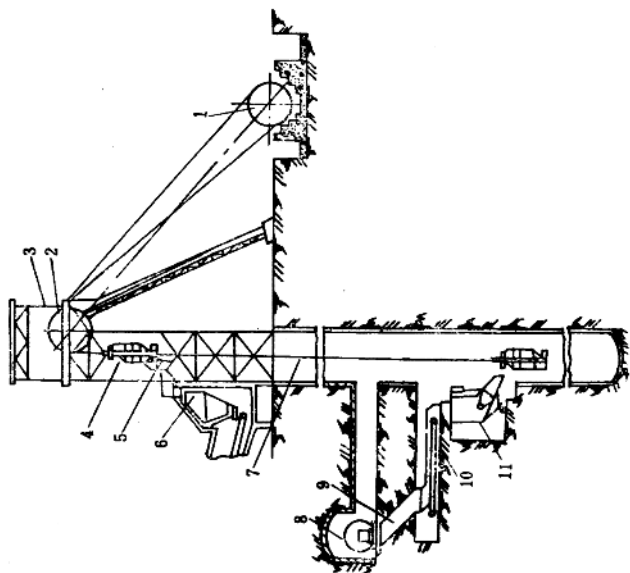


图1-2 竖井单绳箕斗提升系统示意图

1—提升机 2—天轮 3—矿架 4—箕斗 5—脚踏曲轨 6—矿仓
7—钢丝绳 8—翻车器 9—矿仓 10—给矿机 11—发绳设备

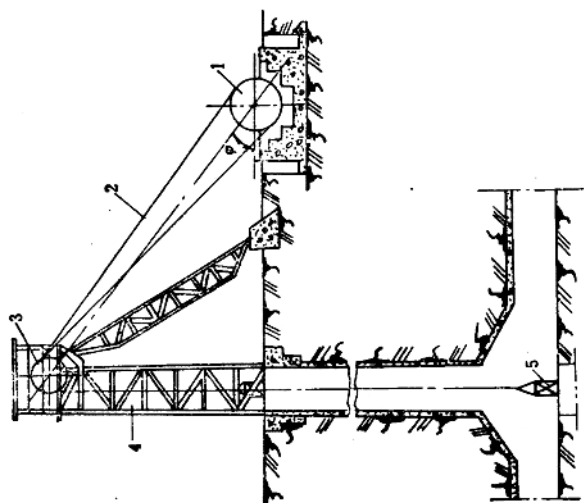


图1-1 竖井单绳罐笼提升系统示意图

1—提升机 2—提升钢丝绳 3—天轮
4—井架 5—罐笼

器门将设计载量的矿石装入停在井底的装载箕斗中。与此同时，另一条（或另一端）钢丝绳上所悬挂的箕斗4则位于井架3上的卸载曲轨5内，将矿石卸入容受矿仓6中。钢丝绳绕过天轮2，由卷筒带动，在井筒中上下运动，进行提升和下放工作。

3. 竖井多绳罐笼提升系统

图1-3为竖井多绳罐笼提升系统示意图，这是南非新博斯吉斯普略易特煤矿副井的新型大型提升设备。该提升机有两个圆柱形传动卷筒，每个卷筒（摩擦轮）均由两个单独的液压马达驱动。提升钢丝绳在两个传动卷筒上的围抱角为 540° 。采用6根提升钢丝绳，绳的两端均固定在液压补偿器上，以减轻对钢丝绳的冲击负荷。罐笼与平衡锤上均有一个由6个滑轮组成的滑轮组。使提升钢丝绳上的受力只有滑轮组的二分之一，从而提高了钢丝绳防滑的可靠性。它的尾绳采用尾链。罐笼自重57.7 t，有效载重35 t，一次可提升300人。

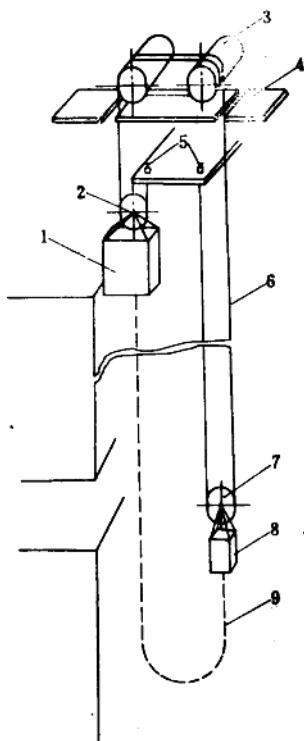


图1-3 竖井多绳罐笼提升系统示意图

- 1—罐笼 2、7—滑轮组 3—摩擦轮 4—提升机底板 5—液压补偿器
6—钢丝绳 8—平衡锤 9—尾绳

4. 竖井多绳箕斗提升系统

竖井多绳箕斗提升系统如图1-4所示。在井底车场卸载站底部卸式矿车6卸下的矿石，经碾碎后通过矿仓底部的气动闸门7以

及振动给矿机、皮带运输机等运至箕斗计重装矿闸门 8，然后由装矿闸门装入位于井底的箕斗 4 中。与此同时，另一箕斗借安装在井塔上的卸载曲轨 5 使箕斗底门开启，矿石卸入地面矿仓，其余原理与罐笼提升相同。

5. 斜井箕斗提升系统

斜井箕斗提升系统如图 1-5 所示。这是在倾斜角度大于 25° 的斜井，在使用矿车提升矿石容易洒出来的情况下，采用箕斗提升。由井下矿仓 2 通过装载闸门 3，将矿石装入后卸式箕斗 4 内，与此同时，另一箕斗被钢丝绳牵引沿着轨道已经到达地面卸载站，在卸载曲轨 7 的作用下，矿石卸入矿仓 8 内，完成卸载任务。由于斜井箕斗需要装载卸载设备，所以投资较多，设备安装的时间也长，并且需要另建一套副井提升设备。

6. 斜井串车提升系统

倾斜角度在 25° 以下的斜井，可直接将几辆矿车串连一起挂在钢丝绳上，沿井筒升降，这就叫做斜井串车提升。这种提升系

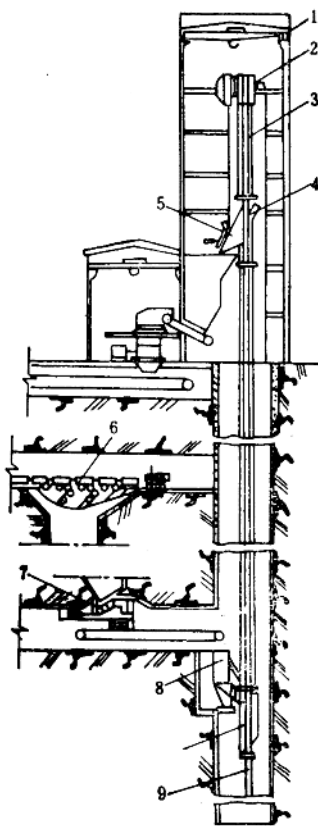


图1-4 竖井多绳箕斗提升系统示意图

- 1—井塔 2—提升机 3—首绳 4—底卸式箕斗 5—卸载曲轨 6—底卸式矿车
7—闸门 8—计重装矿闸门 9—尾绳

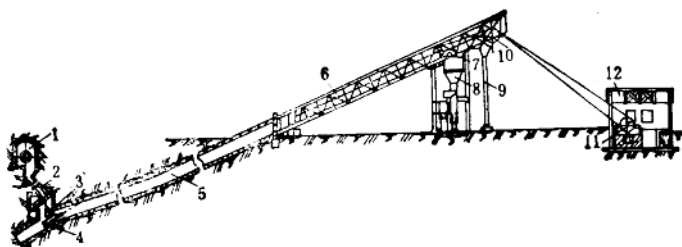


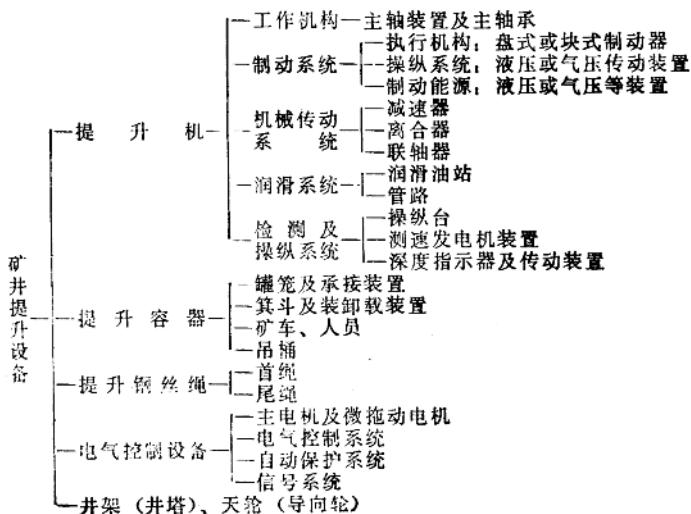
图1-5 斜井箕斗提升系统示意图

- 1—翻车机调室 2—井下矿仓 3—装设闸门 4—后卸式箕斗
5—井筒 6—栈桥 7—卸载曲轨 8—地面矿仓 9—立柱
10—天轮 11—卷筒 12—提升机房

统不需要复杂的装卸载设备，具有投资小和基建快的优点。尤其在采用单钩提升时，井筒断面小，铺设轨道少，更能节约资金，故为产量小的斜井常采用的一种提升系统。

三、矿井提升设备的主要组成部分

由上述可看出，不管那种提升系统，其矿井提升设备均由下列主要部分组成：



第二节 提升容器

提升容器按结构可分为罐笼、箕斗、矿车、人车及吊桶等五种。我国金属矿竖井普遍采用箕斗和罐笼；斜井常用后卸式箕斗、矿车和人车；开凿竖井和井筒延深时则用吊桶。下面仅介绍竖井使用的罐笼和箕斗两种提升容器及其附属装置。

一、罐笼

罐笼按层数分有单层、双层和多层罐笼。我国金属矿山广泛采用单层和双层罐笼。图1-6为金属矿用单层罐笼，它用槽钢铆接或焊接成主体框架，两侧再包以带孔的钢板。(图中未画出)，

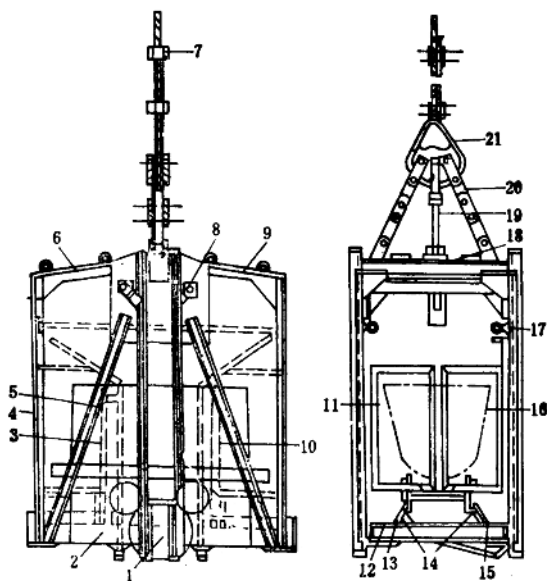


图1-6 金属矿用单绳单层罐笼

- 1—罐耳 2—下水平梁 3、10—矿车 4—垂直柱 5—斜柱 6—上水平梁 7—绳卡
- 8—断绳保险器 9、18—罐盖 11、16—罐门 12—罐底 13、15—罐挡
- 14—轨道 17—扶手 19—主杆 20—保险链 21—绕影环

前后两端设有罐门，罐门高度不得小于1.2m，罐顶一般由三块钢板组成，中间的一块固定不动，两端的可掀开，以便放置长材料，如支柱、管子、轨道等。

罐底铺以钢板，其上铺设轨道14或角钢，供矿车出入。当提升时为使矿车固定不动，罐底上设有阻车器或罐挡13等停车装置，停车装置有自动和手动两种。

多绳双层罐笼的结构与单绳单层（包括单绳双层）罐笼不同之处在于：

1. 悬挂装置较复杂，它采用多点连接的三角板悬挂，除连接装置外，还有调绳装置；
2. 罐笼底部设有尾绳悬挂装置；
3. 对于单水平用的多绳罐笼可采用活动底盘罐体；
4. 设有断绳防坠器。

罐笼类型常以代号表示，现以YJGS-1.3-1为例加以说明，

Y——冶金工业部；

J——单绳（M——多绳）；

G——罐笼；

S——钢绳罐道（G——刚性罐道）；

1.3——罐笼长度1.3m；

1——罐笼层数为1层。

二、悬挂装置

悬挂装置是指提升容器与提升钢丝绳之间连接部件的总称。单绳悬挂装置只有连接装置部分，其用途是将罐笼与钢丝绳连接起来。如图1-6所示的单绳单层罐笼是采用桃形环绳卡连接装置。该连接装置由主杆、桃形环21、绳卡7和两根（或四根）保险链20组成。钢丝绳绕过桃形环后，绳端用5~8个彼此相距200~300mm的绳卡与钢丝绳工作端紧固，由于桃形环是偏心的，所以，负荷均由工作端钢丝绳承担。

70年代出现新系列罐笼是采用双面夹紧自动调位楔形绳卡连接装置，其结构如图1-7所示。两块侧板1用螺栓连接在一起，

钢丝绳绕装在楔块 2 上，当钢丝绳拉紧时，楔块挤进由梯形铁 6（能自动调位）和 5 与侧板构成的楔壳内，将钢丝绳两边卡紧。

吊环 8 和孔 4、3 用来调整钢丝绳长度。

限位板 7 在拉紧钢丝绳后用螺栓拧紧，以防止楔块 2 松脱，其特点是：钢丝绳直线进入，能防止在最危险部分产生附加弯曲应力，可减少断丝现象，延长钢丝绳的使用寿命；双面夹紧具有较大的楔紧安全系数，可防止钢丝绳因载荷的变化在楔面上产生滑动及磨损；自动调位结构能使钢丝绳上夹紧压力分布均匀；结构紧凑，长度较短，可减少容器的

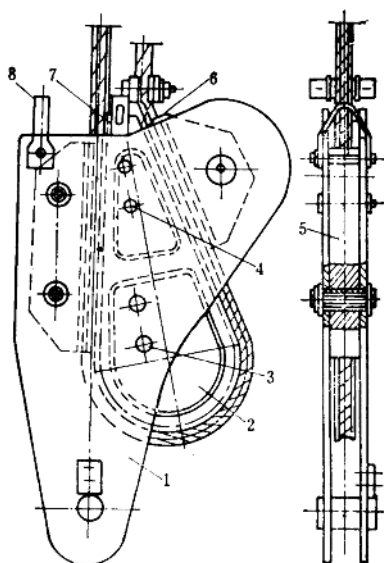


图1-7 能自动调位楔形连接装置

1—侧板 2—楔块 3、4—调整孔 5、6—梯形铁
7—限位板 8—吊环

总高度，并克服了桃形环绳卡连接装置的缺点。

三、导向装置

作为提升容器的导向装置——罐道可分为挠性和刚性两种。挠性罐道采用钢丝绳；刚性罐道一般用钢轨、各种型钢和方木。刚性罐道是固定在各种金属型钢或特制的钢筋混凝土罐道梁上。

过去提升人员的罐笼多用木罐道。由于木罐道具有变形大、磨损快、易腐烂及提升不平稳等缺点，从而给生产和维护带来许多问题，同时也不能满足大载荷、高速度的要求。因此逐渐被钢罐道和钢丝绳罐道所代替。

钢罐道的型式有钢轨罐道和用型钢组合而成的矩形罐道。钢轨罐道主要缺点是侧向刚性太小，造成容器横向摆动，故这种罐道只用于提升速度和终端载荷都不大的提升设备，且目前矿山很少使用。组合刚性罐道的截面是空心矩形，一般由两个角钢或槽钢焊接而成，目前有利用球扁钢组合焊成，国外也有用整体轧制型钢的。该罐道的主要优点是侧向抗弯曲和扭转强度大，罐道刚性强，截面系数大，可配合使用摩擦系数小的胶轮滚动罐耳，提升容器运行平稳，罐道和罐耳磨损小，因此，近年来国内外使用这种罐道逐渐增多，尤其在终端负荷和提升速度都很大时，使用这种罐道更为合适。

钢丝绳罐道与刚性罐道相比具有安装工作量小，建设时间短，维护简便，高速运行平稳可靠，无罐道梁，通风阻力小等优点。但采用钢丝绳罐道时，容器之间及容器与井壁之间的间隙要求较大，因而增加井筒净断面积。当地压较大，井筒垂直中心线发生错动，甚至井筒发生弯曲时，不能采用钢丝绳罐道。当采用钢丝绳罐道时，其钢丝绳的导向装置可以布置在容器的四角。罐道绳上端用固定装置固定在井架上，固定装置采用双楔块紧固式结构；罐道绳下端采用连接装置和重锤拉紧，下部连接装置与上部固定装置结构相同，只不过是调个方向使用而已。采用钢丝绳罐道时，不仅要设置钢丝绳罐道的滑动导向套，还必须设有刚性罐道的滑动罐耳，以适应井口换车时稳罐的需要或过卷时进入楔形罐道起安全作用。

四、断绳防坠器

为了保证提升人员时的安全，《冶金矿山安全规程》中规定：提升人员或物料的罐笼，必须装设安全可靠的防坠器。其作用是当钢丝绳或连接装置断裂时，可使罐笼停在罐道上，以保证罐内人员的安全。

断绳防坠器一般由开动机构、传动机构、抓捕机构及缓冲机构等四部分组成。开动机构与传动机构一般互相连在一起，由断绳时自动开启的弹簧和杠杆系统组成，抓捕机构与缓冲机构可以

是联合作用的，也可以设置单独的缓冲机构。

我国生产的断绳防坠器主要有木罐道防坠器、钢轨罐道防坠器及制动绳防坠器等三种。

1. 木罐道断绳防坠器

木罐道断绳防坠器的结构形式较多，但它们的动作原理大同小异，见图1-8所示，它是装在罐笼顶板内的两对抓爪10伸在罐笼侧壁之外，分别置于罐道的两侧（参看图1-6）。在正常工作时，发动弹簧1在提升钢丝绳的拉力作用下通过支承盘5、悬挂装置的连杆2被压缩。捕捉机构为两对抓爪10。当钢丝绳被拉断时，发动弹簧1伸张，通过杠杆系统使抓爪10插入木罐道中，在木罐道的切削阻力制动下，使罐笼停在罐道上。这种断

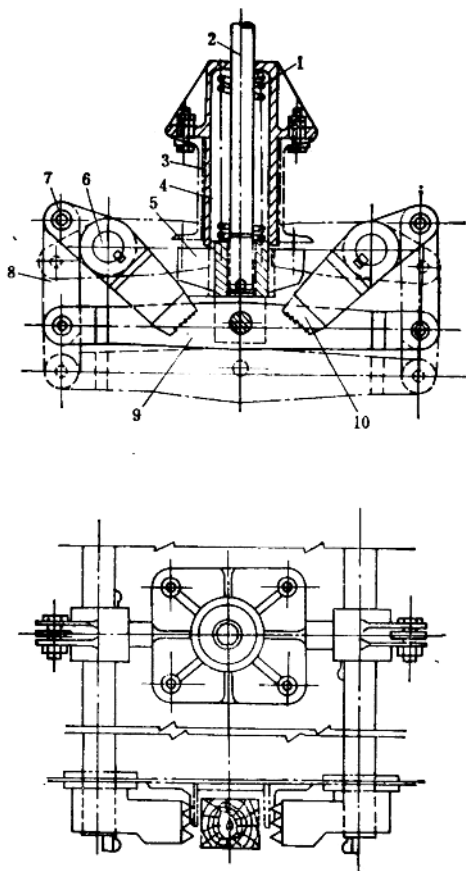


图1-8 木罐道断绳防坠器

- 1—发动弹簧 2—悬挂装置的连杆 3—罐笼主梁
4—发动弹簧的套筒 5—支承盘 6—轴 7—杠杆
8—连杆 9—横担 10—抓爪

绳防坠器的作用及可靠性与罐道木的木质腐蚀程度及磨损情况有关，因此抓爪作用过的木罐道必须更换。

2. 钢轨罐道断绳防坠器

钢轨罐道断绳防坠器是利用两对偏心凸块与钢轨间的摩擦力捕捉下坠罐笼。由于这个制动摩擦力受摩擦系数、凸块与罐道间的间隙大小、安装质量、磨损情况等的影响，因此它的工作不甚可靠，现在金属矿山采用较少，所以不予介绍。

3. 制动绳断绳防坠器

制动钢丝绳防坠器是以专门设置于井筒中的制动钢丝绳为支承装置的防坠器，它不仅可用于钢丝绳罐道，而且也可用于刚性罐道。这种防坠器的特点是采用定点抓捕及用专设的缓冲器进行缓冲。图1-9为GB型制动绳防坠器井筒布置示意图。制动钢丝绳7的上端通过连接器6与缓冲绳4相连。缓冲绳穿过安装在井架天轮平台2上的缓冲器5再绕过井架上的圆木3而在井架另一边悬垂着，绳端用合金浇铸成锥形杯1，以防止缓冲绳

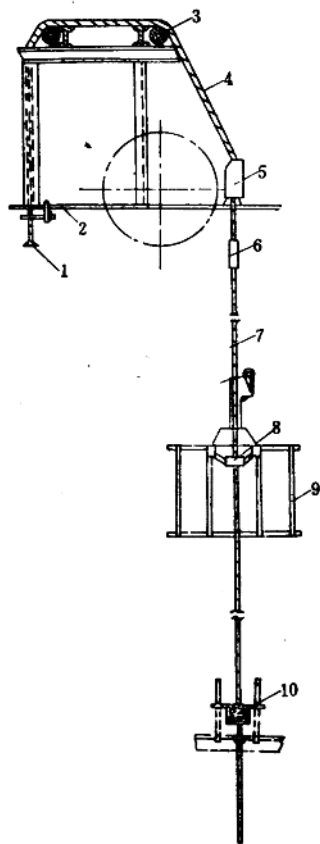


图1-9 GB型制动绳防坠器

井筒布置示意图

- 1—合金锥形杯 2—天轮平台 3—圆木
4—缓冲钢丝绳 5—缓冲器 6—连接器
7—制动钢丝绳 8—抓爪器 9—罐笼
10—拉紧装置

全部从缓冲器中拔出。制动绳的下端穿过罐笼9上的捕抓器8直到井底部，在井底水窝用拉紧装置10固定。

正常运行时，提升钢丝绳将罐笼连接装置的主拉杆向上拉紧，GS型断绳防坠器的发动弹簧处于压缩状态。当提升钢丝绳被拉断后，防坠器的传动机构使捕抓器卡在罐道上，罐笼在制动绳的上面滑行一般距离（其制动力用缓冲器事先调节好）而停住。这样就保证了平稳的制动。罐笼在制动绳上的最大行程约为10m。

五、罐笼承接装置

在井底、井口及中间水平，为了便于矿车出入罐笼，使用罐笼承接装置。承接装置可分为承接梁、罐座、摇台和水平稳罐装置四种型式。下面简要介绍其使用情况。

1. 承接梁

承接梁是一种最简单的承接装置，仅用于井底水平，且易发生墩罐事故。

2. 罐座

罐座是当罐笼提升到井口车场位置时，操纵手柄可使罐座伸出，罐笼落在罐座上后，才能进行装卸工作。继续提升时，要先将罐座上的罐笼稍为提起，罐座靠配重可自动收回。罐座的优点是罐笼停车位置准确，便于矿车出入，推入矿车时产生的冲击负荷，可由罐座承受，钢丝绳不承受，但提升机操作复杂且易过卷，并有产生墩罐的可能，因此提人时最好不用罐座。罐座更不允许用于中间水平。

3. 摇台

摇台是由能绕转轴转动的两个钢臂组成，它位于井口两侧通向罐笼进出口处。当罐笼停于装卸载位置时，动力缸中的气压排出，装有轨道的钢臂能绕轴转动落下搭在罐笼底座上，将罐内的轨道与车场的轨道连接起来。当矿车进入罐笼后，压缩空气进入动力缸，致使绕轴转动而达到钢臂抬起。当动力缸发生故障或其他原因，也可用临时手把进行人工操作。摇台的应用范围广，并