

矿井提升设备

KUANGJING TISHENG SHEBEI

煤炭工业出版社

矿井提升设备

北京矿业学院矿山运输提升教研组
北京钢铁工业学院矿山机械设备教研组
合 編

煤炭工业出版社

1959·9 北京

內 容 提 要

本書系根据矿区地下开采专业矿井提升設備教学大纲編写的。書中主要叙述矿井提升設備各个組成部分的构造、性能；研究矿井提升理論；闡述如何根据一定矿井条件合理地选择提升系統，并进行合理选择計算。

本書可作为矿业学院矿区地下开采专业教材和其他专业教学参考書；并可作为矿山工程技术人员及設計人員的参考書。

1310

矿 井 提 升 設 备

北京矿业学院
北京钢铁学院 合編

*

煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业 5)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 084 号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{16}$ 印张11 插頁4 字数225,000

1959年9月北京第1版 1959年9月北京第1次印

統一書号：15035·974 印数：0,001—4,000册 定价：35元

前 言

解放十年来我国采矿事业有了巨大发展。随着生产的发展，我国矿井提升设备在设计、制造及运转方面亦得到巨大改进。

自从贯彻执行了党的教育方针，我国高等教育面貌焕然一新。教育与生产劳动相结合，使师生生产实践知识大大丰富了，教育质量显著提高。为了进一步提高教育质量，必须大力改进理论教学工作。改进理论教学就迫切需要结合我国生产实际并符合新订教育计划的教学大纲之教材。

为此，我们根据教学大纲，在学习苏联的基础上，根据我国实际情况，并注意到新技术的发展情况，编写了适用于采矿专业及采矿工业经济专业的矿井提升设备教材。

由于编写人员业务水平所限，加之时间短，资料收集不够全面，书中错误之处在所难免。我们将该书提前出版的目的：首先是满足教学上的需要，其次是为了更广泛地收集各有关院校师生、各矿山企业设计人员及现场工作人员的宝贵意见。我们准备在1960年7月左右邀请全国有关院校教师、设计部门及现场技术人员，根据各方面意见讨论修订后，将这本教材作为采矿专业及采矿工业经济专业用矿井提升设备教材。

参加本书编写工作的有：北京矿业学院矿山运输提升教研组孙玉蓉同志（第三、十一章）、杜竟贤同志（第八章第一、二节，第十章）、陈肇庆同志（绪论、第二、六、七、九章及第八章其他各节），北京钢铁工业学院矿山机械设备教研组高澜度同志和矿59四位同学（第一、四、五、十二、十三章及结束语）。最后由陈肇庆同志对各章节加以修订。

北京有色冶金设计总院采矿科机械组毛瑞忠等同志对本书大部分章节初稿提出许多宝贵意见，谨致以谢意。

北京矿业学院矿山运输提升教研组
北京钢铁工业学院矿山机械设备教研组

1959年8月10日

目 錄

前 言	
緒 論	1
第 一 章 提升容器	5
第一节 儲 籠	5
第二节 箕 斗	17
第三节 各种提升容器的比較及应用范围	24
第四节 提升容器規格的选择	25
第 二 章 提升鋼絲繩	29
第一节 提升鋼絲繩的构造、种类及其应用范围	29
第二节 提升鋼絲繩的計算及选择	35
第三节 鋼絲繩的試驗、检查与維護	40
第 三 章 矿井提升机	41
第一节 圓筒形絞筒提升机	41
第二节 矿井提升机制动裝置	49
第三节 提升系統的平衡原理	54
第四节 变直径絞筒提升机	56
第五节 摩擦提升机	58
第六节 簡易提升机	60
第七节 圓筒形絞筒提升机主要尺寸的計算及选择	60
第 四 章 天輪与井架	64
第一节 天 輪	64
第二节 井 架	67
第 五 章 提升机与井筒的相对位置	69
第一节 提升机安置地点的选择及与井筒相对位置的計算	69
第二节 在一个井筒中有两套提升設備时，提升机与井筒的相对位置	75
第 六 章 等直径提升設備的运动学	76
第一节 一次提升时间的确定	76
第二节 普通罐籠提升运动学	77
第三节 底卸式箕斗提升运动学	83
第四节 翻轉容器提升运动学	86
第 七 章 等直径提升設備的动力学	87
第一节 等直径提升設備的动力方程式	87
第二节 变位質量的計算	90
第三节 普通罐籠提升的动力学	94
第四节 底卸式箕斗提升动力学	97
第五节 翻轉式容器提升动力学	99

第六节	平衡锤单容器提升的动力学特点	101
第七节	下放货载时的动力学	103
第八章	矿井提升机的拖动及计算	103
第一节	交流提升电动机的控制	103
第二节	直流提升电动机的控制	108
第三节	提升电动机容量的计算和选择	110
第四节	提升设备电耗和效率的计算	113
第五节	提升机的主要电气设备	116
第六节	蒸汽提升机的计算	126
第七节	提升机各种拖动装置的性能比较和应用范围	127
第九章	摩擦提升设备的计算特点	129
第一节	摩擦提升不打滑的条件	129
第二节	防滑安全系数的验算	131
第三节	多绳摩擦提升设计中的一些问题	133
第十章	斜井提升	136
第一节	斜井提升的动力方程式	137
第二节	斜井箕斗提升的运动学和动力学	138
第三节	斜井双钩串车提升运动学及动力学特点	141
第四节	斜井单钩串车提升运动学及动力学特点	143
第五节	斜井提升的设计计算	145
第十一章	检测及保护装置	147
第一节	深度指示器	147
第二节	限速器	148
第三节	速度表	149
第四节	终点开关	150
第十二章	提升机房的布置及设备安装、运转与维护	152
第一节	提升机房的布置及提升机的安装	152
第二节	矿井提升设备的运转及维护	155
第十三章	矿井提升设备的设计	155
结束语		169
参考文献		171

緒 論

地下采掘的煤或矿石必須經過一系列的運輸工作才能運到地面上來。礦井提升是在井筒內進行的運輸工作，是礦井運輸中的主要環節。礦井提升設備的用途是沿井筒將井下開采的煤或矿石提到地面上來、向井下運送材料、升降工作人員及機器設備、將矸石提到地面。在礦井生產過程中，提升設備一旦發生事故會使全礦生產停頓，甚至造成重大的人身事故。為了保證生產和人員安全，礦井提升設備的運轉必須安全可靠。此外，提升設備每年要消耗很多的電能，在個別情況下提升的電耗可達礦井總用電量的30~40%，因此，提升設備應當經濟地運轉，以便降低煤或矿石的成本。

黨的八大二次會議制訂了“鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社會主義”的總路綫，力爭在最短時期內將我國建成一個具有現代工業、現代農業、高度文化水平的社會主義強國。在偉大的社會主義建設中，我國的采礦工業獲得了巨大發展，特別是在大躍進的1958年，我國煤產量由1957年的1億3千萬噸一躍為2億7千萬噸，大大超過英國的煤產量；鐵礦產量也激增到1億噸。在完成這一艱巨任務過程中，礦井提升設備起了極重要的作用，因為生產礦井產量的提高在很大程度上取決於現有提升設備的提升能力。在新礦的建設時期，提升設備的能力，對如何縮短建井年限也有很大影響，有時甚至起主要作用。在設計新礦井時，合理地決定提升系統，對保證設計產量及經濟安全地運輸起很大作用，是設計中的主要問題之一。總之，礦井提升設備在很大程度上決定著一個礦井生產的多快好省。

礦井提升的特點是在較短的距离內以很大的速度來回運行。我國煤礦的平均開采深度為200米左右，最深達700米，有色金屬礦平均開采深度為200~800米，最深達500米。國外最深的礦井在1500米以上。我國提升機提升速度最大達20米/秒或更大，如開灤唐山礦3號井提升機之最大速度為20米/秒，撫順龍鳳摩擦提升機原設計最大速度為23米/秒。為了使罐籠能準確而安全地運轉，提升機具有性能良好的控制設備及保護裝置。提升機尺寸很大，我國使用的提升機圓筒形筒直徑為2.0~6.0米，變直徑提升機最大直徑達8.5米，摩擦輪直徑為7.0~7.5米。提升機重量為20~300噸或更大，大型提升機主軸重達15~20噸，減速器可達60~70噸。這些特點表明，提升設備是一個較為複雜的機械和電氣機組，是礦井中最大的固定設備。

起重機械在古代曾用於提升灌溉農田用水及建築時提升重物。後來，隨着生產力的發展，人們開始用它提升開采的煤或矿石。最初只有手搖轆轤，以後發展成畜力絞車。到19世紀由於蒸汽機的發明產生了蒸汽提升機，蒸汽提升機的出現，對當時的生產發展起過相當大的促進作用。20世紀初期由於電力及電機事業的發展，又出現了電動提升機，到目前已逐漸代替了蒸汽提升機。從這個發展過程我們可以看出，礦山生產的發展促使提升設備的發展，而提升設備的改進和提高又為礦山生產發展創造了條件，從而促

进了矿山生产的发展。

我国古代劳动人民在起重机械方面作出了卓越的贡献。早在公元前1760年左右就发明了桔槔，公元前1100年左右发明了轆轤，而轆轤实为现代提升机的始祖。但是由于几千年的封建统治，特别是近百年来又沦为半殖民地的地位，我们的生产没有得到很好的发展，因而科学文化也随着落后了。先人的伟大发明和创造也未能得到应有的改进和发展。

解放前我国重工业和机械制造业的基础很薄弱，因此各矿所用的提升机大多数是外国的。这些提升机除个别者外一般全较陈旧，安全设备较差，设备利用率低。解放十年来在党的领导下，我国机械制造业获得了巨大发展，同时矿山机械制造业也获得很大发展，在抚顺、洛阳等地建成许多矿山机械厂。目前洛阳矿山机械厂和抚顺等重型机厂，不但可以制造中小型提升机，并且能制造现代化大型提升机。1956年抚顺重型机厂制成第一台 $2 \times 4 \times 1.7$ 型现代化大型提升机。洛阳矿山机械厂在1958年大跃进中制成性能更完善的 $2 \times 4 \times 1.8$ 型提升机，并且制成我国第一台直径2米4绳DJ 2×4 型多绳摩擦提升机，对我国今后推广这种矿井提升新技术创造了有利条件。此外，对旧有提升机进

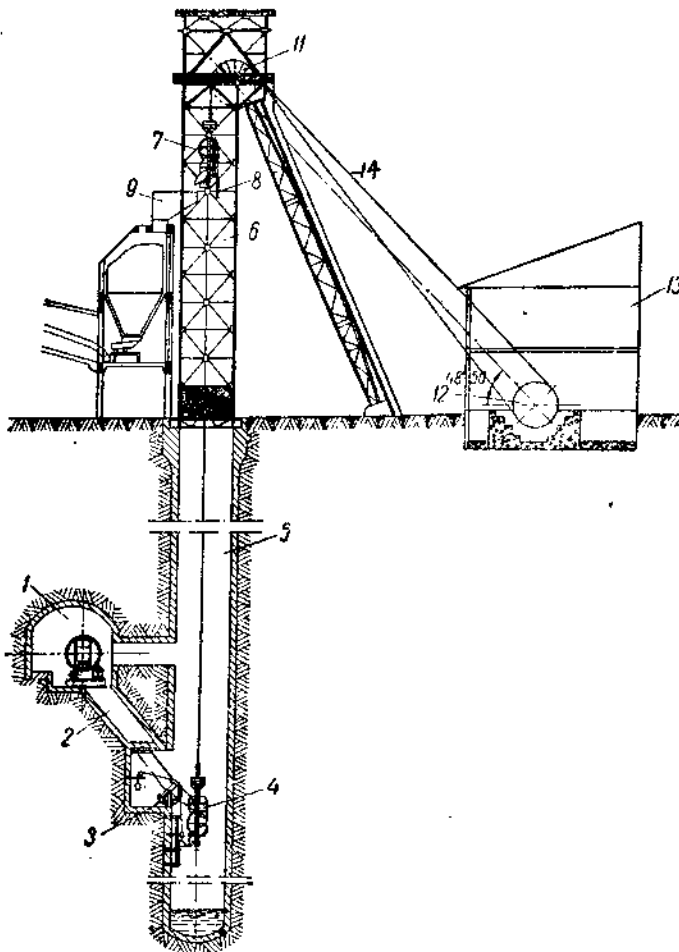


图1 竖井箕斗提升设备示意图

行了改进，增加安全设备，并制订安全操作规程，提高了设备利用率及运转安全性。特别是在1958年大跃进中，各矿的提升能力提高很多，有些矿井提升能力几乎提高一倍。这对保证煤炭工业超额完成1958年年产量起了很大作用。1958年由于贯彻了土洋并举两条腿走路方针，使小煤窑和小型金属矿山获得巨大发展。为了解决小土群矿井的提升问题，创造了许多简易提升方法和提升机。这些设备在当时起了很大作用，但今后应进一步改进和提高。最后应指出，苏联在发展我国矿井提升设备制造和提高设备安全运转方面给予我们巨大的无私援助。

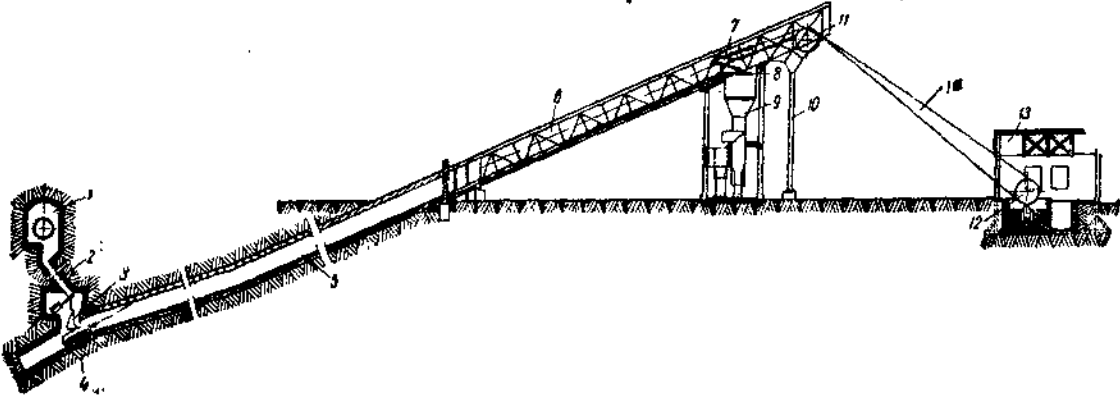


图 2 斜井箕斗提升设备示意图

矿井提升设备是由提升容器、提升钢丝绳、提升机（又称提升绞车，卷扬机）、井架和天轮，以及装卸附属装置组成。

图 1 及 2 为竖井及斜井箕斗提升设备示意图。工作面采下的煤或矿石运到井底车场的翻笼洞室 1，经翻笼而卸到煤仓（矿仓）2 内，经装载闸门 3 而装入位于井底的箕斗 4 中，此时另一箕斗 7 位于井架 6 内卸载曲轨 8 中。提升钢丝绳 14 一端与箕斗 4 和 7 连接，另一端绕过头架上天轮 11 而引入提升机房 13 并固定在提升机 12 上。开动提升机，箕斗即在井筒 5 中上下运动，箕斗 4 进入卸载曲轨 8 而进行卸载，将煤或矿石卸到井口煤仓（矿仓）9 中，而箕斗 7 到井下进行装载。如此，箕斗往复进行提升工作。

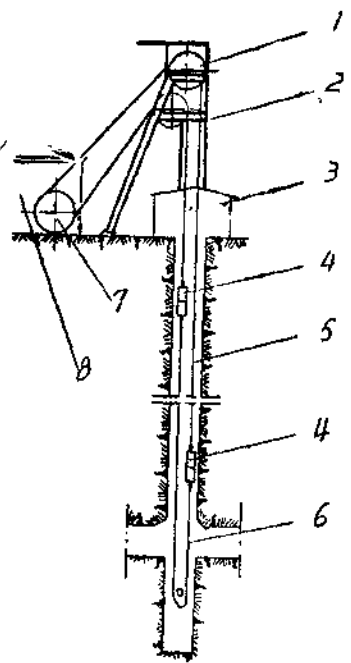


图 3 普通绕绳提升设备示意图
1—天轮；2—井架；3—井口房；
4—双层普通绳；5—提升钢丝绳；
6—尾绳；7—提升机；8—提升机房。

图 3 表示普通绕绳提升设备。

矿井提升设备的分类

1. 按用途：

- 主井提升设备——专门提升煤或矿石的设备；
- 副井提升设备——提升矿石、升降人员、下放材料及设备的设备。

2. 按井筒角度：

竖井提升设备；

斜井提升設備。

3. 按絞筒类型:

等直径絞筒提升設備;

变直径絞筒提升設備;

摩擦輪提升設備。

4. 按拖动装置:

电动提升設備 { 交流电动机拖动的提升設備 (简称交流提升設備);
直流电动机拖动的提升設備 (简称直流提升設備);

蒸汽提升設備——蒸汽机拖动的提升設備。

5. 按提升的平衡:

不平衡提升設備;

靜力平衡提升設備;

动力平衡提升設備。

G. 按容器:

罐籠提升設備;

箕斗提升設備。

第一章 提升容器

提升容器按构造可分为：罐籠、箕斗、箕斗-罐籠混合容器、矿車和吊桶五种。

由于井筒傾角不同，罐籠和箕斗分为豎井用的与斜井用的两种。根据卸矿方法的不同，豎井罐籠分为普通罐籠和翻轉罐籠；豎井箕斗分为底卸式、側卸式和翻轉式；斜井箕斗分为翻轉式和后壁卸載式两种。

矿車仅用于斜井提升。吊桶主要用于开凿豎井和井筒延深时。

普通罐籠和翻轉罐籠可用于提升煤或矿石，也可用于升降人員，下放材料、设备及提升矿石。因之，罐籠可以用于主井提升及副井提升。箕斗只能用于提升煤或矿石，因此，仅用于产量較大的矿井之主井提升。

在我国豎井中广泛使用的为普通罐籠和翻轉式、底卸式箕斗。斜井中使用矿車和斜井箕斗。箕斗罐籠混合容器仅用于豎井，但因有自重較大、需井架較高等缺点，故在我国沒有得到发展，国外一些矿井有应用者〔18〕^①。

第一节 罐 籠

一、普通罐籠

根据罐籠內可容纳矿車数目分，有一車、二車及多車的罐籠。按层数分，有单层（图1-1及1-2）、双层及多层罐籠。如果每层装载矿車二輛以上时，其排列方式有橫列及縱列之分。前者矿車出入快，但需較多装罐工，且井底及井口車場庞大；后者則恰相反。多层罐籠的优点是不增加井筒断面而提高提升生产力，其缺点是当采用单层車場时装卸手續复杂且時間长，或必須建筑两层或多层井底和井口車場，此外也不便于运送长材料。开灤等大型矿山旧有提升設備多用三层或四层罐籠。解放后設計的矿井很少使用多层罐籠，只有大型矿井为了縮短升降人員的时间或副井提升工作量很大时才采用双层罐籠。

如图1-1及1-2所示，罐籠为由槽鋼或角鋼鑄接或焊接的金屬結構，其兩側包有帶孔之鋼板（图中未画出），兩端有罐門II（7）。罐底17（1）敷設有鋼軌6或角鋼，以供推入矿車之用。頂部有可开启的罐盖9（6），以供在罐籠中运送长材料。利用連接装置將罐籠与鋼絲繩結合起来。它由主杆13（8）、桃形环15（9）、繩卡16（11）和二根（或四根）保險鏈14（10）組成。桃形环应制成不对称形状，以便使所有負荷均由鋼絲繩之工作端承受。繩之尾端繞过桃形环后，用5~8个繩卡固定在鋼絲繩的工作端，繩卡彼此相距200~300毫米。除上述連接方法外，在我国还采用承窝式（灌鉛式）連接装置（如图1-3a所示）。而在本溪及北票等矿还使用一种較完善的楔形連接装置（图1-3b）。

罐籠連接装置各原件的安全系数，在提升人員时不应小于其最大靜荷重的13倍；提物料时，不应小于10倍。

① 括弧內数字系書后参考文献的编号。

当罐籠在井筒内移动时，利用罐道来导向。罐道有金屬、木質、鋼繩三种。在我国，升降人員的罐籠多用木罐道，箕斗多用金屬的，另外木罐道多用于浅井。繩罐道在我国使用的不多。罐籠利用罐耳 8 (图 1-1) 沿罐道移动。罐耳的位置与井筒内罐道布置方式有关。

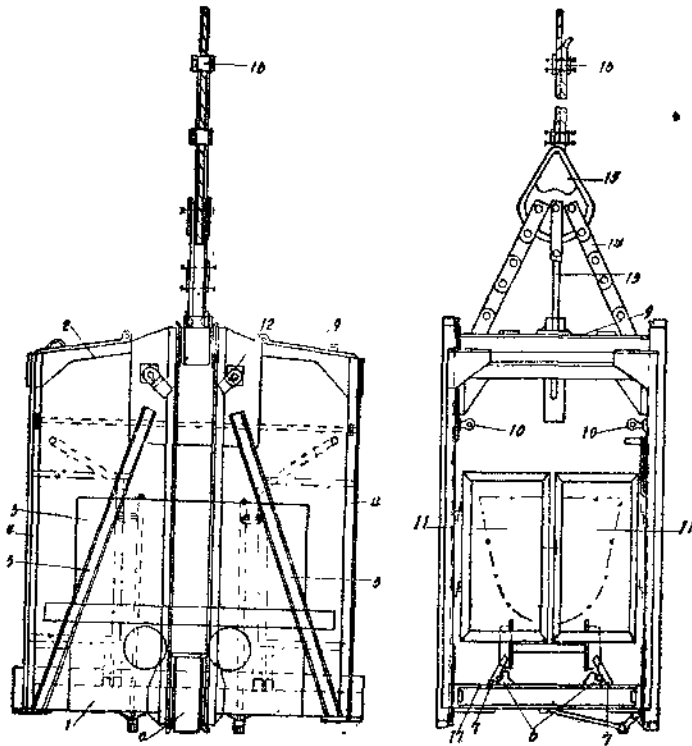


图 1-1 金屬矿用单层普通罐籠

1—下水平梁；2—上水平梁；3—矿車；4—垂直柱；5—斜柱；6—軌道；7—罐挡；
8—罐耳；9—罐蓋；10—扶手；11—罐門；12—断繩保險器；13—主杆；14—保險鏈；
15—桃形环；16—繩卡；17—罐底。

图1-4a及1-4b分別表示金屬罐道和木罐道用罐耳的构造。

近十余年来，在国外对于木及金屬罐道已使用罐輪代替罐耳〔3,14〕。这一种橡皮輪的罐輪的构造如图1-5所示。

图中 1 为橡皮輪，每三个橡皮輪組成一罐輪，安装在罐籠的頂部 2 上。由于三个罐輪的互相配合，而紧夹着木罐道 3。

当罐籠上下移动时，罐輪在木罐道 3 上亦隨之而轉动。采用此种罐輪，可使罐輪与罐道間的滑动摩擦改变为滚动摩擦，因此增加罐道的寿命。此外罐籠的震动与搖摆，几乎完全可以消除〔15〕。

矿車在罐籠中用特制的罐挡（車挡）固定住。罐挡的种类和型式很多，一般可分为手动的和自动的。目前我国还没有定型設計。图 1-6 所示，为煤矿設計院設計的普通罐籠之自动罐挡。它利用两个制动器 1 卡在矿車底部的挡板 2 上而将矿車固定。在罐籠卸載地点，偏向杆 3 压在罐挡启閉器的支杆上（启閉器与罐座联动），則頂起 3 而轉动軸 4。通过杠杆机构軸 4 轉动軸 5，軸 5 上安有可动軸套 6，而軸套与制动器連接。因而

軸 5 轉動時使制動器倒向一側而打開罐擋。當將礦車推進罐籠時則將罐中的原有礦車撞出。被撞出的礦車碰擊罐擋啟閉器機構，則使偏向杆 3 與支杆脫開。軸 4 在重錘 7 的作用下而轉動，使制動器 1 抬起。進入罐籠的礦車，用其擋板 2 將礦車進罐方向的后制動器壓下。當礦車擋板走過后，后制動器由制動器內部的彈簧而抬起，而將礦車卡住。彈簧 8 是用來吸收進入的礦車與制動器撞沖時的振動。

自動罐擋構造複雜，安裝和維護要求較高，工作還不能十分可靠，且自重較大，故目前使用者不多。已使用的也多備有輔助手動罐擋（見圖 1-2 中的 3）。但其具有裝罐時節省時間及人力的優點，故應在不斷改進下，逐步推廣。

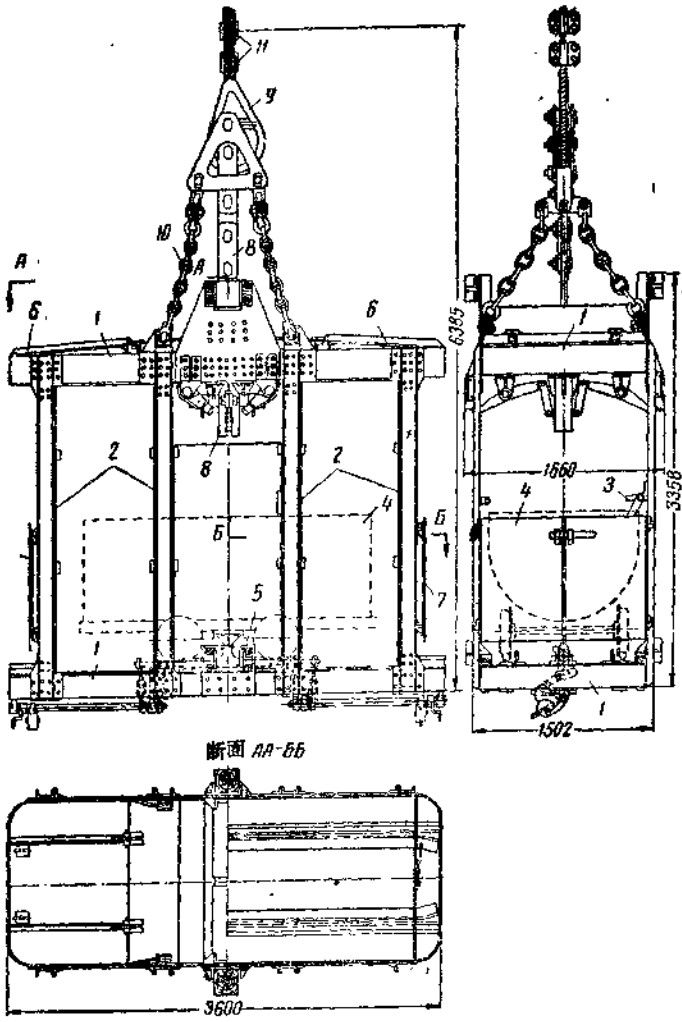


圖 1-2 煤礦用單層普通罐籠

- 1—水平梁； 2—垂直柱； 3—手動罐擋； 4—礦車； 5—自動罐擋； 6—罐蓋；
7—罐門； 8—主杆； 9—桃形環； 10—保險繩； 11—繩卡。

圖 1-7 所示，為用制動鉤作罐擋的。在要推出礦車時，用鐵鉤將制動鉤拉起即可。保安規程規定每個罐籠都應安裝斷繩保險器，其功用是：當鋼絲繩或連接裝置斷裂

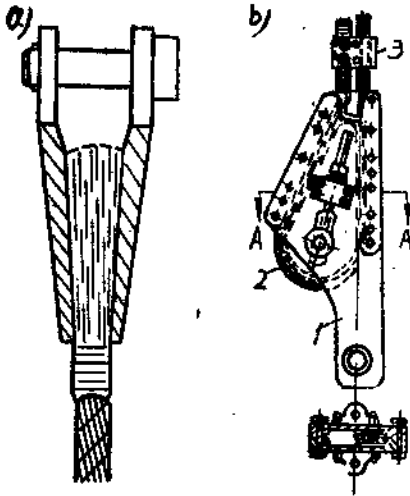


图 1-3 连接装置
a-承窝式； b-楔形。

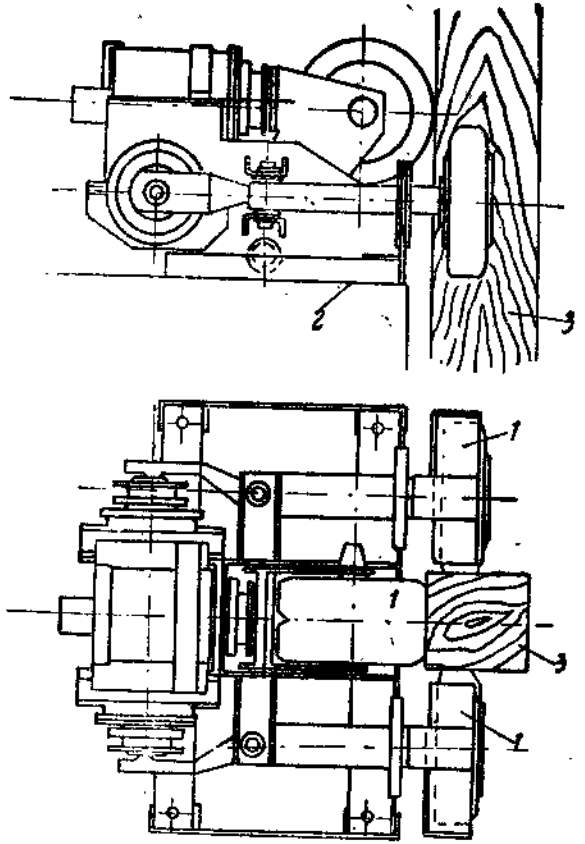


图 1-5 橡皮輪罐輪
1-橡皮輪； 2-罐頂部； 3-木罐道。

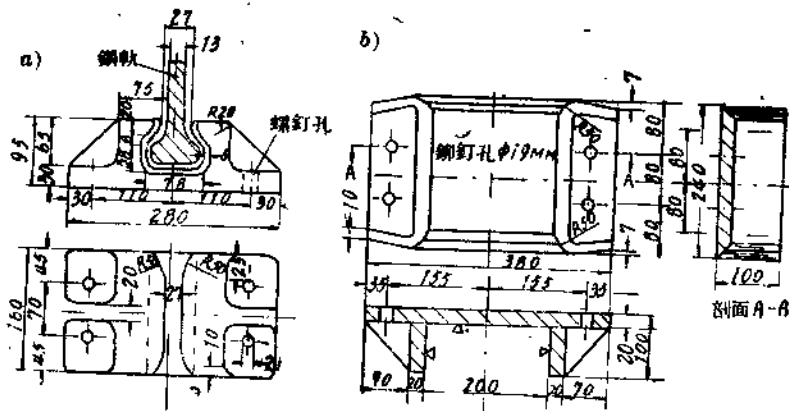


图 1-4 罐耳
a-金屬罐道用； b-木罐道用。

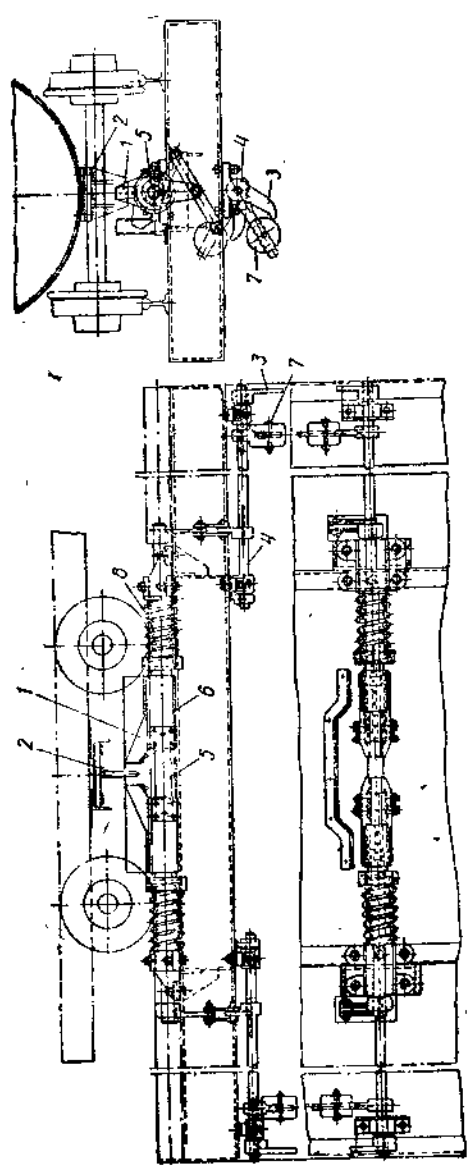


图 1-6 自动罐塔
 1—制器；2—指板；3—偏向杆；4、5—轴；6—可动轴套；7—重锤；8—缓冲装置。

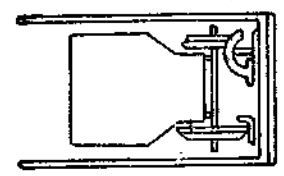


图 1-7 制罐筒

时，可使罐籠停在罐道上，以保證罐內人員的安全。斷繩保險器的構造與罐道種類有關，各國使用的斷繩保險器工作原理及主要結構基本相同。

我國使用的木罐道斷繩保險器如圖 1-8 所示。當鋼絲繩斷裂時，彈簧 2 伸張使橫梁 4 下移，經過短臂 5、連杆 6、軸 7、杠杆 8 而使抓爪 10 繞小軸 9 向上轉動。轉動到最終位置時抓爪刺入木罐道中。利用抓爪切齒和木罐道間的阻力使罐籠得到制動而停在罐道上。此種斷繩保險器的作用力及可靠性受到木質腐朽及磨損的影響，並且抓爪作用過的那段罐道必須進行更換。

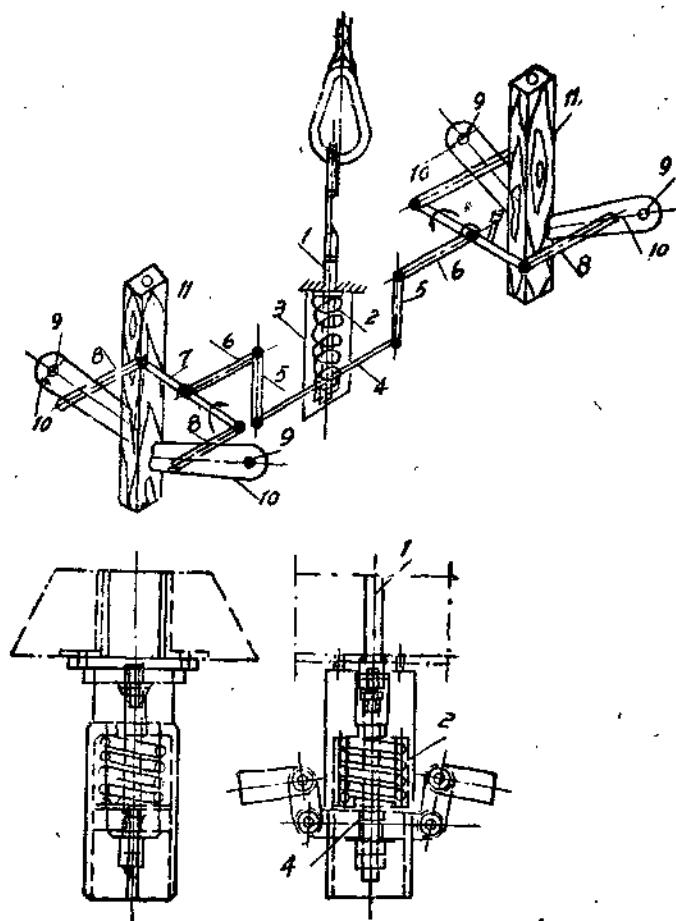


圖 1-8 木罐道用斷繩保險器

1—連接主杆； 2—彈簧； 3—圓筒； 4—橫梁； 5—短臂； 6—連杆； 7—軸； 8—杠杆；
9—小軸； 10—抓爪； 11—木罐道。

金屬罐道斷繩保險器是依靠偏心凸塊與金屬罐道間摩擦力來制動的。由於凸塊與罐道的磨損及罐道的情況對摩擦力影響很大，故工作不甚可靠。目前尚沒有一種完善的金屬罐道用斷繩保險器。

蘇聯設計製造一種帶有制動鋼絲繩的 ИТК 型斷繩保險器。這種斷繩保險器工作較可靠，可用於金屬罐道或木罐道。

图1-9为 HTK 型断绳保险器，采用此种保险器时罐笼沿着金属或木轨道运动，而断绳保险器用滑套7沿两根制动钢丝绳17滑动。当钢丝绳16断裂时，弹簧4伸张，向下推动主杆2，通过横梁12及短臂11而转动杠杆10，因而13将制动楔子9抬起，夹住制动绳17。罐笼继续下落，弹簧4又被压缩，在罐笼重力及惯性力作用下，通过主杆2及杠杆系统使楔子更夹紧制动绳，遂使罐笼牢牢停在两根制动绳上。

为了保证罐笼的安全制动（即使减速度不致过大），在井架天轮平台上装有钢丝绳缓冲器（图1-10）。制动绳1用连接器2与缓冲绳3相接。缓冲绳的另一端穿过缓冲器4置于井架一边。为了使缓冲绳不致自缓冲器中脱出，此端需用巴比特合金镶成圆锥形。缓冲器内有两个小圆轴5及一个圆头螺杆6，缓冲绳3即在此处受到弯曲。圆头螺杆6安在螺帽7中。调节螺杆6就可以改变缓冲绳3的弯曲度，也就是调节了缓冲力的大小。一般缓冲绳多用 $6 \times 19 + 1 - 43.5 - 150$ 的钢丝绳，长度为15~40米。

此种断绳保险器相当可靠，但因多用四根长度与井深大致相同的钢丝绳故投资增加，且井架结构需加强。我国辽源西安煤矿，鹤岗新一矿、兴安台矿，东北某矿等都采用此种断绳保险器。

断绳保险器在6个月内至少试验一次。必须指出，断绳保险器能否正常工作，不仅决定于正确的设计，而且还与安装的正确及经常的维护有关。

在大跃进中，我国各地许多小型矿山采用了各式各样的土罐笼，这种土罐笼优点是：构造简单，投资少，制作容易，全部为木结构（形式与金属罐笼相似），可就地取材，所以特别适用于县社办的矿山。

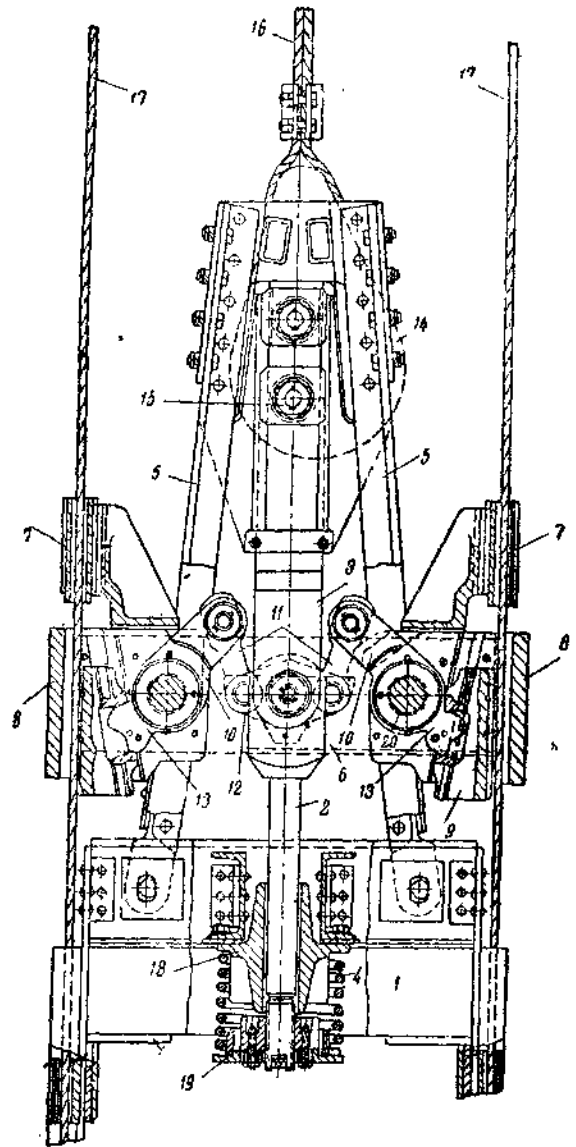


图1-9 HTK型断绳保险器

- 1—绳顶；2—主杆；3—连接器；4—弹簧；5—保险吊杆；6—钳楔制动器；它由滑套7；制动套8；制动楔9；杠杆10；短臂11；横梁12；杠杆13组成；14—桃形环；15—销子；16—提升钢丝绳；17—制动钢丝绳；18—导向轴套；19—圆盘；20—小轴。