

保存本

高等学校教学用书

矿井提升设备

[矿山机电专业用]

北京矿业学院矿山提升运输教研组编

只限学校内部使用



中国工业出版社

高等学校教学用书



矿井提升设备

(矿山机电专业用)

北京矿业学院矿山提升运输教研组编

中国工业出版社

本书叙述矿井提升设备各个组成部分的构造，性能；并通过矿井提升理论的探讨，阐述了合理选择和计算提升设备的方法。同时研究了提升设备各种电气控制方法及电气设备的选择等，在矿井提升机一章内，对制动器的理论及合理设计作了简略的叙述。

本书是矿业学院机电专业适用的教材，也可作为其他专业教学参考书。

矿井提升设备

[矿山机电专业用]

北京矿业学院矿山提升运输教研组编

*

煤炭工业部书刊编辑室编辑(北京东长安街煤炭工业部大楼)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张19·插页4·字数384,000

1961年9月北京第一版·1962年3月北京第二次印刷

印数1,138—2,197·定价(10-6)2.35元

*

统一书号: K15165·859(煤炭-38)

目 录

緒 論.....	5	第七章 等直径提升設備动力学.....	131
第一章 提升容器.....	9	第一节 矿井提升設備的普遍动力	
第一节 罐籠.....	9	方程式.....	131
第二节 箕斗.....	26	第二节 等直径矿井提升設備的动力	
第三节 各种提升容器的比較及		方程式.....	134
使用范围.....	38	第三节 等直径矿井提升設備	
第四节 一次合理提升量的決定及容器		靜力学.....	135
規格的选择.....	39	第四节 变位質量的計算.....	141
第二章 提升鋼絲繩.....	44	第五节 普通罐籠提升动力学.....	144
第一节 提升鋼絲繩的构造、种类及其		第六节 非翻轉式箕斗提升动力学.....	147
应用范围.....	44	第七节 翻轉式容器提升动力学.....	148
第二节 提升鋼絲繩中产生的应力.....	51	第八节 加速阶段拖动力为常数时提升	
第三节 提升鋼絲繩的計算及选择.....	54	系統的运动規律.....	150
第四节 提升鋼絲繩的試驗、检查和		第九节 平衡鉞单容器提升的	
维护.....	60	动力学特点.....	156
第三章 矿井提升机.....	61	第十节 下放貨載时的动力学.....	158
第一节 圓筒形絞筒提升机.....	61	第八章 矿井提升机的拖动及計算.....	159
第二节 矿井提升机制动裝置.....	79	第一节 交流感应电动机的拖动.....	159
第三节 提升系統的平衡原理.....	95	第二节 直流提升电动机的拖动.....	166
第四节 变直径絞筒提升机.....	97	第三节 提升电动机容量的計算和	
第五节 摩擦提升机.....	99	选择.....	167
第六节 圓筒形絞筒提升机主要尺寸的		第四节 根据动力系数計算提升	
計算及选择.....	102	电动机的容量.....	171
第四章 天輪和井架.....	106	第五节 提升机各种拖动裝置的性能	
第一节 天輪.....	106	比較及使用范围.....	177
第二节 井架.....	110	第九章 矿井提升設備的設計計算.....	179
第五章 提升机与井筒的相对位置.....	112	第一节 設計提升設備时应采取的	
第一节 提升机安装地点的选择及井筒		主要原則.....	179
相对位置的計算.....	112	第二节 确定交流拖动提升設備的	
第二节 在一个井筒中有两套提升設備时		最有利运轉方式.....	183
提升机与井筒的相对位置.....	118	第三节 平衡提升系統及不平衡提升	
第六章 等直径提升設備的运动学.....	119	系統的应用范围.....	187
第一节 一次提升時間的确定.....	119	第四节 普通罐籠提升設備的設計	
第二节 普通罐籠提升的运动学.....	120	計算.....	188
第三节 非翻轉式箕斗提升运动学.....	126	第五节 非翻轉式箕斗提升設備的	
第四节 翻轉容器提升运动学.....	129	設計計算.....	191
		第六节 翻轉式箕斗和翻轉式罐籠提	

升設備的設計計算特点·····194	接綫圖·····253
第七节 直流电动机拖动提升設備	第六节 具有电动发电机组直流提升
設計特点·····194	电动机的控制·····257
第八节 具有电动发电变流机组直流拖	第七节 具有电机放大器的电动发电
动系統各电机容量及电能消	机组直流提升电动机的控
耗設備效率的計算·····203	制接綫圖·····260
第十章 斜井提升·····206	第十三章 感应电动机拖动的提升
第一节 斜井提升的运动学·····208	設備主要电气控制装
第二节 斜井提升的动力学·····213	置的計算和选择·····264
第三节 斜井提升設備的計算特点·····221	第一节 轉子电阻的計算和选择·····264
第十一章 摩擦提升設備的計算特点··223	第二节 提升設備其他各种电气設備的
第一节 摩擦提升不打滑的条件·····223	选择·····280
第二节 防滑安全系数的驗算·····224	第三节 动力制动发电机的計算·····283
第三节 多繩摩擦提升設計中的	第十四章 检测及保护装置·····286
一些問題·····228	第一节 操縱平台·····286
第十二章 矿井提升机的控制·····231	第二节 深度指示器·····289
第一节 感应电动机的運轉方式·····231	第三节 限速器·····290
第二节 感应电动机拖动的提升机	第四节 速度表·····302
自动化原理·····234	第五节 終点开关·····303
第三节 具有标准ΠIX型轉子控制盘的	第十五章 提升机房的布置及設備
感应电动机半自动控制接綫	安装運轉与維護·····305
圖·····241	第一节 提升机房的布置及提升机的
第四节 动力制动在提升机控制中的	安装·····305
应用·····246	第二节 鋼絲繩的纏繞及与提升容器
第五节 交流拖动提升机自动化控制	的挂装·····307
	第三节 矿井提升設備的運轉及維護··310

緒 論

在党的鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义总路綫的光輝照耀下，煤炭工业，同其他工业一样，获得了巨大的发展。經過三年的連續跃进，在1960年煤产量已从1957年占世界第五位上升到第二位。

矿井提升是采煤过程中重要的一环。从地下采出的煤炭必須依靠提升設備运送至地面，同时，矸石的提升，人員的升降，材料設備的輸送都要通过矿井提升設備来实现。由此可見，矿井提升即井筒中的运输工作，是全矿运输系统中的重要环节。因此，在矿井生产过程中，要求提升設備能够高度地可靠安全地运转，这是因为如果提升設備发生事故，不仅使全矿生产陷于停顿，而且有可能造成人身事故，此外，提升設備的耗电量甚大，在某些情况下，可达矿井总耗电量的30~40%。因此在設計新井的提升設備时，应結合矿井的实际条件做出最經濟最合理的設計方案。在矿井建設时期，力求提高凿井提升設備的能力，以縮短建井年限，在矿井的生产时期，如前所述，除了保証提升設備安全、經濟、可靠的运转之外，还要提高现有提升設備的能力，正确进行检修维护工作以提高設備的利用率和服务年限。这一切，都需要掌握矿井提升理論和提升設備的构造和性能。

早在公元前1700年左右，我們的祖先就发明了杠杆和轆轤，用以提升重物和引水灌溉，轆轤即为现代提升机的始祖。后来，随着生产力的发展，逐渐以畜力代替手搖轆轤来提升所开采的矿物。这是我国古代劳动人民在起重机械方面的巨大贡献。到十九世紀，因为发明了蒸气机，所以畜力提升逐渐为蒸气絞車所代替。二十世紀初，电力获得了巨大发展，电力提升机又代替了蒸气提升机。

解放前，我国采矿工业十分落后，机械制造工业的基础也很薄弱，几个大型矿山都操縱在帝国主义和官僚资产阶級手中，矿工不仅生活相当贫困，同时因为没有安全設備，生命也沒有任何保障。解放后，在党的英明领导下，随着煤矿工业的恢复发展，在矿井提升方面，制定了安全操作規程。对旧有的提升設備进行了改造，增添了保安設備，不仅提高了提升設備的利用率，而且保証了安全生产。与此同时，提升机械的制造也获得了很大的发展。目前我国不仅能够制造中小型的提升机械，而且成批生产了大型提升机械。

目前国内各矿采用的矿井提升設備，主要是非連續性的提升机械。这种設備的特点是需經常的起动的停止，并且要以較高的速度，安全准确地不太长的距离中往返运行，这就必須要有复杂的操縱控制設備以及自动保护装置。因此矿井提升設備是矿井中較为复杂的大型固定設備之一。

采用連續提升，可以大为簡化操縱控制系統和进一步提高提升能力。目前許多国家正在进行这方面的研究試制工作。并且已經取得初步成果。

矿井提升設備是由提升容器、提升鋼絲繩、提升机(又名絞車)、井架、天輪以及裝卸載附屬設備組成。

图1及图2为豎井及斜井箕斗提升設備示意图。井下开采的煤炭或矸石通过位于井

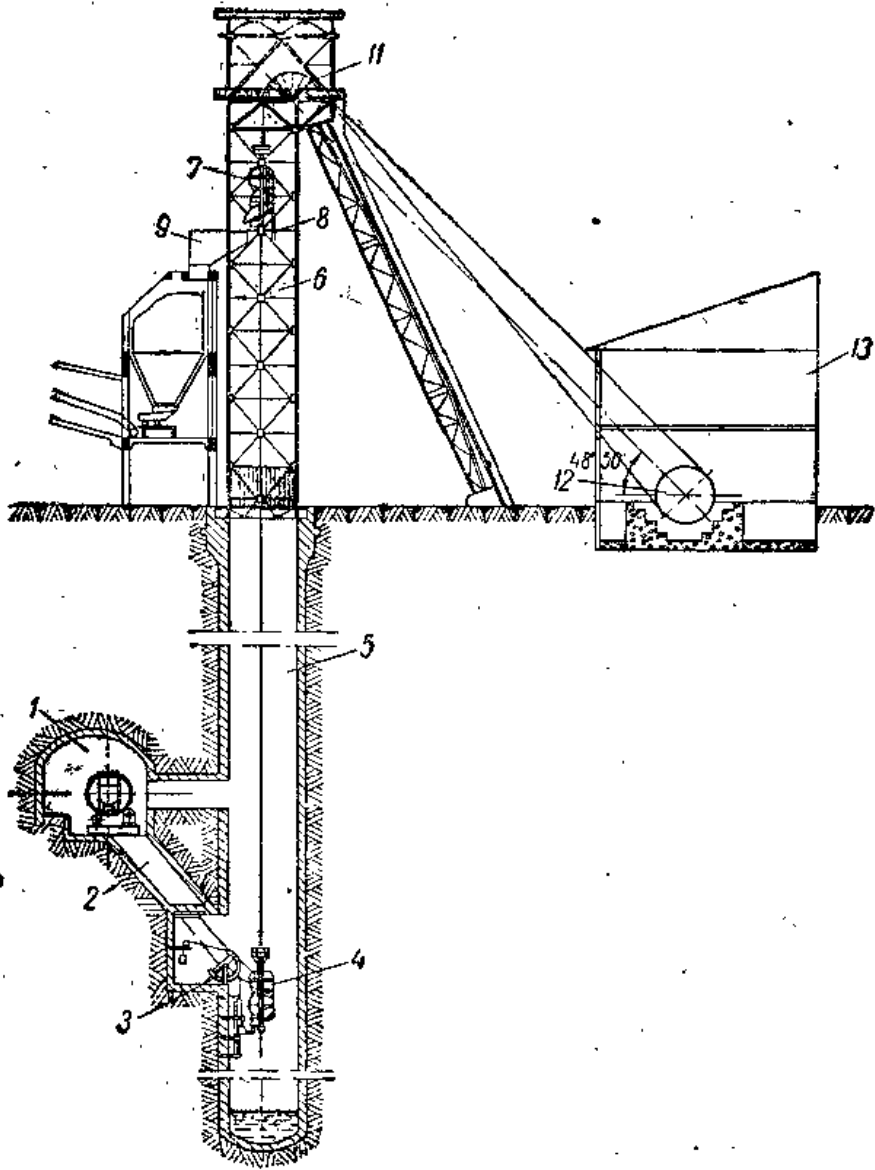


图 1 竖井箕斗提升设备示意图

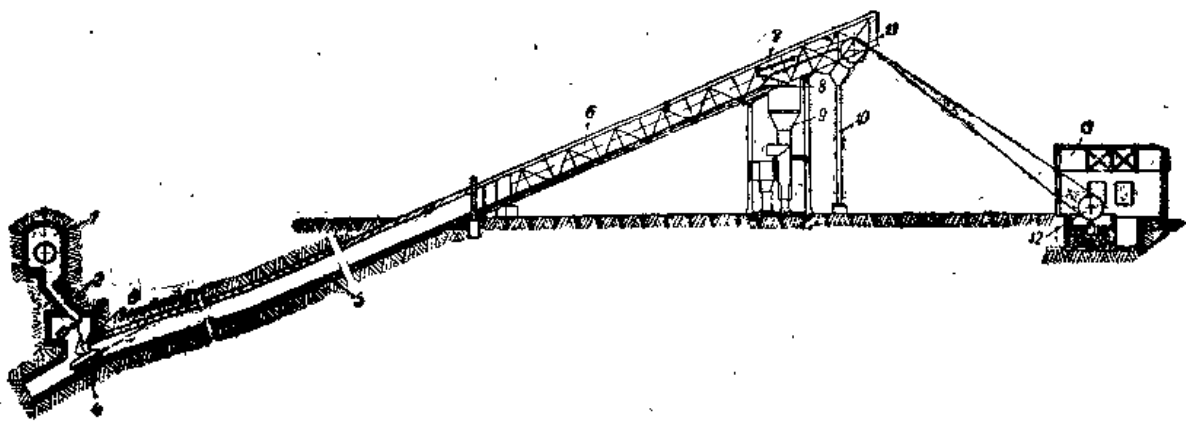


图 2 斜井箕斗提升设备示意图

底車場硯室 1 中的翻車器卸入井下煤倉（礦倉）2 內，通過裝載設備的閘門 3 可將礦物裝入停于井底的箕斗 4 中，此時另一箕斗 7 位于地面井架 6 的卸載曲軌 8 中。所卸出之煤炭或矸石可通過地面礦倉 9 運走，兩條提升的鋼絲繩 14，一端與箕斗相連，另一端則繞過井架上的天輪 11 而引入至提升機房 13，且以相反方向纏繞在提升機 12 上，啟動提升機，可將位于井底且已裝載完畢的重載箕斗 4 經井筒提至地面。同時將位于地面卸載曲軌中且已卸載完畢的空載箕斗經井筒下放至井底，如此箕斗往復進行提升工作。

圖 3 為豎井普通罐籠提升設備的示意圖。一個普通罐籠 2 位于井底車場進行裝載，另一普通罐籠則正處于地面卸載水平。提升鋼絲繩 5 一端接罐籠；另一端繞過位于井架 6 上的天輪 4 被固定在提升機 3 上，啟動提升機後，位于井底且已裝載完畢的重載罐籠經井筒 1 被提升至地面，同時位于地面卸載水平且已卸載完畢的空罐籠被下放，如此往復完成提升工作，圖中 7 為井架的斜撐。

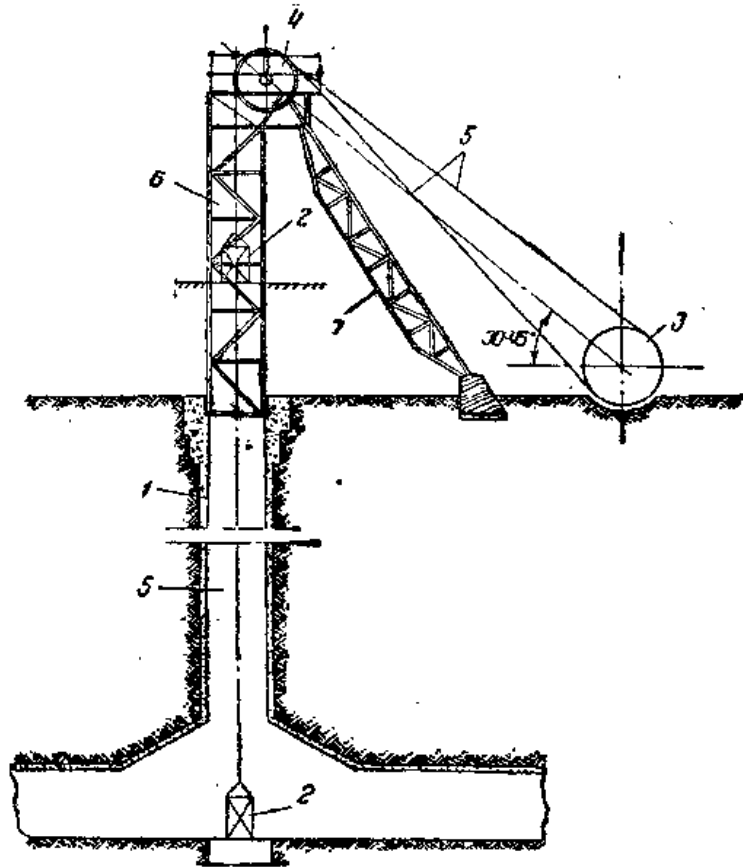


圖 3 普通罐籠提升設備示意圖

礦井提升設備按照不同情況可分成如下類別：

(一)按用途分：

主井提升設備——專門提升煤炭或矸石的設備；

副井提升設備——完成提升矸石，升降人員，運送材料、設備等輔助工作的設備。

(二)按井筒傾角分：

豎井提升設備；

斜井提升設備。

(三)按提升机絞筒的构造分:

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。

(四)按拖动裝置分:

电动机提升設備——交流电动机拖动的提升設備, 直流电动机拖动的提升設備;

蒸气提升設備。

(五)按容器分:

罐籠提升設備;

箕斗提升設備。

(六)按提升系統的平衡分:

不平衡提升設備;

平衡提升設備——靜力平衡提升設備,
動力平衡提升設備。

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。

罐籠可用来提升煤炭，也可完成运送人員，下放材料及設備，提升矸石等任务。当用于提升煤炭，矸石，下放材料时，可将矿車，矸石車，材料車直接装入罐籠內即可，当用于运送設備时，即可將設備放于罐籠中。

根据井筒傾角的不同，罐籠可分为豎井用的与斜井用的两种。根据卸矿方法的不同，豎井罐籠又可分为普通罐籠与翻轉罐籠。

箕斗只能用于提升煤炭或矸石，当利用箕斗作为提升容器时井下应設井底煤仓和裝載設備，通过該設備可将煤炭或矸石从矿車轉載至箕斗內，根据井筒傾角的不同，箕斗可分成豎井用和斜井用两种。又根据卸載方法的不同，豎井箕斗可分成非翻轉式和翻轉式两大类；而斜井箕斗則可分成翻轉式和后壁卸載式两种。

矿車只用于斜井提升，吊桶則仅用于开凿豎井和井筒延深时。

我国煤矿豎井多采用底卸式箕斗和普通罐籠。斜井多采用矿車和箕斗，而金屬矿多采用翻轉式箕斗。箕斗-罐籠混合容器仅用于豎井，但因自重大，井架高等缺点，在我国并未得到发展，国外有些矿井采用。

第一节 罐 籠

一、普通罐籠

将矿車在井口及井底車場推入罐籠內，利用人力或利用推車器进行。

根据罐籠內所容納矿車数目，可分成一車、二車及多車罐籠，如为二車以上时，則矿車在罐籠內的排列方式可分成橫列和縱列，橫列矿車出入快，但須較多裝罐人員，且井口及井底車場較庞大，縱列則恰相反，根据罐籠的层数可分成单层，双层及多层罐籠，多层罐籠的优点是在不增大井筒断面的情况下，提高生产能力但必須修建复杂的多层井口及井底車場，如果采用单层車場，則裝卸載操作复杂化，且須时甚长，我国新設計的矿井多采用单层罐籠，只有副井提升量很大，单层罐籠不能滿足要求时，才采用双层普通罐籠。但我国某些矿井旧有的提升設備，例如开灤仍采用多层罐籠。

图1-1为单层单車普通罐籠，普通罐籠是由水平梁1和垂直柱2組成的鑄接或焊接金屬結構，不論是水平梁或垂直柱，均系用槽鋼做成。在两侧并包有鋼板，罐籠頂部有中間不动但两侧可翻轉的罐盖6，以供在罐籠中运送超过罐籠高度的长材料。罐籠兩端有可在外边閉鎖的罐門。为了将矿車4推入并安置在罐籠內，罐籠底板1上敷設由角鋼或鋼軌做成的軌道。且避免提升过程中矿車在罐籠內移动，采用自动罐挡5和手动罐挡3。罐籠利用由立杆8，桃形环9，保險鏈10組成的連接裝置与鋼絲繩連接。鋼絲繩的尾端繞过桃形环后，利用5~8个彼此相距200~300毫米的繩卡11，固定在鋼絲繩的工作端。桃形环9做成不对称形状的原因，是企图使所有載荷均由鋼絲繩的工作端承受。

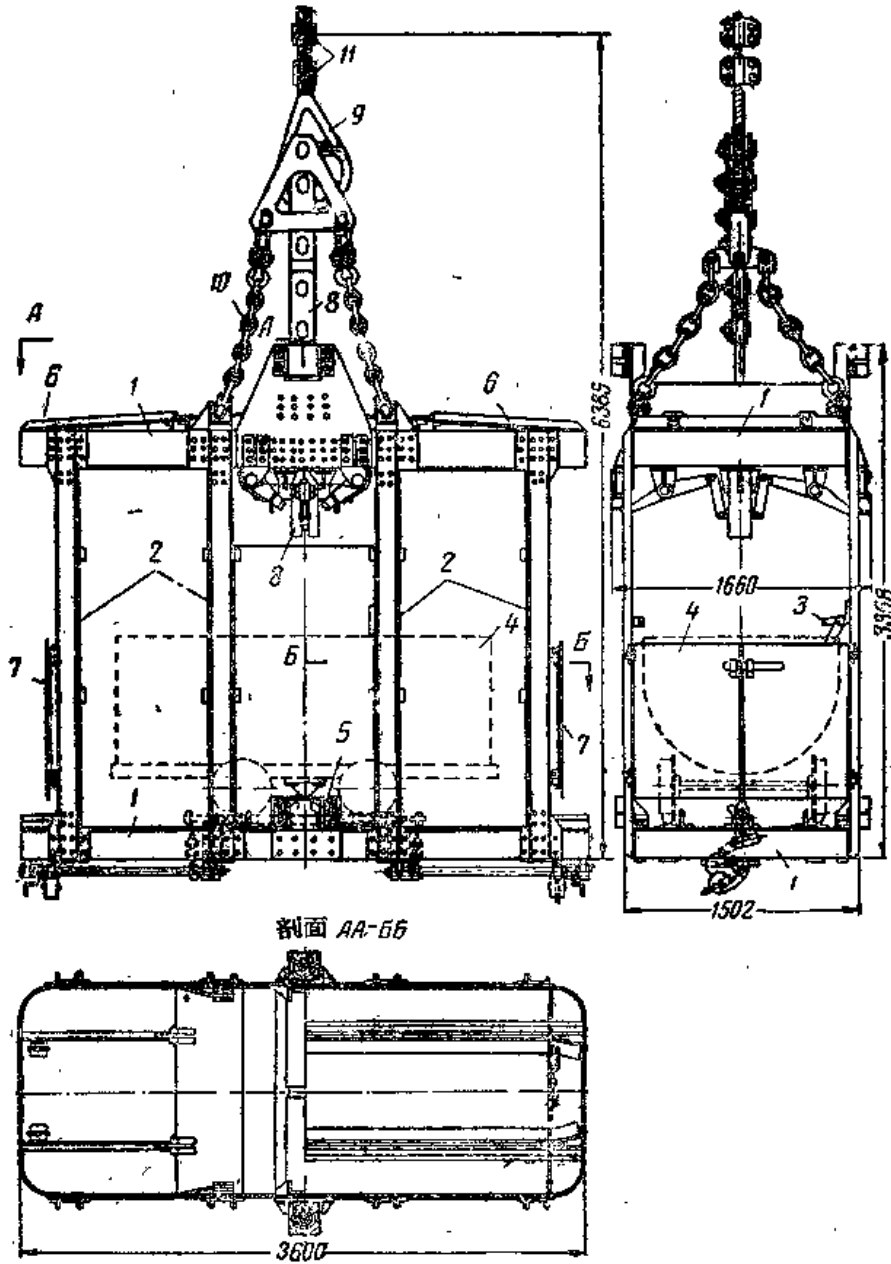


图 1-1 单层普通罐籠

图 1-2 为双层普通罐籠。

罐籠在井筒內移动时，利用罐道来导向。根据罐道材料的不同，可分为金屬、木質、鋼繩三种。我国运送人員的罐籠多采用木罐道，而箕斗多采用金屬罐道，鋼繩罐道在我国使用的不多。图 1-1 系木罐道的普通罐籠，图 1-2 系金屬罐道的普通罐籠。罐籠的罐耳沿罐道移动。图 1-3a 为金屬罐道用的罐耳。1-3b 为木罐道用罐耳。罐道与罐耳的間隙，对于金屬罐道，每边不应超过 10 毫米，对于木罐道，每边不应超过 15 毫米。最近国外已采用一种橡皮輪組成的罐輪来代替罐耳，这种新型罐輪的构造如图 1-4 所示。1 为橡皮輪，三个橡皮輪組成罐輪，由于三个橡皮輪的相对布置，适将木罐道 3 夹紧。这套設備安装在罐籠的頂部 2 上，当罐籠在井筒內移动时，罐輪即在木罐道上滚动。这种新型橡

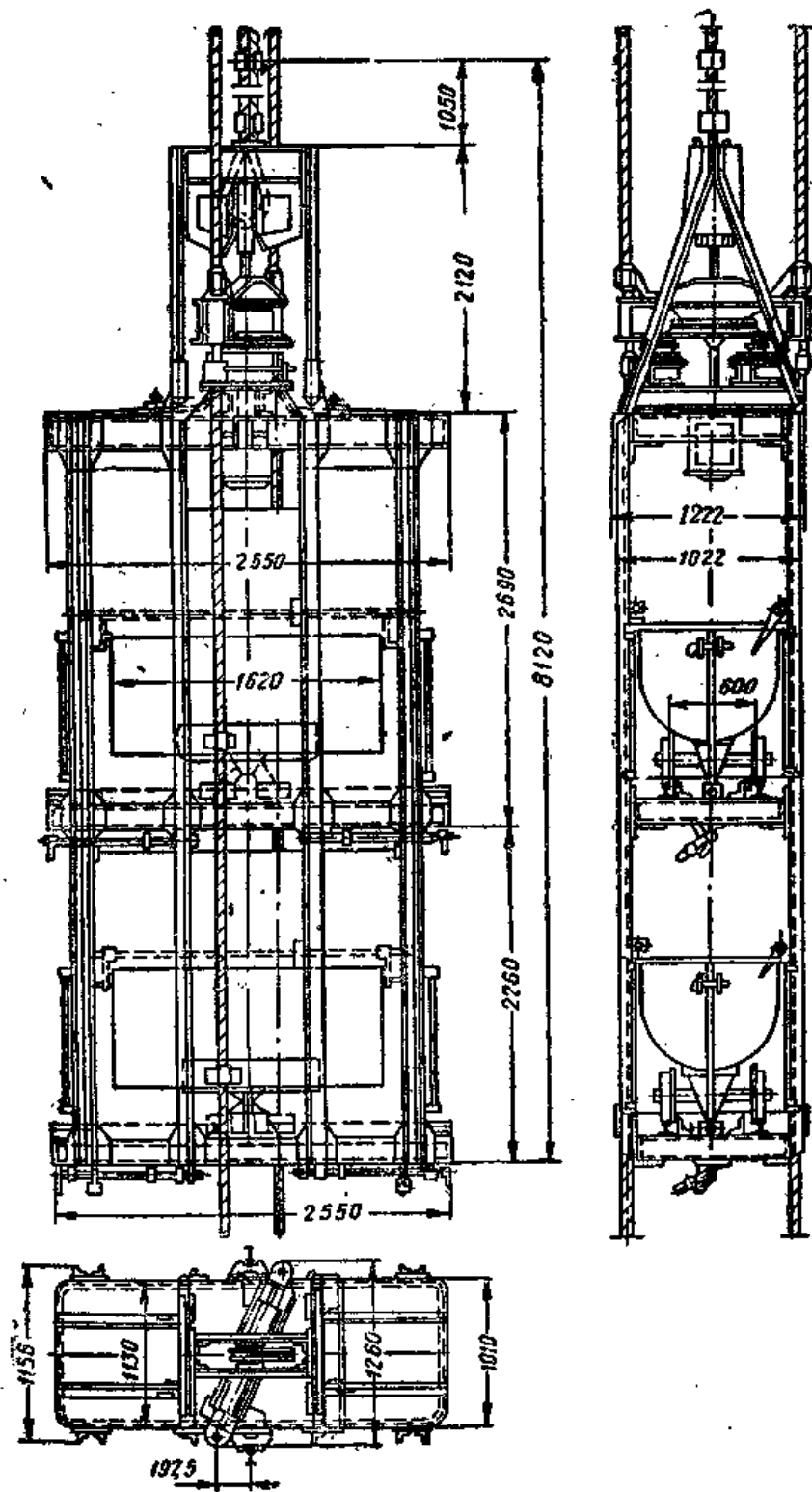


图 1-2 双层普通罐筒

皮輪組成的罐輪，可將原罐耳與罐道之間的滑動改為滾動。因此必然增長罐道壽命。此外罐籠移動時所產生的震動和搖擺，當使用這種罐輪時，幾乎完全可以消除。

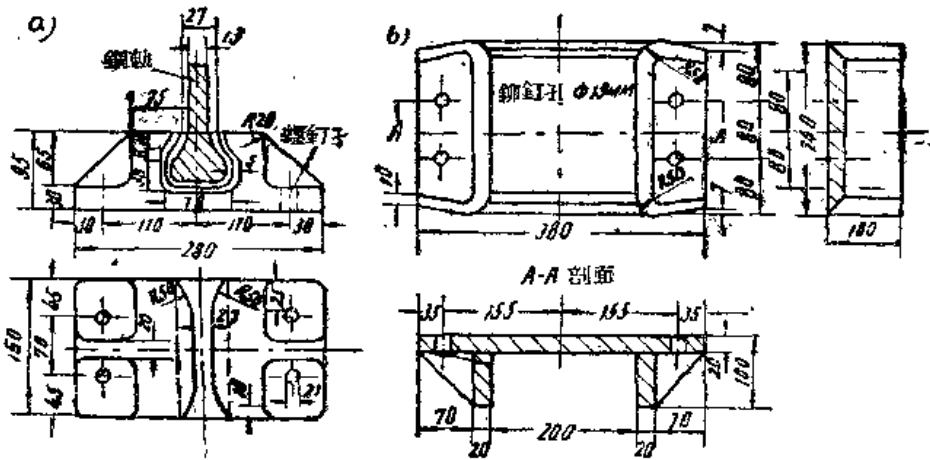


图 1-3 罐耳

a—金屬罐道用；b—木罐道用。

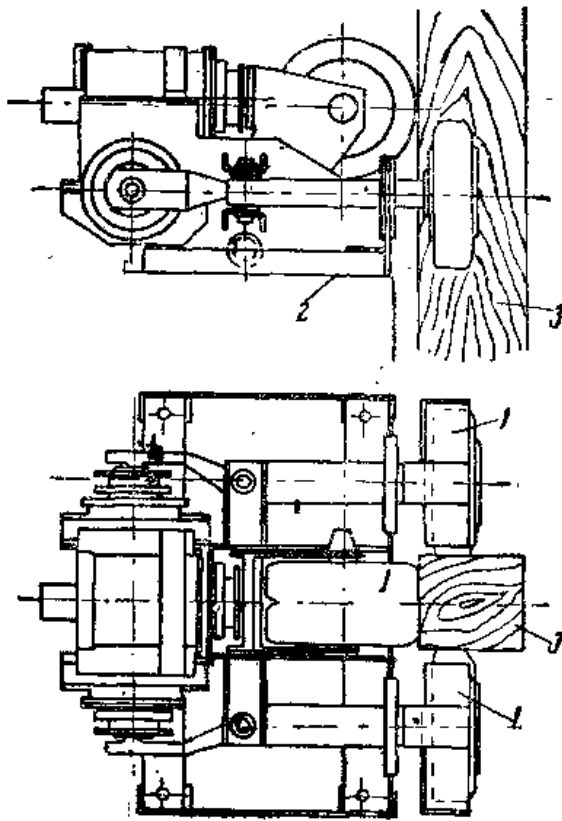


图 1-4 橡皮輪罐籠

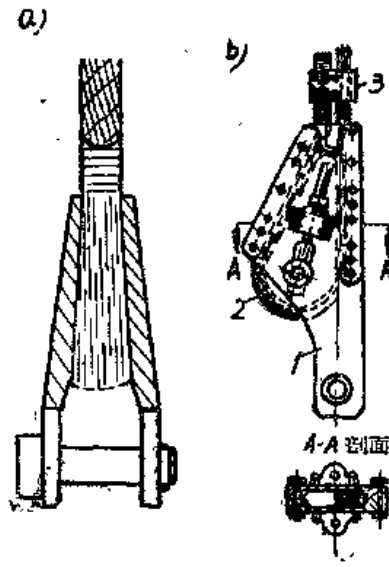


图 1-5 連接裝置

已如上述，罐籠利用連接裝置與鋼絲繩連接，連接裝置的型式很多，除如圖 1-1 中所述者外，我國尚採用如圖 1-5 所示的連接裝置。圖 1-5 a 為最簡單的灌鉛式連接裝置，松散的鋼絲繩 1，放置在錐形連接裝置 2 內，並澆灌金屬鉛使鋼絲繩與連接裝置形成一體。圖 1-5 b 為構造較為完善的楔形連接裝置。圖中 2 為形狀不對稱的桃形環，鋼絲繩

繞过桃形环后，利用繩卡3固定。桃形环2的兩側有兩夾板1，这就將桃形环夾在中间。兩夾板用螺釘相連，罐籠即可連于夾板上。这种連接裝置形成楔形，不会松动。

罐籠連接裝置各部件的安全系数，保安規程規定提升人員時不应小于其最大靜荷重的13倍，提升貨料時，不应小于10倍。

利用手动或自动罐挡將矿車固定在罐籠內。图1-1中3即为手动罐挡。自动罐挡的型式很多，我国采用較多的自动罐挡如图1-6所示。图1-7为此种罐挡所須的启閉器，启閉器与罐座联动(罐座見图1-17)。自动罐挡(图1-6)主要是利用两个制动器1卡住矿車底部的挡板2而使矿車固定在罐籠卸載处，位于罐籠底板下面的軸4上的偏心杆3(偏心杆3即图1-7之中1)压在自动罐挡启閉器的支杆3上(則如图1-7所示)，因为启閉器的支杆3由于重錘5(图1-7)的作用經常伸向前端(即图1-7中实綫位置)，故自动罐挡的偏心杆被頂起因而轉动自动罐挡軸4。通过杠杆机构軸4轉动軸5(图1-6)。軸5上安有軸套6，軸套6与制动器1相連，因此，当軸5轉动时，即可使制动器1倒向一側而自动打开罐挡。当將車場內的矿車推入罐籠时，原有矿車被撞出，其底部的挡板2碰撞启閉器的杠杆7(图1-7)，轉动杠杆7到图中虚綫位置。因之与杠杆7相連的启閉器的支杆3移向后面而与罐挡偏心杆脫开(图1-7中虚綫位置)。罐挡軸4在重錘7的作用下而轉动，結果又將制动器1抬起。进入罐籠的新矿車，可用其挡板2將矿車进罐方向的制动器压下。被压的制动器由于內部安有弹簧，当矿車挡板过后，复又抬起而卡住矿車。利用弹簧8減輕进入矿車与制动器冲撞的振动，图1-7中2、4为联杆，6为托架。

自动罐挡与手动罐挡相比較，虽稍复杂，但在裝罐时可节省時間和人力。唯須指出：自动罐挡目前工作尚不十分可靠，且自重較大，故应进一步加以改善。

保安規程規定每个罐籠均应安設断繩保險器。当鋼絲繩或連接裝置万一发生断裂时，利用断繩保險器將罐籠停在罐道上，以保証所运送人員的安全，断繩保險器根据所使用罐道的不同而有不同型式。我国采用的木罐道断繩保險器如图1-8所示，图1-9为木罐道断繩保險器的动作示意图。

断繩保險器安于罐籠頂部。連接裝置的主杆1与橫梁4相連，(見图1-9)在圓筒3內并設有弹簧2，在正常情况下，弹簧2被压缩。但当鋼絲繩断裂时，弹簧即伸张并使橫梁4向下，通过短臂杠杆5、联杆6而使軸7轉动。因此安于軸7上的杠杆8向上抬起搭于其上的可繞軸9轉动的抓爪10。抓爪轉动至最終位置，利用抓爪切齿与木罐道之間的阻力使罐籠停在罐道上。木罐道断繩保險器的可靠性受木罐道腐朽及磨損的影响。同时因为在整个井筒內各段木質材料特性不尽相同，因此很难保証在井筒各个区域都产生同样大小的設計制动力。

图1-10为苏联采用的金屬罐道断繩保險器。图中1为連接裝置的主杆通过圓柱体6与橫梁2相連。圓柱体4安在罐籠上部架子的中間圓柱体内設有弹簧3，正常情况下，弹簧3受压缩。可用橫梁2下的螺母調整弹簧的压力。当鋼絲繩断裂时，弹簧伸张并使橫梁2向下移动。通过短臂杠杆5联杆6使軸7轉动。因此与軸7相連的小杆8举銜鉄9向上，此銜鉄9頂于偏心輪10的凹部，且举之向上，因此偏心輪10开始压向金屬罐道。由于偏心輪与罐道間的摩擦力，偏心輪10开始以固定于杠杆12上的軸11为中心轉动，結果促使杠杆12向兩側分开。因之弹簧13被其兩旁的圓盘14压缩。偏心輪压向罐道

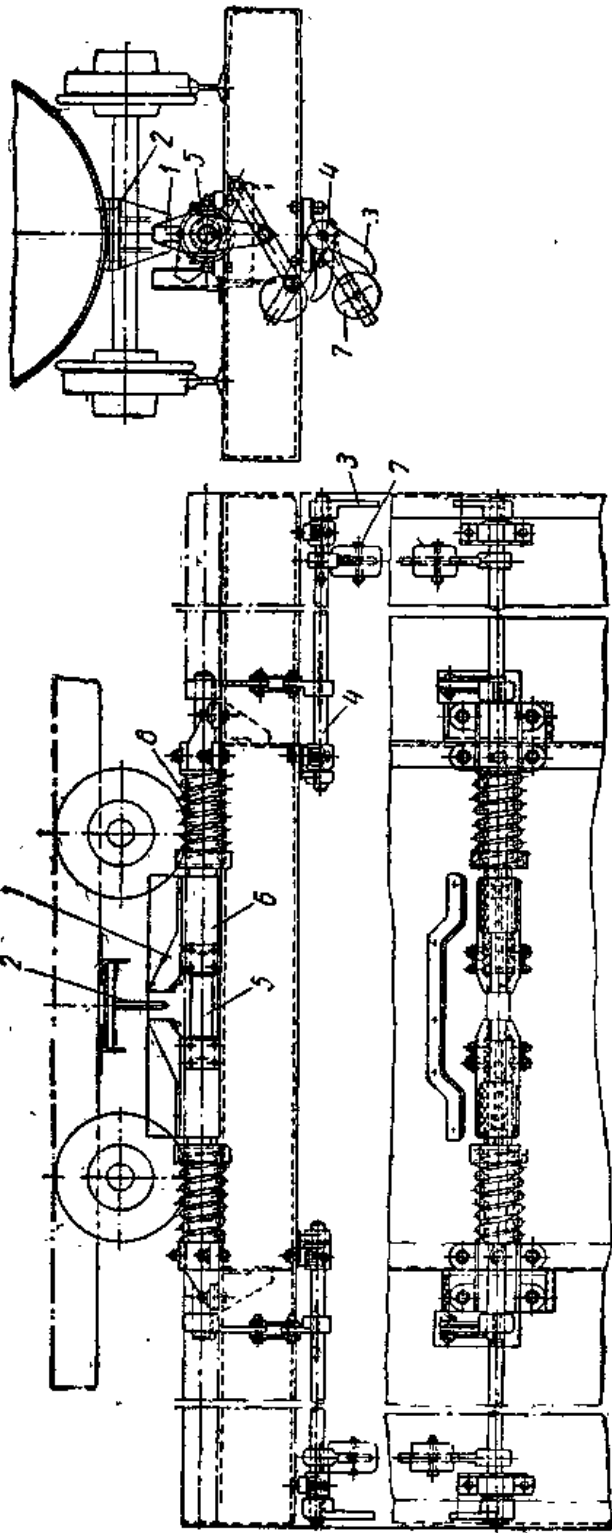


图 1-6 自动离合器

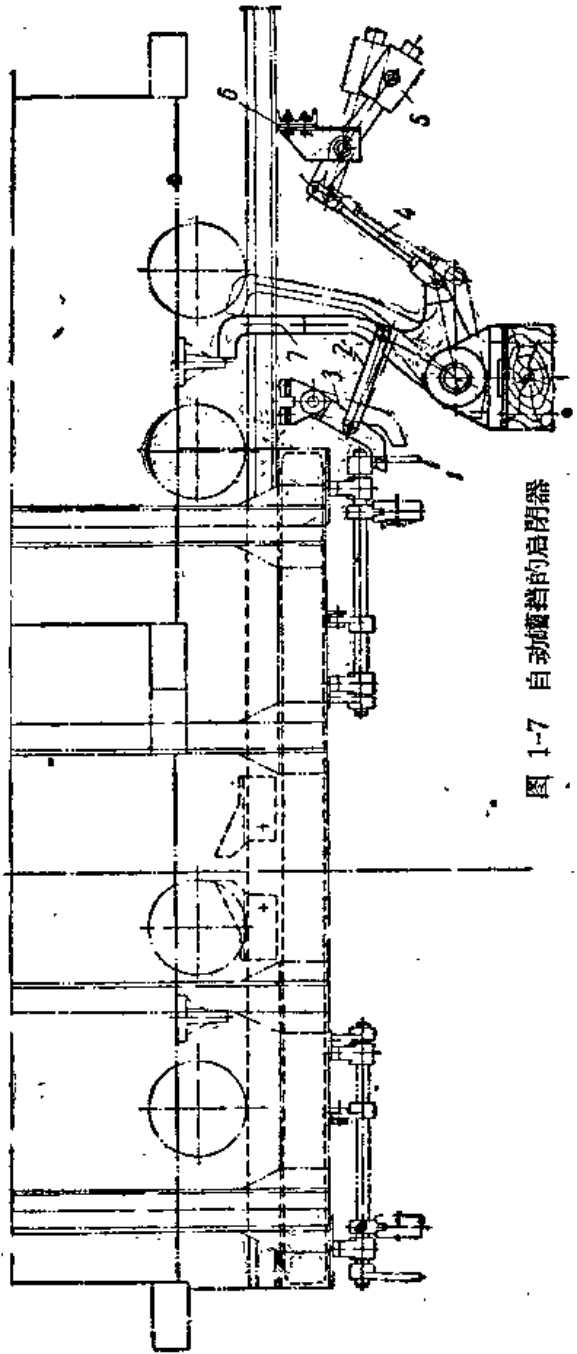


图 1-7 自动离合器的启动器

的压力即决定于弹簧13的压力。

金属罐道断绳保险器如与木罐道断绳保险器相比较在可靠性上不如后者。偏心轮与罐道间的摩擦力受偏心轮和罐道磨损的影响。由于偏心轮与金属罐道接触面之间实际的摩擦系数往往与设计值有出入。因此较难保证运转中的制动力与设计值完全相等。目前我国金属罐道的提升设备都不采用这种断绳保险器。

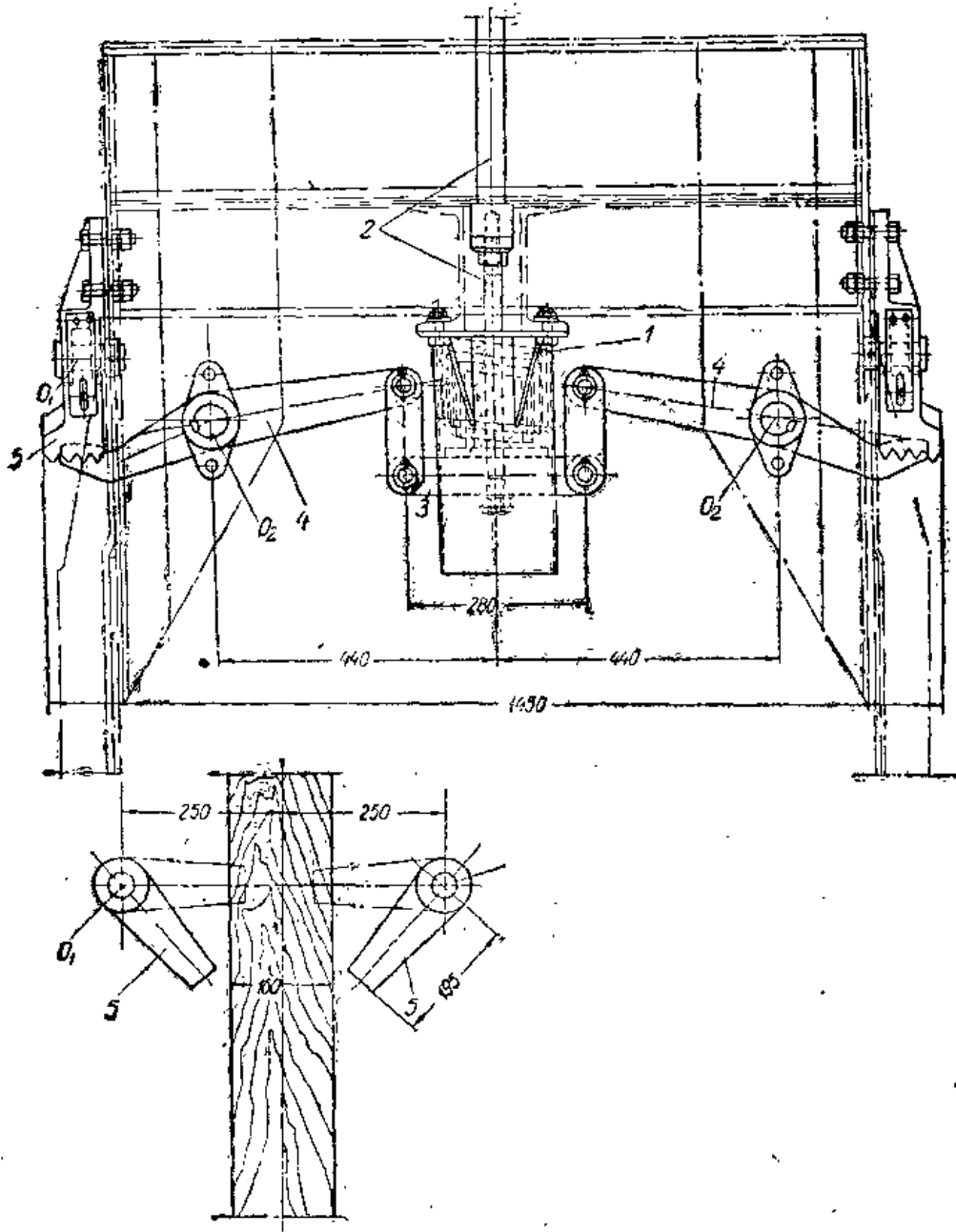


图 1-8 木罐道用断绳保险器

苏联设计制造了ИТК型断绳保险器，这种断绳保险器的特点是：当提升钢丝绳断裂时，罐笼停止在制动绳上。因之也称为绳罐道断绳保险器。罐笼在井筒中运行，应采用木罐道或金属罐道来导向。

图1-2即为采用绳罐道断绳保险器的普通罐笼。ИТК型绳罐道断绳保险器的构造图

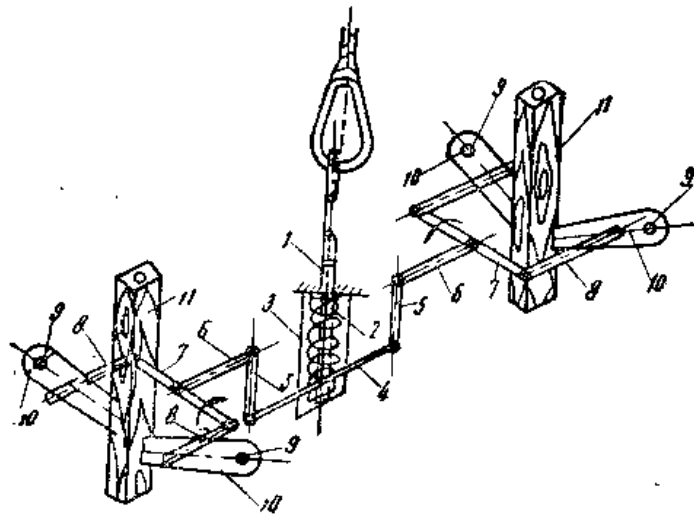


图 1-9 木繩道斷繩保險器動作示意圖

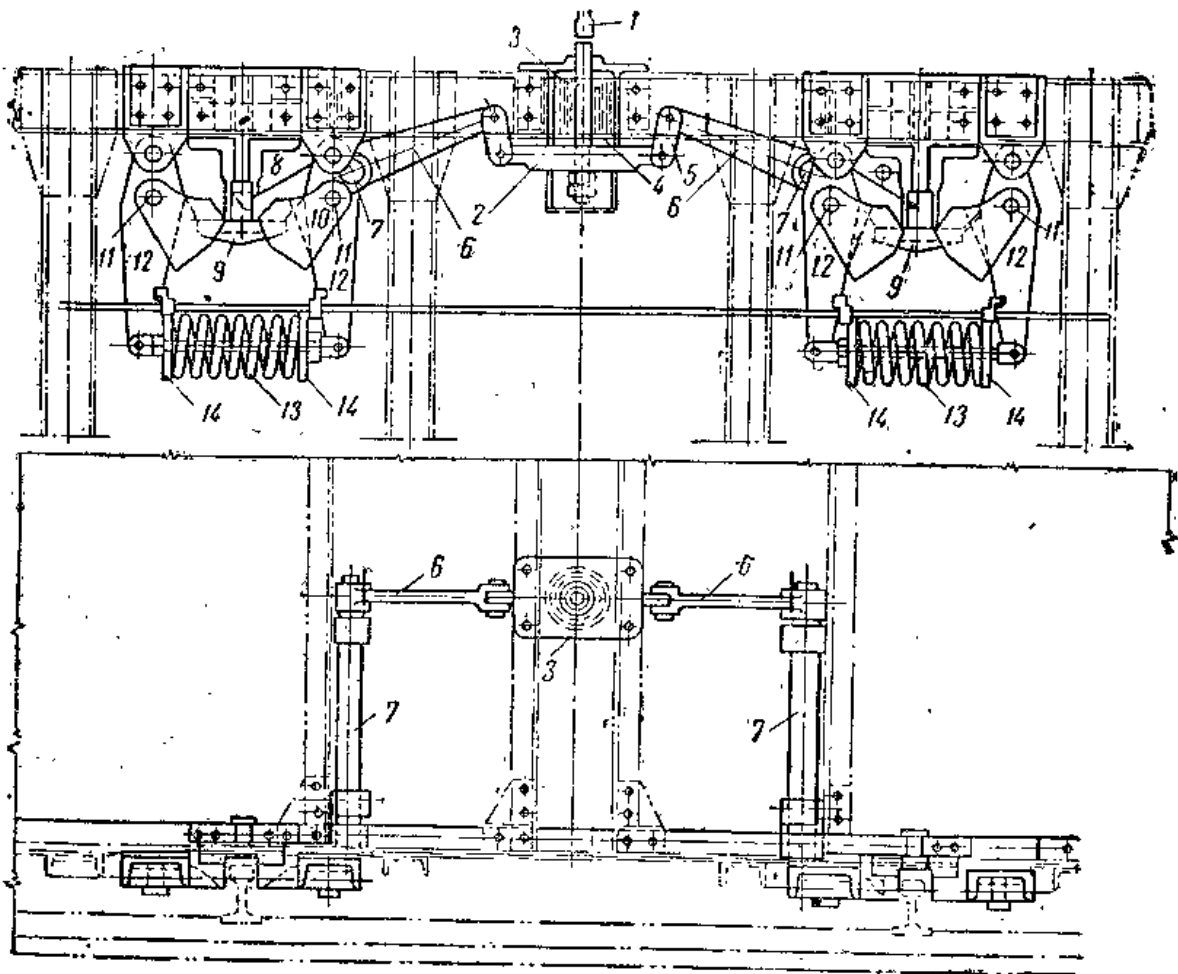


图 1-10 金屬繩道用斷繩保險器