

矿井提升机

洛阳矿山机械研究所编

机 工 出 版 社



矿 井 提 升 机

洛阳矿山机械研究所编



机 械 工 业 出 版 社

本书介绍大型矿井提升机的结构、性能、动作原理和有关的设计计算，以及安装、调整、使用、维护的一般知识。

本书可供从事矿井提升机的安装、使用与维护工作的工人和工程技术人员参考。

矿井提升机

洛阳矿山机械研究所编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $7^{2/16}$ · 插页 1 · 字数 187 千字

1974 年 10 月北京第一版 · 1974 年 10 月北京第一次印刷

印数 0,001—8,000 · 定价 0.63 元

*

统一书号：15033·4240



毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

前 言

在毛主席“开发矿业”的伟大号召下，我国的矿山建设形势大好。

矿井提升机是矿山的大型固定设备之一，在矿山生产中起着重要的作用。解放以来，特别是无产阶级文化大革命以来，矿井提升机也和其它矿山机械一样，发展很快，由仿制到自行设计和制造，技术水平和制造能力有了很大的提高。

为了适应我国矿山建设的需要，我们编写了这本读物，供从事矿井提升机的安装、使用与维护工作的工人和技术人员参考。

本书主要介绍 KJ 型、JK A 型和新型单绳缠绕式提升机如 XKT 型和 JK M 型多绳摩擦式提升机。

由于编者经验和水平所限，有错误和不当之处，望读者批评指正。

编 者

一九七三年四月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 矿井提升机的用途和发展概况	1
第二节 矿井提升机的工作原理	2
第三节 矿井提升机的主要组成部分和各部分的用途	4
第二章 KJ型矿井提升机	15
第一节 KJ型矿井提升机的结构	15
第二节 手动蜗轮蜗杆式调绳装置的缺点及其改进	33
第三节 小抱闸	36
第四节 制动器和液压传动装置的常见故障及处理	39
第五节 液压传动装置的重锤重量和工作油压力的计算	42
第六节 主轴强度的基本概念和出绳角对主轴强度的影响	44
第七节 卷筒强度的基本概念和工程计算方法	49
第八节 筒壳损坏的一般分析	52
第三章 JKA型矿井提升机	61
第一节 JKA型矿井提升机的结构	61
第二节 低压电液调节阀	75
第三节 JKA型矿井提升机的某些故障及处理	93
第四节 圆弧齿轮减速器基本知识	100
第四章 新型矿井提升机	115
第一节 概述	115
第二节 主轴装置	120
第三节 盘式制动器	124
第四节 液压站	135
第五节 圆盘式深度指示器	148
第六节 微拖动装置	152
第七节 斜面操纵台	165

第八节	减速器、联轴器、测速发电机装置	168
第九节	安装、调整和试运转要求	172
第五章	多绳摩擦式提升机	179
第一节	多绳摩擦式提升机的优点	179
第二节	多绳摩擦式提升机的工作原理	182
第三节	钢丝绳对摩擦衬垫的摩擦系数	184
第四节	钢丝绳在主导轮摩擦衬垫上不产生滑动的条件(防滑条件) ..	189
第五节	多绳摩擦式提升机的应用范围和选用	196
第六节	多绳摩擦式提升机的结构	202
第七节	主要部件的安装调整及维护	215

第一章 绪 论

第一节 矿井提升机的用途和发展概况

矿井提升机是矿山的重要设备之一，是联系井下与地面的主要运输工具。

矿井提升机主要用于煤矿、金属矿和非金属矿中提升煤炭、矿石和矸石、升降人员、下放材料、工具和设备。

矿井提升机与压气、通风和排水设备组成矿井四大固定设备，是一套复杂的机械——电气机组。所以合理的选用矿井提升机具有很大的意义。

矿井提升机的工作特点是在一定的距离内，以较高的速度往复运行。为保证提升工作高效率和安全可靠，矿井提升机应具有良好的控制设备和完善的保护装置。矿井提升机在工作中一旦发生机械和电气故障，就会严重地影响到矿井的生产，甚至造成人身伤亡。

熟悉矿井提升机的性能、结构和动作原理，提高安装质量，合理使用设备，加强设备维护，对于确保提升工作高效率和安全可靠，防止和杜绝故障及事故的发生，具有重大意义。

矿井提升机已有很长的发展历史。早在八百多年以前，我国古代劳动人民就发明了辘轳，用手摇辘轳从地下提升煤炭和矿石，以后发展成畜力绞车。十九世纪，西方资本主义国家制造出蒸汽提升机，并用于生产。到二十世纪，由于电力的发展，电力拖动的提升机逐渐代替蒸汽提升机。近几十年来，矿井提升机有了更大的发展，出现了多绳摩擦式提升机以及先进的拖动和控制系统。目前，国外的矿井提升机正向体积小、重量轻和自动化的方向发展，以适应深井和大产量的需要。

解放以前，我国根本不能制造大型矿井提升机。解放以后，我国建立了矿井提升机的制造工厂，并已由仿制和改进国外产品发展到能自行设计和制造。目前，我国已能成批生产近代化的大型矿井提升机。

1958年，我国设计并试制成功第一台 DJ 2×4 多绳摩擦式提升机，为我国矿井提升机的制造和使用开辟了一个新的领域。目前，我国已能成批生产 JKM 型多绳摩擦式提升机，并正在逐渐形成多绳摩擦式提升机的新系列。

第二节 矿井提升机的工作原理

按工作原理的不同，矿井提升机可分为两类，如图 1-1 所示。

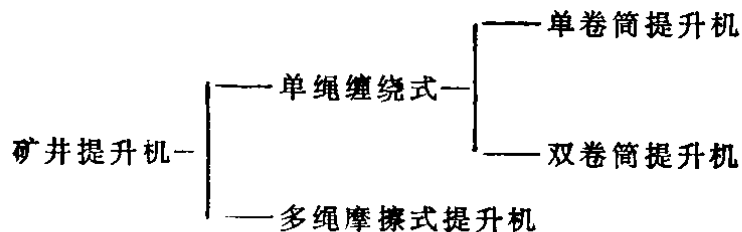


图1-1 矿井提升机按工作原理的分类

单绳缠绕式提升机的工作原理如图 1-2 所示，简单地说，就是用一根较粗的钢丝绳在卷筒上缠上和缠下来实现容器的提升和下放运动。提升机安装在地面提升机房里，钢丝绳一端固定在卷筒上，另一端绕过天轮后悬挂提升容器。图 1-2 所示为单绳缠绕式单卷筒提升机，卷筒上固定两根钢丝绳，并应使每根钢丝绳在卷筒上的缠绕方向相反。这样，当电动机经过减速器带动卷筒旋转时，两根钢丝绳便经过天轮在卷筒上缠上和缠下，从而使提升容器在井筒里上下运动。不难看出，单绳缠绕式提升机的一个根本特点和缺点是钢丝绳在卷筒上不断的缠上和缠下，这就要求卷筒必须具备一定的缠绕表面积，以便能容纳下根据井深或提升高度所确定的钢丝绳悬垂长度。单绳缠绕式提升机的规格性能、应用范围和机械结构等，都是由这一特点来确定的。

单绳缠绕式双卷筒提升机具有两个卷筒，每个卷筒上固定一根钢丝绳，并应使钢丝绳在两卷筒上的缠绕方向相反，其工作原理和特点与单卷筒提升机完全相同。

多绳摩擦式提升机的工作原理与单绳缠绕式提升机不同，钢丝绳不是固定和缠绕在主导轮上，而是搭放在主导轮的摩擦衬垫上，如图1-3所示，提升容器悬挂在钢丝绳的两端，在容器的底部还悬挂有平衡尾绳。提升机工作时，拉紧的钢丝绳必须以一定的正压力紧压在摩擦衬垫上。当主导轮由电动机通过减速器带动向某一个方向转动时，在钢丝绳和摩擦衬垫之间便发生很大的摩擦力，使钢丝绳在这种摩擦力的作用下，跟随主导轮一起运动，从而实现容器的提升和下放。不难看出，多绳摩擦式提升机的一个根本特点和优点是钢丝绳不在主

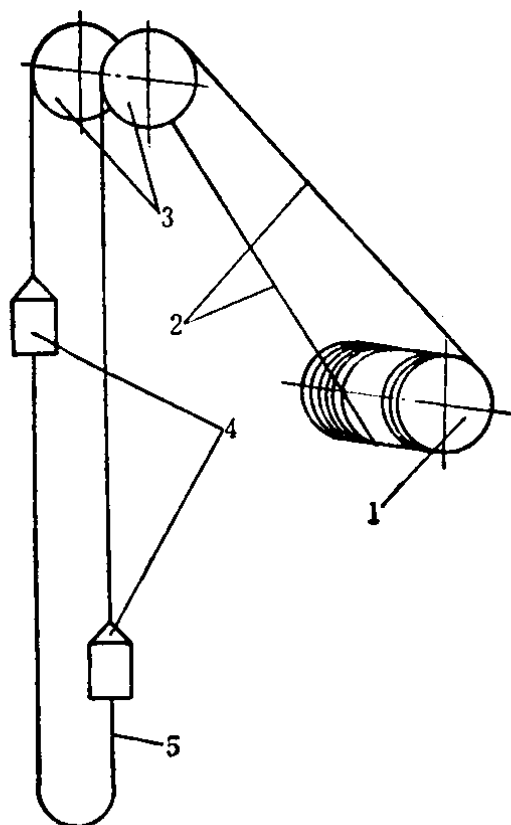


图1-2 单绳缠绕式提升机工作原理示意图

1—卷筒；2—钢丝绳；3—天轮；
4—容器；5—平衡尾绳

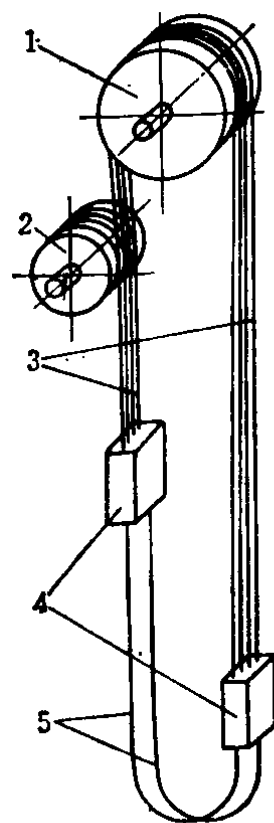


图1-3 多绳摩擦式提升机工作原理示意图

1—主导轮；2—导向轮；3—钢丝绳；
4—容器；5—平衡尾绳

导轮上缠绕，而是搭放在主导轮的摩擦衬垫上，靠摩擦力进行工作。同样，多绳摩擦式提升机的规格性能、应用范围和机械结构等，都是由这一特点来确定的。

多绳摩擦式提升机特别适应于深井和大产量的提升工作。

多绳摩擦式提升机与单绳缠绕式提升机比较，在规格性能、应用范围、机械结构和经济效果等方面都优越得多，就深井和大产量来说，是竖井提升的发展方向。

但是，根据我国目前浅井多、斜井多的特点，单绳缠绕式提升机仍然是目前制造和使用的重点。对于部分深井和大产量的矿井，则应该合理的选用多绳摩擦式提升机，而不宜选用大型的单绳缠绕式提升机。

第三节 矿井提升机的主要组成部分和各部分的用途

矿井提升机作为一个完整的机械——电气机组，它的组成部分如图 1-4 所示。

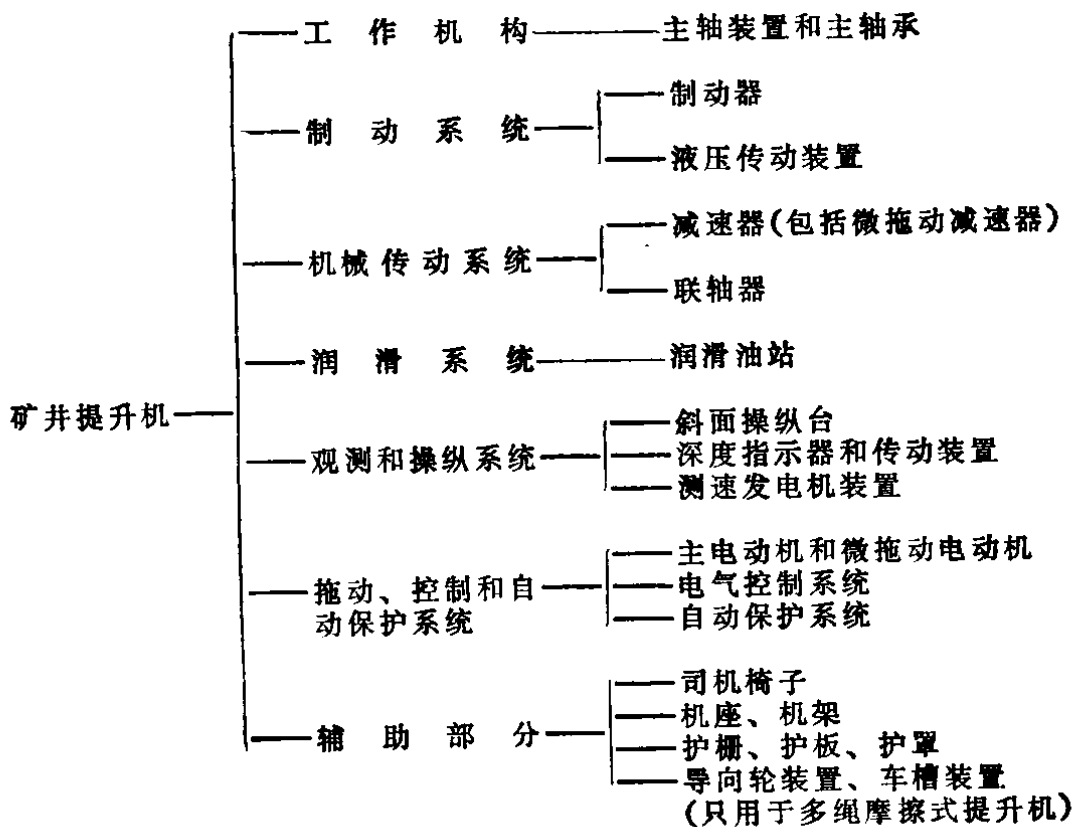


图1-4 矿井提升机的主要组成部分

下面扼要介绍一下各个部分的用途。

一、工作机构

工作机构主要是指主轴装置和主轴承等，它的作用是：

1. 缠绕或搭放提升钢丝绳；
2. 承受各种正常载荷（包括固定静载荷和工作载荷），并将此载荷经过轴承传给基础；
3. 承受在各种紧急事故情况下所造成的非常载荷，在非常载荷作用下，主轴装置的各部分不应有残余变形；
4. 当更换提升水平时，能调节钢丝绳的长度（仅限于单绳缠绕式双卷筒提升机）。

因此，主轴装置应保证主轴、卷筒和其它部分有足够的强度和刚度。

保安规程规定，主轴装置的卷筒或主导轮直径与钢丝绳和钢丝直径的比值应符合下列要求：

对于地面提升设备

$$\frac{D}{d_k} \geq 80, \quad \frac{D}{d_n} \geq 1200 \quad (1-1)$$

对于井下提升设备

$$\frac{D}{d_k} \geq 60, \quad \frac{D}{d_n} \geq 900 \quad (1-2)$$

（对于围包角 $\alpha > 180^\circ$ 的多绳摩擦式提升机， $\frac{D}{d_k} \geq 100$ ）

式中 D ——提升机卷筒或主导轮名义直径（毫米）；

d_k ——钢丝绳直径（毫米）；

d_n ——钢丝直径（毫米）。

单绳缠绕式提升机主轴装置的卷筒外面设有木衬。木衬的作用是作为钢丝绳的软垫，在其上钢丝绳不会发生过度变形。木衬应用柞木、水曲柳或榆木等制作。松木不适于作木衬，因为它在横过纤维的压力作用下，经常开裂，使用寿命仅为几个星期。木衬每块的长度与卷筒宽度相等，每块的厚度应不少于钢丝绳直径的两倍，一般为 100

毫米左右（对于直径大于 50 毫米的钢丝绳，以采用 150 毫米为宜），每块的宽度在 150~200 毫米之间，断面成扇形。固定卷筒木衬的螺钉头，应沉入木衬厚度三分之一以上；当全部木衬固定完以后，应用木塞沾胶水将螺钉孔塞死，并须用木楔将木衬夹缝填满。使用中的木衬，当因磨损使螺钉头的沉入深度尚存 10 毫米时，即应重新更换。

卷筒木衬必须刻制绳槽，其尺寸关系如下式所示：

$$A = 0.35d_k \text{ (毫米)} \quad (1-3)$$

式中 A ——沟槽的深度（毫米）。

两相邻沟槽的中心距 t 可参照下式计算：

$$t = d_k + (2 \sim 3) \text{ (毫米)} \quad (1-4)$$

单绳缠绕式提升机的主轴装置分单卷筒（以下简称单筒）和双卷筒（以下简称双筒）两种。双筒提升机有两个卷筒，即固定卷筒和游动卷筒，在游动卷筒里面设有调绳装置。

调绳装置的作用是：当更换提升水平需要调节钢丝绳的长度时，利用调绳装置使游动卷筒与主轴脱开，从而可以转动固定卷筒（此时游动卷筒应用制动器闸住）调节钢丝绳长度。调绳结束时，利用调绳装置使游动卷筒与主轴合上（即连接上），以便恢复正常的提升工作。

本书所介绍的调绳装置主要有以下几种：

手动蜗轮蜗杆式调绳装置（用于 KJ 型）

电动蜗轮蜗杆式调绳装置（用于 JKA 型）

液压齿轮式快速调绳装置（用于 XKT 型）

二、制动系统

制动系统包括制动器和液压传动装置两部分。

1. 制动器的作用是：

（1）在提升机停止工作时，能可靠的闸住机器；

（2）在减速阶段及下放重物时，参与提升机的控制；

（3）紧急事故情况时，能使提升机安全制动，迅速停车，避免事故的扩大；

(4) 双筒提升机在调节钢丝绳长度时, 应能闸住提升机的游动卷筒。

本书所介绍的制动器有以下几种 (图1-5):

角移式制动器 (用于 KJ 型)

综合式制动器 (用于 JKA 型)

盘式制动器 (用于 XKT 型和 JKM 型)

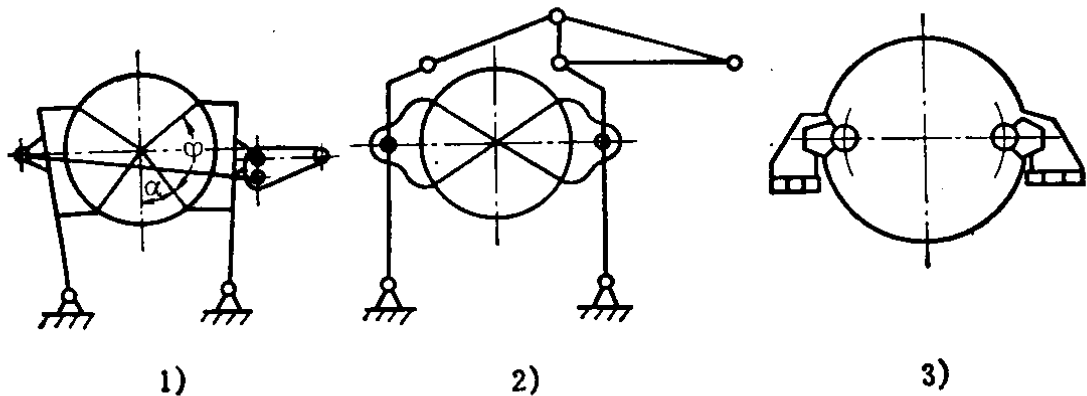


图1-5 各种制动器的示意图

1) 角移式; 2) 综合式; 3) 盘式

2. 液压传动装置的作用是作为制动力的能源, 并控制制动器动作, 即根据需要来分别实现工作制动和安全制动。保安规程对液压传动装置提出下列要求:

(1) 工作制动和安全制动时, 制动力矩不得小于提升或下放载荷时最大静力矩的三倍, 即:

$$M_r \geq 3M_{cr} \quad (1-5)$$

式中 M_r ——制动力矩(公斤·米);

M_{cr} ——提升机实际使用时的最大静力矩 (公斤·米)。

(2) 当游动卷筒与主轴脱开时, 制动系统作用在一个卷筒上的制动力矩应大于或等于空容器和钢丝重量在一个卷筒上所造成的静力矩的 1.2 倍, 即:

$$M'_r \geq 1.2M'_{cr} \quad (1-6)$$

式中 M'_r ——当游动卷筒与主轴脱开时, 制动系统在一个卷筒上所造

成的制动力矩 (公斤·米);

M'_{cr} ——当游动卷筒与主轴脱开时,空容器和钢丝绳重量在一个卷筒上所造成的静力矩 (公斤·米)。

(3) 制动系统应保证下放重物时安全制动的减速度不小于 1.5 米/秒²,提升重物时的减速度不大于 5 米/秒²。

对于等缠绕半径的卷筒式提升机,制动状态下的减速度应按下式计算:

$$a_s = \frac{M_T - M_{cr}}{m \frac{D}{2}} \text{ (米/秒}^2\text{)} \quad (1-7)$$

式中 m ——提升系统所有运动部分对钢丝绳缠绕直径的变位质量 (公斤/米/秒²);

(4) 工作制动与安全制动不应同时重合,以免产生过大的制动力矩。

(5) 安全制动时,制动器空行程时间不得大于 0.5 秒。

(6) 对于多绳摩擦式提升机,安全制动时的减速度不应使钢丝绳在主导轮摩擦衬垫上产生滑动。

式 (1-5) 中的 M_{cr} 应按下式计算:

$$M_{cr} = \frac{S_{cr} D}{2} \text{ (公斤·米)} \quad (1-8)$$

式中 S_{cr} ——钢丝绳最大静拉力差 (公斤)。

对于使用非翻转式容器的双端提升系统, S_{cr} 按下式计算:

$$S_{cr} = Q_n \pm (p - q) H \text{ (公斤)} \quad (1-9)$$

式中 Q_n ——有益载荷 (公斤);

p ——提升钢丝绳每米重量 (公斤/米);

q ——平衡尾绳每米重量 (公斤/米);

H ——提升高度 (米)。

对于没有尾绳的非平衡提升系统 ($q = 0$),式 (1-9) 括号前应取正号。对于重尾绳提升系统 ($q > p$),式 (1-9) 括号前应取负号。

对于使用翻转式容器的双端提升系统,由于在卸载时卸载曲轨对

容器有一附加外力作用，所以 S_{cr} 按下式计算：

$$S_{cr} = Q_n + (1 - \alpha)Q_c \pm (p - q)H \text{ (公斤)} \quad (1-10)$$

式中第二项表示卸载时卸载曲轨对容器的附加外力。

式中 α —— 卸载时容器的不平衡系数；

Q_c —— 空容器重量（带矿车的罐笼或箕斗）（公斤）。

对于使用普通罐笼的单容器平衡锤提升系统， S_{cr} 按下式计算：

$$S_{cr} = Q_n + Q_c - Q_{np} \pm (P - q)H \text{ (公斤)} \quad (1-11)$$

式中 Q_{np} —— 平衡锤重量（公斤）。

对于使用非翻转式容器的斜井双端提升系统， S_{cr} 按下式计算：

$$S_{cr} = (Q_n + PL) \sin \alpha - [(Q_n + 2Q_c)f_1 + PLf_2] \cos \alpha \quad (1-12)$$

式中 L —— 斜井坡长（米）；

α —— 斜井倾角（度）；

f_1 —— 提升容器对于轨道的变位摩擦系数。对于安装在滚动轴承上的提升容器， f_1 的数值可取 0.01，对于安装在滑动轴承上的提升容器， f_1 可取 0.018；

f_2 —— 提升钢丝绳与滚子以及一部分钢丝绳与泥土的摩擦系数。在一般情况下， f_2 的数值可取 0.18。

液压传动装置是矿井提升机整个控制系统的核心部分。液压传动装置的结构和性能直接影响到整个机器的控制性能。

各种类型矿井提升机的液压传动装置主要由以下几个部分组成（图1-6）：油源部分、工作制动控制阀、安全制动控制阀和执行机构（制动油缸）和负载。

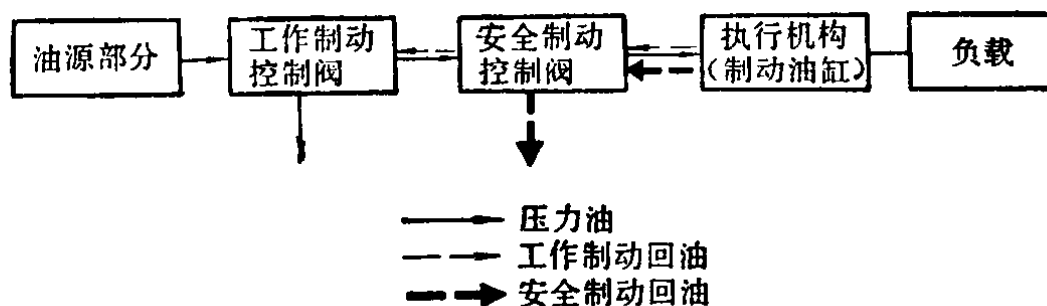


图1-6 液压传动装置组成部分示意图

通过对工作制动控制阀的操纵，使制动力矩能根据实际提升（或下放）负荷的大小和减速度的要求，在一个比较大的范围内进行调节。

工作制动控制阀又由控制环节、放大环节和反馈环节组成。工作制动控制阀与操纵机构和执行机构之间的关系如图 1-7 所示。

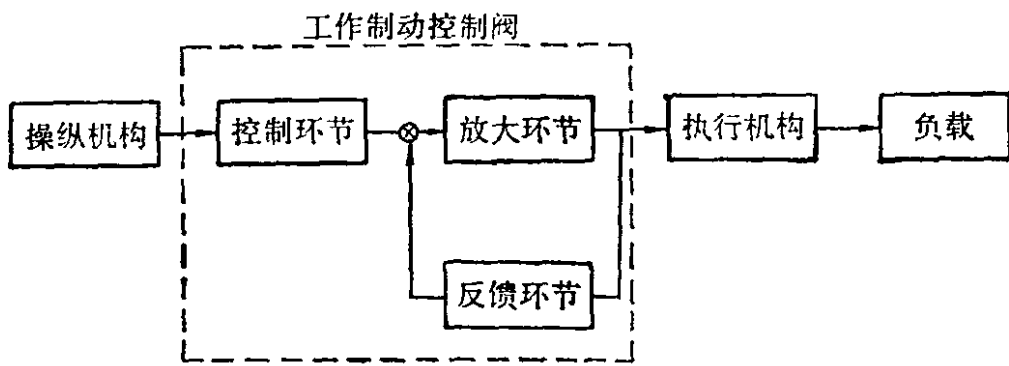


图1-7 工作制动部分的控制原理图

矿井提升机液压传动装置的结构各不相同，但其基本控制原理并不改变。

根据图 1-7 的基本控制原理，本书介绍如下三种工作制动装置：

1. 用于 KJ 型，如图 1-8 所示。

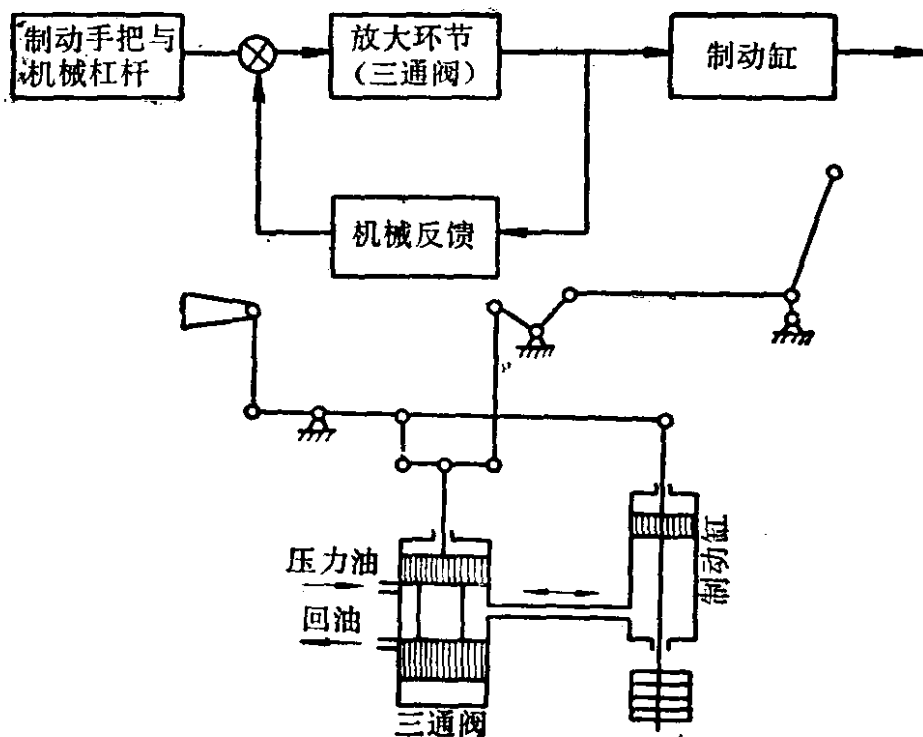


图1-8 KJ型矿井提升机工作制动原理示意图