

2006 版

新编煤矿机电设备

选型设计及故障 诊断实用手册

中国煤炭工业出版社

TD6-62

G-858

4

2006 版
新编煤矿机电设备选型
设计及故障诊断实用手册

第四卷

主编：顾文卿(中国矿业大学)

中国煤炭工业出版社

第十六篇



掘进机械 选型设计

第一章 钻眼机械

为了采煤,井下需要开凿各种巷道,巷道的开凿称为掘进。掘进工作由破岩(煤)、装载、运输、支护等若干环节组成,各环节所有的机械总称为掘进机械。掘进机械化程度取决于各环节机械装备的数量和质量。巷道按围岩分为岩巷、半煤岩巷和煤巷三种。其掘进速度、质量以及工人的劳动强度都与掘进机械化程度有很大关系。

破岩(煤)有钻孔爆破法和掘进机法两种,其中钻子 L 爆破法目前仍为我国煤矿掘进巷道的主要工艺方法。钻孔可以采用风动凿岩机,也可以采用煤电钻、岩石电钻。爆破即在钻孔、中填人炸药、雷管后引爆。这种方法用于采煤即为炮采,用于掘进即为炮掘。掘进机是一种较理想的掘进机械,它除了具有破岩(煤)功能外,还具有装载和转载功能。现在我国已有用于煤巷和半煤岩巷的掘进机,岩巷掘进机也正在研制中。

装载设备有装岩机和装煤机。装岩机有铲斗装岩机和耙斗装岩机两种。装煤机用于煤巷或半煤岩巷掘进装煤,目前应用的装煤机是耙斗式装载机。

运输是掘进中的重要工序。采用炮掘的巷道。大多用小型防爆蓄电池电机车拖数辆小矿车进行运输;采用掘进机掘进的巷道,掘进机后面的运输设备可以是刮板输送机,也可以是胶带输送机。

巷道支护有多种方式,如木支护、矿用工字钢支护、预制混凝土梁柱支护、料石砌碛支护等,还有一种是锚喷支护。光面爆破、锚喷支护是掘进中推广应用的先进工艺。

本章介绍钻眼机械、装载机械、掘进机械和锚喷机具。

第一节 凿岩机

(一)冲击破岩原理

冲击破岩原理如图 1-1 所示。钻钎在冲击力作用下,钎斗的钎刃冲击岩石凿出一

条破碎沟1,然后钻钎转过一个角度,进行第二次冲击,又凿出一条破碎沟2。此时,1与2两沟之间的扇形面积,由于剪切也被破碎。如此连续进行,就在岩石上凿出圆形孔。这种破岩方法原则上可用于任何硬度的岩石。

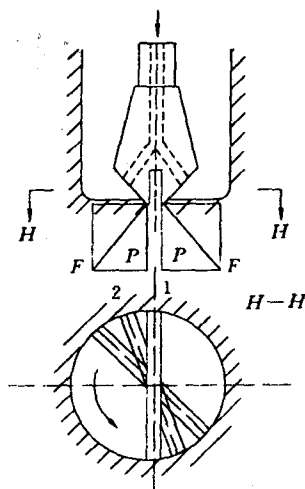


图 1-1 冲击破岩原理

(二) 风动凿岩机的工作原理

凿岩机有许多类型,根据动力源不同可分为风动、内燃、电动和液压凿岩机四种。煤矿主要使用风动凿岩机。

凿岩机在岩壁上钻孔必须完成锤击、转钎和排粉三种动作,图 1-2 所示是风动凿岩机工作原理示意图。

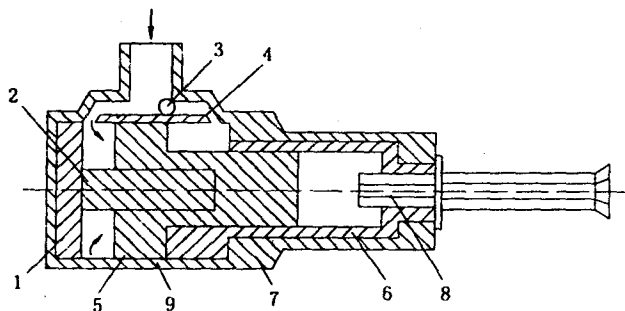


图 1-2 风动凿岩机工作原理示意图

- 1—棘轮;2—螺旋棒;3—球;4—配气机构;5—活塞;
6—转动套筒;7—气缸;8—转钎;9—排气孔

1. 锤击

当球 3 堵住右方气路时, 压气由左气路进入气缸 7 中活塞 5 的左侧, 推动活塞右行, 锤击转钎 8 的尾部。当活塞处于排气孔 9 的右侧时, 气缸左侧通大气, 压力下降, 右侧压力大, 把球压向左边堵住左气路, 压气即由右侧气路进入活塞右侧, 推动活塞左行, 如此往复一次, 即完成一次锤击钎尾的动作。

2. 转钎

螺旋棒 2 一端有螺旋线, 与镶在活塞(冲锤)上的螺母相配合; 另一端装有棘爪, 插在棘轮 1 的齿间, 故它只允许螺旋棒向一个方向转动。冲锤的一端以花键插入转动套筒 6 中, 冲锤右行时, 螺旋棒在冲锤螺母的作用下转动一个角度; 冲锤左行时, 螺旋棒由于受棘轮约束不能反向转动, 所以冲锤只能沿螺旋棒转动一个角度, 于是转动套筒和安装在套筒内的转钎也跟着转过一个角度, 这样冲锤锤击钎杆一次, 回程时钎杆在无负荷情况下转过一个角度。

3. 排粉

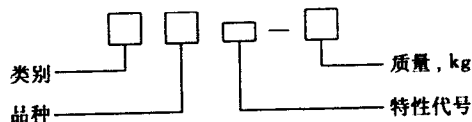
钎杆和钎斗有中心孔, 压力水通过中心孔从钎斗流出, 从而把岩浆冲洗出来。

各种风动凿岩机工作原理大都如此, 只是配气机构形式不同, 气路各有差异而已。

(三) 凿岩机的分类及型号

凿岩机按安设与推进方式分为四种, 即手持式、气腿式、向上式和导轨式。煤矿中使用最多的是气腿式凿岩机。

凿岩机型号表示方法:



(1) 类别代号。以 Y 作为凿岩机的类别代号。

(2) 品种代号。手持式不标; 气腿式为 T; 向上式为 S; 导轨式为 G。

(3) 特性代号。一般不标; 高频为 P。

(4) 质量(kg)。凿岩机质量。

手持式凿岩机重量轻, 手持操作, 主要用于凿下向的炮眼, 井下掘进很少使用。

气腿式凿岩机的质量一般为 23 ~ 30 kg, 主机安装在气腿上, 可打水平或倾斜炮眼, 主要型号有 YT-23、YT-24、YTP-26 等。

向上式凿岩机的质量一般为 40 kg 左右, 专门用来打向上的炮眼, 主要型号有 YSP ~

45 型。

导轨式凿岩机的质量一般为 35 ~ 90 kg, 它安装在滑轨上, 滑轨架设在柱架或钻车上, 可打水平和各种方向较深的炮眼, 主要型号有 YG-35、YG-40 等。

(四) 主要技术参数

1. 工作气压

风动工具工作气压一般为 0.4 ~ 0.6 MPa, 以 0.5 MPa 为标准工作气压。凿岩机凿速与工作气压成正比, 但工作中气压不宜过高或过低。气压过高, 凿速增大, 易发生断钎, 且反坐力大, 操作困难, 零件损耗加剧; 气压过低, 凿速减小, 工作效率低。

2. 耗气量

凿岩机单位时间内耗用压气数量, 以 m^3/min 为单位。如 YT-23 型的耗气量小于 $3.6 \text{ m}^3/\text{min}$; YT-24 型的耗气量小于 $2.8 \text{ m}^3/\text{min}$; YTP-26 型的耗气量为 $3 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

3. 冲击次数

凿岩机冲锤每分钟打击钎尾的次数。凿速与冲击次数成正比, 因此近年来高频凿岩机发展很快。一般把冲击频率低于 2 500 次/min 的称为低频凿岩机, 把冲击频率等于或高于 2 500 次/min 的称为高频凿岩机。

(五) 凿岩机及其配套装置

气腿式凿岩机及其配套装置如图 14-3 所示。凿岩机 1 安装在可以伸缩的气腿 4 上, 给凿岩机各部件提供润滑油的注油器 7 接在凿岩机的进风管中, 装有钎头 3 的钎杆 2 通过钎卡 8 安装在凿岩机上。

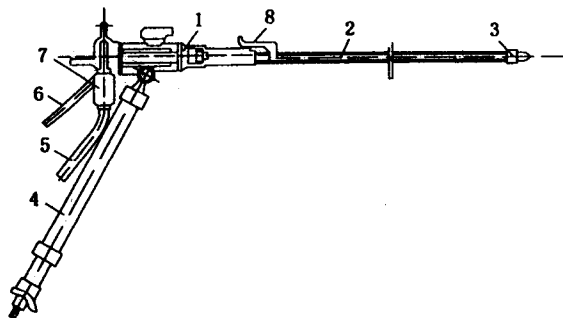


图 14-3 气腿式凿岩机及其配套装置

1—凿岩机; 2—钎杆; 3—钎头; 4—气腿;
5—风管; 6—水管; 7—注油器; 8—钎卡

1. 气腿

气腿是凿岩机的支撑和推力装置,它可以在一定范围内调节凿岩机的高度,以适应在不同位置钻孔的需要。上述动作也是利用压气完成的,所以称为气腿。其推力大小可以通过凿岩机上的调压阀来调节。

气腿型号用“FT-主参数”表示,主参数为气腿最大的轴向推力。不同型号的凿岩机配不同型号的气腿,见表1-1。

表1-1 煤矿常用凿岩机主要技术性能

型号	质量 /kg	缸径 /mm	径活塞 行程 /mm	工作 压力 /MPa	耗气 /m ³ ·min ⁻¹	冲击 频率 /次·min ⁻¹	凿眼 直径 /mm	凿眼 深度 /m	注油器 型号	气腿 型号
YT-23	23	76	67	0.5	<3.6	2 100	43	5	PY-200A	FY-160
YT-24	24	70	70	0.5	<2.9	>1 800	43	5	FY-200A	FY-400B
YTP-26	26.5	95	50	0.4~0.6	<3	2 600	46	5	FY-700	FY-170

注:可配用 CTC-140 采矿台车。

2. 注油器

凿岩机冲击频率高,因此要求各部件要有良好的润滑。凿岩机采用自动注油器,油人气流,油随气走,凡是压气可以到达的部位都可以得到润滑。

润滑油在温度低于10℃时,用20[#]或30[#]机械油;在温度为10℃~30℃时,用40[#]或50[#]机械油。润滑油量的大小可通过调油阀调节,不受油池油量的影响。耗油量一般以2.5~3 mL/min为宜,煤矿井下常用润滑脂替代润滑油,以减轻污染。

注油器型号用“FY-主参数”表示,主参数为注油器储油量。

3. 凿岩工具

冲击式凿岩工具称为钎子。钎子有死头钎子和活头钎子两种。死头钎子的钎头、钎杆、钎尾为一整体;活头钎子分成钎头和钎杆两个部分。目前广泛使用的是活头钎子,如图1-4所示。

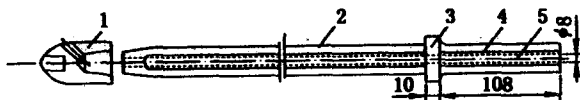


图1-4 活头钎子

1—钎头;2—钎杆;3—钎肩;4—钎尾;5—水孔

(1) 钎头。钎头又称风钻头,有一字形钻头、十字形钻头和柱齿钻头三种。前两种为普通常用钻头,钻刃镶硬质合金刀片(YG15、YG11、YG8、YG8C、YG11C等)。对致密坚硬的

岩石,采用一字形钻头;对裂隙发育的岩石,采用十字形钻头。柱齿钻头为煤炭科学院北京建井研究所研制成功的新产品,与一字形钻头相比,凿速提高 20% ~ 40%,使用寿命延长一倍,粉尘低,不需修磨。3 种钻头的外形如图 11-5 所示。

(2) 钎杆。钎杆用六角中空钢制成,对边径 22 mm,中心孔声 8;钎尾长 108 mm,尾部端面要平整,否则会影响凿速。

钎头与钎杆靠锥面摩擦力楔紧连接。

(六) 主要规格介绍

煤矿常用凿岩机主要技术性能见表 1-1。

(七) 易损配件

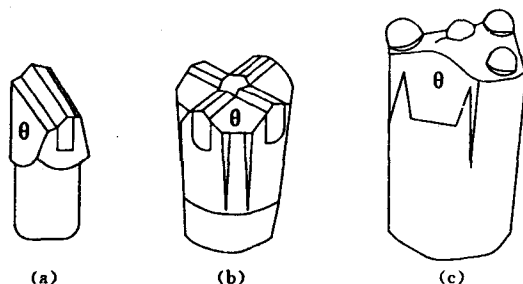


图 1-5 凿岩机钻头

(a)一字形钻头;(b)十字形钻头;(c)柱齿钻头

凿岩机易损配件包括:棘轮和棘轮爪、阀、阀柜和阀盖、螺旋棒和螺旋母、活塞、导向套、转动套、塔簧、钎套、钎卡、水针、操纵阀、调压阀等。

(八) 凿岩台车

以 2~3 台凿岩机为工作机构,再加上行走机构、支撑机构和推进机构,就成为凿岩台车,又称掘进钻车。凿岩台车大都采用液压技术,降低了凿岩劳动强度,提高了凿岩工作效率,我国大中型矿井和其他工程中已逐渐推广使用。

第三节 煤电钻

(一) 旋转破岩(煤)原理

煤电钻采用麻花钻头,利用钻刃破岩(煤),利用螺旋槽出岩(煤)。

(二) 煤电钻的结构

煤电钻主要由电动机、开关、减速器、风扇和外壳等五部分组成,其传动系统如图 1-6 所示。

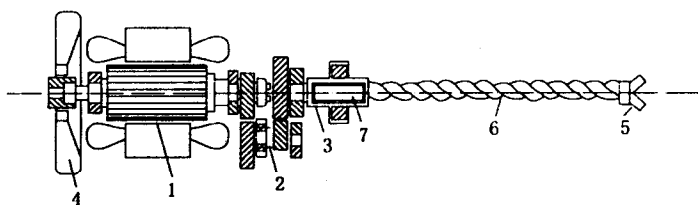


图 1-6 煤电钻的传动系统

1—电动机;2—减速器;3—主轴;4—风扇叶片;5—钻头;6—钻杆;7—杆尾

1. 电动机

煤电钻的电动机为三相交流 127 V 异步鼠笼全封闭自扇冷却,线圈采用高强度聚脂漆包线,转子为纯铝浇铸鼠笼转子,功率为 1.2 kw,二极,外壳为隔爆结构。风扇装在电动机轴尾端。

2. 减速器

煤电钻减速器为二级外啮合圆柱齿轮,输入输出均不经联轴器,直联传动。采用减速比不同的齿轮对,可以得到性能不同的品种。强力煤电钻即采用了较大减速比的齿轮对,增大了扭矩,可以钻较硬的夹石或半煤岩。

湿式煤电钻在减速部位增加了供水装置和水封装置,具有一定压力的清水由供水阀门、壳体注水孔、密封水室、输出轴注水孔进入麻花钻杆中心孔及钻头出水孔流出,将煤屑润湿,达到降低煤尘的目的。

3. 开关

采用专门用于煤电钻的防爆三相融点式专用开关。型号为 7kk-1, 绝对不容许用其他普通开关代替。

(三) 煤电钻配套钻具

1. 钻杆

煤电钻钻杆为麻花钻杆。一般以 T7 和 T8 矩形或菱形断面的钢材扭制而成。矩形断面扭成的钻杆, 强度较低, 但排粉能力大, 适用于煤层钻眼; 菱形断面扭成的钻杆, 排粉能力较弱, 但强度大, 适用于硬煤、半煤岩及软岩钻眼。钻杆直径为 39 mm, 长度有 1.4 m、1.6 m、1.8 m、2.0 m、2.5 m、2.8 m 六种。

湿式打眼要用带中心孔的麻花钻杆。

2. 钻头

煤电钻钻头有全钢和镶硬质合金刀片两种, 分别用于软煤和硬煤或软岩。镶硬质合金刀片钻头如图 1-7 所示。钻头用 ZG45 材料制成, 镶 YG8 (或 YG6) 硬质合金刀片。

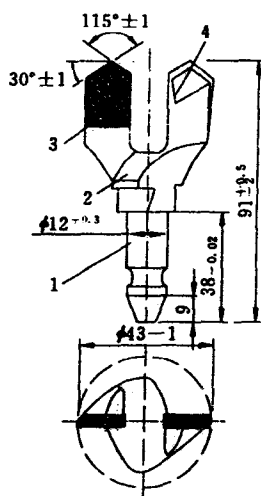


图 1-7 煤电钻钻头

1—钻头柄; 2—钻头体;
3—钻翼; 4—硬质合金刀片

(四) 煤矿常用煤电钻型号

煤电钻型号很多, 目前生产和使用的有 MZ 12、MSZ-12、MZ₂-12 等及其派生的湿式煤电钻。型号中字母含义为: M—煤; Z—钻; S—手提式; 12—功率为 1.2 kW。如为湿

式,则在上述型号后加 S。

(五) 煤电钻易损配件

煤电钻易损配件包括:转子、齿轮、二联齿轮、心轴、轴套、外壳、端盖、手柄、开关、钻套等。

第四节 岩石电钻

岩石电钻可以在硬岩上钻孔。与煤电钻相比,岩石电钻功率大,钻进时的轴推力大,故配有钻架和自动牵引装置。目前岩石电钻功率为 2 kw,电压有 127 V、380 V、60() V 三种,牵引装置有链条牵引和钢丝绳牵引两种方式。

第二章 装载机械

采用钻孔爆破掘进巷道时,装载机械负有把爆破下来的岩石或煤装入矿车或其他运输设备的任务。由于井下巷道中工作空间狭窄,回旋余地很小,因此与地面装载机械相比井下装载机械有许多特点。目前,我国井下掘进装载机械有铲斗装岩机、耙斗装岩机、蟹爪式装煤机,以及把钻眼和装载合为一机的钻装机等。

第一节 铲斗装岩机

铲斗装岩机用于水平铺轨巷道(倾角小于 8°)的装岩,岩石块径可达0.5 m,但以岩石块径为0.2~0.25 m时装岩效率最高。现在普遍使用的是后卸式电动铲斗装岩机,要求巷道高度大于装岩机工作时的最大高度。

(一) 铲斗装岩机的工作过程

铲斗装岩机的工作过程分为三个步骤:

- (1) 铲斗在最低位置时,按行走按钮,装岩机前进,将铲斗插入岩石堆,装满铲斗;
- (2) 按提升铲斗按钮,提起铲斗,向后翻转把岩石装入矿车;
- (3) 装岩机后退,放下铲斗,准备再次装岩。

(二) 铲斗装岩机的基本结构

铲斗装岩机的结构如图2-1所示。

铲斗装岩机由机械和电气两大部分组成。

1. 机械部分

铲斗装岩机机械部分有行走机构、回转机构、提升机构和铲斗。

- (1) 行走机构由减速器和车轮组成。控制电机正反转,即可使装岩机前进或后退。

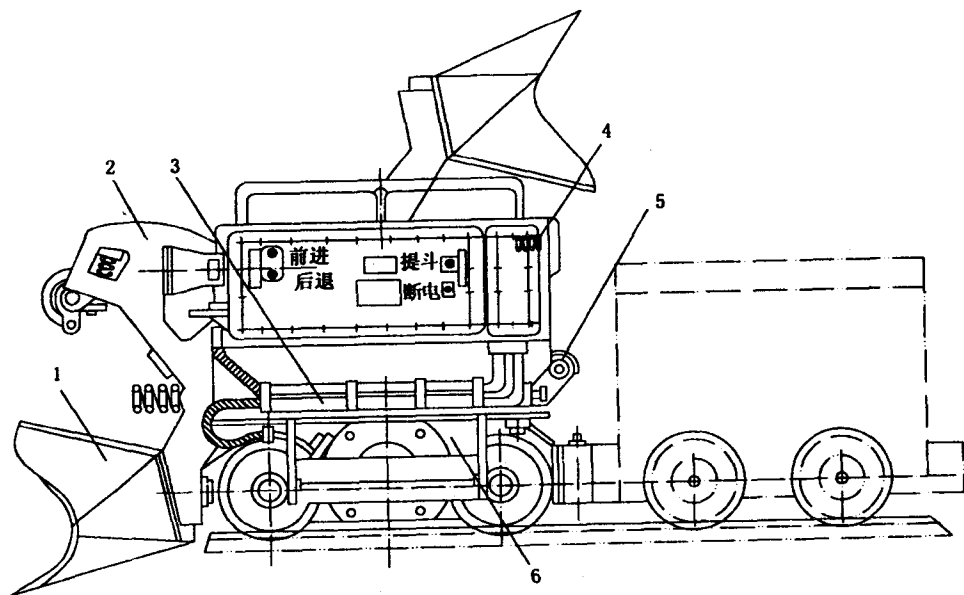


图 2-1 铲斗装岩机的结构

1—铲斗;2—斗柄;3—回转座;4—缓冲弹簧;5—提升机构;6—行走机构

前后车轮均为主动轮,牵引力较大。

(2)回转机构由回转座和铲斗自动返回中间位置机构组成。回转座装在行走机构上,可由司机左右转动各 30° ,以便进行侧面装岩。铲斗在侧面装岩后,在提起过程中通过一套凸轮机构自动返回中间位置,以保证正确卸载。

(3)提升机构由卷筒、稳定钢丝绳、提升链等组成。提升链采用多层板式链,一端固定在卷筒上,另一端固定在斗柄的连接销上。卷筒由电机经减速器带动缠绕提升链,铲斗提升,铲斗靠自重下放。稳定钢丝绳保证铲斗在工作时斗柄相对回转座上导轨间的运动为纯滚动。

(4)铲斗用钢板焊成,其容积大小决定了装岩机的能力,为装岩机的主要参数。铲斗焊在左右翻斗架之间。

2. 电气部分

铲斗装岩机电气部分有 1~2 台三相隔爆电动机,其型号为 DZB 或 JBI,这种电动机具有高转差率、高起动转矩和高过载能力;在装岩机的左右操纵箱内装有控制变压器、交流接触器等元件,箱面装有若干防爆控制按钮;其他还有防爆照明灯以及橡胶套电缆等。

(三) 铲斗装岩机的型号

铲斗装岩机用 Z 作类型代号, 铲斗小类代号略, 侧卸式以 c 表示, 规格以斗容量表示, 防爆型加注 B。

例如: 型号 Z-20B 表示铲斗容量为 0.2 m^3 的防爆型铲斗装岩机; ZLC-60B 表示侧卸式履带行走装岩机, 铲斗容量为 0.6 m^3 。

煤矿常用铲斗装岩机的主要技术性能见表 2-1。

表 2-1 铲斗装岩机的主要技术性能

型号	耙斗 容积 / m^3	装岩 能力 / $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	轨距 /mm	工作时			钢丝绳 直径 /mm	电机 功率 /kW	配用 矿车型 /m	质量 /t	备注
				长 /m	宽 /m	高 /m					
P-15B	0.15	15	600	4.7	1.04	1.75	12.5	10.5	1.1	2.2	
P-30B	0.3	35~50	600	6.6	2.05	1.95	12.5~14	17	1.1	4.5	
P-60B	0.6	70~105	600	9.8	2.75	2.2	14~16	30	1.1~3.3	6.5	
			900								

第二节 耙斗装岩机

耙斗装岩机是目前我国煤矿广泛使用的一种装岩机, 它利用绞车牵引耙斗将岩石装入矿车, 适用于高度在 2 m 以上、断面面积在 5 m^2 以上的平巷和斜巷、上山倾角要小于 30° 、下山倾角可大于 30° 的掘进装置。用于弯道时, 曲率半径应大于 15 m。装岩时岩石块径小于 300mm 最好, 大于 700 mm 者应预先加以破碎。

(一) 耙斗装岩机的工作过程

耙斗装岩机的工作过程如图 1-9 所示。

耙斗装岩机的工作过程是在掘进工作面打眼放炮后, 先在工作面打固定楔并挂好导向绳轮 11, 开动绞车 9, 卷筒缠绕主绳 13 牵引耙斗 1 耙取矿石, 经巷道底板和装岩机槽 3、4 至卸载槽 5, 卸入矿车。再操动绞车, 利用尾绳 12 牵引空耙斗返回工作面, 如此重复进行装岩。机器工作时, 用卡轨器 10 固定在道轨上。

(二) 耙斗装岩机的基本结构

耙斗装岩机由耙斗、绞车、台车、槽、滑轮及电器等主要部件组成。

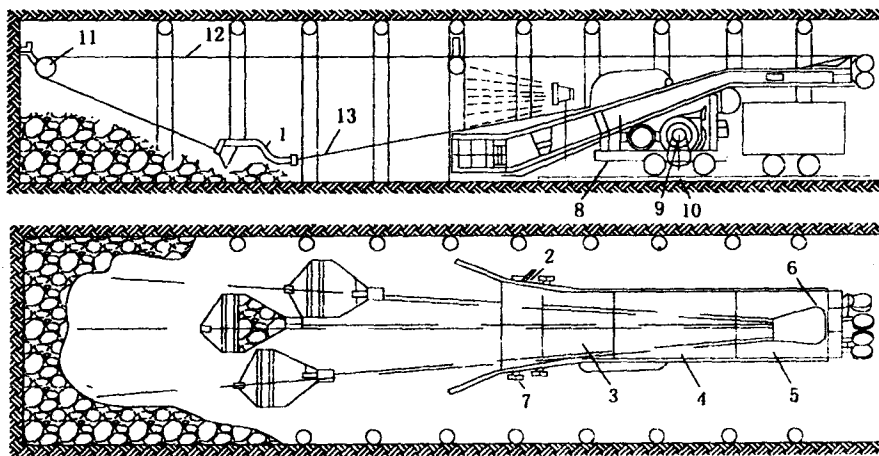


图 2-2 耙斗装岩机

1—耙斗;2—簸箕口;3—连接槽;4—中间槽;5—卸载槽;6—缓冲器;7—升降装置;
8—台车;9—绞车;10—卡轨器;11—导向绳轮;12—尾绳;13—主绳

1. 耙斗

耙斗是耙斗装岩机的主要组成部分,由耙齿铆在耙斗体上而形成。耙斗的容量为耙斗装岩机的主要参数,耙齿有平齿和梳齿两种,梳齿由于齿间可能漏碎石且卡大石而很少采用。耙齿容易磨损,一般用 ZG13Mn 制造。

整个耙斗要有相当重量,否则工作时 would 会发飘,如 0.3 m。耙斗质量为 300 ~ 500 kg。同时,还要选择合适的耙角,耙角是耙斗在水平位置时。耙齿内侧与水平面所成的夹角。耙角过小,插入阻力大;耙角过大,会产生“叩头”现象。一般平巷装岩耙角应取 $50^{\circ} \sim 55^{\circ}$,斜巷装岩耙角应取 $65^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。

2. 绞车

绞车是耙斗往复运动的动力源,一般都是双滚筒绞车。不同类型的耙斗装岩机其区别在于所用绞车的类型不同,P 系列装岩机为行星齿轮式绞车,已被列为定型产品;另外一种摩擦式绞车。

3. 台车

台车是耙斗装岩机的机架,上面安有操作机构、绞车、槽及其支柱、电气设备等。台车可以在轨道上行走。