

矿山机械设备与运输

杨振宏

西安建筑科技大学

一九九六年四月

目 录

第一篇 矿山机械设备

第一章 矿山钻孔机械设备	(1)
第一节 凿岩机及其分类	(1)
第二节 风动凿岩机主要性能参数的计算	(2)
第三节 凿岩台车	(8)
第二章 矿山装载机械设备	(12)
第一节 前端式装载机	(12)
第二节 装运机	(14)
第三节 铲斗式装载机性能参数计算	(15)
第三章 矿山提升设备	(19)
第一节 概述	(19)
第二节 提升容器	(21)
第三节 提升钢丝绳	(27)
第四节 矿井提升机及天轮	(30)
第五节 提升机与井筒的相对位置	(34)
第六节 提升设备的运动学、动力学	(36)
第七节 提升电动机容量及提升设备电耗的计算	(50)
提升设备选型计算例题	(54)
第四章 矿井排水设备	(61)
第一节 概述	(61)
第二节 离心式水泵	(64)
第三节 离心式水泵在管网上工作	(66)
第四节 矿井排水站	(71)
第五章 矿山压气设备	(74)
第一节 概述	(74)
第二节 单级往复式压气机的工作理论	(76)
第三节 往复式压气机的生产量和功率	(80)
第四节 压气站设计与管道计算	(82)

第二篇 井下矿山运输

第六章 井下机车运输	(85)
第一节 矿井轨道	(85)

第二节	矿用车辆	(103)
第三节	矿车的选择和矿井矿车数的计算	(111)
第四节	轨道运输的辅助机械设备	(112)
第五节	机车运输	(118)
	电机车运输计算例题	(130)
第七章	井底车场	(133)
第一节	竖井井底车场	(133)
第二节	竖井井底车场线路平面布置	(137)
第三节	竖井井底车场线路坡度	(140)
第四节	竖井井底车场通过能力	(148)
第五节	斜井井底车场	(154)
第八章	井下卡车运输	(163)
第一节	概述	(163)
第二节	井下卡车的选择	(164)
第三节	井下卡车运输道路	(166)
第四节	井下卡车废气污染的控制	(170)

第三篇 露天矿矿山运输

第九章	露天矿铁路运输	(175)
第一节	铁路运输牵引动力学	(175)
第二节	露天矿铁路线路设计	(181)
第三节	露天矿线路车站设计	(186)
第四节	露天矿铁路运输能力计算	(192)
第十章	露天矿公路运输	(195)
第一节	自卸汽车行驶动力学	(195)
第二节	露天矿公路线路设计	(201)
第三节	露天矿公路路基、路面设计	(210)
第四节	露天矿公路运输能力计算	(213)
附录:		
1.	冶金矿山竖井单绳罐笼系列型谱	(216)
2.	冶金矿山竖井多绳罐笼系列型谱	(217)
3.	金属矿用单(多)绳箕斗规格表	(218)
4.	钢绳 6×19 技术规格	(219)
5.	密封钢绳技术规格	(219)
6.	JK2~5 米矿井提升机主要规格	(220)
7.	JKM 型多绳提升机主要规格	(222)
8.	I、II 及 III 级驱动机的技术规格	(224)

第一篇 矿山机械设备

第一章 矿山钻孔机械设备

钻孔机械是用来在岩体上钻凿一定孔径、一定方向和一定深度的爆破用孔（炮孔）的机械。按照破碎岩石的过程和原理，矿山常用的钻孔机械可分为三大类：

旋转式钻机：多刃切削钻头钻机、金刚石钻头钻机等。这种钻机多用于中等硬度以下的岩石或煤中钻孔。

冲击转动式钻机：各种类型凿岩机，潜孔钻机和钢绳冲击式钻机等。可用在中硬以上的岩石中钻孔。

旋转冲击式钻机：牙轮钻机。用在中硬以上的岩石中钻孔。

本章仅讲叙井下矿山钻孔机械设备，露天矿山钻孔机械设备在《金属矿山露天开采》教材中详叙。

第一节 凿岩机及其分类

凿岩机主要用在坚硬的岩石中钻凿炮孔。它的动作原理是冲击转动式的。如图 1-1-1 所示，首先利用锤头周期性地给钎头以一个轴向力 P ，在此轴向力（冲击力）的作用下，钎头凿入岩石一个深度 τ ，其破碎的岩石面积为 $I-I'$ 。为了形成一个圆形的炮孔，钎子每冲击一次之后，还须回转一个角度 β ，然后再进行新的冲击，相应的破碎面积为 $II-II'$ 。如此重复运动，即形成一个具有一定深度的炮孔。在两次冲击之间留下来的扇形岩瘤，将借钎头切削刃上所产生的水平分力 T 剪碎。此外，为保证钎子持续有效地进行凿岩作业，还必须把凿岩过程中形成的粉尘从炮孔中及时地排出。

按照冲击钎尾和转动钎头所用的动力划分有风动、电动、内燃和液压等型凿岩机。

电动凿岩机是以电动机为驱动动力，并通过机械的方法将电动机的旋转运动转化为锤头周期性地对钎尾的冲击运动。电动凿岩机的动力单一，效率较高。

内燃凿岩机是以小功率内燃机为驱动动力。其优点是

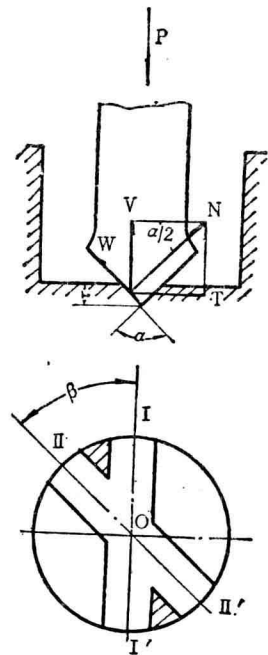


图 1-1-1 冲击转动式凿岩机的动作原理

本身带有动力机构，使用灵活，可适用于野外或山地以及没有其它能源的地方进行凿岩作业。

液压凿岩机是以高压液体为驱动动力。这种凿岩机动力消耗少，能量利用率高，可提高凿岩机的性能和凿岩的速度。

风动凿岩机是以压缩空气为驱动动力。目前在国内应用最广，可在采矿、土建工程、铁路、水利和国防工程中进行凿岩作业。风动凿岩机的类型很多，一般有以下几种：

(1) 手持式凿岩机：其重量较轻（通常小于 20 公斤），功率较小，如 Y-3 型。这种凿岩机适用于钻凿浅炮孔。操作时劳动强度大，在矿山中已很少使用。

(2) 气腿式凿岩机：其重量通常为 22~30 公斤。带有起支承和推进作用的气腿，如 YT-24、YT-26、YT-23、YTP-26 型凿岩机等已为矿山所广泛使用。它们一般能钻凿 2~5 米的深度，直径为 34-42 毫米或带一定倾角的炮孔。

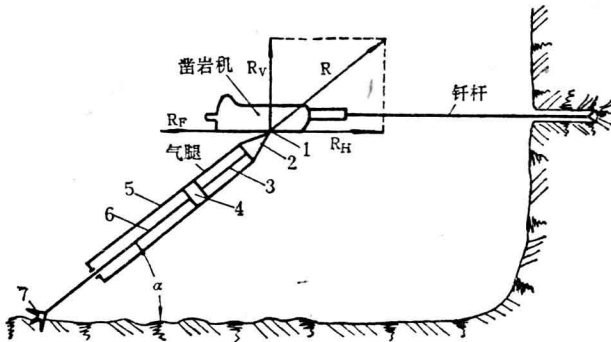


图 1-1-2 FT-160 型气腿式 YT23 型凿岩机工作示意图

- 1—连接轴，2—架体，3—气针，4—活塞，
5—气缸，6—伸缩管，7—顶叉

(3) 伸缩式（向上式）凿岩机：带有轴向气腿，专用于钻凿 60~90° 的向上炮孔。一般重量为 40 公斤左右，钻孔深度为 2~5 米，孔径为 36~48 毫米。有 YSP-45 及 01-45 型凿岩机等。

(4) 导轨式（柱架式）凿岩机：机重较大，有 35~100 公斤。一般装在凿岩台车或柱架的导轨上工作。有 YG-40、TG-65、YG-80 及 YZ-90 型等。

气腿式凿岩机工作示意图如图 1-1-2 所示。

常用风动凿岩机的主要技术特征见表 1-1-1 中

第二节 风动凿岩机主要性能参数的计算

风动凿岩机主要性能参数包括活塞冲击功和冲击功率、冲击频率和效率、转速和扭转力矩、合理轴推力和气耗量等。

各性能参数均与凿岩机气缸内气压压力、温度和容积的变化，活塞运动的速度和加速度，以及活塞冲击钎尾时的不均匀回跳现象等有关。但这些现象是复杂的，故尚不能精确地计算出凿岩机的性能参数。当前，已经采用同位素和示波器的方法来探测现有凿岩机气缸内压气变化的真实情况，以及其它各因素的变化情况，以便能更好地了解各性能参数对凿岩机工作时的影响，从而为设计新型凿岩机和合理选用凿岩机提供可靠的依据。

为了明了凿岩机各参数之间的关系和简化计算，在计算分析时，通常对计算条件做出一些假定。这些假设条件有：

表 1-1-1 风动凿岩机技术特征

指 标	类 型	气 腿 式						上 向 式			导 轨 式		
		手持式	YT-23 (7655)	YT-24	YT-25	YTP-26	YT-28	YSP-45	YG-40	YG-80	YG-90	YZ-90	YG-35
机重(公斤)		28	23	24	23	26.5	28	44	36	74	90	35	
全长(毫米)		5	628	678	660	680	690	1420	680	900	883	653	
使用气压(公斤/厘米 ²)		65	5	5	5	5~6	5	5	5	5	5~7	5	
气缸直径(毫米)		60	76	70	70	95	75	95	85	120	125	100	
活塞行程(毫米)		1650	60	70	55	50	70	47	80	70	62	48	
冲击次数(次/分)		4.5	2100	1800	>1800	2600	2000	>2700	1600	1800	2000	2650	
冲击功(公斤·米)		2.2	>6	>6	5.6	3	7	>7	10.5	18	20	10	
气耗量(米 ³ /分)		92	<3.6	<2.9	<2.6	>180	>150	<5	5	8.1	11	6.5	
扭矩(公斤·厘米)		2~3	>150	>130	>100	3~5	2~3	>180	380	1000	1200	680	
使用水压(公斤/厘米 ²)		34~42	34~38	34~42	34~38	36~45	35~42	35~42	40~55	3~5	4~6	2~3	
钻眼直径(毫米)		4	5	5	4	5	5	6	15	40	30	45~60	
钻孔深度(米)		25.4×108	22.2×108	22.2×108	22.2×108	22.8×108 25.4×108	22.2×108	22.2×108	φ32×97	φ38×97	φ38×97	25.4×159	
气腿型号		72-13 72-12	FT-160	FT-140	FT-140	专用	FT-160	专用	专用推进器	专用推进器	专用推进器		
注油器型号		环状活阀	FY-200A	FY-200A	FY-200A	落地式	FY-200	落地式	专用	专用	专用		
配气阀型式		环状活阀	环状	碗状控制阀	蝶状活阀	无阀	碗状控制	环状活阀	碗状控制	碗状控制阀	无阀		
最优轴推力(公斤)		116	104	104									
制造工厂		上海 风动工具厂	沈阳 风动工具厂	沈阳 风动工具厂	湘潭 风动机械厂	湘潭 风动机械厂	天水 风动工具厂	沈阳 风动工具厂	燎原 风动工具厂		战斗机械厂	沈阳 风动工具厂	

1. 凿岩机处于水平状态工作，故可不计活塞与钎子重量的影响；

2. 气缸中往返移动活塞的压气压力用平均指示压力表示；

3. 每次进入凿岩机的压气量是常量；

4. 冲程时，活塞运动的初速度为零，然后作等加速运动；

5. 不计因钻孔深度增加而钻具重量增加对活塞反弹速度的影响；

6. 忽略各运动件间的摩擦阻力（误差仅为3~5%）。

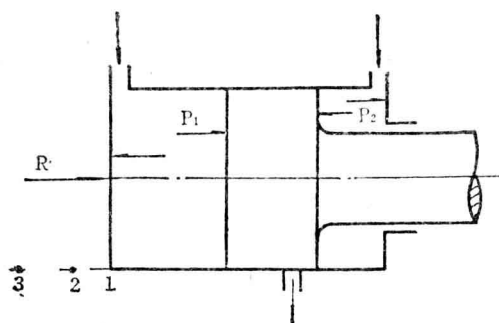


图 1-1-3 凿岩机计算图

一、冲击功

冲程时，作用在活塞上的力（见图 1-1-3）为：

$$P_1 = p_i F_1 = c_1 p_0 F_1 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_1^2) c_1 p_0 \quad (1-1)$$

式中 p_i ——冲程时后腔中压气的平均指示压力，公斤/厘米²；

c_1 ——凿岩机冲程时的构造系数（见表 1-1-2）；

p_0 ——管网压力，公斤/厘米²

F_1 ——气缸后腔中压气的有效作用面积，厘米²；

D ——气缸直径，厘米；

d_1 ——螺旋棒平均直径；对于无独立螺旋棒的转钎机构或冲击器 $d_1=0$ ，厘米；

表 1-1-2 凿岩机构造系数

系 数	活 阀 配 气	控 制 阀 配 气
c_1	0.52	0.62
c_2	0.26	0.40
a	1.15	1.0

活塞的冲击功为：

$$A_1 = P_1 \lambda S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_1^2) c_1 p_0 \lambda S \text{ 公斤} \cdot \text{米} \quad (1-2)$$

式中 S ——活塞的设计行程，厘米；

λ ——活塞行程系数，一般为 0.85~0.90。

活塞冲击功率为：

$$N = \frac{A_1 n}{75 \times 60} \text{ 马力} \quad (1-3)$$

式中 n ——活塞冲击频率，次/分。

同理，回程时作用在活塞上的力

$$P_2 = p'_i F_2 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) c_2 p_0 \text{ 公斤} \quad (1-4)$$

式中 p_i ——活塞回程时，前腔中的平均指示压力，公斤/厘米²；
 F_2 ——回程时，压气在前腔中的有效作用面积，厘米²；
 d ——活塞杆直径，对于潜孔冲击器 $d=0$ ，厘米；
 c_2 ——凿岩机构造系数（见表 1-1-2）。

二、冲击频率

冲击频率系指活塞每分钟冲击钎尾的次数，为了计算冲击频率，首先应计算出活塞运动的加速度和一次循环所需的时间。在 P_1 力作用下，活塞运动的加速度为

$$a_1 = \frac{P_1}{m_1} \text{ 米/秒}^2 \quad (1-5)$$

式中 m_1 ——活塞质量，千克。

活塞冲程的时间为

$$t_1 = \sqrt{\frac{2\lambda S}{a_1}} = \sqrt{\frac{2\lambda S m_1}{c_1 p_0 F_1}} \text{ 秒} \quad (1-6)$$

回程的时间与气缸中压气压力、钎子质量、岩石性质以及活塞冲击钎尾时的反跳现象等有关，难以用计算方法求出。通常用冲程时间乘以系数 a 来表示回程的时间，即

$$t_2 = a t_1 \text{ 秒} \quad (1-7)$$

式中 a ——回程时间与冲击行程时间的比例系数，其值与凿岩机的配气方式有关（见表 1-1-2）。

一个工作循环的时间为

$$T = t_1 + t_2 = (1 + a) \sqrt{\frac{2\lambda S m_1}{c_1 p_0 F_1}} \text{ 秒} \quad (1-8)$$

则活塞的冲击频率为

$$n = \frac{60}{T} = \frac{60}{(1 + a)} \sqrt{\frac{c_1 p_0 F_1}{2\lambda S m_1}} \text{ 次/分} \quad (1-9)$$

三、冲击效率

冲击效率是表示凿岩机工作时，活塞对钎杆冲击时的能量利用率。为便于探讨，我们可以认为活塞与钎子是在弹性范围内进行正心碰撞。依碰撞理论可知，两物体在碰撞前后的动量和不变，即

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2 \quad (1-10)$$

式中 m_1, m_2 ——活塞与钎子的质量，千克；

v_1, v_2 ——活塞和钎子在冲击前的速度，米/秒；

u_1, u_2 ——活塞和钎子在冲击后的速度，米/秒。

当碰撞时，钢材的弹性恢复系数为碰撞后的速度差与碰撞前的速度差之比，即

$$e = \frac{u_2 - u_1}{v_1 - v_2} \quad (1-11)$$

e 值与活塞及钎子的材料和淬火质量有关，淬火质量较好时 e 值可达 90~95%，淬火质量较差时 e 值仅为 55% 左右。

对 (1-10) 和 (1-11) 两式联立求解，并令钎子在碰撞前的速度为零（即 $v_2=0$ ），则

可得：

$$u_2 = \frac{m_1(1+e)}{m_1+m_2}v_1 \quad \text{米/秒} \quad (1-12)$$

$$u_1 = v_1 - \frac{m_2(1+e)}{m_1+m_2}v_1 \quad \text{米/秒} \quad (1-13)$$

从(1-13)式可以看出，当 $m_1/m_2 < e$ 时，冲击后活塞的速度 u_1 与钎子的速度 u_2 方向相反。故钎子所获得的能量为：

$$A_2 = \frac{1}{2}m_2u_2^2 = A_1 \frac{m_1m_2(1+e)^2}{(m_1+m_2)^2} \quad \text{公斤} \cdot \text{米} \quad (1-14)$$

则其冲击效率为：

$$\eta = \frac{A_2}{A_1} = \frac{m_1m_2(1+e)^2}{(m_1+m_2)^2} \quad (1-15)$$

当 $m_1/m_2 > e$ 时，冲击后活塞与钎子同向运动，但因钎子不能自由地运动，则活塞除在冲击时消耗部分能量外，其余全部能量传递给钎子，这时钎子获得的能量为：

$$A_3 + A_2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = A_1 \frac{m_1+m_2e^2}{m_1+m_2} \quad \text{公斤} \cdot \text{米} \quad (1-16)$$

此时冲击效率为：

$$\eta' = \frac{A_2 + A_3}{A_1} = \frac{m_1+m_2e^2}{m_1+m_2} \quad (1-17)$$

在凿岩机中，除潜孔凿岩机和风动冲击器可以设法保持 $m_1/m_2 > e$ 的关系外，其余凿岩机几乎全存在着 $m_1/m_2 < e$ 的关系，从式(1-15)和(1-17)可以看出，凿岩机的冲击效率将随着钻具质量的增加而降低。同时还取决于活塞与钻具的材质及其热处理质量等。

四、钎子转数

钎子的转动是借助螺旋棒转钎机构来实现的。在活塞回程时，由于棘轮棘爪机构的单向逆止作用而迫使钎子转动，这种转动是间断进行的。钎子转数的大小可以通过活塞回程时转动的角度 β 来计算。

从螺旋棒展开图可以看出，当活塞沿着螺旋棒轴线方向移动距离 S (行程) 时，则螺旋棒 (或活塞) 即将转动一个角度 β ，而其所对应的弧长：

$$X = \lambda S t g a \quad (1-18)$$

与此弧长相对应的螺旋棒 (或活塞) 转动角 β 为：

$$\beta = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{2X}{d_1} = \frac{360}{\pi d_1} \lambda S t g a \quad \text{度} \quad (1-19)$$

式中 a ——螺旋棒斜角，一般为 4° 左右；

d_1 ——螺旋棒平均直径，厘米。

因此，如活塞冲击频率为 n ，则钎子每分钟转数为：

$$n_0 = \frac{\beta n}{360} = \frac{n \lambda S t g a}{\pi d_1} \quad \text{转/分} \quad (1-20)$$

由上式看出，钎子转角 β 与活塞实际行程 (λS) 成正比，与螺旋导角 a 的正切值成正比关系。

五、转矩

凿岩机转矩的大小，取决于回程时压缩空气对活塞的作用力 P_2 ，以及螺旋棒的导角 α 。

转矩值关系到凿岩机运转的稳定性。转矩过小，易于引起卡钎现象，特别是在节理发达的岩石中钻孔时更为明显。转矩过大则会增加凿岩机的结构尺寸和重量。实践经验表明，对用于浅孔凿岩，孔径在 40 毫米左右的气腿凿岩机，其设计转矩以 120~200 公斤·厘米为宜；对于中深孔接杆凿岩的导轨式凿岩机，转矩应在 350 公斤·厘米以上。

由螺旋棒展开图看出，活塞回程时，由于棘爪的作用，螺旋棒不能转动， P_2 力必须克服各运动副间的阻力，才能使活塞沿着螺旋方向带动钎子转动。

根据力学关系可写出：

$$P_2 = N \sin \alpha + \mu N \cos \alpha = N(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

故
$$N = \frac{P_2}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha} \quad (1-21)$$

促使活塞转动的圆周力 T_1 和阻力 T_2 分别为：

$$T_1 = N \cos \alpha \quad T_2 = \mu N \sin \alpha$$

故扭转力应为：

$$T = T_1 - T_2 = N(\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \quad (1-22)$$

凿岩机转矩为：

$$\begin{aligned} M_n &= T \frac{d_1}{2} = \frac{d_1 N}{2} (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \\ &= \frac{P_2 d_1}{2} \operatorname{ctg}(\alpha + \beta) \end{aligned} \quad (1-23)$$

式中 ρ ——摩擦角，度， $\operatorname{tg} \rho = \mu$ ；

μ ——摩擦系数，钢对钢时 $\mu = 0.15$ 。

考虑到传动的损失，钎子所得到的转矩为：

$$M'_n = M_n \eta \quad \text{公斤·厘米} \quad (1-24)$$

式中 η ——扭转机构传动效率，通常 $\eta = 0.5 \sim 0.6$ 。

六、凿岩机耗气量

耗气量是凿岩机主要经济指标之一，其计算方法如下：

采用螺旋棒转钎机构的凿岩机，每个工作循环所消耗的压气体积为：

$$\begin{aligned} V_0 &= \left[\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) + \frac{\pi}{4} (D^2 - d_1^2) \right] \lambda S k \times 10^{-6} \\ &= 0.785 (2D^2 - d^2 - d_1^2) \lambda S k \times 10^{-6} \end{aligned} \quad (1-25)$$

则每分钟的压气消耗量为：

$$V = n V_0 \quad \text{米}^3 / \text{分} \quad (1-26)$$

式中 k ——压气在气缸中的充满系数；

n ——冲击频率，次/分；

D ——气缸直径，厘米；

d_1 ——活塞杆直径，厘米；

d ——螺旋棒平均直径，厘米；

λS ——活塞的实际行程，厘米。

凿岩机每分钟消耗的自由空气量为：

$$V' = (p_0 + 1)V \text{ 米}^3/\text{分} \quad (1-27)$$

式中 p_0 ——管网中压气压力。

在没有独立螺旋棒的转钎机构中，其气耗量的计算方法相同，只要将 $d=0$ 代入即可求出：

$$V' = 0.785(2D^2 - d_1^2)\lambda S k n (p_0 + 1) \times 10^{-6} \text{ 米}^3/\text{分} \quad (1-28)$$

在凿岩机本身不带转钎机构（如潜孔冲击器）时，则气耗量为：

$$V' = 1.57D^2\lambda S k (p_0 + 1) \times 10^{-6} \quad (1-29)$$

第三节 凿岩台车

凿岩台车是随着采矿工业的不断发展而出现的一种新型凿岩作业设备。它是将一台或几台凿岩机连同自动推进器一起安装在特制的钻臂或台架上，并配以行走机构，使凿岩作业实现机械化。

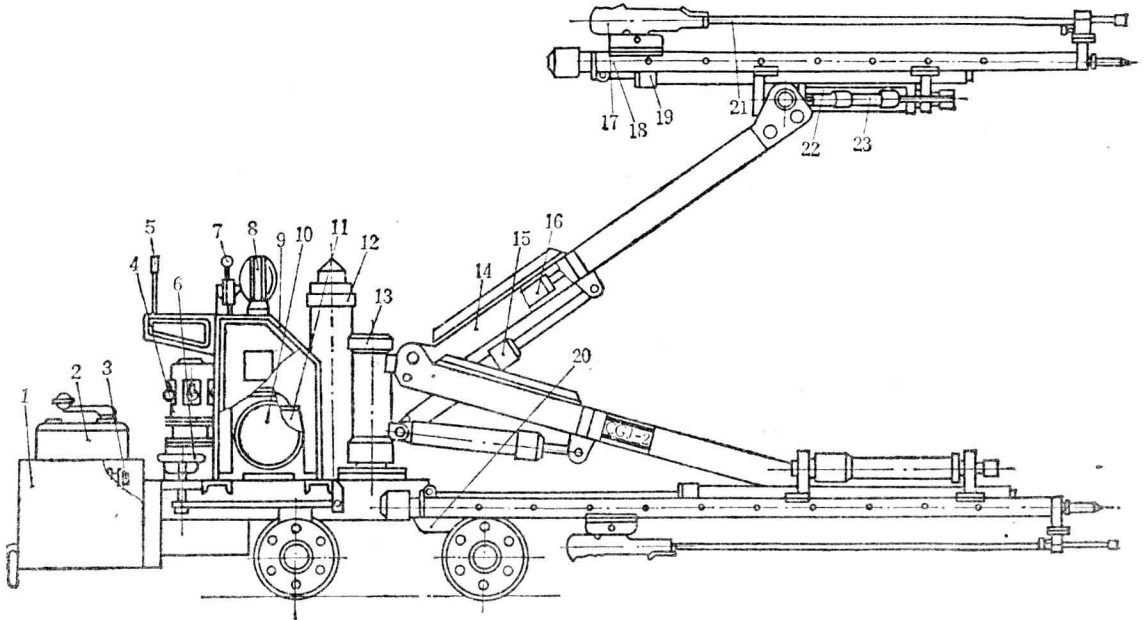


图 1-1-4 CGJ-2型双机液压平巷凿岩台车示意图

1—挂斗；2—控制器；3—电阻器；4—风马达；5—液压操纵手柄；6—制动器；7—供风操纵手柄；8—照明灯；9—操纵台；10—电动机；11—减速器；12—固定气筒；13—转柱；14—钻臂；15—支承油缸；16—俯仰角油缸；17—凿岩机；18—推进器；19—补偿油缸；20—车架；21—钎杆；22—回转油缸；23—摆角油缸

凿岩台车广泛用于矿山巷道掘进和回采作业、铁路隧道和国防工程等方面的施工。随着凿岩爆破工艺的不断改善，凿岩台车在生产建设中愈来愈显示出无比的优越性。如巷

道断面大于 10 平方米的凿岩作业、平巷掘进的直线掏槽法对炮孔平行度的要求、无底柱分段崩落法对炮孔施工角度的要求等，都是人力自然控制所难以保证的。而采用凿岩台车进行凿岩作业，不仅完全可以满足上述各种要求，而且也为民采矿过程自动控制创造了可能的前提条件。

按照凿岩台车的用途可分为平巷掘进台车、采矿台车和露天开采用凿岩台车；按照台车的行走机构可分为轨轮、轮胎和履带式；按照其架设凿岩机台数可分为单机、双机和多机台车等。

凿岩台车一般由凿岩机及其推进器、钻臂及其调幅机构、台车架及行走机构等组成。凿岩台车的控制方式有液压控制、压气控制和液压与气压联合控制等三种。

平巷凿岩台车的组成示意图如图 1-1-4 所示，主要技术特征列于表 1-1-3。

采矿凿岩台车的组成示意图如图 1-1-5 所示，主要技术特征列于表 1-1-4。

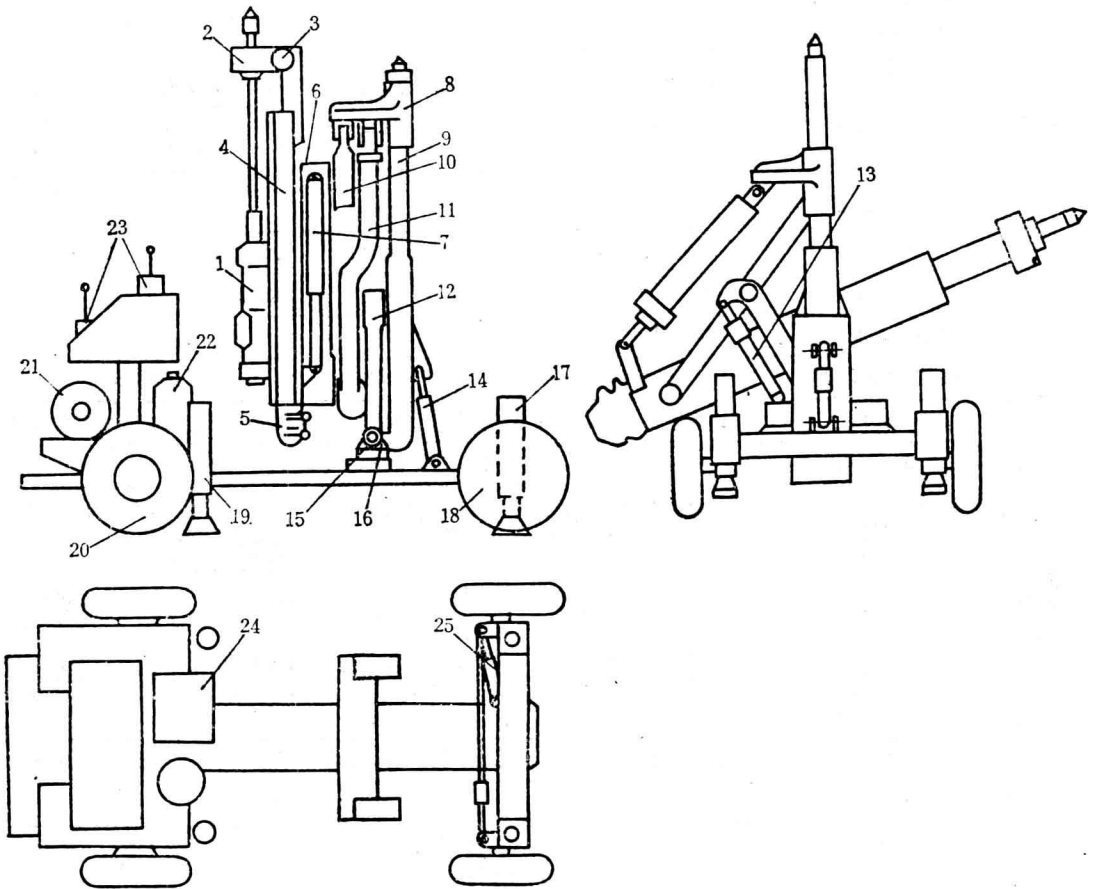


图 1-1-5 CTC-700 型凿岩台车示意图

1—凿岩机；2—托钎器；3—托钎器油缸；4—滑轨座；5—推进风马达；6—托架；7—补偿机构；8—上轴架；9—顶向千斤顶；10—扇形摆动油缸；11—中间拐臂；12—摆臂；13—侧摆油缸；14—起落油缸；15—销轴；16—下轴架及支座；17—前千斤顶；18—前轮对；19—后千斤顶；20—后轮对；21—行走风马达；22—注油器；23—液压控制台；24—油泵风马达；25—转向油缸

表 1-1-3 平巷掘进凿岩台车技术特征表

台车型号		HG-1	CGJ-2	CGJ-3	ZYF-1	HGT-1	CG-4	(东方红)	
配用凿岩机型号		YT-30 YT-23	YT-30	YG-35	液压凿岩机	9545	YT-25	东方红-100	
钻臂特征	钻臂数目(个)	2	2	3	3	2	4	2	
	运动方式	直角坐标	直角坐标	极坐标	极坐标	直角坐标	直角坐标	极坐标	
	俯仰角(度)	+32° -30°	+42° -28°	最大升起角 54°	50°		+45° -20°		
	摆角(度)	内 37° 外 41°	内 30° 外 40°		50°		内 25° 外 45°		
	旋转方式	不旋转	液压螺旋副 0~180°	液压缸齿轮 360°	液压缸齿轮 360°	液压缸控制 90°		风马达螺旋 减速 360°	
	平动机构	四连杆	四连杆	液压平动缸	液压平动缸	四连杆		四连杆	
	滑架俯仰角(度)	+30° -25.5°	+30° -30°				±25°	度	
滑架内外转角(度)	内 24° 外 30.5°	内 42° 外 25°				内 45° 外 30°	度		
推进与补偿	方式	风动螺旋	风动螺旋	液压缸 链条式	液压缸 钢丝绳式	风缸钢丝绳式	风缸链条式	风动螺旋式	
	行程(毫米)	1800	1800	2500	2500	1900	2000	2000	
	方式	风缸	液压缸	液压缸	液压缸	风缸	风缸	风缸	
	行程(毫米)	1200	1200	1200	300				
行走机构	方式	轨轮	轨轮	轨轮	轨轮	轨轮	轨轮	轨轮	
	轨距(毫米)	600	600	600	600	600	600	600	
	轴距(毫米)	750	1100	1000					
	行走速度(公里/时)		最大 6~8		6.1		2.7		
	驱动	动力	电动车牵引	直流电机 自行	直流电机自行 (液压马达)	同左	电动自行车	电动自行车	电机车牵引
功率(千瓦)	—	3.5	液压 6	液压 5	2.5	4	—		
液压系统	传动方式	风动液压	风动液压	电动液压	电动液压		电动液压	电动液压	
	油泵型号	HY25/25	YB-A14B -FL	ZB100×3	叶片泵	自制风油 增压器	YB-A14B -FL		
	工作液压(公斤/厘米 ²)		60	高 100 中 80 低 30	65	增压比 10:1	65	额定 140 工作 100	
	驱动	动力	叶片风马达	TM1-3 风马达	JO ₂ -51-4	直流电机	工作油压 40 公斤/厘米 ²	交流电机	TB1-3 风马达
	功率(千瓦)	3.7	2	2.2			3	2	
台车固定方式	手动卡轨器	风缸	液压千斤顶	手动卡轨器	风缸	手动卡轨器	手动卡轨器		
最小行车曲率半径(米)	6	7	8	7	7		15		
适用巷道断面(米)	4~6	3.6~9.0	4~10.8	4~9	3.6~6.5	6.25~16	5.6~12		
外形尺寸	长度(毫米)	3509	全伸 5730 行走 4470	推进器缩 回 6100, 推进器伸 出 7900	5250	4000	5300	5200	
	宽度(毫米)	814	全伸 3200 行走 970	1250	1200	900	1600	1300	
	高度(毫米)	1240	伸 2800 行走 1420	1730	1450	1550	1780	1500	
重量(吨)	1.35	1.8	5.5	约 4.0	1.7	3.0	2.5		
制造单位	河北铜矿		沈阳风动 工具厂等			宣化风动 机械厂	天津风动 工具厂		

表 1-1-4 采矿凿岩台车技术特征

型 号		CTC-700 (CZZ-700)	CTC-214	CTC-140
指 标	长度 (毫米) 运行时	叠形架前倾 3980 叠形架竖起 2780	推进器平放 4700 推进器竖起 3700	
	工作时			
高度 (毫米) 运行时	工作时	2115	1800	2600
		2775	最大 3500, 最小 2800	2900
宽度 (毫米)		1810	2100	1200
总重 (公斤)		2754	4000~5000	300
最小转弯半径 (米)		4.5	—	—
行走轮轴距 (毫米)		1570	—	—
钻凿巷道断面, 宽×高 (米)		2.8×3.0	3×3~5×3.5	—
推 进 器	推进力 (公斤)	600~800	1400	190
	补偿行程 (毫米)	500	700	—
	推进行程 (毫米)	1420	1400	2000
	风马达功率 (马力)	1	3	—
行走风马达功率 (马力)		2×5	6	—
油泵风马达功率 (马力)		2.8	3	—
液压系统工作压力 (公斤/厘米 ²)		100	80~100	—
油箱容量 (升)		25	25	—
油压系统总容量 (升)		75	—	—
配用凿岩机型号		YG-80, YYT-120	YZ-90	YSP-45
总风管直径 (英寸)		2	—	—
总水管直径 (英寸)		3/4	—	—
炮孔直径 (毫米)		51~65	—	38~46
炮孔深度 (米)		25	—	3~5
炮 孔 角 度	前倾 (度)	30	—	25
	后倾 (度)	85	—	—
	左右 (度)	0~18	—	0~25

第二章 矿山装载机械设备

第一节 前端式装载机

以铲斗在装载机前端进行铲装和卸料的装载机，一般称为前端式装载机。井下矿山用的一种低车身铰接车架轮胎行走的前端式装载机习惯上称为铲运机。

前端式装载机是近二十年发展起来的装载设备。由于液力变矩器和铰接转向等新技术的应用，使前端式装载机得到迅速发展。近年来，前端式装载机更趋于大型化，国外已生产了功率为 400~1270 马力、斗容为 7.6~23 米³ 的露天矿用轮胎前端式装载式。井下用的前端式装载机斗容亦达到 9~10 米³，最大功率达 300 马力。

前端式装载机在露天矿得到广泛的应用。通常情况下，前端式装载机在大型露天矿是一种重要的辅助设备，用以清理岩堆，从工作面搬运大块矿岩，筑路，排土，松散土岩和运输重型部件及材料等。在一定的条件下，如开采相距不远而又分散的矿体或多品种矿石，以及在中小型露天矿中，前端式装载机可代替电铲作为主要的生产设备。井下前端式装载机适于阶段崩落法、分段崩落法、空场法、房柱法、留矿法和分层充填法的回采出矿和巷道出碴。在中、短运距条件下（小于 200 米），可单人单机独立进行装运卸作业。在长距离运输条件下（大于 200 米），可作为装载设备，配合各类井下自卸矿车进行工作。

前端式装载机是一种灵活、机动、生产费用低的高效能装载设备。

井下前端式装载机如图 1-2-1 所示。

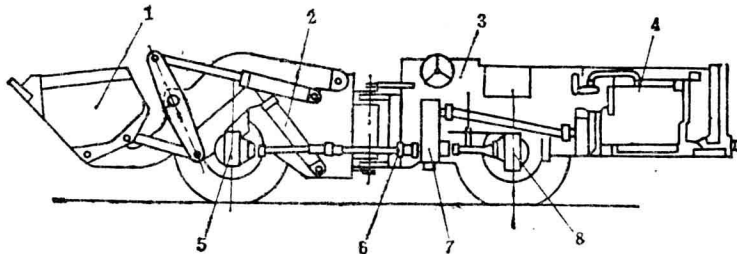


图 1-2-1 井下前端式装载机组成

1—铲斗；2—工作机构；3—司机室；4—柴油机；5—前桥；6—传动轴；7—减速箱；8—后桥

图 1-2-2 为我国生产的 ZL 型露天前端式装载机，它主要由柴油发动机 1、液力变矩器 2、行星变速箱 3、驾驶室 4、车架 5、前后桥 6、转向铰接装置 7、车轮 8 和工作机构 9 等部件组成。它采用了液力机械传动系统，动力从柴油机经液力弯矩器、行星变速箱、前后传动轴、前后桥和轮边减速器而驱动车轮前进。

国内外部分前端式装载机的主要技术特征列于表 1-2-1、表 1-2-2

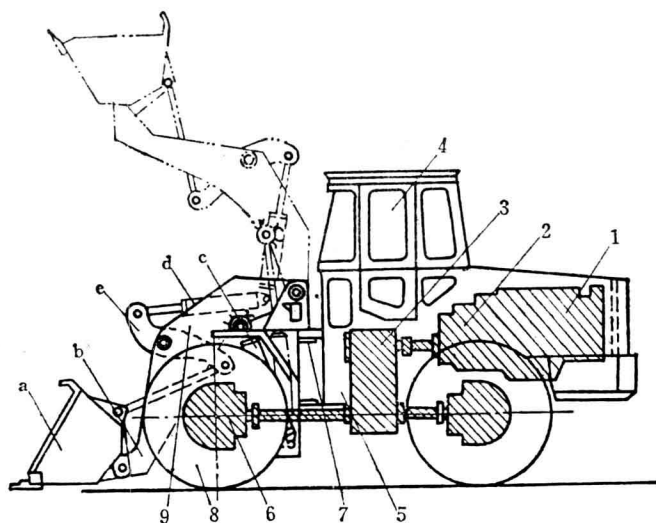


图 1-2-2 ZL 系列前端式装载机组成

1—柴油发动机；2—液力变矩器；3—行星变速箱；4—驾驶室；5—车架；6—前后桥；
7—转向铰接装置；8—车轮；9—工作机构；
a—铲斗；b—动臂；c—举升油缸；d—转斗油缸；e—转斗杆件

表 1-2-1 部分国外前端式装载机主要技术特征

型 号	KLD9B	KLD100L	992	D600	675	ST-1 (铲运机)	ST-5A (铲运机)	ST-8A (铲运机)	Toro 100DH (铲运机)	TLF-4 (铲运机)
额定斗容 (米 ³)	3.5	5.0	7.65	10.26 19.76	18.4 27.5	0.76	3.82	5.6	1	1.75
额定载重量 (吨)	6.5	8.8	13.6	20.4	32.7	1.36	7.38	9.8	3	3.5
发动机有效功率 (马力)	285	420	550	700*	1144	90°	200°	250°	62°	
外形尺寸 长 (米)	8.56	9.4	11.4	11.7	15.11	6.38	8.9	9.7	5.5	7.1
宽 (米)	3.06	3.25	3.65	3.43	4.9	1.88	2.45	2.43	1.8	1.65
高 (米)	3.645	4	4.45	5.17	5.61	1.14	1.52	1.83	1.42	1.9
最小转弯半径 (米)	6.3	6.75	8.85	9.3	13.1	2.41**	2.85**	2.95**	2.25**	2.005**
最大卸载高度 (米)	2.88	3.6	4.0	6.6	5.23	1.09	1.88	1.83	1.65	1.7
卸载距离 (米)	1.35	1.6	2.21	—	2.44	0.63	0.59	1.17	1.1	0.7
轴距 (米)	3.52	3.75	4.3	4.8	5.67	2.59	3.4	3.45	2.3	2.57
轮距 (米)	2.3	2.6	2.94	3.4	—	—	—	—	—	1.22
最大行走速度 (公里/小时)	34	33.7	36.7	35.2	28	18	37	18.5	9	17
传动方式	液力	液力	液力	液力	液力	液力	液力	液力	静液压	静液压***
翻倒载荷 直线时 (吨)	15.7	20.4	37.1	51.6	74.9	—	—	—	6	—
最大回转角时 (吨)	13.6	17.6	33.3	—	66.7	—	—	—	—	—
最大铲取力 (吨)	18	22.4	35.8	51.4	56.7	3.56	15	20.3	5	5.5
最大牵引力 (吨)	17	28.4	—	65	—	—	—	—	5	—
自重 (吨)	—	—	54.2	68.6	143.4	6.3	19.4	25.7	8.55	9.7
生产厂	日本川崎重工	日本川崎重工	美国卡特皮勒	美国克拉克	美国密执安	美国瓦格纳采矿设备公司			芬兰 Tamrock 公司	法国 Joy 公司

注：* 为最大功率；** 为内轮最小转弯半径；*** 采用轮毂液压马达