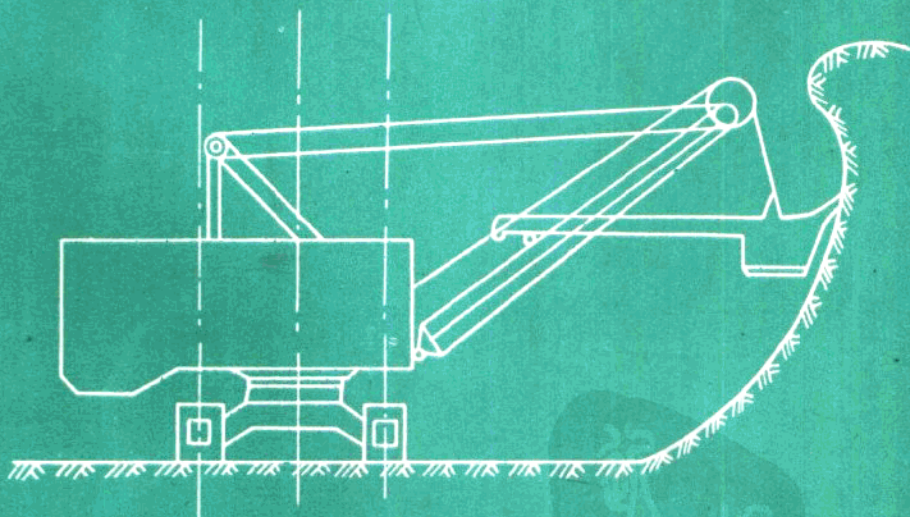




煤矿技工学校试用教材

单斗挖掘机 采装工艺



煤炭工业出版社

TD824
H1-769

煤矿技工学校试用教材

单斗挖掘机采装工艺

滑述铮 编著

煤炭工业出版社

777537

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书主要介绍露天开采基本知识,煤田地质与常用矿图,单斗挖掘机作业方式,单斗挖掘机的操作方法,单斗挖掘机的生产能力和计划管理。

本书为全国煤矿技工学校试用教材,亦可供露天矿山、筑路部门及建筑工程公司职工培训和工人自学之用。

煤矿技工学校试用教材

单斗挖掘机采装工艺

滑达铮 编著

责任编辑:王秀兰

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092mm¹/16 印张9¹/₄ 插页1

字数214千字 印数 1—1,765

1993年10月第1版 1993年10月第1次印刷

ISBN 7-5020-0849-7/TD·789

书号 3615 C0115 定价 7.80元

前 言

为了适应煤矿技工学校教学改革的需要,加速技工人才的培养,促进煤炭工业现代化生产建设的发展和技术进步,全国煤矿技工教材编委会于1989年召开了第二次全体会议,确定以“七五”教材建设为基础,按照“补齐、配套、完善、提高”,突出基本理论、基本知识和基本技能训练的原则,编制了“八五”技工教材建设规划。这套教材包括:《采煤概论》、《综采工作面采煤机》、《煤矿开采方法》、《机械化掘进工艺》、《矿井地质》、《矿山测量》、《单斗挖掘机机械》、《选煤厂电气设备》等共70余种,将陆续出版发行。

这套教材主要适用于煤矿技工学校教学和在职培训的需要,也适合具有初中文化程度的工人自学和工程技术人员参考。

《单斗挖掘机采装工艺》是这套教材中的一种,是根据全国煤矿技工学校统一教学计划和大纲编写的,并经全国煤矿技工教材编审委员会组织审定,是全国煤矿技工学校教学和在职工人培训必备的统一教材。

该教材由抚顺矿务局技工学校滑述锋同志编写,阜新煤矿技工学校李贵复和抚顺矿务局技工学校耿传诗审稿。抚顺矿务局技工学校、扎赉诺尔矿务局技工学校的有关教师和工程技术人员参加了审定工作。全国煤矿技工教材编审委员会的有关同志具体组织并参加了审定和修改工作。

由于时间仓促,经验不足,书中难免有不当之处,请用书单位和读者批评指正。

全国煤矿技工学校教材编审委员会

1992年2月13日

1992/6/8/08

目 录

第一章 露天开采基本知识	1
第一节 露天矿场的构成要素	1
第二节 露天矿的建设与发展程序	5
第三节 露天开采工艺环节和工艺系统	6
第四节 穿孔工作	7
第五节 爆破工作	12
第六节 运输工作	19
第七节 排土工作	37
附 抚顺西露天矿的生产工艺环节	45
复习思考题	46
第二章 煤田地质基础与常用矿图	47
第一节 矿物与岩石	47
第二节 地质作用	51
第三节 地质构造	52
第四节 沉积岩	56
第五节 煤和油母页岩	60
附 抚顺西露天矿的地质条件	63
第六节 露天采矿常用图	66
复习思考题	74
第三章 单斗挖掘机的作业方式	75
第一节 采装工作规格	75
第二节 挖掘机平装车	84
第三节 挖掘机上装车	86
第四节 挖掘机装汽车	91
第五节 挖掘机倒堆	93
第六节 挖掘机的调动	95
第七节 挖掘机在排土场的作业方式	96
复习思考题	102
第四章 单斗挖掘机采装的操作方法	104
第一节 挖掘机的操作方法	104
第二节 挖掘机的挖掘方法	109
第三节 挖掘机装车的操作方法	116
第四节 移动挖掘机	121
第五节 挖掘机倒堆的操作方法	124
第六节 挖掘机作业中的平衡与稳定	125
复习思考题	127

第五章 挖掘机的生产能力和计划管理	129
第一节 挖掘机的生产能力	129
第二节 挖掘机生产计划编制与管理	135
复习思考题	140
参考文献	141

第一章 露天开采基本知识

第一节 露天矿场的构成要素

一、名词术语

1. 露天开采

在地表揭露并采出煤炭或其他有用矿物的作业。

2. 露天矿

从事露天开采的矿山。

3. 露天采场

曾称“露天矿场”，“露天掘场”。进行露天开采的场所。

4. 剥离

在露天采场内采出表土、岩层和不可采矿体的作业。

5. 剥离物

曾称“废石”。露天采场内的表土、岩层和不可采矿体。

6. 排土场

堆放剥离物的场所。

7. 剥采比

剥离量与有用矿物量的比值。

8. 露天矿生产能力

露天矿一年采出的有用矿物的总量。

9. 采掘带

台阶上按顺序开采的条带。

10. 工作线

具备正常开采条件的台阶全长。

11. 采掘区

划归一台挖掘机采掘的工作线区段。

采区和采掘带如图1-1。

二、露天矿场构成要素

1. 台阶

按剥离和采矿作业的要求，以一定高度划分的阶梯。

正在进行开采的台阶叫工作台阶。

已采完或停止开采的台阶叫非工作台阶。

台阶的构成要素如图1-2所示，图中：

- 1) 上部平盘（上盘）——台阶表面的上部水平面（通常为上一相邻台阶的下盘）。
- 2) 下部平盘（下盘）——台阶表面的下部水平面（通常为下一相邻台阶的上盘）。

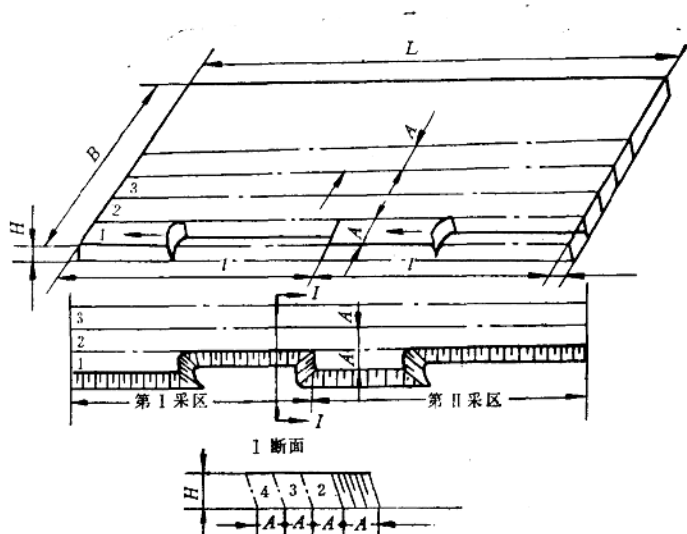


图 1-1 采掘带和采掘区

L —工作线长度； l —采掘区长度； A —采掘带宽度； B —平盘宽度； H —台阶高度；1、2、3、4—分别为采掘带

- 3) 台阶坡面——台阶表面朝向已采空间的倾斜（有时垂直）面。
- 4) 台阶坡顶线（坡肩）——台阶上部平盘和坡面的交线。
- 5) 台阶坡底线（坡脚）——台阶下部平盘和坡面的交线。
- 6) 台阶端面——垂直台阶坡面朝向已采空间的倾斜（有时垂直）面。
- 7) 台阶高度（ H ）——台阶上部平盘和下部平盘之间的垂直间距。
- 8) 台阶坡面角（ α ）——台阶坡面和水平面的交角。

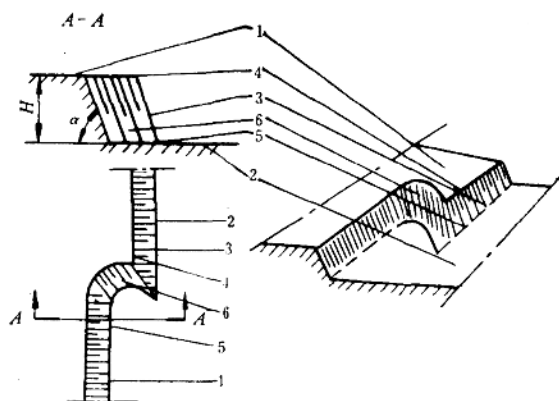


图 1-2 台阶要素图

2. 露天采场边帮

简称“边帮”，又称“边坡”。露天采场由台阶、倾斜坑线的坡面和平盘限定的（四周）邻近岩体。

位于露天采场矿体底板侧的边帮称为底帮；位于露天采场矿体顶板侧的边帮称为顶帮；位于露天采场开采推进方向两侧的边帮称为端帮。露天矿场要素如图1-3。

3. 露天采场底面（BC）

简称“底面”。露天采场的底部表面。

4. 地表境界线（A及F）

曾称“上部境界”。露天采场帮坡面与地表的交线。

5. 底部境界线（GH）

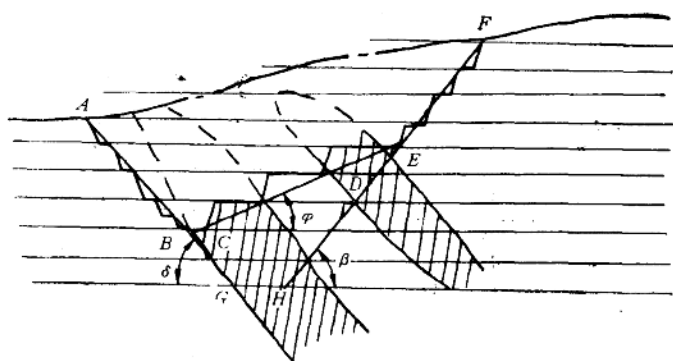


图 1-3 露天矿场要素图

曾称“下部境界线”。露天采场帮坡面与底面的交线。

6. 工作帮 (CE)

由开采的台阶组成的边帮。

7. 非工作帮 (AB及EF)

由已结束开采的台阶组成的边帮。

8. 工作平盘

进行挖掘和运输作业的平盘。

9. 工作帮坡角 φ

工作帮坡面与水平面的夹角。

10. 平盘

又称“平台”。台阶的水平面部分。

11. 运输平盘

又称“运输平台”。非工作帮上专门用于铺运输线路的平盘。

12. 安全平盘

又称“安全平台”，曾称“保安平盘”。非工作帮上为保持帮坡稳定性和阻拦落石的平盘。

13. 露天矿废止角 (δ)

露天矿非工作帮与水平面的夹角。

三、堑沟

在露天开采中，为了开辟露天矿工作线与地表的运输联系等必须挖掘堑沟。堑沟就是横断面为梯形的露天巷道。在山坡露天矿挖掘的堑沟横断面是不完整的(呈三角形)，这种堑沟称为单侧堑沟。

露天矿场通常使用的堑沟有出入沟、开段沟、专用沟等，如图1-4。

1. 出入沟

地表与台阶以及各台阶之间的运输沟道。它是开辟地表工业广场、排土场与台阶工作线之间运输联系的沟道，也包括开辟上一开采水平至下一开采水平之间运输联系的沟道。

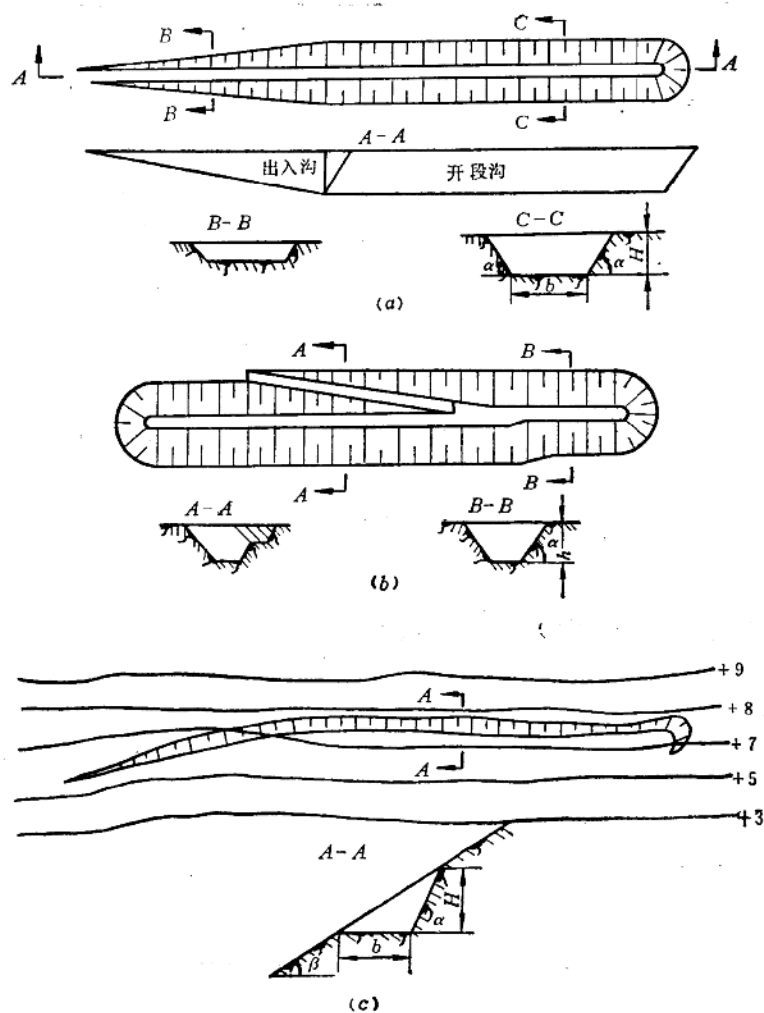


图 1-4 堑沟的种类

(a) 凹陷露天矿出入沟 (双侧沟) 在境界以外; (b) 凹陷露天矿出入沟 (双侧沟) 在境界以内;
(c) 山坡露天矿的单侧沟

出入沟一般是具有一定坡度的沟道。

2. 开段沟

为建立台阶工作线而开挖的沟道, 即是为了在已开拓的水平层创造出最初的台阶工作线而掘进的沟道。

开段沟掘成后, 即可在沟道的一侧或两侧进行台阶的开采工作, 这时开段沟做为露天巷道来说就不再存在了。

3. 专用沟

这是一种辅助用的联络沟道, 如专门用来运送材料、设备等的沟道。

第二节 露天矿的建设与发展程序

建设一个露天矿，首先必须经过地质勘探和规划设计阶段，经过方案比较，最后由主管部门批准后，才能开工建设。

露天矿从开始建设、正常生产到全部采矿工作结束，全部过程按先后顺序大致可以分为五个阶段。

一、建矿准备阶段

首先把交通、输电线路引入矿区；在开采地区清理地面天然和人为的障碍物，如交通线路、树林，以及其他地面建筑物与设施等；迁出露天矿场内的居民，调入建矿的职工和设备。

二、修建矿田内的疏干与防排水设施

水是露天采矿中采装、运输、边坡稳定的一大祸害，应事先将其疏干或排除。

1. 流入露天矿的水源

1) 地表水有：

- (1) 雨雪水。直接下到采场内的雨雪(直接受水)；流入采场的雨雪水(间接受水)。
- (2) 地表河沟流水。

2) 地下水：通过透水层流入采场。

2. 排水疏干工程

解决露天矿水害的治水工程就是防排水与疏干工程。

1) 防排水工程有：

- (1) 防止河沟水流入采场的措施为河流改道。
- (2) 防止地下水流入采场的措施。对典型的透水层空隙，采用打钻孔充填泥浆或水泥的方法减少其透水性能。

(3) 防止地表水流入的措施。修筑截水沟拦截水流，如沿帮大水沟等。

对防排水工程没有处理完的水，用疏干工程来解决。

2) 疏干工程有：

- (1) 用高扬程水泵将蓄水池内的积水抽排到采场以外。
- (2) 打疏干钻孔，修疏干巷道，使水汇集后渗入到下面的透水层或疏干巷道内，再抽排到地面。

三、矿山基本建设阶段

由开始建矿到达到设计产量，这段时间叫矿山基本建设阶段。此期间矿山不能为国家创造财富，要靠国家投资。基本建设的主要内容有：

1. 矿山工程

- 1) 开拓工程。建设运输通路(出入沟)。
- 2) 采剥工程。建设采掘线和排土线。

2. 辅助工程

- 1) 修建各种厂房。
- 2) 修建地面设施(办公室、生活福利设施等)。

完成基本建设任务后即可投产，进入正常生产阶段。投产的条件是达到设计要求的生

产能力，并且具备了应有的生产条件和生产准备条件（设计要求的工作线数量和可采储量）。

四、露天矿生产阶段

露天矿生产的内容主要是剥离和采矿两大部分。其中：直接生产环节有穿孔爆破、采装、运输、排土或选矿，即通常所说的装、拉（运）、翻（排）。

辅助生产环节有修建运输线路（工务）、供电和通讯（电务）、设备检修（检修厂），即通常所说的工、电、检。

五、采矿结束后采场和排土场的综合利用

因为露天采场破坏了原来的地貌，排土场压占了大量的田地，所以露天采矿应做到复土造田和恢复生态环境。此工程应做统一平衡，长远规划，如将废弃的采场或矿堆修建成梯田或人工湖，但要考虑到水对附近井工矿的影响，废弃的排土场可以绿化造林或修建农田，在排土时就应考虑不同岩石的排弃地点和上下层次，把可耕作的土壤排弃在上边。

第三节 露天开采工艺环节和工艺系统

一、工艺环节

露天开采的剥离和采矿工作，主要分为四个基本环节。

1. 矿岩准备

松软的土和岩石不必进行事先准备，采掘设备能直接从土岩整体中采出；坚硬的岩石，则需要事先爆破，也可用机械法或水力法把土岩犁松或软化。

2. 岩石的采掘和装载

这一环节由挖掘机或其它设备来完成。采装工作是露天开采的中心环节。

3. 矿石和岩石的移运

这一环节的作用是将矿石运到地面卸载点，把剥离物运到排土场。

4. 排卸工作

这一环节是指剥离物的排土作业，以及有用矿物向破碎厂、选矿厂的受料仓进行卸载。

二、露天开采工艺系统分类

按使用的设备不同，生产是否连续，露天开采工艺可分为间断工艺、连续工艺、半连续工艺。采、运、排分别是由不同设备来完成的，这种工艺称为分开式工艺；如果一台设备兼作采、运、排三个环节的作业，则被称之为合并式工艺。

露天开采工艺系统分类见表1-1。

表 1-1 露天开采工艺系统分类

类 别	设 备
间断工艺	分开式 1. 单斗挖掘机（前装机）—铁道运输—排土犁（挖掘机）排土 2. 单斗挖掘机（前装机）—汽车运输—推土机排土 3. 单斗挖掘机（前装机）—联合运输 如：汽车+平硐溜井 汽车+箕斗
	合并式 1. 拉铲倒堆 2. 铲运机开采

续表

类 别	设 备
连续工艺	分 开 式
	1. 多斗挖掘机—胶带机—排土机 2. 水枪—水力运输—水力排土 3. 挖泥船—水力运输—水力排土
半连续工艺	合 并 式
	带排土臂的轮斗挖掘机
联合开采工艺	1. 单斗挖掘机（前装机）—汽车—半固定破碎机—胶带机 2. 单斗挖掘机（前装机）—移动破碎机—胶带机
	在一个露天采场范围内采用两种或两种以上开采工艺

第四节 穿 孔 工 作

一、穿爆工作的重要性

露天采场内大部分为坚硬的岩石（煤），就是松软的土砂冻结后一般挖掘机也挖不动，这就需要用爆破来松动。所以说穿爆工作是直接为采装工作服务的，其重要性随岩石硬度的增加而增加，比如松软岩石除冻结外不需要爆破，而岩石坚硬的金属矿山，穿爆工作就占有非常重要的地位。穿爆工作的好坏决定着其他生产环节的能力，而且穿爆费用在露天矿生产总成本中占有很大的比重，如露天煤矿约占15%~20%，露天金属矿约占35%~45%。现在很多国家不惜增加穿爆费用以提高穿爆质量，来达到提高其它生产环节效率的目的。

二、穿孔设备

露天矿穿孔作业普遍使用的钻机有钢绳冲击钻机、刀刃回转钻机、潜孔钻机、牙轮钻机和火钻等。

1. 钢绳冲击式穿孔机

钢绳冲击式穿孔机的工作原理是通过一套机构，把悬挂在钢绳上的钻具在钻孔中上提，然后自然下落，使钻具所具有的动能冲击岩石，将岩石破碎。在作业过程中向钻孔内注水，水和击落的岩屑形成泥浆，由提浆泵从钻孔中取出。通过钻具多次反复冲击，使炮孔不断延深，完成穿孔作业。钢绳冲击式钻机的结构如图1-5。

这种穿孔机结构简单，操作维护方便，曾在我国露天矿中广泛应用，特别适用于穿凿中硬以上的岩石或岩层破碎有裂隙，用风力排渣困难的地区。另外还用这种穿孔机打电柱窝子、井坑等。

这种钻机的缺点是效率不高，只能打垂直孔，而且作业时必需有水源。目前，已逐渐被改造和淘汰。

我国应用较多的几种钢绳冲击钻机的技术性能见表1-2。

2. 刀刃回转钻机

回转钻机的工作原理是：回转钻机的回转机构带动钻杆及钻头一起旋转，产生旋转力矩，送杆机构能使钻杆与钻头推压或提升，使得钻杆与钻头产生轴向压力，钻头就是在轴向压力和旋转力矩的共同作用下切削岩石，岩屑由钻杆上的螺旋片或压气排到孔外。当主

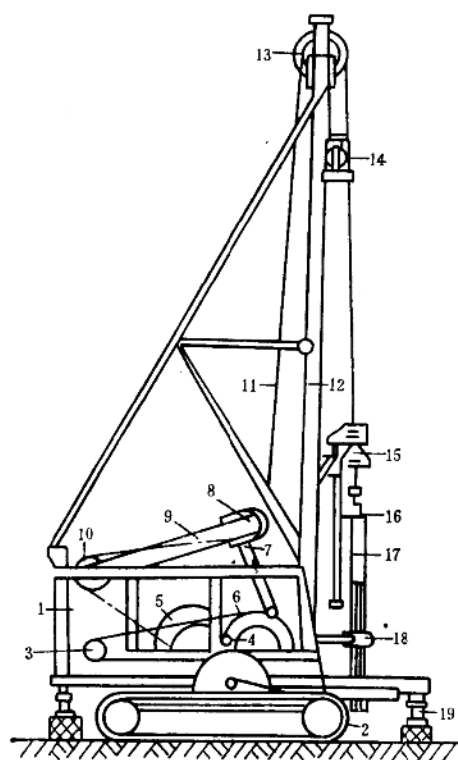


图 1-5 BY-20-2 钢绳冲击钻机结构示意图

1—机箱；2—履带；3—电动机及皮带轮；4—主
轴；5—工作卷筒；6—曲柄齿轮；7—连杆；8—
压轮；9—冲击梁；10—导向轮；11—工作钢绳；
12—机架；13—天轮；14—取渣筒轮；15—导向
罩；16—提浆泵；17—钻具；18—钻具卡；19—
稳车千斤顶

钻杆的长度不能满足孔深的要求时，可将副
钻杆接到主钻杆上加大钻杆长度，用来加深
孔深。

回转式钻机的结构如图1-6。

这种钻机比冲击式钻机效率高，适用于
中硬以下的绿页岩、油母页岩、煤层中
穿孔。

回转式钻机的缺点是孔径较小，不能在
坚硬岩层中钻孔，受钻杆和风压的限制，钻孔
不能太深，在含水大或有裂隙的岩层中钻孔
困难。

我国露天矿常用的回转钻机的技术性能
见表1-3。

3. 潜孔钻机

潜孔钻机的钻孔原理是回转式钻机与风
动冲击钻机的结合，就是在回转式钻机的钻
头上加上一套风动冲击器，它和钻头一起潜
入孔内，除靠刀刃回转破碎岩石以外，由钻杆
内风道传来的压力空气，推动风动冲击器的
活塞产生冲击力直接破碎岩石，由回转切割
和风动冲击破碎后的岩粉由冲击器排出的废
气吹出孔外。潜孔钻钻孔与回转钻机相比在
轴向方向上增加了风动冲击破碎岩石。

我国生产的潜孔钻工作特征见表1-4。

潜孔钻的优点：比冲击式钻机效率高，
见表1-5；能打倾斜钻孔，适应较坚硬的岩
石。缺点是多设一套风泵系统，风动冲击器
容易损坏。

表 1-2 钢绳冲击钻机的技术性能

技术性能规格	BY-20-2	BC-1	YKC-20	抚顺型
孔径(最大), mm	200	300	150	115
孔深(最大), m	30	30	30	30
外形尺寸, m				
工作时	5.82×2.62×12	7×3.48×15	5.81×1.85×12.3	8.3×2.14×10.21
行走时	4×2.62×11.85	7×3.48×13.8	2.8×18.5×8	3.46×2.14×10.21
钻机重量, t	11.57	20.8	6.18	3.8
钻具重量, kg	550~1300	1700~2700	100	218
钻具提升高度, mm				
最大	760	1200	100	660
最小	300	600	450	550

续表

技术性能规格	BY-20-2	BC-1	YKC-20	抚顺型
冲击功, kg/m	1430	3240	1000	—
冲击次数, n/min	52~55	48~52	40~50	47~48
电动机类型	MA-203-2/6	MA-204-2/6	MA-204-1/6	
电动机功率, kW	18.7	32~40	25.5	10马力
行走速度, km/h	0.9	0.9		1.3
行走装置类型	履带	履带	不自动的铁轮或胶皮轮	履带

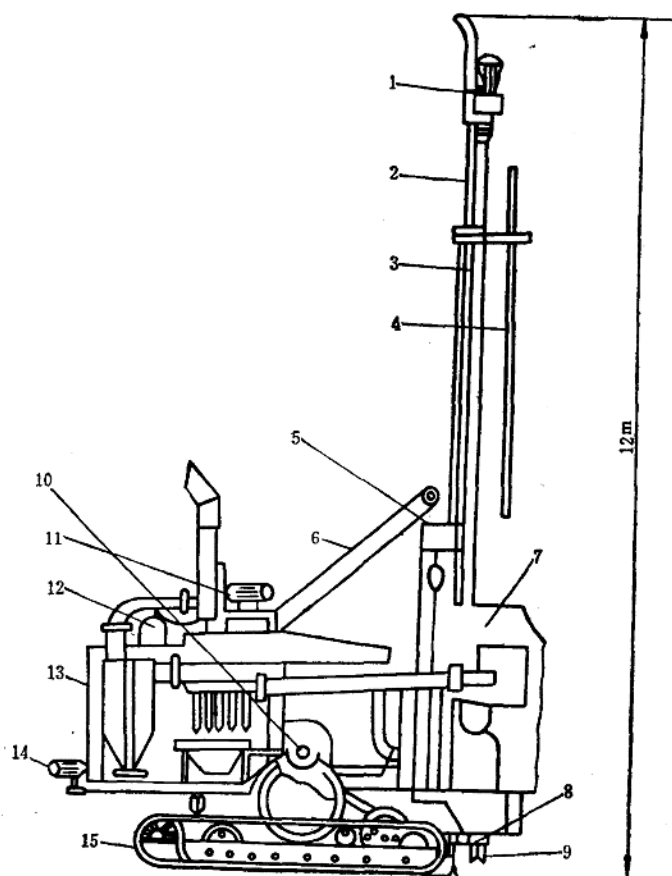


图 1-6 回转式钻机侧视示意图

1—回转机构；2—滑架；3—主钻杆；4—副钻杆；5—送杆机构；6—起架齿条；7—司机室；8—捕尘室；9—钻头；10—转动轴；11—风机；12—5t电葫芦；13—排尘器；14—砂轮机；15—行走机构

表 1-3 回转钻机的技术性能表

技术性能规格	ПБС-100	БС110/25	抚顺风钻	ПББ-150
钻孔直径, mm	110~125	110	120	150
钻进速度, mm/min	25	25	—	24
回转轴转速, r/min	220	220	242~300	130
钻机尺寸, m	3.34×2.1×3.74	3.21×2×3.85	6.5×2.12×9	—
钻机重, kg	495	—	5200	12700
电动机功率, kW	10	10	—	32
钻杆长度, mm	1950	—	630	1880
钻杆重量, kg	15.4	—	—	—
钻孔形式	垂直及倾斜	垂直及倾斜	垂直	—

表 1-4 国产潜孔钻工作特征

项 目	钻机类型	YQ-150A	LQZ-200	QZ-250
重量, t		12	28	32
孔径, mm		150	200	250
孔深, m		17.5	21	18
钻孔角度, (°)		45~90	45、60、75、90	70~90
轴压, kg		0~120	0~8000	0~3000
转速, r/min		40~60	0~90	22.4
回转扭矩, kg/m		113	0~360	95.7
钻杆直径, mm		108	140	203
钻杆长度, m		10.7	11.5、11.0	
耗风量, m³/min		11~13	18	28~30
风压, kg/cm²		4~6	5~8	5~7
空压机规格, 台×m³			1×22	1×22
电动机总功率, kW			314	286
其中: 提升电机功率, kW		5	液压电机	55
回转电机功率, kW		7	液压电机	22
行走电机功率, kW		55	2×28	55 (与提升共用)
除尘电机功率, kW		4.5	7.5	13
空压电机功率, kW			185	185
钻机行走速度, km/h		0.9	1.2	1.0
爬坡能力, (°)		20	15	14
履带对地压力, kg/cm²		0.5	1.05	1.10
外形尺寸, m	工作时,	5.85×3.45×11.25	9.5×4.5×15	8.5×4.7×13.95
	行走时	11.9×3.45×3.6	18×4.4×5	13.3×4.7×4.7

表 1-5 冲击钻机和潜孔钻机的效率对比(大冶铁矿)

单位: m/台·日

钻 机 名 称	1967年	1968年	1969年	1970年	1971年	1972年
БС-1	20.91	16.67	18	21.1	26.5	23.5
φ170潜孔机	42.53	43.4	50	48.8	68.6	78.4
后者为前者的百分数, %	200	256	278	231	258	334

总之，潜孔钻机集中了冲击钻机和回转钻的主要优点，是较前两种钻机更先进的钻机。

4. 牙轮钻机

牙轮钻机的钻孔原理属于冲击回转式。它与潜孔钻的主要区别在钻头上，牙轮钻机的钻头由装有铣齿或嵌镶有硬合金的三个锥形滚轮组成，如图1-7。

钻孔时，在回转机构和轴压机构的作用下，钻头牙轮除绕自身轴线自转外，还随钻头一起绕钻头轴线公转，这样牙轮上的齿对岩石产生冲击及剪切作用。由于牙轮的支承面积小，对岩石的单位压力就大，加之其工作刀刃长，冲击频率高，钻头磨损所消耗的功能小，所以能达到较高的钻进速度。破碎的岩粉由压风吹出孔外。

牙轮钻机的优点是能穿凿坚硬岩石，能打倾斜钻孔，比冲击式钻机钻孔效率高2~3.5倍。牙轮钻机的缺点是牙轮钻头对材质和加工工艺要求高，所以成本高。另外牙轮钻头的故障率也较高。因此，牙轮钻机虽然是一种先进的穿孔设备，但除我国金属矿山被广泛应用外在煤矿并没有得到广泛的应用。

牙轮钻机的技术特征见表1-6。

5. 火钻

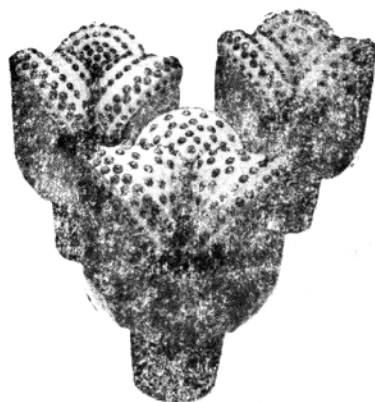


图 1-7 牙轮钻头图

表 1-6 牙轮钻机技术特征

指 标 \ 型 号		HYZ-250A	45R	60R	СВМ-320
钻机重量, t		55	65	70	60
轴向压力, t		26~35	32	41	30
钻孔直径, mm		220~250	170~270	250~310	250~280
钻杆直径, mm		159、194		270	
钻杆长度, m		10	8.25	15.6	
钻杆数目		2	2	3	
推进行程, m		9.5		15	
回转速度, r/min		62	0~100	0~100	81
空气机能力, m³/min		20	28	37	20
电动机总容量, kW		329.5		350	322
其中回转用电机容量, kW		2×22		50	75
外形尺寸, m	钻架高度			16.8	9.0
	钻机高度	15.9		23.0	15.0
				6.2	6.0
	钻机长度 (钻架放下)		9.65		15.5
	钻机宽度		4.85	5.8	5.4