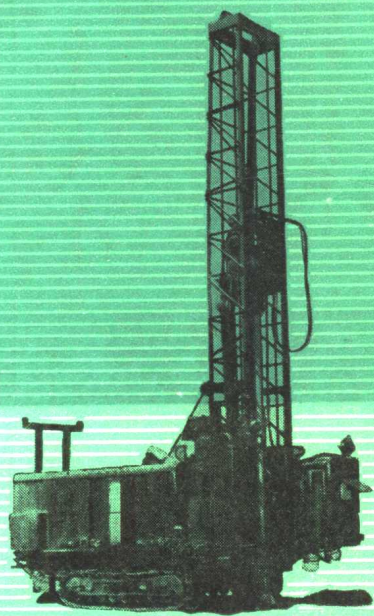


矿山牙轮钻机



冶金工业出版社

矿 山 牙 輪 钻 机

《矿山牙轮钻机》编写组

冶 金 工 业 出 版 社

目 录

前 言

第一章 概 述

第一节	我国牙轮钻机发展概况	1
第二节	国产牙轮钻机的基本类型	5
第三节	岩石性质与分级	10

第二章 牙 轮 钻 头

第一节	牙轮钻头的类型及工作原理	15
第二节	牙轮钻头的构造	21
第三节	国产矿用牙轮钻头的技术参数	25
第四节	牙轮钻头的使用、检查和修复	31

第三章 HYZ-250 B 型牙轮钻机的机械结构

第一节	概述	38
第二节	回转机构	38
第三节	加压与提升机构	44
第四节	行走机构	48
第五节	接卸钻具机构	51
第六节	钻杆	55
第七节	常见机械故障及排除	57

第四章 液压、供风及除尘

第一节	油泵及液压器件	60
第二节	HYZ 型牙轮钻机的液压系统	69

第一章 概 述

第一节 我国牙轮钻机发展概况

采矿工业是冶金工业的基础。矿石是冶金工业的原料。有矿石才能炼铁、炼钢和提炼其他金属。有钢铁和其他金属才能制成各种金属型材。不搞原料工业，只搞加工工业，就叫做只搞无米之炊。由此可见采矿工业在国民经济中所占的重要地位。

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国冶金矿山的广大工人、工程技术人员和革命干部，高举“鞍钢宪法”伟大红旗，认真落实毛主席关于“开发矿业”的伟大指示，正在意气风发地奋战在采矿工业的第一线，决心为大打矿山之仗，加速我国冶金工业的发展做出新的贡献。

但是，无产阶级文化大革命前由于刘少奇一类骗子推行反革命修正主义路线，严重地干扰了我国冶金工业及其基础——采矿工业的发展。使在我国采矿工业中占有重要地位的露天矿开采中，当前仍有不少矿山使用四十年代落后的钢绳冲击式钻机进行穿孔，以致穿孔工作成了露天矿开采中的薄弱环节。

实践证明，钢绳冲击式钻机存在着穿孔效率低、成本高、工人体力劳动繁重、设备笨重、技术落后、备品备件消耗量大等缺点。工人称这种钻机为“磕头钻”。这种穿孔方法已严重影响我国露天采矿生产的高速度发展。

为了改变露天矿穿孔落后的局面，冶金工业战线上的广大革命职工在有关部门的积极配合与协作下，在不断地挖掘“磕头钻”潜力的同时，积极研制了新型牙轮穿孔设备。

在建设社会主义总路线的光辉照耀下，早在1958年我国便开始研究试制矿山牙轮钻机。在1962~1966年期间，我国自行设计

和制造了YZL-1型液压卡盘式牙轮钻机，并进行了工业试验，初步证实了牙轮钻机用于矿山穿孔的优越性。但是，由于刘少奇一类骗子推行的抓中间带两头的反动方针的破坏，使牙轮钻机的试验和研制工作受到了严重的干扰。

无产阶级文化大革命和批林整风运动的伟大胜利，摧毁了刘少奇、林彪一类骗子所推行的反革命修正主义路线，有力地推动了我国社会主义革命和社会主义建设的迅速发展。

1970~1971年，冶金矿山的广大职工，在毛主席关于“**独立自主、自力更生**”的方针指引下，为了扭转矿山穿孔落后的局面，发扬了自力更生、艰苦奋斗的革命精神，对“磕头钻”进行了技术改造，先后用BC-1型钻机改装成ZL-230型和LYZ-200型液压卡盘式牙轮钻机。并在YZL-1型液压卡盘式钻机基础上，又成功地改制成HYZ-250型滑架式牙轮钻机。

1972年，在HYZ-250型钻机基础上，又制造了HYZ-250A型滑架式牙轮钻机，并进行了工业试验。经有关部门对HYZ-250型和HYZ-250A型牙轮钻机的技术鉴定，认为性能好，技术经济指标比较先进，适合大型冶金露天矿山的需要。1973年在这两种型号钻机基础上，设计出HYZ-250B型滑架式牙轮钻机，并成批生产。

HYZ-250B型牙轮钻机的全貌，如图1—1所示。

牙轮钻机穿孔试验研究的成功，为改进我国矿山的穿孔工艺找到了高效率的设备和可靠的途径。我国有关单位已试制出几种型号的矿用牙轮钻头，为推广使用牙轮钻机穿孔创造了有利条件。

根据大孤山铁矿、眼前山铁矿、东鞍山铁矿等矿山的生产实践表明，牙轮钻机不论穿孔效率还是穿孔成本都优于BC-1型穿孔机。以鞍钢大孤山铁矿为例，若使用直径215毫米的牙轮钻头，在 $f=14\sim 18$ 的磁铁石英岩中穿孔，台月效率相当BC-1型穿孔机的3.5倍，在 $f=12\sim 14$ 的花岗岩中穿孔，台月效率相当于3.4倍。

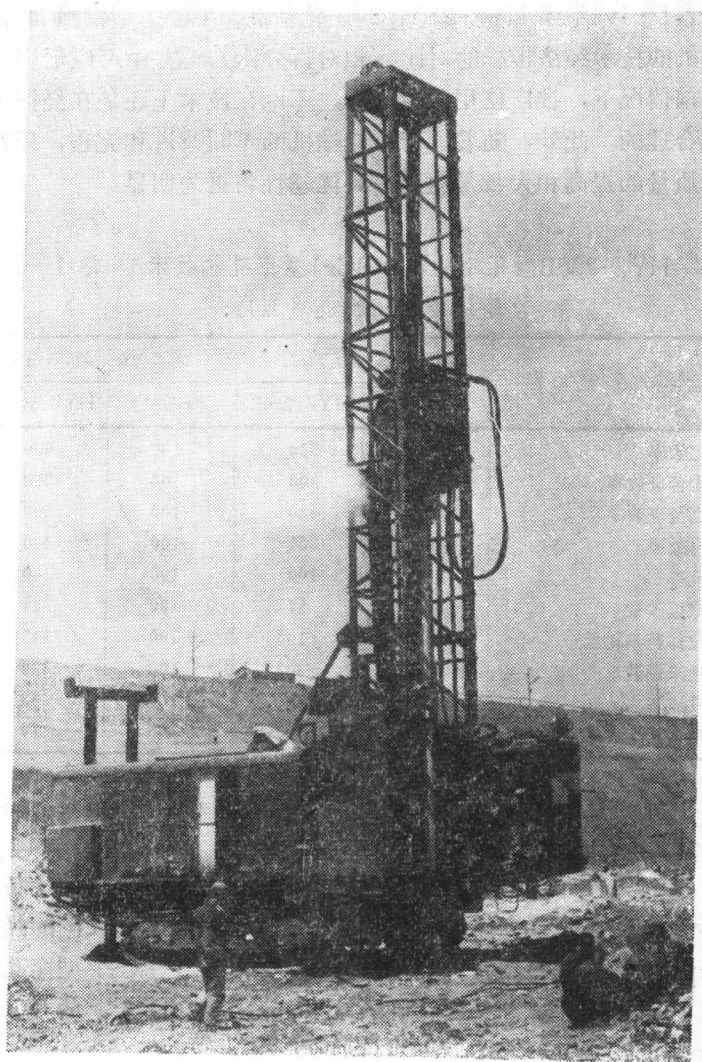


图 1—1 HYZ-250 B 型牙輪钻机全貌

按穿爆总效率计算，牙轮钻机的生产能力，为 BC-1 型穿孔机的 3~3.4 倍。这就充分证明了牙轮钻机的优越性。

表 1—1 列举了 HYZ-250 B 型牙轮钻机与 BC-1 型钢绳冲击式钻机的技术经济指标的对比（相对百分比）。从中可以看出，在目前情况下，推广使用牙轮钻机，不论在技术上还是在经济上都是合理的。此外，随着国产牙轮钻机的不断改进和完善，牙轮钻头质量的提高和大批量生产，其优越性将更为明显。

HYZ-250B 型牙轮钻机和 BC-1 型穿孔机技术 表 1—1
经济指标比较表 (%)

指 标	穿 凿 矿 石		穿 凿 岩 石	
	BC-1	HYZ-250B	BC-1	HYZ-250B
台时效率	100	564	100	600
平均台班效率	100	300	100	250
最高台班效率	100	540	100	500
台月效率	100	351	100	400
废孔率	100	100	100	60
延米爆破量	100	87	100	81
单位炸药消耗量	100	103	100	113
月进米爆破量	100	303	100	332
穿孔成本	100	81.5	100	63
每吨矿岩穿孔成本	100	93.5	100	74

目前，在国外的大中型露天金属矿山中，牙轮钻机也获得了相当广泛的应用。

随着我国深部露天矿开采数量的增加，有水孔的穿凿量将日益增多，牙轮钻机穿孔的优越性更显得突出。大孤山铁矿的经验证明，牙轮钻机在穿凿水孔时，穿孔效率相当于 BC-1 型穿孔机的 8~10 倍。可见，牙轮钻机的使用对强化深部露天矿的开采具有重大的意义。

但是，由于我们使用牙轮钻机穿孔的时间较短，现有各种类

型的牙轮钻机，在穿孔台效，作业率，各部件工作可靠性与完善程度上，仍存在一定的問題。例如钻机打斜孔效果如何，还没有经过实践，当前钻机除尘效果不够理想，钻头寿命较低，成本较高，品种单一等，这些问题都有待今后进一步研究改进。

第二节 国产牙轮钻机的基本类型

牙轮钻机的穿孔原理主要是通过回转机构和推压机构使钻具回转，并给钻头施加轴向压力，岩石在这种动压和静压产生的应力下破碎（剪碎和压碎）；在破碎岩石的同时，用压缩空气将岩碴排出，从而形成炮孔。因此，牙轮钻机破碎岩石主要靠两个作用：一个是钻机通过钻杆使钻头向下加压，压碎岩石；另一个是钻机通过钻杆使钻头旋转，剪碎岩石。

根据钻机回转传动和推压方式的不同，牙轮钻机可分成：底部回转连续加压式，底部回转间断加压式和顶部回转连续加压式等三种类型。我国制造的牙轮钻机主要是后二种。现简介如下。

一、液压卡盘式牙轮钻机

国产LYZ-200型钻机和ZL-230型钻机等，即属于此种类型。

液压卡盘式牙轮钻机，其特点是回转机构设在钻机立架的底部，加压是间断的，故又称底部回转间断加压式。这种钻机的动作原理，如图1—2所示。

在钻机的立架上设有一个液压卡盘，并用液压进行操作。当液压卡盘在位置A时，开动液压装置，卡盘将钻杆卡住；当卡盘回转时，带动钻杆回转，并一起向下运动，以此达到回转和加压的目的。当液压卡盘移到位置B时，开动液压装置，使卡盘松开，与钻杆脱离并将卡盘向上提升，提到位置A时，卡盘再将钻杆卡住（这时钻杆

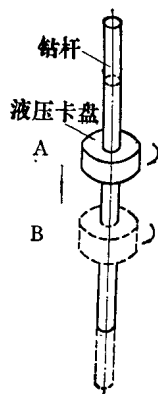


图 1—2 液压卡盘式牙轮钻机动作原理示意图

已到虚线位置), 开始下一个循环。如此往复, 实现钻进目的。

ZL-230型液压卡盘式牙轮钻机的推压与回转机构传动系统, 如图1—3所示。

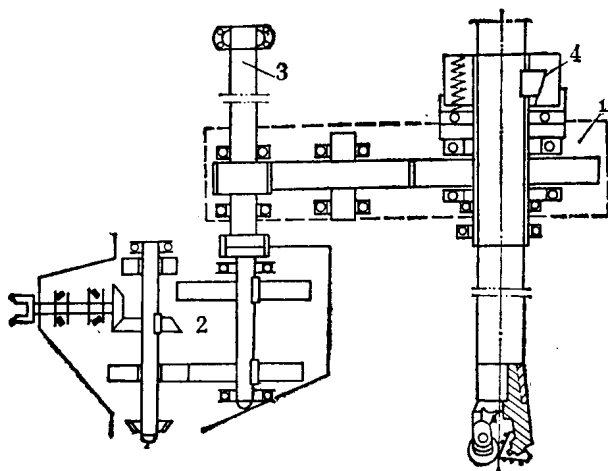


图 1—3 ZL-230 型液压卡盘式牙轮钻机推压回转机构传动示意图

1—回转器; 2—变速箱; 3—花键立轴; 4—卡盘

钻具回转动作是由回转器 1 和变速箱 2 来实现的。回转器和变速箱之间由花键立轴 3 传递转矩。当要使钻具推进与回转时, 将液压卡盘 4 卡住钻杆, 钻杆即由回转器带动, 沿花键立轴上下移动。花键立轴的长度等于液压缸的推进行程, 为 1.1 米。

液压卡盘式钻机的优点是推压机构比较简单, 回转机构设在钻架下部, 不需要很高的强固钻架。缺点是轴压比较小 (因其加压是靠卡爪和钻杆间的摩擦力), 而且是间断加压, 空 返行程较多, 效率较低。此种类型钻机, 近几年来逐渐被淘汰。

二、滑架式牙轮钻机

滑架式牙轮钻机的主要特点是回转机构布置在钻架顶部, 加压是连续的, 而且都有一个加压小车, 沿立架上下滑动, 故称滑架式牙轮钻机。这种钻机根据其加压方式不同, 又可分以下两种

型式。

（一）钢绳—液压缸式牙轮钻机

国产 KHY-200 型牙轮钻机，即为此种类型钻机。

这种钻机在工作时，钻具的推进（加压）和提升动作，是通过一个双向作用的大油缸 1、三根钢绳 2 和一套滑轮组 3 来实现的，如图 1—4 所示。在油缸活塞杆的上端，装有由三个滑轮组成的“杆端装置” 5，它随着油缸活塞杆 4 的升降使钢绳经滑轮组带动加压小车 6 升降。

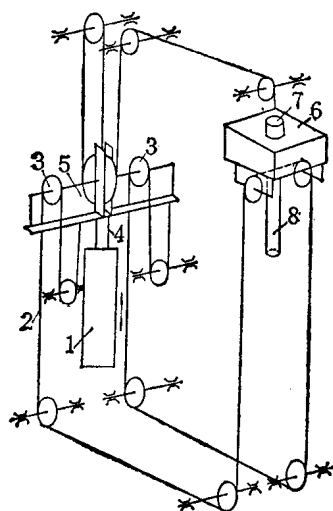


图 1—4 钢绳—液压缸式牙轮钻机传动示意图

1—双向作用大油缸；2—钢绳；3—滑轮；4—油缸活塞杆；5—杆端装置；6—加压小车；7—回转电动机；8—钻杆

由于采用复式滑轮组，当推压油缸活塞杆每移动 1 米，加压小车就移动 3 米，即钻具推进 3 米（或把钻具提升 3 米）。KHY-200 型牙轮钻机的推压行程为 2 米，它可以连续地把 6 米长的钻杆一次推进完毕，然后再接杆。钻机的回转动作，是靠布置在加压小车上部的回转电动机 7 带动减速器，然后带动钻杆 8 旋

转的。

(二) 封闭链—齿条式牙轮钻机

国产 HYZ-250 型, HYZ-250A 型和 HYZ-250B 型钻机, 均属于封闭链—齿条式牙轮钻机。

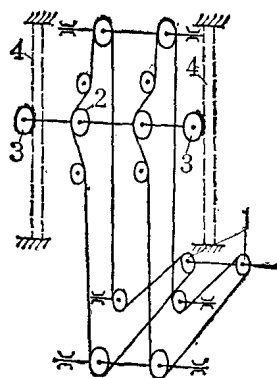


图 1—5 封闭链—齿条式牙轮钻机传动示意图

1—主动链轮；2—大链轮；3—齿轮；4—齿条

如图 1—5 所示, 这种类型的钻机, 其加压机构是由电动机经过减速器, 带动主动链轮 1 转动, 主动链轮经链条传动, 带动加压小车上大链轮 2 转动; 但是, 大链轮与齿轮 3 同轴, 这样就使齿轮沿齿条 4 运动; 通过齿轮、齿条机构实现加压小车沿立

架向下运动, 完成钻具的推压动作。钻具回转动作, 是靠设置在加压小车上部的电动机 (见第三章图 3—5), 经回转减速器, 带动钻具转动。

滑架式牙轮钻机, 以封闭链—齿条式较为先进。这种型式钻机的优点是结构比较简单, 传动链受力较好, 齿条加压比较平稳, 机械化程度高, 采用集中控制, 操作方便, 体力劳动小, 轴压力大, 穿孔效率高等。

目前, 我国已成批生产这种钻机。可以预见, 它在改变我国矿山穿孔落后的面貌, 提高大型冶金露天矿的劳动生产率以及降低采矿成本等方面, 将起到巨大作用。

现将国产牙轮钻机的型号和技术性能、规格, 列于表 1—2 中。

国产牙轮钻机的技术特征

表 1—2

技 术 性 能	钻 机 型 号						
	HYZ -250	HYZ -250 A	HYZ -250 B	KHY -200	LYZ -200	眼前山 铁矿牙 轮钻机	东鞍山 铁矿牙 轮钻机
推压方式	封闭链 齿条式	封闭链 齿条式	封闭链 齿条式	钢绳—液 压缸式	液压卡盘 式	液压卡盘 式	液压卡盘 式
孔径 (毫米)	$\phi 220 \sim$ 250	$\phi 220 \sim$ 250	$\phi 220 \sim$ 250	$\phi 200 \sim$ 220	$\phi 200 \sim$ 220	$\phi 200 \sim$ 220	$\phi 200 \sim$ 220
孔深 (米)	17	17	17	16.5	14~15	17	17
孔向	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°
轴压 (吨)	最大30	26	32	16	18~20	15	15
钻杆直径 (毫米)	$\phi 159$, $\phi 194$	$\phi 159$, $\phi 194$	$\phi 159$, $\phi 194$	$\phi 159$	$\phi 159$	—	—
钻杆数	2	2	2	3	1	3	3
钻杆一次推进行程 (米)	9.5	9.5	9.2	6	1.2	1.1	1.1
钻具推进速度 (米/分)	0.17~ 0.33	0.17~ 0.33	0.17~ 0.33	0~1.0	0~1.2	—	—
钻具回转速度 (转/分)	53	62	62	48, 76	17, 46, 71	31, 69	30, 60, 80
提升力 (吨)	12	19.4	—	5	5	—	—
排渣方式	压 气	压 气	风水混合	风水混合	风水混合	压 气	压 气
风量 (米 ³ /分)	—	20	22	20	22	—	—
风压 (公斤/厘米 ²)	4~5	6~7	7	7	7	4~6	—
全机总功率 (瓩)	198	329.5	320	—	294	—	—
其 中	回转电机	30	2×22	2×22	30	40	—
	推压电机	16	7.5	7.5	—	—	—
	提升电机	28	75*	75	—	—	—
	行走电机	2×55	—	—	2×30	35	55
	油泵电机	7	10	10	—	7	5.5
	除尘电机	7	13	5.5	—	7	—
空压机电机	—	180	180	—	185	—	—
行走速度 (公里/小时)	0.75	0.8	0.72	0.76	0.9	0.9	—
外形尺寸 (米)	工作时	10.5× 3.7× 14.4	9.65× 4.85× 15.9	11.27× 4.88× 16.17	7.3×4.0 ×11.5	8×3.51 ×20.4	8.075 ×3.5× 14.7
		—	14×4.85 ×5.68	15.5× 4.88× 6.40	10.5×4 ×4.5	—	—
机重 (吨)	50 (未带 空压机)	55	—	41	35	28	28

* HYZ-250A及HYZ-250B型牙轮钻机的提升和行走机构共用一台电动机。

第三节 岩石性质与分级

一、岩石的物理机械性质

穿孔工作的主要对象是岩石（包括矿石）。岩石的物理机械性质，因其成分和构造不同而相差很大，故对钻进的影响也各不相同。为了更好地进行穿孔工作和提高钻进效率，必须对岩石的物理机械性质有所了解，掌握其规律性，并以此为依据，正确的使用穿孔设备及工具和合理地确定穿孔工作制度。

岩石的物理性质包括：密度、比重、容重、孔隙度等。

岩石在外力作用下所表现的性能称作机械性质，主要有以下几种：

（一）岩石的弹性和脆性

岩石在撤除外力后，能恢复其原来形状和体积的性能称作弹性。弹性大的岩石，在穿孔爆破时，消耗于岩石弹性变形的能量也较多。所以弹性越大的岩石，穿孔爆破工作越困难。

岩石在撤除外力后，几乎没有残余变形的性能称作脆性。脆性较大的岩石，消耗于岩石变形的能量也就较少，所以穿孔爆破工作也就较容易。岩石的脆性不是绝对的，是受外界条件（如受力状态和加载速度）的影响而变化的。在穿孔爆破时，岩石所受的作用力多是冲击载荷，所以岩石一般都是呈脆性破坏。

（二）岩石的塑性和韧性

岩石破碎前具有明显残余变形的性能称作塑性。塑性大的岩石在破碎时，要多消耗一部分能量在残余变形上。

岩石抵抗外力把它分裂成碎块的性能称作韧性。岩石的韧性取决于岩石颗粒间的凝聚力以及和胶结物间的凝聚力。细粒结构的岩石其韧性较强。岩石的孔隙里含有水分时，它的韧性要降低。显然，韧性大的岩石穿孔和爆破都困难。

（三）岩石的磨蚀性

工具在破碎岩石的过程中，受到岩石的反作用而被磨蚀。岩

石磨蚀工具的性能称为磨蚀性。它对工具的磨蚀和消耗有着重要的意义。矿物成分较坚硬、粒度较粗、结晶状态致密以及几种组成成分之间软硬相差悬殊的岩石，其磨蚀性较大。如岩石中，石英颗粒越多时，对钻头的磨损越严重，很快使钻头变钝，直径变小，这对穿孔工作非常不利。

（四）岩石强度

岩石强度是指岩石抵抗压应力、拉应力和剪切应力等的性能。强度本来是材料力学中用来表示各种材料抵抗以上三种简单应力的能力的概念。在穿孔爆破时，很难用某一种简单的应力来描述岩石的破碎过程，岩石又常常为冲击载荷所破坏，故强度只能作为岩石坚固性的一个指标。

岩石跟其他弹性材料不同，它的抗拉强度只有抗压强度的 $1/10 \sim 1/50$ ，抗剪强度只有抗压强度的 $1/8 \sim 1/12$ 。针对这一特点，在设计钻具时，应尽可能地使岩石受拉伸或剪切应力作用，从而提高穿孔效率。

（五）岩石硬度

岩石的硬度是指岩石抵抗工具侵入的性能。硬度越大，穿孔就越困难。一般造岩矿物颗粒愈小愈硬，岩石的硬度就越大；矿物颗粒之间的胶结物对硬度的影响也很大，例如由石英颗粒组成的砂岩，由于胶结物质的不同，砂岩的硬度也不同。其中由硅质胶结的砂岩硬度最大，石灰质胶结的砂岩硬度次之，粘土质胶结的砂岩硬度最小。岩石硬度在钻进中，直接影响切入（或压入）深度，对钻进速度有很大的影响。

在测定岩石的硬度时，一般采用两种类型的压模。一种是圆柱形压模（图1—6中(1)），另外一种为顶角为 $30^\circ \sim 60^\circ$ 的截头圆锥形压模（图1—6中(2)）。前者用于测定硬度不大的岩石，后者用于测定坚硬和脆性的岩石。压模一般高度为16毫米，压模压头的底面积为 $1 \sim 3$ 毫米²。

当测定岩石硬度时，缓慢而持续地在压模上施加外力，让压

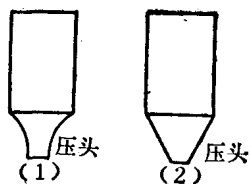


图 1—6

(1)圆柱形压模；(2)截
头圆锥形压模

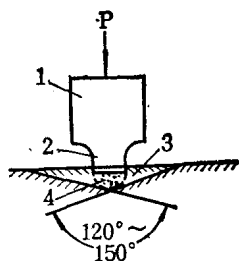


图 1—7 压头侵入时岩石的破碎

1—压模；2—压头；3—剪碎体；
4—承压核

头侵入岩石，以岩石发生破裂时所承受的压力强度来作为岩石的硬度。

压头压入时，岩石的破碎过程，如图1—7所示。在轴线方向给压模1一个外力P，压头2即侵入岩石，在压头下方的岩石首先被挤压破碎，形成一个密实的核状物，叫做承压核。如果外力P再逐渐增大，承压核4继续受压而整体下移，起着类似楔子的作用，使周围的岩石由于受到挤压产生剪切作用而脱离岩体，形成漏斗状坑。对于因受剪切作用而脱离岩体的岩石体积称为剪碎体。剪碎体3的中心角，叫做自然破碎角（在 $120^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 之间）。

当剪碎体脱离岩体的时刻，压模突然向下移动；然后再达到新的平衡，产生新的承压核及剪碎体。如此循环下去，破碎的范围越来越大。

二、岩石的坚固性及其分级

人们通过长期的实践，认识到有些岩石容易破碎，有些岩石则不易破碎。在多种多样的岩石里，在用多种多样方法破碎岩石的过程中，人们概括出了岩石的坚硬性这一概念，用来表示各种岩石破碎的难易。

各种岩石的坚固性所以各不相同，是由于构成岩石的矿物成分和成因以及经受的地质作用的不同所造成的。即岩石的成分以

及它的组织和构造决定了岩石的坚固性。

岩石的组织是指构成岩石颗粒的矿物成分、粒度、形状以及它们的相互关系及胶结物的成分和数量等。

一般说来，构成岩石的物质的颗粒越细致，它的硬度越高，也就是越坚固。

岩石的构造是岩石生成时或生成后受到地质作用而形成的层理、节理和裂隙等。风化作用会分解岩石各成分间的联系，扩大裂隙和使岩石表层粉化。因而随着风化程度的加深，岩石坚固性大为降低。

实践证明，岩石坚固性在各方面的表现趋于一致，即一种岩石在各种外力作用下，其破碎情况是难者皆难，易者皆易。因此用一个共同的指标—— f 值表示岩石坚固性， f 叫做普氏岩石坚固性系数。常见岩石的坚固性系数 f 介于 0.5~20 之间。

岩石分级的主要依据是岩石的坚固性。岩石的坚固性系数 f

常见岩石（矿石）的坚固性系数 表 1—3

岩 石 (矿石)	坚固性系数 f	岩 石 (矿石)	坚固性系数 f
石英岩	14~18	高铝粘土矿	6~12
含铜石英脉	12~18	硬质耐火粘土	4~6
磁铁石英岩	12~18	大理岩	6~12
含铜砂卡岩	8~12	千枚岩	2~12
花岗岩	8~12	蛇纹岩	6
玄武岩	10~15	绿泥片岩	2~6
安山岩	10~15	滑石片岩	2~6
辉绿岩	10~15	花岗片麻岩	13
硅化石灰岩	10~18	角闪片麻岩	10~14
含铜砂岩	12~16	菱铁矿	6
白云岩	8~12	砂 岩	8~16
混合岩及泥质灰岩	8~12	页 岩	2~6
钒钛磁铁矿	10~16	角砾岩	4~5
菱铁矿	8~16	风化花岗岩	3~5
碳酸锰矿	6~12	表 土	0.5~1.0

可通过对凿岩速度，单位炸药消耗量和岩石抗压强度等的测定来确定。

目前在矿山生产中仍旧广泛使用普氏岩石坚固性系数来进行岩石的分级。在穿凿作业中，也常以它作为依据来统计钻机的生产效率，比较钻头的使用寿命，评价钻机的经济效果等。

表1—3中列入了我国一些常见的矿石和岩石坚固性系数，供生产中参考。