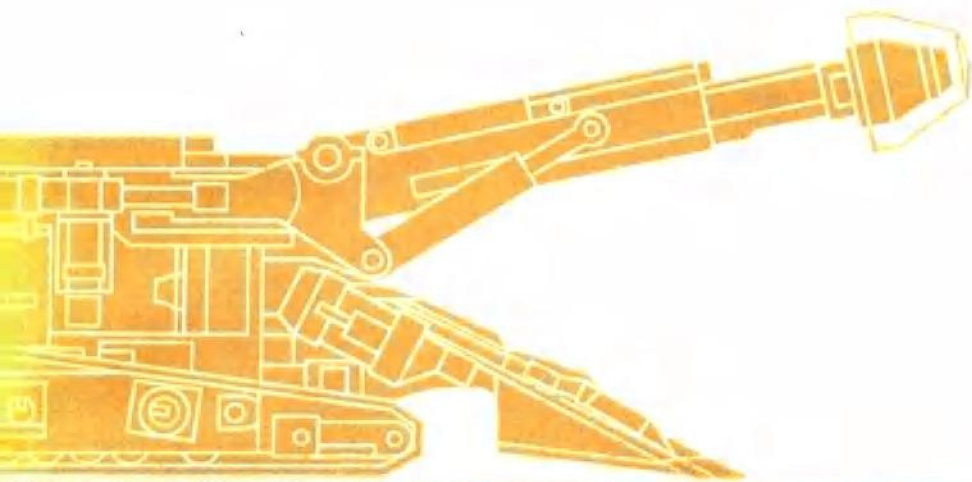




掘进机

〔苏〕Я.И.巴塞尔等著

赵殿明译 曹建业 韩治良校

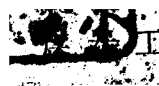
5

煤炭工业出版社

掘 进 机

〔苏〕 Я. И. 巴塞尔等著

赵殿明译 曹建业 韩治良校



工业出版社

内 容 提 要

本书主要叙述成批生产和准备成批生产的掘进机,内容系统而详细,可供研究掘进机械化和使用掘进机的广大科研、工程技术人员和工人参考。

Я.И.Базер В.И.Крутилин Ю.Л.Соколов

ПРОХОДЧЕСКИЕ КОМБАЙНЫ

Москва Недра 1974

*

掘 进 机

赵殿明译 曹建业 韩治良校

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16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: $850 \times 1168^{1/32}$ 印张 $10^{11/16}$

字数 282 千字 印数 1—4,150

1980年3月第1版 1980年3月第1次印刷

书号15035·2280 定价1.05元

序 言

在煤炭采准巷道掘进方面取得的重要技术进步是使用了掘进机。

应用掘进机可以：使掘进工效率提高1~1.5倍；降低掘进成本；提高采准巷道的掘进速度，最高月进尺达1800~2525米；显著减少巷道的支护费用。

使用掘进机的矿山地质条件在：含水量、瓦斯泄出量、煤和瓦斯的突出、岩石物理机械性质、巷道断面和形状、倾角、长度等方面都很不一致。成批生产的掘进机，仅适用于较好的矿山地质条件——水平巷道，断面4~16米²，岩石普氏硬度系数 ≤ 4 。

在已知的掘进机结构中，得到广泛应用的是ПК-3М、4ПУ、ПК-9р型选择作用式掘进机。这类掘进机可切割各种不同形状和断面的巷道，煤岩可分别采掘。

与部分断面式掘进机相比，钻削式掘进机具有较大的生产能力，但在煤炭工业中用其掘进长度大的巷道才是合理的。所以，煤炭工业中使用钻削式掘进机的数量不大。

现在成批生产的钻削式掘进机，有《卡拉岗达-7/15С》及ПК-8型两种。

ГПК、2ПУ、4ПП-2、ТОР、2ПП等新型掘进机，正在推广使用。

作 者

目 录

第一章 掘进采准巷道的矿山技术条件	1
第二章 苏联及其它国家掘进机结构简介	9
第一节 掘进机按结构特征的分类	10
第二节 选择作用式掘进机	15
第三节 钻削式掘进机	55
第四节 掘进机的改进方向	72
第三章 苏联成批生产的掘进机	74
第一节 选择作用式掘进机	74
第二节 钻削式掘进机.....	133
第三节 掘进机的转载机.....	163
第四节 除尘系统.....	175
第五节 掘进机的自动化.....	183
第四章 准备成批生产的掘进机	189
第五章 掘进机的液压驱动装置	210
第一节 掘进机液压系统中主要液压元件的结构.....	211
第二节 油泵.....	212
第三节 液动机.....	222
第四节 液压分配和调整元件.....	230
第五节 调整压力和流量的液压元件.....	239
第六节 液压锁(液控单向阀).....	242
第七节 辅助装置.....	243
第八节 掘进机的液压系统.....	245
第六章 掘进机的电力系统	259
第一节 掘进机的电气设备.....	259
第二节 掘进机的电力系统图.....	275
第七章 掘进机的使用	287
第一节 掘进机工作前的准备.....	287
第二节 掘进机的控制.....	294

第三节	掘进机的操纵和管理·····	299
第四节	掘进机的维护·····	300
第五节	掘进机司机的职责·····	305
第六节	掘进机的润滑·····	306
第七节	用掘进机法掘进巷道的工艺系统·····	313
第八节	掘进机的使用效果·····	321
第八章	使用掘进机的安全技术·····	325
第一节	掘进机准备工作时的安全技术·····	326
第二节	掘进机工作时的安全技术·····	328
第九章	掘进机的故障和处理方法·····	330

第一章

掘进采准巷道的 的矿山技术条件

煤矿掘进采准巷道的矿山技术及矿山地质条件是十分复杂的。由于煤层产状、厚度及倾角、井田开拓及其开切方式、围岩物理机械性质等的不同，造成多种不同形式的巷道。为确定用掘进机掘进巷道的使用范围，许多研究院对矿山技术条件及其参数的分类所作的综合分析工作，还不足以决定进一步扩大使用和改进掘进机的途径。大量掘进机的使用经验及对这些经验的分析表明，仅在矿山技术条件和实际工作指标一致的基础上，才能确定提高掘进机掘进巷道的管理水平及经济指标的基本方向。

掘进机的工作条件，按巷道断面、岩石硬度、巷道倾角及长度进行分类。这些条件所占的百分比，如巷道分布阶梯图(图 1)和表 1 所示。

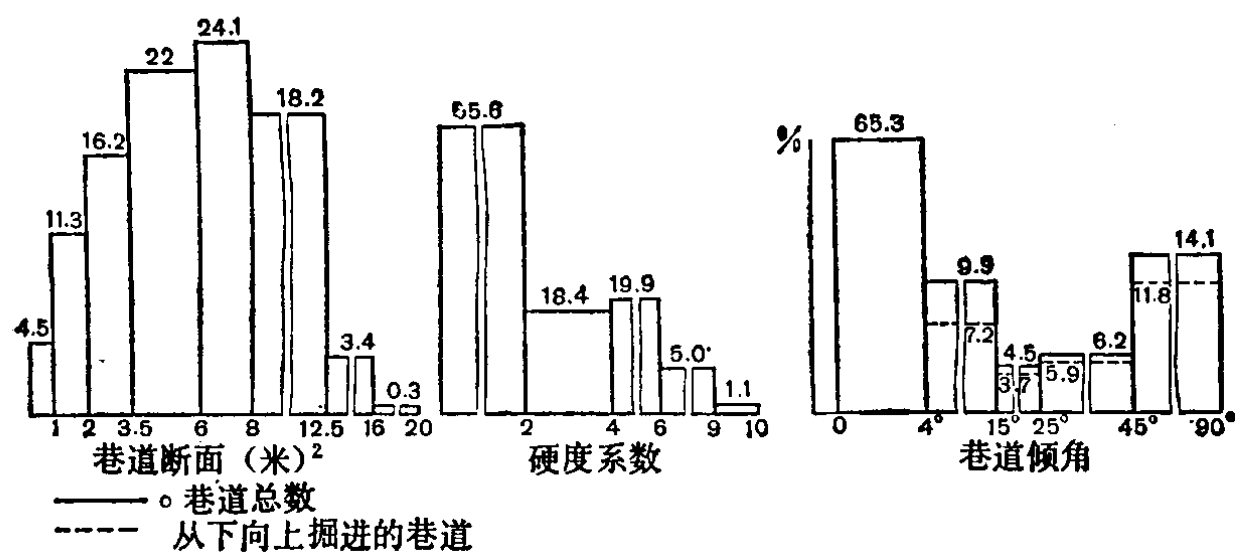


图 1 巷道分布阶梯图

表 1

巷道长度 (米)	巷道毛断面 (米 ²)								共计 (%)
	0.5 ~1.0	1.1 ~2.0	2.1 ~3.5	3.5 ~6.0	6.1 ~8.0	8.1 ~12.5	12.6 ~16.0	16.1 ~20.0	
	煤 巷								
<50	2.5	6.8	7.5	1.9	0.37	0.12	0.06	0.001	19.25
51~150	1.7	1.07	4.4	4.2	1.0	0.4	1.13	—	13.9
151~300	0.01	0.05	0.6	3.0	1.85	0.42	0.07	0.001	6.0
>300	0.25	3.3	3.0	3.5	3.0	0.75	0.18	0.02	14.0
共计	4.48	11.22	15.5	12.6	6.22	1.69	1.44	0.022	53.15
	半 煤 岩 巷								
<50	—	—	0.07	0.4	0.17	0.12	0.04	—	0.8
51~150	—	—	0.15	2.0	1.0	0.48	0.07	0.002	3.7
151~300	—	—	0.03	1.85	1.8	0.7	0.22	—	4.6
>300	—	—	0.09	4.5	13.5	13.0	1.93	0.18	33.2
共计	—	—	0.34	8.75	16.47	14.3	2.26	0.182	42.3
	岩 巷								
<50	—	0.004	0.26	0.38	0.3	0.21	0.045	0.001	1.2
51~150	—	—	0.002	0.12	0.34	0.443	0.09	0.005	1.0
151~300	—	—	0.002	0.14	0.2	0.52	0.2	0.018	1.08
>300	—	—	—	0.15	0.5	1.2	0.4	0.05	2.3
共计	—	0.004	0.264	0.79	1.34	2.373	0.735	0.074	5.58
总计	4.48	11.22	16.10	22.14	24.03	18.36	3.43	0.27	100

所述矿山地质条件，如煤及岩石的硬度、煤层倾角、工作面的性质，在井田或煤田范围内相对来讲是不变的；仅仅巷道尺寸（主要与矿井产量、开采方法、通风条件及车辆外形尺寸有关），在矿井改建或开采工艺改变时是可变的。

除上述矿山技术条件外，还有某种程度上影响掘进机使用范围的其它条件和因素。不利于使用掘进机的矿山地质条件包括：矿山压力大；顶板松软；底臃；有断层；含水量及瓦斯涌出量大等。

根据斯科钦斯基矿业研究院所作的分析，在确定用掘进机掘

进采准巷道的技术经济合理性时，必须考虑：若把某种掘进机可能掘进的年进尺取为100%，则在年进尺小于2000米的矿井，此值就将降低23.5%。这意味着，在该矿造成掘进机的很大窝工，也就是使用效果不佳。甚至在年进尺大于2000米的矿井，某些掘进机也达不到所需年进尺。这样一来，按矿山地质条件适合用某种掘进机掘进的巷道总长度中，按技术经济指标仅有50~60%的巷道可成功地用掘进机法掘进。

此外，拆装条件、迁移频率、运输距离及方式、工作组织、运输保证程度以及其它组织技术问题，也影响掘进机的工作效果，并在很多情况下解决这些问题是很复杂的。只有这些问题于掘进前在应有工程技术水平上得到解决，并组成与矿山技术条件相适应的综合工作组织，方可获得好的掘进机工作效果。

根据煤炭工业各矿掘进采准巷道的矿山技术条件，可以确定某种掘进机的使用范围和适当的工作组织，以提高使用效果。

设计院、科学研究院、机械制造厂的力量要深入分析矿山技术及矿山地质条件、复杂的组织条件与所有影响掘进机使用效果的因素，研制新的或改进成批生产的掘进机，从而大大扩大掘进机的使用范围。

掘进机的用途及结构，在很大程度上取决于所选切割工作面的方式，换句话说就是工作机构的型式。

按切割工作面的方式，掘进机可分为：选择（循环）作用式和钻削（连续）作用式*。

适用于掘进煤巷及半煤岩巷的大多数掘进机和开切机，均属第一类。

岩石掘进机中钻削式占多数。

掘进机可按不同的结构特征、用途及使用范围、切割工作面方式、工作机构型式、所掘巷道断面形状及面积等进行分类。本书取切割工作面的方式和使用范围作为主要分类特征。

* 我国一般将掘进机按掘进断面分类，故亦有将选择作用式掘进机译为部分断面掘进机，将钻削作用式掘进机译为全断面掘进机——译者。

掘进机按使用范围分为两类：切割煤与切割岩石。第一类包括：仅用于掘进煤巷的和用于掘进岩石夹层数量不大而又易于切割的半煤岩巷的掘进机。第二类包括用于掘进岩石采准巷道的掘进机。

选择作用式掘进机的使用范围，如图 2 所示。从使用掘进机的经济效益、获得好的掘进工效及工作组织指标出发，其中所列参数：断面、硬度及研磨性、岩石夹层数量、倾角、巷道长度、含水量、选择采掘时的最小煤层厚度、月进尺及年进尺，均为最佳数值。

断面尺寸，是根据掘进机在某一给定位置（即不调动机器）切割工作面而取得的。月进尺取最小值，其它指标为最大值。

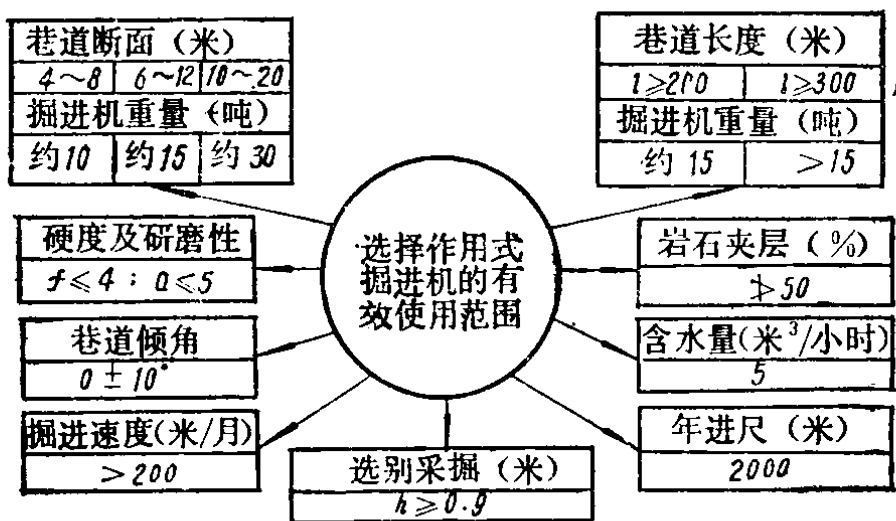


图 2 选择作用式掘进机的使用范围

当然，所给确定掘进机使用范围的各参数，不能完全作为限制机器使用范围的明确规定。某些因素与参数，在一定程度上可为其它数值。但在这种情况下当这些变化对掘进机工作产生影响时，工作指标将随之而改变。例如，当掘进大断面巷道时，这种或那种规格的掘进机都不适用，就需要进行辅助调动工作。掘进大断面巷道原则上是可能的，但在这种情况下掘进速度不会很高。若所掘巷道比所规定的长度短得多，为达到所需年进尺指标，由于拆装、调整和其它准备工作的增加，需要花费很大的劳动量，掘进效果必然要差。

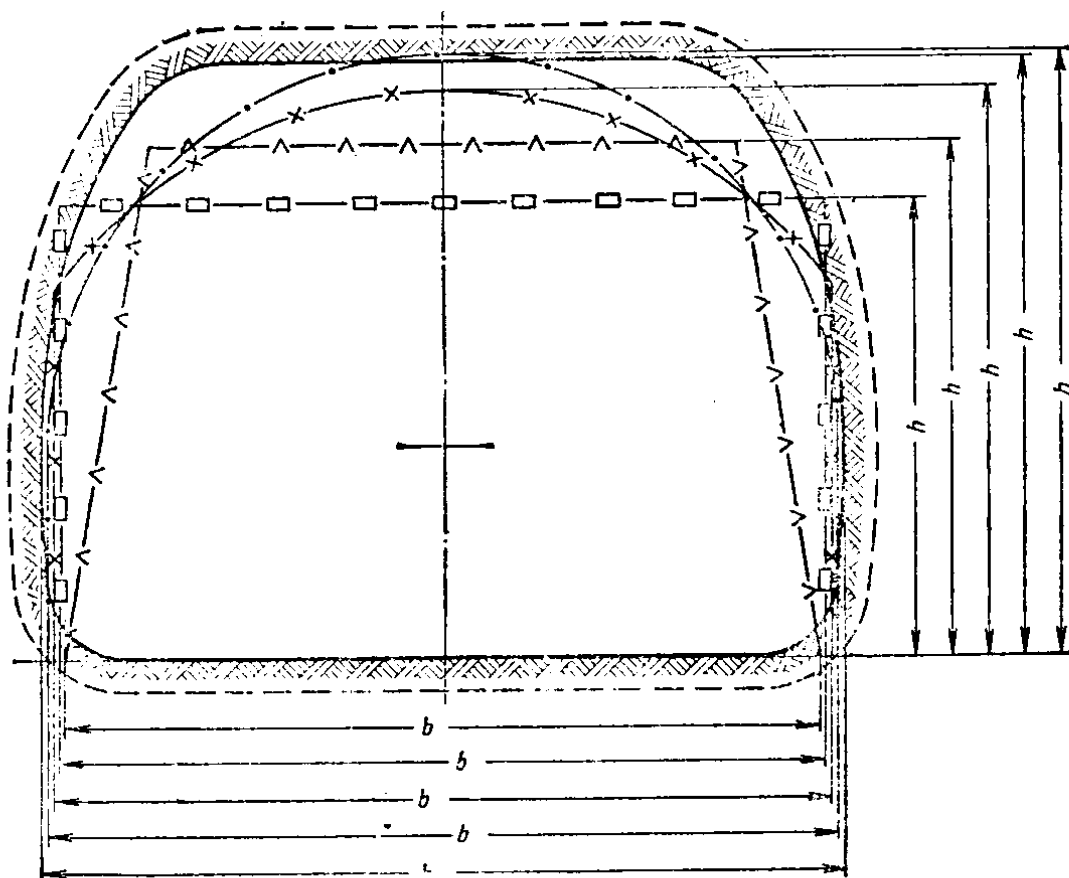
巷道倾角、含水量、岩石夹层硬度及数量这些参数，对巷道掘进效果也有很大影响。在煤的硬度不高、巷道倾角不超过 3° 、涌水量不大、岩石夹层数量少或没有的条件下，掘进效率、速度和费用可达到好的指标。在个别因素不利的条件下（如岩石夹层数量较高，巷道倾角大等），也可得到比较高的使用效果。但在这种条件下，掘进效率和速度将比掘进煤巷低，因为用 $\Pi K-3M$ 及 $4\Pi V$ 型掘进机破碎同体积岩石（硬度系数 $f = 4 \sim 5$ ）的时间消耗要高 $2 \sim 4$ 倍，而与用钻爆法掘进相比，由于工作量大大减少，巷道掘进效果还是比较高的。甚至刀齿消耗量增大，在这种情况下也是合算的。因切割岩石时刀齿磨损比较严重，需要很认真地维护掘进机。在岩石夹层不超过30%的条件下，即破碎岩石的时间消耗不严重影响完成所有掘进工序所需的总时间消耗时，所有这些比较才是有效的。

钻削式掘进机，在煤炭工业各矿未得到广泛应用。 $\Pi BM-2$ 型掘进机，在里沃夫斯科-沃伦斯科煤田长时间里都用得非常成功，但最近被选择作用式 $\Pi K-9p$ 型掘进机所代替。因为这种掘进机更通用，可掘进 $8 \sim 18$ 米²断面的巷道。现在，苏联小批生产 $\Pi K-8$ 及《卡拉岗达-7/15C》型掘进机，用来代替 $\Pi BM-2$ 型。 $\Pi K-8$ 型掘进机按工作原理与 $\Pi BM-2$ 型相似，但能力更强，重量更大。由于重量大、造价高，该种掘进机在煤矿不适用，主要用于钾盐矿。《卡拉岗达-7/15C》型掘进机，也主要用在钾盐矿。在卡拉岗达煤田各矿，使用数台这种掘进机。工作经验表明，掘进长度大的巷道是有效的，使用范围应从500米开始。该种掘进机适用于以下工作条件：煤岩硬度系数不大于4；倾角 $\pm 10^{\circ}$ ；含水量不大于5米³/小时。

在其它国家，钻削式掘进机在掘进岩石隧道方面得到较广泛的应用。苏联目前在研制TOP型掘进机，适用于在煤矿掘进岩石巷道。

苏联成批生产的掘进机，适用于掘进以下各种巷道：主要及中间运输平巷、大巷、集中及边际平巷、开切眼与联络眼。

最大断面



最小断面

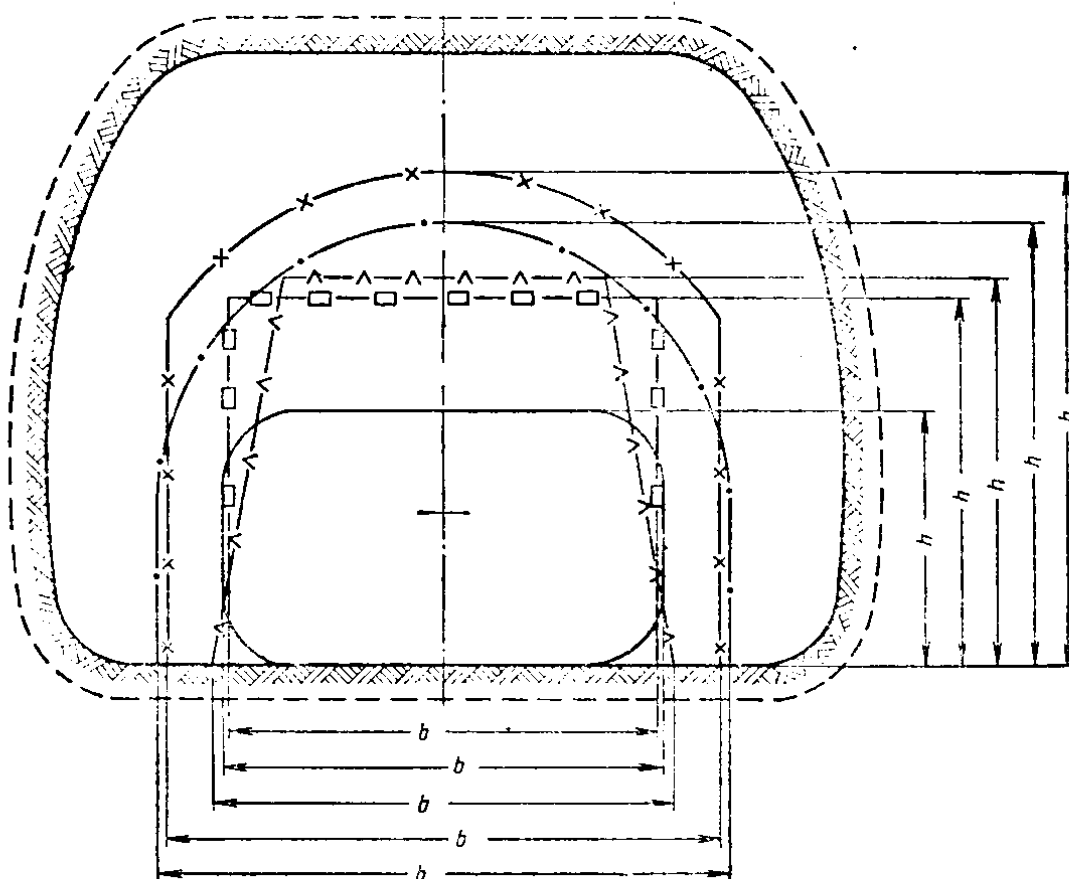


图 3 巷道断面形状

表 2

断面形状	图例	掘进机 型号	最 大		断面积 (米 ²)	最 小		断面积 (米 ²)
			巷道尺寸 (毫米)			巷道尺寸 (毫米)		
			高 h	宽 b		高 h	宽 b	
非标准	—	ПК-3М	3200	4050	11.8	2100	2800	5.3
		4ΠУ	2860	3330	8.4	1500	2600	4
		ПК-9p	3000	5800	16	2200	3900	7
拱 形	— · —	ПК-3М	3240	4030	11.1	2590	3370	7.5
		4ΠУ	2890	3130	8.1	2590	3370	7.5
		ПК-9p	5120	3680	15.9	2590	3370	7.5
梯 形	—∧—	ПК-3М	3080	3800	10	2290	2730	5.3
		4ΠУ	2860	3330	8.1	2290	2730	5.3
		ПК-9p	3140	5280	15.2	2560	3100	7.1
矩 形	—□—	ПК-3М	2720	3540	9.6	2230	2570	5.7
		4ΠУ	2720	2840	7.7	2230	2570	5.7
		ПК-9p	2760	4890	13.5	2390	2840	7
桥拱形	—×—	ПК-3М	3270	3540	10.6	2920	3290	8.6
		4ΠУ	2890	3300	8.6	2890	3300	8.6
		ПК-9p	3400	4890	14.5	2920	3290	8.6

ПК-3М、4ΠУ、ПК-9p 型掘进机，可掘进的巷道断面形状如图 3 所示。用这些掘进机所掘拱形、梯形、矩形和桥拱形巷道断面的尺寸，列于表 2。最大及最小断面的数据，取自《矿山巷道统一标准断面》手册（1971年版）。

最大巷道断面尺寸，是在掘进机以一给定位置（不调动）所能切割工作面的条件下，并且切割头完全切入工作面取得的。

图 3 还表示出，悬臂在水平及垂直平面内完全摆动开所形成的非标准断面形状及数据。这种巷道断面形状，是由悬臂回转机构的运动特征与执行机构的固定结构所定。

所示最大非标准巷道断面的四角均未被切割，但这不妨碍正常的巷道掘进，因为当切割头不完全切入工作面时，沿虚线这些地方是很容易切割到的。

需要切割断面比上述尺寸大的工作面时，可借助于履带行走部调动掘进机横着工作面放置。

煤矿巷道掘进包括：破碎矿体；装运被破碎的煤岩；支护和其它辅助作业（如铺设轨道或运输机，接长风筒、水管及电缆等）。

现有掘进机，主要用于使矿体破碎和把煤岩装运至沿所掘巷道铺设的运输设备中的机械化。

矿体的破碎由掘进机工作机构完成。根据工作机构的结构特征，掘进机主要分为两大类：具有选择作用式工作机构的掘进机、具有钻削式工作机构的掘进机。

选择作用式掘进机的特点，是作用的选择性和循环性。选择作用式工作机构，仅能同时切割工作面的一部分。为破碎整个工作面，必须在横断面内多次连续移动工作机构——切割头。

具有选择作用式工作机构的掘进机，无论在苏联或其它国家均得到最普遍的应用。该种掘进机的特点是：对各种复杂矿山地质条件的适应性高；所掘巷道断面积及形状的变化范围较宽；便于进入工作面空顶区；可在工作面支护巷道；掘进机的机动性高；结构比较简单；各机构及部件容易统一；还可采用定型的工作机构。

钻削式掘进机与选择作用式掘进机不同，可同时切割整个断面。该种掘进机的特点，是连续破碎矿体和把破落下的矿物从工作面运出。其工作的循环性，是由必须完成其它工序造成的，如所掘巷道的支护。

第 二 章

苏联及其它国家 掘进机结构简介

用掘进机掘进地下巷道的初步尝试，应归于本世纪初。在此之前曾出现：英格里斯型隧道钻进机和普列依斯型掘进掩护支架（英国）、安德逊型掘进机（美国），后者可与掩护板配合或单独工作。单独工作时，安德逊型掘进机用辅助液压缸移动，其形式与现代掘进机的概念相符合。1884年，创制KBЧ型掘进机。掘进机还可追溯到更早创制的英国布连顿型。但由于很多结构上的缺点，这几种机器均未得到工业应用。

创制和在煤炭工业中使用掘进机的更广泛尝试，归于本世纪三十年代。德国曾创制《拉乌赫加麦尔》、《施特列肯巴格尔》、《施米特-科兰茨》型，英国创制《怀捷克拉》型，美国曾创制《马肯克里》型，苏联曾创制洛赛夫、奇哈契夫及ПК-1型掘进机。

第二次世界大战以后，掘进机开始得到工业应用。在美国，考虑煤层赋存特点，带双钻削头的掘进机得到广泛应用，用于掘进煤巷和房柱式开采。在西欧和苏联，选择作用式掘进机得到优先发展。

近年来，掘进机得到特别广泛的发展。无论在苏联或其它国家，都研制出各种不同型式的多种结构掘进机。可把所有这些型式的掘进机分为数类。

现已形成对各类掘进机原理特点、结构特征和优点的一定概念。

掘进机通常按使用范围及其结构两特征进行分类。

在本书第一章内，研究了按使用范围的分类。

本章研究按结构特征的分类，这些结构特征可表明掘进机每个部件的作用及其结构性质。

第一节 掘进机按结构特征的分类

掘进机的分类建立在最有代表性的结构特征上，这些结构特征影响着掘进采准巷道的技术工艺过程。

掘进机的各部件，由掘进机的机能用途决定。众所周知，用掘进机掘进巷道时必需：破碎矿体；装载破碎下的矿物；把矿物运至运输设备上；随巷道掘进移动整个掘进设备。

按照掘进循环的工艺工序，掘进机具有以下主要部件：

工作机构，用于破碎工作面的矿体；

装载机构，用于装载破碎下的矿物；

运-装设备，包括运输机和转载机，用于把破碎下的矿物转运到全矿的运输设备上；

行走机构，用于工作时移动掘进机，完成掘进机的调动工序以及从一条巷道迁移到另一条巷道。

除这些主要部件而外，掘进机还有辅助设备，用于传动、操纵和控制主要部件与机构的工作。其中包括电力系统、液压系统及控制台。

为创造正常的卫生保健条件，掘进机装备除尘系统，一般包括吸尘器及喷雾降尘器。

在某些条件下，掘进机还包括完成其它工序（如巷道支护，筑排水沟等）的辅助机构。

掘进机的分类建立在其主要部件基础上，不考虑辅助设备。工作机构的结构，对掘进机整个设备的影响最大。

掘进机按用途在物理机械性质，特别是硬度、韧性、研磨性截然不同的矿体内掘进巷道。由于矿岩的性质极不相同，致使研制许多种工作机构和掘进机。在最普通的条件下，掘进机可分为：适用于切割煤及松软岩石的掘进机和破碎中硬岩石的掘进

机。用第一类掘进机掘进巷道时，一般不仅要破碎煤，还要破碎各种不同的岩石夹层。同时，为能破碎工作面不同部位的矿物，并在必要时煤及岩石分别进行采掘，掘进机工作机构应能移动和调动。悬臂式工作机构完全适合这种条件，摆动式工作机构次之。按照工作机构的名称，适用于破碎煤和松软岩石的掘进机分别称为：选择作用式掘进机和带摆动式工作机构的掘进机。

为用掘进机破碎中硬岩石，要求产生很大的切割力和推力，所以需要驱动功率很大的设备和辅助支撑装置。钻削式工作机构，在很大程度上能适应产生很大破岩力的要求，按照这种工作机构的名称，这种掘进机就称为钻削式掘进机。

还应说明，掘进机分为选择式及钻削式，仅间接与被破碎岩石的硬度有关。最近，有研制能够破碎中硬岩石的选择式掘进机的趋势。另一方面，许多用于切割煤的美国采掘机，都采用钻削式工作机构。

掘进机按结构特征的分类系统图，如图 4 所示。

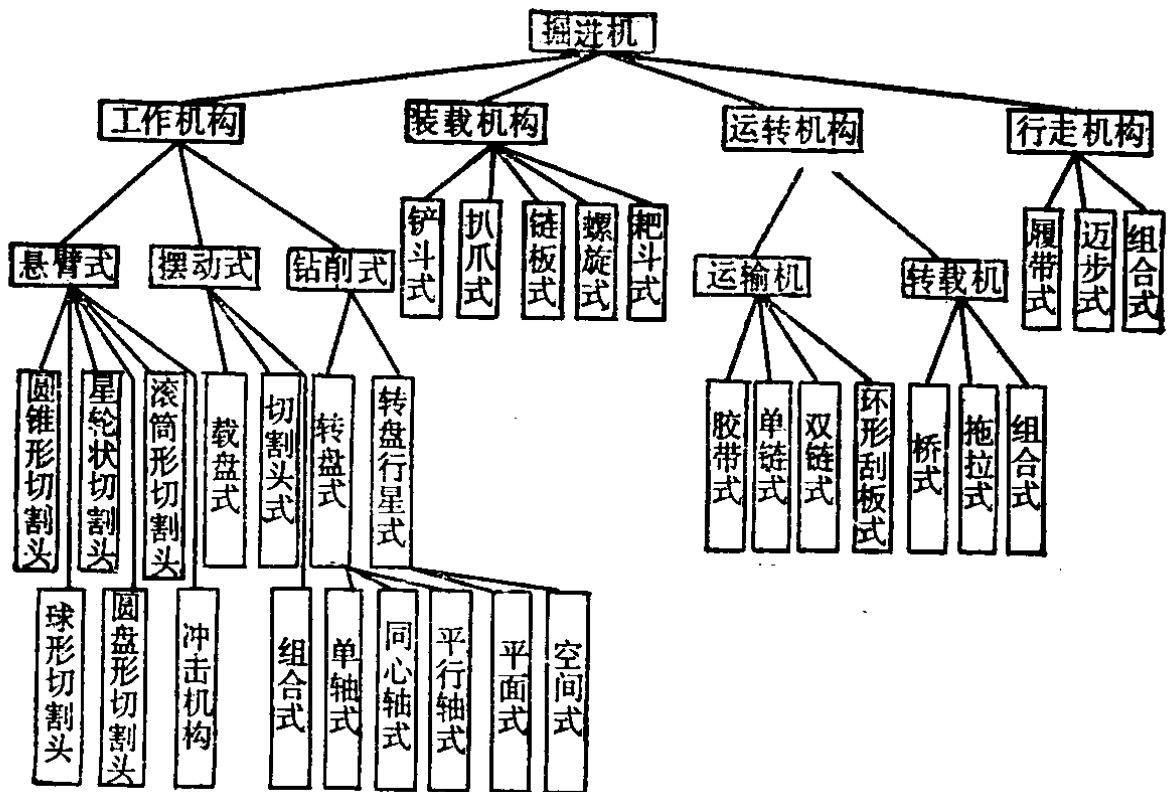


图 4 掘进机分类系统图