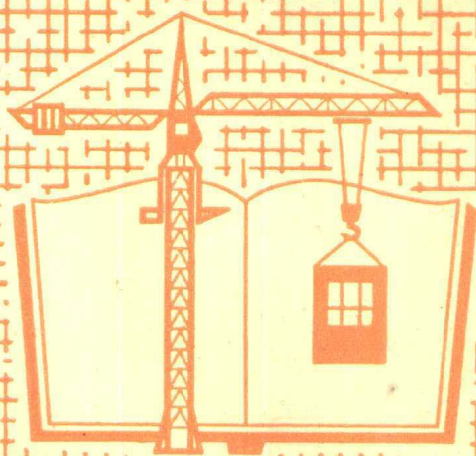


岩石地下建筑施工

重庆建筑工程学院
同济大学 编



高等学校试用教材

中国建筑工业出版社

88647

TU
200

高等学校试用教材

岩石地下建筑施工

重庆建筑工程学院
同济大学 编

•限国内发行•

中国建筑工业出版社

本书内容包括四大部分：一、洞室的开挖，主要包括钻孔爆破法作业，洞室开挖时的稳定与临时支护，岩石洞室的开挖方案与爆破方案，不良地质地段施工的措施等；二、洞室的支护，主要介绍喷锚支护结构施工，整体式衬砌施工，防水防潮工程施工；三、施工安全和劳动条件的改善；四、施工组织与方法，技术经济分析等。

本书为高等学校地下建筑工程专业试用教材，亦可供从事地下建筑工程的技术人员参考。

高等学校试用教材
岩石地下建筑施工

重庆建筑工程学院
同济大学 编

·限国内发行·

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本：787×1092毫米 1/16 印张：14¹/₂，字数：353 千字

1982年12月第一版 1985年12月第二次印刷

印数：4,701—6,900册 定价：2.00元

统一书号：15040·4361

编者说明

本教材系根据1977年12月高等学校地下建筑专业课教材座谈会通过的教学计划要求编写的。由重庆建筑工程学院、同济大学编写，清华大学主审。编写分工：重庆建筑工程学院何万钟编写第一、二、三、四、五、六、七、十一、十二、十五、十六章及附录1、2、3；同济大学吴兆兴编写第八章及附录5，陶顺伯编写第九、十、十三、十四章及附录4。何万钟负责主编。

本教材的编写提纲曾寄请有关兄弟院校和生产单位征求意见，得到有关单位的大力支持和热情帮助，提出了许多宝贵意见并惠寄资料。初稿完成后，又约请有关兄弟院校和生产单位的同志对初稿进行了讨论，这些都为顺利完成本书起到了重要作用，在此，我们表示衷心的感谢。

1979年6月，由主审单位主持对教材送审稿进行了审定。有关单位的田先明、陈立德、张弥、刘彧、史贤芝、陆莲、蒋晃、祖青山等同志参加了本书的审查。

全书在最后定稿时，又由清华大学田先明进行了审阅。

由于时间仓促和水平有限，书中可能有错误和不当之处，望予批评指正。

编者 1979年7月

7.9

目 录

编者说明

第一章 概论	1
第一节 地下建筑的类型	1
第二节 地下建筑成洞方法的分类	2
第三节 岩石地下建筑工程的组成及基本施工顺序	3

第一篇 洞室开挖工程

第二章 钻孔爆破法的基本作业	5
第一节 钻孔	5
第二节 爆破	13
第三节 出碴	25
第四节 钻孔爆破法机械化作业线	31
第三章 开挖阶段的洞室稳定与临时支护	33
第一节 开挖阶段的洞室稳定问题	33
第二节 临时支护的作用和类型	36
第三节 常用的几种临时支护	38
第四章 岩石洞室的开挖方案	43
第一节 导洞及洞口的开挖	43
第二节 水平洞室的开挖	46
第三节 斜洞开挖	52
第四节 竖井开挖	53
第五节 罐室开挖	57
第五章 岩石洞室的爆破方案	60
第一节 爆破法开挖岩石洞室的基本原理	60
第二节 导洞的爆破方案	67
第三节 洞室扩大爆破方案	77
第四节 控制爆破	79
第五节 台阶法、全断面法开挖洞室的爆破方案	85
第六章 不良地质地段施工的措施	89
第一节 破碎松散地层	89
第二节 多水地层	90
第三节 膨胀性地层	92
第七章 应用掘进机开挖水平洞室	94
第一节 掘进机的破岩原理	94
第二节 掘进机的类型和基本构造	96

第三节	掘进机开挖水平洞室的施工过程	99
第四节	与钻爆法的比较及适用范围	100

第二篇 洞室支护工程

第八章	喷锚支护结构施工	104
第一节	概述	104
第二节	喷混凝土的原材料及其组成	105
第三节	喷混凝土施工的机具	107
第四节	喷混凝土施工工艺	113
第五节	钢筋砂浆锚杆	116
第六节	预应力锚索	119
第七节	树脂锚杆	122
第九章	整体式衬砌施工	124
第一节	整体式衬砌施工的工艺过程	124
第二节	模板工程	124
第三节	钢筋工程	131
第四节	混凝土工程	133
第五节	罐室、竖井衬砌的施工	144
第六节	背部回填及压浆	148
第十章	防水隔潮工程施工	152
第一节	防水隔潮的主要技术措施	152
第二节	涂料防水	152
第三节	卷材防水	156
第四节	堵漏	157
第五节	防水隔潮工程中存在的问题	161

第三篇 岩石地下建筑施工安全和劳动条件的改善

第十一章	岩石地下建筑施工中的安全技术措施	163
第一节	地下建筑施工中安全事故的初步分析	163
第二节	安全施工的技术措施	165
第三节	塌方的处理	168
第十二章	岩石地下建筑施工中劳动条件的改善	169
第一节	工作面通风	169
第二节	防尘	173
第三节	照明	175
第四节	废气净化	176
第五节	施工排水	180

第四篇 岩石地下建筑施工组织与方法

第十三章	岩石地下建筑施工组织的任务与内容	181
第一节	岩石地下建筑施工组织的任务	181

第二节	组织岩石地下建筑施工的程序和工作内容	182
第十四章	岩石地下建筑的施工组织设计	185
第一节	施工组织设计的编制原则	185
第二节	施工组织设计的编制依据	186
第三节	岩石地下建筑施工组织设计的主要内容	188
第十五章	利用天然溶洞工程的施工	204
第一节	利用天然溶洞工程的特点和施工顺序	204
第二节	危岩处理	205
第三节	洞体扩挖及新开人工洞室	207
第十六章	技术经济分析	209
第一节	技术经济分析的意义	209
第二节	技术经济指标体系	209
第三节	技术经济分析的程序和方法	212
附录 1	用于地下开挖工程的岩石分级	215
附录 2	超挖、欠挖允许值	217
附录 3	常用爆破材料主要性能的试验方法	218
附录 4	模板设计实例	221
附录 5	喷混凝土力学性能试验的试件制作方法	225

第一章 概 论

第一节 地下建筑的类型

为了适应我国社会主义现代化建设的需要，国家除进行大规模的地面建筑工程外，还需修建一定数量的地下建筑工程。

地下建筑类型不同，其工程特点、施工方法和施工组织也即不同。所以，在研究地下建筑施工以前，对地下建筑的类型及其工程特征应先予以了解。

地下建筑可按下述影响施工方法的工程特征进行分类：

按用途不同，地下建筑可分为：

(1) 生产性地下建筑，如各类地下工厂、车间、动力站、矿山井巷等。

(2) 交通运输及输水隧道，如铁路、公路、航运隧道，城市地下铁道，给水、排水、泄洪、灌溉隧道等。

(3) 人防工程，为满足战备及人民防空要求的掩蔽部、疏散干道及各类平战结合的地下生产和公用设施，如通讯中心、地下医院、地下商业服务网点等。

(4) 地下贮库，如防爆、防火、战备物资或器材、放射性材料的仓库、冷藏库、城市地下车库等。

(5) 军事用途的地下建筑，如指挥中心、人员掩蔽部、飞机库、舰艇库、火炮掩体等。

(6) 其它特殊用途的地下建筑，如为满足科研、试验或某一特定要求的地下建筑等。

按工程所在位置不同，地下建筑可分为：山体内的地下建筑、城市街道下的地下建筑、海底及河底下的地下建筑。

按工程所在地层的性质不同，地下建筑可分为：土质地层中的地下建筑和岩石地层中的地下建筑。

按洞室的体型不同，地下建筑又有平洞、斜洞和竖井之分。地下建筑中最普遍的洞室体型为平洞。平洞又可分为单一的洞室和成组洞室；按洞室的断面形式，平洞又有矩形、梯形、直墙拱形、曲墙拱形、圆形等断面形式；按洞室断面尺寸间的相对比例不同，平洞又分为大跨度、高边墙和普通型洞室。

按埋置深度不同，地下建筑可分为浅埋式地下建筑和深埋式地下建筑。深埋和浅埋的划分，主要考虑覆盖层厚度，也有视覆盖层厚度与洞室断面尺寸间的关系来确定的，至今尚无统一的划分界线。可按以下经验公式判定，属于深埋的条件是：

$$H > 1.5(b + h) \quad (1-1)$$

或

$$H > 5b \quad (1-2)$$

式中： H 为埋置深度，即洞顶至地表面垂直距离（米）； b 为开挖洞室的跨度之半（米）； h 为开挖洞室的净高（米）。

上述对地下建筑进行分类的因素中，工程所在位置、地层的性质、洞室的体型和埋置深度等，实质上又是由地下建筑的用途决定的。而洞室所在位置、地层性质、洞室体型和埋置深度等不同，对施工所赋予的条件和影响也截然不同。

根据长期的工程实践，决定和影响地下建筑施工方法、特别是成洞方法的主要因素是：

（1）洞室围岩的性质。地下建筑是在围岩中获得使用空间的，所以，不同性质的围岩，例如，是软弱的土质地层还是坚硬的岩石地层，不言而喻，形成洞室的工艺和方法是完全不同的。此外，地下建筑是位于水下、山体内或市区街下，以及它们的埋置深度不同，也对成洞的方法有着重大影响。

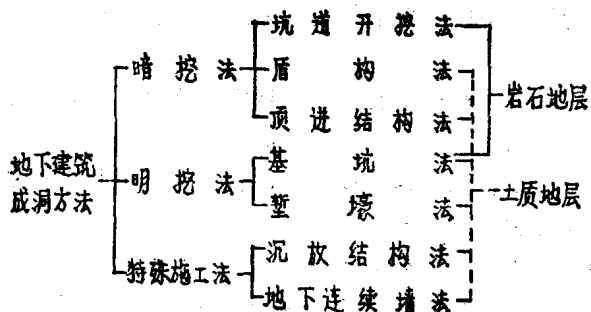
（2）洞室的体型特征。洞室的体型特征包括洞室的断面形式、断面尺寸大小，以及洞室的平面和立体布置形式等要素。例如，即使都为平洞，有的洞形单一，又为等断面，在平面布置上也较简单，各类交通隧道和输水隧道即属此类。但绝大多数其它类型的地下建筑则由于用途不同，洞室在平面及立体布置上往往较复杂，洞形也有变化，不等跨，不等高，一般通道部分断面较小，主洞室部分断面又较大。此外，有的洞室其断面尺寸间的相对比例还很悬殊，形成大跨度或高边墙的洞型等。这些不同体型的洞室，其施工的方法也是千差万别的。

（3）施工条件。包括拥有的施工技术装备和施工技术水平等。

以上因素中，前两项反映了影响施工方法的客观方面的因素，后一项反映了主观方面的条件。由此应看到：地下建筑没有一个通用的、定型不变的施工方法，需因工程的主客观方面的条件，即因围岩性质、洞室体型和施工条件的不同而异。

第二节 地下建筑成洞方法的分类

地下建筑类型很多，工程特点各异，相应的成洞方法也不同。根据目前的技术条件，地下建筑采用的成洞方法概括有以下几类：

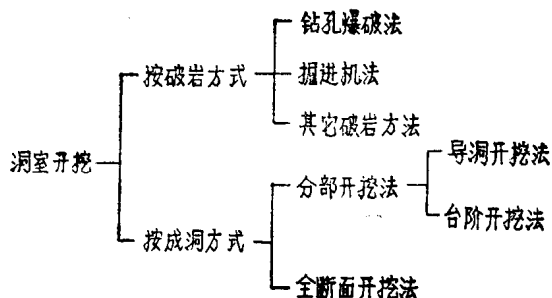


暗挖法是不扰动上部覆盖层而修建地下建筑的方法。其中坑道开挖法，又称矿山法，适用于岩石地层；盾构法及顶进结构法适用于土质地层。

明挖法是挖除其上的覆盖层，拟建的地下建筑物由地下施工变为露天施工，最后再回填覆盖。岩石地层中的地下建筑当埋深很浅时，也可采用明挖法施工。

本书仅研究和介绍在岩石地层中用坑道开挖法修建各类地下建筑的施工方法。其它如盾构法、顶进结构法、基坑法、塹壕法、沉放结构法和地下连续墙法等适用于土质地层的施工，请参见《土质地下建筑施工》一书。

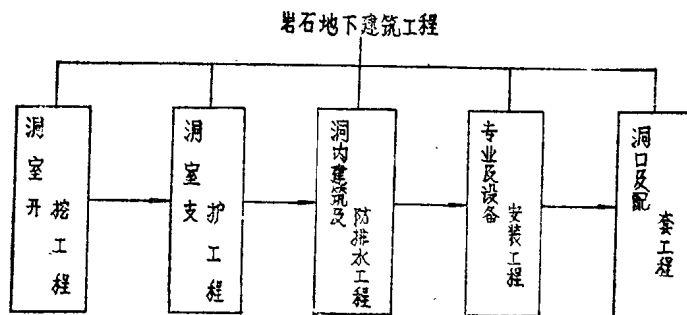
用坑道法开挖洞室，按破岩方式和成洞方式的不同又可分为：



当前，岩石地下建筑的开挖，主要是采用钻孔爆破法。掘进机法在我国已有一定的应用，但尚处在进一步的试验和发展阶段。其它破岩方法如高压水射流、激光、超声、热力破岩等物理破岩方法，以及使岩体软化、溶解的化学破岩方法，尚处在进一步的研究和试验中。

第三节 岩石地下建筑工程的组成及基本施工顺序

修建在岩石地层内的地下建筑，通常包括以下各工序。



洞室开挖工程：就是根据工程设计，在岩体内进行开挖成洞的作业，以获得符合使用要求的洞室空间。

洞室支护工程：系为了增强围岩的稳定，保证洞室在长期使用条件下的安全。根据支护的型式不同，洞室支护工程有喷射混凝土、锚杆、喷锚、整体式衬砌、装配式衬砌工程类等。

洞内建筑及防排水工程：包括（1）洞内衬套及房屋；（2）分隔洞室平面或空间的隔墙和维护结构工程；（3）防排水工程；（4）设备基础工程；（5）地面工程；（6）各类坑、池、管沟工程；（7）门窗、粉刷、油漆等装修工程。防排水工程中，有的工程项目和内容，如衬砌背部的排水盲沟等，则需要在支护工程阶段进行。

专业及设备安装工程：包括生产工艺设备、运输设备、动力、照明、通风、供热、给

水、排水、消防、通讯、信号等管线设施；以及消波、密闭、滤毒、洗消等三防设施；防震、隔音、防腐等专业工程；人员生活及公用设施的设备安装工程。

洞口及配套工程：包括洞门、洞口护坡、泄洪排水、道路以及洞外必需的配套工程。

由于地下建筑的类型多，使用要求不同，工程的组成并不一定都包括上述几项。或者，每项工程包含的具体内容不尽相同。上述几项工程中，前三项及第五项属于土建工程，第四项为专业及设备安装工程。在土建工程中，只开挖工程及支护工程两项才为形成洞室空间的主体工程。根据专业要求，本教材正是以这两项工程为主，研究它们的施工工艺和施工组织方面的基本规律。

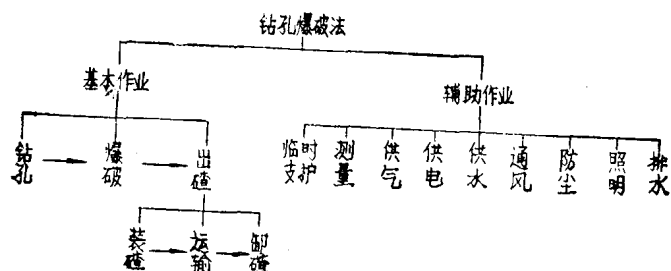
第一篇 洞室开挖工程

洞室开挖是岩石地下建筑施工中的一项主导工程。在当前的技术条件下，钻孔爆破法是开挖岩石洞室的常规方法。它主要由钻孔、爆破、出碴三项施工过程所组成。这三项施工过程因直接改变着作为劳动对象的岩石，控制和决定着开挖工程的进度和工期，所以，它们又称为基本作业。

相继完成这三项基本作业后，开挖的洞室就向前推进一段。完成这三项基本作业，即称为一个开挖循环（或掘进循环）；每向前推进一段的长度，就叫做一循环开挖进尺，简称循环进尺。

开挖工程中除上述三项主要作业外，还有如临时支护、测量、供气、供水、工作面通风、防尘等。这些作业因多不直接改变劳动的对象——岩体，系为主要作业创造正常工作条件或为改善劳动条件的，本身占用的有效工时不长，所以通常把这些作业称辅助作业。

钻孔爆破法的作业内容如下：



本篇即着重介绍用钻孔爆破法开挖岩石洞室的基本作业、开挖过程中维护围岩稳定的措施、各类洞室的开挖方案和爆破方案。对于不良地质地段的施工措施和应用掘进机开挖水平洞室的施工方法也作了简要介绍。

第二章 钻孔爆破法的基本作业

第一节 钻 孔

钻孔在洞室开挖工程中是工时消耗多、劳动强度大的一项基本作业。钻孔所需时间一般约占开挖循环时间的40~50%。因此，合理选择钻孔方式和使用好钻孔设备，对于缩短钻孔时间、加快开挖速度，具有重大的意义。

一、钻孔的机具设备

（一）凿岩机

1. 凿岩机的类型

按凿岩方式不同, 凿岩机可分为旋转式、冲击转动式和旋转冲击式凿岩机三类。按动力的不同, 又可分为风动、电动、液压、内燃式凿岩机等。

旋转式凿岩机的工作过程, 是在给钻头一定轴向压力 (或推进力) 的作用下, 钻头不断旋转而钻入岩石成孔的。对于较软的岩石, 在钻进时一般将岩石切碎成岩粉排出; 对于较硬的岩石, 也可采用空心钻头, 只切碎靠孔壁的一环, 而留下岩芯, 待钻进一定深度后, 将岩芯取出而成孔。前者, 可采用以电为动力的手持旋转式凿岩机 (简称为电钻); 后者, 可采用旋转式深孔钻机 (简称为钻机)。目前, 电钻由于在硬度变化范围较大的坚硬岩石中使用, 尚存在一些问题, 如钻头磨损、湿式凿岩、防尘等有待进一步解决, 所以, 电钻多应用于中等硬度以下的软岩中, 在岩石洞室的开挖工程中采用很少。钻机则适用于钻凿大孔 (孔径70~150毫米) 和深孔 (孔深>25米), 且一般多用于钻水平、倾斜及向下的钻孔, 用于竖井的开挖工程。

冲击转动式凿岩机, 这是当前岩石地下工程中广泛采用的钻孔机械, 尤以压缩空气为动力的凿岩机 (一般简称为风钻) 采用最多。这种凿岩机的破岩过程和技术性能, 将在下面较详细介绍。

旋转冲击式凿岩机, 是一种具有独立旋转机构及冲击机构的钻孔机械, 通称为旋转冲击潜孔钻机, 又简称潜孔钻机。由前所述, 一般电钻适于中硬以下的软岩中钻进; 冲击转动式凿岩机虽能在各种不同硬度的岩石中钻进, 但它的最大缺点是随着孔深增加, 钻进效率显著降低。此种潜孔钻机, 既吸收了冲击式破岩的优点, 又吸收了旋转方法破岩的优点。这种凿岩机主要用于钻凿大孔 (孔径75~250毫米) 和深孔 (20~80米), 多用于竖井工程及平洞开挖中钻凿大孔、深孔、超前孔等。

内燃式凿岩机因有废气污染, 并还要解决支架、湿式凿岩、防尘等问题, 故不适用于地下工程使用, 可用于露天边坡、路堑或洞口明堑工程。

由于以压缩空气为动力的凿岩机在地下工程中使用较为安全, 且能适应不同硬度的岩石, 所以, 在岩石地下工程中采用最为广泛。但是, 风动凿岩机是一种低效率的机械。此外, 以压缩空气为动力, 需要复杂的压风系统, 投资费用及运营费用也较高。所以, 目前国内外多在进行电动凿岩机的研究, 这不仅可取消复杂的压风系统, 节约相应的投资费用和运营费用, 而且由于电动凿岩机的机械效率高, 具有比风动凿岩机更高的钻孔效率, 且电力输送较压风输送简单方便, 噪声也小。

液压凿岩机, 即凿岩机的冲击、回转都是由液压马达来驱动的。这样压风系统可以取消, 且作业时的噪声小, 凿岩机的作功能力——冲击功和扭矩尚可根据岩质变化进行调节。由于采用了不同于风动凿岩机的新机构, 机械效率大大提高, 钻孔速度也比风钻大为增加。另外, 它比电动凿岩机还具有动作平衡、震动小的优点。液压凿岩机也是一种具有发展前途的新型钻孔机械。

2. 冲击转动式风钻的破岩过程

风钻工作时, 见图2-1, 钎子在轴向冲击力 P 的作用下, 钻刃部分凿碎岩石, 在 I-I 处形成一条破碎槽, 随后钎杆转动一定的角度 β , 再进行第二次冲击, 在 II-II 处形成第

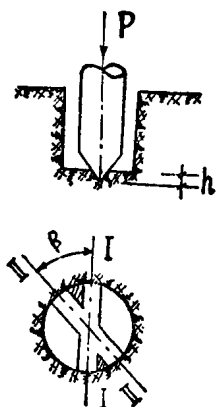


图 2-1 风钻破岩示意图

表 2-1 常见风钻型号、性能表

性能指标	单 位	风 钻 型 号								
		01-30 (改)	YT23 (7655)	YT24	YT25	YT26	YG35	YG65	YS45	YSP45
适于岩层		$f = 6 \sim 15$	中硬、坚硬	中硬、坚硬	中硬、坚硬	中硬、坚硬	中硬、坚硬	$f = 6 \sim 18$		$f = 8 \sim 18$
钻孔直径	毫米	43	34~38	34~42	34~38	34~42	50	50~70	35~42	35~42
重量	公斤	28.2	23	24	25	26	35	65	40~45	44
活塞冲程	毫米	50~55	60	70	55	70	48	60	47	47
杆尾尺寸	毫米	25.4×108	22.2×108	22×108	22×108	22.2×108		φ35×97	22×108	22.2×108
5个大 气压时	冲击次数	1800	2100	>1800	>1800	2050	2650	2000	2800	>2700
	冲击功	5.6	>6	>6	>5.6	>7	10	>13	>7	>7
	扭矩	125	>150	>130	>100	>150		>700	>180	>180
	耗气量	2.65	<3.6	<2.9	<2.6	<3.5	6.1	6.3	<5	<5
使用气压	公斤/厘米 ²	5	5	4~6	5~6	5	5	5	5	5
使用水压	公斤/厘米 ²	2~3	2~3	2~3	2~3	2~3	3~5	3~5	2~3	2~3
风管内径	毫米	19	25	19	19	25	25	38	25	25
水管内径	毫米	13	13	13	13	13		19	13	13
最大钻孔深	米	6	5	5	4	5		30	6	6
配合气腿		72~12	FT160	FT140B	FT140	FT160	导轨式	导轨式	向上式	向上式
			FY200A	FY200A	FY200A	FY200A ¹			FY500A	FY500A
注油器										

二条破碎槽。两个破碎槽之间的扇形区（图中阴影区），在形成第二条破碎槽的同时被剪切破碎。这样连续地冲击和转动钎杆，便在岩石中形成一个炮孔了。

从上述破岩过程可以看出，除了要求风钻能实现冲击动作、改变钻刃位置（转动一定的角度，使钻刃在新的位置进行第二次冲击）的动作外，还要求将破碎的岩粉排出孔外，露出新的岩面，使破岩工作继续下去。这种冲击、回转、排粉三个动作，便是风钻得以继续破岩的基本动作。

常用风钻的技术性能参见表2-1。

（二）气腿

风钻由于重量较大，且钻孔时有反推力，为了减轻工人繁重体力劳动，提高钻进速度，故需配备气腿以支撑风钻作业。

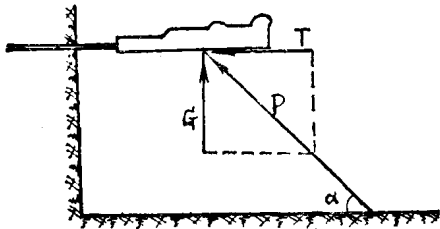


图 2-2 气腿支架工作原理图

气腿的支撑力 P ，可分解为水平力 T 和竖直力 G ，见图 2-2。竖直力 G 以支撑风钻重量，水平力 T 使风钻向前推进，此力又称为轴向推力。轴向推力是影响钻孔速度的重要因素之一。推力过小，钻速就慢；推力过大，由于钻头与孔底间顶得过紧而阻止了钎杆的转动，钻速也会减慢。轴推力的大小，则可由改变气腿的角度 α 和压气量的大小来调节。

根据实践经验，气腿的角度 α 在硬岩中一般保持 $40\sim 50$ 度；在软岩中一般保持 $50\sim 60$ 度为好。

不同类型的风钻，应配备相应的气腿，见表2-1。气腿的主要性能见表2-2。

气 腿 性 能 表

表 2-2

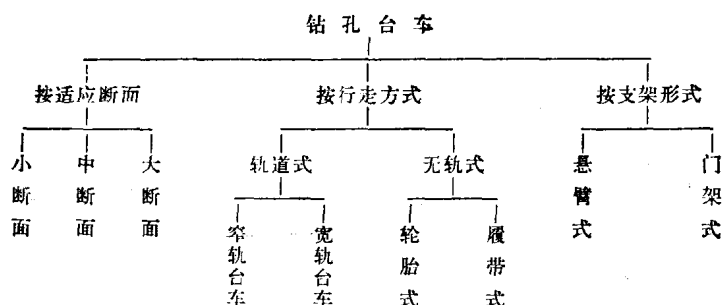
名 称	单 位	气 腿 型 号				
		FT140	FT140A	FT140B	FT160	72-12
重 量	公 斤	15	12	11	16	12
气腿高度	最 大	3035	2225	1800	3032	2100
	最 小	1680	1275	1065	1670	1000
推进长度	毫 米	1355	950	730	1362	600
最大轴推力	公 斤	140	140	140	160	80

（三）钻孔台车

钻孔台车实质上是一种能安设两台或两台以上凿岩机的可移动的支架设备。台车的主要特点是大大节省了钻孔时安拆支架和移动支架的时间；能装备重型凿岩机，适应打深孔的要求；风钻借推进器自动推进；且能适应高大断面钻孔作业，多台凿岩机可同时工作，充分利用了洞室空间，从而为加快钻进速度，缩短钻孔时间，减轻劳动强度，改善劳动条件，实现快速掘进创造了良好条件。

1. 钻孔台车的类型

钻孔台车可按以下因素进行分类，并参见图2-3。



适应于小型断面 ($<10\text{米}^2$) 的钻孔台车, 配备凿岩机 2 台; 适应于中型断面 ($<50\text{米}^2$) 的台车, 配备凿岩机 2~4 台; 适应于大断面 ($>50\text{米}^2$) 的台车, 配备凿岩机多于 3 台。

行走方式为轮胎式和履带式的台车, 其支架为悬臂式的; 支架为门架式的台车, 则多为宽轨式的。

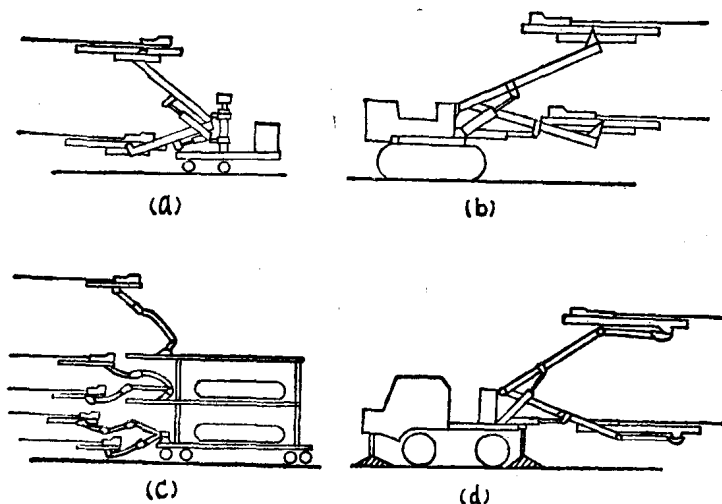


图 2-3 钻孔台车类型

(a)窄轨式台车; (b)履带式台车; (c)门架式台车; (d)轮胎式台车

2. 钻孔台车的基本构造

台车类型很多, 但多由以下基本部分组成。工作部分: 包括凿岩机、滑架(或导轨)、推进器等; 支架部分: 包括门式框架、液压钻臂、托架、变幅机构等; 操作部分: 包括台车行驶、钻臂的调整就位、自动钻进的操作柄、阀; 动力及传动机构: 包括电气、液压、压风、供水系统。此外, 还有行走机构及其它辅助设施等。

液压悬臂式钻臂的构造示意图, 见图 2-4。钻臂(又叫大臂)的上下俯仰、左右回转, 以及托架(又叫小臂)的上下俯仰、左右回转等动作, 均由液压缸制动。一般钻臂的调节幅度大, 小臂的调幅小。液压缸的操作柄阀, 则由操纵盘集中控制。

图 2-5 为安装在门架式台车上的液压钻臂。钻臂和托架的动作和变幅, 均由液压缸制动。

上述两类钻臂都动作自如, 变幅轻便, 所以能满足钻凿不同部位和不同方向炮孔的需要。钻臂支架定位准确后, 凿岩机在导轨上借推进器作用自动推进完成钻孔作业。

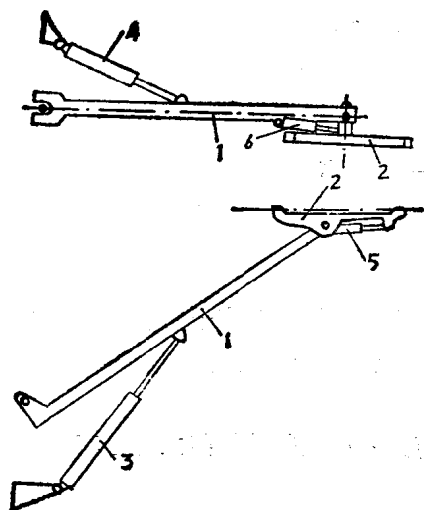


图 2-4 液压钻臂构造示意图

1—钻臂(大臂); 2—托架(小臂); 3—钻臂俯仰缸; 4—钻臂回转缸; 5—托架俯仰缸; 6—托架回转缸

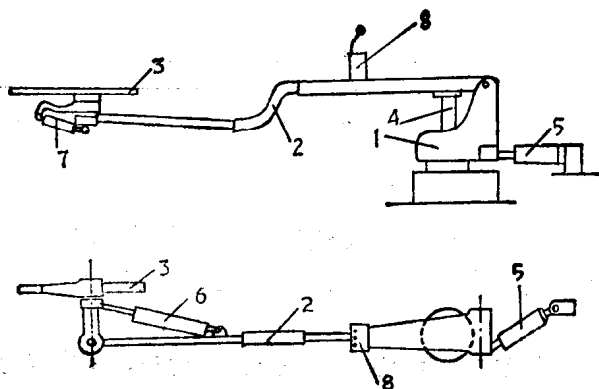


图 2-5 安装在门架式台车上的钻臂

1—钻臂座; 2—钻臂; 3—滑架; 4—钻臂升降缸; 5—钻臂回转缸; 6—托架回转缸; 7—托架升降缸; 8—操纵阀座

我国生产的几种钻孔台车的规格性能参见表2-3。

3. 钻孔台车的适用条件

选用钻孔台车时, 主要需考虑开挖断面的大小、形状、洞型变化、洞室长度和平面形式以及出碴方式、出碴的设备条件等因素。

国产钻孔台车性能表

表 2-3

指 标		单 位	台 车 型 号			
			轨 道 式		轮 胎 式	
			CGJ-2	CGJ-3	CGJ-2	CGJ-3
钻孔范围 (高×宽)	最 小	米	1.8×2.0	2.2×2.2	2.4×2.4	3×3
	最 大	米	2.6×3.2	3.5×4.5	3.4×4.2	4×5
钻 臂 数		个	2	3	2	3
凿岩机型号			YT30	YG35	YG35	
最大钻孔深度		米	1.8	2.5	2.5	2.3
最小转弯半径		米	5	8	5	6
轨 距		米	0.6	0.6(或0.762,0.9)		
风 压		公斤/厘米 ²	5~6	5~6	5	
外形尺寸 (长×宽×高)	全 伸	米	5.73×3.22×2.8	7.95×1.25×1.74		7.93×5×4
	全 收	米	4.17×0.97×1.42	6.7×1.25×1.74	7.05×1.7×1.9	6.9×1.72×2.4
机 重		吨	2.2	5.5	6	8

轨道式钻孔台车, 特别是宽轨式台车, 因受转弯半径限制, 故仅适用于洞型单一、断面无变化的长直洞室。而一般地下建筑, 其洞型和断面往往有变化, 平面布置上也较复杂, 往往又有交岔洞, 采用这种轨道式台车就有一定困难。