

井巷工程施工手册

第九篇 破岩机具与爆破器材

第十篇 井 巷 支 护

煤炭工业出版社

1984年10月1日

井巷工程施工手册

第九篇 破岩机具与爆破器材

第十篇 井 巷 支 护

《井巷工程施工手册》编写组

煤炭工业出版社

总 审 校: 沈季良、崔云龙

第 九 篇

主编单位: 大同矿务局

参加单位: 淮南煤炭学院

审 校: 刘绍发、胡承祥、贾国柏、徐国增、芦捷克、曾小泉、王永祥、钮 强

编写人员: 任金凯、郭 玉、刘积铭、安光政、张启华、罗鹤年、方寅海、郭 周

第 十 篇

主编单位: 鹤壁矿务局

参加单位: 西安矿业学院、煤炭科学研究院、焦作矿业学院

审 校: 刘绍发、胡承祥、贾国柏、徐国增、芦捷克、李 瑞、曾小泉、王永祥

编写人员: 李 瑞、段振西、庞俊勇、曾伟麟、樊永凤、张继良、李赤坡

井 巷 工 程 施 工 手 册

第九篇 破岩机具与爆破器材

第十篇 井巷支护

《井巷工程施工手册》编写组

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安苑门外和平北路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787×1092¹/₁₆ 印张 15³/₄

字数373千字 印数1—17,410

1979年11月第1版 1979年11月第1次印刷

书号15035·2238 定价1.65元

出版说明

建国三十年来，煤炭工业取得了巨大的成就。煤炭基本建设正以前所未有的速度向前发展。为了总结和推广煤矿基本建设战线广大群众创造的新技术、新工艺、新材料、新设备和先进经验，向从事矿山井巷施工人员提供必要的技术资料，以适应新时期总任务对高速度发展煤炭工业的要求，我们编辑出版了《井巷工程施工手册》。

《井巷工程施工手册》是一本反映井巷工程施工技术的工具书。它主要供有一定专业基础知识和实践经验的、在现场直接组织与指挥施工的工程技术人员查阅使用。也可供有关专业的院校师生和科研人员参考。

《井巷工程施工手册》是根据党和国家的有关方针政策和大量的生产实践经验，本着科学性、先进性和实用性的原则编写的。在内容上，主要包括井巷工程常用技术资料与工程材料；地质、测量与矿图；机电设备与设施；普通与特殊施工方法和凿井工艺；灾害的预防与处理；施工组织与管理等部分，共分二十篇。在资料的取舍上，以目前新技术为主，兼顾一般常用施工技术，注意介绍国内外带有发展方向的先进技术；以井巷施工为主，兼有部分设计、计算、基本原理和部分土建、安装方面的内容。表达形式着重于条理化、图表化，力求做到简明、实用、查阅方便。

《井巷工程施工手册》在煤炭部党组领导下，由部基本建设局、科技局、设计管理局、技术委员会、科技情报研究所共同负责组织。参加编写的有施工、科研、设计、大专院校等约四十个单位，一百余人。同时，开滦、梅田矿务局等许多单位和有关人员参加了审稿或提供了资料。冶金部、一机部、铁道部等兄弟单位对《手册》的编写工作给予了热情支持。对于各单位的大力支持与帮助，特致谢意。

《井巷工程施工手册》篇幅较大，为了早日与广大读者见面，广泛征求意见，先出单行本，以后再按普通法施工和特殊法施工出合订本。

目 录

第九篇 破岩机具与爆破器材

第一章 凿岩机	9-2
第一节 凿岩机类型及其附属设备的产品型号编制	9-2
第二节 风动凿岩机	9-3
第三节 电动凿岩机	9-20
第四节 潜孔凿岩机	9-23
第五节 内燃凿岩机	9-26
第六节 液压凿岩机	9-29
第二章 煤电钻与岩石电钻	9-32
第一节 煤电钻	9-32
第二节 岩石电钻	9-37
第三章 风镐与水枪	9-41
第一节 风 镐	9-41
第二节 水 枪	9-43
第四章 钎杆、钎头与钻杆、钻头	9-48
第一节 钎钢的选择	9-48
第二节 钎 杆	9-49
第三节 钎 头	9-54
第四节 钻 杆	9-58
第五节 钻 头	9-60
第六节 修制设备	9-62
第五章 巷道掘进机械	9-70
第一节 钻车和钻装机	9-70
第二节 巷道掘进机	9-78
第六章 矿用爆破器材	9-86
第一节 矿用炸药	9-87
第二节 矿用雷管	9-96
第三节 其他起爆材料	9-104
第四节 起爆电源和电爆网路	9-106
第五节 爆破材料的贮存、保管、运输和销毁	9-116

第十篇 井 巷 支 护

第一章 混凝土和砂浆	10-2
第一节 混凝土和砂浆的原材料	10-2
第二节 混凝土和砂浆的性质	10-5
第三节 混凝土和砂浆的配合比设计	10-16
第四节 水泥、混凝土及砂浆的试验	10-32
第五节 施工机具	10-38

第二章 锚喷支护	10-42
第一节 锚喷支护作用与参数选择	10-42
第二节 锚喷支护的施工	10-62
第三节 锚喷施工机具	10-80
第三章 井巷支架结构、计算与选择	10-103
第一节 立井井壁结构与选择	10-103
第二节 巷道地压估算	10-109
第三节 拱形巷道支架结构与选择	10-115
第四节 梯形巷道支架结构与选择	10-123

第九篇

破岩机具与爆破器材

第九篇 破岩机具与爆破器材

我国井巷掘进常用的破岩机具，主要有凿岩机、电钻、风镐、水枪与联合掘进机等破岩机械和钎杆、钎头、钻杆、钻头等破岩工具。

爆破器材主要是指井巷施工时，实施爆破所使用的矿用炸药及激发炸药爆炸所需要的雷管、导火索、导爆索、继爆管等一系列点火和起爆材料。

第一章 凿 岩 机

第一节 凿岩机类型及其附属设备的产品型号编制

凿岩机按使用的动力分为风动、电动、风电联动、内燃和液压五种。凿岩机及其附属设备的型号编制如表9-1-1。

表 9-1-1 凿岩机及其附属设备的型号编制

类 别	组 别	型 别	特性代号	产 品 名 称 及 型 号	主 参 数
凿 岩 机 Y (岩)	风	手 持 式	P (频) X (下) C (尘)	手持式凿岩机Y 手持式高频凿岩机YP 手持式水下凿岩机YX 手持式集尘凿岩机YC	凿岩机的重量 (公斤)
		气 腿 式 T (腿)	P (频) C (尘)	气腿式凿岩机YT 气腿式高频凿岩机YTP 气腿式集尘凿岩机YTC	
		向 上 式 S (上)	C (侧) P (频) D (多)	向上式凿岩机YS 向上式侧向凿岩机YSC 向上式高频凿岩机YSP 向上式多用凿岩机YSD	
		导 轨 式 G (轨)	P (频) Z (转)	导轨式凿岩机YG 导轨式高频凿岩机YGP 导轨式独立回转凿岩机YGZ	
		电 D (电)			
	动	手 持 式		手持式电动凿岩机YD	
		支 腿 式	T (腿)	支腿式电动凿岩机YDT	
		导 轨 式	G (轨)	导轨式电动凿岩机YDG	
	内 燃 N (内)	手 持 式	F (附)	内燃凿岩机YN 带附缸的内燃凿岩机YNF	
	液 压 Y (液)	导 轨 式	G (轨)	导轨式液压凿岩机YYG	
	风 电 联 动	潜 孔 式	Q (潜)	潜孔式凿岩机YQ	潜孔直径 (毫米)

续表

类 别	组 别	型 别	特性代号	产 品 名 称 及 型 号	主 参 数
凿 岩 台 车 C (车)	露 天	轨轮式G(轨) 履带式L(履) 轮胎式T(胎)		轨轮式凿岩台车CG 履带式凿岩台车CL 轮胎式凿岩台车CT	名义推进力(公斤)
	井 下	轨 轮 式 G(轨) 履 带 式 L(履) 轮 胎 式 T(胎)	C (采) J (掘)	轨轮式采矿台车CGC 轨轮式掘进台车CGJ 履带式采矿台车CLC 履带式掘进台车CLJ 轮胎式采矿台车CTC 轮胎式掘进台车CTJ	
凿 岩 辅 助 设 备 F (辅)	腿 T(腿)	侧向式C(侧) 下向式X(下)	S (水) Y (油)	气 腿FT 侧向式气腿FTC 下向式气腿FTX 水 腿FTS 油 腿FTY	名义推进力(公斤)
			J'(机)	机械腿FTJ	重量(公斤)
	架 J(架)	Z(柱) S(双) Y(圆)		凿岩柱架FJZ 双柱式凿岩挂架FJS 圆盘式凿岩台车FJY	柱架最低高度(分米)
		D(吊) H(环)		伞形吊架FJD 环形吊架FJH	吊架最小支撑 直径(米)
	注油器 Y(油)			注油器FY	容油量(毫升)
	集尘器 C(尘)			集尘器FC	容尘量(毫升)
	磨钎机 M(磨)			风动磨钎机FM	砂轮直径(毫米)

第二节 风 动 凿 岩 机

一、类型

风动凿岩机是一种冲击式破岩穿孔机械。其分类、特点及适用范围见表9-1-2。

表 9-1-2 风动凿岩机的分类、特点与适用范围

分 类		主 要 型 号	基 本 特 点	适 用 钻 眼 范 围			
				方 向	直 径 (毫米)	深 度 (米)	岩 性
按 安 装 方 式 与 推	手持式	改 进 01-30	重量轻,手持操作,可打各种方向的较小直径、 较浅深度炮眼,主要用于凿下向炮眼	任 意	40	<3	软、中、硬
	气腿式	YT23 YT24 YT26	重量一般23~30公斤,主机安设在气腿上,靠气 腿推力钻进;可钻凿水平或倾斜的炮眼	水 平 倾 斜	38~46	<5	软、中、硬

续表

分 类	主 要 型 号	基 本 特 点	适 用 钻 眼 范 围			
			方 向	直 径 (毫米)	深 度 (米)	岩 性
按 安 设 与 推 进 方 式 分	向上式 (伸缩式)	YSP45 重量一般在40公斤左右,气腿与主机在同一纵向轴线上联成一体。用于天井、掘进等钻凿向上炮眼	与水平成 60~90°	40~50	<5	软、中、硬
	导轨式	YG35 YG40 重量一般在35~90公斤,安装在供凿岩机往复运动的滑动轨道上,轨道架设在柱架或钻车上,可打水平和各种方向的较深炮眼	任 意	40~80	5~15	硬、坚硬
	潜孔式	YQ100 机重大于300公斤,用于大深孔钻孔作业;机械化程度高,操作方便,钻孔效率高	任 意	<100	<30	硬、坚硬
按 配 气 装 置 特 点 分	有 阀	活阀式 YT23 配气阀的换向利用活塞被压缩了的废气膨胀作功进行,耗气量小,易于加工	水平倾斜	38~46	<5	软、中硬
		控制 阀式 YT24 YT26 配气阀的换向依靠进入凿岩机的压缩空气,启动灵活,气缸装有排气消音罩,降低了噪声	水平倾斜	38~46	<5	软、中硬
		无阀式 YTP26 无单独的配气装置,充分利用废气的膨胀功;凿速快,扭矩大,耗气量小,结构简单,维修方便	水平倾斜	38~46	<5	中硬 坚硬
按 活 塞 冲 击 频 率 分	低 频	YT24 小于2000次/分,噪声低,振动小,工作稳定	水平倾斜	38~46	<5	中 硬
	中 频	YT23 2000~2500次/分,结构简单,适应性强	水平倾斜	38~46	<5	软、中硬
	高 频	YTP26 2500~4000次/分,凿速快,振动较大,最好与台车配用	水平倾斜	38~46	<5	硬
	超高频	英B-8 4000次/分以上,凿速快,振动大,主要零件磨损快,因此对材质要求高,多用于液压导轨式凿岩机	水平倾斜	>50		坚 硬
按 回 转 机 构 分	外回转式	YGZ70 YGZ90 采用冲击与回转各自独立结构,齿轮式风动机驱动,两级正齿轮减速,冲击、转钎可分别调节,适应各种不同岩性钻眼	任 意	50~80	<30	软、中、硬
	内回转式	YTP26 YT23 利用活塞回程与棘轮被回转爪撑住不动,迫使活塞沿螺旋槽回转一个角度,带动转动套转动,形成转钎运动,转钎速度不可调	任 意	38~46	<5	软、中、硬
按 重 量 分	轻 型	01-30 YT26 小于30公斤,重量轻,使用方便,多用于手持式气腿式人工操作的凿岩机	任 意	38~46	<5	软、中、硬
	中 型	YG35 YG40 30~50公斤,多用于导轨式,冲击功大,扭矩大,宜用于钻中深孔	任 意	40~80	5~15	中硬 坚硬
	重 型	YGZ70 YGZ90 大于50公斤,用于钻车或凿岩台架,冲击有力,扭矩大,多为外回转,深孔钻眼优点易发挥	任 意	50~80	<30	中硬 坚硬

二、国产风动凿岩机及其辅助设备的类型与技术特征

目前生产的和已不生产但现场还在使用的风动凿岩机的类型与技术特征分别见表9-1-3和表9-1-4。

续表

技术特征	单位	号							式		
		YGP-28	YG-35	YG-40	YG-80	YGZ-70	YGZ-90	YGZ-120	YGZ-220		
机重	公斤	28	35	36	74	70	95	120	220		
凿眼直径	毫米	43	50	55	75	60	80	80	150		
凿眼深度	米	5	5	15	30	8	30	30	30		
气缸直径	毫米	95	100	85	120	110	125	125	125		
活塞行程	毫米	50	48	80	70	50	62	95	95		
冲击功	公斤·米	>9	10	>10	18	10	>20	28	28		
冲击频率	次/分	2700	2650	1600	1750~1800	3000	>2000	1700	1200		
扭力矩	公斤·厘米	>400	>500	380	1000	800	>1200	1800	1800		
工作压力	公斤/厘米 ²	5	5	5~6	5~7	5~7	5~7	5	5~6		
耗风量	米 ³ /分	<4.5	6.1	<5	8.5	7	冲击≤8.5 回转≤2.5	10	13		
水压	公斤/厘米 ²	2~3	2~3	3~5	3~5	4~6	4~6	3~5	冲击38, 回转19		
风管内径	毫米	25	32	25	38	38	冲击38, 回转25	38	38		
水管内径	毫米	13	18	13	19	15	19	19	19		
钎尾规格	毫米	Φ22×108	Φ25×159	Φ32×97	Φ38×97	Φ25×159	Φ38×97	925×370×260	Φ38×97		
外形尺寸 (长×宽×高)	毫米	630×160×154	655×184×157	680×225×180	900×310×190	778×230×280	883×355×303	蝶形活阀	蝶形活阀		
配气方式	控制阀	控制阀	控制阀	控制阀	控制阀	无	无	无	无		
辅助设备	(台车附件)	(台车附件)	(台车附件)	FY-500A	同	同	同	同	FY-500A		
注油器	重量×储油量	Φ38, f=10	Φ38, f=10	Φ50, 十字头	Φ60, 十字头	f=6~8	f=10~14	2.5×500	2.5×500		
重量×储油量	公斤×毫升	700	884	330	500	900~950	550~600	未鉴定的样机	未鉴定的样机		
凿岩速度	毫米/分	沈阳风动工具厂	沈阳风动工具厂	天水风动工具厂	天水风动工具厂	南京战斗机械厂	南京战斗机械厂	天水风动工具厂	天水风动工具厂		
制造厂		配CGJ-3型掘进台车	配FJZ-25型凿岩柱架	配CT400型台车	配FJD-6伞形吊架	配TJ-25台架或CTC 1400-2采矿台车	配TJ-25台架或CTC 1400-2采矿台车	配CL-1型履带凿岩台车	配CL-1型履带凿岩台车		
备注											

表 9-1-4 已不生产的国产风动凿岩机

技术特征	单 位	手 持 式	气 腿					向 上 式	导 轨 式
			YT-30	ZY-24	红旗-25	湘江-100	YT-25		
机 重	公 斤	01-17	25.5	24	26	26	23	45	YG-30
凿眼直径	毫 米	21	43	43	43	43	43	46	70
凿眼深度	毫 米	3	5	4	8	5	4	4	4
气缸直径	毫 米	60	70	70	100	100	70	76	115
活塞行程	毫 米	52	70	70	40	40	55	74	35
冲击功	公 斤·米	2.5	>6	5.5	>6.5	6	>5.6	6.2	7.5
冲击频率	次/分	1700	>1800	1800	3300	3500	>1800	1500	3200~3500
扭力矩	公 斤·厘米 ²	36	>130	140	220	220	>100	180	700~900
工作压力	公 斤/厘米 ²	4~5	5	5	5~6	5	5~6	5	5
耗风量	米 ³ /分	1.8	>2.9	2.8	3.5	3.5	2.6	4	8
水压	公 斤/厘米 ²	2~3	2~3	2~3	3~5	3~5	2~3	2~3	3~5
风管内径	毫 米	16	>19	19	25	25	19	25	25
水管内径	毫 米	13	13	12	12	12	13	13	13
针尾规格	毫 米	B22×82	B22×108	B22×108	B25×108	B22×108	B22×108	B25	B25×108
外形尺寸	毫 米	长585	676×240×150	长690	长645	长665	660×202×155	1430×350×240	(样机)
配气方式	毫 米	环状活阀	碗状控制阀	碗状控制阀	无	无	蝶状活阀	环状活阀	环状活阀
辅助设备	毫 米	—	—	—	—	—	—	—	—
(1) 气腿	毫 米	—	FT-140	自 带	自 带	自 带	FT-140	—	—
最大长度	毫 米	—	3035	2435	3180	2680	3035	3130	—
最小长度	毫 米	—	1680	1380	1900	1600	1680	1740	—
重 量	公 斤	—	15	13	18	17	15	15	—
(2) 注油器	公 斤	—	FY-200A	自 带	自 带	自 带	FY-200A	FY-500	自 带
重量×储油量	公 斤×毫 升	—	0.8×200	—	7×750	—	0.8×200	2.5×500	—
凿岩速度	毫 米/分	—	378.3	345	481	450	380	312	—
制造厂	备 注	沈阳风动工具厂	天水风动工具厂	衡州机械厂	衡州机械厂	湘潭风动工具厂	桂林风动工具厂	沈阳风动工具厂	沈阳风动工具厂
			已合并为YT-24	φ38, f=10	φ38, f=10	φ38, f=10	φ36, f=10	φ38, f=10	

三、国外部分气腿式凿岩机技术特征

表 9-1-5 国外气腿式凿岩机技术特征

技术特征	单 位	型 号				
		322D	TY76LD	WUP-22	BBD90W	K90
机 重	公 斤	26	25	22.2	27.4	29.9
机 长	毫 米	700	600	635	670	750
气缸直径	毫 米	70	76	76.2	90	90
活塞行程	毫 米	70	50	49	45	53
冲击功	公斤·米	6				7.2
冲击频率	次/分	1900	2300	2020	3200	2350
扭力矩	公斤·厘米			200		220
耗风量	米 ³ /分	2.8	3.1	3.2	5.7	3.3
风管内径	毫 米	19	19	25	3/4英寸	3/4英寸
水管内径	毫 米	12	13	13	1/2英寸	1/2英寸
最大凿眼深度	米	5	5	5	5	5
钎尾规格	毫 米	B22×108	B22×108			
国家及生产厂		日本古河厂	日本东洋厂	波 兰	瑞典阿特拉斯厂	芬兰塔母佩勒厂

四、构造

(一) 气腿式凿岩机

气腿式凿岩机由主机、气腿和注油器等部分组成。气腿凿岩机的产品系列按主机重量分为三种：轻型22公斤；中型25公斤；重型28公斤。主机、气腿及注油器的基本参数与尺寸应符合表9-1-6规定。

表 9-1-6 气腿凿岩机基本参数与尺寸

产品系列	气缸直径 (毫米)	活塞行程 (毫米)	使用气压为5 (公斤/厘米 ²)						重 量 (公斤)	钎尾规格 (毫米)	风管内径 (毫米)	水管内径 (毫米)
			冲击功 (公斤·米) 不小于	扭力矩 (公斤·厘米) 不小于	冲击频率 (次/分)	耗风量 (米 ³ /分) 不大于	噪 声 (分贝A) 不大于	最大凿深 (米)				
22	65	65	5	110	1800~ 2200	2.5	102	3	<22	B22×108	25	13
25	70	70	6	130		2.8	104	5	22~25			
	76	60		150		3.2						
28	75	70	7	150	2500~ 2800	3.5	105	5	25~28	B22×108 B25×108	25	13
	95	50	6	180		3.0						

气腿式凿岩机型号虽多，但其结构大同小异，现以环形活阀式的YT-23 (7655) 和无阀式的YTP-26 型为例，分别介绍如下：

1. YT-23 (7655) 型凿岩机

YT-23 (7655) 型凿岩机的主机由柄体、气缸和机头三个部件组成，用两条长螺栓固装在一起，其解体图如图9-1-1所示。

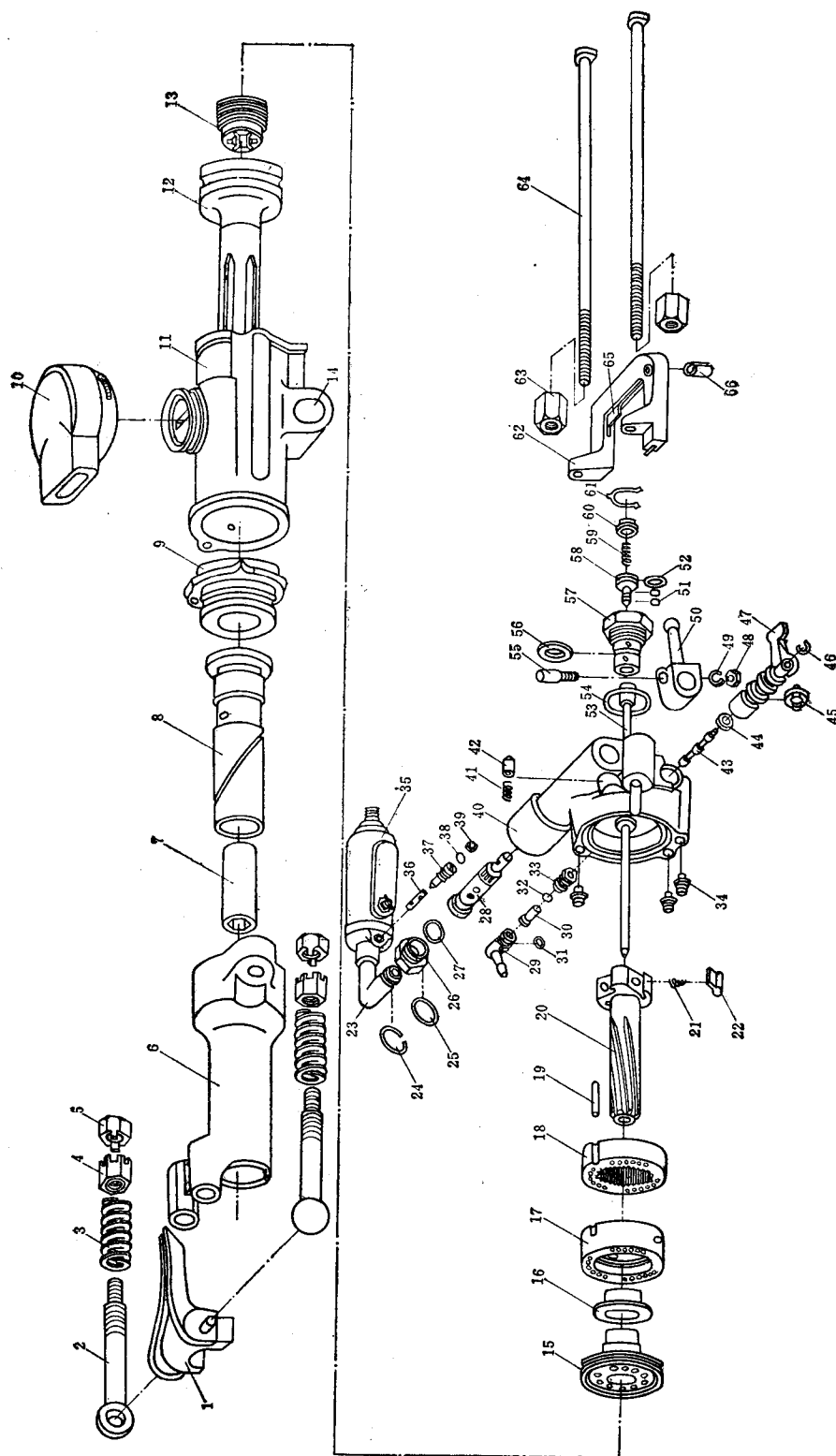


图 9-1-1 YT-23(7655) 凿岩机解体

- 1—钎卡；2—钎卡弹簧；3—钎卡螺母；4、5—异步螺母；6—机头；7—钎套；8—转动套；9—导向套；10—消音罩；11—缸体；12—活塞；13—螺旋母；14—气腿联接孔；15—阀套；16—阀；17—阀柜；18—棘轮；19—定位销；20—螺旋母；21—塔形弹簧；22—棘轮爪；23—风管弯头；24—卡环；25—垫；26—风管螺母；27—环形密封圈；28—操纵阀；29—水管接头体；30—水阀；31、32—环形密封圈；33—水阀套；34—密封套；35—注油器；36—油阀；37—调油阀；38—垫；39—螺母；40—柄体；41—弹簧；42—定位销；43—换向阀；44—胶环；45—张圈；46—弹性定位环；47—调压阀；48—螺母；49—垫圈；50—操纵把；51—环形密封圈；52—胶垫；53—水针；54—垫；55—紧固销；56—环形密封圈；57—注水阀；58—注水阀；59—弹簧；60—簧盖；61—弹性环；62—把手；63—螺母；64—长螺栓；65—板机；66—弹性圆柱销

2. YTP-26型凿岩机

YTP-26型凿岩机主机是无阀、高频凿岩机。利用特殊加工的活塞尾部（尾部加长并有凹凸沟槽）在其往复行程中自行配气。活塞的部分行程利用压缩空气的膨胀功，因而降低了压缩空气的消耗量，提高了效率。其构造如图9-1-2。

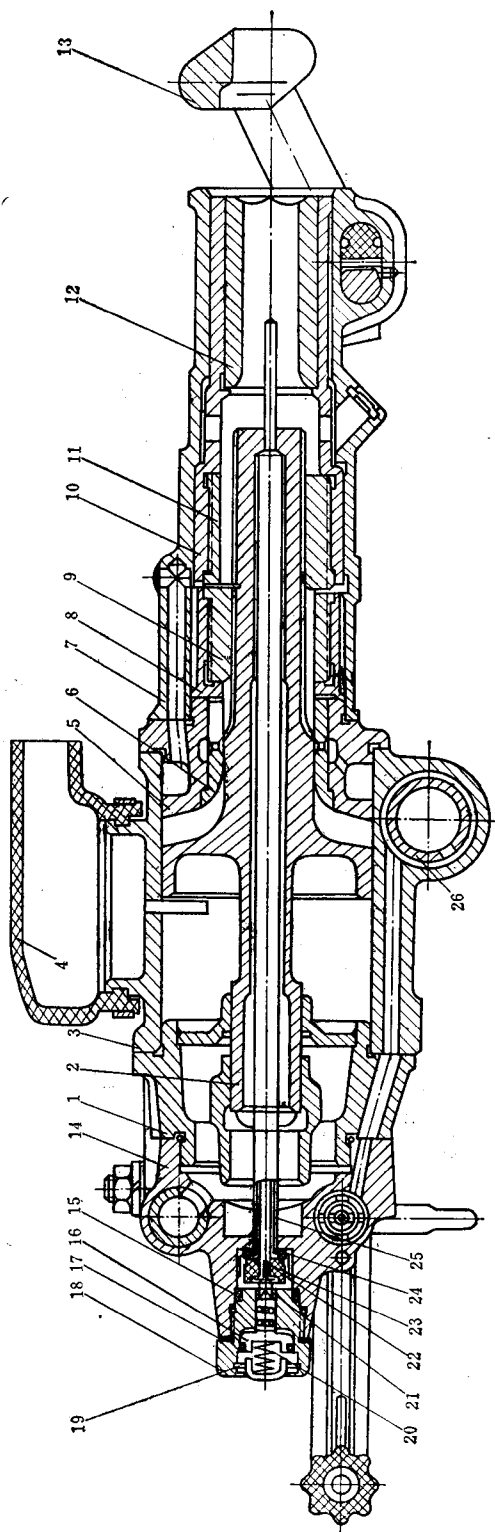


图 9-1-2 YTP-26 型凿岩机

1—阀体；2—活塞；3—气缸；4—排气罩；5—导向体；6—导套；7—机头；8—螺旋母；9—键套；10—转动筒套；11—键套；12—钎尾钢套；13—钎卡；14—柄体；15—环形密封圈；16—水阀；17—垫圈；18—柄体螺塞；19—弹簧挡圈；20—弹簧；21—胶垫；22—水针胶垫；23—水针；24—气针胶垫；25—气针；26—联接轴套（与气腿联接）

3. 凿岩机附属设备

1) 气腿

气腿是支承和推进凿岩机的主要附属设备，由铝合金管或玻璃钢管制成，可以灵活伸缩。各种型号气腿的主要结构大致相同，一般由外管（相当于气缸）、胶碗和内管（相当于活塞杆）及气管组成。凿岩时，由于调压阀的调节，凿岩机得到最佳推进力，使凿岩机稳、准、有力地进行工作。如操作熟练，可以减轻体力消耗，有助于快速凿岩。现以FT-160型铝合金气腿为例，其构造如图9-1-3。

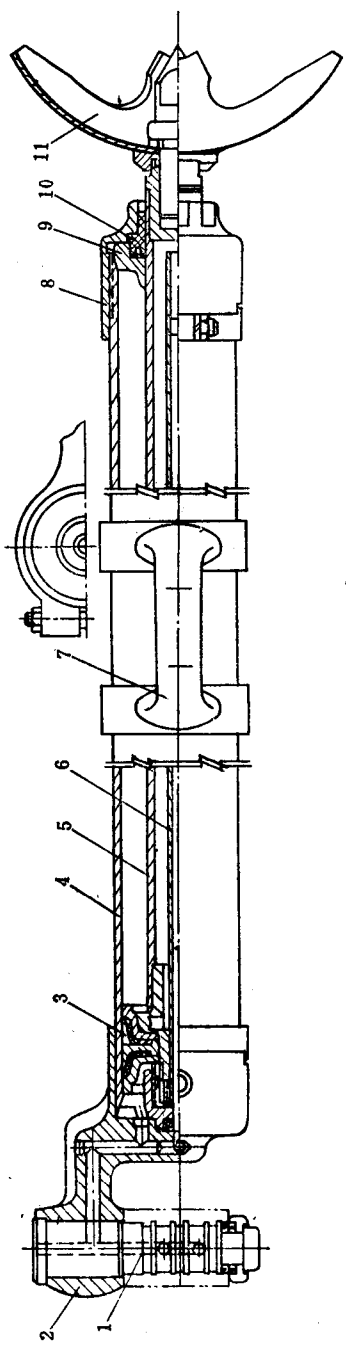


图 9-1-3 FT-160型气腿结构图
1—横臂; 2—架体; 3—胶碗; 4—外管; 5—内管; 6—气管; 7—提把; 8—下管座; 9—导向套;
10—防尘套; 11—顶叉

气腿的基本参数和尺寸应符合表9-1-7的规定。

表 9-1-7 气腿的基本参数和尺寸

工作压力为5 (公斤/厘米 ²) 时的计算推力 (公斤)	气缸直径 (毫米)	重 (公斤) 不大于	最 短 长 度 (毫米)
140	60	16	1250
160	65		
170	67	17	1650

2) 注油器

注油器是凿岩机润滑机构的一个附件, 安在凿岩机进风管处, 在压缩空气急速气流作用下, 形成压差, 将润滑油吸出喷成雾状, 随着压缩空气进入凿岩机和气腿, 润滑各运动部位。调整调油阀可调节出油量的大小。注油器是由铝合金或透明聚碳酸脂制成。现以YF-200A型铝合金注油器为例, 其构造如图9-1-4。