

液压凿岩机

理论、设计
与

应用

高澜庆等 编著

机械工业出版社

TD421.2

5-488

液压凿岩机理论、设计与应用

高澜庆等 编著



机械工业出版社

875585

本书简述了节能、高效的液压凿岩机发展简史、工作原理、国外液压凿岩机的产品概况及国内研制和使用情况,以及液压凿岩机的基本结构。重点论述了冲击凿岩理论基础和液压冲击机构的设计理论基础,以及它的常规设计与计算机辅助设计。书中还分析了液压凿岩机的液压系统及其自动控制。最后介绍了液压凿岩机的性能测试、使用、维修等内容。

本书可供厂矿企业、科研、设计部门的有关技术人员和高等院校的师生参考,也可作为研究生专题研究的参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压凿岩机理论、设计与应用/高澜庆等编著. —北京:
机械工业出版社, 1998.10.
ISBN 7-111-06205-4

I 液… II 高… III 液压凿岩机 IV TD421.2

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第06367号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)
责任编辑: 熊万武 版式设计: 霍永明 责任校对: 张晓蓉
封面设计: 创先河 责任印制: 王国光

北京交通印务实业公司印刷·新华书店北京发行所发行

1998年10月第1版第1次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·7.75印张·186千字

0 001—1 000册

定价: 15.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

冲击凿岩是破碎中硬以上岩石的主要工序，在采掘与开挖岩石工程中广泛应用。在冲击凿岩系统中，凿岩机是完成能量转换的动力机构，钎杆是动力传递机构，钎头是破碎岩石的工作机构。凿岩机输出的能量借助钎杆和钎头（凿岩钎具）传递给岩石，达到破碎岩石形成炮孔的目的。凿岩机的性能好坏是影响凿岩生产率和成本最关键的设备。

液压凿岩机与气动凿岩机相比，因具有节能、高效、作业条件好等显著优点，近十几年来，在国外得到迅速发展，在国内一些矿山也逐步扩大使用。液压凿岩机的理论研究在国内外都取得很大进展，但系统论述液压凿岩机的理论、设计和应用方面的书籍非常少。在此情况下，作者试图根据所掌握的国内外有关资料结合北京科技大学师生多年来从事液压凿岩机研究工作的成果，较系统地阐述液压凿岩机结构、理论、设计与使用等方面的问题，供厂矿企业、科研、设计部门和高等院校的有关技术人员和师生参考，以促进液压凿岩设备在我国的发展。

本书除第六章由周志鸿副教授撰写，第七、八章由毛信理教授撰写外，其他各章皆由高澜庆教授撰写。矿机实验室主任张民友高级工程师对第九章的内容提出了很好的修改意见，并提供了资料。在本书的编写过程中，李大诒教授一直关心此项工作，刘万灵副教授提供了很多国外资料，冯亚丽工程师协助绘制了很多插图，王保申高级工程师和马飞讲师给予了很多具体帮助，许多参加本课题的老师 and 研究生们对液压凿岩机的研究都做了不少工作，为完善本书内容起了一定作用，在此一并向他们表示感谢。

因作者水平所限，书中错误难免，请批评指正。

作 者
1997 年 10 月

目 录

前言	
第一章 概述	1
一、液压凿岩机发展简史	1
二、液压凿岩机具的基本功能与组成	2
三、液压凿岩机的类型与工作原理	2
四、国外液压凿岩机的产品概况	7
五、国内液压凿岩机的研制与使用概况	11
第二章 冲击凿岩理论基础	15
一、冲击凿岩原理	15
二、入射波形对凿入效果的影响	15
三、轴向推力的计算	16
四、凿岩过程参数对凿岩速度的影响	17
第三章 液压凿岩机基本结构	19
一、冲击机构	19
二、回转机构	23
三、钎尾反弹能量吸收装置	24
四、供水装置	25
五、润滑与防尘系统	25
六、液压反冲装置	26
第四章 液压冲击机构设计理论基础	27
一、液压冲击机构输入参数与主要结构参数间的关系	27
二、液压冲击机构参数优选时的设计变量	30
三、液压冲击机构的非线性数学模型	32
四、液压冲击机构换向阀的动力学特性	34
五、高压蓄能器的动特性及与活塞运动的耦合	42
六、回油蓄能器	49
七、阀换向信号孔的提前量与孔位确定	50
第五章 液压凿岩机的常规设计	51
一、冲击机构总体方案的确定	51
二、活塞的设计	51
三、换向阀的设计	52
四、蓄能器的设计	53
五、缸体的设计	55
第六章 液压冲击机构的 CAD 与系统仿真	56
一、CAD 与系统仿真在设计中的应用现状	56
二、CAD 的基本内容	57
三、数学模型与仿真模型	58
四、液压凿岩机冲击机构仿真	64
五、液压凿岩机冲击机构的 CAD 系统	69
第七章 液压凿岩机的液压系统	71
一、典型系统介绍、分析与比较	71
二、液压系统设计要点	79
第八章 液压凿岩机的自动控制	84
一、概述	84
二、液压凿岩机微机自动控制装置	90
三、液压凿岩机微机自动控制软件	94
四、钻孔定位控制	96
第九章 液压凿岩机的性能测试	99
一、冲击机构性能测试	99
二、回转机构性能测试	103
三、综合测试方法与微机辅助测试 (CAT)	104
四、出厂性能检验与现场测试	107
第十章 液压凿岩机的使用与维修	108
一、液压凿岩机用油	108
二、使用液压凿岩机的基本要求	114
三、液压凿岩机常见故障及处理	117
参考文献	118

第一章 概 述

一、液压凿岩机发展简史

自 1861 年气动凿岩机开始应用以来,经过不断改进、完善,各类气动凿岩机在矿业开发和开挖工程中发挥了巨大的作用。但气动凿岩机是以压缩空气作为传递能量的介质,因此存在着两个根本性弱点:一是能耗大,它的能量利用总效率只略高于 10%;二是作业环境恶劣,噪声高、油雾大,特别是在地下作业,此问题更加突出。为了解决这些问题,人们一直在进行新的传递能量介质的探索。早在 1876 年,德国布兰德(V·Brandt)就发明一台水力驱动的“凿岩机”,虽然用了液体传动,但只限于旋转式,我们只能称之为钻机(凿岩机是以冲击为主的);本世纪 20 年代,英国多尔曼(Dormann)在斯塔福德(Stafford)制成一台液压凿岩机^[1,2]。由于当时工业水平还不高,液压技术也不够完善,故未能用于生产。60 年代国外出现了多种液压凿岩机专利,并有多家公司开始研制液压凿岩机。1970 年蒙塔贝特(Montabert)公司首先制成第一代可用于生产的液压凿岩机。随后,瑞典、英国、美国、德国、芬兰、奥地利、瑞士和日本等国陆续研制出各种型号的液压凿岩机投放市场。在 70 年代研制液压凿岩机的还有前苏联、波兰、南非和我国等。一经生产实践,就显示出了液压凿岩机的优越性。它与气动凿岩机相比,大幅度降低了能耗(仅为同量级气动凿岩机的 1/3~1/4);提高了纯钻孔速度一倍以上;改善了作业环境(噪声可降低 10dB(A)~15dB(A),无油雾);主要零件寿命长,钎具消耗少;为凿岩作业实现自动化创造了有利条件^[3,4]。70 年代初期,投放市场的液压凿岩机虽然显示出巨大优越性,但也暴露出设计中的种种缺陷,各公司都在改进、完善设计,并向系列化迈进。如蒙塔贝特公司最初推出的 H50、H60 型液压凿岩机,到 1976 年已被 H45 和 H70 型代替^[1,5]。一些公司在淘汰旧产品,发展新产品的同时也在发展系列产品,如阿特拉斯·科普柯(Atlas Copco)公司 70 年代市场上由 1 个型号^[5],到 2 个型号^[6],到 80 年代初已发展到 7 个型号^[7]。这 10 年总销售数量并不多,据文献[7]的统计,总共也就 2000 多台。80 年代是液压凿岩机迅速发展和成熟阶段。各国公司为了加强竞争,都加快了产品的更新换代,并向多品种方面发展,如 1981 年市场上销售的约有 48 个型号,到 1984 年已有 71 个型号^[8],至 1989 年初已超过 100 个型号。但有竞争能力的仅有 12 家公司,50 多个型号^[9],销售量也大幅度增加了,仅瑞典阿特拉斯·科普柯公司年销售量已达 3000~4000 台^[10]。液压凿岩机的发展趋势是:增大冲击功率,以提高钻孔速度(如 COP1440 型与 COP1838 型冲击功率提高到 20kW,凿岩速度在 200MPa 的花岗岩中钻 $\phi 41\text{mm}$ 的孔径,可达 3m/min);改进结构设计和钎具质量,提高钻孔经济性和精确性(如 COP1838 液压凿岩机的钻孔速度比 COP1238 型提高 80%,钎具寿命也相应延长 80%,大修时间间隔延长一倍以上);深孔凿岩增设反冲装置,提高成孔率;采用智能化控制等。

为了提高劳动生产率和节能降耗、降低成本,采矿向深孔大直径发展,要求凿岩的深度

和直径增大，而液压凿岩机钻孔深度超过 35m 后，钻孔精度（质量）不易保证，故 90 年代又出现了水力潜孔冲击器，在瑞典的卢基公司所属马尔姆贝里耶矿和基律纳矿已得到成功的应用，它装在 Simba W469 遥控钻车上，其钻孔速度为气动潜孔钻机的 2.5~3 倍，还具有节能、高效的优点，并可保证钻孔精度^[24]。它是液压凿岩技术的新发展。

二、液压凿岩机具的基本功能与组成

冲击凿岩作业由冲击、推进、回转、冲洗四种功能组合而成（见图 1-1）。

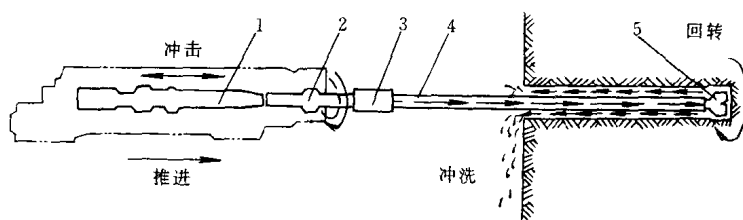


图 1-1 冲击式凿岩作业原理

1—活塞 2—钎尾 3—接杆套 4—钎杆 5—钎头

冲击的主要功能是使岩石破碎。供给凿岩机的能量，推动缸体内活塞 1 作往复运动，当活塞向右运动，加速到一定速度时，冲击钎具将能量以应力波的形式通过钎具传递给岩石，使岩石破碎。凿岩机完成冲击功能的部分称为冲击机构（通称冲击器）。冲击能和冲击频率是其主要指标。

推进有两个功能，一是推动凿岩机和钎具压向岩石工作面，并使钎头在钻凿炮孔时始终与岩石接触；二是从炮孔中退出钎具，准备钻凿下一个炮孔。借助链条或油缸等给凿岩机施加推进力。推进力也是凿岩作业的主要工作指标之一。

回转的主要功能是使钎头每冲击一次回转到一个新的位置，进行新的岩石破碎。同时在回转过程中也可将已发生裂纹的岩石表面部分剥落下来。这一功能由凿岩机的回转机构完成。转钎转矩和转钎速度为其主要指标。

冲洗作用是从钻孔内清除被破碎下来的岩屑。如果冲洗不足，钻孔中将发生重复凿磨，不但使钻孔速度减慢，且使钎头加速磨损，甚至在个别情况下卡钻。冲洗介质多用压力水或压缩空气。用压缩空气时，为防止产生粉尘，必须有岩粉收集器等除尘装置，或气水合用。用压力水作冲洗介质时，因通过凿岩机的部位不同，可分为中心给水和旁侧给水两种形式。

由上可知，整个凿岩系统是由液压凿岩机和钎具组成的（穿凿对象——岩石除外），统称凿岩机具。液压凿岩机由冲击和回转两大机构组成，并配有供水、防尘、润滑系统。钎具由钎尾、接杆套、钎杆和钎头组成。

三、液压凿岩机的类型与工作原理

目前市场上销售的液压凿岩机型号繁多，但按其配油方式可分为两大类：有阀型和无阀型。前者按阀的结构又可分为套阀式和芯阀式（或称外阀式）；按回油方式分又有单面回油

和双面回油两种；单面回油又分前腔回油和后腔回油两种。其分类关系及相应型号见表 1-1。下面简述几种液压凿岩机的冲击工作原理。

表 1-1 液压凿岩机分类

类 型		有阀型				无阀型	
回油方式		单面回油				双面回油	双面回油
		后腔回油		前腔回油			
活塞运动		三通阀控差动		三通阀控差动		四通阀控两控 交替回油	活塞自配油两腔 交替回油
阀的结构		套阀	芯阀	套阀	芯阀	芯阀	无
主要 参考 型号	国 外	Tamrock 公司 的 HE、HL 系列 Montabert 公司 的 H 系列 Krupp 公司的 HB 系列 SIG 公司的 HBM 系列 古河株式会社 的 HD 系列	Secoma 公司的 Hydrastar 系列 Salzgitte 公司 的 HH 系列 G.D 公司 的 HPR 系列 Perard Torqu Tension 公司的 RD 系列	Alimak 公司 的 AD 系列	Secoma 公司 的 RPH35	Atlas Copco 公 司的 COP 系列	Ingersoll - Rand 公司的 HARD - Ⅲ、Joy 公司的 JH -2 Cannon 公司的 CH - 25、CH - 32、 CH - 38
	国 内	YYYG-20	YYG-250B YYG-90A			YYG-80 系列 (长沙矿冶院)	
备 注				前腔回油缺点显著,已不生产			未见推广报导

1. 后腔回油前腔常压油型液压凿岩机冲击工作原理

此型液压凿岩机是通过改变后腔的供油和回油来实现活塞的冲击往复运动的，其工作原理见图 1-2。其配流阀（换向阀）采用与活塞作同轴运动的三通套阀结构。当套阀 4 处于右

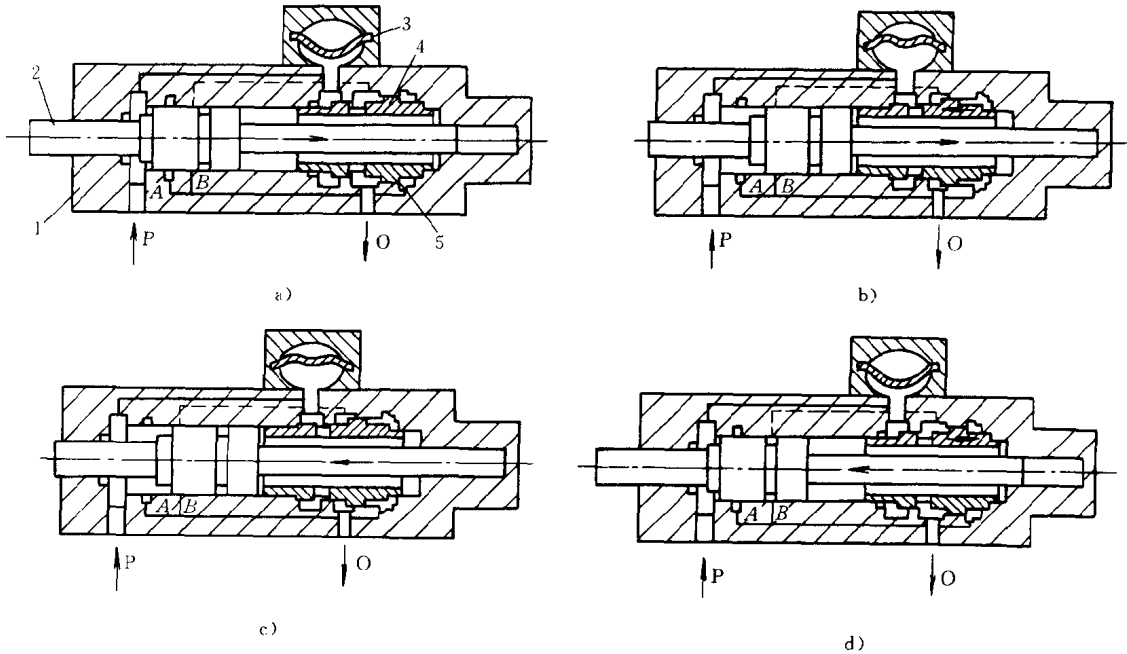


图 1-2 后腔回油套阀式液压凿岩机冲击工作原理

a) 回程 b) 回程换向 c) 冲程 d) 冲程换向（冲击钎尾）

1—缸体 2—活塞 3—蓄能器 4—套阀 5—右推阀面

A—回程换向信号孔位 B—冲程换向信号孔位 P—压力油 O—回油

端位置时，缸体后腔与回油 O 相通，于是活塞 2 在缸体前腔压力油 P 的作用下，向右作回程运动（图 1-2a）。当活塞 2 超过信号孔位 A 时，使阀 4 右端推阀面 5 与压力油相通，因该

面积大于阀左端的面积，故阀 4 向左运动，进行回程换向，压力油通过机体内部孔道与活塞后腔相通，活塞向右作减速运动，后腔的油一部分进入蓄能器 3，一部分从机体内部通道流入前腔，直至回程终点（图 1-2b）。由于活塞台肩后端面大于活塞台肩前端面，因此活塞后端面作用力远大于前端面作用力，活塞向左作冲程运动（图 1-2c）。当活塞越过冲程信号孔位 B 时，阀 4 右端推阀面 5 与回油相通，阀 4 进行冲程换向（图 1-2d），为活塞回程作好准备，与此同时活塞冲击钎尾做功，如此循环工作。

后腔回油芯阀式液压凿岩机冲击工作原理与上述相同，只是阀不套在活塞上，而是独立在外面，故又称外阀式，见图 1-3。工作过程不再重述。

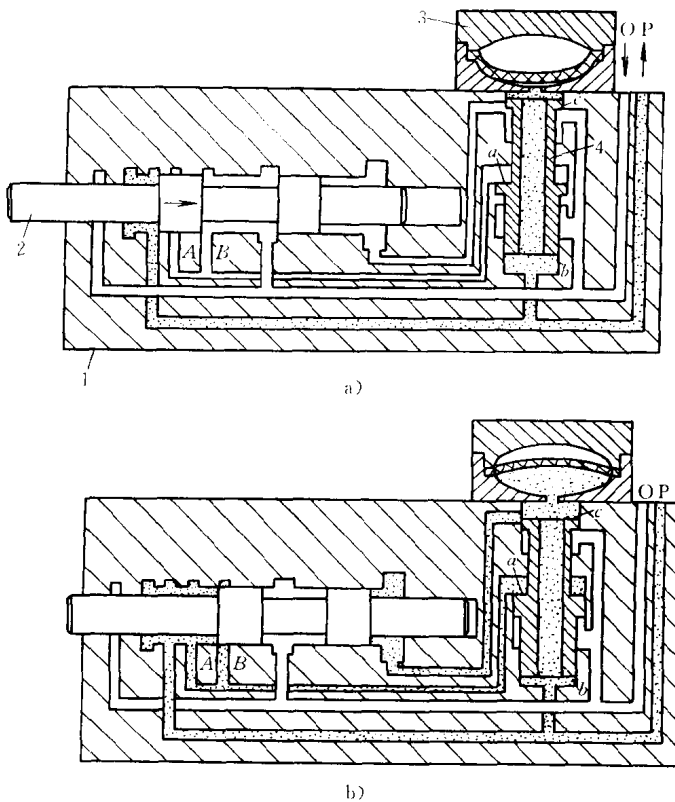


图 1-3 后腔回油芯阀式液压凿岩机冲击工作原理

a) 回程 b) 冲程

1—缸体 2—活塞 3—蓄能器 4—阀芯

A—回程换向信号孔位 B—冲程换向信号孔位

2. 前腔回油后腔常压油型液压凿岩机冲击工作原理

此型液压凿岩机是通过改变前腔的供油和回油来实现活塞的往复冲程运动的，也有套阀和芯阀两种。图 1-4 所示为套阀式的工作原理。当套阀 B 处于下端位置时，高压油经高压油路 1 进入缸体前腔，由于活塞前端受压面积大于后端受压面积，故推动活塞 A 克服其后端的常压面上的压力而向上作回程运动（图 1-4a）。当活塞 A 退至预定位置时，活塞后部的细颈槽将推阀油路 2 和回油腔 3 连通，使套阀 B 的后油室 4 中的高压油排回油箱，套阀 B 向上运动而切断缸体前腔的进压油路，并使前腔与回油路 5 接通，活塞受到后端（上端）常压油的阻力而制动，直到回程终点。然后活塞在后腔高压油的作用下，向下作冲程运动（图

1-4b)。当向下运动到预定位置时，活塞后部的细颈槽使推阀油路2与回油腔3切断，并与缸体后腔接通，高压油经推阀油路2进入套阀B的后油室4，推动套阀B克服其前油室的常压向下运动，从而使缸体前腔与回油路5切断，并与高压油路1接通，与此同时，活塞A打击钎尾做功，完成一个冲击循环。

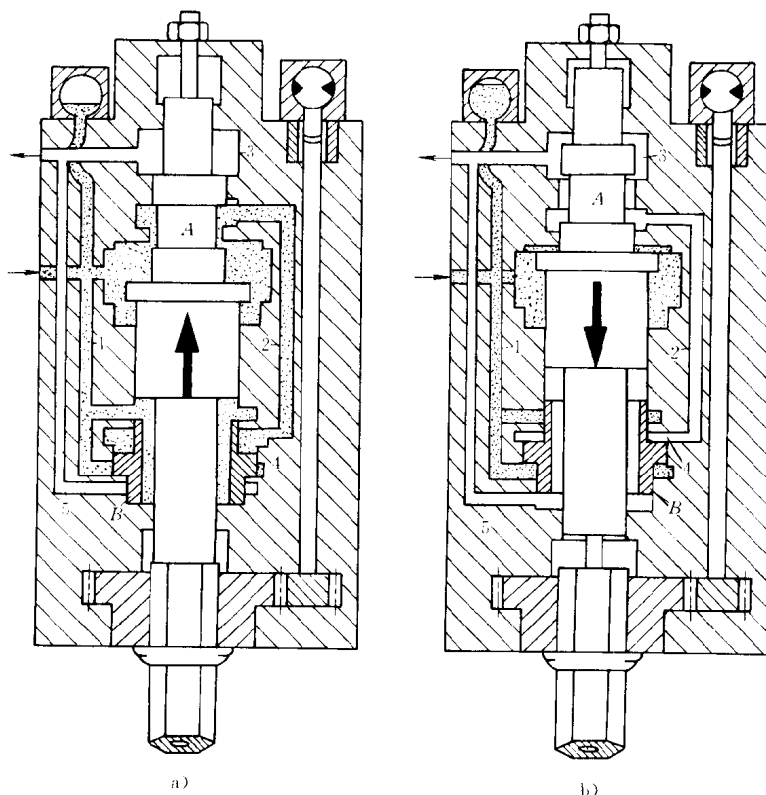


图 1-4 前腔回油套阀式液压凿岩机冲击工作原理

a) 回程 b) 冲程

1—高压油路 2—推阀油路 3—回油腔 4—套阀后油室 5—回油路

A—活塞 B—套阀

因活塞冲程最大速度远大于回程最大速度，故此型液压凿岩机的瞬时回油量远大于后腔回油的瞬时流量，既造成回油阻力过大，又使其压力波动过大，缺点显著，现已被淘汰。此型芯阀式的冲击工作原理就不介绍了。

3. 双面回油型液压凿岩机冲击工作原理

此类液压凿岩机都为四通芯阀式结构，采用前后腔交替回油，冲击工作原理见图 1-5。

在冲程开始阶段（图 1-5a），阀芯 B 与活塞 A 均位于右端，高压油经高压油路 1 到后腔通道 3 进入缸体后腔，推动活塞 A 向左（前）作加速运动。活塞 A 向前至预定位置，打开后推阀通道口（信号孔），高压油经后推阀通道 5，作用在阀芯 B 的右端面，推动阀芯 B 换向（图 1-5b），阀左端腔室中的油经前推阀通道 4、信号孔通道 7 及回油通道 6 返回油箱，为回程运动作好准备。与此同时，活塞 A 打击钎尾 C，接着进入回程阶段（图 1-5c）；高压油从进油路 1 到前腔通道 2 进入缸体前腔，推动活塞 A 向后（右）运动；活塞 A 向后运动打开前推阀通道 4 时（图中缸体上有三个通口称为信号孔，为调换活塞行程用的），高压油经前推阀通道 4，作用在阀芯 B 左端面上，推动阀芯 B 换向（图 1-5d），阀右端腔室中的油

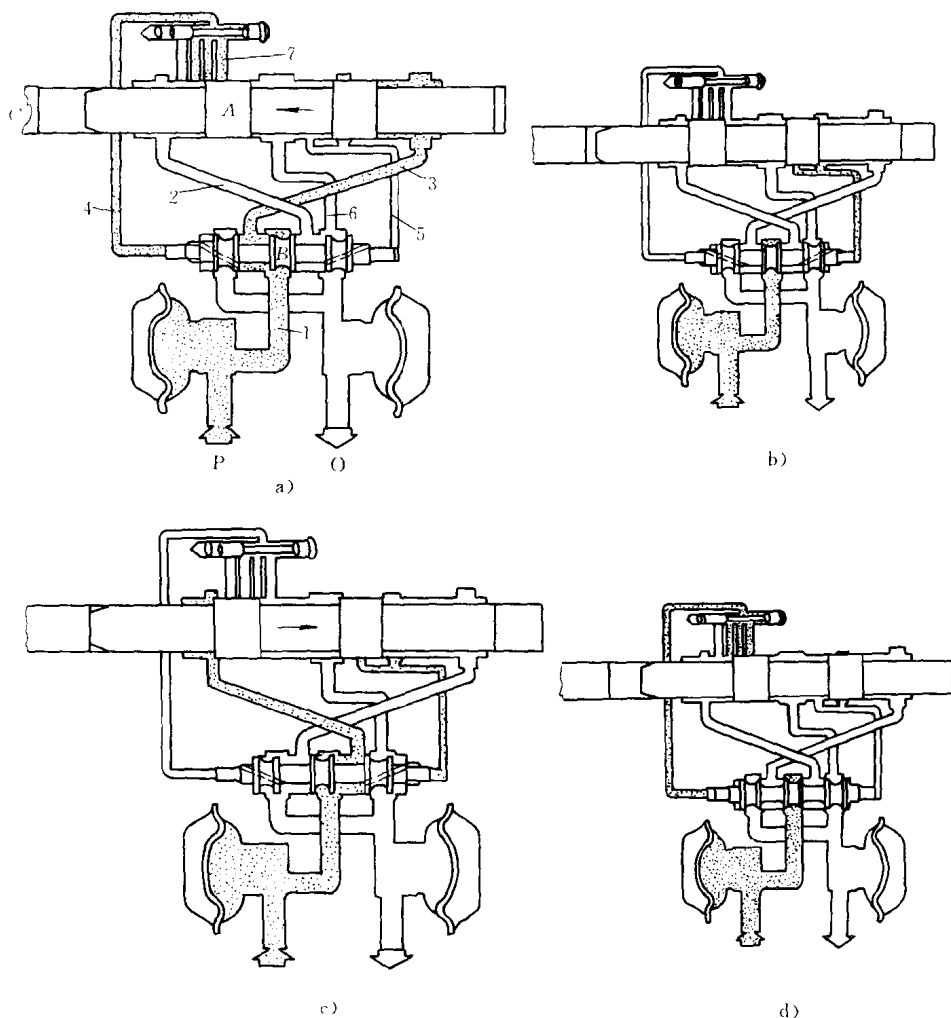


图 1-5 双面回油型液压凿岩机冲击工作原理

a) 冲程 b) 冲程换向 c) 回程 d) 回程换向

1—高压进油路 2—前腔通道 3—后腔通道 4—前推阀通道

5—后推阀通道 6—回油通道 7—信号孔通道

A—活塞 B—阀芯 C—钎尾

经后推阀通道 5 和回油通道 6 返回油箱，阀芯 B 移到右端，为下一循环作好准备。

4. 无阀型液压凿岩机冲击工作原理

该类型液压凿岩机没有专门的换向阀，而是利用活塞运动位置的变化自行配油。其特点是利用油的微量可压缩性，在容积较大的工作腔（缸体的前、后腔）及压油腔中形成液体弹簧作用，使活塞在往复运动中产生压缩储能和膨胀做功。其冲击工作过程见图 1-6。

图 1-6a 为回程开始情况，这时缸体前（左）腔与压力油相通，后（右）腔与回油相通，于是活塞向右作回程运动。当活塞运行到图 1-6b 的位置时，缸体的前腔和后腔均处于封闭状态，形成液体弹簧。由于活塞的惯性与前腔高压油的膨胀，使活塞继续作回程运动。这时缸体后腔的油液被压缩储能，压力逐渐升高，直到活塞使前腔与回油相通，后腔与压油相通，如图 1-6c 的位置，活塞开始向左作冲程运动。活塞运动到一定位置，缸体前后腔又处

于封闭状态，形成液体弹簧，活塞冲击钎尾做功。同时缸体的前腔与压油相通，后腔与回油相通，又为回程运动作好准备，如此不断往复循环。

此型液压凿岩机的特点是：只有一个运动件，结构简单；但由于利用油液的微量压缩性，故其工作腔容积较大，致使机器尺寸、重量均增大；为了不使工作腔容积过大，就得限制每次的冲击排量，使活塞行程减小，冲击能减小，要达到一定的输出能量，只得提高冲击频率。但对凿岩作业来说，在一定范围内，破岩比能随冲击能加大而减小，过高频率也未必有利，故未见到这种凿岩机在凿岩作业中推广。为了解决上述问题，国内有一种加蓄能器的方案^[11]，既可提高效率，又可减小尺寸，但还未经生产实践考验。

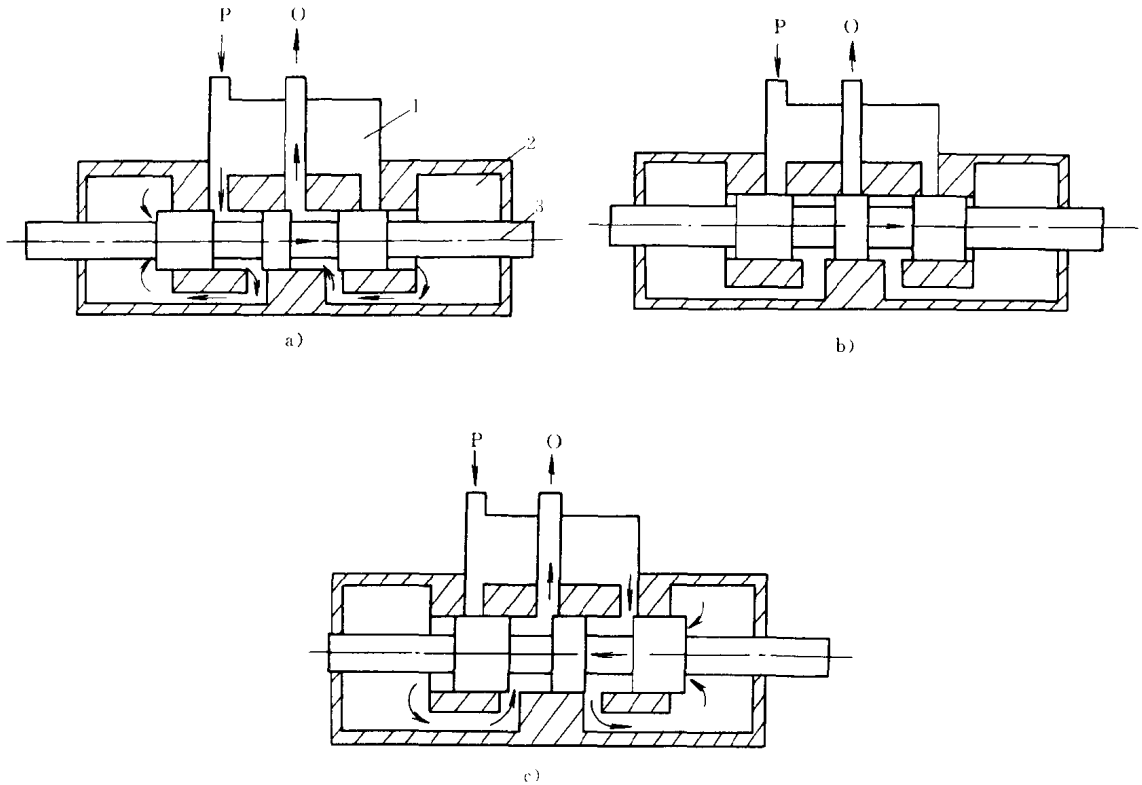


图 1-6 无阀型液压凿岩机冲击工作原理

a) 回程 b) 前腔膨胀，后腔压缩储能 c) 冲程

1—压油腔 2—工作腔 3—活塞

P—压力油 O—回油

四、国外液压凿岩机的产品概况

各国研制的液压凿岩机投入市场销售的型号近百种，随着市场的竞争，有些公司和产品型号被淘汰了，如瑞典的阿利马克（Alimak）公司 80 年代中期还生产 6 个型号的液压凿岩机，但到 80 年代后期，已不生产液压凿岩机，转为生产矿山和建筑设备。研制卓有成效的公司则得到了强有力的发展，产品更新换代也很快。80 年代末和 90 年代初主要公司的产品见表 1-2^[9,10,12,13]。

目前，在世界液压凿岩机市场上最有竞争能力的是瑞典的阿特拉斯·科普柯（Atlas Cop-

co) 公司和芬兰的坦罗克 (Tamrock) 公司, 其次是法国的蒙塔贝特 (Montabert) 公司、埃姆科-塞科马 (Eimco-Secoma) 公司、日本的古河矿业株式会社和德国、英国、瑞士等生产液压凿岩机的公司。而瑞典阿特拉斯·科普柯公司和芬兰的坦罗克公司的液压凿岩设备的销售量占世界销售总量的 70% 以上。

阿特拉斯·科普柯公司液压凿岩机的结构特点是:

- 1) 双面回油, 活塞细长, 冲击端面积与钎尾 (杆) 的横断面积相近, 有利于能量传递, 并延长钎具寿命。
- 2) 设有液压缓冲装置, 可防止应力反射波的破坏作用。
- 3) 独立供水, 水压可高达 1.8MPa, 有利于清渣。
- 4) 设有 2 个或 3 个蓄能器, 常用 2 个高压蓄能器, 当 1 个隔膜损坏时, 凿岩机仍能工作, 不致中途停钻。
- 5) 机头处用压缩空气密封, 以防污物进入。

坦罗克公司液压凿岩机的结构特点是:

- 1) 液压凿岩机采用模块化结构, 容易拆装, 便于检修, 每个模块独立进行密封, 提高了密封性能。
- 2) 凿岩机安装在连接隔板上, 来自外部的载荷 (反射能量及转矩等), 通过隔板直接传给钻车的推进器架体, 能有效地保护冲击机构。
- 3) 高、低压回路均装有蓄能器, 在大流量的重型凿岩机中采用蓄能器并联结构。
- 4) 重型以上凿岩机采用两个回转液压马达, 以增加输出转矩。两马达根据需要, 可同时使用, 也可单独使用。

其他一些公司的液压凿岩机也具有自己的一些特点, 在此就不再叙述。

表 1-2 国外主要公司的液压凿岩机产品概况

制造厂及型号	机重 /kg	冲击功率 /kW	冲击频率 /Hz	回转速度 /(r/min)	最大转矩 /N·m	冲击压力 /MPa	钎杆规格 /mm
瑞典阿特拉斯·科普柯公司							
Cop1022HD	51	5.5	50	0~300	120	14	H22 整体
Cop1025	52	5.5	50	0~300	120	18.5	H25 整体
Cop1028HD	52	5.5	50	0~300	120	18.5	R28 接杆
Cop1032HD	112	7.5	40~53	0~120	200	20	R, H28/R, H32
Cop1032HD	112	8	50	0~240	200	21	R28/R32
Cop1238HE	160	18	50	0~200	700	15~25	T45
Cop1238ME	153、150、151	15	40~60	0~100、 0~200、0~300	1000、700、500	15~25	R38、R32E、T38
Cop1238LE	150	13	41~60	0~300、0~200	500、700	15~21.5	R32、R38、T38
Cop1238HF	150	14	100~105	0~370	430	15~25	R38
Cop1440	151	20	50~70	0~300	500	23	T38、R38
Cop1550	160	18	35~48	0~100、0~200	700、1000	23	T45、S51
Cop1838ME (MEX)	171	20	60	0~300	740	23	T38(R38)
Cop1838HE	174	19	38~48	0~140	980	23	
Cop1338MEX	177	15	40~60	0~200	700	15~25	
Cop4050L (BEX、B)	390 (420、395)	40	40~60	0~300	2500	23	T51 TAC76、TAC87(管)

(续)

制造厂及型号	机重 /kg	冲击功率 /kW	冲击频率 /Hz	回转速度 /(r/min)	最大扭矩 /N·m	冲击压力 /MPa	钎杆规格 /mm
芬兰坦罗克公司							
HH50	27	2	63	200~300	50	10~12	19,22
HE119	39	3	64	0~300	70	10~12	19
HE122	39	4	68	0~300	100	12~14	22
HE322	40	5	85	0~350	95	12~15	22
HL300	94	8			245	16	28,32
HL300S	92	8	50	0~300	175	10~16	28,32
HE300	89	8	50	0~300	175	15	25
HE425	108	10	53	0~300	75~120	7.5~12	25,28
HLR438	110	14	60	0~300	160,240	7.5~16.5	32,38
HL538	120	15	62	0~300	240	7.5~17	32,38
HL500	130	15	60	0~300	400,650	9~17	32,38
HL500S	130	16	59	0~250	400	12~17.5	32,38
HL550Super	130	21	68	0~250	400	25	38
HL600	180	16.5			1060	17	38,45,51
HL600S	180	16.5	53	0~200	1060	12~17	38,45,58,64
HL850	255,295	18	38	0~150	700,1800	9~13	51,76~102 ^①
HL1000	290,300	22	37	0~125	1340	9~13	51,76~102 ^②
HL2000	750	40	36	0~75	2600	9~14	127 ^③
HL4000	1300	70	30	0~60	3900	9~14	152,165 ^④
法国谟姆科-塞科 马公司							
HYD200	95	6.8~13 ^②	34~67	0~220	300	16~19	R25,R28,R32
HYD300	115	12~15 ^②	40~50	0~220	300	16~19	R28,R38
HYD350	140	11.5~21 ^②	33~60	0~300	360~550	16~20	
HYD350L	145	11.5~21 ^②	33~60	0~300	360~550	16~20	
法国蒙塔贝特公司							
HC40	80	12	47.62	0~120,0~310	430	13	28,32
HC80	132	18	47.60	0~120,0~220	800	13	38
HC120	158	21	34,40,52	0~60,0~160	1250,1400	14	38,45
英国博特国际公司							
HD33	31	4	50	0~300		17	R19
HD65	69	6	60~70	0~250	130	17	R22,R25,R28
HD75	75	6	60~70	0~250	160	17	R22,R25,R28
HD80	70	8	60~70	0~250	110	17	R22,R25,R28
HD125	125	10	60~70	0~550	325	17	R25,R28,R32,R38
HD150	150	14	40~60	0~200	425	17	R25,R28,R32
HD160	155	17	60~70	0~200	425	17	R25,R28,R32
HD430	430				7500	17.5	
英国帕拉尔德扭矩 -张力公司							
RD500	32,33	5	83	0~140,0~300	65	17.2	22,25,28
RD2000	68			0~150		17.2	
RD2500	78,79,80	3.5~9.5	58~67	0~150,0~480	230	17.2	25,28,32
RD3000	125	7	63	0~150,0~480	230	17.2	25,28
RD4000	155	13	58	0~150,0~380	290	17.2	T38,R38

(续)

制造厂及型号	机重 /kg	冲击功率 /kW	冲击频率 /Hz	回转速度 /(r/min)	最大扭矩 /N·m	冲击压力 /MPa	钎杆规格 /mm
瑞士工业公司(建筑 和采矿分部)							
HBM40	75	5.5	57,70 ^②	0~450	350	17.5	22,25,32
HBM50	75	5.5	47,63 ^②	0~450	350	17.5	22,25,32
HBM60	75	7.5	57,70 ^③	0~450	350	17.5	22,25,32
HBM100	120	12	42~100	0~550	430	13~20	25,32,38
HBM150	140	~13.5	38,45,58 ^④	0~450	430,700	17.5	32,38,45
HBM160	140	16	50,57,63 ^⑤	0~450	430,700	17.5	32,38,45
德国克虏伯-马克 曼及莫尔公司							
HB101	240	11.5	30	0~140	950	15~17	T38,T45
HB103	270	11.5	30	0~110	4000	15~17	T38,T45
HB106	270	11.5	30	0~110	4000	15~17	T45,T55
HB105	370	11.5	30	0~40,0~80	6000	15~17	T45,T55
德国萨尔茨吉特公 司							
HA3015	90	13.4	58	0~280	430	15~18	29(孔)
HH4025SD	160	300J ^⑤	58	0~300	220	15~18	43(孔)
日本古河凿岩机销 售公司							
HD30	64	3.8	50	0~300	120	17.5	22,25
HD90	130	8.9	51.6~57	0~250	550	17.5	28
HDL50	155	16.2	45~57	0~250	550	17.5	H32,H35
HD609	165	13.5	41.6~50	0~250	500	17.5	R38
HD612	228	17.0	38.3~46.7	0~200	900	17.5	R38,R45
奥地利鲍尔国际 风动工具公司							
HS416S	80	7.5~8.1	60,66	0~450	300	12~17	R25,R28,R32,R38
HS432S	115	7.6~8.8	51,59	0~320	400	15~17	R28,R32,R38,B38
HS448	155	10.5~14	43,58	0~206,0~320	600,800	15~17.5	R32,R38,B38,R45
HS464	260	12.5~15.3	39,42	0~200	900	15~18	B38,B45,B51
英格索兰公司							
LM2-1C							
YH30							
加德涅·丹佛公司							
HPRH-A	12			≤450	150	18	
HPR1-GT	17			≤450	339	21	
HPR1H-AT	17			≤300	680	21	
HPR1H-ST	17			≤300	680	22	
HPR2-C	27			≤150	1360	21.5	

① 钻管。

② 由频率与冲击能乘积算出。

③ 两种冲程位置。

④ 三种冲程位置。

⑤ 产品说明中所列为每次冲击能为 300J。

五、国内液压凿岩机的研制与使用概况

我国从 70 年代初开始研制液压凿岩机。1973 年 11 月制出第一台样机。几经改进，定名为 YYG-80 型液压凿岩机，于 1976 年 8 月装于 CGJ-2Y 型全液压掘进钻车上，开始进行工业试验，1980 年 9 月通过部级鉴定。这是我国最早用于生产的第一台液压凿岩机，为芯阀式双面回油型。1975 年开始研制采矿型液压凿岩机，1976 年研制出第一台样机，经试验后，又做改进设计，定名为 TYYG-20 型，1980 年配制凿岩台架和液压泵站，于 1981 年进行工业试验，1983 年通过部级鉴定。这是我国最早的套阀式后腔回油型液压凿岩机。1976 年开始研制芯阀式前腔回油型液压凿岩机，1977 年试制出样机，定名为 FYYG-20 型。经试验，改进为芯阀式后腔回油型 YYG-250A 型液压凿岩机，1986 年通过省级鉴定。同时，70 年代以来还研制出 YYG-65 型液压凿岩机，经多次改进，定名为 YYG-90 型液压凿岩机。80 年代又研制出 YYG-30 和 YYT-30 型手持式和支腿式液压凿岩机，芯阀式后腔回油型 YYG-90A 型液压凿岩机，CYY-20 型液压凿岩机，YYGJ-145 型液压凿岩机。80 年代中期我国又引进了 4 种液压凿岩机制造技术。据不完全统计，我国已有 16 家工厂制造并鉴定了近 30 种各类轻、中、重型的液压凿岩机。属于引进技术的 5 种，属于消化的 4 种，国内自行设计的近 20 种，各型规格见表 1-3^[14,15,16]。

从表 1-3 可看出，我国液压凿岩机型号已经不少。但自己研制的使用数量不多，而且只集中在少数几个型号上，使用几十台至几百台的有 YYG-80、YYT-30、YYG-90A 和 YYG-250B 几种型号。后者包括炼铁厂使用的近 70 台。仿制和引进技术制造的，推广数量较多的有 HYD-200、YZJ-200 等型。自己研制的推广不多，主要是制造质量问题，可靠性较差，致使一些用户对国产液压凿岩机缺乏信心。根据文献 [10、15] 的统计至 1989 年底从国外进口液压凿岩机 1200 余台，分别用于煤炭、有色、冶金、建材、铁道、水电、化工、地质等部门。

煤炭系统使用液压凿岩机及液压钻车较多，分布在 45 个矿区，至 1991 年底使用的液压凿岩机约 406 台，其中进口的占 53.7%，简要情况见表 1-4^[17]。在应用中创出了岩巷掘进新成绩。

金属矿山（含有色、黑色、黄金）使用液压凿岩机及液压钻车与煤矿相比数量少些，且集中在少数矿山上，但在生产中也起了重要作用。简要情况见表 1-5^[18]。表中未包括已鉴定但还没有推广的液压凿岩机型号。

80 年代铁路隧道建设中，引进了国外液压凿岩设备，其中液压钻车近百台，液压凿岩机 200 多台，主要有瑞典阿特拉斯·科普柯公司的 COP1238 型、芬兰坦罗克公司的 HL438 型、日本古河株式会社的 HD150 型。在京广铁路复线大瑶山隧道、大秦线等隧道建设中发挥了重大作用^[10]。也有少数隧道采用了国产液压凿岩设备，如铁二局在福建前洋隧道掘进中就用了国产 CGJS-2YB 型半断面钻车配 YYG-90A 和 YYG-80 型液压凿岩机^[15]。

另外，在水电站的建设、化工矿山生产与建设中，在地质部门也都使用了液压凿岩设备，都取得了好的效果。

表 1-3 国内液压凿岩机研制概况

型 号	机重 /kg	冲击能 /J	冲击频率 /Hz	回转速度 /(r/min)	最大转矩 /(N·m)	冲击压力 /MPa	钎杆规格 mm	备 注
YYG-80	84	150	50	0~300	150	10~12	φ25	长沙矿冶研究院等研制(以后改为 YYG-80A)
YYYG-20	85	200	50	0~250	200	13	φ32	北京科技大学等研制
YYGJ145								天水风动工具厂研制(消化 COP1038)
CYY-20	90	200	37~66	0~250	300	16(20)	φ15	煤科总院北京建井所等研制(消化 RPH200)
YZJ200 (HYD200)	114	12kW (冲击功率)	60	0~220	300	16	φ22/25	秦峰航空公司(仿水星 200)
YYG-250A	120	240~250	50	0~250	300	12~13	φ32	北京科技大学、桂林冶金机械厂研制(以后改为 YYG-250B)
YYG-90A	90	150~200	48~58	0~300	140	12.5~13.5	B25Y	中南工业大学等研制
YYG-90	94	200~250	41~50	0~260	200	12~16		长沙矿冶研究院等研制(梅山)
YYG-250A	250	350~500	32~37	0~150	700	12.5~13.5		中南工业大学等研制
DZYG38A、 DZYG38B	150	300	44~60	0~300	500	15~21.5		中国地质大学研制(仿 COP1238)
YYGJ-90	105	12kW (冲击功率)	44~64	0~250	300	16~18	25、28	宣化采掘机械厂
YYGJ110	112							石家庄煤矿机械厂(仿 HLR438TS)
YYGK-300	140	220~300	42~62	0~300	240	16~20	T38	长沙矿冶研究院与弓长岭铁矿合作研制
YYGK-200	120	130~220	38~60	0~300	240	16~20	B28	长沙矿冶研究院与弓长岭铁矿合作研制
YYG220								湘乡矿山机械厂
YYG100								湘乡矿山机械厂
SCOP1238ME	151	15kW (冲击功率)	40~60	0~300、 0~200	500、700	25	R38、R32、 T38	沈阳风动工具厂引进 Atlas Copco 公司技术
SCOP1238LE	150	10kW (冲击功率)	41~60	0~300、 0~200	500、700	21.5	T45、T38	沈阳风动工具厂引进 Atlas Copco 公司技术
SCOP1032HD	96	7.5kW (冲击功率)	40~53	0~ 300、200	200	15	R32	沈阳风动工具厂引进 Atlas Copco 公司技术
YYG-60	60	110~150	47~60		98	12~15		沈阳风动工具厂研制
HYD200		200	34~67	200~400	60~300	14~16		莲花山有色冶金机械厂引进 Secoma 公司技术
HYD300		300	35~50	220~450	100~300	16		莲花山有色冶金机械厂仿 Secoma 公司产品
手持式或支腿式								
YYT-30	28	85	44			13~14		湘潭风动机械厂研制
YYG-30	28	90	44		80	13~15		
YYZ-24	24	55~60	60~65	0~400	50~70	12~13		中国地质大学等研制
HD-24								北京矿冶研究总院等研制
YYT-30								煤炭总院上海分院等研制
SYT25	25	82~88	40~46	250		12~14		深圳四方机械电子有限公司等研制
YYZ24	24	50~55	45	300	51.6	17		长沙矿冶研究院、浙江开山股份有限公司联合研制