

国内外采矿选矿冶炼设备
现状与差距

(第一册 采矿设备)

中国有色金属工业总公司

设备情报网

1989 · 长沙

说 明

一、我国有色金属工业设备的改进与发展，需要了解并掌握国内外矿山、冶炼设备的现状与差距。为此中国有色金属工业总公司装备局和有色总公司情报研究所委托有色设备情报网网长单位——长沙有色冶金设计研究院负责组织网内成员编写了《国内外主要采矿、选矿、冶炼设备的现状与差距》专辑。

二、该专辑共分三册：第一册为《国内外主要采矿设备的现状与差距》；第二册为《国内外主要选矿设备的现状与差距》；第三册为《国内外有色冶炼主要冶炼设备的现状与差距》。该专辑系统地介绍了国内外现有设备的现状和发展趋势，阐明了我国现有设备与国外的差距和存在的问题，并提出了一些建议。可供从事矿山和冶炼设备的机械制造厂家，有色、黑色、化工矿山、煤炭、建材等部门的科研、设计、教学及生产厂矿的广大科技工作者参考。亦可供有关领导在制定发展规划，引进国外先进设备，发展新产品及改进现有的设备的性能和管理方面参考。

三、本册是专辑的第一册。本册分二篇。第一篇是露天矿设备，分五章；第二篇是地下矿设备，分四章。本册由长沙黑色冶金矿山设计研究院樊万杰同志负责组织编写工作，由长沙黑色冶金矿山设计研究院徐基磐同志负责本册的编审。参加编写的单位和成员是：

第一篇第一章牙轮钻机由鞍山黑色冶金矿山设计研究院张健元同志编写；露天潜孔钻机由鞍山黑色冶金矿山设计研究院庄长生同志编写；露天矿凿岩台（钻）车由马鞍山钢铁设计研究院周淑媛同志编写。

第一篇第二章露天矿装载设备由苏州非金属矿山设计院李学明、车

胜志俩同志编写。

第一篇第三章露天矿铁路运输设备和露天矿汽车运输设备由鞍山黑色冶金矿山设计研究院洪迅法同志编写；露天矿胶带输送设备由北京矿冶研究总院张文敏同志编写。

第一篇第四章露天矿移动破碎机由长沙黑色冶金矿山设计研究院刘宗林同志编写。

第一篇第五章露天矿辅助设备由马鞍山矿山研究院赵显东同志编写。

第二篇第一章地下矿凿岩设备由马鞍山钢铁设计研究院周淑媛、梅奎仓和丘久盛三同志编写；天井钻机由马鞍山钢铁设计研究院周淑媛同志编写。

第二篇第二章地下矿装运设备由长沙矿山研究院青义琢同志编写。

第二篇第三章地下矿主要辅助设备由马鞍山矿山研究院赵显东同志编写。

第二篇第四章地下矿柴油设备废气净化措施由长沙黑色冶金矿山设计研究院徐基岩同志编写。

四、该专辑最后由中国有色金属工业总公司装备局审定。其编写工作得到有色设备情报网各成员单位的有力支持和帮助，在此一并致谢。

中国有色金属工业总公司设备情报网

一九八九年五月

国内外主要采矿设备的现状与差距

目 录

第一篇 露天矿采矿设备.....	1
第一章 露天矿穿孔设备.....	1
I、牙轮钻机.....	1
II、露天潜孔钻机.....	29
III、露天凿岩台(钻)车.....	64
第二章 露天矿装载设备.....	78
I、电 铲.....	78
II、液 压 铲.....	99
III、前装机.....	109
第三章 露天矿运输设备.....	122
I、露天矿铁路运输设备.....	123
II、露天矿汽车运输设备.....	131
III、露天矿胶带输送设备.....	144
第四章 露天矿移动破碎机.....	193
第五章 露天矿主要辅助设备.....	213
I、碎石机.....	213
II 装药车.....	232
III、推土机.....	247
IV、压路机.....	269
第二篇 地下矿采矿设备.....	273
第一章 地下矿凿岩设备与天井钻机.....	273

I、地下矿凿岩设备.....	273
II、天井钻机.....	306
第二章 地下矿装运设备.....	319
I、电耙.....	319
II、振动放矿机.....	324
III、铲运机.....	333
IV、电机车.....	344
V、地下运输卡车.....	346
第三章 地下矿主要辅助设备.....	350
I、装药器与装药车.....	350
II、锚杆台车.....	359
III、撬毛台车.....	368
IV、井下通用车.....	371
第四章 地下矿柴油设备的废气净化装置.....	382

第一篇 露天矿采矿设备

第一章 露天矿穿孔设备

I. 牙轮钻机

一、我国设备现状

(一) 系列型谱及主要技术规格

我国从60年代起即已着手研制牙轮钻机，但直至1970年，才由鞍山黑色冶金矿山设计研究院与大孤山铁矿，研制成功我国第一台滑架式牙轮钻机。型号为HYZ-250，孔径230-250mm，系顶部回转连续加压的滑架式牙轮钻机；1971年，沈阳链条厂参与研制，又设计制造了HYZ-250A型钻机。这两台钻机在大孤山铁矿进行工业试验，于1972年通过了冶金部和一级部的联合鉴定。后又经多次修改，1977年改型为KY-250型。

从1974年起我国陆续引进一批美国BE公司的45-R和60-R(Ⅱ)型牙轮钻机，不但扭转了当时我国露天铁矿穿孔技术落后的面貌，而且积极推动和帮助了我国自行研制牙轮钻机的发展。

为了进一步完善和提高KY-250型钻机的技术性能，洛阳矿山机械研究所和江西采矿机械厂于1983年完成了KY-250A型钻机的设计，1984年由江西采矿机械厂试制，1985年在包钢白云鄂博铁矿进行工业试验，1986年5月通过部级鉴定。

在研制发展KY-250中型牙轮钻机的同时，为了满足我国大型露天矿穿孔爆破工作的需要，洛阳矿山机械研究所、沈阳链条厂和东北工学院、鞍钢矿山研究所、大孤山铁矿、长沙矿山研究院等单位从1975年起联合设计研制了孔径310mm的KY-310型牙轮钻机，先后在鞍钢弓长岭铁矿和马钢南山铁矿进行工业试验。

1980年，洛阳矿山机械研究所根据试验中暴露的问题，对KY-310型钻机进行了全面的修改设计，由江西采矿机械厂制造，并在

武钢大冶铁矿进行工业试验，1982年4月通过部级鉴定。

为了适应我国中小型露天矿的需要，并完成KY型牙轮钻机的系列化，洛阳矿山机械研究所于1982年设计了KY-200型钻机（孔径150~200mm），江西采矿机械厂于1983年完成试制，随后在铜录山铜矿进行工业试验，1986年通过部级鉴定。此外，江西采矿机械厂和吉林重型机器厂还分别研制了不同结构形式的KY-150型牙轮钻机，其孔径分别为100~150mm和150~170mm。

YZ系列牙轮钻机是在我国大批引进美国牙轮钻机以后，在“引进、消化、移植和创新”的精神指引下，着手研制的。

1980年初，由冶金部组织鞍钢矿山研究所、衡阳冶金机械厂、长沙矿山研究院、东北工学院和北京钢铁学院等单位共同研制YZ-35型牙轮钻机（孔径170~270mm，最大轴压35t）。该钻机是在45-R型牙轮钻机的基础上，针对引进钻机在我国多年使用中暴露的问题，吸收国外其他钻机的优点，以及我国同类型钻机的经验，进行设计研制的。该钻机由衡阳有色冶金机械厂负责制造，在鞍钢眼前山铁矿进行工业试验，于1982年11月通过部级鉴定，一次定型成功，并已进行批量生产。

随后，上述单位又把目标瞄准美国60-R（E）型钻机，共同研制开发了孔径310~380mm，最大轴压55t的大型YZ-55型牙轮钻机。该机仍由衡阳有色冶金机械厂负责制造，在本钢南芬铁矿进行工业试验，并已于1985年10月通过部级鉴定。

1984年，衡阳有色冶金机械厂在有关单位的协助和指导下，自行研制了YZ-12型牙轮钻机，已于1987年6月通过部级鉴定。

这样，在不到8年的时间内，已形成孔径150、250、310和380mm的YZ系列牙轮钻机。

我国自行设计制造的各种牙轮钻机，截至1988年底，已有130多台。

目前我国生产制造牙轮钻机的只有江西采矿机械厂和衡阳有色冶金机械厂。至于某些过去曾参与制造牙轮钻机的厂家，则因产品分工等原因，现已不再生产牙轮钻机。

江西采矿机械厂到1988年底先后生产了七种型号的牙轮钻机，共83台。其中有：HYZ-250C型23台；KY-250型28台；KY-250A型3台；KY-310型9台；KY-200型6台；KY-200A型1台；KY-150型13台。

衡阳有色冶金机械厂到1988年底先后生产了三种型号的牙轮钻机，共44台。其中有：YZ-35型37台；YZ-55型5台；YZ-12型2台。

目前我国正在生产制造的牙轮钻机的系列型谱及其主要性能规格详见表1-1-1。

(二) 国产牙轮钻机结构特点

1. 回转机构

国产牙轮钻机的回转机构全部采用直流电机驱动。例如KY-200A型采用直流电机驱动方式，由磁放大器供电并调速，并使用可靠的顶部回转系统。而YZ-55型的回转机构采用了可控硅供电调速的直流电机，回转速度为 $0-120\text{r}/\text{min}$ ，实现了无级调速。

2. 加压机构

国产设备的加压机构有三种型式，即封闭链—液压缸连续加压的方式（如KY-200A型），封闭链—齿轮齿条—液压马达连续加压方式（如YZ-55型等）和滑差电机—减速器—封闭链—齿轮齿条连续加压方式（如KY-250A型等）。目前采用较多的为后面两种。

3. 行走机构

国产牙轮钻机的履带行走机构亦有数种驱动方式。有双电机分别驱动（如KY-150型），交流电机驱动（如KY-250A型），双液压马达驱动（如KY-200A型）和可控硅供电调速的直流马

达驱动(如 YZ-55 型)等,基本上可以满足钻机的要求,行走速度最大为 1.8Km/h 。

4、钻架

我国已采用可以在露天矿一次成孔的高钻架,如 YZ-55 型钻机。系用方形钢管骨架的半桁架半箱型“门式”焊接结构,刚度大,强度高。可以一次钻孔 $16.5\sim 19\text{m}$,基本上适合我国目前大型露天矿的要求。低钻架可适应中型矿山要求,因此亦有生产,有的钻机两者可任选。

5、排碴用空压机

国产设备采用的空压机有滑片式与螺杆式两种,相比之下螺杆式较滑片式优越,国外新型钻机已由螺杆式取代滑片式,但我国螺杆式空压机还未完全过关。

(三) 矿山应用情况、穿孔效率和使用寿命

1、我国矿山使用牙轮钻机的情况

我国矿山使用牙轮钻机虽然始于 70 年代初,但目前在我国大型露天矿已得到广泛利用。在冶金系统十几座大型露天铁矿中,除个别几个矿山由于传统原因仍用潜孔钻机外,其余已全部使用牙轮钻机。在有色和化工系统的大型露天矿,也广泛应用牙轮钻机。煤炭系统前几年新建的安太堡露天煤矿,也全部使用牙轮钻机。至于我国的中小型矿山,最近采用牙轮钻机的虽有所增加,但仍以潜孔钻机为主。

目前我国各种大中型露天矿生产中使用的牙轮钻机约有 150 台(不包括实际已经报废但仍在册的钻机),其中国产钻机约 100 台,从美国引进的钻机 50 台(包括 45-R 型 40 台, 60-R 型 5 台, DM-H 型 5 台;但不包括从美国和西德等引进的牙轮-潜孔联合钻机和使用翼状钻头的回转式钻机)。

在国产牙轮钻机中孔径 250mm 的,约占三分之二;而进口牙轮钻机有 90% 的孔径为 250mm。

我国牙轮钻机的系列型谱及其主要技术性能规格

表1-1-1

型 号 性能规格	KY-150	KY-200A	KY-250A	KY-310	YZ-12	YZ-35	YZ-55
炮孔直径 (mm)	120~150	150~220	220~250	250~310	95~170	170~270	310~380
一次钻孔深度 (m)		9	17	17.5	7.5	9.9; 17	16.5; 19
钻孔方向 (度)	90°~70°	90~70°	90°	90°	90~70	90	90
最大轴压 (t)	13	16(20)	35	50	12	35	55
钻具回转方式		直流电机	直流电机	直流电机	直流电机	直流电机	直流电机
回转电机功率 (KW)		30	50	54	20	50	95
钻具回转转数 (r/min)	40; 60; 90;	0~120	0~83	0~100	0~140	0~90	0~120
钻具回转扭矩 (KN·m)	477; 406 303	3.68	6.148	18.62	1.8	6.3	8.33
加压方式	封闭链— 齿条— 滑差电机	链条 液压缸	封闭链— 齿条 滑差电机	封闭链— 齿条 直流电机	封闭链— 齿条 液压马达	封闭链— 齿条 液压马达	封闭链— 齿条 液压马达
钻具推进速度 (m/min)	0.17~ 0.34	0~ 17.67	0~9.94 0.2.1	0.098 ~0.98	0~1.8	0~1.2	0~2 0~1.2
最大提升速度 (m/min)	15.2	17.67	6.6; 14.8	20	18	36	30
主空压机类型	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	滑片式	滑片式	滑片式
排渣风量 m ³ /min)	25	27	30	40	18	28	37
排渣风压 (bar)	3.9~ 6.86	3.43	3.5	3.43	2.76	2.76	2.76
行走速度 (km/h)	0.85	1	0.73	0.6	1.8	1.3	1.1
爬坡能力 (%)	14°	21	21	21	30	15	25
提升/行走 电机功率 (KW)	(2台电机 驱动行走)	(液压马达 驱动行走)	(A.C.) 55	(DC) 54	(DC) 30	(DC) 50	(DC) 95
钻机高度(m): 工作时 落架时	14.55 5.68	12.34 5.1	25.026 7.214	26.33 7.62	13.7 4.94	24.52 6.3	27.08 7.55
钻机长度(m): 工作时 落架时	7.8 13.6	8.72 12.23	12.107 24.276	13.84 26.61	8.1 13.05	13.8 23.7	14.25 27.03

续表 1-1-1

1	2	3	4	5	6	7	8
钻机宽度 (m)	3.2	3.59	6.215	5.77	4.38	5.91	6.11
钻机工作 重量(t)	41.5	45	93	125	30	85	140
制造厂	江西采矿机械厂			衡阳有色冶金机械厂			

注：表中数据均为标准型的技术性能规格，不包括其改进型或定型后的变化

2. 牙轮钻机的穿孔效率

牙轮钻机的穿孔效率除与其本身的技术性能和可靠性有关外，主要受穿凿矿岩的物理机械性质和穿孔工作制度的影响，矿山的生产组织管理水平也对钻机的穿孔效率有很大关系。

我国自行设计制造的牙轮钻机在大型露天铁矿中穿孔时，其台班或台月进尺虽然不低，但其台年综合效率一般只有2~3万米左右，较好的可达4~5万m。

我国从美国引进的牙轮钻机在大型露天铁矿中穿孔时，其台年综合效率一般在3~4万m左右，较好的可达5~6万m，其最高记录为7万多米（东鞍山铁矿6#45-R钻机75165m，大孤山铁矿7#60-R钻机72240m，南芬铁矿6#45-R钻机70070m）。

3. 牙轮钻机和牙轮钻头的使用寿命

我国自行设计制造的牙轮钻机，由于起步较晚，在70年代基本是属于试制研究阶段，而在80年代正式定型批量生产的钻孔，实际服务年限又还不长，因此目前还难于准确计算国产牙轮钻机的使用寿命。

尽管在70年代，我国一些试制的牙轮钻机或初期批量生产的钻机，有的工作2~3年，有的工作5~6年后即已报废，但也有

一些的确已工作超过10年。

从这几年我国主要牙轮钻机(如KY 25Q、KY-31Q、YZ-35、YZ-55)在生产矿山适际应用情况来看,或者从其主要工作机构及零部件的损耗情况来看,国产牙轮机的使用寿命达10-20年是没有问题的。完全可以达到国家标准(GB6724-85)“钻机的服务年限不应少于10年”的要求。

至于从美国引进的45-R和60-R(Ⅱ)型牙轮钻机,大部分都经过大修(或改造性大修),现已工作12年以上,并且还在继续服务,基本上可以达到国外的标准和要求。

我国牙轮钻头不但已全部自给,而且质量还稳步上升,并已先后出口利比里亚、澳大利亚和加拿大等国。

我国牙轮钻头的使用寿命相差悬殊,除与其本身的结构、材质和制造加工水平直接有关外,主要受穿凿矿岩的物理机械性质的影响。但从总的情况来看,国产牙轮钻头在我国几个大型露天铁矿中穿凿矿岩的综合平均寿命,目前可达500-600m左右,而在70年代末80年代初时,平均为400~500m左右,在70年代初中期只有200~300m左右。当然,国产牙轮钻头的使用寿命,有些可达1000~2000米甚至几千米,个别出口澳大利亚的钻头使用寿命已突破1万m,这在国外也是罕见的。

国产牙轮钻机的钻杆使用寿命,较好的为1万米左右,但大部分还只有几千米的水平。

(四) 新产品的研制和发展计划

为了不断提高我国牙轮钻机的技术水平,江西采矿机械厂和衡阳有色冶金机械厂最近都在研究并制定新产品的开发和原有产品的完善和改进规划。

江西采矿机械厂在“八五”期间准备开发的新产品主要是KY-150Ⅱ型钻机(用以取代KY-150型钻机);其目标是达到80年代国外同类型钻机的技术水平;其重点是提高钻机的可靠性、先进性和经济性。

江西采矿机械厂还准备在“八五”期间对其主要产品KY—250A和KY—310A钻机进行技术攻关，目标瞄准美国B卫公司的新型钻机（47—R、49—R和65—R），使产品质量和性能达到世界工业发达国家八十年代的水平。其主要攻关内容是：（1）提高行走机构的可靠性，着重解决行走末级链条断裂问题；（2）延长钻具使用寿命，通过优化穿孔工作制度，减震，提高制造质量，采用合理的稳杆器和导向器等，使钻杆寿命提高到1万m以上；（3）采用钻机自动调平装置；（4）提高控制系统的可靠性，应用自动控制技术，使钻机的钻进、轴压、回转速度、回转扭矩等参数能自动选择、自动显示，对出现的故障能自动监测；（5）改善除尘系统，采用干式钻进，湿式除尘，提高除尘效果；（6）提高配套件的可靠性（包括主空压机、电气元件、液压元件、气动元件和干油泵等）。

衡阳有色冶金机械厂，除准备在1989年生产YZ—35A型钻机（YZ—35的改进型）外，将继续与鞍钢矿山研究所，长沙矿山研究院、东北工学院和北京钢铁学院等单位合作，计划在“八五”期间推出新产品YZ—55A型牙轮钻机，孔径为310~380mm（最大445mm），最大轴压70t，可选用双电机回转、两台空压机通风。其研制重点除提高整机的技术性能和可靠性外，将特别注意提高自动化水平，并着重从今后的发展和打入国际市场的角度来考虑如何开发研制这种新钻机。其主要攻关内容有：（1）双电机新型回转减速机构的研究；（2）钻孔过程微型机最佳控制系统的研究；（3）钻孔过程程序控制装置的研究；（4）钻机自动调平装置的研究（已在YZ—12型钻机上完成试验工作）；（5）牙轮钻机电耗计量仪表的研究（正在试验，预计1989年4月鉴定）；（6）提高钻杆及稳杆器寿命的研究（要求钻杆寿命达到1.2~1.5万米，稳杆器寿命5000~8000米）。

此外，KY系列和YZ系列钻机，均拟在今后的回转机构和提升/行走机构上采用交流电机、变频调速装置，并已纳入攻关计划。

二、国外设备的现状

目前，国外比较大批生产制造牙轮钻机的国家主要是美国和苏联。美制牙轮钻机技术水平较高，性能较好，几乎行销全球；而苏联牙轮钻机虽然数量不少，但其技术性能远不如美国，仅在其本国及少数经互会国家使用。西德从七十年代末虽已研制出大型牙轮钻机，但迄今尚未见在金属矿山使用。印度近年来已开始生产中小型牙轮钻机，但孔径310mm以上的牙轮钻机仍靠进口。

美国生产牙轮钻机的主要制造厂及其生产水平和产品特点

美国是最早研制牙轮钻机的国家，早在1947年即已在露天采矿中应用牙轮钻机穿凿炮孔。

美国生产的牙轮钻机，先后约有六七十种型号，经过多次改型和淘汰，目前仍有三四十种型号，其牙轮钻机的主要制造厂家有：JOY公司、Bucyrus Erie公司、Gardner Denver公司、Dresser公司、Marion分公司、Ingersoll Rand公司和钻孔技术公司等。此外尚有芝加哥风动工具公司、Schram公司和Reed公司等，主要生产中小型牙轮钻机，而且多为牙轮—潜孔两用联合钻机，其中历史较久的芝加哥风动工具公司前几年已倒闭停产。

苏联生产的牙轮钻机及其技术水平和产品特点

苏联从1956年开始研制牙轮钻机，迄今已生产试制了二三十种型号，经过多次改型和淘汰，目前仍在矿山生产使用的只有СБШ—250МН、СБШ—320和2СБШ—200等几种型号。据1985年的统计，苏联黑色冶金工业部约有93%的爆破矿岩量是用牙轮钻机穿孔的，其中88%为СБШ—250МН、4.4%为2СБШ—200、0.6%为СБШ—320。至于十几年前曾一度引人注目的БАШ—250和БАШ—320型钻机（其回转机构均设在钻架底部，为转盘式）则由于结构上的缺点，生产能力较低而可靠性又差，已逐步被淘汰（前者总共制造了20台，后者只生产了3台）。

苏联生产的牙轮钻机，不论其品种型号、性能规格、结构材质、制造加工、穿孔能力和使用寿命均不如美国。

为了提高牙轮钻机的技术装备水平，苏联已决定从1986年起定为穿孔工作技术更新的新阶段，并由矿山设备标准化专门设计局研制一批适于穿凿各种深度的。孔径为250、270和320mm的СБШ-250-330-20类型的模块式钻机，其基本型为СБШ-250-32(孔径250mm，接一根杆可钻深32m，钻孔工作自动化)，变型有：СБШ-250-20-20(孔径250mm，无需接杆一次钻孔深度20m)，СБШ-250-55(孔径250mm，适于气温零下55℃条件下作业)，СБШ-320-20(孔径320mm，无需接杆一次钻孔，钻孔深度20m)，СБШ-320-32(孔径320mm，接一根杆钻孔深度32m)上述模块结构钻机，将吸收国外经验，统一通用的基础上生产制造履带行走机构、机器间、司机室、钻架起落装置等。预计通过提高钻具升降速度，加大空压机能力，装备穿孔过程自动化控制化控制系统，以及采用电缆卷筒等措施；可使钻机生产能力提高70~100%，并可望大大提高钻机的可靠性和使用寿命。

СБШ-250-320-20型试验样机，已制造两台，并从1986年起在列别金露天铁矿等地进行工业试验。

(一) 系列型谱及其主要技术性能规格

表1-2-2列出了国外主要牙轮钻机的系列型谱及其主要技术性能规格，基本上反映了国外目前正在使用和最新研制的牙轮钻机的技术水平。

(二) 钻机的结构特点及其发展趋势

牙轮钻机的工作机构，主要有回转机构、加压与提升机构、行走机构、钻架、以及排渣装置等。

国外牙轮钻机的动力，一般都设计成有两种方式可供选择，既可用电力驱动，又可用柴油机驱动。大中型牙轮钻机多用电力驱动，仅在供电困难地区选用柴油机作为动力；但一些小型钻机则多自带柴油机。

1、回转机构

国外牙轮钻机的回转机构，大部分采用直流电机传动，其调速方式有电动发电机组供电并调速，电动发电机组供电可控硅励磁调速，动力磁放大器供电并调速，以及可控硅供电并调速等四种。但最近美国钻孔技术公司推出的R-110型牙轮钻机(孔径250~380mm最大轴压50t)，则首次采用交流电机、变频调速。国外过去也有一部分牙轮钻机采用液压马达驱动回转机构，但大都用在中小型钻机或牙轮——潜孔联合钻机；最近美国生产的一些大中型牙轮钻机，如GD-70(孔径310mm)、DM-H(孔径230~310mm)、DH-H(孔径230~270mm)和D-80k(孔径280~

310mm)。其回转机构均采用液压马达传动，其回转功率达130—112KW。

鉴于液压马达转动惯量小，对接卸钻杆不利；而且通过回转小车的液压油软管，因钻架振动将降低寿命，并易漏油；因此在牙轮钻机上采用液压马达传动回转机构，除有特定条件，仍需慎重。

静态直流传动系统，即用动力可控硅供电并调速的直流电机传动，完全可以满足牙轮钻机的需要，今后仍将进一步发展。

但静态交流变频传动系统，比静态直流传动更先进，不仅可满足宽范围无级调速、反转、以及产生较大力矩的要求，而且由于它没有换向器和电刷，维护比较方便，并能适应质量较差的矿山电网，预计今后将有较大发展前途。

此外，国外牙轮钻机的回转机构，还有两个趋势值得人们关注：一是钻具回转功率有所增加二是钻机回转速度有所提高。

美国BE公司最近在牙轮钻机的更新换代时，普遍增大了其回转电机功率。如45-R的回转电机功率原为37.3KW，而其取代型47-R则增加了一台电机，变成 $2 \times 37.3KW$ ；55-R的回转电机功率原为93KW，而49-R则变成113KW；60-R(IV)的回转功率为78KW，61-R(IV)为 $2 \times 78KW$ ，而65-R则增大到113KW，67-R也相应增大到 $2 \times 113KW$ 。美国GD公司的GD-120型钻机，在孔径由380mm增大到559mm以后，其回转电机功率则由78KW增大到154KW。

国外牙轮钻机提高钻具回转速度的趋势也是明显的。如45-R的钻具回转速度为 $0 \sim 90r/min$ ，而47-R则提高到 $0 \sim 120r/min$ ；55-R原为 $118r/min$ ，49-R则为 $0 \sim 150r/min$ ；60-R(IV)和61-R(IV)原为 $121r/min$ ，而65-R和67-R则提高到 $0 \sim 145r/min$ 。此外，美国钻孔技术公司最新推出的R-110型牙轮钻机，用交流电机驱动回转，其钻具回转速度为 $0 \sim 150r/min$ ；IR公司的DM-H和DM-M型钻机，回转机构用液压马达驱动，钻具回转速度亦为 $0 \sim 150r/min$ 。

2. 加压与提升机构

牙轮钻机的加压与提升机构，是用来给钻具施加轴向压力，以使岩石破碎，同时也作为提升和下放钻具之用。

国外牙轮钻机的加压机构，一般均采用液压，经由机械传动系统将轴压传送到钻具上，但近年来出现了用电力——机械传动加压的新系统，引起人们很大的关注。如美国GD公司在70年代末生产的GD-100型钻机，首先采用被称为全电力加压的“链轮—链条—直流电机”加压方式；而BE公司则在前几年推出被称为“21世纪的新钻机”的49-R，采用“齿轮—齿条—直流电机”加压，简化了加压提升机构（共用一套系统），并取消了加压链条和液压马达。从而可以大大减少故障、停工和维修时间；回转机构在上下左右串动的现象可以消除；并可实现均恒平稳加压，延长钻头使用寿命；同时还可提高钻具提升速度，增加轴向压力。（按：国外最先取消加压链条的是GD公司在1973年推出的GD-60型牙轮钻机，其加压方式为“齿轮—齿条—液压马达”）。有人认为这种整体小车式回转加压提升系统将取代封闭链—齿条式回转加压系统。所谓整体小车式回转加压提升系统即在回转小车上除回转系统的电动机和减速机外，还安装有加压提升电动机和减速机，减速机两边出轴，轴上安装两个小齿轮，和位于钻架上的两条齿条相啮合，在加压提升电动机作用下，使整体小车沿钻架上下移动，从而产生加压提升作用。这种系统取消了封闭链条和位于平台上的主机构（提升加压减速系统），简化了系统结构。虽然增加了小车重量，但有助于产生轴压力。

为了提高牙轮钻机的穿孔效率和穿孔速度，国外一些牙轮钻机制造厂继续在加快提升速度和增大轴压上下功夫。如BE 65/67-R钻机的最大提升速度已提高到41m/min；而60/61-R(IV)则为30m/分。又如65-R和67-R钻机的最大轴压已分别增加到70.3和72.6 t，而60-R IV的最大轴压为56.7 t，61-R(IV)为59 t。此外，GD-120型钻机的轴压也已从54 t