

前 言

《国内外矿山机械发展概况（第四集）》是前三集的续集，着重介绍近几年国内外矿山机械的现状与发展。

本集各章节仍由各分网组织编写，由总网审核、汇总、出版。

参加本集编写人员有卢占鳌、罗仁如、张光、张星元、王喜林、杜肇泉、刘向东、李玉建、崔长英、刘思敏、陈毅培、张辉、黄志敏、戴祖同、孙丽萍、贝绍亭、钱庆伦、严以群、何国强、刘宝林、张智铁、谭兆衡、宋玉安、马超逸、谢玉杰、惠宏枝、付宗敏、胡安瑞、赵志文等。编辑李玉建。

一九九零年四月

目 录

第一章	钻机、钻车	(1)
第一节	国内钻机、钻车	(1)
第二节	国外钻机	(31)
第二章	装载机	(42)
第一节	铲运机	(42)
第二节	耙斗装岩机	(79)
第三节	立爪装载机	(83)
第四节	其他装载设备	(86)
第三章	挖掘机	(92)
第一节	机械式挖掘机	(92)
第二节	矿用液压挖掘机	(109)
第三节	拉铲	(117)
第四章	矿井提升机	(132)
第一节	国内矿井提升机的发展	(132)
第二节	单绳缠绕式矿井提升机	(133)
第三节	多绳摩擦式矿井提升机	(135)
第四节	矿井提升机的电控系统	(137)
第五章	矿用绞车	(141)
第一节	提升绞车	(141)
第二节	耙矿绞车	(151)
第三节	凿井绞车	(157)
第四节	气动绞车	(160)
第六章	破碎磨矿设备	(168)
第一节	颚式破碎机	(168)
第二节	旋回破碎机	(173)
第三节	圆锥破碎机	(179)
第四节	锤式破碎机	(191)
第五节	辊式破碎机	(194)
第六节	移动式破碎机	(207)

第七节	球磨机.....	(213)
第八节	棒磨机.....	(217)
第九节	自磨机.....	(218)
第十节	碎石器及碎石机.....	(221)
第七章	选矿机械	(230)
第一节	分级机械.....	(230)
第二节	分选机械.....	(239)
第三节	脱水机械.....	(266)
第八章	选煤机械	(275)
第一节	分选机械.....	(275)
第二节	脱水机械.....	(294)

第一章 钻机、钻车

第一节 国内钻机、钻车

一、露天牙轮钻机

近几年,我国牙轮钻机的主要制造厂家,江西采矿机械厂与衡阳有色冶金机械厂,分别完成了KY和YZ两种牙轮钻机的系列化。KY系列在KY-250型的基础上经过改进完善和提高,研制成功了KY-250A型牙轮钻机,并填补了 $\phi 200\text{mm}$ 孔径的KY-200型牙轮钻机。YZ系列分别研制成功了 $\phi 310\sim 380\text{mm}$ 孔径的YZ-55型与 $\phi 150\text{mm}$ 孔径的YZ-12型两种牙轮钻机。我国牙轮钻机已经达到了国外70年代末80年代初的技术水平。

1. KY-250A型牙轮钻机

KY-250A型牙轮钻机是KY-250型牙轮钻机改进完善后的新型牙轮钻机。

原KY-250型牙轮钻机自1976年定型以来,由江西采矿机械厂制造了30余台,不过它与45-R钻机相比尚有明显差距,主要是所选用的国产配套件质量差,零星事故较多,作业率较低。另外,还存在一些缺点,如主传动机构庞大,主离合器和主制动器有时失灵,加压封闭链条经常断,加压速度偏低,平台刚性差,提升-行走电机常烧以及没有高钻架等,使该机的效率不能充分发挥。

针对上述问题,洛阳矿山机械研究所与江西采矿机械厂于1983年对该机主参数和主要零部件结构进行了完善化修改设计和攻关,研制成功KY-250A型牙轮钻机。

完善改进的内容主要有以下几个方面:

(1) 主参数 回转扭矩由原 $4820\text{N}\cdot\text{m}$ 增加到 $6270\text{N}\cdot\text{m}$,以利于克服卡钻故障。轴压由 430kN 降至 353kN 、 207kN ,既满足了穿孔的需要,也有利于提高钻头的使用寿命。钻进速度由 $0.077\sim 0.77\text{m}/\text{min}$ 改为 $0\sim 0.94$ 和 $0\sim 2.1\text{m}/\text{min}$ 两种,以适应软硬不同的岩石。提升速度由 $9.9\text{m}/\text{min}$ 改为 14.8 和 $6.6\text{m}/\text{min}$ 两种。KY-250A型牙轮钻机主要技术参数见表1-1。

(2) 主传动机构 将原设计的850和500两个减速器合为一个立式减速器,用 7.5kW 滑差电机和 55kW 鼠笼式交流电机分别经减速器和两条不同速比的链条带动两个气胎离合器来实现提升与加压。另外,再由两个气胎离合器经三级链传动来实现履带的行走。

(3) 钻架 把低钻架改为高钻架,每孔可节省接卸钻杆时间 $8\sim 15$ 分钟。穿孔效率可提高20%左右。

(4) 减震装置 这种自行设计的独特的多片式减震装置便于制造,隔震效果明显。在穿凿节理发达的矿岩时,装上减震头后回转小车的振动减少60.26%,钻架的振动减少88.72%,电控柜振动减少86.23%,钻头寿命由原来的280m左右提高到320m。

表 1-1 KY-250A 型牙轮钻机主要技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
孔径 (mm)	200~250	提升速度 (m/min)	14.8, 6.6
孔向 (°)	90	排渣风量 (m³/min)	30 或 40
孔深 (m)	17	排渣风压 (kPa)	343
轴压 (kN)	350, 207	除尘方式	干、湿任选
回转速度 (r/min)	0~88	安装总功率 (kW)	361
钻进速度 (m/min)	0~0.94, 0~2.1	机重 (t)	93
回转功率 (kW)	50	外形尺寸 (长×宽×高) (mm)	
提升力 (kN)	320, 300	钻架竖起	12108×6215×25022
		钻架放倒	24276×6215×7214

(5) 回转小车防坠装置 KY-250 和美国 45-R、60-R 钻机在使用中都曾因封闭链条断裂而造成小车坠落事故, 不仅影响作业率, 也威胁司机的安全。为此, 在设计中除改变加压齿轮与加压大链轮的配比增加封闭链条的安全系数外, 还增加了我国首创的小车防坠装置。经在钻机上进行模拟断链试验实测防坠系统开始动作时间为 0.33s, 断裂后小车下滑 15mm。

(6) 平台 平台材料由 16Mn($\sigma_s = 343\text{N/mm}^2$)改为 15MnMoVN($\sigma_s = 588\text{N/mm}^2$, $\sigma_k = 49\text{N} \cdot \text{m/cm}^2$)。主梁结构也由 55# 工字钢改为高度 650~900mm 的阶梯形组合焊接梁, 并在前端增加了斜向拉筋, 后端增加了封闭梁。焊接工艺上采用 707NiW 焊条和红外辐射器与乙炔加热工件等保证质量措施。

(7) 行走机构 加长了履带装置。履带跨距由 3635mm 增大到 4300mm, 接地比压由 134.3kPa 降至 123.5kPa, 提高了钻机的稳定性, 减少了转弯阻力。

KY-250A 型牙轮钻机各主要部件的可靠性优于 45-R 钻机, 而价格仅为进口钻机的 1/3, 具体对比如下:

(1) 技术参数 (见表 1-2)

从表 1-2 看, 国产 KY-250A 牙轮钻机的轴压与 45-R 牙轮钻机的轴压基本相当。经测试证明, KY-250A 的扭矩在穿凿软岩时比 45-R 好。KY-250A 的回转扭矩有利于克服卡钻现象, 45-R 的提升速度比 KY-250A 高, 有利于缩短辅助时间, 但 KY-250A 的提升速度也可满足钻孔需要。排渣风量和风压, KY-250A 较 45-R 稍高, 有利于钻孔排渣。KY-250A 的机重较 45-R 重些, 有利于钻孔过程中钻机的稳定。

(2) 运行及可靠性 经使用证明, KY-250A 的运行性能和可靠性都优于 45-R 钻机。

表 1-2 KY-250A 与 45-R 钻机参数比较

参数 \ 型号	KY-250A	45-R
孔 径 (mm)	220~250	170~270
转 速 (r/min)	0~88	0~100
扭 矩 (N·m)	6270	1134
轴 压 (kN)	353, 207	320
最高钻速 (m/min)	0~0.94, 0~2.1	2.4
风 压 (kPa)	343	280
风 量 (m³/min)	30	28
总功率 (kW)	361	232
机 重 (t)	93	85

45-R 钻机使用两年后, 钻架的两根前立柱发生断裂, 后立柱产生“S”形变形, 虽经焊补、校直, 但仍超差严重。而 KY-250A 的高钻架经使用以来还未出现过任何变形现象。

45-R 钻机在使用中还曾发生过其他方面的事故。比如: 主轴断裂、回转电机烧坏, 提升行走交流调速系统经常出故障等。KY-250A 在两年多的使用中均未发生过。行走机构的末级传动链调整比 45-R 钻机方便。湿式除尘系统采用双水罐压气带水系统, 也比 45-R 钻机用潜水泵供水简单可靠。

KY-250A 与 45-R 相比的不足之处, 就在于螺杆式空压机、液压元件、气动元件、干油润滑等较国外产品还有明显的差距。

(3) 结构工艺性 45-R 的回转减速箱和主传动减速箱采用焊接制成, 精巧美观。

KY-250A 钻机的回转减速器的箱体采用铸造, 壁厚 30mm, 优点是结实耐用, 缺点是加工周期长。主传动机构的减速箱虽采用焊接结构, 然而仍较笨重。

45-R 钻机的平台主梁采用 650 合金工字钢, 我国没有这样的型钢, 只好采用合金钢焊接而成。

45-R 钻架横梁采用的是冲压型的, 而 KY-250A 钻架横梁采用焊接。

45-R 和 KY-250A 钻机的履带板虽然都采用铸造而成, 但 KY-250A 钻机的履带板结构采用的是 30~40 年代 2m³ 挖掘机的履带板, 又厚又笨, 再加上材料和铸造工艺落后, 故使用中时有履带板断裂发生。

(4) 人机关系 KY-250A 和 45-R 钻机一样, 司机室及机棚都装有隔热、保温夹层和增压净化装置。液压气控全采用手动阀控制, 除此之外司机室还带有负离子空调器, 给司机提供一个舒适的工作环境。不足之处是我国的液压阀组质量不如美国的好, 增压净化风机及空压机的噪声都较美国的高。在外观造型方面, 45-R 钻机的司机室、机棚、减速器, 操纵台、空压机, 履带装置等, 大部采用冲压或精密铸造。而 KY-250A 钻机采用的是人工敲制或普通砂模铸造而成, 外观比较粗糙。

(5) 标准化水平 国外的标准件通用件比较齐全, 可供主机厂任意选用。如气动元件、液压元件完全不要主机厂自己加工, 而我国却不然, 油缸、汽缸选不到合适的, 手动气阀无专业厂生产, 都需主机厂自制, 精度低, 成本高。钻机所需的液压马达也是如此。

(6) 振动 KY-250A 钻机采取了一系列的减震措施, 除回转小车装有减震装置外, 还在空压机、电控柜的基础下也装有减震器。通过这些减震措施, 使钻机及其部件的振动大大减少, 提高了设备的可靠性。

2. KY-200 型牙轮钻机

由洛阳矿山机械研究所 1982 年设计、江西采矿机械厂 1983 年 12 月制造成功的 KY-200 型牙轮钻机, 于 1984 年 1 月至 1985 年 12 月在铜录山铜矿进行了工业性试验。试验分两个阶段进行, 分别钻 $\phi 150\text{mm}$ 和 $\phi 200\text{mm}$ 炮孔。钻机效率最高台日达 357m, 台时作业率为 60.3%, 台日作业率为 74.2%, 最高台时作业率达 90.9%。钻机最高月进尺 5406m, 月爆破量 97300m³, 合 26.27 万 t。1986 年 1 月在铜录山铜矿通过技术鉴定。

KY-200 型牙轮钻机主要技术参数见表 1-3。

该机以液压驱动为主, 体积小, 结构简单, 便于在作业面狭小的台阶使用。

钻机行走机构采用液压马达驱动; 回转采用直流电机拖动, 由磁放大器供电。油缸链

条连续进给的工作机构、加压机构、送杆机构和钻机的调平均采用液压油缸；湿式除尘，司机室配有空调器；采用电气、液压、气压集中控制系统。

表 1-3 KY-200 型牙轮钻机主要技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
适用岩种 (t)	6~12	回转扭矩 (N·m)	额定 3680, 最大 9188
钻孔深度 (m)	15, 21	行走速度 (km/h)	0~1
钻孔方向 (°)	70~90	爬坡能力 (°)	12
钻孔直径 (mm)	150~200	排渣风量 (m³/min)	18
轴压力 (kN)	0~156.8	排渣风压 (kPa)	390
钻具推进速度 (m/min)	0~3, 10	机 重 (t)	40
钻具提升速度 (m/min)	0~20	外形尺寸 (长×宽×高) (mm)	
提升力 (kN)	68.6	钻架竖起	8720×3590×12335
钻具转速 (r/min)	0~100	钻架放倒	12225×3590×5100

3. YZ-55 型牙轮钻机

YZ-55 型牙轮钻机是在充分消化引进 60-R Ⅲ型牙轮钻机的基础上，并吸取 YZ-35 型钻机的经验，由鞍钢矿山研究所等单位于 1983 年底完成设计。1984 年由衡阳有色冶金机械厂试制出样机，1985 年 1 月开始在本钢南芬露天铁矿投入工业性试验。在六个月时间内共凿了 22118.5m 炮孔（其中矿石孔 11058m），提前完成了工业性试验大纲要求的两万多米任务。接着于 10 月在国内首次采用长沙矿山研究院和武汉冶金设备制造公司新研制的 $\phi 380\text{mm}$ 的牙轮钻头，穿凿了极硬矿石孔 1083m。YZ-55 型牙轮钻机的主要技术参数见表 1-4。

YZ-55 型牙轮钻机具有如下特点：

①采用 25m 高钻架，其结构为桁架与半桁架箱形结构，下部采用 50mm 厚钢板气割成形的结构件。主架采用方钢管，经有限元分析及试验证明，结构合理，比 60-R Ⅲ型钻机的钻架强度高、刚度大。钻架下部采用油缸控制销轴装置与钻机平台固定，可把轴压反力传给平台，改善了钻机的受力状态，而且钻架固定牢固，操作方便。比 60-R Ⅲ型牙轮钻机异形卡块结构稳定性好，克服了异形卡块固定方式钻架摆动大不稳定的缺点。钻架与机体连接轴承及固定钻架轴孔均采用钢套结构，克服了 60-R Ⅲ型牙轮钻机整体结构无法更换及修复的缺点。钻架增设了油缸控制折叠式撑杆两根，支点落在千斤顶上，力的传递合理，操作方便，提高了钻架的稳定性，减少了钻架的扭动。

②该机回转减速器、一轴齿轮采用双支点结构。齿轮上部采用渐开线花键套与电机连接，可吸收由于钻具及减速器内部产生的剪切负荷，克服了 60-R Ⅲ型牙轮钻机一轴齿轮悬挂，使回转电机直接受减速器内部的径向负荷影响，造成断轴、下轴承损坏等故障。特别是在破碎带钻孔或钻杆弯曲投孔作业时，均使电机得到保护，是延长电机使用寿命的重要因素。此外还可以避免电机底脚螺丝松动，使电机位移，造成悬挂齿轮与二轴齿轮啮合不好而损坏。同时还设计了润滑油泵，改善了上部轴承的润滑条件。

该机回转机构小车支架，采用偏心套调节的 16 个聚胺脂滚轮结构，靠压在主架方钢管上，空转齿轮进行压紧，其主要优点如下：

- A. 调整方便, 且可保证加压齿条的正常啮合间隙。
- B. 聚胺脂滚轮能吸收震动, 可保证回转机构运行平稳, 不产生振动。
- C. 聚胺脂滚轮结构采用滚动摩擦, 克服了 60-R Ⅲ型牙轮钻机尼龙滑板磨损快、更换困难、不能保证加压齿轮与齿条的正常啮合间隙, 使回转小车对钻架产生强烈冲击震动带来严重的损害。

D. 加压齿轮和齿条采用锻造加工, 啮合性好, 寿命长。

表 1-4 YZ-55 型牙轮钻机主要技术参数

项 目	参 数	项 目	参 数
标准钻孔直径 (mm)	310, 380	行走方式	履带式
一次连续最大钻孔深度 (m)	16.5	行走速度 (km/h)	0~1.1
加压动力	液压马达	爬坡能力 (%)	25
轴压力 (kN)	0~539	主空压机电机功率(交流)(kW)	155 或 135×2 或 155×2
加压推进速度 (m/min)		回转电机功率(直流)(kW)	95
轴压力 > 265kN 时	0~2	提升/行走电机功率(直流)(kW)	95
轴压力在 256~539kN 之间时	0~1.16	电动-发电机组(用于机组方案)	
最大提升力 (kN)		主电机 (交流) (kW)	155
电力	274.4	回转发电机 (直流) (kW)	125
液力	392	提升/行走电机(直流)(kW)	125
最大提升速度 (m/min)	34	液压泵电机功率 (交流) (kW)	30
钻具回转速度 (r/min)	0~120	外形尺寸(长×宽×高)(mm)	
钻具回转扭矩 (N·m)	8330	工作时	14248×6110×27085
钻杆直径 (mm)	273~325	运输时	27033×6110×7547
空压机类型	滑片式	总重 (t)	140
风量 (m ³ /min)	37 或 28×2 或 37×2		
风压 (kPa)	276		

③ 钻架撑杆为油缸操作的折叠式, 减少了钻架的扭动, 提高了钻架的稳定性。支点落在前千斤顶上, 力的传递合理, 操作方便。

④ 钻架下部与平台的锁销装置采用油缸操作, 减轻了劳动强度, 缩短了起落钻架时间。

⑤ 湿式除尘系统采用双静压交替供水装置, 实现连续供水, 简化了供水系统, 耗能少。

⑥ 研制了车上车下干油集中润滑系统和链条的稀油集中润滑系统, 其中稀油集中润滑在国内钻机上首次应用。

⑦ 在国内首次研制成功了牙轮钻进参数自动调节装置, 实现了轴压、扭矩、主风压力及水平和垂直振动等钻进参数的自动调节。可提高钻孔速度和降低穿孔成本。

⑧ 钻机对回转电机和提升/行走电机的拖动设计了两种不同的调速方案, 即电动发电机组和可控硅供电调速装置。电动发电机组采用双绕组的可控硅励磁, 性能优于 60-R Ⅲ型的三绕组发电机组。

⑨行走履带支架设计合理，落架行走稳定好，涨紧轮采用双辐板，增加了辐板强度，克服了 60-R Ⅲ型牙轮钻机辐板断裂的现象，均衡梁轴孔采用钢套结构，方便维修。

4. YZ-12 型牙轮钻机

YZ-12 型牙轮钻机是在东北工学院、北京钢铁学院、长沙矿山研究院、鞍钢矿山研究所的协助下，衡阳有色冶金机械厂设计制造的，由阜新冶金机械厂、遵义长征电器公司和重庆电机厂等单位配套而开发的又一露天矿穿孔设备。

YZ-12 型牙轮钻机主要技术参数见表 1-5。

表 1-5 YZ-12 型牙轮钻机主要技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
适应岩种 (f)	4~16	最大回转扭矩 (N·m)	4415
钻孔直径 (mm)	95~171	主空压机 风量 (m ³ /min)	18
标准孔径 (mm)	152	风压 (kPa)	276
钻孔方向 (°)	70~90	除尘方式	湿式静压脉冲式
钻孔深度 (m)		回转电机功率 (DC) (kW)	20
标准钻架 一节杆	7.5	提升/行走电机功率 (DC) (kW)	30
二节杆	15	液压油泵电机功率 (kW)	7.5
三节杆	22.5	主空压机电机功率 (AC) (kW)	75
高钻架 一节杆	13~13.6	外形尺寸 (长×宽×高) (mm)	
二节杆	19.5~20.5	标准钻架	
三节杆	26~27.2	立架时	8100×4380×13700
加压力	液压 (或电动)	倒架时	13050×4380×4943
轴压力 (kN)	0~118	高钻架	
加压力速度 (m/min)	0~1.82	立架时	8300×4380×19700
最大提升力 (kN)	电力 142, 液力 98	倒架时	19050×4380×4943
最大提升速度 (m/min)	标准钻架 18	钻机总重 (t)	
	高钻架 36	标准钻架	30
钻机回转速度 (r/min)	0~140	高钻架	32

YZ-12 型牙轮钻机于 1986 年 4~11 月在四川新康石棉矿进行了工业性试验，总进尺 10173m。工业性试验中，先后由东北工学院和北京钢铁学院对钻机的轴压、扭矩、振动、噪声、粉尘和钻架、平台的强度等性能参数进行了测试。测试结果表明，YZ-12 型牙轮钻机达到了设计要求。

钻机加压系统 (图 1-1) 的特点是：采用双油泵单油马达加压，系统压力由两个阀分别整定为单泵供油压力和双泵供油压力。双泵供油时压力整定值低，为 8330kPa，油马达转速高，钻机加压速度高；单泵供油时压力整定值高，为 12740kPa，油马达转速低，钻机加压速度低。

当钻机处于高加压速度时，若岩石变硬，加压速度达不到，溢流阀自动溢出一部分流量，油马达转速下降，加压速度随之下降，直至它与岩石硬度和轴压在新工况下处于最佳匹配；同时，司机调节转速手柄，选取最合适的转速。若岩石继续变硬，当转速降到一定

数值, 进入油马达的流量只需单泵供油时, 系统自动切去一泵, 系统压力变为单泵供油时的整定值。其后, 系统可重复上述类似过程, 使钻机始终保持在最佳工况下工作。

YZ-12型牙轮钻机于1987年6月通过了中国有色金属工业总公司组织的技术鉴定。

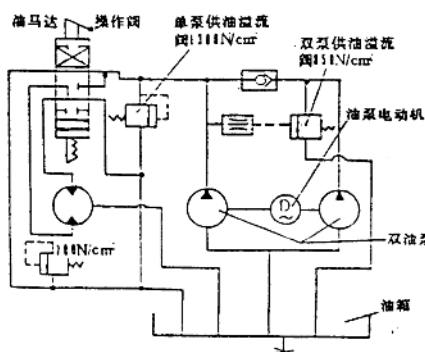


图 1-1 YZ-12 型牙轮钻机的加压系统

根据被钻岩层的变化, 自动调节钻具的轴压、转速、回转扭矩、钻机的垂直振动、水平振动、排渣风压和注水量等钻进参数, 并把它们限制在允许范围内, 从而提高钻机的钻进速度, 提高钻头和钻杆的寿命, 降低钻孔成本, 同时也减轻了司机的劳动强度。

CZT-1 型牙轮钻进参数自动调节装置于 1985 年 1 月 20 日开始试验, 随 YZ-55 型牙轮钻机先后在本钢南芬铁矿的 478、466 和 454m 水平进行钻孔试验, 钻凿的矿岩种类主要有磁铁矿石岩、赤铁矿石岩、透闪磁铁矿石岩、绿泥角闪岩、绿泥片岩、云母石英片岩、混合岩等, 硬度在 18~18 范围内, 统计到 1985 年 7 月 14 日止, 共钻凿炮孔 16335m (其中矿石孔 7003m), 以后交付生产使用。

CZT-1 型牙轮钻进参数自动调节装置在牙轮钻机上为国内首次使用, 它使牙轮钻机根据岩层变化实现对轴压、回转扭矩、垂直振动、水平振动、排渣风压等钻进参数的自动调节和限制, 达到合理的钻进状态, 为我国牙轮钻机钻进过程自动化迈出可喜的一步。

①压电晶体式加速度传感器、感应式运动风压传感器和扭矩传感器, 一般不适应牙轮钻机振动剧烈、粉尘污染严重、冬夏露天气温变化悬殊和潮湿等恶劣环境, 但经改制和重新设计, 还是可以适用的。经寒冬酷暑和长期考验, 工作可靠, 性能满足要求。

②自动调节装置采用线性集成电路元件, 具有反应速度快、调节灵敏、超调量小、工作可靠、体积小等特点, 经测试, 技术性能达到设计要求, 达到国外同类装置的水平。

③牙轮钻机上使用该装置, 有效地减小了钻机振动, 大大减少了钻孔过程中夹钻和堵转, 可提高钻头寿命 14.9%, 提高钻孔速度 21.9%。

④该装置代替司机进行频繁调节, 大大减轻了司机的劳动强度。

6. 牙轮钻机优化设计

我国的 KY 系列和 YZ 系列牙轮钻机, 在设计现代化方面, 近几年也有了较大的进步, 采用了电子计算机新技术, 进行减速器、钻架、平台的优化设计。在这方面东北工学院佟杰新教授等先后研究编制了牙轮钻机参数计算的计算机程序。在电子计算机上采用了有限单元法, 对牙轮钻机的钻架进行强度和刚度分析。任立义教授等利用电子计算机优化设计出了 JZ-40、XJZ-55、JZ-12 三种牙轮钻机减速器, 均取得了较好的减震效果。

5. 牙轮钻进参数的自动调节装置

牙轮钻机在向着大孔径、高轴压、大扭矩和大风量方向发展的同时, 为了进一步提高钻机的钻孔效率, 降低钻孔费用, 正向着自动化方向发展。在国外, 钻机自动化被认为是露天矿钻孔工艺进一步发展的必然趋势。

长沙矿山研究院对牙轮钻孔过程的钻进参数自动调节进行了研究, 并研制成功了我国第一台 CZT-1 型牙轮钻进参数自动调节装置。该装置是在钻机钻孔过程中

7. 牙轮钻头

近几年来,我国牙轮钻头又有了进步。 $\phi 380$ 牙轮钻头已应用在YZ-55牙轮钻机上,取得了比 $\phi 310$ 牙轮钻头较高的使用寿命。 $\phi 250$ 牙轮钻头的使用寿命也有了较大的提高。 $\phi 150$ 牙轮钻头在硬岩中使用还没有过关,只能限于在中硬岩以下岩石中钻孔。

(1) X74-380型与X84-380型牙轮钻头

X74-380型与X84-380型牙轮钻头是武汉冶金设备制造公司与长沙矿山研究院研制的新型三牙轮钻头。X74-380型牙轮钻头的平均使用寿命为473.75m/支,平均小时寿命为53h/支;X84-380型牙轮钻头平均使用寿命358.5m/支,平均小时寿命为44.5h/支;综合寿命为400.5m/支,平均小时综合寿命为48h/支。在同等条件下,比 $\phi 310$ mm牙轮钻头使用寿命提高近一倍左右。

$\phi 380$ mm钻头与 $\phi 310$ mm钻头使用情况比较见表1-6。

表1-6 $\phi 380$ mm与 $\phi 310$ mm钻头使用情况比较

型 号	轴 压 (kN)	转 速 (r/min)	风 压 (MPa)	平均寿命		岩 种	损坏情况
				m	h		
X74-380	392~490	60~90	18.13	75	53	磁铁矿石岩 绿泥角闪岩	合金齿磨光 牙轮卡死
				473			
X84-380	392~490	60~90	18.13	5	44	磁铁矿石岩	合金齿磨光 轴承间隙大
				358			
KJY-310	294~392	70~90	2.15	209	18	磁铁矿石岩	轮尖断

(2) KX73-250型矿用三牙轮钻头

KX73-250矿用三牙轮钻头是“六五”期间由株洲东方工具厂研制的。该钻头采用了碳、氮、硼三元素共渗新工艺,其技术参数见表1-7。

表1-7 KX73-250牙轮钻头技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
钻头直径 (mm)	254	钻头使用条件	
轴颈倾角 (°)	54	钻机	45R、KY-250
连接螺纹	6 $\frac{5}{8}$ REG		KY-310、YZ-35
排渣风量 (m ³ /min)	28	钻杆直径 (mm)	219
排渣风压 (kPa)	274.4	钻头最大工作轴压 (kN)	245
		钻头转速 (r/min)	60~80

该产品在陕西金堆城铝业公司露天矿进行了工业性试验,在硬度 $f=8\sim 16$ 的岩层中穿孔,平均寿命达842m,最高达1936m。1985年12月通过鉴定。1987年参加联邦德国汉诺威和美国、澳洲国际采矿博览会,并开始出口比利时、摩洛哥、札伊尔等国。

(3) KG23-150矿用三牙轮钻头

KG23-150矿用三牙轮钻头是露天矿穿凿软至中硬($f=4\sim 8$)岩层的穿孔工具,由株洲东方工具厂研制。

该产品采用钢齿牙轮、滚柱、滚珠、滑动轴承结构。其主要技术参数见表 1-8。

该产品经黑龙江鹤岗矿务局北露天矿和河南义马北露天矿工业性试验及试用, 平均进尺为 506.6m、最高进尺 700m ($f=6\sim 10$) 和平均进尺 581.3m、最高进尺 1100m ($f=3\sim 11$), 并已于 1986 年 12 月通过技术鉴定。KG23-150 矿用三牙轮钻头的研制成功, 增加了露天矿用软、中硬岩层牙轮钻头品种。

表 1-8 KG23-150 牙轮钻头技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
钻头直径 (mm)	152.4	钻头使用条件	
轴颈倾角 ($^{\circ}$)	54	钻机	KY-150、KX-150、YZ-12
连接螺纹	$3\frac{1}{2}$ REG	钻杆直径 (mm)	104, 114, 168
排渣风量 (m^3/min)	25	钻头转速 (r/min)	40, 60, 90
排渣风压 (kPa)	392~686		

二、露天潜孔钻机

近几年我国潜孔钻机制造厂家都在提高钻机工作风压上下工夫, 努力研制中高压的潜孔钻机。为了与钻机发展相配套, 也研制出一些中高压的潜孔冲击器。为潜孔钻机配套的中风压空压机也相继研制出来。所不足的是风压在 1700kPa 以上的高风压空压机还满足不了潜孔钻机发展的需要, 已经成为我国高风压潜孔钻机发展的主要障碍。

1. KQG-150 型露天高风压潜孔钻机

宣化采掘机械厂研制的 KQG-150 型高风压潜孔钻机, 采用工程机械重型标准底盘, 电力驱动, 高风压凿岩, 可配用高风压 2450kPa 螺杆空气压缩机或风压为 1029kPa 螺杆空气压缩机作为凿岩动力。备有 QCZWG165 (DHD360) 高风压冲击器钻凿孔径为 165mm、深度为 17.5m 垂直或倾斜炮孔。其主要技术参数见表 1-9。

表 1-9 KQG-150 型高风压潜孔钻机主要技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
钻孔直径 (mm)	165	爬坡能力 ($^{\circ}$)	14
钻孔深度 (m)	17.5	除尘方式	干、湿以湿为主
使用风压 (kPa)	490~2450	配用冲击器	QCZWG165
钻孔方向(下向与地面夹角)($^{\circ}$)	60, 75, 90	使用风压 (kPa)	1725~2450
钻具转速 (r/min)	24, 33, 49	工作电压 (V)	380
回转扭矩 ($N\cdot m$)	2960, 2490, 2180	电机总容量 (kW)	58
推进轴压 (kN)	0~10	总重量 (t)	15
推进行程 (一次) (m)	9	轮廓尺寸 (长 $\times$ 宽 $\times$ 高) (mm)	
提升速度 (m/min)	16	工作状态	6950 $\times$ 3125 $\times$ 12900
提升能力 (kN)	25	运行状态	12000 $\times$ 3125 $\times$ 3865
钻杆直径 (mm)	133	主风管内径 (mm)	50
行走速度 (km/h)	1		

KQG-150 高风压潜孔钻机是在 KQ-150 低风压潜孔钻机的基础上经过改进之后研制的。其主要改进部分有:

(1) 滑架主要是借用 KQ-150 钻机原架, 改进后新增添了高风压焊接风管和电器管路以适应高风压钻机的钻孔作业。

(2) 回转减速机构

①为适用高风压作业回转, 下部增设减震装置, 以防冲击振动, 保证整机的稳定性。

②高风压从后端进风, 改变原来侧进风。回转主轴改为空心主轴, 增设排风、排水和密封装置, 以防泄漏。

③把原钻杆插入法改为锥型螺纹扣 $API3\frac{1}{2}$ (国防标准), 与冲击器接头取得一致。

④增设夹钎和卸杆装置, 通过回转体接头的小汽缸拆卸钻杆。

(3) 司机室

新设计的司机室采取了密封、防寒、保温、隔音等措施并设有空调及电气采暖装置, 电气操作都在司机室内。还增设了石英钟和双人沙发椅, 使司机操作起来既方便又舒适。

(4) 湿式除尘

水箱为长方形有两层焊接, 中间加保温板, 可容一个台班的用水量, 另配高压计量, 水泵压力为 313kPa, 可根据凿岩实况在司机室内通过电器自动调节水量, 也可以手动调节。

(5) 压气系统

压气管路由原来低压管路变为高压管路。硬管是无缝钢管, 软管是一层钢编胶管 3920kPa 压力, 以及适应高风压作业的气动元件在司机室内操作, 同时还设计了自动排气和排水阀。

(6) 钻杆

钻杆由原一端插座另端螺扣, 改为锥型螺纹 $API3\frac{1}{2}$ 扣, 规格为 $\phi 133\text{mm}$, 主钻杆长度为 8.5m, 副钻杆为 9m。

(7) 履带架部分

①履带涨紧由原来螺栓调节改为油缸, 弹簧涨紧。

②前驱动由原轴承套改为活动双列自动调心轴承并加铸钢轴承套。

③驱动轮轴由原来钩头键改为双键。

(8) 电器系统

电器系全部新设计, 配电柜与操纵台分成两体。电器配套件采用了国内先进电器部件。改变了原工艺, 增加了安全性、可靠性。

2. KQC-100 型露天边坡钻机

为适应露天矿边坡工程钻凿预裂孔的需要, 宣化采掘机械厂在 KQD-80 型多方位潜孔钻机的基础上, 经过改进制造出既能钻凿大、中、小型露天矿边坡预裂孔、排水疏干孔、固帮锚杆孔, 又能钻凿中小露天矿爆破孔的 KQG-100 型露天边坡钻机。这种钻机比 KQD-80 型钻机有以下改进: ①工作风压由 490kPa 提高到 1029kPa, 由此, 钻孔效率

也提高一倍;②钻孔直径为115mm;③钻杆回转速度为38.5r/min;④操作阀由手动阀改为电磁阀;⑤由于采用摆臂结构,可以钻凿靠帮孔;⑥仍采用液压千斤顶调平机体,保证钻孔精度;⑦除尘采用干式除尘。

与该钻机配套的为湘潭空压机厂生产的、风量为14m³/min、最高出口风压为1176kPa的螺杆式中压空压机。

KQG-100型露天边坡钻机主要技术参数见表1-10。

表 1-10 KQG-100 型露天边坡钻机主要技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
钻孔直径 (mm)	115	最小离地高度 (mm)	300
钻孔深度 (m)	向下 20; 水平 30	行走时外形尺寸 (长×宽×高) (mm)	6000×2520×2770
钻孔方向 (°)		行走速度 (km/h)	1
横向	内倾角-15~90	爬坡速度 (°)	20
	外倾角 30~90	总耗风量 (m ³ /min)	12
纵向	内倾角 25~90	电机总容量 (kW)	33
	外倾角 0~90	机重 (t)	8
一次推进长度 (m)	3		

3. PQJ-120 型边坡钻机

PQJ-120 型边坡钻机是全风动中风压伸缩臂式多方位钻机。该钻机的冲击凿岩、回转、进给、走行、油缸运行、除尘等所有动作均由一台 LGY25-23/10 型的螺杆压缩机的压缩空气驱动,压缩机则由电机或柴油机驱动,因此有广泛的适应性。

该机供给冲击器的工作风压为 1MPa,因此,穿孔速度高于普通钻机一倍左右。该钻机具有一套伸缩支臂、连杆机构和油缸系统,可满足在任意位置上钻凿任意角度炮孔的要求。水平孔最高距地面 6m,最低 0.7m,并且还可以钻凿倾斜孔、垂直孔、倒斜孔。

此外,钻机的回转机构选用嘉兴冶金机械厂生产的仿 ROC306 钻机双柱塞风马达驱动,行星减速机构。

进给机构选用嘉兴冶金机械厂生产的仿 ROC306 钻机柱塞风马达驱动,行星减速带动一套蜗轮螺杆通过链轮的传动方式。

PQJ-120 型边坡钻机的主要技术参数见表 1-11。

表 1-11 PQJ-120 型边坡钻机主要技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
钻孔直径 (mm)	80~120	扭矩·(N·m)	1960
钻孔深度 (m)	不低于 30	行走速度 (km/h)	2
钻孔方向 (°)	边坡角度 55~75	爬坡能力 (°)	15
回转速度 (s ⁻¹)	0.5	机重 (t)	6

4. CM351 高压露天潜孔钻车

宣化采掘机械厂在 1987 年与美国英格索兰公司签订了合资经营宣化-英格索兰矿山

工程机械有限公司, 引进了英格索兰的 CM351 高压潜孔钻车以及 DHD340、360 高压潜孔冲击器的制造技术。CM351 高压潜孔钻车性能参数见表 1-12。

表 1-12 CM351 高压潜孔钻车性能参数

项 目	数 据	项 目	数 据
钻孔直径 (mm)	105~140	行走功率 (HP)	2×11.4
钻孔深度 (m)	80	爬坡能力 (°)	32
推进力 (kN)	12.74	总耗风量 (m ³ /min)	32
回转功率 (HP)	25	风压 (kPa)	1725~2058
转速 (r/min)	0~60	机重 (kg)	4727

DHD 高压潜孔冲击器性能参数如下:

	DHD340	DHD360
使用风压 (kPa)	549~2411	1029~2411
配气方式	无阀	无阀
钻头直径 (mm)	105~114	152~165
重量 (kg)	38.5	106
长度 (mm)	1161	1513
外径 (mm)	92	136.5
活塞直径 (mm)	75	108
活塞行程 (mm)	100	102
冲击频率 (min ⁻¹)	1000~2800	1175~1825
耗风量 (m ³ /min)	2.3~13.3	8.2~26.6

5. KQS-150 型露天潜孔钻机

为满足我国中小型矿山推广大孔径高梯段穿爆新工艺 (钻机的利用率可提高 15~20%) 的迫切需要, 宣化采掘机械厂研制成功 KQS-150 型露天潜孔钻机。该机 1985 年通过省级鉴定。截止 1987 年初已售出 17 台。

(1) 主要性能参数 (见表 1-13)

(2) 结构特点及工作原理

① 滑架和推进调压机构

滑架是由方钢管焊成箱形截面的桁架结构, 重量轻, 且有足够的强度和刚性。

采用具有推进又有调节轴压功能的电机——封闭钢绳——汽缸式推进调压机构。通过调压阀可调节调压缸中的气压压力, 得到合理的轴压, 以适应不同类型的岩石。

② 回转供气机构

回转供气机构由电动机、减速箱、滑板、旁侧供气器等组成。减速器由三速电机驱动 (操作旋钮即可变速), 通过三级齿轮减速带动钻杆旋转。在旁侧供气器后面安装有橡胶减震装置, 克服了以前的回转电机在强烈冲击震动条件下工作时定子绝缘易短路的缺点。

③ 托杆器和送杆机构

托杆器由托板和汽缸组成。副钻杆 (在储杆器储存的两根钻杆) 的对中靠调节汽缸活

表 1-13 KQS-150 型露天潜孔钻机主要技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
钻孔直径 (mm)	150	行走速度 (km/h)	1
钻孔深度 (m)	>25	爬坡能力 (°)	14
钻孔方向 (°)	60, 75, 90	捕尘方式	湿: 静压水雾式 干: 布袋脉冲式
适应岩种 (f)	8~16	配用钻具	QCZ150
钻杆转速 (r/min)	21.7, 29.2, 42.9	工作气压 (kPa)	490~686
回转扭矩 (N·m)	2913, 2452, 2128	耗气量 (m³/min)	13~15.4
推进轴压 (N)	0~9801	电机总容量 (kW)	47
最大推进或提升速度 (m/min)	16	整机重量 (t)	14.5
提升能力 (kN)	21.58	轮廓尺寸 (长×宽×高) (mm)	
一次推进行程 (m)	9	工作状态	6950×3125×12900
钻杆直径 (m)	133	运输状态	12190×3125×3865
行走方式	电动履带自行		

塞杆与接头连接螺纹的长短来实现的。

装车滑架上的送杆机构, 由上、下送杆器组成。送杆臂卡住 (或松开) 副钻杆, 是靠送杆臂上逆止汽缸的伸缩带动逆止板来完成的。副钻杆的送入或退出是靠汽缸的伸缩来完成的。送杆臂及其支座均采用焊接件。副钻杆下端的插头插在送杆臂的插座中, 在汽缸的作用下使其送入或退出。

托杆器和送杆机构均采用二位五通单电控气阀来操作。

④机架及行走机构

机架由钢板和型钢焊接而成。机架上装有气水包, 内装管状加热器, 在冰冻季节可给除尘用水加热。

行走机构由 22kW 的电机驱动, 通过皮带轮、齿轮、链轮四级减速后, 带动履带装置。行走电机的正反转及两个电磁离合器的控制, 可使钻机前进、后退或转弯。当电磁离合器脱开、制动器制动时, 便稳车作业。

⑤电气系统为集中控制。

⑥捕尘系统

除静压水雾式的湿式捕尘装置外, 尚配置布袋脉冲式干式捕尘装置。实现干式捕尘不仅使钻凿效率提高, 而且延长了冲击器使用寿命。

6. KQX-150 型露天潜孔钻机

该机由江西矿山机械厂研制, 为低风压潜孔钻机, 具有以下特点: ①爬坡能力大, 可达 28°, 且能在纵向 26°、横向 14° 以内的倾斜矿体上稳定作业。②采用气电联合驱动, 部分辅助机构采用液压控制, 钻具回转采用双速电机, 可根据岩石不同硬度选择转速。③钻机装设螺杆风冷式压缩机。其技术参数见表 1-14。

7. CLQ-80A 型履带潜孔钻机

CLQ-80A 型履带潜孔钻机由宣化采掘机械厂研制, 1985 年通过省技术鉴定。其主

要技术参数见表 1-15。

该钻机走行驱动采用少齿差行星传动和自动气动刹车独立封闭结构，牵引力大，爬坡能力强。采用与走行联动的气动刹车，工作灵活可靠。履带张紧采用黄油缸，履带松紧调节方便，避免了履带脱轨和链轨节断裂现象。

表 1-14 KQX-150 型露天潜孔钻机技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
钻孔直径 (mm)	150	爬坡能力 (°)	28
钻孔方向 (°)	60~90	稳定作业角 (°)	纵向 0~26 横向 0~14
最大钻孔深度 (m)	18	除尘方式	干式
回转速度 (r/min)	18.8, 38.1	空压机 (螺杆风冷式)	LG25-18/7
回转扭矩 (N·m)	3180, 2090	电压 (V)	380
钻杆长度 (mm)	主钻杆 6300 副钻杆 5900	总装机容量 (kW)	230
提升能力 (kN)	29.4	钻机重量 (t)	28
行走速度 (km/h)	0.83		

表 1-15 CLQ-80A 型履带潜孔钻机主要技术参数

项 目	数 据	项 目	数 据
钻孔直径 (mm)	80~120	推进轴压力 (N)	9800
钻孔深度 (m)	20 (水平孔 30)	钻具型号	QCC80 与 QCZ100
一次推进长度 (m)	3	耗气量 (m³/min)	5~8
行走速度 (km/h)	3	钻机高度 (mm)	
爬坡能力 (°)	25	工作时	5500
回转速度 (r/min)	0~40	运输时	1400
扭矩 (N·m)	931	钻机总重 (kg)	5300

8. 潜孔钻具

(1) W-150 型潜孔无阀冲击器

W-150 型无阀冲击器是一种钻凿露天深孔用的冲击式气动凿岩机具，它与 KQ-150 型潜孔钻机配套使用。

1981 年东北工学院着手 W-150 型潜孔无阀冲击器的设计与研制工作，1982 年该院与通化风动工具厂合作，先后试制了 30 台样机，在山东铝厂矿山公司、抚顺西露天矿、吉林五道江矿等矿山完成了工业性试验。到 1985 年 5 月止，根据其中四台样机的统计，累计总进尺 30975m，平均每台进尺 7744m。其主要技术参数见表 1-16。

W-150 型冲击器的缸体由汽缸、隔套和导向套组成。它利用活塞表面上的纵向沟槽和汽缸壁上的环形空间实现无阀配气。为了加强排渣效果，采用中心排气法，配气杆末端装有强吹喷嘴，对孔底强行吹渣。