

文章编号 :1005-2712(2005)03-0033-04

国外井下无轨采掘设备的新发展

赵昱东

(马鞍山矿山研究院, 安徽马鞍山 243004)

摘 要 综述了国外井下矿山凿岩设备、铲运机、汽车及辅助作业设备的新产品、新结构、新技术和新发展。

关键词 井下矿山; 无轨采掘设备; 发展

中图分类号 :TD421; TD422.4; TD525

文献标识码 :A

0 前 言

长期以来, 采掘机械在开发矿业资源, 促进矿业经济发展的进程中起着十分重要的作用。随着现代科学技术的进步, 井下矿山无轨采掘设备不断完善与提高。人类将以更省的人力、动力和资金等的投入获取更多的地下矿产资源, 为人类社会生产和生活服务。

21 世纪是以微电子 Internet 为重要标志的信息时代, 不仅向传统采矿行业提出挑战, 而且也影响着采掘设备的发展。井下矿山运营正朝着信息化、装备智能化、远程化操纵方向发展。目前已形成智能化矿山, 遥控机器人采矿。从而促进了井下无轨采掘设备向大型化、自动化、机器人化发展。

1 凿岩设备^[1-4]

1.1 凿岩机

自 1970 年法国 Montabert 公司研制第一台液压凿岩机以来, 发展迅速, 到目前年产量已超过 2 万台。品种规格齐全, 使用范围广, 产品更新换代快。进入 20 世纪 90 年代, Atlas copco 公司推出的新产品有 Cop1838、Cop4050 以及 Cop1432 等型液压凿岩机。

Cop1838 型凿岩机, 冲击功 18kW; Cop4050 型凿岩机功率 40kW。二者工作原理基本相同, 其冲程腔、返程腔交替给油和回油用止动阀控制活塞运动, 使用 20MPa 以上高压油驱动。活塞细长, 冲击端面积与钎杆横断面积相等, 有利于能量传递和延长钎具寿命; 内装阻尼器, 可有效吸收钎具的后冲和振

动; 各零件配合面保持良好润滑, 以防止外部异物侵入, 可靠性大为提高, 维修期达到 800h; 设有独立供水系统, 保持水压 1.8MPa 以上, 清渣效果好; 机头装有压气密封, 以防水雾进入机内; 设有高效防卡钎装置。

Cop1432 型凿岩机, 具有大功率回转马达, 用旋转压力控制推进, 复式缓冲和抗卡钎功能, 长油缸结构, 压力管路和回油管路保持分隔状态, 以防它们相互摩擦而导致意外磨损, 水自动清洗装置, 并直接与矿山供水管路联接。

Tamrock 公司生产液压凿岩机已形成系列化。近期开发的 HL550、HL1000、HL1500、HL2000 等型, 结构上将冲击部分、旋转部分及喷水部分相互隔离, 以提高其坚固性。凿岩机与底座、钎尾连接器、坚固的导向轴承等结构独特优化。采用大的花键槽以防止钎杆歪斜并抑制内部弯曲力, 提高凿岩精度。其原理采用前腔常压, 后腔加压、减压, 利用套筒阀实现活塞往复冲击。该机型结构紧凑, 布局合理, 外形美观。活塞运动冲击频率和冲程为定值。高低压回路均装有蓄能器, 对大流量重型液压凿岩机蓄能器并联。为增加输出扭矩, 大型凿岩机采用两个转钎液压马达, 转钎液压马达与推进液压马达串联, 在液压系统中平衡。防卡钎自动化。标准化程度高, 适应范围大, 零件通用率高。并向大功率、大孔径发展。

1.2 凿岩机器人

随着微电子技术的发展, 凿岩工作循环过程已实现自动化、智能化。智能化凿岩台车被称为凿岩机器人, 具有自动开孔、自动定位与移位以及实现遥控操作等功能, 大幅度提高凿岩速度, 保证了巷道掘进

收稿日期 2004-12-16

作者简介: 赵昱东 (1931-) 男, 辽宁法库人, 教授级高级工程师, 长期从事矿山采掘机械及选矿机械的研究。 <http://www.cnki.net>

质量,增加了人员和设备的安全性,改善了作业条件和环保性能。

Atlas Copco 公司 1995 年推出 W469 型凿岩机器人,1998 年推出 Rocket Boomer M2C 和 L2C 型凿岩机器人。L2C 比 M2C 稍大些,二者均采用模块化设计,由尾部模块、发动机模块、传动模块、臂架模块组成,易于拆装、运输、检修和维护。近期推出 L3 系列凿岩机器人,配备 Cop1838 型液压凿岩机,凿岩速度 4~5m/min (孔径 $\varnothing 45\text{mm}$)。M4C 型凿岩机器人配备 Cop1838MEX 液压凿岩机,钻孔直径 51~89mm,可钻凿孔距 3m 平行孔。液压系统采用新结构密封装置以防液压油泄漏。该设备在辛克格吕万矿使用效果好,可提高凿岩速度,降低钎杆、钻头费用,使运营费降低 20%。L6C 型凿岩机器人,配备 Cop4050 型液压凿岩机,与之匹配的大功率液压泵站,装配喷水雾系统可进行下向孔凿岩。用 CANBUS 电子控制系统取代 4536 型可编程逻辑控制器。在 LKAB 公司获得良好的效果。

Tamrock 公司新推出的 Tamrock Solo 型凿岩机器人,装有大功率 HL1500 型液压凿岩机,配备 Sandvik 公司的钻杆,计算机控制系统可实现自动控制凿岩,进行遥控作业。保证钻臂定位准确,优化凿岩参数,炮孔精度高。其显示器可显示钻臂方向、炮孔布置情况、凿岩速度和进尺等,具有高效清洗装置,使钻头表面保持连续水流,改善了钻头冷却和排除岩屑效果。在加拿大国际镍公司 Stobie 矿使用表明,坚固耐用,稳定性好,自动化程度高,可实现地表遥控作业。

上述凿岩机器人大多装备有两级分布式计算机管理和控制系统,可离线编制炮孔布置程序,编制炮孔凿岩顺序表,其信息可存贮、打印及传输到钻臂控制系统,以保证钻臂定位和炮孔凿岩精度。基本上实现了遥控操作控制。

2 装运设备

2.1 铲运机^[5,6,10]

进入 21 世纪以来,国外铲运机制造商以提高效率、降低成本为核心,继续向大型化、液压化、动力电气化、环保化和高度自动化方向发展。为适应激烈的市场竞争和用户需求,不断调整产品结构,采用新技术,推出新产品,使产品更加高效、可靠、安全、舒适、易修和适用。

芬兰 Tamrock 公司于 20 世纪 90 年代后期投入市场的 Toro2500 大型电动铲运机,斗容 10m³,载重

量 25t,配有 350m 电缆,安在水平电缆盘上,电缆盘转速快,铲运机运行速度快。采用宽铲斗,可保护轮胎不受损坏。采用简单、经济、可靠的三相交流鼠笼电动机,可调离合器变速箱的电动-液压机械传动,取得和柴油铲运机启动及调速特性相比拟的性能。由于载重大,功率利用率高,比重量小,生产率高,每吨矿石总装运成本低,电动机噪音小,无环境污染;故障低,降低维修费用。在马尔姆贝里耶特矿使用,深受现场欢迎。最近开发的 006 型(载重量 6.7t、斗容 2.7~3.3m³)、007 型(载重量 10t、斗容 4~5.4m³)、010 型(载重量 16t、斗容 6.5~8.4m³)和 011 型(载重量 21t、斗容 8~10.7m³)均采用 Detroit 柴油机。发动机与液压管路间有防火墙,发动机排气管与涡轮增压器隔开。带有 Rops/Fops 的驾驶室,室内仪表与控制装置按人机工程学布置。驾驶室具有空调、防振、隔音、密封和良好的视野,使驾驶员工作安全和舒适。柴油机设置水冷、中冷、增压的高效冷却系统,液压系统选用耐高温胶管并多用钢管等措施,使该系列铲运机具有耐 55℃ 高温功能,能适用于艰苦工作环境。2003 年 12 月在矿山使用的 Toro0010C 型铲运机在地表控制室内用计算机控制装载、运输和卸载。通过视频摄像机、导航系统与交通管理系统控制完成装载工作循环。车载监控系统使铲运机充分发挥其性能。通讯系统把控制与操作的数据传入和传出铲运机和地表工作室。Toro011 型铲运机采用了 EPECOY 公司的遥控装置,控制铲运机运行和装、卸的工作循环及远程故障监测与诊断。实现机电液一体化和智能化。

Tamrock 公司在加拿大的 EJC 公司于 2004 年开发的 EJC88XLP 铲运机,整机高度只有 897mm,载重量 4t,斗容 1.5m³。装 DeutzBF4M2012C 柴油机,涡轮增压中冷,高度低(710mm),排出有害气体少。采用电子控制静液压传动,柴油机匹配变速箱、电子调速器(EMR)及电子管理系统,使柴油机在各工况都能全力传递动力。该机更适用于薄矿脉的开采。

美国 Wagner 公司于 2001 年在 ST-1000 基础上推出 ST-1010 型铲运机,斗容 3.1~6.3m³。装有水冷电子控制燃油喷射柴油机、自动换挡一体化变矩/变速器、Z 型连杆动臂、密封油脂销轴和集中液压元件布置。采用了自动集中润滑系统,可以定时定量定点润滑各配合点,提高耐磨性。2003 年又对 ST-1010 型铲运机进行了改进,而推出 ST-1020 型铲运机。采用人机工程学设计驾驶室,成为更宽敞的全封闭,带空调加热/除霜、隔音、防震的驾驶室,增加舒

适性、安全性。可拆式销轴盖,使更换销轴容易,提高可维修性。动力系统为 Deutz B6M1013FC 型带电子调速器 (MVS) 柴油机。提高了性能。利用 Noranda 控股的 SIAMTEC 中最新遥控技术 SIAMremoteel 使 ST-1020 成为遥控铲运机。相继对 ST1510 型铲运机进行技术改造改为 ST-1520 型铲运机。将柴油机功率由 261kW 增加到 299kW,采用自动换档变速箱,使传动系统运行速度匹配合理,提高了挖掘能量。能在环境温度 52 条件下工作,扩大了工作范围。

Caterpillar 公司最近推出了 R2900Supa20 型铲运机,斗容 8.8m³,载重 20t。采用高性能、低污染和低油耗的水冷、增压和电子控制的柴油机,单杆操纵行星全自动动力换档变速箱,自动润滑的密封铰销,离地间隙大。该机具有高的铲取力,装运效率高,通过能力强,维修性好。

2.2 井下汽车^[7,8]

井下汽车是井下矿山无轨采矿的主要运输车辆,它具有机动、灵活、高效、经济的优点,在国外广泛应用于井下矿山运输矿岩。随着井下矿山无轨采矿技术发展,国外近来一些厂商推出了一批生产能力大、运输效率高、技术性能先进、可靠性高、经济效益好的新产品。

Tamrock 公司推出载重量 20t 的 EJC20 型井下汽车采用底特律柴油机公司的 50 系列 DDEC 柴油发动机,功率 205kW,通过行星齿轮轴的锁定转矩变矩器,四速正反向和四轮驱动装置,能始终保持最大牵引力和爬坡能力。最近又推出了载重量 80t 的 Supra0012H 和 Supra0012R 型井下汽车。前者采用 Detroit60 系列柴油机 Allison 自动换档 5 速变速箱,最大运行速度为 43km/h,侧卸式车箱,适用于平路运输;后者采用 Detroit MTU2000 系列柴油机,4 个桥(2 个驱动桥)完成转向和驱动,用于上坡运输,车速 11km/h。两种型号车都具有良好悬挂结构,当某一轮胎炸破或压扁时,其负荷可向其它轮胎转移以减少轮胎磨损,汽车重心接近于中间,装运卸过程稳定性好,装有称重装置能测出向任何方向偏载,以防倾翻。

芬兰西苏汽车制造公司 (OYsisu-AutoAB) 生产的 Sisu SHR450Mammoth 汽车,载重量 120t,是目前规格最大的井下汽车。采用 Cummins 柴油机,功率 447kW Allison6 档变速箱,满载车速 40km/h。用于 LKAB 公司马尔姆贝里耶矿动输矿岩,平均每车运量 117t,利用率 83%。

Wagner 公司开发的 MT-5000 型井下汽车,载

重量 50t,采用 Detroit8V-2000 型 DDEC 控制的柴油机,功率 485kW,其功率与重量比大,可降低燃油消耗和废气排放指标。于 2000 年又升级为 MT-5010 型井下汽车。

Caterpillar 公司的 AD55 型井下汽车,采用 3456/C16 型柴油机,功率 485kW,它用 HEUI 电控液压泵喷嘴,油耗低,排放有害气体少。采用 CAT 先进的变速箱 7 档前进 2 档后退,自动减速控制。可靠性高,使用寿命长。

3 辅助作业设备^[1,9]

近年国外井下辅助作业设备的发展状况与主体设备同步,实现了标准化、通用化、模块化和自动化。

3.1 底盘通用化,功能多样化

目前,辅助作业设备为扩大适用范围,向一机多用发展。采用通用底盘,配以相应的工作装置,这样用户就能减少设备数量和投入资金。如美国 Wagner 公司的通用底盘可配装人车、材料车、润滑油车、水车和平板车等,Emco 公司研制的快速装卸系统,采用模块组合,用不同的附属装置,可装成运输人员、材料、检修设备,安装锚杆等用途的辅助车辆。所有附属装置由司机在驾驶室内实现快速装卸。

3.2 新结构不断涌现,可靠性不断提高

法国 Secoma 公司的撬毛台车的工作臂有提升、定向、伸缩、旋转、翘起锤头支架及推进运动和冲击工具更换等功能。工作臂可在地面遥控操作,Atlas copco 公司的 Cop1432 型锚杆台车具有旋转压力控制推进、复式缓冲和抗卡钎功能。配有大功率旋转马达,锚杆箱可适用不同锚杆使用。根据要求选择快速、中速和慢速凝固树脂的不同胶结剂卷的混合物。产品设计上选用名牌配套的部件,诸如 Deutz 公司、Detroit 公司的柴油机,Clark 公司传动系统,液压元件采用 Commercial 公司、Rexroth 公司、Wabco 公司的产品。这些配套的部件具有质优、可靠和寿命长的特点,从而保证产品可靠性。

3.3 自动化水平高,实现遥控操作

辅助设备底盘柴油机实现电子控制喷油,自动控制变速箱用电子控制操纵代替传统机械操纵。加拿大 Teledyne 公司、法国 Secoma 公司的撬毛台车可实现遥控作业。瑞典 Nitro Nobel 公司研制的 Rocome2000 型装药车可以进行遥控装填炸药。从而提高了工作效率,保证了司机的作业安全。

3.4 改善了司机工作环境,增加舒适性

按人机工程学设计的驾驶室,具有隔音防震,空

调、防尘、良好的视野的优点。仪表和控制装置的定位和操纵、司机的坐椅都充分考虑了司机的舒适。

参考文献：

- [1] (美) M·伍夫.露天和地下矿用凿岩设备和工具的发展[J].矿业工程,2004,(1):56- 61.
- [2] 谢习华,何清华,周亮.凿岩机器人的发展现状与趋势及应用前景[J].凿岩机械气动工具,2003,(3):55- 58.
- [3] 杨鹏.地下采矿技术述评[J].国外金属矿山,2000,(1):28- 38.
- [4] 夏纪顺.液压凿岩设备研制进展及推广应用[J].凿岩机械气动工具,1993,(2):11- 18.
- [5] 高梦熊.从国外地下装载机的新品种看世界地下装载机的新特点[J].矿山机械,2004,(3):18- 20.
- [6] 高梦熊.近几年国外地下铲运机发展动态[J].矿山机械,2004,(9) 36- 41.
- [7] 高梦熊,林峰.国外地下自卸汽车的发展[J].矿山机械,2002,(5):18- 24.
- [8] 王迪.120t 汽车在马尔姆贝里耶地下矿运行性能良好[J].国外金属矿山,1993,(9):28- 29.
- [9] 杨福真.地下金属矿山无轨辅助车辆的现状与进展[A].矿冶科学与工程新进展[C].北京:冶金出版社,1996.
- [10] 张栋林.国内外地下铲运机的技术发展水平和趋势展望[J].矿山机械,2004,(9):24- 31.

New Development of Trackless Excavating Equipments in Foreign Underground Mines

ZHAO Yu-dong

(Maanshan Mining Research Institute, Maanshan 243004, Anhui, China)

Abstract: The new products, new structures, new technicals and new development of drilling equipments, carry scrapers, trucks and auxiliary operation equipments in foreign underground mines are described.

Key words: underground mine; trackless excavating equipment; development

(上接第 32 页)

3.5 换热器及其副线的设计问题

由于烟气流波动幅度超过 50%且频繁,所以热交换器的副线应比一般的二转二吸的副线要大些,副线通气量为主线的 30%~40%,以适应烟气流的大幅波动。

4 结 语

密闭鼓风炉炼铜工艺适应我国目前的国情,今后一段时间还将在我国中、小型铜厂存在,而采用富氧技术是这种工艺的改造和发展方向,因此开发与

其配套的二转二吸制酸工艺势在必行。笔者认为富氧密闭鼓风炉加转炉炼铜烟气采用二转二吸应该是可行的。但要使二转二吸顺利进行,首先必须得到冶炼工艺的大力配合,富氧浓度要达到设计标准,尽可能使鼓风炉平稳运行,采用两台或两台以上转炉用周期性交换的方式工作,要尽可能减少系统的漏风;其次是制酸工序应加强保温,提高二转进气温度,提高系统热稳定性,使转化反应平稳进行,系统达到自热平衡。当然,还有许多问题随着实践和认识的进一步深入会暴露出来,需要作更深的研究。

A Study on Process of Using Double Transformation and Double Absorption in Acid Making with Gas from Oxygen Enrichment Copper Smelting

LI Li-jun

(Guangzhou Environmental Protection Engineering Design Institute Co.,Ltd., Guangzhou 510115, Guangdong, China)

Abstract: The double transformation and double absorption technology for acid making with gas from oxygen enrichment copper smelting in closed blast furnace and converter is adopted, a lot of problems arising in the acid making using one transformation and one absorption way are solved, such as the low transformation rate, tail gas which can not reach standards and need corresponding procedures absorbing, and high cost etc. The technology of double transformation and double absorption is not easy to achieve, because there are problems such as high amount of gas and high fluctuation rate for the density of sulfur dioxide (SO_2) and carbon monoxide (CO) in the gas from oxygen enrichment copper smelting. In this paper, the feasibility of the technology and some problems in it are discussed and some corresponding countermeasures are put forward.

Key words: oxygen enrichment copper smelting; acid making with gas; double transformation and double absorption; self-heating balance