

Caijue Shebei Shiyong Weihu
Yu Guzhang Zhenduan

王启广
编著

采掘设备使用维护与故障诊断



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

采掘设备使用维护 与故障诊断

王启广 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书介绍煤矿采掘设备的结构原理、安装程序、维护保养及故障诊断方法。全书共分八章,主要涉及采煤机、刮板输送机、液压支架、带式输送机、掘进机和矿井提升机等设备,第八章介绍了故障诊断技术。本书取材方面力图反映当前国内外采掘机械设备的新技术和新成果,注意理论与实践相结合、基础知识与实用技术相结合。

本书是采矿工程专业的专业教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

采掘设备使用维护与故障诊断/王启广编著. —徐州:中国矿业大学出版社,2006.4

ISBN 7-81107-280-7

I. 采… II. 王… III. 地下开采—矿山机械:掘进机械—故障诊断 IV. TD421.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 017533 号

书 名 采掘设备使用维护与故障诊断

编 著 王启广

责任编辑 耿东锋

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 345 千字

版次印次 2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

定 价 24.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

应用型本科教材编写委员会

主 任 朱开永

副主任 范中启 冯平安

编 委 沈通生 汪理全 柳昌庆 邸治乾 武 增

梁士杰 曾蒲君 李志聃 欧泽深 徐金海

史丽萍 杨胜强 王启广 李壮福 张双全

陈增强 王东权

前 言

随着采矿技术的不断发展,煤矿采掘机械化水平有了很大程度的提高。为适应现场需要,拓宽采矿工程专业学生的知识面,增强人才的适应能力,提高学生对机械设备使用维护和常见故障诊断处理的能力,我们编写了此书。

煤矿机械设备种类繁多,且更新换代很快。特别是井下,其工作环境恶劣,煤矿采掘设备的使用维护质量如何,不仅影响设备安全运行,更影响看煤矿的安全生产。只有培养高素质的人才,使用维护好设备,能够处理常见的设备故障,才能更好地发挥设备的效能,更好地为煤矿的安全生产服务。

本书在编写过程中,根据煤矿人才培养的需要,从实际出发,以使用维护和故障诊断为主,力图反映当前国内外采掘机械的新技术、新成果和发展趋势,结合教学和科研实践,力求理论与实践相结合、基础知识与实用技术相结合,注重课程体系和专业特点,系统介绍了采掘设备的结构原理、安装程序、维护保养及常见故障诊断方法。最后对煤矿采掘设备故障诊断技术进行了阐述。

本书共八章,第一章、第二章、第七章和第八章由王启广编写,第三章、第四章由李炳文编写,第五章、第六章由黄嘉兴编写。全书由王启广统稿。

本书在编写过程中,得到了其他兄弟院校、科研院所、机械厂等单位的大力支持,也参考了诸多教材和著作,谨在此一并表示感谢。

由于编者水平所限及时间仓促,书中难免存在缺点和错误,敬请同行专家和读者批评指正。

作者

2005年12月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 采掘设备发展现状	1
第二节 采掘设备发展趋势	7
第二章 采煤机	11
第一节 采煤机基本结构	11
第二节 滚筒采煤机安装与操作	26
第三节 采煤机维护保养	31
第四节 采煤机常见故障分析与处理	33
第三章 刮板输送机	44
第一节 刮板输送机结构	44
第二节 刮板输送机安装与调试	51
第三节 刮板输送机故障与处理	55
第四节 桥式转载机	61
第四章 液压支架	68
第一节 液压支架工作原理和分类	68
第二节 液压支架安装	75
第三节 液压支架安全操作	81
第四节 液压支架维护与保养	85
第五节 液压支架故障处理	86
第六节 泵站故障处理	89
第五章 带式输送机	92
第一节 带式输送机结构	92
第二节 带式输送机安装与维护	104
第三节 带式输送机故障与处理	109
第六章 巷道掘进设备	114
第一节 凿岩机	114
第二节 装载机械	123

第三节 掘进机.....	131
第七章 矿井提升机.....	153
第一节 提升机基本结构.....	154
第二节 矿井提升机安装调试与维护.....	166
第三节 提升机故障处理.....	176
第八章 故障诊断技术.....	189
第一节 设备故障诊断的基本原理.....	189
第二节 振动诊断技术.....	192
第三节 油样分析技术.....	199
第四节 带式输送机故障诊断.....	207
第五节 故障诊断专家系统.....	213
参考文献.....	223

第一章 绪 论

21 世纪前期是我国经济、社会发展的重要机遇期。石油、天然气、煤炭和核能在 21 世纪将继续发挥各自的优势,可再生的水能、太阳能、风能、地热能、海洋能等的开发利用,仍将继续受到重视,但由于受资源条件和能源科技发展水平的限制,在未来的 30~50 年内,世界范围内新能源、可再生能源及核电的发展尚不能普遍取代矿物燃料。因此,相当长的时期内矿物燃料仍将是人类的主要能源。随着现代科学技术的快速发展,尤其是世界经济对能源的旺盛需求,世界煤炭开采技术也得到迅猛的发展。20 世纪末期以来,在新技术革命的带动下,煤矿开采技术与装备迅速发展。先进采煤国家积极应用机电一体化和自动化技术,研制开发了高生产能力、高性能的开采技术装备,广泛应用计算机技术实现了矿井生产过程自动化控制,实现了矿井的高产高效生产。

第一节 采掘设备发展现状

一、采煤机的技术特点和发展现状

20 世纪 70 年代中期,德国 Eickhoff 公司和美国 JOY 公司相继研制出直流电牵引采煤机。此后,世界上各主要采煤机研究制造公司均对电牵引采煤机进行了大量的研究开发。80 年代后期出现了交流电牵引采煤机。90 年代,开发出集电子电力、微电子、信息管理以及计算机智能技术于一体的大功率电牵引采煤机,如美国 JOY 公司的 LS 系列,英国 Long-Airdox 公司的 Electra、EL 系列,德国 Eickhoff 公司的 EDW 系列、SL 系列,日本三井三池制作所的 MCLE-DR 系列等电牵引采煤机。电牵引采煤机以其性能参数优、可靠性高、自动化程度高、操作方便、监控保护及检测功能完善和经济效益高等优点被迅速推广使用。

1991 年,煤炭科学研究总院上海分院与波兰合作,在国内率先研制成功我国第一台采用交流变频调速技术的薄煤层爬底板式采煤机后,又先后研制成功了截割电动机纵向布置的交流电牵引采煤机、截割电动机横向布置的适用于中厚和较薄煤层的交流电牵引采煤机。目前,上海分院研制的 MG 系列电牵引采煤机已形成 9 大系列共几十个品种,现已开发出装机总功率达 1 800 kW 的交流电牵引采煤机。

到目前为止,国内各采煤机生产厂家均对交流电牵引采煤机进行了大量的开发。如太原矿山机器厂与上海分院合作,将 AM500 液压牵引采煤机改造成 MG375/830—WD 型交流电牵引采煤机后,又与兖州矿业集团合作,研制成功了 MGTY400/900—3.3D 型交流电牵引采煤机;鸡西采煤机厂与上海分院合作将 MG2×300W 型液压牵引采煤机改造成 MG300/360—WD 型交流电牵引采煤机后,又开发了 MG200/463 型、MG400/985 型交流电牵引采煤机;辽源采煤机厂在 1998 年与邢台矿业集团合作研制成功我国首台应用电磁转差离合器调速技术的 MG668—WD 型电牵引采煤机;无锡采煤机厂与中纺机电研

究所合作,于2000年开发研制成功国内首台应用开关磁阻电动机调速技术的MG200/500—CD型电牵引采煤机。经过近20年的研制开发,我国的交流电牵引采煤机已逐步走向成熟。交流电牵引技术的应用满足了不同煤矿用户的使用要求,为煤矿生产的技术进步起到了积极的推动作用。

目前国内使用的交流电牵引采煤机的电牵引调速系统主要有3种,即直流调速系统、交流变频调速系统和开关磁阻电动机调速系统(简称SRD)。它们的调速原理不尽相同,但基本上都可分为控制部分和牵引电动机部分。在这3种交流电牵引调速系统中,交流变频调速技术在采煤机上的应用已逐步趋向成熟;SRD技术在采煤机上的应用虽然起步不久,但具有发展潜力。从目前来看,交流变频调速技术和SRD技术应该是未来采煤机应用的主要方向。

1. 牵引方式向电牵引方向发展

传统的液压牵引采煤机在国外虽然仍在生产和使用,但已不占主导地位。由于电牵引采煤机的诸多优点,国外目前新开发的采煤机,特别是大功率采煤机基本上都是采用电牵引方式。

2. 装机总功率不断增大

为适应煤矿生产实现高产高效,国外采煤机的功率在不断提高。电动机截割功率通常在400 kW以上,最高已达750 kW。牵引电动机功率均在40 kW以上,大的甚至达到125 kW。总装机功率通常超过1 000 kW,如EL3000总装机功率达2 000 kW,7LS5达1 940 kW,国内最高已达2 040 kW。牵引速度、牵引力也大幅度提高,目前大功率电牵引采煤机的牵引速度普遍达到15~25 m/min,SL500型电牵引采煤机最大牵引力达到998 kN。牵引速度的加快、支架随机支护的实现,使工作面顶板空顶时间缩短,为加大支架步距和滚筒截深创造了条件。采用大截深滚筒已成为提高采煤机生产能力的重要途径,目前普遍采用的截深为1 000~1 200 mm,个别已达1 500 mm。

3. 元部件可靠性大幅度提高

为提高采煤机的可靠性,减小故障率,采煤机齿轮的设计寿命已提高到20 000 h以上,轴承的寿命提高到30 000 h以上,并且还有进一步提高的趋势。

4. 电牵引方式趋向交流变频调速

电牵引采煤机的牵引方式按牵引电动机的类型可分为直流牵引和交流牵引,由于交流变频调速电牵引系统具有技术先进、可靠性高、维护管理简单、价格低廉等特点,近几年发展很快。20世纪90年代中后期研制的大功率电牵引采煤机均采用交流变频调速牵引系统。交流牵引正逐步替代直流牵引,成为今后电牵引采煤机的发展方向。早期的交流牵引均为一个变频器拖动2台牵引电动机,变频器对电动机的性能参数难以准确检测,控制和保护功能无法完全发挥。德国在开发SL300时,采用了2个变频器分别拖动2台牵引电动机的牵引系统,使牵引的控制和保护性能更加完善。这种“一拖一”的牵引系统也正被逐步采用,成为电牵引技术发展的又一个特点。

5. 无链牵引向齿轮—齿轨式演变

随着牵引力的不断增大,销轮—齿轨式无链牵引已近淘汰,齿轮—链轨式无链牵引也已使用不多,现在采煤机无链牵引正逐步趋向于采用齿轮—齿轨式无链牵引,这是一种从

齿轮—销轨式演变而来的无链牵引结构,圆柱销被齿轨所取代,焊接结构改成了整体精密铸造或锻造,宽度增大,节距由 125 mm 增加到 175 mm。

6. 普遍采用中、高压供电

装机功率大幅度提高以及工作面的不断加长(达到 300 m),使得整个工作面供电容量超过 5 000 kW。为了减少输电线路损耗,保证供电质量和电动机性能,新研制的大功率电牵引采煤机几乎都采用中、高电压供电。主要供电等级有 2 300 V、3 300 V、4 160 V 和 5 000 V 等。

7. 监控保护系统的智能化

新型的电牵引采煤机具有建立在微处理机基础上的智能监控、监测和保护系统,可实现交互式人机对话、远近控制、无线电随机遥控、工况监测及状态显示、数据采集存储及传输、故障诊断及预警、自动控制等多种功能,以保证采煤机具有最低的维修量和最高的利用率,并可实现采煤机滚筒沿工作面煤层自动调节截高等控制功能。

二、液压支架的技术特点和发展现状

1954 年英国首次研制出液压支架。20 世纪 70 年代我国从英国、德国和波兰等国家引进数十套液压支架,经过使用、仿制和总结经验,到 20 世纪 80 年代我国液压支架的研制和应用获得了迅速的发展,相继研制和生产了 ZY 系列和 ZZ 系列等多种不同规格的液压支架。

1. 支架架型

液压支架的选型主要取决于各个矿区具体的煤层地质条件,包括总体配套、行人通风、使用习惯及管理水平的因素,尤其是顶底板的条件。德国趋向于发展两柱式支架,目前所占比例约为 80%;英国在 20 世纪 80 年代后期开始采用两柱式支架,目前所占比例达到 50%左右。

由于顶板作用力位置的变化,四柱式支架前后排立柱的受载一般不均匀,而两柱式支架只要保证立柱前后都有支点与顶板接顶,支架工作阻力就可以充分发挥作用。两柱式支架由于只有一排立柱,其顶梁长度一般比四柱式短,不仅减小了控顶距离,而且减少了支架对顶板的反复支撑和破坏的次数,有利于对顶板的维护。两柱式支架其立柱呈倾斜布置,调高范围比四柱式支架要大,它可以适应的煤层厚度范围大,通过断层等构造比较容易。支架运输高度较低。两柱式支架的立柱及相应的液压阀和管路都比四柱式少,系统简单,支架操作方便,有利于支架的快速动作。

2. 高工作阻力,高可靠性

高产高效工作面配套设备的尺寸加大,主要是工作面输送机的宽度尺寸和采煤机的截深加大,要求支架控顶面积要加大。高可靠性支架又要求高工作阻力,从而提高对不同地质条件的适应性。支架的可靠性需要从设计、制造、检验和使用维护等各个环节采取措施。例如采用先进的结构分析软件和 CAD 技术、考虑疲劳载荷的支架结构件设计计算等。

3. 整体顶梁

整体顶梁的支架在大多数情况下都能有效支撑顶板,而且其结构简单、制造方便、操作容易,便于支架快速移动。但是整体顶梁往往较长,前端接顶较差,运输也比较困难,因

此在具体设计中还要采取一些措施。

4. 支架中心距和移架步距

进入 20 世纪 90 年代以来,液压支架中心距有加大的趋势。美国长壁工作面新购置的支架几乎都采用了 1.75 m 中心距,有的达到了 2 m,这除了提高了支架的稳定性之外,还加快了工作面的移架速度。而且工作面支架的液压元件,如立柱、千斤顶、液压阀和胶管等都可以相应减少,同时降低了整个工作面支架的购置费用。

支架移架步距取决于采煤机的截深,目前世界上高产高效工作面的采煤机截深几乎都在 0.8 m 以上,最大已达 1.2 m。支架移架步距的加大对控顶距和工作阻力的设计选择都有重要影响。

5. 电液控制系统

采用电液控制系统可以方便地实现双向邻架或成组程序控制等,使之操作方便安全,确保支架的性能,可实现支架工况的监测,提高了设备的可靠性,移架速度可达到 6~8 s/架,有利于工作面实现高产高效。

三、掘进机的技术特点和发展现状

掘进机设备分为两类:一是欧洲国家普遍使用的掘进机,适应范围广,掘进、支护不能平行作业;二是美国和澳大利亚的连续采煤机和掘锚综合机组,实现了煤巷快速掘进,后者还使连续采煤机与锚杆钻车合二为一,解决了掘进、装运和锚杆支护的平行作业问题。

“六五”以前,我国悬臂式掘进机还停留在以切割煤为主的轻型掘进机上,与国外同期产品相比技术水平很低。通过多年的技术攻关,掘进机的机型从轻型发展到了中、重型,切割对象从煤拓展到了岩石,例如切割功率从 30 kW 提高到 160 kW,机重从 13 t 上升到 53 t,使掘进机的适用范围产生了很大的变化。目前,我国掘进机产品已有煤和煤岩两大系列、十多个品种,尤其是“八五”和“九五”期间研制成功的 EBJ 系列半煤岩掘进机,其技术性能达到并部分超过了某些进口的同类产品,具有良好的性价比。

目前主要的国产悬臂式掘进机有:上海分院研制的 EBJ—160SH 型、EBJ—132SH 型、EBJ—110SH 型,太原分院研制的 EBJ—160 型,淮南煤矿机械厂研制的 AM50 型,佳木斯煤矿机械厂研制的 S100 型等。

1. 向大功率、重型化方向发展

随着对巷道掘进要求的不断提高,掘进机截割煤岩的能力可达 100 MPa,部分重型机不移位截割断面达 35~42 m²,可掘巷道的断面形状有拱形、梯形、矩形等,有些机型在配掩护筒的条件下甚至可掘圆形断面。多数机型能在纵向±16°、横向±8°的较大倾斜状态下工作。而截割功率在 132~220 kW、机重在 50~70 t 的中型掘进机,国外已相当成熟,它们的经济截割能力通常在 80 MPa 左右。

2. 重视对提高截割能力的研究

由于掘进机截割能力不断增强,作为直接参与截割的工作机构截割头,其可靠性、稳定性和耐磨性就显得特别重要,这方面的研究工作国外非常重视。目前,国外还在研究采用连杆机构推进工作悬臂的新结构来替代原来的液压缸,以进一步提高工作悬臂的强度和刚度,达到简化结构和便于操纵的目的。为满足截割能力不断增大的要求,一些掘进机的截割速度已降至 1 m/s 以下;为适应不同的煤岩硬度,在液压系统中设置反馈调节系

统,实现切割、牵引速度的无级调速;为增加机组的锚固支撑力,采用的扎脚机构;等等。这些新技术是掘进机向大功率方向发展的有力基础。另一方面,国外还在继续探讨新的切割技术,如高压水射流辅助切割和采用冲击振动式切割机构等。

3. 实现自动控制和工况监测

随着激光技术、计算机技术和电子技术在巷道掘进方面的应用,掘进机的安全性、掘进效率和可操作性得到大大提高,机电一体化趋势明显。新型掘进机可实现推进方向监控电动机功率自动调节、切割路径循环程控、离机遥控操作、切割断面监控、以及工况监测和故障诊断等。如日本的 RH250—SLA 型掘进机配有摄像机和自动跟踪光学距离仪,通过光波进行距离监测,大大提高了掘进效率。

4. 开发综掘作业线配套设备

综掘作业线和配套设备能充分发挥掘进机的效能,现在各国都十分重视这方面的研究。如为缩短支护时间,在中等稳定顶板条件下,采用机载锚杆钻机支护;为使掘进机与支护平行作业,采用超前液压支架或自带盾牌掩护支架;在后配套运输方面,采用桥式转载机后配套带式输送机,有条件的甚至设置活动煤仓。

四、刮板输送机的技术特点和发展现状

工作面刮板输送机与滚筒采煤机、液压支架形成“三机”配套的综采设备。1964 年,我国第一台圆环链可弯曲刮板输送机即 SGW—44 型刮板输送机研制成功。20 世纪 80 年代中期,我国刮板输送机基本形成了槽宽 730 mm 和 764 mm 的两大系列、多种型式的刮板输送机。90 年代研制成功整体铸焊溜槽、交叉侧卸式刮板输送机。“九五”期间,研制出具备可伸缩机尾调链装置的综放工作面配套输送机,满足了日产 10 000~13 000 t、年产 300~400 Mt 的生产需要。80 年代后期以来,工作面刮板输送机技术发展可概括为“三大(大运量、大运距、大功率)、二重(重型溜槽、重型链条)、一新(自动监测等新技术)”。

1. 重型铸焊或新型轧焊溜槽

铸焊溜槽将煤壁侧槽帮与铲煤板、采空区侧槽帮与挡煤板托架(包括推移耳板)铸成一体,同时将槽间连接哑铃插头和座窝以及与挡煤板连接螺栓的座孔等都靠精密铸造而成,然后再焊接耐磨中板和封底板,形成整体溜槽。

2. 大尺寸高强度链条组件

重型刮板输送机链条组件技术发展的重点是提高抗拉强度、抗冲击韧性和疲劳强度。双中链发展较快,已成为重型刮板输送机链条布置基本型式。链环圆钢直径不断增大,目前 $\phi 34$ mm 以上的链环大量使用, $\phi 42$ mm 和 $\phi 46$ mm 的链环也已使用,并出现了 $\phi 52$ mm 的链环。由于提高运输能力的需要,加之溜槽、链条、链轮等工作部件耐磨性能的增强,以及双速电动机启动性能的改善,工作面刮板输送机链速有提高的趋势。

3. 新型传动装置

为适应采煤工作面长度增加和运量增大,需要发展大功率的、具有良好启动特性和过载保护功能的电动机、减速器等传动装置。

(1) 双速变极电动机是近年来重型刮板输送机的基本驱动设备。一般多采用双绕组 4/8 极和 4/12 极,外壳水冷,法兰连接。

(2) 减速器的发展方向是功率大、体积小、重量轻、寿命长。为减小尺寸和重量,并适

应侧卸机头垂直布置传动装置的需要,研制出结构紧凑的行星齿轮减速器。

(3) 为实现瞬时冲击过载保护,在无液力耦合器的条件下,除电气系统装有电子保护、电动机热敏元件保护和相敏保护装置外,还有的在减速器中装有转矩限制装置。

4. 机头、机尾装置的改进

发展重点是交叉侧卸,降低高度,提高机架与链轮的强度和寿命。

(1) 侧卸机头已成为高产高效综合机械化采煤工作面刮板输送机的基本型式。

(2) 机尾高度关系到采煤机在工作面尾端开切口及下切问题,也需尽量降低。一般均使机尾链轮尽量接近底板,故机尾高度仅稍大于其链轮外圆直径。

(3) 为提高链轮组件的寿命,重型刮板输送机一般都采用 7 齿链轮,而不主张用 6 齿链轮。

(4) 机头、机尾架结构强度和刚度进一步提高。

五、带式输送机的技术特点和发展现状

随着高产高效矿井的不断涌现,对煤炭输送的要求也越来越高,带式输送机向长运距、高带速、大运量、大功率的方向发展,并已成为带式输送机的研究和开发的重点。目前我国固定型和可伸缩带式输送机的带速最高为 4 m/s,单机长度小于 5 km,输送量小于 3 000 t/h,带强最高为 ST4000,输送机的监控设备功能少,可靠性较差,灵敏度和寿命都较低,和发达国家相比存在显著的差距。

1. 向大型化和高速化方向发展

带式输送机的最高带速已达 8 m/s,带宽可达 2 m,单机长度达 16 km,单机驱动功率达 1 100 kW,生产率高达 4 500 t/h,带强可达 ST7300。

2. 不断完善驱动技术

美国 Dodge 公司利用液粘传动理论研制的 CST 装置可以控制输送机的启动速度和加速度;ABB 公司的变频调速驱动装置可以直接控制输送转矩,可适用于单机和多机驱动,具有较高的传动效率。这些驱动系统同时可以通过载荷量的在线检测控制加载,实现多个驱动装置保持速度同步和功率平衡。

3. 开展动态分析研究

研究输送机的动力学性能对了解输送机的工作状态,完善输送机的设计理论,有着十分重要的意义。根据动态分析的结果确定输送机的启、制动方案(速度和加速度曲线),各驱动点和张紧点布置及功率分配方案,可大大降低输送带的设计强度和输送机启、制动时对电网和设备的冲击,延长设备的使用寿命,降低运行成本。

4. 采用多点驱动技术

多点驱动技术的关键是各驱动点的功率分配、功率平衡和启动延迟技术。国外设计的装机总功率达到 10 100 kW 的输送机即得益于这些关键难题的解决。该技术的应用,使带式输送机的单机输送长度在理论上不受限制。

5. 实现在线检测和实时监控

发达国家的在线检测和实时监控功能有输送机运行速度、运行功率、输送带撕裂、载荷分布和加载量控制、火灾监测等等。这些检测和监控功能可提高输送机运行的稳定性,减少或避免事故发生。

6. 加强对主要元部件的研究

除了驱动装置外,国外对元部件的研究集中在张紧装置、高速托辊、高效清扫装置、高强度输送带方面。如张紧装置可实现张力自动调控,张紧行程大,解决了长运距输送机的张紧要求。

第二节 采掘设备发展趋势

一、采煤机

国内电牵引采煤机代表机型与目前国外最先进的电牵引采煤机相比,在总体参数性能方面已接近国外水平。但一些关键部件及其总体性能、功能、适应范围还急待完善和提高。尤其是电牵引采煤机的工况在线检测、故障诊断及预报、信号传输与采煤机自动控制、传感器件等智能化技术与国外相比还有较大的差距。因而国内电牵引采煤机智能化程度低,设备可靠性、安全性和可维护性较差。针对国内电牵引采煤机存在的差距,需进一步研究的主要内容有:

(1) 进一步完善和提高交流变频调速牵引系统的可靠性。重点完善和提高系统装置的抗震、散热和防潮等性能。

(2) 研究可靠的微机电气控制系统。重点提高采煤机电控系统的抗干扰、抗热效应的能力。

(3) 开发或增强电控系统的监控功能。重点研究故障诊断与专家系统、工况监测、显示与信息传输系统、工作面采煤机自动运行控制系统、自适应变频电路的漏电检测与保护技术、摇臂自动调高系统等。

(4) 开发可四象限运行的矿用交流变频调速装置,使采煤机能适应较大倾角煤层开采的需要。

(5) 开发装机功率更大的采煤机,如截割电动机功率 750 kW、总装机功率 2 000 kW 的电牵引采煤机。

(6) 提高采煤机可利用率和寿命。

(7) 电器件小型化的研究。由于功率的增大,电动机、变压器、变频器等设备的体积也相应增大,为满足整机结构布置紧凑的要求,必须研究设备小型化的技术途径。

二、液压支架

科学技术的发展,新技术、新方法、新材料的不断应用,微机和计算机技术进一步普及,为液压支架的发展提供了有利的条件。目前,液压支架研究发展有以下几个方面:

(1) 结构形式朝着简单实用方向发展,如液压支架的架型明显地向两柱掩护式支架和四柱支撑掩护式支架发展。

(2) 在已有支架设计与应用经验的基础上,将有限元和计算机辅助设计相结合,研究支架的智能化设计方法、结构与参数的优化,进一步提高支架的科学性、可靠性以及结构的优化性。

(3) 改进制造工艺,保证制造质量。例如对支架的阀类,从材料、热处理、加工条件和密封件入手,制定更严格的质量和抗腐蚀标准。

(4) 对不稳定顶板、松软底板、地质构造较复杂等特殊条件,研制特种支架,以适应不同的开采条件。

(5) 研制快速支架电液控制系统,研究支架的遥控、程序控制和性能自动监控,为回采工作面的半自动化与自动化创造条件。

三、掘进机

由于元部件质量不高,我国的掘进机开机率低;喷雾除尘效果较差;电控系统故障率高,移动电站不能随机移动,供电质量不能满足设备运行要求;在基础研究方面也比较薄弱,适合我国煤矿地质条件的截割、装运及行走部载荷谱没有完整的设计理论依据,计算机仿真模拟等方面仍然是空白。在掘进配套作业方面,由于掘进、支护不能平行作业,支护时间过长,因而限制了进尺的提高;以煤巷为主的开拓布置方式,给支护、通风、运输、供电带来困难;薄煤层综掘尚处于起步阶段,中厚煤层的综掘巷道支护问题没有完全解决,采准巷道普遍偏小,给前后配套设备布置以及辅助运输和端头机械化支护带来了困难;在煤巷快速掘进设备、即掘锚综合机组和连续采煤机的研究方面还基本处于空白。因此,为了尽快缩短与国外先进技术的差距,主要应从以下几个方面着手。

1. 发展巷道快速掘进技术

目前我国煤矿巷道的综合机械化主要是采用悬臂式掘进机,其月平均进尺一般在400 m左右,已不能满足高产高效和一矿一井一面集约化生产速度的要求,按日产2万t采煤工作面推进速度的要求,日进尺必须达到40 m,而影响巷道掘进速度的主要原因是支护时间太长,且支护与掘进又不能同时作业,因此,发展掘锚联合机组已迫在眉睫。掘锚联合机组能在解决截割、装运、行走、转载一体化的基础上,实现掘进、锚杆支护同步作业,从而大大提高掘进速度,使掘进机的月平均进尺达到1 000~1 500 m,满足现有高产高效采煤工作面的配套要求。

2. 进一步提高掘进机的截割能力

目前国内煤岩掘进机已渐趋成熟,但截割硬度一般为 $f=6\sim 8$,由于我国煤矿煤岩巷道岩石硬度差异很大,为了能适应大部分煤田地质条件的要求和部分较软全岩巷道的开拓,应开发功率更大的掘进机,并通过增加截割力和机组自重等方式,实现截割岩石的要求。

3. 推进机电一体化技术

可以通过对防爆电磁阀、防爆传感器等的攻关,实现截割断面监控技术、离机操作技术、故障诊断技术、地面对主机的实时监控技术。

4. 开展对重要元部件的研究

主要包括这样几个方面:截割硬度为 $f=10\sim 12$ 的截割头和截齿的攻关;内置可伸缩截割滚筒的攻关;机载大功率快速钻、装、锚一体化的锚杆钻机的攻关;电气控制系统的攻关;井下机载通讯网络的攻关;大功率小体积截割电动机的攻关;等等。

四、刮板输送机

工作面刮板输送机随着综采技术的发展而继续向高产高效、自动化的方向发展,其发展趋势是:

(1) 向大型化发展。装机功率为 $2\times 800\text{ kW}\sim 4\times 800\text{ kW}$,输送能力为2 500~4 500

t/h, 输送距离为 300~350 m, 链条规格为 $\phi 48$ mm~ $\phi 52$ mm, 溜槽内宽为 1 300~1 500 mm。

(2) 向高耐久性、高可靠性方向发展。减速器耐久性试验指标应通过 1 500~2 000 h 耐久性试验, 输送机溜槽过煤量大于 6 Mt, 事故率小于 3%。

(3) 向智能化、自动化方向发展。采用 CST 可控驱动装置和 ACTS 自动调链装置及工况监测系统。

(4) 向标准化、规范化方向发展。输送机零部件普遍标准化, 规范化, 保证设计、加工质量和水平。

(5) 向高适应性发展。适应不同综采工艺的工作面刮板输送机, 如综放工作面刮板输送机、刨煤机用输送机等, 将继续得到发展。

五、带式输送机

近年来, 我国在带式输送机驱动装置的研究方面做了许多工作, 并先后研制出调速型液力耦合器和 CST 等软启动装置, 实现启动加速度可控, 基本解决了原有刚性启动方式带来的输送机启动时的冲击等问题。其中, 液力耦合器的传动功率大, 能够适应大型带式输送机的驱动要求, 但是它的调速精度和效率均较低; CST 装置的调速精度较高, 但目前国产的 CST 装置的最大传动功率仅为 500 kW。

1. 实现在线检测和实时监控

输送机运行状态的在线检测和实时监控不仅有助于了解设备的运行状况, 提高设备运行的稳定性和可靠性, 也是煤矿安全生产必不可少的技术手段。同时带式输送机输送带的张力和速度等实时检测数据还可为动态性能研究和其他关键技术和元部件的研究提供依据。我国的监控设备不仅功能少, 而且灵敏度和可靠性都较差, 急需进行这方面的研究以缩小与国外的差距。

2. 开展动态性能研究

带式输送机的动态性能研究是带式输送机研究的基础, 只有充分了解输送机运行时的动态特性, 才能提出对各主要元部件的性能要求的发展方向。迄今为止, 我国的输送机动态特性研究仅停留于理论分析阶段, 急需相关的试验研究与验证。

3. 加强主要元部件研究

输送机的控制系统和主要元部件, 如驱动装置、张紧装置、清扫装置、高速托辊、自移机尾、高效储带装置等, 都需要研究和改进, 以适应不断发展的煤矿生产的需要和输送机向大型化、高速化发展的要求。其中, 驱动装置应发展大功率、调速精度和效率高的液粘可控传动装置, 如能实现国产化, 可大大提高大型带式输送机的发展速度; 自动张紧装置应实现张紧力实时可测并可控, 提高响应速度和响应精度, 提高张紧行程, 满足长距离、大运量、高速度带式输送机的要求。托辊是输送机上大量使用的易耗品, 现有的国产托辊普遍存在的问题是运行阻力大、使用寿命短(仅为国外同类产品的 30%~40%), 解决这两个问题不但能够降低输送机的初期投资成本, 而且能够大大降低输送机系统的运行维护成本。

4. 开展经济性和可靠性研究

经济性和可靠性研究在我国基本处于空白, 由于现代化的高速发展, 设备越来越趋向

大型化,投资成本相当大,因此,做好设备投资的经济性和可靠性研究,有助于合理选择投资方案,杜绝不必要的损失和浪费。

5. 开展对特殊机型输送机的研究

我国煤矿的地质条件复杂,为了适应不同场合物料输送和满足环保的要求,应积极开发特殊机型输送机,如高倾角带式输送机、管状带式输送机、弯曲带式输送机和垂直提升输送机等。