

Yeya Chuandong Yu
Caijue Jixie

液压传动 与 采掘机械

王启广 杨寅威 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

014009745

TD42
02

要對等內

液压传动与采掘机械

主 编 王启广 杨寅威
副主编 李炳文 黄嘉兴



中国矿业大学出版社



北航

C1695977

014000410 -

内 容 提 要

本书介绍了液压传动的基本知识和煤矿井下采掘机械的结构组成、工作原理、主要性能参数、选型原则、配套关系和使用维护。全书共分四篇,第一篇液压传动,第二篇采煤机械,第三篇采煤工作面支护设备,第四篇掘进机械。本书取材方面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,采用最新标准规范,注意理论与实践相结合、基础知识与实用技术相结合。

图书在版编目(CIP)数据

液压传动与采掘机械/王启广,杨寅威主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2013.6

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1894 - 0

I. ①液… II. ①王…②杨… III. ①液压传动—高等学校—教材②采掘机—高等学校—教材 IV. ①TH137②TD420.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 115763 号

书 名 液压传动与采掘机械

主 编 王启广 杨寅威

责任编辑 何 戈 耿东锋

责任校对 周俊平

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

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

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 18.5 字数 459 千字

版次/印次 2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷

定 价 28.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

中国是世界上最大的煤炭生产和消费国。煤炭在中国一次能源生产和消费结构中一直占 70% 以上,是支撑中国经济社会发展最稳定的能源。中国的资源赋存特点决定了在未来较长时期内,煤炭仍将是中国的主要能源。改革开放 30 多年来,特别是近年来,中国煤炭工业实现了快速发展。煤炭市场化改革取得重大进展,结构调整步伐加快,自主创新能力增强,煤炭产量大幅增长,矿区环境恢复与治理机制基本建立,煤矿安全生产形势稳定好转,为保障国家能源安全稳定供应和国民经济发展作出了巨大贡献。

我国以煤炭企业为主体的技术创新体系初步建立,煤机装备也取得重大进展。在煤矿采掘装备方面,大功率电牵引采煤机、大功率刮板输送机、高端液压支架等装备的研制取得了重大突破。国产成套煤机装备在 4~6 m 厚煤层实现了年产 600 万 t, 8 m 厚煤层综放开采实现了年产 800 万~1 000 万 t。我国采掘装备技术已达到国际先进水平。

我国采掘装备行业将紧紧围绕中国煤炭工业的发展方向和高产高效矿井建设的实际需要,瞄准国际先进水平,注重引进与吸收国外先进机电一体化、智能化、自动化控制技术,将其应用于中国煤矿机械装备上。重点做好自动化综采工作面设备及总体配套研究、薄煤层自动化刨煤机成套设备与技术、年产 800 万 t 一次采全高智能化综采成套装备研究、年产 1 000 万 t 放顶煤智能化综采成套装备研究、自动化掘进技术及成套装备研究和电力传动技术等课题。

本书取材方面力图反映国内外采掘机械的新技术、新成果和发展趋势,结合作者长期的教学和科研实践,采用最新标准规范,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,加强基础知识讲述,有助于深入理解和掌握,便于教学和自学。对于不同类型专业和教学对象,可选取各自侧重的内容组织教学。

本书绪论、第二篇由王启广编写,第一篇由杨寅威编写,第三篇由李炳文编写,第四篇由黄嘉兴编写。全书由王启广统稿。

本书在编写过程中,得到了有关科研院所、机械制造公司等单位的大力支持和帮助,也参考了诸多教材和论著,谨此一并表示感谢。

由于编者水平所限及时间仓促,书中难免存在不足及错漏之处,敬请同行专家和读者批评指正。

编 者

2012 年 11 月

目 录

绪论	1
第一节 我国机械化采煤发展历史	1
第二节 机械化采煤类型	2
第三节 矿山机械中的液压传动	5
复习思考题	6
第一篇 液压传动	
第一章 液压传动基本知识	9
第一节 液压传动工作原理	9
第二节 液压传动基本参数	11
复习思考题	13
第二章 工作液体	14
第一节 工作液体的物理性质	14
第二节 工作液体的类型和选用	18
复习思考题	21
第三章 液压泵	22
第一节 液压泵工作原理	22
第二节 液压泵主要性能参数	23
第三节 齿轮泵	25
第四节 叶片泵	28
第五节 柱塞泵	30
复习思考题	35
第四章 液压执行元件	36
第一节 液压马达	36
第二节 液压缸	43
复习思考题	48

第五章 液压控制阀	49
第一节 概述	49
第二节 压力控制阀	50
第三节 流量控制阀	55
第四节 方向控制阀	58
第五节 电液伺服控制阀	67
第六节 电液比例控制阀	68
复习思考题	70
第六章 液压辅助元件	71
第一节 密封装置	71
第二节 油箱	74
第三节 油管 and 管接头	75
第四节 过滤器	77
第五节 蓄能器和热交换器	79
复习思考题	81
第七章 液压基本回路	83
第一节 主回路及液压系统分类	83
第二节 压力控制回路	85
第三节 速度控制回路	86
第四节 方向控制回路	90
复习思考题	91
第八章 液压系统使用与故障处理	93
第一节 液压系统使用与维护	93
第二节 液压系统和元件检修	94
第三节 液压系统故障分析与处理	95
复习思考题	99
第二篇 采煤机械	
第一章 采煤机概述	103
第一节 采煤机总体结构	103
第二节 采煤机截割部	105
第三节 采煤机行走部	114
第四节 采煤机附属装置	122
复习思考题	126

第二章 MG900/2210—WD 型采煤机	127
第一节 采煤机组成与特点	127
第二节 截割部	129
第三节 行走部	134
第四节 附属装置	136
复习思考题	140
第三章 刨煤机	141
第一节 刨煤机工作原理	141
第二节 刨头结构	143
复习思考题	147
第四章 采煤机技术参数及其选型	148
第一节 采煤机主要技术参数	148
第二节 采煤机选型	155
复习思考题	157
第五章 采煤机使用维护	158
第一节 采煤机维护保养	158
第二节 采煤机常见故障分析与处理	160
复习思考题	168

第三篇 采煤工作面支护设备

第一章 单体支护设备	171
第一节 单体液压支柱	171
第二节 金属顶梁	176
第三节 切顶支柱	177
第四节 推移顶梁液压支架	178
复习思考题	179
第二章 液压支架工作原理和分类	180
第一节 液压支架工作原理	180
第二节 液压支架分类	182
复习思考题	185
第三章 液压支架结构	186
第一节 薄煤层液压支架	186
第二节 中厚煤层液压支架	187

152	第三节 大采高液压支架	190
153	第四节 特大采高液压支架	192
154	第五节 特种液压支架	193
155	第六节 液压支架结构选择	197
156	第七节 乳化液泵站	205
157	复习思考题	208

第四章 顶板分类与液压支架选型 209

161	第一节 采煤工作面顶板组成及其分类	209
162	第二节 液压支架架型选择	212
163	第三节 液压支架参数确定	214
164	第四节 综采工作面设备配套	216
165	复习思考题	219

第五章 液压支架使用维护 220

167	第一节 液压支架操作	220
168	第二节 液压支架维护与保养	223
169	第三节 液压支架故障处理	224
170	第四节 乳化液泵站故障处理	227
171	复习思考题	228

第四篇 掘进机械

第一章 钻孔机械 231

173	第一节 气动凿岩机	232
174	第二节 液压凿岩机	235
175	第三节 凿岩台车	239
176	复习思考题	242

第二章 装载机械 243

181	第一节 耙斗装载机	243
182	第二节 铲斗装载机	247
183	第三节 扒爪装载机	251
184	第四节 立爪装载机	253
185	复习思考题	256

第三章 掘进机 257

187	第一节 部分断面掘进机	257
188	第二节 全断面掘进机	267

复习思考题.....	271
第四章 掘进机使用维护.....	272
第一节 掘进机操作与维护保养.....	272
第二节 掘进机常见故障处理.....	280
复习思考题.....	282
参考文献.....	283

绪论

第一节 我国机械化采煤发展历史

在石油、天然气、水力发电和核动力获得巨大发展的今天,煤炭仍是我国一次能源的主体。采掘机械化是煤炭工业增加产量、提高劳动生产率、改善生产条件、保障安全生产的必要技术手段,也是煤炭生产过程中节约能源、人力和降低原材料消耗的有效技术措施。

建国以来,我国煤矿采掘机械化从无到有,不断发展,日趋完善。生产技术从过去的手镐落煤,人力拉筐、背筐的生产方式发展为普通机械化采煤和综合机械化采煤。我国采掘机械化与世界上主要产煤国家采掘机械化的发展过程是相似的,虽然起步较晚,也大致经历了以下几个发展阶段:

20世纪50年代,是机械化采煤的初级阶段。采煤工作面使用截煤机和康拜因和模锻链刮板输送机,主要用木支柱支护顶板。掘进工作面使用ЭПМ—1型后卸式铲斗装岩机、C—153型装煤机。

20世纪60年代,采煤机械化得到初步发展。先后研制成功MLQ—64、MLQ—80型单滚筒采煤机,MLS₁、MLS₂双滚筒采煤机以及MBJ—1、MBJ—2型刨煤机,与圆环链可弯曲刮板输送机配套,采用金属摩擦支柱和金属铰接顶梁,形成普通机械化采煤工作面。掘进工作面推广使用耙斗装载机。

20世纪70年代是采煤机械化的大发展时期。一方面,生产采煤机、刮板输送机、金属支柱等,实现普通机械化采煤成套设备配套;另一方面,研制综合机械化采煤设备。1974年,北京煤矿机械厂、郑州煤矿机械厂试制垛式液压支架,张家口煤矿机械厂、西北煤矿机械厂试制配套刮板输送机。1978年,组织专业化生产,重点发展三机(采煤机、输送机、掘进机)、一架(液压支架)、一装备(煤矿安全仪器及装备)及单体液压支柱。70年代末期,开始为煤矿提供成套中、厚煤层综合机械化采煤设备。

1974年,从英国、西德、法国、波兰、苏联引进43套综采设备装备重点煤矿。1978年从西德、英国、日本引进100套综采设备,同时引进部分关键元部件的制造技术和产品检验技术装备。此外,从美国、英国、日本、奥地利等国引进100台煤巷、半煤巷掘进机。

20世纪80年代是采掘机械化的全面发展时期。以技贸结合方式引进AM500型采煤机、AM50型掘进机、S100型掘进机技术。国内采煤机形成MG、MXA、AM三大系列,总功率达750 kW,理论生产能力达800 t/h;工作面输送机以SGZ730和SGZ764机型为主,装机功率264~400 kW,运输能力达700~1000 t/h;液压支架主要有掩护式支架(ZY系列,6个类型)和支撑掩护式支架(ZZ系列,3个类型),针对厚煤层分层开采开发铺网液压支架。

20世纪90年代初,采煤装备基本立足国内,形成比较完整的研究、设计、制造、测试、检

修体系。一是在完善中强调综采的整体配套性,完成“八五”国家攻关项目“日产 7 000 t 综采成套设备的研制”。二是对工作面主要生产设备进行改造提高和更新换代。采煤机向大功率、电牵引,多电动机、横向布置,大截深,快速牵引,实现微机工况监测和故障诊断方向发展。工作面输送机向提高运输能力、实现交叉侧卸、采用封底溜槽和可控驱动装置方向发展。液压支架向优化架型设计、增大工作阻力、提高移架速度方向发展,开发成功手动快速移架系统和大流量供液系统,邻架智能和程序控制的电液系统完成工业性试验。三是完善系统配套和提高可靠性,开展综采工作面 and 采区地质保障系统、高效辅助运输系统、开采设备工况监测和故障诊断系统、安全保障系统、采区供电系统以及煤巷快速掘进和锚杆支护等攻关并取得进展。

20 世纪 90 年代,我国综采发展中最具影响的创新成果是综采放顶煤技术的试验成功。综放开采技术实验研究始于 1982 年,1984 年开始工艺与装备的工业性试验。80 年代大体处于摸索试验阶段,主要是进行缓倾斜与急倾斜条件下综放开采工艺和高、中、低位综放支架的工业性试验。1990 年前后综放开始在一批缓倾斜厚煤层采区推广应用以取代厚煤层分层开采。目前综放技术已在条件适宜的矿井推广应用。

进入 21 世纪以来,国内多家单位联合进行了“厚煤层高效综采关键技术与成套装备”、“年产 6 Mt 综采成套装备研制”项目研究,正在进行“年产千万吨级矿井大采高综采成套装备与关键技术”项目研究,开发研制了高可靠性大采高综采成套装备,改变了我国大采高高端综采装备依赖进口的局面。同时以此为契机,全面提升了我国煤机行业设计、制造水平,进而全面提高了国产综采装备的生产能力和可靠性,建立了大采高综采技术体系。

综合机械化采煤已成为先进采煤国家的主要采煤技术,特别是以信息技术和机电一体化技术为核心的综合自动化采煤技术的发展,使煤炭工业正发生着深刻的变革,加快由劳动密集型向技术密集型转变。在矿井开采方面,以年产千万吨的大型综采工作面为核心的生产工艺,从根本上改变了矿井生产面貌;人工智能和专家咨询系统相结合,为智能化综合机械化采煤开辟了途径。

我国现代化采煤技术在快速发展的同时,尚需不断研究开发新技术:高强度开采工作面装备智能化技术研究,真正实现煤机装备的自动控制,工作面无人化将是主要的发展方向;开展提高工作面成套装备系统可靠性的综合技术研究;开展安全、环境与采煤的协调开采技术研究;开展高强度开采条件下围岩活动规律研究;等等。

第二节 机械化采煤类型

目前世界各国广泛采用长壁采煤法。综合机械化采煤工作面的长度一般在 200 m 以上,推进长度也不断加大。加长工作面主要是为了减少采煤机进刀次数,相对增加工作面有效截割时间,以提高工作面单产;延长工作面走向长度则可减少设备搬家次数,增加有效生产时间,提高设备利用率。长壁工作面用可弯曲刮板输送机运煤。爆破采煤工艺用钻爆法落煤,人工装煤,木支柱或金属摩擦支柱支护。机械化采煤工作面用采煤机械落煤和装煤。按照支护机械化程度分为:普通机械化(简称普采)采煤工艺,用单体支柱支护;综合机械化(简称综采)采煤工艺,用液压支架支护。

普通机械化采煤工作面如图 0-1(a)所示。若采用单滚筒采煤机,可根据煤层厚度和夹

矸情况,进行单向或双向采煤。煤层厚度接近滚筒直径,且不粘顶板,可以双向采煤,每个行程中都推移输送机。煤层较厚且粘顶,特别是顶板易冒落时,向工作面上方的行程中,滚筒贴着顶板截割,以便即时挂顶梁支护近煤壁顶板;向下行程中,滚筒贴着底板截割并清除浮煤,以便推移输送机。由于悬挂顶梁、架设和回收支柱费工、速度慢,普通机械化采煤工作面生产效率较低,安全性较差。普通机械化采煤工作面也可采用双滚筒采煤机。

综合机械化采煤工作面[图 0-1(b)]采用双滚筒采煤机,通常双向采煤。骑槽式采煤机运行的前滚筒贴着顶板截割,后滚筒贴着底板截割。爬底板采煤机则相反,前滚筒贴底、后滚筒贴顶截割。滚筒的螺旋叶片把碎落的煤炭装进可弯曲刮板输送机,再经刮板转载机和可伸缩带式输送机运出。滞后于采煤机的输送机中部槽和液压支架,可以随着向前推移。如此从工作面一端到另一端往复进行采煤。每个行程结束后,需要调换滚筒的上、下位置,如果带有挡煤板,还应将挡煤板翻转到滚筒的另一侧,以便进行相反方向的采煤行程。综合机械化采煤不仅可以增加产量和提高工效,改善劳动条件和作业安全,也利于实现矿井集中化生产,简化生产系统,提高综合经济效益。但综合机械化采煤工作面的初期投资较大。

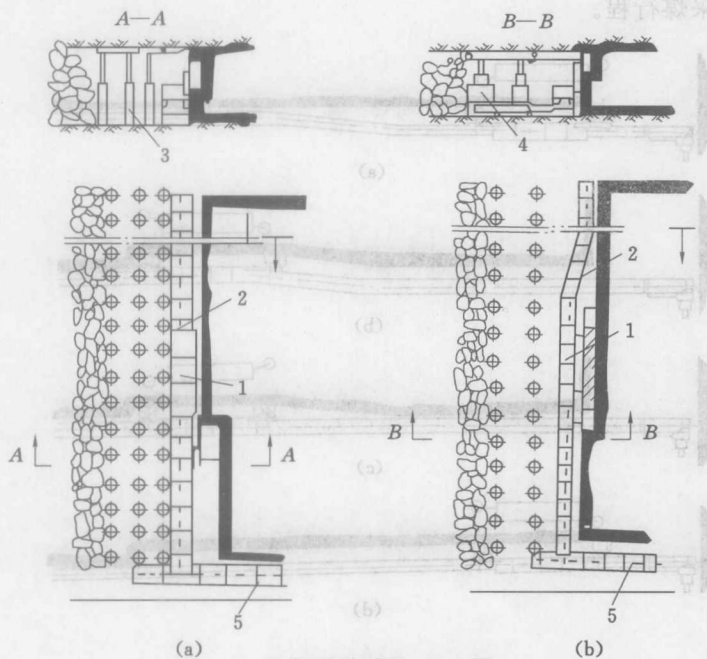


图 0-1 机械化采煤工作面

(a) 普通机械化采煤工作面; (b) 综合机械化采煤工作面

1——滚筒采煤机; 2——刮板输送机; 3——单体支柱; 4——液压支架; 5——转载机

除滚筒采煤机外,也可用刨煤机实现普通机械化采煤或综合机械化采煤。煤刨在每个行程中切入煤层较浅,需要较频繁地推移输送机。经过几个行程,顶板暴露相当宽度后,才能架设一排立柱(普采工作面)或推移液压支架(综采工作面)。

由于刮板输送机的电动机和减速器装在机头部,因而机头部比中部槽高。加上滚筒不对称布置和其他结构限制(如牵引式行走机构的圆环链张紧装置),采煤机滚筒不能截割工作面的全部长度。刨煤机工作面也有类似情况。采煤机或刨煤机采不到的煤壁,需要用人

工或其他设备事先采掉,工作面才能正常推进,使采煤作业持续不断。这就是在工作面两端开切口。设计时式工作面开切口,开切口需要消耗较多的时间和人力,是效率较低的生产环节,有时可能成为提高工作面生产率的瓶颈。切口的存在又增加了工作面端头顶板管理的困难。所以,应尽可能缩短切口,最好能不开切口。即使滚筒能够达到工作面的全部长度,但如果还不能超越煤壁长度时,仍需要开切口,或存在滚筒怎样切进煤壁的问题。

一般可用端部斜切进刀把滚筒斜切进入煤壁(图 0-2),采煤机从工作面一端牵引之前,先把输送机中部槽推移成在离采煤机大约 20 m 范围内逐渐弯曲,而其余部分则贴上煤壁[图 0-2(a)]。翻转挡煤板和对调两个滚筒的上下位置后牵引采煤机,输送机引导滚筒逐渐切入煤壁达一个截深[图 0-2(b)],经过弯曲段时要防止滚筒截割输送机铲煤板。翻转挡煤板和对调两个滚筒的上下位置后,推直输送机中部槽并推移支架,反向牵引采煤机[图 0-2(c)],直达工作面端头而结束进刀过程。翻转挡煤板和对调两个滚筒上下位置后,可以开始一个新的采煤行程[图 0-2(d)]。采煤机到达工作面的另一端后,用同样方法斜切进刀,进行反方向的采煤行程。

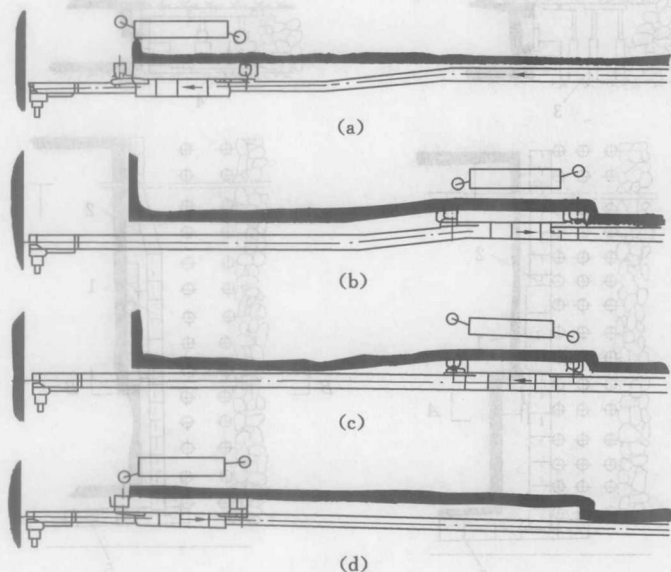


图 0-2 端部斜切进刀

用端部斜切进刀,采煤机要在一段相当长的距离内往返行走,故作业时间较长,效率较低,但因对机械设备没有特殊要求,比较容易推广。如果输送机在工作面中部弯曲,就发展成为半工作面斜切进刀(图 0-3)。半工作面斜切进刀操作简单,节省时间,浮煤装得干净,采煤过程也连续。

用半工作面斜切进刀的每个行程开始时,采煤机停在工作面一端(如下端)[图 0-3(a)],把离它较远的上半个工作面的输送机中部槽推向煤壁,调整好滚筒和挡煤板位置后,快速牵引采煤机清除底煤和浮煤。到达工作面中部时[图 0-3(b)],降低行走速度,滚筒先斜切进刀,达整个截深后,便正常开采上半个工作面,液压支架也可随着向前推移。采煤机到达工作面上端后,把输送机中部槽推直,调整好滚筒和挡煤板位置[图 0-3(c)],用类似方法进行

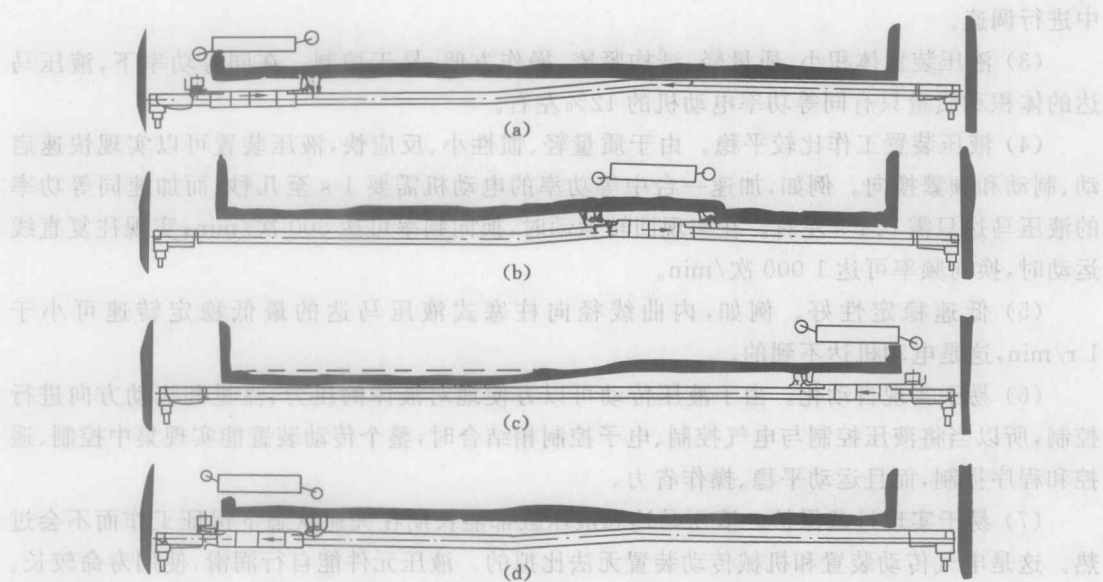


图 0-3 半工作面斜切进刀

反向采煤行程。行程结束后,再推移上半个工作面的输送机中部槽[图 0-3(d)],准备下一个采煤行程。

如果滚筒端面装有截齿,并有排出碎煤的窗孔,输送机横向推移的力量又足够大,就可以把滚筒钻入煤壁而达到进刀目的。这时采煤机只需要在 1 m 左右的短距离内往返行走,以排出碎煤,效率比较高。但滚筒不能带挡煤板。

只有当滚筒能够超越煤壁长度时,才完全不需要开切口,进刀也较容易。

第三节 矿山机械中的液压传动

从 20 世纪 40 年代起,液压传动技术就用于矿山机械。1945 年,德国制造了第一台液压传动的截煤机,实现了牵引速度的无级调速和过载保护。接着,美国、英国、苏联等国家在采煤机上应用了液压传动。1954 年,英国研制成功了液压支架,出现了综合机械化采煤技术,从而扩大了液压传动在矿山机械中的应用。

由于液压传动容易实现往复运动,并且可保持恒定的输出力和转矩,因此采煤机的滚筒调高,液压支架的升降、推移、防倒、防滑和调架,单体液压支柱的升降都唯一地采用了液压传动。

随着液压技术和微电子技术的结合,液压技术已走向智能化阶段。在微型计算机或微处理器的控制下,进一步拓宽了液压技术的应用领域。无人采煤工作面的出现、喷浆机器人的研制成功,都是液压技术和微电子技术结合的成果。可以预见,在矿山机械设备中,液压技术会得到更加广泛的应用。

液压传动与电力传动和机械传动相比,具有一系列适用于采掘机械的优点:

- (1) 易于实现直线往复运动和旋转运动,在高压下可以获得很大的力和转矩。
- (2) 调速性能好,易于实现无级调速,调速范围大,速比高达 1:2 000,且可在运行过程

中进行调速。

(3) 液压装置体积小、质量轻、结构紧凑、操作方便、易于控制。在同等功率下,液压马达的体积和质量只有同等功率电动机的 12% 左右。

(4) 液压装置工作比较平稳。由于质量轻、惯性小、反应快,液压装置可以实现快速启动、制动和频繁换向。例如,加速一台中等功率的电动机需要 1 s 至几秒,而加速同等功率的液压马达只需 0.1 s 左右。在实现回转运动时,换向频率可达 500 次/min;实现往复直线运动时,换向频率可达 1 000 次/min。

(5) 低速稳定性好。例如,内曲线径向柱塞式液压马达的最低稳定转速可小于 1 r/min,这是电动机达不到的。

(6) 易于实现自动化。由于液压传动可以方便地对液体的压力、流量和流动方向进行控制,所以当将液压控制与电气控制、电子控制相结合时,整个传动装置能实现集中控制、遥控和程序控制,而且运动平稳、操作省力。

(7) 易于实现过载保护。液压马达和液压缸都能长期在失速状态下保证工作而不会过热。这是电气传动装置和机械传动装置无法比拟的。液压元件能自行润滑,使用寿命较长。

(8) 由于液压元件已实现了标准化、系列化和通用化,液压系统设计、制造和使用都比较方便,液压元件的布置也具有较大的灵活性。

液压传动的缺点如下:

(1) 液压传动在工作过程中有较多的能量损失(摩擦损失、泄漏损失等),长距离输送时更是如此。

(2) 液压传动对油温变化比较敏感,它的工作稳定性易受到温度的影响,因此不宜在温度很高或很低的条件下工作。

(3) 为了减少泄漏,液压元件在制造精度上要求较高,因此它的造价较高,而且对工作介质的污染比较敏感。

(4) 液压传动系统出现故障时不易查出原因。

随着科学技术的进步、设计水平和制造工艺的提高,液压传动的应用范围将越来越广。

复习思考题

1. 我国煤矿采掘机械化的发展历史如何? 各发展阶段的特点如何?

2. 机械化采煤有哪些主要类型? 各有何特点?

3. 简述采煤机滚筒切入煤壁的方法。

4. 液压传动有哪些优点和不足?

第一篇

液压传动

