



高等学校“十二五”重点规划教材

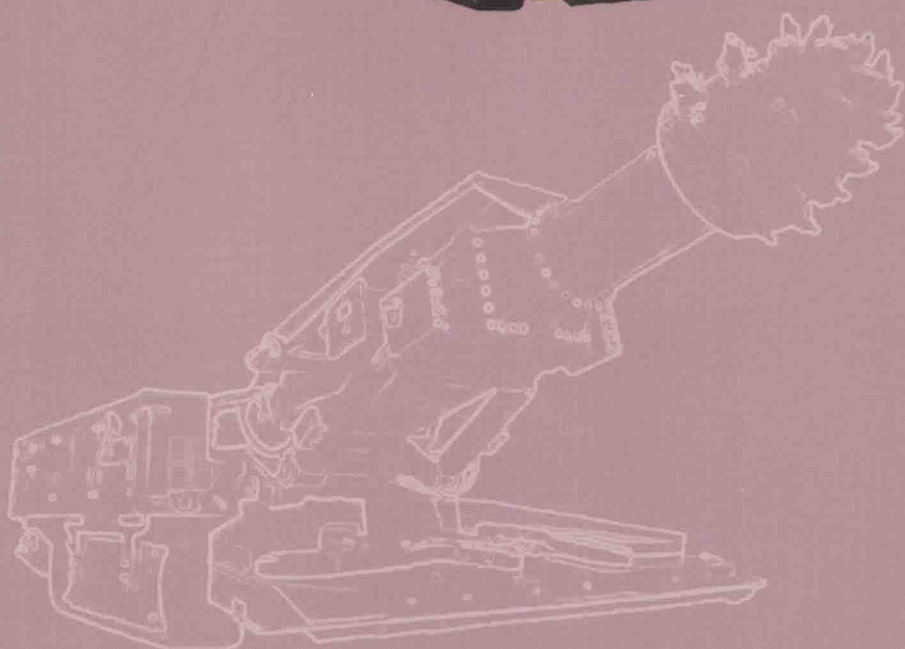
煤炭行业高等学校煤矿机械毕业设计系列教材（第三册）

煤矿采掘机械

系列主编 刘春生

本册主编 孙月华 赵存友 王本永

本册主审 吴卫东



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

国家特色专业建设点、黑龙江省重点专业建设资助



高等学校“十二五”重点规划教材

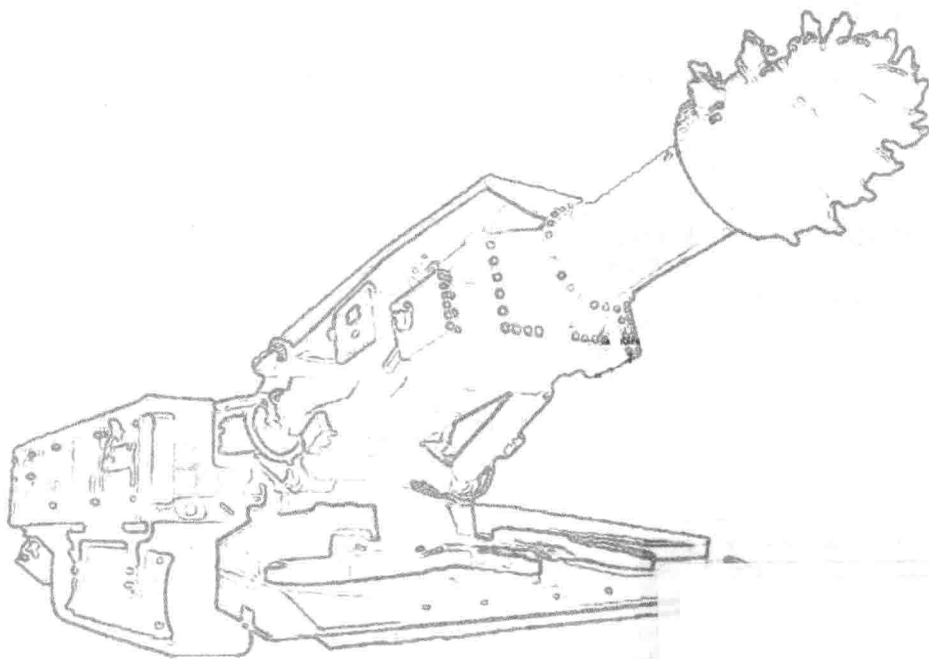
煤炭行业高等学校煤矿机械毕业设计系列教材（第三册）

煤矿采掘机械

系列主编 刘春生

本册主编 孙月华 赵存友 王本永

本册主审 吴卫东



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是煤矿机械毕业设计系列教材之一,以煤矿采煤、掘进、支护机械为主。全书共分3章:第1章为采煤机械,介绍了采煤机的发展、采煤机的工作原理、采煤机的结构、采煤机的设计方法和设计实例;第2章为掘进机械,介绍了掘进机的发展、掘进机的工作原理、掘进机的结构、掘进机的设计方法;第3章为液压支架,介绍了液压支架的发展、液压支架的工作原理、液压支架的结构、液压支架的设计方法。本书提供了设计参考图样和常用设计参考书目,供学生设计时使用。

本书以实用性为主,突出矿业特色,培养特色鲜明,使用方便,系统性强,内容全面,可供煤炭院校和其他工科院校机械设计专业的学生使用,同时也可作为煤矿相关企业设计和制造技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿采掘机械 / 孙月华, 赵存友, 王本永主编. — 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2012. 12

煤矿机械毕业设计系列教材

ISBN 978-7-5661-0476-2

I. ①煤… II. ①孙… ②赵… ③王… III. ①采煤机械-高等学校-教材 ②掘进机械-高等学校-教材
IV. ①TD42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 292651 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂
开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16
印 张 16.75
字 数 415 千字
版 次 2014 年 1 月第 1 版
印 次 2014 年 1 月第 1 次印刷
定 价 34.00 元
<http://www.hrbeupress.com>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

煤矿机械毕业设计系列教材编审委员会

顾 问:王国法 王铁军

主 任:刘春生

副主任:周广林 吴卫东 刘元林

委 员:(以姓氏笔画为序)

于风云 王本永 孙月华

刘训涛 张文生 张志平

张艳军 芦玉梅 李德根

陈国晶 林海鹏 侯清泉

姜 伟 姜 斌 胡金平

赵存友 唐庆菊 徐 鹏

常 禄 康 宇 曹 贺

韩建勇 靳立红

序

PREFACE

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020年)指出,要全面提高高等教育质量,提高人才培养质量。在《纲要》的战略主题中指出,教育要“坚持能力为重,优化知识结构,丰富社会实践,强化能力培养,着力提高学生的学习能力、实践能力、创新能力”。面对经济全球化的发展,科技进步的日新月异和人才竞争的日趋激烈,我国科技发展的总体目标之一是:到2020年进入创新型国家行列,为在本世纪中叶成为世界科技强国奠定基础。科技创新,人才为本。创新型国家的建设,离不开高素质的创新人才。提高教育教学质量是高等教育发展的核心任务,煤炭高等教育要主动适应建设创新型国家的科技发展要求。

煤炭是我国重要的基础能源和原料,在今后相当长的时期内,煤炭在我国国民经济、社会发展和国家能源安全中仍然具有举足轻重的战略地位。为推动煤炭行业科学发展、安全发展和可持续发展,人才培养是关键。毕业设计是本科人才培养最重要的实践性教学环节,煤矿机械毕业设计系列教材能够有效促进机械专业毕业设计质量稳步提高,将毕业设计 with 知识能力培养相结合,毕业设计 with 工程实际问题相结合,毕业实习、毕业设计 with 人格培养相结合,以此提高学生工程设计能力和培养煤矿机械领域的实用型人才,突出特色培养。

刘春生教授所带领的矿山机械系列课程教学团队是黑龙江省优秀教学团队,所依托的专业——机械设计制造及其自动化专业是黑龙江省重点专业,国家特色专业建设点。该团队多年来讲授煤矿机械设计与制造系列课程,具有丰富的教学和科研经验。这套系列教材的主要特点:

该系列教材矿业特色突出,内容精炼,汇集了煤矿采掘机械、煤矿提升运输机械、煤矿流体机械等典型煤矿机械,及煤矿机械制造工艺与夹具、煤矿机械液压传动,将煤矿典型机械的设计与制造融为一体。

该系列教材培养特色鲜明,体现了工程与实践相结合的教育理念。工程实践能力是高级应用型人才的一项重要素质,也是学生适应社会需要的一项重要能力。该系列教材以培养学生的工程意识、工程素质和工程实践能力为根本,以提高学生实践能力和创新能力为目标,使学生的知识和理论固化为素质,转化为能力。

该系列教材使用方便,围绕不同类型的设计题目,每册自成体系,针对性和实用性强。书中编写了相关的方案设计内容,强调方案设计的重要性,加强学生对总体方案的设计能力。根据毕业设计的需要收集了较常用的设计资料,减少了学生查找资料的困难。

这是一套矿业类机械设计制造及其自动化专业的特色教材,是毕业设计难得的指导丛书,是煤矿机械概论课的主要参考书。希望该系列教材能在毕业设计指导中发挥重要的作用,也希望煤炭行业的广大青年学生、工程技术人员和科技工作者,努力学习、潜心钻研、勇于创新,为我国煤炭事业的发展和创新型国家目标的实现,贡献自己的聪明才智。

煤炭科学研究总院首席科学家
国家级有突出贡献专家
中央联系的高级专家

刘春生

2011.4.20

前言

PREFACE

为方便学生更好地进行“机械设计”方向的学习,更好地掌握设计方法和设计步骤,培养学生机械设计的工程实践能力,做好毕业设计,为顺利走上工作岗位打下坚实的基础,我们编写了这本毕业设计方面的指导教材,供煤炭院校和其他工科院校机械设计专业的学生使用。

本书是煤矿机械毕业设计系列教材之一,以煤矿的采煤、掘进、支护为主,全书共分三章:第1章为采煤机械,介绍了采煤机的发展、采煤机的工作原理、采煤机的结构、采煤机的设计方法和设计实例;第2章为掘进机械,介绍了掘进机的发展、掘进机的工作原理、掘进机的结构、掘进机的设计方法;第3章为液压支架,介绍了液压支架的发展、液压支架的工作原理、液压支架的结构、液压支架的设计方法。书中还编写了相关方案设计的内容,强调方案设计的重要性,加强学生对总体方案的设计能力。根据毕业设计的需要本书提供了设计参考图样和常用设计参考书目,供学生设计时使用。本书所采用图样标注采用最新国家标准,供学生设计时参考。

本书由孙月华、赵存友、王本永主编,吴卫东主审。参加本书编写的还有张艳军、李德根、靳立红。本书由孙月华主持和统稿。第1章由孙月华编写;第2.1节~第2.6节由赵存友编写、第2.7节由张艳军编写;第3.6节、3.7节由王本永编写、第3.4节、3.5节由李德根编写;第3.1节~第3.3节由靳立红编写。本书在编写的过程中得到了鸡西煤矿机械有限公司的领导和技术人员的帮助,同时在编写的过程中还参考了国内一些专家的专著,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限加之时间仓促,书中不当之处在所难免,恳请广大读者朋友批评指正。

编 者
2013年1月

目 录

第1章 采煤机械	1
1.1 采煤机的发展概况与趋势	2
1.2 滚筒式采煤机	4
1.3 其他类型采煤机	48
1.4 采煤机机械传动系统设计案例	54
1.5 采煤机机械传动图样选编	96
参考文献	105
第2章 掘进机械	106
2.1 掘进机发展现状	106
2.2 典型悬臂式掘进机	111
2.3 掘进机总体设计	135
2.4 悬臂式掘进机部件设计	142
2.5 全断面巷道掘进机概述	165
2.6 钻孔机械概述	168
2.7 装载机概述	176
参考文献	186
第3章 液压支架	187
3.1 液压支架的发展概况与趋势	187
3.2 液压支架的分类与型号编制	190
3.3 液压支架的组成与工作原理	193
3.4 一般型液压支架	196
3.5 特殊型液压支架	199
3.6 液压支架主要部件的结构	210
3.7 液压支架设计	226
参考文献	252
附录	253

第 1 章 采煤机械

本章要点:

本章简要介绍了采煤机的发展概况与趋势,滚筒式采煤机的组成与分类、工作方式和工作参数,截割部、牵引部、辅助装置、液压牵引采煤机的液压传动系统、电牵引采煤机的调速特性、采煤机的选用,以及其他类型采煤机(刨煤机、连续采煤机)的组成、结构和工作原理,给出了采煤机机械传动系统设计案例(包括总体方案设计、原理方案设计、结构方案设计、总体布局设计及主要参数确定、方案评价、采煤机主要参数选择计算、齿轮的载荷计算及齿轮与轴的材料的选用、齿轮几何参数与强度计算、截割部轴与轴承强度校核)和采煤机机械传动图样。

煤炭是我国的主要能源,在已探明的化石能资源中煤炭约占 94%,是国民经济和社会发展不可缺少的物质基础。我国正处在全面建设小康社会的现代化进程中,经济和社会的发展对煤炭的需求快速增长。2004 年全国煤炭产量达到 19.56 亿吨,约占能源生产总量的 71%,占能源消费总量的 65%,居世界第一位;2005 年全国煤炭产量达 21.9 亿吨;2006 年全国煤炭产量达 23.25 亿吨;2011 年全国煤炭产量达 32 亿吨,但煤炭供应仍出现了紧张的局面。据预测,2020 至 2030 年期间,中国将出现煤炭产量的峰值,这个峰值之后,在节能减排、科技进步及可再生能源规模化成为支柱型能源的前提下,中国煤炭产量将有可能接近 40 亿吨的水平。按目前生产矿井和在建矿井能力分析,供应缺口仍巨大。满足国民经济当前和长远发展对煤炭的需求、保障能源安全、提升煤炭产业生产力水平和核心竞争力、保障煤炭供应能力是今后一段时期的重大任务。

采煤工作是在采煤工作面完成的,采煤工作面的主要工作是破煤、装煤、运煤和顶板控制。首先要将煤从整体的煤壁上截割破碎下来,然后把破碎下来的煤装入工作面输送机运出工作面,再经过工作面巷道及煤矿的运输提升系统运到地面。煤采出后的裸露空间、采煤工作人员及设备必需的空间维护和保障由顶板控制来完成。采煤机是完成破煤、装煤两个功能的机械设备,采煤机能够截割破碎煤量的多少决定了采煤工作面的煤炭产量,采煤机也决定了产出煤炭的质量(块煤率、含矸率等),采煤机还决定了工作面能否通过地质构造的能力。

在采煤机械化的发展过程中,采煤机的发展始终处于主导地位。我国采煤机技术经过半个多世纪的发展,从国外设备和技术引进、国外设备仿制、自主产品技术研制、国际合作研制、自主技术创新等发展过程,我国的采煤机技术理论和产品从无到有,已形成了开采范围为 0.8~6.0 m、适应倾角为 0~60°、总装机功率最大达 2 215 kW 的具有自主知识产权的采煤机产品和理论基础。

1.1 采煤机的发展概况与趋势

1. 采煤机的发展概况

采煤机的发展和采煤工作面机械化的发展是密切相关的。我国的采煤工作面机械化经历了打眼放炮采煤(炮采)、普通机械化采煤(普采)、高档普通机械化采煤(高档普采)和综合机械化采煤(综采)四个阶段。

20 世纪 50 年代是以打眼放炮采煤为主的阶段。破煤是用煤电钻在煤壁上钻出炮眼,装入安全炸药,爆破把煤破碎,人工用板锹把破碎的煤装入刮板输送机。为了增加爆破时的自由面,提高爆破效果以及装煤时能有平滑的底板,使用了截煤机在靠近底板处掏槽。截煤机采用截盘式截割机构,牵引机构用卷绳筒和钢丝绳,主电动机两端出轴同时驱动截割部和牵引部。运煤采用可拆卸搬移的刮板输送机。顶板控制采用木支柱和木顶梁。截煤机和刮板输送机之间有一排木支柱,所以采完一刀以后,要把刮板输送机拆卸,用人工搬到新的位置重新安装。为了减轻人工打眼和人工装煤的繁重体力劳动,在截煤机的基础上,从前苏联引进技术制造了采煤康拜因(联合采煤机),它采用截框式截割机构(框形截盘+破碎杆+破碎盘),主电动机和牵引部不变,在截割部后面再拖上一个独立的刮板抛射式装煤机,把破碎下来的煤越过一排木支柱装入刮板输送机。由于功率小、截深大、产量低,需要专用机道,采煤后悬顶面积大,需人工跟进支护,顶板不易控制,在采煤机和刮板输送机之间有一排支柱,刮板输送机必须拆卸后人工搬移并重新安装。因此,20 世纪 50 年代每个采煤工作面的月产量只有几千吨。

20 世纪 60 年代,出现了普通机械化采煤。破煤和装煤工作使用浅截深单滚筒式采煤机,装煤工作采用铠装式可弯曲刮板输送机,顶板控制采用摩擦式单体金属支柱和铰接式金属顶梁。刮板输送机中部槽得到加强,采煤机可以不用专门的机道骑在中部槽上行走,采煤机截深减小了,采煤后裸露的顶板可以用铰接顶梁来支护,在采煤机、刮板输送机和煤壁之间没有了支柱,可弯曲刮板输送机可以用推移千斤顶向前推移,不用再拆卸后人工搬移,摩擦式单体金属支柱代替了木支柱,不仅节约了木材,对煤层厚度变化的适应性也增强了,同时提高了支撑力。普通机械化采煤使用的采煤机是浅截深单滚筒式采煤机,采用滚筒式截割机构,螺旋滚筒同时完成破煤和装煤。牵引机构先用摩擦绳筒和悬挂在工作面全长上的钢丝绳,张紧的钢丝绳和摩擦绳筒之间靠摩擦力使采煤机移动,后来牵引机构改进为主链轮和悬挂在工作面全长上的牵引链(圆环链),两者啮合使采煤机移动,其主电动机同时驱动截割部和牵引部工作。MLQ-64 是我国 1964 年仿制波兰的第一台浅截深单滚筒式采煤机,把固定滚筒改进为带摇臂可调高的螺旋滚筒以后,定型为 MLQ-80 型。其主电动机的小时功率为 80 kW(长时功率为 60 kW),牵引速度为 0~2.5 m/min,最大牵引力 90 kN。1971 年研制的 DY150 型单滚筒式采煤机,主电动机的小时功率为 150 kW,牵引速度为 0~6 m/min,最大牵引力为 120 kN。

高档普通机械化采煤是在普采的基础上,把摩擦式单体金属支柱改为单体液压支柱而成的。由于摩擦式单体金属支柱在支撑时依靠斜铁支撑(后曾用支撑器),费时费力,初撑力达不到要求,工作阻力只能是增阻式,不是恒阻式;回柱时要人工用大锤操作,费力且极不安全。单体液压支柱克服了摩擦单体金属支柱的上述缺点,使采煤工作面的煤产量得到提高,据 1985 年的统计,普采工作面平均月产为 10 000~20 000 t(2006 年达到 16 028 t),高

档普采工作面平均月产为 16 113 t(2006 年达到 23 884 t)。高档普采使用的采煤机主要是单滚筒式采煤机。

采煤工作面产量的提高,使得单体支柱的支撑、搬移和回柱的工作量大大增加,矿工的劳动强度也相应增加,限制了煤产量的进一步提高,也限制了采煤机和刮板输送机技术和性能的进一步发展。于是我国从 20 世纪 70 年代开始研制综合机械化采煤设备。

综合机械化实现了采煤工作面全部机械化生产,破煤、装煤使用双滚筒式采煤机,运煤使用刮板输送机,顶板控制使用液压支架,消除了繁重的人工体力劳动。综合机械化采煤的出现、完善和推广使用为采煤机械化开创了新的时代。采煤能力大幅度提高,综采工作面平均月产量从 1977 年的 21 688 t 提高到 2006 年的 105 320 t,平均每工效率从 1977 年的 6.540 t 提高到 2006 年的 37.885 t,实现了高产高效,为煤矿集约化生产创造了条件,出现了一矿一面的高产高效矿井。综合机械化的使用范围也扩大了。我国最早为综合机械化研制的采煤机是 1970 年设计的。1978 年鉴定的 MD-150 型双滚筒式采煤机,主电动机功率为 150 kW,牵引速度为 0~6 m/min,最大牵引力为 160 kN,最大截割高度为 2.5 m。1975 年仿制的 MLS₃-170 型双滚筒式采煤机,主电动机功率为 170 kW,牵引速度为 0~9.33 m/min,最大牵引力为 210 kN,最大截割高度为 2.6 m。以上两种采煤机都是液压调速,牵引机构为牵引链和牵引链轮。为提高生产能力的要求,要增加采煤机的截割功率,同时也必须加大牵引速度和牵引力,而采用牵引链和牵引链轮的牵引机构却限制了牵引力的提高,并且在实际使用中出现了一些不安全的因素,由于悬挂在工作面全长的牵引链仍然具有很强的弹性,在工作面往往由于它的弹跳造成附近人员的伤亡。如果牵引链断裂则危险性更大,由于弹性变形量大往往出现链轮的排链不畅引起卡链现象,弹性也使采煤机移动很不稳定。因此,在 20 世纪 70 年代末出现了“无链牵引”。无链牵引有两种形式,一种是油缸迈步行走式,另一种是轮轨啮合行走式。前者没有获得推广;后者获得普遍推广,使用的是轮轨啮合式行走机构。由此,采煤机由“链牵引”变成了“轮轨啮合式行走”。轮轨啮合式行走一般都使用两个行走轮,使采煤机的牵引力增加,生产能力提高。最初研制的采煤机有 MG300-W 型采煤机和 MXA-300 型采煤机。MG300-W 型采煤机的主电动机功率为 300 kW(或 2×300 kW),牵引速度为 0~6 m/min,牵引力为 400 kN,最大截割高度为 3.8 m,采用销轮齿轨啮合式行走机构。后来又扩展成 MG400-W 型,主电动机功率增加大到 400 kW,行走机构改用齿轮销轨啮合式。MXA-300 型采煤机的主电动机功率为 300 kW,工作牵引速度为 0~4.17 m/min,最大工作牵引力为 400 kN,调动牵引速度为 4.17~8.35 m/min,最大牵引速度时的牵引力为 200 kN,采用齿轮销轨啮合式行走机构。

轮轨啮合式行走机构的使用允许进一步提高采煤机的牵引力,但是,牵引力的增加和牵引速度的提高要求行走功率加大,而液压调速装置的功率决定于油压和流量。油压提高使得液压件和液压系统的可靠性降低,流量提高使得液压件和液压管路的尺寸加大。同时液压调速在使用中暴露了许多缺点,如对油液的清洁度要求高,效率低,发热高,可靠性差,矿物油不耐燃等。在大功率电力电子器件逐渐成熟的条件下,20 世纪 80 年代末 90 年代初开始研制电气调速的采煤机。我国第一台电气调速采煤机是 1986 年设计的 MG344-PWD 型薄煤层采煤机,采用非机载的变频调速装置,行走电动机的功率为 22 kW。

电气调速和采煤机总体结构横向布置的广泛应用,使得采煤机的生产能力得到大幅度提高,到了 21 世纪,发展更加迅速。目前采煤机的总装机功率已经超过 2 000 kW,最大牵引力已经超过 1 000 kN,最大工作牵引速度已经超过 10 m/min。2006 年,一个综采工作面的

最高年产量已经达到 1.44×10^7 t, 最高月产量达到 1.07×10^6 t。采煤机技术已经迈向自动化的阶段。

2. 采煤机的发展趋势

自 20 世纪 80 年代以来,采煤机在结构、性能参数、可靠性和易维修性等方面都有很大的改进。采煤机在增大功率、结构布置以及牵引方式上都有了划时代的发展,特别是进入 21 世纪以来,电牵引采煤机已成为主导发展方向。采煤机的发展趋势主要体现在以下几个方面。

(1) 增大功率和能力

为了适应煤炭生产的高产高效和在不同地质条件下快速截割煤岩的需要,不论厚、中厚和薄煤层采煤机均在不断增大装机功率和生产能力。单个截割电机已增大到 450 ~ 1 100 kW,双截割电动机采煤机装机总功率已达 2 000 kW 以上,最大的已达 2 925 kW,同时生产能力大幅度提高。由于增大截深和牵引速度,中厚以上煤层生产能力已达 1 500 ~ 2 000 t/h 以上。

(2) 电牵引采煤机已成为主导机型

目前电牵引采煤机已成为德国、英国、美国、日本和法国等主要采煤机生产国家的主导机型,有些国家液压牵引采煤机已停止发展。我国从 20 世纪 90 年代以来,也研制了多种电牵引采煤机,有交流电牵引和直流电牵引等。具有代表性的机型有 MG200/500 - WD 型、MG250/600 - WD 型、MG300/700 - WD 型、MCA63 - DW 型、MXA - 380E 型等,它们分别利用交流变频调速和直流调节励磁调速来实现行走调速。

(3) 增大牵引速度和牵引力,改进无链牵引机构

牵引速度由 5 ~ 6 m/min 提高到 15 ~ 16 m/min,同时在牵引机构上出现了多种强度高、挠性好、寿命长的链轨式无链牵引机构,并且牵引力也大幅度提高。

(4) 机器的结构布置有新发展

多电机横向布置、纵向布置、牵引截割合一、破碎滚筒采用独立电机等,改进了结构,便于组装,拆卸方便,便于使用维护。

(5) 截割滚筒改进

在滚筒改进方面增大截深、采用强力截齿、高压水射流喷雾降尘助切、滚筒设计 CAD、加固滚筒结构,出现了大截深(1 000 mm 以上)、厚叶片、高压水流达 10 MPa 以上的高效高质滚筒。

(6) 提高采区电压

20 世纪 80 年代以前,采区电压多为 1 000 V 左右,近年来随着大功率采煤机的诞生,其供电电压一般为 2 300 V, 3 300 V, 5 000 V 等。

(7) 采用微电子技术,实现机电液一体化和自动控制

现代采煤机一般均装有功能完善的用微处理机控制的数据采集、工况监测、故障诊断和自动控制系统,这是代表采煤机水平的重要标志。微处理机通过采集来自机器各部位的各种传感器检测拾取的信号,经过分析处理,对机器工况进行监测。

1.2 滚筒式采煤机

滚筒式采煤机是目前国内外采煤机械的主要类型,现在已经研发和生产出很多机型。它与刨煤机相比有许多优点:采高范围大,对各种煤层适应性强,能截割硬煤,并能适应较复杂的顶底板条件,还有利于实现综采设备配套和自动控制。因而,在国内外煤田开采领域,滚筒式采煤机得到了广泛的应用。现代滚筒式采煤机应具有如下特征:

- ①装机功率能满足采煤生产率要求;
- ②截割机构能适应煤层厚度变化且可靠工作,牵引机构能在工作过程中随时根据需要改变牵引速度,并能实现无级调速,以适应煤质硬度的变化,正常发挥机器效能;
- ③机身所占空间尽量小,对薄煤层采煤机尤为重要;
- ④可拆成几个独立的部件,以便入井和运输,也便于拆装和检修;
- ⑤所有电气设备都具有防爆性能,能在有煤尘瓦斯爆炸危险的工作面内安全工作;
- ⑥电动机、传动装置和牵引部等具有超负荷安全保护装置;
- ⑦具有防滑装置,以防采煤机沿煤层倾向自动下滑;
- ⑧具有内外喷雾灭尘装置;
- ⑨工作稳定可靠,操作简便,操作手把和按钮尽量集中,日常维护工作量小。

1.2.1 采煤机的组成及分类

1. 采煤机的组成

采煤机的类型很多,但基本上以双滚筒式采煤机为主,其基本组成部分也大体相同。双滚筒纵向单电机采煤机结构如图 1.1 所示。各种类型的采煤机一般都由下列部分组成。

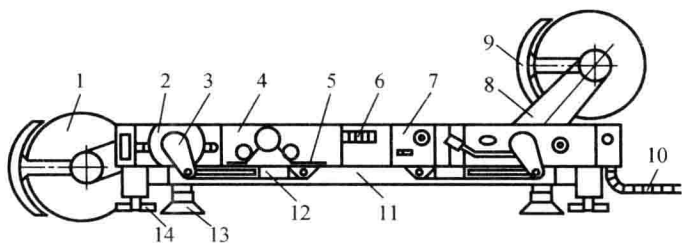


图 1.1 双滚筒纵向单电机采煤机

1—滚筒;2—截割部;3—调高小摇臂;4—牵引部;5—牵引链;6—电气控制箱;7—电动机;8—摇臂;
9—弧形挡煤板;10—拖缆装置;11—底托架;12—调高油缸;13—煤壁侧滑靴;14—采空区侧滑靴

(1) 截割部

截割部包括摇臂齿轮箱(对整体调高采煤机来说,摇臂齿轮箱和机头齿轮箱为一整体)、机头齿轮箱、滚筒及附件。截割部的主要作用是落煤、碎煤和装煤。

(2) 牵引部

牵引部由牵引传动装置和牵引机构组成。牵引机构是移动采煤机的执行机构,又可分为链牵引和无链牵引两类。牵引部的主要作用是控制采煤机,使其按要求沿工作面运行并对采煤机进行过载保护。

(3) 电气系统

电气系统包括电动机及其箱体和装有各种电气元件的中间箱(连接筒)。该系统的主要作用是为采煤机提供动力,并对采煤机进行过载保护及控制其动作。

(4) 辅助装置

辅助装置包括挡煤板、底托架、电缆拖曳装置、供水喷雾冷却装置,以及调高、调斜等装置。该装置的主要作用是同各主要部件一起构成完整的采煤机功能体系,以满足高效、安全采煤的要求。此外,为了实现滚筒升降、机身调斜以及翻转挡煤板,采煤机上还装有辅助

液压装置。

2. 采煤机的总体结构

图 1.1 所示为双滚筒纵向单电机采煤机。长壁回采工作面采煤机多用水平螺旋滚筒 1,并且通常采用双滚筒,两个滚筒一般对称地布置在机器的两端,采用摇臂 8 调高。这样布置不但有较好的工作稳定性,对顶板和底板的起伏适应能力强,而且只要滚筒具有横向切入煤壁的能力,就可以自开工作面切口。这一类采煤机的截割部多采用齿轮传动,并且为了加大调高的范围,多采用惰轮以增加摇臂的长度;电动机 7 和采煤机的纵轴相平行,采用单电动机传动时,穿过牵引部通常会有一根长长的过轴;采煤机的牵引部 4 和截割部 2 通常各自独立,用底托架 11 作为安装各部件的基体。

电动机 7 是采煤机的动力部分,它通过两端出轴驱动滚筒和牵引部。牵引部通过其主动链轮与固定在工作面两端的牵引链 5 相啮合,使采煤机沿工作面移动,因此牵引部是采煤机的行走机构。截割部 2 减速箱将电动机的动力经齿轮减速传到摇臂 8 的齿轮,以驱动滚筒 1。滚筒 1 是采煤机直接进行落煤和装煤的机构,称为采煤机的工作机构。滚筒上焊有端盘及螺旋叶片,其上装有截煤用的截齿,由螺旋叶片将落下的煤装到刮板输送机中。为了提高螺旋滚筒的装煤效果,滚筒侧装有弧形挡煤板 9,它可以根据不同的采煤方向来回翻转 180°。底托架 11 用来固定整个采煤机,并经其下部的四个滑靴 13 和 14 使采煤机骑在刮板输送机的槽帮上。采空区侧两个滑靴 14 套在输送机的导向管上,以保证采煤机的可靠导向。底托架内的调高油缸 12 和推拉调高小摇臂 3 用来升降摇臂 8,以调整采煤机的采高。采煤机的电缆和供水管用拖缆装置 10 夹持,并由采煤机拖着在刮板输送机的电缆槽中移动。电气控制箱 6 内装有各种电控元件,以实现各种控制及电气保护。为降低电动机截割部和牵引部的温度,采煤机提供了喷雾降尘装置,采煤机上还设有专门的供水系统和内外喷雾系统。

3. 采煤机的分类

目前,国内外滚筒式采煤机的种类很多,分类方式也各不相同。各种类型采煤机的分类方式、特点及适用范围见表 1.1 所示。

表 1.1 采煤机的分类方式、特点及适用范围

分类方式	采煤机类型	特点及适用范围
按滚筒数目	单滚筒式采煤机	机身较短,质量较轻,自开切口性能较差,适宜在煤层起伏变化不大的条件下工作
	双滚筒式采煤机	调高范围大,生产效率高,可在各种煤层地质条件下工作
按煤层厚度	厚煤层采煤机	机身几何尺寸大,调高范围大,采高大于 3.5 m
	中厚煤层采煤机	机身几何尺寸较大,调高范围较大,采高大于 1.3 ~ 3.5 m
	薄煤层采煤机	机身几何尺寸较小,调高范围小,采高小于 1.3 m
按调高方式	固定滚筒式采煤机	靠机身上的液压缸调高,调高范围小
	摇臂调高式采煤机	调高范围较大,挖底量大,装煤效果好
	机身摇臂调高式采煤机	机身短窄,稳定性好,但自开切口性能差,挖底量较小,适应煤层起伏变化小、顶板条件差等特殊地质条件

表 1.1(续)

分类方式	采煤机类型	特点及适用范围
按机身设置方式	骑输送机采煤机	适用范围广,装煤效果好,适用于中厚及其以上煤层
	爬底板采煤机	适用各种薄和极薄煤层的地质条件
按牵引传动方式	机械牵引采煤机	操作简单,维护检修方便
	液压牵引采煤机	控制、操作简单,功能齐全,适用范围较广
	电牵引采煤机	控制、操作简便,传动效率高,适用各种地质条件
按牵引工作机构	钢丝绳牵引采煤机	牵引力较小,一般适用于中小型矿井的普采工作面
	锚链牵引采煤机	中等牵引力,安全性较差,适用于中厚煤层工作面
	无链牵引采煤机	工作平稳、安全,结构简单,适应倾斜煤层开采
按牵引机构设置	内牵引采煤机	结构紧凑,操作安全
	外牵引采煤机	机身短,维护和操作方便
按使用煤层条件	缓倾斜煤层采煤机	设有特殊的防滑装置,适用于倾角 15° 以下的煤层工作面
	倾斜煤层采煤机	牵引力较大,具有特殊设计的制动装置,与无链牵引机构相配,适用于倾角 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的倾斜煤层工作面
	急倾斜煤层采煤机	牵引力较大,具有特殊的工作机构和牵引导向装置,适用于倾角 45° 以上的煤层工作面

1.2.2 采煤机的工作方式和工作参数

1. 采煤机的工作原理

采煤机割煤是通过螺旋滚筒上的截齿对煤壁进行切割实现的。采煤机装煤是通过滚筒螺旋叶片的螺旋面进行装载的,利用螺旋叶片的轴向推力,将从煤壁上切割下的煤抛到刮板输送机溜槽内运走。

单滚筒式采煤机[见图 1.2(a)和图 1.2(b)]滚筒一般位于采煤机下端,以使滚筒割落下的煤不经机身下部就运走,从而可降低采煤机机面高度(由底板到机身上表面)。单滚筒式采煤机上行工作时[见图 1.2(a)],滚筒割顶部煤并把落下的煤装入刮板输送机,割完工作面全长后,将弧形挡煤板翻转 180° ;机器下行工作时[见图 1.2(b)],滚筒割底部煤及装煤,并随之推移刮板输送机。这种采煤机沿工作面往返一次进一刀的采煤法称为单向采

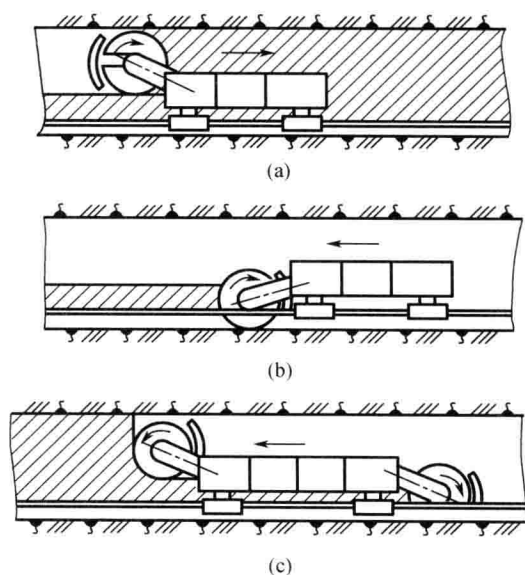


图 1.2 滚筒式采煤机的工作原理图

煤法。

双滚筒式采煤机工作时[见图 1.2(c)],前滚筒割顶部煤,后滚筒割底部煤。因此,双滚筒式采煤机沿工作面牵引一次,可以进一刀,返回时,又可进一刀,即采煤机往返一次进两刀,这种采煤法称为双向采煤法。

为了使滚筒落下的煤能装入刮板输送机,滚筒上螺旋叶片的螺旋方向必须与滚筒旋转方向相适应,对顺时针旋转(人站在采空区侧看)的滚筒,螺旋叶片方向必须右旋;逆时针旋转的滚筒,螺旋叶片方向必须左旋,可归结为“逆转左旋,顺转右旋”。

2. 采煤机的进刀方式

当采煤机沿工作面双向采煤时,每次截割完工作面全长后,工作面就向前推进一个截深的距离。在采煤机重新开始截割下一刀之前,首先要使滚筒切入煤壁,推进一个截深,这一过程称为进刀。综采工作面两端巷道的断面较大,刮板输送机的机头和机尾一般可伸进巷道。当采煤机截割到工作面端头时,其滚筒可截割至巷道,因此不需要人工预开切口,而由采煤机在进刀过程中自开切口。采煤机的进刀方式主要有斜切式进刀和正切式进刀两种,斜切式进刀又分为端部斜切进刀法和中部斜切进刀法。

(1) 端部斜切进刀法

利用采煤机在工作面两端 25 ~ 30 m 范围内斜切进刀的方法称为端部斜切进刀法,如图 1.3 所示。其操作过程如下。

①采煤机下行正常割煤时,滚筒 2 割顶部煤,滚筒 1 割底部煤[见图 1.3(a)],在离滚筒 1 约 10 m 处开始逐段移输送机。当采煤机割到工作面运输巷处(输送机头)时,将滚筒 2 逐渐下降,以割底部残留煤,同时将输送机移成如图 1.3(b)所示的弯曲形。

②翻转挡煤板,将滚筒 1 升到顶部,然后开始上行斜切[见图 1.3(b)中虚线],斜切长度约为 20 m,同时将输送机移直[见图 1.3(c)]。

③翻转挡煤板并将滚筒 1 下降割煤,同时将滚筒 2 上升,然后开始下行切割[见图 1.3(c)中虚线],直到工作面运输巷。

④翻转挡煤板,将滚筒位置上下对调,由滚筒 2 割残留煤[见图 1.3(d)],然后快速移过斜切长度(25 ~ 30 m)开始上行正常割煤,随即移动下部输送机,直到工作面回风巷时又反向牵引。重复上述进刀过程。

可见,端部斜切进刀法要在工作面两端近 20 m 地段使采煤机往返一次,翻转挡煤板及对调滚筒位置三次,所以工序比较复杂。这种进刀法适用于工作面较长、顶板较稳定的条件。

(2) 中部斜切进刀法(半工作面法)

利用采煤机在工作面中部斜切进刀的方法称为中部斜切进刀法,如图 1.4 所示。其操作过程如下。

①开始时工作面是直的,输送机在工作面中部弯曲[见图 1.4(a)],采煤机在工作面运输巷将滚筒 1 升起,待滚筒 2 割完残留煤后快速上行至工作面中部,装净上一刀留下的浮煤,并逐步使滚筒斜切入煤壁[见图 1.4(a)中虚线];然后转入正常割煤,直到工作面回风巷;再翻转挡煤板,将滚筒 1 下降割残留煤,同时将下部输送机移直。这时工作面是弯的,输送机是直的[见图 1.4(b)]。

②将滚筒 2 升起,机器下行割掉残留煤后,快速移到中部,逐步使滚筒斜切入煤壁[见图 1.4(b)中虚线],转入正常割煤,直到工作面运输巷;再翻转挡煤板,将滚筒 2 下降,即完

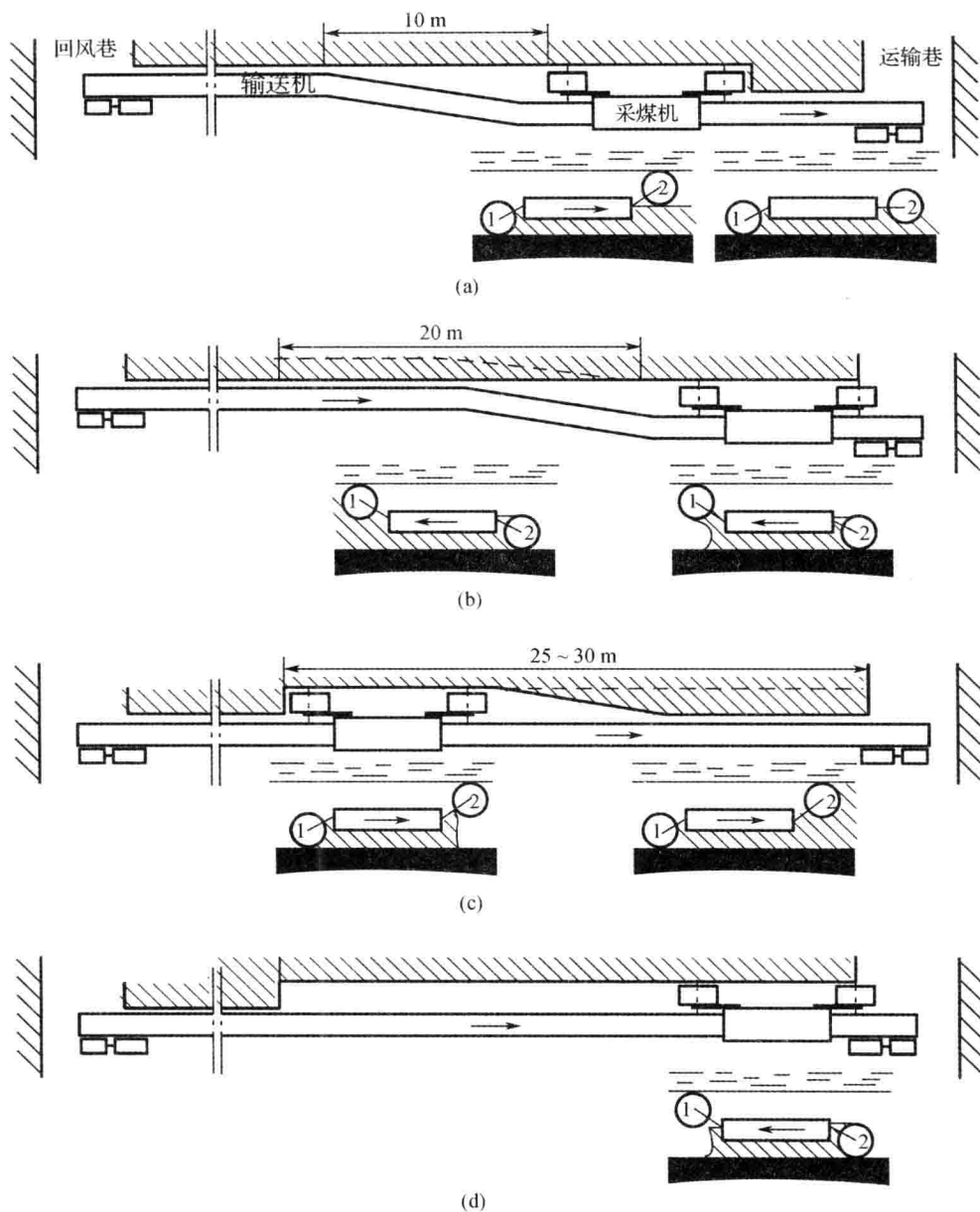


图 1.3 端部斜切进刀法示意图

成了一次进刀;然后将上部输送机逐步移成图 1.4(c)所示状态,即又恢复到工作面是直的,输送机是弯的位置。

③将滚筒 1 上升,机器快速移到工作面中部,又开始新的斜切进刀,重复上述过程。

中部斜切进刀法有以下特点:每进两刀只改变牵引方向(包括翻转挡煤板及对调滚筒位置)四次,工序比较简单,节省了时间;采煤机快速移动时可以装净上次进刀留下的浮煤,装煤效果好;采煤机割煤时,输送机机头处于不移动状态,且有一半时间输送机完全呈直线,故能延长输送机寿命;采煤机每割 1 刀要多运行 1 个工作面长度,但牵引速度高,因此所

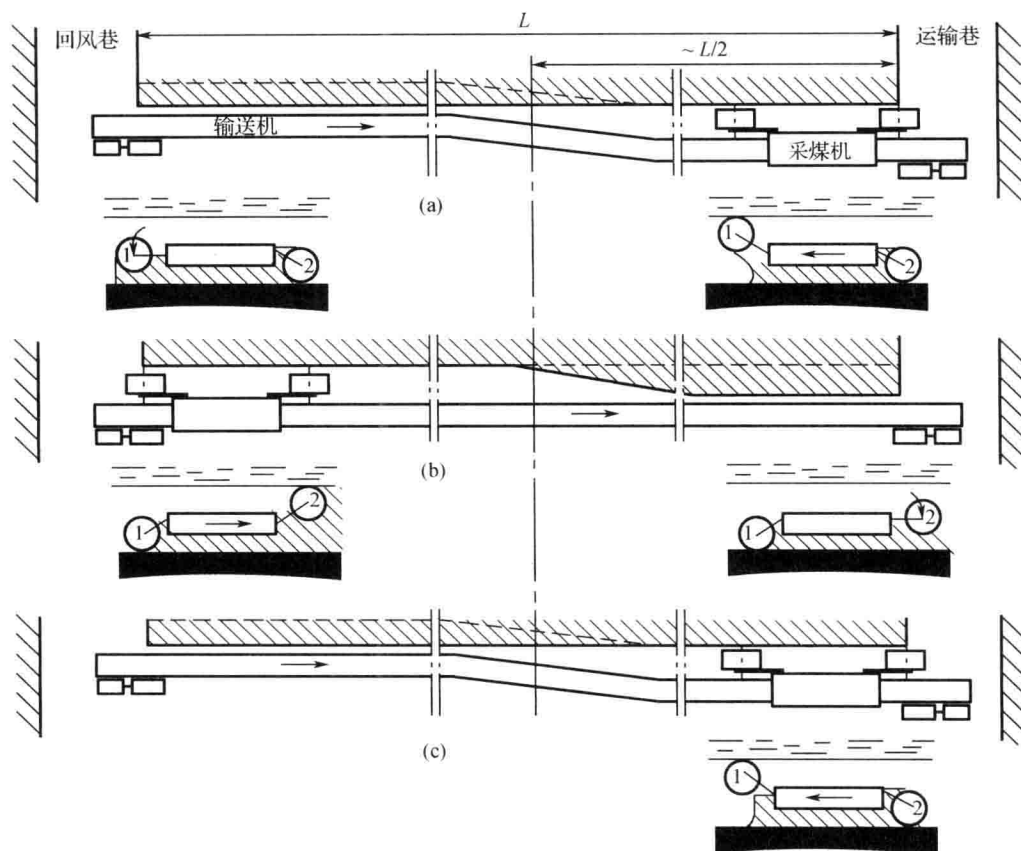


图 1.4 中部斜切进刀法示意图

花费的总时间仍不长;在滞后支护的条件下,采用中部斜切进刀法,空顶的面积和时间要比端部斜切进刀法大。因此,中部斜切进刀法适用于工作面较短、片帮严重的煤层条件。

(3) 正切进刀法(钻入法)

正切进刀法是在工作面两端用千斤顶将输送机及其上面的采煤机滚筒推向煤壁,利用滚筒端盘端面上的截齿钻入煤壁,以实现进刀。正切进刀法的操作过程如下,如图 1.5 所示。

①当采煤机割到工作面一端后[如图 1.5(a)],放下上滚筒,返回割一个机身长的底部煤,停机后,开始切口,则工作面如图 1.5(b)所示。

②开动滚筒,并靠推溜千斤顶将输送机连同采煤机强力推入煤壁。为便于钻入,在推溜同时将采煤机在 1 m 距离内往复牵引,直到钻入一个截深,如图 1.5(c)所示。

③滚筒切入后,变换前后滚筒高度,割去端面剩余残煤[如图 1.5(d)],再转入正常割煤状态。

正切进刀法的优点是,工作面空顶面积小,切入时间短,可提高工效。但此法只适于用无挡煤板的采煤机,且要求千斤顶推力大,并要求输送机、采煤机摇臂强度大,因此一般很少采用。

3. 采煤机的工作参数

采煤机的工作参数规定了滚筒式采煤机的适用范围和主要技术性能,它们既是设计采