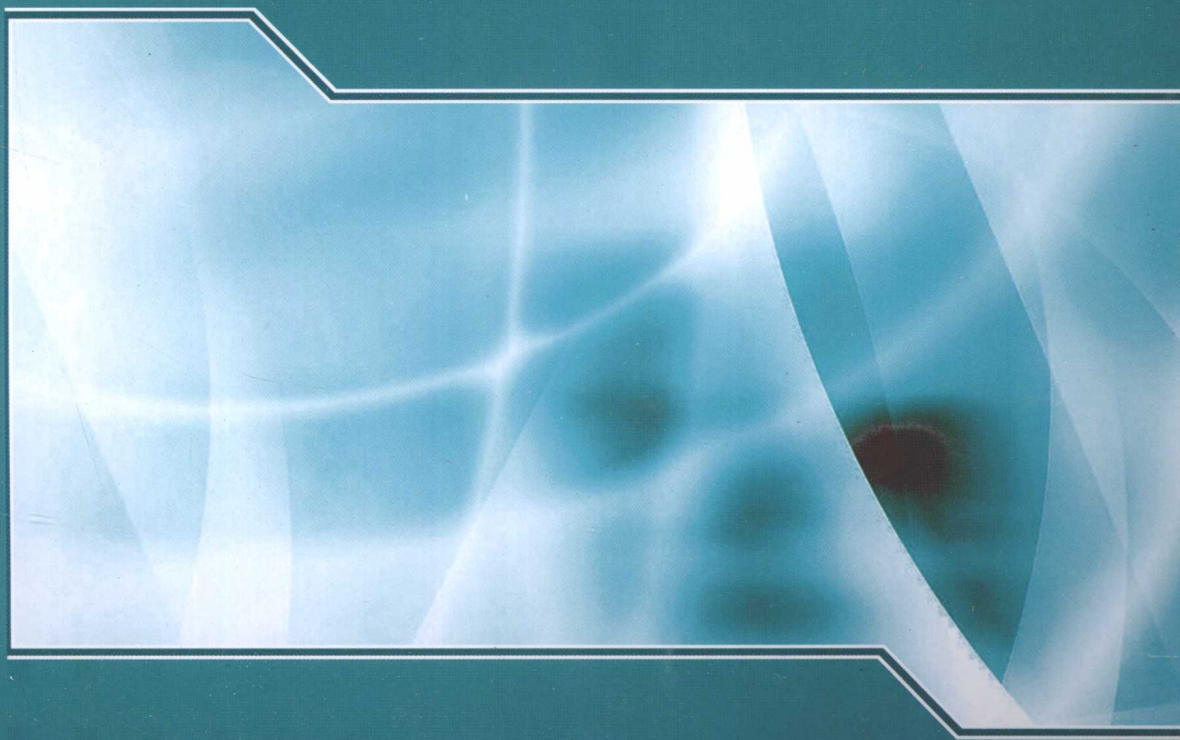


滚筒式采煤机工作机构

——刘春生 于信伟 任昌玉 著



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

滚筒式采煤机工作机构

刘春生 于信伟 任昌玉 著

哈尔滨工程大学出版社

内容简介

本书较系统地阐述了螺旋滚筒式采煤机工作机构设计的基础理论与应用,全书共分八章,其主要内容:煤岩体的物理力学性能;镐型截齿截割机理及力学模型基础;螺旋滚筒受力分析及采煤机负载特性;采煤机螺旋滚筒设计基础;采煤机螺旋滚筒调高机构设计;螺旋滚筒自动调高技术;和采煤机特种工作机构。本书对从事采煤机结构设计的研究人员和相关工程技术人员有着应用价值和参考意义,同时也可以作为高等院校相关专业研究生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

滚筒式采煤机工作机构/刘春生,于信伟,任昌玉
著. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 2010.5

ISBN 978-7-81133-782-2

I. ①滚… II. ①刘… ②于… ③任… III. ①滚筒式
采煤机 IV. ①TD421.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 085126 号

滚筒式采煤机工作机构

刘春生 于信伟 任昌玉 著
责任编辑 张晓彤

*

哈尔滨工程大学出版社

哈尔滨市南岗区东大直街 124 号(150001) 发行部电话:0451-82519328 传真:0451-82519699

<http://press.hrbeu.edu.cn> E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

黑龙江省教育厅印刷厂印刷 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:15.25 字数:322 千字

2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷 印数:1000 册

ISBN 978-7-81133-782-2 定价:27.00 元

前 言

螺旋滚筒是滚筒式采煤机的重要组成部分之一,随着煤炭生产技术、采掘装备的现代化,煤炭开采强度不断增大,对螺旋滚筒的设计、制造提出了更高的要求。本专著是作者在主持完成黑龙江省科技厅国际科技合作重点项目“硬煤截割工作机构的研制”,教育部科学技术研究重点项目“采煤机滚筒程控调高系统应用研究”等项课题基础上,经过长期的理论研究及工程应用,从理论设计的层面较系统地加以总结而完成的,有些技术方法已成功地应用于螺旋滚筒的设计中。

全书共八章。第1章概述部分,介绍了螺旋滚筒式采煤机工作机构的发展及其基本结构和参数。第2章煤岩体的物理力学性能,重点介绍了煤岩体的物理力学性能,以及复杂煤层的模拟。第3章镐型截齿截割机理及力学模型基础,重点讨论了镐型截齿的截割机理及力学模型。第4章螺旋滚筒受力分析及采煤机负载特性,主要分析了螺旋滚筒的受力特征,运用分形理论描述了截割阻力,实现了螺旋滚筒上负载的模拟研究。第5章采煤机螺旋滚筒设计基础,主要介绍了螺旋滚筒设计的基本要求,端盘、叶片上截齿布置形式及安装角度,分析了截齿的失效形式,阐述了采煤机的喷雾灭尘系统。第6章采煤机调高机构设计,对调高机构进行了力学分析和运动学分析,确定了优化设计的方法。第7章螺旋滚筒自动调高技术,介绍了煤岩体识别的一般方法,重点论述了记忆程控截割的基本理论、方法和技术特征。第8章采煤机特种工作机构,简单介绍了采煤机上其他常见的特种工作机构。

影响采煤机螺旋滚筒设计质量的因素很多,且有些因素具有很大的不确定性,因此,螺旋滚筒设计一直是采煤机工作机构设计的难点之一。希望本书的编写能对采煤机螺旋滚筒的理论设计及其工程技术应用起到一定的推进作用。本书在编写过程中参考了国内外一些学者的论著,在此表示感谢。由于作者水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

刘春生 于信伟 任昌玉

2010年3月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 采煤机工作机构	1
1.2 螺旋滚筒的基本结构	3
1.3 螺旋滚筒的发展	4
1.4 螺旋滚筒的结构参数	6
第 2 章 煤岩体的物理力学性能	13
2.1 煤岩体的构造特点	13
2.2 煤岩体的物理性能和力学性能	14
2.3 复杂煤层的模拟	20
第 3 章 镐型截齿截割机理及力学模型基础	32
3.1 镐型截齿平面截割对称截槽的基本力学模型	33
3.2 重复截割非对称截槽的力学模型	40
3.3 镐型截齿切向楔入煤岩体时的截割阻力计算模型	49
第 4 章 螺旋滚筒负载特性及其受力分析	53
4.1 螺旋滚筒式采煤机负载特性	53
4.2 螺旋滚筒受力分析	57
4.3 截割阻力的曲线分形特征	62
4.4 螺旋滚筒的轴向力	68
4.5 螺旋滚筒工作机构运动学分析	78
4.6 螺旋滚筒上载荷的模拟	81
4.7 截割功率与牵引功率的关系模型	91
第 5 章 螺旋滚筒设计基础	94
5.1 螺旋滚筒设计的基本要求	94
5.2 螺旋滚筒的参数设计	94

5.3	螺旋叶片上截齿排列及安装角度	104
5.4	螺旋叶片形式对滚筒装煤性能的影响	118
5.5	端盘结构及其截齿排列	122
5.6	螺旋滚筒的飞轮效应	130
5.7	螺旋滚筒参数的优化设计	138
5.8	镐型截齿失效形式及其焊缝分析	147
5.9	滚筒式采煤机的喷雾灭尘系统	155
第6章	螺旋滚筒调高机构设计	165
6.1	调高机构的受力特性	165
6.2	调高机构的运动分析	169
6.3	调高机构的液压系统	174
6.4	螺旋滚筒调高机构的优化设计	179
第7章	螺旋滚筒自动调高技术	185
7.1	滚筒式采煤机自动调高技术简介	185
7.2	螺旋滚筒调高机构数学模型	190
7.3	采煤机螺旋滚筒记忆截割控制技术特征	197
7.4	采煤机螺旋滚筒记忆程控截割	202
7.5	记忆程控截割中的灰色预测	211
7.6	基于记忆截割的系统仿真	213
第8章	特种滚筒采煤机工作机构	222
8.1	螺旋钻采煤机工作机构	222
8.2	盘形滚刀螺旋滚筒	224
8.3	冲击式采煤机工作机构	227
8.4	特殊形式的螺旋滚筒	230
参考文献		233

第 1 章 概 述

螺旋滚筒式采煤机历史悠久,是煤炭开采中使用最为广泛的采煤设备。半个多世纪以来,我国采煤机技术经历了整机仿制、设备和技术引进、自主研发、国际合作与自主技术创新等阶段。采煤工作面也先后经历了打眼放炮采煤、普通机械化采煤、高档普通机械化采煤和综合机械化采煤四个阶段。为适应不同时期的开采要求,螺旋滚筒式采煤机从结构到功能经历了几个重要发展阶段:从不可调高的滚筒式采煤机、可调高单滚筒发展到可调高双滚筒适应顶底板变化且能自开缺口的采煤机;从钢丝绳牵引、锚链牵引到高可靠性的无链牵引采煤机;从液压驱动调速、机械驱动调速发展到性能优良和可监视监控的电气驱动调速采煤机;从驱动电动机纵向布置装机功率在 100 kW 左右,发展到多电动机驱动横向布置装机功率最大已达 2 400 ~ 2 700 kW 的采煤机。

由于煤炭资源不可再生,为提高资源利用率和开采效率,现代采煤机向超大功率和薄、极薄煤层开采两个方向发展。并逐渐将计算机技术和通信技术引入到采煤工作面,使其朝着可视化技术和远程控制技术方向发展,采煤工作面在线监测、系统故障诊断以及远程遥控,实现采煤工作面少人或无人值守的目标,提高井下自动化工作程度,减少煤矿重大事故率,最大限度地实现煤矿安全、高效的生产目标。

1.1 采煤机工作机构

采煤机工作机构的发展过程出现过很多种类型,如表 1.1 所示,工作机构是采煤机分类的主要标志,滚削式工作机构被广泛用于采掘机械上,如滚筒式采煤机和悬臂式掘进机,而螺旋滚筒经过鼓型滚筒、螺旋滚筒、强力滚筒、高寿命重型滚筒的不断发展成为采煤机工作机构的主流。螺旋滚筒是滚筒式采煤机工作机构的核心部件,是与被截割煤岩体直接接触的机构,它要完成落煤和装煤两个功能,其性能直接影响煤炭生产效能和煤炭生产质量。

表 1.1 采煤机工作机构类型

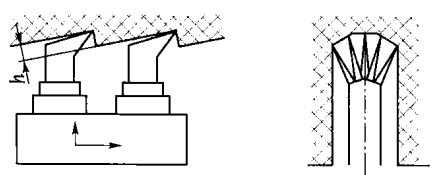
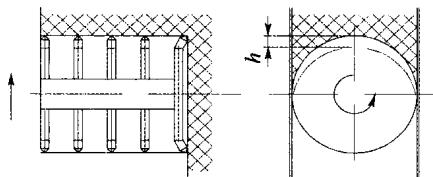
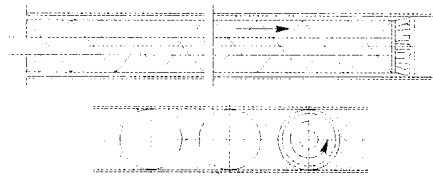
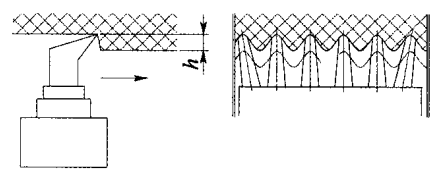
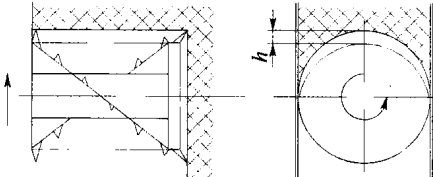
机构类型	工作原理图	应用情况及特点
1. 截链式		最古老的采煤机械之一,20 世纪 40 年代由前苏联最早研制成功。截煤机或深截式采煤机,用于掏槽辅助工作,不具备装煤能力,现已不常使用

表 1.1 (续)

机构类型	工作原理图	应用情况及特点
2. 钻削式		有单转子和多转子采煤机之分。结构比较复杂,适应性差,具备装煤能力,使用量小,以前在美国使用较多
3. 侧面铣削式		滚筒轴垂直顶底板,平行煤壁,立式滚筒采煤机顺煤层的层理截割,截割比能耗较低,有装煤能力,滚筒难以实现调高,现很少使用
4. 额面铣削式		齿冠式采煤机是额面铣削式的一种主要形式,工作原理类似螺旋滚筒式采煤机斜切进刀工况。不具有装煤能力,使用量小,20 世纪在前苏联和法国使用较多
5. 钻楔式		由前苏联研制,主要用于硬煤和黏性煤的开采。该种采煤机不具有装煤能力,实际应用过几种机型
6. 截楔盘式		首台样机是在前联邦德国研制、试验。截煤能力和效果并不明显,有螺旋叶片,有装煤能力,没能被推广使用
7. 滚刀式		滚刀装在螺旋滚筒上,有径向和切向两种布置方式。优势在于可以截割具有夹石层的煤岩体,在采煤机械上尚未得到推广,但在全断面掘进机上应用广泛

表 1.1 (续)

机构类型	工作原理图	应用情况及特点
8. 圆盘式		用于厚煤层螺旋滚筒式采煤机破碎机构。不具有装煤能力,目前没有作为主截煤的工作机构,一般作为破碎或辅助截割机构
9. 螺旋钻式		有单螺旋和多螺旋钻采煤机之分,乌克兰技术处于领先。主要用于极薄煤层开采,要求煤层条件高、回采率低,用量很少
10. 刨削式		刨煤机主要用于顶底及地质条件良好的薄煤层,与滚筒式采煤机相比用量不算多,德国在技术和产品上处于领先地位,且使用量较多
11. 侧面滚削式		螺旋滚筒轴垂直煤壁,平行顶底板,水平式螺旋滚筒采煤机在结构和工作性能上具有一定的优势,广泛应用于薄、中、厚各类煤层,是当代采煤的核心采煤机工作机构

1.2 螺旋滚筒的基本结构

螺旋滚筒承担着破煤和装煤的任务,采煤机的大部分功率都消耗在螺旋滚筒上,采煤机发展至今,螺旋滚筒的基本结构相似。如图 1.1 所示,螺旋滚筒包括端盘 10、螺旋叶片 6、筒毂 4、齿座 8 和截齿 9 等主要组成部分,为减少工作面粉尘还装有水管 3 和喷嘴 11 等灭尘导水辅件,另外,有些螺旋滚筒上还焊有螺旋叶片角筋 5、辅助螺旋叶片 2、叶片出煤口耐磨结构板 7 以及端盘耐磨防护块 1 等组成部分,用来增加叶片的强度和耐磨性,以提高螺旋滚筒和叶片的使用寿命。

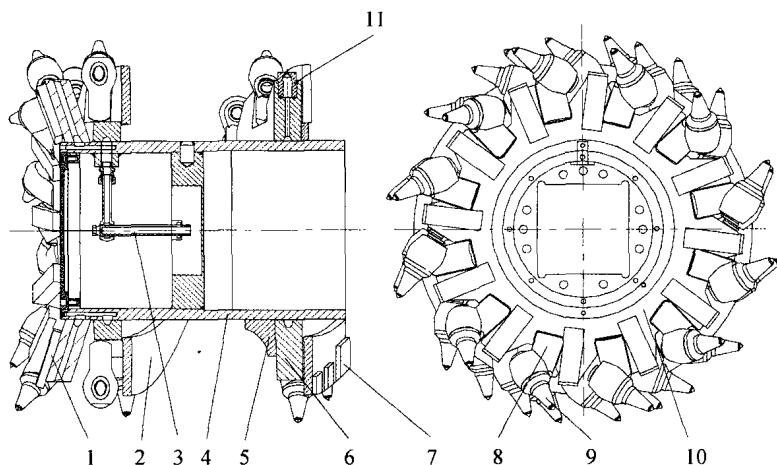


图 1.1 螺旋滚筒基本结构

1—端盘耐磨防护块;2—辅助螺旋叶片;3—水管;4—筒毂;5—螺旋叶片角筋;6—螺旋叶片;
7—叶片出煤口耐磨结构板;8—齿座;9—截齿;10—端盘;11—喷嘴

1.3 螺旋滚筒的发展

螺旋滚筒的发展与采煤机及采煤工作面机械化的发展密切相关。随着采煤机械化程度的提高,采煤机工作机构也由原来的仅有破煤功能,发展到既能破煤又能装煤,同时还可以保证高的工作效率,螺旋滚筒的结构细节也随之发生改变,主要经历了以下几个发展阶段。

1. 截盘

20 世纪 40 年代,前苏联和英国相继研制出了截煤机。炮采阶段,截煤机是重要的机械化设备。截盘是截煤机的主要截割机构,用于在煤层中靠近底板处掏出截槽,以增加爆破时的自由面,提高爆破效果,并能保证装煤时底板平整。图 1.2 为各种形式的截煤机及其截盘,早期的截盘为圆盘形或带有截杆的圆盘形和截杆式两种,其上装有破碎截齿,但因其使用效果较差而未被推广使用。横截盘式截煤机是一种主要的机型,截盘支撑在截煤部外壳上,工作时与机身成直角或近似直角,它包括截齿、齿座、链板、导向架和主从链轮等部分。平截盘和框形截盘的截链一般为单铰链形式,弯曲截盘和台阶形截盘一般使用双铰链形式,无论哪种形式的截盘其缺点都是齿座和链板磨损严重,使用寿命短。

2. 鼓形滚筒

截煤机很难满足煤矿高产高效的要求,为提高采煤机的开采能力和效率,将采煤机工作机构做成圆筒状,齿座按一定规律焊接在筒毂上。在 20 世纪 50 年代初期,英国和德国相继研制出了鼓形滚筒式采煤机。这种滚筒式采煤机能有效地破碎一定厚度的煤岩体,但滚筒不能调高,破碎的煤岩体直接落下,不能将煤装在输送机上,不具备装煤能力,因此,这种采煤机被称

为第一代滚筒式采煤机。现代采掘设备中,鼓形滚筒常用于联采机或短壁开采的采煤机上。

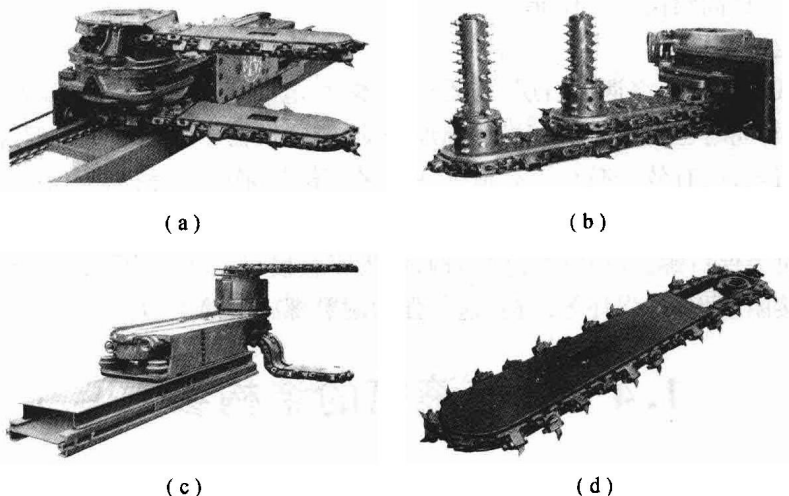


图 1.2 各种形式的截煤机及其截盘结构

(a) 双截盘式截煤机; (b) 双截杆式截煤机; (c) 弯曲截盘式截煤机; (d) 截盘

3. 普通螺旋滚筒

20 世纪 60 年代,英国、德国、法国和前苏联先后对采煤机进行了两项革命性改进:一是实现了滚筒调高;二是鼓形滚筒改成螺旋滚筒,奠定了现代化螺旋滚筒式采煤机械的基础。具有单螺旋滚筒且可调高的采煤机,称为第二代采煤机。1964 年出现的双滚筒采煤机,解决了工作面自开缺口问题,这种采煤机被称为第三代采煤机。现代滚筒式采煤机的工作机构几乎全是螺旋滚筒形式,螺旋滚筒从单个固定螺旋滚筒形式发展到单螺旋滚筒调高和双螺旋滚筒调高两种形式,以适应不同煤层地质条件,具有较强的截割能力。滚筒上一般焊有 1~4 个叶片,叶片上装有截齿,这种螺旋滚筒结构简单、制造方便,叶片能将破落的煤岩体抛向输送机,装煤效果好。截齿按一定形式排列,能有效地改善滚筒的受力状况,提高块煤的产出率。由于螺旋滚筒的截割阻力较大、工作面粉尘多,叶片上一般焊有喷嘴或辅助截割机构,以起到降尘和辅助截割作用,改善螺旋滚筒的工作条件。

4. 强力耐磨螺旋滚筒

普通螺旋滚筒在截煤质量和装煤效果上比鼓形滚筒有了较大的改善,但随着高产高效工作面对大功率采煤机工作可靠性要求的提高,螺旋滚筒在使用过程中,叶片外缘以及叶片端部出煤口处磨损严重,尤其在采煤机斜切进刀时端盘与煤壁直接接触,造成端盘、齿座磨损加剧,截割阻力急剧增加,振动增大,影响采煤机正常工作。为保证采煤机生产效率,提高螺旋滚筒的使用寿命,采取一定的焊接工艺在端盘端面外缘、螺旋叶片装煤侧外缘和叶片末端出煤口处堆焊网状的耐磨块和耐磨板,在齿座上焊有加强筋,以提高螺旋滚筒的耐磨性。同时,改变端

盘结构,变平端盘为碟形端盘,在端面开排屑槽并布置端面截齿,以避免端盘过度磨损和端部煤岩体过度破碎,提高滚筒的工作能力。

5. 重型螺旋滚筒

采煤机在截割硬煤或突遇夹石层、硬质包裹体时,电动机输出扭矩瞬间增大,这会导致电动机过热或烧损,同时也将引起采煤机大幅地振动,影响机器正常工作。重型螺旋滚筒因其增大了附加惯性扭矩,而有效地减小了载荷突变给采煤机带来的意外损坏。在筒毂直径不变的情况下,重型螺旋滚筒主要是通过增加端盘、筒毂和叶片的厚度,从而增大这些结构的强度和耐磨裕度。有时为保持螺旋叶片的完整结构,将齿座直接焊在叶片侧面,并焊有加强板。同时在叶片边缘焊接耐磨板、加强环等结构,这与强力耐磨螺旋滚筒类似。

1.4 螺旋滚筒的结构参数

螺旋滚筒的参数主要包括三个方面:一是反映螺旋滚筒结构特征的结构参数;二是与螺旋滚筒工作性能相关的工作参数;三是确定螺旋滚筒设计和使用的条件参数,具体参数内容详见表 1.2 所示。本节着重讨论螺旋滚筒的基本结构参数。

表 1.2 螺旋滚筒的参数

参数类型		参数		
结构参数	三个滚筒直径	滚筒直径,m	叶片直径,m	轮毂直径,m
	三个螺旋升角	叶片螺旋升角,(°)	平均螺旋升角,(°)	轮毂螺旋升角,(°)
	螺旋叶片参数	叶片围包角,(°)	叶片螺距,m	叶片头数,个
	截齿排列方式	棋盘排列	顺序排列	畸变排列
	截齿排列参数	截线距,m	滚筒宽度,m	端盘宽度,m
	截齿布置角度	切向安装角度,(°)	轴向倾斜角度,(°)	二次旋转角度,(°)
	滚筒辅助结构	辅助螺旋叶片	耐磨防护块	螺旋叶片角筋
工作参数	力学参数	截割阻力,kN	推进阻力,kN	轴向阻力,kN
	运动参数	滚筒转速, $r \cdot \min^{-1}$	截割速度, $m \cdot s^{-1}$	进给速度, $m \cdot \min^{-1}$
	综合参数	装煤能力, $kg \cdot h^{-1}$	落煤能力, $kg \cdot h^{-1}$	切削厚度,m
	综合性能	截割比能耗, $kW \cdot hm^{-3}$	滚筒工作寿命,万吨	截齿耗损量,个/万吨
条件参数	煤层厚度	最小煤层厚度,m	最大煤层厚度,m	平均煤层厚度,m
	工作面状态	煤层倾角、俯角,(°)	工作面长度,m	煤层夹矸厚度,m
	煤岩体性质	坚硬度	截割阻抗, $N \cdot mm^{-1}$	磨蚀性, $mg \cdot km^{-1}$
	整机参数	截割功率,kW	牵引速度, $m \cdot \min^{-1}$	牵引力,kN

1.4.1 螺旋滚筒的三个直径

通常螺旋滚筒用三个直径表示其大小,即螺旋滚筒直径 D_c 、叶片直径 D_y 和筒毂直径 D_g ,如图 1.3 所示螺旋滚筒三维结构图。

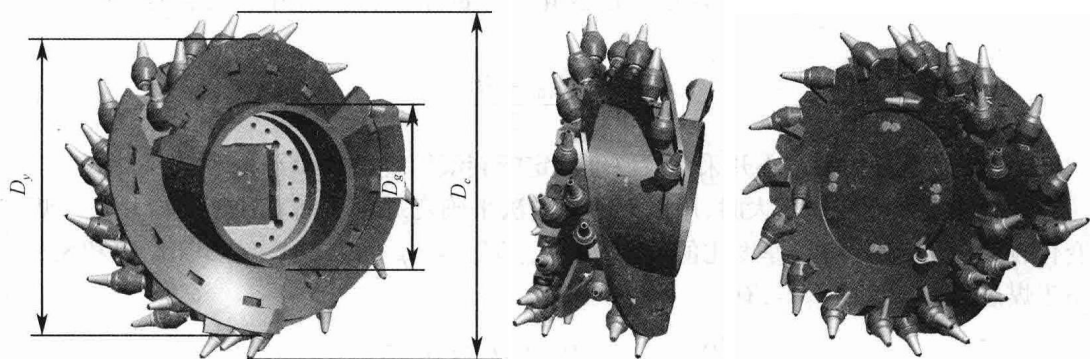


图 1.3 螺旋滚筒三维结构图

1. 螺旋滚筒直径 D_c

螺旋滚筒直径是指螺旋滚筒安装截齿后最高齿尖点所在的回转圆直径,其大小主要考虑开采煤层厚度状况和用户的要求,并兼顾煤炭行业标准规定的螺旋滚筒系列,如 0.50, 0.55, 0.60, 0.70, 0.75, 0.80, 0.85, 0.90, 0.95, 1.00, 1.10, 1.25, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00, 2.30, 2.60 等。目前,采煤机的螺旋滚筒直径最大已达到 3.80 m。

在采煤机选配螺旋滚筒及螺旋滚筒设计中,螺旋滚筒直径多采用下面几种理论方法计算确定。

(1) 根据前后滚筒装煤量相等的原则确定滚筒直径

现代采煤机大都采用双滚筒两端布置方式,一次截割煤层全高,因此,滚筒直径应不小于采高的一半,且按截割过程中前后滚筒的装煤量相等原则,即

$$aH = (1 - a)H + (1 - \eta)aH \quad (1.1)$$

式中 H ——采煤机开采煤层厚度, m;

a ——螺旋滚筒直径 D_c 与采高 H 的比值,即 $D_c = aH$;

η ——螺旋滚筒装煤效率,小直径螺旋滚筒 $\eta = 60\% \sim 70\%$,大直径螺旋滚筒 $\eta = 70\% \sim 80\%$ 。

由式(1.1)整理,得

$$a = \frac{1}{1 + \eta} \approx 0.556 \sim 0.625 \quad (1.2)$$

取平均值有 $a \approx 0.6$, 即 $D_c = 0.6H$ 。

(2) 根据后螺旋滚筒平均切削厚度最大原则确定螺旋滚筒直径

由第 4.2 节内容可知, 当后螺旋滚筒的截割高度为 $0.84D_c$ 时, 平均切削厚度最大, 则有

$$D_c = \frac{H}{1 + 0.84} = 0.54H \quad (1.3)$$

以上确定方法适用于工作面煤层厚度变化不大的条件, 此时, 开采煤层的厚度为平均厚度, 即

$$H = \frac{H_{\min} + H_{\max}}{2} \quad (1.4)$$

(3) 根据满足最大和最小开采煤层厚度确定螺旋滚筒直径

当开采煤层厚度变化不大时, 用以上两种方法来确定螺旋滚筒直径比较合适。当煤层厚度变化较大时, 需确定煤层厚度比值分界, 即 $H_{\max}/H_{\min} = K_H$ 。由式(1.1)、式(1.4)和滚筒直径不小于煤层最大厚度的一半, 有

$$\begin{cases} D_c = \frac{1}{1 + \eta}H, \text{ 且 } D_c \geq 0.5H_{\max} \\ H = \frac{H_{\min} + H_{\max}}{2} \\ K_H = \frac{H_{\max}}{H_{\min}} \end{cases}$$

大直径螺旋滚筒 $\eta = 75\%$ 时, $K_H = 1.3$; 小直径螺旋滚筒 $\eta = 65\%$ 时, $K_H = 1.5$ 。因此, 当煤层厚度比值 K_H 达到 1.3 ~ 1.5 以上时, 螺旋滚筒直径与煤层厚度的关系应满足

$$H_{\min} > D_c \text{ 或 } H > D_c, D_c \geq 0.5H_{\max} \quad (1.5)$$

当煤层厚度变化较大, 且煤层呈线性变化时, 其平均厚度可按式(1.4)计算; 若煤层呈分段线性变化时, 等效的平均煤层厚度可按统计规律计算, 即

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(H_{i\min} + H_{i\max})L_i}{2}}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (1.6)$$

式中 $H_{i\min}, H_{i\max}$ ——分别为趋于线性变化分段最小、最大煤层厚度, m, 即

$$H_{\min} = \min\{H_{i\min}\}, H_{\max} = \max\{H_{i\max}\}$$

L_i ——趋于分段线性变化的分段长度, m, 则工作面长度 L 为 $L = \sum_{i=1}^n L_i$ 。

等效的平均煤层厚度不仅是螺旋滚筒直径选定的依据, 还是采煤机生产率理论计算的依据。

2. 螺旋叶片直径 D_y

螺旋叶片直径是指螺旋叶片外缘直径。如图 1.4 所示, 截齿的最大切削厚度 $h_{\max}$ 与最大

截距 $t_{\max}$ 有如下关系

$$h_{\max} = \frac{t_{\max} - b}{2 \tan \varphi} \quad (1.7)$$

式中 b ——镐型截齿的等效宽度, m;

φ ——截槽崩落角, ($^{\circ}$)。

截割过程中为了避免叶片边缘与截槽间的煤棱干涉, $h_{\max}$ 应不超过截齿径向外伸长度的 70%, 即 $2h_{\max} \leq 0.7(D_c - D_y)$ 。由式(1.7)可得螺旋叶片直径为

$$D_y \leq D_c - 1.43(t_{\max} - b) \cot \varphi \quad (1.8)$$

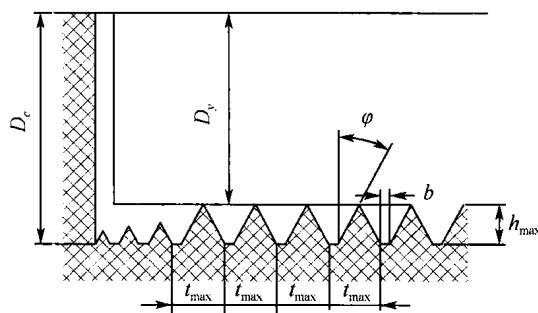


图 1.4 $h_{\max}$ 和 $t_{\max}$ 的关系

3. 筒轂直径 D_g

筒轂直径 D_g 愈大, 筒轂与煤岩体之间形成的容煤空间就愈小, 碎煤在滚筒内循环和被重复破碎的可能性也愈大。在满足筒轂内安装轴承和传动齿轮的条件下, 应保持螺旋叶片直径与筒轂直径的适当比例。对于 $D_c > 1$ m 的螺旋滚筒, 取 $D_y / D_g \geq 2$; 对于 $D_c \leq 1$ m 的螺旋滚筒, 取 $D_y / D_g \geq 2.5$ 。

1.4.2 螺旋滚筒宽度

螺旋滚筒的实际截深一般小于或等于螺旋滚筒的结构宽度。螺旋滚筒宽度通常有 0.50 m, 0.60 m, 0.63 m, 0.70 m, 0.75 m, 0.80 m, 0.90 m 和 1.00 m 等系列, 目前最大螺旋滚筒宽度为 1.20 m。螺旋滚筒的截割宽度大小要考虑煤炭生产效能、采煤机的能力、各设备间的参数和协调配套关系。滚筒的截深小, 截煤时能有效地利用煤层的压张效应, 减小截割比能耗, 但考虑采煤工作面的生产能力和效率, 截深不能太小。近年来, 随着采煤机功率的增大和技术的进步, 大截深螺旋滚筒的使用逐渐增多。

1.4.3 螺旋叶片的基本参数

螺旋叶片的基本参数包括螺旋升角、螺距、叶片头数以及围包角, 这些参数对落煤和装煤

有很大的影响。

1. 螺旋升角 α

螺旋滚筒根据叶片的旋向不同分为左旋和右旋两种形式。如图 1.5 所示,螺旋滚筒上任意直径 D_i 上螺旋叶片的升角为 $\alpha_i = \arctan\left(\frac{L}{\pi D_i}\right)$,式中 L 为螺旋线导程,可见 $D_i \tan \alpha_i = \text{常数}$ 。既然 $D_c > D_y > D_g$,故叶片外缘的螺旋升角 α_y 小于叶片内缘的螺旋升角 α_g , α_y 是螺旋滚筒的名义升角,即

$$\alpha_g > \alpha_i > \alpha_y$$

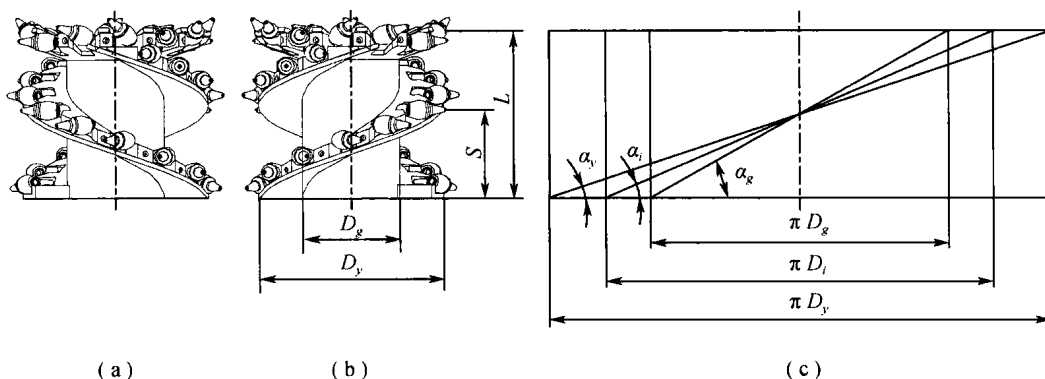


图 1.5 螺旋叶片的旋向与展开形式

(a) 左旋; (b) 右旋; (c) 展开图

如图 1.6 所示,当螺旋滚筒转过角 φ 时,所对应的圆弧长为 $\frac{D_i \varphi}{2}$,叶片的轴向推移量 $h_y = 0.5 D_i \varphi \tan \alpha_i$,则紧贴叶片表面的微层煤相应的轴向位移 h_m 为

$$h_m = 0.5 D_i \varphi \frac{\sin \alpha_i \cos(\alpha_i + \rho_m)}{\cos \rho_m} \quad (1.9)$$

式中 ρ_m ——煤与叶片的摩擦角, $\rho_m = \arctan f_m$, ($^\circ$);
 f_m ——煤与叶片的摩擦系数。

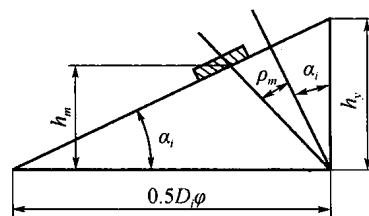


图 1.6 叶片螺旋升角的确定

对式(1.7)求导 $\frac{dh_m}{d\alpha_i}$,并令其为零,解得叶片的最佳升角为

$$\alpha_{opt} = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} \rho_m \quad (1.10)$$

由此可见,叶片升角仅与摩擦系数有关。在最佳升角 α_{opt} 条件下,碎煤沿螺旋滚筒轴线方向的位移量最大。如果 α_g 取为最佳升角,则截齿齿尖的螺旋线升角为

$$\alpha_{\xi} = \arctan\left(\frac{D_g}{D_c} \tan\alpha_{\text{opt}}\right) \quad (1.11)$$

2. 叶片头数 Z 和导程 L

螺旋叶片头数 Z 主要是按截割参数的要求来确定,决定着截齿的排列方式。考虑到滚筒的容煤空间,通常根据滚筒直径来确定螺旋叶片头数,对于直径小于 1.25 m 的螺旋滚筒一般采用双头叶片,直径小于 1.40 m 的螺旋滚筒采用双头或三头叶片,当螺旋滚筒直径大于 1.60 m 时宜采用三头或四头叶片。

导程 L 是螺旋滚筒旋转一周螺旋线轴向移动的距离 ($L = ZS$, S 为螺距)。从运煤条件出发,当螺旋滚筒转一周时,螺旋叶片应能将煤推出一个叶片宽度(叶片占有的螺旋滚筒宽度),即

$$L \geq B_y$$

此时,螺旋叶片头数 Z 必须满足

$$\frac{ZB_y}{L} \geq 1 \quad (1.12)$$

否则螺旋滚筒圆周上将有一部分没有叶片,使螺旋滚筒无法顺利装煤,如图 1.7(a) 所示。而满足上式的螺旋滚筒,如图 1.8 所示。当 $Z=3$ 时,圆周上布满叶片,显然是合理的。

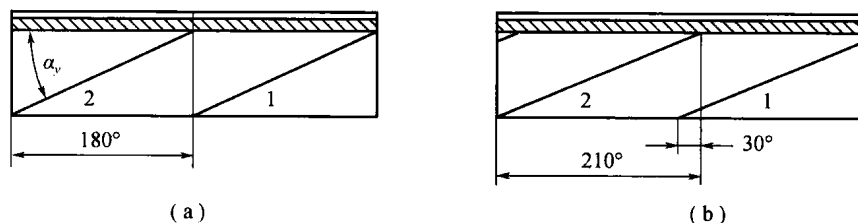


图 1.7 双头螺旋滚筒叶片围包角

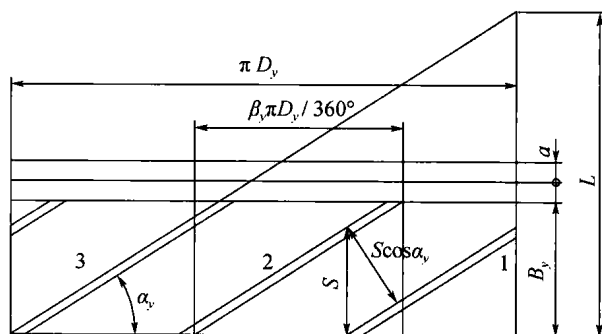


图 1.8 叶片围包角与其他参数的关系

大直径螺旋滚筒要求装煤能力强,所以增加螺旋头数可增加导程和螺旋升角,以适应装煤