

KUANGSHANYUNSHU  
YUTISHENGSHIBEI

矿山运输

王丽 刘训涛 主编 周广林 主审

提升设备

哈尔滨地图出版社

# 矿山运输与提升设备

KUANGSHAN YUNSHU YU TISHENG SHEBEI

主 编 王 丽 刘训涛  
主 审 周广林

哈尔滨地图出版社

· 哈尔滨 ·

# 内 容 提 要

本书共八章，主要介绍了我国煤矿通用的矿山运输机械和提升设备的主要类型、结构、工作原理、工作性能、运行理论、选型计算等内容，并对本领域的新技术、新成果、新产品及其发展动向做了相应介绍。本书可作为煤炭高校机械设计与制造、机械电子工程、采矿工程等专业通用教材，也可供有关工程技术人员和管理人员参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

矿山运输与提升设备/王丽, 刘训涛主编.  
哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2006.1  
ISBN 7-80717-260-6

I. 矿... II. ①王... ②刘... III. ①矿山  
运输—矿山机械②矿井提升—提升设备 IV. TD5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 007097 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址: 哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码: 150086)

黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂印刷

开本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 13.75 字数: 345 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1~1 000 定价: 28.00 元

# 前 言

近年来,我国煤矿机械设备得到了迅速的发展。煤炭工业战线上的技术人员和广大职工,在设计制造矿山机械设备和引进吸收国外先进技术等方面,积累了丰富的经验,取得了丰硕的成果。

本书编写时根据近年来矿山运输机械和提升设备的发展状况,参照国内外最新设计标准,并考虑当前矿山生产高度机械化和自动化的要求,对教材的内容做了更新和充实,以满足本科教学的需求,若作为专科的教材使用,则可酌情选用部分内容。本书亦可供现场有关工程技术人员和管理人员参考。

全书包括矿井运输与矿井提升设备两部分。矿井运输部分内容有:刮板输送机、带式输送机、矿用电机车、辅助运输设备;提升部分内容有:提升容器、提升钢丝绳、矿井提升机、制动系统、矿井提升运动学及动力学、斜井提升、多绳摩擦提升。全书主要介绍了我国矿山现用运输与提升设备的主要类型、结构、工作原理、工作性能、运行理论、选型计算等内容,并对本领域的新技术、新成果、新产品及其发展动向做了相应介绍。

本书注重基本概念、基本原理、基本结构的分析,在编写过程中,我们注意吸取了已往有关教材的长处,以使本书在内容上更充实、更丰富、更具有实用性。

本书由黑龙江科技学院王丽同志编写第四、五、六、七、八章,黑龙江科技学院刘训涛同志编写第一、二、三章。参加本书编写的人员有哈尔滨汽轮机有限责任公司王文龙同志。

在编写过程中得到了兄弟院校及有关厂矿研究所同志们的大力支持,在此表示感谢。

本书承蒙黑龙江科技学院周广林教授审阅,并提供了许多宝贵意见和资料,在此一并感谢。

由于编写时间仓促及编者水平有限,书中难免存在不少问题和缺点,敬请同行专家和读者批评指正。

编 者

2006年1月

# 目 录

<b>第一章 刮板输送机</b> .....	1
第一节 概述 .....	1
第二节 刮板输送机主要部件的结构和技术要求 .....	5
第三节 刮板输送机的选择计算 .....	17
第四节 刮板输送机的维护与发展 .....	30
第五节 液力耦合器的结构特点与原理 .....	34
第六节 顺槽转载机简介 .....	43
<b>第二章 带式输送机</b> .....	46
第一节 概述 .....	46
第二节 带式输送机的基本部件结构及特点 .....	49
第三节 带式输送机传动理论 .....	70
第四节 带式输送机的设计计算 .....	82
第五节 带式输送机的维修与维护 .....	98
<b>第三章 矿用电机车</b> .....	104
第一节 概述 .....	104
第二节 矿用电机车的机械结构 .....	108
第三节 轨道与矿车 .....	111
第四节 机车运行理论 .....	115
第五节 矿车的选择和矿车数的计算 .....	120
第六节 矿用电机车的操作与维护 .....	126
<b>第四章 辅助运输设备</b> .....	128
第一节 概述 .....	128
第二节 钢丝绳牵引运输 .....	128
第三节 单轨吊车 .....	130
第四节 齿轨车、卡轨车、齿轨卡轨车 .....	141
第五节 单绳索道 .....	148
第六节 无轨胶轮车、胶套轮机车 .....	148
<b>第五章 矿井提升设备的组成部分</b> .....	153
第一节 概述 .....	153
第二节 提升容器 .....	156
第三节 提升钢丝绳 .....	163
第四节 矿井提升机 .....	165

第五节 制动系统.....	179
第六章 提升机的运行理论.....	184
第一节 矿井提升运动学.....	184
第二节 矿井提升动力学.....	187
第三节 提升系统运动学、动力学计算.....	192
第四节 提升电动机容量的校核、电耗及效率的计算.....	198
第七章 斜井提升.....	203
第八章 多绳摩擦提升.....	207
第一节 摩擦提升的传动原理及动防滑安全系数的验算.....	207
第二节 多绳摩擦提升钢丝绳张力平衡问题.....	211
参考文献.....	214

# 第一章 刮板输送机

## 第一节 概 述

刮板输送机是用无极循环运动的挠性刮板链条作为牵引构件，在多节可拆的敞开溜槽内连续运送散体物料的输送机械。刮板输送机可以输送各种粉末状、小颗粒状和块状的流动性好的散体物料，如矿石、煤炭、焦炭、砂子、石膏、水泥、盐岩、谷物等，广泛应用于冶金、粮食、电厂、港口及煤矿、盐矿、石膏矿等场合，但不宜输送易破碎和易磨损的脆性物料。

刮板输送机由于机身低矮，可弯曲横向移动，因而特别适合煤矿井下煤炭运输，它是井下回采工作面或采区巷道主要的连续运输机械，图 1-1 是 SGW-150C 型刮板输送机总图，它主要由机头部、刮板链、溜槽、机尾部和附件等组成。

刮板输送机传动系统如图 1-2 所示，中部槽沿运输线路全线铺设，刮板链绕经机头、机尾的链轮（或滚筒）接成封闭形置于中部槽中，工作时，起动电动机，经液力耦合器、减速器、传动链轮而驱动刮板链连续运行。将装在溜槽上的货载拖拉到卸载端卸载转运。一般情况下，溜槽上部装载，下部回空链。输送机沿全长都可向溜槽中装煤，刮板输送机与滚筒采煤机和输送机推移装置配套，可以实现落煤、装煤、运煤及推移输送机机械化。

一般的刮板输送机能在  $25^\circ$  以下的条件下使用。刮板输送机在使用中，要承受拉、压、弯曲、冲击、摩擦和腐蚀等多种作用。因此，刮板输送机必需有足够的强度、刚度，耐磨和耐腐蚀性。它的运输方式是物料和刮板链都在槽内滑行，与相同运量和运距的带式输送机相比，运行阻力和磨损都很大，电机容量和电耗也要大得多。但是它具有带式输送机所没有的优点，如它的结构强度高，机身低矮，可以弯曲，能适应采煤机工作面较恶劣的工作条件。并可作为采煤机的运行轨道，有时还作为移置液压支架的支点；在推移刮板输送机时，铲煤板可自动清扫机道浮煤；挡煤板后面有安装电缆、水管的槽架，并对电缆、水管起保护作用、推移输送机时，电缆、水管同时移动（综采工作面设备布置情况如图 1-3）。所以，刮板输送机现在仍是缓倾斜长壁式采煤工作面惟一的煤炭运输设备。

国内外现行生产和使用的刮板输送机类型很多，分类方法也各有不同。按溜槽的布置方式和结构分类，可分为并列式和重叠式、敞底溜槽式和封底溜槽式刮板输送机。按牵引链的结构、链条数及布置方式分类，可分为片式套筒链型、可拆模锻链型及焊接圆环链型，中单链型、边双链型、中双链型和三链型刮板输送机。刮板与链条的连接布置形式则有悬臂式、对称式、中间式之分。各种类型的刮板输送机随其运输能力和结构特点而适用于不同的工作条件，如溜槽并列式适用于薄煤层采煤工作面。封底溜槽式适用于底板较松软而破碎的采煤工作面。

刮板输送机在煤矿是使用量大、消耗多的重要设备。多年来，我国制造的刮板输送机有几十种型号。目前，我国制造的最大的工作面刮板输送机，运输能力为 900 t/h，装机总功率为 320 kW；一条牵引链的破断负荷为 85 t；沿水平的运输距离为 150 m，整机全部质量为 204 t。

为提高产品的制造质量，使刮板输送机的生产达到标准化、系列化和通用化，我国于 1991 年制定并发布了《矿用刮板输送机型式与参数》(MT15-91)，1985 年制定并发布《工作面用刮板输送机通用技术条件》(MT105-85)。《矿用刮板输送机型式与参数》是产品系列的规划，是今后一个时期设计制造新产品的依据；《工作面用刮板输送机通用技术条件》规定了刮板输送机的主要质量标准和技术要求，以提高产品质量。

系列型谱中的刮板输送机，都采用以矿用高强度圆环链制成的刮板链。刮板输送机的参数系列见表 1-1 和表 1-2。

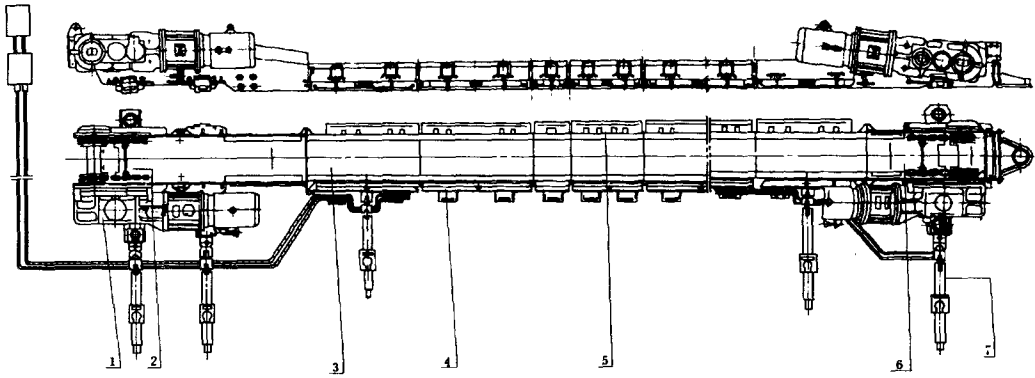


图 1-1 SGW-150C 型刮板输送机

1—机头部；2—刮板链；3—中部槽；4—挡煤板；5—铲煤板；6—机尾过渡槽；7—推移装置

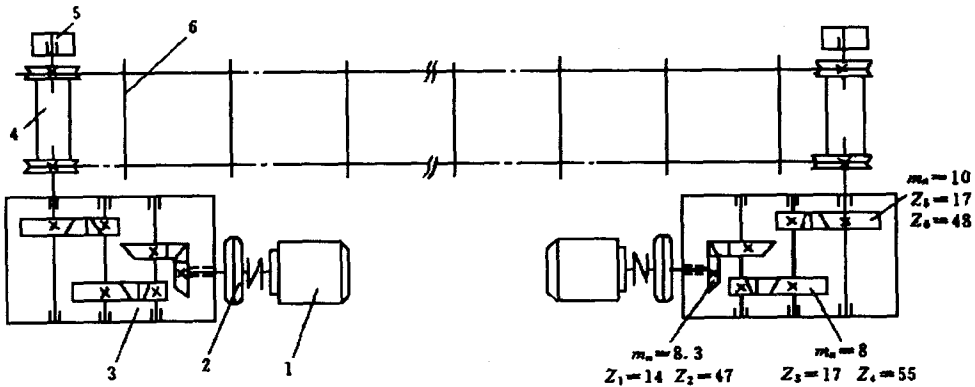


图 1-2 刮板输送机的传动系统

1—电动机；2—液力联轴器；3—减速器；4—链轮组件；5—盲轴；6—刮板链



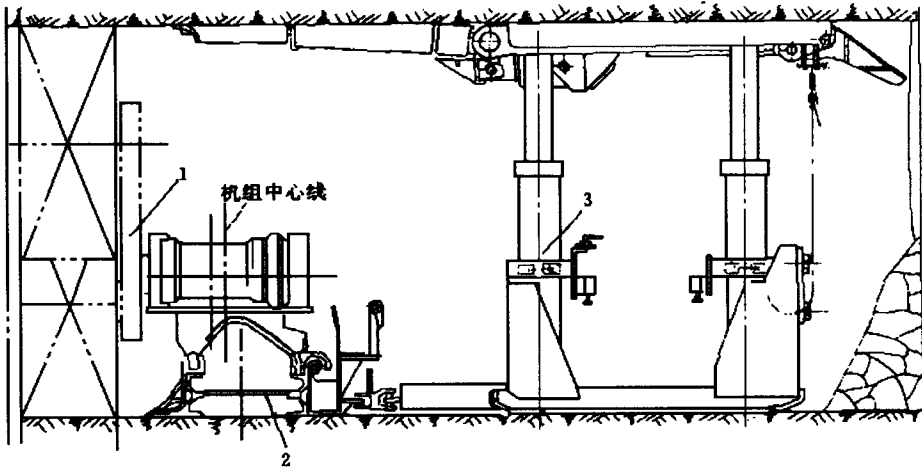


图 1-3 综采工作面机械设备

1—采煤机；2—刮板输送机；3—液压支架

表 1-1 工作面用刮板输送机参数系列

类型	链条数	图 例	说 明
重 叠 式	单 链		1—重载槽 2—刮板 3—重载链 4—回空链 5—回空槽 I—敞底式 II—封底式
	单 链		
	双 边 链		
	双 中 链		
	三 链		

表 1-2 工作面用刮板输送机参数系列

中部槽外形尺寸/mm			配用电动机数量与功率 台数×kW	设计长度 /m	刮板输送机型式与圆环链规格		
宽	高	长			边双链型	中单链型	中双链型
280	125	1 200	1×7.5, 1×11 (10)	40, 60		10×40	
320	125*, 150*		1×15 (13), 1×18.5 (17)	60, 80		10×40, 14×50	
420	150*, 160		1×22, 1×30	80, 100		14×50, 18×64	
520	150	1 200, 1 500	2×18, 5 (17), 2×22	100, 120	14×50		
630 (620)	150	1 500	2×30	120	14×50		
	190 (180)		1×37 (40), 2×22, 2×37 (40)	100, 160	18×64		
	220		1×75, 2×75, 2×90	120, 200	18×64	26×92	18×64
730 764	220		2×90, 2×(125) 2×132, 2×160	160, 200	22×86	26×92	26×92
830			2×160, 2×200			30×108	26×92

注: ① 有\*号者可为冷压槽帮钢;  
② 新设计的刮板输送机不采用带括号的参数。

表 1-3 重型刮板输送机主要技术特征

规格与性能		型号	SGZ-730/264 W	SGZ-764/264	SGZ-764/320 W	SGZ-764/320	SGZ-764/264 W
运输能力/t·h <sup>-1</sup>			600	900	900	900	700
出厂长度/m			150	150	150	150	150
刮板链速/m·s <sup>-1</sup>			0.95	1	0.95	0.95	1.12
刮板链	形式		圆环链	圆环链	圆环链	圆环链	圆环链
	规格/mm		φ26×92 (C级)	φ26×92 (C级)	φ26×92 (C级)	φ26×92 (C级)	φ26×86 (C级)
	破断拉力/kN		850	850	850	850	610
电动机	型号		KBY550-132	KBY550-132	KBY680-160	KBY680-160	KBY132/JDSB125
	额定功率/kW		2×132	2×132	2×160	2×160	2×132/125
	电压/V		1 140	1 140	1 140	1 140	1 140
	转速/r·min <sup>-1</sup>		1 470	1 470	1 475	1 470	1 480/1 470
液力耦合器	型号		YL-56	YL-500X, YL-500	YL-56	YL-560	YL-500X, Q/YL-500AQ
	额定功率/kW		132	132	160	160	132/125
	工作液体		22号气轮机油	22号气轮机油	HU-22号气轮机油	HU-22气轮机油	22号气轮机油
	充液量/L		17.5	16.5	17.5	22	16.8
中部槽尺寸(长×宽×高)/(mm×mm×mm)		1 500×732×220	1 500×764×222	1 500×732×220	1 500×732×220	1 500×732×220	
紧链方式		液压马达	闸盘/液压马达	闸盘	闸盘	闸盘/液压马达	
机器总质量/t		181	≈137	204	131.5	158.9	
生产厂商		张家口煤机厂	张家口煤机厂	张家口煤机厂	张家口煤机厂	张家口煤机厂	

刮板输送机按功率大小分为轻、中、重型。刮板输送机配套单电动机设计额定功率 40 kW 及以下的为轻型；大于 40 kW，小于等于 90 kW 的为中型；大于 90 kW 的为重型。

系列型谱规定的刮板输送机产品型号编制方法如图 1-4 所示。

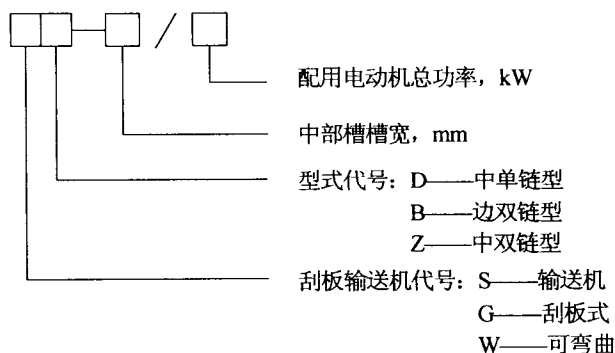


图 1-4 系列型谱规定的刮板输送机产品型号编制方法

## 第二节 刮板输送机主要部件的结构和技术要求

刮板输送机由机头部、机尾部、中部槽及其附属部件、刮板链、紧链装置、推移装置和锚固装置组成。

### 一、机头部

刮板输送机的机头部主要由机头架、链轮、减速器、盲轴、联轴器和电动机等组成。它是电机与刮板链的连接装置，其可以将电动机的动力传递给刮板链，驱动刮板输送机工作。图 1-5 是一种轻型中单链式刮板输送机的机头部。

#### 1. 机头架

机头架是机头部的骨架，是支承和装配机头传动装置（电动机、液力耦合器、减速器）、链轮组件、盲轴及其他附属装置的构件。应有足够的强度和刚度，由厚钢板焊接制成。各种型号机头部的共同点如下：

- (1) 两侧对称，可在两侧壁上安装减速器，以适应左、右采煤工作面的需要。
- (2) 链轮（图 1-6）由减速器伸出轴和盲轴支承连接，这种连接方式，便于在井下拆装。
- (3) 拨链器和护轴板固定在机头架的前横梁上。它的作用是，防止刮板链在与链轮的分离点处，被轮齿带动卷入链轮。护轴板是易损部位，用可拆换的活板，既便于链轮和拨链器的拆装，又可更换。

对于机头架的易损部位可以采用耐磨措施，例如加焊高锰钢堆焊层或局部采用耐磨材料的可更换零件。

#### 2. 链轮

链轮组件由链轮和连接滚筒组成，它是刮板输送机的重要传动部件，刮板链靠链轮驱动运行，链轮轴是整个输送机承受扭矩最大的零件。刮板输送机的铺设长度越大，则链轮传递

的力矩也越大，为此要求链轮既要具有较高的强度和耐磨性，又要具有良好韧性，能够承受工作中的冲击载荷。故链轮均用优质钢材制造。为保证链轮的质量，《工作面用刮板输送机通用技术条件》(MT105—85)中规定，轻型刮板输送机的链轮寿命，应不低于一年；中、重型刮板输送机的链轮寿命，应不低于一年半。

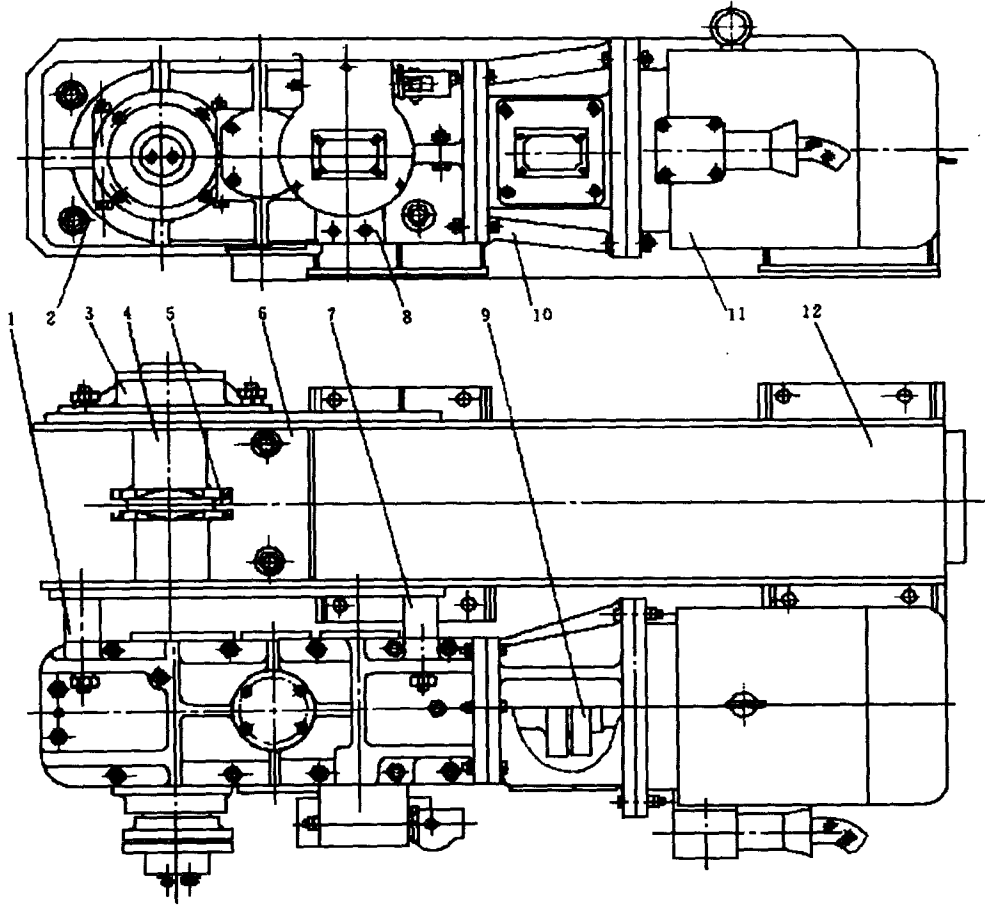


图 1-5 轻型中单链式刮板输送机机头部

- 1—垫块；2—减速器；3—盲轴；4—链轮组件；5—拨链器；6—护轴板；  
7—垫块；8—紧链装置；9—连轴器；10—连接筒；11—电动机；12—机头架

链轮分为整体式和剖分式链轮。图 1-6 为边双链用的链轮组件，采用剖分式连接筒，连接筒用螺栓固接。内孔用平键分别与减速器伸出轴及盲轴连接。安装时必须保证两个链轮的轮齿在相同的相位上。此种结构的优点是链轮磨损后可以更换链轮。但连接筒螺栓锈死时，很难拆卸。图 1-7 为整体的连接筒与链轮焊接成一体。连接筒两端的内花键，分别与减速器输出轴和盲轴连接。这种结构拆装维修方便。

### 3. 减速器

我国目前生产的刮板输送机减速器，多为平行布置式、三级圆锥—圆柱齿轮减速器。其

适用条件为：齿轮圆周速度不大于  $18 \text{ m/s}$ ；安装角度为  $0^\circ \sim 25^\circ$ ；高速轴的转速不大于  $1500 \text{ r/min}$ ；减速器工作的环境温度为  $-20^\circ\text{C} \sim +25^\circ\text{C}$ ；适用于正、反向运转。表 1-4 给出了几种国产刮板输送机减速器的技术要求。

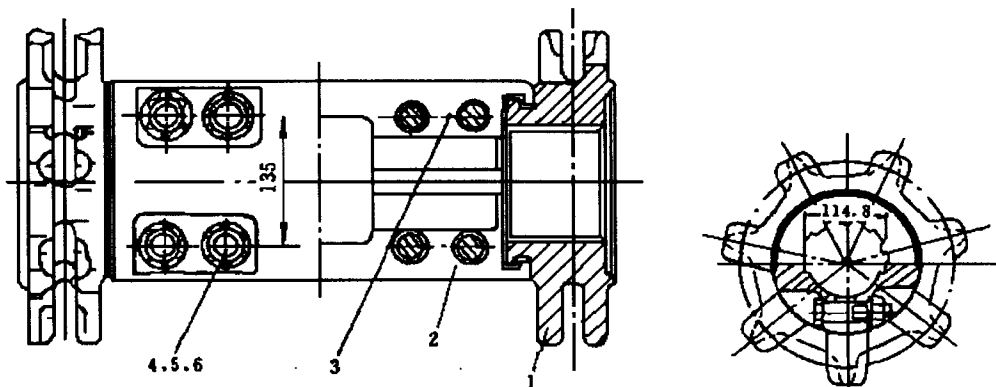


图 1-6 剖分式边双链用链轮组件

1—链轮；2—剖分式滚筒；3—定位销；4、5、6—螺栓、螺母、垫圈

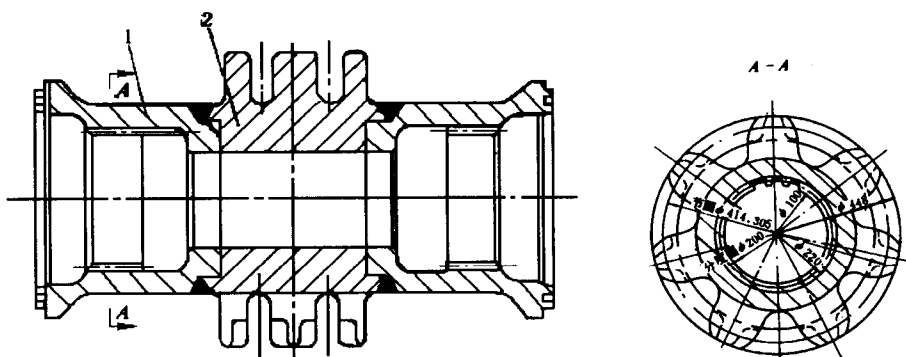


图 1-7 整体式中双链用焊接链轮组件

1—滚筒；2—链轮

表 1-4 几种国产刮板输送机减速器技术数据

刮板输送机 型 号	第一级（圆弧锥齿轮）			第二级（斜齿圆柱齿轮）			第三级			减速比 $i$
	模数 $m_n$	齿 数		模数 $m_n$	齿 数		模数 $m_n$	齿 数		
		$Z_1$	$Z_2$		$Z_3$	$Z_4$		$Z_5$	$Z_6$	
SGW-44A	6.1	13	43	6	16	42	直齿圆柱齿轮			29.60
							7	17	58	
SGW-80T	7.75	11	29	6	14	45	直齿圆柱齿轮			24.86
							7	15	44	
SGW-150	8.6	12	35	7	16	53	直齿圆柱齿轮			24.43
							9	17	43	
SGW-250	8.3	14	47	8	17 (15)	55	斜齿圆柱齿轮			30.67 (34.67)
							10	17	48	

SGW-250 型刮板输送机减速器结构如图 1-8 所示。第一对为圆弧锥齿轮，其具有传动平稳、承载能力大、噪音小等优点，特别适合于高速重载传动。第二对和第三对齿轮均为斜齿圆柱齿轮。根据需要更换第二对齿轮，可使刮板链获得两种不同的链速。减速器所有零部件都安装在球墨铸铁的减速箱壳体内，上下箱体为对称结构，以适应左、右工作面和机头、机尾使用。

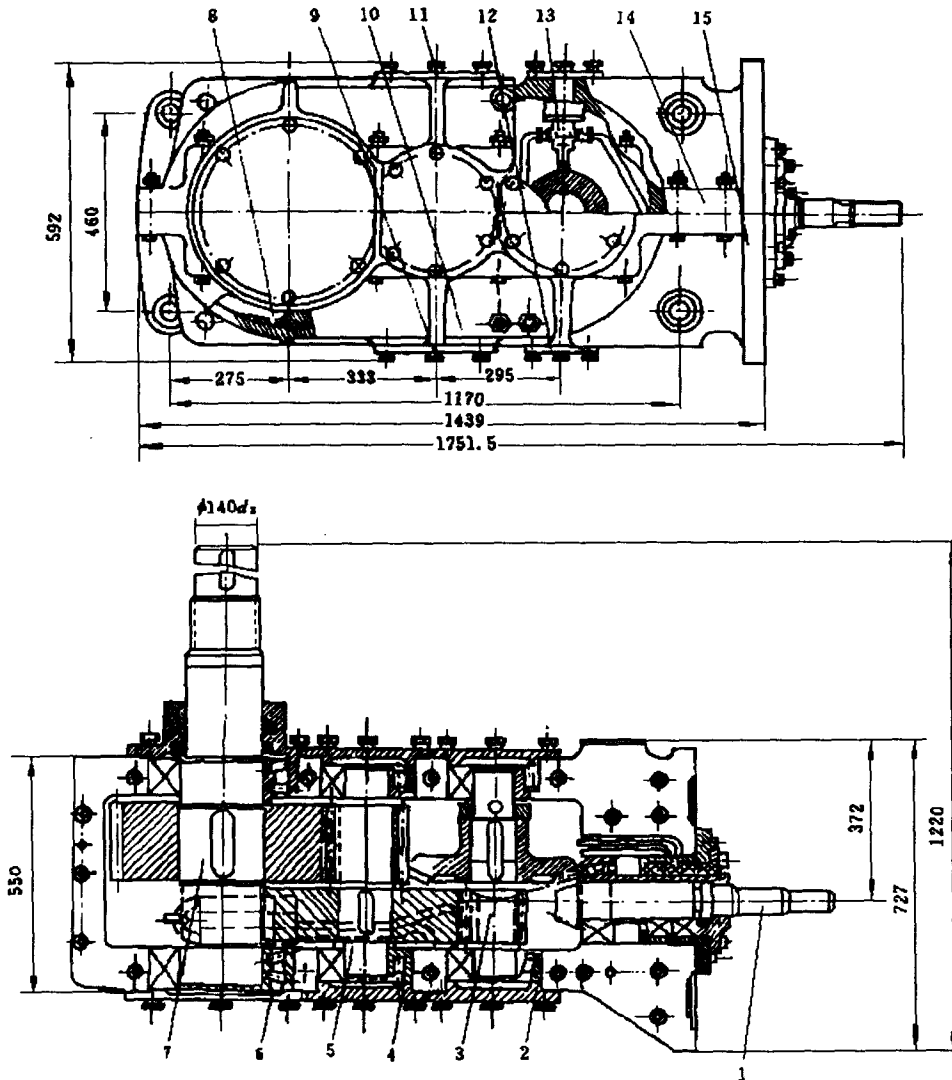


图 1-8 SGW-250 型刮板输送机减速器

- 1—第一轴；2—轴承盖；3—第二轴；4—轴承盖；5—第三轴；6—轴承盖；7—第四轴；8—水冷装置；  
9—油塞；10—盖；11—透气塞；12—方盖；13—润滑泵；14—上箱体；15—下箱体

#### 4. 盲轴

盲轴是装在机头架的不装减速器的一侧、支承链轮的一个组件。图 1-9 是用于与图 1-6 相配的盲轴组件。安装时，先把减速器和盲轴组件在机头架两侧装好，使减速器的输出轴和

盲轴都伸入到机头架内，再将两个链轮分别装在减速器输出轴和盲轴的花键部位上，然后将剖分式连接筒的两半，扣合在两个轴的平键部位上，最后用螺栓连在一起，这种结构简单紧凑，容易拆装。

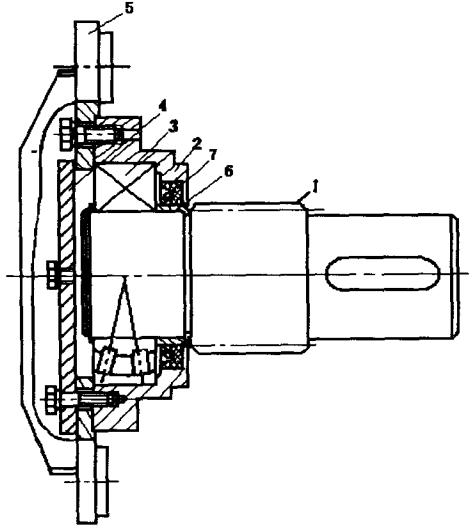


图 1-9 盲轴组件

1—花键轴；2—轴承座；3—轴承；4—盖板；5—轴承托板；6—轴套；7—油封

## 5. 联轴器

电动机与减速器的连接，有弹性联轴器和液力耦合器两种。用液力耦合器有以下优点：使电动机轻载起动，有过载保护功能；减缓传动系统的冲击和振动；多电机驱动能使各电机的负荷较均匀；如果与电动机的特性匹配得当，能增大驱动装置的起动力矩。关于液力耦合器，我们将在本章第五节中介绍。

## 二、机尾部

机尾部分为：有驱动装置和无驱动装置的两种。有驱动装置的机尾部，因机尾不需卸载高度，除了机尾架与机头架有所不同外，其他部件与机头部相同。

无驱动装置的机尾部，尾架上只有供刮板链改向用的机尾轴部件，图 1-10 是一种边双链型的无驱动装置的机尾部。机尾轴上的链轮也可用滚筒代替。

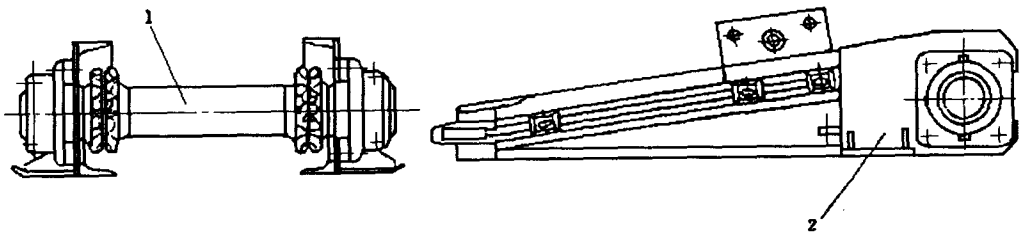


图 1-10 边双链型无驱动装置的机尾部

1—机尾轴部件；2—机尾架

### 三、溜槽及附件

溜槽及其附件的组成见图 1-11 所示的工作面刮板输送机断面图。溜槽是刮板输送机的主体，一侧装有铲煤板，另一侧装有挡煤板等附件。

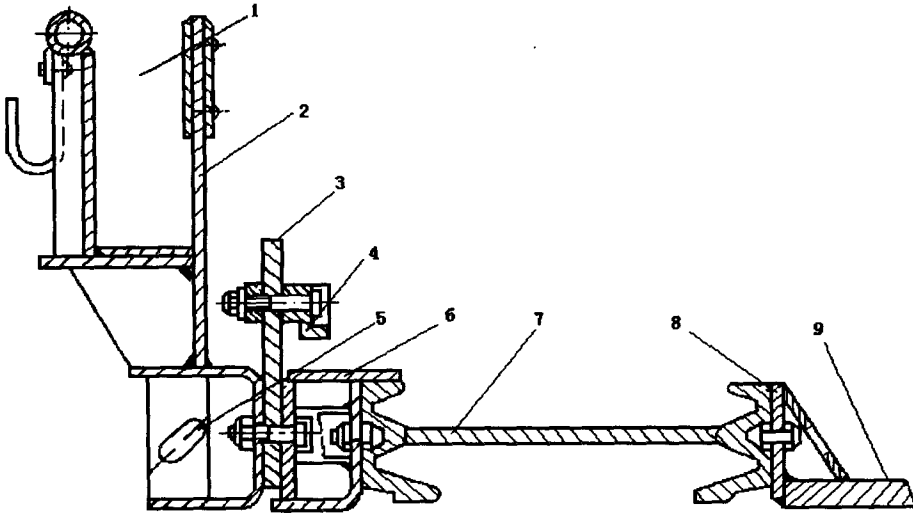


图 1-11 工作面刮板输送机断面图

1—电缆槽；2—挡煤板；3—无链牵引齿条；4—导向装置；5—千斤顶连接孔；  
6—定位架；7—中部槽；8—铲煤板；9—采煤机导轨

#### 1. 溜槽

溜槽作为刮板输送机的主要部件之一，通过其结构、性能反映出了输送机的某些特点：

- (1) 溜槽与溜槽之间靠插销式、哑铃式、螺栓式等联接装置联接起来，并保证两节溜槽上下、左右均有一定的活动量，形成刮板输送机的可弯曲性能；
- (2) 采煤机要求溜槽具有较高的强度，以便承受采煤机的重量以及液压支架的推移；
- (3) 刮板输送机的寿命以溜槽的耐磨性为主要指标；
- (4) 刮板输送机的输送能力除了与刮板链速度有关外，主要取决于溜槽的宽度。

溜槽分为中部溜槽（或称标准溜槽）、过渡溜槽、调节溜槽、阻链溜槽和上链溜槽。

中部溜槽的结构如图 1-12 所示，它主要由槽帮钢 2、中板 5、支座 3 以及凸、凹端头 1、4 组成。这些零件均是焊接在一起的。每节中部溜槽长度一般为 1 500 mm。上槽是装运物料的承载槽，下槽底部敞开供刮板链返程用。为减小刮板链返程的阻力，或在底板松软条件下使用时防止槽体下陷，在槽帮钢下加焊底板构成封底槽。采用封底槽时，安装下股刮板链和处理下股链断链事故较困难。为了解决这一问题，可以采用间隔几节封底槽、采用一节有可拆中板的封底槽的办法，以便于下股刮板链的安装与处理。



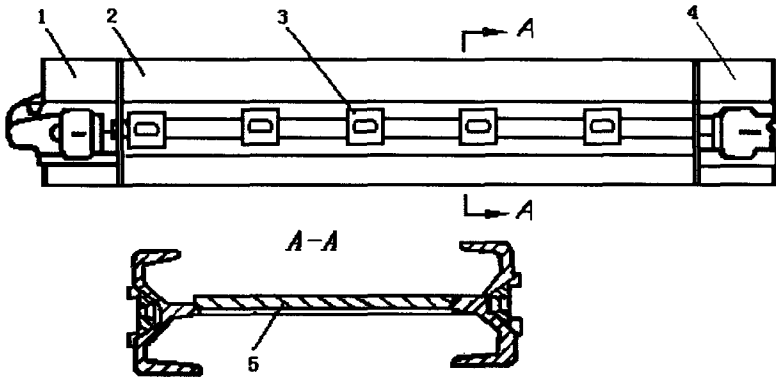


图 1-12 中部槽

1—高锰钢凸端头；2—槽帮钢；3—支座；4—高锰钢凹端头；5—中板

用于机械采煤工作面的中部槽，除了运煤，还要承受采煤机骑在上面运行的负荷，垂直方向受采煤机的重压和滚筒切割煤层时的冲击。推、拉液压支架的侧向力和纵向力，使中板拱曲受弯，连接件受拉、压和弯曲。大块煤岩卡死在槽中时，中板受压。中部槽的恶劣工作条件，造成它的损坏形式除了磨损还有槽体变形、相连接件损坏。因此，中部槽应有足够的强度、刚度和耐磨性。为检验中部槽的质量，我国制定了《刮板输送机中部槽试验规范》(MT102—85)。此规范对试验项目、试验方法和强度指标，都有具体规定。

中部槽的型式列入标准的有中单链型、边双链型、中双链型三种。除了用于轻型刮板输送机的中单链型采用冷压槽帮钢外，其他都用热轧槽帮钢制成。中部槽的断面形状有如图 1-13 所示的三种，其尺寸系列在《刮板输送机中部槽尺寸系列》中有规定。

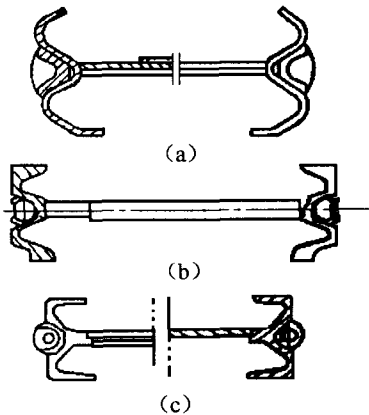


图 1-13 标准中部槽的断面

a—中单链型压制中部槽；b—中单链、中双链轧制中部槽；c—边双链型轧制中部槽

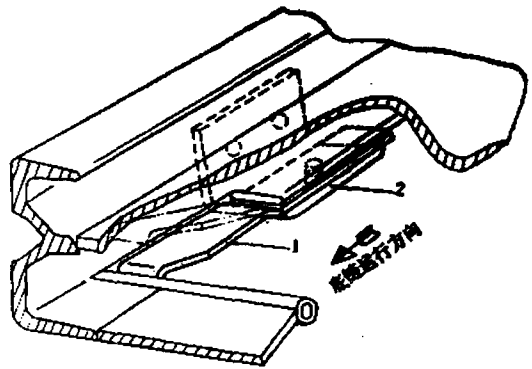


图 1-14 上链器

1—板翼；2—板簧固定架

中部槽承受煤和刮板链的剧烈摩擦，是使用量和消耗量最大的部件。中部槽的井下使用