



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 矿山运输与提升

庄严 主编

KUANGSHAN YUNSHU YU TISHENG

China University of Mining and Technology Press



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 矿山运输与提升

主 编 庄 严  
副主编 邓开陆 金敬华  
赵 武 王国文  
参 编 毋虎成 潘自立

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书是根据高职高专人才培养目标、最新国家标准,并总结编者多年从事教学、矿山生产实践的经验编写而成,是普通高等教育“十一”国家级规划教材。

本书全面系统地介绍了矿山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、选型计算以及运转维护等内容,并对本领域中新技术、新成果、新产品及其发展方向做了相应介绍。为便于组织教学,每章附有相应的习题和思考题。本书突出高职高专教育培养应用型人才的特点,从矿山生产实际出发,以应用为目的,以理论适度、概念清楚、突出应用为重点,内容充实,具有先进性、实用性。

本书可作为全国煤炭类高等职业技术学院、高等专科学校、成人高校及本科院校的二级职业技术学院的矿山机电、矿山机械化等相关专业的教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

矿山运输与提升/庄严主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2009.2

ISBN 978 - 7- 5646 - 0272 - 7

I. 矿… II. 庄… III. ①矿山运输—矿山机械—高等学校:技术学校—教材②矿井提升—提升设备—高等学校:技术学校—教材 IV. TD5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 018642 号

书 名 矿山运输与提升

主 编 庄 严

责任编辑 钟 诚 朱守昌

责任校对 陈 慧

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 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 19.5 字数 484 千字

版次印次 2009年2月第1版 2009年2月第1次印刷

定 价 34.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

# 前 言

本书是根据高职高专人才培养目标、最新国家标准,并总结编者多年从事教学、生产实践的经验编写而成,可供全国煤炭类高职高专矿山机电、矿山机械化等相关专业使用。

全书包括矿山运输设备与矿井提升设备两部分。矿山运输部分内容有:刮板输送机、带式输送机、电机车运输设备和辅助运输设备。提升部分内容有:提升容器、提升钢丝绳、矿井提升机、提升机与井筒相对位置、矿井提升运动学及动力学、斜井提升、多绳摩擦提升和矿井提升设备的运转、维护与检修。本书主要介绍了矿山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、选型计算以及维护运转、常见故障及处理方法等内容,并对本领域中新技术、新成果、新产品及其发展动向做了相应介绍。为便于组织教学,每章附有相应的习题和思考题。

本教材根据高职高专人才培养目标,坚持“以应用为目的,以必需、够用为度”的编写原则,本书注重基本概念、基本原理、基本结构的分析,在精选内容的基础上,力求贴近矿山生产实际,使教材内容适应矿山生产的现状和发展的需要,加强教材的科学性、启发性和技术上的先进性、实用性,突出职业技术的特色,以适应高职高专培养应用型人才的需要。

本书由云南能源职业技术学院庄严担任主编。参与本书编写的有云南能源职业技术学院庄严(绪论、第三章、第四章、第五章)、邓开陆(第十一章);石家庄工程技术学校金敬华、潘自立(第一章、第二章);徐州建筑职业技术学院赵武(第六章、第七章);河南理工大学高职院校王国文(第八章、第九章)、毋虎城(第十章)。全书由庄严负责统稿,邓开陆、金敬华、赵武、王国文担任副主编,承蒙中国矿业大学肖兴明教授对全部书稿进行了仔细审阅,并提出了许多十分中肯的修改意见,对保证和提高本书的编写质量起到了关键作用。

在本书的编写过程中,云南能源职业技术学院、石家庄工程技术学校、河南理工大学高职院校和徐州建筑职业技术学院等单位的领导和同事给予了大力支持,中国矿业大学出版社也给予了热情的帮助和指导,在此一并表示衷心的感谢。

在编写过程中,我们参考了许多文献、资料,在此对这些文献、资料的编著者表示衷心的感谢!

由于我们水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请使用本书的广大师生和读者批评指正。

编 者

2008年4月4日

## 目 录

绪 论	1
第一节 矿山运输与提升的地位与作用	1
第二节 矿山运输与提升的任务、特点和系统布置	1
第三节 矿山运输与提升设备的类型	3
<b>上篇 矿山运输设备</b>	
第一章 刮板输送机	9
第一节 概述	9
第二节 刮板输送机的结构	11
第三节 刮板输送机的选择计算	24
第四节 刮板输送机的安装、运转、维护和故障处理	30
第五节 桥式转载机	35
思考题与习题	36
第二章 胶带输送机	37
第一节 概述	37
第二节 胶带输送机的主要结构	42
第三节 胶带输送机的摩擦传动原理及牵引力	55
第四节 胶带输送机的选择计算	56
第五节 胶带输送机的安装、运转、维护和故障处理	64
第六节 特种胶带输送机	70
思考题与习题	71
第三章 矿井轨道及矿车	73
第一节 轨道结构及标准	73
第二节 矿用车辆	78
第三节 轨道车辆运输的辅助机械设备	86
思考题与习题	88
第四章 矿用电机车	89
第一节 概述	89
第二节 矿用电机车的构造	93
第三节 矿用电机车的电气控制	100
第四节 列车运行理论	105

第五节 电机车运输计算	111
第六节 电机车运输监控系统	117
第七节 电机车的操作、维护和故障处理	120
思考题与习题	124
<b>第五章 辅助运输设备</b>	126
第一节 概述	126
第二节 有极绳运输	127
第三节 无极绳运输及架空乘人装置	133
第四节 单轨吊车	135
第五节 卡轨车	142
第六节 胶套轮机车、粘着/齿轨机车	149
第七节 无轨运输车	153
第八节 辅助运输系统的配套形式	156
思考题与习题	158
<b>下篇 矿井提升设备</b>	
<b>第六章 矿井提升设备及主要组成部分</b>	161
第一节 概述	161
第二节 提升容器	164
第三节 井架与天轮	174
第四节 提升钢丝绳	178
第五节 矿井提升机	190
第六节 矿井提升机的制动系统	205
第七节 提升机的操纵、检测保护及微拖动装置	211
思考题与习题	217
<b>第七章 矿井提升设备的选型设计</b>	218
第一节 提升设备选型设计的基本原则、设计依据及内容	218
第二节 提升容器的选择	219
第三节 提升钢丝绳的选择计算	221
第四节 矿井提升机和天轮的选择计算	223
第五节 矿井提升机与井筒相对位置的计算	225
第六节 提升电动机的初选计算	234
思考题与习题	238
<b>第八章 矿井提升设备的运行理论</b>	239
第一节 矿井提升设备的基本动力学方程	239
第二节 提升设备的运动学计算	242

---

第三节	提升设备的动力学计算·····	247
第四节	提升电动机容量的计算·····	248
第五节	提升设备的电耗及效率计算·····	251
	思考题与习题·····	252
<b>第九章</b>	<b>斜井提升</b> ·····	<b>253</b>
第一节	概述·····	253
第二节	斜井提升设备的选择计算·····	255
第三节	提升机与井口相对位置的计算·····	259
第四节	斜井提升设备的运动学计算·····	262
第五节	斜井提升设备的动力学计算·····	266
	思考题与习题·····	267
<b>第十章</b>	<b>多绳摩擦提升</b> ·····	<b>268</b>
第一节	概述·····	268
第二节	多绳摩擦提升的传动原理及防滑分析·····	275
第三节	多绳摩擦提升设备的组成部分·····	280
	思考题与习题·····	292
<b>第十一章</b>	<b>矿井提升设备的运转、检修与故障处理</b> ·····	<b>293</b>
第一节	矿井提升设备的运转·····	293
第二节	矿井提升设备的检修·····	296
第三节	矿井提升设备的常见故障及处理方法·····	297
	思考题与习题·····	303
	<b>参考文献</b> ·····	<b>304</b>

# 绪 论

## 第一节 矿山运输与提升的地位与作用

矿山运输与提升是煤炭生产过程中必不可少的重要生产环节。从井下采煤工作面采出的煤炭,只有通过矿山运输与提升环节将其运到地面,才能加以利用。在运输煤炭的同时,还需要运输矸石、材料、设备和人员。矿山运输与提升在矿山生产中占有重要地位,尤其是现代化大中型矿井对此更应高度重视。因为大中型矿井的矸石运量每年有数十万吨之多,十几吨重的设备需要在多变的采区巷道中整体运到工作面,此外,材料设备的品种规格多、运输地点分散,上下班时要求在短时间内把人员送到各指定点等等,这一切都离不开矿山运输与提升。

由于矿山运输与提升由多个环节和各种设备配套而成,如果某个环节中断,就会使工作面和其他工作地点的作业陷于停顿,甚至会导致全矿停产,因此,矿山运输与提升系统运行的正常与否直接关系到矿山生产能否正常进行。所以,有人把矿山运输与提升形象地比作矿山生产的动脉和咽喉。

从安全生产的角度看,矿山运输与提升事故占很大比例。据统计,有 1/4 以上的安全事故发生在运输与提升环节,仅次于顶板事故而居第二位。轻者,影响煤炭产量,重者,则会危及人身安全。因此,煤矿安全生产离不开运输与提升的安全。

从经济角度看,矿山运输与提升费用在生产成本中占很大的比重,因为地面及井下运输与提升设备很多,从事运输和装载的工人数几乎占全矿工人的一半。因此,正确配置运输与提升设备及合理组织运输与提升工作,对提高煤炭的产量、降低生产成本和提高工人劳动生产率有着重要的作用。

从人员上下井消耗时间来看,随着矿井开拓范围的不断扩大,工人从入井到采掘工作面作业地点往往需要 1~1.5 h。有的还要爬斜井、上下山,体力消耗很大,工作时间、工作耐力受到很大影响,这种损失是无形的、巨大的。随着井型和开拓范围的不断扩大,运输距离越来越长,这个问题更加突出。国外大型矿井近年来发展高速直达人车,保证在 30~40 min 送到工作面,可以有效地提高工时利用和劳动能力。另外,矿井开拓中的一些重大技术问题,如沿煤层布置运输大巷带来的巷道起伏不平的辅助运输问题,用传统方式是难以解决的。因此,开发和选用先进的辅助运输系统,对于煤矿实现高产高效和提高矿井生产的安全性具有重要意义。

## 第二节 矿山运输与提升的任务、特点和系统布置

### 一、矿山运输与提升的任务

矿山运输与提升的任务很多,概括起来大致有以下几点:

- (1) 将工作面采出的煤炭运送到地面装车站;



- (2) 将掘进出来的矸石运往地面矸石场或矸石综合利用加工厂；
- (3) 将井下生产所必需的材料、设备运往工作面或其他工作场所；
- (4) 运送井下工作人员。

## 二、矿山运输与提升的特点

(1) 由于矿山运输与提升设备是在井下巷道或井筒内工作,空间受到限制,故要求它们结构紧凑,外部尺寸尽量小。

(2) 由于矿山运输与提升设备环节多,线路长短不一,且经常变化,水平和倾斜线路交叉相连,同时还有装载、卸载等辅助设备,为了适应各种不同工作条件的需要,矿山运输与提升要求有多种类型。

(3) 因工作地点经常变化,因而要求其中的许多设备应便于移置。

(4) 矿山运输与提升设备在井下工作时,工作条件比较恶劣,在周围环境中往往存在沼气和粉尘,因此,要求矿山运输与提升设备要耐腐蚀,耐粉尘,且具有防爆性能。

了解矿山运输与提升的特点,对于相关的工程技术人员来说是非常重要的,这样才能有的放矢,合理地设计或选择现场适用的运输设备,确保各种设备的合理配套和安全使用。

## 三、矿山运输与提升系统的布置

图 0-1 为矿山运输与提升系统示意图。由此可知,采煤工作面 A 处采下的煤炭或掘进工作面 B 处掘下的矸石,经运输平巷中的运输设备运至下部车场 6(或运输大巷 4),再经石门 5 和运输大巷 4 的运输设备运至井底车场 3,最后经井筒提升至地面。而人员和设备的升降以及材料的下放则是通过普通罐笼进行的,并以相反方向运至指定地点。

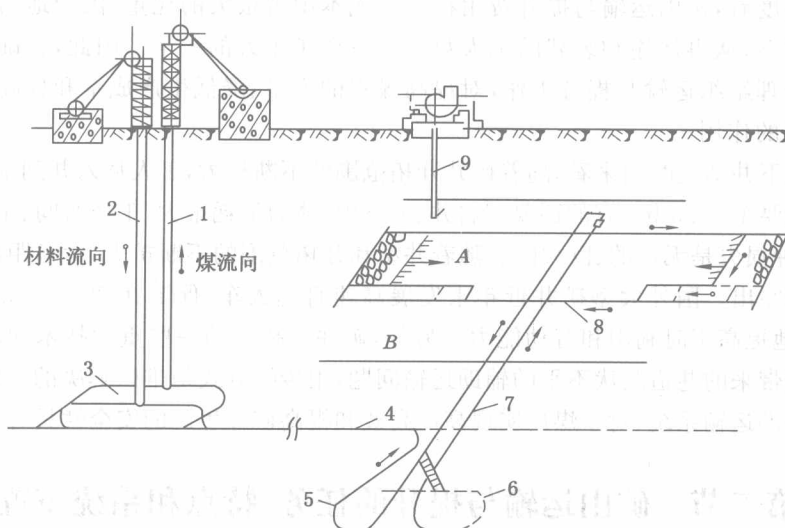


图 0-1 矿井运输与提升系统示意图

- 1——主井;2——副井;3——井底车场;4——运输大巷;5——石门;6——采区车场;  
7——上山;8——运输平巷;9——风井

由上可知,矿山运输与提升系统遍布矿井生产的各个环节,每一环节均布置有必需的设  
备。而环节越多,使用的设备台数和转载点也越多,可能发生的故障也越多。因此,如条件  
许可,应尽可能减少环节、简化系统,以便安全生产,提高经济效益。

### 第三节 矿山运输与提升设备的类型

#### 一、矿山运输设备的类型

运输设备按其动作方式可分为连续动作式和周期动作式两类。

##### (一) 连续动作式运输设备

这类设备一经开动能连续不断地运送货载,具有运输能力与运输距离无关、连续运行、  
整机长度与运输距离相等三个特点。

##### 1. 输送机

###### (1) 刮板输送机

属于链啮合传动输送机。主要用于缓倾斜工作面运煤,也可用于其他场合(如采区顺  
槽、上下山等)。

###### (2) 胶带输送机

属于挠性体摩擦传动输送机。主要用于采区顺槽,倾角小于  $18^\circ$  的巷道、地面生产系统  
和选煤厂运输煤炭。在主要平巷和斜井中也常采用胶带输送机。

以上两种输送机目前在煤矿生产中用途广泛。

###### (3) 板式输送机

是一种适应性很强的运输设备,但由于机件笨重,运行速度低,已很少使用。

##### 2. 杓斗提升机和杓斗输送机

杓斗提升机和杓斗输送机的牵引机构可以是牵引链或挠性体,多用于选煤厂运输。

##### 3. 水力运输设备

这种运输方式是有压和无压的水流来运送煤炭。适用于水力采煤的矿井中。

##### 4. 无极绳运输设备

如图 0-2 所示,这种运输方式是将货载装在单个矿车中,用无极连续的钢丝绳牵引矿车  
在轨道上运行,从一端向钢丝绳上挂上矿车,由另一端或中途摘下。这种方式多用于井下或

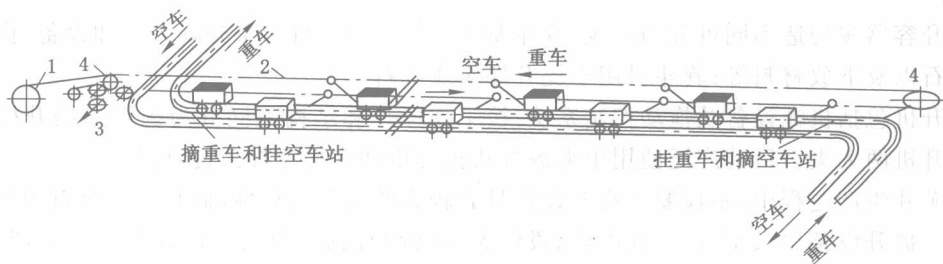


图 0-2 无极绳运输工作系统

1——主导绳轮;2——钢丝绳;3——拉紧装置;4——导向轮

地面水平运输及倾角小  $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$  的斜巷运输。

另外,现代化矿井中的架空乘人装置(猴车)也属于无极绳运输设备,架空乘人装置能实现机械运人,把人员直接送近工作面,有效地提高工时利用率和劳动能力。

#### 5. 自重运输

货载靠自重沿某一导向体(如底板、溜槽、放煤口及铁管等)向下滑动。

#### (二) 周期动作式运输设备

这类设备作周期往返运动,不能连续运送货载。

##### 1. 电机车运输

电机车运输用机车牵引一组矿车在轨道上往返周期性运送货载,是目前我国水平巷道长距离运输的主要形式。有架线式电机车和蓄电池电机车两种,分别用于无瓦斯和有瓦斯及煤尘爆炸危险的平巷中。

##### 2. 无极绳运输

用无极往复运行的钢丝绳牵引单个或一组矿车在轨道上往返运行。多用作小型矿井的主斜井提升或一般矿井的采区上、下山辅助运输等。

##### 3. 辅助运输

这类设备有单轨吊车、卡轨车、齿轨/黏着机车、无轨胶轮车等,是近年来发展起来的先进的辅助运输设备。其中,单轨吊车是与综合机械化采煤配合使用的一种采区巷道辅助运输设备;其车辆悬吊于巷道上方工字形单轨上运行,通过钢丝绳牵引或防爆柴油机牵引运送货载;卡轨车、齿轨/黏着机车适用于巷道底板起伏大、有底鼓以及难以使用机车运输和无极绳运输的巷道;无轨胶轮车是一种以铲车为基础发展起来的运输设备,采用无轨胶轮行走,可以机动灵活地在分支较多的巷道中快速运行。

近几年,先进的辅助运输设备发展很快,德国、英国等国家已广泛采用,我国一些现代化矿井和大中型矿井也开始推广应用,主要用于综采工作面运进或运出机械设备。但是,我国目前大部分矿井的辅助运输系统还相当落后,与我国煤矿生产中的综采、综掘等现代化系统相比很不适应,已成为制约我国煤炭生产发展的薄弱环节,因此,开发和选用先进高效的辅助运输是高产高效矿井建设的重要内容。

## 二、提升设备与提升系统

煤矿提升设备主要由提升容器、提升钢丝绳、提升机、天轮、井架(或井塔)及装卸载设备等组成。

提升容器按构造不同可分为罐笼、箕斗及矿车等。罐笼可用来升降人员和设备、提升煤炭和矸石以及下放材料等;箕斗只用于提升煤炭或矸石。

提升机包括机械设备及拖动控制系统,按工作原理和结构不同分为缠绕式提升机和摩擦式提升机两大类。目前广泛使用单绳缠绕式提升机和多绳摩擦式提升机。

在矿井生产过程中,不仅要求提升设备具有较高的安全可靠性和要求具有很好的经济性能。提升设备属大型设备,耗电多、投资大、运营费用高,应结合矿井的实际生产条件,确定最经济、合理的设计方案。

由于提升容器及提升机的构造和原理不同,煤矿提升设备可构成多种不同的提升系统:主井箕斗提升系统、副井罐笼提升系统、多绳摩擦(主、副井)提升系统、斜井串车提升系统、

斜井箕斗提升系统等。

除上述设备外,在矿山运输与提升工作中还采用大量的附属机械设备,如翻车机、推车机等装、卸载设备。

总之,矿山运输与提升设备的类型很多,学习时应按运行方式、牵引原理、结构类型分别掌握其共性和不同点。对于矿山使用的运输与提升设备,只有在熟悉它们的工作环境和条件后,才能选出合适的机型。





上 篇  
矿山运输设备



# 第一章 刮板输送机

## 第一节 概 述

### 一、刮板输送机的工作原理

刮板输送机是目前长壁采煤工作面唯一的运输设备。虽然其类型和组成部件的形式多种多样,但基本组成与工作原理相同。刮板输送机的基本组成如图 1-1 所示,主要组成部分有:机头部(包括机头架、驱动装置、链轮组件等)、中间部(包括溜槽、刮板链等)、机尾部(包括机尾架、驱动装置、链轮组件等)、附属装置(铲煤板、挡煤板、紧链器等)及供移动输送机用的推移装置。

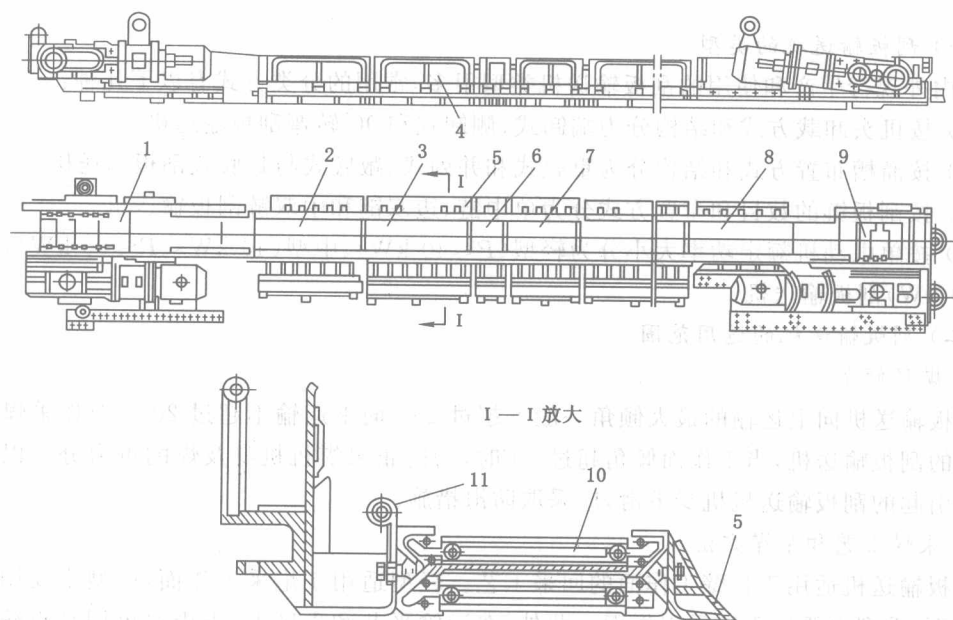


图 1-1 可弯曲刮板输送机

- 1——机头部;2——机头连接槽;3——中部槽;4——挡煤板;5——铲煤板;6——0.5 m 调节槽;  
7——1 m 调节槽;8——机尾连接槽;9——机尾部;10——刮板链;11——导向管

刮板输送机的工作原理如图 1-2 所示。由绕过机头链轮和机尾链轮的无极循环刮板链作为牵引机构,以溜槽作为承载机构。电动机带动联轴器、减速器驱动链轮旋转,使链轮带动与之啮合的刮板链连续运转,将装在溜槽上的货载从机尾运到机头处卸载。在运行过程中,由于链轮的轮齿依次与刮板链的链环啮合,刮板链绕链轮时为多边形运动,而不是按



圆周运动,因而刮板链在运行中速度和加速度都发生周期性的变化。

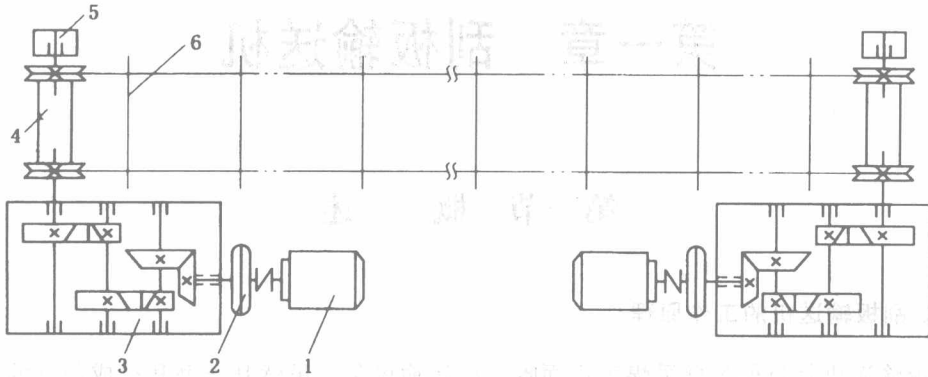


图 1-2 SGB—150 型刮板输送机的传动系统

1—电动机;2—液力耦合器;3—减速器;4—链轮组件;5—首轴;6—刮板链

## 二、刮板输送机的类型、使用范围和特点

### (一) 刮板输送机的类型

国内外现行生产和使用的刮板输送机类型很多,常用的分类方式有以下几种:

- (1) 按机头卸载方式和结构分为端卸式、侧卸式和 90°转弯刮板输送机。
- (2) 按溜槽布置方式和结构分为重叠式和并列式、敞底式与封底式刮板输送机。
- (3) 按刮板链的数目和布置方式分为单中链、边双链和中双链刮板输送机。
- (4) 按单电动机额定功率大小分为轻型( $P \leq 40 \text{ kW}$ )、中型( $40 \text{ kW} < P \leq 90 \text{ kW}$ )、重型( $P > 90 \text{ kW}$ )刮板输送机。

### (二) 刮板输送机的适用范围

#### 1. 煤层倾角

刮板输送机向上运输的最大倾角一般不超过 25°,向下运输不超过 20°。兼作采煤机行走轨道的刮板输送机,当工作面倾角超过 10°时,为防止采煤机机身及煤的重力分力以及振动冲击引起的刮板输送机机身下滑,应采取防滑措施。

#### 2. 采煤工艺和采煤方法

刮板输送机适用于长壁工作面的回采工艺。轻型适用于炮采工作面,中型主要用于普采工作面,重型主要用于综采工作面。此外,在运输平巷和采区上、下山也可用刮板输送机运送煤炭。

### (三) 刮板输送机的特点

#### 1. 优点

结构强度高,运输能力大,可爆破装煤;机身低矮,沿输送机全长可在任意位置装煤;机身可弯曲,便于推移;可作为采煤机的轨道和推移液压支架的支点;推移输送机时铲煤板可清扫机道的浮煤;挡煤板后面的电缆槽架可装设供电、信号、通讯、照明、冷却、喷雾等系统的管线,并起保护作用。

刮板输送机的这些优点,使它成为长壁采煤工作面唯一可靠的运输设备。