

中等专业学校规划教材

矿山运输与提升设备

陈维健 齐秀丽 李克孝 编

煤炭工业出版社

762
C-251

中等专业学校规划教材

矿山运输与提升设备

陈维健 齐秀丽 李克孝 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了煤矿运输与提升设备的类型、结构、工作原理、工作性能、运行理论、选型计算、电控系统及维护运转等内容，同时还介绍了应用计算机进行选型设计的框图。

本书内容充实，不仅可作为中等专业学校教材，也可供职工中等专科学校、技工学校 and 在职技术培训班教学使用，还作为有关技术人员、技术工人业余自修的良好读物。

中等专业学校规划教材

矿山运输与提升设备

陈维健 齐秀丽 李克孝 编

责任编辑：刘永清

*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京安定门外和平里北街21号)

中国科学院印刷厂印刷

*

开本787×1092mm¹/₁₆ 印张21 插页1

字数499 千字 印数1—4000

1997年6月第1版 1997年6月第1次印刷

ISBN 7-5020-1447-0/TD5

书号 4216 定价22.00元



前 言

本书是根据原中国统配煤炭总公司教育局关于“煤炭工科中等专业学校1991~1995年教材建设规划”要求，为全国煤炭中等专业学校矿山机电、机械化专业编写的规划教材。

本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、电控系统以及维护运转等内容，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。

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，力求理论联系实际，突出重点，深入浅出，加强教材的科学性和技术上的先进性、实用性，以利于培养学生自学能力，分析、解决实际生产技术问题的能力。为便于组织教学，书中每章都选编了计算例题、习题与思考题及利用计算机进行设备选型设计的逻辑框图。

本书由陈维健同志编写第一、二、十、十一章，齐秀丽同志编写第五、六、七、八、九章，李克孝同志编写第三、四章。陈维健同志担任主编。

本书承蒙山东矿业学院孙可文教授、于修教授、马文教授、姚良知教授、王良军、傅运刚教授审查并提供了许多宝贵意见和资料，给予了大力支持，在此一并谨致谢忱。

在编写过程中，还得到许多厂矿、研究所、设计院的技术人员提供的大量宝贵意见和资料，在此表示感谢。

由于水平所限，书中难免有缺点错误，敬请读者惠于批评指教。

编 者

1995年7月

目 录

绪论	1
----------	---

上篇 矿井运输运输设备

第一章 刮板输送机	6
第一节 概述	6
第二节 刮板输送机的结构特点及功能分析	15
第三节 刮板输送机的选择计算	27
第四节 桥式转载机	35
第五节 刮板输送机的安装、运转与维护	38
习题与思考题	39
第二章 胶带输送机	41
第一节 概述	41
第二节 胶带输送机的主要结构	53
第三节 胶带输送机的摩擦传动原理及牵引力	62
第四节 胶带输送机的选择计算	65
第五节 胶带输送机的安装、运转与维护	78
习题与思考题	79
第三章 轨道、矿车、钢丝绳运输	80
第一节 轨道	80
第二节 矿车	84
第三节 钢丝绳运输的类型及设备	88
第四节 钢丝绳牵引单轨吊	94
习题与参考题	98
第四章 矿用电机车	99
第一节 概述	99
第二节 矿用电机车的构造	104
第三节 电机车的电气控制	112
第四节 列车运行理论	117
第五节 电机车运输计算	121
第六节 电机车的操作与维护	129
第七节 内燃机的废气净化	131
习题与思考题	135

下篇 矿井提升设备

第五章 矿井提升设备的类型及主要组成部分	136
第一节 概述	136
第二节 提升容器	139

第三节	井架与天轮	152
第四节	提升钢丝绳	156
第五节	矿井提升机	170
第六节	提升机的操纵与检测保护装置、微拖动装置	184
习题与思考题	.....	191
第六章	矿井提升机的制动系统	192
第一节	制动系统的作用及对制动系统的要求	192
第二节	油压重锤块闸制动系统与块闸制动器主要参数的计算	194
第三节	盘式闸制动系统	198
习题与思考题	.....	209
第七章	矿井提升设备的选择	211
第一节	提升方式的确定及提升设备选型计算依据与内容	211
第二节	提升容器的选择	212
第三节	提升钢丝绳选择计算	215
第四节	矿井提升机和天轮的选择计算	216
第五节	矿井提升机与井筒相对位置的计算	218
第六节	提升电动机的初选计算	223
第七节	提升设备选型的电算计算框图	230
习题与思考题	.....	230
第八章	矿井提升设备的运行理论	232
第一节	矿井提升的基本动力方程式	232
第二节	提升系统的变位质量	234
第三节	提升设备的运动学计算	235
第四节	提升设备的动力学计算	240
第五节	提升电动机容量的计算	242
第六节	提升设备的电耗及效率的计算	244
习题与思考题	.....	245
第九章	提升机的电力拖动与控制	247
第一节	概述	247
第二节	交流电动机及其调速原理	248
第三节	感应电动机拖动电气控制的几个主要环节及其线路	252
第四节	矿井提升机 TKD-A 电控系统	255
习题与思考题	.....	269
第十章	斜井提升	270
第一节	概述	270
第二节	斜井提升设备的选择计算	272
第三节	提升机与井口相对位置的计算	276
第四节	斜井提升运动学计算	279
第五节	斜井提升动力学计算	282
第六节	主斜井平车场双钩串车提升选择计算例题	283
习题与思考题	.....	294

第十一章 多绳摩擦提升	295
第一节 概述	295
第二节 多绳摩擦提升的传动原理及防滑分析	300
第三节 多绳摩擦提升计算的一般原则	306
第四节 多绳摩擦提升设备的结构特点	310
习题与思考题	318
附录 单绳缠绕式主井提升设备选型计算综合例题	319
主要参考文献	328

绪 论

一、矿井运输与提升在煤矿生产中的地位及任务

煤炭是我国的主要能源，又是重要的化工原料。煤炭工业作为我国的重要能源工业，建国40多年来，为推动和保证国民经济的发展，取得了举世瞩目的伟大成就。我国煤炭储量居世界前列，原煤年产量从1949年的0.32亿t到1992年已突破11亿t，跃居世界产煤大国之行列。根据我国的国情，在我国一次性能源结构中，煤炭所占的比重一直是70%以上，而在今后相当长的时期内，煤炭仍然是我国的主要能源。随着我国经济的不断改革开放，煤炭工业必将高速持续地向前发展。

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，只有通过矿井运输与提升将其运到地面，才能加以利用。矿井运输与提升在矿井生产中担负着以下任务：(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。可以说，矿井运输与提升是矿井生产的“动脉”与“咽喉”，其设备在工作中一旦发生故障，将直接影响生产，甚至造成人身伤亡。此外，矿井运输与提升设备的耗电量很大，一般占矿井生产总耗电量的50%~70%。因此，合理选择维护使用这些设备，使之安全可靠、经济高效地运转，对保证矿井安全高效的生产，对提高煤炭企业的经济效益，都具有重要的现实意义。这就要求矿山机电技术人员应该很好地掌握矿井运输与提升设备的各种类型、结构、工作原理、工作性能、维护、运转等方面的知识。

由于矿井运输与提升设备是在井下巷道内和井筒内工作，空间受到限制，故要求它们结构紧凑，外部尺寸尽量小；又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；因为井下有瓦斯、煤尘、淋水、潮湿等特殊工作条件，还要求设备应防爆、耐腐蚀等。

井下运输线路和运输方式是否合理，对降低运输成本的影响甚大，而它们的合理性在很大程度上决定于开拓系统和开采方法。因此，在决定矿井开拓系统和开采方法时，不但要考虑运输的可能性和安全性，而且还应考虑它的合理性和经济性。

图0-1所示为矿井运输与提升系统示意图。图中煤流路线为：工作面15刮板输送机—区段运输机巷转载机、胶带机（或刮板输送机）—采区上山11胶带输送机—采区煤仓12装车—胶带运输大巷6（或电机车牵引矿车组）—井底车场翻车机卸车、井底煤仓3—主井1箕斗提升到地面。

由上可知，矿井运输与提升系统遍布各个环节，每一环节均布置有必须的设备。而环节越多，则使用的设备台数和转载点也越多，可能的故障也越多。因此，如条件许可，应尽可能使其环节减少、系统简化，以便安全生产，提高经济效益。

二、矿井运输与提升设备的类型

矿井运输与提升设备的类型按其动作方式不同，可分为两大类：即连续动作式和周期动作式。另外，还有一些辅助设备。连续动作式设备的特点是设备一经开动后，能连续不

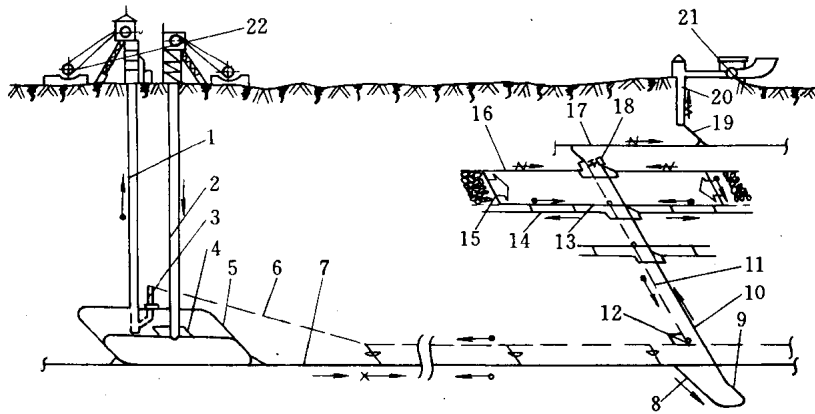


图 0-1 矿井运输与提升系统示意图

- 1—主井；2—副井；3—井底煤仓；4—中央变电所；5—井底车场；6—胶带运输大巷；
 7—轨道运输大巷；8—采区石门；9—采区车场；10—采区轨道上山；11—采区运输上山；
 12—采区煤仓；13—区段运输巷；14—区段轨道巷；15—回采工作面；16—工作面回风巷；17—总回风巷；
 18—采区绞车房；19—回风门；20—回风井；21—通风机；22—矿井提升机

断地运送货载；周期动作式设备的特点是设备以一定循环方式周期性地运送货载，在运转中需经常控制其运行方向。

1. 连续动作式设备

(1) 输送机 如刮板输送机、胶带输送机、杓斗提运机等。

(2) 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运转的钢丝绳牵引矿车在轨道上运行，矿车与钢丝绳之间通过连接装置挂钩或摘钩。这种方式可用于井下或地面水平运输及倾角小于 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 的斜巷运输。属落后的运输方式，仅在个别老矿区和地方小煤窑尚有使用。

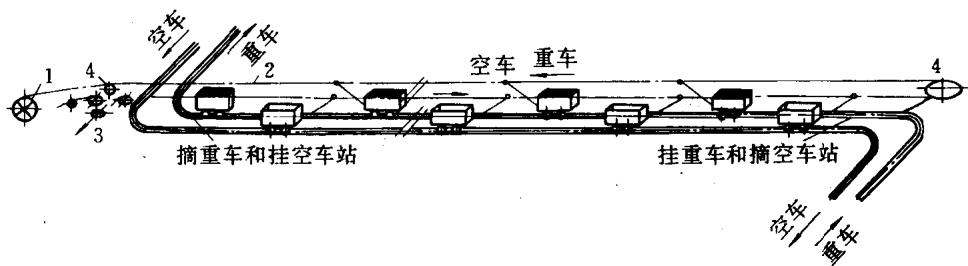


图 0-2 无极绳运输工作系统

- 1—主导绳轮；2—钢丝绳；3—拉紧装置；4—导向轮

(3) 风力或水力运输 这种运输方式可分为利用压缩空气或高压水在管内运送货载的有压运输和利用自然坡度在铁槽内运送货载的无压水力运输两种。水力运输适用于水力采煤或早采水运矿井。

(4) 自重运输 即在坡度较大的情况下，利用货载本身的自重分力，使货载沿斜坡向

下连续自溜运输。

2. 周期动作式设备

(1) 机车运输设备 用机车牵引一组矿车在轨道上往返周期性地运送货载，是我国目前水平巷道长距离运输的主要方式之一。

(2) 有极绳运输设备 用有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) 矿井提升设备 利用提升机滚筒传动的钢丝绳牵引提升容器在井筒内往返运行，完成提升或下放人员及货载的任务。

(4) 卡轨车 是一种地轨式辅助运输设备，在车辆上除有普通的行走轮对外，另装有卡轨轮，其作用是卡住轨道，使车轮不离轨掉道，以适用于巷道底板起伏大，有底鼓以及难以使用机车和有极绳运输的巷道，德国、英国等国家已广泛采用，我国一些新建大型矿井也开始推广应用。图 0-3 是用摩擦轮绞车作动力装置，采用槽钢作轨道，卡轨轮卡在槽钢的槽内通过钢丝绳引的卡轨车运输，主要用于向综采工作面运进或运出机械设备。

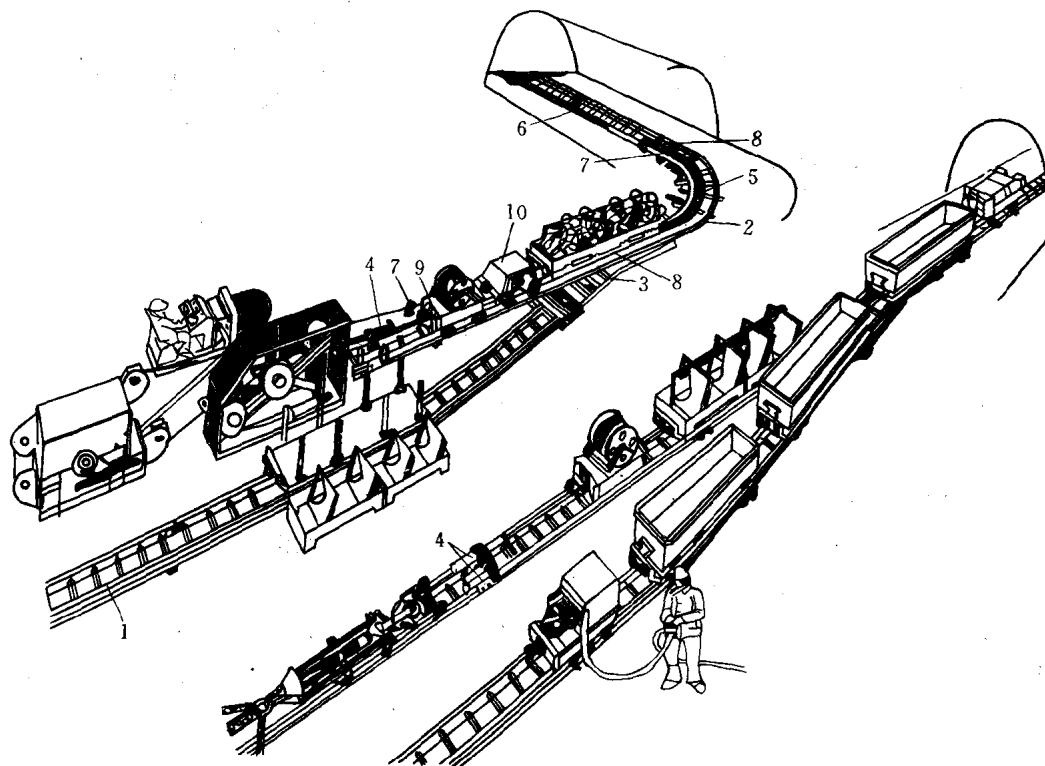


图 0-3 钢丝绳牵引的卡轨车

1—尾部导向轮；2—托绳辊；3—滑轮；4—储绳筒；5—制动装置；
6—牵引车；7—卡轨轮；8—卡轨车辆；9—摩擦轮绞车；10—张紧装置

(5) 单轨吊车 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。它是用吊挂车辆，在悬吊于巷道上方的工字型单轨上运行，摩擦轮绞车作动力装置，通过钢丝绳牵引的单轨吊车运送货载的设备，图 0-4 所示为单轨吊车运输系统图。

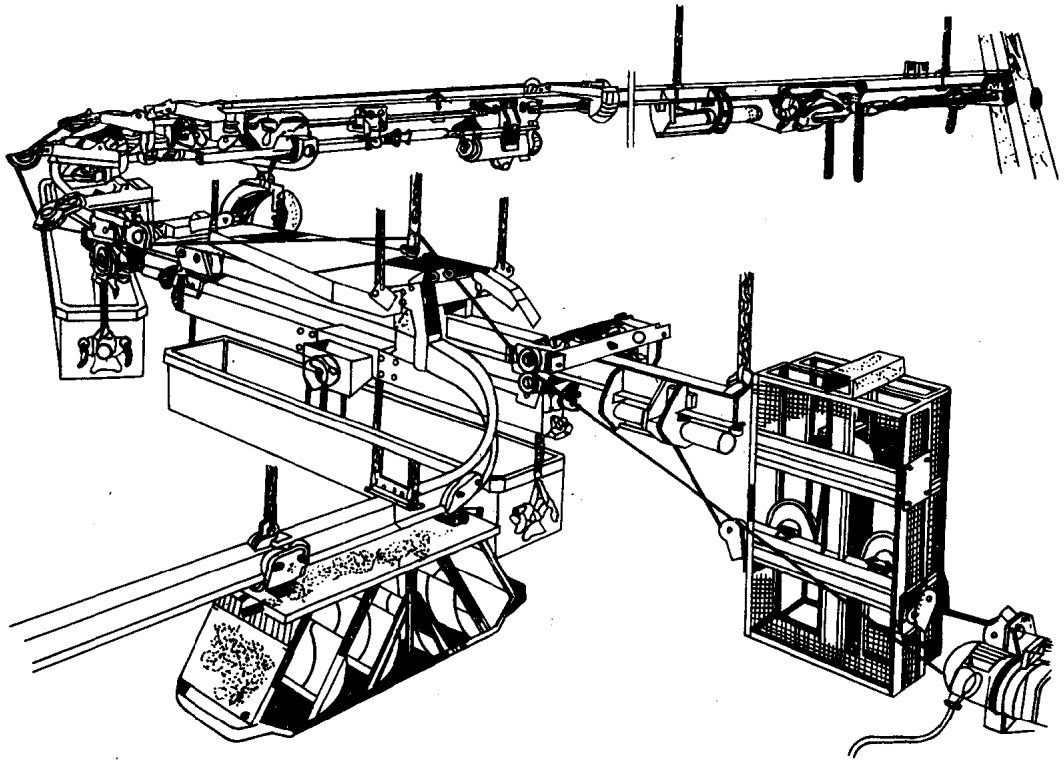


图 0-4 钢丝绳牵引的单轨吊车

(6) 架空索道 适用于个别山区矿井地面运输设备。

3. 辅助运输设备

(1) 给煤机 用来将煤仓中的煤均匀而定量地装到输送机或其它机器上；

(2) 闸门 用来关闭煤仓或漏斗，也可以起调节给煤量的作用；

(3) 翻车机 用来翻转矿车，卸出所载物料；

(4) 链式推车机或爬车机 在采区装车站、井底车场，当向罐笼、翻车机推送矿车时，或在溜煤眼下部推送矿车时，推动矿车。而爬车机则是在矿车自溜系统中，用以补偿矿车自溜所降落的标高差，故又称为高差补偿器；

(5) 调度绞车 主要用于地面、井下车场或装载站作调度矿车之用，也可用于运送材料等一些辅助运输工作；

(6) 阻车器、限速器 在矿车自溜轨道上停止矿车运行和调节、限制矿车的滑行速度；

(7) 转载机 是机械化采煤区内煤炭运输系统中普遍采用的一种中间转载输送设备；

(8) 提升设备的装卸载附属设备等。

三、国内外矿井运输与提升设备发展概况

我国缓倾斜煤层工作面比较多，刮板输送机应用极广，种类很多，达 30 余种，有单链、双链、三链刮板输送机，使用较多的有 10 多种，并且新品种不断增加，如有的可弯曲刮板

输送机，能完成拐弯 90°运行。如我国自行设计、制造的 SGW-150 型和 SGW-250 型双边链高效可弯曲自移输送机，SGZ-764/264 型双中链可弯曲刮板输送机等，与采煤机、液压支架配套，使工作面的采、装、运、支实现了综合机械化，大大提高了工作效率。

在胶带输送机运输方面，近年来，国内外胶带输送机向着长距离、大运量、高速度、大功率、低能耗方向发展。如北非撒哈拉大沙漠的磷矿石运输采用 10 台钢丝绳芯胶带输送机组成输送线，远距达 100km；美国的河湖胶带运输线长达 169km；西德的莱茵褐煤矿山公司费尔图纳露天煤矿使用的目前世界上胶带宽度最宽，运输能力最大的胶带输送机，其带宽达 6.4m，每小时运输能力达 1.6×10^4 t。

为实现长距离无转载连续运输，在发展长运输线的同时，单机长度也在不断提高。如日本设计使用的一台输送机，单机长度达 15.5km。在德国已采有 730m/min 的高速胶带机等。

在电机车运输方面，电机车正向着大型化、高速化、能爬大坡度、高度自动化控制方面发展。如瑞典、美国、波兰等国家已开始研制和使用能自动装卸载，无人驾驶运行的全自动化控制的电机车运输设备。

在矿井提升设备的设计制造方面，我国已能成批生产各种近代化的大型提升机。并制订了单绳缠绕式和多绳摩擦式提升机的新系列型谱，这标志着我国提升设备的设计、制造已达到了一个新的水平。

在矿井提升设备使用方面，多绳摩擦提升已成为竖井提升的发展方向之一，应用范围从深井发展到浅井，从竖井发展到斜井。对于特深矿井提升，采用了双绳滚筒缠绕式提升（布雷尔提升机）等。进入 90 年代，世界上又出现了一种全新的高度机电一体化的“内装式多绳摩擦提升机”，将提升机的制造、使用水平推入了一个新的领域。矿井提升设备总的发展趋势是向：体积小、质量小、能力大、安全可靠、高度自动化方向发展。

上篇 矿井运输设备

第一章 刮板输送机

第一节 概 述

一、刮板输送机的主要组成部分及其工作原理和使用范围

刮板输送机是目前国内外缓倾斜长臂式采煤工作面唯一的煤炭运输设备。不同类型的刮板输送机其各组成部件的形式和布置方式不同，但组成部件和主要结构则基本相同。图 1-1 所示为可弯曲刮板输送机的外形图。

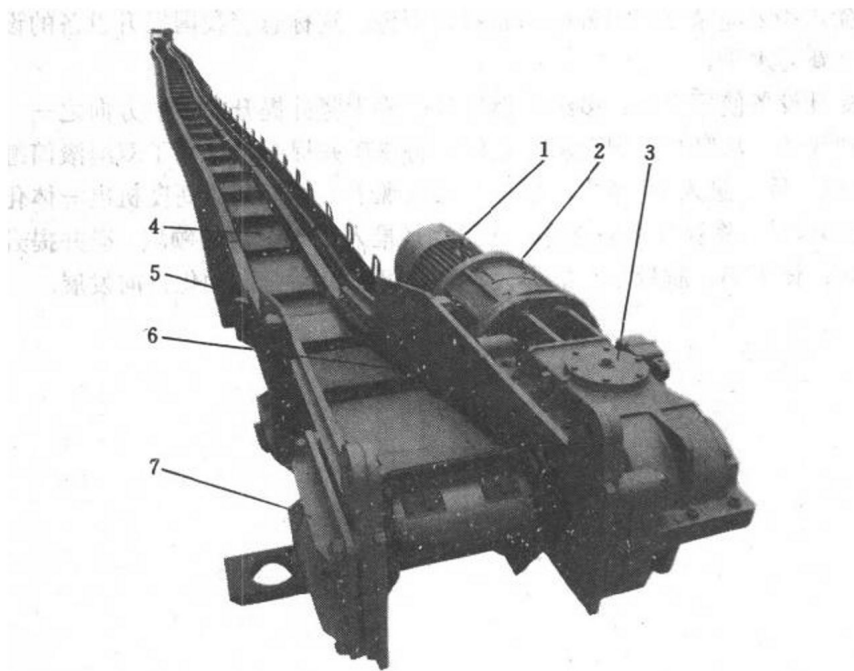


图 1-1 可弯曲刮板输送机外形

1—电动机；2—液力耦合器；3—减速器；4—溜槽；5—铲煤板；6—刮板链；7—机头架

可弯曲刮板输送机如图 1-2 和图 1-3 所示。其主要组成部分有：机头部 1（包括机头架、电动机、液力耦合器、减速器、链轮组件等），机尾部 9（包括机尾架、电动机、液力耦合器、减速器、链轮组件等），中间部（包括中间溜槽、连接溜槽、调节溜槽、刮板链子），附属装置（紧链器、铲煤板、挡煤板、防滑锚固装置）；以及供移动输送机用的移溜装置。

刮板输送机的工作原理是：由绕过机头链轮和机尾链轮（或滚筒）的无极循环的刮板链子作为牵引机构，以溜槽作为承载机构，电动机经液力耦合器、减速器带动链轮旋转，从而带动刮板链子连续运转，将装在溜槽中的货载从机尾运到机头处卸载转运。上部溜槽是输送机的重载工作槽，下部溜槽是刮板链的回空槽。

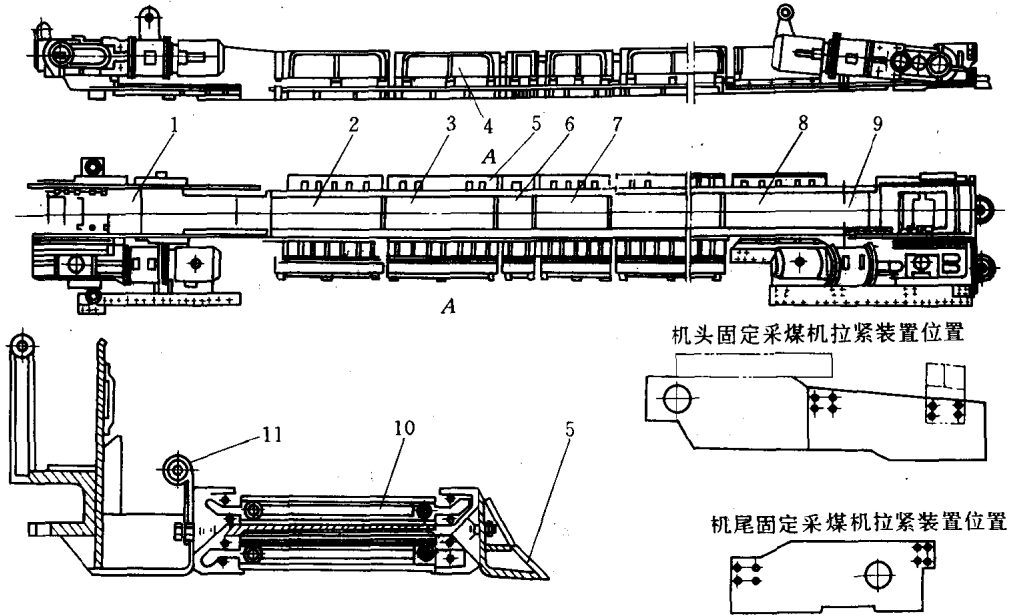


图 1-2 SGW-150B 型刮板输送机总图

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

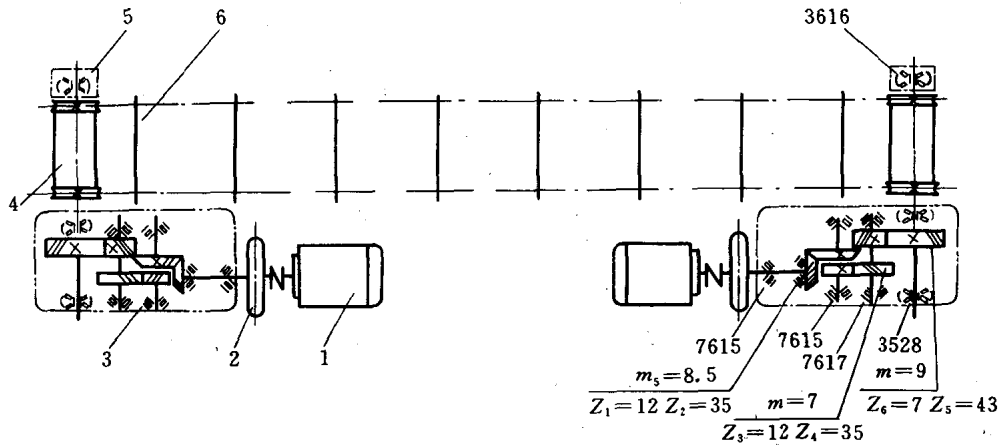


图 1-3 SGW-150B 型刮板输送机传动系统图

1—电动机；2—液力耦合器；3—减速器；4—链轮；5—盲轴；6—刮板链

刮板输送机适用于煤层倾角不超过 25°的采煤工作面，但对于兼作采煤机轨道配合机组采煤的刮板输送机，适用于煤层倾角一般不超过 10°。倾角大时，要采取防滑措施。此外在顺槽和联络眼、采区平巷、上下山也可使用刮板输送机运送煤炭。

刮板输送机所以能在采煤工作面运输中得到广泛应用，是由于它和其它输送机相比具有下述优点：运输能力不受货载的块度和湿度的影响；机身高度小，便于装载；机身伸长或缩短方便；移置容易；机体坚固，能用于爆破装煤的工作面，也能与采煤机和自移式液压支架组成综采工作面。

刮板输送机的特点是：工作阻力大，耗电量大，溜槽磨损严重，维修和使用不当时易断链，运输距离也受到一定限制。

二、刮板输送机的主要类型和系列

1. 刮板输送机的主要类型

国内外生产和使用的刮板输送机的类型很多，按牵引链的结构分为：片式套筒链、可

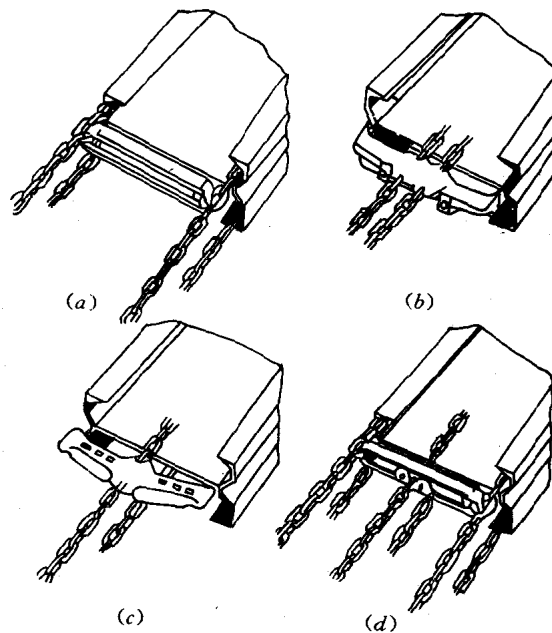


图 1-4 输送链的形式

a—双边链；b—双中链；c—中心单链；d—三链

拆模锻链和焊接圆环链；按链条数目及其布置方式分为：单链、双边链、双中心链及三链刮板输送机（如图 1-4 所示）；按溜槽的布置方式和结构分类：可分为并列式，重叠式，敞底溜槽和封底溜槽式等多种；按传动方式可分为电力传动和液压传动输送机。它们的使用条件，随运输能力和结构特点的不同而异。

2. 刮板输送机基本参数系列

为使刮板输送机的生产达到标准化、系列化和通用化，提高产品的制造质量，我国于 1983 年制定并发布了《工作面用刮板输送机系列型谱》(MT 5—82)，1983 年制定颁布了《刮板输送机通用技术条件》(MT/T 105—93)。《工作面用刮板输送机系列型谱》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。《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。我国矿用刮板输送机的基本参数系列如表 1-1 所示，其型号标记如下：

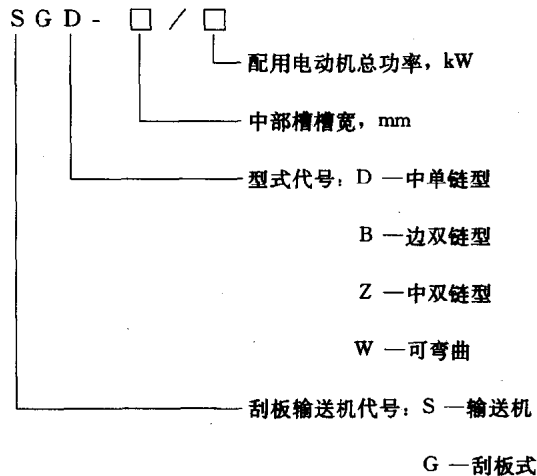


表 1-1 刮板输送机基本参数系列

运输量, t/h	30, 40, 60, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 500, 600, 800, 1000, 1200
出厂长度, m	40, 60, 80, 100, 120, 160, 200
刮板链速度, m/s	0.63, 0.75, 0.85, 0.95, 1.06, 1.25, 1.50
电动机功率, kW	7.5, (10), 11, (13), 15, (17), 18.5, 22, 30, 37, 40, 55, 75, 90, 110, (125), 132, 160, 200

注：括号内的功率值尽可能不采用，新设计的刮板输送机已不采用带括号的功率值。

国产刮板输送机按其功率大小分为轻、中、重型。刮板输送机配套单电动机设计额定功率 40kW 及以下的为轻型；大于 40kW，小于等于 90kW 的为中型；大于 90kW 的为重型。国产刮板输送机的技术特征见表 1-2，表中 SGB-13 型输送机，是一种薄煤层刮板输送机（S——输送机，G—刮板，B—薄煤层，13—电动机功率 kW），SGD-20B 型刮板输送机是一种单链刮板输送机（D—单链，B—改进序号，其它符号意义同上）这两种刮板输送机采用的刮板链均为可拆模锻链结构。SGD-20B 型输送机曾是炮采工作面的主要运输设备，随着 SGW-44 型可弯曲刮板输送机的大量生产和使用，已初步被取代，目前只有南方一些煤矿还在使用。SGW-44A 型输送机是一种双边链可弯曲自移式刮板输送机（W—可弯曲，A—第一次改进，其它符号意义同上），它可与浅截式单滚筒采煤机配套使用，也可用于炮采工作面，是目前采煤工作面使用较多的一种刮板输送机。但因其属于四五十年代的老产品，两个传动装置布置在机头架的两侧，不利于顶板管理和采煤机自开缺口等，因此它将逐步被 SGW-80T（T——统一图纸）型及 SGW-150 型所代替，这两种输送机都是双边链刮板输送机，其传动装置均布置在输送机两端靠采空区一侧，有利于采煤机自开缺口，同时减小了机头空顶面积，有利于顶板管理。SGW-150 型刮板输送机自 1973 年试制成功到目前已发展到 150C 型，与双滚筒浅截式采煤机和自移式液压支架配套使用，成为综合机械化采煤设备重要组成部分。

近年来，为了适应煤炭工业综合机械化采煤的发展和需要，我国煤炭部所属最大的专业化刮板输送机制造厂——张家口煤机厂，引进国外先进技术，加强制造工艺研究，现已不但能生产适用于我国缓倾斜煤层、中厚煤层、厚煤层的炮采、高档普采、经济综采、综

表 1-2 刮板输送机的主要技术特征

规格与性能		SGD-5.5	SGD-13	SGD-320/17B	SGD-20B	SGWD-20D	SGD-420/22	SGD-430/30
运输能力, t/h		34~54	40	40	100	60	60	80
出厂长度, m		42	80	80	120	100	100	100
刮板链速, m/s		0.53	0.6	0.59	0.64	0.65	0.66	0.88
型式		套筒滚子链	圆环链	圆环链	模锻链	圆环链	圆环链	圆环链
规格, mm			φ10×40(B级)	φ14×50(C级)	节距 80	φ14×50(B级)	φ14×50(C级)	φ14×50(C级)
破断拉力, kN		≥80	110	250	≥220	φ18×64(B级)	250	250
单位长度质量, kg/m			8	8	≥320		10	10
型号		BJO ₂ 42-4	JDSB-13	DZ ₃ B-17	BJQO ₂ 71-4	BJQO ₂ 71-4	JDSB-22	JDSB-30
功率, kW		5.5	13	17	22	22	22	30
电压, V		380/660	380/660	380/660	380/660	380/660	380/660	380/660
转速, r/min			1470	1470	1470	1470	1470	1470
液力偶合器								
型号								
额定功率, kW								
工作液体								
充液量, L								
中槽槽尺寸 (长×宽×高), mm		2065×407×343	1200×300×125	1200×320×150	2500×610×264	1200×420×160	1200×420×150	1200×420×150
紧链方式				摩擦轮	棘轮	棘轮	棘轮	棘轮
机器总质量, t		1.79	4.2	6.5, 7.4	9.6	9.6	9.5, 10.5	9.6, 10.7

轻型刮板输送机