

中等专业学校教学用书

矿山运输与提升设备

陈湘楚 陆裕后 赵保良 常虹 编

煤炭工业出版社

TD5

7

7

7

中等专业学校教学用书

矿山运输与提升设备

陈湘楚 陆裕后 编
赵保良 常虹

煤炭工业出版社



B128641

内 容 提 要

本书介绍了我国煤矿常用的运输与提升设备的构造、工作原理、性能、电控系统以及选型计算、维护运转等内容。较系统地全面地反映了我国目前多数煤矿的现用设备情况。除可作为煤矿中等专业学校矿山机电和矿山机械化两专业的教材外，也可供有关技术人员参考及工人自学之用。

责任编辑：王 树 範

中等专业学校教学用书

矿 山 运 输 与 提 升 设 备

陈湘楚 陆裕后 编
赵保良 常 虹

煤炭工业出版社 出版

《北京市书刊出版业登记证出字第15号》

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092¹/₁₆ 印张20¹/₄ 插页2

字数481千字 印数1—16,320

1984年6月第1版 1984年6月第1次印刷

书号15035·2631 定价2.10元

前 言

本书根据1981年6月煤炭工业部教育司委托陕西煤矿学校召开的矿山机电和矿山机械专业教学大纲修定会议修定的《矿山运输与提升设备》教学大纲编写而成。介绍了煤矿常用的运输与提升设备的构造、工作原理、性能、选型计算、电控系统以及维护运转等内容,适当地反映了这方面新的科学技术成就。

根据西安会议的精神,内容上考虑要全面些,以便各校根据不同地区的情况,能有所取舍。为了减少选型设计时技术资料不易找的困难,选编了我国在这方面的一些产品的技术规格。

本书采用国际单位制。为便于与工程单位制换算,我们将重力加速度近似地取之等于 10米/秒^2 。

本书是煤矿中等专业学校的矿山机械专业和机电专业的教材,也可作为矿山机电工程技术人员参考书。

本书由北京煤矿学校陈湘楚副教授主编。第一章和第二章由赵保良讲师编写。第三章和第十二章由常虹讲师编写。第四章、第九章和第十章由陆裕后讲师编写。陈湘楚副教授编写其余各章和全书的整理。

由于编者水平所限,书中错误和不足之处在所难免,请读者批评指正,不胜感谢。

编 者

1982年9月

目 录

绪 论	1
-----------	---

上篇 矿井运输设备

第一章 刮板输送机	3
第一节 概述	3
第二节 刮板输送机的构造	5
第三节 刮板输送机的选择计算	20
第四节 转载机	29
习题与思考题	34
第二章 胶带输送机	35
第一节 概述	35
第二节 胶带输送机的主要结构	39
第三节 胶带输送机的摩擦传动原理与牵引力	45
第四节 胶带输送机的选择计算	47
第五节 钢丝绳牵引胶带输送机	55
第六节 胶带输送机的运转与维护	70
习题与思考题	71
第三章 电机车运输	72
第一节 概述	72
第二节 矿用电机车的机械结构	74
第三节 电机车电气部分的构造与特性	78
第四节 电机车脉冲调速基本原理	84
第五节 电机车的运行理论和运输计算	88
第六节 蓄电池的维修注意事项	95
习题与思考题	100
第四章 轨道、矿车、钢丝绳运输	101
第一节 轨道	101
第二节 矿车	102
第三节 钢丝绳运输的类型	105
第四节 钢丝绳的结构及类型	108
第五节 无极绳运输设备	115
第六节 无极绳运输的计算	123
习题与思考题	130

下篇 矿井提升设备

第五章 矿井提升设备的组成部分	131
第一节 概述	131

第二节	提升容器	134
第三节	井架和天轮	158
第四节	矿用提升机	161
第五节	提升机的操纵与保护装置	173
	习题与思考题	181
第六章	矿井提升机的制动系统	182
第一节	制动系统的作用和制动系统的要求	182
第二节	KJ型提升机的制动系统及制动力矩的计算	184
第三节	盘式制动系统	188
	习题与思考题	192
第七章	矿井提升设备的选择	194
第一节	提升方式的确定	194
第二节	一次有益提升量的计算	195
第三节	提升钢丝绳的计算	196
第四节	矿井提升机的选型计算	200
第五节	提升机与井筒相对位置的计算	203
第六节	提升电动机的初选	205
	习题与思考题	206
第八章	定缠绕半径卷筒提升设备的运行理论	208
第一节	矿井提升设备的基本动力方程式	208
第二节	提升系统的变位质量	211
第三节	提升设备的运动学计算	212
第四节	提升设备的动力学计算	216
第五节	爬行阶段力图的分析	220
第六节	提升电动机容量的验算	221
第七节	提升设备的电耗量和效率的计算	225
	习题与思考题	236
第九章	矿井提升机的电力拖动与控制	238
第一节	概述	238
第二节	交流电动机及其调速原理	239
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	251
第四节	KKX电气控制线路图	262
第五节	TKD系列提升机电气控制线路	265
	习题与思考题	271
第十章	斜井提升	272
第一节	概述	272
第二节	斜井提升运动学计算	275
第三节	斜井提升设备的动力学计算	279
第四节	斜井提升计算的一般原则	280
	习题与思考题	282
第十一章	多绳摩擦提升	283
第一节	概述	283

第二节 多绳摩擦提升计算的一般原则	294
第三节 多绳摩擦提升计算的特殊要求	297
第四节 容器自重的验算与配重的确定	298
第五节 多绳摩擦提升时, 动防滑安全系数的确定和加、减速度的确定	303
习题与思考题	309
第十二章 矿井提升设备的运转、维护与检修	310
第一节 运转注意事项	310
第二节 常见故障及处理方法	310
第三节 提升机主要部件安装的要求	313
习题与思考题	315
参考文献	316

绪 论

我国煤炭的埋藏量极为丰富，居世界前列。现在每年生产煤六亿多吨，居世界第三。但远不能满足日益增长的国民经济发展的需要。在近期，我国能源产量的重点主要依靠煤炭。我国的能源构成中，煤约占一次能源的70%。因此，可以预见到煤炭工业将有一个持续的较快发展。

矿山运输与提升是煤炭生产过程中必不可少的重要环节。煤炭从回采工作面采出之后，就开始了它的运输过程。通过各种相互衔接的运输方式将煤由工作面运至井底车场，再经提升设备（立井和斜井）或其它运输设备提升或运输到地面。此外，人员和设备等也需要运送。矿山运输与提升的耗电量一般占矿井总耗电量的50~70%左右。而矿井提升设备是煤矿大型的固定机械设备，其耗电量一般占全矿耗电量的30~40%。因此合理地选用这些设备，使之安全可靠、经济地运转，对保证矿井安全、经济生产具有重要意义。这就需要从事这方面工作的工程技术人员掌握这些设备的构造、性能、运转、维护等方面的知识。

由于这些设备在井下巷道内和井筒内工作，空间受到限制，故要求这些设备的结构紧凑，外廓尺寸尽量小；又由于工作地点经常变化，因而又要求其中的许多设备便于移置。

应当指出：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为一煤矿的运输与提升系统的示意图。由采煤工作面A处采出的煤（或者由掘进工作面掘下的矸石或煤）经过运输巷道中的刮板输送机（或胶带输送机）运至下部采区车场，然后经石门和运输大巷的电机车运至井底车场，最后由矿井提升设备提至地面，而人员、材料和设备则按相反的方向运到井下工作地点。

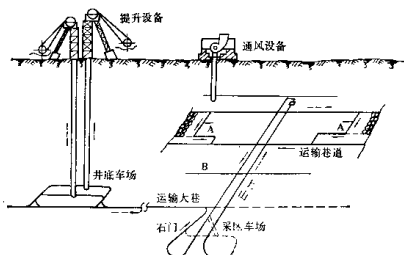


图 0-1 矿井运输与提升系统示意图

矿井运输与提升设备可归纳为两大类型，即连续动作型设备和周期动作型设备。

连续动作型运输设备的特点为：设备启动后，能连续不断地运送货载，在运转中无需控制。属于这种设备有：

1. 输送机 如矿井中常见的刮板输送机 and 胶带输送机等。

2. 无极绳运输 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着在轨道上运行。矿车与钢丝绳之间通过连接装置挂钩或摘钩。这种运输方式只在一些老矿井的个别地方尚有使用。

3. 自重运输 它利用货载本身的自重分力，沿斜坡向下滑送。这种运输方式只能用于坡度较大的情况。

4. 构斗提升机和构斗输送机 多用于选煤厂。

5. 风力或水力运输 它利用压缩空气或高压水在管道内运送货载。水力运输也可利用自然坡度在铁槽内运送。

周期动作式设备的特点为：以一定方向作周期性的运行。在运转中需要经常操纵，控制其运行速度和方向。属于这种设备的有：

1. 电机车运输 用电机车（架线式或蓄电池式电机车）拖挂一组矿车在轨道上运行。

2. 提升机（绞车）运输（或提升） 用提升机上的钢丝绳牵引着提升容器在井巷内往返运送货载。

3. 扒矿设备运输 利用扒矿绞车上的钢丝绳牵引扒斗扒运货载。多用于井下掘进工作面装载矿石或地面贮矿场中。

学习本课程应注意理论联系实际。除课堂讲授外，有些内容则要放在现场教学和实验室教学中学习或自己阅读。

本课程的主要章节中附有例题，习题和思考题。

上篇 矿井运输设备

第一章 刮板输送机

第一节 概 述

一、刮板输送机在采煤工艺中的地位及其发展概况

刮板输送机是采煤工作面最主要的运输设备。在辅助巷道、联络眼、中间平巷、采区上、下山以及掘进工作面都能应用。工作面运输是采煤生产中的一个重要环节。工作面输送机能否正常运转,直接影响工作面的生产能力,因此,改善工作面运输条件,对提高产量,加速煤炭工业的发展具有极为重要的意义。

工作面刮板输送机大致经历三个不同的发展阶段。第一阶段为拆卸式刮板输送机,它在工作面只能直线铺设,随工作面的推进,需人工拆卸搬移。刮板链为单链。第二阶段为可弯曲式刮板输送机,它可与采煤机,金属支柱配合实现采煤机械化。这种输送机不仅能适应沿水平和底板凸凹弯曲,还可随工作面的推进面实现蛇弯自移,不需拆卸。而且输送机还可作采煤机械的导轨,使采煤机始终紧贴煤壁,缩短了控顶距,有利于顶板管理。此外,由于机械化采煤运输量增大,要求多台电动机传动和提高牵引链的强度,故多采用液力联轴器和双链牵引。第三阶段的刮板输送机从结构上看是第二阶段的延续,它与新型采煤机和自移式液压支架配合,使工作面全部生产过程——采煤、运煤与支护实现了机械化,即进入了综合机械化采煤的新阶段。随着采煤机的发展,刮板输送机将朝着短机头、大功率、高强度溜槽、单链、高速链等方向发展。

二、刮板输送机的工作原理、使用范围、优缺点和类型

图1-1是刮板输送机的示意图,它由溜槽1、刮板链2、机头部3和机尾部4等部分组成。机头部由电动机、减速器和主动链轮组成。机尾部一般由拉紧装置和从动链轮组成。为了正常工作,利用拉紧装置使刮板链具有一定的初张力。其工作原理是,开动电动机,经减速器、主动链轮带动无极循环的刮板链2在溜槽1内移动,装在溜槽1内的货载由刮板链运送到一端卸下。

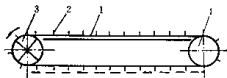


图 1-1 刮板输送机示意图

刮板输送机可用于水平运输,也可用于倾斜运输,沿倾斜向上运输时,最大倾角不得超过 25° ;向下运输时,不得超过 20° 。倾角超过此限,煤会自动向下滑动。

刮板输送机所以能在采煤工作面运输中得到广泛的应用,是由于它和其它输送机比较具有下述的优点:它的运输能力不受货载的块度和湿度影响;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。

表 1-1 新系列刮板输送机技术特征

技术特征	型 号	SGD-5.5	SGB-13	SGWD-17	SGW-44A	SGW-80	SGWD-(150)	SGW-150B	SGW-250	SGW-350
运输能力 (吨/小时)		40	30	40	150	150	250	250	600	600
出厂长度 (米)		40	100	80	120, 180, 240	100/180	200	200	200	200
功率 (千瓦)		5.5	13	17	22	40/80	75	75	125	(100)(125)
台数 (个)		1	1	1	2, 3, 4	1/2	2	2	2	(1)(2)
链速 (米/秒)			0.4		0.8	0.854		0.568	1.0625	0.85
型式	片式		铸钢	圆环	圆环	圆环	圆环	圆环	圆环	圆环
数 目	1		1	1	2	2	1	2	2	2
间距 (毫米)			80	$\phi 14 \times 50$	$\phi 18 \times 64$	$\phi 18 \times 64$	$\phi 18 \times 64$	$\phi 24 \times 85$	$\phi 22 \times 85$	$\phi 22 \times 85$
破断力 (吨)			220000	230000	350000	350000	350000	720000	720000	870000
额定 (公斤/米)			13.2		19.2	19		18.8	32.08	29
型式	弹性联轴器		弹性联轴器	弹性联轴器	弹性联轴器	弹性联轴器	弹性联轴器	弹性联轴器	弹性联轴器	弹性联轴器
规格					360	400	450	500	500	500
中 间 轴 距 (毫米)					500	500	500	500	500	750
尺寸 (宽×高×长)	V			$140 \times 320 \times 1300$	$160 \times 620 \times 1500$	$180 \times 620 \times 1500$		$190 \times 630 \times 1500$	$250 \times 750 \times 1500$	$240 \times 800 \times 1500$
梯 带 型 式			压制	压制	轧制	轧制		轧制	轧制	轧制
适用范围	掘进工作面 溜矿井	0.5 米以上 薄煤层工作面	0.5 米以上 薄煤层工作面	0.5 米以上 薄煤层工作面	0.75 米以上 薄煤层工作面	0.8 米以上 薄煤层工作面	0.9 米以上 中厚煤层工作面	0.9 米以上 中厚煤层工作面	1.2 米以上 中厚煤层工作面	1.2 米以上 中厚煤层工作面
被取代输送机型号		SGWD-13 CT-6 CKP-11		SGD-20B SGWD-22	STP-30 SGW-44A			SGW-160		

刮板输送机的缺点是：工作阻力大，耗电量，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。

由于我国煤炭资源丰富，分布很广，地质条件复杂，为适应各种不同条件，需要多种刮板输送机。近年来我国使用仿制、自行设计的刮板输送机（包括已经淘汰的），据不完全统计，品种多达30余种，目前使用的仍有十多种。按溜槽的相对位置和结构分为：重叠式、并列式、斜置式。重叠式是两溜槽上下重叠放置，上槽内装运货载，称为工作槽；下槽不运货载，只作回链用，称为回链槽。这种重叠式刮板输送机应用最广。并列式是将工作槽和回链槽并列放置，它的特点是机身高度小，适合薄煤层使用，其缺点是宽度较大，故控顶距离也较大，这对顶板控制是不利的。斜置式是把回链槽倾斜放置。按刮板链的链条数分为：单链和双链。单链中又有对称刮板和悬臂刮板之分。悬臂刮板用于并列式输送机上，如SGD-11型、SGD-20型就是重叠式单链对称的刮板输送机；SGS-30型是重叠式双链刮板输送机；SGB-13型是并列式单链悬臂式刮板输送机。正在使用的可弯曲刮板输送机有SGW-44型、SGW-40型、SGW-80型、SGW-150型、SGW-250型（图1-2和图1-3）等。可弯曲刮板输送机一般为双链。刮板输送机的技术特征见表1-1。

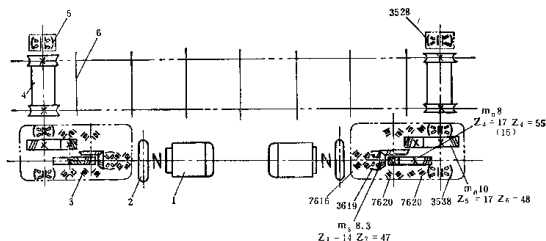


图 1-2 SGW-250型可弯曲刮板输送机简图

1—电动机；2—液力联轴器；3—减速器；4—链轮；5—刮板链；6—刮板链

第二节 刮板输送机的构造

刮板输送机的类型很多，但它们的基本组成（如：刮板链、溜槽、拉紧装置、保护装置和联轴器等）是相同的。下面分别加以介绍：

一、刮板链

刮板链是刮板输送机的重要部件，它沿着溜槽拖动货载运行，在链子上承受很大的张力。链子受力的大小将直接影响它的尺寸和重量。使用时希望链子的重量尽量小，以减小移动链子所需的牵引力、减少与溜槽间的相互磨损。因此，对于链子材料的主要要求是：强度高和耐磨。

从使用方便的角度，对链子构造的主要要求是：简单轻便，拆装容易，损坏的链环便于更换，在工作中不会自行脱开。

刮板链按其构造与加工方法可分为：模锻链、圆环型销链和套筒滚子链三种。各种刮

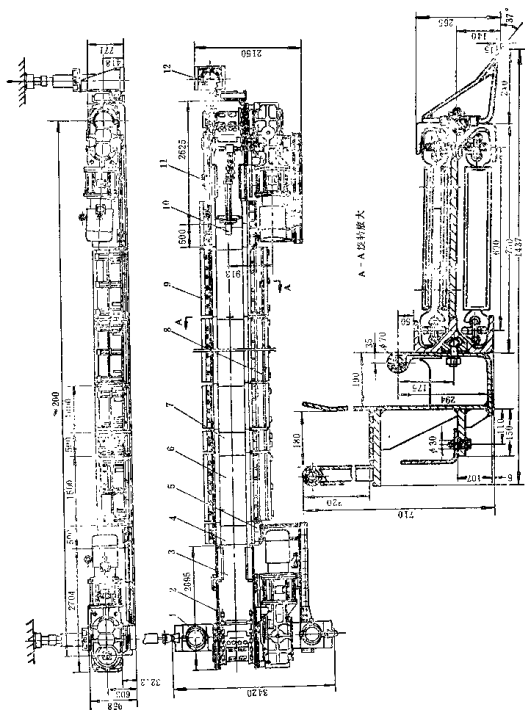


图 1-3 SGW-250型可弯曲胶带输送机总图

1—机头轴固装置；2—刮板链；3—机头部；4—连接槽；5—衬板；6—溜槽；7—调节器；8—门板；9—铲板；10—液压装置；11—机尾；12—机尾轴固装置

板链的结构如图1-4所示。

可拆式模锻链（图1-4 a）是由外链环1、内链环2和销子3组成。这种链子拆卸方便，便于更换、连接、搬运。它的缺点是构造比较复杂，容易散落。为了消除容易散落的缺点，把链子接好后，不需要拆开的地方，将内链环用铆钉铆上两块夹板4，这样它就不会散落了。为了简化制造工艺，使链环的结构简单，可以把它的内外链环做成一样的，如图1-4 b所示。

圆环型锚链也称圆环链（图1-4 c），它是由高强度的封闭圆环连接而成。圆环链具有结构简单、强度高可以在水平和垂直方向弯曲，故适用于可弯曲刮板输送机。

套筒滚子链（图1-4 d）用于V型刮板输送机。这种链子结构复杂，强度较低，故运输距离一般在40米以内。

刮板链上链环中心线间的距离，叫做节距；刮板中心线间的距离，叫做刮板距。

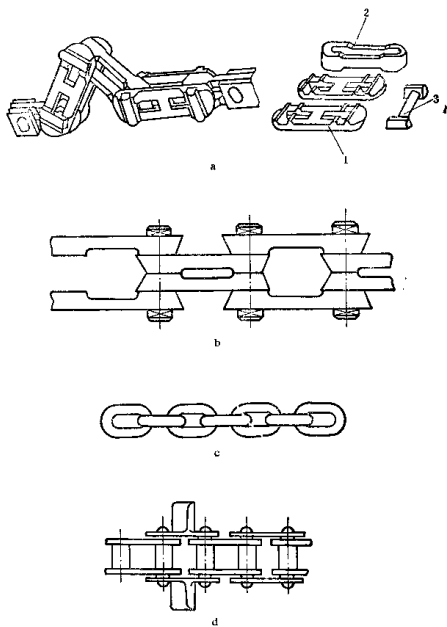


图 1-4 各种刮板链结构图

炮采工作面一般产量较小，所使用的刮板输送机一般也是不可弯曲的，它要随工作面推进而不断拆卸移置，所以都使用模锻链。

与采煤机配套使用的可弯曲刮板输送机，它在工作中不需要经常拆卸和连接，因此均采用圆环型锚链。这种锚链不仅具有强度高和构造简单的优点，而且便于弯曲。

刮板采用焊接结构或用轧制型钢制成。

二、溜槽

由于刮板输送机的类型多，所以溜槽的类型也很多。按工作槽与回链槽的相对位置分有：重叠式、并列式和斜置式三种。重叠式又分普通型（工作槽与回链槽不同，如图1-5 a）、统一型（工作槽与回链槽相同，如图1-5 b）和整体型（工作槽与回链槽做成一整体，如图1-5 c）三种。并列式溜槽中又分统一型（如图1-5 d）和整体型（如图1-5 e）两种。统一型溜槽用于薄煤层炮采工作面；整体型用于薄煤层综采工作面。工作槽宽，回链槽窄，刮板在回链槽中可以并拢回去运行。斜置式溜槽（如图1-5 f）很少应用。

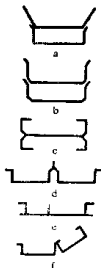


图 1-5 溜槽类型

溜槽按用途分有：端槽（设置在传动机头和紧链机尾上）、中部槽（设置在机头和机尾之间）、过渡槽（用来连接端槽和中部槽）。在可弯曲刮板输送机中，为了便于拆卸某节中部槽，还设置了三角槽。

三角槽由前段槽、后段槽、活槽帮和半边槽组成，通过螺栓连成一体，如图1-6。

当输送机需要拆卸某节中部槽时，可先将三角槽的活槽帮拆掉，然后即可依次窜动所有中部槽，经松链后，可根据需要拆除任何一节。

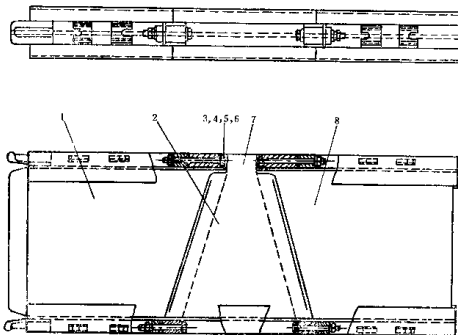


图 1-6 三角槽

1—前段槽；2—半边槽；3—螺栓；4—螺母；5、6—垫圈；7—活槽帮；8—后段槽

可弯曲刮板输送机中部槽之间用连接销搭接，在水平和垂直面内相互偏转角度允许 $3\sim4^\circ$ 。

由刮板输送机的工作条件，输送煤炭的工作方式，决定了对输送机溜槽有如下要求：

- 1) 槽节宽度应尽量小，以便能装设在支柱间。同时还应考虑所运货载的块度大小；
- 2) 槽节高度应尽可能小，以便于装载；
- 3) 槽节不应太长，但为了避免连接过多，也不应过短。确定槽节长度时，还要考虑其他条件（如底板起伏不平，要求使用较短的槽节）。一般槽节长度为 $1.5\sim2.5$ 米；
- 4) 为了节约钢材和移动方便，槽节重量不应过大；
- 5) 因为槽节要支承和引导采煤机，所以它应有足够的强度和刚度；
- 6) 耐磨性要高；
- 7) 连接简单；
- 8) 槽节连接缝的构造，应当能在水平和垂直面内相互偏转一定的角度。

三、拉紧装置

为了使刮板链具有一定的初张力，保证输送机正常工作，设有拉紧装置。一般设在机尾。也有的利用机头传动装置紧链。按其构造的不同有如下几种：

1. 螺旋丝杠式拉紧装置

SGD-11型及SGB-11型等输送机均采用螺旋丝杠式拉紧装置。这种装置设在机尾。图1-7a是SGD-11型输送机工作原理示意图。紧链过程是：用手把1经棘轮装置和一对伞齿轮带动丝杠2旋转，使螺母3沿丝杠轴向移动，螺母3带动可动机架上的链轮把刮板链张紧。

图1-7c是SGB-11型输送机工作原理示意图，它的拉紧装置由丝杠1，一组蜗轮、蜗杆2、3及棘轮装置4组成。蜗杆轴2在固定于拉紧装置架上的轴承中回转（图中未示出）。用摇把使蜗轮传动装置转动。在蜗轮的套内固定有螺帽，当蜗轮与螺帽转动时，丝杠1则沿纵向移动，因而拉紧或放松链子。利用棘轮装置4也可使丝杠沿纵向移动，此时蜗轮内的螺帽不动，而丝杠1转动，它向螺帽中旋入或旋出，以拉紧或放松链子。

2. 钢丝绳卷筒式拉紧装置

SGD-20型与SGS-30型输送机都是采用钢丝绳卷筒式拉紧装置，这种装置也设在机尾，如图1-7b所示。手把1带动蜗轮蜗杆使卷筒2转动，缠绕钢丝绳，钢丝绳牵引机尾移动，从而把刮板链张紧。这种拉紧装置的缺点是需要机体外打支柱固定牵引滑轮；几部运输机串联工作时，转载困难。

3. 棘轮紧链器

这种紧链器用于可弯曲刮板输送机上。如图1-8所示，紧链器主要由导向杠、底座、棘轮和插爪组成。这种紧链器是一种辅助装置，它安装在机头传动装置减速器的第二根轴上。通过插爪和棘轮实现机器的单向制动，并与紧链挂钩配合使用，完成输送机的紧链工作。

紧链时把两条紧链钩的一端插在机头架左右侧板的圆孔内；另一端插在刮板链条的立环中（参阅图1-7d）。然后用扳手将紧链器插爪扳在紧链位置开反车，使传动装置处的底链通过链轮向上链运行，当链子张紧到一定程度时，即停车；这时插爪插入棘轮槽内使机器制动，然后把多余的链子卸掉并接好；再用扳手扳动插爪使其与棘轮脱开。如不能脱开，可在点动开反车的同时用扳手扳动插爪；当扳手脱开后，再正向点动开车，取下紧链

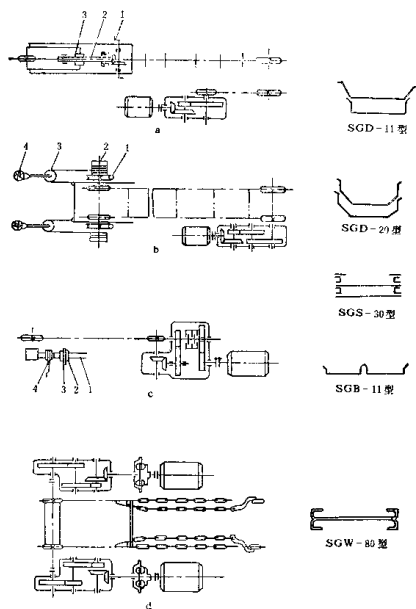


图 1-7 几种刮板输送机示意图

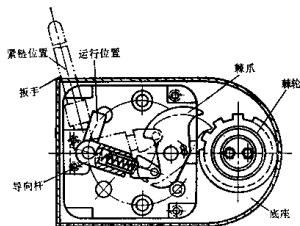


图 1-8 可弯曲刮板输送机的紧链器

挂钩即可正常运转。链条的张紧程度，以运转时机头链轮下方链子稍有下垂为宜。

四、保护装置

刮板输送机工作过程中，有时出现大块煤、岩石或木棍等杂物，这些杂物可能把链子压住或卡死，使链条拉断或电动机烧毁，为了防止这种事故的发生，多采用各种形式机械构造的保护装置。目前使用的如下几种：

1. 保险销式保护装置

SGD-11型和SGWD-22型输送机都采