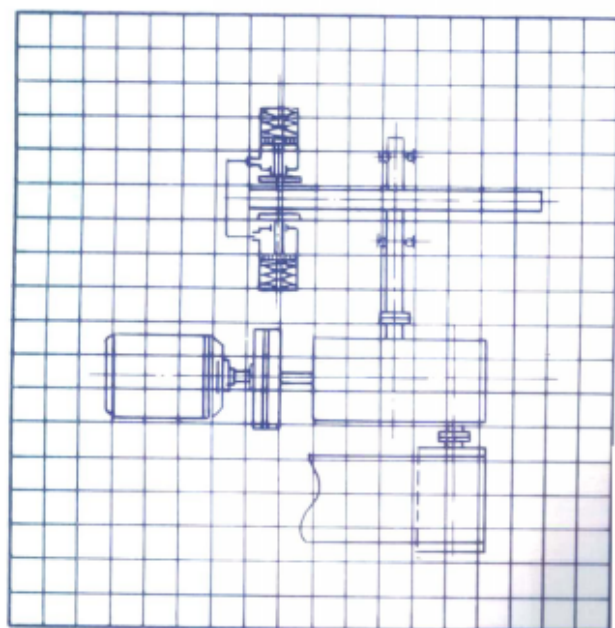


高等学校规划教材

运输机械 设计

于 岩 李维坚 主编



中国矿业大学出版社

高等学校规划教材

运输机械设计

于 岩 李维坚 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书系统全面地介绍了带式输送机、刮板输送机、电机车、底侧卸式矿车、液力耦合器等矿山主要运输机械和部件的设计原理、方法、技术参数确定、结构设计等内容,并专门列章介绍了矿山运输系统的设计。作者将多年来的科研与教学实践及有关新的成果融于教材之中。

本书作为机械设计制造及自动化专业的课程设计和毕业设计的主要教材,也可作为其他从事矿山机械设计、研究和应用人员的参考用书。

高等学校规划教材

运输机械设计

于 岩 李维坚 主编

责任编辑 刘永清

中国矿业大学出版社 出版发行

新华书店经销 北京地质印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 18.25 字数 432 千字

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—2400

ISBN 7-81040-840-2/TH·32

定价: 22.50 元

前 言

本书是根据《煤炭工科高等学校 1991—1995 年教材建设选题规划》而编写的,是矿业机械专业《矿山运输机械》课的课程设计及毕业设计的主要教材。

编写中力求反映国内、外煤矿运输系统及运输机械设计的先进技术,弥补了原《矿山运输机械》教材只有选型设计而无结构设计的不足。

参加本书编写工作的有山东矿业学院于岩(第一章)、湘潭工学院余以道(第二章)、西安矿业学院李维坚(第三章)、辽宁工程技术大学谭继文(第四章)。全书由于岩、李维坚担任主编。

限于编者的水平,书中不妥之处,恳切希望广大读者批评指正。

编 者

1998 年 5 月

目 录

第一章 带式输送机	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 普通带式输送机设计	(4)
第三节 平面弯曲带式输送机	(24)
第四节 线摩擦带式输送机	(36)
第五节 大倾角带式输送机	(47)
第六节 圆管式带式输送机	(55)
第七节 带式输送机的可控启动与制动	(58)
第八节 带式输送机的保护装置	(67)
第九节 常用其他类型带式输送机与带式输送机的发展	(72)
第二章 刮板输送机与液力耦合器	(81)
第一节 概 述	(81)
第二节 刮板输送机机头和机尾部设计	(81)
第三节 刮板输送机机身部的的设计	(116)
第四节 刮板输送机的启动与张紧	(124)
第五节 侧卸式刮板输送机	(130)
第六节 直角转弯刮板输送机	(134)
第七节 液力耦合器的设计	(137)
第三章 矿用电机车及底侧卸式矿车	(164)
第一节 矿用电机车的类型及一般构造	(164)
第二节 电机车车架	(165)
第三节 电机车司机室的设计	(166)
第四节 电机车的弹簧托架	(172)
第五节 轮对与轴箱	(189)
第六节 制动装置	(198)
第七节 传动装置	(201)
第八节 电磁轨道制动器	(216)
第九节 底侧卸式矿车	(220)
第四章 矿井运输系统	(235)
第一节 概 述	(235)
第二节 井下运输系统	(236)
第三节 地面运输生产系统	(265)
第四节 井下运输系统的优化设计问题	(271)
附表	(273)
主要参考文献	(283)

第一章 带式输送机

第一节 概 述

带式输送机是输送能力最大的连续输送机械之一。其结构简单、运行平稳、运转可靠、能耗低、对环境污染小、便于集中控制和实现自动化、管理维护方便,在连续装载条件下可实现连续运输。它是运输成件货物与散状物料的理想工具,因此被广泛用于国民经济各部门。尤其在矿山用量最多、规格最大。

一、带式输送机的技术发展

1880年德国 LMG 公司设计了一台链斗挖掘机,其尾部带一条蒸气机驱动的带式输送机。1896年美国纽约颁布了鲁宾斯为带式输送机的发明人。20世纪30年代随着德国褐煤露天矿连续开采工艺的发展,带式输送机也随之得到迅速地发展,二次大战前德国褐煤露天矿已出现1.6 m带宽的带式输送机。50年代开发出的钢绳芯输送带为带式输送机长距离化和大型化创造了条件。前西德为了摆脱石油危机带来的影响,开发了年产4 000~5 000万t的褐煤露天矿,并在50~60年代为日挖10万石方的斗轮挖掘机开发生产了2.2 m带宽的带式输送机,带速为6.5 m/s;70年代又为日挖24万石方的斗轮挖掘机开发了配套的3.0 m带宽的带式输送机,带速为6.8 m/s。后经科研开发将带速提高到7.5 m/s,使带宽从3.0 m降至2.8 m,但运量仍保持3.75万t/h。单条带式输送机的装机容量为 $6 \times 2\,000$ kW,是当今运量最大的带式输送机。

上述两种带式输送机均采用了模块化设计。各条带式输送机由统一的机头、机尾、中间架、传动单元、托辊组和电气房模块组成,给设计、制造、使用和维护带来许多方便。目前最高的带速是15 m/s,可用于大型排土机的排土臂架上。

70年代开始,西方各国推广斜井带式输送机。德国鲁尔区 Haniel-Prosper I 号煤矿使用了当今规格最大的斜井带式输送机,其带宽为1.4 m,带速为5.5 m/s,带强为 $7\,500$ N/mm,整机传动功率为 $2 \times 3\,100$ kW 同步电机。电机转子直接固定在滚筒轴上,从而省去了减速机。同步机用交直交变频装置调速,起、制动过程非常平稳,起动时间可达140 s,制动时间达40 s。输送带保证寿命达20年。该机上、下分支输送带都运送物料。向上运煤1 800 t/h,下分支向下运矸石1 000 t/h,提升高度达700余米。

经过一百多年的发展,带式输送机已成为一个庞大的家族,不再是常规的开式槽型或直线布置的带式输送机,而是针对生产需求设计出各种各样的特种带式输送机。例如,弯曲型、线摩擦型、大倾角型、可伸缩型、吊挂型、管式、吊挂管式、波纹挡边式、气垫式、压带式、钢丝绳牵引式和钢带式等带式输送机。它们各有自己的独特优点,适用于某些特殊的场合。例如,管式和吊挂式输送机因其密封性好,适用于有环保要求或物料不应受外界环境影响的场合。波纹挡边带式输送机可以作大倾角甚至垂直提升,因而在卸船和竖井提升中得到应用。压带式大倾角带式输送机于50年代在下挖式斗轮挖掘机上广泛采用。倾角可达 35° ,从而缩短斗

轮臂架长度。

目前国内外带式输送机正朝着长距离、高速度和大运量方向发展。单机运距已达 30.4 km,多机串联运距最长达 208 km,由 17 条带式输送机组成,最宽的带式输送机带宽为 4 m。最大运输能力已达到 3.75 万 t/h,最高带速达到 15 m/s。单条带式输送机的装机功率达到 $6 \times 2\,000$ kW。我国生产的带式输送机最大带宽已达到 2 m,带速已达到 4.5 m/s,设计运输能力达到 52 000 t/h,最大运距为 3.7 km。

带式输送机的运输能力和输送距离是所有其他输送设备无法比拟的,因此世界各国都在不断地努力发展和完善带式输送机技术。努力的方向着重于:

(1)提高带速,它是提高输送能力和节省投资的有效途径。

(2)提高各部件的可靠性,也包括输送带的可靠性,往往一个部件的失灵会影响整机乃至整个系统的停顿。

(3)努力减少维护工作量或取消日常维护工作,因带式输送机分布在几百米甚至几千米的运输线路上,很难实现有效的维护保养工作。

(4)节能研究,带式输送机本身是输送机中耗能最省的,但在大型矿山、冶金、电力和专用港口等企业中式输送机用量很大,成为企业中的一个耗能大部门,因而进一步的节能研究具有重要意义。例如,功率计算中的阻力确定,加大张力和托辊直径以及改进输送带结构与配方来降低在运行阻力中占最大比重的压陷阻力。

(5)西方一些国家为适应金属露天矿大型化的需要,正努力解决输送机输送金属矿石及其围岩的问题,以求用带式输送机替代昂贵的汽车运输。

(6)对大中型带式输送机采用动态设计方法,通常采用的静态设计方法没有考虑输送带的粘弹性问题,而在输送机的起动与制动过程中会在输送带中产生冲击波,冲击波引起的输送带张力要比正常运行的最大张力大 10 多倍,它直接关系着输送带的强度、接头强度、滚筒、传动装置和联接件的设计强度,然而研究可控的起动装置和制动装置来减小动张力便成为动态设计的根本所在。

二、常用带式输送机类型与特点

带式输送机的种类很多,常用的主要有以下几种:

1. 通用带式输送机(DT)

通用带式输送机是一种固定式带式输送机。其特点是托辊安装在固定的机架上,由型钢做成的机架固定在底板或地基上,整个机身成刚性结构。因此,它广泛用于要求设备服务年限长,地基平整稳定的场合。例如,煤矿地面生产系统、洗煤厂、井下主要运输大巷、港口、发电厂等生产地点。该种输送机应用十分普遍,现已形成系列产品如 TD62、TD75、DT II 等。

2. 钢绳芯带式输送机

钢绳芯带式输送机在结构形式上相同于通用带式输送机,只是输送带由织物芯带改为钢丝绳芯带。因此,它是一种强力型带式输送机,具有输送距离长、运输能力大、运行速度快、输送带成槽性好和寿命长等优点。但其最大缺点是因钢绳芯输送带的芯体无横丝,故横向强度低易造成纵向撕裂。在大型矿井的主要平巷、斜井和地面生产系统往往会遇到大运量、长距离情况,如果采用普通型带式输送机运输,由于受到输送带强度的限制而只能采用多台串联运行方式,这就造成了设备数量多,物料转载次数多,因而带来设备投资高,

运转效率低,事故率升高,粉煤比重上升以及维护人员增多等后果。采用钢绳芯带式输送机可以有效地解决这类问题。该种带式输送机已经定型成 DX 系列。

3. 吊挂式带式输送机

吊挂式带式输送机是一种将其机架用钢丝绳或铁链吊挂在顶板上的带式输送机。机架可以采用钢丝绳或型钢材,托辊组可以是绞接或固定支承。它通常用于底板或地基起伏不稳定,服务时间较短的场合。如煤矿井下采区上、下山,顺槽和集中运输巷。

4. 可伸缩带式输送机

可伸缩带式输送机的输送长度可以根据工作的需要随时缩短或加长。这是为满足煤矿井下综采工作面顺槽输送要求而设计的。

5. 移动带式输送机(DY)

移动带式输送机是一种按整机设计并且整机可在不同地点使用的带式输送机。按移动的方式不同又可分为移动式与携带式带式输送机。前者是靠轮子、履带或滑撬移动的带式输送机;后者是可用人力或机械从一个位置抬到另一个位置的带式输送机。主要用作短距离输送或转载。如煤场、码头、仓库等场所。

6. 弯曲带式输送机

弯曲带式输送机是一种在输送线路上可变向的带式输送机。该种输送机适用于煤矿井下弯曲巷道和地面越野输送,本章将介绍平面弯曲带式输送机的设计。

7. 线摩擦带式输送机

在带式输送机(在此称之为主机)某位置的输送带(称为主带)下面加装一台或几台短的带式输送机(称之为辅机),主带借助重力或弹性力压在辅机的带子(辅带)上,辅带可以通过摩擦力驱动主带,这样主带张力便可以大大降低而实现低强度带完成长距离或大运量输送。

8. 大倾角带式输送机

普通带式输送机的输送倾角超过临界角度时,物料将沿输送带下滑。各种物料所允许的最大上运倾角见表 1-1。大倾角带式输送机可以减小输送距离、降低巷道开拓量,减少设备投资。在露天矿它可以直接安装在非工作边坡,节省大量土方工程和投资。

表 1-1 带式输送机的最大倾角

物料名称	最大倾角	物料名称	最大倾角
块煤	18°	湿精矿	20°
原煤	20°	干精矿	18°
谷物	18°	筛分后石灰石	12°
0~25 mm 焦炭	18°	干砂	15°
0~30 mm 焦炭	20°	湿砂	23°
0~350 mm 焦炭	16°	盐	20°
0~120 mm 矿石	18°	水泥	20°
0~60 mm 矿石	20°	块状干粘土	15°~18°
40~80 mm 油母页岩	18°	粉状干粘土	22°
干松泥土	20°		

注:表中给出的最大倾角是物料向上运输。向下运输时最大倾角要减少 20%。

9. 钢绳牵引带式输送机(DS)

钢绳牵引带式输送机从1951年起在英语国家得到应用。它的优点在于牵引体与承载体是分开的,可以跨越长距离和大高差。但缺点是输送带成槽性差,影响输送截面积,钢丝绳裸露在外,不易防腐蚀,维护费用较高。因此,国外一些国家不提倡使用。我国自1967年起在煤矿开始使用,但总体用量不高。根据研究表明,当输送量超过500 t/h,运距超过2~5 km时,钢绳牵引带式输送机的基建投资和运费将少于钢绳芯带式输送机,即运距越长越有利。

10. 圆管式带式输送机

圆管带式输送机是用托辊把输送带逼成管形,物料形成封闭运输,减少了环境污染,并能任意转变和提高输送倾角。它适用于有环保要求或物料不受外界环境影响的场合,如水泥、粉煤、谷物等物料的输送。

11. 钢带输送机(DG)

钢带输送机的输送带是一薄的挠性钢带。其耐热性比常规输送带好得多,因此它已在食品工业中得到应用。但钢带的成槽性差,滚筒传递扭矩很有限,因而不适用于长距离输送。

12. 网带输送机(DW)

网带输送机的输送带是一挠性网带,在技术性能上与钢带输送机相似,主要用于轻工业和有特殊要求的场合。

第二节 普通带式输送机设计

普通带式输送机是指那些输送机承载断面为开式槽形的带式输送机。该种输送机的设计计算方法具有普遍指导意义,是其他各种输送机设计的基础,故本节着重阐述它的设计计算方法和原理。

带式输送机的设计通常包含初步设计和施工图设计两个方面的内容。前者主要是通过理论上的分析计算选出满足生产要求的输送机各部件,确定合理的运行参数,或者对确定的部件参数进行验算,并完成输送线路的宏观设计;后者主要是根据初步设计完成输送机的安装布置图。我们在此关注的是前者。

在给定工作条件下,带式输送机选型设计计算合理与否关系到其能否高效、安全、可靠地完成生产运输的问题。一般说来,尽管带式输送机的类型众多,但选型设计不外乎两种情况:一种是成套供应的设备(或对已有设备)的计算,如矿用吊挂式、可伸缩带式输送机。对这类专用输送机的设计计算无需进行参数和部件的选择,一般只需核算生产能力、电动机功率、输送带强度和主要部件是否满足要求。另一种是对通用设备(TD75、DTⅡ和DX系列输送机)的选型设计,需要通过计算从系列部件中选择合适的具体部件(如滚筒、输送带、托辊和驱动装置等),最后组装成满足具体生产条件下的通用带式输送机。

在设计计算之前要求用户提供下列原始资料:

- (1) 使用地点、服务时间及环境情况;
- (2) 所运物料名称、块度、堆积密度和水分;
- (3) 设计运输能力;

- (4) 输送线路的几何参数, 如运距、倾角;
- (5) 物料的动堆积角;
- (6) 装载和卸载情况;
- (7) 其他特别要求。

一、普通带式输送机类型的选择

要在全面分析原始资料的基础上, 本着技术上可靠、安全, 投资上经济的原则选择输送机的类型。目前有很多针对煤矿井下生产情况而设计的整机定型带式输送机, 因此用于煤矿井下应优先考虑。而在地面则优先考虑通用带式输送机和钢丝绳芯带式输送机等。由于输送线路千变万化, 客观条件各异, 因此不管选用整机定型还是非整机定型的输送机都应尽可能使用单机输送, 避免多台串联运行。

附表 1-1~附表 1-8 给出常用带式输送机主要技术特征、供设计中参考选择。

二、基本参数的选择确定

1. 输送带类型的确定

输送带是输送机的重要部件, 要求它具有较高的强度和较好的挠性, 其价格比较昂贵, 约占输送机总成本的 25%~50%。在类型确定上需考虑以下几点:

- (1) 煤矿井下必须使用阻燃输送带, 并且尽量选用橡胶贴面, 其次为橡塑贴面和塑料贴面的阻燃输送带;
- (2) 在同等条件下优先选择分层带, 其次整体带芯带和钢丝绳芯带;
- (3) 优先选用尼龙、维尼龙帆布层带, 因在同样抗拉强度下, 上述材料比棉帆布带体轻、带薄、柔软、成槽性好、耐水和耐腐蚀;
- (4) 覆盖胶的厚度主要取决于被运物料的种类和特性, 给料冲击的大小, 带速与机长。厚度选择推荐见表 1-2。

表 1-2 输送带覆盖胶推荐厚度

物 料 特 性		物 料 名 称	覆盖胶厚度, mm	
			上层	下层
$\rho < 2 \text{ t/m}^3$	中小粒度或磨损性小的物料	焦炭、煤、白云石、石灰石、烧结混合料、砂等	3.0	1.5
$\rho > 2 \text{ t/m}^3$	块度 $\leq 200 \text{ mm}$ 磨损性较大的物料	破碎后的矿石, 选矿产品, 各种岩石, 油母页岩等	4.5	1.5
$\rho > 2 \text{ t/m}^3$	磨损性大的大块物料	大块铁矿石, 油母页岩等	6.0	1.5

常用输送带类型及特征见附表 1-9~附表 1-12。

2. 带速与带宽的选择确定

输送机的设备运输能力与带速和带宽的平方成正比。技术经济比较证明, 在生产率相同的条件下, 通常最好采用较小的带宽, 从而相应地增加带速。当带速增加时, 输送机的线载荷减小, 张力随着降低, 可以采用强度较低、价格便宜的输送带; 另外, 带速增加使驱动装置减速比减小, 导致驱动装置的尺寸和重量相应减小。因此, 提高带速、减小带宽有很大的经济意义。

采用较高带速并不是任何情况下都适合的, 其原因是: 除了要制造高质量的动平衡托

辊和滚筒外, 还要有寿命长的轴承和结构完善的密封装置等。此外, 输送带的运动速度还取决于输送机的使用条件, 被运物料的种类和颗粒度、输送带的宽度及装料方式等一系列因素。

实践证明, 运动速度很高的窄带, 有时运行不够稳定, 在偏心装料或托辊偶然偏斜的情况下, 输送带容易跑偏, 所以窄带不宜采用过高速。运粉料状物料, 速度过高容易扬起尘灰, 污染周围环境, 一般取带速在 1 m/s 左右。采用电动卸料小车卸料时, 速度过高使物料来不及卸出, 一般取为 3.15 m/s 以下; 采用犁形挡板卸料时, 速度不宜超过 2 m/s; 手选矿石的输送机, 带速在 0.2~0.4 m/s。对水平安装的输送机, 可选择较高的带速, 向上输送时带速可适当取高些, 向下输送时带速相应取低些。我国带速已标准化, 具体选取可参考表 1-3 和表 1-4。

表 1-3 TD75 型带式输送机速度表

物 料 特 性	带 宽 B , mm		
	500, 650	800, 1000	1200, 1400
	带 速 v , m/s		
无磨损性或磨损性小的物料, 如原煤、盐	0.8~2.5	1.0~3.15	1.0~4.0
有磨损性的中小物料, 如矿石、砾石、炉渣	0.8~2.0	1.0~2.5	1.0~3.15
有磨损性的大块物料, 如大块矿石	0.8~1.6	1.0~2.0	1.0~2.5
速度系列	0.3, 0.8, 1.0, 1.25, 1.6, 2.0, 2.5, 3.15, 4.0。其中 0.3 系手选带式输送机专用		

表 1-4 DX 型带式输送机速度表

物 料 名 称	带 宽 B , mm						
	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
	带 速 v , m/s						
原煤(湿)、湿砂、剥离层(无太大块)	2 2.5 3.15		2 2.5 3.15 4			2 2.5 3.15 4 5	
煤(小块)、土、砂、细碎石	2 2.5 3.15		2 2.5 3.15 4				
矿石、粗碎岩石、石灰石、煤(大块)	2 2.5 3.15		2 2.5 3.15 4			2 2.5 3.15 4	

煤矿井下带式输送机常用带速为: 1.6 m/s、2 m/s、2.5 m/s、3.15 m/s 等。

带速选择后可以确定带宽。带宽应满足两个条件: 设计运输能力条件和物料块度条件。

1) 满足设计运输能力的带宽 B_1

$$B_1 = \sqrt{\frac{Q}{Kv\gamma_c}} \quad (1-1)$$

式中 Q ——设计运输能力, t/h;

B_1 ——满足设计运输能力的输送带宽度, m;

K ——物料断面系数, 见表 1-5;

v ——输送带运行速度, m/s;

γ ——物料的散状密度, t/m³;

c ——倾角系数, 见表 1-6。

表 1-5 物料断面系数

动堆积角	10°	20°	25°	30°	35°
K	槽形	316	385	422	458
	平形	67	135	172	209

表 1-6 倾角系数

输送倾角	0~3°	5°	10°	15°	20°
c	1	0.99	0.95	0.89	0.81

2) 满足物料块度条件的带宽 B_2

对于筛分过的物料

$$B_2 \geq 3.3 a_r + 200 \quad (1-2)$$

对于未筛分过的物料

$$B_2 \geq 2a_{\max} + 200 \quad (1-3)$$

式中 a_r ——物料平均块度的长尺寸, mm;

$a_{\max}$ ——物料中最大块度的长尺寸, mm;

B_2 ——满足块度条件的输送带宽度, mm。

根据 B_1 、 B_2 和带型从相应的规格表中选取标准带宽的输送带。

3. 托辊的选择

托辊是用来支承输送带和输送带上的物料, 减少输送带的运行阻力, 保证输送带的垂度不超过技术规定, 使输送带沿预定的方向平稳地运行。带式输送机上的主要部件是托辊, 其成本占输送机总成本的 25%~30%, 总重约占总机重量的 30%~40%; 它是日常主要管理、维护和更换的对象。因此, 它的可靠性和寿命决定着输送机的功效。托辊使用寿命短会增加输送机的维修费用; 转动不灵活会增加输送机的功耗; 堵转的托辊会磨损昂贵的输送带, 甚至可导致矿井瓦斯、煤尘爆炸的严重事故。通常托辊的预期使用寿命大约在 2~5 万 h, 但在恶劣的工作条件下, 如煤矿井下工作, 它的实际使用寿命低于预期的使用寿命。

1) 托辊类型及其作用

托辊按其用途的不同主要分为承载托辊(又称上托辊)、回程托辊(又称下托辊)、缓冲托辊与调心托辊。托辊的结构与具体布置形式主要决定于输送机的类型和所运物料的性质。

承载托辊安装在有载分支上, 以支承输送带与物料。在生产实践中, 要求它能根据所输送物料性质的不同, 使输送带的承载断面的形状有相应的变化。例如, 运送散状物料, 为了提高生产率和防止物料的撒落, 通常采用槽形托辊, 槽形托辊一般由 3 个或 3 个以上托辊组成。目前普通槽形托辊的成槽角均为 30°, 托辊之间成绞接或固支。对于成件物品的运输通常采用平形承载托辊。

回程托辊安装在空载分支上, 以支承输送带。通常采用平行托辊, 大型输送机有时采用 V 形回程托辊。

缓冲托辊大多安装在输送机的装载点上, 以减轻物料对输送带的冲击。在运输沉重的

大块物料的情况下,有时也需沿输送机全线设置缓冲托辊。常用的缓冲托辊有弹簧钢板式和橡胶圈式两种。

输送带运行时,由于张力的不平衡、物料偏堆积、机架变形、托辊轴承损坏以及风载荷作用等使其产生跑偏。为了纠正输送带的跑偏,目前应用最为普遍的是前倾托辊,它取代了调心托辊,靠普通槽形托辊的两侧辊向输送带运行方向倾斜 $2^\circ \sim 3^\circ$ 实现防跑偏。

2) 托辊间距的选择

托辊间距的选择应考虑物料性质、输送带的重度及运行阻力等条件的影响。承载分支托辊间距可参考表 1-7 选取。缓冲托辊间距一般为承载托辊间距的 0.3~0.5 倍,约为 0.3~0.6 m。回程托辊间距可按 2~3 m 考虑或取为承载托辊间距的 2 倍。调心托辊按承载托辊每隔 7~10 组安装一组选择。

表 1-7 承载托辊间距参考表

m

松散物料堆积密度 t/m^3	带宽, mm								
	400	500	650	800	1 000	1 200	1 400	1 600	2 000
<0.8	1.5		1.4			1.3			1.3
0.81~1.6	1.4		1.3			1.2			1.2
1.61~2	1.4		1.3			1.2			1.2
2.1~2.5	1.3		1.2			1.1			1.0
>2.5	1.2		1.2	1.1		1.1			1.0

头部滚筒或尾部滚筒距第一组槽形托辊的距离 s 按下式计算:

$$s \geq 2.67\alpha B \quad (1-4)$$

式中 s ——滚筒与第一组托辊之间的距离, m;

B ——输送带宽度, m;

α ——托辊成槽角, rad。

常用托辊技术参数如表 1-8 所示。

表 1-8 F 托辊回转部分质量

kg

托辊形式		带宽, mm								
		500	650	800	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000
槽形承载托辊	铸铁座	11	12	14	22	25	47	50	72	77
	冲压座	8	9	11	17	20	—	—	—	—
回程平形、V 形托辊	铸铁座	8	10	12	17	20	39 (V)	42 (V)	61 (V)	65 (V)
	冲压座	7	9	11	15	18	—	—	—	—
托辊	直径, mm	89			108		133		159	
	轴承型号	204			305		406		407	

4. 滚筒的选择

滚筒是带式输送机的重要部件。按其结构与作用的不同分为传动(驱动)滚筒、电动滚筒、外装式电动滚筒和改向滚筒。

1) 传动滚筒

传动滚筒用来传递牵引力或制动力。传动滚筒有钢制光面滚筒、包胶滚筒和陶瓷滚筒

等。钢制光面滚筒主要缺点是表面摩擦系数小,所以一般常用于短距离输送机中。

包胶滚筒主要优点是表面摩擦系数大,适用于长距离大型带式输送机。包胶滚筒按其表面形状又可分为:光面包胶滚筒、人字形沟槽包胶滚筒和菱形(网纹)包胶滚筒。

光面包(铸)胶滚筒制造工艺相对简单,易满足技术要求,正常工作条件下摩擦系数大,能减少物料粘结,但在潮湿场合,由于表面无沟槽致使无法截断水膜,因而摩擦系数显著下降。

为了增大摩擦系数,在光面钢制滚筒表面上,冷粘或硫化一层人字形沟槽的橡胶板,为使这层橡胶板粘得牢靠,必须先使在滚筒表面挂上一层很薄的衬胶(一般小于2 mm),然后再把人字形沟槽橡胶冷粘或硫化在衬胶上。这种带人字形的沟槽滚筒,由于有沟槽存在,能使表面水薄膜中断,不积水,同时输送带与滚筒接触时,输送带表面能挤压到沟槽里。由于这两种原因,即使在潮湿的条件下,摩擦系数也降低不大。但是,此种滚筒具有方向性,不能反向运转。

菱形(网纹)包胶滚筒,除了具有人字沟槽胶面滚筒的优点外,最突出的一个优点是它没有方向性,有效防止了输送带的跑偏,对可逆输送机尤为适用。但摩擦系数比人字沟槽胶面稍有降低。尽管如此,人们还是认为菱形沟槽胶面比人字沟槽胶面优越。继菱形沟槽胶面滚筒之后又出现了一种带轴向槽的菱形沟槽胶面滚筒。因为轴向沟槽使摩擦系数升高,从而弥补了菱形沟槽胶面滚筒比人字沟槽胶面滚筒摩擦系数小的缺点。这种菱形沟槽滚筒目前国内尚未制造生产。

普通传动滚筒都是采用焊接结构,即轮毂、辐板和筒皮之间均采用焊接结构。该类滚筒适用于中小型带式输送机。

在大功率的带式输送机中,必须采用铸焊结合的结构形式,滚筒两端的轮毂、辐板和筒皮为整体铸造,然后再与中间筒皮焊在一起。

常用滚筒系列参数见表1-9和表1-10。

表 1-9 TD75 系列滚筒

mm

带 宽 B	500	650	800	1 000	1 200	1 400
滚筒长度 L	600	750	950	1 150	1 400	1 600
传动滚筒直径	500	500	500	630	630	800
	—	630	630	800	800	1 000
	—	—	800	1 000	1 000	1 250
	—	—	—	—	1 250	1 400
改向滚筒直径	320	320	320	400	400	400
	400	400	400	500	500	500
	—	500	500	630	630	630
	—	—	630	800	800	800
	—	—	—	—	1 000	1 000
	—	—	—	—	—	1 250

2) 电动滚筒

将减速器与电动机装入传动滚筒内部便成为电动滚筒。它具有结构紧凑、占据空间小、外观整齐等优点。整个驱动装置重量轻、成本低,有显著的经济效益。但由于电机散热

表 1-10 DX 系列滚筒直径

mm

带宽 B	800	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000
滚筒宽度 L	950	1 150	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200
传动滚筒直径	800, 1 000, 1 250, 1 400, 1 600				1 000, 1 250, 1 400, 1 600		
改向滚筒直径	400, 500, 630, 800 1 000, 1 250, 1 400 1 600				500, 630 800, 1 000 1 250, 1 400 1 600	630 800 1 000 1 250 1 400 1 600	

条件差使其工作时滚筒内部发热,往往造成密封件破坏,润滑油进入电机而使电机烧坏。并且当需对电机调速、制动以及对滚筒进行维修时会感到很不方便。同时由于滚筒内部空间的限制,其传递功率也不会很高。常用电动滚筒见表 1-11。

表 1-11 电动滚筒技术参数

型号	功率 kW	带速 m/s	直径 mm	带宽 mm	特征
YD	1.5~2.2	0.8~4.0	1320~800	500~1 400	油冷式
YDB					隔爆油冷式
YDN	0.37~7.5	0.17~3.15	174~500	400~1 200	逆止式
YDBQ	30~45	1.35~4.0	630~800	800~1 400	隔爆油浸式
备注	功率系列: 1.5, 2.2, 3, 4, 5.5, 7.5, 11, 15, 18.5, 22, 30, 37, 45 速度系列: 0.8, 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4				

3) 外装式电动滚筒

将减速器装入滚筒内部,驱动电机放在外部便形成了外装式电动滚筒。它与电动滚筒相比不仅改善了电机工作条件和维修条件,而且可用其他动力机械(如汽油机、柴油机、气力或液力式机械)驱动。常用外装式电动滚筒技术参数见表 1-12。

4) 改向滚筒

改向滚筒有钢制光面滚筒和光面包(铸)胶滚筒。包(铸)胶的目的是为了减少物料在其表面的粘结以防输送带的跑偏与磨损。滚筒的轴承有布置在内侧和外侧两种形式。常用改向滚筒系列参数见表 1-9 和表 1-10。

5) 滚筒直径的选择计算

在带式输送机的设计中,正确合理地选择滚筒直径具有很大的意义。如果直径增大可改善输送带的使用条件,但在其他条件相同之下,直径增大会使其重量、驱动装置、减速器的传动比和质量相应提高。因此,滚筒直径尽量不要大于确保输送带正常使用条件所需的数值。

表 1-12 外装式电动滚筒技术参数

[illegible]

注：(1) ●表示有；(2) 空格表示目前尚未设计。

在选择传动滚筒直径时,可按四个方面考虑:

(1) 为限制输送带绕过传动滚筒时产生过大的附加弯曲应力,传动滚筒直径应按下面方法计算:

对于固定式使用帆布芯层带的带式输送机传动滚筒直径

$$\text{硫化接头} \quad D \geq 125Z \quad (1-5)$$

$$\text{机械接头} \quad D \geq 100Z \quad (1-6)$$

对于移动式 and 井下便于拆装式使用帆布芯层带的带式输送机传动滚筒直径

$$D \geq 80Z \quad (1-7)$$

对于钢绳芯带式输送机的传动滚筒直径

$$D \geq 150d \quad (1-8)$$

式中 D ——传动滚筒直径, mm;

Z ——帆布层数;

d ——钢丝绳直径, mm。

(2) 为限制输送带的表面比压,以免造成覆盖胶脱落,传动滚筒直径为

$$\text{织物芯带} \quad D \geq \frac{2S}{B[p]} \quad (1-9)$$

$$\text{钢绳芯带} \quad D \geq \frac{2Sa}{Bd[p]} \quad (1-10)$$

式中 D ——传动滚筒直径, mm;

S ——输送带张力, N;

B ——输送带宽度, mm;

d ——钢丝绳直径, mm;

a ——钢丝绳间距, mm;

$[p]$ ——输送带表面许用比压,取 1 MPa。

(3) 限制覆盖胶或花纹变形量小于 6% 的,传动滚筒直径为

$$\text{织物芯带} \quad D \geq 17.5 Ka \quad (1-11)$$

$$\text{钢绳芯带} \quad D \geq 35 K(b+0.5 d) \quad (1-12)$$

式中 D ——传滚筒直径, mm;

K ——围包角影响系数,当围包角小于 90° 时, $K=0.8$, 否则, $K=1$;

a ——输送带总厚度, mm;

b ——钢绳芯输送带上覆盖胶厚度(包括花纹高度), mm;

d ——钢丝绳直径, mm。

(4) 当输送带弯曲频次高时,滚筒直径则要相应大一点以补偿高频次弯曲疲劳破坏程度。

改向滚筒直径可按式确定

$$D_1 = 0.8D \quad (1-13)$$

$$D_2 = 0.6D \quad (1-14)$$

式中 D_1 ——尾部改向滚筒直径, mm;

D_2 ——其他改向滚筒直径, mm;

D ——传动滚筒直径, mm。