

带式输送机的技术现状及发展趋势

李利, 王瑞, 党栋

(青岛科技大学机电工程学院, 山东 青岛 266061)

摘要:介绍国内外带式输送机的发展现状, 并对平面转弯带式输送机、圆管带式输送机和气垫带式输送机的工作原理及特点进行概述。对比分析国内外带式输送机在技术参数和控制系统上的差距, 指出未来输送机应向大型化、宽范围、个性化、节能和低污染等方面发展。

关键词:带式输送机; 托辊; 现状; 发展趋势

中图分类号: TQ330.4⁺92 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-890X(2015)02-0123-05

带式输送机是通用的连续运输机械, 具有优质、高效、工艺适应性广的特点, 广泛应用于港口、发电厂、钢铁企业、粮食、煤炭生产以及轻工业等领域。近年来, 普通带式输送机又在新的产业表现出巨大的潜力和广阔的市场应用前景。

在煤矿的开采过程中, 带式输送机的作用至关重要, 其性能直接影响煤矿行业的发展和效益。研究带式输送机对煤矿行业和其他输送类行业意义重大。一般情况下, 带式输送机的工作环境比较恶劣, 对其性能要求很高。本文主要对近几年国内外带式输送机的发展现状进行简要介绍。

1 国内外带式输送机技术现状

普通带式输送机作为一种连续输送设备, 在食品、煤矿、冶金、烟草和电力等行业有着广泛的用途, 可满足片状、块状、颗粒状、箱状等物料的输送要求。随着对输送带要求的提高, 国内外有关科研单位及厂家针对现场使用条件, 相继研制开发出了几种不同类型的带式输送机。

1.1 平面转弯带式输送机

法国于1963年设计投产了世界第1台平面转弯带式输送机, 在修建巴黎地铁工程时用于运输土方物料。平面转弯带式输送机在干线输送、露天矿、水电站建设工程、地下煤矿的弯曲巷道等

诸多领域得到推广应用。在平面转弯带式输送机方面, 德国、法国、奥地利和美国处于前列, 并做了大量的实验和理论研究。平面转弯带式输送机的研究和应用在世界范围内呈现蓬勃发展之势。

我国对平面转弯带式输送机的研究工作开展较早^[1]。1959年, 上海起重运输机械厂实现了普通带式输送机的平面转弯运行, 巧妙地使用了常用的措施: 在转弯段设置了内曲线抬高角和安装支撑角, 这两条措施在样机中得到成功印证。遗憾的是当时的理论研究工作没有跟上, 未能将这一新工艺应用于实用产品, 这是我国平面转弯带式输送机发展的萌芽阶段^[2]。

典型的平面转弯带式输送机是通过托辊前倾、增大托辊槽角、抬高内曲线等措施实现转弯的正确导向。与其他结构相比, 该结构具有理论成熟、安装简单、投资和维护费用低等优点, 目前大多数带式输送机在转弯段都采用此结构。图1所示为平面转弯带式输送机在转弯段的托辊组结构, 也反映出内曲线抬高角(γ)与托辊槽角(θ)的构成。其主要特点是在承载段两侧采用托辊前倾设计, 在托辊组两边设置挡辊防止胶带意外过度跑偏。下托辊采用两辊或三辊式。上下托辊组均

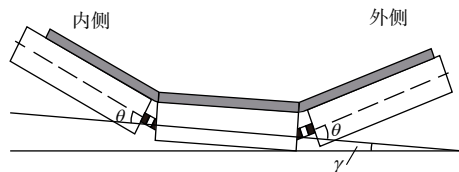


图1 平面转弯带式输送机在转弯段的托辊组结构示意图

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51345006); 高等学校博士学科点专项科研基金资助课题(20123719120004)

作者简介:李利(1972—), 女, 安徽寿县人, 青岛科技大学副教授, 博士, 主要从事高分子材料成型技术研究。

为可调抬高角结构,便于在设备调试过程中调整抬高角,同时增大托辊组槽角,适当增加侧辊长度以增大导向摩擦力^[3]。

平面转弯带式输送机已在露天矿、地下煤矿、水电站建设工程、干线散料输送以及其他生产系统中推广使用。合理的转弯带式输送机设计必须满足在转弯处张力增加不能高于极限强度、不飘带和受力较均匀的条件,在以上3个条件下分别求得转弯半径值,选择最大值。随着转弯带式输送设备的不断应用,实现小半径转弯设计的带式输送机将是重点发展方向。此外,由于运输线路随地形、地貌不断变化,带式输送机会出现空间转弯,即在运行倾角不断变化的同时带有转弯运行。

1.2 圆管带式输送机

日本JPC(Japan Pipe Conveyor)公司在1964年最先提出理念,经过10余年的研究和实验,于1979年成功地制造出第1台管状带式输送机^[4]。经过应用实践,该公司已基本形成了圆管带式输送机设计理论和产品系列,随后将技术和所有权卖给日本普利司通轮胎公司、德国科赫等公司。

我国于20世纪90年代从日本普利司通公司引进了管状带式输送机设计制造技术,开始管状带式输送机的设计和制造。JB/T10380—2002《圆管带式输送机》标准于2002年发布并实施。圆管带式输送机输送的典型物料有矿石、煤、焦炭、石灰石、碎石、页岩、秸秆碎料、木片和冲积土。一些非常难处理的物料也可用圆管带式输送机输送,如钢浓缩物、石油焦炭、粘土、废渣、混凝土、金属碎渣、加湿粉煤灰、尾渣、铝土和滤尘等。

自20世纪70年代以来,在世界各地稳定、可靠运行的圆管带式输送机已达2000多台,单台水平最长输送距离为10 km,最大运输能力为 $6\,500\text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ (我国为 $4\,500\text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$)。我国圆管带式输送机从无到有,特别是经过近几年的迅猛发展,输送机长度从100 m增至5 km,现已达到7 km,发展速度居世界第一。

圆管带式输送机通常由尾部过渡段、管状段和头部过渡段三部分组成。从尾部辊筒到胶带形成圆筒状称为尾部过渡段,受料点一般在此段范围内。尾部过渡段内胶带由水平变为槽形,最后卷成圆筒状。在管状段内,胶带被托辊组强制裹

成圆筒状,输送的物料随胶带在圆筒内运行。头部过渡段胶带由圆筒状逐渐展开成为平面,至头部辊筒后卸料。回程段与承载段相同。因此圆管带式输送机的输送步骤为:展开受料→封闭圆筒状运行→展开卸料,如图2所示。圆管带式输送机与普通带式输送机结构大体相似,均由驱动装置、头部辊筒、尾部辊筒、托辊组和机架等部分组成,主要区别在于所用的输送带和托辊组不同,圆管带式输送机托辊组结构如图3所示。



图2 圆管带式输送机结构示意图

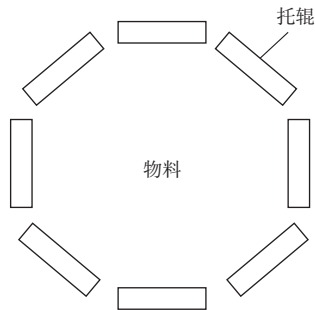


图3 圆管带式输送机托辊组结构示意图

输送机可以进行双向输送物料,但是通常需要增设输送带翻转装置,与其他密闭带式输送机和通用带式输送机相比,圆管带式输送机具备特有的结构,有以下优点:

(1)环保无污染。圆管带式输送机可密闭输送物料,物料不飞扬、不洒落、不泄漏。由于回程分支输送带呈管状,因此不必担心粘附在输送带上的物料洒落。同时也防止了管外物料的混入,实现无害化输送,避免环境污染。

(2)大角度倾斜能力。与通用带式输送机相比,圆管带式输送机有更高的大角度倾斜输送能力,输送带输送断面是圆形横截面,增大了物料与输送带的接触面积,输送机倾角增大50%,最大可达 30° 。倾斜角度越大,输送机长度越小,更加经济或可能成为在空间和性能限制下唯一可行的解决方案。

(3)可双向输送。圆管带式输送机的回程带也呈圆管形,输送带被卷起来,搭接部分处于圆管的底部,不仅使输送带同承载侧一样通过相同的弯曲路线,也使输送带脏的一面被包裹起来,物料滴落或撒落的可能性很小。

圆管带式输送机的上下分支包裹形成圆筒形,因此可用下分支反向输送与上分支不同的物料(需要设置特殊的加料装置)。

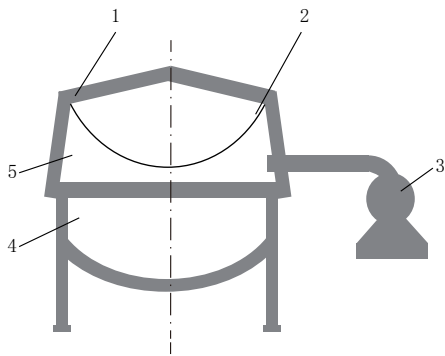
1.3 气垫带式输送机

气垫带式输送机是 20 世纪 70 年代荷兰首先研制成功的^[5]。世界上第 1 台小型气垫输送机的带宽为 500 mm,带长约为 13 m,经过运转,取得了托辊胶带输送机难以达到的指标,如摩擦因数降低到 0.002~0.02。随后,荷兰的 Sluis 公司开始制造气垫带式输送机。近年来气垫带式输送机逐渐引起人们的重视,美国、英国、俄罗斯、日本和加拿大等国都在加紧研制和生产,有关气垫带式输送机的专利已有数十项。气垫带式输送机发展初期多用于输送面粉、谷物和木屑等密度较小的散状物料,后来开始用于输送磷酸盐、矿石等密度较大的散状物料,并逐步向长距离、大运量方向发展。目前,美国 TRAMCO 公司、法国 STOLZ 公司均成功研制出智能化高效节能型气垫带式输送机。

由于气垫带式输送机具有很多优点,引发了国内科研、设计单位的极大兴趣。1985 年北京煤炭规划设计总院与太原重型机械学院、合肥煤研所、东北大学和河南省鹤壁市太行机械厂等单位联合开发此项新技术,对气垫带式输送机进行了深入的研究。2003 年江苏吴江市江达输送机械有限公司成功研制了 TRJBC 双气室大吨位高效节能型气垫带式输送机,该输送机在大吨位、高带速的基础上,增加了智能化控制系统,并且采用双气垫结构,达到了节能、运行平稳的效果。该技术达到了国际先进水平,通过了江苏省科技厅第 436 号技术鉴定,应用该技术生产的双气垫带式输送机已应用于江苏张家港、广西钦州港等地。目前,国内已有多个厂家生产气垫带式输送机,产品广泛应用于煤炭、电力、冶金、化工、农业以及港口码头等领域。

气垫带式输送机是以气室替代托辊带式输送

机的大量托辊,利用普通离心鼓风机将具有一定压力的空气送入气室。通过气室盘槽上的小孔,像射流一样喷到输送带上,在气室盘槽与输送带之间形成一层稳定的气膜,称为“气垫”,支撑输送带及其上部的物料。当输送带以一定速度运动时,在气室盘槽与输送带下表面之间便形成气体摩擦,使拖动输送带的阻力大大降低,拖动功率随之下降,节能效果显著。双气垫带式输送机结构如图 4 所示。



1—盖板;2—U 形盘槽;3—风机;4—下气室;5—上气室。

图 4 双气垫带式输送机结构示意图

气垫带式输送机的主要特点如下。

(1)运行阻力小、能耗低。一般通用带式输送机的模拟摩擦因数为 0.015~0.035,而设计制造良好的气垫带式输送机模拟摩擦因数为 0.006~0.012,阻力减少约 30%。水平输送的气垫带式输送机驱动装置能耗与风源能耗之和比通用带式输送机减少 10%~30%,节能效果比较显著。

(2)承载面积增大。在相同槽角下,气垫带式输送机的承载面积与通用带式输送机基本相等,但气垫带式输送机可采用较大的槽角,在相同带宽下可提高承载面积。

(3)不用托辊。与托辊带式输送机相比,气垫带式输送机节能 25% 以上。其次,由于阻力小,且气垫沿输送方向是连续的,输送带运行稳定而不颠簸,因此输送速度可大大提高,运输效率可提高 1 倍以上。

2 国内外带式输送机技术差距

2.1 技术

我国普通带式输送机的主要性能与参数已不能满足高产高效矿井的需要,尤其是顺槽可伸缩

普通带式输送机的关键元部件(如自移机尾、高效储带与张紧装置等)与国外有很大差距。

我国普通带式输送机与国外带式输送机的差距主要表现在以下几个方面。

(1)装机功率。我国工作面顺槽可伸缩带式输送机最大装机功率为 4×250 kW,国外产品可达 4×970 kW,国产带式输送机的装机功率为国外产品的30%~40%,固定带式输送机的装机功率相差更大。

(2)运输能力。我国带式输送机最大运量为 $3\,000\text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$,国外已达 $5\,500\text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

(3)输送长度。我国带式输送机的最大输送长度为33.1 km,单条带式输送长度最长为15 km。国外带式输送机的输送长度可达145 km,单条带式输送最长可达19.2 km。

(4)最大输送带宽度。我国带式输送机最大输送带宽度为1 400 mm,国外最大为1 830 mm。

(5)输送带抗拉强度。我国生产的织物整芯阻燃输送带抗拉强度最高为 $2\,500\text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$,国外为 $3\,150\text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 。钢丝绳芯阻燃输送带抗拉强度最高为 $4\,000\text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$,国外为 $7\,000\text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 。

(6)输送带接头强度。我国输送带接头强度为母带的50%~65%,国外输送带接头强度为母带的70%~75%。

(7)带速。由于受托辊转速的限制,我国带式输送机带速为 $4\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,国外为 $5\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上。

(8)工作面顺槽运输长度。我国带式输送机工作面顺槽运输长度为3 000 m,国外为7 300 m。

(9)高效储带与张紧装置。我国带式输送机采用封闭式储带结构和绞车拉紧为主,张紧小车易脱轨,输送带易跑偏,输送带伸缩时,托辊小车不能自行移动,需人工推移,检修麻烦。而国外采用结构先进的开放式储带装置和高精度的大转矩、大行程自动张紧设备,托辊小车可自动随输送带伸缩到位。输送带不易跑偏和脱轨。

(10)我国带式输送机机型品种少,功能单一,使用范围受限,不能充分发挥其效能。应拓展运人、运料或双向运输等功能,做到一机多用。另外,我国煤矿的地质条件差异很大,在运输系统的布置上经常会出现一些特殊要求,如弯曲、大倾角

直至垂直提升等,应开发特殊型专用机种带式输送机。

2.2 控制系统

(1)驱动方式。我国带式输送机多采用调速型液力耦合器和硬齿面减速器,国外带式输送机传动方式多样,如BOSS系统和CST(软启动)可控传动系统等,控制精度较高。

(2)监控装置^[6]。国外带式输送机已采用高档可编程序控制器,并开发了先进的程序软件、综合电源继电器控制技术以及数据采信、处理、存储、传输、故障诊断与查询等完整的自动监控系统。我国带式输送机仅采用了中档可编程序控制器来控制输送机的启动、正常运行、停机等工作过程,虽然能与可控启(制)支装置配合使用,实现可控启(制)动、带速同步、功率平衡等功能,但没有自动临近装置和故障诊断与查询等功能。

(3)输送机保护装置。国外带式输送机除安装防止输送带跑偏、打滑、撕裂、过满堵塞、自动洒水降尘等保护装置外,近年又开发了很多新型监测装置,如传动辊筒、变向辊筒及托辊组的温度监测系统、烟雾报警及自动消防灭火装置、纤维织物输送带纵撕裂及接头监测系统和防爆电子输送带秤自动计量系统。这些新型保护系统在国内基本处于空白。而我国现有的打滑、堆煤、溜煤眼满仓保护,防跑偏、超温洒水以及烟雾报警等装置的可靠性、灵敏度和寿命均较低。

3 发展趋势

随着自动化生产不断发展,普通带式输送机得到广泛应用。由于输送机可进行水平倾斜和垂直输送,也可组成空间输送线路,输送线路一般为固定且输送能力大,运距长,还可在输送过程中同时完成多种工艺操作,因此其应用十分广泛。未来输送机将向大型化发展,扩大适用范围,实现物料自动分拣,降低能量消耗,减少污染。目前世界上的输送机已向长距离、高带速、大输送量、高可靠性发展,我国在这方面还有很大的发展空间。

(1)继续向大型化发展。大型化包括大输送能力、大单机长度和大输送倾角等几个方面。带式输送机的单机长度已接近20 km,并已出现由若干台组成连接甲乙两地的“带式输送道”。很多

国家正在探索长距离、大输送量连续输送物料的更完善的输送机结构。

(2)扩大输送机的使用范围。发展能在高、低温条件下有腐蚀性、放射性和易燃性物质的环境中工作以及能输送炽热、易爆、易结团、粘性的物料的输送机。

(3)使输送机的构造满足物料搬运系统自动化控制对单机提出的要求。如邮局使用的自动分拣包裹的小车式输送机应能满足分拣动作的要求。

(4)降低能耗。降低能量消耗已成为输送技术领域内科研工作的一个重要方面。以将 1 t 物料输送 1 km 消耗的能量作为输送机选型的重要指标之一。

(5)减少输送机在作业时所产生的粉尘、噪声和废气排放。

参考文献:

- [1] 宋伟刚. 特种带式输送机设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [2] 陈培媛. 平面转弯带式输送机设计方法及其应用[D]. 沈阳: 东北大学, 2005.
- [3] 商振宇, 王伟星, 国占一. 平面转弯带式输送机设计浅谈[J]. 科技与企业, 2013(21): 334.
- [4] 宋伟刚, 于野, 战悦晖. 圆管带式输送机的发展及其关键技术[J]. 水泥工程, 2005(4): 42-47.
- [5] 宋瑞宏, 倪新跃, 郑晓林, 等. 我国气垫带式输送机的现状与发展[J]. 江苏工业学院学报, 2006, 18(2): 61-64.
- [6] 仲崇生. 电气控制及 PLC[M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2008.

收稿日期: 2014-08-28

“CNKI 橡胶行业创新发展知识服务平台”正式发布

中图分类号: TQ330.4+3 文献标志码: D

以建设中国知识基础设施工程(CNKI)为总目标的同方知网数字出版集团(以下简称同方知网)材料化工分公司不断创新,在《中国知识资源总库》的基础上,研发出专门服务于橡胶行业的新产品——橡胶行业创新发展知识服务平台。

2014年12月1日,《CNKI 橡胶行业创新发展知识服务平台》新产品专家验收会在北京召开。验收专家来自中国石油和化学工业联合会、中国材料研究学会、中国橡胶工业协会、中国化工信息中心、北京橡胶工业研究设计院等单位,中国橡胶工业协会许春华教授担任专家评审小组组长。

针对“CNKI 橡胶行业创新发展知识服务平台”,与会专家给予了高度的评价和认可,形成了最终的验收意见:“CNKI 橡胶行业创新发展知识服务平台”产品设计思路清晰,内容丰富,信息量大(60多万条);能支持橡胶行业企业的创新发展需求,所设栏目贴合企业需求,针对性强;数据编辑清晰、准确;功能较全面,实用性较强。产品达到了预期设计要求,同意“CNKI 橡胶行业创新发展知识服务平台”通过验收,并建议发布。

2014年12月3日,“CNKI 橡胶行业创新发展知识服务平台发布会”在上海新国际博览中心

盛大召开。此次发布会与第14届中国国际橡胶技术展览会同期举行。出席新产品发布会的代表多为橡胶及化工行业领域的专家。

同方知网材料化工分公司总经理李娜主持此次发布会,产品部经理侯磊对“CNKI 橡胶行业创新发展知识服务平台”做了详细的介绍,销售部经理周燕对材料化工行业科技创新知识服务平台建设及进展做了详细汇报。

为了更好地服务于橡胶企业的技术创新、管理创新,支持橡胶企业的创新发展,同方知网材料化工分公司依托《中国知识资源总库》,将橡胶企业自有资源和互联网舆情资源进行整合,根据企业需求提供资源个性化定制,全力打造出能够提升橡胶行业企事业单位战略管理与决策、技术研发水平等综合实力的新产品。今后,同方知网将不遗余力地做好知识服务工作,切实为企业的管理创新、技术创新等提供知识服务。

“CNKI 橡胶行业创新发展知识服务平台”主要面向橡胶行业企事业单位提供产业情报、决策参考、运营管理、技术开发、员工知识培养、党团建设等方面的知识服务,旨在满足企业在战略决策、产品设计研发、管理运营、人才培养等一系列个性化信息需求的一款增值性、智能化的知识服务平台。

[同方知网(北京)技术有限公司 李 月]