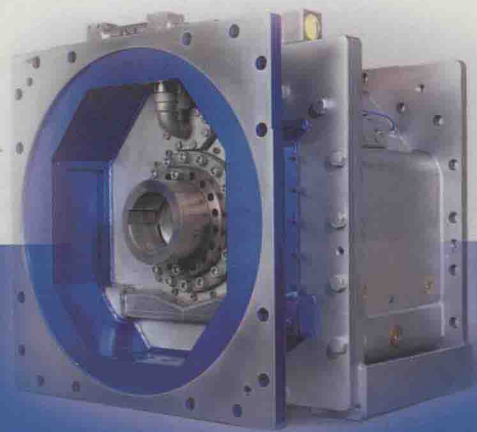


MEIKUANG DAISHI SHUSONGJI SHEJI YU ZHIZAO GUANJIAN JISHU YANJIU JI YINGYONG

煤矿带式输送机

设计与制造关键技术研究及应用

唐 民 朱拴成 主编



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

煤矿带式输送机设计与 制造关键技术研究及应用

主 编	唐 民	朱拴成	
副 主 编	张荣建	白宇佳	张 扬
参编人员	代艳玲	曾康生	赵 瑞
	王晓珍	杨正凯	李秀芹
	冯春晖		

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是由《煤炭科学技术》杂志社联合德国福伊特驱动技术有限公司共同组织出版的煤矿带式输送机设计与制造关键技术研究及应用的论文集,其中包括带式输送机技术综述、选型设计应用、机械设计及优化分析、电气控制及监测、故障诊断及处理,以及应用实践等方面的内容。论文内容丰富,观点明确,具有一定的科学性、实践性和指导性。

本书可供煤炭行业工程技术人员、科研人员和学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿带式输送机设计与制造关键技术研究及应用 /
唐民, 朱拴成主编. — 徐州: 中国矿业大学出版社,
2013.9

ISBN 978 -7 - 5646 -2034 - 9

I. ①煤… II. ①唐… ②朱… III. ①煤矿机械—带
式输送机—设计②煤矿机械—带式输送机—制造 IV.
①TD528

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 212424 号

书 名 煤矿带式输送机设计与制造关键技术研究及应用

主 编 唐 民 朱拴成

责任编辑 姜 华 陈 慧 马晓彦

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 17.25 插页 1 字数 431 千字

版次印次 2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

定 价 58.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

副主编人员简介

张荣建

男,吉林长岭人,高级工程师,毕业于黑龙江科技学院机械设计专业,现任北方重工集团有限公司输送设备分公司研究所所长,同时兼任中国重型机械工业协会带式输送机协会秘书长。

白宇佳

女,北京人,本科毕业于清华大学热能系,并获得德国斯图加特大学水工程管理专业硕士,于2012年就职于德国福伊特驱动技术有限公司。

张 扬

男,天津人,工程师,硕士,注册责任编辑,毕业于西安科技大学机械制造及其自动化专业,主要负责编委、协办单位及通讯员推荐稿件的编辑处理及杂志社业务拓展工作。2010年通过中华人民共和国出版专业技术人员职业资格考试(中级),并取得编辑中级资格。

前 言

带式输送机是煤矿最理想的高效连续运输设备,与其他运输设备相比具有输送距离长、运量大、连续输送等优点,而且运行可靠,易于实现自动化和集中化控制,尤其对安全高效矿井,带式输送机已成为煤炭开采机电一体化技术与装备的关键设备。20世纪90年代以来,我国煤矿带式输送机向长运距、高带速、大运量、大功率方向发展。经过科研攻关和引进、消化吸收国外先进技术,基本满足了发展需求,但与国外先进带式输送机相比仍然存在差距。为了适应现代化煤矿建设的发展要求,提高我国带式输送机设计制造能力,《煤炭科学技术》杂志社联合世界知名液力耦合器制造商——德国福伊特驱动技术有限公司(Voith Turbo)于2013年合作编纂《煤矿带式输送机设计与制造关键技术研究及应用》论文集。论文集收录了来自带式输送机及配件制造厂商、研究院、设计院、高校和矿业集团的51篇文章,论文集从带式输送机技术综述、带式输送机选型设计应用、机械设计及优化、电气控制及监测、故障诊断及处理、应用实践等方面对带式输送机相关技术做了较为全面的分析总结,以期煤矿相关技术人员的生产实践提供借鉴经验。

本书在编选过程中得到了带式输送机协会、作者及相关专家的多方面帮助,尤其是德国福伊特驱动技术有限公司(Voith Turbo)提供了资金和技术支持,在此表示由衷的感谢。

由于时间仓促、编者水平有限,书中难免出现不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2013年7月

目 录

综 述

国内外煤矿带式输送机技术现状与发展趋势	尹成迅,靳宇晖(3)
国内外煤矿带式输送机的差距和发展趋势	李海宁,高平平(7)
对带式输送机的速度进行控制真的能够节能吗?	Hans Lauhoff,宋伟刚(11)
带式输送机滚筒有限元分析进展	杨生华(22)
露天采矿剥离排土系统移设式和半固定式带式输送机设计综述及展望	温富成(29)

带式输送机相关选型设计应用

福伊特液力耦合器在杨涧煤矿主斜井带式输送机的选择与应用	张婉莹,张 跃,张 丽(41)
液力耦合器在煤矿井下带式输送机的设计与应用	高晓军,高一鸣(45)
福伊特液力耦合器在带式输送机上的应用	富佳兴(51)
阀控调速型液力耦合器在梧桐庄矿的设计及应用	李永苏(56)
煤矿用带式输送机软启动装置探讨	林 森,苏 峥,王晓兵,等(62)
煤矿带式输送机软启动装置的比较及应用	孙成才(66)
选煤厂带式输送机驱动方式的选择	陶 琦,白 霄,孙俊彦(71)
调速型液力耦合器的优势分析	李艳芳(76)
主斜井带式输送机在井口驱动机房内的布置	孙俊彦,陈 哲(80)
带式输送机托辊间距的合理选取分析	包 磊,苏 峥(84)
一种临界状态带式输送机设计	李永苏,马鹏飞,李子英(88)
大倾角带式输送机设计	李晋霞(92)
德国福伊特驱动技术有限公司在使用 TPKL 阀控调速型液力耦合器,操作和设计 带助力驱动的带式输送机方面的经验介绍	Bernhard Schust(96)

带式输送机机械设计及优化分析

新型聚乙烯托辊结构设计及工艺	孙明昭,武天佑,周世宁,等(107)
带式输送机无源空间纠偏装置研发	权治平,杜延旭,孙 源(115)
煤矿带式输送机机头机尾保护装置系统设计	李俊虎,吴利学(119)
自动堆料伸缩布料器的研发与应用	朱 彦,贾丽娜(122)
带式输送机机架优化设计、计算与校核软件开发	冯宝忠,蔡瑞坤,何成功(127)
Voith Turbosim-带式输送机启动过程分析与优化工具	Frank Hellinger(135)

大倾角带式输送机智能型断带抓捕器的研发与应用·····	王海斌,赵红松,原磊明(147)
新型散料输送分料器设计·····	肖立军,张翼飞,张 彤(150)
带式输送机拉紧塔有限元分析计算 ·····	贾丽娜,朱 彦(153)
基于张力测试的带式输送机当量阻力系数研究·····	耿 冰(157)
带式输送机动力学模型研究与系统开发 ·····	王 新,敦旭东(163)
煤矿短距离转载带式输送机设计应用·····	郭 超(168)
煤矿井下钢丝绳牵引带式输送机防倒转制动动态特性研究·····	刘 伟(171)
带式输送机机头自动清理淤煤装置的设计及应用 ·····	吴利学,张金平(176)
煤矿井下带式输送机拐弯装置的研制与应用·····	吉红社(179)

带式输送机电气控制及监测

斜井带式输送机拉紧重锤车位置监测系统设计 ·····	原磊明,王海斌,李允旺,等(185)
按物料流量或粒位自动调节带速的带式输送机控制系统 ·····	王学勤,吴利学(188)
多点多驱带式输送机功率平衡实现 ·····	尹成迅,潘献全(192)
HKPZ 高性能智能电液制动系统设计 ·····	张承斌(196)
钢绳芯强力带式输送机实时监测装置·····	刑李涛(200)
在线诊断技术在煤矿井下带式输送机中的应用·····	黄 超(203)
带式输送机检测装置研究 ·····	郭玉梅,赵 贺(209)
矿用带式输送机电控保护系统设计·····	景利红(214)
煤矿井下输送带纵向撕裂监测系统的设计与应用·····	赵玮烨(218)

带式输送机故障诊断及处理

煤矿井下带式输送机打滑故障分析及预防·····	秦培均(225)
带式输送机常见故障分析 ·····	朱 彦,贾丽娜(230)
大倾角下运带式输送机防飞车治理·····	孔德才(234)
煤矿井下带式输送机防跑偏和飘带措施·····	孙栋良(239)

应用实践

陶瓷胶面在带式输送机传动滚筒上的应用 ·····	穆永海,刘铁钢(247)
长距离钢丝绳芯带式输送机换带工艺 ·····	郝启峰,李雷涛(251)
拐弯转载运输机在双巷掘进联络巷施工中的应用 ·····	张江林,程 鹏(256)
中驱软启动可伸缩带式输送机的应用 ·····	张 权,马雁翔(259)
液力耦合器在带式输送机驱动中的应用·····	杨子豪(264)



综 述

国内外煤矿带式输送机技术现状与发展趋势

尹成迅¹, 靳宇晖²

(1. 山西煤炭职业技术学院机电工程系, 山西 太原 030031;

2. 山西煤矿机械制造有限公司设计所, 山西 太原 030031)

摘 要 本文对煤矿用带式输送机的分类及其适用范围与结构特征进行了论述, 介绍了国内外矿用带式输送机的技术现状及其主要发展方向。随着煤炭工业的迅速发展, 采煤机械化程度的不断提高, 矿井生产能力日渐增大, 巷道长度也随之增加, 大运量、长距离、高带速的胶带输送机是发展的方向, 带式输送机在向高效化、精密化、智能化、集成化、数字化方向发展。

关键词 煤矿; 带式输送机; 分类; 现状; 发展方向

1 带式输送机的分类及技术现状

1.1 带式输送机的分类

矿用带式输送机有以下几个系列:

- (1) 煤矿通用带式输送机系列;
- (2) DTII(A)型通用固定带式输送机系列;
- (3) TD75 型固定式带式输送机系列;
- (4) 大倾角带式输送机系列;
- (5) 钢丝绳芯带式输送机系列;
- (6) 可伸缩带式输送机系列;
- (7) 煤矿下运带式输送机系列;
- (8) 中间多点驱动带式输送机系列;
- (9) 转弯带式输送机系列。

1.2 带式输送机的适用范围及结构特征

1.2.1 煤矿通用带式输送机系列

(1) 适用范围: 适用于煤矿井下运输巷道或有爆炸气体的场合, 用于对物料进行水平或向上输送, 是煤矿采掘机械理想化的配套设备。工作环境温度为 $-10 \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$; 上运倾角 $\beta \leq 18^{\circ}$, 平运安装时 $-4^{\circ} \leq \beta \leq +4^{\circ}$ 。

(2) 结构特征: 除机身没有可伸缩功能外, 其他特征与可伸缩机大体相似。上运机配有逆止装置。

1.2.2 DTII(A)型通用固定带式输送机系列

(1) 适用范围: DTII(A)型系列产品, 是对 DTLL 系列产品的更新换代, 可广泛用于煤炭、矿山、港口以及电站、建材、冶金、化工、轻工等行业。可输送松散密度为 $0.5 \sim 2.5\text{ t/m}^3$

的各种散装物料及成件物品。工作环境一般为 $-25\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。需在特殊环境中工作时(如耐热、防寒、防水、防腐、防爆、阻燃)可以采取相应的防护措施。适应水平及倾斜输送,也可以采用带凸弧、凹弧段与直线段组合的输送形式。

(2) 结构特征:输送带采用普通型棉帆布带、尼龙帆布带、聚酯帆布带和钢丝绳芯带。有单点驱动和多点驱动方式(功率 $2.2\sim 315\text{ kW}$)。传动滚筒、改向滚筒的轴承孔径大于等于 120 mm 时,轴与轮毂为胀套连接。上托辊有平行和槽形两种类型,下托辊有平行和V形两种类型,配有冲压轴承座。头尾机架为三角或矩形框架结构,机身采用钢架落地式安装。拉紧装置有螺旋式、车式、垂直式和固定绞车式4种方式供选配。

1.2.3 TD75型固定式带式输送机系列

(1) 适用范围:TD75型带式输送机系列广泛用于煤炭、港口、电站以及建材、冶金、化工、轻工等行业。输送松散密度为 $0.5\sim 2.5\text{ t/m}^3$ 的各种散状物料及成件物品。工业环境温度一般为 $-25\sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。它有平运、上运(一般 $\beta\leq 18^{\circ}$)、带凸弧运、带凹弧运等布置方式。

(2) 结构特征:采用普通橡胶带或塑料整芯带。机头主要由驱动装置(功率 $1.1\sim 18\text{ kW}$)、传动滚筒(亦是卸载滚筒)及其机架组成;机身采用钢架坐落安装;机尾由改向滚筒、机架和拉紧装置组成;上托辊有平行和槽形两种形式,下托辊限于平行一种形式;拉紧装置有螺旋式、车式和垂直式3种方式。

1.2.4 大倾角带式输送机系列

(1) 适用范围:适用于井下大倾角斜面巷、主暗大倾角斜井(上运 $+18^{\circ}\sim +30^{\circ}$ 或下运 $-25^{\circ}\sim -16^{\circ}$)中输送原煤。工作环境温度为 $-10\sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 结构特征:普通阻燃钢丝绳芯胶带、交错V形深槽托辊、液力调速装置和可编程序控制器,可以实现慢速启动及多机驱动功率平衡。

1.2.5 钢丝绳芯带式输送机系列

(1) 适用范围:适用于长距离、大运量和输送密度为 $0.8\sim 2.5\text{ t/m}^3$ 的散装物料。它属于高强度带式输送机,是煤矿井下巷道集中运输的理想设备,工作环境温度为 $-10\sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$,上运倾角可达 28° ,下运倾角可达 -25° 。

(2) 结构特征:机身有钢架落地或吊挂2种形式,滚筒为双幅板焊接或铸焊结构(必要时采用胀套连接),传动及卸载机架采用三角形或倒“T”形可拆式结构。单机长度可达数公里。按带宽和带的强度可以组成51种不同的产品。

1.2.6 可伸缩带式输送机系列

(1) 适用范围:可伸缩带式输送机是煤矿采掘工作面实现机械化理想的配套设备,用于采区平巷或巷道掘进运输。安装倾角 $-4^{\circ}\leq \beta\leq +4^{\circ}$ 。工作环境温度为 $-10\sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 结构特征:机头驱动装置可根据巷道条件安装在运输方向的左侧或右侧。机身可通过收带装置、储带装置、机尾移动装置及张紧装置实现快速伸、缩。非固定部分采用无螺栓连接。

1.2.7 煤矿下运带式输送机系列

(1) 适用范围:适用于煤矿井下上山巷道中物料的向下运输,是煤矿采掘机械理想的配套设备。工作环境温度为 $-10\sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$,本系列输送机下运倾角不大于 17° 。

(2) 结构特征:传动装置可设置在斜巷上、下方,采用可拆式三角形或倒“T”形机架,也

可用可伸缩机的结构形式。滚筒采用焊接或铸焊结构,表面有胶层。采用固定绞车或自控液压拉紧装置张紧输送带,配有先进可靠的制动系统和安全保护装置。

1.2.8 中间多点驱动带式输送机系列

(1) 适用范围:多点驱动带式输送机有固定和可伸缩两种形式,适用于井下工作面平巷、集中巷、大巷运输,并可用于地面长距离运输,是高产高效工作面理想的设备。

(2) 结构特征:具有可伸缩机的特征;有直线摩擦式和卸载式两种类型的中间驱动装置供选择;稍加改变设计可实现上、下运输;采用了软启动、胶带自动张紧、微机自动控制等先进技术。

1.2.9 转弯带式输送机系列

(1) 适用范围:适用于煤矿井下不直而不需要多机搭接的平巷或其他运输巷。工作环境温度为 $-10\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 结构特征:该机是根据煤矿井下开掘巷道不直而设计的能转弯的带式输送机,目的是减少多机搭接,减少事故点。拆除转弯处机身即可用于直线运输。

2 带式输送机的主要发展方向

随着煤炭工业的迅速发展,采煤机械化程度的不断提高,矿井生产能力日渐增大,巷道长度也随之增加。大运量、长距离、高带速的胶带输送机是发展的方向。带式输送机在向高效化、精密化、智能化、集成化、数字化方向发展,主要表现在以下几个方面:

(1) 广泛地采用动态分析技术、机电一体化和计算机监控等高新技术。

(2) 电机驱动与中间驱动功率平衡下输送机变向运行等技术的应用,使输送机单机运行长度在理论上已不受限制,并确保了输送系统设备的通用性、互换性及其单元驱动的可靠性。

(3) 新型、高可靠性关键元部件的发展非常迅猛,如 CST、变频控制、液黏、调速耦合器等,以及高寿命的高速托辊、自清式滚筒装置、高效储带装置、快速自移机尾、自控张紧装置等。

(4) 控制系统采用高档可编程控制器 PLC,应用先进的程序软件与综合电源继电器控制技术,以及数据采集、处理、存储、传输、故障诊断与查询等技术,构成了带式输送机的完整自动化监控系统。

(5) 带式输送机装备有跑偏、打滑、急停、堆煤、烟雾、温度、自动洒水、撕裂、张力下降保护等机械电气安全保护装置。特别是对于大倾角张力带式输送机用于监测胶带的钢绳芯实时动态扫描系统,可实时动态显示胶带全长范围内裂损钢丝绳状况,根除胶带机断带事故隐患。保证胶带机安全运行。

参考文献

- [1] 王坤,包继华,吴艳.变频在带式输送机多点驱动功率平衡的研究[J].煤矿机械,2010(6):66-68.
- [2] 郭娜.带式输送机功率平衡方法的研究[J].中国现代教育装备,2010(7):54-55.
- [3] 蒋卫良,韩东劲.我国煤矿带式输送机现状与发展趋势[J].煤矿机电,2008(1):1-6.
- [4] 白云,解冬慧.开放式现场总线在多点驱动带式输送机的应用[J].煤矿机电,2006(6):83-85.

- [5] 郭建军,郭建廷. 带式输送机多机拖动功率平衡问题的探讨[J]. 煤炭科学技术,2008,36(1):88-91.
- [6] 莫丽红. 带式输送机多机多驱动功率平衡双模糊控制器研究[J]. 煤矿机械,2010(11):157-159.
- [7] 张乃忠. 胶带输送机多电机功率平衡控制器的研究[J]. 煤矿现代化,2009(1):56-57.
- [8] 陈维健. 矿山运输与提升设备[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2008.
- [9] 欧阳名三,莫丽红. 采用参数预测及模糊控制的胶带多机驱动功率平衡的研究[J]. 煤炭学报,2005,30(2):255-258.
- [10] 毋虎城,裴文喜. 矿山运输与提升设备[M]. 北京:煤炭工业出版社,2004.

国内外煤矿带式输送机的差距和发展趋势

李海宁,高平平

(西安科技大学机械工程学院,陕西 西安 710054)

摘 要 带式输送机在煤炭运输中具有不可替代的作用,近年来我国带式输送机发展迅速,但与国外相比,技术上还有很大差距。本文通过对比国内外煤矿带式输送机的关键技术,包括动态分析设计与监测技术、软启动技术、自动张紧技术、中间驱动技术以及材料性能等,分析国内外煤矿带式输送机发展现状和差距,提出了我国带式输送机急需解决的问题,论述了我国带式输送机的发展趋势。

关键词 带式输送机;动态分析与监测;软启动;自动张紧;中间驱动;带宽;托辊

0 前言

带式输送机是连续输送机的一种,具有长距离、大运量、连续输送等诸多优点,还能带来良好的经济效益^[1]等,因此它被广泛应用于国民经济的各个部分,是高效矿井开采中的关键设备。近年来,高效矿井生产对带式输送机运行性能的要求越来越高,我国不断引进国外大型带式输送机以应对煤矿生产发展需要。国产带式输送机的运行性能与国外相比还有很大差距,很多硬件急需改进,很多新技术需要研究开发。带式输送机的工作原理阐述如下:带式输送机是由许多零部件和具有某些特殊功能的装置组成。输送带、托辊、机架等是沿输送机全长布置的,驱动装置、拉紧装置、储带装置和清扫装置等也是带式输送机的重要组成部分,它们的结构和工作原理对带式输送机整体特性影响很大^[2]。随着科技的发展,带式输送机检测操控系统新技术也在不断涌现^[3]。所以要明确国内外带式输送机技术差距,不断学习新技术迫在眉睫。

1 国内外带式输送机技术的差距

1.1 动态分析设计与监测技术

动态分析设计与监测技术是带式输送机的技术关键,它是推动大型带式输送机发展的核心技术。带式输送机的动态分析就是建立带式输送机的输送带在启动和停机过程中的动力学方程,通过求解输送带上不同点随时间推移所发生的变化,以发现变化剧烈的张力波可能造成的破坏。动态分析技术要求对其涉及的基础理论,运用现代先进技术进行系统研究,对整机运行全过程的动态特性进行分析,它是一种综合性高新技术。

动态分析技术的应用不仅在于实现优化设计而降低设备成本,同时可提高设备运行的可靠性,预防事故的发生。在国外,包括德国、美国、日本等,都在对动态分析技术进行研究并取得了一定的成果,有的已在实际工程中进行了应用。

动态是指系统(整机或部件元件)由一个平衡状态过渡到另一个新的平衡状态的过程,它是由外部或内部各种输入或干扰信号引起的随时随地存在的绝对的过程,严格地说,平衡状态实际是不可能的,只是相对而言^[4]。目前我国依然采用刚性理论分析带式输送机,在设计中输送带无法取用合理的安全系数,为此造成非常大的成本浪费。掌握动态分析技术,将使得产品设计进入动态设计优化阶段,将给我国带式输送机带来显著的经济效益。

1.2 可靠的可控(软)启动技术与功率均衡技术

可控启动又称软启动,即在设定的启动时间内,通过控制输送带启动加速度值,来确保输送机按所要求的启动速度曲线平稳启动,并达到额定速度,同时使启动电流与启动张力控制在允许范围内。

带式输送机在启动的过程中,输送带经历了从加速度为零到很高再到零的整个过程,同时输送带发生弹性变形,如果带式输送机没有足够充足的时间启动,将有可能引起输送带的打滑,并且瞬时冲击会导致设备的损伤。

功率大、距离长且多机驱动是长距离大运量带式输送机特点,为了降低输送机启动张力,软启动方式越来越得到重视。同时,多机驱动中要求各电机之间的功率平衡应加以控制,并提高平衡精度。

国内外开发的软启动装置有机械式软启动装置、电气型软启动装置、液体黏性软启动装置、液力型软启动装置4种,我国带式输送机上常用的软启动方式主要是前两种。机械式软启动方式包括液黏软启动装置、调速型液力耦合器、CST以及国产机械软启动装置MST等;电气软启动主要采用变频调速装置。对于大功率带式输送机,通常采用高压变频调速装置或者CST软启动装置来实现系统的软启动^[5]。其中使用调速型液力耦合器实现输送机的软启动与功率平衡最为广泛,但其调节精度及可靠性与国外相比还有一定差距。

1.3 自动张紧技术

随着输送带张力变化而能及时自动地调节张力与张紧行程,始终保持输送带所规定的挠度,并使驱动滚筒趋入点和奔离点的张力比为定值的技术称为自动张紧技术。它是带式输送机的一项关键技术,可大大地提高输送机运转的可靠性,有效的预防输送带的跑偏与打滑。良好的可控启(制)动与自移机尾都要依赖于张紧技术的配合。目前带式输送机常用的张紧方式有:螺旋张紧、垂直张紧、重锤塔架车式张紧、绞车张紧、液压张紧等。

20世纪80年代末期,带式输送机液压张紧装置从欧洲引进到我国,并开始在全国煤矿、电力等行业推广应用。液压张紧装置由于其具有空间要求宽泛、适用于各类带式输送机、有源、拉力可调、响应速度快、可延长输送带的使用寿命、可实现自动控制等诸多优点,与其他多种方式比较凸显出很多优点^[6]。因此液压张紧装置取代垂直张紧及重锤塔架车式张紧方式等其他张紧方式是必然趋势。

目前国内的自动张紧技术由于其响应速度不快、可靠性不高,与国外自动张紧技术还有很大的差距,有待进一步研究。

1.4 中间驱动技术

中间驱动技术就是把一部分驱动功率设置在输送机的中间段,分散驱动功率,达到降低输送带的最大张力从而提高输送能力的目的。中间驱动技术可以降低对输送带的强度要求,减少整机成本,或者在提高输送带强度等级前提下,增大单机长度,拓宽输送机的使用范围,保证了单元驱动装置的功率在一个合理的范围内。该技术在煤矿井下凸显其优越性,单

元驱动装置较小使得井下搬运安装方便,对巷道的宽度要求不高,因此中间驱动技术将会越来越多地在井下被应用。

中间驱动有直线摩擦式与滚筒卸载式两种方式。这两种中间驱动方式都可用于固定式带式输送机,而可伸缩带式输送机由于其工作特点大多是采用滚筒卸载式。

我国已经在很多煤矿使用了中间驱动与监控技术,例如陕西黄陵煤矿便应用了我国自行研发的这种技术^[7]。中间驱动的关键技术是驱动装置的负荷分配及启动顺序和时间间隔,相关计算方法还有待改进。目前国内外多数是采用液力调速装置来解决这个技术关键的。

1.5 材料性能

现代化生产技术的快速提高要求带式输送机的承载能力越来越大,为了提高生产效率,通过增加输送带的宽度提高输送能力已经被广泛应用,国外输送带宽度最大可达 1.8 m,我国输送带宽度达到 1.6 m。如何提高输送带的质量是制约这一技术的重要课题,同时输送机的多种典型故障与输送带的质量有着密不可分的联系,例如一些输送带使用一段时间后张力不够^[8]等。只有采用新技术,大力开展相关技术的研究,才能攻克这些难题,缩小差距。

通过增大输送带的宽度提高生产效率必然带来对巷道宽度的更高要求,使开采成本增加。除了通过改进输送带宽度来提高生产能力,关于输送带的技术研究同时朝着提高带速的方向发展。所以高速托辊技术逐渐得到越来越多的关注,该技术使得输送带的最大张力下降,同时输送带的强度等级会下降,最终节约输送成本。托辊的价格约占整机价格的 1/4。托辊在使用中的损耗很大,煤矿带式输送机的绝大部分停机事故都是因为托辊的因素造成的。因此提高托辊质量,对于节约费用和增加运行可靠性都具有很大的意义。

高速托辊在加工要求上比普通托辊高很多,国外很多国家采用的高速托辊寿命可达 10 年以上,速度高达 8 m/s。国内托辊生产厂家的加工工艺与设备精度保证不了设计要求,托辊寿命短,如果能把托辊的寿命从原来的 1 年提高到 10 年,带来的经济效益将非常显著,这期间将需要逐步进行研制与开发。

2 我国带式输送机的发展趋势

设备大型化、自动化,实现长距离、大弯度、大倾角输送是我国带式输送机的发展趋势。我国已经在很多煤矿实现了现代化带式输送机的应用,但同时还存在很多未攻克的技术问题,例如使用动态分析技术对带式输送机的力学分析,代替老旧的刚体力学计算选型规范;使用液压自动张紧技术,实现先进的计算机监控管理系统;采用中间驱动技术,降低对输送带的强度要求,扩大输送机的驱动长度;应用软启动装置,减少胶带输送机启(制)动时冲击力对整机的损耗,延长输送机的使用寿命;同时,提高元部件性能和可靠性,对生产托辊、输送带等元件加工质量及精度不断提高,生产规模不断扩大,节省设备投资费用。响应社会号召,研制节能生产技术,也降低了企业的生产成本,例如对带式输送机运行过程中的节能研究分析^[9]。最终实现现代化高产高效节能矿井运输技术。

3 结语

带式输送机是我国高产高效矿井的重要组成部分,随着现代大型化、自动化矿井的发展,很多技术及参数需要改进以适应发展的需要,同时设计规范及标准也在同步更新,例如

DT II 型带式输送机选型手册的编写^[10]。近年来,国内对带式输送机的控制和技术性能越来越重视,但很多技术还处于起步阶段,不能应用于生产中,导致国内外大型带式输送机的技术水平差距较大。只有不断学习新技术,扶持关键技术研究,培养相关技术人才,攻克相关技术难题,逐渐缩小国内外技术水平差距,才能真正实现现代化带式输送技术。

参考文献

- [1] 张钺. 国内外带式输送机的应用概况[J]. 煤矿机械, 2001(5): 55-60.
- [2] 刘计伟, 王建, 张永林. 论带式输送机的发展概况、工作原理与特点、分类[J]. 中小企业管理与科技, 2012(1): 305.
- [3] 蒋卫良, 韩东劲. 我国煤矿带式输送机现状与发展趋势[J]. 煤矿机电, 2008(1): 1-6.
- [4] 戚昌滋. 整机动态分析技术入门[J]. 建筑机械, 1984(3): 9-16.
- [5] 雷丁轲, 王进涛. 自动液压张紧装置在带式输送机中的应用[J]. 煤炭工程, 2009(2): 103-104.
- [6] 夏祥武, 谭栋才, 孙健, 等. 中间驱动超长运距顺槽带式输送机电控系统[J]. 煤矿机械, 2007(3): 115-116.
- [7] 吴定会, 王莉, 李意扬. 带式输送机常见故障及诊断技术综述[J]. 变频器世界, 2012(8): 47-51.
- [8] 栗卫红. 带式输送机运行过程中的节能分析[J]. 科技信息, 2012(33): 167-184.
- [9] 机械工业部北京起重运输机械研究所. DT II 型固定式带式输送机设计选用手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1994.