

煤矿井下带式输送机高质量托辊研制与应用

张 国

冀中能源峰峰集团河北天择重型机械有限公司 河北 邯郸 056200

摘 要：带式输送机作为高效的运输工具在各大矿井中广泛应用，托辊作为主要承载部件市场需求量大。为增强市场竞争力，切实提升托辊质量和使用寿命，推进天择公司高质量发展，真正实现托辊产品精品化，冀中能源峰峰集团天择公司立足自身优势，拓展现有设备加工能力，积极攻克托辊技术壁垒，成果研制出了煤矿井下带式输送机高质量托辊。凭借高质量托辊优良品质和超高使用寿命，得到了各矿井的高度认可和赞誉，也给公司带来了较高的经济效益。

关键词：高质量；托辊；精品化

前言

基于托辊可实现支撑皮带，减少皮带在运行过程中的阻力；形成皮带凹道，防止和纠正输送带跑偏，防止皮带上的煤外溢；缓和物料对输送带的冲击，保证皮带垂度不超过一定限度使皮带平稳运行等作用，被作为煤矿井下高效运输工具带式输送机的主要承载部件广泛使用，新拓工作面及旧有托辊磨损消耗造就市场需求量大。为增强市场竞争力，切实提升天择公司托辊质量和使用寿命，推进天择公司高质量发展，真正实现托辊产品精品化。

1 带式输送机与托辊概述

带式输送机是一种广泛使用的物料运输设备，通过传动机构驱动环状输送带移动，以完成物料连续输送。其工作原理简单而高效，主要通过滚筒与输送带之间的摩擦力来驱动输送带运转。带式输送机的主要结构包括机架、输送带、滚筒组、托辊组、驱动装置和张紧装置等。机架支撑整体重量，输送带则负责承载和移送物料。滚筒组用于传递动力并改变输送带的运行方向，而托辊组则起到支撑输送带、减小运行阻力的作用。托辊是带式输送机的重要部件，根据功能和结构的不同，可分为槽形托辊、平形托辊、调心托辊和缓冲托辊等多种类型。槽形托辊用于承载和输送散状物料，平形托辊则主要用于回程分支支撑输送带，调心托辊用于调整输送带跑偏，保证稳定运行，缓冲托辊则安装在受料段，吸收物料下落时对输送带的冲击。托辊的性能对带式输送机的整体性能有着重要影响。高质量的托辊能够减小输送带的运行阻力，提高输送效率，同时降低能耗和噪音，延长输送带的使用寿命。因此，在设计和选择托辊时，需要充分考虑其材质、结构以及运行环境的特殊要求，以确保带式输送机的稳定性和可靠性。

2 公司生产能力现状分析

(1) 托辊生产线主要托辊生产设备13台，设备资产

原值240余万元，自2014年投入使用以来，未进行过专业的全面检测保养，大多数设备存在磨损、老化性能下降，精度低，且故障率高，日常维修工作量大。(2) 现有托辊结构设计、配套轴承密封原材料及生产工艺较为落后，无法满足高质量托辊生产需求。

3 方案提出与确定

结合公司高质量托辊的工作要求，从产品质量、生产效率、成本情况综合考虑，提出以下方案建议：

方案一：选择国内最先进的托辊制造生产线，更换现有设备。实现从原材料下料到数控加工、数控压装、在线检测、全过程自动化生产，生产效率高、产量大、操作及调试方便，质量可靠，生产线短、整线操作人员少，劳动强度低，节能环保。

方案二：在我公司现有托辊生产线设备基础上，逐步分段进行自动化升级改造，直至实现智能化生产。综合四家设备厂家生产线布置，整个生产线可分为以下三个部分：(1) 托辊体焊接自动化生产线，可实现托辊焊车之前上料、切管、车孔、轴承座压装、焊接等5道工序，自动化生产。(2) 托辊压装自动化生产线，可实现轴压装、密封一次压装、密封二次压装、弹簧挡圈自动安装等4道工序自动化生产。(3) 托辊轴线自动化生产线，可实现轴的上料、锯切、平头、倒角、铣扁（钻孔）、切槽等6道工序自动化生产。

根据与厂家进一步沟通，我公司可以按上述3个部分分段进行升级改造，其他工序利用现有设备进行生产。厂家需到现场实地查看和交流沟通后，出具具体“上新利旧”方案。根据配置不同，各部分改造需要资金大约300-500万元。

方案三：利用现有设备生产，首先恢复设备精度，其次根据工艺流程增加部分设备。

(1) 生产管理部设备室和运输分公司初步对现托辊

生产线情况进行检查，结合托辊设备经常性故障统计表和备件需求统计情况，经初步市场询价和调研，设备修复工期需30天左右，费用约35万元。（2）计划新增设备。1）现托辊轴生产设备主要由锯床、铣边机、平头车和数控车床4台设备组成，均为人工上下料，且因轴长短差距大，双卡簧槽由数控元车依次单独加工耗时较长，严重制约生产效率急需增加双卡簧切槽设备1台。2）针对托辊轴、托辊管加工过程中表面经常粘附铁末等杂质，现多采用棉丝擦拭处理，存在清理不净、易伤手，且进入托辊内部容易造成轴承密封磨损，影响托辊寿命问题。需增加铁屑清理设备1套，需满足锯床、平头车、铣扁车、车管机等工序除屑需要。结合调研情况，吹屑设备主要由螺杆空压机、储气罐、干燥机、过滤器以及管道配件组成，工作原理简单，主要工作内容为现场布置和安装，建议公司进行立项，自制一套吹屑系统。

通过网络收集、线下了解、赴厂考察及组织煤矿井下带式输送机高质量托辊研制工作思路研讨交流会充分讨论研究，特确定《煤矿井下带式输送机高质量托辊研制》创新型课题方案如下：（1）通过对使用寿命长、性能强的德伯特托辊进行型式试验，对标其试验数据，设计托辊图纸，对部件材质、配合尺寸、密封结构等项目进行研究设计，优化托辊结构设计及制作工艺，提升现有托辊设备精度，科学组织生产安排，严格质量检测，打造客户满意度高、质量品质高的精品托辊，实现安全运行 ≥ 30000 小时。（2）通过托辊生产的各个环节的跟踪，对每个生产环节进行讨论，确定影响产品质量的关键因素，制定质量保证措施。设计专用配套工装或增加部分设备，如吹屑装置、定量注脂机等。（3）制定严密的检验规程，对各个环节进行严格的质量控制，及时反馈质量状态。

4 对策与实施

表1 煤矿井下带式输送机高质量托辊研制“5W1H 对策表”

要素	内容
What（做什么）	1、通过对使用寿命长、性能强的德伯特托辊进行型式试验，对标其试验数据，设计托辊图纸，对部件材质、配合尺寸、密封结构等项目进行研究设计，优化托辊结构设计及制作工艺，提升现有托辊设备精度，科学组织生产安排，严格质量检测，打造客户满意度高、质量品质高的精品托辊，实现安全运行 ≥ 30000 小时。 2、通过托辊生产的各个环节的跟踪，对每个生产环节进行讨论，确定影响产品质量的关键因素，制定质量保证措施。设计专用配套工装或增加部分设备，如吹屑装置、定量注脂机等。 3、制定严密的检验规程，对各个环节进行严格的质量控制，及时反馈质量状态。
Why（为什么做）	增强市场竞争力，切实提升天择公司托辊质量和使用寿命，推进天择公司高质量发展，真正实现托辊产品精品化。
Who（谁来做）	1、科技研发中心设计院负责完成《煤矿井下带式输送机高质量托辊研制配置》托辊结构、各规格配套轴承座、密封件图纸设计及配套厂家进行考察工作等。 2、生产管理部设备室负责外聘专业厂家对东厂区托辊车间设备进行精度修复，保证车床精度、设备性能恢复到新设备出厂规定值95%以上。 3、生产管理部设备室负责采购双卡簧切槽设备1台，提升托辊轴切槽效率。 4、运输机械分公司负责针对托辊轴承及密封件结构特点和产品质量要求，引进定量注脂机，设计一款适用与204、205、305、306、307、308托辊轴承及密封件专用注脂工装，满足了托辊轴承及密封件自动定量注脂，减少油脂浪费增加产品产出率，实现提质增效的目的。 5、运输机械分公司负责托辊车间一体式吹屑系统的设计及实施，主要由螺杆空压机、储气罐、干燥机、过滤器以及管道配件组成，配件采购到位结合现场合理布置管道，需同时满足锯床、平头车、铣扁车、车管机等工序除屑要求。 6、科技研发中心工艺技术部负责根据精品生产线修复情况、设备增加情况等，编制新的加工工艺、质量要求、修订操作规程，保证关键工序，对托辊车间管理、操作人员进行质量专项培训，确保生产过程管控到位。 7、安全监督管理部负责根据《煤矿井下带式输送机高质量托辊研制配置》项目实施效果制定《托辊及附件检验规程》，对分公司托辊及附件入厂、生产组织、出厂检验过程实施全过程控制，确保产品质量优于相关国家标准与要求。 8、运输机械分公司负责持续加强员工托辊产品质量、设备操作和维护保养、工艺纪律和产品防护等方面素质培养，提高员工质量意识和操作技能。
Where（在哪里做）	设计室完成设计及工艺优化；生产车间修复设备精度；人员培训在分公司会议室或生产现场。
When（何时做）	2023年12月份完成图纸设计及配套件厂家考察确定；2024年1月份完成设备精度修复；2024年2月制定新工艺路线及检验规范；2024年3月完成员工培训；2024年4月完成一体式吹屑系统的安装与使用；2024年5月完成双切槽设备安装使用；2024年10月完成定量注脂机的引进与使用；全年对高质量托辊加工精度进行检测跟踪。
How（怎么做）	通过市场调研、对标其他单位，结合实际、引进专业厂家设备；利用试验和数据分析确定最佳参数；理论讲解与实际操作结合培训。

5 效果

(1) 煤矿井下带式输送机高质量托辊原材料选用较普通托辊有较大提升。

表2 高质量托辊与普通托辊原材料选用对比

名称	材质及精度		备注
	高质量	普通	
托辊管	Q355, 厚度 $\geq 4\text{mm}$	Q 235, 厚度 $\leq 3.2\text{mm}$	
托辊轴	Q 235-A, 精度 $\pm 0.01\text{mm}$	Q 235, 精度 $\pm 0.01\text{mm}$	
轴承	LYC	普通厂家	
密封	尼龙6, 防水性高	ABS, 防水性一般	
挂钩	精铸, 厚度 $\geq 10\text{mm}$	冲压, 厚度 $\leq 6\text{mm}$	

(2) 煤矿井下带式输送机高质量托辊旋转阻力、径向跳动、轴向载荷和浸水密封性能等出厂检测指标精度可提升到《MT821-2006 煤矿井下用带式输送机托辊技术条件》规定值的65%-72%。

表3 高质量托辊与普通托辊性能指标精度对比

名称	指标参数 ($\phi 108 \times 380$ 托辊为例)			备注
	MT821-2006规定值	高质量	普通	
旋转阻力	在250N的压力作用下, 外圆线速度为2.0m/s时, 旋转阻力 $\leq 2.5\text{N}$	$\leq 1.5\text{N}$	$\leq 2.5\text{N}$	
径向跳动	$\leq 0.5\text{mm}$	$\leq 0.35\text{mm}$	$\leq 0.5\text{mm}$	
轴向载荷	对托辊轴施加表10kN的轴向载荷, 托辊轴(包括轴承座及密封组件)与托辊管体不得脱开。	无脱开	无脱开	
浸水密封	托辊在清水中以1450r/min的转速运转24h后, 进水量不得超过150g。	$\leq 100\text{g}$	$\leq 150\text{g}$	

(3) 煤矿井下带式输送机高质量托辊设计使用寿命比普通托辊使用寿命可增加10000小时以上。

(4) 定量注脂机在煤矿井下带式输送机高质量托辊制作工艺中应用以来, 既能够保证托辊轴承及密封件受到均匀有效润滑, 又可提升油脂利用率, 注脂量误差 \leq

0.15g; 还实现了当班抹油效率提升200%, 达到了提质增效的预期目的。

(5) 托辊车间托辊车间一体式气动吹屑系统自应用以来, 托辊轴及管体表面铁沫等附着物减少约80%, 安全生产效率提高约140%, 每小时可节约生产用电5度, 节约气泵2个, 达到了预期目的。

(6) 通过将切槽机和平头倒角车组合使用, 优化了托辊轴制作工艺生产组织结构, 减少生产工1名, 切槽工时降低45%的同时, 生产效率提高了180%, 以月均12000件托辊轴计算, 仅切槽工序每年可节省加工成本费用约3.2万元, 实现了减人提效的预期目的。

6 结论

煤矿井下带式输送机高质量托辊在冀中能源峰峰集团和天择公司各级领导的关心支持下得以成功研制和推广, 人员素质、车床精度和加工质量均实现了大幅提升, 鉴于煤矿井下带式输送机高质量托辊优质选材、高产品精度和超长设计使用寿命, 自今年2月份研制以来该产品在冀中能源峰峰集团、冀中能源邯矿集团及外部集团均得到了大范围推广与销售, 客户满意度较高, 给公司增加经济效益一千余万元。下一步我们将在降本提效和托辊生产线自动化上进行深度技术攻关, 在保证高质量托辊产品性能的前提下尽量压缩制作成本投入, 以高质量产品回馈各兄弟矿井的信任与支持!

参考文献

- [1]李连坡.煤矿井下带式输送机定制化设计与应用[J].中国机械,2024,(06):54-55.
- [2]何顺席.多功能永磁直驱带式输送机研制与应用[J].煤矿机械,2018,(06):64-65.
- [3]孙艳军.永磁直驱带式输送机电动滚筒的设计与应用[J].煤矿机电,2018,(04):38-39.