

# B1800 节能环保型大运量气垫带式输送机的研制与创新设计

## Development and Innovative Design of B1800 Energy-saving and Environmentally Friendly Large Capacity Air Cushion Belt Conveyor

刘锐 申守奇 侯文晟

Rui Liu Shouqi Shen Wensheng Hou

河南卫华重型机械股份有限公司 中国·河南 新乡 453000

Henan Weihua Heavy Machinery Co., Ltd., Xinxiang, Henan, 453000, China

**摘要:** 随着现代物流的迅猛发展,港口、煤炭、电力、矿山、建材、粮食等行业,对大输送量节能环保型气垫带式输送机的需要越来越迫切。本项目研究 B1800 节能环保型大运量气垫带式输送机做到不排污、不扬尘、不撒料、不跑偏,实现文明、干净连续输送,为当今低碳时代,提供一种节能环保型连续输送设备,在环保要求越来越高的中国经济腾飞时代,成为托辊带式输送机较为理想的更新换代产品。

**Abstract:** With the rapid development of modern logistics, port, coal, electric power, mining, building materials, grain and other industries, the need for large conveying energy-saving and environmental protection air cushion belt conveyor is more and more urgent. This project research B1800 energy conservation and environmental protection type large volume air cushion belt conveyor do not discharge, no dust, no material, no deviation, realize civilization, clean continuous transportation, for today's low carbon era, provide an energy saving and environmental protection type continuous conveying equipment, in the environmental protection requirements of China's economic boom era, become ideal roller belt conveyor upgrading products.

**关键词:** 节能环保; 大运量; 气垫带式输送机

**Keywords:** energy saving and environmental protection; large volume; air cushion belt conveyor

**基金项目:** 河南省中央引导地方科技发展专项“内河港口散料装卸及转运成套智能化装备研发及应用示范”。

**DOI:** 10.12346/etr.v5i11.8762

## 1 概述

随着全球经济的大力发展,世界物流的发展也出现了各种创新型的物流设备,尤其是迈入 21 世纪低碳时代以后,除污降霾、环境保护、生态文明已成为最大的民生问题。与此同时,随着改革开放的深入,中国经济的发展进入了一个节能环保、低碳高效的新时代。在港口、电力、煤炭、矿山、建材、化工、粮食等行业,对环保的要求越来越高,对节能、低碳、环保、高效的输送量为 3600~4500t/h 的大输送量连续输送设备的需求越来越迫切。换句话说,用节能环保型大输送量的气垫带式输送机取代污染严重、跑偏、撒料、噪音高的托辊带式输送机已是势在必行。

## 2 项目主要研究内容

在理论研究方面,该项目对设计理论的创新、设计方法

的创新、节流孔布置的创新、气箱结构的创新、风源装置的创新、清料装置的创新等六个方面的核心技术进行深层次的研究,在如何满足在各种工况条件下实现 3600~4500t/h 输送量的安全可靠连续输送,达到干净、清爽、生态文明、环保低碳输送的效果,为电力、煤炭、矿山提供环保型的大输送量气垫带式输送机。理论研究要解决的主要技术难题是:①节流孔布置的进一步创新;②创新配置供风装置,着重解决适应大输送量的风量风压的合理匹配;③盘槽形状如何适应大输送量而又解决胶带擦边问题;④气箱断面形状如何才能进一步提高稳压效果;⑤沿程压力损失如何进一步减小,使远离供风处的端部气箱段能形成良好的气垫层,实现大输送量气垫带式输送机的重载启动。

在应用研究方面,第一,进一步深层次的研究 B500~B1600 气垫带式输送机的气箱断面的形状和数学模型,在

【作者简介】刘锐(1986-),男,中国河南郸城人,本科,工程师,从事起重运输机械研究。

此基础上进行 B1800 气箱断面形状及结构的方案设计。第二,设计 B1800 全气垫全密封样机,此样机不仅要求密封性能良好,而且要达到景观式输送设备的要求。第三,优化新型供风装置的设计,提出分风分流装置的新方案,进一步降低沿程压力损失,提高气垫带式输送机满载启动的技术性能。第四,对 B1800 全气垫全密封气垫输送机机头和机尾过渡段的密封罩连接段进行创新设计改进,不仅要密封性能良好,而且线型流畅、美观。

该项目是全气垫全密封结构,上部密封罩是“人字形”结构,两侧还增设了立板,目的是增加上部密封罩与上盘槽之间组成的密闭空间要有足够容量,以便稀释物料输送过程中产生的粉尘浓度,使其有利于提高除尘器的除尘效率,确保物料输送的全过程中不产生扬尘现象,实现干净清爽、生态文明的连续输送。

该项目最大的技术难题是风量风压的合理匹配及专用风机选型。目前国内只有营口港和日照港的 B1600 气垫带式输送机达到 1500t/h 输送量。国外也只有 B1600 达到输送量 2500t/h 的例证,并且重载启动很不理想。为了解决大输送量气垫带式输送机的风机选型难题,收集并实测了正在使用的 B1600,  $Q=1500\text{t/h}$  气垫输送机的上百套数据进行剖析论证,采取梳理、提炼、归纳、剖析等方法,层层剥皮,逐步推进,最后确定了两个方案。然后,与清华大学和西安交通大学风机研究所的教授和学者,共同研究、讨论,并做了多次模拟试验,取得一定的数据后,对原定的两个方案进行了补充和修改,同时将其中的最优方案定为静态试验台的首选风机。于 2013 年 8 月,建立了一条带宽 1.8m,长 9m 的静态试验台。通过多次测试,掌握了在输送量为 3600t/h, 4000t/h, 4500t/h 等三种情况下的有关数据。然后,再以这些数据为依据,通过风量风压匹配计算软件多方案计算,最后确定了 B1800 样机的风机型号,如图 1 所示。



图 1 B1800 气垫机综合试验台

在研究过程中,用科学发展观统领研究的全过程。对于较难的技术难题,以及较复杂的技术难题,先提出方案,集体充分讨论,并反复采用调查法、设计法、分析法,还多次去营口港和日照港测试正在使用的 B1600 气垫带式输送机在各种工况条件下的有关数据,通过归纳、分类、剖析,为 B1800 样机的设计提供了可靠的技术依据<sup>[1]</sup>。

该项目安装完成后进行了空载试车,并测试了相关数据。

经深入分析和总结,对风机的风量和风压再次调整。然后,进行样机 3600t/h 的重载试车并取得成功。随后,以 4000t/h、4500t/h 等两种情况,进行多次重载试运行,均可轻易直接进行重载启动,达到了预期的目标和效果。B1800 样机输送量达到 3600~4500t/h,完全达到了预定的目标,成果显著,为今后的大批量生产奠定了坚实的基础。

### 3 项目主要创新点

#### 3.1 远程监控系统

由于输送项目中设备的输送量大,输送距离长,单条输送线最远的输送长度可达几千米,设备的安全检测和控制点多,设备故障查找和维护时间长,专业技术人员少。由于设备路线长所以日常巡视一次所用时间长,工作强度大,如管理不到位,很难及时发现设备问题。

针对输送项目的特点,通过自动控制系统对设备进行远程控制,监视运行参数,可以迅速查找和定位故障,减少故障维护时间,提高生产效率。

#### 3.2 动态气垫厚度测量

动态下气垫厚度的测量是近年来都没有解决好的一个技术难题。本项目样机的电控设计对动态的气垫厚度测量进行了尝试,取得了较好的效果。气垫厚度采用 ZLDS102 高精度激光位移传感器。较好地完成了 B1800 样机动态下的气垫厚度测量,为今后研究动态下气垫厚度的变化规律探索了一条新途径。

#### 3.3 输送带水洗清扫装置

本项目输送带水洗清扫装置取得了良好的清洗效果。为了将粘结在胶带上的煤泥和其他粘性物料清扫干净,防止气垫层夹料,采用组合式高压喷水嘴喷洗胶带,输送带工作面设置三组,非工作面设置两组。沿输送带运行方向,在每组水管后侧各设置一组长聚脂刮污板。为了提高刮污板工作效率,在输送带另一面(即刮污板对侧)设置托带滚筒,并将刮污板按竖直布置,从而大大提高了刮污效果,将输送带上下两面都清扫得干干净净,有效地避免了气垫层夹料现象的产生,提高了气垫输送机的技术性能,延长胶带使用寿命 2~4 倍。另外,为了防止胶带清洗后产生扭曲和卷带现象,增设了烘干和压展装置,确保胶带不产生任何变形,运行平稳可靠<sup>[2]</sup>。胶带有水洗装置,不仅结构紧凑,清扫效果好,而且采用了循环水和全密封装置,确保工作现场干净清爽。

## 4 B1800 节能环保型大运量气垫带式输送机的测试

### 4.1 样机参数

- ①机长: 110 米,两个气室段。
- ②带宽: B1800。
- ③研究目标输送量:  $Q=3600\sim 4500\text{t/h}$ 。
- ④带速:  $v=4\text{m/s}$ 。

- ⑤物料及容重：散状混合煤  $\gamma=1.0t/m^3$ 。
- ⑥带重：20kg/m。
- ⑦倾角： $\beta=5^\circ$ 。
- ⑧驱动功率： $N=250kW$ 。
- ⑨风机型号：7-36 No 5.3A  $N=2 \times 22kW$ 。
- ⑩单位长度线载荷：250kg/m, 280kg/m, 315kg/m。



图2 B1800节能环保型大运量气垫带式输送机样机

## 4.2 测试结果

### ①气源参数。

气源参数测试表见表1。

### ②输送量测定。

按《气垫带式输送机》行业标准 JB/T 7854—2008 要求，在气垫机形成稳定的气垫层和稳定的料流后，停机，在气垫机纵向方向的长度上任取1米长度输送带上的物料，称其质量，并重复三次，取其平均值。本项目在测试的过程中，按上述要求总共取得三组数据，即  $q_1=250kg/m$ ,  $q_2=280kg/m$ ,  $q_3=315kg/m$ 。按照行业标准的输送量计算公式  $Q=3.6qv$ ，输送量的计算结果如下：

$$Q_1=3.6 \times 250 \times 4=3600t/h$$

$$Q_2=3.6 \times 280 \times 4=4032t/h$$

$$Q_3=3.6 \times 315 \times 4=4536t/h$$

表1 气源参数测试表

测试项目	测试断面								
	I		II		III		IV		
	上气箱	下气箱	上气箱	下气箱	上气箱	下气箱	上气箱	下气箱	
气箱压力 (Pa)	空载	2200	970	2180	970	2200	970	2200	970
	满载 250Kg/m	2860	1140	2860	1150	2860	1140	2860	1140
	满载 280Kg/m	4335	1490	4330	1495	4328	1495	4325	1495
	满载 315Kg/m	4500	1580	4505	1580	4500	1590	4493	1580
气垫厚度 (mm)	空载	4.54	5.29	5.86	8.9	5.66	8.65	3.45	8.78
	满载 250Kg/m	2.04	9.61	2.61	9.55	3.51	9.48	1.94	9.18
	满载 280Kg/m	2.31	3.82	2.54	4.01	3.04	4.08	1.61	3.01
	满载 315Kg/m	2.25	2.68	2.28	3.98	2.23	3.95	2.14	2.91
风机功率 (kW)	空载	19.26		19.15		19.1		19.21	
	满载 250Kg/m	19.32		19.25		19.25		19.30	
	满载 280Kg/m	19.53		19.32		19.25		19.42	
	满载 315Kg/m	19.53		19.32		19.25		19.42	

注：每米耗气量所消耗功率：0.38KW/m；上气箱气垫平均厚度：2.53mm（满载 250Kg/m），2.38mm（满载 280Kg/m），2.24mm（满载 315Kg/m）；上气箱气垫厚度总平均值：2.38mm。

### ③沿程阻力损失指标。

沿程阻力损失测试表见表2。

表2 沿程阻力损失测试表

测试次数	1	2	3	4	5
沿程阻力损失 (Pa/m)	0.21	0.08	0.4	0.2	0.12

注：平均值为 0.2~0.4Pa/m。

### ④胶带跑偏量：15~25mm。

### ⑤整机噪音：82.3dB。

## 5 结语

本项目通过了由河南省科技厅的鉴定。鉴定委员会一致认为：该项目的研制是成功的，填补了国内空白，主要技术性能达到了国际先进水平，同意通过技术成果鉴定。需要特别指出的是，B1800节能环保型大运量气垫带式输送机不仅

在输送量达到 4500t/h 时运行平稳可靠，而且在无须增设任何辅助设施的条件下，可直接进行满载启动。沿程阻力损失指标为 0.2~0.4Pa/m，居国际领先水平（国内先进指标为 4~6Pa/m，国外先进指标 0.8Pa/m），其技术性能不仅居国内领先，而且达到世界先进水平<sup>[3]</sup>。

综上所述，本项目圆满完成，不仅达到了预期目标，也填补了国内外空白，值得大力推广应用。

## 参考文献

- [1] 秦浩然.分布式气垫带式输送机关键技术研究[D].太原:太原科技大学,2020.
- [2] 赵宪杰.管道气垫带式输送机设计方法研究及部件创新[D].太原:太原科技大学,2018.
- [3] 张立凯.气垫带式输送机新型气室的计算与仿真分析[D].太原:太原科技大学,2018.