

文章编号:1001-4179(2009)18-0028-03

# 国内最大管状带式输送机系统设计与安装

杨宇 高文勇 沈攀登

(长江水利委员会 工程建设监理中心锦屏工程监理部,四川 西昌 615000)

**摘要:**锦屏一级水电站混凝土所需的粗骨料主要是通过6条带式输送机运输。其中4条为普通带式输送机,2条为管状带式输送机(以下简称管带机)。锦屏工程管带输送机是国内最大的,所使用的D500管径,强度 $2\,500\text{ N/mm}^2$ 的管带在国内水电工程中是第1次使用。管带的性能及其安装决定骨料输送的成败。对管带机的设计、安装及管带的性能进行了详细的介绍。2009年6月,管带机正式投入运行。

**关键词:**管带机;设计;横向刚度值;施工;锦屏一级水电站

**中图分类号:**TV531 **文献标识码:**A

## 1 概述

### 1.1 成品骨料带式输送机系统

锦屏一级成品骨料带式输送机系统将印把子沟人工骨料加工系统(位于左岸印把子沟1 710 m高程(地面高程))生产的成品砂岩骨料,由带式输送机经跨江桥分别运输至右岸大坝坝肩处的高线混凝土系统1 975.0 m高程处的粗骨料竖井和从棉纱沟将部分粗料、所有细骨料分流至低线混凝土系统地面料仓中,运输距离分别为5.5 km和2.8 km。运输物料为砂岩碎石及人工砂,最大粒度150 mm,平均容重 $1.6\text{ g/cm}^3$ ,带式输送系统设计输送能力 $2\,500\text{ t/h}$ 。该系统由101、102、104、105号4条普通带式输送机和103、106号两条管带机组成。101、102、105号输送机沿地面安装,总水平长度为1.21 km;104号输送机吊挂在隧洞顶部,水平长度1.56 km;103、106号管带机布置在专用隧洞里,总水平长度2.74 km。

### 1.2 管带机运输的优点

管带机与普通带式输送机比较,具有如下优点:①可减少物料运输损耗;②在运输过程中不污染环境;③布置灵活,特别适合地形复杂、障碍物多的环境;④结构紧凑、断面小,能节省空间;⑤单条管带机能转弯运输;⑥比普通输送机提升角度大;⑦运量大(运量可达 $7\,000\text{ t/h}$ );⑧可选用普通托辊,又不会发生普通带式输送机常见的胶带跑偏现象;⑨可以双向送料。

### 1.3 锦屏管带机运输的重点与难点

虽然管带机已在矿山、电厂、港口、钢铁、化工、建材等行业广泛使用,运输原煤、磷石膏、石油焦、矿粉、灰渣等,但管径仅为150~400 mm,单机长度37~3 000 m。管带机在水利行业应用较少,锦屏工程D500管径、强度 $2\,500\text{ N/mm}^2$ 的管带在国内水

电工程第1次使用,同时也是国内最大的管带机。管带机的使用性能主要取决于管状胶带的性能,管状胶带的性能及其安装决定锦屏一级大坝混凝土骨料运输的成败。

## 2 锦屏一级管带机布置参数

103、106号管带机均布置于专门的隧洞中。103号管带机尾部高程1 661.5 m,提升高146.838 m,两端直线段长度分别为1 143.76 m,中间为曲线段,其曲线半径为550 m,圆心角为 $40^\circ$ 。106号管带机尾部高程1 860.265 m,提升高122.966 m,两端直线段长度分别为40.739 m,中间为曲线段,其曲线半径为450 m,圆心角为 $45^\circ$ 。

## 3 管带机设计

### 3.1 骨料输送线管带机设计

(1)管带机设计要求。凡与驱动力和皮带张力有关的管带机钢结构和零部件按电动机的铭牌和输送带最大张力及有关规范进行设计。皮带张力由6种工况的计算结果决定:满载(包括重载等其它最不利的情况下)启动、运行、制动和空载启动、运行、制动。

管带机工作时,输送带的卷合状态应良好,不应有缝隙、过卷、扁管等现象,必须有保证输送带在任何工况下不产生扭转的有效措施,特别是管带机保证运行工况下的转弯、上坡运行,不得出现掉料、扁管等超过范围的扭转现象。

在所有正常工况下均能安全、持续运行,设备结构紧凑,但应便于日常维护和检修,设备零部件应品种、规格少,互换性能好。

(2)普通带式输送机主要由输送带、驱动装置、传动滚筒、改向滚筒、托辊、拉紧装置、清扫器、机架、输送机罩、机头溜槽和导料槽以及安全保护装置等组成。管状带式输送机与其基本一

收稿日期:2009-06-12

作者简介:杨宇,男,长江水利委员会工程建设监理中心锦屏工程监理部,高级工程师。

致,但在头、尾部过渡段之间采用专用托辊组(专用于 103、106 号管带输送机)DG500C1159,并设置有压带装置。

(3) 103、106 号管带机主要技术参数。管带机头、尾部均设过渡段,即由普通胶带机向管带机转变和由管带机向普通胶带机转变,头部过渡段长约 34 m,尾部过渡段长 46 m。

103 号管带机主要技术参数:

人工砂、碎石

粒度 0~150 mm

堆比重 1.5~1.6 t/m<sup>3</sup>

管径(带宽) 500(1850)mm

带速 4 m/s

运量 2 500 t/h

水平长 1 603.653 m

提升高 146.838 m

倾角 5.22°

输送带规格 ST2500

电动机 型号 YVP5000-4

功率 3×900 kW

额定电压 690 kV

额定转速 1 500 r/min

驱动装置型号 B3SH16+F+N

驱动装置速比 25

制动装置 YWZ5-710/301

传动滚筒直径 1 250 mm

托辊直径 159 mm

拉紧方式 液压拉紧

106 号管状带式输送机主要技术参数:

碎石

粒度 5~150 mm

堆比重 1.5~1.6 t/m<sup>3</sup>

管径(带宽) 500(1850)mm

带速 4 m/s

运量 2 500 t/h

水平长 1 134.360 m

提升高 122.986 m

倾角 6.18°

输送带规格 ST1600

电动机 型号 YVP500-4

功率 3×710 kW

额定电压 690 kV

额定转速 1 500 r/min

驱动装置型号 H3SH16+F+N

驱动装置速比 25

制动装置 YWZ5-710/301

传动滚筒直径 1 250 mm

托辊直径 159 mm

拉紧方式 液压拉紧

### 3.2 管带机胶带的设计

(1) D500、强度 2 500 N/mm<sup>2</sup> 的管带的使用在国内水电工程是第 1 次。为确保胶带质量满足系统要求,使用了具有国际先进水平中德合资企业德国凤凰胶带集团公司山西凤凰胶带有限公司生产的钢绳芯胶带。胶带结构见图 1。

(2) 胶带性能参数。管带机采用专用钢丝绳芯输送带,输送带应满足运行工况下的刚度和柔性要求;应具有可靠的荷载支承性和良好的成管性,应保证在各种工况(如:输送量变化、输送物料粒度不同及平竖曲线段运行)条件下承载与回程带的管状特征;管状输送带的耐磨性、抗冲击性及抗疲劳强度必须长期满足运行工况的要求。胶带性能参数见表 1。

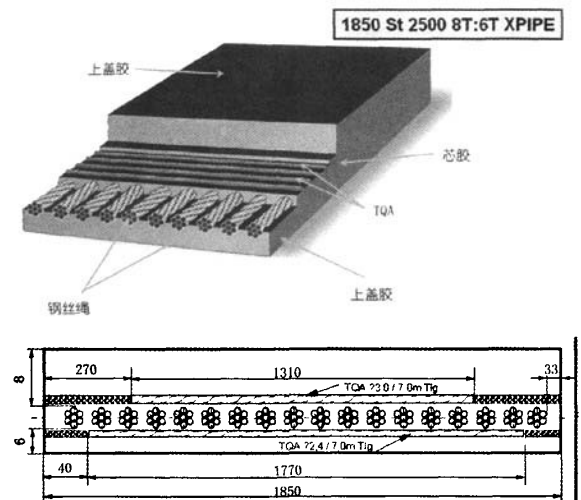


图 1 胶带结构示意图(单位:mm)

胶带横向刚度直接关系到管带的可靠运行,横向刚度值偏大,正常运行损失后胶带不宜出现塌管,但对托辊正压力大,胶带与托辊之间的摩擦力增大,对带强和电机功率有一定的影响;横向刚度值偏小,运行刚度值损失后胶带可能塌管。所以,选取合理的横向刚度值非常重要。通过对国内外管带横向刚度调研,并结合专家意见,经多方论证,锦屏管带横向刚度取值范围为 2 000~2 400 g/75 mm。同时,要求山西凤凰胶带有限公司在管带正式生产前进行生产性试验,并根据试验带生产检测资料,最终复核确定胶带横向刚度满足要求。

(3) 钢丝绳芯输送带各钢丝绳的张力应该非常均匀,钢丝绳的粘合强度必须满足使用要求。钢丝绳芯输送带的安全系数在正常运转时不小于 7,伸长率不大于 0.2%。锦屏工程选用江苏法尔胜钢制品有限公司生产的钢丝绳。

### 3.3 胶带设计

胶带是保护管状带式输送机最重要的部件,在设计中进行了以下考虑:

(1) 为提高表面的抗磨损性,在标准管状带的基础上加厚了覆盖胶层厚度;

(2) 采用大转弯半径(最小  $R=450$  m)减少胶带的弯曲应力,同时在水平弧段按照 0.5 倍标准托辊间距布置六边形托辊组,使胶带在水平转弯段平滑过渡,不出现明显折线;

(3) 适当加大头尾过渡段的距离,减少胶带边缘的过渡张力;

(4) 采用聚氨酯材料的清扫器和导料槽,保护胶带免受刮伤;

表1 103号和106号胶带主要性能参数

项目	带宽/ mm	胶带 重量/ (kg·m <sup>-1</sup> )	胶带的 纵向 刚度值/ (g·mm <sup>-1</sup> )	胶带的 总厚度/ mm	上覆盖 胶层 厚度/ mm	下覆盖 胶层 厚度/ mm	钢丝 绳芯 直径/ mm	钢丝 绳间 距/ mm	钢丝绳与 橡胶的粘 结强度/ (N·mm <sup>-1</sup> )	胶带 延伸 率/ %	胶带覆盖 层扯断 强度/ MPa	胶带覆盖 层扯断 伸长率/ %	胶带 疲劳 强度/ 次	横向 刚性 调整层/ mm	最小 撕裂 力/ (N·mm <sup>-1</sup> )
ST2500	1850	59.8±1.0	(2000~2400)×75	19.8±1.0	8	6	5.8	12±1.5	≥105	≤2	≥24.0	≥450	≥10000	3	17
ST1600	1850	50.1±1.0	(2000~2400)×75	18.2±1.0	8	6	4.2	10±1.5	≥95	≤2	≥24.0	≥450	≥10000	2	17

(5) 设置了防止胶带嵌入托辊间隙引起的损坏措施主要有:①专用托辊间的间隙在理论上按零间隙设计,安装时不超过1mm;②在转弯部分每隔3~4个窗式框架,在胶带的搭接处的两个专用托辊间加一个专用托辊,使胶带边不能到达两专用托辊的间隙处,从而完全有效地防止胶带嵌入;③在转弯部分,间隔6组设置平底尖底组合型托辊;④在头尾过渡段最后成形托辊组采用平底尖底组合型托辊。

## 4 管带机施工

### 4.1 103、106号管带机安装工艺流程

管带机运输机土建、金结制安、机电等施工与普通胶带机无大的差别,其主要施工流程为:施工准备→二次倒运、堆放、保管→基础尺寸复核→张紧装置安装→头部过渡桁架安装→普通桁架安装→弧段桁架安装→滚筒安装→胶带安装→附件安装→电气安装→试运转。

### 4.2 各部件安装工艺

(1) 桁架的安装。桁架组装好以后,用叉车运至基础上,用水准仪找正后与基础焊接。

(2) 滚筒安装。①检测滚筒的有关尺寸,同时测量与滚筒轴承座相连接的滚筒支架的尺寸,并作出记录;②滚筒安装后测量滚筒垂直中心线与输送机中心线,偏差不得超过2mm;③滚筒安装后测量滚筒轴线与输送机中心线的垂直度;④滚筒安装后测量滚筒中心线与水平面的平行度,平行度应不超过1.5mm。

(3) 胶带安装。①在将胶带卷放到事先准备好的支撑架上前要仔细确认胶带的面层和底层;②在安装工程中应细致小心,防止损坏、弯曲和颠倒胶带;③在用绞车牵引胶带时,应一直观察整个胶带在窗式托辊组内的成型、扭曲情况,出现扭曲后应暂时停止安装,及时纠正后恢复;④在导入胶带裹成圆状时,在即将重叠的胶带部位应撒上下滑石粉。

(4) 清扫器的安装。按图纸要求将清扫器安装于头部,使清扫器刮片与胶带的接触长度不小于90%。根据胶带机的规定在头尾部各装一组空段清扫器,将其橡胶刮板放于胶带回程带面上,并焊在机架上。

(5) 按照设备图将各溜槽按规定位置安装。

### 4.3 胶带接头的安装

胶带接头质量的好坏是管带机能否正常运行的关键,锦屏工程管带机接头采用硫化法二阶(二段)搭接胶接头,接头胶料平直,可以保证接头强度不小于带强的80%。在实际施工中,凤凰胶带生产厂家专业技术人员在现场进行了技术指导。

输送带的供货长度一般每卷长300~400m,接头数量最

少,但是由于103号和106号胶带安装施工是在隧洞内进行,300m一卷重量达18000kg,将无法进行运输吊装及放胶带,因此锦屏工程更改为200m一卷,103号胶接头数量为17个,106号胶接头数量为13个,共30个接头。

管带机胶带硫化接头工艺流程为:

- (1) 安放硫化机和接头操作所需工作平台;
- (2) 在接头部分找出中心线;
- (3) 接头部分按照胶接长度、接头方式、分段画线;
- (4) 切割接头部分的边角料,剥去过渡区;
- (5) 剥离输送带覆盖胶;
- (6) 剥离输送带反面覆盖胶;
- (7) 切割钢丝绳与绳之间的芯胶(或专用的剥皮机剥出钢丝绳);
- (8) 打磨过渡区;
- (9) 打磨钢丝绳芯(不许磨伤钢丝绳);
- (10) 使用专用的清洗剂对钢丝绳进行清洗;
- (11) 按照接头数据制作接头的下覆盖胶、横向加筋、芯胶;
- (12) 在接头部分找出中心线,摆列钢丝绳;
- (13) 制作接头,剪切钢丝绳,按照标准搭接、填充胶条;
- (14) 制作接头边胶,整理钢丝绳芯,检查尺寸、填充质量;
- (15) 按照接头数据,制作接头上层覆盖胶、芯胶,横向加筋,滚压排气;
- (16) 切割多余的边胶,整理接头;
- (17) 恒温硫化;
- (18) 待温度自然降至50~60℃时,拆除硫化机,检查接头,切除毛边。

103号胶带上架、硫化安装施工时段为2008年12月8日至2009年1月16日。硫化接头计17个,接头采用两阶(二段)搭接方式,搭接长度1.95m,硫化时加热至145℃,加压至1.6MPa,保温2h左右,然后自然冷却至50~60℃后,拆除硫化机。


106号胶带上架、硫化安装施工时段为2008年11月3日至2008年12月1日。硫化接头计13个,接头采用两阶(二段)搭接方式,搭接长度1.55m,硫化时加热至145℃,加压至1.6MPa,保温2h左右,然后自然冷却至50~60℃后,拆除硫化机。

## 5 结语

经过近1a的设计与施工,自贡机械锦屏项目部于2009年3月对103号胶带机和106号胶带机及其它普通胶带机进行单机调试。2009年4月25日至5月底进行了全线空载调试,各种主要工况运行正常,并于6月6日开始长胶带机负荷调试,顺利完成输送大石、小石共3272t。

(编辑:常汉生)

# 国内最大管状带式输送机系统设计与安装

作者: [杨宇](#), [尚文勇](#), [沈攀登](#), [YANG Yu](#), [SHANG Wen-yong](#), [SHEN Pan-deng](#)  
 作者单位: [长江水利委员会, 工程建设监理中心锦屏工程监理部, 四川, 西昌, 615000](#)  
 刊名: [人民长江](#)   
 英文刊名: [YANGTZE RIVER](#)  
 年, 卷(期): 2009, 40(18)  
 被引用次数: 0次

## 相似文献(9条)

### 1. 期刊论文 [王晓成](#) [太钢150万吨不锈钢全密封管式胶带运输机制作工艺研究 -安装](#)2010(6)

本文以山西省太钢150万吨不锈钢全密封管式胶带运输机制作安装为背景,针对隔板的制作精度和安装位置、桁架起拱度的要求、制作模具方案的选择三个重难点,提出了:①采用XSTEEL软件对桁架进行二次设计方式来消除传统方式1:1放大样所带来的误差和制作过程中的累计误差,并完全消除了原设计中各个构件间相互“干涉”的影响。②采用自己设计的工装模具进行装配,保证了运输机的安装精度和稳定性。③采用目前切割精度非常高的激光切割技术进行加工,消除了传统的火焰数控切割带来的隔板制作精度不满足要求的问题。④桁架制作过程中采用抛物线方程提前抬高10mm预拱度,很好的消除了桁架预拼下沉量。本文探索出了一套成熟的管式胶带机的制作工艺,对类似工程具有重要参考价值。

### 2. 期刊论文 [李伟科](#), [潘灏](#), [陈广川](#) [华能海门电厂1000MW超超临界燃煤机组侧煤仓间布置经济性分析 -科技信息](#)

2009(11)

本文通过对海门电厂侧煤仓方案和常规炉前煤仓方案的煤仓间、四大管道及输煤系统等方面的造价进行分析和比较,论证了海门电厂采用的侧煤仓间并结合管带机穿烟道的方案具有更显著的经济效益,并对煤仓间布置方案的选择提出了建议。

### 3. 会议论文 [林智勇](#), [张海军](#), [曾华林](#) [基于PLC的管带机控制系统设计及应用](#) 2006

从管带机驱动装置,控制系统组成、控制逻辑、保护元件动作要求和数据监控等方面,介绍了一种基于PLC的管带机控制系统。

### 4. 期刊论文 [周乐才](#), [ZHOU Le-cai](#) [管道式皮带输送机在备料的应用 -中华纸业](#)2009, 30(2)

以管道式皮带输送机(简称管带机)在造纸备料的应用过程为基础,介绍了管带机输送芦苇切片时的特性、技术指标及设计要点,为管带机技术在造纸行业推广使用提供了应用实例,以解决造纸备料长距离输送和输送环境差的问题。

### 5. 期刊论文 [张志威](#), [彭方辉](#) [长距离大运量管状带式输送机及其应用 -起重运输机械](#)2003(9)

管状带式输送机(以下简称管带机)在我国的研究和应用起步较晚,一些科研单位、大专院校及企业开展了一些研究工作,并制造了一些管径较小、长度较短、带速较低的管带机,但对于长距离大运量管带机,较缺乏经验,尚未形成成熟的技术,在管带机的理论水平、设计理念及安装调试等方面同国外比较还有较大差距。

### 6. 会议论文 [王慧君](#), [王二伟](#) [管状胶带输送机概述](#)

我国于二十世纪九十年代从日本普利司通TPE公司引进了管带机的设计制造技术,同时开始了管带机的设计制造工作。本文介绍了管状胶带输送机的的工作原理、基本结构及其性能特点。

### 7. 期刊论文 [王芳](#) [石灰石、石膏输送系统设计优化 -沿海企业与科技](#)2009(5)

文章介绍大型电厂脱硫用石灰石和脱硫产物石膏的运输方式,针对石膏物料的特点采用适合的输送方式,并重点分析台电厂石灰石和石膏采用管带机输送方式遇到的设计难点及解决措施。

### 8. 期刊论文 [李福毅](#), [樊启柏](#) [管状带式输送机的应用与研究 -中国科技信息](#)2005(15)

通过对管状带式输送机结构的研究,归纳出管状带式输送机的特点,提出设计依据,强调管状带式输送机的优越性只有在适合其特点的条件下才能充分体现。煤矿井下地形复杂多变,管带机应用前景广阔。

### 9. 期刊论文 [雷万君](#), [王峰](#), [曹华](#), [LEI Wan-jun](#), [WANG Feng](#), [CAO Hua](#) [圆管带式输送机在国内水电工程施工中的首次应用 -水电站设计](#)2010, 26(3)

介绍了圆管带式输送机在国内外的应用情况。详细介绍了管带机在锦屏一级水电站混凝土骨料输送中的运用。结合工程实际分析了管带机的优点,以及对管带机在水电工程中应用前景的展望。

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_rmcj200918010.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_rmcj200918010.aspx)

授权使用: 上海工程技术大学(shgcjs), 授权号: 213a114a-42ba-42c8-ad7f-9e9500d55388

下载时间: 2011年2月25日