



双层带式输送机系统在散货码头上的应用

安 东

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: 某些散货码头项目中, 码头位置距离后方陆域较远, 需要利用长距离带式输送机将物料从码头输送到后方。针对常规的水平运输方案会造成水工引桥宽度大、造价高的问题, 探讨如何优化带式输送机布置形式, 减少整个码头的建设成本。采用下层普通带式输送机和上层管状带式输送机的双层设计方案, 在保证不同性质物料有效输送的前提下, 可有效减小引桥宽度。实际运营检验证明双层带式输送机系统可安全可靠运行。

关键词: 长距离带式输送机; 管状带式输送机; 双层带式输送机; 设计方案

中图分类号: U 656.1⁺39

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)03-0083-05

Application of double-layer belt conveyor system in bulk cargo terminal

AN Dong

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: In some bulk cargo terminal projects, the location of the quay is far away from the storage area, and it is necessary to use long-distance belt conveyors to transport the materials from the quay to the storage yard. Considering the large cost of the marine approach bridge due to the conventional horizontal transportation option, we probe into the way of optimizing the layout of belt conveyors and reducing the construction cost of the whole terminal. By the double-layer design option, i.e. ordinary belt conveyor for the lower layer and the pipe belt conveyor for the upper layer, the width of the approach bridge can be reduced under the prerequisite of ensuring the effective transportation of different materials. The actual operation proves that the double-layer belt conveyor system can operate safely and reliably.

Keywords: long-distance belt conveyor; pipe belt conveyor; double-layer belt conveyor; design option

在某些港口散货码头项目中, 前沿码头与后方堆场相距较远, 需要通过长距离引桥连接。常规物料水平运输设备为带式输送机, 布置形式一般采用单层并列的方案, 引桥所需宽度较大, 引桥造价较高。李洪军等^[1]在关于矿山的巷道项目中提出双层普通带式输送机布置的个别应用案例, 赵润平等^[2]也仅对煤矿中双层带式输送机设计思路进行一般的描述。而散货码头与矿山挖掘不同, 其运量及带宽较大, 空间上受限制较多, 国

内相关文献及应用不多。本文通过海外某港口项目的设计, 探索双层带式输送机在散货码头上的应用。

1 项目概况

某海外工程总承包项目, 建设 2 个 7 万吨级散货泊位以及相应的配套设施, 码头长约 565 m, 引桥线长 2 445 m。装卸货种为水泥、水泥熟料以及煤炭, 全年总运量为 1 200 万 t, 其中煤炭年卸

收稿日期: 2020-06-11

作者简介: 安东 (1983—), 男, 高级工程师, 从事港口工程装卸工艺设计工作。

船 800 万 t，水泥及水泥熟料年装船 400 万 t。

2 装卸工艺方案

根据运量需求，煤炭卸船采用 2 台额定能力 1 500 t/h 的桥式抓斗卸船机，水泥及水泥熟料装船采用 1 台额定能力 1 500 t/h 的移动式装船机装船。水平输送工艺需要至少布置 1 路额定能力 3 000 t/h 的煤炭卸船以及 1 路额定能力 1 500 t/h 的水泥（熟料）装船带式输送机，带式输送机的输送能力与前沿设备的装卸能力匹配（表 1）。

表 1 主要装卸工艺

货种	年运量/ (万 t · a ⁻¹)	设备 数量/台	设备额定 能力/(t · h ⁻¹)	带式输送机额定 能力/(t · h ⁻¹)
煤炭	800	2	1 500	3 000
水泥 (熟料)	400	1	1 500	1 500

3 水平输送方案

3.1 带式输送机单层布置

根据带式输送机运量需求及形式的不同，可以考虑普通带式输送机或者管状带式输送机方案。输送煤炭的带式输送机额定能力为 3 000 t/h，若采用普通形式，则带宽 $B = 1.8\text{ m}$ ，带速 $v = 3.15\text{ m/s}$ ；若采用管状形式，则管径为 $\phi 600\text{ mm}$ ，带速 $v = 5.6\text{ m/s}$ 。同样，输送水泥（熟料）的带式输送机额定能力为 1 500 t/h，若采用普通形式，则带宽 $B = 1.4\text{ m}$ ，带速 $v = 3.15\text{ m/s}$ ；若采用管状形式，则管径为 $\phi 500\text{ mm}$ ，带速 $v = 2.5\text{ m/s}$ ^[3]。此种布置情况下，引桥的宽度分别为 13 m 和 10 m，如图 1 所示。

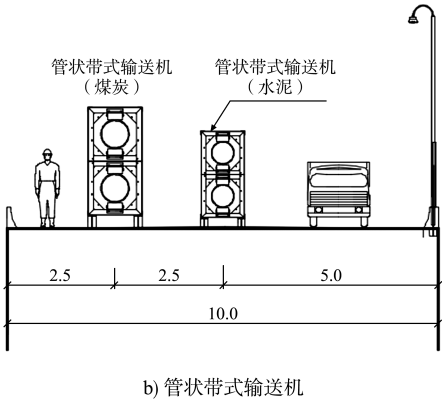
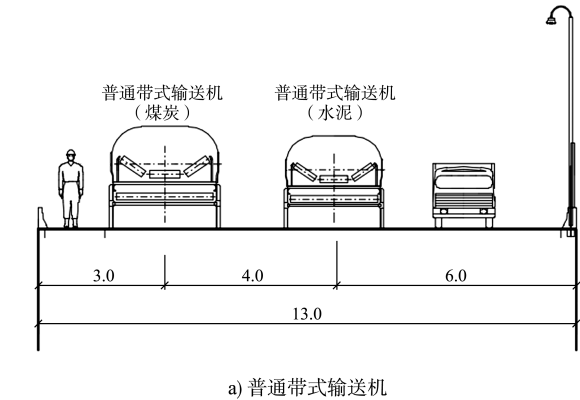


图 1 带式输送机单层布置引桥断面（单位：m）

3.2 带式输送机双层布置

由于本项目引桥总长度达 2 445 m，从节省投资考虑，需要尽量减小引桥面宽度，因此本项目考虑采用带式输送机的双层布置，引桥宽度减小到 8 m（图 2）。由于减小引桥宽度可减少桩基础及梁板的工程量，而由于双层布置方式，对带式输送机造价的影响不大。

输送机布置方案见表 2。

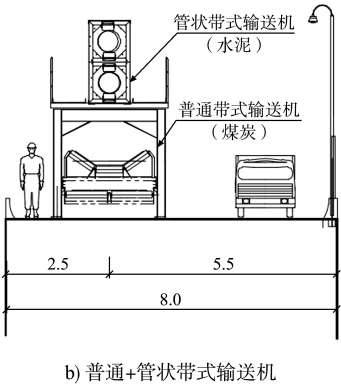
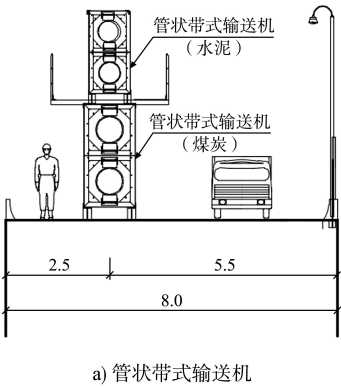


图 2 带式输送机双层布置引桥断面（单位：m）

表 2 不同带式输送机的布置方案

方 案	布 置 形式	带式输送 机形式	带式输 送机规格	引桥 宽度/m
1	单层	普通+普通	$B=1.8\text{ m}$ 和 $B=1.4\text{ m}$	13
2	单层	管状+管状	$B=1.8\text{ m}$ 和 $B=1.4\text{ m}$	10
3	双层	管状+管状	$\phi 600\text{ mm}$ 和 $\phi 500\text{ mm}$	8
4	双层	管状+普通	$B=1.8\text{ m}$ 和 $\phi 500\text{ mm}$	8

3.3 造价分析

带式输送机形式以及布置方式的不同会导致对引桥宽度需求的不同。因此总造价仅考虑带式输送机及水工引桥费用的不同，见表 3。

表 3 不同方案的造价对比

方案	不同方案的造价对比		万元
	带式输送机费用	水工引桥费用	合计
1	0	0	0
2	+2 700	-1 400	+1 300
3	+2 700	-3 200	-500
4	+1 800	-3 200	-1 400

注：以常规布置方案 1 为基准造价，总体费用以“0”计，其他方案正、负分别表示费用的增、减。

从表 3 可知，尽管带式输送机采用管状形式增加了设备造价，但是由于水工引桥费用减少较多，整体费用是减少的。

3.4 水平输送方案的确定

普通带式输送机造价低、技术成熟、运载能力大、超载能力强，而管状输送机环保性好、空间占地小。带式输送机的形式选择也须充分考虑物料的特性，普通带式输送机对粒径的适应性好，比较适合煤炭运输，而管状带式输送机密闭性好，可避免雨水的侵袭，比较适合水泥运输，因此水平输送方案选择了下层普通带式输送机（煤炭），上层管状带式输送机（水泥）的方案。

4 双层带式输送机系统设计

4.1 钢结构

对于上、下层的带式输送机钢结构的设计，可考虑 2 种方案，即共用基础方案和独立基础方案（图 3）。

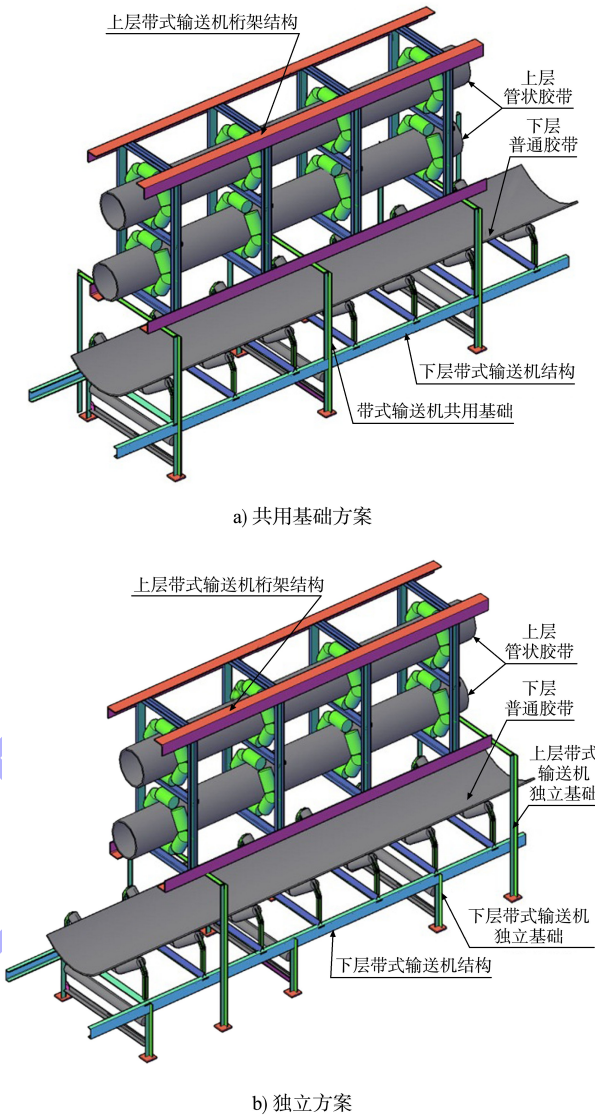


图 3 双层带式输送机钢结构

共用基础方案可充分利用下层普通带式输送机的钢结构支架，将普通带式输送机的支腿加固并向上延伸，支撑上、下 2 层带式输送机结构；独立基础方案则是上层带式输送机的基础框架不占用下层的结构，上层带式输送机基础横向位置比下层带式输送机基础略宽，纵向位置在下层带式输送机 2 组基础之间。

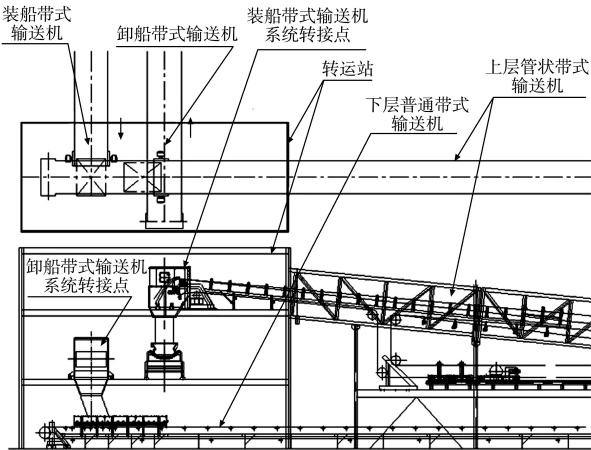
若采用共用基础方案，则支腿间距与普通带式输送机一致，取 3 m；若采用独立基础方案，则上层管状带式输送机支腿间距可优化选取，经计算选取 12 m。共用基础方案可以充分利用下层带式输送机已有的结构，但是基础本身需要加固。考虑到管状带式输送机的受力特性与普通带式输送

机差异较大，容易产生互相振动的问题，特别是共用基础方案每个带式输送机支腿受力更大且集中，造成水工结构建设费用增加，因此本项目的双层带式输送机的钢结构设计采用独立基础方案。

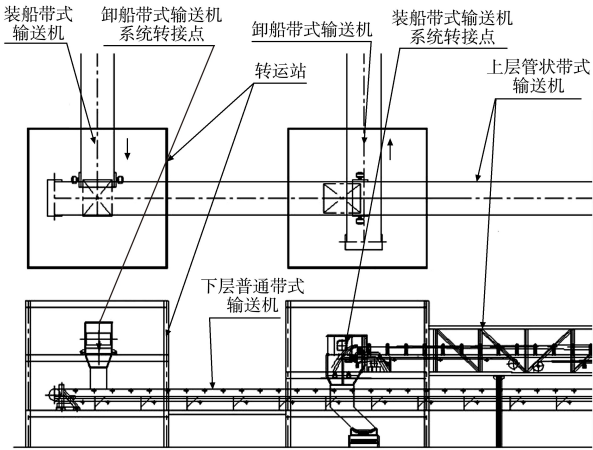
4.2 驱动系统

1) 转接点。双层带式输送机的驱动系统设计是难点^[4]。由于双层带式输送机的线路重叠，转

接点须在空间上分开，常用方式为“高度分离”或者“长度分离”方案，即通过高度差或者距离差将双层带式输送机的转接点分开，布置形式见图 4。煤矿类巷道项目，布置空间自由，通常采用“长度分离”方案；港口类项目，由于布置紧凑、空间受限，更多采取“高度分离”方案，即在到达转接点之前，每层的带式输送机处于不同的高度。



a) “高度分度”方案



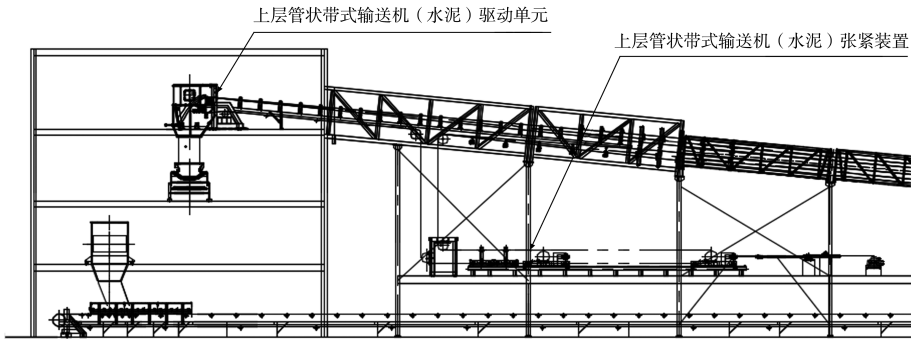
b) “长度分度”方案

图 4 转接点布置方案

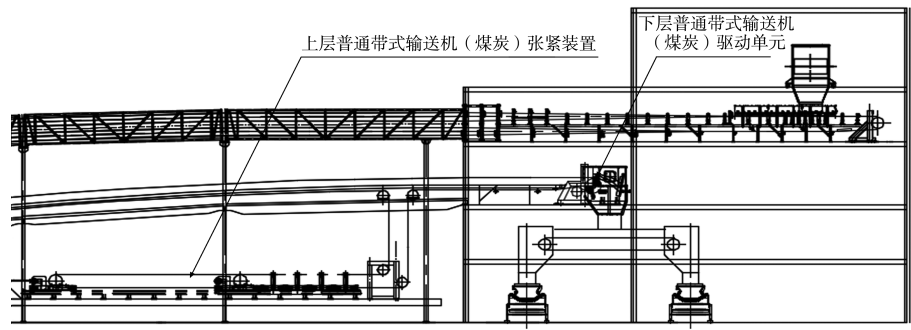
2) 驱动单元。本项目所在国家电力短缺，运营所需的电力采用柴油机组发电。长距离、大运量的带式输送机，驱动功率大、驱动电机多，通常采用软启动的方式，以降低启动电流从而减少压降，减小对电网的冲击。常见的软启动方式有软启动器、液压马达、变频启动等，随着变频技术的成熟^[5]，变频电机性价比越来越高，因此本项目驱动单元采用西门子 1PQ8407 变频电机，电机功率 690 kW，电压等级 690 V，其中下层普通带式输送机驱动电机采用变频 3 电机方案，上层管状带式输送机驱动电机采用变频双电机方案。

4.3 张紧装置

由于带式输送机的胶带为柔性结构，为了克服胶带的弹性变形，保证平稳运转，需要设置张紧装置。带式输送机常见的张紧方式有重锤式张紧、液压式张紧、螺旋式张紧等。重锤式张紧具有结构简单、可维护性好的优点，但是需要一定的高度空间。由于采用了双层布置形式，2 层之间的空间不足以布置重锤式张紧，同时为避免上层重锤张紧装置损坏下层胶带的问题，双层带式输送机采用液压式在 2 层之间巧妙布置张紧装置，不占用引桥额外的空间(图 5)。



a) 码头侧驱动单元及张紧装置



b) 接岸侧驱动单元及张紧装置

图 5 驱动单元及张紧装置布置

5 结语

- 1) 双层带式输送机应用于具有长距离引桥特征的散货码头项目上可节省项目投资。
- 2) 双层带式输送机实现了煤炭和水泥的分类同时输送，充分发挥不同形式带式输送机的优势：普通带式输送机输送能力大，管状带式输送机环保性能好。不同形式的带式输送机适宜运输不同的物料。
- 3) 双层带式输送机对于设备本身的造价基本无影响，通过优化设计方案，可以避免线路重叠对于平面布置的影响。
- 4) 双层带式输送机节省其在引桥或者地面的占地空间，可减小引桥宽度，降低码头的整体建设成本。

参考文献：

[1] 李洪军,王聪,蒋晓燕. 矿用双层双运料带式输送机设计[J].山东煤炭科技, 2011(4): 105-106.

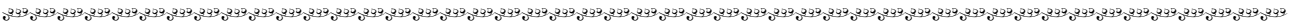
[2] 赵润平,李雪玮.新型双层带式输送机的研制和应用[J].煤矿机械, 2017, 38(5): 135-136.

[3] 崔成春. 管状带式输送机输送量与管径的计算[J].矿山机械, 2007(2): 84-86, 6.

[4] 李刚,肖丽君. 港口长距离大运量带式输送机驱动方式探讨[J].水运工程 2011(11): 155-157, 163.

[5] 王云龙,谷显书,邱桃. 高压变频器在长距离管状带式输送机中同步与功率分配的应用研究[J].起重运输机械 2020(4): 94-96.

(本文编辑 郭雪珍)



(上接第 77 页)

- 5) 目前巴基斯坦某浮式 LNG 码头已投入运营两年多，据运营单位反馈整套控制系统运行稳定、通畅，操作界面清晰、易操作，为正在进行的二期项目设计打下基础，也为今后同类型码头设计提供参考。

参考文献：

[1] 刘源.浮式储存气化装置的问题分析与工艺优化[J].天津科技, 2018, 45(12): 56-58, 62.

[2] 王飞.浅析大型 LNG 接收站船岸连接系统[J].数字通信世界, 2013(5): 76-78.

[3] 张鹏飞.LNG 终端船岸连接紧急关断系统[J].水运管理, 2015, 37(11): 5-8, 19.

[4] 吕鸣.常规接收站与浮式气化船控制系统的信息共享[J].石油化工自动化, 2020, 56(1): 46-47, 65.

[5] 梁军波.国外某浮式储存及再气化装置(FSRU) 码头消防设计[J].水运工程, 2020(1): 52-56.

(本文编辑 王璁)