



广州珠江电厂煤码头改造技术创新

张颖, 王小平

(中交四航局港湾工程设计院有限公司, 广东 广州 510231)

摘要: 分析项目历史资料, 为满足系统升级改造及不影响电厂正常运行的要求, 进行多方案比选。根据旧码头升级改造场地受限、新旧结构衔接等特点, 带式输送机大胆采用非标准带速, 在适应基础条件的情况下, 达到减少能耗、降低成本、平稳安全的目的; 码头加长段采用大直径斜嵌岩管桩梁板结构, 加固段创新采用斜嵌岩管桩后支撑墩结构, 达到减少沉降、减少对原码头结构和码头正常使用的影响的目的。该加固改造技术可为类似项目的实施提供借鉴。

关键词: 码头改造; 技术创新; 节能

中图分类号: U 657

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)05-0072-07

Technical innovation for transformation and upgrading of coal wharf

ZHANG Ying, WANG Xiao-ping

(Engineering Design Co., Ltd. of CCCC Fourth Harbor Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510231, China)

Abstract: Based on the analysis of the historical data of a coal wharf's construction, we develop and compare different transforming and upgrading schemes, to satisfy the requirement of the systematic upgrading of facilities and ensure normal operation of the power plant. In view of the limited space for upgrading and necessity of matching joints between the new structures and the old ones, a non-standard design speed of conveyance belt is adopted which result in saving cost, reducing power consumption and stabilizing the operation in a safe manner if fitted with the basic conditions; And a deck structure supported on rake large-diameter socketed-in-rock tubular piles is adopted for the extended section of wharf, while a kind of creative structure with strut piers supported on rake socketed-in-rock tubular piles is used for the reinforced section, so as to reduce the settlement and minimize the influence on the original structures and operation on the wharf. This method of wharf upgrading may serve as reference for other projects of the same nature in the future.

Key words: upgrading of wharves; technical innovation; energy saving

码头技术改造升级是提高港口通过能力的重要手段, 也是一项复杂的技术工作。2005年广州港集团投资6亿元进行大幅度改造的三大煤炭码头工程, 新增煤炭年接卸能力1 950万t, 使广州港集团煤炭年接卸能力达到4 300万t。宁波港20万吨级矿石码头改造工程2006年完成, 由此新增矿石接卸能力500万t。

珠江电厂煤码头原设计船型为3.5万吨级宽体散货船, 设计年卸煤能力为490万 t。目前承担

我国南北煤炭运输的主力船型已从过去的3万~5万吨级发展到5万~7万吨级, 预测今后将向7万吨级和10万吨级方向发展。同时广州作为改革开放的前沿城市, 城市用电日趋紧张。珠江电厂原有3.5万吨级煤炭接卸泊位等级偏低, 制约了广州控股煤炭运输的发展, 加大了煤炭运输费用。珠江电厂现有煤码头年回淤量较少, 是一个难得的天然深水良港, 码头的扩建改造将使该深水岸线得到有效利用。

收稿日期: 2012-10-11

作者简介: 张颖(1966—), 高级工程师, 从事港口航道工程设计咨询工作。

2002—2005年底, 珠江电厂煤码头工程项目组完成了从工可研到施工图的技术改造设计, 包括水工结构、工艺系统、供电照明、给排水消防等内容。改造工程从2006年初开工, 至2008年1月经过1年试运行后完成竣工验收。在设计及施工的过程中成功地进行了一些创新, 获得了一些加固改造经验。

1 工程概况

珠江电厂原煤码头于1992年兴建。码头长250.08 m, 宽27.2 m; 西段由引桥与岸相连, 东段垂直码头布置拖轮泊位。码头面高程为珠基3.5 m, 港池底高程为-15.0 m。码头有2种结构形式: 西段85.03 m为高桩梁板结构, 东段165.05 m为重力式墩台梁板结构。重力式墩台抛石基床厚度不等, 底高程-18.1 ~ -23.6 m。技改延建连接处抛石基床的底高程为-21.01 m。

技改工程码头由3.5万吨级散货泊位改造升级为5万吨级散货泊位。本次技改码头延长建设40.0 m, 总长290.08 m, 宽27.2 m。原码头高桩部分为加固段。原拖轮泊位废弃, 在码头东侧新建两个拖轮泊位, 一个泊位利用煤码头侧宽27.2 m并增长15.8 m, 形成长43 m、宽8 m的平台; 另一个泊位为浮码头, 尺度为27.5 m × 8.0 m × 2.5 m的钢制趸船, 2个泊位相距10 m。同时, 码头到堆场的装卸设备及工艺系统也进行了全面的技术改造, 并对有关供电照明设施、给排水和消防系统以及土建结构、自控系统作相应的改造。

2 工程主要特点

2.1 资料收集与整理分析

由于原煤码头建设历史较为久远, 期间又经历过几次小的改造, 因此各专业资料的归整与分析任务较为艰巨繁琐, 且对码头改造的顺利与否关系重大。

2.2 新旧结构的衔接及设备的匹配

由于原码头建设区工程地质复杂, 基岩岩面起伏较大, 原码头采用了两种结构。因此, 码头加长和加固方案必须同时考虑到对码头正常运

行、结构受力、新旧码头结构衔接以及沉降位移等方面的影响。采用多方案、综合比选后提出推荐设计方案。

码头新增设备选型以及皮带机的改造需根据原有设备、水工结构、土建基础等条件综合分析确定, 既要达到预期的运量, 又要节省投资。

2.3 工期紧且场地受限

作为珠江电厂专用码头, 技改期间电厂须正常发电运行, 工期紧迫且场地狭窄。因此, 码头及整个输煤系统的改造需要分步实施, 各环节需考虑周全, 既要保证安全又要缩短工期。

3 技术改造方案及创新

3.1 工艺技改方案与非标设备选型^[1]

根据年运量, 需增设1台卸船机, 并对装卸系统进行全面改造, 包括皮带机加宽延长、更换改造斗轮机等。带式输送机的输送能力从原有的1 600 t/h增大到3 000 t/h, 使每台带式输送机具备承接2台卸船机同时向其供煤的输送能力, 带宽由原来的1 400 mm加宽到1 600 mm。斗轮机最大堆料能力由原来的1 600 t/h提高到3 000 t/h, 取料能力保持1 200 t/h不变。装卸工艺平面布置见图1。

基于本工程为技改项目, 新增卸船机选用与原卸船机结构形式相同的国产自行式1 250 t/h的桥式卸船机, 严格控制最大轮压不得大于原有卸船机的最大轮压。

对于珠江电厂煤码头的带式输送机技术改造而言, 设备的布置形式和输送物料的特性已是定值, 原有场地的空间也决定了带式输送机的带宽最大只能选取1 600 mm, 所以, 如何选择合理的带速就成为该工程设计的关键问题。

虽然提高带速可提高带式输送机的输送能力, 但带速的选择必须结合工程的实际情况, 并应认真分析其对带式输送机相关部件、输送系统以及运营成本的影响。

1) 本工程的带式输送机连接码头、堆场和电厂, 基于电厂防火及安全性的特殊要求, 《火力发电厂运煤设计技术规程》规定: 1 600 mm带宽的输送机速度最高上限为4.00 m/s。

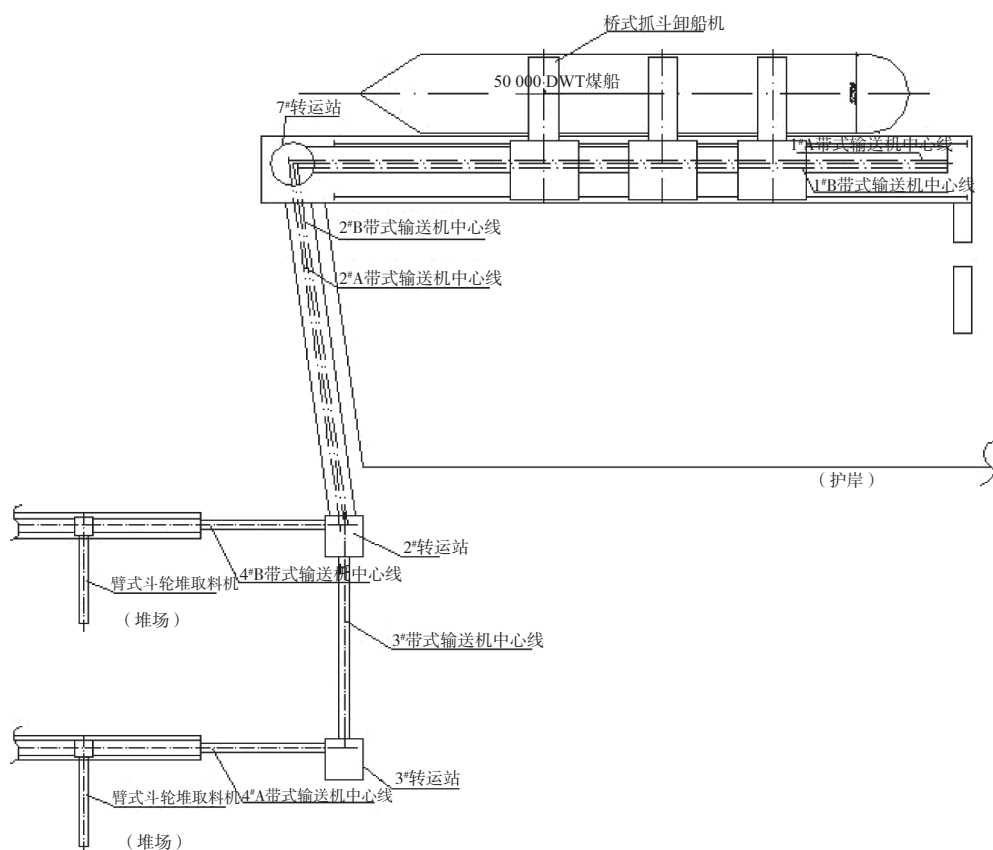


图1 工艺改造平面示意

2) 带速3.50 m/s的实现, 需要匹配标准传动比的减速器作为保证。该工程带式输送机选用的驱动电机均为高压4极电机(即转速 $n_1=1\,500\text{ r/min}$), 采用的传动滚筒直径均为1 000 mm(即3.50 m/s带速相当于传动滚筒转速 $n_2=66.8\text{ r/min}$), 按传动比 $i=n_1/n_2$, 计算出 $i=22.5$, 在标准减速器中有此系列速比。因此, 选用带速3.50 m/s在技术上是可行的。

3) 带速的选择将会涉及到带式输送机相关部件的技术参数和选型, 甚至相互制约。如在带宽和输送能力等条件一定时, 驱动装置的电机计算功率、托辊的辊子转数和辊子承受的动载荷、受料点导料槽的长度等都会因带速的提高而增大。并且还要特别注意, 当出现输送机倾角较大或输送物料容易起尘的情况时, 带速宜较低。

对于本工程采用带宽1 600 mm的带式输送机, 当带速提高0.1 m/s, 输送能力就相应提高86.4 t/h。但现有的DT II型固定带式输送机推荐选用的标准带速间距过大, 容易误导设计者选用过

高的带速偏于保守地去满足输送能力, 从而增大了设备的初始投资和单位物料的运营费用。特别是随着带式输送机向高带速、长距离、大运量的大型化发展, 问题就愈发明显起来。

综上所述, 采用带速3.50 m/s相比于带速4.00 m/s, 提高了驱动电机功率的有效利用率, 减少了输送机的耗电量, 延长了辊子轴承的使用寿命, 降低了胶带的磨损, 设备运行更加平稳安全, 运营成本相对节约。

本工程对现有的DT II型固定带式输送机推荐选用的标准带速分档进一步细化起到推动作用。本项目采用非标带速3.50 m/s, 在国内码头改造中尚属首例。

3.2 码头加长段结构选型新颖^[2-3]

根据新船型安全靠泊要求, 对原有码头进行加固、加长, 水域扩大浚深。码头改造平面布置见图2。

原码头所在区域的地质较为特殊, 主要为第四系松散堆积物和基岩。基岩面起伏较大, 高差

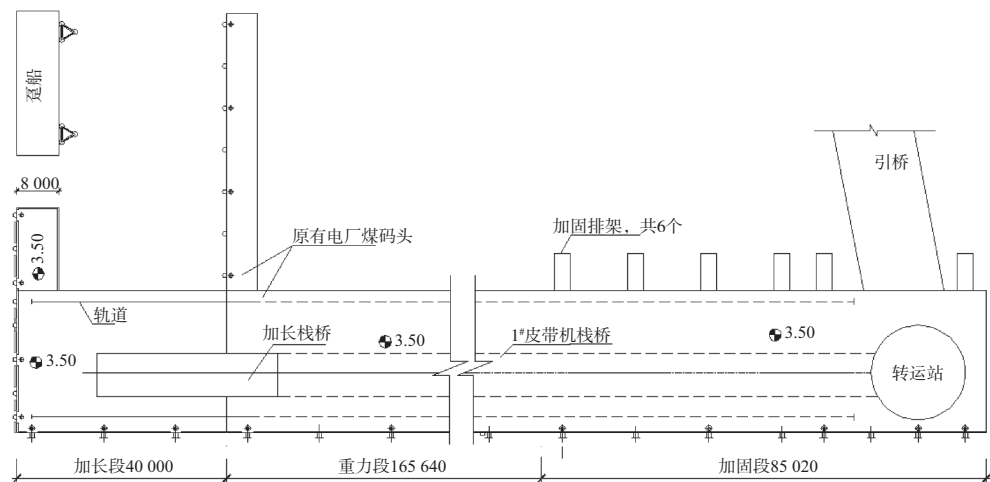


图2 码头改造平面布置

达21.01 m。东段岩面较高, 19.0~23.4 m, 淤泥覆盖厚度仅为5~8 m, 西段岩面-23.4~32.9 m, 淤泥覆盖厚度达10~15 m。为此, 原码头采用了2种结构形式。东段为重力墩梁板结构, 西段为高桩梁板结构。重力墩梁板结构段长165.05 m, 地基为岩基, 每个排架由2个支承于基床面的重力墩(空心方块内填石块)组成。排架间距13.75 m, 上部结构由预制Ⅱ板和横梁组成, 下横梁为箱型结构。高桩梁板结构段长85.03 m, 每个排架由3组桩组成, 中间一组由4根 $\phi 1\ 000$ 钢管混凝土直桩组成, 前后2组由4根 $\phi 1\ 000$ 钢管混凝土直桩和1根 $600\text{ mm}\times 600\text{ mm}$ 的预应力钢筋混凝土斜桩组成, 排架间距14.0 m。上部结构同样由预制Ⅱ板和横梁组成。

码头扩建加长40.0 m, 与原码头重力段相接, 淤泥覆盖层浅, 厚度仅为4~9 m, 且入岩后基本无过渡层, 直接进入中风化甚至微风化花岗岩, 岩质硬度很大, 岩石单轴抗压强度为56.8~91.8 MPa, 岩面-19.4~-24.4 m。在加长段的结构选型上, 经过计算比选采用嵌岩大管桩梁板结构, 如(图3)所示。排架间距13.75 m, 每排架由8根 $\phi 1\ 200\text{ mm}$ 、 $\delta 145\text{ mm}$ 的大直径管桩组成, 前后两组, 每组2根直桩, 中间为2根直桩及1组叉桩。预制型芯柱嵌岩桩结构入中或微风化岩5.5 m。大直径管桩适合于本工程改造, 即不存在重力式沉降位移问题, 也避免了钢管桩的防腐问

题, 且造价较低。同时采用13.75 m的大跨度加大新基础与原重力基础的间距, 减少施工对原基础的影响, 并很好地与原结构匹配。

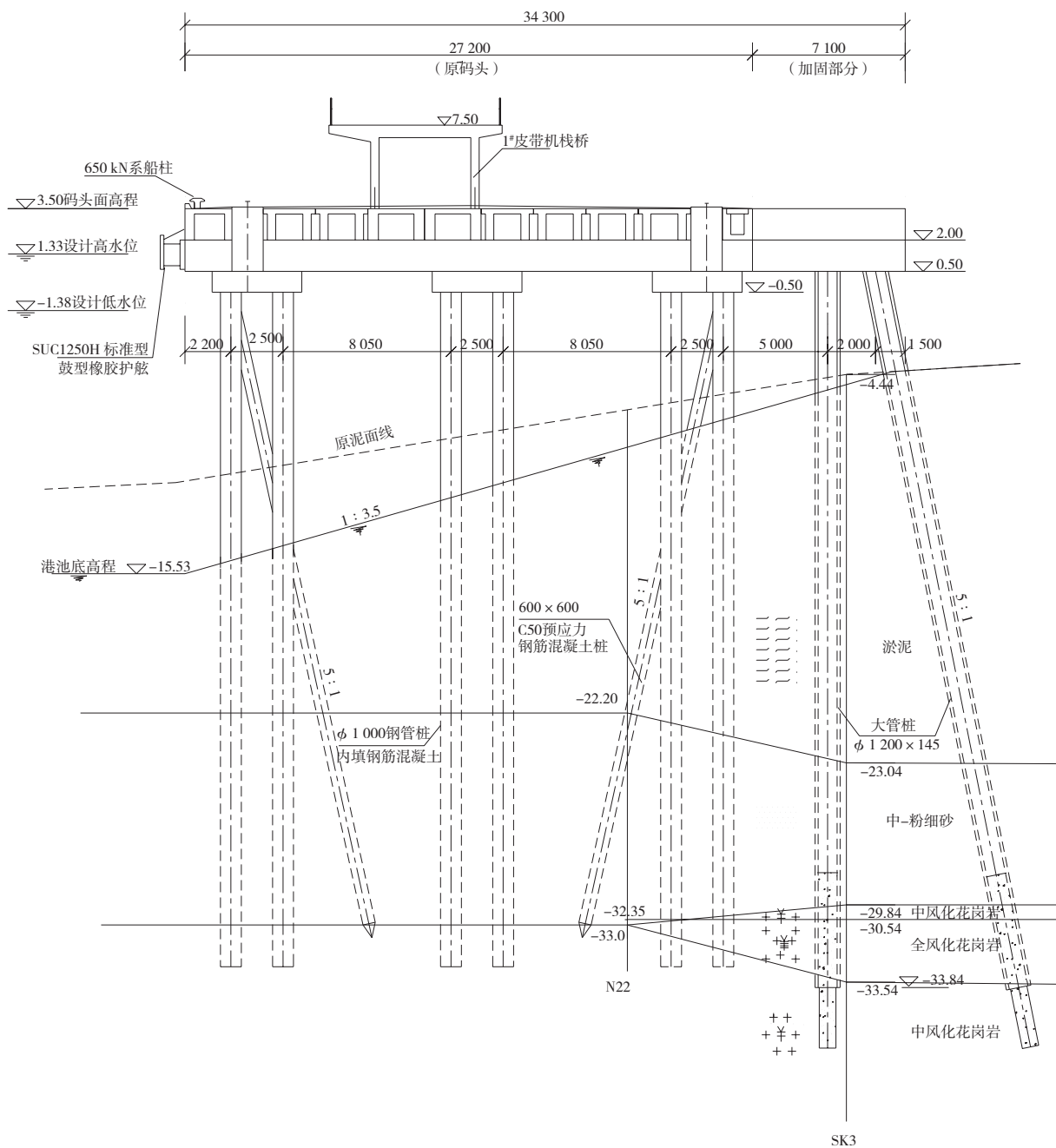
大直径管桩的斜嵌岩在当时码头改造中尚无工程实例, 多数采用钢管桩进行斜嵌岩设计。经过业主、设计方、施工方的共同努力, 码头改造顺利实施, 码头改造投产后, 沉降位移均很小, 效果好, 获得业主高度评价。

3.3 码头加固结构创新^[2-3]

原165.05 m长重力墩式结构段, 经复核计算, 结构的抗滑、抗倾稳定性能够满足技术改造的要求。基床最大应力标准值为775.5 kPa, 也满足新规范要求 $\geq 800\text{ kPa}$ 的要求。故此段不作加固处理。

原西段85.03 m长的高桩梁板结构, 不能满足靠泊5万级散货船的要求, 必须加固。若采用前方加固方案, 将严重影响码头作业, 故采用后方加固方案。为此, 首次采用了斜嵌岩桩后支撑墩台结构。即在码头后面, 拆除端头横梁, 每个排架加2根B1型 $\phi 1\ 200\text{ mm}$ 、 $\delta 145\text{ mm}$ 的大管桩, 1根直桩、1根斜桩, 采用预制型芯柱嵌岩桩结构入中-微风化花岗岩3.5 m, 上部加长7.1 m横梁与原横梁连接。加固断面如图4所示。

此结构很好地与原结构匹配, 加强排架稳定性, 满足了码头靠泊能力升级及使用的要求。实践证明斜嵌岩桩后支撑墩台结构非常适合码头改



理,把增大的荷载均匀地转换到增加的钢结构上,满足了装卸系统技改的使用功能;同时缩短了工期。在用钢结构替换加固原结构构件的同时结合外包钢法、增设支点加固法,成功地完成了各个改造点的改造,加速了施工进度。

图5为1#转运站二层改造平面图,将下料口扩大,采用钢柱、钢梁进行支护加固。

4 结语

1) 认真收集、整理、分析历史资料, 包括原

设计资料、竣工资料、后期改造资料，尽量找到所需各专业完整资料，并进行关联分析，是技改工程的首要工作，将为方案设计提供翔实、准确的基础数据和依据。

2) 由于改造项目受到很多因素的制约, 方案设计中将可能采用一些非标或非传统的设备、方法, 更需要认真分析计算, 确保方案的可靠性和可行性。

在本工程实例中,工艺改造上大胆采用非标准带速3.50 m/s、带宽1 600 mm的TDⅡ带式输送

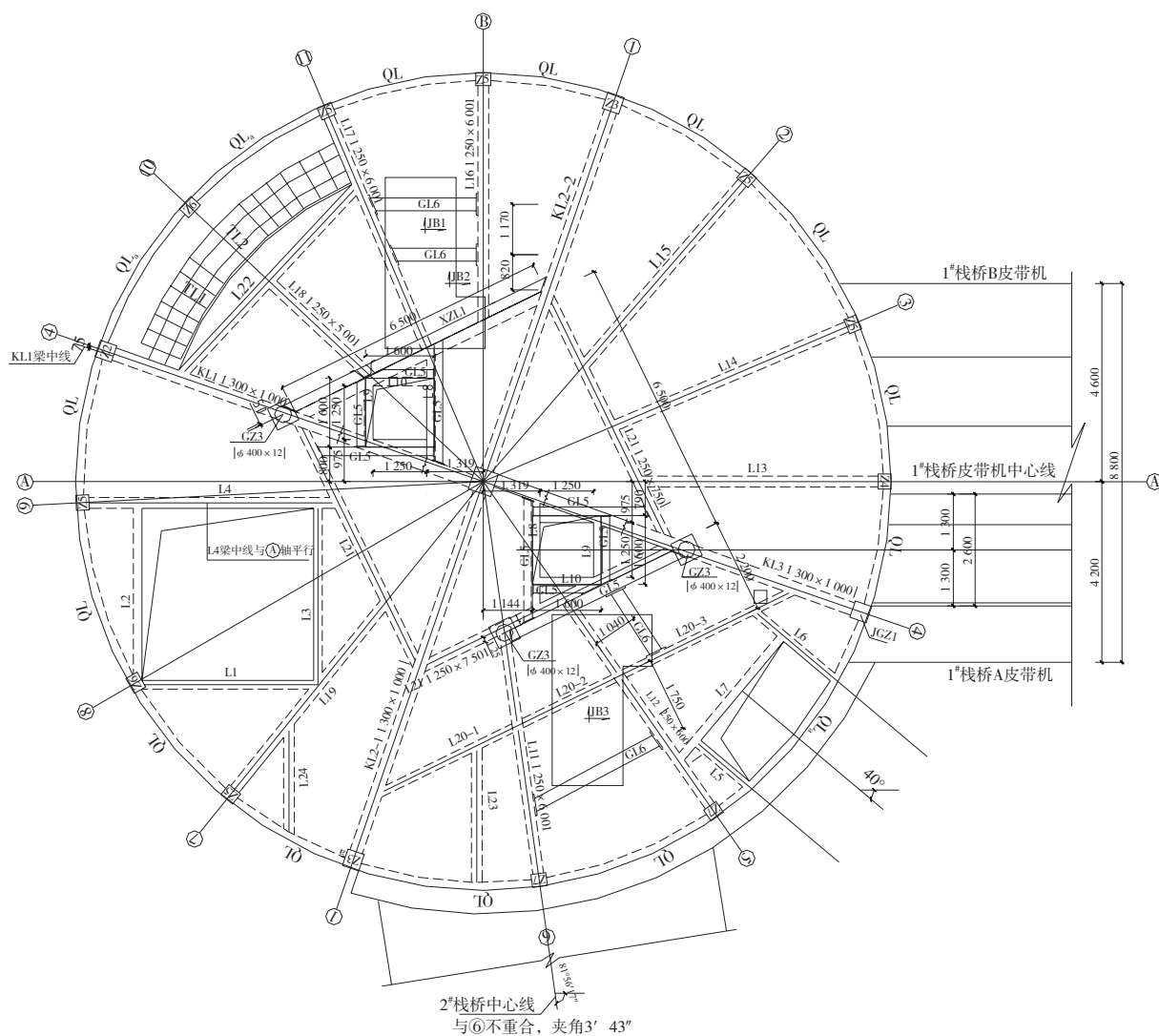


图5 1#转运站二层改造平面

机,提高了驱动电机功率的有效利用率、减少了输送机能耗、延长了机械的使用寿命,运行更加平稳安全,节约运营成本,达到了工艺改造预期目的。

码头加长段采用大跨度大直径管桩斜嵌岩梁板结构,既解决了新旧结构沉降不一的难题,又减少了加长结构施工对原结构的影响。码头加固创新地采用了斜嵌岩桩后支撑墩台结构,结构受力明确,最大限度地减少了对码头正常使用的影响。

与输送工艺配套土建结构,采用钢结构对原钢筋混凝土结构进行改造,克服了场地狭窄,工期受限的困难,如期完成技改。

3)在整个系统改造方案选取中,电厂正常生产是首要条件,不论是水工水域开挖,旧码头

加固、新建加长段实施,还是设备吊运安装、配套土建基础改造、自控调整等方面,都要满足电厂正常生产的需要。因此,各专业设计人员、业主、施工人员紧密协调、高效沟通,保证了码头及装卸系统改造的顺利、成功实施。

参考文献:

- [1] 何建腾. 试析带式输送机带速的选择[J]. 港口装卸, 2009(4): 10-11.
- [2] JTS 167-4—2012 港口工程桩及规范[S].
- [3] JTJ 285—2000 港口工程嵌岩桩设计与施工规程[S].
- [4] GB 50017—2000 钢结构设计规范[S].