

# 卸煤码头升级改造设计要点

何建腾

(中交四航局港湾工程设计院有限公司, 广东广州 510231)

**摘要:** 为了节约岸线资源, 保证港口作业安全, 实现港口的可持续发展, 对旧有码头进行升级改造是目前水运设计行业面临的重要课题。以广东地区广州珠江电厂、深圳妈湾电厂、东莞沙角A电厂卸煤码头升级改造为例, 阐述和分析了设计中遇到的结构方案、装卸工艺和码头附属设施等主要问题和解决方法, 为类似工程提供参考和借鉴。

**关键词:** 码头; 升级; 设计

中图分类号: U 656.1<sup>+</sup>33

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)11-0102-05

## Designing essentials in upgrading engineering of coal unloading terminal

HE Jian-teng

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

**Abstract:** In order to save the coast line resource and guarantee the safety of port operation so as to realize the sustainable development of the port, the upgrading and renovation to the existing wharf tends to be a significant issue of water transport design industry. Taking the renovation project of Guangzhou Zhujiang Power Plant, Shenzhen Mawan Power Plant, Dongguan Shajiao Power Plant A as a study case, this paper analyzes the main problems and solutions concerning the structural plan, handling technology, and wharf auxiliary facilities in the design, hoping to serve as a reference for similar engineering projects.

**Key words:** coal terminal; upgrading; design

随着运输船舶的大型化和公用航道的拓宽浚深, 建于20世纪80年代和90年代初的大型电厂卸煤码头的靠船局限性日趋明显。为适应企业发展需要, 节约岸线资源, 保证港口作业安全, 实现港口的可持续发展, 对这些码头的升级改造也开展得如火如荼。因此, 如何安全有效地实施这些卸煤码头的升级改造是水运设计行业必须认真面对的课题。

### 1 结构方案

由于靠泊船舶荷载的增大, 在对原码头进行结构检测的基础上, 通过对原码头结构形式的分析和结构的核算, 有针对性地提出码头的结构加固改造方案, 是码头升级改造的主要内容。如广

东地区已升级改造的电厂卸煤码头就是根据各自的特点, 采用了不同的结构方案。

#### 1.1 广州珠江电厂卸煤码头

广州珠江电厂卸煤码头由4万DWT散货泊位升级改造为5万DWT散货泊位。该码头由于工程地质复杂, 基岩面起伏较大, 原设计采用了2种结构形式, 即东段采用了重力墩式结构, 西段采用了高桩梁板结构。通过对原结构进行核算, 原重力墩式结构段的结构抗滑、抗倾稳定性能够满足要求, 故只需在港池疏浚时, 采取适当措施对重力墩码头段块石基床基础进行加固处理; 而高桩梁板结构段采用了大管桩高桩梁板结构的加固方案, 即在码头后面, 拆除端头横梁, 每个排架加2根B1型 $\phi 1\ 200\delta 145$ 大管桩, 1根直桩、1根斜桩,

收稿日期: 2012-04-08

作者简介: 何建腾(1964—), 男, 高级工程师, 从事港口装卸工艺和总平面设计工作。

采用预制型芯柱嵌岩桩结构入中-微风化花岗岩 3.5 m，将桩帽与原桩帽现浇在一起；上部加长 7.1 m 横梁与原横梁连接。

高桩梁板结构段升级改造的结构断面如图 1 所示，重力墩式结构段基床加固处理如图 2 所示<sup>[1]</sup>。

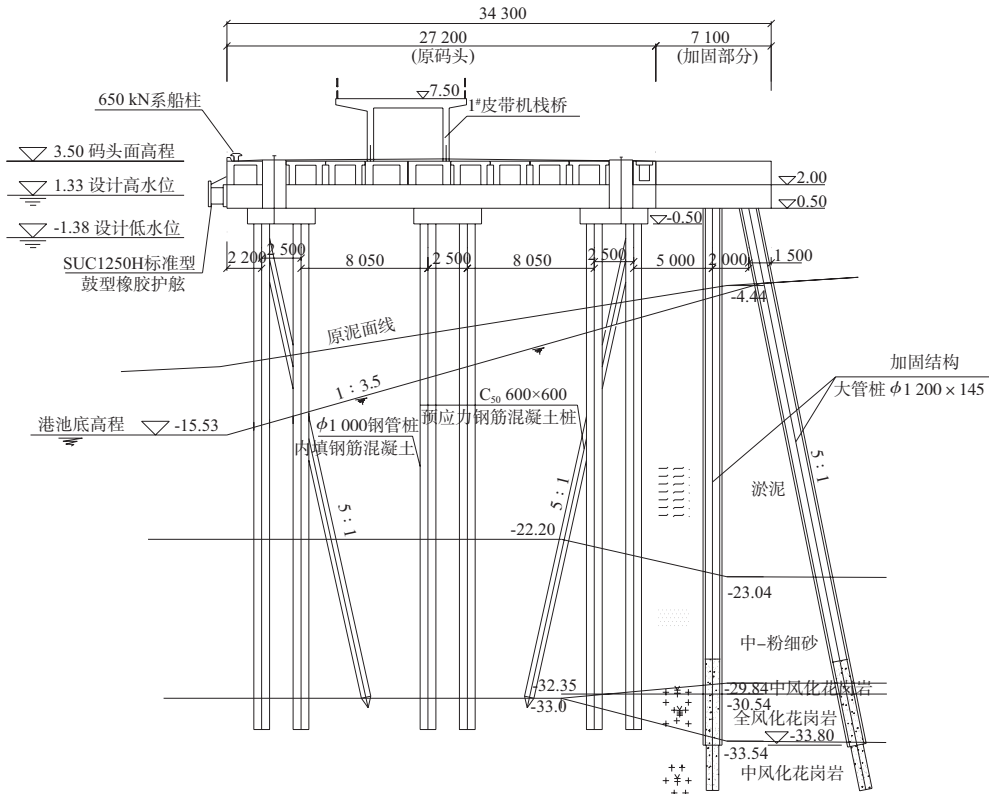


图 1 高桩段升级改造结构断面

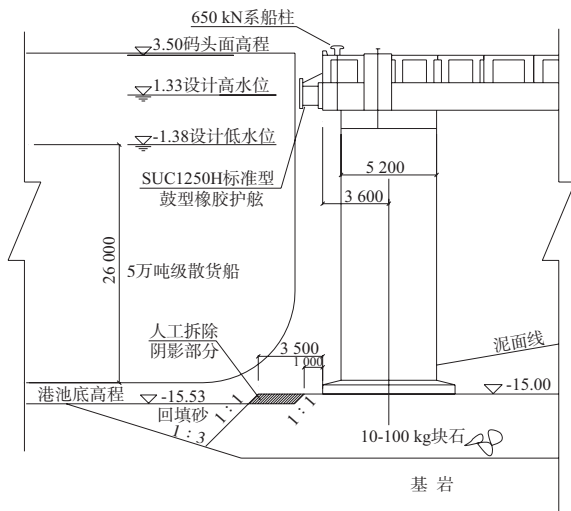


图 2 重力段基床处理

该码头升级改造结构方案的特点是一个泊位有 2 种不同的结构形式（高桩式和重力式）。为满足码头整体性要求，高桩段在码头后侧采用嵌岩桩对码头进行加固，施工不会对码头装卸作业产生影响，码头整体性好，但在岩面起伏较大的

情况下斜嵌岩桩的施工技术要求较高，特别是大管桩斜嵌岩桩对施工技术是个考验。而对于高桩式结构的码头，若码头后侧有足够的水域位置，通过在码头后侧增加受力桩以满足水工结构的要求，是码头升级改造结构方案一个不错的选择，如东莞沙角 B 电厂卸煤码头。

### 1.2 深圳妈湾电厂卸煤码头

深圳妈湾电厂卸煤码头由 5 万 DWT 散货泊位升级改造为 7 万 DWT 散货泊位。该码头原设计为重力沉箱结构形式，水工建筑物结构改造方案是：码头前沿停泊水域底高程由 -13.5 m 浚深至 -15.06 m，挖除一定范围内高出码头前沿底高程的护底块石。而为了减少水流、船舶靠泊引起的水体紊动等对基床稳定产生不利影响，对基床面及斜坡段范围进行特殊加固处理，采用了铺设模袋混凝土护面和水下高压灌浆以固定块石基础。

升级改造的结构断面如图 3 所示<sup>[2]</sup>。

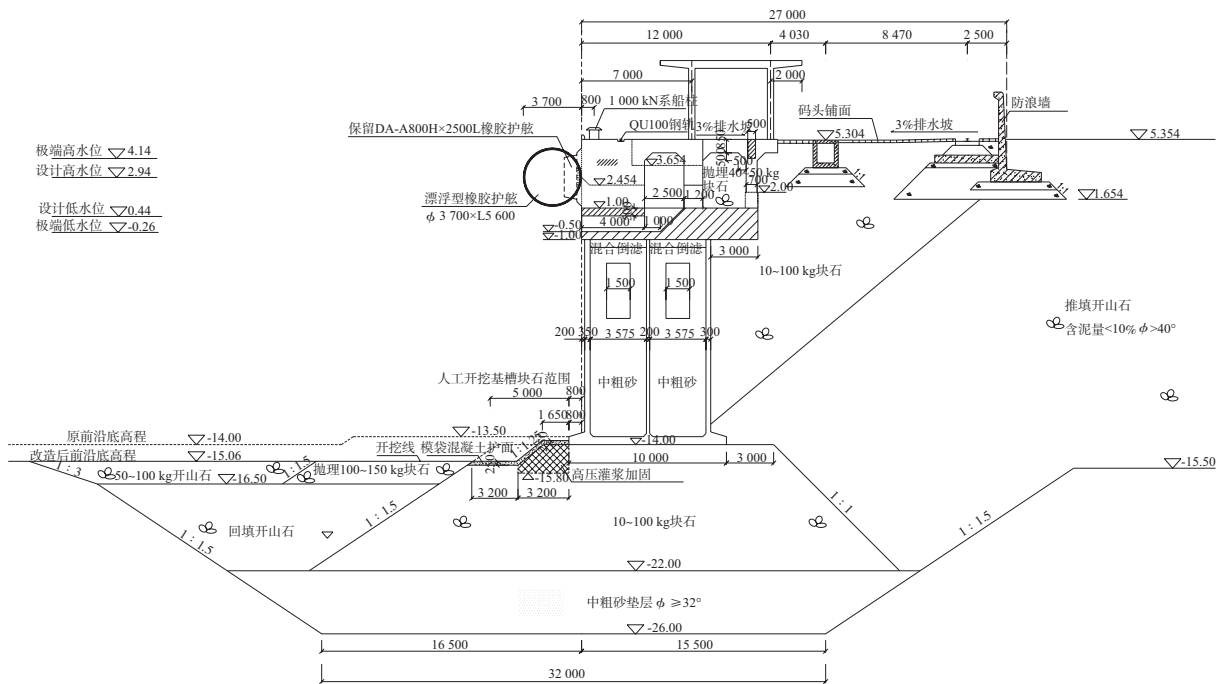


图3 升级改造结构断面

该码头升级改造结构方案的难点是港池浚深的断面设计和必须采取有效的措施保证沉箱前抛石基床的稳定性。因此，港池浚深的设计断面既要认真考虑基床沉箱的稳定性，也要充分考虑船舶的安全靠泊和装卸作业，同时还必须在设计时制定出严格可行的指导性施工方案，规定基床开挖施工时应采用的合理开挖工艺和方法，以及提出模袋混凝土和高压灌浆的施工要求和检验标准，确保码头升级改造后的安全稳定。

### 1.3 东莞沙角A电厂卸煤码头

沙角A电厂卸煤码头由3.5万DWT散货泊位升级改造为5万DWT散货泊位。该码头原设计为桩基梁板结构形式，水工建筑物结构改造方案是：在码头泊位长度方向设置了2个26.4 m × 20.4 m的靠船墩（为了使用独立靠船，墩台前沿线突出码头原前沿线0.3 m），每个靠船墩采用16根φ1 200灌注桩进行加固，局部拆除原码头纵梁和π板后，统一浇筑墩台，墩台与桩基以嵌固方式连接。

升级改造的结构断面如图4所示，平面布置如图5所示<sup>[3]</sup>。

通过在码头局部增加靠船墩台直接承担船舶荷载中的撞击力、挤靠力，原有结构只承担船舶系缆力的方法达到该码头升级改造的效果，其改

造工程量小，投资也不大，但要求船舶靠泊时只能撞击2个墩台位置，对船舶操作要求相对较高。而为了保证码头对电厂的燃料供应，码头改造施工与码头装卸生产往往需交替进行，施工期会较长，应根据煤场的周转期提出相应的施工计划，并明确码头施工期间船舶靠离泊位和装卸作业时采取的安全措施。

## 2 装卸工艺

码头改造升级的根本目的是提高码头的靠船能力，并保证靠泊船舶装卸作业的安全可靠，从而满足企业的生产任务要求和降低营运成本的要求。因此，在码头升级改造的设计过程中，必须根据码头平面位置的变化和业主对港口生产任务的要求，对码头的装卸工艺技术参数进行校核或系统的改造设计。

### 2.1 码头吞吐量要求不变

若码头升级改造前后年吞吐量的需求不变，则装卸工艺设计的主要内容是校核现有卸船机的主要技术参数能否满足码头升级改造后的装卸需要，以及验算码头升级改造后年通过能力是否满足要求，从而提出经济合理的解决方法。如深圳妈湾电厂煤码头升级改造前后为妈湾电厂提供煤

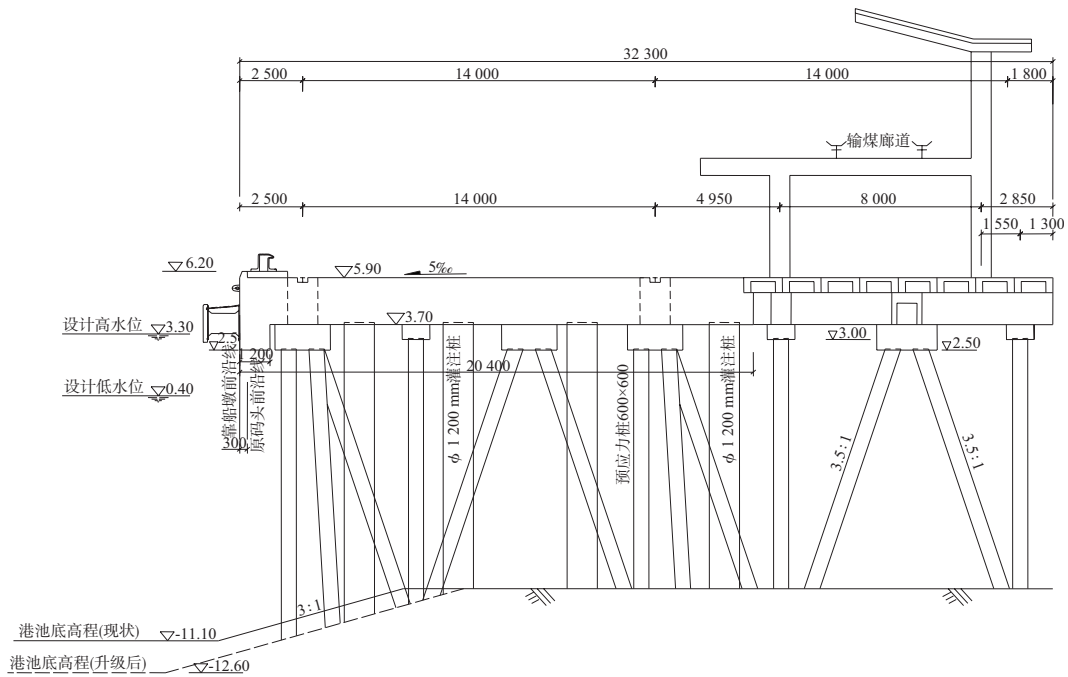


图4 升级改造结构断面

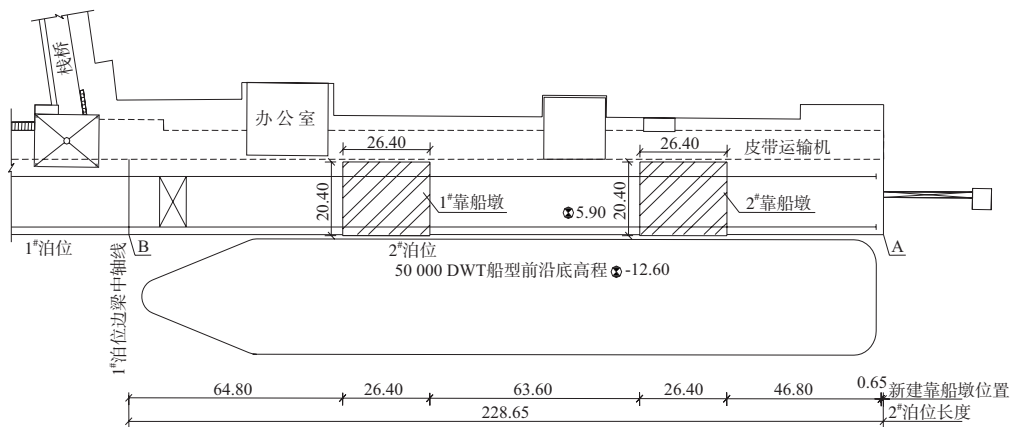


图5 升级改造平面布置

炭原料450万t/a的任务不变，但升级改造后停靠7万吨级船舶时船舷距现有码头前沿线较远（为3.7 m，改造前为0.8 m），而卸船设备桥式抓斗卸船机的抓斗外伸距与海侧轨道中心线到码头岸线的距离、码头岸线到船舷的距离、以及停靠船舶的船宽和舱口宽度等有关，由此计算出该工程改造后桥式抓斗卸船机所需外伸距约为31 m，但原有卸船机外伸距只有28 m，也就是说，该卸船机技术参数的外伸距明显偏小。经认真分析研究和模拟实验，采用了不更换卸船机，只是新购置3台推耙机协助解决船舶清仓量增加的方法，进一步验算码头年通过能力完全满足电厂年任务量要求<sup>[2]</sup>。这样，既可实现码头的升级改造，又大大节省了装

卸机械设备的投资。

## 2.2 码头吞吐量要求提高

若码头升级改造后年吞吐量的要求需大幅提高，则装卸工艺设计的主要内容除校核现有卸船机的主要技术参数能否满足码头升级改造后的装卸需要外，更重要的是综合考虑整套装卸工艺系统的技术改造。如珠江电厂煤码头要求升级改造后吞吐量需由原来的480万t/a增加至700万t/a，因此，该工程装卸工艺系统在原装卸工艺流程范畴内，对各作业环节的装卸机械设备进行了重新设计配置和改造，包括在码头上增加一台桥式抓斗卸船机设备、从码头至堆场的带式输送机的输送能力和堆场作业的臂式斗轮堆取料机的堆料能

力均从原有的1 600 t/h增大到3 000 t/h,并对相关的水电和土建等配套工程进行了改造<sup>[4]</sup>。这样,虽然码头升级改造涉及范围广,技术难度大,但通过发掘有限的资源,以较少的投资,实现了业主扩大再生产的目标。该改造工程自2008年1月通过了竣工验收后,产生了显著的经济效益和社会效益,并获得了2010年度中国港口协会科技进步奖。

### 3 附属设施

由于升级改造的码头普遍都使用了一段较长的时间,各类构件出现不同程度的腐蚀和破损现象不可避免,因此,在码头升级改造的同时,应根据该码头检测报告反映的情况,确定出码头其它结构的维修方案。

同时,基于码头升级改造后靠泊船舶吨位的提高,船舶在靠、系泊过程中对码头产生的撞击能量和系缆力必然增大,为了保证船舶在码头的安全停靠,应对码头的原有防撞设施、系缆设施进行验算,再根据码头结构方案的变化,提出码头附属设施的橡胶护舷、系船柱的具体改造措施。如妈湾电厂煤码头由于港池开挖后满足7万吨级散货船靠泊的停泊水域边界距现有码头前沿线较远,原有护舷高度较小不能满足要求,因此,新增了直径为3.7 m的漂浮式护舷。当靠泊的船舶小于原设计船型的吃水深度时,船舶直接靠在原有DA800护舷上;当靠泊的船舶超过原设计船型的吃水深度时,利用卸船机吊运将护舷通过锚链安装在胸墙上,此时船舶必须靠在新增的护舷

上。也就是说,新增防撞护舷既要满足升级后船型的安全靠泊,又要方便拆装和卸船机的装卸作业,所以,新增防撞护舷的选择也成为了妈湾电厂煤码头升级改造的重点。

### 4 结语

实践表明,对于高桩式结构码头,码头升级改造的港池浚深一般不会影响码头的整体安全性,其结构加固方案的关键是通过不同的加桩方式以满足升级后船型的作用力;而重力式结构码头则需认真分析港池浚深对基床产生的不利影响,采取合理的开挖工艺和有效的措施保证基床沉箱的稳定性。总而言之,码头升级改造是一项复杂和具有挑战性的工作,不仅需要加固水工结构,还涉及到装卸工艺和码头附属设施,甚至码头配套工程,因此应在借鉴成功经验的同时,根据实际情况和需要,进行具体的分析和专业的论证。

### 参考文献:

- [1] 中交四航局港湾工程设计院有限公司. 广州珠江电厂煤码头技术改造工程施工图设计[R]. 广州: 中交四航局港湾工程设计院有限公司, 2006.
- [2] 中交第四航务勘察设计院有限公司. 深圳妈湾电厂专用卸煤码头改造工程施工图设计[R]. 广州: 中交四航局港湾工程设计院有限公司, 2011.
- [3] 肖芳玉. 3.5万吨级煤码头的升级改造[J]. 珠江水运, 2007(8): 47-48.
- [4] 何建腾. 珠江电厂煤码头装卸系统技术改造[J]. 华南港工, 2009(3): 28-32.

( 本文编辑 郭雪珍 )

