



特定条件下重力式码头结构设计优化

沈迪州

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: 提出特定条件下重力式码头结构设计优化, 如设置沉箱尾部结构、沉箱后倾、大圆筒设置抗倾加强结构、码头底部设置抗滑板、重力式结构设置锚碇结构等, 上述结构优化设计在适用条件下具有良好的适应性和应用价值。

关键词: 码头; 结构; 设计; 优化

中图分类号: U 652.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)08-0052-04

Structure design optimization measures for gravity quay under special conditions

SHEN Di-zhou

(CCCC FHDI Consultants Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: Some structure design optimization measures for the gravity quay under special conditions are presented, such as setting special tail structure for the caisson, making the caisson overturn backward, adding strengthening the structure against overturning of the large cylinder, installing the slab against sliding at the bottom of the quay and setting the anchor structure for the gravity quay, etc., which have good adaptability and high application value.

Key words: quay; structure; design; optimization

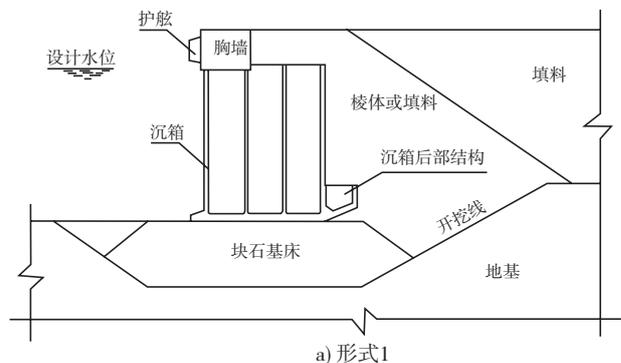
1 带有尾部结构的沉箱码头^[1]

扶壁码头的后部, 通过设置扶壁的尾板减小了基床宽度。通过设置沉箱尾部结构, 并将沉箱尾部结构的底板向码头后方的向上方向倾斜, 离开基础顶面。沉箱尾部结构由底板、侧板、隔墙组成, 沉箱尾部结构的隔墙与沉箱的隔墙对应布置并连接, 将沉箱尾部结构的荷载传递给沉箱本体结构, 见图1a)。沉箱尾部结构也可以采用扶壁尾板的形式。沉箱尾部结构的底面设置成水平面并与基床接触, 能够适应基床和地基应力比较大等情况。

在码头结构由抗滑控制、地基承载力比较高条件下, 带有尾部结构的沉箱码头, 既满足沉箱的整体强度、刚度和浮运等要求, 又充分利用沉箱后方填料的有效重力增强码头结构的抗滑、抗倾稳定性, 并且缩短了基床的顶面宽度, 从而

减小沉箱主体结构的宽度、减小沉箱混凝土量、减小基床块石用量, 能够获得良好的综合效益。

在炸礁或开挖坚硬土层形成基槽的情况下, 基槽的坡度采用与沉箱尾部结构底面的坡度一致, 并尽量缩小两者之间形成的缝隙, 缝隙采用碎石或采用水下混凝土充填, 可以有效减小尾部结构的土压力, 见图1b)。



收稿日期: 2012-03-11

作者简介: 沈迪州(1962—), 男, 教授级高级工程师, 从事港口工程设计工作。

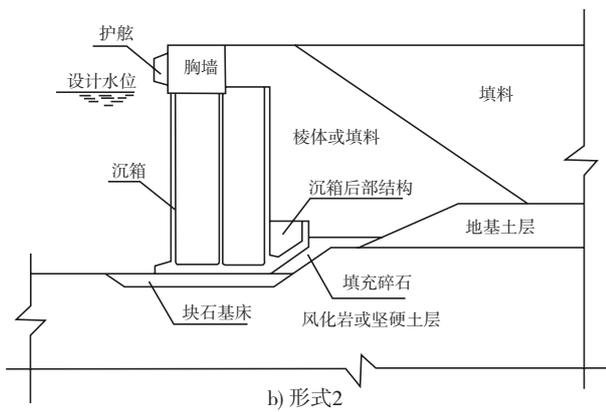


图1 带有尾部结构的沉箱码头断面

2 后倾的沉箱码头结构^[2]

为了提高码头的装卸效率，往往需要将门机后轨道梁设置在沉箱的后部，某些情况下由此加宽了沉箱的宽度，针对这种情况，提出沉箱后倾的码头结构方案。

实现沉箱的后倾有3种途径：1) 采用底面倾斜的沉箱安装在水平的基床上形成后倾(图2)；2) 采用普通沉箱安装在后倾的基床上形成后倾；3) 采用底面倾斜的沉箱安装在后倾的基床上实现更大的后倾角度。

后倾的沉箱码头结构的优缺点如下：1) 减少土压力，增加结构稳定性，基床受力合理，减少船舶意外撞击沉箱的风险；2) 有利于将门机后轨设置在沉箱上减少差异沉降；3) 提高抵抗波浪吸力；4) 倾斜沉箱的预制、运输、安装以及倾斜基床的抛填、密实比普通沉箱结构和基床的施工要求更高，施工需要增加一定成本。在适用条件下后倾沉箱的总体效益是好的。

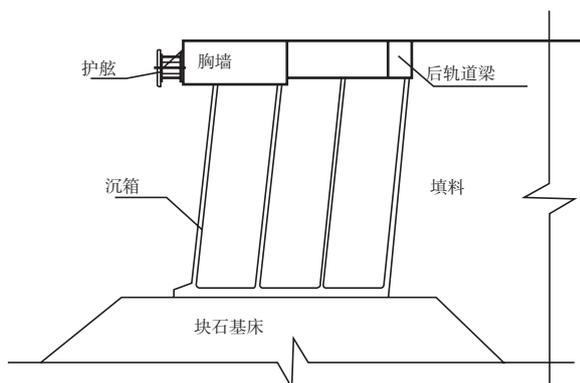


图2 后倾的沉箱码头结构断面

3 大圆筒抗倾加强结构^[3]

大圆筒结构的受力特征在于水平抗滑能力很强，抗倾稳定性比较差，大圆筒前趾的压应力比较大。

针对埋入式大圆筒结构，考虑在大圆筒的后部，设置抗倾加强结构。抗倾加强结构由大圆筒的侧面伸出环形板和加强梁构成，环形板和加强梁连接在大圆筒的侧壁上。抗倾加强结构可以设置在大圆筒的外侧或内侧，也可以设置在内侧和外侧，有条件应尽量内侧和外侧同时布置，以减小大圆筒侧壁的弯曲应力。内侧和外侧的抗倾加强结构可以设置在不同高度上。抗倾加强结构设置在不影响大圆筒下沉的高度上，并尽量往下设置，以提高抗倾效果。抗倾加强结构下方的填料可以采用振冲密实、高压射水等方法充填饱满密实，(图3，图4)。

设置抗倾加强结构，增加大圆筒上的有效质量，提高大圆筒和填料之间的摩擦力，提高大圆筒结构的抗倾稳定性，减小大圆筒底板前趾应力，减小大圆筒的位移，效果良好。

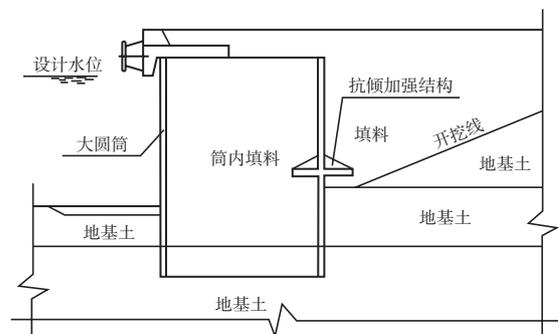


图3 大圆筒抗倾加强结构断面

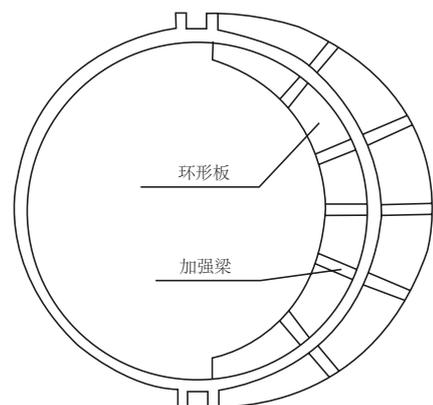


图4 大圆筒抗倾加强结构平面

4 码头底部设置抗滑板结构^[4]

常见的码头基床位于水下，码头墙身采用预制块体安装在基床上，在码头墙身下设置抗滑板存在一定的施工困难，工程应用受到限制。

采用填筑围堰形成陆地，或直接利用有利的地形条件，在陆地无水情况下建造码头结构，码头结构竣工后放水形成港口码头的“干施工”工法在码头墙身下设置抗滑板就容易实现。开挖基槽后，设置块石基床，并将抗滑板浇筑在基床内，或者采用预制板埋设在基床内，然后与现浇的码头墙身块体浇筑形成整体就实现了在码头墙身下设置抗滑板（图4）。抗滑板长度和受力比较大时，可以采用带有加强梁的板梁结构，加强梁布置在沉箱的隔墙下以提高抗滑板的抵抗能力（图5）。

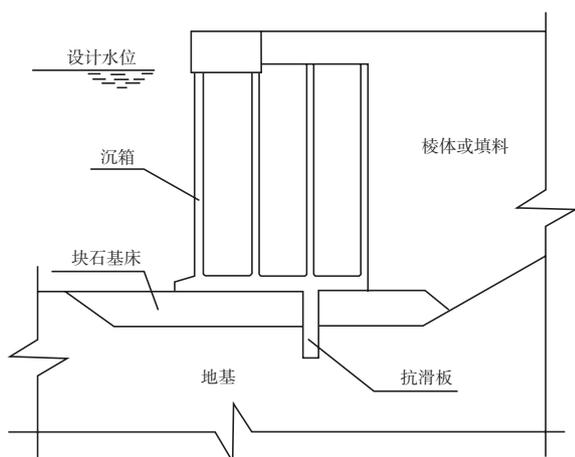


图5 码头底部抗滑板结构断面

在码头的稳定性是由沿墙身底面和基床顶面之间的滑动控制的情况下，或者在码头基床比较薄而地基条件适宜设置抗滑板等情况下，在码头墙身下设置抗滑板，能够发挥很好的抗滑作用，提高码头的抗滑稳定性，减小码头的位移，提高码头的使用效果，具有积极的意义（图6）。

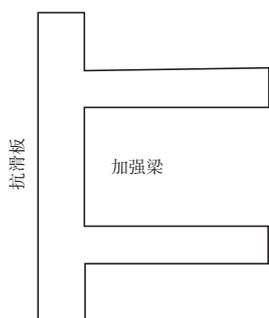


图6 抗滑板结构平面

5 带锚碇结构的重力式结构^[5]

锚碇结构主要有拉杆锚碇、斜桩锚碇、锚杆锚碇等形式。多锚的挡土板桩结构应用广泛，板桩码头结构设计和应用逐步增多。工程锚杆技术发展很快，实现在普通岩土或岩石中的锚固。拉杆锚碇结构成熟，可以采用锚碇板结构，也可以采用板桩锚碇。我国钢拉杆的生产质量水平和产量不断提高，应用越来越广。这为锚碇结构在重力式结构的应用创造良好的条件。

在重力式挡土结构后方具有良好的锚固条件的情况下，比如填料或地基土质适宜采用锚杆锚固，或者挡土结构后方便于设置锚碇结构，或者海堤两侧挡土结构通过拉杆对拉形成锚固，或者改扩建项目码头空间受到限制等情况，采用带有锚碇结构的重力式挡土结构可以减小挡土结构的尺度，解决工程问题。图7表示引堤或两侧靠船的挡土结构，通过拉杆将两侧挡土结构连接形成锚固，有效提高结构的抗滑和抗倾稳定性，具有较好的工程效果。

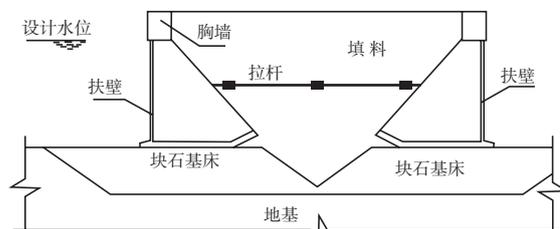


图7 带锚碇结构的重力式结构断面

6 薄壁结构水下安装缝的充填

分层安装的薄壁结构，比如分层的大圆筒和空心方块码头，在薄壁结构的安装缝处，往往存在块体结合不够紧密，导致结构内力加大并且容易漏砂，影响结构的安全性和耐久性。为此提出薄壁结构水下安装缝的充填方法。

以大圆筒结构为例说明。在大圆筒下管节安装后上管节安装前，将胶凝材料布置在布料带上，接着将胶凝材料粘帖在大圆筒上管节的底面上，最后将布料带的两端固定在大圆筒上管节的筒壁的侧面上；在胶凝材料硬化前，将大圆筒上管节安装在大圆筒下管节上；胶凝材料硬化后，胶凝材料就充填在管节接缝处，使大圆筒管节之间的接触紧密（图8）。

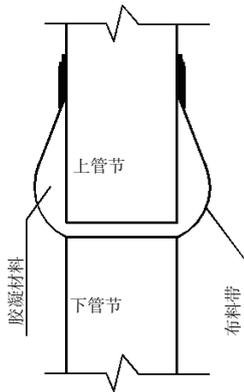


图8 薄壁结构水下安装缝的充填

胶凝材料采用环氧树脂砂浆或者环氧水泥。布料带采用碳纤维布、土工布、橡胶带或者乳胶带。布料带的两端最好采用一段具有弹性的材料如乳胶带，布料带固定后产生一定的张力，布料带的张力约束未硬化的胶凝材料处于主动充填管节接缝的状态，提高充填效果。

7 结语

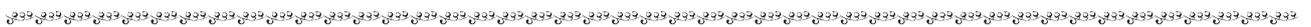
某些重力式码头的设计条件和使用要求有其特殊性，结构设计方案需要因地制宜进行设计优化^[6-8]。本文提出设置沉箱尾部结构、沉箱后倾、大圆筒设置抗倾加强结构、码头底部设置抗滑

板、重力式结构设置锚碇结构设计创新，在适用条件下具有较大的应用价值。

参考文献：

- [1] 沈迪州. 一种带有尾部结构的沉箱码头: 中国, ZL 2011 2006 9539[P]. 2011-11-09.
- [2] 沈迪州, 沈任重. 一种沉箱码头护岸结构: 中国, ZL2010 2024 5209[P]. 2011-01-12.
- [3] 沈迪州. 一种大圆筒抗倾加强结构: 中国, ZL2011 2004 6921[P]. 2011-08-17.
- [4] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 一种带有抗滑板的重力式码头结构: 中国, ZL 2010 2068 0301[P]. 2011-08-17.
- [5] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 一种带锚碇结构的水上重力式挡土结构: 中国, ZL 2010 2051 0669[P]. 2011-08-17.
- [6] 沈迪州. 重力式码头高大胸墙结构设计优化探讨[J]. 水运工程, 2010(4): 76-78.
- [7] 沈迪州. 重力式码头前沿防浪墙的应用探讨[J]. 水运工程, 2010(8): 72-75.
- [8] 沈迪州. 斜坡基床上防浪结构设计探讨[J]. 水运工程, 2010(12): 72-74.

(本文编辑 郭雪珍)



· 消 息 ·

《水运工程》2013年专辑（增刊）征集公告

全国水运工程各单位：

本刊已取得自1992年以来全部连续6版（每4年一版）全国中文核心期刊的市场地位。《水运工程》专辑（增刊）以特有的单位整体专业学术氛围建设水平与单位技术实力展示载体，已然成为支持单位和个人事业愿景提升的平台。

为扎实做好专辑（增刊）的组织工作，特向你们征集2013年专辑（增刊）的出版申请。

本刊2013年专辑、增刊指标共4个，以独家单位和《水运工程》编辑部通过甲乙双方协议的形式确认。

联系电话：010-64066347，联系人：陈路华

欢迎垂询！

《水运工程》编辑部