

北方地区沉箱重力式码头冬季施工成套技术

李增军¹, 马玉臣², 赵佳波¹

(1. 中交一航局第五工程有限公司, 河北 秦皇岛 066002; 2. 河北省水运质量监督站, 河北 秦皇岛 066002)

摘要: 冬季施工成套技术解决了冬季大型沉箱预制、溜放、大规模混凝土现浇施工、以及冬季潜水整平作业所面临的技术难题。文章中概要阐述了寒冷地区沉箱重力式码头冬季施工关键技术措施及其在秦皇岛港煤四期扩容和煤五期码头施工中的应用。

关键词: 沉箱; 码头; 冬季施工; 成套技术

中图分类号: U656.111

文献标识码: A

文章编号: 1003-3688(2007)05-0065-03

A Complete Set of Technique for Winter Construction of Gravity Caisson Wharf in the Northern Part of China

LI Zeng-jun¹, MA Yu-chen², ZHAO Jia-bo¹

(1. No. 5 Eng. Co. Ltd. of CCCC First Harbor Eng. Co. Ltd., Qinhuangdao 066002, China;

2. Water Transportation Quality Monitoring Station of Hebei Province, Qinhuangdao 066002, China)

Abstract: A complete set of technique for winter construction solved many technical difficult problems for large caisson prefabrication, sliding and placing, cast-in-situ mass concrete construction and diving operation for leveling in winter. The paper generally described the key technical measures for winter construction of gravity caisson wharf in the cold area of China and its application in the construction of coal terminal for phase 4 and 5 of Qinhuangdao Port.

Key words: caisson; wharf; winter construction; a complete set of technique

1 引言

我国北方寒冷气候对建筑工程施工影响大, 港口工程由于自身特点和工程所处环境, 受寒冷气候影响更为突出。近年来, 港口建设任务繁重, 工期要求紧, 为满足总工期要求, 必须进行冬季施工。

寒冷气候对重力式码头冬季施工的影响主要表现在以下方面:

(1) 低温环境下潜水作业极其困难, 水下呼吸用压缩空气管道调解阀经常出现冻结堵塞, 威胁潜水员生命;

(2) 低温环境下混凝土强度增长缓慢, 造成施工周期长, 且混凝土质量难以保证;

(3) 冬季高潮位偏低, 使沉箱溜放可利用作业时间缩短, 造成工期延长。

冬季施工作业面易结冰等因素造成难以组织大规模施工作业, 针对上述问题, 结合多年施工经验, 组织技术攻关, 总结制定了一整套冬季施工技术措施, 应用于秦皇岛港煤

四期扩容和煤五期码头工程中, 使该项目施工得以在冬季照常进行, 总工期大大缩短。

2 冬季施工主要成套技术

2.1 混凝土保温加热技术

利用模板桁架在模板外侧形成的封闭空间内安装电加热设备, 对模板和混凝土进行保温和加热(详见图1), 解决混凝土强度增长缓慢、质量难以保证的问题。该技术可应用于土木建筑工程混凝土结构冬季施工。

混凝土在加热养护过程中, 根据不同混凝土构件设置不同的测温点, 由专人进行测温。从测温结果可知, 混凝土的外部环境温度在+5℃以上时, 其内外温差基本控制在20℃以内, 满足规范要求。沉箱预制测温曲线见图2。

上述技术应用于冬期施工的混凝土, 表观质量良好, 没有发现因内外温差产生的温度裂缝。

2.2 压缩空气无热再生干燥技术

在冬季, 潜水员在水下进行施工时因呼吸用压缩空气中的水汽低温凝结形成冰絮, 造成潜水员腰节阀堵塞, 对潜水员生命造成严重威胁, 水下施工就得中止。采取组合套新设备对呼吸用压缩空气进行处理, 其技术原理如下:

收稿日期: 2007-07-17

作者简介: 李增军(1966—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事港口工程施工技术开发和施工技术管理工作。

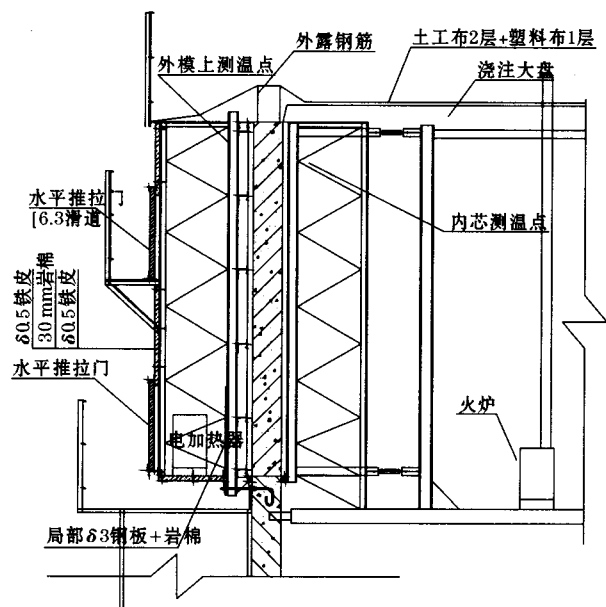
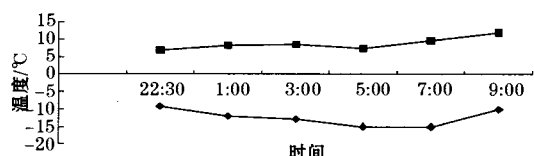
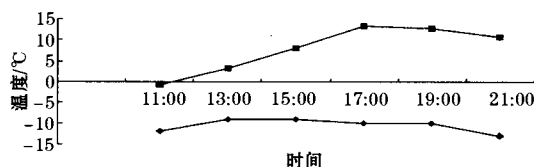


图1 沉箱加热保温模板图



(a) D-1-4测温曲线图



(c) F-11-4测温曲线图

2.2.1 组合套装新设备

后冷却器—气液分离器—除油器—无热再生吸附式干燥器。

2.2.2 工艺连接流程

活塞式空压机→储气罐→后冷却器→气液分离器→除油器→无热再生吸附式干燥器→活性炭过滤罐→潜水员腰节阀→潜水员呼吸。

2.2.3 设备原理与作用

(1) 后冷却器

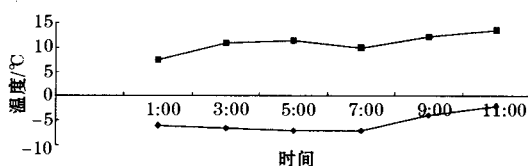
利用循环冷却水与换热元件产生热交换，促使压缩空气中的水蒸气、油蒸气大部分冷凝成水滴、油滴析出，使压缩空气得到初步冷却及一定程度上的净化。

(2) 气液分离器

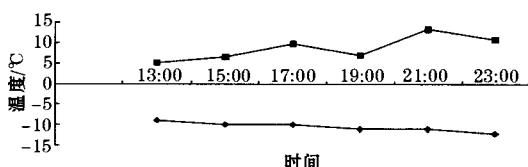
采用切线旋风分离及高效泡沫网过滤的原理，对压缩空气水分进行二级分离，除水效率高、效果好。

(3) 除油器

由粗滤和精滤两部分组成，采用机械分离，微纤维过滤和微孔介质凝聚生长的原理，以分离和滤除压缩空气中的



(b) D-2-2测温曲线图



(d) E-16-2测温曲线图

—●— 气温 —■— 测点平均温度

图2 沉箱混凝土测温典型曲线

微粒子污物及油、水。

(4) 无热再生吸附式干燥器

利用活性氧化铝吸附压缩空气中的水分，以达到干燥的目的。该设备共有A、B两个压力容器干燥罐，A罐干燥压缩空气供潜水员正常使用，B罐则利用约12%的压缩空气干燥上一次已吸附完毕的湿润干燥剂，形成再生干燥剂供下次循环使用，并排出废气。

该设备需使用220V电源，微电脑自动控制，A、B干燥罐可自动相互切换，保证连续供气，无中断现象。

如遇停电或设备故障，该设备只会暂时不能干燥压缩空气，但不影响压缩空气的正常流通和潜水员的正常用气，不会对潜水员的生命造成危险。

① 压力露点

在调整设置的温度下，经干燥的压缩空气达到该温度时才会出现结冰现象。通过上述处理后，压缩空气的压力露点为 $\leq -40^{\circ}\text{C}$ ，保证了在正常环境温度下呼吸，气体管道调

解阀不出现冻结堵塞的问题。

② 主要技术参数

额定工作压力：0.8、1.0、1.2 MPa

再生气损耗率： $\leq 12\%$

进气温度： $\leq 40^{\circ}\text{C}$

出气口压力露点： $\leq -20^{\circ}\text{C}$ ； $\leq -40^{\circ}\text{C}$

再生方式：无热再生

工作方式：全自动切换，连续工作

控制方式：WQZ微电脑控制

电源：AC220V、50Hz

设备用电功率：20W

工作周期：10min（标准型）

2.2.4 使用条件

使用220V、50Hz电源，功率为20W+水泵电功率。

用该套设备，在2005年冬季气温低于 -13°C 时，潜水人员在整平施工作业中没有出现气管路及腰节阀堵塞管现

象,解决了北方冬季潜水员在施工作业时腰阀堵管现象,为潜水员的生命安全提供了保障。2005年冬季潜水员水下整平面积达8 000 m²,为整个工期的实现创造了条件。

2.3 沉箱下水溜放滑道增设下拉装置

受季风影响,北方沿海地区冬季潮位偏低。为增加沉箱溜放可利用的潮时,对预制场滑道进行了技术改造。

延长滑道,在滑道末端增加一樁井字梁,使末端水深增加1.2 m。

在沉箱溜放中,随着沉箱入水深度的逐渐增加,下滑阻力逐渐增大,因此靠重力下滑往往只能到达滑道全长的三分之二处。为了尽量利用滑道末端水深,使沉箱能够顺利地自然起浮,在滑道末端增设1套下拉装置,敷设下拉钢丝绳,用卷扬机向下拖曳斜架车。

至今该装置运转使用正常。它的采用,降低了沉箱溜放潮位标准,使溜放作业时间延长,有力地保证了工期。同时,由于滑道末端水深增加,得以增加平台预制高度,使2 000 t预制场的施工能力得到充分发挥,并且减少了水上接高混凝土数量,进一步加快了施工进度。

2.4 水上拌合船的设计建造和使用

该工程工期紧任务重,码头主体施工与设备安装同时

进行,陆上施工通道受到严重影响,只能依赖水上运输。但是在冬季施工阶段,混凝土远距离水上运输途中的搅拌和保温难度极大。为此,公司利用新造的2 000 t方驳,组装成一条水上拌合船,增设冬季加热保温措施,实现了水上现场拌合现场浇筑,解决了冬季胸墙混凝土水上浇筑的问题。

拌合船性能指标如下:允许作业条件,波高0.5 m、风力6级以下;一次连续浇筑最大方量为400 m³;混凝土拌合效率为40 m³/h;适应冬季水上混凝土浇筑。

拌和船在海况允许的条件下日平均浇筑量约300 m³,在煤五期工程中共浇筑混凝土2.8万 m³,在施工中起到了关键性作用。

3 结语

北方地区沉箱重力式码头冬季施工成套技术,改变了我国北方地区大型工程冬季不进行混凝土施工(冬休)的惯例,在总结了历年的施工经验和教训,并结合现代科技手段(混凝土测温技术、加热技术等)的基础上,成功应用于秦皇岛港煤四期扩容和煤五期码头工程中,并使该工艺更加完善和成熟。为加快我国北方地区沉箱重力式码头冬季施工提供了技术保障。

(上接第44页)

又如,天津港北防波堤延长段地基监测,现已监测1年多,至今仍在监测中。例如其中的分层沉降监测,它的变化是通过精密的线性弹簧张力的改变,影响钢弦张力的变化,进而改变频率的变化。每天监测1次,从图9的监测结果看出,

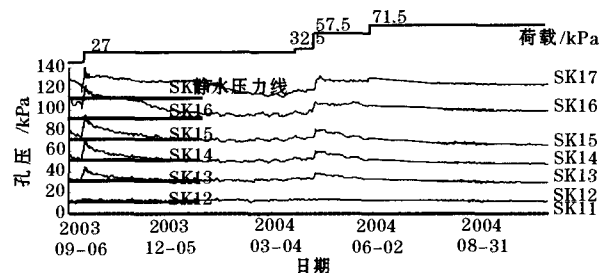


图8 长江口二期工程南导堤实测 SK1 孔隙水压力过程线

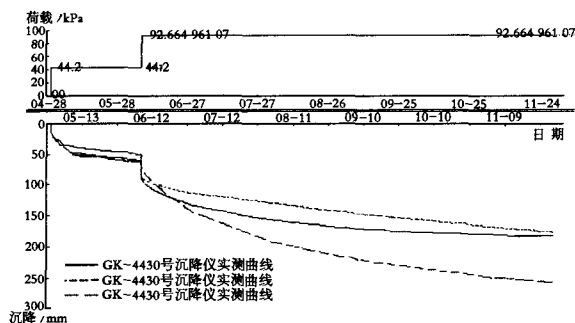


图9 天津港北防波堤延长段分层沉降过程线

监测数据十分稳定,曲线相当光滑,也无异常点出现。

7 结论

(1)一般测控系统放在温度、湿度适宜的房间内,通过多途径和诸多措施,圆满地解决了测控系统的密封和防护问题。首次成功地将它长期放在远离岸线的海底下,且在恶劣和复杂的环境中运行,并经过多次台风考验,顺利地通过了水下密封关、防撞防砸关。在水下连续工作1年半,监测出十分令人满意的资料。它对远离岸线的水下地基自动监测,具有广泛的应用价值和推广前景。

(2)经过几项海中工程连续1年半以上的监测实践证明,测控系统省力省时、准确无误,并能监测到台风时的资料,监测数据规律性非常好、长期稳定性强、无异常点出现、无零飘现象,实属较理想的水下地基自动监测仪器。

(3)测控系统运行安全可靠、采集迅速、存储量大、传输数据手段多、通信系统畅通便捷。数据传输可采用Modem方法、测控系统放在海底地面上或固定在海中桩上,3种方法可根据实际情况选用。

参考文献

- [1] 王锺琪等. 岩土工程测试技术 [M]. 北京: 中国建筑工程出版社, 1986.
- [2] 钱家欢, 殷宗泽. 土工原理与计算 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1996.
- [3] 范期锦, 李乃扬. 长江口二期工程北导堤局部破坏的原因及对策 [J]. 中国港湾建设, 2004, 129 (2): 1-8.