



防护块体Core-Loc的三维可视化安装技术

薛瑞龙, 朱英, 魏建雄, 宋建东
(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东广州 510230)

摘要: 结合巴基斯坦集装箱深水港防波堤工程, 介绍混凝土块体实时三维可视化安装系统——POSIBLOC的五大子系统及六大功能, 并且根据本工程采用POSIBLOC对防护块体Core-Loc进行安装的应用, 介绍三大优势: 该系统基于可视化及三维成像功能, 可实时显示安装块体的位置、方向和姿态, 保证了施工质量; 采用双GPS定位, 提供连续、实时、高精度的三维位置、三维速度和时间信息, 并结合目标指示功能等确保安装块体的精度; 可减少潜水员检查, 减少停滞时间; 可24 h连续作业, 增加工作时间, 提高安装效率。

关键词: 防护块体; Core-Loc; 三维可视化安装技术; POSIBLOC。

中图分类号: U 656.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)07-0046-05

Three-dimensional visible installation technique for armor units Core-Loc

XUE Rui-long, ZHU Ying, WEI Jiang-xiong, SONG Jian-dong
(CCCC Fourth Harbor Consultants Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: Based on marine protection works of Pakistan deep-water container port, this paper introduces three-dimensional visible installation system POSIBLOC which consists of five systems with six functions. Combing with practical application in placing armor units Core-Loc in the project, this paper describes its three advantages: POSIBLOC can show the location, direction and orientation in real time due to its visibility and three-dimensional imaging function which can guarantee the construction quality; POSIBLOC adopts double GPS for positioning, and provide continuous, highly precise, three-dimensional location, speed and time information in real time, combined with its target-indication function to improve placing precision; By POSIBLOC, diver checking can be cancelled to shorten idling time, and site work can be executed 24 hours to improve the placing efficiency.

Key words: armor units; Core-Loc; 3D visible installation technique; POSIBLOC

1 项目概况

本项目建设防波堤工程 (Marine Protection Works, 以下简称MPW) 为巴基斯坦集装箱深水港 (Pakistan Deep Water Container Port, 以下简称PDWCP) 项目的重要配套工程, 建设规模为西外防波堤 (1 100 m), 东防波堤 (2 500 m), 西内防波堤 (300 m) 以及西护岸 (720 m)。总投资约128亿卢比 (约10亿人民币), 总工期2年半。

因本工程所在区域为印度洋深水外海, 港外

波涛汹涌, 狂风呼啸, 且每年5—10月有强季风期, 对防波堤的结构安全要求高, 故设计方采用人工护面块体Core-Loc单元作为防护体, 该单元由美国陆军工程师公司设计开发, 其前身为第一代扭王字块 (图1~2)。

Core-Loc块体的形状独特, 其形似“王”字而中间一横扭转90°而成, 该块体6条突脚比较瘦长, 突脚倒角成八角锥台形, 突脚交叉钩连, 整体通透性好, 消能性、强健性和稳定性都非常优

收稿日期: 2011-12-30

作者简介: 薛瑞龙(1984—), 男, 硕士, 助理工程师, 从事港口工程设计及施工管理工作。

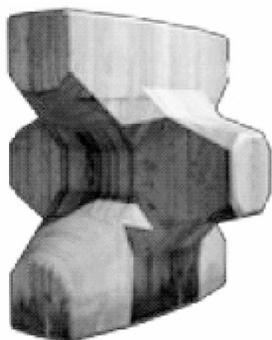


图1 第一代扭王字块

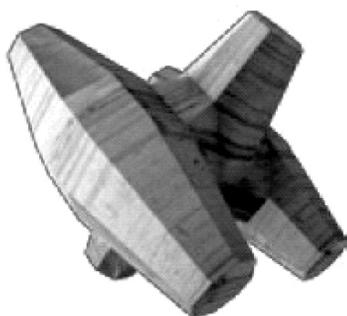


图2 Core-Loc

秀, 而且可以单层铺放从而省材, 但其预制安装质量要求非常高。

用于本工程的Core-Loc护面块体有3种规格, 分别为 2.4 m^3 、 6.2 m^3 和 8.5 m^3 , 对应的块体数量分别为21 510块、9 923块和627块。

2 POSIBLOC系统组成

POSIBLOC系统是一个水下防护块体安装辅助系统, 可适用于Accropode、Accropode II、Ecopode和Core-Loc等不同类型扭王字块。该系统采用GPS和GLONASS技术, 并结合姿态模拟技术来辅助指导起重机操作手把水下块体以正确的姿态安装到正确的位置。

起重机操作手或现场技术人员可通过不同显示器观看到实时的安装防护块体三维显示位置图像, 以此来操作和检查块体安装。

该系统由5个子系统组成:

1) 1个定位参考基站。

该基站由1个GPS&GLONASS接收器, 1个GPS&GLONASS天线, 1个无线电调制解调器和1个无线电天线组成。该子系统可由12~36V的电池或

电源供应器供电使用。其实质与普通测量用GPS基站相似, 并可替代使用, 但因安装高精度的要求, 建议采用一专用基站可不受金属等(吊臂)干扰^[1]。

2) 1个安装于起重机操作室内的BACC(控制和命令系统)。

BACC(Box of Alimentation, Computing and Control)即补给, 计算和控制箱子, 是一个带有无线网络连接的计算机, 需24V电源供电。与普通台式计算机主机相似。该子系统由2个主要软件实现运行:

① Qinsy(QPS)用于定位(大地测量参数)和水平臂的计算(补偿)。由Mesuris公司(POSIBLOC系统开发公司)自行配置, 无需专用接口。

② Visibloc(Actris)用Qinsy信息进行定位, 以此为每个块体提供一个三维视图和安装记录。

此外, 操作室内还配备有1台17寸的工业监控器, 可显示块体位置、姿态、安装目标和已由POSIBLOC安装的块体。如有必要还可配置一个通信装置方便室内操作手与起重工或现场技术人员通话。并且强烈建议起重机操作室内配有制冷系统以满足BACC的低温工作环境。

3) 1个安装在起重机电缆上的框架, 连接起重机副卷扬悬挂在主电缆中间, 并能通过卷扬沿着主电缆进行上下移动。该框架包含以下几种设备:

2个GPS&GLONASS系统: 它位于框架顶部, 并包含2个GPS&GLONASS天线和2个GPS&GLONASS面板。

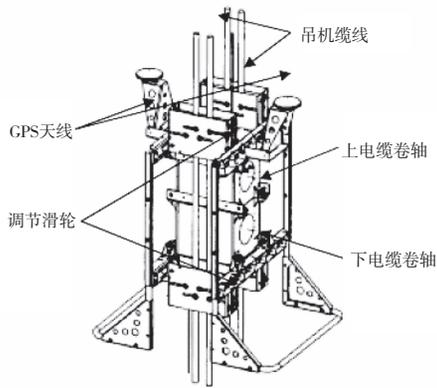
1个无线电调制解调器, 它通过UHF无线电天线接收定位修正值进行RTK定位。

2个FSG电缆卷轴, 安装于框架内, 并配置有弹簧以在无荷载时倒回电缆, 还有1个译码器来测量未卷绕的电缆长度。上电缆卷轴的电缆终端接头固定于吊臂顶端, 下电缆卷轴的电缆终端固定于吊钩上。

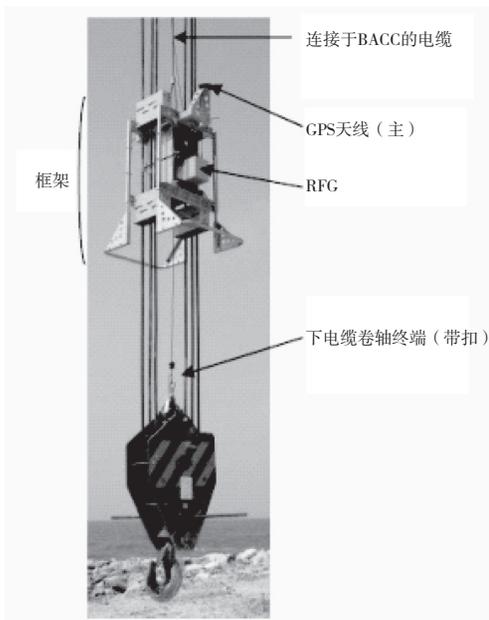
1个姿态传感器提供框架姿态(横滚角和俯仰角)和磁航向角(如果GPS和GLONASS系统未能给出真实的航向角)。

RFG(参考框架GPS&GLONASS): 是系统

的心脏。它包含不同的电子板（GPS&GLONASS，调制解调器，姿态传感器，微控制器，电源）并集成了不同的连接器（图3）。



a)



b)

图3 框架子系统组成

RTK（实时动态）卫星导航是基于在GPS & GLONASS信号上进行的载波相位测量应用的一项技术，采用单参考基站提供实时修正，能达到厘米级的精确度。

4) 1个在块体上的BIB（姿态传感器）：BIB（Block Instrumented Box）即块体仪表盒，配置有1个姿态传感器，能感应并提供横滚角，俯仰角和磁航向角。BIB须采用3个特殊的塑料栓定于块体上，一旦块体安装就位，拉伸吊钩，BIB的吊索即可将BIB脱离块体（约300 N拉力）(图4)。

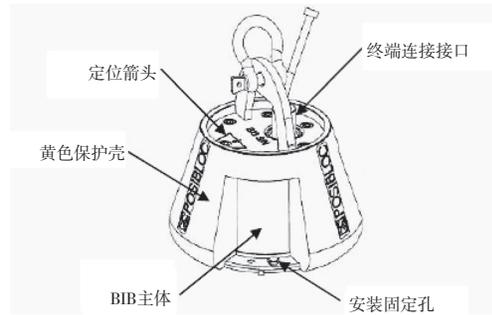


图4 BIB

5) 1个可与控制和命令系统（BACC）无线连接的笔记本。

该POSIBLOC系统的电力和数据由通过BACC、框架和块体上BIB之间的电缆线传输（图5）。

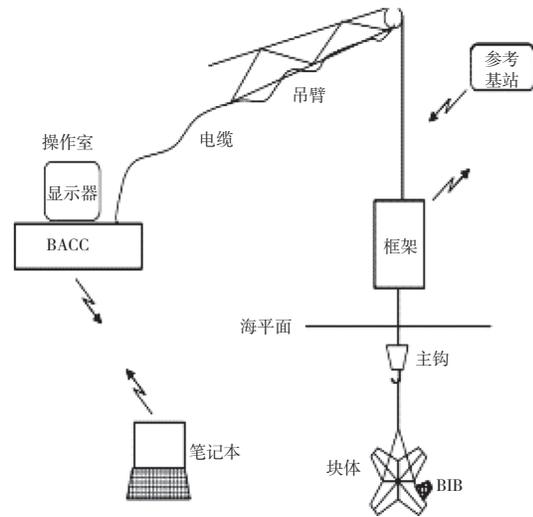


图5 POSIBLOC系统组成

3 POSIBLOC系统功能

3.1 可视化及三维成像功能

可视化及三维成像功能是POSIBLOC系统最主要功能之一，也是最核心功能。该系统通过GPS和BIB获取实时数据形成实体模型，并能显示安装位置、角度及方位；而且该系统可显示三维实际或设计堤面和块体图像，可从任意角度方位检查安装质量（图6）。

3.2 辅助指示功能

该系统提供多种安装辅助指示功能，包括运行状态指示功能，荷载指示功能和目标指示功能等，以帮助操作手了解系统状况及辅助安装（图7）。

3.3 自动提醒功能

该系统在运行全过程中还可自动提供多种提

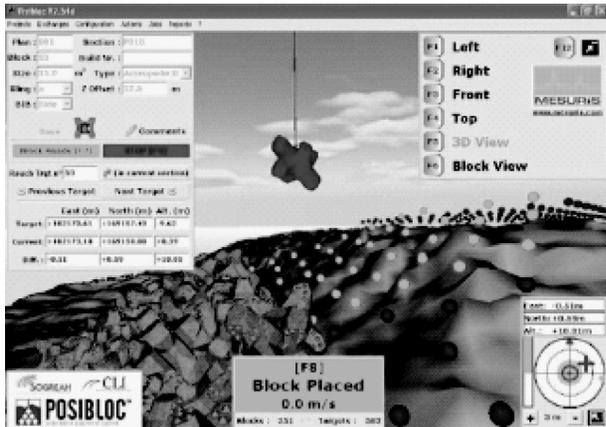


图6 POSIBLOC系统三维成像

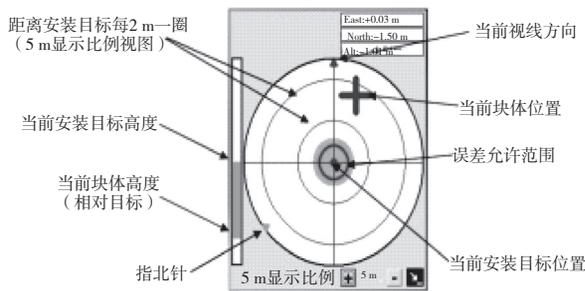


图7 目标指示功能

醒功能, 如GPS定位提醒、荷载范围安全提醒、鼻部垂直坡面提醒和相邻块体方向相似提醒, 确保了安装过程的精度、质量和安全(图8~11)。

3.4 回放功能

该系统提供安装块体路径回放功能(图12), 能随时检查每一个块体从起吊到最终安装的全过程。

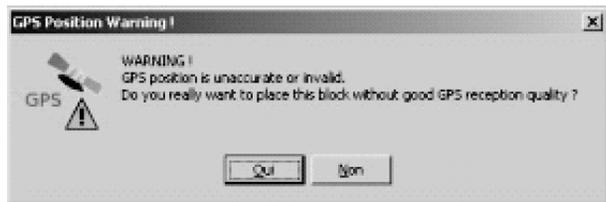


图8 GPS定位提醒



图9 荷载范围安全提醒

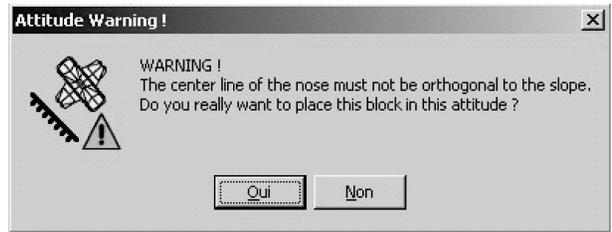


图10 鼻部垂直坡面提醒



图11 相邻块体方向相似提醒

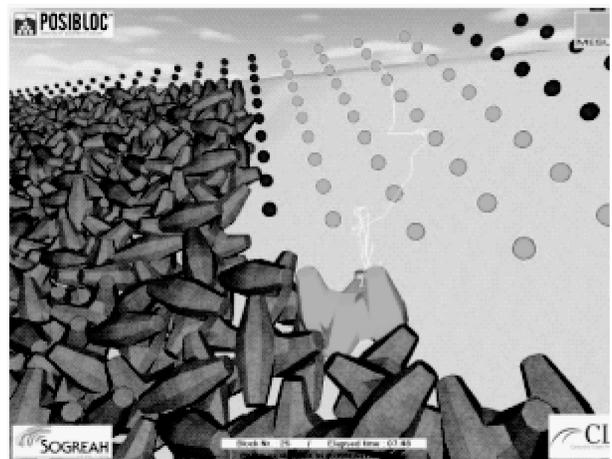


图12 安装路径回放

3.5 自动报告功能

该系统可自动生成包括安装记录、三维断面、平面、三维坐标及安装密度在内的报告, 方便工程不同方进行记录和审查。

3.6 远程操作和检查功能

该系统具有远程操作和检查功能, 供现场技术人员指导和现场监理检查用, 并提供1台笔记本电脑, 并带有无线网络集成天线。它可以在起重机周围300 m范围内完全接入起重机操作手的电脑操作或检查。

POSIBLOC系统共提供两套不同的软件: VISIBLOC和VPROCESSING。前者是安装于BACC内供操作手实时安装用, 主要具有可视化及三维成像功能、辅助指示功能和自动提醒功能^[2]; 后者是安装于笔记本电脑内供现场技术人员和现场监理实时指导检查用, 主要具有可视化及三维成像

功能、回放功能和自动报告功能^[3]。

4 POSIBLOC系统应用

根据本项目技术规格书要求, Core-Loc块体安装需同时满足位置、方向、姿态、接触和密度等要求。如按照国内传统的极坐标定位方法或者二维GPS定位方法, 都需要潜水员参与整个安装过程, 并提供水下拍照, 每块Core-Loc安装后还需要监理潜水员下水检查, 并且夜间不能进行施工, 无法满足工程质量及进度要求。所以我部特从法国MESURIS公司引进了目前世界上最先进的混凝土块体实时三维可视化安装系统——POSIBLOC应用于本工程。经过对POSIBLOC系统的安装应用, 以下3个优势非常明显:

1) 高质量。

基于该系统可视化及三维成像功能, 安装时可以实时显示安装块体的位置、方向和姿态, 以此满足Core-Loc块体安装标准, 保证了施工质量。

2) 高精度。

该系统采用双GPS定位, 可提供连续、实时、高精度的三维位置、三维速度和时间信息, 并结合该系统目标指示功能等确保安装块体的精度。

3) 高效率。

采用本系统可以取消潜水员检查的程序, 减

少了停滞时间; 并且该系统可以24 h连续作业, 增加了工作时间, 如此两方面提高了安装效率。根据MESURIS公司经验数据, 安装速度最高可达150块/d (2.4 m³块体)。

5 结语

Core-Loc块体作为一种较新的防护块体结构, 我公司是国内第1个真正意义按照Core-Loc技术规格书和标准进行Core-Loc块体安装的单位, 而且POSIBLOC块体安装系统也是目前在巴基斯坦及我国国内首次应用, 该系统优势明显: 能提高安装质量, 加快块体的安装速度, 并减少安全隐患。本文对该系统进行的介绍, 可为以后类似工程的安装施工积累宝贵经验, 并可为国内软件公司开发相关软件提供内容。

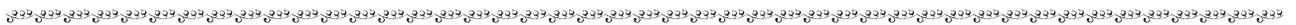
参考文献:

[1] MESURIS. Posibloc-Operating Procedure [EB/OL]. (2010-04-02). www.mesuris.com.

[2] MESURIS. Posibloc-Visibloc 2.75 User Manual [EB/OL]. (2010-07-06). www.mesuris.com.

[3] MESURIS. Posibloc- Vprocessing 1.55 User Manual [EB/OL]. (2010-07-12). www.mesuris.com.

(本文编辑 郭雪珍)



(上接第45页)

4 结论

脉冲法的测试精度会受周围介质的影响, 当导线周围为水或空气时, 测试结果会有差异。排水板被水包裹的长度越大, 测量精度越高。

在当前技术条件下, 脉冲法的理论测试精度在1.5%~5.9%, 对大部分工程而言, 其测试精度大致可以控制在2%以内。当外露长度和地下水位变化时, 测量误差可能超出此范围。

参考文献:

[1] 谢仁追. 塑料排水板测深技术的发展与应用[J]. 中国港湾建设, 2010(2): 1-2, 6.

[2] Liu Hanlong, Chu Jian, Ren Zaiyong. New methods for measuring the installation depth of prefabricated vertical drains[J]. Geotextiles and Geomembranes, 2009, 27: 493-496.

[3] 娄炎, 李毅. 软基加固中应用的高性能可测深排水板[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(12): 2 123-2 127.

[4] 刘发, 郑伟. 塑料排水板打设深度检测新方法[J]. 江苏交通科技, 2004(6), 32-34.

[5] 王金军, 李焱. 塑料排水带测深仪误差分析及实验研究[J]. 西部探矿工程, 2007(7): 181-182.

[6] 王可武. 塑料排水板处理公路软基深度检测新法[J]. 工程与建设, 2010, 24(2): 245-246, 266.

(本文编辑 郭雪珍)