

Application Research on Methods of Improving the Efficiency of Berth Settlement Observation

Shuai Wang

CCCC First Harbor Consultants Co., Ltd., Tianjin, 300222, China

Abstract

Based on the factors affecting the efficiency of levelling observation, this paper explores solutions to improve operational efficiency. The improvement of the efficiency of the berth settlement observation ensures the reliability of the observation results and brings significant economic and technical benefits to the project.

Keywords

settlement observation; efficiency; improvement

提高码头沉降监测作业效率的方法应用

王帅

中交第一航务勘察设计院有限公司, 中国·天津 300222

摘要

论文以影响监测作业效率的因素为出发点, 探讨提高作业效率的解决办法。码头沉降监测作业效率的提高, 确保了监测成果的可靠性, 并给项目带来了显著的经济效益和技术效益。

关键词

沉降监测; 效率; 提高

1 引言

变形监测包括水平位移监测和沉降监测。在进行码头沉降监测的作业过程中, 由于环境、路况等原因, 导致外业组每天能够采集的监测数据较少, 直接影响了沉降监测的作业效率, 达不到项目的工期要求, 由于工期延长, 投入的人员和设备的增加直接影响项目的经济效益。论文以中国境内某码头监测项目为依托, 从影响沉降监测作业效率的因素为出发点, 探讨提高工作效率的解决办法, 并在实际工程中应用。

2 沉降监测的基本要求

2.1 对仪器设备、人员素质的要求

沉降观测精度要求较高, 可以准确反映连续荷载下码头的沉降情况, 测量误差应小于变形值的 $1/10-1/20$ ^[1], 为此要求沉降观测应使用精密水准仪 (S1 或 S05 级), 水准尺也应使用受环境及温差变化小的高精度铝合金水准尺。人员必须接受专业学习及技能培训, 熟练掌握仪器操作规程, 熟悉测

量理论, 能针对不同工程特点的具体情况采用不同的观测方法及观测程序, 能够分析工作中出现问题的原因, 并正确运用误差理论进行平差, 以便快速、精确地完成观测任务。

2.2 对观测时间的要求

码头的沉降观测对时间有严格的限制, 特别是第一次观测必须按期按时进行, 否则沉降观测会因得不到原始数据, 而使整个观测无法达到目的。其他各阶段的复测必须根据项目进度定期定时进行, 不得漏测或补测。

2.3 观测点的要求

为了准确反映出码头沉降, 沉降观测点一般埋设在码头前沿系缆柱上, 且相邻点之间间距为 $15 \sim 30\text{m}$ 。

2.4 沉降观测遵循“五定”原则

所谓“五定”, 即通常所说的沉降观测依据的基准点、工作基点和变形体上的沉降监测点的点位要稳定; 所用仪器、设备要稳定; 观测人员要稳定; 观测时的环境条件基本一致;

观测路线、镜位、程序和方法要固定。以上措施可以客观地降低观测误差的不确定性，使测量结果具有统一的趋势，保证每次复测结果与首次观测的结果具有可比性，使观测的沉降量更真实。

2.5 施测要求

仪器、设备的操作方法和观测程序应正确。在每次观测前，应检测校正仪器的各项指标，并经计量单位予以鉴定。

2.6 观测精度要求

对码头进行沉降观测，采用二等水准测量的方法就能满足沉降观测点的要求。各项观测指标要求如表1所示^[1]：

表1 码头沉降观测指标

等级	视线长度 (m)	前后视距差 (m)	任一测站前后视距累积 (m)	往返较差、附和路线闭合差 (m)
二等	≤ 50	≤ 1.5	≤ 6.0	≤ 4√L

注：L 为路线长度，单位 km。

2.7 成果整理及计算要求

原始数据应真实可靠，记录计算应符合施工测量规范的要求，依据“正确、严谨有序、步步校核、结果有效”的原则进行成果整理及计算。

3 作业效率影响因素

作业效率一般指作业时的投入和产出之比。论文将作业效率定义为：单位时间内（每天）采集的监测数据的个数。作业效率的高低采用每天采集监测数据个数的多少来衡量。

改进作业效率前，在码头区域小组每天采集的数据平均为 160 个左右。为了确认影响作业效率的主要原因，测量小组对青岛港过去三年期间现场采集的近 7000 个监测数据进行了统计分析，具体情况如表 2 所示：

表2 影响作业效率情况统计表

序号	影响因素	频数 / 个	累计数 / 个	累计百分比
1	数据采集困难	314	314	54.7%
2	高差之差超限	178	492	85.7%
3	操作不熟练	34	526	91.6%
4	点位被破坏	30	556	96.9%
5	其他	18	574	100%

从排列图不难看出，“数据采集困难”“高差之差超限”两项累计百分比占 85.7%，我们可将其确定为影响作业效率的症结所在。然后从设备、环境及测量方法三方面因素对影响作业效率的症结进行分析。

3.1 设备因素

(1) 光敏电子原件受光照影响较大。由于电子水准仪具有读取速度快、精度高、劳动强度低，易于输入计算机的优点，本项目采用电子水准仪进行沉降监测。电子水准仪使用条形码标尺，人工完成照准和调焦之后，标尺条码一方面被成像在望远镜分化板上，供目视观测，另一方面通过望远镜的分光镜，标尺条码又被成像在光电传感器上，即线阵 CCD 器件上，经处理后，即可求得水平视线在水准尺上的读数和仪器至水准尺的距离^[1]。如果光照在标尺和水准仪上的强度不一致，很容易导致水准仪自身无法处理采集的图像信息，造成数据读取失败。

抽取 2017 年的五个月份观测记录，每个月份抽查两天，绘制了数据采集状态与时间段的关系表（如表 3 所示），由此表可以看出，电子水准仪采集数据受光照影响的时间段占全天工作时段 70% 以上。

表3 数据采集状态与时间段的关系表

时间段	4 月份	6 月份	8 月份	10 月份	12 月份
上午 10 点以前	√	√	√	√	√
上午 10 点至正午 12 点	√	√	×	×	×
正午 12 点至下午 2 点	√	×	×	×	×
下午 2 点至下午 4 点	√	√	×	×	×

注：√表示电子水准仪数据采集顺利；×表示电子水准仪数据采集困难或无法采集

(2) 铝制脚架重量轻，易受外界震动影响

(3) 测量前仪器温度与环境温度不一致。经过现场测试，发现每天开始测量的最初一段线路，经常会出现往返测高差之差超限的现象，根据《国家一、二等水准测量规范》要求，使用数字水准仪前，应进行不少于 20 次单次测量的预热，使仪器与外界气温趋于一致^[2]。

3.2 环境因素

3.2.1 码头区域风力较大

经过数据检查即经验分析可知，码头区域出现风力较大的频数较高，由此造成脚架和水准尺抖动而使数据读取失败或超限的次数较多。对过去三年在码头观测时段有风力影响的天数进行统计，发现有风力影响的作业时段接近 60%。

根据查阅黄海气候资料和现场作业记录，整理汇总了 2015-2017 三年来风力在青岛港码头区域的影响等级和天数，如表 4 所示：

表 4 风力影响等级及作业天数

风力等级	2015 年	2016 年	2017 年
6m/s (4 级风)	151 天	125 天	147 天
8m/s (5 级风)	82 天	65 天	78 天

3.2.2 码头区域物流量大

码头区域物流量大, 过往车辆较多, 很容易造成水准仪和标尺振动, 导致高差之差超限。

3.3 测量方法影响

量距耗时间较长。为减小视距差对观测数据的影响, 在进行监测点沉降观测时, 要求前后视距相等。我们常用的测距方法有步测法、皮尺丈量法和电子水准仪测距。不同测距方法的耗时对比情况如表 5 所示。我们设站一次观测需要的时间平均约为 5 分钟, 可以看出为保持前后视距相等所耗费的时间占用观测所需时间的比例较大。

表 5 测距方法耗时对比

测距方法	耗时间事件	耗时 (分钟)
电子水准仪测距	需要前后调整多次, 保证前后视距相等	2
皮尺丈量	前后视线被遮挡的时候, 需要对测站多次调整, 另外受皮尺尺长的限制, 丈量耗时较长	2 ~ 4
步测	前视立尺人员需等待测站找好观测位置再量步, 另外步测误差较大, 一般在一米左右, 仍需调整测站多次, 以保证前后视距相等	2 ~ 3

4 改进措施

4.1 削弱外界光照对光敏电子原件的影响

(1) 根据规范要求, 设站时用测伞遮蔽阳光。现场作业时发现测伞对阳光光线强度的减弱有限, 依然导致电子水准仪数据采集读取失败, 为此我们在物镜处加一个长 8cm 且不影响观测的套筒;

(2) 在保证往返测站数为偶数的情况下, 缩短视距, 增加设站次数;

(3) 合理安排作业时间, 避开光线辐射强度高的时间;

(4) 水准尺面变换方向, 适当调整测站位置, 使水准仪和水准尺面的光照强度尽量一致。

4.2 减轻风力影响

(1) 使用两根支撑木棍顶住水准尺, 要求木棍硬度较

高并叉开一定角度, 确保水准尺不晃动。

(2) 码头区域风力强弱变化不定, 指定专人在水准仪侧面打伞, 减弱或消除风力对仪器的影响。

(3) 降低水准仪的架设高度, 提高脚架的稳定性。

(4) 及时关注天气预报, 避开大风天气。

4.3 提高前后视测距效率

派专人提前用手推式测距轮进行量距, 并对前后视中点做好标记, 这样量距耗时在返程观测的时间占比为零。

5 作业检查

经过上述改进措施的有效实施, 我们提前 10 天完成了中国青岛港第三期码头监测工作。经过对本期数据进行统计分析, 结果如表 6 所示:

表 6 数据统计结果

序号	影响因素	频数 (个)	累计数 (个)	累计百分率 %
1	数据采集困难	16	16	16.2
2	高差之差超限	8	24	24.2

可以看出, 数据采集困难和高差之差超限对作业效率的影响由 85.7% 下降到 24.2%, 作业效率达到了 258 个 /d ($160+160 \times (85.7\%-24.2\%)=258.4$)。

6 结语

论文提出的改进措施, 经过实践验证切实可行。由于作业效率的提高, 保证了码头沉降监测工作的顺利高效进行, 产生了显著的经济效益。并在最短的时间内, 为甲方及时地提供码头安全运营所需要的沉降数据, 得到了甲方的高度评价。另外, 我队测量人员作业效率得到显著提高, 为以后顺利开展沉降监测提供了有力技术保障。

参考文献

[1] 中华人民共和国行业标准 .JTS 131-2012 水运工程测量规范 [S].2012.

[2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会 .GB/T 12897-2006, 国家一、二等水准测量规范 [S].2006.

[3] 曾振华, 陈优良 .DiNi 系列数字水准仪的功能、特点及测量原理 [J]. 地矿测绘, 2003(03):32-34.