

基于计算机视觉的排水泵站深基坑变形监测方法

曹天兴

中电建路桥集团有限公司

[摘要]当前一些排水泵站深基坑变形监测方法存在误差较大的问题,设计一种基于计算机视觉的排水泵站深基坑变形监测方法。根据其每层支撑板的支撑力,识别排水泵站深基坑支护结构,在已知深基坑的目标中心与基准中心坐标的前提下,基于计算机视觉设置靶点中心优化模式,利用电子水准仪等设备记录有关数据,设计变形监测方法。实验结果:本次设计的排水泵站深基坑变形监测方法的均值为0.399mm,比另外两种排水泵站深基坑变形监测方法分别少0.411mm和0.534mm,说明在充分结合计算机视觉技术后,设计的排水泵站深基坑变形监测方法更加有效。

[关键词]计算机视觉;排水泵站;深基坑;变形监测

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2020.04.380

0 引言

排水泵站是城市用水处理的载体,泵站的基坑变形沉降会影响到其正常的工作运行。现阶段有相关研究人员针对泵站基坑变形进行监测,但是监测结果存在较大误差,监测效果不佳。因此,本文提出基于计算机视觉的排水泵站深基坑变形监测方法。

1 识别排水泵站深基坑支护结构

在排水泵站的深基坑工程中,都会在不同程度上导致土体原有的压力平衡被破坏^[1-2]。尤其是当深基坑两侧出现土体压力值过大的情况时,极易出现深基坑失稳的现象。因此需要对别排水泵站深基坑支护结构进行识别。在具体工程中,单支点板桩的变形受入土深度有着直接关联,因此,根据其每层支撑板的支撑力,能够基本判断排水泵站深基坑的高度。则第一层支撑板的高度计算公式为:

$$G = \frac{\delta \times \eta}{\phi} \quad (1)$$

公式(1)中, δ 表示排水泵站的主动侧土压力, η 表示反弯处的力臂, ϕ 表示深基坑开挖深度。同时,当土压力分布和弯矩发生变化时,板桩的入土深度也需要及时调整。与此同时,坑底的被动土压力将会全部释放出去,并出现桩底支点能够转动但无法位移的情况。在此种情况下,伴随着入土深度的加深,被动土压力也会较初始值发生变化,从而形成一种支撑力较强的嵌固支护结构。结合排水泵站的框架结构和岩土层分布情况,可以有效识别排水泵站的深基坑支护结构。

2 基于计算机视觉设置靶点中心优化模式

在图像处理的过程中,深基坑的灰度图像也会同原始图像一样存在噪点,此时则需要利用中值滤波进行降噪处理。同时,排水泵站的深基坑图像靶点中心位置,能够根据与监测点之间距离进行初步判定。在已知深基坑的目标中心与基准中心坐标的前提下,根据计算机视觉技术的量测原理,得出深基坑图像目标中心的偏移量,具体如下:

$$\begin{cases} \Delta\alpha = (\alpha_1 - \alpha_0) \\ \Delta\beta = (\beta_1 - \beta_0) \end{cases} \quad (2)$$

公式(2)中, (α_1, β_1) 表示深基坑图像的目标中心坐标, (α_0, β_0) 表示深基坑图像的基准中心坐标。此时,在公式(2)的基础上,以像素骨架为中轴线,对图像数据展开矢量化处理。在实际量测环境中,同时存在着相机标定误差等影响监测精度的因素,还需要在排水泵站深基坑变形监测方法中融合图像关联参数进行多维补偿。在标准图像中,靶点区域和其余区域可分别看作是目标图像和背景图像。也就是说深基坑图像与照相机之间存在相对位移关系,并且能够以靶点中心的位置变化体现出来。此时,在严格自相似的条件,二者之间的图像分形维数存在关联,计算公式如下:

$$S = \frac{\ln D}{\ln \left(\frac{1}{\sigma} \right)} \quad (3)$$

公式(3)中, D 表示深基坑图像的目标区域与背景区域之间的相似元数目, σ 表示 D 的相似比。根据上述信息,确定深基坑在图像中的基本比例以及几何投影参数,得出亚像素级别的深基坑靶点中心定位信息。

3 设计变形监测方法

考虑到沉降变形对监测点的位置要求较高,将监测点数量控制在20~24个,同时,将其布置在排水泵站的四个角落。为了能得出更加直观的监测结果,监测点之间的距离还需要大于80m,否则将无法体现出地质条件的差异。除了保证与排水泵站建筑紧密相连之外,还要确保各观测点之间具备通视性^[3-4]。按照水准点高程,设置最符合工程特征的监测频率。根据深基坑基墩的位置,以相邻点可见为原则,在排水泵站的深基坑转角处,布设3个左右的基准点。

在采集到深基坑图像后,向监测终端发送图像信息。并在确保数码相机能够接收信号后,以靶点中心为切入点展开一帧扫描。同时,根据计算机技术的作用原理,对数码相机进行曝光机构预设,以保证在新的扫描步骤开始前,各项参数与之前相同。由于排水泵站深基坑变形监测周期相对较长,导致夜间也要采集图像数据,此时则需要适时开启数字相机的照明功能,以保证数据的连续性。在完成图像处理和存储等一系列步骤后,与原有的深基坑图像进行对比,从而得出变形结论。监测设备采取人工铺设的方式,向深基坑的

表 1 误差均值 (mm)

实验次数	基于卷积神经网络的排水泵站深基坑变形监测方法	基于预测模型的排水泵站深基坑变形监测方法	本次设计的排水泵站深基坑变形监测方法
10	0.422	0.748	0.236
20	0.516	0.899	0.314
30	0.377	1.044	0.116
40	0.428	1.236	0.248
50	0.679	1.547	0.443
60	1.021	0.867	0.677
70	1.327	0.097	0.039
80	1.058	0.546	0.421
90	0.974	0.889	0.619
100	1.302	1.452	0.874

坑池内浇筑混凝土，在削尖后将其打入地下，并预留18cm的距离作为标志。在施工之前，就需要根据施工进度安排及时布设监测点，同时作为动态观测的初始数据。当初始值稳定后，再利用电子水准仪等设备记录有关数据，并将最终结果反馈给计算机终端。

4 仿真校验

4.1 布设监测点

选取某排水泵站为研究对象，该排水泵站泵房底标高应在7.8m~8.5m之间，基础埋深约为14.65m，进水间以及前池底标高在13.5m以下。此外，由于进水箱涵底标高在15m以下，导致对应配电站的基底标高在1.5m左右。综合该排水泵站的综合布局，再将基坑监测单位预先设置的监测点作为本次仿真实验的监测点，共计10个。并将带肋钢筋加入基坑支护结构，钢筋总长约为28cm。用于监测的相机则布置在与各个监测点8m左右的距离。将每七天作为一个监测周期，共设置六个监测周期，以此作为本次仿真实验的数据。

4.2 结果对比

将基于卷积神经网络的排水泵站深基坑变形监测方法、基于预测模型的排水泵站深基坑变形监测方法，作为本次实验的对比方法。将实验场景设置为水平位移量和竖直位移量两种类型，分别测试三种排水泵站深基坑变形监测方法的误差，具体如图1-2所示：

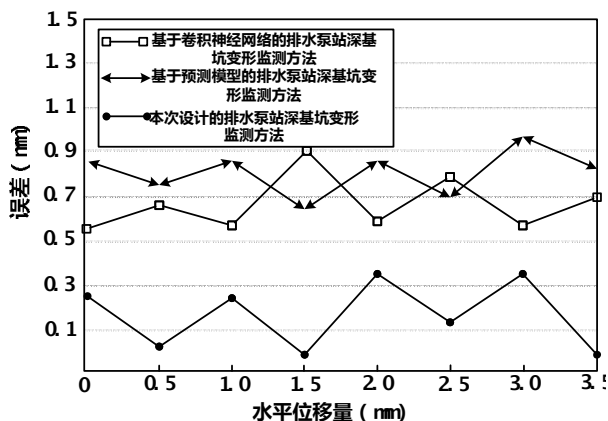


图1 水平位移量监测误差 (mm)

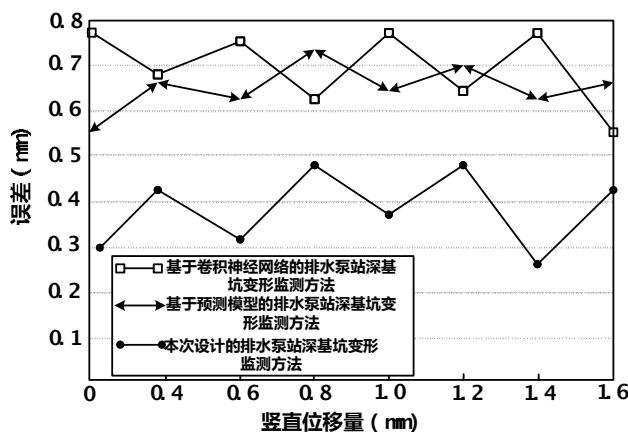


图2 竖直位移量监测误差 (mm)

根据图1-2能够得出三种排水泵站深基坑变形监测方法的误差均值，如表1所示：

根据表1结果可知，本次设计的排水泵站深基坑变形监测方法的误差均值为0.399mm，监测误差远低于对比方法，说明在文中的排水泵站深基坑变形监测方法在精度方面更具优势。

5 结束语

本文结合排水泵站的特殊性，以其深基坑支护结构为依托，在充分结合计算机视觉技术的基础上，设计出了精度高的变形监测方法。为工程建设以及计算机视觉技术的应用都提供了新的可行性思路。未来将进一步挖掘深基坑沉降速率的规律，并对报警阈值展开更详细的研究。

参考文献

[1] 李海涛. 排水泵站深基坑开挖与变形监测分析[J]. 山西建筑, 2015, 41 (13) : 3.
 [2] 曲成平, 叶明辉, 孙浩方. 某项目深基坑变形监测与数值模拟分析[J]. 施工技术, 2019, 48 (22) : 4.
 [3] 陈涛, 范鹏程, 翟超, 等. 深基坑工程施工变形监测与数值模拟对比分析研究[J]. 矿产勘查, 2018, 9 (6) : 8.