

自动化监测与人工监测对比分析

李兰恒¹ 王飞²

上海同济检测技术有限公司 上海 200441

摘要: 随着科技的不断进步,自动化已经成为了现代众多行业中不可或缺的一部分,是现代生产、生活发展的重要趋势和方向。在这种大环境下,工程施工监测中,自动化监测也应运而生,且发展迅速。但是,在很多情况下,传统的人工监测依然发挥着重要作用。以某历史优秀建筑基础托换加固施工监测为例,对两种监测方法,进行对比分析。该优秀历史建筑,在基础托换加固施工过程中,对该建筑进行沉降及倾斜监测,采用自动化监测和人工监测两种方法进行监测。以下分别对两种监测方法进行论述。

关键词: 人工监测; 自动化监测; 比较分析; 建筑物沉降

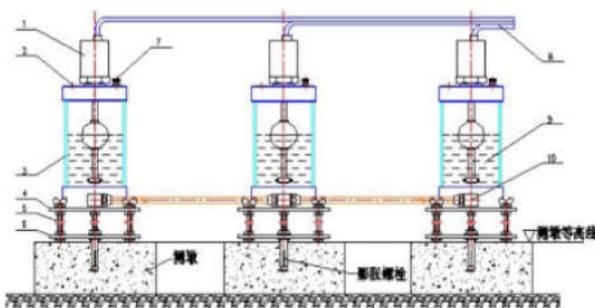
1 自动化监测

1.1 建筑物沉降自动化监测(静力水准)

磁致伸缩式静力水准仪由测杆、电子仓和非接触式磁浮球组成。测杆内装有磁致伸缩线(也称为波导丝),能够在磁场作用下发生形变。测杆是对磁绝缘的不锈钢管,确保准确性。测量过程中,由电路发出起始脉冲,起始脉冲以波导丝为导体,沿着波导丝传输,并产生一个沿波导丝方向的旋转磁场。当这个磁场与浮球中的永久磁场相遇时,两者相互作用,产生磁致伸缩效应。这种效应使波导丝发生扭动,这种扭动会被电子拾能机构所感,电子拾能机构将扭动转换成相应的电流脉冲,测量电路通过计算两个脉冲之间的时间差,精确地测出测液位值。^[1]

建筑物沉降静力水准自动化监测基于连通器原理,在建筑物的各个监测点安装连通管,这些连通管通常是一个封闭的管道系统,内部充满液体。选择一个稳定的点作为基准点,这个点通常被认为是不会沉降的或者其沉降可以忽略不计。在每个需要监测的建筑物位置上安装一个测点容器,容器底部与建筑物结构相连,容器顶部与连通管相连。

在初始状态下,记录每个测点容器中液面的高度,这个高度是相对于基准点的高度,随着时间的推移,由于建筑物的沉降,各个测点容器中的液面高度会发生变化,通过定期的监测和记录这些变化,可以了解到建筑物的沉降情况。比较各个时间点记录的液面高度,可以计算出每个测点相对于基准点的沉降量。



1.液位传感器, 2.水平泡, 3.储液罐, 4.底板, 5.水平调节螺栓, 6.安装座, 7.通气阀, 8.观测电缆, 9.防水液, 10.连通管及接头三通

静力水准仪连接图

1.2 建筑物倾斜自动化监测(倾角仪)

倾斜自动化监测采用倾角仪进行监测,采用冲击钻孔将支架固定于墙体顶部,确保支架的稳定性和可靠性。

传感器是倾角仪的核心部件,能够感知墙体的倾斜角度,并转化为可测量的信号,最终输出倾斜观测结果。

安装好传感器,传感器和数据采集器连接起来。通

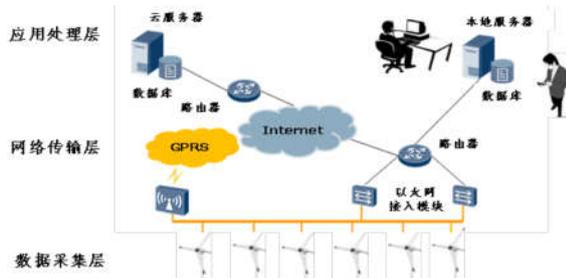
讯电缆可以传输传感器感知到的倾斜数据到数据采集器,数据采集器接收、处理和存储数据。最后,通过数据分析软件对墙体倾斜情况进行实施监测和分析。

1.3 自动化监测系统

倾斜自动化监测采用倾角仪进行监测,采用冲击钻孔将支架固定于墙体顶部,安装好传感器,连接通讯电

缆至数据采集器^[3]。

静力水准仪与倾角仪，组成一个自动化监测系统，系统将采用基于物联网的结构安全监测和预警系统，安装整合多种可反映结构变化参量的传感器，通过物联网技术，在一个统一的平台上实现数据的采集，传输，存储和分析预警。系统结构如图所示。



自动化监测系统构架图

如上图所示监测系统由应用服务层、网络传感层、数据采集层（远程终端单元）三个部分组成。

1.4 数据采集层

数据采集层又称远程终端单元，振弦式传感器、倾

角仪、裂缝计、数据采集模块、GPRS传输模块、电源、天线等几部分组成。远程终端单元与现场设备的开关量、模拟量信号相连，进行数据采集、处理、存储并通过GPRS、Internet网络、向云服务器传送数据，接收并执行云服务器的命令。

1.5 网络传输层

传感器通过有线电缆将数据传输至网关，网关采用GPRS传输方式将数据传送至云服务器。

1.6 应用处理层

采用云计算服务器平台，平台具有虚拟化，灵活扩展，强大的硬件架构，保证系统稳定运行。对数据进行处理分析，生成表格、趋势图、报告等，发送至用户终端。

2 人工监测

2.1 建筑沉降监测

人工沉降监测点布设位置与静力水准仪安装位置，在竖向上保持一致。

沉降观测采用几何水准测量方法，一次布设成闭合环形的水准网形式，水准观测符合下表要求。

沉降观测等级	两次读数所测高差之差限差	往返较差及附和或环线闭合差	单线双测站所测高差较差	检测已测测段高差之差
一等	0.5	$0.3\sqrt{n}$	$0.2\sqrt{n}$	$0.45\sqrt{n}$
二等	0.7	$1.0\sqrt{n}$	$0.7\sqrt{n}$	$1.5\sqrt{n}$
三等	3.0	$3.0\sqrt{n}$	$2.0\sqrt{n}$	$4.5\sqrt{n}$
四等	5.0	$6.0\sqrt{n}$	$4.0\sqrt{n}$	$8.5\sqrt{n}$

该项目测量要求参照变形测量级别为一等的测量要求。各测量点与水准基准点或场地水准点组成闭合水准线路。为保证成果的准确性，项目进行过程中，采用相同的观测路线和观测方法，使用同一监测仪器和设备，

固定观测人员，在基本相同的时段和环境条件下监测，采用相同的数据处理方法。

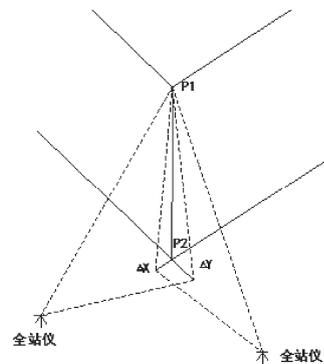
水准观测的视线长度、前后视距差和视线高度等，符合下表要求。

沉降观测等级	视线长度 (m)	前后视距差 (m)	前后视差累积 (m)	视线高度(m)	重复测量次数 (次)
一等	≥ 4 且 ≤ 30	≤ 1.0	≤ 3.0	≥ 0.65	≥ 3
二等	≥ 3 且 ≤ 50	≤ 1.5	≤ 5.0	≥ 0.55	≥ 2
三等	≥ 3 且 ≤ 75	≤ 2.0	≤ 6.0	≥ 0.45	≥ 2
四等	≥ 3 且 ≤ 100	≤ 3.0	≤ 10.0	≥ 0.35	≥ 2

2.2 建筑物倾斜监测

人工倾斜监测，观测位置与倾角仪安装位置保持一致。

该项目倾斜观测拟采用投点法。投点法采用全站仪瞄准建筑上部外墙角P1，在下部观测点P2的位置上安置水平读数尺直接读取偏移量，测站点设置在倾斜方向的垂直方向线上，与观测点的距离宜为上、下部观测点高差的（1.5~2.0）倍。倾斜观测量应正、倒镜各观测一次取平均值。当上、下点的连线与结构的竖向轴线平行时，倾斜观测量与高差的比例即为倾斜率^[4]。



全站仪投点法倾斜观测

3 监测结果

该项目整体施工流程为：土方开挖-墙体柱侧凿毛-联系梁位置钻孔-插入型钢并灌注早强灌浆料-墙内植入构造箍筋-绑扎夹墙梁及地梁钢筋-浇筑混凝土。

建筑沉降监测结果如下：

表3 建筑沉降结果汇总表

自动化监测		人工监测	
点号	累计变化量 (mm)	点号	累计变化量 (mm)
沉降点1	-10.8	沉降点1	-11.1
沉降点2	-14.9	沉降点2	-15.4
沉降点3	-19.5	沉降点3	-19.5
沉降点4	-14.8	沉降点4	-14.5
沉降点5	-12.9	沉降点5	-12.9
沉降点6	-12.5	沉降点6	-12.4

通过以上图表可以看出：建筑物沉降自动化监测和人工监测，沉降监测累计变化量最大相差0.5mm；施工监测过程中，沉降变化趋势基本一致。

建筑倾斜监测结果如下：

表4 建筑倾斜结果汇总表

自动化监测			人工监测		
点号	方向	倾斜率累计变化量	点号	方向	倾斜率累计变化量
倾斜点1	ΔE	0.1	倾斜点1	ΔE	0.1
	ΔN	-0.2		ΔN	-0.2
倾斜点2	ΔE	0.0	倾斜点2	ΔE	0.0
	ΔN	-0.3		ΔN	-0.3
倾斜点3	ΔE	0.1	倾斜点3	ΔE	0.1
	ΔN	-0.2		ΔN	-0.2
倾斜点4	ΔE	0.4	倾斜点4	ΔE	0.4
	ΔN	0.0		ΔN	0.0

通过以上表可以看出：建筑物倾斜自动化监测和人工监测，倾斜率累计变化量相同，施工监测过程中，倾斜率变化趋势基本一致。

4 自动化监测和人工监测对比分析

自动化监测和人工监测是两种不同的监测方式，它们各有其优缺点，适用于不同的应用场景。

人工监测的优点在于可以提供较为详尽和准确的监测数据。测量人员可以根据现场情况和需求进行较为自由的监测，并且可以针对不同的情况进行适当的调整。此外，人工监测还可以为后续的数据分析和处理提供更灵活和个性化的服务。然而，人工监测也存在一些缺

点。首先，它需要耗费大量的人力和时间，特别是在需要进行大规模监测和调查的情况下，测量人员的工作量会非常大，而且实时性较差，可能存在滞后性。其次，由于测量人员的专业水平和实践经验存在差异，可能会影响监测结果的准确性和可靠性^[1]。此外，人工监测还可能会受到天气、环境等因素的影响，导致无法获取准确的监测数据。

相比之下，自动化监测具有以下优点：

4.1 自动化监测可以大大减少人力和时间成本，特别是在需要长时间连续监测的情况下，自动化监测可以大大减轻测量人员的工作负担。

4.2 自动化监测可以避免人为因素对监测结果的影响，提高监测的准确性和可靠性。

4.3 自动化监测可以实现对监测数据的实时处理和分析，提高了数据处理的速度和效率。

4.4 自动化监测可以实现对监测数据的远程管理和控制，方便对监测设备的维护和管理。

然而，自动化监测也存在一些缺点。首先，它需要高昂的设备和维护成本，尤其是在需要大规模部署的情况下。其次，自动化监测可能存在数据丢失或错误的情况，需要加强数据备份和恢复机制，以及可靠的电源供应和稳定的网络传输。自动化监测还需要加强网络安全保护，防止数据被黑客攻击或篡改。

因此，在实际应用中，应根据具体的应用场景和需求选择合适的监测方式。如果需要大规模、长时间、高精度、实时性强的监测任务，可以考虑使用自动化监测；如果需要小规模、短时间、灵活性强的监测任务，可以考虑使用人工监测。

参考文献

[1]李兴高,孙河川,张健全. 自动化监测数据与人工监测数据的对比分析[C]. //第2届全国工程安全与防护学术会议论文集. 2010:15-22.

[2]刘思波. 自动化监测在深圳某大厦基坑支护工程中的应用[J]. 广东土木与建筑,2022,29(2):17-19. DOI:10.19731/j.gdtmyjz.2022.02.005.

[3]张勇. 建筑工地扬尘在线监测系统的设计与实现[D]. 山东:山东大学,2023.

[4]陈捷,程大章. 智能建筑设备自动化系统检测方法探讨[J]. 低压电器,2001(5):18-20. DOI:10.3969/j.issn.1001-5531.2001.05.005.