

深圳国际会展中心 自动化监测方案

编制单位：工讯科技（深圳）有限公司

编制单位：二〇一七年四月

目 录

目 录..... 0

1. 自动化监测概述..... 1

 1.1 自动化监测特点..... 1

 1.2 自动化监测系统架构..... 2

2.监测目的与依据..... 3

 2.1 监测的目的..... 3

 2.2 方案编制依据..... 3

 2.3 系统编制原则..... 3

3. 监测项目、仪器及频率..... 5

4. 自动化监测内容及方法..... 6

 4.1 支护桩测斜..... 6

 4.2 支撑轴力自动化监测..... 6

 4.3 建筑物沉降监测..... 7

5. 无线组网与数据采集..... 10

1. 自动化监测概述

建筑基坑开挖施工风险高、施工难度大。大量工程实践经验及理论分析表明，风险的发生存在多方面原因，既有内在因素也有外在因素，建筑建设周边环境(如建筑物、道路、地下管线等)的复杂性是外在关键因素之一。

传统检测的主要技术参数均由人工定期用传统仪器到现场进行测量，安全检测工作量大，受天气、人工、现场条件等许多因素的影响，存在一定的系统误差和人为误差。同时，人工检测还存在不能及时检测各项技术参数，难以及时掌握工程的各项安全技术指标等缺点，这些都影响工程的安全生产和管理水平。

基坑围护结构及重要建（构）筑物自动化监测系统的实施，便于施工单位和安监部门快速掌握与工程安全密切相关的技术指标的最新动态，有利于及时掌握工程的运行状况和安全状况。

1.1 自动化监测特点

表 1.1 自动化监测特性

项 目	自动化监测特性
实效性	不受天气影响实时监测，在恶劣环境下仍保证数据稳定
连续性	进行长期不间断的 24 小时自动化测试，能够反映细微的变化趋势
准确性	基本上克服了人的主观造成的误差
可量化	以科学的数据来监测，以量化为基础，提供海量的数据
便捷性	随时查看，后台操作，实现自动化、远程化、可回查、可复制性强
安全性	安全稳定、主观误差小

针对检测中的问题，自动化监测技术的发展能很好的解决目前检测中的不足，特别对基坑的围护结构及周边重要建（构）筑物的结构安全，自动化技术能够很好的解决传统检测中的不足。

首先，不需要人员多次进入现场，节省人力物力；

第二，能够全天候 24 小时实时监测，确保数据的连续性；

第三，当结构物出现异常时，系统能够第一时间将分析结果以短信的方式

通知相关管理人员；

第四，每月提供翔实数据报告给管理者，并对结构当前状态进行全面评估。

1.2 自动化监测系统架构

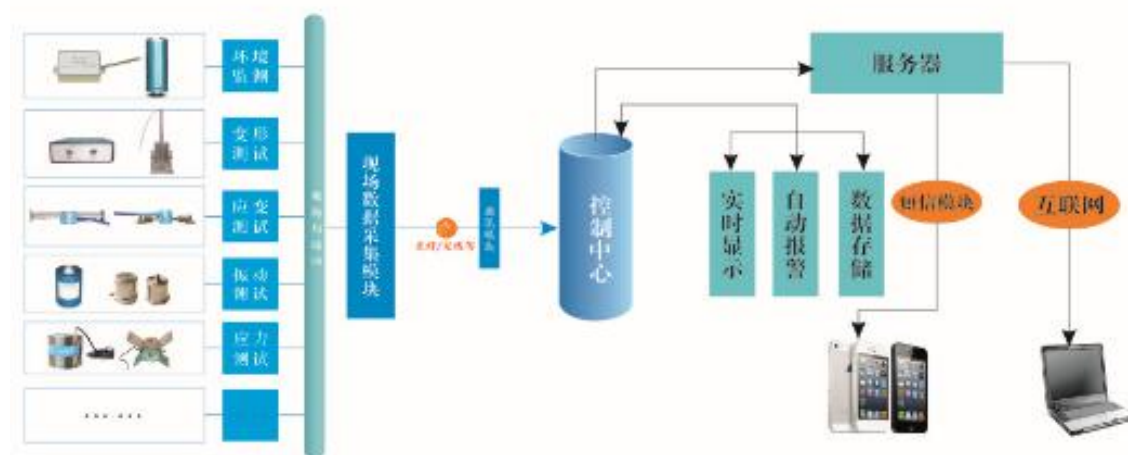


图 1-1 自动化监测系统总体示意图

系统的特点：

- （1）能够实现远程自动化监控，无需人员多次进入施工现场；
- （2）系统实现无线传输，无需长距离布设线缆、光缆；
- （3）实现测试数据信息化管理，相关人员可以通过不同权限登入以太网或者利用手机取得现场结构安全数据及安全评估信息；
- （4）通过传感器得到丰富的荷载效应等数据，通过系统分析，并与计算结果进行对比，可以得出结构的实际状态变化发展趋势，了解双结构的安全状况；
- （5）当结构出现异常信息时，系统自动进行预报警，通过短信方式将信息及时转达给相关管理人员，并提示后台及时对结构当前状态进行安全评估。

2.监测目的与依据

2.1 监测的目的

随着城市的快速发展，建筑越建越长，建筑越建越高，其中必不可少的基坑工程的安全状况一直是公众特别关心的问题。然而，近年来基坑工程事故不断，主要表现为围护结构破坏，基坑塌方以及大面积滑坡，基坑四周道路开裂与塌陷，相邻地下设施变位与破坏，邻近建（构）筑物开裂与倒塌等，造成了生命财产的重大损失。据统计数据发现，任何一件基坑事故几乎都与检测不力或者险情预报不准直接有关。如果能对基坑围护结构进行有效的安全监测，从而对基坑围护结构的健康状况给出评估，在灾难来临之前给出预警，将会大大减少事故发生。

2.2 方案编制依据

- (1) 《建筑设计规范》(GB50157-2003);
- (2) 《建筑变形测量规范》(JGJ8-2007);
- (3) 《工程测量规范》(GB50026-2007);
- (4) 《建筑基坑工程监测技术规范》(GB50497-2009);

2.3 系统编制原则

监控系统是提供获取围护结构信息的工具，使决策者可以针对特定目标做出正确的决策。本方案主要从下面几个方面作为编制原则：

(1) 保证系统的**可靠性**：由于围护结构安全监控系统是长期野外实时运行，保证系统的可靠性。否则先进的仪器，在系统损坏的前提下也发挥不出应有的作用及效果。

(2) 保证系统的**先进性**：设备的选择、监控系统功能与现在技术成熟监控及测试技术发展水平、结构健康监控的相关理论发展相适应，具有先进和超前预警性。

（3）**可操作和易于维护性**：系统正常运行后应易于管理、易于操作，对操作维护人员的技术水平及能力不应要求过高，方便更新换代。

（4）以**最优成本**控制：利用最优布控方式做到既节省项目成本、后期维护投入的人力及物力，又能最大限度发挥出实际监控、监测的效果。

3. 监测项目、仪器及频率

根据基坑的实际情况，综合考虑经济性，技术可行性等因素，本项目拟进行自动化的监测项目如表 3.1 所示。

表 3.1 监测项目、仪器及监测频率

序号	量测项目	类别	监测位置	测试元件	最小精度	监测频率
1	支护桩测斜	应测	变形量较大的截面	测斜管、测斜仪	0.25mm/m	30min/次，可以根据实际需要调整频率
2	支撑轴力	应测	关键的受力截面	轴力计、钢筋计	$\leq 0.5\%F \cdot S$	
4	建筑物沉降	应测	琵琶边电站	压差变形测量传感器	$0.2\%F \cdot S$	

说明：1. 以上所设定的监测频率为正常情况下的固定频率，当出现异常情况，将根据现场实际情况增加观测频率。2. 测点数量及布置根据监测方案，同时根据现场实际情况和量测的条件

对这些监测项可实现 24 小时在线监测，每 30 分钟采集一次数据，具体的采集间隔可根据实际需要设置。

4. 自动化监测内容及方法

4.1 支护桩测斜

(1) 监测目的


基坑土方开挖，土体原始应力状况发生变化，围护结构外地层土体对其施加主动土压力，造成围护结构或外侧地层不同深度处发生水平变位，通过监测、整理、分析不同深度的水平变位，判断是否存在薄弱区段，指导施工。

(2) 监测位置

在基坑周边的中部分别布设一个监测孔，每个监测孔中按间距 3~4m 布设导轮式固定测斜仪。

(3) 监测指标

表 4.1 固定式测斜仪技术指标

监测项	设备名称	设备型号	技术指标	设备图片
内部位移	导轮式固定测斜仪	MAS-GGC01	X、Y 双方向； 量程： $\pm 30^\circ$ ； 分辨率： $\pm 0.025\text{mm}/500\text{mm}$ 系统总精度： $\pm 3\text{mm}/30\text{mm}$ 工作温度： $-25\sim+70(^\circ\text{C})$	

4.2 支撑轴力自动化监测

(1) 监测目的

支护体系外侧的侧向土压力由围护桩及支撑体系所承担，当实际支撑轴力与支撑在平衡状态下应能承担的轴力（设计值）不一致时，将可能引起支护体系失稳。为了监控基坑施工期间支撑的内力状态，需设置支撑轴力监测点。支护结构的支撑体系根据支撑构件材料的不同可分为钢筋混凝土支撑和钢支撑两大类。这两类支撑在进行支撑轴力监测时，应根据各自的受力特点和构件的构造情况，选取适当的测试变量，埋设与测试变量相应的振弦式传感器进行变量测试。混凝土支撑构件一般选择钢筋计进行测试，钢支撑轴力监测通过轴力计（亦称反力计）进行测试。

(2) 监测位置

布设在基坑支护结构受力条件复杂部位及在支撑系统中起控制作用的支撑，且尽量与围护结构变形监测点在同一个断面（具体见自动化监测图）。混凝土支撑采用钢筋计进行轴力监测，钢筋计布置在距支撑端部 1/3 处，每处布置在混凝土截面中部上下两处的主筋上。钢支撑采用轴力计进行轴力监测，轴力计布置在支撑端部。每个监测点位处布设的传感器信号汇聚到采集仪，最终通过无线设备将现场的实时数据发送监控中心。

混凝土支撑采用钢筋计，钢支撑采用轴力计来监测支撑轴力变化。钢筋计技术指标如表 4.2 所示。轴力计技术指标如表 4.3 所示。

表 4.2 钢筋计技术指标

产品型号		MAS-GJ22	MAS-GJ25	MAS-GJ28	MAS-GJ32
技术 参 数	量程 (kN)	0~75	0~105	0~136	0~160
	测量精度 (F.S)	±0.1%			
	工作温度 (°C)	-50~+70			
	测温精度 (°C)	±0.5			
	绝缘电阻 $M\Omega$	≥50			

表 4.3 轴力计技术指标

产品型号		MAS-ZL10	MAS-ZL20	MAS-ZL30	MAS-ZL40
技术 参 数	量程 (kN)	1000	2000	3000	4000
	分辨力 (F.S)	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
	工作温度 (°C)	-20~60	-20~60	-20~60	-20~60
	测温精度 (°C)	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5

4.3 建筑物沉降监测

(1) 监测目的

基坑在开挖过程中，由于水位的下降等各种因素的影响，会导致周边建筑物地基发生不同程度的变化，从而造成建筑物的沉降，当沉降量过大时，会对建筑物自身的安全造成影响，因此，在基坑影响范围内，对建筑物沉降进行实

时监测很有必要。

（2）监测设备选型

选用压差式变形测量传感器进行建筑物沉降的实时监测。




图 4-7 压差式变形测量传感器

沉降监测系统的技术指标见表 4.4，4.5：

表 4.4 沉降监测系统技术指标

技术参数	产品型号	MAS-LTG-Y200-Z
	量程	200mm
	综合精度	$\pm 0.2\% F \cdot S$
	分辨率	0.2mm
	供电	DC12V
	环境温度	-20~85℃
	相对湿度	0~95% RH

表 4.5 数据采集系统技术指标

监测项	设备名称	设备型号	技术指标	产品图片
沉降	数据采集系统 V1.0	MAS-D04/08/16	通道数：4、8、16 通道	

（3）压差式变形测量传感器安装原则

由于压差系统受外界干扰因素多，且把压差系统应用与环城南路站 2 号风道场景下，要求的测试精度非常高，因此安装压差沉降系统时应严格按照以下施工规范执行。

安装压差沉降系统时，要注意尽可能的减少外界对系统的干扰，要注意防

风、防震、尽量免光照，防止这些干扰因素对数据的扰动。搭建完成的系统，要尽可能的看不到裸露的水管。要形成封闭的系统，包括封闭的水路系统和封闭的气路系统。

（4）监测制度

风险源建筑沉降监测传感器每 30 分钟采集一次，也可根据人工设置时间间隔进行实时采集。

（5）数据处理及分析

压差式变形测量传感器给出沉降量的计算方式：

$$\Delta h = (H_i - H_0) - (H_{\text{基点 } i} - H_{\text{基点 } 0})$$

Δh ——沉降变化量，mm

H_i ——实测各测点与液面高差,mm

H_0 ——初始各测点与液面高差,mm

$H_{\text{基点 } i}$ ——实测基点与液面高差,mm

$H_{\text{基点 } 0}$ ——初始基点与液面高差,mm

通过基点将各测点受环境影响的因素进行剔除，从而反映真实的风险源建筑沉降变化。

5. 无线组网与数据采集

基坑传感器与无线节点连接，无线节点数据通过短距离传输到监控室内的网关，网关再将数据统一发送至知物云端。

利用 Zigbee 技术的低功耗、自组网、无线等优点，可以解决在不方便供电、布线、通信检查等复杂而又危险的施工现场进行工作。

我们目前利用 Zigbee 技术能够解决的采集方案是对振弦类、测斜仪传感器、以及其他功耗低于一定电流（一般规定为 100mA）的第三方 RS485 设备进行集成。

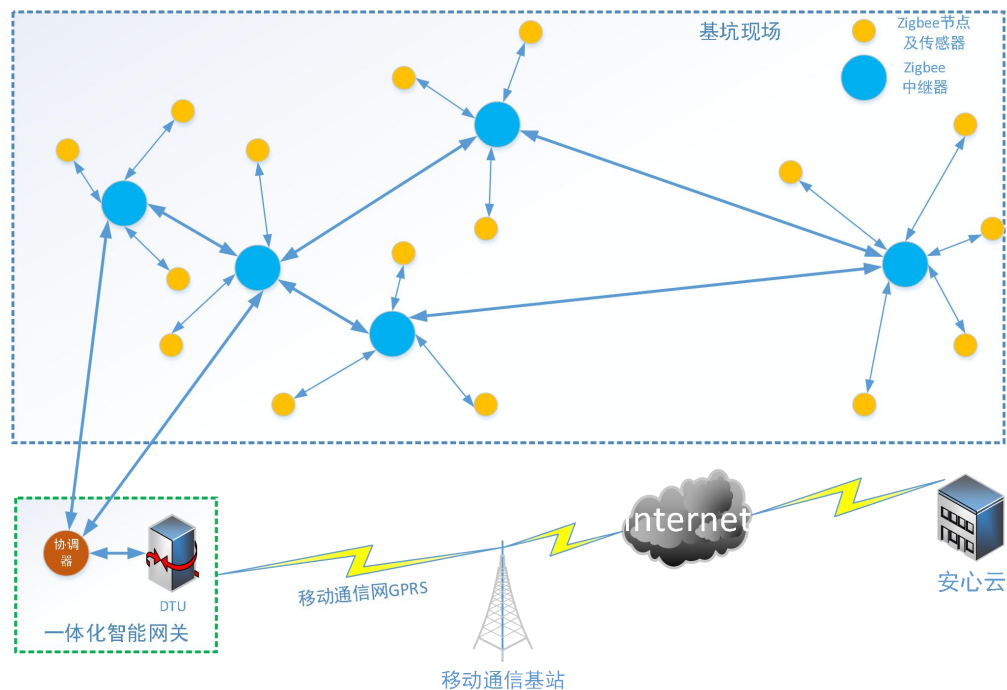


图 5-1 基于 Zigbee 的数据采集系统网络结构图