

# 城市危房倾斜 在线监测设计方案



编制单位：工讯科技（深圳）有限公司

编制时间：二〇一八年七月

## 目 录

<b>1. 概述.....</b>	<b>2</b>
1.1 危房描述.....	2
1.2 产生原因.....	2
1.3 危房管理.....	3
<b>2. 工程概况.....</b>	<b>3</b>
<b>3. 系统设计原则与依据.....</b>	<b>7</b>
3.1 设计原则.....	7
3.2 设计依据.....	7
<b>4. 危房倾斜监测系统设计.....</b>	<b>8</b>
4.1 传感器选型原则.....	8
4.2 危房倾斜传感器.....	8
4.3 传感器安装.....	10
4.4 采集设备.....	17
4.5 采集频率.....	17
4.6 数据传输.....	17
4.7 系统供电.....	18
4.8 控制值确定.....	18
<b>5. 综合管理系统.....</b>	<b>18</b>
5.1 软件系统设计.....	18
5.2 软件系统功能.....	19
5.3 软件功能演示.....	19
5.3.1PC 端软件展示.....	19
5.3.2 移动客户端 APP 展示.....	22
<b>附录 1.....</b>	<b>25</b>

# 1. 概述

## 1.1 危房描述

危房，即危险房屋。据《城市危险房屋管理规定》，危险房屋是指，“结构已严重损坏或承重构件已属危险构件，随时有可能丧失结构稳定和承载能力，不能保证居住和使用安全的房屋。”如下图所示：



## 1.2 产生原因

（1）先天性原因，如房屋原始设计中有严重错误，甚至无正式设计。或房屋建造施工质量很差，未进行正式竣工验收。

（2）使用原因，如改变原设计用途，严重超载使用；如擅自改变结构、违章改建或增层；如使用环境受化学腐蚀或振动的影响。

（3）装修及周边施工活动，如原房屋施工时对原结构的破坏；毗邻建房的影响；如周边工地施工的不良影响。

（4）各种灾害的破坏，如地震、地陷、火灾、水灾、爆炸、撞击、冰雪灾害、蚁害等造成的破坏。

(5) 房屋超年使用而缺少维护。

### 1.3 危房管理

房屋安全管理是每个城市房地产管理部分十分重要而又异常棘手的职责和任务。房屋安全管理的目的是要确保有房屋的安全使用，而现实情况是塌房伤人事故时有发生。为了提高管理效率，减少社会成本，管理部门首要的是应着眼于“防”字，政府管理部门依据法律法规，采取行之有效的行政管理措施，同时结合当前的传感器技术和信息化互联网技术，利用房屋结构安全监控系统，做到事故发生时提前预警、危房实时监控，让危机处于管控状态，减少安全事故成本和政府的危机处理成本，提高危房管理效率。其次，才是着眼于“治”字，即责任主体采取相应的技术措施，解除已有危房对人民生命财产的安全威胁。从安全管理的整体效果看，“防”的效果要大于“治”的效果。

## 2. 工程概况

本工程对石家庄五栋危房进行监测，分别布设倾斜传感器进行监测。五栋楼房的具体情况如下：

(1) 石栾路居民楼，砖混结构，4层，长 x 宽 x 高约为 37x13x12 米，分为两个单元，分别有两个楼道。



全景图



左楼道



	
平面图	右楼道

(2) 福源街道居民楼，砖混结构，4 层，长 x 宽 x 高约为 66x13x12 米，分为四个单元，分别有四个楼道。

	
全景图	楼道
	

平面图	局部图
<p>(3) 二印生活区 5 号楼，砖混结构，3 层，长 x 宽 x 高约为 49x10x12 米，分为两个单元，分别有两个楼道。</p>	
	
全景图	左楼道
	
平面图	右楼道

(4) 健康路居民楼，砖混结构，4 层，长 x 宽 x 高约为 45x13x12 米，分为两个单元，分别有两个楼道。





全景图



左楼道



平面图



右楼道



(5) 跃进路居民楼，框架结构，3层，长 x 宽 x 高约为 55x13x12 米，分为两个单元，分别有两个楼道。



全景图



一角

	
平面图	一角

### 3. 系统设计原则与依据

#### 3.1 设计原则

（1）安全监测系统设计的基本原则是必要性、经济性、可靠性与先进性相结合。必要性原则是指监测项目和内容要能反映房屋结构的性能及相关的工作环境状态；经济性原则是指在满足要求的前提下，尽量减少测点以降低成本；可靠性原则是指系统的软硬件本身的长期可靠与稳定，即系统在一定服役期间（设计寿命内）必须能正常运行、安全可靠；先进性原则是指该系统的建成应代表国内先进水平。

（2）系统应该具有很好的开放性、兼容性。在满足功能要求的前提下，应充分考虑现代技术的快速发展，以便系统升级。同时能够实现与通讯工程、管理养护等系统对接，实现信息共享。

（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：本方案的一个原则就是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测的效果。

#### 3.2 设计依据

危房在线安全监测系统工程的主要依据如下：

- （1）《危险房屋鉴定标准》（JGJ 125-2016）；
- （2）《建筑结构荷载设计规范》（GB50009-2012）；
- （3）《建筑抗震鉴定标准》（CB50023-2009）；



- (4) 《工业建筑可靠性鉴定标准》（GB 50144-2008）；
- (5) 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；
- (6) 《结构健康监测系统设计标准》（CECS333-2012）；
- (7) 《建筑结构检测技术标准》（GB50344-2015）
- (8) 《建筑变形测量规范》（JGJ8 -2016）

## 4. 危房倾斜监测系统设计

### 4.1 传感器选型原则

测试元件以及监测仪表的好坏从根本上决定了整个安全监测系统中数据采集和数据传输是否准确、有效。在进行系统监测仪器的选择上应参考如下要求：

(1) 先进性：为提高危房的信息化、数字化管理水平，要求系统的传感测试仪器等监测设备必须具有一定国际先进水平；

(2) 精确性：可靠的监测仪表还必须具备必要的精度，能准确的反映出效应量（或原因量）的变化。选择传感器时，必须对结构部位的受力进行分析，选择精度满足房屋监测要求的传感测试仪器；

(3) 简便性：仪器结构简单，牢固可靠，率定、埋设、测读、操作、维修方便，便于更换，使操作人员易于掌握，有利于提高量测速度和精度。

(4) 经济实用性：传感测试仪器及配套仪表须有合理的性能/价格比，满足房屋结构监测特性及养护管理实用性的要求；

(5) 耐久性：结构健康监测系统通常要运行数十年，这就要求传感器必须经久耐用，尽可能少的更换，以保证测试数据的长期连续有效。

(6) 可更换性：在房屋整个生命周期内，几乎所有传感器都面临着若干次的更换问题。所以在传感器选型时应尽可能考虑选择外装可更换性好，更换时对房屋本身结构不产生损坏的产品，并能满足更换时测试数据的连续性。

### 4.2 危房倾斜传感器

因地基滑移，或因承载严重不足，或局部碎陷，导致房屋整体或局部产生相对于铅垂方向的角度倾斜。实时地监测房屋的倾斜参数状态，能够及时反馈房屋的当前状

态，当房屋的倾斜度超过预设门限值时，系统应产生告警信号。房屋倾斜采用我司研发的 MAS-HGC1 盒式固定测斜仪盒式固定测斜仪进行监测。

MAS-HGC1 盒式固定测斜仪主要用于桥梁（典型有桥塔、高墩等）、基坑（典型有基坑周围建筑物、高耸结构物）、等结构物水平位移或倾角的长期自动化监测。盒式固定测斜仪是差动电容式测斜仪，其精度较高，测试数据稳定可靠，操作简便，适合各种环境。

测斜仪测量角度核心部件为一个基于 MEMS 技术开发生产的高精度双轴倾角传感器（如图 3-1，其中箭头代表 X、Y 轴方向），器件内部包含了硅敏感微电容传感器以及 ASIC 集成电路。MAS-HGC1 盒式固定测斜仪通过内部倾斜传感器测量地球的重力加速度在 X、Y 轴上分量来对倾角进行测量。也就是说倾斜传感器所测量到的重力加速度分量等于倾斜角度的正弦  $(\sin) \times 1g$ （如图 3-2），通过逆运算就能得到角度数据。如果所测量到的重力加速度分量为  $0g$ ，那么倾斜角就为  $0^\circ$ 。

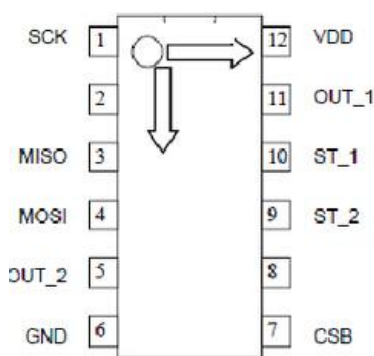


图 4-1

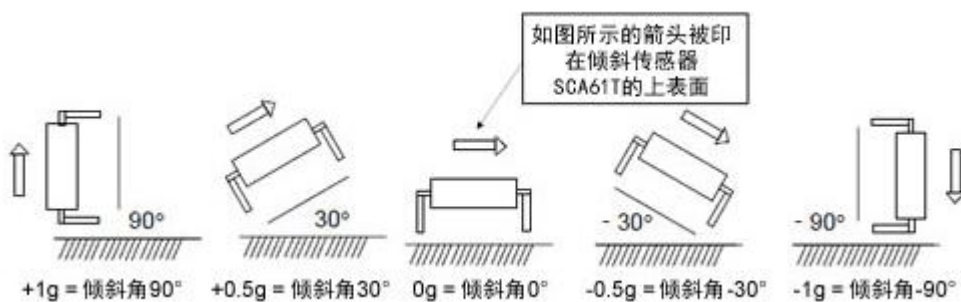


图 4-2 传感器测量原理

MAS-HGC1 盒式固定测斜仪具体的参数指标如下表：

表 4.1 测斜监测传感器技术指标

监测项	设备名称	设备型号	技术指标	产品图片
房屋倾斜	盒式固定测斜仪	MAS-HGC01	测量范围：±30°； 分辨率：10″； 系统精度：±0.01°； 工作温度：-20~+60℃；	

4.3 传感器安装

(1) 安装位置

现场工勘，结合相关的规范要求，对五栋楼房布设倾斜传感器，安装的位置具体如下：

1) 石栾路居民楼位砖混结构，分为两个单元，分别在两个楼道内部的承重墙上安装盒式固定测斜仪。



2) 福源街道居民楼位砖混结构，分为四个单元，分别在四个楼道内部的承重墙上安装盒式固定测斜仪。



	
<p>全景图</p>	<p>楼道</p>

3) 二印生活区 5 号楼砖混结构，分为两个单元，分别在两个楼道内部的承重墙上安装盒式固定测斜仪。

	
<p>全景图</p>	<p>左楼道</p>

4) 健康路居民楼位砖混结构，分为两个单元，分别在两个楼道内部的承重墙上安装盒式固定测斜仪。



5) 跃进路居民楼为框架结构，分为两个单元，分别在房子两个斜对角的两个角住上分别安装两个传感器。



## (2) 安装前准备

在安装前，统一指定盒式测斜仪 X、Y 正方向同现场方位对应关系（比如测斜仪 X 轴正方向指定同现场下游方向一致），以便明确 X、Y 正方向，解读所测数据的实际倾斜方向。

安装传感器前，需要对传感器进行检测。把盒式测斜仪放置于光滑的水平地面上，利用综合采集软件对每个测斜仪各采集 5 组数据，各测斜仪 5 组数据间波动正常应不超过 30"，同时对测斜仪向 X、Y 轴方向转动，测斜仪 X、Y 轴数据应有变化。









### (3) 安装工具



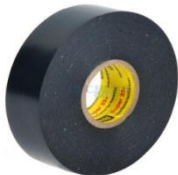
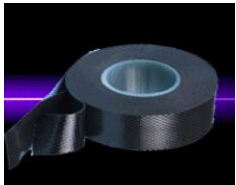
可以通过在墙体或者柱子上钻孔支架的方式来安装测斜仪，具体的安装工具如表 4.2 所示。

表 4.2 测斜监测传感器安装工具

序号	名称	规格	数量	用途	图例
1	角磨机	——	1 台	混凝土表面凸槽打磨	
2	电锤	——	1 台	用于盒式测斜仪支架在混凝土表面安装时钻孔	
3	电锤钻头	Φ6mm	2 根	混凝土表面钻孔	
4	电锤钻头	Φ10mm	2 根	混凝土表面钻孔	
5	扳手	8 寸（8"）	2 把	用于膨胀螺栓螺母紧固	
6	铁锤	1.5 磅	1 把	用于安装孔加工	
7	剥线钳	——	1 把	用于测斜仪线缆剥线	
8	打气筒	——	1 个	用于吹出安装孔内杂质	



9	钢钉	3 寸	若干	用于安装孔加工	
10	记号笔	—	1 支	测斜仪支架安装时钻孔定点	
11	安装支架	—	A(测点数量, 下同)	测斜仪固定件	
12	迷你水平尺	230mm, 带磁	1 把	保证测斜仪支架安装水平度	
13	膨胀螺栓 (含垫片、螺母)	$\Phi 8\text{mm}$	3A 套	把测斜仪支架紧固与混凝土面上	
14	不锈钢螺栓 (含垫片、螺母)	$\Phi 8\text{mm}$	4A 套	把测斜仪固定于安装支架上	
15	530 清洁剂	—	1 瓶	用于混凝土安装面清洁	
16	结构胶	—	10 传感器 1 支 胶	用于填塞膨胀螺栓在安装孔内缝隙	

17	PVC 管	外径和类型根据实际工况而定	若干	用于测斜仪线缆防护	
18	黑色金属软管	外径和类型根据实际工况而定	若干	用于测斜仪线缆防护	
18	绝缘胶带	—	若干	线缆接头电气绝缘	
19	橡胶自粘带	J30(丁基型)	若干	线缆接头防水	

#### (4) 安装方法

1)在测点区域位置选取盒式测斜仪安装点,并利用角磨机对安装点表面进行打磨,以保证测斜仪安装面平滑;

2)把盒式测斜仪安装支架置于测点安装面上,利用水平尺保证安装支架左右方向基本处于水平状态(在尺上横向玻璃管内气泡基本处于中心位置),然后使用记号笔标记出测斜仪安装支架上三个安装孔在混凝土安装面上映射位置;

3)利用铁锤和钢钉在盒式测斜仪支架安装孔标记处中心凿出一小凹槽,防止后续电锤钻孔时打滑偏位;

4)在电锤钻头上用记号笔或胶带标记出钻孔深度(标记方法如图 4.3-1),钻孔深度应为膨胀螺栓底部至顶部螺母下边沿长度(如图 4.3-2),且电锤选用直径为 $\Phi 10\text{mm}$ 钻头,然后在第(2)步标记的位置处钻出 3 个安装孔(若混凝土硬度较高, $\Phi 10\text{mm}$ 钻头钻孔较为困难,可先采用 $\Phi 6\text{mm}$ 钻头预钻,之后再用 $\Phi 10\text{mm}$ 钻头钻孔);



图 4.3-1

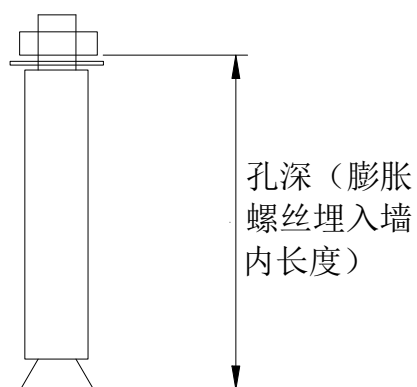


图 4.3-2

5) 用气吹把安装孔内杂质及灰尘吹出(如图 4.3-3), 并用 530 清洁剂把安装孔周围及整个安装面擦拭干净;

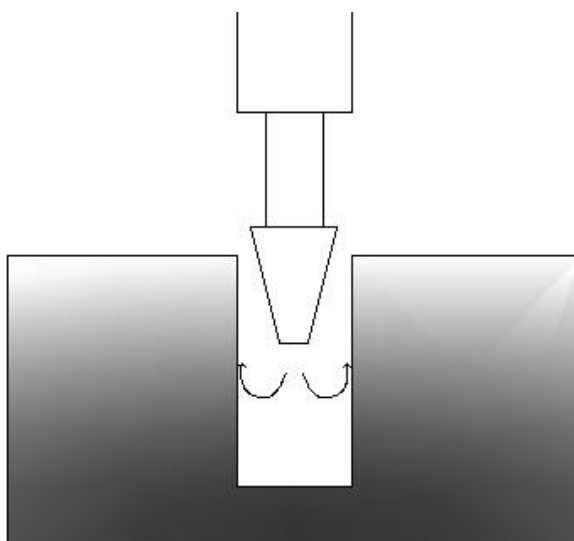


图 4.3-3




- 6) 在  $\Phi 8\text{mm}$  膨胀螺栓外部及均匀涂抹结构胶，然后塞入安装孔内，接着把螺冒拧紧 2-3 圈后感觉膨胀螺栓比较紧而不松动后拧下螺冒，再把盒式测斜仪支架上安装孔位对准膨胀螺栓嵌入，最后逐个安装每个膨胀螺栓垫片、弹簧片及螺母，并拧紧；
- 7) 测斜仪支架安装完毕后，把盒式固定测斜仪 X、Y 轴正方向指向规定要求的方向，然后利用  $\Phi 8\text{mm}$  不锈钢螺母把测斜仪紧固于安装支架上；
- 8) 24 小时候后，读取盒式测斜仪 10 组数据，10 组数据波动小于  $0.01^\circ$ ，取其平均值作为初始读数。
- 9) 记录好测斜仪安装信息，如仪器编号、埋设日期、测试方向、初始读数等。

4.4采集设备

盒式固定测斜仪输出信号均为数字信号，可通过数据采集系统 V1.0 进行采集，数据采集系统 V1.0 的具体参数如下表所示。

表 6.4 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	设备图片
桥墩倾斜监测	数据采集系统 V1.0	MAS-D08	通道数：8 通道	

4.5采集频率

进行实时变形监控；可根据人工设置时间段进行采集。常规条件下每 30 分钟采集一次。可以根据实际情况加密采集频率，可以设定为每 5 分钟采集一次。

4.6数据传输

盒式固定测斜仪采用无线传输的方式进行传输，无线传输方式通过成熟的 GPRS/GSM 2G/3G 网络，通过灵活地控制设备的采集制度，进行远程控制。该方案中现场不需要额外部署采集前置机和通信线路，直接通过无线传输模块实现对现场设备数据的采集和控制，简单方便。

无线数传模块依靠成熟的 GPRS/GSM 网络，在网络覆盖内区域内可以快速组建数据通讯，实现实时远程数据传输。MAS-DTU 系列通讯模块内置工业级 GSM 无线模块，支持 AT 指令集，采用通用标准串口对模块进行设置和调试，提供标准的 RS232/485

接口，其工作条件如下：

- 环境温度：-25℃～70℃；
- 湿度：0～90%，非冷凝；
- 波特率：300～115200bps；
- 接口：RS232/RS485/TTL232；
- 标准电源：DC9V。



图 4-4 MAS-DTU 无线数传模块

4.7系统供电

根据利用房屋内的电源供电，通过电源适配器将 220V 电源转化成弱电进行供电。同时给传感器，无线数传模块提供电源。

4.8控制值确定

根据《建筑变形测量规范》( JGJ8 -2016 ) 中关于多层和高层建筑的整体倾斜的允许值规定，当  $Hg\leq 24m$ ，倾斜率不大于 0.4% ，即倾斜角度不大于 0.23°。据此，设置监测告警方案如下表所示。

告警级别	告警区间	告警方式
一级	$(-\infty, -0.23) ; (0.23, +\infty)$	短信；邮件
二级	$(-\infty, -0.20) ; (0.20, +\infty)$	邮件

5. 综合管理系统

5.1软件系统设计

系统采用分层 B/S 体系结构，以.NET 为开发系统，以 ASP.NET 和 ADO.NET 为技术核心，统一流程规范、统一技术标准、统一数据管理、统一角色管理、统一用户登陆、统一界面风格，构成一个开放统一的系统，构建分层的在线安全监测系统。由于本项目业务逻辑相对复杂，为了使整个系统有一个清晰的逻辑结构，减轻开发的难

度，使程序员更专注于对系统业务流程的设计。

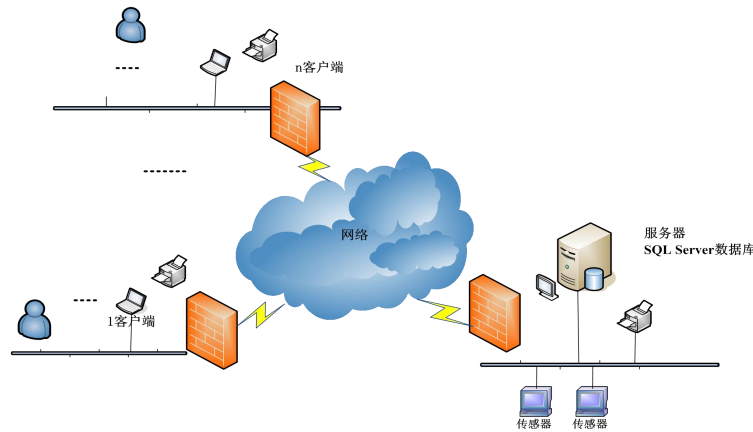


图 5-1 网络拓扑示意图

## 5.2 软件系统功能

系统能够提供良好的人机交互界面，便于使用者操作，包括各项监测参数数据的管理、分析，具有以下功能：

（1）传感器信息的描述记录：可录入传感器的埋设位置、设备位置及编号等信息，记录与工程相关的信息，便于传感器的管理。

（2）能够对硬件系统进行远程控制：综合管理系统结合智能仪器，可远程调整测试参数，避免传统仪器以及系统因为进行参数改变而必须进入房屋现场的问题。

（3）能够对测试数据进行预处理：主要功能有数据的过滤、数据压缩、数据分类等功能，为后续的自动分析和人工分析提供良好的信息源。

（4）各阶段数据的显示：可以显示实时监控的数据，也可将历史数据调出进行显示，或对几种参数同时进行显示分析。

（5）自动报表功能：可根据系统自动或者人工分析的结果，自由选择自动生成各类型报表。

（6）系统管理的安全保障：为保障房屋在线安全监测系统的安全运行，对不同管理者提供不同的权限，对用户身份进行验证，所提供的功能有查看、检索、修改、增加和删除等不同操作。

## 5.3 软件功能演示

### 5.3.1 PC 端软件展示



(1) 导航界面

系统导航页面直观反映了系统中所有测点传感器类型、测点信息、最新数据及报警信息，使监测更加人性化，易于操作。具体的 UI 界面可根据客户需要量身定制。



图 5-2 导航界面

(2) 实时数据查看，如下图：

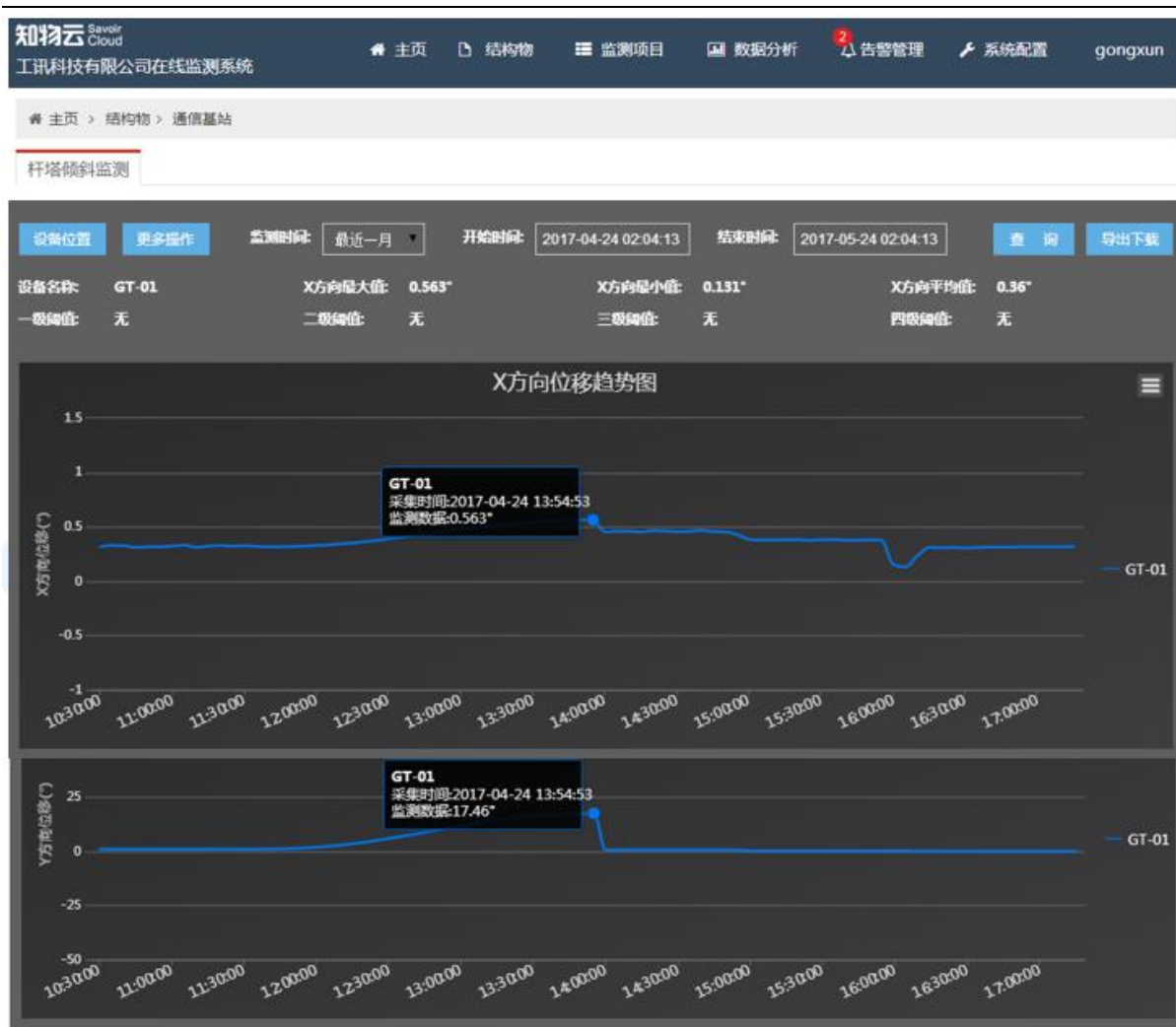


图 5-3 数据查看

### (3) 报表及图形导出

不同时段的不同监测数据可调整页面显示数据项（每页显示 10、25、50 或 100 条数据），另外可将此时段内数据导出为 Excel 格式表格，并保存在本地。

原始数据

导出到Excel

显示 50 项结果 搜索:

设备位置	X方向位移('')	Y方向位移('')	采集时间
GT-01	0.318	0.087	2017-04-24 17:14:54.853
GT-01	0.317	0.087	2017-04-24 17:09:54.333
GT-01	0.317	0.085	2017-04-24 17:04:53.520
GT-01	0.317	0.085	2017-04-24 16:59:53.607
GT-01	0.316	0.083	2017-04-24 16:54:53.957
GT-01	0.314	0.049	2017-04-24 16:49:54.907
GT-01	0.313	0.063	2017-04-24 16:44:54.50
GT-01	0.314	0.045	2017-04-24 16:39:53.157
GT-01	0.309	0.024	2017-04-24 16:34:53.990
GT-01	0.563	17.46	2017-04-24 13:54:53.847
GT-01	0.316	1.027	2017-04-24 11:39:53.887
GT-01	0.326	1.029	2017-04-24 11:29:53.380
GT-01	0.322	1.032	2017-04-24 11:24:53.67
GT-01	0.327	1.036	2017-04-24 11:19:56.150
GT-01	0.322	1.026	2017-04-24 11:14:54.70
GT-01	0.311	1.018	2017-04-24 11:09:53.753
GT-01	0.332	1.036	2017-04-24 11:04:54.63
GT-01	0.316	1.028	2017-04-24 10:54:54.117
GT-01	0.318	1.037	2017-04-24 10:49:55.300

显示第 1 至 50 项结果，共 54 项 首页 上页 1 2 下页 末页

图 5-4 原始数据查询与导出

5.3.2 移动客户端 APP 展示

该系统主页可直观的对结构物的基本情况包括：地理位置（GIS 拓扑）、结构物健康状态、结构物告警等有了解，使看到的不再是数据的堆积，而是更加易懂的监测结果，是否有无告警，结构物是否安全，使监测更加人性化。

当某结构物有新的告警信息时，采用告警推送的方式通知用户，并对相应的告警结构物进行“小红点”标识。告警信息包括无线数传模块（DTU）及传感器的数据采集状态。

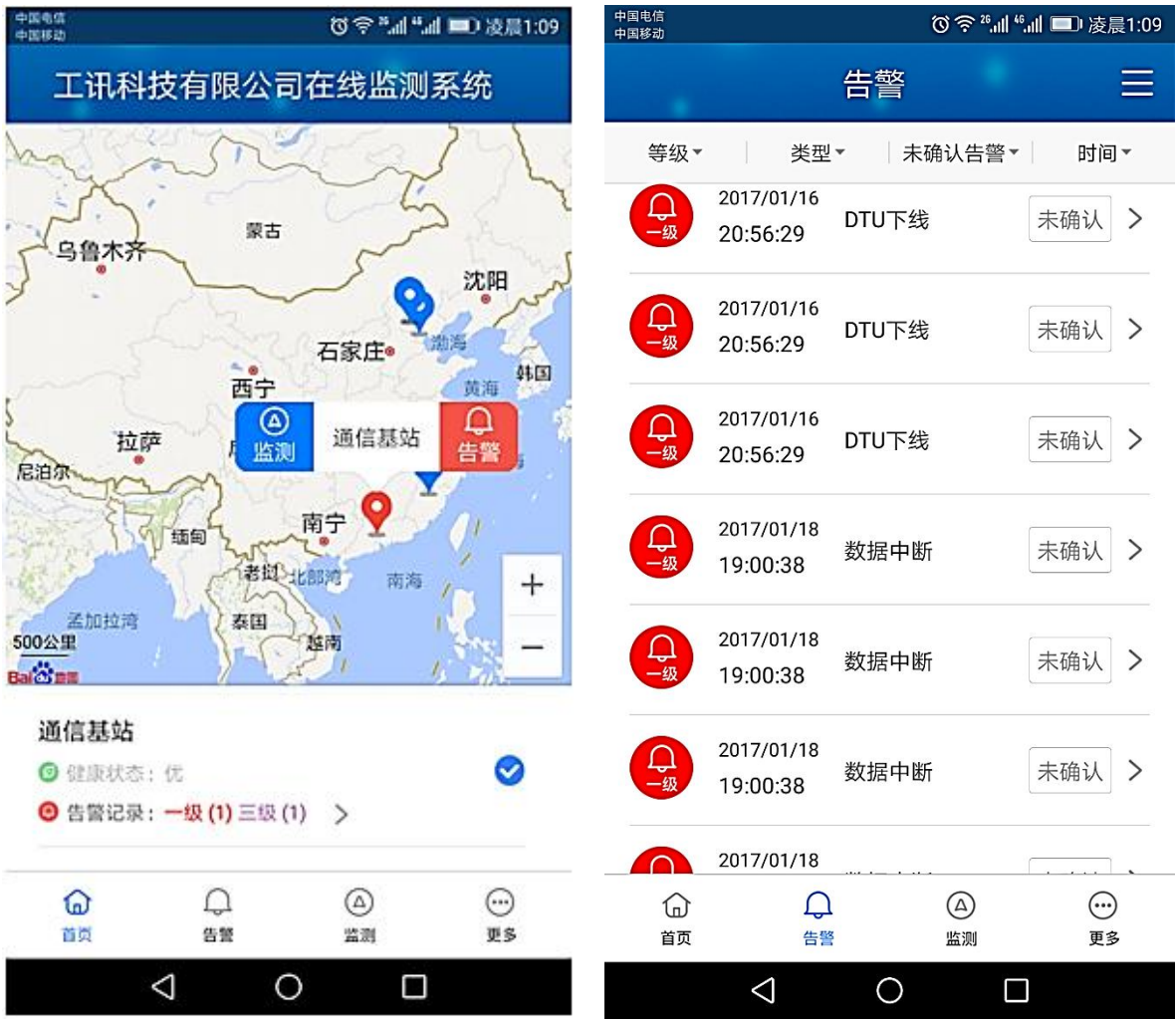


图 5-5 监测首页与监测告警页

进入数据监测界面，可以看到相关的历史数据。可以选择“最近一天”、“最近一周”、“最近一月”及“自定义时间”的历史数据，并可以手动抄作曲线图，进行放大缩小或者显示某一时刻 X、Y 两个方向上的实时数据。



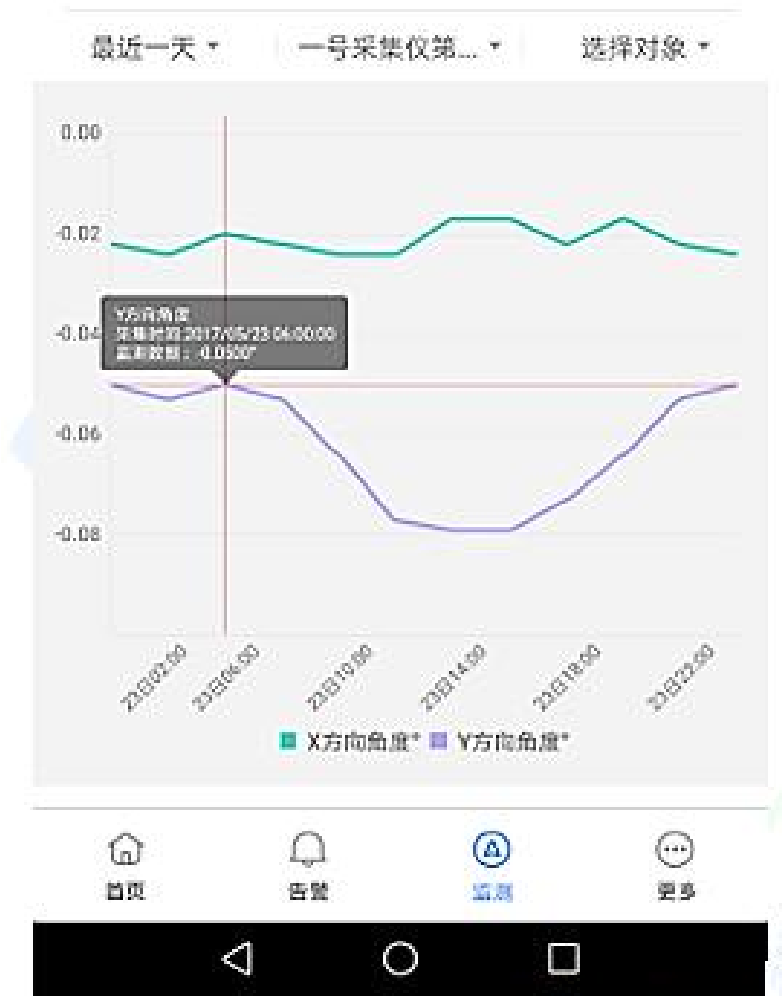


图 5-6 数据实时显示界面

附录 1

盒式固定测斜仪埋设考证表

测点编号		出厂编号		仪器量程	
仪器型号			生产单位		
安装位置			安装	X 轴	
			方向	Y 轴	
安装后初始读数	X 轴				
	Y 轴				
安装示意图及说明					
项目经理：                      校核者：                      埋设及填表人：                      日期：					