



南京理工大学

NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY

# 地下管网自动测漏 报警平台节水案例



南京理工大学

二〇二〇年五月

# 南京理工大学地下管网自动测漏报警平台节水案例

## 一、案例名称

南京理工大学地下管网自动测漏报警平台节水案例

## 二、案例内容

### (一) 案例总体情况

#### 1、学校概况

南京理工大学隶属于工业和信息化部，由创建于1953年的新中国军工科技最高学府——中国人民解放军军事工程学院(简称“哈军工”)分建而成，经历了炮兵工程学院、华东工程学院、华东工学院等发展阶段，1993年更为现名。1995年，学校成为国家首批“211工程”重点建设高校；2000年，获教育部批准成立研究生院；2011年，获批建设“985工程优势学科创新平台”；2017年，学校入选“双一流”建设高校，“兵器科学与技术”学科入选“双一流”建设学科。

学校现有教职工3200余人，其中专任教师2000余人，教授、副教授1200余人，各类全日制在校生30000余名，留学生1000余名。此外，学校还有1500余名非事业编制员工。

习近平总书记在十九大报告中指出：我们要建设的现代化是人与自然和谐共生的现代化，既要创造更多物质财富和精神财富以满足人民日益增长的美好生活需要，也要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要。

高校作为培养人才，传播和创造知识并为社会服务的重要场所，在我国经济社会发展中占有相当重要的位置，推进资源全面节约和循环利用，实施节水行动，降低能耗、物耗，倡导简约适度、绿色低碳的生活方式，反对奢侈浪费和不合理消费，开展创建绿色学校活动，既是高校自身建设发展的需要，也是高校应尽的社会责任。

多年来，南京理工大学绿色校园建设工作在工信部、教育部、住建部、国管局等部委的关心指导下，以创新驱动发展、以科技引领未来，坚持创新、协调、绿色、开放、共享发展理念，在学校办学规模

持续扩大，用能人数持续增加，新建筑、新宿舍、新实验设备不断投入使用的情况下，单位建筑面积能耗、人均能耗、人均水耗、总用水量均呈现逐年下降态势，圆满完成了工信部下达的部属公共机构节约能源资源工作目标。

## 2、案例介绍

学校自1962年从武汉迁至南京后，一直在现有土地上发展建设，主要供水管道均建设于上世纪七、八十年代，材质多为铸铁管、镀锌管，随着时间的推移，地质发生沉降加上管道自身的老化，许多管段开始陆续出现断管及腐蚀渗漏现象。

2015年，国务院正式发布《水污染防治行动计划》（简称“水十条”），为中国水资源的保护指明了近远期的清晰方针。“水十条”要求对使用超过50年和材质落后的供水管网进行更新改造，到2017年，全国公共供水管网漏损率控制在12%以内；到2020年，控制在10%以内。2013年4月1日起，在全国范围内开始实施的《绿色校园评价标准》中“节水与水资源利用”也明确要求：采取有效措施减少管网漏失和无效用水量，降低管网漏损率；采用节水器具和设备，节水率不低于8%。

2016年下半年，我校启动了地下管网自动测漏报警平台建设，在校内主要供水节点安装了41台测漏报警器（探漏者），当月就查出漏点5处，基本实现了对校区主要供水节点24小时在线监测的建设初衷。2017~2018年，我校完成了地下管网自动测漏报警平台建设，累计安装测漏报警器288台，监测范围基本覆盖了全校供水管网和重要节点，实现了校区供水管网24小时在线监测和漏水预警。截止去年12月，平台共计检出大小漏点63处。

地下管网自动测漏报警平台的建设，解决了困扰我校多年的地下供水管网实时监测问题，为第一时间查找问题，消除供水安全隐患提供了信息化、智慧化的技术手段，节约了大量水资源。据统计，我校2019年用水量3454604吨，较2014年下降967254吨，降幅达21.87%，这些成绩的取得都是在克服学校科研任务不断加重、办学条件不断改善，建筑面积、用能人数不断增长情况下取得的，尤为不易。

## (二) 采用的主要节水技术原理及应用范围

目前，大量的调查研究表明，既有校园地下各类管网大多错综复杂，规划设计图纸历史久远，供水管网工程资料保存方式落后，难以与能源监管平台等实现有效的协同管理。此外，高校校园供水管网探漏技术大多采用传统的探漏方法——人工听音，通过人耳来检测承压水从漏点喷出产生的噪声来判断管道是否漏水及漏点位置。这样的探漏方法在人工成本、时效性、工作效率等方面有很大的局限性。

南京理工大学地下管网自动测漏报警平台从宏观（总体规划、综合平台的统一监管）和微观（迅速及时发现漏水问题，定位漏点、实时反馈）两个方面着手建设高效漏损监测及管控系统，为解决校园老旧管网漏水的难点问题提供可参考的技术解决方案。

### 1、技术原理

#### ①校园能源资源智慧综合监管平台

校园能源资源智慧综合监管平台基础框架就是校园三维能源资源可视化综合监管系统，它是以监管平台采集到的水、电、气能耗数据为支撑，通过远程控制模块，在智慧管理平台上全面实现校园用水、用电、用气三维可视化分项计量、实时监控、预警、智能分析等功能，为学校绿色校园建设与管理提供基础数据支撑和节能效果验证，总体设计架构如下图1所示。



图 1 本项目总体设计架构图

### ※数据采集层

整体基于internet网构建网络通讯体系，由分布安装在学校供水埋地总管和支管上的测漏报警器组成。测漏报警器无线传输实时管道振动数据至数据库，并且能够在系统平台上进行查询。

### ※相关数据库

通过收集整理相关图纸，现场实地考察、测绘，获得管径、管材等数据，以及测点周边实景照片等信息和地理数据，统一分类整编录入到数据库中。根据数据共享的程度划分，包括管网信息数据库、管壁振动信号数据库、地理信息数据库、用于历史整编数据存储的历史数据库等，采用同一个数据库下面建立不同用户和表空间来进行存储。

### ※数据库系统

数据库系统作为系统平台的一个重要的组成部分，是上层应用系统的基础，也是业务处理系统的核心，几乎所有业务数据的加工最后都依赖数据库系统来支持完成。平台所选用的数据库系统，采用已经在海量数据处理领域成熟应用的实时数据库，支持漏点数据的存储、处理、运算等，并包括实时数据库与历史数据库。

### ※应用支撑层

应用支撑层包括大数据分析及地下管网自动测漏报警平台。其中地下管网自动测漏报警平台包含多个软件平台，各软件平台在具体开发时进行统一的数据接口、功能、风格等方面的设计。

### ※业务应用层

业务应用层提供漏点音频振动信息自动统计分析、管网漏损漏点定位预警、管网漏损智能评估等功能，向用户提供对内业务管理门户和对外业务管理门户，帮助客户进行漏水预警。

#### ②地下管网自动测漏报警平台

地下管网自动测漏报警平台基于对管道振动信号的获取和分析来确定地下管道漏水情况，基本技术流程如图2所示。平台从研究管道渗漏的振动特征出发，包括信号的产生机理、幅度范围、频率特性、传播特性、噪声和干扰特性等，比较已有的数据干扰模型，排除影响

漏点判断的噪声干扰信号。在此分析的基础之上，根据泄漏信号特征制定信号调理方案，提高采集信号的信噪比，并且采用先进的基于大数据统计的人工智能算法来完成漏点的发现和定位工作。平台选用的测漏报警器采用低功耗的电子设备，在用水情况稳定的时间区间内定时进行数据采集，以最大程度降低复杂干扰条件下低信噪比数据采集的能耗。

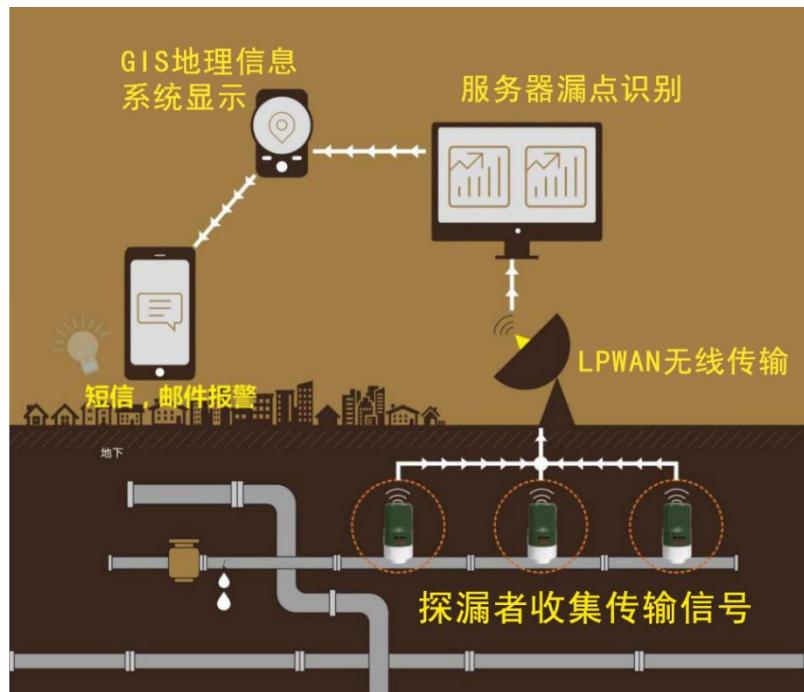


图 2 地下管网自动测漏报警平台技术流程

## 2、应用范围

通过对国内外行业状况的了解分析，当前能够用于管道漏水监测的技术主要有三种：传统型的人工听音探漏技术、DMA分区计量以及我校应用的供水管网自动测漏报警平台。

据我校调研，供水管网自动测漏报警平台于2012年启动研发，是针对国内管道的材质、型号特点而设计出的供水管网实时监控渗漏报警平台，这一平台主要提升了漏损查找的智慧化程度。相比传统的人工巡检检漏，可以将原有查找供水管网漏损的发现时间由1~3个月迅速缩短为1周，大大减少因为漏损而产生的水资源浪费。在数据收集上，采用了无线数据传输的方式，无须配套专门的设备去收集数据，而是直接的把数据发送到服务器中。并且，设备具有定时唤醒功能，

这一特点不仅提高了数据采集效率，同时还大幅度降低了使用单位的设备成本及人工成本。在软件上，采用大数据分析方法，根据相邻监测点的相关监测数据更精确的计算出漏水点的位置。在管理上，后台管理软件也可以并入到校园内的统一管理系统中，进行系统化管理，并且配合web端进行简单明了的操作。有关关键性能综合比较如表1所示。

表1 目前国内外漏水监测技术比较

技术类别	本项目探漏技术	DMA 分区计量	人工探漏
安装/探漏方式	磁铁吸附式安装，不破管，不停水	需停水、破管才能安装	人工听音
产品寿命	产品寿命 10 年，电池续航 5 年以上	每 2 年停水拆卸校准，产品寿命 5 年	---
可靠性	高强度外壳，IP68 防水，适应各种工作环境	计量范围有限，不同表计适应面有限	不稳定
漏水报警时效	连片覆盖，通过大数据统计分析，发现漏水情况及时报警	分级覆盖，通过计算用水差进行分析，时效差、统计周期长	单点巡查，往往是发现地面渗水或沉降、水压下降这些明显现象时才去探漏，不及时
漏水位置确定	通过大数据计算各探漏仪的相关数据，精准定位漏水位置	通过用水量差计算漏点区域，无法精确到点	凭个人经验、技术判断

由此可见，在我校应用的供水管网自动测漏报警平台适用性好、产品可靠度高、寿命长、定位精准且技术先进、时效性高，可广泛应用于独立园区、独立校区地下供水管网运行状态监测和漏水报警，项目具有可复制性、可移植性和可拓展性，应用前景十分广泛。

### (三) 具体内容

#### 1、改造前存在的问题

2015年，国管局、教育部试行部属高校能源资源消费数据会审制度后，我校通过与兄弟院校的沟通与交流，意识到水资源管理存在较大的漏洞，当年就开展了区域性水平衡测试和人工测漏工作，取得了一定的效果。但人工测漏的弊端也逐步显现，一是巡检周期比较长，往往漏点不能及时发现，经常是地面冒水，才会发现管道渗漏，漏水现象得不到有效控制；二是测漏仅凭个人经验进行判断，手段单一，

往往回遗漏一些微小漏点，漏水现象得不到有效遏制。为彻底解决供水管网渗漏问题，2016年，学校委托设计院就校区供水管网全面更新制定了设计方案，在项目立项过程中，评审专家、学校各个职能部门一致认为全面更新供水管网在我们这样一个老校区可行性不高，主要理由为：一、按设计方案，在不中断供水的情况下更新供水管网，必须要新建一套全新的供水管，但老校区的现状就是地下管线复杂，全面施工必然对现有道路、绿植破坏较大；二、更新供水管网，涉及到大量的停水，势必对教学、科研、生活秩序及学校安全稳定工作产生不利影响；三、由于老校区供水管网历史资料相对缺乏和不完备，施工存在一定的不确定因素。基于以上三点原因，学校决定暂缓实施供水管网全面更新计划，改为分区分片逐步推进管网更新工作，这就对供水管网查漏修漏工作提出了更高的要求。

## 2. 改造内容及采取的改造措施

为进一步缩短供水管网渗漏平均检出时间，减少水资源的消耗，我校结合实际开展了工作调研，引进了地下管网自动测漏报警平台技术，完成了项目改造建设任务。

改造内容主要分为以下三个部分，即振动感应层、工程基础设施和网络传输层。

### ①振动感应层—测漏报警器

供水管网测漏报警器（探漏者）底部采用强磁铁吸附构造，可轻松吸附在管道壁、法兰、阀门等位置，减轻施工难度缩短工期。仪器采用高强度工程塑料和不锈钢材质，耐压抗腐蚀，具有IP68防水等级；采用NB-IoT/LoRa无线物联网通讯技术，实现地下井内环境通信畅通；单个测漏报警器可实现最大250米范围内管道的探测，灵敏度远超传统探漏工具。测漏报警器安装示意图见图3。

### ②工程基础设施

工程基础设施分为测漏报警器直接安装和测漏报警器开挖安装，直接安装包含防盗设施；开挖安装包含开挖井、探漏者管壁安装设施、防盗设施等。

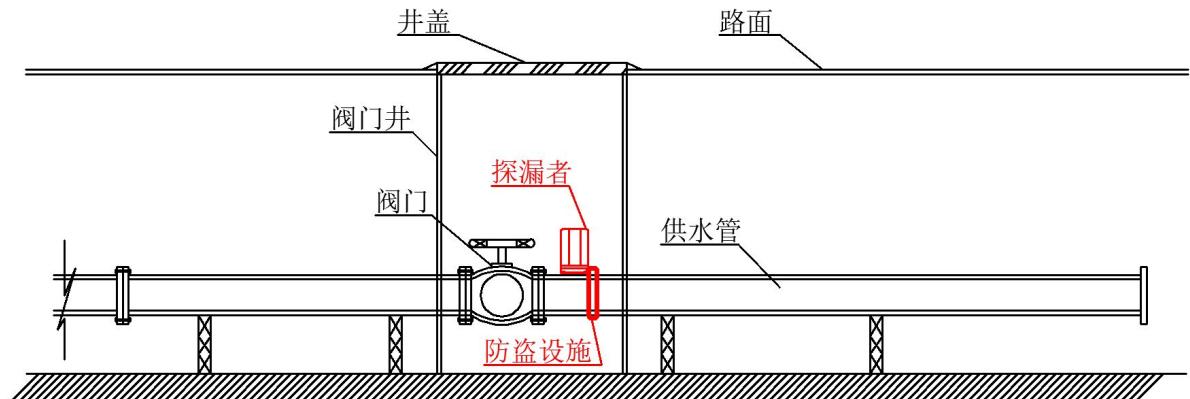


图 3 测漏报警器安装示意图

### ③ 网络传输层

网络传输层包括基站主设备、接入线，安装示意图见图4。

#### ※ 基站主设备

基站采用LoRa通讯制式，具有远距离、低功耗、低运维成本等特点。设备所有接头均做防水处理，工作稳定可靠。

#### ※ 接入线

电力线：采用220伏市电，通过POE电缆供电。

传输线：数据全无线方式收发，不需要传输线缆。

接地线：与建筑物联合地可靠连接。

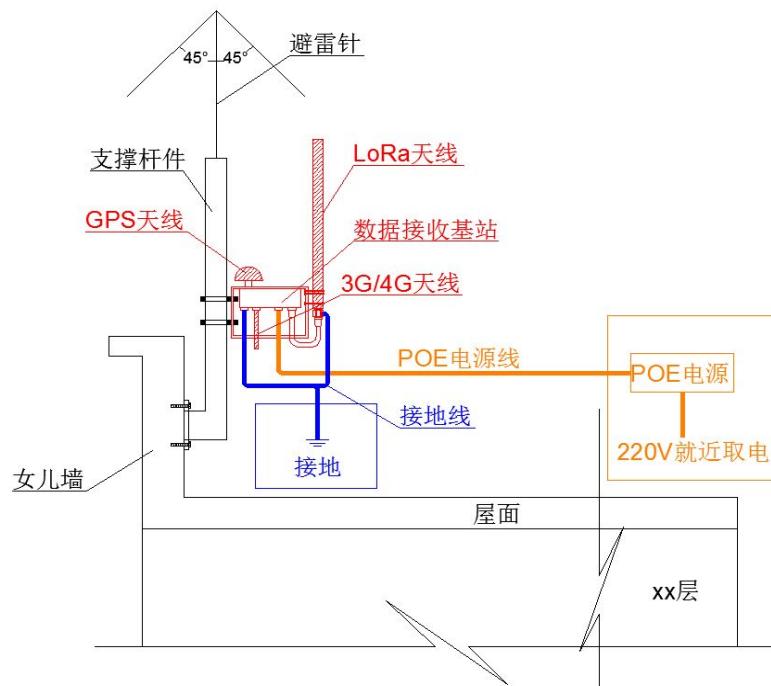


图 4 网络传输层安装示意图

### 3、改造后取得的效果

①实现了校园计量设备、监控设备、用能用水设备及综合管线“一张图”，构建绿色校园智慧管理平台数据共享和多平台兼容。

②截止2019年12月，平台共计检出大小漏点63处，在抵消了因用能人数、用能设备持续增加造成的学校用水量刚性增长后，我校近几年用水量一直呈下降趋势，累计节约水费开支281.12万元，取得了显著的经济效益和社会效益。

年度	用水量(吨)	与2016年相比节支(万元)	备注
2016年	3920791	/	
2017年	3785489	43.97	
2018年	3657280	85.64	
2019年	3454604	151.51	
小计		281.12	

注：用水量数据为学校总表计量数据，未扣减居民用户、生产经营单位、建筑工地用水量。

### (四) 项目实施情况

经过四年的努力，我校完成了地下管网自动测漏报警平台建设，实现了校区供水管网运行状况的智能监测和漏水报警，全面提升了水资源管理的智慧化和信息化程度。

#### 1、平台实时展现设备运行工况，供水管网漏损的实时监测情况

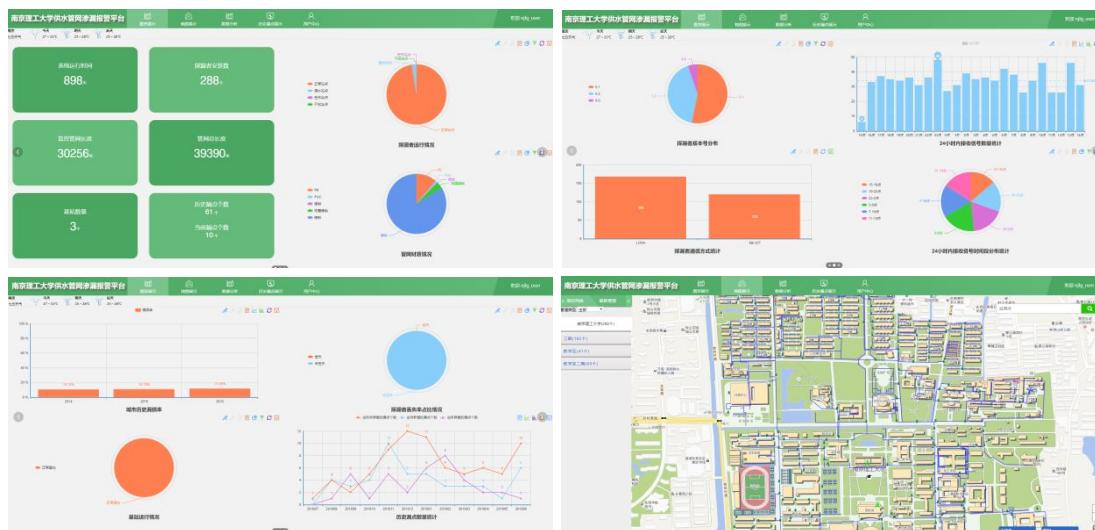


图5 平台管理界面

## 2、对漏水情况及时报警，提高漏水修复效率

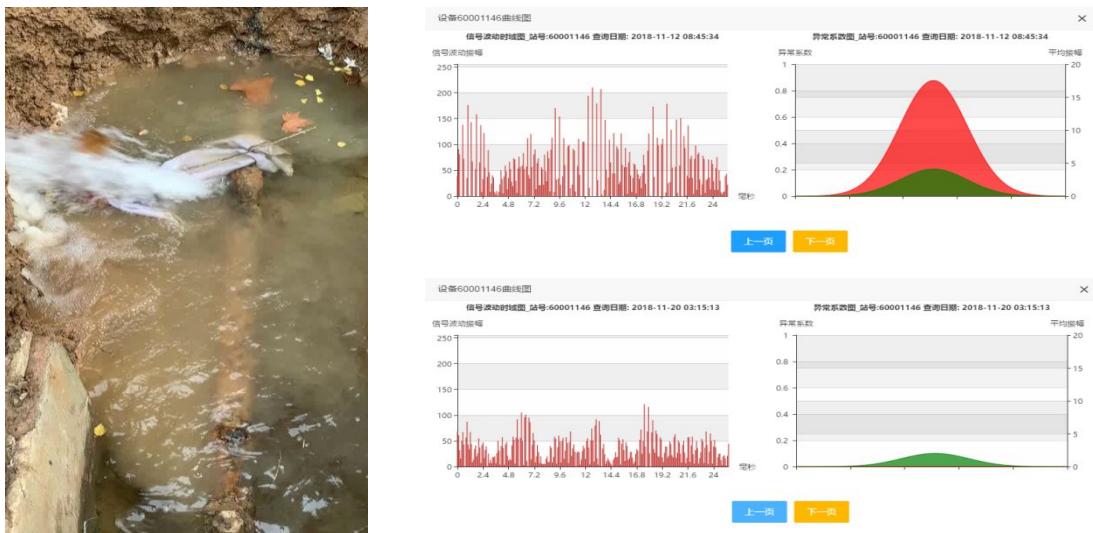


图 6 60001046 报警修复前后平台监测数据和漏点照片

## 3、定期巡检维护，保障平台持续发挥最佳功效



图 7 运维人员对现场进行定期设备巡检维护照片

### (五) 年节水量

#### 1、从近四年用水数据计算年节水量

年度	用水量(吨)	年节水量(吨)	备注
2016年	3920791	/	
2017年	3785489	135302	与2016年用
2018年	3657280	263511	水相比较
2019年	3454604	466187	
小计		865000	

我校2016年12月完成一期平台建设，故计算节水量从2017年1月起。年节水量=865000吨÷36月×12月=288333吨/年。

## 2、从测漏成果计算年节水量

项目运行以来，累计发现63个漏水点，具体测漏成果及累计节水计算见下表。

序号	设备 ID	地点	报警时间	估漏量 (t/h)	累计节水量 (t)	估计挽回 经济损失 (元)
1	90000053	第二化学楼三叉路口	2016. 12. 23	1	8,760	28,470
2	90000054	432 棠消防栓边	2016. 12. 23	1.5	504	1,638
3	90001007	学生第四宿舍	2017. 8. 10	0.5	168	546
4	90001002	教工浴室	2017. 8. 10	0.5	168	546
5	90001010	第十一宿舍背面	2017. 9. 18	0.5	4,380	14,235
6	90001028	十六舍 A 楼门牌下	2017. 9. 18	1.5	13,140	42,705
7	90001030	十六舍 A 楼	2017. 9. 18	1.5	13,140	42,705
8	90001062	图书馆东	2017. 10. 25	5	43,800	142,350
9	90001004	体育场北(洗手间内)	2017. 12. 6	6	52,560	170,820
10	90001004	体育场北(厂房内)	2017. 12. 6	5	43,800	142,350
11	90001186	教育超市对面	2017. 12. 6	3	26,280	85,410
12	90001061	207 栋南面	2018. 3. 14	5	43,800	142,350
13	90001022	老图书馆西南	2018. 3. 14	0.5	168	546
14	90001059	3 号桥岗亭边上	2018. 4. 19	6	52,560	170,820
15	巡检	机械工程学院	2018. 8. 13	3	26,280	85,410
16	巡检	纳米光电材料研究所	2018. 8. 13	0.5	168	546
17	巡检	电光学院路边草丛	2018. 8. 13	3	26,280	85,410
18	巡检	材料计算研究所阀门	2018. 8. 13	0.5	4,380	14,235
19	90001027	16 舍 B 楼门牌下	2018. 9. 14	1.5	13,140	42,705
20	90001077	383 棠门口	2018. 9. 17	0.5	4,380	14,235
21	90001077	383 棠 2 楼洗手间	2018. 9. 17	0.1	33.6	109
22	90001001	25 宿舍东北角	2018. 10. 14	0.5	4,380	14,235
23	90001027	16 舍宿舍楼内	2018. 10. 14	3	26,280	85,410
24	90001027	16 舍宿舍楼厕所内	2018. 10. 14	0.4	134.4	437
25	90001066	喷水池口	2018. 10. 17	0.5	4,380	14,235
26	60000355	7 栋 8 栋围墙外	2018. 11. 5	10	87,600	284,700
27	60000368	四区门口	2018. 11. 8	1.5	13,140	42,705
28	60001009	电焊部办公区	2018. 11. 8	0.5	4,380	14,235
29	60001046	79 棠经管学院侧面	2018. 11. 6	1.5	13,140	42,705
30	60001165	100 棠三叉路口	2018. 11. 7	2	17,520	56,940
31	60001194	住宅八区 541 棠	2018. 11. 6	0.5	4,380	14,235
32	60001207	住宅三区 511 棂	2018. 11. 5	0.3	2,628	8,541

33	60001220	水池边地下消防栓	2018.11.6	0.5	168	546
34	90001154	南宿舍区 29 栋后面	2018.11.7	1	336	1,092
序号	设备 ID	地点	报警时间	估漏量 (t/h)	累计节水量 (t)	估计挽回 经济损失 (元)
35	90001838	南宿舍区 32 舍	2018.11.7	0.5	4,380	14,235
36	60001172	168 栋西北角	2018.12.14	1	8,760	28,470
37	巡检	南区 28 舍西侧澡堂	2018.12.17	15	131,400	427,050
38	巡检	99 棟外	2018.12.17	0.5	168	546
39	巡检	15 棟围墙外	2018.12.17	1	8,760	28,470
40	巡检	十三宿舍楼内消防管	2018.12.18	1	8,760	28,470
41	60001141	149 栋西北角	2019.1.10	0.5	168	546
42	60001184	科技会堂东北角	2019.1.12	0.5	168	546
43	60000362	北大门内草地西侧	2019.1.12	0.3	100	325
44	60000316	31 栋北面偏西墙边	2019.1.12	1.5	13,140	42,705
45	60001198	512 栋西南面	2019.1.12	2	17,520	56,940
46	60001216	78 栋东北面	2019.2.23	0.5	168	546
47	巡检	实验教学楼二期东侧	2019.2.23	1	336	1,092
48	巡检	33 宿舍东侧	2019.2.23	1	8,760	28,470
49	巡检	智能楼门口	2019.3.18	0.5	4,380	14,235
50	巡检	材料科学与工程学院	2019.3.20	0.5	4,380	14,235
51	巡检	材料科学与工程学院	2019.3.20	3	26,280	85,410
52	60001166	通讯站西南角北 20 米	2019.4.14	5	43,800	142,350
53	巡检	第二教学楼附近	2019.4.15	1	8,760	28,470
54	90001778	29 宿舍南面草丛	2019.4.16	0.1	876	2,847
55	巡检	致远楼旁消防栓漏	2019.5.24	0.1	33	107
56	巡检	31 舍东侧花坛处	2019.6.6	15	131,400	427,050
57	90001030	16 舍 A 楼	2019.6.21	2	17,520	56,940
58	巡检	教工浴室	2019.6.21	0.1	876	2,847
59	巡检	东山综合楼一期	2019.6.22	1	8,760	28,470
60	巡检	575 栋二单元	2019.8.16	0.5	4,380	14,235
61	90001872	29 舍地下通道旁	2019.9.6	2	17,520	56,940
62	60001160	幼儿园	2019.11.5	2	17,520	56,940
63	巡检	17 舍走廊	2019.11.5	2	17,520	56,940
小计				129.9	1,062,949	3,454,584

### 计算方法说明：

※根据国际水协会 (IWA) 对漏点漏水量的计算标准，采用传统方式查漏，明漏平均发现修复的时间为14天，暗漏平均发现修复的时间为365天。上表累计节水量是根据两种不同查漏方式发现漏点的时间差来估算。

※水价按3.25元/吨计算。

※根据上表统计，平台运行以来累计节水量1062949吨，挽回经济损失约3454584元。年节水量=1062949吨÷36月×12月=354316吨/年。

### 3、综合节水量

考虑到学校用能的刚性增长，从用水数据计算出的节水量应小于实际节水量，因此，项目综合节水量以按测漏成果计算的年节水量为准，即354316吨/年。

### (六) 节水运营管理措施

目前，地下管网自动测漏报警平台由中标企业进行维护和日常运行管理，并提供以下运营管理措施：

**1、平台维护升级。**企业后台运维人员不间断测试，保证平台处于最佳工作状态，同时通过对平台界面和平台后台软件的升级，始终保持客户在使用最新的平台技术和软件功能。

**2、远程监控。**运维人员24小时对平台进行监控，及时更新设备在线情况、管网运行监测状况、漏水事件报警信息，维护历史探漏成果资料；在平台发现漏点时，除平台直观显视报警外，还自动发送短信提醒用户管理人员，方便用户掌握平台运行的一切信息。

**3、备份留存。**对用户测漏报警器历史工作状况进行长期有效的数据存储，并进行多次备份。（留存数据库为阿里云）

**4、定期巡检。**每月一次对已安装的测漏报警器进行实地巡检，排查探漏固件工作环境（管道井是否积水、安装位置是否偏移、探漏标牌标识是否缺失、井盖是否完好等）、基站工作状况预判断（避雷系统是否正常）并对学校平台进行操作（页面打开是否正常、GIS显示是否精确、操作页面显示是否正常等）。

**5、运营报告。**每月提供当月平台运维报告，包括总体运行情况、探漏者固件工作状况（远程控制）、当月频谱分析及下月工作计划。

**6、需求反馈。**用户在平台使用中可通过在线方式即时反馈软件应用问题及功能需求、建议等。



图 8 月度及年度的平台运维报告照片

### 三、案例示范性

#### (一) 技术上的先进性

##### 1、平台优势

地下管网自动测漏报警平台将测漏报警器分布于供水管网，可自动查找漏点，并将信号通过无线物联网技术传递给监控中心。监控中心实现对信号的识别和判读、数据存储、Web服务、信息发布。客户可以通过手机、电脑进行数据访问，接收监控中心发出的报警信息。其最大特点是可以实现实时监控，在无人值守的情况下，能够自动收集供水管网的漏水信号，有效、及时获知管道漏损情况。

该平台有以下几个优势特点：

- ①运用基于大数据统计的人工智能算法对漏水数据进行收集、自主学习，通过对数据的统一处理，能够适应多种复杂工况下的漏水情况，提高漏水识别能力；
- ②单个测漏报警器可以实现最大250米范围内的探测；
- ③设备容易安装，方便大量应用；

- ④低功耗设计，电池供电，电池续航在野外运行寿命超过5年；
- ⑤低功耗广域（LPWAN）应用于平台，性能远超普遍运用的GSM/GPRS通信技术；
- ⑥探漏者探头灵敏度远超传统探漏工具，能够处理传统探漏方法难于发现的复杂漏点情况。

## 2、革命性的物联网接入技术——LPWAN

低功耗广域（LPWAN）是为物联网应用中的M2M通信场景优化的，由电池供电的，低速率、超低功耗、低占空比的，以星型网络覆盖的远程无线网络通讯技术。该技术是近年国际上一种革命性的物联网接入技术，具有远距离、低功耗、低运维成本等特点，与WiFi蓝牙、ZigBee、GSM/GPRS等现有技术相比，LPWAN真正实现了大区域物联网低成本全覆盖。地下管网自动测漏报警平台创新性地引进了LPWAN技术，运用节点通讯模块，拥有极高的接收灵敏度和成熟的无线通信协议栈技术和优越的通信性能、超低的功耗以及易用易扩展性。在这一技术的融入后，平台能够实现：

- ①信号远传输距离，视距传输达到15公里；
- ②解决了以往由于井盖、积水等造成信号传输不畅的问题。

## 3、探漏装置的精确传感

探漏装置采用密封防水不锈钢外壳，防水等级达到IP68，采用强磁底座直接吸附在管壁上，安装方便。其探头由高灵敏度传感器、信号调理电路、低功耗数字信号处理器及非易失性数据存储器组成，可以分辨微弱振动信号。

## （二）管理模式的创新性

### 1、供水管网资料动态管理

GIS平台可视化呈现校内的供水管网图，资料完整并可实时更新，在运营维护工作中，可对地形地貌的更改或管道的更改进行实时更新，避免以往纸质和CAD等资料更新不及时的情况。

### 2、规范化日常管理

采用硬件软件共同运行，通过用户端口对管网信息进行监测和快

速查看，告别过去繁杂的人工巡查，为一种新型且主动的管理模式。

通过平台的任务管理功能，加强对用水设施的日常管理，定期巡检和维护，并每月形成完整的用水情况分析报告，杜绝跑冒滴漏、长流水等浪费水现象。

### 3、实现漏损控制精细化管理

通过地下管网自动测漏报警平台，对全校供水管网进行实时监测，可迅速发现漏点，预防小漏点逐步扩大为大漏点，在漏损前期便能够尽快的将漏情控制，并可通过长期的监测数据定期分析管网薄弱区，实现漏损控制的精细化管理。

## （三）较为突出的经济和社会效益

### 1、较为显著的经济效益

地下管网自动测漏报警平台建成后，可实现供水管网的全天候监测，可有效降低管网漏损率，减少水资源浪费，节约用水费用。据统计，我校已累计节水1062949吨，挽回经济损失约3454584元，年节水量达354316吨/年，经济效益十分显著。

### 2、较为突出的社会效益

节水是绿色学校创建的重要内容之一，通过开展节水项目建设，倡导节约用水的文明消费方式，树立自觉节水的社会风尚，以高校节水创建，带动全社会节水，对于建设资源节约型社会具有重要意义。此外，对全校管网实现主动、智能、精细化的漏损管理，可避免管道漏水后水管压力降低导致消防压力不够的消防安全风险；避免管道破损处与外界接触导致水质被污染的水质安全风险。

综上，南京理工大学地下管网自动测漏报警平台技术先进、节水成效显著，是较为典型的地下管网监测与漏水识别成功案例，具有较高的推广价值。