引文格式：牛永力,吕宝奇,贾宝,等. 基于HeNCORS的测量标志普查管理系统设计与实现[J]. 地理空间信息, 2024, 22(3): 91-94. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.03.022

基于HeNCORS的测量标志普查管理系统设计与实现

牛永力[1,2,3]，吕宝奇[1,2,3*]，贾　宝[1,2,3]，张小红[2,3,4]，郝亚茜[1,2,3]，禹　旭[1,2,3]
（1. 河南省测绘院，河南 郑州 450003；2. 河南理工大学 自然资源部矿山时空信息与生态修复重点实验室，河南 焦作 454003；
3. 河南省自然资源科技创新中心（北斗高精度定位与应用关键技术研究），河南 郑州 450003；
4. 郑州智象测绘信息技术有限公司，河南 郑州 450003）

摘　要：针对测量标志普查过程中存在的数据格式不一致、系统功能单一、定位精度不高等问题，综合利用Java、C# WinForm、地理信息等技术，提出了基于北斗位置服务的测量标志普查方法。基于HeNCORS的差分定位、普查软件桌面端和移动端、信息安全传输策略等关键技术，研发了基于HeNCORS的测量标志普查管理系统（App端和PC端），实现了与全国测量标志管理信息系统所需格式的无缝对接，提高了测量标志普查的效率和精度。实际应用表明，该系统具有成本低、操作便捷、易于规模化推广等优点，可为全省其他地市和县（区）测量标志普查工作提供参考。

关键词：HeNCORS；高精度定位；测量标志；管理系统
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）03-0091-04

Design and Implementation of Survey Mark Census Management System Based on HeNCORS

NIU Yongli[1,2,3], LYU Baoqi[1,2,3], JIA Bao[1,2,3], ZHANG Xiaohong[2,3,4], HAO Yaxi[1,2,3], YU Xu[1,2,3]
(1. Henan Institute of Surveying and Mapping, Zhengzhou 450003, China;
2. Key Laboratory of Mines Spatiotemporal Information and Ecological Restoration (MNR), Henan Poly-technic University, Jiaozuo 454003, China;
3. Henan Science and Technology Innovation Center of Natural Resources (Research on Key Technologies of Beidou High Precision Positioning and Application), Zhengzhou 450003, China;
4. Zhengzhou Zhixiang Surveying and Mapping Information Technology Co., Ltd., Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Aiming at the problems of inconsistent data format, single system function and low positioning accuracy in survey marker census process, we put forward survey marker census method based on Beidou location service by comprehensively utilizing Java, C# WinForm, geographical information and other technologies, and studied key technologies such as differential positioning based on HeNCORS, desktop and mobile census software and information security transmission strategy. We developed the survey mark census management system (App and PC) based on HeNCORS, which could realize seamless connection with the required format of national survey mark management information system, and improve the efficiency and accuracy of survey mark census. The practical application shows that the system has the advantages of low cost, convenient operation and easy popularization, and can provide reference for the survey marker census in other cities and counties (districts) in the province.

Key words: HeNCORS, high-precision positioning, survey marker, management system

随着我国经济社会文化的繁荣发展，人口素质不断提高，能源日益减少，人们对于自然资源开发利用与保护的需求持续上升。基础测绘是自然资源精细化管理和经济社会高质量发展的重要支撑。加强基础测绘能力建设对提升自然资源管理水平具有重要意义。测量标志是国家重要的基础设施，是测绘活动的基础和保障。建立并维护测量标志，在维护国家测绘基准安全，服务经济建设、国防建设、生态文明建设等方面发挥着重要作用[1-3]。测量标志是指标定地面测量控制点位置的标石、觇标以及其他用于测量的标记物，包括永久性测量标志和临时性测量标志[4-5]，采用全国测量标志管理信息系统进行统一管理。近年来一些测量标志在自然或人为因素影响下失去原有稳定性，影响了测绘活动的开展[6-7]。因此，全面开展测量标志普

收稿日期：2022-12-27。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（41001226）；国家重点研发计划资助项目（2016YFC08033103）。
第一作者简介：牛永力（1974—），本科，高级工程师，研究方向为测绘地理信息技术与应用，E-mail：hnchnyl@163.com。
通信作者：吕宝奇（1981—），本科，高级工程师，研究方向为3S集成与应用，E-mail：8867110@qq.com。

查，保持测量标志的完整性、稳定性，是当前基础测绘面临的迫切任务之一。

测量标志普查是一项系统性、持续性的工作，时间紧、任务重。如何提高普查工作的效率，是当前迫切需要解决的问题。测量标志普查过程中存在的问题包括：①传统手工管理方式操作十分不便，测量标志点难找、数据查询困难、信息化水平不高；②已普查的测量标志信息格式与全国测量标志管理信息系统所需格式不一致；③全国测量标志管理信息系统测重标志管理，忽视了普查内外业的业务联系，数据更新维护不及时；④测量标志普查采用传统定位方式，定位精度不高。针对测量标志普查、管理的实际业务需求以及上述问题，本文基于河南省卫星导航定位基准服务系统（HeNCORS）的信号，采用Android、C# WinForm、Microsoft Office Access、GIS等技术，设计研发了测量标志普查管理系统（移动端和桌面端），单点定位精度可达2.5~5 m[8]，解决了普查标志内外业信息协同编辑、批量导入导出等问题，实现了与全国测量标志管理信息系统的无缝衔接。鹤壁市测量标志普查的应用结果表明，该系统具有效率高、成本低、精度高等优点，可为全省其他地市和县（区）测量标志普查工作提供参考。

1 系统设计

1.1 总体架构

基于HeNCORS的测量标志普查系统采用多层系统架构（图1）。

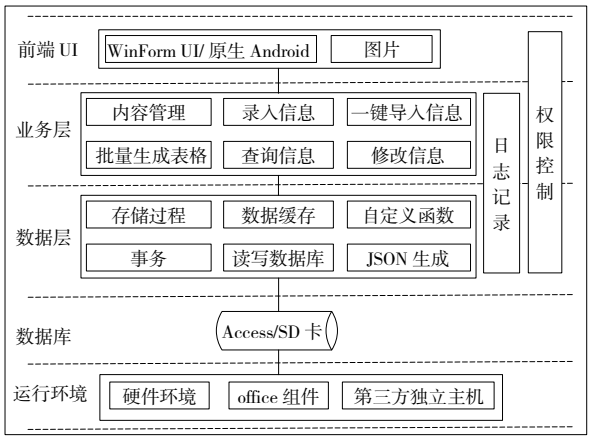


图1 系统总体架构

1）用户端包括移动端（App端）和桌面端（PC端）。App端是在原生Android的基础上采用Java语言设计的，PC端是基于C# WinForm研发的，二者在实际普查过程中互为补充，全面高精度地实现测量标志普查[9-17]。二者均采用MD5消息摘要算法进行不可逆加密，经管理员授权可为用户提供随机账户与密码。

2）业务层主要包含录入信息、拍照存档、获取位置与方向、内容管理、保存信息等内容。通过图像信号处理器实现拍照存档功能，通过事件源监听器实现信息的录入与保存，通过HeNCORS服务器与差分SDK实现测量标志点的高精度定位。

3）数据层包括存储过程、数据缓存、自定义函数、事务、读写数据库/SD卡信息、JSON生成等部分。

4）数据库/SD卡。PC端数据库是测量标志信息管理的核心和基础，本文采用Microsoft Office Access数据库，建立测量标志对应的数据库表，实现数据库的规范化管理以及数据查询与分析管理。App端执行外业测量标志普查时，将普查的点名、点号、标志分类、标志等级、标志质料、概略经纬度、高程、照片、方向角等存储在移动端的SD卡中。

5）运行环境包括硬件环境和软件环境。硬件环境要求处理器1 GHz及以上，内存1 GB及以上，显卡支持DirectX9 128 M及以上，显示器分辨率在1 024×768及以上。软件环境要求操作系统Windows XP sp3及以上，数据库Access版本2007及以上，Office版本2007及以上。

1.2 功能设计

PC端主要提供对空间数据的访问、编辑、输出等功能，包括录入信息、修改信息、生成信息表和批量处理JSON模块。录入信息模块主要是对测量标志的属性、附件、巡查、维修等信息进行数据录入、建库以及生成交换数据文件等。修改信息模块主要是对已录入数据库的测量标志信息进行修改编辑、并重新生成附件文件。生成信息表模块是根据录入信息生成的结果依次生成对应的Excel表格，表格记录测量标志属性、附件、巡查（普查）、维修、土地利用确权、迁建、保管等信息。批量处理JSON模块是将测量标志信息统一转换为全国测量标志管理信息系统所需格式。

App端主要用于测量标志的野外普查工作，运行于Android平台平板电脑上，主要包括属性信息、附件信息、巡查（普查）信息等模块。属性信息模块负责外业获取并记录测量标志点的点名、点号、原点号、标志分类、标志等级、标石类型、概略经纬度和高程等信息。附件信息模块用于获取测量标志点的附件类型、经纬度、照片和方位角信息。巡查（普查）信息模块用于获取并记录测量标志点的窖井情况、指示桩埋设情况、损毁原因、标志巡查情况等信息。

2　关键技术与流程

2.1　移动端测量标志普查管理系统

测量标志普查需要对每个测量标志点的属性、位置、现状等进行全方位的记录，而由于测量标志普查时测量标志数量较多，每个测量标志普查信息繁杂，因此本文在Android操作系统下利用Java的多线程进行编程，采用基于TCP协议的Socket通信方式，在保证字节流可靠性的同时使用户双方都可以主动发送信息，进而加快野外测量标志普查的响应速度。基于TCP协议的Socket通信的基本路径见图2。

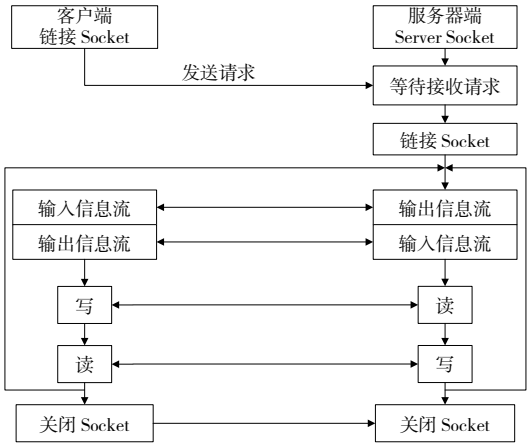


图2　基于TCP协议的Socket通信基本路径

2.2　基于C# WinForm的测量标志普查管理系统

通过测量标志普查管理系统（App端）获取了位置、方位角、照片等测量标志点的部分信息，还需利用某种工具转化这些信息，并对测量标志普查所需的全部成果信息进行补充。本文以.NET Framework为开发平台，基于C# WinForm研发了测量标志普查管理系统（PC端），有效解决了上述问题，实现了成果数据与全国测量标志管理信息系统的无缝对接。

2.3　基于HeNCORS的测量标志普查技术

基于HeNCORS的测量标志普查利用HeNCORS服务器获取差分数据流，首先对原始数据观测值进行多普勒平滑伪距处理，获得处理后的位置信息；再将其传输到HeNCORS服务器，获取更精准的差分信息，终端接收信息后，进行定位解算并返回高精度位置信息。采用测量标志普查管理系统（App端）获取定位点的高精度位置信息，采集其属性信息、附件信息、巡查（普查）信息，再将其导入测量标志普查管理系统（PC端），对普查信息进行修改与补充，生成测量标志信息表。

测量标志普查管理系统（App端）用于获取点名、概略经纬度、概略高程等测量标志属性信息，精准经纬度、照片、方位角等附件信息以及指示桩埋设情况、标志巡查情况等巡查（普查）信息。测量标志普查管理系统（PC端）接收App端获取的信息并进行标准化，生成与全国测量标志管理信息系统所需格式一致的测量标注普查信息，存入数据库。基于HeNCORS的测量标志普查系统充分利用HeNCORS高精度定位的优势，提高了定位精度，扩展了测量标志普查功能，解决了与全国测量标志管理信息系统格式不统一的问题，实现了测量标志普查的精准性与高效性，满足了测量标志高质量普查的要求。

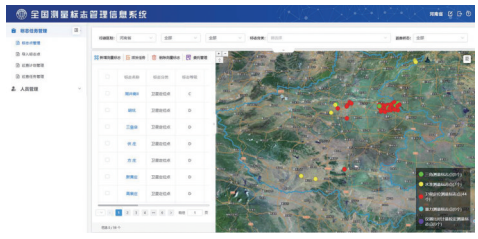
3　系统实现与应用

3.1　开发环境

测量标志普查管理系统（App端）基于Android Studio开发平台，采用Java的多线程开发技术；PC端以.NET Framework为开发平台，采用C#语言进行系统开发，二者的功能模块相辅相成，互为补充。系统主界面见图3。



a　App端主界面



b　PC端主界面

图3　系统主界面

3.2　系统应用

基于HeNCORS的测量标志普查管理系统已成功应用于鹤壁市测量标志点普查中。利用测量标志普查管理系统（App端）进行外业测量标志普查，获取并存储124个测量标志点的属性信息、附件信息、巡查（普查）信息。信息录入界面见图4，标志点统计见表1，可以看出，鹤壁市原始测量标志点124个，包括4大类、9小类。

在PC端对外业不方便或不用获取的信息进行补充，并可对已有测量标志点信息进行修改；再将测量

标志点信息批量生成与全国测量标志管理信息系统一致的JSON文件，并导入全国测量标志管理信息系统（图5）。由基于HeNCORS的测量标志普查管理系统可知，鹤壁市测量标志点共计117个（除去重复测量标志点7个），其中有效点位100个，占全部点位的85.5%；损毁点位17个，占全部点位的14.5%，因此鹤壁市测量标志点存在一定的损毁，需要及时采取有效措施对已损毁的测量标志点进行保护或重建。

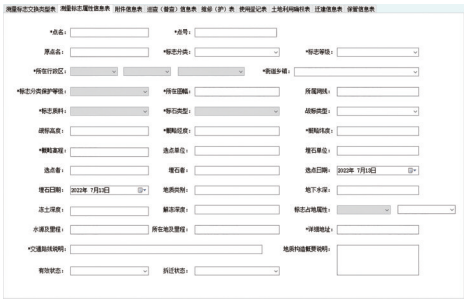


图4 测量标志属性信息表录入界面



图5 导入全国测量标志管理信息系统界面

表1 鹤壁市测量标志点普查信息统计表

县区	水准点		大地控制点				三角点		重力点	损毁点位	重复点位	合计
	Ⅰ等	Ⅱ等	GPS卫星大地控制点		卫星导航定位基准站		Ⅰ等	Ⅱ等				
			C级	D级	国家级	省级						
鹤山区	0	0	1	8	0	0	0	1	0	0	1	10（9）
山城区	0	0	1（0）	9（8）	0	0	0	0	0	2	0	10（8）
淇滨区	2（1）	0	2（0）	17	0	2	1	2（0）	0	5	1	26（20）
浚县	0	1	5（4）	30（28）	1	1	2（0）	2（0）	1	7	1	43（35）
淇县	7（4）	0	2	23	0	1	1	1	0	3	4	35（28）
合计	9（5）	1	11（7）	87（84）	1	4	4（2）	6（2）	1	17	7	124（100）

注：括号中数字为有效点位数。

4 结 语

根据测量标志普查的实际需求，结合当前测量标志管理存在的问题，本文引入了HeNCORS高精度定位技术，基于Java的多线程和C# WinForm开发了基于HeNCORS的测量标志普查管理系统（App端和PC端），完善了测量标志普查功能，提高了测量标志点的定位精度，统一了测量标志信息格式，为河南省全域测量标志普查提供了有力的技术支撑。

参考文献

[1] 自然资源部办公厅关于加强测量标志保护工作的通知:自然资办发[2020]52号 [S].

[2] 王红. 管好测量标志为经济建设服务[J]. 北京水利,1996(6):39-40

[3] 朱琳,高飞,张迁. 测量标志管理信息系统的设计与实现[J]. 测绘科学,2013,38(4):157-159

[4] 国家测绘地理信息局. 中华人民共和国测量标志保护条例[S].

[5] 高峰,宋伟东. 基于GIS的测量标志普查信息管理系统[J]. 测绘工程,2006,15(2):53-56

[6] 孙佳龙. 测量标志现状分析及保护措施[J]. 北京测绘,2022,36(5):624-628

[7] 王孝青,王永尚,张鹏,等. 全国测量标志现状调查分析[C]. 中国测绘地理信息学会,2016

[8] 肖琴琴,李桂稀. 北斗三号系统与其他导航卫星系统单点定位精度对比分析[J]. 中小企业管理与科技(中旬刊),2020(10):192-193

[9] 纪彦忠,陈祥葱,姜波. 基于GIS的测量标志管理系统设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息,2013,36(6):75-77

[10] 彭李,周勇,黄健. 测量标志巡查内外业一体化管理系统的设计与实现[J]. 城市勘测,2019(5):75-77

[11] 何福久. 测量标志普查信息管理系统的设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息,2018,41(4):161-163

[12] 余宗秋. 基于GIS和MIS的珠海市测量标志普查管理系统设计与实现[J]. 测绘,2019,42(5):217-221

[13] 李想,郝思宝,郭海泉,等. 基于Web Service的测量标志点巡检管理系统的设计[J]. 测绘与空间地理信息,2019,42(8):114-115

[14] 徐琳. 基于互联网的移动GIS及其在测量标志信息管理中的应用[J]. 现代测绘,2011,34(4):46-48

[15] 彭李,黄健,王颖萍. 基于Android平台的测量标志巡查管理系统[C]//湖南省测绘地理信息学会. 全国测绘科技信息网中南分网第31次学术信息交流会论文集,2017:384-387

[16] 黄李雄,陈颖,夏宋鹏程. 基于MySQL的测量标志点可视化管理与导航寻点系统[J]. 测绘地理信息,2020,45(2):60-63

[17] 王涛涛. 基于WebGIS的测量标志管理信息系统设计与实现[J]. 地理空间信息,2018,16(5):64-66