

地下管线探测成果的质量检验方法



解智强¹, 李俊娟², 郭贵洲³, 倪津²

(1. 昆明市城市地下管线探测管理办公室, 云南 昆明 650011;

2. 云南省测绘产品检测站, 云南 昆明 650034; 3. 湖北省地图院, 湖北 武汉 430071)

摘要:在对大区域地下管线探测数据检查过程中充分考虑了地下管线隐蔽性对探测成果的影响;在数据检查工作中采用科学流程、标准制定、样本控制、GIS辅助等科学合理手段,有效提高了检验效率,保证了成果质量。

关键词:城市地下管线探测;质量特性;质量评定;数据质量控制

中图分类号: P208

文献标志码: B

文章编号: 1672-4623 (2012) 01-0129-03

昆明市城市地下管线探测项目历时2年,完成了昆明市主城区330 km²范围内的城市地下管线普查探测工作,共普查给水、排水(雨水、污水、合流)、电信、煤气、热力、电力、工业和有线电视8种管线总长7783 km、管线点共约462 500个,绘制1:500综合管线图3 520幅;同时以标准化探测数据为核心,建立昆明市地下管线信息管理系统,使地下管线探测数据及时入库管理。该项目需要在有限时间内完成海量地下管线合格数据的采集与管理,对项目的管理特别是质量控制提出了严格的要求。

1 探测成果特点及对质量检验的影响

本项目成果具有明显的特点,并对质量检验影响重大。

1) 成果数据精度基础强。项目利用昆明市主城区一、二级GPS及三、四等水准控制网,以昆明市主城区1:500带状地形图为基础。通过对测区内的地下管线进行探测,确定其平面位置、埋深、管径、材质、走向(流向)、规格、窨井属性、井盖属性、管线点属性等基本情况,形成较完整的地下管线探测资料和准确的空间位置信息。成果数据分为2种:综合管线图形文件的数据格式是AutoCAD2008的DWG格式,管线数据库文件的数据格式是MDB格式。按1:500标准分幅的综合管线图纸的图幅规格是50 cm × 50 cm。

2) 项目严格分区实施。项目共涉及昆明市主城区4个行政区。在行政区域范围内又以道路、居民地等地理要素划分测区单元,共分为12个测区,每个测区由一家探测单位独立完成普查工作,原则上同一个行政区域内划分的测区单元分别应由不同的测量单位进行普查。

3) 管线专业特点强。地下管线种类复杂,专业性

强,探测中测量采集的数据量大、属性要素种类多。地下管线的专业特性各不相同。管线点、管线的属性项各有30多项,附属物边界数据的属性项有近20项,其他还包括测区基本信息数据、图幅基本数据、管线注记数据、图上点号注记数据,因此成果数据库的数据表结构复杂属性数据量大。

4) 项目成果质量特征不同。项目共有4家探测单位参与,各单位对普查规范、数据规定的理解掌握不同,工作方法的细微差别,导致成果数据的质量特性有所不同^[1]。

上述特点要求地下管线质量检验要做到:成果形成过程全面检查;测区接边检查必要而关键;属性检查需要科学实施;针对不同的作业单位使用不同的检验手段。

2 地下管线质量检验方案及内容

针对上述问题,项目采用行政区划和测区划分,并设计科学的流程,逐一进行解决,以促进地下管线质量的控制水平提升。

2.1 质量检验的工作流程设计

根据实际情况,昆明市主城区地下管线普查成果质量检验的工作内容限于成果普查范围内,主要分为以下4个项目:新布设一、二级GPS控制网测量成果质量检验;新布设三等水准测量成果质量检验;1:500带状地形图成果质量检验;地下管线探测成果质量检验。本文主要是论述第4条,即地下管线探测成果质量检验的方法^[2],流程设计详见图1。

2.2 地下管线探测成果的检查内容

昆明市城市地下管线探测考虑到工程的复杂性及实际情况,质量分级与定权十分重要,因为它可以在项目质量得到保证的前提条件下最大程度的满足工期

收稿日期: 2011-08-11

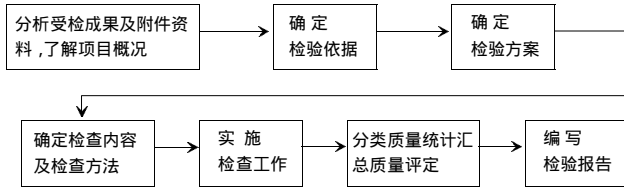


图 1 昆明市城市地下管线探测质量检验工作流程图

要求。本项目根据工程实际,设计了科学合理的定权手段,在质量检验工作中对地下管线探测的质量特性分级定权和详查内容见图 2。

一级质量特性	权	二级质量特性	权	详查内容
数学精度	0.25	探测精度	0.50	1) 明显管线点埋深中误差 2) 隐蔽管线点埋深中误差 3) 隐蔽管线点平面位置中误差
		测量精度	0.50	1) 管线点平面位置中误差 2) 管线点高程中误差 3) 管线点及邻近地物间距离中误差
数据及结构正确性	0.15			1) 文件命名、数据组织正确性 2) 数据格式的正确性 3) 要素分层的正确性、完备性 4) 入库数据与原始数据一致性
地理精度	0.30			1) 管线数据各管线属性的齐全性、正确性、合理性 2) 管线图注记和符号的正确性、完整性 3) 管线探查和测量综合取舍的合理性
整饰质量	0.10			1) 符号、线划质量 2) 图廓外整饰质量 3) 注记质量 4) 接边质量
资料质量	0.20			1) 技术设计等技术文档的正确性、完整性 2) 成果资料的齐全性 3) 各类报告、附图(接合图、网图)、附表、簿册整饰的规范性 4) 资料装帧

图 2 昆明市城市地下管线探测质量评价设计

上述质量检查与控制手段考虑了本项目的特点,在数学精度、地理精度、资料质量等几方面进行权重增加,而对地图的整饰质量则进行权重减弱,此举有效保证质量实施的基础上,满足了质量实现特点^[3]。

3 地下管线探测项目质量检查实践

3.1 根据质量特性划分检验方法

1) 地下管线数学精度检测。对于明显、隐蔽管线点的埋深及平面位置中误差,我们运用重复探测的方法采集数据,进而计算得出较差,在超差率符合规范要求的情况下统计检测中误差;同时依据规范对隐蔽点进行必要开挖验证作业。对于管线点测量精度的检测,我们采用电子全站仪外业散点法进行数据采集和数据统计分析,对成果质量量化评定。

2) 要素质量检验。

数据及结构正确性的检验:采用管线成果数据批处理子系统、Access 2003 对成果数据的文件命名、数据组织、数据格式、要素分层、属性代码、属性接边的正确性、完备性进行检验。

地理精度的检验:采用室内检查和外业对照检查相结合的方法对地理精度的详查内容进行检验,即回放地下综合管线图室内判读,机助管线图形数据、数据库管线成图检查和实地巡视检查相结合的方式。

整饰质量的检验:按照图式和规范要求,对 1 500 综合管线图打印图纸的图面整饰进行检验。图廓数学基础的检测,用方格网尺量取图廓各项实际值,求出与理论值之差,最终计算和统计出质量综合得分。

3) 资料质量的检验。对技术设计、技术总结、生产单位的自检报告等项目匹配技术文档资料的完整性及内容进行检查。

3.2 根据检查手段划分检查方法

1) 外业重复探测法:本方法主要用于项目的数学精度、地理精度检验,通过对样本进行外业检验和重复探查计算并统计出样本的数学精度和地理精度。

对于明显管线点的外业重复探测:在抽检样本 1 500 综合地下管线图所标示的各类管线位置的基础上实地核查,查明抽检的管线的性质和类型。对明显管线点上所裸露的地下管线及其附属设施作详细调查、记录和量测。明显管线点的抽样检查应按照抽样范围体现分布均匀、合理、代表性和随机性的原则。明显管线点的各种数据需开井量测,采用经检验的钢尺量测,记录下可以准确量测的数据值。检验的重点之一采用同精度重复量测的方法,使用经校验的钢卷尺、水平尺、重锤线及“L”形专用量测工具检查明显管线点埋深的量测精度。

对于隐蔽管线点的开挖验证:对隐蔽管线点的质量检查通常采用探测仪器同精度重复探测、探地雷达监测与开挖验证相结合的综合方法进行。隐蔽管线点质量检查的方法应根据检查方法的可靠性、经济合理性和检查条件进行选择。开挖验证是最直观可靠的,因此对易于开挖的地段,应尽量采用开挖验证的方法检查,其他方法进行辅助检查。开挖验证是在抽检样本 1 500 综合地下管线图所标示的各类隐蔽管线点的位置,采用绑点的方法,抽样实地开挖验证;开挖点数不小于隐蔽管线点总数的 0.5%。开挖检查应按分布均匀、合理、有代表性和随机性的原则进行抽样。开挖尽量选择隐蔽点位于人行道铺设地砖的地段,检查过程详见图 3。



图 3 地下管线探测成果现场开井检查

开挖点检查采用破土开挖的方法,个别给水管线

点采用钢钎触探、仪器重新测定平面位置的方法；重点是用经校验的钢尺量测平面差值及埋深。

电子全站仪外业散点法采集数据。它主要是指对于测量精度的检查。随机抽取测区内样本图幅的综合地下管线点进行设站检查。样本抽取原则：在测区内分布均匀、在各种管线内分布具有代表性。检测的数量可视管线点的复杂程度分别选择 25 ~ 50 点/幅，最后用检测坐标与原始坐标进行比较计算出管线点的测量精度。采用 GNSS 测量系统 RTK 技术和全站仪外业进行，重复设站检查。以同精度采集的方法对地物点、管线点的坐标和高程进行检查。对地物点、管线点间距的检查，应采用以经检验的钢卷尺丈量^[4]。

2) 计算机辅助检查(数据质量检查)。昆明市城市地下管线探测工程使用数字化的检查控制手段，通过程序控制实现部分地下管线的数据在内业完成检查处理，主要是对数据及结构的正确性和地理精度进行检查。在管线成果数据批处理子系统的相应检查菜单中和 Access 2003 软件下的人工浏览附加脚本检查。对数据库格式、数据成图、数据逻辑、管线图形数据 4 个方面进行深入详细地检查^[5]。数据质量检查包括 40 余项检查内容，通过这些检查内容对数据质量实现有效控制(见图 4)。

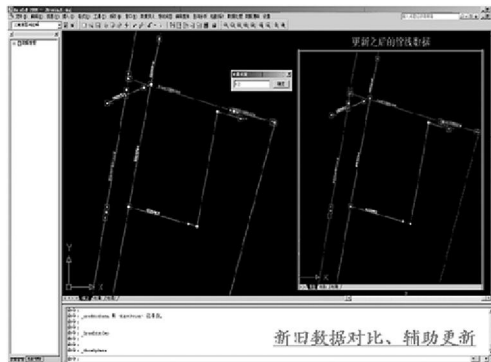


图 4 地下管线数据质量检查

3) 分类质量统计汇总质量评定。内业统计作业主要是采用 Excel 2003 软件进行数据录入及制表统计工作。录入的数据主要是指对于探测成果的各项质量元素进行质量检验获得的数据以及各测量单位的普查数据。测量单位的普查数据可通过在管线检查软件中，利用重复检测记录下来的管线点图上点号与连接点号来关联数据库查询获得相应的普查数据。管线点埋深测量精度以生产单位普查的埋深值与重复检测的埋

深值较差统计的中误差 $m_{0.67}$ 来衡量。全站仪外业散点法采集的数据在 AutoCAD 平台下展绘检测点，直接量取检测点与原测点间的平面较差和高程较差计算测量精度。资料质量以测区为单元进行统计汇总。统计项目包括各类纸质的成果资料包括 1:500 综合管线图纸、管线探查手簿、观测手簿、技术设计、总结、自检报告等附件质量。数学精度以测区为单元进行统计汇总^[6-7]。分图幅统计地理精度、整饰质量、数据及结构正确性，最后汇总为以行政区划或测量单位为单元的最终统计结果。

4 结 语

通过本项目对质量检验手段的设定及成果质量评价体系的建立，笔者认为，在将来的城市地下管线探测相应工程实践过程中，下列经验值得借鉴：地下管线的普查探测项目的代表性区域的选择在工程进行过程中十分重要，通过对具有代表性区域的重点检查，能够实现举一反三，促进探测队伍针对出现的普遍存在的问题进行重点整改，并以此促进项目质量的整体提升；有效地检查手段及权设置能够保证项目在满足质量要求下顺利实践，检查手段的设置合理科学即能够满足工程的质量条件又能够满足工期的要求；GIS 技术在现代地下管线质量检验中能够有效提升数据成果的质量应用，通过 GIS 方法对数据质量进行跟踪，能够在最大程度上减少人工介入的工作，在客观、真实的数据基础上促进地下管线普查探测数据质量的提升，这是本工程按期完成的关键环节之一，并值得在其他地下管线项目实现工程中得到广泛推广。

参考文献

- [1] 区福邦.城市地下管线普查技术研究与应用[M].南京:东南大学出版社,1998
- [2] 周凤林,洪立波.城市地下管线探测技术手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1998
- [3] CJJ61-2003.城市地下管线探测技术规程[S].
- [4] 2009 版测绘成果质量检查与验收等系列标准[S].
- [5] KGX-2007.昆明市地下管线普查探测技术规程[S].
- [6] CJJ8-99.城市测量规范[S].
- [7] 田庆福,杨宁,刘文伍.城市地下管线探测质量评定的一种方法——“权重法”[J].城市勘测,2007(4):64-67

第一作者简介：解智强，博士，高级工程师，主要从事地图学与地理信息系统（地下管线信息化）应用研究。

other two methods .

Key words remote sensing image fusion, ALOS, land cover, classification (Page:116)

Application of ArcGIS Vector Data Spatial Analysis in Urban Apartment Selection by YANG Jing

Abstract This study introduced the buffer analysis and overlay analysis in the spatial analysis of ArcGIS vector data. The two spatial analytic capabilities could be utilized to help potential buyers narrow down suitable zones by classify different zones and analyzing the practical situation in choosing apartments in the urban areas.

Key words spatial analysis, buffer analysis, overlay analysis, zone classification (Page:119)

Issues of MapGIS to ArcGIS Data Conversion Process

by YANG Xiaochao

Abstract Spatial data conversion is an effective way to increase utilization and reduce duplicate collection of spatial data . Studying the spatial data format conversion can help to significantly improve work efficiency. This paper analyzed the characteristics of MapGIS, ArcGIS software, and explored the problems encountered during the conversion process. It especially analyzed the file corresponding conversion relationship between changes in properties of the field, Figure contour points, and found solutions . It made full use of two complementary advantages of software, so that to maximize sharing of data resources.

Key words MapGIS , ArcGIS , data format conversion (Page:121)

Topographic Map Scanning Digitization and Precision Analysis Based on CASS7.0 by CHEN Nan

Abstract The topographic map scanning digitization is an important acquisition method for GIS data, which has become the mainstream of the map digitization. This article introduced the scanning digitization's basic principle and the implementation process and with 1:500 existing topographic map for data sources, using professional software CASS7.0 realized the whole production process of the map scanning digitization. It discussed the scanning digital mapping the main error sources and analysed the calibration accuracy and precision of vector in the process of scanning and digitizing.

Key words scanning digitization , gamma correction , precision analysis , CASS7.0 (Page:124)

MapX-based Mine Hydrogeology Information Management System by LONG Yang

Abstract This paper expounded the overall design of MapX-based Mine Hydrogeology Information Management System, realized the mine hydrogeology data management, maintenance, share and thematic map drawing by using re-development on MapInfo GIS software, the software offered help to hydrogeology information management work.

Key words MapX, GIS, hydrogeology (Page:127)

Quality Testing Methods of Underground Pipeline Detection Results by XIE Zhiqiang

Abstract In the large area underground pipeline detection data checking process , it fully considered the hidden nature of its detection outcomes. We used scientific procedures, standards, sample control, GIS aids scientific and rational means to improve the efficiency of the inspection and ensure the quality of the outcome.

Key words urban underground pipeline detection, quality characteristics, quality assessment, data quality control (Page:129)

Design and Data Analysis of Settlement Observation Based on a New Home Construction in Chengdu by LI Yong

Abstract This paper summarized the new project of Jinniu district,

Hou B group (a section of building no. 4) settlement observation engineering basic situation, including the benchmarks laid and detailed discussion of benchmark nets stability, through monitoring data analysis of the building deformation and made corresponding conclusions.

Key words settlement benchmark , data analysis (Page:132)

Development of Data Processing Systems for Total Station Memory Records Observations by LIU Jiankai

Abstract In the process of traverse field observations, using the electronic record book for total station memory mode, against its data logging functions, we made the extraction of lead observations, the secondary development of computing, and data processing corresponding. Full using of its code measurements function, we developed the data processing module, the extraction of data automatically and converted them to the standard adjustment file that adjustment software could recognize , reduce labor intensity and the workload of outside the inside.

Key words Traverse observations , memory record , data processing (Page:134)

Application of Chaotic Theory in Deformation Analysis and prediction by LU Jinjin

Abstract Due to environmental factors and instruments impactation , the deformation monitor can be seen as a complex system, and the parameters are uncertain and random, to show the complexity of the nonlinear behavior. The paper used the modern chaotic theory to solve the time series of monitor deformation, and discussed the chaotic theory and prediction method. The example showed that chaotic time series method can get a better accuracy.

Key words deformation monitoring , chaotic time series prediction (Page:137)

Application Experiment of SmartStation to Cadastral Inventory Based on the Second Investigation of National land

by MEI Xiaodan

Abstract Taking the cadastral inventory of the Sanchahe town in Fuyu county as an example, this paper discussed the application of Leica's SmartStation in cadastral inventory based on the second investigation of national land. By compared the model of Leica's SmartStation without control points with the normal mapping model in accuracy and efficiency, it came to a conclusion that the former was a best way to improve the operational efficiency measurement in field survey . At the same time, this experiment was general and portable , which had a certain importance to make further promotion in the field and space of super-station instruments.

Key words the second investigation of national land , SmartStation , cadastral inventory , accuracy assessment , the mode of location and measurement (Page:139)

Analyze Chaos of Deformation Monitoring Data

by YUAN Changmao

Abstract This paper described the Lyapunov index method and the correlation dimension method of deformation data, and discussed the calculation of deformation monitoring data Lyapunov exponent and correlation dimension. Finally, it showed a practical example with dam observation data.

Key words deformation monitoring, chaos, Lyapunov exponent, correlation dimension, phase space reconstruction (Page:142)

Design and Data Analysis of Settlement Observation of Construction by YANG Jianrong

Abstract This paper summarized basic situation of settlement observational engineering which located in longquanyi district south road of