

城镇燃气 GIS 中空间数据质量控制方法及精度评估研究

陈炜波

杭州中燃城市燃气发展有限公司 浙江杭州 311200

DOI:10.12238/ems.v7i12.16451

[摘要] 在城镇燃气管理领域,地理信息系统(GIS)发挥着日益重要的作用。城镇燃气GIS中的空间数据是系统运行和决策的基础,其质量和精度直接影响到燃气设施管理、规划和应急响应效果。然而,由于数据来源广泛、采集方式多样等原因,空间数据质量参差不齐,存在误差和不确定性。因此,研究城镇燃气GIS中空间数据质量控制方法及精度评估具有重要的现实意义,能够提高数据可靠性,为城镇燃气的高效管理提供有力支持。

[关键词] 城镇燃气GIS; 空间数据; 质量控制方法; 精度评估

引言

城镇燃气系统的高效运行与管理,对于保障居民生活和工业生产至关重要。地理信息系统(GIS)凭借其强大的空间分析和数据管理能力,在城镇燃气领域得到广泛应用。城镇燃气GIS中的空间数据包含了燃气设施的位置、属性等关键信息,是进行管网规划、维护和应急处理的重要依据。然而,由于数据获取方式多样、数据处理过程复杂等因素,空间数据的质量和精度往往难以保证。开展城镇燃气GIS中空间数据质量控制方法及精度评估研究,具有重要的理论和实践价值。

1. 城镇燃气GIS空间数据概述

1.1 空间数据的定义与特点

城镇燃气GIS中的空间数据,简单来说,就是和城镇燃气相关的、带有空间位置信息的数据。这些数据就像是一张精准的地图,能把燃气设施在地理空间中的模样清晰展现出来。它描述了燃气设施的位置、分布,还有它们之间的相互关系。

空间数据有一些独特的属性和特征。首先是空间定位性,这就好比给每个燃气设施都贴上了一个精确的“地址标签”。通过这个属性,能明确知道燃气管道具体沿着哪条街道铺设、阀门安装在哪个角落。其次是多维性,它可不只是简单的平面信息,还可能包含高程等三维信息。而且,空间数据的时效性也非常重要。因为城镇的燃气设施会不断建设和更新,像新铺设了一段管道或者新增了一个燃气站,空间数据就得及时跟上这些变化,这样才能保证数据准确有效,为燃气管理提供可靠的依据。

1.2 空间数据的类型与来源

城镇燃气GIS里常见的空间数据类型有矢量数据和栅格

数据。矢量数据是用点、线、面这些几何元素来表示燃气设施的。打个比方,用点可以表示燃气表的位置,用线能表示燃气管道的走向,用面则可以表示燃气储存站的范围。栅格数据呢,是把地理空间划分成一个个小网格,每个网格对应一个值来代表某种属性。例如,用栅格数据可以表示燃气管道周边的地形地貌,不同的网格值代表不同的地形高度。

它们的来源途径也各有不同。矢量数据可以通过实地测量得到。工作人员拿着测量仪器,像GPS设备,到现场去测量燃气设施的位置坐标,然后把这些数据整理成矢量数据。另外,已有的设计图纸也是矢量数据的一个重要来源。燃气管道在设计阶段就有详细的图纸,从这些图纸中可以提取出管道的走向、长度等信息,转化为矢量数据。栅格数据主要通过卫星遥感影像、航空摄影等方式获取。^[1]

1.3 空间数据在城镇燃气管理中的作用

在燃气设施布局规划方面,空间数据可是起着关键作用。通过对空间数据的分析,可以了解城镇不同区域的燃气需求情况。比如,人口密集的区域燃气需求量大,通过空间数据就能直观地看到这些区域的分布。再结合地形、交通等因素,就能合理规划燃气管道的走向和燃气站的位置。这样一来,燃气设施的布局会更加科学合理,既能满足居民的需求,又能提高燃气供应的效率。

在运行监测和故障抢修方面,空间数据同样不可或缺。利用空间数据可以实时监测燃气设施的运行状态。一旦某个位置的燃气压力出现异常,系统能根据空间数据快速定位故障点。在抢修的时候,还能根据空间数据规划最佳的抢修路线。抢修人员可以避开拥堵的路段,尽快到达故障现场,减少故障对居民生活的影响,保障燃气的安全稳定供应。

2. 城镇燃气GIS空间数据质量问题分析

2.1 数据采集过程中的误差分析

在空间数据采集阶段, 测量和遥感等过程都可能产生误差。测量过程中, 设备精度不足是一个常见的误差来源。比如说, 使用的测量仪器可能由于长时间使用出现了磨损, 或者本身的设计精度就有限, 这就会导致采集的数据和实际情况存在偏差。就像用一把刻度不太精确的尺子去测量物体长度, 得到的结果肯定是不准确的。而且, 环境干扰也会对测量结果产生很大影响。在复杂的地理环境中, 比如山区或者高楼林立的城市, 信号可能会受到遮挡或者干扰。测量仪器接收不到准确的信号, 采集到的数据就会出现偏差。

遥感过程中, 传感器的性能会直接影响数据质量。不同的传感器在分辨率、光谱范围等方面存在差异。如果传感器的分辨率不够高, 采集到的影像就会模糊不清, 很多细节信息就会丢失。比如, 在监测燃气管道周边的地形地貌时, 如果分辨率低, 一些小的地形变化就无法准确识别。同时, 天气等自然因素也会干扰遥感数据的采集。在云层比较厚的时候, 卫星或者飞机拍摄的影像会被云层遮挡, 部分信息就无法获取, 导致采集到的数据不完整。

2.2 数据处理与存储中的质量问题

在数据处理阶段, 编辑和转换操作可能会引发数据丢失和变形问题。编辑过程中, 如果操作人员不小心误删了某些关键数据, 就会造成数据的丢失。比如在对燃气管道的空间数据进行编辑时, 不小心删除了某个管道节点的信息, 那么后续基于这些数据进行的分析和决策就会受到影响。而在数据转换时, 不同的数据格式之间进行转换可能会导致数据的部分信息丢失或出现位置偏差。

数据存储过程也存在质量隐患。存储设备的稳定性和可靠性至关重要。如果存储设备出现故障, 比如硬盘损坏或者存储服务器崩溃, 可能会导致数据损坏或丢失。而且, 随着时间的推移, 存储的数据可能会因为各种原因出现损坏。^[2]比如存储介质老化、受到磁场干扰等, 这些都会影响数据的完整性和可用性。一旦数据出现问题, 就无法为城镇燃气的管理和决策提供准确的支持。

2.3 数据更新过程中的质量隐患

数据更新时, 时间差异是导致空间数据质量下降的一个重要因素。由于燃气管线的建设和改造是持续进行的, 如果数据更新不及时, 就会使信息与实际状况不符。比如, 新铺设的燃气管线没有及时更新到GIS系统中, 在进行燃气设施

的规划和维护时, 就会依据过时的数据做出错误的决策。像安排巡检路线时, 可能会忽略新铺设的管线, 从而影响整个燃气系统的安全运行。

信息不完整也是数据更新过程中的一个问题。在更新数据时, 如果获取的信息不全面, 就会导致更新后的空间数据存在缺陷。例如, 只更新了部分管线的信息, 而忽略了与之相关的附属设施信息, 如阀门、调压站等。这样在进行燃气系统的分析和和管理时, 就无法全面了解整个系统的运行情况, 影响对燃气设施的准确评估和有效管理。

3. 城镇燃气GIS空间数据质量控制方法

3.1 数据采集阶段的质量控制

在数据采集环节, 选择合适的采集设备至关重要。合适的设备能够保证采集到的数据更加准确和可靠。比如, 在测量燃气管道位置时, 要选用高精度的测量仪器, 像高精度的GPS定位设备, 它能精确地确定管道的位置坐标, 减少测量误差。^[3]而且, 不同的采集场景对设备的要求也不一样。在复杂地形区域采集数据, 就需要设备具备更强的适应能力和抗干扰能力。

规范采集流程也是保证数据质量的关键。要制定详细、科学的采集流程, 让工作人员严格按照流程操作。在采集数据前, 要对设备进行校准和调试, 确保设备处于最佳工作状态。在采集过程中, 要做好数据记录, 包括采集的时间、地点、设备状态等信息, 方便后续对数据进行追溯和检查。

3.2 数据处理与存储阶段的质量控制

在数据处理过程中, 数据清洗是提高数据质量的重要手段。数据清洗可以去除数据中的噪声、错误和重复信息。比如, 在处理燃气设施的空间数据时, 可能会存在一些错误的坐标数据或者重复录入的数据, 通过数据清洗就能把这些问题数据筛选出来并进行修正或删除, 让数据更加准确和干净。

格式转换控制也很有必要。在不同的数据格式之间进行转换时, 要保证数据的完整性和准确性。要选择合适的转换工具和方法, 避免在转换过程中出现数据丢失或变形的情况。在存储数据时, 要选择可靠的存储设备和存储方式, 对数据进行定期备份, 防止数据丢失或损坏。

3.3 数据更新阶段的质量控制

在数据更新时, 建立数据审核机制是非常重要的质量控制措施。要对更新的数据进行严格审核, 确保数据的准确性和可靠性。审核人员要对更新的数据来源进行核实, 检查数据的采集方法和处理过程是否规范。还要对比更新前后的数

据, 查看是否存在异常变化。

保证数据一致性也是关键。随着城镇燃气设施的不断建设和改造, 数据会不断更新。要确保更新后的数据与原有的数据在逻辑和空间上保持一致。比如, 新更新的燃气管道数据要与周边的其他设施数据相匹配, 不能出现冲突或矛盾的情况, 这样才能保证整个 GIS 系统的数据质量, 为城镇燃气的管理和决策提供准确的支持。^[4]

4. 城镇燃气GIS空间数据精度评估

4.1 精度评估的指标体系构建

用于评估城镇燃气 GIS 空间数据精度的指标有不少, 位置精度就是其中很关键的一个。位置精度反映的是燃气设施在空间中的实际位置与数据中记录位置的相符程度。比如说燃气管道的实际走向和在 GIS 数据里显示的走向是不是一致, 如果偏差太大, 在进行管道维护或者规划新管道时就会出问题。要是在施工时依据了不准确的位置数据, 可能会挖错地方, 损坏其他地下设施, 造成不必要的损失。

属性精度也很重要。它指的是燃气设施的属性信息, 像管道的材质、管径、压力等数据的准确程度。要是属性信息不准确, 比如把高压管道误记成低压管道, 在后续的管理和运营中就可能引发安全事故。因为不同压力的管道在维护要求、安全标准上都不一样。所以, 位置精度和属性精度等指标构成了评估城镇燃气 GIS 空间数据精度的指标体系, 为准确评估数据质量提供了依据。

4.2 精度评估的方法与模型

常用的精度评估方法有误差统计分析和模型模拟等。误差统计分析就是对采集到的数据和真实值之间的误差进行统计和分析。可以计算误差的平均值、标准差等统计量, 通过这些数据来判断数据的精度。这种方法适用于数据量较大、数据分布比较规律的情况。比如在一个大型的城镇燃气系统中, 有大量的管道数据, 通过误差统计分析能快速了解整体的数据精度情况。

模型模拟则是通过建立数学模型来模拟数据的生成过程, 然后将模拟结果和实际采集的数据进行对比。这种方法能够更深入地了解数据的精度情况, 特别是在一些复杂的地理环境或者数据关系中。比如在山区或者地下管网复杂的区域, 数据的影响因素很多, 模型模拟可以考虑到这些复杂因素, 更准确地评估数据精度。不过模型模拟需要有一定的专业知识和大量的数据支持, 适用于对数据精度要求较高、需要进行深入分析的场景。

4.3 精度评估结果的应用

精度评估结果在城镇燃气 GIS 数据优化方面有着重要应用。根据评估结果, 可以找出数据中存在的问题和误差较大的部分, 然后对这些数据进行修正和完善。如果发现某些区域的位置精度偏差较大, 就可以重新采集这些区域的数据, 提高数据的准确性。^[6]这样在进行管道规划、抢险救灾等工作时, 就能依据更准确的数据做出决策。

在系统改进方面, 精度评估结果也能发挥关键作用。通过分析评估结果, 可以发现 GIS 系统在数据采集、处理、存储等环节存在的不足, 然后对系统进行针对性的改进。如果发现某个环节经常导致数据精度下降, 就可以对这个环节的流程或者技术进行优化。这样能够提高整个城镇燃气 GIS 系统的性能和可靠性, 为城镇燃气的管理和运营提供更有力的支持, 保障城镇燃气的安全稳定供应。

5. 结语

城镇燃气 GIS 中空间数据的质量控制与精度评估是保障城镇燃气管理系统有效运行的关键环节。通过对空间数据质量问题的深入分析, 提出了涵盖数据采集、处理、存储和更新各阶段的质量控制方法, 构建了科学的精度评估指标体系和方法。质量控制方法可有效减少数据误差和不确定性, 精度评估能够准确衡量数据质量水平。两者结合有助于提升城镇燃气 GIS 空间数据的可靠性和可用性, 为城镇燃气的科学管理和决策提供坚实的数据支撑。

[参考文献]

- [1] 席丹, 陈润杉. 智慧燃气信息化系统在城镇燃气管道完整性管理的应用与实践[J]. 全面腐蚀控制, 2024, 38(12): 9-15.
- [2] 罗礼霞. 基于 GIS 的城镇燃气测绘技术与管理系统的建设[C]//中国城市燃气协会安全管理工作委员会. 2022 年第五届燃气安全交流研讨会论文集(下册). 吴江港华燃气有限公司, 2023: 274-278.
- [3] 石善忠. GIS 在城镇燃气管网中的关键技术及应用[J]. 科技资讯, 2024, 22(06): 36-40.
- [4] 张鹏博. 智能化、自动化技术在城镇燃气管网运行管理中的应用[J]. 数字技术与应用, 2024, 42(08): 229-231.
- [5] 席丹, 陈润杉. 智慧燃气信息化系统在城镇燃气管道完整性管理的应用与实践[J]. 全面腐蚀控制, 2024, 38(12): 9-15.