



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105868326 B

(45)授权公告日 2020.06.05

(21)申请号 201610181341.2

(22)申请日 2016.03.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105868326 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(73)专利权人 山东正元地球物理信息技术有限公司

地址 250101 山东省济南市高新区颖秀路
3366号

(72)发明人 张善法 王子启 刘甲军 马骏
孙瑞举 迟炳章 李才明 叶延磊
于志刚 徐淑贞

(74)专利代理机构 北京慕达星云知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11465

代理人 李冉

(51)Int.Cl.

G06F 16/29(2019.01)

(56)对比文件

CN 103927419 A,2014.07.16,说明书第
[0037]-[0078]、[0143]-[0192]段.

CN 102495879 A,2012.06.13,说明书第
[0024]-[0054]段.

US 2015/0213054 A1,2015.07.30,全文.
王凯 等.Hadoop支持下的地理信息大数据
处理技术初探.《测绘通报》.2015,(第10期),第
114-117页.

审查员 程妍

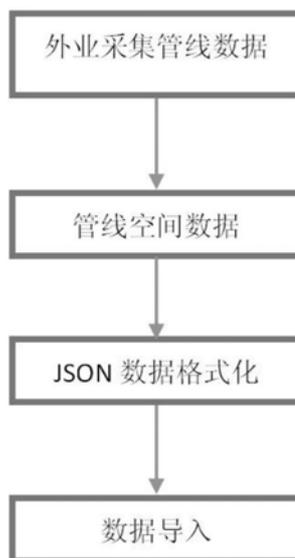
权利要求书4页 说明书16页 附图3页

(54)发明名称

一种管线数据存储方法

(57)摘要

一种管线数据存储方法,其特征是,包括步骤:S1、将管线数据根据管线类别进行分类存储成GIS空间数据格式;S2、将步骤S1中所述的GIS空间数据格式的管线数据转换成JSON数据格式;S3、利用Hadoop将步骤S2中所述的JSON数据格式导入到数据存储目录下。它有效避免了大批量管线数据存储、拷贝的耗时的问题,又较好的保护了数据完整性。



1. 一种管线数据存储方法,其特征是,包括步骤:

S1、将管线数据根据管线类别进行分类存储成GIS空间数据格式;如果直接将管线数据存储成GIS空间数据格式,所述步骤S1包括步骤:

S11、读取外业数据库的相关配置表,根据管线小类编码判断外业数据库中是否存在对应管线的数据库表以及数据库表的类型,

S12、如果不存在继续查找下一管线类型;

S13、如果存在点表,则在点表中逐次读取记录,获取每条记录的X坐标和Y坐标生成Point类型;

S14、如果存在线表,则根据起点管线点号和终点管线点号,在对应管线类型的管点外业数据表中查找对应记录的X坐标和Y坐标,分别生成管线段点和管线终点,根据管线段起点和管线终点生成管线段PolyLine类型;

S15、遍历配置表中的所有管线类型重复步骤S12,S13,S14生成所有的管点和管线段空间数据表;

反之,所述步骤S1包括步骤:

S01、采集管线数据,建立管线CAD数据库;

所述步骤S01包括步骤:

S011、利用激光扫描仪采集地下管线网络的点云数据;

S012、将步骤S011中所获得的点云数据通过数据配准转到同一个坐标系统中;

采用布尔莎七参数方法进行数据配准,三个坐标平移量($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$),即两个空间坐标系的坐标原点之间坐标差值;三个坐标轴的旋转角度($\omega_x, \omega_y, \omega_z$),通过按顺序旋转三个坐标轴到指定角度,可以使两个空间直角坐标系的X1Y1Z1轴重合在一起;尺度因子m,即两个空间坐标系内的同一段直线的长度比值,实现尺度的比例转换;

数据配准过程:

①在每个网格范围内由已知的3个标靶控制点根据以下公式计算七参数:

$$\begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = (1+m)R_1(\omega_x)R_2(\omega_y)R_3(\omega_z) \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中,

$$R_1(\omega_x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \omega_x & \sin \omega_x \\ 0 & -\sin \omega_x & \cos \omega_x \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$R_2(\omega_y) = \begin{bmatrix} \cos \omega_y & 0 & -\sin \omega_y \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \omega_y & 0 & \cos \omega_y \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$R_3(\omega_z) = \begin{bmatrix} \cos \omega_z & \sin \omega_z & 0 \\ -\sin \omega_z & \cos \omega_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

把(2)(3)(4)代入(1),由于一般情况下 $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ 为微小旋转角,取:

$$\begin{cases} \cos \omega_x = \cos \omega_y = \cos \omega_z = 1 \\ \sin \omega_x = \omega_x, \sin \omega_y = \omega_y, \sin \omega_z = \omega_z \\ \sin \omega_x \sin \omega_y = \sin \omega_x \sin \omega_y, \sin \omega_z = \sin \omega_y \sin \omega_z = 0 \end{cases} \quad (5)$$

采用上述条件简化公式(1),得到如下公式:

$$\begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = (1+m) \begin{bmatrix} 1 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 1 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \quad (6)$$

②计算测区内每个网格计算的七参数的均值,防止因局部误差造成精度不均匀,

③根据以上计算的七参数代入公式(6),计算每个测站点扫描点云数据的在目标坐标系中的新坐标,从而实现数据配准;

S013,剔除同一个坐标系统下的点云数据中的噪点数据;

噪点删除分为3种方法:①直观检查法:通过图形显示终端,用肉眼直接存在于屏幕上的孤点进行删除;②曲线检查法:通过截面的首末数据点,用最小二乘法拟合得到一条样条曲线,曲线的阶次可根据曲面截面的形状决定,通常为3-4阶,然后分别计算中间数据点 p_i 到样条曲线的距离 e ,如果 e 大于等于 ϵ , ϵ 为给定的允差,则认为 p_i 是坏点,予以剔除;③弦高差方法:连接检查点的前后2点,计算中间数据点 p_i 到弦的距离 e ,如果 $e \geq \epsilon$, ϵ 为给定的允差,则认为 p_i 是坏点,予以剔除;

噪音点删除步骤:(1)打开点云数据和测区影像图,以影像图作为参照,通过肉眼对比观察点云数据中不在管廊范围内的孤立点,进行删除;(2)通过弦高自动计算遍历点云数据依次噪点删除,即对点云数据中检查点逐次连接检查点的前后两点,计算当前检查点P到前后两点连线的距离 d ,如果 $d \geq \epsilon$, ϵ 为给定的最大限差,则认为P是坏点,予以剔除;

S014,对步骤S013中剔除噪点数据的点云数据进行抽稀处理;

S015,根据步骤S014处理后的点云数据建立管线表面模型;

S016,根据步骤S015生成的管线表面模型绘制管线模型;

S017,根据步骤S016绘制的管线模型,提取管线信息;

S018,根据步骤S017提取的管线信息,读取系统配置参数对提取的管点,管线数据进行检查,并将检查结果按照错误类型列表;

管线检查流程:

①在数据检查项配置中,数据检查内容包括如下:

a. 结构检查:根据定义的各管线表结构,对表中的字段数量、字段名称、类型、长度、精度进行检查,同时检查非空字段的内容是否存在空属性的情况;b. 数据唯一性检查:主要是检查管点管线表唯一值字段中是否存在相同记录,检查出的错误信息以报表的形式表现;c. 范围检查,对管点管线数值的最大最小值进行设置;d. 管线连通性检查:根据设置的连通性检查表检查提交的数据是否存在在不允许连通的地方出现连通的情况;e. 唯一性检查设置管点和管线表中要求数据唯一的字段;f. 固定项输入检查:主要是检查在管点管线表规定字段中的填写内容是否按固定输入项内容进行填写,如果没有按规定填写则在错误窗口进行显示,则报错;g. 点线对应检查:根据点表中的管点编号字段中编号去检查线表中的起

点管线点号字段和终点管线点号字段中是否存在,如果不存在则提示检查数据库有误;h. 线点对应检查:根据线表中的起点管线点号字段和终点管线点号字段内容去检查点表中的管点编号字段中编号中是否存在,如果不存在则提示缺少某物探点号的点属性记录;i. 排水流向检查:主要是检查排水类管线中的水流方向是否合理,首先输入最大标高容限,然后根据管线中两点的井底标高差值判断线表中“流向”字段内容的合理性,检查出不合理的信息以报表的形式表现;j. 管线超长检查:指定管线允许的最大长度,检查管线的管段长度是否超过设定的最大管线长度,检查出的超长管线以报表的形式表现;k. 特征附属物地物构建筑物编码检查:主要检查管点表中的“特征”、“附属物”字段中是否出现了矛盾性的属性值,同时进行编码检查,主要检查各个管类,管点管线表中的管线对象编码是否与管线普查规程中规定的一致;

②根据以上检查项,为检查内容设置检查规范值;

③根据上述检查配置项中设定的参数遍历管线数据,对数据表中的记录进行检查,并记录错误结果;

④根据检查结果对错误信息逐条修改,修改完成后再次检查,直到没有错误记录;

S019,根据步骤S016绘制的管线模型绘制管线二维平面图,根据步骤S017提取的管线信息标注管线种类、材质以及管径信息,最终得到管线成果图;

S0110,将管线成果图,管线模型的三维图,管线二维平面图保存至管线CAD数据库中;

S02、将管线CAD数据库转换为GIS空间数据格式;

所述步骤S02包括步骤:

S021、将管线CAD数据分层转换为GIS空间数据,并记录相应的属性项;

S022、将管线CAD数据中的属性信息赋给相对应的GIS空间数据,作为GIS空间数据的属性信息;

S2、将步骤S1中所述的GIS空间数据格式的管线数据转换成JSON数据格式;

所述步骤S2包括步骤:

S21、遍历所有的空间数据表;

S22、判断数据表类型,根据数据表类型生成JSON格式模板并重名为与空间数据表相同的名称;

S23、打开模板在文件开头部分以键值对的形式:“键:值”添加空间数据类型、参考坐标系,每组键值对分别用“,”隔开;

S24、在字段组中添加字段列表,每个字段包括名称,类型,长度三组键值对,每组键值对分别用“,”隔开,三组键值对放在“{}”中,相邻的字段用“,”分割;所有字段值用“[]”包括,所有的字段分别与字段值组成键值对;

S25、在数据组中添加数据记录,所有记录与数据组组成键值对,所有记录用“[]”包括,每条记录之间“,”分割;每条记录包括属性组和几何结构两个子分组,属性组中以键值对的形式存放记录的属性列表,每个属性采用:属性:值,键值对形式,相邻键值对之间用“,”分开,所有的属性键值对存放在“{}”中;几何结构中存放geometry类型的JSON格式数据;

S26、遍历当前空间数据表重复S24,S25步骤,保存所有的数据记录,最后在文件的开头和结尾分别添加“{”,“}”,然后保存;

S27、在空间数据库中根据步骤S22,S23,S24,S25,S26处理所有的空间数据表;

S3、利用Hadoop将步骤S2中所述的JSON数据格式导入到数据存储目录下；

所述步骤S3包括：步骤

S31、通过Hadoop自带的-put命令将格式化的JSON数据导入到目录下，所述步骤S31中的Hadoop自带的-put命令以并行的方式工作运行。

2. 根据权利要求1所述的一种管线数据存储方法，其特征是，所述步骤S011包括步骤：

S111，在地形图上绘制管廊走向，将待测量区域划分为若干个网格；

S112，每个网格内包括一个测站和至少三个标靶点；

S113，对待测量范围内的所有网格，逐一架设三维激光扫描仪；

S114，每个网格内，以激光扫描仪为原点建立三维直角坐标系：其中，X轴在横向扫描面内，Y轴在横向扫描面内与X轴垂直，Z轴与横向扫描面垂直；利用激光扫描仪测量激光扫描仪所在网格内的一个测站和三个标靶点的坐标；

S115，重复步骤S112至步骤S114，直至所有网格均被测量完毕。

一种管线数据存储方法

技术领域

[0001] 本发明涉及管线数据存储领域,尤其涉及一种管线数据存储方法。

背景技术

[0002] 地下管线普查积累了大量的地下管线数据,全国各地都在建设本地的管线GIS (GeographicInformationSystem) 系统。伴随这些管线系统的建设,与管线运营安全相关的动态数据,每天有成百上千条甚至几十万条的记录在不断的产生,然而目前的管线数据存储主要采用MySQL、Oracle、SQLServer等关系数据库。快速有效的从海量的数据中挖掘出有用信息成为,让人们越来越感觉到无奈。

发明内容

[0003] 为了解决上述技术问题,本发明提出一种管线数据存储方法,它有效避免了大批量管线数据存储、拷贝的耗时的问题,又较好的保护了数据完整性。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用的方案是:

[0005] 一种管线数据存储方法,包括步骤:

[0006] S1、将管线数据根据管线类别进行分类存储成GIS空间数据格式;

[0007] S2、将步骤S1中所述的GIS空间数据格式的管线数据转换成JSON数据格式;

[0008] S3、利用Hadoop将步骤S2中所述的JSON数据格式导入到数据存储目录下。

[0009] 所述步骤S1包括步骤:

[0010] S11、读取外业数据库的相关配置表,根据管线小类编码判断外业数据库中是否存在对应管线的数据库表以及数据库表的类型,

[0011] S12、如果不存在继续查找下一管线类型;

[0012] S13、如果存在点表,则在点表中逐次读取记录,获取每条记录的X坐标和Y坐标生成Point类型;

[0013] S14、如果存在线表,则根据起点管线点号和终点管线点号,在对应管线类型的管点外业数据表中查找对应记录的X坐标和Y坐标,分别生成管线段点和管线终点,根据管线段起点和管线终点生成管线段PolyLine类型;

[0014] S15、遍历配置表中的所有管线类型重复步骤S12,S13,S14生成所有的管点和管线段空间数据表。

[0015] 所述步骤S1包括步骤:

[0016] S01、采集管线数据,建立管线CAD数据库;

[0017] S02、将管线CAD数据库转换为GIS空间数据格式。

[0018] 所述步骤S01包括步骤:

[0019] S011,利用激光扫描仪采集地下管线网络的点云数据;

[0020] S012,将步骤S011中所获得的点云数据通过数据配准转到同一个坐标系统中;

[0021] S013,剔除同一个坐标系统下的点云数据中的噪点数据;

- [0022] S014,对步骤S013中剔除噪点数据的点云数据进行抽稀处理;
- [0023] S015,根据步骤S014处理后的点云数据建立管线表面模型;
- [0024] S016,根据步骤S015生成的管线表面模型绘制管线模型;
- [0025] S017,根据步骤S016绘制的管线模型,提取管线信息;
- [0026] S018,根据步骤S017提取的管线信息,读取系统配置参数对提取的管点,管线数据进行检查,并将检查结果按照错误类型列表;
- [0027] S019,根据步骤S016绘制的管线模型绘制管线二维平面图,根据步骤S018提取的管线信息标注管线种类、材质以及管径信息,最终得到管线成果图;
- [0028] S0110,将管线成果图,管线模型的三维图,管线二维平面图保存至管线CAD数据库中。
- [0029] 所述步骤S02包括步骤:
- [0030] S021、将管线CAD数据分层转换为GIS空间数据,并记录相应的属性项;
- [0031] S022、将管线CAD数据中的属性信息赋给相对应的GIS空间数据,作为GIS空间数据的属性信息。
- [0032] 所述步骤S2包括步骤:
- [0033] S21、遍历所有的空间数据表;
- [0034] S22、判断数据表类型,根据数据表类型生成JSON格式模板并重名为与空间数据表相同的名称;
- [0035] S23、打开模板在文件开头部分以键值对的形式:“键:值”添加空间数据类型、参考坐标系,每组键值对分别用“,”隔开;
- [0036] S24、在字段组中添加字段列表,每个字段包括名称,类型,长度三组键值对,每组键值对分别用“,”隔开,三组键值对放在“{}”中,相邻的字段用“,”分割;所有字段值用“[]”包括,所有的字段分别与字段值组成键值对;
- [0037] S25、在数据组中添加数据记录,所有记录与数据组组成键值对,所有记录用“[]”包括,每条记录之间“,”分割;每条记录包括属性组和几何结构两个子分组,属性组中以键值对的形式存放记录的属性列表,每个属性采用:属性:值,键值对形式,相邻键值对之间用“,”分开,所有的属性键值对存放在“{}”中;几何结构中存放geometry类型的JSON格式数据;
- [0038] S26、遍历当前空间数据表重复S24,S25步骤,保存所有的数据记录,最后在文件的开头和结尾分别添加“{”,“}”,然后保存;
- [0039] S27、在空间数据库中根据步骤S22,S23,S24,S25,S26处理所有的空间数据表。
- [0040] 所述步骤S3包括:步骤S31、通过Hadoop自带的-put命令将格式化的JSON数据导入到目录下。
- [0041] 所述步骤S31中的Hadoop自带的-put命令以并行的方式工作运行。
- [0042] 所述步骤S011包括步骤:
- [0043] S111,在地形图上绘制管廊走向,将待测量区域划分为若干个网格;
- [0044] S112,每个网格内包括一个测站和至少三个标靶点;
- [0045] A113,对待测量范围内的所有网格,逐一架设三维激光扫描仪;
- [0046] S114,每个网格内,以激光扫描仪为原点建立三维直角坐标系:其中,X轴在横向扫

描面内,Y轴在横向扫描面内与X轴垂直,Z轴与横向扫描面垂直;利用激光扫描仪测量激光扫描仪所在网格内的一个测站和三个标靶点的坐标;

[0047] S115,重复步骤S112至步骤S114,直至所有网格均被测量完毕。

[0048] 所述步骤S012中的数据配准利用布尔沙七参数法进行数据配准;所述步骤S013中利用直观检查法或者曲线检查法或者弦高差法进行噪点剔除;所述步骤S014中的抽稀处理的抽稀距离为5cm,所述步骤S015中建立管线表面模型利用的方法为狄罗尼三角网生长法。

[0049] 本发明的有益效果为:采取三维激光扫描技术采集复杂管廊数据,提高了办公自动化程度,提高了工作效率,减轻了工作人员作业负担;三维环境下进行管线建模,提高了数据可识别度,降低了人为错误的频率;通过可配置的管线数据表自动提取管线信息数据,减轻了工作人员数据处理的复杂程度;通过配置检查项目内容提高检查准确度,一次性检查所有内容,避免重复检查,节约项目成本。

[0050] 将CAD数据直接转换为GIS空间数据,相对于直接建立GIS空间数据,节省了时间与工序。同时CAD数据本身也是一个数据库,也是在实际中需求的一个数据库,这意味着该方式的处理,在建立CAD数据库的技术上通过数据转换得到GIS空间数据是个非常简洁高效的。

[0051] 利用压缩存储管线数据,为管线数据存储技术提供了一种新的思路,最大限度地减少文件系统的负担,这样不仅提高了文件的查找、拷贝、转移的效率,也会有效提高计算机或者各种手持嵌入式可移动设备的存储效率,有效提高了各种设备的运行效率。

附图说明

[0052] 图1管线数据压缩存储流程图;

[0053] 图2管线数据表组织结构;

[0054] 图3管线空间生成流程;

[0055] 图4JSON数据格式化流程;

[0056] 图5JSON格式数据组织结构图。

具体实施方式

[0057] 为了更好的了解本发明的技术方案,下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0058] (1) S01采集管线数据,建立管线CAD数据库。

[0059] S011,利用激光扫描仪采集地下管线网络的点云数据;

[0060] 通过机载激光扫描仪或地面激光扫描仪获取具有影像真实感的高精度点云数据,点云数据是实际物体的真实尺寸的复原,是目前最完整、最精细和快捷的对物体现状进行档案保存的手段。每个扫描站点数据放置在以仪器为中心的独立坐标系统(以仪器为原点,X轴在横向扫描面内,Y轴在横向扫描面内与X轴垂直,Z轴与横向扫描面垂直)。目标点P坐标公式: $X_p = S \cos \theta \cos \phi$; $Y_p = S \cos \theta \sin \phi$; $Z_p = S \sin \theta$ 。其中,S为测点与扫描仪的距离; ϕ 为激光脉冲的横向扫描角度观测值;纵向角度扫描观测值 θ ;P为观测以及三位坐标(X_p, Y_p, Z_p)。

[0061] 在数据采集之前需要对采集现场进行实际勘察,了解测区范围,管廊走向,管廊类型,管廊宽度信息,在地形图上绘制管廊走向,对测量范围内,分别在横向与纵向上进行等

间距的行和列划分,其中行间距与列间距不必等同,定义相邻的两行与相邻的两列交叉形成的区域为网格,每个网格内包括一个测站和至少3个标靶点,每一行作为一个测量带,保证各扫描站最终获取的数据能代表完整的测量区域。在网格内设置测站并编号,编号规则采用:测区编号(XXXX)+行号(XX)+编号(XX),尽量在测量带中心线上设置测站,以减少测站数量。在每个网格内设置标靶,标靶设置在测量带中心线上以及两侧,相邻3个标靶不要在同一直线上,并对标靶统一编号,命名规则采用:测区编号(XXXX)+行号(XX)+列号(XX)+编号(XX)。根据以上实际踏勘情况进行资料采集和分析,资料采集包括掌握测区的范围,管廊走向,管廊长度,管廊类型,管线模型的种类,设备的功能,设备的各种工作状态,设备的操作方式,根据管线成果图比例尺收集对应比例尺的测区地形图,收集到测区清晰的影像图。

[0062] 通过实际勘察分析的在预先设置的测站上逐一架设三维激光扫描仪对测区进行扫描,获取测区点云数据。在控制标靶中心和测站点安装GPS接收机或者通过全站仪获取控制标靶中心和测站点的三维坐标(x,y,z),记录保存,为数据配准提供控制点信息。同时对扫描测站所在区域内管线转折点、管线压盖处、管线交叉处以及地形起伏大于20厘米的地方拍照,照片命名规则为:测站编号(如:XXXXX2)+类型(转折点,01;压盖,02;交叉03;起伏,04;其他,11)+编号(XXX1)。

[0063] S012,将步骤S11中所获得的点云数据通过数据配准转到同一个坐标系统中。任意相邻两个测站点扫描得到的点云数据,没有经过匹配,但是每个网格内具有至少3个以上的标靶点,根据这些相同的参考点进行坐标转换,统一到同一个坐标系统。本处采用布尔莎七参数方法进行数据配准,三个坐标平移量($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$),即两个空间坐标系的坐标原点之间坐标差值;三个坐标轴的旋转角度($\omega_x, \omega_y, \omega_z$),通过按顺序旋转三个坐标轴到指定角度,可以使两个空间直角坐标系的X1Y1Z1轴重合在一起;尺度因子m,即两个空间坐标系内的同一段直线的长度比值,实现尺度的比例转换。

[0064] 数据配准过程:

[0065] ①在每个网格范围内由已知的3个标靶控制点根据以下公式计算七参数:

$$[0066] \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = (1+m)R_1(\omega_x)R_2(\omega_y)R_3(\omega_z) \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0067] 其中,

$$[0068] R_1(\omega_x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \omega_x & \sin \omega_x \\ 0 & -\sin \omega_x & \cos \omega_x \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$[0069] R_2(\omega_y) = \begin{bmatrix} \cos \omega_y & 0 & -\sin \omega_y \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \omega_y & 0 & \cos \omega_y \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$[0070] R_3(\omega_z) = \begin{bmatrix} \cos \omega_z & \sin \omega_z & 0 \\ -\sin \omega_z & \cos \omega_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0071] 把(2)(3)(4)代入(1),由于一般情况下 $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ 为微小旋转角,取:

$$[0072] \begin{cases} \cos \omega_x = \cos \omega_y = \cos \omega_z = 1 \\ \sin \omega_x = \omega_x, \sin \omega_y = \omega_y, \sin \omega_z = \omega_z \\ \sin \omega_x \sin \omega_y = \sin \omega_x \sin \omega_y \sin \omega_z = \sin \omega_y \sin \omega_z = 0 \end{cases} \quad (5)$$

[0073] 采用上述条件简化公式(1),得到如下公式:

$$[0074] \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = (1+m) \begin{bmatrix} 1 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 1 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0075] ②计算测区内七参数平均值,即每个网格计算的七参数的均值,防止因局部误差造成精度不均匀,

[0076] ③根据以上计算的七参数代入公式(6),计算每个测站点扫描点云数据的在目标坐标系中的新坐标,从而实现数据配准。

[0077] S013,剔除同一个坐标系统下的点云数据中的噪点数据。噪点删除:在非接触三维扫描测量过程中,受测量方式、被测量物体材料性质、外界干扰等因素的影响,不可避免地会产生误差很大的噪声点和失真点。因此在数据处理中,查找噪声点和可能存在的失真点,对其进行处理。

[0078] 噪点删除分为3种方法:①直观检查法:通过图形显示终端,用肉眼直接存在于屏幕上的孤点进行删除。②曲线检查法:通过截面的首末数据点,用最小二乘法拟合得到一条样条曲线,曲线的阶次可根据曲面截面的形状决定,通常为3-4阶,然后分别计算中间数据点 p_i 到样条曲线的距离 e ,如果 e 大于等于 ϵ (ϵ 为给定的允差),则认为 p_i 是坏点,应予以剔除;③弦高差方法:如图3所示,连接检查点的前后2点,计算中间数据点 p_i 到弦的距离 e ,如果 $e \geq \epsilon$ (ϵ 为给定的允差),则认为 p_i 是坏点,应予以剔除。

[0079] 噪音点删除步骤,(1)打开点云数据和测区影像图,以影像图作为参照,通过肉眼对比观察点云数据中不在管廊范围内的孤立点,进行删除,(2)通过弦高自动计算遍历点云数据依次噪点删除,即对点云数据中检查点逐次连接检查点的前后两点,计算当前检查点 P 到前后两点连线的距离 d ,如果 $d \geq \epsilon$ (ϵ 为给定的最大限差),则认为 P 是坏点,应予以剔除。

[0080] S014,对步骤S013中剔除噪点数据的点云数据进行抽稀处理;数据简化处理:点云扫描数据中,点与点的间隔较小,只有毫米级别,数量较大,在数据处理中速度较慢,造成不必要的麻烦,为了提高数据处理速度,在满足测绘精度要求的前提下对点云数据进行简化处理,提高工作效率。

[0081] 点云数据是很多具有X、Y、Z坐标的坐标点的集合,相邻两点的坐标数据相差固定数值只有毫米级别。作为管线数据这些点都是多余的,所以对点云数据进行抽稀处理,减少数据量,提高处处理速度。点云数据设定抽稀的间隔点数或抽稀距离(默认抽稀距离5cm),根据《城市地下管线探测规程》中探测管线点解析坐标中误差I级精度要求为 $\pm(5+0.02h)$ cm,在满足数据精度的前提下默认为5cm,其中 h 为管线埋深,当 $h \leq 70$ cm时,默认70cm。

[0082] 数据抽稀过程如下:①在打开点云数据txt文件;②在数据处理模块中设置抽稀距离或设置抽稀点数 n (间隔点数 $(n) = \text{抽稀距离}(\Delta l) / \text{点云间隔}(d)$);③根据抽稀距离或者间隔点数 n 从数据文件的第1条记录开始读取直到最后一条,逐次删除第1条记录到第 $n+1$ 条

记录之间的数据,依次类推,直到最后一条记录。

[0083] S015,根据步骤S14处理后的点云数据建立管线表面模型。管线表面建模:通过狄罗尼三角网法建立TIN(Triangulated Irregular Network)管线表面模型。经过数据抽稀后点云数据中相邻2点的最小间隔 $\Delta 1$,相邻2点之间的最大间隔为 $(\sqrt{2}) \Delta 1$,在建立狄罗尼三角网时,如果相邻2点的距离大于 $(\sqrt{2}) \Delta 1$,则放弃构建三角网,以防止相邻管线上的点连接构成错误的表面模型,根据实际情况如果相邻管线的间距小于 $(\sqrt{2}) \Delta 1$,则相应减小抽稀间距,使得最大抽稀距离不大于相邻管线间距的最小值。

[0084] 三角网建立步骤:①在所采集的离散点中任意找一点,然后查找距此点最近的点,连接后作为初始基线。②在初始基线右侧运用Delaunay法则搜寻第三点,即在初始基线右侧的离散点中查找距此基线距离最短的点,作为第三点。③生成Delaunay三角形,再以三角形的两条新边(从基线起始点到第三点以及第三点到基线终止点)作为新的基线。④重复步骤②,③直至所有的基线处理完毕。

[0085] S016,根据步骤S015生成的管线表面模型绘制管线模型;系统图形库提供超过25种的图形库,包括对焊法兰、平焊法兰、螺纹法兰、松套法兰、盲板、法兰盖、等径三通、异径三通、四通、六通、同心异径管、偏心异径管、管帽、翻边、封头、管台、堵头、45°弯头、90°弯头、变径弯头、圆形管、方直管、弯管、灯杆。用图形界面及参数化的设计,绘制管线模型,可以修改设备的位置及管口的位置,也可以修改设备尺寸、材质、位置。在绘制管线3D模型时可以随时切换到二维视图检查选择的模型管线、管件是否正确。

[0086] 管线模型编辑流程:①从管线表面模型中选择一条,作为待编辑的管线;②在图形库中手动选择需要添加的模型;③在数据编辑窗口内,管线模型指定特征点(一般把表面模型两端的中间最高点作为模型的起点和终点);④打开已有的影像图、照片、施工图资料检查特征点是否正确,如果不正确,则删除,重新绘制管件;⑤选择输入的管线模型,选择修改属性,在参数设置窗体内,修改模型参数(管线种类、管径、材质、附属物、颜色,其中管线种类为必填项);⑥保存编辑的管线模型。

[0087] S017,根据步骤S16绘制的管线模型,提取管线信息;根据测区所包含的管线种类设置系统配置项,根据配置项管线种类配置提取管线信息,保存到管线数据表中。

[0088] 根据步骤S016中的三维管线模型,读取上述管线表配置的参数,按管线种类提取管点、管线分别保存到不同mdb格式管点数据表中(管点表命名规则:XXPOINT,如给水管点表JSPPOINT)和管线数据表(管线表命名规则:XXLINE,如给水管线表:JSLINE)中,其中管线种类按照国家《管线要素分类代码与符号表达》CH/T1036-2015,分为9个大类电力(DL),电信(DX),给水(JS),排水(PS),燃气(RQ),热力(RL),工业(GY),综合管沟(ZH),其他(QT)。管线小类根据测区实际情况进行分类,并以分类的首字母缩写作为管线小类编码。

[0089] S018,根据步骤S017提取的管线信息,读取系统配置参数对提取的管点,管线数据进行检查,并将检查结果按照错误类型列表。管线检查流程:①在数据检查项配置中,数据检查内容包括如下:

[0090] ②根据以上检查项,为检查内容设置检查规范值。

[0091] a. 结构检查:根据定义的各管线表结构,对表中的字段数量、字段名称、类型、长度、精度进行检查,同时检查非空字段的内容是否存在空属性的情况。b. 数据唯一性检查:主要是检查管点管线表唯一值字段中是否存在相同记录,检查出的错误信息以报表的形式

表现;c.范围检查,对管点管线数值的最大最小值进行设置。d.管线连通性检查:根据设置的连通性检查表(记录不允许连通的管点特征及附属物,如排水口、进水口)检查提交的数据是否存在在不允许连通的地方出现连通的情况。e.唯一性检查设置管点和管线表中要求数据唯一的字段。f.固定项输入检查:主要是检查在管点管线表规定字段中的填写内容是否按固定输入项内容进行填写,如果没有按规定填写则在错误窗口进行显示,比如:排水的特征字段中只允许填写(窨井材质:砼、砖石、塑料等)如果填写不在之内,则报错;g.点线对应检查:根据点表中的管点编号字段中编号去检查线表中的起点管线点号字段和终点管线点号字段中是否存在,如果不存在则提示检查数据库有误;h.线点对应检查:根据线表中的起点管线点号字段和终点管线点号字段内容去检查点表中的管点编号字段中编号中是否存在,如果不存在则提示缺少某物探点号的点属性记录;i.排水流向检查:主要是检查排水类管线中的水流方向是否合理(一般假设排水从管线井底标高较大的一端流向较小的一端),首先输入最大标高容限(即流向终点标高-流向起点标高的最大容限),然后根据管线中两点的井底标高差值判断线表中“流向”字段内容的合理性,检查出不合理的信息(记录实体ID,所在的信息表,警告信息描述)以报表的形式表现;j.管线超长检查:指定管线允许的最大长度,检查管线的管段长度是否超过设定的最大管线长度,检查出的超长管线以报表的形式表现;k.特征附属物地物构建筑物编码检查:主要检查管点表中的“特征”、“附属物”字段中是否出现了矛盾性的属性值,比如:如果在“特征”填写“变径”,而在“附属物”填写“阀门井”,同时进行编码检查,主要检查各个管类,管点管线表中的管线对象编码是否与管线普查规程中规定的一致(包括线编码、点编码、管点命名规则是否于管类一致);

[0092] ③根据上述检查配置项中设定的参数遍历管线数据,对数据表中的记录进行检查,并记录错误结果。

[0093] ④根据检查结果对错误信息逐条修改,修改完成后再次检查,直到没有错误记录。

[0094] S019,根据步骤S016绘制的管线模型绘制管线二维平面图,根据步骤S018提取的管线信息标注管线种类、材质以及管径信息,最终得到管线成果图;读取管线数据库生成管线生成二维管线平面图,根据成图要求标注管线种类、材质、管径等信息,生成管线图。

[0095] 二维平面图生成过程:①根据mdb数据库中的管线种类创建成图图层。图层名称与数据表表名相同(如:排水(PS)类型,创建线PSLINE,点PSPPOINT,管点注记PSMark,管线注记PSM四个图层)。②管点图形根据数据表中的X,Y坐标添加实体点,点图形符号根据特征或者附属物字段中类型添加符号样式。③管线图形根据数据表中的起点编号和终点编号,分别读取点表中对应编号的点作为管线起点和终点绘制管线图,管线的样式、颜色为管线分类表中定义的颜色。

[0096] S110,将管线成果图,管线模型的三维图,管线二维平面图保存至数据库中。根据工程要求提交输出成果包括管线电子平面图、管线三维图以及管线数据库必要成果。

[0097] (2)对管线数据根据管线类别进行分类存储成GIS空间数据库格式。

[0098] 该步骤可以是直接将管线数据存储为GIS空间数据格式,也可以是将上述步骤中所建立的管线CAD数据转换为GIS空间数据。

[0099] 其中管线CAD数据转换包括步骤:

[0100] S021、将管线CAD数据分层转换为GIS空间数据,并记录相应的属性项。

[0101] 将能够直接抄写的注记抄写到GIS空间数据的文本中;对于不能够直接抄写的注

记,分析文本中注记的ID号、大小以及两字符间的长度,得到文本信息,将删除文本信息中的空格字符作为注记的文本属性,将文本属性写入GIS空间数据的文本中;

[0102] S022、将管线CAD数据中的属性信息赋给相对应的GIS空间数据,作为GIS空间数据的属性信息。

[0103] 直接将管线数据存储为GIS空间数据格式的过程为:

[0104] S11、读取外业数据库的相关配置表,根据管线小类编码判断外业数据库中是否存在对应管线的数据库表以及数据库表的类型,

[0105] S12、如果不存在继续查找下一管线类型;

[0106] S13、如果存在点表,则在点表中逐次读取记录,获取每条记录的X坐标和Y坐标生成Point类型;

[0107] S14、如果存在线表,则根据起点管线点号和终点管线点号,在对应管线类型的管点外业数据表中查找对应记录的X坐标和Y坐标,分别生成管线段点和管线终点,根据管线段起点和管线终点生成管线段PolyLine类型;

[0108] S15、遍历配置表中的所有管线类型重复步骤S12,S13,S14生成所有的管点和管线段空间数据表。

[0109] 具体的实施过程如下:

[0110] 外业采集管线数据为MicrosoftAccess格式存储的属性数据表格。如图2所示,管点数据表中(管点表命名规则:XXPOINT,如给水管点表JSPOINT)和管线数据表(管线表命名规则:XXLINE,如给水管线表:JSLINE)中,其中管线种类按照国家《管线要素分类代码与符号表达》CH/T1036-2015,分为9个大类电力(DL),电信(DX),给水(JS),排水(PS),燃气(RQ),热力(RL),工业(GY),综合管沟(ZH),其他(QT)。管线小类根据测区实际情况进行分类,并以分类的首字母缩写作为管线小类编码。

[0111] 管线分类如表1:

[0112]

管线类别	管线子类	管线子类代码
给水 (JS)	饮用水	JS
	非饮用水	FS
	专用消防水	XS
排水 (PS)	雨水	YS
	污水	WS
	雨污合流	HS

	中水	ZS
燃气 (RQ)	煤气	MQ
	液化气	YQ
	天然气	TR
电力 (DL)	供电	GD
	路灯	LD
	交通信号	XH
	轨道交通	DD
	沈铁	SD
通讯 (TX)	电信	DX
	移动	YD
	联通	LT
	铁通	TT
	港通	GX
	长途传输	CT
	电力通讯	DT
	监控	JK
	电视	DS
	广播	GB
	军用	JY
热力 (RL)	蒸汽	ZQ
	热水	RS
工业 (GY)		GY
人防 (RF)		RF

[0114] 表1管线分类表

[0115] 管线点数据表用于描述管线点的相关属性,命名规则xxPoint (XX为管线小类编码)。管点数据表的结构如表2:

序号	字段名称	类型	宽度	小数位	中文名称	备注
1	Prj_Name	字符	50		工程名称	必填

	2	Map_No	字符	11		图上点号	必填
	3	Exp_No	字符	12		物探点号	必填
	4	Type	字符	4		管线点类别	必填
	5	X	双精度		3	X 坐标	必填
	6	Y	双精度		3	Y 坐标	必填
	7	High	双精度		3	地面高程	必填
	8	Rotation	双精度		4	旋转角	必填
	9	Code	字符	6		管线点代码	必填
	10	Feature	字符	20		特征点	
	11	Subsid	字符	20		附属物	
	12	Model	字符	20		附属物类型	
	13	Interface	字符	20		接口方式	
[0117]	14	Offset	双精度			管偏	
	15	WellDeep	双精度		2	井底深	
	16	WellShape	字符	8		井盖形状	
	17	WellMat	字符	10		井盖材质	
	18	WellSize	字符	20		井盖尺寸	
	19	WellPipes	双精度			接入管数	
	20	Address	字符	80		道路名称	必填
	21	Belong	字符	40		权属单位	必填
	22	MDate	日期			埋设日期	
	23	MapCode	字符	14		图幅号	必填
	24	SUnit	字符	30		探测单位	必填
	25	Visibility	字符	4		可见性	必填
	26	PNote	字符	100		备注	

[0118] 表2管线点采集数据属性字段表

[0119] 管线段数据表用于描述管线段的相关属性,命名为xxLine。管线段数据表的结构如表3:

[0120]	序号	字段名称	类型	宽度	小数位	中文名称	备注
--------	----	------	----	----	-----	------	----

	1	Prj_Name	字符	50		工程名称	必填
	2	S_Point	字符	12		起点管线点号	必填
	3	S_Deep	双精度		2	起点管线埋深	必填
	4	E_Point	字符	12		终点管线点号	必填
	5	E_Deep	双精度		2	终点管线埋深	必填
	6	Type	字符	4		管线种类	必填
	7	Code	字符	6		管线代码	必填
	8	Material	字符	10		材质	
	9	PSize	字符	20		管径或断面尺寸	
	10	Voltage	字符	8		电压值	
	11	Pressure	字符	8		压力	
	12	Temperat	双精度			温度	
[0121]	13	CabNum	字符	15		电缆条数	
	14	TotalHole	字符	8		总孔数	
	15	UsedHole	字符	8		已用孔数	
	16	FlowDir	字符	1		流向	
	17	Address	字符	80		道路名称	必填
	18	EmBed	字符	8		埋设方式	必填
	19	MDate	日期			埋设日期	
	20	Belong	字符	40		权属单位	必填
	21	Sunit	字符	30		探测单位	必填
	22	LineType	字符	1		线型	必填
	23	S_High	双精度		3	起点管线高程	
	24	E_High	双精度		3	终点管线高程	
	25	LNote	字符	100		备注	

[0122] 表3管线段采集数据属性字段表

[0123] 如图3所示,根据以上管点、管线段数据表格式,首先通过自编程序生成管线空间数据格式。具体步骤如下:①读取配置表(见表4),根据管线小类编码判断外业数据库中是否存在数据表以及数据表的类型(点或线),②如果存在点表,则获取X坐标和Y坐标生成Point类型;③如果不存在继续查找下一管线类型;④如果存在线表,则根据根据起点管线

点号和终点管线点号,在XXPoint表中分别查找对应的X坐标和Y坐标,分别生成管线段的起点S_Point和管线终点E_Point,根据S_Point和E_Point生成管线段PolyLine类型;⑤遍历配置表中的所有管线类型重复②③④生成所有的管点和管线段空间数据表。

[0124]

序号	管线类别	管线类别	小类名称	小类编码	类型	表名
1	给水	JS	饮用水	JS	管点	JSPOINT
2	给水	JS	非饮用水	FS	管点	FSPOINT
3	给水	JS	专用消防水	XS	管点	XSPPOINT
4	给水	JS	饮用水	JS	管线	JSLINE
5	给水	JS	非饮用水	FS	管线	FSLINE
6	给水	JS	专用消防水	XS	管线	XSLINE
7	排水	PS	雨水	YS	管点	YSPPOINT
8	排水	PS	污水	WS	管点	WSLINE
9	排水	PS	雨污合流	HS	管点	HSLINE
10	排水	PS	中水	ZS	管点	ZSLINE
11	排水	PS	雨水	YS	管线	YSLINE
12	排水	PS	污水	WS	管线	WSLINE
13	排水	PS	雨污合流	HS	管线	HSLINE
14	排水	PS	中水	ZS	管线	ZSLINE
15	燃气	RQ	煤气	MQ	管点	MQPOINT
16	燃气	RQ	液化气	YQ	管点	YQLINE
17	燃气	RQ	天然气	TR	管点	TRLINE
18	燃气	RQ	煤气	MQ	管线	MQLINE
19	燃气	RQ	液化气	YQ	管线	YQLINE
20	燃气	RQ	天然气	TR	管线	TRLINE
21	电力	DL	供电	GD	管点	GDPOINT
22	电力	DL	路灯	LD	管点	LDLINE
23	电力	DL	交通信号	XH	管点	XHLINE
24	电力	DL	轨道交通	DD	管点	DDLLINE
25	电力	DL	沈铁	SD	管点	SDLINE
26	电力	DL	供电	GD	管线	GDLINE
27	电力	DL	路灯	LD	管线	LDLINE
28	电力	DL	交通信号	XH	管线	XHLINE
29	电力	DL	轨道交通	DD	管线	DDLLINE
30	电力	DL	沈铁	SD	管线	SDLINE
31	通讯	TX	电信	DX	管点	DXPOINT
32	通讯	TX	移动	YD	管点	YDPOINT
33	通讯	TX	联通	LT	管点	LTPOINT
34	通讯	TX	铁通	TT	管点	TTPOINT
35	通讯	TX	港通	GX	管点	GXPOINT

	36	通讯	TX	长途传输	CT	管点	CTPOINT
	37	通讯	TX	电力通讯	DT	管点	DTPOINT
	38	通讯	TX	监控	JK	管点	JKPOINT
	39	通讯	TX	电视	DS	管点	DSPOINT
	40	通讯	TX	广播	GB	管点	GBPOINT
	41	通讯	TX	军用	JY	管点	JYPOINT
	42	通讯	TX	电信	DX	管线	DXLINE
	43	通讯	TX	移动	YD	管线	YDLINE
	44	通讯	TX	联通	LT	管线	LTLINE
	45	通讯	TX	铁通	TT	管线	TTLINE
	46	通讯	TX	港通	GX	管线	GXLINE
[0125]	47	通讯	TX	长途传输	CT	管线	CTLINE
	48	通讯	TX	电力通讯	DT	管线	DTLINE
	49	通讯	TX	监控	JK	管线	JKLINE
	50	通讯	TX	电视	DS	管线	DSLIN
	51	通讯	TX	广播	GB	管线	GBLINE
	52	通讯	TX	军用	JY	管线	JYLINE
	53	热力	RL	蒸汽	ZQ	管点	ZQPOINT
	54	热力	RL	热水	RS	管点	RSPOINT
	55	热力	RL	蒸汽	ZQ	管线	ZQLINE
	56	热力	RL	热水	RS	管线	RSLINE
	57	工业	GY	工业	GY	管点	GYPOINT
	58	工业	GY	工业	GY	管线	GYLINE
	59	人防	RF	人防	RF	管点	RFPOINT
	60	人防	RF	人防	RF	管线	RFLINE

[0126] 表4配置表

[0127] 将管线数据存储成管线空间数据格式(本处以ArcgisPersonalGeodatabase格式为例),其中,空间数据表命名格式同外业数据采集表名称相同(如图2所示)。空间管线点表格字段格式如表5:

序号	字段名称	类型	字段宽度	中文名称	是否为空	
1	OID	长整型		OID	必填	
2	Prj_Name	文本	50	工程名称	必填	
[0128]	3	Map_No	文本	11	图上点号	必填
	4	Exp_No	文本	12	物探点号	必填
	5	Type	文本	4	管线点类别	必填
	6	X	双精度		X 坐标	必填

	7	Y	双精度		Y 坐标	必填
	8	High	双精度		地面高程	必填
	9	Rotation	双精度		旋转角	必填
	10	Code	文本	6	管线点代码	必填
	11	Feature	文本	20	特征点	
	12	Subsid	文本	20	附属物	
	13	Model	文本	20	附属物类型	
	14	Interface	文本	20	接口方式	
	15	Offset	双精度		管偏	
	16	WellDeep	双精度		井底深	
[0129]	17	WellShape	文本	8	井盖形状	
	18	WellMat	文本	10	井盖材质	
	19	WellSize	文本	20	井盖尺	
	20	WellPipes	双精度		接入管数	
	21	Address	文本	80	道路名称	必填
	22	Belong	文本	40	权属单位	必填
	23	MDate	日期		埋设日期	
	24	MapCode	文本	14	图幅号	必填
	25	SUnit	文本	30	探测单位	必填
	26	Visibility	文本	4	可见性	必填
	27	PNote	文本	100	备注	
	28	SHAPE	Geometry		SHAPE	

[0130] 表5空间管线点表

[0131] 空间管线段表格字段式如表6:

序号	字段名称	类型	字段宽度	中文名称	备注	
[0132]	1	OID	长整型	OID	必填	
	2	Prj_Name	文本	50	工程名称	必填

	3	S_Point	文本	12	起点管线点号	必填
	4	S_Deep	双精度		起点管线埋深	必填
	5	E_Point	文本	12	终点管线点号	必填
	6	E_Deep	双精度		终点管线埋深	必填
	7	Type	文本	4	管线种类	必填
	8	Code	文本	6	管线代码	必填
	9	Material	文本	10	材质	
	10	PSize	文本	20	管径或断面尺寸	
	11	Voltage	文本	8	电压值	
	12	Pressure	文本	8	压力	
	13	Temperat	双精度		温度	
	14	CabNum	文本	15	电缆条数	
[0133]	15	TotalHole	文本	8	总孔数	
	16	UsedHole	文本	8	已用孔数	
	17	FlowDir	文本	1	流向	
	18	Address	文本	80	道路名称	必填
	19	EmBed	文本	8	埋设方式	必填
	20	M 日期	日期		埋设日期	
	21	Belong	文本	40	权属单位	必填
	22	Sunit	文本	30	探测单位	必填
	23	LineType	文本	1	线型	必填
	24	S_High	双精度		起点管线高程	
	25	E_High	双精度		终点管线高程	
	26	LNote	文本	100	备注	
	27	SHAPE_Length	双精度		SHAPE_Length	
	28	SHAPE	Geometry		SHAPE	

[0134] 表5空间管线段表

[0135] 其中,Geometry类型为二进制形式存储的图形信息,包含空间参考坐标系和图形信息,分为点(Point),范围(Extent),圆(Circle),多线(Polyline),面(Polygon)5种类型。

[0136] (3) 把空间数据库格式的管线图形数据,转换成JSON((JavaScriptObjectNotation))数据交换数据格式。

[0137] 空间数据格式数据量较大,在数据传输,转移,存储时比较耗时,对数据的快速共享起到了限制作用,需要把这写空间数据转换成占用空间相对较小的文件,提高传输速率。

[0138] 通过自编程序将空间数据表中的数据按记录的先后顺序转换成格式化数据,每个数据表存储在一个JSON文件中。

[0139] 如图4所示,①遍历空间数据库中所有数据表;②判断数据表类型(Point或者Polyline),根据属性表类型步骤JSON格式模板并重名为与空间数据表相同的名称;③打开模板在文件开头部分以键值对的形式(“键:值”)添加空间数据类型、参考坐标系,每组键值对分别用“,”隔开;④在字段组(Fields)中添加字段列表,每个字段包括名称(name),类型(fieldtype),长度(length)三组键值对,每组键值对分别用“,”隔开,三组键值放在“{}”中,相邻的字段用“,”分割,所有的字段分别与字段值组成键值对,所有字段值用“[]”包括;⑤在数据组(features)中添加数据记录,所有记录与数据组(features)组成键值对,所有记录用“[]”包括,每条记录之间“,”分割;每条记录包括属性组(attribute)和几何结构(geometry)两个子分组,属性组(attribute)中以键值对的形式存放记录的属性列表,每个属性(属性:值)键值对之间用“,”分开,所有的属性键值对存放在“{}”中;几何结构(geometry)中存放geometry类型的JSON格式数据;⑥遍历当前空间数据表重复④⑤步骤,保存所有的数据记录,最后在文件的开头和结尾分别添加“{”,“}”,然后保存;⑦在空间数据库中根据以上步骤②③④⑤⑥处理所有的空间数据表。

[0140] 其中,管线点Geometry类型转换JSON格式如下:

[0141] {"x":95707.58069493785,"y":66290.38461433914,

[0142] "spatialReference":{wkid:4821}}

[0143] 其中“x”为X对应X坐标值,“y”对应Y坐标值。

[0144] 管线段Geometry类型转换JSON格式如下:

[0145] {"paths":[[[-122.68,45.53],[-122.58,45.55]],"spatialReference":

[0146] {wkid:4821}}

[0147] 其中,“paths”对应构成线段的点的数据组以及空间坐标系,每个点的坐标采用[x,y]形式。

[0148] (4)通过Hadoop自带工具将数据导入到hdfs数据存储目录下。

[0149] 通过Hadoop自带-put命令将格式化的JSON数据导入到hdfs目录下。在数据处理时,以并行的工作方式进行处理,比单一进程数据处理要快很多。

[0150] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

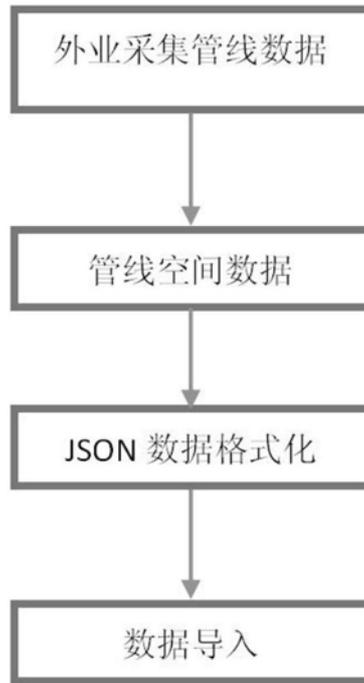


图1

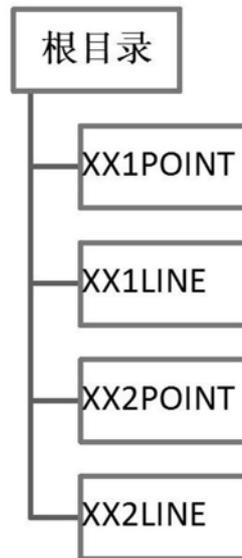


图2

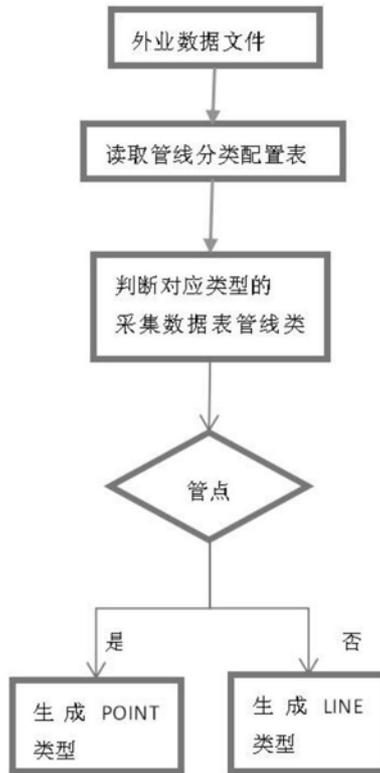


图3

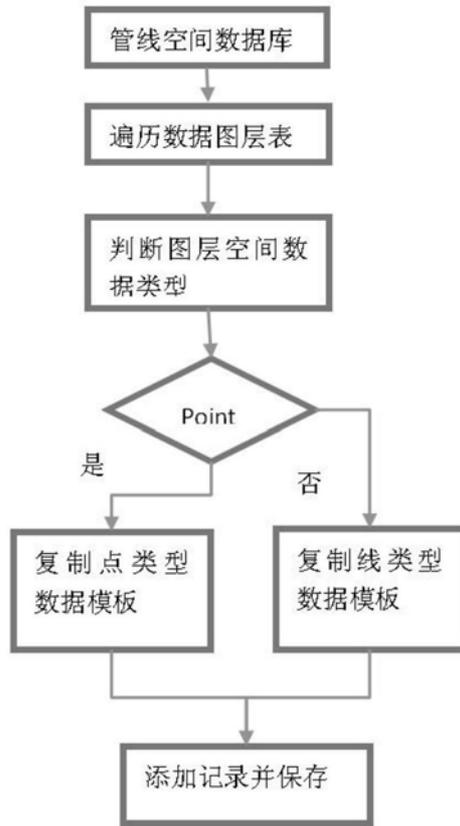


图4

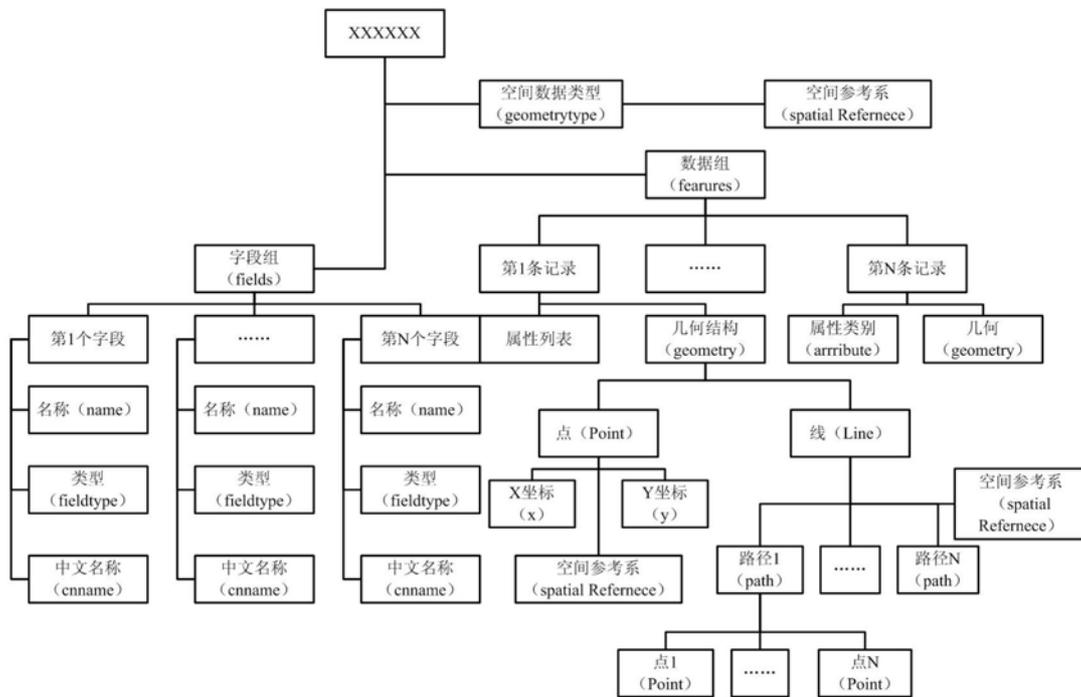


图5