

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.07.035

排水管网测量在城镇排水系统病害排查和诊断中的应用

谢宏桥,田旦

(长沙市规划勘测设计研究院,湖南长沙410007)

摘要:管网排查和诊断工作是一项专业性和协作性较强的工作,工作内容包括多个专业内容,各项工作内容环环相扣,缺一不可。而排水管网调查的质量直接关系到整个调查诊断项目结论的正确性和完整性。通过工程案例,阐明排水管网测量在管网排查和诊断工作中的工作方法及其作用非常重要。

关键词:管线测量;排水排查和诊断;内涝

中图分类号:TU992.4

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2023)07-0148-05

0 引言

排水管线是城市基础设施的重要组成部分,是城市赖以生存和发展的物质基础。近年来,随着城镇化的快速推进,城市排水管线的数量和规模越来越大,构成状况越来越复杂。各地由排水管网问题引发的城市内涝、道路塌陷等事故呈高发态势。

随着国内经济的发展及城市的扩张,城镇原有排水管网系统所承受的压力骤增,给城镇居民带来了社会安全、经济风险,城市化过程内涝和河流黑臭所带来的水环境风险隐患问题十分突出^[1]。为系统性地逐步解决排水系统所存在的问题,需对城镇排水管网系统进行调查和诊断。

管网排查和诊断工作是一项专业性和协作性较强的工作,工作内容主要包括4个方面:排水规划设计、排水管网测量、排水管道检测、水质水量检测及分析。在以上4个方面的工作中,排水管网测量数据是项目成果的重要内容,也是项目其他工作实施的基础,是整个项目实施的基础,重要性不言而喻。

1 工程概况

1.1 基本情况

本次工作主要是对长沙市某区建成区范围内排水管网及相关配套设施进行管网排查和诊断。在本项目的排水管网测量工作中,为了给后期改造设计方案提供可靠的诊断排查依据,除按规范要求对排

水管道的管径、材质、平面位置、标高等基本属性进行准确的测量,保证管网完整之外,还需要有针对性地进行调查工作,主要内容有:排水管网建设空白区域调查,排水设施运行效能调查,雨污混接、错接情况调查,内涝点调查。

1.2 排水管网系统调查

在进行排水管网调查时,主要把握了“保证管网数据完整、保障水系连通”的调查思路,对测区范围内排水管网进行了全面调查。

为保证管网数据完整,在进行管线调查工作前,首先需进行管网资料收集工作。主要收集的内容包括:(1)测区排水流制分区情况;(2)测区内主干管分布情况;(3)测区内现有的泵站、排口、截污设施分布情况及运行效能;(4)污水压力管、污水处理厂(站)情况;(5)测区排水管网的规划设计资料。在进行管线调查工作时,应根据已收集的资料明确管网上下游关系,从泵站、排口、污水处理厂着手,按照从泵站、排口到主干管,再从主干管到分支的顺序,逐一调查清楚排水管网。

为保障水系连通,对雨水系统进行调查时,除市政雨水管网外,还需调查山体、湖泊、河流等自然水系的雨水去向。对污水系统进行调查时,除市政污水管网外,还需对污水流路径上的关键设施的进出水情况、运行状况进行调查,如污水提升泵站、临时污水处理站、截污系统等,直至摸清测区内雨污水的来龙去脉。

为确保数据无一遗漏,在整体工作完成之后,通过将现有管网数据库与管网规划设计数据进行对比

收稿日期:2022-08-13

作者简介:谢宏桥(1984—),男,硕士,工程师,从事测绘工程相关工作。

分析,可评估排水管网测量工作的完成情况。如果发现现状管网情况与规划有不符或缺失的路段,应进行核实、补充,直至完整。

1.3 排水管网建设空白区域调查

排水管网测量工作完成后,通过对雨污水的上下游进行追溯,对各个排口、泵站、污水厂的管网流域进行归纳整理,查找出管网建设与规划不符的区域及建设空白段,以便对管网的改扩建进行规划设计。

以污水厂纳污区为例,本测区内有两个污水处理厂,分别为新港污水处理厂和苏托垵污水处理厂。如图 1 所示,图 1(a)以不同色块区分不同污水处理厂的纳污区,图 1(a)为测区现状污水纳污区分区图,图 1(b)为规划纳污区分区图。对比可知,测区现状污水纳污区与规划纳污区有部分不同。通过分析,造成区别的主要原因有以下几点:

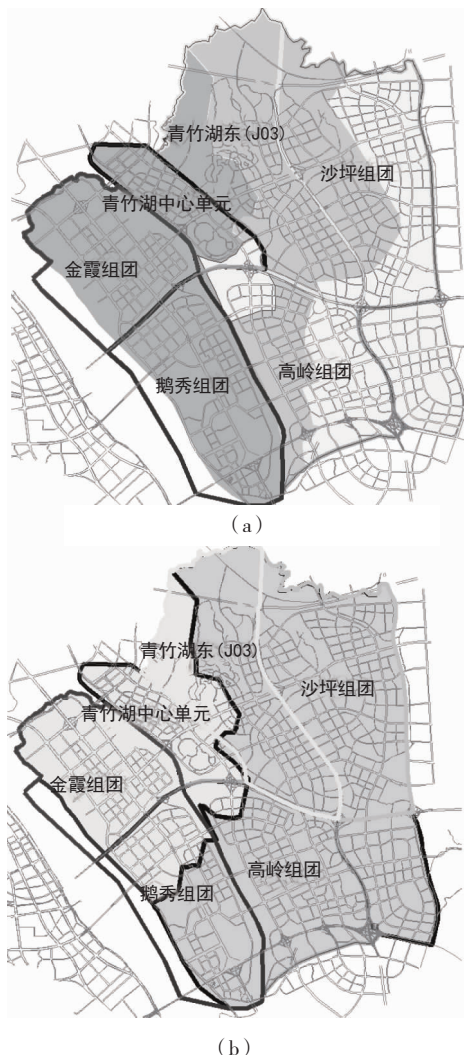


图 1 现状污水纳污区与规划分区对比图

(1)区域西南部污水干管末端至污水处理厂段暂时未拉通,该区域污水目前由泵站通过压力污水

管抽排至新港污水处理厂。

(2)东部白沙河流域污水暂未进入污水厂纳污系统,区域内污水由该区域临时污水处理设施进行处理。

(3)测区中部部分地区污水系统建设不完善,污水未接入污水主干管中,直排入道路两侧沟渠汇内。

1.4 排水设施运行效能调查

本次排水设施运行效能调查对象包括污水处理厂,各类泵站、排口、截污设施。调查成果对设施的实际运行情况应作出详细说明。

1.4.1 污水处理厂及泵站调查

本次对污水处理厂和泵站的管网测量方法基本一致,内部配套管网进行适当调查,着重对排水设施连接市政管网的进出水口及管线进行测量。

在测量管网的同时,应对污水处理厂和泵站的规划运行效能、现状运行效能进行调查,并实地采集相关水位标高,如河道水位标高、泵机起泵标高等,用于后期对管网系统的研究。

泵站调查成果按照泵站类别,如排渍泵站、污水提升泵站、合建泵站进行针对性调查。调查内容包括管网数据、晴天蓄水池蓄水情况、自排口标高、泵机起泵标高等。

在本项目中,由于污水厂及配套设施未修建完成,雨污分流区域污水未按照规划流入对应的苏托垵污水处理厂,导致区域内的雨污水均流入某合建泵站蓄水池中,导致泵站蓄水池由于收纳了大面积的雨污水常年积水,通过提升泵机将池内雨污水抽排至新港污水处理厂。图 2 为该泵站的管线调查情况略图,通过调查,泵站雨水进水来源有 5 处(图内绿色实线段表示),污水进水来源有 3 处(图内以洋红色实线表示),左侧红色点线段为 DN720 压力污水管。由于目前苏托垵污水处理厂已经投入运行,泵站需将雨污水进行分流,改造后的蓄水池将不再收集污水。此次调查成果为泵站改造提供了详实的基础资料,目前泵站改造已进入实施阶段。

1.4.2 雨水排口调查

污水下河问题是目前环保工作中民众比较关注,各级政府也非常重视的问题,也是本项目需解决的重点问题之一。我国各地尤其是南方地区的污水处理厂,较为普遍地面临着雨天进水量增加和进水浓度偏低的问题。这与雨天大量雨水接入污水管网有关。当雨水不正当混接污水管网时,一方面可能会导致雨天污水厂无法正常运行;另一方面污水管网

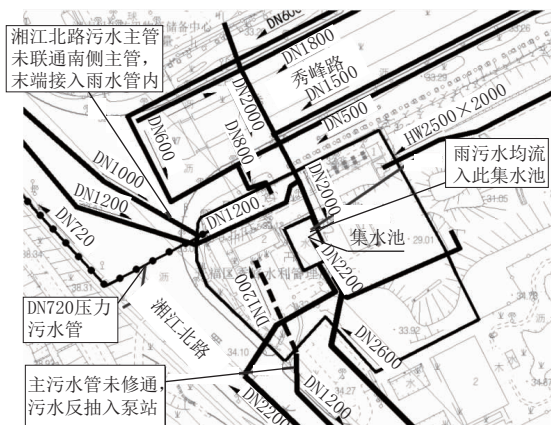


图2 某合建泵站运行情况略图

的输送能力被雨水占用,导致污水冒溢现象^[2]。为保证数据资料能真实准确地反映河道污水来源情况,在对测区范围内自然水体的雨水排口进行调查时,应沿河岸进行调查,不遗漏一处河道排口。调查内容包括排口管径或断面尺寸、出水口底标高、出水流态、流域范围等数据。对于存在污水下河的排口,还需对污水溢流情况进行溯源调查(此内容在本文1.5节中进行阐述)。

金竹河是湘江支流捞刀河的主要分支之一,自北向南横穿整个测区。金竹河入捞刀河口市控水质为Ⅴ类,超标项目为氨氮,未达到水质目标Ⅲ类要求[按《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中要求进行评判]。

本项目测区内,沿河有25处雨水排口。通过管线测量及水质流量调查数据,得知其中13处排口有污水下河现象(图3中以浅色气泡标识的排口为水质合格的排口,深色气泡的排口为有污水下河的排口)。

为方便进行污水溯源调查,缩小调查范围,我们通过对管网资料进行上游追溯分析,将排口所涵盖的流域范围进行划分。如图3所示,图中以不同色块表示有污水下河的排口流域范围。明确好流域范围后,则可着重对有污水下河的排口流域进行溯源调查。

1.4.3 截污设施调查

在城市排水管网的发展过程中,由于各类历史遗留问题,排水系统中出现雨污混接、错接的情况。截污设施是此类问题的一种临时改正措施。随着城市发展和社会对环保日益提升的需求,截污设施所产生的弊端逐渐凸显出来。截污设施对城市污水处理设施的污水处理效能造成了极大的浪费,同时也对城市财政资金带来了巨大的压力^[3]。在未来的城市发展中,截污设施必将逐步进行淘汰,因此前期对截

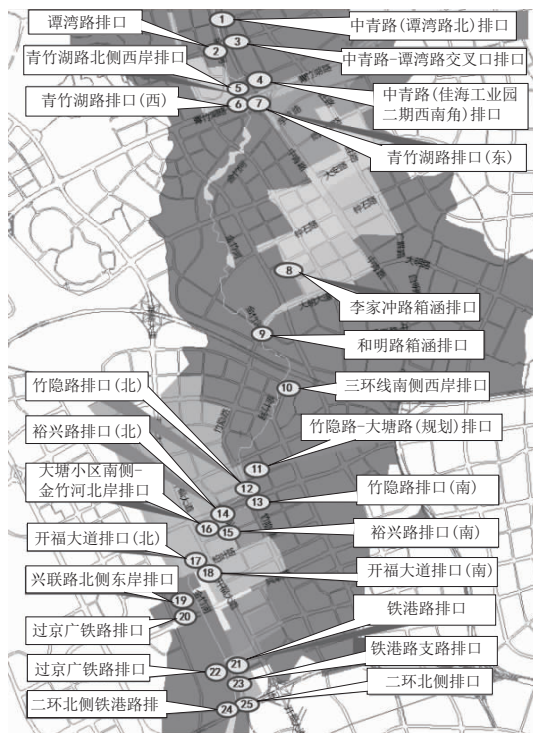


图3 流域调查情况示意图

污设施进行摸底调查是非常有必要的。

本项目在对涵截污系统进行调查时,首先摸清了截污设施周边管网情况,并以三维剖面图的方式说明截污设施的运行方式,包括进水口情况、截污设施形状、截污坎标高等重要的标高数据。同时,由于截污设施在不同天气时的实际运行表现会有很大区别,因此还在不同时段(晴天、小雨天、大雨天)进行了调查,记录了其在不同时段运行状况。

如图4所示,安顺路截污坎位于安顺路与湘江北路交叉口西南角雨水箱涵内。此涵沿湘江大道西侧修建,至湘江大道与安顺路交叉口,往西沿安顺路南侧直排入湘江。全长约1.65 km,主要雨水纳水范围包括湘江大道(兴旺路—三环)、安顺路(芙蓉路以西)、开顺路(芙蓉路以西)、青竹湖路(芙蓉路以西)。

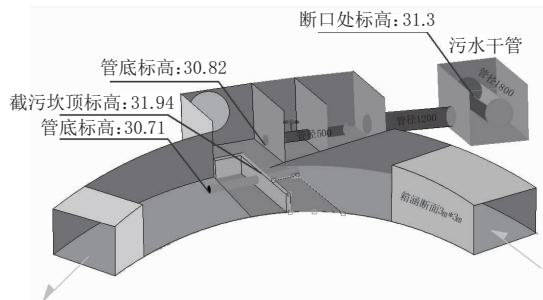


图4 安顺路截污系统调查情况(单位:m)

由于此涵有大量污水混入,此截污坎设立的主要目的是将晴天雨水箱涵中的污水截往道路中央DN1800污水主干管道,流往新港污水处理厂进行处理。进行截污改造工程时,将DN1800污水主干管管顶

进行破坏,并在破口处新建了污水井,破口处标高为 31.3 m。同时为了进行截流,在箱涵内部修建了高 1.5 m 的截污坎(墙),截污坎顶标高为 31.94 m,并通过一根 DN500 的截污管对箱涵污水进行截流,管底标高 30.82 m,配有阀门。

通过晴雨天气多时段调查发现,当水位位于 31.3 m 与 31.94 m 之间时,污水可流往污水厂,水位位于 31.94 m 以上时,污水倒流入箱涵。由于截污坎底部留有一根 DN500 联通管,管底标高 30.71 m,原管内封堵物脱落,导致截污坎未起到截污作用,目前已再次进行封堵。

1.5 雨污混接、错接情况调查

排水户混接、错接是对污水厂进水 COD 浓度影响较大的原因之一^[4]。本次调查排水管网系统中的雨污混接、错接情况时,要求作业人员从各个泵站和排口入手,首先调查区域内接入自然水体的雨水排口及排渍泵站进水口情况,结合水质水量检测数据,对有污水流入的雨水排口,以泵站或排口为调查基点,成树状开展排水管线污水溯源工作。向上应追溯至小区接入市政系统的末端排水井,向下应追寻至污水去向,并对管网中存在的混接、错接具体情况进行详细记录。

在本项目中,居民小区、企事业单位是城镇排水管网中污水的主要来源。为保障污水混接、错接问题调查数据的准确性,需对区域中每一个居民小区、企事业单位的雨污排放口的出水状况进行详细调查记录。

记录材料包括污水来源点平面点位统计图、统计表及污水溢流调查信息表。

同时,为便于在设计改造方案时分清责任主体,落实监管机制,可按照商住小区、农安小区、散户、企业、事业单位对各小区的性质进行区分。

图 5 为部分排口的污水溢流调查成果。图中以不同颜色的色块表示有污水下河的排口流域范围,图中序号点为污水混接、错接点位,各点位均制作了污水溢流调查表。表内对污水排放源头的位置、出水量、现场情况、下游去向进行详细说明,附上方位略图及现场照片,并且按照排口、泵站流域进行了归纳整理。

1.6 内涝点调查

本次在进行现状内涝点调查时,通过多方渠道收集了解区域内存在的内涝点的位置、范围及其他信息,确定排查范围并开展针对性调查。内涝点调查

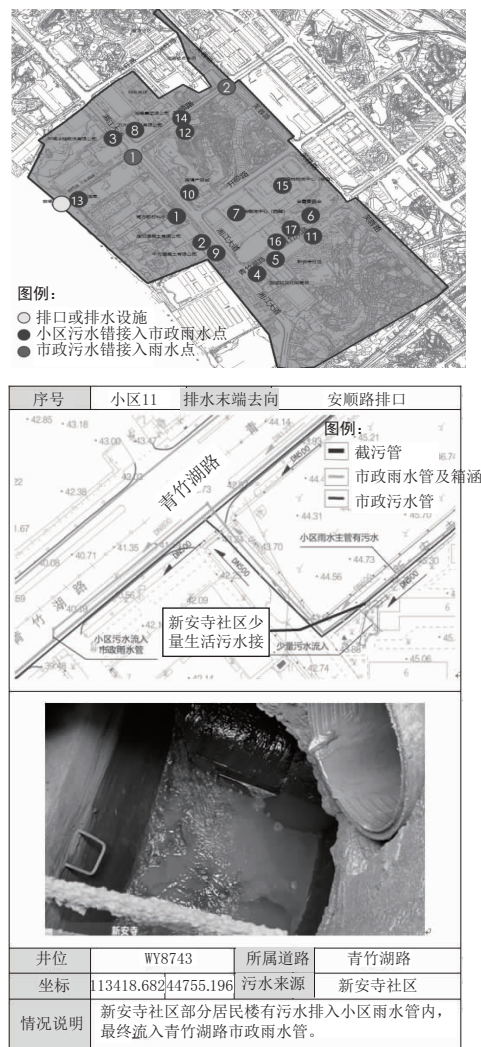


图 5 污水溢流调查成果

成果应做到一点一说明,在调查时对内涝点形成的原因进行详细说明,同时应对周边管线及重要地物进行详细调查测量,以便后期进行改造。

发生内涝的原因情况较为复杂,首先应查明是否为管道系统的问题。在对内涝点进行排查时,应采集的信息有地形数据、排水管道数据、相关泵站排渍能力及抽排水位标高、管道检测缺陷情况、截污系统情况、雨污混接情况、内涝发生时自然水体水位标高等。通过对掌握的数据进行分析,对内涝原因进行预判,确定调查重点。

在本项目中,福雅路与迎霞路交叉口排水管晴天套水严重。如图 6 所示,湘江北路过迎霞路口往北,道路东西侧各有一根 DN1000 排水管。根据管线测量数据,此两根排水管原本应在迎霞路口南侧汇流,近期由于路口扩建了一条四向的地下通道,路口排水管被毁,在道路西侧新建一根 DN1200 雨水管。并在北侧路口新建了一个检修井,将东侧管道连接至西侧管道,水流方向为自东往西。但由于东侧排水

管底标高为 28.54 m,西侧排水管底标高为 29.06 m,逆差近 0.5 m,导致东侧排水管难以顺接至西侧排水管内。

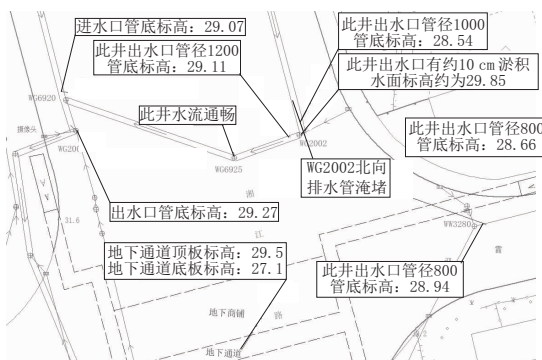


图 6 迎霞路与湘江北路交叉口排水管淤堵点调查情况图

此处内涝主要是过水断面大量减少导致的。东侧编号为 WG2002 的雨水井,进水口标高为 28.54 m,出水口标高为 29.11 m,进出水口有近 0.6 m 逆差,导致来自上游的杂质淤泥在此井沉积。再加之下游新建排水管有近 0.2 m 的逆坡,水位被抬高至 29.28 m,造成上游 DN1000 的排水管道过水断面直接被减少近 80%。当下雨天来水量较大时,由于下游过水断面过小,水位急剧上升,形成内涝。

对于大范围内涝风险分析,需通过进行全区域排查,建立排水管网 GIS 系统后,并与测区 DEM 数据相结合^[5],可建立城市排涝系统模型。如图 7 所示,通过对测区的城市排涝系统模型进行内涝风险分析,演练出测区在不同降雨情况下的可能出现内涝风险的区域情况。通过内涝风险分析,进一步加强城市洪涝灾害预防和治理。这一点也在未来与智慧城市有机融合的过程中有着广阔的应用前景。

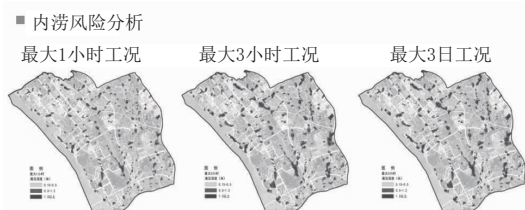


图 7 测区内涝风险示意图

1.7 管网系统性问题统计

对于调查过程中发现的管网系统性问题,本次成果按照 7 类系统性问题情况进行了统计,包括市政污水错接入雨水点、市政雨水错接入污水点、企业机关和居住小区污水错接入市政雨水点、企业机关和居住小区雨水错接入市政污水点、污水管道套水运

行、雨水管道套水运行、污水管理未与道路同步建设。如图 8 所示,将统计情况分层上色上图,建立区域问题汇总图,可方便管理者对问题进行定点清除。



图 8 测区系统性问题统计图

2 结 语

管网排查和诊断工作是一项专业性和协作性较强的工作,工作内容涉及多个专业,各项工作内容环环相扣,缺一不可。而排水管网调查的质量,直接关系到整个调查诊断项目结论的正确性和完整性。

本次排水管网调查工作有效查清了测区范围排水设施运行情况,查明了测区存在的混接、错接问题,内涝问题等,有效性和完整性在后期问题整改过程中得到了证明,切实有效地提升了测区排水管网管理的工作效率和管理水平,获得了比较满意的效果。

参考文献:

- [1] 王石,陈丽媛,孙翔,等.从大截排到清源和低影响开发——基于水质目标约束的情景模拟与规划[J].中国环境科学,2017,37(10):3981-3990.
- [2] 徐祖信,王诗婧,尹海龙,等.污水管网中雨水混接来源的高效诊断方法[J].同济大学学报(自然科学版),2017,45(3):384-390.
- [3] 陈伟,程彩霞,徐惠伟,等.合流制管网截流雨水对城镇污水处理厂处理效能影响分析[J].给水排水,2017,43(10):36-40.
- [4] 李志福,丁孝兵,黄大伟,等.城镇污水处理厂进水浓度偏低问题研究[C].中国城市规划协会地下管线专业委员会 2021 年年会论文集,2021:215-218.
- [5] 连达军,苏群.基于流域特征的城市排涝体系分析评价[J].山东科技大学学报(自然科学版),2016,35(1):61-55.