

有效减少下水管道渗漏问题的修复系统

黄爽 译

摘 要：对于污水管道而言，探测和消除渗漏缺陷并不是一件简单且容易的事情，本文简要介绍了通过研究雨水、地下水和卫生下水道流量之间的相互作用来减少渗流（内渗 / 外渗）的创新方法，以及污水管道检测和修复的方法。

关键词：非开挖、渗漏、修复

多数市政府制定了限制污水管道渗漏的各种法令和条款，他们将花费数百万美金来恢复管道运营，以达到法令的要求。

对于多数政府来说，经费有限，探测和消除渗漏缺陷并不是一件简单且容易的任务。因此，有效地对外来流动进行定位，同时采用非开挖修复技术对收集系统进行修复势在必行。

新英格兰和中西部的其他几个城市多年来坚持专项投资用于渗漏修复，已取得显而易见的成就。

1 I/I 计划成功因素

基于来自美国各地的研究，CDM Smith 已经了解到很多公用事业公司进行了下水道系统评价调查（SSES），并实施了修复计划，但减少渗漏没有多大成功。

渗漏的原因可能是缺乏系统知识或是仅仅了解管道局部（比如内衬），而对污水管线整体路径欠缺了解，同时，地下水迁移、降雨类型、土壤条件也会导致污水管道的内渗或外渗。私人部分如落水管、水槽泵和地基排水渠也通常被忽视。

了解内渗 / 外渗水路径、水迁移、土壤条件和降雨特征，这是识别内渗 / 外渗发生和有效评估修复工作范围的关键。

2 彻底的现场调查和 SSES 系统调查

进行彻底的 SSES 是确定修复区的第一步，图 1 显示了内渗 / 外渗源的识别和量化，渗流一旦确定并量化，修复就可以进行。

只对下水道主管进行内衬通常不能显著减少渗漏（内渗 / 外渗）。如果管道主动泄漏，采用原位固化（CIPP）衬里修复，渗透通常将经由支管和检修井迁移到下水道中，形成新渗流路径。几个城市的研究表明，仅进行管道内衬，渗漏减少 10% 至 30%。如果需要更大程度降低渗漏（内渗 / 外渗），必须采用包括支管、人井在内的综合修

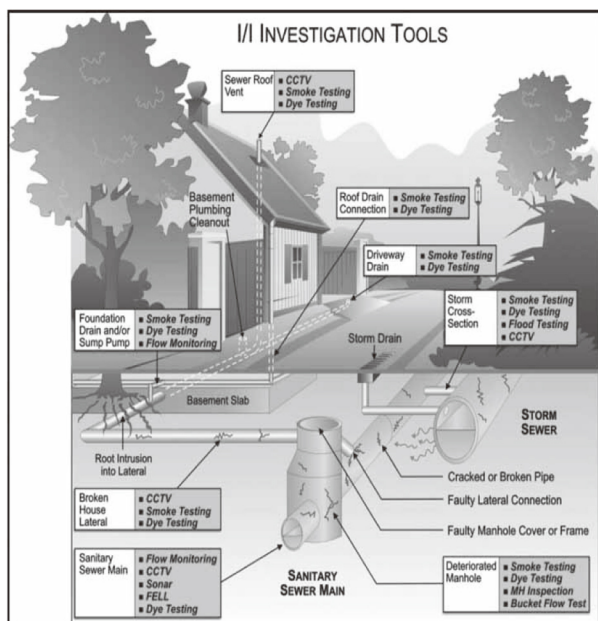


图 1 地下雨水管道现状现场探测

复方法。

3 减少渗流案例的研究

以下案例研究了通过了解雨水、地下水和卫生下水道流量之间的相互作用来减少渗流（内渗 / 外渗）的创新方法。

3.1 Livingston-James SSSES

在哥伦布市 Livingston-James（俄亥俄州）内渗 / 外渗 (LJI) 项目中, CDM Smith 和市政府意识到, 除了识别内渗 / 外渗源之外, 流量也必须以一种方式量化使得系统达到平衡。通过染料测试和私人分支管道内使用摄像机, 各种公共或私人渗流源被发现, 同时在私人分支管道和卫生下水道内使用 CCTV 摄像机来更好地了解潮湿天气条件下流量来源, 通过流量监测得到水文图。

进行了大量样本模型试样, 并且利用 CCTV 摄像和统计评估流量, 每批模型的分钟流量与实际流量监测数据具有显著的正相关关系。该数据可用于估计进入每个子系统的渗漏量。使用这种方法, 可以了解土壤层条件, 明确季节性地下水位变化。

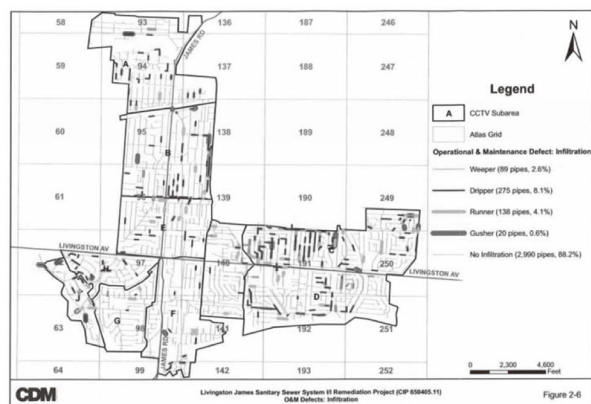


图 2 – CCTV 调查的渗流图

图 2 说明了在哥伦布市 LJI 项目的 CCTV 检查发现的渗透位置。作为项目的一部分, 系统清洁和 CCTV 操作中发现的这些渗透位置与流量监测、水文和水力模型建立了良好的关系。这种相关性形成了各种修复替代方案的基础。

3.2 Saugus, Mass., SSSES

在 Saugus, Mass., SSSES, 安装了 31 个流量计, 三个雨量计和两个地下水监测井, 以了解雨水、

地下水和卫生流之间的相互作用。将流量监测时收集的数据输入到计算机内的污水模型中。该模型用于识别和量化渗流量, 并且能够优先考虑子系统的工作较高的渗流量。这一步是至关重要的, 可将容易发生洪水的区域与收集系统中被确定为具有能力缺陷的部分联系起来。模型结果还量化了替代系统减少流量的基线。

结合开发模型, SSSES 可以确定渗漏的原因。SSSES 包括收集系统评估, 如图 1 所示, 以及全镇范围的检查计划, 能够确定私人非法流入下水道系统的位置。

此外, 通过以前干燥天气期间和在大型降雨期间对下水道管线进行 CCTV 检查来进行潮湿和干燥天气条件下渗透特殊性的比较。结果显示在干燥气候期间, 渗透显著, 并记录了渗流源（即接头、连接、支管、缺陷、人孔）的位置。更重要的是能够在潮湿气候下对附加的渗流位置进行定位。将 SSSES 的结果与计算机建模拟合, 构造成一个在干燥和潮湿天气条件下下水道系统的准确模型。

下水道系统溢流 (SSO) 设施提案评估了几个选项以控制 Saugus 镇的水下溢流量。溢流量的评估是根据国家法规进行的, 考虑了该计划及其替代系统的经济 and 环境影响。建议的计划包括九个子系统在内的全面公共下水道修复系统, 以及一个全镇范围内私人流清除计划。大多数下水道主干线采用 CIPP 内衬, 将私人管线进行移除或直接连接到地上雨水系统。

该提案还建议启动一个试点计划, 以便项目小组能够评估公共和私人综合计划的有效性, 并确认在实施计划十年之前是否能够实现移除目标。为了降低成本并适当评估私人分支管对渗流的作用, 在试点计划中特意不解决私人管线问题。

4 修复效果评估

已经对几个国家项目, 包括 Saugus 项目的下水道修复方案进行了有效性评估。结果表明, 区域的修复优先级顺序为主管道、支管和人孔, 修复后, 内流减少量可高达 50% 至 65%。

Saugus 镇努力量化下水道系统修复后的渗漏

减少量。为了验证渗漏减少,在修复前后进行降雨渗流和流入(RDII)的线性回归分析。

这个分析的第一步是使用三维水文法解构测量得到的下水道水文图。通过将水文图的 RDII 部分将每个降雨事件与干燥天气下的流量分离开来实现的。然后使用 RDII 的体积作为识别每个降雨事件和子系统的捕获系数(R 值)的基础。

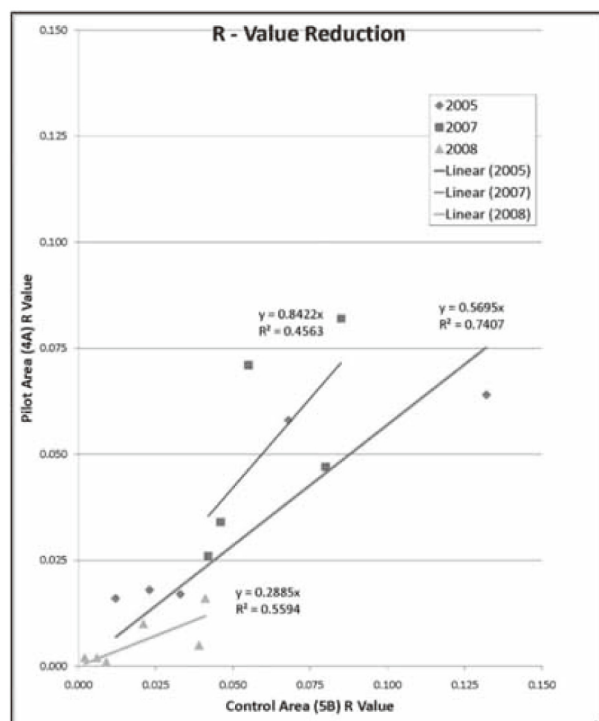


图3 修复域和控制域内修复前与修复后监测值比较

一旦对每个降雨事件和每个流量计算 R 值,就将修复的值与已知(对照)值进行比较进行线性回归分析。

最佳拟合线的斜率可用于分析下水道修复前 RDII 反应和修复后 RDII 反应。当线上的斜率接近 1:1 时,两个子系统的响应类似;斜率偏离 1:1,两个子系统的响应不同。如图 3 所示,最佳拟合线的斜率在修复后下降,表明系统显著降低了渗流量。

5 结论

强大的 SSES 对于理解复杂的水文系统至关重要。研究区内每个流域在潮湿天气下流体的来源和数量可能非常不同。只有彻底理解每个子流域之后,一系列优化修复工程才能计划、设计和构建,以实现预期的目标。

综合修复是能减少渗流的有效方法。更重要的是,它可以提供运营维护,降低处理成本,降低 SSO / CSO,提高接收水质,减少监管罚款,提高客户满意度,增加资产的使用寿命,以及消除潜在的扩容成本和输送系统改进成本。

译自 <Trenchless Technology>

2014 年 11 月 13 日

深圳海斯比项目首段顶管隧道贯通

2017 年 2 月 17 日,管道四公司(穿越公司)深圳海斯比顶管工程现场传来喜讯,工程首段顶管隧道于日前精准贯通,顶管机及附属设备顺利吊装出井,接收洞门封堵完成,标志着工程取得阶段性胜利。

南山区南海玫瑰园及海斯比排放口整治工程位于深圳湾填海区,是深圳市“治水提质”工作重点项目,对改善深圳湾水域环境具有重要意义。工程将在海斯比船厂至南海玫瑰园小区之间打通一条长 414 米的顶管隧道,建设 4 座工作井,安装 6 套闸门井、1 座一体化泵站,焊接 325 米地下管道,通过总口截污、建设一体化污水泵站的方式将旱季污水截流并输送至市政污水系统,助力深圳湾绿色可持续发展。

顶管隧道于 1 月 2 日开始掘进,采用复合刀盘泥水平衡式顶管机施工,隧道内径 1.26 米,穿越地质以砾质黏性土、砂层、建筑垃圾为主,穿越地点距深圳湾仅有百余米,地层与海水连通,水压高、海水腐蚀严重。项目部精心组织,通过配置不同比例浆液、摸索顶进参数和设备适应性调整,克服地层包裹刀盘、海水腐蚀管路等难题。目前,工程正进行第二段顶管隧道掘进筹备。

来源:中国石油新闻中心