

灾难地带的地下管道评价与修复

于悦 译

摘要: 本文简要介绍了自然灾害给地下设施会带来巨大的影响和破坏, 灾害的影响难于评估和修复。文中分别介绍了飓风、地震和洪水三个案例给地下管道带来的影响和损失。

关键词: 非开挖、灾害、地下设施

自然灾害不仅可能在地面上造成重大影响, 而且对地下重要的水和废水基础设施的破坏同样难以评估和修复。在这里, 非开挖国际研究如何在自然灾害之后使用非开挖技术来预防基础设施损坏, 并评估和恢复。

1 卡特里娜飓风 (2005)

2005 年袭击美国的破坏性的卡特里娜飓风提供了一个独特的机会来研究受影响地区埋设的公用设施造成的损害。这意味着可以更好地记录和了解损害机制, 并且可以采用更好的设计和施工来减轻这种损害, 从而使电力公司管理者能够更好地在飓风或洪水事件发生后尽快恢复服务。

在飓风过后, 路易斯安那理工大学的非开挖技术中心 (TTC) 要求美国国家科学基金会帮助收集所造成的损害类型和遇到的问题的相关资料。最紧急是收集数据, 在城市工程师、电力公司经理和工人们心中这还是很新鲜的一件事, 他们更多的希望可以快速清理和恢复公共服务。

除此之外, 必须在数据在清理中消失之前整理损害信息。考虑到这一点, TTC 迅速与受影响的一些关键地区取得了良好的合作。以下是 TTC 在位于 Pontchartrain (路易斯安那州) 北岸的一个小地区 Slidell 城市的损害研究的结果。

斯利德尔在卡特里娜飓风期间经历了部分洪水, 来自庞塞特雷恩湖的水淹没了沿海岸线的整个社区。Lake Pontchartrain 是一个盐水湖, 极大地

增加了与管道基础设施系统相关的金属部件和机械系统的潜在危害。

在飓风发生后, 我们发现盐水对地下基础设施系统的井盖和其他金属部件造成腐蚀。

值得注意的是, 在卡特里娜飓风发生后至少两个月内, 由于残骸, 倒塌的树木和 6 英寸的湖底沉积物阻挡了大多数地下公用设施, 因此无法完成闭路电视检查。但是, 城市工程师仍然能够完成地面调查并发现了以下问题:

(1) 对水, 气体, 雨水和下水道管道造成严重损坏: 这主要是由于强风期间树木被连根拔起, 这是飓风期间的常见事件。

(2) 城市承包商造成的损坏: 这是在清理工作期间发生的, 意味着供水服务在修复地面损坏之前无法恢复。

(3) 排水管道中的沉积物: 幸运的是, 由于 Slidehall 中的土壤主要由粘土组成, 没有发现过多的沉积物。然而, 在城市有沙土的地区, 管道堵塞的风险很高。考虑到这一点, 城市计划在初步检查后清除排水系统。

(4) 地上堵塞: 这些是由沿道路侧面和排水沟道的碎屑引起的。这些堵塞导致在大雨中的多个地方洪水, 直到他们被清理。

当进行初始飓风后损害调查时, 检测到了坍塌的下水道和排水管。然而, 城市检查员认为当地表土层被冲走时将会出现潜在的问题, 从而导致对埋置的管道系统的随之而来的损害。

在调查时, 检查人员还预计, 大部分飓风损

害将发生在管道管网的支线和较旧的玻璃化粘土管(VCP)段;大多数VCP支线和主干位于沿着海岸线的城市的既定位置,这些管遭受了较大的洪水和管网连接处较旧。

在飓风之后,公用事业公司努力迅速恢复饮用水。这需要五天时间去重新加压配水系统,在再氯化之前重新运行。在再氯化过程中,沸水供应保持在原位。

2 日本东北大地震(2011)

自1995年阪神-淡路大地震以来,日本持续发生规模超过6.0级的地震。这包括新泻中部地震和新泻中部海岸地震。

考虑到该地区地震的频率和严重程度,2010年开展了一个项目,其具体目标是提高地下基础设施的地震弹性。这个项目涉及使用无缝内衬修复一段管道,无缝内衬是一个专门为改善地震稳定性而设计的产品

370mm无缝内衬的壁厚为10mm,并安装在直径为390mm长度为36m的主管中。该项目在本州岛东海岸的东京北部宫城进行。

2011年,日本太平洋海岸遭受东北地震(一场9.0级的海底大地震)袭击时,无缝内衬经过了测试。

为了检查所安装的材料弹性,东北光固化学会在地震后对恢复的管道进行了CCTV检查。这次检查发现无缝内衬没有大范围的损坏,这意味着线路仍然运行。

该项目证明了非开挖换衬的方法在最大限度减少地震对地下基础设施的造成损害。

在使用无缝内衬之前的几年,日本Snaplock协会正在开发另一种地震弹性材料:MAGMALOCK。这种材料可以承受下水道管道承受地震的扰动,大大提高其在地震事件期间的水密性和灵活性。

开发MAGMALOCK的一个重要步骤是意识到竖井和管道之间的连接是任何管网中的关键和脆弱点;当竖井与管网的水平结构连接时,其产生具有来自两个结构的大位移力的刚性连接。这种刚性使得连接处在地震事件期间易于损坏,这意

味着必须引入灵活性较好的接头以将地震损坏减少到最少。

因此,MAGMALOCK在管道连接的弱点处使用。使用金刚石砂轮切割机,在竖井上做一个小切口,安装MAGMALOCK。在地震期间,管道的薄弱点断裂并吸收地震力。同时,MAGMALOCK可以帮助管道保持水密。

日本Snaplock协会开发了三种主要类型的MAGMALOCK,这些是:用于管-管道连接的MAGMALOCK;竖井用的MAGMALOCK垂直轴;和用于竖井-管连接处的MAGMALOCK。

当使用材料进行管道到管道连接时,MAGMALOCK可以应用于DN800-DN3500管道,允许在两个管道之间进行地震改造。当应用于水井时,该材料适用于DN900-DN1800管,创建了一个全方位竖井改造。

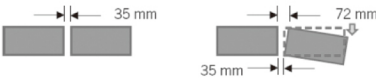
最终,MAGMALOCK可用于微型和全尺寸竖井到管道连接,范围从DN200-DN700(迷你)到DN800-DN3000(全尺寸)。这里,材料在竖井和管道之间产生了地震改造,提高了连接的整体水密性和地震弹性。

MAGMALOCK的性能在两个单独的测试中确定。

第一个测试旨在确定薄弱点是否是地震期间的第一个断点。

三种水密性试验条件(原始条件:间隙35mm,弯曲角度0.8度)。

表1 水密性试验的三种情况

1	Water tightness test against longitudinal displacement	
2	Water tightness test against bending	
3	Water tightness test against combined displacement	

以上:水密性试验的三个条件。图片由日本Snaplock协会提供。

第二个试验是为了确认安装的MAGMALOCK将在弱点断裂后继续保持管道水密。测试证明了该方法的有效性,并且随后应用于靠近Ishinomaki海岸,位于Miyagi东部的污水管道。

这里，在2006年至2008年期间安装了48个MAGMALOCK。当MAGMALOCK安装后，污水主要受到大地震的影响时，证实了系统真正有效。经过地震后检查，发现尽管几个竖井的位移高达10厘米，但污水管道主要仍可运行，安装的MAGMALOCK在地震期间有效地保持的水密性。

同样的测试发生在2011年，地震袭击了Niigata地区，在那个区域地下管网我那个上安装了24个MAGMALOCK。在地震之后，进行了调查，确定道路路面上有裂缝，但管网或MAGMALOCK没有显着损坏。

3 红河洪水（1997）

1997年的一个下午红河洪水导致大福克斯镇（美国北达科他州）和温尼伯市（加拿大曼尼托巴市）的部分地区遭受洪水的冲击，洪水引起的内部压力加载在玻璃化粘土重力管（VCP）网上，导致广泛的裂纹。

在大福克斯，洪水越过堤坝和淹没社区，这个过程大约持续了两天时间。该区域的排水管道缓解了一部分压力，即使它填充在其他地区。在第三天的前夕，地方建立了第二道防线，阻止其被淹没。

随着管道过负载和升降站被迫停止服务，市政服务的逐渐失效。在城市服务的许多地区，在十天内才可以恢复到一定水平。然而，在损失最严重的地区，恢复服的代价太大了，根本无法恢复，因此从未恢复到运营标准。

由于缺乏灾后恢复计划，大福克斯工程部启动了已经开发的程序，用于用于灾后重建。虽然这些程序是为小部分设计的，但这些程序扩大到更大的部分，最终恢复了对整个地区的公共服务。

总的来说，洪水对饮用水分配系统造成了有

限的损害，主要是由于大福克斯的水管理在地下8英尺处。但是，由于水处理厂被淹没时遭受压力损失，饮用水供应系统还是受到了污染。

在雨水下水道方面，洪水损害一般发生在连接点周围的相关部分。在老的VCP和非钢筋混凝土管道的管接头也观察到损伤。这种损坏似乎是高内部水流速和增压作用的结果。

在卫生下水道网络中，发现了由洪水引起的加压导致一些管破裂和/或先前存在的细纹裂纹的破裂。虽然细纹裂纹通常对VCP的预期寿命几乎没有影响，但一旦这些裂纹扩张并且碎片移动，管道由于结构完整性被破坏将快速劣化。在一些情况下，在水退回之后管道将立即塌陷。

虽然一些损害是早期确定的，但只有使用CCTV检查线路后才能看到洪水的全部影响。根据闭路电视调查，发现大约80%的废水和雨水收集系统需要清洁和修理。

这些洪水后调查的结果是，至少需要进行1000次系统修理。大多数修理使用翻转内衬法（CIPP），修复长度从5英尺到整个检修孔之间。使用非开挖技术，两年内就可完成大福克斯地区受洪水影响的并且状况较好的自来水和废水设施的完全修复。

本文参考了Erez Allouche博士，Raymond Sterling博士和Dec Downey博士提供的技术论文。技术论文作者包括Erez Allouche博士，Raymond Sterling博士和Elizabeth Chisholm博士，David Hall教授和Daniel Hill。Allouche博士是Stantec的隧道和非开挖技术的领导者。Sterling博士是路易斯安那理工大学TTC的荣誉教授。唐尼先生是非开挖的业主和Aqualiner有限公司的主席。

译 自 <Trenchless International> 2016, Spring, P34-37