



水利水电国际资讯摘要

IWHR International Digest

中国水利水电科学研究院 主编: 孟志敏 责编: 孟圆 刘一帆 李文洋

2023
5
总338期

欧盟大型基于自然的
解决方案示范项目

美国政府最新版《国家洪水保
险计划——10号技术公报》发布

为评估地下水人工回灌系统整体
性能分配去除额度的新工作流程

利用人工智能新技术改
善老旧基础设施管理



欧盟大型基于自然的解决方案 示范项目 (RECONNECT) 典型案例报告 (接 2023 年第 4 期)

二、意大利波托菲诺自然公园, 基于自然的解决方案保护自然 遗产、增强气候韧性



图 2.1 波托菲诺自然公园

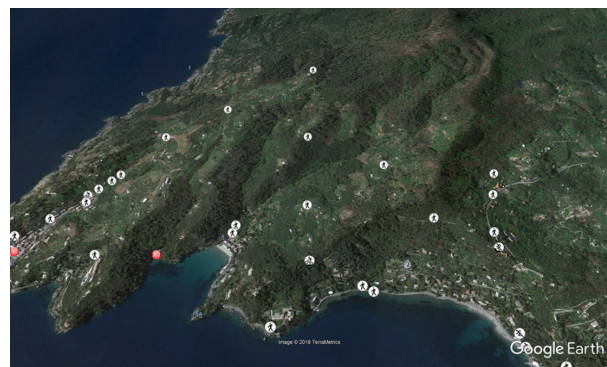


图 2.2 波托菲诺的卫星图像

(一) 示范项目说明

波托菲诺公园需要采取干预措施以减少其对气象水文事件的脆弱性。基于自然的解决方案旨在保护景观、自然和文化遗产以及旅游价值。

波托菲诺自然区域公园距离热那亚市约 30 公里, 包括卡莫格利、波托菲诺和圣玛格丽塔利格尔市。总面积约 1000 多公顷。

(二) 背景情况

波托菲诺的海角拥有世界上最著名的风景之一。它由覆盖在石灰岩岸边的巨大砾岩沉积物形成, 具有地貌和微气候特征, 在有限的地理区域内, 创造了截然不同的环境。

由过去 100 年雨量站数据分析可知, 该区域短时强降雨事件的增加, 结合当地山坡陡峭的地

行条件,将很有可能导致更严重的碎片和泥石流灾害。

对地貌、地质、历史和社会经济因素的分析清楚地表明,放弃梯田导致在这个已经难以维持自然和历史平衡的地区,地质水文风险在增加。

(三)实施 NBS 的驱动因素

波托菲诺周围的景观,沿着意大利的西北海岸的特点是陡峭的山谷和延伸到海岸线的山坡。这些斜坡是生物多样性的热点地区,丰富的文化遗也吸引来了大量的游客。自中世纪以来,周围的景观经过了剧烈的改变,许多变化相互叠加。旅游基础设施的最新扩张进一步提高了城市化水平,并进一步延伸到内陆地区。该地区的雷暴和降雨事件通常持续时间只有一到两个小时,但它们的强度非常高。在过去的 15-20 年里,已经



图 2.3 意大利项目区一处涵管接口

观察到风暴和山洪事件的增加,严重影响了该地区几个小流域的斜坡的稳定性。在暴雨事件中,死树和沉积物等杂物形成快速积累的泥石流,冲下集水区。

2011 年 10 月,在靠近波托菲诺的一个非常重要的旅游地区,有 13 人在这样的洪水中死亡。经济损失估计会累积到数百万欧元。坍塌和未维护的阶地,加上洪水基础设施空间不足和糟糕的林业管理,是造成洪水和滑坡严重影响的主要因素。这些影响推动了以一种更加全面的方式解决问题的需求,例如维护溪流、林地和挡土墙等小型干预措施。

欧盟洪水指令是一个非常受欢迎的环境管理框架,但也有一些缺点。这一指令对大型洪水泛滥地区,如大江大河具有重要意义,但像波托菲诺这样主要是小集水区和小溪流的区域,其所面临的问题类似于阿尔卑斯山的情况,而不是洪范平原。通过 RECONNECT 项目,根据波托菲诺的环境条件,确定了利用基于自然的解决方案来缓解洪水。这种做法也见于西班牙、希腊和克罗地亚等其他欧洲国家。

(四)NBS 实施类型

项目目标是恢复应对该地区所经历的强降雨所需的自然机制。需要进行景观改造和维护,才能恢复自然的水文地貌条件。需要从自然环境中寻求去中心化的,分散的解决方案。

这些解决方案必须考虑并改善流域环境中的自然过程。

通过自然和以自然为基础的解决方案实施干预措施,旨在开发和再造该地区的生态系统服务和自然功能。这些措施的指导目标是降低雨水积累的速度,并在暴雨事件期间尽量减少被冲到水道中的杂物的量。

从公元 1000 年开始,该地区就修建了各种石墙,以便能够种植农作物、建造橄榄和葡萄园。建造和修复这些干石墙,修复废弃的梯田是防止土壤侵蚀的必要解决方案之一。除了这些恢复工

作外,关键的基于自然的解决方案是针对这些集水区的林业干预措施。枯木和根系较浅的树木是危险杂物的潜在制造者。在过去,这个地区的树木到达十年树龄后就会被砍伐。而近年来,虽然树木的生长年龄增加了,但由于根系很浅,一旦发生暴雨就很容易倒下。公园管理局进行了专项清理工作,以促进强健树木的生长,以稳固地基。这些重新造林的努力旨在加速自然选择过程,一般周期在 100-200 年之间,才能更快地达到所需的森林覆盖。进一步的基于自然的解决方案包括改善河床和支流的水力特性,以及沿着徒步旅行路径的自然工程干预措施。

(五)实施过程中的挑战

围绕项目区域实施的活动可分为三类:

物理工作——开展了石墙的修复工作,地区公园管理局整顿和清理状况不佳的林木。清理工作同时采取重新造林和侵蚀控制措施。

监测——对区域公园和邻近的集水区展开监测,既要确定在哪里需要采取干预措施,也要评估已经实施的措施的效果。利用现有的数据和对活跃的地貌过程的分析,确定了最重要的干预领域。

利益相关者参与——如何让受影响的利益相关者参与基于自然的解决方案工作是该地区的一个挑战。为了提高人们的认识,更好地理解当地利益相关者的想法,项目组与博洛尼亚大学一



图 2.5 公园海岸带边上待恢复的阶地

起开始了一项社会动态研究,采访了居民关于改变景观的意义的看法。2022 年 11 月份,还开展了一个了解城市地区与洪水相关的风险的冬季学校。

虽然该地区的部分管理者非常了解当地的环境状况和挑战,但对不理解的人就要做好解释工作,让他们理解要做的工作为什么对未来很重要。

另一个缺陷是小型而分散的干预措施随着时间的推移才能显露出一益处,这种措施的威望还不够。基于自然的小型解决方案不具备结构性干预措施立竿见影的效果,因此不是一个理想的彰显政绩的途径。这是对广泛实施基于自然的解决方案的政治支持有限的原因之一。这些挑战可以通过上述涉众的参与工作来解决,可以通过 RECONNECT 项目进一步推进。

(六)具体措施

集水区管理是波托菲诺地区治理体系面临的一个不小的挑战。尽管欧盟洪水指令的出台强烈推动意大利推行基于集水区总体规划的综合性方法,但非常小的集水区在管理上依然滞后。负责利古里亚集水区管理的当局位于佛罗伦萨,距离波托菲诺 200 多公里。对当局来说,很难管理利古里亚地区的所有 500 个集水区,特别是由于有大量的小集水区。而且集水区的管理责任属于市长。一个 200 人的直辖市的市长,在他/她

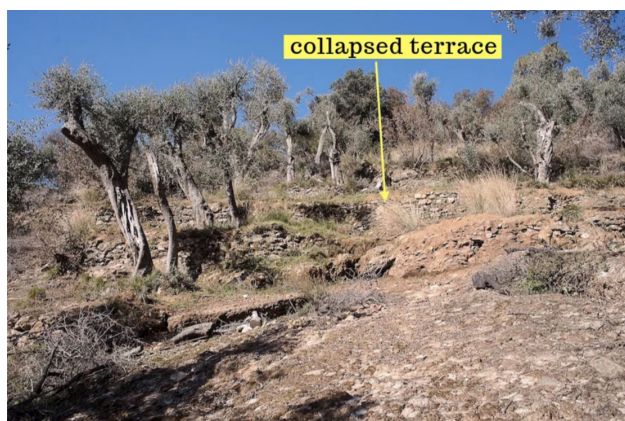


图 2.4 图中箭头所指的为一处崩塌的阶地

的管辖范围内可以有四个小集水区;而另一个地区的市长,在他/她的直辖市可以有超过100万人,但可能只需要管理一个集水区的一部分。地级市之间职责不均衡、治理能力也不一样。

RECONNECT项目提供了一个知识和经验的网络,为整个欧洲的成功方法提供了集中宣传的手段。通过调查,收集了面临类似问题的地区的经验,如城市规模较小,但对集水区恢复有较大需求的地区。

如何在这些地区建立新的、更好的治理是项目关注的重点。重点是要将较小的流域的治理经验转化为政策。

(七)利益相关方协同工作

环境问题的权责归属是意大利的这一地区面临的大难题。找到一个特定的地方负责环境治理的对口机构并不容易。自然公园管理局倒是存在,但没有与之相联系的政府部门。下游私营部门的参与尤其具有挑战性。不利的是,私人利益相关者对参与该地区的恢复工作犹豫不决。例如,许多餐馆老板并不想为集水区保护工作做出贡献,尽管他们严重依赖旅游业,并受到洪水的影响。有一次,一家餐馆为了扩大就餐的桌椅区,往河床上浇筑混凝土,结果在2016年的一场洪水中产生了负面影响。尽管如此,现状改善的责任通常会转移到其他机构或当局身上。集体行动的一个难点就在于首先要让利益相关者都坐下来谈。那些不想做出贡献或不同意所提议的方法的人,从一开始就不参加会议。

市政当局和一个私人协会给公园提供一些资金来实施项目,但公园本身没有足够的手段和

政治权力来驾驭这种局面。从这个意义上说,市长的支持对采取行动至关重要。如前所述,小规模、低成本和分散的干预措施几乎没有声望,因此政府当局不怎么感兴趣。

公园参与RECONNECT的一个目标是向佛罗伦萨更大的流域管理当局以及当地政客和公众展示成就,以便推行在流域内实施分散的、小规模干预措施的政策。

(八)推广潜力和必要前提

在波托菲诺自然公园应用的基于自然的解决方案,结合其采用的利益相关者参与的方法,具有巨大的推广潜力和需求。由于本项目实施的是小型和分散的干预措施来减少流域的水文气象风险,因此大规模扩大试点解决方案是方案能够有效的前提。在所有具有相似地貌特征的地区,都有很高的推广潜力。在意大利,这些地区分布在波托菲诺公园和大利古里亚地区及其附近,但也分布在撒丁岛、坎帕尼亚、西西里岛或卡拉布里亚等地区。其他具有类似环境的欧洲国家有希腊、加那利群岛、克罗地亚、科西嘉岛和巴利阿里群岛。

(九)关键信息

从自然中学习,通过灵活的解决方案来放大自然过程的作用,要能够适应不断变化的情况而不是一成不变。

采取在流域范围内推广维护干预措施的整体性方法。

解决方案既要有全局视野,也要立足当地实情。

三、丹麦欧登塞, 通过基于自然的解决方案来实现多方利益诉求



图 3.1 塞登·斯特兰德比和塞登

(一) 示范项目说明

该示范项目位于欧登塞峡湾的塞登斯特兰德比附近, 是欧盟洪水指令(2007/60/EC)指定的丹麦 10 个洪水易发地区之一。

而根据欧盟栖息地指令(92/43/EEC), 欧登塞峡湾也被划定为“Natura 2000”自然保护区。

(二) 背景情况

该项目主要集中在丹麦第三大城市欧登塞郊区的塞登·斯特兰德比附近。塞登·斯特兰德比市位于欧登塞市中心东北 8 公里处的欧登塞峡湾。项目总面积为 42 公顷。该项目区位于潮湿的大陆性气候区。天气受到大西洋低压系统的影响, 全年的天气条件不稳定。根据 2007/60/EC

关于洪水风险评估和管理的指令(欧盟洪水指令), 位于欧登塞峡湾的塞登·斯坦德比是丹麦 10 个洪水易发地区之一。

由于海平面上升, 塞登·斯特兰德比的郊区正受到洪水的威胁。142 个私人住宅和多达 66 公顷的农业区都面临着洪水的直接风险。

根据栖息地指令(1992 年 5 月 21 日第 92/43/EEC 指令), 欧登塞峡湾也被划定为“Natura”2000 自然保护区。欧登塞峡湾是许多鸟类重要的休息和筑巢区, 历史上也是白蟾蜍的栖息地。长水蛙和蟾蜍依赖条件良好的盐草地, 需要在较浅的池塘中筑巢、繁殖和觅食。许多含盐的草地已经被改造成农业区, 剩下的草地杂草丛生。

同时, 海岸景观是一种有价值的景观类型,

不应该大兴土木、大建工程。

该项目希望展示如何将尽量减少郊区和农业地区的洪水风险、改善“Natura 2000”栖息地和保护沿海景观的多重利益协调起来。

(三)实施 NBS 的驱动因素

塞登斯特兰德项目区距离丹麦第三大城市欧登塞仅 4 公里。它位于波罗的海的一个峡湾岸边,住着 142 户人家,与农业区和一个自然保护区接壤,是丹麦十个洪水易发区之一。近十年来,洪水发生的频率有所增加,因此需要立即采取措施。气候变化和海平面上升甚至将进一步增加风险。

在 RECONNECT 项目中,欧登塞市希望展示如何将尽量减少郊区和农业地区的洪水风险与改善“Natura 2000”地区的栖息地结合起来,同时保护沿海景观。项目成员认为,基于自然的解决方案可以成为结合不同利益相关者诉求的一种手段。例如,项目区域是家鸟和候鸟的重要栖息地,也是现在已经消失的纳特蟾蜍的自然栖息地。为自然创造条件使市政当局能够与合作伙伴合作,以一种综合性的方法解决多个问题。防御洪水和保护自然都是必要的,而基于自然的解决方案可以解决这两个问题,同时为所有人创造额外的价值。



图 3.2 欧登塞峡湾是丹麦划定的 10 个洪水风险区之一

(四)NBS 实施类型

在居住区的东侧修建的堤坝不具备足够的防洪条件。因此项目计划将这些堤坝迁址到内陆地势更高的地方,更靠近居住区。由此腾出的堤坝前的 27 公顷的土地,通过所谓的“自我设计”修复过程,从目前的农业用途转化为自然栖息地。这个自然栖息地预计将经历一个动态的盐质草地演替。断开现有的排水渠道将进一步促进盐渍草地恢复更自然的水文状况。恢复蟾蜍和候鸟的栖息地创造了一个具有丰富生物多样性的景观,增强了降低洪水风险的特性。

在市政当局的支持下,当地社区必须为风暴引发的洪水做好准备,洪峰最高可达到 2.4 米。将堤坝移到更高的地面,可以更好地防洪,因为堤坝前面有更多的缓冲区,同时将相对高度降低到 1-1.5 米。堤坝迁址和重建不是目的,而是要让堤坝融入自然景观,以保护海岸线的外观。可允许动物在部分坝区放牧,使其更容易维护。通过建模进一步改造面向海洋的坡面,以为各种植物和昆虫物种尽可能创造更多栖息地。

(五)项目预期效益

改善了对人口密集区和农业地区的保护。

改善和增加了 Natura 2000 地区的栖息地,包括更多的海洋空间和当地溪流的自然蜿蜒。

保护沿海景观免于大的工程改造,改善公众亲近自然的机会。

(六)NBS 实施现状

项目于 2014 年启动规划,目前已初步开发。在此基础上,与利益攸关方进行了集中的、广泛的磋商,以确保技术和财政规划扎实、获得土地所有者的支持,以及国家和欧盟层面的合规。到目前为止,土地所有者的农业权利已经得到了经济补偿,部分地仍然允许放牧。因此,该项目的征地已完成。目前,堤坝迁址和区域详细规划设计正在进行中。原计划是 2020 年上半年完成对堤坝、溪流和该地区其他部分的实体重建。

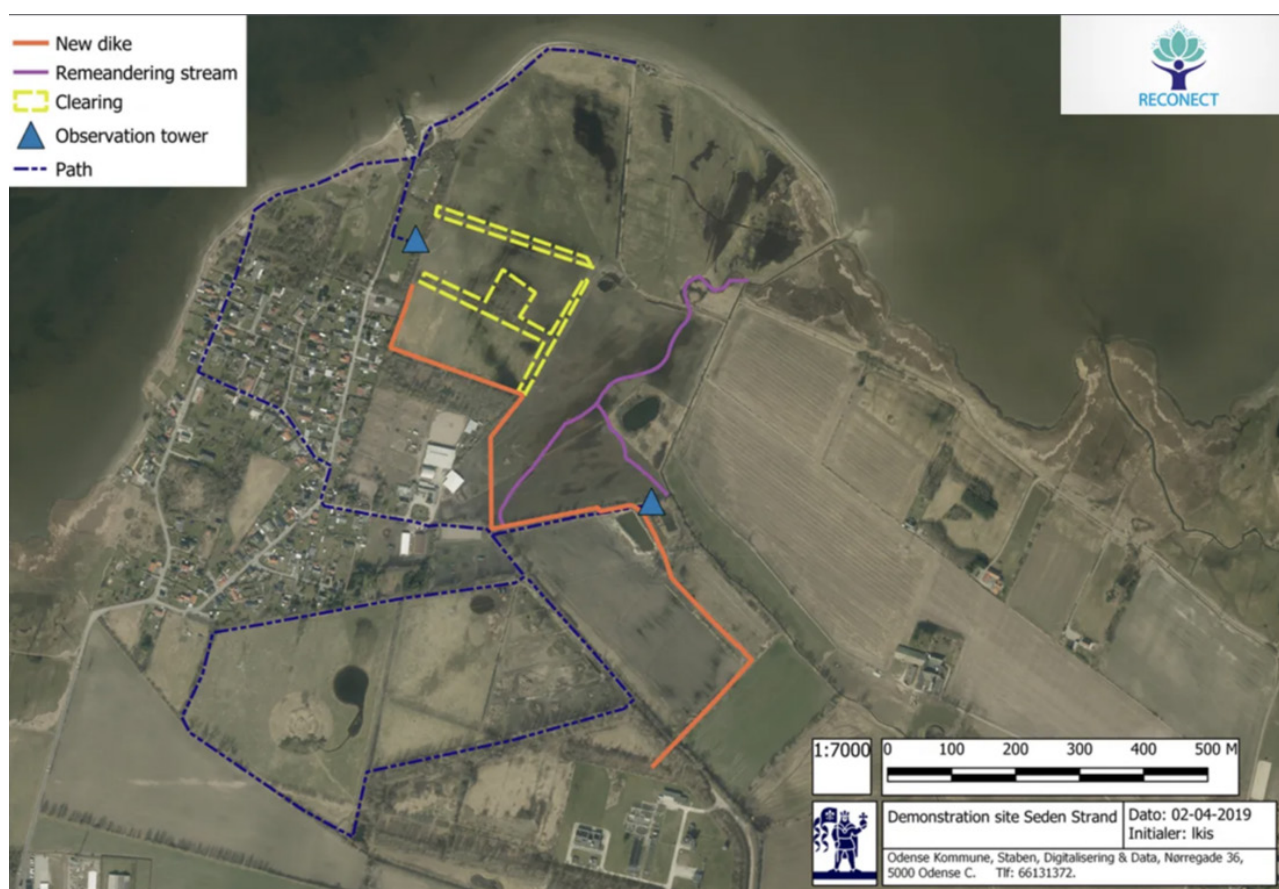


图 3.3 在 Seden Strand 计划实施的行动

(七)利益相关方协同工作

丹麦法律规定,减轻洪水风险是土地所有者的责任。市政当局的作用是通过促进实现防范洪水风险的措施,来支持业主和社区。与此同时,市政当局将国家计划和目标转化为详细的行动计划,并形成自然保护目标的一个重要框架。由于当地社区要求市政当局提供支持,因此有可能采取行动,并由地方税收支付有关西部行动的费用。在定居点的东侧,包括项目区,由于对 Natura 2000 地区和洪水风险管理的双重责任,市政当局发挥了领导和积极的作用。市政当局对确保履行这些责任的可持续解决办法非常重要。与自然合作是结合这两种利益的方式,通过设计服务于这两种目的的措施。农民和土地所有者,以及诸如丹麦观鸟协会等非政府组织,都是重要的地方利益相关者,他们正在参与咨询过程、设计和后

来的实施。将土地从农业重新分配到自然环境中,需要与所有行动者进行细致的谈判。

(八)衍生的协同效益

通过改善防洪、恢复和扩大自然栖息地,周边地区的附加值增加了。当地房地产价格就是衍生出协同效益的一个明证。房屋的价值将会增加,不仅因为洪水的风险降低了,还因为附近扩大和恢复的自然区域所提供的娱乐和美学价值。为已经在该地区失去自然栖息地的濒危物种创造明晰的栖息地,不仅可以恢复生物多样性,还有望吸引游客来已创建的观测站和观景道上游玩。此外,本项目中采用的方法将不同利益相关者的利益成功地结合起来,有望在参与本项目的行动者之间形成信任,成为未来合作和推广该方法的基础。

(九)推广潜力和必要前提

塞登斯特兰德的经验有望在欧登塞乃至全丹麦得到复制。丹麦有许多受保护的海岸线,需要面对和欧登塞类似的问题。项目推广潜力巨大。这个项目带来的启示,就是要明确基于自然的解决方案所带来的确切的附加值。从大自然中带来的确切的额外好处往往难以量化。为了解决这个问题,利用现有 RECONNECT 项目的成果,有望为使用基于自然的解决方案的附加价值提供更多的证据。该项目计划开发一种更简明地对比基于自然的解决方案和灰色解决方案利弊的工具。

(十)关键信息

基于自然的解决方案不仅仅是技术解决方案,而且是在改善自然栖息地的同时解决多种问题的一种整体方法。

基于自然的解决方案是一种结合多方诉求,将实际的解决方案与我们对自然环境的责任相结合的方法。

除了实施和维护基于自然的解决方案的成本外,还必须考虑到为社会和生物多样性共同创造的附加值。

四、编译文献

1. 欧盟 RECONNECT 项目官方网站,
<http://www.reconnect.eu/network-of-cases/>
2. 德国易北河项目介绍,
<http://www.reconnect.eu/network-of-cases/elbe-estuary/>
3. 德国易北河项目组访谈文章,
<https://reconnectproject.medium.com/tackling-floods-and-droughts-with-nbs-b5acb63e65a7>
4. 意大利波托菲诺自然公园项目介绍,
<http://www.reconnect.eu/network-of-cases/portofino-natural-park/>
5. 意大利波托菲诺自然公园项目组访谈文章,
<https://reconnectproject.medium.com/preserving-natural-and-cultural-heritage-nbs-against-flash-floods-in-portofino-italy-89f47ac0b888>
6. 丹麦欧登塞项目介绍,
<http://www.reconnect.eu/network-of-cases/seden-strand-odense/>
7. 丹麦欧登塞项目组访谈文章,
<https://reconnectproject.medium.com/combining-interests-through-nature-based-solutions-in-odense-denmark-1728b5979643>

美国政府最新版《国家洪水保险计划——10号技术公报》发布

2023年3月,美国联邦应急管理署(FEMA)发布了最新版《国家洪水保险计划——10号技术公报》,规定了在“特殊洪水风险区域”的填埋土地上建筑施工的有效防洪要求。该文件是美国《国家洪水保险计划》技术公报系列所发布的最新要求。

《10号技术公报》参照《国家洪水保险计划》有关要求,为在填埋土地上建筑施工如何有效地避免洪水风险提供了技术指导。这些导则规定了填土的放置要求,以及填埋土地上建筑物设计与建造的参数;这些填埋土地指的是在应急管理署的洪水风险图修订过程中,从被确定为“特殊洪水风险区域”中移除的建筑物。

《10号技术公报》主要更新的内容包括:

- 更换标题。之前的标题是《遵照《国家洪水保险计划》,确保填土上或特殊洪水风险区域附近建筑物的有效防洪安全》;
- 阐明了该技术公报的宗旨及适用范围;
- 更加重视提供给地方官员的指导文件,帮助其做出“有效防洪”的决策;
- 提供了更多值得借鉴的应用实践案例;
- 对第9节“渗流分析技术方法”所讨论的内容进行了分类及调整。



详情请参见:

<https://www.fema.gov/emergency-managers/risk-management/building-science/national-flood-insurance-technical-bulletins>

为评估地下水人工回灌系统整体性能分配去除额度的新工作流程

摘要

地下水人工回灌(MAR)系统运行过程中去除病原体的效果受到诸多参数的影响,包括操作参数、水质和生物学等物化参数。而这些参数又与具体场地条件密切相关,因此以往的病原体去除指南往往建议采用保守的预防性方法,从而保护地下水水质和公共健康。本文对针对 MAR 应用中受管制病原体的文献进行了梳理,将其与用于病原体评估的新型指示性病原体和替代病原体进行比较,将数据汇编整合,供监管机构和经营者筛选适当病原体进行监测,持续优化 MAR 实践。本研究结合了通过实验室和中试研究获取,并通过建模明确关于病原体迁移与归宿的更深入的见解,可用于筛选合适的、针对特定场地的病原体,以实现更高效的病原体截留,进而保护公众健康并降低成本。本文概述了一个新的 10 步工作流程,基于风险管理原则,确定适当的病原体去除额度。这一方法可根据当地情况进行调整,同时减少过于保守的监管限制或低效安全突发事件应急预案。在未来几年,随着更多再生水利用计划付诸实践,该工作流程将有助于充分发挥 MAR 的潜力。

引言

地下水人工回灌已有近一个世纪的历史,现已在世界各地得到广泛应用。MAR 即利用地表水、雨水或再生水(经过二级或三级处理的废水,或经过深度处理的废水)人工补给地下水。常用的 MAR 方法包括在土壤含水层处理 SAT 系统中,通过地表渗水盆地补给;利用排水井或渗水廊道通过包气带直接补给;或者利用含水层储存与回采(ASR)技术,将水注入含水层饱和带。土壤含水层处理系统和快速渗滤池(RIB)可接收地表水、雨水和再生水,但含水层储存与回采技术需要通过膜过滤或其他深度处理技术对水进行更高层次的预处理,以尽量减少孔隙堵塞,提高回灌水质。水在渗入地下并在岩体中流动的过程中,通过过滤、吸附和生物化学过程得到进一步处理,具体过程取决于实际的氧化还原条件(即,好氧、亚氧、缺氧,或厌氧)。除了物理化学反应和被其他生物捕食之外,上面提到的过程是导致细菌、原生动物和病毒在内的病原微生物失活的主要原因。在河岸渗滤或人工河岸渗滤(IBF)系统中也可观察到此类水质改善现象。这类渗滤系统利用河流或湖泊附近的水井,通过人工施加水力梯度,迫使地表水渗入地下。然而,河流中排入污水以及地表水体的自然波动可能影响人工河岸渗滤系统的处理效果。病原微生物风险管理是一个难于理解的、复杂的问题,导致病原微生物处理里的效用分析方法天差地别,既有泛泛的假设,也有在特定场地开展的耗时费力的调查。

MAR 系统具有灵活性,且本质上是一种基于自然的解决方法,现已在全球广泛应用于解决

图文摘要



不同问题。虽然 MAR 以往的主要目的是改善地下水, 但其在计划性再生水利用中的应用正在增加, 且许多 MAR 应用往往是非计划性再生水利用实践的一部分, 因此研究人员对地下水病原体去除过程机制展开了更多研究。有些病原体依然可能在 MAR 过程中存活下来, 对地下水水质和饮用水安全构成威胁, 因此经营者和监管机构必须妥善管理病原体风险。随着病原体检测和鉴定科学方法的不断改进, 充分规制和管理 MAR 系统中的微生物风险, 既避免了过于保守的 MAR 应用限制, 也能降低安全突发事件应急预案的低效和不足, 成为关键问题。

尽管在论证各种 MAR 系统的高效率病原体去除效果方面拥有丰富经验, 如何配分一个特定项目中的病原体去除额度依然是研究人员、MAR 系统经营者和监管机构尚待解决的问题。造成这种不确定性的原因是尚未制定用于分配病原体对数去除额度和适当考虑特定场地具体条件的公认国家或国际方法。此外, 微生物污染物与无机 / 有机胶体和化学组分的归趋 (fate and transport) 行为截然不同, 直接测量微生物污染物及其归趋行为面临诸多固有挑战, 因此, 实测数据缺失或难以获取实属意料之中 (特别是在投用前对去除额度进行分配的情况下)。然而, 大部分现行法规在分配对数去除额度时倾向于采用一种相当保守的方法, 并没有考虑到特定场地实际可以实现更高对数去除率的可能性。

迄今为止, 研究人员已经识别出 200 多种威胁人类健康的水媒病原体, 其分布和浓度可能因季节而异, 且取决于人均用水量、社会经济因素, 以及病原体在社区中的发生情况。随着分子生物学技术的进步和检测方法的改进, 研究人员在再生水中发现了更多病原体: 目前认定的废水中的病毒浓度是之前测得浓度的 100 多倍。检测方法增多, 灵敏度增加, 目前包括微观检测、培养检测、生理检测、核酸检测和抗体检测方法。但是, 新检测出的病原体, 特别是病毒 (例如, 博卡病毒、细小病毒、微孢子虫等) 可能具有独特特点, 导致无

法基于一个病毒类群的数据推断另一病毒类群的特点。近期发生的 RNA 病毒 (新型冠状病毒 SARS-CoV-2) 快速变异证明了病毒惊人的适应速度, 也促使了首个用于检测废水中病毒病原体的商用检测试剂盒问世。衡量 MAR 在去除这些种类繁多的病原体方面的性能十分困难, 因为这类系统数量众多、采用的方法各不相同且成本高昂。量化去除效果对于负责评估 MAR 性能和制定相关标准的监管机构非常有用。使用指示病原体和替代病原体可以弥合这一需求, 并且可以更好地评估不同运营条件 (包括不同水源水水质和其他针对特定场地的因素) 下的性能。由于可检出病原体范围广泛并且仍在不断增多, 须谨慎选择适当的指示性病原体和替代病原体, 确保其尽可能包含以下特点: 1) 浓度与目标病原体相当或更高; 2) 生存能力相当或更强; 3) 无季节性变化; 4) 在媒介中的运移距离相当或更短; 5) 检测或量化成本合理。替代病原体可以体现与关注病原体有关的处理性能, 并可被选作模式生物或指示生物, 用于开发归趋模型。尽管已有以上公认要求, 目前仍然缺乏根据 MAR 类型或水源水预处理方法选择指示性病原体和替代病原体的综合的、易于操作的建议。

选择适当的归趋模型以及最终面临的风险, 在很大程度上取决于能否获取定量和定性的经验数据。病毒病原体在 MAR 处理过程中展现出非线性去除特点, 而病毒进化也可能会导致它们在再生水中的生存力、持久性和浓度随时间变化。病原体的生物多样性、进化和自然选择, 以及处理工艺性能的变异性和规模也可能牵制着病原体的去除效果, 尤其是在 MAR 水源水预处理方面 (例如, 接收的废水的处理程度)。尽管目前已开展了许多实验室归趋研究或中试, 但是由于现场存在的变量要比可在实验室和中试条件下合理测试的变量多得多, 所以, 将上述研究成果应用于实地检测时, 得出的结果很容易不准确。近期发布的一项研究比较了病毒和细菌孢子 (作为隐孢子虫的模式生物) 的去除效果, 发现实验研

究得出的去除率比实际去除率高出两个数量级。因此,制定用于评估 MAR 过程中病原体去除效果的国家或国际层面的公认指南确有必要。

本研究梳理了关于用于 MAR 系统的对数去除额度的指南和文献数据,以期制定一种评估 MAR 病原体去除效果的全面评价方法。研究提出了一个包含多个关键步骤的新工作流程,基于风险管理原则,确定人工地下水回灌系统的适当病原体去除额度。这种基于风险的方法能够对 MAR 系统开展更具针对性的评估,充分考虑当地条件,以合理规制和管理微生物风险,同时避免监管过于保守或应急预案的制定低效或不足。

章节摘录

方法

为了对 MAR 过程中的病原体去除进行全面评估,研究人员使用 Web of Science、谷歌和 PubMed 检索经过同行评议的文献。本文文献综述分析的材料包括经过同行评议的期刊论文、专著、专业会议(例如,国际地下微生物学会(ISSM)、国际地下水人工回灌研讨会(ISMAR))论文集、已发表的科学报告,以及基于网络的工具等。

结果和讨论

本研究并未探讨在将水注入或引入地下之前的不同预处理要求,也未全面梳理病原体归趋理论模型发展的近期进展,而是侧重于国际法规中现行的病原体监测要求。通过弥合监测要求与归趋模型及方法之间的缺口改进 MAR 系统风险。

结论

本研究的结果强调,有必要重新评估现行法规背后的科学依据,以确保 MAR 系统实现适当的病原体去除率。研究人员利用经过改进的分子检测和微生物分析技术,确定水媒病原体数量和类型有所增加。在未来几年,由于水资源短缺日益加剧,将实施更多包含地下水回灌实践的计划性再生水利用系统,因此,改进 MAR 系统病原体去除效果的评估方法愈发重要。

本文摘译自:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135423002713>

利用人工智能新技术改善 老旧基础设施管理



当前,污水收集系统管理所面临的挑战已是不言而喻,这其中就包括每年需要采集、分析和处理的排污管道检测视频数据正在逐年上升。在这些视频检测数据的处理周期中,30%到40%的时间都花在了查看甚至反复查看检测录像上。

尽管如此,很多时候得到的数据并不完整,也不充分,有时由于人工审核量过大,而导致积压过久、从未派上用场。污水管内窥摄像检测系统(CCTV)的缺陷编码耗费了大量的时间和成本,产生的数据往往并不充分,但又是公用事业公司管理老旧基础设施的关键一环。

因此,若能实现污水管 CCTV 缺陷编码的自动化,对于污水系统服务提供商来说将大有裨益,因为这将影响提供给资产管理方的条件数据的准确性、一致性和数量充分性。

然而,开发此类自动化解决方案面临诸多挑战,比如:

- 如何解读污水管 CCTV 低分辨率视频录像;
- 如何区分不同类型的缺陷、其配置、管道的材质和管径;
- 如何生成标准化的输出,使之能够直接导入污水管公司现行通用的决策分析和设备维护管理系统(CMMS)软件包。

此领域目前取得了一定进展,但仍存在若干问题尚待突破:

- 针对缺陷术语的标准化开展的培训在一定程度上减少了数据偏差,但由于人为偏差的影响大多数数据仍不够精确;
- 常规的图像映射软件程序在理论上可行,

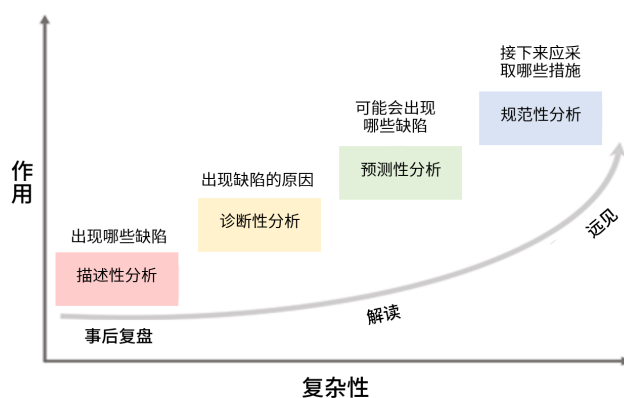
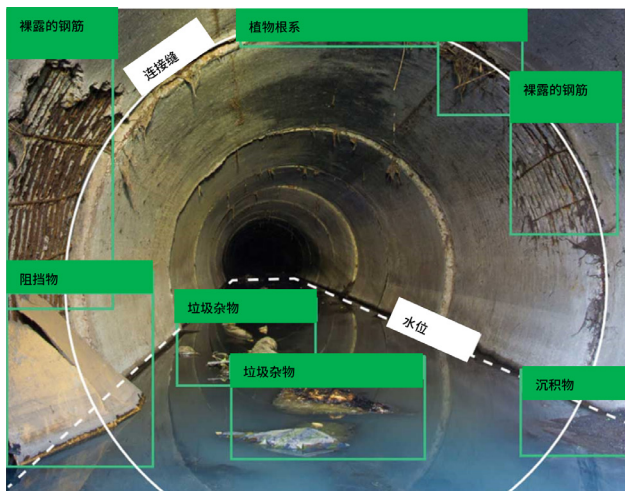
但在实践中,管道缺陷可能会以无数种形式呈现在图像中,超出了常规软件的处理能力。

· 多传感器检测技术能够捕获情境化元数据,用于量化缺陷。但这类设备是专用仪器,不仅处理时间非常漫长,且仅适用于较大管径的检测。

人工智能和机器学习的发展为污水管道检测提供了新的市场与技术。在计算机科学不断迭代的同时,强大的计算硬件的可用性和可负担性也极大地优化了。商用处理器的速度比五年前快出几个数量级,集群计算机和云资源的访问成本也相应地下降了。

基于数据科学驱动的方法,一些污水管 CCTV 缺陷自动化检测的新技术融合了人工智能、机器学习和计算视觉技术。这一技术框架的底盘是能够从日益成熟和复杂的多种计算模型中集成数据驱动型分析,从而实现高质量的产出。具体来说,这一过程中耦合了描述性、预测性和规范性的分析模型。描述性分析能够得出缺陷同时发生的位置、原因和时间;预测性分析详细说明可能会观测到哪些缺陷;根据与其他污水输送系统的相似性,规范性分析能够提供从工程角度提出建议和干预措施。

此外,还可以利用人工智能和机器学习技术从这些数据中提取更多价值。例如,充分考虑独特的缺陷计数、缺陷类型和位置,然后将其应用人工智能和机器学习还可以进行大量数据运算,

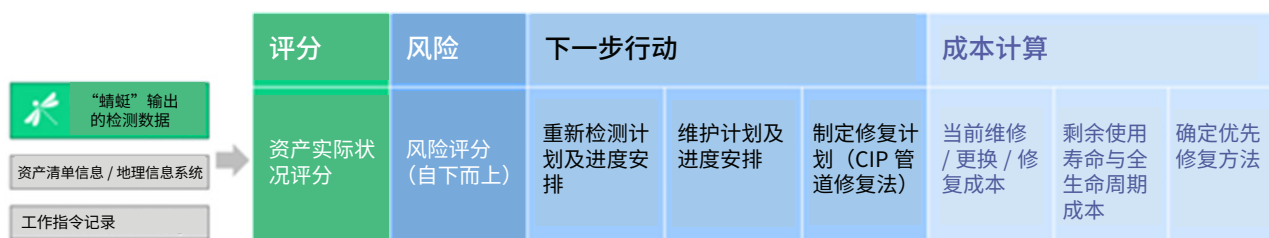


通过在数据中得到的独特信息和缺陷组合,得出优化调度的建议,这是一个强大的补充功能。

在这一轮技术进步的浪潮中,许多服务提供商将具有竞争力的产品推向了市场。美国嘉科工程集团(Jacobs)开发的“蜻蜓”(Dragonfly)解决方案便是其中之一。“蜻蜓”是嘉科与日立(Hitachi)公司共同开发的数字解决方案,利用下一代人工智能和机器学习功能,检测并编码污水管道缺陷。用户可通过“蜻蜓”上完全基于 Web 的用户界面进行交互,该页面提供简单而安全的上传、处理和结果访问功能。

为了使用污水管 CCTV 数据对缺陷进行精确检测,“蜻蜓”采用一个图像分类模型来检测图像中出现目标(即缺陷)的概率。随后,由人工智能赋能的目标、观测及缺陷分类与定位算法能够输出视频帧图像中目标位置的坐标,从而在在视频帧图像上方标注迭加的突出显示缺陷注释,并注明缺陷分类标签的置信测度。这些模型能够摄取传统的低分辨率 CCTV 视频,并可生成行业常用的 NASSCO 标准交换 PACP 数据库的输出。

为发挥集群计算的性能,“蜻蜓”完全基于云端,按需提供服务。无需安装软件,无需缴纳年度许可费,也无最低服务量要求。嘉科还将人工智能/机器学习纳入其规范性资产管理技术平台“亚贡”(Argon,之前称为 SCREAM)中,配合“蜻蜓”使用,共同提供重要的资产管理的解读,包括提出有关重新检测和维护的计划、确定重点成本和修复方案的建议等。



借助人工技能技术,“亚贡”不再局限于改善资产的实际状况,而可以利用“蜻蜓”的输出进行更先进的分析,并与上传的其他资产清单信息进行融合。“亚贡”的算法可以估算当下和全生命周期的成本,并提出修复的建议。这一功能涉及大量工作,比如确定管沟位置和长度。

“蜻蜓”这类人工智能 / 机器学习解决方案拥有巨大潜力,可显著降低公用事业公司精确检测和分类管道缺陷的工作量和成本,有助于优化管道修复和更换方案,进而帮助公用事业公司面向全球客户提升服务水平。

本文摘译自:

<https://waterfm.com/up-in-the-clouds-advances-ai-aging-infra-structure/>



欢迎关注中国水科院微信公众号
 地址: 北京市海淀区复兴路甲一号
 本刊联系方式: 中国水科院国际合作处
 联系邮箱: dic@iwhr.com
 2023年5月12日