

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.18.025

用于处理雨水径流的相关专利技术分析及展望

汤元磊, 韩冰冰

(国家知识产权局专利局, 北京 100088)

摘要: 通过统计分析国际专利分类号(IPC)C02F3/32 中 2010 年至今公开的专利和其中的 PCT(Patent Cooperation Treaty)专利申请宏观情况,针对海绵城市建设中如何利用现有相关专利技术及应用专利提出建议;进一步从前述专利中筛选出以利用植物为特征处理雨水径流的专利技术,并对其中具有应用前景的授权专利技术进行简要介绍和分析,在此基础上,探讨该领域前沿技术的发展方向,并就海绵城市建设中如何利用专利技术提出若干建议。

关键词: 专利; 降雨径流; 雨水口; 生物滞留

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)18-0126-07

Analysis and Prospect of Related Patent Technology of Rainfall Runoff Treatment

TANG Yuan-lei, HAN Bing-bing

(The Patent Office of National Intellectual Property Administration, Beijing 100088, China)

Abstract: Based on the statistical analysis of the patents related to IPC C02F3/32 which published since 2010 and the PCT patent applications thereof, some suggestions related to sponge city were provided on how to use the prior art and apply for a patent. Further some patents related to rainfall runoff treatment characterized by the plants utilization were selected from the above patents. After briefly introducing these granted patents with application value and analyzing these techniques, the developments of the advanced technology in this field were discussed, and some suggestions on how to use patented technology in the construction of sponge city were provided.

Key words: patent; rainfall runoff; gutter inlet; bioretention

随着城镇化进程的不断加速,城市的生态安全问题逐渐凸显。其中,城市水资源短缺、雨水径流污染、城市内涝等问题较为严重,这些问题是维护城市自然生态安全亟待解决的问题^[1-3]。作为缓解这些问题的有力对策,海绵城市建设蓬勃开展。

国外类似海绵城市建设的相关领域研究与实践始于 20 世纪 60 年代,我国 2012 年低碳城市与区域发展科技论坛首次提出“海绵城市”概念,习近平总

书记在 2013 年 12 月召开的中央城镇化工作会议上发表讲话时谈到“建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”,2014 年 3 月再次强调“建设海绵家园、海绵城市”,2014 年 10 月住房和城乡建设部正式发布《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》。目前,海绵城市建设已成为我国未来城镇建设的新方向,因此有必要梳理现有技术状况以方便在研究和实践中借鉴已有的技术。

通信作者: 汤元磊 E-mail: tangyuanlei@cnipa.gov.cn
韩冰冰等同第一作者。

国内外已公开的专利文献能够较好地反映现有技术状况。为此,有必要针对海绵城市相关专利进行主题检索,梳理海绵城市相关专利技术发展状况,并对相关专利技术进行简要介绍、分析。进行初期降雨径流的控制、收集和处理可以有效削减城市降雨径流带来的污染,对于涵养水资源、修复城市水生生态系统、提高城市抗洪能力也具有重要作用^[4-7]。鉴于此,笔者就近10年该领域公开的专利分别按年度、国别等进行分析,同时还针对近10年公开的国内外授权专利技术进行专题检索,重点检索国际专利分类号(IPC)为C02F3/32中以植物为特征的水、废水或污水的生物处理专利文献,从中筛选出用于雨水径流处理的相关专利技术,并对这些专利技术进行归纳分析,选取具有代表性的专利技术进行介绍,在此基础上探讨该领域前沿技术的发展方向并提出若干建议。

1 相关专利文献数据统计分析及建议

经检索中国CNABS数据库、DWPI数据库、SIPOABS以及EPDOC数据库,IPC为C02F3/32下的专利文献共计14 234件(截至检索日期2020年5月16日各数据库已收录的数据,含发明和实用新型,下同),其中2010年至今公开/公告的专利申请为10 886件。

1.1 宏观数据

① 按公开年度统计

对10 886件专利文献按其公开的年度统计,其中2020年公开的专利申请数量仅统计截至检索日期各数据库已收录数据(下同),统计结果见图1。

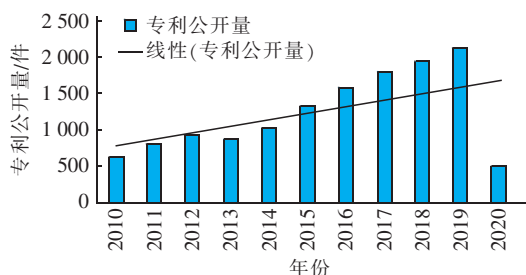


图1 10 886件专利文献按年度统计

Fig.1 Annual statistics of the 10 886 patents

② 按专利国别统计

在10 886件专利文献中,中国、美国、欧洲、日本的数量分别为9 444、446、281、213件(“向欧洲申请”数量统计按照仅包括向欧洲专利局、英国专利局、德国专利局、法国专利局提出的专利申请,其中

同一专利申请向4局重复提出的不重复计算,下同),数量分布占比分别为91%、4%、3%、2%。其中,专利申请按照优先权统计,优先权为中国、美国、欧洲、日本的数量分别为9 326、352、162、185件。

1.2 国际专利申请

① 按专利国别统计

在10 886件专利文献中,PCT(Patent Cooperation Treaty)申请为408件,其中进入中国国家阶段的申请为160件,进入美国国家阶段的申请为104件,进入欧洲国家阶段的申请为90件,进入日本国家阶段的申请为62件,占比分别为38%、25%、22%、15%。

② 按专利申请的优先权国别统计

408件PCT申请进入中国、美国、欧洲、日本国家阶段的专利申请数量依次为160、104、90、62件。中国专利申请作为优先权的为56件,美国专利申请作为优先权的为53件,欧洲、德国、英国、法国专利申请作为优先权的为30件,日本专利申请作为优先权的为23件,PCT申请进入国家阶段及其优先权情况如图2所示。

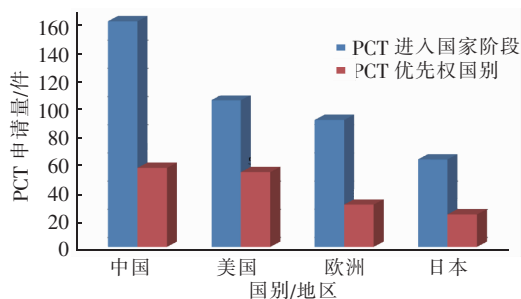


图2 10 886件专利文献中PCT申请优先权国别统计

Fig.2 Statistics of the priority countries of PCT applications in 10 886 patents

1.3 数据分析及建议

① 申请数量逐年增长。2010年至今,以利用微生物或植物为特征的水、废水或污水的生物处理的专利申请公开数量呈逐年增长趋势。虽然各年度专利申请公开数量并非相应年度的专利申请量,但由于在前的专利申请量与随后的专利申请公开量直接相关,因此,该指标也基本能反映出专利申请数量按年度变化趋势,即该领域的专利申请数量呈逐年增长趋势,可见这一领域技术不断创新。研发热点主要集中在污水处理领域。

② 申请国别比例。对比发现,向我国提出专

利申请的数量明显占比较大。进一步统计这些申请的优先权数据,9 444 件中国申请专利中有 9 326 件的优先权为中国专利申请,由此可推定,专利申请人为我国申请人的专利申请数量占绝大多数。这在一定程度上能够反映出我国越来越重视水污染问题,在水、废水或污水的生物处理技术研发投入较大。但是,我国在该领域的本国申请人申请数量明显高于其他国家、地区,在参考国内申请人的这些专利技术时,应注意甄别再加以利用。

③ PCT 申请国别比例。如果不是一项有前瞻性、技术生命周期长、希望在许多国家获得保护的重要技术,专利申请人通常不会选择 PCT 申请体系,因此 PCT 申请量较全部专利申请量能更为客观地反映出技术创新状况,PCT 申请量可作为评估创新能力的参考指标之一。同时,对于企业的核心技术、重要技术,申请人通常会谋求在多个国家进行保护,而通过 PCT 申请途径获得多国专利授权是一种较为适宜的途径(申请人可获得更多时间准备申请资料以及视市场情况选择是否进入国家阶段等),因此,统计 PCT 申请进入国家阶段的情况也能较好地反映出技术的创新性和重要性。有鉴于此,笔者还进一步统计前述专利申请中的 PCT 申请分布和其优先权国别,以及 PCT 申请进入国家阶段的情况。统计分析发现,该领域 PCT 申请进入各国国家阶段的数量差别不大,其中进入中国国家阶段的 PCT 申请数量较多,结合 PCT 申请优先权情况综合分析,可能是由于中国申请人申请的 PCT 较多导致。仅就 PCT 优先权情况而言,中国申请人在该领域 PCT 的数量与美国的相应数据差别较小,该项数据与欧洲和日本的相应数据也差别不明显。因此,PCT 申请数据能够反映出各国在该领域的技术研发活跃程度差距不明显,建议研发人员进一步深入分析现有技术状况,尤其是关注美国、欧洲、日本的相关技术。

④ 建议研发中重点关注的国内外专利权人。统计分析发现,下列国外申请人在该领域近 10 年来申请的 PCT 申请较多:栗田工业株式会社(Kurita Water Ind Ltd,日本)、国家科研中心/蒙彼利埃第二科学与技术大学(Cent Nat Rech Sci/Univ Montpellier 2 Sci & Tech,法国)、藻类科学公司(Algal Sci Corp,美国)、埃夸法博技术有限公司(Aquafiber Technologies Corp,美国)、奥纳普净水技术公司(Phytotechnology Euro AB,荷兰)、斯蒂奇威

特苏斯优良可持续水技术中心(Stichting Wetsus Cent Sustainable Water,荷兰)。国内近 10 年在该领域申请 PCT 较多的申请人有上海太和水环境科技发展有限公司、河海大学、同济大学等。另外,统计该领域 2020 年授权公告的发明专利申请人发现,中国科学院水生生物研究所、桂林理工大学、河海大学、浙江清华长三角研究院、浙江大学、浙江省海洋技术服务中心、中国科学院南京地理与湖泊研究所等在该领域获得发明授权专利较多,研发人员可重点予以关注。

⑤ 关于该领域申请专利。纵观国内申请人向国家知识产权局提交的发明专利申请和实用新型专利申请,部分发明专利申请经实质审查后被驳回,部分实用新型专利申请经初步审查后被驳回。发明专利申请被驳回的主要原因在于申请人提交的发明专利不具备新颖性或创造性,实用新型专利申请被驳回的主要原因在于申请人提交的实用新型专利不具备新颖性。因此,针对两种专利申请而言,在申请专利前均应进行必要的检索,避免属于现有技术的技术即不具备新颖性的技术申请专利。对于发明专利申请而言,其获得授权除需要具备新颖性外,还必须具备创造性,因此在准备发明申请文件的过程中应当注意:在通过检索获得与发明主题最接近现有技术的基础上,在专利说明书中重点阐明发明与现有技术相比所解决的技术问题,清楚、完整地说明其所采取的技术手段,尤其是具体说明发明与现有技术之间的区别,同时说明采用这些与现有技术有所区别的技术手段所取得的技术效果,充分说明发明相对于现有技术所做出的贡献,以使得申请满足获得发明授权的条件之一——申请具备专利法第 22 条第 3 款规定的创造性,也可避免发明专利在授权后因不具备创造性而被宣告自始无效。对于实用新型专利申请而言,虽然实用新型专利申请在获得授权前的初步审查中并不审查其创造性,但是,由于任何人同样可在实用新型获得授权后通过无效宣告程序宣告不具备创造性的实用新型专利自始无效,因此,在准备实用新型专利申请文件的过程中也应当注意前述事项,以避免实用新型专利在授权后因不具备创造性而被宣告自始无效。检索现有专利技术可通过国家知识产权局的官方网站(www.cnipa.gov.cn),也可前往国家知识产权局专利局文献馆免费使用更多的计算机专业检索工具。

2 用于雨水径流处理相关专利技术的分析

2.1 相关专利技术的检索及选取

进一步针对 10 886 件专利文献进行筛选,使用 plant, green + , flower, storm + , rain, drain, float + , flotation, waster + , treatment, purify + , clean + 等关键词进行组合检索,并对主要专利的申请人、引证专利进行追踪检索。在筛选文献的过程中,着重考察了申请人为外国人、外国企业或者外国其他组织的专利技术,并结合专利解决的技术问题和产生的技术效果等选出与雨水径流处理系统相关的授权发明专利。应当注意的是,专利筛选过程未就专利的实施和实际应用情况进行实际调研,主要考虑专利解决的技术问题及其技术效果,以及专利实施的难易、我国工程的实际需求等方面,选取笔者认为具有应用前景的相关专利技术进行简要介绍和分析,供技术人员参考。

2.2 用于雨水径流处理的代表性专利

2.2.1 提高净化能力的专利技术

① 介质选择及自动调节水流速度的技术

PCT 申请 WO2009129406A 结构示意图见图 3。

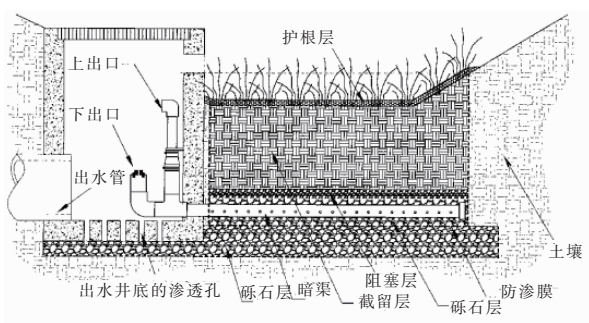


图3 WO2009129406A 结构示意图

Fig. 3 Structure diagram of the patent WO2009129406A

该专利涉及一种流体污水如雨水处理系统,具有用来截留磷的介质截留层,在截留层的护根层上栽种植物,截留层包含水处理残余物、红泥(red mud)、红石膏(red gypsum)、富铁土壤或富铝土壤(iron- or aluminum-rich soils)中的一种或多种。截留层下方设有暗渠,暗渠连接至出水井中的排水管,出口井内的排水管设置有下出口和上出口,雨水经出水管排出。下出口和上出口的高度可通过旋转进行调节,由下出口控制渗滤速度;降低上出口的高度可增加有效水头,从而维持有效渗透。

② 填充介质与管道布置结合的技术

美国专利 US7967979B2 情况见图 4。

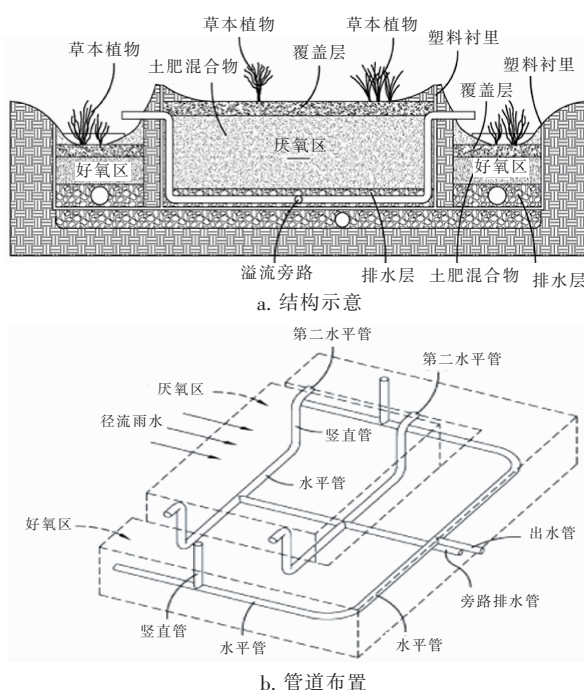


图4 US7967979B2 示意

Fig. 4 Schematic diagram of the patent US7967979B2

该专利涉及一种雨水径流污染物处理系统,包括:接收径流雨水的厌氧区,厌氧区底部设置有用于接收来自厌氧区处理过的水的反向排水管(图4厌氧区的水平管);径流雨水经反向排水管的第二水平管流入好氧区,再经竖直管流入好氧区的水平管后,经出水管最终排至排放区或总的地下水供应区。厌氧区由下至上依次包括塑料衬里层、排水层、土肥混合物层、覆盖层和在其上栽种的植物。排水层包含沙子或砾石类的材料,它的深度大于反向排水管的直径。降雨经过泥沙和厌氧生物降解,从厌氧区流出或溢流到好氧区。反向排水管道的设计使厌氧的停留时间增加,从而增加了生化降解的机会,通过吸附和过滤,可靠、快速地处理雨水径流污染物。旁路排水管道与厌氧区连通,允许已经通过厌氧区的过量水流出系统。

2.2.2 可处理高流量雨水的专利技术

① 设置水平分隔腔室处理高流量雨水的技术

WO2011051714A1 结构示意图见图 5。该专利涉及一种设置在道路边缘的雨水处理装置,包括被隔板分隔为过滤腔和流出腔室的圆柱形容容器,该圆柱形容容器具有雨水流入口,正常运行状态时雨水经雨水流入口流经过渡桥板至隔板上的缺口处,然后流入过滤腔内进行过滤,雨水经过滤腔内的过滤介质

过滤后,经隔板底部的多孔通道的连通孔流入流出腔室,流出腔室的底部开设有与下水管道相通的开口,过滤后的雨水经该开口排出。植物种植在过滤腔上。在降雨量大时,雨水经雨水流入入口流入后在过渡桥板上聚集,当雨水深度超越过渡桥板两侧的堰板后,则溢流到流出腔室,这些溢流的雨水未经过滤腔室过滤而直接经由流出腔室排入下水管道。

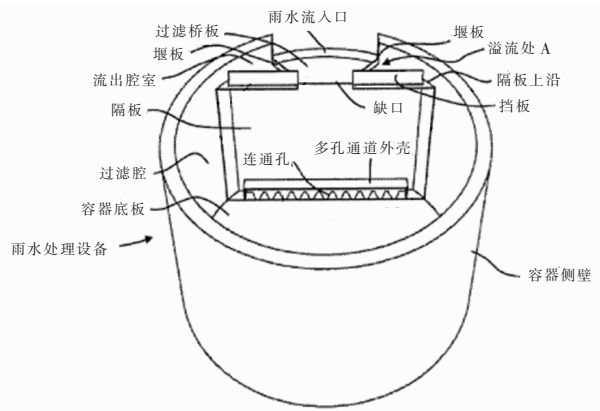


图5 WO2011051714A1 结构示意图

Fig. 5 Structure diagram of the patent WO2011051714A1

② 设置竖直分隔腔室处理高流量雨水的技术
美国专利 US8911626B2 示意见图6。

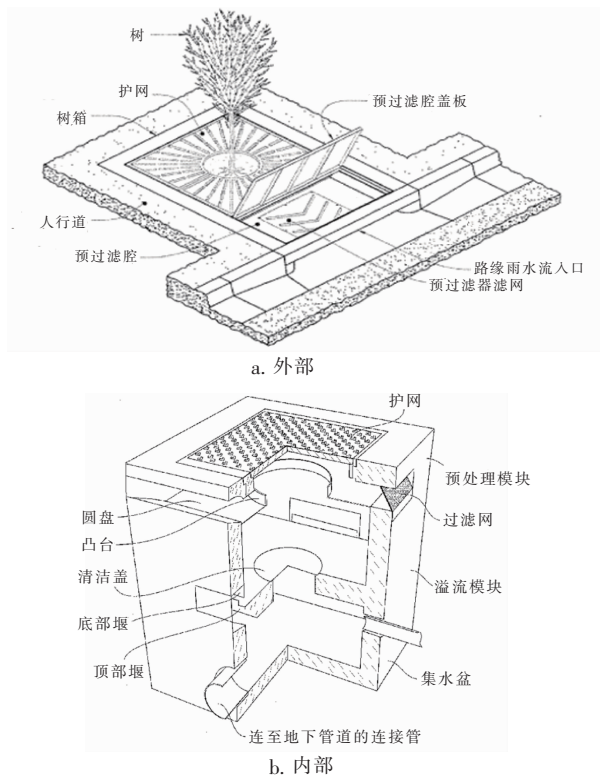


图6 US8911626B2 示意

Fig. 6 Schematic diagram of the patent US8911626B2

该专利为美国授权专利,其涉及一种树箱型雨水处理系统,雨水经路缘流入口先进入预过滤腔后再进入树箱,树箱中包括生物过滤介质和植物。预过滤腔中设置过滤网、检修盖板。滤网可以将垃圾、碎片、漂浮物等从雨水中分离出来,延长了维护间隔时间,同时确保最高的过滤性能,通过设置检修盖板可以方便维护和清洁;在底部设置管道与现有的雨水系统相连接,收集的雨水可以通过主动或被动的方式补充到周围植被区域用于灌溉,减少对局部供水的需求。还可以将树箱分为上、中、下3层,每一层的中间有圆形的孔,雨水通过圆孔不断向下排放,在上层设置圆盘支撑预过滤腔,孔周围设置一定高度的凸台,正常或低水量时,下排的雨水经过滤网后流到圆盘上,水流入中间层时经过凸台阻碍水流流动,用于沉淀一些透过格栅的污染物,同时通过侧壁上的开口将雨水引流到附近的土壤中;高峰期雨水越过凸台向下流入最下层(集水盆),通过地下管道与其他雨水系统相连接。中层设置溢流模块,侧壁的开口处设置底部堰和顶部堰,用于清除漂浮物和底部沉淀的污染物,设置的位置低于街道,以便在雨水淹没街道之前将雨水排放到周围土壤。这种树箱型雨水处理系统还可以在其侧面设置沟槽储存过滤后的雨水,沟槽可建在路灯或绿化带下。

2.2.3 利用植物和微生物结合处理雨水径流

美国专利 US8974664B2 结构示意见图7。

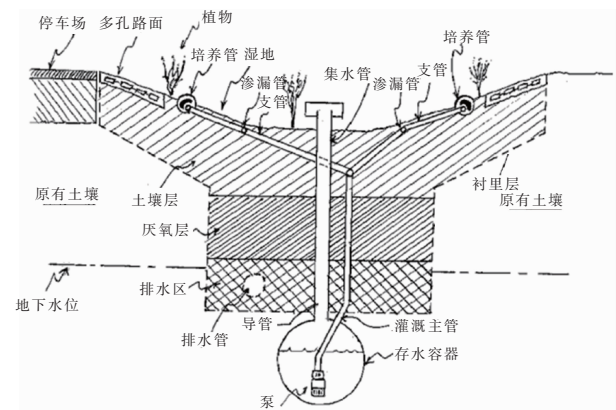


图7 US8974664B2 示意

Fig. 7 Schematic diagram of the patent US8974664B2

该专利涉及一种雨水处理系统,收集和储存雨水,将处理后的径流水用于灌溉湿地的植被。在原有土壤和湿地工程多层(土壤层、厌氧层、排水区)之间设置一个不透水或半透水衬里层。来自停车场等的径流雨水经过多孔路面进入湿地,流经集水管、

导管被收集到存水容器中。通过泵将存水容器中收集的雨水泵送至灌溉主管、支管、渗漏管对湿地上种植的植物进行灌溉。培养管设置在渗漏管的顶部,培养管内设有包含有培植材料的衬套,培植材料是由细菌孢子和真菌组成的联合体,用于去除雨水中常见的污染物。

2.3 对处理雨水径流相关专利技术的分析及建议

2.3.1 该领域技术改进发展概况

分析发现,在高流量的雨水径流处理以及如何增加渗透性和去除污染物净化水质方面具有很多专利技术,改进主要体现在过滤介质的选取、各层介质的布置、管路的布置、降低堵塞、方便维护以及利于植物的生长等方面。在这些专利技术中对于管路的布置得到了很好的体现,针对不同的降雨径流量也提供了不同的解决思路,同时也提供了多种不同的树箱结构,例如封闭式、底面敞口式树箱,既有利于净化渗透,又可以兼顾植物的生长。另一方面,采用微生物进行污水处理也不断得以综合应用。

2.3.2 上述三类专利技术的优劣势

现有市政排水绿化工程常见的是在树池的土壤中种植树木,常见的树池并没有和排水管路系统结合。北京市通州区某新建的建筑工程中应用了下凹式绿地、植草沟以及环保型雨水口等相关技术收集雨水。与现有的相关技术相比,上述简介的三类专利技术中改进点主要集中在过滤介质的选择及其布置、管道排布、与微生物处理技术结合等方面,净水能力和排水能力等得以提高。这些专利技术为解决径流污染、高流量雨水等问题提供了一些思路,在蓄水能力方面也得以提高。如果能在新建绿化设施中参考前述专利技术及已有的其他专利技术,创新设计与工程相匹配的雨水径流处理措施,应能增强高降雨量时的城市排水能力,避免城市内涝。由于建设相关管路成本相对较高,在地下深层施工铺设隔离层难度较大,因此不宜对已建成的现有基础设施采用这些专利技术进行改造,但对于新建道路、新建停车场等场合则可参考这些专利技术设计。此外,上述专利技术在我国北方进行应用时,应当结合降水量少以及如何防止管道被杂物堵塞等方面进一步改进设计。

3 展望与建议

3.1 前沿技术展望

国内海绵城市的6字方针“渗、蓄、滞、净、用、

排”,“排”有基础设施作为基础保障,最容易实现,但是目前城市集中快排的模式,并不利于将天然降水补给城市用水,如何留住地表水使水体不黑臭,同时缓解热岛效应,更加值得关注。“渗”和“净”,前述专利中对此提出了较多改进的技术方案。相比较来讲,“蓄”和“用”更难一些,虽然在这两个方面也存在诸多的专利技术,但是“蓄”需要占用土地,依赖相关市政设施的配套完善,而且还有关键的一步是蓄存下来的雨水如何充分利用,真正用于解决城市缺水的困境,弥补除饮用水以外水源的不同用途,也在实际应用中存在困难。具体体现在:一方面,如何与城市中已经建成的道路绿化雨污市政设施等结合起来,在改造的过程中减少对已有城市园林绿地系统的影响,防止由此导致城市风险;另一方面,由于相关水质标准不完善,分级管理措施缺失,难以方便快捷加以利用。建议“蓄”可与城市袖珍公园结合起来,这类公园占地面积小,不仅能作为城市绿化的重要部分,拓展城市生态空间,还可以将蓄水设备设置在其下方,节省资源且便于维护。同时,建议工程技术人员研究雨水处理系统之间的连接、协同,以及进一步研发雨水口的自动调节控制、防止雨水口堵塞功能等方面的技术。建议在兼顾系统渗透功能时,通过改进结构或者结合自动化泵送技术提升排水能力方面进行深入研究;对于如何选取生物滞留介质以提高净化能力也值得进一步研究。

3.2 如何利用现有专利技术的建议

每一项专利技术注重改进一个小的技术难点,但是每前进一小步,都可以在相关领域技术总和中对于技术的整体进步起到推动作用,以点带面,支撑海绵城市建设的逐步实施,为海绵城市的理论提供实践基础。对于新的区域规划建设,在规划上优先考虑,这也是容易做到的,但是对于已有的城镇,老的市政设施已经存在的情况下,在考虑海绵城市建设时,如何实施改造是一项值得探讨的课题。在以上列举的专利技术中,有很多体现了细微之处的改造。海绵城市的建设离不开每一个海绵单元的贡献,但是单一的海绵单元之间不连通,则无法长期持续运行,因此应该将城市内雨洪的径流控制收集单元之间、与自然水体之间保持连通,最后形成一个大的海绵体,打通城市水资源的微循环。技术人员也可通过检索专利数据库关注相关专利申请人,针对不同地点的海绵单元,如树池、下凹式绿地、雨水口、

隔离带、立交桥等方面的技术改造,在设计时加以利用。检索利用已有专利时,有时需要扩大检索领域,应用其他领域解决问题的技术手段,创新出更为合理有效的雨水径流处理系统。

我国北方和南方城市在自然环境方面天然存在着显著差别,所要解决的技术问题和关注的重点会有差异,因此,在利用已有专利技术时,应当结合地域差异等因素,利用已有专利技术中解决问题的思路,进行适应性的改进后再结合到实际工程中应用。另一方面,结合信息系统的建设,数字化、信息化的数据分析和处理手段,对于海绵城市的建设有重要意义,能够有效提升海绵城市建设的科学性和提高管理的效率。

此外,有一类技术已经在国外获得授权,但未在中国申请专利保护(例如:美国专利 US8911626B2,该技术未向中国申请专利)。在利用这类专利技术时,由于专利权具有地域性,在我国的实际工程中采用这部分仅在国外授权的专利技术一般不存在专利侵权风险。同时应该注意另外一类通过 PCT 申请的途径进入中国获得中国专利授权的技术,例如 PCT 申请 WO2009129406A,该申请已获得中国授权专利 CN102149441B(其专利登记簿状态当前为该专利权有效),这类专利技术(因未缴纳专利年费、宣告无效等原因导致专利失效的除外)在中国大陆地区是受到专利保护的,在使用时需获得专利权人的授权。

参考文献:

- [1] 车生泉,于冰心,严巍. 海绵城市研究与应用——以上海城乡绿地建设为例[M]. 上海:上海交通大学出版社,2015.
- Che Shengquan, Yu Bingxin, Yan Wei. Research and Practices for Sponge City—Taking Examples of Shanghai Urban and Rural Green Space[M]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University Press, 2015 (in Chinese).
- [2] 俞孔坚,李迪华,袁弘,等. “海绵城市”理论与实践[J]. 城市规划,2015(6):26–36.
- Yu Kongjian, Li Dihua, Yuan Hong, et al. “Sponge city”: theory and practice [J]. City Planning Review, 2015 (6): 26–36 (in Chinese).
- [3] 谭术魁,张南. 中国海绵城市建设现状评估——以中国16个海绵城市为例[J]. 城市问题,2016(6):98–103.
- Tan Shukui, Zhang Nan. Evaluation of the status assessment of China’s sponge city construction—16 sponge cities in China as examples[J]. Urban Problems, 2016(6):98–103 (in Chinese).
- [4] 刘超,李俊奇,王洪,等. 国内外截污雨水口专利技术的发展及其展望[J]. 中国给水排水,2014,30(4):1–6.
- Liu Chao, Li Junqi, Wang Qi, et al. Summary and prospect of storm drain inlet patent technologies at home and abroad [J]. China Water & Wastewater, 2014, 30 (4): 1–6 (in Chinese).
- [5] 苏菲·巴尔波. 海绵城市[M]. 夏国祥,译. 桂林:广西师范大学出版社,2015.
- Sophie Barbaux. Sponge City: Water Resource Management [M]. Xia Guoxiang, Translated. Guilin: Guangxi Normal University Press, 2015 (in Chinese).
- [6] 吴兴国. 海绵城市建设实用技术与工程实例[M]. 北京:中国环境出版社,2018.
- Wu Xingguo. Practical Technology and Engineering Examples of Sponge City Construction [M]. Beijing: China Environment Press, 2018 (in Chinese).
- [7] 程习刚. “海绵城市”理念在通州区某建筑工程中的运用探究[J]. 建设科技,2020(7):55–58.
- Cheng Xigang. Application of the concept of “sponge city” in a construction project in Tongzhou District [J]. Construction Science and Technology, 2020 (7): 55–58 (in Chinese).



作者简介:汤元磊(1976–),男,江苏邳州人,大学本科,二级调研员,从事发明专利实质审查和发明专利复审案件兼职审查工作。

E-mail: tangyuanlei@cnipa.gov.cn

收稿日期:2020–07–31