

DOI:10.11921/j.issn.2095-8382.20210208

我国新型雨水口的发展现状与展望

黄鑫^{1, 2, 3}, 张乔丹^{1, 2, 3}, 吴丹丹^{1, 2, 3}, 王健^{1, 2, 3}, 江鹏⁴, 胡昊^{1, 2, 3},
朱曙光^{1, 2, 3},

(1. 安徽建筑大学 环境与能源工程学院, 安徽 合肥 230601; 2. 安徽省绿色建筑先进技术研究院, 安徽 合肥 230601;
3. 安徽省智慧城市工程技术研究中心, 安徽 合肥 230601; 4. 上海新建设建筑设计有限公司, 上海, 200063)

摘要:总结了常见的新型雨水口的工作原理、雨水口特点及适用范围,并对在海绵城市建设要求、雨水口过水能力要求和污染物的去除等方面的新型雨水口的设计与应用进行了分析;归纳总结新型雨水口工程化应用所取得的实际效果和存在的问题;整理关于新型雨水口制定的地方标准的主体内容,分析地方标准对雨水口工程实施方面的意义和进一步改进的方向,并在此基础上,对我国新型雨水口的发展前景提出展望。

关键词:新型雨水口;流量调节型;水质调节型;工程化应用

中图分类号: X323

文献标识码: A

文章编号: 2095-8382(2021)02-047-07

Current Situation and Prospect of New Rainwater Inlet in China

HUANG Xin^{1, 2, 3}, ZHANG Qiaodan^{1, 2, 3}, WU Dandan^{1, 2, 3}, WANG Jan^{1, 2, 3},
JIANG Peng⁴, HU Hao^{1, 2, 3}, ZHU Shuguang^{1, 2, 3}

(1. College of Environment and Energy Engineering, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China;
2. Anhui Advanced Technology Research Institute of Green Building, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China;
3. Anhui Engineering and Technology Research Center of Smart City, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China;
4. Shanghai New Construction Architectural Design Co., Ltd, Shanghai 200063, China)

Abstract: In this paper, the working principle, characteristics and application scope of the common new rainwater inlet are summarized, and the design and application of the new rainwater inlet are analyzed in the aspects of sponge city construction requirements, rainwater inlet's water passage capacity requirements and pollutant removal. The practical results, accumulated actual result and existing problems of the engineering application of the new rainwater inlet are summarized. Meanwhile, this paper summarizes the main content of the local standards for the new rainwater inlet, analyzes the significance of the local standards for the implementation of the rainwater inlet project and the direction for further improvement, and based on these the development prospect of new rainwater inlet in China was put forward.

Key words: new rainwater inlet; flow regulation; water purification; engineering application

随着我国城市的快速发展,硬化路面不断增加,单位汇水面积雨水径流量不断增加;此外,随着工业企业不断发展,空气质量不断恶化,初期雨

水污染严重;加之海绵城市建设对雨水口新的要求,这些都使得传统雨水口很难满足现状需求。传统雨水口出现的问题归纳起来主要有以下几个

收稿日期: 2020-10-09

基金项目: 国家重点研发计划项目(2019YFC0408505);安徽省重点研究与开发计划项目(201904a07020070);安徽省重大科技专项(18030801106);安徽建筑大学引进人才启动项目(2018QD53)。

作者简介: 黄鑫(1996-),男,硕士研究生,研究方向:雨水径流控制与资源化利用。

方面。①雨水口泄流能力问题:不透水面积的增加,雨水径流量不断增加,传统雨水口很难满足持续降雨期泄流要求,这也是造成城市内涝的主要原因之一^[1];②堵塞问题:传统雨水口由于雨水算缝隙较大,下雨时雨水将地面上的泥沙、落叶等杂物一起冲刷到雨水口,堵塞雨水口,影响雨水口泄流能力;③非点源污染问题:初期雨水带来的非点源污染,传统的雨水口也难以作为,尤其对一些化工园区或者空气质量较差地区;④点源污染问题:我国诸多城市餐饮行业污废水直接倒入雨水口,其中含有大量油类、烃类有机物^[2],会腐蚀雨水管道,滋生蚊蝇;⑤海绵城市建设问题:海绵城市建设提出“渗滞蓄净用排”主要针对雨水的调蓄和利用,传统的雨水口难以达到海绵城市建设要求。为了解决传统雨水口的诸多问题,近年来涌现出一些新型雨水口。笔者对近年来国内出现的典型

新型雨水口的类型、特点等梳理总结,供工程设计人员参考,也可为研究人员进一步研发新型雨水口提供借鉴。

1 新型雨水口发展现状

近年来出现的新型雨水口样式繁多,但究其功能可分为流量调节型、水质调节型、智能监测型及复合型四种类型。笔者对典型的四大类新型雨水口的构造、特点、适用范围及工作原理等进行归纳总结,以供读者参考。

1.1 流量调节型雨水口

流量调节型雨水口是指对汇集排出的雨水流量具有调节功能的新型雨水口。属于此类雨水口的专利有一些,工程化应用尚不多。笔者对近年来国内出现的典型流量调节型雨水口专利及工程化应用做以总结罗列,如表 1 所示。

表 1 国内典型流量调节型雨水口

名称	雨水口示意图	工作原理	雨水口特点	适用范围	是否工程化应用
蓄渗一体化雨水口 ^[3]		小雨时,雨水储存于沉淀室中,通过穿孔盲管渗入旁侧;大雨时,雨水越过透水混凝土墙,通过出水口排水;降雨结束后,残存的雨水可通过透水混凝土墙排入穿孔盲管继而排除。	结构简单,维护方便,实现雨水口的“蓄、渗、排”功能。	适用于人行道下渗水性较好的路基,海绵城市雨水口的改造。	否
除砂限流式雨水口 ^[4]		雨水算下安装有网兜和提篮,拦截杂物垃圾;雨水井底安装有限流器,通过控制浮球的高低从而控制闸板的开启度,通过截留污水管实现出流的恒定控制。	截留初期雨水,有效去除雨水中的砂砾等杂质,方便清淤。	适用于杂质粒径较大和砂石较多的场所。	否
横槽式导流雨水口 ^[5]		雨水口过渡连接筒段底部穿过导流管延伸在导流槽内,快速导出雨水;导流槽内安装有过滤装置,可拦截杂物垃圾。	有效收集雨水,快速排除地面雨水,安装方便,维护简单,导流效果明显。	适用于有斜坡的城市道路,以及住宅小区内。	否
立体涡轮雨水口 ^[6]		雨水算采用涡轮状结构,弧形筛条使水流产生漩涡流,加快排走;排水桥凸起能够有效分离水流中不同的杂物,防止雨水口堵塞。	能够快速排出地面雨水,防止雨水口堵塞。	适用于暴雨频发、地面集水较快的地区及透水性较差的路面。	是

表 1 所列常见流量调节型雨水口,均响应海绵城市建设要求,在雨水调蓄和排水等方面体现一定功能,而雨水口的过水能力在专利中并没有详细的验证;在污染物的去除方面,除砂限流式雨水口和横槽式导流雨水口具有去除砂砾、拦截杂物的功能,其它雨水口均不具有污染物去除的功能。

1.2 水质调节型雨水口

水质调节型雨水口是对雨水水质具有一定调节作用的雨水口,常见的有截污型和过滤型等,一般适用于污染较严重的工业区或餐饮广场等。目前,此类雨水口涌现众多专利,但工程化应用尚不多。国内典型水质调节型雨水口专利和工程化应用,总结如表 2。

表 2 国内典型水质调节型雨水口

名称	雨水口示意图	工作原理	雨水口特点	适用范围	是否工程化应用
一体式路面截杂雨水口 ^[7]		雨水算设置开合轴,通过开合把手便于提起雨水算;雨水算正下方凹形截留斗设有孔径依次减小的截留孔,可有效拦截各种杂物。	适用范围广,高效截留杂物,便于清理打扫。	适用于道路、小区、公园等周期性维护、打扫的区域。	否
可清扫式雨水口 ^[8]		雨水算子下面安装有取渣槽和孔板,孔板上有透水孔且成一定坡度,可截留杂物、快速排水;树叶、石块等杂物通过孔板滑落到取渣槽,人工定期清陶。	结构简单,施工及养护方便;节能环保,安全性能好,适用范围广。	适用于城市市政道路,高速公路,国道等。	是
带有过滤装置的雨水口 ^[9]		雨水经漏网和斜槽缓慢流入腔体内,通过滤网层将较大的固体颗粒、杂物沉积在第一空腔内;水流进入第二空腔,由于浮力作用,雨水将浮块浮起,打开出水口,雨水排出;降雨停止时,浮块自然落下,封闭出水口,隔断空气流通。	能够拦截污染物,截留较大的果皮垃圾,同时防臭。	适用于小吃街、步行街、大排档等路面杂质和污染物含量高的区域。	否
初期雨水多级净化雨水口 ^[10]		雨水进入后,大体积杂物截留在格栅漏网内;四层滤料依次对雨水细小污染物进行拦截、吸附、降解和阻留。净化雨水。	净化效果好,可有效去除雨水中的多种污染物。	适用于市政道路雨水口的海绵化建设和改造。	否
截污净化型雨水口 ^[11]		雨水篦子下设置挡污帽,进行雨水初滤,然后依次经过预处理单元、活性炭吸附层、过滤棉层、膜分离层、消毒层进行净化过滤,分别对雨水进行截留,有害物质吸附,杂质过滤,有机物分离,细菌杀毒等作用。	能够截留处理雨水中的小颗粒杂质、细菌、有毒有害物质,并可有效过滤和导流雨水。	适用于对水质要求较高的市政雨水口,化学、生物工厂车间外。	否
截污除油型雨水口 ^[12]		雨水流入雨水口内,引流板外表面上设有引流斜面,加快雨水泄流量;引流板下方设有内挂篮和外挂篮,在内外挂篮之间填充有机聚合物纤维吸油材料,吸油同时拦截杂物。	可以拦截固体杂质,能够有效吸收油污液体。	适用于产油高发地,如屠宰场、汽修厂车间外等。	否

续表 2

沉泥防臭雨水口 ^[13]		雨水在沉泥室内自然沉降泥沙,当雨水越过孔洞时利用压强差打开防臭气拍门,通过孔洞流入清水收集排放室排走;降雨结束后,防臭气拍门自动闭合,隔断空气流通,起到防臭的效果。	重力沉降泥沙,防止管道堵塞,结构简单,具有防臭作用。	适用于雨水浊度较高的地区。	否
截污挂篮雨水口 ^[14]		雨水进入雨水篦,通过截污挂篮拦截固体颗粒污染物和悬浮性污染物,过滤后的雨水通过截污篮的孔或槽流入雨水管道排走。	防止面源污染,减少淤积,防止臭气和滋生蚊蝇。	适用于街区道路雨水口或一般型道路雨水口。	否
新型截污式环保雨水口 ^[15]		雨水篦下面设置有截污挂篮,可拦截雨水中较大的树叶等垃圾;降雨结束后,过水百叶利用自身重力原理闭合,达到防蚊除臭的功能;雨水进入沉泥区,通过沉泥区两边的滤砖过滤,去除雨水中的氨氮、SS等污染物。	提升该雨水井排到下游雨水的洁净度;防蚊除臭。	适用于雨水污染物含量高,夏季蚊蝇滋生的地区。	否

表 2 所列常见水质调节型雨水口,均体现了海绵城市建设中的某一条或多条理念,在“渗滞蓄净排用”功能上都有一定作用。除新型截污式环保雨水口做过泄流能力测试实验外,其余雨水口过水能力在专利中均没有详细的说明,众多新型雨水口过水能力的验证也是未来新型雨水口设计需要研究的方向。在污染物去除方面,上述雨水口均可去除雨水中较大的杂物垃圾,但是对于这些污染物的去除率专利中并未详细说明,这或许也是这些新型雨水口需要进一步验证和研究的方向。

1.3 智能监测型雨水口

智能监测型雨水口指具有在线监测水位或流量并传输数据至监控平台的新型雨水口,常适用于

易涝和雨水量变化大的地区,目前工程化应用较少,典型的智能监测型雨水口如表 3。

表 3 所列智能检测型雨水口满足城市智慧水务的在线监测功能,雨水口过水能力和普通雨水口相近,在专利中也没有详细的验证,该雨水口不具有去除污染物功能。

1.4 综合型雨水口

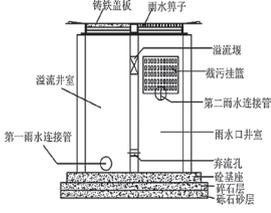
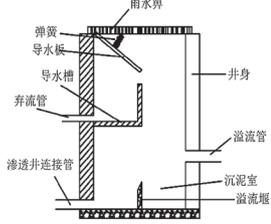
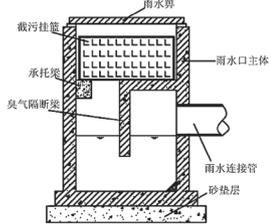
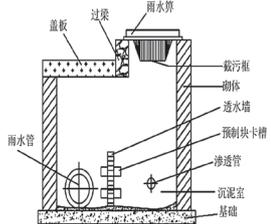
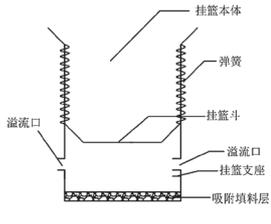
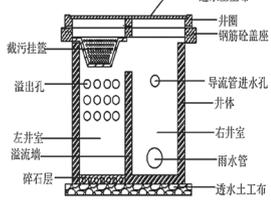
综合型雨水口指具有流量调节、水质调节、防臭、智能监测等多项功能的雨水口,常适用于较为复杂的雨水排出地区,目前国内相关的工程化应用不多,典型的综合型雨水口如表 4。

表 4 所列的常见综合型雨水口,均在不同程度响应海绵城市建设要求;在污染物去除方面,除雨

表 3 国内典型智能监测型雨水口

名称	雨水口示意图	作用原理	雨水口特点	适用范围	是否工程化应用
智能雨水口 ^[16]		立式井身上安装有三组摄像头,协助处理器分析路面情况,判断是否存在积水,以便驱动装置是否启动吸水导管排水;处理器的控制室将水量情况传输到远程终端;当水量超过一定水位,将启动报警装置,并远程报告给相关负责人。	能够实时监测雨水口水位,传输数据,启动报警装置。	适用于暴雨频发地区,雨水井易堵塞的小区雨水口。	否

表 4 国内典型综合型雨水口

名称	雨水口示意图	工作原理	雨水口特点	可适用范围	是否工程化应用
LID 型溢流式雨水口 ^[17]		雨水算下面设置有截污挂篮,拦截杂物垃圾;初期雨水通过弃流孔进入溢流井室的第一雨水连接管弃流排走;大雨时,可通过第二雨水连接管排走;暴雨时可通过溢流堰进入溢流井室内,由第一雨水连接管排走,保证雨水口排水能力。	防止雨水口和雨水管道堵塞,提高雨水口的排水能力,可实现雨水口溢流和截污双重功能。	适用于雨水径流量变化大地区的城市人行道、马路、步行街等场所。	是
雨水回收再利用雨水口 ^[18]		小雨时,雨水导入右侧沉淀室,上层雨水溢流入溢流井排走;中雨时,导水板下压,部分雨水流入导水槽从弃流管排走,另一部分雨水从溢流管排入雨水蓄水池,实现调蓄功能;暴雨时,导水板被雨水压直,雨水进入导流槽内,从弃流管直接排走。	对雨水沉淀、截污、弃流的同时,能够将雨水快速排出。	适用于雨水浊度较高,雨水径流量较大的区域。	否
截污防臭雨水口 ^[19]		雨水进入雨水口后,通过截污挂篮对较大的污染物和垃圾有效拦截;雨水口内部臭气隔断梁利用雨水进行自封,防止臭气外溢。	能够拦截污染物和垃圾,防止管道内的臭气外溢。	适用于杂物较多的城市道路及易滋生蚊蝇的场所。	否
截污渗透净化雨水口 ^[20]		雨水算下端设有截污框,拦截雨水中的垃圾杂物;雨水透过截污框在沉淀室自由沉淀,上层雨水进入渗透管排入到砂石层补充地下水;沉淀室的多余雨水可透过透水墙进入左端雨水管排走;雨水管口标高低,确保雨水井内不残留雨水。	结构简单,集截污、净化、渗透于一体,保持雨水井干燥,防蚊除臭。	适用于杂物较多的市政道路和传统雨水口的改造。	否
泄流能力可调的截污雨水口 ^[21]		小雨时,雨水透过挂篮斗落到雨水井底端,上层挂篮斗截留较大垃圾杂物,下层吸附填料层可吸附雨水中的细菌、有机物等;大雨时,挂篮斗被雨水冲到溢流口下端,雨水直接从溢流口排走,快速排水。	随着雨水流量的大小可调节泄流能力,同时可达到截污除杂的效果。	适用于对泄流能力要求较高及污染物较多的地区。	否
渗滞蓄净排一体式雨水口 ^[22]		雨水算下设有截污挂篮,可拦截雨水中的垃圾杂物;雨水透过截污挂篮进入左井室自由沉淀,上层雨水漫过溢流堰进入右井室,通过雨水管排走;右井室导流管进水孔将雨水导入蓄水池储存回用。	施工方便,具有雨水渗、滞、蓄、净、排于一体的功能。	适用于海绵城市建设发展理念的城市道路雨水口。	是

水回收再利用雨水口外均可以去除较大垃圾杂物,而不可去除细小颗粒物和有机物。具体的去除率和去除效果专利中均未详细说明,这也是该类型雨水口走向成熟化、成品化需要解决的问题之一。

2 国内新型雨水口工程化应用

目前我国较多城市实施新型雨水口改造工程,在原来雨水口的基础上,根据该城市雨水口存在的

问题更换或改造雨水口,一些新建城区直接采用新型雨水口,应用较多的新型雨水口为截污挂篮型雨水口。新型雨水口可具有调节流量、截污、除油、除臭等一项或多项功能,其工程化应用实现了良好的社会和环境效益^[23]。本文将几类典型的新型雨水口工程应用总结如表 5。

3 新型雨水口规范和标准

各种类型的新型雨水口目前尚无统一的国家标准,仍遵循传统雨水口的标准,如《室外排水设计规范》(GB 50014-2016)、《给水排水管道施工及验收规范》(GB 50268-2008)等。近年来,为了促进海绵城市建设以及黑臭水体的治理,对新型雨水口的要求越来越高,各地纷纷编制了一些地方标准对新型雨水口提出了一些要求,如北京市出台了《北京地方标准(雨水控制与利用工程设计规范)》(DB11/685—2013);上海市编制了《DBJT08-120-2015 雨水口标准图(图集号 2015 沪 S203)》;武汉市编写了《武汉市海绵城市规划设计导则》;杭州市编写了海绵城市建设《低影响开发雨水系统技术导则》等。笔者团队主编了《安徽省海绵型雨水口建设导则 2019》,这些地方标准关于新型雨水口规定的主要内容,及对雨水口工程实施的意义和标准改进的方向归纳总结如表 6。

4 结论与展望

新型雨水口一般具有快速排水、初步净水、防蚊除臭、智能检测等一种或多种功能。国外目前已经工程化应用的新型雨水口有截污挂篮雨水口、溢流式雨水口、沉淀过滤型雨水口等,此类雨水口在荷兰、德国、法国、英国和西班牙等国家得到广泛应用^[24]。国内目前已经工程化应用的新型雨水口有新型立体涡轮雨水口、LID 型溢流式雨水口、新型联合式雨水口、截污挂篮雨水口、防蚊除臭型雨水口和智能检测型雨水口等,其他仍有诸多类型的新型雨水口处在工程化应用研究阶段。这些新型雨水口的出现和发展基本满足了排水泄流、截污除杂的要求,能与海绵城市建设相结合,实现良好的环境效益,但仍存在一些问题需要进一步研究与解决。

对已进行工程化应用的新型雨水口如何方便管理,降低运行维护成本,强化雨水口新型功能仍需做进一步研究;对未进行工程化应用的雨水口,如何进一步改进优化,使其达到工程化应用的要求,也需要进一步探索和研究;不同类型新型雨水口的标准体系也需要不断地研究与建立;同时海绵城市建设、黑臭水体的综合治理以及雨水综合利用等对雨水口提出的其他功能性需要,也是研究的一个方向。未来对新型雨水口的不断研究和取得进

表 5 典型新型雨水口工程应用

工程实例	雨水口形式	类型	实际效果	存在问题
上海浦东新区涡轮快排水口	新型立体涡轮雨水口	流量调节型	在快速排水,同解决雨水管道堵塞等问题有不错表现,同时降低维护次数与成本。	不能拦截粒径较小的垃圾,对于传统雨水口的改造需要改变雨水口形状。
池州市某湿地广场	溢流式雨水口	流量调节型	响应了海绵城市建设要求,达到雨水的渗、滞、蓄、净等功效。	缺少截污挂篮设备,雨水口内易积累树枝、落叶。
上海市某区域环路道路及海绵化改造工程	截污型雨水口	水质调节型	在截流污染物方面效果良好,运行使用可有效防止雨水口堵塞,需要注意雨水口清理周期。	截污框或挂篮易生锈腐蚀。
深圳市某道路改造工程	截污净化防蚊除臭型雨水口	水质调节型	可大幅度提升截污净化能力,减少蚊蝇滋生和臭味散发,对于城市卫生整洁具有重要作用。	截污挂篮上拦截的垃圾易腐烂,需定期清理打扫雨水口。
西安市某道路雨水口改造工程	截污挂篮雨水口	水质调节型	能截留较大的杂物垃圾,防止雨水管道堵塞,截污挂篮可根据城市雨水污染物特征设置不同间隙,因地制宜。	拦截的污染物易堵塞挂篮,影响雨水口内泄流能力。
玉溪市截污挂篮雨水口海绵化改造工程	截污挂篮雨水口	水质调节型	可以截留大量生活垃圾和生活废水中的油类物质,解决了雨水口恶臭和堵塞的问题。	雨水径流携带的杂物垃圾易填满截污挂篮易。
上海市青浦区某道路改造工程	智能监测型雨水口	智能监测型	为城市道路积水信息管理、超警戒报警以及积水巡检提供实时数据。	雨水口检测器容易损坏。
珠海市溢流式雨水口改造工程	LID 型溢流式雨水口	综合型	改善了降雨频率高、地面集水多的问题,海绵城市建设相结合。	不可去除雨水中的细小颗粒物和油污类有机物。
南宁市 LID 型溢流雨水口改造工程	LID 型溢流式雨水口	综合型	防止雨水管道堵塞,提高了雨水管的排水能力,实现溢流和截污功能。	雨水口下渗能力较弱。

表 6 新型雨水口地方标准

标准名称	关于雨水口主要内容	对雨水口工程实施的意义	改进方向
《北京地方标准(雨水控制与利用工程设计规范)》(DB11/685-2013)	规定了雨水口的设置位置和间距,对具有收集利用功能的雨水口提出了具有截污装置的要求。	明确了雨水口的施工要求,便于施工;规定了雨水口应具备的功能。	缺少对新型雨水口的特殊规定。
《上海市 DBJT08-120-201 雨水口标准图(图集号 2015 沪 S203)》	该规范明确给出了立式单算、立式双算、平式单算、平式双算和联合式雨水口设计图。	为雨水口设计人员提供设计思路;为雨水口施工人员提供参考。	图集中可进一步总结相应雨水口的适用范围。
《武汉市海绵城市规划设计导则》	提出环保雨水口应具备的功能,要求新建雨水口需响应海绵城市建设方面的功能。	明确了海绵设施中新型雨水的选取原则,为设计人员提供设计思路,便于施工人员施工。	导则可明确雨水口类型。
《杭州低影响开发雨水系统技术导则》	规定了雨水口位置设置和高程要求,要求雨水口具备相应的环保功能。	明确雨水口与绿地、路面的高程关系,为施工人员安装雨水口提供参数。	导则在新型雨水口的污染物去除方面评述较弱。
《南宁市海绵城市建设技术——低影响开发雨水控制与利用工程设计标准图集(试行)》	规定了道路雨水口的具体形式和雨水口类型,对市政雨水口提出应具有收集和导流的功能。	便于设计人员设计相应功能的雨水口。	缺乏新型雨水布置方面的要求。
《安徽省海绵型雨水口建设导则 2019》	对雨水口提出截污要求,规定雨水口应响应海绵城市建设方面的功能。	规定了雨水口应具备的功能,明确雨水口布置位置要求,便于施工。	导则可进一步明确雨水口的截污装置。
《江苏省工程建设标准(雨水利用工程设计、施工与验收规范)》(DGJ32/JT90-2010)	规定了雨水口的设置位置、间距和过水能力,对弃流式雨水口的弃流管和弃流装置做以详细说明。	明确了雨水口的设置位置,便于施工。	增加新型雨水口在海绵城市建设方面的要求。

展,以及工程化应用的经验积累与改进,必将使得新型雨水口得到广泛应用。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 吴烨璇,李树平,褚华强,等. 雨水口截污技术发展综述[J]. 净水技术,2020,39(6):97-105.
- [3] 段腾腾,张万里,梁汀. 基于海绵城市理念的渗蓄一体化雨水口[P]. 中国:21601253.X,2018-06-05.
- [4] 江伟明,夏炜,鲍竹兵,等. 一种可除砂限流的截留式雨水口[P]. 中国:21142834.7,2017-06-06.
- [5] 梁枫. 横槽式倒流雨水口[P]. 中国:10121341.3,2016-06-08.
- [6] 张显忠. 新型立体涡轮雨水口试验研究与工程示范[J]. 中国给水排水,2016,32(13):129-131.
- [7] 潘翠霞. 一种一体式路面截杂雨水口[P]. 中国:20802562.7,2018-02-06.
- [8] 朱海红,王伟山,侯卫东,等. 一种可清扫式雨水口装置[P]. 中国:21217995.2,2018-04-17.
- [9] 张春,陈艳. 一种市政工程用雨水口过滤装置[P]. 中国:21727899.2,2018-06-29.
- [10] 龚道孝,刘广奇,周飞祥,等. 道路雨水口初期雨水多级净化装置[P]. 中国:20188527.0,2017-10-20.
- [11] 周晶晶,李柳兴. 环保雨水口截污净化装置[P]. 中国:20568928.4,2016-12-14.
- [12] 傅佳伟. 截污除油型雨水口[P]. 中国:20300552.9,2016-09-28.
- [13] 白建国. 沉泥防臭气外溢雨水口[P]. 中国:20146728.5,2015-07-29.
- [14] 任拥政,柳健,高泉祀. 一种具有控制面源污染功能的全收集雨水口截污挂篮[P]. 中国:20931617.5,2016-08-31.
- [15] 朱曙光,蔡新立,王志伟,等. 一种新型的截污式环保雨水口[P]. 中国:20377144.7,2019-03-22.
- [16] 余东. 一种用于城市排水系统的智能雨水口设备[P]. 中国:10967442.7,2018-01-19.
- [17] 旷杨欢,李仕涛,马建. 一种 LED 型溢流式雨水口系统[P]. 中国:21431945.4,2018-05-22.
- [18] 刘喆. 一种用于雨水回收再利用的雨水口[P]. 中国:11328266.9,2018-05-11.
- [19] 吴斯文,黄志华. 一种截污防臭增大泄水能力的雨水口[P]. 中国:20166079.4,2017-11-14.
- [20] 朱钰贞,艾慧颖,雷景松,等. 一种截污渗透雨水口装置[P]. 中国:20499143.0,2017-12-12.
- [21] 吕波,袁延,彭颖,潘终胜,等. 泄流能力能调的道路雨水口截污净化挂篮[P]. 中国:20255244.9,2016-09-28.
- [22] 倪强,吴穹,解明利,等. 一种集渗滞蓄净排雨水的一体式成品的雨水口[P]. 中国:10935133.2,2016-03-09.
- [23] 李海燕,刘亮,梁叶锦,等. 雨水口截污技术研究进展[J]. 安全与环境学报,2014,14(4):242-246.
- [24] 朱保罗. 滤水栅技术介绍[J]. 市政设施管理,2005(2):41-43.