

海绵城市背景下透水人行道与排水管网施工技术研究

林涛

广州市市政集团有限公司

摘要：海绵城市是针对城市建设规划所提出的一种先进理念，其是指构建完善的城市雨水综合管理系统，将城市建设成能像海绵一样吸水、蓄水的海绵城市，能很好地储存城市降雨，并解决降雨过于集中导致的内涝危害。在海绵城市建设中，透水人行道是重要组成部分，通过透水砖道的铺装，可以很好地控制地表的径流，增强地下水的储备。基于海绵城市理念下透水人行道及排水管网雨污分流改造相结合，可以减少排水管网中雨水管的压力，加强城市排水功能，水体污染越来越严重的现状也能得到改善，改善人民生活及居住的环境，对现代城市持续发展具有重要意义。

关键词：海绵城市；透水人行道；排水管网；雨污分流

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.19.011

随着城市中建设用地的开发，绿地湿地面积不断减少，原本的地表径流破坏了，土地蓄水能力大大的减弱，而如果将城市建设为海绵城市，可以有效地收集、储存和利用雨水，补充地下水资源，从而缓解水资源短缺的问题。另一方面，由于城市人口的迅速增长和原老旧城区排水管网老化的原因，市政管网承载不了大面积的集中排水，给排水管网在长期的运营过程中出现各类问题，污水溢出路面，降雨天气很可能造成内涝，通过修建独立的雨水管网以及污水管网，为截污和水质提升打下良好基础，对于改善城市排水系统功能、提升城市排水综合能力具有重大意义。有在条件的地区将透水人行道下方改造成透水或蓄水空间，构建出能够利用自然力量调节雨水的生态基础设施，可有效控制地表径流，减少城市雨水径流量。同时能够在一定程度上起到补充地下水资源的作用，缓解地下水资源压力。透水人行道路面施工技术与管理相结合的应用在该方面就可以发挥出较强的作用价值，因此建设海绵城市与排水管网中雨污分流改造非常重要，应该予以高度重视。

一、施工技术概述

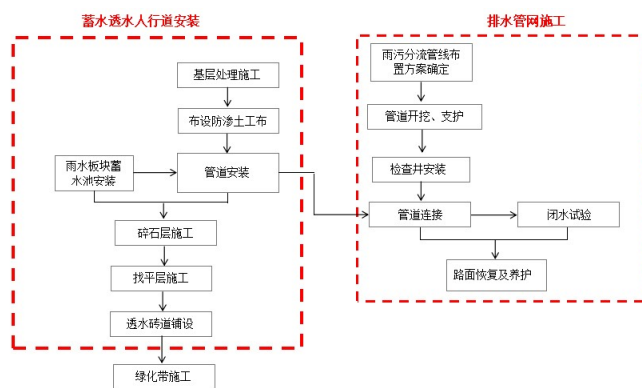
(一) 工艺原理

(1) 将排水管网进行雨污分流改造，结合海绵城市设施，确定管道流向与井室设置，井室需要满足支管接入。

(2) 建设透水人行道，采用一字型铺装，铺设透水砖。安装雨水模板，雨水PP模块化系统包裹在一层渗水土工布中。这层土工织物可防止碎屑和其他砂岩进入系统，将雨水收集至雨水模板中。

(3) 将排水管网进行雨污分流改造，再通过排管道将雨水模板的出水口与市政管网连接，雨水管道的底部标高要高于雨水模板的标高，当出现超量降水后，多余的池内雨水通过市政雨水管道排出。

(二) 工艺流程

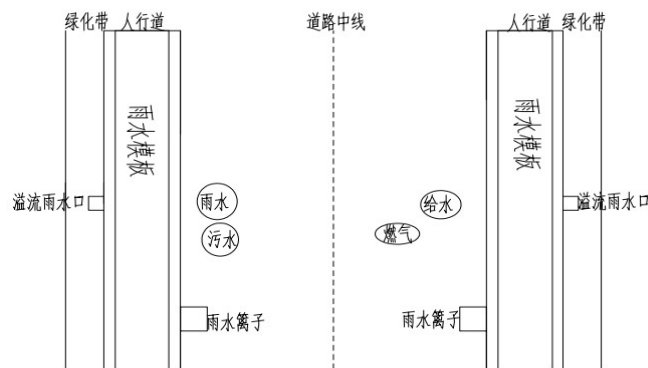


图一 工艺流程图

二、排水管网施工

(一) 雨污分流管线布置方案确定

结合海绵城市人行道宽度及其下方雨水模板，综合考虑实施雨水和污水分流的管线布置方案，从而实现海绵城市。采取在海绵城市地下空间布置安装雨污分流管线的措施，实现雨污分流的功能，从而降低城市内涝灾害风险与水体环境污染程度，为雨水收集与污水综合处理提供基础设施支撑。在雨污分流处理功能上，海绵城市地下综合管线体系中不仅仅包含雨污分流管线，还包括电力专业管线、通信专业管线和燃气专业管线等。在雨水和污水分流管线布置方案中，需要掌握好与其他专业管线之间的空间关系，在不妨碍其他管线正常使用功能的前提下，尽可能采用较大管径的雨污分流管线，以满足特大暴雨等罕见突发情况下的过流需求，将城市内涝的风险降到最低，保障城市设施和市民的安全。



图二 城市道路管线分布图

(二) 雨污分流管网施工

(1) 管道开挖及支护

管道开挖时，需勘探以及复核地下土质，以及综合考虑与其他专业管线之间的空间关系。采取分层分段开挖方法，沟槽开挖先采用挖掘机开挖，槽底预留30cm由

人工清挖槽底。开槽过程中，随时控制高程，如有超挖部分，不得回填泥土，必须换填5~40cm厚的碎石进行基础处理至设计槽底标高。

(2) 检查井安装

海绵城市中的雨污分流管线需要按一定距离设置日常检修和支管接入的专用检查井，以来满足日常检修和支管接入的需求。检查井侧面开口连接不同管段的雨污分流管线，如需增加支管接入，需要在侧边增加支管接口。雨水井室和污水井室应分别设置，确保相互隔离，井口配备相应的螺纹铸铁井盖，如果需要维护与更换零件时，只需打开螺纹井盖即可。检查井设置间距设置一般为25m~50m。

(3) 管道连接

根据地下管线的布置情况，确定的雨污分流管线布置方案，在海绵城市地下空间安装雨污分流管线，将与蓄水池的排水管与雨水井连接，蓄水池顶部的排水管标高应高于雨水井的底部，当暴雨天气时，蓄水池里的水溢满时，多余的雨水可以从排水管溢流至市政雨水网。一方面可以通过设置抽水泵抽到绿化带及消防区域。一方面实现雨污分流的功能，从而降低城市内涝灾害风险与水体环境污染程度，为雨水收集与污水综合处理提供基础设施支撑，另一方面也发挥了海绵城市蓄水以及渗水的功能。同时，为保证管道的安装精度，还必须对管道内流面高度和中心进行逐节调整。其中，管道中心偏差一般为±10mm、管底高程偏差一般±10mm、管道接口错口偏差为一般±3mm。

在进行闭水实验之前，需对管道及井室的外部进行检验，检查管道是否发生破损，井室与管道连接处是否密实。接着对检查管道两端以及支管是否封堵严密牢固，并能满足闭水试验的压力要求。

实验阶段：从上游的检查井开始注水，水头达到高度时，对检查管道封堵以及检查井的渗漏情况，发现渗漏时需要及时进行封堵。蓄水时间大于24h之后方可进行渗水量的观测，观测时间需大于30min，之后对水位的下降取平均值进行计算。

(4) 路面回填及养护

路面回填前把基槽底中的垃圾等杂物都清理干净，材料优先利用基槽中挖出的优质土，或者为不含有机杂质石屑或砂等，并且回填材料含水量应符合压实要求。回填土应分层铺摊，每层至少夯打三遍，回填材料的压实度需达到90%以上。浇筑混凝土后及时覆盖，予以保湿，夏季严防烈日暴晒。洒水养护时保证混凝土表面湿润，养护时间不得少于7天。

排水管网进行雨污分流改造施工技术能够较好的解决原先管道堵塞的情况，结合海绵城市理念，将地下蓄水模板于排水管网相结合，城市综合排水功能和水环境质量经过改造后能够实现大幅提高，通过海绵城市的雨污分流改造，使雨水收集利用或汇入河流，将污水纳入污水处理厂进行处理，解决城市水域污染的越来越严重的难题。

三、透水人行道施工

在市政道路路面上铺设透水铺装，有利于降低雨水

径流量，快速实现雨水消散，并在人行道下方增设PP雨水模板蓄水池，改造后，雨水可通过绿化带以及排渗管道的收集和渗滤功能，有效进入到存雨池中，在重力作用下实现自然沉淀以及水分澄清。在施工中遵循从下逐渐向上层施工。具体施工技术如下。

(一) 基层处理

路基土方开挖时，控制路基面高程线，土层离路基面20cm时采用人工作业，并做到不超挖及松动原土。路基施工前，先进行填筑试验，为后续施工提供支持。土石混合填料分层填筑，选用级配良好的材料；同层填筑时，选用同种类型填料填筑；厚度不够处下挖补足，严禁薄层补贴，严控压实度。为防止水渗到土层里，将防渗水土工布铺在素土上。铺设时，路基素土面需平整、干净，土工布搭接长度需不小于1.5m。

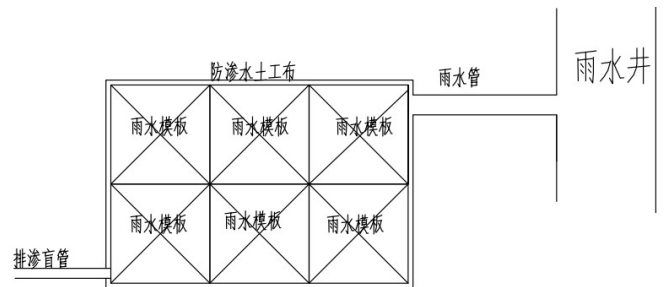
(二) PP雨水模板蓄水池

PP雨水模块蓄水池由多个模块单体组合而成，可在人行道施工现场拼合成整体，外部包裹防渗土工布和防护板等，可防止雨水外渗并保护内部结构，形成地下蓄水池。PP雨水模块尺寸定制方便，为安装于人行道下方可以采用尺寸为520mm×520mm×250mm的雨水模块，施工时需注意模板的完整性，防止渗水及漏水。

(1) 安装PP雨水模板蓄水池前应夯实基坑底部，找平层铺设所用中砂须提前过筛，中砂粒径不得大于0.5mm，并采用人工铺设中砂，铺设厚度为3cm，不宜过厚，保证底板平整即可。

(2) 在组装雨水模块之前，应规划组装场地，以确定雨水模块起始位置的水平和垂直组装位置；在装配开始时，重点应放在确定水平装配的数量上。组装2行后，应确认整体组装趋势，以确保后续施工的正常进行。组装完成后，应对雨水模板侧面和顶部包装应包裹渗水土工膜以提供保护。

(3) 在渗水土工布铺设过程中，保持土工布材料的干净、整洁与平整，土工布的水平接缝应大于1.5m。安装好的土工布需要用砂袋压住避免掉落，直至上面一层材料铺设完成为止。施工人员可选择规格800g/m²的反滤土工布，有效发挥透水、防堵以及保土等功能，以此防范细颗粒淤泥下渗而堵塞下部的透水通道，造成大量雨水汇集，形成内涝现象。



图三 雨水模板施工图

(三) 管道安装

结合人行道下方雨水模板蓄水池与市政管网中雨水井的位置，保证透水铺装的有效渗透和排水沟槽开挖完成后，进行排水管道安装施工。管道安装前，应确定连

接蓄水池的雨水管管底标高，确保其高于蓄水池池顶标高。安装管道时，要检查管道的接头位置，保证接头间隙符合相关规范，并检查密封和气密性。

（四）透水砖道铺设

碎石层施工：控制铺设厚度在200mm左右，选用级配良好的花岗岩碎石，保证承载力达到500KPa及以上，保证压实均匀，提高密实度在93%以上。有序开展铺设施工。

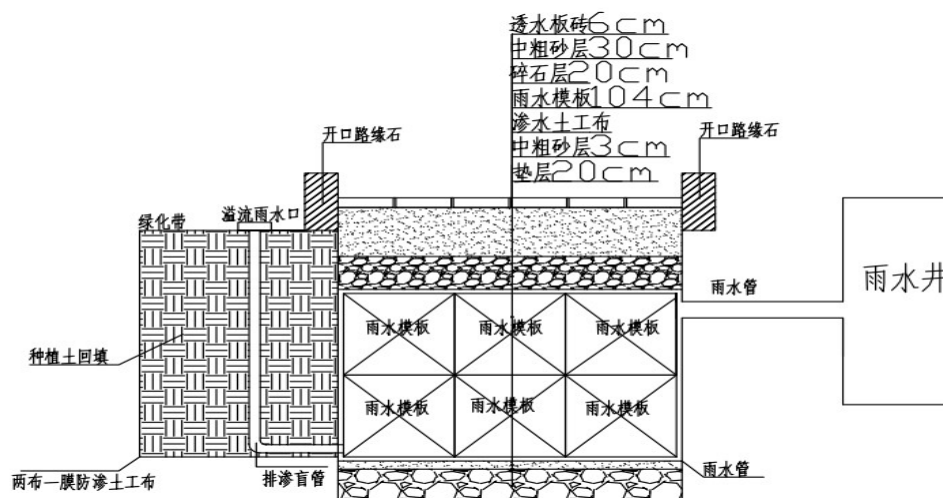
中粗砂铺设施工：铺装厚度应控制在30mm左右，实现渗透过滤和支承上部透水结构的功能。施工人员还要适当压密中粗砂，保证渗水效果得到提升。

城市道路透水人行道路面中采用一字型方法铺设6cm左右的透水砖层，从而形成稳定且具备理想透水性能的路面结构体系，重点做好填缝处理，以便促使透水人行道可以形成较为完整的结构层。透水砖铺装施工对于透水砖的接缝宽度，依据规范标准，在曲线外侧的透水砖的接缝宽度不大于5mm，内侧的不小于2mm；竖曲线

的接缝宽度在2~5mm；接缝采用中砂灌缝，做到与砖面齐平。透水砖安装后的填缝处理一般是在人行道上铺设细砂，然后将细砂均匀扫入缝隙中，由此形成较为理想的填充效果。透水砖铺筑完成后，表面敲实，清除砖块表面的杂物与碎屑，并做好相关养护措施。

（五）绿化带

为应对降雨量较大的情况，可在人行道旁绿化带侧面或底部设置溢流管，接入城市排水管网或蓄水池。蓄水池的进水口使用排渗管道，蓄水池出水口连接雨水井。采用在溢流口上游设置开口路缘石的发方式，将人行道路面雨水引入绿化带内，按照35m左右的间距设置开口路缘石，在开口路缘石后设置预处理设施，雨水经沉砂槽沉砂后，再经铺设卵石消能后进入绿化带内。绿化带地面应低于道路地面20cm，并采用溢流式雨水口，溢流式雨水口按高于绿化带地面15cm的高度设置。绿化带底部布置排渗盲管，排渗盲管接至溢流式雨水口或环保型雨水口后再接至雨水模板内。



图四 人行道铺砖大样图

四、结语

海绵城市背景下透水人行道与排水管网施工技术有效的解决了降雨过于集中导致的内涝危害，提高雨水收集率，保障市政管网排水效率，完善了城区基础设施建设。本施工技术的主要创新点主要有以下两方面：

（1）在人行道下方安装PP雨水模板，PP雨水模块可灵活组合拼装，具有超强的承压能力。不受场地限制，施工方便、节省工时。与不锈钢水池、混凝土水池等传统材质的水池相比，雨水模块克服了环保问题，雨水模块由再生环保PP材料制作，具有绿色环保的特性，埋藏安装于地下，避免破坏生态环境系统，且维护简单，具备可再回收利用的功能。从多个方面减低了时间成本、运输成本和后期维护成本。模板采用分体式设计，可实现装配式，也缩小了运输过程中占用的空间，便于运输。

（2）雨水模板使用雨水管连接市政雨水管网，雨水模板的底部需低于雨水管管底标高，通过透水铺砖及绿化带溢流雨水口，雨水能够收集到雨水模板中，多余

的雨水能从出水口排到雨水管中，能够在一定程度上起到加强补充蓄水池的作用，加强了雨水的储备及使用，构建出能够利用自然力量调节雨水的生态基础设施，可有效控制地表径流，减少城市雨水径流量。缓解地下水资源压力，同时减少排水管网中雨水管的压力，加强城市排水功能，改善域水污染现状。

参考文献

[1] “海绵城市”理念在市政道路设计中的运用分析[J]. 石鹏, 张露景. 交通科技与管理, 2023 (1)
 [2] 浅析城市道路人行道的海绵化设计[J]. 游强盛. 城市道桥与防洪, 2023 (2)
 [3] 海绵城市道路透水人行道路面施工技术要点分析[J]. 李春兰. 建材发展导向, 2023, 21 (7)
 [4] PP雨水模块调蓄池研究与应用[J]. 张昀. 建筑技术, 2020, 51 (7)
 [5] 基于海绵城市理念的市政既有道路改造施工技术[J]. 车璐, 李嘉华. 施工技术, 2020, 49 (17)