

城市雨污分流改造工程的施工技术与管理

谢荣政

中交第三航务工程局有限公司厦门分公司

摘要：城市内涝及水环境污染问题日益凸显，迫切需要有效的解决方案。本文通过分析城市雨污分流改造工程的施工技术与管理，通过深入研究，提出了一系列创新的施工技术和管理策略，包括高效的管道敷设技术、先进的施工方法及严格的工程管理措施，旨在提升工程质量、缩短工程周期，降低成本，并确保施工过程的安全性，从而有效应对城市水环境问题，改善居民生活质量。

关键词：雨污分流；施工技术；工程管理；城市内涝

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.03.117

引言

在快速城市化的背景下，城市内涝已成为一项严峻的城市问题，对居民的生活质量和城市的可持续发展构成了重大挑战。在众多解决方案中，雨污分流系统的改造工程成了一种行之有效的方法。本文旨在深入分析城市雨污分流改造工程的重要性，并探讨其施工技术与管理过程中所面临的主要挑战。通过这一分析，我们将进一步理解如何更有效地实施这些工程，以有效缓解城市内涝问题，提升城市的整体水环境质量。

一、实施城市雨污分流改造工程建设的重要价值

实施城市雨污分流改造工程是现代城市水管理中的一项关键措施，其建设不仅对缓解城市内涝问题至关重要，还对提升城市环境质量和促进可持续发展具有深远的影响。

（一）防治城市内涝

城市内涝，作为城市化快速发展的一个副作用，已成为许多城市必须面对的严峻挑战。城市化进程中，大量的建筑和道路建设导致地表透水面积减少，自然下渗能力降低，这使得降雨时雨水无法有效渗透到地下，而是在地表积聚，形成内涝。这不仅影响市民的日常生活，还可能导致交通阻塞、财产损失甚至安全事故。在这样的背景下，雨污分流改造工程显得尤为重要。通过雨污分流，城市的雨水和污水被分开收集和處理。雨水系统仅处理来自屋顶、道路和其他城市表面的雨水，而污水系统则处理生活污水和工业废水。这种分离意味着在大雨时，原本因混合过量雨水而超负荷的污水处理设施可以避免过度负荷，从而减少由于处理能力不足而导致的溢流，这是造成城市内涝的主要原因之一。通过将雨水引导到专门的排放系统或雨水收集和利用设施，可以减少对城市排水系统的压力。在一些城市，雨水甚至可以用于补充地下水或用于城市绿化，从而实现可持续的水资源管理。

（二）有助于提高城市污水处理效率

在传统的合流制污水处理系统中，雨水和污水通过

同一管道系统流入污水处理厂。这种做法在雨季尤其问题严重，因为大量雨水涌入会导致污水处理设施的运行负荷急剧增加。这不仅增加了处理设施的运行成本，还可能导致处理能力超载，进而影响污水处理的效率和效果。特别是在暴雨等极端天气条件下，污水处理厂可能无法处理所有涌入的混合水流，导致未经处理或未完全处理的污水直接排入周围的水体，造成环境污染。通过分离雨水和污水的排放系统，可以确保污水处理厂仅处理生活污水和工业废水，而不是雨水。这样，污水处理设施不会因为大量雨水的涌入而超负荷运行，从而可以更稳定、更有效地处理污水。此外，由于处理的仅是污水，处理过程可以更加针对性地去除污水中的污染物，提高污水处理的质量。分流制度还可以减少污水处理厂处理过程中的能源消耗和化学品使用，因为处理量减少，所需的处理强度也相应降低。这不仅有助于降低运行成本，还能减少污水处理过程中的环境影响。

（三）有利于城市水资源的合理利用和管理

雨污分流系统在城市水资源管理中发挥着重要作用，尤其在促进雨水资源的合理利用和管理方面表现显著。在传统的合流制下，雨水与污水混合，大部分雨水在未被利用的情况下直接排入水体或污水处理系统。而在分流制度下，雨水被单独收集和處理，提供了一个极好的机会来优化雨水的使用。通过建立专门的雨水收集系统，城市可以收集雨水用于灌溉、城市绿化、冲洗街道甚至是工业用途。这样不仅减少了对传统水源的依赖，也有助于减轻城市供水系统的压力，特别是在干旱或水资源短缺的地区。雨污分流系统还能促进地下水的补给。在一些城市，透过雨水渗透系统，雨水可以被引导到地下，补充地下水位。这种做法不仅有助于维持地下水资源，也对防止地面沉降和维护生态平衡具有重要意义。雨污分流制度还有助于提高城市对极端天气事件的适应性。通过管理和利用雨水资源，城市可以更好地应对暴雨和洪水等极端气候事件，减少这些事件可能带来的破坏。

（四）改善城市生态环境质量

雨污分流工程对于改善城市生态环境质量具有重要意义，通过将雨水和污水分开处理，这种改造工程有效减少了污染物进入自然水体的机会，从而保护了城市水环境，并对整个城市生态系统产生了积极影响。在传统的合流制中，雨水和污水混合，容易导致过量的污水和雨水混合物在极端天气情况下直接排入河流、湖泊或海洋，导致这些水体的重污染。相反，雨污分流系统通过分开处理雨水和污水，显著减少了未处理或部分处理污水对自然水体的污染。这样的改进有助于维护水质，保护水生生物的栖息地，从而有利于生物多样性的维持

和恢复。减少水体污染还有助于提高城市居民的生活质量。清洁的河流和湖泊可以成为城市休闲和娱乐的场所，提高城市居民的生活满意度和幸福感。清洁的水环境也有助于促进城市美化和绿化，提升城市的整体环境质量。雨污分流改造工程还能改善城市的微气候，减少城市热岛效应。通过合理的雨水管理和绿色基础设施的设计，如雨水花园和渗透性铺装，可以增加城市绿地面积，降低城市温度，改善城市居住环境。

（五）应对气候变化

全球气候变化带来的极端天气事件，如暴雨和洪水，对城市排水系统提出了前所未有的挑战。在这种背景下，雨污分流系统成了城市适应这些变化、提高抵御自然灾害能力的关键工具。雨污分流系统通过分离雨水和污水的排放，有效减轻了城市排水系统在极端天气事件中的压力。在合流制排水系统中，暴雨可能导致系统超负荷，进而引发溢流，造成城市内涝和水体污染。相比之下，雨污分流系统能够更有效地管理大量雨水，减少因暴雨引起的排水系统压力。雨污分流系统提供了更多灵活性来应对不断变化的气候条件。例如，可以通过雨水收集和蓄水设施来暂时存储大量降雨，然后在需要时缓慢排放或用于其他目的，如灌溉和城市绿化。这种做法不仅有助于减轻排水系统的负担，还能提高城市对极端天气事件的适应能力。雨污分流系统还有助于减少城市对自然灾害的脆弱性。通过改善基础设施和增强城市排水能力，这些系统可以降低极端天气事件对城市基础设施和居民生活造成的破坏。

二、雨污分流改造工程的施工技术

（一）管道敷设技术

管道敷设是雨污分流系统中至关重要的环节，其技术包含多个关键步骤：管道材料的选择、沟槽开挖、管道铺设、坡度调整、以及沟槽回填。下面对这些步骤进行详细论述。

（1）管道材料的选择

管道材料的选择对整个雨污分流系统的性能和耐久性有着决定性影响。理想的管道材料应具备耐腐蚀、强度高、易于安装、成本效益高等特点。常用的管道材料包括聚氯乙烯（PVC）、聚乙烯（PE）和混凝土管。PVC和PE管材质轻、耐化学腐蚀，适合于小型至中型管道；而混凝土管则适用于大口径管道，尤其是在承受地下压力和重载荷的情况下。选择管道材料时，还需考虑地质条件、环境影响和项目预算。

（2）沟槽开挖

沟槽开挖是管道敷设的前期准备工作，需要精确测量和规划。开挖过程中，重要的是确保沟槽的稳定性和安全性。这通常涉及使用挖掘机械和人工挖掘相结合的方法，以及必要时设置支撑系统以防止坍塌。同时，还需注意保护现场周边的其他设施和环境，比如地下电缆、管线和建筑物。

（3）管道铺设

管道铺设是整个工程中的关键步骤。这一过程需要

确保管道的正确对接和密封，防止未来发生泄漏。铺设管道时要注意管道的方向和连接，确保每一段管道都正确对齐，并使用合适的连接件和密封材料。此外，对管道进行适当的填充和稳定也非常重要，以防止未来的土壤移动导致管道损坏。

（4）坡度调整

在管道工程中，坡度调整是确保水流顺畅且高效的关键。适当的坡度可以避免水流过慢导致的沉积物堆积，同时也防止水流过快而对管道结构造成损害。坡度的确定需要综合考虑水流速度、管道直径、流量以及地形特征。一般情况下，管道的坡度应设计为渐进式，既满足水流的自然流动，又保证排水效率。过小的坡度可能导致排水不畅，而过大的坡度则可能引起水流侵蚀，损害管道内壁。因此，坡度调整需严格按照工程设计规范执行，确保管道系统的长期稳定性和效能。

（5）沟槽回填

沟槽回填是管道铺设工程的最终步骤，对于确保管道稳定性和整体工程质量至关重要。回填工作通常采用压实的土壤或砂石混合物，以确保管道周围土壤的均匀压实。这一过程中需要注意的是，回填材料的选择和压实程度必须符合工程规范，以避免管道未来因土壤沉降或移动而受损。除了确保管道稳固外，还要考虑到排水效果和地面的复原工作，尤其是在城市区域，需要特别注意恢复道路、人行道和其他基础设施到原先的状态，以减少施工对公共设施和居民生活的影响。沟槽回填的正确执行，不仅影响着管道系统的安全性和功能性，也关系到整个项目的外部环境影响和社会接受度。

（二）高效施工技术

（1）材料选择

预制管道的材料选择是一个关键的考虑因素，因为它直接影响到管道的耐用性、功能性和成本效益。常见的预制管道材料包括混凝土、钢材、以及塑料（如PVC和HDPE）。混凝土管道因其出色的强度和耐久性而广泛应用，特别是在需要承受较大负载的情况下。混凝土的重量和稳定性使其成为大型地下管道和受重压力影响区域的理想选择。此外，混凝土管道对化学腐蚀和磨损具有很好的抵抗力，适合在多种土壤和环境条件下使用。钢材管道则因其强度和灵活性而受到欢迎。钢管适用于承受高压的场景，如供水和工业应用。由于其可焊接性，钢管在需要定制长度和形状的场所也非常有用。然而，钢管可能需要防腐处理，以防止锈蚀。塑料管道，特别是PVC和HDPE管道，因其轻便、易于安装和成本效益而受到青睐。这些材料的管道适用于不承受重负载的地下或地表应用，如住宅和商业排水系统。塑料管道还具有良好的化学稳定性，适用于处理多种化学物质。PVC管道的刚性和耐用性适合于直线部分的安装，而HDPE管道的柔韧性更适合于需要弯曲和适应地形变化的场合。

（2）制造过程

预制管道的制造过程是一个高度精密和技术驱动

的过程，关键在于确保制造出的管道部件满足严格的尺寸和质量标准。这一过程普遍采用计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）技术，以实现高效率和高精度的生产。在制造的初期阶段，利用CAD软件进行详细的设计工作。这包括管道的尺寸、形状、弯曲角度以及连接口的设计。CAD软件使设计师能够在三维空间中精确地模拟管道部件，确保设计的准确性和可行性。通过这种方式，设计师可以在实际生产之前识别并修正任何潜在的问题，从而减少材料浪费和生产延误。在制造阶段，CAM系统发挥着至关重要的作用。CAM系统根据CAD设计自动控制生产设备，如CNC机床和机器人臂，以精确制造管道部件。这种自动化生产方式不仅提高了制造效率，而且提升了产品的一致性和质量。通过精确控制制造过程中的每个环节，可以确保每个管道部件都严格符合设计规格。现代的制造技术还包括质量检测和控制措施，如自动检测系统和实时监控，以确保生产过程中的质量标准得到遵守。这些控制措施帮助检测缺陷和不符合标准的产品，确保只有符合质量要求的管道部件才会被运输到施工现场。

（3）运输和储存

预制管道部件的运输和储存是整个管道安装过程中的关键环节，要求精心的物流规划和管理，以确保部件在运输过程中的安全和在现场储存时的完整性。在运输阶段，由于预制管道部件通常尺寸较大、重量较重，因此需要特殊的运输工具和设备。例如，使用平板卡车或专用运输车辆进行长途运输。在装载和卸载过程中，需要使用起重机或叉车，并且应由经验丰富的操作人员执行，以防止管道在搬运过程中损坏。此外，合理规划运输路线和时间也非常重要，以减少对交通的影响，并确保部件安全及时地到达施工现场。预制管道部件应存放在平坦、干燥且稳固的地面上，以防止变形或损坏。为了节省空间并保持现场的整洁和安全，部件应按顺序和系统地堆放。

（4）现场安装

管道定位时，将管道部件准确放置到预先挖好的沟槽中，并精确的测量和定位，以确保管道沿着正确的路径和坡度布置。对接和连接过程中，要确保管道部件之间紧密且正确地连接。使用专门的连接件和密封材料，如橡胶垫圈或焊接，确保连接处的密封性和强度。完成连接后，需要对安装的管道进行密封处理。这通常涉及在管道接头处应用密封剂，以防止水和其他物质渗透。确保所有接头和连接处都严格密封是确保管道系统长期有效运行的关键。

三、雨污分流改造工程的管理策略

（一）工程项目管理

工程项目管理在雨污分流改造工程中扮演着核心角色。它包括几个关键方面：工程进度管理、质量管理和成本控制。工程进度管理要求项目经理详细规划工程的每个阶段，确保各个环节按时完成。这包括对资源的分配、时间表的制定和监控以及对潜在延误的预防。使用

项目管理软件可以有效跟踪进度，并及时调整计划以应对任何偏差。质量管理是确保工程符合所有规定和标准的关键。这涉及从原材料采购到成品检验的每个环节。通过建立严格的质量控制流程和标准，可以确保工程的每个部分都达到预期的性能要求。成本控制涉及预算的制定和监控，以避免超支。这包括对所有费用的精确估计、成本效益分析以及定期的财务审查。通过持续监控和调整预算，可以确保项目在预定成本范围内顺利完成。

（二）安全管理

安全管理在雨污分流改造工程中至关重要。首先，进行安全风险评估是识别和预防潜在危险的基础。这涉及分析施工过程中可能遇到的各种风险，如机械故障、人员伤亡和环境灾害。安全教育培训对工作人员来说非常重要。通过定期培训，工作人员可以了解最新的安全规程和最佳实践，从而有效减少事故发生风险。现场安全监督确保所有安全规定得到执行。这包括定期的现场检查、安全会议和紧急准备。通过这些措施，可以确保施工现场的安全性，保护工作人员和公众的健康与安全。

（三）环境与社会影响管理

在雨污分流改造工程中，最小化对环境的影响和提升社会公众的满意度是不可或缺的。噪音和扬尘控制是减少施工对周围环境影响的重要方面。使用噪音屏障、限制施工时间和使用低噪音设备可以显著降低噪声污染。同时，采用湿式作业和覆盖物来控制扬尘。交通疏导是城市工程中的一个重要方面。合理规划施工区域的交通流向，设置明显的交通标志和信号，以及提供替代路线，可以减少施工对交通的影响。公众沟通也非常关键。通过定期更新项目进展、解答公众疑问和收集反馈，可以增加公众对项目的理解和支持。这不仅有助于提升项目形象，还能及时解决可能出现的社会问题。

结论

本文提出的施工技术和管理策略，旨在提升城市雨污分流改造工程的效率和质量，减轻对城市交通和居民生活的影响，同时确保施工安全和环境保护。未来的研究应进一步探索更先进的施工技术和管理方法，以应对日益复杂的城市水环境挑战。

参考文献

- [1] 楚纪锋. 城市排水分区雨污分流改造工程施工要点分析——以济南市大明湖为例[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(33): 185-188.
- [2] 李海燕. 城市老旧小区雨污分流改造方案分析研究[J]. 建筑与预算, 2023, (10): 52-54.
- [3] 胡登云, 张豪. 城中村雨污分流改造技术要点分析[J]. 四川建筑, 2023, 43(05): 270-272.
- [4] 刘雪文. 城市排水管网雨污分流工程改造技术难点和应对措施的研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (30): 192-195.
- [5] 王维, 雷丽. 城市合流管网雨污分流改造研究[J]. 建筑技术开发, 2023, 50(10): 82-84.