

# 地下污水厂建筑防火设计优化研究

张殷婧

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

**摘要：**地下污水厂作为城市污水处理设施的重要组成部分，在城市建设和环境保护中发挥着至关重要的作用。然而，由于其特殊的建筑环境和运行特点，地下污水厂面临着诸多安全隐患，其中防火安全是其中一项重要的考虑因素。本文对地下污水厂建筑设计要素与安全要求进行了一定论述，在此基础上，进一步对比了地下污水厂和普通地面工业建筑防火设计，并结合地下污水厂建筑防火设计特点，进行了一定的设计优化，有助于提高地下污水厂建筑防火等级，进而能够将火灾损失降到最低。

**关键词：**地下污水厂；建筑；防火

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.17.110

## 一、前言

地下污水厂是现代城市污水处理系统的重要组成部分，具有关键的环保和公共卫生功能。然而，由于其特殊的建筑环境和复杂的工艺要求，地下污水厂在防火设计方面面临着一系列的挑战和风险。地下环境的封闭性、高湿度和易燃性气体的存在增加了火灾的隐患，并对建筑结构和人员安全构成威胁。因此，对地下污水厂的防火设计进行优化研究，以提高其安全性和可靠性，具有重要的理论和实践意义。

## 二、建筑设计要素与安全要求

### （一）地下污水厂的建筑特点和功能需求

地下污水厂作为污水处理设施的重要组成部分，具有独特的建筑特点和功能需求。首先，地下污水厂需要满足污水处理的工艺要求，包括污水处理设备、污水收集和处理管道系统、沉淀池、过滤设备等。这些设备和系统需要合理布局，并具备良好的结构承载能力和操作空间。其次，地下污水厂需要考虑防水和抗渗的设计要求，以防止地下水的渗入和设备的受损。

在地下污水厂的建筑设计中，安全要求是至关重要的考虑因素。首先，地下环境的封闭性和通风条件较差，增加了火灾和烟雾扩散的风险。因此，防火设计要素包括防火墙、防火门、防烟排烟系统等，以限制火灾的蔓延和烟气的扩散。其次，地下污水厂涉及大量的污水和化学物质，因此需要采取防爆和防腐蚀设计措施，以防止爆炸和化学泄漏事故。

### （二）建筑设计中的防火要求

在地下污水厂的建筑设计中，防火要求需要遵守《建筑设计防火规范 GB50016-2014（2018年版）》《建筑防火通用规范 GB55037-2022》等规范要求，同时应注重以下方面的防火要求和措施：

首先，根据规范要求，地下污水厂的建筑物应根据火灾危险性等级划分为不同的防火分区。防火分区应采用防火墙进行划分，以隔离不同的功能区域，并确保其具有一定的耐火性能。防火墙的位置、尺寸和耐火等级应符合规范的要求。其次，规范对防火门的设置也有详细的规定。根据规范要求，地下污水厂的设计应合理设置防火门，以划分防火分区和提供安全疏散通道。防火门的位置、数量、材质和耐火等级应符合规范的要求。最后，规范还对建筑材料和装修材料的防火性能提出了要求。根据规范，地下污水厂的建筑材料和装修材料应选择具有良好防火性能的材料。例如，墙体、天花板和地板等结构材料应选择耐火材料，装修材料应符合相应的防火等级要求<sup>[1]</sup>。

### （三）建筑结构和材料的选择

首先，建筑结构的选择应考虑其耐火性能和抗震性能。地下污水厂的建筑结构需要能够承受火灾时的高温 and 外部地震等力量的作用。常见的建筑结构形式包括钢筋混凝土结构和钢结构。钢筋混凝土结构具有较好的耐火性能和抗震性能，适用于地下污水厂的建造。而钢结构由于其自重轻、施工周期短等特点，可以提高工程的进度和效率。其次，建筑材料的选择应注重其防火性能。防火材料应具备良好的耐火性能和阻燃性能，能够在火灾发生时减缓火势的蔓延。常见的防火材料包括防火板、防火涂料、阻燃隔热材料等。这些材料应符合相关的防火标准和规范，并经过实验室的测试和认证。最后，建筑材料的耐久性也是考虑因素之一。地下污水厂的建筑材料需要能够抵御潮湿环境、化学腐蚀等因素的侵蚀，保持结构的稳定性和功能的正常运行。常用的耐久性较好的材料包括耐酸碱材料、耐腐蚀涂料等，可以有效延长建筑的使用寿命。

## 三、地下污水厂和普通地面工业建筑防火设计对比

### （一）火灾风险对比

地下污水厂相对于普通地面工业建筑在火灾风险上具有一定的优势。由于地下污水厂主要位于地下，其建筑结构通常具有较好的耐火性能和阻燃性能。地下环境相对较为封闭，不易受到外界火源的直接影响，减少了火灾发生的可能性。相比之下，普通地面工业建筑由于处于地面环境，更容易受到外界火灾因素的影响。地面工业建筑通常涉及大量的可燃物质，如原材料、油料等，存在较高的火灾风险。

### （二）防火设计要求对比

地下污水厂的防火设计要求主要包括建筑结构的耐火性能、防火材料的选择和防火分区的划分。由于地下

污水厂处于相对封闭的地下环境，其建筑结构需要具备一定的耐火能力，以抵御火灾蔓延和保护设备的安全。同时，选择合适的防火涂料和隔热材料来提高建筑结构的防火性能也是必要的。相比之下，普通地面工业建筑的防火设计要求更加综合和复杂。除了建筑结构的耐火性能和防火材料的选择外，还需要考虑建筑内部的消防设施、疏散通道、火灾报警系统等<sup>[2]</sup>。

### （三）防火设计措施对比

首先，地下污水厂的防火设计措施主要包括建筑结构的防火涂料和隔热材料的应用、防火分区的划分以及疏散通道的布置。对于建筑结构的防火涂料和隔热材料的选择，需要考虑其耐火性能和防火等级，以确保在火灾发生时能够有效地延缓火势蔓延并保护结构的稳定性。防火分区的划分可以将地下污水厂的不同功能区域划分为相对独立的区域，以控制火灾的扩散，并为人员提供足够的时间逃生。疏散通道的布置需要考虑通道的宽度、长度和通行能力，以保证人员疏散的迅速和顺畅。相比之下，普通地面工业建筑的防火设计措施更加综合和复杂。除了建筑结构的防火涂料和隔热材料的应用、防火分区的划分和疏散通道的布置外，还需要考虑火灾报警系统、自动喷水灭火系统、灭火器的设置等。火灾报警系统可以及时检测到火灾的发生并发出警报，以便人员及时采取逃生措施。

### （四）疏散与逃生对比

首先，由于地下污水厂的特殊环境，其疏散与逃生需要考虑地下空间的限制和特殊的工艺设备布局。在疏散通道的规划上，地下污水厂需要确保通道的布置合理，保持畅通且能够容纳足够数量的人员进行疏散。此外，考虑到地下空间的封闭性和气体的累积风险，地下污水厂的疏散通道还需要配备适当的通风设施和气体监测系统，以确保人员的安全疏散。相比之下，普通地面工业建筑的疏散与逃生设计更多地依赖于楼层布局和建筑结构的特点。在楼层的规划上，需要合理设置疏散楼梯和紧急出口，并确保其数量、宽度和位置符合相关的建筑规范。在火灾报警系统的设置上，普通地面工业建筑通常配备有声光报警器和紧急广播系统，以提供火灾警报和相关逃生指示<sup>[3]</sup>。

## 四、火灾防护措施设计优化

### （一）建筑结构优化

#### （1）材料选择与防火性能

首先，结构材料的选择应基于其防火性能。常见的结构材料如钢、混凝土和砖等在火灾条件下的性能不同。钢材具有较高的耐火性能，但在高温下容易软化和失去承载能力；混凝土具有较好的防火性能，但需要注意其保温性能和混凝土保护层的厚度；砖材具有较好的耐火性能，但对于地下环境需考虑其耐潮湿性。

其次，进行结构材料的防火性能评估是必要的。防火性能评估可以通过实验室测试和模拟计算等手段进

行。实验室测试可以对材料进行燃烧性能、热传导性能和热膨胀性能等方面的评估，以确定材料在火灾条件下的表现。模拟计算可以利用数值模型和计算机软件对结构材料在火灾条件下的行为进行预测，评估其耐火性能和抗火性能。通过这些评估手段，可以得出结构材料的防火等级和适用范围，为建筑防火设计提供依据。

#### （2）结构防火涂料和防火隔热材料的应用

首先，结构防火涂料是一种特殊的涂料，能够在高温下形成耐火保护层，阻止火焰和高温传递到建筑结构表面。结构防火涂料通常采用无机耐火材料、耐高温聚合物和阻燃剂等组成，具有优异的耐火性能和隔热性能。在地下污水厂的建筑结构中，涂刷结构防火涂料可以有效提升结构的耐火等级，延缓火势蔓延速度，为人员疏散争取更多的时间。

其次，防火隔热材料的应用也对建筑结构的防火性能起到重要作用。防火隔热材料通常具有较低的导热系数和较高的隔热性能，能够减少热量传递，降低建筑结构受热的速率。在地下污水厂的建筑结构中，合理选择和应用防火隔热材料可以减缓结构的温升速度，降低结构材料的软化和失稳风险，保持结构的整体稳定性。常见的防火隔热材料包括耐火岩棉、耐火玻璃棉、耐火聚苯乙烯泡沫等，它们具有良好的防火性能和隔热性能，在地下污水厂的建筑结构中应用广泛。

#### （3）结构构件布局与结构防火性能优化

首先，结构构件布局应考虑到建筑内的火灾蔓延途径，合理划分不同的功能区域，并采取相应的防火分区措施。在地下污水厂的建筑结构设计中，应将火灾危险区域与非火灾危险区域相互分隔开来，采用防火墙、防火门等措施进行隔离。同时，对于关键设备和通风系统等重要构件的布置应注意与易燃物的距离，避免燃烧物质对其造成热辐射和引燃的影响。其次，结构防火性能的优化可以通过结构构件的选择和设计实现。在地下污水厂建筑中，应优先选择具有良好耐火性能的构件材料，如防火板、防火涂料等。这些材料能够抵御高温热辐射和火焰侵袭，延缓火灾对结构构件的破坏<sup>[4]</sup>。

### （二）防火隔离与分区设计

#### （1）防火分区划分和防火门的布置

通过合理划分防火分区和布置防火门，可以有效控制火灾蔓延，保障人员安全疏散和设备财产的防火安全。

首先，防火分区的划分应根据地下污水厂的功能区域、火灾风险评估和建筑法规的要求。常见的功能区域包括进出口通道、设备房间、控制室和办公区域等。根据不同区域的火灾风险和安全需求，将地下污水厂划分为相应的防火分区。划分防火分区时，需要考虑功能区域之间的火灾传播路径、火灾烟气扩散和人员疏散的需求，确保每个防火分区都能独立控制火灾，并提供安全疏散通道。其次，防火门的布置在防火隔离与分区设计

中起到关键作用。防火门是连接不同防火分区的关键通道，能够有效阻挡火灾蔓延和烟气扩散，保障人员安全疏散。在地下污水厂中，应根据防火分区的划分和疏散路径的需求，合理布置防火门。防火门的位置应位于防火墙的洞口或需要隔离的通道出入口，确保每个防火分区都能通过防火门独立进行火灾控制。防火门的材质应选择具有一定耐火性能的材料，如防火木门、防火钢门等，并配备防火门的自动关闭装置，以确保火灾发生时能够及时关闭并起到阻挡火势扩大的作用。

### (2) 防火隔离与分区设计的评估与验证

在地下污水厂建筑防火设计优化研究中的防火隔离与分区设计方面，对设计的评估与验证是至关重要的步骤。通过对防火隔离与分区设计的评估和验证，可以确保设计方案的有效性和可行性，提高地下污水厂的整体防火性能。评估与验证的过程通常包括以下几个方面。

首先，对防火隔离与分区设计方案进行定量分析，使用火灾模拟软件进行火灾扩展和烟气扩散的仿真模拟。通过模拟分析，可以评估设计方案在火灾发生时的响应和防火效果，预测火灾蔓延路径和烟气浓度分布情况，从而验证设计的合理性和有效性。其次，进行防火材料和防火构件的实验室测试和性能评估。通过对防火涂料、防火隔热材料、防火门等的材料性能测试，包括耐火性、隔热性、密封性等指标的检测，可以验证其符合相关标准和规范要求。实验室测试结果可作为设计方案中材料选择和性能要求的依据。再次，还需要进行现场实地检查和评估。在地下污水厂的建设和运行过程中，需要定期进行现场巡检，检查防火隔离墙、防火门等防火设施的安装和维护情况，确保其完好可用。最后，通过对评估和验证结果的分析 and 对比，对防火隔离与分区设计方案进行优化和改进。根据评估结果，对设计方案中存在的问题和不足进行修正和完善，以提升地下污水厂的整体防火性能。

### (三) 疏散通道

#### (1) 疏散通道的布置与规划

在地下污水厂建筑防火设计优化研究中，疏散通道的布置与规划是确保人员安全疏散的重要考虑因素。合理规划和布置疏散通道可以提供快速、安全的撤离路径，减少火灾发生时人员受到的威胁。

首先，疏散通道的布置应考虑地下污水厂的结构特点和功能布局。根据地下污水厂的具体情况，确定疏散通道的位置、数量和路径。通常情况下，疏散通道应位于污水处理区域的周边，并与主要生产设备和人员活动区域相连。通道的长度和宽度应符合相关规范要求，以确保人员能够顺利疏散，并容纳所需的疏散人数。其次，疏散通道的规划应满足防火隔离的要求。通道应与其他区域有明确的防火隔离，采用耐火构件和防火材料进行隔离墙、防火门的设置。疏散通道应尽量避免与火灾危险区域接触，减少火灾传播的风险。此外，通道的

材料选择和装饰应符合防火要求，具备一定的耐火性能，以保障疏散通道在火灾发生时的安全性。再次，疏散通道的布置还应考虑人员密度和疏散能力。通道的宽度和通行能力应根据地下污水厂的人员数量和相应的规定，确保足够的通行空间和疏散效率。通道中应设有足够的紧急照明和标识，以提供适当的照明条件和引导，帮助人员迅速找到疏散通道并安全撤离。最后，疏散通道的布置还需要考虑紧急救援和应急方案的配合。通道应与紧急出口、避难场所和救援通道相连接，以便于应急救援人员的进出和人员的安全撤离。应急方案应明确规定疏散通道的使用方式和紧急情况下的操作步骤，提供清晰的指引和应急措施。

#### (2) 疏散通道的尺寸与通行能力计算

通过合理计算和规划疏散通道的尺寸和通行能力，可以确保在火灾发生时，人员能够快速、安全地撤离。

首先，疏散通道的尺寸计算需要考虑人员密度和通行要求。根据地下污水厂的使用人数和相应的规定，确定疏散通道的宽度和高度。一般而言，疏散通道的宽度应能容纳通过的人员数量，确保人员能够在通道内自由通行。通道的高度应足够，以避免人员头部碰撞或受到阻碍。根据相关规范和安全标准，计算出合适的通道尺寸。其次，疏散通道的通行能力计算是为了确定通道的容量和疏散效率。通行能力取决于通道的宽度、通行速度和人员密度。根据规范和实践经验，计算疏散通道的通行能力，即单位时间内能够安全疏散的人员数量。通常采用人流理论和模型来进行计算，考虑人员的行走速度、排队等待时间以及通道的长度和宽度等因素，以确保通道具备足够的通行能力<sup>[5]</sup>。

## 五、结语

综上所述，通过进行防火设计优化，可以提高地下污水厂的防火安全性，保障人员的生命安全和设施的完整性。建筑设计的优化和合理的材料选择对地下污水厂的可持续运行具有重要意义，在今后的工程实践中，应继续关注地下污水厂建筑防火设计的创新和完善，提高防火技术水平，确保地下污水处理设施的安全稳定运行，为城市环境保护和人居环境改善做出贡献。

### 参考文献

- [1] 李静. 高层工业厂房建筑防火设计要点分析[J]. 工程建设与设计, 2023, (12): 46-48.
- [2] 王晓琳. 大型超市建筑防火设计和消防安全管理研究[J]. 江西建材, 2023, (01): 163-164+167.
- [3] 王凯. 对建筑防火设计中固定防排烟设施的探究[J]. 今日消防, 2023, 8(01): 91-93.
- [4] 史俊, 吴翔宇. 大型购物中心建筑防火设计难点与应对策略[J]. 消防界(电子版), 2022, 8(21): 129-131.
- [5] 吕细林. 大型商业建筑防火设计研究与实践[J]. 消防界(电子版), 2022, 8(21): 141-143.