

# 隔震建筑给排水管道设计要点分析

金磊

云南省设计院集团有限公司 云南 昆明 650228

**摘要:** 本论文旨在探讨隔震建筑中给排水设计的关键问题与解决方案。通过分析隔震建筑的特点和给排水系统的需求,提出了设计原则和技术措施。介绍了隔震建筑中的柔性管道和管道穿越隔震层的技术措施,强调了隔震建筑给排水系统与隔震设计的协同设计的重要性。

**关键词:** 隔震建筑; 给排水管道; 柔性连接; 设计要点

引言: 减震、隔震技术作为一种重要的地震减灾措施,已经在建筑工程中得到了广泛应用。地震对于建筑物结构和内部设施都具有极大的破坏力,其中给排水系统作为建筑物基本功能设施之一,其在地震期间的稳定运行对人们的生活和财产安全具有重要意义。在实际的工程应用中,隔震建筑与给排水系统设计往往存在一些关键问题。例如,系统连接与支撑、管道材料选择与应用、设备与管道的抗震性能以及系统故障与维修等方面的问题都可能影响到给排水系统在地震期间的正常运行。因此,针对这些关键问题,提出有效的解决方案和建议至关重要。本文旨在探讨隔震建筑给排水设计中的关键问题,并提出相应的解决方案,以期为实际工程应用提供指导。

## 1 隔震建筑给排水设计的关键问题

### 1.1 系统连接与支撑

在隔震建筑中,给排水管线的连接与支撑是重点问题。由于隔震层会在地震期间产生相对位移,给排水系统需要在设计和施工过程中考虑到这种位移,以避免地震过程中管道的断裂、泄漏和损坏。

首先,给排水系统与建筑结构之间的连接方式需进行合理设计。传统的固定连接方式在隔震建筑中可能导致地震波在给排水系统中的传播,从而加大系统受到的破坏风险。为解决这一问题,可采用柔性连接方式,如使用柔性接头、软管等连接元件,使得给排水系统在地震期间能够适应隔震层的相对位移,降低管道破损的可能性。

其次,给排水系统的支撑结构需要进行抗震优化。传统的给排水系统支撑结构通常使用钢材或混凝土材料,但在隔震建筑中,这些支撑结构可能无法有效抵御地震波的作用,导致给排水系统受到损坏。因此,建议

采用抗震性能更好的支撑结构,如弹簧支座、橡胶减震垫等,以增加支撑结构的柔性,减小地震波对给排水系统的影响。

此外,在给排水系统的设计和施工过程中,需要考虑到建筑隔震层的形式和性能。不同类型的隔震层(如基础隔震、支座隔震等)具有不同的位移特性,这将影响给排水系统的连接与支撑设计。因此,在实际工程中,需要根据具体的隔震层类型来优化给排水系统的连接与支撑方案。值得注意的是,给排水系统的连接与支撑设计不仅需要考虑地震波的传播,还需考虑其他因素,如管道材料的热胀冷缩性能。

### 1.2 管道材料选择与应用

在隔震建筑给排水设计中,管道材料的选择与应用是另一个关键问题。合适的管道材料能够在地震期间提供良好的抗震性能,降低管道破损和泄漏的风险。因此,对于隔震建筑来说,选择适当的管道材料并充分发挥其抗震性能至关重要。

首先,需要充分了解不同管道材料的抗震性能。常见的给排水管道材料包括铸铁、钢、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)等。这些材料各自具有不同的力学性能、耐腐蚀性和抗震性能。例如,铸铁管和钢管具有较高的强度,但在地震过程中可能较易发生破裂;而PVC管和PE管具有较好的柔性和抗震性能,但其承载能力相对较低。

其次,在选择管道材料时,需要综合考虑给排水系统的特点和隔震建筑的要求。不同的给排水系统(如给水、污水、雨水等)对管道材料的要求不同,同时还需考虑建筑物的使用环境、承载能力、工程造价等因素。例如,在给水中,可以考虑使用PE管材,因为其具有良好的柔性、耐腐蚀性和抗震性能;而在排水系统中,可以考虑使用PVC管材,以提高系统的耐用性和经济性。

此外,在应用管道材料时,需要注意材料的安装和维护。正确的安装方法可以充分发挥管道材料的抗震性

**通讯作者:** 金磊, 1982.08, 彝族, 男, 籍贯: 云南省石屏县, 单位: 云南省设计院集团有限公司, 职称: 高级工程师, 学历: 本科, 邮编: 650228, 研究方向: 建筑给水排水设计

能,降低地震过程中的损坏风险。例如,在安装PVC管或PE管时,可以采用弹性接头或可伸缩管段,以增加管道的位移容量。同时,还需定期对管道进行检查和维护,确保其在地震期间的稳定运行。

最后,随着新材料技术的不断发展,一些具有优越抗震性能的管道材料逐渐进入市场。例如,纤维增强聚合物(FRP)管具有高强度、轻质和抗震性能的特点,已经在一些隔震建筑项目中得到应用。因此,在设计隔震建筑给排水系统时,还应关注新材料的研究和应用,以提升系统的抗震性能和可持续性。

综上所述,管道材料的选择与应用对隔震建筑给排水设计具有重要影响。通过合理选择管道材料、充分发挥其抗震性能,并采取适当的安装和维护措施,可以有效降低地震对给排水系统的破坏风险,确保系统在地震期间的正常运行。在未来的研究和实践中,还需进一步深入探索新材料技术的应用潜力,为隔震建筑给排水设计提供更加可靠和可持续的解决方案。

### 1.3 设备的抗震性能

设备的抗震性能也需要得到充分关注。例如,水泵、水箱、水处理设备等在地震期间可能受到剧烈的振动和冲击,因此需要具备良好的结构强度和抗震能力。合适的设备选择可以减少设备损坏的风险,并保障给排水系统的正常运行。在实际选择设备时,应优先考虑具有抗震设计和认证的产品,以确保其符合地震安全标准。

## 2 隔震建筑给排水管道的设计要点

### 2.1 设计原则

2.1.1 弹性设计原则:隔震建筑中给排水管道的设计应考虑管道材料的弹性特性,以使其能够在地震发生时发生一定程度的变形和位移,从而减轻地震对管道的冲击。合理选择和设计柔性管道材料,如聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)等,以确保管道具有足够的柔性和韧性。

2.1.2 支撑和固定设计原则:给排水管道的支撑和固定设计是保证管道稳定性和抗震性能的重要措施。合理的支撑和固定方式应考虑地震引起的变形和位移,采用柔性的支撑结构和固定装置,如弹性支架、抗震支座等。这些措施可以减少地震力对管道的传递,保护管道的完整性。

2.1.3 弹性连接原则:管道系统中的连接件应具有一定的柔性,以允许管道在地震时发生一定的位移和变形,从而减少地震力的传递。常用的柔性连接件包括橡胶密封圈、橡胶软接头等。这些连接件能够吸收和缓冲地震引起的冲击和振动,保持管道的连续性和稳定性。

2.1.4 监测和维护:隔震建筑中给排水管道系统的监测和维护对于确保系统的正常运行和抗震性能至关重要。

通过安装传感器和监测系统,可以实时监测管道的变形、位移、压力等参数,及时发现问题并采取相应的修复措施。定期的维护和检查也是保证管道系统可靠性和安全性的重要手段。

### 2.2 管道支撑与固定设计

管道支撑与固定设计是解决隔震建筑给排水设计的另一个关键方案。地震发生时,建筑结构会受到强烈的振动和冲击力,而管道作为系统的重要组成部分,需要能够承受这些力量并保持稳定。因此,合理的管道支撑与固定设计至关重要,可以提高管道的抗震性能,减少破裂和泄漏的风险。

在管道支撑设计中,首先需要考虑支撑方式和位置的选择。合适的支撑方式可以有效地分散管道受力,并减少振动对管道系统的传递。一种常用的支撑方式是采用吊杆支撑,将管道悬挂在建筑结构上方。这种支撑方式可以降低地震波传导至管道的能量,并减少管道的位移。此外,还可以采用支架、托盘、支座等多种支撑元件,根据管道的特点和所需的抗震能力进行选择。

其次,管道固定设计是确保管道在地震期间保持稳定的关键环节。通过合适的固定方式,可以防止管道发生断裂、脱落或移位。常用的固定方式包括法兰连接、管夹、抗震带等。这些固定方式可以确保管道与设备、结构之间的紧密连接,提高整个系统的抗震能力。此外,根据管道的特点和所处环境的要求,还可以使用防护罩、护栏等措施,进一步保护管道免受外界冲击和损坏。

此外,随着技术的不断发展,还可以考虑一些新的管道支撑与固定技术。例如,采用可伸缩的管道连接件和支撑系统,可以提供更好的抗震能力和位移容量。同时,使用抗震材料和新型支撑结构,如阻尼器、减震器等,可以进一步提高管道系统的抗震性能。

综上所述,合理的管道支撑与固定设计是解决隔震建筑给排水设计的关键方案之一。通过选择适当的支撑方式和固定方式,采用柔性和强度兼具的管道材料,并结合新的技术和材料的应用,可以提高管道系统的抗震能力,保障系统的安全运行。管道支撑与固定设计需要在抗震设计的基础上进行综合考虑,确保给排水系统能够在地震情况下稳定运行。

### 2.3 给排水管道穿越隔震层(沟)的技术措施

隔震建筑中给排水管道穿越隔震层(沟)通常不可避免,需要采取适当的措施来确保管道的连续性、稳定性和抗震性能。以下是一些常用的技术措施:

2.3.1 管道穿越隔震层的位置选择:在设计阶段,需要仔细选择管道穿越隔震层的位置。通常情况下,应将

管道尽可能地穿越到隔震层的低应变区域，以减少地震引起的位移对管道的影响。避免将管道穿越到隔震层的高应变区域，以免增加管道破裂和损坏的风险。

2.3.2 管道的柔性连接设计：《建筑隔震设计标准》（GB/T51408-2021）要求“穿越隔震层的一般管线在隔震层应采用柔性措施，其预留的水平变形量不应小于隔离缝宽度。穿越隔震层的重要管道、可能泄漏有害介质或可燃介质的管道，在隔震层处应采用柔性措施，其预留的水平变形量不应小于隔离缝宽度的1.4倍”。给排水系统柔性措施一般采用以下三种隔震建筑柔性管道，由于材质构造原因，分别适用于不同的安装方式及流态，其特点见下表：

| 建筑隔震柔性管道特点 |                      |                      |                  |
|------------|----------------------|----------------------|------------------|
| 类型         | 金属软管                 | 橡胶软管                 | PVC伸缩管           |
| 水平安装       | 适用管径 ≤ DN250的压力流或重力流 | 适用管径 ≤ DN300的重力流     | 适用管径 ≤ DN250的重力流 |
| 垂直安装       | 适用管径 ≤ DN65的压力流或重力流  | 适用管径 ≤ DN300的压力流或重力流 |                  |

在建筑给排水管道穿越隔震层管道设计中可根据管道类型、流态、管径参照上表选择相应的柔性管道。值得注意的是，消防、生活给水管道应视为重要管道，预留水平变形量不应小于隔离缝宽度的1.4倍。

2.3.3 管道的保护措施：为了进一步增强隔震建筑中给排水管道的抗震性能，可以采取一些保护措施。例如，在管道穿越隔震层的位置设置抗震托架，以增加管道的抗震能力。此外，可以在管道周围设置防护罩或护栏，以防止外部物体对管道的撞击和损坏。

#### 2.4 建筑隔震与给排水系统的协同设计

隔震设计与给排水系统的协同设计是为了在隔震建筑中同时考虑建筑结构的抗震需求和给排水系统的正常运行需求，以实现整体的抗震性能和功能性要求。主要体现在以下几个方面：

2.4.1 综合抗震性能：隔震设计与给排水系统设计应具有共同的设计目标，即保证建筑结构的抗震性能和给排水系统的正常运行。两者之间应进行密切的协调和平衡，确保达到整体性能的最佳结果。通过协同设计，结构隔震与给排水系统可以在设计阶段就充分考虑彼此的要求和限制，从而实现整体的抗震性能。隔震设计可以减少地震对建筑结构的影响，而给排水系统的协同设计可以确保系统的连续性、稳定性和可靠性，从而提高整个建筑的抗震能力。

2.4.2 空间和布局优化：在隔震设计中，应合理规划

和预留给排水系统所需的空間，并根据系统的布局和要求确定隔震装置的位置。通过协同设计，可以在隔震设计的框架内更好地考虑给排水系统的布局 and 安装要求，避免与隔震装置的冲突，并优化空间利用。这有助于最大限度地减少给排水管道的长度和弯曲，减少管道阻力和压力损失，提高系统的效率和性能。

2.4.3 系统可维护性：隔震建筑中的给排水系统通常由于设计的特殊性和结构的限制而具有一定的复杂性。通过协同设计，可以更好地考虑给排水设备的维护和检修需求，合理安排管道的布局、支撑和固定方式，便于日常维护和检修工作的进行。

#### 2.5 隔震建筑给排水系统的检测与维护

隔震建筑的给排水系统在施工完成后，需要进行监测和维护工作，以确保系统的正常运行和抗震性能的持续有效。本节将探讨隔震建筑给排水系统监测与维护的重要性、监测内容和维护措施。

2.5.1 监测的重要性：隔震建筑的给排水系统监测对于及时发现潜在问题和异常情况至关重要。通过监测，可以对系统的运行状态、管道的压力和流量、隔震装置的性能等进行实时监测，以便及时采取措施修复或调整。监测可以帮助维护人员及早发现管道泄漏、堵塞、破损等问题，减少维修成本和避免灾害的发生。

2.5.2 监测内容：隔震建筑给排水系统的监测内容包括但不限于以下几个方面：（1）管道压力和流量监测：监测给排水管道的压力和流量情况，确保系统正常运行，避免过高压力和过大流量导致管道破裂或设备损坏；（2）泄漏检测：通过安装泄漏检测装置或定期巡检，发现管道泄漏问题，及时修复，避免水资源浪费和环境污染；（3）设备运行监测：对给排水设备进行运行状态的监测，包括泵站、阀门、调节器等，以保证其正常运行和维护。

2.5.3 维护：隔震建筑给排水系统的维护工作包括定期检查、维修和保养。

结语：综上所述，本论文就隔震建筑给排水设计的关键问题与解决方案进行了探讨和研究。通过对隔震建筑特点和给排水系统需求的分析，提出了一系列设计原则和技术措施。

#### 参考文献

[1]建筑隔震设计标准 GB/T 51408-2021[S].  
 [2]建筑机电抗震设计规范 GB 50981-2014[S].  
 [3]建筑隔震柔性管道 JG/T 541-2017[S].  
 [4]卢嘉茗,解琳琳,李爱群等 建筑隔震金属柔性管道抗震性能与试验研究[J].工程力学,2020,37(05):208-216-152.