

城市地下综合管廊抗震设计研究

李召辉

黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 本文针对城市地下综合管廊的抗震设计进行了深入研究。首先,介绍了地下综合管廊在城市基础设施建设中的重要地位和地震对地下结构的影响。然后,阐述了地下综合管廊抗震设计的原则和方法,包括地震荷载计算、结构类型和材料选择、结构尺寸和形状设计、细部节点设计等方面。接着,重点探讨了如何通过优化结构设计、增强结构构件性能、引入隔震减震技术和加强施工质量控制等措施来提高地下综合管廊的抗震性能。

关键词: 城市发展; 地下综合管廊; 抗震设计; 施工

1 城市地下综合管廊概述

城市地下综合管廊是一种现代化、集约化的城市基础设施,它将电力、通信、给水、排水、热力、燃气等多种城市管线集中敷设在同一地下空间,形成一种现代化的城市“生命线”。这种地下管廊对于解决城市“马路拉链”问题,提升城市品质,提高城市运行效率,具有显著意义。第一,地下综合管廊的优点,集约化:地下综合管廊将各种管线集中敷设,避免了各种管线分别开挖路面,大大减少了道路的反复开挖,节约了城市空间,提高了城市土地的利用率。安全性:地下综合管廊内的管线各自独立,互不影响,提高了城市运行的稳定性。同时,由于管廊内设有专门的检修通道和技术设备,使得管线的维护和检修更为方便,降低了事故发生的概率。持久性:地下综合管廊的结构设计寿命一般为100年,远远超过一般的地理管线。节能环保:地下综合管廊的建设可以减少城市道路的反复开挖,从而减少了对环境的影响^[1]。第二,地下综合管廊的发展历程,地下综合管廊起源于19世纪中叶的欧洲,当时是为了解决城市“马路拉链”问题而提出的。随着城市化进程的加速和科技的进步,地下综合管廊在世界范围内得到了广泛的应用。在我国,自20世纪80年代以来,随着城市化进程的加速,地下综合管廊的建设也得到了越来越多的关注和应用。

2 城市地下综合管廊结构类型和组成

城市地下综合管廊的结构类型和组成是决定其性能和使用寿命的重要因素。综合管廊的结构一般采用钢筋混凝土结构或钢架结构,其组成包括以下几个主要部分,廊道主体:这是综合管廊的主要部分,一般为钢筋混凝土结构或钢架结构,内部设有各种管线的支架和空间。根据不同的地形和地质条件,廊道主体可以采用不同的形式,如单层、双层或多层结构。入口和出口:综

合管廊的入口和出口是连接城市道路和地下部分的枢纽,也是进行管线维护和检修的重要通道。它们一般采用钢筋混凝土结构或钢结构,并设有安全门和照明设备。通风系统:综合管廊的通风系统是保证内部空气流通和新鲜地重要设施。一照明系统:综合管廊的照明系统是保证内部视线和安全的重要设施。排水系统:综合管廊的排水系统是保证内部排水畅通的重要设施。一般采用自动排水系统,即设置排水沟和排水泵,以实现内部积水的排放。消防系统:综合管廊的消防系统是保证内部安全和防止火灾的重要设施。

3 地震对地下综合管廊的影响分析

3.1 地震破坏机理

地下综合管廊作为城市基础设施的重要组成部分,其结构和性能也会受到地震的影响。下面我们来分析地震对地下综合管廊的影响及破坏机理。

3.1.1 水平地震作用

在水平地震作用下,地下综合管廊会受到较大的水平地震力,导致结构产生较大的水平位移和扭曲,进而引发结构破坏和管线损伤。

3.1.2 竖向地震作用

在竖向地震作用下,地下综合管廊会受到较大的竖向地震力,导致结构产生较大的竖向位移和变形,进而引发结构破坏和管线损伤。

3.1.3 地基液化

在地震作用下,地基中的饱和砂土可能会发生液化现象,导致地基失稳和管廊结构破坏^[2]。

3.1.4 土体变形

在地震作用下,土体可能会发生较大的变形,导致管廊结构产生沉降和不均匀沉降,进而引发结构破坏和管线损伤。

3.2 地震荷载理论分析

为了确保地下综合管廊在地震作用下的安全性和稳定性,需要对地震荷载进行理论分析。第一,地震荷载的特性,地震荷载是动态的,具有瞬时变化的特点。地震波的传播速度和加速度随时间变化,会对地下综合管廊产生持续变化的动态作用力。地震发生的时间、地点和强度具有随机性,因此地震荷载也具有随机性。在进行地下综合管廊的设计时,需要考虑这种随机性并进行相应的安全储备。地震荷载的不确定性包括地震动参数的不确定性和地震作用效应的不确定性。地震动参数的不确定性包括地震强度、震源深度、震中位置等。地震作用效应的不确定性受到地质条件、结构类型、材料特性等多种因素的影响。第二,地震荷载的计算方法拟静力法是将地震作用简化为静力荷载,通过一定的系数将其放大后进行计算。这种方法简单易行,但无法考虑地震的动态特性和不确定性。动力分析法考虑了地震的动态特性和不确定性,通过建立的震动方程进行计算。这种方法能够更准确地模拟地震作用下的结构响应,但计算复杂且需要特定地底振动数据。经验公式法是根据大量实测数据拟合出的经验公式,用于估算地下综合管廊的地震荷载。这种方法简单实用,但需要考虑数据的代表性和适用范围。第三,减轻地震荷载的措施,选址和设计:在设计和建设地下综合管廊时,应尽量选择地质条件稳定、远离地震活跃区的位置。同时,应采取有效的抗震设计和构造措施,如采用隔震支座、消能减震装置等。应采用合理的结构体系,提高地下综合管廊的整体性和稳定性。同时,应加强结构构件的连接和构造细节处理,以增强其抗震性能。在进行地下综合管廊的设计时,应考虑地震荷载的不确定性和随机性,增加必要的安全储备。应建立完善的地震监测系统,及时获取的振动数据并进行分析。同时,应定期对地下综合管廊进行检查和维护,确保其结构和设备的完好性,以减轻地震对其影响和破坏。

3.3 地下结构与地震响应的关系

地下结构是指位于地面以下的各种建筑物和构筑物,如地铁、隧道、地下管廊等。这些地下结构在地震作用下的响应与地面结构有所不同,因为地下结构的周围介质与地面不同,地震波传播方式和效应也有差异。因此,地下结构与地震响应之间存在复杂的关系。地震波在地下结构中传播时,会受到周围介质的影响。不同介质的地震波传播速度和方向都会发生变化,导致地震波的形态和振幅也会有所改变。地下结构的形状和大小也会影响地震波的传播,例如狭长的隧道或大直径的圆形隧道对地震波的传播有不同的影响^[3]。地下结构的振动

特性与地面结构有所不同。由于地下结构的承载方式和边界条件不同于地面结构,其振动特性如自振频率、振型等也会有所不同。此外,地下结构的周围介质也会对其振动特性产生影响,例如土壤的阻尼效应对地下结构的振动产生抑制作用。地下结构在地震作用下的响应具有复杂性。除了地震波的传播和地下结构的振动特性外,还涉及土壤与地下结构的相互作用、地下水的渗流等多种因素。

4 地下综合管廊抗震设计方法

4.1 设计准则和规范

地下综合管廊的抗震设计方法应遵循设计准则和规范,以确保其在使用期间能够承受地震的作用力,并减少地震对管廊结构和管线的影响。以下是一些设计准则和规范:

4.1.1 设计准则,多重防护原则

地下综合管廊的抗震设计应采用多重防护原则,以增加管廊的抗震能力。这包括采用多种材料、多种结构形式和多种防护措施等。强化关键部位:对于地下综合管廊的关键部位,如节点、连接处等,应采用加强措施,以提高其抗震性能。这包括增加构件厚度、增加连接件的数量和加强连接件的刚度等。优化管线布置:地下综合管廊内的管线布置应合理优化,以减小地震对管线的影响。这包括合理安排管线的走向、支撑和固定等。考虑土壤影响:地下综合管廊的抗震设计应考虑土壤的影响,特别是对于软土、砂土等特殊地质条件下的土壤影响。

4.1.2 规范,国家标准

《建筑抗震设计规范》(GB 50011)、《地下工程防水技术规范》(GB 50108)等。地方标准:各地区也会制定相应的地下工程抗震设计地方标准,如《XX市地下工程抗震设计规范》等。技术指南:一些专业机构和学术团体也会发布技术指南,如《建筑结构减震控制技术指南》等,这些指南可以为地下综合管廊的抗震设计提供参考。

4.2 地震荷载计算方法

地震荷载的计算方法对于地下综合管廊的抗震设计至关重要。常用的地震荷载计算方法有以下几种:

4.2.1 静力法

静力法假定地震作用为静态外力,将地震作用简化为等效静荷载进行计算。该方法简单易行,但忽略了地震的动态特性和不确定性,因此计算结果可能与实际情况存在较大误差。

4.2.2 反应谱法

反应谱法是通过分析地震动记录,得到结构在不同的震动作用下的反应谱,进而根据反应谱计算地震荷载。该方法考虑了地震的动态特性和不确定性,能够较为准确地模拟地震作用下的结构响应。

4.2.3 时程分析法

时程分析法是一种基于地震动记录的数值分析方法,通过将地震动记录输入到结构模型中,进行结构地震反应的数值模拟。该方法能够考虑地震动的空间变化和时间历程,对复杂的地震动输入具有较高的准确性。

4.2.4 随机振动法

随机振动法是一种基于概率论和振动理论的方法,将地震作用视为随机过程,通过概率模型计算结构的地震荷载。该方法能够考虑地震动的统计特性,但需要大量的地振动数据作为支持。

4.3 结构参数选取和设计流程

在地下综合管廊的抗震设计中,结构参数的选取和设计流程是至关重要的。以下是一般的设计步骤和注意事项:根据工程需求和地质条件,选择合适的结构类型和材料。考虑到地下综合管廊的使用寿命和安全性,通常会选择钢筋混凝土或钢架结构等耐久性和抗震性能较好的结构类型。根据地下综合管廊的使用要求和空间限制,确定合适的结构尺寸和形状。结构尺寸包括宽度、高度和长度等,形状则影响到结构的受力特性和抗震性能。应充分考虑地下综合管廊的内部空间需求、埋深、施工条件等因素,以确定合理的结构尺寸和形状。根据工程要求和相关规范,进行地震荷载的分析和计算^[4]。地震荷载包括水平地震作用和竖向地震作用,应考虑地震动的随机性和不确定性,以及地质条件、结构类型等因素的影响。基于荷载分析和计算结果,进行地下综合管廊的结构分析和设计。结构分析包括应力分析、位移分析、稳定性分析等,以确定结构的合理性和安全性。对地下综合管廊的细部节点进行详细设计,以确保结构的整体性能和安全性。这包括节点连接方式、防水措施、通风系统设计等细部设计,以及管线布置和支架设计等内部设施的设计。

5 地下综合管廊抗震设计改进措施

地下综合管廊的抗震设计改进措施可以从以下几个方面考虑:第一,优化结构设计,根据工程需求和地质

条件,选择具有较好抗震性能的结构类型和材料。例如,采用钢筋混凝土结构或钢架结构等,并选用高强度材料。通过优化结构设计,增强地下综合管廊的整体性和稳定性。例如,增加横梁和立柱的截面尺寸,合理安排管线布局等。针对节点和连接处进行精细化设计,以提高其抗震性能。例如,采用先进的连接方式和固定措施,增加节点处的刚度和强度等。第二,增强结构构件性能,通过增加结构构件的厚度,提高其抗震性能。例如,增加墙壁和顶板的厚度,以增强其抗地震冲击力。选用高性能的材料,如高强度混凝土、耐震钢材等,以提高结构构件的抗震性能。对结构构件的连接进行加强,以减小地震对连接处的影响。第三,引入隔振减震技术,在地下综合管廊的关键部位设置隔震层,以减小地震对结构的影响。例如,在底部和墙壁之间设置橡胶隔振支座或阻尼器等。在结构中安装减震器,以吸收的震动能量,减小对结构的影响。例如,采用液压减震器或弹簧减震器等。对周围的土壤进行加固处理,以提高其稳定性。第四,加强施工质量控制,在施工过程中严格遵守相关施工规范和标准,确保施工质量和安全性。对使用的材料和施工质量进行严格检测,确保符合抗震设计要求。对施工现场进行严格监管,确保施工符合规范要求,防止施工质量和安全隐患。

结语

本文通过对地下综合管廊抗震设计的深入研究,提出了一系列有效的改进措施,包括优化结构设计、增强结构构件性能、引入隔振减震技术和加强施工质量控制等。这些措施可以提高地下综合管廊的抗震性能和安全性,为今后类似工程的抗震设计提供了有益的参考。

参考文献

- [1]任子华,李林.城市地下综合管廊结构与施工解析[J].中国建筑金属结构,2022(02):30-31.
- [2]刘义彬.广花一级公路地下综合管廊及道路快捷化改造结合建设的总体设计解析[J].绿色环保建材,2019(05):127-128.
- [3]赵晓峰,高宣鼎,刘纪昀.城市地下综合管廊抗震设计中的关键技术研究[J].地震工程学报,2021,43(4):861-868.
- [4]刘翔,张强,孙玉山.地下综合管廊结构抗震设计方法综述[J].抗震工程学报,2021,43(1):1-12.