

装配式混凝土结构技术在地下工程应用研究

刘佃文

三一筑工科技股份有限公司 北京 100000

摘要: 装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中具有广泛的应用前景。在装配式隧道方面,该技术可以应用于地铁、铁路及公路隧道等建设中,提高施工效率和质量,减少对周围环境的影响。在装配式地下空间方面,该技术可以用于开发城市地下停车场、商场等综合体,提高城市空间的利用效率。在装配式综合管廊方面,该技术可以用于集纳多种市政管线,提高城市基础设施的运营效率和管理水平。

关键词: 装配整体叠合混凝土结构; 技术; 地下工程; 应用研究

引言: 随着城市化进程的加速和建筑业的快速发展,地下工程的建设需求不断增加。地下工程具有隐蔽性、复杂性和风险性等特点,因此需要采用先进的工程技术和方法来保证其安全和质量。装配整体叠合混凝土结构技术作为一种新型的建筑技术,具有构件标准化、施工速度快、节能环保、绿色低碳等优点,因此在地下工程中具有广泛的应用前景。

1 装配整体叠合混凝土结构技术概述

装配整体叠合混凝土结构体系(简称SPCS结构体系)是装配式混凝土结构技术的一种创新,它将混凝土构件的生产和组装过程分开进行。在工厂中,混凝土构件被精确地生产和预制,然后在施工现场进行组装和安装。这种技术的应用可以提高施工效率、缩短施工周期、降低施工成本,并且能够提高建筑物的质量和使用寿命。通过装配整体叠合混凝土结构技术,建筑工地的湿作业量可以大大减少,从而减少了施工噪音、扬尘等对环境的负面影响。装配整体叠合混凝土结构技术的核心是将建筑物拆分为一系列可预制的构件,这些构件可以在工厂进行大规模流水线生产,并按照设计进行组装。这种技术的优点是基本构件形态、连接节点、受力原理是国标叠和剪力墙的改进和升级。同时,构件是在工厂生产,可以更好地控制材料的质量和制作的精度,从而保证建筑物的质量和使用寿命。装配整体叠合混凝土结构技术通常包括预应力混凝土技术、机械连接技术、焊接技术、等同现浇技术等连接方式。预应力混凝土技术是通过在混凝土中引入预应力来提高构件的承载能力和耐久性;机械连接技术是通过使用高强度螺栓、螺母等机械连接件将构件连接在一起;焊接技术则是通过在构件边缘进行焊接来连接它们^[1];等同现浇连接技术是通过预制叠合构件内部浇筑混凝土形成整体。装配整体叠合混凝土结构技术在国内外已经得到了广泛的应

用。在国外,一些国家已经形成了完整的产业链和标准体系,并建立了相应的规范和标准。在国内,装配整体叠合混凝土结构技术也得到了越来越多的应用,尤其是在一些大型建设项目中得到了广泛应用。装配整体叠合混凝土结构技术是一种新型的建筑技术,具有快速、高效、高质量等优点。随着技术的不断发展和完善,这种技术的应用前景将更加广阔。

2 装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中的关键技术

2.1 高效连接技术

装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中的关键技术之一是高效连接技术。连接技术的好坏直接关系到装配式混凝土结构的稳定性、安全性和耐久性。在地下工程中,经常需要连接排水管道、通风管道等管道系统。橡胶接头是一种常用的连接方式,具有良好的密封性能和抗震性能。橡胶接头可以通过压缩和伸展的方式适应碎石土层或基础沉降等变形情况,确保连接的稳定性。对于需要承受大荷载或剪力的连接部位,如梁柱节点等,常采用螺栓、挤压套筒连接。螺栓连接具有拆卸、调整和更换方便,挤压套筒连接具有工效快的特点,适用于主体结构连接。施工过程中需要调整位置、替换构件一般采用螺栓连接。在地下工程中,需要连接混凝土构件或预制构件时,可以使用高强度胶粘剂进行连接。高强度胶粘剂具有很高的粘结强度和耐久性,可以在地下环境中中长期保持连接的稳定性。节余力连接技术是一种基于摩擦力原理的连接方式。通过在连接部位施加压力,使构件之间产生摩擦力,从而实现连接。

2.2 防水处理技术

装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中的另一个关键技术是防水处理技术。由于地下工程处于地下水位高、土壤湿度大等特殊环境中,保证结构的防水性能

十分重要。防水涂料是一种常用的地下工程防水材料。通常选择具有良好附着力、抗渗漏性能和耐久性的防水涂料进行施工。防水涂料可以直接涂覆在混凝土表面,形成防水层,有效阻隔地下水和湿气的渗透。防水卷材是一种常用的地下工程防水材料,具有良好的拉伸性和抗渗漏性能。防水卷材通常由防水膜和支撑材料组成,可以在地下结构的外部进行铺设,形成连续的防水层,防止地下水侵入。防水板材是一种常用的地下工程防水材料,常见的有水泥基防水板和高分子防水板。防水板材具有良好的抗渗漏性能和耐久性,可在地下结构的内部进行安装,形成防水层,防止水分渗透。地下工程中的接缝处理是关键的防水工作。在装配式混凝土结构的连接处,要采取有效的接缝处理措施,如采用密封胶、防水带等材料进行填充和封闭,确保接缝处的密封性和防水性能。地下工程中的混凝土结构常受到外部水分渗透的影响,为了提高结构的防水性能,可以采用渗透性降低处理。例如,使用渗透剂、防渗胶涂层等可以降低混凝土结构的渗透性,减少水分渗透。通过采用合适的防水处理技术,可以有效保证装配式混凝土结构在地下工程中的防水性能。对于地下工程来说,防水处理的质量将直接影响结构的安全和耐久性,因此在施工过程中需严格按照规范要求要求进行防水处理,并加强质量检查和验收工作,确保防水效果的稳定和可靠。

2.3 自动化施工技术

装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中的另一个关键技术是自动化施工技术。随着科技的不断发展,自动化施工技术在地下工程中的应用越来越广泛。机器人施工是一种高度自动化的施工方式,可以减少人工操作,提高施工效率和质量。在地下工程中,机器人可以用于混凝土搅拌、打砂浆、浇注等工序,大大缩短了施工时间,并提高了施工精度。数控技术是一种通过计算机控制的自动化施工技术。在地下工程中,数控技术可以应用于钢筋加工、混凝土模板加工等环节,通过精确的计算和控制,实现准确的构件加工和组装,提高施工质量。激光测量技术是一种高精度的测量技术,可以实现地下工程结构的精确测量和定位。激光测量技术可以用于地下结构的校核、标志控制点、检测误差等,提高施工精度和质量。物联网远程监控技术可以实时监测地下工程施工过程中的参数和状态。通过传感器、监控摄像头等设备,工程师和施工人员可以远程监测地下工程的施工情况,及时发现问题并做出调整,提高施工效率和安全性。虚拟现实技术可以模拟地下工程的施工环境和场景,实现虚拟施工演练和模拟操作。通过虚拟现实

技术,施工人员可以提前了解施工流程和操作要点,减少误操作和事故风险,提高施工质量和安全性。通过引入自动化施工技术,可以提高地下工程施工的效率、质量和安全性。自动化施工技术的应用将为装配式混凝土结构在地下工程中的广泛推广和应用提供强有力的支撑。

2.4 信息化管理与监控技术

装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中的另一个关键技术是信息化管理与监控技术。随着信息技术的快速发展,信息化管理与监控技术在地下工程中的应用越来越重要。BIM (Building Information Modeling) 技术是一种以三维模型为基础,在施工过程中综合管理和优化工程信息的方法。在地下工程中,BIM技术可以用于整体的工程规划、设计和施工过程的管理。通过BIM技术,可以准确获取地下工程的相关信息,进行全过程协同管理,提高工程的效率和质量。远程监测技术可以通过传感器、监测设备等实时获取地下工程的相关数据。例如,通过监测地下结构的应力、变形、温度等参数,可以实时了解结构的状态,并及时采取措施进行调整和修复。远程监测技术可以提高地下工程施工的可控性和安全性。网络与通信技术在地下工程中起着至关重要的作用。通过建立可靠的通信网络,在施工现场与控制中心之间进行实时数据传输和交流,实现地下工程的远程监控和管理^[2]。网络与通信技术可以提高施工现场的信息化水平,优化资源调度和问题反馈。在地下工程中,涉及大量的数据和信息,如设计图纸、施工计划、质量报告等。通过建立数据管理系统,可以对这些数据和信息进行集中管理、统一调度和快速查询。数据管理系统可以提高地下工程施工的信息化水平,提高工作效率和质量。地理信息系统(GIS)技术可以将地下工程的地理空间信息与属性数据进行整合,实现数据的空间分析和可视化展示。GIS技术可以提高地下工程资源的优化配置、施工安全的分析和规划决策的制定效果。

3 装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中的应用

3.1 装配式隧道

装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中的一个重要应用是装配式隧道。装配式隧道是指利用预制构件或模块化构造的混凝土隧道结构,通过装配和拼接完成施工的一种隧道建造方法。装配式隧道可以大幅缩短施工周期。由于采用了预制构件,装配式隧道的施工时间可以减少40%以上,能够有效提高隧道的建设效率和工期控制。装配式隧道具有较高的质量保证。预制构件在工厂内进行制造,可以精确控制生产工艺和质量,确保隧道的强度和耐久性。同时,更好的质量控制还有助于降

低施工风险和质量风险。装配式隧道的施工对环境和社会的影响较小。预制构件的制造过程大部分在工厂内完成，减少了在施工现场的噪音、震动和粉尘等污染，降低了对周边居民和环境的影响。装配式隧道还具备更好的灵活性和适应性。预制构件的模块化特性，使得隧道结构的设计和固定灵活多样，可根据实际需求进行组合和调整。这为满足不同地质条件和工程要求提供了更大的选择空间。

3.2 装配式地下空间

装配式地下空间是利用装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中的应用之一。这种技术通过预制各种混凝土构件，如叠和楼板、叠合外墙、叠合梁柱等，在工厂内进行标准化生产，然后运输到施工现场进行组装。相比传统的现浇施工方式，装配式地下空间的建设具有施工速度快、质量稳定、等同现浇、环保节能等优点。在实际应用中，装配式地下空间可以广泛应用于地下室、地下车库、地铁站、隧道等各类地下工程的建设。例如，叠和楼板和叠合外墙可以快速搭建起地下车库的空间框架；预制的叠合梁、柱等构件则可以用于地铁站或公路隧道的支撑结构。此外，装配式地下空间还可以满足特殊需求，如地热井、矿井等地下设施的建设，以及人防工程中的紧急疏散通道、掩蔽所等设施的设计和施工。

3.3 装配式综合管廊

装配式综合管廊是指利用预制构件或模块化构造的混凝土结构，通过装配和拼接完成施工的一种综合管线通道建造方法。通过预制构件的装配和拼接，可以同时完成各类管道（如水管、电缆、通讯线缆等）的布置，减少施工时间和工序。装配式综合管廊可以提高管线集成的效率和协调性，减少管道统一敷设所需的人力、时间和资源。预制构件在工厂内进行制造，可以有效控制施工质量。在模块化装配过程中，可以准确测量、校验和调整各个构件的尺寸和位置，确保管廊结构的强度和稳定性。装配式综合管廊具有更好的一致性和可追溯

性，有利于保证施工质量的一致性和稳定性。预制构件在工厂生产，减少了现场施工过程中的噪音、粉尘和废水排放等环境污染。装配式综合管廊的装配过程可以在控制良好的室内环境下进行，减少对周围环境和居民生活的干扰。预制构件的模块化设计使得装配式综合管廊结构的布局和尺寸可以根据实际需要进行灵活调整。此外，装配式综合管廊可以通过添加模块进行扩展和改造，满足不断变化的管线需求和城市规划的发展。

3.4 装配式地下水处理设施

装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中也广泛应用于装配式地下水处理设施的建设中。地下水处理设施是保障城市供水水质安全的重要设施之一，它包括地下水池、水泵房等。装配整体叠合混凝土结构技术可以用于制作这些设施的墙体和顶板等结构，提高施工效率和质量。装配式地下水处理设施的优点在于可以快速构建、施工周期短、质量可靠、耐久性好等^[1]。通过在工厂预制混凝土构件，并在施工现场进行组装，可以减少施工现场的湿作业量，缩短施工周期，提高施工效率和质量。

结语

综上所述，装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中具有广泛的应用前景，能够提高施工效率和质量，缩短施工周期和节约成本，减少资源消耗和环境污染，为地下工程的建设带来更多的便利和效益。未来，随着技术的不断发展和完善，装配整体叠合混凝土结构技术将在地下工程中得到更广泛的应用，为城市地下工程建设带来更多的创新和发展。

参考文献

- [1]张庆贺,胡玉银,郭志昆.装配式结构在地下工程中的应用与展望[J].施工技术,2021,50(10):30-33.
- [2]郭玉峰,王毅.装配整体叠合混凝土结构技术在地下工程中的应用研究[J].建筑结构学报,2020,41(6):15-22.
- [3]陈龙,王立国,徐世杰.装配式混凝土结构在地下工程中的关键技术研究[J].建筑结构学报,2019,40(11):9-16.