

深基坑支护施工技术的创新与发展

杨凯凯

新疆北新国际工程建设有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7491

[摘要] 深基坑支护施工技术在现代建筑工程中具有关键意义。随着城市化进程加快，深基坑工程不断增多且面临更复杂地质与环境条件。该技术从传统走向创新，新的支护结构、材料与施工工艺不断涌现。这些创新提升了工程安全性、经济性与施工效率，同时也推动了相关规范与标准的完善。未来，深基坑支护施工技术将朝着智能化、绿色化与可持续方向持续发展。

[关键词] 深基坑支护；施工技术；创新；发展；安全性

Innovation and Development of Deep Excavation Support Construction Technology

Yang Kaikai

Xinjiang Beixin International Engineering Construction Co., Ltd.

[Abstract] The construction technology of deep foundation pit support is of crucial significance in modern construction engineering. With the acceleration of urbanization, the number of deep excavation projects is increasing and facing more complex geological and environmental conditions. This technology is moving from tradition to innovation, with new support structures, materials, and construction techniques constantly emerging. These innovations have improved engineering safety, economy, and construction efficiency, while also promoting the improvement of relevant regulations and standards. In the future, the construction technology of deep foundation pit support will continue to develop towards intelligence, greenness, and sustainability.

[Key words] deep foundation pit support; Construction technology; Innovation; development; Security

引言：

在现代建筑工程领域，深基坑支护施工技术占据着举足轻重的地位。随着城市建设的蓬勃发展，土地资源日益紧张，高层与超高层建筑不断涌现，深基坑工程的规模和深度不断增加。与此同时，复杂的地质条件和周边环境对深基坑支护提出了更高的要求。传统的深基坑支护施工技术在应对这些挑战时逐渐暴露出局限性。因此，深基坑支护施工技术的创新与发展迫在眉睫，这不仅关乎工程的顺利进行，更关系到周边环境的安全以及整个城市的可持续发展。

1. 深基坑支护施工技术的现状

1.1 传统支护结构类型

深基坑支护施工技术中的传统支护结构类型多样。排桩支护是较为常见的一种，它由成排的桩体组成，像钻孔灌注桩、挖孔灌注桩等，桩体紧密排列，形成一道坚固的防线，能有效抵抗侧向土压力。地下连续墙也是传统支护结构的重要类型，其整体性强、防渗性能好，在地下水位较高且对防渗要求严格的深基坑工程中广泛应用。此外，还有土钉墙支护，通过在土体中设置土钉，将土体加固成复合土体，施工简便、成本较低，适用于地下水位较低、土质较好的情况。然而，传统支护结构类型也存在一定局限性，例如排桩支护的桩间距如果设计不合理，可能影响整体支护效果；地下连续墙施工工艺复杂，造价相对较高；土钉墙支护在软土地区的适用性较差等。

1.2 现有施工工艺特点

深基坑支护现有的施工工艺具有多方面特点。从施工流程来看，大多遵循先勘察、后设计、再施工的顺序。在勘察阶段，详细了解地质条件、地下水位等信息，为后续设计提供依据。设计过程中，根据不同的支护结构类型，精确计算各项参数，如土压力、桩的承载力等。施工时，不同工艺各有特点。以排桩支护为例，钻孔灌注桩施工时，需要精确控制钻孔的垂直度和深度，混凝土灌注过程也需严格把关，确保桩体质量。地下连续墙施工中，成槽工艺是关键，要保证槽壁的稳定性，防止坍塌。土钉墙施工则强调土钉的打入角度和深度的准确性。同时，现有的施工工艺都注重对周边环境的保护，尽量减少施工过程中的振动、噪声和土体变形等对周围建筑物和地下管线的影响。

1.3 面临的主要问题

深基坑支护施工技术目前面临着诸多问题。首先，在复杂地质条件下的适应性不足。例如在软土地层中，土体的承载力低、变形大，传统支护结构可能无法有效控制基坑变形，容易引发安全事故。其次，地下水的处理难度较大。如果地下水位较高，不仅会增加支护结构的侧向压力，还可能导致土体的流砂、管涌等现象，威胁基坑的稳定性。再者，深基坑支护施工过程中的监测与信息化管理不够完善。很多工程虽然进行了监测，但数据的及时性和准确性不足，无法为施工调整提供有效依据。此外，不同支护结构之间的协同工作机制研究较少，在一些需要多种支护结构联合使用的工程中，难以发挥最佳支

护效果，并且施工成本的控制也面临挑战，如何在保证支护效果的前提下降低成本是亟待解决的问题。

2. 深基坑支护施工技术的创新

2.1 新型支护结构的研发

新型支护结构的研发是深基坑支护施工技术创新的重要方面。近年来，一种组合式支护结构逐渐受到关注。这种结构将不同类型的支护形式组合在一起，例如将排桩与内支撑、锚杆相结合。排桩提供主要的侧向抵抗力，内支撑或锚杆则进一步增强结构的稳定性。还有一种可回收式支护结构，它采用特殊的材料和连接方式，在深基坑工程完成后，可以将支护结构的部分构件回收再利用，既节约了资源，又降低了成本。另外，一些基于新型力学原理的支护结构也在研发之中，如利用拱形结构原理设计的支护结构，拱形的受力特性使得它能够更有效地分散土压力，提高支护结构的承载能力。这些新型支护结构的研发为深基坑支护提供了更多的选择，也为应对复杂的工程条件提供了新的解决方案。

2.2 创新材料的应用

创新材料在深基坑支护施工技术中的应用带来了新的变革。纤维增强复合材料 (FRP) 开始应用于支护结构中，FRP 具有高强度、轻质、耐腐蚀等优点。相比于传统的钢材，它不会生锈，大大提高了支护结构的耐久性。在地下水位较高、腐蚀性较强的环境中，FRP 材料的支护结构能够长期保持稳定。此外，新型的土工合成材料也被广泛应用。例如土工格栅，它可以增强土体的整体性，在土钉墙支护中与土钉协同作用，提高土体的抗剪强度。还有一些智能材料，如形状记忆合金，其具有独特的形状记忆效应和超弹性。在深基坑支护中，当土体发生变形时，形状记忆合金能够根据变形情况自动调整自身的应力状态，从而对支护结构进行自适应调整，有效防止基坑变形过大。

2.3 新工艺的探索

深基坑支护施工技术在新工艺方面的探索不断推进。逆作法施工工艺是一种重要的创新。与传统的顺作法不同，逆作法是先施工地下结构的顶板，然后向下进行地下结构和支护结构的施工。这种工艺可以有效利用地下结构的自身承载能力，减少对临时支护结构的依赖，同时能够缩短工期。此外，信息化施工工艺也逐渐兴起。通过在深基坑施工过程中安装各种传感器，如土压力传感器、位移传感器等，实时监测施工过程中的各种参数，并将数据传输到计算机系统进行分析处理。根据分析结果，及时调整施工方案，确保施工的安全性和可靠性。还有一种微扰动施工工艺，旨在最大限度地减少施工对周围环境的影响，特别是在城市中心等对环境要求较高的区域，这种工艺通过精确控制施工参数，如振动频率、挖掘速度等，实现对周围土体和建筑物的微扰动。

3. 深基坑支护施工技术创新带来的影响

3.1 对工程安全性的提升

深基坑支护施工技术的创新对工程安全性有着不可忽视的提升作用。传统的深基坑支护技术在面对复杂的地质条件、高地下水位以及周边复杂的建筑环境时，往往存在诸多安全隐患。而创新的支护技术，例如新型的桩锚支护体系结合了高强

度的桩体和可靠的锚杆锚固技术。这种技术能够根据不同的地层特性调整桩体的深度、直径以及锚杆的长度、角度和锚固力，从而更加精准地抵抗基坑周边的土压力、水压力等荷载。

在软土地层中，创新的深层搅拌桩复合支护技术，通过将水泥与软土充分搅拌形成具有一定强度的加固土体，有效提高了基坑侧壁的稳定性和强度。同时，随着监测技术的创新，如高精度的传感器和自动化的监测系统被应用于深基坑施工过程中的位移、沉降、地下水位等监测。这些实时监测数据能够及时反馈基坑的安全状态，一旦出现异常情况，可以迅速采取措施进行调整，避免安全事故的发生。再者，创新的支护结构设计理念，充分考虑到地震、暴雨等极端工况下的安全性，从结构的冗余度、抗震性能等多方面进行优化，全方位地保障了深基坑工程的安全。

3.2 对工程经济性的改善

深基坑支护施工技术的创新为工程经济性带来了显著的改善。首先，新型的支护材料和工艺的应用减少了材料的浪费。例如，一些可回收利用的支护材料被研发出来，如可回收锚杆。在深基坑工程结束后，这些锚杆可以被回收再利用，相较于传统的一次性锚杆，大大降低了材料成本。

从设计角度来看，创新的支护技术可以根据实际的工程需求和地质条件进行精准设计。通过数值模拟等先进手段，可以准确计算出支护结构所需的强度和刚度，避免了过度设计。传统的深基坑支护往往为了确保安全而采用较为保守的设计方法，导致材料用量过多。而创新技术能够在满足安全要求的前提下，合理优化支护结构的尺寸和配筋等参数，从而减少了钢材、混凝土等主要材料的用量。

此外，创新的施工技术还能够提高施工效率，减少施工周期。例如，采用先进的成桩设备和工艺，可以快速完成支护桩的施工。较短的施工周期意味着减少了施工现场的设备租赁、人员管理等间接成本。同时，一些创新的支护技术对周边环境的影响较小，减少了因施工造成的对周边建筑物、地下管线等的损害赔偿费用，这也从侧面改善了工程的经济性。

3.3 对施工效率的提高

深基坑支护施工技术的创新对施工效率有着极大的提高作用。在传统的深基坑支护施工中，一些工艺较为繁琐且耗时。例如，老式的人工挖孔桩施工，不仅劳动强度大，而且速度慢。而创新的旋挖钻孔灌注桩技术则大大改变了这种状况。旋挖钻机具有成孔速度快、自动化程度高的特点，能够在较短的时间内完成大量的桩孔施工任务。

新型的支护结构安装技术也为施工效率的提升做出了贡献。例如，预制装配式的支护结构可以在工厂进行标准化生产，然后运输到施工现场进行快速组装。这种方式避免了现场大量的混凝土浇筑、钢筋绑扎等耗时工序，而且预制构件的质量更容易控制，减少了因质量问题导致的返工现象。

再者，随着信息化技术在深基坑支护施工中的应用，施工过程中的调度和管理更加高效。通过智能化的施工管理系统，可以实时监控各个施工环节的进度、设备的运行状态以及人员的工作情况。一旦发现某个环节出现延误，可以及时调整资源

下转第 111 页

问题得到了有效解决。

这一治理行动是国网湖南省电力有限公司落实国家电网有限公司配电网无功电压和技术降损管理提升三年行动计划的具体体现。通过为期三年的攻坚行动,公司建立了低电压综合治理常态机制,不仅加强了低电压的监测和预警,还通过新增电网布点、转移线路负荷、更新换代电力设备等方式,全面提高了台区供电质量。

4.2 治理效果评估

邵阳供电公司的低电压治理行动取得了显著成效,具体体现在这几个方面。第一,通过治理行动,储英村子农有限公司等区域的电压质量得到了显著提升。以储英村子农组和夏木塘组为例,治理前,这两个台区的低电压现象频发,严重影响了企业的正常用电。治理后,台区电压稳定在正常范围内,确保了企业的正常运营和用电安全。第二,低电压治理不仅提升了电压质量,还增强了供电的可靠性。邵阳供电公司通过加强设备维护、优化电网结构等措施,有效减少了因低电压导致的停电事故和电力故障。这不仅提高了用户的用电体验,还降低了企业的运营风险和成本。第三,在低电压治理过程中,邵阳供电公司充分利用了数字化手段,提高了治理效率。通过配电网数字共享应用平台和“配网我来保”APP,公司能够实时研判供电质量薄弱点,靶向整治低电压。同时,低电压监测系统的应用也使得基层供电所能够更方便地掌握每个台区、每个客户的电压情况,及时处置问题。第四,低电压治理不仅带来了经

济效益,还产生了显著的社会效益。对于储英村子农有限公司等企业来说,稳定的电力供应保障了春耕生产的顺利进行,提高了农业生产效率。对于当地居民来说,电压质量的提升改善了生活质量,减少了因停电造成的困扰。

结束语:

综上所述,电力自动化技术在电力系统中的应用对于提升系统的稳定性、降低故障率和提高能源利用效率具有重要作用。特别是在低电压治理方面,电力自动化技术通过实时监测、智能控制和数据分析等手段,有效解决了电网中普遍存在的低电压问题,提升了供电质量和用户的用电体验。未来,随着电力自动化技术的不断发展和普及,其在电力系统中的应用将更加广泛和深入,为电力系统的安全、稳定运行提供更加坚实的技术保障。

[参考文献]

- [1]付雪明.自动化技术在电力工程中的应用实践解析[J].中国信息界,2024,(06):13-15.
- [2]殷振伟.浅析电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用[J].通讯世界,2024,31(09):97-99.
- [3]翟成昊.电力系统中的继电保护自动化技术应用研究[J].仪器仪表用户,2024,31(09):85-87+90.
- [4]殷忠全.远动自动化技术在电力系统调度中的应用与发展路径探析[J].仪器仪表用户,2024,31(09):108-109+112.

上接第108页

分配,确保整个施工流程的顺畅进行。创新的施工技术还减少了不同工序之间的衔接时间,例如采用一体化的支护施工工艺,将多个支护工序整合在一起,避免了传统施工中工序转换时的等待时间,从而整体上提高了深基坑支护施工的效率。

4.深基坑支护施工技术的发展趋势

4.1 智能化发展方向

深基坑支护施工技术朝着智能化方向发展是必然趋势。随着物联网、大数据和人工智能技术的不断发展,智能化监测系统将更加完善。传感器的精度和种类将不断增加,不仅能够监测土压力、位移等基本参数,还能够监测土体的湿度、温度等更多因素。这些数据将实时传输到云端平台,通过人工智能算法进行分析处理。例如,利用深度学习算法对大量的监测数据进行分析,预测基坑变形的趋势,提前预警可能出现的安全风险。智能化施工设备也将逐渐普及,如智能挖掘机可以根据预设的挖掘深度和坡度自动进行挖掘操作,减少人为误差。同时,智能化管理系统将实现对整个深基坑施工过程的全面管理,包括人员调度、设备管理、施工进度控制等,提高施工的整体效率和质量。

4.2 绿色化发展要求

深基坑支护施工技术的绿色化发展要求日益凸显。在材料选择方面,将更多地采用绿色环保材料。例如,可降解的土工合成材料将逐渐取代部分传统的不可降解材料,减少对土壤环境的污染。在施工过程中,注重减少对周围环境的影响,如采用低噪声、低振动的施工设备和工艺。例如,电动设备的使用将逐渐增加,减少柴油设备带来的废气排放和噪声污染。同时,深基坑支护工程中的土方工程也将更加注重土方的合理利用,减少土方的外运和堆放,降低对土地资源的占用。绿色化发展还体现在对地下水的保护上,采用更加科学合理的降水和止水

方案,避免过度开采地下水和对地下水环境造成污染。

4.3 可持续发展理念的融入

深基坑支护施工技术将越来越多地融入可持续发展理念。从支护结构的设计角度来看,将更加注重结构的可重复利用性和可改造性。例如,设计可灵活拆卸和重新组装的支护结构,以便在不同的工程中重复使用。在施工过程中,注重资源的节约和循环利用。如将废弃的混凝土块破碎后作为回填料用于基坑周围的地基加固。同时,深基坑支护工程将与周边环境更加协调发展,考虑到工程建设对周边生态系统的影响,采取相应的生态保护措施。例如,在基坑周围进行植被恢复,减少水土流失,促进生态平衡,以实现深基坑支护工程的可持续发展。

结语:

深基坑支护施工技术的创新与发展是建筑工程领域不断进步的必然要求。通过创新,新的支护结构、材料和工艺得以应用,为工程带来了诸多积极影响。安全性方面,有效降低了深基坑工程的风险;经济性上,优化了成本控制;施工效率也得到显著提升。展望未来,智能化、绿色化和可持续发展的趋势将进一步推动深基坑支护施工技术不断演进。这需要工程技术人员持续探索、研究,同时也需要相关部门完善规范与标准,以确保深基坑支护施工技术在安全、高效、环保的轨道上不断发展,为现代建筑工程的发展奠定坚实的基础。

[参考文献]

- [1]欢李.论复杂地理环境及地质条件下深基坑桩锚支护技术研究.工程管理与技术探讨,2023
- [2]张震.建筑工程中的深基坑支护施工技术分析.工程建设,2020
- [3]邹甲甲.浅析电厂建筑施工深基坑支护技术.建筑设计与研究,2023