

泵站工程深基坑支护设计与施工方法

漆宾宾

中山市水利水电勘测设计咨询有限公司 广东中山 528400

摘要:随着我国经济的快速发展和城市化进程的加速推进,水利水电泵站工程作为基础设施建设的重要组成部分,其建设规模和深度正以前所未有的速度增长。这些大型工程的实施,对深基坑支护设计与施工技术提出了更高的要求,因为它们直接关系到工程的安全、质量和效率,甚至影响到周边环境和城市的稳定。本文将深入探讨深基坑支护设计的关键点,并介绍施工中的具体方法。

关键词: 水利水电; 泵站工程; 深基坑支护设计; 施工方法

一、水利水电泵站工程深基坑支护原则

1. 全面性原则

这包括对工程地质条件的深入分析,如土壤类型、地层结构、地质构造等,以评估基坑开挖对地基稳定性的影响。同时,要考虑水文环境,如地下水位、降雨量等,这些因素可能对基坑稳定性产生显著影响。此外,工程规模、施工进度、经济成本等因素也是设计中不可忽视的元素。例如,大型工程可能需要更复杂的支护结构,而经济成本则需要在保证安全性的前提下尽可能降低。

2. 安全性原则

基坑在开挖和使用过程中,必须保证其结构的稳定性,防止因基坑坍塌、地表沉降等引发的安全事故。这需要设计者采用科学的计算方法,如有限元分析、数值模拟等,预测和控制可能的变形和破坏。同时,应制定应急预案,以应对可能出现的突发情况,确保人员和设备的安全。

3. 可行性原则

设计应充分考虑现有的施工技术和设备条件,选择施工难度低、操作简便、施工周期短的方案。这不仅有利于提高施工效率,也有助于降低施工成本。同时,考虑到后期的维护和管理,设计应尽量简洁明了,便于长期的使用和维护。

二、水利水电泵站工程深基坑支护设计方法

1. 选择合适的支护结构形式

挡土墙是一种基础的支护结构,广泛应用于开挖深度较小、周边环境允许的项目中。根据工程的具体情况,挡土墙可以设计为重力式、悬臂式或板桩式。重力式挡土墙主要依靠自身的重量来抵抗土体侧压力,适用于土体承载力较高的情况;悬臂式挡土墙则适用于开挖深度稍大的基坑,通过墙顶的预应力来平衡土体压力;而板桩式挡土墙则适用于狭窄空间,通过打入的板桩形成连

续墙体,有效防止土体的侧向移动。

对于开挖深度较大,但地层条件适宜的情况,土钉墙是一种经济有效的选择。土钉墙的施工过程包括开挖土体、插入土钉并注浆固结,形成一个与周围土体紧密结合的加固体,共同承受土体侧压力,有效防止基坑的侧向变形。

对于地层条件复杂,需要提供较大支护力的基坑,锚杆支护结构是理想的选择。这种结构利用预应力锚杆将基坑侧向荷载传递到深层稳定地层,从而实现基坑的稳定。锚杆支护适用于地质条件多变,如存在破碎带、地下水等情况,能够提供强大的支护能力。

对于地下水位较高或地层渗透性强的基坑,排桩支护是常见的解决方案。排桩支护通过设置连续的桩墙,既能阻挡地下水的渗透,防止地下水对基坑稳定性的影响,又能提供侧向支护,保证基坑的安全开挖。

2. 设计计算与分析

支护结构的承载力和变形计算也是必不可少的。这涉及到支护结构的材料选择、尺寸设计、连接方式等多个方面。设计者需要确保结构在承受自重、土压力、地下水压力等荷载时,不会发生过大的变形或破坏。同时,还需要考虑结构在施工过程中的动态荷载,如施工机械的振动、临时支撑的拆除等。

地下水的控制设计也是影响基坑安全的重要因素。地下水位的升降会直接影响土体的稳定性,可能导致土体的膨胀或收缩,甚至引发流沙、管涌等灾害。因此,需要设计合理的降水方案,或者采用防渗帷幕等措施,控制地下水对基坑的影响。

在完成以上设计计算后,还需要结合现场监测数据,对支护结构的性能进行动态评估和调整。这包括对土体位移、支护结构应力、地下水位等关键参数的实时监测,

以便及时发现并处理可能出现的问题，确保基坑的安全稳定。

3. 综合考虑地下水控制

为了有效控制地下水位，设计阶段就需要充分考虑降水井的布置。降水井是通过抽排地下水，降低地下水位，以减少地下水对基坑稳定性的影响。其位置和数量的确定，需要根据地质勘探资料，结合基坑的形状、大小、深度以及周边环境等因素进行科学合理的布局，以确保降水效果的均匀性和有效性。

同时，止水帷幕设计也是防止地下水侵入基坑的重要措施。止水帷幕通常采用连续的帷幕结构，如水泥土搅拌墙、地下连续墙等，形成一道屏障，阻止地下水与基坑的直接接触，防止地下水位下降导致的渗透破坏，从而保护基坑的稳定性。

在实际操作中，可能还需要结合其他地下水控制技术，如地下水导流、地下水封堵等，以应对复杂的地下水环境。例如，对于含水层较厚或地下水压力较大的情况，可能需要设置地下水导流系统，将地下水引导至远离基坑的地方，以降低地下水对基坑的影响。

4. 结合周边环境采取针对性措施

设置临时支撑是基坑设计中的常见策略。这通常涉及到使用钢材、木材或混凝土构建一个临时的结构，以保持基坑边坡的稳定，防止其在开挖过程中发生坍塌。这种支撑系统的设计需要精确计算，以适应土壤类型、基坑深度和周边建筑物的荷载等多种因素。

设置防渗帷幕是防止地下水流失和防止地层渗透破坏的重要手段。这通常通过在基坑周围打设防渗桩或注入防渗材料来实现，以形成一道连续的屏障，阻止地下水流动，减少对周围建筑物基础的潜在威胁。

地基加固是另一种不可或缺的措施。这可能包括通过预压法、深层搅拌法或注浆法等技术，改善基坑下方土壤的承载力，增强其抵抗外部荷载的能力，从而防止地面下沉和建筑物的不均匀沉降。

还需要进行详细的环境影响评估，包括对周边建筑物的结构稳定性、道路的使用状况、地下管线的安全性等进行全面分析。在施工过程中，也需要定期监测周边环境的变化，以便及时调整施工方案，确保工程的安全进行。

三、水利水电泵站工程深基坑支护施工方法

1. 严格遵循施工顺序和步骤

在建筑施工过程中，遵循科学的施工顺序和步骤是至关重要的，这不仅关乎工程的质量，更直接关系到施工安全。以基坑开挖为例，这一阶段通常采用分层开挖、分段施工等技术手段，以确保基坑在开挖过程中的稳定

性，防止因不规范操作导致的坍塌事故。

分层开挖是指按照预定的深度，逐层进行开挖，每层的开挖深度应根据地质条件、基坑支护结构的设计以及降水条件等因素来确定。这种技术可以有效地控制基坑的侧向土体应力，避免因一次性开挖过深而引发的土体失稳。例如，在软土层中，通常每层开挖深度不超过1.5米，以确保基坑的稳定性。

分段施工则是将基坑划分为若干个施工段，各段依次进行开挖、支护和回填等工作。这种方法可以有效地减小基坑开挖对周围环境的影响，通过分段施工，可以及时对暴露的土体进行支护，防止土体暴露时间过长导致的强度降低和稳定性下降。同时，分段施工也有利于监测和调整支护结构，确保其在施工过程中始终处于安全状态。

在实际操作中，还需要结合现场的地质条件、气候因素以及周边建筑物的状况，灵活调整开挖顺序和步骤。例如，如果基坑周边有重要建筑物或地下管线，可能需要先进行局部加固或采用特殊的开挖方案，以降低施工对周边环境的影响。

2. 采用先进的施工技术

GPS定位技术，全称为全球定位系统，是一种利用卫星导航的精密定位技术。在土木工程中，通过GPS定位，施工机械可以精确到厘米级别的定位开挖，极大地提高了施工的精度，减少了人为误差。例如，在建设地下隧道或者高楼地基时，这种高精度的定位技术可以确保开挖的路线准确无误，避免了因偏差过大导致的安全风险和材料浪费。

另一方面，自动化设备的广泛应用也是施工技术进步的重要体现。从自动化挖掘机、混凝土搅拌车到无人驾驶的运输车，这些设备可以24小时不间断工作，显著提高了施工效率，同时减少了工人的劳动强度和工作风险。此外，这些先进的施工技术还具有环保优势。精确的GPS定位减少了不必要的开挖，降低了土壤扰动和环境污染。自动化设备通常具有更低的能耗和排放，符合绿色建筑和可持续发展的理念。

3. 实施严格的施工质量控制

在建筑行业中，施工质量控制是确保工程安全、稳定和持久的关键环节。这不仅关乎建筑物的外观美观，更关乎其结构的稳固性和使用者的生命财产安全。因此，必须采取严格的措施，对施工过程中的关键工序进行严密的监控和检测。

桩基的成孔质量是整个建筑的基础。桩基的质量直接影响到建筑物的承载力和抗沉降能力。在施工过程中，我们需要使用先进的检测设备，如超声波检测仪，对桩

孔的直径、垂直度、孔深等参数进行实时监测，确保桩基的成孔质量达到设计要求。同时，对于可能出现的孔壁坍塌、浮渣残留等问题，也需要及时采取有效的预防和处埋措施。

土钉的安装质量对边坡稳定性和结构完整性起着至关重要的作用。土钉是通过预应力作用将土体锚固在一起，形成一个整体的稳定结构。在安装过程中，应严格控制土钉的长度、角度、预应力等关键参数，确保其与周围土体的紧密接触。此外，安装后的土钉还需要进行拉拔试验，以验证其锚固效果是否达到设计标准。

除了上述关键工序，施工质量控制还应涵盖混凝土浇筑、钢结构焊接、防水处理等多个环节。例如，混凝土浇筑时应确保连续性，避免出现冷缝，影响混凝土的整体强度。钢结构焊接则需要严格控制焊接工艺，防止出现裂纹、气孔等缺陷，影响结构的承载力。

4. 建立完善的监测体系

基坑的变形监测是其中的核心环节。基坑在开挖过程中，由于土体应力的重新分布，可能会产生不均匀的沉降、倾斜或开裂，这些都可能对基坑自身的稳定性和周边建筑物的安全构成威胁。因此，需要利用高精度的传感器和监测设备，如GPS、全站仪、应变传感器等，对基坑的几何形状和位移进行实时监控，确保其在允许的变形范围内。

地下水位的变化也是影响基坑安全的重要因素。地下水位的上升可能导致基坑内积水，增加土体的浮力，引发基坑的不稳定；反之，地下水位的下降则可能引起土体的收缩和地面的沉降。因此，需要设置地下水位监测点，通过专业的水位计进行实时监测，以便及时调整降水措施，保持地下水位在安全范围内。

此外，周边环境的监测也不可忽视。基坑施工可能会引起周边道路、建筑物、管线等的微小变化，这些变化积累起来可能会造成严重的后果。我们应通过安装应变传感器、倾斜仪、裂缝监测仪等设备，对周边环境的变形进行监测，同时，也要关注周边社区居民反馈，及时发现并处理问题。

一旦监测数据出现异常，应及时组织专业团队进行分析，判断其可能产生的影响，并根据分析结果调整支护措施，如增加支撑、改变降水方案等，以确保施工安全。同时，监测数据也可以为后续的基坑设计和施工提供宝贵的经验和参考。

四、水利水电泵站工程深基坑支护未来发展建议

1. 加强技术创新与研发

随着科技的不断进步，应持续加大对深基坑施工技

术的研发投入，鼓励产学研结合，推动新技术、新材料、新设备的创新与应用。例如，探索使用智能传感器和物联网技术，实现基坑监测的远程化、自动化和智能化，提高数据采集的实时性和准确性。同时，研究开发适应复杂地质条件和环境保护要求的新型支护结构，以提升基坑的安全性和环保性能。

2. 提升施工人员专业素质

施工人员是保证施工质量与安全的关键。应加强施工队伍的培训，提高其对新技术、新工艺的理解和操作能力，确保他们能够熟练掌握和应用先进的施工技术。同时，强化安全教育，增强施工人员的安全意识，使他们在遇到异常情况时能够迅速做出正确判断和应对。

3. 制定与完善相关标准规范

随着施工技术的快速发展，现有的基坑支护设计和施工规范可能无法完全适应新的技术要求。因此，需要及时修订和完善相关标准规范，将最新的科研成果和实践经验纳入其中，为深基坑施工提供科学、严谨的指导依据。

4. 强化跨学科交叉合作

深基坑施工涉及土木工程、地质工程、环境科学等多个学科领域。鼓励跨学科的交叉合作，可以促进多学科知识的融合创新，为解决复杂基坑问题提供更全面、更系统的解决方案。例如，通过与地质勘探、环境评估等领域的专家合作，可以更准确地预测和控制基坑施工对周边环境的影响。

结语

水利水电泵站工程深基坑支护设计与施工是一个系统工程，需要综合考虑多种因素，采取合理的结构形式，结合先进的设计方法和施工技术，确保基坑的安全稳定，同时减少对周边环境的影响。随着科技的进步，未来深基坑支护技术将更加成熟，为大型基础设施建设提供更有力的技术支撑。

参考文献

- [1] 谢贞博. 水利水电工程泵站深基坑的开挖及支护措施[J]. 城镇建设, 2022(9): 154-156.
- [2] 管仲杰, 张辉辉, 赵恺. 排涝提升工程泵站深基坑施工的探讨[J]. 珠江水运, 2023(1): 39-41.
- [3] 刘堰陵, 丁齐. 近桥梁某临江泵站深基坑支护关键技术[J]. 建筑技术开发. 2021(21): 155-157.
- [4] 钱廷洋. 泵站深基坑工程施工技术应用[J]. 建筑技术开发. 2022(14): 153-155.