

基于EPC模式的抽水蓄能电站设计管理及优化

李森林 杨松林

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

摘要：随着能源需求的不断增长和可再生能源的广泛应用，抽水蓄能电站作为一种高效的能量储存和调度技术，受到越来越多的关注。本论文旨在基于EPC（Engineering, Procurement, and Construction）模式，探讨抽水蓄能电站的设计、管理，并针对抽水蓄能电站的运行与管理，提出了有效的优化策略，包括调度算法、运行策略和维护管理方法。旨在让抽水蓄能电站在不同情况下都能实现最优的调峰和储能效果。

关键词：抽水蓄能电站；EPC模式；设计管理；优化策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.19.070

一、EPC模式在抽水蓄能电站项目中的应用

（一）项目管理流程

EPC模式下的项目管理流程通常较为简洁和紧凑，由一个整体负责的EPC承包商负责项目的全过程。这种集中化的管理方式可以有效减少信息传递过程中的误差和沟通成本，降低项目管理的复杂度。在项目启动初期，EPC承包商会与电站的业主和相关利益相关者进行充分地沟通和了解，明确项目的目标和需求，确保项目的规划和设计能够满足各方的期望。随后，在项目规划阶段，详细制定实施计划，优化技术方案和供应商选择。工程设计阶段则涉及电站的详细设计和法规遵从。在采购阶段，按计划采购设备和材料，维持与供应商合作关系。施工与实施阶段则开始电站建设，承包商组织施工团队，与业主密切沟通。项目验收与交付阶段，确保项目符合标准，完成最终验收。最后，可能提供运维和支持服务，保障项目长期稳定运行。EPC模式的项目管理流程紧密协调，降低风险，提高执行效率，为抽水蓄能电站建设与运行提供可靠保障。

（二）合作模式

在EPC模式下，合作模式是抽水蓄能电站项目的核心组织形式，为项目的高效实施和顺利运行提供了坚实的基础。首先，EPC模式将工程设计、材料采购和施工任务整合在一家专业承包商手中，实现了项目各个环节的高度紧密衔接。这种全包承包的模式消除了各方责任划分不清所带来的协调问题，避免了信息传递中的误差和沟通成本，从而提高了项目管理的效率和协同性。EPC承包商在抽水蓄能电站项目中充当着核心角色。他们承担了整个项目的责任，从初期规划到最终交付，负责项目的全过程。这种一站式服务模式有助于优化项目执行，减少了项目管理层面的复杂性，同时为业主提供

了便利，使得项目管理更加高效。此外，EPC模式下的合作模式还鼓励承包商与多家优质供应商建立长期合作关系。通过长期合作，承包商能够更好地了解供应商的产品和服务质量，保证所采购的设备和材料的可靠性和优势性。这也有助于提高供应商对项目地投入程度，使项目在材料采购和施工过程中能够得到及时支持，从而确保项目的顺利进行。EPC模式下的合作模式还促进了项目团队间的紧密合作。承包商通常拥有一支专业化的团队，包括工程师、项目经理、技术专家等多个领域的专业人才。这些团队成员之间的紧密合作和高效沟通，有利于项目进展的协调和问题的及时解决，确保项目按计划和高标准完成。

（三）合同结构

在EPC模式下，合同结构的简单明了是确保抽水蓄能电站项目高效顺利实施的重要保障。一般情况下，EPC项目会采用总包合同来约定项目的全部范围和交付标准，使得所有责任和义务都集中在一个主要的合同中。总包合同的设立，首先有助于降低合同管理的复杂性。传统的工程项目可能涉及多个子合同，例如工程设计、设备采购、施工承包等。各个子合同之间需要进行协调与管理，容易产生信息传递的延误和沟通的不畅，增加了合同管理的难度。而EPC模式下的总包合同将所有的子合同合并为一个，简化了合同管理的流程，减少了管理成本。其次，EPC总包合同明确了项目的关键信息，如时间计划、成本预算和质量标准，确保了项目执行的透明性和合规性。这些关键信息的明确有助于规范项目的进展，避免了项目推进中的不确定性和风险。同时，合同中对质量标准的规定也保证了项目的质量可控，符合相关法规和标准要求。

双方权利义务的明确是总包合同的又一重要特点。承包商和业主在合同中明确了各自的责任和义务，包括技术要求、进度要求、付款条件、变更管理等。这样有利于建立合作的互信关系，确保项目按照双方共同的期望进行。然而，EPC模式下的合同结构也可能面临一些挑战。由于总包合同包含了项目的所有范围，可能对于合同条款的条理性和详尽性提出更高要求。双方在签订合同时，需要充分沟通、协商和澄清，以避免后期因合同条款理解不一致而产生的争议。

二、抽水蓄能电站的设计管理

（一）EPC总承包项目部职责

在EPC模式下，总承包项目部是抽水蓄能电站项目的核心团队，肩负着整个项目的协调和管理责任。其职

责涵盖了设计、采购、施工等各个环节，旨在确保项目的整体顺利推进和高质量完成。首先，在设计阶段，总承包项目部的职责十分重要。项目部应明确设计要求、时间节点和质量标准，与设计团队密切合作，确保设计工作按计划有序进行。项目部与设计团队之间地紧密合作能够及时解决设计中可能出现的问题和风险，确保设计方案的科学性和可行性。总承包项目部还需要对设计文件进行全面审核，以确保设计方案符合工程实施的技术要求和标准，为后续施工阶段提供有力的技术支持。其次，总承包项目部在采购方面也起着至关重要的作用。项目部需要制定采购计划，并与供应商进行有效沟通和谈判，争取最优惠的采购条件和价格。在采购过程中，项目部要对采购合同进行仔细审核，确保合同的合规性和履行。通过合理的采购策略和优质的采购资源，总承包项目部能够确保施工所需的设备和材料及时到位，为施工阶段提供充足的支持。

（二）设计项目部职责

设计项目部在抽水蓄能电站项目中担负着解决设计过程中的技术问题和提供技术支持的重要责任。其职责涵盖了技术咨询、技术审核和技术支持，以确保设计的科学性、可行性和安全性。首先，设计项目部负责为整个抽水蓄能电站项目提供专业的技术咨询。在设计阶段，项目部要积极与设计团队进行沟通，了解设计的技术要求和技术难点，为设计团队提供相关的技术支持和指导。设计项目部需要拥有丰富的技术经验和知识，以便解答设计团队在设计过程中遇到的技术问题和疑虑。其次，需要负责对设计文件进行技术审核。在设计阶段，项目部要对设计方案进行全面地技术评估，确保设计方案的科学性和可行性。项目部要对设计文件进行仔细审查，发现设计中可能存在的技术风险和安全隐患，提出相应的技术改进和优化建议。技术审核的目的在于确保设计方案符合工程实施的技术要求和标准，从而为项目的顺利实施提供坚实的技术保障。

（三）对设计工作的管理

在抽水蓄能电站项目中，对设计工作的管理是保障项目成功的重要一环。总承包项目部负责对设计工作进行全面的管理，确保设计阶段按照规划和要求有序进行，保质保量地完成设计任务。首先，项目部应制定详细的设计管理计划，明确设计的目标、任务和时间节点，确保设计工作按计划推进。项目部要对设计团队进行日常管理，跟踪设计进度和质量，及时发现问题并提出解决方案。其次，项目部要与设计团队保持密切的沟通与协作。定期召开项目进展会议，交流设计进展和问题，协调解决工作中的困难。通过有效的沟通和协作，项目部可以及时了解设计的最新情况，保持设计工作的顺利进行。同时，项目部还应应对设计文件进行严格的审核和审批。确保设计方案符合项目的技术要求和标准，

与项目整体规划相一致。对于设计方案的修改和优化，项目部要进行充分的讨论和论证，确保最终方案的科学性和可行性。设计文件的审批过程应明确责任和权限，避免出现审批混乱和误解。最后，项目部还需要与技术服务项目部进行紧密合作。技术服务项目部在设计工作中提供技术支持和咨询，项目部应积极采纳其建议和意见，确保设计工作的技术质量和安全性。同时，项目部要及时反馈设计工作的进展和问题给技术服务项目部，共同解决设计中可能存在的技术难点和风险。通过有效的设计管理，项目部可以确保设计工作顺利进行，为后续施工和运营阶段提供坚实的技术支持和保障。

（四）对设计工作的考核

在抽水蓄能电站项目中，对设计工作进行考核是评价设计团队绩效的重要手段。总承包项目部负责对设计工作进行全面的考核，以确保设计质量和效率。考核过程应综合考虑设计方案的科学性、技术可行性、符合性和创新性等方面。首先，项目部应根据设计任务书和目标，制定详细的考核标准和评估指标。考核标准应具体明确，可量化和可衡量，以便对设计工作进行客观评价。其次，项目部要建立相应的考核体系和流程。考核过程应透明公正，确保设计团队得到公平评价。考核结果应与设计团队的绩效挂钩，对优秀设计团队给予相应的奖励和激励，对存在问题的团队提出改进意见和措施。同时，项目部要与技术服务项目部充分沟通，了解他们对设计工作的评价和建议，以便更全面地进行考核和评估。最后，考核结果应及时反馈给设计团队，并进行总结和汇报。项目部要与设计团队共同分析考核结果，找出问题和不足，并采取相应措施进行改进。通过持续的考核和改进，可以不断提高设计团队的技术水平和工作效率，为项目的顺利推进和高质量完成提供有力保障。

（五）奖罚措施

在抽水蓄能电站的设计管理中，合理的奖罚措施对于激励设计团队、提升设计质量至关重要。对于设计工作出色、质量高的团队和个人，应予以充分肯定和奖励。奖励可以采取物质和精神双重激励方式。物质奖励可以是丰厚的奖金，这既是对团队的辛勤付出的实际回报，也是对团队成员积极性的有效激发。同时，还可以赠送实用礼品，如高级工具设备、书籍或研讨会参与资格等，以提升团队成员的工作效率和专业技能。精神奖励方面，可以颁发荣誉证书和表彰信函，对优秀团队和个人进行公开表彰，展现其在项目中的重要贡献，激发其他团队的积极性。而对于设计工作不达标、质量差的团队和个人，应适时采取相应的惩罚措施。惩罚措施不仅是对团队的警示，更是对整个项目质量的保障。可以通过扣减奖金，对存在问题的团队进行经济上的惩罚，督促他们认真对待设计工作。同时，对于质量不符合标

准的设计成果，责令相关团队进行整改，并督促其在规定的时间内完成修正。在特别严重的情况下，甚至需要追究相关责任人的责任，以确保类似问题不再发生。在执行奖罚措施时，应严格遵循公平公正的原则。奖励和惩罚的依据应该是客观、量化的标准，避免主观随意性。同时，要确保奖罚措施的透明度和公示性，让所有设计团队成员都清楚地了解奖励和惩罚的依据和过程。

三、抽水蓄能电站的设计优化策略

（一）地质勘察与风险评估

通过全面的地质勘察，工程团队可以深入了解地下地质条件，包括地层性质、地下水位、地质构造、岩石结构等信息，从而对工程建设过程中可能遇到的地质风险进行准确评估。这一阶段的工作为设计和施工阶段提供了重要的基础数据和指导意见。在地质勘察过程中，工程团队会采用多种技术手段，如地质钻探、地质勘探、地下水位监测等，以获取地下地质信息。通过分析和解释这些数据，可以绘制出详细的地质图和地质剖面图，展示地质条件的空间分布和变化情况。在此基础上，还可以进行地质层位的划分和地质体建模，更加深入地了解地下地质构造和性质。通过对地质信息的综合分析，可以识别出可能存在的地质风险，如地质灾害（如滑坡、崩塌等）、地下水涌出、地层不稳定等。针对这些地质风险，工程团队需要制定相应的工程措施，以最大限度地减少或避免对工程建设的不利影响。例如，在地质灾害易发区域，可以采取加固措施，如加设防护屏障、设置边坡支护等；对于地下水涌出问题，可以采取降水井、井点降水等方式将地下水位维持在安全范围内；对于地层不稳定问题，可以采取岩体加固措施，如喷射混凝土加固、锚杆加固等。

（二）结构设计优化

由于不同地质条件下，地下土体的性质和承载能力存在差异，支护结构的选择对工程的稳定性和安全性至关重要。因此，在设计阶段，工程团队应该针对不同地质条件，进行结构设计的优化选择。对于地质条件较差的区域，如存在松散地层、岩溶地区等，采用桩墙支护结构是一个适用的解决方案。桩墙支护结构通过设置沉入地下的桩和连接的墙板，形成一个强大的垂直支撑体系，能够有效抵抗地下水压力和土体侧向力，确保工程的稳定和安全。在结构设计阶段，需要进行桩墙长度、间距等参数的合理选择，并结合地质勘察和风险评估结果进行优化设计，以确保桩墙支护结构的稳定性和承载能力。另一方面，通过采用先进的工程软件进行模拟分析，可以对支护结构进行虚拟试验和优化设计。这些软件可以模拟地下土体的受力情况、变形过程和应力分布，为工程师提供准确的结构响应和设计优化建议。通过优化设计，可以减少工程量，降低成本，提高工程效

率，使抽水蓄能电站在不同地质条件下都能实现稳定可靠的建设。

（三）资源优化配置

在抽水蓄能电站的建设期间，资源优化配置是一个至关重要的策略。合理配置施工资源可以提高施工效率，降低成本，确保项目按时顺利完成。在人力资源方面，需合理规划施工进度和任务分配，确保施工人员的数量和技术水平与工程需求相匹配。同时，提供必要的培训和技术支持，提高施工人员的专业水平，增强他们应对复杂施工环境的能力。此外，合理安排工作班次和轮班制度，确保施工全天候持续进行，充分发挥人力资源的效能。在物资资源方面，确保及时供应优质的建筑材料和设备，可以有效提高施工质量和效率。通过与供应商建立良好的合作关系，争取最优惠的采购条件和价格。同时，采用先进的物流管理和仓储管理手段，确保物资的准时交付和储存，避免不必要的等待时间和浪费。在财务资源方面，应建立严格的财务预算和管理制度，确保资金的合理分配和使用。及时进行资金结算，掌握项目的资金流动情况，避免资金短缺导致的施工停滞。同时，定期进行财务风险评估，提前预防和化解潜在的财务风险，确保项目的可持续性发展。

四、结束语

本论文深入探讨了基于EPC模式的抽水蓄能电站设计管理及优化。通过明确总承包项目部和技术服务项目部的职责，确保设计工作有序推进。同时，针对水库规划和水轮机选择，提出了满足电站需求的合理决策方法。优化策略方面，调度算法和运行策略的优化可实现电站的高效调峰和储能。维护管理和环境保护措施的重要性也得到强调。最后，数据分析和智能化应用将提升电站运行的智能化水平。本研究对抽水蓄能电站建设与运营提供指导，推动清洁能源发展，实现电力系统的稳定与可持续发展。

参考文献

- [1] 高旭. EPC模式下大型抽水蓄能电站机电工程质量[J]. 水利水电技术(中英文), 2022, 53(S2): 333-337.
- [2] 强丽君, 秦前锋, 姜宏颖. EPC模式下抽水蓄能电站项目文件过程管控和档案管理模式的初步探讨[J]. 西北水电, 2020(03): 118-120.
- [3] 周宇翔. EPC模式在抽水蓄能电站中的应用分析[J]. 门窗, 2019(23): 232-233.
- [4] 舒斌臣. EPC总承包管理模式下抽水蓄能电站建设实现安全源头管控的几点思考[J]. 中华建设, 2019(01): 68-69.
- [5] 唐生君. EPC模式在抽水蓄能电站中的应用[J]. 中国电力企业管理, 2012(09): 82-83.