

机电集成服务在复杂工程建设项目中的应用研究

王勇¹ 魏业²

1 中海油绿能港浙江宁波能源有限公司

2 新泻机械科技(宁波)有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i6.16772

[摘要]本文深入研究了机电集成服务在复杂工程建设项目中的应用,该服务以机电系统高效运行为核心,涵盖设计咨询、设备采购、施工安装、系统调试及运营维护全链条。文章分析了复杂工程对机电集成服务的需求,并介绍了BIM技术、物联网技术、大数据分析技术及协同管理平台等关键技术。同时,详细探讨了从前期规划与设计、采购与施工、调试与验收至运维阶段的全过程管理实施路径。研究结果为提升复杂工程建设项目机电系统效率、降低成本提供了有价值的参考,对推动行业发展具有积极意义。

[关键词]机电集成服务;复杂工程;建设项目;应用研究

中图分类号: TU85 文献标识码: A

Research on the Application of Electromechanical Integration Services in Complex Engineering Construction Projects

Yong Wang¹ Ye Wei²

1 CNOOC Green Energy Port Zhejiang Ningbo Energy Co., Ltd.

2 Niigata Machinery Technology (Ningbo) Co., Ltd.

[Abstract] This paper delves into the application of mechanical and electrical integrated services in complex engineering construction projects. Centered on the efficient operation of mechanical and electrical systems, these services encompass the entire chain, including design consultation, equipment procurement, construction and installation, system commissioning, and operation and maintenance. The article analyzes the demands for mechanical and electrical integrated services in complex engineering projects and introduces key technologies such as BIM, IoT, big data analytics, and collaborative management platforms. Furthermore, it provides a detailed exploration of the implementation pathways for full-process management, spanning from initial planning and design, procurement and construction, commissioning and acceptance, to the operation and maintenance phase. The research findings offer valuable insights for enhancing the efficiency of mechanical and electrical systems in complex engineering construction projects and reducing costs, thereby contributing positively to the advancement of the industry.

[Key words] electromechanical integrated services; complex engineering; construction projects; applied research

引言

随着科技的飞速发展和工程项目的日益复杂化,机电集成服务在复杂工程建设项目中扮演着越来越重要的角色。机电系统作为工程项目的组成部分,其性能直接关系到整个项目的质量和运行效率。传统的机电工程管理模式已难以满足复杂工程项目的需求,迫切需要引入更高效、更协同的服务模式。本文旨在通过分析复杂工程建设项目对机电集成服务的需求和挑战,探讨关键技术的应用和实施路径,为提升机电系统的综合性能和项目的整体效益提供理论支持和实践指导。

1 机电集成服务概述

1.1 机电集成服务的概念与内涵

机电集成服务是指以复杂工程建设项目机电系统高效运行为核心目标,通过整合设计咨询、设备采购、施工安装、系统调试、运营维护等全链条环节,运用现代信息技术和管理方法,实现机电各子系统协同工作与全生命周期优化的一体化服务模式。其内涵体现在“集成”与“服务”两个方面。“集成”强调打破传统机电工程中各环节、各系统的壁垒,实现技术、资源、管理的有机融合;“服务”则突出以项目需求为导向,为业主提

供从项目策划到运营维护的全过程、全方位支持，确保机电系统始终处于最佳运行状态。

1.2 机电集成服务的主要内容

机电集成服务涵盖了复杂工程机电系统全生命周期的多个环节。在设计阶段，主要包括机电系统的方案设计、各专业协同设计以及与建筑结构设计的衔接等内容，确保设计方案的合理性和可行性。采购环节涉及设备选型、供应商筛选、采购合同管理等，需根据设计要求和项目实际需求，选择性价比高的设备，并保障设备按时、按质供应；施工阶段的服务内容包括施工方案制定、施工过程管理、各专业施工协调等，确保机电设备安装符合设计标准和规范，与土建施工进度相匹配；调试与验收阶段主要负责机电系统的联合调试、性能测试以及验收工作，及时发现并解决系统运行中的问题，确保系统达到设计功能；运维阶段则包括设备状态监测、故障诊断与维修、系统优化升级等，保障机电系统长期稳定运行，延长设备使用寿命^[1]。

1.3 机电集成服务的特点

机电集成服务具有综合性强的特点，它融合了机械、电气、自动化、信息技术等多个专业领域的知识和技能，需要服务团队具备跨学科的综合素养。协同性是其另一重要特点，通过建立高效的协同机制，实现设计、采购、施工、运维等各参与方之间的紧密配合，减少信息沟通不畅导致的矛盾和冲突；全生命周期性体现为服务贯穿于机电系统从规划设计到报废处理的整个过程，不仅关注建设阶段的质量和进度，更注重运营阶段的效率和成本。另外，机电集成服务还具有技术依赖性，高度依赖BIM、物联网、大数据等现代信息技术，通过技术手段提升服务的精准性和高效性。同时，以客户需求为导向，能够根据项目的具体特点和业主的个性化需求，提供定制化的服务方案。

2 复杂工程建设项目对机电集成服务的需求

2.1 高效协同需求

复杂工程建设项目往往涉及众多参与方，包括业主、设计单位、施工单位、设备供应商等，且机电系统包含暖通、电气、给排水、智能控制等多个子系统，各子系统之间、各参与方之间的接口关系复杂。传统模式下，由于缺乏有效的协同机制，容易出现信息传递滞后、责任划分不清等问题，导致施工返工、工期延误等情况。因此，复杂工程建设项目迫切需要机电集成服务来搭建高效的协同平台，实现各参与方之间的信息共享和工作协同，提高项目推进效率。

2.2 全生命周期管理需求

复杂工程建设项目投资大、周期长，机电系统的运营维护成本在项目全生命周期成本中占比较高。传统的机电工程管理往往侧重于建设阶段，对运营维护阶段的关注不足，导致系统在运营过程中出现能耗过高、故障频发等问题。复杂工程建设项目需要机电集成服务提供全生命周期管理，从项目策划阶段就考虑运营维护的需求，在设计、施工阶段为后期运维创造有利条件，通过对运营过程的实时监测和优化，降低运维成本，提高系统运行效率。

2.3 技术创新需求

随着科技的不断发展，复杂工程建设项目对机电系统的技术要求越来越高，如智能化、节能化、绿色化等。传统的机电工程技术管理和方法已难以满足这些需求，需要不断引入新技术、新工艺、新材料；机电集成服务能够整合行业内的先进技术资源，为复杂工程建设项目提供技术创新支持，如引入智能控制系统实现机电设备的自动化运行，采用节能设备和技术降低系统能耗，推动机电系统向高端化、智能化方向发展^[2]。

2.4 风险管理需求

复杂工程建设项目面临着诸多风险，如技术风险、安全风险、成本风险、进度风险等。机电系统作为项目的重要组成部分，其运行状况直接影响项目的整体风险水平；在机电工程实施过程中，可能出现设备故障、系统兼容问题、施工安全事故等风险。机电集成服务通过建立完善的风险管理体系，对项目全过程进行风险识别、评估和控制，制定相应的风险应对预案，降低风险发生的概率和影响程度，保障项目的顺利实施。

3 复杂工程建设项目中机电集成服务的关键技术

3.1 BIM技术

BIM技术即建筑信息模型技术，通过构建三维数字化模型，实现对机电系统的可视化展示和全生命周期管理。在复杂工程建设项目中，BIM技术可用于机电系统的设计阶段，进行各专业模型的碰撞检测，提前发现并解决管线冲突问题，减少施工阶段的返工。在施工阶段，基于BIM模型可以进行施工模拟，优化施工方案，合理安排施工进度和资源配置。同时，BIM模型能够为设备采购提供准确的参数信息，确保设备选型的准确性；在运维阶段，BIM模型可与设备运行数据相结合，实现设备的可视化管理和故障诊断，为运维决策提供有力支持。通过BIM技术，机电集成服务能够提高各环节的协同效率和管理精度。

3.2 物联网技术

物联网技术通过在机电设备上安装传感器，实现对设备运行状态的实时监测和数据采集。在复杂工程建设项目中，物联网技术可实时采集设备的温度、压力、振动、能耗等参数，并将数据传输至数据中心进行分析处理。当设备运行参数出现异常时，系统能够及时发出预警信息，提醒运维人员进行处理，避免设备故障的扩大。同时，通过对大量设备运行数据的积累和分析，可为设备的维护保养计划制定提供依据，实现预测性维护；物联网技术还能实现对机电系统能耗的实时监测和管理，通过优化设备运行策略，降低系统能耗，满足复杂工程的节能需求。

3.3 大数据分析技术

复杂工程建设项目的机电系统在运行过程中会产生海量的数据，包括设备运行数据、能耗数据、维护记录等。大数据分析技术能够对这些数据进行深度挖掘和分析，提取有价值的信息。通过对设备运行数据的分析，可以掌握设备的运行规律和性能变化趋势，预测设备的剩余使用寿命，为设备的更新换代提供决策支持。对能耗数据的分析能够找出能源消耗的不合理之处，制定节能优化方案，降低项目的运营成本^[3]。另外，大数据分析

技术还可用于项目风险评估,通过对历史数据的分析,识别潜在的风险因素,提高风险管理的科学性和准确性。

3.4 协同管理平台技术

协同管理平台技术为复杂工程建设项目中各参与方提供了一个信息共享和协同工作的平台。该平台整合了BIM模型、物联网数据、项目管理信息等多种资源,实现了各参与方之间的实时沟通和信息传递。在设计阶段,各专业设计人员可通过协同管理平台进行协同设计,实时共享设计成果和修改信息,提高设计效率。在施工阶段,施工单位、监理单位、业主等可通过平台实时了解施工进度、质量状况等信息,及时协调解决施工中出现的问题;协同管理平台技术还能实现对项目文档的集中管理和版本控制,确保文档的完整性和准确性。通过协同管理平台,机电集成服务能够打破信息壁垒,提高项目的整体管理效率。

4 复杂工程建设项目中机电集成服务的实施路径

4.1 前期规划与设计阶段

在前期规划阶段,机电集成服务团队需与业主进行充分沟通,了解项目功能需求、投资预算、建设周期等信息,制定详细的机电集成服务方案。同时,进行市场调研和技术可行性分析,确定机电系统的总体架构和技术路线。设计阶段是机电集成服务的关键环节,服务团队应组织各专业设计人员进行协同设计,利用BIM技术构建三维模型,进行碰撞检测和设计优化。加强与建筑、结构设计团队的沟通协调,确保机电设计与建筑结构设计相匹配;在设计过程中,还需充分考虑后期施工和运维的需求,为施工安装和运营维护创造有利条件。设计方案完成后,需组织专家进行评审,确保方案的合理性和可行性。

4.2 采购与施工阶段

采购阶段,机电集成服务团队应根据设计方案和项目进度要求,制定详细的设备采购计划。对供应商进行严格筛选,选择具有良好信誉和实力的供应商,并签订详细的采购合同,明确设备的质量标准、交货期和售后服务等内容。在设备采购过程中,加强对设备质量的检验,确保设备符合设计要求。施工阶段,服务团队需制定详细的施工组织设计和进度计划,协调各施工单位之间的工作,确保施工过程的有序进行;利用BIM技术和施工模拟软件,优化施工工序和资源配置,提高施工效率。加强对施工质量的监督管理,严格按照设计规范和施工标准进行施工,确保施工质量。同时,注重施工安全管理,制定安全保障措施,避免安全事故的发生^[4]。

4.3 调试与验收阶段

调试阶段是确保机电系统正常运行的关键环节,机电集成服务团队需制定详细的联合调试方案,组织各专业技术人员进行系统调试。按照先单机调试后联动调试的顺序,对机电设备和系统的各项功能进行测试和调整,确保系统运行参数符合设计要求。在调试过程中,及时记录调试数据和出现的问题,并进行分析和解决。调试完成后,邀请业主、监理单位等进行初步验收。验收阶段,服务团队需准备完整的验收资料,包括设计文件、施工记录、调试报告等,配合验收单位进行验收工作;对验收过程中提出的问题及时进行整改,直至系统完全符合验收标准。验收合格后,办理相关的验收手续,将机电系统正式移交业主。

4.4 运维阶段

运维阶段,机电集成服务团队需建立完善的运维管理体系,利用物联网技术和BIM技术对机电设备进行实时监测和管理。制定合理的设备维护保养计划,定期对设备进行检修和保养,及时更换老化部件,确保设备的正常运行;当设备出现故障时,迅速组织技术人员进行维修,缩短故障停机时间。同时,对机电系统的运行数据进行定期分析,评估系统的运行状况和能耗水平,制定系统优化方案,提高系统的运行效率和节能效果;建立运维档案,记录设备的维护保养情况、故障处理记录等信息,为设备的全生命周期管理提供依据。另外,还需为业主提供运维人员培训和技术支持,提高业主的自主运维能力。

5 结束语

综上所述,机电集成服务在复杂工程建设项目中发挥着至关重要的作用。通过融合现代信息技术和管理方法,机电集成服务实现了机电系统全生命周期的高效管理和优化。随着技术的不断进步和应用需求的日益增长,机电集成服务将继续朝着智能化、绿色化、高效化的方向发展。未来,应进一步加强对机电集成服务关键技术的研发和应用,提升服务的质量和效率,以满足复杂工程建设项目多样化需求,为推动我国工程建设行业的持续健康发展贡献力量。

参考文献

- [1]沈其军,朱力维.探索智能机电系统集成的核心技术与应用前景[J].工程技术研究,2025,7(8):193-195.
- [2]周碧海,侯林子,聂鸿飞.并联混动SUV机电耦合系统集成开发及优化[J].汽车实用技术,2024,49(11):1-7.
- [3]高建涛,黄开宏,王建立.建筑机电系统优化咨询及机电一体化系统探讨[J].智能建筑电气技术,2021,15(03):69-72.
- [4]关雪梅,郝秀红.机电集成电磁蜗杆传动机械系统灵敏度分析[J].燕山大学学报,2022,43(02):133-138.