

核动力工程设计项目管理进度控制 影响因素分析

张倬, 徐春, 霍蒙, 谢细明

(中国核动力研究设计院 核反应堆系统设计技术国家级重点实验室, 成都 610213)

摘要: 为确保项目目标实现, 在总结核动力工程特点和科研设计院所设计流程的基础上, 根据项目进度控制的定义和内容, 结合行业特点, 针对管理与技术互为影响的实际, 按设计过程阶段, 对影响核动力工程设计项目进度的内部因素和外部因素进行分析。在理论和实践层面, 就如何有效实施核动力工程项目管理、控制设计进度进行了探讨。从策划、组织管理、信息沟通等方面, 针对性地提出了有关管理对策措施的建议, 以期优化改进项目进度控制工作, 持续提高项目管理水平。

关键词: 核动力; 工程设计; 进度控制; 项目管理

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2020.04.020

中图分类号: TL371 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2020)04-0123-05

Factors Influencing Progress Control of Nuclear Power Engineering Design Project Management

ZHANG Zhuo, XU Chun, HUO Meng, XIE Xi-ming

(Science and Technology on Reactor System Design Technology Laboratory, Nuclear Power Institute of China, Chengdu 610213, China)

ABSTRACT: The paper aims to ensure realization of projects' objectives. Based on the summary of nuclear power engineering characteristic and research institute design process, according to the definition and contents of project progress control, and in combination with industry features and the fact of management and technology interaction, it analyzed inner factors and outer factors influencing the progress of nuclear power engineering design projects. On the levels of theory and practice, it discussed the effective measures of nuclear power engineering project management and progress controlling, and advanced some means and suggestions of strategies on management considering plan, organization and communication, which can be used for significantly optimizing the progress control operation and continuously improving the project management level.

KEY WORDS: nuclear power; engineering design; progress control; project management

项目管理在工程建设中占据非常重要的地位, 合理、有效、规范的管理将会对工程的进度、质量、成本等目标产生有利的推动作用^[1-2]。当前, 我国大中型核动力工程项目的设计与规划主要由各专门科研

设计院所承担, 在项目实施过程中, 对项目管理的制度、方法、措施等不断进行优化改进具有重要意义。进度控制是项目管理中的重要环节, 通过一系列方法和技术, 对项目实施过程进行管理与控制, 以确保项

收稿日期: 2019-10-11; 修订日期: 2019-11-15

Received: 2019-10-11; Revised: 2019-11-15

作者简介: 张倬(1983—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为核动力工程设计及项目管理。

Biography: ZHANG Zhuo (1983—), Male, Master, Senior engineer, Research focus: nuclear power engineering design and project management.

目完成的工期目标与质量要求。

核动力工程项目主要包括核电站、研究堆、船用核动力等，经过世界范围内几十年的发展，相关技术已达到相当高的水平。在核动力工程项目的进度安排方面，主要采用倒排进度方式，在对工程建设总目标进行确定的基础上，倒排出开工节点及进度安排^[3]。设计工作贯穿于核动力工程项目的始终，对工程总体有重要影响。为了确保设计进度和工程建设总目标的实现，在设计工作开展时，设有明确的进度控制目标，保证按时完成项目，合理分配资源，发挥最佳工作效率。文中在总结核动力工程设计流程的基础上，对项目管理中的进度控制进行了研究，对影响进度的因素进行分析，并针对性地提出了管理对策措施的方法与建议。

1 设计流程及进度控制

1.1 设计基本流程

核动力工程建设是具有高技术特点的庞大系统工程，周期长，投资大，接口多而复杂，其设计工作既具有一般大型工程设计项目的规律性，又具有其基于核安全要求的特殊性。狭义的核动力工程设计过程一般包括方案设计、初步设计、技术设计和施工图设计四个阶段，设计过程中还伴随着论证、科研等工作。通常核动力工程项目在项目审批、核安全审评、建造施工等过程中均离不开设计配合，一些边设计边施工的建设项目中设计阶段更是没有严格的时间界限。因此，广义的设计和 design 管理的过程往往贯穿于项目建设全过程。设计阶段在核动力工程项目中的示意图 1。

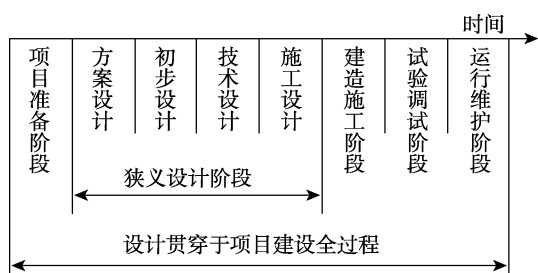


图 1 设计阶段在核动力工程项目中的示意

Fig.1 Schematic diagram of design phase in nuclear power engineering

设计过程有其自身逻辑性和严谨性，包括策划、输入、输出、确认、实现等要素。核动力工程设计基本流程如图 2 所示。

1.2 项目进度控制

项目进度控制是指在项目进展过程中，采用科学方法，在与质量、成本、安全等目标协调的基础上确定进度目标，编制进度计划和资源保障计划，对项目

日程安排所进行的一系列管理活动^[4]。项目的进度、成本和质量构成了项目管理的三大目标，三者之间互为因果、互相影响。实践表明，工程项目实施过程中，如不采取科学的进度控制方法，将会影响项目的质量、成本，进而影响项目整体目标实现。

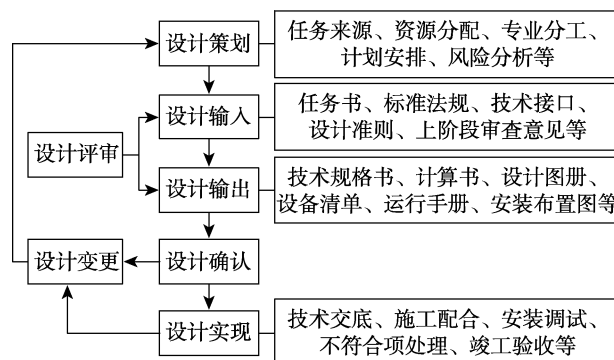


图 2 核动力工程设计基本流程

Fig.2 Basic flow of nuclear power engineering design

项目进度控制过程将项目各阶段主要的可交付成果分解成更小的、更易管理和控制的单元，将项目行动计划转换成一个运作时间表，在此基础上监控项目活动，确保项目准时完成。项目进度控制主要内容包括计划、协调与监控。其中计划是基础，需要对项目活动进行界定、排序以及资源和工期估算，通过进度计划确定项目的总进度目标与阶段进度目标，使协调与监控有据可依。协调与监控是手段，协调时应熟悉各项工作与任务及其相互关系，保证人力、信息等资源能够在需要时获得。监控应及时而全面，既要关注关键工序，又不可忽视非关键工序，不断检查、分析和调整是项目顺利进行的保证^[5-6]。

2 进度控制影响因素分析

设计合同签订后，如何按合同要求完成设计任务，需要对工程设计进行进度控制。进度控制不仅影响设计成果的交付，还会影响设计单位的信誉。因核动力工程在项目审批、过程监管、技术方案等方面的特殊性，影响设计项目进度的因素是多方面的，项目管理部门在工作中需要考虑各方面因素，并结合本单位实际情况，对项目进度进行控制。

2.1 内部因素

核动力工程设计项目影响进度控制的内部因素可大致划分为管理因素和技术因素两大类，但由于核动力工程技术密集的特点，管理因素与技术因素在进度控制过程中往往相互交织，相互影响，很难严格区分出现的进度问题是由于管理原因还是技术原因导致。影响进度控制的内部因素主要表现在设计策划方面和设计过程方面。

2.1.1 设计策划方面

1) 设计和保障资源缺乏或安排不合理。我国目前核动力工程设计尚处于自主化初期,设计资源和经验较缺乏,设计资源需求与实际设计能力之间存在较大矛盾。因此,国内少数几个具有核动力设计资质和能力的单位往往存在人力资源紧张,信息化、试验设施设备等保障资源投入不足等问题。另一方面,由于有关管理者专业水平不够,在策划阶段对项目实施关键点考虑不周,设计主线、重点和难点工作识别不清,工作安排不合理,使得某些人、财、物资源出现空置、浪费,而真正需要资源的工作又得不到资源或等待资源,对项目进度控制造成影响。

2) 进度计划制定不切实际。由于国内核能行业处于大发展时期,建设需求迫切。项目管理人员在进行设计策划时,往往为了迎合业主要求,仅从压缩建设周期考虑,忽略了核能安全设计标准高、自身技术基础不足、上下游专业衔接等客观实际,制订进度计划较主观随意,后期项目实施时不得不经常变更计划。

3) 风险识别不充分。在进行设计策划时,对潜在的技术和管理风险进行有效识别是保证设计进度的重要方面。风险可能来自技术方案成熟度、技术能力储备、设计接口交换等技术方面,也可能来自组织机构、资源调配、管理措施等非技术方面。在设计策划时,风险识别不充分,不能对风险进行预判,不能制定有效完善的管理措施,必然会对后期项目实施进度造成延迟。

2.1.2 设计过程方面

1) 技术储备不足,论证科研不充分。各类核动力在进行大量工程应用的同时,也在不断进行技术改进和创新,新堆型、新技术不断涌现,包括三代堆型华龙一号、CAP1400,四代高温气冷堆、快堆,以及各种概念堆、实验堆等。相关新技术的工程应用,必须以充分全面的科研论证、坚实充足的技术储备为基础。如技术工作深度和广度不够,将导致设计方案不合理、设计漏项、技术决策缺乏依据等问题,造成实际工程进度延迟。

2) 项目管理不到位。在设计项目执行过程中,因项目管理人员自身经验、素质等原因,造成项目管理不到位,导致对各级进度计划执行不力、把控不严,对设计过程中出现的技术问题不能及时组织协调解决,影响项目进度。

2.2 外部因素

核动力工程设计项目进度控制外部影响因素包括以下几个方面。

1) 任务来源和需求变化。重大核动力工程项目涉及大规模投资和多方面配套,往往受国家战略决

策、产业政策、国际政治经济局势等影响,因建设任务来源和使用需求的变化带来的不确定性,是影响项目进度控制的重要外部因素。

2) 设计接口资料缺乏,交换不及时。核动力工程项目的设计工作,一般需由多个单位、多个部门协同完成,涉及总包设计院和分包设计院、设计院和设备制造厂、设计院和建安单位、设计院内部上下游专业、设计部门和设备采购部门等各方之间的提资和反提资,信息、资料等交换接口众多。某工程核岛设计外部接口分类统计如图 3 所示,设计过程中,由于信息流转、技术状态变化等原因造成所需设计接口资料缺乏,会对设计进度产生影响。

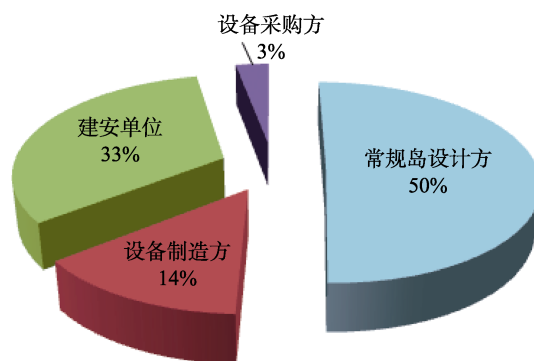


图 3 某工程核岛设计外部接口统计
Fig.3 External interface statistics on nuclear island design of a project

3) 设备采购、制造过程出现问题。与常规机械产品相比,核级设备在设计准则、制造工艺、质量控制和监督管理等方面均有更为严格的要求。设备采购方和制造厂在市场调研、招标采购流程、设备鉴定、不符合项处理、功能性能试验等方面,受到实际商务和施工状况的影响,可能会发生各类报批、变更、澄清等,导致后续设计的不确定性增加,加大了设计进度控制的难度。

3 管理对策措施

为了履行设计合同,按期交付设计文件,针对设计进度影响因素,在解决核动力工程有关技术问题基础上,应采取有效管理措施。

1) 有效开展项目策划,科学制定进度计划。项目策划是通过一种具有建设性、逻辑性的思维过程,将所有可能影响决策的决定因素总结起来,制定项目管理最佳方案,指导项目精细化管理。项目策划质量的高低,对设计实施过程的进度控制影响重大。完善的设计项目策划包括项目策划书和辅助管理文件两类书面成果,其中项目策划书是策划工作的核心部分,而辅助管理文件为策划书提供支持,如图 4 所示。

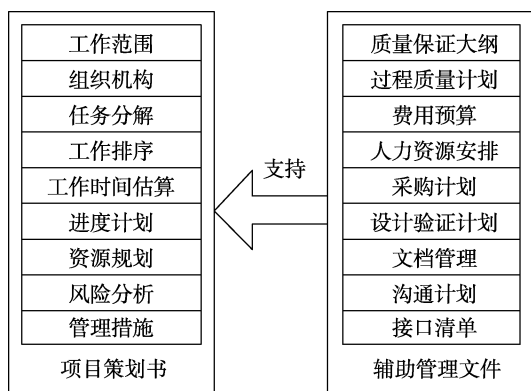


图4 设计项目策划的内容

Fig.4 Content of design project planning

在项目策划时,首先要对设计总体任务进行分解,并在预判工作量的基础上,合理规划设计资源。如针对某一核电工程核岛部分设计,需对理论计算、系统设计、结构设计、安全分析等各专业拟开展的工作进行分解,并对设计人员人力分配进行合理安排。其次,对关键路径工作进行有效识别,减少串行工序^[7],分析项目推进的潜在风险,并制定有关预案和措施,科学编制设计计划,设置不同级别的里程碑节点,进行进度有效控制。核动力工程设计项目通常根据业主要求,将初步安全分析报告、初步设计、最终安全分析报告、设备安装图等一些代表性设计文件的交付日期作为里程碑节点。

2) 加强项目组织管理,动态控制设计进度。在开展设计项目时,应制定有效奖惩措施和配套管理制度,设立相对稳定、专业齐全的项目组,明确项目管理负责人和技术负责人。项目组成员应树立整体意识和责任意识,项目管理和技术负责人应做好组织和协调工作,及时处理项目在设计过程中出现的问题,科学地做出技术决策。各部门、各专业之间应有效配合,做到既严格服从统一指挥,又发挥主观能动性,完成好本专业的的设计工作。

核动力工程项目的设计进度因多种不确定性因素影响,执行过程中需进行动态控制,对进度计划进行跟踪、检查和纠偏。实际操作过程中,可采用事前协调、事后跟踪等方式,及时掌握设计文件实际出版情况,新增文件、取消文件、文件出版时间调整等动态信息。一旦发现问题,及时采取措施解决,实现项目的精细化管理,减少设计进度延误发生。

3) 重视多方信息沟通,全面实现项目目标。畅通无阻的信息沟通是项目成功的关键所在。内部沟通能够集思广益、互相协助;外部沟通能够规避风险、获取支持。核动力工程设计项目需处理好主管部门、业主、公众、设计单位、建安单位、设备制造单位等多方内、外部信息沟通工作。

在项目执行过程中,需掌握项目审批、核准、审评有关政策、流程、要求等。定期向主管部门、业主

汇报设计进展,及时了解有关需求变化,减少不必要变更。建立统一的沟通系统和顺畅的沟通渠道,按期组织多方参加的业务交流会、工作讨论会、技术交底会、设计协调会、专家咨询会等。协调管理提资与反提资,包括前期技术要求、采购清单确认,后期设计接口(如设备基础、外形尺寸、电气符合等)交换等。通过有效管理,按时保质保量完成设计任务,全面实现项目目标。

4 结语

在工程项目的研制、建设过程中,设计工作贯穿始终。设计工作能否按时完成,决定了工程项目能否在预定时间交付使用,直接关系到工程总体经济、社会等效益的发挥。核动力工程项目投资巨大、技术标准高、管理严格、影响因素多、接口复杂且协调难度大,因此,对核动力工程设计项目进度进行有效控制,使其达到预期目标,是项目管理的中心任务之一。设计单位需要高度重视工程设计进度控制工作,只有在充分分析进度控制影响因素的基础上,制定合理有效的管理措施,才能使设计工作更加有序,确保工程总体质量,有效促进核动力事业的发展。

参考文献:

- [1] 张家春. 项目计划与控制[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2010.
ZHANG Jia-chun. The Project Plan and Control[M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 2010.
- [2] 栗素梅. 工程项目进度计划和控制研究[J]. 机电信息, 2016(24): 139-141.
SU Su-mei. Research on Engineering Project Schedule and Control[J]. Mechanical and Electrical Information, 2016(24): 139-141.
- [3] 李拓, 赵徐军, 张庆焱. 三门核电项目建设阶段设计进度管理与协调[J]. 中国核电, 2015(1): 51-58.
LI Tuo, ZHAO Xu-jun, ZHANG Qing-chi. Engineering Schedule Management and Coordination in the Construction of Sanmen Nuclear Power Plant[J]. China Nuclear Power, 2015(1): 51-58.
- [4] 张新国, 向绍信. 大学科时代背景下科研项目进度优化研究[J]. 科技管理研究, 2014(18): 198-202.
ZHANG Xin-guo, XIANG Shao-xin. Scheduling Optimization of Research Project in the Background of Big Science Era[J]. Science and Technology Management Research, 2014(18): 198-202.
- [5] 戴利人, 张亚妮, 李忠富. 多项目设计管理在设计院中的应用研究[J]. 建筑设计管理, 2013(12): 20-24.
DAI Li-ren, ZHANG Ya-ni, LI Zhong-fu. Application of Multi Project Design Management in Design Institute[J]. Architectural Design Management, 2013(12): 20-24.
- [6] 张亮. 基于网络计划技术的工程设计项目进度控制研

- 究[D]. 天津: 河北工业大学, 2015.
ZHANG Liang. Project Management for Design Projects: Utilizing Network Analysis Techniques[D]. Tianjin: Hebei University of Technology, 2015.
- [7] 孙建国. 并行工程理论在项目进度控制与协调中的应用及障碍分析[J]. 神华科技, 2017, 15(12): 10-14.
SUN Jian-guo. Concurrent Engineering Theory's Application in Project Schedule Control and Coordination and Its Obstacle Analysis[J]. Northwest Coal, 2017, 15(12): 10-14.
- [8] 王顺泽. BIM 技术在核电施工进度计划中的应用[J]. 施工技术, 2017, 46(6): 50-52.
WANG Shun-ze. BIM Application in Nuclear Power Construction Progress Plan[J]. Construction Technology, 2017, 46(6): 50-52.
- [9] 杨宪亭. 基于效益最大化下的项目管理研究[J]. 建筑技术开发, 2018, 45(5): 47-49.
YANG Xian-ting. Project Management Research Based on Profit Maximization[J]. Building Technique Development, 2018, 45(5): 47-49.
- [10] SHIVA M, SHA'RI M Y, SHAHRIAR M, et al. A Comprehensive and Practical Framework for Reliable Scheduling in Project Management[J]. Advanced Materials Research. 2014(10): 63.
- [11] 刘景矿, 阳文杰. 基于系统动力学的建设工程成本-进度控制研究[J]. 施工技术, 2016, 45(12): 95-99.
LIU Jing-kuang YANG Wen-jie. Cost-schedule Control Model of Construction Project Based on System Dynamics[J]. Construction Technology, 2016, 45(12): 95-99.
- [12] 兰博. 核动力装置研制风险评估技术研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2015.
LAN Bo. Development Risk Assessment Technology of Nuclear Power Plant[D]. Harbin: Harbin Engineering University, 2015.