

基于全寿命周期的火电工程建设管理研究

张晓鲁

(中国电力投资集团公司,北京 100033)

[摘要] 针对火电工程建设具有很强的复杂性和特殊性,将全寿命周期理论应用于火电工程建设的控制和管理领域,建立了集火电工程建设的质量、进度、投资和安全为一体的集成控制概念模型和管理组织模式,论述了火电工程建设过程集成控制流程,并搭建了全寿命周期管理下的火电工程建设信息管理平台。工程应用实例表明,所提出的理论和搭建的平台能有效地提高火电工程建设管理水平,为火电工程建设的控制与管理提供理论与技术支持。

[关键词] 全寿命周期;集成控制;建设管理;信息管理平台;火电工程

[中图分类号] TM611 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)04-0068-07

1 前言

火力发电工程建设过程是一个由勘探设计、土建施工、设备采购和安装调试所组成的十分复杂庞大的系统,具有先进技术密集、施工工艺复杂、建设工期长、投资规模大、露天施工及高空作业多等特点^[1],建设管理与决策难度大。有效地提高火电工程建设过程控制和管理水平对于充分发挥项目全寿命周期的综合效益具有十分重要的意义。如何才能做到对火电工程建设全过程的多目标的综合集成控制与优化是摆在火电工程建设者面前的关键技术问题,全寿命周期管理理论为研究解决这一问题提供了有效的途径。

基于全寿命周期理论的项目建设控制与管理是国内外相关领域研究的热点,并取得一些应用研究成果。例如,Dan 等人将全寿命周期理论与可靠度理论相结合用于大型桥梁的成本控制分析中^[2];李忠民等人提出了武器装备采办的全寿命周期各阶段风险识别方法的组合选择方案,对武器装备采取全寿命周期风险的系统管理进行了研究^[3];李楷等人设计了面向船体生命周期的结构信息集成模型,改进了船体结构的管理^[4];高宇波将全寿命周期理论应用于住宅系统工程中,提出可持续住宅的理论内

涵和内容要求,建立了全寿命周期可持续住宅的评价模型^[5];Youngsoo 等人利用赢得值模型对工程项目建设期内的进度和成本集成控制进行了一定的研究^[6]。上述研究成果推动了全寿命周期管理与集成控制的理论与应用研究,但都有其各自的侧重点,尤其是针对火电工程建设领域的研究成果则很少。

文章针对火电工程建设中存在的很强的复杂性和特殊性,将全寿命周期理论应用于火电工程建设的控制和管理领域,建立了集火电工程建设的质量、进度、投资和安全为一体的集成控制概念模型,详细论述了火电工程建设过程集成控制的管理组织模式和流程,并搭建了全寿命周期管理下的火电工程建设信息管理平台,为火电工程建设的控制与管理提供了理论与技术支持。

2 全寿命周期管理与火电工程建设

全寿命周期管理(life cycle management, LCM),就是指从长期效益出发,应用一系列先进的技术手段和管理方法,统筹规划、建设、生产、运行和退役等各环节,在确保规划合理、工程优质、生产安全、运行可靠的前提下,以项目全寿命周期的整体最优作为管理目标^[7,8]。全寿命周期管理是一种先进的项目管理理念,以系统的观点来分析研究整个项目建设

[收稿日期] 2010-02-20

[作者简介] 张晓鲁(1952—),女,山东掖县人,教授级高级工程师,研究方向为火电工程建设与管理;E-mail: zxl@cpicorp.com.cn

过程,寻求系统的整体最优,克服了传统的以项目阶段为主体的管理模式的诸多弊端,在工程建设领域逐渐得到广泛应用。

现行火电项目的常规管理方法注重强调阶段的划分和顺序性,对于项目规划、可研、设计、建设、营运等各个阶段,根据阶段配置不同的项目管理组织模式进行管理和实施,各阶段管理者主要关注本阶段的目标和需解决的问题,着眼于阶段性目标和眼前利益,往往只能达到局部优化和阶段最优,缺乏对各个阶段管理目标的有效协调,对项目总体利益缺乏统筹思考和追求,造成项目整体优化方面的不足。

在火电工程建设管理中推行全寿命周期管理理念,就是要从根本上转变传统的管理模式,一方面保证运行阶段的要求在规划设计过程中得到充分考虑,有助于从源头提高设备和系统的可靠性,大大减少设计和建造阶段失误所造成的设备隐患,另一方面通过在项目规划、立项、设计和设备招投标等决策环节通盘考虑建设和运行维护需求,以实现项目全寿命周期费用最优为目标,寻求一次投入与运行维护费用二者之间的最佳结合,彻底改变割裂两者关系、片面追求项目一次投资最低的做法,实现项目全寿命周期各个阶段的有机衔接,实现火电项目全寿命周期内效率的最大化和成本的最小化,努力提高火电工程建设管理水平。

3 基于全寿命周期的火电工程建设集成控制管理模式

3.1 集成控制必要性分析

在火电工程项目建设过程中,对质量、进度、投资和安全这四大要素的控制是工程项目管理的核心,直接决定了火电机组能否按期达标投产以及在投产后能否做到安全、稳定、经济运行,同时,直接影响着火电建设项目全寿命周期的综合效益。在全寿命周期内对这四大要素的控制过程中,安全是基础,质量是生命,进度是执行力,投资是竞争力。其中,在安全控制过程中要充分考虑到结构和设备的长周期安全,在设计阶段就要采取调整设计裕度,优化系统性、功能性设计的措施来保障运行期的设备维护检修安全;在质量控制过程中要抓住影响机组长期质量的关键点,根据在役机组的实际运行维护状况,结合不同地域的环境要求和不同类型机组的特点,对设备、单位工程按重要程度确定不同的质量等级要求,确定不同的质量验收标准,确定不同的质量控制

手段;在进度控制过程中要注重对全寿命周期质量影响的考虑,合理确定施工工期,统筹确定项目开工时间、里程碑式关键进度节点时间等;在投资控制过程中要站在项目全寿命周期的角度,充分运用价值工程理念,在保证实现项目所需功能的基础上,综合考虑建设费用和运营费用的关系,实现全寿命周期的效益最大化。

然而,在实际的火电项目建设过程中,质量、进度、投资和安全等各要素之间是相互联系、相互影响的,其影响关系如表 1 所示。对这四大要素的控制也不是孤立的,而是相互作用的,有时甚至是相互矛盾的。比如当建设项目进度滞后时,为了保证项目能够按照预期进度计划实施,需要采取一定的工程措施进行赶工以加快建设进度,但是这会带来投资的增加,建设质量也有可能随之而下降,甚至导致事故的发生。同时,为了能控制项目的投资不超出预算,必然要对项目建设的人力、物力等投入进行控制,而这也有可能引起进度的拖延,质量的下降等情况发生。可见,火电项目建设过程中的质量、进度、投资和安全四大控制是紧密相关的,不能偏废,必须统筹考虑,协调发展,在火电建设过程中施行有效地集成控制。

表 1 火电工程建设质量、进度、投资和安全之间的影响关系

Table 1 Influence relationship between quality, schedule, investment & safety

	质量	进度	投资	安全
质量	—	●	●	○
进度	●	—	●	●
投资	●	●	—	○
安全	○	●	○	—

注:●表示很大影响;○表示一般影响

3.2 集成控制概念模型

火电工程建设项目投资大,周期长,其建设过程是一个复杂的动态过程。因此,对火电项目建设的质量、进度、投资和安全四大控制也是动态变化的。通过对四大控制的动态集成分析可以建立火电工程建设集成管理概念模型,如图 1 所示。在该模型中,通过对工程建设期间的四大控制的耦合协调分析与优化把对建设项目的控制集成为一个有机的整体,以建设项目的综合效益最大化为控制目标,从而寻求整体达到最优。对各项控制耦合协调分析与优化后将利于整体效益最大的相应工程措施再反馈到各项控制当中,从而实现对火电项目建设过程的动态集成控制与分析。

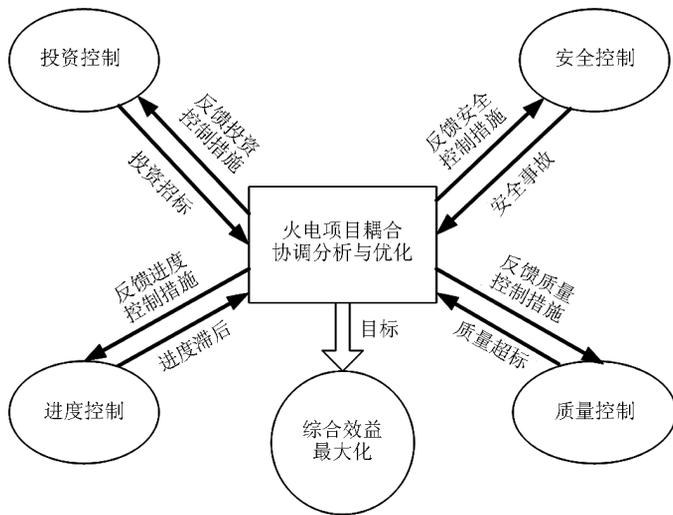


图1 火电工程建设集成管理概念模型

Fig. 1 The concept model of integrated control on thermal power project

3.3 集成控制管理组织

在火电项目建设过程中参与主体众多,有投资方、设计方、设备供应方、施工方、监理方等,他们归属不同、利益不同甚至相互冲突。面对众多的参建单位,面对相互影响的建设因素,必须实行集成化的管理组织模式才能统筹考虑、协调管理,才能实现在工程建设阶段就着眼于全寿命周期最佳效益的策划和实施。基于全寿命周期的火电工程项目建设集成控制管理组织模式如图2所示。图2中的“项目管

理方”是集成控制管理的关键,项目管理方由专业化管理团队组成,代表投资方以全寿命周期为视角,以全寿命成本效益最佳为出发点,吸收运行方和检修方的思想和建议,深入分析建设与运行之间的关联关系及建设期间的功能实现水平对运行期间性能水平的影响深度,统筹考虑质量、进度、投资和安全的权重调整,指挥协调设计单位、施工单位和调试单位的方案和活动。

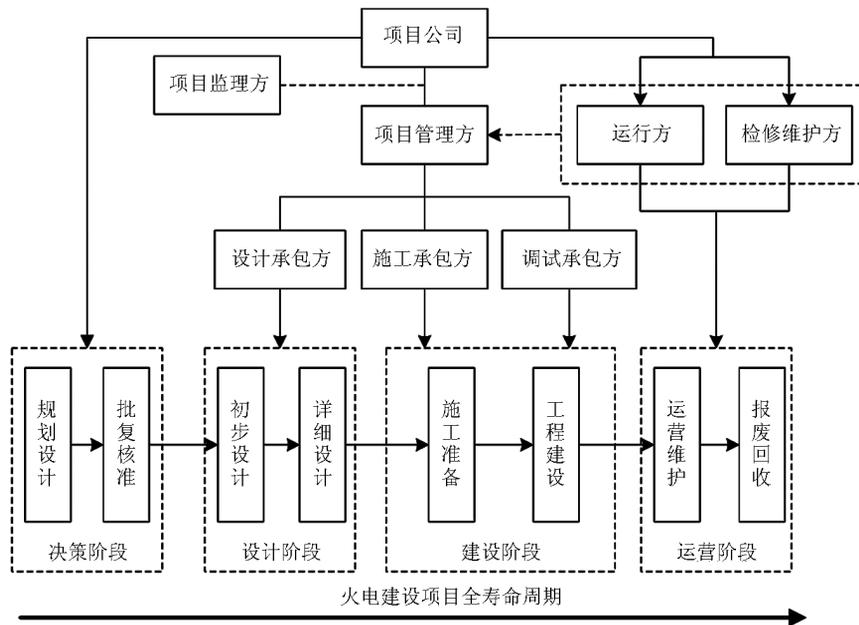


图2 基于全寿命周期的火电工程项目建设集成化管理组织模式

Fig. 2 The organization mode of integrated control based on life cycle

3.4 集成控制管理流程

火电工程项目集成控制是一个循环往复的过程,贯穿于火电工程建设全过程。其控制过程主要

包括4个步骤:制定控制计划及标准、实际控制成果分析、与计划及标准比较分析和采取合理纠偏措施,控制流程如图3所示。

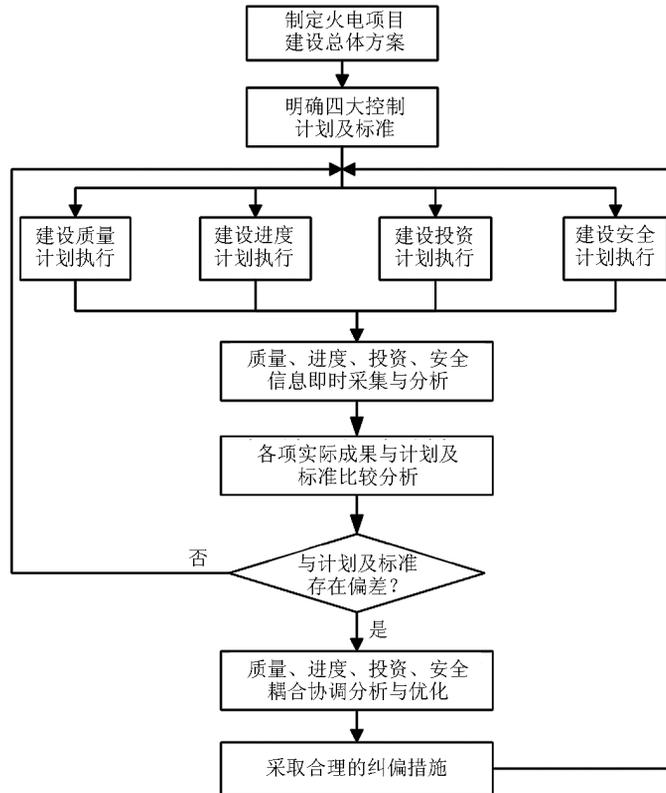


图3 火电工程建设集成控制流程

Fig.3 The flow chart of integrated control on thermal power project

1) 制定控制计划及标准。根据火电建设项目的总体规划方案,制定控制工作的计划和标准。要从项目建设的质量、进度、投资和安全四个方面分别制定各自的计划及目标,并针对这四个方面的控制目标细化成具体的控制指标,形成控制计划及标准。

2) 实际控制成果分析。在建设项目实施过程中,应该即时采集现场的质量、进度、投资和安全等信息,并对采集到的数据信息进行统计分析以便管理人员可以直观、全面地掌握受控对象的实际控制状态,从而对现场的实际控制成果有全面的了解。

3) 与计划及标准比较分析。将质量、进度、投资和安全各项的实际控制分析成果与各自的计划及标准进行对比分析,看是否有哪方面在控制过程中出现偏差。如出现偏差,要进一步分析该方面产生偏差的原因以及偏差的性质、程度、对其他方面的控制和整体效益带来的影响等。

4) 采取合理纠偏措施。通过比较分析后,对火

电建设项目的质量、进度、投资和安全进行耦合协调分析与优化,采取合理的有针对性的纠偏措施,或重新修订原有计划及标准、以保证预期目标的顺利实现。

4 火电工程建设信息管理平台

4.1 信息管理平台结构

为了能够实现火电建设项目的全寿命周期管理,对项目建设全过程做到有效的集成控制与分析,搭建了全寿命周期下的火电工程建设信息管理平台。该平台以项目的投资方、管理方、监理方和承包商为用户对象^[9],在项目建设的全寿命周期内进行建设信息的采集、存储、分析、更新和维护,以火电项目全寿命周期的综合效益最大化为目标,辅助管理人员及时、准确、完整地获取信息,从而做到对建设过程实时地控制与分析决策。

信息管理由外部数据层、应用逻辑层和功能服

务层所构成,其总体结构如图4所示。其中,外部数据层主要是提供常用的项目管理软件如 P3、MS office、Project 等与平台的数据接口,把项目建设过程中产生的数据信息导入到平台当中;应用逻辑层则由相应的应用模块和平台的中心服务器组两部分构成。其中,平台的应用模块包括工程项目管理的质量控制、进度控制、投资控制和安全控制四大核心控

制模块,以及设备管理、资料管理和行政综合管理等辅助管理模块。平台的中心服务器组用来对平台信息进行存储、管理和发布,包括数据库服务器、Web 服务器和应用程序服务器;功能服务层则是面向用户服务的人机交互层,用来实现用户的各种功能需求,如成果报表的打印输出、文档资料的查询分析、控制措施反馈分析以及公文邮件服务等。

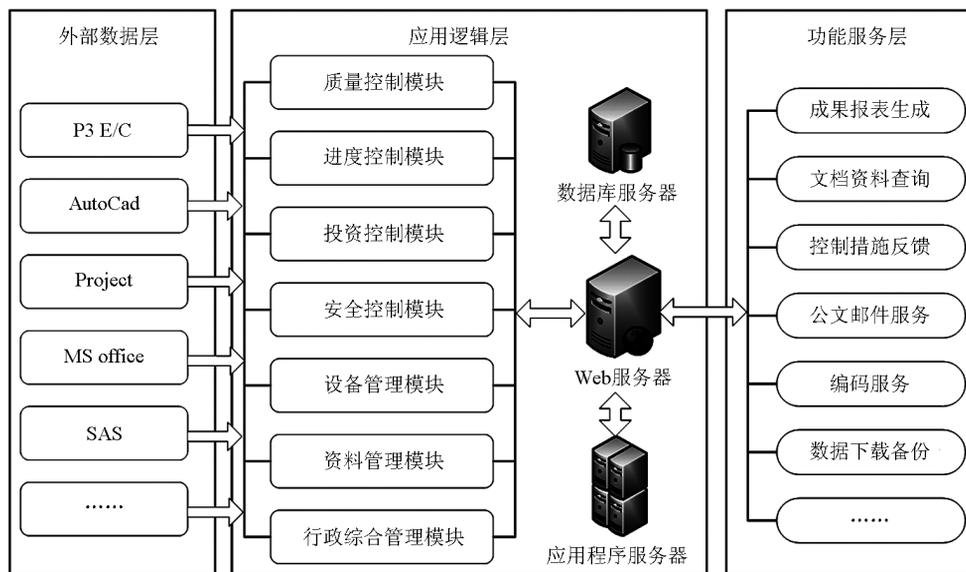


图4 信息管理平台结构

Fig. 4 The general structure of the information platform

4.2 统一编码体系构建

为了保证全生命周期信息的统一及连续,必须建立在电厂生命周期内的统一编码体系,如图5所示,从而实现从基建到生产的无缝衔接。统一编码体系不再是停留在相互割裂的基建或生产、运行、检修等各个阶段的独立编码体系,而是一个全厂、全生命周期的统一分类原则。它以电站的生产、经营等基本原素为索引,涵盖了电站各个阶段的所有实物和过程编码。电厂统一编码体系是一个多编码并存、各类业务编码互转互译的分类及过程管理,其最基本的组成是管理控制和技术转换。该编码体系由基本编码和业务编码两大类组成,基本编码由编码主管单位按照管理体系强制推广执行,而业务编码则通过一定的逻辑关系,并通过技术手段进行关联与转换,从而实现多重业务编码、多重分类原则,在电厂全生命周期内的互转互译和有效管理。

4.3 信息管理平台实现

以统一的编码体系、统一的数据库平台、统一的网络结构、统一的管理平台为基础,形成一个以集团公司为核心,二级单位为桥梁以及三级单位为基本数据源的统一网络结构,从而实现集团公司、二级单位、项目公司、管理公司、监理单位、设计工代、主要施工承包商之间的数据访问和交流,以达到工程管理信息的交流和共享,提高工程建设管理工作效率,降低建设管理成本,同时平台与生产 MIS 有接口,可以平滑过渡。工程现场搭建的局域网络采用星型网络结构,通过中心交换机与业主、监理和承包商的内部网络中的普通交互机相联结从而形成一个大的局域网络,为现场建设过程的集成控制与分析搭建了一个信息管理平台。另外把现场的中心交换机通过 VPN 的方式可以接入 Internet 网络,便于远程授权用户登录平台进行相应的分析决策。

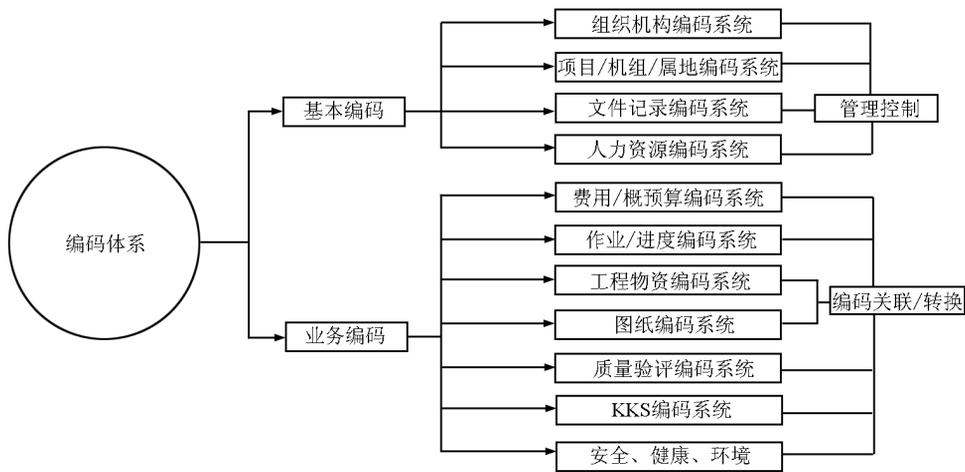


图5 火电工程建设统一编码体系

Fig. 5 Integrate code system of integrated control on thermal power project

5 工程应用实践

上海漕泾电厂工程厂址位于上海市金山区漕泾镇,工程建设规模为两台国产超超临界燃煤百万千瓦机组,同步建设锅炉烟气脱硫和脱硝装置。工程计划1#机组于2007年11月15日浇灌主厂房第一罐混凝土正式开工,2010年2月15日投产,2#机组2010年5月15日投产,工程动态总投资84.6亿元人民币。

漕泾电厂工程引入了全寿命周期管理的理念,以项目全寿命周期作为管理目标,搭建了基于全寿命周期管理的工程建设信息管理平台,从工程前期规划决策即投入使用,并随着项目开工建设不断地完善和升级,以工程的全寿命周期为中心,对项目建设过程中的投资、进度、质量和安全进行实时有效地集成控制,实现了工程四大控制的均衡与协调。

1)利用平台采集到的即时进度信息与各个关键节点进度计划进行比较分析,分析偏差产生原因,有效地对建设进度进行控制。1#机组实际投产时间为2010年1月12日,2#机组实际投产时间为2010年4月5日,比原计划均提前了1个月的时间。利用关键路径方法对项目的网络进度计划分析,从中可以得出项目建设过程有12个关键进度节点,分别是主厂房开挖、主厂房浇第一罐混凝土、锅炉主钢架吊装、大板梁吊装、汽机房封闭止水、锅炉水压试验完成、厂用受电、汽机扣缸完成、锅炉酸洗完成、点火冲管开始、机组并网发电和168h试运行完成。2台机组对应的各个关键节点的实际进度与计划进度的对比分析如表2所示,其中,在各个节点上实际进度比原计划进度提前的天数用正值表示,滞后的天数用负值来表示。

表2 关键节点的进度对比

Table 2 The comparison of schedule on key nodes

节点编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1#机组/天	0	-33	28	0	0	-24	-15	-45	28	35	-22	34
2#机组/天	0	-33	-7	0	31	2	40	-32	52	47	37	40

2)利用工程建设信息管理平台,在工程的前期阶段就对工程的建筑安装费用、设备采购费用等进行了盘点,有效分析了工程的总体造价,挖掘工程全寿命周期管理的切入点。为实现工程全寿命管理目标,对工程的初步设计进行了优化,对工程的主(再热)蒸汽管道布置、主厂房布置、圆形煤场、综合码头、取排水隧道等方面进行了优化,节约工程造价近1亿元。为满足日益严格的排放要求,脱硝装置预留了增加布置催化剂的空间,降低了将来工程改造

的成本。漕泾电厂项目实际动态总投资79.9亿元,比计划动态总投资额节省了近5亿元,对工程的投资实现了较好的控制。

3)在质量控制方面,针对影响机组内在质量和技术经济指标(如受监焊口焊接、锅炉防爆管、系统清洁度、汽机真空度、汽轮机热耗等)的关键项目,组织参建单位从设备监造、安装、调试等方面制定消除质量通病、提高机组技术经济指标的专项措施并有效落实。机组在调试和试运阶段进行了经济运行的优化,

摸索出了机组经济运行的方式;生产 SIS 系统硬件安装与工程建设同步,保证实时数据库先行上线。利用 SIS 系统强大的数据存贮能力,最大限度地保留设备单体调试、分系统调试和整套试运期间各种的参数,为将来设备状态检修提供宝贵的信息。漕泾电厂投产以来,机组运行稳定,性能指标优良,2011 年 1 月份实现实际供电煤耗 278.42 g/(kW·h)。

4) 工程建设期间充分考虑了机组运行后运行巡回检查、操作和维护的需要,设计布置了足够的安全设施、操作和检修平台,为后期的运行和检修提供了安全保障,也降低了机组投产后进行改造的几率和运行检修费用。

6 结语

火电工程建设的控制和管理水平对于提高项目全寿命周期的综合效益具有重要影响。文章首先对全寿命周期理论在火电工程建设管理领域的应用进行了详尽的分析,构建了火电工程建设集成控制概念模型和管理组织模式,论述了火电工程建设过程质量、进度、投资和安全四大要素集成控制流程,搭建了全寿命周期下的火电工程建设信息管理平台,并结合上海漕泾电厂工程建设进行了应用,提高了项目建设过程的分析决策与控制水平,提升了电力

投资企业的软实力。

参考文献

- [1] 杨旭中,张政治. 电力工程项目管理(第 2 版) [M]. 北京:中国电力出版社,2007.
- [2] Dan M F, Jung S K, Emhaidy S G. Reliability - based life - cycle management of highway bridges [J]. Journal of Computing in Civil Engineering, 2001, 15(1): 27 - 34.
- [3] 李忠民,汤淑春,李 军,等. 基于全寿命周期的武器装备采办风险识别研究[J]. 中国工程科学, 2005, 7(12): 49 - 53.
- [4] 李 楷,陈 明,林 焰,等. 面向生命周期管理的船体结构信息集成模型研究[J]. 大连理工大学学报, 2010, 50(6): 946 - 952.
- [5] 高宇波. 基于全寿命周期理论的可持续住宅研究[J]. 建筑学报, 2008(11): 44 - 46.
- [6] Youngsoo J, Seunghee K. Knowledge - based standard progress measurement for integrated cost and schedule performance control [J]. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 2007, 133(1): 10 - 20.
- [7] 庆 蕾. 电网建设与全寿命周期管理[J]. 中国电力企业管理, 2009(7): 52.
- [8] 陈 群. 高速公路工程全寿命周期项目管理研究[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2009.
- [9] 李 骏. 大型火电厂基建期管理信息系统的设计与应用[J]. 电力设备, 2005, 6(11): 53 - 57.

Research of construction management on thermal power project based on life cycle theory

Zhang Xiaolu

(China Power Investment Corporation, Beijing 100033, China)

[**Abstract**] A method of applying life cycle theory into the control and management on thermal power project construction domain was proposed to fit the strong complexity and particularity in the construction process. An integrated control conceptual model on thermal power project construction was established which consists of quality, schedule, investment and safety. And the organization mode of integrated control was set up. Then, the integrated control flow was illustrated in detail. Finally, an information management platform on thermal power project was built up based on life cycle theory. The application result shows that the theory and the platform provide an effective technical support for the construction and management of the thermal power project.

[**Key words**] life cycle; integrated control; construction management; information management platform; thermal power project