

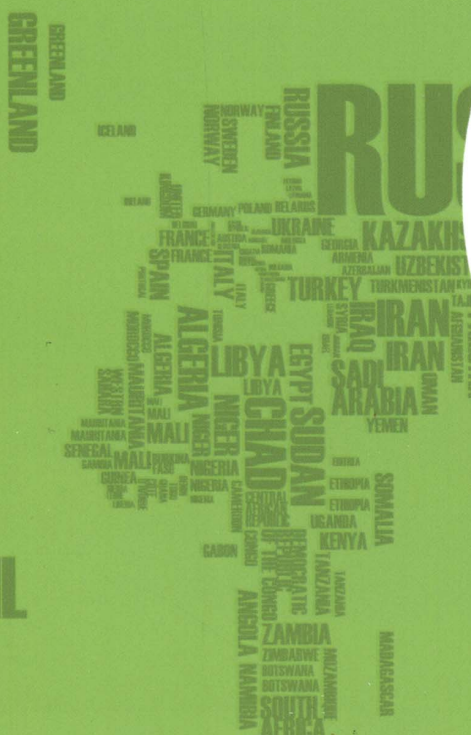
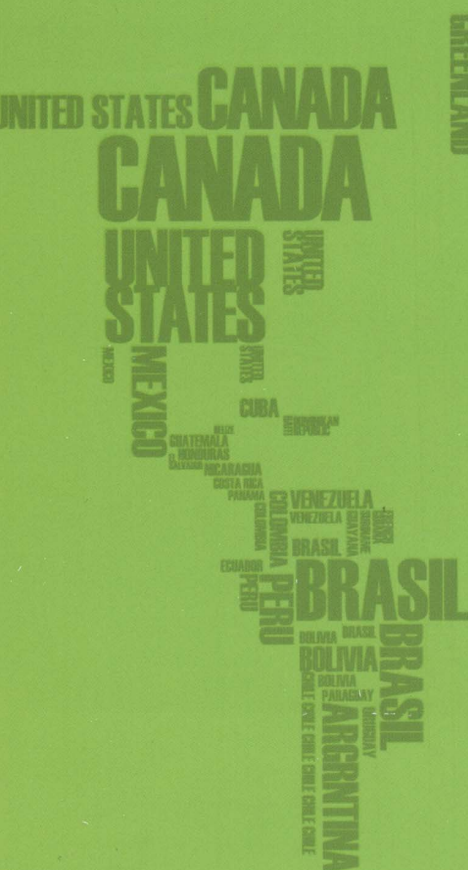


国际电站总承包项目管理

项目服务管理

XIANGMU FUWU GUANLI

李超 李松涛 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



李 超



1996年毕业于哈尔滨工业大学电气工程系，电力系统及其自动化专业，高级工程师职称。毕业后一直供职于哈尔滨电气国际工程公司，现任火电第一事业部总经理。2007—2008年在北京科技大学EMBA班学习。

在近20年的工作中，担任过电气专业负责人、项目总工、项目经理、事业部总经理等各项职务，对国际电站EPC项目有着深刻的认识与理解。参与并负责了若干国内外大型火电和输变电工程的建设工作：越南协福电站（3×125MW），合肥第二发电厂（2×350MW），苏丹吉利一期、二期2×206B联合循环项目，苏丹麦罗维输变电工程，巴基斯坦滨佳胜309E联合循环项目的建设等项目。所从事的国际项目所在地包括越南、苏丹、巴基斯坦、马来西亚、孟加拉、土耳其、莫桑比克和哈萨克斯坦等国家。



李松涛

1969年12月出生，黑龙江哈尔滨人，高级工程师，1991年毕业于华北电力大学电力系统及其自动化专业。现任哈尔滨汇通电力工程有限公司副总经理。

工作以来，一直从事电力建设工程项目的技术服务和技术管理工作，具有一级调总资格证书。担任过电气专业调试负责人、投标电气专业工程师、项目调试总工程师、运行维护服务项目经理、检修项目经理、项目群公司主管副总经理等管理职务，项目涉及不同容量和各型燃料的联合循环机组、火力发电机组、大型柴油发电机组群、500kV变电站等领域，所从事的国际项目所在地包括越南、苏丹、厄瓜多尔、巴基斯坦、马来西亚、印度尼西亚、孟加拉、印度、土耳其等国家。

国际电站总承包项目管理

项目服务管理

李 超 李松涛 王文诩 冯 岩 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为《国际电站总承包工程项目管理》的第三分册，关注的是项目售后服务、技术管理、项目可行性研究、调研报告四个方面。其主要内容包括：项目售后服务管理、发电厂技术管理、国际电站项目可行性研究、土耳其电力市场调研报告（摘录）。

本书适用于参与过或即将参与到国际电站、变电所建设工程项目的电力设计院、监理单位、施工单位、调试单位及试运行单位的管理及其技术人员，尤其是国际电站工程 EPC 总承包商企业的管理及其技术人员；也可供相关专业的大中专院校师生学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

项目服务管理/李超等编著. —北京：中国电力出版社，2012.11

（国际电站总承包项目管理）

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3781 - 7

I. ①项… II. ①李… III. ①电站—国际承包工程—项目管理 IV. ①F416.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 279871 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http: //www. cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn)）

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 265 千字 1 插图

印数 0001—3000 册 定价 55.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

总 编 李 超 李松涛

参 编 冯 岩 王文诩

顾 问 郭 宇

前言

从 20 世纪 80 年代初，中国的电站总承包单位就已经走出国门，开始承揽国际的电站建设工程，到现在，越来越多的中国本土有实力的大型公司参与到了国际电站市场的开发和竞争中，并通过各种艰苦不懈的努力争取到了越来越多的国外电站项目，开拓了国际市场。在取得个体项目经济效益的同时，更取得了良好的社会效益。

本书的作者是一批亲身参与并执行了多个国际 EPC 交钥匙电站工程的管理者，在 10 多年的海外工程中积累了大量的经验，也有过深刻的教训！中国的国际 EPC 总承包之路大致分为三个阶段：第一阶段是借助于国家对外援助政策，开始在友好的国家进行建设，例如巴基斯坦、非洲；第二阶段是由于中国在改革开放中形成的价格优势和劳动力成本优势，使我们抢占了很多国际市场，例如东南亚、非洲，以及中东地区等；第三阶段就是现在依靠中国国力的发展，群雄并起，中国的 EPC 总承包公司已经不仅仅只是承揽项目，甚至开始进行投资，例如南美、中亚市场。

但是作者在看到中国公司大量地走出国门，看到更多的中国面孔的欣喜之余，也充满了深深的忧虑，中国 30 年的 EPC 电站总承包之路其实充满了荆棘，到目前为止，我们没有认真探讨和总结过在国外工程的经验教训！在作者多年工作中曾多次心痛地看到很多本可以避免的设计问题在多个项目重复地产生，很多可以通过规范管理制度能预防的事件不断发生，不仅耽误了工程进度、造成了人力和物力的消耗浪费，还使我们中国公司的国际市场信誉度大大降低。在目前中国设备价格优势不复存在，劳动力的成本节节攀升的背景下，中国公司不高的管理水平和较低的劳动效率影响了中国 EPC 总承包商在国际上的信誉，进而影响了中国品牌的建立，其实目前经济上最好的中东和东南亚市场已经被韩国和日本的总承包单位占领了，究其根源是我们自己不成熟的管理水平破坏了自己的信誉，“我们打败了自己”，把市场拱手相让！

作者在多个国家和地区从事过电站工程总承包建设，深深地了解到不同的地域文化、不同的风俗习惯、不同的经济发展水平、不同的政治环境都会给我们工程的成本和工期，甚至工程质量造成难以预计的负面影响！所以作者试图在不同中，找到一种相对合理的解决办法，基于一些标准流程的管理方式和方法来对项目各个阶段实行有针对性的精细化管理，降低风险，真正地向管理要效益。也正是基于上述思想，作者编制了本书，分享一下作者遇到和领悟到的一些经验，其中不仅介绍了国际上流行的各种工程管理体系的知识，而且还详细列举了 EPC 电站项目各个阶段的规章制度，

同时，还将作者参与过的国外 EPC 承包商的管理经验和资料融入其中，也借鉴了中国在建核电厂的管理经验，希望能给读者一些借鉴和帮助。

最后，作者更希望本书能够成为一个开始，能够与中国的 EPC 电站总承包商一起来反思和探讨，真正形成一个适合中国国情的国际 EPC 电站工程的管理标准！使我们中国公司真正地以高水平的管理打开并占领国际电站市场！

《国际电站总承包工程项目管理》包括三个分册：项目管理体系、项目管理实施、项目服务管理。

因作者能力和经验有限，希望读者多多指出不正之处。

作 者

2012 年 3 月 18 日于巴基斯坦滨佳胜 309E 联合循环项目现场

目 录

前言

第一章 项目后服务管理	1
第一节 项目后服务理念	1
第二节 项目后技术服务建议策划书	2
第三节 电站投资和运营的基本财务知识	23
第四节 电站运行、维护服务管理	34
第五节 检修服务管理	53
第六节 状态检测和寿命评定	75
第七节 培训策划和管理	79
第八节 备品备件管理	89
第九节 HAZOP 危险性和可操作性分析	96
第二章 发电厂技术管理	103
第一节 火力发电厂的控制策略	103
第二节 联合循环发电厂的控制策略	131
第三章 国际电站项目可行性研究	149
第一节 项目投资可行性研究	150
第二节 项目投标可行性研究	153
第三节 项目实施可行性研究	155
第四节 专项可行性研究	155
第四章 土耳其电力市场调研报告（摘录）	157
参考文献	229

第一章

项目后服务管理

第一节 项目后服务理念

国际电站总承包工程项目，机组按主合同要求完成动态调整试验、可靠性试运行、性能试验后，承包商通常会有条件地取得业主签字的临时移交证书，项目正式进入质保期阶段，机组交付业主并开始商业运营（Commercial Operation）。

新建机组商业运营阶段，尽快收回投资成本是业主的期望，安全、连续、稳定的生产发电则是创造稳定收益的基本保障。但客观现实是，新机组移交前是由承包商雇佣的试运行分包商来承担的，这是承包商基于保护自身需要而采取的策略，无可厚非。因此，新机组投产的前期，新介入的业主人员如何尽早渡过适应期是业主管理层不得不面对和考虑的问题。

另外，机组临时移交（PAC）后仍普遍会留有一些设备缺陷，有待承包商在质保期间来逐步处理。因此，机组会带病运行，这就客观上要求业主雇员应具备足够的经验和应变的能力，否则不可避免地会发生一些运行事故，或维护不及时导致设备停运耽误发电生产，更严重的会导致重大事故的发生。

近些年来，一些精明和有远见的业主也认识到上述问题的严重性和迫切性，并发现借助承包商施工建设中已有的力量就是最好的解决方案。方法之一就是在 EPC 主合同招标及合同签订时就将这部分工作包含进去，如规定“业主临时接收机组后，承包商需提供××名运行人员进行为期××个月的运行监督指导工作（Supervision）”，又如“承包商负责质保期结束时（通常为 1 年）的检查性大修服务”。另一条途径就是通过承包商来续签其试运行分包商，或直接与该分包商签订商业运行合同，用原有熟悉机组的人力（运行和维护人员）来提供外部帮助。这种方式，也是承包商所希望的，因为质保期期间，承包商也希望机组安全、稳定运行，质保期缺陷越少越好，双方目标是一致的。更有的是业主用对承包商项目质量和拖期罚款来补偿该部分服务费用，或采取不扣款而变相提供免费的服務的方式，而这两点也是承包商不得已或不得不接受的，毕竟续留“自己人”对承包商质保期工作有利。

顺便指出的是，有些承包商从开始就本着通过工程交付后的继续服务获利的原则来投标 EPC 合同的，这也是在特定经济背景和环境下的商务投标策略选择之一。例如，



日本某厂商曾不惜以低于成本的“自我牺牲”方式，为印度尼西亚承建发电厂，表面上看这是一桩赔本生意，但是从长远利益而言，将来发电厂所需的零配件供应、运行、维护与检修等，势必长期依赖于日本方面的支持，由此累积下来的利益无疑十分可观。

从上述角度讲，承包商企业应重视项目后续市场的开发，了解、熟悉这些服务项目的管理。本书将这些服务定义为项目后服务，对其的管理简称为项目后服务管理，即承包商在项目交付业主后所提供的服务工作的管理，这些服务内容包括运行、维护、培训、检修、备品备件供应等，而且这些服务大部分是技术服务性质的。

我们欣喜地看到，中国的一些总承包商企业认识到了这种新的理念，也逐步从中取得了良好效益，技术服务的成本是相对较低的，且具有唯一性。这个新的创收点，应引起更多中方总承包企业的关注。

第二节 项目后技术服务建议策划书

一、实现的目标及其基础指标

（一）追求的目标

电站作为一个实体公司，通过发电运营追求如下目标：

- （1）资产最大化（Maximize revenues）。
- （2）运营成本最小化（Minimize operating costs）。
- （3）生产效率最大化（Maximize production efficiency）。
- （4）设备可靠性和寿命最大化（Maximize equipment reliability and life expectancy）。

（二）实现上述目标的基础的四个指标

- （1）效率（Efficiency）。
- （2）可用性（Availability）。
- （3）可靠性（Reliability）。
- （4）生产力和应用性（Productivity and Utilization）。

这四个指标的有力保障是健全的各种管理制度、文件体系。图 1-1 所示为一典型的电站管理系统。

从图 1-1 可看出，电站的管理体系涉及很多方面，其中有技术素质的人力资源、

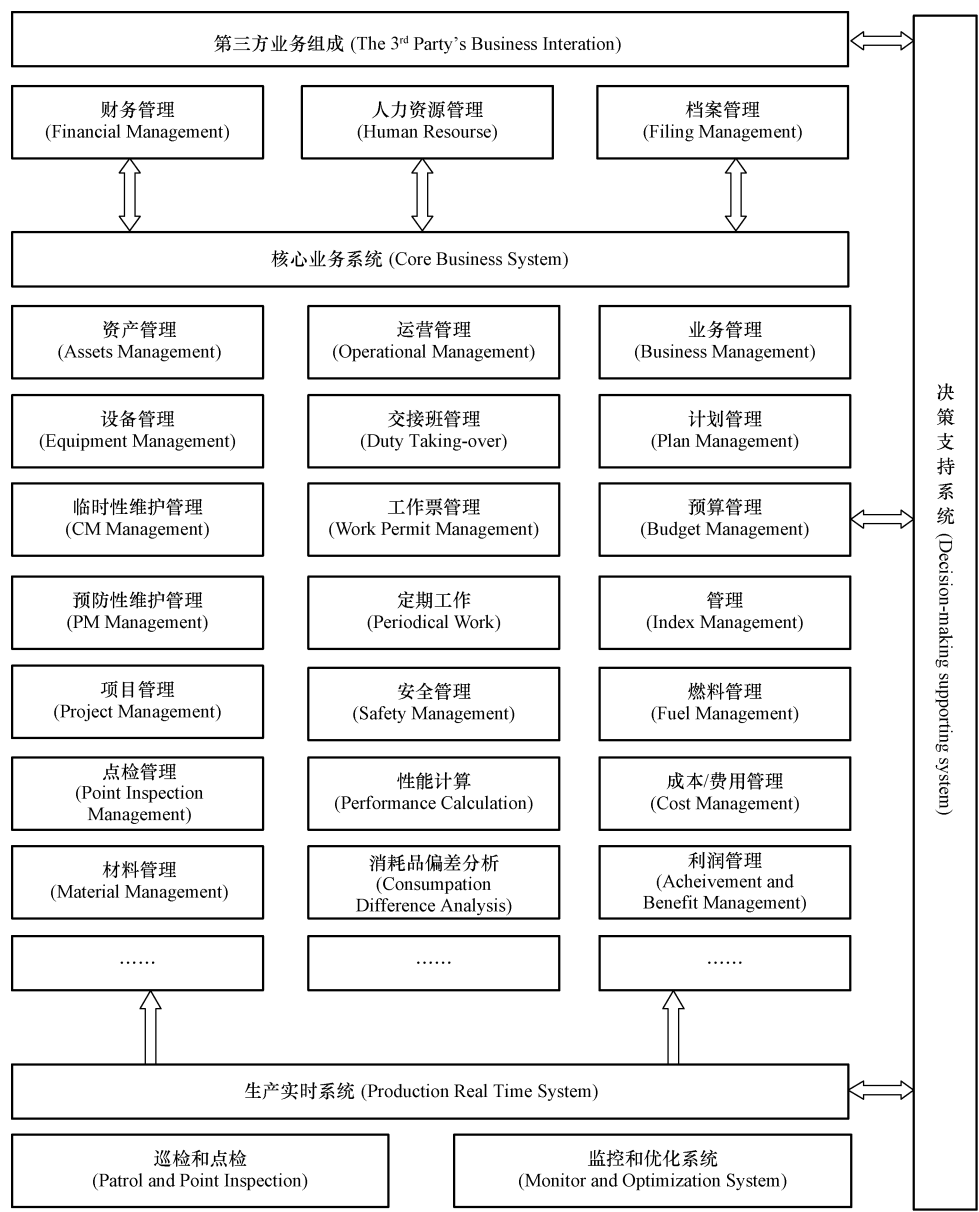


图 1 - 1 典型的电站管理系统

充足的备品备件保障是最重要的硬性指标，如何在新机组投产后尽快取得经济效益和社会效益，也一直是业主重点关注的事宜。

基于此，本建议策划书为业主客户提供了一种解决方法，通过提供相应的技术服务来满足业主的上述需求，从而协助业主尽快锻炼其雇员，同时还能保证收获良好的

经济效益。

凭借多年海外电站市场成功经验的积累、强有力的中方技术人才力量和熟悉中国设备的优势，中方可为业主提供多种形式的技术服务，包括技术培训服务、检修服务等，从而为业主雇员的尽快成熟提供帮助。

二、总体技术服务建议策划

本建议策划书针对的是国际电站 EPC 项目的后续市场，为业主客户提供质保期以及商业运营阶段的技术性服务工作，内容包括运行/维护、持续培训、检修、备品备件供应等各个方面，以及业主的特别需求。其最终的目标是保证客户的新机组高效、可靠、安全地运行，从而获得良好的经济效益。

根据多年国际市场的技术服务经验，本建议书特别策划了如图 1-2 所示的五年期总体技术服务方案，供客户参考。同时，可根据业主客户的不同需求进行调整和优化，以满足客观实际需要。

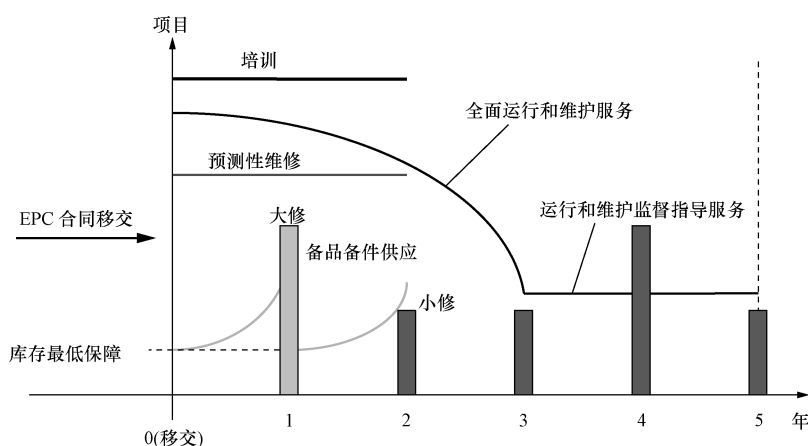


图 1-2 推荐的五年期服务项目策划

为期五年的技术服务是从承包商交付后的质保期起始日开始。其中包括：三年的全面运行和维护服务，然后进入两年的运行和维护指导阶段；两年的持续培训服务；备品备件供应；为期五年的计划检修服务，包括移交后第一年的检查性大修服务、第四年的大修服务、第二/三/五年的小修服务；持续二年的预测性维修服务（提供专业人员和仪器设备对其设备进行监测和分析，从而协助业主完成状态检修的必要准备工作）。

（一）运行和维护技术服务

通常机组在 EPC 项目临时移交（PAC）之后交由业主运营，对于一个新机组，业主雇员能否有足够的人力和技术能力来确保机组安全、可靠的运行是非常重要的一个客观前提条件。而且，从客观上讲，机组临时移交（PAC）后普遍仍会有一些设备缺陷，有待承包商在质保期间来逐步处理。因此，机组会带病运行，这就客观上要求业主雇员应具备足够的经验和应变的能力，否则不可避免地会发生一些运行事故，或维修工作不及时导致设备停运耽误发电生产，更严重的会导致重大事故的发生。

基于此，无论从安全角度来考虑，还是从发电经济效益来讲，建议业主考虑聘请一些有经验的运行和维护人员来提供必要的外部技术帮助。

可根据业主需求提供如下两种模式的运行和维护技术服务：全面运行和维护服务、运行和维护监督指导服务。

全面运行和维护技术服务是承担合同义务来负责机组的运行和维修工作。通常在业主方领导下与业主人员一同进行工作，并承担岗位培训的义务。

运行和维护监督指导服务是提供一定数量的有经验的运行和维护人员，对业主相关人员的维修工作提供监督和指导，同时承担岗位培训的义务。

在图 1-2 所示的五年计划中，中方的建议是前三年考虑全面的运行和维护服务，之后的两年建议转换到运行和维护监督指导服务模式，即业主雇员逐步具备能力后取代中方人员进行工作，中方人员转换到监督指导的角色，进而到一些岗位全部移交业主雇员。这样业主既能保证前期安全稳定的需要，同时后期还能获得最大的经济效益。

（二）培训服务

培训的目的是逐步提高业主雇员的理论和实际动手能力，从而尽快达到独立工作的基本能力。

中方提供的培训服务包括几种模式：理论培训、岗位培训、仿真机培训等。培训教材依据基本原理、国际标准、设计图纸和资料、厂家运行和维护手册、运行规程、检修规程等，并编制必要的幻灯片课件，通俗易懂。采取课后征求意见方式来优化进程；采取定期考试、评估的方式来对每一位学员做出定期总结，供业主及时了解培训效果。

需要特别说明的是，培训是非常有针对性的一种服务，需要听取业主的意见，进而编制出具有针对性和实用性的《培训计划书》。

中方提供的培训教师是经验丰富的工程师，有资质和认证的专业人员。

在图 1-2 所示的五年计划中，中方的建议是至少应有两年的培训。



（三）计划检修技术服务

计划检修指的是根据标准、运行和维护手册、经评估后的实际情况，编制检修计划，并需要定期进行的检查和试验等工作。

计划检修服务包括如下两种模式：全面检修服务和检修监督指导服务。

全面检修服务指的是中方全面提供足够的人力以保证在合同规定的时间内完成全部的检修工作，通常情况下，试验用的仪器和必要的消耗性材料由中方承包商提供，所有检修工作在业主或其监理的监督下执行，业主负责通信、运行、特殊工具及提供备品备件。

检修监督指导服务指的是为业主提供检修计划、指导性检修程序、备品备件的准备，以及在检修质量控制上提供指导性建议和监督。

通常情况下，建议在业主接收机组后的第一个年头进行一次检查性大修，详见第五部分（定期检修服务）。

（四）预测性维修技术服务

预测性维修是一种先进的维修管理方式，采用先进的检测技术和分析手段，对不同性质的设备运行情况进行连续或定期的监测，对其性能和寿命进行分析，借助专家系统进行分析，从而实现在设备故障前及时进行维修，并能初步判断故障类型和需要维修的部位，避免经济损失，以最低的成本消耗实现最大的经济效益和最大限度延长设备经济寿命。据国外资料统计，预测性维修一般可节省 25%~40% 的维修成本，并能避免重大事故隐患。

中方提供的预测性维修技术服务是提供专业人员、专业检测仪器和管理软件系统，通过两年的服务期逐步完善设备数据库和落实预测性维修项目的制定，通过监测和分析为业主提供设备状态检修的意见，并培训业主人员尽快学会预测性维修方式和方法。

（五）备品备件的供应

准确、及时、有质量保证的备品备件供应直接影响到日常维护工作和检修质量，更是机组稳定运行的可靠保障。因此，根据实际维护和检修需要，建立健全的备品备件清单、采购渠道、备品备件管理制度，并确定最低库存水平，使资金运用更合理，这些工作都是十分重要的。

中方熟悉中国设备的情况，了解设备性能和易损部件，采购渠道畅通，融资能力强，基于上述优势，中方可为业主提供及时的并有质量保证的备品备件。

（六）其他专项技术服务

中方也可根据业主的特殊需求提供相应的技术服务和支持：

- (1) 电站管理信息系统 (Management of Information System, MIS) 的建设;
- (2) 电站监控信息系统 (Supervisory Information System, SIS) 的建设;
- (3) 维护管理信息系统 (Maintenance Management System, MMS) 的建设;
- (4) 仿真机供货和培训;
- (5) 设备资产管理系统 (EMA) 建设;
- (6) 全厂工况及性能在线监视及优化系统建设;
- (7) 其他专项技术服务, 如振动检测及处理、技术改造可行性分析等。

三、运行、维护服务

运行、维护服务是根据业主的需要提供外部技术服务的一种形式, 其针对性比较强。业主的需要是借助外部强有力的技术能力来保证安全、稳定、高效的电站运营, 同时培养自己的人员尽可能快地达到独立工作的能力。

根据业主的需求, 运行和维护服务可分为全面运行和维护服务、运行和维护监督指导服务两种模式。

中方推荐的为期五年的运行/维护服务包括: 前三年的全面运行和维护服务、后续两年的运行和维护监督指导服务。

(一) 方式一: 全面运行和维护服务

1. 概述

全面运行和维护服务是承担合同义务来负责机组的运行和维护工作。通常在业主方领导下与业主人员一同进行工作, 并承担岗位培训的义务。

2. 总体目标

- (1) 达到优良的运行技术指标;
- (2) 达到优良的安全指标;
- (3) 通过对业主人员进行岗位培训, 逐步减少中方人员, 并过渡到运行和维护监督指导服务。

3. 第一年的服务范围和组织机构

服务范围通常根据业主需要来确定。一般情况下, 业主负责计划、采购、后勤、备品备件及全厂的统一管理, 中方具体负责并执行运行部、维护部、安全部、培训部的日常工作, 协助业主建立、规范和优化各项管理和技术文件体系。

(1) 推荐的组织结构模式。

第一年全面运行/维护服务的典型组织结构如图 1-3 所示。

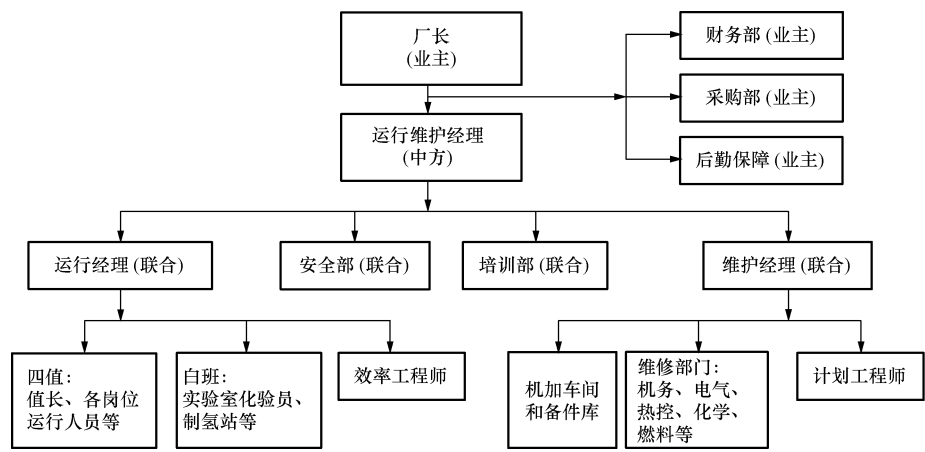


图 1-3 典型的第一年运行/维护服务组织结构

(2) 工作范围。

主要工作范围如表 1-1 所示。

表 1-1 主要工作范围

部门	工 作 范 围
管理部门	(1) 协助业主建立健全的全厂管理制度； (2) 建立定期的汇报制度； (3) 了解业主的建议，及时采取优化和改进措施； (4) 建立顺畅的电站内各部门之间的沟通渠道； (5) 编制总体岗位培训计划； (6) 做好业主决策层的支持工作
运行部门	(1) 协助业主建立健全的运行管理制度； (2) 编制运行各岗位的责任制； (3) 审核并完善各个系统的运行规程； (4) 编制各种操作卡，从而来满足实用性和可操作性； (5) 编制完善的紧急事故预想方案； (6) 协助业主编制完善的运行数据记录报表、运行记录和周、月汇报文件； (7) 协助业主创建完善的定期例行检查和试验方案； (8) 协助业主创建完善的设备轮换方式； (9) 发现系统缺陷和问题，并提出优化改进建议； (10) 定期组织各种反事故演习工作； (11) 编制并落实对业主运行人员的岗位培训计划； (12) 协助业主做好项目质保期的缺陷统计工作（如果需要）

续表

部门	工 作 范 围
维护部门	(1) 协助业主建立健全的维修管理制度； (2) 协助业主创建预防性维修制度，并完成需要的各种报表文件和计划； (3) 与业主维护人员一同进行各种日常维护工作； (4) 协助业主建立满足要求的备品备件库存； (5) 发现系统缺陷和问题，并提出优化改进建议； (6) 完成特殊工种的工作，如高压焊工等； (7) 编制并落实对业主维护人员的岗位培训计划； (8) 协助业主建立合理的检修计划和确定检修项目； (9) 协助业主做好项目质保期的缺陷统计工作（如果需要）
安全部门	(1) 协助业主建立完善的全厂安全规程； (2) 分析全厂的各种危险源，并有针对性地提出合理建议； (3) 编制定期的消防演习方案； (4) 采取合理措施来保证厂区的安全生产工作； (5) 定期对员工进行身体检查

4. 运营技术指标

在中方提供服务的五年期间，将完成如表 1 - 2 所示的运营技术指标。

表 1 - 2 运 营 技 术 指 标

序号	指标名称	单位	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
1	机组年度可用率	%	>80%	>80%	>85%	>90%	>90%
2	机组净出力	保证值	>90%	>90%	>92%	>92%	>92%
3	热耗	保证值	<108%	<108%	<105%	<105%	<105%
4	厂用电率	保证值	<105%	<105%	<103%	<103%	<103%

注 机组年度可用率= A/B×100%。A 代表机组年度实际运行小时数；B 为全年总小时数（8760h）减去正常停机和故障导致停机的小时数。机组正常停机包括调度命令的停机，非故障造成的小修、大修停机，正常维修停机和由于电网造成的停机。

5. 安全目标

在全面运行/维护服务期间，中方将努力达到表 1 - 3 所示的安全指标。

表 1 - 3 安 全 指 标

序号	安 全 指 标
1	无人员伤亡事故（No person injured or death incident）
2	无火灾事件（No major fire accident）
3	无主设备损失（No major damage on main equipment）
4	无电气误操作（No msitake on electrical operation）