

DAXING HUOLI FADIANJIZU  
JIANXIUGONGCHENG FEIYONGGUANLI

# 大型火力发电机组 检修工程费用管理

柳瑞禹 何成江 孙 月 李利民 编著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书根据定额管理的要求,确定了大型火力发电机组检修工程的项目划分和费用构成,研究了工程量计算方法、预算编制办法和定额测算与编制办法,根据现代企业管理理论及设备管理理论,探讨了最佳状态检修的理论与方法、技术经济分析与评价方法和检修计划的最优制定方法,制定了特大型火力发电企业检修工程的组织与管理办法和措施。

本书可供工程管理专业的各年级学生及研究生作为教学参考用书,也可供大型火力发电机组检修工程项目管理的领导者和技术人员作为工作参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

大型火力发电机组检修工程费用管理 / 柳瑞禹等编著.

北京:中国水利水电出版社,2008

ISBN 978-7-5084-5782-6

I. 大… II. 柳… III. 火力发电—发电机—机组—检修—  
工程造价 IV. TM621.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第113126号

书 名	大型火力发电机组检修工程费用管理
作 者	柳瑞禹 何成江 孙月 李利民 编著
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话:(010) 63202266(总机)、68367658(营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	140mm×203mm 32开本 5.375印张 144千字
版 次	2008年10月第1版 2008年10月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	16.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

## 前 言

电力工业的技术进步，使火力发电机组朝着高参数、大容量方向发展的速度越来越快，单机容量为 600MW 的火电机组正在迅速成为新建火电厂的主力型机组。这些新建电厂投产运营的成本管理的一个主要内容就是检修费用管理，由于如单机容量为 600MW 的机组只是近几年才迅速发展起来的机型，目前国内尚无完整的，甚至可借鉴的机组检修企业定额，从而导致机组的检修费用管理变得十分困难。

本书根据定额管理的要求，对火力发电机组检修工程进行分解，确定火力发电机组检修工程的基本构成单元；测算各基本单元检修时的人工、材料、机械消耗量，编制人工、材料、机械的消耗定额；研究检修工程量计算的理论与方法；分析火力发电机组检修工程定额管理的企业内外部环境；探讨火力发电机组状态检修的最佳周期；建立符合企业检修工作实际、方便实用的检修工程定额管理系统；开展对检修工程的技术经济分析与评价；优化火力发电机组检修工程的计划、组织与管理。

本书编著的技术路线为，以 600MW 容量火力发电机组的技术规范为依据，以设备构成为基础，根据模拟理论，利用 300MW 容量火力发电机组的其他企业定额来分析与测算本企业的 600MW 容量火力发电机组的检修定额；借鉴已投产运行的其他电厂的 600MW 容量火力发电机组的

经验数据与标准，对照检验所制定出的定额的科学性与合理性；在此基础上，参考有关文件及规定，研究大型火力发电机组检修工程项目划分及费用构成，制定检修工程量清单及计价方法；根据现代企业管理理论及设备管理理论研究大型火力发电厂设备运行维护的规范与措施，探讨最佳状态检修的理论与方法，制定特大型火力发电企业检修工程的组织与管理办法和措施。

参加本书编著工作的还有徐莉、许皓玥、吕华、郑玉彬、李云辉、马景善、杨永红、李海波、张清、杜玲玲、侯江洲、余睿、胡勇、魏萌、余娜等。

本书也吸收了一些其他人的研究成果，已在参考文献中列出，在此一并表示感谢。限于编者水平，书中难免存在疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

作者

2008年6月

# 目 录

## 前言

<b>第一章 大型火力发电机组检修的要求和规范</b> .....	1
第一节 大型火力发电机组检修概述 .....	1
第二节 发电设备检修工程管理规范与要求 .....	4
第三节 发电设备检修质量管理规范与要求 .....	6
第四节 发电设备检修文件包管理规范与要求 .....	8
第五节 发电设备检修信息管理规范与要求 .....	11
<b>第二章 大型火力发电机组检修工程项目划分</b> .....	13
第一节 火力发电机组检修工程项目划分体系 .....	13
第二节 火力发电机组检修工程各系统项目划分特点 .....	17
<b>第三章 大型火力发电机组检修工程费用构成</b> .....	22
第一节 直接费费用构成 .....	22
第二节 间接费费用构成 .....	25
第三节 发电机组检修工程费用参考计算方法 .....	27
<b>第四章 大型火力发电机组检修工程的预算编制办法</b> .....	33
第一节 火力发电机组检修工程预算编制概述 .....	33
第二节 火力发电机组检修工程预算编制方法 .....	35
第三节 火力发电机组检修工程预算编制内容和表现 形式 .....	39
第四节 火力发电机组检修工程预算的审查 .....	44
<b>第五章 大型火力发电机组检修定额测算与编制</b> .....	51
第一节 定额的发展与分类 .....	51

第二节	火力发电机组检修定额及其特点	53
第三节	火力发电机组检修劳动定额的构成	54
第四节	火力发电机组检修定额的测量方法	59
<b>第六章</b>	<b>大型火力发电机组检修工程工程量计算方法</b>	<b>64</b>
第一节	火力发电机组检修工程工程量计算的原则、依据和 步骤	64
第二节	火力发电机组检修工程工序费用标准及其制定方法	67
<b>第七章</b>	<b>大型火力发电机组检修定额管理信息系统</b>	<b>70</b>
第一节	火力发电机组检修企业定额信息化的意义	70
第二节	火力发电机组检修定额管理信息系统的设计	71
<b>第八章</b>	<b>大型火力发电机组状态检修理论及方法</b>	<b>74</b>
第一节	火力发电机组状态检修的实施	74
第二节	火力发电机组状态检修的周期预测理论和 方法	83
第三节	基于马尔可夫链的火力发电机组状态检修 决策	88
<b>第九章</b>	<b>大型火力发电机组检修工程技术经济分析与         评价</b>	<b>92</b>
第一节	火力发电机组检修工程技术经济分析与评价理论 基础	92
第二节	火力发电机组检修工程经济效果评价指标体系与 方法	98
第三节	不确定性分析	107
第四节	财务评价与综合评价	113
第五节	价值工程	117
<b>第十章</b>	<b>大型火力发电机组检修计划的最优制定</b>	<b>129</b>
第一节	火力发电机组检修计划概述	129
第二节	等备用法	131

<b>第十一章 特大型火力发电机组检修工程的组织与管理</b> .....	134
<b>第一节 特大型火力发电机组检修工程项目计划管理</b> .....	134
<b>第二节 特大型火力发电机组检修工程项目采购管理</b> .....	140
<b>第三节 特大型火力发电机组检修工程项目沟通管理</b> .....	149
<b>第四节 特大型火力发电机组检修工程项目管理组织</b> .....	153
<b>参考文献</b> .....	160

# 第一章 大型火力发电机组检修的要求和规范

## 第一节 大型火力发电机组检修概述

大容量、高参数、高效率的大机组标志一个国家的技术装备水平。自改革开放以来，我国电力工业的技术装备水平得到了较大的提高，大型发电机组有了显著增长。据统计，1978年全国200MW及以上的发电机组只有18台共4.32GW，占全部装机容量的7.6%；1997年上升到424台共113.2GW，占全部装机容量的44.5%。目前，全国电力系统中300MW、600MW发电机组已成为主力机组，特别是人们认为最佳单机容量的600MW级的火力发电机组已越来越多地投产运行了。

电力设备检修技术管理的历史只有100多年，经历了事后维修到预防维修到现在的状态维修三个阶段。我国从20世纪50年代开始，学习前苏联设备管理经验，推行有计划预防维修制度（计划检修）。通过预先安排的修理周期和定额标准决定大修、小修的工期和工作项目，可以预防事故的发生，虽然有可能造成过剩检修和欠检修，但从目前看来，仍是设备管理的主要形式。状态检修（预知维修）是从单纯的以时间周期为基础的检修制度发展到以设备的实际状态为基础的检修，通过采用一系列先进的仪表仪器来诊断设备的状况确定检修项目。目前，电力行业已建立电气绝缘、热工仪表、化学、金属、压力容器、汽轮机等设备技术监督体系，并将状态检修作为计划维修的一种辅助手段加以实现。现在通过开展设备的寿命管理、在线检测和状态检修技术的应用，使大容量发电机组的安全、经济性和自动化运行水平正在不断提高。



发电设备的检修对于火电厂来说是使至关重要的一个环节。对于保障发电设备安全、经济运行、提高发电设备等效可用系数、增强发电设备调峰能力、降低发电成本、充分发挥设备潜力具有重要意义，是设备全过程管理的重要环节。而规范的机组计划检修工作，可以使检修工程安全、质量、进度、费用和文明检修等方面得到控制并进行有效的管理，提高检修工程整体水平，充分发挥机组效益。同时，在“厂网分开、竞价上网”的新电力体制下，发电企业作为独立的经营主体参与市场竞争，虽然设备检修管理已属企业内部经营管理范畴，不宜进行强制性规定。但是，发电设备检修具有的共同特性以及发电机组作为电力系统的重要组成部分，其检修安排对电网安全、稳定运行的重大影响。表明规范对机组检修过程的管理是各发电企业，特别是以高参数大机组为主的发电企业所重视的。

发电机组检修等级是以机组检修规模和停用时间，分为A、B、C、D四个等级，具体如下：

(1) A级检修。A级检修是指对发电机组进行全面的解体检查和修理，以保持、恢复或提高设备性能。

(2) B级检修。B级检修是指针对机组某些设备存在问题，对机组部分设备进行解体检查和修理。B级检修可根据机组设备状态评估结果，有针对性地实施部分A级检修项目或定期滚动检修项目。

(3) C级检修。C级检修是指根据设备的磨损、老化规律，有重点地对机组进行检查、评估、修理、清扫。C级检修可进行少量零件的更换、设备的消缺、调整、预防性试验等作业以及实施部分A级检修项目或定期滚动检修项目。

(4) D级检修。D级检修是指当机组总体运行状况良好，而对主要设备的附属系统和设备进行消缺。D级检修除进行附属系统和设备的消缺外，还可根据设备状态的评估结果，安排部分C级检修项目。

除此之外，按照检修方式的不同，发电机组检修还分为：

(1) 定期检修。定期检修是指一种以时间为基础的预防性检修，根据设备磨损和老化的统计规律，事先确定检修等级、检修间隔、检修项目、需用备件及材料等的检修方式。

(2) 状态检修。状态检修是指根据状态监测和诊断技术提供的设备状态信息，评估设备的状况，在故障发生前进行检修的方式。

(3) 改进性检修。改进性检修是指对设备先天性缺陷或频发故障，按照当前设备技术水平和发展趋势进行改造，从根本上消除设备缺陷，以提高设备的技术性能和可用率，并结合检修过程实施的检修方式。

(4) 故障检修。故障检修是指设备在发生故障或其他失效时进行的非计划检修。

检修中涉及一些专用名词与术语：

(1) 主要设备和辅助设备。主要设备是指锅炉、汽轮机、燃气轮机、水轮机、发电机、主变压器、机组控制装置等设备及其附属设备；辅助设备是指主要设备以外的生产设备。

(2) 机组 A 级检修间隔。机组 A 级检修间隔是指从上次 A 级检修后机组复役时开始，至下一次 A 级检修开始时的时间。

(3) 停用时间。停用时间是指机组从系统解列（或退出备用），到检修工作结束，机组复役的总时间。

(4) 质检点（H、W 点）。质检点（H、W 点）是指在工序管理中根据某道工序的重要性和难易程度而设置的关键工序质量控制点，这些控制点不经质量检查签证不得转入下道工序。其中 H 点（Hold point）为不可逾越的停工检查点，W 点（Witness point）为检修过程见证点。

(5) 不符合项。不符合项是指由于特性、文件或程序方面不足，使其质量变得不可接受或无法判断的项目。

(6) 检修后评价。是检修项目实施前提出的所有指标（安全、健康、环保、质量、设备健康水平、经济水平、技术水平指标）以及检修计划制定至检修竣工各个环节、费用等要素与实际

完成情况等进行对比、分析、评价，以促进提高检修管理水平。大修、中修开工前 30 天、小修开工前 20 天，应编制好检修项目实施计划书，重要项目应编制作业指导书，包括项目检修组织技术措施及安全保障措施等，报请上级领导批准。

## 第二节 发电设备检修工程管理规范与要求

发电设备检修的目的是提高设备的健康水平，使之处于良好的工作或备用状态，确保设备安全稳定运行，使其达到机组满负荷出力要求，因此必须有计划地对发电设备进行检修与维护。

发电设备检修一般分为大修、中修、小修、节假日检修以及临时非计划检修几种。其中大修、中修、小修是根据检修计划及设备运行状况，在上一年安排的年度检修计划。

同时，根据原国家经济贸易委员会发布的《发电企业设备检修导则》(DL/T 838—2003)发电设备检修项目被分为标准项目、非标准项目及特殊项目三种。各发电设备大修、中修、小修均有不同的标准项目，标准项目是发电设备检修大纲中要求进行检修的项目，是各个火力发电厂检修中的必检项目。发电设备检修中的非标准项目是指根据发电设备运行状况，由各系统的检修专责工程师提出，报请上级领导批准的、标准项目以外的检修项目，一般在发电设备大修、中修或小修前的上一年列入检修计划。特殊项目是指未列入计划内的，在大修、中修或小修开工前由运行专责工程师提出的、报请上级领导批准的临时追加项目，特殊项目由于未列入计划，因此给备件采购、工程投标、费用管理等造成一定的困难，所以在发电设备检修中应尽量减少特殊项目。

编制发电设备检修项目时，首先，应遵照发电设备检修大纲中对各发电设备主辅设备所制订的标准项目进行编制，无特殊理由时不得随意删减检修项目；其次，根据发电设备的状况，在资金等条件允许的前提下，合理安排非标准项目；同时，供应部门

积极配合,做好发电设备检修项目中所需各种备品配件的采购工作。

大修、中修开工前 30 天,小修开工前 20 天,编制好检修项目实施计划书,重要项目应编制作业指导书,包括项目检修组织技术措施及安全保障措施等,报请上级领导批准。

检修项目的制订,应以设备实际运行状况为依据,合理安排,本着“应修必修,修必修好”的原则。做到能修就修,该换必换,控制好检修费用,保证检修总费用不超支。

发电设备的检修,组织工作是基础,组织工作的好坏,直接影响锅炉设备检修的成败,因此,在锅炉大修、中修或小修开工前,做好组织工作尤为重要,按照组织工作的大小,分为大修中修管理和小修管理。

### (一) 大修、中修管理

大修是发电机组检修中的重大检修,其检修工期最长,检修项目最多,检修费用最高,一般 3~5 年进行一次,一些比较重要的非标准项目都安排在大修中进行。中修是仅次于大修的发电设备检修,其工期、项目、费用等都比大修少,但因其在发电设备检修上仍占一定的分量,因此也安排一些比较大的检修项目,对机组部分设备进行解体检查和修理,所以对中修的管理应与大修等同对待,中修一般根据发电设备运行的状况,隔年安排一次。

各火力发电单位在机组大修或中修开工前,首先应成立大修或中修领导组织机构,明确总负责人、各专业总负责人、安全总负责人等;其次,应落实好大修或中修的项目负责人、技术负责人、安全负责人、质量负责人、进度负责人、文明生产负责人、物资供应负责人和后勤保卫负责人等,以利于检修过程中安全、质量、工期过程的控制以及明确安全、质量责任;第三,应根据各个检修项目,对各工程项目实行招标,并加强审核各投标检修单位的资质与业绩,最终确定各工程项目中标的检修单位,签订检修承包合同;第四,应根据检修的项目,选择资质过硬的监理

公司进行项目监理，签订好监理合同；第五，应根据检修计划，编制好大修进度计划表，控制各节点工期，根据电网调度安排选择适当的时间开工。

检修单位在接到中标通知后，针对标书检修项目的内容，组织好检修队伍，成立大修或中修组织机构，明确各专业的项目负责人、安全负责人、质量负责人等，并参阅发电设备检修文件中有关各项的检修工艺等内容，编制项目工程检修技术措施、安全措施等有关文件，组织所有参加检修的人员进行学习，使参加的检修人员明确各检修项目的工艺要求、质量标准以及检修中的安全注意事项等，并按照甲方要求的时间进入检修现场进行发电机组的大修或中修工作。

### （二）小修管理

发电设备小修是根据年度检修计划制订的一般性的检修，单台机组每年安排 1、2 次。发电机组小修由于其检修、工期比较短，根据设备的磨损、老化规律，一般只重点安排一些标准项目，有时也在工期加长的小修中安排一些少量的、工程量很小的非标准项目。

发电机组小修由于其工期短，故一般不特设检修组织机构，只安排小修工作的专业负责人、安全负责人及项目负责人等，其管理力度也比大修或中修小得多。故工程项目招投标也比大修或中修简单，检修所需的人力、物力、财力也比较少，故一般不组织工程监理，只按检修项目要求编制较为简洁的项目检修内容、项目质量责任书、工期进度表等文件。

检修单位中标后进行发电机组的小修工作，其组织工作应该与发电机组的大修或中修一样，选派合适的检修人员进行检修。

## 第三节 发电设备检修质量管理规范与要求

发电设备检修的关键在于检修质量，发电设备检修的目的就是要消除发电设备隐患及缺陷，提高发电设备的健康水平，延长

发电设备的使用寿命。控制住发电设备检修的质量，就达到了检修目的；检修质量出现问题，就会使设备的健康留下隐患，造成设备带病运行，迫使发电机组减出力运行，同时有可能造成设备损坏事故，给安全生产带来不利影响，所以在发电设备检修中，把住质量关至关重要。

为了提高管理水平，适应现代化管理的需要，确保检修质量，做到事先控制、事中检查、事后检验，从根本上杜绝质量事故的发生，引入 ISO9001 质量保证体系，即设计、开发、生产、安装和服务的质量保证模式。

首先，按照 ISO9001 质量体系的要求，编制“质量手册”，明确检修的方针目标，确定机组检修的领导组织机构，明确各负责人的权限，并说明一些相关术语等。如发电机组检修结束后要创全优，机组运行 180d 无临检，发电机组大修领导组织机构等，就是发电机组大修编制的“质量手册”中的相关内容。

其次是编制“质量体系程序”，也就是编制与检修相关的程序文件，即在检修工作开始前所编制的一些相关文件，如检修例会管理规定、发电设备检修主要项目、检修期间安全规定、文明检修管理规定、检修期间后勤保障管理规定、各承包检修单位的组织机构以及联络方式等。这些文件明确相关内容的适用范围，对相关人员明确权利、责任和义务，这些文件是为了实现“质量手册”的方针目标而设立的，也是为“质量手册”服务的。

再次是依据“质量程序文件”的要求，编写发电设备检修的详细“作业文件”，下面以发电设备检修为例进行说明。

如发电设备检修文件包中的项目作业卡、项目工艺及工序要求、项目检修验证卡、项目检修安全措施、项目检修进度计划、项目检修不合格报告单、返工记录报告、项目检修验收报告等文件，这些文件就是依据质量程序文件针对发电设备检修而制订的详细作业计划。

这些文件针对发电设备检修的某一方面提出了具体要求。如

项目检修工序工艺要求中，明确阐述了某个项目的检修全过程及步骤，按照该文件执行，就能顺利完成该项目的检修工作，达到检修质量要求。

ISO9001 质量体系还要求编写“质量计划”，如发电设备检修的各种规程、安全工作规程、发电设备检修质量标准等文件均属此类文件，这类文件是从事发电设备检修所必须遵守的操作规程。另外，“质量记录”也是该体系的一部分，它对应于发电设备检修记录总结，并将发电设备检修的成败得失以文件的形式予以确认，汇编成册，作为历史材料，长期保存。

#### 第四节 发电设备检修文件包 管理规范与要求

为了强化检修管理，规范检修程序，保证检修质量，完善检修技术档案，建议发电检修使用文件包管理。

检修文件包应包括文件包目录清单、项目作业卡、检修工器具及材料备件清单、项目检修工艺及工序要求、项目检修签证卡、项目检修安全措施、项目检修进度计划、项目检修动态试验卡、项目检修不合格项报告单、返工记录报告、项目验收报告和附件等项。根据发电检修级别的不同，对上述各项可以适当增减。

##### 1. 文件包目录清单

文件包目录清单以表格形式列出，标明文件包内各文件的名称、工作负责人和工作联系人，在明确文件包所有内容后，工作负责人与项目负责人应履行交接签字手续。

##### 2. 项目作业卡

项目作业卡由该项目检修设备所属班组的技术员或专责工程师负责编制，其内容应包括检修项目、设备所属班组与负责人、检修单位名称、工作负责人等。检修项目开工前，工作负责人应与设备所属负责人履行签字手续。

### 3. 检修工器具及材料备件清单

清单中对某个具体项目检修所需要的工具、量具、材料、备品及配件的名称、规格、数量、价格等项应标明清楚，要求详细准确。

### 4. 项目检修工艺及工序要求

该内容是文件包的灵魂，它指明了某个具体项目检修作业的具体操作程序，详细地说明了作业人员在检修该项目中应该做什么，怎么做，并指出在这个具体检修项目作业中应该注意的有关检修工艺方面和安全方面的具体要求。

### 5. 项目检修鉴证卡

项目检修鉴证卡包括停工检查点（H点）和检修过程见证点（W点）两种。

（1）停工检查点（H点）。它是指某个具体项目检修过程中规定的关键质量控制点。当检修工作到达该点后，检修作业人员必须立即停止工作，由相应检验单位的检验人员进行检验，检验合格并签字后，方可继续下道工序工作。

（2）检修过程见证点（W点）。它是指项目检修过程中规定的一般质量控制点，检修工作即将到达该点时，工作负责人应及时联系相应检验单位的检验人员到场进行检验，检验合格后方可进行下一道工序程序。但也允许在得到检验人员口头同意的情况下，越过W点进行下道工序工作，事后由工作负责人与检验人员补办签字手续，但不允许连续跨过两个W点。

### 6. 项目检修安全措施

项目检修安全措施中规定了某个具体检修项目中，检修设备与运行设备的可靠隔绝措施以及该项目检修过程中所要遵守的安全注意事项，工作负责人与项目负责人以及运行联系人必须在该措施签字栏内签字后方可开工。

### 7. 项目检修进度计划

项目检修进度计划是以某个具体检修项目为依据，制订的该项目的检修进度计划，该计划必须从整个检修的大局出发，必须



服从检修的主线工期进度要求，合理控制检修进度，使之最大限度地符合整个检修进度计划。

#### 8. 项目动态试验卡

对于需要进行动态试验的检修设备，在冷态验收合格后，必须进行动态试验，并填写动态试验卡，如各种风机的试转、各挡板的开关试验等。试验过程中有关人员必须同时到场，对试验的结果真实记录，达不到试验要求的必须重新进行检修。

#### 9. 项目检修不合格项报告单

在某个具体项目检修过程中，发现设备检修中或测量中出现异常而又不易马上消除时，必须填写不合格项报告单，项目负责人与工作负责人应同时确认并在报告单上签字，说明造成项目检修不合格的原因，并将报告单复印件上报给上级领导，请求批示。

#### 10. 返工记录报告

由于各种原因造成某个具体检修项目出现返工，工作负责人必须在返工记录报告上填写记录，详细说明造成返工的原因、采取的返工措施以及由于返工造成的损失和引起的不良后果等内容，项目负责人和工作责任人应共同对其予以确认，并进行签字。

#### 11. 项目验收报告

根据检修级别的不同，项目验收分为 A、B、C 三个级别。

(1) A 级验收：是指整个检修过程中的重大标准项目或非标准项目以及特殊项目的工程结尾验收，由于这些检修项目检修质量的好坏对发电机组的影响重大，因此这些项目的验收是由多级验收小组分步进行，最高级别的验收由大修组织机构的领导亲自负责进行验收并履行签字手续。

(2) B 级验收：是指整个检修过程中次重要项目的工程结尾验收，因其检修质量的好坏对发电机组的影响较大，所以这些项目的验收由两级验收小组分步进行，高级别的验收一般是由专业总负责人进行验收并履行签字手续。