



中国华电集团公司
CHINA HUADIAN CORPORATION

火电机组检修全过程 规范化管理

■ 中国华电集团公司安全生产部 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



中国华电集团公司
CHINA HUADIAN CORPORATION

火电机组检修全过程 规范化管理

■ 中国华电集团公司安全生产部 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书共分十四章，系统介绍了检修全过程管理方法，注重理论与实践相结合，在表述管理内容的同时有意增加了简练的理论阐述，使得一些较为新颖和先进的管理方法有了一定的理论铺垫，力求深入浅出、通俗易懂，旨在增强本书的指导性和可读性，便于先进检修管理思想、方法的运用和推广。在内容编排上力求完整、清晰，对检修工程全过程管理涉及的概念、管理模式进行了详细叙述，对相关管理内容给出了规范化的表格或示例，具有较强的可操作性。

本书主要适用于火电机组的大修（A级检修）管理，其他等级的检修管理可以参照本书并结合企业实际情况进行适当简化后使用。

本书既可作为火电机组检修管理的指导性文件，也可作为火电机组检修管理的培训教材使用。

图书在版编目（CIP）数据

火电机组检修全过程规范化管理/中国华电集团公司安全生产部编
著. —北京：中国电力出版社，2008.9
ISBN 978-7-5083-7778-0

I. 火… II. 中… III. 火力发电—发电机—机组—检修—企业管理 IV. TM621.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 127514 号

中国电力出版社出版、发行
（北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>）
航远印刷有限公司印刷
各地新华书店经售

*

2008 年 9 月第一版 2008 年 9 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.75 印张 568 千字
印数 0001—3000 册 定价 69.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
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



序

检修管理是设备管理的关键环节，检修管理水平的高低直接决定了机组的安全、经济运行水平和成本控制水平，对企业的效益影响巨大。中国华电集团公司成立以来，一直致力于检修管理体制和检修策略的创新，在检修管理制度建设方面做了大量卓有成效的工作，许多企业形成了具有鲜明特色的检修管理体系。2006年，中国华电集团公司委托华电国际电力股份有限公司，组织精干人员，在总结集团公司所属企业检修管理经验、分析检修管理实践中存在问题的基础上，吸收国内先进检修管理成果，编写了这本《火电机组检修全过程规范化管理》，是中国华电集团公司在生产管理领域的积极探索和创新。

本书以设备管理、检修管理理论为基础，以检修工程质量、成本、进度的有效控制为中心，对检修准备、施工、总结、评估各个阶段的管理目标、方法、标准等进行了详细论述，给出了管理效能评价模型。本书注重理论与实际相结合，对主要管理模式均有简要理论叙述；注重管理措施的实践性，对相关管理内容给出了大量规范化的表格或示例；注重管控模式的创新与整合，对传统管理模式与现代管理模式进行了有效衔接，具有较强的理论性、指导性、示范性和可操作性。

希望本书的出版能对发电企业规范检修管理、保证检修质量、降低检修成本起到积极的促进作用。

任书群

2008年6月

前言

发电企业是资金和技术密集型企业，发电设备是企业的最重要和最主要的有形资产。对发电设备进行科学、有效的管理是企业生产运营管理的核心。由于检修管理是设备管理的关键环节，检修管理水平的高低直接决定了机组的安全、经济运行水平和成本控制水平，直接影响着企业在电力市场中的竞争能力，所以检修管理一直被国内外发电企业高度重视。随着检修管理机制、策略的创新，出现了以全员生产维修、点检定修制、以可靠性为中心的维修和商业可靠性理论等有代表性的管理方法和理论，并得到不断发展、完善和推广。近年来，国内各发电企业在检修管理方面进行了大量创新和探索工作，促进了检修管理水平的提升，但就全国范围而言，检修管理的发展水平整体上不均衡，部分企业检修管理基础比较薄弱，管理水平不高。面对电力体制改革带来的企业间的激烈竞争，各发电企业对规范检修管理、提升检修管理水平提出了强烈的需求，急需一本站在检修管理发展前沿并系统地介绍发电企业检修全过程规范化管理的书籍，用以指导和规范检修管理工作，以期迅速提升检修管理水平。

本书以实现火电机组检修管理的“组织管理程序化、过程控制精细化、作业实施标准化、工期控制网络化、修后评估科学化”为目标，以发电机组检修全过程管理为主线，以检修质量、成本、工期控制为中心，参考了有关检修管理发展前沿的理论、制度、办法，借鉴了发电行业内发电企业的先进管理模式，提炼了目前业内行之有效的管理方法和手段。本书系统介绍了检修全过程管理方法，注重理论与实践相结合，在表述管理内容的同时有意增加了简练的理论阐述，使得一些较为新颖和先进的管理方法有了一定的理论铺垫，力求深入浅出、通俗易懂，旨在增强本书的指导性和可读性，便于先进检修管理思想、方法的运用和推广。本书共分十四章，在内容编排上力求完整、清晰，对检修工程全过程管理涉及的概念、管理模式进行了详细叙述，对相关管理内容给出了规范化的表格或示例，具有较强的可操作性。本书主要适用于火电机组的大修（A级检修）管理，其他等级的检修管理可以参照本书并结合企业实际情况进行适当简化后使用。本书既可作为火电机组检修管理的指导性文件，也可作为火电机组检修管理的培训教材使用。

本书第一章由孔凡义编写；第二章由黄臻编写；第三章和第十三章由姜虹编写；第四章由王兴合编写；第五章和第十二章由田亚编写；第六章和第十章由李林编写；第七章和第十一章由何田编写；第八章由郭红闵编写；第九章由温婧编写；第十四章由郭红闵和王兴合共同编写。孔凡义、王泳涛、张文鹏、徐剑辉、孟宏对书稿部分章节进行了初审。本书章节结构由汪明波编制，全文由孔凡义统稿、张宗震审稿。张宗震同志对本书内容提出了很多宝贵建议，在此表示衷心感谢。

由于时间和编者水平所限，不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

作者

2008年5月于济南

目 录

序	
前言	
第一章 总则	1
第二章 检修管理概论	3
第一节 设备管理	3
第二节 发电设备检修管理	7
第三节 发电机组检修管理	10
第四节 发电机组检修管理相关的主要基础工作	14
第三章 检修准备管理	18
第一节 概述	18
第二节 计划准备	20
第三节 操作性文件准备	22
第四节 检修物资准备	25
第五节 检修工器具准备	28
第六节 组织与人员的准备	29
第七节 检修技术资料准备	32
第八节 其他准备事项	33
第四章 检修项目、检修计划管理	36
第一节 检修工程计划管理	36
第二节 检修项目管理	40
第三节 机组检修计划管理	61
第四节 检修项目变更管理	69
第五章 检修质量控制	71
第一节 概述	71
第二节 检修质量控制的要求	73
第三节 检修质量的过程控制	76
第六章 检修工艺管理	97
第一节 概述	97
第二节 检修工艺规程的编制、修订、发布	99
第三节 检修工艺纪律	100
第七章 检修监理	106
第一节 概述	106
第二节 业主、监理单位、检修承包方的相互关系	108
第三节 检修监理单位资质管理和监理组织形式	109

第四节	检修监理合同管理	112
第五节	检修监理的工作方法和程序	114
第八章	检修工期控制	120
第一节	概述	120
第二节	检修工期计划的编制要求	122
第三节	工期计划编制技术与工具	128
第四节	检修工期的控制原理及应用	131
第九章	检修费用管理	136
第一节	概述	136
第二节	检修标准项目费用定额管理	137
第三节	年度检修费用的审批流程及预算编制	139
第四节	检修费用的管控方法	142
第十章	检修作业文件包管理	145
第一节	概述	145
第二节	检修作业文件包典型框架结构	148
第三节	检修作业文件包的编制	150
第四节	文件包使用及注意事项	157
第十一章	检修外包项目管理	159
第一节	检修外包的适用范围	159
第二节	对检修外包项目承包单位的资质管理	159
第三节	检修外包合同管理	165
第四节	对外包队伍的检修全过程管理	172
第十二章	检修现场管理	175
第一节	检修现场安全管理	175
第二节	检修现场定置管理	189
第三节	检修现场作业区隔离管理	193
第十三章	检修竣工、总结与资料整理归档	196
第一节	检修竣工、总结及评估	196
第二节	修后检修资料的整理和归档	201
第三节	文件修编	204
第十四章	检修综合评价	207
第一节	概述	207
第二节	检修综合评价体系和评价标准	208
第三节	检修综合评价的程序及方法	215
附录一	机组大修准备全过程管理程序	217
附录二	××电厂(公司)×号机组大修准备情况汇报材料	219
附录三	中国华电集团公司 发电机组大修目标责任书	220
附录四	检修等级组合规划表	223
附录五	定期工程项目滚动检修计划表	224
附录六	检修标准项目及费用实施计划	225
附录七	(××××)年度检修工程计划表	227

附录八	(××××) 年度检修工期计划表	228
附录九	×号机组大修前可靠性分析报告	229
附录十	×号汽轮机大修前性能评估报告	231
附录十一	×号发电机组电气设备修前状态评估报告	232
附录十二	检修管理考核细则	233
附录十三	文明检修相关制度	235
附录十四	单代号网络图示例	238
附录十五	300MW 机组 A 级检修网络图	239
附录十六	300MW 机组汽轮机专业检修主线计划	240
附录十七	×××MW 发电机组×号机组汽轮机 ETS 系统大修作业文件包	242
附录十八	大修外包考核细则	286
附录十九	×××× (项目名称) 的技术协议	289
附录二十	汽轮机运行平台的现场布置图	290
附录二十一	锅炉专业总结报告	291
附录二十二	汽轮机专业总结报告	293
附录二十三	电气专业总结报告	295
附录二十四	热控专业总结	297
附录二十五	化学、灰水、燃料专业总结报告	300
附录二十六	××公司××发电厂 (公司) ×× 机组检修总结报告	302
附录二十七	检修评价检查表	305
附录二十八	检修综合评价报告	310
附录二十九	检修综合评价不符合项登记表	311
附录三十	质量验收统计表	312
附录三十一	检修项目完成数	313
附录三十二	检修评价主要经济类指标	314
附录三十三	检修评价技术类指标: 锅炉检修前后主要运行技术指标	315
附录三十四	检修评价技术类指标: 汽轮机检修前后主要运行技术指标	316
附录三十五	检修评价技术类指标: 发电机检修前后主要技术指标	317
附录三十六	检修费用类指标的评价表	317
附录三十七	检修分项费用统计	318
附录三十八	可靠性类指标: 机组主要可靠性指标	318
附录三十九	可靠性类指标: 辅机可靠性指标	319
附录四十	热工监督“三率”情况	319
附录四十一	电气仪表正确率、保护动作正确率	319
参考文献		320

第一章

总 则

一、检修全过程规范化管理的目标

发电企业设备检修管理是设备全过程管理的重要组成部分，也是生产技术管理的主要工作内容。检修管理是一项复杂的系统工程，是围绕着企业的生产经营目标提高设备健康水平和设备可靠性而开展的一系列设备检修、维护和管理的工作。随着电力体制改革的深入、生产技术水平的提高，重视和加强设备检修的规范化管理，提高设备检修管理水平是至关重要的。检修全过程规范化管理是指运用科学先进的管理思路和现代化的管理方法，组建质量管理体系，对从检修准备工作开始到检修施工、调试验收、试运、竣工总结全过程的每个管理阶段、管理物项进行科学化、标准化管理，以实现检修管理的规范、高效，保证检修工程高质量地在规定时间内完成。

发电企业应建立健全检修管理各项规章制度，制定科学先进的安全、质量、工期、费用管控模式并形成规范化的文件体系，实施从检修准备到总结评估的全过程规范化管理。实施检修规范化管理，就是要通过体系化的制度规范各级人员的管理及作业行为，避免随意性，达到检修“组织管理程序化、过程控制精细化、检修作业标准化、工期控制网络化、修后评估科学化”的目标，使检修管理更加标准化、科学化、高效化，各项管理措施可操作化，从而有效保证检修质量、降低检修成本。

二、检修全过程规范化管理总原则

检修全过程规范化管理应遵循以下原则：

(1) 发电企业检修管理现阶段仍执行“预防为主、计划检修”的方针，应按照“预防性检修逐步向预知性检修过渡”的原则，在定期检修的基础上，逐步扩大状态检修的比例，最终形成一套融定期检修、状态检修、改进性检修和故障检修为一体的优化检修模式，以实现设备可靠性和经济性的最优化。优化检修实施的基本思路是从推行设备点检定修管理入手，选择可靠、实用的状态检测设备和状态信息集成分析、诊断系统，进行设备状态评估，达到检修策略优化的目的。

(2) 发电企业应按照国家、行业或上级主管部门颁发的检修管理制度、技术监督法规、标准、规定和措施以及制造厂提供的设计文件，并参考同类型机组的检修经验以及设备状态评估结果等，合理安排设备检修。以检修的安全和质量为保障，以实现机组修后长周期安全、稳定、经济运行为目标。

(3) 设备检修应自始至终贯彻“安全第一、预防为主”的方针，杜绝各类违章，确保在检修生产活动中的人身和设备安全。

(4) 检修质量管理应贯彻 GB/T 19001 质量管理标准，实行全过程管理，推行标准化作业。

(5) 发电设备检修管理应积极采用 PDCA（即 P—计划、D—实施、C—检查、A—总结）循环的闭环管理方式，注重检修管理的持续改进。

(6) 以追求设备全寿命周期费用最经济为原则，开展检修管理工作，在满足可靠性的前提下，追求检修费用最低，有效控制成本。

(7) 检修管理实行“责任可追溯制”，做到“凡事有人负责，凡事有人监督，凡事有章可循，凡事有据可查”。

(8) 积极学习和运用先进的管理理念和方法，以管理体制的扁平化、管理方式精细化、机构

配置精简化、人员素质专业化等为手段,以追求“实效、高效”为原则,不断提升检修管理水平。

三、检修全过程规范化管理总体要求

(1) 发电企业应在规定的期限内完成既定的检修作业,达到质量目标和标准,确保机组安全、稳定、经济运行,以及建筑物、构筑物的安全牢固。

(2) 发电机组检修的全过程管理是运用现代设备管理手段,实施发电机组检修工作的全方位、全过程、全员、闭环的综合管理。

(3) 发电企业应不断改进检修管理方法和手段,优化管理流程,促进组织的扁平化,提高检修管理效率。

(4) 发电企业应按照 GB/T 19001—2000 质量管理系列标准的要求,设计和建立质量管理体系和组织机构,实行从事后把关转到“防检结合、以防为主”的全面质量管理。认真按照全面质量管理的要求,从大修准备工作开始,采用 PDCA 循环的质量管理方式,制定各项计划和具体实施细则,做好设备检修施工、验收和修后评估工作。不断总结经验,持续改进。

(5) 检修管理应贯彻精细化、标准化、规范化原则,完善检修作业文件,推行检修作业文件包制度,通过精细化的检修程序文件来规范检修行为,杜绝检修过程中的随意行为,提高检修作业文件的可操作性,提升检修管理水平。

(6) 切实加强设备检修的安全管理。认真执行《电业安全工作规程》和检修工作票制度、危险点分析等有关安全制度,积极采取安全措施,杜绝检修中人身伤亡和重大设备事故。

(7) 加强质量监督,严格按照质量控制点进行验收,确保检修质量。所有项目的检修和质量验收,均应实行签字责任制和质量追溯制。必要时可引入监理制。

(8) 根据自身特点,积极将 6S 管理(即清理、整理、清洁、维持、安全、素养)运用于检修现场管理,制定检修过程中的环境保护和劳动保障措施,合理处置各种废弃物,改善作业环境和劳动条件,文明施工,清洁生产,不断提高企业管理水平和素质。

(9) 加强检修工期控制,编制各级检修工期网络计划,根据自身特点,借助先进的网络平台和软件,实现检修工期的动态管理。

(10) 设备检修费用管理实行预算管理、计划下达、成本控制、节奖超罚,促进检修费用管理的规范化、定额化、精细化。

(11) 设备检修采用先进工艺和新技术、新方法,积极推广应用新材料、新工具,提高工作效率,缩短检修工期。

(12) 加强检修基础管理工作,对参与检修的所有物项(管理、组织、人力资源、程序、过程等)和质量要素,均应制定和颁发各类制度、程序、措施、计划等。使其始终处于受控状态。

(13) 加强检修人员的业务培训,积极提高参与检修所有人员的技术管理水平,使检修人员努力达到“三熟、三能”。

(14) 积极应用先进的计算机检修管理系统,实现发电企业的检修管理现代化。

(15) 积极探索和应用分析诊断技术和有效的监测手段。条件成熟的发电企业宜建立状态监测和诊断组织机构,准确把握设备状态,逐步开展状态检修。

第二章

检修管理概论

第一节 设备管理

一、设备管理的基本概念与理论

自从人类使用机械设备以来,就有了设备的管理工作。科学技术的进步和工业领域的变革促进了设备管理的迅速发展。人们对设备管理的基本特性和设备故障规律的深入分析、研究催生了现代设备管理。目前,设备管理已经发展成为一门独立的综合性管理学科,而设备寿命周期管理则是现代设备管理的基本理论之一。

设备的寿命周期是指设备从规划、制造、安装、调试、使用、维修、改造直至报废的生命全过程,如图 2-1 所示。

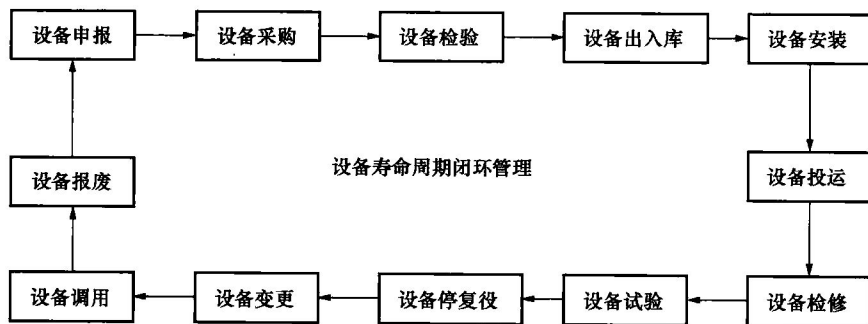


图 2-1 设备寿命周期闭环管理示意

设备寿命周期理论是现代设备管理的基本理论之一,是根据系统工程论、价值工程论、控制论的基本原理,结合企业的经营方针、目标和任务,分析和研究设备全寿命周期的技术、经济、组织管理方面的理论。

技术管理方面,依靠技术进步,加强设备技术管理,研究设备寿命周期的故障特性和维修特性,提高设备有效利用率,采用适用的新技术和有效的技术管理手段,改进设备的可靠性、维修性和可用性。

经济管理方面,掌握设备的技术寿命和经济寿命,对设备的投资、修理和更新改造进行技术经济分析,力争投入少,产出多,效益高,从而达到寿命周期费用最经济和提高设备综合效率的目标。

组织管理方面,强调设备全寿命周期的管理和控制,将设备设计、制造和使用各阶段统一组织管理,强调全过程的闭环管理,运用多种手段,实现设备系统全面的综合管理,不断提高设备管理的现代化水平。

从设备可靠性工程管理角度来讲,通过设备的寿命周期闭环管理可从整体上保证和提高设备的可靠性、维修性和可用性。

所谓设备的可靠性是指在规定的条件下和规定的时间内,完成规定功能的能力。可靠性的概率度量亦称可靠度,所以常常用统计概率来表示。与可靠性有关的物理概念和指标有可靠性 $R(t)$ 、故障概率 $F(t)$ 、失效率(故障“强度”) $\lambda(t)$ 和平均无故障工作时间 MTBF 等。

设备的维修性,是指在规定的条件下和规定的时间内,按规定的程序和方法进行维修时,保持或恢复到规定状态的能力;是指可修复设备所具有的维修难易程度。绝大部分设备是可维修的,即当设备发生故障丧失功能时,可以通过维修来恢复其功能。表征维修性的特征量主要有三个:维修度、修复率和平均修复时间。设备的维修性具体表现在设计结构简单,零部件组合合理;修理通道良好,可迅速拆卸,易于检查;通用化和标准化水平高、互换性强等方面,其目的在于提高设备的可利用率。

设备的可用性是指设备在任一随机时刻需要和开始执行任务时,处于工作或可使用状态的程度。设备在使用过程中,不是处于能工作的状态,就是处于不能工作的维修状态。人们期望能工作的时间长,不能工作的时间短,这样,设备的利用率高,即可用性好。可用性的概率度量称为可用度,也称为可用系数,即可修复设备在规定的条件下,规定时间内,维持其功能的概率,分为瞬时可用度、稳态可用度和平均可用度。

与设备可靠性含义相反的概念是设备故障,两者都是设备质量的时间性和综合性的指标。故障是设备在寿命周期过程中必然要发生的现象,它使设备某些或全部功能丧失,会给企业带来直接和间接的经济损失。通过对故障规律的分析研究,可采取合适的措施,力求设备最佳的设备寿命周期费用效率。提高设备的效益是现代设备管理的一项基本要求。

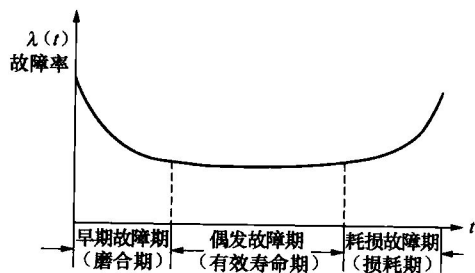


图 2-2 设备故障特征曲线——浴盆曲线

设备故障规律的分析、研究是现代设备管理的基础性工作之一,人们逐步认识设备故障规律的过程也是设备管理理念变化的过程。大量使用和试验证明,大多数设备的故障率是时间的函数。最初,人们对设备故障的认识非常简单,认为设备越陈旧越可能发生故障。随着人们对故障认识的加深,产生了著名的“浴盆曲线”观点。所谓“浴盆曲线”就是一种经典的设备故障率曲线,因设备的构成是多系统或多部件的,如果局部发生故障将导致整个系统不能运作,由其故障发生情况所绘

制的曲线,因形似浴盆,故称为浴盆曲线(见图 2-2)。

具体来说,设备故障特征曲线分为三个阶段,即早期故障期、偶发故障期和耗损故障期。早期故障期对于机械产品又叫磨合期。在此阶段,开始的故障率很高,但随时间的推移,故障率迅速下降。此阶段发生的故障主要是设计、制造上的缺陷或使用不当所造成的。进入偶发故障期,设备故障率大致处于稳定状态。在此阶段,故障发生是随机的,其故障率最低,而且稳定,这是设备的正常工作期或最佳状态期。在此阶段发生的故障多因为设计、使用不当或维修不力产生的,可以通过提高设计质量、改进管理和维护保养使故障率降到最低。在设备使用后期,由于设备零部件的磨损、疲劳、老化、腐蚀等,故障率不断上升直至设备寿命终结,该阶段被称为耗损故障期。如果在该阶段开始时进行设备大修,可经济而有效地降低故障率,提高经济效益。而设备大修的结果会使设备故障的规律进入一个新的“浴盆曲线”。

浴盆曲线所表示的是复杂的设备、设备系统或装置在整个使用寿命周期内故障率变化情况,发电设备故障的一般规律也可由“浴盆曲线”来描述。随着科技的进步和对设备故障类型的研究逐渐深入,通过对不同类型设备故障率曲线和规律的研究和试验,目前已将浴盆曲线扩展为 6 种不同的故障率曲线(见图 2-3),进一步揭示了不同类型设备故障的规律,有助于我们选择合适的检修周期、检修时机和检修策略,有效地开展预防性和预知性检修工作。

根据设备故障性质来分,设备的故障分为先天性、磨损性和滥用性三种。其中磨损性故障是最具有普遍性和规律性的故障类型,而阐述磨损性故障的原理和对策,是现代设备管理基本理论

的重要内容。

机械设备的磨损可分为有形磨损和无形磨损两个方面。

有形磨损，包括设备在使用过程中，由于摩擦、冲击、振动、疲劳、腐蚀、变形等造成的实物形态的变化，使其功能逐渐（或突然）降低以致丧失；也包括设备闲置过程中，锈蚀、变质、老化等原因造成的实物形态的变化，使功能降低以致丧失。

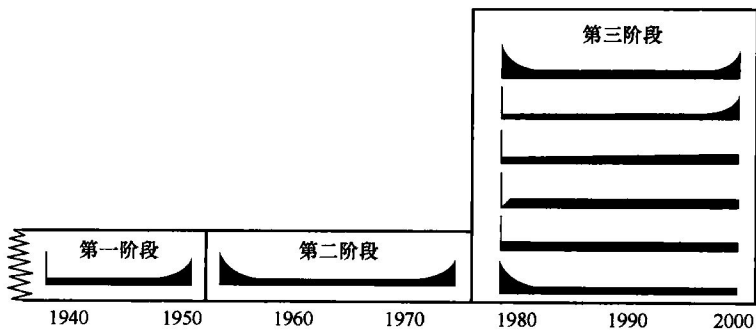


图 2-3 设备故障观点发展的三个阶段

无形磨损表现在设备的价值贬值上，它不是由于使用过程中自然力的影响所产生的。造成贬值的原因有以下两种：

第一种是由于技术进步和劳动生产率的提高，生产同样设备的消耗成本，不断降低，迫使原设备贬值，也称为第一种无形磨损。

第二种是由于出现了比原设备在结构、原理、功能、造价等方面都优越的新设备，原设备显得技术上陈旧，功能落后，由此造成的贬值，也称为第二种无形磨损。

设备磨损的对策就是补偿。设备磨损的补偿就是为了恢复或提高设备系统组成单元的功能，而采取的追加投资的技术组织措施。磨损的方式和程度不同，与其对应的补偿方式也有所不同。

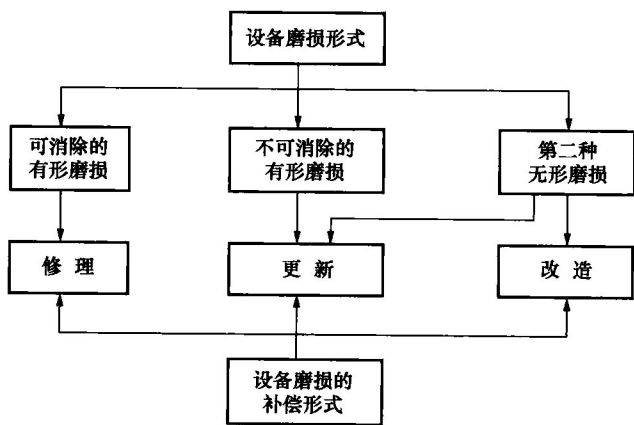


图 2-4 设备磨损形式与补偿形式的关系

设备磨损的补偿方式有三种，即修理、更换和技术改造。对于一些有形磨损，可以通过修复技术来修复。对于有些损耗如零件断裂、材料老化等，只能通过部件或设备更换的方法来恢复其原有功能。而无形磨损的消除，只能在采取措施改进其技术性能，提高其技术的先进性后才能达到。在发电机组检修工作中可能同时存在修理、更换和技术改造工作。这三种不同性质的工作有着显著的区别（见图 2-4），作为补偿方式是一种设备管理的对策，采用哪一种补偿方式，要看设备的磨损形式和磨损程度，但归根结底取决于进行补偿时

的经济评价。而补偿的作用，使设备的可靠性、维修性、可用性得到了恢复和提高。

所以，设备检修的目的，就是重新完善设备系统，恢复或提高设备的功能。对于设备的损耗在物质形态上给予补偿的同时，也补偿了它的经济价值。设备检修的核心问题是根据设备磨损或损耗情况，结合企业的经营目标，对具体的设备选择正确的检修方式和检修层次，合理安排检修计划并付诸实施。

二、设备管理的内容和任务

设备管理是一项复杂的系统工程。它包括机构设置，方针政策的贯彻，管理制度的制定，技术标准、规程的执行和设备的选购、安装、使用、维修、更新改造直至退役的全过程管理。设备管理的任务是以合理的设备管理费用的投入，保证设备完好，不断提高设备健康水平和

技术装备素质,充分发挥设备的效能,全面完成生产任务和安全经济指标,获得良好的设备投资效益。

电力企业是技术、资金密集型企业,企业内部设备技术状态和组织状态的好坏,对企业本身及全社会都有重要的影响,强化设备管理是安全生产的重要保证。电力企业设备管理就是围绕发电设备从选择采购直到报废全过程而开展的系列管理工作,也就是对生产设备从规划、设计、制造、调试、使用、维修、改造、技术反馈到更新、报废全过程全寿命周期进行闭环管理。

发电企业设备管理的根本任务是保证安全、经济的发供电。实施设备管理,其作用就是实现对设备的合理配置,有效调度和使用电力设备,合理安排设备检查,保证安全经济发电,提高设备利用小时数,充分发挥设备的最佳技术性能;有计划地进行设备的维护和检查,采用先进科学技术和方法,缩短检修工期,提高检修质量,延长检修间隔;采取有效措施消除设备缺陷,使设备经常处于良好的状态;对设备从选购到报废的各项业务工作进行规范和要求,保证设备全过程管理的有序、高效。

发电企业设备管理遵循三个原则:一是全过程控制的原则,即管好、用好、修好设备,保持设备良好的安全性、可靠性和经济性;二是全员参与的原则,从企业最高管理层到第一线员工都参与设备管理;三是服从的原则,即单台设备服从系统,系统服从于机组,根据机组的安全性、可靠性、经济性的要求,充分利用新技术、新工艺、新材料等先进的科学技术,提高设备的安全、经济、技术性能,满足机组安全经济稳定发电的需要。

设备管理的内容分为设备的技术管理和经济管理两方面。设备的技术管理,包括设备的规划、选购、验收、安装、调试、试运、使用、维修、技术改造和报废各个阶段的管理,以使设备经常保持良好技术状态。设备的经济管理,包括设备的最初投资、维修费用的支出、设备折旧、更新改造资金的筹措与支付的管理,目的是提高设备管理的经济效益。

电力企业就是要从技术和经济两方面进行全面的设备管理,提高设备的经济效益,从而取得最佳的经济效能。

三、设备管理的产生与发展

设备管理的产生与发展是一个逐步演化、变革和完善的过程。发展至今大致可分为三个阶段:第一个阶段为事后维修阶段(也称为故障维修阶段),即西方资本主义工业生产刚开始时,由于设备简单,容易维修,所用维修时间也不长,一般都是在设备使用到出现故障时才安排进行维修,该阶段也称为事后维修阶段。第二个阶段为预防性维修阶段,即到了第二次世界大战期间,各种物品的需求急剧增加,而劳动力却迅速减少,社会的需求促进了设备的机械化程度快速提高,设备的完好程度对社会生产的影响越来越大。任何一台主要设备或一个主要生产环节出了故障,就会影响整个生产线,造成重大的损失。预防设备故障的必要性逐渐突出出来,人们通过定期检查维修,消除了设备缺陷,提高了整个生产线或系统的可靠性,从而逐渐形成了预防性维修的概念,在20世纪60年代,预防性维修主要表现为定期对设备进行大修。设备管理也进入了预防性维修阶段。第三个阶段为设备综合管理阶段,即自20世纪70年代中叶,工业领域的变革进程异常迅猛,设备的机械化、自动化水平得到空前提高,人们对设备的依赖性日益增加的同时,设备的维修费用迅速增加,维修费用已从最初几乎无足轻重的位置上升到成本控制重点的首位。现实的需要催生了现代设备维修管理的基本理论——后勤工程学和设备综合工程学的诞生,设备管理的理念也从定期预防的观念逐渐发展到运用系统工程思想寻求设备寿命周期费用最经济的全寿命综合管理,设备管理发展到目前已进入设备综合管理的新阶段。该阶段出现了以全员生产维修、点检定修制和以可靠性为中心的维修等一批有代表性的管理方法和理论。其特点呈现了由低水平向制度化、

标准化、系列化和程序化发展趋势；由不讲究经济效益的纯维修型管理，向修、管、用并重，追求设备一生最佳效益的综合型管理发展的趋势；由设备定期检修向预知检修、状态检修发展趋势；由单一固定型维修方式，向多种维修方式、集中检修和社会化检修发展的趋势。

设备管理的发展史，也是设备检修管理的发展史，设备检修管理在设备管理中占有举足轻重的位置，设备检修费用也是设备管理费用的主要部分。所以，运用现代设备管理理论结合设备管理的新特点进行设备检修管理研究和探讨是非常必要的。

第二节 发电设备检修管理

一、发电设备检修管理的概念、任务

设备检修是指为补偿设备磨损，以恢复和提高设备功能为目标而进行的一切活动的总称。设备检修管理是设备管理的核心工作，是指与设备检修相关的一切管理活动的总和。发电设备检修管理工作是指为恢复和改善发电设备固有功能而进行的所有管理工作，其任务是实施检修成本效益管理，即以合理的成本，维持或改善设备的可靠性、维修性、经济性、环保性。

二、发电设备检修管理的基本内容及要求

发电设备检修管理涉及到检修策略的确定和实施管理、检修项目计划管理、检修过程控制和效果评估管理、参与检修的企业资源的管理以及重要设备状态监测和状态检修的管理等基本内容。可以将其归纳为四个部分，即检修策略管理、检修项目计划管理、检修实施管理和检修基础资料管理。

检修策略管理是一项基础管理工作。检修策略的制定是根据一定的规则确定检修项目形成检修计划。设备检修策略的确定是检修管理的核心部分，应首先根据不同设备在企业生产中的重要性、安全性、维修费用、环保和功能危害程度等方面进行分析评估，确定设备的不同类别。然后针对不同重要程度的设备，根据预防检修的原则和设备点检、诊断结果，运用多种行之有效的手段进行科学合理地进行分析评估，制定出合理的检修策略和检修计划。

检修项目计划管理主要内容是通过检修项目计划的制定、审批、下达和组织实施以及协调控制，来实现检修管理的预期目标。

检修实施管理包括检修准备、检查、调试、试验、修理、检验、验收、总结、评估等内容并实现闭环管理。对于不同设备和系统，检修规模和内容差别非常大，涉及到企业内部甚至外部的许多部门，这就需要对检修过程和结果进行有效管理和控制，以保证这样一个复杂的系统工程安全、保质、按时、经济地完成。检修实施管理内容应包括：充分的检修准备工作、合理的检修进度安排、严格的检修安全质量控制、科学的检修结果总结与评估。

检修基本资料管理是保证企业检修管理体制正常运行的一项基础性管理工作。必须完善和加强对保证企业生产目标和任务所用设备的基础资料的管理工作，如设备台账管理、技术资料 and 档案、运行和检修规程、试验和维修记录、运行记录、缺陷和故障记录、备品备件记录等。对这些基础资料管理的基本要求为：其一建立完善的管理规章制度；其二是对基本资料指定部门和专人管理。

三、发电设备的检修方式及检修管理模式

目前国内现行发电设备的基本检修方式有四类，即定期检修、状态检修、改进性检修、故障检修。

定期检修也称为预防性检修，是一种是以时间规定为特征的计划检修，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、检修项目及需用备件、材料等的检修方式。

状态检修又称为预知性检修,是指根据状态监测和诊断技术提供的设备状态信息,评估设备的状况及其零部件寿命,在故障发生或零部件寿命终结前,选择合适的检修时机进行检修的方式。

改进性检修又称为改善检修,是指对设备先天性缺陷、频发故障或运行效率低下,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,并结合机组检修过程实施的检修方式。

故障检修又称为事后检修,是指设备在发生故障或其失效时进行的非计划检修。

目前,我国发电企业设备检修体制普遍采用计划性检修和定期预防性检修。随着我国电力体制改革的深入,竞价上网、主辅分离、辅业改制要逐步完成,严峻的外部市场环境和自身的生存发展都需要电力企业不断降低生产成本和提高核心竞争力,发电企业的设备检修体制和机制正经历着重大变革。新的检修管理机制的条件基本形成,许多发电企业把提高设备可靠性、降低发电成本作为追求的目标,积极借鉴和吸收国内外先进的设备检修管理经验和模式,推行点检定修制等先进的设备管理机制,开展状态监测,充分掌握设备状态信息,科学评估设备状态,根据设备重要性和设备状态采取不同的检修策略,实行定期检修、状态检修、故障检修和改进性检修为一体的优化检修新模式,取得明显的成效。

优化检修实施的基本思路是从推行设备点检定修管理入手,选择可靠、实用的状态检测设备和状态信息集成分析、诊断系统,进行设备状态评估,达到检修策略优化的目的。

点检定修制最初是日本从美国引进的设备预防维修制发展而形成的,它是全员、全过程对设备进行动态管理,即在设备运行阶段以点检人员为责任主体的一种设备管理模式。应用这种设备管理模式,将有效地防止设备的“过维修”和“欠维修”,在减少设备故障的同时,大大降低了设备的维护时间和检修费用,因此,被广泛应用在各国工业企业领域。我国发电企业最早在 20 世纪 80 年代由上海宝钢集团自备电厂引进日本的点检定修制,并经过了二十多年的发展和完善。据有关统计资料表明,推行点检定修管理的单位,设备的故障和机组非计划停运的下降率为 40% 左右,维修费用下降 20%~40%。经济效益和社会效益非常显著。点检定修的先进理念和内涵符合设备管理的客观规律,与我国电力企业深化改革相适应。“新厂新机制”可以采用,老厂的改革也可以借鉴这种模式,所以近年来发展迅猛,逐渐成为有代表性的设备管理模式。

点检定修管理是设备由计划检修向状态检修过渡的有效途径,原国家电力公司在 2002 年印发了《火力发电厂实施设备状态检修的指导意见》,其中提出点检定修是状态检修的初级阶段。是与我国国情相适应的现代化设备管理模式。实施点检定修管理,有利于提高设备可靠性,并不断降低检修费用;有利于全面提升员工队伍素质,培养和造就一支复合型、多能化的员工队伍。2004 年 3 月国家发改委发布的 DL/Z 870—2004《火力发电企业设备点检定修管理导则》,内容从点检定修的术语和定义、总则、发电设备点检管理、发电设备定修管理、点检定修的主要技术标准、台账和基本业务记录等方面进行了定位,为规范点检定修管理起到了指导作用。

点检定修管理是全员、全过程对设备进行动态管理的一种设备管理方法,是在日常加强对设备全面多层次、全过程和全方位管理的基础上,从设备实际状态出发实现优化检修的管理模式。设备点检是借助人的感官和检测工具,按照预先制定的技术标准,定人、定点、定期地对设备进行检查的一种设备管理方法。设备定修是在推行设备点检管理的基础上,根据预防检修的原则和设备点检、诊断结果,运用多种行之有效的手段进行科学合理地分析评估,从而确定检修方式、检修内容、检修周期和工期,并严格按计划实施设备检修的一种检修管理方式。其目的是合理地延长设备检修周期,缩短检修工期,降低检修成本,提高检修质量,并使日常检修和定期检修负荷达到最均衡状态。点检定修制是对设备定人、定点、定期的检查、分析、改进和提高的过程,这种管理方法更加科学、更加先进,采用数据说话、标准作业,趋势分析,通过点检定修数据积

累,分析研究出设备零部件失效的规律,不断总结经验,改进和完善技术标准,使设备故障早期发现,最短时间内消除故障和缺陷,从而保证设备的故障率降低,做到耗损性故障在故障前消除、周期性故障在快到周期时消除,从而减少设备缺陷的发生。建立设备的五层防护体系,以使设备受控作为设备管理的主要目标,逐步向状态检修过渡。点检定修制是以点检人员为责任主体的全员设备检修管理制度,可以使设备在可靠性、维护性、经济性上达到协调优化管理。在点检定修制中,点检人员既负责设备点检,又负责设备全过程管理,点检、运行、检修三方面之间,点检处于核心地位。点检员是设备的管理者,负责编制检修计划、点检标准、检修作业文件包等,全面负责所辖设备的全过程管理。

点检定修管理的执行标准有“设备检修技术标准、设备点检(诊断)标准、设备检修作业标准、设备维护保养标准”。各项工作实行标准化作业。强调建立完整的设备技术标准和管理标准体系。强调一切围绕设备的管理工作必须严格执行标准。强调标准在执行过程中必须实行动态管理,不断改进标准和完善标准,从而使设备的管理工作标准化、规范化和制度化。点检定修制是全系统、全过程、全员的综合管理。点检定修是从过去传统的以“修”为主的管理思路转变到以“管”为主的思路上来,改变过去设备坏了才修,改变了过去的计划检修的模式。通过点检找出设备存在的隐患、故障的规律和周期,安排定修进行消除,实现超前控制,预防、预知维修。点检定修管理方式又与设备监测、倾向管理,性能测试、技术监督等相结合,从而从管理思想、管理目标、管理方针、管理组织、管理制度、管理标准、管理方法、管理手段、管理人才、管理措施等方面充分体现了对设备管理的先进性。据统计,2000年至今我国推广应用点检定修制的发电企业超过了一百多家,实践证明,这种管理模式对于保持设备的健康运转和实现低成本维修有着明显的成效。

四、发电检修体制的发展与变化

我国发电检修体制可以归纳为两种主要类型:一是传统检修体制,20世纪90年代前,我国的发电企业配备的检修人员可以独立或基本独立完成机组大修任务,检修人员约占全厂人员的40%~50%。由于大修工作在时间上相对集中,检修工作在一年中的工作量分布极不均匀,大修时检修人员紧张,不大够用,没有大修任务时检修人员又大量闲置,由于基本上没有外出检修任务,检修队伍对外交流少,存在劳动利用率差、整体检修素质不高、检修成本较高等突出问题。这种体制发电企业随着电力体制改革的深入开展,在所有发电企业中所占比重迅速降低。另一类就是新型检修体制,从20世纪90年代开始,有些新建电厂采用新厂新机制,仅配置少量的维护检修人员(主要从事继电保护、热工保护及控制等方面的维护工作)。其中检修管理和维护人员约占全厂人员的20%~30%。近年来,新建电厂越来越多。这种体制的发电厂有健全的检修管理职能,负责检修计划编制、检修项目的确定、检修质量监督、检修施工验收、检修费用的控制。电厂的检修职工,作为设备检修主人,负责日常设备点检,承担大部分维修工作及现场检修管理,并对施工单位检修工作进行质量验收。机组大修一般通过招标的方式以两三个有实力的检修承包商为主签订大修合同。其特点是:其一,检修质量管理水平有明显的提高。原体制下的质量控制是在一个经济核算体系内部运作,制约监控力度的因素较多;新体制下的质量控制分别在两个经济核算体系中运作,质量管理的职责清晰,力度增大,促进了检修质量明显提高。其二,检修工期控制水平提高。新体制下,业主、承包商双方都有缩短工期的内在动力,加之专业检修公司人员配置合理、检修工期进度控制经验丰富、交叉作业协调能力强,使得检修工期有所缩短。其三,检修费用得到有效控制。新体制下,业主、承包商双方通过经济合同约束,检修费用明显受控。

目前,我国发电设备检修公司大致归纳为以下三种类型:一是发电企业的检修公司,由企业内部的检修车间改制形成,可以在完成本企业检修任务的前提下,在大修间歇期承揽其他发电企