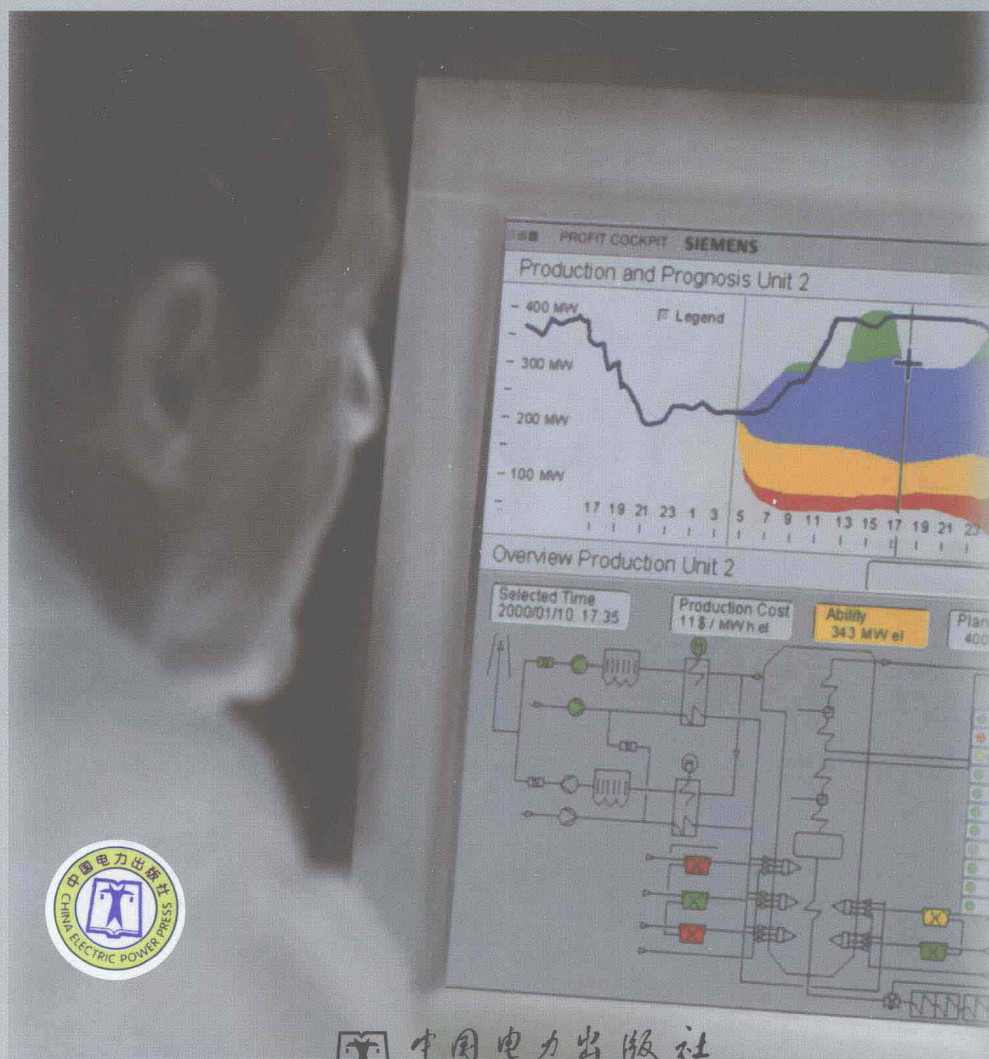


F. A. Sturm 著
李 巍 译

高效运行

智能诊断和检修



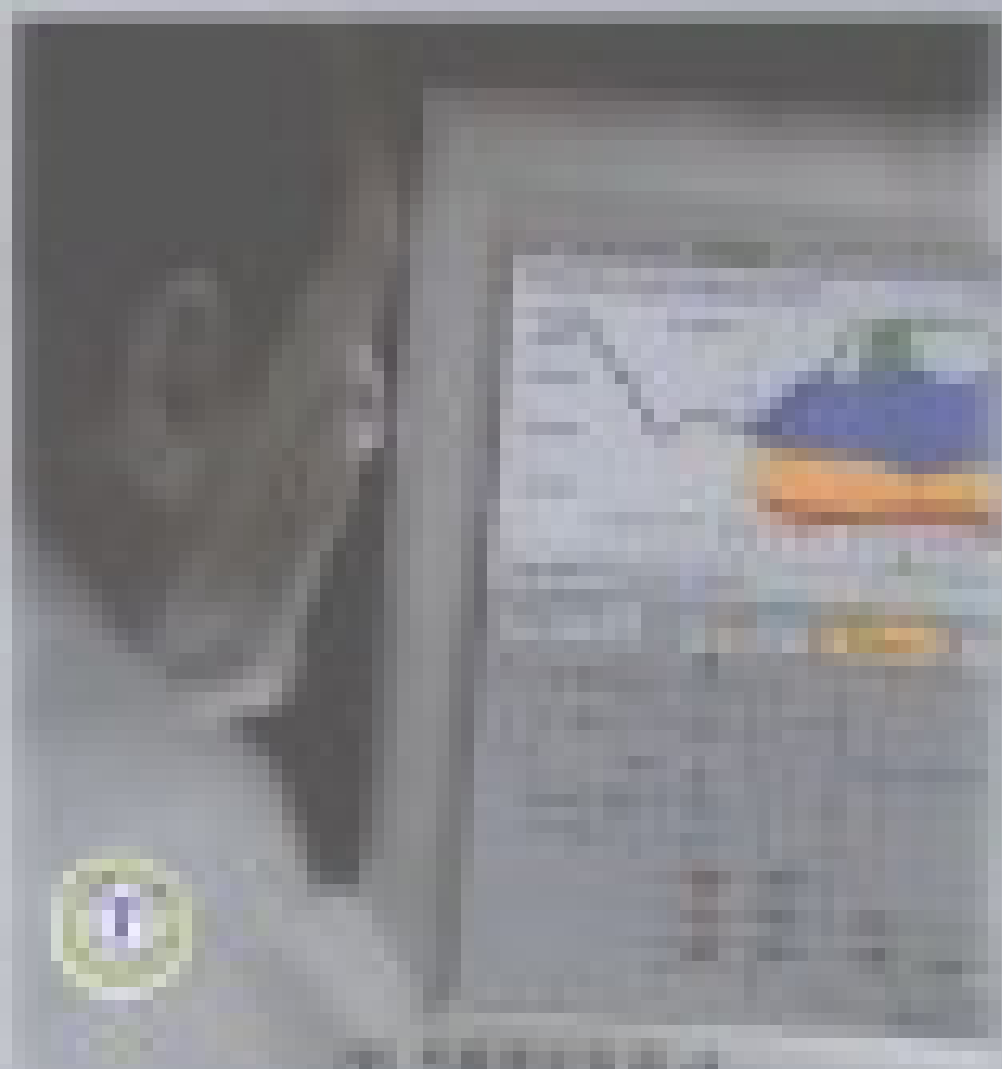
中国电力出版社

www.cepp.com.cn

PLC 应用案例解密
解密·解密·解密

高效运行

智能诊断和检修



PLC 应用案例解密

PLC 应用案例解密

F. A. Sturm 著
李 巍 译

高效运行

智能诊断和检修



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书详细阐述了状态知识的信息来源以及可能的评估方法；在不同运行水平下，为确保可靠运行管理和有效检修的决策制定提供理论依据。在生产和检修的管理向信息化手段的过渡过程中，如何将实际经验、一般规程和相应理论知识的合理搭配、定位都会在本书的各章中找到答案。

VGB – B011e 初版 2003

ISSN 1618 – 4203

德国埃森能源技术 e. V. 出版，德国爱尔兰根西门子发电友情支持
出版商：德国埃森 VGB 能源技术服务股份有限公司

兹经独家授权出版：高效运行 智能诊断和检修

原著：F. A. Sturm 原著版本：第一版 2003

授权人：VGB PowerTech Service GmbH

（VGB 能源技术服务股份有限公司）

地址：Klinkenstr. 27 – 31, 45136 Essen, Germany,

网址：www.vgb.org, mark@vgb.org

图书在版编目（CIP）数据

高效运行：智能诊断和检修/（德）施拓姆（Sturm, F. A.）著；李巍译. —北京：中国电力出版社，2008

书名原文：Efficient Operations-Intelligent Diagnosis and maintenance

ISBN 978 – 7 – 5083 – 7877 – 0

I. 高… II. ①施…②李… III. ①发电厂 – 发电设备 – 故障诊断②发电厂 – 发电设备 – 检修 IV. TM621.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 147871 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>）

北京市同江印刷厂印刷

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

710 毫米 × 980 毫米 16 开本 14.25 印张 242 千字

印数 0001—1500 册 定价 28.00 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

公司成立之初，就开始基于部门的业务需求建立起一些管理信息系统，2001年，开始起草以“数字化电站”为核心的国华电力信息规划，到2003年上半年，围绕发电主营业务、引进国际先进的软硬件及网络平台、满足国华电力二十年战略发展要求的信息化规划方案已基本确立。

信息化已经和我们的生活、工作密不可分，随着电力市场和环境的变化，对于一个以燃煤电厂为主的发电公司来讲成本和环保的压力也越来越大。精细化管理和节能减排是需要我们关注和深化的主要管理内容，具体到生产营运来说就是如何做好优化运行和状态检修。

2000年，在德国考察时接触和了解到德国汉堡电力使用的设备管理软件BFS，大家同发明者也就是作者做了深入的交流，感觉到这套系统结合了发电厂的关键流程和作业，解决了检修和运行的优化问题。在国内，我们在准格尔电厂应用并进行了深化，优化了流程、沉淀了经验、取得了显著的效果。经过几年的应用，促进了电厂编码规范、生产作业流程优化、作业成本的分析、检修维护策略的制定，为开展精细化管理和实现状态检修奠定了基础。

公司成立的十年，也是信息化实践的十年。在公司成立十年之际，此书经过大家的努力得以翻译出版，相信了解和使用该系统的同志们会十分高兴。出版后，对我们的设备管理精细化和状态检修能够起到进一步的推动作用，对发电企业工作者也能够起到参考和启发作用。

北京国华电力有限公司



2008年4月

随着世界经济的快速增长以及信息技术的迅猛发展,经济全球化和全球信息化已经成为当今世界的两大趋势。经济全球化和全球信息化相互促进,构成了当今世界发展的主旋律。

电力行业作为资金、设备和技术密集型的行业,资产设备数量大、品种多、自动化程度高、对设备的完好率及连续运转可利用率要求高。发电设备在使用过程中都会受到相关物理磨损或化学侵蚀,导致其功能受限,个别部件或整个设备发生故障。然而传统的消除故障方法耗时费力,同时不断减少的定员却需要管理的变革和越来越多的精密诊断设备,因此需要新的手段满足对设备高可靠性的需求。技术人员对于设备的现行状态以及影响生产和检修的经济参数的掌握就显得尤为重要,因此有关设备及其部件的状态信息也就越来越有价值。这些信息经过合理组态所形成的状态知识是多年实践经验的累积,不但内容丰富且不易于传递。在这种背景下,利用信息管理系统成为一种必然的选择。

信息化的本质是流程的改造优化和数据的共享、挖掘。运用信息化技术进行知识管理和计算机控制,是电厂实现全自动化生产后的又一次飞跃。计算机管理系统是以信息为载体,以计算机及网络为工具的智能管理系统。在运行和检修过程中,如何运用信息实现状态检修,优化发电运行管理,不但是生产技术的提升过程,更是运营模式创新的挑战。

本书详细阐述了状态知识的信息来源以及可能的评估方法;在不同运行水平下,为确保可靠运行管理和有效检修的决策制定提供理论依据。在生产和检修的管理向信息化手段的过渡过程中,如何将实际经验、一般规程和相应理论知识合理搭配、定位都会在不同的各章中找到答案。我们一直在进行信息化的探索和实践,在2005年信息化论坛上,作者与我们就电力企业信息化建设进行了深入的探讨,并将此书(新版)赠与我们且授权在中国出版。

原著按照序言(含封面、作者简介、编者按、序言)、目录、正文(0~9章共10部分)、索引、背封共14个部分。第0~2章由丁涛同志翻译;第3、第5章由徐北辰同志翻译;第4章由李巍、张中东、魏向国同志翻译;第6~9

章由杨建民同志翻译。为防止由于过于明确的分工造成翻译文字上的差异，翻译后由李巍、张中东、魏向国同志做了通篇校核和有侧重点的交换互审工作，尽力做到文字翻译在整体和细节上都不出现大的疏漏。全书由李巍同志翻译组织并做了技术和文字审核。在此，对为编译做出辛勤工作的同志表示感谢。

为尽可能“原汁原味”地重视作者的思想、观点，本书的翻译工作在以“忠实于原著”为原则的大前提下尽量采用直译的方式。由于水平所限，疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

译者于北京国华电力公司

2008 - 4 - 25

跨国的自由能源贸易和由紧密价格带来争夺客户的激烈竞争，这所有的例子明确地表明能源交换的发展还远没有到尽头。随着能源供给压力的持续升高，对运行管理、检修管理的有效方法与解决方案的探寻正在成为高潮。

“高效运行－设备的智能诊断和检修管理”一书将给予我们提供帮助。这是一本由专家写给专家的书，书中介绍了知识型的工作方法和决策手段，为利润导向、成本效益型工厂的管理提供了重要的先决条件。

作者 F. A. 斯图姆教授、工学博士，在电厂及其他部门有着三十多年的从业经验，他现在拥有自己的公司。作为汉堡 HEW AG 的元老级管理者，他以专家的角度阐述了基于知识型的运行管理和检修管理。在和西门子公司发电集团合作多年后，他的领潮项目已完成并在西门子的协作下成功地被应用到实践中去。这次协作的结果是管理策略的革新、提供了趋向“无纸电站”的方法和信息技术型的解决方案。协作取得了世界范围上的成功。

西门子发电向他们的客户和合作伙伴推荐此书，对电站以及其他工厂的运行管理和检修管理走向成功提供实践支持。

2003 年 9 月 爱尔兰根

W. 乔治 博士

西门子公司发电集团 仪控部 部长

序 言

为提高生产的有效性和可靠性、确保高质量产品，同时也为了保证一个理想的分配、实现市场成本效益化，公司的管理、工厂的运行检修、复杂的工艺控制等对持续增长的大量知识和能力有着迫切需求。设备及其部件技术和经济的状态知识、工艺的联机优化、不同生产方法使用上的联机优化、时时更新的成本控制等，这些渐渐地变得不可缺少并具有价值。知识和能力越来越能驾驭成功。

不久的将来，纷繁复杂的设备将被越来越少的人员来管理和检修。运行和检修两者间的界限渐行模糊。运行信息对检修的重要性愈加提升，同时检修任务和运行的关系愈加密切。

《高效运行 智能诊断和检修》一书是德文版修编并完善后的英文译本，两者都出版自同一家出版商。作为经验、方法和工具，新的工厂管理系统在这本书里得到了重现。书中内容得益于作者现场实际经验影响，特别是在过去的数十载里，作者在运行管理和检修管理领域对信息技术的激进式的发展和引入。

此书能对经理们、管理团队以及雇员在策略选择的准备和执行上给予很好的建议。作者为现场运行、设计、工厂管理系统职业培训推荐此书。

2003 年 9 月 汉堡

F. A. 施拓姆 教授 博士

前言

译序

编者按

序言

0 知识和能力决定成功	1
0.1 知识型社会	1
0.2 知识管理	2
0.3 状态知识	5
0.4 知识化的运行管理和检修	6
1 运行管理和检修的数据和信息	11
1.1 过程数据和设备数据	11
1.1.1 运行管理和检修所需要的数据	11
1.1.2 静态与动态数据	14
1.1.3 设备数据	15
1.1.4 文档	15
1.2 设备描述	16
1.2.1 功能和装置	16
1.2.2 设备与装置标识	18
1.2.3 型号归类	19
1.2.4 部件清单	20
1.2.5 结构化	20
1.2.6 进一步的特性的识别	21
1.3 影响寿命期的措施	21
1.3.1 长期可靠的运行管理	21
1.3.2 冗余	22
1.3.3 减低损耗的措施	23
1.3.4 损耗监测措施	24

1.3.5 消除劣化的措施	25
2 设备和装置的劣化	27
2.1 劣化	27
2.1.1 劣化的确定方法	27
2.1.2 损耗	28
2.1.3 损耗与过载	28
2.1.4 研究劣化的随机方法	29
2.2 磨损	31
2.2.1 磨损损伤	31
2.2.2 磨损类型	31
2.2.3 磨损幅度 - 磨损率	34
2.2.4 磨损曲线 - 磨损保护	36
2.3 材料疲劳	39
2.3.1 应力	39
2.3.2 疲劳模式的特征	40
2.3.3 疲劳损伤	41
2.4 材料老化	42
2.4.1 蠕变特性	42
2.4.2 合金损耗过程	43
2.4.3 辐射脆变	43
2.5 疲劳和老化下的寿命	43
2.5.1 计算的概念	43
2.5.2 损伤的线性累积	44
2.5.3 恒定负载下的寿命	44
2.5.4 变化负载下的寿命	45
2.5.5 实际寿命监测	47
2.6 腐蚀	48
2.6.1 腐蚀现象	48
2.6.2 腐蚀率和保护层构成	50
2.6.3 腐蚀保护	52
2.7 磨损裕量	53
2.7.1 线性方法	53

2.7.2 一般概念	55
3 可靠性和故障特征评估	57
3.1 故障特征	57
3.2 基于可靠性参数的可靠性评估	59
3.2.1 可靠性参数	59
3.2.2 可靠性—存续概率	60
3.2.3 故障概率	60
3.2.4 故障概率密度	60
3.2.5 故障率函数	61
3.2.6 平均使用寿命	61
3.3 故障分布	61
3.3.1 故障特征的统计描述	61
3.3.2 指数分布	62
3.3.3 高斯分布	62
3.3.4 维布分布	62
3.4 部件可靠性	64
3.4.1 维布分布的使用	64
3.4.2 维布分布的参数估计方法	64
3.4.3 应用举例	66
3.4.4 常规处理方法	67
3.5 系统可靠性	67
3.5.1 串行流程的可靠性	67
3.5.2 并行流程的可靠性	69
3.5.3 选择流程的可靠性	70
3.5.4 可靠性图表	73
3.6 运行管理和检修中运用可靠性的思考	74
3.7 可用性	75
3.8 供电可靠性	76
4 运行	78
4.1 知识型的运行管理	78
4.2 运行管理的数据和信息	79
4.2.1 数据性质	79

4.2.2	时间型和事件型数据	79
4.3	信息压缩和信息提取的概念	80
4.3.1	原始数据、信息压缩、信息提取	80
4.3.2	未压缩的原始数据的存档	80
4.3.3	平均值	80
4.3.4	公差波段方法	81
4.3.5	微分法	81
4.3.6	不稳定信号法	82
4.3.7	方法的评价	83
4.4	可视化	84
4.4.1	表格表述法	84
4.4.2	趋势表述法	85
4.4.3	过程流程图表	85
4.5	数据存储	87
4.5.1	设备数据和检修信息的存档	87
4.5.2	过程数据的存档	88
4.6	平衡、真实性、有效性	89
4.6.1	平衡	89
4.6.2	真实性核查	91
4.6.3	稳态不变条件	91
4.6.4	过程数据有效化	92
4.7	运行管理的评价	96
4.7.1	过程控制的性能参数	96
4.7.2	过程性能参数	98
4.7.3	参考值的确定	100
4.8	实际例子	100
4.8.1	仪表控制运行管理模块	100
4.8.2	热传递, 温度偏差和效率的度	102
4.8.3	受热面的最佳清洁	104
4.8.4	燃料效率的优化	106
4.8.5	区域供热	107
4.8.6	平衡记分卡	108
4.8.7	结论	108

5 诊断和检修	109
5.1 检修的目标	109
5.1.1 设备管理和检修的环境	109
5.1.2 检修维护的重要性——检修成本	110
5.1.3 定义	110
5.1.4 策略概念	111
5.2 基本策略	112
5.2.1 定义	112
5.2.2 事故检修	113
5.2.3 定期检修	113
5.2.4 状态检修	114
5.2.5 基于风险的检修维护	115
5.2.6 基于风险和知识的检修	116
5.3 优先规则	117
5.3.1 优先检修	117
5.3.2 两种级别的划分	118
5.3.3 故障影响	118
5.3.4 检修维护工作的优先安排原则	118
5.3.5 可检修性	118
5.4 检修或更换	119
5.4.1 更换策略	119
5.4.2 计算更换的时间	119
5.4.3 磨损特性和更换	120
5.5 检修周期	120
5.5.1 最佳原则	120
5.5.2 磨损模式	121
5.5.3 低成本的检修周期	122
5.6 状态检修	124
5.6.1 故障前诊断后的检修	124
5.6.2 工作步骤	125
5.7 诊断	126
5.7.1 设备监控和诊断的环境	126
5.7.2 完全的设备诊断学	126

5.7.3	诊断任务	127
5.7.4	网络加速了运行决策	128
5.7.5	有关磨损的诊断参数	129
5.7.6	复杂的机械设备的诊断	130
5.7.7	故障定位	131
5.7.8	节约潜力	131
5.7.9	诊断效率	132
5.7.10	诊断的必要性	132
5.7.11	诊断利益	133
5.8	诊断和状态检修的优点	135
5.8.1	诊断的优点	135
5.8.2	状态检修的优点	135
5.9	基于知识的检修	136
5.9.1	基于知识的检修的原理	136
5.9.2	状态诊断	136
5.9.3	检修类型	137
5.9.4	部件模块分配	137
5.9.5	基于知识的检修策略的 IT 模块	138
5.9.6	策略回顾	141
5.9.7	实际例子	142
5.9.8	总结	143
5.10	检修日程安排	144
6	诊断与检修组织	145
6.1	诊断与检修的任务	145
6.1.1	任务及与其他部分的联系	145
6.1.2	维护、诊断、修理、更换	147
6.1.3	大修、消缺	147
6.2	诊断与检修服务	147
6.2.1	基于生产的诊断与检修	147
6.2.2	外部资源	149
6.2.3	外委检修	149
6.3	过程计划的编制	150

6.3.1	任务的分配	150
6.3.2	检修计划编制	151
6.4	工单过程	151
6.4.1	要求	151
6.4.2	工单的结构	153
6.4.3	检修任务生成	155
6.4.4	工单、组合工单、标准工单	157
6.4.5	工作进度表、项目	159
6.5	员工安全和环境保护	160
6.5.1	员工健康和安	160
6.5.2	工作许可	161
6.5.3	环境保护	161
6.6	作业指导书	161
6.6.1	必要性和要求	161
6.6.2	作业指导书	162
7	评估方法与设备控制	163
7.1	生产过程数据和信息	163
7.1.1	信息源	163
7.1.2	评估形式	165
7.1.3	评估级别	166
7.1.4	时间结构	166
7.2	控制目标	166
7.2.1	评估	166
7.2.2	性能参数	167
7.3	设备状态	170
7.3.1	故障数据	170
7.3.2	损伤鉴定	171
7.4	资源平衡	174
7.4.1	必要条件	174
7.4.2	资源计划及进展	174
7.5	成本控制	176
7.5.1	要求	176
7.5.2	计划、预算	176

7.5.3 面向未来的成本策略	176
7.6 经济效率评价	179
7.6.1 经济效率评价的起始信息	179
7.6.2 经济效率的估算	180
7.7 利益共享	181
7.7.1 柔性分阶的观念	182
7.7.2 第一步：能源管理	182
7.7.3 第二步：市场管理	183
7.7.4 第三步：更换管理	183
7.8 基于知识的技术组织措施的评估	183
8 设备管理系统	185
8.1 集团网络互联系统	185
8.2 运行管理和检修的新领域	186
8.3 设备管理系统和诊断系统	189
8.4 设备管理系统的软件和硬件	191
8.5 状态知识的智能利用——Profit Cockpit	194
8.5.1 不同管理层次的知识	194
8.5.2 状态知识的智能利用	195
8.5.3 Cockpit	197
8.6 运行管理——成功的关键	199
9 动机与成功	202
9.1 创新	202
9.2 帕雷托（Pareto）原则	202
9.3 动机	204
9.4 基于知识管理工作的成功	204
参考文献	206