

Asset Maintenance Management

A Guide to Developing Strategy & Improving Performance

企业设备资产维护管理

——发展策略与改善运行指南

(英)阿兰·威尔森 博士 (Dr. Alan Wilson) 编著

李葆文 徐保强 舒怀林 等译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



企业设备资产维护管理 ——发展策略与改善 运行指南

(Asset Maintenance Management)

(英) 阿兰·威尔森博士 (Dr. Alan Wilson) 编著
李葆文 徐保强 舒怀林 龚光寅 戴新 郑文 译



机械工业出版社

本书是一本完整的设备资产维护管理方面的专业书籍,从未来策略的制订到执行策略的方法和基本的实践过程,内容非常翔实。本书共分两个部分,第一部分包括策略开发和配套协调的课题与方法;第二部分介绍了八个维护策略,各自综合了一种维护策略的成功方法和实践,推荐了一个对现状进行全面评审和对其前景做系统评述的体系。

本书旨在帮助不同水平的读者,无论是企业工程老总、资产经理、生产经理、维护监理,还是具有实际维护经验的工程技术人员或是初级工程人员,都能在本书中找到自己感兴趣的内容。

Wilson, Alan, 1945-

Asset maintenance management, a guide to developing strategy and improving performance/devised, compiled, and edited by Alan Wilson

ISBN: 0-8311-3153-5

Copyright © 2002 by Industrial Press Inc., New York

北京市版权局著作权合同登记号 01-2004-5748

图书在版编目(CIP)数据

企业设备资产维护管理:发展策略与改善运行指南(英)威尔森(Wilson,A.)编著 李葆文等译. —北京:机械工业出版社,2005
ISBN 7-111-16912-3

I.企 II.①威 ②李 III.①企业管理:设备管理-指南②企业管理:资产管理-指南 IV F273.4-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第076888号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:李力宇

责任编辑:张业秋 版式设计:张世琴 责任校对:李汝庚

封面设计:王伟光 责任印制:杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2005年9月第1版·第1次印刷

1000mm×1400mm B5·23.5印张·2插页·919千字

0001-4000册

定价 78.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294
封面无防伪标均为盗版

译者序

最近几年,国内一直没有出版过一本完整的设备资产维护管理方面的专业书籍。而随着我国制造业水平的迅猛发展,这方面的需求却不断增加。在2002年的欧洲维护联合会年会上,我们获得了阿兰·威尔森(Alan Wilson)先生的授权,决定将他集多年心血和众多国际维护管理专家智慧的专著《企业设备资产维护管理——发展策略与改善运行指南》翻译成中文,在国内出版。

阿兰·威尔森先生早期就从事设备维护管理工作,后期又担任多家学术组织和研究机构的顾问,经他咨询和指导过的国际著名机构和大型企业非常多。可以说,他的丰富经验将为我国企业的设备管理水平进步提供极大的帮助。

本书从未来策略的制订到执行策略的方法和基本的实践过程,内容非常翔实。本书的第一部分包括了策略开发和配套协调的课题与方法。开始几章,包含了综合目标的内容、维护发展实践的进程以及在采取策略实施方法以前所有的重要准则和趋势分析。本书提出,许多资产维护经理认为策略是由两种形式组成的:一种是“资产策略”,它描述了为获得具有特定可靠性设备的工作过程;另一种是“维护管理策略”,它涉及资源的组织和以最低成本运行的系统。这就是日常所说的“自上而下和自下而上”的概念。

本书的第二部分包含8篇,每一篇都综合了一种维护策略的成功方法和实践,推荐了一个对现状进行全面评审和对其前景做系统评述的体系。具体评估这8种维护策略的地位,取决于它们各自所处的环境。

本书旨在帮助不同理解水平的管理者,无论是企业的工程老总、资产经理、生产经理、维护监理,还是具有实际维护经验的工程技术人员或是初级工程人员,都能在本书中找到自己感兴趣的内容。

本书由李葆文负责主译和全文校对,按章节顺序参加本书翻译的人员有:李葆文、徐保强、舒怀林、龚光寅、戴新、郑文,徐伟负责了排版校对工作。本书由策划到组织初译、第二遍翻译、校对以及最后交付出版,前后用了近2年的时间。中石化长岭炼油厂的工程技术人员陈大禧、胡建良、江军、杨晓冬、苏栋根、李冬、左明、刘卫东、朱铁光、袁晓梅、潘勇、徐熠、易超、胡学文、李寿涛、向前、林傲等完成了本书的初步翻译整理;机械工业出版社领导为了将国际上关于设备资产维护管理方面的先进理念推介给读者,下定决心引进,终于使本书中文版有机会和读者见面,这里一并表示感谢。

鸣 谢

这些具备渊博学识和丰富经验的人们为本书的出版做出了巨大贡献，不仅因为他们精彩的论述，还包括众多新颖的观点。本书的作者有来自制造业和商业企业的工程技术人员和资产维护管理者，也有专业维护领域的专才和维护管理咨询机构的专家。他们有的亲自参与本书某一章、两章的编写，有的提供了大量的文字素材、图表、统计表和建议。需要强调的是本书中的观点仅代表作者个人，读者在参考时需要根据实际情况调整和取舍。阿兰·威尔森在这里向下列所有为本书的出版提供素材和资料的人士，以及他们所在的企业，为他们积极支持我们完成本书的编写，表示最衷心的感谢！

John Armstrong	Barclays Bank Property Holdings	第 8/21 章
Paul Booth	ICI on Teeside	第 1/13/21 章
Simon Brissenden	James River Ltd.	第 35 章
Mike Brown	Mike Brown Associates	第 7 章
Rob Clarke	The Art of Management Ltd.	第 30 章
Keith Clements-Jewrey	Glasgow Caledonian University	第 10 章
Phillip Conway	Rank Hovis McDougalls	第 16 章
Roy Davis	Lucas Engineering & Systems	第 9/15/21 章
John Dunne	Formerly Portals Paper Ltd.	第 19 章
Graham Eade	The Asset Management Center Ltd.	第 31 章
Trevor Foltynie	Glaxo-Wellcome	第 11 章
Peter J. Geake	Halliburton Brown & Root	第 34 章
Mitch Grigoriu	AES Ltd.	第 33 章
Noel Grinsted	TA Consulting Services Ltd.	第 1 章
Tim Henry	Wolfson Maintenance Ltd.	第 12 章
Alan Hogg	ODL Ltd.	第 27 章
Syd Howorth	Howorth Maintenance Consultants Ltd.	第 28/29 章
Roger Hutton	Entek Scientific Corporation	第 32 章
Richard Jones	MCP Consultants	第 4 章
Christer Idhammar	Idcon Inc.	第 5/18/35 章
Deborah Lucas	AEA Technology Ltd.	第 8/21 章
Helen M. Manson	Lloyd's Register	第 26 章

Keith McAllister	Dunlopillo Ltd.	第 2/3/6/18 章
Robert Milne	Intelligent Applications Ltd.	第 33 章
John Moubray	Aladon Ltd.	第 11 章
Sean Rule	Rule Consultants Ltd.	第 24 章
Matt Russell	National Maintenance Center, Dublin	第 14 章
Tom Scott	Diagnostic Solutions Ltd.	第 12 章
Geoff Vorley	Guildford College of Technology	第 25 章
Peter Willmot	WCS International	第 15 章

另外也郑重感谢下面三位朋友，认真阅读了本书出版前的最终稿，并提出了很好的建议和积极的评价：

Adrian Jones	Anglesey Aluminum Metal
Mike Pask	Borden (UK) Ltd.
Jack Spence	British Aerospace (Military Aircraft)

关于作者

阿兰·威尔森 (Alan Wilson) 的资产维护管理经验始于皇家帕克 (Park Royal) 啤酒厂，这家位于伦敦的啤酒制造厂以健力士 (Guinness) 牌黑啤酒而闻名于世。在那里他负责设备维护管理，部门有超过 200 名内部员工和合同维护人员。后来，在健力士 (Guinness) 牌黑啤酒海外拓展中，他又负责位于西非国家尼日利亚和喀麦隆新厂的筹备、设备管理规划、交付和安装调试等。

作为阿特金斯顾问咨询集团公司的首席工程专家，威尔森先生带领团队为多家大型组织机构提供管理服务，其中包括皇家海军、BP 石油、柯达公司、英国航空等。他是计算机辅助维护管理团体的主席 (CAMM)，曾出版专著——《计算机化维护管理》。

威尔森先生曾执掌自己的公司，在工业和建筑维护服务领域开展咨询工作，咨询和服务的企业包括：福特、壳牌、Amerada Hess 和 Chevron 等。最近几年，他还为哥伦比亚和香港的啤酒制造商开展设备规划、管理咨询等方面的项目。他也协助一些机构在维护服务和投资项目中开发业务活动设计。他担任欧洲重建和开发银行顾问，在俄罗斯、波斯尼亚共和国等国家开展工程投资和管理评估等。

威尔森先生也是许多设备资产维护会议的顾问，是欧洲许多学院的推荐专家，并在欧洲维护联合会下属的设备资产管理研究所任职。威尔森先生曾获特许工程师资格，先后取得化学工程专业学士和博士学位。

前 言

“企业的领导者必须学会在激流中驾驭快艇的本领，以适应今后在未知的将来迅速变化中，选择最佳航程路线。”^①以上论点既适合于资产维护管理者，亦适用于军事和其他行业的领导者。这种竞争是综合性的，可能还富有刺激性，所有的竞争运动都需要运用谋略。

因为工厂和车间的运行直接影响产品的质量、成本和顾客的需求，所以要将制定的维护策略直接贯彻落实到基层中去。随着利润空间越来越小，企业经营目标的要求就越高，资产维护管理的作用就更被重视。正如竞争性运动一样，资产维护活动首先也要依赖于策略的制定，紧随而来的是推行策略行动计划。用简明的词语表述一下，就是，你将决定去何处，如何达到目的。因此，维护管理者对于未来要有预见性。

人们对于研究合理的资产维护策略没有给予足够的重视。注意力应当集中在基本的管理方面，推进管理策略是一个持续的过程，要将公司主体目标、生产过程与维护任务紧密结合起来。工程师们应当拓展他们的视野，像经理那样思考问题，考虑经营需要什么，不仅仅降低成本，还要增加收入。公司经理们需要面临紧迫的问题是如何使维护任务的完成与公司的效益相一致。维护就要付出一定代价，相对不进行维护的后果而言，维护的成本就成为次要的了。

1. 开发过程

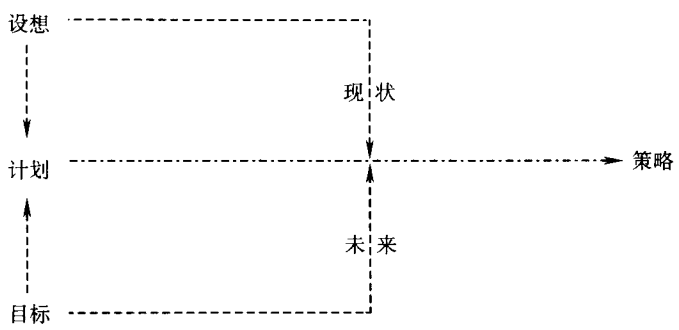
按照这种思路的开发也为维护经理提供了明确维护作用的时机。应当引导企业职工得出明确的答案，让他们了解为什么维护活动选择一条与众不同的道路，他们如何沿着那条路进行工作。为了做到这点，经理要和团队共同研究目前的情况，讨论和评估如何发挥未来的维护作用。

开发过程示意图如下。

首要的是维护的目标和策略应当与经营目标相一致并且反映以下要求：

- 1) 从工厂运行、质量、产品需求和节约成本等经营任务的角度来看，顾客需求什么。
- 2) 资源能否满足策略目标。
- 3) 维护的功能是什么，有关人员介入程度如何，他们是否可以实现？

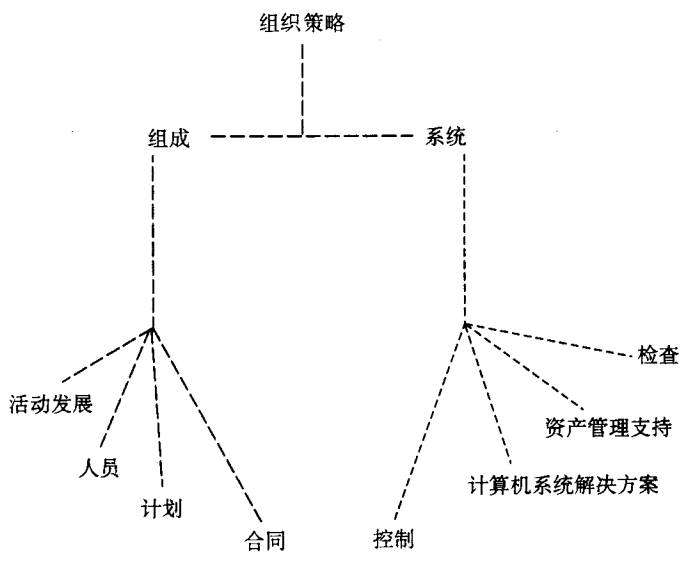
^① Hodgson, Craner, White (Ashbridge). The Future of Leadership. Financial Mail, 1996



4) 维护的作用会如何变化，以多快的速度推进。

那么，资产维护策略建立在维护目标和维护主要策略的协调配合基础之上，对于所有这些目标，还将确定完成任务的硬性指标。如同所有研究课题一样，确立目标存在着风险因素，随之而来的问题是：“任务将如何完成？”“方针如何协调？”“需要多少时间？”这些答案要加以仔细考虑，并且要传达到所有的参与人员。

为了阐明这个过程，完成各类维护任务的策略可以归纳为八个方面，即如下图所示的四种管理组织和四个支持系统。



2. 策略部分

开发策略的艺术是知道什么是可能的以及需要变革的程度和可以满足的经营

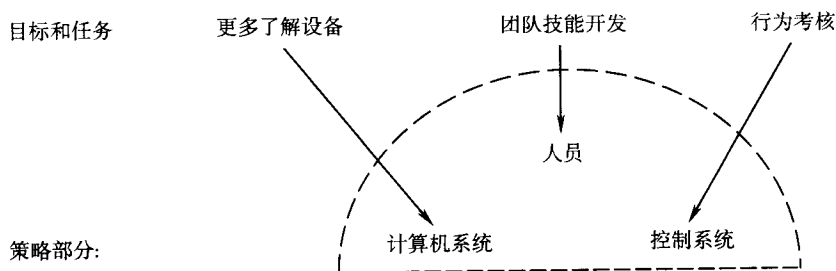
目标。凭借现在的有效手段，维护经理们更能够处理综合目标与不断变化的市场条件。灵活的、积极的做法是主要的。有许多维护策略可供优化选择。经理必须充分吸取各种信息和观点，以便在运作中做出正确决定。

选择策略“不是目的，而是开始实行的出发点”。对于每一种策略，只有实践才能使策略得到实现。策略的选择过程就是推行策略和满足目标任务的实践过程。实践是策略开发的“面包和奶油”，重要的是一个步骤和下一个步骤的协调一致。如何采用战术和安排实施，必须被纳入综合行动计划中去。计划一旦确定就要全力投入和贯彻。

维护经理的作用要予以充分认识。“从上到下”维护策略必须与产品策略及后勤策略相一致。换言之，维护经理要以现代眼光认识和理解在维护领域的应用实践，还要与同事进行沟通并安排好合适进度。尽可能地使人们了解维护能提供些什么。如果是纯粹的商务实践，就会使公司陷入困境。没有一剂灵丹妙药会使你从目前现状中解脱出来。为了遵循现行的商业和社会的文化，从广泛的意义来看，需要将各种合适的策略和实践结合起来运用。

3. 一个工业案例

如果整体看一下，结论就是明确的，该案例用来说明这点。一个有十多个生产地点的著名公司提出简单的总体目标——“赋予推进行动一定的权限和使其以最低的成本来提高可靠性。”公司决定基本上从三个最重要的方面进行改进：了解设备、开发团队的技能和素质、制定行为标准。了解设备的重要性在于分析设备的问题和部位；技能的提高是基本的，以改进其应对能力；规范员工的行为是重要的，能以合理的成本而获得更多的效益。这些目标要由每个政策部门建立的一整套的公司指导策略来支持。



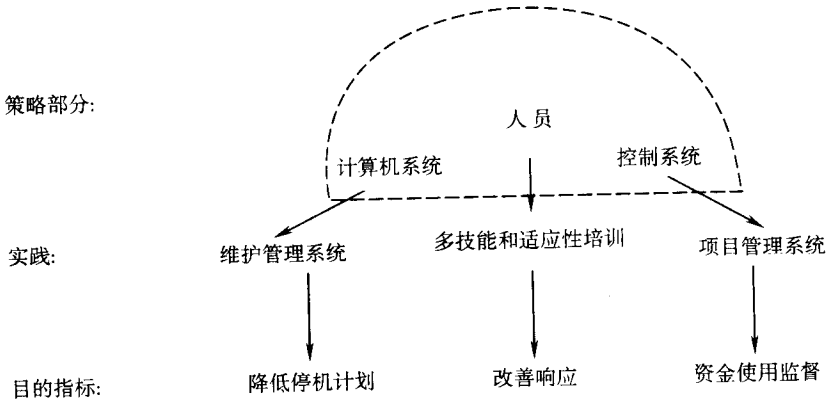
(1) 公司的指导思路

整体第一阶段资产维护策略的开发基于三个关键实践：

- 1) 推广应用通用计算机辅助维护和项目管理系统，以改进管理和获得更好的设备故障信息。

前言

- 2) 开展素质培训，先从综合技能和柔性技能开始，继而要求有经验的员工向缺少经验的员工进行传授。
- 3) 理解掌握设备停机时间的计算和监测的方法。



(2) 整体策略

各个现场为达到目标决定自己的策略和方案，既可以独立做出决定，也可以在公司中心管理部门的帮助下做出决定。由于了解策略的开发涉及到许多方面的因素，十几年以前公司就沿着这条路着手进行发展。

建立基本的管理组合，包括探讨策略的选择、进行的途径及培训，并得到员工的赞同。推进策略使工程能力得到提高，过去五年间停机时间由 14% 降到 4%。人们完成综合技能培训，为了改善个人处境自然离开公司的现象再没有发生。因为培训把全体成员的个人发展包含在公司的整体策略之中。

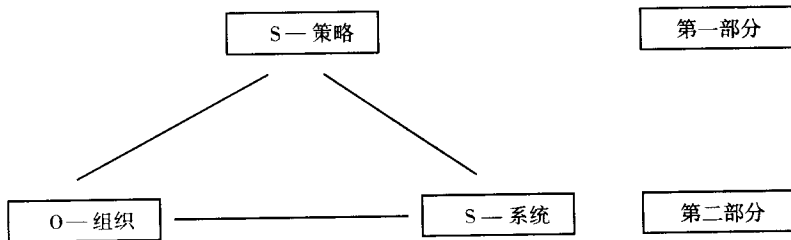
首要步骤是，按照正确的设备故障信息改进工艺、程序和操作（主要的设备问题发生在堵塞和过程控制方面）。更有效的专业维护有助于实现减少停机时间的一般目标。很清楚，尽管零停机时间成本高昂而且可能永远达不到，然而停机时间为 1.75% 这个具有挑战性的目标在第二阶段就实现了，第三阶段可能降到 1.5%。通常，广泛的协调任务随时进行调整，整体的执行结果每月向董事会通报。

公司开发策略所有阶段的整体轮廓分成三个部分，包括在指南第一部分结论中。三个阶段策略表明持续发展的观点，而且策略只能针对公司现场情况设计。根据每种情况找出主要矛盾，在公司基本战略的原则上采取具体的步骤。

4. 指南的范围和模式

未来维护策略的论证、制定和推行是维护经理工作探讨的主要问题。执行策略的方法和基本的实践过程是该指南的基本内容。然而，即使在同一公司的范围

内，也没有两个完全相同的情况，相同工业部门的公司加以比较，经常会发现面临着不同的问题要解决。正因如此，发展策略要考虑的问题范围，在任意一个现场都会随时间而变化。在指南包含的讨论范围内设计解决问题方案的模式如下图所示。



指南是由第一部分“策略”及随后的第二部分“组织”和“系统”构成的，缩写成 S·O·S。这样形容大多数的维护活动可能有些过分，而一些资产维护经理可能不同意这个词。

指南的第一部分包括了策略开发和配套协调的课题与方法。开始几章，包含了综合目标的内容、维护发展实践的进程以及在采取策略实施方法以前所有的重要准则和趋势分析。指南提出，许多资产维护经理认为策略是两种形式组成的，一种是“资产策略”，它描述了为获得具有特定可靠性设备的工作过程；另一种是“维护管理策略”，它涉及资源的组织和以最低成本运行的系统。这就是前面所说的“自上而下和自下而上”的概念。

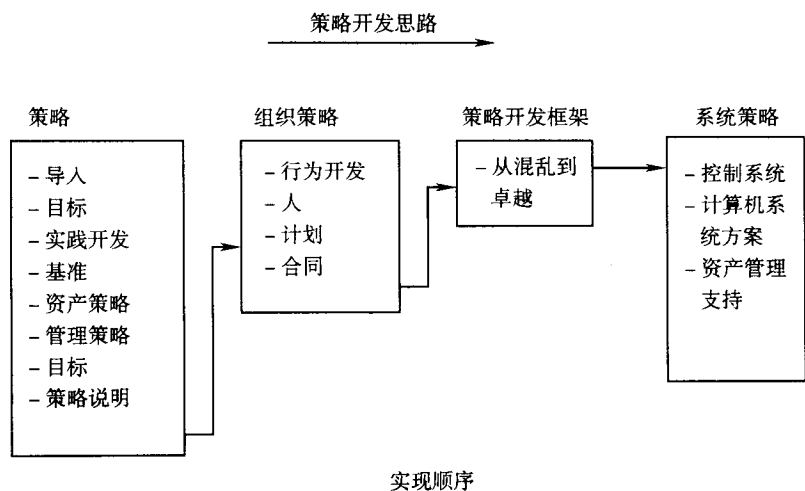
指南的第二部分分为八个维护策略，每一部分综合了维护策略进行的成功方法和实践。推荐了一个对现状进行全面评审和对其将来的前景做系统评述的体系。具体评估这八个部分的地位，取决于它们各自所处的环境。

开发策略是个连续过程，而且要将公司、生产与维护任务紧密结合，对于实践、方法与推进过程有许多优化的选择，维护经理应当吸收所有的信息和理念来掌握行动的正确进程。

如果公司有许多不同工作地点或者有大量的运转设备，每个单位应当独立决定其维护策略，这可以在公司管理中心和部门制定的整体目标和策略下执行，或者可以各自独立地推进。无论什么途径，其过程将从各方面对整个公司各项策略的推动。

在人力管理和开发方法上，整个工厂的一贯性十分必要。经理个人意愿和知识将决定寻求改革的广度及速度。这些经理能够判断和接受财务风险，并具有很强的自信心，能够做出大胆的决定和加快推进改革，因为由此付出的代价是值得的。

现在出现许多这样的情况，即维护是由没有经过工程和建筑维护培训的人员



负责，从不同的角度观察，这未必不利于管理。本指南旨在帮助不同理解水平的管理者，无论是公司的工程老总、资产经理、生产经理、维护监理，还是具有实际维护经验者或是初学者。指南内容可选，既有有益内容亦可能有不利因素，请读者自己评估。

指南的稿件来自许多同仁，他们是著名的专业人士，富有经验并以认真的态度论述了他们的理论，其评述亦来自于作者们，贯穿于整个指南的框架之内，可以相信，发表的观点公允、不带偏见，并取得能够代表英国政府观点的三位资深资产经理的认可。

目 录

译者序

前言

第一部分 建立维护策略

第1章 维护介绍	3	1.4.6 信息	24
1.1 概述	3	1.5 维护成本	25
1.2 维护的实质变革	7	1.5.1 资源成本	25
1.2.1 世界性的事件	7	1.5.2 “后果”成本	26
1.2.2 企业文化与策略	7	1.5.3 寿命周期费用	27
1.2.3 人力开发、统计和 招聘	8	1.5.4 增值维护	28
1.2.4 沟通与工会	9	1.5.5 改进成本项目	30
1.2.5 组织与实施	9	1.6 小结	31
1.2.6 首创性和如何应对 改革	10	第2章 目的和目标	33
1.3 主动维护	10	2.1 概述	33
1.3.1 资产策略	11	2.2 维护和共同目标	35
1.3.2 预防性维护	12	2.2.1 资产的价值和资产 置换	36
1.3.3 以状态监测为基础的 维护	12	2.2.2 质量和维护	37
1.3.4 改善性维护	13	2.2.3 维护和交易市场	39
1.3.5 资产策略的开发	13	2.2.4 共同目标——良好维护 带来的利益	40
1.3.6 朝着主动维护的方向 前进	14	2.3 维护及制造目标	40
1.4 维护资源质量	16	2.3.1 维护和准时生产方法	41
1.4.1 资源结构的开发	16	2.3.2 维护和技术进步	42
1.4.2 人的作用	18	2.3.3 维护和改善工作环境及 态度	43
1.4.3 承包商或者本企业员工	20	2.3.4 制造目标——良好 维护的益处	44
1.4.4 维护服务	22	2.4 维护目的	45
1.4.5 优化维护采购	23	2.4.1 机器、设备和材料	45

目 录

2.4.2 信息和维护计划	46
2.4.3 人员	47
2.4.4 预算控制	48
2.4.5 维护目标——良好维护 的利益	49
2.5 小结	49
第3章 保养维护的发展	51
3.1 概述	51
3.2 建立维护“活动与 计划”	52
3.2.1 “成熟阶段”——计划 预防维护	52
3.2.2 “持续发展”——预防维护/ 状态监测	53
3.2.3 “增强势头”——可靠性 为中心的维护	54
3.3 人员发展	56
3.3.1 “成熟阶段”——人员 培训	56
3.3.2 “持续发展”——柔性 工作	57
3.3.3 “增强势头”——操作 人员维护与全面生产 维护 (TPM)	59
3.4 计划和承包	62
3.4.1 “成熟阶段”——重组	62
3.4.2 “持续发展”——承包者 的利用	62
3.4.3 “增强势头”——业务 相关的激励计划	63
3.5 控制与计算机系统	65
3.5.1 “成熟阶段”——成本为 基础和手工系统	65
3.5.2 “持续发展”——维护计算机 应用系统 (CMMS)	65

3.5.3 “增强势头”——以状态为 基础的资产管理 (专家) 系统	67
3.6 小结	69

第4章 基准设定和维护趋势 分析

4.1 资产管理信息服务 背景	70
4.2 改进路线	70
4.3 发展趋势和发现	74
4.4 前景	79
4.5 小结	79

第5章 资产策略

5.1 概述	81
5.2 资产策略的目标	82
5.3 发展问题	83
5.4 开发阶段	83
5.4.1 建立资产登记	83
5.4.2 审核当前运行的方案	84
5.4.3 按设备的优先级排序	84
5.4.4 维护活动选择	84
5.4.5 调整并向预知性方案 发展	85
5.4.6 是否有最佳维护频率的 问题	85
5.4.7 考虑设备使用周期的 变化	85
5.5 资产策略的开发	85
5.5.1 建立资产登记	86
5.5.2 审核目前运作的资产 策略	88
5.5.3 给设备按优先级排序	89
5.5.4 选择维护任务	92
5.5.5 维护资产策略的选择	99

5.5.6 预知维护方案的调整	103	7.4.3 目标分步实现的技巧 建议	149
5.6 最优化	108	7.5 业绩考核	149
5.6.1 是否存在维护的最佳 效果	108	7.6 维护业绩指标	151
5.6.2 系统效率	112	7.6.1 财务考核	152
5.7 小结	117	7.6.2 运作考核	154
第6章 维护管理策略	119	7.7 系列的目标和评价	159
6.1 概述	119	7.7.1 综合评价	159
6.2 业务计划	121	7.7.2 业绩监测和检讨	163
6.3 协作理念和维护	121	7.8 小结	164
6.4 生产理念和维护	122	第8章 建立协同维护策略	166
6.5 质量、安全和环境	123	8.1 概述	166
6.6 客户要求	124	8.2 维护策略	167
6.7 客户的焦点问题	126	8.3 维护协同策略实施	169
6.8 维护管理策略审核	128	8.3.1 协同策略实例	169
6.8.1 改变的需求	129	8.3.2 策略文本制订的前期 准备	172
6.8.2 策略开发	130	8.4 制订策略规范实例	172
6.8.3 改进计划	132	8.4.1 引言	172
6.8.4 策略的执行	139	8.4.2 业务责任	173
6.9 小结	143	8.4.3 维护活动展开	176
第7章 维护目标	144	8.4.4 制订计划	179
7.1 概述	144	8.4.5 人员	181
7.2 改善	145	8.4.6 计算机应用系统方案	185
7.3 目的——目标与考核	146	8.4.7 审核和管理评议	187
7.4 目标设立	146	8.5 小结	189
7.4.1 设立目标的关键点	147	第一部分总结	190
7.4.2 目标的分步实现	148		

第二部分 实现维护策略

第1篇 维护活动的开展

第9章 设备质量目标

9.1 概述

9.2 设备质量

9.2.1 一致性和可靠性/可维护性

目 录

的评价	206
9.2.2 设计与制造	206
9.2.3 寿命周期费用	207
9.3 设备技术规格	208
9.3.1 技术规格的内容	208
9.3.2 制定可靠性和可维护性 标准	209
9.3.3 规定设备厂商的支持 级别	209
9.4 有关可靠性和可维护性的 设备设计	210
9.4.1 设备运行与故障类型	210
9.4.2 可靠性分析	212
9.4.3 可维护性分析	213
9.4.4 质量计划	214
9.5 支持文件	215
9.5.1 诊断资料	215
9.5.2 维护手册	216
9.5.3 持续改善	217

第 10 章 设备故障信息的

规范	218
10.1 概述	218
10.1.1 工具	218
10.1.2 文件	219
10.1.3 测试设备	219
10.2 逻辑诊断步骤	219
10.2.1 思考	219
10.2.2 症状分析	220
10.2.3 设备检测	220
10.2.4 寻找故障部位	221
10.2.5 更换或修理	222
10.2.6 性能检查	222
10.3 逻辑故障诊断程序 (根原因分析)	222

10.4 使用维护文件	226
10.4.1 维护文件的目的	226
10.4.2 好手册的设计及内容	227
10.5 故障诊断文件的格式	227
10.5.1 症状图	227
10.5.2 演绎图	230
10.5.3 设计功能块图	233
10.6 合理的手册结构	234
10.6.1 正规工业系统	234
10.6.2 诊断知识	235
10.6.3 参考资料	235

第 11 章 评价评审维护任务

11.1 概述	238
11.2 RCM 定义	239
11.3 七个问题	239
11.3.1 设备功能和性能指标	239
11.3.2 功能故障	241
11.3.3 故障模式	241
11.3.4 故障的影响	241
11.3.5 故障的后果	242
11.3.6 故障管理	242
11.4 RCM 任务选择过程	245
11.5 RCM 的应用	246
11.5.1 方法选项	246
11.5.2 方法的选择	248
11.5.3 组建队伍	248
11.5.4 连续分析	250
11.6 任务审核和具体化	250
11.6.1 审核	250
11.6.2 任务说明	251
11.6.3 计算机与 RCM	251
11.7 执行	252
11.8 RCM 方法的优点	252

第 12 章 状态监测技术