

与工厂经理谈谈 设备管理

李葆文 著

- ★ 工欲善其事，必先利其器，君若利其器，首当顺其治！
- ★ 工厂经理了解设备管理，如虎添翼！
- ★ 设备管理，看似简单，内含无穷玄机妙趣！



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



与工厂经理谈谈设备管理

李葆文 著



机械工业出版社

本书的内容是有关工业企业的，但又不是具体针对企业中的某一项技术，而是从企业最高管理者的视角，站在更高的高度，科学分析企业中人机系统以及资金、劳动力、时间的相互关系，各个部门所起的作用及相互之间的联系。在传统的工业企业中，生产一线人员往往受到重视，而设备维修人员容易被轻视，相应的维修工作也得不到重视，只是在设备出了问题时，维修人员才会被拉出来灭火。人们眼中维修人员的工作就是闲遐无事加上忙乱维修。本书通过大量的实例，科学地分析了企业中维修与生产的关系，分析了用不同策略、方法安排维修工作所起到的不同作用。提供了若干个针对不同行业的具体的管理方案，具有很强的可操作性。

对于各类企业的管理人员，本书是一本参考性很强的指导书，可以帮助管理者建立部门间合理的协作关系，调整资金的投入，合理安排设备的生产与维修时间，使设备以最高的效率工作。对于一线的设备操作人员和维修人员，本书也很实用，可以增加各部门人员相互之间的理解，建立和谐的合作关系，为企业创造最大效益。

图书在版编目 (CIP) 数据

与工厂经理谈谈设备管理/李葆文著. —北京: 机械工业出版社, 2012. 6
ISBN 978-7-111-38452-6

I. ①与… II. ①李… III. ①工业企业管理—设备管理 IV. ①F406.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 104321 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: 李万宇 责任编辑: 李万宇

版式设计: 霍永明 责任校对: 王欣

封面设计: 路恩中 责任印制: 张楠

北京振兴源印务有限公司印刷

2012 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

148mm × 210mm · 12.5 印张 · 1 插页 · 322 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-38452-6

定价: 49.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
策划编辑 (010) 88379732

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

。 序 言 。

多数工厂经理是从事生产或者工艺出身的，他们熟悉设备，也意识到设备和设备管理对于当代制造业的重要性。不过，学习过MBA课程的经理人可能会清楚，在工厂经营的整个链条上，设备管理只是其中一个环节。但是，不少人可能并不清楚，设备管理既涉及人——操作者和维修队伍，又涉及机——设备和设施，是一个人机交互的复杂系统。

深入下去，设备管理的内容十分丰富，贯穿了设备全生命周期，从设备的规划、选型、招投标决策、安装、试车验收，到使用、维护、清扫、点检、保养、维修、改造，还包括备件管理、润滑管理等内容。仅就维修而言，又涉及维修策略、信息采集、维修组织、资源配置以及维修标准规范等内容，其中的学问既深邃又广泛。

随着我国制造业大国地位的确立，企业中先进、自动化、高速化的设备与落后的维修和设备管理队伍的矛盾日益明显。最近发生的英国石油公司（BP）墨西哥湾漏油事故、甬温线动车追尾事故、上海地铁追尾事故等，充分反映了目前企业设备的技术进步超前于人才和管理技术进步的实际状况。除了安全，设备管理好坏还直接关系到质量、健康、环境保护和效率等方方面面。

《与工厂经理谈谈设备管理》一书，旨在让忙碌的工厂经理对设备管理的知识有所熟悉，从门外走向门内，成为行家里手，今后对设备管理有更多的话语权，更有深度。

这一课，对于制造业工厂的经理人能够游刃有余地管理好自己的工厂，十分必要。

C 目 录

CONTENTS

序言

1. 说说“技术创新”与“管理创新”——企业别做跛脚鸭 / 1
2. 企业一把手一定要懂设备管理 / 4
3. 谈谈设备全寿命周期管理的概念 / 7
4. 维修和设备管理是投资还是成本？ / 11
5. 设备前期管理不能忽视 / 14
6. 设备采购低价中标的策略对吗？ / 17
7. 设备选择要综合决策 / 20
8. 设备前期管理中的诸多陷阱 / 23
9. 太简单的问题——什么是设备故障？ / 26
10. 也许你根本不信——设备是有生命的！ / 29
11. 设备一生的故障率状况——浴盆曲线 / 32
12. 设备初始故障期的管理特点 / 35
13. 设备偶发故障期的管理特点 / 38
14. 设备耗损故障期的管理特点 / 42
15. 设备现场管理——企业的一面镜子 / 45
16. 操作员工对设备的自主维护不能缺 / 48
17. 设备点检到底是怎么回事？ / 52
18. 由辽钢事件所想起的 / 55
19. 深入了解设备状态——状态监测 / 58

20. 说说设备磨损 / 62
21. 设备润滑的“六定”、“二洁”与“三过滤”管理 / 66
22. 设备专业维修的三大规范 / 70
23. 话说设备的健康管理 / 74
24. 谈谈设备主动维修 / 77
25. 精益生产和精益维修 / 81
26. 赛车式维修模式悄然兴起 / 86
27. 工厂设备维修要讲策略 / 90
28. 流程设备的维修策略——组合拳 / 94
29. 设备维修对“低碳”、“绿色”也有贡献 / 99
30. 设备大修要不要取消？ / 104
31. 设备大修管理需要高层领导关注 / 108
32. 如何评价设备大修管理的优劣 / 112
33. 为什么有些企业越重视安全越出大事 / 116
34. 维修中的人因失误和安全管理 / 120
35. 企业设备维修的最佳资源配置 / 124
36. 怎么选择和管理维修供应商 / 130
37. 设备备件管理学问多 / 134
38. 备件的“周期消耗费用”新概念 / 138
39. 正确认识维修经理 / 142
40. 企业文化与维修文化 / 145
41. 漫话维修组织文化 / 148
42. 再谈维修组织文化 / 153
43. 企业需要什么样的维修组织？ / 156
44. 设备停机作预防维修到底谁说了算？ / 161
45. 检修现场管理也要有一套 / 164
46. 方程式赛车的进站式维护对维修模式设计的启示 / 167
47. 从全面质量管理 TQM 到全面质量维护 TQMain / 170

48. 从福岛核电站泄漏事件思考设备寿命风险管理 / 174
49. 全员在设备维护体系中的作用 / 178
50. 设备管理中的几个关键绩效指标 / 181
51. 谈谈维修组织的绩效评价 / 185
52. 谈设备管理的一、二、三、四、五 / 189
53. 再谈设备管理的一、二、三、四、五 / 192
54. 什么是费用有效性维修 (CEM)? / 198
55. 什么是全面计划质量维护 (TPQM)? / 201
56. 什么是适应性维护 (AM)? / 205
57. 什么是以利用率为中心的维修 (ACM)? / 209
58. 什么是以可靠性为基础的维修 (RBM)? / 214
59. 什么是以可靠性为中心的维修 (RCM)? / 220
60. 什么是风险检查 (RBI) 和风险维修 (RBM)? / 228
61. 什么是以费用为中心的维修 (MCM)? / 232
62. 什么是价值驱动式维修 (VDM)? / 238
63. “负管理”概念与设备系统 / 243
64. 谈谈设备管理的系统思考 / 247
65. 预防维修到底好在哪里? / 253
66. 设备管理战略与战术的契合 / 256
67. 谈设备管理思维与模式创新 / 262
68. 谈谈设备工作会议管理 / 267
69. 设备管理评价的系统思考 / 276
70. 设备管理与当代企业管理的融合 / 281
71. 设备管理的信息化、数字化发展趋势 / 290
72. 谈设备管理组织的修炼与成长 / 297
73. 学习系统基模理论, 创造有效的设备管理模式 / 305
74. 设备的知识资产管理 / 313
75. 谈谈源头追溯与根除预案 / 317

- 76. 再谈维修的投入产出概念 / 324
- 77. 中国自己的人机系统管理体系——TnPM / 327
- 78. TnPM 的现场管理（上） / 333
- 79. TnPM 的现场管理（下） / 338
- 80. TnPM 的八个要素 / 344
- 81. TnPM 的五个“6”架构 / 347
- 82. TnPM 为什么强调规范 / 350
- 83. TnPM 的自主维护和自主管理 / 356
- 84. TnPM 的 1%分布律 / 359
- 85. TnPM 的检维修系统方案——SOON / 362
- 86. 谈谈 TnPM 的 6 项改善 / 368
- 87. 谈谈 TnPM 的有氧活动 / 374
- 88. TnPM 的跳蛙活动 Frog / 380
- 89. TnPM 的五阶六维评价 / 385
- 后记 / 390

1. 说说“技术创新”与“管理创新”——企业别做跛脚鸭

制造业对工业化的实现来说犹如“水之源、木之本”，是现代化的原动力，是国家实力的支柱。一个国家没有强大的制造能力，永远成不了经济强国。

我国工业化的进程目前正处在由低级向高级发展的中间阶段，要完全实现工业化，根据发达国家的经验，至少还需要十几年的努力。中国被称为“世界制造工厂”，但产品却主要局限于消费品领域。

随着产业升级，我们已不可避免地发展到了以装备制造业为主要特征的“重化工业阶段”，也有人称之为“后工业化时代”。

目前中国制造业的总体规模与德国相当，可以说是个制造大国。比较流行的说法是中国的劳动力便宜，产品具有价格优势，国际市场上很有竞争力。但两国制造业竞争力的比拼是看生产效率的——即单位产品（或相同产品、产值）所消耗的人工成本。生产效率较低是中国制造业的特征之一。

这表现在：

- 1) 创新能力不强，缺乏核心竞争力。
- 2) 企业组织结构小而分散，产业集中度较低，规模效益差。
- 3) 具有国际竞争优势的大型企业集团、世界一流的跨国公司较少。
- 4) 低端产品生产扩张过度，高附加值产品依赖进口。

- 5) 资源利用率和经济效率较低。
- 6) 缺乏管理技能和全球营销技巧。
- 7) 科技创新能力还需进一步加强。

近些年国家强调技术创新，但技术与管理对产出的贡献率仍较低。我国的劳动力成本是美国的 418%，而美国制造业在 2000 年人均产值为 86559 美元，是我国的 1817 倍。另外，我国的能源利用率是 32%，发达国家是 42%；我国产品的增值率为 30%，而美国、德国和日本分别是 48%、47% 和 41%。这说明，我国制造业投入与产出过程中存在较低的资源利用率。

纵观国际经济形势，制造业在我国经济体系中的核心地位不应改变，在国民经济和社会持续发展中的物质基础地位也不应该改变。我们不能脱离国情，不能以知识经济发展代替工业经济发展，以信息化代替工业化，而只能把发展工业经济与发展知识经济协调起来，把工业化与信息化有机结合起来。

我们应该从历史与现实、科学和人文相结合的全新视角，充分认识制造业和制造技术在人类社会发展历史上不可替代的地位和作用，以及制造业与我国工业化、信息化和现代化的深度关联。还要清楚地看到，人类文明进程中工业化阶段不可绕过，即使在知识经济蓬勃发展的今天，发达国家的经济载体仍是制造业，我国经济的主导产业也还是制造业。美国、德国、日本和韩国都是很好的例子。

我们应该从一个主权国家的安全和发展战略的高度，牢固树立“制造业兴衰决定国家存亡”的观点。要汲取英、美等国历史上曾轻视制造业导致经济大滑坡的惨痛教训，借鉴日、德、韩等工业化国家因重视制造业发展而成为世界经济强国的成功经验。认准目标，牢牢把握中国经济发展的正确走向。

中国从工业化大国转变成强国，需要两个前提条件，一是技术创新，二是管理创新。以前我们更多地强调企业的技术创新，往往忽略了管理创新的积极作用。

缺乏管理创新的企业——病态的制度设计和企业文化，臃肿低效的企业官僚机构，不当的绩效评价和激励机制，低士气和低素质的员工队伍，高成本的生产运作，低效率的资源利用，不良的设备管理，不安全的生产环境，这样的企业很难有技术创新的活力。即使通过加大投入，偶有技术创新涌现，也难以转变成有竞争力的产品；即使将蓝图变成产品，也难以凭借产品的高性能和低成本长久占据竞争优势。这样，企业技术创新和管理创新两条腿就始终不平衡，企业就变成一只跛脚鸭。

企业良好的科技创新体系，需要良好的制度设计、企业文化和人文环境，需要正确的绩效评价与激励机制，需要卓越的学习和教育型组织塑造，需要设计与制造团队的合作和无缝连接，更需要可持续的利润和资金支持。离开这些，技术创新就会成为幻想。

因此，从制造业大国向制造业强国的转变，管理创新应该始终成为开路先锋。对于制造业而言，人机系统的精细化管理，MAN-MACHINE（双M）和谐体系将会成为管理创新的主要支柱。

管理创新开路，技术创新随后。在国家朝着制造业强国进军的道路上，企业千万不要变成踟蹰不前或者步履蹒跚的跛脚鸭。

2. 企业一把手一定要懂设备管理

我国制造型企业的一把手很多都是由搞工艺、搞技术出身的，这也反映了制造工艺在企业的重要地位。制造，首先就是要能够造出来。记得早期海尔、科龙的第一台冰箱就是用锤子敲出来的；早期吉利汽车也是这样一点点抠出来的。这记载着中国工业化的曲折发展轨迹。

企业由小到大，制造由手工，到半手工，到机械化，再到自动化。劳动力密集型企业逐渐转变成技术密集、资金密集和装备密集型企业。

到了今天，无论企业的一把手是什么出身的，补上设备管理这一课都十分必要，设备管理是科学管理企业的必要条件。

企业一把手如何认识和看待设备管理呢？

马克思早在 100 年前就说过，设备是工厂的骨骼、肌肉和血管，如今应该再补充一个——神经传导系统。设备管理工作肩负企业生产、安全、环保、职业健康重任，是企业可持续发展的主力，是绿色和低碳经济的先锋，设备管理部门几乎是工厂里最繁忙的部门，企业一把手要对他们给予极大的重视和尊重。

优秀设备管理的背后一定有系统的思考和管理平台的支撑。这个平台包含着系统完备性的设计，长远的思考，可持续发展的概念；作为一个普遍的规律，人-机和谐共处关系是设备运行状态良好的前提条件。全员对设备的了解、爱护与维护是最好的设备管理。

设备管理不仅仅是维修人员的事，全员参与是设备管理体系成功运行的关键；另外，维修管理是投入而非成本，投入恰当产出最优；设备管理只有形成 PDCA（Plan-Do-Check-Act）闭环才能有效。

设备管理的各项活动，包括设备采购、安装、调试、使用、检查、维护、修理、改造、更新以及备件管理等活动，都离不开“5W2H”这些基本要素，5W——What（内容），When（时间，周期，机会），Where（位置、区域、部门、车间、设备、部件、零件），Who（作业者、执行人、责任人），Why（工作原理与作业依据）；2H——How（作业的方法、手段、流程与工具）和 How much（执行标准、基准和范畴）。

所有设备管理相关的制度、规范均需要不折不扣地加以执行，否则可能会给企业带来严重后果，这已经被无数经验和教训所证明。

对于设备的投入要推敲其产生的价值。换一种说法，即所有与设备相关的费用投入，都要评价其费用有效性，寻求综合费用最小化。

设备管理追求的各种目标往往是互相矛盾和顾此失彼的，因此设备管理工作者要不断寻找矛盾的平衡点，也就是最佳点，我们称之为综合平衡原则。

设备整个寿命周期内投入的费用包含设置费、维持费和处理费三大部分，三部分费用随役龄变化构成一条类似 L 型的曲线，我们称之为寿命周期费用曲线。同类型设备随设备可靠性不同，价格不同，会形成不同的寿命周期费用曲线。企业购置设备不应该仅仅追求一次性投入最小化，而应该寻求寿命周期费用最小化。

设备一生故障率变化呈现为一条浴盆状曲线，设备安装伊始，故障率较高，叫初始故障期；接着就进入故障率较低而且平缓的偶发故障期；随着设备老化，故障率逐渐升高，进入耗损故障期。曲线形如浴盆的剖面，故称浴盆曲线。不同故障期应该设计采用不同的维修和管理策略。

设备在受到外部激发能作用时，很可能内聚能位上升，随后就

进入快速性能劣化过程，其轨迹与一般性能劣化曲线不同，是快速下降而非缓慢下降。激发能作用曲线告诉我们，避免外部激发能作用于设备是防止设备强制劣化的重要工作。所谓的外部激发能包括雷电影响、空气污染、超负荷运行、误操作以及异物进入设备等。

按照“维修是投资”的概念，投入是有产出的。投入为零，利润为负；投入过大，利润也为负；投入恰当，利润最佳，达到最大投入产出比。企业不应片面追求维修投入最小，甚至提出维修费用逐年递减的概念，应该以综合费用最小、利润最大化为追求目标。

设备性能随着设备役龄的增加而逐渐衰减的曲线类似半正弦波，其中存在着一个劣化起始点，潜在故障发生点（P），功能故障发生点（F）。潜在故障发展到功能故障的间隔期（P-F 间隔），是设备预防维修的最佳时机。

以上基本内容我们还会展开阐述，企业的一把手不但应该了解，而且要能够身体力行地运用到自己的管理实践中，对所属设备管理部门给予更多理解和支持。改变设备管理部门仅仅是生产的从属和服务部门的概念，变服务和被服务型组织为合作型组织，变分工型组织文化为责任型组织文化，将设备部门从窘境中解脱出来。这样才能创造一个安（全）、稳（定）、长（周期）、满（负荷）、优（质）的人机系统环境。

3. 谈谈设备全寿命周期管理的概念

国际上普遍认为，设备管理是指全寿命周期的管理，因此也称为 LCM (Life Circle Management)。全寿命周期的管理有三重含义：一是在三维空间上的全寿命周期管理；二是突出在浴盆曲线不同阶段的不同管理特色；三是全寿命周期的费用管理。

广义全寿命周期管理始于设备的规划，终于设备的淘汰，包含设备的可行性研究、选型决策、购置合同管理、安装调试、初期管理、设备运行、清扫、点检、保养（包含润滑、紧固、调整、对中、平衡、堵漏、防腐等细节）、修理、技术改造、淘汰以及备品备件管理等内容。

三维空间上的全寿命周期管理涉及空间维、资源维和功能维，如果再加上全寿命周期本身的时间维，就形成四维系统。

空间维是指从生产环境、车间、生产线、设备、总成（部件），直到零件，由表及里，步步深入，涉及空间维上的各个要素。

资源维涉及与设备相关各种资源，包含信息、人力、材料、备件、动力能源、水、气、汽等要素，这都是设备管理上不可或缺的资源要素。

功能维指管理功能，即计划、组织、实施、控制、评价、反馈等内容，这也是广义的 PDCA 循环过程。从这种意义上说，设备管理是典型的系统工程。

设备的浴盆曲线又称为故障率曲线，包含初始故障期、偶发故

障期（也称随机故障期）和耗损故障期三部分。浴盆曲线有点像人的一生。初始故障期就像人的童年和幼年时期，偶发故障期像人的青壮年时期，而耗损故障期像人的老年期。

在初始故障期，因为机械处于磨合阶段，啮合不顺，润滑油污染快，紧固件也容易松动，电气系统处于元件的初始“时效老化”时期，容易出现电参数的漂移或偏差，加上操作的熟练程度不够，因此出现故障的频率较高。此时的设备管理，应该着重于对设备的检查、记录、紧固、调整、润滑、磨合期的油品替换、控制生产负荷逐渐达到设计值等。

偶发故障期的设备运行较为顺畅，但部分短寿命周期的易损零件会出现劣化，此时的管理，是注意设备的清扫、检查、润滑、调整、堵漏、防腐，同时要研究设备劣化条件，控制劣化，进行设备的健康管理。例如，某厂对柴油机进行“健康”管理，即对进入设备系统的燃油、润滑油、冷却水和空气进行滤清处理，称为“四清”管理，可以有效控制设备性能劣化，延长设备寿命达三倍多。对那些周期性的损耗件，还要进行局部深度保养及修理，包括调整、修复或者换件。

耗损故障期，部分零件或者总成已经进入快速劣化阶段，有的失去设计功能，有的可能导致安全事故，有的造成能源消耗过量，也有的可能造成环境破坏，除了应该做好常规清扫、检查、润滑、调整、堵漏、防腐之外，还要注意可裁剪式纠正性维修，即对设备进行局部改造和不拘泥于原有设计结构，立足于根除故障的主动维修，以便恢复设备功能，达到根除某些固有故障的效果。

狭义的设备全寿命周期费用，包括设置费、维持费和处理费三大部分。其中设置费的构成包括设备的调研费、招投标费、采购投入、运输、安装、调试、人员培训以及试生产发生的所有费用；而维持费则包括设备的维护保养、修理换件、润滑材料、冷却介质、环保投入以及能源消耗的费用；而处理费包括设备的拆卸、废弃物

环保处理等费用。

设备全寿命周期的费用管理始于设备的规划阶段。某些设备价格昂贵，初始采购费用较高，但因为可靠性高，能源消耗少，修理换件少，故障停机少，其全寿命周期费用反而会较低；反之，某些设备初始采购费用低，但由于可靠性较差，故障频发，换件频繁，或者耗能高等，使得全寿命周期费用较高。因此，设备前期管理不能仅看初始投入，而要思考寿命周期费用的经济性，以寿命周期费用最小化作为决策依据。

广义的设备寿命周期维修管理是从设备的设计开发阶段开始的。

(1) 概念与产能研究阶段

设定设备可靠性，评估长周期的维修直接和间接费用，对应的维修组织分析。

(2) 设计阶段

- 设备位置安排，可维修性的思考。
- 备件的标准化和互换性。
- 潜在故障应对——设备保修问题。
- 项目建设安装与运行的交流沟通。
- 预计未来问题（包括运行及将来操作中问题）。

(3) 购置阶段

按可维修性与可靠性标准评价购置项目，要评价：

- 新装置与旧装置的互换。
- 新旧装置可互换的备件选择以及清单。
- 预防维修指南。
- 可能的故障与停机诊断维修程序。
- 详细安装与拆装图样。
- 材料清单与图样。
- 人员的维修技能培训。
- 故障诊断的工具。