

设备管理

新思维

新模式

李葆文 编著



机械工业出版社

设备管理新思维新模式

李葆文 编著

机械工业出版社

/

本书对国际上一些典型工业国家的设备管理模式进行了比较详尽的介绍,同时还介绍了当代国际上设备管理的新发展、新趋向及新思维。作者还从企业文化的高度,论述了设备管理模式设计、设备管理组织的学习和修炼问题。这些新思维和新模式的意义,超出了设备管理本身所涉及的管理范畴,对整个企业管理模式的建立和企业文化的塑造都有一定的指导意义。本书可作为当代企业设备管理人员的必读工具书、大专院校设备管理专业教材,同时也适宜作企业高级管理干部的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

设备管理新思维新模式/李葆文编著. —北京:机械工业出版社,2001. 2

ISBN 7-111-01757-9

1. 设… I. 李… II. 设备管理, 研究 N. F273. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 04548 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:蒋有彩 版式设计:冉晓华 责任校对:张媛

封面设计:方芬 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 2 月第 1 版第 3 次印刷

850mm×1168mm¹/₃₂·9 印张·234 千字

6 001—8 000 册

定价:19.00 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)68993821、68326677-2527

前 言

随着我国市场经济的发展，企业的经营机制也在变革。设备管理与维修作为企业管理的一个重要方面，已成为广大企业共同关心的问题。近20年来，国际上的设备工程与管理，随着设备的技术进步也有了本质上的变革。前苏联、美国、英国、日本的设备工程与管理都各具特色，基本形成了各自的设备管理体系。其它国家如瑞典、意大利、德国、法国和新加坡的设备管理体系也都具有自己的特点。除此之外，国际上设备工程与管理的新趋势、新思想不断涌现，给这一学科注入了活力。设备管理已逐渐发展成为企业文化的重要组成部分。

我国企业的设备管理体系，以前基本上是学习前苏联的模式。近年来一边实践、一边拓宽学习领域，在设备工程与管理方面也创造出不少经验和成果。遗憾的是，由于尚未见到一本能够比较全面、综合的介绍国外设备工程与管理发展的图书，使我们的企业在学习和借鉴国外经验方面总感到资料不足。应企业设备管理人员的要求，根据本人在国外学习、考察中的体会和搜集到的大量中外文资料，结合本人多年从事设备管理研究的收获和成果，编著了此书。

本书对国外典型国家的设备工程与管理状况，以及设备工程的最新发展趋向，如TPM等模式给出了比较详尽介绍，同时适当地进行了相互的比较和评述。本人发表在《中国设备管理》杂志上的两篇文章，编写在本书的附录中。希望本书的问世，对于我国企业学习、借鉴国外设备管理经验，创造适合于我国国情的设备管理模式，对于企业设备管理水平的现代化能有一定的推动作用。由于编著者水平有限，内容的选择、比较和评述都可能出现偏颇或错误，在此希望广大读者提出宝贵意见。

IV

本书可作为现代企业设备管理人员的必读工具书，也可作为大专院校设备工程与管理、设备维修专业的教材，同时也适宜作企业高层管理干部的培训教材。

作者

1998年9月于广州

目 录

前言

第一章 前苏联的设备管理	1
第一节 计划预修制	1
第二节 计划预修制的具体实施要点	4
第三节 计划预修制的优劣及产生的背景	7
第四节 计划预修体制的新发展	10
第二章 美国维修体制综述	17
第一节 预防维修体制和生产维修体制	17
第二节 后勤工程学概述	18
第三节 系统全寿命周期中的后勤	21
第四节 后勤工程学中维修方案的确定和保障分析	24
第五节 系统设计中的后勤	28
第六节 生产与施工中的后勤	31
第七节 系统使用中的后勤	33
第三章 英国设备综合工程学简介	35
第一节 设备综合工程学产生的背景	35
第二节 设备综合工程学的主要内容	36
第三节 设备综合工程学的发展和影响	43
第四章 其它国家的典型设备工程与管理模式	45
第一节 瑞典设备管理概述	45
第二节 意大利的设备工程与管理实践	56
第三节 新加坡的设备工程与管理	79
第四节 德国和法国的设备管理与维修概述	84
第五章 全员生产维修体制及其发展	93
第一节 战后日本设备管理的发展进程	93
第二节 TPM 给企业带来的效益	95
第三节 全员生产维修的基本概念和特点	97
第四节 TPM 与 TQM、JIT 的关系	99

第五节	全员生产维修的开展过程	100
第六节	全员生产维修制中的小组自主活动和激励机制	113
第七节	全员生产维修体制中的 5S 活动	118
第八节	实行设备点检制	119
第九节	全员生产维修的零故障工程	124
第十节	设备综合效率	129
第十一节	全员生产维修精髓概述	136
第十二节	全员生产维修在全世界的影响	138
第十三节	TPM 的最新发展	140
第六章	设备管理发展新趋势	146
第一节	当代设备管理发展特征	146
第二节	从预知维修到状态维修	149
第三节	以利用率为中心的维修 (ACM)	153
第四节	全面计划质量维修 (TPQM)	156
第五节	适应性维修 (AM)	160
第六节	可靠性维修 (RBM)	166
第七节	以可靠性为中心的维修管理 (RCM)	171
第八节	费用有效维修 (CEM)	178
第九节	最新维修管理模式研究	180
第十节	人的可靠性与设备管理	186
第十一节	设施管理	189
第十二节	设备综合管理计算机信息系统	194
第十三节	欧洲维修工程的现状和未来	199
第十四节	设备管理是企业文化的一部分	224
第十五节	设备管理的系统思考	226
第七章	企业设备管理的策划、设计与组织修炼	231
第一节	企业设备管理的策划与设计	231
第二节	设备管理组织的修炼	236
附录一	建立和完善我国维修工程教育体系——为了 21 世纪 的维修事业	261
附录二	TNPM——全员规范化生产维修一条比较适应中国企 业现状的设备管理之路	268

第一章 前苏联的设备管理

第一节 计划预修制

前苏联是以“计划预修制”为主导的设备管理体制。这一制度是从1923年到1955年经过30几年的不断实践和完善才逐渐形成的。计划预修制的全称是“设备的统一计划预修和使用制度”。

一、计划预修制的含义

为了防止生产设备的意外故障，应按照预定的计划进行一系列预防性修理。其目的是保障设备正常运行和良好的生产能力，减少和避免设备因不正常的磨损、老化和腐蚀而造成的损坏，延长设备使用寿命，充分发挥设备潜力。

计划预修制规定：设备在经过规定的开动时间以后，要进行预防性的定期检查、调整和各类计划修理。在计划预修制中，各种不同设备的保养、修理周期、周期结构和间隔期是确定的。在这个规定的基础上，组织实施预防性的定期检查、保养和修理。

计划预修制是按照设备磨损规律而制定的，计划预修制是在研究了设备磨损规律后逐渐形成的。设备磨损一般存在如图1-1所示的三个顺序阶段。第一阶段为磨合阶段（AB段），这是设备的初期使用阶段，这时设备零部件

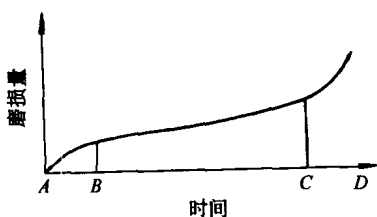


图 1-1 设备磨损三阶段

接触面磨损较为激烈，较快地消除了表面加工原有的粗糙部分，形成最佳表面粗糙度。第二阶段为渐近磨损阶段（BC段），此段即是在一定的工作条件下，以相对恒定的速度磨损。第三阶段为加

剧磨损阶段 (CD 段), 设备磨损到一定程度, 磨损加剧, 以至影响设备正常运行。

按照以上显示的规律, 设备维修的最佳选择点, 应该是在设备由渐近磨损转化为加剧磨损之前, 即应选择在 C 点附近。从磨损规律上分析, 计划预修制有其科学、合理的内容。按照计划预修制执行, 显然可以减少或避免设备故障的偶然性、意外性和自发性。计划预修制还可以大大减少意外故障停机造成的损失, 减少因故障停机而增加的劳动量和维修费用。

二、不同类型的计划预修制度

前苏联早期建立了三种不同的维修制度, 都属于计划预防维修制度。

1. 检查后修理制度

这是以检查获得的状态资料或统计资料为基础的计划维修制。它建立于 30 年代中期。检查或修理制度曾在前苏联得到相当广泛的推行。这个制度是通过定期的设备检查, 确定设备的状态, 根据设备状态拟定修理时间周期和修理类别 (级别), 然后再编制设备修理计划。

这种修理制度可以使修理工作纳入计划的轨道, 并有可能预防设备的机构磨损。这种体制把定期检查作为制定计划的先决条件, 比传统的事后维修是前进了一大步。但是它也存在着很多不足, 因为当时的检查仪器、手段、技术都比较落后, 状态的判断包含一定主观因素, 尤其是复杂程度比较高的设备, 以当时的诊断技术, 很难对设备状态作出准确的判断, 因而影响了计划的准确性。

2. 标准修理制度

这是一种以经验为根据的计划修理制度。根据经验制定修理计划, 计划一旦制定则按规定时间周期对设备进行强制性修理, 即在规定的期限强制更换零件; 按事先编制的维修内容、工作量和工艺路线及维修标准进行强制性修理。

这种制度在 1932~1933 年建立, 直至 1945 年之前曾作过多

次修订，但在前苏联推行一直不甚成功。因为经验可能包含各种不科学的因素，零件的磨损允许极限与规定的使用时间周期很难完全符合，对计划的准确性影响很大，往往造成维修过剩，反而增加了维修费用和停机时间损失。对于那些因为磨损导致的故障停机，可能产生重大事故、人身伤害及经济损失的情况，这种制度仍有其积极的意义。

3. 定期修理制度

这是以磨损规律为依据，以时间周期为基础的计划预防维修体制。30年代初期自发产生的定期修理，在不断完善中逐渐形成了自己的理论。1939年《机器制造企业设备定期修理制度》一书出版，向各机器制造企业推广这一体制。第二次世界大战后才比较广泛的得到推行。1955年又出版了《机器制造企业工艺设备的统一计划预修制度》一书，经前苏联部长会议批准，使这一制度作为全苏统一的设备修理制度，并得到全面的推广。

这个制度要求根据不同的设备特点、工作条件，研究其磨损规律，分析其开动台时和修理工作量之间的关系；然后对设备使用周期、维修工作量和内容作出明确的规定。以此保证设备处于经常性的正常状态。前苏联后来的“计划预修制”，就是在这个制度的基础上逐渐发展完善起来的。

计划预修制的依据是磨损，即认为影响设备运行的主要因素是磨损，而机器开动时间又决定着磨损的程度，因此要研究和制定合理的开动台时周期，对设备进行定期预防维修，防止设备急剧磨损失效，以达到延长设备寿命和减少设备维修工作量的目的。

这一制度有两大支柱：修理周期结构和修理复杂系数。

所谓修理周期，是指两次大修理之间的间隔时间，而修理周期结构，是指在一个修理周期中，按规定的顺序进行的不同规模的计划维修或保养维护的次序，如定期检查、小修、中修、大修等。

对于不同设备，按照其磨损程度和维修工作量的不同，确定不同的修理类别及其顺序、间隔时间。设备的修理周期结构可以

用数字代码或字母代码表示,如一台设备以1—2—6—9表示其修理周期结构,意思是一次大修(K),两次中修(C),六次小修(M),还有九次检查调整(O)。这一结构如下图1-2所示。

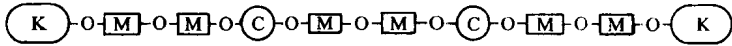


图 1-2 修理周期结构图

上述的修理周期结构还可以字母形式表示为“K-M-M-C-M-M-C-M-M-K”。在每两次修理之间安排一次检查调整。

修理复杂系数是表示设备复杂程度的一个基本单位,用它计算劳动量和物资消耗量,即确定维修工时定额、材料定额等。

1955年形成的完整的计划预修体制,对所有的机械、电气设备都规定了修理复杂系数和修理周期结构,所有设备的维修都按照计划执行。

第二节 计划预修制的具体实施要点

一、利用计划修理达到故障预防的基本原则

首先,设备在经过一定周期运行之后,按照修理计划中的保养、修理周期结构执行,应可以满足设备状态的基本需要。其次,为消除设备故障缺陷所给出的计划维修工作量,应能够保证设备正常运行到下一次计划维修;中间穿插进行的检查维修,也应纳入整个维修计划统筹考虑,检查维修量的确定,也应保证设备实际正常运行的周期与计划维修周期一致;维修工作量应依据所寻求的最优维修间隔期和维修周期结构中的排列顺序确定。最后,在两次定期维修之间,应进行计划检查,以保证更可靠的预防。

计划预修制的核心是把设备维修纳入计划的轨道。这里存在一个计划准确性的问题。只有当计划维修的时间周期接近设备磨损发生故障的实际周期时,这种维修计划才是最佳的,其经济效益才是显著的。否则,或者实际停机在计划维修之前,造成停机时间过多的生产损失;或者产生维修过剩,使维修费用增高,也是不经济的。

二、计划预修制依据的基本原则

计划预修制依据如下五个基本原则：

1) 为消除运行磨损所确定的维修工作量，取决于以下因素：

① 设备的工作条件；② 设备的维修特性；③ 维修和技术维护工作的质量要求；④ 设备无维修运行台时；⑤ 维修工人的平均劳动生产率水平。

2) 无维修运行台时的多少，决定着维修工作量的多少。设备长期运行不进行维修，为恢复其正常工作性能而进行的维修工作量必然会增大。

3) 设备在确定的运行周期进行维修，其维修工作量应该是固定的，即保证设备正常运行的计划，定期维修的工作量是稳定的。

4) 设备在一定运行时间后，进行强制的计划维修，可以避免磨损的加剧和因此可能增加的维修工作量。优化的、准确的计划维修周期，应可以达到最小的维修工作量，同时可以保持设备正常的运行。

5) 设备维修的基本需求，可以通过循环的以相同的维修周期结构所进行的计划维修来解决。

三、计划预修制度的内容

所谓计划预修，就是在设备运行一定台时后，按照既定的计划进行检查、维护和修理（包含大修、中修及小修）。检查、维护和修理的次序与期限，是根据设备的功能、特点、规格与工作条件确定的。在计划预修制的工程实践中，还可以通过对设备运行规律更深入的了解，适当调整维修间隔期，以便更符合实际，最后达到降低维修成本、提高维修质量和保证设备正常运行的目标。

计划预修制度的主要工作内容如下：

1) 工作分类：把具体工作分成几类，明确各类的内容。

① 检查与维护：清洁、润滑、精度检查和技术状态检查。

② 计划性修理：小修理、中修理和大修理。

2) 确定结构：制订各种不同设备的维修周期、维修间隔期和维修周期结构。

① 维修周期：正在运行的设备从一次大修理到下次大修理的运行时间，又称“设备大修理周期”。

② 维修间隔期：两次相邻的同级计划维修的运行间隔时间（这种计划维修不一定是大修理）。

③ 维修周期结构：设备在一个大修理周期之内的检查、维护和各类计划维修的轮换排列次序。这在上一节已作了介绍。下面我们再给出一个普通车床的维修周期结构之例，这个结构是：K-O-M-O-M-O-C-O-M-O-M-O-C-O-M-O-M-O-K。这里K、O、M、C的含义已在上一节作了介绍。从这个维修周期结构可以看出，普通车床在一个大修理周期内，共有18次定期维修，且其比例为：

$$K : C : M : O = 1 : 2 : 6 : 9$$

3) 定出系数：即制定出各种不同类型设备的修理复杂系数。

修理复杂系数是计划预修制中的重要指标。维修定额如停机时间定额、维修劳动量定额、日常维护定额、材料消耗定额、维修费用定额等的计算，都离不开维修复杂系数。

一般来讲，设备越复杂，规格尺寸越大，设备精度越高，自动化程度越高，其复杂系数也就越大。复杂系数是按照各种类型设备的结构特点、工艺性能、规格尺寸等因素来确定。

制定设备复杂系数是一项十分复杂和烦琐的工作。首先，对不同类型的常用或典型设备，先给出一个标准复杂系数，然后再通过比较或经验公式的计算，推出同类其它非典型或非常用设备的复杂系数。例如C620-1车床（中心高200mm，顶尖距1000mm）的标准复杂系数为11，以此来确定其它可比设备的复杂系数。这种分析比较有三种方法：

① 工时比较法：实际维修工时与单位复杂系数工时定额比较得出。

② 部件分析比较法：根据设备结构特点和部件的复杂程度，与已知复杂系数的类似结构和部件比较，分别求出各个部件的复杂系数，再汇总求出整台设备的复杂系数。

③ 整台设备比较法：以已知复杂系数的设备为标准，将类似设备与之比较，求出后者的复杂系数。这种方法很粗略，不准确。

复杂系数也可以通过经验公式计算。如车床的复杂系数 R 为

$$R = \alpha (K_1 h + K_2 L + K_3 n)$$

式中 α ——结构特点系数，如普通车床为 1，精密车床为 1.25；

h ——床身至顶尖高 (cm)；

K_1 、 K_2 、 K_3 ——加权系数， $K_1 = 0.025$ ， $K_2 = 0.002$ ， $K_3 = 0.2$
(有变速箱)、0.1 (无变速箱)；

L ——顶尖距 (cm)；

n ——主轴变速级数。

为了便于应用设备复杂系数，搞好计划预修制，前苏联在国家标准中已计算出各种设备的复杂系数。平时应用只须查表即可确定。但是，从以上确定设备复杂系数的方法可以看出，无论采取哪种评估方法，都包含一定的主观因素，而且计算比较粗略。这样制定的标准与维修实际往往存在一定差异，也会造成一定矛盾，这也是它的不足之处。

4) 组织实施：通过组织和监督来保障计划预修制度的落实。有了以上基础，便可以根据设备实际情况编制预防性维修计划、保养、检查和检验计划，并落实相关的技术组织措施，监督实施。

5) 其它内容：计划预修制的实践创造出更细、更丰富的内容。这些内容包括：建立设备维修保养规范、制订各种维修定额（如停修台日定额、故障率定额、备件储备定额、材料消耗定额等等）、建立技术文件管理规范、建立维修质量标准、确定维修组织结构 and 分工、组织备品备件生产和采用先进维修工艺等等。

第三节 计划预修制的优劣及产生的背景

计划预修制是以磨损规律为依据，也是长期实践经验的总结，这一体制与传统的事后维修相比是一大进步。因为它可以把故障隐患消灭在萌芽状态，避免大量严重故障或事故的发生，也减少

了因事后维修造成的停机损失。

这一体制也存在着明显的缺点。一方面，由于强调预防维修，按规定时间安排维修，往往出现设备的劣化尚未达到该修理的程度或远远超过该修理的程度的情况，也就是出现维修过剩或维修不足的情况。维修过剩则增加了生产成本，影响企业的经济效益；维修不足则可能造成故障停机和事后维修，仍会影响经济效益。由于设备大修时要求全面恢复设备的技术状态、性能和精度，比较明显地存在维修过剩的现象。另一方面，这一体制强调操作工和维修人员的明确分工，只注重专业维修人员的修理，忽视广大操作工人的参与，忽视设备的日常维护保养，设备使用部门与维修部门常常互不协调，甚至矛盾、对立。形成用设备的人不管设备，管设备的人不用设备的脱节现象。另外，因为设备管理和修理计划的制订等一切都按预先的规定进行，不能确切的反映客观实际，经济和技术效果都不十分理想。按管理顺序分工，职责呆板。维修组织形式上缺乏经济性。管理层次也过于繁复等等。

前苏联的计划预修体制的形成，一方面是由于当时生产力的发展水平不够高，生产设备以机械为主，设备的复杂系数不高，故障多来自磨损；当时的故障诊断设备仪器及其技术不够发达，管理科学也不够先进。另一方面，受计划经济体制的制约，一切以计划为准，对维修的经济性考虑甚少。计划预修制实际上是社会主义计划经济的产物。

1988年前苏联出版的《机器和设备修理的经济性》一书的作者依沃奇和卡巴阔夫，曾在以下12个方面提出改善原有的“统一计划预修制度”的建议：

1) 计划预修制应把设备的合理运行，即维护保养放在第一位，而把修理放在第二位。企业应重视预防性维护，其中包括最重要的组成部分——诊断，以便从根本上改变整个的计划预修制度。

2) 现行计划预修制度未考虑设备客观上存在的物理老化规律。实际的修理周期结构较之预先由统一的计划预修制度规定的

结构应更加灵活多样，也就是说，修理周期内的修理间隔期的长短不可能与计划预修制度规定的间隔期相同，而是变化的。

3) 计划预修制度提倡分散式的修理体制，结果出现以手工业方式进行修理的状况。这样一来，分散了修理工作的力量和器材，增加了计划外修理工作量。这种方式难以实现修理工作的专业化和机械化。

4) 统一计划预修制度下仍有大部分故障是事后维修，而且有不少过量维修，造成劳力和资源的浪费。应提倡使用有效的技术诊断方法，充分发挥机器潜力，科学确定设备进入修理的时期，或借助计算机来完成这一工作。

5) 现行计划预修制度在确定维修工作量和修理间隔期问题上未充分考虑设备的实际运行工艺和精度，故障频率要求等因素。修理工作量应随修理复杂等级的提高和易修程度的降低而不断增加。修理间隔期也应以实际的磨损和精度保持状况而灵活确定。

6) 不能排除事后修理，即突发故障的修理。应对原维修制度的名称加以修改，称为“设备合理使用和修理的统一制度”更合适。

7) 这一体制对维修活动缺乏统一的经济评价方法。

8) 修理复杂系数未考虑设备的役龄、负荷和类型，反映不出设备修理与技术维护所需的实际材料和劳力消耗量。

9) 这一体制下的劳动工资制度不能调动修理工人的积极性，应引进新的机制。

10) 这一体制未充分利用电子计算机科学合理的计算维修量定额。

11) 修理周期结构不尽合理，应重新确定技术维护和维修的比重。修理周期中的中修往往不能提高修理质量，增加材料和人力消耗。应重视设备检查工作。

12) 这一体制未采用计划网络技术对维修进行管理。应引入这一管理方法。

依沃奇, 卡巴阔夫等人还以金属加工机床为例提出改变设备修理周期结构的建议。这些建议主张机床基准件磨损程度尚在可调整范围之内时, 尽可能采用以局部拆装、调整为主的规范化维修; 一旦基准件磨损达到极限值, 就应停机大修。这里中修的作用并不明显, 可以取消。他们还提出应改变以前分散、组织落后、工艺原始、规模很小、修理质量低下、效率不高的维修状况, 提倡建立集中化、专业化维修体制。他们对削弱维修工作量, 甚至于取消大修的观点也表示了异议。认为不应取消大修, 而应根据生产实际和行业部门的具体情况来减少大修, 延长大修周期。要把大修和现代化的技术改造结合起来, 以缩小运行设备与当代先进设备水平的差距, 减少由于无形磨损而拉开的差距。

第四节 计划预修体制的新发展

随着对原计划预修体制的不断实践和认识, 这一体制已有了不少改进。例如引进了系统论的思想, 改变了片面依赖数理统计资料的做法。发展到采用“产品产量的综合管理系统”。注重运用信息反馈概念处理问题。在组织和技术管理上也引进了欧美的先进思想如价值工程、网络技术等等。在设备管理与维修的组织形式上也进行了不断的改革, 使传统的计划预修制朝着更科学化的方向发展。

一、前苏统一计划预修体制的修订

1988年, 前苏联机床和工具制造工业部, 对1967年制定的机械制造企业设备统一计划预防性修理和合理使用制度作了根本性的修改, 但保留了原制度中的几项基本规定。

修订后的新制度共分为三部分: 第一部分包括一整套方法和定额, 据此组织设备的维护和修理工作; 第二部分包括各种定额, 参考资料, 各项典型的技术维护和修理工作内容, 设备修理复杂系数表; 第三部分包括各种参考资料表中未列入的确定修理复杂系数时所用的经验公式。

新制度中保留了原统一计划性修理制度中的几项基本规定。