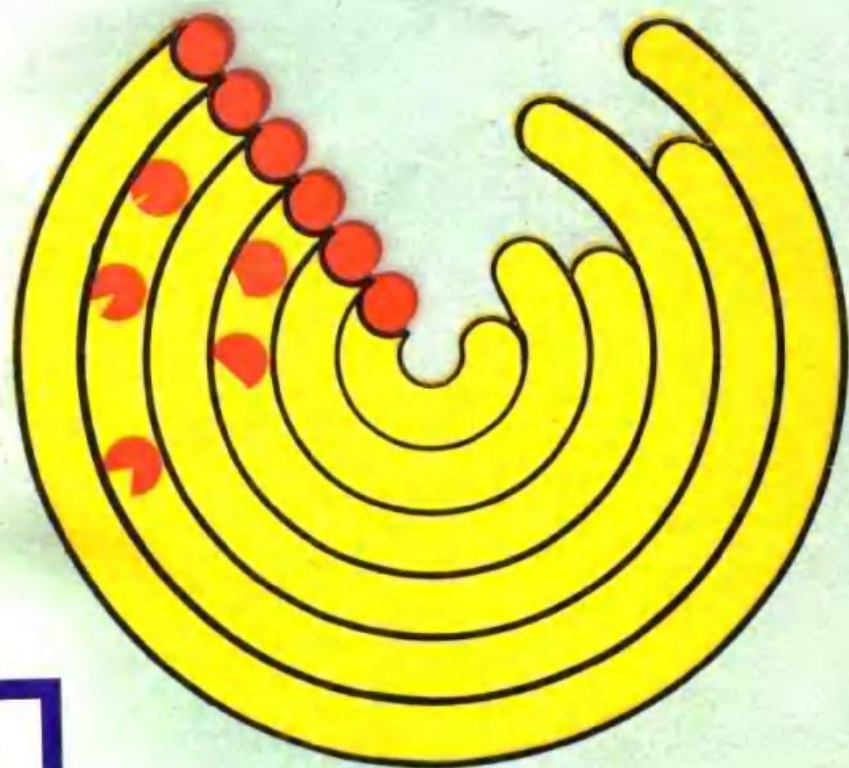


全员生产维修的 展开程序

〔日〕 中嶋清一 主编



机械工业出版社



数据加载失败，请稍后重试！



数据加载失败，请稍后重试！

本书只摘译原书的第二、三、六、九章。这几章的中心内容是环绕如何提高设备的使用效率,如何实现无故障运行,如何进行维修预防设计和怎样评价全员生产维修的效果问题。作者从总结经验入手,作了较系统的论述,提出了一些实用措施,可供我国各个工业部门的设备维修和管理人员参考。

TPM 展開プログラム

中嶋清一監修 日本プラントメンテナンス協会 編

日本プラントメンテナンス協会 1982年発売

* * *

全员生产维修的展开程序

〔日〕 中嶋清一 主编

潘力本 译 姚家瑞 校
王林起

*

责任编辑 冯永亨

封面设计 刘代

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业性图书登记证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 850×1168 $1/32$ ·印张 5 $5/8$ ·字数 141 千字

1987年10月北京第一版·1987年10月北京第一次印刷

印数 0,001—1,930·定价:2.00元

*

统一书号:15033·6889

译 者 的 话

我国从七十年代末开始引进日本的全员生产维修 (TPM), 许多机械工业企业结合我国情况进行试验, 取得较好的效果, 说明它对改进我国设备管理与维修工作有值得借鉴之处。

由日本设备维修协会执行理事中嶋清一为主编、由协会咨询顾问集体编写的《全员生产维修的展开程序》一书, 是比较全面地对 TPM 的建立、推广和发展的总结。全书共分九章 (详见前言), 对于我国在初步实践 TPM 的基础上进一步提高有一定参考价值。尤其是原书的第二、三、六、九章 (译本按顺序改为一、二、三、四) 环绕如何提高设备的使用效率, 如何实现无故障运行和如何进行维修预防 (MP) 设计问题等作了比较全面的论述, 对我们具有相当的参考价值。这个部分的内容既具有一定的实用性, 还提出一些新的见解。

我们考虑到几年来已编印出版了一定数量的有关 TPM 的资料, 很多同志已具备 TPM 的基本知识, 为了节省读者的时间和篇幅, 只选择了我们认为参考价值较大的四章。由于我们的水平有限, 译文可能有不当之处, 欢迎指正。

前 言

TPM (全员生产维修的简称) 是从 1971 年开始提倡的。所谓 TPM, 若用一句话来说, 就是依靠尊重人, 全员参加生产维修以求得全系统的综合效率化。

日本的设备管理, 已由预防维修经过生产维修又发展到 TPM 时期。预防维修和生产维修是从美国引进的, 也可说是美国式的 PM。TPM 则是把美国式的 PM 加以消化, 根据日本的企业素质 (特别是把小组活动作为基础、以人为中心经营的素质) 进行开发的日本式的 PM。

1970 年, 英国提倡的设备综合工程学是以追求设备寿命周期费用的经济性为目的。TPM 可以说是设备综合工程学的日本版, 所以在日本对它感到很亲切。

今天, TPM 正在逐渐向日本的产业界渗透, 根据实际调查, 实施 TPM 的企业已由 1976 年的 10% 提高到 1979 年的约 22% 强, 即增加了一倍多。

这样, 在 TPM 迅速普及的背景中, 在每年进行 PM 优秀企业奖评奖时, 不能忽视 TPM 效果的不断提高这个必要条件。

自从 1971 年提倡 TPM 以来, 由于取得 TPM 成果而授予 PM 奖的企业, 到 1981 年为止, 合计有 42 个公司, 每年平均为 4 个, 1981 年为 10 个, 这是从有 PM 表彰制度以来获奖的最高数。

此外 获奖企业的 TPM 效果正在逐年提高, 特别是 1981 年度的获奖企业, 如突发故障为零, 劳动生产率提高到 1.4 倍, 工程中不合格的为 1/10, 工时减少 30% 等。在 2~3 年时间内, 全部获奖企业得到有目共睹的优异成果, 企业的领导异口同声地给予高度评价: “TPM 可使企业效益提高和培养人才, 使企业具有活力”。

可以这样说, TPM 正是为渡过严酷的经济环境而使生产革新和企业素质改善的决定手段。但是, 在这里要强调的是 TPM 的实施决非易事。从提倡 TPM 直至今日的十多年, 我作为 TPM 咨询者的多次的亲身体验, 多数企业还处于事后维修, 即处于美国式的 PM 阶段, 一朝一夕还不能改变为 TPM。

美国式的 PM 的特点是以维修部门为中心的。它的作业分工, 长期受到这样一种概念的影响, 即是生产部门的操作者认为“我是操作人员, 你是修理人员”, 操作者只管设备的运转操作, 而维修则是维修人员的事, 对自己使用的设备的加油、清扫、紧固、点检等的日常维护工作轻视成风。

因而, 美国式的 PM, 不论维修部门如何鼓足干劲, 还是做不到 TPM 式的突发故障为零, 劳动生产率提高到 1.4 倍, 工程中不合格为 1/10 等的综合效率化。

TPM 是依靠尊重人和全员参加来达到综合效率化的, 其最大的特点是“操作者的自主维修”, 亦即“自己操作的设备自己维修”。改变长期形成的认识和行动决不是那么简单的。

还有一项要强调的, 那就是由于不注意加油、清扫、紧固、点检等基本的日常维护, 使设备的劣化增加, 产生松动、污染、泄漏等, 而用这样的设备来生产产品竟然有很多工厂受到称赞。设备管理也可说是设备的健康管理, 人的健康状况和设备运转状态一样, 设备健康状况不良就不能发挥最高效率。

TPM 的要点是改变人们的认识, 那就是说要重视设备的健康状况, 为此必须认识到时间和金钱及工时的关系。领导者没有认识到这种关系是不能实施 TPM 的。总之, 领导者引进 TPM 的决心要大, 然后才能提高全员向 PM 奖挑战的意愿。

那么, 用什么样的程序来展开 TPM 为好呢? 本书的目的是为开展 TPM 的程序, 提出一个框架。本书的 TPM 概论 (第一章, 未译) 和设备效率化的方法 (第二章, 译文为第一章) 是总论部分, 希望领导层务必将这两章进行阅读。

特别在第一章 (未译), TPM 的意义和效果, 引进 TPM 的

准备体制的建立是重点,而且,建立准备体制也是领导者的任务。

TPM 的目的是追求设备的综合效率化,在第二章(译文为第一章)中阐述了提高设备效率化时需要考虑的问题。所谓使设备效率最高,也就是为达到人-机系统的极限状态去努力,其具体的方法是强调彻底排除设备的六大损失(故障损失、工装调整损失、小故障停机损失、速度损失、不良品损失、试调生产损失)。

从第三章开始,分别讨论 TPM 的五个支柱。包括为提高设备效率而进行单项改进的方案(第三章,译文为第二章),自主维修的展开(第四章,未译),预防维修的推进方法(第五章,未译),维修预防(MP)设计的设想与推进方法(第六章,译文为第三章),维修技术教育课程(第七章,未译)等五章。

此外,TPM 的最大特点之一,是“依靠小组活动推进 PM”。关于 TPM 的小组活动方法,特别是小组活动及其领导关系,专门设立一章(第八章,未译)。最后一章,为 TPM 效果测定(第九章,译文为第四章)。

读了本书,读者可以认识到,我们试图用先进事例把 TPM 的展开程序作概略的介绍。但是,从 TPM 引进开始到现在,由于获奖企业中机械装配工业较多,所以偏重引用这方面的例子。可是,开展 TPM 的程序基本是相同的,所以,所引用的例子,对塔槽管道为中心的流程工业也有参考价值。

并不等于说,把本书举出的范围做好,取得了 TPM 的效果就能由 PM 奖审查委员会审查通过并授予 PM 奖。而必须遵守 PM 奖应征规定中的审查标准。此外,本书附录的 PM 优秀企业奖的 TPM 检查表,是审查委员会进行现场审查时使用的,这个检查表也可作自我评价之用。

在你们工厂为不断提高 TPM 的成果时,或是在报送 PM 奖评审时,希望本书对你们有所帮助。

最后,在本书编写时承 PM 获奖企业的有关人员对所引用的举例给予大力协助,在此表示衷心感谢。

此外，承PM奖评审委员的诸先生给予坦率的批评，今后有机会将本书加以充实时，当尽力考虑。

执笔者代表

社团法人日本设备维修协会，执行理事 中嶋清一

1982年1月31日

目 录

一、提高设备效率的方法	1
1.1 提高设备效率的含义	1
1.2 影响设备效率提高的六大损失	1
1.2.1 故障损失	2
1.2.2 工装模具更换调整的损失	2
1.2.3 小故障停机（空转损失）	3
1.2.4 速度损失	3
1.2.5 废次品及其返修损失	4
1.2.6 调试生产的损失	4
1.3 提高设备效率的指标	6
1.4 损失的构成	8
1.5 慢性损失和突发损失的比较	14
1.5.1 慢性损失和突发损失	14
1.5.2 慢性损失和突发损失的比较	15
1.6 对慢性损失产生背景的认识	17
1.6.1 慢性损失被置之不理的背景	17
1.6.2 慢性损失被置之不理的理由	19
1.7 改进指导思想	22
1.7.1 改进基本指导思想	22
1.7.2 复原的考虑方法	26
1.7.3 对于最佳技术状态的认识	30
1.7.4 对微小缺陷的认识	38
1.7.5 PM 分析	43
1.7.6 调整和调节	47
1.7.7 对技能的追求	52
二、为提高设备效率而进行单项改进的方案	60
2.1 对付故障的方案	60
2.1.1 故障的含义	60

2.1.2	使故障变为零的行动原则: 使潜在的缺陷暴露出来	64
2.1.3	实现故障为零的五项措施	65
2.1.4	操作和维修的分工	72
2.1.5	使故障趋向于零的四个阶段	75
2.1.6	为什么要经过四个阶段	79
2.1.7	按四个阶段开展工作的实例	82
2.2	改进工装调整的程序	83
2.2.1	工装调整的含义	83
2.2.2	工装调整的一般课题	84
2.2.3	改进工装调整的设想	85
2.2.4	改进工装调整的顺序	94
2.2.5	改进工装调整的实例	94
2.3	小故障停机的改善顺序	98
2.3.1	小故障停机的含义	98
2.3.2	小故障停机和设备状态	99
2.3.3	小故障停机的特征	100
2.3.4	消除小故障停机时遇到的一般性问题	101
2.3.5	减少小故障停机的指导思想	102
2.3.6	减少小故障停机方面应注意的问题	107
2.3.7	减少小故障停机的改善顺序	109
2.3.8	减少小故障停机的改善实例	110
2.4	减少速度损失的程序	112
2.4.1	速度损失	112
2.4.2	速度损失方面的一般性课题	113
2.4.3	提高速度的方法	114
2.4.4	提高速度的程序	114
2.5	减少废品的程序	116
2.5.1	慢性废次品	116
2.5.2	解决慢性废次品方面的一般课题	116
2.5.3	突发性废次品和慢性废次品	119
2.5.4	减少慢性废次品的方法	121
2.5.5	分析的程序	126
三、	MP设计的设想和推进方法	127

3.1	MP 活动的地位及其内容	127
3.2	MP 活动的重要性和维修技术人员的任务	132
3.2.1	在初期流动管理阶段中经常发生的麻烦	132
3.2.2	MP 活动的重要性	132
3.2.3	设计（制造）技术人员与维修技术人员的隔绝	132
3.3	MP 情报的收集和运用	133
3.3.1	MP 情报的收集体系	133
3.3.2	维修情报的反馈	133
3.4	MP 的设计标准及其运用	138
3.4.1	MP 设计标准化的必要性	138
3.4.2	设计标准的运用和按检查单进行的调整	138
3.4.3	判断难点以及对下一阶段检验项目的整理	145
3.5	初期流动管理的推进方法	145
3.6	委托专门管理小组进行事前审核的方法	149
3.6.1	专门管理小组的组成	149
3.6.2	事前审查管理表的运用	149
3.6.3	事前审核管理表的目标和优点	151
3.7	寿命周期费用观点	152
3.7.1	LCC（寿命周期费用）	152
3.7.2	寿命周期费用评价的简易事例	156
四、	TPM 效果的测定	158
4.1	效果测定的目的	158
4.2	评价指标	158
附录：	PM 优秀工厂评奖现场审查标准表	166

一、提高设备效率的方法

1.1 提高设备效率的含义

所谓提高设备的效率，是指如何从时间和质量这两方面来掌握设备的开动状态，增加能够创造价值的时间和提高产品的产量。

其手段有：

（1）从时间方面来说，是增加设备的开动时间；

（2）从质量方面来说，是增加单位时间内的产量，或者是通过减少废次品来增加合格品的数量。

前者是如何减少设备的停歇时间，增大开动时间的比率，从而增加产品的产量。后者则是如何通过增加单位时间内的产量和减少废次品，增加产品的产量。

提高设备效率的最终目的，是如何充分发挥和保持设备的固有能力，也就是维持人-机器的最佳状态——极限状态。

这里所说的极限状态，是达到最大限度的状态，是我们所能做到的极限。至于“使故障为0”、使“废次品为0”这类逐步向接近于0所做的努力，就是维持极限状态。实现这一目的是极其困难的，但是却必须要想到向这一目标挑战并实现它，而且要想到这是能够实现的。

下面，想首先说明一下在提高设备效率方面所存在的问题。

1.2 影响设备效率提高的六大损失

影响设备效率提高的较大的不利因素，有如下6种：

（1）故障损失；

（2）工装模具更换调整的损失；

（3）小故障停机（空转）的损失；

- (4) 速度损失;
- (5) 废次品·返修的损失;
- (6) 调试生产的损失。

1.2.1 故障损失

这是由突发性或慢性故障所造成的损失。它在发生时间的损失(产量要减少)的同时还带来产品数量的损失(废次品要产生)。

突发性的故障损失,比较容易引起人们注意,而且也容易提出解决的措施。然而,频繁发生的慢性故障损失,尽管采取各种各样的措施,也很难将其消除,因此,往往被人搁置在一边。而且,由于这种损失在损失的整体中,占有最大的比重,所以,在所有的工厂中,都把减少这种损失作为重点,然而,却又很难收到成效,这是当前的实际情况。针对故障损失,就需要开展如何提高设备可靠度的研究和设备维修性的研究。对设备维修性的研究,就是研究设备发生故障之后到恢复正常的时间如何缩到最短。

总而言之,就是要使故障的发生为0,而且,这种目标即使投入资金不多(在一定的时间内要进行投资),也是有可能实现的。为此,就需要首先纠正以往“事后维修”时期的错误认识——故障的发生是不可避免的,是必然要发生的。

1.2.2 工装模具更换调整的损失

这是随着工装模具更换调整而带来的损失。需要把生产停下来,为进行加工下一种工件所作的更换作业,直至生产出合格件为止这段时间,并由此造成的废次品等,均是工装模具更换调整的损失。最近,各个公司都在开展减少这种损失的研究(快速换模调整),但是,一般来说,还存在很多需要解决的课题。通过采用IE(工业管理工程学)的手法,来研究使工装模具的更换调整实现外调整、内调整以及缩短内调整的时间等,可以使调整时间大大缩短。这种认识已被各个公司所接受,然而,调整的问题依然存在。

调整的确是一个难以消除的问题，一般来看，人们还没有深入探讨这一问题，存在一种不求甚解的倾向。解决这一问题的先决条件，首先是将其区分为能够避免的调整和不可能避免的调整。在不可能避免的调整中，有刚性不足造成的调整，机构上的原因造成的调整；在能够避免的调整中，有误差累积造成的调整（起因于精度不足），标准化不完备造成的调整。作为解决的措施，首先要探讨调整的机理，以谋求缩短调整的时间，这是摆在人们面前的课题。而其目标，则在于使调整做到“时间极少”。

1.2.3 小故障停机（空转损失）

与故障不同，我们把由于一时的小毛病所造成的设备停机或空转的状态，称之为小故障停机。

例如，工件在滑槽上堵塞而造成设备空转，或者由于加工质量不佳，使得传感器动作，而造成设备的短暂停机等情况。这种情况，只要将工件拿开，重新定位，机械就会正常工作，这和设备的故障，在性质上有所不同。

然而，一般来说，往往是由于这种小毛病而对提高设备的效率带来极大的影响，尤其是在自动机床、自动装配机、搬运设备上，更是常见的现象。在一般情况下，小故障停机（空转）的处理较为简单，为此，有被人们忽视的倾向。而且，有很多问题不容易暴露出来，即使暴露出来，也很难将其定量化。从而，往往不十分清楚它对提高设备的效率有何种程度的影响。

为了减少小故障停机，重要的是要很好地分析现象，同时还要将那些微小缺陷彻底排除，其目标是使这种小故障停机为 0。在实施无人操作方面，“小故障停机为 0”更是必要的条件。

1.2.4 速度损失

所谓速度损失，是设备的设计速度和实际速度之差所造成的损失。有这样的情况，当设备按设计速度开动时，会发生质量上的问题或机械上的问题，为此而不得不降低速度。还有另外几种情况，如由于过去曾经出现过问题，或者是出于设备的寿命会缩短等理由，尽管可以达到某种速度，却不用这种速度；或者，有

时是在不了解设备的额定速度的情况下开动着设备。

一般来说，人们往往是在不了解这些速度损失的情况下使用设备。然而，这种速度损失，在六大损失中，是影响设备效率最大的一种，必须加以充分的探讨。

为了提高速度，就需要使存在的问题暴露出来，并要提高技术水平。其目标是要使设计速度和实际速度之差趋向于0。

1.2.5 废次品及其返修损失

这是由于废次品及其返修所造成的产量损失。一般来说，突发性的废次品是容易采取措施的，不会有置之不理的现象。然而，慢性废次品却往往找不到原因，有时尽管采取了一些措施，却得不到理想的结果，在很多情况下都被搁置在一边。而且，返修件需要有返修工时，也应当看作是慢性废次品。

为了减少慢性废次品，如果象解决慢性故障那样，采用以往那种措施，是很难解决的，需要改变原来的思路。对不良现象要做出基本的估计，对其发生的机理要重新加以探讨，把达到废次品为零作为目标，必须对管理方面的问题重新加以探讨。

1.2.6 调试生产的损失

所谓调试生产的损失，就是生产开始时所发生的产量损失。

表1.2 设备综合效率

水 平	1 级	2 级
1.故障损失	1.突发和慢性故障混杂发生 2.事后维修多于预防维修 3.故障损失大 4.自主维修体制还不完备 5.零件寿命的波动大 6.设备的弱点不明确	1.多数为偶发故障 2.预防维修与事后维修大致相等 3.故障损失大 4.自主维修体制正在完善之中 5.开始预测零件的寿命 6.设备的弱点已经明确起来 7.针对上述问题，开始实施改善维修

这种损失发生在生产开始到产品稳定下来的这一段时间内。由于加工条件的不稳定性、夹具维护不善、模具维护不善、作业人员的技能等因素，这种损失的发生是不同的。然而，其发生之多是人们所意想不到的。而且，这种损失有一种潜伏的倾向，要作为损失就要将它暴露出来，并力求使其变得最小，这是极其重要的。

表 1.1 汇总了慢性损失的改进目标，而表 1.2 则是设备综合效率的定性水平评价。

表1.1 慢性损失的改进目标

损 失 类 别	目 标	说 明
1 故障损失	0	所有设备的故障损失都必须为 0
2 工装模具调整的损失	时间极少	尽量用较短的时间完成
3 速度损失	0	要使加工速度与设计速度之差变为 0，而且，通过改进，实现超过设计速度的目标
4 小故障停机的损失	0	所有设备的此类损失都必须为 0
5 废次品及其返修的损失	0	有程度的差别，但要控制在百万分之几（例如 100~30/ppm）的范围之内
6 调试生产的损失	时间极少	

的水平评价表

3 级	4 级
1. 确立了以时间为基准的维修体制 2. 预防维修多于事后维修 3. 故障损失在 1 % 以下 4. 自主维修体制的活动很活跃 5. 零件的寿命延长	1. 确立了以设备状态为基准的维修体制 2. 完全是预防维修 3. 故障损失为 0.1 % ~ 6 4. 自主维修体制得到维持和改善 5. 预知零件的寿命 6. 推进可靠性和维修性的设计