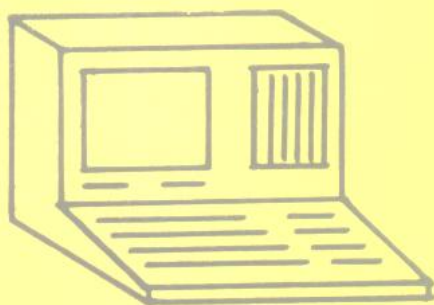


# 大型设备 技术改造实例

束金暄 曾昌耘 郑建新 编著

DAXINGSHEBEI  
JISHUGAIZAOSHILI



四川科学技术出版社

F406.4

S64

365438

# 大型设备技术改造实例

束金暄

曾昌耘

编著

郑建新



四川科学技术出版社

1992年·成都

(川) 新登字 004 号

书 名/大型设备技术改造实例  
编著者/束金暄 曾昌耘 郑建新

责任编辑·周 军  
封面设计·韩健勇  
版面设计·晓 明  
责任校对·曾昌耘 郑建新

出版发行 四川科学技术出版社  
成都盐道街 3 号 邮编 610012  
经 销 四川省新华书店  
印 刷 绵竹县教育印刷厂  
版 次 1992 年 8 月成都第一版  
1992 年 8 月第一次印刷  
规 格 850×1168 毫米 1/32  
印张 9. 5 字 插页 2  
印 数 1—3000 册  
定 价 4. 40 元  
ISBN 7—5364—2204—0/TH·43

## 序

进行技术改造，使生产技术水平不断提高，使老设备焕发青春，是增强企业技术进步的一项十分重要的工作。

我国生产技术与先进工业国家相比差距甚大，机床精度和数控化水平的差距更为突出。

产品质量仅靠工人的操作技术来保证已愈来愈困难。为此，在国家投资紧缺的环境中，对老设备的改造更具有现实意义。

几年来，东方汽轮机厂在设备技术改造工作中取得了不少成绩，《大型设备技术改造实例》一书记载了东汽厂职工在这一领域里的成果，值得推荐和借鉴使用。

姚福生 1991年元月8日

注：姚福生同志系机械电子工业部总工程师，博上。

## 内 容 简 介

全书共分八章。内容着重阐述运用新技术对大型设备的陈旧结构和老的电气系统的技术改造，并扩大其设备原有使用功能，满足加工工艺要求。

本书从实情出发，从改造思路、方案选择、实施过程及其改造后的效果分别进行介绍。立意求实、求新、求通俗。是一本理论与实践相结合的读物，颇具实用价值。

该书除可供工厂企业设备战线上的工程技术人员、设备管理干部作参阅外，也可作为大专院校设备工程与管理专业的教学参考。

# 目 录

|                                         |      |
|-----------------------------------------|------|
| <b>第一章 绪论</b> .....                     | (1)  |
| 第一节 概述.....                             | (1)  |
| 第二节 应用微电子技术改造传统企业是一条走内涵<br>发展的主要途径..... | (5)  |
| 第三节 应用新兴技术改造老设备是适应工厂实际<br>情况的需要.....    | (6)  |
| <b>第二章 有组织地搞活存量资产流动</b> .....           | (11) |
| 第一节 闲置设备的互相调剂是企业挖潜的有效途径 .....           | (11) |
| 第二节 充分挖掘企业存量资产潜力 .....                  | (11) |
| 第三节 设备技术改造与大修理、更新的关系 .....              | (12) |
| <b>第三章 引进二手设备有利于加快企业技术改造</b> .....      | (17) |
| 第一节 引进技术能为我所用 .....                     | (17) |
| 第二节 引进二手设备花钱少、收效大 .....                 | (17) |
| 第三节 坚持技术与经济并重、认真进行可行性分<br>析研究 .....     | (22) |
| 第四节 引进二手设备是适应经济情势，加速企业设备改<br>造的捷径 ..... | (25) |
| 第五节 做好二手设备引进工作，关键在人才 .....              | (25) |
| <b>第四章 设备故障诊断与管理</b> .....              | (27) |
| 第一节 设备寿命周期故障的变化规律 .....                 | (27) |
| 第二节 设备故障诊断 .....                        | (28) |

|     |                                                           |       |
|-----|-----------------------------------------------------------|-------|
| 第三节 | 故障管理 .....                                                | (31)  |
| 第五章 | 设备机械结构改造与探索 .....                                         | (33)  |
| 第一节 | 概述 .....                                                  | (33)  |
| 第二节 | 龙门刨床增加铣削功能 .....                                          | (34)  |
| 第三节 | 机床进给箱结构改造 .....                                           | (37)  |
| 第四节 | 主轴及传动轴部件结构 .....                                          | (38)  |
| 第六章 | 应用新兴电子技术改造设备 .....                                        | (41)  |
| 第一节 | 概述 .....                                                  | (41)  |
| 第二节 | 应用可控硅驱动技术改造设备 .....                                       | (47)  |
| 第三节 | 应用 PLC 技术改造设备 .....                                       | (54)  |
| 第四节 | 数控数显技术在设备改造中的应用 .....                                     | (59)  |
| 第五节 | M5090 导轨磨床磨头微量进给系统设计<br>和调试 .....                         | (62)  |
| 第六节 | 简易数控技术在机床改造中的应用 .....                                     | (78)  |
| 第七节 | XK5040 数控铣床进行闭环控制的方案设计 .....                              | (81)  |
| 第七章 | 设备的技术改造及典型修理实例 .....                                      | (90)  |
| 第一节 | WZHX—14 米龙门刨床改造 .....                                     | (90)  |
| 第二节 | (苏) 6662 龙门铣床静压技术改造 .....                                 | (102) |
| 第三节 | 应用微电子技术改造设备 .....                                         | (111) |
| 第四节 | Innocenti FAF200 镗铣床技术改造与复<br>装总结 .....                   | (118) |
| 第五节 | Ingersoll 48 英尺天桥龙门铣钻床的改造<br>与复装 .....                    | (125) |
| 第六节 | 1000 吨压力机机架事故分析与修复 .....                                  | (147) |
| 第七节 | (西德) WZHX4000/4500 14 米龙门刨床改铣、<br>刨、磨、钻、镗多功能机床的电气改造 ..... | (154) |
| 第八节 | XB228 龙门铣床的电气改造 .....                                     | (175) |

|      |                                           |       |
|------|-------------------------------------------|-------|
| 第九节  | FAF200 数显落地式镗铣床综合性电气改造简介.....             | (181) |
| 第十节  | Ingersoll 天桥龙门铣钻床的综合性电气改造.....            | (207) |
| 第十一节 | (美) Ingersoll—48 英尺数控天桥铣钻床电气改造前期工作小结..... | (226) |
| 第十二节 | Ingersoll 48 英尺数控天桥龙门铣钻床同步系统的设计与调试.....   | (254) |
| 第十三节 | 15 米龙门铣刨床工作台爬行的修理 .....                   | (277) |
| 第十四节 | 瑞士 S <sub>4</sub> 液压仿型铣的修理 .....          | (283) |
| 第八章  | 对设备更新技术改造的展望.....                         | (291) |
| 编后记  | .....                                     | (297) |

# 第一章 绪 论

## 第一节 概 述

### 一、工厂进行设备改造的历史背景

随着经济改革的发展、开放政策的推行，十年来，企业生产发展的节奏也相应地加快了。

地处西南偏僻山镇的东方汽轮机厂是国家生产大型电站汽轮机的骨干企业，主导产品为 20 万千瓦和 30 万千瓦汽轮机，60 万千瓦汽轮机也正在研制中。为适应需求，还向社会提供 750 千瓦至 10 万千瓦的中小型系列机组，以及生产舰船用汽轮机、锅炉给水泵汽轮机、离心鼓风机、油净化器、榨糖机、大型水泥磨机、铁水包、各种规格的齿轮箱等 70 余种产品。可是，这个在 60 年代设计建设的工厂，其设计生产能力仅年产汽轮机 60 万千瓦。而且工厂建厂初期有相当一部分设备是从老厂搬迁来的旧设备。特别严重的是大、精、稀设备均为单台独生子，制约着工厂的生产和发展。这些设备从建厂至今已运行使用二十多年。工厂“六五”期间正需要更新、添置设备的时候，由于国家资金紧张，没能将更新、改造设备列入国家计划。工厂财力更是紧张，自我改造能力有限，不能适应工厂生产和发展，很难满足机电部提出的“四上一提高”的要求，更没有条件参与同行业的竞争。面对这种困境，工厂企业只有靠自力更生、艰苦创业、自强不息的精神，这比什么都重要。

## 二、新观念、新认识是企业自身改造的推动力

国家实行经济改革、开放政策以来，给企业带来了生机和活力，也带来了竞争，带来了产品的竞争、质量的竞争、效益的竞争及其它各方面的竞争。东汽厂进行了认真研究，并遵循这一客观趋势采取了积极的对策，经过艰难和有成效的努力，依靠工厂自身力量对传统式企业进行了改造，现在年生产能力已达到并完成年产 200 多万千瓦的水平。如此长足的发展，一般来说很容易被认为靠的是国家投资，靠的是增加资产。这里恰恰不是。东方汽轮机厂在“六五”期间，国家没有投一分钱，工厂走的是以内涵扩大为主的路，进行了前所未有的设备改造工作，从而使得工厂产量不断上升，质量不断提高，能力不断扩大。

工厂的设备改造工作步履是艰难的，成效是大的，这里不仅包含着企业职工的辛勤汗水，也包含着上级各主管部门领导的支持、帮助和关怀。

工厂通过激烈的社会竞争和自身改造发展，认识到当今的信息时代与过去有许多不同点。在观念上要有一个大的转变，才可能跟上时代发展的快节奏。工厂领导的共识尤其重要。企业要提高经济效益的途径有三条：第一，向企业管理要效益；第二，向生产规模（市场）要效益；第三，科技是第一生产力，向科技进步要效益。

科技进步的机制又可概括为六大方面。

1. 进入信息时代，信息化是企业科技进步的基础。国民经济的发展是从以物质和能源为基础向以知识和信息为基础的转变过程。信息对生产要素具有增值作用：用信息武装起来的人，使人可以具备有效地运用资本和技术能力，创造更多的财富；信息一旦作用于资本，可以提高资本的利用率；信息一旦作用于技术，将提高技术的创新能力与经济效益。

2. 技术开发是企业发展的关键。信息时代的技术开发不同于以往时代，它被赋予新的内涵。

(1) 高新型技术产品的开发，要发挥无穷的智力作用，要考虑节省或少使用资源；

(2) 运用现代科技成就的新型工艺；

(3) 与新型现代化工艺相适应的新型设备和先进设备的使用。

3. 人才是企业发展的保证。一个优秀的企业家十分重视人才，研究人才的合理使用，关心、培养他们，发挥他们的作用。对人才的使用研究总括为：人才的个体结构；人才的群体结构；人才的智力开发；人才的合理流动。

4. 企业科技进步的良性循环是促进企业发展的有效组织形式。

5. 提高人的积极性是企业发展的催化剂。激励就是激发人的积极性，使其振作。其实质就是对正确的动机的激发和强化，达到发扬良好行为的目的。从而调动和提高广大职工建设社会主义的自觉性、积极性和创造性。

6. 正确的政策是推动企业进步的有力杠杆，企业不仅要用好政策，还要适时地、恰如其分地用够政策。

上述各点是相互关联的有机整体，正是企业求得科技进步、生产发展的关键所在。被企业充分认识和接受，并赋予有效的实施，对企业的发展将是一个极大的推动。

### 三、新技术的成熟对企业设备改造 提供了成功的条件

东方汽轮机厂早在建厂投产不久就对工厂设备着手进行过一些改造工作，也设计、制造过一些非标准设备运用于生产。他们早就渴望得到新技术的运用。70年代中期就开始应用先进的数显新技术，是国内应用数显装置较早的单位之一。但由于数显表的

质量问题，受阻多年，直到 80 年代又重新起步。这次起步是基于他们对新技术尤其是对微电子技术的学习、认识，并通过对使用单位的实地考察看到了成熟的应用实例，感到 80 年代我国的微电子技术的发展已日臻成熟。认识到应用微电子技术对现有设备进行改造能够很快地提高设备的性能和生产效益。有人总结说：“50 年代的设备，60 年代的工艺，用微电子技术改造后，可以生产出 80 年代的产品。”我们改造的设备，结构是机械的，改造的主体是控制功能和检测加显示。而机械结构也是重要的，它要起静止部位的支承作用，把各部分组成一体，还要发挥运动功能，包括力的变换、传递、物体的运动功能等。没有机械结构，就成不了机电一体化。特别是改造老设备，由于现有设备工作原理和结构陈旧的限制，是难以取得理想效果的。所谓机电一体化，它是综合地应用机械技术与微电子技术，检测传感技术、信息处理技术按系统工程和整体优化方法，充分发挥各自的特点，合适地搭配，有机地组成所得到的最佳系统。改造老设备就是将技术迅速转换成商品。这个有效的转换，用术语讲可谓“接口”。现在，电子—电气接口；电气—机、液、气接口；液、气—电接口；机械—电接口；模拟量—数字量相互转换接口；软件接口。以上 A/D、D/A 转换和软件接口技术的集中代表就是计算机技术。目前已发展得相当成熟。

根据国内外文献资料介绍，有一种对机械加工精良的新的补偿控制方法，正日趋研究成熟。它改变了传统的基本方法，无需通过机床本身精度的提高，而是运用动态误差补偿原理，转化给比较容易实现的机床外围装置来实现其提高机械加工精度。随机测量→电脑处理→修正刀具位置（压电陶瓷片、电场变化→位移）。面对我国的现状，如能将此技术广泛地运用于一般精度的机床改造上，则对改造我国现有大量的低性能的机床将具有重大意义。总之，若将这些成熟的或趋向成熟的技术用来为企业进行

设备技术改造服务，可谓十分富足了。

## **第二节 应用微电子技术改造传统企业 是一条走内涵发展的主要途径**

### **一、走必由之路，思考制约国民经济的问题**

东方汽轮机厂近几年来有如此明显的变化，除了通过深入改革，细化管理，进行各种形式的经济承包责任制，增强企业活力外，还有一条重要的原因，就是在上级有关部门的支持帮助下，应用微电子技术对一部分老旧设备进行了技术改造，初步改变了工厂生产装备比较落后的状况，促进了生产效率的提高，推动了生产力的发展。工厂的实践证明，企业应用微电子技术先进成果，坚持技术进步，给工厂带来了生机和活力，这是当前搞好企业，增加企业活力，提高经济效益，促进企业技术进步的必由之路。

电力工业建设是国家建设的重点，是能源、交通建设的中心。可是，目前国家缺电的情况严重，这就成了制约国民经济发展的一个重要因素，但又给发电设备制造业的发展提供了一个比较好的外部条件。可以说，发电设备制造业展现了一个比较好的持续发展前景。这种情况增加了企业对发电设备制造的紧迫感和责任感，迅速扭转电力缺乏的紧张局面，这对国民经济的发展，对人民生活的安定团结都有十分重要的意义。

所以，应用新兴微电子技术，推动生产力的发展，迅速把电力工业搞上去，不拖国民经济发展的后腿，这是发电设备制造业义不容辞的责任，是当务之急。

### **二、运用微电子技术是当前进行设备 技术改造的最佳选择**

我国幅员广大，人口众多，生产技术水平和管理水平低，资

金供需矛盾突出。企业技术改造和设备更新的方向，应当既适应我国的资源条件、科技水平、管理水平和资金供应的能力，又能带来比较理想的经济效益，做到“先进、适用、经济”三个方面要求的有机统一和最佳组合。因此应该采用新兴的微电子技术，把有限的技术改造资金用到刀刃上，去改造 50 年代、60 年代的老设备，使其返老还童，在国民经济中发挥作用。这样不仅使技术改造针对性强，生产适应性好，而且研制周期短，技术成熟，经济成本低，投资效益好，而受到企业的欢迎。

### 第三节 应用新兴技术改造老设备是适应工厂实际情况的需要

东方汽轮机厂拥有主要生产设备 2000 多台，其中，大型、高精度及稀有设备占据一定比例，绝大部分设备都是五六十年代的老设备。且经过二十多年的运行使用，设备老化，精度下降，还有一定比例的老设备，服役年限更长。越来越适应不了汽轮机的加工特点和生产日益发展的需要。

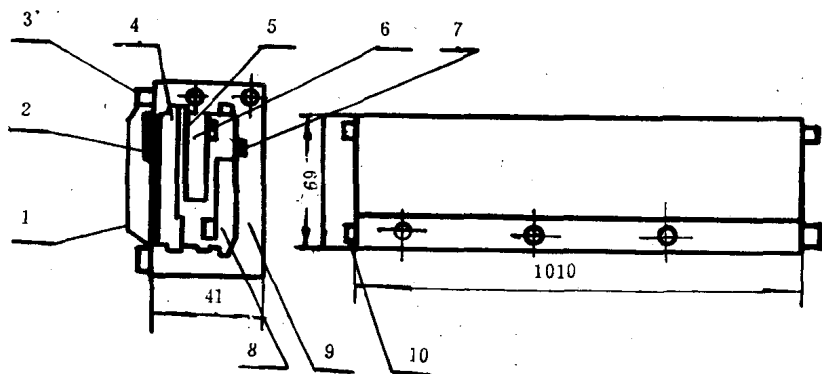
大型电站汽轮机隶属于重型、精密动力机械，具有高温（535℃）、高压（ $\geq 17\text{MPa}$ ）、高转速（3000 转/分）三大特点。机组的主要零部件都具有形状复杂、尺寸大、精密度高的特点，不同于一般重型机械。同时，汽轮机的生产量每年都递增，大型关键设备的负荷远远超过正常能力。由于负荷过重，设备得不到正常维护保养，技术状况每况愈下，但对产品质量的要求却愈来愈高，要求向国际标准靠拢。现有设备状况及其陈旧的测量手段不能适应这些要求，工人劳动强度大，生产效率低，质量不易保证。企业的传统生产、管理手段已远远满足不了现代化生产的需要，严重地阻碍了工厂生产的进一步发展。

针对这一情况，工厂选准了应用微电子技术作为改造老旧设备的突破口，对大型关键设备首先实现了数显化。事实证明，从

数显改造入手，是一条投资少，产出多，花钱省，效益大，受欢迎，易奏效的好路子。

机床上装数显装置后，在加工过程中，操作人员无需进行尺寸计算，可以消除标尺和刻度盘读数误差，而且读数直观、方便、迅速、准确。在不改变机床原有结构的前提下，提高了加工精度，减少废品，提高生产率，改善工人劳动强度和工作条件，对大、中型机床改造效果尤为显著。东方汽轮机厂普遍运用的是感应同步器、光栅和磁尺数显。

1. 感应同步器是 50 年代初期美国发明的。起初应用在军事上，后来发展到民用，发展很快。50 年代中期，美国就有利用感应同步器作反馈元件在普通的滚齿机上加工高精度蜗轮副的实例。60 年代末期美国大量采用各种数显改造老机床，效果显著。70 年代出现了新原理、新结构，圆感应同步器的精度提高了一个数



1 上盖板；2 耐油橡皮；3 下盖板；4 滑尺座；5 调整垫；6 滑尺；7 定位块；8 定尺；9 组合尺座；10 首尾盖板

图 1—1 感应同步器组装尺示意图

量级，突破了 $\pm 1$ 秒大关，达到或小于 0.5 秒。高带跟踪系统的速

度达到  $2000^{\circ}/\text{秒}$ ，精度  $\pm 0.1$  秒。检测系统的最高精度（经修正）可达  $0.03$  秒。直线式感应同步器的精度为  $1$  微米，最高可达  $\pm 0.1\mu\text{m}$ （分辨率  $0.031\mu\text{m}$ ，重复定位精度  $0.05\mu\text{m}$ ）。在新机床配套方面，利用感应同步器作位置检测元件的也很多。为适应工厂应用，目前都为定尺组装接长结构（见图 1—1）。

2. 光栅数显技术过去多用于仪器仪表及精密机床上。直到 70 年代初期，随着光刻技术的发展，光电元器件的微型化和程序光栅尺的制成以及放大整形电路的集成化，给设计全封闭光栅测量系统，并应用于普通机床上提供了有利的条件。

3. 磁尺及其数显原理是日本索尼磁尺公司独家经营的产品。70 年代先后开发了带型磁尺和线型磁尺。线型磁尺精度分为三级： $\pm 0.03\text{mm}/1000\text{mm}$ ； $\pm 0.05\text{mm}/1000\text{mm}$ ； $\pm 0.10\text{mm}/1000\text{mm}$ ，有效长度到  $3\text{m}$ ，带型磁尺有效长度到  $30\text{m}$ 。应用新兴微电子技术改造传统工艺的工作正在全国普遍展开。值得注意的是：据已进行设备改造的单位的统计数据表明，应用微电子技术获得的效益大小与企业的吸收能力密切相关，并非微电子技术应用量大的企业效益就高。其中存在一条经验曲线：在微电子技术装备投入量较小时，效益比较低；在微电子技术装备投入量过大时，效益也会下降。只有在该投入量相当于企业固定资产总值的  $1\sim 5\%$  时（不同行业该值有所不同）效益才较好。

4. 可编程序控制器（programmable controller）是将逻辑运算、顺序控制、定时、计算及算术运算等控制程序的按指令方式存贮于存贮器中，对生产设备和生产过程进行控制的通用控制装置。目前已发展成为一种包括模拟量控制，位置控制，以及具有通讯能力的控制装置。它打破了长期采有的传统配线逻辑的概念，是现代微型计算机技术在工业控制领域中杰出的应用范例。

可编程序控制器，仅仅使用一个软件程序就可以代替传统的继电接触控制系统的线路配接。与传统的继电接触系统相比较，程

序控制领域和过程控制领域取代了大部分继电市场，得到广泛应用。PC 的广泛使用，归结有如下诸多优点：程序改写方便，即使在生产现场亦能改变程序；可靠性高，MTBF 值（平均无故障时间）可达 5~10 年；功能完善，功耗小，重量轻；具有较强的内部和外部故障检测功能，安装调试、维修方便，可大大缩短设备设计制造周期；可以直接与现场各种输入信号及执行元件相联接。

5. 可控硅半导体功率器件的出现，引起了传动控制技术的巨大变化，与其它传统系统比较，可控硅控制的传统系统具有效率高、控制灵活、没有旋转噪音和磨损等突出的优点，它是目前电气传动控制系统的主要形式，是企业进行设备改造和产品更新换代的新兴技术的运用。完全代替了传统的发电机、电动机机组和交磁机组，尤其在老设备改造中，可控硅调速装置广泛地得到了应用。

6. 液体静压技术的发展在机械设备改造及精化中较广泛的被采用。液体静压导轨是利用专门的压力油源，以一定压力把润滑油送入运动副的摩擦面之间，形成一定的油膜厚度和刚度，使运动副的摩擦面之间脱离接触，并承受一定的工作载荷。静压技术的优点是：比一般支承的承载能力容许采用更高的工作规范；消除爬行和振动，使摩擦面之间的摩擦损失大大减少。

7. 液体静压轴承是借助液压系统强制地把压力润滑液体（通常为油液）送入轴和轴承的间隙中，利用液体的静压支承载荷的一种滑动轴承。这种轴承常处在液体摩擦状态下工作。由于静压轴承具有许多优点，在机床设备改造中常被采用作为主轴的支承，以提高机床的加工精度、承载能力和切削效率，扩大机床的转速范围，延长机床使用寿命。还有用来设计大型机床加工工件的中心支承托架，也有利用静压轴承油腔压力随载荷变化的特点，实现自动对力及恒刀切削等自动控制。

上述各项新兴技术，均被东方汽轮机厂所广泛采用，并且取