

【美】 Robert C. Rosaler



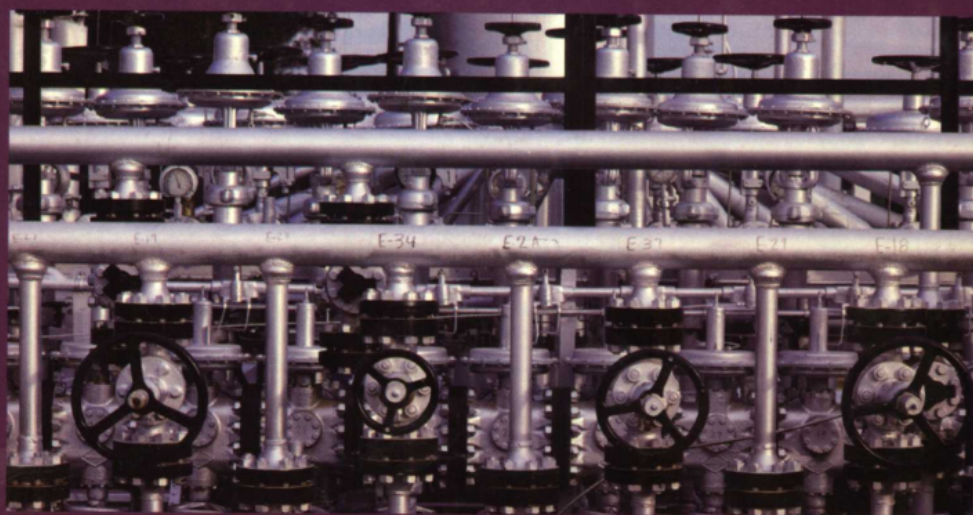
工厂设计与 管理手册

(第三版)

Standard Handbook
of Plant Engineering

(Third Edition)

陈进 等译



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

最新版《工厂设计与管理手册》汇集了七十余位著名专家的经验，提供了最前沿的信息，以保证您最高效地操作工厂设备。书中提供了专业、详实的各种信息，包括基本的装备设施、操作、设备维修与更换……

本书完全覆盖了工厂设计与管理各个方面，是一本全面的、极有价值的工程手册，内容包括维护监督、设备操作管理、设施工程。

第三版中的表格、公式、图片均已更新，包括：

- 增加了最新的技术进展，尤其是计算机设计
- 增加了法规以及标准
- 使用国际单位制以及公制单位

作者简介

Robert C. Rosaler 有四十多年的工程和管理顾问的经验。曾担任过许多大型和小型公司的工程主管。他还是《*HVAC Systems and Components Handbook*》和《*HVAC Maintenance and Operations Handbook*》两本著作的主编，业已由麦格劳-希尔出版社出版。

责任编辑 韩 勇 张国艳

责任校对 王 红

封面设计 北京精美实华广告中心

ISBN 7-80229-012-0



ISBN 7-80229-012-0/TB-001

定 价：160.00元

工厂设计与管理手册(第三版)

Standard Handbook of Plant Engineering(Third Edition)

【美】Robert C. Rosaler 主编

陈 进 等译

中国石化出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了工厂工程的系统设计和安全管理以及安全、经济运行的基本理论,运行维护的基本知识和理论。本书共分六个部分,主要内容包括:工厂工程师和组织,工厂工程有效维护管理,设备管理,工厂操作,基本保养技术和电气设备和热电联产等。本书可指导化工、石油化工、医药、发电厂、环保等行业的设计人员进行工厂工程设计和安全管理以及相关人员操作手册。

著作权合同登记 图字:01-2004-4033号

Standard handbook of plant engineering(Third Edition)/Robert C. Rosaler

ISBN: 0-07-136192-8

Copyright © 2002 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字版权为中国石化出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司共同拥有,由中国石化出版社独家出版。未经出版者预先书面许可,任何人或机构不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

图书在版编目(CIP)数据

工厂设计与管理手册:第三版/(美)罗莎勒(Rosaler, R.C.)主编;陈进等译.
—北京:中国石化出版社,2006
ISBN 7-80229-012-0

I.工… II.①罗… ②陈… III.工厂-工业工程-技术手册
IV.TB49-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 028892 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 51 印张 1285 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

定价:160.00 元

(购买时请认明封面防伪标识)

顾 问

Roger Engstrom Protek/CA, San Jose, California

Richard Greco EYPMission Critical Facilities Inc., San Francisco, California

William Jackson 咨询工程师, Dallas, Texas

William Maggard 咨询工程师, Blountville, Tennessee

Mike Williamsen 咨询工程师, Cobden, Illinois

参与编著人员

John C. Andreas 顾问, Magne 技术公司, 圣路易斯市, 密苏里州

Frank A. Baczek Baker 技术, 盐湖城, 犹他州

Robert L. Bays 科学家, 共享技术服务, Eco lab 专业产品, 圣保罗市, 明尼苏达州

William N. Berryman 咨询工程师, 摩根希尔, 加利福尼亚州

Hugh Blackwell Alcoa/Mt. 霍莉, 古斯克瑞克市, 南卡罗莱纳州

William A. Bradley III 美国齿轮制造商协会(AGMA), 亚历山大, 弗吉尼亚州

Building Commissioning Association 西雅图, 华盛顿

Michael C. Carey 罗伊 F. 韦斯顿公司, 西切斯特, 宾夕法尼亚州

William H. Conner Elf 润滑剂, 林登市, 新泽西州

Paul Crawford Zenon 环境公司, 奥克维尔市, 安大略湖

R. B. Curry 高级工程师, 雷克斯诺德公司, 印第安纳波利斯, 印第安纳州

Dresser Valve Division 斯塔福德, 德克萨斯州

Richard J. Eisman 昆波士-霍普金斯公司, 盐湖城, 犹他州

B. W. Elliott Manufacturing Co., L. L. C. 宾汉顿, 纽约

Robert Emmett Emmett 过程咨询公司, 盐湖城, 犹他州

Envirex Products 美国过滤器公司, 沃基沙市, 威斯康星州

Peter M. Fairbanks, P. E. Bluestone 能源公司, 布雷茵特里市, 马萨诸塞州

Fasco Motors Group 爱尔顿市, 密苏里州

James R. Fox, P. E. Arcadis - Giffels 有限公司, 南菲尔德市, 密歇根州

Ricardo R. Gamboa 经理, 工程和机械维修, Manville 机械专业绝缘, Schuller 国际有限公司, 丹佛, 科罗拉多州

General Battery Corporation 雷丁, 明尼苏达州

Ernest H. Graf, P. E. 主任助理, 机械工程师, Giffels 合作有限公司, 南菲尔德市, 密歇根州

Casey C. Grant 助理副行政长官, 代码和标准管理, 国家防火协会, 昆西, 马萨诸塞州

Michael R. Harrison 副主席和总经理, Manville 机械专业绝缘, Schuller 国际有限公司, 丹佛, 科罗拉多州

C. Phillip Headley 技术专家, 废弃物设备技术协会(WASTEC), 华盛顿特区

David H. Helwig Giffels 合作有限公司, 南菲尔德市, 密歇根州

Terry Hoffmann Johnson 控制公司, 密尔沃基, 威斯康星州

Industrial Division Engineering Staff Torrington 公司, 特林顿, 康涅狄格州

Jim Iverson 经理, 技术行销, 工业商业集团, Onan 公司, 明尼阿波利斯, 明尼苏达州

William V. Jackson 主席, H.H. 费尔顿协会, 达拉斯, 德克萨斯州

Wayne H. Lawton Giffels 合作有限公司, 南菲尔德市, 密歇根州

William S. Lytle, P. E. 项目经理, 机械工程师, Giffels 合作有限公司, 南菲尔德市, 密歇根州

Mary Martis 第三水利工程, Escondido, 加利福尼亚州

John McNary 高级工业卫生学者, 克莱顿服务集团公司, 圣塔安纳市, 加利福尼亚州

Peter Metcalf 科赫工业, 圣迭哥, 加利福尼亚州

Russell N. Mosher 行政主任助理, 美国锅炉制造协会, 阿林顿市, 弗吉尼亚州

Stanley A. Mruk 行政总监, 塑料管材协会, 塑料工业协会分会, 华盛顿特区

National Electrical Contractors Association, Inc. 华盛顿特区

William C. Newman Giffels 合作有限公司, 南菲尔德市, 密歇根州

Robert W. Okey 犹他大学, 盐湖城, 犹他州

Brent Oman 应用工程师, 电力输送产品应用部门, Gate Rubber 公司, 丹佛, 科罗拉多州

P. Eric Ralston 副主席和总经理, 环境设备公司, 巴布科克及威尔科克斯, 巴伯顿市, 俄亥俄州

Paul C. Siebert Roy F. Weston 公司, 西切斯特市, 宾夕法尼亚州

Simpson Electric Company 埃尔金市, 伊利诺斯州

J. Stephen Slottee Baker 技术, 盐湖城, 犹他州

Gary Smith 董事, 产品风险管理照明技术公司, 所伦市, 俄亥俄州

Douglas H. Sturz 高级声学顾问, 声学公司, 剑桥市, 马萨诸塞州

Donald C. Taylor Baker 技术, 盐湖城, 犹他州

Clemens M. Thoennes 销售程序部门, 总电力公司, 谢奈克塔德市, 纽约

Tower Performance, Inc. Florham 公园, 新泽西州

K. W. Tunnell Co., Inc. 普鲁士王市, 宾夕法尼亚州

Eric E. Ungar 首席工程学家, 阿赛恩工学院有限公司, 剑桥市, 加利福尼亚州

Jose L. Villalobos 主席, V&A 咨询工程师, 奥克兰, 加利福尼亚州

Robert C. Walther, P. E. 主席, 工业电力技术, 圣罗萨, 加利福尼亚州

Waukesha Engine Division Dresser 工业公司, 渥克莎市, 威斯康星州

Travis West 主席, 建筑空气质量, 伍特兰斯市, 威斯康星州

Thomas E. Wiles Golf 系统公司, 普拉诺市, 德克萨斯州

S. E. Winegardner 高级工程师, 雷克斯诺德公司, 印第安纳波利斯, 印第安纳州

James R. Wright, P. E. 代码和标准经理, 西门子能源 & 自动控制公司, 巴达维亚, 伊利诺斯州

Jeffrey A. Zapfe 高级顾问, 声学公司, 坎布里奇市, 马萨诸塞州

第三版序言

此版献给我三个年轻的孙子：乔纳森、乔治和麦克斯韦，他们憧憬着一个安全、繁荣和充满宽容的新世界。我希望这本书有助于实现他们崇高的理想。

我要感谢著者和他们主持研究的组织对此书的贡献。此外，我感谢顾问们和 McGraw-Hill 出版公司对本书提出建议和指导的编辑 Ken McCombs，我还要感谢给本书提供精美插图的 North Market Street Graphics 的 M. R. Carey。

预防恐怖袭击，设备保护人员

本书即将出版时，美国正遭受一系列严重的恐怖袭击，从几桩蓄意的、导致人员伤亡的建筑物破坏到蓄意的炭疽热孢子的传播，恐怖袭击的危害正越来越严重。

我们的工厂工程同事们已经对这些事件作出迅速响应，通过提供具体的建议来减小毒性生物物质扩散的负面影响。

- 保持通风系统运行，以便维持室内空气压力比外界稍高。
- 立即在 HVAC 系统中增加高效的微粒空气(HEPA)过滤器。

当你开始阅读本书时，将会有更多的方案被提出。

当然与当地的工程部门保持紧密的联系以保证及时地发现问题也是十分重要的。

联系方式

美国制热、制冷和空气调节工程协会(ASHRAE):

(404)636-8400; www.ashrae.org

美国机械工程协会(ASME)国际组织: (800)843-2763; www.asme.org

设备工程协会(AFE): (513)489-2473; www.afe.org

Robert C. Rosaler, P. E.

第二版序言

此版除了修正了所有的技术讨论外，还增加了工厂工程管理的保险范围，特别强调了保持车间安全方面，这反映了工厂工程师在企业管理中的角色越来越重要。

编者感谢著者和他们的组织在修改或者重写单独章节时的密切合作，同样感谢本版的顾问们，他们帮助确定著作的重点。最后感谢 McGraw-Hill 出版公司的 Robert W. Hauserman 和 Stephen M. Smith，他们提出了许多的修改建议。

这版书献给我亲爱的已故兄弟 George，他认为世界上一切都是美好的。

Robert C. Rosaler, P.E.

第一版序言

目前，技术正以革命的方式冲击每种工业活动。然而对所有的制造业和服务设备来讲，工厂工程都是非常核心的，它是在技术冲击中惟一被影响的。就某种意义来说处于中心位置的工厂工程师必须具备更广阔的知识面。

过去十来年的发展历程进一步说明了工厂工程师在企业操作中的重要性，尤其是对节约能源和控制污染的需要。

这本书是针对这些条件的改变和需要作出的响应。

整理出一个逻辑上的结构和索引以满足所有工程师的需要，本书最终的结构反映了发生在工厂设备本身的程序顺序：计划 and 建设、工厂设备的获得和操作、维护。本书涉及到的单独设备都具有独特的操作特点、安装和维护。管理方面包括在表面上看来与之紧密联系的技术问题。

本书的目的是提供给读者所有具体设备的大量数据，使读者了解设备“怎样工作”和“怎样维护”。

我们感谢为本书做出巨大贡献和及时完成任务的著者和他们的组织，感谢提出宝贵指导的顾问们，尤其是顾问主席 Leo Spector 和《Plant Engineering》杂志的编辑。我们感谢在编写大纲时给出最初建议的 Stewart Burkland。我们还收到了来自 Harold Crawford、Ruth Weine 和 McGraw-Hill 出版公司的 M. Joseph Dooher 的优秀指导和鼓励。最后感谢 Dorothy Smith 和 Betsy Watson 的帮助使得本书顺利出版。

这本手册献给 Saul Poliak，他成立了国家工厂工程展览会和承办了自从 1950 年以来在国家和地区举行的研讨会。他在英国、欧洲、中美和远东也同样发起了相同的展览会和研讨会。他被公认为是在工业社会中推进关键工厂工程功能意识的主要力量。

Robert C. Rosaler, P.E.
James O. Rice

目 录

第一部分 工厂工程和组织	(1)
1.1 目标和策略	(3)
1.2 工厂工程组织	(7)
第二部分 有效维护管理	(13)
2.1 原理和策略	(15)
2.2 维护管理的类型	(17)
2.3 计划和控制	(22)
第三部分 设备管理	(25)
3.1 试运行	(27)
3.2 电力系统管理	(47)
3.3 水的净化和处理	(56)
3.4 水冷却系统	(75)
3.5 加热、通风及空气调节系统的应用	(90)
3.6 通信与计算机网络	(108)
第四部分 工厂操作	(123)
4.1 物料搬运：设计	(125)
4.2 物料搬运：集装箱运输	(133)
4.3 物料搬运：固定路线运输设备	(149)
4.4 物料搬运：移动式设备	(173)
4.5 物料搬运：仓储和保管	(187)
4.6 空气污染控制	(202)
4.7 废液处理	(240)
4.8 固体废物处理	(259)
4.9 火的防护及预防	(266)
4.10 有毒物质和辐射危险	(309)
4.11 环境卫生管理和内务管理	(325)
4.12 噪声控制	(343)
4.13 振动控制	(362)
4.14 能源的节约	(364)
第五部分 基本维护技术	(385)
5.1 电子测量仪表	(387)

5.2	建筑物空气质量	(397)
5.3	采暖通风和空气调节控制设备	(406)
5.4	机械设备: 齿轮和密封齿轮传动	(421)
5.5	机械设备: 滚动轴承	(433)
5.6a	机械设备: 轴传动和联轴器(第一部分: 挠性轴)	(454)
5.6b	轴传动和联轴器(第二部分: 皮带传动)	(462)
5.6c	轴传动和联轴器(第三部分: 链传动)	(472)
5.7	电动机	(488)
5.8	电动机控制	(515)
5.9	照明	(550)
5.10	计算机	(553)
5.11	配电系统	(556)
5.12	备用和紧急电源: 滚动设备系统	(580)
5.13	备用和紧急电源: 电池	(591)
5.14	塑料管道	(597)
5.15	导管的绝热	(625)
5.16	腐蚀控制	(642)
5.17	阀	(672)
5.18	润滑剂: 一般理论和实践	(690)
第六部分 厂内发电和热电联产		(705)
6.1	锅炉	(707)
6.2	燃料和燃烧设备	(722)
6.3	发电机	(748)
6.4	燃气轮机	(757)
6.5	汽轮机	(775)
6.6	柴油发动机和天然气发动机	(785)

第一部分

工厂工程和组织

1.1 目标和策略

Hugh Blackwell

Alcoa/Mt. Holly

Goose Creek, South Carolina

1.1.1 引言

1.1.2 管理队伍

1.1.3 劳动力文化

1.1.4 战略计划

1.1.5 积极进取，而不是消极保守

1.1.6 总结

1.1.1 引言

一个工厂工程师的成功程度不是以他(她)背诵方程式、平衡预算、完成资本项目或者维护设备的能力来衡量的，而是以他(她)在不足的人员、资源和时间面前舒适地开展工作的能力来衡量的。在过去，内在的工作量决定了我们的进步速度。今天，外部信息和客户的需求驱动我们的行为和速度。为了成功地管理信息和领导员工，工厂工程师必须：

- 成为管理队伍的一员；
- 了解劳动力文化；
- 理解和执行战略计划；
- 积极进取，不消极保守。

工厂工程师对这些概念的理解和区分决定了其组织的成败。

1.1.2 管理队伍

管理这个术语是误导性的，因为它暗含着一个人管理其他人。实际上，人是不追随别人(经理)的，而是追随着愿景。因此，成功管理团队的关键不在于告诉别人做什么，而在于是如何使组织成员的个人愿景与整个组织的能力愿景相一致。

人们常常把管理比作人，因为两者都具有五种感觉：目标、团队、紧迫、责任和承诺。目标感是指使命和愿景。作为一个工厂工程师，你需要询问你自己为什么你在那儿，你的个人目标与你的组织目标一致吗？假如不一致，将有两种可能的结果：或者你将改变个人目标使之与组织目标一致，因为他们允许你留在你的“适合位置”，或者你最终离开岗位。

团队感是指做事情没必要从零开始，其他人在我们之前已经做过很多工作了。其中交叉功能团队是加速学习过程的很好方式。利用互联网是或者企业内部网也是建立团队感的很好方式。任何一个工程或者组织的成功都是与它利用关键机会进行交流的能力密不可分。D. Edward Deming 曾经讲过：“没有像速食布丁一样的事情！”对于企业的长期生存和发展，发展团队感是绝对关键和必要的。但是团队感的培养是需要花时间和精力，不可能一朝一夕，通过一次业务促进或者管理高层变革就可以实现的。

可能在五种感觉中最重要的感觉是紧迫感。在我们这个级别的领导必须有行动的意识而

不是消极地等待。我们听说有 3 种不同类型的人：一种是促使事情发生，一种是观看事情发生，还有一种是想知道发生什么。工程组织的进展速度不是由计算机程序或者使用软件包的数量决定的，而是通过人们学习和应用新知识、新概念的能力来衡量的。

简而言之，重点时刻在变，因此我们必须随机应变。我们必须打破常规，但却要立足现实。于是，“突破思维”这个概念逐渐形成。Joel Barker 曾经说过：“情况变了，我们应该舍弃现有工作的剩余。”许多情况下，我们没有时间改变自己的方式以适应新的需要，而是应该接受新的过程或者概念。

精神错乱的一种定义为“一遍遍做相同的事情，但是却期望得到不同的结果”。假如我们期望得到不同的结果，我们必须做不同的事情。换种方式讲，假如你不喜欢从某人那里得到的，那么就改变他们所做事情。大多数人很自然地拒绝变化，因此紧迫感对于找出拒绝变化的原因是十分必要的，只有这样我们才可以取得进一步的发展。不要在控制改变上花费你太多的时间，相反我们应该做计划，迎接改变。我们当中没有人懂的预言术，但是在思考将来上花时间总比将时间花在思考过去和现在要好得多。计划改变也比改变计划简单。

责任包含两层意思：领导能力和责任。责任感是为你的行为和工作结果承担责任。无论你是一个过程工程师、项目经理、工厂工程师、工程经理、工程团队领导或者工程公司副总裁，都需承担相应责任。在很多时候我们都是领导者。工程师通常主持招标会，项目评审、周期性的预算评审、安全大纲和已结束项目的最终评审等。

领导能力应该是促使别人成功，而不是强迫别人干某事。有能力的领导者能创造和维持一个使人们的事业和个人都能成长的环境。他们强调的不是做正确的事情，而是把事情做正确！成功是一个可分享的责任。

最后但是很重要的一点，建立承诺感，承诺和人与人之间的交流密不可分。当你和其他人交流时，问你自己三个问题：为什么你在这儿，你想得到什么，你已经学到什么？我们都处在终生学习的任务中。因此假如你对三个问题的回答与自己的使命不一致，与组织的设想不同，此时你需要做一个重要的决定。

引一句谚语“行胜于言！”通过实际行动来说服他人，是在人们中间树立诚信的最好办法。文斯·伦巴第曾经说过：“重要的不是你打败了多少人，而是你获得了多少人的支持。”承诺和事业的继续发展是相辅相成的。就像鼓励一样，承诺也是一件人们之间可以互相交换的礼物。

1.1.3 劳动力文化

工厂工程师们必须懂得劳动力文化，懂得工作环境的人情世故。过去许多分等级的组织现在已经不见了，取而代之的是充满着取悦吹捧和更加灵活的组织人事关系。今天，许多工厂工程师可以有效的干好平级的工作却不能处理好与上下级之间的关系。一般来讲，成功的工程组织，分享相同的价值标准(在组织的各个不同级别)，有一致的结果标准，并且拥有机动的评价体系来评估工作表现。

劳动力价值告诉我们如何去完成自己的使命。简单讲，价值支配行为。不幸的是，所有组织已经嵌入文化过滤器用来过滤思想、信息和数据。一旦被过滤，思想将屈服于行动并且驱动结果。主动的工厂工程师希望思想(基于合理的价值)来支配将来的操作。据说在后台管理一个操作是非常危险的事情。因为你的价值必须在前台通过你的行动和每天的活动来证明，而不是通过你的学位和受教育程度。

劳动力价值同样为领导和组织成员提供了一个相互交流的平台。工厂工程师的惟一责任是定义和证明工程组织的价值。客观的讲，这些价值包括这些事情，工作和参与、持续的进步、以人为本、维持高质量的水平，超越顾客的期望和时刻关注成本等。一旦被他人理解，价值将不仅支配行为，而且将定义“组织方向”。

将远见建立在价值之上的组织很少有失败的例子。有远见，价值将引导观念并获得成功。而缺乏远见，那么价值观也就不重要，结果将是难以确定或者说无法预测的。所以，人们应该认真做事，与他人分享你的价值观和思想。被人们誉为海军原子弹之父的海军上将 Hyman Rickover 曾经说过：“简单的头脑的人讨论世俗，一般的头脑的人讨论国家大事，伟大的头脑的人讨论思想”。

1.1.4 战略计划

在过去的五到八年中，产业界开展了大量以战略计划为中心的活动。战略计划不是新的概念，但与过去不同的是，现在的战略计划将整个组织包括在内。通常战略计划被当作“天才思想”被提到。换句话说没有个人比一群人的经验和知识更聪明。大家一致公认：我们作为一个集体，要比我们中的任何一个人聪明。战略计划的成功归于一鸽群体水平上的天才的思考。

没有战略计划的组织风险性很大。战略计划中的典型项目包括安全、税收、设备、基础设施、信息系统、竞争和客户等。成功的战略计划的关键在于相关策略的及时执行。但是由于下面原因，它们中的每个主题都是重要的。

- 安全：人们仍然正受到伤害；
- 税收：长期的价格下降非常普遍；
- 设备：工厂越老，维护费用越高；
- 基础设施：可靠的设备对于盈利能力是非常关键的；
- 竞争：这是全球性问题，并且日益严酷；
- 客户：他们正需要更多更低价格的商品。

战略计划的最低目标是保证长期的生存和发展。战略的基础是对客户保证质量，对业主的回报，赋予雇员工作机会。这几个方面缺一不可。简而言之，当必要时，工厂工程师必须积极参加战略计划而不是仅仅作为技术资源的计划。

1.1.5 积极进取，而不是消极保守

21 世纪成功的工厂工程师将属于那些积极进取者而不是消极保守者。消极保守者倾向于呆在看不见的地方并且仅做被要求做的事情。尽管技术上很强，但是他们不改变策略，喜欢按部就班。另一个方面讲，积极进取者具有活力，富有洞察力，关注将来，并且被他人和团体所认可。他们作为管理团队的一部分而工作，从而增加了组织的利润。他们对于盈利的贡献是经过设计的而不是偶然的。积极进取者不因为过程改变而消失，相反，他们促使过程改变。

在缺少可靠信息时，感知变成事实。感知没有正确和错误，但是它们有好坏之分。很多时候工厂工程师被看作安于舒适的、被动的、缺乏想像力的群体。在一个积极进取的团队中，这些情形是不存在的。我们在一个全球范围内的竞争市场上操作，并且这个市场被四 C (continuously changing、competitive climate) 所支配，不断改变并且竞争激烈。工厂工程组织必