

六西格玛黑带丛书

3

SIX SIGMA BLACKBELT SERIES

# 六西格玛试验设计

DESIGN OF EXPERIMENT  
FOR SIX SIGMA

张 驰 编著

杰克·韦尔奇：“推行六西格玛管理法  
是GE有史以来获取发展，增加创新能力和客  
户满意的最大机遇。”



广东经济出版社

3

六西格玛黑带丛书

SIX SIGMA BLACKBELT SERIES

# 六西格玛试验设计

DESIGN OF EXPERIMENT  
FOR SIX SIGMA

张 驰 编著

中国企业管理中心

培训专用教材

广东经济出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

六西格玛试验设计/张弛编著. —广州: 广东经济出版社, 2003.4

(六西格玛黑带丛书③)

ISBN 7-80677-353-3

I. 六… II. 张… III. 质量管理 IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 107870 号

出版发行	广东经济出版社 (广州市环市东路水荫路 11 号 5 楼)
经销	广东新华发行集团
印刷	湛江日报社印刷厂 (湛江赤坎康宁路 17 号)
开本	889 毫米 × 1194 毫米 1/32
印张	12.5 2 插页
字数	314 000 字
版次	2003 年 4 月第 1 版
印次	2003 年 4 月第 1 次
印数	1 ~ 8 000 册
书号	ISBN 7-80677-353-3/F·794
定价	(全套 1-4 册) 120.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换。

销售热线: 发行部 [020] 83794694 83790316 邮政编码: 510100

(发行部地址: 广州市合群一马路 111 号省图批 107 号)

·版权所有 翻印必究·



# 序

## —

### PREFACE ONE

“二十一世纪是质量的世纪”。世纪之首有一股六西格玛管理法的风暴正席卷全球，只缘“世界第一 CEO”杰克·韦尔奇的感受：“推行六西格玛管理法是 GE 有史以来获取发展、增加创新能力和客户满意度的最大机遇。”推行六西格玛管理法使得 GE 产品的不良品率由千分之三降到接近百万分之三点四 (3.4PPM)，使其质量成本由占年销售额的 25%~30% 降到 10%，即使销售额的 15%~20% 变成了增收的利润率，这就是这些年来 GE 发大财的真谛。

“二十一世纪将是中国人的世纪”，一批有远见卓识的中国企业家，在选择科学管理方法的过程中，正在看好六西格玛管理法，他们开始应用六西格玛管理法进行管理试验，揭开了本公司“暗藏的黄金富矿”——“降低不良”、“一次成功”、“追

求卓越与完美”。他们十分清楚地领悟到：当今世界进入了“顾客满意经营”时代，若同类的企业在质量、信誉和顾客满意的大战中旗鼓相当，而真正能使企业获得超额利润的秘诀，就只剩下在降低不良上大练内功了，而六西格玛管理法正是一条大幅度降低成本、将大量的内外部不良损失变成利润的绝妙途径。

张驰先生凭借刻苦钻研世界现代质量管理理论与丰富的实践经验撰写了颇具理论和实践性的《六西格玛黑带丛书》。《六西格玛黑带丛书》覆盖了六西格玛管理法五个阶段（DMAIC）的基本内容和试验设计方法，具有如下特点：

- (1) 精解六西格玛管理法理论基础；
- (2) 大量的实例或案例，和深入浅出的应用数学模型；
- (3) 将丰富的实践经验寓于各书的全过程，具有极强的适用性和可操作性；
- (4) 适用于开展六西格玛管理法人员的自学和培训。

当前，在我国对六西格玛管理法有着如下三种误解：

其一，“六西格玛管理法数学理论太深奥，望而生畏”。

看了本系列书籍就会得知，六西格玛管理法只是集当今世界现代质量管理方法之大成而已，在开展六西格玛管理法的五个阶段中综合应用了统计质量管理和全面质量管理中的普通常用方法，并没有涉及深奥的数学推导和论证。本系列书籍用大量的实例和案例告诉读者如何应用这些常用手段。

其二，“六西格玛管理法只能在大型名牌电子企业，中小企业和服务业目前还不用引进此法。

这种误解是产生于对六西格玛管理法的真谛还没有全面理解。这些大型名牌电子企业在激烈的市场竞争中认识到：六西格玛管理法的精髓在于降低内外部不良损失，要求“一次成功”、“一次做好”、“使顾客满意”。其实大量中小企业的内外部



不良损失按单位成本损失率来核算一点都不比大型名牌企业低，更需要尽快降低不良损失，获得业绩改善。美国的邮政、快运、医院等服务业推行六西格玛管理法，大大降低了医疗事故，减少了严重事故赔偿费。我国的中小啤酒厂有的也开始推行六西格玛管理法，使原来大量的内外部损失转变成纯利润。

其三，“推行六西格玛管理法要花很多钱”，太昂贵了。

这种误解多是来源于“培育一个黑带大师要花十多万元”的宣传。如果是对于一个管理顾问公司的懂技术、会管理、能咨询的黑带大师，花上十几万元就能培育出真能胜任的黑带大师，我看不算昂贵。而对于一般企业来讲，引进六西格玛管理法，不是从培育黑带大师入手的，是从选择合适的六西格玛管理试点项目起步，开始只需要培训黑带和绿带做为种子，并不需要花很多钱，况且不要很长时间就会从推行六西格玛管理法成功项目减少的不良损失中得到补偿。本系列书籍正是为一般企业推行六西格玛管理法培训黑带主管、黑带和绿带提供了很好的教材。

中国质量协全理事

国家教委管理工程类教学指导委员会委员

中国大陆首次引入TQC的七人小组成员之一

2001年度深圳咨询顾问业十大金牌顾问

原中国综合开发研究院企业现代化管理研究所所长



# 序 二

## PREFACE TWO

《六西格玛黑带丛书》用深入浅出的方法探讨了六西格玛——以客户要求为驱动的决策方法。这套书共包含四本，以六西格玛的改善突破模式“D—M—A—I—C”为主线展开，既相对独立又浑然一体。

《六西格玛定义测量阶段》详细讲述了定义客户要求和将客户要求转化为六西格玛项目的技术和工具，将使读者掌握量化识别客户要求，并将其与公司战略相结合，从而制订六西格玛项目计划并预测收益的技术，尤其详细讲述了各类测量系统的分析技术及过程底线分析技术。《六西格玛分析工具》系统讲述了六西格玛的各类数据和图形分析工具，将系统高效的分析方法呈现给读者。《六西格玛试验设计》对各类试验设计方法做了详尽讲述，对于那些正在苦苦寻求过程业绩能力取得突破性改善的组织，这本书无疑提供了极好的指南。《六西格玛控制阶段》讲述了六西格玛管理法用于过程控制的各类技术及工具，



告诉我们通过何种方法才可持续保持通过改善所取得的来之不易的成果。

值得一提的是这套书完全是从实战的角度去讨论六西格玛，活泼而不失严谨的结构会使你忘掉理论的复杂和公式的枯燥；书中大量翔实而富时代感的案例就发生在你的身边，也许正是你百思不得其解的。

我很赞同张驰先生所言的：在新知识、新信息泛滥的 e 时代，只有具备识别、选择、学习、掌握、实践新知识、新信息能力的组织才可能长久生存及持续发展。通过本人所创的“五常法”（又称 5-S 管理），即“常组织、常整顿、常清洁、常规范、常自律”，业界学会了如何通过做好小事减少浪费；通过 ISO9000 系列标准，业界学会了通过标准业务流程使业务流程更明晰流畅；通过推行六西格玛，公司将学到通过精明的做事模式达到客户满意度的持续提升，实是我国企业目前最急需的能力。

日本亚洲生产力中心押川奖得主

亚洲发展银行品管专家

香港五常法协会创会主席

国际 ISO9000 及 TQM 会议创会主席

英国首位品质及策略管理教授 (Luton University)

英国“Managing Service Quality”主编

香港“品质与管理”编辑顾问

香港管理专业协会“品质大奖”评判





## FOREWORD

Mr. Zhang's book has introduced the very important 6-sigma contemporary management topic in a short and simple fashion. This book has also explored the customer-driven 6-sigma decision making process, aiming at improving the customer satisfaction at all times.

6-sigma is also fundamental data analysis and decision-support tool. It can reflect the managerial effectiveness through the data analysis processes, which has now obtained global recognition and being treated as a mega-trend. It is the essence of the western culture.

The first part of this book explained the needs of the customers and the methodology to convert it into the 6-sigma system. This helps the reader to grasp the importance of quantifying and understanding the needs of the customers. It further help to strengthen the strategy of the corporation. This in turn helps to develop the sales and profit forecasting system. The second part explains the theory of statistics, diagnosis of the measuring system, and the bottom-line analysis methodology. In particular, it compares the various measurement and control techniques, and the process datum measurement methods.

I fully agree with Mr. Zhang's statement In this e-Era of knowledge and information explosion, only those who can sharply and clearly identify, choose, learn, master and practise new knowledge and information can survive and develop. Furthermore, through the understanding of the 5-S Practice (developed by the undersign and consist of Structurwise, Systematise, Sanitise, Standardise and Self-discipline at URL: [hk5sa.com](http://hk5sa.com)), the firms learn how to improve safety, quality, productivity and image. Through ISO 9000 quality management system, firms learn how to streamline operations. Through 6-sigma, firms learn how to excel in their operations in order to exceed customers expectation. These elements are the pressing needs for the organizations in the PRC during our course of industrialization and modernization today.

Overall, this is a very well written book which is highly recommended for those who managers/directors want to seek scientific management to excel in their businesses.

**Prof. Sam HO** PhD (Mangt.), FIQA, Lead Auditor (ISO 9000), EQA Assessor, MBCS

Oshikawa Fellow of the Asian Productivity Organisation (86-87),  
Asian Development Bank Quality Expert to the Malaysian Government (93-94),  
Chairman of the 1st-7th "International Conference on ISO 9000 and TQM" (96-02),  
Author of over 90 papers/books and the bestseller "TQM: An Integrated Approach (ISO 9000)",  
Professor of Strategy & Quality, Luton Business School, UK (96-97),  
Professor of Strategic & Quality Management, International Management Centres, UK,  
Visiting Professor in TQM at Uni. of Paisley (UK), FMT (Aust.), Vaxjo (Sweden) & Zhong Sun (Guangzhou),  
Consultant for over 50 firms for 5-S implementation, including the HA, HKHS, HKHA, EMSD,  
Director of HK 5-S Campaign & Founder Chair of HK 5-S Association (supported by HKSARG-ISF),  
Examiner of the HKMA Quality Award.  
[samho@hk5sa.com](mailto:samho@hk5sa.com)



# 前 言

## FOREWORD

六西格玛管理法的风暴正席卷全球，形成愈演愈烈之势。更为可喜的是国内工商界人士已开始关注六西格玛，在国内悄悄形成一股六西格玛热。央视“对话”栏目组对 100 位全球商界精英做了一项调查，在“你目前正在读什么书”一栏，80%以上的人填的是同一本书——《杰克·韦尔奇自传》。如此整齐划一，不约而同，这在以前是不可想像的事，难怪调查人员都感到吃惊。的确，能让全球范围高瞻远瞩的精英们同时关注同一件事——而不论其公司从事什么业务，可能只有“世界第一 CEO”杰克·韦尔奇和他的六西格玛管理法（“六西格玛管理法是 GE 有史以来经历的最大的变革。”——杰克·韦尔奇语）做得到。

原因何在？

六西格玛绝不是只会吸引眼球的或离奇古怪或空洞无物的所谓“新理论”，这类理论在 e 时代层出不穷，但结局大抵相



同，那就是昙花一现。什么原因？没有经过实践检验这一关。而六西格玛经历住了考验，因为它带给推行者的是数以亿计的看得见摸得着的现钞，还有更多无形但却更有价值的东西。所以对六西格玛管理法，像 SONY、GE 这些向来对新潮流保持低调的公司，也趋之若鹜。

六西格玛能帮助推行的公司获得如此大的收益，原因何在？

在于其一整套突破策略。六西格玛通过计算西格玛值，发现了“隐藏的工厂”，并使所有行业内部和不同行业之间用共同标准来衡量其能力高低成为可能。六西格玛的 DMAIC 突破模式以无懈可击的流程和一整套先进工具在组织业绩改善中发挥着巨大作用。DMAIC 模式的核心之一是改善阶段，因为即使所有其他阶段都做得很好了，但只要不经改善阶段就见不到收益。试验设计正是六西格玛管理法在改善阶段的有力工具。试验设计自 20 世纪 30 年代就已出现了，当时主要用于农业试验，60 年代日本的田口玄一博士将试验设计方法运用于产品品质改善，取得巨大成功。其直接结果是造就了“日本制造”在全球市场高品质的口碑，并使日本国力大增，跻身一流强国之列。因此，在日本，试验设计方法已深入人心，如果一个工程师不懂试验设计，只能算半个工程师，会被人讥笑。

但试验设计方法在各国的应用却是水平不一。我国在试验设计的基础研究方面起步较早，在应用方面也取得了较大成绩，华罗庚教授在 60 年代主持推广的优选法就取得巨大成功。但到目前为止，试验设计的应用范围仍仅仅局限在科研机构 and 少数行业，这些行业的应用也主要只应用在产品设计上。其他多数国家的情况也比较类似。

六西格玛系统首次将试验设计方法作为一种标准方法固定

下来作为改善阶段的主要工具。在六西格玛系统中，只要存在改善就会用到试验设计，这极大地拓展了试验设计的应用范围，使其由少数人掌握、应用范围仅限于科研、设计等领域直接发展到能被广大的技术和管理人员掌握，可以用于进行从产品设计、生产过程设计到产品过程改善的方方面面。这绝对具有划时代的意义。因为再好的系统只有广为使用才能带来真正大的贡献，并推动行业水平的提高和社会进步，只掌握在少数人手里是无用的。正如足球运动，最初只是由贵族闲着无聊闹着玩的，难成气候，只有发展成全球“第一运动”了，才真正为人们带来巨大的价值——使运动的概念深入人心，使广大球迷得到精神满足，使运动员腰缠万贯，使赞助商眉开眼笑……在国内，对新系统新方法的导入方面，普遍存在类似的问题。在很多公司，很好的系统或方法被个别人据为己有，结果没有推行成功，最终谁都没有得到好处。本书作者曾多年在外企从事高层品质、技术管理，一直致力于先进管理方法、系统的研究和实践，我们对“一种方法只有为大多数人所理解并掌握，才能发挥应有的作用”这一论断深信不疑，所以十分注重将最先进的品质方法、工具尽早介绍给同行们。基于这个理念，才有了您面前的这本书，才成就了本书注重实战的特点。我们掌握了先进方法并取得效益，让所有有此意愿的同行以最低成本掌握最先进的方法，并和我们共同成功，这是我们追求的最大目标。本书将六西格玛管理法的真实面目展现给广大读者。

由于时间仓促，加之水平有限，本书难免疏漏，请广大读者批评指正。

作者 2002年12月于深圳

E-mail: zhangchi1998@21cn.com



## 张驰【工学学士】

深圳质量保证中心特聘品质专家，曾长期在日资SONY、美资TANDY、港资红梅电器、和川光电等公司任品质经理、营运委员会主任等职。对外企管理技术及管理理念有深刻理解和感悟，对六西格玛管理、零缺陷管理等最新管理理论有深入研究并具丰富经验，已出版专著《现代企业品质管理技术》、《六西格玛品质管理》、《六西格玛实战》等，应邀帮助多家公司实施六西格玛改善项目，做品质体系诊断并取得巨大财务回报。现已成立PPM生产力促进有限公司，任六西格玛首席顾问。

新书预告：  
《Minitab及其在六西格玛管理法中的应用》

六西格玛黑带丛书：

- ① 《六西格玛定义测量阶段》
- ② 《六西格玛分析工具》
- ③ 《六西格玛试验设计》
- ④ 《六西格玛控制阶段》

ISBN 7-80677-353-3/F·794  
全套(1-4册) 定价:120.00元

ISBN 7-80677-353-3



9 787806 773536 >





# 目 录

## CONTENTS

序 一	(金广林)	1
序 二	(何广明)	4
前 言		1
第一章 什么是试验设计		1
第一节 什么是试验设计		3
第二节 试验设计的用途		7



## 第二章 试验设计的相关因素 11

- 第一节 试验因素及水平 / 13
- 第二节 噪声因素与可控因素 / 17
- 第三节 试验设计表 / 20
- 第四节 输出变量 / 25

## 第三章 试验设计的类别及实施步骤 31

- 第一节 试验设计的类别及用途 / 33
- 第二节 试验设计流程 / 36
- 第三节 试验设计的成功因子 / 40
- 第四节 DOE 试验方案选定 / 43

## 第四章 试验设计结果分析 49

- 第一节 试验设计输出的确定及测量 / 51
- 第二节 因素影响及交互影响 / 54
- 第三节 试验结果的极差分析 / 57
- 第四节 试验结果的方差分析 / 59
- 第五节 试验结果的回归分析 / 82

## 第五章 全因子试验设计 95

- 第一节 全因子试验设计概述 / 97
- 第二节 单因素四水平试验设计例 / 105
- 第三节 三因素二水平试验设计例 / 120
- 第四节 二因素四水平试验设计例 / 164





## 第六章 分部试验设计 183

第一节 分部试验设计概述 / 185

第二节 四因素二水平分辨率IV级分部试验设计例 / 195

第三节 六因素二水平分辨率III级分部试验设计例 / 217

## 第七章 筛选试验设计 227

第一节 筛选试验设计概述 / 229

第二节 八因素筛选试验设计例 / 235

## 第八章 中心复合试验设计 253

第一节 中心复合试验设计概述 / 255

第二节 中心复合试验设计例 / 264

## 第九章 Box—Behnken 试验设计 287

第一节 Box—Behnken 试验设计概述 / 289

第二节 Box—Behnken 试验设计例 / 296

## 第十章 田口试验设计 309

第一节 田口试验设计方法概述 / 311

第二节 田口静态试验设计例 / 319

第三节 均匀试验设计简介 / 333