

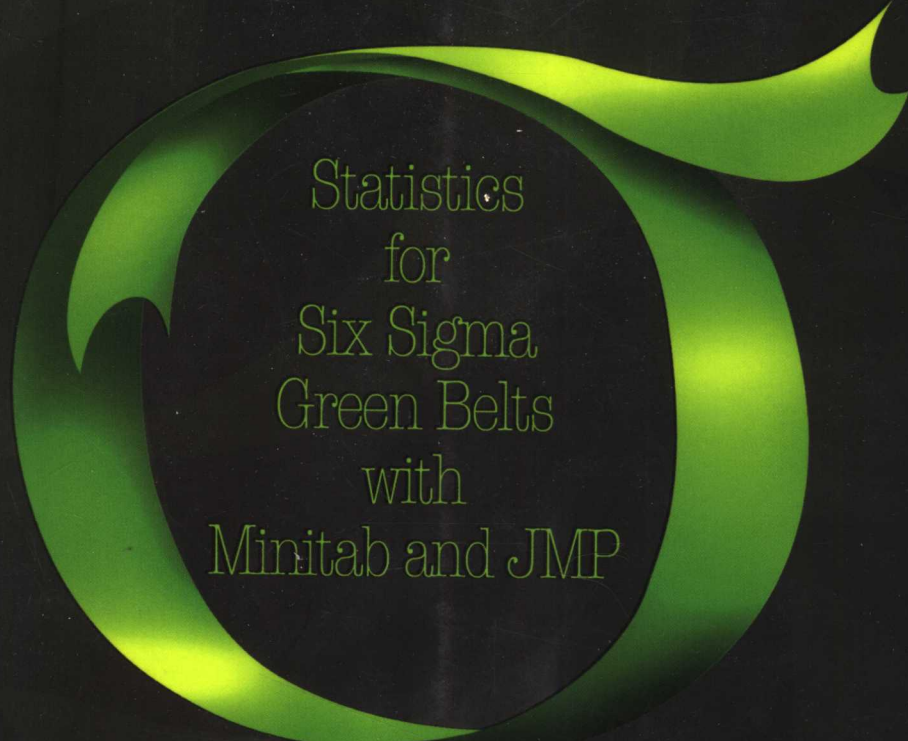
华章 - SBTI六西格玛丛书

HZ BOOKS
华章经管
PEARSON
Education

真实的案例，简单的数学，每一位六西格玛绿带必备

六西格玛绿带 统计分析

(美) 戴维 M. 莱文 (David M. Levine) 著 熊伟 译



Statistics
for
Six Sigma
Green Belts
with
Minitab and JMP



机械工业出版社
China Machine Press

华章 - SBTI六西格玛丛书

六西格玛绿带 统计分析

(美) 戴维 M. 莱文 (David M. Levine) 著 熊伟 译



Statistics
for
Six Sigma
Green Belts
with
Minitab and JMP



机械工业出版社
China Machine Press

David M. Levine. Statistics for Six Sigma Green Belts with Minitab and JMP.

ISBN 0-13-229195-9

Copyright © 2006 by Pearson Education, Inc.

Simplified Chinese Edition Copyright © 2007 by Pearson Education Asia LTD. and China Machine Press.

Published by arrangement with the original publisher, Prentice-hall, Inc., a Pearson Education company. This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

本书中文简体字版由 Pearson Education (培生教育) 出版集团授权机械工业出版社在中华人民共和国境内独家出版发行 (不包括香港和澳门特别行政区)。未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

本书封底贴有 Pearson Education (培生教育) 出版集团激光防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号: 图字: 01-2006-6514

图书在版编目 (CIP) 数据

六西格玛绿带统计分析/(美)莱文(Levine, D. M.)著;熊伟译. - 北京:机械工业出版社, 2007.8

(华章-SBTI六西格玛丛书)

书名原文: Statistics for Six Sigma Green Belts With Minitab and JMP

ISBN 978-7-111-22045-9

I. 六… II. ①莱… ②熊… III. 企业管理:质量管理-统计分析 IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 117978 号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 吴亚军 版式设计: 刘永青

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16.75 印张

定价: 42.00 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: (010) 68326294

投稿热线: (010) 88379007



译者序

在经济全球化及知识经济的背景下，市场的边界不复存在，以质量为重点的市场竞争日趋激烈，虽然企业运营千头万绪，但质量却是永远不变的真理。为了追求卓越和获得国际竞争力，一种全新的管理模式在美国取得立竿见影的效果后，很快就风靡全球。现在众多世界级的公司纷纷把它作为全面实现顾客满意的关键经营战略。这便是六西格玛管理法。

介绍六西格玛的书籍如雨后春笋般地涌现出来，那么对于国内的学者和实践者来说，哪种书更适合他们呢？根据我们多年从事质量管理研究和咨询的经验，《六西格玛绿带统计分析》就是一本好书。

首先，本书的定位并非把您培养成统计学家，而是让您学到足够的统计学知识，从而能够应用六西格玛 DMAIC 模式的每个阶段所包含的统计方法。为此，本书将复杂、深奥的统计学，深入浅出、有条不紊地展现在您的面前，并提供了一种简要的、非数学化的表述主题的方法。这是本书的最大特色。

其次，您还会发现本书中的方法不同寻常，它通过重点解释 Minitab 和 JMP 生成的输出来阐述统计学的知识点。介绍 Minitab 或 JMP 统计软件来帮助您实现应用统计方法的目标，同时减少您花在公式与计算上的时间。

最后，对讲述的每个统计方法，都提供了实例进行详细的说明。通过翔实的案例为读者分析和处理实际问题提供了行动指南。

本书具有十分丰富而深刻的内涵，它对学习和使用六西格玛管理法

IV

有突破性的创新，不仅适合于六西格玛的初学者阅读，还能将有一定经验的专家学者们引入更高的境界。我们衷心地希望通过阅读这本书能给您带来一些有益的启迪和帮助。

本书由浙江大学管理学院熊伟组织翻译，应该说，本书包含了浙江大学质量研究团队全体成员的心血。在翻译、校译以及最后书稿的形成过程中，罗军、夏俊、张文峰、郭翔、周晶晔等研究生做了许多相关的工作。

本书的出版也得益于机械工业出版社华章公司吴亚军和陈丽芳的努力，在此一并致以衷心的感谢！

由于时间仓促和水平有限，译文中难免存在不妥与错误之处，敬请读者批评指正。

熊伟

2007年4月于浙江大学紫金港



前 言

在六西格玛项目组中工作的绿带必须要熟悉统计学，这是因为统计工具是六西格玛 DMAIC 模式各个阶段的核心部分。本书主要阐述这些对六西格玛绿带最重要的统计工具。本书的目标是让读者熟悉这些统计工具，从而能够使用 Minitab 或者 JMP 软件来对数据进行分析。本书的主要特色如下：

- 对每一主题以简单的非数学语言进行陈述。每个概念的解释都使用口语化且尽量少的数学符号。大多数的等式都置于选择框里，作为主要材料的补充。
- 涵盖了对六西格玛绿带最重要的统计学主题。在开始部分介绍了图表和描述统计之后，本书还详细阐述了对六西格玛绿带最重要的统计学主题，如统计过程控制图、试验设计以及回归。本书尽可能减少对概率、概率分布和抽样分布的叙述。
- 通过聚焦于对 Minitab 和 JMP 软件输出的理解来阐述统计学的主题。
- 每章结束后的附录，提供了使用 Minitab（第 14 版）和 JMP（第 6 版）来对该章统计学主题的应用进行逐步的指导（通过对话框的截图）。
- 使用实例来对每一种统计方法进行逐步的指导。
- 涉及了服务业的应用。本书聚焦于六西格玛在服务业中的应用，这些应用使那些服务业的工作者能够较容易地理解六西格玛原理，如果利用制造业的例子，理解起来就会变得有些困难。

VI

我要感谢美国质量协会、美国测试和材料协会以及美国统计协会允许我在本书中使用他们的数据和统计表。我还要感谢霍华德·吉特洛教授（迈阿密大学）、罗格·何瑞尔（通用电气公司）以及爱华德·波波维奇（博卡-雷通社区医院），他们为本书提供了许多宝贵的建议和意见。我要特别感谢 Prentice Hall 金融时代出版社编辑 Jim Boyd 的见识和鼓励，我对 Saiah Kearns、Sheri Cain 及 Kayla Gugger 为本书出版所做的工作致以衷心的感谢。

我试图让本书在教学上更加实用，且出现更少的错误。如果您有任何建议或需要任何材料的说明，或者发现书中的错误，请与我取得联系：david_levine@baruch.cuny.edu。

戴维 M. 莱文



目 录

译者序

前言

第 1 章 六西格玛的基本原理	1
1.1 什么是六西格玛	1
1.2 六西格玛组织中的角色	2
1.3 统计和六西格玛	3
1.4 与六西格玛相关的统计学知识	4
小结	5
参考文献	5
第 2 章 统计学介绍	6
2.1 列举研究和分析研究	7
2.2 抽样调查类型	7
2.3 变量类型	10
2.4 操作性定义	11
小结	11
参考文献	11
附录 2A Minitab (第 14 版) 的介绍	12
附录 2B JMP (第 6 版) 的介绍	15
第 3 章 用图形和表格表示数据	17
3.1 绘制品质数据的图形	18
3.2 绘制测度数据的图形	20
小结	22

参考文献	22
附录 3A 使用 Minitab 制图	22
附录 3B 使用 JMP 制图	26
第 4 章 描述统计	29
4.1 中心极限的测量	29
4.2 变量的描述	34
4.3 分布的形状	36
小结	40
参考文献	40
附录 4A Minitab 在描述统计中的应用	41
附录 4B JMP 在描述统计中的应用	42
第 5 章 概率和概率分布	43
5.1 什么是概率	43
5.2 概率的一些原理	45
5.3 概率分布	47
5.4 二项分布	51
5.5 泊松分布	54
5.6 正态分布	55
5.7 正态概率图	60
小结	61
参考文献	61
附录 5A 概率分布和概率分布图中 Minitab 的使用	61
附录 5B 概率分布和概率分布图中 JMP 的使用	63
第 6 章 抽样分布和置信区间	66
6.1 抽样分布	66
6.2 置信区间的基本概念	69
6.3 均值的置信区间估计 (σ 未知)	72
6.4 个体值的区间估计预测	74
6.5 比例的置信区间估计	74
小结	76
参考文献	76
附录 6A 使用 Minitab 构建置信区间	76
附录 6B 使用 JMP 构建置信区间	78
第 7 章 假设检验	79
7.1 假设检验的基本概念	79

7.2	两个比值之间差异的检验	85
7.3	两个相互独立总体之间均值差异的检验	87
7.4	两变量之间差异的检验	91
7.5	单因素方差分析：对三个或多个总体均值差异的检验	93
7.6	应用 Wilcoxon 秩和检验对两个中位数间差异性进行检验	100
7.7	KRUSKAL-WALLIS 秩检验：用于单因素方差分析的非参数分析	102
	小结	104
	参考文献	105
	附录 7A 使用 Minitab 进行假设检验	105
	附录 7B 使用 JMP 进行假设检验	110
第 8 章	试验设计	112
8.1	试验设计：背景知识和基本原理	113
8.2	双因素的析因设计	113
8.3	2^k 析因设计	121
8.4	局部析因设计	135
	小结	146
	参考文献	146
	附录 8A 使用 Minitab 软件进行试验设计	146
	附录 8B 使用 JMP 软件进行试验设计	150
第 9 章	简单线性回归	152
9.1	回归模型类型	153
9.2	确定简单线性回归方程	154
9.3	变差度量	159
9.4	假设	162
9.5	残差分析	163
9.6	斜率推断	164
9.7	预测值估计	166
9.8	回归分析的缺陷	167
	小结	169
	参考文献	169
	附录 9A 使用 Minitab 进行简单线性回归	170
	附录 9B 使用 JMP 进行简单线性回归	171
第 10 章	多元回归	173
10.1	开发多元回归模型	173
10.2	多元判定系数和整体 F 检验	176

10.3	多元回归模型残差分析	177
10.4	总体回归系数推断	178
10.5	回归模型中使用虚拟变量和交互作用项	179
10.6	共线性	183
10.7	模型构建	184
10.8	逻辑回归	191
	小结	195
	参考文献	195
附录 10A	使用 Minitab 进行多元回归	195
附录 10B	使用 JMP 进行多元回归	199
第 11 章	六西格玛管理中的控制图	202
11.1	控制图的基本概念	202
11.2	控制限与控制类型	204
11.3	失控点的判定规则	205
11.4	p -图	206
11.5	c -图	210
11.6	u -图	212
11.7	均值-极差控制图	214
11.8	均值-标准差控制图	218
11.9	单值-极差移动图	221
	小结	224
	参考文献	225
附录 11A	使用 Minitab 创建控制图	225
附录 11B	使用 JMP 创建控制图	230
附录 A	统计表	233
	术语表	251



第 1 章

六西格玛的基本原理

学习目标

读完此章，您将能够：

- σ 了解 DMAIC 所代表的含义；
- σ 理解六西格玛绿带、六西格玛黑带以及黑带大师的区别；
- σ 理解六西格玛管理中统计的作用。

六西格玛管理是 20 世纪 80 年代中期源于摩托罗拉公司的质量改进系统。六西格玛提供了一种规范的、系统的质量改进方法，并强调可度量性和财务底线结果。世界上许多优秀的公司都采用六西格玛的管理方式来增进效率、降低成本、消除缺陷、减少产品差异。

1.1 什么是六西格玛

六西格玛是一种把过程的缺陷率控制在小于 0.003 4% 的管理方法，这正是它名字的由来。六西格玛与其他方法不同之处在于其强调在相对短的时间内（3~6 个月）实现财务底线结果。在目睹了摩托罗拉、GE 和其他在早期引入六西格玛管理的公司取得的巨大成功后，现在许多世界级的公司都启动了六西格玛管理计划（见参考文献 1、2、3、5）。

DMAIC 模式

为了在改善短期或长期结果的任务中给予管理者指引，六西格玛采用了由五阶段过程所组成的 DMAIC 模式：D——定义（define）、M——测量（measure）、A——分析（analyze）、I——改进（improve）以及 C——控制（control）。

定义：考虑成本、收益以及对顾客的影响来界定问题。

测量：有效地定义每一个关键质量（CTQ）特性。此外，验证测量过程的有效性，确保其在多次重复测量中是一致的。

分析：确定导致缺陷发生的根本原因，并找出整个过程中引起缺陷发生的变量。通过收集数据决定每个过程变量的基准值。

改进：通过设计试验（详见第 8 章）来研究各个过程变量对于关键质量特性的重要程度，目的在于确定每个变量的最优水平。

控制：目标是通过避免过程变化时可能带来的潜在问题，从而维持长期的收益。

1.2 六西格玛组织中的角色

高层执行领导（CEO 或总裁）、执行委员会、倡导者、过程负责人、黑带大师、黑带以及绿带，这些角色对于六西格玛管理过程都是十分重要的。

高层执行领导提供推动力、方向以及六西格玛最终成功所必需的团队支持。那些最为成功、被人们高度关注的六西格玛活动都有高层管理者坚定、明了的领导。虽然在组织的低层中发起六西格玛概念和过程是可能的，但如果没有高层执行领导的参与并担任领导角色，绝不会取得激动人心的成功。

六西格玛的执行委员会的成员必须由组织的高层管理者来担任。他们必须把推进六西格玛作为他们的主要任务。对于六西格玛管理而言，他们要承担与高层执行领导相同级别的承诺。

倡导者在管理和实施六西格玛项目中要进行积极的倡导和领导。他们必须与执行委员会、被分配到他们所在项目中的黑带、统揽整个项目的黑带大师进行紧密的合作。倡导者应该是执行委员会的成员，或至少是向执行委员会的成员直接负责的。他或她必须要有足够的影响力来排除障碍或是不需向组织的更高层寻求帮助就能提供资源。

过程负责人是过程的管理者。他或她对过程负责，同时也有权力来改变过程。需要确定过程负责人，他们应该立即参与到与其自身领域相关的所有六西格玛项目中去。

黑带大师

黑带大师担任领导角色，他们是六西格玛过程的管理者，并要向高层执行领导和业务部门

经理多提建设性的意见。他或她必须将其自身技能与黑带和绿带领导的项目相结合。通常，黑带大师直接向高层执行领导和业务部门经理汇报工作。黑带大师成功带领过很多团队完成复杂的六西格玛项目。他或她是被公认的在六西格玛管理中的实施变化者、领导人、推动者和技术专家。对组织而言，从内部培养出自己的黑带大师是最好的。但是，有时候组织很难在内部培养出黑带大师，因为成为黑带大师要求一定的领导时间。因此，事实上有时候需要从组织外部聘用黑带大师。

黑带

黑带是全职的实施变化者和改进的领导者，但并不是所研究的过程方面的专家（见参考文献4）。黑带是由黑带大师指导的质量专家，但他直接向管理层汇报。

绿带

绿带兼职（25%）参与项目，绿带可能是一个复杂项目的团队成员或是一个简单项目的项目领导。在一个成熟的六西格玛组织中，大多数管理者是绿带。在一个六西格玛组织中，绿带资格认证是晋升入高级别管理层的重要先决条件。

绿带领导一个简单的项目通常有以下职责：

- 制定项目特许任务书；
- 和倡导者一起复核项目特许任务书；
- 为项目挑选团队成员；
- 在项目的各个阶段，与倡导者、黑带大师、黑带以及过程负责人积极沟通；
- 在项目的所有阶段激励团队；
- 安排进程，调整思路；
- 在项目的所有阶段分析数据；
- 在项目的所有阶段，对团队成员进行基础工具和方法的培训。

在复杂的六西格玛项目中，绿带与团队领导（黑带）紧密合作，从而保持团队在整个六西格玛项目的不同阶段一直在起作用并不断的进步。

1.3 统计和六西格玛

许多六西格玛的工具和方法都包括统计。统计的确切含义是什么呢？为什么统计是六西格玛管理中重要的一个部分呢？为了了解统计对于质量改进的重要作用，我们可以回顾一下由被称为质量控制之父的沃尔特·休哈特（Walter Shewhart）在1925年提出的一个观点。

统计要长期发挥作用并不是依靠在企业中投入大量的受过高级培训的统计学家，而是依靠

在物理学研究者、化学研究者、工程师以及任何一个参与建设与指导将来的生产过程的人中树立起统计学的思想。

在 75 年后的今天，这个观点同样适用。本书的目的并非把您培养成统计学家，而是希望读者学到足够的统计学知识，从而能够应用 DMAIC 模式的每个阶段所包括的统计方法。使用 Minitab 或 JMP 统计软件可以帮助您实现这一目标，同时减少您花在公式与计算上的时间。

表 1-1 总结了在 DMAIC 模式中的各阶段常用的统计方法。

表 1-1 DMAIC 模式中的各阶段使用的统计方法以及在本书中的章节

DMAIC 的阶段	统计方法	章节
定义	表和图	3
描述统计		4
统计过程控制图表		11
测量	表和图	3
描述统计		4
正态分布		5
变量分析		6, 7, 8
统计过程控制图表		11
分析	表和图	3
描述统计		4
变量分析		6, 7, 8
回归分析		9, 10
统计过程控制图表		11
改进	表和图	3
描述统计		4
变量分析		6, 7, 8
回归分析		9, 10
试验设计		8
控制	统计过程控制图	11

1.4 与六西格玛相关的统计学知识

我们假定使用本书的读者原先没有接触过统计学。也许你曾经上过统计学的课程，最有可能是把重点放在应用统计公式计算结果的课程。如果是这样的话，您会发现本书中的方法很不一样。本书提供了以下方法：

- 提供了一种简要、非数学化的表述主题的方法。每一个概念都尽可能少的使用数学符号，而只用简单的语言来解释。大多数等式都被纳入用以补充材料的可选框内；
- 通过重点解释 Minitab 和 JMP 生成的输出，来阐述统计学知识点；
- 对于本章涉及的统计学知识点，章节后的附录内有 Minitab（第 14 版）和 JMP（第 6 版）的详细使用说明（包括截屏和对话框）；
- 对讲述的每个统计方法，都提供实例进行详细说明。

小结

六西格玛管理被世界上许多公司所采用。六西格玛使用 DMAIC 模式, 该模式包括五个阶段: 定义、测量、分析、改进和控制。很多不同的角色在六西格玛组织中都很重要。在六西格玛组织中, 统计也是一个非常重要的要素。本书的目的是使读者能够学到足够的知识, 从而可以把统计方法作为六西格玛管理的一部分来进行应用。

参考文献

1. Arndt, M., "Quality Isn't Just for Widgets," *Business Week*, July 22, 2002, 72-73.
2. Gitlow, H. S., and D. M. Levine, *Six Sigma for Green Belts and Champions*, (Upper Saddle River, NJ: Financial Times Prentice Hall, 2005).
3. Hahn, G. J., N. Doganaksoy, and R. Hoerl, "The Evolution of Six Sigma," *Quality Engineering*, 2000, 12, 317-326.
4. Hoerl, R., "Six Sigma Black Belts: What Do They Need to Know?" *Journal of Quality Technology*, 33, 4, October 2001, 391-406.
5. Snee, R. D., "Impact of Six Sigma on Quality," *Quality Engineering*, 2000, 12, ix-xiv.



第 2 章

统计学介绍

学习目标

读完此章，您将能够：

- σ 区分列举研究和分析研究；
- σ 识别不同的抽样方法；
- σ 了解操作性定义的重要性；
- σ 使用 Minitab (第 14 版) 和 JMP (第 6 版) 统计软件包来选择样本。

依据戴明对统计学的定义（见参考文献 4、5），统计学是研究并理解随机过程和总体的变化、随机过程和总体当中的变量之间的交互作用、操作性定义（能够提高人与人之间有效沟通的随机过程和总体变量的定义），并最终采取措施减少随机过程和总体当中的变异。因此，统计学被广泛定义为研究数据，通过数据研究，为进一步研究一个总体或者随机过程提供基础。统计学通常分为两个分支：描述统计学和推断统计学。

描述统计学主要针对一组数据的收集、分析、介绍和描述。例如，美国人口统计局从 1790 年开始，每 10 年搜集一次数据，这些数据有关美国居民的许多特征。再如，一个组织的雇员在 2005 财政年度使用的雇员津贴。这些津贴可能包括健康护理费、牙齿护理费、病假以及由员工选择的特别健康护理费等。