



©宋祥彦 著

TONGJI ZHILIANG PINGJIA
LILUN JICHU

统计质量评价 理论基础

——过程能力指数理论与应用



 长江出版传媒
 湖北科学技术出版社

TONGJI ZHILIANG PINGJIA
LILUN JICHU

统计质量评价 理论基础

——过程能力指数理论与应用

◎宋祥彦 著

 长江出版传媒
 湖北科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

统计质量理论评价基础/宋祥彦著.--武汉:湖北科学技术出版社,2013.12

ISBN 978-7-5352-6317-9

I. ①统… II. ①宋… III. ①数理统计—应用—工业产品—质量控制—研究 IV. ①F406.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第280734号

责任编辑:高诚毅 周洁

封面设计:喻杨

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:027-87679468

地 址:武汉市雄楚大街268号

邮编:430070

(湖北出版文化城B座13-14层)

网 址:<http://www.hbstp.com.cn>

印 刷:武汉三新大洋数字出版技术有限公司

邮编:430070

787 × 1092 1/16

22.625 印张 490千字

2013年12月第1版

2013年12月第1次印刷

定价:68.00元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

内 容 简 介

本书创立了过程能力指数理论,奠定了质量管理科学有关统计质量评价学科分支的理论基础。书中在简要介绍数理统计基础知识的基础上,回顾了过程能力指数发展历程,详细介绍了作者在过程能力指数基本概念和理论研究中做出的一系列重要科学发现,重点解读了过程能力指数4个基本特性及其来龙去脉,并在此基础上,全面介绍了对称公差、单侧公差和非对称公差的过程能力指数在各种情况下的计算公式推导过程,系统地阐述了基于 C_p 的过程能力指数评价体系创建过程,详细介绍了六西格玛设计标准的修正、质量水平计算公式的发现、 1.5σ 偏移量谜底的解开,向读者准确地展示了六西格玛质量评价体系的修正、完善、丰富和发展的过程,剖析了质量界有关过程能力指数的诸多模糊认识和错误观点,并对流行至今的在计算过程能力指数前需对过程判稳的原则性错误进行了纠正。在系统解决过程能力指数理论问题后,介绍了企业应如何开展过程能力分析与评价实践活动,并在制造业的28个行业中精选了6个典型案例进行分析和点评。最后,对过程能力指数发展方向和应用前景作了展望。书中有关过程能力指数的一系列突破性研究成果是作者历时十年完成的,解决了国际上有关单变量过程能力指数评价难题,处于国际领先水平,具有科学性、创新性、前沿性和实用性。著述中本着逻辑严谨、层次分明、文字简练、深入浅出的原则,力求通俗易懂。为加深对问题的理解,便于读者理解和掌握正确的过程能力评价方法,书中穿插大量翔实的例题和案例,还在每个章节配有大量思考题并附有答案。书中逻辑推理性强,解题思路独特新颖,不仅能开拓理论研究思维,而且对于如何将数学工具和方法应用到生产实践中解决问题有启发作用,是一个成功的范例,对于解决经济和管理中的理论问题有重要参考价值。本书作为一部有价值的教科书,不仅适用于高校本科生、研究生相关专业教材,而且也是质量工作者的必读图书,同时也是高等院校、科研院所数理统计、管理工程、经济管理、企业管理、质量管理等专业师生和质量管理咨询机构专家学者的必读书籍。

作者简介



宋祥彦,男,汉族,1963年10月,山东省龙口市人,1990年毕业于哈尔滨工业大学,获工学硕士学位,高级工程师,过程能力指数理论创始人,统计质量评价理论专家,质量管理科学家,研究方向为质量管理。曾发表论文35篇,出版学术专著《六西格玛管理质疑》一部,入编《当代中国科学家传略》、《中国专家大辞典》、《共和国创新专家名典》、《世界华人突出贡献专家名典》、《中国知名专家学者辞典》等名家辞典70余部。

在国内已故著名质量专家张公绪教授的启发和鼓励下,宋祥彦自2002年3月开始研究过程能力指数,取得了一系列开拓性成果,创立的过程能力指数基本理论,解决了国际上30年来悬而未决的过程能力指数评价难题,为制造业正确开展过程能力分析,科学建立双稳态质量控制点奠定了坚实的理论基础,在国内质量界享有较高知名度。

由两院院士师昌绪任会长的中国国际科技促进会于2007年5月出版的《中国科学技术奖励概览》一书以《统计质量评价理论专家》为题介绍了其系列研究成果。中国管理科学研究院曾于2007年12月授予其“中华知名专家”荣誉称号。中国科协出版的高端杂志《科学中国人》于2008年2月以《三年攻克过程能力指数数学难题》为题向社会公开报道了其突破性创新成果,详见网址:<http://www.scichi.com/new/Article/1707.html>。科技部主办的《科技成果管理与研究》于2008年8月也在专家博客栏目里做了报道。

宋祥彦是我国近年来自企业脱颖而出的质量管理专家,不仅拥有丰富的质量管理实践经验,而且具备扎实的理论功底,在企业质量管理活动中,既重视质量实践,又深入研究质量管理科学理论,达到了较深的造诣,具有较高的学术水平。迄今为止,宋祥彦对质量管理科学的贡献表现在八个方面:创立过程能力指数基本理论;提出管理流水线新概念;提出质量三个层次新观点;预言全社会质量管理是质量管理发展的第四个阶段;提出质量管理24条;打开了强加在过程能力指数应用上的枷锁;为质量检验鸣冤——指出质量也是检验出来的;揭开六西格玛管理中 1.5σ 偏移量的谜底,终结了质量界对 1.5σ 偏移量近30年的争论。

过程能力分析,评价难题虽然出现在质量管理领域,但本质上是一个数学问题,可以看成是数学在质量管理领域中的应用。据统计,近30年间仅国内就有61个基金资助过程能力指数研究,包括国家、行业、省市及高校等四级基金,其中国家级自然科学基金18个。宋祥彦用10年时间创立的过程能力指数理论,解决了国际质量界为之探讨了30年的热门难题,不仅是对质量管理科学的一大贡献,而且也是对自然科学的一个贡献。因此,宋祥彦既可以称为一个质量管理专家,也可以称为一个数学家。而修正、丰富和发展六西格玛质量评价体系,揭开六西格玛管理中 1.5σ 偏移量的神秘面纱,则再一次证明宋祥彦是国际质量界当之无愧的质量管理科学家。

卷首语

每个人都经历过孩提时代,一两岁前不会走路要练习爬行,爬行不是目的,而是要为学会走路打基础。大人教孩子学走路,往往是在前面放置一个玩具做诱导或用手搀扶着使其蹒跚走路。天下没有一个父母把爬行速度作为培养孩子的第一目标,他们看重的是要让孩子站起来走路,希望的是孩子在不久的将来能矫捷如飞。在这个问题上,所有的父母都非常清醒:摔上两跤不要紧,如果不会走路爬行再快也没用。庆幸的是从练习爬行到学会走路不是很难。



国外先进管理方法的引进以及在引进基础上的消化与创新也是这个道理。引进是手段不是目的,引进是为了消化、吸收和创新。永远地停留在引进上以及无休止地引进无异于爬行!引进不能简单地实行拿来主义,不能囫囵吞枣,不能盲目照搬。引进的过程是扬弃,是汲取精华剔除糟粕的过程,是创新的过程。正如人无完人一样,世界上没有一种管理方法是十全十美的。这就要求我们在保留其精华的前提下对不足之处进行创新使其更加完善。如果说世界上存在永恒不变真理的话,那么在引进这个问题上,批判地吸收将是永恒不变的真理。唐代思想家韩愈的名言——“业精于勤,荒于嬉;行成于思,毁于随。”难道不值得后人深思吗?

在哥白尼之前,人们都相信宇宙围着地球转,尽管发现了许多观察结果与地心说相矛盾,但人们还在勉强用这一学说做出解释,直到近代天文学奠基人哥白尼1543年出版了《天体运行论》——创立了更为科学的日心说,“从此自然科学便开始从神学中解放出来”,“科学的发展从此便大踏步前进”(恩格斯《自然辩证法》)。

当对某一学科的理论出现较大争议时,往往预示着这个学科新的理论即将诞生。而真正的发现是“苦其心志,劳其筋骨,饿其肌肤,空乏其身”的艰难历程。近代国学大师王国维的《人间词话》有这样一段话——古之成大事者,必经过三种之境界:第一境界是有“昨夜西风凋碧树,独上高楼,望断天涯路”的迷茫;第二境界是有“衣带渐宽终不悔,为伊消得人憔悴”的苦痛;第三境界是有“众里寻他千百度,蓦然回首,那人却在灯火阑珊处”的喜悦与成功。

创新是国家和民族的灵魂,是社会变革和发展的动力。创新能力的提高不仅需要掌握丰富的科学知识和具有强烈的创新意识,还要培养敏捷的观察力和丰富的想象力;不仅要勇于打破传统观念和现有理论体系的束缚,而且还要摆脱对学术权威的顶礼膜拜和迷信;不仅要善于发现问题和勤于思考问题,而且还要具有系统的分析问题的能力和创造性

解决问题的能力;不仅要正确认识科学和理解科学的精神,而且要掌握科学的方法并具有理论联系实际实事求是的科学作风;不仅要有锲而不舍的毅力,而且还要具有为科学献身的精神。

只会模仿,永远落后!

只会爬行,永远落后!

亦步亦趋顶多称高徒!

创新求实方能成宗师!

数学是研究现实世界的“数”与“形”的科学。其中研究“数”的学科叫代数,研究“形”的学科叫几何。数学是围绕着“数”与“形”这两个概念的演变而发展并将其应用于各学科领域的科学。17 世纪初笛卡尔创立的坐标几何,实现了“数”与“形”的紧密结合(几何图形可用代数表示;代数表达式又赋予了几何背景),使变量进入了数学,为微积分的伟大发现创立了前提条件。而牛顿—莱布尼茨微积分的发现则极大地推动了天文学、力学、化学、生物学等自然科学的发展。



高等院校所有专业几乎都在开设数学基础课,一个原因是数学对于提高学生的科学素养起着至关重要的作用,另一个原因是数学工具和方法的广泛应用,往往能开创新学科分支,推动学科的进步与发展。因此正确认识数学的基础地位并将其运用于各学科领域,对于促进科学技术进步和推动国民经济发展具有重大意义。

质量管理科学作为一门新兴的交叉学科是在管理学与数理统计学的基础上发展起来的。

质量管理学区别于管理学的重要特征就是建立在统计观点基础之上。数理统计学是质量管理学的理论基础之一,离开数理统计学,就不会有统计过程控制理论、统计抽样检验理论、统计质量评价理论。没有统计过程控制理论,就不能对生产过程进行有效控制;没有统计抽样检验理论,就不能通过抽样有效推断总体;没有统计质量评价理论,就不能正确评价过程能力高低和产品质量水平好坏。同样,如果没有管理学,就不会建立 ISO9000 质量管理体系,企业产品质量就不能得到有效保障;另一方面,如果质量管理学单纯地建立在管理学的基础上,就不会有定量的分析,而全部都是—些定性的管理法则,那么质量管理学就不会有自己的发展方向。

“控制论之父”维纳 1947 年出版的《控制论》,宣告了这门学科的创立。它是自动控制、电子技术、无线电通讯、神经生理学、心理学、医学、数理逻辑、计算机技术等多学科相互渗透的产物。该书在前言中指出:多学科边缘领域是“科学处女地”,在那里可获得最大收获。

多学科交叉的不断突破,不仅显示出系统思想的普遍性,而且从定性到定量的深入发展,也反映了数学方法的重要性。近年来许多诺贝尔经济学奖获得者都是运用数理统计方法对社会发展过程中的经济现象或规律建立数学模型并进行定量研究。

数学是一切自然科学的基础,当然也是质量管理科学的基础。没有数学的指导,质量管理将会偏离科学的轨道。为使质量管理科学得到健康发展,真正起到指导企业实践的作用,请质量界反思并重新审视数学在质量管理科学中的地位和作用!

数学奠定了科学基础;

科学推动了社会发展。

数学造就了科学家;

科学家改变了世界!

序 言

企业管理水平的高低决定了产品质量的好坏,而决定企业管理水平高低的关键因素是过程。有什么样的过程,就对应有什么样的结果。要想有好的结果,就必须对过程实施有效管理和控制。如何管理和控制过程?仅有管理流程和规章制度是不够的,还必须采用科学的管理方法,而科学的管理方法离不开量化管理。所谓量化管理,就是深入挖掘数据本身隐藏的规律和特点,找出存在的问题,进而实施有针对性的管理。每个企业在产品的生产过程中,都存在着大量有价值的数据,对这些数据的利用,如果仅停留在对均值、最大值、最小值、合格率等粗浅的统计则意义不大,必须深入挖掘数据背后所隐藏的秘密。数据是什么?数据是产品质量的真实写照和客观映像,它真实、客观地反映了过程的本来面目,表面上虽杂乱无章,但其中蕴含着许多有价值的信息。虽然数据本身不会说话,但如果我们能采用正确的方法对数据进行分析研究,数据就会自动告诉我们背后隐藏的规律是什么,存在的问题是什么,这时的数据就变成了资源。因此,数据在本质上是一种重要的资源,而在质量管理中,将过程的取样数据变成资源的方法就是采用过程能力指数对过程能力进行分析与评价。

自1974年著名质量大师朱兰最早把过程能力指数引入其质量管理专著,如何运用过程能力指数分析和评价过程能力已成为世界各国专家和学者探讨的热门话题。过程是产品质量的关键,对过程能力进行科学分析和客观评价日渐成为生产实践中迫切需要解决的问题,自然这个问题就成为质量管理科学的前沿热点。无论是质量管理实践应用,还是质量管理理论研究,用过程能力指数进行过程能力分析与评价在国际质量界都受到广泛关注。过程能力分析与评价难题虽然出现在质量管理领域,但本质上是一个数学问题,可以看成是数学在质量管理中的应用。因此,攻克过程能力指数数学难题,既可以称为质量管理专家,也可以称为数学家;攻克过程能力指数难题,既是对质量管理科学的一大贡献,也是对自然科学的一个贡献。

过程能力指数作为判断过程输出是否满足技术规格要求的重要指标,虽然已经广泛应用于制造业,但在具体应用中,存在着诸多令人费解的问题:对称公差技术要求情况下评价的结果普遍偏低,且有时还好坏不分;单侧公差技术要求的评价结果不是偏低就是偏高。这些问题在我国的机械、电子、化工、纺织等行业都曾出现过,而且比较普遍。由于对过程能力指数概念和理论缺乏深入研究,导致过程能力指数计算公式存在的问题没能从根本上得到解决,致使过程能力指数计算结果不能反映客观实际。因不知道错在哪里,正确的评价公式是什么,对失真结果的解释众说纷纭、五花八门,造成了一定程度的混乱。1995年,在原化工部的质量协会召开的年会上,决定要解决过程能力指数评价中存在的问题。2002年,国内已故著名质量专家、原中国质量协会副会长张公绪教授在企业讲授

统计过程控制(SPC)时,向学员发出了“谁能纠正 C_{pk} 公式谁就能称为质量专家”的呼唤。这一呼唤,既反映了质量管理科学当前的热点,也代表了企业广大质量工作者的心愿。

随着高等院校、科研院所、厂矿企业对过程能力分析与评价日益重视,过程能力指数的研究与应用呈逐年上升趋势。作者对国内在 1980~2010 年间发表的 245 篇过程能力指数理论与推广应用论文做了初步的统计分析,结果表明:三个十年段的论文数量分别是 7、33、205,其中推广应用论文的数量分别是 6、6、60,可见过程能力指数研究呈快速增长态势,而过程能力指数推广应用更是以 10 倍速度增长;154 个单位(其中高校 85 所,仅统计第一作者)参与了过程能力指数的研究,国内知名院校的经管学院或统计学院大多参加了对过程能力指数的研究,学者中包括教授、副教授、高级工程师、博士等;在 245 篇论文中,有 61 篇获得国家、行业、省市、教育部及高校设立的基金资助,分别为 25、7、17、12,其中国家自然科学基金 18 个。科研基金的设立,既标志着社会各部门各领域对过程能力指数研究的高度重视,也隐含了对解决这个问题的迫切要求。

在张公绪教授的启发和鼓励下,作者自 2002 年 3 月开始研究过程能力指数,迄今已十年有余。前三年是理论研究,后七年是整理研究成果发表。经过十余年潜心研究和不懈探索,作者采用数学工具与方法,突破了一道道难关,攻克了国际上为之探讨了 30 多年的过程能力指数难题。作者虽不是国内著名质量专家张公绪教授的弟子,但在张教授的培训课堂上,在北京和上海的质量会议上,在电话和传真中,都曾得到张公绪教授的指点,并多次受到表扬和鼓励。作者只根据一个过程能力指数定义就研究出过程能力指数理论和应用两部开拓性专著(本书重点介绍理论,另一部应用专著已脱稿待版),创立的过程能力指数理论开辟了质量管理科学有关统计质量评价(作者首次提出并创立)的一个新的学科分支。

作者不仅纠正了错误的 C_{pk} 评价公式,而且运用数学工具和方法还推导出单侧公差和非对称公差在各种情况下一系列过程能力指数计算公式,不仅完整、系统、准确地创建了基于 C_p 的过程能力指数评价体系,而且还修正了六西格玛设计标准、发现质量水平计算公式、解开 1.5σ 偏移量的谜底(作者称其为对六西格玛质量管理体系的三大贡献),修正、完善和发展了六西格玛质量评价体系。这一系列突破性研究成果的基础是过程能力指数 4 个基本特性,没有过程能力指数 4 个基本特性的发现,就不可能修正 C_{pk} 公式,更谈不上创建过程能力指数评价体系和六西格玛质量评价体系。作者创建的过程能力指数理论,丰富和发展了质量管理科学理论,是对质量管理科学的一大贡献。

众所周知,计量学中的量值传递靠的是基准,没有一个公认的基准,对计量值的大小就会产生分歧。任何一种普遍采用的计量值单位都会有一个基准。同样,过程能力指数属于计量值数据,也需要有一个基准。尽管过程能力指数没有单位,是一个纯粹的数,但这样的数是有物理意义的,具有一定的内涵。如果没有一个很有说服力的大家都能认可的基准,那么就会出现混乱的状态,导致“公说公有理,婆说婆有理”。基准从哪里来?不能随意规定,只能根据过程能力指数定义来探询。

正如同写作要紧扣主题一样,作者在研究过程中紧紧围绕过程能力指数 C_p 定义对过程能力指数展开了一系列探讨。从表面上看,过程能力指数 C_p 定义就那么一个公式,还有一个具有上、下公差限和正态分布曲线的图形,但由于过程能力指数是在质量特性值服

从正态分布的前提下定义的,因此,正态分布的一些特性自然就赋予过程能力指数定义中。人们根据过程能力指数 C_p 定义发现了过程能力指数 C_p 与合格(缺陷)率的关系式,但这些对于我们探讨各种情况下的过程能力指数公式是远远不够的。研究中作者充分利用正态分布的性质特点并根据过程能力指数定义以及过程能力指数与合格(缺陷)率的关系,深入挖掘 C_p 定义赋予过程能力指数的一系列隐含的基本特性,发现了过程能力指数的 4 个推论和 4 个基本特性,并在此基础上探讨对称公差、单侧公差、非对称公差这三种情况下的过程能力指数,得出了 7 个公式,这 7 个公式连同 C_p 一起构成了完整、系统、准确的过程能力指数评价体系。由于它们都是基于 C_p 定义所隐含的四个基本特性得到的,与 C_p 具有相同的过程能力指数基准,所以作者称其为基于 C_p 的过程能力指数评价体系。有了这个评价体系,各种不同产品在不同技术要求条件下的过程能力指数都能得到客观评价,共同的基准使得它们具有可比性。而六西格玛设计标准的修正,质量水平计算公式的发现、 1.5σ 偏移量谜底的解开,则修正、丰富、完善和发展了六西格玛质量评价体系。这一系列科学发现,奠定了质量管理科学有关统计质量评价的理论基础,标志着一个新学科分支的诞生。

迄今为止,数理统计学对质量管理科学的主要贡献有两个:一个是统计过程控制,它是贝尔实验室的休哈特(W. A. Shewhart)博士于 1924 年创立的,是用统计的观点实现对生产过程的控制(判断过程是否受控);另一个是统计抽样检验,它是贝尔实验室的道奇(H. F. Dodge)和罗米格(H. G. Rommig)于 1929 年建立的,是用统计的观点根据样本推断总体(推断总体是否合格)。作者在过程能力指数研究过程中,发现了数理统计学对质量管理科学的第三大贡献是统计质量评价,它是用统计的观点评价企业过程能力高低和产品质量水平好坏,无论是制造业还是服务业。这一系列突破性创新研究成果是继续统计过程控制、统计抽样检验之后数理统计学在质量管理应用中的重大突破,是质量管理界最具创新的案例之一,对于客观评价企业的过程能力,科学合理地制定质量改进措施,提高企业的质量管理水平,进一步推动质量管理科学的发展,具有重要意义,必将对质量管理界和企业界产生重大而深远的影响。

作者在过程能力指数理论研究探索中有两个关键性突破:一是运用反证法证明了在偏移发生时进入合格区内的合格率对过程能力指数的贡献为零,为发现过程能力指数零判据奠定了理论基础;二是通过对零判据结论的深入思考发现了“准过程能力指数区间”和“过程能力指数区间”的客观存在,引入的“准过程能力指数区间”和“过程能力指数区间”术语不仅清晰地告诉读者过程能力指数仅仅来自于过程能力指数区间的贡献,而且还使作者在单侧公差和非对称公差纷繁复杂的图形中求解过程能力指数游刃有余——各种情况下的过程能力指数公式无须死记硬背,只要标识出过程能力指数区间大小,就能写出过程能力指数公式。

书中系列研究成果充满了创新:如 4 个推论及 4 个特性的推导过程中运用的数学知识与技巧、4 个特性的命名、准过程能力指数区间和过程能力指数区间术语的引入、单侧公差中设立的目标值、单侧公差和非对称公差问题求解的转化、过程能力指数零状态的拓展、准过程能力指数区间概念的拓展、公式符号的命名及“统计质量评价”学科分支的提出、计算过程能力指数前是否需对过程判稳的思考、六西格玛设计标准的科学修正、质量

水平计算公式的发现、 1.5σ 偏移量谜底的解开等。在创造性解决系列问题中采用的独特方法,值得研究学者借鉴。作者认为,系列研究成果在国际质量界处于前沿领先水平。

过程能力指数的研究经历使作者深刻体会到,支撑作者研究走向成功的根本,不是物质基础而是精神力量。在十年研究过程中,作者没有花国家一分钱,在失去经济来源的最后三年里,作者仍连篇累牍地发表 13 篇过程能力指数论文,却没收任何稿费,作者在以顽强的意志和坚定的信念坚持着。在历经近 20 次的突破中,研究了 300 余篇过程能力指数论文,不知道在演草纸和在电脑绘图板上画了多少张图,多少次睡觉前脑海里浮现正态分布曲线移动的画面已记不清楚了。过程能力指数研究经历已使作者养成了一个习惯:无论是走路还是睡觉前,总在不断地思考问题。计算过程能力指数前是否需要判稳以及质量检验是否对质量有贡献正是在不停地思考中找到了答案。作者深知:质量虽然抽象,不像电子、机械、石油、钢铁等那样支撑一个行业,但国民经济发展中的任何一个行业在运行中都需要质量保驾护航,社会发展中的每一个部门、每一个领域在运转中都需要质量这面“照妖镜”。随着质量管理活动在国民经济各行业以及在社会发展中各部门、各领域的渗透,其结果必将导致质量管理社会化,并最终形成全社会质量管理。可以预言:质量管理发展的第四个阶段是全社会质量管理;“质量强国”终有一天将被纳入国家的发展战略。作者在过程能力指数研究中做出的一系列科学发现,必将为企业广泛开展过程能力分析 with 评价创造一个良好的科学应用环境。可以预见,在不久的将来,制造业的 28 个行业将迎来一个推广普及过程能力指数应用并借以提高对过程的控制能力的崭新局面。

采用过程能力指数对过程能力进行分析,能充分利用企业现有数据信息,帮助企业质量工程师进行准确的过程能力评价:即当前产品质量所处的水平是什么,过程存在什么问题,过程是否受控,是保持现有质量水平对过程进行控制,还是为提高质量水平而采取纠正预防措施,改进的方向是什么等。经过持续不断的改进,必将提高企业的管理水平和产品质量水平。目前,作者已在国内开展企业培训,推广和开发应用这一质量技术,培训用户有中国石化股份有限公司长城润滑油公司、正源国际印刷包装有限公司、乐普(北京)医疗器械股份有限公司、中航工业沈阳飞机工业集团公司、天津天士力制药股份有限公司等。

为了让中国制造业 28 个行业及时享用质量管理科学最新研究成果,使企业的质量工作者能客观评价产品质量水平,科学合理地制定质量改进措施,让中国的企业在统计质量评价方面走在世界前列,作者出版了本书。书中既重点介绍了过程能力指数理论研究的来龙去脉,又突出了过程能力分析 with 评价在实践中应用,不仅有对各种似是而非的错误观点的评析与纠正,澄清了教科书、杂志、各种统计分析软件中一系列错误观点和结论,而且大量丰富翔实的案例,既涉及机械、电子、化工、烟草、冶金、钢铁、有色金属等行业,又涉及到建筑工程及土石工程等特种行业,为帮助和指导企业建立双稳态质量控制点(统计稳态和技术稳态)打下了坚实的基础。

质量管理是一门实践性很强的科学,但这决不意味着可以抛开理论只顾实践。理论来源于实践,又反过来指导实践。理论是为实践服务的,正确的理论对实践具有指导作用,没有理论指导的实践是盲目的实践。产品质量的好坏取决于设计过程和制造过程,设计再好,也要稳定可靠的制造过程来保证,因此,过程能力分析 with 评价显得尤为重要,它是

摆在企业质量工作者面前的一门必修课。作者在过程能力分析 & 评价方面做了大量的研究,创立了过程能力指数理论,奠定了统计质量评价理论基础,为企业广泛开展过程能力分析 & 评价、定量建立双稳态质量控制点创造了科学的应用环境,值得在我国企业尤其是制造业大力推广。科学家研究出一项成果实属不易,而用 10 年时间做出一系列突破性科学发现则更是难能可贵。因此,建议教育部尽快修订质量管理教材,呼吁中国质协尽快在企业中推广使用。

由于作者水平有限,书中难免存在不足或错误,恳请读者批评指正。

宋祥彦
2013 年 7 月

目 录

第 1 章 数理统计基础知识	1
1.1 什么是数理统计	1
1.2 样本推断总体理论基础	2
1.3 总体与样本	3
1.4 四种典型抽样方法	3
1.5 正常波动与异常波动	4
1.6 计量值与计数值	5
1.7 均值与标准差	5
1.8 如何根据样本推断总体	8
1.9 正态分布的概念	11
1.10 正态分布基本特点	12
1.11 正态分布基本性质	13
1.12 正态分布 3σ 原则	13
1.13 标准正态分布	14
1.14 标准正态分布重要性质	16
1.15 正态分布概率计算通式	16
思考题及答案要点	18
第 2 章 过程能力指数发展综述	22
2.1 过程能力指数发展历程	22
2.2 4 个基本指数及其相互关系	23
2.3 过程能力指数存在问题	25
2.4 过程能力指数最新发展	26
第 3 章 过程能力指数基本概念	31
3.1 合格率指标局限性	31
3.2 过程能力概念	35
3.3 过程能力指数定义	40
3.4 $Z_{s\sigma}$ 控制方式	41
3.5 无偏时合格(缺陷)率	42
3.6 过程能力等级评价标准	43

3.7	T 趋于零或 σ 趋于 ∞ 时合格率	44
3.8	C_p 等于零的实践意义	46
3.9	C_p 为什么可以等于零	47
	思考题及答案要点	49
第 4 章	过程能力指数 4 个基本特性	51
4.1	“贡献”一词引入	51
4.2	推论 1——过程能力指数具有可加性	52
4.3	推论 2——过程能力指数具有不变性	53
4.4	特性 1——过程能力指数对半特性	54
4.5	特性 2——过程能力指数可计量特性	56
4.6	推论 3——过程能力指数 $\Delta=0$	58
4.7	特性 3——过程能力指数零判据	59
4.8	推论 4——过程能力指数区间性质	60
4.9	特性 4——过程能力指数基准	62
4.10	解读过程能力指数 4 个基本特性	63
4.11	有关过程能力指数基准的若干问题	69
4.12	一个检验过程能力指数理论的案例	73
	思考题及答案要点	76
第 5 章	对称公差过程能力指数理论与应用	82
5.1	对称公差与非对称公差区别	82
5.2	为什么 C_{pk} 是错误的	84
5.3	另一种形式 C_{pk} 公式的错误	85
5.4	证明 C_{pk} 公式是错误的	86
5.5	正确的 C_{pk} 是什么	87
5.6	为何不修正偏移系数 K	88
5.7	C_{pk} 与 C_{pkr} 比较	89
5.8	有关基准问题的讨论与验证	90
5.9	有偏时合格(缺陷)率	92
5.10	由 C_p 和 C_{pk} 值确定合格(缺陷)率	95
5.11	由 C_p 和 C_{pkr} 值确定合格(缺陷)率	96
5.12	解读 C_{pkr} 与合格率关系	98
5.13	C_{pk} 公式价值何在	99
5.14	C_{pk} 、 C_{pkr} 与合格率一对多关系	101
5.15	当量过程能力指数局限性	103
5.16	典型案例分析	105
	思考题及答案要点	113

第 6 章 单侧公差过程能力指数理论与应用	118
6.1 C_{pU} 与 C_{pL} 及其缺陷	119
6.2 为何在单侧公差中引入目标值	120
6.3 单侧上限公差无偏公式 C_{pUr}	121
6.4 单侧下限公差无偏公式 C_{pLr}	122
6.5 单侧上限公差有偏公式 C_{pUk}	123
6.6 单侧下限公差有偏公式 C_{pLk}	124
6.7 单侧公差过程能力指数极大值问题	127
6.8 在单侧公差中如何设立目标值	128
6.9 单侧上限公差过程能力指数与合格率关系	130
6.10 单侧下限公差过程能力指数与合格率关系	131
6.11 典型案例分析	132
思考题及答案要点	143
第 7 章 非对称公差过程能力指数理论与应用	147
7.1 田口指数 C_{pm} 与混合指数 C_{pmk} 由来	148
7.2 调整 μ 和 σ 对 C_{pm} 和 C_{pmk} 的影响	150
7.3 为什么 C_{pm} 及 C_{pmk} 是错误的	151
7.4 解剖并验证 C_{pm} 公式的错误	153
7.5 解剖并验证 C_{pmk} 公式的错误	155
7.6 $T_V \geq M$ 时的过程能力指数	156
7.7 $T_V \leq M$ 时的过程能力指数	158
7.8 田口质量损失函数	161
7.9 4 个基本指数之间性质关系	164
7.10 典型案例分析	166
思考题及答案要点	171
第 8 章 基于 C_p 的过程能力指数评价体系	175
8.1 对称公差情况下各公式间分析对比	176
8.2 单侧公差情况下各公式间分析对比	177
8.3 非对称公差情况下各公式间分析对比	178
8.4 “基于 C_p ” 的概念	179
8.5 基于 C_p 的过程能力指数评价体系创建过程	179
8.6 过程能力指数评价体系公式一览表	182
思考题及答案要点	184
第 9 章 六西格玛质量评价体系	186

9.1	1.5 σ 偏移量与六西格玛设计标准	187
9.2	六西格玛质量水平 3.4DPMO 由来	188
9.3	六西格玛质量评价体系数学模型	189
9.4	修正六西格玛设计标准	191
9.5	两种传统确定质量水平方法	193
9.6	发现质量水平计算公式	195
9.7	有关 1.5 σ 偏移量争论	198
9.8	揭开 1.5 σ 偏移量谜底	200
9.9	单侧公差质量水平计算公式	203
9.10	非对称公差质量水平计算公式	205
9.11	过程能力指数与质量水平关系	206
9.12	典型案例分析	207
	思考题及答案要点	211
第 10 章	有关过程能力指数问题释疑	215
10.1	有关 C_{pk} 错误观点剖析	216
10.2	《六西格玛管理质疑》相关问题	224
10.3	其他相关问题释疑	231
10.4	典型案例分析(答网友问)	237
	思考题及答案要点	246
第 11 章	关于计算过程能力指数判稳问题	248
11.1	“先判稳”一说等于颠覆统计学标准差公式	248
11.2	“先判稳”一说国内外没有先例	249
11.3	求解双稳态的两种途径分析对比	251
11.4	证明“先判稳”一说是错误的	253
11.5	血压计仅能用于测量健康人血压吗	254
11.6	过程没判稳计算过程能力指数无意义吗	255
11.7	正态分布与统计稳态之间的关系	256
11.8	过程能力指数为零的理论与实践意义	257
11.9	什么情况下不能计算能力指数	258
11.10	典型案例分析	259
	思考题及答案要点	272
第 12 章	企业如何开展过程能力分析评价	276
12.1	过程能力分析评价基本步骤	276
12.2	过程能力分析评价基本原则	280
12.3	过程能力分析评价基本方法	282