



中国质量协会
CHINA ASSOCIATION
FOR QUALITY

● 可靠性工程师注册考试指定辅导教材 ●



可靠性工程师 手册

Handbook of
Certified Reliability Engineer

中国质量协会组织编写
李良巧◎主编



中国人民大学出版社

● 可靠性工程师注册考试指定辅导教材 ●

★

可靠性工程师 手册

Handbook of
Certified Reliability Engineer

中国质量协会组织编写

李良巧◎主编

中国人民大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

可靠性工程师手册/李良巧主编. —北京: 中国人民大学出版社, 2012. 2
可靠性工程师注册考试指定辅导教材
ISBN 978-7-300-15052-9

I. ①可… II. ①李… III. ①可靠性工程-手册 IV. ①TB114. 4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 268923 号

可靠性工程师注册考试指定辅导教材

可靠性工程师手册

中国质量协会组织编写

李良巧 主编

Kekaoxing Gongchengshi Shouce

| | | | |
|------|---|------|---------------------|
| 出版发行 | 中国人民大学出版社 | 邮政编码 | 100080 |
| 社 址 | 北京中关村大街 31 号 | | |
| 电 话 | 010-62511242 (总编室) | | 010-62511398 (质管部) |
| | 010-82501766 (邮购部) | | 010-62514148 (门市部) |
| | 010-62515195 (发行公司) | | 010-62515275 (盗版举报) |
| 网 址 | http://www.crup.com.cn | | |
| | http://www.ttrnet.com (人大教研网) | | |
| 经 销 | 新华书店 | | |
| 印 刷 | 北京昌联印刷有限公司 | | |
| 规 格 | 185 mm×260 mm 16 开本 | 版 次 | 2012 年 4 月第 1 版 |
| 印 张 | 19.75 插页 1 | 印 次 | 2012 年 4 月第 1 次印刷 |
| 字 数 | 435 000 | 定 价 | 56.00 元 |

版权所有 侵权必究

印装差错 负责调换

中国质量协会质量专业人员 注册考试丛书序

2012年2月6日，国务院发布《质量发展纲要（2011—2020年）》，对我国今后一个时期的质量工作做出了总体部署。该纲要将“质量素质提升”列在质量提升工程之首，把质量知识的普及与质量专业人才的培养作为提高质量的重要举措，显示了国家对质量人才队伍培养的高度重视。人才是经济社会发展的第一资源，2009年《全国工业企业质量管理现状调查》^①结果表明，现阶段人员素质是制约我国企业质量水平提升的最重要因素之一，企业对各类质量专业人才需求迫切。建立完善的质量专业人员培养和职业发展机制，培养满足企业发展需要的高水平质量专业人才，是建设质量强国的必然选择。

目前，国家正积极探索和鼓励人才培养的新机制，《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》中提出，要建立和完善与国际接轨的工程师认证认可制度，提高工程技术人才职业化、国际化水平。要完善以市场和出资人认可为核心的企业经营管理人才评价体系，建立社会化的职业经理人资质评价制度。从美国、德国和日本等国家质量人才培养的经验看，专业化和职业化方式是比单纯学校教育更为普遍的做法。2004年起，中国质量协会在多年跟踪、研究发达国家质量专业人才培养机制和知识体系的基础上，在国家人力资源和社会保障部、中国企业联合会的支持下，采用国际通用模式陆续建立起六西格玛绿带、六西格玛黑带、质量经理、可靠性工程师等质量专业人员考试注册制度。截至2011年，参加各项考试注册的质量专业人员已超过1.5万人，为企业选拔和培养了一大批具有专业能力、符合实践要求的质量管理人才。

中国质量协会组织开展的注册考试呈现如下显著特点：第一，知识大纲与国际接轨，既保证了知识体系的先进性、适用性，又结合国内现实需求。每一种注册考试都设有专业委员会，聘请该领域产、学、研结合的专家队伍对知识大纲、教材及考试内容把关。第二，知识考核与专业技能确认缺一不可。取得中国质协质量专业人员注册资格，不仅必须

^① 工业和信息化部2009年委托中国质量协会开展了部分工业行业的质量管理现状调查，调查结果得到政府有关部门高度重视。

参加全国统考，取得合格成绩之后，还需要通过专业的面试或者提交书面专业报告，以验证考生的专业实践能力。第三，考试流程规范，确保公平公正。为保证注册考试的公正性，中国质量协会设立了专门的注册考试管理部门，实施规范的专业化考试注册流程。考试办公室组织编写公开的考试大纲和相应教材，举办教师资格认证，但不参与考前培训辅导活动。第四，紧密结合企业质量人才现实需求。每年组织注册考试专项研究，完善知识大纲，与企业、学术界进行充分的交流，确保注册资格考试的水平，满足企业实践对各类质量人才知识能力的要求。

为推广先进的质量管理理念、方法和工具，并为准备参加资格考试的学员提供与相应的知识大纲一致的资料和信息，中国质量协会组织国内优秀专家团队编写了这套注册考试系列丛书。每种图书一般以“手册”为名，例如“可靠性工程师手册”，意在说明这是一本具有系统完整的知识体系、适合可靠性工程师岗位使用的专业图书，是可靠性工程师必备的工具书。因此，这套丛书虽然是注册考试的辅导教材，但其用途可以更加广泛，出版以来受到了社会各界的关注和广大质量工作者的欢迎。

中国质量协会始终以提升组织竞争力和质量人员专业能力为己任，着力推进质量专业人员知识体系的开发和选拔、培养、职业发展机制的建立，不断地推出满足企业和质量从业人员需要的产品和服务。希望这套丛书能在帮助国内企业增强竞争力以及提升质量人员专业能力方面发挥作用。

戚维明

中国质量协会副会长兼秘书长

2012年3月15日

序

质量既是科技创新、资源配置、劳动者素质等因素的集成，又是法治环境、文化教育、诚信建设等方面的综合反映。可靠性是产品质量的核心内容之一，是企业技术和管理水平的综合反映，关系顾客满意，关系企业竞争力，关系经济的可持续发展。

改革开放 30 多年来，我国产品的质量有了很大的提升，但在可靠性方面与发达国家仍存在较大的差距，与经济全球化发展的要求还不适应，提升可靠性是迫切需要解决的问题。为了改变这种状况，国务院发布的《质量发展纲要（2011—2020）》中，明确提出要实施五项质量提升工程，可靠性提升工程是其中之一。纲要中提出，实施“可靠性提升工程。在汽车、机床、航空航天、船舶、轨道交通、发电设备、工程机械、特种设备、家用电器、元器件和基础件等重点行业实施可靠性提升工程。加强产品可靠性设计、试验及生产过程质量控制，依靠技术进步、管理创新和标准完善，提升可靠性水平，促进我国产品质量由符合性向适用性、高可靠性转型。到 2020 年，我国基础件、通用件及关键自动化测控部件等可靠性水平满足国内市场需求，重点产品的可靠性达到或接近国际先进水平。”

可靠性水平的提高离不开可靠性知识的普及和人才培养。中国质量协会是全国性质量组织，多年来为推动我国产品质量与可靠性水平的提升做了大量卓有成效的工作，并于 2008 年成立了可靠性推进工作委员会。在委员会的推动下，调研并完成了几个重点行业的可靠性现状报告，为政府决策提供了依据；建立了可靠性工程师考试注册制度，培养了一批可靠性专业人才；在中国质量协会质量技术奖中开展了优秀可靠性项目评选活动，促进了可靠性管理的推广应用；召开了两届“全国质量管理暨可靠性现场经验交流会”，搭建了可靠性工作交流平台，总结了优秀企业的经验，促进了可靠性工作的产学研及不同行业 and 不同企业间的交流和分享。

为了更好地培养可靠性人才，中国质量协会组织专家编写了《可靠性工程师手册》，在编写过程中收集整理了来自政府、高校、科研院所、企业等多方面的意见，力求精准，历时将近 4 年。在即将完稿之际，恰逢国务院出台《质量发展纲要（2011—2020）》。纲要



的出台为可靠性工作的推进提供了机遇，希望这本书的出版能够更好地促进可靠性人才的培养，加强可靠性工作的推进，提升我国产品的可靠性水平。

A handwritten signature in black ink, reading '陆燕军' (Lu Yanjun).

原机械工业部副部长
中国质量协会可靠性推进工作委员会主任
2012年3月15日

前 言

“质量是企业的生命”，“军工产品，质量第一”，“质量兴国，质量兴市”等口号目前已是人们耳熟能详的。“质量”一词的权威定义：即一组固有特性满足要求的程度。但要能够系统、全面地说清楚“质量”并不是一件很容易的事。作者同意目前的一种说法，即产品的一组固有特性，包括产品专用质量特性和通用质量特性两部分。专用质量特性是指产品的功能和性能，如飞机的飞行高度、飞行速度和续航里程，卡车的载重量、乘员数量和油耗，导弹的射程、威力和精度等。通用质量特性是指保证产品各种功能和性能有效发挥的一组共有的技术特性，如产品能安全可靠工作的持续时间，产品发生故障能否快速、经济地修复，产品能否适应规定的各种环境等。产品的专用质量特性和通用质量特性正如人的双腿，缺一不可。产品因其具有具体且明确的专用质量特性而成产品，然而如果通用质量特性不好，故障频发，维修费用高昂，这肯定不是好的产品，不是顾客满意的产品。这说明包括可靠性、维修性等通用特性非常重要。这一点越来越被有作为的企事业单位所认识和重视，它们积极引进、学习、研究和推广应用可靠性、维修性工程，并在提高产品质量中发挥了重要作用。

目前，不可否认的事实是，我国产品与发达国家相比还有很大差距，这种差距不仅表现在功能、性能等专用质量特性上，更重要的表现在产品的可靠性、维修性上。造成通用质量特性这种明显差距的原因很多，但对产品可靠性、维修性的重要性认识不足和缺乏可靠性、维修性专业人才是一个重要的原因。为了改变这种局面，中国质量协会 2008 年专门成立了可靠性推进工作委员会并在委员会下设立专家委员会和推进办公室。同时借鉴国外可靠性工程师注册管理制度和做法，在我国试行可靠性工程师注册制度，制定了《中国质量协会可靠性工程师注册管理办法》、《注册可靠性工程师考试管理办法》和《注册可靠性工程师考试大纲》。

为了配合注册可靠性工程师考试工作的开展和可靠性知识的普及，中国质量协会、卓越国际质量科学院积极策划和组织《可靠性工程师手册》的编写。主编接受中国质量协会的委托，依据《注册可靠性工程师考试大纲》的要求，组织有关可靠性工作者，在参考国内外有关可靠性、维修性工程方面的著作并结合工程实践的基础上编成此书，以使读者能够对通用质量特性有较为全面的了解。本书可供有志于献身我国可靠性工作的工程师学习

和参考，亦可供渴望了解可靠性、维修性知识的管理者、产品研发工程师和质量管理工程师参考。

本书编写过程中大量参考或引用了国内外相关的著译作，引用最多的是龚庆祥主编、赵宇和顾长鸿副主编的《型号可靠性工程手册》和任立明主编、何国伟和周海京副主编的《可靠性工程师必备知识手册》。在此，编者特向各位著译者表示衷心的感谢。

本书各章节的编者为：第1章李良巧，第2章李长福、冯欣，第3章李长福、李良巧、冯欣、钱云鹏、陈凤熹，第4章李长福，第5章姬广振，第6章李长福，第7章李良巧。张孔峰审阅了部分章节，全书由李良巧统稿和审定。

本书由中国质量协会可靠性推进工作委员会办公室组织编写，编写过程得到中国质量协会可靠性推进工作委员会陆燕逊主任、著名可靠性专家何国伟教授的指导。中国质量协会段一泓副秘书长，李文成、赵建坤、王丽林部长以及总装可靠性专业组顾问、导航与控制研究所领导夏建中研究员及诸多研究人员对本书的编辑出版给予了大力支持，在此致以衷心感谢。

由于编者水平有限，本书疏漏、不足及错误定然有之，恳请读者批评指正，以求不断改进完善。

《可靠性工程师手册》编委会
中国质量协会可靠性推进工作委员会

目 录

| | |
|-----------------------------|-----|
| 第 1 章 可靠性概论 | 1 |
| 1.1 可靠性工程的发展及其重要性 | 1 |
| 1.2 产品质量与可靠性的关系 | 6 |
| 1.3 可靠性工程 | 9 |
| 1.4 可靠性定义及分类 | 11 |
| 1.5 故障（失效）及其分类 | 12 |
| 1.6 可靠性和产品性能 | 14 |
| 1.7 可靠度、累积故障和故障密度分布函数 | 14 |
| 1.8 可靠性常用度量参数 | 16 |
| 1.9 产品故障率浴盆曲线 | 19 |
| 1.10 软件可靠性 | 20 |
| 1.11 产品安全性 | 25 |
| 第 2 章 可靠性数学基础 | 37 |
| 2.1 概率论基础 | 37 |
| 2.2 可靠性工程中常用的概率分布 | 38 |
| 2.3 参数估计 | 45 |
| 第 3 章 可靠性设计与分析 | 50 |
| 3.1 概述 | 50 |
| 3.2 可靠性建模、分配和预计 | 52 |
| 3.3 故障模式、影响及危害性分析 | 68 |
| 3.4 故障树分析 | 91 |
| 3.5 可靠性设计准则的制定与实施 | 104 |
| 3.6 电子产品可靠性设计与分析 | 116 |
| 3.7 机械产品可靠性设计与分析 | 138 |
| 第 4 章 可靠性试验 | 160 |
| 4.1 概述 | 160 |



| | | |
|--------------|---------------------------|------------|
| 4.2 | 环境应力筛选 | 161 |
| 4.3 | 可靠性研制试验 | 171 |
| 4.4 | 可靠性增长试验 | 176 |
| 4.5 | 可靠性鉴定和验收试验 | 182 |
| 4.6 | 寿命试验 | 194 |
| 第 5 章 | 维修性、测试性与可用性 | 200 |
| 5.1 | 概述 | 200 |
| 5.2 | 维修性基本概念 | 201 |
| 5.3 | 维修性设计与分析 | 209 |
| 5.4 | 维修性试验与评定 | 218 |
| 5.5 | 测试性基本概念 | 220 |
| 5.6 | 可用性基本概念 | 225 |
| 第 6 章 | 数据收集、处理与应用 | 231 |
| 6.1 | 概述 | 231 |
| 6.2 | 数据类型、来源和收集 | 232 |
| 6.3 | 数据处理和评估 | 234 |
| 6.4 | 数据管理和应用 | 245 |
| 6.5 | 数据收集、处理与应用的工程应用要点 | 245 |
| 第 7 章 | 可靠性管理 | 248 |
| 7.1 | 概述 | 248 |
| 7.2 | 制定并实施可靠性发展战略 | 248 |
| 7.3 | 可靠性工作的基本原则 | 249 |
| 7.4 | 故障报告、分析和纠正措施系统 | 250 |
| 7.5 | 可靠性评审 | 255 |
| 7.6 | 可靠性工程知识培训 | 256 |
| 7.7 | 可靠性工程师 | 257 |
| 7.8 | 可靠性信息管理 | 259 |
| 7.9 | 产品可靠性保证大纲 | 261 |
| 附录 A | 国际、国家标准一览表 | 275 |
| 附录 B | 函数表 | 286 |
| 附录 C | 注册可靠性工程师考试大纲 | 302 |
| 附录 D | 习题参考答案 | 305 |
| | 参考文献 | 306 |

第 1 章

可靠性概论

1.1 可靠性工程的发展及其重要性

1.1.1 可靠性工程的由来

从历史的观点看，只要是产品，就有可靠工作或不可靠工作的问题。日本的一位学者曾风趣地说过，在石器时代，人类把石斧做好后套在木柄上，然后检查固定是否牢固的过程，这就是可靠性试验。因此，从这个意义上讲，产品可靠性的历史似乎非常悠久。但是，可靠性作为一门科学却只有 50 多年的历史，是一门年轻的富有生命力的学科，日益受到人们的广泛关注和重视。

可靠性工程起源于第二次世界大战。日本的齐藤善三郎在《漫谈可靠性》一书中有一段简要的说明：

在第二次世界大战正处于高潮的时候，美国在南方布置了很多远东战略军用飞机，最初近半数飞机难以飞行。经过多次检查才搞清楚，原来是电子管发生了故障。用到的电子管半数以上出现了故障，无法继续使用，这种电子管是安装在飞机的重要部件上的。

这对美国政府来说是很严重的问题，随后他们采取了紧急措施。从生产开始，严格按图纸要求，加强了对制造过程的控制，最后终于制造出完全符合图纸要求的电子管。这种合格的电子管运往远东并安装后，仍然不断地发生故障，尝试了多次，其结果都是一样。

为什么在工厂里检查是合格的电子管，一使用就出现故障呢？这使人们联想到，是否还有一种超越现有制造技术或检验能力的别的“因素”在起作用。

这种“因素”是什么呢？它是制止电子管发生故障的一种特性，人们把这种特

性称为“可靠性”。只有在图纸设计时就预先考虑到它，再按图生产，才能制造出合格的产品。后来经过实践证明，这种可靠性很好的电子管，在使用时就很少发生故障。

于是，电子管的故障就成了可靠性的开端和可靠性的由来。

曾天翔主编的《可靠性及维修性工程手册》对可靠性的由来是这样阐述的：

20世纪50年代初，美国在朝鲜战争中发现，不可靠的电子设备不仅影响战争的进行，而且耗费大量的维修费用。军用电子设备的维修费用达到了成本的两倍。为解决面临的军用电子设备的可靠性问题，美国军方、制造界及学术界都逐渐开展了可靠性研究。

1950年12月7日，美国成立了“电子设备可靠性专门委员会”。在该委员会的建议下，美国国防部于1952年8月21日成立了一个由军方、工业部门及学术界组成的“电子设备可靠性咨询组”（AGREE），其任务是提出改善电子设备可靠性的措施，推动可靠性工程的发展。该组织于1955年制定了一项可靠性发展计划，包括设计、研制、试验、生产、交货、贮存及使用等各个阶段的可靠性研究成果。1953年，美国兰德公司在空军的资助下进行了可靠性的调查，给出了衡量一个武器系统优劣的七项参数——性能、可靠性、精度、易损性、可操作性、维修性及可用性。

AGREE经过5年的研究，于1957年6月发表了研究报告——《军用电子设备可靠性》。这份报告从九个方面阐述了可靠性设计、试验等方法 and 程序，确定了美国可靠性发展的方向，成为美国可靠性工程发展的奠基性文件。这标志着可靠性已经成为一门独立的学科，是可靠性工程发展的重要里程碑。

1.1.2 可靠性工程的发展

可靠性工程自1957年问世以来，经历了50多年的发展，这种发展在杨为民主编的《可靠性、维修性、保障性总论》中做了很好的总结。

20世纪60年代是可靠性工程全面发展的阶段，也是美国武器系统研制全面贯彻可靠性大纲的年代。在这10年中，美国先后研制出F-111A战斗机、F-15A战斗机、M1坦克、“民兵”导弹、“水星”和“阿波罗”宇宙飞船等装备，这些新一代装备对可靠性提出了严格要求。因此，1957年AGREE报告提出的一套可靠性设计、试验及管理方法被美国国防部及宇航局（NASA）接受，在新研制的装备中得到广泛应用并迅速发展，形成一套完善的可靠性设计、试验和管理标准，如MIL-HDBK-217，MIL-STD-781和MIL-STD-785。在这些新一代装备的研制中，都不同程度地制定了较为完善的可靠性大纲，规定了定量的可靠性要求，进行了可靠性分配及预计、故障模式及影响分析（FMEA）和故障树分析（FTA），采用了余度设计，开展了可靠性鉴定试验、验收试验和老练试验，进行了可靠性评审等，使得这些装备的可靠性大幅提高，例如，20世纪50年代的“先驱者号”卫星发射11次只有3次成功，而60年代的“阿波罗”登月舱，除了阿波罗13以外，每次发射都成功在月球上着陆并安全返回。在这10年中，法国、日本及苏联等工业发达国家也详细开展了可靠性研究。

20世纪70年代是可靠性发展步入成熟的阶段。在这10年中,尽管美国及整个资本主义世界遭遇了经济困难、军费紧缩,但是可靠性作为降低武器系统寿命周期费用的一种有效工具却得到了进一步发展。这个阶段的主要特点是建立了集中统一的可靠性管理机构,负责组织、协调国防部范围内的可靠性政策、标准、手册和重大研究课题;成立了全国性的数据交换网,加强政府机构与工业部门之间的技术信息交流;制定出一套较为完善的可靠性设计、试验及管理的方法及程序。为解决复杂武器系统投入使用后出现的战备完好性低和使用保障费用高的问题,从型号项目论证开始就强调可靠性设计,通过加强元器件控制、采用更严格的降额及热设计,强调环境应力筛选、可靠性增长试验和综合环境应力的可靠性试验,推行可靠性奖惩等一系列措施来提高武器装备的可靠性。美国空军的F-16A战斗机和海军的F/A-18A战斗机、陆军的M1主战坦克和英国皇家空军的“隼”式教练攻击机的研制体现了70年代可靠性发展的上述特点。

20世纪80年代以来,可靠性工程向更深、更广的方向发展。在发展策略上,可靠性和维修性成为了提高武器装备战斗力的重要工具,将可靠性放在了与武器装备性能、费用和进度同等重要的地位;在管理上,加强集中统一管理,强调可靠性及维修性管理应当制度化,为此,美国国防部于1980年首次颁布可靠性及维修性指令DODD 5000.40《可靠性及维修性》;在技术上,深入开展软件可靠性、机械可靠性、光电器件可靠性和微电子器件可靠性等的研究,全面推广计算机辅助设计(CAD)技术在可靠性领域的应用,积极采用模块化、综合化、容错设计、光导纤维和超高速集成电路等新技术来全面提高现代武器系统的可靠性。1985年,美国空军推行了“可靠性及维修性2000年行动计划”(R&M2000),提出“可靠性翻一番,维修性减半”的目标。该计划从管理入手,依靠政策和命令来促进空军领导机构对可靠性工作的重视,加速观念转变,使可靠性工作在空军部队制度化,以最终实现提高武器装备作战能力、改善生存性、减少空军部队部署的运输量、降低维修保障人力要求和保障费用等5项目标。经过近6年的努力,在1991年的海湾战争中,美国空军的行动计划见到成效,F-16C/D战斗机及F-15E战斗机的战备完好性(能够执行任务率)都超过了95%。

在近半个世纪中,可靠性的发展大致经历了如下重大的变化和发展:

(1) 从重视武器装备性能、轻视可靠性,转变为树立可靠性与性能、费用及进度同等重要的观念,实现了观念转变。

(2) 从分散的部门管理、部门负责到统一领导,成立由副司令、副总裁直接领导的可靠性机构,完善了管理体系。

(3) 从电子管的失效机理研究到开发超高速集成电路,使电子元器件可靠性每年平均以20%的速度提高。

(4) 从电子设备的可靠性研究开始,发展到重视机械设备、光电设备及其他非电子设备的可靠性研究,全面提高武器装备的可靠性。

(5) 从硬件可靠性研究到重视软件可靠性研究,确保大型复杂系统的可靠性。

(6) 从宏观统计估算到微观分析计算,更准确地确定产品的故障模式、可靠性及寿命。

(7) 从手工定性的可靠性分析设计到计算机辅助可靠性分析设计, 达到提高分析设计精度、缩短分析设计时间的目的。

(8) 从重视可靠性统计试验到强调可靠性工程试验, 通过环境应力筛选及可靠性增长试验来暴露产品故障, 进而提高产品的可靠性。

(9) 从单个可靠性参数指标发展到多个参数和指标, 建立完善的可靠性参数和指标体系。

(10) 从固有值作为武器系统的可靠性指标到强调以使用值作为指标, 确保投入使用的武器装备具有规定的可靠性水平。

1.1.3 产品高可靠高质量是组织追求的永恒目标

组织的宗旨是向顾客(或用户)提供产品或者服务并使顾客(或用户)满意, 从而获得利润, 俗称“赚钱”。顾客满意的最重要的条件是产品必须是高质量的, 而高质量的前提和核心是必须高可靠。世界著名质量管理大师朱兰博士早就指出, 我们都是在质量大坝下生活。在科学技术日益发达的今天, 这句名言愈发深刻。试想人们早晨醒来要打开电灯、使用电磁炉、乘坐电梯, 出行要使用交通工具, 办公要使用电脑, 联系工作要使用电话……人们享受着现代文明带来的便利。这些产品若不可靠, 不能正常工作, 那就不是享受而是“受罪”了。顾客对产品不满意将直接导致不再购买该产品并影响周围的潜在客户。如果产品是武器装备, 不可靠的装备在作战中或在平时训练中可能造成的后果是可以想象的, 即不仅仅是用户不满意的事情, 而是关系到战争结果和战斗人员生命的大事。绝对可靠的产品是不存在的, 但必须尽可能可靠。同时, 随着产品的更新换代, 原来产品的可靠性提高了, 而新的不可靠的隐患又会出现。正如矛盾论所说的旧矛盾解决了新的矛盾又会产生一样, 质量管理八项基本原则指出持续改进总体业绩应当是组织的一个永恒目标。因此, 组织追求高质量高可靠是一个永恒的主题。结合当前我国产品可靠性现状, 可从下面几点理解开展可靠性工作的重要性和紧迫性。

(1) 武器装备的可靠性是发挥作战效能的关键, 民用产品的可靠性是用户满意的关键。武器装备是作战中使用的, 必须发挥最大效能。效能是武器装备的可靠性、可用性和性能的综合反映。如果装备不可靠, 再好的性能也不可能发挥出来, 后果将影响作战成败和作战人员的安全。民用产品不可靠带来的严重后果则是所有读者都能举例说明的。

(2) 我国产品可靠性与国际相比的差距成为影响参与国际竞争的关键因素。据某汽车制造公司介绍, 我国客车首次故障里程是 1 000~5 000 公里之间, 而国际上 1.6 万~2 万公里之间; 我国客车平均故障间隔里程(MMBF)为 2 000~5 000 公里, 国际上的 MMBF 为 1.4 万~2 万公里。我国某厨电公司介绍说, 因受到德国米勒产品 10 年不坏的触动, 公司在厨电行业率先提出 5 年保修的服务承诺。国内外产品可靠性的差距十分显著。一家汽车制造企业认为, 从客车大国到客车强国, 还有一大步要走, 尤其是在安全性和可靠性方面。例如, 运行中的汽车电器线路起火, 制动管路失灵, 刹车片寿命过短, 电子控制装置故障频发, 等等。客车的可靠性仍然问题很大, 这是我国客车品牌参与国际竞争的最大“软

肋”之一。

(3) 产品可靠性是影响企业盈利的关键。高可靠高质量是企业追求的永恒目标, 有很多人对此提出质疑, 认为企业追求的是利益最大化, 即盈利最大化。那么产品制造企业如何追求盈利的最大化呢? 试问若某企业的产品在客户手中故障频发, 售后服务成本居高不下, 虽然拥有高的产值, 但是实际的利润率、美誉度、品牌形象等却不高, 何谈能够实现高盈利呢! 据某企业介绍, 以企业5年保有量为500万台产品来计算, 每年维修率每增加一个百分点将直接带来200万元的维修服务成本的增加。另一家公司介绍, 在美国服务人员一次上门的人力成本为75美元, 如此之高的人力成本不允许家电企业存在质量缺陷。同时, 信息化时代带给企业的不再只是“时间就是金钱”的传统理念, 而转变为“下一个时间段更值钱”的理念。

近年来出现的因质量问题, 其实是可靠性问题而召回产品的事件, 无一不给企业造成巨大的经济损失。典型的案例就是国外某汽车企业发生的全球召回事件。此事件涉及全球汽车制造业并引起了多方的关注, 也引发了大范围的讨论。该公司接连爆出油门脚踏板、驾驶座脚垫、刹车等部件缺陷, 先后在全球召回多款车型达数百万辆, 造成的直接经济损失达到了惊人的数字。其中引发此事件的缺陷的实质都是出厂合格的产品在使用过程中发生的影响安全和使用的质量缺陷, 即可靠性问题。可见, 企业要盈利, 要赚钱, 产品必须高可靠。

(4) 产品可靠性是影响企业创建品牌的关键。改革开放以来, 我国企业逐渐认识到了品牌的重要性, 客户买名牌、用名牌已是当今消费的时尚。于是很多有作为的企业开始实施品牌战略, 投入大量资金、人力和物力塑造自身品牌形象。

那么什么是支撑品牌树立的关键呢? 商品的品牌好坏是在消费者心目中普遍好评的标识代称。产品性能的好坏只是顾客是否购买产品的一个因素, 性能参数高的产品比性能参数低的产品好卖, 这只是顾客为什么购买的一个原因。而顾客是否抱怨和后期维护则是顾客是否继续购买的决定性因素。抱怨的根源是故障, 故障则是在正常使用一段时间后发生的, 以至于影响使用功能甚至危及生命。按照市场营销的定律, 一位顾客对于产品好的评价一般可以影响5位潜在顾客, 而对于产品不好的评价将影响至少25位潜在顾客。

故障频发的产品在使用中会被顾客反复抱怨, 这样的产品不可能有品牌形象, 更不要奢望会有名牌效应带来的收益。20世纪八九十年代一些我们耳熟能详的品牌都在后来的竞争中, 因为产品质量故障造成负面影响, 退出了市场。

因此, 产品可靠、顾客没有抱怨是树立品牌形象的基础, 是创立名牌的前提。这一点已经被越来越多的企业认同。很多企业在产品已经达到质量合格的基础上, 都会进一步提高产品可靠性, 为顾客创造价值。开展可靠性工作是提升品牌竞争力的必由之路。随着市场环境和消费心理的逐渐成熟, 产品的可靠性已经成为市场竞争的制胜法宝; 忽视质量将导致高维修率及服务成本、强烈的顾客抱怨、负面的品牌形象, 潜在客户肯定会大量流失, 最终也就没有品牌了, 或是剩下该品牌的不良声誉。

(5) 可靠性是实现由制造大国向制造强国转变的必由之路。所谓制造大国, 是

在利用我国低廉的劳动力成本和材料成本基础上，大量承接来料加工或代工生产，没有自主知识产权，利润的绝大部分都由上游的厂商赚取，我们的产值看似很高，实际上得到的利润却极其有限。而所谓的“制造强国”，则应是能够独立设计、独立开发，而不是“依葫芦画瓢”。独立设计开发当中创意很重要，实现客户需求的产品性能和功能的技术实力也很重要，但是还有一个重要的问题，即独立设计开发的产品可靠性和安全性问题，即设计开发的合格产品在使用过程中能够保持多久。仿制或者照图生产时只要按照要求生产，严格控制制造过程，就一定能够生产出合格的产品。例如，一根轴承，规定用 45 号钢材，直径 10 毫米，公差为 ± 0.01 毫米，按规定严格控制制造过程即可，但生产者往往不明白这样能否满足客户的使用要求。要独立设计开发一个新产品的一根轴承其实并不简单，采用何种材料、何种尺寸、何种用途、多少公差、何种工艺要求，才能满足产品在指定条件下的使用，经历多长时间不坏，即使出现故障还要易于维修、节约费用，这其中就会有几十种不同的解决方案。要一一回答这些问题，要做多少试验也就不言而喻了。上面仅仅是以一根轴承为例，若是针对一个部件或者一个系统的独立设计开发将更加复杂。考虑可靠性、维修性是独立开发的一个难题，因此，要实现“制造强国”，产品的可靠性是制约自主研发的一个“瓶颈”。

1.2 产品质量与可靠性的关系

20 世纪 90 年代，世界著名的质量管理大师朱兰博士曾经预言，21 世纪将是质量的世纪。进入 21 世纪的十多年来，这一伟大的预言正在变为事实。质量一词以前所未有的频率被人们不断地重复着。经济发展质量，生活质量，空气质量，产品质量，工作质量，等等。可见，质量一词包含极为广泛的内容。不同的人在不同的地方提到“质量”时，都有自己特定的含义。本书重点讨论的是产品的可靠性，因此明确产品质量与可靠性的关系有重要的意义。

产品的质量是需要管理的。回顾百年质量管理的历史，人们对产品质量的认识和理解也在不断深入，从最初的“符合性质量”发展到“适用性质量”，2000 年后又从“适用性质量”发展到“满意性质量”，即以顾客为关注焦点的质量。顾客满意的质量，也就是 ISO 9000 所定义的“一组固有特性满足要求的程度”。固有的是指产品本来就有的，尤其是那些永久性的特性。

可靠性是指产品在规定条件下和规定时间内，完成规定功能的能力。

维修性是指产品在规定条件下和规定时间内，按规定的程序和方法维修时，保持或恢复到规定功能的能力。

可见，产品本身就有的固有特性包含众所周知的顾客十分关心的产品性能、功能特性，例如时速 200 公里的汽车肯定比时速 100 公里的汽车质量好。但是，千万记住固有特性还应包含顾客也十分关心的可靠性、维修性、测试性、保障性和安全性。此外，还应包括产品的环境适应性、电磁兼容性、经济性和美观舒适性等。从这个意义上讲，可靠性、维修性等特性肯定是质量特性中的若干重要的特性，产品