

日本规格协会可靠性实施分会编

魏锡禄 陈启浩译

段又力校

可靠性指南

可靠性指南

日本规格协会可靠性实施分会 编

魏锡禄 陈启浩 译
段又力 校

天津科学技术出版社

内 容 提 要

可靠性理论同全面质量管理一样是为产品质量服务的一门新兴科学。可以认为，可靠性是时间领域里的质量。

本书是日本规格协会为日本各企业的中层管理干部和技术干部编写的入门读物。内容包括可靠性的基本概念、涉及的各种问题、可靠性设计和检验以及生产制造和产品出厂后的可靠性等。全书以阐明基本概念和原理为主，尽量不涉及技术细节，使初学读者容易理解。

本书可供工业企业领导干部、管理人员、技术人员和具有中等文化程度的广大读者阅读参考，也可作为培训教材。

可 靠 性 指 南

日本规格协会可靠性实施分会 编

陈启超 译

段又力 校

责任编辑：杨国霖

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津市蓟县印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

开本 787×1092毫米 1/32 印张 5.375 字数 111,000

一九八四年四月第一版

一九八四年四月第一次印刷

印数 1-10,000

书号：15212·123 定价：0.79元

代 译 者 序

可靠性的概念，可以说，自古以来从人类开始使用工具起就已经存在。然而可靠性理论作为一门独立的学科出现却是近二、三十年的事。随着生产的高度发展，电子设备的应用日益广泛，大规模复杂系统不断涌现，与此相应，可靠性问题也就日益显得重要。从六十年代以后，可靠性的研究进入高潮就是由于电子计算机与人造卫星的研制而引起的。

今天，可靠性的进展有下列两个趋势：从横的方面看，对于可靠性问题的考虑已经不限于电子技术领域，而愈益扩展到机械、土建和其他工程领域中去；从纵的方面看，不仅是大规模复杂系统，就是对于工业用和家庭用设备而言，可靠性也日益显得重要了。

我国在文化大革命以后，从1974年起又重新推广普及可靠性，并获得一定的成效。目前全国正在大力开展全面质量管理。由于全面质量管理和可靠性理论是共同为产品质量服务的、关系十分密切的两门新兴科学，可靠性就是时间方面的质量，可靠性是一个重要的产品质量指标。因此，我深信，在工厂企业管理正规化，确立了全面质量管理以后，可靠性的应用和普及一定会紧接着达到一个新的高潮。所以，各个工厂企业在推行全面质量管理的同时，也十分有必要成立可靠性小组或有关机构，对于可靠性进行调查，研究、探索，积极筹备，以迎接高潮的到来，否则我们将会措手不

及，打被动仗。

根据推广全面质量管理的经验，我们深知，在工厂企业要想搞好可靠性，领导也同样是关键。如果工厂企业的领导对可靠性不理解，不重视，不能高瞻远瞩，那么这个工厂企业的可靠性也就休想搞好。日本规格协会所编的这本“可靠性指南”就是针对工厂企业领导干部编写的。这本书，内容比较丰富，关于可靠性学科的一些主要问题差不多都涉及到了，在叙述方面也比较通俗易懂，颇适合领导干部的需要。当然，对于初次涉猎可靠性，希望对于可靠性学科有个概貌的了解的广大读者，这本书也是很值得一读的。

我相信翻译这本书对于促进我国的可靠性工作一定会起到积极作用。

张 公 绪

于北京邮电学院

序

自有工业生产以来，企业界一直都在为提高产品的信用而努力，这是毫无疑义的。但是可靠性这一概念的确立，却是第二次世界大战以后的事情。在战争中，武器的故障意想不到地多，这就是人们为什么要研究可靠性的直接动机。二次大战以后，美国就开始了对可靠性的研究，并且逐步地形成了一个技术体系。但是，经常发生故障而不能让人放心地使用这种现象，不仅仅是在武器方面，而是在所有产品上都存在的普遍问题。特别是，战后随着技术的飞跃发展，不只是象飞机那样关系人命的产品，或是象电子计算机那样结构复杂的机器才需要可靠性技术，就是对大量的工业上用的机器和家庭中用的机器来说，可靠性的重要性也日益增长起来了。

当可靠性技术引进到一个企业中时，这个企业的经营负责人和管理人员对可靠性如何认识，是特别重要的。本书以企业的中层领导干部为对象，介绍了可靠性的基本概念，而没有涉及技术细节问题。因此本书不仅可以供技术部门的领导人员阅读，也可供企业中所有中层领导干部阅读。本书如能对促进可靠性技术在我国企业界中的应用和发展起到一些作用，笔者将深感荣幸。

本书编委会组成：

网部董比古（主任）

市田	萬
唐津	一
佐佐木	條
佐藤喜代	藏
沢田信	夫
清水竜	藏
鈴木武	
藤川忠重	

岡部豊比古

目 录

1. 何谓可靠性.....	1
1.1 可靠性的意义	1
1.2 “可靠性”一词的起源	4
1.3 可靠性的重要性.....	7
1.4 决定可靠性的项目与评价	11
1.5 计算可靠度的基本公式	17
1.6 可靠性与质量管理的关系	19
2. 关于可靠性的各种问题	22
2.1 质量保证与可靠性	22
2.2 设计阶段中的各种问题	26
2.3 可靠性试验中的各种问题	33
2.4 制造阶段中的各种问题	34
2.5 出厂后的各种问题	39
3. 可靠性设计.....	46
3.1 故障时间（发生故障前的时间）的分布	46
3.2 设计与可靠性	52
3.3 环境条件与可靠性	59
3.4 可靠性情报	64
3.5 可靠性与人-机工程学.....	72
4. 可靠性试验.....	79
4.1 可靠性试验检查的作用	79
4.2 可靠性试验的种类	80
4.3 可靠性试验的计划	87

4.4 数据的整理方法	93
4.5 可靠性抽样检查	102
5. 制造与可靠性	106
5.1 设计与制造	106
5.2 制造工序中的保证	107
5.3 统计质量管理	112
5.4 外购件制造厂家的质量管理与购买问题	117
6. 出厂后的可靠性	123
6.1 销售的可靠性	124
6.2 包装、保管、运输与可靠性	129
6.3 使用的可靠性	138
7. 可靠性活动的开展	146
7.1 可靠性活动概要	146
7.2 资料中心	147
7.3 可靠性管理所必需的组织	150
7.4 公司内部教育	155
7.5 时间表	157
7.6 可靠性程序示例	163
参考文献	164

1. 何谓可靠性

1.1 可靠性的意义

1.1.1 企业的信用

企业发展的关键是信用。因此，即使说企业的最终目的是为了获得信用，也并不过分。为了获得信用，企业必须作出不寻常的努力，在许多方面经营负责人所作出的努力关系更大。工业部门的企业活动将转变为产品的生产和销售之类的具体行动，因此，这就直接关系到企业的前途。

企业并不是单纯依靠工厂这一方面的条件就能够存在的，而是因为有了购买和使用产品的用户，企业才具有了社会性。虽然这是经营的常识，但是各个企业对这一简单道理的理解却有很大的差别。谁都会说企业要“站在用户的立场上生产产品”，但是如果仅仅停留在表面上，那么这句话就只是一句口号而已。

依靠“信用”把生产一方和用户一方联系起来，这就是经营活动的全部内容。联系的桥梁则是被叫做产品的“物”。用户需要“物”，并且期望“物”具有“效用”，为此才出钱购买。当这一期望得到满足并能较长期得到满足时，用户才喜欢使用这种产品，并对生产这种产品的企业产生了信任。因此，为了使用户对企业的信任能够持续下去并得到进一步的发展，企业就必须对产品做出最大的努力。

无论是广大用户购买日用商品或是社会团体采购商品，

都是十分注重商品的“牌子”的，往往只依靠哪个公司的产品是靠得住的这样一个判断，来决定是否购买这种商品。所谓“名牌货”，正是那个工厂付出了最大的努力和牺牲而赢得了“信用”的结果。

1·1·2 技术的进步与消费的倾向

现代技术飞速的进步，是任何人都无法否认的事实。第二次世界大战使人类蒙受了极大的损失和灾难，但是另一方面却也促进了原子能工业、电子工业、宇航工业等的迅速发展，“技术革新”的潮流势不可挡，渗透到了社会和人们的生活之中，使人们享受到了它的好处。与此同时，人们又无止境地追求更高水平的生活。所以在工业方面，如果顽固地抱着旧的经营思想以及落后的技术和产品不放，那就势必要被无情地淘汰，被送进历史的博物馆去。

而且，最近一个时期，面对所谓的经济开放、贸易自由这种世界性趋势，企业界都争先恐后地采用新技术，研制新产品，以获得更广阔的市场为目标而虎视眈眈。

这里我们应当看到，首先是技术上有了进步，接着是在工业中引进这些技术加以消化应用于生产，然后制造出性能更好的产品，在市场上销售，提供消费。经过这样的过程，才有了今天消费兴旺的景象。但是，随着生活水平的日益提高，对产品作价值判断的标准必然发生相应变化，这也是不容否认的事实。此外，从更广泛的社会生活范围来考虑，交通、通信、运输、电力、情报、宣传等等也变得越来越方便，而且有了高度的发展，在某种程度上，人们可以对时间和空间加以控制了。在这方面，也可以说，工业技术成了最大的原动力，这里所要求的工业产品的有效性，有着完全的

支配力量。

1·1·3 从信用到可靠性

用户对产品价值的判断是怎样从信用这一简单认识发展起来的呢？生产一方通过生产和销售的“经营活动”，获得利润；用户则通过购买和使用的“消费活动”而满足需求。这一关系乍看起来似乎互有利害冲突，但从全局观点来看，应该是走在相辅相成的同一条道路上的。正如在不发达地区那样，对生活 and 消费没有多高要求的地方，技术和生产都没有发展的余地。

从实际情况来看，尽管消费者的要求在不断地提高，但是，就一般情况而言，却不能说人们对产品所作价值判断的水平是很高的。消费者有“选择的自由”这个最大的特权，但是往往不知道如何正确有利地使用这一特权。正因如此，生产一方也还会把掌握用户的要求看得很简单。

用户买到产品后，如果实际的使用效果与他所希望得到的效果不一致时，怎么办？这时，作为普通消费者来说，虽然也有人提出索赔要求，但恐怕也还会有不少人忍气吞声，自认倒霉。然而，当消费者开始意识到自己有“选择的自由”的权利时，他们的不满将会很明显地反映出来，同时他们的判断能力也将会提高起来。此时，生产一方用敷衍一时的权宜之计再也应付不了消费者的意见，一定会感到迫切需要确立根本性的对策了。

市场竞争越激烈，生产一方越有必要抢先预测消费者的要求，以立足于有利的地位，这是因为消费者潜在的不满意意见是企业的最大敌人。因此，针对这一目的，必须跳出通常所熟悉的经营观念，进一步指出获得信用的更好、更积极的

对策。这就产生了所谓“可靠性” (reliability) 这个概念的必要性, 基于这一概念所形成的技术就是“可靠性技术” (reliability engineering)。

1.2 “可靠性”一词的起源

1.2.1 战争的产物

自有工业生产以来, 在企业的经营中, 无疑曾为进一步提高对产品的信赖感而做过某些努力。也可以说, 获得并且保持用户对产品的信任曾经是企业经营活动的全部内容。然而按照新的概念所形成的“可靠性”及“可靠性技术”则是比较新的东西。这与质量管理的新思想和质量管理技术在战后引入到工业中去的情况一样。自古以来企业就是为“保持并提高质量”而努力的, 但这种努力与现在为人们所重视的质量管理完全是两回事。“可靠性”正好与这种情况相同。

可靠性从文字表达到作为一门技术即可靠性技术而被采用, 并在理论上形成可靠性工程学这样一个体系, 则是第二次世界大战之后的事情。可靠性的发源地与质量管理一样, 都是美国。而且两者都与战争和军工生产有着密切的关系; 特别是可靠性技术, 比起质量管理来, 与军工生产的关系更为深刻。通常, “战争的产物”一词往往用来表达消极的含义, 但是可靠性确实确实是“战争的产物”, 而且从工业和技术的角度来看, 是作为极其优秀的产物而培育起来的。

1.2.2 从战争中的技术问题到AGREE报告

第二次世界大战中, 美国自己认为其军工技术是高超的, 但事实上却相反, 在许多地方都暴露了它的缺陷。

例如, 根据已发表的统计, 在美军运到远东的武器中,

60%的飞机不能使用，电子设备有50%在库存中就发生了故障，轰炸机的电子设备寿命仅达20小时，海军用的电子设备70%是有故障的。而大部分故障都是发生在军用机器的心脏部分——电子设备。

据说这些事实使政府感到震惊，因而军方和民用企业共同努力，开展了可靠性的研究。这就是可靠性问题真正受到重视的开始。

开始时，可靠性问题是专门针对电子管的，并且是以军方的研究为主。例如，1943年以后相继成立了下列研究机关和组织：

1943 VTDC (Vaccum Tube Development Committee)
(电子管发展委员会)

1946 PET (Panel on Electron Tube) (电子管委员会)

1946 ARINC (Aeronautical Radio Inc) (航空无线电公司)

1947 AMC (Air Material Command) (空军器材司令部)

1950 ARDC (Air Research and Development Command) (空军研究与发展司令部)

经过它们的研究，结果确定了高可靠度的规格，除了电气特性之外，还提出了振动、冲击等环境因素。与此同时，振动和冲击的试验、测量等技术也进一步发展起来了。

进入五十年代，可靠性研究的范围从电子管扩大到整套电子设备，走上了轨道。1950年，美国国防部成立了电子设备研究小组Ad Hoc Group，陆海空三军中也分别开展了电子设备和元器件的可靠性研究工作。Ad Hoc Group于

1952年提出了报告。

1952年8月，美国国防部设立了著名的电子设备可靠性咨询小组（AGREE, Advisory Group on Reliability of Electronic Equipment），以军用电子设备为中心，就以下九个主要题目分别组成特别班子（task force），着手研究：

- 1) 找出表示可靠性的最小允许尺度。
- 2) 可以保证设计满足最小允许尺度的试验的基本要求。
- 3) 为生产时提供保证的试验所应具备的基本要求。
- 4) 保证可靠性的规格和步骤的调查及建议。
- 5) 在经过时间和使用环境下，规定故障的方法和判断方法。
- 6) 现有进货合同法及规则法的调查。
- 7) 包装的调查与改进。
- 8) 保存过程中的影响与改进。
- 9) 可以使设备的性能保持设计水平的维护方法及处理措施的调查。

电子设备可靠性咨询小组于1957年7月提出了报告。报告中以生产、试制时的可靠性测量方法为主的许多建议，成为以后军用品生产的规格和相继而来的许多研究工作的基础。根据这个报告，可以认为，截至这个时期为止可靠性问题的方向已具体地确立了。

此后，军方陆续制定出可靠性军用规格（MIL-R○○○），并与民间的供货单位签订明确的合同，于购买有可靠性要求的机器的同时，继续努力提高武器的可靠性。

1.2.3 可靠性进入工业界

如前所述，对可靠性进行正式研究和可靠性概念的确立，是军方的迫切要求，但其思想却广泛地影响了整个工业界。这个经过与质量管理的发展过程是很相似的，即与质量管理是以美国著名的战时标准 Z1-1.2.3 为基础扩展到整个工业界的情况完全相同。从另一种角度来说，也可以认为自三十年代开始慢慢发展起来，在五十年代迅速渗透到美国工业界中去的统计质量管理，在质量的保证方面考虑得还不够完善。

1954年，在纽约召开了美国第一次可靠性和质量管理专题讨论会，(National Symposium on Reliability and Quality Control)，此后，每年由美国学术界联合召开国际会议。与军方签订了主要合同的公司都成立了可靠性的专门机构(Reliability Department)，也有许多公司还与质量管理部门和企业管理(IE)部门并列地设置了可靠性专业部门，在迫切要求质量管理技术人员(quality control engineer)的同时，也非常需要可靠性技术人员(reliability engineer)。这些都从侧面说明了美国民用企业如何认真地对待可靠性问题。

1.3 可靠性的重要性

1.3.1 机器的高水平化

机器或系统的可靠性作为一个问题提出的直接原因是第二次世界大战。战后，随着技术的发展，可靠性的必要性日益增长。这是由于作为一切文明的手段和媒介的机器或系统、水平不断提高而且复杂化了的缘故。1964年，在东京举

办的奥林匹克运动会就象是一次技术上的奥林匹克运动会一样，高水平的和准确可靠的技术精华都展现在人们的眼前。其中有代表性的就是通过辛科姆 3 号通信卫星向全世界进行的电视转播。我们暂且不谈电子计算机技术在美苏两国的空间开发和军事竞争中所起的作用，只就电子计算机为主体的快速信息处理系统而言，目前它不仅用于飞机、通信、交通中的导航与控制等方面，而且广泛地应用于商业和经济方面。

上述这些装置或系统假如一旦发生故障，其影响一定很大，涉及的面也一定很广。不可靠性正在成为使当今社会生活丧失机能，造成莫大损害的一个根源。特别是考虑到许多与人命直接有关的系统，那就更容易了解可靠性具有怎样重要的意义了。

在日常生活中，人们也大量地使用着电视、收音机和其它具有电气、电子装置的机器和用具，如果没有这些设备，人们的生活真是不可想象。因此，当这些机器发生故障而不能使用时，将会带来多么大的不便！

1.3.2 生产的经济性

生产总是与经济性联系在一起的。军工生产与国家利益息息相关，所以必须不惜一切代价，不折不扣地满足可靠性方面的要求。可是在军事领域以外，如不考虑经济性，也就谈不上生产，谈不上可靠性。

如果仅仅以提高可靠性为目的，当然负载的富余率越大越好；如果只着眼于安全，当然安全系数越大越好。但是如果缺乏明确的根据，一味地提高富余率和安全系数，就会使得富余率和安全系数大大超过需要，违反经济性的原则，或