

〔目〕〔齐藤善三郎 著〕

漫谈可靠性



机械工业出版社

行漫谈，其手法当然要涉及到管理范围，一般用辞典即可回答“什么是可靠性”。

至于“在什么地方用可靠性”？是在解决商品生产、销售的一系列过程中均要使用的。为了各行业使用方便，还提供了比较齐全的服务性曲线图。

另外，本书各章节大量使用了一目了然的图解，使其逐渐展开后，即可看到很多有趣的画面。

诸位先生如高兴地阅读了“谈可靠性”，并得到效益，那是由于东京工业大学真壁肇教授、三菱重工业有限公司，原飞机工业部顾问铃木顺二郎先生以及该公司技术本部为首的有关同行的指导和鞭策，在此表示衷心的感谢。

本书开始在日本标准化协会的月刊杂志“标准化和质量管理”连载，很幸运得到好评，随着广大读者的要求，重新进行了修改，特别是对内容、图表等均加以充实，出版单行本。出版过程中，承蒙日本标准协会出版科的饭泉贡科长、以仓田树组长为首的协会绘画组，以及最后执笔的耐心的、高水平的编辑三家祥子氏等协助，在此，对各位的大力协作深表感谢。

插图是著名的坂本画伯先生的杰作，绘出200幅有趣的图解，在此表示感谢。

祝愿诸位先生的产品获得很高的可靠性。

齐藤善三郎

80年10月1日

译者的话

随着现代科学技术的迅速发展，作为系统工程之一的可靠性工程理论与应用技术日益受到广泛重视。现代化企业管理问题，无一不与可靠性有关。然而从我国目前情况来看，可靠性研究工作仍不很普遍，可靠性工程的基础读物也不多。为此，我们翻译了齐藤善三郎先生著的《漫谈可靠性》（1980年10月第一版）一书。作者多年从事可靠性研究工作，本书在日本标准化协会的月刊杂志《标准化和质量管埋》上连载后得到好评。本书深入浅出，通俗易懂，以JIS可靠性用语为中心，全面地介绍了可靠性的基础理论知识和在实际工作中的使用方法及效果，是一本很有实用价值的书。书中图、表妙趣横生，是一本较风趣的科普读物，对有一定数理和工管知识的人，通过自学即可掌握。

本书1~10章由刘春梅译；11~17章由赵伟译；由席连桐校。本书索引部分省略。考虑到国内习惯，原版格式做个别更改。

在本书翻译过程中，曾得到南开大学赵吉生同志和天津经济管理干部学院张庭珍同志的热情帮助，在此表示谢意。

由于译者的学识和水平有限，错误之处希望读者批评指正。

译者

1985.4.

推荐者的话

可靠性工程学自产生以来，已有 30~40 年的历史，这种管理技术我国从有组织地启蒙学习到普及，已达 20 年之久。换句话说，可靠性工程学已进入到青年期。

目前，随着要求安全、可靠性高的系列商品的呼声，以及使较好商品都处于防患于未然状态，这种认识愈加强烈。对于社会的这种需求，可靠性工程学起了很大的作用。

因为，可靠性或可靠性工程学不仅是研究、开发、设计人员的事，而且，对从事供销和在制造厂工作的大多数人们都需正确理解、运用，并希望以此来提供效益。但对于可靠性还存在某些成见，什么“所谓可靠性是高难度的数学科学”或“要理解可靠性，必须有工程学和数学理论的素养”等等。总之，不少人认为可靠性很难接近。当然，可靠性工程学在研究人员研究的领域中，有些地方是要运用高深的数学，然而对于企业的现场开发及设计范围，应该用实际的、简易的可靠性方法。当考虑这种可靠性作用时，对于齐藤善三郎著的“谈可靠性”一书的出版，确实是太值得庆幸的事了。

然而，仅仅是单纯的理解可靠性并没有什么意义，如能很好地学习其理论和方法，并能灵活地运用到实践中去进行消化和理解，是很重要的。多年来，在三菱重工业有限公司，从事这方面工作的齐藤先生，根据丰富的经验，编著了这本书。在今后的工作中，就可靠性的效果方面势必会作出更大贡献。

东京工业大学教授 真壁肇

一九八〇年十月一日

前 言

本书是对那些想了解可靠性或使用可靠性的人们的一种通俗读物。渴望着读这本书的，不仅是开发、设计、研究、物资、管理、制造、服务、经营等第一线的人们，而班长、组长、科长、部长、特别是经理等也都希望读这本书。此外，本书还考虑到生产和有关制作产品及使用产品的人们要求。

本书是以学习可靠性并能有效地运用到实际工作过程中去的法则等为内容，此外，还承蒙诸位先生、前辈的教诲，加之自己不懈的努力和实践、体会，它确实是一本很有实际价值的书。

本书如用一句话来概括，可有不同的说法：即“初级的可靠性”；“易懂的可靠性”；“可靠性问答”；“用于初学者的可靠性”；“从用语到用法大全”；“可靠性技术技巧”；“掌握可靠性知识的书”；“易掌握的可靠性”；“谁都想了解的可靠性秘方”；“立即收效的可靠性”等等。总之，可以说成是“求知者和使用者的可靠性”。

可靠性并不难，问题是用什么方法可达到得心应手，满足人们的愿望及要求。本书作为一本消遣的读物，可在喝茶时、在办公室、或旅途中随时翻阅，并可选读及进行编辑。

要了解可靠性是什么？就是将生活中可靠性的感性认识作为素材，正确掌握并能灵活地运用。这样就会得到通向可靠性的“护照”。

本书所谈要点如下：首先以 JIS 可靠性用语为中心，进

目 录

第一章 可靠性的由来	1
一、从一支电子管谈起	1
二、登月火箭成功之关键	2
第二章 可靠性的用法和效果	4
一、日本可靠性的开始使用	4
二、日本可靠性的实用化	4
三、可靠性的必要性	5
四、所谓商品的三要素	6
五、可靠性的作用是什么	8
六、可靠性在企业中的作用	9
第三章 可靠性	11
一、在辞典中看到的可靠二字	11
二、何谓可靠性	12
三、可靠性是时髦的说法吗	13
四、按 JIS 用语定义可靠性	13
五、广义可靠性	14
六、固有可靠性和使用可靠性	16
七、人们希望的可靠性产品	17
第四章 可靠性的尺度	19
一、可靠性肉眼可见到吗	19
二、可靠性的尺度是什么	19
三、可靠性尺度的作用	20
四、何谓可靠度	21
五、根据 JIS 用语定义可靠度	21
六、MTBF (平均无故障时间)	25
七、MTTF (到发生故障的平均时间)	26

八、故障率	26
九、实际计算	30
第五章 维修性及尺度	34
一、什么是维修	34
二、PM 是什么	35
三、何谓 CM	36
四、服务部门和维修	37
五、维修的三要素	37
六、维修性	38
七、维修度	39
八、平均修复时间	41
九、有广义可靠度尺度吗	42
十、有效率	42
十一、有效率的分类	43
十二、有效率使用的时间尺度	44
十三、实际运算举例	47
第六章 故障种种	49
一、这样的故障是怎么回事	49
二、所谓故障	50
三、各种故障	51
四、浴盆曲线是故障类型的象征	53
五、初期故障	55
六、排除故障	56
七、筛选	57
八、排除初期故障措施的传统办法	58
九、所谓偶发故障	58
十、耗损故障	59
第七章 可靠性技术	62
一、生产可靠性的产品	62

VI

二、可靠性技术	63
三、可靠性技术和传统的固有技术	63
四、所谓正数 α	65
五、可靠性技术的本质	65
六、可靠性的实际	67
七、可靠性技术的48种	69
八、可靠性技术的实际应用	70
九、可靠性技术的效果	70
第八章 可靠性设计	73
一、所谓可靠性设计	73
二、可靠性设计的素材	74
三、以往的设计方法	74
四、可靠性特殊的设计方法	76
五、电气和机械系统可靠性设计方法的比较	76
六、可靠性设计的程序	77
七、可靠性特殊设计方法的应用	77
第九章 可靠性试验	84
一、从前的可靠性试验	84
二、可靠性试验的必要性	85
三、可靠性试验	85
四、可靠度试验	86
五、可靠性试验的广告	86
六、可靠性试验的障碍	87
七、可靠性试验的秘诀	87
八、中途停止试验方式	88
九、可靠性试验的本质	89
十、可靠性试验图解	90
十一、可靠性试验是万能的吗	92
十二、可靠性试验的分类	93

十三、可靠性试验的实际取样	97
十四、可靠性试验的取样	97
第十章 可靠性数据的搜集	111
一、关于恐龙的故事	111
二、可靠性数据收集的开始	112
三、可靠性情报	112
四、可靠性数据	113
五、可靠性情报和可靠性数据	114
六、可靠性数据在哪里? 什么样状态	115
七、可靠性数据的搜集方法	117
八、可靠性数据的应用类型	118
九、可靠性数据的形式	118
十、可靠性数据的搜集是先前? 还是滞后	120
十一、如果没有可靠性的数据, 也就没有可靠性的呼声	121
第十一章 可靠性数据的分析	123
一、可靠性数据的分析	123
二、数据分析的工具	124
三、任意挑选概率纸	125
四、使用威布尔概率纸进行分析	126
五、威布尔概率纸诞生插曲	128
六、威布尔概率纸为什么受欢迎	130
七、威布尔概率纸是什么样的东西	130
八、在使用威布尔概率纸之前	131
九、累积频数是护照	132
十、威布尔概率纸的使用方法	133
十一、威布尔概率纸使用实例	134
十二、下面是重要的——对它的评价与应用	136
十三、故障分析的出场	140
十四、故障分析	141
十五、威布尔分析与故障分析的结合	142

第十二章 简易的可靠性预测法	144
一、FMEA	145
二、FMEA 的来历	145
三、什么是 FMEA	145
四、FMEA 法的程序	146
五、可靠性框图	148
六、影响的 (力士) 等级表	149
七、FMEA 的决定性手段	149
八、FMEA 的同类	150
九、FMEA 的利用	151
十、FTA	152
十一、FT 图的特定记号	153
十二、FTA 的程序	153
十三、FMEA 和 FTA	154
十四、FTA 的效果和应用	155
十五、FTA 和鱼的骨架	156
十六、可靠性设计审查	157
十七、设计审查的步伐	157
十八、设计审查	158
十九、可靠性的设计审查	158
二十、请用检验单	159
第十三章 使用可靠性 (PART I)	161
一、使用可靠性	162
二、使用可靠性的作用	162
三、太太们关于电视机的谈话	163
四、使用可靠性的范围	164
五、你知道使用可靠性的尺度吗	164
六、希望提高使用可靠性	166
七、维修性和使用可靠性的结合	167

八、了解维修计划	168
九、怎么做维修模型	168
十、维修设想是维修的起点	170
第十四章 使用可靠性(PART Ⅱ)	172
一、维修性技术	172
二、后勤支援分析	173
三、维修方式种种	175
四、状态监测维修登场	181
五、灵活运用维修方式的兰本	182
六、维修周期的决定方法	183
七、维修作业预测分析	184
八、维修时间预测分析	185
九、备件数目的预测	186
十、备件数的预测例	186
十一、库存方法	187
十二、维修性设计的漏洞	188
第十五章 使用可靠性(PART Ⅲ)	190
一、服务	190
二、维修与服务正相反	191
三、售出后服务	192
四、谁进行维修	194
五、“设备的 PM”是用户维修分担的代表例	196
六、制造厂的维修担当主角	197
七、服务部门的工作	197
八、销售方面的三个“保证”	199
九、销售后的保证是售出后服务	202
十、索赔	204
十一、看不见的索赔	204
十二、为了消灭索赔	205

十三、在消灭索赔中最重要的事	206
十四、不能忘记人的可靠性	207
十五、寿命周期费用分析	208
第十六章 可靠性管理	211
一、管理	211
二、管理的圆周	213
三、PDCA 的要点	213
四、可靠性管理	214
五、可靠性管理的特色	216
六、可靠性程序	217
七、可靠性程序的特色	220
八、可靠性评价	220
九、可靠性评价的插入	221
十、小型可靠性管理	222
第十七章 可靠性管理(RM)和 QC、TQC、QA、PL	224
一、可靠性管理是“纬纱”	224
二、可靠性管理和质量管理	225
三、可靠性管理和质量保证	230
四、可靠性管理与QC、TQC、QA、PL	232
结束语	234

第一章 可靠性的由来

首先谈谈可靠性的历史，说起来它的历史似乎很悠久，但可靠性这个词作为我们的日常用语却并不长。

由于可靠性直接起源于第二次世界大战，所以这只不过是三十几年前的事。

一、从一支电子管谈起

可靠性的起源，最初是由一支电子管引起的，下面来介绍一下这有趣的往事吧。

那是在第二次世界大战正处于高潮的时候，美国在南方基地布置了很多远东战略军用飞机，可是近半数以上的飞机难以飞行。经过多次检查才搞清楚了。其实很简单，原来是电子管产生了故障。运到的电子管近半数以上出了故障，显然是无法使用了。然而，这种电子管毕竟是用在飞机电子设备的重要部件上。

这对美国政府来说是很严重的问题，于是军民一致采取了紧急措施。从生产开始，严格按图纸要求，加强了对制造过程的控制，最后终于制造出来了完全符合图纸要求的电子管。

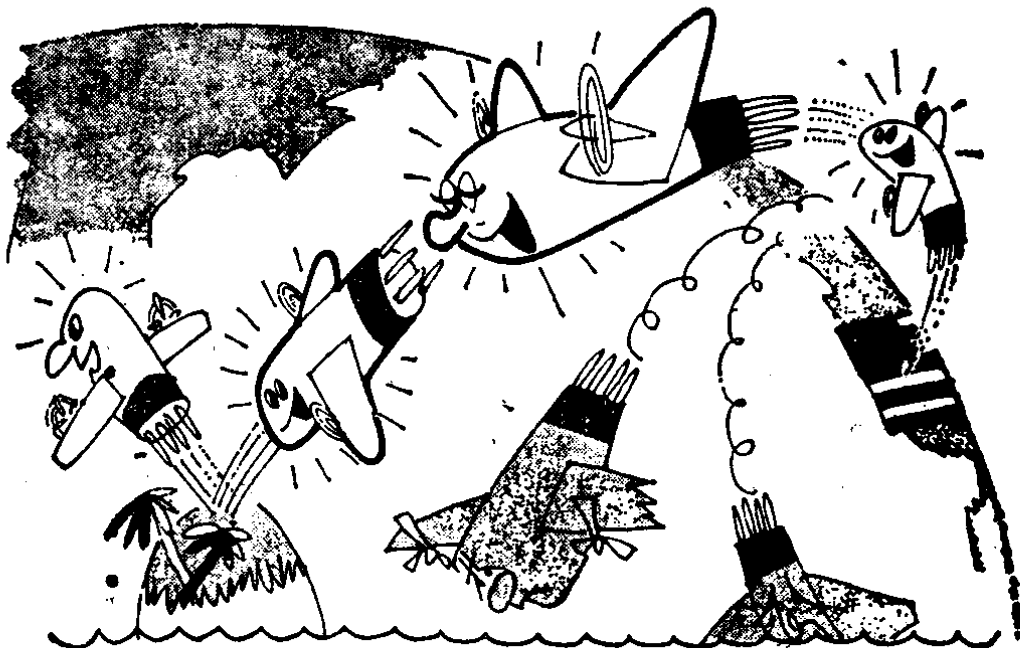
将这种合格的电子管运往远东，可是仍然不断地发生故障，搞了多少次其结果都是一样。

为什么在厂里检查是合格的电子管，而一使用就出故障呢？这使人们联想到是否还有一种超过现有制造技术，或检验能力的别的“什么”在起作用。

是什么？它就是制止电子管发生故障的一种特性，我们把这种特性称“可靠性”。只要在图纸设计时就预先考虑到它，再按这种图纸生产，则合格的产品才能制造出来。后来实践证明，这种可靠性很好的电子管，在开发、使用之后一直没有发生过故障。

于是，电子管的故障就成了可靠性的开端和可靠性的由来。

以后，美国从1940~1950年，对可靠性进行了正式地研究，使可靠性得到了充分的发展和普及，于是可靠性技术从军用到一般民用商品，从电子管大小的零件，一直到大型成套设备，都得到了广泛的发展。



不信頼真空管は信頼性の母（高信頼性真空管と無信頼性真空管）

图1-1 失败是成功之母

二、登月火箭成功之关键

美国登月火箭发射计划称为“阿波罗计划”，当时在宇宙开发领域内，最初美国失败多次，是落后于苏联的。可是由

于引进了可靠性技术，阿波罗计划终于在六十年代取得了完全的成功。人类第一次实现了去月球旅行的梦想。

因此，阿波罗计划被称为是可靠性的充分体现。尽管阿波罗计划的种种技术，现在为世界的各种产品所应用，但是可靠性技术是主要的。



图1-2 阿波罗计划是可靠性的集大成

第二章 可靠性的用法和效果

本章结合实际来谈谈如何运用可靠性技术以及可靠性的必要性和效果。当然主要是针对日本而言。

一、日本可靠性的开始使用

日本是从什么时候开始使用可靠性的呢？

美国登月火箭发射成功，第一次实现了登月旅行的这一惊人的幻想，这个计划正如上面所说的叫阿波罗计划。它是一件很了不起的大事。它之所以能成功，关键是可靠性技术。这件事在日本也引起了强烈的反响。既然可靠性有如此巨大的效果，那我们当然也要使用一下喽。

日本的可靠性技术就在这样的历史背景下开始的。主要是在六十年代后期，主要用在国家铁路新干线及电器公司的自动交换机等设备上。可以说，公共事业是最早引入可靠性技术的典型，并都取得了巨大的效果和成功。如新干线，至1980年已经连续出色地运行了五亿五千万公里，可为世界称赞的惊人的奇迹。

二、日本可靠性的实用化

上述的可靠性技术仅仅是开始，在日本可靠性技术广泛实际使用，进入实用化阶段是在七十年代。从汽车和电器制造开始到一般商品，都成为推行可靠性技术的对象。“制造商品企业，认识到可靠性的作用”和“可靠性在各行各业都不可缺少”，这两种想法推动了可靠性技术实用化阶段的进

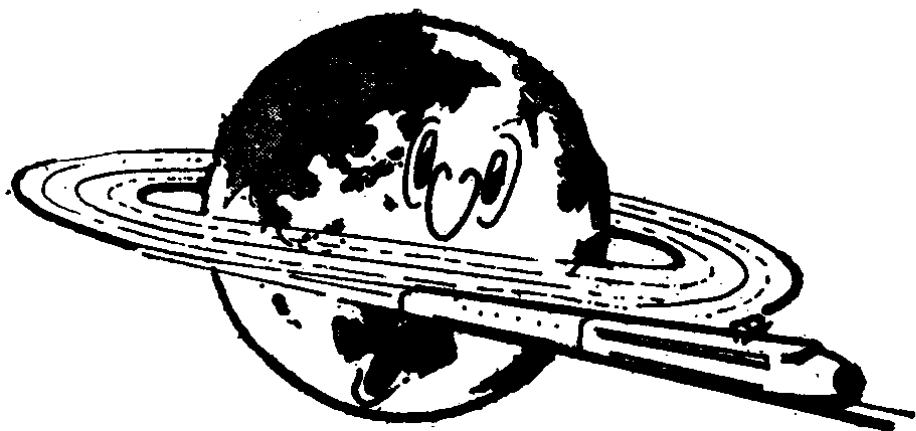


图2-1 至1980年新干线运行了五亿五千万公里，
相当于绕地球13700周

程，于是在企业中开始得到迅速地普及。

三、可靠性的必要性

可靠性确实有认识的必要，可以说是具有更深远意义的问题。这是因为已经到了大家都在强烈关心自己所买商品的可靠性的时代了。

具体的讲，作为顾客的反应，主要是希望购买的产品可靠性要高。例如烤面包箱，买后使用一个月就发生了故障，人们非常希望有可靠耐用的商品。这台电机如果不能正常运转五年[⊖]，就是很严重的问题等意见。

作为企业，对上述消费者对大型商品的呼声，应该采取什么措施去解决呢？用户的呼声就是帝王的圣旨。有没有好的办法？有的！应该有！那就是采用可靠性技术，为社会提供可靠性很高的商品。

如上所述，人们之所以发出呼声，其基本原因就是需要可靠性，可是实际上这里所能表现的是企业和社会环境需要的复杂的混合形式。

⊖ 即平均无故障时间如果达不到五年——译者注