

目 录

一、可靠性基本概念	1
(一)可靠性定义.....	1
(二)可靠性学科的由来.....	1
(三)机电产品的可靠性指标.....	4
(四)指导可靠性工作应树立的观点.....	7
二、可靠性管理	9
(一)宏观与微观可靠性管理.....	9
(二)可靠性标准.....	11
(三)可靠性机构与职责.....	13
(四)可靠性教育与培训.....	14
(五)可靠性情报与数据.....	15
(六)可靠性保证大纲.....	17
(七)设计过程的可靠性管理.....	22
(八)制造过程的可靠性管理.....	24
(九)使用维修过程的可靠性管理.....	27
三、民用电子产品可靠性管理实践五年	30
(一)可靠性管理实践.....	30
(二)建立以可靠性为重点的质量保证体系的方法.....	32
(三)可靠性管理的20项措施与基础工作.....	34
四、向PPM领域迈进	52
(一)开展PPM管理的目的.....	52
(二)奋斗目标.....	54
(三)开展PPM管理的现实条件.....	55
(四)实施PPM管理的步骤与方法.....	56
五、PPM管理实践	71
(一)PPM管理PDCA循环.....	71
(二)进展与收获.....	74
(三)34项准则.....	75

六、电子元器件可靠性管理与质量认定	78
(一)元器件可靠性管理的意义.....	78
(二)元器件可靠性管理的内容.....	78
(三)元器件质量认定.....	81
七、电视机可靠性设计	89
(一)可靠性设计的意义和要求.....	89
(二)可靠性设计程序及内容.....	89
八、国产化的可靠性保证	94
九、机电产品可靠性达标工作程序	97
(一)可靠性达标考核的意义.....	97
(二)各级机构在可靠性考核工作中的职责.....	97
(三)可靠性考核.....	98
(四)可靠性考核的总结和验收资料.....	98
(五)企业可靠性达标工作程序.....	99
十、附录	103
(一)与本书有关的可靠性名词术语.....	103
(二)电视接收机、收音机、录音机、通信机可靠性设计程序.....	107
(三)电视机可靠性设计准则.....	112
(四)收音机、录音机可靠性设计准则.....	116
(五)黑白电视接收机、收音机、收录机、通信机热设计要求和测试方法.....	121
(六)PPM 管理报表统计填表说明.....	126

一、可靠性基本概念

(一) 可靠性定义

什么是可靠性?按照国家标准,可靠性的定义是:“产品在规定的条件下和规定的时间内,完成规定的功能的能力。”这是定性的概念。如果把可靠性量化,就是可靠度。它的定义是:“产品在规定的条件下和规定的时间内,完成规定的功能的概率”。每个机电产品,都有着既定的功能,如果各项性能指标很高,但是用不多久就发生故障,既定功能就无从发挥。可见,可靠性是产品质量的重要指标,它是用时间尺度来描述的质量,是一个产品到了用户手里,随着时间的推移,能否稳定保持原有功能的问题。一个机电产品,可靠性高,意味着故障少,寿命长,维修费用低;可靠性低,意味着故障多,寿命短,维修费用高。各种机电产品发生故障,轻则使产品丧失功能,造成用户的不便和损失,重则导致起火爆炸,机毁人亡等重大事故,造成灾难性的经济、军事和政治后果。因此,我们不但要关心产品的性能,而且要关心它的可靠性。

有些产品,人们不但关心它发生故障的概率的高低,而且关心它发生故障后能否迅速地修复,关心产品的可用程度。可用性(有效性)可以综合反映狭义可靠性与维修性,体现了广义可靠性。维修性的定义是:“在规定的条件下并按规定的程序和手段实施维修时,产品在规定的使用条件下,保持或恢复能执行规定功能状态的能力。”可用性的定义是“在要求的外部资源得到保证的前提下,产品在规定的条件下和规定的时刻或时间区间内处于可执行规定功能状态的能力。”它是产品可靠性、维修性和维修保障性的综合反映。可用性的量化就是可用度。瞬时可用度的定义是“在要求的外部资源得到保证的前提下,产品在规定的条件下和规定的时刻处于能执行规定功能状态的概率。”一个发电机组,如果可用度低,故障次数多,修理时间长,不但不能按它的标称容量生产电力,而且会给社会造成更大的损失。

因此,我们不但要关心狭义的可靠性,而且要关心广义的可靠性,也就是说,还要关心维修性和可用性。

(二) 可靠性学科的由来

随着经济、军事和科学技术的发展,可靠性问题不断暴露出来,迫使人们去研究和认识它的客观规律性,探索解决的途径和方法。人类认识和解决可靠性问题付出了巨大的代价,可靠性的发展史就是一部不可靠的教训史。至今,从国外到国内,从尖端科技装置到普通家用电器,一系列的的重大事故和损失,仍在深刻地教训着人们,必须高度重视产品可靠性。

可靠性工程与管理就是在这样的背景下,从本世纪40年代开始迅速发展起来的新兴综合学科。它涉及数学、物理、化学、电子、机械、环境、管理以及人机工程等各个领域。它致力

于研究提高各种产品的可靠性、维修性与安全性。它包括从原材料、元器件、零部件到设备、系统的各个环节；从研究、设计、制造到储运、使用及维修的全寿命周期，是一个十分复杂的系统工程。国内外的实践表明，可靠性工程与管理的推广应用为企业与社会带来巨大的经济效益，因而世界各国纷纷投入大量的人力、物力进行研究和推广应用。产品可靠性已经成为国际市场竞争的焦点。

可靠性工程与管理的发展可以粗略地划分为四个阶段。

第一阶段是调查准备阶段，主要特点是提出可靠性问题，进行基础理论研究，提出工程技术与管理方面的要求。

第二阶段是统计试验阶段，主要特点是对元器件及设备、系统进行可靠性试验与环境试验，对可靠性进行定量评估与分析改进；开展可靠性与维修性的工程理论研究。

第三阶段是可靠性物理阶段，主要特点是对元器件及设备、系统进行定性定量失效分析，从材料、设计、工艺等方面采取措施，预防失效。

第四阶段是可靠性保证阶段，主要特点是开展系统的可靠性管理，对各个环节以及全寿命周期进行控制，实现可靠性保证。

这四个阶段并非截然分开，而是互相交叉，逐步发展完善。即使进入了可靠性保证阶段，基础理论研究、统计试验、失效分析等工作仍有着重要的作用，而且不断有新的发展。

1939年，鉴于飞行事故的频繁，美国航空委员会提出了“飞行事故率”的概念和要求，这是世界上最早的可靠性指标。

1944年，纳粹德国用 V-2 火箭袭击伦敦，有 80 枚火箭没有起飞就在起飞台上爆炸，还有不少火箭没有到达伦敦就掉进了英吉利海峡。经过研究，人们得出了火箭系统的可靠度等于所有元器件可靠度的乘积的结论。这是世界上最早的系统可靠性的概念。

为可靠性学科的发展奠定基础的是美国。在第二次世界大战中，美国由于飞行事故损失飞机 21000 架，是被击落飞机的 1.5 倍。1949 年美国海军电子设备有 70% 发生故障。1955 年美国国防预算有 30% 用于维修和使用，以后又增加到 70%，成为不堪忍受的负担。在这种巨大压力下，美国在可靠性工程与管理的理论研究与工程应用方面投入了大量人力物力。1950 年成立国防部电子设备可靠性工作组，以后改组为“电子设备可靠性顾问组”，简称 AGREE。该组织进行深入调查研究后给政府提出了设计程序、试验、元件可靠性、采购、运输、包装、贮存、操作、维修等方面的建议。1957 年提出了著名的 AGREE 报告《军用电子设备的可靠性》，成为美国可靠性军用标准的基础。经过长期研究和实践，制订了一系列通用军用标准，有力地指导了可靠性工程与管理实践。其中，MIL-STD-785B《设备和系统研制和生产阶段可靠性计划》，是可靠性管理标准，对指导美国的可靠性管理发挥了重要作用。美国可靠性军用标准成为世界各国制订标准，开展可靠性工作的蓝本和依据。

60 年代，美国和世界各国补充和完善一系列国家标准、军用标准、国际标准，使可靠性工作标准化、规范化；建立可靠性研究中心，进一步对可靠性理论与工程应用进行深入研究；发展了可靠性试验与环境试验方法，提出了加速试验、高效应力筛选等新技术；开展了容差分析、蒙特卡罗模拟等可靠性预计；将失效物理发展为可靠性物理；发展了失效模式、影响与危害度分析 (FMECA)，和故障树分析 (FTA) 技术，推进了系统可靠性分析；提出并开展了机械可靠性的研究，开展了机械概率设计；开展了维修性、安全性的研究与应用；加强可靠性数据系统及数据交换；开设可靠性理论课程、实施可靠性教育。

70年代,设计、制造、试验、维修的新技术进一步得到发展,计算机在辅助设计、测试、数据处理以及管理方面得到广泛应用,产品可靠性、维修性、安全性达到了相当高的水平;维修思想和维修策略从“预防为主”向“以可靠性为中心”转变,维修方式从定时维修向定时、视情、状态监控三种方式维修转变;提出并开始解决软件可靠性问题。

80年代以后,可靠性工作继续在广度和深度方面发展,中心内容是实现可靠性保证。1985年,美国军方又提出在2000年时实现“可靠性加倍、维修时间减半”这一新的目标和规划,并已开始实施。

日本自50年代开始从美国引进可靠性工程与管理,与全面质量管理相结合,取得了世人瞩目的显著效果。使日本的汽车、家用电器等产品的可靠性超过了美国以及欧洲各国的水平,广泛地占领了国际市场。

原苏联、英国、法国、原联邦德国、加拿大、印度等国都在可靠性工程与管理方面开展了一系列工作,也取得了显著进展。

我国50年代在广州筹建了亚热带环境适应性试验基地,从事电子与电工产品环境试验和热带防护措施研究。在1972年重新组建为我国电子产品可靠性与环境试验研究所,进行可靠性与环境试验、失效分析、数据与情报收集、制订标准、教育培训等研究与管理,对我国电子行业可靠性工作起了积极促进作用。60年代,我国在雷达、通信机、电子计算机等方面提出了可靠性问题。70年代,国家重点工程的迫切需要以及消费者的强烈要求,对各行业开展可靠性工程与管理起了巨大的推动作用。

从1973年开始,原国防科委及四机部连续召开高可靠性工作会议,提出并着重研究解决国家重点工程元器件的可靠性问题。1978年提出《电子产品可靠性“七专”质量控制与反馈科学实验》计划,组织原四机部、二机部、七机部所属厂所联合实施,经过10年努力,使军用元器件可靠性提高了两、三个数量级。保证了运载火箭、通信卫星的连续发射成功和海底通信电缆的长期正常运行。1990年4月7日,我国“长征3号”运载火箭将美国休斯公司制造的“亚洲一号”通信卫星送入太空,标志着我国航天及电子可靠性技术的重大突破。

从1978年开始,国家计委、国家经委、电子工业部及国家广播电视工业总局陆续召开了提高电视机质量的工作会议,对电视机等产品明确提出了可靠性、安全性的要求和可靠性指标,组织全国整机及元器件生产厂家开展了大规模的以可靠性为重点的全面质量管理。在5年时间内,使电视机平均无故障工作时间提高一个数量级,配套元器件使用可靠性也提高了一至二个数量级。

在国防科工委及航空部领导下,开展了航空可靠性工程,使Y7飞机成品首翻期从300飞行小时延长到2000飞行小时,Y12飞机达到3000飞行小时。

1975年,原机械工业部在上海工业自动化仪表研究所建立了可靠性与环境试验研究室,在全国仪器仪表行业开展了可靠性试验、教育培训、制订标准、“可靠性补课”等一系列可靠性工作。1987年,原机械委在机械科学研究院建立了可靠性中心,负责全国机械系统的可靠性规划、标准制定、教育培训、推广应用、指标考核等行业可靠性管理工作,并建立了全国机械产品失效案例库。

1986年,原机械部对20种仪器仪表下达可靠性指标,并限期考核。1987年,原机械委与国家经委对73种机械产品下达可靠性指标,限期考核。1988年,机械电子部对123种产品下达可靠性指标,限期考核。1989年,机械电子部又对366种产品下达可靠性指标,限期

考核。除了原机械产品外，还增加了微电子、通信广播、计算机等电子产品的考核。1989年12月，机械电子部召开机电工业第一届可靠性工作会议，要求在1990年对近1000个大类机电产品进行可靠性指标考核。2000年，要扩大到5000个大类产品，基本上覆盖了全国机电产品的主要品种。

强有力的行政干预，推动了各种机电产品可靠性指标及其试验评估方法的研究和编制，促进了可靠性教育的开展。在认识提高的基础上，企业开展了各项可靠性工作。许多从未开展可靠性工作的企业，通过可靠性摸底试验、现场调查及失效分析，弄清了产品的主要故障模式及失效机理，采取纠正措施之后，产品可靠性明显提高，从而使企业的信誉和效益提高。例如，20种自动化仪表的MTBF（平均无故障工作时间）从3000~5000小时提高到8000~25000小时，现场MTBF高于40000小时，引进线生产的仪表现场MTBF>15万小时；低压电器中的电磁式控制继电器可靠性水平提高了两个数量级，故障率下降到考核前的百分之一。有或无继电器的可靠性水平也分别提高了1~2个数量级；汽车的平均无故障行驶里程达到2756公里，超出考核指标71.7%，提前两年突破了“七五”质量规划的目标值；机床行业的数显装置的MTBF从3000小时提高到5000小时；联合收割机的可用度从0.89提高到0.95。

（三）机电产品的可靠性指标

为了促进企业重视和提高产品可靠性，机械电子工业部决定对重要机电产品分批发布限期达到可靠性指标的清单。要求企业通过可靠性达标考核工作建立产品的可靠性保证体系，提高产品的可靠性设计、制造和试验水平，提高产品可靠性，更好地满足用户对产品质量的要求。现在，有关可靠性考核的各项工作已经全面开展，大家十分关心可靠性这个指标，那么，机电产品都有哪些可靠性指标呢？

机电产品门类很多，品种复杂，相应的可靠性指标也很多，但是有一些通用的可靠性指标是必须了解和掌握的。

1. 可靠度

产品在规定的条件下和规定的时间内完成规定的功能的概率称为可靠度，以 $R(t)$ 表示。一般，概率可以近似地用频率来表达。

例如，有100个轴承，在规定的工作条件和规定的时间内，有1个失效，其余99个还可以继续工作，我们说，这种轴承的可靠度是0.99。又如，有100枚短程导弹，在规定的工作条件下和规定的飞行时间内，有15枚发生故障，有85枚击中预定目标，我们说，这种导弹的可靠度是0.85。

2. 平均寿命

产品从使用开始，直到发生故障，所经历的时间就是产品的寿命。平均寿命是指一批产品的寿命平均值。对于可维修产品以MTBF（平均无故障工作时间）表示，对于不可维修产品以MTTF（平均失效前时间）表示。例如，有100台自动化仪表，在规定的使用条件下工作1000小时，有10台发生故障，则这批自动化仪表平均寿命的点估计值是

$$MTBF = \frac{nt}{r} = \frac{100 \times 1000}{10} = 1 \text{ 万小时}$$

式中 n 为设备台数, t 为工作小时数, r 为故障台次数。

3. 失效率

产品工作到 t 时刻后的单位时间内发生失效的概率称为以 $\lambda(t)$ 表示。平均失效率则是在产品工作时间内失效的百分比。例如, 100 支晶体管, 在规定条件下工作 1000 小时, 有 1 支失效, 则这批晶体管的平均失效率为

$$\lambda = \frac{r}{nt} = \frac{1}{100 \times 1000} = 1 \times 10^{-5} / \text{小时}$$

式中 n 为元器件支数, t 为工作小时数, r 为失效数。

4. 平均维修时间

产品每次故障后所需维修时间的平均值称为平均维修时间, 以 MTTR 表示。维修时间包括查找故障时间、排除故障时间及清理验证时间等。例如, 某产品在使用过程中发生 5 次故障, 维修时间分别为 1、1.5、2.5、2、3 小时, 则平均维修时间为

$$MTTR = \frac{\sum t}{r} = \frac{1 + 1.5 + 2.5 + 2 + 3}{5} = 2 \text{ 小时}$$

式中 $\sum t$ 为修理时间代数和, r 为故障次数。

5. 可用度

产品在规定的条件下和规定的时刻处于能执行规定功能状态的概率称为可用度, 以 A 表示。可用度综合反映了产品的狭义可靠性与维修性。一个产品平均寿命长, 平均维修时间短, 可用度就高, 反之, 可用度就低。例如, 某发电机组, 平均寿命为 500 小时, 平均修理时间为 50 小时, 则稳态可用度为

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{500}{500 + 50} = 0.91$$

6. 结构可靠度

产品在规定的条件下和规定的时间内, 强度始终大于应力的概率称为结构可靠度。在传统的机械设计中, 往往将产品的强度及所受的应力视为定值, 实际上, 产品的强度及所受的应力都是变化不定的, 是随机变量。当应力超过强度时, 产品就要失效。为了保证产品可靠, 强度必须始终大于应力。计算结构可靠度, 必须掌握强度和应力的分布。

7. 可靠度安全系数

产品在规定的可靠度条件下的安全系数称为可靠度安全系数。传统的机械设计采用的安全系数为平均强度与平均应力的比值, 即 n (安全系数) = 平均强度 / 平均应力。但是, 没有考虑强度和应力的波动是不符合实际情况的。为此, 必须考虑强度和应力的波动和分布。从保证产品可靠度出发的安全系数就是可靠度安全系数。例如, 可靠度为 0.95 的可靠度安全系数为

$$\sigma_{0.95} = \frac{\text{强度的95\%下限值}}{\text{应力的95\%上限值}}$$

其分布曲线见图 1.1。

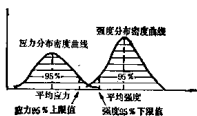


图 1.1

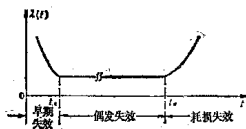


图 1.2

8. 费用比

费用比是全年维修费与购置费之比，以 CR 表示。这个指标是从用户角度考虑产品可靠性与维修性的经济尺度。用户采购部门往往把这个指标作为采购的重要依据。

9. 浴盆曲线

产品的失效率随时间而变化，它的典型分布为“浴盆曲线”，见图 1.2。根据浴盆曲线，可以将产品的失效分为三个阶段，即早期失效期、偶然失效期与耗损失效期。

早期失效期的特点是失效率高，并且随着时间的增加而迅速下降。这种失效往往是元器件、零部件的缺陷以及制造工艺缺陷所引起。压缩早期失效的根本办法是设计和工艺保证。老炼筛选也是排除早期失效的重要手段，但需要付出人力、物力及时间的代价。

偶然失效期的特点是失效率最低而且保持稳定，这个时期只有随机发生的偶然失效。定期维修不可能预防这个时期的故障，只能靠更严格的可靠性设计和采用失效率更低的元器件和零部件才能进一步降低这个时期的失效率。

耗损失效期的特点是失效率随着时间的增加而迅速上升。它是由于元器件、零部件的衰老和磨损而引起的。在耗损期到来之前进行定期维修，事先更换衰老和磨损的元器件、零部件，可以预防耗损性失效，延长偶然失效期。

值得注意的是，同样服从浴盆曲线规律的不同产品，它的可靠性可能有很大差别，见图 1.3。图中的 A 产品早期失效率非常高，持续时间长，偶然失效期内失效率也很高，而且偶然失效期持续时间短，耗损失效期到来早，失效率上升快。 B 产品早期失效不明显，偶然失效期

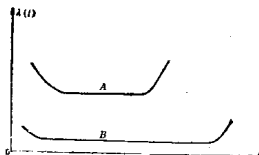


图 1.3

内失效率很低，持续时间长，耗损失效期到来晚，失效率上升也不快。显然， B 产品将受到用户的欢迎。使用这种产品不但能长期稳定可靠地工作，而且可以节约大量的维修费用。 A 产品是可靠性很差的落后产品， B 产品是可靠性达到国际先进水平的产品，这正是我们孜孜以求的目标。各级领导和管理人员都要调查、掌握本系统本单位的产品与国际先进产品的对比情况，作出相应的管理决策。

(四) 指导可靠性工作应树立的观点

实践充分证明,要在一个系统或一个单位正确开展可靠性工作,取得预定的效果,必须树立一些正确观点,用以指导可靠性工作实践。

1. 用户观点

要从用户使用的角度考虑产品质量问题。把用户使用可靠性作为开展可靠性工作的出发点和落脚点。设计、制造、使用、维修等各个阶段的工作,都要保证用户的使用可靠性。各项技术与管理措施的有效性也都要以用户使用可靠性来检验。电子元器件及机械零部件生产厂的产品,要以设备、系统生产厂上机不良率及现场失效率等指标来判定优劣;设备、系统生产厂的产品,要以最终用户现场使用的可靠度、平均无故障工作时间以及可用度等指标来判定优劣。只考虑出厂检验合格,不考虑用户使用寿命及费用的观点和做法是可靠性工作的大忌。

2. 系统观点

必须如实地把可靠性工作看作是系统工程。要从系统的观点出发,对系统的各个子系统、各个环节和各项工作进行统筹和协调,实现系统的优化,完成系统的最终目标,保证产品的可靠性。建立稳定受控生产线,重视全过程的管理,建立以可靠性为重点的质量保证体系,建立厂际以至企业集团的质量保证体系,制定和实施全国和全行业的可靠性工作规划,都是系统观点在可靠性与质量管理工作中的有效运用。孤立地抓一两个环节,不可能保证产品可靠性。

3. 信息观点

信息包括文字信息和数据信息。可靠性的系统工程要靠系统内外的各种信息进行协调和指挥。可靠性数据与情报是管理、决策以及设计、工艺控制的依据,必须十分重视它们的收集、处理、交换与应用。可靠性数据与情报的收集与应用越是准确、及时,可靠性工作的进展就越迅速。实践证明,谁能更多地掌握和有效地运用可靠性数据与情报,谁就能更快地提高可靠性水平。而信息利用率低,则是一个国家或一个企业管理落后,发展缓慢的重要标志。

4. 量化观点

在可靠性工程与管理实践中,不但要进行定性分析,而且要进行定量分析。只有定量,才能结构数学模型,更深刻更精确地揭示它的规律性。只有定量,才能区分优劣界限,明确目标,进行管理。我们不但要关心硬技术的量化,如失效模型、可靠性预计等等,而且要关心软技术的量化,如生产线的定级、供货厂的定级等等。

5. 反馈观点

将系统输出的信息与标准、规范比较后,反馈到输入端,进行调整与纠正,这是依靠信息

反馈完成的闭环控制。系统的维持与发展皆有赖于此。一条未形成信息反馈闭环控制的生产线,各种故障、缺陷不断再发生,不但不能提高可靠性水平,甚至不能维持可靠性水平。实践证明,谁的反馈速度快,周期短,谁就可以不断提高可靠性水平,在竞争中处于有利地位。

6. 统计观点

可靠性工程与管理所处理的问题及数据,往往是随机的,但在其中却隐藏着统计规律性。因此,必须用统计的观点去看待和分析各种数据和故障现象,按统计规律进行评定和控制。把某一次可靠性试验结果看作是产品的实际可靠性水平,把某台设备的早期故障看作是同批产品的共同水平等现象,都是缺乏统计观点造成的,依据这样的判断进行评价乃至决策必然发生偏差。

7. 费用观点

可靠性工作不能离开经济性,不能不考虑成本和费用。进行成本及费用分析时,应着重考虑寿命周期费用,也就是产品在各个阶段费用的总和。不但要从企业角度考虑设计、制造、试验等各项成本以及售出后获得的利润,而且要从社会角度考虑产品出厂后的使用和维修费用。要追求全寿命周期费用最省。为此,在必要时可增加设计、制造、试验等费用,以提高产品的可靠性与维修性,提高社会效益。决不能片面追求企业利润,任意减少设计、制造、试验费用,导致使用、维修费用大量增加,社会效益降低。

8. 素质观点

可靠性是设计制造出来的,而人是设计、制造的主体。一个企业的产品可靠性水平,实质上是一个企业人的素质的表现。波多斯基提出的可靠性四原则之一是“没有任何不可靠的产品,只有生产不可靠产品的人。”影响产品可靠性的设计缺陷、制造缺陷,都是人的工作缺陷造成的。甚至购进的原材料、元器件、零部件的缺陷,就使用单位而言,也是人在认定及采购工作中的缺陷造成的。因此,要致力于人的可靠性教育,并严格训练与管理,充分发挥人的作用。

9. 突破观点

可靠性水平不但要维持,而且要突破(改进)。维持主要是执行者的责任,突破则主要是管理者和决策者的责任。突破是产品越来越复杂,市场竞争越来越激烈所提出的必然要求。

以管理图的应用为例,执行者主要注意上下管理线,管理者却要更多地注意中心线,并与国内外的先进水平对比,要不断使中心线向一个又一个新的目标靠拢,这意味着可靠性的不断突破。

我国黑白电视机平均无故障工作时间从500小时提高到1000、2000、5000以至10000小时,就是不断分析故障信息,在设计、工艺、元器件以及管理方面采取一系列改进措施所取得的不断突破。

考虑到我国可靠性管理水平与产品可靠性水平与国际先进水平的差距还很大,我们尤其要树立突破的观点,有计划地组织可靠性突破。对近1000个大类机电产品限期考核可靠性指标,就是机电部在全国范围内组织的行业性可靠性突破。

二、可靠性管理

(一) 宏观与微观可靠性管理

可靠性工作包括可靠性工程技术与可靠性管理两个方面。一切可靠性工程技术活动都要靠可靠性管理去规划、组织、协调、控制与监督。因此，可靠性管理在所有可靠性活动中处于领导和核心地位。

可靠性管理就是从系统的观点出发，对产品全寿命周期中的各项可靠性工程技术活动进行规划、组织、协调、控制与监督，以实现既定的可靠性目标，并保持全寿命周期费用最省。

可靠性工作是一个复杂的系统工程。从产品构成来看，包括原材料、元器件、零部件、设备、系统各个环节；从产品全寿命周期来看，包括研究、设计、制造、试验、运输、储存、安装、使用、维修以及处理的各个阶段；从工作内容来看，包括理论、设备、标准、技术、管理以及教育等各个方面。都要通过宏观和微观的可靠性管理发挥出系统的整体效益。

可靠性宏观管理是从全社会的角度出发，对社会各方面可靠性工作进行统筹安排，对基层单位的产品可靠性进行规划、协调与监督。可靠性宏观管理由政府主管部门实施，行业协会、专业学会协助进行。

可靠性微观管理是从企业、研究单位的角度出发，在可靠性宏观管理指导下，对本单位的产品可靠性进行组织、协调和保证。

根据国内外的经验，可靠性宏观管理处于支配地位。可靠性工程与管理的实施，必须依靠自上而下的强有力的干预和指导，才能有效地开展起来，并且不断发展。在我国尤其要加强可靠性宏观管理。这是因为可靠性是一个涉及社会许多方面的系统工程，它的客观规律性要求进行全行业以至全国的统筹和协调，任何一个基层单位都不能单独承担这个系统工程。在短缺经济情况下，从总体来看，买方市场远没有形成，市场机制很不完善，特别是缺乏质量竞争和制约机制，基层单位开展可靠性工作的动力不足。关于产品质量、可靠性、维修性、安全性的法制很不健全，缺少规范企业质量行为的法律手段。可靠性是用时间来表征的质量指标，主要在用户使用过程中体现，产品的使用、维护费用多数又是用户承担，容易造成部分企业漠视产品出厂后的可靠性、维修性、安全性的短期行为。

可靠性宏观管理包括：面向全国的宏观管理活动；按产品的不同类别（军用、工业用、民用）实施的宏观管理活动；按系统、行业（包括电子、机械、航天、航空、造船、铁路、仪器仪表、邮电、电力、兵器、交通、电力、核能、轻工、医疗、钟表、照相等）实施的行业管理活动；以及按省、市、地区实施的地区管理活动。

可靠性宏观管理由政府主管部门实施，行业协会、专业学会配合进行。那些必须由政府主管部门履行的职能，如政策方针、法规条例、中长远规划、基础研究、标准计量、数据情报、监督测试等，只能加强不能削弱。我国可靠性管理、产品可靠性水平与四个现代化的发展需

可靠性工程与管理

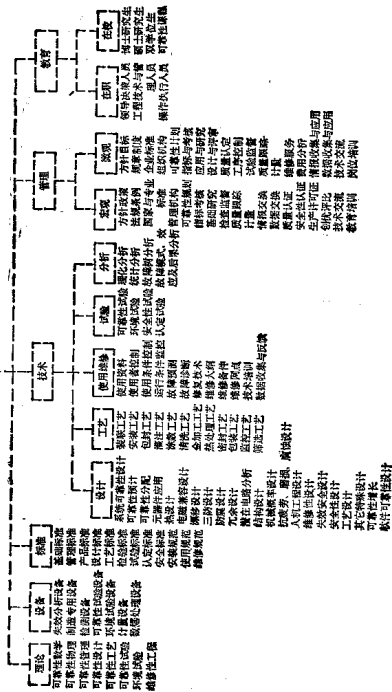


图 2.1

要和国际先进水平相比,还有很大差距,任何可靠性宏观管理职能的削弱或失控,都会导致产品可靠性、维修性、安全性水平停滞不前以至大范围下降,给经济建设和人民生活造成严重的影响和后果。

可靠性工程与管理包括理论、设备、标准、技术、管理、教育等六个方面的工作,见图2.1。其中,技术又包括设计、制造工艺、使用与维护、试验评估与失效分析等方面。从事可靠性管理的领导者和管理人员应该了解可靠性工程与管理的全貌,从全局出发,统筹、协调各个方面的工作,实施有效的管理。否则,任何一个方面出现了薄弱环节,都会影响整体的效果。

可靠性宏观管理包括政策法规、行政条例、国家与专业标准、管理体制、中期和长期规划、指标考核、基础研究、计量、检查监督、质量跟踪、国家与行业情报收集与交换、国家与行业可靠性数据收集与交换、质量认证、安全性认证、生产许可证、评审诊断、创优评比、技术交流及教育培训等。

可靠性微观管理包括方针目标、规章制度、企业标准、组织机构、可靠性计划、指标考核、应用研究、设计与评审、质量认定、工序控制、试验监督、质量跟踪、计量、维修服务、全寿命周期费用分析、情报收集与应用、数据收集与应用、技术交流、教育培训等。

(二) 可靠性标准

1. 可靠性标准的意义

可靠性标准是可靠性工程与管理的基础之一,是指导开展各项可靠性工作,使其规范化、最优化的依据和保证。采用可靠性国际标准和国际先进标准是迅速提高我国可靠性工程与管理水平,大幅度提高我国产品可靠性的重要途径。

可靠性标准是在严密的理论指导下通过总结工程与管理的实践经验而制订的,并且随着理论研究、工程技术的发展以及经验的丰富不断修订、补充而不断完善。有高度的科学性、实用性以及指令(或指导)性。因此,领导者、管理人员和工程技术人员都应该认真学习和贯彻可靠性标准,用以指导工作,提高科学性,减少盲目性,以最少的人力、物力和时间去实现既定的可靠性目标。领导者、管理人员要侧重掌握可靠性管理标准,也要了解可靠性工程技术标准。工程技术人员则要侧重掌握工程技术标准,也要了解管理标准。

2. 可靠性标准体系

可靠性标准体系分三个层次,即可靠性基础标准、专业可靠性基础标准和有可靠性要求的产品标准。

可靠性基础标准是指对可靠性工程与管理具有广泛指导意义的基础标准。专业可靠性基础标准是某一大类产品共用的可靠性标准。有可靠性要求的产品标准是指各种有可靠性指标等要求的具体产品标准。

从级别上又分为国家可靠性标准(GB),国家军用可靠性标准(GJB),部(专业)可靠性标准和企业可靠性标准。企业标准必须高于国家和部(专业)标准。从内容上分为管理、采购、研制、生产、试验、分析、安装、储运、使用、维修等各个方面。从形式上则有规范、标准、手册等。

按国际和国家来分类,则有国际标准(ISO、IEC),美国国家标准(ANSI),美国军用标准(MIL),日本工业标准(JIS)等。日本等国家的公司企业标准远高于国家标准和国际标准,他们以严格的内控标准作为市场竞争的重要手段。

美国军用标准(MIL)是国际上最完整、最严密的标准体系,为世界国际组织和各国普遍引用。国际电工委员会标准(IEC)是通用的国际标准,其要求低于美国军用标准,是国际贸易的起码要求。

3. 国家可靠性标准

我国国家可靠性标准等同、等效或参照采用了国际电工委员会可靠性标准,对于推动我国可靠性工程与管理的深入发展和产品可靠性、维修性水平的提高有重要指导作用,要认真学习贯彻。

下边给出国家可靠性基础标准与专业基础标准目录:

- GB1772—79 电子元器件失效率试验方法
- GB2689.1—81 恒定应力寿命试验和加速寿命试验方法总则(用于威布尔分布)
- GB2689.2—81 寿命试验和加速寿命试验的图估计法(用于威布尔分布)
- GB2689.3—81 寿命试验和加速寿命试验的简单线性无偏估计(用于威布尔分布)
- GB2689.4—81 寿命试验和加速寿命试验的最好线性无偏估计(用于威布尔分布)
- GB3187—82 可靠性基本名词术语及定义
- GB4087.3—85 数据的统计处理和解释——二项分布可靠度单侧置信下限
- GB4885—85 正态分布完全样本可靠度单侧置信下限
- GB4888—85 故障树名词术语和符号
- GB5080.1—86 设备可靠性试验一般要求
- GB5080.2—86 《设备可靠性试验:试验周期设计导则》
- GB5080.4—85 《设备可靠性试验:可靠性测定试验的点估计和区间估计方法(指数分布)》
- GB5080.5—85 《设备可靠性试验:成功率的验证试验方案》
- GB5080.6—85 《设备可靠性试验:恒定失效率假设的有效性检验》
- GB5080.7—86 《设备可靠性试验:恒定失效率假设下的失效率与平均无故障工作时间的验证试验方案》
- GB5081—85 《电子产品现场工作可靠性、有效性和维修性数据收集指南》
- GB6990—86 《电子设备用元器件(或部件)规范中可靠性条款的编写指南》
- GB6992—86 《可靠性与维修性管理》
- GB6993—86 《系统和设备研制生产中的可靠性程序》
- GB7288—87 《设备可靠性试验:推荐的试验条件(第1种)》
- GB7288—87 《设备可靠性试验:推荐的试验条件(第2种)》
- GB7289—87 《可靠性、维修性和有效性预计报告编写指南》
- GB7826—87 《可靠性分析技术:失效模式及效应分析程序》
- GB7827—87 《可靠性预计程序》
- GB7828—87 《可靠性设计评审》

4. 国家军用可靠性标准

我国国家军用标准由国防科工委军标局和军标中心研究室组织制订，国防科工委批准发布和实施。为了保证我国军用产品的先进性，国家军用标准是参考美国军用标准结合我国实际情况制订的。国家军用标准不但适用于军用产品，而且适用于重要的工业装备类产品，对民用消费类产品也有重要指导意义。

下边给出国家军用可靠性基础标准与专业基础标准目录。

- GJB85—86 《机械电子设备定型试验要求》
- GJB150—86 《军用设备环境试验方法》
- GJB312.1—87 《飞机维修品质规范总则》
- GJB312.2—87 《飞机结构、系统维修品质的一般要求》
- GJB312.3—87 《航空发动机维修品质的一般要求》
- GJB312.4—87 《航空军械维修品质的一般要求》
- GJB312.5—87 《航空电子设备维修品质的一般要求》
- GJB312.6—87 《航空显示装置与电气设备维修品质的一般要求》
- GJB312.7—87 《飞机机舱维护的一般要求》
- GJB368.1—87 《装备维修性通用规范 维修性管理大纲》
- GJB368.2—87 《装备维修性通用规范 维修性的基本要求》
- GJB368.3—87 《装备维修性通用规范 常用件应用的维修性要求》
- GJB368.4—87 《装备维修性通用规范 维修性的分配和预计》
- GJB368.5—87 《装备维修性通用规范 维修性的试验与评定》
- GJB368.6—87 《装备维修性通用规范 维修保障分系统的建立》
- GJB379—87 《质量管理手册编制指南》
- GJB450—88 《装备研制与生产的可靠性通用大纲》
- GJB299—87 《电子设备可靠性预计手册》

领导及管理人员应该着重学习与应用的可靠性管理标准是国家标准GB6992—86《可靠性与维修性管理》、GB6993—86《系统和设备研制生产中的可靠性程序》，以及国家军用标准GJB450—88《装备研制与生产的可靠性通用大纲》、GJB368.1—87《装备维修性通用规范 维修性管理大纲》。掌握和应用这四个标准就可以抓住可靠性工程与管理的全局，以及各个阶段的主要工作。

(三) 可靠性机构与职责

可靠性管理的组织机构是可靠性工程与管理的组织保证。厂所的领导者对本单位的产品可靠性及可靠性管理工作负责。总工程师或总质量师在厂所领导者领导下主持本单位可靠性工程与管理工作。可靠性工作的各项措施必须自上而下地贯彻执行。

承担重要、复杂的军用、工业用装备系统的研制单位，可以设置专职的可靠性管理机构，已经建立专职质量管理机构的单位，也可将可靠性管理职能列入该机构。可靠性管理机构

主要职责是:

① 负责制订本单位可靠性与维修性管理方针和计划,以最小限度的人力和投资,实现产品标准所规定的定量的可靠性与维修性指标。

② 组织、协调和监督有关部门贯彻实施可靠性与维修性计划确定的各项任务。

③ 指导可靠性主管师的工作。

④ 组织进行设计评审。

⑤ 组织元器件和零部件的质量认定,实施元器件和零部件的统一管理。

⑥ 组织有关的可靠性与维修性试验和失效分析。

⑦ 组织可靠性和维修性数据和信息的收集与反馈。

设置专职的可靠性管理机构,并非是包办一切可靠性工作。专职管理机构必须依靠和发挥各个职能部门的作用,共同完成可靠性工程与管理任务。

各有关职能部门可靠性工作职责如下:

设计部门负责可靠性设计、保证设计可靠性。

工艺部门负责可靠性工艺及工序质量控制,保证工艺可靠性。

制造部门负责生产制造,贯彻执行工艺,保证制造可靠性。

供应与质量认定部门负责原材料、元器件、零部件的认定和采购,保证材料可靠性。

检验部门负责检验及试验,对产品可靠性进行评估和监督。

生产计划部门负责均衡生产,为制造可靠性提供保证。

设备、动力部门负责生产设备的维护及环境条件的保持,保证设备及环境条件符合要求。

计量部门负责测试设备及工具的计量,保证测试设备的完好及精度。

仪表部门负责仪表的维护,保证仪表的完好及精度。

劳动人事及教育部门负责人员的配备与可靠性培训,保证人员的素质。

数据部门负责可靠性数据的收集、存储、处理,为设计、制造、维修、管理提供依据。

情报部门负责可靠性情报的收集与传递,为各部门工程应用与管理决策提供依据。

标准部门负责可靠性、维修性、安全性标准的收集与贯彻,对可靠性工程与管理实施标准化监督。

销售服务部门负责售后服务与维修,维持产品可靠性水平,收集现场数据。

(四) 可靠性教育与培训

可靠性工程与管理水平以及产品可靠性水平取决于人才的可靠性水平。为此,必须大力开展可靠性教育培训。

可靠性教育培训十分需要宏观的统筹和微观的实施。应根据国民经济发展以及企业、研究所等单位的需要,将可靠性工程与管理列入高等教育专业目录,有计划地开展可靠性工程与管理的在校教育和在职教育。对高等院校的可靠性专业建设和课程设置进行统一规划和部署,对企业和研究所在职人员可靠性培训的内容及方法进行指导。

从国内外可靠性教育实践的经验来看,可靠性教育有以下规律和特点:

① 为在职人员举办可靠性工程与管理培训班,是可靠性教育的主要形式。它的特点

是：培训人员多，教育联系生产实际，针对性强，能够学以致用。现在正在各种专业岗位上的研究人员、设计人员、工艺人员以及管理人员，已经掌握了第一专业，并且积累了相当丰富的实践经验，对他们进行第二专业——可靠性专业的教育培训，并在专业工作中应用，是在各种专业工作中落实可靠性设计、制造、试验与分析的有效方法，也是大量培养既懂专业又懂可靠性的人才的好形式。在这个基础上，将会涌现一批懂专业的可靠性工程与管理专家，成为该专业该单位可靠性工作的带头人。事实上国内外许多著名的可靠性专家都是这样锻炼出来的。

在培训中对不同岗位的人员应该有不同的要求：

对于领导干部和管理人员，是帮助他们了解可靠性工程与管理的重要意义，了解可靠性工程的基本内容和主要方法，掌握可靠性管理的基本概念、程序与方法。使他们重视可靠性，领导并支持工程技术人员开展可靠性工作，对产品各阶段的可靠性工作进行科学的组织与管理。

对于工程技术人员，是帮助他们了解可靠性工程与管理的重要意义，掌握本岗位的可靠性工程的理论与方法，了解可靠性工程与管理的全貌。使他们重视可靠性，结合本专业和本岗位，正确应用可靠性工程技术，搞好可靠性设计、制造、试验、维护等工作，提高产品可靠性水平。

对操作执行人员，是帮助他们了解可靠性的重要意义，掌握本岗位的操作程序与方法，了解可靠性管理的相应要求。

② 在高等院校有可靠性要求的专业设置可靠性课程，是完全必要的。它可使学生在学习和掌握第一专业的同时掌握必要的可靠性理论与方法，只有如此，才能在工作岗位上正确地进行专业活动。

③ 可靠性工程与管理已形成一门学科，并不断地向前发展，因此培养一批专职从事可靠性理论研究与管理实践的高级可靠性专业人才很有必要。通常是在高等院校和研究所招收可靠性博士、硕士研究生，通过系统地进修可靠性理论并进行专题研究，培养各方面的可靠性高级人才。

④ 双学位制度是成批培养可靠性中级专门人才的重要途径。在学生掌握第一专业的基础上，再系统学习和掌握可靠性专业，这种双学位生的复合型知识结构可以使他们向可靠性工程师方向发展，成为企业、研究所的可靠性工作骨干。

(五) 可靠性情报与数据

1. 可靠性情报与数据的意义

可靠性情报是开展可靠性工程与管理的重要依据和参考。各部委专业情报研究所及地方情报研究所有必要将可靠性作为一个重要门类，对国内外的可靠性情报有计划地进行收集、储存、检索和交换。

在可靠性工程与管理的实践中，不但要进行定性分析，而且要进行定量分析。可靠性定量分析的依据是可靠性数据。开展可靠性工程，包括研究、设计、制造、试验、维修，都离不开可靠性数据。开展可靠性管理，包括分析现状、研究问题、预测发展趋势以及判断管理决策的有效性，也都离不开可靠性数据。可靠性数据产生于产品设计、制造、试验、使用、维修的