

译文专辑

电 子 工 业

可靠性与质量管理

DIANZIGONGYE KEKAOXING YU ZHILIANGGUANLI

上海市仪表电讯工业局科技情报研究所

目 录

1. 夏普公司的可靠性管理活动.....	(1)
2. 松下通信工业公司的可靠性技术.....	(6)
3. 松下通信工业公司的计测管理.....	(15)
4. 可靠性测试的分类.....	(26)
5. PPM管理的考虑和进行方法	(33)
6. 陶瓷电容器制造及PPM管理	(44)
7. 铝电解电容器的寿命加速及其加速系数.....	(51)
8. 电子元件失效率减载曲线.....	(75)
9. 元件的实验室测试和现场失效率之间的相互关系.....	(95)
10 多层布线板的可靠性	(99)
11 集成电路电特性误差的减少.....	(104)
12 开展质量管理活动, 改善集成电路装配工艺.....	(110)
13 红外技术在集成电路失效分析中的应用.....	(116)
14 塑封半导体器件生产中的质量管理和筛选.....	(125)
15 发光二极管封装用环氧树脂耐湿性和高温特性的评价.....	(131)
16 焊接与质量管理.....	(134)
17 开展全员TQC活动以使不合格率降到PPM.....	(146)
18 引线框全面镀银的可焊性评价.....	(153)
19 彩色电视机用印刷板单元的自动化调整和检查	(158)
20 技术革新对印刷电路板测试的影响.....	(163)

夏普公司的可靠性管理活动*

1. 序 言

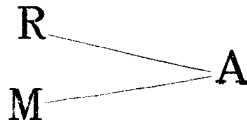
夏普公司生产并销售电视机、录象机(VTR)、立体声收录机、电子烤炉、冰箱之类的家用电器以及事务机、工业设备乃至电子部件(太阳电池、大规模集成电路)等等范围广泛的商品。

对于这些商品的需求是多方面的而且是多种多样的。特别是家用电器商品,由顾客的价值观的变化及省能化问题而引起的需求方面的多样化,个性化倾向更为显著。把生活提案放在首位制定出来的商品计划作为“新生命战略”,并以新技术的研制及推广等实力方面的推进作为新技术战略,整个夏普公司都在推进这种需求方面的变革。

在这些战略推进的过程中,对于成为关键条件的质量及可靠性问题,也明确制定了全公司性的方针,根据该方针来开展活动。

本公司以“生产最佳商品”作为经营的基本方针之一,而有关可靠性管理的基本方针则规定了以下几点,简称为“RAM”,按照“RAM”开展全公司系统的可靠性管理活动。

- (1) 向顾客提供不易产生故障且安全可靠的商品。[Reliability “R”]
- (2) 提供优质的服务,一旦商品发生故障能及早地予以修复。[Maintainability “M”]
- (3) 通过上述“R”和“M”,高度维持商品的综合使用价值。[Availability “A”]



2. 可靠性管理活动的组织

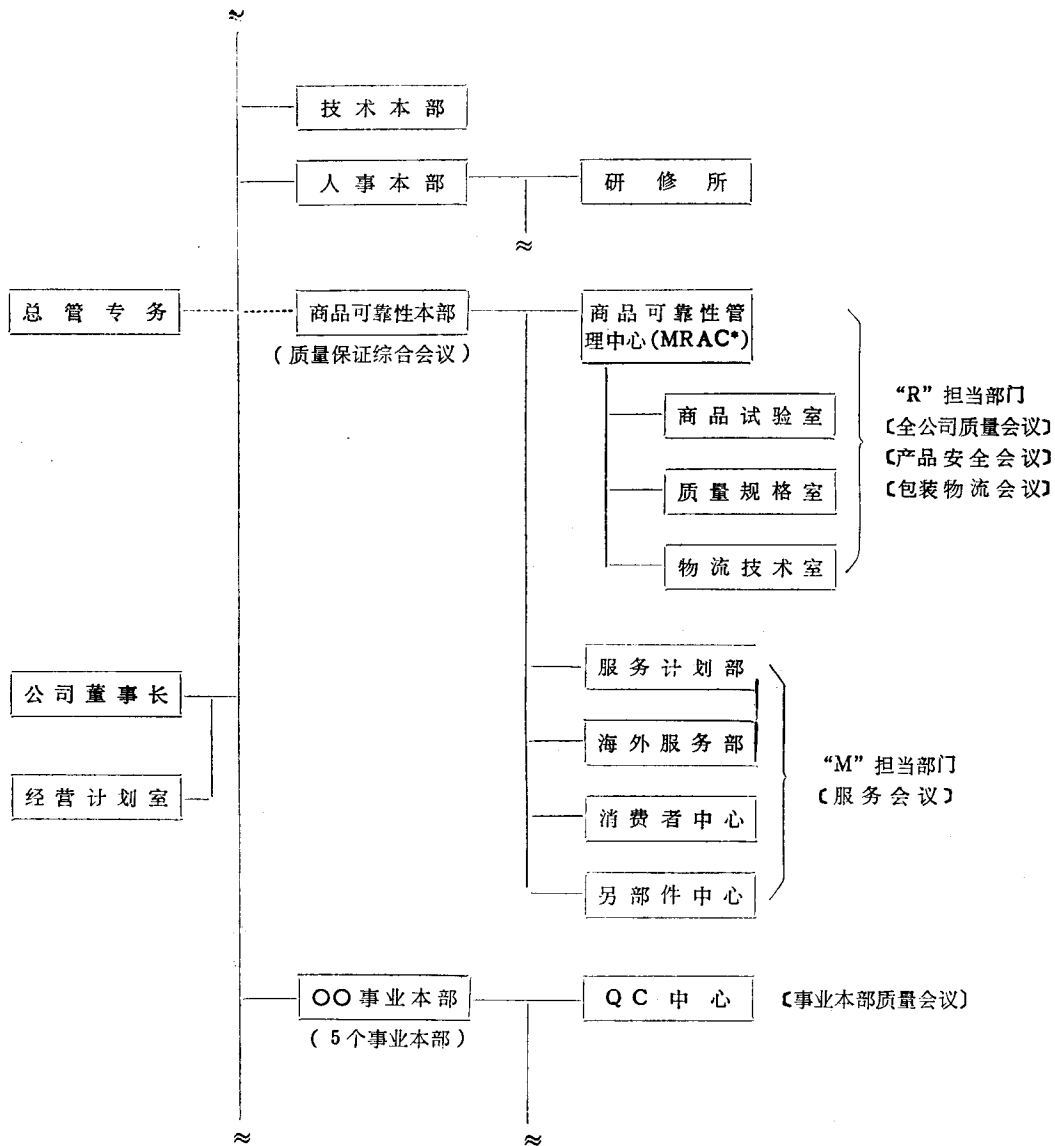
本公司的组织是由负责商品生产的事业本部,营业部门,管理部门的总公司办事机构及技术开发研究部门组成,分别承担各自的职能。

可靠性管理活动的组织从属于总公司办事机构和事业本部,这些机构形成一个整体,从而能有效地开展活动(参照图1)。

作为总公司办事机构的商品可靠性本部,包括负责“R”的商品可靠性管理中心(略称MRAC)及负责“M”的服务计划部等四个部门,它具有在全公司范围内具体而有效地推进“RAM”的作用,同时也总管事业本部中的质量保证推进部门——QC中心(该中心直属事业本部部长领导)。

本公司设置了“质量保证综合会议”(由商品可靠性本部部长为委员长、各事业本部副部长为委员构成),作为实施可靠性管理活动及直属于总管专务领导的最高审议机构,有关可

* 东安美:“シャープにおける信頼性管理活动”,品质管理, Vol.30, No.7, pp20~24(1979)。许士平译。



• MRAC: Merchandise Reliability Administration Center

图1 可靠性管理活动组织

可靠性管理方面的决策均由该会议进行审议。作为该会议的下属组织，设置了图1所示的“质量会议”、“产品安全会议”、“包装物流会议”及“服务会议”等例会（这些会议均由各事业本部的QC中心的室长为成员），分别按不同的职能就全公司共同有关的事项具体进行审议。这些会议所决定的事项将在事业本部质量会议上得到彻底的具体的贯彻。夏普公司正是通过这种全公司系统的网络来谋求总公司与事业本部之间的密切联系。

3. 可靠性管理活动的实际内容

从新产品计划的制定一直到商品出厂后的善后处理，整个可靠性管理活动，基本上是根据

据公司内部标准(称为SS: SHARP Corporation Standard)制定的“可靠性程序”(图2)进行的。决定产品的商品化、设计审查、认定试验,批准批量生产及决定商品出厂等等,每一个过程都规定了具体的时序及研讨的部门。以这种可靠性程序为基础,事业本部对每种商品均按事业本部标准(称为事业本部SS)具体而详细地作了规定。

下面,就实行可靠性程序过程中,最近作为重点措施而具体贯彻的可靠性管理活动的一个方面作些介绍。

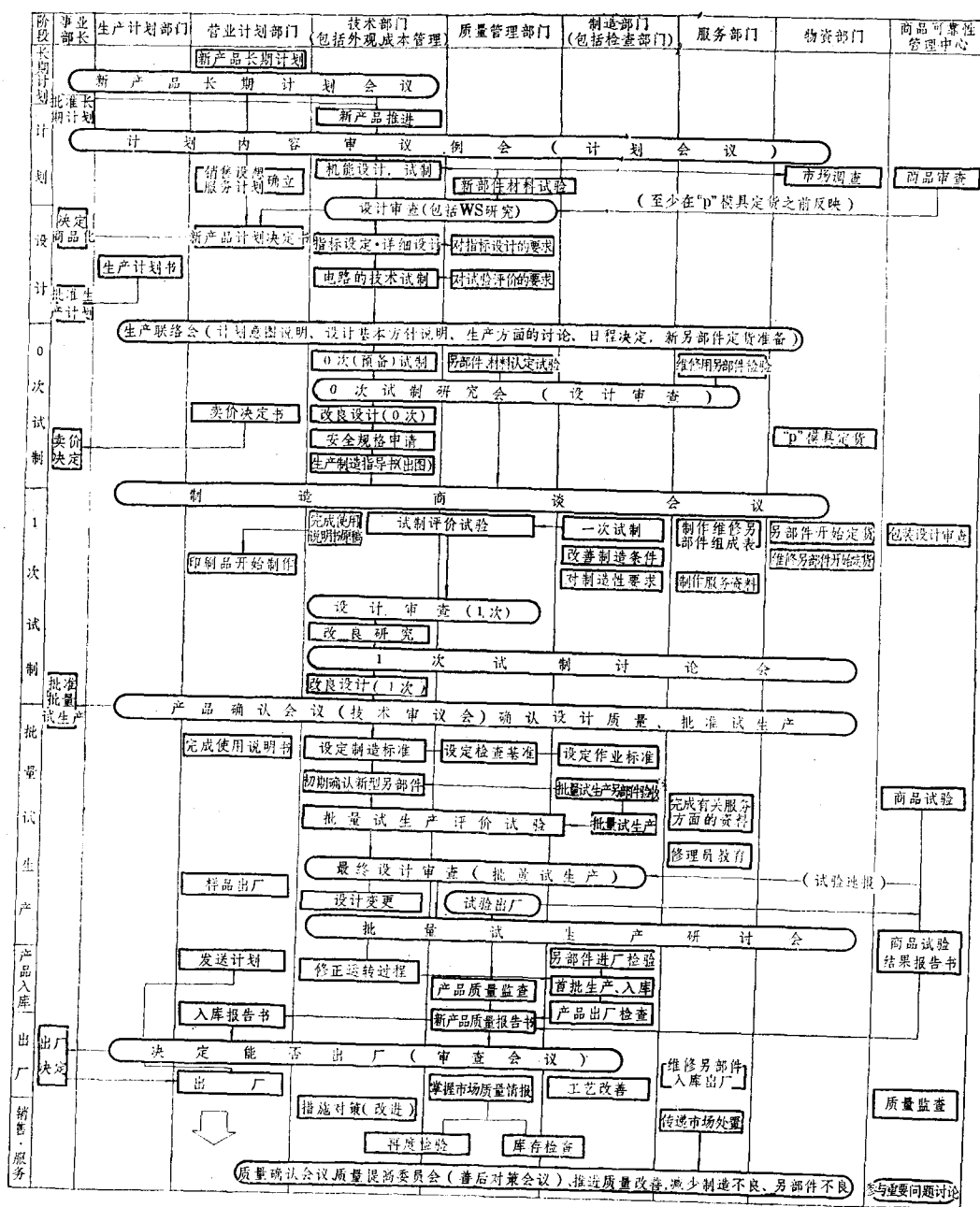


图2 可靠性程序

3.1设计审查和商品审查

在商品化的各个阶段（见图2的“阶段”栏：计划、设计、试制等），对该商品的使用性、可靠性、安全性、服务性及标准化等等进行审查的系统即所谓设计审查，本公司是以QC部门为主管部门，在全公司范围内导入了这种审查系统并取得了许多成果。但是该系统由于是以事业本部内的固有技术及经验为中心的，因而在新技术的采纳（例如加入微型计算机等）或组合化商品（例如电视、无线电收录机及计算机的组合商品等）的商品化方面存在着一定的局限。

为此，对于上述的那种新型的高档商品，夏普公司设立了集中全事业本部技术（经验）的“商品审查制度”，该“商品审查”以MRAC为中心（MRAC拥有对各事业本部具有丰实的商品及技术知识的人员），同时邀集其他的专家共同进行审查。商品审查的结果在进入详细设计之前，还将以“定货单”的形式征询改进要求，然后在事业本部DR内形成必须遵守的规则。

3.2另部件认定制度

为了确保作为商品可靠性基本要素的另部件、材料的可靠性，夏普公司很早就设立了“另部件认定制度”，规定了凡未经认定，原则上不能定货的制度。同时作为认定的重要条件，还附加了必需进行精密试验的义务。以前，这种精密试验规定均由QC部门实施，然而由于近年来另部件本身固有可靠率的提高，也采用了在评价精密试验的合格率和制造厂管理水准的基础上，根据其实际成绩参照厂商数据资料申报而进行认定的制度。

事业本部的认定数据资料，每月报告给MRAC，记录在全公司性的计算机上，按不同的另部件及厂商进行分类统计，再分发给整个事业本部。这种对全公司系统认定的数据资料的有效运用，将有助于认定试验的省力化，防止重复试验及发生不良情况时作为取消认定的判断数据。

3.3可靠率设计

为了确保商品的固有可靠率，在设计阶段就需进行可靠率设计：削减另部件数量，集成化（电路的大规模集成化等），减少接点数，降低由低功耗化而引起的热应力及导入自动化（防止人为差错）等等，采取这些措施以在广范围内谋求去除产生不可靠率的主要因素，再进一步通过可靠率预测法来改善固有可靠率。

在可靠率预测方面，研制了两种预测法。一种是本公司独自的预测法，它以MIL-HDBK

品名		立体声收录机		型号		GF-〇〇〇		数据调查用											
编号	另部件名称	使用个数	电 气 应 力						修正系数 C F	应力比 S	另部件温度 ⑦	器件数 ⑧	复杂度 ⑨	〇〇接点 数 ⑩	〇〇端子 数 ⑪	〇〇开关 次数 ⑫			
			额定值			实际使用负载													
			电流 ①	电压 ②	功率 ③	电流 ④	电压 ⑤	功率 ⑥											
1	晶体管 Q ₁	1	—	30v	100	—	5.2v	5.2mw	0.67	0.17	31℃	—	—						
2	晶体管 Q ₂	1	—	30	100	—	4.7	4.9	0.67	0.16	31	--							
3	晶体管 Q ₃	1	—	30	100	—	1.4	1.4	0.67	0.05									
4	晶体管 Q ₄	1	—	30	100	—	3.5	4.9											

除本工作图表外，也使用
计算故障率的工作图表

除本工作图表外，也使用
计算故障率的工作图表

图3 工作图表

-217B为基础,采用反映本公司商品市场可靠率实际成绩的数据资料(称为AFL,后述)等进行修正;另一种则是在上述预测法的基础上,能缩短预测时间的简易预测法。这二种预测法均以制成手册的形式开始得到运用。图3为可靠性预测中所使用的工作图表一例。

3.4 可靠性情报的管理和运用

从计划、设计一直到市场、服务的各个段阶的可靠性情报信息,通过各种渠道被系统地收集起来,并加工成“技术情报(TI)”及“改善事例集”之类的情报资料以进行有效的运用。关于这方面的详细内容,见第九次可靠性、保全性讨论会上介绍的“关于可靠性情报的收集和交换系统”资料。

除此之外,还将市场的服务数据资料定量化,对主要品种算出它的月故障率(图4),并以这种数据为基础按不同的商品类别设定容许故障率水准(称为AFL: Acceptable Failure Rate Level)。把这种AFL规定为监视市场的质量异常情况的功能控制线(action guide Line),同时用作为可靠率设计的目标值及正确评价预测可靠率的一项指标。

不同类别的月故障率变化

品名 类别名 00000

78.06 78.07 78.08 78.09 78.10 78.11 78.12 79.01 79.02 79.03

1.000-000

故障件数	9	5	12	9	20	8	15	11	17	9
销售台数	1505	1639	2169	2341	2637	2637	2637	2646	2656	2672
故障率(%)	0.598	0.305	0.553	0.304	0.758	0.303	0.589	0.416	0.640	0.337

不同型号平均 0.489%/月 (115/23539)

2.000-000

故障件数	14	9	13	11	13	9	13	15	17	19
销售台数	1577	1745	2438	2681	2754	2853	2881	2889	2893	2895
故障率(%)	0.888	0.516	0.533	0.410	0.472	0.315	0.451	0.519	0.588	0.656

不同型号平均 0.519%/月 (133/25808)

图4 故障率计算例

3.5 教 育

提高商品可靠性的基础在于培养可以信赖的人,公司的全体人员被赋予受教育的均等机会,同时,研修所管理着全公司的一切教育事务,以便在知识技能的学习及职工自我教育精神的培养这两个方面,更均衡地加以考虑。

其中,关于质量、可靠性及服务方面的专门学习,商品可靠性本部按不同阶层,不同工种制订学习计划,然后由研修所及各事业本部的QC中心共同负责全公司系统的学习。此外,还举办“质量管理研究发表会”(最近的主题几乎均与可靠性有关),开展可靠性研究会之类的研究活动等等,以这些方式作为交流、讨论可靠性管理和固有技术的途径,从而提高学习的效果。

其次,翻译和整理公司外部发表的重要文献或记事(例如:ICQC1978年度,杰朗博士在东京发表的讲演:“日本和西洋的质量比较”;《Business Week》(3/12特集号)发表的“美国企业正以日本企业方式力求提高质量”)之类的资料,以有助于向管理人员进行启蒙教育及发挥他们的创新精神。

(下接第14页)

松下通信工业公司的可靠性技术*

摘 要

出厂时判定为合格的产品投放市场后发生故障的原因通常认为,除去早期故障的话,几乎全是由使用元器件的潜在缺陷和设计不周所造成。早期故障一般因制造不良和检查差错所致,大多可采取热老化试验等措施加以排除。

因此,要制造出高可靠产品,首先须注意元器件的选择和(功能、性能以外的)设计。从这一思想出发,本公司以质量保证中心为核心,开展了以下可靠性活动。

- (1) 可靠性设计技术的采用和研制
- (2) 对新采用的元器件等进行质量、可靠性鉴定
- (3) 元器件、材料的故障分析
- (4) 质量、可靠性情报的收集和普及

本文将结合各种实际用例介绍这些活动内容。

1. 序 言

本公司经营工业电子产品,自创建以来,一直为实现用户所切望的高质量和高可靠性要求而作出了努力。60年代中期,在承接政府机关和大公司企业有关仪器及系统设备的订货中,逐步明确应在产品说明书中规定可靠性的具体数值〔如MTBF(平均故障间隔)〕。与此相应,1967年本公司电子计测事业部在出售新产品示波器时,产品样本上标明了MTBF为1000小时。据说这在日本的市售商品中具体表明可靠性指标还是第一次。

本公司以1968年设立的可靠性委员会(现改为可靠性技术联络会)为中心,开展了全公司性的市场故障率数据的收集交换和可靠性设计法学习会等活动。在组织上设置专门机构是必要的,为此在1970年9月设立了可靠性中心并作为总公司的一个机构。以该组织为核心,补充软、硬件方面的设备及技术力量,使现在的质量保证中心于1973年2月正式开始工作。

7年来,该中心一直起着松下通信公司开展可靠性活动的中枢作用。不管产品的面如何广,也不管系统结构如何复杂庞大,可靠性设计的基本方法和设计中所使用的元器件的问题都是共同的。从这一共同点出发,以较少的技术力量来提高整个企业范围的可靠性,是该质量保证中心的特色。可靠性设计的基本方法可称之为软件工程学,而元器件的可靠性问题则称为硬件工程学。

下面围绕软件,硬件两方面质量保证中心的活动状况,介绍本公司可靠性技术的概况。另外,质量保证中心还负责计测管理,经营标准室业务,有关这些内容,在“松下通信公司的计测管理”一文中再作介绍。

* 藤川忠重:“松下通信の信頼性技術”,National Technical Report, Vol. 26, No. 1, pp178~186 (1980)。邱秀兰译。

2. 软件工程学

2.1 可靠性设计方法

松下公司很久以来一直进行着初步的可靠性预测方法（计算 MTBF 等）和威伯尔概率图表纸的使用方法之类的普及工作，由于多年来市场故障率数据的积累，几乎所有产品在设计阶段就能算出 MTBF，这工作由各事业部中技术部的设计人员本身来做。但如果是具有冗余度的复杂系统的话，则虽至各单元阶段仍能采用上述方法，但整个系统的可靠性分析须由质量保证中心的专职人员协助设计部门来进行。

2.1.1 单机的 MTBF 计算

对每个典型品种，参考以往的市场故障率数据来规定标准故障率，备有计算 MTBF 的标准故障率表。计算极为简便，只要决定了设计中使用的元器件的构成情况，记入每一台机器或系统的每一个单元所使用的同类元器件数，将此数字乘以故障率以算出同类元器件的故障率小计，然后把这些小计相加，便能得到总故障率，其倒数就是 MTBF。虽考虑到有些元器件的故障率不明及环境条件变化等因素而要增加若干次运算，但总的说来，是能在算术范围内简单地进行的。如能准确地掌握产品投放市场后的质量情报，并把这些情报反馈给设计部门，反复地进行改进，则上述 MTBF 的计算值可进一步提高。在示波器系列中，通过反复改进，最近记录在市场实际成绩中的 MTBF 已达 9000 小时。

2.1.2 包括冗余系统的 MTBF 计算

关于上述 MTBF 能用简单的算术方法进行计算的理，在元器件的故障是偶发性的、并按指数分布发生这一假定条件下，可用数学方法作如下说明。

$$\begin{aligned} R_s(t) &= e^{-\lambda_1 t} \cdot e^{-\lambda_2 t} \cdots \cdots \cdot e^{-\lambda_n t} \\ &= e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_n)t} = e^{-\lambda_s t} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\lambda_s = \lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_n \quad (2)$$

式中， $R_s(t)$ 为系统可靠性， $e^{-\lambda_i t}$ 为元件可靠性， λ_i 为元件故障率， λ_s 为系统的总故障率。但在此系统中，哪怕只有一个冗余系统，算术计算就变得不可能了。

例如，当考虑图 1 所示的最简单的并联冗余系统时，

$$R_s(t) = 2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t} \quad (3)$$

$$\lambda_s(t) = 2\lambda(1 + e^{-\lambda t}) / (2 - e^{-\lambda t}) \quad (4)$$

总故障率与时间相关而变得复杂起来，不能与其它的串联系统相加了。

不过，在这种冗余系统中，一般情况下，是在 1 台机器发生故障用仅剩的另 1 台机器继续进行工作期间，修理有故障的机器。在图 1 系统中，如考虑修理率 μ （ $1/\mu$ 为平均修理时间），则

$$R_s(t) = \frac{1}{S_1 - S_2} (S_1 e^{-s_2 t} - S_2 e^{-s_1 t}) \quad (5)$$

$$\text{式中 } S_1, S_2 = \frac{1}{2} (3\lambda + \mu \pm \sqrt{\lambda^2 + 6\lambda\mu + \mu^2}) \quad (6)$$

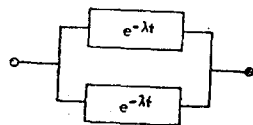


图 1 并联冗余

并且, 此系统的MTBF(θ)为

$$\theta = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\mu + 3\lambda}{2\lambda} \quad (7)$$

式(5)虽显得很复杂, 但笔者发现, 实际上由于 $\mu \gg \lambda$ (故障间隔 $1/\lambda$ 比修理时间 $1/\mu$ 大得多)这一特性, 按计算值, 式(5)的 $R_s(t)$ 与指数分布极其接近, 而且那种场合的假想故障率, 用式(7)的倒数进行置换完全适用。据美国的文献记载, 采用式(6)的 S_2 作为近似故障率, 即:

$$S_2 = \frac{1}{2} (3\lambda + \mu - \sqrt{\lambda^2 + 6\lambda\mu + \mu^2}) \quad (8)$$

这与前者相比, 不仅近似度差, 而且在更复杂的冗余系统情况下, S 是无法计算的, 因而失去普遍性。

进行修理的冗余系统的可靠率函数, 除象上述那种极其简单的情况外是不能用解析方法表现的, 但这些系统的MTBF一般可根据拉普拉斯变换的基本特性用代数方法求出^[2]。

笔者用上述方法对几种冗余系统模式在数值计算上确认了近似性, 发现将系统中的一种冗余系统单元置换成以该单元的MTBF的倒数作为固定故障率的一个单元的话, 不管系统中包括多少重冗余系统, 都可用算术方法计算出MTBF^[3]。

2.1.3 大型复杂系统的可靠性评价

交通管制系统和广播电台系统由于它们具有公共性质而要求有很高的可靠性。加之系统庞大, 造成元器件数目增加, 总故障率也相应增大。因此, 在这种系统中, 配备着多重后备机构以尽量抑制系统减退(system down)这种最坏状态的发生。在这种场合, 用上述计算方法可有效地算出整个系统的MTBF(系统减退的平均时间间隔)。

1973年交付给NHK广播中心的“新闻发送系统”^[4]是一个非常复杂的系统。计算结果表明, MTBF8250小时大致能满足1年最多出现1次系统减退这一要求。但是, 系统安装后的实测值超过了这一数值。

2.1.4 故障方式效果分析(FMEA)

本公司也参与人造卫星上用的各种观测装置和火箭的定时器等宇宙开发方面的设计, 而质量保证中心作为主要承担部门一直参与有关的设计审查工作。其中所应用的FMEA/CA(故障模式效率和临界)和WCA(最坏情况分析方法是有效的)。

由于在出口用电键电话上适用FMEA方法的结果, 其效果不只局限于设计阶段, 而且在出口后获得了超出预测的好的市场成绩, 目前正致力于将这些方法逐步地应用和普及到整个企业范围。

2.2 数据收集和数据库

可靠性预测的基本在于掌握构成机器的各个元件的故障率。为此, 早期曾利用了阿伦斯表和MIL-217A之类的数据。但是, 目前已不适用于实现了高可靠性的日本的电子元器件。此后提出的MIL-217B中的元器件故障率计算方法与日本的实际情况也不符。

因此, 须由自己收集和积累数据。但是, 各个企业的数据量是不充足的, 须将全公司的数据和有关情报汇集到质量保证中心, 共同加以利用。本中心成为中枢而存在的理由也就在这里。

另外, 作为日本的中心有日本电子元器件可靠性中心(RCJ), 该中心所收集、积累的数

据的交换制度于1975年开始执行,其内容不断地得到充实,这的确是令人满意的。

2.2.1 数据的收集和分析

本中心对各事业部的有关部门定期进行巡访,收集与元器件有关的质量异常数据、试验数据及市场数据,把它们抄入规定的表格中,再输入到下述的数据库中以供实际应用。得到的市场数据是维修卡片之类的原始数据及其统计表等,一般集中进行分析。

“电视卫星装置单元中的10年使用数据分析”^[6,7]便是其中一例。数据分析的元器件数为52万只,总元器件时间为312亿小时,单元台数为5290台,实际工作时间平均6~9年。其中,如图2所示,从威伯尔概率图表纸上可看到晶体管的10年故障过程实例。即在结束早期失效期($m=0.3$)约1年时间的自然热循环后,进入偶发失效期($m=1.1$),约经过8年而到达磨损失效期($m=4$),这是一个典型的巴斯达布过程。故障率变化的巴斯达布曲线在各种教科书中都有说明,但用实际数据来表示3个过程则可以说是罕见的。

文献^[8]是根据本公司几种产品的市场故障率数据的分析结果,表明了电子元器件的故障率和机器的MTBF等在统计上具有同一倾向,得到了非常有趣的结果。下面举图3为例。该图示出了某产品的MTBF和电子元器件引线总数的相关性。图中是在大规模集成电路和集成电路的引线数分别为40和16,有源器件的引线数为其两倍的条件下来计算总数的。

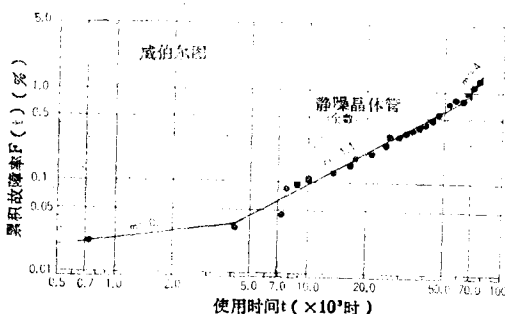


图2 晶体管10年失效过程

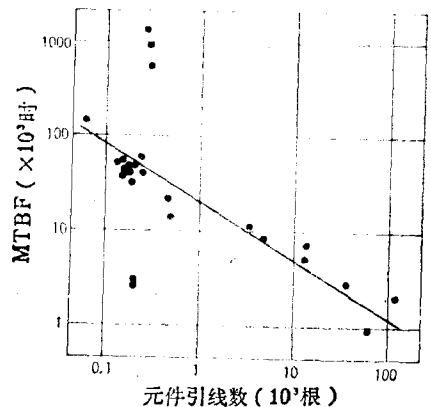


图3 产品规模和MTBF的关系

2.2.2 数据库(元器件质量情报检索系统)^[9]

为了统一收集和掌握全公司范围的元器件质量情报,充实公司以外的中立机关、公共机关(RGI、EXACT等)的情报,反馈这些情报以实现所有产品的高可靠性设计,研制了数据库,并于1976年10月开始运用。

以往要从其它事业部索取有关某元器件的事故经过、可靠性试验数据、市场故障率数据等情报非常不便,数据库只要内容丰富,就能马上对此作出响应。

在本中心的终端可进行数据的输入、校正、清除和输出,而事业部的终端只能进行数据输出。利用键盘和光笔将所需数据检索出来,并显示在显象管(IBM-3276)上,利用打印机(IBM-3284)将显象管屏幕上的情报进行硬拷贝。这些装置与总部电子计算中心的中央处理机(IBM-370/148)联机。此系统结构见图4。

现在,已经输入了上述的质量异常数据、试验数据和市场故障率数据共5000多件,而且能将这些数据及其总计情报输出。如实现正在筹建之中的PPL(推荐元器件表)制度,就有

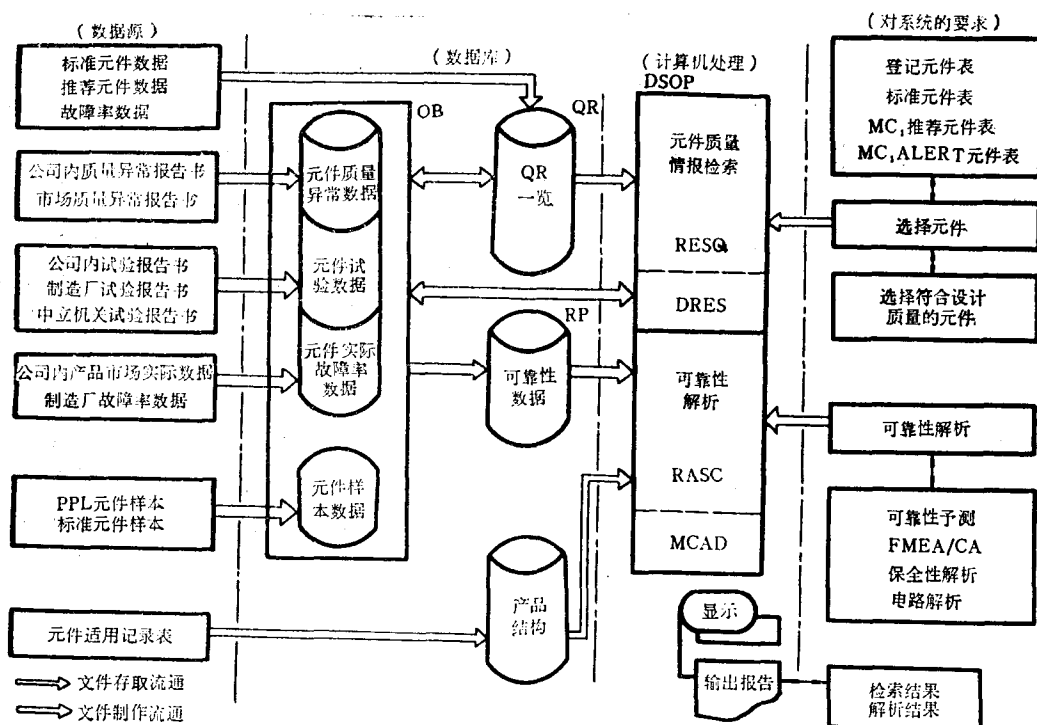


图4 元器件质量数据库系统结构图

可能选择质量得到保证的元器件。另外，作为将来的构思来说，准备扩充系统，以便掌握不同使用条件（环境、负载等）下的故障率，以及在产品设计时通过与计算机对话的形式进行可靠性预测、FMEA/CA和保全性分析。

2.3 质量情报和技术情报的交流

无论是在硬件方面还是软件方面，迅速圆满地交流质量情报和与此有关的技术情报，将大大有助于防止异常质量问题的发生和全公司质量水准的提高。除上述的数据库外，还进行着以下情报活动。

(1) 紧急事故联系

在各事业部的进厂检查、工艺及市场中发生了严重的质量问题时，就不再等待数据收集巡回，而与质量保证中心联系，说明概况，并在查明情况后制作包括有发生情况、原因和应急措施等内容的“紧急事故联系表”，及时通报全公司各有关部门。当然，该内容也输入数据库。

(2) 可靠性技术交流会和可靠性成果发表会

每月召开一次由各事业部的代表参加的可靠性技术交流会，进行可靠性情报的交流和实地参观等。另外，每年召开一次“可靠性成果发表会”。

(3) QAC (质量可靠性管理) 通讯

每月发行一期“QAC通讯”，介绍新技术、试验和分析结果的摘要，事业部的可靠性活动内容和新采用的元器件情况等，努力普及有关的技术情报。

(4) 技术报告书

包括有可靠性设计援助、软件研制、数据分析、可靠性试验、故障分析、材料分析和其它各种调查等内容，并作为正式的技术资料注册登记，以供全公司使用。

2.4 运筹学概率统计法的应用

可靠性的数学理论基础是概率论。故障和修理问题是一个典型的生死存灭过程，在运筹学中就是一个等行列问题。利用由这些派生出来的超越可靠性技术范围的运筹学及实验计划法等来援助事业部。例如将运筹学应用于系统设计的最佳化、系统效率的分析及各种业务问题，将实验计划法用于改进工艺等。

3. 硬件工程学

3.1 可靠性试验

元器件使用前的质量鉴定是个重要的课题，尤其是对新采用的元器件和有过弱点的元器件，必须倍加注意。

对此，各事业部也都在进行试验和研究，对于那些包含新的技术内容的和关键的通用性大的元器件，则由本中心进行试验和鉴定。图5是环境试验室的一个部分，示出恒温槽、恒温恒湿槽等试验设备。此外还有冷热冲击试验机、煮沸试验机、压力炉、腐蚀气体试验槽、振动试验机和万能寿命试验机等。这些设备的试验结果将成为数据库的重要数据源。下面略举数例。

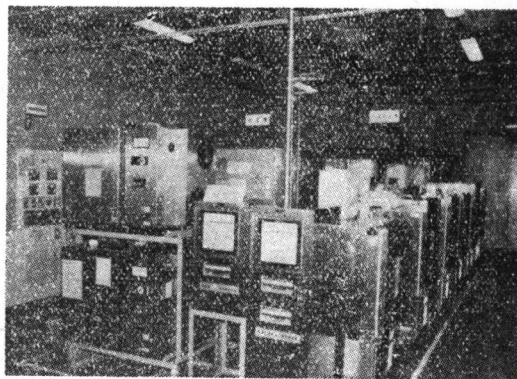


图5 环境试验室

3.1.1 无接点继电器和光电耦合器的试验

在交付给公共机关的系统设备中，在采用某个已基本定型的无接点继电器新产品时，本中心对该继电器进行了以下4项试验。结果为：热冲击试验中发光二极管开路，高温高湿试验中绝缘电阻降低，高温负载试验中硅油流出，振动试验中引线断线，真令人不胜寒心。然而试验的内容决不是苛刻的。

因该继电器的使用个数达数千个，所以可以说是一个防重大事故于未然的例子。

另外，在对同一系统中使用的光电耦合器进行的煮沸试验中，经过几百小时后发现变换效率减半，因此，设计时力求做到即使变换效率减半仍能保持系统的功能。这样在预防事故于未然方面取得了效果。

3.1.2 电解电容器的寿命比较试验

以前电解电容器的寿命是一个问题，本中心对四个公司的产品进行了各种负载条件下的寿命比较试验，发现各公司的产品的优劣随环境条件而异^[10]。

这次试验采用了3,600只电容器，各试验时间为10,000小时，作为用户试验来说其规模是相当大的。因手工测定耗时太多，所以研制了以小型计算机为主的自动测定系统。该系统设计成能依次自动测定安装于支架上的50个测试样品，并且至结果统计处理的所有测试均能自动地进行。如将打字机打印好的纸带切断，装订成册，就成了一份报告书。

与此类似的装置（CPU、T/W通用）有集成电路自动测试仪。

其它的试验机器还有镀锡接插件的可靠性^[11]、CMOS集成电路的电应力试验^[12]和可靠性试验^[13]等。

3.2故障分析，特别是腐蚀问题

对制造工序和市场上所发生的元器件的不良情况，如事业部无法查明原因，则由本中心在受托后负责找出原因，采取措施。故障分析的内容涉及多方面，大多是由机械因素、过电流、静电和雷电涌等引起的，但近来有腐蚀问题，现介绍其2、3例。这些例子都是由于弄清了腐蚀的原因，在再现实验中几乎全部取得成功，所以可防止毛病重发。

3.2.1 集成电路的电解腐蚀

集成电路如密封性差，则容易渗水，使集成电路芯片上的铝丝与水起反应而发生电解腐蚀现象，这成为全行业性的问题，经集成电路生产厂作了改进，提高了可靠性，但是国外有些厂家措施不得力，至今仍有问题。

图6示出了某产品出厂约10个月后发生的电解腐蚀现象。(a)是光学显微镜照片，配线黑色部分表示铝的电解腐蚀现象；(b)是去掉(a)表面玻璃膜后用扫描式电子显微镜观察到的象。

这种故障现象在高温高湿（85℃、85%相对湿度）偏置负载试验中有可能再现，一般情况下，一批产品如果不能耐受几百小时的这种试验，投放市场后往往会发生同样的故障。

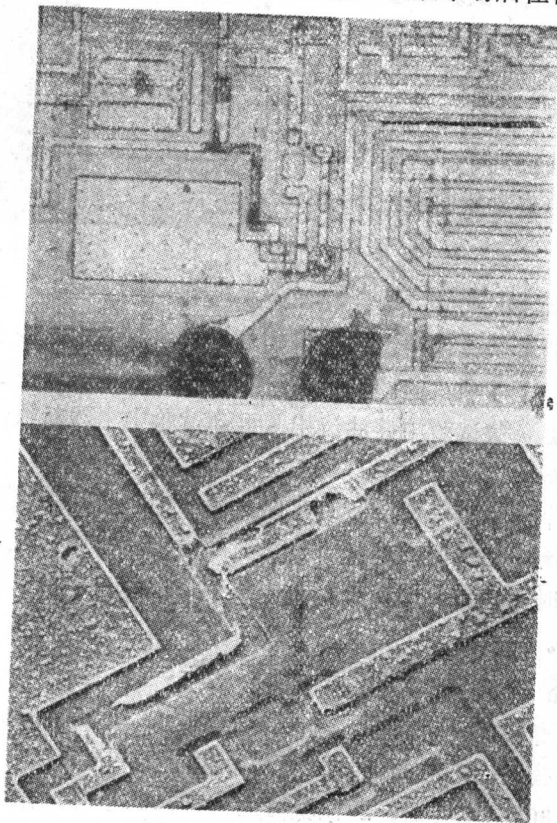


图6 集成电路芯片的电解腐蚀

3.2.2 镀锡接插件的滑动腐蚀

镀锡接插件的触点在轻微滑动情况下，被磨损的锡粉就会急剧氧化使接触电阻增加（图

7)。这种滑动起因于机械振动和冲击,在装有接插件的印刷线路板上,重力加速度G的值超过100的现象是不足为奇的。

有些接插件在行业一般进行的试验中虽没有发现问题,但在市场上却经常发生滑动腐蚀不良现象。笔者曾用独自の试验方法对几家公司的镀锡接插件进行了比较和评价,发现了意想不到的质量差别。试验的详细情况见参考文献[14]。

3.2.3合金的应力腐蚀

在黄铜和不锈钢之类的合金中,往往从金属表面的晶界产生称之为季裂的应力腐蚀裂缝。由于观察不到金属表面上的污锈,所以这种季裂缺陷的原因不清楚。

这种现象可根据通信机械工业会技术标准(CES) M0010-3在较短时间内发生。图8为黄铜制成的接线板的例子,A表示市场上使用了2年的产品所发生的应力腐蚀裂缝现象,B是同级品按上述标准在氨气气氛中放置48小时后的情况,再现了与A相同的现象。C是将B的同级品(B是按最佳条件进行热处理后的产品)在氨气中放置120小时后的情况,但未能见到裂缝现象。B、C均为装配状态下的试验。

3.2.4其它腐蚀现象

图9是小型扬声器音圈的市场不良例子。其原因是由于绕线过程中剥离了薄膜,因而,投放市场(室外使用的机器)1至2年后,剥离部出现腐蚀导致断线。这在腐蚀气体中使再现实验也获得成功,在改进产品上取得了良好的结果。

图10示出了在交付给某温泉地区的系统装置中所使用的集成电路引线(镀银)上产生的硫化银晶须现象。晶须的再现虽未成功,但不言而喻,在硫化气体气氛中使用的机器是不应使用银的。

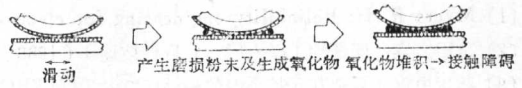


图7 滑动腐蚀机理

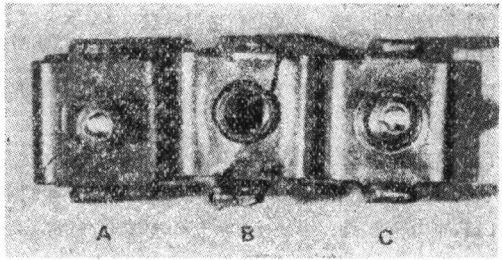


图8 黄铜部件的应力腐蚀裂缝

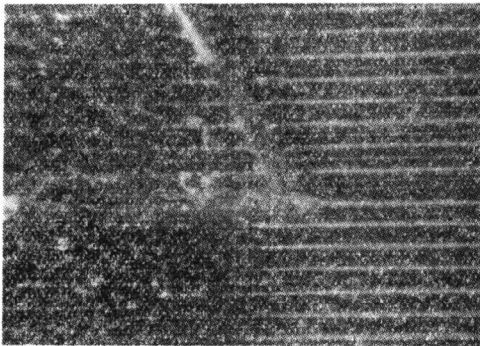


图9 音圈的腐蚀

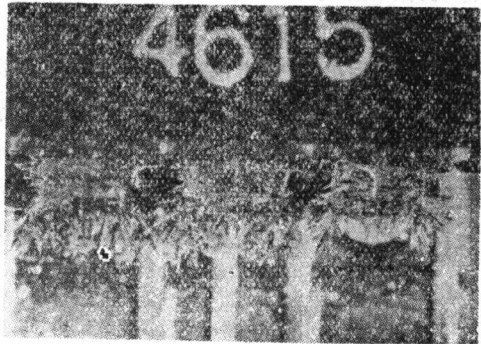


图10 集成电路引线的硫化银晶须

参考文献

- (1) Myers R. H: Reliability engineering for electronic system, (John Wiley Sons) (1964).
- (2) 市田 嵩: 保全性工学入門 (日科技連) (1968).
- (3) 藤川忠重: 複雑な冗長系の信頼性について(MTBFの簡略計算と誤差) 電子学会信頼性研究会資料, No. RT2-10 (1972.7).
- (4) 藤川忠重 他: テレビニュース送出システムの信頼性評価(移動中に修理を行なう多重冗長システムのMTBF近似計算とアベイラビリティの算定) 第4回信頼性・保全性シンポジウム報文集, p. 241 (1974.4).
- (5) 塩見 弘: 信頼性工学入門(丸善) (1972).
- (6) 稻原高行 他: TVサテライト装置用ユニットにおける10年間のフィールドデータ解析 電子通信学会信頼性研究会資料, No. R77-12 (1977.7).
- (7) 稻原高行: TVサテライト装置用ユニットにおける10年間のフィールドデータ解析 National Tech. Rept. 23, p. 360(1977).
- (8) 廣瀬民雄 他: 電子機器のフィールドデータ解析 第9回信頼性・保全性シンポジウム報文集, p. 207(1976.6).
- (9) 産田啓昭 他: 部品品質情報検索システム 第7回信頼性・保全性シンポジウム報文集, p.217 (1977. 6.)
- (10)佐藤照裕 他: 電解コンデンサの信頼性試験 第6回信頼性・保全性シンポジウム報文集, p441(1976.6).
- (11)小林佐敏他: 錫メッキコネクタの信頼性に关する一考察第9回信頼性・保全性シンポジウム報文集, p. 291 (1979. 6)
- (12)荒木伸行 他: CMOS・ICの电气的ストレス試験 第9回信頼性・保全性シンポジウム報文集, p. 297 (1979.6)
- (13)秋元 助他: CMOS・ICの信頼性試験 第9回信頼性・保全性シンポジウム報文集, p. 303 (1979. 6.)
- (14)冲山静彦 他: 錫メッキコネクタの摺動腐食不良とその评价法に关する一考察 第9回信頼性・保全性シンポジウム報文集, p. 285 (1979.6).

(上接第5页)

4. 结束语

以上介绍夏普公司发展可靠性管理活动的部分情况。此外,该公司还在积极进行许多课题的研究,诸如变更设计及实行批量生产过程中的可靠性管理;PS(生产安全),PL(生产责任)与可靠性管理;节能或公害与可靠性管理等等。这些研究活动的成果,正通过与市场的客观评价相关的AFL、Q成本及海外质量数据资料之类的管理指标来加以判断,从而确保可靠性的提高。

作为今后的实施方法,要把可靠性渗透到商品中去,就应站在“做应该做的事”这一简单而明确的基点上,确实地预先了解和弄清技术革新的速度、用户需求的变革、社会性需求(节能、公害)的扩大等等时刻变化着的重要因素,从而将“做什么?”“怎样做?”作为今后的重要命题加以考虑。为此,期望以矩阵的形式来进一步加强全公司部门间的联系,把全公司人员的聪明才智集中到新系统的开发中去。

松下通信工业公司的计测管理*

摘 要

正确的计测手段对于优质产品的研制、产品质量和可靠性高水准的维持是必不可少的。本公司对于在工厂等现场使用的计测仪器的管理(包括购买、使用、维修)采取由使用部门自己保全的方式。标准室的主要业务是,提出技术性建议,进行与测定有关的技术商谈,受托进行精密测定等。另外,标准室还负责维持公司内使用的工业计测标准。

1. 序 言

计测在电子工业中是不可缺少的手段。如果不掌握由计测所得到的客观数据,产品质量的测定,生产,新产品研制以及研究活动等都不能顺利进行。企业中的计测包括各现场的测定和计测管理体制。

本公司的计测管理,原由本公司前身——松下电器产业公司通信机事业部以及其它组织分散进行的。1960年,公司的工厂集中横浜地区,建立了松下通信工业公司,以此为契机,健全了统一的计测管理体制,即设立了计测管理体制的主要机构——标准室,并以电气标准的维持、计测仪器的校准和有关测定的技术援助为主要业务,开始了仪器设备的配备和职工的技术进修等工作。

此后20年,随着技术的发展,标准室的职能和能力有了显著的提高,业务范围也由初期的电气方面发展到公司内部工业计测等所有领域。在这期间,得到了电子技术综合研究所、日本电气计器检定所的指导,从而提高了技术水平,培养了人材。

在组织上,标准室的所属有过多次变化,但其间始终是属于作为总公司机构的技术部门,因而能站在客观立场上公正地对全公司的计测和测定技术进行管理。这从近年来各国所极力主张的标准室的独立性来看是有意義的^[1]。

本文介绍本公司的计测管理系统,特别是作为其中心的标准室的职能、能力和成果。

2. 标准室的发展经过

从1960年开始开展指示仪表的检验和校准业务,随着技术的发展,在精密度的提高和范围的扩大方面一直在谋求业务能力的提高。图1至图4以直流电压为例,示出了在标准器等

* 前田笃哉:“松下通信の计测管理”, National Technical Report, Vol. 26, No. 1, pp. 187~194 (1980)。邱秀兰译,许士平校。