

绪 论



“5·14”川航航班备降成都事件

2018年5月14日,四川航空公司3U8633航班由重庆飞往拉萨,早上6时25分起飞,7时左右,在成都区域巡航阶段,没有任何征兆,驾驶舱右座前风挡玻璃突然爆裂,“轰”一声发出巨大的声响。瞬间失压一度将副驾驶吸出机外,身体飞出去一半,半边身体在窗外悬挂。幸好他系了安全带。驾驶舱失压,当时飞机飞行高度为3.2万ft(约9754m),气温迅速降到-40℃以下,风速又大,当班机组人员穿短袖衬衫,驾驶舱物品全都飞起来了,许多设备出现故障,噪声非常大,无法听到无线电的声音。整个飞机震动非常大,使人无法看清仪表,操作困难。机长刘传健完全是人工操作,靠自己目视来判断,靠毅力掌握方向杆,完成返航迫降,幸运的是早上几乎无云,能见度非常好。07:10,3U8633航班发出“7700”紧急求助信号;07:12,3U8633航班从9400m高空急速下降到7200m;07:13,3U8633航班暂时与地面失去联系;07:15,地面确认该航班风挡玻璃破裂,决定备降成都双流机场;07:20,3U8633航班与地面进行间歇性联系,成都双流机场现已做好备降准备。机长刘传健凭着过硬的飞行技术和良好的心理素质,在民航各保障单位密切配合下,机组正确处置,飞机于07:46安全备降成都双流机场,所有乘客平安落地,有序下机并得到妥善安排。备降期间右座副驾驶面部划伤、腰部扭伤,一名乘务员在下降过程中受轻伤。

四川航空公司3U8633航班共有旅客119人,飞机型号为空中客车A319,飞机编号B-6419,于2011年7月26日首次交付给川航,机龄为6.8年,为单通道飞机,飞行次数达1859次,次数超过约87%中国民航运营客机。脱落的右侧风挡玻璃为该机原装件,投入运营至事发前无任何故障记录,也未进行过任何维修和更换工作。

事故起因有以下几种可能:第一种可能:安装风挡玻璃时使用的螺丝不合格,或安装时用力过猛,产生裂纹,造成隐患。第二种可能:玻璃材质存在问题。第三种可能:飞机在飞行过程中,由于高空机舱外温度极低,通常前风挡玻璃需要加温以维持其强度,但如果加温过程中出现短路或发热不均衡,也可能导致玻璃强度变化,在内外压力差的作用下破裂。第四种可能:风挡玻璃遭到外来物撞击,导致破裂脱落。

民航局方面在通报中称,在这次重大突发事故中,机组临危不乱、果断应对、正确处置,避免了一次重大航空事故的发生,反映出高超的技术水平和职业素养,是当代民航精神(即

忠诚担当的政治品格,严谨科学的专业精神,团结协作的工作作风,敬业奉献的职业操作)的具体体现,也是对民航局近年来抓基层、打基础、苦练基本功和提升应急能力建设成效的一次重大检验。

由此可见,航空器的全寿命周期中的质量管理关系到飞行的安全与可靠,是与我们每个人密切相关的工作。只有重视和加强产品的质量与可靠性管理,才能保证航空器的可靠性和人身安全。那么,什么是质量?什么是可靠性?什么是质量与可靠性管理?质量与可靠性管理有哪些研究内容?本章讨论这些问题,并介绍质量管理与可靠性的发展历史和重要性,作为全书的绪论。

参考资料:“5·14”川航航班备降成都事件,来自百度百科。

1.1 质量管理与可靠性的重要性

1.1.1 质量管理的重要性

质量对于现代社会经济发展有着重要的作用。当今科学技术迅猛发展,市场竞争激烈,而竞争的核心是人才、科学技术、质量的竞争。质量是产品进入世界市场的“国际通行证”,是社会进步和生产力发展的推动力,是增加社会财富,提高人们生活水平,提高企业知名度以及企业求生存、求发展的保证。质量管理是指导和控制与质量有关的活动,通常包括质量方针和质量目标的建立、质量策划、质量控制、质量保证和质量改进。

“质量改进永无止境”是质量管理的基本信念。只有改进质量形成过程中各环节的工作,才能使产品服务质量不断提高,从而使企业不断地保持竞争的优势。质量管理对提高产品质量或服务质量、降低成本、提高生产率、增强产品市场占有率和竞争力、提高经济效益、改善企业素质和企业管理等各方面都有十分重要的意义。

质量管理是企业创名牌、保名牌的秘诀。保名牌是市场竞争的重要取胜手段。但是,任何产品都有一定的寿命周期,名牌产品的寿命周期比普通产品长久,短寿命的产品不可能成为真正的名牌产品。名牌产品长寿的关键就是不断地根据顾客的需求和潜在的期望适时地进行质量改进,使名牌产品始终领先一步。

质量管理有利于推动企业技术进步和产品开发。开发新产品需要采用新技术、新材料、新工艺和新装备等,因而新产品本身就是一个方方面面改进的集合体。所以良好的质量管理能增强企业创新能力,使产品能更好地满足用户、市场和社会的需要,为企业赢得更高的质量信誉和良好的企业形象。

质量管理有利于提高企业的管理效率、生产效率和服务效率。提高效率对顾客、对本企业和社会都有好处,而提高效率并不是靠埋头苦干,而是依靠质量改进加强企业质量职能的管理,不断提高科学管理水平,改变工艺方法和装备,改进服务的方式方法等。

质量管理是降低成本、减少浪费及资源消耗的最佳方法。价格是市场竞争的关键因素之一,低成本意味着高利润和价格优势,控制偶发性缺陷和减少经常性的缺陷都能降低质量成本和生产总成本。其中偶发性缺陷出现较少,对成本的影响有限,而通过质量改进把经常性的缺陷造成的影响降下来,对降低质量成本是显著而长久的,可使企业获得显著的质量效益。

质量管理的相关过程和活动有利于调动员工的参与积极性,吸引员工关心企业的经营管理现状,有利于充分体现人的创造价值,有利于充分开发和利用员工的潜在能力,为企业创造更多的财富。在很大程度上,它体现了以“人”为本的全面质量管理原则,能够调动全体员工的积极性,增强企业凝聚力。

1.1.2 可靠性的重要性

现代科学和技术的迅速发展使得工程产品和工程活动越来越复杂,规模越来越庞大,构成产品的元器件越来越多,这些产品处于多变和变化急剧的环境中,在这种情况下产品的可靠性问题显得更加重要、更加突出。

下面从几个侧面说明这一性质。

(1) 现代大型工程系统具有功能多样、使用环境复杂、子系统和组件数量巨大等特点,对系统可靠性提出了巨大的挑战。如我国载人航天工程由航天员、空间应用、载人飞船、运载火箭、发射场、测控通信、着陆场、空间实验室八大系统构成,其中,神舟五号载人飞船由约 7 万个零部件组成,发射飞船的运载火箭约有 5 万个零部件,火箭、飞船总共加起来约有 12 万个零部件。零部件越多,出故障的可能性就越高,在这种情况下,如果不加强对载人航天工程可靠性的控制,载人航天工程的可靠性就会逐渐下降,这是显而易见的。因此,加强载人航天工程系统可靠性相关工作,保证系统达到要求的高可靠性,是可靠性工作者要完成的艰巨而重要的任务。

(2) 大规模工程系统的开发给人类带来巨大的经济效益,但一旦出现故障就会造成重大损失。例如,2003 年 8 月 14 日起在美国克利夫兰、托莱多、纽约市等东北部部分地区以及加拿大多伦多等东部地区出现大范围停电,估计受影响的人在美国有 4000 万,在加拿大有 1000 万,受影响地区大约有 $24\,000\text{km}^2$,涉及美国 8 个州和加拿大安大略省,停电持续 10 天。事故起始于俄亥俄州克利夫兰的一家电力公司没有及时修剪树木导致电缆短路,随后接连发生一系列突发事件产生累计效应,历时 1h 发展成大面积停电事故,给人们的生活和生产带来诸多不便,造成巨大损失。

美国“挑战者”号航天飞机于美国东部时间 1986 年 1 月 28 日上午 11 时 39 分在美国佛罗里达州发射升空,航天飞机在发射后 73s 在空中爆炸解体,机上 7 名宇航员全部遇难。事后调查得知,因为其右侧固体火箭推进器的环形密封圈在低温条件下失效导致液体燃料泄漏引发爆炸。

国际上空难造成机毁人亡的事件也时有发生。例如,2018 年 2 月 18 日,伊朗一架载有 66 人的客机当天从首都德黑兰飞往西南部城市亚苏季的途中在塞米罗姆市坠毁,无人生还。

2018 年 8 月 14 日意大利热那亚莫兰迪公路桥突然坍塌,数十辆汽车和卡车瞬间坠落桥下,造成 43 人死亡,多人受伤。坍塌的主要原因是维护保养不善,大桥处于近海环境,桥梁的钢筋长期暴露在外,直接造成了硫化物和氯化物的腐蚀,致使钢筋锈蚀,从而降低了大桥承载能力。

(3) 高可靠性可提高武器装备作战能力。高可靠性意味着故障次数减少,从而使装备的战备完好率提高,保证装备有较高的使用频率、出动率,提高装备持续作战和完成任务的能力。例如,美国 F-15A 战斗机由于可靠性、维修性较差,其战备完好率长期保持在 50% 左右,经过改型的 F-15E,由于显著地提高了可靠性、维修性及测试性,在海湾战争中的战备完

好率高达 95.5%，其连续作战能力几乎提高 1 倍。因此，故障多、维修困难的装备其性能再好也是没有好的战斗力的。F-111 是美国高性能的战斗轰炸机，1986 年美国空袭利比亚时，24 架 F-111 从英国基地起飞，其中 6 架飞机因故障原因而中途返回，到达目标地点后又有 5 架因火控系统故障而未能投弹轰炸。由此可见，装备必须具有高可靠性才能保持高作战能力。

美国空军 F-117 隐形战斗机由于在研制过程中重视隐身性能而忽视可靠性，致使 1982 年刚投入服役时，每飞行小时的维修工时高达 150~200 工时，平均一架飞机每四天出动一次，几乎每 10 次飞行中有 9 次在飞行后要对低探测性系统进行维修，飞机能执行任务率不到 50%。1991 年，经过 8 年实施可靠性、维修性、保障性的改进，改进了隐身材料的喷涂工艺，增加了航空电子设备的维修口盖，改进了发动机排气系统等，使改进后的 F-117A 每飞行小时的维修工时下降到 45 工时。在对伊拉克发动的“沙漠风暴”行动中，其战备完好率达到 75.5%，成为美军主要的空中杀手。

由上述几个侧面可以看出：在科学与技术迅速发展的今天，产品的可靠性显得更加突出。产品的可靠性已被列为评价系统的最基本的价值目标之一。它不仅是一个系统的重要质量指标，而且关系到整个系统研制的成败，系统的可靠性与其性能、成本、进度等基本价值目标有着密切的关系。如果在确定价值目标的序值时，忽视可靠性或者在设计时和生产中不能保证系统具备所要求的可靠性，其技术性能就不能很好地发挥，甚至不能被实际应用，从而使系统失去实用价值，为之而付出的一切投入也就会全部丧失意义，甚至还可能造成不可估量的潜在损失，包括生命安全和政治上的损失。钱学森教授明确指出：“在研究一个大而复杂的系统（不论是技术领域还是经济领域）时不能不考虑它的可靠性，不仅是其各个组成部分的可靠性，更要研究它们组成的整个系统的可靠性。”对武器系统来说，人们希望它能自始至终可靠地工作，即使性能降低了，仍能可靠地工作，而不需要在性能指标上能满足严格的要求但可靠性不高的武器系统。有时为了某种目的也可以不顾成本而要求达到高可靠性，但一般情况下不适当地制定可靠性目标，以致使得在技术上不能实现或者虽然可以实现但须耗费大量资金和很长的研制时间，就会损害到其他基本价值目标，从而降低了整个产品的总价值，自然也是不可取的。所以，产品可靠性目标要与性能、费用、研制时间等要素进行综合权衡。

1.2 质量管理与可靠性的发展历程

质量是社会生活中最常见的概念之一，质量管理是各类企业永恒的主题。当今世界高度重视和关注产品质量，并不遗余力地追求和创造高质量。质量问题不仅关系到广大消费者的权益，关系到企业的生存与发展，它还是社会经济发展的战略因素。

产品质量是指产品固有特性满足要求的程度。固有特性是指产品本身具有的永久特性，这些特性包括产品性能、可靠性、维修性、保障性、测试性、安全性等。一个好的产品不仅具有用户需要的性能，还要能长期保持这种性能，要求它不出故障或少出故障，故障发生后易于维修，很快恢复功能，使用过程中易于保障，且不发生安全事故。要满足这些要求，不仅要求产品有良好的性能，还要有良好的质量特性。可靠性是指产品正常工作的能力，是衡量产品质量好坏的一个指标。比如电视机、飞机等都存在可靠性问题。可靠性是产品质量的重要特性。

通常可用广义的可靠性来表示可靠性（狭义）、维修性、保障性、测试性、安全性等。粗略

地说,可靠性也就是产品性能的稳定性,这种稳定性保证产品的正常工作。以工厂生产线为主要的传统的质量管理已经不能保证现代复杂工业系统的高质量了,取而代之的应是以可靠性为中心的全面质量管理,这也促进了可靠性工程的迅速发展。

产品的可靠性是设计出来的、生产出来的、管理出来的。设计决定了产品的固有可靠性,如果设计水平不高,例如选用了不恰当的设计方案和工艺、不合适的原材料等,使产品的设计存在缺陷,则在生产阶段无论怎样控制生产过程的质量,产品的可靠性仍然是不高的,有的问题则根本无法解决,造成先天不足的局面,所以一定要把可靠性设计到产品中去;生产部门要努力实现设计的意图,并在生产过程中不引进不可靠因素,使产品尽可能达到设计的可靠性。在产品的设计、生产、使用等全寿命期中,要加强可靠性管理工作。一般而言,产品的故障有很大比例是由管理不当造成的,如果进行严格的科学管理,则产品可靠性可以大幅提高。

在过去相当长的时间内,人们只注重产品的性能,而忽视了产品的可靠性,现在的质量观强调把可靠性与性能视为同等重要的设计特性,在产品论证时就提出可靠性要求,在通过设计生产实现产品性能指标要求的同时要达到预先提出的可靠性要求。

1.2.1 质量管理的发展历程

自人类开始生产活动时起,质量的概念也就随之而产生。这是因为无论物品多么简单,生产方式多么原始,产品能否实现特定用途的问题始终存在。社会发展日新月异,不仅带来了生产力的提升,还极大程度上丰富了人类的日常生活,伴随而来的是需求多样化的逐渐表露,人类的质量意识开始苏醒,质量优劣慢慢成为商品交换中的一个重要因素。

为了保证质量,就要对生产原材料、劳动工具、生产者的劳动技巧等提出相应的要求,从某种意义上说,这就是质量管理。商品的竞争过程实际上也是质量管理不断发展和完善的过程,这段过程大致可以分为产品质量检验、统计质量控制和全面质量管理三个阶段。

1. 产品质量检验阶段

最初,人们根据积累的生产经验和使用经验,制定出相应的质量标准,生产工人本身既是加工者又是检验者。该阶段可称为“操作者的质量管理”,此时质量管理还没有形成科学理论。20世纪初,美国工程师泰勒和法国工程师亨利提出了“科学管理运动”,主张管理人员和操作人员进行分工,使检验产品质量的职责由工人转移到了工长手中,形成了所谓的“工长的质量管理”。

到了20世纪30年代,伴随着生产规模的扩大,产品精度的提高,公差和互换性概念的推广,“工长的质量管理”已无力承担质量检验与质量管理的职责,并逐步被“泰勒制度”取代。这一制度的核心在于将计划与执行分离,产品的检验与制造分离。具体操作方式是依靠该专职检验人员对产品的质量进行严格把关。由此检验成为独立的工序,并形成了计划设计、执行操作、质量检验三个方面专司其责的职能管理体系。一般称之为“检验员的质量管理”,也称“事后检验”。

“事后检验”的优点在于分工明确,即有人专职制定标准(计划),有人负责制造(执行),有人专职按照标准检验产品质量。整体生产流程对质量的控制更为细致,体现了产品质量标准的严肃性。但是这种管理手段的缺点也非常明显,主要体现在产品的质量完全依赖于

产品完工之后的检验来保证,由于是事后处理,因此即使查出了废次品,也只能做剔除残次品的工作,无法预防质量缺陷以及避免所造成的损失。同时,检验采取的是全数检验的办法,量大面广,耗费资源,不利于生产率的提高,并且不适用于破坏性检验。由于工业化进程的加快,这种管理方式逐渐不能适应经济发展的要求,人们需要去探寻质量管理的新思路和新方法。

2. 统计质量控制阶段

20 世纪 40—50 年代可以被称为统计质量控制阶段。这一时期的历史背景是生产力的大规模发展,如何控制大批量产品的质量成为当时的突出问题。1924 年美国贝尔实验室的工程师休哈特利用数理统计方法发明了著名的“控制图法”,为统计质量控制奠定了理论基础。其发展的主要动因源于第二次世界大战,自战争开始以后,其对于武器装备的大量需求导致许多民品厂家转向军品市场,然而产品质量参差不齐必然不利于战事的发展。除此之外,军需产品的检验常常是破坏性试验,客观上不允许全数检验,因此之前的检验方法已无法满足要求。为有效地控制产品质量,美国政府和国防部组织了一批数理专家来解决这一棘手的问题,制定出“战时质量控制制度”,其中包括《质量控制指南》《数据的控制图法》《生产中质量管理用的控制图法》,它们共同构成了质量管理中的早期标准。之后,美国国防部通过强行推广统计质量控制的方法,保证了这些标准得到贯彻并很快改善了军需产品的质量。

这种方法实现了从被动的事后把关到生产过程积极预防的转变,相对事后检验来说,统计质量控制利用数理统计原理,辅以抽样方式对大批量的产品进行检验,预防了不合格品的产生并完成了产品质量的检验。这时质量管理工作由专职检验人员转移给专业的质量控制工程师和技术人员来承担。但是其仍然有不足之处,主要包括:

- (1) 质量管理方法依旧是以满足产品标准为目的,而不是以满足用户的需要为目的;
- (2) 控制范围局限于工序管理,没有对产品质量形成的整个过程进行控制;
- (3) 就当时的历史条件来说,数理统计的技术难度较大,主要靠专家和技术人员,难以调动广大工人参与质量管理的积极性;
- (4) 质量管理与组织管理未密切结合起来,质量管理仅限于数学方法,常被领导人员忽视。

由于上述原因,统计质量管理无法适应现代工业生产发展的需要,需要进一步的发展。

3. 全面质量管理阶段

这一阶段从 20 世纪 60 年代开始一直延续至今。在科学技术和经济大发展的时代背景下,诞生出了许多大型、精密、复杂的工业工程和工业产品(如火箭、人造卫星、宇宙飞船等),这些产品对于安全性和可靠性的要求越来越高,再一次将产品的质量问题的焦点。原有的质量管理方法已经难以把产品质量管理好,它要求运用“系统”的概念,把质量问题作为一个有机整体加以综合分析研究,实行全员、全过程、全面的质量管理,以达到用最经济的手段生产出用户满意的产品。

20 世纪 60 年代在管理理论上出现了行为学派。该学派主张注重人在管理中的作用,主张改善人际关系,满足人的社会需要,调动人的积极性。在企业管理中提出了工人参与管理、共同决策、目标管理等新方法,在质量管理中出现了依靠工人进行自我控制的无缺陷运

动和质量管理小组等。

由于市场竞争中不正当利益的驱动,消费者经常上当受骗,广大消费者为了保护自己的利益、买到质量可靠的产品,发起了“保护消费者”运动。消费者要求政府制定法律,制止企业生产、销售质量低劣、影响安全、危害健康的劣质品;要求企业所提供的产品对社会、对人们承担质量责任和经济责任。因此,迫切要求企业加强质量管理,出具“质量保证单”,保证产品使用安全可靠。这就使得企业必须建立生产全过程的质量保证体系,进一步提高质量管理水平。

随着市场经济的发展,竞争激烈,市场情况瞬息万变,企业的经营决策、经营战略就提到重要议事日程上来。企业要深入研究市场需求情况,制定合适的质量水平,不断研制新产品,同时还要做出质量、成本、交货期、用户服务等方面的经营决策。市场竞争的加剧以及原有的质量管理手段在应对层面所展现出的不足,使得人们逐渐认识到产品质量的形成不仅与生产制造过程有关,还是许多其他过程、环节和因素综合作用的结果,只有将影响质量的所有因素全部纳入质量管理的轨道,并保持协调且系统地运作,才能确保产品的质量。因此,企业迫切需要现代经营管理科学作指导,现代质量管理科学也就得到了迅速发展。

在社会需求的外力推动之下,1961年费根堡姆出版《全面质量管理》一书,比较系统地阐明了全面质量管理的理论和方法,并很快为世界各国所接受,发展成为风靡当今世界的现代化质量管理方式,使质量管理发展到一个新的阶段。通常情况下,我们把全面质量管理称为“全面质量”、“公司范围内的质量管理”或“全面质量控制”等。

ISO 8402:1994标准对全面质量管理的定义是:一个组织以质量为中心,以全员参与为基础,目的在于通过顾客满意和本组织所有成员和社会受益而达到长期成功的管理途径。其中,质量与全部管理目标的实现相关,“全员”指的是该组织结构中所有部门层次的人员,“社会受益”意味着在需要时满足社会要求。这种管理途径若想取得显著成效,必须依托于最高管理者强有力的持续性领导,以及该组织内所有成员对于全面质量管理的系统性学习。

全面质量管理的特点在于全面的质量管理,全过程的质量管理,全员参加的质量管理,科学且方法多样的质量管理,简称“三全一多样”。作为企业管理的中心环节,全面质量管理的主要作用是实现企业的基本任务,提高产品的质量,增加企业的经济效益,解决企业当前的突出矛盾,并有效地推动企业技术进步。

全面质量管理的基本指导思想包括:①从系统和全局出发的指导思想;②突出“质量第一、质量与经济统一”的经营管理思想;③用户至上的服务指导思想;④以人为本、贯彻群众路线的指导思想;⑤以预防为主指导思想;⑥用事实和数据说话的指导思想;⑦持续改进的指导思想;⑧全员参与的指导思想。

在质量管理活动中,与质量直接相关的工作可以分为质量控制和质量改进。前者是日常进行的工作,旨在消除偶发性问题,使产品质量稳定保持于规定的水平,即质量维持;后者是阶段性的工作,通过对现有的质量水平在控制、维持的基础上加以突破和提高,使产品质量能够在更高的目标水平下处在相对平衡的状态,并最终向“零缺陷”的目标靠拢。因此,可以说质量控制的核心思想是防止差错,使整个生产过程处于受控状态;而质量改进则是在此基础上运用一系列方法和工具,将产品质量提升到全新的高度。在ISO 9000:2005标准中,质量改进被定义为“质量管理的一部分,致力于增强满足质量要求的能力”。

美国质量管理专家朱兰博士曾提出,质量改进主要指为使“产品性能超越过去任何一个

时期,而达到新的水平”所进行的一系列突破性的质量活动。同时,我国国家标准 GB/T 19000—2008 中对质量改进的定义是:质量管理的一部分,致力于增强满足质量要求的能力。即通过采取各种有效措施,提高产品、过程或体系满足质量要求的能力,使质量达到一个新的水平、新的高度。

从上述定义中,我们可以认识到质量改进是一项持续的创造性的工作。在实施过程中,企业必须勇于改变现状,依靠创造性的思维方式和措施,使产品质量和管理水平持续提高,不断达成新的目标,使顾客和企业都能够从中明显受益。具体而言,质量改进针对的是整个生产活动和过程。在其概念体系当中,每一个过程都存在着改进的空间,都能通过减少浪费和降低消耗,以达到更高的效率和更好的效果。另外,质量改进是质量管理的一部分,对企业有着全局性影响,作用范围十分广泛,属于高层次的质量管理活动,应该由高层领导做出决策并按规划开展。

质量管理由重视生产过程控制、检验、交付合格产品,发展到考虑使用阶段产品如何能正常工作、便于维修、持续发挥功能,将可靠性、维修性纳入进来,后又扩展到保障性、测试性、安全性以及环境适应性,将六性都纳入质量管理的范围,拓展了质量以满足对产品全寿命期的要求,形成了现代大质量的概念。

1.2.2 可靠性的发展历程

可靠性是指产品正常工作的能力,是衡量产品质量好坏的一个指标。比如电视机、飞机等都存在可靠性问题。可靠性问题并不是一个新问题,事实上,很久以前人们就开始关心所使用的工具和生活用品的可靠性,只是由于那时生产工具和生活用品都是结构简单的产品,它的损坏和修复易被人们理解。

可靠性作为专门课题来研究是从第二次世界大战开始的。当时出现了雷达、飞机、飞航式导弹和弹道式导弹等比较复杂的兵器,这些兵器的主要部分——电子设备屡出故障,使其丧失了应有的作战能力。例如,美国空军到达远东时,60%的电子设备发生故障,海军舰艇70%的电子设备处于故障状态,由此人们开始了早期的可靠性研究。当时主要是开展电子管的可靠性研究。虽然取得了可喜的进展,但对电子设备的可靠性提高不大。到20世纪40年代末50年代初,产品的可靠性仍然低劣。例如,1949年美国无线电通信设备大约有14%的时间处于停机状态,水声设备有48%的时间、雷达设备约有84%的时间处于不能工作状态;1950年美国海军电子设备中能正常工作的设备仅占1/3。这些现象引起美国和其他国家的注意,纷纷成立专门的机构开展对产品可靠性的系统研究。在调查中还得知对电子设备而言每年的维修费用是设备原价的0.6~5倍,当时人们也希望能通过提高产品的可靠性来减少维修费用,因此50年代主要研究如何生产出故障少、不易损坏的产品,但到50年代末仍未解决费用过高的问题。例如,1959年美国国防预算的25%用于维修的开支,而两年中花在设备和机械维护上的费用与用于采购的经费几乎相等。为了降低维修费用,从60年代初开始了对维修性设计和评价方法的研究,随着研究的进展,从60年代末开始,可靠性的研究已由上面说的狭义可靠性扩展到包括可靠性、维修性、保障性、可用性的广义可靠性的概念。

系统的可靠性保证工作开展稍迟些。1952年美军成立了“军用电子设备可靠性咨询组”,该咨询组进行了比较广泛的可靠性活动。1957年,该咨询组提出“军用电子设备可靠

性报告”,说明了试制、生产时的可靠性测定方法和考虑可靠性的任务书制作等方法具体内容,这份报告在很长一段时间内对可靠性工作起到了指导作用,它的基本的思想方法到现在仍在使用。

另外,从1960年左右开始,美国在武器系统研制中开始全面贯彻可靠性工作大纲,可靠性保证的要求被美国国防部定为合同的一部分内容,在研制F-111A及F-15A战斗机、M1坦克、“民兵”导弹、“阿波罗”宇宙飞船等装备过程中都对可靠性提出了严格要求。

日本于1960年左右开始重视可靠性保证技术,于1961年开始了飞机的可靠性研究,可靠性保证的具体研究工作也作为新干线计划的一部分。

1965年IEC(国际电工委员会)设立了电子器件与部件的可靠性技术委员会,第一次大会在东京召开,以此为契机,日本开始了以提高电子器件的可靠性为目的的各种调查研究工作。1970年日本科学技术联盟主办了第一届可靠性会议。1970年5月日本宇宙开发事业团下设可靠性安全管理部,对可靠性和质量管理起到了推动作用,在火箭、人造卫星等开发过程中取得的大量可靠性方面的成果,被推广到通信系统、计算机、飞机、汽车等产品中去,FMEA、FTA、DR等技术也普及到化学制品、医疗器械、建筑等领域。

随着各国研究的不断深入,可靠性在20世纪70年代步入成熟阶段,到80年代可靠性进入深入发展阶段。可靠性作为提高武器装备作战效能、降低武器系统全寿命周期费用的一种有效工具得到了进一步发展。

我国可靠性工程起步于20世纪60年代,主要在航空、航天、电子、机械等领域开展研究工作。进入80年代以后,可靠性得到了迅速发展,特别是武器装备的可靠性管理和研究工作取得了长足的进步。随着国家的改革开放,科学技术迅速发展,产品的可靠性问题日益突出。海湾战争又给人们以深刻的启示,未来高技术战争对装备的可靠性提出了更高的要求。国家各级部门的领导对可靠性工作都非常重视,并从制度、标准、规范上抓起,全面推动我国可靠性工作。我国已经颁布了一系列可靠性方面的国家标准和国家军用标准,并在大型工程项目中得到了应用。

随着可靠性的不断应用发展,研究内容由狭义可靠性先扩展到维修性,再到现在的保障性、测试性、安全性、环境适应性等“六性”。可靠性由最初的“一性”发展到现在的“六性”,形成了包括“六性”的可靠性工程。产品的可靠性(狭义)等“六性”也成为产品的通用质量特性,丰富了质量管理的内容,在考虑全要素综合权衡方面加强了质量管理,强调了产品在使用阶段完成任务的能力特性,成为质量管理的重要组成部分。

可靠性理论发展到现在已形成三个独立的分支:可靠性数学、可靠性物理、可靠性工程。

可靠性数学是研究可靠性的理论基础。它着重研究解决各种可靠性问题的数学方法及数学模型,研究可靠性的定量问题。主要数学手段有概率论、数理统计、随机过程、运筹学、拓扑学等数学分支,应用于数据收集、数据分析、系统设计及寿命试验中。

可靠性物理又称为失效物理。它从机理方面、失效本质方面研究产品的不可靠因素,研究失效的物理原因与数学物理模型、检测方法及纠正措施等,如研究机械零件的疲劳损伤、裂纹的形成和扩展规律等,从而为研制、生产高可靠性产品提供理论依据。

可靠性工程是系统工程的一个重要分支。它运用系统工程的观念和方法,从设计、生产和使用等方面来研究对系统可靠性进行控制的技术,它是一门综合性工程学科。可靠性工

程活动贯穿于产品全寿命期。

在产品寿命周期内可靠性工程活动有两个并行过程,一个是可靠性工程技术过程,另一个是对可靠性工程技术过程的控制过程——可靠性管理过程。

1.3 质量与可靠性管理的主要内容

通常质量方面有质量管理的书,可靠性有可靠性方面的书,本书基于可靠性是质量的重要组成部分的认识,将质量与可靠性放在一起研究讲解相关理论方法,旨在推动质量与可靠性管理进一步更好地发展。

工程管理要管理的工程多种多样,如航空、航天、建筑、机械、电子、信息等各行各业工程,各行各业的工程都有自身的特点,通过工程研制、生产制造或建造过程等工程活动,最终都是形成某种具有特定功能的产品。工程的质量与可靠性管理就是对形成产品的工程过程,如论证、设计、生产、使用等各工程阶段的质量与可靠性进行管理,本书不对特定行业的工程开展研究,而重点研究产品在一般形成过程中的质量与可靠性管理,即对形成产品的工程过程开展质量与可靠性管理,从而使产品达到质量与可靠性目标。

1.3.1 质量管理的主要内容

要开展产品质量管理活动需要了解产品质量的形成过程,对过程中的环节和要素进行质量管理。产品质量的形成过程是通过市场调研制订质量目标,由设计确定,通过制造来保证和实现,通过检验来证实,到使用中才显示出来。产品质量是过程的产物,产品质量形成活动主要发生在市场研究、产品开发设计、生产技术准备、采购、生产制造、检验、销售和服务等环节中,每个环节的活动是由企业的各个部门及其所有成员分别承担的,都是产品质量产生和形成过程的重要环节。

生产制造或建造过程是产品质量形成的主要环节,它的主要质量工作是以经济的方法合理地制订生产计划,按规定的要求组织均衡生产,并严格贯彻产品技术要求和工艺文件,生产制造或建造过程实施质量控制,按要求的数量和日期生产出质量符合图样和标准的产品,在生产制造或建造过程中要开展质量检验,发现问题及时反馈,分析原因,进行改进,确保交检产品的质量。

质量管理工作紧扣产品质量形成的过程来开展。在产品论证阶段开展质量策划,在方案设计阶段开展质量设计,生产制造或建造过程中开展过程质量控制,在产品试验和验收时开展质量检验,在产品全寿命过程中开展质量改进。为开展好质量管理工作,单位要建立质量管理体系,包括标准体系和组织体系。标准体系可参考应用国家标准、国家军用标准、国际标准、行业标准等,组织体系是在单位中建立的专门从事质量管理的组织机构。

本书根据质量管理工作实际需求,介绍质量管理体系、质量设计、过程质量控制、质量检验、质量改进等方面的理论、方法和工具。

1.3.2 可靠性管理的主要内容

开展产品可靠性管理要了解产品有哪些可靠性工程技术活动,可靠性管理是针对这些