

航天工程精细化质量管理

袁家军

(中国航天科技集团公司,北京 100048)

[摘要] 中国航天工程质量管理以钱学森系统工程理论为指导,以“坚持、完善、发展”为原则,以完成重大工程任务为牵引,不断进行理论和管理创新。“十一五”以来,航天科技集团实施了航天型号精细化质量管理,保证了载人航天、嫦娥工程等一系列重大航天任务的圆满成功。精细化质量管理强调持续提升总体设计、整体优化、有效地识别与控制技术风险及快速聚焦、放大和量化控制关键细节的能力,强调单位质量管理体系和项目产品保证体系的有机结合和有效运行,强调实用的管理工具的开发和应用,强调技术、产品、队伍和管理成熟度的同步提升。笔者简要回顾了航天质量管理的发展历程,提出了航天工程精细化质量管理的概念和内涵,论述了精细化质量管理的理论、方法和体系及管理实践的主要做法。

[关键词] 航天;质量管理;精细化

[中图分类号] V4 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)08-0036-07

1 前言

中国航天质量管理的发展,是以系统工程理论和方法为指导,以航天重大工程任务为牵引,以“坚持、完善、发展”为原则,不断总结经验和教训并在此基础上进行理论和管理创新,实现质量管理能力的跨越发展。

“十一五”以来,航天科技工业改革发展建设进入关键时期。航天工程研制面临着“三高两重”的新形势和任务,即型号研制、业务运行质量可靠性高要求,研制、发射、飞行任务高密度,参与研制的人员变化高动态;国家重大工程责任重,多型号并举任务重。在新的形势和任务面前,航天工程研制暴露出产品成熟度不高,关键环节细化量化控制不够,型号研制风险识别和控制能力不够,质量基础建设和团队能力相对薄弱等突出问题。航天科技集团公司系统总结了我国航天 50 多年系统工程理论方法和质量管理经验,特别是重大工程质量管理的最佳实践,借鉴国外航天质量管理的标准,制定并实施了《航天型号精细化质量管理要求》(新 28 条)及一系列相关配套标准规范,逐步形成了航天工程精细化质

量管理的理论、方法和体系。

2 航天质量管理的发展历程

现代质量管理的发展一般可分为三个阶段:一是质量检验阶段(20 世纪初至 40 年代),主要通过严格检验来保证工序间和出厂产品的质量,侧重于“事后把关”;二是统计质量控制阶段(20 世纪 40 年代至 60 年代),主要应用统计技术对生产过程进行监控,逐步从“事后把关”向“事前预防”转变;三是全面质量管理阶段(20 世纪 60 年代至今),强调全员、全过程、全企业的质量管理,注重预防为主、过程控制、持续改进。

在世界质量管理发展的总体趋势下,航天行业质量管理也经历了从学习借鉴到自主发展的历程,不断探索与航天产品特点和企业经营理念相适应的质量管理模式和方法。以美国波音公司为例,其质量管理经历四个阶段的发展,从 20 世纪 90 年代中期开始,已经建立起了具有其自身特色的先进质量体系(AQS)^[1],如表 1 所示。

[收稿日期] 2011-06-15

[作者简介] 袁家军(1962—),男,吉林通化市人,研究员,主要研究方向为航天器设计和航天工程管理;E-mail:yuanjiajun@cast.org.cn

表1 波音公司质量管理发展

续表

Table 1 The progress of Boeing's quality management

发展阶段	主要内容	主要特点
质量检验阶段 (20世纪初至40年代)	通过检验来保证产品质量主要偏重于“事后把关”	与世界质量管理的发展基本同步
统计质量控制阶段 (20世纪40年代至60年代)	应用统计技术对生产过程进行监控从“事后把关”向“事前预防”	
质量保证阶段 (20世纪60年代初至90年代初)	执行 MIL - Q - 9858《质量保证大纲》系列军用标准,强调: a. 建立和运行质量保证体系; b. 技术评审与特性分类; c. 技术状态管理和生产过程控制; d. 元器件、软件等的质量管理; e. 可靠性、维修性、安全性、保障性分析、设计和评价	体现军工产品质量管理的特点和特殊要求
先进质量管理阶段 (20世纪90年代中期以来)	执行 D1 - 9000“先进质量体系(AQS)”,强调: a. 持续改进; b. 波动管理; c. 过程控制; d. 绩效测量; e. 供应商管理	体现波音公司自身的产品特点和管理理念

中国航天科技集团在学习和借鉴国外先进质量管理理论和方法的同时,紧密结合中国航天工程研制实践,质量管理的发展经历了质量检验阶段、全面质量管理起步阶段、全面质量管理深化阶段和精细化质量管理阶段等4个阶段,详见表2。

表2 中国航天科技集团质量管理的发展

Table 2 The progress of CASC's quality management

发展阶段	所处年代	特色内容
质量检验阶段	20世纪50年代至70年代末	实行质量检验和验收,发布12项检验工作技术条令,推行复查制、留名制、三检制等8项制度、倡导“三严”作风
全面质量管理起步阶段	20世纪80年代至90年代中	引入全面质量管理,制定《航天工业部全面质量管理暂行条例》等制度,贯彻《军工产品质量管理条例》,推行全员质量培训、质保体系考核、QC小组活动等

发展阶段	所处年代	特色内容
全面质量管理深化阶段	20世纪90年代中至“十五”末期	全面推行质量管理体系标准,推行产品保证等,形成了“72条”、“28条”、质量问题归零“双五条”标准、技术状态更改“五条原则”等一系列制度和规范,强调“审慎细实”的工作作风
精细化质量管理阶段	“十一五”以来	针对航天工程任务的新形势和新特点,形成了《航天型号精细化质量管理要求》(“新28条”)及一系列配套制度和标准,深入贯彻落实零缺陷质量理念,系统提升质量管理能力,强调对关键环节和变化的控制

注:“三严”:严肃的态度、严格的要求、严密的方法;“72条”:《中国航天工业总公司强化航天科研生产管理的若干意见(试行)》,1997年;“28条”:《中国航天工业总公司强化型号质量管理的若干要求》,1997年

3 航天工程精细化质量管理的概念及内涵

我国航天工程精细化质量管理以提升总体设计、整体优化、有效地识别与控制技术风险及快速聚焦、放大和控制关键细节的能力为核心,坚持预防为主,从源头抓起,系统管理,实施全过程精细化质量控制,确保航天型号研制及飞行任务一次成功。其主要内涵包括以下几个方面:

1)牢固树立零缺陷质量意识。要求全员树立“零缺陷”理念,追求各项工作第一次就做对、做好,力求型号研制、生产和服务中各环节全面优质,力求地面试验、飞行试验等各项任务的圆满完成、一次成功。

2)严格落实质量责任。遵循全员参与、各负其责的思想,将质量责任系统分解到与工程相关的每一个组织和个人,并通过考核奖惩和责任追究促进责任制落到实处。

3)探索航天产品高质量的本质特征和实现规律。有效识别和充分验证产品设计、工艺、过程控制三类关键特性,强化全过程精细化质量控制。通过产品数据包的建立、丰富和完善、探索开发适用于航天工程特点的产品快速成熟的路径和方法。

4) 顶层策划、总体优化,有效识别和控制风险。运用系统工程的理论和方法,从系统各阶段开展质量策划,强调相关过程、产品、特性和资源的相互协调和整体优化,突出对技术风险的有效识别和控制。

5) 集同工作、放大细节、量化控制。工作中注重跨单位、跨专业、跨部门的相互协同和系统集成。把握航天工程“细节决定成败”的特点,快速聚焦、充分识别影响任务成败的关键细节,对产品实现的关键过程和产生质量问题的深层原因和薄弱环节加以放大,采取量化、细化的方式和工具手段进行控制和改进。

6) 不断完善知识创新及其快速共享的管理体系和制度。建立质量与可靠性信息系统、数据库,建设并实施质量问题分析、质量体系评估、质量问题快报、质量问题归零和举一反三等制度,完善标准规范体系,开展最佳实践交流,促进知识创新和快速共享。

7) 强调技术、产品、管理和队伍成熟度的同步提升。同步开展关键技术成熟度评价、航天通用产品定型、科研生产管理体系评估、质量管理体系审核和全员质量专业培训等工作,同步提升技术、产品、管理和队伍的成熟度,保证和提升航天工程的质量与可靠性。

8) 注重工程方法、工具的开发与应用。加强质量与可靠性关键技术和质量管理方法的研究与推广应用,推动先进、成熟的质量与可靠性技术的信息化、软件化、集成化。建立健全产品质量,保证专业技术机构体系,不断提高产品质量,保证专业技术能力。

4 精细化质量管理的理论与方法

精细化质量管理既具有工程技术的属性,又具有管理理念和方法的属性,是对两者进行交叉融合形成的综合性技术成果。从理论方法的角度,精细化质量管理是以复杂系统系统集成方法论为指导,以航天系统工程核心思想为基础,以航天质量管理原则为基点,以航天产品成熟度理论为核心的一门综合性技术。以下分别对这4个方面的核心理论、方法和原则进行简要介绍。

4.1 复杂系统系统集成方法论

复杂系统系统集成方法论由钱学森提出,是解决复杂巨系统开发及运行的一般性原则和方法^[2],其主要内涵可简要归结为“五个结合,五个转变”,

即:定性与定量相结合,由定性认识向定量认识转变;宏观与微观相结合,由实现宏观认识向微观认识转变;创新与规范结合,技术活动由创新向规范化方向转变;人与计算机相结合,技术作业由人工作业向自动化作业转变;不确定性与确定性结合,对系统风险的把握由不确定性向确定性方向转变^[3,4]。

4.2 航天系统工程核心思想

航天系统工程由钱学森提出,是研究和处理航天系统研制过程中跨学科集成和跨部门协作的基本理论和方法^[5],从“两弹一星”到载人航天,航天系统工程的理论和方法不断丰富和完善,其核心思想可以概括为“系统集成、迭代深化、集同工作、总体优化、放大细节、定量控制、持续改进、快速成熟”等8个方面。

其中,“系统集成”是航天工程需求的构建方式和过程;“迭代深化”是通过信息对系统进行反复设计、分析和验证,以加速系统的改进和完善;“快速成熟”是针对航天工程小子样研制特点,探索开发适用于航天工程特点的快速成熟路径和方法,支持航天型号开展有效的质量可靠性保证工作。

4.3 航天工程质量管理原则

ISO9000《质量管理体系基础和术语》确立了质量管理的八项原则:即以顾客为关注焦点、领导作用、全员参与、过程方法、管理的系统方法、持续改进、基于事实的决策方法、与供方互利的关系,这也是全面质量管理的核心理念。

我国航天工业的质量管理在吸收世界通用质量管理原则的基础上,根据航天工程的特点,增加了两项原则:即预防为主、一次成功。其中,“预防为主”就是要合理配置资源并做好事前策划和过程控制,预防问题的发生;“一次成功”就是要力求第一次把事情做好并实现预期的目标。

上述十项基本原则,既包含了全面质量管理的核心理念,又体现了航天工程质量管理的要求,构成了精细化质量管理基本原则。

4.4 航天产品成熟度理论^[6]

航天产品成熟度是在借鉴国外技术成熟度和制造成熟度的理论和方法的基础上,针对航天产品研制特点提出的,其基本概念是对产品在研制、生产及使用环节等全寿命周期所有技术要素的合理性、完备性以及在一定功能、性能水平下质量稳定性的一种度量。航天产品成熟度主要研究航天产品高质量的本质特征和实现规律,为探索复杂性系统在小子

样研制条件下实现一次成功提供理论基础。

航天产品成熟度理论的核心思想是:对产品的设计、工艺和过程控制三类关键特性的有效识别和充分验证是产品成熟的本质特征;将三类关键特性作为产品基线,在研制过程中定量控制并不断完善;应用产品数据包对三类特性进行全过程严格记录,确保产品质量信息可追溯;对关键特性再识别、再设计和再验证,实现成熟度提升;注重人的因素,队伍的成熟度是质量管理能力提升的关键。

5 精细化质量管理体系

精细化质量管理体系由组织层面的质量管理体系和项目层面的产品保证体系构成。质量管理体系和产品保证体系的有机结合和有效运行是航天工程“一次成功”的重要保证。

产品保证体系是面向项目及其产品建立的保证型号任务研制质量的工作体系,通过产品保证管理,质量保证,可靠性安全性保证,EEE 元器件保证,机械零件、材料及工艺保证,软件产品保证等相关活动,保证研制的产品按规范、标准完成规定的工作项目,保证产品安全、可用和可靠^[7]。产品保证体系建设的核心是搞好顶层设计、总体优化,有效识别与控制技术风险。产品保证体系建设注重系统开展产品保证策划,制定产品保证大纲和工作计划,落实产品保证工作和资源;注重跨学科、不同层面各类人员的深度集同工作能力的提升,确保总体优化、吃透细节;注重有效识别设计、工艺、过程控制三类关键特性,明确技术状态基线,严格技术状态控制;注重开展可靠性设计和验证工作,确保关键特性临界值的确定、裕度设计及其验证的充分性;注重有效地识别和控制设计及生产过程中的缺陷和隐患,严格过程控制,确保研制技术风险可控。

质量管理体系是面向组织建立的,是对组织或本单位质量管理的基本、通用的要求。质量管理体系建设的目的是为航天工程研制构筑质量保证基础平台。航天科技集团在质量管理体系国际标准(ISO 9000)基础上,结合航天工程研制生产的特点,制定并实施了更高要求的航天质量管理体系标准(QJ 9000)。院、厂所组织层面按照 QJ 9000 建立质量管理体系,重点内容是:健全组织机构,明确管理职责,优化资源配置,开展质量管理体系评估,制定并实施一套系统、完善、操作性强的质量管理体系文件。质量管理体系建设的关键是确保体系运行的有

效性、产品成熟度的快速提升以及建立与多任务、高密度研制与发射任务要求相适应的体系与机制。质量管理体系建设注重单机产品定型管理,通过规范产品型谱,实现小批量生产,探索不同类别产品成熟度快速提升的途径与方法,建立产品定型工程技术和管理体系,实现小子样研制情况下产品质量和可靠性的快速提高,不断提高产品成熟度;注重总结经验,推广最佳实践,发现薄弱环节,持续改进质量管理体系,提高管理成熟度;注重完善质量与可靠性信息平台,加强信息的沟通与传递,建立质量问题归零和举一反三快速反应机制,实现技术与管理知识的快速创造、集成与共享;注重完善质量管理方法、工具和手段,不断加强质量管理技术研究和应用,创新管理机制和方法;注重完善团队协同工作与快速成长管理模式,不断提高预防问题、发现问题、处理问题和持续改进的能力,不断提高研制队伍成熟度。

6 精细化质量管理的主要做法

精细化质量管理的内容涵盖了质量管理体系、型号过程质量控制和质量基础能力建设等多个方面^[8],仅就其中几种主要的做法作简要介绍。

6.1 设计与验证

以可靠性设计为重点,开展顶层设计,确保总体优化。重点开展抗力学环境设计、热设计、电磁兼容设计、静电防护设计、抗辐射设计、裕度设计等。在设计过程中,采用集同工作模式,对三类关键特性充分识别,并在此基础上搞好关键特性的裕度设计。

设计验证工作应确保验证的充分性,对不能在地面进行试验验证的项目开展最坏情况分析及仿真分析,做好单点故障模式识别与控制。对关键特性裕度设计进行验证,验证的条件要模拟真实的任务环境剖面,不能模拟的环境因素要进行后果分析,提出风险对策。对关键和强制检测点的设置要求和数据的可信度进行确认。

6.2 技术状态控制

明确技术状态基线。航天产品的研制是按阶段进行的,每个阶段的起点均由一个里程碑确定下来,并建立了一个受控的基线,表明要求和设计已获批准,并作为进一步演变的起点,明确技术状态基线是使技术状态受控的基础。技术状态基线的确定以产品三类关键特性为主线,并随着研制过程认识的深化不断完善。

严格实施技术状态更改的控制。对技术状态更

改实施分阶段、分级和分类管理,按照“论证充分、各方认可、试验验证、审批完备、落实到位”五条原则严格实施技术状态更改控制。对提出的更改建议,必须充分验证更改的合理性,取得客观证据,把批准的更改落实到相关的文件和产品中,做到文文一致,文实相符。

6.3 数据包管理^[9]

航天产品数据包是指航天产品设计、制造、检验、交付全过程技术活动量化控制结果的总和。产品数据包作为贯穿航天产品研制全过程的归一化管理工具,是航天产品保证工作的重要内容之一。

按照总体策划、系统分析、确定清单、形成记录、确认验证、持续改进等阶段,建立产品数据包,通过建立和完善数据包管理体系,确保数据的系统性、完整性、正确性、关键性、可追溯性、可对比性。

关键特性数据是航天产品数据包的核心内容,主要由设计、工艺、产品实现过程质量控制等方面人员集同工作共同确定,通过产品设计关键特性表、工艺关键特性表、过程控制关键特性表来表征,并在研制过程中不断完善和应用,推动产品保证体系和质量管理体系持续改进。

6.4 技术评审与重大工程关键技术的独立评估

技术评审是质量把关的重要手段。航天产品技术评审包括设计(含工艺设计)评审、转研制阶段评审、出厂评审和专项(元器件、软件、可靠性和安全性、技术状态控制和质量问题归零)评审。对评审工作进行系统策划,纳入研制计划;建立分级把关制度,明确责任,充分发挥同行专家的咨询把关作用;对专家的建议、意见实施跟踪,闭环管理,建立评审信息库和专家库,结合研制程序,及时开展相关评审,为决策提供依据。

对重大工程关键技术开展独立评估,是对重大技术关键针对性很强的独立把关措施。评估工作强调组织独立性和工作深入性。评估专家完全独立于型号队伍,评估组专家的专业要覆盖重大风险项目所涉及的各个技术领域,通过座谈交流、现场调研、资料分析、专题研讨和复核复算等方式集同工作,对重大技术关键的解决情况及残余风险进行严格把关。

6.5 基础性产品保证

按国际宇航界通行做法开展产品保证工作,包括产品保证管理,质量保证、可靠性保证、维修性保证、安全性保证、元器件保证、机械零件、材料和工艺

保证、软件产品保证等。

在实施产品保证过程中,特别关注以下几点:产品保证策划,包括产品保证大纲、产品保证计划、对承包商产品保证要求的制定;关键项目管理,包括关键项目的识别、控制措施的制定和控制结果的确认;关键和强制检验点的设置与控制;产品保证专业机构建设,包括技术研究机构、专业检测机构等;对元器件实施“五统一”管理,实行统一选用、统一采购、统一监制验收、统一筛选复验、统一失效分析,对元器件供应商进行质量认定,进一步形成对元器件设计选用、采购、储存和使用全过程控制。此外,注重软件工程化管理,将软件列入型号产品配套表,开发过程遵循标准规范,做好顶层设计分析,充分考虑软件的最坏使用环境,按软件开发过程和成熟程度建立软件的开发库、受控库和产品库,实行独立的第三方软件评测,努力提高测试的覆盖性^[10]。

6.6 产品操作、测试过程的质量控制

实施表格化管理,对操作类的技术文件实行表格化,做到程序清晰、内容和记录完整、可追溯。对测试数据进行判读,对异常和临界数据及时分析和处理,剔除质量隐患。对测量结果进行数据比对,进行变化趋势或性能稳定性分析,以有效规避风险。将数据的记录、分析、比对结果纳入数据包管理,为产品成熟度的提升提供依据。

开展成功数据包络分析,在多次飞行试验产品各项参数满足设计要求的前提下,确认飞行试验产品各项参数是否在产品成功数据包络内,并对超出数据包络的参数展开技术风险分析,进而评估产品参加本次飞行试验的风险。成功数据包络分析是航天产品数据包管理成果的应用,对于完善和优化关键特性数据、提升产品数据包的精细化程度、分析产品各项指标的离散程度、提高产品的一致性水平具有重要作用。

6.7 产品定型管理^[11]

航天产品定型是指在产品完成全部研制工作的基础上,依据产品成熟度理论,通过飞行考核验证,确定其达到可以定型的成熟度等级条件要求,履行相关程序,固化技术状态,支持后续型号选用和重复生产的活动。产品定型工作是产品完成小批量生产和应用验证后的状态固化和持续改进过程,是产品进入货架供应模式并进一步提升其成熟度的重要工作。

产品定型的重点是:确定产品型谱,依据产品成

熟度理论模型实施评价和验证;以三类关键特性的再识别、再设计、再验证为途径,提高货架产品的成熟度。产品成熟度模型和定型管理流程方法应随着相应工作的实施不断完善。

6.8 质量问题归零管理

质量问题归零是指对设计、生产、试验、服务中出现的的质量问题,从技术上、管理上分析问题产生的原因、机理,并采取纠正措施、预防措施,以避免问题重复发生的活动。质量问题技术归零“五条标准”是:定位准确、机理清楚、问题复现、措施有效、举一反三;质量问题管理归零“五条标准”是:过程清楚、责任明确、措施落实、严肃处理、完善规章^[12]。

为做好归零工作,强调在技术归零的同时,还从管理上查找原因,重视完善规章、标准和规范;注重定期对质量问题进行清理,对关键节点(产品验收、研制转阶段、出厂等)开展专项质量审查;建立并运行了快速归零和举一反三管理机制;将归零措施纳入数据包管理,为改进产品成熟度提供依据。质量问题归零的科学性和有效性已经被航天工程的成功实践所证实,并在国防科技工业得到推广应用。

6.9 技术风险的识别与控制

航天型号技术风险识别与控制的重点是:关注没有经过实际应用考核的要素,开展“九新”分析(新技术、新材料、新工艺、新状态、新环境、新单位、新岗位、新人员和新设备)识别出新技术要素,对这些新技术要素逐一进行技术状态匹配性分析及试验验证充分性分析。关注不可测试项目控制措施落实的有效性;关注单点失效环节的分析及识别,对每一个单点失效部件的关键特性设置关键控制点和强制检测点,对这些关键特性的实测结果进行逐一审核。

对识别出的技术风险进行严格管理,做到阶段把关,跟踪落实。对具有新要素、不可测试项及单点

失效部件共同属性的环节采取的控制措施落实结果进行独立审核。对落实结果做到“四确认”,即测试验证的覆盖性、充分性确认;可靠性安全性措施的有效性确认;质量问题归零和举一反三的检查确认;故障预案充分性及其验证情况的确认。

7 结语

航天工程精细化质量管理强调技术、产品、队伍和项目管理成熟度的同步提升,突出顶层设计、总体优化、有效识别与控制技术风险和放大细节、量化控制两个重点,注重完善单位质量管理和型号产品保证两个体系,既重视管理要求的完备性,更重视实用管理工具的开发和运用。

参考文献

- [1] The Boeing company. Advanced quality system [J/OL], 2000. <http://www.boeing.com/history/chronology/index.html>.
- [2] 钱学森,于景元,戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志,1990,13(1):3-10.
- [3] 许国志. 系统科学[M]. 上海:上海科技教育出版社,2000.
- [4] 殷瑞钰,汪应洛,李伯聪,等. 工程哲学[M]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [5] 钱学森,许国志,王寿云. 组织管理的技术——系统工程[N]. 文汇报,1979-9-27.
- [6] 袁家军. 航天产品成熟度研究[J]. 航天器工程,2011,20(1):1-7.
- [7] ECSS-Q-ST-20C. Quality assurance[S], 2008.
- [8] 袁家军. 实施精细化质量管理 加速实现航天质量管理能力的新跨越[J]. 质量与可靠性,2009(1):1-4.
- [9] 袁家军. 航天产品质量与可靠性数据包及其应用[J]. 中国质量,2009(4):8-10.
- [10] 袁家军. 神舟飞船系统工程管理[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [11] 袁家军. 航天产品工程[M]. 北京:中国宇航出版社,2011.
- [12] QJ3183-2003. 航天产品质量问题归零实施指南[S]. 2003.

Meticulous quality management in aerospace project

Yuan Jiajun

(China Aerospace Science and Technology Corporation(CASC), Beijing 100048, China)

[**Abstract**] China's aerospace project quality management is guided by Dr. Qian Xuesen's system engineering theory. Based on the principle of "adherence, perfect and development", driven by the major engineering projects, the theory and management innovation of aerospace project quality management has been continuously developed. Since the "11th Five-Year Plan", CASC has been implemented aerospace project meticulous quality management to ensure the success of a series of major aerospace projects, such as China's manned aerospace project, Chang'e project, etc. The meticulous quality management puts the emphasis on improving the capabilities of overall design improvement, system optimization, effectively identification and control of the technical risk, fast focusing, and amplifying and quantizing control capability of key details; highlights the effective integration and operation of organizational quality management system and project product assurance system; focuses on the development and application of the practical management tools and the synchronous improvement of technology, product, team and management maturity. This paper briefly reviewed the history of the development of quality management in aerospace industry, and proposed the concept and content meticulous quality management, and discusses the meticulous quality management theoretical basis, methods, work systems and the main approaches.

[**Key words**] aerospace; quality management; meticulous