

航天发射中心质量管理体系的策划与设计

陆晋荣 董学军
(中国酒泉卫星发射中心)

摘要 从航天发射中心质量管理体系的总体策划、质量目标管理的设计、产品实现过程的识别与管理等三个方面, 论述如何按照 GJB9001A-2001 要求, 继承传统成功经验, 构建航天发射中心质量管理体系。

关键词 顾客 质量管理体系 产品 过程

20 世纪 90 年代中期以来, 航天发射中心(以下简称中心)强化全过程控制, 倡导质量管理体系建设, 贯彻执行质量问题归零双“五条标准”, 落实“双岗”“三检查”“五不操作”“班前班后会”等制度, 使质量管理工作逐步走上了科学化、规范化的道路。但是, 中心由于质量管理体系结构与国际标准的差异, 制约着对国内外质量管理理论和经验的吸收和借鉴, 由于质量管理体系的非系统化, 制约着质量管理体系可信性的评价和质量属性在每一活动和过程中的充分实现。为此, 中心应在继承传统成功经验的基础上, 按照 GJB9001A-2001 的要求, 对现有质量管

理体系进行重构。

1 质量管理体系的总体策划

1.1 组织机构设置

GJB9001A 5.1.1 条款要求“最高管理者应确保质量管理部门独立行使职权。”为确保中心质量管理体系建设工作的顺利实施和建立长效机制, 中心在原有编制体制下, 设立质量管理组织机构(见图 1)。

中心总师履行管理者代表职责, 部站主官为本单位质量工作的第一责任人, 部站总师分管本单位的质量管理工作。

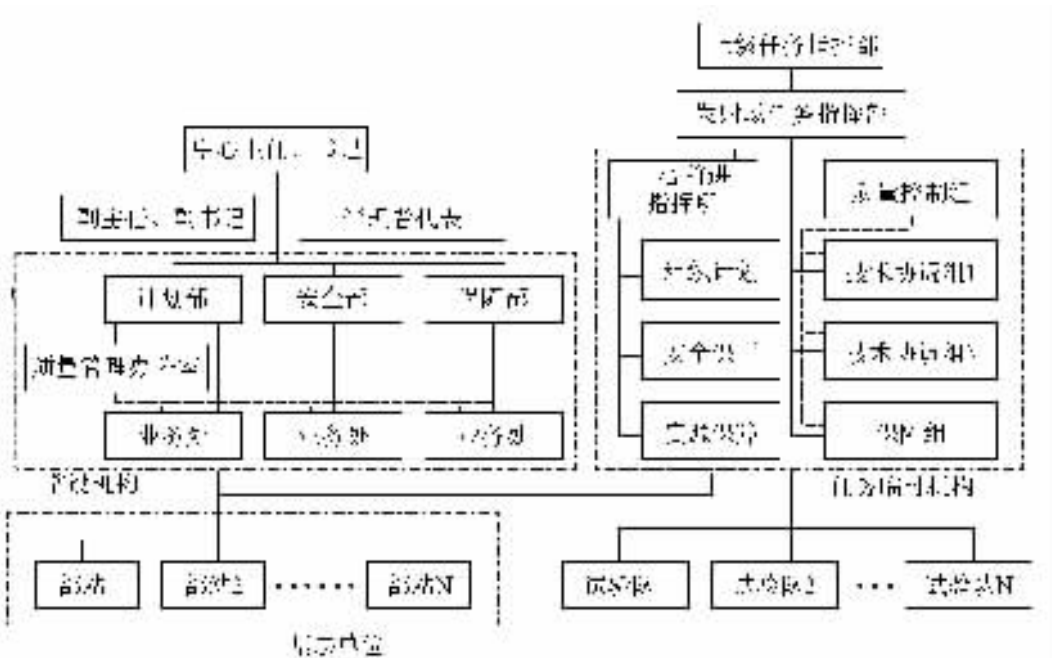


图 1 质量管理组织结构图

在原编制基础上,成立中心质量管理办公室,专门负责中心质量管理体系的策划、建设和运行管理等工作。在内部审核时,中心质量管理办公室制定审核计划,组织成立审核组,完成中心机关及部站的内部审核工作。在航天发射任务实施中,参加质量控制组,履行质量监督职责。

中心计划、安全、保障等部牵头业务处设置 1 名兼职质量协调员,牵头组织本部的质量管理工作;机关相关业务处设置 1 名兼职质量管理员,负责本业务系统的质量管理工作。

技术部站及技术勤务保障部站设置 1 名专(兼)质量协调员,抽调 1~2 名技术总体人员担任本单位的质量管理员,负责本单位的质量管理工作。

勤务保障部站设置 1 名兼职质量管理员,负责本单位的质量管理工作。

各部站基层单位,设置兼职质量管理员。

在航天发射任务实施过程中,依据现有任务流程,以质量控制组和各类技术协调组为依托,实施质量评审和质量控制。同时,明确各级组织机构和各类岗位的质量职责,通过全员参与的方式,保证质量管理体系有效运行。

1.2 一个体系两级管理

“一个体系两级管理”是中心质量管理体系的基本架构。所谓“一个体系”是中心建立一个质量管理体系,即中心统一识别顾客要求、定义产品范围、建立质量目标、策划产品实现、组织航天发射任务、实施产品交付。在涉及到体系的监视和测量、变更和改进时,中心统一组织内部审核、管理评审和外部认证。

所谓“两级管理”是指在中心的质量管理体系内,部站也建立相对独立的质量管理体系,定义内部产品和顾客、审理本单位的不合格品、具备一个体系独立运行的各种要素和机制。但是,部站的质量管理体系是中心质量管理体系的展开和细化,其有效运行直接受中心质量管理体系的约束,是中心质量管理体系中的子系统。

执行任务时,中心作为发射场任务指挥长单位,在总体和全局上组织领导试验任务,为顾客提供航天发射服务。相关部站则是在部分和局部上,组织所属人员完成相应任务,提供与其任务相适应的服务。

中心质量管理办公室既负责组织基地质量管理体系的建立、运行和持续改进,又负责指导部站质量管理体系的建立、运行和改进工作。部站兼职质量管理人员负责组织本单位质量管理工作,并接受基地质量管理办公室的指导。

1.3 产品和顾客的定位

中心从事的航天发射任务,既不是简单的有形产品的生产,也不是简单的无形服务的提供,是在顾客提供的产品上完成测试发射任务,并为顾客提供相应的技术勤务保障服务。综合上述工作特点,中心将产品定义为“航天发射及相关服务。”

由于中心没有顾客的概念,航天发射任务是与航天产品研制生产单位一起共同完成的,因此,中心在识别顾客的内涵时有一定的难度。为给以增强顾客满意为目的的质量管理体系找准基准点,应紧紧抓住“接受产品的组织或个人”这一关键,在明确产品的定义后,将中心的顾客定义为:“向中心下达航天发射任务的上级组织,及参加航天发射及接受相关服务的组织。”

1.4 体系文件的结构

质量管理体系文件间的关系见图 2。

根据“一个体系两级管理”的基本构架,在中心和部站分别建立质量管理体系文件,包括质量手册、程序文件、作业文件和记录四个层级。其中作业文件

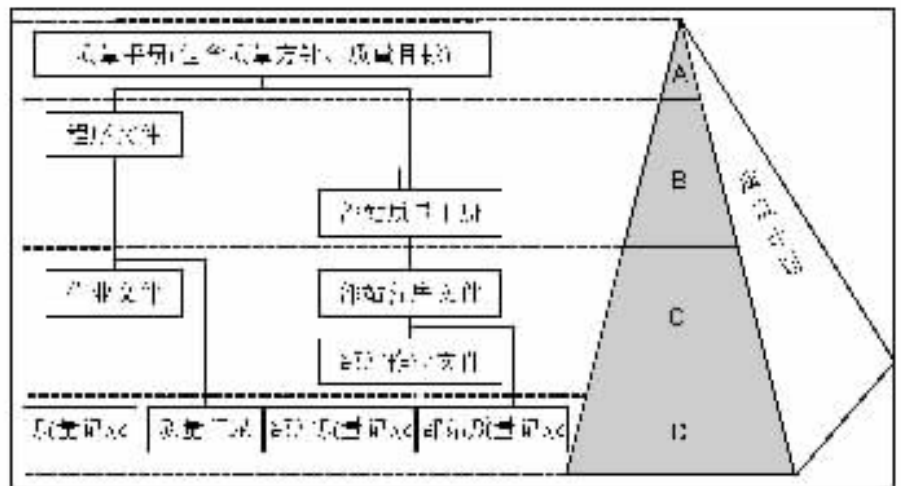


图 2 体系文件结构图

包括作业指导书、规划计划、规程规范、方案预案、协同程序、准则标准等。

中心通过质量计划的编制,规范在具体航天发射任务中如何实施质量控制,以保证质量管理体系与具体试验任务的特点相适应。质量计划包括具体航天发射任务的质量目标,安全性可靠性分析及相应的预防措施,关键过程的识别与控制,质量控制点的设置和对应的质量控制措施、时机、责任人等。

1.5 编制满足使用要求的程序文件

为进行某项活动或过程所规定的途径称为程序,含有程序的文件称为程序文件。GJB9001A 要求组织必须建立包括文件控制、记录控制、内部审核、不合格品控制、纠正措施和预防措施在内的六个程序文件。但仅有六个程序文件远远不能满足航天发射的实际需要,以试验产品质量问题控制为例:试验产品质量问题的归零,应由其研制生产单位完成。但其归零活动可能涉及到多任务系统、多家承研承制单位。中心作为发射场任务指挥长单位,负责统筹任务计划、协调参试各方、控制试验产品质量。为此,中心应在以下方面做出规定:(1) 给出质量问题报告;(2)明确质量问题的责任界面;(3)提出不合格试验产品的处置意见;(4)协调多个单位参加相关试验;(5)制定质量问题归零准则;(6)完成质量问题的复核复审。因此,中心应编制《试验产品质量问题控制程序》。

在什么条件下需编制程序文件?我们的体会是:需要两个以上部门或单位协同工作的过程或活动,为明确职责、规范流程、划清界面、协调配合,应编制程序文件,以沟通意图、统一行动。

1.6 不合格品与质量问题

GJB9001A 8.3 要求“不合格品控制以及不合格品处置的有关职责和权限应在形成文件的程序中作出规定。”由于中心传统质量管理中没有不合格品的概念,而是将试验任务中,不符合要求的条件、因素、过程和结果统称为质量问题,并建立了相应的质量问题处置程序,这与 GJB9001A 的要求不符。

不合格指未满足要求,不合格品是指具有一个或一个以上质量特性不合格的单位产品。在策划设计不合格品的控制时,应首先抓住“未满足要求”这一关键,将 GJB9001A 中不合格的概念等同于质量问题,以继承中心质量问题归零的成功做法,沿用质

量问题的控制程序、方法和措施。其次,应紧紧盯住不合格对产品质量的影响,将不合格品的内涵具体化,明确在产品检验活动中发现的如下情况视为不合格品:一是试验产品受损,人员受到伤害;二是试验任务进度受到影响;三是最终产品未满足要求。并针对上述三种情况,形成不合格品对照表,明确不合格品产生时的现象、特性及严重程度。这样区分不仅满足了 GJB9001A 的要求,而且继承了中心成功的经验。最后,考虑到不合格品的后果,还应将不合格品列入质量目标,使质量目标的量化具有实质性内容。同时,将不合格品纳入到质量目标的闭环管理中,可更充分地利用不合格品的信息,识别改进的机会。

2 质量目标管理的设计

GJB9001A 5.4.1 条要求“质量目标包括满足产品要求所需的内容。质量目标应是可测量的,……”由于组织提供的产品应满足顾客要求,所以,产品要求的实质就是顾客的要求。

就中心航天发射任务而言,能否满足顾客要求,主要取决于组织指挥、技术操作、设施设备和对航天产品的质量控制。因此,中心的质量目标是“组织指挥零失误,技术操作零差错,设施设备零故障,试验产品零疑点”。上述“四个为零”的质量目标具有特殊的内涵,如:“组织指挥零失误”,强调的是工作的计划性、活动的有序性、过程控制的规范性和指挥决策的正确性。再如:“设施设备零故障”,关注的是设施设备性能满足任务要求,不是设施设备不能出问题,是在任务实施过程中,尤其是发射过程中,不能出现影响完成任务的问题。

为使质量目标可度量,应在产品质量特性细分的基础上,对“四个为零”的目标实施分解。以测量控制过程为例,可将质量目标分解到:参试人员素质、设施设备功能性能、试验文书、技术状态、技术操作、测量数据弧段和精度、逃逸安控、不合格品等要素上。

为保证质量目标的实现,应识别并规范产品实现过程所涉及的“三个阶段”、“五个过程”、“七个方面”,确定顾客、产品、过程和体系的监视测量,突出风险预防、差错控制、问题归零,落实程序规范和放行准则,保证每个过程、每一项工作按照确定的途径实

施。以关键过程的控制为例:在任务策划时,对关键过程进行识别,确认关键过程的预期结果;在关键过程实施前,明确关键过程的准备要求,确定关键过程的质量控制点及控制标准;在关键过程实施中,针对控制点检验活动状态和结果,纠正发生的偏差;在关键过程结束时,评审关键过程的结果和关键过程结果的符合性。保证关键过程达到预期目的。

为有效利用质量目标达到改进提高的目的,在每次任务总结评估阶段和管理评审前,按照室(队)、部站、业务系统、中心四个层次的顺序,采用加权平均的方法,测量质量目标的实现值,以评价组织业绩,识别改进机会,使质量目标的管理通过制定、实现、测量和改进活动构成闭合的质量环。

质量目标实现值的计算公式如下:

$$S = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n a_i k_i$$

S 为目标实现值, a_i 为第 i 次的权重值, K_i 为第 i 次目标实现值, n 为参与计算的次数, m 为权重和。

应充分利用质量目标的评测结果,持续改进质量管理体系和资源保证条件。

3 产品实现过程的识别与管理

产品实现过程是中心识别顾客要求,进行各项准备,按预期策划和设计的途径向顾客提供合格的航天发射及相关服务的过程。航天发射服务的质量目标是靠产品实现过程的有效实施得以实现的,中心的顾客要求也是通过产品实现过程的输出得到满足的,因此产品实现过程的设计是质量管理体系设计的核心。

3.1 产品实现过程需求及其相互关系的识别

产品实现过程可分解为三个阶段、五个过程、七个方面。

三个阶段,即任务准备、任务实施和任务总结评估。自领受任务至航天产品进场为任务准备阶段,自航天产品进场至航天器入轨为任务实施阶段,自航天器入轨至任务总结评估结束为任务总结评估阶段。任务准备是任务实施的基础,任务实施是任务准备的约束,并与任务准备一起构成任务总结评估的对象和内容;任务总结是对任务准备和任务实施过程的评价和改进,任何改进措施和机会,将作为下次航天发射任务准备和任务实施的输入。因此,任务准

备、实施和总结评估三个阶段构成了一个为提高输出质量,适应变化条件而持续改进的闭环过程。

五个过程,即组织指挥、测试发射、测量控制、通信保障、技术勤务保障过程。它们以组织指挥为纽带,以测试发射、测量控制为主线,以通信保障和技术勤务保障为支持,以组织和资源为基础,将产品实现中的策划、设计、提供、监视和测量、分析和改进等活动构成一个相互作用、相互影响的动态系统。这一系统,不断处置运行过程中的偏差,以解决急性的质量问题,达到保持稳定的目的;不断寻求改进的机会,解决制约进步的约束问题,达到螺旋式发展的目的。

七个方面,即与顾客有关的过程、产品实现的策划、设计和开发、采购、生产和服务提供、标识和可追溯性、监视和测量装置控制、技术状态管理。与顾客有关的过程明确了中心提供产品的质量属性,产品实现的策划和设计开发规定了产品实现的途径,监视和测量装置控制、采购及技术状态管理,为产品得以实现提供了保证,生产和服务的提供使产品按照事先规划的途径得以实现。七个方面构成了确定方向、规划路线、提供保证和最终实现的关系。

3.2 产品实现过程的分解与控制

3.2.1 过程细分与过程规范

过程的细分。为便于过程的控制,应对五个过程分别进行分解,直至分解到不能再分或不必要再分为止。然后为分解出的每个过程或活动明确输入和输出关系,使它们构成一个相互关联的过程网络。以测试发射过程为例,可进一步分解为:发射场人员、设备、环境和文书的准备,试验产品的接运、交接,试验产品的单元测试、吊装、系统测试、总检查,天地对接,航天器加注,船箭对接,转运,运载器加注,临射检查等。对上述每个过程进行再分,如将人员准备进一步分解为:能力、意识需求的确定,定岗定位,针对性训练,岗前考核,岗位能力确认,资格证确认,模拟演练等。对上述每个过程继续分解,如将能力需求的确定进一步分解为:岗位特性分析,将岗位特性转换为对岗位人员受教育程度、现有技能水平、工作经验和思想意识等方面的要求,形成岗位能力需求文件等。当然还可以继续细分。

输出细分。将五个过程的输出要求分解到细分后的每一过程和活动的输出,并以此建立标准。为保

证五个过程的输出能满足输出的要求,细分后的过程和活动的输出标准应略高于期望的输出要求。

确定途径。为细分后的每一过程和活动明确达到输出要求的措施、方法、途径,必要时编制作业文件。

配置资源。需为每一细分的过程和活动配置满足要求的人员,适宜的设备 and 必须的监视测量装置,提供充分的物资器材和满足要求的工作环境。

实施控制。应识别主要过程和活动,明确其工作范围、进度要求、资源需求、活动记录和活动的牵头者、配合者、实施者、监视和测量者、有权放行者。过程和活动实施中,通过监视和测量,及时纠正偏差,保证过程和活动是按照规定的途径实施。以单机单元测试为例,任务:完成一单机单元测试。目地:检查某单机是否合格。标准:功能性能满足要求。产品:单机单元测试服务。可交付物:测试报告。时间:某月某日。地点:某测试厂房。组织实施单位:XXX 站。具体操作人员:XXX。要求:包括测试持续时间,测试状态,测试设备,测试环境,测试内容和测试程序的要求。实施步骤:(1)测试准备,包括组织准备,测试设备准备,试验文书准备,测试环境准备,测试人员准备,测试实施程序准备;准备完毕后,组织进行测试准备检查评审。(2)测试实施,步骤如下:技术交底,操作规程校核会签,开班前会,进行单机内外观检查,连接单机与测试设备,状态检查,进行单元测试,班后会。(3)测试评价,包括:测试数据整理与判读,单元测试汇报,测试结果检查评审等。

3.2.2 构建多次反馈、循环控制机制

将宏观管理与精确控制相结合,形成多次反馈的循环控制机制,以逐步剔除缺陷,确保质量。从任务策划、方案设计的源头抓起,从单台设备的检修检测开始,直到全系统检查、合练,不断地进行检查测试、试验演练、联试联调、复核复审。也就是以“零缺陷”的标准和要求,用循环控制的管理和方法,确保

航天发射服务质量“零缺陷”。

3.2.3 单点失效环节和不可检验过程的控制

单点失效环节的控制,首先是增加冗余设计,尽量消除重点部位、关键环节的单点失效点;其次是对无法避免的单点失效,进行重点复核复审,加严控制保证其质量完好;再次是采取监测措施,随时检测其状态,确保正常。

航天器发射属于问题仅在交付后才显现出来的过程,应进行软件测试,部(组)件、单机、分系统、匹配测试,关键环节演练,全系统联合检查,射前检查,做到每一步把参试设备的性能、功能,系统的可靠性冗余检查到位,把参试人员的业务素质、操作技能检查到位,把方案预案的有效性、可行性检查到位,以确保过程的能力满足要求。在发射前,中心组织对是否具备发射条件进行确定,并通过签署发射任务书对发射过程再确认。

3.3 产品实现所需资源的保证

为保证产品实现过程达到预期的结果,组织还需对过程实施中所需的资源进行有效管理。这包括:围绕岗位能力要求开展的人员针对性训练和考核;围绕设施设备可靠性开展的设施设备检修检测和预防措施制定;围绕人机结合开展的技术状态控制和技术操作规程确定;围绕系统内外协同性和系统效能稳定性开展的各类试验文书的编制和实施;围绕监视和测量可信性开展的监视和测量装置的控制;围绕采购品符合性开展的采购过程、信息和采购品验证的管理。

结束语

关于资源提供与管理,顾客、过程、产品和体系的监视和测量等内容,航天发射中心只需按照 GJB9001A-2001 的要求,进一步规范现有做法即可,故本文未做进一步讨论。◇