



大亚湾核电站的质量验证体系 Quality Verification System in Daya Bay Nuclear Power Plant

余体伟
(广东核电合营有限公司, 广东深圳, 518124)

摘要 总结和介绍了大亚湾核电站的三级质量验证体系, 主要是从质量验证的效能、方式、组织、程序体系和管理要求、运用及验证内容上对三种质量验证方式分别进行了论述, 从I级验证活动到III级验证活动, 验证内容上技术含量逐渐减少, 管理性要求逐渐增加, 三种质量验证活动是从不同的方面来保证质量的, 它们是相互补充的、缺一不可的。

关键词 质量保证 控制 验证

Abstract In this article the 3 levels of quality verification systems are summarized and introduced, these 3 different quality verifications are discussed respectively with regards to their effectiveness, methods, organizations, procedures, management requirements, application and contents. From level-I to level-III, the demand for technical verifications is decreased while the management requirement is enhanced. These 3 kinds of quality verification activity are essential and complementary since they ensure the quality from different aspects.

Key words Quality assurance Control Verification

企业的质量管理需要通过质量体系来实施。质量体系就是为实施质量管理而形成的组织机构、程序、过程和资源。质量保证是为了提供足够的信任表明实体能够满足质量要求而进行的有计划和有组织的活动。

质量控制是为了达到质量要求所采取的作业技术和活动。质量控制贯穿于整个质量活动中, 目的是监视物项生产或服务的全过程, 使活动满足规定的要求。质量控制包括事前预防和事后检验两个部分。

质量验证是对物项、过程、服务或文件是否符合规定要求所进行的审查、检查、试验、核查并将其形成文件的行动。质量验证是质量控制的一个重要组成部分, 它是属于事后检验, 通过把要检验的项目与质量要求进行比较, 发现其中的不符合, 以便进行改进。

质量保证、质量控制和质量验证三者的异同点见表1。

质量验证可以体现核电站的有效管理: 验证是否按要求对要完成的任务进行了透彻的分析, 验证是否按要求选择和培训了合适的人员, 是否按要求使用适当的设备和程序, 是否创造了良好的工作环境, 和验证是否按要求明确了承担任务者的个人责任。质量验证是以质量要求为前提的, 质量要求就是电站的一系列文件和程序, 通过质量验证证实核电站有效地实施了质量保证大纲的要求, 从而可以提高员工、管理者、股东和社会对整个电站安全运行的信心。

表1 质量保证、质量控制和质量验证三者的异同点

类别	质量保证	质量控制	质量验证
范围	整个质量体系	质量环各阶段	质量环各阶段
对象	管理技术	专业技术和管理技术	专业技术和管理技术
目的	维护质量体系有效性	监视产品或服务的全过程, 并排除可能的质量问题	检查产品或服务是否符合规定的标准
实施	所有活动	活动整个过程	活动完成后
标准	满足质量要求	满足质量要求	满足质量要求

大亚湾核电站的质量验证分为三级质量验证:

(1) I级验证: 主要是围绕具体的运行、维修、检查和试验、改造和采购等活动, 着眼于工作质量和硬件质量两个方面, 其目的是通过验证来确定工作质量, 提高设备的可靠性, 从而提高大家对核安全的信心。验证方式的选择取决于作业活动对安全和可用率的影响及作业过程的复杂程度。

(2) II级验证: 主要是围绕电站的基本质量管理过程和工作过程, 验证符合性和有效性。

综 述
核 电 设 计
工 程 管 理
工 程 建 造
运 行 维 护
核 安 全
核 电 前 期
核 电 论 坛
核 电 经 济
核 电 国 产 化
质 量 保 证
核 电 信 息

(3) III级验证：主要是验证质量保证体系运作有效性、各部门管理计划执行情况和电站主要业绩完成情况。

这三层验证活动虽然有着一定的差别，但彼此是相互联系的，从I级验证到III级验证，验证内容上技术含量减少，管理性要求增加。三种质量验证活动是从不同的方面来保证质量的，它们是相互补充、缺一不可的。

1 质量验证的概念

质量验证是对物项、过程、服务或文件是否符合规定要求所进行的审查、检查、试验、核查并将其形成文件的行动。目的是发现物项、过程、服务或文件是否存在与规定要求有不相符的地方，然后加以纠正，以保证与规定要求一致。

在“核电厂质量保证安全规定（HAF003）”和大亚湾核电站运行质量保证大纲（D版）中，对质量验证有明确的规定，即必须对所有与电站核安全和质量有关的活动进行必要的监督、试验和检查。当由被指定负责该工作的人员来实现其质量目标时，可以由完成该工作的人员进行检验、校核和检查；当有必要验证是否满足规定的要求时，这种验证只能由不对该工作直接负责的人员进行。

2 三级质量验证的效能

“核电厂质量保证安全规定”对核电站质量验证活动的层次并没有严格和明确的规定，大亚湾核电站经过7年多的生产实践，在质量验证管理方面已经形成了一套自己的方法，并积累了一定的经验。大亚湾核电站开展的三级质量验证，其核心目的是为了确电站机组安全、稳定和可靠地运行，以便提高员工、各级管理者和公众对保障核安全和机组发电可靠性的信心。表2列出了三级质量验证的验证对象。

I级验证的对象是具体的工作过程和活动，包括运行、维修、检查和试验、改造和采购等与核电站质量或安全相关的活动，目的是保证具体工作过程和活动符合相应的文件或程序中的要求。

表2 三级质量验证的验证对象

验证层次 验证对象

I级验证 具体工作过程和活动

II级验证 兼顾具体工作过程和质量体系要素

III级验证 质量体系要素

II级验证或是针对具体工作活动的管理过程进行的，目的是检查现场作业活动的执行过程是否符合管理程序和技术程序的基本要求；或是审查质量体系文件的适用性；也可以是评价质量体系各个要素的基本要求是否落实到了活动过程之中，以及质量管理方面的规定是否合适。

III级验证是以质量体系要素为基础，验证各部门的管理计划执行情况和质量保证体系运作的有效性。大亚湾核电站的三级质量验证是不同层次上的质量检查，相当于三道屏障，分别体现了对基本活动和对管理过程的检查。I级验证是保证做好每一件事情，III级验证侧重于整个管理过程或体系上要素的审核，而II级验证是介于它们两者之间，兼顾两种形式的检查。可以说，大亚湾的三级质量验证是一个互相补充的验证体系，它确保了质量体系的有效运作，从而保证了现场各类活动的质量。

3 三级质量验证的方式

大亚湾核电站实施的三级质量验证，目的是确保工作质量符合相应的规定要求，大亚湾核电站三级质量验证的方式见表3。

4 三级质量验证的组织

大亚湾三级质量验证的组织分工见图1。

5 质量验证的程序体系和管理要求

大亚湾核电站对如何开展三级质量验证有一个完整的程序控制体系来保证，见图2。

根据验证人员的独立性、验证工作的不同方法，以及验证活动的侧重点不同，运行质保大纲把大亚湾核电站的质量验证分为I、II、III级验证，它们有不同的管理要求。

5.1 I级验证的管理要求

I级验证主要是指操作者自检、互检、第三方验证、监护验证、STA独立验证和QC独立检查等直接与现场工作联系紧密的，侧重技术方面验证的活动。

表3 大亚湾核电站的三级质量验证

验证层次 验证方式

I 工作人员自检，工作人员互检，第三方验证、监护验证、独立验证（包括安全技术顾问（STA）验证）和质检员（QC）监督

II 质保部的质保监督、质保文件审查，处、科管理者自我评估

III 质保部的监查，外部核安全独立评估（如WANO同行评估、IAEA评估），国家核安全局（NNSA）的独立检查，部门及总经理层的管理者自我评估



图1 三级质量验证的组织

		IP/QAC/010-C 质量检查和验证	规定了在大亚湾核电站运行期间由电站员工进行质量验证与验证的组织、职责分工、方法及要求。
		IP/QAC/030-C 质量控制组织和资格	描述技术部、维修部质量控制机构的设置和 QC 检查过程要求。
I级验证	AD/NSP/000-C 核安全管理政策	IP/NSP/020-C 核安全评估与监督	描述了 STA 实施独立评价和监督及运行值在线评价原则及方法。
		IP/QAC/050-C 质量保证监督	规定了实施质保监督的方法和职责。
III级验证	AD/QAC/000-C 质量保证/质量控制政策	IP/QAC/060-C 文件的质保审查	规定了文件的质保审查方法和要求。
		IP/QAC/070-C 质量保证监查	描述质保监查的原则及过程要求。
II级验证	AD/ORG/000-C 组织管理政策	IP/ORG/180-C 管理者自我评估	规定各级管理者进行管理者自我评估的方法和要求。
		IP/ORG/190-C 自我评估导则	描述了开展自我评估的原则和方法。

图2 质量验证程序控制体系

对于运行质保大纲范畴内的物项，负责活动的部门必须制定（或由其他部门为其制定）并实施验证计划，以验证该活动的完成符合细则、程序和图纸的要求。在技术规范、图纸、程序或细则中必须包括实施验证活动所必需的要求，这些要求包括：

- (1) 明确验证的特性和活动；
- (2) 验证使用的方法，包括必要的测量和试验设备及其精度要求；
- (3) 明确负责实施验证的部门；
- (4) 接受和拒收的标准；
- (5) 明确所需要的程序、图纸和技术规范，包括其适用的版次；
- (6) 验证结果形成文件，包括执行验证的人员身份。

制定或审查工作实施文件的部门要负责确定需要进行监护验证、独立验证和独立检查等的作业。

5.2 II级验证的管理要求

II级验证包括质保部进行的质保监督、文件审查和处、科级管理者自我评估。

(1) 质保监督

质保部制定了年度的监督大纲，并且每季度修改一次，以验证现场作业活动的执行过程是否符合管理程序和技术程序的基本要求。监督实施的范围和频度通常基于活动的受控状态及其对安全的重要性、历史的经验反馈，并考虑总的覆盖率、试验或作业活动的特性以及趋势分析的结果。

(2) 质保文件审查

质保部建立并保持一个文件审查体制，对与安全或可用率有关活动的文件进行审查，目的是验证运行质保大纲的要求是否已包括在这些文件中，并对审查过程中所发现的文件缺陷进行跟踪，直至得到纠正。

(3) 基层（处、科级）管理者自我评估

处、科级管理者应根据本处或科的工作业绩状况适时安排管理者自我评估，及时发现和纠正日常工作中存在的问题，以达到对管理工作持续改进的目的。

5.3 III级验证的管理要求

III级质量验证包括质保部进行的质保监查、部门及总经理层的自我评估和外部独立检查。

(1) 质保监查

质保部制定了对质保大纲范畴内的物项和活动有影响的内部或外部功能进行监查的计划。监查活动包括了对与质量有关活动的实施过程、程序和细则的客观评价，包括对活动、物项和证明是有效的和正确实施的记录的客观审查。

(2) 部门及总经理层的自我评估

部门或部门级以上管理者开展的自我评估，是管理者自己评估职责范围内的管理计划执行状况和业绩完成情况，目的是寻找管理上的薄弱环节，侧重于提高管理过程的有效性和工作过程效率，以达到对管理工作持续改进的目的。

(3) 外部独立检查

外部独立检查包括WANO同行评估、国际原子能机构（IAEA）安全评审和NNSA检查，他们对电站的安全状况和管理状况进行评估，帮助核电站发现的问题，以达到提高安全水平和管理工作改进的目的。

6 三级质量验证的运用及验证内容

6.1 I级验证

I级验证主要验证方式与作业活动的对应关系见表4。

表4 I级验证

验证方式 适用的作业活动 验证者 验证描述

自检 所有作业活动 作业操作者 伴随着整个作业过程，包括每一个工序，重点是符合性

互检 以维修活动为主 同一工作小组内不同的成员 伴随着整个作业过程，针对质量计划和程序中工序执行的符合性

第三方验证 适用于运行操作、维修或试验活动 同一小组内的成员或工作负责人，但不是工作的执行者 伴随着整个作业过程，针对质量计划和程序中全部主要工序执行的符合性

监护验证 在运行设备上的操作 同一小组内的成员、但不是工作的执行者作为监护人 伴随着整个作业过程，包括操作之前和操作之后

独立验证 核安全相关的运行操作和试验，停堆后的重新启动 专职的安全技术顾问（STA） STA监督和评价运行中与核安全相关操作，伴随着运行和试验全过程

独立检查 以维修、改造、在役检查、加工和制造活动为主 专职和兼职的QC人员 审查准备工作、实施过程中以控制点和巡视两种方式验证符合性

6.2 II级验证

II级验证是围绕基本的质量管理过程和现场作业活动和过程进行的，目的是验证符合性和有效性。验证方式与作业活动的对应关系见表5。

6.2.1 质保文件审查

(1) 审查范围

下列文件要经质保部工程师（QA）审核：管理程序，包括政策程序（AD）、执行程序（IP）和处级程序（BP）等；

下列文件由QA抽样审核：

- 1) 合同文件中与质保或环境保护有关的部分，包括标书、投标书和合同等；
- 2) 承包商的QA大纲或管理程序（当合同要求时）；
- 3) 采购订单及其相关文件，包括采购申请单（PAF）、设备和材料采购单（EMPL）和自动采购申请单（CRO）中与质量保证或环境保护有关的部分；
- 4) 不符合项（NCR）。

(2) 审查要求

审核者在审核文件时必须：

- 1) 确定适用于该文件的上游文件或管理程序的要求，包括质保大纲和环境保护的要求；
- 2) 验证文件的内容或处理过程是否符合上游文件或管理程序的要求；
- 3) 验证该文件是否具备适当的可操作性和管理过程的可行性；
- 4) 将审核结果记录在相应的检查清单上，将纠正要求传递给相关部门并跟踪。

6.2.2 质保监督

(1) 监督范围

适用于大亚湾核电站的运行质保大纲和电站质量管理手册所涉及的活动。

(2) 监督要求

质保监督是通过对工作过程（即质量形成过程）的检查以保证符合规定要求的，主要是从五个方面进行检查，详见图3。

6.3 III级验证

III级验证的内容主要是质量保证体系运作有效性、各部门管理计划执行情况和电站主要业绩等。其验证方式和执行者见表6。

表5 II级验证

验证方式 适用的作业活动 验证者 验证描述

质保文件审查 质量保证大纲的编写、质量管理程序的编制、NCR处理，维修工作包的准备等 质量保证部人员 审查质量保证大纲是否符合核安全法规的相关要求，审查质量管理程序是否符合质量保证大纲的基本要求，审查NCR的处理过程是否符合管理程序的规定；审查维修工作包是否符合管理程序的要求等

QA监督 现场作业过程及相关管理活动 质量保证部人员 随机抽样检查现场作业活动的执行过程是否符合管理程序和技术程序的基本要求,或通过对与电站质量和安全相关的管理过程进行专项监督检查来评价质量体系要素的基本要求是否落实到了活动过程之中,以及评价质量管理方面的规定是否合适

科、处级管理者自我评估 科、处级管理职责范围内的工作过程 科、处级管理者 评价本单位工作过程的有效性和工作效率,及时发现和纠正日常工作中存在的问题,以改进管理工作过程

表6 III级验证

验证方式 适用的作业活动 验证执行者 验证描述

QA监督 质量保证大纲包含的全部活动,质量体系包含的全部要素 质量保证部门为主,其他部门有资格的监督员参与 按监督计划进行,两年一个周期,重要活动每年一次。重点是评价质量体系实施中的符合性和有效性,为不断改进提供支持

外部独立评估 与核电站的安全业绩相关的活动 IAEA、WANO、NNSA 外部机构不定期地进行

部门、总经理层的管理者自我评估 电站的主要管理过程和与业绩相关的活动 部门经理、总经理 每个月一次管理计划实施的跟踪,每年一次评估。以公司五年发展计划和部门的管理计划为基础和依据

6.3.1 质保监督

(1) 质保监督的目的

- 1) 通过监督评估质量体系各要素的实际执行情况是否满足法规对质量保证的基本要求,以便不断完善质量管理体系和逐步提高质量管理体系的运作有效性。
- 2) 通过质保监督不仅提出对哪些质量管理方面需要采取改进行动,更重要的是为各级管理者制订改进措施提供信息,从管理角度去改善和提高电站业绩水平。

(2) 质保监督原则

- 1) 质保监督应以工作业绩为核心,收集信息和客观证据,既要检查作业过程与管理规定的符合性,又要评估其有效性。
- 2) 对专业性强的领域进行质保监督时,应尽可能邀请有关技术专家参加。
- 3) 质保监督不仅要以法规、质保大纲、管理程序为依据,还应尽量参考世界先进核电站的良好实践。
- 4) 质保监督之前,应找被监督部门的主管经理沟通,了解管理层的期望。
- 5) 质保监督既要顾全质量体系各要素,又要考虑活动的重要性、复杂性和各领域的历史质量状况,可在特殊情况下增加适当的监督。
- 6) 监督员、监督长必须具备规定的资格。

6.3.2 管理者自我评估

(1) 自我评估的目的

对于一个核电站来说,自我评估的目的首先应该保证核电站有足够的裕度,同时又能尽量降低成本。对具体某一部门而言,自我评估应围绕着这个目标,评价已知的实际工作效果,同时判别出在管理上起重要作用的方面,以及找出薄弱的领域和制定相应的行动计划以便得到改进和提高。

(2) 自我评估的原则

- 1) 管理者自我评估应由管理者亲自组织并参与,以身作则来培育部门的良好质量安全文化。
- 2) 管理者自我评估的重点应该放在致力于改善那些对实现和维持电站良好业绩有影响的管理过程。
- 3) 管理者自我评估应使第一线的主管、技术人员和工人参与进去,以便查找问题的根本原因和及时纠正日常工作中存在的问题。
- 4) 通过管理者自我评估,应找出管理过程中比较好的实践,同时要对阻碍业绩提高的问题进行分析,并制定和落实改进行动计划。
- 5) 管理者自我评估应注重以下方面(但不限于):
 - a. 本部门的任务是什么?
 - b. 本部门员工对以上任务透彻理解了吗?
 - c. 本部门的期望/发展目标是什么?
 - d. 这种期望和目标已经实现了多少?
 - e. 管理过程的效果和效率如何?
 - f. 安全重要系统的状态如何?
 - g. 员工的工作表现如何?
 - h. 以往实施纠正行动的效果如何?
 - i. 改善质量和加强核安全的良机在哪里?
 - j. 如何更好地利用人力资源?
 - k. 本部门管理计划实施状况如何?

7 小结

大亚湾核电站的质量验证体系在组织形式上、程序上、活动内容上都进行了明确的规定,对质量验证体系活动的开展起到了充分的保障作用。实践证明,大亚湾核电站的三级质量验证体系是成熟的、行之有效的,对核电站稳定、安全、高效的运行是必不可少的。

