

(HAD003/07)

核电厂建造期间的质量保证

(1987年4月17日国家核安全局批准发布)

本导则自发布之日起实施

本导则由国家核安全局负责解释

1 引 言

1.1 概述

《核电厂质量保证安全规定》(HAF003, 以下简称《规定》) 已为制订和执行核电厂现场建造期间的质量保证大纲确定了原则和目标, 本安全导则是对《规定》的补充和说明。

本导则是指导性文件, 在实际工作中可以采用不同于本导则规定的方法和方案, 但必须向国家核安全局证明所采用的方法和方案至少具有与本导则相等的安全水平, 不会对核电厂厂区人员和公众增加风险。

对于不同的现场建造活动, 其质量保证大纲的级别是不同的。

在确定质量保证工作的范围和深度时, 需要考虑的最重要的因素是服务中的差错或物项的失灵或故障对安全的影响, 需要考虑的其他因素有:

- (1) 物项的复杂性、独特性或新颖性;
- (2) 物项的标准化程度;
- (3) 工艺、方法和设备的特殊控制、行政管理方法和监督措施的要求;
- (4) 可通过检查和试验证实的符合设计要求的程度;
- (5) 质量史;
- (6) 物项在电厂安装后, 其维修、在役检查和更换的可达性。

1.2 范围

本导则对制定和执行核电厂现场建造活动的质量保证大纲提出要求和建议。

这些活动包括：加工、装配、安装、装卸、贮存、清洗、冲洗、检查、试验、修改、修理和维护等。

其他设计、采购和运行等活动见质量保证的其他安全导则。

有关核电厂系统试验的进一步说明，见安全导则 HAD103/02《核电厂调试程序》。

1.3 责任

对核电厂负有全面责任的营运单位必须对制订和执行现场建造的质量保证大纲负责。营运单位可以委托其他单位来制订和执行所有大纲或其中的一部份，但要对整个大纲的有效性负责，同时又不改变受托者的义务和应负的法律法律责任。大纲的制订必须与工程的进度相一致。

1.4 组织形式

《规定》提出了基本组织机构。安全导则 HAD003/02《核电厂质量保证组织》对参加核电厂建造各单位组织形式和机构提出具体的要求和建议。

2 总的要求

2.1 计划制订

必须制订现场建造（包括验证工作）计划并形成文件。计划必须明确所要进行的作业，作业系统的顺序进程，每项活动的负责人和为确保达到规定的质量所采取的措施。

制定计划必须考虑到构筑物、系统和部件的现场制造、安装、检查和试验的要求。例如：a) 对程序和工作指令的确定、编制和管理的要求；b) 对专用设备

或材料的要求；c) 经过培训的人员的要求。负责制订这些活动计划的单位必须检验构筑物、系统和部件设计的技术条件、采购文件和图纸，以及建造工作计划和进度。这种检验必须确保现场制造、安装、检查和试验的活动已被明确，确保能按规定的要求，并有充足的时间和手段完成所要求的行动。对制定计划期间暴露出来的问题必须通报营运单位或其指定的人员。

2.2 程序、工作指令、说明书及图纸

必须按适用于该项活动的书面程序、工作指令、说明书及图纸来规定和完成本导则所规定的活动。程序、工作指令、说明书及图纸必须包括质量保证大纲的行政管理和技术两个方面。必须对这些程序、工作指令、说明书及图纸的编制、审核、批准、发布和修订进行控制。关于文件和设计控制，可阅《规定》第4章和第5章。

2.2.1 内容

程序、工作指令或说明书的格式可以有所不同，这要取决于文件的用途和参与此活动的各单位的习惯做法。但必须包括下列方面：

(1) 标题：用于说明适用该程序、工作指令或说明书的物项或活动的名称，包括标识序号、修订号或修订日期以及批准状态。

(2) 适用性说明：对程序、工作指令或说明书的使用目的的说明。

(3) 参考资料：例如规范和技术条件、质量计划、图纸和辅助规程等，并包括对不符合项所采取的措施。

(4) 先决条件：在使用程序、工作指令或说明书前必须完成的独立行动或其他程序以及必须具备的条件。

(5) 预防措施：在安装、检查和试验期间，提醒执行某一任务的人员采取必要的保护设备和工作人员的措施。

(6) 行动步骤：为执行所要求的职能或任务所必需的足够详细的一步接一步的指令，包括规定的见证点或控制点以及所要求的记录。

(7) 验收准则：确定各种工作已满意地完成的恰当的定量或定性的验收准则。

(8) 核对清单：对于复杂的程序，可以把核对清单作为程序的一部份或作为附件。

2.2.2 审核和批准

程序和工作指令在颁发以前，必须进行审核和批准。对这些文件的变更，必须由审核和批准原文件的部门审核和批准，除非责任单位指定其他单位。

2.3 建造和安装期间的场地管理

为保持要建造或安装的物项所必需的质量,必须制定和执行一些措施,以按规定的要求完成这些场地管理。这些措施必须包括对核电厂所属厂区、设施以及用于电厂的材料和设备的管理方法及管理技术。

必须制订用于场地管理的清洁度要求,这些清洁度要求必须考虑对环境条件和对工作人员出入的管理。对于所管理的清洁区必须清楚地做出标记,并颁发程序或工作指令对其使用进行管辖。

2.4 材料及设备的接收、贮存和装卸

必须制订措施并实施,以便对材料及设备的接收、贮存和装卸进行管理,严防滥用、误用、损伤、变坏或失去标识。必须编写适当的程序和工作指令来执行这些措施。

2.4.1 接收

抵达现场的零部件在卸货以前,应当进行目视检查,以核实未由下列因素造成损伤:

- (1) 不适当的装卸;
- (2) 捆扎失效;
- (3) 运输;
- (4) 环境因素;
- (5) 火灾;
- (6) 其他原因。

卸货后的检查, 必须在至少相当于贮存期间为保护物项所要求的环境中进行。根据情况, 必须完成下列检查:

- ✓ (7) 标识和标记;
- ✓ (8) 出厂文件 (包括合格证);
- ✓ (9) 防护罩和封印;
- ✓ (10) 涂层和防腐剂;
- ✓ (11) 实体损伤;
- ✓ (12) 清洁度;
- ✓ (13) 惰性气体覆盖层和干燥剂的状态。

有关接收检查的要求和建议,见安全导则 HAD003/03《核电厂物项和服务

采购中的质量保证》中的第7章和第9章。

2.4.2 贮存

材料及零部件在安装和使用前,必须按规定的要求进行贮存,以便隔离和保护。为防止因腐蚀、污染、变质和实体损伤等因素引起的质量下降,必须制订有关贮存方法和贮存条件的程序。

必须制订和执行贮存区域的管理程序。这些程序必须根据情况规定下列方面:

- (1) 贮存区的出入;
- (2) 清洁度和场地管理;
- (3) 防火;
- (4) 标识和标记;
- (5) 防护罩和封印;
- (6) 涂层和防腐剂;
- (7) 防止实体损伤;
- (8) 从贮存区取出;
- (9) 环境控制 (例如温度和湿度控制);
- (10) 预防性维护。

必须根据需要进行检查,以保证维持规定的状态。

2.4.3 装卸

必须编写详细的程序和工作指令,以保证正确地装卸所有的材料和物项。必须考虑下列方面:

- (1) 重量;
- (2) 尺寸;
- (3) 对冲击损伤的敏感性;
- (4) 表面光洁状态;
- (5) 规定的起吊点;
- (6) 方位;
- (7) 专用装卸设备及其所要求的试验。

当装卸操作易于造成损伤时,应考虑使用诸如专用纸板箱、容器、保护装置、起重机、机械手和运输车等。上述这些物项的操作者和使用者,必须是有实际操作经验或经过专业培训的合格人员。

必须按照经批准的程序使用和维护装卸物项用的设备,这些程序必须符合现行法规和标准。

2.5 流体系统及有关部件的清洗

在整个建造过程中，必须制订流体系统和有关部件的清洗要求及清洁度的管理要求。必须编写用于清洗和清洁度的管理程序，并必须考虑下列方面：

- (1) 确定要采用这些程序的系统和分系统；
- (2) 工作实践、场地管理、出入管理及污染和重复污染的预防；
- (3) 去除污染物的清洗程序的有效性；
- (4) 与某一物项的材料相接触的清洗溶液的腐蚀性（特别是在不同金属的情况下）；
- (5) 所使用清洗液和缓蚀剂的化学成份、浓度及温度限值；
- (6) 确定禁用的材料；
- (7) 在清洗作业期间，溶液和金属温度、溶液浓度、速度和接触时间；
- (8) 在清洗作业期间，用于监测清洗液浓度和温度的方法；
- (9) 注入、排放、流体循环、排空和冲洗的作业次序和方法；
- (10) 设备隔离、临时管道和阀门的位置、滤网和临时设备的位置；
- (11) 规定在清洗作业期间应当禁止的施工作业；
- (12) 对使用和贮存具有潜在危险材料的限制；
- (13) 漂洗、中和的方法和规定漂洗次数；
- (14) 清洁度的检验方法；
- (15) 设备使用前的干燥和防腐方法；
- (16) 对已安装的、且不在清洗范围内的设备的保护方法；
- (17) 处置清洗液的方法；
- (18) 保持清洁度的方法。

2.6 保护性涂层

有关物项和表面的油漆或涂层的活动，凡对保护物项的质量是必不可少的，或其损坏会有害地影响电厂的安全的，必须按照已批准的程序完成。油漆或涂层的特性和性能不应影响物项正常的功能、标记、试验或无损检验，当使用油漆或涂层时，必须采取措施避免损伤附近的设备。

2.7 测量和试验设备的管理

必须编写用于规定所有测量和试验设备的选择、标识、使用、标定要求和标定频度的程序,必须在设备上或在可以追查到设备的记录上注明所使用的试验设备及其标定状态。标定必须符合已批准的程序和已认可的标准。

当发现任一测量和试验的设备不符合标定时,必须对其鉴别并做出标记或隔离,以防止继续使用,直到交付重新标定为止。必须对已使用该设备进行测量和试验过的材料或物项进行审查,并按照批准的程序进行处置。

2.8 人员资格与培训

从事某项工作的人员和按规定要求从事检查或验证的人员,必须具备必要的业务熟练程度,以确保工作结果符合规定的要求。在适用的规定对人员资格要求中的法规或标准中,必须写明其资格条件和资格有效期。

工作人员必须接受必要的培训,以提高他们完成各种工作(例如焊接、热处理或无损检验等)的业务水平并熟悉产品、专用设备、质量保证大纲要求和程序等。关于质量保证人员资格的进一步说明,见安全导则 HAD003/02《核电厂质量保证组织》。

2.9 其他方面

对于核电厂现场建造中的质量保证大纲的其他方面(如文件控制、不符合项的控制、纠正行动、记录和监查等),见《规定》中相应章节。

关于记录和监查的进一步说明,见安全导则 HAD003/04《核电厂质量保证记录制度》和 HAD003/05《核电厂质量保证监查》。

3 土壤、地基、混凝土和结构钢的 安装、检查和试验

3.1 建造前的验证

3.1.1 材料验证

材料在首次使用前必须通过鉴定试验，以验证是否满足规定的要求。必须进行以下常用材料的验证试验，如：混凝土骨料、水泥、粉煤灰、水和冰、混凝土养护剂、混凝土拌合料、混凝土外加剂和钢筋等。

3.1.2 建造工艺验证

必须验证建造工艺控制的先决条件（例如焊接、螺栓连接和结构钢筋联接及混凝土的配料、拌制、运送、浇灌、振捣和养护等）是否已经具备。对于每一种工艺，应该进行下列验证：

- (1) 工艺是否已按要求鉴定；
- (2) 工艺控制是否有效；
- (3) 在建造期间是否有可用的经批准的程序或手册；
- (4) 特殊工艺是否已被批准；
- (5) 是否备有按图纸和技术要求完成工作所必需的人力、设备和材料；
- (6) 人员是否合格。

3.2 土壤、岩石和土方工程的检查

土壤、岩石和土方工程的检查以及铺填和压实作业中的检查必须包括下列方面：

- (1) 材料（例如贮料场地和取土坑）；
- (2) 铺填和压实设备 验证重量、型号、作业条件和振动频率是否正确；
- (3) 铺填准备 保证厂址和基底符合平整要求，基底表面在规定限度内无有害的材料、孔洞、过多的水份、雪、霜或冻块；
- (4) 土壤压实——验证：(i) 填料及其铺填是否满足规定的要求；(ii) 卸料和铺摊时，填料的级配不应被破坏；(iii) 每层不应超过规定的厚度；(iv) 每层按要求浇水；(v) 每层按规定的遍数压实；(vi) 轮（夯）迹相互搭接。

(5) 在基础中的岩石层——验证岩石承载能力。

在建造期间,必须完成各项施工工艺的试验。试验清单见附录 I。如果试验结果异常,或试验结果的趋势表明材料特性有明显变化,则应增加试验次数。

3.3 基桩和沉箱的施工检查

3.3.1 基桩

基桩检查必须包括下列方面:

- (1) 基桩的接收检查和对桩的装卸、贮存及运输所进行的验证检查;
- (2) 对于木桩、钢桩、预制混凝土桩和永久套管的混凝土灌注桩的打桩作业——验证位置、定位、桩锤的正确性、桩的类型、垫层材料、打桩规程和顺序;
- (3) 就地灌注的具有永久套管的混凝土桩的浇灌——浇灌前验证:套管的环境条件和平直度;必要时套管的排水;钢筋的数量和定位。混凝土浇灌后的验证详见本导则的 3.4.5 节;
- (4) 就地灌注无永久套管的混凝土桩——验证桩的尺寸、位置和定位、混凝土的浇灌量以及取出外壳的方法;
- (5) 组合桩和拼接桩——验证对中、接合部位的清洁度、温度限值和拼接安装;
- (6) 试桩——验证打桩过程或灌注作业、载荷试验及其性能。

3.3.2 沉箱建造

沉箱建造检查必须包括下列方面:

- (1) 沉箱开挖——验证竖井尺寸和经修整的沉箱刃脚的位置;验证支撑材料的适宜性,包括沉箱下面无凹坑和洞穴;
- (2) 沉箱建造——验证:取出松土;必要时的排水;混凝土浇灌头;外壳取出的方法和用泥浆稳定的沉箱的混凝土配剂和浇灌的方法。

3.4 混凝土工艺过程中的检查和试验

3.4.1 概述

混凝土施工检查和试验的质量保证大纲必须包括:混凝土施工准备工作的检查;混凝土配料、搅拌、运送、浇灌、养护和保护等过程中的检查和试验;适当时,还包括是否符合要求的试验。检查和试验要求可随混凝土构筑物(如安全壳厂房、基础、压力容器)的结构功能而改变,这些区别应当在制定大纲时给予考虑。典型材料和工艺过程中的试验要求的例子见附录 I。

3.4.2 材料保护

必须进行检查,以验证材料贮存条件和装卸技术是否适当和是否予以保持。这些检查应该包括下列方面:

(1) 水泥贮存设施——验证防风雨的程度、水泥温度和是否结块;审核记录——验证水泥型号和期限。

(2) 骨料贮存场地——验证装卸技术不致破坏骨料的级配,装卸和贮存应防止污染,还应有温度和湿度控制。

(3) 外加剂贮存和装卸设施——验证防变坏和防污染的措施。

(4) 水源、冷却和加热设施——验证水质和混凝土温度是否满足要求。

3.4.3 配料、搅拌和运送设备

在混凝土制备前及制备过程中,必须进行检查,以验证配料、搅拌和运送设备是否都符合规定,以及是否按制订的程序操作。这些检查应该包括下列方面:

(1) 配料装置——验证量度、称重或记录装置的精度。

(i) 水泥、水和骨料的配合比;

(ii) 外加剂的性质和数量;

(iii) 骨料的水份补偿;

(iv) 搅拌时间;

(v) 温度控制。

(2) 中心搅拌站和混凝土搅拌机——检查设备是否正常,是否有会影响搅拌质量的过量磨损。

3.4.4 浇灌前的准备

必须检查浇灌混凝土的准备工作。检查应包括下列方面:

(1) 浇灌前结构填料的压实——验证是否使用了规定的材料;检查材料的状态、级配、含水量、压实材料的现场密度并符合压实程序。

(2) 与结构混凝土接触的岩石表面——验证表面清洁度,清除松散的岩石和积水,校正轮廓线和规定的地基条件。

(3) 前一层浇灌的混凝土——验证浇灌下一层的准备。

(4) 模板、钢筋和预埋件(包括仪表)——验证模板的正确位置和外形;止水带和防水隔膜的安装及其完整性;为达到混凝土表面光洁状态所需要的模板材料的状况;拉杆、锚杆、拉条和支撑件的安装;钢筋和预埋件的正确尺寸、方位和安装;控制缝、伸缩缝、施工缝、预留孔塞块的正确位置和尺寸;模板涂料;清洁度。

(5) 受力钢筋的联接操作。

3.4.5 混凝土浇灌

必须对混凝土浇灌进行检查。这些检查应当包括下列验证:

- (1) 已完成规定的混凝土试验;
- (2) 遵守混凝土的等级、龄期、浇灌速率、层厚、浇灌次序和在冷天或热天浇灌混凝土的注意事项等方面所规定的要求;
- (3) 按规定使用运输和浇灌设备;
- (4) 使用恰当的混凝土振捣设备及合适的操作方法;
- (5) 不扰动预埋件,不使其产生位移。

3.4.6 抹面和修补

必须进行检查以验证是否已达到规定的表面光滑度(例如,使用木抹、钢抹或浇灌来达到的光滑度)。

对任何空洞或杂物混掺的迹象必须予以探明(例如施工缝处),如有必要,要挖除混凝土,以确定其空洞大小或掺杂程度。必须进行适当的修补,并作出记录。

3.4.7 混凝土养护

在整个规定的养护期内,必须进行检查,以验证是否遵守了养护要求。这些检查应该包括下列方面:

- (1) 湿度控制;
- (2) 温度控制;
- (3) 混凝土养护剂的使用;
- (4) 支撑和模板的保留时间。

3.4.8 混凝土钢筋和钢筋的工艺过程试验

在建造中,必须进行工艺过程中的试验,以保证混凝土满足规定的要求。这些试验包括母材和成品的物理和化学性能试验。典型的工艺过程试验要求的清单见附录 I。

3.4.9 机械联接的检查和试验

3.4.9.1 操作人员资格

在联接钢筋前,必须按要求对每个联接操作人员或每个作业组(如果几个操作人员作为作业组参加这项工作)进行资格考核。

3.4.9.2 检查和试验

所有完工的机械联接,在它们冷却到室温后,必须进行目视检查。目视检查不合格的联接,必须报废并更换,不得用作拉伸试件。

必须按规定的取样试验频度,对成品接头或对相同位置和相同条件下做的试验接头做拉伸试验。

3.4.10 焊接的钢筋接头

焊接的钢筋接头必须遵守 3.5.5 的检查和试验要求。

3.4.11 预应力材料和系统

必须按规定的要求检查预应力混凝土所使用的所有材料和系统。必须对安装预应力钢筋束和钢丝索时所使用的设备进行试验和标定。预应力材料所要求的典型试验见附录 I。

3.4.12 混凝土压力容器和反应堆厂房预应力水平的监测

如果设计文件已有规定,检查程序必须保证:确定有代表性的预应力结构的监测点,以定期监测整个寿期内结构的预应力水平。

3.4.13 混凝土压力容器和反应堆厂房的泄漏和压力试验

必须为混凝土压力容器和反应堆厂房的泄漏和压力试验制订程序。此程序必须符合适用的技术条件、法规和标准以及其他要求。

必须进行检査,以验证是否已按有关的图纸和技术条件安装了检测仪表。

泄漏和压力试验前,必须对所有试验检测仪表和尺寸测量装置进行标定。

3.4.14 混凝土压力容器和反应堆厂房的地震试验

混凝土压力容器和反应堆厂房的地震试验,见安全导则 HAD102/02《核电站的抗震设计与鉴定》。

3.5 钢结构的检查

3.5.1 概述

对于具有锚栓和底板等物项的钢结构和作为支撑结构的一部分,或作为结构混凝土工程的一部分而安装的钢结构,必须根据要求进行检查。这些检查必须包括:组装和安装作业,固定或连接作业,焊接和修整,包括清理和涂保护漆或涂层。

3.5.2 支撑结构

安装钢结构前,必须检查锚栓、底板和其他结构预埋件的类型、正确的位置、方位、间距和标高。在灌浆前,必须检查底板表面和混凝土支撑面,以验证是否达到满意的状态。

必须按照批准的程序灌浆。

3.5.3 组装和安装

必须检查组装、安装作业及其设备,以验证是否符合安装程序和工作指令。调准作业和检查应及早完成并随安装进展,根据需要进行,以保证满足规定的要求,尤其是关于环境因素(如温度)的要求。

应该特别注意验证螺栓孔对中和摩擦连接的接触面状态。

3.5.4 高强度螺栓

必须按照规定的程序使用和紧固螺栓。螺栓的检查必须包括紧固螺栓操作的目视检查。当使用载荷指示垫圈或类似装置时,必须对其检查,以确保正确地组装。必须按照规定的要求,定期试验和标定检查用的手动扭矩扳手和机动扭矩扳手。

3.5.5 焊接

结构钢焊接(包括钢筋联接)的检查必须包括对焊接准备、焊接过程、焊后操作的目视检查,必要时,还应包括一些适用的无损检验。焊接前,必须验证焊接程序是否正确地选取和鉴定过,还必须验证焊工资格。焊接过程中的检查必须包括焊接前的接头装配、预热和层间的温度要求,填充材料、变形的控制和焊后热处理及清理要求。

必须制订程序,以管理焊接填充材料的购买、收货、分类、标识、分发、贮存和使用。

焊缝修补必须由合格的焊工按照批准的修补程序进行,至少按发现缺陷的相同方法进行复查,所有上述焊缝修补必须用文件记载。

4 机械设备和系统的安装、检查和试验

4.1 安装前的验证

4.1.1 物项的标识

必须进行检查,以验证所接收的机械材料和设备是否保持标识,是否符合已批准的适用的图纸、设备清单、技术条件和制订的程序。

必须进行检查,以验证是否制订了整个安装过程中保持机械物项标识的管理制度;该制度是否包括取代或更换设备或材料的管理规定。该管理制度必须按相应图纸、技术要求或其他记录给物项规定合适的标识。

4.1.2 安装先决条件的验证

必须进行检查,以验证安装机械物项时所需要的工艺和程序是否都已准备齐全。检查或校核应验证下列方面:

(1) 已给建造现场的安装人员提供经批准的程序、图纸、手册或其他工作指令;

(2) 现场备有经批准的特殊工艺(如涂层、焊接、热处理和无损检验)程序和工作指令或说明书;

(3) 需要考核的人员已考核合格;

(4) 安装准备已完成, 根据情况, 还应包括诸如拆掉包装、整理、清洁处理、防护和初步定位。

(5) 如有需要, 现场应备有特殊工艺所需的夹具、安装用具和设备, 并应符合规定要求;

(6) 现场备有用于装卸和堆放机械物项的设备;

(7) 张贴有关安装活动和安全通告和警告;

(8) 在需要的场合, 备有完成验证工作(包括尺寸校核)所需要的经批准的程序和设备。

4.1.3 部件的实体状态

必须进行检查, 以验证安装地点的机械物项是否符合规定的要求并保持了质量。

这些检查应包括验证下列方面:

(1) 在贮存和装卸期间, 保持了保护措施和实体完整性;

(2) 已满意地解决了不符合项;

(3) 已按规定的要求对物项进行了清洁处理。

4.1.4 现场条件

必须进行检查, 以验证安装区的条件是否符合规定的要求, 以及是否采取了预防措施防止安装期间出现对物项质量有不利影响的情况。这些检查应验证下列方面:

(1) 提供保护措施, 避免邻近施工活动的影响;

(2) 提供保护措施, 避免恶劣天气和不利于质量的其他环境条件的影响;

(3) 管理对正在安装的机械物项可能有害的材料;

(4) 机械物项的安装将不会对以后的安装工作有不利影响;

(5) 已妥善解决了一些不符合项, 而这些不符合项的校正可能对邻近物项的安装有不利影响;

(6) 已经安装了适当的永久性的(或经批准临时的)支撑和支架, 并能与机械物项恰当配合;

(7) 已完成了与安装有关的服务工作或维护工作。

4.2 安装过程管理

必须根据情况进行验证, 以保证按要求安装设备。

4.2.1 对过程和程序的管理

必须进行检查,以验证现场施工中是否已制订并实施了过程和程序管理。这些检查应包括下列验证:

- (1) 遵守适用的程序、图纸、工作指令和说明书;
- (2) 使用已批准的工艺、材料、工具和其他设备;
- (3) 在检查记录中,清楚地指出或标明了安装、检查、检验或试验的状态;
- (4) 按次序进行安装、检查和试验;
- (5) 管理不符合项;
- (6) 记录竣工资料;
- (7) 检查和试验报告是现时的、准确的和完整的;
- (8) 人员资格符合要求。

4.2.2 检查

必须对工作区和正在进行的工作进行检查,以验证机械物项是否正按批准的图纸、制造厂的说明书、规范、安装说明书和安装程序就位、安装、组装或连接。根据情况,所进行的检查应验证下列方面:

- (1) 物项的标识;
- (2) 部件的位置和方位;
- (3) 调水平及对中;
- (4) 间隙和公差;
- (5) 连接件和紧固件的紧固度;
- (6) 流体液位和压力;
- (7) 无泄漏;
- (8) 实体完整性;
- (9) 清洁度;
- (10) 保护涂层的状态;
- (11) 焊接作业(包括材料和工艺控制)、清洗和拆除完工后的清洗保护设施;
- (12) 有足够的保护措施保证物项在安装期间不受损伤;
- (13) 具有屏障、保护设备及有效的场地管理,确保物项不会因邻近施工而受损伤或污染。

有要求时,必须按批准的程序进行无损检验,所使用的检验技术包括:液体渗透、磁粉探伤、超声波探伤、涡流探伤和射线探伤。

4.2.3 安装验证

必须进行验证,以保证已按规定要求安装了机械物项。如以后的施工或有关的活动影响其验证结果时,必须重新验证。

应根据情况验证下列方面是否符合要求:

- (1) 加油脂和润滑;
- (2) 冷却水系统;
- (3) 滤网;
- (4) 原动机的转动;
- (5) 电路、控制器和继电器;
- (6) 电源母线的相序;
- (7) 仪表的标定;
- (8) 阀门及隔离;
- (9) 注水和放气;
- (10) 运行通讯;
- (11) 绝缘和控制标记;
- (12) 管道系统调整;
- (13) 管道吊架;
- (14) 限位器和阻尼器;
- (15) 阀门密封压盖和填料;
- (16) 气动管线操作;
- (17) 阀门行程和驱动;
- (18) 泵密封和填料;
- (19) 限位开关、联锁装置和止挡装置。

4.2.3.1 清洗

必须按照本导则 2.5 节的要求,对已安装的系统和部件进行清洗、漂洗,使之处于良好状态。根据情况,应特别注意下列方面:

(1) 化学处理:在处理操作中,必须验证:标明浓度和温度的规定化学试剂是否在规定的期限内被使用;

(2) 探测系统和部件中的异物;

(3) 冲洗:必须验证机械物是否按规定的要求冲洗;

(4) 工艺控制:必须验证是否正在控制下列方面:

(i) 取下系统中的零部件,以便于冲洗,事后重新安装;

(ii) 临时滤网、盲板和管道的安装和拆除;

(iii) 灵敏仪器的隔离;

(iv) 验收的数据、试样或过程中的样品(如有要求)。

4.2.3.2 压力和泄漏试验

必须进行验证,以确保按规定的要求对机械物项进行压力和泄漏试验。应该验证下列方面:

- (1) 确定合适的压力、温度、试验介质的化学性质和压力试验循环;
- (2) 试压时间是否符合规定;
- (3) 必要时, 试验期间应具备保护仪表及对其隔离的措施;
- (4) 保护试验边界以外的物项, 以防因疏忽而产生超压;
- (5) 装有卸压装置并予以整定, 以防止系统超压;
- (6) 释放阀能正确动作;
- (7) 根据情况, 保护管道、设备及其支撑免受流体静载;
- (8) 已经制订保护工作人员和设备的其他适当措施。

4.2.4 物项的保护

必须保护正在进行检查和试验的物项, 使其免受会对物项的质量或试验结果造成危害的人员往来、天气和邻近施工的影响(如浇灌混凝土、喷砂、酸洗、焊接、风镐作业、铲削、气割和应力消除等)。这种保护必须由适当的场地管理、临时封装以及设置屏障、保护罩和人行道等措施来提供。

4.3 已安装系统的检查和试验

4.3.1 检查

必须进行检查, 以验证安装是否符合规定要求。根据情况, 还必须验证下列方面:

- (1) 设备和材料未受实体损伤;
 - (2) 所有不符合项都已得到满意的解决;
 - (3) 对通行和必要的设备移动有影响的内外限制及障碍物已被去除;
 - (4) 按规定要求安装支撑和限位器;
 - (5) 相邻系统的连接是合适的;
 - (6) 要保持材料和部件所要求的标识, 如有规定, 应有追溯措施。
 - (7) 安全设施(如联锁、电缆分隔、防护装置、报警装置和闭锁)已安装完毕, 并符合有关的技术条件、规范、标准和其他要求;
 - (8) 系统的流体化学性质满足规定的要求;
 - (9) 保持了表面的化学要求;
 - (10) 注明控制设备的临时接线和切断点, 并用文字记载, 以便能验证最终状态;
 - (11) 具有检查和维护的可达性;
 - (12) 冷却空气能充分流通。
- #### 4.3.2 运行前的试验

为确保安装和运行符合规定的要求,运行前的试验必须包括:a)系统中每一项的运行;b)部分系统的运行;和c)整个系统的运行。

4.3.2.1 设备验证

必须检查系统和分系统中物项的运行,应验证下列方面:

- (1) 系统中的所有组成部分已正确地安装;
- (2) 在线仪表安装符合规定的流向;
- (3) 脉冲管已正确地与在线部件和敏感元件相接;
- (4) 满足首次运行(如流量调整、流量限制孔板和卸压装置)的使用要求;
- (5) 控制器、阀门、调节风门、操作器、转动设备和限载装置已在正确地运行。

在机械设备或系统与非机械设备或系统的接口处,以及这两类系统的运行必须协调时,所进行的试验必须验证它们是否相匹配。

4.3.2.2 冷态功能试验

必须进行冷态功能试验,以证明各部件、分系统和系统的可操作性。如有必要,还必须证明是否与其他系统相匹配。这些试验必须包括反应堆冷却剂系统在内的各系统。必须根据情况检查下列方面:

- (1) 系统压降;
- (2) 流率;
- (3) 控制和节流装置的整定;
- (4) 联锁装置、报警器和行动设施的功能;
- (5) 仪表的标定;
- (6) 测量仪表偏置的整定;
- (7) 系统的稳定性;
- (8) 管道和设备支撑配置是否恰当;
- (9) 转动设备的发热;
- (10) 在连续运行工况下,通风、润滑和冷却系统是否恰当;
- (11) 满足流体的化学性质要求的能力;
- (12) 重要设备和管道的振动测量(必要时);
- (13) 保护装置的可用性。

4.3.2.3 热态功能试验

热态功能试验必须在装料前进行,以验证规定系统在模拟运行工况下是否能满足功能要求。热态功能试验可使用辅助热源。根据情况,这些试验必须包括下列方面:

- (1) 系统压降;

- (2) 流率;
- (3) 控制和节流装置的整定;
- (4) 联锁装置、报警器和自动设施;
- (5) 仪表的标定;
- (6) 测量仪表偏置的整定;
- (7) 系统的稳定性;
- (8) 管道和设备支撑配置是否恰当;
- (9) 转动设备的发热;
- (10) 热交换器性能验证;
- (11) 控制系统动作验证;
- (12) 保温层的有效性;
- (13) 温度、压力和液位指示装置的整定值;
- (14) 系统升温试验;
- (15) 系统降温试验;
- (16) 热态流量试验;
- (17) 保护装置的整定;
- (18) 热态间隙;
- (19) 重要设备和管道的振动测量 (必要时);
- (20) 连续运行和超过额定工况时, 通风、润滑和冷却系统是否恰当;
- (21) 满足流体的化学性质要求的能力。

4.3.3 已安装设备和系统的保护

在安装其他设备前, 必须对安装后已全部试验过但不能投入运行或调试的设备和系统进行定期检查。这种检查尤其必须确保下列方面: a) 清洁度; b) 化学控制; c) 避免流体停滞的有害影响; d) 防腐; e) 避免水和湿气的不利影响。

5 检测仪表和电气设备的安装、检查和试验

5.1 概述

本章的要求和建议适用于核电厂建造阶段中的电力、仪表、控制设备和系统的安装、检查和试验, 还适用于下列设备:

- (1) 连接电缆和电缆托架;

- (2) 安全壳的电气和检测仪表贯穿件;
- (3) 从采集过程参数的根阀直到并包括输入传感器的仪表传输线;
- (4) 一次敏感装置 (如流量孔板、流量喷嘴、文丘利管和参考管);
- (5) 液压、气压和真空仪表;
- (6) 输出控制传感器 (包括管系);
- (7) 与备用发电机和变压器冷却系统有关的流体系统;
- (8) 开关装置的流体系统;
- (9) 控制屏、柜及其支架;
- (10) 计算机接口。

5.2 安装前的验证

必须根据情况进行检查,以确保物项和安装区符合特定要求。这些检查应验证下列方面:

- (1) 按照适用的经批准的图纸、设备清单和技术条件验明材料和设备;
- (2) 备用特殊设备所要求的经批准的安装程序、手册和专用工作指令;
- (3) 贮存期间始终有保护措施;
- (4) 材料和设备无实体损伤、腐蚀、接触污染和冷凝;
- (5) 有经标定的适用工具和仪表可供使用;
- (6) 安装人员是合格的。

5.3 安装过程管理

必须按照已批准的图纸、制造厂的说明书和安装技术条件及程序安装设备、电缆和管子。

应仔细地检查下列作业和程序:

- (1) 电缆敷设、编接和端接;
- (2) 电缆分隔和隔离;
- (3) 标识物项 (如编号、涂色和挂标签);
- (4) 液压、气压和真空系统的安装和连接;
- (5) 电气贯穿件组件的安装;
- (6) 防火装置 (如灭火装置和防火屏障) 的安装。

5.3.1 验证安装正确性的检查

必须进行检查,以验证设备是否按规定要求就位、安装、组装和连接。这些

检查根据情况验证下列方面:

- (1) 调水平及对中;
- (2) 间隙和公差;
- (3) 电缆和讯号传输线的正确位置和走向;
- (4) 连接件和紧固件的紧固度;
- (5) 运动部件的灵活性;
- (6) 极性正确;
- (7) 正确地接地和屏蔽;
- (8) 端接;
- (9) 液位和压力;
- (10) 无漏泄;
- (11) 实体完整性;
- (12) 识别标记;
- (13) 检查和维护的可达性;
- (14) 冷却空气通道。

在使用或重新使用前,应进行检查,以验证在建造期间为维护各个系统所采用的措施是否适当。必须标明并以文件记载所有临时接线(如跨接线和旁路线)和控制设备的所有临时的整定值,以便在物项投入使用前,能确保恢复到初始状态。

5.3.2 试验

建造活动的验证必须包括按书面试验程序所做的试验,以保证所安装的物项符合规定的质量和性能要求。这些试验应当在建造阶段的适当时候进行。在建造期间,当利用设备的初始运行来试验其功能时,试验的目的、范围和执行条件及其结果,都必须明确地以文件形式给出。

如果尔后的建造或有关的活动可能对试验结果有影响时,必须根据情况重做试验。如有必要,重做的试验必须在调试前完成。

建造期间,还必须完成电气、机械、物理和化学试验。

5.3.2.1 电气试验

必须进行下列电气试验:

- (1) 查明线路连续性、无短路、极性和转动方向正确的试验;
- (2) 查明正确的系统(包括指示仪表、记录仪、传感器、光示板和灯、信号和报警及控制和联锁)功能所需的试验;
- (3) 液体绝缘的电压击穿试验;
- (4) 按规定做超电压试验;

(5) 按规定要求测量绝缘电阻。

做超电压试验时, 其值必须符合适用的规范标准。

5.3.2.2 机械试验

必须进行适当的机械试验, 以确保电气或检测仪表部件或系统能承受额定压力。应进行这些试验的有: 在蒸汽中工作的压力传感装置和压力传递装置; 液压系统、气压系统和真空系统; 连接管系和相关的仪表。这些试验必须符合适用的规范、程序和标准, 且必须在组装后进行。

5.3.2.3 物理和化学试验

根据情况, 物理和化学试验包括:

- (1) 辐射灵敏度试验, 验证辐射探测器和控制装置是否具有正常的功能;
- (2) 流体纯度或杂质含量 (如氧或水) 的化学分析。

5.4 已安装系统的检查和试验

5.4.1 检查

必须对已安装的系统和设备进行检查, 以验证安装是否符合规定要求, 并验证下列方面:

- (1) 安装期间, 设备和材料未受损伤;
- (2) 已满意地解决所有不符合项;
- (3) 安装后具有适当的维护措施, 直至使用或复用前;
- (4) 必须清楚地标明并用文件记载所有临时的措施 (如跨接线、旁路线和临时整定值), 以便在物项投入使用前, 能查明复原状态。

5.4.2 试验

必须对已安装的设备 and 系统进行试验, 以便证实安装是符合设计要求的。最终试验前, 必须清除临时电气接线、临时管段、异常的化学溶液、不合规定的装置的整定、活动部件的固定物 and 任何其他异常现象的影响。当装料或其他临界操作不允许使用整个组件做试验时, 必须制订成文的注意事项, 指出要做的替代试验。

在系统性能试验前进行部件或分系统的最终试验时, 必须尽可能使用正常系统的显示装置 and 已安装的传感器来监测其运行。当所安装的设备不能达到试验目的时, 必须使用专用测量仪表 and 模拟装置。

所采用的试验设备必须具有足够的容量, 并与被试验的系统相匹配, 以保证试验结果不失真。

5.4.2.1 设备试验

必须进行试验以验证所安装设备的质量在建造阶段没有受到影响。必要时,

试验和调整运行必须在供电的系统上进行,以评定运行并确定合适的使用条件(如电刷或轴承的跑合、仪表的稳定性和电子设备的预热)。

必须做试验以保证正确地标定仪表和控制通道。另外,必须对关键点(如以渐近方式接近整定点)做特定的试验。如果标定与位置或姿态有关,这些标定必须使设备处于正常位置上进行。必须做试验,确定是否能在装置的整个运行范围内获得正确的响应。必须根据情况特别注意验证系统各组成部分的独立性和互相依赖性。

必须对经标定的物项挂上完成标定试验的标签或加上标记,指出标定日期和标定人员的姓名。

5.4.2.2 系统试验

必须做试验以验证系统的所有部件相互间是否正确协调,并根据情况,验证所要求的系统或分系统的独立性或互相依赖性。必须考虑清除不希望或有害的电噪声(包括传导或感应的)影响。

最终建造阶段综合系统试验以前,必须对已做的所有试验(包括对组件和部件所做的试验)进行审查,要特别注意证明功能或运行结果的那些试验。当这些试验作为系统最终试验的先决条件或一部分时,必须对可能影响其结果的建造活动进行审查。

最终建造阶段的试验,必须用已完工的所有分系统的组件和部件来进行。为试验而安装的临时电气接线、管段或结构支撑的关键性作业除外。

5.4.3 已安装设备和系统的保护

必须对已全部试验过的已安装好但尚不能投入运行或调试的设备和系统进行定期检查,以特别保证:(1)清洁度;(2)化学控制;(3)避免停滞流体的有害影响;(4)防腐;(5)避免水和湿气的有害影响。

6 检查和试验结果的分析 and 评价

必须制订用于处理检查和试验结果及对其分析和评价的程序。这些程序必须包括对检查和试验结果的收集和整理以便对照运行限值的验收准则和性能准则迅速地作出评定。数据处理程序应能对这些结果的正确性和要不要继续进行检查或试验作出初步评价。必须对数据进行分析 and 评定,以证实结果是否完整,检查和试验目标是否达到,结构、设备和系统是否达到运行水平,是否还要做补充检查或试验以及对安装检查或试验程序是否要作修改。必须编写一份包括检查和试验结果及其分析和评价的报告。

附录 I 土壤、混凝土和结构钢的典型材料要求和工艺过程中的试验要求

材 料	要 求	试验条件和试验频度
土 壤	压实试验	每 10000 米 ³ 试验一次, 每一种土壤至少试验一次, 对土壤类型有怀疑时也应试验
	颗粒尺寸	每一次压实测试一次
	塑性指数	每一次压实测试一次, 当对容积特性有可疑变化时测试
	取土湿度	每一种土壤测试一次, 每一工作班前测试一次, 每当水份含量有变化或有怀疑时测试
	现场土壤密度	每 1000 米 ² 至少做一次
岩 石	岩体的不透水性	在有代表性的承载区钻孔并试验, 以确定岩层的不透水性
混凝土体	搅拌机的搅拌均匀性	最初和其后每六个月
	承压柱体 ^①	每 100m ³ 混凝土中取一个进行 7 天试验, 并取 2 个进行 28 天试验, 或每一种混凝土每天最小取一组做试验
	塌落度	每天生产的第一批做一次, 每浇灌 50 米 ³ 做一次
	空气含量	每天生产的第一批做一次, 每浇灌 50 米 ³ 做一次
	温度	每天生产的第一批测一次, 每浇灌 50 米 ³ 测一次
	整体重量/每次产量	生产期间每天测
灰 浆	抗压强度	生产期间每天测

续表

材 料	要 求	试验条件和试验频度
混凝土骨料	根据要求测量下列各量	
	级配	生产期间每天测
	含水量	生产期间每天测
	碎块尺寸	生产期间每天测
	有机杂质含量	生产期间每周测
	脆性颗粒含量	生产期间每月测
	轻质碎片含量	生产期间每月测
	轻碎屑含量	生产期间每月测
	磨耗	每六个月测
	扁平颗粒和长形颗粒 (所占比例)	每六个月测
	坚固性	每六个月测
水和冰	测量水和冰对下列各项的影响	
	抗压强度	每六个月测
	凝固时间	每六个月测
	安定性	每六个月测
外加剂	化学成份	每一批进料测
粉煤灰和火山灰	化学性能和物理性能	每 200 吨测一次
水 泥	标准物理性能和化学性能	每 12500 吨测一次, 或供方变更时测一次
钢 筋	全截面试件的物理性能	每 50 吨中对每一种棒径进行一次全截面试验或从每一炉成品中取其一部分做试验
钢筋联接	拉伸试验	最初的十个接头做一次, 以后每 50 个接头一组做一次
锚栓头组件和楔块	硬度	每批零件的 10%

续表

材 料	要 求	试验条件和试验频度
楔块、螺帽 和锚柱螺帽	芯部硬度 表面硬度	每批热处理零件的 5%
预应力材料系统	静拉伸试验	一次断裂试验
	高循环动态拉伸试验	500000 个循环
	低循环动态拉伸试验	50 个循环
	应力松弛性能	至少做三次松弛试验, 每次持续 1000 小时

①IAEA 规定的圆柱体试块, 国内多采用立方体试块。压力换算关系, 建议采用 ISO 标准: $\Phi 15 \times 30\text{cm}$ 圆柱体的压力 R_0 和 15cm 立方体的压力 R 换算关系为 $R = \Psi R_0$ 。

当抗压强度 $< 250\text{kg/cm}^2$ $\Psi = 1.25$

$> 250\text{kg/cm}^2$ $\Psi = 1.20$

附录 II 名词解释本安全导则下列 名词术语的含义为

处理

确定如何处置或解决偏离规定要求所采取的行动。

物项

构筑物、系统、部件、零件或材料以及计算机软件的统称。

修理

将不符合物项的安全可靠地执行其功能的能力恢复到不受损害的状态的过程, 即使该物项仍可能不符合原订的技术条件。

返工

通过完善、再加工、再装配或其他纠正措施, 使不符合项符合原规定要求的过程。

服务

由供方所进行的工作, 例如: 设计、制造、检查、无损检验、修理或安装等。

供方

按合同提供物项或服务的个人或单位。它包括不同层次或不同种类的采购,例如可由卖方、销售者、承包者、分包者、制造者和顾问等承担。

验证

为确定物项、过程、服务或文件是否符合规定的要求而进行的审核、检查、试验、校核、监查、或其他核实并形成文件的工作。