

核设施建造过程中一项不符合项处理研究及启示

王祎峰

国防科工局核技术支持中心，北京

收稿日期：2024年7月4日；录用日期：2024年8月1日；发布日期：2024年10月18日

摘要

核设施在建造、运行过程产生不符合项是正常现象。产生不符合项的原因及其责任是多方面的，安全质量管理人員对不符合项的存在认识不足。通过对核设施建造过程中的水泥配比这一不符合项处理案例的原因分析及后续采取的纠正预防措施，提升核从业人员对不符合项的正确认识。正确处理不符合项可以有效地提升管理和技术水平，针对不符合项的纠正整改，提出了对核设施相关单位的管理建议和监管建议。

关键词

核设施，建造，不符合项

Research and Inspiration on Handling a NCR in the Construction Process of Nuclear Facilities

Yifeng Wang

Nuclear Technology Support Center of SASTIND, Beijing

Received: Jul. 4th, 2024; accepted: Aug. 1st, 2024; published: Oct. 18th, 2024

Abstract

It is normal for NCR to occur during the construction and operation of nuclear facilities. There are many reasons and responsibilities for NCR, and the safety and quality management personnel have an insufficient understanding of the existence of NCR. Through the analysis of the causes of the NCR treatment case of cement ratio in the construction process of nuclear facilities and the subsequent

corrective and preventive measures, the correct understanding of nuclear practitioners on NCR is improved. The correct treatment of NCR can effectively improve the management and technical level. In view of the rectification of NCR items, the management and supervision suggestions for the relevant units of nuclear facilities are put forward.

Keywords

Nuclear Facilities, Construction, NCR

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

不符合项的定义是指性能、文件或程序方面的缺陷，因而使某一物项的质量变得不可接受或不能确定[1] [2]。按照不符合项的定义，通常将物项不符合称为不符合项，在设计和服务领域称“偏差”，或“不符合”。

核设施作为高科技、复杂的系统工程，在其建造过程中涉及钢筋、钢结构施工、混凝土浇筑养护，防腐、防水施工及设备制造安装等多个工种，不符合项的产生是正常现象，不符合项不一定是质量事故或责任事故，不符合项产生的原因是多方面的，原因分析是质量管理中的一重要环节，通过因果图等分析工具，正确分析产生不符合项的原因，采取纠正预防措施，通过质量管理中的 PDCA 过程方法可以有效消除质量管理中的不足，正确处理不符合项可以提升质量/技术管理水平。

在十多年前的监督检查过程中，核设施营运单位报告情况时，中高层管理人员声明本单位没有不符合项，对不符合项的认识是负面的，认为没有不符合项表明质量保证体系或管理体系运行良好。但后续监督检查结果表明，实际情况并非如此，在不符合项的管理(识别和处理)方面还存在不少问题。在近几年的监督检查中，发现核设施营运单位管理人员对不符合项管理有了较大的提升，能够正确看待建造、生产中的不符合项及偏差，并能够开具不符合项处理表格对不符合项进行识别和处理。但还是存在对不符合项定义不清，导致对符合项的定义不准确、识别不准确，造成重大不符合项数量过多；或未有效识别，不符合项原因分析不到位，不符合项处理不系统，缺少整改的有效性和系统性等问题。确定不符合项数量过多，会导致管理成本的增加，降低组织运行效率；检查中发现不符合项定义或识别不准确，将影响核安全的重大不符合项识别为一般不符合项，导致违反监管要求：出现重大不符合项未向核安全监管部门报告的违规事件[3]，可见还应进一步加强对不符合项的规范管理。

为了减少不符合项的数量，尤其是避免影响核安全的重大不符合项的发生，应在以下几个方面予以关注：

1) 增强全员质量意识，特别是高层管理人员，认识到质量是企业的生命。高层领导、中层管理者重视质量时，组织的质量管理将会处于良性发展的状态。

2) 认真执行质保大纲和程序。首先，质保大纲的制定和执行应符合核安全法规，同时，营运单位和管理部门应严格监督各相关单位或部门实施质保大纲和程序的状况，确保质量，保证体系运行有效。

3) 对产品的性能、进度和投资预算三方面要求应合理。要求性能过高或不合理，导致质量达不到要求；过快的生产进度导致抢工时、赶进度，在执行生产过程中对程序的执行不到位；或经费不足导致产

生质量问题,产生不符合项[4]。

《核电厂质量保证安全规定》(以下简称《规定》)中的第 11 章规定:“质量保证大纲必须规定采取适当的措施,以保证鉴别和纠正有损于质量的情况……对于严重有损于质量的情况,大纲必须对查明起因和采取纠正措施做出规定”。上述规定包含了以下要求:

- 1) 不论有损于质量的情况是否严重,都必须加以鉴别;
- 2) 应查明起因,确定严重有损于质量的情况的根本原因;
- 3) 纠正有损于质量的情况,对任何缺陷本身(包括不符合项)应实施纠正;
- 4) 对于严重有损于质量的情况,还需采取纠正措施,防止其重复发生[1]。

在核设施的建造过程中涉及多项特殊作业过程,《建筑工程项目管理规范》(GB/T 50326-2017)中规定“对于项目质量计划中界定的特殊过程,应设置工序质量控制点进行控制;对于特殊过程的控制,除了应执行一般过程规定外,还应由专业技术人员编制专门的技术交底,经项目技术负责人审批后执行”[5]。建筑施工特殊过程是指:施工结果不易或不能经济地通过其后的检验或试验,来验证其是否符合要求的过程。为了避免施工后安全质量风险的不可控风险,应制定相关操作和验收标准或程序,通过专业的方法及过程对这些过程进行识别和确认,证实这些过程实现计划的能力,并进行过程参数的严格控制[6]。如主体结构施工过程中大体积混凝土浇筑,钢结构焊接及其他特殊焊接工作、设备吊装、防水工程作业等,每个作业过程均涉及人、机、料、法、环、测等多个方面,即通常所说的每一个方面出现不足均可能导致不符合项的出现。

本文结合某设施建造过程中发现施工单位在混凝土浇筑过程中对于混凝土配合比管理出现的不符合项,从人、机、料、法、环、测 6 个方面对产生原因及采取的纠正措施进行系统分析,通过对质量管理过程有效提升的情况,提出了针对设施建造过程不符合项管理的相关建议。

2. 不符合项处理流程

国际原子能机构技术报告丛书(Technical Reports Series No. 317)《质量保证纠正措施的实施》及《规定》中明确了不符合项控制及纠正预防措施的机理,介绍了不符合项的处理的要求及不符合项的处理的具体步骤和措施。针对不符合项,按照以下环节,一一予以控制,可以有效管理不符合项,提升安全技术管理水平,具体处理流程见图 1。

例如,针对一个物项的不符合,按照以下步骤进行《不符合项报告》编制:

- 1) 应鉴别不符合是在哪些方面不满足规定要求,如是材质不满足要求还是尺寸超过公差。
- 2) 纠正不符合,明确采用返工还是报废替换、修理等方法,使该物项满足规定要求。
- 3) 要识别不符合项对质量是否存在严重影响;在质量管理大纲或程序中,一般将不符合项按照对质量安全的影响严重程度,区分为“一般”、“较大”、“重大”不符合项,如果是属于对质量、安全产生严重影响的不符合项,应将重大不符合项向核安全监管部门报告,否则可能造成事实上的违规。大纲或程序中对不符合项的定义应区分准确,否则易造成漏报或误报。
- 4) 在《不符合项报告》中应详细准确地描述不符合项,这也是根据《国防科技工业军用核设施质量保证规定》要求,不符合项的处理过程记录也作为过程控制的重要记录,应详细描述不符合项,确保记录准确可查。
- 5) 分析造成不符合项的根本原因,这是一个不符合项处理过程中的重要环节,通常从“人、机、料、法、环、测”这六个因素着手分析,这六个要素分别代表“人员”、“机器设备”、“原材料”、“方法”、“环境”,其中“测”是指对上述五种因素进行监视测量,通过监测确保产品实现过程中的各个环节受控,确保过程安全和产品质量。原因分析因果图见图 2,本图中仅列出了主要要素,还可以通过组织

头脑风暴法、鱼骨图法等方法，对这六个因素进一步细化分析，通过众人的意见或建议，找出可能的原因和方案，直观分析得到问题的根本原因。

如果分析得到的原因表明可能导致别的不符合项产生趋势，可以通过制定预防措施并实施，确保该趋势得到有效控制。

6) 针对原因分析中阐述的原因采取一一对应的方式列出纠正措施，并明确责任人，确保问题最终关闭。不符合原因分析及纠正措施见表 1。

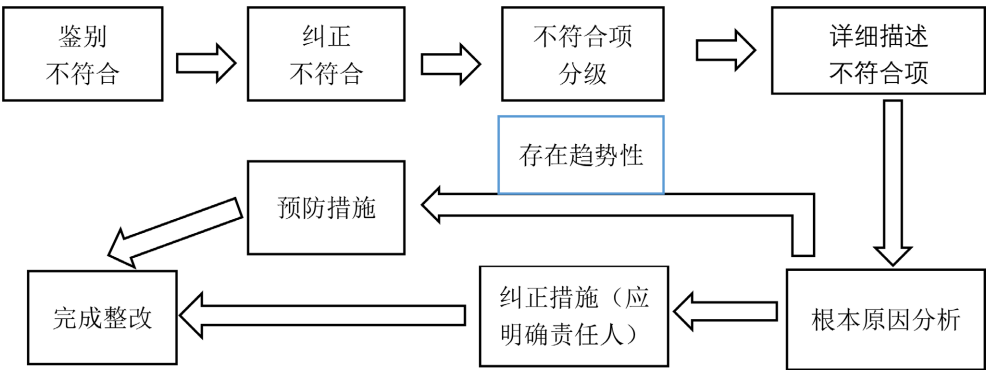


Figure 1. Flow chart for handling NCR
图 1. 不符合项处理流程图

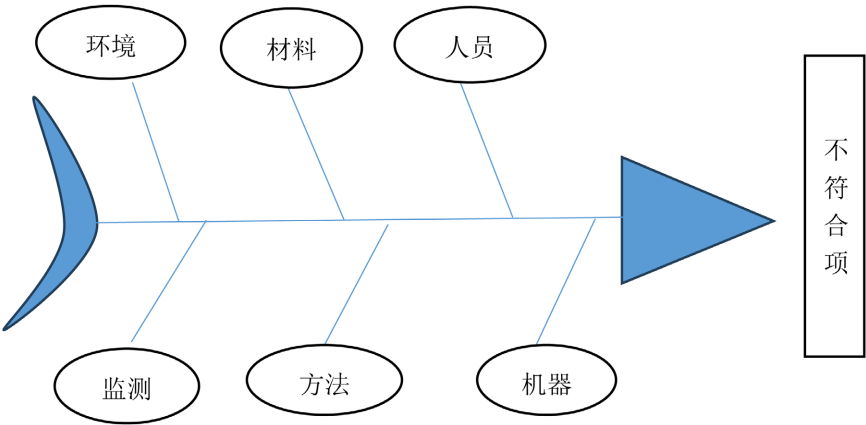


Figure 2. Cause-and-effect diagram of reasons analysis for NCR
图 2. 不符合项原因分析因果图

Table 1. Analysis table of the causes of common NCR and corrective action
表 1. 常见的不符合项原因及纠正措施分析表

序号	导致不符合因素	原因分析	纠正措施
1	人员因素	作业人员未掌握相应知识、技能 操作规程不熟悉 理论知识掌握不足	加强培训及实操演练不足 加强实操演练、规程培训考试 加强理论培训
2	机器因素	设备设计不合理 设备故障 设备老化	与设计沟通，进行设备变更 加强检维修，定期维护保养 更新设备或加强设备的维修维护

续表

3	材料因素	进场材料不满足设计要求 存放材料存放过期	加强采购控制，加强进场验收把关 加强材料管理，定期清理
4	方法因素	操作规程、管理制度不完备 文件缺乏可操作性	梳理并完善规程及制度 组织人员编写，增加可操作性
5	环境因素	作业环境脏乱差 作业环境噪声大	加强作业环境的检查，明确清洁整理要求，安 排排班或专门人员定期清扫 增配耳塞等劳动保护产品，通过维修产生噪声 的设备降低噪声
6	监测因素	管理制度未有效实施 计量仪表未定期检定	加强对制度落实的监督检查 制定监视测量仪表台账，到期检定

3. 混凝土浇筑不符合项实例分析

以混凝土浇筑为例，核设施中很多混凝土墙体承担着屏障作用，作为防止放射性泄漏的一道屏障对混凝土的浇筑质量要求更高，对于某些承担重要功能的构筑物，有抗震要求，其结构强度可能需要在极端情况下，具备保证实现人员可居住性。因此，混凝土浇筑是施工过程中对建设质量把关的重要环节。其中，混凝土配合比是保证混凝土施工质量的关键参数，如混凝土配合比管控不到位，浇筑质量将直接影响后续设施的运行安全，十分有必要对此进行管理控制。

在对某施工单位混凝土搅拌站现场检查时，抽查混凝土配合比记录时发现正在为核设施某子项搅拌的 C20 混凝土配合比与混凝土配合比汇总表中的设计要求不一致，实际配合比与设计配合比中水和水泥的用量进行了变更，但未见相应的变更手续，施工单位水泥搅拌配合比变更管理不到位，产生不符合项。以下就该实例对不符合原因按照“人、机、料、法、环、测”这六个因素进行分析。

3.1. 混凝土配合比定义

混凝土配合比是指混凝土在满足设计和施工要求的条件下水泥、砂、石、水、外加剂单位用量的一个经济合理的比例关系。混凝土中各组成材料之间的比例关系，直接影响到混凝土的顺利施工、混凝土工程的质量和成本。混凝土配合比设计过程一般分为初步配合比计算、基准配合比的确定、实验配合比的确定和施工配合比的确定四个阶段[7]。

3.2. 混凝土配合比确定流程

普通混凝土配合比的设计，首先按原始资料进行初步计算，得到“理论配合比”；再经过试验室试拌，调整得出满足施工和易性要求的“基准配合比”；再根据基准配合比进行表观密度和强度的调整，得出满足设计和施工要求的“试验室配合比”；最后根据砂石实际含水率，将试验室配合比调整换算得到“生产配合比”。《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204-2015) 7.3.4 条规定“首次使用的混凝土配合比要进行开盘试验，其原材料、强度、凝结时间、稠度等应满足设计配合比要求”。因实际选用的厂家及原材料不可能保证完全一致，所以，规定对拌制一定数量同一配合比的，应取样检测。在混凝土配合比使用过程中，也应根据现场混凝土质量的动态信息及时调整这种比例关系。

在实际施工过程中，施工单位应先确定水泥提供厂家，待供货后送实验室取样，根据技术规格书进

行试验检验,形成配合比,报监理及营运单位。为了保证混凝土施工质量,要求混凝土配合比必须由有资质的检测机构开具配合比报告,如果施工单位有实验室并具有良好的资质(通过国家行政机构颁发的内部实验室资质或更高等级的检测机构的资质且资质范围内包含混凝土配合比的项目),施工单位可以自己开具配合比,但试验人员应具备相应的资质。

本次检查发现的不符合项,正是施工单位未按照质量管理的要求进行配合比变更管理,施工中更改的配合比未提供检验机构出具的正式认可报告。其施工过程中,施工配合比中拌合水用量调整,是根据现场砂石实际含水量调整的,不符合主要原因是对水泥用量的调整程序不满足要求,属于涉及“材料”管理因“监测”的管控不到位导致。

3.3. 不符合项情况核实

3.3.1. 混凝土含水量调整原因分析

因实验室混凝土配合比设计所用砂、石骨料均为干燥状态,在试配之前进行了烘干处理,而现场生产使用的砂、石骨料含有一定的水分。为确保混凝土用水量的控制,在进行混凝土拌制前,对现场砂、石的含水率进行了检测,并对加水量进行了调整,同时采用开盘鉴定的方式对拌合水的用量进行了确认。施工当天经测算,每方混凝土所用原始砂的含水量约为 30 kg,拌制过程中每方混凝土需加水 140 kg,实验室配合比用水量为 170 kg,该调整符合配合比要求,可见,含水量的调整是合理的,但缺少书面记录,不满足记录管理要求,属于“法”这个因素方面的不符合。

3.3.2. 混凝土水泥用量调整原因分析

施工单位因现场气温变化,前期浇筑中发现混凝土泵送不顺畅,有堵泵情况。为此,施工单位现场施工员将堵泵情况反馈给了搅拌站站长,搅拌站站长组织技术、质量、试化验人员进行了讨论,形成调整建议并报技术管理负责人同意后,由试化验负责人与检测机构进行了沟通,检测机构认为,在不影响垫层混凝土强度的情况下,为保证混凝土泵送的顺畅性,可适当对水泥用量进行调增。可见,混凝土调整是针对施工实际情况,进行了调整以满足施工要求,但同时增加使用水泥导致混凝土施工成本增加,同理,混凝土水泥调整也是合理的,但是不满足变更管理及记录管理要求,属于“法”这个因素导致的不符合。

3.3.3. 混凝土配合比未按照要求形成记录原因分析

在混凝土开盘鉴定时,对砂石含水率测定后,核算出施工配合比中拌合水用量,经试化验负责人沟通审定后,对现场数据进行了调整,因施工单位编制的混凝土生产作业程序中未明确记录留存的规定,导致未形成书面记录。同因,导致调增水泥用量时也未形成书面记录。由此,可以得出结论为导致本不符合的根本原因为生产作业程序的不完善,同时也反映出施工单位技术人员对混凝土配合比管理的认识不足,属于“法”、“人”两个方面导致的不符合。

3.3.4. 浇筑记录错误的原因分析

对混凝土施工相关记录检查还发现,混凝土发货单及混凝土浇筑计划等记录中记录的子项号错误。当日该子项施工单位施工员提交基础垫层混凝土需求申请单,调度员在汇总混凝土日浇筑计划时,将该子项号输入错误。相关施工单中的记录错误可能导致不同子项间使用混凝土强度错误,造成质量风险,同时记录错误也可能导致混凝土浇筑记录缺乏可追溯性,如出现质量问题时,不能通过记录准确发现问题产生原因。可见,调度人员工作过程中存在麻痹大意,且程序中缺少相应的监督检查机制来发现问题。

3.4. 不符合项产生原因分析

施工单位从人、机、料、法、环、测六个因素进行分析,认为产生不符合的原因主要在涉及人员及程

序制度方面以及过程监督管控几个方面：

1) 首先产生问题的主要原因是制度程序不完善，施工单位对混凝土配合比调整重要性认识不足，制定的混凝土生产作业程序中存在缺陷，仅规定：“当混凝土坍落度试验、混凝土和易性不合格时，适当调整配合比”，但程序中对调整过程记录控制未作明确要求。问题原因涉及“法”这个因素。

2) 混凝土搅拌站人员对相应制度、程序文件不熟悉。现场人员对混凝土生产作业程序和搅拌站管理工作程序中的具体要求不熟悉，实际工作中程序文件未得到严格执行。问题原因涉及“人”这个因素。

3) 混凝土拌制相关人员责任心不强。调度员工作不严谨，将浇筑计划移交之前未进行仔细核对检查，浇筑计划审核人员把关不严、审核过程中未仔细核对，导致调度员汇总形成的混凝土日浇筑计划中子项名称填写错误后未能及时得到纠正。问题原因涉及“人”及“测”这两个因素。

4) 监理单位对混凝土质量管控巡检不到位，混凝土生产过程中，未及时监督混凝土配合比调整过程并督促形成调整记录。问题原因涉及“测”这个因素。

5) 通过与现场人员交流，还发现一个施工单位存在人员认识方面的误区，施工单位为了提高泵送性，增加单位体积混凝土水泥用量，自愿采用增加单位体积混凝土中水泥用量的方式，自愿承担由此产生的额外费用。施工单位认为增加了生产成本，应有利于提升混凝土浇筑质量，所以对于配合比调整变更的合规性管理认识不到位，未办理变更手续。问题原因涉及“人”这个因素。

综合以上原因分析，该不符合项本身对混凝土的质量影响没有重大影响，但是通过检查发现管控方面存在的较多问题，划归为较大不符合项。仅仅一个看似涉及“料”的不符合项，按照因果图的方法细化分析，见图3，其根本原因涉及6个因素，均与“料”无关，其中涉及“人”的因素占比最大至50%，可见不符合项的处理涉及的根本原因可能与表象无关，如果不进行深入分析，可能导致问题整改流于表面。

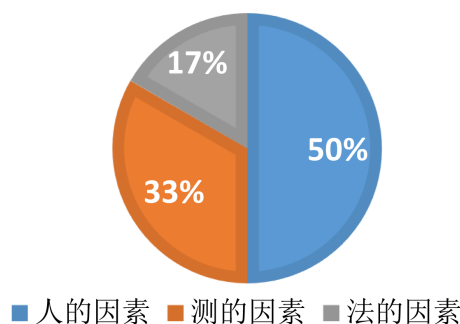


Figure 3. Distribution of factors for NCR

图3. 不符合项产生因素分布图

4. 纠正措施及预防措施

按照不符合项管理的相关要求，针对该不符合项，施工单位采取了完善程序、加强人员培训、检测混凝土质量、开展纠正措施，并制定了预防措施进行有效整改。

4.1. 纠正措施

1) 施工单位根据《混凝土质量控制标准》(GB 50164-2011)相关规定，对《混凝土生产作业程序》进行识别，对规定不明确、流程疏漏及缺少相关规定的不足之处逐一进行梳理完善升版，增加了控制配合比的搅拌机清洗记录和混凝土配合比确认和微调记录，明确混凝土配合比确认和微调记录审批权限由混凝土搅拌站站长负责批准，进一步明确了混凝土配合比控制中的变更要求，确保程序能够切实指导工作，且满足标准要求。本项纠正措施针对原因分析中“法”这一因素，对文件程序进行修订。

2) 组织对升版后的《混凝土生产作业程序》和《混凝土质量控制标准》(GB 50164-2011)等进行培训学习,掌握标准及程序文件中的相关规定与要求,在作业过程中严格执行程序与标准,确保程序与标准要求能够在工作中得到落实,本项纠正措施针对原因分析中“法”和“测”这两个因素。

3) 检测混凝土实体,结果符合设计要求。施工单位在质监站、监理、业主的见证下委托两个质量检测机构分别对已施工的现场垫层混凝土进行实体回弹,经两家检测单位检测,出具了两份回弹法检测混凝土抗压强度报告,证明垫层混凝土强度满足设计规定。本项纠正措施针对原因分析中“测”这个因素。

4) 对同条件试块检测,结果符合要求。施工单位在质监站、监理、业主的见证下,将该子项垫层同条件试块送具备资质的检测单位进行试块强度检测,出具了混凝土抗压强度试验检测,证明强度满足设计规定。本项纠正措施针对原因分析中“测”这个因素。

5) 现场施工员发现发货单上子项填写错误后,通知搅拌站调度员进行更正,调度员将混凝土发货单中的子项名称更正。本项纠正措施针对原因分析中“测”这个因素。

6) 通过典型案例、质保意识宣讲、经验反馈等各种方式,对所有搅拌站管理人员和操作人员教育培训,树立“四个凡事”理念、提升工作严谨性、加强工作责任心,增强质量意识。本项纠正措施针对原因分析中“人”这个因素。

7) 监理单位新制定了《混凝土生产、浇筑过程巡检制度》,其中提出对监理工程师随机抽查混凝土拌合前的砂、石料含水率试验;对混凝土生产过程中数据进行抽查,一经发现不符合,立即停止混凝土施工生产及现场浇筑,并发不符合项通知单或监理通知单进行整改;增加了混凝土、砂浆施工配合比复核记录等记录表格,按照制度可对混凝土生产、浇筑过程进行有效管控。本项纠正措施针对原因分析中“法”和“测”这两个因素。

纠正措施涉及的7项整改措施,其中涉及9个因素,见图4,其中“测”的因素占比最高达56%,可见针对该不符合项的整改,是以加强过程中的监督检查为手段进行整改。

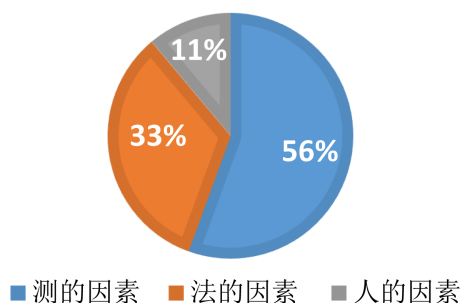


Figure 4. Corrective action factor distribution diagram for NCR
图4. 不符合项纠正措施因素分布图

4.2. 预防措施

根据《国防科技工业军用核设施质量保证规定》要求,“营运单位和承(分)包单位应在质量控制、质量控制监督、质量保证监督、外部监督与监督、内部审查、质量和质量保证趋势分析等场合发现的或由其他人员发现的不符合项或不符合时,采取纠正和预防措施[3]。因为针对原因分析发现,人员意识方面存在较大不足,还有可能导致混凝土施工质量存疑,施工单位对本次不符合项除了采取纠正措施外,还采取了以下预防措施。

施工单位组织对搅拌站本年度混凝土生产情况进行了排查,重点从混凝土生产过程、混凝土原材料仓库、混凝土生产场地、养护室等方面进行了全面排查,排查发现涉及11个问题,涉及人、机、料、法、

环、测 6 个因素，并进行逐一整改。

4.2.1. 混凝土配合比管理方面

发现混凝土标号是由试化验人员根据图纸要求及现场技术人员沟通后确定的，但施工队技术人员未填写“混凝土试验内部委托单”，与《试化验管理工作程序》规定不符，人员未遵守程序，该问题原因涉及“人”这个因素。整改措施是进行培训宣贯，树立按程序操作的意识，涉及“人”这个因素。

4.2.2. 混凝土原材料管理方面

1) 搅拌站材料堆场卵石原材料含水率较大，堆场卵石堆露天堆放，清洗用水及雨水流入堆场，导致原材料含水率增大，属于环境管理及材料管理不到位，问题原因涉及“料”和“环”这个因素。整改措施是堆场采取防水、防雨措施，使用前测量含水率，及时调整混凝土配合比中的水量，涉及“环”、“测”这两个因素。

2) 现场使用的“物项验收记录单”与《物资验收、储存、标识、发放及回收管理工作程序》程序规定的材料进场验收记录模板不一致，且物项验收记录中“外观检查”和“综合结论”均为机打，无法验证验收记录为验收前填写还是验收后填写，属于人员意识不足及记录使用管理不规范，该问题原因涉及“人”、“法”这两个因素。整改措施是梳理记录表格，进行有效性评价，确认表格使用的适宜性，并保证与程序文件模板的一致性；进行人员培训，明确记录填写规范，涉及“法”这个因素。

4.2.3. 混凝土生产管理方面

1) 混凝土搅拌站机组操作人员交接班记录目前通过“机组运行记录”，但该记录不能体现出交接时间及交接时剩余需要生产的混凝土数量，经询问，目前仅通过口头说明交接剩余需要生产的混凝土数量，该问题属于表格记录不完善，问题原因涉及“法”这个因素。整改措施是梳理记录表格，进行有效性评价，确保修订表格满足使用要求；进行人员培训，明确记录填写规范，涉及“法”这个因素。

2) 检查发现在混凝土搅拌站机组操作室，新版混凝土配合比汇总表发放至操作室后，旧版混凝土配合比汇总表未及时进行回收。该问题属于文件管理不规范，人员缺乏文件回收意识，问题原因涉及“人”、“法”这两个因素。整改措施是加强文件的流转控制，回收旧的表格记录，涉及“法”、“人”这两个因素。

3) 检查发现搅拌站机组卸料平台马路，附近卫生未及时进行打扫清理，车辆清洗出厂后未将积水及时进行清扫处理，可能影响混凝土材料含水量，同时污染水也可能影响混凝土质量，该问题原因涉及“料”和“环”这个因素。整改措施是加强现场环境管理控制，在相关程序制度中明确责任人，并加强现场的检查，涉及“环”、“法”、“测”这三个因素。

4.2.4. 试化验管理方面

1) 现场检查发现试块标养室“建筑电子测温仪”已过期，未及时送检。不符合《试化验管理工作程序》要求“试验设备应由合格的人员使用合格的设备进行试化验工作，试化验设备必须是标定、校准合格的”。标样水泥试块的强度是判定现场水泥浇筑质量的重要参数，温度控制是保证水泥标养的重要监测设备，该问题属于计量设备管理不规范，问题原因涉及“机”、“测”这两个因素。整改措施是制定监视测量装置台账，确定检测周期，定期检定；加强现场人员的培训教育和现场巡检，涉及“测”、“人”这两个因素。

2) 养护室工作人员按《养护室管理工作程序》要求进行了试块留置与养护，但试块编号与程序规定不符。试块标识必须满足可追溯性要求，标识不准可能导致混凝土质量记录缺少对应性，该问题属于记录不规范，问题原因涉及“人”、“法”这两个因素。整改措施是核实确保程序表格满足要求，进行人员

培训,明确试块编号与程序要求一致规范,涉及“环”、“法”、“测”这三个因素。

3) 经检查发现,混凝土试块登记台账(标准养护)中,相应信息均为打印,人员签字处非手签(机打),不符合记录与报告控制要求。属于人员意识不足,该问题原因涉及“人”这个因素。整改措施是进行人员培训,明确台账登记规范,涉及“人”这个因素。

4) 检查材料复检报告资料时发现,一份委托单中,委托单与实际报告生产厂家不符,本问题属于记录审查不严,如情节严重可能会视为造假,该问题原因涉及“法”、“测”这两个因素。整改措施是开具不符合项,分析原因,如能修改,补充变更,今后加强对相关报告审核把关,涉及“法”、“测”这两个因素。

5) 检查混凝土抗压强度报告时发现,一份委托单中,检测单位信息一栏填写不完整,签字日期未填写。该问题属于人员责任心问题,记录填写不规范,问题原因涉及“人”、“法”这两个因素。整改措施是开具不符合项,分析原因,加强对相关报告审核把关,涉及“人”、“测”这两个因素。

通过分析可以看出(见图 5),从人、机、料、法、环、测几个因素来看,11 个问题中主要是人的因素(32%)和法的因素(37%),占根本原因的 69%,主要体现在未按照程序规定操作、程序及记录不规范等。施工单位针对检查发现的问题,定期组织开展警示教育,规范人员行为,树立按程序、按规矩办事的意识;施工单位要求监理单位吸取教训,落实监理责任,制定程序,完善制度,加强对混凝土生产、浇筑过程的管控,采用的措施中有针对问题的直接整改,还有完善制度、修订程序等预防行动。

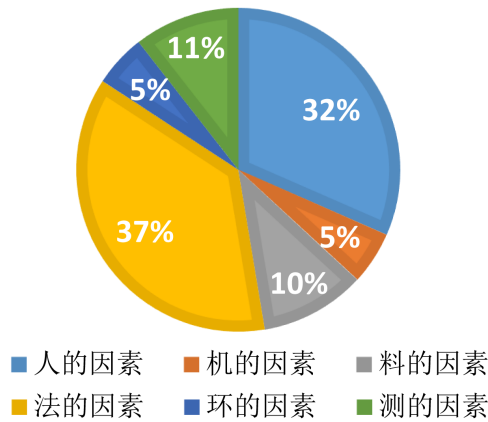


Figure 5. Distribution of factors for NCR
图 5. 不符合项产生因素分布图

5. 建议和结论

5.1. 建议

1) 在核设施建设过程及核设备制造过程中均涉及很多特殊作业过程,本文中提到的混凝土浇筑也是特殊作业的一种,特殊作业过程的技术、管理控制都有很多环节,要求很高,需要相关方加强对整个作业过程的管控,否则可能导致特殊作业后续质量存疑,由于其工艺的特殊性,后续验证试验验证不易/可实现或后续验证成本很高,如质量存疑将导致进度延误、成本增加。如果质量确实不满足要求,可能导致项目质量不满足设计要求的颠覆性后果。建议各相关单位加强对特殊作业过程的管控,尤其监理单位要落实现场旁站监督的责任,确保过程及质量受控。除了外部检查,各单位也应开展定期自查并开展内部审查,确保质量体系运行有效,及时发现过程不符合项并有效纠正整改,减少因此可能对进度和成本的影响,同时,强化培训和演练,不断提升人员技术水平和安全质量意识。

2) 核工程涉及专业面广,在建造过程中面对各种因施工环境、气候条件及技术条件变化导致的变更较多,很多变更是针对现场环境采取的有效措施以保证建造过程顺利实施,如本文中提到的混凝土配合比调整变更,还有的变更是设计单位深化设计提出的设计修改,落实不到位可能影响后续设施安全运行。对此,各相关单位制定了《变更管理程序》,明确对各类变更的识别,接口管理,流程确认,尤其是涉及设施关键工艺、关键设备、关键结构等影响较大的重大设计变更,按监管要求或在建造许可条件中明确应报告审管部门,经过审评认可后方可实施。在监督过程中,发现很多单位对此不重视,主要体现重大设计变更界定不严谨,造成错报、漏报,尤其是后者可能导致事实违反法规;还有的建设单位未经过设计单位同意,擅自变更或变更手续不规范。还有的单位认为多增加成本,多增加措施,对质量安全是有益的,所以对变更合规性不在意,建议相关单位进一步加强变更管理规范性。

5.2. 结论

核设施建设单位和营运单位通过过程控制程序和记录来证明建造过程安全 and 质量可控,具有可追溯性,对建造质量具有足够的置信度,为国家和公众提供对核安全的信心。但近些年来,也出现了一些单位质量记录造假的情况,给核设施建造过程带来进度和成本损失,在公众舆论方面形成很不好的影响。各相关单位人员充分认识到过程记录、质量记录的重要性后,严格树立规范意识、按程序办事的意识,做好过程管理及质量管理记录,相关单位要做好日常巡查管理,定期审查各质量环节的程序及记录,不断提升制度的规范性和适宜性,可以保证设施正常实现其设计功能和安全目标的同时,满足安全监管要求。

文中施工单位的纠正整改措施及后续预防措施说明,不符合项的出现,只是体现了在建造过程中工程管理及技术管理不足的冰山的一角。不符合项管理是质量保证的一个重要环节,提升全员对不符合项的认识,尤其是中高级管理层认识,保持对不符合项正面的态度。对于发现不符合项,将不符合项的处理视为提升技术、管理水平的一个契机,树立系统思维观念,举一反三,系统性地给予整改,通过认真分析原因及采取有效的纠正措施及预防措施,可以有效改进在程序、人员、设备、现场环境、材料、监视测量管理等方面存在的不足,提升技术及管理水平,全面提升质量保证体系的运行有效性。

鉴于核设施、核工程的复杂性,以及建成后运行发生事故的社会性影响,国家在设施选址、建造、调试运行、退役各阶段实施许可制度[8]。国家监管部门通过评审确定保证设施运行的安全条件,并通过监督检查确认相关的安全技术管理要求是否予以落实。这种外部监督通过关注各相关单位工作过程的规范性,对物项和活动的关键节点、重要试验和特殊过程选点监督,并关注重大设计变更、重大不符合项、质量保证大纲重要修订等过程的合规性。这种外部监督的开展,可以提升在核设施建造过程中各相关单位的建造活动的规范性,保障核设施建造安全、质量受控。

参考文献

- [1] 国家核安全局. 核电厂质量保证安全规定[Z]. 1991-07-27.
- [2] 国家国防科技工业局. 军工核安全设备制造阶段不符合项监督管理要求(试行)[Z]. 军核安监[2021] 206 号.
- [3] 国防科工委. 国防科技工业军用核设施质量保证规定[Z]. 科工法[2005] 311 号.
- [4] 程建秀, 景文信, 杨树林. 核设施质量保证基础教程[M]. 北京: 原子能出版社, 2001.
- [5] 吴涛, 尤完, 李君, 等. GB/T 50326-2017 建筑工程项目管理规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
- [6] 赵微微, 李可用. 建筑施工特殊过程控制分析[EB/OL].
<https://www.gwyoo.com/lunwen/jianzhulunwen/jzhshglw/201708/651422.html>, 2022-08-07.
- [7] 丁威, 冷发光, 艾永祥, 等. JGJ 55-2011 普通混凝土配合比设计规程[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [8] 国家国防科技工业局. 国防科技工业军用核设施安全许可管理办法[Z]. 科工核应安[2020] 1196 号.