



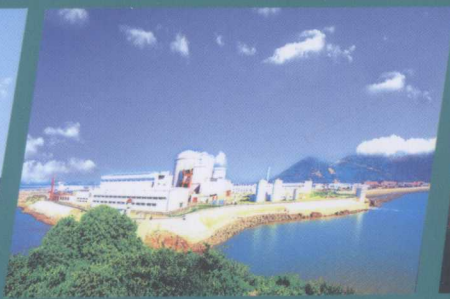
核电厂

状态报告

吴炳泉 主 编

徐士明 朱晓斌 副主编

中国核工业集团公司 编

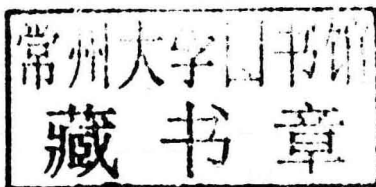


中国原子能出版社

核电厂状态报告

主 编 吴炳泉

副主编 徐士明 朱晓斌



中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

核电厂状态报告/吴炳泉主编. —北京:中国原子能出版社, 2012. 4

ISBN 978-7-5022-5445-2

I. ①核… II. ①吴… III. ①核电厂—研究报告—中国 IV. ①TM623

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 040921 号

内 容 简 介

本教材根据中国核工业集团公司的要求编写而成,可作为核电厂员工状态报告及根本原因分析培训的学习教材。本教材介绍了核电厂状态报告系统的概况以及具体的填报、定级、事件调查及原因分析,纠正行动的管理、趋势分析等内容。本教材可以帮助核电厂新员工和基层管理人员了解核电厂状态报告系统基础知识和管理流程,理解核电厂状态报告管理的总体目标,掌握根本原因分析方法,培养对状态报告的流程管理能力。

核电厂状态报告

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

责任编辑 杨树录 丁怀兰

技术编辑 王亚翠

责任印制 潘玉玲

印 刷 保定市中华美凯印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 7 字 数 172 千字

版 次 2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-5445-2

定 价 36.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn>

E-mail: atomep123@126.com

中国核工业集团公司 核电培训教材编审委员会

总 编 孙 勤
副 总 编 俞培根 叶奇蓁

编辑委员会

主 任	陈 桦					
副 主 任	程慧平	孙习康	张 涛			
委 员	洪 潭	张振华	张建成	吴炳泉	戚屯锋	
	邹正宇	顾颖宾	商幼明	缪亚民	孙云根	
	葛政法	周建虎	李苏甲	杨树录	李和香	
	于鉴夫					

执行编委

熊晓东	莫银良	叶丹萌	王晓波	杨 克
鞠德重	鲁忆迅	唐锡文	谢先林	蔡黎勇
王海平	刘 朔	肖 武	张国华	

编委会办公室

霍颖颖	张红军	江 鸿	齐红心	章 超
丁怀兰	侯茸方	黄 芳	方朝霞	沈 阳

总 序

核工业作为国家高科技战略性产业,是国家安全的重要基石、重要的清洁能源供应,以及综合国力和大国地位的重要标志。

1978年以来,我国核工业第二次创业。中国核工业集团公司走出了一条以我为主发展民族核电的成功道路。在长期的核电设计、建造、运行和管理过程中,积累了丰富的实践和理论经验,在与国际同行合作过程中,实现了技术和管理与国际先进水平相接轨,取得了骄人的业绩。

中国核工业集团公司在三十多年的核电建设中,经历了起步、小批量建设、快速发展三个阶段。我国先后建成了秦山、大亚湾、田湾三大核电基地,实现了我国大陆核电“零”的突破、国产化的重大跨越、核电管理与国际接轨,走出了一条以我为主,发展民族核电的成功之路。在最近几年中,发展尤为迅猛。截至2008年底,核电运行机组11台,装机容量907.82万千瓦,全部稳定运行,态势良好。

进入新世纪,党中央、国务院和中央军委对核工业发展高度重视、极为关怀,对核工业做出了新的战略决策。胡锦涛总书记指出:“无论从促进经济社会发展看,还是从保障国家安全看,我们都必须切实把我国核事业发展好”。发展核电是优化能源结构、保障能源安全、满足经济社会发展需求的重要途径。2007年10月,国务院正式颁布了《核电中长期发展规划(2005—2020年)》。核电进入了快速、规模化、跨越式发展的新阶段。

在中国核电大发展之际,中国核工业集团公司继续以“核安全是核工业的生命线”的核安全文化理念和“透明、坦诚和开放”的企业管理心态,以推动核电又好又快又安全发展为己任,为加速培养核电发展所需的各类人才,组织核电领域专家,全面系统地对核电设计、工程建造、电站调试、生产准备和生产运营等各阶段的知识进行了梳理,构造了有逻辑性、系统性的核电知识体系,形成了覆盖核电各阶段的核电工程培训系列教材。

这套教材作为培养核电人才的重要工具,是国内目前第一套专业化、体系化、公开出版的核电人才培养系列教材,有助于开展培训工作,提高培训质量、节约培训成本,夯实核电发展基础。它集中了全集团的优势,突出高起点、实用性强,是集团化、专业化运作的又一次实践,是中国核工业 50 余年知识管理的积淀,是中国核工业 10 万人多年总结和实践经验的结晶。

21 世纪是“以人为本”的知识经济时代,拥有足够的优秀人才是企业持续发展的重要基础。中国核工业集团公司愿以这套教材为核电发展开路,为业界理论探讨、实践交流提供参考。

我们要继续以科学发展观为指导,认真贯彻落实党中央、国务院的指示精神,积极推进核电产业发展。特别是要把总结核电建设经验作为一项长期的工作来抓,不断更新和完善人才教育培训体系。

核电培训系列教材可广泛用于核电厂人员培训,也可用于核电管理者的学习工具书,对于有针对性地解决核电厂生产实践和管理问题具有重要的参考价值。

中国核工业集团公司总经理



2009 年 9 月 9 日

前 言

中国核工业集团公司是经国务院批准组建、中央直接管理的国有重要骨干企业,作为国家核科技工业的主体,拥有完整的核科技工业体系,是国家战略核力量的核心和国家核能发展与核电建设的主力军,肩负着国防建设和国民经济与社会发展的双重历史使命,是目前国内投运核电和在建核电的主要投资方、核电技术开发主体、最重要的核电运行技术服务商和核电站出口商。中核集团在新的历史阶段传承核工业半个多世纪以来举世瞩目的“两弹一艇”和实现中国大陆核电“零的突破”的辉煌历程,秉持开放、包容、合作、共赢的经营理念,积极推进我国核电事业发展。

秦山核电有限公司为保证电厂发生的与运行机组相关的异常及对电厂生产管理活动有意义的异常状态都能得到及时的报告,并进行合理的分级,保证状态报告都能得到必要的分析,制定有效的纠正行动并及时予以改进,以达到持续改进和完善电厂生产管理体系的目的,于21世纪初在国内率先建立和维护一套完整的电厂状态报告体系,经进一步总结秦山核电厂运行经验,组织编写了《核电厂状态报告》教材,本教材适用于中核集团所属各压水堆核电厂员工的状态报告及根本原因分析培训的参考教材。各核电厂在使用本教材时,注意结合自身的特点加以充实。

教材的内容以秦山核电厂的运行经验为基础,参考了同行核电厂内部的培训教材,补充了大量的国内外文献。本教材共分八章,基本涵盖了状态报告及根本原因分析的各个方面,主要讲解了核电厂的状态报告概况、填报,状态报告的分级原则,根本原因分析方法,原因分析报告的编写要求,状态报告审查规定,纠正行动管理原则,以及状态报告数据管理、状态报告趋势分析方法,状态报告活动组织情况及人员资质要求等内容。

本教材由秦山核电有限公司吴炳泉主持编写,核动力运行研究所和中国原子能出版社的有关同志对本教材也做了仔细的审读。在教材的编写过程中,虽经反复推敲核证,仍难免有不妥甚至错谬之处,诚望广大读者提出宝贵意见,以便加以修正。

编者

2011年9月

《核电厂状态报告》

编 辑 部

主 编 吴炳泉

副 主 编 徐士明 朱晓斌

编 者 龚 渊 罗 杰 张峰屏 高 芳 杜晓宇
颜 帅

统审专家 李兵华 苏国权 张 睿

目 录

第一章 概 述

1.1 定义和目的	1
1.2 特点	1

第二章 识别和报告

2.1 概述	3
2.2 报告准则	3
2.3 报告内容	4
2.4 职责和管理流程	5

第三章 筛 选

3.1 概述	6
3.2 目的	6
3.3 筛选准则	6
3.4 职责和管理流程	7

第四章 调查和分析

4.1 概述	8
4.2 定义	8
4.3 根本原因分析	8
4.3.1 事件调查方法	8
4.3.2 事件调查指南	33

4.4 原因因子分类	38
4.4.1 事件的原因	38
4.4.2 人因相关原因因子	39
4.4.3 设备相关原因因子	48
4.5 职责和管理流程	51
4.6 原因分析实际案例	51
4.6.1 大泵和小泵	51
4.6.2 误拆变送器连接线致机组停堆	52

第五章 纠正行动管理

5.1 概述	64
5.2 纠正行动计划的制订	64
5.2.1 纠正行动的有效性	64
5.2.2 纠正行动的可行性	65
5.2.3 纠正行动的确认	65
5.3 纠正行动的实施	66
5.3.1 定义	66
5.3.2 纠正行动的执行	66
5.3.3 纠正行动的跟踪	66
5.3.4 纠正行动的关闭	66
5.4 职责和管理流程	66

第六章 编码及趋势分析

6.1 状态报告编码	68
6.1.1 概述	68
6.1.2 编码系统	68
6.1.3 职责和管理流程	68
6.2 趋势分析	69
6.2.1 概述	69
6.2.2 趋势分析的参数	69
6.2.3 趋势分析方法	69
6.2.4 报告趋势分析结果	72
6.2.5 职责和管理流程	72

第七章 组织管理

7.1 概述	73
7.2 职责	73
7.2.1 部门经验反馈协调员	73
7.2.2 公司相关部门	74
7.2.3 信息部门	74
7.2.4 核安全部门	74
7.2.5 公司领导	74
7.2.6 经验反馈协调员会议	75
7.2.7 状态报告例会	75
7.3 有效性评价	75

第八章 数据库

8.1 概述	76
8.2 功能	76
8.3 系统开发和运行环境	76
8.3.1 开发环境	76
8.3.2 运行环境	76
8.4 操作界面	77
8.5 工作流程	78
8.6 数据库的管理	78
参考文献	79

附录

附件一：状态报告通用模板	80
附件二：中国核电参考定级准则	81
附件三：根本原因分析报告模板	84
附件四：纠正行动计划模板	86
附件五：变化分析中常见的问题	87
附件六：WANO 编码系统	91
附件七：状态报告通用流程图	100

第一章 概述

核电厂的安全、稳定、可靠运行需要良好的设备可靠性和人员实践做保障,这就要求电厂不断地总结、吸收以往成功的经验和失败的教训。因此对核电厂而言,建立和维持一套有效的问题识别、报告、分析、跟踪和评价系统显得尤为重要。该系统能保证核电厂发生任何异常及对电厂生产管理活动有意义的状态(包括外部信息)都能得到及时的报告,并进行必要的调查和分析,制定并实施有效的纠正行动,以达到持续改进和完善电厂生产管理的目的。

1.1 定义和目的

核电厂状态报告指电厂对异常情况的报告,包括已经产生明显后果的事件、还没有造成明显后果但需要关注或处理与电厂运行工作相关的问题、来自电厂外部的经验反馈、内外部监督检查提出的意见和建议以及电厂员工认为需要报告的任何异常状态。这是电厂开展后续经验反馈工作的基础。状态报告系统是一种用于报告、分析以及纠正电厂发生的异常状态的经验反馈手段。电厂通过状态报告开发,查找电厂管理上的问题,制定并实施相应的纠正行动,以达到持续改进的目的。

状态报告是电厂重要的内部经验反馈素材,可以应用于大修经验反馈、工前会、班组学习材料、同行研讨、自我评审等。

1.2 特点

核电厂状态报告具有如下特点:

(1) 状态报告系统的报告阈值要求比较低,所覆盖的内容范围较广。

电厂发生的所有异常及对电厂管理活动有意义的状态(包括外部信息)都能填写状态报告,比如某一个设备缺陷或者国外电厂的一个良好实践及事件报告等,都可以填写状态报告做进一步的原因分析或学习评价。

(2) 状态报告等级划分明确,可按级别进行不同深度的原因分析。

状态报告按照事件性质和重要程度一般可划分为 A、B、C、D 四个级别,根据不同的级别进行不同程度的原因分析,以有效地分配管理资源,节约管理成本。

(3) 状态报告的开发责任单位以及纠正行动的实施责任单位明确,易于管理和跟踪。

每份状态报告都对应一个开发责任单位,负责状态报告的调查分析,以及纠正行动计划的制订。

纠正行动计划对应的每个纠正行动也分别对应一个实施责任单位,责任单位负责纠正行动实施,跟踪。

状态报告流程的每个环节都有明确的责任部门,易于责任的落实和环节控制,最终达到



状态报告的闭环管理。

(4) 状态报告系统用国际统一编码,利于统计和趋势分析,同时也便于利用外部经验。

WANO(世界核电营运者协会)编码系统对状态报告相关属性进行了统一编码,包括状态报告的种类、后果、系统、设备、直接原因、根本原因等属性的编码。相同的编码规定有利于国内、外电厂间做比较,也利于经验反馈信息利用的准确性和有效性。

第二章 识别和报告

2.1 概 述

小事件和未遂事件在核电厂经常发生,行业经验表明,对电厂运行没有重大影响的小事件和未遂事件(如立即识别的阀门位置错误)与导致瞬态的重要事件(如紧急停堆、主给水异常、安全系统故障等)的根本原因是类似的,因此识别和报告电厂发生的任何事件对保障机组安全稳定运行,提高电厂管理水平有重大意义。

2.2 报告准则

核电厂应鼓励每位员工(包括承包商)在第一时间报告任何对电厂安全生产不利的问题或潜在的问题,并填写状态报告;各级管理人员(包括承包商)应避免在员工填写状态报告时设置任何先决条件。

为确保状态报告“识别和报告”步骤的顺利进行,电厂管理层应设立相应的报告准则,以指导和建议所有员工积极识别和报告电厂发生的事件。

报告准则通常要考虑下列事件类别:

(1) 电厂瞬态

电厂瞬态包括对电厂安全、稳定运行带来影响的事件,包括自动停机、自动停堆、功率瞬变等。

(2) 影响核电厂安全的事件

影响核电厂安全的事件包括对核电厂安全有现实威胁或明显妨碍核电厂值班人员完成安全运行的事件、对电厂的可靠运行或设备的可用性将产生不利影响的事件或状态。例如稳压器卸压阀失控开启并卡开、主控室火灾、地震等外部事件。

(3) 放射性事件

放射性事件包括人员受照射超过电厂规定的限值或国家法规规定的限值、造成厂房或区域污染、放射性材料的丢失、放射性意外释放、放射性水平异常、其他违反辐射防护规程或国家相关法规的事件。

(4) 工业安全事件

工业安全事件包括工业安全失时事故、未遂工业安全事故(现场安全检查中发现的问题)、违反职业安全的事件。

(5) 人因事件

人因事件包括任何影响或可能影响电厂安全等级降低或产生严重后果的人因活动。例如在错误的设备/系列上进行的工作。

(6) 检修中的异常

核电厂检修活动中出现的异常,包括在检修中发现意想不到的缺陷;发现严重缺陷,比



如出现需要更换重要/主要部件的缺陷;检修中出现超出检修任务范围的缺陷,需要扩大检修范围和检修深度;因备件缺少或备件昂贵,需要适当修理并继续使用原零部件;检修中发现原设计不合理,由于进行设计变更需要时间,暂时只对原缺陷进行修复;检修中出现更换零部件需用代用品;检修中发现现场设备与有关技术资料不相符等。

(7) 电厂消防

电厂消防领域事件,包括影响消防系统执行其预期功能的设备缺陷或状态,例如消防屏障及其附属设备的性能下降、火灾探测及灭火系统的性能下降;导致消防安全可靠性等级降低的任何活动;不符合消防安全要求的可能引起火患的状态;违反消防安全管理规定的任何状态等。

(8) 未遂事件

未遂事件包括人员的不恰当行为和非预期的设备状态但没有产生直接后果的未遂事件。

(9) 外部经验反馈

外部经验反馈来自 IAEA、WANO、国家核安全局、中核集团、外部电厂以及其他渠道获取的,对本厂有借鉴作用的经验反馈。

2.3 报告内容

为便于状态报告“筛选”工作的顺利进行,在填写状态报告时,对所填报内容应考虑下列要素:

(1) 电厂标志

包括电厂代码、机组号等。

(2) 事件基本信息

包括机组状态、系统、所发现异常的位置、日期及发现时间等。

机组状态是指核电厂《运行技术规格书》定义的标准运行状态。发生日期和时间是指异常情况发现或发生的日期和时间。

(3) 事件分类及报告准则

依照状态报告惯用的报告准则。

(4) 事件主题

状态报告主题应该真实反映状态的实际情况,且叙述完整。不应以缺陷名称或者设备名称简单地作为状态报告题目,而应该以一个事件简要但完整的描述作为题目。例如:×××(原因)导致×××(后果),或者以×××(系统或设备)存在缺陷等的方式来作为报告题目。

(5) 事件描述

状态报告填报人员应对事件相关信息进行详细的描述,以清晰说明什么时间、什么地点,发生了什么事情,如何发生的。报告内容应真实、客观,不应添加个人主观猜测。

状态报告通用模板见附件一。

(6) 事件后果

简要描述状态报告所反映的事件后果,如功率降低、停机、设备损坏等。

(7) 立即采取的措施及其他纠正行动

如果需要立即采取措施或纠正行动,也要在状态报告中说明。

2.4 职责和管理流程

状态报告是一项全厂性经验反馈活动,每位员工(包括电厂承包商)都有权利和义务识别和报告电厂发生的异常状态。

第三章 筛 选

3.1 概 述

电厂的行政资源是有限的,为提高各种资源的有效利用率,必须对填报的状态报告进行筛选,根据事件对电厂的风险和后果决定分析的级别和优先次序。

状态报告的筛选通常由具有丰富电厂工作经验的人员或专业小组来完成,当确定一个事件或者未遂事件后,应尽可能早地进行筛选。

3.2 目 的

状态报告筛选时应达到以下几个目标:

(1) 明确事件或者未遂事件的真相

通过电话和电厂信息系统,对事件本身及异常描述等信息进行初步核实,确认其真实性。

(2) 识别是否有相似报告或存在共性问题

通过对状态报告数据库进行搜索,识别是否发生过重复或者类似的事件。

(3) 识别或分析潜在的不利趋势

对事件描述进行初步分析,识别是否存在能导致事件扩大的不利趋势。

(4) 确定后续分析的级别和深度

根据核安全相关法律、法规的要求以及上级主管部门的管理要求,结合核电厂的实际情况,制定合适的筛选准则。

对照筛选准则,依据事件的严重程度,以及初步分析的结果,确定该事件的重要性级别(如:A/B/C/D),以及原因分析的深度(如:直接原因/根本原因)。

(5) 为状态报告的后续分析确定责任部门

根据事件的领域、涉及范围、确定相应的事件调查和原因分析责任部门。

3.3 筛选准则

筛选准则有助于确定一份状态报告的级别,以决定需要何种程度的分析,明确是否需要根本原因分析。筛选准则应结合各个电厂的管理水平、设备状况、安全文化水平等因素制定(附件二为某电厂参考定级准则)。

状态报告筛选时要考虑的因素示例如下:

(1) 对核安全或电厂可靠性的重要程度

- 影响堆芯反应性控制的事件