团 体 标 准

T/CNEA XXX-202X

代替T/CNEA XXX-202X

核电厂人因运行事件分析指南标准

Guideline of Human License Operation Event Analysis in Nuclear Power Plant

**（征求意见稿）**

XXXX-XX-XX发布 XXXX-XX-XX实施

**中国核能行业协会 发布**

中国核能行业协会（China Nuclear Energy Association，CNEA）是经国务院同意、民政部批准设立的全国性非营利社会团体，成立于2007年4月18日。协会的中心任务是做好政府与会员单位之间、会员单位之间、国内与国际之间的沟通与交流，维护全行业和会员的合法权益，向政府建言献策，为企业排忧解难，努力发挥桥梁和纽带作用。制定中国核能行业协会团体标准（以下简称：核协团标），以满足我国核能行业标准化发展市场需求为导向，为核能行业和相关社会事业提供行业领先的标准化服务，是中国核能行业协会的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订核协团标的建议并参与有关工作。

核协团标按《中国标准化协会标准管理办法》进行制定和管理。

核协团标草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的3/4以上的专家、成员的投票赞同，方可作为核协团标予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国核能行业协会，以便修订时参考。

本标准版权为中国核能行业协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国核能行业协会文字上的许可外，不许以任何形式复制该标准。

中国核能行业协会地址：北京市海淀区西三环北路72号世纪经贸大厦B座28层。

固话：010-88305833 传真：010-88305800

网址：http://www.china-nea.cn 电子信箱：cnea\_standard@vip.163.com

目  次

[前言 I](#_Toc68601605)

[引言 II](#_Toc68601606)

[1 范围 1](#_Toc68601607)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc68601608)

[3 术语和定义 1](#_Toc68601609)

[4 启动分析任务 2](#_Toc68601610)

[4.1 人因运行事件的定义 2](#_Toc68601611)

[4.2 成立工作组 2](#_Toc68601612)

[5 信息收集与调查 2](#_Toc68601613)

[5.1 信息收集 3](#_Toc68601614)

[5.2 事件调查 3](#_Toc68601615)

[6 失效点识别与分析 5](#_Toc68601616)

[6.1 失效点含义 5](#_Toc68601617)

[6.2 典型个人行为失效 5](#_Toc68601618)

[6.3 典型组织管理失效 6](#_Toc68601619)

[6.4 典型人机接口失效 7](#_Toc68601620)

[7 原因分析 7](#_Toc68601621)

[7.1 根本原因 8](#_Toc68601622)

[7.2 直接原因 9](#_Toc68601623)

[7.3 促成原因 9](#_Toc68601624)

[8 共性原因分析 10](#_Toc68601625)

[8.1 共性原因含义 10](#_Toc68601626)

[8.2 分析范围 10](#_Toc68601627)

[8.3 分析方法 10](#_Toc68601628)

[9 纠正行动制定 11](#_Toc68601629)

[9.1 制定原则 11](#_Toc68601630)

[9.2 总体参考 11](#_Toc68601631)

[9.3 具体方法 11](#_Toc68601632)

[10 报告编制 13](#_Toc68601634)

[10.1 编制要求 13](#_Toc68601635)

[10.2 事件名称 13](#_Toc68601636)

[10.3 发生时间 13](#_Toc68601637)

[10.4 始发事件 13](#_Toc68601638)

[10.5 摘要 14](#_Toc68601639)

[10.6 事件后果 14](#_Toc68601640)

[10.7 事件描述 14](#_Toc68601641)

[10.8 事件原因 14](#_Toc68601642)

[10.9 纠正行动 14](#_Toc68601643)

[10.10 经验教训 14](#_Toc68601644)

[**附录 A** 16](#_Toc68601645)

[参考文献 23](#_Toc68601646)

前  言

本标准按照GB/T1.1-2020给出的规则起草。

本标准由江苏核电有限公司提出。

本标准起草单位：江苏核电有限公司、核动力运行研究所。

本标准主要起草人：鲍振利、张睿、毛志新、赵忠原、李红波。

考虑到本标准中的某些条款可能涉及专利，中国核能行业协会不负责对任何该类专利的鉴别。

本标准为首次发布。

引  言

机组人因事件是核电厂人员绩效水平的重要指标，对人因事件的监测、分析、反馈是当前各核电厂开展人因管理工作、提升人员绩效水平的重要抓手。

本标准的制订旨在指导核电厂更加规范、高质量的开展人因运行事件分析工作，在人因运行事件的信息调查与收集、原因分析、纠正行动制定等环节提供相应的技术指南，对部分技术内容进行了细化，有利于核电厂在人因运行事件分析过程中参考，以有效提升人因运行事件的分析质量，从而制定有针对性的改进行动。

本标准的编制过程中，参考了国家核安全法规的相关规定，归纳和总结了国内外核电厂在人因事件分析工作中的良好实践，同时也参考了WANO、IAEA以及INPO关于人因事件分析的相关技术导则。

核电厂可在本标准的管理框架内，根据所在核电厂的特点，制定各自的内部管理程序，细化管理要求，以指导核电厂人因运行事件分析工作 。

核电厂人因运行事件分析指南

1. 范围

本标准规定了核电厂人因运行事件的定义、信息收集、失效点识别、原因分析、共因分析、纠正行动、报告编制等过程的相关技术要求。

本标准适用国内相关企业开展人因运行事件分析工作。

1. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

NB/T 20427-2017 核电厂防止人因失误管理

NB/T 20442.10-2017 核电厂定期安全审查指南

NB/T 20489-2018 核电厂事件根本原因分析方法

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。



事件 Event

事物在一定时期内发生的变化，或是一个实时发生的事情，通常是指不期望或非计划发生的事情，可能有突发的情形和严重的结果。



故障 Fault/Failure

系统、设备或零部件丧失其规定性能的状态，或指设备非预期的动作、人员非预期的行为。



人因失误 Human Error

偏离预期标准或不适当的人员行为或行动。



失误先兆/人因失误陷阱 Error Precursors

不利的先决条件，其增加了现场出现失误的可能性。



原因因素 Cause Factor

任何能够导致事件发生的条件状态，或增大事件严重性的情形和条件。这种情形产生或影响着不期望的结果。



直接原因 Direct Cause

直接导致事件发生的原因因素，直接跟事件有关。消除直接原因并不一定会杜绝类似事件的再次发生。



根本原因 Root Cause

引起事件产生的最基本的原因因素，如果此原因因素被消除或纠正，这种事件和类似的事件在未来就不会再发生。



纠正行动 Corrective Action

为了消除或改善事件后果、事件根本原因、促成原因和其他不利条件所采取的改进行动，以及所有其它用于改进核电厂管理和运行质量而采取的措施。

1. 启动分析任务
   1. 人因运行事件的定义
      1. 运行事件是指核电厂发生的满足《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例实施细则之二附件一—核电厂营运单位报告制度》（HAF001/02/01，1995年6月14日国家核安全局发布）中规定准则的事件，该文件同时规定了运行事件报告的时限要求、报告格式和内容要求。
      2. 人因运行事件是指事件主线中存在人员行为偏差直接导致的失效点或始发事件为人因失误的运行事件。
   2. 成立工作组
      1. 在确定是人因运行事件后，应立即启动事件原因分析工作，成立事件原因分析工作组。
      2. 工作组应由有相应经验的人员组成，其经验包括但不限于根本原因分析经验、事件调查经验、人员访谈经验、事发部门工作经验等。
      3. 工作组成员应明确分工及职责，制定相应工作计划，并明确进度节点。
      4. 特别的，为从采访对象那里取得真实准确的信息，应考虑被访者对问题回答的敏感性。应对采访者进行特殊培训。人员访谈应提前准备，制定访谈调查计划，并提前列出访谈问题（许多问题都来自其它工具，如任务分析和变化分析等）。应针对确定被访谈的人员，选择合适的场地，依次安排访谈。访谈时应保持控制力（及时记录，同时记录良好行为）。安排被访者时要考虑有无可能影响访谈的时间限制。
2. 信息收集与调查
   1. 信息收集
      1. 事件发生后应尽快启动信息收集工作，事件相关通知单、状态报告、视频、设备日志等应第一时间进行记录、留存。
      2. 信息收集的范围包括：

a）实物信息

物证包括：设备、部件、机具、液体样品、计算机磁盘、事件中磨损的人员防护设备以及碎片等。物证还可包括实验室试验项目，必要时调查组可要求由专门实验室进行分析。物证检查不应造成对证据的改变。若有必要取走物证，应采用可控、谨慎、系统的方式进行。

b）书面信息

与事件相关的文件，如运行操作程序、值班日志、内部和外部运行经验等。

c）访谈信息

访谈中获得的与事件直接相关的信息（证词）以及受访人历史信息如培训、工作环境和个人经验等。

d）领域内专家咨询信息

咨询事发领域内其他专家，获取与执行类似任务相关的通常做法、良好实践等信息。

* + 1. 事发工作前、工作中、工作后的相关信息都应进行收集。
  1. 事件调查
     1. 事件调查与信息收集是相辅相成、同步进行的，应及时收集事件调查获得的信息，也应结合信息收集情况确定是否需进行进一步的调查。
     2. 任务来源调查

事件调查时应首先确定任务来源的合理性及时间要求。

任务通常分为计划性任务和临时紧急任务：

1. 对于计划性任务，应确认其计划的来源以及计划时间的合理性；
2. 对于临时紧急任务，应确认其是否满足电厂对于临时紧急任务的界定范围。
   * 1. 任务启动流程调查：

对于计划性任务，应根据电厂工作组织管理流程确认其是否满足对应等级的工作流程。例如，电厂通常根据维修活动对核安全、工业安全、辐射安全、可靠性及发电的影响可接受程度，将维修工作区别出简单维修、一般维修、重要维修和关键维修四个等级，以具体指导维修工作准备的详尽程度和风险控制要求。

对于存在高风险作业的任务，应调查是否建立了高风险作业管理流程以及是否纳入电厂高风险作业管理流程。

* + 1. 工作准备调查

工作准备调查是指根据电厂对于各类作业活动开展前的相关要求调查事件中作业活动前各项准备工作是否满足。工作中需要准备的事项通常包括：

1. 运行操作文件、技术文件准备；
2. 各类许可证准备；
3. 人力准备；
4. 备品备件、材料准备；
5. 工器具准备；
6. 辐射防护准备；
7. 维修支持工作准备；
8. 工作包准备。

除了调查需要准备的事项是否完整外，还应调查一项重要的准备工作，即工前会的开展情况。

工前会指在执行一项工作前，相关工作人员之间进行的面对面的准备会，以便清楚地理解任务目标、范围、风险、安全要点、防护措施、应急预案的活动，保证有效完成工作。工前会上需要确认的事项通常包括：

1. 是否已获得授权；
2. 确认工作人员已熟知工作范围、内容、目标、进度、职责分工；
3. 确认工作人员知道工作对象的名称、编号和地点；
4. 确认工作人员资质；
5. 确认工作人员知识范围，例如：通过询问、查看培训记录等；
6. 确认是否有程序，程序是否为最新版本；
7. 确认工作人员已熟悉和理解程序；
8. 确认工器具准备情况，工作人员熟知特殊工具和材料的使用要求和注意事项；
9. 确认工作边界及安全措施；
10. 确认工作开始前电厂及设备状况，讨论工作过程中这些状况可能发生的变化，以及这些变化对工作人员和工作过程的影响；
11. 讨论已知的和潜在的风险：核安全、人员安全和设备安全；
12. 确认发生潜在风险时应采取的应急措施；
13. 确认工作人员已熟悉废物处理方法；
14. 确认工作人员已经了解厂房安全卫生管理的要求；
15. 确认有哪些见证点（W点）和停工待检点（H点）；
16. 讨论系统开口或设备开口的防异物（FME）措施。
    * 1. 工作执行过程调查

对于工作执行过程，应调查工作负责人是否按照工作指令/维修规程/试验规程开展工作任务。具体应调查的方面包括但不限于以下内容：

1. 规范使用并遵守作业规程，工作负责人严格按照工作指令/维修规程/试验规程的内容进行工作，做好数据记录和工作步骤的确认；
2. 使用自检防人因工具，防止人因失误；
3. 过程中严格遵守ALARA的原则和要求；
4. 全过程严格执行异物防止措施；
5. 接受过程的质保监督；
6. 严格遵守工业安全相关规定，并接受过程的安全监督；
7. 确认并使用合格的工器具进行操作和测量；
8. 控制设备的清洁度；
9. 所有部件、材料做到完全等效更换；
10. 按要求分类存放并及时处理产生的各种垃圾、废物；
11. 保护地面、构筑物及周边设备不受伤害；
12. 认真测量和记录工作前、中、后的设备状态及参数；
13. 工作过程中的动火、进入辐射控制区、使用流体、打开防火封堵、现场暂存化学危险品等作业，除了需要按照要求办理许可证外，现场的施工作业也必须严格按照相关管理程序中的要求来执行；
14. 执行过程中产生的记录需客观地反映工作活动中的检查、测量、处理、异常情况、试验结果及资源利用等用于后续工作优化的内容。
    * 1. 事件后缓解行动调查

事件后缓解行动调查是为了调查事件进一步恶化的原因。调查主要包括事发单位是否建立了完善的应急预案以及事件发生后应急预案是否按规定的流程启动。

1. 失效点识别与分析
   1. 失效点含义

失效点是指人员行为偏差或设备故障，是事件序列中发生的动作，即“设备产生什么动作或应动作而实际未动作”、“工作人员做了什么或应做而没做什么”。

对于人因相关失效点，应从个人行为、组织管理、人机接口等方面识别和分析。

* 1. 典型个人行为失效
     1. 未保守决策

对于核电厂的决策，由于是在需要综合运用自身和团队的知识及经验来分析、判断并解决问题的过程中产生的失误，从人因失误行为角度，一旦决策正确了，后面即是进入操作/执行阶段，因此核电厂往往要求保守决策。

* + 1. 未遵守规定/程序

应识别工作人员是否存在以下未遵守规定/程序的行为：

1. 无证作业/超范围作业；
2. 程序执行过程中出现跳步/漏步、执行错误等；
3. 野蛮/违章操作，如违章起吊、越点操作、违反操作要求、遗留/掉落异物、密闭作业未监测和通风、持物爬梯、冒险作业等；
4. 个人防护用品使用不规范，如工作服/安全鞋/安全帽等基本的个人防护用品穿戴不规范、未系安全带、安全带使用不规范、未做辐射防护、未做绝缘保护、未穿戴潜水用品等；
5. 工器具/备件/材料使用不规范，如在维修操作中使用错误的密封胶、不合适的备件；
6. 未确认设备编码，如走错间隔、误操作设备；
7. 未监视/确认设备状态。
   * 1. 信息沟通失效

应识别工作人员在班组内、班组间及部门间的信息沟通是否存在以下失效：

1. 未及时汇报；
2. 信息传递错误，如只传递信息里的部分内容、使用容易混淆的简称；
3. 信息理解错误，如未确认信息导致理解偏差。
   * 1. 工前会失效

应识别工作人员在工前会过程中是否存在以下不足：

1. 未识别关键步骤，如产生立即后果的操作步骤、不正确执行则会导致重大不利后果的步骤；
2. 未识别失误陷阱及薄弱环节；
3. 未预计可能的失误后果，特别是只关注于任务本身正确执行而忽略了偏差出现时可能出现的异常状况；
4. 未评估可能采取的预防措施及应急预案，如未明确防人因失误工具使用要求；
5. 未讨论相关运行经验；
6. 未明确人员资质、经验、职责及分工，如对工作范围、内容、目标、进度、职责、分工、接口等都只是泛泛而谈；
7. 未检查和熟悉程序。
   * 1. 不良的工作习惯

应识别工作人员是否存在以下不良工作习惯：

1. 误碰设备；
2. 缺乏质疑的态度；
3. 安全意识不足；
4. 盲目自信；
5. 走捷径。
   * 1. 个人生理/心理影响

应识别工作人员是否存在以下异常：

1. 人员疲劳；
2. 紧张；
3. 压力大；
4. 情绪低落；
5. 酗酒。
   1. 典型组织管理失效
      1. 风险管理不足

应识别组织在风险管理过程中是否存在以下不足：

1. 没有针对各项工作流程（含特殊作业）制定风险管理流程；
2. 特殊高风险作业的进入条件不够清晰或过于随意；
3. 对风险不加区分进而导致增加额外的工作负担，如某一时间段内要求所有的高空作业都按一级作业进行管理。
   * 1. 培训不足

应识别组织在培训上是否存在以下不足：

1. 培训没有覆盖全体作业人员（如临时作业人员、短期进厂人员）；
2. 培训内容未覆盖作业所需的知识点或技能要求；
3. 培训形式与实际作业要求不匹配（如实操性较强的作业却采用课堂培训的方式）；
4. 培训频度不合适，包括培训次数过少导致相应人员难以参加培训、间隔时间过长导致复训不满足技能保持的要求等。
   * 1. 工作计划/安排存在不足

应识别组织在工作计划/安排上是否存在以下不足：

1. 工作计划中某一部门/班组的任务交叉、重叠过多；
2. 工作安排过紧，造成进度上的压力；
3. 特定人员长时间连续工作；
4. 同类作业的人员更换频繁；
5. 作业班组新人过多；
6. 未明确各方面接口或协调各方工作。
   * 1. 监护/监督不足

应识别组织在监护/监督上是否存在以下不足：

1. 重要作业未设置检查点（监护、见证点）；
2. 未执行质量控制流程；
3. 编、校、审、批未严格执行或流于形式；
4. 未跟踪改进落实情况；
5. 未进行趋势监测/评估。
   * 1. 程序缺失/错误/不清晰

应识别工作程序中是否存在以下不足：

1. 程序缺失/不完整；
2. 程序错误，如未反映电厂最新设备改造及设计变更情况、不符合其他相关管理规定等；
3. 程序不友好，如一步操作步骤包含多项操作内容、操作内容过于粗泛、操作对象缺少双重命名、操作内容缺少验收标准、缺少数据记录表格等。
   * 1. 技术/管理缺陷

应识别组织在技术/管理上是否存在以下不足：

1. 未提出明确的技术/管理要求，如未对工作提出资质要求、未提出监护/监督要求；
2. 技术/管理要求未传达至工作人员；
3. 技术/管理要求未落实。
   1. 典型人机接口失效
      1. 指示/显示/反馈/报警/控制器存在不足

应识别系统/设备在指示、显示、反馈、报警、控制等方面是否存在以下不足：

1. 错误，如标识标牌错误、内容遗漏、未按预期动作等；
2. 不友好，如重要指示/显示/报警未与一般信号相区分、显示方式不够直观、显示内容过于简单、灵敏度不够、字体过小等；
3. 缺失，如主控室或就地缺少对某项参数的监测、标牌或警示标识缺失、缺少急停控制器等；
4. 赘余，如无需处理的报警、显示信息过多（有些并不需要或并不重要）。
   * 1. 工具/器械存在不足

应识别工作中的工具/器械是否存在以下不足：

1. 未配备专用工具（加长手柄、夹紧工具、旋转工具）；
2. 工具/器械结构或外形不合适，导致不便于施力或操作；
3. 工具/器械的操作面没有保护或易造成损伤。
   * 1. 工作环境存在不足

应识别工作环境中是否存在以下不足：

1. 照明不足；
2. 温度过高/过低；
3. 噪音大；
4. 放射性高；
5. 湿度大；
6. 空气质量差；
7. 空气流速/压差大。
   * 1. 布局/布置不合理

应识别工作场所的布局/布置是否存在以下不足：

1. 设备紧邻；
2. 空间狭窄；
3. 位置过高/过低；
4. 邻墙/遮挡。
5. 原因分析
   1. 根本原因
      1. 根本原因含义

根本原因是指引起事件产生的最基本的原因因素，如果此原因因素被消除或纠正，这种事件和类似的事件在未来就不会再发生。

根本原因的确定有很重要的两点：一是最基本的原因因素，二是能够被消除或纠正。

* + 1. 个人行为失效根本原因

未保守决策的根本原因应从以下方面考虑：

1. 未立即处理安全方面的担忧、人员缺乏保守方法、缺乏团队精神、允许或纵容“走捷径”等企业文化或安全文化方面的问题；
2. 管理层介入不够充分、对计划或进程的制定或支持不够等管理监督与评价方面的问题；
3. 运行决策不充分、决策依据不充分等决策过程方面的问题；
4. 交流不正确或不充分、部门之间沟通或协调不充分等沟通交流及协调方面的问题。

未遵守规定/程序的根本原因应考虑违反政策/条例/程序、未实施自检、未使用规定的文件等工作实践方面的原因。

信息沟通失效的根本原因应从以下方面考虑：

1. 如果信息沟通条件存在不足，则考虑噪音大等环境条件或通讯设备配备不足或不可用等沟通交流问题；
2. 如果信息沟通条件畅通，则考虑交接班时沟通不充分、未将出现的问题通知负责人、部门之间沟通或协调不充分等沟通交流及协调相关问题。

工前会失效的根本原因应从以下方面考虑：

1. 工作前对任务研究不充分等工作时间方面的问题；
2. 未考虑特殊情况或要求等工作组织方面的问题；
3. 决策前未确认或未评价决策的风险和后果等决策过程方面的问题；
4. 开工前未确定监督等监督方法方面的问题。

不良的工作习惯的根本原因应从以下方面考虑：

1. 普遍缺乏质疑的态度、重复违章等企业文化或安全文化方面的问题；
2. 不安全的工作习惯等工作实践方面的问题。

个人生理/心理影响的根本原因主要考虑个人因素方面的问题。

* + 1. 组织管理失效根本原因

风险管理不足的根本原因应从以下方面考虑：

1. 对工作进程监督不够、未阐明职责和任务等监督方法方面的问题；
2. 管理目标未反映相关的限制条件等决策过程方面的问题；
3. 未对目标、职责和实施计划的变更进行清晰地传达等变更管理方面的问题。

培训不足的根本原因应从考虑未提供如何执行任务的培训、岗位培训或经验不足、再培训不足等培训/资格方面的问题。

工作计划/安排存在不足的根本原因应从以下方面考虑：

1. 未作现场考察就制定计划、条件不具备就开工、完成任务的时间安排过紧等工作组织方面的问题；
2. 实施变更的设备供应不足、实施变更的时间安排不合适等变更管理方面的问题；
3. 完成既定目标的资源配置不足等资源配置问题；
4. 工作进度安排与工作期望相冲突、任务经常重新分配、任务的人选不合适等监督方法问题；
5. 加班时间过长、长时间连续工作等工作安排方面的问题。

监护/监督不足的根本原因应从以下方面考虑：

1. 对工作进程监督不够、对承包商控制不够等监督方法方面的问题；
2. 对计划或进程的有效性监督不够、对纠正行动的有效性评价不够等管理监督与评价方面的问题；
3. 技术审查过程不合适、提供的安全评价不够等程序和文件方面的问题；
4. 变更结果评价不够、未对变更结果的正确性进行监督等变更管理方面的问题。

程序缺失/错误/不清晰的根本原因应从以下方面考虑：

1. 技术不完整、未根据当前设计进行更新、措词不清或过于复杂等程序和文件方面的问题；
2. 变更相关的文件修改不足等变更管理问题。

技术/管理缺陷的根本原因应从以下方面考虑：

1. 管理方针不完善、管理方针未制定、管理方针的执行力度不够等管理方针方面的问题；
2. 未阐明职责和任务等监督方法问题；
3. 未说明遵守规程的职责等程序和文件问题；
4. 缺乏无责备的报告文化、控制室人员缺乏团队精神、允许或纵容“走捷径”等企业文化或安全文化方面的问题；
5. 变更需求和进一步的变更不明确、变更的资源配置不足等变更管理方面的问题；
6. 管理目标未针对现有问题、运行决策不充分、决策依据不充分等决策过程方面的问题；
7. 应急机构对未预见的事件没有准备措施、应急准备不足等应急管理方面的问题；
8. 管理层介入不充分、对计划或进程的制定或支持不够等管理监督与评价方面的问题；
9. 对员工的顾虑响应不及时、在组织内未对管理方针进行有效的交流、管理层和员工之间沟通不充分等沟通或协调问题。
   * 1. 人机接口失效根本原因

指示/显示/反馈/报警/控制器存在不足的根本原因应考虑无标识、标识有缺陷或不充分、已存在的报警过多、标记或屏障不足等人机接口方面的问题。

工具/器械存在不足的根本原因应从以下方面考虑：

1. 通讯设备配备不足或不可用等沟通交流问题；
2. 使用了不适当的工具或设备等工作实施问题。

工作环境存在不足的根本原因应考虑照明不足、放射性高、湿度大等环境条件方面的问题；布局/布置不合理的根本原因应考虑工作空间狭窄等环境条件方面的问题。

* 1. 直接原因
     1. 直接原因含义

直接导致事件发生的原因因素，直接跟事件有关。

* + 1. 直接原因分析

直接原因一般是明确的人因失误或设备失效，即导致系统/设备或阻止、人员发生非预期变化的动作。

人因相关直接原因包括疏忽、过错、违反规定、蓄意破坏。对于人因运行事件，常见的直接原因表现形式即6.2节阐述的个人行为失效。

* 1. 促成原因

对导致事件的情形和条件有贡献或加剧促成事件发生的原因，即其增加了事件发生的可能性或严重性，但本身不会引起事件发生(在直接原因之后的原因)，消除它并不能预防事件的重发。对于一个简单的事件可能没有促成原因。

1. 共性原因分析
   1. 共性原因含义

共性原因是指导致出现根本原因的系统性问题。

* 1. 分析范围

共因分析应在一定组织范围内开展，如同一机组、同一电厂等。同时，还需对同类设备的其他影响进行分析，而不是局限于事件中体现的实效模式。

* 1. 分析方法
     1. 确定分析目标和范围

首先确定共性原因分析的目的，明确要解决的问题，如要解决人员伤害风险增加、程序相关事件重发、容器作业中异物事件多发等相关问题。

* + 1. 收集数据

通过查询状态报告、事件报告、纠正行动等数据，识别出与分析目标相一致的数据。

如果数据量过于庞大，可以对收集到的符合条件的数据进行抽样，或者缩短数据收集的时间范围。

* + 1. 选择信息类别

确定从收集到的数据中提炼哪些信息，对于人因运行事件，可选择以下信息：

1. 相关始发事件的类型；
2. 根本原因；
3. 纠正行动类别；
4. 不完善的屏障及相关失误先兆；
5. 责任部门；
6. 事发时进行的活动。
   * 1. 数据分类

根据上述信息类别，将收集到的数据信息进行分类、补充。如果有些信息缺失，可通过联系事件当事人、所在部门等获取进一步信息。

* + 1. 确定关注领域

对数据进行综合比对后，确定与事件相关的较为显著的数据，如操作了错误的设备、电气开关连接头失效、管理类程序不明确等。

* + 1. 分析关注领域

首先应考虑很容易就能解释关注领域较为显著的一些特殊情况，如：

1. 人员行为偏差类数据的增加，可能是因为近期开展了大量人员行为观察指导活动；
2. 程序类缺陷数据的增加，可能是近期开展了程序类人因失误陷阱查找活动；
3. 某类继电器误动作的数量增加，可能是由于选型错误。

如果关注领域的问题很容易通过这些特殊情况解释，并取得了良好的效果，则不必进一步的分析。

如果没有特殊情况，即确实存在人员绩效上的不足，则通过以下方法进行调查：

1. 使用变化分析，如果确实存在一个变化；
2. 使用任务分析，如果触发事件的行为存在于一个步骤或一个步骤的序列内；
3. 使用屏障分析来识别问题发生过程中有缺陷的，穿透的或者缺少的屏障；
4. 进行访谈以查明重发事件的原因。
   * 1. 识别共性原因

确定上述关注领域的原因，过程中可查看初始情况以识别任何潜在的组织缺陷，这些组织缺陷可能导致重发情况和不符合要求的设备或人员绩效。

1. 纠正行动制定
   1. 制定原则
      1. 每条根本原因和促成因素都应有至少一条的纠正行动得以纠正，且纠正行动的实施可以纠正根本原因，确保不会因同样的根本原因而再次发生。
      2. 纠正行动的制定应满足SMARTER原则：
2. Specific：明确的，针对根本原因，能够预防事件发生或缓解事件后果，有具体的政策/程序/培训/工具/劳保用品等，或特殊条件需要采取纠正行动；
3. Measurable：可测量的，纠正行动可以验证完成情况；
4. Achievable：可执行的，纠正行动的实施有明确的责任人，具备相应的权力和资源；
5. Reasonable：合理的，有以往的成熟案例，或相比行动的收益相比代价是合理的；
6. Timely：及时性，纠正行动有合理的完成时间，采取了必要的临时措施；
7. Effective：有效的，能够消除根本原因并防止事件重发，能够持续有效；
8. Reviewed：可审查的，已采取的纠正行动得到审查。
   1. 总体参考
      1. 个人行为失效：在纠正行动制定时，应重点考虑观察指导、行为规范培训/复训、绩效考核、安全生产白/黑名单等方面。
      2. 组织管理失效：在纠正行动制定时，应重点考虑组织层面的行动，例如组织层面的研讨（例如如何开展风险分析）、特定人员的培训、组织管理体系的优化、文件的升版等。
      3. 人机接口失效：在纠正行动制定时，应重点考虑对系统/设备、环境、工具/器械等人机接口问题的改进，例如现场变更改造、标识管理、技术改进等方面。
   2. 具体方法
      1. 未保守决策

重点考虑改进决策流程及依据、明确决策流程中的各项职责等管理措施。

* + 1. 未遵守规定/程序

在规定/程序清晰明确的情况下，未遵守规定/程序时应考虑针对性观察指导、使用/遵守规程复训、绩效考核等措施。

* + 1. 信息沟通失效

如果是信息沟通双方不清楚沟通要求、缺乏必要沟通条件（如缺少通信硬件、环境嘈杂），则应考虑从组织和人机接口上予以改进，如制定特定条件下的信息沟通要求、嘈杂环境下的沟通方法等。

如果是沟通过程中产生偏差，可考虑推荐一些通用做法，并将其固化到行为规范或程序中。

* + 1. 工前会失效

如果工前会失效是工作人员个例，则考虑学习反馈、培训、绩效考核等相关措施。

如果同等水平的工作人员也会存在该问题（如风险分析不到位、应急预案不具体等），则应从组织上制定相关风险分析方法、应急预案制定相关的培训，以提升工前会质量。

如果此类工前会失效具有普遍性，则应从组织上考虑对相关技术/管理要求的制定、传达、落实情况进行改进。

* + 1. 不良的工作习惯

应优先考虑培训，开发相应的场景式培训。

针对当事人不良习惯的观察指导、监护等，逐步改进其工作习惯。

如果不良的工作习惯具有普遍性，可考虑将相关行为规范要求固化到执行程序中，强制其执行相关自检、独立验证等操作。

* + 1. 个人生理/心理影响

如果心理相关影响具有普遍性（如普遍有赶进度、走捷径的心理），则应考虑组织上的相关工作计划/安排是否需要改进。

针对生理/心理影响，可考虑通过岗前状态监测、重点人员监督、关键岗位选拔（心理测评）等方式进行改进。

* + 1. 风险管理不足

重点考虑风险分级、明确高风险作业的界定及进入条件、落实高风险作业的监督职责等措施。

* + 1. 程序缺失/错误/不清晰

对于程序缺失/错误的情况，对程序进行完善是有必要的，但不能通过完善程序来解决所有问题。

如果程序不清晰并不是针对多数人的情况（即只有当事人觉得理解有困难），那么无需去无谓的增加程序的复杂程度，而可以考虑针对当事人进行针对性的培训。

如果改善设备设计同样能够避免类似问题，那么应优先考虑对设备设计进行改进。

* + 1. 培训缺失/不足

如果培训缺失是由于当事人未参加培训，则应考虑对培训记录及控制进行完善，以确保能够准确追踪培训、确定未参加培训的人员并进行相应权限控制。

如果事件原因是培训的效果不能覆盖现场工作需求，则应考虑结合相关经验制定有效的培训方案（包括更明确的学习目标）。

* + 1. 工作监护/监督不足

如果是监护/监督人员不清楚相关职责，应考虑对监护/监督相关管理要求进行宣贯。

如果是监护/监督人员对监督的技术内容不够了解，应考虑明确监护/监督人员的授权机制，细化授权的培训考核内容。

* + 1. 技术/管理缺陷

应优先考虑相关技术/管理要求是否缺失、是否过于复杂、是否相互之间存在冲突等，以进行针对性的改进。

如果技术/管理要求相对明确，则考虑要求的传达、落实情况，并从宣贯、固化、观察指导等角度进行针对性的传达、落实。

* + 1. 工作计划/安排存在不足

应考虑对工作计划/安排进行改进，并对可能存在类似问题（如同样的父子工单、隔离逻辑等）的工作计划/安排进行梳理和改进。

* + 1. 指示/显示/反馈/报警/控制器存在不足

如果相关人机接口存在不足，应优先考虑对其进行设计改进，如改善标识、增加提示等，其次再考虑开展培训等措施。

在人机接口改进时，应考虑同机组、同电厂、同群堆管理时相关标识的一致性。

* + 1. 工具/器械存在不足

应考虑结合事件反馈开发适用的工具/器械。

* + 1. 工作环境存在不足

应优先考虑移除存在影响的不良的工作环境（如移除有害物质、冲洗放射源项等），其次考虑增加额外的屏障（如耳塞、防护服、照明灯等）。

相关做法应适时补充到相关程序或工作方案中。

* + 1. 布局/布置不合理

考虑改进设备的布置/布局，如调整表盘朝向、增加固定工作平台等。

在改进布置/布局困难时，可考虑增加提醒标识、设计辅助工具、开发自动化系统等。

同时，可考虑开展针对不合理布置/布局情况下工作的相关培训。

1. 报告编制
   1. 编制要求

一份人因运行事件报告应包含如下内容和结构：

1. 事件名称；
2. 发生时间；
3. 始发事件；
4. 摘要；
5. 事件后果；
6. 事件描述；
7. 事件原因；
8. 纠正行动；
9. 经验教训。
   1. 事件名称
      1. 标题应该用简短、明确的文字写成，通过标题把事件活动的内容、特点概括出来，包括关键原因、关键后果及它们之间的联系。
      2. 标题字数要适当，一般不宜超过20个字。
      3. 如果有些细节必须放进标题，为避免冗长，可设副标题，把细节放在副标题里。
      4. 一般来讲，标题中不宜使用缩略语，以便报告使用者能清晰了解事件情况。
   2. 发生时间

发生时间应明确，如果可能，应详细记录具体时间，这可能为后续发现某些特定时间段的人因事件发生情况提供帮助。

* 1. 始发事件
     1. 始发事件是确定事件时序的起始点，为防止遗漏重要事件序列，始发事件的确定应准确、完善。
     2. 始发事件可分为内部始发事件和危害（内部和外部）：

1. 内部始发事件：核电厂硬件失效、由人因失误或计算机软件缺陷造成的核电厂硬件的错误运行；
2. 危害（内部和外部）：外部危害指若干个系统遭受共同的极端环境条件的事件，如地震、洪水、飞机坠落等。内部危害包括失火、飞射物撞击等。
   1. 摘要
      1. 摘要是旨在针对希望了解人因事件大概信息的报告使用者的事件概述。摘要应对事件的不同方面（人员、技术和物理）进行综合考虑。
      2. 摘要应包含报告的整体简介以及与事件所有方面（人因、技术和物理参数方面）相关的经验教训。
   2. 事件后果
      1. 在事件后果部分，应描述所观察行为导致的后果，包括对电厂运行的影响、放射性后果、经济损失、潜在后果等。
      2. 如果人因事件满足了核电厂事件分级准则，对电厂的安全运行或安全管理有着直接或潜在的安全风险，那么事件后果的描述应准确反映这些准则，以反映出事件定级准则的严肃性。
   3. 事件描述
      1. 事件描述应包含所观察运行情况的关键子事件及其原因，是事件报告的主要内容。
      2. 事件描述通常给出了用于理解事件或问题的原因所需的部分或全部的信息，一般包括：事件发生的时间、地点、人员、始发事件、事件进展过程等要素。
      3. 事件描述不应以事件报告人的立场简单描述事件发生过程，而应以事件调查人的身份还原事件真实发生的始末和来龙去脉，在事件描述过程中还应尽量提供事件调查人所掌握的信息，使其更具真实性和客观性，为后续的原因分析提供事实依据。
      4. 事件描述应为后续的事件分析提供足够的信息，使得报告使用者能够清楚事件前后是如何发生的，在事件发生过程中有哪些环节出现了问题，最终导致事件的发生。至于这些环节出现问题的原因，应放在事件报告的“事件原因”进行逻辑推理和分析，直至找出事件的根本原因。
   4. 事件原因
      1. 事件原因分析主要针对事件描述过程中的“失效环节”依据调查事实采用逻辑推理的方法进行分析。
      2. 原因分析不应停留在观察结果的层面。
      3. 用事实论据而不是主观臆断。
      4. 直接原因与根本原因应分别阐述。
      5. 原因因素图。
   5. 纠正行动

纠正行动应清晰的列出其针对的根本原因，并标明其完成期限、责任部门、验收标准等方面。

* 1. 经验教训

经验教训应当包含如下信息：

1. 组织或个人的态度或习惯上的变化；
2. 培训上的变化；指明知识和专业技能方面存在哪些不足；
3. 程序的变化；
4. 组织机构的变化；
5. 工效学的改进；
6. 影响人机界面的硬件改造。

**附录 A**

**（资料性附录）**

**人因运行事件报告编写规范**

XX核电有限公司LOGO

记录报告

XX核电厂×××××事件报告

**事件名称：**

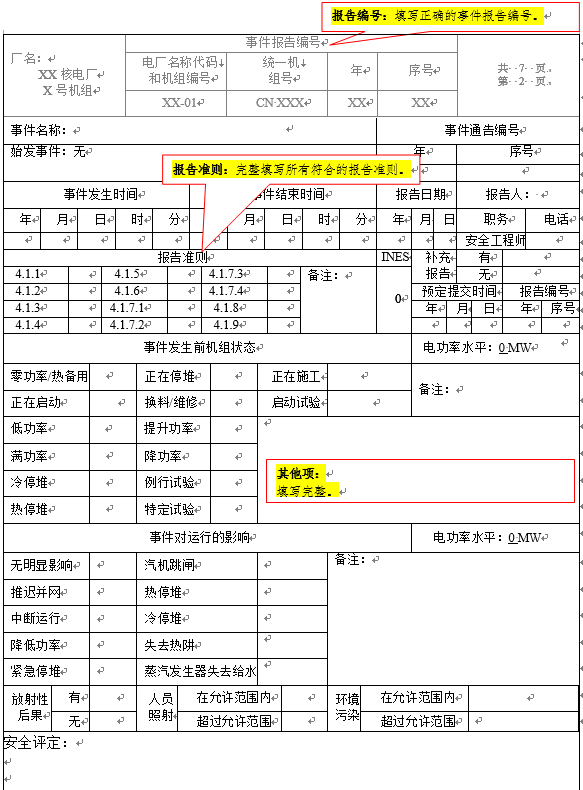
反映事件的主要特征，包括关键原因、结果（事件须报告的原因）、以及它们之间的联系。

事件报告编号：

文件编号：ABC 总页数：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 姓名 | 日期 |
| 批准  Approved |  |  |
| 审核  Reviewed |  |  |
| 校核  Checked |  |  |
| 编制  Drafted |  |  |

本文件产权属XX核电有限公司，未获本公司书面允许，禁止以任何方式擅自使用、复制、传播



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂名：  XX核电厂  X号机组 | 事件报告编号 | | | | 共 7 页  第 3 页 |
| 电厂名称代码 和机组编号 | 统一机 组号 | 年 | 序号 |
| XX-01 | CN XXX | XX | XX |
| 报告摘要： | | | | | |

**“报告内容”指标：**“机组状态”、“不可用及有贡献的SSC状态”、“事件时序”、“文字描述”和“SSC系统简介及历史信息”子项。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂名：  XX核电厂  X号机组 | 事件报告编号 | | | | 共 7 页  第 4 页 |
| 电厂名称代码 和机组编号 | 统一机 组号 | 年 | 序号 |
| XX-01 | CN XXX | XX | XX |
| 报告正文：   1. 事件名称   ----------------------------  **通篇报告文字描述：**  语句通顺，文字无错别字，构筑物、系统和部件名称简称有中文注释。   1. 事件描述  * 事件发生前的机组的状态   **机组状态：**  描述事件发生前机组状态，如功率水平；若未在功率工况下，描述事件发生前的运行模式、反应堆冷却剂系统组态（例如开口或未开口）、衰变热移出机制（例如产生蒸汽还是余热排出）、反应堆冷却剂系统参数（温度、压力、水位、硼浓度）、安全壳状态等。     * 事件发生前安全系统的可用性   ——————————  **不可用以及对事件有贡献的SSC（核电厂的构筑物、系统和部件）：**  描述事件开始阶段不可用以及对事件有贡献的构筑物、系统和部件状态，这包括用于或可用于缓解、减轻后果、或降低事件安全影响的正常或应急操作规程中的备用缓解构筑物、系统和部件。包括可能用到的缓解系统的支持系统的影响。   * 事件进展序列、初因事件、子事件   ——————————  **事件时序：**  按照时序详细描述事件进展，还原事件的整个发生过程（包括日期和大致时间）。   1. 主要的失效 ————————————   **失效点/故障点：**  设备故障或人因失效点定位清晰准确。失效点代表事件原因分析的方向，至关重要。失效点应与原因因素图中的菱形框内容保持一致。失效点可能有多项。   1. 人员、程序、设备的可用性   ————————————   1. 冗余系统和设备的可用性   ————————————  **SSC系统简介及历史信息：**  事件中涉及的构筑物、系统和部件的简介及历史相关信息。包含全部事件所涉及构筑物、系统和部件的简介及相关信息。 | | | | | |
| 厂名：  XX核电厂  X号机组 | 事件报告编号 | | | | 共 7 页  第 5 页 |
| 电厂名称代码 和机组编号 | 统一机 组号 | 年 | 序号 |
| XX-01 | CN XXX | XX | XX |
| 1. 事件原因   ——————————  **故障点分析：**  对事件中主要的失效/故障点一一进行原因分析。  **分析范围：**  原因分析深入透明，不回避问题，能触及更深层次及人因或管理上的问题。分析范围全面，如设计、组织、程序、行为、维护日志、设备故障、材料、环境以及重发原因等。  a）对人因方面的失效点/故障点的分析范围全面，如程序、培训、质量控制、沟通交流、管理、人机工程以及工作指导等； b）对设备方面的失效点/故障点的分析范围全面，如设备可用性、设备性能和维修、不可控的环境因素等； c）对组织和大纲失效模式进行了分析； d）对事件在安全文化方面的影响进行了分析； e）进行了重发事件分析，包括评价先前纠正行动的有效性； f）对原因影响的范围进行了拓展分析。  **是否使用根本原因分析方法：**  是否使用根本原因分析方法，如因果分析、故障树分析方法等。   * 直接原因   ——————————   * 根本原因   ——————————  **分析逻辑、结论：**  逻辑推理清晰合理，原因分析论据充分，结论（直接原因、根本原因和促成因素）明确。  **分析深度：**  事件分析深度是否足够，直到已经超出了电厂的可控制范围，或追问下去价值或意义不大（至少问3层“为什么”）。  **原因因素图：**  原因因素图中事件过程时序（横轴）清晰完整、失效点准确、上下级逻辑关系（纵轴）合理；原因因素图中的文字描述与报告其他的相关内容文字一致。 | | | | | |
| 厂名：  XX核电厂  X号机组 | 事件报告编号 | | | | 共 7 页  第 6 页 |
| 电厂名称代码 和机组编号 | 统一机 组号 | 年 | 序号 |
| XX-01 | CN XXX | XX | XX |
| 1. 事件后果   ————————  **实际后果：**  描述事件的实际后果，包括设备、运行、人员、环境（辐射安全）。  **核安全影响：**  描述事件对核安全产生的影响，包括事件中失效系统和部件具有相同功能的系统或部件的可用性，以及用于反应堆停堆、维持安全停堆状态、排出堆芯余热、控制放射性物质的释放、缓解事故后果的系统或部件的可用性。  **PRA（概率风险分析）影响：**  描述事件对PRA产生的影响。   1. 事件分级：   ————————  **INES定级：**  根据《核与辐射事件分级手册》方法对事件进行定级，有定级结果，体现定级方法及步骤。严格按照《核与辐射事件分级手册》定级方法及步骤对事件进行定级。   1. 纠正行动和纠正行动计划   **原因的一致性：**  纠正行动表格中的原因栏描述与原因因素图及报告相关内容一致，并根据重要性排列原因次序。  **分类分级：**  纠正行动分类分级准确。  **与原因因素的对应：**  纠正行动与原因因素（直接原因/根本原因/促成因素）有明确的对应关系。 | | | | | |
| 厂名：  XX核电厂  X号机组 | 事件报告编号 | | | | 共 7 页  第 7 页 |
| 电厂名称代码 和机组编号 | 统一机 组号 | 年 | 序号 |
| XX-01 | CN XXX | XX | XX |
| **是否符合SMART原则：**  纠正行动内容描述符合SMART原则。  a）纠正行动是明确的（是否有具体的政策/程序/培训/工具/劳保用品等，或特殊条件需要采取纠正行动？） b）纠正行动是可测量的（如何验证纠正行动已经完成？） c）纠正行动是可执行的（谁负责纠正行动的实施，是否具备所需的权力和资源） d）纠正行动是合理的（这项纠正行动的成熟案例是什么？这项纠正行动所获得的代价——收益是什么？不落实这项纠正行动，可能带来的后果？） e）及时性（采取纠正行动的合理时间是多少？采取纠正行动前是否需要采取一些临时措施，以确保安全、质量、生产或环境的可靠？如果是，则需要描述这些临时措施） f）有效性（所采取的纠正行动是否能消除根本原因并防止事件重发？纠正行动在接下来的数年内是否持续有效？） g）可审查（受其他因素影响是否会带来意外后果，已采取的纠正行动是否已被独立审查？这项纠正行动会导致新的需要解决的风险吗？   1. 经验教训   ————————  **经验教训：**  报告内容包含该事件的经验教训或对行业的价值。  **内部历史事件：**  报告内容包含类似运行经验的内部历史事件。  **外部历史事件：**  报告内容包含类似运行经验的外部历史事件。  **事件编码：**  采用WANO编码对事件进行正确编码。使用WANO编码规则对事件不同维度进行正确编码。   1. 结论   —————————— | | | | | |

参 考 文 献

[1]HAF001 中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例

[2]HAF003 核电厂质量保证安全规定

[3]HAF103 核动力厂运行安全规定

[4]HAD103/06 核动力厂营运单位的组织和安全运行管理

[5]NB/T 20427-2017 核电厂防止人因失误管理

[6]NB/T 20442.10-2017 核电厂定期安全审查指南

[7]NB/T 20489-2018 核电厂事件根本原因分析方法

[8]IAEA-TECDOC-943 Organizational factors influencing human performance in nuclear power plants

[9]IAEA-TECDOC-1024 Selection, competency development and assessment of nuclear power plant managers

[10]IAEA-TECDOC-1479 Human performance improvement in organizations: Potential application for the nuclear industry

[11]WANO GL 2002-02 Principles for Excellence in Human Performance.

[12]WANO GL 2013-01 Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_