

异常事件分析和改进行动制定方法研究

Research on Abnormal Events Analysis and Improve Action Development Method

杨键

Jian Yang

中广核核电运营有限公司 中国·广东 深圳 518000

China Nuclear Power Operation Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

摘要: 在核电厂出现的设备缺陷或者人因偏差往往会造成一定的人身伤害、工期延误、财产损失等。为了避免缺陷或偏差的重复发生,必须对此类事件进行根本原因分析,以发现事件背后的组织问题或管理问题,进而开展针对性的改进。挖掘事件的根本原因需要掌握对应的根本原因分析方法,进而以一定的分析逻辑开展事件调查、分析和改进。

Abstract: Equipment defects or human performance deviations in nuclear power plants often cause certain personal injury, construction delay, property damage, etc. In order to avoid the recurrence of defects or deviations, it is necessary to conduct root cause analysis of such incidents to discover the organizational or management problems behind the incidents, and then carry out targeted improvements. It is necessary to master the corresponding root cause analysis method to dig the root cause of an event, and then carry out event investigation, analysis and improvement with a certain analysis logic.

关键词: 根本原因; 分析方法; 改进

Keywords: root cause; analysis method; improvement

DOI: 10.12346/peti.v4i2.6615

1 引言

核电站以发电上网为运营目的,而机组日常运行或者大修期间出现的设备缺陷、人因失误等往往会出现一系列问题,如机组降低功率、大修工期延长、设备损坏,甚至造成人身伤害等,而这些异常的发生势必影响核电机组的上网电量,进而影响核电站的运营业绩,甚至发生事故造成公众对核电的恐慌,影响行业发展。因此,必须重视此类问题的发现和解决。

2 掌握问题

2.1 界定问题

在日常的工作和生活中,我们身边有无数的问题,其影响范围、影响大小不同,界定问题就是根据事件的重要性,确定是什么问题,而问题的本质是期望与现状的落差,即目标与现状之间的差距,如图1所示。而所谓问题都包含了一个要点,即存在单一或者多种课题,必须拟定策略并付诸实

施去解决,即解决方案^[1]。

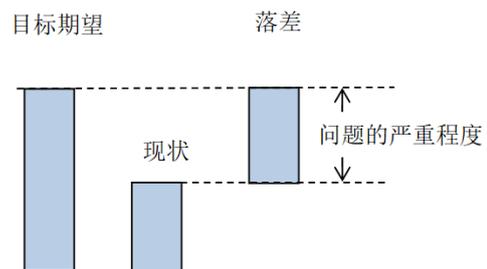


图1 问题的本质

2.2 发现问题

解决问题的基础在于发现问题的存在,一般在忙于处理其他事情的时候很难察觉问题的存在。当落差越来越大之后,问题会凸显出现;当问题演变到此阶段,往往影响很大,且纠正难度较大。最好在初期阶段,事态尚未扩大时就发现问题,能在事件发生的初步阶段就可以发现问题的关键在于

【作者简介】杨键(1988-),男,中国湖北荆门人,本科,工程师,从事核电站经验反馈管理与研究。

对异常的敏感度。一般有如下问题可帮助发现问题：现状和期望之间有无落差？现状相对于历史有无变化？某一设备相对于其他同样的设备有无较大变化？是否有相关指标未达到设定的标准？如果置之不理，是否会造成较大的后果或者影响？

3 问题分析的前提条件

3.1 信息收集

事件调查活动可根据事先制定的调查方案逐步开展，此过程需注意事件调查的目的不是追究人员的责任，而是尽可能多收集导致事件发生的相关支持材料，为下一步分析事件的根本原因提供相关支撑^[2]。信息收集的来源如下，其中实体证据包括以下几种。

鉴定和迹象：①实体布置的录像；②使用已校准的测量、试验工具。

文档是指记录和工作文件上的记载：①事件相关工作过程的准备、审批记录；②事件相关的工作记录、完工记录；③带有签名的其他记录、识别号码和数据单；④在各种媒介的信息清单中找出相关信息（白板、电子文件）；⑤事件中相关设备的技术文件；⑥事件过程中相关的所管理规程。

历史事件、外部信息：①历史同类设备的报告；②本部门历史反馈；③外部事件中的同类事件及反馈。

人员访谈：①确定访谈人员次序：访谈要按照与事件相关程度，从小到大进行；②确定访谈参加人员（非当事者）；③选择访谈地点：地点（事发现场、对方工作地、特定地点）、布置；④设计提问方式、问题顺序、中断条件、过渡话题。

3.2 复盘记录

复盘的步骤：①回顾目标：当初的目的是（期望的结果），要达成的目标和里程碑；②评估结果：与原来的目标相比，表现好的地方以及表现不足的地方；③分析原因：成功的关键因素，失败的根本原因；④总结规律：经验和规律。

复盘的态度：开放心态，坦诚表达，实事求是，反思自我，集思广益^[3]。

3.3 事件分析小组的成立

事件分析小组至少包含如下人员：部门管理者、技术高岗、对事件过程较为熟悉的相关人员、报告编制者，规避与事件发生有直接联系或利益关系的人员。分析小组成员以控制在5人以内为宜。

小组成员需要具备如下的能力，以支撑事件的分析过程：有一定的专业知识背景，以理解事件调查过程中的相关发展进程，以及便于发现事件的失效点。组织协调能力，在事件调查过程中存在多方沟通的情况，需要调查人员进行协调。逻辑能力，以便厘清事件发展的脉络，摘除与事件不相关的其他影响因素，形成事件的发展主要干线。

4 问题分析

4.1 确定事件发生的时序

一般根据事件发生的前后顺序，逐一列出事件的主要过程，并用流程图的形式展示，以事件的后果作为流程图的终点，如XXX设备停运、XXX人员受伤等；而非事件的纠正措施或者事件纠正完毕后的状态，如更换XX备件、设备正常运行等。

4.2 事件分析方法

4.2.1 比较法

①按时间次序列出事件发生过程中所有人的动作、设备反应。

②列出以前成功完成的相同活动中发生的所有人的动作、设备反应。

③比较以上两种情况，找出不同之处。无论差别是否与事件的发生相关，都应记录到变化分析工作表中（往往表面上看似无关紧要的差别有可能一起导致事件的发生）。

④分析这些差别对事件发生的作用。这一步必须特别注意细节问题，寻找模糊的、间接关联的、综合的或缓慢的变化。例如，颜色或表面涂层上的一个变化可能会改变传热系数并最终影响到系统温度。

⑤判断事件各个失效点与事件后果的关联性，剔除与事件后果不相关的失效点。

⑥综合所有与事件原因相关的信息到调查过程中。

4.2.2 事件树分析法

事件树将系统可能发生的某种事故与导致事故发生的各种原因之间的逻辑关系用一种称为事件树的树形图表示，通过对事件树的定性定量分析，找出事故发生的主要原因，为确定安全对策提供可靠依据，以达到预防事故发生的目的。

适合一系列设备组成的系统，或者一系列活动组成的操作，流程中各设备或活动顺序的失效都导致事故的发展完全偏离原先的流程标准。

事件树分析方法的绘制原则如下：①绘制方向：从左至右；②树枝：代表事件发展的途径；③分枝：上面的分枝代表发挥功能的状态；下面的分枝代表不能发挥功能的状态；④最终结果：事故发生。

事件树绘制的程序如下：①确定初始事件：初始事件是事故在未发生时，其发展过程中的危害事件或危险事件，如机器故障、设备损坏、能量外逸或失控、人的误动作等；②判断安全功能：系统中包含许多安全功能，在初始事件发生时消除或减轻其影响以维持系统的安全运行；③绘制事件树：在绘制事件树时，要在每个树枝上写出事件状态，树枝横线上面写明事件过程内容特征，横线下面注明成功或失败的状况说明。

4.2.3 丰田五问法

丰田五问使用于问题深入识别,防人因考虑以及设备问题的深层次分析。分别从产生的角度发问:为什么发生,从检查/监督的角度发问;为什么识别不了从体系或者流程的角度发问;为什么防不住。可以在这三个层面均可多次发问如表1所示,a、b、c是深入的层次,一共5层,S和P都是针对同一行的M的,不是对上层的,尽量往下写,写不下去(已经清楚、没有必要)或写到e层时可以停止。

表1 丰田五问法示例

层次\分类	M(为什么发生)	s(为什么识别不了)	p(为什么防不住)
a			
b			
c			
d			
e			

4.2.4 屏障分析法

对一项活动进行独立屏障分析的步骤:①按时序描述此活动应该经过的所有步骤;②根据以上过程列出活动全过程中的所有已存在的屏障,然后找出所有有利于阻止后果发生的屏障;③根据此活动的实际执行情况来鉴别有哪些屏障的失效。对于一起事件的发生,所有的屏障(必须是用于阻止后果发生的屏障)必须连续失效。如果某一阻止后果发生的屏障未失效,那这一屏障一定是不完整的;④将所有失效屏障按所应起作用的先后顺序画出整个活动失效屏障图;⑤继续分析各失效屏障为何会失效。

4.2.5 故障树分析法

故障树分析法的特点是首先确定某个事件的最终结果(也称顶事件或终端事件)作为问题的出发点,然后运用逻辑的推理分析引起这一顶事件发生的各种原因和影响关系,并画出它们之间的逻辑关系图(与门或门),即故障树。故障树分析的一般流程如下:①确定顶事件;②合理设置系统的边界,一般故障树的边界和系统边界一致;③从上而下逐级建树,建树时不允许门—门直接相连;④各事件的逻辑关系及条件必须分析清楚。

5 问题改进

5.1 纠正行动的制定

5.1.1 纠正行动制定的常见错误

- ①可靠性不高:不能完全防止重发。
- ②针对性不强:没有针对问题制定。

5.1.2 纠正行动制定的标准

纠正措施应关注如下理念:

- ①优先消除危险源,实现本质安全。

②如果不能实现本质安全,而且是人因失效,应对照现有的防范措施进行改进。并确定物防和技防优先于人防的纠正思路。

③如果是不遵守程序和违章行为,需要对照和评估现有的管理措施并改进。

④每一个根本原因可以根据其风险性,按照可靠性原则制定一个或多个纠正措施。

⑤措施需同时遵守针对性、有效性、可操作性和经济性“四项原则”,即对应原因,确实有效,容易操作,花费不大。“合关系”的直接原因如某个纠正措施不满足“四项原则”可以不制定。

5.1.3 纠正行动应包含的内容

- ①针对每一条原因因素,均需要制定纠正行动。
- ②明确负责实施纠正行动的单位。
- ③完成纠正行动的期限必须是具体的时间。
- ④制定纠正行动的验收标准。

5.2 纠正行动的有效性评价

纠正行动的制定首先考虑实现本质安全的行动,无法实现本质安全,则考虑对应的控制措施来管理相关风险,一般采取纵深防御的形式来制定纠正行动,并对制定的行动采取量化措施来衡量和控制。通过对每一个量化的控制措施评估其有效性,来计算整个纠正行动的有效性。有效性评价的方法计算方法举例:根本原因A制定了两个并联的措施1(可靠度0.99),措施2(可靠度0.95),针对原因A制定行动的总体可靠度评估值 $=1 - (1 - 0.99) \times (1 - 0.95) = 0.9995$ 。

6 结语

针对不同环境、不同级别、不同人员、不同性质发生的异常事件,通过统一的标准调查和分析方法,明确事件失效点查找的方向,以及失效点背后的根本原因挖掘。问题定位、问题分析的前提条件、问题分析和问题的改进等四个环节是在事件调查和改进期间不可获取的部分,缺少任何一个环节,或者某一方面出现偏差均会影响最后的调查结论以及纠正行动的制定,进而可能导致事件的重发。只有在参与调查分析的人员掌握相关技能和规范的情况下才能高效、准确的找出根本原因,使得企业的安全生产业绩得以稳步的提升。

参考文献

- [1] [日]高杉尚孝.麦肯锡问题分析与解决技巧[M].郑舜瓏,译.北京:北京时代传媒股份有限公司,2018.
- [2] 徐伟东.事故调查与根源分析技术[M].广州:广东科技出版社,2016.
- [3] 郑强.复盘思维 用经验提升能力的有效方法[M].北京:人民邮电出版社,2019.