

神华集团发电企业风险综合分析方法使用导则

1 总则

神华集团以事故致因理论为指导，结合电力行业特点，建立了系统的发电企业风险预控管理方法，称为内外因综合分析法，简称MIEC法。该方法包括设备故障风险评估、生产区域风险评估和工作任务风险评估三种基本模式。基本思路是通过辨识导致事故的内因暨可能意外释放的危险能量及物质载体入手，在此基础上，分析导致事故的外因暨人、机、环三个方面存在的不安全因素，最后，从技术和管理上制定预控措施，三种模式相互衔接。

神华集团所属电力企业（火电、风电、水电）应根据风险评估的目的和用途，选取基本模式，并结合实际有效应用。

2 风险评估模式建立的理论基础

该方法以内外因事故综合致因理论为指导，其核心思想是：生产系统中可能意外释放的能量是造成事故的内因；不安全因素（危害因素）是造成事故的外因，其中人的不安全行为、机（物）的不安全状态、环境的不安全条件是直接原因，管理上的缺陷和技术上的不足是深层次的根本原因。

人身伤害和财产损失事故是通过各种不安全因素的综合作用，生产系统中的能量被偶然事件触发、意外释放并作用于人身或财产机体组织的结果。

3 发电企业内外因综合风险分析法

神华集团发电企业风险预控管理采用内外因综合风险分析法，包含设备故障风险评估、生产区域风险评估和工作任务风险评估三种模式。

3.1 设备故障风险评估

为防止生产设备设施性能失效，导致生产安全事故（事件），基于生产系统和设备，辨识、分析设备部件可能存在的故障模式、原因及表象，分析对设备、系统造成的影响，制定和完善控制措施，明确日常维护、定期检修以及故障处理的方法。

3.2 生产区域风险评估

为防止能量意外释放而导致人身伤害和财产损失事故（事件），基于生产区域和生产系统，辨识、分析存在的危险能量及载体（物质）、生产系统的不安全状态、环境不安全条件等，评价导致事故的可能性及其严重程度，制定管理标准、控制措施以及临时处置措施或应急预案。

3.3 工作任务风险评估

为防止生产作业中发生人身伤害和财产损失事故（事件），基于工作任务，在区域风险评估的基础上，辨识工作中存在的危险能量或物质、人员的不安全行为以及心理生理危害因素，评价导致事故的可能性及其严重程度，制定相应的作业标准以及各级人员管控要求。

4 设备故障风险评估方法与应用

4.1 设备故障风险评估步骤

(1) 成立设备故障风险评估小组，并进行相关培训。设备故障风险评估小组应由生产技术管理部门负责组织，相关专业技术人员以及检修维护人员参加。

(2) 收集与设备故障风险评估相关的信息资料，包括：国家标准、行业标准、设计规范、档案、台账、技术资料、厂家说明书以及相关事故案例、统计分析资料等。

(3) 建立系统、设备以及部件清单。

(4) 对每个部件存在的故障模式及其产生的原因、现象、故障后果影响等进行辨识与分析。

(5) 采用定性评估的方法确定故障模式的风险等级。故障模式风险等级分为重大、较大、一般三个等级。

(6) 根据故障原因及后果制定风险控制措施。风险控制措施分为日常维护措施和定期检修措施，并在措施中规定相应的方法和周期。对于由于设计、制造等原因产生的故障模式，通过维护和检修等手段无法有效控制的，根据风险等级，制定相应的技术改造计划。

(7) 对于每一种故障模式制定发生故障后的临时处置措施和故障处理方法，重大风险等级的故障模式要制定应急预案。

4.2 设备故障风险评估表及填写说明

4.2.1 设备故障风险评估表见表 1。

表 1 设备故障风险评估表

序号	系统	设备	部件	故障模式	故障原因	故障现象	故障后果影响			风险等级	控制措施					临时措施及故障处理方法	
							部件本身	设备	系统		日常维护			定期检修			改造计划
											措施	检查方法	周期(天)	措施	检修方法		

4.2.2 设备故障风险评估表各项目填写说明

(1) 系统: 按照燃料入厂到电能输出的发电生产全过程, 将发电厂主机与辅机及其相连的管道、线路等划分为若干系统。如制粉系统、烟风系统、除灰系统等。

(2) 设备: 系统中包含的具体设备名称、编号, 多台相同设备应分别填写。

(3) 部件: 最小的功能性部件。如阀门类分解到阀杆、阀芯、阀体、弹簧组件、填料密封装置等对阀门正常运行起到关键作用的部件。

(4) 故障模式: 部件所发生的、能被观察或测量到的故障形式。常见故障模式分为以下六类:

a. 损坏型故障模式, 如断裂、碎裂、开裂、点蚀、烧蚀、短路、击穿、变形、弯曲、拉伤、龟裂、压痕等。

b. 退化型故障模式, 如老化、劣化、变质、剥落、异常磨损、疲劳等。

c. 松脱型故障模式, 如松动、脱落等。

d. 失调型故障模式, 如压力过高或过低、温度过高或过低、行程失调、间隙过大或过小等。

e. 堵塞与渗漏型故障模式，如堵塞、气阻、漏水、漏气、渗油、漏电等。

f. 性能衰退或功能失效型故障模式，如功能失效、性能衰退、异响、过热等。

(5) 故障原因：分析故障产生的原因。

(6) 故障现象：部件发生故障引起的设备不正常现象。

(7) 故障后果影响：

包括：

对部件本身影响

对设备影响

对系统影响

(8) 风险等级：分为重大、较大、一般三级，可结合本厂实际情况，参照设备故障风险矩阵确定风险等级。

(9) 日常维护

措施：如检查、清扫、加油等。

检查方法：如目测、测温、测振等。

周期：执行日常维护措施的周期，如 X 小时、X 天等。

(10) 定期检修

措施：如检修、更换、加固等。

方法：简述修理方法。

周期：执行定期检修措施的周期，如 X 天、X 月等。

(11) 改造计划：设备技术改造计划。

(12) 临时措施及故障处理方法：

临时的控制措施以及发生故障的处置方法或应急预案。

4.3 故障模式风险评估结果的应用

故障模式风险评估后制定的措施应体现在企业下列标准和工作计划中：

- (1) 点检、检查标准
- (2) 维护标准
- (3) 检修标准
- (4) 技改及反措计划

5 生产区域风险评估方法与应用

5.1 生产区域风险评估的步骤

(1) 成立生产区域风险评估小组，并进行相关培训。生产区域风险评估小组应由安全监察部门负责组织，安全管理人员、专业技术人员以及其他相关人员参加。

(2) 收集与生产区域风险评估相关的法律法规、国家标准、行业标准、设计规范、安全规程、厂区平面布置图、相关监测数据以及相关事故案例、统计分析资料。

(3) 根据厂区平面布置图将厂区分成若干评估区域，列出区域内主要系统、设备，建立生产区域清单。

(4) 针对生产区域内运行的主要设备、系统，一是辨识可能发生意外释放的危险能量（能量载体）或物质，二是辨识分析可能造成能量意外释放的系统功能的缺失和不安全环境条件以及可能造成的后果。

(5) 采用“SEP”法评估危害后果发生的可能性、频率

准。

(5) 危险源：是指区域中存在的危险能量（能量载体）或物质，如高温蒸汽、高压蒸汽、高压电、噪声、煤粉、转动的给水泵等。

(6) 危害因素：包括生产系统不安全状态和环境不安全条件两方面。

生产系统不安全状态：主要是指由于系统功能不完善可能造成能量意外释放，根据存在的危害能量，主要从以下五个方面分析生产系统不安全状态：

a. 承载能力不足。指生产系统中的设备、管道、线路等载体承载系统能量（如压力、温度、电流、电压、应力等）的能力不能满足要求，表现为汽水管道破裂、零部件断裂脱落等系统不安全状态。

b. 参数监测不到位。由于监测仪器、设备、设施缺失、失灵、损坏，导致对生产系统关键指标（如压力、温度、电流、电压、应力、气体浓度等）不能及时准确有效监测。如烟感探头失灵、漏氢检测仪未安装或失灵等。

c. 控制能力不够。指在正常、异常、事故情况下控制能量的设备、设施损坏、缺失或不完善。如流量阀和安全门失灵、电缆桥架上有积粉等。

d. 防护措施不完善。指生产系统应具备的保证现场人员安全的防护功能措施，防护措施不完善包括安全设施、应急措施、标识等缺失、不完善或损坏。如防护罩缺损、防护

栏不全等。

e. 环境的不安全条件。指周围环境对人的安全行为和生产系统安全生产状态的影响。具体包括：通风不良、温度高（低）、湿度大、光线不足（过强）、噪声大等；作业空间狭窄、地面不平整、不符合人机功效学要求等。针对生产现场的环境不安全条件，生产系统应具备的环境调节功能。

（7）危害后果及分类：可能造成的危害后果，分为安全、健康、环保三类。可参照《企业职工伤亡事故分类标准》（GB 6441-86）、《职业病危害因素分类目录》（卫法监发 [2002] 63 号）、《环境污染类别代码》（GB/T 16705-1996）等标准填写。

（8）风险评估：按照“SEP”法计算风险值，确定风险等级。

（9）管理标准：主要是针对辨识出的危害因素，从完善系统性能方面提出要求，进而建立系统质量完好标准。如“防护罩缺损”这一危害因素的管理标准是“联轴器上应装设防护罩，并在防护罩上标注设备转动方向”。

（10）控制措施：是指为确保管理标准有效落实而制定的具体监管要求，包括相关人员责任、方法和手段等，分为运行巡回检查、点检、检修检查、定期维护、管理人员检查等，并分别填写措施执行周期。

（11）改造计划：对于需要在技术改造时才能消除的危害因素，应具体列入设备技术改造计划。

(12) 临时措施及应急预案：是指对存在的不符合管理标准的危害因素，如不能立即永久消除时，应采取的临时处置措施或应急预案。

5.3 生产区域风险评估结果的应用

根据生产区域风险评估的结果制定的管理标准和措施应体现在企业相关标准和工作计划中，包括：

- (1) 安全设施配置标准
- (2) 劳动保护用品配置标准
- (3) 环境管理标准
- (4) 职业健康管理标准
- (5) 区域管理标准
- (6) 技改、反措、安措计划
- (7) 应急预案
- (8) 点检、检查标准
- (9) 巡回检查标准
- (10) 检修、维护标准

6 工作任务风险评估的方法与应用

6.1 工作任务风险评估步骤

(1) 成立工作任务风险评估小组，并进行相关培训。运行工作任务风险评估小组应由生产运行管理部门负责组织，相关专业技术人员以及运行人员参加；检修维护工作任务风险评估小组应由生产技术管理部门负责组织，相关专业技术人员以及检修维护人员参加。

(2) 收集与工作任务风险评估相关的信息资料, 包括法律法规、国家标准、行业标准、设计规范、安全规程、作业标准、安全技术措施以及相关事故案例、统计分析资料等。

(3) 建立全厂工作任务清单。

(4) 针对工作任务的每道工序, 辨识可能意外释放的危险能量(能量载体)或物质, 在此基础上, 辨识分析可能造成能量意外释放的人员不安全行为、心理生理因素。

(5) 采用“SEP”法评估危害后果发生的可能性、频率和结果的严重度, 计算风险值, 确定工作任务的风险等级。工作任务风险分为高、中、低三个等级。

(6) 根据辨识出的危险源及危害因素, 制定相应的作业标准。

(7) 制定各级人员监督落实作业标准的职责分工。

6.2 工作任务风险评估表及填写说明

6.2.1 工作任务风险评估见表 3。

表 3 工作任务风险评估表

工作任务	工序	系统	区域	危险源 (能量 及载体)	危害因素 (外因)	危害后果	风险评估					作业标准
							可能性	暴露率	严重度	风险值	风险等级	

6.2.2 工作任务风险评估表各项目填写说明

(1) 工作任务: 包括操作、检修、维护、检验、试验、取样、化验、工程施工等工作。

(2) 工序：每项工作任务要按照工艺流程划分工序。

(3) 系统：完成工作任务时所涉及的相关生产系统，要与设备故障风险评估中有关系统的划分标准保持一致。

(4) 区域：完成工作任务时所涉及的相关生产区域，要与生产区域风险评估中有关区域的划分标准保持一致。

(5) 危险源：工作任务涉及的危险能量（能量载体）或物质，要参考相应生产区域风险评估辨识出的危险源。如220kV 交流电、工作的起重机、电钻、台钻、冲击钻、电锤、绕线器、电动扳手等。

(6) 危害因素：可能造成能量意外释放的人员不安全行为以及心理生理因素。可参考下列方面分析：

a. 操作不当或不到位，如接地刀闸拉不到位、误将运行的设备停电等。

b. 危险的行为和位置，如单手抡大锤、手提电动工具的导线或转动部分、在起吊重物下逗留和行走等。

c. 不正确的动作姿势，如站立式工作时间长等。

d. 缺乏协调配合，如搬运无统一协调、作业无人监护等。

e. 违章改变现场条件，如现场工器具、设备备品备件未定置摆放，随意摆放物品或超载，大型物件放置不牢固等。

f. 使用不当或不合格的工器具，如锤头与木柄的连接不牢固、锤头破损、木柄未使用整根硬质木料，电钻、台钻、冲击钻、电锤、绕线器、电动扳手等电源线、电源插头破损等。

g. 不正确的装束或缺少个体防护，如不戴安全帽、未佩戴使用合格的安全带、进入发电机内部不穿连体服、在金属容器或潮湿的地方焊接作业未穿绝缘鞋等。

h. 负荷过大，疲劳作业，如工作人员不足、连续重体力劳动等。

i. 心理身体异常，如人员有高空禁忌症、带病工作、情绪不稳定等。

(7) 危害后果：可能造成的危害后果，可参照《企业职工伤亡事故分类标准》(GB 6441-86)、《职业病危害因素分类目录》(卫法监发 [2002] 63 号) 等标准填写。

(8) 风险评估：按照“SEP”法计算风险值，确定风险等级。

(9) 作业标准：根据辨识出的危险源及危害因素，参照相关法律法规、国家标准、行业标准、设计规范、安全规程、安全技术措施等制定相应的安全作业标准。

(10) 各级监管：为有效落实作业标准，明确各级管理人员的监管职责，制定发电企业安全生产责任制、到岗到位标准、相关管理制度。

6.3 工作任务风险评估结果的应用

根据工作任务风险评估的结果制定的管理标准和措施应体现在发电厂下列标准、制度中：

(1) 作业指导文件

(2) 操作票

(3) 风险预控票或安全工作程序

(4) 岗位风险辨识

(5) 作业许可制度

(6) 到岗到位制度

7 基础数据库

为使危险源辨识与风险评估更加准确、全面和规范，神华集团结合国家标准、行业标准，编制了《火力发电企业危险源辨识基础数据库》。各发电企业在进行生产区域和工作任务风险评估时，应根据本企业存在的危险能量（能量载体）或物质，参照基础数据库分析存在的危害因素并制定控制措施，对于基础数据库未包含的危险源、危害因素及控制措施，应根据实际情况进行补充完善。