



中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T XXXXX—XXXX

应用于核电厂的一级概率安全评价
第 7 部分：功率运行强风

Level 1 Probabilistic safety assessment for nuclear power plant applications—

Part 7: High Wind events at-power

(报批稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家能源局 发布
国家核安全局 认可

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义及缩略语..... 1

 3.1 术语和定义..... 1

 3.2 缩略语..... 1

4 技术要求..... 1

5 同行评估..... 9

参考文献..... 10

前 言

NB/T 20037《应用于核电厂的一级概率安全评价》分为以下12个部分：

- 第1部分：总体要求；
- 第2部分：功率运行内部事件；
- 第3部分：功率运行内部水淹；
- 第4部分：功率运行内部火灾；
- 第5部分：功率运行地震；
- 第6部分：功率运行其他外部事件的筛选和保守分析；
- 第7部分：功率运行强风；
- 第8部分：功率运行外部水淹；
- 第9部分：功率运行其他外部灾害；
- 第10部分：功率运行抗震裕度评价；
- 第11部分：低功率和停堆工况内部事件；
- 第12部分：低功率和停堆工况外部事件。

本部分为NB/T 20037的第7部分。本部分主要参考ASME/ANS RA-Sa-2009编制。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本部分由核工业标准化研究所归口。

本部分起草单位：苏州热工研究院有限公司、上海核工程研究设计院、中国核电工程有限公司、中广核工程有限公司

本部分主要起草人：杨志超 张琴芳 郭建兵 喻新利 王金凯 李琳 马原 段枫 刘翔

本标准2016年8月30日，经国家核安全局审查认可。

应用于核电厂的一级概率安全评价

第7部分：功率运行强风

1 范围

本部分规定了核电厂功率运行强风一级概率安全评价（PSA）的要求。

本部分适用于压水堆核电厂功率运行强风一级 PSA，其他堆型的核电厂可参照执行。

2 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/T20037.1 应用于核电厂的一级概率安全评价 第1部分：总体要求

NB/T20037.2 应用于核电厂的一级概率安全评价 第2部分：功率运行内部事件

3 术语和定义及缩略语

NB/T20037.1的所有术语和定义及缩略语均适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

强风 High winds

超过某个特定风速，对核电厂安全运行具有潜在威胁的风。强风的类型、特定风速取决于特定厂址以及机型。

3.2 缩略语

在本部分中仅列出NB/T20037.1的缩略语中没有列出的，但与本部分直接相关的一些缩略语。

WFR：强风易损度评估（技术要素）

WHA：强风危险性分析（技术要素）

WPR：强风电厂响应模型（技术要素）

4 技术要求

4.1 总则

本章的目的是为功率运行强风一级PSA模型的开发提供技术要求，并使得其强风一级PSA模型能够用于支持核电厂风险指引型决策。本章按照PSA要素，确定其主要目标，并明确各要素的高层次要求及相应的支持性要求。

强风事件主要包括以下几种：

- a) 龙卷风和其它旋风影响；
- b) 热带气旋；
- c) 中纬度强风（如雷暴、飏线、锋面等）。

对于所有的强风，分析人员可先根据厂址特点筛选出风险重要的强风事件，然后参照本章的技术要求对保留下来的强风事件进行详细的评估。如果某一强风对电厂的唯一影响是导致厂外电丧失，并且该强风导致厂外电丧失的后果已经在内部事件一级PSA评估，那么该强风的风险就可不在强风PSA中考虑。

本章针对核电厂功率运行强风一级PSA的下列要素给出了明确的技术要求：

- a) 强风危险性分析（WHA）：评估特定厂址各强度强风的发生频率，该评估应反映近期的可用数据和特定厂址信息；
- b) 强风易损度评估（WFR）：评估构筑物、系统或部件的强风易损度，作为强风强度的函数。该评估应采用特定厂址信息、特定SSC信息和一种可接受的、用于评估假想失效的工程方法；
- c) 强风电厂响应模型（WPR）：建立电厂响应模型，该模型考虑了强风引起的、可能导致堆芯损坏的始发事件和其他失效。

4.2 强风危险性分析（WHA）

4.2.1 目标

强风危险性分析的目标是根据厂址相关的信息评估强风发生频率与强度的函数关系（曲线）。

4.2.2 要求

要求见表1~表3。

表 1 强风危险性分析的高层次要求

编码	要求
HLR-WHA-A	厂址的强风频率应当基于特定厂址的概率风灾分析（已有的或新的）进行评估。概率风灾分析应当体现近期厂址所在地区和特定厂址的可用信息。应当对模型和参数值的不确定性进行恰当地考虑和传递，从而得到危险性曲线族，进而得到均值危险性曲线。
HLR-WHA-B	对强风危险性分析应按与适用的支持性要求相一致的方式编制文件。

表 2 高层次要求 HLR-WHA-A 的支持性要求

高层次要求编码	要求
HLR-WHA-A	厂址的强风频率应当基于特定厂址的概率风灾分析（已有的或新的）进行评估。概率风灾分析应当体现近期厂址所在地区和特定厂址的可用信息。应当对模型和参数值的不确定性进行恰当地考虑和传递，从而得到危险性曲线族，进而得到均值危险性曲线。
支持性要求编码	要求
SR-WHA-A1	在龙卷风危险性分析中，应采用反映当前技术水平技术方法和最新的龙卷风事件、强度数据库。对模型和参数值的不确定性进行适当的考虑和传递，从而得到危险性曲线族，进而得到均值危险性曲线 ^a 。
SR-WHA-A2	在台风危险性分析中，应采用反映当前技术水平技术方法和最新的台风事件、强度数据库。对模型和参数值的不确定性进行适当的考虑和传递，从而得到危险性曲线族，进而得到均值危险性曲线。
SR-WHA-A3	在热带以外的风暴和其它强直线风现象的危险性分析中，采用厂址适用的风速数据记录 ^b 。
SR-WHA-A4	采用强风飞射物危险性分析方法评估强风导致的飞射物的危险性。在评估中，检查安全相关构筑物外部屏障（如墙体和吊顶）和露天的 SSC 的特定属性，以及可能导致堆芯损坏的强风导致的飞射物的破坏后果 ^c 。
SR-WHA-A5	调查电厂建筑物和周围环境，评估潜在飞射物的数量、类型和位置。
注：用于计算频率和强度的模型不应当受强风事件近期、短期的发生频率趋势的误导。用于计算频率和强度的模型应当至少综合厂址历史上最恶劣的气象条件。 ^a 龙卷风主要发生在 20-50 度的中纬度地区，全世界每年有纪录的龙卷风次数很多。我国大部省（区、市）都有龙卷风的踪迹，且多集中在东半部地区，以华东的江苏、上海、安徽、浙江及山东、湖北、广东省等相对较多。龙卷风出现的季节一般在 5-9 月，出现时间大多在午后到傍晚。 参考文献[6]、参考文献[7]和参考文献[8]提供了反映当前技术水平的龙卷风危险性分析方法。龙卷风危险性分析应当包括以下要素： (a) 各个强度的龙卷风的发生频率（龙卷风的发生频率随强度的增加而剧减）； (b) 龙卷风破坏面积的 lengths 和宽度的关系，较长的通常较宽； (c) 龙卷风破坏面积和强度的关系，较强的龙卷风通常比较弱的龙卷风破坏面积大； (d) 龙卷风强度随破坏路径长度的变化，龙卷风的强度在其生命周期内是始终变化的； (e) 龙卷风的强度随路径宽度的变化； (f) 龙卷风的压差随路径宽度的变化。 ^b 由于特定厂址的风速数据也许只能追溯到很短的时间（例如，小于 50 年），因此灾害具有较大的不确定性，尤其对于较高的风速而言。通常认为，灾害的不确定性主要来自于数据少和记录时间短造成的抽样误差。通过考虑标准偏差获得具有主观概率值的危险性曲线族。在建立强风危险性曲线时，应对其它不确定性来源（如厂址附近的气象站数据缺少、地形差异等）给予合适的考虑。 ^c 在评价强风导致的飞射物风险时，主要模化龙卷风风场、飞射物的轨迹（入轨段和飞行段）、以及飞射物击中安全相关的建筑物和露天设备后的影响。应当对电厂建筑物和周边环境进行调查，评价可能被龙卷风卷起并成为飞射物的物体数量和类型。参考文献[9]根据龙卷风飞射物风险分析的结果建立建筑物的每个单位区域内的飞射物袭击概率。	

表 3 高层次要求 HLR-WHA-B 的支持性要求

高层次要求编码	要求
HLR-WHA-B	对强风危险性分析应按与适用的支持性要求相一致的方式编制文件。
支持性要求编码	要求
SR-WHA-B1	对强风危险性分析应按便于 PSA 应用、升级和同行评估的方式编制文件。
SR-WHA-B2	将识别强风危险性的过程编制成文件。例如，文件通常包括以下描述： (a) 确定强风危险性曲线的特定方法； (b) 相关的风压、压力分布、飞射物和压差效应； (c) 有关输入和结果的科学解释。
SR-WHA-B3	将与强风危险性分析相关的模型不确定性来源和相关假设等信息编制成文件。

4.3 强风易损度分析（WFR）

4.3.1 目标

本要素的目标是识别那些可能受强风影响的SSC，并确定特定电厂SSC的失效概率与强风强度之间的关系。

4.3.2 要求

要求见表4~表6。

表 4 强风易损度分析的高层次要求

编码	要求
HLR-WFR-A	强风易损度分析应当针对可能造成堆芯损坏的构筑物、系统或部件，或它们的组合，评估特定电厂的、现实的强风易损度及其不确定性。
HLR-WFR-B	对强风易损度分析应按与适用的支持性要求相一致的方式编制文件。

表 5 高层次要求 HLR-WFR-A 的支持性要求

高层次要求编码	要求
HLR-WFR-A	强风易损度分析应当针对可能造成堆芯损坏的构筑物、系统或部件，或它们的组合，评估特定电厂的、现实的强风易损度及其不确定性。
支持性要求编码	要求
SR-WFR-A1	在评估构筑物和部件（如水箱、变压器、柴油发电机排风烟囱、管道和取水泵）的强风易损度及其不确定性时，采用特定电厂的数据。在评估过程中，如果非安全级的构筑物有可能倒入/倒向安全相关的构筑物继而造成损伤的，也要对其进行评估。在评估过程中，应当考虑电厂巡访得到的结论 ^a 。
SR-WFR-A2	识别容易遭受强风危害的电厂 SSC。考虑强风的影响和强风导致飞射物的影响。
^a 强风易损度分析方法和地震易损度分析的通用方法相同（参见本标准第 5 部分）。对应于某个失效模式，相关 SSC 的整个易损度曲线族通常采用抗风能力中值 V_m 及其对数标准差来表示，β_R 表示抗风能力的随机性，β_U 表示抗风能力中值的不确定性。这些易损度参数的估计值用作描述 SSC 的可信失效模式。构筑物的失效可能是整体性的，例如剪力墙或抗力矩框架的失效，也可能是局部的，例如墙的外立面失效或金属面板脱落。构筑物的易损度曲线按照安全因子生成，安全因子定义为抗风能力与强风导致的设计基准载荷响应之比。安全因子变量取决于抵抗能力变量和对特定载荷的响应。强风承受力模化为几个随机变量的乘积，并以风速的形式表示。除了抗风承受力，构筑物抗风压的能力也取决于一些影响风压/风力关系的因素。 例如，厂区内各种构筑物的屏蔽效应会导致风在穿过狭窄通道时速度上升，也会导致风在遇到障碍物时速度下降。构筑物周边通道的漏斗般的特点对风力具有重要影响。由于风压和风力都跟风速及形状因子有关，实际的风力也取决于构筑物的形状。另一个至关重要的因子是风速的垂直分布，它是地形起伏程度的函数。 核电厂的大多数构筑物都能够很好地抵御强风。某些情况下需要确定非抗震类构筑物的易损度，因为它们可能会坍塌到安全相关的构筑物或设备上。这类构筑物包括烟囱、未经保护的墙体、室外的电线和电缆等。类似地，许多较老电厂的安全相关的设备容易受强风导致的飞射物的影响，例如室外的水箱和设备。在电厂巡访过程中应当确定这些设备。 在分析室内（构筑物内）的设备失效时，保守地假设构筑物的失效将导致所有依附于此构筑物或在此构筑物之内的所有设备都失效。龙卷风经过后，构筑物也许没有坍塌，但是造成的气压骤减仍然可能导致室内设备受到破坏。发生这种情况是由于构筑物的通风不良。龙卷风经过时外界气压会迅速下降，建筑物内的气体会流出；如果气体不能很快流出，建筑物内部压力将会比外界高。这将造成那些阻碍气体流动的墙体失效，有可能会坍塌到安全相关的构筑物上。室内设备也容易受到从天窗或通风口进入的飞射物的损坏。强风引发的在构筑物开口处的压差也可能造成内部 SSC 的损坏。	

表 6 高层次要求 HLR-WFR-B 的支持性要求

高层次要求编码	要求
HLR-WFR-B	对强风易损度分析应按与适用的支持性要求相一致的方式编制文件。
支持性要求编码	要求
SR-WFR-B1	对强风易损度分析应按便于 PSA 应用、升级和同行评估的方式编制文件。
SR-WFR-B2	将强风易损度分析的流程编制成文件。这样的文件通常包括： (a) 用于 SSC 或其组合的强风易损度定量化的方法论及其重要假设； (b) SSC 易损度值的详细列表，包括分析方法、主要的失效模式、信息来源和每个 SSC 的位置和易损度值； (c) 对 SSC 或其组合的筛选依据。
SR-WFR-B3	将与强风易损度分析相关的模型不确定性来源和假设等信息编制成文件。

4.4 强风电厂响应模型（WPR）

4.4.1 目标

本要素的目标是：

- (a) 通过修改功率运行内部事件一级 PSA 模型建立强风 PSA 电厂响应模型，包括强风导致的始发事件和设备失效。
- (b) 对每一个确定的强风电厂损伤状态进行定量评估，得到堆芯损坏条件概率（CCDP）。
- (c) 综合强风危险性分析和强风易损度分析得到电厂损伤状态频率，并结合 CCDP 评估 CDF。

4.4.2 要求

要求见表 7~表 10。

表 7 强风电厂响应模型要素的高层次要求

编码	要求
HLR-WPR-A	强风电厂响应模型应当包含强风导致的始发事件和可能导致堆芯损坏的其他失效。该模型应当在内部事件功率运行 PSA 模型的基础上进行修改，并结合强风分析中有别于功率运行内部事件 PSA 模型的各个方面。
HLR-WPR-B	堆芯损坏量化分析应恰当地整合强风危险性、强风易损度和电厂响应分析三方面的内容。
HLR-WPR-C	对强风电厂响应模型的开发和量化应应按与适用的支持性要求相一致的方式编制文件。

表 8 高层次要求 HLR-WPR-A 的支持性要求

高层次要求编码	要求
HLR-WPR-A	强风电厂响应模型应当包含强风导致的始发事件和可能导致堆芯损坏的其他失效。该模型应当在内部事件功率运行 PSA 模型的基础上进行修改，并结合强风分析中有别于功率运行内部事件 PSA 模型的各个方面。
支持性要求编码	要求
SR-WPR-A1	采用系统性的方法确保强风 PSA 模型中包括强风引起的可能导致重要事故序列的始发事件 ^a 。
SR-WPR-A2	以功率运行内部事件 PSA 模型中的事件树和故障树为基础来开展强风事件序列分析。
SR-WPR-A3	确保 PSA 系统模型反映了强风引起的可能导致重要事故序列的失效和不可用以及人员失误 ^b 。
SR-WPR-A4	在下列强风 PSA 电厂响应分析工作的每一方面，应满足本标准第 2 部分相应的要求，除非那些要求不适用或在本部分中有其他要求。如果采用了本标准之外的要求，应给出其依据^c。本技术要求涉及的主要方面是： (a) 始发事件分析 (b) 事件序列分析 (c) 成功准则分析 (d) 系统分析 (e) 数据分析 (f) 人员可靠性分析 (g) 专家判断的应用
SR-WPR-A5	在人员可靠性分析方面，对于执行相同的行动，通过与非强风事件序列中内部事件人员可靠性分析（HRA）相比，检查可能增加人员失误或疏忽可能性的额外压力因素。无论是否增加人员失误的概率，都应验证取值是合理的 ^d 。
SR-WPR-A6	如果进行筛选，应使用 PSA 中已有的筛选准则来筛选。
SR-WPR-A7	对强风引起的相关性和（或）关联性进行分析，使得 SSC 的所有筛选都恰当地考虑了那些相关性 ^e 。
SR-WPR-A8	确保任何人员失误基本事件和非强风导致的失效基本事件的筛除都不会导致重要事件序列遗漏 ^f 。
SR-WPR-A9	在电厂响应模型中，对于每个代表强风导致的失效的基本事件，在强风导致某一特定 SSC 失效概率高的情况下，应包括与该 SSC 的“成功”状态（如果适用的话） ^g 。
SR-WPR-A10	检查强风导致的电厂损害或电厂状态，这些有阻碍人员到达安全相关设备或控制装置的可能性，从而阻碍在模型中考虑的操纵员行动的实施 ^h 。
SR-WPR-A11	检查在发生强风事件后，内部事件 PSA 模化的系统恢复行动是否会变得更加复杂或甚至不可能成功，并相应地调整恢复模型 ⁱ 。

表 8 高层次要求 HLR-WPR-A 的支持性要求（续）

高层次要求编码	要求
HLR-WPR-A	强风电厂响应模型应当包含强风导致的始发事件和可能导致堆芯损坏的其他失效。该模型应当在内部事件功率运行 PSA 模型的基础上进行修改，并结合强风分析中有别于功率运行内部事件 PSA 模型的各个方面。
支持性要求编码	要求
	注：建立强风 PSA 的电厂响应模型的常规方法是以内部事件电厂响应模型为基础，进行适当地增删。在一些情况下，也可以针对所分析的强风现象建立专用的强风 PSA 模型。特别重要的是，如果采用这个方法，最终模型与内部事件 PSA 模型在电厂响应和失效逻辑关系上保持一致。同行评估时也要特别重视这些方面。 ^a 全面调查特定厂址的失效事件（通常是强风导致的结构上的、机械的和电气失效）。如果适当地话，应包括可能受强风影响的恢复手段。 ^b 如果每类失效中主导性的失效已被模化，分析中可对强风导致的失效进行分类。功率运行内部事件 PSA 模型中的事件树和故障树一般都可以作为强风导致的事件序列/事件树的基础。这样做的目的方面是为了借鉴功率运行内部事件 PSA 模型开发过程中的考虑，另一方面是便于在同一个基础上比较内部事件 PSA 和强风事件 PSA。 ^c 有效结合本标准第 2 部分的相关章节，尽管少数方面在细节上不适用。不管是否有例外情况，PSA 分析人员都需要认识到第 2 部分的具体要求所强调的基本原则，从而确保在例外情况下仍能考虑到这些基本原则。 ^d 跟内部始发事件的事件序列相比，某些强风事件下人员操作的失误概率可能会增加。在强风 PSA 中开展 HRA 时应当参考本标准第 2 部分的相关技术要求。 ^e 分析过程中考虑强风导致的多个失效之间的相关性（例如，空间或环境的相关性）是很重要的。共因失效分析在所有 PSA 当中都很重要，在强风 PSA 中尤其重要。强风可能同时影响多个 SSC，这是强风的一个特点。 ^f 为了让电厂响应模型更易于处理，如果可以证明一些非强风导致的失效和人员失误贡献很小的话，可以将它们从模型中剔除。 ^g 对于某些强风事件，如果一些 SSC 或其组合遭受强风事件导致的失效具有比较高的安全重要性，而这些部件不会失效或失效概率很小，那么对于这些 SSC 的“成功”状态模化是系统模型中一个很重要的方面，如果不设为“成功”状态会导致 PSA 结果错误。 ^h 通过现场巡访可以最有效地收集有关可达性问题的信息。这些信息与 PSA 的人员可靠性分析相结合是十分重要的。在进行这些评估时，如果电厂设置包含了便携式照明设备和辅助呼吸装置，那么也许可以假设这些设备都是可用的。 ⁱ 安全功能的恢复可能由于若干原因而受阻。这些原因包括损坏或失效、可达性问题、场面混乱等等。在强风事件发生后的初始阶段考虑恢复行动应对这些因素仔细考虑。对于外部因素导致厂外电丧失（LOOP）情形下考虑恢复行动，在开关站设备或厂外电架空线铁塔可能受损的情况下尤其可能受阻，毕竟这些设备通常难以快速修复。

表 9 高层次要求 HLR-WPR-B 的支持性要求

高层次要求编码	要求
HLR-WPR-B	堆芯损坏定量化分析应恰当地整合强风危险性、强风易损度和电厂响应分析三方面的内容。
支持性要求编码	要求
SR-WPR-B1	评价强风导致的事故序列，以评估对堆芯损坏频率的贡献。在分析中，如果适用的话，使用特定厂址的强风危险性曲线以及构筑物 and 设备的易损度 ^a 。
SR-WPR-B2	在整合定量评估时，考虑每一个输入数据的不确定性，考虑相关性和关联性 ^b 。
^a 强风 PSA 分析包括建立事件树和故障树，其中，始发事件或是强风本身，或是由强风引起的瞬态或冷却剂丧失事故。为了得到定量结果，需要确定各种导致堆芯损坏的事故序列，并且计算其发生的条件概率。可以通过对灾害强度的覆盖范围进行卷积分来计算得到堆芯损坏频率。 确定事故序列的实施跟地震 PSA 电厂响应分析的实施相似，其要求遵循的方法是可行的，只需要针对强风 PSA 做一些修改即可。其它需要考虑的因素还有：与强风无关的设备不可用和失效、操纵员失误、采取缓解措施的任何可用的警告时间（如暴风情况下）、操纵员恢复性动作的可能性和为完成所需功能采取的替代性措施、共因失效的可能性。 ^b 强风 PSA 的“最终结果”的有效性取决于是否针对不确定性、相关性和关联性完成了足够的评估，并对其中重要项进行量化。	

表 10 高层次要求 HLR-WPR-C 的支持性要求

高层次要求编码	要求
HLR-WPR-C	对强风电厂响应模型的建立和定量化应按与适用的支持性要求保持一致的方式编制文件。
支持性要求编码	要求
SR-WPR-C1	对强风电厂响应分析和定量化应按便于 PSA 的应用、升级、和同行评估的方式编制文件。
SR-WPR-C2	将强风电厂响应分析和量化的流程编制成文件。这样的文件通常包括： (a) 描述为生成强风 PSA 模型对内部事件 PSA 模型所进行的特定修改，并说明原因； (b) 用 CDF 表示的 PSA 分析的最终结果，以及所选的中间结果。
SR-WPR-C3	将与强风电厂响应模型建立相关的模型不确定性来源和假设等信息编制文件。

5 同行评估

功率运行强风事件一级 PSA 同行评估可参照本标准第 1 部分第 7 章的总体要求执行。此外，同行评估组成员还应具备系统工程、强风危险性分析和强风易损度分析等要素的知识和经验。

需要评估的强风事件一级 PSA 通常包括：

- 强风危险性选择：同行评估小组应评估 PSA 中的强风危险性是否适用于特定厂址，以及是否满足本部分的相关要求；
- 强风导致的始发事件：同行评估小组应评估是否合理地识别由强风事件引起的始发事件；是否对 SSC 进行了合理的模化；是否对事件序列进行了适当地量化。
- 易损度分析方法：同行评估小组应评估用于 SSC 易损度分析的方法和数据是否足够达到目的、是否满足本部分的相关要求。评估小组应对包括不同类别和对堆芯损坏频率有不同贡献的部件样本进行独立的易损度计算。

- d) 现场巡访：同行评估小组应评估现场巡访结果，以确保在筛选、任何空间相互作用和关键失效模式的确定等分析结果的正确性；
- e) 量化方法：同行评估小组应评估用于 PSA 的量化方法是否合适且为风险指引型决策提供所需的所有结果和见解。如果分析包含筛选假设、或者评估小组认为假设明显保守，同行评估小组应评估这些假设的有效性。评估应集中在堆芯损坏频率的估计值和不确定性范围以及主要的风险贡献项。

参考文献

- [1] HAF . J0088 核动力厂概率安全评价报告的标准格式和内容（一级、内部事件），2008年3月
- [2] ASME/ANS RA-Sa-2009, Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications, Addenda to ASME/ANS RA-S-2008, ASME/ANS, New York, 2009
- [3] Safety Series No. 50-p-4, Procedures for Conducting Probabilistic Safety assessments of Nuclear Power Plants (Level 1), IAEA, Vienna, 1992
- [4] IAEA-TECDOC-1511, Determining the Quality of Probabilistic Safety Assessment (PSA) for Applications in Nuclear Power Plants, IAEA, Vienna, 2006
- [5] NRC RG 1.200, An approach for Determining the Technical Adequacy of Probabilistic risk Assessment Results for Risk-informed Activities, Rev.1, January 2007
- [6] T. A. Reinhold and B. Ellingwood, “Tornado Damage Risk Assessment,” Report NUREG/CR-2944, The Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland (1982)
- [7] M. K. Ravindra and H. Bannon, “Methods for External Event Screening Quantification: Risk Methods Integration and Evaluation Program (RMIEP) Methods Development,” Report NUREG/CR-4839, Sandia National Laboratories and U.S. Nuclear Regulatory Commission (1992)
- [8] J. V. Ramsdell and G. L. Andrews, “Tornado Climatology of the Contiguous United States,” Report NUREG/CR-4461, Battelle Pacific Northwest Laboratories and U.S. Nuclear Regulatory Commission (1986)
- [9] J. W. Reed and W. L. Ferrell, “Extreme Wind Analysis for the Point Beach Nuclear Power Plant,” Appendix G in “Shutdown Decay Heat Removal Analysis of a Westinghouse 2-Loop PWR,” Report NUREG/CR-4458, Sandia National Laboratories and U.S. Nuclear Regulatory Commission (1987)
- [10] NEI 00-02, Probabilistic Risk Assessment (PRA) Peer Review Process Guidance, 2002.