

压水堆核动力厂安全分析报告格式和内容

—第二章（试行）

国家核安全局

2024年8月

目 录

第二章 厂址特征	8
2.1 地理位置和人口分布	8
2.1.1 厂址位置和描述	8
2.1.2 非居住区管辖权和控制权	8
2.1.3 人口分布	9
2.2 附近的工业、运输和军事设施	10
2.2.1 位置和线路	10
2.2.2 危险源的筛选	11
2.2.2.1 设施的描述	11
2.2.2.2 产品和材料的描述	11
2.2.2.3 管道的描述	11
2.2.2.4 水路的描述	12
2.2.2.5 公路的描述	12
2.2.2.6 铁路的描述	12
2.2.2.7 机场及航线的描述	12
2.2.2.8 工业发展规划	13
2.2.3 潜在事故的评价	13
2.2.3.1 设计基准事件的确定	14
2.2.3.2 设计基准事件的影响	15
2.3 气象	15
2.3.1 区域气候	15
2.3.1.1 一般气候	15
2.3.1.2 有关设计和运行基准的区域气象条件	16
2.3.2 当地气象	17

2.3.2.1 气象参数的正常值和极值	17
2.3.2.2 核动力厂及其设施对当地气象的潜在影响	17
2.3.3 现场气象观测大纲	18
2.3.4 事故释放的短期大气弥散评估	19
2.3.5 常规释放的长期大气弥散评估	19
2.4 工程水文	20
2.4.1 水文描述	21
2.4.1.1 厂址和设施	21
2.4.1.2 水域	21
2.4.2 洪水	22
2.4.2.1 洪水历史	22
2.4.2.2 防洪设计考虑	22
2.4.2.3 当地强降雨影响	23
2.4.3 溪流和江河中的可能最大洪水	23
2.4.3.1 可能最大降雨	23
2.4.3.2 降雨量的损失	24
2.4.3.3 径流和河道模型	24
2.4.3.4 可能最大洪水流量	24
2.4.3.5 水位的确定	25
2.4.3.6 相应的风浪作用	25
2.4.4 潜在的溃坝事故	26
2.4.4.1 溃坝组合	26
2.4.4.2 溃坝的非稳定流分析	26
2.4.4.3 厂址处的水位	27
2.4.5 可能最大风暴潮和假潮	27
2.4.5.1 可能最大风及其相关气象参数	27
2.4.5.2 风暴潮和假潮的水位	27
2.4.5.3 波浪作用	28
2.4.5.4 共振	28

2.4.5.5 防护构筑物	28
2.4.6 可能最大海啸灾害	29
2.4.6.1 可能最大海啸	29
2.4.6.2 历史海啸记录	29
2.4.6.3 海啸源特征	29
2.4.6.4 海啸分析	30
2.4.6.5 海啸水位	30
2.4.6.6 海啸对水文、港池或防波堤的影响	30
2.4.6.7 对安全重要设施的影响	30
2.4.7 冰的影响	30
2.4.8 冷却水道和水库	31
2.4.9 河道改道	32
2.4.10 防洪要求	32
2.4.11 低水位的考虑	32
2.4.11.1 河流和溪流中的低流量	32
2.4.11.2 风暴潮、假潮和海啸导致的低水位	33
2.4.11.3 历史低水位	33
2.4.11.4 未来防治	33
2.4.11.5 核动力厂要求	33
2.4.11.6 热阱的可靠性要求	34
2.4.12 地下水	35
2.4.12.1 厂址地下水利用	35
2.4.12.2 水源	35
2.4.12.3 地下水渗流路径	36
2.4.12.4 监测或安全防护要求	36
2.4.12.5 与地下静水压力有关的厂址特征	36
2.4.13 放射性液态流出物事故排放对地下水和地表水的影响	40
2.4.14 技术规格书和应急操作要求	40
2.5 地质、地震和岩土工程	41

2.5.1 地质和地震基础资料.....	41
2.5.1.1 区域地质.....	42
2.5.1.2 厂区地质.....	43
2.5.2 振动地面运动.....	44
2.5.2.1 地震活动性.....	45
2.5.2.2 厂址及区域的地质与构造特征.....	45
2.5.2.3 地震活动与震源的关系.....	46
2.5.2.4 设计基准地震动.....	46
2.5.2.5 厂址地震波传播特征.....	47
2.5.2.6 地震动反应谱.....	48
2.5.3 地表断裂.....	48
2.5.3.1 地质、地震和地球物理调查.....	48
2.5.3.2 地表变形的地质证据或无断层的证据.....	49
2.5.3.3 地震与能动构造源的关系.....	49
2.5.3.4 地表变形的最近年代.....	49
2.5.3.5 厂址区地质构造与区域地质构造之间的关系.....	50
2.5.3.6 能动构造源的描述.....	50
2.5.3.7 厂址地区第四系形变地带的描述.....	50
2.5.3.8 厂址地表构造形变的可能性.....	50
2.5.4 地下物质和基础的稳定性.....	50
2.5.4.1 地质特征.....	51
2.5.4.2 地下物质特性.....	52
2.5.4.3 勘探.....	52
2.5.4.4 地球物理勘探.....	53
2.5.4.5 开挖与回填.....	53
2.5.4.6 地下水条件.....	53
2.5.4.7 岩土对动荷载的响应.....	54
2.5.4.8 液化可能性.....	54
2.5.4.9 厂址地震特性.....	54

2.5.4.10 静态稳定性	54
2.5.4.11 设计准则	54
2.5.4.12 改良地下条件的技术	55
2.5.4.13 地下仪器仪表装置	55
2.5.4.14 施工注意事项	55
2.5.5 边坡稳定性	55
2.5.5.1 边坡特征	56
2.5.5.2 设计准则和分析	56
2.5.5.3 钻探记录	56
2.5.5.4 夯填	57
2.5.6 堤和坝	57
2.5.6.1 概况	57
2.5.6.2 勘探	57
2.5.6.3 工程地质条件	58
2.5.6.4 夯填	58
2.5.6.5 稳定性分析	58
2.5.6.6 性能监测和施工情况 (FSAR)	59
2.6 法规标准清单	59

第二章 厂址特征

2.1 地理位置和人口分布

2.1.1 厂址位置和描述

本节应说明厂址所在地的行政区划，并标注厂址所在位置的主要自然特征（如河、湖等）和人为特征（如工业、交通设施）。

本节应包括具有恰当比例尺的厂址区域位置图（必要时附解释性文字）。相应的图件应清楚地显示如下特征：

- a) 厂区征地边界；
- b) 厂区边界的位置，说明厂区边界是否与厂区征地边界一致；
- c) 厂区内主要构筑物的位置和方位，按功能划分（如反应堆厂房、辅助厂房、汽轮机厂房）；
- d) 厂区附近范围工业、运输设施和商业、公共机构、娱乐业、民居建筑物的位置；
- e) 按比例尺绘制的非居住区平面图，从图中可以测量出每个方位至非居住区边界的距离（辐向以罗盘方位为扇形区中心线，22.5度为夹角划分为16个方位）；
- f) 恰当的比例尺，使得在图中测量的距离具有合理的精确度；
- g) 正北；
- h) 穿过或邻近厂址的公路、铁路和水路；
- i) 厂区内主要的自然和人为特征。

2.1.2 非居住区管辖权和控制权

本节应描述可在非居住区内进行的任何与核动力厂运行无关的

活动（除穿越厂址区的运输外），包括这类活动的性质、参加人数和非居住区内允许进行此活动的具体位置。本节报告的描述应包括对这类活动的限制、这类活动的保证措施的说明，并已在应急事件下对参加这类活动的人员进行撤离做出了适当的安排。

若有公路、铁路或水路穿越非居住区，本节应描述已制定的（或将制定的）应急事件下的交通管制计划，并提供相关管理机构的授权管理文件。

2.1.3 人口分布

本节应根据国家或当地政府最新的人口调查结果提供人口资料。在比例尺恰当且标识出厂址半径 15 公里以内重要人群（如城市和乡镇）的地图上，应以反应堆为圆心，以 5、10、15 公里为半径绘制同心圆。以反应堆为圆心，辐向以罗盘方位为扇形区中心线，22.5 度为夹角，划分为 16 个方位（如，正北、北北东、东北）。应提供一张表格，给出半径为 1、2、3、5、10、20、30、40、50、60、70、80 公里的同心圆和径向辐射线组成的各个子区内的目前常住人口数。应使用相同形式的表格，或分表格，给出每个子区内的预期人口数：a) 预计核动力厂开始运行的第一年；b) 预计核动力厂寿期内按每隔十年的人口数。表格中应提供每个扇形、每个同心圆内的人口总数，以及每个环形范围内的总人口数。应描述人口预测的依据，并提供获取人口数据的来源及方法（包括预测人口）。

本节应描述因土地利用（如娱乐或工业活动）引起的人口及人口分布的季节性变化和日变化，日变化无法统计时，应给出单日最大人数，并与人口分布图表中的区域和人口数相匹配。如果核动力

厂所在区域内的人口由于暂时的土地利用发生显著变化，应提供附加的人口分布表格说明季节性和每日的人口峰值。附加表格中的数据应包络预计的和现有的人口。

本节应确定规划限制区的范围及其确定依据。应提供规划限制区的设施分布图，应包括地貌特征、可用来进行疏散的公路、铁路、水路和其他交通线路，还应包括所有设施和公共机构的位置，如学校、医院、监狱、海滩、公园。以表格的形式描述规划限制区内的人口分布，季节性和每日暂住人口的峰值，包括设施和公共机构内的暂住人口。还应提供省级地方政府同意设置规划限制区的文件。

本节应说明 15 公里范围内，评价应急预案所需特别考虑的其他机构和设施。

本节应描述 80 公里范围内 10 万人以上的城镇，并确定距反应堆最近的人口中心，详述其人口、相对于反应堆的方位和距离。

2.2 附近的工业、运输和军事设施

本节的目的在于确定厂址附近是否存在可能影响核动力厂安全的工业、运输和军事等设施，评价这些设施的潜在源对厂址可能造成的危险，并确定这些外部人为事件是否构成设计基准事件。

2.2.1 位置和线路

本节应说明核动力厂附近外部人为事件调查时的调查范围和数据来源。

本节应说明调查范围内所有重要制造厂、化工厂、炼油厂、危险品贮存设施、采矿场和采石场、军事设施、交通线路（水、陆、

空)、交通设施(码头、泊地和机场)、油/气管线、钻井作业区及钻井、地下油气贮存设施等的位置及其与核动力厂的距离。

本节应提供标明上述重要设施可能构成固定或移动潜在源位置的地图。地图应清晰易读、比例尺适当,以便能看出核动力厂位置和潜在源之间的关系。所有用于描述设施位置的记录和符号应在图例和表格中标明。图上应包括地形特征。

2.2.2 危险源的筛选

2.2.2.1 设施的描述

本节应提供厂址半径 15 公里范围内所有重要制造厂、化工厂、炼油厂、贮存设施、采矿场和采石场、钻井作业区、钻井及地下油气贮存设施等可能构成固定潜在源的简要描述,包括设施的主要功能、主要产品和职工的数量。

2.2.2.2 产品和材料的描述

本节应提供 2.2.2.1 节提到的每个设施制造、贮存或使用的材料和产品的描述。重点放在危险材料的鉴定和说明。应提供关于生产、贮存和运输的危险材料最大容量和数量等方面的统计数据。还应提供每种材料的易燃、易爆、毒性等理化特征及参数。

2.2.2.3 管道的描述

本节应说明厂址半径 15 公里范围内的油、气管道等相关设施的情况,包括管道尺寸、管道埋设年代、运行压力、管道走向及埋深、截止阀的位置和类型及目前所传送的气体或液体的种类。应说明管道是否在高于常压下贮存过气体。

2.2.2.4 水路的描述

如果厂址或取水构筑物位于可通航的水路附近，本节应提供与取水构筑物位置有关的航道、航道深度、停泊位置、船的类型、吨位、舱容以及吃水深度等信息，还应提供用于航道的驳船及任何邻近的船坞和码头等方面的资料。

本节应说明水路上危险品的运输情况，如运输方式、运输的危险品名称，最大装载量、距厂址的最近距离等，并提供每种材料的易燃、易爆、毒性等理化特征及参数。

本节应说明码头或泊地危险品的贮存情况，如贮存的危险品名称、最大贮存量、距厂址的最近距离等，并提供每种材料的易燃、易爆、毒性等理化特征及参数。

2.2.2.5 公路的描述

本节应说明厂址半径 15 公里范围内公路交通运输路线的相关情况，并应给出厂址附近公路危险品运输情况，如运输路线、运输的危险品名称、最大装载量、距厂址的最近距离等，并提供每种材料的易燃、易爆、毒性等理化特征及参数。

2.2.2.6 铁路的描述

本节应说明厂址半径 15 公里范围内铁路交通运输路线的相关情况，并应给出厂址附近铁路危险品运输情况，如运输路线、运输的危险品名称、最大装载量、距厂址的最近距离等，并提供每种材料的易燃、易爆、毒性等理化特征及参数。

2.2.2.7 机场及航线的描述

需考虑下列原因造成飞机坠落的潜在危险：

- a) 在核动力厂 4 公里范围内经过的航线或起落通道；
- b) 厂区 10 公里范围内的机场；
- c) 厂区 16 公里范围内，每年设计起落大于 $193d^2$ 次的机场和 16 公里范围外设计起落大于 $386d^2$ 的机场（这里 d 是以公里为单位，指的是离厂区的距离）；
- d) 厂区 30 公里范围内的军事设施或轰炸演习区之类的空域。

对于飞机场，应提供跑道的长度和方位，使用该机场的飞机类型，每年各类飞机的飞行次数和与该机场有关的飞行方式。

2.2.2.8 工业发展规划

本节应说明厂址附近的发展规划。包括厂址附近可能存在危险源的设施的发展规划；厂址附近油、气管道等相关设施的发展规划，并根据规划论述将来输送不同于目前可输送的产品的可能性；厂址附近航道、泊地及码头等相关设施的发展规划；厂址附近公路、铁路的发展规划；厂址附近机场的发展规划，还应提供机场将来的利用计划，包括可能建造新的跑道，增加运输量或使用更大类型的飞机、增加航线等。

对于厂址半径 30 公里范围内的军事设施及其可能对核动力厂建设和安全运行造成的影响评价，以专题报告形式提交，不在安全分析报告里描述。

2.2.3 潜在事故的评价

在 2.2.2 所提供资料的基础上，应根据核安全导则中外部人为事

件相关始发事件对拟建核动力厂的影响，进行初步筛选评价，确定某源的危害是否还需进一步考虑。初步筛选评价包括筛选距离值和筛选概率水平。对于通过初步筛选没能被排除的各类源或事件，应进行详细的评价，并确定其相关的危险性。

2.2.3.1 设计基准事件的确定

初步筛选评价应提供包括爆炸、危险气云、有毒化学品、飞机坠毁、火灾、与取水构筑物的碰撞和液体的溢出等内容。

a) 爆炸

应对核动力厂附近存在烈性炸药、军需品、化学品或液态与气态燃料等材料批量加工、贮存、使用或运输的设施和活动进行初步筛选评价。

b) 危险气云

应考虑挥发性液体或液化气体及蒸气一经释放可能上升成为气云和飘移物对拟建核动力厂产生的影响，对筛选距离值范围内所有危险气云的可能源进行初步评价。

c) 有毒化学品

应对筛选距离值范围内有毒性、腐蚀性的液体和气体的加工、装卸、贮存或运输所涉及的活动及设施进行初步评价。

d) 飞机坠毁

应按筛选距离值法或筛选概率水平法对飞机坠毁进行初步评价。

e) 火灾

应考虑核动力厂附近可能产生的火源而引起的高热流或烟雾事

故，以及材料中释放出来的非自然气体或化学品产生烟雾等后果，并对这类事件进行初步评价。

f) 与取水构筑物的碰撞

对于选在靠近可通行航道上的核动力厂厂址，应考虑船舶的尺寸、吨位和类型，以及可能对核动力厂取水构筑物产生碰撞及碰撞引起爆炸的影响，并进行初步评价。

g) 液体的溢出

应考虑可能具有腐蚀性的、低温的或凝固的油或液体的意外泄露，以确定这种液体进入取水构筑物和循环水系统而影响电厂安全运行的可能性。

2.2.3.2 设计基准事件的影响

对于通过初步筛选没能被排除的各类源或事件，应进行详细的评价，确定其相关的危险性。若某些源可能构成设计基准事件，应确定相应的设计基准。在初步安全分析报告（PSAR）阶段，应说明设计中对该设计基准拟采取的设计考虑或工程防护措施；在最终安全分析报告（FSAR）阶段，应说明对上述防护措施的实施情况。

2.3 气象

本节应提供厂址及其周围区域的气象描述，应包含足够的资料，以便审评者能够进行独立的评价。

2.3.1 区域气候

2.3.1.1 一般气候

本节应描述区域的一般气候，包括气团的类型、天气特征（高

低压系统和锋面系统)、一般风场(风向和风速)、温度和湿度、降水(雨、雪、冰雹和冻雨)、区域地形的潜在影响、天气尺度大气过程与当地(厂址)气象条件之间的关系等。还应确认厂址的气候区划,并说明所使用的气候资料来源。

2.3.1.2 有关设计和运行基准的区域气象条件

本节应提供包括热带气旋、龙卷风(及水龙卷)、雷暴、强风、闪电、冰雹(包括可能最大尺寸)及可能的严重空气污染在内的恶劣天气现象的年频率(如果可能,还应提供季节频率)。当适用时,还应提供冻雨(冰暴)和尘(砂)暴的发生次数、典型事件强度和持续时间。

本节应确认包括下面列出的参数(即在评估核动力厂设计和运行时须考虑的厂址气候特征)在内的全部区域气象条件,并应作为安全分析报告其他使用这些条件的章节的输入参数。本节应提供:

- a) 厂址附近百年一遇的积雪重量和百年一遇的冬季48小时降雨量;
- b) 百年一遇极大风速(3秒阵风);
- c) 百年一遇最高气温和百年一遇最低气温;
- d) 最终热阱及其有关系统气象条件,如以水作为最终热阱,还应考虑储水设施里的水结冰的可能性;
- e) 厂址龙卷风的特征参数,包括移动速度、旋转速度、与时间间隔相关的最大压力差;
- f) 厂址热带气旋的特征参数,包括最低中心气压、最大风速等。

2.3.2 当地气象

2.3.2.1 气象参数的正常值和极值

本节应基于附近有适当代表性的气象站（例如，80 公里以内）得到的长期数据和厂址气象站得到的短期数据，提供下列参数的月份和年度特征值：

a) 绘制各月和年风玫瑰图，根据各不同高度实测数据提供各个高度上持续风向特征值；

b) 月份和年度的气温和大气水汽的统计（例如，湿球温度、露点温度或相对湿度），包括平均值、实测的极值和日较差；

c) 月份和年度的降水统计，包括平均值和测量的极值、降水的小时数、降水量的分布（即，对于 1 小时间隔直到 24 小时的最大降水量分布）和按降水率分类的月降水量风玫瑰图；

d) 月份和年度的大气稳定度的统计，大气稳定度优先由垂直温度梯度方法推荐；

e) 混合层高度数据，包括逆温状态的频率和持续（保持）时间；

f) 10 米和释放高度上的年度风向、风速、稳定度（或包括降水）联合频率分布。

本节应将上述资料完整地制成文件，并证实这些信息可以有效地代表厂址及其附近的情况。例如，应鉴别厂址气象（由于地形、周边的水体，或者其他厂址特性引起的）与区域气象不同之处。

2.3.2.2 核动力厂及其设施对当地气象的潜在影响

本节应提供一份由于核动力厂的存在和运行（例如，核动力厂

结构、地形变化、冷却塔或蓄水池对气象条件的影响)而引起气象参数(在安全分析报告 2.3.2.1 中所描述的)的平均值和极值的潜在改变的评估,并提供一张核动力厂 8 公里半径以内显示详细地貌特征的图(由于设置核动力厂而引起的改变)。另外,本节还应提供核动力厂 80 公里半径以内的、较小比例尺的地形图,以及自核动力厂中心辐射到 80 公里形成 16 个 22.5 度罗盘方位扇形面(例如,正北、北北东、东北)的每一扇形中最高点对应于距核动力厂中心距离的图解。

2.3.3 现场气象观测大纲

本节应描述运行前和运行中的厂址气象观测大纲,包括场外附属设施等。该描述应包括显示观测塔相对于人工建构物、地貌特征及其他可能影响厂址气象观测的厂址建构物位置关系的厂址地图,应指出附近妨碍流入观测塔各下风向区域的障碍物的距离。该描述还应包括所进行的观测、观测的高程、仪器的性能指标等。

本节应提供适当观测高度上的风向、风速、稳定度联合频率分布以及逐时的小时平均现场气象数据库(例如,风速、风向、气压、温度、相对湿度、蒸发、降水)。

对于 PSAR,在送审时应提供至少一个年度的厂址气象数据。如送审时得不到充足的气象资料,则应提供能说明大气弥散特征的最适宜的数据(厂址内和厂址外的)。本节应使用这些资料计算:a)在 2.3.4 中讨论的事故释放情形下的短期大气弥散的估计;b)在 2.3.5 中讨论的常规释放情形下的长期大气弥散的估计。若送审时资料不充足,应继续观测,并在 1 年资料收集完成时提交。补充提交的资

料仍须基于完整的 1 年资料对 2.3.4 和 2.3.5 的大气弥散估计进行再次分析。

对于 FSAR，在送审时应提供至少两个连续年度的气象资料，包括最近一个年度的资料。如果在送审时，现场的 2 年资料尚未得到，在申请中应至少提供现场收集的一个年度的气象资料。本节应使用这些资料计算：a) 在 2.3.4 中讨论的事故释放情形下的短期大气弥散的估计；b) 在 2.3.5 中讨论的常规释放情形下的长期大气弥散的估计。若送审时资料不充足，应继续观测，并在 2 年资料收集完成时提交。补充提交的资料仍须基于完整的 2 年资料对 2.3.4 和 2.3.5 的大气弥散估计进行再次分析。

本节应提供证据说明这些资料恰当地代表了厂址的长期状态。

2.3.4 事故释放的短期大气弥散评估

本节应提供计算短期大气弥散因子的模式、输入气象数据和所采用的扩散参数等，应提供非居住区、规划限制区外边界、控制室在事故发生后从适当时间到 30 天内的保守估计的短期大气弥散因子 (χ/Q 值)。应把弥散评估建立在最具代表性的气象数据基础上，并提供证据表明这些弥散评估条件能很好地代表厂址预期的长期条件。本节应说明地形和附近水体对短期弥散评估的影响。本节所提供的信息应足以支撑审评者进行独立的验证计算。

2.3.5 常规释放的长期大气弥散评估

本节应提供计算正常运行年均大气弥散因子的模式、输入气象数据和所采用的扩散参数等，应计算用于评价正常运行气载放射性

释放后果的厂址半径 80 公里范围内 16 个方位的年均大气弥散因子 (χ/Q 值) 和沉积因子 (D/Q 值)。本节应提供用于计算实际年均 χ/Q 值和 D/Q 值模型的详细描述, 并应论证模型的准确性和有效性, 包括输入参数和地形的适当性, 应提供用于模型输入的气象数据 (现场和区域的)。本节所提供的信息应足以支撑审评者进行独立验证计算。

2.4 工程水文

本节应提供充足的资料来支撑进行独立的工程水文审查, 工程水文审查包括所有水文相关的厂址特征、性能要求、重要构筑物、系统和部件的运行基准, 应考虑以下现象和情况:

- a) 流域的可能最大降雨量和厂址处的可能最大降雨量;
- b) 由径流洪水引起溃坝导致的河流、水库、邻近流域、厂址区域洪水以及洪水波浪;
- c) 增水、假潮和波浪作用;
- d) 海啸;
- e) 由堤坝破坏或滑坡导致的非径流洪水波及厂址或厂址附近的水利工程破坏导致的洪水;
- f) 由自然事件引起的冷却水源堵塞;
- g) 冰堵导致的洪水;
- h) 洪水事件的组合;
- i) 影响安全重要冷却水供给及其可靠性的低水位或干旱 (包括由减水、假潮、潜冰和底冰、海啸引起的水位下降);
- j) 安全重要冷却水源的河道改道;

k) 安全重要冷却水源的水量需求；

l) 严重事故工况下废液排放在水圈中的稀释和扩散，对现在和将来潜在地表水和地下水源使用者的影响。

本节报告应体现的分析水平由于以下三种情况不同而有所差异：非常保守的分析计算，基于简化假定的分析，对研究每个方面的依据的详细分析评价。审评者建议优先采用前一种方法，该方法不会影响厂址特征参数的选取，也不会因采用非常保守的厂址特征参数而对核动力厂设计产生不利影响。

2.4.1 水文描述

2.4.1.1 厂址和设施

本节应从水文（包括地表水和地下水两者）的角度描述厂址和所有安全重要的厂坪标高、构筑物、外部通道、设备及系统，并提供可体现对自然排水特征有影响的厂址地形图。

2.4.1.2 水域

本节应附图描述河流、湖泊、海滨的地理位置、大小、形状及其他水文特征，描述地下水环境对选址的影响，描述可能影响厂址的已有和规划建设的上、下游水利工程。应进行下述工作：

a) 列表说明相关流域；

b) 说明水利工程结构类型、所有附属物、营运单位、抗震设计准则和溢洪通道设计准则；

c) 提供相关水库水位库容特征参数表，水库短期和长期运行的库容分配。

本节应提供表示主要水文特征的区域地图。本节还应列出地表水用户名称、位置、地表水用户的取水口可能被事故释放污染物产生的不利影响。

2.4.2 洪水

2.4.2.1 洪水历史

本节应提供厂址区域主要历史洪水事件的日期、洪水位、洪峰流量及相关信息。洪水事件应考虑河流洪水、增水、假潮、海啸、溃坝、冰堵、滑坡导致的洪水及类似事件引起的洪水。

2.4.2.2 防洪设计考虑

本节应论述安全重要设施、系统和设备可承受洪水及洪水波浪的总体能力。应说明，对核动力厂安全重要部件和构筑物的洪水防护设计是如何基于不同假想始发事件引起的最高估算洪水位高度和洪水波浪影响进行考虑的。本节应论述包括由任意几个不同组合事件所引起的最高和最严重洪水位在内的任何可能洪水条件，是如何影响核动力厂安全重要部件和构筑物的设计防护水位基准的。

本节应讨论由河流、水库、邻近流域和厂址当地暴雨产生的可能洪水，包括：a) 来自河流洪水、风暴潮增水、假潮、河口地区风暴潮增水和河流洪水的组合、波浪作用及海啸的可能最大水位；b) 由上游或下游滑坡、溃坝或由水文、地震、地基扰动引起的大坝破口导致的核动力厂厂址最严重的洪水波。也应论证考虑风浪作用与可能的洪水位共同的叠加效应，并评价设计洪水在假想静态和动态作用条件下的防护水平。应概述所考虑的事件类型

以及控制事件或组合事件。

2.4.2.3 当地强降雨影响

本节应说明当地可能最大降雨对厂址临近排水区、厂址排水系统和构筑物屋面排水系统的影响（见 2.4.3.1）。应说明降雨强度和时间的关系，提供径流模型的特征，并估算当地暴雨导致的洪水位。应概述厂址排水设施的设计准则，并提供分析，以说明厂址排水设施的能力可防止当地可能最大降雨引起的安全重要设施的水淹。关于厂址排水系统，本节应提供足够详细的说明，以便审查人员开展下述活动：

- a) 独立审查降雨和径流对安全重要设施的影响；
- b) 判断设计准则是否适当；
- c) 独立审查由冰、碎屑或类似物质造成的厂址排水堵塞的可能性。

本节应提供厂址设施积冰影响的讨论，这些累积冰量可能与当地可能最大降水（冬季）同时发生，并会导致洪水或对安全重要设施的破坏。

2.4.3 溪流和江河中的可能最大洪水

本节应说明，作为溪流和河流上的可能最大洪水如何对厂址安全重要设施形成潜在危险。应概述可能最大洪水在不同河段造成的洪水水位。

2.4.3.1 可能最大降雨

本节应论证关于暴雨的形态（地区分布特征）、最大降雨量（包

括最大降雨过程和/或适用于该地区的研究，如参考国家气象局和水利部的测定)、时间分布、地形效应、暴雨中心、季节效应、前期降雨。应调查厂址区域包括实测气象资料及相关权威机构公开发表的成果，说明可能最大降雨的计算方法以及分析依据。应根据厂址所在位置的地表水文特征情况给出设计降雨时空分布情况，并将其作为安全分析报告 2.4.3.4 洪水流量计算的依据。

寒冷地区厂址还应说明前期积雪（积雪深度、含水量、地区分布）以及所有确定可能最大降水的融雪模型。

2.4.3.2 降雨量的损失

本节应说明流域的蓄水容量，包括考虑初始损失、渗透率和前期降雨等因素，并通过参考区域研究成果或当地暴雨的详细研究成果提出证据。

2.4.3.3 径流和河道模型

本节应说明流域对降雨的水文响应特征（比如单位流量过程线），利用历史洪水或洪水过程进行验证，确认非线性流域对大暴雨情形响应的方法。还应提供流域的子流域划分的说明（附地图），说明其大小和地形特征。应包括一张全流域的表格，并说明河道模型以及用其计算洪水能抬高到可能最大洪水的风险。本节应给出所有水库和水渠的假设、系数及其依据，并适当论述原始状态、排水工程（可控的和失控的），以及溢洪道（可控的和失控的）。

2.4.3.4 可能最大洪水流量

本节应提交厂址处由降雨（适当时包括融雪）产生的可能最大

洪水的径流过程线。应对可能最大洪水流量论证分析以下问题：可能最大降雨的位置和分布；已有的和拟建的处于上游或下游的水坝和河流构筑物的潜在影响；影响下游厂址的所有上游水坝抵御可能最大洪水以及受适当、一致的风力引起的增水、波浪、爬高共同作用的能力的分析和结论（参见 2.4.3.6）。如果水坝有可能破坏，则应考虑水坝最危险的破坏情况组合，包括位于厂址上游的水坝产生的多米诺型连续破坏，并绘出厂址处洪水过程线。在发生可能最大洪水期间，如考虑下游水坝破坏而导致厂址处洪水位降低这一有利因素，则需对下游水坝可能破坏这一结论提出证据。最后，应提供估计的厂址处可能最大洪水流量过程线图，以及当适用时，提供无上游水库影响的可能最大洪水过程线，以便作出水库对可能最大洪水估计影响的比较。

2.4.3.5 水位的确定

本节应说明如何利用（当可用时）河流横剖面及纵剖面高程数据、历史洪水的重现（考虑历史洪痕和洪水流量）、瞬时流量法、糙率、桥梁等其它水损因素、验证、可能最大洪水系数的外推、可能最大洪水水面横断面和洪水轮廓，从而将计算的可能最大洪水洪峰流量换算为水位标高。

本节应评估厂区内因降雨、越浪和排水顶托作用所导致的最大水淹深度，在 FSAR 阶段，应根据厂区实际工程布置情况，复核 PSAR 完成的水淹深度结果。

2.4.3.6 相应的风浪作用

本节应论述可能与可能最大洪水洪峰水位同时发生的风浪作用，包括波浪的生成、有效波高 $H_{1/3}$ （所有波的百分之三十三上分位的大波平均高度）、百分之一大波波高 $H_{1/100}$ （所有波的百分之一上分位的大波平均高度）、波浪爬高对安全重要设施所产生的静态、动态效应和越浪水淹影响。提供图例和分析来说明在确定波浪影响时已考虑了最严重情况。

2.4.4 潜在的溃坝事故

本节应说明，当地震引起上游及下游水控制构筑物破坏时，如何考虑厂址水文特征对核动力厂安全重要设施的任何潜在威胁。同时也应说明最严重的溃坝组合（多米诺式或者同时发生）造成的最大洪水对厂址的影响。

2.4.4.1 溃坝组合

本节应论证：坝的位置（包括上游和下游）、潜在的破坏形式、地震引起的最严重情况下的溃坝（包括洪水和低水位）（见 2.4.3.4）洪峰对相关安全设施所能造成的后果。本节应说明如何考虑可能的滑坡、地震事件前的水库蓄水位、基流洪水。同时应估算出合理可能发生的水坝最严重破坏（或组合破坏）情况下厂址处的洪峰流量，同时说明结论是最严重的组合事件作为依据，说明其所有系数、使用方法和其依据。还应考虑对核动力厂安全有影响的其他可能的并发事件，如河流被堵塞及水面漂浮物等。

2.4.4.2 溃坝的非稳定流分析

在确定溃坝对厂址的影响时（见 2.4.4.1），本节应说明所提出的

分析方法：a) 模拟溃坝洪水方法的参数是否是适当的、可接受的；b) 对洪水波通过破坏的下游水库是如何考虑的。在情况适合的地方，还应考虑洪水波浪引起的多米诺式的破坏作用。论述河流流量的估计值和溃坝洪水衰减的分析假定。论述被减弱的波浪在厂址上的静力和动力影响。

2.4.4.3 厂址处的水位

本节应说明最严重的上游溃坝的壅水、非稳定流以及用于估计洪水位的其他计算方法（见 2.4.4.1），并论述其证据和可靠性。按类似于 2.4.4.1 所述的方法将可能同时发生的风浪进行叠加。

2.4.5 可能最大风暴潮和假潮

2.4.5.1 可能最大风及其相关气象参数

本节应详细给出可能最大风的确定。应说明对这一地区实际历史风暴事件的分析，为反映比实际记录更严重的风所做的数据修改和外推，是建立在气象推理的基础上、是合理可行的。凡以前或在原有资料基础上完成上述内容者，则附一简要说明即可。应有充足的依据和资料以保证所提供的参数能代表最严重的情况组合。

2.4.5.2 风暴潮和假潮的水位

本节应提供风暴潮和假潮的历史相关数据，论证可能影响厂址的台风、锋面型风暴、移动胞线、风暴的机理。必须提供先前水位（10%超越概率高潮位，包括海水位的初始高度，或者是湖泊百年一遇的高水位），控制性风暴潮和假潮的确定（包括分析所采用的参数，

比如台风的中心气压强度、最大风速半径、风场范围、风速、路径和移速、底摩擦效应和历史事件的证据等), 说明水下地形、海岸线保护与安全重要设施, 详细说明使用的方法和模型, 证明所使用的模型和方法是成熟和可靠的, 采用台风期间实测气象、水文数据反演验证模型和方法的准确性, 在此基础上附图给出可能最大风暴潮水文计算结果。

2.4.5.3 波浪作用

本节应论证由风产生的波浪作用, 波浪可以单独发生, 也可以与风暴潮或假潮同时发生。气旋引起的可能最大台风浪应采用与2.4.5.2 风暴潮分析所采用的风压场相一致的风暴类型作为引起波浪的气象事件进行分析。应提供与水位过程线相一致的波浪周期、有效波高 $H_{1/3}$ 、百分之一大波波高 $H_{1/100}$ 等相关值。应提出关于最大破碎波高、位置、爬高的具体数据, 说明越浪对安全重要设施所产生的影响。应论述波浪对各个安全重要设施的影响并应包括抵御水静力和动力飞溅作用的保护措施。

2.4.5.4 共振

本节应论述在自然周期下波的震荡可能性, 诸如湖泊反射、港池共振现象, 以及对厂址产生的可能影响。

2.4.5.5 防护构筑物

本节应论述用于抵御风暴潮、假潮和波浪作用取水口护堤、排水渠和其他安全重要水工构筑物的位置和设计准则。

2.4.6 可能最大海啸灾害

对于可能受到海啸或类似海啸波浪影响的厂址，本节应说明历史海啸情况，包括有记录、解译和推断的历史海啸，这些为确定可能最大水位和地震产生海啸的机理提供信息。

2.4.6.1 可能最大海啸

本节应提供可能最大海啸的确定，包括在确定海啸产生机理时对可能的、合理的最严重的地震活动（这些活动可能是由于海底裂隙、断裂、滑坡，或火山活动引起）的考虑。应对用于确定潜在海啸源和产生机理的地震勘察进行描述，海啸源和海啸产生机理可以确定厂址处的最大海啸（包括近源和远源的海啸）。本节应说明厂址相对震中的方位、地震产生机理、海岸线形态、近海区域、水文条件、海岸稳定性（包括海岸倾向），要在分析中说明是如何考虑这些因素的。同时，对于内陆厂址存在山体滑坡引发类似海啸波和大尺度水域存在地震诱发海啸的情况，如果和厂址有关，也应该进行说明。

2.4.6.2 历史海啸记录

本节应提供当地和区域的历史海啸情况，包括任何有关的古海啸证据。

2.4.6.3 海啸源特征

本节应详细描述控制海啸发生的近场和远场地震，包括震源位置、震级大小、断层走向（如果可用）和可能最大位移。

2.4.6.4 海啸分析

本节应提供用于计算厂址处海啸波高度和周期的分析程序的全部说明。分析中采用的所有模型应详细加以说明，应说明基础理论模型、模型验证和所有输入参数的保守性。

2.4.6.5 海啸水位

本节应提供近源和远源产生的海啸波的最大和最小高度计算值。本节应描述环境水位，包括与海啸相一致的潮汐、海面异常和风浪。

2.4.6.6 海啸对水文、港池或防波堤的影响

本节应描述控制海啸的路径，包括破碎波的形式、涌潮的形成和估计的最大海啸爬高对安全重要设施带来的任何共振效应（自然频率和连续波效应）。本节应提供从离岸海啸发生处（或在深水中）海啸波向厂址的演进、前期条件两者的描述。必要时，提供用于重构历史海啸记录所采用的验证技术和系数。

2.4.6.7 对安全重要设施的影响

针对防御和缓解海啸影响的措施，本节应论述海啸对于安全重要设施影响和防御海啸的设计基准。

2.4.7 冰的影响

本节应描述潜在的冰的影响并按照相应的基准进行设计，以保护安全重要设施免受最严重的流冰雍塞洪水、风吹冰脊或者其他冰冻的影响和合理可能的作用力影响，上述作用和荷载是和邻近河流

与湖泊等的水体水位高低相关的，是可能发生的并可能影响安全重要设施。应考虑这类设施的位置、与结冰水域的距离，并应说明相关水域的区域性结冰和流冰阻塞的历史情况。本节还应描述厂址处潜在的流冰和固定冰，当冰导致蓄水设施库容减少时，应论述对安全重要构筑物、系统和部件的影响。

2.4.8 冷却水道和水库

本节应提供安全重要冷却水道和水库库容的设计基准和运行计划（见 2.4.11）。如果最终热阱或其他安全重要系统的水源需求来源于冷却水道或水库，他们依赖于周围的溪流，河流，河口，湖泊或大海，安全重要系统的冷却水的可靠性会受到低水位的影响，低水位可能由台风、假潮和海啸等原因引起。本节应说明水道和水库对于风浪、水流、堵塞物防护的设计依据，并说明（如适用）设施抵御诸如可能最大洪水或风暴潮增水等相关事件的能力。

应对水域中水生物种群活动状况进行调查分析，以确定某类水生物活动爆发对取水口设备的影响。说明包括对重大生物变化作出预报、监测、预警的机制，以及拟采用的导避、消杀、拦截、清理等措施。

应对取水构筑物及设备被水生物、漂浮物、沉积物、碎屑和结冰堵塞的可能性进行分析，以确保取水构筑物的位置和大小能够防止可能致使安全重要供水系统失效的堵塞情况。说明厂址附近地区历史泥沙淤积情况，分析不利水文气象事件对取水口及渠道泥沙淤积的影响，以确定是否需要采取缓解和预防措施来保护安全重要的设施。使用概率论和确定论方法分别对“最恶劣情况”进行估计。

在 FSAR 中，若冷却水渠道与 PSAR 阶段方案有差异，应重新评估对取水的影响。

2.4.9 河道改道

本节应论述与区域的地震、地质、地形和地热有关的上游河道改道或冷却水改线（例如由河道改道，河道裁弯取直、冰阻或河道冲刷下沉引起）的可能性。应提供地区河流改道和整治的历史情况，并论述对安全重要设施或供水产生不利影响的可能性。如果存在河道改道可能，应论述其他可用的安全重要替代冷却水源。

2.4.10 防洪要求

本节应说明所有类型洪水对每个安全重要设施的静力和动力影响。为确保安全设施能够经受住所有设计洪水状况，应提出所要求的设计基准，并在实施这些设计依据的安全分析报告其他章节中做出适当的说明。说明采用的各种防洪和拟实施的应急程序（如适用）。如可用，宜提供安全分析报告中讨论的核动力厂运行规程中的应急程序作为参考。

2.4.11 低水位的考虑

2.4.11.1 河流和溪流中的低流量

本节应估计和提供区域内可能出现最严重干旱导致河流的最低流量和水位的设计基准，这种低流量和水位可能影响安全重要设施的性能，特别是最终热阱。也应包括下游溃坝的考虑（见 2.4.4）。对于非安全重要的供水，应保证百年一遇干旱时也能满足需要。

2.4.11.2 风暴潮、假潮和海啸导致的低水位

当可能的极端气象事件或地震事件产生的风暴潮、假潮和海啸引起的低水位可能影响安全重要设施充分发挥其功能时，本节应确定这种低水位。包括对可能极端气象事件（其轨迹、相关参数及前期状态）的说明、计算的低水位，或者所采用海啸情况的说明。当适用时，应考虑冰的形成或低流量引起的冰堵，因为在这样的情况下，可能会影响到安全重要设施的冷却水源。

2.4.11.3 历史低水位

如果利用数理统计方法外推可能的最低流量和水位条件，应对历史最低流量和水位及相应概率（对原始数据和经历史、未来控制修正后使用的数据）进行讨论。

2.4.11.4 未来防治

考虑将来使用，如果出现的干旱情况可能影响到安全设施充分发挥功能，本节应估计在未来干旱条件下可用的水的流量，持续时间和可能的枯水位。为了保证核动力厂正常运行，提出增加流量所采取的措施。

2.4.11.5 核动力厂要求

本节应说明安全重要冷却水所需的最低流量，集水坑底标高和形状，设计运行的最低水位，水泵的浸没高度（运行水头）以及流出物的浸没，混合和弥散的设计基准。应对冷却水泵在百年一遇干旱情况下的供水能力进行论证。当对用水的申请有制度限制时，参

照安全分析报告 9.2.1, 9.2.5 和 10.4.5。

2.4.11.6 热阱的可靠性要求

本节应明确所有正常和紧急停堆的供水水源和有关蓄水和输送的系统。

本节应根据厂址特点, 比较最小流量和水位的估计值是否满足核动力厂的要求, 并说明某些可利用的低水位的安全因素(见 2.4.4 和 2.4.6)。应说明运行设计基准, 发生下列三种情况下的正常或应急停堆和冷停堆(或参考安全分析报告 9.2.5):

- a) 厂址发生最严重的自然灾害;
- b) 次严重现象的合理组合;
- c) 人工结构部件的单一故障。

本节应说明与最终热阱相关的所有结构在发生上述事件时的保护准则, 并应按照上述事件或情况确定所设计的有关水源、蓄水及输送。

本节应说明在即将发生低流量或低水位时, 设施有能力提供充分的警报, 以便在必要时转接到替代水源。应保守估计并确定热散失量和水的损失(如滴漏, 渗漏, 蒸发), 说明是否遵循及如何遵循导则 HAD102/08《核动力厂反应堆冷却剂系统及其有关系统的设计》; 如果不遵循, 应提供具体的替代方法并说明其适用的理由。

本节应识别并说明从最终热阱中取水作其他用途的情况, 如消防用水或系统供水等要求。如果使用相互连接的供水系统(如在湖或串联水库中开挖贮水池), 应充分说明当辅助系统失效时主要系统的使用能力。提供为防止由于泥沙淤积所导致水库容量减少所采取

的措施（挖泥或者其他维护方法），并说明其设计基准。

2.4.12 地下水

本节应提供所有的地下水数据，或引用安全分析报告 2.5.4 所提供的地下水资料。

2.4.12.1 厂址地下水利用

本节应说明区域和当地地下水的含水层性质、范围、补给来源和排泄以及核动力厂的地下水使用类型、井、泵、蓄水设施和流量要求。当采用地下水作为一个安全重要的水源时，其防护自然和事故现象的设计基准应与 HAD102/08 的要求相比较，本节应指出是否及如何遵循该要求，如不遵循，则应说明具体的替代方法，包括数据的依据及来源。

2.4.12.2 水源

本节应说明区域目前用水情况和未来的用水计划。列出现有用户的用水情况（数量、水位和高程、位置和水位下降）。列表或制图说明厂址和厂址附近地下水历史或承压水位动态变化。提供厂址下面和厂址附近地下水位或承压水位等高线图，以表明地下水流向和水力梯度。论述这些含水层的季节和长期变化。提供厂址下面每个有关地层的渗透系数（导水率）以及总孔隙度和有效孔隙度（给水度）的数值范围及其测试确定方法。论述由于核动力厂和地下水用户在局部地区抽水所导致地下水流向逆转的可能性。论述目前和计划取用厂址区地下水（井）对水力梯度、地下水位或承压水位的影响。说明核动力厂影响范围内的任何可能的

地下水补给区域，诸如湖泊或露头。

2.4.12.3 地下水渗流路径

本节应对厂址区释放的液态流出物在地下水中的关键的渗流路径提供保守分析，评价（如适用的地方）关系到目前和计划开采地下水用户的地下水环境的弥散、离子交换和稀释能力。本节应确定污染物到达临近的地下水用户和泉、湖泊、河流等水体的可能路径。确定地下水和放射性核素（当需要时）到最近地下水下游用户或地表水体的迁移时间。分析评价应包括全部的计算方法、数据来源、模型和使用的参数或系数，诸如沿着污染路径的扩散系数、弥散度、分配（吸附）系数、水力梯度、渗透系数、总空隙度、有效空隙度和体积密度等。

2.4.12.4 监测或安全防护要求

PSAR 阶段，本节应给出拟设的地下水观测井的位置，监测含水层的位置及深度。本节应提供并论述保护目前及预计的地下水用户的计划、程序、安全装置和监测大纲。FSAR 阶段，本节应根据地下水水位等水文地质参数，给出地下水防护方案。

2.4.12.5 与地下静水压力有关的厂址特征

a) 对不使用地下水永久排水系统的核动力厂，本节应描述以下厂址特征：运行最高地下水位；由地下水引起的、作用于安全重要构筑物、系统和部件的地下部分上的静水压力。还需论证这类厂址特征的发展趋势。凡施工期间排水对安全重要构筑物的完整性有重要作用的，需在 PSAR 阶段说明建设期间假定的地下水静水压力

的确定依据和达到这种压力所使用的排水方法。凡当为安全重要目的而设立水井时，应说明抵抗地震引起的压力波的水动力设计基准。

b) 对使用地下水永久排水系统的核动力厂，本节应提供以下信息。

- 1) 提供拟采用的排水设施系统的说明，包括标明拟建位置所影响的构筑物、部件、安全特征。应提供与水文相关的所有系统、部件的设计资料。当排水系统对安全是重要的，需提供其预期功能可靠性的论述，包括：类似拟建厂址条件下，拟建系统和部件与使用的可类比的现存系统和部件特性的比较。
- 2) 提供土壤和岩石的渗透系数、总孔隙度、有效孔隙度（给水度）、贮水系数以及用于排水系统设计的其它有关参数估算值及其依据。当有资料时，应提供施工开挖排水期间的抽水率与流态的监测结果。
- 3) 提供永久排水系统各部分中的地下水流量的估计值分析及其依据，水位下降影响的区域和在系统运行期间预计的潜水面形状。
- 4) 系统老化可能导致地下水位超过设计基准，应提供包括系统基准的分析，以便对系统的可用时间做出保守估计，减轻系统老化产生的后果。应证明可采取措施修复该系统，或提供另外一个替代的排水系统，该替代排水系统应在与厂址特征有关的最高地下水位被超过之前开始运行。

- 5) 对构筑物、系统及部件应提供厂址特征最高地下水位和正常运行地下水位。应说明厂址特征最高地下水位是如何考虑非正常和罕遇事件的(比如:极限安全地震的发生、循环水系统管道的破裂或者系统中的单一故障),而这些事件可能会引起永久排水系统的破坏或者超载。
- 6) 在任何设计基准事件中,假想关键的能动装置或部件的单一故障,除非能提出资料证明故障可能的后果的剂量指标不会超过核动力厂装载水、蒸汽和放射性废物的容器的安全分级和规范分级及 HAD102/02《核动力厂的抗震设计与鉴定》的有关规定。或者 i) 通过有关分析证明:在超过厂址特征最高地下水位之前,允许实施其他排水方式,论述实施的措施与需要的设备以及确定完成每项措施所需要的时间;或者 ii) 说明按所有严重的现象和事故来设计系统的所有部件。
- 7) 在需要时考虑的适当场合,提出需将保证系统能承受各种自然和事故现象的能力的依据制成文件,如地震、龙卷风、风暴潮、洪水和系统某个装置的单一故障(如冷却水贯穿件或控制安全重要的建筑物下地下水位的系统在靠近建筑物或其外墙下发生的故障)。也应提供拟建地下排水系统管道断裂后果的分析,包括位于排水系统建筑物中或靠近它的循环系统中的

管道直接由极限安全地震或其他事故引起的破裂的考虑。

- 8) 说明无地下排水系统时,核动力厂结构在各种负荷条件下所能容许的最高地下水位。
- 9) 提供核动力厂在排水施工中和在永久排水运行中的地下水位监测大纲的说明。应提供 i) 厂房的总平面布置图和剖面图,在剖面图上标明所安装的水压计和观测井的近似高程; ii) 计划的布置区域; iii) 压力计的类型(密封或开放的系统); iv) 过滤器和滤料级配的说明; v) 标明典型安装和过滤器及密封止水位置的图纸; vi) 观测计划(开始时间及连续读数的时间间隔); vii) 评价记录数据的计划; viii) 为保证报警装置的规划有足够时间进行校正。在 **PSAR** 阶段应提供包括时间进度在内的施工排水执行大纲和在 **FSAR** 阶段提供运行排水的地下水位监测大纲。
- 10) 提供关于出口流量监测大纲的资料,包括: i) 流量测量装置的总位置和类型; ii) 观测计划、确定系统中未预见的高或低流量的报警程序、流出物情况。应提供包括进度的出口流量监测大纲的执行大纲。
- 11) 说明如何将施工开挖期间收集的排水资料,用于实施和(或)证实设想的设计准则。
- 12) 当排水系统设计中存在未曾考虑的外部水源影响时,应提供相应技术规格书。这种情况的例子是:为修理

管道开挖密封材料导致地沟直接受到地表径流冲刷。另外，凡是安全重要的且不是完全冗余的，或不是为所有设计基准事件设计的永久排水系统，需提供技术说明书的各项依据，该说明书包括干预水平、修补工作和完成该项工作的估计时间、设备型号和其使用的电源以及所需的人力、在可能的不利条件下上述各项工作的有效性。

- 13) 凡为安全重要目的拟设的井，需论述防护地震引起的压力波的水动力设计准则。

2.4.13 放射性液态流出物事故排放对地下水和地表水的影响

当关系到目前或者未来可能的用水户时，本节应给出放射性液态流出物在假定事故泄漏的保守分析，并提供相应的模型及参数。描述地表水和地下水环境对放射性液态流出物具有的延迟、稀释、弥散或者富集的能力。论述用于确定稀释因子、弥散参数、流速、迁移时间、吸附、弥散途径的依据。地表水的位置和用户应在安全分析报告 2.4.1.2 中列表给出，释放点应在安全分析报告 11.2.3 中予以明确。

2.4.14 技术规格书和应急操作要求

本节应说明为减轻对安全重要设施的不利影响所设计的应急保护措施。论述将这些要求编进有关的技术规格书和应急程序所采取的方式，论述为减轻由于水文事件（比如洪水或最终热阱性能下降）导致的事故影响，而核动力厂停堆所需的技术规格书。如果需要采

用应急程序来满足水文事件相关的安全要求，应详细说明是何种水文事件、水位和应急响应时间。应指明需要采取的措施并论述完成每个步骤所需的时间。编写技术规格书时，需要注意以下细节：a) 根据安全分析报告先前水文章节中确定的控制性水文事件，来确定在这些事件中需要采取紧急行动的依据；b) 在控制性水文事件发生之前，为防御此事件所启动和完成应急程序所留有的时间窗口是否充足；c) 审评部门应审查与应急程序要求相关的技术规格书，以确保核动力厂足够安全，免受控制性水文事件的威胁。

2.5 地质、地震和岩土工程

本节应提供足够充分的关于厂址及其周边区域地震、地质特征的资料，以对拟定厂址进行恰当评价。包括评价厂址特定地震动反应谱和恰当的工程措施以应对拟定厂址处实际的或潜在的地质和地震作用。对安全分析报告 2.5.1–2.5.5 进行概述，应提供厂址的简洁描述、所进行的调查、调查结果、调查结论以及这些工作的承担单位。

本节应在 PSAR 阶段完成厂址地震动参数的确定和火山危险性评估等工作，对厂址地质、地震和岩土工程特征应给出详细和确定的描述。在 FSAR 中应全面反映 PSAR 审评过程中向国家核安全局做出的承诺。

2.5.1 地质和地震基础资料

在下述部分中应提供地质和地震基础资料，作为评价的基础。在某些情况下，在其他章节也需要使用这些资料。如果在相关章节

中充分相互参照，那么这些资料可以放在本节、之后的章节或作为这些章节的附录。

本节可以引用公开报告、地图、个人通讯或其他来源的资料。应对通过调查、地球物理勘探、钻孔、探槽或其它调查方式获得的资料，采用技术说明、柱状图、照片、实验室测试结果、主要调查者的证明等形式进行说明，连同其他必要的资料以说明参考资料的适当性。

2.5.1.1 区域地质

本节应论述厂址所在区域内所有的地质、地震、构造成因、非构造成因和人类活动引起的自然灾害。应提供厂址周边 150 公里或更大范围内的区域构造特征，重点为第四纪、构造地质学、地震学、古地震学、地貌、地形、地层、地质演化、火山的资料。本节应通过提供区域自然地理图、地表和近地表地质图、等厚线图、区域重力和航磁图、地层剖面、地质构造和结构图、断层图、地形图、矿产和油气开采区域图、钻探记录、航片、核动力厂设施平面布置切面图的方式，对沉降、洞穴、岩溶、异常风化条件、潜在滑坡进行论述、记录和图示。

本节应论述区域和厂址地貌特征之间的关系。应提供标识出厂址位置的区域地貌图。应标识出厂址周边区域的地质构造，如褶皱、断层、盆地、穹窿，并描述其地质演化。应在区域构造图中标识出厂址，并详细论述对厂址有显著意义的地质构造。应在安全分析报告 2.5.2 和 2.5.3 提供断层的详细分析，以确定其在厂址处产生地面运动的能力和引起地表破裂的可能性。

本节应描述厂址周边区域的岩石、地层、构造的地质情况，并说明与区域地质演化的关系。应提供地质剖面图以说明厂址区域与厂址局部地质条件的关系。本节应指出厂址所在的地质单元，及其与其他地质单元之间的关系，并在区域地质图中指出厂址位置，说明地表和基岩的地质条件。

2.5.1.2 厂区地质

本节应以恰当的详细程度，对厂址周边 25 公里，5 公里，1 公里范围内的厂址相关地质特征、地震条件、人类活动引起的环境变化进行描述。安全分析报告 2.5.4 可与本节提供的厂址地质资料相互参照。

本节应描述厂址的自然地理和当地地貌，论述区域和厂址自然地理的关系，并包括在厂址地形图上标识出核动力厂主要设施的位置。应描述地形特征和已发生的地质变化。本节应评价对厂址有显著意义的下述地带：实际存在滑坡或可能产生滑坡；地表或近地表沉降、隆起；自然作用引起的崩塌（如构造沉降、洞穴、岩溶）。

本节应描述重要的历史地震，包括古地震证据；也应描述近区域地震活动，包括历史记录和仪器记录的地震。

本节应描述厂址区详细的岩性和地层条件，及其与区域地层的联系，还应描述岩层的厚度、物理性质、成因、每个地层岩性单元的固结度，并给出地层柱状图。应提供地质评价中所用的测井、钻孔、开挖（如探槽）资料总结。这一部分内容可以引用安全分析报告 2.5.4 中的钻探记录。

本节应详细论述厂址附近的构造地质学特征，及其与区域构造

的关系，对厂址有显著影响的构造应给予特别关注，如褶皱、断层、向斜、背斜、穹窿、盆地。应提供厂址区的大比例尺地质图，标明基岩面等高线；厂址附近 5 公里范围内的大比例尺地质图，需标明地表地质条件和拟建核动力厂的位置。

本节应区分基岩出露区（据此推测地质解释）和盖层覆盖区。当地质解释与公开发表的关于该地区的地质文献有显著区别时，应标识出新结论并提供证据。应论述厂址的地质史，并与区域地质史联系起来。

本节应从工程地质的观点出发，评价当地地质特征对核动力厂构筑物的影响。应描述所有抗震 I 类构筑物、坝、堤、管道下面的详细地质情况，并描述地震期间场地的动力特性。应对剪切带、节理、裂隙、褶皱或这些组合的变形带进行鉴定，并评价变形带与地基的关系。应描述和评价突变带、异常风化剖面、构造软弱带、基岩中残余应力未释放区、可能由于矿物成分及不稳定的物理性质和化学性质引起的不稳定的岩土。应评价厂址范围内人类活动的影响，如开采或注入地下流体、矿产开采。

本节应详细描述对核动力厂有潜在危险的火山，并评估厂址火山危险性。

本节应描述厂址的地下水条件。这一部分资料可以参考安全分析报告 2.4.12。

2.5.2 振动地面运动

本节应描述建立地震动反应谱的准则和方法。

2.5.2.1 地震活动性

本节应提供一个完整的历史地震目录，该目录需包含对厂址周边区域产生过一定影响的所有历史地震，包括厂址周边 150 公里或更大范围内记录的所有震级不小于 1.0 级的地震。应提供该范围以外可能影响地震动反应谱的大地震。应提供区域比例的震中分布图。对每个地震，如果可能，应提供以下资料：震中位置、震源深度、日期、发震时刻、最大烈度、震级、地震矩、震源机制、震源规模、到厂址的距离、强烈运动记录，且应说明资料来源。此外，应说明震级分类指标，如 m_b 、 M_L 、 M_s 、 M_w 。应全面描述地震引起的地质灾害，如液化（包括史前地震的古地震证据）、滑坡、陆地膨胀、倾斜，其中包括估计强烈运动所造成的破坏水平以及所涉及的物质的物理性质。

2.5.2.2 厂址及区域的地质与构造特征

本节应鉴定每一个震源，只要这个震源的某些部分在厂址周边 150 公里范围以内。应描述每个震源的地质构造、构造演化、现在和过去的应力格局、地震活动性、重现规律、最大震级，用以区分不同的震源和在震源内发生过历史地震的特定范围。应论述从文献中导出的任何一种区域大地构造替代模型。本节报告中的论述应附一张区域的比例地图，图中标明震源区、震中、地质构造的位置、以及其他表征震源的特征。此外，应提供震源表，其内容包括最高震级、重现参数、震源到厂址距离范围，其他可替换的震源划分方案，显著的历史地震或史前地震的古地震证据。

2.5.2.3 地震活动与震源的关系

本节应提供安全分析报告 2.5.2.1 中论述的地震事件与 2.5.2.2 中论述的鉴定的震源之间的关系或联系。当震源或震源区可以合理地与地质构造联系起来时，应提供建立地质构造特征（包括地质和地球物理数据、地震活动性、大地构造演化史）与区域大地构造模型之间联系的理由。应论述震源定位方法，精度估计。应将涉及地震活动的地质构造跟地震构造分区中的其他面积进行详细比对。

2.5.2.4 设计基准地震动

本节应描述地震危险性确定性分析方法。应采用地震构造法进行地震危险性确定性分析。应划分地震构造区和确定弥散地震。应确定地震构造区内发震构造及其最大潜在地震。应利用适宜的地震动衰减关系确定厂址的地震动参数。应采用适宜的衰减关系，计算历史地震在厂址处的地震动参数。应取地震构造法和历史地震法结果中较大者作为地震危险性的确定性分析方法结果。

本节应描述概率地震危险性分析的前提假设和方法。应描述在概率地震危险性分析中如何使用厂址调查结果，以修正震源特征参数或构建另外的潜在震源区。应提供概率地震危险性分析中所使用的最小震级或其它地震动参数（如累积绝对加速度）的理由。应描述概率地震危险性分析中所采用的地震动衰减关系模型，包括每个模型的基本原理，不确定性的考虑、模型权重参数、震级转换关系、距离参数调整、不同频率模型参数。

本节应根据中国地震局最新的、已颁发实施的地震区划基础资料，结合最新工作成果，提供所在区域范围内潜在震源区划分方案，

给出地震活动性参数和震源深度，并进行相应描述，利用所采用的加速度衰减模型，给出厂址 50 年超越概率 10% 和年超越概率 1×10^{-4} 的基岩水平峰值加速度反应谱曲线，并进行不确定性校正。

本节应取地震危险性确定性分析方法和概率性分析方法中较大者作为地震危险性的结果，应给出厂址特定地震动参数。

2.5.2.5 厂址地震波传播特征

本节应描述场地响应分析，包括表征场地不确定性和变异特性的方法，提供厂址下伏每一岩层的下述物质特性：

- a) 厚度
- b) 地震压缩波和剪切波波速
- c) 容重
- d) 土壤物理力学性质指标和分类
- e) 剪切模量和阻尼随应力水平的变化
- f) 地下水水位及其变化

应说明确定这些性质所用的方法，包括每种性质的变异特性以及模拟变异特性的方法；提供剪切模量和阻尼的关系，包括厂址原位测试结果与模量和阻尼曲线的比较。根据概率地震危险性分析中所使用衰减关系的硬岩条件，描述地表至相应于该条件深度的场地物质性质。此外，应提供任何岩石非线性性质假设的理由。

本节应提供经过相应频率加速度值标定后控制地震的加速度反应谱。如果需要延展地震动衰减关系中定义的频率范围，应描述所采用的方法，应描述确定场地响应分析中所使用时程的方法，包括时程数据库。应以图形方式说明初始时程和最终时程，其中初始时

程来源于时程数据库，其反应谱与衰减关系计算的反应谱相匹配，最终时程的反应谱与标定后的控制地震反应谱相匹配。

本节应描述计算每个控制地震场地放大函数的方法，说明使用的计算机程序。此外，应以图形方式说明最终的场地转换函数，以表格形式描述 0.1-100 赫兹范围内的计算结果。

2.5.2.6 地震动反应谱

本节应描述确定水平向和垂直向地震动反应谱的方法。本节提交的地震动反应谱应包括足够数量的频率点（至少 25 个），以恰当地代表分别由近场和远场地震带来的危险。应提供垂直向与水平向反应谱的比值（V/H），用来通过水平向地震动反应谱确定垂直向地震动反应谱。

本节应给出水平向和垂直向地震动反应谱的图示。此外，应以表格形式提供水平向地震动反应谱、垂直向地震动反应谱、V/H 值。

2.5.3 地表断裂

本节应提供资料描述是否存在可能影响厂址的地表形变。还应搜集资料以描述厂址附近完成的详细的地表和地下的地质、地震及地球物理调查。

2.5.3.1 地质、地震和地球物理调查

本节应对采用的第四纪地质学、构造地质学、地层学、地质年代学等方法以及厂址的古地震历史和地质历史进行描述，还应说明厂址及厂址附近地区的岩性、地层及构造地质条件，其中包括它的地质历史。应该提供按适当比例绘制的厂址及区域的地质图和剖面

图，以清楚地说明核动力厂的地表地质和基岩地质、构造地质、地形地貌以及核动力厂安全重要建（构）筑物地基与这些特征的关系。

2.5.3.2 地表变形的地质证据或无断层的证据

本节应提供充分的地表和地下资料，并为详细的调查所证实，以确定不存在地表构造形变（例如断层活动），或者假如地表形变存在，说明最近一次位移以及前一次位移发生的年代。如果厂址附近存在构造形变，应确定位移的几何形态、位移量和方向、再发率以及最近一次移动的年代。除了能指出断层活动的地质证据之外，还应通过地形图、高空和低空航空摄影、卫星图像及其它图像资料，对断层的线性特征提供文件证明。

2.5.3.3 地震与能动构造源的关系

本节应提供对厂址 25 公里之内所有历史记载地震的震源精度和震源区评价结果，并对所有能动构造源（其方向可能延伸到厂址 5 公里）之内的导致地表变形的可能性提供评价结果。另外，还应提供能指明当地能动构造的地震震中位置图。

2.5.3.4 地表变形的最近年代

本节应提供对任一部分位于距厂址 5 公里范围内的已查明的断层或与隐伏断层相连的褶皱的调查结果。还应提供对最近一次运动年代的估计，并鉴别上一次位移的地质证据。应对所用的地质和地球物理技术进行描述，还应对所提供的每次调查所用勘测技术的灵敏度和分辨力进行评价。

2.5.3.5 厂址区地质构造与区域地质构造之间的关系

本节应对构造和厂址区断裂或其它构造形变与区域构造框架之间的总体关系给予论述。在活动构造区域，应对所做的详细的地质和地球物理勘察进行论述，以弄清厂址地区断层与已知具有地震活动性的区域断层之间的构造联系。

2.5.3.6 能动构造源的描述

对厂址 5 公里之内的所有能动构造源（例如断层或与隐伏断层相连的褶皱），本节应给出几何特征、长度、运动方向、总的错动距离、每次事件的错动距离、最近的以及任何先前的位移发生的年代、重现期以及断裂带的范围。

2.5.3.7 厂址地区第四系变形地带的描述

本节应说明需要详细调查断裂带的长度和宽度足以包含所有对厂址有影响的第四系变形地带。

2.5.3.8 厂址地表构造形变的可能性

当厂址位于需要对断裂作详细调查的地带，本节应给出调查的详细说明和成果，以证明没有影响核动力厂安全重要设施的地质灾害。资料可采用下列形式给出：钻探记录、详细的地质图、地球物理勘探资料、探槽图和记录、遥感资料、地震折射波和反射波资料。

2.5.4 地下物质和基础的稳定性

本节应提供在静态和动态条件下，可能会影响核动力厂的与岩土特性及稳定性有关的资料。应对可能影响核动力厂结构或基础的

厂址条件及地质特征进行评价。可与安全分析报告其它章节的资料相互参照，不必重复。

2.5.4.1 地质特征

本节应描述厂址区的地形地貌、地层岩性、地质构造和不良地质作用等地质特征，包括：

a) 地形地貌：厂址区地形地势和地貌类型，包括厂址区地形标高情况等；

b) 地层岩性：厂址区各岩土层的成因、时代、特征、分布及岩土层分层编号等；

c) 地质构造：厂址区褶皱、断层、层理、片理和节理等地质构造的特征及分布，包括其产状、发育规模、延伸长度和破碎带特征等，分析评价对地基稳定性和均匀性的影响；

d) 不良地质作用：厂址区可能的不良地质作用，包括滑坡、泥石流、采空区、岩溶、塌陷等，分析其对场地、地基稳定性和均匀性的影响。

e) 地质编录成果：在 FSAR 中，应提供安全重要建（构）筑物基坑的地层岩性、地质构造、岩土体工程地质特征、地下水、不良地质作用等。

本节应提供厂址区工程地质测绘图件、典型工程地质剖面图、工程地质切面图、钻孔柱状图、基坑负挖平面图、地质编录图等主要图件，在平面图中需标示核动力厂总平面布置方案，剖面图中需清晰地标示出主要厂房位置及基础底面标高。

2.5.4.2 地下物质特性

本节应说明岩土取样原则，给出采用的室内试验和原位测试完成的试验工作量，对重要的试验宜进行详细描述，宜给出主要的试验成果图表。

结合原位测试和室内试验等成果，提供地基土和岩石的物理力学性质参数，并对其工程特性进行分析评价，包括：

a) 地基岩土物理力学性质：根据原位测试和室内试验结果，给出厂址区主要地基土和岩石的物理和静、动态力学性质参数，并给出相应的统计分析图表，说明取值依据，并对数据的合理性和可靠性进行分析说明；

b) 地基岩土体工程性质：对地基岩土体的主要工程特性进行分析描述，包括地基土压缩性、固结性质、抗剪强度和地基承载力等，岩石坚硬程度、风化特性、结构特征、岩体完整性、岩体质量和地基承载力等。

本节应对岩土参数进行可靠性分析，包括取样、试验和测试方法，计算指标的确定，参数的统计方法以及承担测试、试验单位的资质等。

本节应给出安全重要建（构）筑物的地基设计参数建议值，包括密度、静态和动态参数以及地基承载力，说明地基设计参数建议值的取值依据。

2.5.4.3 勘探

本节应对厂址区的岩土工程勘察工作布置原则、所遵循的标准

规范和勘察试验方案进行详细描述，并按工程地质测绘、工程地质钻探、地球物理勘探、原位测试和室内试验、基坑地质编录等分别说明各项勘察试验工作的方法和工作量等。对勘察成果质量进行分析评价，重点论述勘察工作对厂址区岩土工程条件的控制性。应提供厂址区勘探工作平面布置图、勘察工作量汇总表和勘探点数据一览表等图表资料。

2.5.4.4 地球物理勘探

本节应对采用的地球物理勘探（包括电法勘探、磁法勘探、地震勘探、声波测井、单孔检层测试和跨孔波速测试等）的方法、测试仪器及测试成果进行详细分析说明，并给出主要图表。

2.5.4.5 开挖与回填

a) 开挖：描述场地平整工作、地基开挖涉及的主要建（构）筑物等，说明开挖方式及安全影响、地基开挖放坡原则及基坑保护、开挖过程中对地下水的控制等。

b) 回填：说明拟采用回填材料的来源和数量、试填计划和填筑规定。在 FSAR 中应说明回填类型、试填结果及对回填层的检验。

本节应提供安全重要建（构）筑物开挖、回填及放坡的范围（水平向和垂直向），应在总平面图、地质剖面图上标示开挖、回填的位置和边界。

2.5.4.6 地下水条件

本节应描述厂址区水文地质条件，包括厂址区含水岩组性质，地下水类型，地下水位，地下水补给、径流和排泄条件，水文地质

单元与水力联系；厂址区水文地质试验及水文地质参数；地下水化学性质及对建筑材料的腐蚀性；地下水开发利用情况等。

本节应说明控制地下水水位的设计准则、建造期间的排水要求以及潜在沉降危险，给出岩土体渗透性试验资料，分析评价地下水对安全重要建（构）筑物稳定性的安全影响。

2.5.4.7 岩土对动荷载的响应

应说明安全重要建（构）筑物地基的动态参数的选择。

岩土层与结构相互作用的分析与 3.7.2 互相参照。

2.5.4.8 液化可能性

当规划的安全重要建（构）筑物处及其附近存在可能液化的土层时，应对厂址发生地基土液化的可能性进行分析评价。

2.5.4.9 厂址地震特性

本节应对运行安全地震和极限安全地震进行简要说明，包括引用 2.5.2 的内容。

2.5.4.10 静态稳定性

本节应分析说明静态载荷工况下安全重要建（构）筑物的地基稳定性，包括静态设计参数、地基回弹、地基沉降、承载能力和稳定性。

2.5.4.11 设计准则

本节应说明安全重要建（构）筑物地基稳定性分析的设计准则

和设计方法。对每个分析中的安全系数、假设条件和保守性进行说明。

2.5.4.12 改良地下条件的技术

当安全重要建（构）筑物采用天然地基不满足要求而需要对地基进行处理和改良时，本节应提出拟采用的地基处理和改良方法，对地基处理和改良的范围、深度和可行性进行分析论证，应对处理和改良后地基的承载力（包括软弱下卧层地基承载力）、变形和稳定性进行分析评价。必要时，应对处理后的地基进行场地地震反应分析或土结相互作用分析。

2.5.4.13 地下仪器仪表装置

本节应说明安全重要建（构）筑物基础设置沉降变形监测点的类型、位置、目的及监测计划。

在 FSAR 中，应提供监测结果并进行分析。

2.5.4.14 施工注意事项

本节应说明重要的施工问题。

在 FSAR 中，应对安全重要建（构）筑物的地基基础相关施工图或施工程序所作的重要改动进行说明。

2.5.5 边坡稳定性

本节应提供自然边坡和人工边坡的静态、动态稳定性资料，分析评价厂址条件、地质特征、边坡岩土体的工程性质。与厂址条件、地质特征、岩土体的工程地质性质和设计准则相关的资料应与 2.5.4

保持一致，适当时可互相参照。人工边坡的稳定性评价应包括汇总的数据、建造程序、试验记录、仪器检测等内容。

2.5.5.1 边坡特征

本节应说明边坡的特性和地质特征，包括地形地貌、地层岩性、地质构造、地下水条件、岩体风化程度、结构特征及岩体质量等级。

本节应说明取样方法，并结合原位测试和室内试验等成果说明边坡岩土体的静力、动力工程性质。

本节应说明勘探计划、勘察的类型、数量、范围和目的。

本节应提供平面示意图（标明边坡界限、与核动力厂设施的关系和方位、台阶、挡土墙和护坡）、勘探点平面布置图、工程地质剖面图等。

2.5.5.2 设计准则和分析

本节应说明与抗震 I、II 类物项相关的边坡的设计准则，并进行静态和动态的稳定性分析。说明采用的静态和动态分析方法及原因、强度假设、作用力和破坏面类型，列表给出稳定性分析的结果（安全系数）。

本节应提供边坡稳定性分析的剖面图，标注假定的破坏面。

本节应说明边坡稳定性分析所使用的计算机软件。

2.5.5.3 钻探记录

本节应给出边坡的钻探、坑探和槽探的记录，包括高程、深度、岩土分类、地下水位、勘探和取样方法、勘探孔回填、岩石质量指标和标准贯入试验击数等。

本节应说明钻孔和取样记录，并在记录中标明取样位置。

2.5.5.4 夯填

本节应提供关于填筑边坡岩土体的材料、填筑和压实规程的资料。应说明计划的施工程序和对土方工程的控制。应说明建造期间和竣工后的质量控制技术和文件，并参照安全分析报告第 17 章质量保证有关章节的内容。

2.5.6 堤和坝

本节应包括用于核动力厂防洪和贮存运行所需冷却水的安全重要堤和坝的调查、工程设计、建造计划和功能的资料。

2.5.6.1 概况

本节应说明堤和坝的地理位置、地形地貌、组成、结构设计、布置方案、抗震标准。说明在厂址内选择堤和坝位置的理由。应提供总平面布置图。

2.5.6.2 勘探

本节应对堤和坝区域的岩土工程勘察工作布置原则、所遵循的标准规范和勘察试验方案进行详细描述，并按工程地质测绘、工程地质钻探、地球物理勘探、原位测试和室内试验等分别说明各项勘察试验工作的方法和工作量等。对勘察成果质量进行分析评价，重点论述勘察工作对堤和坝区域岩土工程条件的控制性。应提供堤和坝区域勘探工作平面布置图、勘察工作量汇总表和勘探点数据一览表等图表资料。

2.5.6.3 工程地质条件

本节应说明堤和坝区域的地形地貌、地层岩性、地质构造和不良地质作用等地质特征，结合原位测试和室内试验等成果，提供地基土和岩石的物理力学性质参数，给出地基设计参数建议值，并对其工程特性进行分析评价。

本节应提供堤和坝区域工程地质测绘图件、典型工程地质剖面图、钻孔柱状图等主要图件，在平面图中需标示堤和坝的总平面布置方案，剖面图中需标示出堤和坝的位置及基础底面标高。

2.5.6.4 夯填

本节应提供堤坝的一般特征，包括高度、边坡、分区、材料性质（包括取土和地基）、材料来源以及堤坝中材料的位置和用途。应提出护坡设计、材料性质和填筑方法。论述固结试验的结果、堤坝的沉降和超筑。

本节应提供在实验室试样上和在原位试验填土上夯实试验结果，以及为地基平整与防护和填土填筑所规定的野外控制，包括材料要求、填筑状况、含水量控制和夯实等。还应论述填土表面的保护要求和施工过程中的堆料、拟采用的夯实设备和任何需要的特殊填筑工作。FSAR 应提供有关地基平整规程、材料规格和填筑要求的文件。重要的或特殊的施工活动和问题亦应在 FSAR 中说明。

2.5.6.5 稳定性分析

对地基和堤坝材料，应根据其种类，描述所进行的剪切试验、剪切试验的数据结果、选择设计强度、选择边坡稳定分析方法的理

由和为所建堤坝而作的设计分析结果。

2.5.6.6 性能监测和施工情况 (FSAR)

本节应说明仪表装置的总布置和每组仪表的用途以及仪表的不同类型、特殊的仪表、仪表安装的重要细节。应提供用仪表定期监测的计划和堤坝及附属结构的定期检查计划。

本节应提供重要的堤坝施工史。说明在施工期间对设计或施工程序所必须作出的变更。

2.6 法规标准清单

本节应提供本章实际使用的法律、法规、标准、规范、技术见解等的清单，如果某些法规标准只使用了其中的一部分，也应在列表中说明。