

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50663 - 2011

核电厂工程水文技术规范

Technical code for engineering hydrology
for nuclear power plant

2011 - 02 - 18 发布

2012 - 03 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

核电厂工程水文技术规范

Technical code for engineering hydrology
for nuclear power plant

GB/T 50663 - 2011

主编部门：中 国 电 力 企 业 联 合 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 2 年 3 月 1 日

中国计划出版社

2012 北 京

中华人民共和国国家标准
核电厂工程水文技术规范

GB/T 50663-2011

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

850×1168毫米 1/32 4印张 100千字

2012年2月第1版 2012年2月第1次印刷

印数1—4000册

☆

统一书号:1580177·726

定价:24.00元

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 944 号

关于发布国家标准 《核电厂工程水文技术规范》的公告

现批准《核电厂工程水文技术规范》为国家标准,编号为 GB/T 50663—2011,自 2012 年 3 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一一年二月十八日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2007〕126 号)的要求,由电力规划设计总院会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,开展了多项专题研究,调查总结了国内外核电工程水文工作的经验教训,采纳了核电工程水文专业的新近科研成果,并在全国范围内广泛征求了设计、勘测、科研和水利、海洋主管部门的意见,经反复讨论、修改完善,最后经审查定稿。

本规范共分 9 章,主要内容包括:总则、术语、水文查勘、设计基准洪水、设计基准低水位、水源、泥沙与岸滩稳定性、水文观测及专用站、核电厂工程水文各阶段内容与要求。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,由中国电力企业联合会标准化中心负责日常管理,由电力规划设计总院负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,注意积累资料,随时将意见或建议反馈给电力规划设计总院(地址:北京市西城区安德路 65 号,邮政编码:100120),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 电力规划设计总院

参 编 单 位: 中国电力工程顾问集团华东电力设计院

广东省电力设计研究院

中国电力工程顾问集团东北电力设计院

中国电力工程顾问集团华北电力设计院工程有
限公司

中国电力工程顾问集团西南电力设计院

国家核电技术公司山东电力工程咨询院
中国核电工程有限公司

主要起草人：朱京兴 戴有信 姚 鹏 秦学林 梁水林
卢晓东 胡长权 晋明红 吕志锋 连 捷
欧子春 李 舜 王起峰 谷洪钦 苏义全
宋建军

主要审查人：王喜年 黄本胜 张爱玲 王健国 齐兵强
李武全 赵学民 徐高洪 苗艳红 汤立群
廖康明 李卫林 饶贞祥

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 水文查勘	(3)
3.1 一般规定	(3)
3.2 风暴潮、海啸、波浪查勘	(3)
3.3 陆域洪水查勘	(4)
3.4 枯水查勘	(5)
3.5 水资源调查	(6)
3.6 岸滩演变查勘	(8)
3.7 冰情查勘	(8)
4 设计基准洪水	(10)
4.1 一般规定	(10)
4.2 天文潮高潮位	(10)
4.3 海平面异常	(11)
4.4 风暴增水	(11)
4.5 假潮增水	(13)
4.6 海啸或湖涌增水	(13)
4.7 径流洪水	(14)
4.8 溃坝洪水	(16)
4.9 波浪的影响	(17)
4.10 潜在自然因素引发的洪水	(19)
4.11 人类活动对洪水的影响	(20)
4.12 小流域暴雨洪水	(20)
4.13 内涝	(21)

4.14	洪水事件的组合分析	(22)
5	设计基准低水位	(25)
5.1	一般规定	(25)
5.2	天文潮低潮位	(25)
5.3	风暴减水	(25)
5.4	假潮减水	(26)
5.5	海啸或湖涌减水	(26)
5.6	波浪的影响	(26)
5.7	河流水库湖泊的枯水	(26)
5.8	潜在自然因素引发的枯水	(27)
5.9	人类活动对枯水的影响	(27)
5.10	枯水事件的组合分析	(28)
6	水源	(29)
6.1	一般规定	(29)
6.2	天然河流	(29)
6.3	水库或闸上	(30)
6.4	闸、坝下游河流	(31)
6.5	河网化地区河流	(31)
6.6	湖泊	(32)
6.7	海洋	(32)
6.8	人类活动对水源的影响	(33)
6.9	水温、泥沙、水质、盐度	(33)
7	泥沙与岸滩稳定性	(35)
7.1	一般规定	(35)
7.2	水流、泥沙特性	(36)
7.3	水流运动的模拟	(36)
7.4	厂址设计岸段河床演变	(37)
7.5	厂址设计岸段海床演变	(38)
7.6	人类活动对岸滩稳定性的影响	(40)

7.7 取排水条件分析	(41)
8 水文观测及专用站	(42)
8.1 一般规定	(42)
8.2 滨海、潮汐河口水文测验	(42)
8.3 河流水文测验	(43)
8.4 海洋水文站	(44)
8.5 陆地水文站	(44)
9 核电厂工程水文各阶段内容与要求	(45)
9.1 一般规定	(45)
9.2 厂址查勘阶段	(45)
9.3 初步可行性研究阶段	(46)
9.4 可行性研究阶段	(49)
9.5 初步设计阶段	(53)
9.6 施工图设计阶段	(53)
本规范用词说明	(54)
引用标准名录	(55)
附:条文说明	(57)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Hydrologic survey	(3)
3.1	General requirement	(3)
3.2	Storm surge, tsunami and wave survey	(3)
3.3	Land flood survey	(4)
3.4	Low-water survey	(5)
3.5	Water resources survey	(6)
3.6	Beach change survey	(8)
3.7	Ice regime survey	(8)
4	Design basis flood	(10)
4.1	General requirement	(10)
4.2	High astronomic tide	(10)
4.3	Sea level normality	(11)
4.4	Storm surge	(11)
4.5	Lake seiche	(13)
4.6	Tsunami or lake surge	(13)
4.7	Run-off flood	(14)
4.8	Dam-break flood	(16)
4.9	Wave impact	(17)
4.10	Flood caused by potential natural factors	(19)
4.11	Impact of human activities on flood	(20)
4.12	Design flood of small basin	(20)
4.13	Surface waterlogging	(21)

4.14	Combinational analysis of flood event	(22)
5	Design basic low water level	(25)
5.1	General requirement	(25)
5.2	Low astronomic tide	(25)
5.3	Negative of storm surge	(25)
5.4	Negative of lake seiche	(26)
5.5	Negative of tsunami or lake surge	(26)
5.6	Wave impact	(26)
5.7	River, reservoir and lake low-flow	(26)
5.8	Low-flow caused by potential natural factors	(27)
5.9	Impact of human activities on low-flow	(27)
5.10	Combinatorial analysis of low-flow event	(28)
6	Water source	(29)
6.1	General requirement	(29)
6.2	Natural river	(29)
6.3	Upstream of reservoir or sluice	(30)
6.4	Downstream of reservoir or sluice	(31)
6.5	River network	(31)
6.6	Lake	(32)
6.7	Sea	(32)
6.8	Impact of human activities on water source	(33)
6.9	Water temperature, sediment, water quality and salinity	(33)
7	Sediment and beach stability	(35)
7.1	General requirement	(35)
7.2	Characteristics of water flow and sediment	(36)
7.3	Simulation of water flow movement	(36)
7.4	River bed change	(37)
7.5	Seabed change	(38)

7.6	Impact of human activities on beach stability	(40)
7.7	CCW intake and discharge condition analysis	(41)
8	Hydrological observation and representative station	(42)
8.1	General requirement	(42)
8.2	Hydrometry of coastal and tidal estuary	(42)
8.3	Hydrometry for river	(43)
8.4	Marine hydrological hydrometric station	(44)
8.5	Land hydrological station	(44)
9	Contents and requirements at each stages of NPS	(45)
9.1	General requirement	(45)
9.2	Site investigation stage	(45)
9.3	Preliminary feasibility study stage	(46)
9.4	Feasibility study stage	(49)
9.5	Basic design stage	(53)
9.6	Detail design stage	(53)
	Explanation of wording in this code	(54)
	List of quoted standards	(55)
	Addition: Explanation of provisions	(57)

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家有关核电厂建设的法律、法规和技术经济政策,满足核电厂工程设计建造和运行的安全要求,统一核电厂工程水文勘测、分析与计算的内容、方法、深度和技术要求,保证核电厂工程水文勘测设计技术水平和质量,做到安全适用、技术先进、经济合理,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于各种反应堆型的陆地固定式商用核电厂工程的供水水源、厂址防洪、河床演变与岸滩稳定性等的水文勘测、分析与计算工作。

1.0.3 核电厂工程水文勘测、分析与计算应以当地实测水文资料和调查资料为主要依据。实测资料短缺时,可选择邻近或相似流域的实测资料作为参证,但应分析参证站资料对于工程点的代表性;必要时,应在工程点附近设立观测站,观测项目、内容、方法、周期应根据核电厂水文勘测的特点和要求进行。

1.0.4 核电厂工程水文勘测、分析与计算所采用的基础水文资料,应进行可靠性、一致性和代表性分析。计算与分析过程中的方法选择、参数率定应根据当地水文及相关条件进行,并应保证计算与分析成果的安全性、合理性。

1.0.5 在核电厂建造与运行阶段,当遭遇历史罕见水文事件时,设计单位应及时查勘、搜集相关资料,对原计算成果应进行复核,必要时应修正原计算成果,并应会同相关人员提出对策措施。

1.0.6 核电厂工程的水文勘测、分析与计算,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 核安全 nuclear safety

完成正确的运行工况、事故预防或缓解事故后果从而实现保护厂区人员、公众和环境免遭过量辐射危害。

2.0.2 安全系统 safety system

安全上重要的系统,用于保证反应堆安全停堆、从堆芯排出余热或限制预计运行事件和事故工况的后果。

2.0.3 设计基准 design basis

为达到核安全重要物项设计标准确定的设计参数值。

2.0.4 确定论法 deterministic method

大部分参数及其数值均可用数学方法确定,并可由物理关系阐明的一种方法。

2.0.5 概率论法 probabilistic method

采用概率分布模型分析水文要素序列,推求设计参数的方法。

2.0.6 设计基准洪水 design basis flood

为确定核电厂设计基准而选定的洪水。

2.0.7 余热 residual heat

放射性衰变和停堆后裂变所产生的热量以及积存在反应堆结构材料中和传热介质中的热量总和。

2.0.8 最终热阱 final heat sink

接受核电厂所排出余热的大气或水体,或大气和水体的组合。

2.0.9 水文查勘 hydrologic survey

为掌握基础水文资料而进行的现场搜资、踏勘、调查、测量等工作。

3 水文查勘

3.1 一般规定

3.1.1 核电厂工程水文工作应首先开展现场水文查勘,无论工程地点有无水文实测资料均应开展此项工作。

3.1.2 水文查勘前应根据工程任务,明确查勘的目的与要求,确定工作范围及内容,制订查勘内容和搜集资料清单。

3.1.3 水文查勘工作应通过现场踏勘、调查访问、必要的水文测验及向当地水利(水务)、海洋、规划、环境、交通等部门搜集各种现状、规划资料等方式,查清有关水文要素的变化特性。

3.1.4 水文查勘的主要内容应包括洪水、淡水水源、河(海)岸(床)的冲淤变化、滑坡、崩岸、泥石流、潮汐、波浪、海流、泥沙、水温、风暴潮、假潮、海啸、暴雨、冰情、积雪及其他对工程可能有影响项目的调查。

3.1.5 陆域洪、枯水查勘的测量工作,应包括纵断面、横断面、洪(枯)痕高程、测时水面线、河底深泓线或主槽纵坡。测量范围应包括整个查勘河段,其测点分布应能控制水面线和河道断面变化。

海域查勘的测量工作,应包括高(低)潮位痕迹、测时潮位、岸线变化点高程。测量范围应包括整个调查海域。

3.1.6 现场查勘应有完整的当场记录,查勘资料应在现场整理分析并进行合理性检查,发现问题应及时复查纠正。查勘结束后应编写报告或说明书。

3.2 风暴潮、海啸、波浪查勘

3.2.1 风暴潮、海啸查勘的内容应包括风速、风向、潮位、地震、波浪、降雨等情况,以及其发生时间、过程和建(构)筑物破坏情况。

3.2.2 风暴潮、海啸查勘尚应搜集当地特大风暴潮或海啸历史文献记载、当地风暴潮或海啸影响调查分析与报告。

3.2.3 现场查勘指认风暴潮或海啸水痕位置时,应有旁证,并宜在不受波浪影响的静水区寻找潮痕,应注意分析判断潮痕受到波浪影响而导致偏高的可能性。

3.2.4 波浪查勘应在搜集工程点附近大风和波浪资料的基础上,了解历史上较大波浪的波高、波向、发生时间、原因、持续时间、当时风况及波浪的破坏情况等。

3.2.5 对于查勘到的波浪资料,应结合大风资料分析估计其重现期,并应判断波浪是否破碎。

3.2.6 风暴潮、海啸、波浪等查勘成果应结合有关历史文献印证其可靠性、合理性。

3.3 陆域洪水查勘

3.3.1 陆域洪水查勘应搜集流域水系图、流域及调查河段的地形图,流域的自然地理特征、区域内水体的位置和水文特性、暴雨和洪水的特性及其成因、历史暴雨洪水文献记载、洪水调查报告、水文站资料,流域与河道的现状及规划资料,涉水工程勘测设计资料、施工建造的质量状况、有关安全和运行资料,河流结冰期、流冰期、开河方式、冰坝与冰塞分布范围及持续时间等资料。

3.3.2 洪水查勘应在工程点上、下游进行,必要时应在干、支流或更大范围内进行。

3.3.3 查勘河段应选择河道较顺直,河床较稳定,控制条件良好,没有较大的支流汇入,无回水、分流与壅水现象,河床质组成与岸边植被情况较一致的河段。

3.3.4 洪水查勘应着重调查各次特大洪水发生的时间及相应的重现期、洪水痕迹、洪水过程、断面冲淤变化、河床糙率,洪水时的雨情、水情与灾情等;同时应查明洪水来源与成因、主流方向、漂流物,有无漫流、分流、决口、死水,以及流域自然条件与河道有无重

大变化等情况,应区分径流洪水与其他原因引起溃坝洪水的情况。

3.3.5 洪水查勘宜选择老居民点和洪痕较多的河段。同一次洪水调查,应在沿程至少查得三个以上可靠或较可靠的、有代表性的洪痕点,并应检查洪痕的合理性。在荒僻地区,可通过河流淤积物、洪水冲刷痕迹和洪水对两岸生化作用的标志判别洪痕。

3.3.6 平原地区洪水调查应侧重河网水系特性、历史涝灾情况、当地防洪与治涝工程的现状和规划。

3.4 枯水查勘

3.4.1 在现场查勘前应搜集流域水系图、流域及调查河段的地形图,水文站资料,流域干旱、枯水特性及其补给来源,有关历史文献、文物、枯水查勘报告,工农(牧)业、城市、生态环境用水的现状 & 规划,水利工程现状及规划、运行调度方案等资料。

3.4.2 历史枯水查勘应了解各次特小枯水发生时间、成因、持续时间及相应的重现期,枯水位标志与水深,枯水(干旱)分布范围,枯水补给来源,枯水时的灾情与水流状况,干旱过程与连续干旱情况,人类活动的影响,河床质组成与断面情况,主河槽变动情况,河床及河岸的冲刷淤积情况等。

3.4.3 历史枯水查勘宜在枯水期进行,在非枯水期查勘的成果应在枯水期进行复查。应特别注意灌溉等地表水回归水量的调查,并应了解断流现象是否存在。

3.4.4 历史枯水查勘的上、下游范围应根据查明枯水水情与推算枯水调查流量的需要确定。必要时应对相邻流域河流的特小枯水进行查勘,并应进行对比分析。

3.4.5 枯水查勘河段应选择枯痕易调查、河道较顺直、水流稳定、冲淤变化不大、控制良好及人类活动影响较小的河段进行。

3.4.6 历史枯痕查勘可从河流上水利、港工、交通部门永久性建筑物或设施、村民生活用水的固定河沿及渔民作业情况等方面进行。对枯水发生及持续时间的调查应结合重大事件、群众自身容

易记忆的事件,以及搜集到的历史记载等进行综合分析、判断确定。

3.4.7 历史枯水位查勘时,同次枯水应查明三个以上的枯痕。枯痕可靠程度可按枯水发生是否亲身所见、叙述是否确切、旁证是否较多与确凿程度、枯痕标志是否固定等,分可靠、较可靠和供参考三级评定。

3.4.8 在岩溶地区进行枯水查勘时,应注意补给来源以及河床渗漏的分布范围与水量,必要时应进行观测。

3.5 水资源调查

3.5.1 水资源调查应按水源性质分地表水资源、地下水资源和再生水资源进行,并应以地表水资源为重点调查对象。

3.5.2 地表水资源调查应全面了解区域内河道(湖泊)和水利工程的基本情况,降水及地表径流的转换关系,地表水资源时空分布,过境水资源量,取水工程和供水能力,用水量,回归水量,生态需水,水质,水功能区划和水环境功能区划(水质管理目标),人类活动对河川径流的影响,区域水资源综合规划和水资源公报等。

3.5.3 水资源污染状况调查应包括污染源及分布、地表水资源质量现状、地下水资源质量现状、水资源质量变化趋势等。

3.5.4 水利工程设施调查应包括下列内容:

- 1 防洪工程的数量、分布,防洪标准及运用情况;
- 2 排水除涝工程的数量、分布、设施能力及运用情况;
- 3 供水灌溉工程的数量、分布、设施能力及运用情况;
- 4 水资源调度工程的数量、分布、设施能力及现状运用情况;
- 5 水利工程设施调查应分为现状和规划情况进行。

3.5.5 用水量调查应按用水性质分为工业用水、农(牧)业用水、生活用水、生态需水等,并应包括下列内容:

1 工业用水应按现状及规划情况调查下列内容:

- 1)工业用水量包括工厂类别、规模及发展情况,水源地、取水设施、取水能力、取水地点与取水口高程、取水时间、用

水定额与设计标准,月、年最大及平均用水量,用水量的地表水与地下水比例,重复利用系数,跨流域引水情况;

2)工业耗水量包括月、年最大及平均净耗水量;

3)工业排水量包括月、年最大及平均排水量,排水口地点与排放水量,排水时间,主要排水路径;

2 农(牧)业用水应按现状及规划情况调查下列内容:

1)农业用水量,灌区位置及分布范围,灌区作物类别、组成及布局,灌溉制度、灌水方式、复种指数,灌溉面积、水田与旱地面积,农灌保证率、灌溉定额、毛灌定额、净灌定额、灌溉水源地、引(提)水设施、设计能力,引(提)水地点与取水口高程、最低取水水位、引(提)水时间与水量,月、年最大及一般用水量;

2)农灌回归水量,回归水流出地点、回归时间与回归水量、月分配系数,灌溉回归系数、渠系利用系数,月、年最大及一般回归水量;

3)牧区用水量,牧区人口数、牧区面积与范围、牧区牲畜数、用水标准、水源地、取水方式、设施及取水能力,月、年最大及一般用水量;

3 生活用水量调查应包括人口数,设计用水标准,月、年最大及一般用水量;

4 生态需水量调查应包括生态用水来源、生态需水量确定方法。

3.5.6 城市再生水调查应包括城市污水处理情况,污水处理厂位置、规模、污水处理工艺、现状及规划排污量和纳污量,污水收集管网及再生水排放情况,再生水现状及规划使用情况,水质分析报告。

3.5.7 人类活动对河川径流的影响调查应包括下列内容:

1 应对人类活动造成影响河流水文特征的可能性作出评价;

2 应分别调查人类活动前和人类活动后的基本情况及对水

文特征变化规律的影响；

3 人类活动的调查内容应包括河道整治、库、坝、闸、引(分)水工程、防洪、防波堤、采矿、采砂、水土保持等。

3.5.8 各项调查资料应力求翔实,重要指标应现场核实,并应审查其合理性,当发现差别大时,应与资料来源单位共同复核订正或合理选用。经过复核的调查资料选用时应选用最新的结果。

3.6 岸滩演变查勘

3.6.1 岸滩演变查勘应包括水流泥沙条件、岸滩边界条件、岸滩历史演变、岸滩近期演变、人类活动影响等内容。

3.6.2 水流泥沙条件查勘宜包括流速流向,泥沙来源,悬移质、推移质输沙量,悬移质含沙量,悬移质、推移质、床沙颗粒级配等内容。

3.6.3 岸滩边界条件查勘宜包括地质地貌、平面形态、控制节点、岸滩组成等内容。

3.6.4 岸滩历史演变查勘宜包括区域构造背景、历史变迁等内容。

3.6.5 岸滩近期演变查勘宜包括河势变化、泥沙冲淤变化等内容。

3.6.6 人类活动影响查勘宜包括岸线现状与规划、涉水工程、采砂或取土、围垦、航道开挖和疏浚对岸滩演变影响等内容。

3.6.7 岸滩演变查勘宜采用搜集资料、踏勘调查、水文测验等方法,必要时可进行泥沙矿物分析、柱状取样沉积年代测定、冲淤监测等。

3.6.8 资料搜集宜包括核电厂涉水工程附近已有水文测验资料、历史地形图、河(海)岸滩演变分析研究成果、涉水工程资料、水利规划、历史文献、航空照片、卫星图像等。

3.6.9 水文测验应按本规范第8章的要求执行。

3.7 冰情查勘

3.7.1 冰情查勘应搜集海洋、河流、湖泊等测站的实测冰情资料,

还应搜集海洋、水利(水务)部门冰情调查、普查资料。

3.7.2 核电厂工程所需的冰情特征值,应按河流、湖泊(水库)、滨海(河口)等水体特点进行查勘,查勘内容应分别满足下列要求:

1 河流冰情查勘内容应包括初冰、流冰、封冻、开河及终冰的最早及最晚日期,流冰期、封冻期的一般及最长天数,工程地点附近流冰期一般及最大流冰块尺寸、流速、最高流冰水位,封冻期岸冰最大冰厚及宽度、冰花厚度及发生日期、有效水深、连底冻起迄时间、冰上流水、冰上积雪及水内冰生成情况,解冰开河的形式及其出现几率,设计河段冰塞、冰坝发生日期、地点、规模和灾情、最高壅水位及影响距离,上下游水电站或水库冰期的运行方式对设计河段冰情的影响等;

2 湖泊(水库)冰情查勘内容应包括初冰、浮冰、岸冰、终冰的最早、最晚的出现日期,浮冰及岸冰持续天数,浮冰或流冰的尺寸、流向及其对水工建(构)筑物的影响,最高浮冰水位,流冰花及冰花漂流、冰絮骤凝情况,湖(库)岸冰最大及一般厚度与宽度、最大堆积高度,河流入湖口及水库回水末端冰塞、冰坝的发生规模、影响范围、最高塞冰水位等;

3 滨海(河口)冰情查勘内容应包括初冰、流冰、沿岸冰、固定冰、终冰的最早、最晚日期,流冰、岸冰、固定冰的持续时间,工程地点附近最大及一般流冰块的尺寸、流速、漂浮方向,岸冰厚度、宽度、堆积高度等。感潮河段应调查冰层双向移动情况。

3.7.3 对工程地点及其附近可能产生冰塞、冰堆、冰坝的水域应进行重点查勘。

3.7.4 当工程所在地区冰情资料短缺时,可移用冰情重于工程点的邻近站的冰情资料;也可按邻近地区已建工程兴建前后冰情变化、冰情程度,结合现场调查进行推算;或进行一个冬春冰情观测,与邻近站长观资料分析比较,确定设计区域的冰情特征。

4 设计基准洪水

4.1 一般规定

- 4.1.1 设计基准洪水应包括水位、洪峰流量及洪水过程。
- 4.1.2 分析设计基准洪水时,应对核电厂整个寿命期内可能影响核电厂安全的所有洪水事件进行分析和评价。
- 4.1.3 对于各类洪水事件,应收集、调查厂址沿岸区域内发生过的历史洪水事件、出现频率等资料,并应分析历史资料的可靠性和完整性。
- 4.1.4 在确定设计基准洪水事件时,应全面分析对确定设计基准洪水有影响的所有特征要素及地区。
- 4.1.5 在分析计算设计基准洪水时,应采用该厂址的特定资料;当资料短缺时,可按其他相似流域的资料,通过建立合适的水文气象模型,进行综合分析确定。
- 4.1.6 设计基准洪水计算应采用概率论法和确定论法,并应对概率论法和确定论法的结果进行综合分析、合理选定。
- 4.1.7 设计基准洪水应根据可能影响厂址安全的各种严重洪水事件及其可能的不利组合,并结合厂址特征、专家经验与工程判断,综合分析确定。

最终确定的设计基准洪水位不应低于有水文记录的或历史上的最高洪水位。

- 4.1.8 与核安全相关物项的防洪标准应为设计基准洪水,与核安全无关物项的防洪标准应执行现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660 的有关规定。

4.2 天文潮高潮位

- 4.2.1 天文潮高潮位分析应采用厂址附近测站 1 周年以上经过

整编、审查的潮汐观测资料进行。

4.2.2 厂址海区各分潮的调和常数应根据观测的潮汐资料分析计算,并应预报不少于 19 年的天文潮过程。

4.2.3 设计基准洪水位中的天文潮高潮位可采用连续 19 年的年最高天文潮位,也可采用连续 19 年的月最高天文潮位系列统计得到 10%超越概率天文高潮位。

4.3 海平面异常

4.3.1 滨海核电厂应分析在其寿期内海平面异常对基准洪水位的影响。

4.3.2 分析海平面异常时,应选择合适的潮位代表站,应避免选择受河川径流、人类活动影响的测站,并应对代表站潮位资料的可靠性、一致性进行分析判断。

4.3.3 分析海平面变化趋势时,应在滤除月平均海平面资料中可能包含的周期性因素后,计算海平面变化趋势。

4.3.4 确定海平面变化趋势时,应在国内有关研究成果的基础上经综合分析后确定,并应根据确定的海平面年变化率,推算核电厂设计寿期内厂址海区的相对海平面的变化幅度。厂址海区海平面变化及趋势预测也可采用国家海洋主管部门发布的公告。

4.4 风暴增水

4.4.1 滨海厂址的设计基准洪水应分析可能最大风暴引起的增水。风暴成因和风暴潮类型应根据厂址的地理位置、气候特征和历史水文气象条件分析确定。

4.4.2 可能最大热带气旋增水应采用经过检验的风暴潮数学模型计算,可能最大热带气旋中的参数 P 。宜采用概率论法和确定论法进行计算。

可能最大热带气旋的最大风速半径应根据西北太平洋飞机探测台风资料和 P 。值确定;各个方向的台风移速应根据台风年鉴

资料统计确定。

4.4.3 分析风暴增水时,应收集厂址附近海域潮位站长系列的实测潮位资料,经调和分析推算出逐时天文潮位过程线,并应与实测潮位过程分析比较,确定最大增水值。

4.4.4 概率论法应统计厂址潮位参证站同一风暴类型的年最大增水系列,也可借用历史台风年鉴资料和风暴潮模型数值计算来获取厂址处长系列增水系列,应至少采用两种不同的统计方法,推求频率为2%、1%、0.1%、0.01%的风暴增水,以及对应的置信区间,并应进行分析比较,选用合理的计算结果。

4.4.5 概率论法的增水计算资料系列应在30年以上,并应尽可能延长资料的系列。无论实测资料系列的长短,均应进行风暴潮历史洪水的调查和考证工作。

4.4.6 风暴增水值的确定,应根据历史资料系列中风暴潮的天气系统,了解掌握热带气旋、温带气旋的类型、时间、强度、移动路径和登陆地点等,并结合天文潮位和风暴潮增水过程进行综合分析确定。

4.4.7 厂址处的风暴增水可采用参证站设计风暴潮增水的相关计算结果推求。

4.4.8 确定论法计算最大风暴潮增水应采用经过验证的数学模型来推算,计算域应根据风暴潮类型、特征确定。

4.4.9 热带气旋风暴潮数值计算应输出网格点的气压值和风速风向,模型参数应结合实测资料进行相应的率定和验证。

4.4.10 在进行数值模拟风暴增水时,应根据实测风暴潮的水文气象资料,模拟历史上出现的风暴潮增水过程,验证数学模型的正确性。

4.4.11 在计算可能最大风暴增水时,应假定一组极大化的、在厂区范围内可能出现的风暴类型,当该风暴移置某位置时使得厂址处出现最大的风暴增水。同时应分析台风参数的敏感性。

4.4.12 温带气旋可用频率分析法计算。

4.4.13 计算的台风登陆路径密度其夹角不应大于 22.5° 。

4.4.14 对于半封闭或封闭水体,应分析由运动飑线引起的可能最大风暴潮。用于确定可能最大热带气旋和可能最大温带风暴引起的风暴潮水位的二维风暴潮模型,经调整后也可用于由运动飑线引起的可能最大风暴潮水位的估算。

4.5 假潮增水

4.5.1 当厂址位于封闭或半封闭水体岸边时,应评价水体发生假潮的可能性。

4.5.2 当厂址地区有长期的实测潮位和相应的有关资料时,可用概率论法和确定论法计算可能最大假潮,并应将概率论法和确定论法的计算成果进行分析比较和论证后确定使用。

4.5.3 假潮增水计算时,应选择几个典型假潮过程,并应分析每个个例假潮产生的环境背景,确定假潮的外在驱动力并检验数值模型的可靠性。评价假潮的主要参数应包括振幅、周期,并应分析假潮发生的原因、发生的频率和季节变化。

4.5.4 利用假潮数值模型,一方面应对历史上每年可能产生大假潮的环境背景进行假潮模拟计算,求得年假潮极值系列,推算多年一遇假潮;另一方面应选择可能在厂址产生最大假潮的强迫力参数,计算可能最大假潮增水。多年一遇假潮和可能最大假潮增水的计算结果,应进行对比分析合理确定可能最大假潮增水。

4.6 海啸或湖涌增水

4.6.1 对于滨海(滨湖)厂址应评价厂址所在区域潜在海啸或湖涌影响厂址安全的可能性。

4.6.2 海啸波(湖涌)的影响应根据厂址或附近验潮站(湖泊水位站)的实测潮位(水位)过程线,对照近代海啸或湖涌的有关资料进行分析。

4.6.3 对受海啸或湖涌影响严重的厂址,应按可能最大海啸或湖

涌为主要组合事件确定设计基准洪水位。

4.6.4 潜在地震海啸的工作区范围应会同地震地质专业确定,应预测可能对厂址造成最严重影响的多个地震海啸源,并应确定潜在地震海啸源的震级、地层的最大垂直位移、震源的长度和宽度(海啸源的面积)、震源的深度、方位和形状、海啸源的主轴方位角等有关参数。

4.6.5 地震海啸可根据近地潜在地震源进行数值模拟,应给出由地震海啸引起的海面的升、降最大可能值。海啸近岸影响计算方法的正确性应根据水位上涨高度、潮位记录和海啸观测报告等历史资料及其造成的损害程度进行判断和验证。对可能最大海啸的计算成果应进行合理性分析,在任何情况下,应证明其结果是保守的。

4.6.6 滑坡、冰坍塌、海底沉陷和火山喷发等因素引起的海啸,可在数值模拟中输入质量位移和边界条件等信息,模拟海啸的产生和传播。

4.7 径流洪水

4.7.1 径流洪水应推求频率为2%、1%、0.1%、0.01%的设计洪水和可能最大洪水。

4.7.2 对于径流洪水应分析厂址流域自然地理特征、暴雨洪水特性、洪水地区组成和上游调洪影响的情况,搜集水文站和雨量站资料;并应分析典型暴雨发生、发展和运动情况,了解大范围环流形势,搜集流域水汽入流方向地面和高空气象站的露点、可降水、风速、风向以及本流域和周边流域特大暴雨资料。

4.7.3 径流洪水分析时,应调查历史洪水,考证历史文献记载,结合暴雨时空分布的变化和河道槽蓄的影响,分析流域历史洪水在上、下游和干、支流的量级和重现期,评价各历史洪水的可靠程度。

4.7.4 洪水资料短缺时可用暴雨资料计算径流洪水,也可移置邻近流域条件相似的洪水或暴雨资料进行分析计算。流域上游存在

调洪水库、分洪、引水等影响洪水一致性的因素时,下游各站实测洪水系列应通过洪水演算进行还原处理。

4.7.5 径流洪水计算方法视可利用的历史资料系列的质量和长度选取。当厂址流域的水文站有充足、可靠且具代表性的流量系列资料时,可采用概率论法确定径流洪水;当厂址流域的水文站历史流量系列资料代表性不强时,应采用确定论法计算径流洪水。可能最大洪水应采用确定论法和概率论法进行计算,确定论法和概率论法的计算成果应进行分析比较后确定选用。

4.7.6 概率论法计算的洪水资料系列应在 30 年以上,并应加入历史洪水资料。资料短缺时应插补延长洪水资料系列。

4.7.7 计算可能最大暴雨和可能最大洪水的断面位置及相应区间,应根据对厂址洪水产生重要影响的因素确定。流域上空的暴雨位置应按产生最大径流(无论径流量或洪峰水位都是最不利的)的原则确定。

4.7.8 流域可能最大暴雨可采用当地暴雨放大法、移置暴雨放大法、组合暴雨放大法和时面深概化法等方法,应通过综合分析比较后确定。

4.7.9 典型暴雨过程应选择位居前几位的大暴雨,其天气成因应与可能最大暴雨天气成因一致,主雨峰应靠后。并应根据典型暴雨过程推求可能最大暴雨在流域中的时空分布。

4.7.10 设计流域可能最大暴雨参数的确定应采用确定论法,应采用经验证的降雨径流模型,并应由历史降雨径流资料率定模型参数,推求流域各计算断面的可能最大洪水。区间相应洪水应采用区间上、下断面可能最大洪水以及经验证的洪水演算模型推求,并应根据可能最大暴雨成因、暴雨中心位置等评价可能最大洪水成果的合理性。

4.7.11 在融雪(冰)显著影响可能最大洪水的流域内,应分析降雨和融雪(冰)事件的组合达到最大值的情况。

4.8 溃坝洪水

4.8.1 厂址设计基准洪水应分析厂址上游挡水构筑物溃决后所产生的洪水对核电厂的可能影响。

4.8.2 溃坝洪水计算时应分析水文、地震或其他因素导致的坝体溃决。

4.8.3 推算溃坝洪水时,应分析可能最大降雨最不利的分布集中于挡水构筑物的上游流域以及厂址上游的整个流域,并应对厂址以上整个流域的可能最大洪水导致溃坝的可能性进行检验,并将溃坝洪水与区间洪水组合并演算至厂址处。

4.8.4 厂址上游挡水构筑物在干流上串联或在干支流上并联时,应分析溃坝时产生的洪水波同时到达厂址的实际可能性、发生的概率及引起的后果,并应选择洪水组合的最高水位。

4.8.5 溃坝洪水应与其他原因引起的洪水适当组合而求出控制性洪水。

4.8.6 确定水库坝体的溃决方式时,应综合分析坝体的材料性质、结构性能及荷载性质等条件。水文原因引起的拱坝、重力坝等坝型溃决时,宜采用瞬时全溃或瞬时局部溃;堆石坝、土坝等坝型,宜采用逐渐溃决;溃坝库容应按总库容确定。地震原因引起的溃坝,宜采用瞬时溃坝,溃坝库容宜按正常库容确定。

4.8.7 选用经验公式估算溃坝洪水时,应合理假定溃坝条件,并注意其适用范围,对计算结果应结合调查进行合理确定。

4.8.8 坝址溃坝洪水可通过简单方法或数学模型演进至工程断面。当采用简单且偏于安全的方法所演进的洪水对厂址可能存在不利影响时,应进一步采用数学模型进行溃坝洪水演进计算。

4.8.9 数学模型中的数值格式应满足相容性、收敛性和稳定性的要求,应能同时模拟急流和缓流,计算的结果应满足水量守恒。

4.9 波浪的影响

4.9.1 当厂址濒临开敞海域、封闭和半封闭水体时,应根据厂址的地理位置、历史水文气象条件,确定波浪的类型,分析确定厂址工程点的波浪特性,并进行波浪对厂址影响的评价。

4.9.2 波浪分析计算时,应根据厂址海域波浪观测情况,选取当地符合观测质量要求的波浪资料,并应采用验证合格的波浪计算方法进行计算,同时应采用多种方法进行比较分析。

4.9.3 波浪频率计算时,应采用厂址附近系列不少于 30 年的波浪实测资料,结合波浪调查资料,用频率分析法推算设计频率波浪,并应进行近岸波浪浅水变形计算。与核电厂安全有关的波浪特征,应分析推求可能最大台风浪的百分之一大波波高。

4.9.4 工程点所在位置或其附近没有较长期的波浪实测资料,或波浪资料可靠性一般时,可按下列方法进行设计波浪要素计算:

1 工程点至对岸距离小于 100km 时,可按其至对岸距离和与设计波浪重现期对应的某一方向重现期风速值查算风浪要素计算图表或采用数值计算模式,计算出重现期的波浪要素。计算结果应与短期测波资料和用短期测波资料推算的结果验证和对比分析,最终确定设计波浪;

2 工程点至对岸距离大于 100km 时,可选择各方向每年最不利的天气过程,应采用经实测资料验证的方法计算深水处波浪要素的年最大值,组成波浪样本系列进行频率分析计算,同时应与短期测波资料推算的结果进行对比分析,最终确定深水设计波浪。然后应据此采用经实测资料验证的方法计算工程点设计波浪。

4.9.5 可能最大台风浪波要素的数值计算应包括确定厂址海域可能最大台风风场;利用可能最大台风风场计算厂址外海可能最大台风浪深水波要素;利用数学模型计算厂址前沿的设计基准波浪、各工程点的设计波浪。

4.9.6 在进行波高或周期的频率分析时,连续测波资料的年数不

宜少于 30 年。确定某一波向的设计波浪要素时,该方向年最大波高及其对应周期的数据,可在该方向左右各 22.5° 的范围内选取。应结合波浪类型确定设计波高相对应的波浪周期。当地大的波浪主要为风浪时,应通过年最大波高与周期的相关分析法推算设计波高对应的周期;当地大的波浪主要为涌浪或混合浪时,应通过对年最大波高相对应的周期频率分析法推算设计波高对应的周期。

4.9.7 进行波高和周期的频率计算时,应选配合适的理论频率曲线,确定不同重现期的设计波浪和周期。

4.9.8 当波浪于浅水中发生破碎时,某一水深处的极值波高可根据水深与波长的比值和由水底坡度查算的破碎波高与破碎水深的比值图确定。当工程点处推算的波高大于浅水极限波高时,设计波高应采用极限波高。

4.9.9 厂址近岸处计算点应根据设计要求选取,并应计算与可能最大风暴潮相应的 $H_{1\%}$ 、 $H_{4\%}$ 、 $H_{13\%}$ 及相应波周期。计算时应以可能最大风暴潮出现的峰值为中心时刻,并应给出前后各 24h 的可能最大风暴潮、波浪时程曲线及可能最大台风浪要素。

4.9.10 厂址的设计波浪应为重现期为 100 年的百分之一大波的平均波高。滨海核电厂的取水口的设计波高,可根据其重要性选择设计波浪为重现期 100 年的百分之一大波或十分之一大波的平均波高。

4.9.11 对于刚性构筑物,设计波浪宜以百分之一大波的平均波高为依据;对于半刚性构筑物,设计波浪的变化范围应在百分之一大波和有效波之间变化;柔性构筑物则可采用有效波;但对于安全重要物项则应用百分之一大波设计。

4.9.12 对于直墙式建筑物,直立墙在二维不规则波作用下的越浪量可按下式进行计算。对于斜坡式建筑物,越浪量应由波浪物理模型试验确定,试验潮位参数应为设计基准洪水位,试验的波浪参数应为可能最大台风浪(不规则波),试验的风速参数应为与可能最大台风浪相应的 10min 平均风速:

$$q=0.19\exp\left(-0.42\frac{R_c}{H_s}\right)\sqrt{gH_s^3} \quad (4.9.12)$$

式中: q ——单宽平均越浪量($\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$);

R_c ——胸墙在静水面以上的高度(m);

H_s ——有效波高(m)。

4.9.13 核电厂防护工程的波浪爬高计算应以该工程前沿的波浪要素作为输入,波浪爬高计算应采用不规则波要素为计算条件。波浪爬高计算应按防护工程的类型并根据实际断面特征,合理分析和概化后采用合适的公式计算。

频率为2%的浪高,可采用重现期为50年的波列累积频率为1%的波高乘以系数0.6后得出。

4.9.14 核岛防护区及常规岛防护区的波浪防护设计及越浪量,可通过计算及物理模型试验方法进行确定或验证。

4.9.15 受越浪影响的核岛区防护工程后面应设置排除越浪水量的设施,该排水设施应有足够能力排除设计时段最大越浪水量;若排水方案或设施不足以及及时排除设计时段最大越浪水量时,应根据需要在核岛和有越浪的防护工程之间的缓冲地带设置足够的蓄水池。

4.10 潜在自然因素引发的洪水

4.10.1 滑坡、泥石流、雪崩、冰凌、火山活动、地震等因素对设计基准洪水的影响,应分析下列内容:

1 滑坡体、泥石流、雪或冰、火山熔岩流等物质突然进入水体,在进入部位水体的上、下游引发波浪产生的洪水;

2 堰塞体壅水引起上游洪水;

3 堰塞体溃决引起下游洪水。

4.10.2 对于易形成冰堵的河段,应分析由冰堵引起的上游壅水及冰堵崩塌而产生的下游洪水的影响。

4.10.3 对于存在漂浮物的河段,应分析漂浮物造成河道壅塞对

上游洪水的影响。

4.10.4 河道变迁对设计基准洪水的影响应分析下列内容:

1 河流的裁弯取直导致取直地段及临近河段的河床遭受冲刷和下游河段淤积;

2 流域分水岭的侵蚀、地震作用或洪水漫溢等原因导致厂址以上集水面积的改变;

3 河床逐年自然淤积,提高洪水水位和延长洪水持续时间。

4.10.5 对于较大河流或者河口地区,应分析风浪的影响。

4.11 人类活动对洪水的影响

4.11.1 影响洪水的人类活动应主要包括蓄水(洪)、引水、分洪、滞洪工程、滩涂围垦,以及人为失误操作。

4.11.2 由于人类活动的影响使设计流域内产流、汇流条件有明显改变时,应分析其对设计基准洪水的影响。

4.11.3 当人类活动的影响在流域面上分布不均匀,资料条件较好,洪水类型、成因可明显划分时,可按不同类型分区分析其对设计基准洪水的影响;洪水类型、成因难以区分时,可采用年最大洪水进行分析。

4.11.4 分析水利工程对设计基准洪水的影响时,应重点分析影响较大的已建和在建工程,并应分析在核电厂寿期内的规划工程的影响。

4.12 小流域暴雨洪水

4.12.1 核电厂小流域暴雨洪水应推求频率 2%、1%、0.1%、0.01%和可能最大洪水。小流域暴雨洪水应包括洪峰流量、洪水总量及洪水过程线,可按工程设计要求计算其全部或部分内容。

4.12.2 小流域暴雨洪水宜根据暴雨资料推求。设计暴雨应包括设计流域不同历时的点、面设计暴雨量和暴雨时程分配。

4.12.3 产流和汇流计算应根据设计流域的暴雨洪水特点、流域

特征和资料情况选用不同的方法。

4.12.4 产流计算可采用扣损法、地区综合的暴雨径流关系或损失参数等计算产流量和净雨过程。

4.12.5 汇流计算可采用地区经验公式、推理公式和单位线等方法。

4.12.6 小流域或特小流域暴雨洪水计算中的流域地形特征参数,应保证量测精度,应选择适当比例尺的地形图,应对小流域或特小流域下垫面的自然地理特性进行流域查勘,确定洪水汇流参数。

4.12.7 设计洪峰流量确定后,工程需要时,可根据设计暴雨时程分配,采用概化方法等推求洪水过程线。

4.12.8 推求的小流域暴雨洪水设计成果,应与本地区或相邻流域实测和调查的特大洪水以及其他工程的设计洪水成果进行对比分析。

4.13 内 涝

4.13.1 核电厂所在区域存在内涝时应推算百年一遇内涝水位,必要时应确定可能最高内涝水位。

4.13.2 当采用上下游水文站实测成果推求内涝水位时,应分析分洪、蓄洪、滞洪、溃堤、破圩等的影响。内涝水位推算结果应以实测较大洪水和相应雨量资料进行校核。

4.13.3 当圩区内有泵站或水闸向外江(外海)抽排时,应选择近几年圩区内与较高积水年份相应的实际降雨的抽排能力,应采用拟定的方法和原则推算其积水位,并应与实际调查的积水位相验证,在此基础上推算内涝积水位。

4.13.4 当圩区较大,形成一片河网时,宜采用河网水流数学模型进行计算。

4.13.5 当工程点受下游人工建筑物或江、河、湖泊的回水顶托时,应计算回水曲线推求设计洪水位,并应充分考虑泥沙淤积的

影响。

4.13.6 蓄(滞)洪区最高水位的确定,应根据分洪和泄洪的方式不同,分别采用不同方法进行计算。蓄(滞)洪区不能同时分洪、泄洪时,应根据分洪总量查蓄(滞)洪区水位—容积曲线,确定蓄(滞)洪区最高洪水水位;蓄(滞)洪区为常年积水的洼地或湖泊时,还应考虑原有的积水容积;蓄(滞)洪区边分洪、边滞洪时,应根据分洪流量进行蓄(滞)洪区调蓄计算确定最高洪水水位。

4.13.7 在两岸堤防设计标准较低,易于溃堤的平原地区,其设计洪水水位可按下列情况分别确定:

- 1 可根据溃堤后历史洪水位的调查,结合目前河道治理情况分析确定设计洪水水位;

- 2 若溃堤后的两岸洪水泛滥区边界能确定时,可根据泛滥区大断面,以及滩槽糙率,确定的设计洪水流量,推求设计洪水水位;

- 3 若溃堤后的两岸洪水泛滥区边界难以确定时,可根据堤防标高,上下游行洪情况,历史溃堤情况结合暴雨重现期调查,通过分析论证确定。

4.14 洪水事件的组合分析

4.14.1 对于滨海、河口和滨河核电厂厂址,设计基准洪水应分析下列独立事件和事件组合的影响:

- 1 天文潮高潮位;
- 2 海平面异常;
- 3 风暴增水;
- 4 假潮增水;
- 5 海啸或湖涌增水;
- 6 径流洪水;
- 7 溃坝洪水;
- 8 波浪影响;
- 9 其他因素引起的洪水。

4.14.2 滨海厂址的设计基准洪水位可按下列方式组合：

1 10%超越概率天文高潮位+可能最大风暴增水+海平面异常；

2 10%超越概率天文高潮位+可能最大风暴增水+海平面异常+ $0.6H_{1\%}$ 。

注： $H_{1\%}$ 为设计基准洪水位情况下，可能最大台风浪产生的百分之一大波，单位：m。

4.14.3 滨海厂址尚应分析陆域洪水的可能影响。

4.14.4 对于滨河核电厂址，应结合厂址特性，分析下列核电厂独立事件和组合事件及其相应的外界条件，选择其最大值作为厂址设计基准洪水位：

1 由降雨产生的可能最大洪水；

2 可能最大洪水引起的上游水库溃坝；

3 可能最大洪水引起上游水库溃坝和可能最大降雨引起的区间洪水相遇；

4 可能最大积雪与频率1%的雪季降雨相遇；

5 频率1%的积雪与雪季的可能最大降雨相遇；

6 由相当运行基准地震震动引起的上游水库溃坝与区间1/2可能最大降雨引起的洪峰相遇；

7 由相当安全停堆地震震动引起的上游水库溃坝与区间频率4%的洪峰相遇；

8 频率1%的冰堵与相应季节的可能最大洪水相遇；

9 上游水坝因操作失误开启所有闸门与由1/2可能最大降雨引起的洪峰相遇；

10 上游水坝因操作失误开启所有泄水底孔与区间由1/2可能最大降雨引起的洪峰相遇。

4.14.5 当滨河厂址受水域波浪影响时，设计基准洪水位可加上 $0.6H_{1\%}$ 。

注： $H_{1\%}$ 为重现期100年的波列累计频率为1%的波高值，单位：m。

4.14.6 对于河口厂址,应采用下列组合中的最大值作为设计基准洪水位:

1 10%超越概率天文高潮位+万年一遇风暴潮增水+河流的平均流量引起的水位升高+波浪影响;

2 10%超越概率天文高潮位+百年一遇风暴潮增水+十年一遇径流洪水引起的水位升高+波浪影响;

3 10%超越概率天文高潮位+十年一遇风暴潮增水+百年一遇径流洪水引起的水位升高+波浪影响;

4 10%超越概率天文高潮位+万年一遇径流洪水引起的水位升高+0.5m 安全裕度。

5 设计基准低水位

5.1 一般规定

5.1.1 对于重要厂用水,应分析确定核电厂整个寿期内与安全有关的冷却水源的可用水量,最低水位和最低水位的持续时间,以及挡水建筑物破坏的可能性。

5.1.2 对滨海核电厂应分析所有影响安全运行的可能自然事件及人类活动影响;应分析可能影响的各种严重减水事件、基准水位、风浪作用等的不利组合,确定设计基准低水位。

5.1.3 推求设计基准低水位应采用确定论法及概率论法,并将确定论法及概率论法的成果综合论证分析确定。

5.1.4 其他方面应按设计基准洪水的计算原则进行计算。

5.2 天文潮低潮位

5.2.1 天文潮低潮位分析应采用厂址附近测站 1 周年以上经过整编、审查的潮汐观测资料进行。

5.2.2 厂址海区各分潮的调和常数应根据观测的潮汐资料分析计算,并应预报不少于 19 年的天文潮过程。

5.2.3 天文潮低潮位应采用 19 年年最低天文潮位。

5.3 风暴减水

5.3.1 滨海核电厂的设计基准低潮位应分析可能最大风暴引起的减水。

5.3.2 风暴减水计算时,应采用确定论法和概率论法,并应对计算结果进行分析比较论证。

5.3.3 风暴减水计算时,应分析计算温带气旋或热带气旋产生的

可能最大风暴减水。

5.4 假潮减水

5.4.1 当核电厂以封闭或半封闭水体作水源时,应对水体发生假潮减水的可能性做出评价。

5.4.2 可能最大假潮减水分析计算应按假潮增水的计算原则进行计算。

5.4.3 当厂址或附近地区有长期的潮位(水位)过程和相应的有关资料时,可用概率论法或确定论法确定可能最大假潮的振幅。

5.5 海啸或湖涌减水

5.5.1 对于滨海(滨湖)厂址,应根据厂址或附近地区实测潮位及有关资料分析评价厂址所在区域潜在海啸(湖涌)减水影响的可能性。

5.5.2 对受海啸(湖涌)减水影响严重的厂址,应按可能最大海啸(湖涌)为主的组合事件确定设计基准低水位。

5.5.3 可能最大海啸(湖涌)减水的分析计算应按海啸增水的计算原则进行计算。

5.6 波浪的影响

5.6.1 在设计基准低水、波浪组合下减水水位应分析近岸处静水位及波浪要素时程图合理确定风暴作用下的低水位。

5.6.2 确定设计低水位时,应分析水工构筑物的消浪作用。

5.7 河流水库湖泊的枯水

5.7.1 枯水成因和类型应根据水源地的地理位置、气候特征和历史水文气象条件确定。

5.7.2 河流设计基准枯水流量、湖泊设计基准低水位可采用概率论法计算,水库设计基准低水位应通过调节计算确定。概率论法计算的资料系列应在 30 年以上,资料短缺时应延长资料系列。无

论实测资料系列的长短,均应进行历史枯水的调查和考证工作。

5.7.3 分析确定设计基准低水时,应分析洪水、地震等因素引起溃坝、溃堤的可能性,及由此引起的蓄水功能丧失对设计基准低水的影响。

5.8 潜在自然因素引发的枯水

5.8.1 枯水计算时应分析下列潜在自然因素的影响:

- 1 漂浮物或冰堵(冰坝)对下游的枯水流量和枯水位的影响;
- 2 土、岩石、雪、冰或火山喷发灰突然进入水体,可能诱发下游水库溃坝,进而形成枯水,以及由此形成的临时坝冲毁,引起下游枯水对核电厂枯水位的影响。

5.8.2 河道变迁对枯水的影响应分析下列情况:

- 1 由于河流裁弯取直,将导致取直地段及其附近河段的河床遭受冲刷,可能降低枯水位;
- 2 由于相邻流域分水岭的侵蚀,导致厂址以上集水面积减小,形成厂址枯水的变化;
- 3 由于河床逐年自然冲刷,对枯水位降低的影响;
- 4 由于河流主流线变化,导致枯水流量在断面上的重新分配,对枯水带来的影响。

5.9 人类活动对枯水的影响

5.9.1 流域内影响枯水的人类活动应主要包括河道内取土、采砂、蓄水工程、跨流域调水工程、工农业提、引水、水土保持等。

5.9.2 当人类活动影响枯水径流时,应分析其对设计基准枯水的影响。

5.9.3 当人类活动影响造成江河湖底床下切时,应分析其对设计基准枯水位的影响。

5.9.4 人类活动对枯水影响应以影响较大的已建和在建工程为主,并应包括核电厂寿期内的规划工程对设计基准枯水的影响。

对枯水资料存在明显影响时,应改正资料系列的一致性。

5.10 枯水事件的组合分析

5.10.1 对于滨海、河口和滨河核电厂厂址,设计基准低水应分析下列独立事件和事件组合的影响:

- 1 天文潮低潮位;
- 2 风暴减水;
- 3 假潮减水;
- 4 海啸或湖涌减水;
- 5 河流、湖泊的枯水;
- 6 波浪影响;
- 7 其他因素引起的枯水。

5.10.2 滨海厂址设计基准低水位可按最低天文潮位,加上可能最大风暴减水。

5.10.3 对于滨河厂址,设计基准低水位可按万年一遇径流枯水位,加上 0.5m 安全裕度。经论证电厂在此水位下,取水水量能够满足重要厂用水水量时,可不在厂区内设置安全级重要厂用水水池。

5.10.4 对于河口厂址,应采用下列组合中的最小值作为设计基准低水位:

1 最低天文潮位+万年一遇风暴减水+河流的平均流量引起的水位变化;

2 最低天文潮位+百年一遇风暴减水+十年一遇径流枯水引起的水位变化;

3 最低天文潮位+十年一遇风暴减水+百年一遇径流枯水引起的水位变化;

4 最低天文低潮位+万年一遇径流枯水引起的水位变化-0.5m。

5.10.5 当电厂设置重要厂用水水池时,可不再进行设计基准低水位的计算。

6 水 源

6.1 一 般 规 定

- 6.1.1 水源分析工作应首先判明水源性质,并应根据水源特点及取水方式开展相应的工作。
- 6.1.2 对于地表水源,应根据区域内历史地形及地质资料,评价河流上游改道、整治工程或其他河道堵塞等的可能性。
- 6.1.3 对于重要厂用水水源,应分析风暴潮、海啸(湖涌)以及可能最严重干旱事件对与安全相关冷却水源的影响。
- 6.1.4 确定水源的供水能力时,应分析区域内水量利用规划对与安全相关的枯水流量及持续时间的可能影响。
- 6.1.5 核电厂的水源计算应包括设计最小流量,不同时段的设计枯水径流量、设计枯水流量过程线及相应的低水位,可根据水源类型、枯水径流变化和工程安全设计要求计算其全部或部分内容,对于滨河厂址应确定其设计基准枯水位,对滨海厂址应确定其设计基准低潮位。
- 6.1.6 核电厂枯水流量频率计算应具有 30 年以上的实测枯水资料系列,并应加入历史枯水调查和考证资料。
- 6.1.7 核电厂重要厂用水水源应保证反应堆在任何条件下均能连续 30d 维持安全停堆所需水量;与核安全无关的水源设计保证率应为 97%。
- 6.1.8 所选择水源应符合水功能区划和海洋功能区划,核电厂排水的接纳水体应符合水环境功能区划和海洋环境保护规划。

6.2 天 然 河 流

- 6.2.1 采用概率论法计算天然河流设计枯水流量时,应以年瞬时

最小流量为样本,资料系列应在 30 年以上。资料短缺时应延长枯水资料系列。无论实测资料系列的长短,均应进行枯水调查和考证工作。应采用两种以上方法进行计算,并应综合分析后选用较安全的计算成果。

6.2.2 设计枯水应采取多种方法计算,并应与历史调查枯水位进行分析比较,分析确定较安全的计算成果。

6.3 水库或闸上

6.3.1 核电厂以水库作为供水水源时,其安全标准应为 100 年一遇洪水设计、1000 年一遇洪水校核。

6.3.2 年径流分析计算应包括下列内容:

- 1 径流补给来源及年际年内变化规律分析;
- 2 年径流系列的生成;
- 3 人类活动影响分析及还原计算;
- 4 年径流插补延长和系列代表性分析;
- 5 年径流频率分析和年内分配计算;
- 6 计算成果的合理性检查;
- 7 应根据人类活动规划水平年,分析剩余年径流量。

6.3.3 在确定年径流各项计算成果时,应根据工程设计与资料条件,采用多种方法计算,通过分析论证,合理确定设计值。

6.3.4 年径流还原计算应根据流域情况、资料条件及精度要求,可选用分项调查分析法、蒸发差值法及降雨径流模式法等。还原计算成果应从上下游,干支流及区间平衡,单项指标的选用等方面进行综合分析,合理确定。

6.3.5 径流资料不足 30 年,或虽有 30 年,但资料系列不连续或代表性不足时,应进行插补延长。插补延长方法可根据流域及资料条件选用,插补延长的幅度不应超过实测系列长度的 50%。

6.3.6 无实测径流资料时,可采用流域实测降雨系列通过产汇流

模型计算年径流系列,或通过相似流域比拟法计算本流域年径流系列。

6.3.7 水库径流的调节计算可采用典型年法或时历法,时历法调节年度应按统一的水文年划分,径流系列应包括最严重干旱的枯水年份。调节计算起始条件宜为死水位。核电厂在闸上游取水时,应分析保证率 97% 的闸上最低水位、最小水深及槽蓄量。

6.3.8 水库淤积计算可根据水库坝址以上的来水、来沙资料系列进行。无实测泥沙资料时,对悬移质泥沙可移用上下游站或邻近相似流域实测资料,对推移质泥沙可根据降雨特性、植被、土壤流失与地形等产沙条件相似的原则,采用相似站悬移质沙量与推移质沙量的经验比例进行估算;也可根据已建水库的建库前后库容变化或其他引水工程泥沙淤积测量或清淤资料推求水库淤积量。对已建水库的死库容淤积年限应以目前已淤积库容为起始,按核电厂运行年限来计算或复核,应分析水库淤积量对调节库容的影响。

6.4 闸、坝下游河流

6.4.1 水库和闸下游取水断面的设计枯水流量,正常供水应为保证率 97% 枯水年水库调节流量(包括渗漏量);对重要厂用水则应分析可能最小调节流量及最低水位,同时尚应分析区间枯水流量。

6.4.2 核电厂在水库和闸下游取水时,取水后的剩余流量应满足下游河道生态用水量,应与下游各行业用水规划相协调。

6.4.3 利用新建或现有水库时,应根据工程用水量及相应核设施供水保证率,在原径流调节计算基础上,复核水库调节下泄流量的可靠性。

6.4.4 水库下游取水时,应收集水库实际运行调度和下泄流量资料,并应与设计工况相比较,判定实际运行对设计值的影响。

6.5 河网化地区河流

6.5.1 河网化地区取水时,应根据区域补水条件、河段槽蓄水量、

各用水户用水需水要求等,分析判断水源是否满足 97% 保证率的要求。

6.5.2 河网水流水力计算可采用河网水流数学模型,对不稳定流水力学方程组数值求解。应根据不同河网组成类型的初始条件与边界条件以及工程要求,按地形条件概化及计算要求概化,采用不同的计算格式。

6.5.3 河网水流数学模型计算边界的选定,应首先选择容易取得计算所要求的边界值,边界处的水文条件不受工程方案的影响,且宜选在流场比较均匀的断面。

6.5.4 河网水流数学模型应采用实测枯水资料进行验证计算,若计算值和实测值相差甚远,应首先检查基本资料及其概化处理是否正确;若计算值和实测值大致相符,可适当的调整糙率,使其更好地符合,然后进行各种取水方案的正式计算。

6.6 湖 泊

6.6.1 对于不闭塞型湖泊,应根据进湖站年径流系列、出湖径流量及湖泊降水量、地下径流量、湖泊蒸发量、湖底渗漏量、工农业用水量 and 生态用水量等分析推算核电厂设计供水保证率要求的设计最低水位。

6.6.2 湖泊设计最低水位应分析地震、大风、淤积等严重自然事件及湖震或假潮的影响。

6.7 海 洋

6.7.1 核电厂取水口位于海滨或海湾内时,应分析海域受热带气旋、温带气旋、波浪、海啸等自然事件或人为事件而引起的最大减水的影响。

6.7.2 取水口位置应选择在岸滩稳定、水深和水动力条件较好的区域,取水口布置应分析自然地形、波浪、潮流、泥沙的综合影响,并根据工程海域的动力因素及泥沙特征提出必要的防淤或防冲刷

施建议。采用直流冷却方式时,排水口不宜选择在温排水影响较大的海湾内、滩涂区。

6.7.3 取水口布置应论证取水工程与航运的相互影响。

6.7.4 取水口应考虑冰凌、污染物和漂浮物的影响,必要时应采取相应的工程防护措施。

6.8 人类活动对水源的影响

6.8.1 人类活动对水源的影响应主要包括修建水库、河道采砂、河道整治、围堰、闸坝、淤滩造田等。

6.8.2 水源受人类活动的影响时,应进行径流还原计算,设计枯水成果应为考虑流域人类活动影响后的成果。

6.8.3 分析人类活动对水源影响时,应预测人类活动影响对未来河道设计枯水水面线的影响,并应提出合适的应对措施。

6.9 水温、泥沙、水质、盐度

6.9.1 水温要素应主要包括下列工作内容:

1 水温统计内容应包括累年各月平均、最高、最低水温及出现日期;

2 应提供累积频率为1%、10%的日平均水温。可根据最近5年最热季3个月逐日平均水温采用逐点统计法推求;

3 应根据多年实测逐日平均水温系列,筛选出每年第七位的日平均水温值,采用算术平均法计算T7设计水温;

4 应在工程水域设立水文观测点与邻近具有长系列水温资料测站建立相关关系,实测资料长度不应少于1年;

5 应根据设计需要和温排水评价要求,在取、排水区域布置控制性测点,观测水温平面、垂向变化及其季节变化;

6 新建水库水温的预估,可选择具有可比性的已建水库水温观测资料,进行类比分析,推算设计所需水温资料。

6.9.2 泥沙要素应主要包括下列工作内容:

1 应了解泥沙来源,泥沙特征及输移规律;

2 应掌握工程水域不同季节含沙量、多年平均及最大含沙量特征值及粒径组成,含沙量过程线和高含沙量持续时间,以及床沙组成和颗粒级配。应特别注意大风期间的泥沙情况和骤淤现象;

3 应分析确定影响泥沙运动的动力因素。

6.9.3 水质要素应主要包括下列工作内容:

1 应了解工程水域的水质现状和水功能区划、水环境功能区划及水质管理目标;

2 对缺乏水质资料的工程水域,应进行至少1年的逐月水质观测,具体观测项目视水域实际情况和化学环保专业要求确定。

6.9.4 盐度要素应主要包括下列工作内容:

1 工程水域具有盐度观测资料时,可用以统计多年平均年、月盐度值和最大、最小盐度值;

2 如工程水域缺乏系列资料,应设立盐度观测站与邻近具有长系列盐度资料测站建立相关关系,实测资料长度不应少于1年;

3 应根据工程水域和附近水文站的盐度资料,分析盐度平面分布和垂向变化及其季节变化。

7 泥沙与岸滩稳定性

7.1 一般规定

7.1.1 核电厂涉水工程附近岸滩稳定性应在查勘基础上,从下列方面进行分析:

- 1 水流泥沙条件分析;
- 2 岸滩历史演变分析;
- 3 岸滩近期演变分析;
- 4 人类活动影响分析;
- 5 岸滩演变趋势分析。

7.1.2 岸滩历史演变分析宜根据历史文献、考证资料、历史地形图分析岸滩的历史变化过程。

7.1.3 核电厂涉水工程附近岸滩演变复杂时,岸滩稳定性分析应符合下列规定:

- 1 岸滩稳定性应采用多种途径进行分析;
- 2 岸滩近期演变分析应综合获取资料,分析岸滩演变与水沙条件、岸滩边界、人类活动影响等的关系及影响岸滩稳定性的主要影响因素;

3 岸滩演变趋势应运用岸滩演变基本规律,根据工程水域水文泥沙变化特点和人类活动影响预测,采用原型观测类推、数学模型或物理模型等方法进行分析。

7.1.4 核电厂涉水工程附近岸滩稳定性应按核电厂寿期内的演变趋势进行预测。

7.1.5 在工程水域岸滩稳定性分析基础上,应推荐核电厂涉水工程的布置位置,提供涉水工程位置的水流泥沙资料和最不利冲淤床面高程。

7.2 水流、泥沙特性

7.2.1 水流、泥沙特性分析,应通过查勘、泥沙资料的搜集、遥感和水文泥沙测验等途径,分析工程设计河段(海域)的泥沙来源、泥沙组成、泥沙的输移特性、洪枯季(或大、中、小潮)垂线平均含沙量、含沙量的垂线分布和悬沙、底沙的颗粒级配曲线。

7.2.2 泥沙成果资料应包括工程设计河段(海域)的多年平均含沙量、最大含沙量、年输沙量、含沙量年内和年际的变化、输沙量典型年年内分配和含沙量过程线等。

7.2.3 泥沙沉降速度可选用泥沙沉速公式计算,也可通过试验求得。

7.2.4 对于泥沙起动流速公式,应分析其适用条件,对影响因素的处理应结合工程地点河段的泥沙特性或通过水槽试验确定。

7.2.5 造床泥沙与非造床泥沙的划分,应根据河床质级配曲线确定的划分粒径,在悬移质级配曲线上定出造床泥沙与非造床泥沙的组成百分数。

7.2.6 选用悬沙和底沙的水流挟沙能力公式时,应分析公式的适用范围和对设计河段水流泥沙特性的适用性,悬沙挟沙公式应注意造床泥沙、非造床泥沙及全沙含沙量的应用范围,并宜选用两种以上的方法相互印证,同时应采用当地实测水流泥沙资料验证所选用公式。

7.2.7 对于高含沙水流(浮泥)、浑水异重流应结合其形成及运动的水力条件,通过原体观测、数学模型、物理模型试验或几种途径结合进行分析。

7.3 水流运动的模拟

7.3.1 核电工程中涉水工程的布置、岸滩稳定性、温排放、低放射性废水、余氯的排放、水交换、增减水的分析,均应分析工程区和设计河段(海域)内的水流状况和水流流场。

7.3.2 水流运动模拟时,应分析工程点和近岸水流的流态和水流的基本特点,调查和提供河流洪、枯季(海流为大、中、小潮)的平均流速、最大流速和可能最大流速、最小流速;流向及其季节变化;流速的垂线分布,流速过程线;河流动力轴线等。对于潮汐河口和其他海域的流场可采用流场数学模型分析计算潮流场及余流场的流速、流向及其时空变化。

7.3.3 水流数学模型计算边界条件、网格大小、计算精度应根据工程岸段(海域)的水流泥沙特性和工程设计的要求确定。

7.3.4 对于近岸流场应分析由于人类活动和厂区附近水工构筑物建造后产生的影响,宜采用数值模拟或物理模型试验进行预测。

7.4 厂址设计岸段河床演变

7.4.1 河床演变应从纵向变形与平面横向变形进行分析,同时应分别分析历史演变、近期演变以及人类活动的影响。

7.4.2 对于工程河段,应分析来水来沙特性,可通过绘制平面流态图、流速与含沙量断面分布图、垂线平均流速与含沙量平面分布图、床沙代表粒径平面分布图、含沙量与流量关系线以及一次洪水过程洪峰与沙峰的对应分析等途径进行。

7.4.3 对于工程河段,应分析河床边界组成的特性,可根据河道大断面图、河谷地貌图、地质剖面图、钻孔柱状图以及床沙粒径组成等途径进行。

7.4.4 设计河段河床演变分析应采用多种途径、多种方法比较、相互印证。可根据工程设计要求、资料情况及河道特性采用下列方法:

- 1 对设计河段进行野外踏勘、调查和水下地形测量;
- 2 利用包括近期在内的不同年代水下地形图进行套绘对比;
- 3 利用遥感、航卫片资料结合河流动力地貌特性分析判断;
- 4 利用浅层剖面仪进行浅地层探测、沉积物沉积相分析和放射性同位素年代测定等手段的动力沉积学方法;

5 进行多种数学模型数值模拟计算;

6 进行河工物理模型试验。

7.4.5 在设计河段的河床演变分析过程中,应对人类活动、河道中水工构筑物的现状及规划和天然障碍物进行实地调查,结合资料分析,估计其影响程度与范围。

7.4.6 各种类型的河床演变分析应在天然河流类型共性变化的基础上,综合各方面资料对特定类型河流的演变特性进行具体分析。同时应注意分析来水来沙条件及河床边界条件发生变化后河型的可能转化。

7.4.7 取排水口河床稳定性分析应在设计河段河床演变特性全面分析的基础上进行局部河床变形分析。

7.4.8 对湖泊、水库的岸滩稳定性分析可采用河床演变的有关规定,并应注意分析其演变的特点。

7.5 厂址设计岸段海床演变

7.5.1 核电工程海床稳定性应按工程布置,海床泥沙运动特点及水文泥沙资料情况,采用调查访问、现场冲淤观测实验、岸滩动力地貌形态特征查勘、海洋水文泥沙观测、遥感技术应用以及水下地形测量、历史海图对比、数值模拟分析、海岸与河口物理模型试验等途径,并参照河床演变的有关分析方法进行多种途径综合分析比较。

7.5.2 河口及海床冲淤分析应具有气象、海洋与河口水文、地形及地貌、地质地震、泥沙特性以及人类活动影响等资料。

7.5.3 对海床冲淤变化趋势的预测,应在分析区域泥沙来源、岸段泥沙特性、岸段波浪或波浪破碎区以内的沿岸流输沙和输沙动力因素强弱对比、余流大小与方向、纵向与横向泥沙的运移形式、速度和数量大小的基础上进行;同时应分析邻近现状与规划的水工及港工建(构)筑物对海床演变的影响。

7.5.4 工程岸段沿岸流输沙方向,输沙率的沿程变化以及沿岸输

沙带宽度随时间的变化,可通过下列方面进行分析:

1 根据不同年代地形图和海图的岸线进退及沿岸的地形演变,海堤走向与位置的变迁等分析泥沙运移方向及岸线冲淤变化速率;

2 根据邻近现有水工及港工建(构)筑物的拦沙和进港航道的淤积情况,对比分析沿岸输沙方向和输沙量大小;

3 根据河口及潮汐口门的岸滩形态变化,口门处深槽的演变等来判断沿岸输沙方向;

4 根据岸滩的动力地貌形态特征,沿岸组成物质的粒径变化以及重矿物分布特征,判断泥沙来源和移动方向;

5 应用波浪折射图,用波浪能量的沿岸分量分析计算沿岸输沙率;从波浪破碎前的波向与岸线的交角,判断沿岸泥沙运动的方向;

6 依据海洋水文测验、波浪观测以及示踪沙测验的成果资料,估计沿岸输沙量和输沙方向。

7.5.5 对淤泥质海岸的海床演变应从泥沙补给来源、岸滩动力地貌形态特征、海区沉积物类型、潮流与波浪的水动力特征及泥沙输移、近岸波浪破碎带范围、余流大小与方向、海水絮凝作用、含沙量变化、浮泥异重流运行状况,以及邻近人类活动对本岸段的影响等方面分析水下岸坡的泥沙运移特点及冲淤变化总趋势。

7.5.6 对沙质海岸的海床演变应通过泥沙补给来源、海区沉积物类型、波浪特征、潮流及余流大小与方向、输沙的主导因素、岸滩动力地貌特征、近岸波浪破碎带范围、沿岸输沙强度与范围、海床季节性冲淤变化、含沙量变化,以及邻近人类活动对工程岸段的影响等方面分析海床悬移质泥沙及推移质泥沙的运移特点及岸滩冲淤变化总趋势。

7.5.7 潮汐河口的河床演变应通过泥沙补给来源、水流及泥沙运动特性、潮汐和波浪的强弱、不同河口类型的发育特点,以及工程措施影响等方面进行分析。

7.5.8 潮汐河口的拦门沙应从河口平面外形边界条件、来水及来沙条件、沿岸流,风浪特性以及盐淡水混合对其形成影响等方面进行演变分析。

7.5.9 在滨海地区及潮汐河口,对核电工程水工及港工构筑物,应进行下列海床稳定性分析:

1 工程岸段的海床冲淤变化范围,强度及变化趋势。尤其应分析沿岸冰凌、漂沙和沉积物造成的取水口堵塞的可能性;

2 邻近岸段已建或规划的水利及港工构筑物对本岸段冲淤特性的影响。

7.5.10 对海岸主要的淤积体变化可从岸线地形发生的变化、沿岸输沙障碍物影响、水流扩散、波浪的折射、绕射降低输沙能力等方面判明输沙条件的变化,分析沿岸泥沙的冲淤动态。

7.5.11 对岸线的沿岸输沙障碍物,应分析平行岸线的岛屿,伸入海中的岬角,天然潮(港)汉等天然输沙障碍物,以及离岸堤、突堤、排水口、人工挖槽等人工输沙障碍物;并应分析取水构筑物在输沙障碍物上下游岸滩冲淤变化。

7.6 人类活动对岸滩稳定性的影响

7.6.1 人类活动对岸滩稳定性的影响分析应涵盖核电厂整个寿期内人类活动对工程水域水流、泥沙条件和岸滩稳定性的影响。

7.6.2 对于人类活动对岸滩稳定性的影响,应分析灌溉制度及森林采伐的变化,城市化程度的提高,采矿、采石活动及有关的堆积位置,滩涂围垦、采沙等土地使用方式的改变对厂址岸滩稳定性的影响。

7.6.3 对于水利工程对岸滩稳定性的影响,应分析坝和水库,堰和闸门,沿河流的防护堤和其他防洪构筑物,流入或流出的引(分)水工程,泄洪道,河道整治工程,桥梁或其他束水构筑物等工程设施对厂址岸滩稳定性的影响。

7.6.4 当取水构筑物在淤泥质海岸和岛式防波堤之间时,应分析

其间的海流及泥沙运动特性;当取水构筑物在沙质海岸和岛式防波堤之间时,应分析其间的沿岸流特性,并有足够的安全距离。

7.6.5 对潮汐河口上游已建水库,应分析改变径流过程和增减径流量,导致盐淡水混合型式改变或洪汛期冲刷作用消失对下游取水河段淤积及水质等的影响。

7.6.6 取水构筑物在潮汐河口时,对邻近水域的疏浚工程应分析随着水深加大,盐水楔上溯距离增加,拦门沙淤积部位随之上移对取水河段淤积及水质的影响。

7.6.7 对潮汐河口区进行的河道束窄整治工程,应分析束窄河道上、下游对取水河段的冲淤影响。

7.7 取排水条件分析

7.7.1 核电厂取排水水域条件应符合下列要求:

- 1 取水口水深条件好;
- 2 排水口水动力强、扩散条件好、最终热阱范围小;
- 3 取排水口附近岸滩基本稳定;
- 4 取水工程回淤少;
- 5 避免取水口位于波浪破碎带和流态复杂区;
- 6 热回归影响小,取水温升小;
- 7 取排水管(渠)线距离短。

7.7.2 核电厂低放废水和温排水尚应符合下列要求:

- 1 避免影响饮用水水源地;
- 2 排放受纳水体水量大、扩散能力强;
- 3 满足水功能区划、海洋功能区划和环境保护要求。

7.7.3 核电厂取排水工程布置应满足防洪安全、通航安全的要求,排水口布置应满足有关行政主管部门的监督管理要求。

8 水文观测及专用站

8.1 一般规定

8.1.1 下列情况应进行水文观测及设立厂址水文专用站：

1 厂址所在区域实测水文资料短缺，且无法参证其他测站资料来确定建厂区域的水文条件时；

2 厂址附近虽有可选取参证站，但其水文资料不能直接使用，必须同步观测一段时间，以便建立相关关系进行转移时；

3 厂址附近观测站现有观测项目不全或不能满足工程要求，或需对水文分析计算项目进行验证时；

4 为分析水文要素现状及趋势、满足专题研究要求而须进行原体观测时；

5 为满足核电厂运行监测和预报系统的需要时。

8.1.2 观测项目应包括潮(水)位、水深、流量、流速、流向、水温、波浪、冰凌、盐度、悬移质、海(河)床质、水化学(水质)、降水量、蒸发量、风、漂浮物等。若特殊需要，可按任务要求增减项目；附属项目的观测，可按专题研究部门和主管部门的要求确定。

8.1.3 水文测验采用的基面应与我国现行的国家高程基面相衔接，同时应注明各基面的换算关系。

8.1.4 水文专用站的设立、观测和资料整编审查应符合国家现行有关标准的规定，并结合设站的目的和要求进行。

8.2 滨海、潮汐河口水文测验

8.2.1 在开展水文测验之前，应进行现场踏勘，了解工程区域地形地貌特征，结合观测任务要求及现场的实际情况，制订详细的水文测验计划。水文测验计划可兼顾海域使用论证、数学物理模型

试验的要求。

8.2.2 所有测验项目内容应符合现行国家标准《海洋调查规范》GB/T 12763 的有关规定,所有测试仪器应进行率定,现场工作人员应经培训合格,并应确保观测资料的系统性和完整性。

8.2.3 测验项目内容、测点布设、测验时段与次数、测验方式、仪器特性,应满足工程及相关研究的要求,所测资料应具有代表性。

8.2.4 具体观测内容应结合工程的特点进行适当调整,所有水文测验项目应在冬、夏季进行大、中、小潮全潮 25h 以上同步综合水文测验,并应在水文测验的前后分析实测潮的典型性。测验点应根据周围的地形条件进行设置,可布设 8 个~12 个,条件复杂时可布设 10 个~16 个。

8.2.5 潮位观测站点应根据数、物模分析专题研究的范围确定,不宜少于 3 个~5 个;观测时间宜与水文测验同步进行,并应超过水文测验时间段。

8.2.6 波浪观测,观测点水深宜为 10m 以上、易固定波浪仪器的区域,并宜避开渔业捕捞作业区。观测项目应为波高、波向、周期及水深等,观测间隔应为 3h 一次,台风期间宜加密至 1h 一次。

8.2.7 潮汐河口水文测验应同时关注海洋及河流的双重影响。

8.3 河流水文测验

8.3.1 在开展水文测验之前,应进行现场踏勘,了解工程区域地形地貌特征,结合观测任务要求及现场的实际情况,制订详细的水文测验计划。

8.3.2 所有观测项目的精度应符合国家现行有关标准的规定,所有测试仪器应进行率定,现场工作人员应经培训合格,并应确保观测资料的系统和完整性。

8.3.3 测验项目内容、测点(断面)布设、测验时段与测次、观测方法、仪器的特性,应满足工程及相关研究的要求,所测资料应具有代表性。

8.3.4 工程水域如受分汊河道影响应同时进行分汊河道的水文测验包括分汊河道的分流分沙比。

8.3.5 测验资料应与参证站资料进行相关分析,以推求水文设计要素,并应为数、物模分析提供边界条件。

8.4 海洋水文站

8.4.1 站址和测点的选择应满足工程的要求和有代表性,技术设备应满足观测要求,仪器性能应满足可靠性、稳定性、安全性和自动化程度等方面要求,并不应受工程实施的影响。

8.4.2 专用海洋水文站观测年限应在1年以上,也可根据参证站资料情况和需要确定。

8.4.3 实测的潮位、波浪、水温等资料应分别与参证站进行相关分析,并应将参证站的长系列资料经修正后移置到厂址处。

8.5 陆地水文站

8.5.1 水文站设立除应满足本规范第8.4.1条的要求外,站址还应满足防洪、可靠性的要求。

8.5.2 水文站观测年限应在1年以上,可根据参证站资料情况和需要确定。

8.5.3 水文站一年测流次数,应根据高、中、低各级水位的水流特性、测站控制情况和测验精度要求,掌握各个时期的水情变化,合理地分布于各级水位和水情变化过程的转折点处。

8.5.4 在推求厂址处设计水文要素时,应将实测值与参证站进行相关分析,并应将参证站的长系列资料经修正后移置到厂址处。

9 核电厂工程水文各阶段内容与要求

9.1 一般规定

9.1.1 核电厂水文勘测各阶段内容与深度应满足相应设计阶段的要求。

9.1.2 核电厂水文勘测可分厂址查勘、初步可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计等。

9.1.3 各阶段所列的工作项目是分析核电厂地域性最小环境影响场的最低要求。对具体工程的特殊要求应根据勘测阶段和厂址自然条件的复杂程度有所差异。

9.2 厂址查勘阶段

9.2.1 厂址查勘阶段水文勘测应通过搜集区域水文、供水水源等资料,并进行现场踏勘、调查和必要的专题分析论证,针对厂址防洪安全性、供水水源的可靠性、厂址岸滩稳定性等水文条件进行初步了解与分析,排查厂址颠覆性的水文因素,为筛选可能建厂的区域或候选厂址的评价提供水文依据。

9.2.2 厂址查勘阶段厂址防洪安全分析应包括下列内容:

1 对于内陆厂址,应初步搜集与调查区域内自然地理概况、水文条件、水利设施的现状与规划等资料,对可能建厂厂址的防洪安全性作出定性判断;

2 对于滨海厂址(含潮汐河口地区),应初步搜集与调查海域自然地理概况、海洋水文特性、岸线利用状况、海涂围垦、水利设施的现状与规划等资料,对可能建厂厂址的防洪安全性作出定性判断;

3 应初估组成设计基准洪水位的组合事件、初估厂址设计基

准洪水位,并应初步评价厂址防洪安全性。

9.2.3 厂址查勘阶段供水水源分析应包括下列内容:

1 对于淡水水源,应初步搜集和调查区域水资源条件、蓄水工程现状与规划、供用水现状与规划,并应根据核电厂的用水规模与特点,初步判断可能建厂厂址的淡水水源条件;

2 对于海水水源,应初步搜集与调查海域的自然地理概况、海洋功能区划、岸滩条件、海洋水文特征,并应初步判断可能建厂厂址的取排水条件。

9.2.4 厂址查勘阶段岸滩稳定性分析应包括下列内容:

1 应初步搜集与调查厂址及取水工程区域附近河流、水库(湖泊)或海域等的水文特性、泥沙运动特性、河势变化概况、岸滩及深槽的历史演变、冲淤变化等资料;

2 应对厂址及取水工程区域河床演变、岸滩稳定性及取排水条件进行初步分析,并应初步评价水利工程规划对岸滩稳定性和扩散条件的影响。

9.2.5 厂址查勘阶段应根据初步掌握的洪水条件、水源条件、岸滩稳定性等水文因素,对候选厂址的安全性作出初步判断,排查颠覆性的水文因素。

9.3 初步可行性研究阶段

9.3.1 初步可行性研究阶段水文勘测应通过搜集水文、岸滩稳定性、水利设施的现状和规划、岸线的现状和规划、工农业用水、城市生活用水及环境生态需水等资料,并结合现场调查、必要的水文测验、短期对比观测、专题分析论证,对初步可行性研究所涉及的供水水源可靠性、厂址防洪安全性、厂址岸滩稳定性等主要水文条件进行初步评定,为厂址建设规模和各厂址经济性比较提供水文依据;并应提出各厂址存在的主要水文问题及下阶段进一步工作的建议。

9.3.2 初步可行性研究阶段供水水源分析应包括下列内容:

1 对于淡水水源,应搜集和调查流域工农业用水现状与规划、环境及生态需水量、水利设施、水库(湖泊)特征值及运行调度原则和坝体质量鉴定结论,结冰期、最大冰厚和流冰块尺寸、冰坝与冰塞情况、漂浮物情况、航运状况、历史最小流量、最低水位及相应重现期;初步研究人为事件、自然事件、水库溃坝等因素对水源的影响。核电厂正常用水水源标准应按保证率 97% 估算,重要厂用水水源则应以保证反应堆在任何条件下均能连续 30d 维持安全停堆所需水量的要求确定年最小流量与最低水位;对河网地区还应估算此最低水位时的河道过水能力,估算时尚应包括低放废水排出所需的水量,应搜集各厂址所涉及的水(环境)功能区划资料,并应分析建设取水设施合理性和废水排放许可情况;当存在矛盾或法规限制时,应研究提出可行的解决方案。对于初步拟定的水源方案,应征得水行政主管部门的意向性意见;

2 对于海水水源,应搜集与调查厂址附近海域的自然地理概况、海洋水文动力及泥沙特性,历史最低潮水位、河口段枯水径流特性、潮流和盐水入侵的资料及其变化特性等。核电厂正常用水的供水标准应按保证率 97% 估算,重要厂用水水源则应估算最低水位;估算时尚应分析波浪及假潮减水的影响。应搜集各厂址所涉及的海洋功能区划资料,并应分析建设取水设施合理性和废水排放许可情况;当存在矛盾或法规限制时,应研究提出可行的解决方案。应征得海洋行政主管部门关于用海的意向性同意;

3 应初定组成设计基准低水位的组合事件,应初估取水口设计基准低水位,并应初步判断核电厂正常用水及重要厂用水的水源可靠性。

9.3.3 初步可行性研究阶段厂址防洪安全分析应包括下列内容:

1 对于内陆厂址,应搜集与调查流域自然地理概况及水文特性、流域防洪及排涝现状与规划、水利设施的现状及规划、水库设计及校核洪水标准;水库设计特征值、河流结冰期、流冰期、开河方式、冰坝与冰塞分布范围及持续历时、基面换算关系、历史最高洪

水位、内涝水位及相应重现期；应估算相当于频率 1%、0.1%、0.01% 年最高洪水位及最高内涝水位；应初步判断洪水、溃堤、湖涌、假潮、滑坡、水库溃坝等的可能性及其对厂址安全的影响；应搜集与调查厂址附近的波浪特性、最大波高等波要素，初估厂址工程点特征波要素；应初估山洪等小流域暴雨洪水对厂址可能的影响，调查是否有泥石流的影响；

2 对于滨海厂址(含潮汐河口地区)，应搜集与调查海域自然地理概况、海洋水文特性、厂址地区岸线利用现状和规划、海涂围垦、水利设施的现状及规划、设计标准，海水暴潮漫溢，决堤、洪水泛滥等资料情况，基面换算关系；应搜集与调查历史最高潮水位、风暴潮及假潮的特性及地震海啸对厂址影响的情况；应估算相当于频率 1%、0.1%、0.01% 年最高潮位；搜集与调查海域波浪特性、最大波高等波要素、发生时间以及对水工构筑物的影响等资料，并应初步估算厂址工程点特征波要素；

3 应初定组成设计基准洪水位的组合事件，估算厂址设计基准洪水位；应初步评价厂址安全性，评价结论在下阶段工作中不应产生颠覆性问题。

9.3.4 初步可行性研究阶段岸滩稳定性分析应包括下列内容：

1 应搜集与调查厂址及取水工程区域附近河流、水库(湖泊)或海域等的水文特性、泥沙运动特性、水下地形图、河势变化概况、岸滩及深槽的历史演变资料、冲淤变化等资料；

2 应对厂址及取水工程区域河床演变、岸滩稳定性及取排水条件进行初步分析，应初步评价水利工程规划对岸滩稳定性的影响，并应提出工程水域是否具备建设取排水工程的水域条件的结论及下阶段的工作和建议。

9.3.5 初步可行性研究阶段应对区域内水文观测站情况进行调查收资和简要说明，对水文观测站的资料应进行可靠性、一致性、代表性的初步分析，并应统计分析下列工程水文特征值：

1 对于内陆厂址，应提供厂址处的累年平均水位、流量，最高

(低)水位、最大(小)流量,入出水库(湖)水量,含沙量、泥沙粒径、泥沙冲淤量、输沙率及水温、水质等特征值,结冰期、封冻期、流冰期流冰最大尺寸、最大结冰厚度等资料;水质评价资料及水质管理目标;

2 对于滨海(河口)厂址,应提供厂址处的累年平均潮位、潮差,最高(低)潮位、最大(小)潮差、涨落潮平均历时、水温、水质及盐度特征值。搜集实测涨落潮(最大、最小、平均)流速、流向及余流,含沙量、输沙率、泥沙粒径特征值,结冰期、流冰期、最大结冰厚度、流冰最大尺寸及其流速与流向,各波向最大波高、平均波高、波长及相应周期等资料;水质评价资料及水质管理目标。

9.3.6 初步可行性研究阶段应根据水文条件对各候选厂址的适应性进行总结评价,对各候选厂址的优缺点进行比较分析,推荐厂址顺序,明确存在问题和提出下一步开展工作的建议。

9.4 可行性研究阶段

9.4.1 可行性研究阶段应在初步可行性研究阶段工作的基础上,通过进一步搜集调查水文资料及相关规划资料,对可能影响厂址的主要水文条件进行全面的勘测、测试和试验、专题研究等工作,进一步研究核电厂工程建设条件和方案,落实建厂条件;应对核电厂供水水源可靠性、厂址防洪安全性、取排水条件(岸滩稳定性)等进行分析论证,提供工程地点的水文定量数据和结论;并应根据工程需要,对重要水文事件进行专题分析研究。本阶段应编制水文分析报告。

本阶段应全面开展现场调查,设立水文观测专用站进行水文测验,个别项目尚应进行短期观测;应明确测站的基面换算关系。在厂区至少应有1年以上实测资料,以便进行水文资料的相关分析。

9.4.2 可行性研究阶段供水水源分析应包括下列内容:

1 对于淡水水源,应全面搜集和调查流域自然地理概况,区

域内有关水体的位置和水文特征,河流补给特性、流域工农业用水现状与规划、环境及生态需水量、水利设施、水库(湖泊)特征值及运行调度原则和坝体质量鉴定结论,结冰期、最大冰厚和流冰块尺寸,冰坝与冰塞情况、漂浮物情况、航运状况、历史最小流量、最低水位及相应重现期;综合考虑人为事件、自然事件(如滑坡等)、水库溃坝等因素对水源的影响。核电厂正常用水应按保证率 97% 进行设计;对于重要厂用水,当核电厂内设有满足要求的重要厂用水池时,供水标准可按正常用水标准设计,否则应以保证反应堆在任何条件下均能连续 30d 维持安全停堆所需水量的要求确定年最小流量与最低水位;对河网地区还须计算此最低水位时的河道过水能力。计算时尚应考虑低放废水排出所需的水量;应编制建设项目水资源论证报告书,水源方案应征得水行政主管部门的同意,并满足国家相关产业政策的要求;

2 对于海水水源,应全面搜集与调查厂址附近海域的自然地理概况、厂址海域或河口段的潮汐、波浪、海流、泥沙、水温、盐水入侵特性、枯水径流特性、冰情、水质等海洋水文特性,全面搜集与调查地区水利设施的现状与规划、设计标准、邻近岸段水工构筑物设计指标,分析确定对取水的影响。核电厂正常用水应按保证率 97% 设计,重要厂用水则应按确定可能最低水位设计,计算时尚应分析波浪及假潮减水的影响;应编制建设项目海域使用论证报告,并征得国家海洋局同意用海的预审意见;

3 应确定组成设计基准低水位的组合事件、确定取水口设计基准低水位,并应分析核电厂正常用水及重要厂用水的水源可靠性。

9.4.3 可行性研究阶段厂址防洪分析应包括下列内容:

1 对于内陆厂址,应搜集与调查流域自然地理概况及水文特性、流域防洪及排涝现状与规划、水利设施的现状及规划、水库设计及校核洪水标准;水库(湖泊)特征值、河流结冰期、流冰期、开河方式、冰坝与冰塞分布范围及持续历时、历史最高洪水位及相应重

现期;应分析确定洪水泛滥、溃堤、湖涌、假潮、滑坡、水库溃坝等的可能性及其对厂址安全的影响;应采用确定论方法和概率论方法计算设计基准高水位以及相当于频率 2%、1%、0.1%、0.01% 年最高洪水位、最高内涝水位;应明确厂址是否受泥石流等的影响并提出切实可行的措施;

2 对于滨海厂址(含潮汐河口地区),应搜集与调查海域自然地理概况、海洋水文特性、厂址地区岸线利用状况、海涂围垦、水利设施的现状及规划、设计标准,海水暴潮漫溢,决堤、洪水泛滥的资料和情况;应分析确定历史最高潮水位、风暴潮、假潮、地震海啸及海平面异常等对厂址影响的情况;应采用确定论方法和概率论方法计算设计基准高潮位以及相当于频率 1%、0.1%、0.01% 年最高潮位;

3 应确定组成设计基准洪水位的组合事件,确定厂址设计基准高水位;应分析确定厂址工程点的波浪特性、最大波高等波要素以及浪爬高对工程的影响;应明确厂址是否受山洪等小流域暴雨洪水的影响并提出切实可行的措施;应明确厂区防排洪方案;应评价厂址安全性。

9.4.4 可行性研究阶段取排水条件及岸滩稳定性应包括下列内容:

1 应全面搜集与调查厂址及取水工程区域附近河流、水库(湖泊)或海域等的水文特性、泥沙运动特性、水下地形图、河势变化概况、岸滩及深槽的历史演变资料、冲淤变化等资料;应根据设计需要进行工程水域水下地形测量;

2 对厂址及取水工程区域河床演变、岸滩稳定性及取排水条件应进行综合分析,并应评价水利工程规划对岸滩稳定性的影响,应有泥沙冲淤变化是否可以接受的结论意见以及相应的措施,并提出下阶段重点开展工作的建议;

3 应完成涉水工程防洪影响评价工作并取得水行政主管部门同意建设取水工程的批复文件;应完成排水方案专题论证,并征

得水行政主管部门或海洋行政主管部门同意建设排水口的意见；

4 宜完成通航安全论证工作，并征得航道、海事主管部门同意建设涉水构筑物的意见；

5 应完成温排水、泥沙、低放的模型试验工作。

9.4.5 可行性研究阶段工程水文特征值的统计分析，应包括下列内容：

1 应对区域内水文观测站情况进行详细说明，对水文观测站资料的可靠性、一致性、代表性进行全面分析；

2 对于内陆厂址，应提供累年各月平均水位、流量，最高（低）水位、最大（小）流量，入出库（湖）水量，含沙量、输沙率及水温特征值等；设计典型年水位流量及含沙量过程线；实测流速特征及泥沙颗粒级配曲线；洪枯水期实测断面及垂线最大、最小及平均流速、含沙量分布；洪枯水期实测断面及垂线水温分布，取水河段最近5年热季累积频率1%、10%的日平均水温；取水河段综合水位流量关系曲线；实测各级水位、容积、淤积体积、淤积量分布及水位库容关系表、水库（湖泊）特性曲线；实测大断面、纵断面及异重流分布；初冰终冰的最早、最晚日期，封冻天数，封冻期岸冰最大冰厚及宽度，最大堆积高度，流冰期最大流冰块尺寸、速度、方向、流冰天数等；

3 对于滨海（含潮汐河口段）厂址，应提供累年各月平均潮位、潮差，最高（低）潮位、最大（小）潮差、水温、水质及盐度特征值；累年各月最大波高、波向及相应周期，波浪成因及类型；累年各波向最大波高、平均波高、出现频率；涨落潮平均历时；典型（大、中、小潮）潮位过程线；实测不同潮型涨落潮最大、最小及平均潮差、潮流速与方向、余流与流向、含沙量、水温及盐度特征值；取水岸段最近5年热季累积频率1%、10%的日平均水温；不同潮型涨落潮悬沙、底沙颗粒级配曲线；初冰终冰的最早、最晚日期、封冻天数、封冻期岸冰最大厚度与宽度、最大堆积高度，流冰期冰块最大尺寸、速度、漂浮方向、流冰天数。

9.4.6 可行性研究阶段应从工程水文、取排水条件及厂址防洪安

全方面对厂址的适应性进行总结评价,应明确厂址的可接受性,并应提出存在的问题和下一步开展工作的建议。

9.5 初步设计阶段

9.5.1 初步设计阶段应在可行性研究阶段工作的基础上,通过进一步的补充收集资料、调查、勘测、试验研究及分析计算等,对可行性研究阶段提出的基本资料和成果、数据根据厂址具体条件作进一步补充、核定、论证或修改,并应解决可行性研究阶段的遗留问题,同时应根据确定的工程设计方案的要求,全面提供厂址工程点水文设计数据。

9.5.2 对滨河厂址,应进一步补充、搜集和调查厂址附近的流域自然地理、水利设施、水资源利用等概况,应深入分析流域洪水特性,并应进一步搜集与核定地区水利设施的现状与规划、设计标准,核定基面换算关系,核定和补充计算设计基准洪(枯)水位组合所需的水文参数。

对滨海厂址,应进一步补充、核定地区水利设施的现状与规划、设计标准、邻近岸段水工构筑物设计指标,核定基面换算关系,核定和补充计算设计基准洪(枯)水位组合所需的水文参数。

对河口厂址,可按滨海厂址及滨河厂址进行资料的核定和补充计算。

9.6 施工图设计阶段

9.6.1 应在设计条件发生改变或水文条件发生特殊变化时,对有关水文项目的设计参数进行必要的修改和补充。

9.6.2 施工图设计阶段应提供施工所需的施工期的水文资料,应包括水(潮)位、波浪和降水等,并应进行必要的施工期间水文预报。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《海洋调查规范》GB/T 12763

《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660

中华人民共和国国家标准

核电厂工程水文技术规范

GB/T 50663 - 2011

条文说明

制定说明

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2007〕126 号)的要求,由电力规划设计总院会同有关单位共同编制完成的。

在有关核安全法规和导则的基础上,根据国内外多年来核电厂水文工作的实践和经验,本规范对核电厂水文勘测与分析计算的工作范围、内容深度、技术原则、技术方法等作出了明确规定,并按照我国工程建设的基本程序,对核电厂工程水文各阶段内容与要求作出了规定。

本规范编制过程中贯彻执行了国家有关民用核设施安全第一的方针,在有关核安全法规和导则的基础上,根据国内外多年来核电厂水文工作的实践和经验,并吸收了水文领域的新近研究成果,对核电厂水文勘测与分析计算的工作范围、内容深度、技术原则、技术方法等作出了明确规定;同时根据国家基本建设程序与相关要求,对核电厂工程水文各阶段内容与要求作出了具体规定。

本规范编制过程中,开展了《可能最大洪水分析计算方法调研》、《滨海核电厂岸滩演变新技术新方法专题调研》、《可能最大风暴雨分析计算方法调研》、《溃坝洪水分析方法专题调研》、《国外核电厂工程水文技术调研》等专题调查研究工作,对核电厂工程水文所涉及的主要专业问题进行了广泛调查与深入研究,为规范制定打下了坚实基础。征求意见稿在全国范围内广泛征求了设计、勘测、科研单位和水利、海洋主管部门的意见。

为了在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,编制组编写了《核电厂工程水文技术规范》条文说明。本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1 总 则	(65)
3 水文查勘	(66)
3.1 一般规定	(66)
3.2 风暴潮、海啸、波浪查勘	(67)
3.3 陆域洪水查勘	(67)
3.4 枯水查勘	(68)
3.5 水资源调查	(69)
3.6 岸滩演变查勘	(69)
3.7 冰情查勘	(70)
4 设计基准洪水	(71)
4.1 一般规定	(71)
4.2 天文潮高潮位	(73)
4.3 海平面异常	(75)
4.4 风暴增水	(76)
4.5 假潮增水	(80)
4.6 海啸或湖涌增水	(82)
4.7 径流洪水	(85)
4.8 溃坝洪水	(86)
4.9 波浪的影响	(86)
4.10 潜在自然因素引发的洪水	(89)
4.12 小流域暴雨洪水	(89)
4.13 内涝	(91)
4.14 洪水事件的组合分析	(92)
5 设计基准低水位	(95)

5.1	一般规定	(95)
5.2	天文潮低潮位	(96)
5.3	风暴减水	(96)
5.4	假潮减水	(96)
5.5	海啸或潮涌减水	(96)
5.6	波浪的影响	(96)
5.8	潜在自然因素引发的枯水	(96)
5.9	人类活动对枯水的影响	(97)
5.10	枯水事件的组合分析	(97)
6	水 源	(98)
6.1	一般规定	(98)
6.2	天然河流	(98)
6.3	水库或闸上	(98)
6.4	闸、坝下游河流	(99)
6.5	河网化地区河流	(99)
6.6	湖泊	(100)
6.7	海洋	(100)
6.8	人类活动对水源的影响	(101)
7	泥沙与岸滩稳定性	(102)
7.1	一般规定	(102)
7.2	水流、泥沙特性	(102)
7.3	水流运动的模拟	(104)
7.4	厂址设计岸段河床演变	(105)
7.5	厂址设计岸段海床演变	(106)
7.6	人类活动对岸滩稳定性的影响	(110)
7.7	取排水条件分析	(111)
8	水文观测及专用站	(112)
8.1	一般规定	(112)
8.2	滨海、潮汐河口水文测验	(112)

9 核电厂工程水文各阶段内容与要求	(114)
9.3 初步可行性研究阶段	(114)
9.4 可行性研究阶段	(115)
9.5 初步设计阶段	(116)
9.6 施工图设计阶段	(116)

1 总 则

1.0.6 核电厂常规岛和其他与核安全无关物项所涉及的水文资料,应执行现行有关行业标准,如《电力工程水文技术规程》DL/T 5084等。

由于我国核电厂建设尚处起步阶段,水文勘测设计工作经验有待进一步积累和丰富,本规范在今后颁布执行过程中仍需不断补充完善。开展核电厂工程水文勘测设计工作时,除应符合本规范外,尚应符合国家法律法规及相关标准的规定。

3 水文查勘

3.1 一般规定

3.1.1 由于一般的测站点观测受时间和空间的限制,代表性上不能完全满足工程设计需要;人类活动会导致河流情况、水文规律发生改变,使测站资料无论在数量上还是在分配规律上已不能全面代表天然情况,故需查明人类活动的影响,以作修正;我国幅员辽阔,河流众多,许多河流无水文观测资料或系列较短,也需通过水文查勘来弥补水文资料之不足;目前遇到的某些工程问题尚不能完全依赖计算途径去解决,也需通过多方面查勘从野外取得实际信息资料以助分析判断。因此水文查勘是一项非常重要的工作内容,稍有疏忽会导致工程设计的重大失误。

建站观测是查勘的一种手段,通常在厂址确定后进行。当水文要素可能影响厂址成立且现有资料难以满足分析需要时,也可进行必要的短期现场观测。

3.1.2 在查勘过程中,以现场访问即问答方式为主,在一些重大问题或在被访问者难以肯定或有疑问时,可以召开座谈会的方式进行,除测量之外,还要做必要的水文测验。

3.1.6 由于核电厂的安全重要性较大型火电厂或特大型火电厂的要求高,故在野外查勘时应有两人以上进行记录,现场指认也必须要有两人或两人以上作证。

现场查勘除必须做好文字记录外,也可采用摄影、录音与录像的方式记录,尤其对于某些有分歧的现场查勘,此时有了音像资料更具有说服力。查勘时应注意识别被访者主观臆造情况。

3.2 风暴潮、海啸、波浪查勘

3.2.1 滨海水文要素变化复杂,潮汐涨落、海岸泥沙运动、波浪变化等均受海域的地理位置、地形特性的影响。目前海洋水文站为数不多,因而在核电厂工程设计中,若利用邻近海洋测站的资料,必须对工程点岸滩和海域进行滨海水文查勘,据此对参证站资料进行分析比较、移用修正,为滨海核电厂工程设计提供正确的滨海水文气象资料,其中应以潮汐、波浪、泥沙与岸滩变化、潮汐河口的盐水楔运动特性为查勘重点。

3.2.2 潮汐、风暴潮调查应选择在与外海畅通、波浪影响较小、海底平坦、底质坚实的岸段进行,并避开冲刷、淤积、坍塌等易产生变形的海岸。在风暴潮影响严重的海域,尤其要深入调查历史风暴潮影响严重的几个年份的最高、最低潮位值。潮位调查可参照“洪水查勘”和“枯水查勘”的有关内容进行。

滨海地区最高、最低潮位的调查远比河流洪枯水位调查难度大,有时不易区分风浪高的影响,故要慎重选择调查岸段并多加分析比较。

3.2.3 潮痕点应尽可能在建(构)筑物的背风面静水区、与外面有开口或沟通的室内选择确定,尽量避免或降低受到波浪影响而导致偏高的可能性。

3.2.4 波浪调查应选择在前方海面开阔,无岛屿、暗礁和沙洲的岸段,同时应结合风况调查进行。

3.3 陆域洪水查勘

3.3.1 历史洪水资料包括有关测站有记载以来年最大洪水记录、文献记载、现场调查值、历史洪痕标记、洪水过程线、洪水发生日期、洪峰流量和最高洪水位等资料。暴雨历史资料包括气象站降雨历史资料和区域历史特大暴雨记录,雨型、暴雨历时、面积、雨深关系和等雨量图。

3.3.4 历史洪水调查应尽可能多访问一些群众,根据历史上的重大事件以及群众最易记忆的事件,结合历史文献记载以及上、下游或干、支流作深入调查,合理判断确定。

3.3.6 河网水系特性包括河网、圩区的分布情况;产、汇流特性与河道长度、比降和糙率等;蓄(滞)洪区类型和位置;蓄(滞)洪区水位与容积关系。历史涝灾情况包括典型受灾年份内涝积水、溃堤破坏、蓄洪、滞洪、分洪的情况,各圩区之间、各河汊之间与主河道的联系及其水流流向。成灾时间及积水历时,降雨量、雨型、最高积水位相应范围和历时,涝灾成因。涝区成灾暴雨与蓄(滞)洪区高水位遭遇的情况。了解河网水利工程的分布、数量和规模,防洪治涝已达标准,存在的问题。

3.4 枯水查勘

3.4.3 枯水查勘主要是了解工程点附近的河流在枯水期的枯水水量,水利设施影响,流域规划等。

3.4.4 若查勘到的是标志水深,测算枯水位时,应考虑断面冲淤变化进行订正。对于枯水位,相应必定有一个且为唯一的枯水断面最大水深,可据此查勘断面最大标志水深来确定其相应枯水位;或以查勘时水位来确定历史枯水位比此低多少;或以查勘时施测枯水流量来确定历史最小流量比此少几成等方式进行。

枯水查勘调查一定要查明河道有否河干或断流。如果河道发生河干或断流,应着重查明其原因、持续时间及重现期。

由于枯季径流大小取决于地下水的补给,衡量当地地下水的丰枯程度,查勘时大体上可按以下情况判断:若流域内有大量利用井水灌田者为多;若仅村庄中有些井,而很少利用井水灌田者为中等;若村庄中井甚少,并且居民饮用困难者为少。

3.4.8 在岩溶地区进行枯水查勘时,应查明枯水径流的补给来源是正常的下渗来源或者是岩溶、泉水补给,查明补给量、地区分布、时间变化等。

3.5 水资源调查

3.5.2 河道的基本情况主要包括:水系组成、河道名称、发源地、流域面积、流域内下垫面特征、河道水流特性、河床质组成等与径流有关的水文要素。河道上已建和规划建设的水利工程等。

主要调查流域产流模数,流域降水量、蒸发量、径流量等值线及特征值等统计资料,收集、调查流域水资源公报等汇总资料。区域内水资源的组成及分布情况,各种水资源量的统计成果;现状和规划供水工程的能力和供水量,供水对象,供水时间等;区域内用水户的数量、分布,用水时间、用水定额、用水量,取水方式和取水位置,退水位置、排水量和排水水质;河道内环境和生态用水的调查包括生态环境用水的功能要求、生态需水量的计算方法和生态需水量的要求。水功能区划和水环境管理区划是了解河段的水功能分区,避免将取水口选择在非工业取水功能的河段内,根据河道水环境管理区划可以判定河道的水质管理目标,确定是否有适合用于废水排放的受纳水体。人类活动对河道的影响主要体现在筑坝、修堤、取沙、淤滩造地等人类活动,造成对河道内水体流态或径流量的改变。

3.5.3 水资源污染状况调查可通过取样进行水质分析和收集当地水利、环保等部门的水质监测报告实现。

3.5.6 工业用再生水是指对污水处理厂处理后的达标排放水按照工业用水水质标准进行深度处理后的再生水。再生水的水质和水量要纳入区域水资源中统一考虑。

3.5.7 如水库回水会造成流速减小、水位升高,河道取沙会造成水位降低等。因为人类活动影响而导致水文系列前后不一致时,应进行一致性还原修正。

3.6 岸滩演变查勘

3.6.1~3.6.6 岸滩演变查勘对象,根据核电厂涉水工程的位置

有河流、潮汐河口、滨海等,应根据不同水域水文特性和核电厂涉水工程位置及工程设计要求确定具体的查勘内容。例如,大多数水域推移质输沙量很小,可以不开展有关工作;滨海、潮汐河口水流泥沙应通过水文测验方法获取水体流场、泥沙场特性。

3.6.7 如果涉水工程所在水域含沙量大,泥沙来源不明时,可以取样进行矿物分析。如果泥沙淤积量大时,可以取样进行沉积年代测定。厂址区域地形资料缺乏时,宜进行冲淤断面监测。

3.7 冰情查勘

3.7.2 冰情查勘应重点查勘厂址附近水域冰的堆积,分析冰的影响及堵塞河道的可能性,以及冰坝等导致的高水位或低水位对安全相关设施和供水的潜在影响;应查勘历史上最大积冰厚度及最大流冰冰块的尺寸、质量和速度,由于冰影响造成历史上的最低水位。

3.7.3 冰情查勘应判明工程及其附近水域的流冰和冰塞历史,冰情严重时应在设计基准中包括冰的影响。

如果工程水域有积冰、或积冰严重、或有流冰时,则在工程措施中加以考虑其影响;如果河流或河口有可能发生冰块堵塞,则必须论证对洪水和水源设计基准的影响。

冰塞指封冻冰盖之下,因大量冰花聚积,堵塞过水断面而导致上游水位壅高。

流冰指冰块或兼有少量冰淤、冰花随波逐流。

流冰堆积指冰块或冰花团在流动中受阻而堆于河段。

冰坝指在河流之浅滩、卡口或弯道等处,横跨断面并显著壅高水位的冰块堆积体。

4 设计基准洪水

4.1 一般规定

4.1.2 根据核安全导则,核电厂的整个寿期可考虑 40 年~60 年。与安全有关的具体厂址特征,例如洪水泛滥(在滨海地区如风暴潮、假潮、海啸和风浪等;在内陆地区如降水、融雪、冰凌、风浪等)、极端气象现象(热带气旋、温带气旋、龙卷风等)、人类活动影响(如溃坝、河道整治等)以及岸滩稳定性等。鉴于核电厂的安全性,对于每个厂址都必须考虑引起洪水的所有可能的原因,以确保要考虑的外部事件既不漏项又要合理选定。

核电厂厂址的设计基准洪水是一个核电厂设计应经受的洪水。例如,对于滨海厂址应考虑可能最大风暴潮、可能最大海啸及可能最大假潮等这些严重事件,经分析后组合所引起的洪水。风浪的作用必须单独地考虑或与上述洪水组合在一起考虑。对于上述的每一种都要考虑一个偏于保守的高的基准水位,并要考虑潮汐、海平面异常现象以及湖泊水位和河流流量变化可能存在的对基准水位的影响。

对于滨河厂址应考虑降雨、融雪;由地震、水文因素或运行失误所引起的溃坝;滑坡、冰凌、漂木、碎石等导致的河道阻塞经分析后组合所引起的洪水。

鉴于厂区洪水泛滥会影响到安全,因此设计基准洪水总是选用非常低的年超越概率,并在此低概率水平下核电厂足以抵御和经受的所有严重洪水事件,包括某些严重洪水事件的合理组合引起的洪水。

4.1.3 “厂址沿岸区域”不是厂址的某一个点而是厂址沿岸的一片区域,即核电厂设计基准洪水的确定应从区域性着眼。

4.1.6 选用方法取决于是否具有大量的、完整的和可靠的适用于这一方法的历史资料以及是否能充分地模拟相关事件。

确定论法是利用经验的模型或者利用描述该系统的物理关系式为基础的模型,其目的在于确定洪水合理的上限值,其成果选定要考虑区域的特征和应用工程判断。

概率论法中的随机分析法是确定论法和数理统计法相结合并综合随机变量时间(或空间)序列的方法,是以历史事件的序列资料的统计分析(即事件的事件序列)以及随机分量和时间相依分量的分离为基础的,它的成果选定也要考虑区域的特征和应用工程判断,但它在外推小概率时置信度差。

可见上述两种方法都有局限性,不应看成是相互排斥的,而应看作是互相补充的,应将两种不同方法的计算结果进行分析比较和论证后确定选用。

4.1.7 设计基准洪水的确定,既应考虑单一洪水事件,也应考虑各种组合事件。对于与严重洪水事件或所选组合事件中每一个事件有关的外界条件,必须加以确定并予以恰当考虑。考虑各种外部时间的组合,应结合工程判断来综合选定。

考虑到核电厂厂址选择中洪水对安全的重要影响,在推导沿岸设计基准洪水时,对极端事件、波浪影响以及基准水位的组合,通常要确定一个可接受的极限年超越概率值。对具有严重放射后果的事件(事故序列)可接受的概率值的极限,采用每个堆年 10^{-7} 数量级。设计基准洪水一般应不低于任一有记录的或有历史查测的洪水。

滨河核电厂设计基准洪水可由下述事件之一或几个事件所引起:

- 1 可能最大降雨或融雪引起的可能最大洪水;
- 2 由地震、水文因素或运行失误所引起的挡水构筑物破坏产生的溃坝洪水;
- 3 滑坡、冰凌、漂木、碎石和火山等导致的河道阻塞引起的

洪水。

滨海核电厂设计基准洪水是下列洪水事件中最严重的：

- 1 可能最大风暴潮引起的洪水；
- 2 可能最大假潮引起的洪水；
- 3 可能最大海啸引起的洪水；
- 4 由上述某些严重洪水事件合理组合所引起的洪水。

另外，波浪的影响以及厂址附近小流域暴雨洪水的影响必须单独地考虑或者与上述洪水组合在一起考虑。

对于上述每一种情况还要考虑一个足够保守的高的基准水位，如天文潮高潮位和非周期性变化的海平面异常现象以及湖泊水位和河流洪水水位未来可能的变化，从而组合成设计基准洪水。

4.2 天文潮高潮位

4.2.1 厂址确定后，若厂址处无 1 周年以上的观测资料，需要在厂址处设潮位观测站，开展至少 1 周年的潮位观测，据此分析潮汐的调和常数 and 潮位特征值，并可进行参证站与厂址站的潮位相关分析。

在海洋学中，通常根据某地点不同时段平均海平面的最大互差统计平均海平面的稳定性。若认定平均海平面序列服从特定概率分布，可建立极差与中误差的关系。方国洪等专家对中国近海不同时间长度的平均海平面与多年平均海平面的最大偏差进行统计，结果如表 1 所示。

表 1 中国近海不同时间长度的平均海平面与多年平均海平面的最大偏差

观测时间	1 个月	3 个月	半年	1 年	2 年	5 年
时段平均海平面与多年平均海平面的最大偏差(cm)	60	40	25	10	8	5

以 95% 的置信度概率定义多年平均海平面的精度，并将该精度意义下的误差量取为 1cm，引入年平均海平面服从正态分布的假设，在 95% 的置信度概率定义下中国沿海几个验潮站达到 1cm

平均海平面精度所需观测年数如表 2 所示。

表 2 沿海几个验潮站达 1cm 平均海平面精度所需观测年数(年)

验潮站	威海	乳山口	连云港	营口	秦皇岛	塘沽
所需观测年数	18	16	17	50	28	118

在不同的海区,平均海平面的稳定性有较大差异,黄海沿岸在一个升交点周期内即可得到相当稳定的平均海平面,而渤海的情况却较为复杂。

4.2.2 分析计算厂址海区各分潮的调和常数可采用最小二乘法,采用厂址附近一整年以上的潮汐逐时观测资料推求出厂址各分潮的调和常数。根据推求的各分潮调和常数,预报(后报)出不少于 19 年的逐时天文潮过程。

根据观测的潮汐资料可采用达尔文(G. H. Darin)方法、杜德森(A. T. Doodson)方法、最小二乘法以及傅立叶(J. B. J. Fourier)分析方法和谱分析法等进行各个分潮调和常数的计算。工程上采用的分潮总数,一般在 116 个以上,在没有河流汇入的地方不宜少于 63 个分潮。

应采用厂址附近一整年以上的潮汐逐时观测资料,推求出厂址各分潮的调和常数。资料系列小于一整年的,可通过同步相关延长。调和分析是将潮汐分解为许多简谐振动的分潮,以分析计算出本海区各分潮的调和常数。各个分潮振幅的一般表达式为

$$\eta = fH \cos[\sigma t + (V_0 + u) - k] \quad (1)$$

式中: f ——交点因子,可由公式计算或查表求得;

H ——各个分潮的实际平均振幅;

σ ——分潮的角速率,可以在潮汐学专著中查得;

t ——时间;

$V_0 + u$ ——分潮的初相角,可由天文相角表查得;

k ——分潮高潮迟后的“迟角”,即产生分潮的假象天体在通过上中天后经过相当于 k 的时间才会发生高潮。

其中, H 、 k 为待求的观测地点或厂址的固有常数,即各个分

潮的调和常数,它们反映海区的地理特征、水文气象因素对潮汐的影响。

4.2.3 有些部门使用 21 年的最高天文潮位,但因黄道与白道的升交点以 18.613 年为周期,天文潮有 18.613 年的长周期变化,一般取 19 年的最高天文潮位就已经较为理想,所以建议使用 19 年的最高天文潮位。根据我国滨海核电厂的工程实践,推荐采用 10%超越概率天文高潮位。

4.3 海平面异常

4.3.1 海平面异常指由于地壳升降运动、地面沉降等自然因素和温室效应引起的长期的、趋势性的区域性相对性海平面上升或下降,不包括风暴潮、海啸等所引起的短期强烈的海面偏离。一般来说,海岸带与三角洲地区是海平面异常影响最严重的区域。对于海平面变化,有两种评价方法。绝对海平面变化,既考虑了海面的升降,同时又考虑地面的升降。相对海平面变化,以陆地为参照物观测到的海平面上升或下降。对于核电厂的安全性而言,相对海平面变化具有直接意义,因此主要研究相对海平面变化。

4.3.2 研究验潮站相对于该站固着于陆地上水准点的海平面变化称之为相对海平面;研究许多验潮站的海平面相对于理想地球椭球体表面的海面变化称为绝对海平面。相对海平面对于各自验潮站局部地点来说,是确有其事、实实在在的变化,但对许多验潮站要作统一处理时,因不同站位所在陆面有垂向运动,速率未尽相同,建议对验潮站的垂向变化速率作均衡基准订正。有两种方法评价海平面变化。绝对海平面变化,即考虑了海平面的升降。相对海平面变化,以陆地为参照物观测到的海平面上升或下降。对于核电厂安全而言,相对海平面变化具有直接意义,因此主要研究相对海平面变化。

4.3.3 月平均海平面数据中包含有各种周期性变化,如长周期天文潮、气候变化引起的周期性变化等。在研究海平面变化时必须

先滤除这些周期性变化,计算出海平面变化趋势项。可采用以下 3 种方法:

1 利用代表站潮位资料的月平均海面进行分段直线拟合(每 10 年为一段),计算所得海平面变化趋势项;

2 对月平均资料,进行以 19 年为长度的滑动平均处理,基本上可滤除 19 年以下周期的各种周期性海平面振动,很显然,更长周期的振动仍然无法消除,在此情况下计算得到的海平面线变速率。对上述波动曲线采用多项式拟合,多项式中的线性项,即反映了海平面的月线变速率,由此推算得到平均海面变化的年线变速率;

3 对月平均资料,用 IMF 方法进行滤波处理最后可得到基本不含波动的数据,从而计算得到海平面线变速率。需要说明的是,用 IMF 方法进行滤波处理时,数据的前端和后端均要损失一部分。因此,所得结果只能反映整个数据中的一段海平面变化趋势。

4.3.4 国内关于海平面变化研究,始于 20 世纪 60 年代,20 世纪 80 年代后受到重视,研究成果很多,国家海洋局每年发布的《中国海平面公报》、《中国海洋环境年报》均有刊载。各研究成果的结论并不一致,应综合分析,并尽量引用国家海洋局发布的具有权威性的《中国海平面公报》的成果。

4.4 风暴增水

4.4.1 风暴潮有热带气旋风暴潮、温带气旋风暴潮和移动飑线风产生的风暴潮。风暴潮指海水在海水风场和气压场的强迫力场作用下,向近岸输送、堆积而导致沿岸水位偏离于天文潮的异常升高现象,亦称风暴增水。我国沿海常受热带风暴的袭击,由风暴潮造成的洪水泛滥,是我国沿海地区最严重的自然灾害之一。我国一般主要考虑由热带气旋形成的风暴潮。在北方高纬度地区也应考虑由温带风暴形成的风暴潮。在封闭和半封闭的海湾也可能由移

动抛线产生最严重的风暴潮。一般可根据地区的气候特征和分析历史水文气象资料来确定。

4.4.2 确定论法是利用经验的模型或者利用描述该系统的物理关系式为基础的模型,对于已知输入值或已知初始边界条件,模型将给出一个或一组描述该系统情况的数值,为了获得“保守”的估计,应采用合适的极限值或保守的输入参数。概率论法是以大量的、完整的和可靠的历史事件的序列为依据,通过统计分析而获得。历史记录样本序列越长,确定分布函数参数值的不确定性就越小,计算结果的置信程度越高。

由于确定论法计算的 P_0 值是理论上的最大值,其结果过于保守,根据我国滨海核电厂大量的工程实践经验,建议采用概率论法皮尔逊Ⅲ型曲线计算的一千年一遇计算成果。

4.4.3 风暴潮引起的增水可将实测的逐时潮位减去对应时刻的天文潮位得到。

4.4.4 根据经验证的模型,对照历次增水天气过程模拟计算,得到厂址年最大增水系列。采用两种不同的统计方法,指频率曲线分析法,有时用随机分析法;线型上用极值Ⅰ型,或用P-Ⅲ型作比较。置信区间可对与核安全有关频率标准在0.1%以上时进行计算。

4.4.6 通过风暴潮天气系统的了解和分析,便于掌握和了解风暴增水过程的成因和特征。通过增水的过程分析与天文潮的组合,对各组增水的资料做出正确的判断,为综合分析提供依据。分析时应特别注意那些造成严重灾害,出现最大增水的风暴潮过程。

4.4.7 若厂址附近无实测潮位站,应在厂址设立短期潮位观测站。与参证站取得同步的潮位观测资料(观测的资料应包括风暴增水过程)建立相关关系,通过转换推求厂址的风暴增水。

4.4.8 温带风暴的机理和参数尚不明确,本条方法仅适用于热带气旋。各种模型所用基本方程大致相同,一般利用不可压缩流体的二维深度平均流连续方程和运动方程采用数值计算方法沿水深积分而得到的计算程序来估算。数值计算可使用有限差分或半隐

差分方法求解方程。关键是风暴参数(中心气压、最大风速半径等)公式的选用和确定,以及初始条件和边界条件的确定;为反映近岸地形等的影响,在厂址附近海域应采用嵌套网格小步长的网格尺寸。风暴潮受局部地形影响,必须采用粗、细网格相互嵌套的方式设置计算域以解决计算工作量和计算精度的矛盾。大区计算域的选取必须结合台风尺度并以大区范围内实测验潮资料的情况和计算工作量合适为标准。小区计算域网格点密度以能够反映出工程海区局部地形影响为标准。厂址应位于大、小计算域的中心位置。

初始条件取增水值和深度平均流为零。侧边界在固壁处的边界条件为法向速度分量为零;大区开边界水位取静压边界条件,小区开边界的水位、流速取对应的大区计算结果。

4.4.9 较广泛采用的五种台风气压场分布公式有:

1 Takahashi, 1939:

$$\frac{P(r) - P_0}{P_\infty - P_0} = 1 - \frac{1}{1 + r/R} \quad 0 \leq r < \infty. \quad (2)$$

2 Fujita T., 1952:

$$\frac{P(r) - P_0}{P_\infty - P_0} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 2(r/R)^2}} \quad 0 \leq r < \infty \quad (3)$$

3 Myers, 1954:

$$\frac{P(r) - P_0}{P_\infty - P_0} = e^{-R/r} \quad 0 \leq r < \infty \quad (4)$$

4 Jelesnianski C. P., 1965:

$$\frac{P(r) - P_0}{P_\infty - P_0} = \frac{1}{4} (r/R)^3 \quad 0 \leq r < R \quad (5)$$

$$\frac{P(r) - P_0}{P_\infty - P_0} = 1 - \frac{3R}{4r} \quad R \leq r < \infty \quad (6)$$

5 V. Bjerknes, 1921:

$$\frac{P(r) - P_0}{P_\infty - P_0} = 1 - \left[1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]^{-1} \quad 0 \leq r < \infty \quad (7)$$

式中: $P(r)$ ——距台风中心距离处 r 的气压。

P_{∞} ——台风外围气压；

R ——台风最大风速半径；

P_0 ——台风中心气压；

台风域中的风场由两个矢量场叠加而成，一是相对台风中心对称的风场，其风矢量穿过等压线指向左方，流入角可取为 15° 或 20° ，风速与梯度风成比例；二是基本风场，假定其速度取决于台风移速。由于气压场和风场均为理论模式，必须结合实测风速进行验证和修正。

4.4.10 在厂区或厂区附近海域选用几个潮位站，将历史上曾出现过的风暴增水过程与数学模型计算的结果进行比较，验证选用的数学模型的正确性，并用它修正某些计算风暴增水的有关参数，如最大风速、气压差、海底摩擦系数及风应力系数等。

用于验证模型的验潮站的选取原则是与厂址距离近且受同一天气系统影响。给出数值模拟计算的风暴潮增水过程曲线，从模拟结果与实测值的对比进行误差分析，以相对误差小于 0.20m 、合格率大于 80% 作为评判的标准，而且核电厂所关心的是极端现象，评价数值模拟成果主要检查对验证潮位站产生较大增水的台风个例，以说明模式足够安全和保守。如果计算结果比实测或记录值系统偏低时，这种数值模拟程序是不可接受的。

对分析模拟误差较大的过程，根据天气图了解风场变化情况，并说明风场变形产生的增水绝对值小于不变形的数值模拟风场。

4.4.11 为确定最大可能的风暴增水，必须假定一组极大化的，在厂区海域可能出现的最大风暴，根据可能最大风暴参数（最大风速、最大风速半径、最大气压差）通过在厂区出现可能最大增水的风暴位置、移动路线和登陆地点等的试算，确定可能最大增水风暴模式。

台风路径千变万化，但对最大增水起决定性作用的是在登陆前一段时间内的近似直线路径。因而对各种可能的台风路径用其登陆点位置与起始点位置之间的直线来代表。

路径的选取分两步进行,第一步为设置一些覆盖面较宽的一系列路径,从中选出较为适合厂址处增水的路径,此步为粗路径的选取;第二步在上述粗选路径筛选出的一条最利于增水的路径的基础上,在这条路径附近设计一系列路径,即加密扫描,最终选出一条能引起厂址处最大的增水路径。此为细选路径的选取过程。

在计算可能最大风暴潮增水时,为细致体现厂址周围增水状况,可采用三重嵌套网格程序进行计算。在原来大小计算区域基础上,增加厂址附近局地区域,开边界采用原小区的计算结果。

4.4.12 温带气旋尺度大,形状不对称,现有风暴潮模型计算条件很难精确模拟,因此建议采用频率分析法计算。

4.5 假潮增水

4.5.1 假潮是发生在湖泊、运河、海湾以及开敞海岸的周期较长的驻波。湖泊假潮通常是大气压力或突然变化或一系列间歇的周期性变化的结果。运河的立波可由骤然增加或减少大量的水体所引起。海湾中的假潮可由大气压力和风的局部变化或从外海通过湾口传入的振动产生。外海假潮可因大气压力和风的变化或地震海啸引起。如果水体运动的力具有周期的特性,尤其这种力的周期是与水域的自然或自由振动周期相同或共振时,则很可能产生大振幅的立波。

对于严重风暴引起的假潮的输入资料,应用安全导则《核电厂设计基准热带气旋》HAD 101/11 中所概述的方法来确定。对于地震引起的假潮的输入资料,应用安全导则《核电厂厂址选择中的地震问题》HAD 101/01 中所概述的方法来确定。

4.5.2 假潮振动是叠加在天文潮和各种非周期性水位变化上的,因此采用实测水位值减去天文潮位所得的水位残差作为分析假潮振动的基础资料。利用本征模(Intrinsic Mode Function, IMF)方法(黄谔),从残差水位数据中将周期性振动分离出来,然后进行统计分析。

4.5.3 确定水体的固有周期是研究假潮的前提。根据厂址附近水体所在地形,可采用下列估算方法:

1 狭长海域的固有振动周期确定法,设海区很窄,其长度为 L 、深度为 d ,则其固有周期 T 由下式确定:

如果为封闭海域:

$$T = \frac{2L}{n \sqrt{gd}} \quad (8)$$

其中 $n=1,2,3,\dots$ 驻波节点数,此即梅立恩公式。

如果一端开口:

$$T = \frac{4L}{(2n-1) \sqrt{gd}} \quad (9)$$

其中 $n=1,2,3,\dots$ 驻波节点数。

对于矩形海域,如果只考虑横向振动或只考虑纵向振动,可近似使用以上两式粗略估算自由振动周期。

2 矩形等深海域固有振动周期的确定法,考虑以下二维流体动力学方程:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial t} &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} \\ \frac{\partial \zeta}{\partial t} &= -d \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \end{aligned} \quad (10)$$

其中暂不考虑地转效应,设固有频率为 σ ,从此方程组可导出:

$$\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} + k^2 \zeta = 0 \quad (11)$$

其中 $k^2 = \frac{\sigma^2}{gd}$,进而可导出固有周期 $T \left(T = \frac{2\pi}{\sigma} \right)$,

$$T = \frac{2}{\sqrt{gd} \sqrt{\frac{n^2}{a^2} + \frac{m^2}{b^2}}} \quad (12)$$

其中, $n=1,2,3,\dots, m=1,2,3,\dots$ 纵向和横向驻波节点数, a, b 为海湾的长与宽。

4.5.4 我国开敞和半开敞海岸的假潮现象往往是伴生在风暴潮增减水过程中的。由于假潮振动被包含在风暴潮水位中, 因此, 在考虑最大可能风暴潮增水作为设计基准洪水组成事件的前提下, 假潮水位振动不必重复考虑。而振幅小、周期短的假潮所含有的能量也少, 当振动通过宽敞的湾口从浅水区传出进入深水区时, 能量将迅速消散, 假潮振幅将急剧减小。因此, 短周期假潮振动对厂址的影响是非常微弱的。基于对我国海洋潮汐特性的判断, 以及通过我国以往核电厂实践, 假潮的影响在设计基准洪水中并非主要的或显著的, 对假潮的分析可做保守假设而适当简化工作。

4.6 海啸或潮涌增水

4.6.1 地震海啸分越洋海啸、远地海啸和当地海啸。越洋海啸进入我国近海海域, 能量衰减很快, 除台湾东部及南海诸岛外, 越洋海啸一般对我国影响很小, 所以我国沿海核电厂址的潜在地震海啸主要考虑远地和当地海啸源的影响。核电厂附近海啸波的强度取决于海床运动的特征、核电厂的位置(靠近海峡或海湾)和海床运动相对于核电厂方向以及近岸水体对海啸波的反应。厂址是否受到破坏性海啸波浪的影响取决于其位置。

海啸主要是由海底地震引起的, 但不是所有的海底地震都能引起海啸。研究表明, 只是较强的地震且具备以下条件才能造成海啸:

- 1 地震要发生的海底且伴有地壳的大范围急剧升降;
- 2 地震强度在里氏 6.5 级及以上且震源深度小于 80km;
- 3 地震海区的水深要足够深, 一般要在 1km 以上。

地震海啸的分析会同地震专业应做以下工作:

- 1 确定潜在地震海啸的工作区范围, 预测可能对厂址造成最严重影响的多个地震海啸源, 并确定潜在地震海啸源的有关参数,

如震级、地层的最大垂直位移、震源的长度和宽度(海啸源的面积)、震源的深度、方位和形状、海啸源的主轴方位角等;

2 根据地震海啸源的参数,确定初始状态的海啸波,并分析其在水体中的传播及对核电厂和设计基准水位的影响。

湖涌指湖盆受地震波的影响,产生湖水往复震荡所形成的洪水。

资料来源应包括国内、国外各种文献记载、历史档案、地方志及调访成果,调查内容应包括产生地震海啸(或湖涌)出现的时间、海啸的震中、震级、范围等,对资料应鉴别其可靠程度及其与厂址的关系。

4.6.2 根据震源和当地的强地震资料,寻找对应的实测潮位或水位过程线,通过滤波分离出地震海啸波(或湖震波动)的影响。查阅有关资料,尤其是地震地质专题研究成果,说明在工程海区历史地震情况,分析判断是否具备产生地震海啸的条件。如果核电厂必须建在可能受海啸影响的地方,则应保守地分析由海啸产生的潜在影响。可对比水灾与地震记录,分析水灾是否在地震活动期中发生。

4.6.4 为了确切地确定海床垂直位移及由此产生的水面升降,需分析计算有关海啸源参数,包括:最大地震震级(M_s)、震源深度(D)、海啸源主轴长度(L)和方位角(α)、海啸源面积(S)和最大垂直位移(d)等。这些数据可从安全丛书中所论述的用于估算地震危险性调查中获得,应利用地质、构造和地震的研究结果以及历史记录的分析,保守地选定。

1 最大地震震级(M_s):地震海啸是由海底地震引起的,潜在海啸源的鉴别是在潜在震源区划分的基础上进行的。一个海啸源的最大地震(M_{\max})就是该源所在潜在震源区的震级上限(M_0)。其确定必须根据 HAD 导则关于 S_2 地面运动所叙述的方法开展,可直接引用地震地质研究工作的结论。

2 震源深度(D):能引起地震海啸的海底地震都是浅源强

震,其震源深度通常在 60km 以内,更多的是 20km~40km。根据地震地质研究工作给出各震源深度。

3 海啸源主轴长度(L):海啸源的形状一般呈椭圆形,其长轴称之为海啸源的主轴。估算海啸源主轴长度的方法很多,必须结合地震地质成果给出。

4 海啸源主轴方位角(α):海啸源主轴方向通常代表了源区主要构造线方向,主轴方向多数与附近海岸平行,少数有一定偏转。海啸源主轴方位角是以地球子午线方向为基准计算的,且规定按顺时针方向转动,数值变化在 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 。

5 海啸源面积(S):计算海啸源面积有多种方法。一种是根据产生海啸的地震余震区范围圈定海啸源,并计算出海啸源面积;另一种是根据地震断裂层长度,再估算断裂带可能影响宽度,即确定震源宽度,进而画出潜在海啸源椭圆,并计算出海啸源面积;第三种方法就是按照《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》HAD 101/09 文件附录推荐的公式 $\lg S = M - 3.5$ 或 $\lg S = 2/3M - 3.5$,根据最大地震震级计算海啸源面积。

6 最大垂直位移(d):伴随最大潜在地震而发生的最大地面位移 Δ ,是按地面水平位移 X 和地面垂直位移 Y 来确定的,即 $\Delta = (X^2 + Y^2)^{0.5}$ 。大海啸主要由垂直地面运动和伴随浅源地震引起的。根据世界的资料统计分析,最大地面位移与震级 M 之间已建立一种关系曲线。《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》HAD 101/09 附录推荐了图 III.1 最大地面位移与地震震级的关系曲线,知道了最大震级即可直接查取地面最大位移。

此外,地面最大位移和震级之间的关系,也可用 $\lg = 0.578M - 3.916$ 表示。根据地震实例调查和震源机构研究,中国地震断层以走滑运动为主,更多地表现为复合性质,如正走滑断层或逆走滑断层。水平运动分量与垂直运动分量之比一般为 4:1,亦有 5:1,甚至 7:1。

4.6.5 海啸接近海岸时其高度增加并变得可以和水深(浅水)相

比。应该采用包含海底摩擦影响的浅水方程。该理论仍然假设流体静力学压力,而且考虑了波振幅的有限性,二阶相速度包括了水面上升的影响,这个影响使波的波高部分传播更快,前面的波面变得更陡峭。如果锋面上的水珠速度超过了局部相速度,水将弹到空气中,结果形成破碎涌潮。海啸可以激发水体剧烈振动(假潮)。当到达的海啸频率与当地振动模式之一匹配时,可能发生共振而导致更大的运动发生。水体振动还由于入口处的水柱或整个水面持续激发而产生。因此,最大波高通常不是在波第一次到达时出现,而是在几次波以后观察到的。为评价振动的可能性,应该知道海啸的波周期和当地振动模式。

当海啸波到达厂址海区时,它们将受到变浅、变陡和可能破碎的影响。无论是否破碎,每个波浪中包含的能量都由于反射、散射或传播而损耗。波浪在海滩上能量消耗的主要形式是波浪爬高,它是水冲击到静水位上方的垂直高度。这个高度取决于构筑物或海滩的几何形状和粗糙度、水深、构筑物或海滩的迎水面坡度及入射波的特点。可参考估算波浪爬高的近似理论和实验关系式。

基于对我国近海大陆架、大洋的水文及地质地震特性的判断,以及通过我国以往核电厂实践,海啸对我国沿岸的影响在设计基准洪水中并非主要的或显著的,对海啸的分析可作保守假设而适当简化工作。

4.6.6 海啸成因还包括落下岩石、水底蒸汽爆炸引起水面快速上升、火山口的形成,使周围的水涌入由火山口形成的洞穴。

4.7 径流洪水

4.7.4 初步可行性研究阶段小流域暴雨洪水计算时,暴雨资料短缺时可用地区暴雨等值线图查算。

4.7.8 当地暴雨放大法通常适用于设计流域有特大暴雨资料的情况,移置暴雨放大法通常适用于邻近地区有特大暴雨资料的情况,组合暴雨放大法通常适用于流域面积大、设计历时长的情況,

时面深概化法通常适用于设计流域和气候一致区内有较多特大暴雨资料的情况。

4.7.10 降雨径流模型应考虑采用大洪水的实测资料进行验证。为洪水事件组合计算,需要计算区间洪水,包括两种情况:区间可能最大洪水和区间相应于上游可能最大洪水时的洪水(区间相应洪水)。区间可能最大洪水计算方法与设计流域可能最大洪水计算方法相同。本条特别提出区间相应洪水,即上游发生可能最大洪水,用经验证的洪水演算模型将上断面的可能最大洪水演算到下断面,与下断面的可能最大洪水相减得到的区间洪水。这种方法属于设计洪水地区组成中的“上、下游同频,区间相应法”。

降雨径流模型应考虑采用大洪水的实测资料进行验证。

4.7.11 为了计算影响洪水的最大融雪,应求季节性积雪量的最大值,并选用最危险的融雪时序,然后将相当于一年中合适时间的可能最大降雨事件与发生极大融雪的事件相加,并应考虑降雨引起的融雪增加。

4.8 溃坝洪水

4.8.8 溃坝洪水对工程有明显影响是指通过简单的方法估算,溃坝洪水位会直接影响项目场坪标高,为了提高溃坝洪水的精度,必须采用数学模型进行溃坝洪水演进。

4.9 波浪的影响

4.9.2 工程点设计波浪与水深有关,必须结合设计要求和工程布置方案,考虑设计潮位与设计波浪组合存在可能性的前提下,在相应水深场进行波浪要素的计算。结合工程点波浪特性、波浪资料情况和海工布置方案,除考虑强浪向外,尚应给出次强浪向和(或)小风区浪向的设计波浪要素。

4.9.3 用厂址或厂址附近的波浪观测资料(资料系列不应小于30年),结合调查资料分析计算波浪要素和对近岸的影响。工程

点所在位置或其附近有较长期的波浪实测资料时,必须分析波浪资料的可靠性和完整率。

对可靠性较高的实测波浪系列,必要时,应利用历史天气图或台风年鉴或各种同化风场对当地历史上大的灾害性天气过程和个别年份缺测大浪的情况进行波浪要素的推算,以延长、插补实测波浪系列,获取更具有代表性的波浪样本。

采用工程点附近观测台站的波浪资料时,应分析地形和水深的影响,以及分方向检验资料的适用程度。

在地形不十分复杂时,可对观测点某一重现期的波浪进行浅水折射分析,以得到与工程点同一水深处的同一重现期波浪要素。

在地形比较复杂时,可通过同步波浪观测的相关性分析,或移用观测台站反算外海深水波要素再向工程点计算,得到工程点重现期波浪要素。

与可能最高潮位相应的波浪,利用热带气旋参数,通过数学模型来计算。对不同的构筑物,可按设计要求提供不同的波浪特征值。对于刚性构筑物,设计波浪一般用 $H_{1\%}$ 波;半刚性构筑物设计波浪的变化范围应在 $H_{1\%}$ 波和有效波之间。柔性构筑物则可采用有效波,但安全重要物项必须用 $H_{1\%}$ 波设计。

波浪由于受到地形、水深和风的影响较大,即使两地很近,也会在传播过程中受水深、地形或障碍物的影响,而产生折射、绕射、反射及其他浅水变形,使得两地和个别方向的波浪相差较大,因此在利用附近测波站的波浪资料时,应考虑地形、水深的影响,以及分方向检验资料的适用程度。

对于台风影响小于温带风暴潮的海域,应包括温带风暴潮最大风浪的波高。

4.9.5 根据波形按下列方法合理选用分析计算方法:

- 1 当地大的波浪主要为风浪时,可按风浪要素计算图或当地风浪的波高与周期的相关关系外推与该设计波高相对应的周期;
- 2 当地大的波浪主要为涌浪或混合浪时,可采用与波浪年最

大值相对应的周期系列进行频率分析,确定与设计波高同一重现期的周期;

3 如果年极值波高与周期的对应关系不成正比,可采用风浪充分成长状态的波高 $H_{1/10}$ 与周期 $(\bar{T}, \bar{T}_{1/10}, T_{1\%})$ 的关系式来确定与设计波高对应的周期:

深水充分成长状态:

$$T = 3.66 \sqrt{H_{1/10}} \quad T_{1/10} = 4.17 \sqrt{H_{1/10}} \quad (13)$$

$$T_{1\%} = 4.392 \sqrt{H_{1/10}} \quad (14)$$

浅水充分成长状态:

$$\bar{T} = 3.91 \sqrt{H_{1/10}} \quad T_{1/10} = 4.46 \sqrt{H_{1/10}} \quad (15)$$

$$T_{1\%} = 4.69 \sqrt{H_{1/10}} \quad (16)$$

4.9.8 对滨海核电厂与设计基准洪水组成有关的波浪计算,首先要选择产生波浪的风场,可考虑按类似发生风暴的那种风暴类型来确定风场。该风暴风场就是用确定论法估算风暴潮时所提及的那些极大化参数所组成的风场或用概率论法估算风暴潮时所确定的重现期风场,必须特别注意选择适当的风场输入,以求得比最大风暴潮小些的风暴潮,但考虑波浪影响却使设计基准洪水位达到最大值。

根据选定的风场估算深水波浪要素,选择合适的模型。在浅水和过渡水区,由风的直接作用所产生的波浪要与深水波分开单独估算,应调整风区和风向,使它在厂址处起关键作用,在此基础上估算深水波和浅水波。

设计采用的近岸波临界值要通过对入射深水波、过渡区水波与浅水波以及极限破碎波的不同波高时程进行比较分析来确定,要考虑到风暴潮的静水位过程。根据计算绘制厂址近岸处有效波高及其波周期、 $H_{0.4\%}$ 和极限破碎波高以及最高静水位的时程图。

4.9.9 考虑到出现最高水位时,波浪不一定是最大的,同样出现波浪最大时,静水位不一定最大,所以应分析近岸处设计基准静水

位及可能最大波浪要素时程,取用组合最大值为风暴作用下设计基准高水位。

4.9.14 防护工程的断面形式选择和尺寸需要用物理模型试验确定,波浪物理模型试验输入的时程曲线取5个时段(时段长0.5h),合计2.5h,按照每个时段的相应波浪、风速和潮位分别测试越浪量。

4.9.15 设计时段取与试验的时段一致,即5个时段(时段长0.5h)合计2.5h。最大越浪水体由式 $V_{\max} = q_{\max} L T$ 计算,其中 q_{\max} 为连续2.5h的单位长度最大平均越浪量($\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$); L 为防护工程的越浪长度(m); T 为时段长,2.5h换算为9000s。

4.10 潜在自然因素引发的洪水

4.10.1 堰塞体指堆积阻塞河道的滑坡体、泥石流、雪崩、流冰、火山熔岩等物质。

4.12 小流域暴雨洪水

4.12.1 核电厂经常遇到小流域和特小流域的暴雨洪水问题。当涉及核岛核安全防护的排洪设计时应按概率论法频率0.01%和确定论法确定可能最大洪水(PMF)。

厂区防洪侧重于设计洪峰流量和洪水总量;输水管道和公路安全通道的防洪主要提供设计洪峰流量;电厂淡水补给水库的防洪设计,应提供洪峰流量和洪水过程线。

4.12.2 小流域一般缺乏历年洪水资料,需要通过暴雨推求设计洪水。

4.12.3~4.12.5 产流、汇流计算方法应根据工程地点所在地区的自然地理、水文气象特征与资料条件等合理选用。小流域和特小流域产流计算中暴雨损失量对设计洪峰流量影响不大,常可采用初损和后损(稳损)法计算。

汇流计算,流域面积在 1000km^2 以内的山丘地区可采用单位

线,流域面积在 300km^2 以内可采用推理公式或单位线。

4.12.6 选用地形比尺一般要求图上的流域面积不小于 5cm^2 , 以保证量测精度。

不管采用哪种方法计算设计洪峰流量,要使计算成果符合实际,均需对流域自然地理下垫面条件及暴雨洪水特性等方面进行详细查勘和分析,这是一项重要的基础工作。小流域雨洪计算成果的精度,关键在于参数的正确定量,而参数选用是否合理,则取决于对该流域下垫面条件及暴雨洪水特性深入详细的查勘和分析。

用推理公式进行流域汇流计算,关键是汇流参数的确定。根据华东电力设计院等单位对特小流域汇流参数的研究:对于小流域和特小流域的流域汇流,流域坡面的下垫面条件对确定流域汇流参数将起决定作用。分析资料表明,由南方原始森林区到北方半干旱的土石山区,汇流参数的变幅可达 5 倍~6 倍。由于洪峰流量变化与汇流参数变化是属于同一个数量级的,所以通过对流域下垫面的调查,确定下垫面的类型,正确选用汇流参数是十分重要的。

根据华东电力设计院等单位对华东地区六省 92 个测站 845 场次较小流域雨洪对应资料的分析,及搜集和借用湖南、四川、辽宁等 34 个测站 200 多场次的分析成果,把下垫面类型分成五类八型,每一类型的下垫面条件和雨洪特性等列表作了详尽的描述,并给出了汇流参数 m 与流域河道特征参数 θ 和流域不同下垫面条件的关系曲线与关系式,可供华东地区特小流域暴雨洪水分析计算使用,也可供其他地区计算暴雨洪水参考应用。流域河道特征参数 θ 可按下式计算:

$$\theta = L/J^{\frac{1}{3}} \quad (17)$$

式中: L ——流域长度(km);

J ——流域平均比降。

华东电力设计院与华北电力设计院合作,于 1995 年 10 月已

通过了“应用遥感技术分析特小流域洪水参数”科研项目的评议意见,确认此项研究技术先进、经济可行,可应用于电力工程实践,通过遥感图像分析,可以精确地确定流域地形特征参数(面积 F , 长度 L , 比降 J) 和获得流域下垫面植物类型、覆盖度、流域地形地貌、河谷形态、土壤以及人类活动等信息,避免流域查勘描述下垫面定量化所带来的困难。

4.12.7 一般根据地区降雨特点,查阅各省或各地区的水文图集和手册,也可根据实测的对工程最不利雨型确定设计暴雨的时程分配,因除了推理公式尚有 PMP 等法推求设计洪峰流量,故拟采用概化五点、三点法等方法推求洪水过程线。

4.12.8 暴雨推求洪水受到不少因素的影响,如雨量资料的代表性、暴雨与洪水同频率的假定、设计雨型的选定和雨量在面上均匀分布的假定、设计暴雨发生前流域下垫面干湿程度的确定,以及各种产汇流参数的确定等。经过上述多种环节推算出来的成果难免带有误差,所以一方面强调采用多种方法进行比较分析,另一方面对计算和选用的设计成果还必须与当地和邻近地区实测的特大洪水以及地区内和本流域的设计成果进行对比分析,以检验本工程推算成果的合理性。

4.13 内 涝

4.13.1 当涉及核岛核安全防护确定竖向标高时应确定可能最高内涝水位。

4.13.2 水利化地区由于水利设施、河道开挖治理、分洪等影响,不能直接采用水文站实测洪水资料推求设计洪水流量,因产汇流条件有改变,故需要用雨量资料推求,为避免成果出入较大,故要求以流域治理后的实测较大洪水和相应雨量资料进行验证校对,调整有关参数重新推算,使成果不致出现较大偏差。

受上述因素影响时,应先将观测资料换算为同一条件或统一基础上,而后才能进行统计分析,如将溃堤分洪影响的流量还原为

归槽流量等。因溃堤、破圩造成相邻流域和各汇水区的串通时,应对各串通流域进行统一的洪涝分析计算。

4.13.3 影响内涝积水高度的因素除降雨和损失外,还直接与流域内水利设施和泵闸抽排能力,遭遇外江外海水位过程等因素有关。外江外海水位的高程和过程,不仅影响排水闸的启闭和排洪量,而且当外江水位达到一定高程后,由于泵闸设备和泵站稳定的要求将停止抽排或关闸。了解泵闸的启闭条件和运用情况是便于确定内涝积水处理的原则,以确定在什么条件下可以考虑或不应考虑泵站或排水闸的排水能力,并根据使用情况予以印证。有些围垦地区,由于还在继续进行围垦,洼地蓄水区有减少的可能,计算时就不应完全按现状考虑,而应考虑蓄水区减少后内涝积水位可能增高的影响。

4.13.4 河网的水流状态,一方面受河网几何形态的影响,另一方面也受上下游边界条件如湖泊、潮汐的影响,水力因素随时随地在变化,属典型的非恒定流运动。因此河网内圩区的调蓄演算是以边界条件为控制(上边界一般是山丘区的入流过程,下边界是江河、湖泊或潮汐的水位过程)的河段调蓄演算。对于河网中的骨干河道,一般采用非恒定流的数值解法,如瞬态法、特征线法、差分法等求解;对于较小的圩内河网和次要河道,可采用简化计算。

4.14 洪水事件的组合分析

4.14.1 推求核电厂设计基准洪水时,既应考虑单一事件,也应考虑各种组合事件。在采用随机或非线性现象时,应该仔细地进行事件分析。此外,事件组合分析还应考虑与重要的洪水起因事件或所选组合事件中每一个事件相关的外界条件。

在组合事件中考虑的独立事件或部分独立事件数量越多,则每个事件的影响越严重,则它们组合的超越概率就越低。核电厂过多考虑组合事件的数量和严重程度可能导致设计基准洪水位值

过分保守。

选择事件组合的准则和准则的应用具体应参照《滨河核电厂厂址设计基准洪水的确定》HAD 101/08 和《滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定》HAD 101/09。

4.14.2 静水位组合:10%超越概率天文高潮位+可能最大风暴潮增水+海平面异常;动水位组合:10%超越概率天文高潮位+可能最大风暴增水+海平面异常+ $0.6H_{1\%}$ 。根据厂址的实际情况选择合适的水位组合确定设计基准洪水位。

对于滨海厂址同时受径流洪水影响时,应根据实际情况进行组合计算。当径流洪水直接影响厂址安全时,在厂坪标高满足滨海厂址设计基准洪水位的前提下,应参照滨河厂址设计基准洪水进行洪水位计算,对比两计算得出的设计基准洪水位,确定最终的厂坪标高,亦可通过设计防洪墙或截排洪设施来解决。此时滨海设计基准洪水位尚应考虑径流洪水引起的海水水位局部壅高。径流入海引起的局部水位壅高可通过经验公式保守估算或通过数模计算得出。

4.14.5 当厂址濒临风浪较大的江河、湖泊时,依据现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286 附录 C 波浪计算要求,根据厂址附近气象资料及河道、湖泊水面、水深特征和风速、风向、风区长度、水域水深等参数计算波高,从而求得 $0.6H_{1\%}$;厂址设计基准洪水位亦可不考虑风浪影响,而通过厂区设置的放浪措施来解决。可能最大积雪与频率 1% 的雪季降雨相遇,物理机制复杂,建议采用概率论法进行计算。

4.14.6 目前我国河口厂址的实践经验很少,为了便于设计参考,对于设计基准洪水位的组合参照国际原子能机构导则 No. NS-G-3.5 推荐的方法。

组合中径流洪水引起的水位升高是指河流进入大海,受海水的顶托,水流下泻不畅引起的水位升高,可采用经验公式计算或数学模型进行壅水分析计算。

对于河口厂址,洪水起因事件的适当组合取决于厂址的具体特征,也包括大量的工程判断。对于波浪影响,需分析厂址受河流洪水和海洋洪水影响的大小程度,并参照滨海和滨河厂址的波浪组合方式进行考虑。

5 设计基准低水位

5.1 一般规定

5.1.1 对取水工程目前常用的是按缺水年或破坏年的百分数来计保证率,缺水年是指包括不足保证供水量的任何年份,不论其缺水持续时间的长短和缺水量大小。

根据国际原子能机构(IAEA)安全系列, No. 50-C-S 1988 年(第一次修订版)“核电厂厂址选择安全法规”及 HAF 001 规定:如果不能在所有情况下都保证应急堆芯和堆芯长期排热的最小供水量,则必须认为该厂址是不合适的。

另据美国核管理委员会导则 RG1.70 规定:对滨河核电厂,当该区域可能发生的最严重干旱造成的从而可能影响到安全相关的设施的功能时,则需估计提供这种状态的设计基准,对于非安全相关的供水,应阐明在百年一遇的干旱中也能够满足需要。

关于概率统计值所考虑的置信区间,可参照《核电厂厂址选择的极端气象事件(不包括热带气旋)》HAD 101/10 附录 I 的方法。

5.1.2 根据 IAEA 安全系列 No. 50-C-S 1988 年及 HAF 001 的规定,并根据美国核管理委员会导则 RG1.70 规定,当可能最大气象事件或构造地震事件产生的风暴潮、湖震或海啸引起的低水位可能影响安全相关的设施充分完成其功能时,则需确定这种低水位,因为这些情况可能影响安全相关的冷却水源。

5.1.4 设计基准洪水和设计基准枯水分别为水文现象的极大和极小值,考虑因素大多相同,推算方法有相似之处,故可参照设计基准洪水的类似做法。

5.2 天文潮低潮位

5.2.3 由于采用连续 19 年的月最低天文潮位系列统计得出的 10%超越概率天文低潮位未必偏于保守,因此为满足合理偏保守的核安全要求,应采用 19 年年最低天文潮。

5.3 风暴减水

5.3.1 核电厂重要厂用水取水口高程的确定等,应考虑风暴减水。

5.3.3 对于北方厂址的海域,最大减水可能是由持续时间长的温带气旋的大风风场产生;对于南方厂址的海域,最大减水可能是由热带气旋引起的。

5.4 假潮减水

5.4.3 最大假潮振幅的负向振动为最大假潮减水。

5.5 海啸或湖涌减水

5.5.2 虽然中国的湖泊较小,水深也较浅,湖涌减水往往不是枯水起因事件可能组合中的主要起因,但还需进行一定的调查和分析。

5.6 波浪的影响

5.6.1 在设计基准低水、波浪组合下减水水位应分析近岸处静水位及波浪要素时程图,合理确定风暴作用下的低水位时,采用线性组合即可。

5.8 潜在自然因素引发的枯水

5.8.1 浮冰形成冰堵,冰川堵塞河道形成冰坝,必然会对下游枯水产生影响。漂木或漂浮物阻塞类似于浮冰作用。

5.8.2 由于自然和人类活动作用,河流可改变其河形和主流线。故必须考虑和分析河道变迁的影响。

5.9 人类活动对枯水的影响

5.9.2 人类活动影响枯水径流,主要表现在修建蓄水工程调节径流,能增加下游部分河段枯水径流;水库调度不当、蓄水工程闸门不能正常开启、跨流域调水工程、工农业提(引)水、水土保持等,会减少下游枯水流量,有时甚至断流;取水河段河道内取土、采砂造成河床的下切,会降低取水水位。因此核电厂设计枯水时应充分考虑人类活动对枯水径流的影响。

5.9.3 近年来,人类活动影响造成江河湖底床下切的现象较为普遍,这可能影响到水位的降低。

5.10 枯水事件的组合分析

5.10.1 核电厂枯水事件组合分析时,应根据厂址所在地区的水文地理特性,分析可能发生枯水的不同成因,结合工程判断,决定它们的起因事件和可能组合。

5.10.4 组合中径流(枯水)引起的水位变化是指河流进入大海时,由于海水的顶托,水流下泻不畅引起的水位变化,可采用经验公式或数学模型进行壅水分析计算。

目前我国河口厂址的实践经验很少,当无法确定厂址的设计基准低水位时,可以参照滨河厂址,通过厂内设置重要厂用水水池来解决。

6 水 源

6.1 一 般 规 定

6.1.1 水源类型分为:海水、地表水、矿区排水、地下水、再生水、市政自来水等。

6.1.3 枯水位计算时应考虑各种减水事件的影响,如风暴潮、海啸(湖涌)等事件会造成减水,导致实际水位值比设计水位值低。

6.1.5 对于天然河道,设计最小流量计算时应采用年实测瞬时最小流量组成的流量系列;设计基准枯水位应是设计枯水位与各种枯水事件组合下的枯水位。

6.1.7 与核安全无关的用水水源,执行常规大中型火力发电厂的供水水源标准,即供水保证率为97%。

6.2 天 然 河 流

6.2.1 概率论法可采用P-Ⅲ理论分布和Gumbel理论分布两种方法。

6.2.2 设计枯水位的计算方法可采用水位流量关系线法、水面线法等。

6.3 水库或闸上

6.3.3 年径流分析计算所需水文资料一般包括:坝址年径流系列、径流年内分配、各业用水量现状和规划水平年用水量、生态用水量、水库蒸发、渗漏、结冰、水库特性曲线等资料。规划水平年应与当地政府发展规划水平年相一致。各业发展规划指标应以最新规划报告为准。

6.3.4 大型水库应采用30年以上径流资料,可采用长系列法及

概率论法,计算起始条件可选择连续丰水年蓄水期末库满或连续枯水年供水期末库空。

6.3.5 插补延长的方法一般有如下几种:

1 当设计站的上下游或邻近相似流域测站的径流资料较长,且与设计站具有一定长度的同步系列时,可通过流量或水位相关插补年、月径流;

2 以降水补给为主的设计流域如径流资料较短,而雨量资料在 30 年以上的站点较多时,则可通过降雨径流关系用雨量资料插补年、月径流;

3 当资料条件允许时,也可采用流域模型推算。

6.3.7 对于年调节水库应采用典型年法,对于多年调节水库应采用时历法。在水库库区内取水时,必须确保水库调度运行中设计取水水位得到保证,取得水库管理部门同意保证供水的文件,并在水库的供水调度原则中加以明确。97% 闸上最低水位必须得到保障,应取得有关主管部门承诺文件。

6.4 闸、坝下游河流

6.4.4 对于水电站下游取水,由于发电效益的原因,会导致发电企业不按水库设计调度原则进行枯水调度,下泄流量低于设计下泄流量,此时应提示建设单位与上游水电站签订保证下泄量合同,或按最不利放流情况进行取水河段设计枯水流量设计。

6.5 河网化地区河流

6.5.1 河网地区水源分析应首先对总蓄水量按与核安全无关的设施供水标准以及对核安全有关供水要求确定进行枯水期水量平衡分析及河段槽蓄水量的估算,判明有多少水量可利用;若大于核电厂取水流量,说明河道断面足够过水;若小于核电厂取水流量并不意味水量不足,需推求上述设计枯水期的河道最大过水能力来检验能否满足核电厂取水流量。

6.5.2 按我国平原河网特点,对于不同类型的河网,其水源分析采用的计算方法也不一样。滨海感潮河网其河流下游直接与海相连,受外海、潮汐影响,在外海潮汐和上游径流的相互作用下,水流呈不恒定状态。此时的水源分析,若厂区处水量丰沛,则需推求设计最低潮位;当需确定取水河段水面线或确定河流的设计枯水期最大过水能力时,则采用不稳定流方程进行数值计算,通过计算机求解内陆平原河网其河流下游与较大的河流相连,河网内的水流状态受上游来水和河网本身的自然条件以及河网水流出出口处较大河流的流态、水位等影响。此时的水源分析需考虑厂区受下游大河水流影响,通过推算水面曲线结合各种具体情况进行计算。联湖平原河网其河流与大型湖泊相通,河网水流通过湖泊的调蓄,涨落缓慢。其水源分析可简化采用稳定非均匀流试算法推求取水河段设计枯水期河道的最大过水能力。

6.5.3 河网水流计算,无论用什么方法计算,都要选定计算边界,一般容易取得的边界值,如水位过程线、流量过程线或水位流量关系曲线;关于取水影响不到的地方,如对于感潮河网其下游边界应尽量取在近海的口门,对于连湖河网应尽量取在湖泊入口处。

6.5.4 河网水流数学模型验证计算目的,是检验基本资料及其概化处理的正确性,选用的河槽糙率的合适程度,所采用的计算格式能反映实际的河网水流情况。

6.6 湖 泊

6.6.2 不同湖区的湖泊有不同的水量补给及湖水量变化特点,利用湖泊作核电厂供水水源之前,应对湖泊作深入的查勘与分析计算工作。因为干旱地区的湖面蒸发量变化很大,故要慎重选用,如资料短缺一般出湖径流量比较难定,应深入调查或设站观测。

6.7 海 洋

6.7.1 天然的海湾是海洋在两个陆角或海岬之间向陆地凹进、有

广大范围被海岸部分环绕的水域。海湾是指被陆地环绕且面积不小于以口门宽度为直径的半圆面积的海域。

6.7.3 取水口布置应考虑航运的影响及航运对取水口的安全影响。

6.8 人类活动对水源的影响

6.8.3 人类活动对水源的影响调查,主要包括现场考察和资料的收集两个方面。人类活动对设计取水条件的未来状况可能会产生改变性影响,所以应对其进行预测和判断,把估算影响值预先考虑进设计条件中,以确保设计取水条件的安全性。

7 泥沙与岸滩稳定性

7.1 一般规定

7.1.1 厂址岸段和滩槽的稳定性关系到核电厂的核安全和正常运行,是核电厂建厂的一个重要的基本条件,应深入调查研究,通过各种分析手段与途径,预测在核电厂运行期内(一般为40年~60年)设计岸段的稳定性和取排水的可靠运行性。

7.1.3 河(海)床演变、泥沙运动影响的因素很多很复杂,进行岸段、滩槽的稳定性的分析,应采用多种途径分析研究,常用分析的途径有地形图对比、水动力地貌调查分析、泥沙运动力学和遥感图像资料分析等方法。评价岸段、滩槽的稳定性时,必须注意冲淤的年内和年际的变化,周期或非周期性的变化,水流与河(海)床的相互作用影响,河(海)床的自动调整作用以及人类活动、水工建筑物等河(海)床演变的影响。

7.1.4 核电厂涉水工程附近岸滩稳定性应按核电厂寿期内的演变趋势进行预测,保证在核电厂寿期(一般为40年~60年)内安全运行。

7.2 水流、泥沙特性

7.2.1 泥沙特性基本资料的搜集与分析,是核电厂水工设计和河(海)床演变分析的基础,应通过各种途径搜集与厂址河段(海域)有关的泥沙资料,对无资料的厂址河段(海域),应布置水文测验和设站进行观测。

7.2.2 厂址河段(海域)上下游或附近有长期观测泥沙的水文站,可通过水文站实测泥沙资料的统计分析而获得,资料移用必须与厂址河段(海域)实测的水文泥沙资料进行分析对比。

7.2.3 泥沙的沉降速度作为泥沙的一个重要水力特性指标,可根据泥沙颗粒粒径,分别选用紊流区、过渡区和层流区的沉速公式进行计算,此类计算公式较多,但各种公式计算结果基本相近。对于天然河道(海域)中泥沙的沉降速度,尚应考虑泥沙群体沉降、泥沙颗粒的相互影响,动水中紊动水流的作用,海域(河口)、盐水对泥沙絮凝的作用等,根据实际情况选用有关的公式计算或在现场进行沉降试验获得。

7.2.4 泥沙的起动流速是泥沙的基本水力特征之一,考虑床底泥沙起动的临界流速,一般使用垂线平均流速表示。泥沙起动公式种类繁多,计算结果差别也较大,可根据河道泥沙特性选用。选用公式时应注意公式建立时考虑的因素是否全面,特别是对黏性颗粒泥沙黏结力的考虑,公式的适用条件和范围,公式是否经过天然河道实测资料的验证等。

7.2.5 通常把悬移区中相当于组成床沙主体的粗颗粒泥沙称为床沙质或造床泥沙。悬移区中大部分颗粒泥沙(在床沙中含量很少)称为冲泻质或非造床泥沙,这部分泥沙主要来自流域表面侵蚀,很少直接参加本河段的造床作用,对其划分目前实用上常作经验性处理。在床沙质级配中,泥沙总重百分数为10%(或5%)的粒径 d_{10} (或 d_5)作为划分的界限粒径,小于床沙区粒径 d_{10} (或 d_5)的悬移区泥沙,称为非造床泥沙,大于或等于床沙质粒径 d_{10} (或 d_5)的悬移区泥沙称为造床泥沙。一般可根据床沙质级配曲线的拐点粒径作为判断标准。

7.2.6 在分析设计河段的河床演变、进行泥沙的冲淤计算时,需分析计算一定水力条件下的水流挟沙能力,水流挟沙力应该包括推移质和悬移质在内的全部沙重。目前挟沙力大多采用经验公式,这些公式都是在一定水力泥沙条件下建立的,有其适用范围,在选用时应了解公式结构的合理性,确定参数时资料选用的范围,公式的适用条件等进行全面分析比较,有条件时尽量采用当地实测水力泥沙的资料验证公式对本河段(海域)的适用性。

山区河道推移区泥沙有较大比重,对其输沙量必须予以重视,而推移质的实测资料比悬移质更缺乏,其资料精度很差,一些推移质输沙量的计算公式,大都是室内水槽试验取得,其计算结果公式与公式之间,公式与天然河道的实际输沙率差别很大,故进行推移质输沙量计算时,应尽量选用包含有河道观测资料在内的或经过天然河道实测资料验证过的输沙率的计算公式,并用多种方法计算分析比较。国内外也常采用比值系数法,根据河道悬移质输沙量乘以某一比值系数来推求推移质输沙量,比值系数根据各河道泥沙运动特性调查确定。

7.2.7 我国是多河道国家,沿海大部分地区都是淤泥质海岸,要特别注意高含沙水流(浮泥)运动对厂址河段(海域)和取水口骤淤的影响。高含沙水流的泥沙运动有其特殊的规律和特殊的泥沙运动特性,浑水异重流就是其中一种特殊的泥沙运动形式,应通过调查和水文测验等分析厂址设计岸段(海域)有无高含沙水流和泥沙的骤淤现象。

7.3 水流运动的模拟

7.3.1 工程区设计河段(海域)的水流状况可通过水文泥沙测验资料获得,测验的布置应根据工程设计和数模计算要求进行。工程区河段(海域)的水流流场通常通过流场的数模计算获得,计算区域视工程设计与分析的要求确定。

7.3.2 根据核电厂的河道(海域)水流运动的特点,分析流场和测流资料,提供设计河段(海域)的流速特征值。

7.3.3 工程设计通常采用二维的流场计算,某些特殊项目也可采用三维的流场计算,视工程的设计要求与水流特性确定。

7.3.4 搜集设计河段(海域)及流域现状或规划的水工构筑物等人类活动影响的资料(包括电厂水工构筑物运行后的影响),作为边界条件,通过数学模拟分析人类活动对设计河段(海域)流场影响的变化。一般数模计算可以满足设计要求,如其他问题[温排

放、河(海)床演变等]进行物模试验,则流场的变化也可通过物模试验取得。

7.4 厂址设计岸段河床演变

7.4.1 纵向变形和横向变形是河床演变一个问题的两个方面,应同时进行分析,从研究历史演变规律入手,预测河床变化的发展趋势。其中要特别注意人类活动对河床演变的影响。

7.4.2 根据工程特点,资料情况和河段河床演变特性,应灵活应用各种分析手段,以揭示河床冲淤变化与水力泥沙因子之间的变化关系,为分析设计岸段的河床演变提供基础资料。

7.4.3 河床的边界条件、河床的抗冲特性,是河床可动性和稳定的重要组成部分,应搜集和采用勘测的手段,了解河床边界的地质构造和泥沙的组成特性。

7.4.4 影响河床演变的因素很多,各因素之间的关系极其错综复杂,目前无论是国际上还是在国内对泥沙问题的研究,均处在发展阶段中,特别是淤泥质的泥沙问题,水流泥沙运动的规律和理论还在不断充实和提高。所以在进行河床演变分析时,特别是对一些像核电厂这样影响核安全的重要工程,应采用多种方法和各种途径结合,综合分析研究比较河床演变的规律和预测工程运行期内河床冲淤变化的趋势。这种变化应包括长周期、年周期、短周期以及灾害性天气过程、特大洪水等情况下的岸滩稳定性和滩槽冲淤变化的规律。

7.4.5 对一些重大的人类活动、水工构筑物 and 天然障碍物等的影响,应通过数模计算和河工物理模型试验分析它们可能影响的程度和后果,并作出定量的分析。

7.4.6 根据河道的几何形态,上游的来水来沙条件及河道边界河床的组成,可将河流分成各种不同类型的河道,各种类型的河道有各自的河道特性和演变规律。确定核电厂厂址岸段的河道类型,对确定工程布置和河床演变的预测有很重要的指导意义。

7.4.7 取排水口、码头等水工构筑物的河床稳定性分析工作是局部河床变形的分析,是在河段整个河势演变分析的基础上进行的。此时应着重分析局部河段上诸如取排水口、码头的冲淤变化及与水工构筑物设计布置直接有关的个别河弯、汊道、浅滩、深潭和边滩等的演变趋势以及人类活动的影响,应通过各种途径定量表达冲淤变化,分析在核电厂寿期内河床稳定性、取水可靠性。

7.5 厂址设计岸段海床演变

7.5.1 关于现场观测和试验,主要观测近海水流泥沙在近岸带运动的基本特征,并在潮间带进行挖坑、埋桩的滩地冲淤试验等,以掌握各项动力因素对岸滩变化的相互作用关系。根据工程要求及时间进度,内容上可单项或综合性,时间上可临时或长期,测点布置可单点或多点、定点或动点等。

关于海岸及河口动床模型试验,预测波浪作用下岸滩冲淤变化趋势、沿岸输沙方向、输沙强度等以及整治工程措施影响等。

关于理论分析与计算,河口、港湾工程水力泥沙数学模型,按流体力学理论及海岸泥沙运动基本特性,运用数学手段模拟海岸动力因素作用下岸滩的演变趋势。目前由于对泥沙运动的数学物理方程还未处理的满意,有时尚需与物模相结合。此外利用一些经验公式作某些泥沙特征的近似估算,但不论数模或经验公式都必须深入分析其适用条件。有条件时尽可能用实测资料验证适用性,对数模则必须有实测资料提供验证相似性。

遥感技术运用如航摄照片和卫星图像对大范围的侵蚀分析,以及泥沙运动、含沙量变化特性及地貌特征等分析。

在潮汐河口的岸滩演变与河床演变的基本特性,既有共性一面,也有特殊性一面,如考虑潮流、盐水楔进退等对水力泥沙运动因子的影响,故也可参照河床演变的有关分析方法。

7.5.2 海岸及河口岸滩冲淤分析应具有的基本资料:气象方面如风速、风向等;海岸及河口水文方面如潮汐特征、海流及流向、波

浪、含沙量、输沙量等；地形与地貌方面如岸线轮廓、海岸地形、动力地貌特性、各类水下测图以及航卫片等；地质方面如岩性、构造、底质等；泥沙特性方面如近岸区域沉积物特性及粒径级配曲线、泥沙天然容重及干容重、悬移质及推移质泥沙粒径级配等；海岸或近海处现状或规划的人工构筑物、它们的位置等。

7.5.3 对岸滩冲淤变化分析，通常是以低潮岸线的演变为代表。必须查明岸段海域泥沙运动基本特性。海岸带泥沙来源主要有从邻近海滩运移而来；由河流挟带而来；岸段由动力因素侵蚀后就地形成以及海底来沙。海岸泥沙去路主要有自岸段两侧向邻近水域运动；离岸向深水运动；沉积在水底的沟谷中。对每个具体工程岸段，则需具体分析泥沙来源的组成、何者为主以及主要去路。

泥沙运动特性包括输移方向、方式以及数量，输沙动力因素主要有风、波浪以及海流等。近岸带实测到的水流是潮流、风海流、气压梯度流、密度梯度流、河川泄流等的综合水流。一定时期的泥沙运动方向与余流大小及方向有关。

在破碎带泥沙运动最活跃、强烈，在近岸地区，一般潮汐水流相对较弱，泥沙运动主要受波浪引起的水流控制，波浪破碎后引起的近岸水流，直接与海岸泥沙运动和海岸演变密切相关。因此海岸工程设计，必须分析其带来的影响。

7.5.4 对近岸泥沙运动进行调查和分析，要查明工程设计岸段是否处于淤积、冲刷或相对平衡状态，并进一步判明泥沙来源、输沙量大小和净输沙方向等，为判断岸滩稳定性提供依据。其中沿岸输沙量大小是重要条件之一，如沿岸输沙率很大，表明该岸段泥沙运动非常强烈，容易导致取水及码头工程淤积；反之，则表明该岸段泥沙运动较弱，岸滩易保持稳定。沿岸输沙量是沿着海岸线通过波浪破碎线以内海岸断面的泥沙数量。海岸输沙量的估算目前由于理论预估的准确度尚难把握，且不一定能应用到所有的海岸线，又由于用来确定这些理论方法的实验资料有一定局限性，故尚需通过对泥沙实际移动的观测和历史资料的补充。

7.5.5 淤泥质海岸环境的水域比较隐蔽,基本上摆脱了外海波浪的直接作用,它位于泥沙来源丰富、潮汐作用较强的岸段。海岸物质大多由粒径为 $0.05\text{mm}\sim 0.001\text{mm}$ 的细颗粒泥沙组成,颗粒间有黏结力,在海水中呈絮凝状态,形成广阔平缓的低海岸平原。坡度平缓,一般为 $1/200\sim 1/500$ 。波浪通过浅滩能量较弱,潮汐作用显得较为活跃。其潮间带(或潮滩)位于平均大潮高潮位到平均大潮低潮位之间的海水活动地带,此带泥沙活动频繁,冲淤变化复杂。其潮下带(或潮下浅滩)位于平均大潮低潮位以下的近岸浅滩,其组成物质较细,水下岸坡平缓,等深线延伸方向与岸近于平行,向海外界以波浪开始破碎处的海底深度为界。

对水工构筑物而言,以潮间带的中、低潮位至潮下带外界这一范围的泥沙运动影响最大,波浪破碎区就在潮下带外界,需重点分析这一范围的水动力特性与泥沙输移方式、方向与数量。在这类岸滩取水,尤其要分析强风浪掀沙造成短期内骤淤,防止挖泥都来不及。在淤泥质海岸,波浪主要起掀沙作用,掀起的泥沙被潮流输送。对于波浪较弱的海岸区,潮流可能是决定泥沙起动、输送和沉积的主要因素。

7.5.6 沙质海岸由不同粒级的松散泥沙或卵石组成,其泥沙颗粒的中值粒径大于 0.05mm ,颗粒间无黏结力。分布有海滩、沙堤、沙嘴、水下沙坝和风成沙丘等堆积地貌,往往伴有泻湖发育。暴风浪和涌浪作用导致沙质海岸岸滩的季节性冲淤变化,其中海滩、水下沙坝和脊槽性海滩等堆积地貌主要由泥沙横向运移所形成。其海滩是处于沿岸波浪活动频繁的地带,它的演变与沿岸波浪特征、泥沙补给和水体渗透性质等因素密切相关。

沙质海岸海滩上的泥沙运动,可分为破波带和近岸带两区。破波带泥沙运动复杂,兼有推移质和悬移质,与波浪形态有关。近岸带,波浪不破碎,属有限水深情况下的波浪泥沙运动,也有悬移质泥沙,但主要是推移质运动。在沙质海岸,波浪是造成泥沙运动的主要动力,大部分泥沙运动发生在波浪破碎区以内,在波浪破碎

区,波浪会造成相当大的紊动水流,掀起更多的泥沙。这时如果波浪是斜向岸传播,波浪破碎后所产生的沿岸流会带动泥沙顺岸移动,在遇到港工建筑物或天然石礁等时,由于波能削弱,部分泥沙将沉积下来,部分泥沙将被潮流带走。

7.5.7 在河口区的动力因素中,落潮流常是主导因素,对河床演变起控制作用。在河口区常有涨落潮流的流路不一致,在此两动力轴线之间的缓流区,泥沙易于淤积,常导致河口心滩的堆积,呈复式河槽。河口河槽的动力条件经常变化,如径流有洪水、枯水变化,潮汐有大潮、小潮之分,加之不同区段其影响不同,故水流变化复杂。

河口泥沙来源有:由河流径流自流域带入和河岸崩塌而被带入口口的陆相来沙;由海水携带随潮流上溯进入河口的海相泥沙,包括海岸带受风浪侵蚀而形成的沿岸漂沙和本河口及相邻河口的人海泥沙,再次随潮进入;河口区内由于滩槽变化和河床冲淤而局部搬移的泥沙。

分析潮汐河口的河床演变,不仅要考虑上游的来水来沙或海域来水来沙各自的变化规律,还要深入分析它们之间相互消长的关系,同时还要考虑咸淡水混合的影响以及波浪作用。因此潮汐河口的河床演变分析远较无潮河流复杂,但是从水流与河床相互作用这一共同特征而言,有关内陆河流河床演变的基本规律,仍可应用。

7.5.8 河口拦门沙是入海河口在口门附近的泥沙堆积体。广义的指由心滩、沙岛、浅水航道和某些横亘河口的沙嘴所组成的拦门沙系,狭义地仅指口门沉积带航道上的浅段。形成河口拦门沙的动力因素很复杂,有径流、潮流、盐水和淡水混合、沿岸流和风浪等,其中径流和潮流是主导因素。因此在工程中应对河口拦门沙的变化特点从各方面深入分析,判明对工程的影响强度。

7.5.10 海岸主要的淤积体形式,主要有浅滩、沙滩、陆连岛、沿岸沙坝及其围隔的泻湖等。

7.5.11 在有泥沙输移的海岸上修建水工构筑物后,形成沿岸输沙障碍,使泥沙发生绕行变化,引起岸线局部冲淤演变,有时不是即刻反映出来,而要滞后几年,故对此要深入分析。

7.6 人类活动对岸滩稳定性的影响

7.6.1 河道人工构筑物对取水口局部河床演变的影响,应按不同人工构筑物的形式与作用,在河床稳定性分析中注意其各个方面的影响。

7.6.2 人类活动有关措施都能影响局部水流泥沙运动。如施工阶段大量植被遭破坏,流域产沙量大增,城市化后房屋、街道增多,覆盖土地,使产沙量有周期性变化;由于沿河的一些工程的施工,大量弃土泥沙进入河槽会形成各种淤积体,导致局部河床冲淤变化;沿河滩地利用人为增加阻力抬高洪水位,易引起河床变化等,海湾滩涂围垦引起纳潮减少导致淤积、采沙引起冲刷等,在分析岸滩稳定性时应加以考虑。

7.6.3 蓄水水库下游的河床演变较复杂,有的引起下游河道剧变,有的较平缓。关键在于下游河道的挟沙能力与水库下泄与支流入汇沙量的对比关系。河槽断面形态的发展取决于河道水文特性与边界条件,水库运用方式及具体河段位置的水力特征(河道下切与展宽作用随不同位置而异)。

7.6.5 建水库改变径流量,使径流和潮流的对比关系发生变化。对于靠径流量维持的海域来沙丰富的潮汐河口,一旦上游建库,流量大幅度削减,就会引起感潮河段的淤积。同时,对水库的作用也应具体分析,如果水库拦沙为主,显著降低下游河道的输沙率,则对增加河口航道水深有利,有利于取水;如洪水过程受水库调节以后,可以随着河口的盐淡水混合类型的变化出现有利或不利的冲淤演变。因此当上游修建水库时,应对上游来水、来沙情况改变以后的河口盐淡水混合情况作深入分析。

7.6.6 河口拦门沙经过较大规模的疏浚以后,淤积部位会随盐水

楔滞流点的上溯而上移,如果上游来水较稳定,则淤积可集中发生于较短的河段内。

7.7 取排水条件分析

7.7.1 据统计,我国投产的核电厂都采用直流循环取水方式,且大多采用明渠取水。明渠取水存在回淤量大的缺点,取水口附近要求泥沙含量应较低,岸滩稳定。

7.7.2 对内陆厂址选择时,对排水的影响尤其需要重视。

7.7.3 排污口设置需满足现行《入河排污口监督管理办法》(中华人民共和国水利部令第22号)的要求。

8 水文观测及专用站

8.1 一般规定

8.1.2 对于核电厂运行期的观测项目及其要求,执行相关监管部门的规定。

8.1.4 水文专用站的设立、观测、资料整编及审查,可参照国家现行标准《水位观测标准》GB/T 50138、《河流流量测验规范》GB 50179、《河流悬移质泥沙测验规范》GB 50159、《水道观测规范》SL 257、《水文巡测规范》SL 195、《水文普通测量规范》SL 58、《海滨观测规范》GB 14914、《海洋调查规范 第2部分:海洋水文观测》GB 12763.2、《海洋调查规范 第3部分:海洋气象观测》GB 12763.3、《地面气象观测规范》QX/T 45~QX/T 66 等执行。

8.2 滨海、潮汐河口水文测验

8.2.3 观测项目至少包括深度、水温、盐度、海流、透明度、水色和海况;泥沙包括悬移质、海(河)床质等;水质除按工业用水全分析内容外,海水水质增加环评要求的分析内容,包括颜色、透明度、pH值等50项。

8.2.4 布设的点位在观测海区应具有代表性,即所得的水文要素资料能够反映该要素分布特征和变化规律,点位布设数量根据地形条件、海洋动力因素等确定。冬(12、1、2月)、夏(6、7、8月)两季度大、中、小潮各进行一次测验调查。具体日期时间根据潮汐表、海情预报确定,并尽可能与卫星飞经上空遥感相片的资料相应。为满足海洋环境影响评价的要求,必要时应进行10%、50%、90%典型潮的测验调查。

8.2.5 全潮测验期间,岸边应设立临时验潮站进行潮位观测。

8.2.6 全潮测验期间,应挂放自记波浪仪每天进行 24h 连续观测,观测项目有波高、波向及周期等。

9 核电厂工程水文各阶段内容与要求

9.3 初步可行性研究阶段

9.3.1 本条规定了初步可行性研究阶段工程水文工作的基本范围和内容,旨在判断各候选厂址是否存在与建设核电厂不相适宜的颠覆性工程水文因素,并为厂址推荐提供必要的工程水文依据。一般在搜资调查的基础上,对可能影响候选厂址的水文条件进行分析论证。当水文条件复杂、基础资料缺乏,且结论可能影响候选厂址适宜性时,可以进行必要的水文测验或相关专题研究,从而保证推荐厂址不存在颠覆性工程水文因素。

9.3.2 供水水源是保障核电厂安全运行和事故状态下安全停堆的重要外部条件。其供水保证率分核电厂正常用水和重要厂用水两种情况。当重要厂用水供水系统与其他供水系统合并时,其水源应执行重要厂用水标准。本阶段应特别注意供水水源所属区域的水功能区划、水环境功能区划或海洋功能区划,这可能会成为供水水源的颠覆性因素。

9.3.3 厂址防洪是初步评价厂址安全性的重要因素之一。洪水及其产生的一系列后果可能使核安全受到影响,所以安全重要物项必须按设计基准洪水设防,才能保持这些物项的安全功能。条文规定了内陆厂址和滨海厂址进行洪水分析的基本内容与要求,其目的是初步确定厂址设计基准洪水的组合事件,并估算厂址设计基准洪水位。条文特别强调了本阶段对于厂址防洪安全性的评价结论不应在下阶段出现颠覆性问题。

核电厂厂址应避开分洪区、滞洪区;应注意厂址上游水库可能溃坝产生的不利影响;应注意厂址上游产生泥石流的可能性与不

利影响。

9.3.4 在核电厂设计使用年限内,岸滩稳定性不应使核电厂安全及取排水产生不可接受的影响,否则应提出初步的建议措施。对于取淡水的工程,应初步分析取水河段的岸滩稳定性,了解水功能区划情况及水质保护目标要求;对于取海水的工程,应初步分析取水工程海域岸滩是否稳定,取水口附近泥沙冲淤变化是否可以接受,排水海域是否满足温升及水质保护目标要求等。

9.3.5 本条文列出了初步可行性研究阶段应该提供的基本水文特征值,不排除水文条件特别或设计有特殊要求时,增加其他必要的特征值。

9.4 可行性研究阶段

9.4.1 本条规定了可行性研究阶段工程水文工作的基本范围和内容,通过必要的水文测验和专题研究,为核电厂工程设计或方案优化提供工程水文定量数据和结论。

9.4.2 供水水源是保障核电厂安全运行和事故状态下安全停堆的重要外部条件。根据工程技术方案可确定核电厂取用水量,其供水保证率分核电厂正常用水和重要厂用水两种情况。当重要厂用水供水系统与其他供水系统合并时,其水源应执行重要厂用水标准。当核电厂正常用水采用水库水源时,其水库的防洪标准应满足常规电厂对水源安全的要求,即百年一遇洪水设计、千年一遇洪水校核。

根据《取水许可和水资源费征收管理条例》(2006年国务院令 第460号),本阶段应委托有资质的单位完成水资源论证工作,并应取得水行政主管部门对取水许可申请的批复意见。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》和《国务院办公厅关于沿海省、自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》(国办发〔2002〕36号),本阶段应委托有资质的单位完成海域使用论证工作,并应取得国家海洋局同意本工程用海的预审文件。

9.4.3 可行性研究阶段应在掌握可能影响厂址的各种洪水事件的基础上,确定厂址设计基准洪水的组合事件。计算厂址设计基准洪水位时,要求采用确定论法和概率论法两种途径。

9.4.4 根据《中华人民共和国防洪法》和《中华人民共和国河道管理条例》,本阶段应完成取水工程防洪影响评价工作,并取得水行政主管部门同意建设取水工程的批复文件。

9.4.5 本条文列出了可行性研究阶段应该提供的基本水文特征值,不排除水文条件特别或设计有特殊要求时,增加其他必要的特征值。

9.5 初步设计阶段

9.5.2 厂址的水文观测站(点)继续观测、累积及修正厂址的水文特征值。

9.6 施工图设计阶段

9.6.1 本阶段的基本任务是根据设计的要求对方案进行变更、修改。

9.6.2 对初步设计阶段尚未最终确定的水文参数和有关的试验研究以及厂址附近水文条件发生特殊变化时,进行有关的水文勘测分析工作,并提供最终的水文成果。

S/N:1580177·726



9 158017 772609 >



统一书号:1580177·726

定 价:24.00 元