

河北省蓄滞洪区内电力工程设计经验探讨

王尧

中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司，河北石家庄，050000；

摘要：本文针对河北省蓄滞洪区内电力工程，介绍了相应的管理权限和要求。同其他建设行业相比，电力工程有其自身特点，因此在满足一般规定的基础上还有额外硬性要求。文章简介了河北省电力工程在“海河 23.7”洪水中的灾情，根据多年工作经验，从防洪标准、方案布置、水位冲刷等方面论述需关注的重点和应满足的条件，并举了工程实例，对前期勘测设计有重要的指导意义。

关键词：蓄滞洪区；电力工程；水文勘测

DOI：10.69979/3060-8767.25.11.048

引言

河北省南部地区主要涉及海河流域大清河水系和子牙河水系，冀南平原河渠众多、水系复杂，历来是洪涝灾害易发多发区，因此该地区设置有大量的蓄滞洪区。在《国家蓄滞洪区修订名录》的 98 处国家蓄滞洪区中，河北省列入的有白洋淀、东淀、文安洼、贾口洼等 13 处。上述蓄滞洪区条件各异，有的蓄滞洪区周边包含多个大小不一的分洪区，例如白洋淀除本淀外周边分布有障水埝分洪区、淀南新堤分洪区、四门堤分洪区等；有的蓄滞洪区内部包含有不同的区级，如宁晋泊与大陆泽实行分区联合调度，同时宁晋泊内部又分为小宁晋泊、小南海、老小漳河三个区间，采用分级调度管理。除蓄滞洪区外，还分布有滹沱河分洪区、清北分洪区等，他们共同承担着京津冀的泄洪蓄洪重要任务。

当前由于土地资源紧张，越来越多的电力规划建设地点选择在滞洪、行洪或洪泛区内。洪灾破坏性巨大，对电力工程的危害程度居各类自然灾害之首。一旦因强降雨大洪水导致电力关键设施设备淹没进水或输电杆塔倾斜甚至倒塌，将造成长时间停电和巨大损失。因此位于上述区域的电力工程防洪工作十分重要，尽量避免并使洪水危害降到最小是勘测设计与运行维护工作的重点。

此外，电力工程等非防洪类建设项目对蓄滞洪区的防洪也存在一定影响，如建设项目侵占过水断面或蓄洪容积、壅高上游水位、改变局部流态等，可能会给行滞洪、堤防安全或其他水利设施造成影响。

1 海河“23.7”洪水灾情影响

2023 年 7 月 28 日至 8 月 1 日，台风“杜苏芮”残余环流挟丰沛水汽北上，受到华北北部的高压坝拦截，加上太行山和燕山山脉地形抬升等共同作用，海河流域

出现一轮历史罕见极端暴雨过程，流域累计面雨量 155.3mm，降水总量 494 亿 m^3 。极端降水致使海河发生流域性特大洪水，其中永定河、大清河、子牙河先后发生编号洪水。该次洪水是 1963 年以来最大场次，先后有 22 条河流超警，7 条河流超保，8 条河流发生有实测记录以来最大洪水，水利部命名为海河“23·7”流域性特大洪水。河北省先后启用了永定河泛区、小清河分洪区、兰沟洼、东淀、大陆泽、宁晋泊、献县泛区，有序分泄河道洪水，通过上述蓄滞洪区的调度大大减轻了雄安新区等地的防洪压力，后期蓄滞洪区排水整体超过两个月。

受上游来水和本地暴雨影响，蓄滞洪区内的电网设备面临严峻考验，多座变电站受洪水浸泡，部分站内最大淹没深度达 3.5m，一二次设备受洪水浸泡严重受损，站内变压器、35 千伏和 10 千伏预置舱内设备因长期浸水受损，设备基础出现沉降、倾斜等情况。大量的 35 千伏线、10 千伏线路紧急避险或故障停运，大量变电站采取了主动拉停措施。

2 河北省蓄滞洪区的建设项目管理

根据海河水利委员会下发的相关通知和《河北省河道管理范围内建设项目管理办法》^[1]，依据河北省内实际情况，确定了蓄滞洪区的管理权限。其中小清河分洪区、永定河泛区、东淀、文安洼、贾口洼等蓄滞洪区由国家防汛抗旱总指挥部调度，所涉及的大中型非防洪建设项目由海委审批，小型非防洪建设项目由河北省水利厅审批；涉及大名泛区、大陆泽、宁晋泊、献县泛区、兰沟洼等蓄滞洪区，以及白洋淀周边分洪区（不含雄安新区）内各类非防洪建设项目由河北省水利厅审批。

3 公告文件要求

海委审批项目，相关技术要求主要参照《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》^[2]；

河北省地方水行政主管部门审批的项目,相关要求主要参照河北省水利厅 2005 年发布的《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制技术大纲(试行)》和 2021 年发布的《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价技术审查规定》等。

河北省的洪评编制技术大纲没有针对电力工程特点提出具体要求,而是对所有线性工程的跨越位置和角度做出规定。

河北省洪评技术审查规定在第二章第 5 条对包括电力工程在内的条线类建设项目跨越河道作出基本规定,第二章第 6 条对包括电力工程在内的建设项目的位置选择作出规定。除此之外,针对架空输电线路制定了第四章第 17 条,提出需满足的特定要求。第五章针对包括电力工程在内的下穿类建设项目,分别从穿越方式、穿越控制参数、工艺措施和防护要求等作出具体要求。第七章针对蓄滞洪区内建设项目提出了多条具体要求,并特别强调了输电线路和变电站的相关规定。

4 河北省蓄滞洪区内电力工程设计经验

电力设计单位通常认为水文条件对技术方案的影响程度有限,在满足洪水冲刷、淹没、动压力、漂浮物撞击等内容后,选址、架线、立塔没有绝对的限制性因素。随着近些年河北院在蓄滞洪区内开展的大量工作,逐步了解到水利部门的相关要求对工程布置、路径选择等具有诸多影响,其中涉及一些硬性指标,如果不遵照执行,方案有遭否决的风险。下面谈谈几点具体要求。

4.1 防洪标准

电力工程防洪设计时主要参考了综合性国标 GB50201-2014《防洪标准》以及 GB/T50548-2018《330kV~750kV 架空输电线路勘测标准》、DL/T5076-2008《220kV 及以下架空送电线路勘测技术规程》、DL/T5084-2021《电力工程水文技术规程》等电力行业规程规范。此外,电力部门也会对防洪标准提出要求,如 2008 年和 2011 年国家电网有限公司发布了《协调统一基建类和生产类标准差异条款》,文件针对线路防洪标准的主要差异做出分析解释,认为输电线路基础防洪标准的重现期取与气象条件一致是合适的,并规定了具体的防洪设计标准。2020 年国家电网有限公司印发《加强易受洪涝灾害影响地区电网设备防洪防涝工作重点措施》,提出 500kV 及以下输电线路,基础防洪标准按现行规范标准提高一级考虑,即在 GB50201-2014 第 7.3.1 条规定的架空输电线路基础的防护等级和防洪标准上作出提高。

根据河北省水利厅文件的要求,跨越蓄滞洪区的输

变电工程防洪标准应不低于蓄滞洪区设计(校核)运用防洪标准。该要求对杆塔基础和导线均适用。

防洪设计应按上述要求中的最高标准执行。例如,大陆泽内输电线路的导线和基础,防洪标准均应按蓄滞洪区的“63.8”校核标准执行,该标准显著高于 100 年一遇。

4.2 布置

海委及河北省水利厅发布的相关要求中,对蓄滞洪区内建设项目均有明确规定,其中布置方面需特别注意如下几点要求。

海委要求在指定的分洪口门 1 公里以内和洪水主流区域内,严禁设置碍行洪的各种建筑物。蓄滞洪区内的各类建设项目,必须符合防洪的要求,且不得布置在行洪区内。河北省水利厅也有同样要求。因此,在工程前期阶段方案布置,蓄滞洪区内的杆塔、发电、变电等设施距离分洪口门必须保证大于 1 公里;发电变电类工程要避开洪水主流区域且不能布置在如东淀等行洪区内。其次,应避开现有和规划的安全区、安全台、避水楼等防洪设施。显然如果所选位置不合理,存在设计方案被水行政主管部门直接否决的风险。

线路塔基与堤(岸)间距离应大于河道管理范围,内堤脚和外堤脚均应满足。因此必须掌握最新的管理范围边界,确保塔腿在其以外。工作井同样应布置在堤防工程管理范围以外,且距堤脚不小于 50m。

线路并行跨越主流区时,桩基础需对孔顺水流布置,即并行线路的塔基中心线需和主流线保持平行。

塔基系梁应布置在冲刷线以下。

4.3 水位

由于河北省部分地区的水利成果或规划尚未依据现状实际条件进行更新,近些年省内平原存在不同程度的地面沉降,冀南局部地区甚至可达 5m 以上,导致各单位依据现状条件计算的水位与水利部门沿用的已有成果并不完全相符,甚至差距较大(通常是偏低)。建议在相关的水系规划或调度预案等成果没有更新前,即便水文条件可能发生改变,各蓄滞洪区设计洪水仍宜用经过审批的已有成果。

4.4 冲刷

针对河床一般冲刷的具体计算,电力系统水文勘测专业多年来习惯采用 1981 版《电力工程水文勘测计算手册》推荐的非黏性土冲刷公式,黏性土壤则按容许不冲刷流速相等的条件进行当量粒径转换后参与计算。直至 2011 版《电力工程水文气象计算手册》提出参照铁

路部门和公路部门的经验公式,对黏性土和非黏性土作出区分。DL/T5084-2021 同样推荐采用公路部门经验公式。水利行业根据黏性土和非黏性土的不同特性,分别采用各自的适用公式。

上述不同的处理方法和参数选取习惯等,会导致结果上有所差异。

4.5 基础露头

除有特殊要求外,电力行业相关标准要求河滩上或内涝积水地区的基础主柱顶高程不低于5年一遇洪水位。

然而,对于蓄滞洪区内带连梁或承台的塔基,海委要求进行抬高处理,满足承台或连梁底部高程高于设计(校核)洪水位,以减少底部以上构筑物的阻水。河北省地方水行政主管部门审查项目时通常会参照执行。对于没有连梁或承台的塔基,水行政管理部门对基础顶高程没有硬性要求,一般建议高于设计洪水位。

4.6 弧垂净空

河北省水利厅规定输电线路导线弧垂至蓄滞洪区设计洪水位间最小垂直距离,按架空输电线路设计规范中不通航河流应满足的净空高度加小型船只高度3.5m执行。因此蓄滞洪区内杆塔设计时,导线弧垂最低点的净空在满足规范要求的基础上还需加高3.5m。

导线弧垂与堤防堤顶、蓄滞洪区撤退路路面间最小垂直距离按电力规范中与公路交叉最小净空距离执行。但需注意的是,堤顶高程可能涉及现状、近期规划、远期规划多种情况,均应考虑。

4.7 架空设计

河北省内涉及蓄滞洪区的管理权限通常属于海委或河北省水利厅。河北省水利厅要求非防洪建设项目占用蓄滞洪容积,影响正常蓄滞洪功能的,应当采取补救措施。在项目审查的实际工作中会要求发变电类永久性建筑物采取等库容置换或架空透水设计。由于等库容置换在操作上存在困难,因此近年来均明确要求设计(校核)蓄滞洪水位以下部分采用架空结构,保证滞洪运用的库容不被侵占。这无疑将极大增加工程基础的投资,是项目前期方案比选和布置时的一个重要考虑因素。

5 工程方案实例

以近期审查通过的宁晋泊蓄滞洪区内某110kV变电站为例,介绍一下相关的防洪要点。

(1) 标准提升。该变电站的防洪标准按宁晋泊“63.8”洪水校核标准执行,“63.8”洪水标准显著高于100年一遇。

(2) 架空布置。为满足水利部门要求,保证建筑物及主要设备安全,变电站采用一楼架空布置,除框架柱外不设置任何永久建筑。柱高5.45m,以保证一楼顶板高程大于“63.8”洪水位。洪水来临前地面临时物品须全部清除。

(3) 多种措施严格控制变电站整体占地范围和阻水影响。

①优化立柱数量:由原设计77根调整为74根,减少一排迎水面立柱。

②减小迎水面积:原设计立柱尺寸为9个 $0.5\text{m}\times 0.6\text{m}$,68个 $0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$;通过结构模型试算调整框架柱截面,将截面由 $0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$ 优化为 $0.55\text{m}\times 0.65\text{m}$,其中0.55m为立柱迎水面。

③将变电站南、北侧常用的固定式围栏调整为可卸式栅栏围墙,避免汛期影响水流。

(4) 合理确定工程影响范围。数学模型计算中变电站建设后的流场按工程区域局部增大糙率考虑,据此确定“63.8”洪水条件下工程最大影响范围为上游40m,下游36m,工程区西侧18m,工程区东侧23m。

6 结语

本文以河北省蓄滞洪区内电力工程为研究对象,深入剖析此类工程在设计与管理过程中面临的特殊挑战及应对策略。通过对“23.7”洪水灾情的回顾,揭示了洪涝灾害对电力设施的严重冲击,凸显了强化电力工程防洪设计与建设的重要性。鉴于蓄滞洪区的特殊性和复杂性,以及电力工程在其中所扮演的重要角色,论文着重探讨了防洪标准设定、工程布局、水位冲刷、基础设计、弧垂净空要求以及架空设计方案等多个内容,旨在为今后类似项目的前期勘测设计提供具有针对性的指导原则。

参考文献

- [1]河北省水利厅.冀水河湖[2021]54号,河北省河道管理范围内建设项目管理办法[Z].2021-12-17.
- [2]水利部海河水利委员会.海建管[2013]33号,海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定(试行)[Z].2013-9-9.