

电力塔基建设对河道行洪排涝的影响分析

文 / 忻渊中 国网上海市电力公司工程建设咨询分公司

摘要: 电网建设作为典型线路工程,空间跨度大,塔基数量多,难免会侵占河道,对河道行洪排涝能力造成影响。本文以上海奉贤热电项目220千伏送出工程(送电部分)中A3、A4塔基涉河影响评价报告为例,在河道管理范围内对多桩承台式塔基建设项目进行行洪排涝影响分析,得出施工期和运行期相关的阻水比、壅水高度、雍水长度、行洪断面、冲淤等计算结果,为跨越式电力塔基建设涉河论证工作提供参考。

关键词: 河道管理范围;塔基;阻水比;壅水高度;行洪排涝;冲淤

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.083

引言

输变电工程一般分为送电工程和变电工程,送电工程线路较长,塔基建设数量多,不可避免会侵入河道管理范围内,电力塔基基础分为单桩基础和桩承台基础,单桩基础形式的塔基结构简单,对河道的影响较小,多桩承台式塔基结构较为复杂,其桩径、桩数、承台高度、与河道斜交角度等都能直接影响河道的行洪排涝能力。本文以上海奉贤热电项目220千伏送出工程(送电部分)中A3、A4塔基涉河影响评价报告为例,通过对河道管理范围内多桩承台式塔基建设对河道行洪排涝的影响进行了研究探讨,为开展电力工程涉河论证工作提供一定的参考价值。

一、工程概况

(一) 工程位置及规模

上海奉贤热电项目220千伏送出工程(送电部分)线路路径位于上海化学工业区内,行政区涉及奉贤区、金山区,建设内容为新建220千伏同塔双回架空线路长度共10.72km,新建塔基39基。

(二) 工程设计方案

根据本工程初步设计方案,A3塔基位于上海市奉贤区港漕公路北侧160m左右,塔位中心紧邻鳊鲤泾现状河口线,与河道逆交 6° ,承台尺寸 $6.5 \times 6.5 \times 1.4$ m,底标高3.8m,下方共4个塔腿,塔腿下4根 $\phi 1300$ 钻孔灌注

桩,矩形布置,桩间距4.2m,根数16根。

A4塔基位于上海市奉贤区港漕公路南侧30m左右,塔位中心紧邻鳊鲤泾现状河口线,并侵入新开河3规划河口线约9m,与河道顺交 21° ,承台尺寸和布置同A3塔基。

(三) 工程施工方案

塔基施工采用顺河钢板桩围堰施工,非汛期施工,围堰占用河道总长约70m,宽约12.5m,围堰顶宽2.5m,围堰顶标高为3.30m,钢板桩桩底标高为-5.7m。围堰打桩完毕后,进行桩基施工。A3、A4塔基桩基为钻孔灌注桩。

(四) 涉河情况

上海奉贤热电项目220千伏送出工程(送电部分)共有2座塔基涉及2条河道,其中A3塔基位于鳊鲤泾河道管理范围内,A4塔基位于鳊鲤泾和新开河3河道管理范围内。

根据本工程初步设计方案,A3、A4塔基承台底标高3.8m,承台顶标高5.2m,桩基采用 $\phi 1300$ 钻孔灌注桩。其中A3塔基位于上海市奉贤区港漕公路北侧160m左右,侵入鳊鲤泾规划河口线约15.2m,侵入现状河口线约9.2m;A4塔基位于上海市奉贤区港漕公路南侧30m左右,侵入鳊鲤泾规划河口线约8m,侵入现状河口线约3.5m,侵入新开河3规划河口线约9.6m。鳊鲤泾和新开河3规划情况见表1。

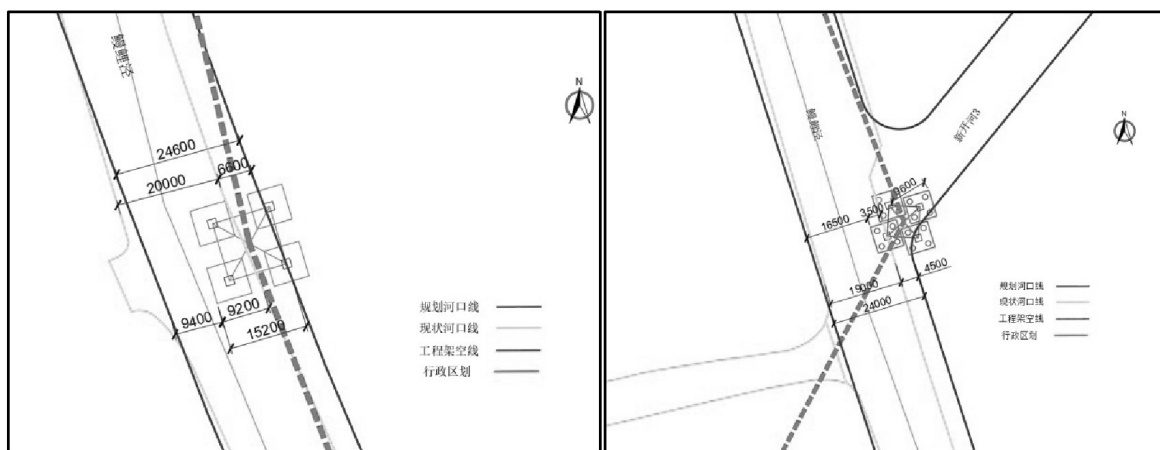


图1 塔基A3(左)、A4(右)与河道关系图

表 1 本报告论证河道要素一览表

| 序号 | 河道名称 | 管理等级 | 河道现状规模 (m) | | 河道规划规模 (m) | | | | 备注 |
|----|-------|------|------------|-------|------------|-----|-----|--------|-------|
| | | | 河口宽 | 底高程 | 河口宽 | 河底宽 | 底高程 | 陆域控制宽度 | |
| 1 | 鳊鲤泾 | 镇管 | 15~24 | 1~1.5 | 24 | 4 | 0.0 | 6×2 | 界河 |
| 2 | 新开河 3 | 镇管 | / | / | 24 | 4 | 0.5 | 6×2 | 现状为林地 |

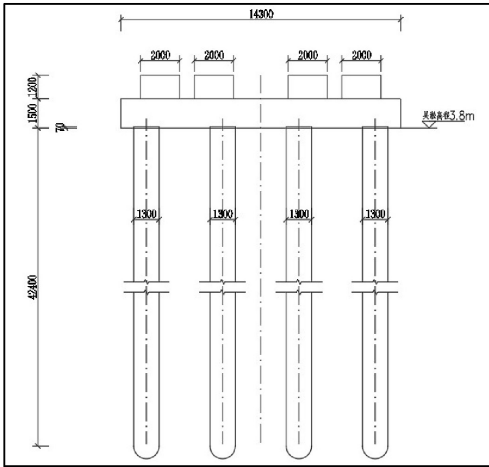


图 2 塔基立面图

二、塔基建设运行期对河道行洪排涝的影响分析

(一) 行洪断面分析计算

根据主体工程设计资料, A3塔基占用鳊鲤泾河道宽度约14m, 长度约19m, A4塔基占用鳊鲤泾河道宽度约9m, 长度约17m。

本工程涉及河道鳊鲤泾属于奉贤区与金山区界河, 其河道水位受整个排水区水位影响。A3塔基承台底标高3.8m, 承台不占用河道过水断面, 承台下方桩基直径1.3m, 此处鳊鲤泾现状河口宽20~25m, 河底高程1.0~1.5m。A4塔基承台底标高3.8m, 承台不占用河道, 承台下方桩基直径1.3m, 此处鳊鲤泾现状河口宽19m, 河底高程1.0~1.5m。

相关阻水比分析情况见下表。

从表1可以看出, A3塔基现状阻水比为25.3%~27.6左右, A4塔基现状阻水比为15.2%~16.9%左右, 高水位

表 2 阻水比分析表 (按现状河道规模)

| 类型 | | A3 塔基 | | | A4 塔基 | | |
|------------|-----|--------------------------|------------------------|---------|--------------------------|------------------------|---------|
| | | 现状断面面积 (m ²) | 阻水面积 (m ²) | 阻水比 (%) | 现状断面面积 (m ²) | 阻水面积 (m ²) | 阻水比 (%) |
| 鳊鲤泾现状断面 | 高水位 | 36.99 | 9.36 | 25.3 | 29.59 | 4.50 | 15.2 |
| | 常水位 | 18.93 | 5.22 | 27.6 | 15.15 | 2.56 | 16.9 |
| 按现状优化成矩形断面 | 高水位 | 90 | 14.66 | 16.3 | 90 | 9.80 | 10.9 |
| | 常水位 | 60 | 6.94 | 11.6 | 60 | 5.51 | 9.2 |

表 3 阻水比分析表 (按规划河道规模)

| 类型 | | A3 塔基 | | | A4 塔基 | | |
|------------|-----|--------------------------|------------------------|---------|--------------------------|------------------------|---------|
| | | 规划断面面积 (m ²) | 阻水面积 (m ²) | 阻水比 (%) | 规划断面面积 (m ²) | 阻水面积 (m ²) | 阻水比 (%) |
| 鳊鲤泾斜坡断面 | 高水位 | 48.5 | 17.35 | 35.8 | 48.5 | 9.06 | 18.7 |
| | 常水位 | 29.9 | 12.63 | 42.2 | 29.9 | 4.24 | 14.2 |
| 鳊鲤泾矩形断面 | 高水位 | 90 | 23.08 | 25.6 | 90 | 17.76 | 19.7 |
| | 常水位 | 60 | 15.39 | 25.7 | 60 | 10.95 | 18.3 |
| 新开河 3 斜坡断面 | 高水位 | / | / | / | 41.5 | 16.1 | 38.8 |
| | 常水位 | / | / | / | 23.5 | 7.9 | 33.6 |

下的阻水比要小于常水位下的阻水比, 若进行断面优化后, 阻水比会明显下降, 且常水位下的阻水比反而大于高水位下的阻水比。

从表2可以看出, A3塔基阻水比35.8~42.2%左右, A4塔基阻水比14.2~18.7%左右, 塔基侵入规划河口线长度大于现状河口线, 桩基占用河道体积更多, 故阻水比更大。若进行断面优化后, 阻水比会明显下降, 且常水位下的阻水比与高水位下的阻水比差异不大。

A3、A4塔基共占用河道最大调蓄空间127m³, 场地周边为绿地、农田和工业园区, 对区域行洪排涝有一定

影响。

(二) 壅水高度、长度计算

以塔基中心处河道断面为控制断面, 壅水高度采用《水力计算手册》中推荐公式计算:

$$\Delta Z = \eta (V^2 - V_0^2)$$

$$V = \frac{1}{2} \left(\frac{Q_p}{W_1} + V_0 \right)$$

$$V_0 = \frac{Q_0}{W_0}$$

式中： ΔZ ——塔基前最大壅水高度，m；
 η ——系数，取值见下表：

表4 系数取值

| | | | | |
|-----------------|------|---------|---------|------|
| 阻断流量与设计流量比值 (%) | < 10 | 11 ~ 30 | 31 ~ 50 | > 50 |
| η | 0.05 | 0.07 | 0.1 | 0.15 |

V ——河道平均流速，m/s；
 V_0 ——断面平均流速，m/s；
 Q_p ——设计流量，m³/s；
 W_1 ——塔基处净过水面积，m²；

Q_0 ——上游河道断面通过流量，m³/s；
 W_0 ——上游河道净过水面积，m²；
 壅水长度计算公式如下：

$$L = \frac{2}{l} \Delta Z$$

式中： ΔZ ——塔基上游最大壅水高度，m；
 L ——壅水长度，m；
 l ——水面比降，平原河网取0.0001。

表5 水位壅高计算成果表

| 塔基 | 河道过流流量 Q (m ³ /s) | 现状河道过流面积 (m ²) | 塔基处过流面积 (m ²) | 河道平均流速 (m/s) | 河道断面流速 (m/s) | 水位壅高 (m) | 壅水长度 (m) |
|----|------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------|--------------|----------|----------|
| A3 | 14.8 | 36.99 | 27.63 | 0.56 | 0.40 | 0.015 | 300 |
| A4 | 11.84 | 29.59 | 25.09 | 0.49 | 0.40 | 0.008 | 160 |

经计算分析，A3塔基上游壅水高度为0.015m，上游壅水长度300m，A4塔基上游壅水高度为0.008m，上游壅水长度160m，现状地面高程4.2m，壅水时最高水位3.8m左右，对两岸防汛排涝影响较小。

(三) 冲淤影响分析

根据表4计算结果，塔基建成后，河道流速为0.49~0.56 m/s，小于河道的不冲流速0.6m/s，因此，项目建成后对河道的水流、流向、水位均不构成影响。项目建设对河势无影响。

三、塔基建设施工期对河道行洪排涝的影响分析

(一) 行洪断面分析计算

根据施工围堰设计资料，塔基施工采用顺河围堰施工方案，施工期围堰布置占用鳊鲤泾过水断面，围堰占用鳊鲤泾河道宽度约8.5~15m，长度约70m，占用过水断面40%~60%。本工程地处平原河网地区，河道相互交错密集，鳊鲤泾北侧与上横泾连通，南侧与运石河连通，两岸现状堤顶高程4.2m左右，施工期间可以基本满足排水及循环水流要求，施工前，施工单位应先疏浚河道，拓宽河道断面，并做好防汛预案。

(二) 围堰占用河道水体体积影响分析

鳊鲤泾为奉贤区和金山区界河，分别属于“浦东片”和“浦东东片”，其河道水位受整个排水区水位影响。根据围堰断面和围堰长度，得到本次工程河段围堰占用河道最大调蓄空间1500m³。以围堰中心处河道断面为控制断面，壅水高度采用《水力计算手册》中推荐公式计算，其计算结果如表6。

表6 水位壅高计算成果表

| 河道过流流量 Q (m ³ /s) | 断面 | 现状河道过流面积 (m ²) | 围堰段过流面积 (m ²) | 河道平均流速 (m/s) | 水位壅高 (m) | 壅水长度 (m) |
|------------------------------|----|----------------------------|---------------------------|--------------|----------|----------|
| 14.8 | A3 | 36.99 | 15 | 0.99 | 0.082 | 1640 |
| 11.84 | A4 | 29.59 | 17.75 | 0.67 | 0.029 | 580 |

经计算分析，围堰上游壅水高度为0.029~0.082m，上游壅水长度580~1640m，两岸现状堤顶高程4.2m左右，最大雍水高度时的高水位为3.98m，小于堤顶高程，对河道行洪有一定影响，施工单位施工时应做

好防汛预案，备好抽排泵等防汛物资。

结论

根据本工程设计方案及施工方案，并结合现场踏勘，分析了河道管理范围内塔基建设对河道行洪排涝的影响，主要从运行期和施工期分析了阻水比、塔基建成后壅水高度和长度、冲淤影响、围堰占用河道行洪断面面积、围堰雍水高度和长度、调蓄空间等。经分析：

(1) A3塔基现状阻水比为25.3%~27.6左右；A4塔基现状阻水比为15.2%~16.9%左右，断面优化后阻水比明显下降，建议进行河道疏浚并优化断面结构，减小占用过流断面。

(2) A3塔基上游壅水高度为0.015m，上游壅水长度300m，A4塔基上游壅水高度为0.008m，上游壅水长度160m，现状地面高程4.2m，壅水时最高水位 3.8m左右，对两岸防汛排涝影响较小。

(3) 塔基建成后，河道流速为0.49~0.56 m/s，小于河道的不冲流速0.6m/s，因此，项目建成后对河势无影响。

(4) 围堰上游壅水高度为0.029~0.082m，上游壅水长度580~1640m，两岸现状堤顶高程4.2m左右，最大雍水高度时的高水位为3.98m，小于堤顶高程。

虽然塔基建设侵入河口线，但建设前做好疏浚工作、备好防汛物资，河道护岸结构优化等，对河道的行洪排涝能力的影响是可控的。本文分析方法与成果可为类似工程的涉河论证提供一定的参考和借鉴。

参考文献

[1] 《上海市跨、穿、沿河构筑物河道管理技术规范》（沪水务〔2007〕365号）。
 [2] 《上海市河道管理范围内建设项目防洪评价技术规范》（DB31SW/Z011-2021）。
 [3] 上海市人民政府办公厅转发市水务局修订的《关于本市市管河道及其管理范围的规定》的通知（沪府办规〔2023〕5号）。
 [4] 《上海市河道管理范围内建设项目涉河影响论证报告编制导则》（2021年版）。
 [5] 中华人民共和国国务院电力设施保护条例 [Z]1987.