

漳州核电厂 500 kV 送出线路漳江大跨越方案选择

朱绍远

(福建永福电力设计股份有限公司,福建 福州 350108)

摘 要:根据全线路径方案论证比选结论,漳江大跨越是漳州核电厂 4 回 500 kV 送出线路走廊的重要组成部分。文中从不同跨越方式下,铁塔耗钢量、基础工程量、登塔、进场道路、施工平台、青苗赔偿的工程量或费用等进行技术经济比选,最终确定漳州核电厂 500 kV 送出线路的漳江大跨越方案。

关键词:漳江大跨越;跨越方式;技术经济比选

中图分类号:TM 623 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-348X(2025)02-0052-03

0 引言

大跨越是指线路跨越通航江河、湖泊或海峡等,因跨越档距在 1000 m 以上或杆塔高度在 100 m 以上,导线选型或杆塔设计需要特殊考虑,且发生故障时,严重影响航运或修复特别困难的耐张段^[1]。

漳州核电厂 500 kV 送出线路由漳州核电-东林 500 kV I、II 回线路和漳州核电-五峰 500 kV I、II 回线路组成,漳江大跨越是漳州核电厂 4 回 500 kV 送出线路走廊的重要组成部分。漳江为地方三级航道,通航代表船型为 500 t 级海轮,兼顾 1000 t 级内河货船,跨越处最大水面宽度分别为 972 m、1 017 m^[2]。

结合工程实际情况,文中主要从不同跨越方式下,铁塔耗钢量、基础工程量、登塔、进场道路、施工平台、青苗赔偿等进行技术经济比选,最终确定漳州核电厂 500 kV 送出线路漳江大跨越方案。

1 跨越段工程简况

漳州核电厂 500 kV 送出线路漳江大跨越段位于漳浦县沙西镇白衣村西侧和云霄县东夏镇湖丘村西北侧,根据现场构筑物情况,整个跨越段长度可先分别取 2 855 m(JA1-JA2 段,往东林线路)和 2 774 m(JB1-JB2 段,往五峰线路)。导线采用 JLHA1/G4A-

640/290 型特高强钢芯铝合金绞线,大风季节最低水面-1.91 m 以上,10 m 高处基本风速为 45 m/s、设计覆冰为 0,设计最高通航水位为 3.53 m,线路跨越处船只在最高通航水位航行时的最高船桅顶高度为 15 m^[2]。漳江大跨越段路径方案见图 1。

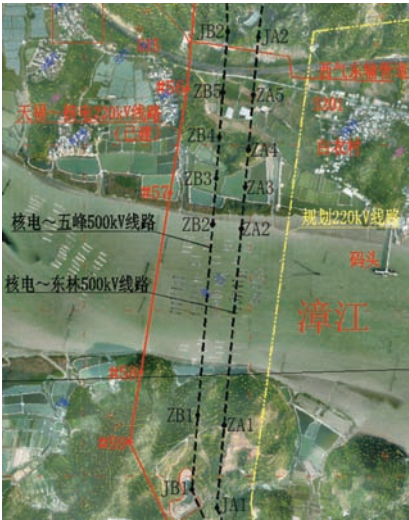


图1 漳江大跨越段路径方案示意图

2 跨越塔位布置及跨越标准

根据图 1 所示,漳江南岸跨越塔位于山包上, ZA1、ZB1 塔位布置相对唯一;漳江北岸跨越塔塔位可考虑布置在 ZA4、ZB4 小山包上(方案一),跨江档距分别为 1 672 m、1 686 m;或布置在 ZA3、ZB3

收稿日期:2025-01-17

作者简介:朱绍远(1981),男,大学本科,高级工程师,主要从事输电工程设计。

白衣海堤内侧养殖池内(方案二),跨江档档距分别为1 446 m、1 433 m;或布置在ZA2、ZB2白衣海堤外侧漳江内(方案三),跨江档档距分别为1 192 m、1 156 m。

考虑通航影响,跨越漳江时下导线高程按不低于24.53 m考虑,跨江档所在耐张段按大跨越标准设计。

3 不同跨越方式比选

3.1 跨越方式比较

切断面排杆后,往东林线路JA1-JA2段和往五峰线路JB1-JB2段3个方案的跨越方式见表1、表2^[3]。根据表1、表2数据得知,2个500 kV输电通道中跨越塔高度方案一分别为164.8 m、185.8 m,方案二为135.8 m,方案三为102.8 m。

表1 往东林线路JA1-JA2段跨越方案比较表

项目	方案一	方案二	方案三
跨越方式	锚-直-直-锚	锚-直-直-锚-耐	锚-直-直-锚-直-耐
塔位编号	JA1-ZA1-ZA4-JA2	JA1-ZA1-ZA3-ZA5-JA2	JA1-ZA1-ZA2-ZA4-ZA5-JA2
档距分布	501-1672-682	501-1446-559-349	501-1192-479-334-349
铁塔呼高	30-59-122-30	30-59-93-30-30	30-50-60-30-42-30
铁塔全高	64-101.8-164.8-64	64-101.8-135.8-64-60.6	64-92.8-102.8-64-72.4-60.6
备注	漳江、G15高速同1个耐张段跨越。		

表2 往五峰线路JB1-JB2段跨越方案比较表

项目	方案一	方案二	方案三
跨越方式	锚-直-直-锚	锚-直-直-锚-耐	锚-直-直-锚-直-耐
塔位编号	JB1-ZB1-ZB4-JB2	JB1-ZB1-ZB3-ZB5-JB2	JB1-ZB1-ZB2-ZB4-ZB5-JB2
档距分布	451-1686-637	451-1433-526-364	451-1156-530-273-364
铁塔呼高	30-59-143-30	30-59-93-30-30	30-59-60-30-40-30
铁塔全高	64-101.8-185.8-64	64-101.8-135.8-64-60.6	64-101.8-102.8-64-70.4-60.6
备注	漳江、G15高速同1个耐张段跨越。		

3.2 主要工程量比较

影响大跨越段的本体工程量主要是铁塔钢材及基础砼、基础钢筋,2个送电通道3个跨越方案的总耗钢量及基础砼、基础钢筋用量及费用见表3^[3-4]。

表3 主要工程量及费用比较表

项目	方案一	方案二	方案三
铁塔钢材(t)	4 934.3	4 189.6	3 889.2
基础砼(m ³)	15 403.9	16 513.9	16 233.2
基础钢筋(t)	1 935.9	2 000.9	1 811.5
费用(万元)	12 597	11 195	10 958

漳江北岸跨越塔方案一采用4桩承台挖孔桩基础,方案二、方案三均采用4桩承台灌注桩基础。

3.3 登塔设施比较

跨越塔设置电梯和旋梯,高度较低时也可设置简易提升装置和旋梯^[1]。各方案下的漳江北岸跨越塔

登塔设施需求量及费用见表4^[3-4]。

表4 登塔设施及费用比较表

项目	方案一	方案二	方案三
登塔设施	2套电梯+2套爬梯护笼	2套攀爬机+2套爬梯护笼	4套爬梯护笼
费用(万元)	1 088	323	117

登塔用攀爬机尺寸可采用1 130 mm×1 042 mm×2 191 mm、额定载荷300 kg,可一次运送2名检修人员或一定重量的检修工器具,速度为14 m/min。

攀爬机可采用具有手动下降功能的装置,当汽油发电机油量不足时,可手动将吊笼安全下降至地面,安全性能强。设备吊笼采用轻型结构,可方便地从导轨架上拆卸,存放于库房。大跨越塔位于漳江两岸,登高时大风速对运检人员的人身安全造成危害,攀爬机的使用极大地提升了运检登塔检修时的安全性。

3.4 进场道路比较

3.4.1 修筑原则

1) 坡度要求:道路坡度不能大于5度,靠山体侧放坡系数取1:0.3(高:宽),山体外侧放坡系数取1:2(高:宽)。

2) 宽度要求:不小于6 m。

3) 路基平整要求:路基要求边填筑边夯实,夯实采用压路机或重型机械,对大块石要求破碎,保证路基填压密实,路面铺设100 mm厚度的碎石垫层。

3.4.2 工程量及费用比较

根据上述道路修筑原则,各方案的修筑进场道路的工程量及费用如下^[3-4]。

方案一:①扩宽现有平地道路长1 020 m,填松砂石量10 648 m³;②新修平地道路长70 m,填松砂石量539 m³;③扩宽现有山地道路长1 950 m,挖坚土量9 738 m³,挖松砂石量6 492 m³;④新修山地道路长991 m,挖坚土量5 132 m³,挖松砂石量3 421 m³;费用约806万元。

方案二:①扩宽现有平地道路长1 100 m,填松砂石量11 528 m³;②新修平地道路长590 m,填松砂石量13 783 m³;③扩宽现有山地道路长1 950 m,挖坚土量9 738 m³,挖松砂石量6 492 m³;④新修山地道路长829 m,挖坚土量4 333 m³,挖松砂石量2 888 m³;费用约766万元。

方案三:①扩宽现有平地道路长1 100 m,填松砂

石量 11 528 m³;②新修平地道路长 650 m,填松砂石量 15 565 m³;③扩宽现有山地道路长 1 950 m,挖坚土量 9 738 m³,挖松砂石量 6 492 m³;④新修山地道路长 1 099 m,挖坚土量 5 811 m³,挖松砂石量 3 874 m³;⑤新修道路钢栈桥长 290 m,钢栈桥面积 1 740 m²;费用约 1 195 万元。

3.5 施工平台比较

由于各跨越方案铁塔承受的荷载均较大,同时具有节点复杂、施工难度较大等特点,因此均按平腿塔设计;另外,为了满足立塔需要,需形成一个较大的施工平台。因此在山地塔位区域则需要整体降基,位于养殖池、漳江和水田的塔位,建议采用筑岛法施工,即需围堰填土修筑施工平台。位于养殖池、漳江塔位的施工平台后期作为运维检修平台使用。各方案的施工平台工程量及费用如下^[3-4]。

方案一:①新修平地、鱼塘平台,填松砂石量 5 723 m³。②新修山地平台场地及边坡,挖松砂石量 15 533 m³,挖坚土量 23 299 m³。③新修山地平台场地及边坡,填松砂石量 14 993 m³,填坚土量 22 490 m³。④新修挡土墙,浆砌块石量 756 m³,基槽开挖土方 239 m³。费用约 1 275 万元。

方案二:①新修平地、鱼塘平台,填松砂石量 27 119 m³;②新修山地平台场地及边坡,挖松砂石量 12 628 m³,挖坚土量 18 943 m³;③新修山地平台场地及边坡,填松砂石量 12 256 m³,填坚土量 18 384 m³;④新修挡土墙,浆砌块石量 756 m³,基槽开挖土方 239 m³;费用约 1 044 万元。

方案三:①新修平地、鱼塘平台,填松砂石量 4 230 m³;②新修山地平台场地及边坡,挖松砂石量 15 533 m³,挖坚土量 23 299 m³;③新修山地平台场地及边坡,填松砂石量 14 993 m³,填坚土量 22 490 m³;④新修挡土墙,浆砌块石量 756 m³,基槽开挖土方 239 m³。⑤新修钢栈桥平台,钢栈桥面积 5000 m²;费用约 2 275 万元。

3.6 建场费用比较

根据进场道路和施工平台修筑方案,结合工程实际情况,各跨越方案青赔工程量及费用如下^[3-4]。

方案一:①占用农田道路长度 1 090 m,占用农田面积 11 420 m²。②占用山地道路和平台面积 38 133 m²,占用果树总棵树 4 237 棵。青赔费用约 392 万元。

方案二:①占用农田道路长度 1 450 m,占用农田面积 18 600 m²;②占用山地道路和平台面积 31 831 m²,占用果树总棵树 3 537 棵;③占用鱼塘 6 口,最大一口鱼塘面积 22 165 m²,实际占用鱼塘面积 7 640 m²;青赔费用约 503 万元。

方案三:①占用农田道路长度 1 270 m,占用农田面积 17 700 m²;②占用山地道路和平台面积 19 129 m²,占用果树总棵树 4 348 棵;③占用鱼塘 3 口,最大一口鱼塘面积 7 028 m²,实际占用鱼塘面积 5 760 m²;④占用漳江海域面积 6 740 m²,青赔费用约 618 万元。

3.7 技术经济性比较

根据以上数据分析,各个跨越方案的优缺点及费用如下^[2,4]。

方案一:①优点:杆塔基数少,征地青赔工作量少,有效降低建设受阻的可能性;②缺点:该方案跨越档最大,跨越塔最高,且同一耐张段内跨越漳江和沈海高速,即大跨越与“三跨”处于同一耐张段内,施工放线难度较大,后期运行维护不便,一旦档内出现故障影响面较广;且大型机械无法利用现有道路抵达 JA2、JB2 锚塔位置,交通最为不利;③费用约 16 158 万元。

方案二:①优点:大跨越与“三跨”分为两个独立耐张段,便于施工及后期运维工作的开展;②缺点:漳江北岸跨越塔处于鱼塘内,施工略有不便,且施工受阻可能性大;③费用约 13 831 万元。

方案三:①优点:跨越档距、跨越塔呼高均最小,线路运行可靠性相对较高;②缺点:漳江北侧跨越塔位于江内,施工中不得经过漳江北岸成片红树林,若后期红树林被划为保护区,线路存在颠覆性风险;③费用约 15 163 万元。

因此漳江大跨越优先推荐采用方案二。

4 合规性要求

漳江北岸跨越塔所属区域属地县水利局路径协议要求:建议输电线路漳浦县沙西镇北旗段塔位落在山包上,塔位尽量远离白衣海堤。

结合路径协议及以往工程建设经验,推荐的跨越方案需要开展海堤安全影响评价、防洪影响评价、通航影响论证,并通过有关单位评审。(下转第 62 页)

故障分析

FAULT ANALYSIS

恢复正常,模拟干扰信号,测试延时设置的正确性。针对跳机延时定值的测试,采用报文中收到对应保护动作信号时间和三取二装置出口跳闸时间做差值计算。试验结果如表2所示。

表2 振动通道均非“OK”跳闸延时整定值试验结果

序号	1	2	3	4	5	6
操作类型	33C1合	36 121合	36 151合	3625合	33 711、33 712、33 822、3 382合	3371合
干扰持续时间(ms)	1.4	58.5	62.9	112	19m 51s	0.9
TSI柜干扰电压(mV)	77.2	173.8	521.8	61.5	825.8	191.2
瓦振干扰电流(mA)	17.40	29.48	28.89	14.2	33.5	27.5
轴振干扰电流(mA)	72.0	99.6	87.10	66.8	88.2	80.2

从表中数据可以看出,不论是TSI与DCS耦合还是解耦状态下,传感器干扰时长为112 ms的0.95和1.05倍下,保护能够可靠躲过由于干扰导致的误动,证明了可以通过设置合理的延时,避免传感器收到干扰时的误跳问题。

4 结语

文中对某站调相机由于TSI系统传感器受干扰导致误跳故障进行分析,并统计分析了2023年9月至10月间,站内一次设备操作对TSI系统的干扰影响程度;此外,还分析了TSI与DCS系统耦合和解耦下的各个环节的延时分析,最后确定了延时设置的整定规则,通过

实际试验,验证了该延时定值整定方式的正确性。需要指出的是,文中在某站具体的保护配置下进行的定值整定试验,对于不同站的配置,各个环节的延时均需要根据实际进行计算。文中提出的延时整定规则对同类机组和水电机组安全运行具有推广和借鉴价值。

参考文献:

[1] 彭军,马涛,祁富志,等.新型调相机TSI振动保护系统典型问题分析研究[J].青海电力,2022,41(1):62-67.

[2] 王正伟,马春安,周军,等.某换流站调相机轴振保护跳机问题分析及处理[J].青海电力,2023,42(4):51-56.

[3] 马天逵,张芬芬.300 Mvar调相机瓦振跳机问题分析及处理[J].大电机技术,2024(3):51-56.

[4] 罗吉江.某核电站汽轮发电机组振动保护优化探讨[J].汽轮机技术,2022,64(3):229-232.

[5] 祁元堂,祁富志,李富荣,等.某换流站3号调相机振动保护单回路隐患分析及改进措施[J].青海电力,2023,42(2):57-62.

[6] 陈尚兵,王会.汽轮机振动保护逻辑的优化与探讨[J].浙江电力,2008,27(1):45-47.

[7] 李新岩.某调相机振动异常诊断分析与处理[J].大电机技术,2022(5):35-39.

[8] 文立斌.南宁电厂调相机振动故障的分析及处理[J].广西电力技术,1999,22(1):24-26.

(上接第54页)

5 结语

通过以上分析,漳州核电厂500 kV送出线路漳江大跨越采用锚-直-直-锚跨越方式:

- 1) 往东林方向线路大跨越段长为2 506 m,档距分布为501-1446-559,铁塔呼高分布为30-59-93-30。
- 2) 往五峰方向线路大跨越段长为2 410 m,档距分布为451-1433-526,铁塔呼高分布为30-59-93-30。
- 3) 推荐方案大跨越铁塔采用攀爬机登塔,攀爬机尺寸1 130 mm×1 042 mm×2 191 mm,额定载荷

300 kg,可一次运送2名检修人员或一定重量的检修工器具,速度为14 m/min。

参考文献:

[1] 国家能源局.110 kV~750 kV架空输电线路大跨越设计技术规程:DL/T 5485—2013[S].北京:中国计划出版社,2013.

[2] 王毓竹.漳州核电厂500 kV送出线路工程水文气象专题报告[R].福州:福建永福电力设计股份有限公司,2019.

[3] 中国电力工程顾问集团有限公司,中国能源建设集团规划设计有限公司[R].《电力工程设计手册》(架空输电线路设计).

[4] 吴竞.漳州核电厂500 kV送出线路工程大跨越估算书[R].福州:福建永福电力设计股份有限公司,2019.