

基于一种适用于山区地形的轻型门型跨越架的跨越施工方案设计

潘科宇¹ 郑众安² 韩辉¹ 刘锡¹

1. 国网浙江省电力有限公司丽水供电公司; 2. 丽水市正阳电力设计院有限公司

摘要: 多山地区搭建跨越架以跨越桥梁、公路、铁路等施工时, 往往面临作业面积过大、结构可靠性不足、施工和运输不便等问题, 容易造成工程进度延迟、施工风险增加。为此, 各类适用于山区地形的轻型门型跨越架应运而生。为充分发挥新型跨越架功效, 合适的跨越施工方案必不可少。因此, 本文基于浙南某电力部门研发的新型跨越架, 结合山区施工特点, 尝试对现有跨越施工方案进行合理分析, 并提出一种适用于山区地形的轻型门型跨越架的跨越施工方案, 旨在为浙南山区电网的跨越施工发展提供有效的解决方案, 进而为全国山区电网建设提供参考。

关键词: 新型门型跨越架; 跨越施工方案; 分析优化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.09.098

浙南地区近年来电网建设持续快速发展, 但受山区地形地貌等因素限制, 电力工程建设也面临诸多困难与挑战。跨越架在电力行业中已广泛应用, 为输电线路施工提供了便捷。然而当输电线路跨越施工发生在山区时, 跨越架施工便不再像平原地区一样便捷, 面临作业面积过大、结构可靠性不足、施工和运输不便等问题, 容易造成工程进度延迟、施工风险增加。

为此, 山区电力部门大力投入、全力创新, 以山区施工需求和特点为指引, 积极研发了适用于山区地形的轻型门型跨越架。然而, 任何新型装配和技术配备合适的使用方案才能发挥功效, 跨越架亦是如此。因此, 为充分发挥新型跨越架功效, 研究并提出一套合适的跨越施工方案必不可少。

本文基于浙南某电力部门研发的新型跨越架, 结合山区施工特点, 尝试对现有跨越施工方案进行合理总结分析, 并提出一种适用于山区地形的轻型门型跨越架的跨越施工方案, 旨在为浙南山区电网的跨越施工发展提供有效的解决方案, 进而为全国山区电网建设提供参考。

一、基本情况

(一) 新型跨越架概况

新型跨越架单跨长10米, 宽0.5米, 高36米, 按照角钢塔加工要求加工。外侧(远高跨越物)错固拉线对地45度, 封网侧拉线对地60度; 两侧与横梁夹角为45度, 锚固拉线采用GJ-100; 在18米处设下拉线对地与横梁来角都为45度, 拉线采用GJ-70; 本跨越架可实现3种呼高(最高使用呼高为36米, 不得擅自增加呼高); 安装时需先打拉线再紧固地脚螺栓。

表1 不同呼高的组合方式

呼高	单体构件	跨越架的分段组合
36.0m	①为上部横杆长4.5m	2①+1②+10③+1④
35.0m	②和③为立杆上中部长3m	2①+1②+10③+1⑤
34.0m	④、⑤、⑥为立杆端部长3m、2m、1m	2①+1②+10③+1⑥

整体具有以下特点, 结构设计轻巧: 新型跨越架采用了高强度的钢材作为主要材料, 结构轻便、坚固耐用, 能够承受较大的负荷。安装高效便捷: 新型跨越架采用了模块化的设计, 便于在现场进行快速安装和拆卸。这不仅降低了安装成本, 还提高了电力建设的效率。应用适应性强: 新型跨越架能够适应各种复杂的山区地形, 无论是陡峭的山坡还是崎岖的山路, 都能轻松应对。

(二) 当前应用难题

该款新型跨越架设计新颖合理, 具备上述各种优点, 但在实际应用中, 大多数施工单位却仍然使用原有跨越架较多, 或是已使用新型跨越架, 但功效却未能得到充分发挥。通过调研发现, 上述问题一方面是由于施工单位对新型设备的了解和掌握不够充分, 导致施工投入使用率较低; 另一方面(更为重要), 施工单位的跨越施工方案不适用, 往往照搬以往施工方案内容, 并未充分考虑到新型跨越架特点予以优化完善, 进而导致跨越施工流程不够完善, 措施缺乏实用性, 存在关键环节缺失, 影响作业便捷与效率, 并存在诸多安全隐患。

为此, 本文基于原有跨越架施工方案为框架, 对比分析新老跨越架异同点, 结合山区施工需求以及新型门型跨越架结构形式和特点, 尝试提出一种适用于山区地形的轻型门型跨越架的跨越施工方案。力求有效提高新型跨越架的施工效率, 确保施工安全, 全面推动新型跨越架的推广和应用。与此同时, 为其他新型跨越架的施工编制提供参考思路。

二、对比分析

本文以传统电力施工应用较多的A型门架为例进行对比分析, 重点找出影响施工方案编制的区别, 具体如下:

表2 越架方案对比表

跨越架型式	传统“A”型门型跨越架	新型门型跨越架
架体搭设	需用吊机进行大杆件现场吊装	吊机配合现场组装搭设
构件计算	架体承载力需要考虑斜向支撑	架体承载力考虑边柱和拉线
架体占地	架体为A型所以横向占地面积大	架体横向占地面积小

适用条件	适用场地空间大，地形较为平整	适用于多种复杂地形
运输条件	构件需用大型运输设备进行运输	构件可单独进行运输
架体搭设	与跨越物体的水平距离 4m	与跨越物体的水平距离 2.5m

两种跨越架影响施工方案编制的区别主要体现在以下几个方面：

适用条件：“A”型跨越架与门型跨越架在结构形式和材料等存在差异，因此它们各自适用于不同的工况和环境。“A”型跨越架是一种传统的金属结构跨越架，结构整体性较强，通常由钢材制成，适用于开阔、地形平坦区域的较大跨度、高荷载要求跨越施工；而新型门型跨越架结构形式更加零散，往往由钢铝复合材料等新材料制造而成，具有较轻的重量和良好的耐腐蚀性能，适用于作业场地和环境更特殊多样的施工场景，较小跨度、轻荷载要求的跨越施工较有优势。

施工用地：由于结构设计限制和现场吊装需求，传统“A”型跨越架的作业占地面积非常大，每台吊机需要工作面不小于200m²，此外，侧向支撑也需要占用较大的空间（在施工方案编制过程中需对吊机型号和位置进行专项设计）。而新型门型跨越架需要的作业面积则相对较小，往往只需在立塔位置进行小范围的场地平整即可（对于地形特别复杂的山区环境，可对周围山体进行削坡或挖填即可创造出合适工作面）。

设备运输：“A”型跨越架的运输方式通常有两种：第一种是将跨越架整体拆解后运输到指定位置再进行现场组装；第二种是跨越架整体运输至工作位置，利用大型吊机吊装成型。相比之下，新型门型跨越架的运输相对更为便捷，可将其拆分成独立的标准模块化组件进行运输，并根据需要进行编号以便于现场的管理和组装。

架体搭设：“A”型跨越架由于构件重量大、起重高度高，拼接过程要非常注意安全和对接的准确，往往需用大型吊机进行杆件现场吊装，甚至大型吊架配合进行操作，因此搭设相对复杂繁琐；新型门型跨越架多为标准的模块化构件，只需吊机配合于现场采用螺栓直接拼接，架设速度快、安全风险低。

从上述对比可知，由于跨越架类型不一，结构设计、材料等多个方面存在差异，对应跨越施工需要考虑的因素也各有不同，单一的现场施工方案无法满足多样化的需求。因此，我们在架跨越施工方案编制时，必须充分结合上述影响施工方案编制的区别和特点，制定对应的组织管理、计划安排、数据计算和安全风险防控措施。

三、跨越方案设计案例

以浙西南某市的实际电力跨越施工为例，简要介绍新型跨越架方案的设计。这次跨越施工涉及了一座横跨高速公路的输电线路，需要搭建一座足够高度、承载力的跨越架来支撑输电线路架设施工（搭设跨越塔及利用跨越档距两边的导线作支撑体搭设悬索架空网进行跨越高速公路架线施工）。跨越档为4#-5#档，档距295，

4#JT1-21塔距高速公路185米、地形比高速公路高25米，5#塔距高速公路45米、塔型为ZT1-30地形比高速公路低5米。跨越处高速公路路面宽度为24米，沿线路中心斜距为92m，高速公路顶面与导线高差为18米，高速公路顶面与5#塔侧地面高差为-6米。

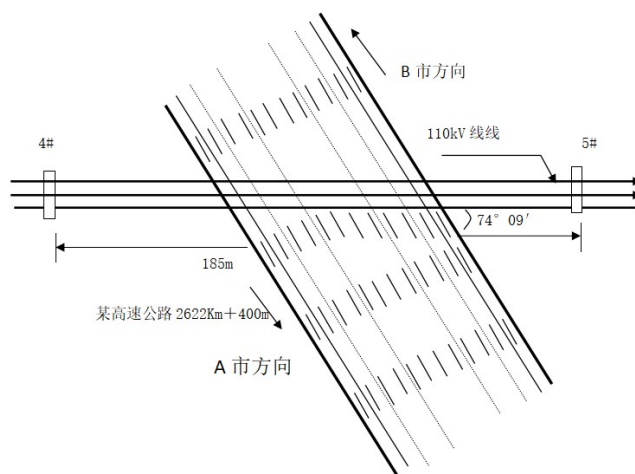


图1 交叉跨越点现场平面图

(一) 跨越方案编制相关计算

1. 跨越架高度：

$$h(X\#侧) = f + h_1 + h_2 + h_3; h(Y\#侧) = f + h_1 + h_2 + h_3$$

其中：f：跨越架封网弧垂点高度；h₁：路基高度

h₂：跨越架封网弧垂点与道路路面最小安全距离，

一般取8m。h₃：施工裕度，一般取8m（可按施工情况进行不同取值）

2. 跨越架跨度D：

$D = Q / \gamma$ （Q表示线路负荷， γ 表示跨越架的允许承载力），还需要根据现场实际地形情况，跨越架架面距离高速公路围栏8.5m搭设。

两侧跨越架水平跨度：根据跨越架实际所用构件进行计算= n （横杆长度+边柱宽度），说明：悬索架空网搭设的实际高度必须考虑封网有弛度后封顶网最低点与公路的路面满足安全距离8.5米；n为跨越架的跨数。

3. 导线风偏值计算（安装气象条件下的风速30m/s）

$$Z_x = W_4(30) [x * (1-x) / (2H) + \lambda / W_1] = 0.0613Kd [x * (1-x) / (2H) + \lambda / W_1]$$

公式中：Z_x：风偏距离；x：被跨越物与施工线路任一杆塔的距离；H：水平放线张力；N：LGJ-240/40的导线牵引力按照为2500kg， $H \approx 2500 * 9.8 = 24500N$ ；l：施工线路跨越档档距； λ ：施工线路跨越档两端悬垂串绝缘子或滑车挂具长度；W₁：导线、地线的单位长度重量；d：导线、地线直径；K：风载体型系数，（当 $d \leq 17mm$ 时， $K=1.2$ ；当 $d > 17mm$ 时， $K=1.1$ ）。

4. 索道悬点高度计算

需要根据现场实际情况，封顶编织网弛度最低点与高速路面的垂直净距必须大于8m，考虑跨越点编织网的弧垂（计5.0米）以及封顶网重量与拉线附加力所引起的局部荷载造成的导线弛度增加量（计1米），确定

跨越点处导线对高速公路路面最小距离 $h_{min}=8+5+1=14$ 米。

(二) 方案施工操作要点设计

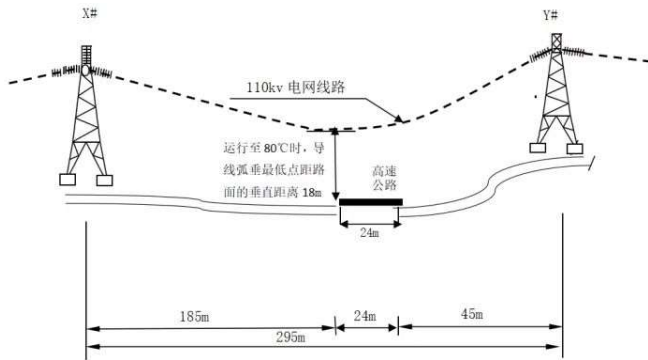


图2 交叉点现场断面图

X#侧、Y#侧的各500*500的4根竖杆，竖杆顶端各500*500的3根横杆连接，间距10m；组立采用散装组立的方式进行，单杆组立前要对X#、Y#塔侧的施工位置的地形进行平整；浇制好基础及预埋好拉线地锚坑。

1. 拉线设置要求

(1) 跨越塔拉线应采用80kN锚桩，每只锚桩固定1根拉线，拉线采用100钢绞线，采用楔型线夹安装拉线。

(2) 跨越塔拉线按设计图纸设打设双层拉线，每层打设4道，第一层打设在高度12m的位置，第二道打设在顶部。

(3) 对于尚未完工的跨越架，每天停工前必须设置临时拉线。临时拉线应采用Φ13钢丝绳。

2. 防护网封顶施工

X#~Y#跨越网编织1张长50米，宽为30米的网，网格间距1.5m*1.5m，进行封网施工，跨越网编织采用Φ12迪尼玛绳构成。

(1) 封顶作业必须在公路相关管理部门人员就位、交警封路措施完成以及施工警示标志设置齐全的前提下进行。

(2) 所有施工人员和安全监督人员到场后，在交警同意的情况下，将封顶网主绳与一侧路边的展开，并将单侧封顶网主绳的留头与X#塔侧河滩地进行绑扎，形成封顶网主绳单侧悬挂状态。

(3) 其他登高人员在高速公路的另一边，即另一侧的架子旁做好准备，登上架顶并将绳索放下至地面，由地面人员将绳头稳定在架子上。

(4) 在交警协助封路完毕后，听从交警命令，地面人员将展开在路边的封顶网主绳的另一侧留头同时拖过高速公路，至Y#侧跨越架，并将主绳穿过预先绑扎在架子上的滑车，将主绳与埋设好的地锚连接完毕。

(5) 跨越架封顶完毕后，应检查封顶网与路面的垂直距离，必须大于8米。

3. 跨越架示意图

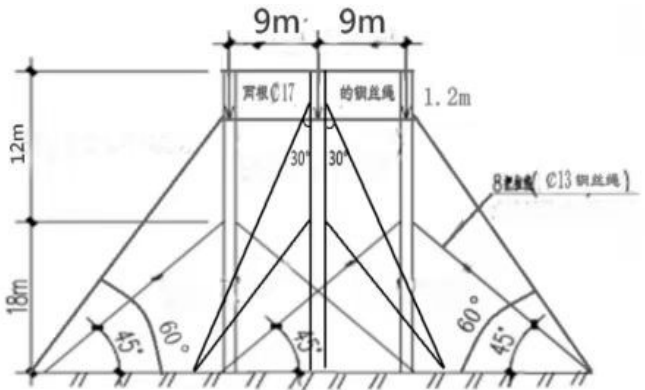


图5 X#-Y#跨越架正面布置示意图

(三) 其他要点总结

在制定跨越施工方案时，需要注意以下几个关键点：首先，对跨越架的支柱和横梁进行受力分析，以便为施工方案的计算提供有力支持。其次，充分利用跨越架的可调节性，根据实际施工现场条件，通过添加标准化构件来设计安全且适用于当地地形的施工方案。第三，跨越架可采用全螺栓连接方式，其在效率方面具有独特优势。同时，方案的计划安排应遵循螺栓体系进行专项设计，以提高效率和质量，同时在跨越方案的组织管理上，可采用装配式施工方法，快速组装跨越架的模块化部件。第四，充分利用跨越架结构轻便、易于运输的特点，根据构件规格和类型进行运输规划和模块化设计。

四、总结

本文基于浙南某电力部门研发的新型跨越架，结合山区施工特点，尝试对现有跨越架进行对比分析，找出影响施工方案编制的关键区别，并以此分析为基础提出一种适用于山区地形的轻型门型跨越架的跨越施工方案，为浙南山区电网的跨越施工发展提供有效的解决方案，进而为浙江山区电网建设提供参考。

参考文献

[1] 浅谈220KV输电线路交叉跨越施工技术要点[J]. 郑广林. 黑龙江科技信息, 2015

[2] 基于状态感知的输电线路交叉跨越距离推演算法[J]. 李荡荡; 黄伟杰; 闫杰伦. 内江科技, 2021

[3] 交叉跨越技术在输电线路上的应用研究[J]. 郭建伟. 电子世界, 2021

[4] 输电线路交叉跨越隐患防治管理探析[J]. 庄严; 马超; 李路遥. 安徽电气工程职业技术学院学报, 2019

[5] 两回输电线路交叉跨越故障的短路电流计算方法[J]. 曾勇刚; 洪潮; 张帆; 唐旭; 林加隽; 梁远升. 南方电网技术, 2017

[6] ±1100kV特高压直流输电线路对地及交叉跨越距离[J]. 胡守松; 李健; 马凌; 柏晓露; 张益修. 电力建设, 2012

基金项目：国网浙江省电力有限公司科技项目（群众性创新）《一种轻型钢铝结构门型跨越架的设计研制》