

基于承插盘扣式跨越架的数字化施工技术

张松旺

中国电建集团河南工程有限公司 河南 郑州 450000

摘 要：针对承插盘扣式脚手架在输电线路重要跨越施工中的应用问题，通过在现场勘查、方案设计、专家论证、安全技术交底等阶段引入无人机实景建模技术、BIM技术和标准化自建族库，研究开发适用于各电压等级的承插盘扣式跨越系统标准化施工方法，实现降低安全风险、提高数字化施工水平和施工工效的目的。本文介绍了承插盘扣式跨越系统应用流程及技术要点，通过现场应用总结，证明了该方法的安全性和可靠性，取得了良好的经济和技术效益，在数字化施工方面具有一定的推广应用价值，对重要跨越施工技术提升起到借鉴的作用。

关键词：承插盘扣式跨越架；重要跨越；BIM

引言

随着国内基建系统的不断完善，电力、交通等基建工程越来越密集且呈不断增长趋势，输电线路跨越施工已成为常态。在输电线路跨越施工中，为使被展放导线安全通过被跨越障碍物，一般采用金属格构式跨越架、悬索式跨越设施、木质跨越架、毛竹跨越架和钢管跨越架作为临时保护设施。随着“四新”技术的推广和应用，为降低跨越施工风险，保证被跨越物安全稳定运行，承插盘扣式脚手架被引入应用到跨越施工中，替代常规跨越设施成为新的跨越架型式，即承插盘扣式跨越架。由于行业内暂未针对承插盘扣式跨越系统施工及验收技术标准进行明确，未形成具有实际指导意义的技术文件，由此导致方案审核及检查验收难度增大，影响跨越施工计划的实施。

鉴于此，本文提出一种基于无人机航拍、BIM技术、新型承插盘扣式脚手架的数字化跨越施工方法，有效规范了承插盘扣式跨越架使用标准，提高了跨越施工工效，降低了施工风险具有一定的推广应用价值。

1 技术应用要点

1.1 无人机现场勘查

1.1.1 现场勘查前，在大疆制图无人机配套软件中需根据建模对象大小、形状进行航线规划。对于跨越高速公路、高速铁路等重大跨越，跨越点航线规划尽量密集，尤其是高速公路、高速铁路、电力线路等被跨越物交叉跨越点，务必保证航拍数据质量。

1.1.2 由无人机操作人员根据航线对高速、高铁、电力线路等重要跨越点及牵引场、张力场进行倾斜摄影^[1]，并生成点云数据模型。

1.1.3 利用点云模型处理软件对现场数据进行处理，搭建三维实景数字模型，并检查模型的完整性。利用模

型处理软件进行精细化修剪，删除非必要区域模型，修补跨越现场模型，保证现场实际工况完整、精准。

1.1.4 结合设计图纸信息，在实景模型中对被跨越物高度、宽度、交叉跨越角度、管控区域范围等尺寸数据进行测量复核，编制跨越现场勘查信息汇总表。

1.2 跨越方案设计

1.2.1 结合《承插型盘扣式钢管支架构件》JGT 503-2016 利用CAD软件进行标准构件建模及贴图，形成标准构件基本族库。基于标准构件基本族库及相关安全技术标准利用revit软件进行单元模块搭建，针对不同高度、宽度跨越架基础单元模块型式及尺寸要求进行标准构件选型及各类基础模块搭建，形成适用于不同工况下的基础单元模块库。

1.2.2 结合专业施工技术要求及专业施工工器具搭建专业施工族库，依据现场勘查信息汇总表及设计数据初步确定跨越架位置及整体规格尺寸并对施工场地进行规划。依据施工安全技术标准及基础单元模块库，利用revit软件搭建跨越架整体模型并利用CAD软件进行拉索、封网、安全防护装置等附属构件模型搭建，整合形成跨越方案模型，并在实景模型中进行融合，见图2。核准跨越设施搭设位置、大小等是否满足施工要求。

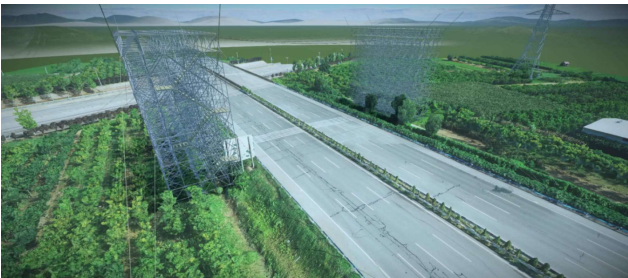


图1 实景模型跨越施工模拟

1.2.3 在BIM 软件中搭建现场仿真模型，在仿真场景

中进行场地布置及动态施工模拟^[2],在不消耗实物的基础上对场布布置合理性、施工安全性、施工方法的经济性进行核验,优化场布混乱、作业空间冲突、施工顺序不合理等问题,形成最终跨越方案。

1.3 跨越方案论证

1.3.1 在方案编制后专家论证前,利用BIM软件结合施工计划进行施工节点与动态施工模型绑定,真实模拟不同施工阶段动态施工顺序及主要工作。

1.3.2 利用视频剪辑软件通过影音结合的方式对关键施工点及重点防护措施进行介绍、标注,形成可视化施工方案。在高速公路、铁路管理部门论证过程中,通过可视化方案展示进行方案介绍,重点突出为保证被跨越物安全运行所采取的安全防控措施,提高方案论证沟通效率,降低方案沟通成本。

1.4 安全技术交底

1.4.1 方案论证并完善后,在整体跨越系统模型的基础上进行二次模型优化,在数字模型中补充本跨越物管理方要求采取的完善措施,形成最终数据模型。随后,整理动态施工模拟素材,结合相关规范利用视频剪辑软件制作可视化交底并进行全员交底。

1.4.2 利用LUMEN rt软件进行模型处理,生成EXE互动模型。在关键人员交底过程中,针对重点防护点位设置、使用工器具及设备规格型号等问题,通过不依赖于电脑配置的多维度互动平台进行介绍说明。

1.5 跨越系统搭设

1.5.1 承插盘扣式跨越架搭设

1.5.1.1 使用经纬仪在跨越点处准确找出新建线路的中心,跨越架的中心应设置在线路中心垂直投影上,宽度应考虑施工期间牵引绳或导地线风偏后超出新建线路两边各2.0m。

1.5.1.2 为了保证施工安全及被跨越物的正常运行,跨越架位置应与被跨越物安全隔离栏保持一定的安全距离,跨越铁路施工跨越架内边沿距隔离栅边缘不小于30m。跨越架架体采用承插盘扣式标准构件进行搭设。

1.5.1.3 跨越架的立柱不能直接立于土地面上,应用槽钢进行铺垫,每根槽钢铺垫长度不少于两跨。底部每根螺栓喷涂红漆作为放松标识。槽钢横线路方向铺垫,铺垫与线路方向垂直。槽钢铺设地面应夯实,确保槽钢底部受力均衡,架体底部设置扫地杆,纵、横向扫地杆距地面高度不大于40cm。

1.5.1.4 跨越架主要受力杆件,如立杆、横杆和斜杆等,在同一立面必须使用同材质、规格的钢管及盘扣。

1.5.1.5 在施工过程中经常检查、观察钢管盘扣的紧

固、变形情况,发现问题及时处理。

1.5.1.6 跨越架钢管的搭设应由下而上并有专人送杆和接杆,不准掷杆,现场搭设人员佩戴好安全带、二防绳、速差器,在跨越架上移动时,不得失去保护。钢管、销轴上下传递时,人员要相互配合,使用传递绳进行传递,确定传递到位。

1.5.1.7 支撑架应沿高度每间隔4个-6个标准步距设置水平剪刀撑,每排剪刀撑呈之字形连续布置。

1.5.1.8 跨越架顶层部分横杆设置滚动胶筒保护,一般采用PVC管根据顶层横杆尺寸现场制作,安装后保证牵引绳或导地线接触胶筒后能够自由滚动。

1.5.1.9 构架中心应在线路中心线上,为防止放线时边导线滑落,在架子两边上角应绑扎羊角杆,羊角有效宽度2m。

1.5.1.10 跨越架钢管的搭设应由下而上并有专人送杆和接杆,不准掷杆,严禁在封顶架上行走通过。跨越架搭设过程中应在架体一侧设置步梯,人员通过步梯上下跨越架。

1.5.2 架体附属设施安装

1.5.2.1 为保证铁路周围金属构件安全,跨越架应配备接地装置,整个架体从立杆根部对角位置引设2处防雷接地。接地装置应与架体使用软铜线连接,软铜线截面积不小于25mm²,且应有透明外护层,接地棒埋入深度不小于0.6m,接地位置设置接地标识。

1.5.2.2 跨越架稳定系统由地锚、拉索、钢丝绳套等构件组成,拉索间距根据架体长宽高尺寸进行设置,一般设置在背向被跨越物架体一侧及跨越架两侧面位置,也称为防倾覆拉索系统。

1.5.2.3 跨越架稳定系统采用Φ11钢丝绳,钢丝绳与地锚采用钢丝绳卡连接固定,每根拉线用3个绳卡固定,设置间距不小于6倍钢丝绳直径。两侧跨越架拉线连接点均设置在靠近高铁侧,每处2条拉索共用1个地锚,南北架体侧面各设置2条拉索,拉索位置分别位于跨越架上顶层及中间层与立杆连接处,两根拉线共用1个地锚。拉索地锚采用5t全埋式地锚,与拉索用50kN卸扣连接,并用相应规格的钢丝绳卡固定,每根拉线使用3个钢丝绳卡,确保稳固坚实。

1.5.2.4 架体拉线对地的夹角不大于60°,被跨越物两侧跨越架搭设相同,拉线设置位置相同。拉索与地锚及架体连接固定后,收紧拉索,使拉索呈受力状态。

1.5.2.5 稳定系统设置完成后由专人对地锚坑上方防沉层、排水沟及彩条布覆盖防雨措施等进行检查,并设置硬质围挡,自检验收合格后做围栏并挂验收牌。

1.5.3 跨越封网

1.5.3.1 利用无人机分别展放导引绳,使其通过两侧跨越架。在跨越架处人工拖拽导引绳“一牵二”,将一根 $\Phi 18$ 迪尼玛(承力索主绳)和一根 $\Phi 10$ 迪尼玛(拉网绳)从另一侧跨越架处牵引通过被跨越物。

1.5.3.2 采用同样方法将其余承力索主绳及拉网绳在跨越架间放通。将放通的拉网绳放置到拉网绳传递滑车内并将拉至承力索主绳地锚处固定。同时将放通的承力索主绳进行锚固,通过缓松器将主绳固定在承力索地锚上。

1.5.3.3 使用 $\Phi 10$ 迪尼玛绳根据承力索跨度加工制作封网绳,每根封网绳间隔2米,使用5T卸扣提前进行连接,放置在一侧的架顶上。

1.5.3.4 由跨越架一侧进行牵引,另一侧将网绳均匀放出,保持网片在承力绳上放出速度一致,直至网片至预定位置,保证两侧封网长度和方案要求一致并满足安全距离后,拉网绳两端固定在承力索主绳地锚上,防止飘动,见图2。



图2 封顶网展放

1.5.3.5 封顶网到位后,将拉网绳余绳放置于地面,在跨越架架体前排前方埋设5t地锚,将拉网绳固定在地锚上。

1.6 导地线架设

1.6.1 跨越系统搭设完毕后,顺序进行导引绳、牵引绳、导地线展放,导线展放过程中应监视绳索对遮护网的距离,调整张力,使牵引绳、导线不碰刮遮护网^[3]。

1.6.2 双分裂导线展放过程中,调整两线张力使两线张力尽量一致,走板平稳行进。

1.6.3 走板将要通过滑车及通过铁路/高速公路路基时,护线人员及时报告,缓慢通过。监视走板的人要带提升工具,若发生掉槽时,应及时上塔处理;

1.6.4 护线人员应加强走板的监视,特别是在通过转角塔时,防止走板翻转。导地线牵引到位后,先在一侧进行高空压接,进行软挂线。然后使用手扳葫芦导线卡线器在另一侧进行锚线,同时利用临锚绳对导线进行双锚。

1.6.5 利用绞磨及手扳葫芦将导线调整至设计弧垂,断线,随后组织人员逐基进行附件安装。

1.6.6 跨越段导地线架设完毕且附件完成后,在被跨越物管理部门配合下进行封网及跨越架体拆除,拆除顺序与搭设顺序相反。

2 结束语

基于承插盘扣式跨越架的重大跨越施工技术是一种基于无人机航拍、BIM技术、新型承插盘扣式脚手架等“四新”技术的数字化跨越施工方法。相较于常规跨越施工,本技术采用由标准结构件构成的新型承插盘扣式跨越架替代扣件式钢管架,通过无人机实景建模技术进行现场勘查,利用BIM技术辅助进行方案设计、方案论证、安全技术交底、施工进度管控等工作,形成了基于承插盘扣式跨越系统的数字化跨越施工方法,有效提高了数字化施工水平和施工工效,为同类项目数字化施工水平提升提供一种借鉴思路。

参考文献

- [1]于洋.无人机在架空输电线路上的应用[D].广东工业大学,2019.DOI:10.27029/d.cnki.ggdgu.2019.001621.
- [2]杨桐.基于BIM的四维可视化动态施工模拟研究[J].住宅与房地产,2021,(09):191-192.
- [3]王爱斌.电网建设工程线路架线施工技术要点及方案[J].工程技术研究,2026,11(02):105-107.DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2026.02.035.