

基于 Tekla Structure 的 BIM 技术在六车河特大桥钢管拱施工中的应用

张 重 蒋忠良 卜珍凯

中铁贵州公路建工有限公司 贵州 黔南 550600

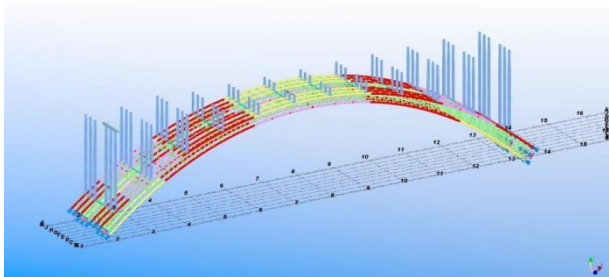
【摘 要】：大跨度钢管混凝土桁架拱桥异形构件加工精度与节段装配质量决定桥梁施工安全与结构稳定性。本文以六车河特大桥为依托，探究基于 Tekla Structure 的 BIM 技术在钢管拱相贯线切割、现场卧拼及立拼工序的应用路径，通过参数化建模等手段实现构件加工与拼装全流程精准管控，为同类山区大跨度钢管拱桥施工提供可复制方案。

【关键词】：BIM 技术；Tekla Structure；钢管拱；相贯线切割；节段拼装

DOI:10.12417/2811-0528.26.04.074

1 BIM 技术与 Tekla Structure 的技术关联

BIM 技术是覆盖工程全生命周期的数字化管理体系，核心是构建三维信息模型实现信息协同与精准管控。Tekla Structure 是钢结构专业 BIM 建模软件，是 BIM 技术在钢结构工程的核心载体，二者紧密协同。一方面，Tekla Structure 契合 BIM 技术要求，可搭建全参数化、高精度钢结构三维模型，实现信息集成；另一方面，其具备全流程功能，能将 BIM 技术理念转化为实操方案，为钢结构桥梁 BIM 技术落地提供支撑。



2 基于 Tekla Structure 的相贯线切割深化应用

六车河特大桥主拱圈腹杆采用多规格钢管，与上、下弦拱肋形成复杂相贯连接，对切割精度要求高，Tekla Structure 的 BIM 建模与深化功能提供核心保障。

2.1 Tekla Structure 主拱圈钢结构节点数字化建模与优化应用

利用 Tekla Structure 搭建主拱圈钢结构全比例三维模型，软件自动识别腹杆与弦杆空间角度、截面参数，还原交汇关系，针对不同相贯形式自动生成符合设计要求的相贯节点构造。针对多管交汇的复杂节点（如三管及以上空间交汇），通过自定义节点功能导入设计规范参数，精准设置坡口形式、过渡圆角、加强板布置等细节，确保节点构造的力学合理性与施工可行性。模型搭建过程中，同步关联设计 CAD 图纸的尺寸标注、材料清单及工艺要求，实现模型与图纸的双向信息同步，当图

纸参数修改时，模型自动更新对应节点的截面、角度等属性，避免人为传递误差。同时，运用软件碰撞检测功能，对节点内部焊缝空间、螺栓安装路径等进行干涉检查，提前发现并优化设计冲突，如调整腹杆端部长度或弦杆局部加厚处理，保障施工可操作性。对于关键受力节点，生成包含多方向剖面图、尺寸公差及焊缝等级的详细加工图纸，直接导出至数控切割设备，确保钢材材质、焊缝等级、钢管壁厚等工艺属性与设计图纸及施工工艺要求完全吻合，为后续加工环节提供精准的数字化依据。

2.2 相贯节点精细化 BIM 建模

利用 Tekla Structure 搭建主拱圈钢结构全比例三维模型，软件自动识别腹杆与弦杆空间角度、截面参数，还原交汇关系，针对不同相贯形式自动生成符合设计要求的相贯节点构造。确保钢材材质、焊缝等级、钢管壁厚等工艺属性，使模型与设计图纸及施工工艺要求吻合。

切割数据提取与工艺优化：基于 Tekla Structure 深化设计模块，从 BIM 模型提取腹杆相贯线轮廓数据，自动生成数控加工代码，将切割数据精度控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 内，消除二维图纸向三维构件转化的尺寸误差。针对大直径厚壁腹杆切割热变形问题，预设切割补偿量，优化切割顺序，保障切割面平整度与精准度。

2.3 拼装模型的精准控制

虚拟预拼装与质量溯源：在 Tekla Structure 中开展腹杆与弦杆虚拟预装配，检查构件对接间隙、轴线重合度等指标。若有尺寸偏差，在模型中调整切割参数并重新生成代码，实现闭环管控，避免现场拼装返工。为每根腹杆赋予专属 BIM 编码，关联加工批次等信息，现场验收时可通过编码调取模型信息，实现构件切割质量全流程溯源。

Tekla Structure 模型在现场卧拼中的精度管控：六车河特大桥主拱圈节段采用“先卧拼后立拼”流程，Tekla Structure 的 BIM 模型为卧拼阶段胎架定位与构件组焊提供精准指导。

卧拼胎架数字化定位：依据设计图纸在 Tekla Structure 中搭建卧拼胎架三维模型，明确胎架立柱、横梁空间位置与高程，确保胎架线形与拱肋设计线形一致。导出控制地样点坐标，导入全站仪指导现场胎架搭设，消除人工放样累积误差。胎架搭设完成后，用三维激光扫描采集实际坐标，与模型理论坐标比对，调整超出 $\pm 2\text{mm}$ 偏差部位，保障胎架精度。

桁片卧拼可视化管控：现场卧拼时，将 Tekla Structure 模型同步至移动端，技术人员可随时调取模型查看构件组对顺序与空间位置。下弦杆上胎架固定后，对照模型腹杆定位标记调整腹杆空间倾角，确保腹杆与下弦杆连接节点贴合，避免错边、间隙大等问题。针对桁片焊接变形，依据 Tekla 模型对称施焊方案，指导焊工从两端向中间对称焊接加劲肋与主弦管角焊缝，实时比对焊接前后桁片线形，超差时调整焊接参数，将桁片整体线形偏差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 内，保障卧拼桁片精度。

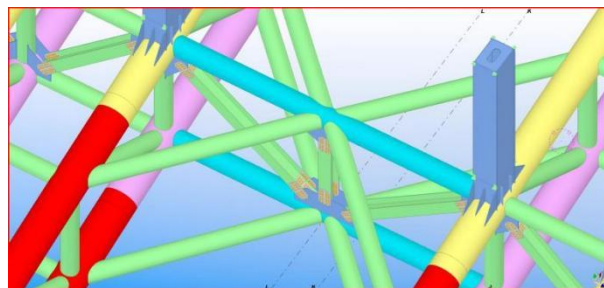
Tekla Structure 模型在现场立拼中协同管控：卧拼完成的单片桁片立拼形成整体吊装节段，此阶段严控拱肋截面尺寸、横撑间距等核心指标，Tekla Structure 的 BIM 模型实现多维度精度协同管控，适配峡谷狭窄场地施工。

立拼胎架与桁片就位控制：在 Tekla Structure 中规划立拼胎架支撑点位，保证桁片立拼垂直度，预留横撑、剪力撑安装空间，明确胎架关键参数，为后续拼装奠定高精度基础。

参考文献：

- [1] 钱枫.桥梁工程 BIM 技术应用研究[J].铁道标准设计,2015,59(12):50-52.
- [2] 马少雄,李昌宁,徐宏,等.基于 BIM 技术的大跨度桥梁施工管理平台研发及应用[J].图学学报,2017,38(3):439-446.
- [3] 王蒙,李军华.BIM 技术在桥梁工程施工阶段的应用[J].公路交通科技(应用技术版),2018,14(10):61-64.

横撑与剪力撑精准安装：主拱圈上、下弦横撑用 $\Phi 600 \times 16\text{mm}$ 钢管，安装需保证平直度与间距精度。基于 Tekla Structure 模型，在现场投射横撑中心线，技术人员对照定位标记找准连接节点，确保横撑间距偏差不超 $\pm 2\text{mm}$ 。对于剪力撑与节点板栓接工序，先在模型中模拟，优化螺栓孔对位顺序，现场安装时核验，保障孔群对位合格率达 100%，提升拼装效率。



3 应用成效与结论

依托 Tekla Structure 的 BIM 技术应用于六车河特大桥钢管拱施工。实现了构件加工到现场拼装全流程精准管控。同时，BIM 技术应用减少现场拼装返工，卧拼、立拼工序工期缩短 20%，构件加工废料率降低 15%，保障施工质量，实现峡谷复杂环境下大跨度钢管拱施工质量、进度与成本协同管控。

BIM 技术为钢结构桥梁施工提供数字化管控体系，Tekla Structure 作为专业 BIM 工具是 BIM 技术落地关键载体。二者融合解决大跨度钢管拱相贯线切割复杂、拼装精度难控问题，六车河特大桥实践经验为同类桥梁工程 BIM 技术应用提供可复制方案，推动桥梁施工向数字化、智能化发展。