

公司名称
四川海鑫能电力设计有限公司

项目地址
中国，云南省昭通市巧家县

应用软件
Autodesk® InfraWorks®
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Dynamo
Autodesk® Design Review
Autodesk® BIM 360™
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® Inventor®

携手同行 共创未来

云南巧家洗羊塘一期49.5MW风电场



图1 巧家洗羊塘风电场整体效果图

四川海鑫能电力设计有限公司

新疆金风科技股份有限公司于1998年成立，是中国最早从事风力发电的企业之一。具有全球超过44,000MW的风电装机量，全球超过28,500台风力发电机组的运营业绩。在全球8,000余名员工，其中1,000余名研发和技术人员。

四川海鑫能电力设计有限公司作为金风研究院旗下设计公司，具有测绘资质乙级、工程测量工程勘察专业资质乙级、新能源发电乙级、变电工程乙级、送电工程乙级、风力发电乙级等资质证书。

金风设计研究院依托行业优势，坚持“电力工程技术与能源技术经济研究并重、技术服务与科研开发并重”，坚持引入数字化、智能化先进技术驱动业务发展，专注于提供覆盖可再生能源开发、设计、建设、运营、维护全生命周期的一站式专业技术服务。

金风设计研究院积极尝试和探索应用新技术，以设计为切入点，以BIM技术为核心，形成贯穿整体风电场开发、建设、运营，首尾相接、前后呼应的闭环，携手推进可再生能源行业的数字化、智能化、精益化变革，此次以本项目为依托，希望为风电行业三维设计BIM实施提供参考。



图2 风电场内部效果图

一、项目概况

建筑物包括综合楼、水泵房、辅助楼、35kV配电室、SVG室等附属建筑。

综合楼为二层框架结构平屋顶，首层层高3.9m，二层层高3.9m，建筑总高8m，建筑面积1135.3m²。35kV配电室为单层框架结构平屋顶，建筑面积419m²，建筑总高6.5m。SVG室

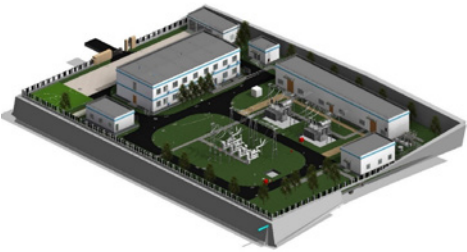


图3 用地规划平面图

风电场项目涉及范围广，项目选址多在远离城市的山区、高海拔地带，地理条件复杂、资源匮乏。在这些地区，施工作业条件艰苦，为提高投资收益主要求尽快投入运营，造成风电项目工期短，施工容错率低，增加了施工作业的风险与困难。同时项目参与方较多，专业涉及建筑、电气、道路、GIS等众多专业，专业间协同难度大。

通过BIM技术，使项目各参与方可以在可视化的条件下进行合作，大量减少了沟通成本。并且配合BIM的可视化进行多方案比选，运用BIM技术准确导出项目材料用量，VR实景演示等等，使整个项目在可视化的条件下进行。通过BIM模型，对施工进度监控，降低施工风险，提升现场工作效率。针对BIM+GIS相结合，合理利用地理资源，减少对环境的污染和浪费。最大程度降低工程对自然环境的破坏，做到人与自然的和谐可持续发展。

——牛清华
金风设计研究院副院长
新疆金风科技股份有限公司

为单层框架结构平屋顶，建筑面积122m²，建筑总高6m。水泵房为半地下室建筑物，总高4.9m，上部分为混凝土框架结构，下部池体结构，建筑面积98.6m²。辅助楼为单层框架结构平屋顶，建筑面积101m²，建筑总高4.4m。

二、BIM在风电项目中实施策略

随着风电行业的快速发展，资源富集地区日益减少，风电项目收益水平有所降低。风电工程亟待增强实施与管理方法，实现降本增效。

具有可视化、协同性、精益化的数字化BIM技术应运而生，贯穿工程全生命周期，在规划、设计、采购、造价、实施、运维阶段均能产生不同的价值。

BIM作为工程行业最核心的大数据技术，在建设领域已经日益成为关注焦点，海鑫能紧跟时代步伐，联合同济大学，积极探索应用风电BIM三维设计，根据风电行业自身特点，从风机、升压站、GIS三个方面展开BIM三维设计，借助BIM手段，将制造业和建筑工程设计有效结合，实现从局部到整体、从微观到宏观的全面把控。

三、BIM技术点应用

(一) 风机：

1. 基础建模

将常用的4种风机基础形式进行基础建模，并放入典型基础构件库，方便设计人员调用修改。

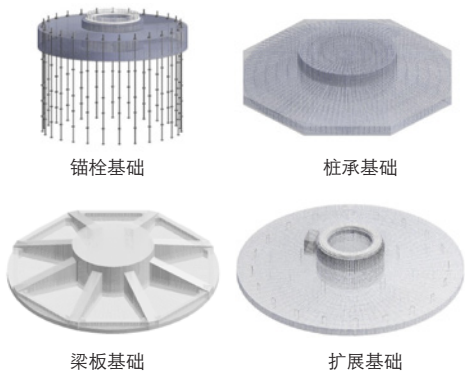


图4 风机基础建模图

2. Dynamo参数化设计

通过可视化编程软件，得到参数化的风机基础模型。通过输入风机基础几何参数和配筋参数，实现对风机基础截面尺寸的修改和快速创建基础钢筋，并得出混凝土用量及钢筋量。

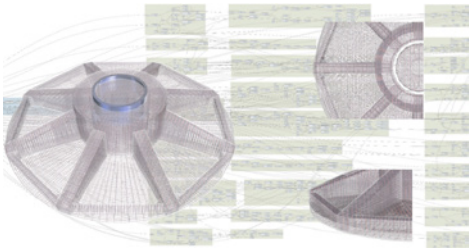


图5 Dynamo参数化设计风机基础

3. 钢筋量统计

参数化设计生成的基础模型，可精确提取风机基础的工程量。经比对，误差范围在2%以内。

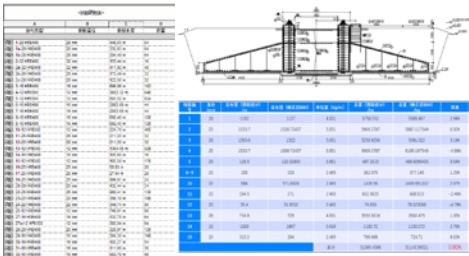


图6 BIM钢筋量与图纸量对比表

4. 3D打印技术

通过BIM模型，配合3D打印技术打印比例模型，帮助业主实现方案的推敲比选和论证，模型通过测试软件修正同时确保打印精度要求，用于模型展示。

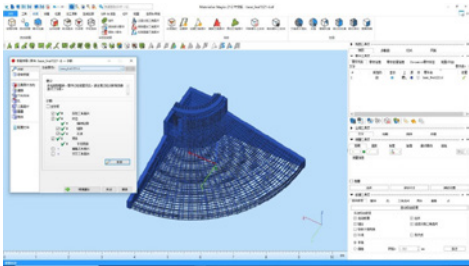


图7 3D打印风机基础

5. UG(NX)模型整合

通过3DMax/Unity软件，将Autodesk Revit制作的风机基础、塔筒模型和UG软件制作的风机设备模型进行整合，进行模型深度应用。实现工程行业与制造业的数据互通。

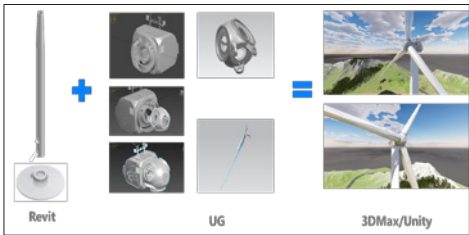


图8 整合UG (NX) 模型

(二) 升压站：

1. 搭建文件架构

基于企业BIM标准，对项目文件进行统一管理，便于协作方调用相关文件和模型，发挥BIM协同优势。

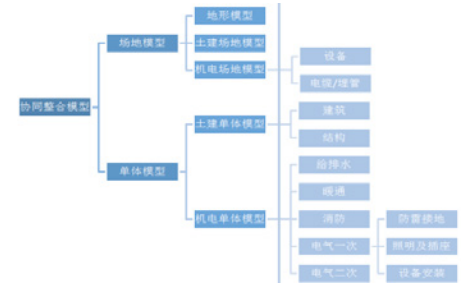


图9 企业BIM文件架构

2. 基础建模

按规则对升压站进行模块化建模，通过模块化拆分对升压站内生活区及生产区分别进行建模。整体提升设计质量，并形成数据便于后期复用。

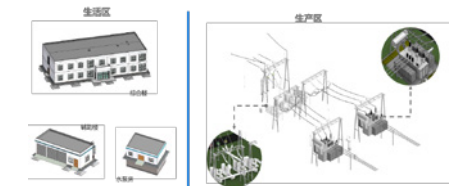


图10 升压站模型

3. 工程量统计

参照建筑图集标准做法，进行精细化模型设计，细分建筑面层，指导模型工程算量，施工阶段模型可直接用于技术交底。

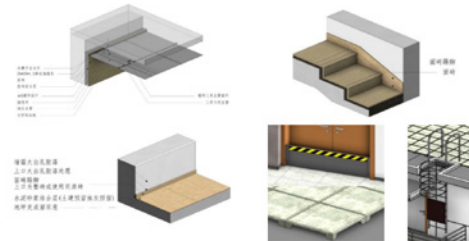


图11 升压站精细化模型

通过BIM模型可实现工程量的一键精确提取，通过BIM计算得到的工程量与传统造价的对比误差均在容许误差内。

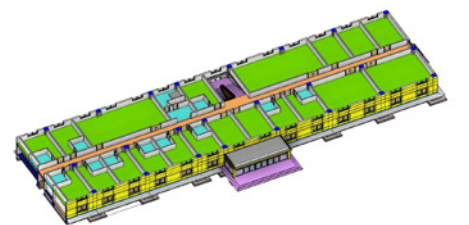


图12-1模型填色对量分析误差



图12-2 升压站模型算量误差对比

4. 电缆建模

根据电缆清册读取位置代号，直接对设备进行编号。检索功能可以快速定位到指定的设备代号，方便设备的查找。生成三维实体模型以及逻辑拓扑图。

通过插件实现电缆沟内电缆排布优化，并按照规定对电缆进行编号，同时填写电缆的起始端与重点，利于后期电缆量复核。

对于升压站此类分多期施工的项目，对电缆排布在模型中进行前期规划很有必要。

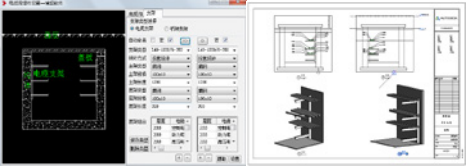


图13 电缆沟建模

5. 模块化设计

基于BIM技术的标准模块化设计，采用了建筑标准模数体系，并充分考虑后期施工安装的边界美观及经济性，将模数排布做到最优，实现模型图纸的快速生成和构件高效的预制生产，同时规范相关配套建材和补品的规格品类，实现了装修一体化。

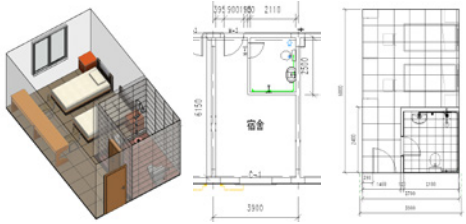


图14 BIM模块化设计

BIM技术还可以通过模块控制户型尺寸，将模块像搭积木一样组装成建筑模型，便于户型组合及布局。

通过BIM技术实现升压站内部分标准间的模块化设计，在造价可控的同时也满足人员使用需求，此类标准模块可实现工程间复用，实现快速设计。

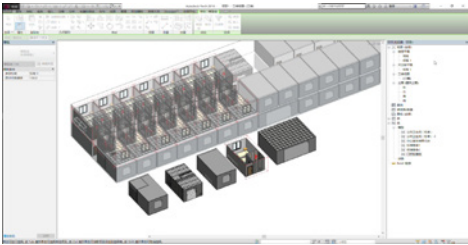


图15 BIM模块导入模型

模块化设计基于标准要求，将做法及规范集成至模型中，可利用模块化模型快速精准计算工程量。

6. 标准构件库建设

在项目实施中可积累部分可复用的模型构件，用于其它风电场项目的BIM设计工作中。既可缩短设计周期，又可以在设计过程中快速实现构件的替换，达到多方案比选、提高设计质量的目标。

将设备厂家的产品样本通过软件创建三维模型构件，模型包含了设备的所有信息并可以利用参数化功能实现不同设备类型的直接切换。

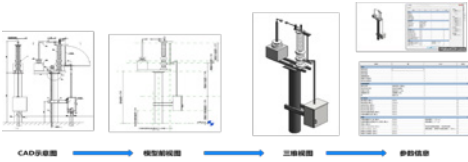


图16 BIM标准构件库建设

构件创建示例-中性点接地保护装置

将整体设备模型进行拆分，拆分成最小可更换的零件，并包含基本的参数信息，便于后期的运营维护。

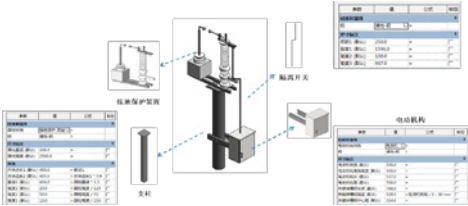


图17 中性点接地保护装置

整合构件设备参数信息



图18 整合构件设备参数信息

7. 三维出图

通过项目数据积累，逐步转向风电场升压站三维设计出图。

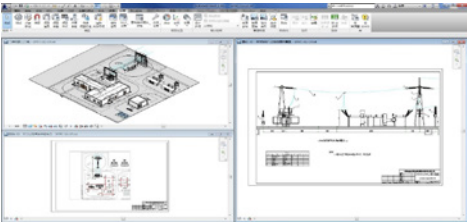


图19 通过模型三维出图

预设设备材料表样式模板，利用软件功能完成设备材料统计。

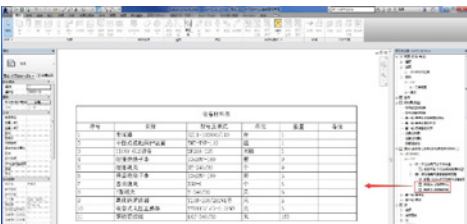


图20 通过三维模型设备材料统计

8. VR应用

可以从BIM设计软件直接渲染模型，通过材质添加、光影设置等操作，经软件自动计算渲染可达到真实效果，用于项目汇报。模型、视频和效果图统一，便于业主理解项目方案，提升沟通效果。



图21 VR场景演示

(三) GIS+BIM

1. 地形建模

通过Autodesk Civil 3D软件，导入现场测绘数据，完成地形建模。通过分析，实现升压站选址和道路选线、设计，并生成土方工程量。

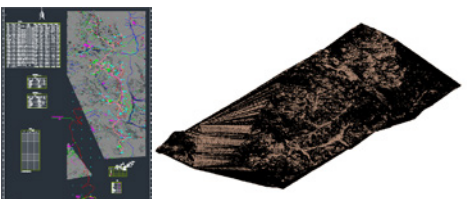


图22 Autodesk Civil 3D地形建模

2. 土方量

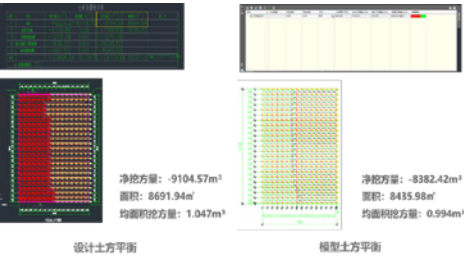


图23 Autodesk Civil 3D土方量计算

3. Autodesk Infracore模型整合

将地形、升压站、道路、线路及风机设备模型通过Autodesk Infracore进行整合，实现风电工程的大场景集成，用于后期展示及工程应用。

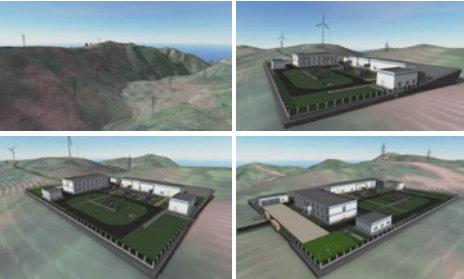


图24 Autodesk Infracore模型整合

(四) 工程应用

目前，项目已经进入施工建造阶段，BIM技术实施依旧继续，项目BIM模型深化延伸至施工领域、构件制造领域，以期可最大程度减少设计变更和洽商，有效控制工程造价。同时，基于BIM竣工模型，协助业主和监理单位进行工程检查验收，提供验收报告中必要的截图和文字资料。

Autodesk Navisworks施工模拟：

基于BIM模型的施工多维模拟，可以将时间进度、工程成本、质量安全等结合进BIM模型中进行建造模拟，可在项目实施之前通过模拟了解工程未来进展、资金流向、预期工程实施过程的风险。工程过程中可以通过工程实际进展和计划工期的对比，实时对过程中风险及问题进行规避和调整，保障工程顺利进行，缩短工程周期。

四、BIM技术创新拓展

(一) Dynamo参数化设计

通过可视化编程软件Dynamo，输入风机基础几何参数和配筋参数，得到参数化的风机基础模型。实现对风机基础截面尺寸的修改和快速创建基础钢筋，并得出混凝土用量及钢筋量。Autodesk Revit模块化设计与Autodesk Inventor相结合实现了模型图纸的快速生成和构件的高效预制化生产，同时规范相关配套建材和备品的规格品类，实现了设计生产安装装修一体化。通过Autodesk Revit模型与智能微网系统相关联，添加模型属性信息及维护信息，为后续运维打下基础。

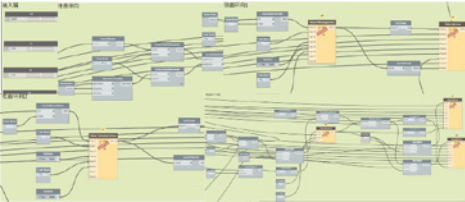


图25 Dynamo参数化设计

(二) 3D打印及VR实景漫游

通过BIM模型，配合3D打印技术打印比例模型，帮助业主实现方案的推敲比选和论证，模型通过测试软件修正同时确保打印精度要求，用于模型展示。

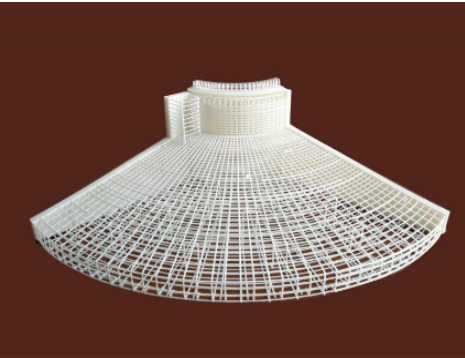


图26 3D打印风机基础钢筋排布模型

利用VR技术可以从BIM设计软件直接渲染模型，通过材质添加、光影设置等操作，经软件自动计算渲染可达到真实效果，用于项目汇报。模型、视频和效果图统一，便于业主理解项目方案，提升沟通效果。利用VR技术，进

行现场的技术交底及安全教育，对工地现场高压区，进行沉浸式可视化提醒作业人员安全风险。



图27 VR场景应用

(三) BIM风电标准

基于企业BIM标准，对项目文件进行统一管理，便于协作方调用相关文件和模型，发挥BIM协同优势。通过Autodesk Revit按规则对升压站进行模块化建模，对升压站单一功能需求房间进行标准化模块设计，形成三维模型典设。模块化拆分对升压站内生活区及生产区分别进行建模，提升设计质量，形成数据便于后期复用，并方便同类型项目直接套用修改出图。同时在模块化应用中，模型具备快速算量条件，通过Autodesk Revit快速完成出图及工程量统计，实时监控项目投资。同时进行了BIM+互联网的应用，将BIM数据模型与智能微网相结合，对项目运维管理起到了极大的促进作用。提高了运维管理的效率，降低了运维管理的成本。

五、结语

BIM在新能源领域，特别是风电领域应用较少，本次项目属于突破性尝试，具有示范意义。同时在实践过程中，项目团队总结了一套BIM在风电领域应用的标准，打破了行业空白，为今后BIM在新能源领域中的应用打下坚实的基础。在项目建设过程中，利用BIM技术多专业协同设计，预制化生产加工，合理规划升压站位置以及道路选线，减少对自然环境的破坏，缩短项目周期，有效的降低了项目成本，并在智能微网应用的过程中，BIM的应用也起到了举足轻重的作用。项目组也希望借助此次参赛机会，提升BIM技术在中国新能源领域的影响力，推动BIM技术在整个新能源领域的广泛应用。