

BIM技术在煤气发电项目给排水设计中的应用

王琳

中冶华天工程技术有限公司

摘要: 基于BIM技术的可视化、协同性等特点, 本文对BIM技术在煤气发电项目给排水设计中的应用进行探讨, 分析了BIM协同设计在碰撞检查、设备安装、材料统计、深化设计、三维会签方面的优势。通过探索BIM技术在工程中施工组织、运维管理的应用, 可以为工程项目全流程应用BIM技术提供参考借鉴。

关键词: BIM技术; 煤气发电; 给排水; 协同设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.13.098

一、引言

钢铁冶金企业中高炉和转炉运转的过程, 经煤气平衡后, 太多会产生富余的高炉煤气、转炉煤气等, 回收利用这部分剩余煤气并送入锅炉中燃烧, 随后进入汽轮发电机组可转换为电能^[1], 供钢铁冶金企业使用。煤气发电属于清洁能源生产, 对于钢铁厂能源综合利用、节能减排等方面具有较高的经济价值、社会价值和环保价值^[2]。

煤气发电项目涉及的给排水系统主要包括净环水系统、生产-消防水系统、高压消防系统、生活水系统、雨排水系统, 给排水设计内容包括循环水泵房及循环水池、消防水泵房及消防水池、配套管线等。

传统二维设计存在以下问题: (1) 设计周期长。二维设计需要设计人逐一绘制平面图、剖面图、管道轴侧图、设备详图等, 设计效率低下。(2) 现场变更更多。由于传统设计全部依靠设计人的抽象思维能力, 难免存在疏忽而导致的施工时再进行设计返工, 部分土建或管道电缆等需要拆除、重建, 影响施工成本的同时也会延长工期。(3) 各专业协同差。各专业相互会签时, 由于知识的局限性, 对非本专业的二维图纸往往理解不够透彻, 不仅增加沟通难度、降低会签效率, 还可能留下设计漏洞。(4) 沟通效率低。施工单位、建设单位拿到二维蓝图, 需要花费大量时间、精力理解设计思路, 无形增加了施工单位、建设单位与设计单位之间的沟通成本。

随着工程建设中日益突出的需求, 建筑信息模型(BIM)技术正逐步应用于智慧工厂。BIM技术具有可视化程度高、协同便捷、经济效益高等显著优点^[3-5], 采用BIM协同设计将成为未来工程项目设计环节的主流。此外, BIM技术作为数字信息载体, 同互联网+、大数据、人工智能等数字化技术结合, 可推动传统工业向自动化、数字化、智能化企业的转型升级, 为我国从制造大国迈向制造强国做出贡献。

二、工程概况

某钢铁厂的发电项目坐落于山东省临沂市, 其建设规模为一套100MW亚临界煤气发电机组+一套10MW饱和蒸汽发电机组。本项目的给排水系统中, 净环水由循环水泵房内净环水泵组加压送至发电主厂房内汽轮机凝汽器、冷油器、空冷器、EH油站、凝结水泵、低加疏水泵、凝结水精处理车间及锅炉区域送风机、引风机、取

样冷却器、烟气再循环风机等用户, 各用户回水汇集至净环水回水母管后利用余压直接送至冷却塔进行机械通风冷却处理。夏季考虑到环境湿球温度较高, 高温日冷却塔可能无法满足用户对水温的要求, 因此采用温度较低的生产新水对给水泵、凝结水泵、送风机、引风机等用户进行冷却。于循环水泵房内设置工业水泵组将工业水池内低温生产新水增压送至上述用户, 回水作为循环水系统补水, 进入净环水回水母管后随净环水一同进入净环水处理系统循环使用。循环水泵房内设备安装以及其他专业设备及管道电缆的排布、其他建构筑物内给排水管道与其他专业管线位置的合理安排、外部综合管线布置均为煤气发电项目给排水专业设计的重点, 由于本工程建设周期紧张, 且成本控制严格, 故采用BIM协同设计。图1为本项目最终投产的现场照片及协同设计的BIM模型全貌。

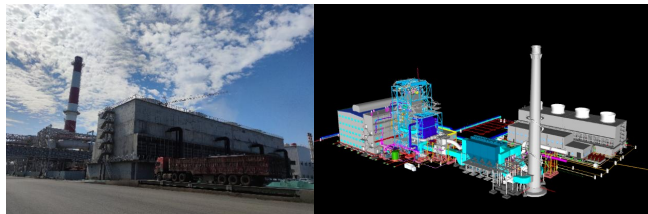


图1 项目现场图及BIM模型全貌

三、BIM技术平台选用

(一) 软件平台

煤气发电项目BIM协同设计初期, 先利用AutoCAD在项目总平面图内确定基准点建立项目轴网后, 各专业将该带基点的轴网链接进本专业BIM软件中开展设计工作。本项目给排水设计中, 采用Revit软件对循环水泵房、净环水池、工业水池等建构筑物进行土建建模, AutoCAD Plant 3D用于所有给排水管道的建模, Inventor用于给排水设备模型的创建, Navisworks用作整个项目各专业合模工作。

(二) 数据管理与协同平台

本项目采用ProjectWise协同平台, 具有以下几点优势:

(1) 给排水管道元件库、等级库、参数化设备共享。通过AutoCAD Plant 3D Spec Editor创建给排水管道、管件、阀门等元件库, 如图2所示, 从元件库添加零件以制作等级库, 将等级库实时更新于Project Wise协同平台专业内部共享, 在AutoCAD Plant 3D绘图时可于工具选项版内直接调用。此外, 元件库的协同平台共享, 还可以实现多人多线程的等级库制作, 提高专业建模、绘图速度。利用Inventor制作的参数化设备模型发布在ProjectWise协同平台, 设计人下载后对设备模型赋予参数, 再加载至AutoCAD Plant 3D的项目模型内进行设计工作。

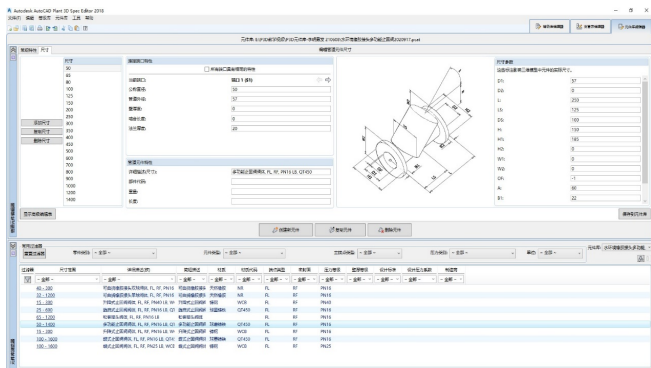


图2 给排水管道等级库元件库创建

(2) 三维提资。通过ProjectWise协同平台，可以实现多专业、多人、多地域同时工作，并行操作同一个资料文件，并且三维模型有助于下游专业更为直观理解上游专业的设计意图。

(3) 成果查验。各专业成果上传至ProjectWise协同平台后，工艺专业及项目负责人可通过项目合模查看各专业间是否存在干涉之处，在三维模型上直接备注问题便于各专业查阅。建设单位也可以远程实时查看设计成果，及时反馈意见和建议。

四、BIM技术在煤气发电给排水设计中的应用

(一) 碰撞检查

煤气发电项目中管线主要包括给排水管道、热力管道、三电电缆等，其中室外综合管线、发电主厂房各专业管线的布置尤为复杂，以往工程中经常出现管道碰撞而耽误施工的情况。除了上述硬碰撞的问题，还存在管线软碰撞。软碰撞指管道间不存在实际碰撞，但管道的位置会影响设备安装操作、检修通道行走或者管道施工。通过在设备或管道边设置隐藏图层的操作空间模块，可直观发现软碰撞问题。

本项目室外给排水系统包含数十种管道，应用AutoCAD Plant 3D对给排水管道模型进行碰撞检查，如图3所示，检出给排水专业内部管道碰撞点9处、管道间净距不符合规范15处。发电主厂房内涉及热力、给排水、电气、电讯、仪表等专业管线，管线分布错综复杂，应用Navisworks对各专业管线以及土建建模进行碰撞检查，报告给排水专业管道与热力专业管道硬碰撞点4处、给排水专业管道与结构柱硬碰撞点2处、影响热力专业设备抽芯路径软碰撞点1处。

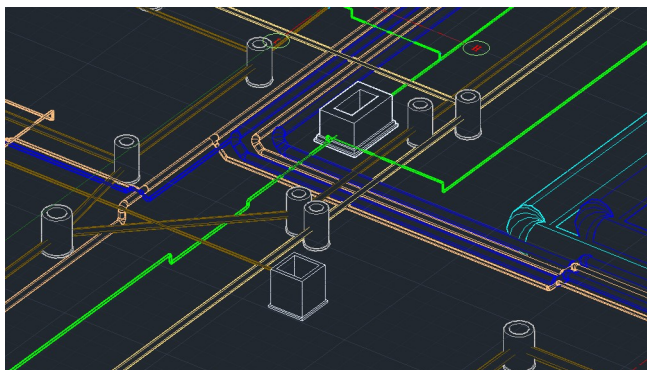


图3 给排水管道碰撞检查

煤气发电项目具有循环水量大、给排水管径粗、管线布置复杂的特点，在有限的空间内合理布置所有管线及附属设备、阀门井及检查井等构筑物对传统二维设计的设计经验、抽象思维要求极高，而应用BIM技术后，管道模型具有直观可视化的特点，辅以BIM软件的碰撞检查功能，可大幅削减管线软、硬碰撞情况，提高设计图纸质量的同时减少现场变更，满足工期要求。

(二) 设备安装

循环水泵房设计中至关重要的两点分别为合理布置内部设备、优化起重机位置从而控制泵房建筑高度。如图4所示，应用BIM技术构建水处理设备模型后，可通过模型快速确定设备间净距，留出合适的设备操作维修空间、巡检走道，并且通过设备起吊模拟动画可以确定泵房起重机的最低高度，在满足水处理工艺要求的同时，合理优化循环水泵房建筑规模，从而于用地紧张的冶金项目中，具有节约占地、节省建设成本、缩短施工工期的优点。

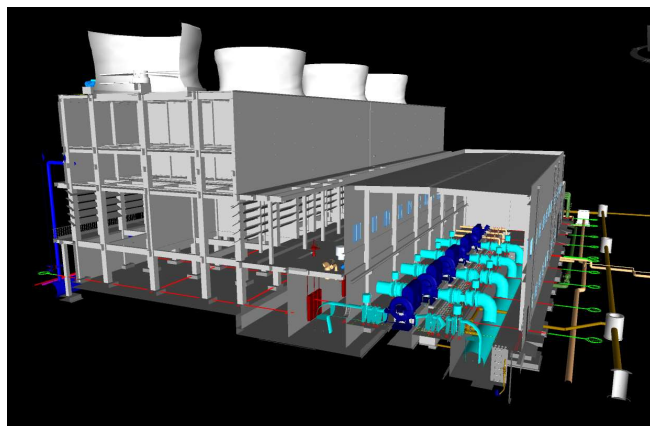


图4 水处理设备及建构筑物模型

(三) 材料统计

传统二维设计中施工图材料表统计均靠人工测量CAD中管线长度，并逐段累加，往往存在漏项或人为放大倍数过高造成材料浪费的情况。针对煤气发电项目中给排水管道的特点，通过AutoCAD Plant 3D对给排水管道模型进行材料量自动统计，对各管材、管件、阀门等生成对应类目的数量，对材料量精准把控，提高工程造价的准确性，避免施工备料富余而造成的浪费现象。本项目相较二维设计的初步设计阶段，应用BIM协同设计的施工图阶段共降低给排水专业工程造价12万元。相比于传统设计中统计材料量的方法，本项目给排水专业共缩短3天设计时间。

(四) 深化设计

目前各大设计院均在寻找提高效率、节约成本的深化设计途径，而应用BIM技术是深化设计的重要途径之一。煤气发电项目应用BIM技术后可在以下几个方面进行给排水设计的深化：

(1) BIM模型具有可视化特点，在管线的设计中，便于优化给排水管道布置，在以最短的路由满足用户用水需求的前提下，尽量更大程度降低工程造价。

(2) 构建给排水专业模型后，可通过AutoCAD

Plant 3D正交视图功能自动生成平面图、剖面图、管道轴侧图、设备详图等，相比传统设计出图效率大幅提高，设计周期相应缩短。

(3) 传统设计中管道支吊架在管道专业图纸表示，而支吊架的预埋件在结构专业图纸表示，会签时尤为繁琐且极易出错，施工阶段常出现支吊架无处生根的问题，应用BIM技术则可避免上述情况发生。

(4) 建设单位可以通过协同平台，及时查看BIM模型并在设计阶段提出修改意见，避免其在现场看到施工成品后提出变更，再进行设计返工、二次施工从而影响工期。

(五) 三维会签

应用BIM协同设计的项目，各专业均采用BIM正向设计，设计后期在ProjectWise协同平台使用Navisworks进行专业间三维会签。通过BIM模型更加容易了解外专业的设计内容，将各专业模型合并后可直观发现与外专业交涉情况，在软件内添加会签批注，便于下游专业快速查找定位会签问题，大大提高各专业间沟通效率。

本项目给排水专业在循环水泵房三维会签时，发现电气专业的电缆桥架设置于泵房门顶下部1处，通风专业的轴流风机设置于泵房圈梁中间8处。图5为热力专业在发电主厂房三维会签时，发现给排水专业消防栓箱的

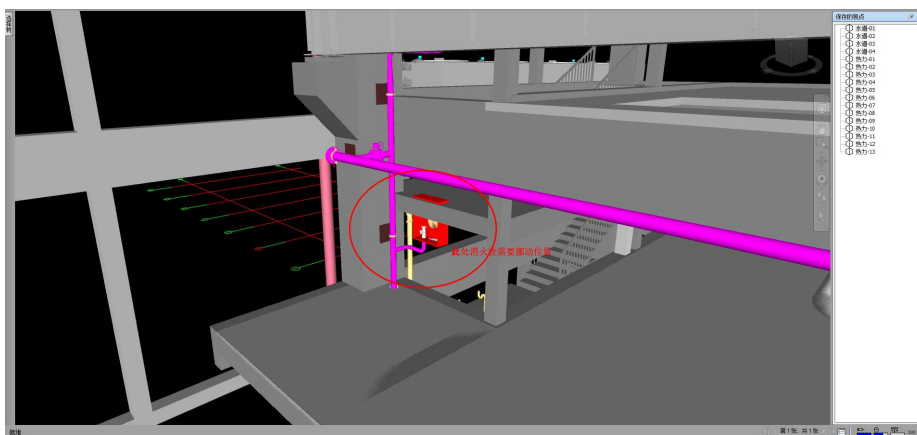


图5 发电主厂房三维会签

操作空间狭小等问题共4处。

五、BIM技术在工程应用的展望

(一) 施工组织

施工前的技术交底是设计与施工沟通的重要环节，设计单位利用BIM模型进行三维可视化交底，有助于施工单位直观理解设计理念。利用施工仿真模拟，向施工人员动态展示施工组织方案的三维动画，有效避免因理解偏差造成的不必要损失，并且可以精准确定施工周期，合理规划设备、材料进场时间，提升施工场地整洁程度。

(二) 运维管理

燃气发电站运维中需要采集的重要数据包括以下几点：(1) 设备信息：设备编号、技术参数、采购及维修记录。(2) 仪表信息：仪表编号、测量数值远传、超临界报警。(3) 消防系统：巡检信息、火灾报警信息。

建立智慧工厂可视化管理系统，整合轻量化BIM模型和数据互联网传输技术，构建运维平台实现无纸化办公，运维人员对设备、发电产能等进行可视化管理，可以大幅提高发电站智慧化等级，保障作业人员安全。

六、结论

通过应用BIM技术，本煤气发电项目给排水设计相较于传统设计，具有如下优势：

- (1) 优化设计，减少给排水设计疏漏共计35处，避免现场变更导致耽误工期、二次返工的情况。
- (2) 缩短工期，应用BIM技术自动、准确生成二维施工图纸，缩短给排水设计周期约20%，施工单位利用

BIM模拟施工动画，合理安排施工工序，可以缩短施工工期。

(3) 节省建设成本及人力成本，根据管道模型自动统计工程量，精准控制工程造价避免材料浪费，应用BIM协同设计的施工图阶段共降低给排水专业工程造价12万元。此外利用BIM模型直观展示设计内容，提高了设计单位各专业间、施工单位与设计单位间的沟通效率，从而降低人力成本。

参考文献：

- [1] 王良忠，夏文静. 燃气蒸汽联合循环（CCPP）与亚临界煤气发电（BTG）在冶金行业的应用前景分析[J]. 中国金属通报，2021，（07）：241-242.
 - [2] 井芳波，尹刚，卫栋梁，张鹏飞，张伟荣，洪安尧，吴方松，文谋. 超高温亚临界煤气发电汽轮机设计及经济性分析[J]. 能源与节能，2021，（12）：153-155.
 - [3] 范正锐，郑鹏，马骏，鲍化坤. BIM技术在余热发电项目设计阶段的应用[J]. 世界有色金属，2022，（18）：149-152.
 - [4] 涂敏，刘光胜，杨红兵，罗乐，苏鹏宇. 建筑给水排水BIM正向设计的应用及思考——以长沙黄花国际机场T3航站楼为例[J]. 给水排水，2022，48（12）：122-130.
 - [5] 杨永凡. BIM技术在建筑给排水设计与优化中的应用[J]. 四川水泥，2022，（11）：56-58.
- 作者简介：王琳（1992—），工程师，硕士研究生；中冶华天工程技术有限公司。