

# BIM 技术在建筑机电管线综合设计中的应用研究

唐友超

新疆润疆工程设计有限责任公司 新疆 伊犁 835000

**【摘要】**：在我国大型公用工程建设中，安装工程越来越复杂，涉及很多专业领域，如给排水、暖通、消防、强电、弱电等。在传统的二维平面图设计模式中，各专业独立绘制图纸，分属不同的技术团队，往往要等到施工阶段才能发现管线路径的交叉和空间占位冲突，从而导致施工过程中的返工、工期延误和成本超支等问题。建筑信息化为解决上述难题提供新的技术途径。BIM 技术是建筑、结构、机电等多专业信息融合和三维数字建模的重要组成部分，它将推动管线集成设计由“事后协调”向“事前预控”的转变。例如：伊犁州体育中心是一座大型体育场馆，其机电系统覆盖面积大，空间约束多，净高要求严格。将 BIM 技术应用到管线综合设计的全过程中。对 BIM 技术应用于机电管线一体化设计的理论意义、实际问题和优化措施进行深入研究，为类似工程的机电管线一体化设计提供借鉴。

**【关键词】**：BIM 技术；建筑机电管线；综合设计

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.072

机电管线一体化设计是施工装备体系由方案到工程实现的重要步骤，其核心工作是对各种管道在一定的建筑物空间布局和布局进行合理布局，保证系统功能完备、施工可行、维修方便。大型、高空间的大型公用建筑如体育馆、机场、医院等，其管线规模大、类型多、管线交叉多，使得管线的集成化问题变得更加严重。现有的基于平面图叠加的碰撞检测技术很难准确地辨识出复杂结点上的空间矛盾，更不能对管道调整后的级联效应进行动态仿真。BIM 的引入为管道一体化设计提供了一种新的思路，它将为管道结构的三维建模、智能布局、碰撞检测和高度计算提供了新的思路。但是，技术手段的更新并不一定能促进实际的实施，在实际操作中还存在着协同机制、模式标准和结果之间的联系等问题。BIM 在机电管道一体化设计中的作用机理，明确其在实际工程中的主要限制因子，并据此提出可行的优化途径。

## 1 BIM 技术应用于机电管线综合设计的意义

建筑信息模型（BIM）是实现机电管道一体化设计由平面图到立体协作的根本转变。在以往的设计方式中，给排水、暖通、电气、消防等多个学科各自作图，只有在建设过程中才会发现管道的矛盾和占用，造成了大量的现场返工、材料浪费和工程进度的拖延。BIM 通过构建一体化的立体几何建模，将多个不同的管道在同一个空间上可视地展现出来，使得设计者可以预先察觉和处理管道间的冲突和管道与建筑物的高度矛盾。此外，BIM 技术还可以实现数据的实时协作和分享，任何一个学科的变更都能及时得到反馈，从而有效地解决了“信息孤岛”问题。同时，通过 BIM 建模，实现工程量统计、支吊架设计、碰撞检查报告和建筑图纸的自动化生成，提高建筑设计的速度和准确性，为我国建筑的绿色建设和造价管控奠定基

础。

## 2 当前 BIM 技术在机电管线综合设计中存在的主要问题

### 2.1 协同机制不健全

目前，在机电管道一体化设计中，多个学科的协作仅局限于常规的协调会议，建筑、结构、给排水、暖通、电气等不同学科都有自己的 BIM 建模，缺少数据的及时交流和相互验证。如伊犁州体育中心工程，其管道系统种类繁多，除常规的空调、通风、防排烟、给排水、电气等系统外，还包括专门用于比赛的专用管道。在工程实践中，暖通系先行铺设了空气管道，然后由电力系在同一空间铺设了桥架，但因两个系没有在共同的平台上进行模型的统一，造成管道与桥架在通道交汇处的相互撞击。

### 2.2 建模深度与要求不匹配

该问题主要表现为：在设计和建造两个阶段对模型的准确性期望存在差异。目前，大多数设计者所建立的管道机械结构的数学模型都是基于 LOD300 的几何表示层次，只能表示管道的方向和大概的尺度。将此模式传送到工地进行管道合成时，由于缺少管道的连接方式，阀门仪表的具体位置，支吊架的位置，这些都是不存在的。从实际的工作流程可以看出，在翻模时，设计者会把多条管道并联成一条直线，或者把多个体系的公共桥接成几何体，以加快工程进度。目前，在使用 Navisworks 对其进行碰撞探测时，由于不能准确地辨识出融合直线中的管道相交关系，造成了很多实际中管道冲突的缺失。

### 2.3 成果应用不闭环

BIM 模式应该是在管道全面布置、冲突检查后，才能进一步扩展到后续的建设引导、运营和交付等方面。但在很多工程中，建模结果仅停留在求解冲突问题上，缺少从图、报表到实际工程的高效转换。伊犁州某学校在餐厅给水管一体化设计结束后，利用 BIM 技术对水泵、阀门、管路等的空间布局进行了优化，并对每一种装置的位置尺寸及维修空间的需求进行了标记。根据设计意图，由建筑工人根据平面图和轻量化模型，在工地上进行放样和安装。但是，在工程实践中，各项目仍沿袭以往的做法，只根据平面图上的标高资料来操作，而不参考模型内的空间位置。结果：已建成的泵组间隔太窄，且保留的维护通道仅有 40 厘米，影响维护工作的顺利进行。

## 3 提升 BIM 技术机电管线综合设计应用效果的有效策略

### 3.1 构建多专业协同平台

建筑、结构、给排水、暖通、电气等各专业相互矛盾、矛盾频发，究其原因，是由于传统工作方式下各专业各自的设计程序相互分离所致。以跨学科协作为研究对象，通过搭建跨学科协作平台，突破学科之间的信息屏障，使得不同学科的设计师能够在统一的三维空间内进行工作，从而达到数据的实时分享和不断地更新。该系统的主要价值并不在其开发中，而是在其基础上构建统一的工作机理，使其从简单地打补丁转变为整个设计流程的正常协同。

跨学科合作的构建只是出发点，要使其有效利用，还需要在运作机理的层次上进行重新建构。该系统以统一的 3D 数据库为基础，由不同的专家设计人员在一个核心文档内进行模型构建，而不是通过输入输出来进行数据传递。建设类首先要构建轴线网络和地面高程系统，并把这些数据输入平台的核心数据中，以保证以后各专业都能自主地获得一致的位置基础。在完成梁、柱、墙等承重构件后，各专业对各专业管道布局进行基本限制。当给排水、暖通、电气等多个专业相继参与施工时，系统中嵌入的冲突探测准则会不断地对管道与土建工程的空间位置进行动态检查。在实际运行中，由于管道截面尺寸较大，转弯半径较大，且其轨迹一经选定，将成为管道避开其他管道的参考标准，因此暖通专业应该在给水、电力等方面进行主要管道布局的设计。当给排水专业设置重力流管线时，需要使用平台所配备的倾斜仪，在管线的属性栏中清楚地填写坡口量和流向，然后根据该参数，由平台自动计算出管线终点高程的变动路径，并在 3D 视图中实时建立相应的斜坡实体模型。

### 3.2 统一模型精细度标准

多学科协作的先决条件是双方对模式有共识。如果建筑系

的梁模只能绘制出梁底面的轮廓，那么机电管路就必须了解梁的截面形态，这样就会造成很多不必要的交流。通过对不同设计阶段、不同专业建立清晰、等价的建模深度需求，实现不同专业所提供的模型在重点部分具有相同的信息内容，以保证联合评审和碰撞检查的成果的可靠性。

在规范了模式精细化规范后，需要构建与之相适应的模式发布和评审机制。在相同的工程坐标下，土建专业应该按照 LOD 规范对梁、板、柱等结构部件进行细分，以反映特定的断面变形和翻边的大小，然后由机械和电气专业根据这个结构模式来布置管道。在具体的施工层次上，可以通过 BIM 协调人编制一个样板精细化对比表，详细说明各个体系在管道集成过程中的几何表述需求。各个专业按照这个表格在造型系统中设置部件级别的切割精度，比如管道需要包括法兰厚和隔热层的外形，桥梁需要包括盖子和支架之间的距离。在建立了一个完整的三维实体模型之后，使用该软件提供的视景筛选功能对各个部件进行批量检测，对不合格的部件进行重新调整。每个月都会进行一次模型的精细评审，每个项目都需要将相应角度的照片和模型文档上传到组委会进行验证。只有在梁底标高和机电模式下管道底部高程符合同一偏差时，撞击检测的结论才具有实际应用意义。该方法可以降低由于建模层次不统一造成的反复修正，实现多学科在相同的资讯粒度级上的协作（如表 1 所示）。

表 1 模型精细度统一控制指标

控制环节	操作动作	执行参数
标准制定	编制精细度对照表	构件级精度 100%覆盖
过程审核	视图过滤器批量校验	不合格率 $\leq 5\%$
联合评审	提交截图与模型文件	公差一致率 $\geq 95\%$

### 3.3 打通设计施工数据链

如果仅仅停留在施工图审核上，那么 BIM 在管道综合中的应用就会受到很大的影响。所谓的设计建设，就是将管道的位置、标高、坡度、连接模式等资料，无缝地传输到建筑的预制加工、安装和质量验收等各个过程中，让工程师们可以根据这个模型进行操作，而不是把模型翻译为平面图，再让工作人员翻译回到自己的空间里。这个环节的关键是要为建筑工程中的造型数据提供一个直达的渠道。

在钢结构上，体育场为大规模的网格状建筑，其节点构造较为复杂，杆系交错密集。在 Tekla 平台上进行钢筋混凝土构件的深度建模，准确地计算出了各构件的长度和截面尺寸以及

两端节点的位置。在进行深度加工时,将模具参数自动输出到 CNC 可辨识的 DSTV 文件中,由厂家按此文件自动进行型钢、钻孔和焊接等工序。制作好的钢筋被送到工地上,工人们根据图纸上的坐标,用全站仪测量出网架的位置。在每一根连杆上,都要经过一次扫描,才能将连杆和连杆的尺寸和角度进行对比,如果出现不符合要求的情况,就会发出警告。在电气、电气管道部分,在进行管道全面优选之后,对结构进行初步的结构分析,并将其直接引入到了管道结构的结构体系中,从而避免对结构进行重新绘制。通过对各管道的型号、管径、自重和介质的质量进行分析,可以对管道进行组合后的总载荷开展自动的运算,根据载荷的大小选择适当的类型的挂杆型钢材,并产生挂杆处的立体坐标。工厂按照坐标清单预先装配悬挂装

置,每一个装置都要标明它们的安装地点的轴及高程。

#### 4 结语

综上所述,BIM 将使工程机械管道一体化设计实现由 2D 制图向 3D 协作,由被动修改向积极优化转变的跨越。在伊犁州体育中心等大型工程中,BIM 在减少设计冲突,保证净高条件,提高施工效率等领域发挥了重要作用。基于智能设计插件、轻量级协同设计平台和设计-建造之间的信息链接,使 BIM 在机电管道集成中的运用由辅助验证发展到正向驱动,由阶段应用发展到寿命周期贯穿。这既是一种新的科技手段,也是一种深刻的改变。促进 BIM 与机电工程实际的深入结合,为实现绿色建造、精益建造和智能运营提供更加可靠的数据支撑。

#### 参考文献:

- [1] 张慧真.BIM 技术在公寓楼机电管线综合设计中的应用[J].江苏建材,2025,(02):89-90.
- [2] 杨巧霞,陆彦,马健民.基于 BIM 技术的保障性住房项目建筑机电管线综合设计要点[J].智能建筑与智慧城市,2024,(12):73-75.
- [3] 杜秉旋.BIM 技术在机电管线综合深化设计中的研究[J].科技资讯,2022,20(07):61-63.