

大型科技场馆机电管线整体顶升施工技术研究

文 / 陈 涛 广州市南沙新区明珠湾开发建设管理局

摘要：本文通过实际工程项目，分析了大型科技场馆机电管线整体顶升施工技术，该技术利用 BIM 模块化设计，全面预制装配式生产，实现了项目机电工程的高效率、高质量、高标准建设，为后续类似项目的施工提供了有力的理论和技术支持，创造了良好的社会和经济效益，又有助于公司在当地建筑行业的技术领先。

关键词：大型科技场馆；BIM 模块化设计；预制装配式；整体顶升

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.038

引言

当前建筑机电工程领域，综合管线的传统安装模式仍存在显著短板。这类施工往往需要依托脚手架、登高平台等设施开展高处作业，且需按照给排水、暖通空调、强弱电、消防喷淋等不同专业系统，逐一进行管线的零散拼装作业。由于各专业缺乏提前统筹规划，施工过程中交叉干扰问题突出——比如暖通风管与电气桥架争夺空间、消防水管与给排水管道位置冲突，不仅需要反复调整甚至拆改返工，还直接打乱施工节奏；同时，现场作业依赖人工手动切割、焊接、接口对接，单道工序需等待前一环节完成才能推进，整体工效普遍偏低，难以匹配项目工期需求，传统模式下很难实现施工安全与质量的双重可靠保障。大型科技场馆机电管线整体顶升施工技术通过 BIM 模块化设计、全面预制装配式生产、整体顶升安装三大技术，可以有效地解决以上问题。



图 1 整体顶升完成实景图

一、工程概况

大湾区科学论坛永久会址（公益性部分）建设项目，坐落于广州市南沙区明珠湾核心区域，地处灵山岛尖中央商务区东侧，且紧邻南沙科学城。该项目落成后，将成为承载世界级高层交流活动的标志性建筑。项目总建筑面积达 9.35 万平方米，建筑结构规划为地下 1 层、地上 5 层。

二、机电管线整体顶升施工难点分析

（一）EPC 项目 BIM 模块化设计

模块化设计是实现整体顶升施工的前提，采用 BIM 对机电管线进行详细的深化设计，包括碰撞分析和联合支架受力分析等，以确保管线布局合理，支架稳固。

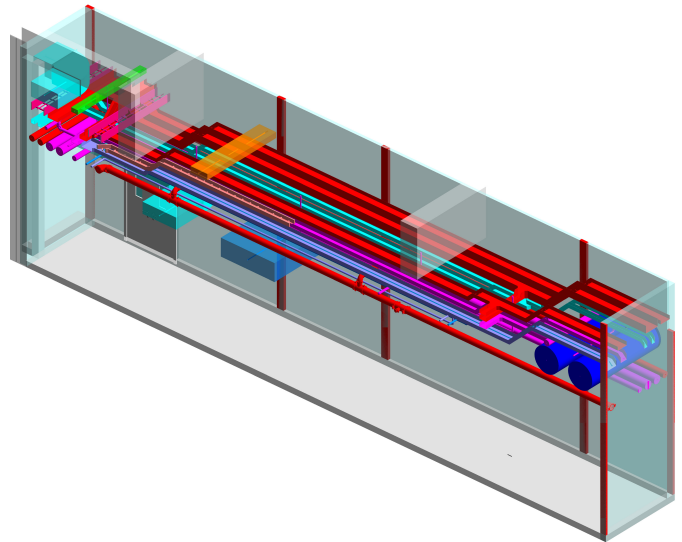


图 2 模块化设计图

（二）模块化分割质量控制

模块化分割是实现整体顶升施工质量的关键环节，根据工程特点选择适合整体顶升的区域，并将综合管线进行分割，每个模块要进行详细设计和校核，这需要精确的测量和计算，模块化分割质量控制是难点。

（三）顶升专用设备设计与制造

设计和制造能够满足顶升要求的专用设备是实现整体顶升安装的保障，如底座、液压顶升装置、微调平台等，确保设备的稳定性和可靠性。

（四）整体顶升精度的控制

顶升过程中需要精确控制顶升高度和速度，同时要保证各个模块之间的对接精度，这需要专业的技术和经验，因此，整体顶升安装的精度与质量控制是难点。

三、科技馆机电管线整体顶升施工技术

(一) 技术原理及工艺流程

以 BIM 模块化设计、全面预制装配式生产、整体顶升安装三大技术为核心，形成了一套高效率、高质量、高精度的机电管线建设标准。

1. 模块化设计技术：利用 BIM 技术进行模块化的设计和施工过程的全方位协同，可以有效提高工程管理与效率，每个管线模块都可以溯源。

2. 全面预制装配式技术：机电管线采用全面预制装配式，在施工现场设置模块化生产线，可以提高施工效率和质量；

3. 整体顶升安装技术：不仅避免了高处交叉施工作业，保证了施工的质量与进度，同时极大地减少了高处作业，避免了安全隐患。为机电专业提前插入提供了

保障，延长了施工工期，避免了抢工风险，对于管线需要二次镀锌的项目来说则更加便利。

(二) BIM 模块化设计

采用 BIM 正向设计，根据项目实际需求，设计和制造机电管线模块，确保模块的标准化和通用性。提前进行综合管线的 BIM 深化，进行碰撞分析，对联合支架进行受力分析，确保支架受力稳定。

(三) 模块化分割

结合科学论坛项目机电工程设计的特性，选定地下室机房集中区域内的管线，作为整体抬升施工的作业区域。按节点对该区域的综合管线实施分割，分割完成后，对单个模块开展详细设计与校核工作，并出具各模块的三视图。

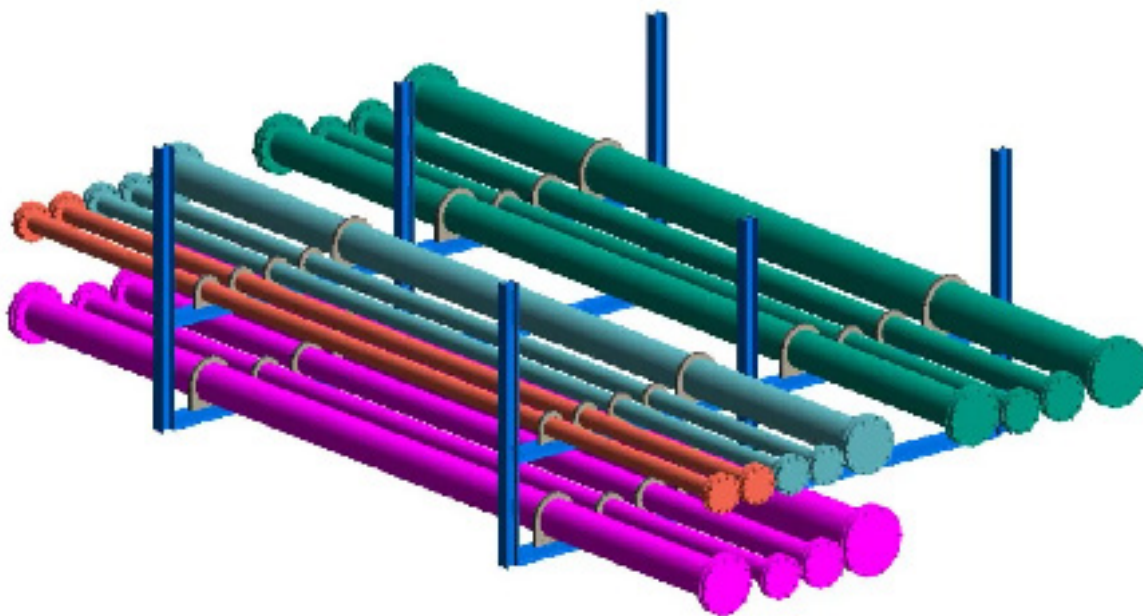


图 3 模块化分割

(四) 模块化组装运输

1. 模块化组装

依据 BIM 模块设计图纸开展模块预制作业，在模块组装环节，所有法兰需确保上下两孔处于垂直状态，校核时采用垂线辅助，以保障前后法兰能顺利拼接。模块预制工序结束后，立即开展成品保护工作：待模块的保温层施工、标识安装全部完成后，对模块除接口区域外的部分，用塑料薄膜缠绕三道，再借助塑料胶带固定牢固。

模块组件在加工车间预制完毕后，移至已制作完成的组装架上进行组装操作；组装工序全部完成后，利用组装架上方预先安装好的电葫芦与导轨，将模块组件转运至旁边的堆放架上存放。

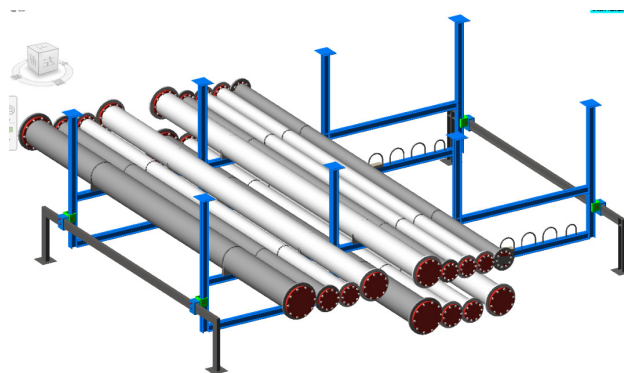


图 4 模块化组装架

2. 模块化运输

根据构件尺寸，设计通用定制叉架，两台叉车在模块两端进行叉运。

（五）整体顶升施工

1. 在模块对接环节，需借助预设的定位孔与专业红外线校准仪，对当前升降平台与前序已安装模块的相对位置展开精准校准作业。校准过程中，需严格把控升降平台在左右水平方向及前后纵向的位置精度，确保其与待对接模块的接口基准线完全对齐，从根源上避免因位置偏移导致的拼接误差，为后续模块顺利对接奠定基础。同时，为进一步提升升降平台在模块安装作业中的结构稳定性与承载安全性，需在其两侧专门增设符合施工规范的标准安装孔。该标准孔的设计用途明确，主要用于后续槽钢固定桩的精准嵌入与牢固固定，为槽钢固定桩提供标准化的安装基准，确保固定桩能稳定承载平台及模块重量，保障整体施工过程的安全可靠。

2. 模块置于平台上后，两侧安装四个固定桩并用皮带与模块进行固定。由两台升降平台联动向上顶升，顶升至目标高度一半时停止顶升，观察平台的水平保持情

况，确认无误后继续缓慢顶升至目标高度附近，至附近时通过微调来确保与上一模块达到相同的高度。

3. 待模块顶升高度经精准测量校准、完全符合设计标高要求后，立即停止顶升作业。随后借助升降平台配备的精细化调节装置，对模块的前后纵向位置与左右横向位置进行小幅调整——过程中需反复对照 BIM 模型标注的接口基准线，核对前后相邻模块的接口（如管道法兰孔位、风管榫卯端口、桥架连接节点等）是否完全对齐，确保接口中心线重合、平整度误差控制在规范允许范围内，彻底消除因位置偏移导致的拼接障碍。

4. 完成模块位置微调与接口确认后，施工人员登上预先调试到位且已做好安全防护（如护栏加固、防滑处理）的移动操作平台，按照既定的拼装工艺标准，对当前模块与前序已固定模块开展正式拼装作业，例如通过螺栓紧固法兰接口、嵌装密封胶条保障风管接口密封性或进行管道接口的精准对接等操作，确保模块间连接牢固且满足功能要求。



图 5 整体顶升施工

（六）前后模块对接

模块顶升到位并复核标高后，施工人员乘移动操作平台至作业点，通过升降平台可移动组件微调模块，确保前后接口对齐。位置校准后先拼接接口，再按对角线原则安装支架连接板与螺栓。支架固定后复核质量，确认无误即撤除升降平台。

结语

本文结合实际工程项目，剖析了大型科技馆机电管线整体顶升施工技术的核心要素。通过应用模块化机电管线整体顶升技术，搭配模块化设计与施工模式，不仅提升了施工效率与质量，还依托整体抬升的作业方式，有效降低了施工风险及成本。据统计，采用该整体抬升技术后，人工成本降低 68%，材料浪费减少 33%，施工时间缩短 73%，登高作业次数下降 78%，质量问题发生率降低 63%。

此外，该技术可在现场尚未具备作业面时，支持机电工程提前穿插施工，确保施工进度稳定推进；同时规避了多专业交叉施工的风险，创造了显著的社会与经济效益，为后续同类工程项目施工提供了技术支撑与宝贵参考。

参考文献

[1] 一种超高空间机电管线施工方法 CN202310031702.5.
[2] 钱晓华 超大断面矩形顶管全断面自动注浆施工技术 2015.10.20.

作者简介：陈涛（1989.9），男，汉，江西省萍乡人，工程师，硕士，广州市南沙新区明珠湾开发建设管理局，研究方向：建筑管理、工程管理、信息化管理。