

基于BIM技术的机电管线综合应用

——以广州市环球贸易广场-C区5号地块（BA0501114地块）工程为例

罗辉流

广州市南站新鸿基地产投资有限公司 广东广州 510000

摘要：基于BIM技术的机电管线综合应用是当前建筑领域的研究热点之一。本论文旨在探讨BIM技术在机电管线领域的应用^[1]，以及机电管线综合设计、施工和维护管理方面的优势，以期对相关领域的工程实践提供参考。在建筑行业，机电管线的综合应用是确保建筑项目成功的关键因素之一。随着BIM（Building Information Modeling）技术的兴起，其在机电管线设计、施工和维护管理中的应用已成为提升工程效率和质量的重要手段。本研究以广州市环球贸易广场-C区5号地块工程为例，深入探讨了BIM技术在机电管线综合应用中的实际效果和潜在价值。

关键词：BIM技术；电管线；综合应用；施工效率；智能化管理

1 引言

1.1 研究背景

随着科技的飞速发展和社会的不断进步，建筑工程在规模与复杂程度上呈现出持续增加的趋势。在这一背景下，机电管线的设计、施工与维护管理面临着更为严峻的挑战和更高的要求。传统的机电管线设计、施工与维护管理方法已经逐渐暴露出难以应对日益复杂工程需求的局限性，因此迫切需要借助新兴的技术手段来应对挑战。BIM（Building Information Modeling）技术作为一种综合应用的技术工具，已经在建筑行业展现出巨大的潜力和广泛的应用前景。它能够有效提升建筑信息化水平，为机电管线领域的综合应用提供了崭新的思路与方法。因此，基于BIM技术的机电管线综合应用成为当前研究的热点和难点问题之一。

1.2 研究意义

本研究的价值在于深入探索基于BIM技术的机电管线综合应用，为机电工程领域的设计、施工和维护管理提供支持与指导。即本研究创新点在于采用BIM技术可以将机电系统的空间、结构、管线等信息进行集成，实现工程各专业之间的协同设计和碰撞检测，从而提高设计的一致性和准确性。基于BIM技术的机电管线综合应用还能够优化施工过程，减少拆改，从而降低工程成本。建立三维数字模型和施工过程模拟，进行合理的工程路径规划和资源调度，同时，BIM技术还能够实现现场施工与后期维护的无缝衔接，为机电管线的全生命周期管理维护提供支持。而现有传统的机电管线设计和施工方式已经不能满足项目的高效、精确和可持续发展的需求。

所以，采用BIM技术能够实现机电管线各专业信息的集成与协同、施工全过程的数字化管理以及机电系统维护的智能化，从而大幅提高机电工程的效率和质量。因此，本研究对机电工程领域的发展具有重要的战略意义。通过对BIM技术的深入研究和应用，可以为机电工程领域的发展提供新思路和解决方案，推动机电管线设计、施工和维护管理的进步和创新。

2 设计理论概述^[2]

在机电管线综合设计中，综合性设计的核心在于将建筑工程中的机械、电气、给排水等多个专业的管线系统进行整合和协调，以满足建筑物正常运行所需的功能和性能要求。其目标是通过设计和规划，确保机电管道系统的高效运行、良好的可靠性和便于维修与维护。在实践中，这一设计依据着重考虑建筑结构、管线系统、设备和设施以及管理和维护等方面。

考虑到建筑结构的影响，设计师需要将机电管道系统与建筑结构相互配合，并尽量减少对建筑结构的影响。这涉及到在建筑结构设计中综合考虑机电管道的尺寸、位置和布置，确保系统的施工和维护不会损害建筑结构。在管线系统方面，综合设计要求对机械、电气、给排水等多个管线系统进行协调和统一。在设备和设施的安装和布置方面，设计需要考虑各种机械设备和电气设施，以满足建筑物的功能和性能要求。

在机电管线综合设计领域，BIM技术的应用已经展现出显著成效。通过将机电管线的各项参数、构件以及相关信息以三维模型的形式进行建模，BIM技术实现了各构件之间的关联和交互。BIM模型与其他工程软件的

接口对接，实现了数据的共享和一体化管理，大大减少了数据传输过程中的损失和误差。

机电管线综合设计突出优势不仅在于提高设计效率，还在于优化管道系统的布局、提供准确的参数支持可以提高施工和维护与效率。它实现了设计过程的集中化和协同化，通过将建筑信息模型与机电管线设计相结合，设计师能够更加高效地完成设计任务。该方法还在施工和维护阶段发挥了重要作用，通过BIM模型记录和管理管线的运行数据，可以提高施工效率，并帮助维护人员及时发现和解决问题，延长设备的使用寿命。机电管线综合设计基于BIM技术的综合应用^[1]，为建筑行业带来了更高效、更可靠的设计与施工方案，推动着行业的不断发展与进步。

3 BIM在机电管线施工中的应用

3.1 机电管线施工流程

机电管线施工流程指机电管线项目实施过程中按特定顺序和方法进行的一系列步骤。该流程包括准备工作、施工场地布置、管线安装和施工验收等环节，每一步都对项目进展至关重要。

在进行机电管线施工前，必须进行充分的准备工作。这包括项目计划、施工方案和材料设备准备，以确保施工进度和质量可控。施工方案则应详尽描述布置、连接和安装等步骤，并兼顾安全与效率。

布置施工场地是关键步骤之一，要充分考虑安全、便利和效率。根据施工方案确定设备位置，清理场地确保安全整洁，搭建临时设施如施工棚和工作平台，并进行场地检查以确保符合要求。

接下来是机电管线的安装。根据设计图纸，安装各种管道和设备，注意布置、连接和设备的安全运行。管道布置需考虑走向、坡度和距离，连接需符合标准并经检查。

最后进行施工验收，评价施工质量。通过检查和测试，判断管线连接、电气设备安全性和机械设备运转等情况。验收包括焊接接头检测、电气测试和机械设备运转试验。

机电管线施工流程复杂而精细，严格控制质量和遵循规范至关重要，只有如此才能确保项目顺利进行。

3.2 BIM在机电管线施工中的作用

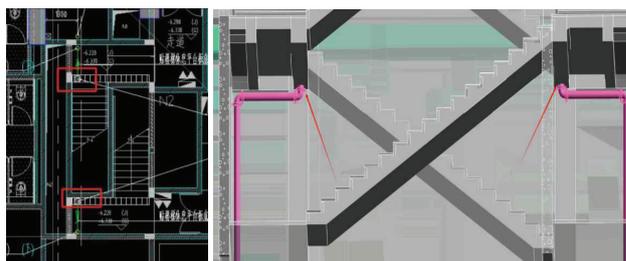
BIM在机电管线施工中的作用指的是在施工阶段运用BIM技术以协调和管理机电管线的施工过程，从而提高施工效率、降低成本、减少风险并确保工程质量。其作用主要体现在以下几个方面：

3.2.1 空间冲突检测问题与协调

通过在BIM模型中构建机电管线的三维模型，并与建筑模型整合，能够实时检测到机电管线与其他构件之间的冲突，避免施工过程中的碰撞和干扰。

(1) 常见问题示例冲突检测问题

通过BIM模型多专业整合发现地下一层地漏与步梯梁冲突，导致地漏无法安装；



(图1 项目地下一层楼梯平面图)

(2) 解决方案

调整建筑排水沟位置，避开结构梁，地漏位置相应调整。提前发现问题优化设计避免了施工中的拆改问题。

3.2.2 施工过程可视化与模拟

利用BIM技术，施工团队可以将施工计划、进度和资源信息与BIM模型相结合，实现施工过程的可视化和模拟。通过模拟施工序列和资源分配，提前进行合理调整和优化，有助于提高施工人员对工程的理解和协作效率，减少沟通障碍和误解。

(1) 管线迁改问题

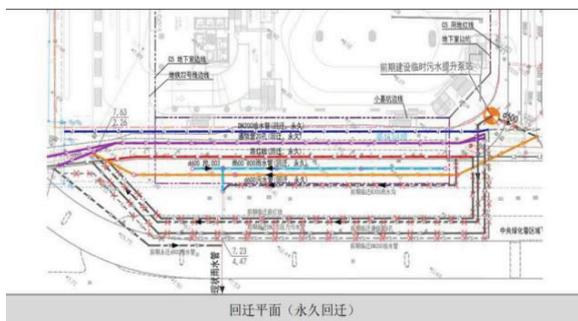
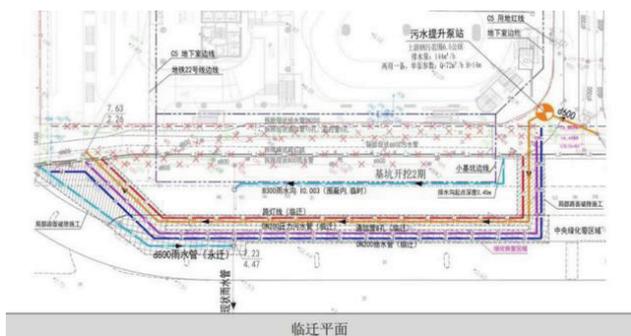
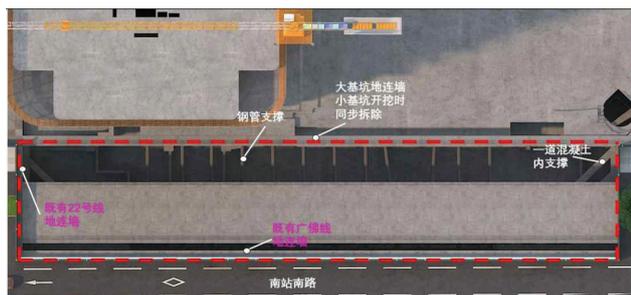
本项目小基坑位置有市政管线，小基坑施工前需进行管线迁改，根据物探资料：现状管线有10+5孔通信管、DN600污水管、DN600~800雨水管等，物探资料未显示该路段有配水管、路灯线，该路段还有DN200配水管、路灯线。



(图2 项目小基坑现状管线图)

(2) 管线迁改解决方案

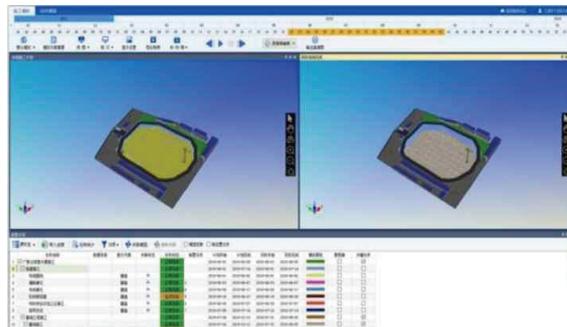
通过BIM可视化模拟施工及资源配备；通信管：现状通信管15孔：根据通信管线单位的反馈，现状通信管只有8孔有布线，临时迁改时按实际使用孔数临迁至中央绿化带区域；管材采用UPVC管。临迁具体孔数，以开挖后发现的具体现状使用孔数为准；设置一体化污水提升泵站，将基坑开挖区域的重力污水管转化为压力污水管；拆除雨水管，设置B300雨水沟，雨水沟可采用明沟或格栅盖板沟，并在围壁板的底部设置过水孔，将路面雨水导流进入雨水沟；给水管临迁至中央绿化带，待小基坑完成后回迁；路灯管临迁至中央绿化带，开挖区域路灯拆除，路灯管接驳至下游路灯管线，保障下游路灯照明供电。



(图3 项目小基坑管线回迁图)

3.2.3 施工进度管理与优化

借助BIM技术，施工团队可以全面管理和优化机电管线的施工进度。通过将施工计划与BIM模型整合，能够实现对施工进度的实时跟踪和控制。同时，BIM技术还能优化施工序列和工序，提高施工效率，缩短工期。



(图4 施工进度优化图)

3.3 BIM在提高施工效率方面的优势

BIM技术在机电管线施工中的应用有着显著的优势，主要体现在提高施工效率方面。BIM技术提供了详细的施工模型，其中包括管线的几何形状、材料规格、安装位置等丰富信息。这使得施工人员能够准确理解施工任务和步骤，避免了传统纸质图纸所带来的信息不准确或理解错误的问题，导致施工错误和返工现象。通过BIM技术进行施工过程的4D模拟和规划，施工人员能够综合考虑时间和空间因素，制定最合理的施工方案，有效地避免了工期延误和资源浪费^[4]。

4 BIM在机电管线领域的案例分析

4.1 案例分析概述

本章将深入探讨BIM技术在机电管线领域的应用，通过案例分析展示其实际效果。我们选取了某大型商业建筑项目（项目名称：XXX工程）作为第一个案例，旨在展示BIM技术在机电管线综合应用中的优势^[5]。在该项目的设计阶段，BIM技术得到了广泛运用，设计团队利用BIM软件绘制了建筑和结构模型，并加入了机电管线的参数和约束条件。通过与建筑和结构模型的协同设计，管线设计师可以实时查看管线与建筑、结构的碰撞情况，并进行及时的冲突检测和解决。在机电管线综合设计过程中，BIM技术还结合了各种模拟和分析工具，如能耗模拟、碰撞检测等，通过对机电设备的能耗进行模拟和优化，实现了节能减排目标，同时提供了机电管线施工过程的模拟和规划，确保了施工的顺利进行。通过对XXX工程的案例分析，我们清晰地看到了BIM技术在机电管线综合设计中的显著优势^[6]，为机电管线行业带来更高效、更可靠的综合应用。

4.2 案例：广州市环球贸易广场-C区5号地块（BA0501114地块）工程的BIM应用

广州市环球贸易广场-C区5号地块（BA0501114地块）工程大型商业综合体工程（以下简称广州市环球贸易广场-C区5号地块工程）总用地面积15778.38平方

米，总建筑面积为177462.34平方米，C-1#办公楼建筑高度179.85m，主屋面结构高度171.30m，共37层，C-2#办公楼建筑高度98.50m，主屋面结构高度89.35m，共计19层。裙房建筑高度为30.65m，地上5层。地下室共2层。是一个集商业、办公于一体的复合型建筑项目。

4.2.1 本项目技术难点

- (1) 本项目处于地铁保护区范围内；
- (2) 项目体量较大，建筑形体新颖、外立面视觉效果要求较高；
- (3) 净高控制严格，内部格局空间不规则，使得各专业均有大量细节处理；
- (4) 施工场布：施工场地狭小，工况多，工期紧，施工复杂，场地布置变化频繁是难点；
- (5) 施工管理：各专业穿插流水施工多，专业分包单位数量多，总体施工组织、总包管理难度大；
- (6) 施工技术：项目楼层高，高大模、高支模架体安全支设是重点；
- (7) 桩基工程：数量多、深度长、桩径大，施工难度大；
- (8) 基坑支护：大规模多道内支撑，超深基坑，大体量土方开挖，施工难度大；
- (9) 地下室、避难层等区域机电管线复杂，综合施工难度大；
- (10) 屋面设备多，空间狭小，合理对土建、机电进行优化布置是重点。

4.2.2 应对措施

(1) BIM技术应用思路

BIM技术的实施需要分阶段进行，从准备阶段、设计阶段、施工阶段都需要制定详细的实施计划和策略。通过全面的资料收集、专业的团队组建、完善的标准建立和有效的培训组织，可以确保BIM技术的顺利实施和有效应用。

(2) 设计优化协同

在设计阶段，针对建筑、结构、机电等专业的BIM模型进行检查和优化，利用BIM模型进行碰撞检测，做好管线优化及净空优化^[4]，发现并解决各专业之间的冲突和矛盾，通过漫游模拟，项目团队可以提前预测并评估优化过程中的问题和难点，从而制定出更加合理、有效的设计方案。

(3) BIM模型交底

接收设计BIM模型并进行交底是一个重要的环节。接收设计BIM模型后，项目团队需要与设计方进行交底

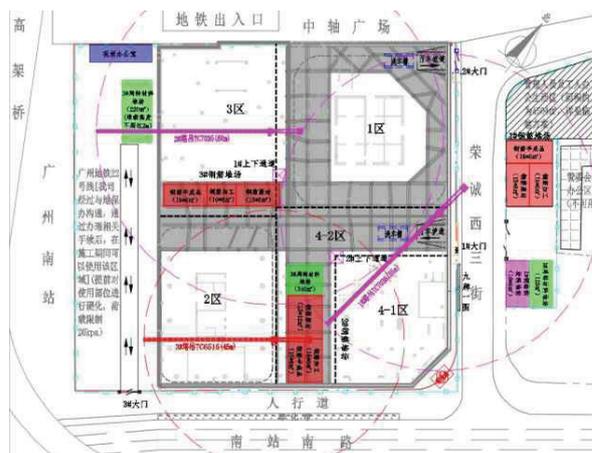
会议，对模型中的关键信息、设计理念和变更点进行详细的沟通和确认。通过交底会议，项目团队可以更好地理解设计意图。

4.2.3 具体解决的问题

(1) 施工场地布置：施工场地布置优化塔吊，加工场等资源布置，合理施工，缩短了拆撑工期30天，解决交叉施工等问题。

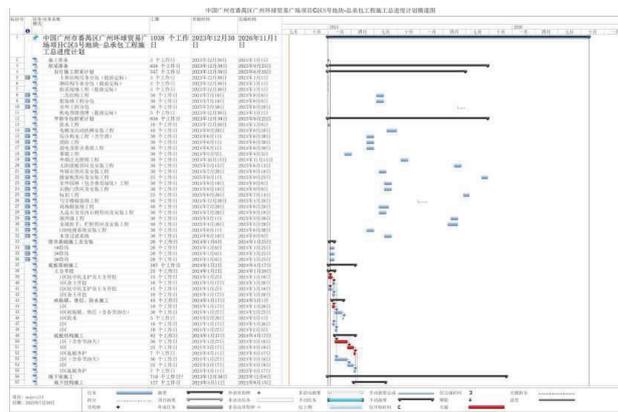


(图5 施工场地优化分区图)

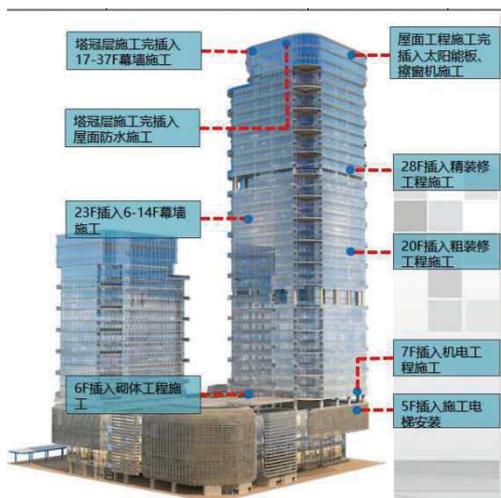


(图6 施工平面布置现状图)

(2) 施工进度计划优化：利用BIM模型进行计划优化模拟，合理的编排资源配置，人员利用，机械布置，加快施工进度缩短工期180天；

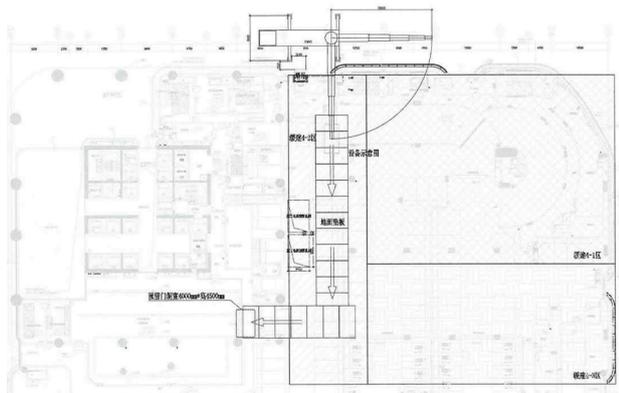


(图7 施工进度优化图)

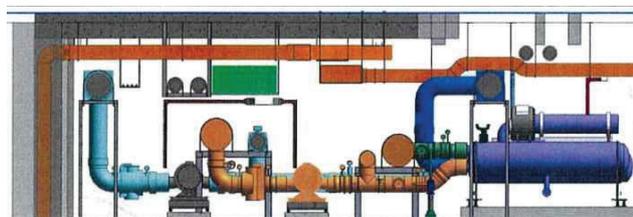


(图8 施工进度三维展示图)

(3) 大型制冷机组运输路径问题: 设备机组荷载过重, 机组高度较高, 无法从预留洞口运输, 需综合考虑土建施工计划及楼板的荷载考虑; 制冷机房地面为浮筑楼板, 设备进场前, 浮筑楼板及冷水机组设备需完成, 设备运输时一次就位基础上; 因冷水机组基础间有结构柱遮挡, 无法在基础上对冷水机组进行移动, 考虑冷水机组尺寸及重量, 水泵基础待冷水机组就位后再浇筑。



(图9 大型设备运输平面图)



(图10 大型设备运输优化图)

5 BIM结论与展望

5.1 总结

本章旨在全面总结基于BIM技术的机电管线综合应

用。通过深入研究和综合分析, 可以得出如下结论:

在机电管线领域, BIM技术的应用极大地提高了设计、施工和维护管理的效率。通过BIM技术的全生命周期管理, 优化设计方案并提供可靠的数据支持。同时, 施工人员可以借助BIM技术实现施工过程的协调与控制, 提高工程质量和安全性。

BIM技术在机电管线领域的发展潜力巨大, 在实际应用中, 需要充分发挥BIM技术的优势, 解决相关的挑战, 推动BIM技术的发展, 为机电管线领域的设计、施工和维护管理提供更好的解决方案。

5.2 展望未来研究方向

随着BIM技术在机电管线领域的应用不断深入, 我们可以预见到在未来会涌现出许多新的研究方向和发展趋势。以下是对未来研究方向的展望:

需要进一步研究和开发更加智能化、自动化的机电管线设计和综合应用技术。例如, 结合人工智能和机器学习算法, 开发能够自动生成高质量机电管线设计方案的算法和工具, 深入研究机电管线的优化设计方法, 包括能源消耗优化、材料利用优化等方面, 提高系统的工程效益。

需要加强对机电管线BIM技术的标准化和规范化研究。目前, 虽然已经存在一些相关的标准和规范, 但是还需要进一步完善和细化, 以提高机电管线BIM技术的应用效果和推广度。

展望未来研究方向, 我们应该聚焦于智能化、自动化、融合化和标准化等方面, 不断推动BIM技术在机电管线领域的发展, 为机电管线工程的设计、施工、维护和管理提供更加高效、可靠的解决方案。

参考文献

- [1] 李健. BIM在机电管线综合深化设计中的应用. 工程技术研究. 2020;
- [2] 国网上海市电力公司. 一种基于BIM的自动生成落地线缆路径的方法. 2019;
- [3] 王春斌. BIM在高层建筑机电管线深化设计中的运用. 2019;
- [4] 王敏. 基于时间窗延迟的多次抢占型项目调度优化研究. 运筹与管理. 2021;
- [5] 刘媛媛. 基于BIM的管线综合方案评价. 2018;
- [6] 肖正华. BIM技术在优化深圳地铁机电安装工程中的应用探究. 2016.