

# BIM技术在地铁机电设备安装工程中的应用

于尧

中交一公局电气化工程有限公司

**摘要：**随着城市化的快速发展和人口增长，地铁交通系统在世界各大城市中扮演着至关重要的角色。地铁系统不仅为居民和游客提供了高效的交通方式，还有助于减轻交通拥堵，减少空气污染，提高城市可持续性。然而，地铁机电设备的安装与维护一直是地铁建设和运营中的重要挑战。传统的地铁机电设备安装工程管理方式通常依赖于平面图纸和手工制定的进度计划，这种方式在面临工程复杂性、成本控制和时间管理方面存在一系列问题。因此，如何提高地铁机电设备安装工程的效率、质量和安全性，一直是地铁建设方面的重要课题。在这一背景下，建筑信息建模（BIM）技术作为一种数字化工具，已经在地铁机电设备安装工程中崭露头角。在接下来的文章中，将以BIM技术概述入手，着重分析其在地铁机电设备安装工程中的应用措施，以期能够给相关人士提供些许参考依据。

**关键词：**地铁机电安装工程；BIM技术；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.01.070

## 引言

BIM技术是一种综合性的数字化建模和管理工具，能够以三维模型为核心，将各个工程项目的信息集成在一起，从设计阶段到施工、维护和运营全生命周期进行管理。BIM技术的应用为地铁机电设备安装工程带来了革命性的变革，它不仅能够提高项目的协调性和可视化，还可以加强项目各方之间的合作和信息共享。对此，本论文旨在探讨BIM技术在地铁机电设备安装工程中的应用，希望能够为行业发展奠定良好基础。

## 一、BIM技术概述

BIM技术的核心是建立一个数字三维模型，模型包含建筑物或工程项目的几何信息、构造信息、材料信息、设备信息、时间信息和成本信息。这种综合性的信息集成为各个项目参与者提供实时数据，协助他们在项目生命周期的不同阶段做出明智的决策。具体分析地铁机电设备安装工程中BIM技术的应用特点，主要表现在以下几点：一是三维建模。BIM的基础是三维建模，能够呈现建筑或工程项目的真实立体结构，让项目参与者更好地理解设计意图和空间关系。二是协作平台。BIM可以提供多方共享数据的平台，让设计师、工程师、建造者和业主可以实时交流和协作，从而提高项目的效率和质量。三是数据可视化。BIM将各种数据可视化呈现，包括成本估算、进度规划、施工冲突检测等。这有助于项目参与者更好地理解项目的各个方面，从而作出

明智的决策。四是能分析。BIM不仅展示数据，还能进行智能分析，如冲突检测、资源分配和可持续性评估。这有助于提前发现和解决潜在问题。五是时间和成本管理。BIM允许项目参与者创建时间表和成本估算，并实时跟踪项目进度和成本，从而更好地管理项目的预算和时间要求。

## 二、BIM技术在地铁机电设备安装工程中的应用要点

### （一）工程模型可视化

BIM技术的核心是建立数字三维模型，这个模型包含了机电设备安装工程的几何信息、结构信息、材料信息、设备信息等各种数据。这个三维模型不仅可以提供项目的详细结构，还可以在整个项目生命周期内实时更新和管理各种信息，从设计、施工到维护阶段。首先，BIM技术的工程模型可视化能够提供项目的真实感，使各方参与者更容易理解和协调。地铁机电设备安装工程涉及众多复杂的组件和管道，BIM的三维模型使工程师和施工人员可以在模型中直观地看到各个部件的位置和关系，减少了误解和沟通问题。通过在模型中模拟各种设备和管道的安装，能够帮助工程团队及时发现设计上的问题，如冲突或碰撞，从而减少施工中的重复工作和额外成本，一来可以提高作业效率，二来也助于安装品质的提升。除此之外，针对地铁机电设备安装过程中所使用的多元化材料以及设备，借助BIM技术也能够实现资源科学规划与管理，从而更好地管理资源的分配和进度，为项目的时间和成本管理提供强大的工具<sup>[1]</sup>。

### （二）综合管线优化

在地铁机电设备安装工程中，应用建筑信息建模（BIM）技术进行综合管线优化是至关重要的。综合管线优化涉及多个技术和数据源，以确保管线系统的设计、施工和维护达到最佳性能，同时降低成本和风险。以下是一些技术方面的方法和步骤，以便在地铁机电设备安装工程中实现管线优化。第一，数据收集与建模。为了进行管线优化，相关人员首先需要收集各种与机电设备安装工程相关的数据，包括地理信息、材料属性、设备参数和施工进度，综合收集到的数据构建完善的BIM模型，确保其他人员直观了解到地铁站的几何信息，各种管线的位置、直径、材料等参数，以及设备的详细规格；第二，系统仿真和模拟。一旦建立了BIM模型，接下来能够利用模拟和仿真工具评估不同管线系统的性能，通过流体力学模拟，更好确定管道内的流动特性，例如流速、压力和阻力。在此过程中，工作人员可

以以流体动力学方程，如Navier-Stokes方程为主：

$$\frac{\partial P}{\partial T} + \Delta \bullet (\rho v) = 0$$

这里， $\rho$  是流体密度， $v$  是流体速度矢量， $t$  是时间， $\nabla$  表示散度操作。

第三，最佳化算法。为了确定最佳管线设计，工作人员还可以使用最佳化算法来考虑各种约束条件，如成本、材料限制和性能指标。最常见的方法之一是线性规划，其目标是 minimized 或 maximized 一个线性目标函数，如总成本或性能。线性规划问题可以用以下形式表示：

$$\text{最小化 } C^T x, \text{ 使得 } Ax \leq b, x \geq 0$$

这里， $C$  是目标函数的系数矢量， $x$  是决策变量矢量， $A$  和  $b$  是约束矩阵和矢量。

当工作人员找到一个最佳设计以后，接下来需要开展灵敏度分析，以了解系统参数的变化对设计的影响。这有助于确定设计的鲁棒性，以及在不同条件下如何进行管线系统的调整。过程中的灵敏度分析通常涉及偏导数的计算，以确定参数变化对目标函数的影响。不仅如此，管线优化不仅限于设计阶段。BIM技术允许多个团队实时协同工作，以更新模型以反映施工进度和实际数据。这种实时数据集成有助于保持管线系统的最佳性能，即使在工程项目的各个阶段。

### （三）设备机房优化设计

地铁机电设备的安装工程一直以来都是一个复杂而重要的任务，需要综合考虑各种技术和工程因素。近年来，随着建筑信息模型（BIM）技术的快速发展，机电设备机房的优化设计已经取得了显著的进展。BIM技术为地铁机电设备安装工程提供了有力的工具，使设计和施工变得更加高效和精确。首先，BIM技术为机电设备机房的优化设计提供三维建模的能力。通过创建详细的数字模型，设计师和工程师可以更好地可视化机房的布局 and 配置，便于及时发现潜在的冲突和问题，提前解决，从而减少后期修改的成本和延误。而且BIM模型还允许各个利益相关者更好地理解整个项目，包括建设方、监理方和业主，从而加强参与主体之间的沟通和协作；另外，BIM技术在机电设备机房的优化设计中有助于提高能源效率。借助BIM技术的作用，工作人员可以模拟不同的设计方案，快速评估不同设备的性能和能效，最终选择最佳的配置。

### （四）预制化施工

预制化施工是建筑信息模型（BIM）技术在地铁机电设备安装工程中的一个关键应用领域，在提高效率、减少成本和确保质量方面发挥着重要作用。具体论述预制化施工的措施，第一，BIM技术通过创建详细的数字模型，使设计师和工程师能够更好地规划预制元件的尺寸和形状。这意味着在制造预制元件之前，可以准确地确定它们的尺寸，从而减少浪费和后续修改的需要。此

外，BIM模型还可以用于创建详细的预制元件图纸，以确保制造的精确性和一致性；第二，BIM技术使得不同预制元件之间的协同工作更加容易。人员将不同元件的BIM模型整合在一起，可以检查它们之间的冲突和交互作用，大大避免在施工现场出现问题，从而减少项目延误和额外的成本；第三，BIM技术还能够在预制化施工中提高生产效率。通过模拟不同制造工艺和材料选择，可以找到最经济和高效的生产方法。再加上BIM模型还能用于生成自动化机器人的路径和指导，从而达到加速制造过程的目标。这种精确的控制有助于减少浪费和提高生产速度，从而降低项目成本；第四，BIM技术也在预制元件的运输和安装方面提供了重要支持。通过将元件的尺寸和形状与运输和安装过程相匹配，可以确保顺利进行。BIM模型可以用于模拟元件的装载和卸载，以减少运输和安装过程中的风险。这有助于确保项目的安全性，减少事故的风险<sup>[2]</sup>。

## 三、BIM技术实施过程中重难点分析

### （一）复杂性和规模

一般来讲，地铁系统中包含了复杂的电气设备、机械系统、供水和排水系统等，这些元素在空间上交织复杂，且具有多样化的规格和要求。为了成功应用BIM技术，需要创建详细的数字模型，包括各种设备的精确几何形状、尺寸和性能特征。身为工程师以及设计师等参与主体，必须要具体极高的专业素养，由此才能够确保模型的精确性和完整性。与此同时，伴随着各地区地铁建设行业的发展，面对较大规模的施工项目，其中涉及数十甚至上百个车站和隧道，甚至还有数百个机电设备单元。综合利用BIM模型管理好大量数据和几何信息，务必要对计算机系统性能提出高要求，而且还需要有效的数据管理和模型维护流程，以确保整个项目的一致性和准确性。最后，鉴于地铁系统的规模庞大，BIM模型可能变得非常复杂，难以有效地可视化和分析<sup>[3]</sup>。

### （二）数据整合

建筑信息模型（BIM）技术在地铁机电设备安装工程中的应用为项目提供了重要的优势，然而，在实际应用中，数据整合仍然是一个重要的挑战。数据整合是指将不同来源和领域的数据整合到一个统一的BIM模型中，以实现综合的设计和施工管理。以下是关于BIM技术在地铁机电设备安装工程中数据整合难点的分析。其一，不同数据来源和格式的多样性是数据整合的主要挑战之一。地铁机电设备安装工程涉及多个领域，包括电气、机械、管道、结构等，每个领域都有自己的数据格式和标准。这种多样性使得将各种数据整合到单一的BIM模型中变得复杂。数据可能来自CAD图纸、工程计算软件、传感器、设备制造商的信息等多个源头，而这些数据可能需要进行格式转换和统一，以便在BIM模型中进行协同工作。其二，数据的准确性和一致性是另一个

数据整合的难点。由于数据可能来自不同的来源，存在数据错误或一致性的可能性。例如，不同部门或供应商的数据可能存在互不匹配的问题，这可能导致设计或施工阶段的问题。确保数据的准确性和一致性需要耗费大量的时间和资源，包括数据验证和清洗。其三，另一个挑战是数据更新和同步。地铁机电设备安装工程通常需要在项目的各个阶段进行数据的更新和同步，以反映设计变更、材料选择或施工进展。如果数据没有及时更新或同步，可能导致不一致性和错误，增加项目的风险和成本。因此，需要建立有效的数据管理和更新流程，确保BIM模型的实时性。

### （三）协同设计和协作

不同领域的协同工作是一个主要挑战，地铁机电设备安装工程涉及电气、机械、管道、结构等多个领域，每个领域都有自己的专业术语和标准，这使得不同专业人员之间的沟通和理解变得更加复杂，而协同设计需要确保各个专业团队之间的有效沟通和协作，以避免误解和错误。除此之外，不同软件和工具的互操作性是另一个重要问题。不同领域的专业人员通常使用不同的软件和工具来创建和编辑BIM模型，曾参与人员应该确保这些工具之间的数据互操作性和兼容性，以实现协同设计，这就要求过程可能需要额外的工作和技术解决方案，只有加快软件开发以及制定标准，才能够为数据顺畅传输和集成提供必要条件。最为关键的是，在铁机电设备安装中，通常包括设计、施工和运维等多个阶段。不同阶段的协同工作需要不同的信息和数据，因此需要建立有效的数据管理和交流流程。协同设计还需要在项目的整个生命周期中保持一致，以确保设计意图得到准确传达<sup>[4-9]</sup>。

### （四）数据准确性

在地铁机电设备安装工程中，建筑信息建模（BIM）技术的应用已经成为一个不可或缺的工具，以提高项目的效率、质量和可持续性。然而，在BIM技术的应用过程中，数据准确性仍然是一个显著的难点，可能导致项目延误和成本增加。以下是有关地铁机电设备安装工程中数据准确性问题的分析。第一，BIM技术要求从多个来源获取各种数据，包括建筑结构、电气系统、机械设备等。这些数据可能来自不同的团队，包括建筑师、工程师、承包商等。数据的准确性在很大程度上依赖于这些团队的合作和协调。如果不同团队的数据不一致或不准确，将导致BIM模型中的错误和冲突，可能需要耗费大量时间和资源来解决。第二，BIM模型的准确性还依赖于数据的质量和完整性。如果输入的数据不准确或缺失关键信息，将影响模型的真实性和完整性。例如，如果电气系统的数据不包括所有电缆、线路和连接细节，可能会导致施工中的问题和不必要的更改。因此，数据的完整性和准确性是BIM应用的关键问题。第三，

另一个难点是数据更新和维护。地铁机电设备安装工程通常需要在项目的不同阶段进行更改和调整。如果BIM模型不能及时更新以反映这些更改，将导致施工中的错误和混乱。数据维护需要确保模型与实际工程保持一致，这可能需要协调不同团队的工作和实时数据更新。

### 结论

BIM技术在地铁机电设备安装工程中的应用标志着现代城市轨道交通系统建设的巨大进步。通过建筑信息建模，行业人士能够以前所未有的方式理解、规划和优化机电设备机房，提高了效率和质量。随着地铁系统的不断扩张，BIM技术为项目的可视化和协同工作提供了无与伦比的机会。它使各方参与者能够在数字模型中共同协作，及时解决设计和施工问题，从而减少了项目的成本和风险。此外，BIM技术在节能和可持续性方面也发挥了关键作用。通过模拟和分析，我们能够优化机电设备的能源利用，减少了能源浪费和环境影响。然而，BIM技术的应用也面临挑战，包括数据安全、技术标准和培训需求。但随着技术的不断发展，这些问题将逐渐得到解决。总之，BIM技术为地铁机电设备安装工程能够提供全新的视角，充分提高效率、质量和可持续性，为未来的城市轨道交通建设提供了有力的工具。通过继续探索和发展BIM技术，我们将不断改进城市轨道交通系统，为居民提供更好的出行体验。

### 参考文献

- [1] 邓福平. BIM技术在地铁机电安装施工管理中的应用研究[J]. 工程建设与设计, 2020, 68(9): 166-167, 170.
- [2] 刘弘博. 基于BIM的地铁土建施工进度管理分析[J]. 建材与装饰, 2020, 16(14): 272, 275.
- [3] 谢菁. BIM技术在地铁机电安装施工中的运用研究[J]. 工程技术研究, 2019, 42(9): 39, 41.
- [4] 周斌. BIM技术在地铁机电安装施工中的运用探究[J]. 工程建设与设计, 2019, 67(24): 95-96.
- [5] 庄宁. BIM技术在地铁机电安装施工中的应用[J]. 设备管理与维修, 2018, 39(15): 129-130.
- [6] 方朋. 地铁机电设备的安装及其质量控制的协调[J]. 中国新技术新产品, 2022(24): 43.
- [7] 王剑, 王小涛. 现场质量控制措施在地铁机电设备安装中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2021(1): 125.
- [8] 吕友斌, 周前国, 王凯. BIM技术在地铁机电安装施工中的应用[J]. 山西建筑, 2020(4): 190-192.
- [9] 郑健, 宁宁. BIM技术在地铁机电安装施工管理中的应用[J]. 筑路机械与施工机械化, 2019(9): 89-93.