

# 工程测量在工业厂房智能化设备安装定位中的关键技术研究

黄 翔

福建工程学院 福建 福州 350118

**摘 要：**随着工业4.0时代的到来，工业厂房智能化设备安装定位的精度和效率要求日益提高。测量关键技术作为保障设备准确安装定位的基础，其研究具有重要的现实意义。本文深入探讨了工业厂房智能化设备安装定位中测量关键技术的多个方面，包括测量技术概述、常用测量方法及其特点、测量误差来源与控制、测量数据处理与分析方法以及测量关键技术在不同类型设备安装定位中的应用案例等。通过对这些关键技术的研究，旨在为工业厂房智能化设备安装定位提供更科学、准确、高效的测量解决方案，推动工业智能化建设的进一步发展。

**关键词：**工业厂房；智能化设备；安装定位；测量关键技术

## 1 引言

工业厂房智能化设备安装定位是生产自动化、智能化建设的关键。精准定位可保障设备协同，提升效率、质量，降低成本。测量技术是实现精准定位的核心，其水平影响建设质量。传统测量方法简单、精度有限，难满足复杂智能化设备安装需求。如今，激光测量、三维扫描、GNSS定位等先进技术涌现，提供有力支持。但如何选、用技术，解决误差，提升数据处理分析能力，仍是挑战，故深入研究其测量关键技术意义重大。

## 2 工业厂房智能化设备安装定位中测量技术概述

### 2.1 测量技术的重要性

在工业厂房智能化设备安装定位过程中，测量技术起着至关重要的作用。首先，测量技术能够为设备的安装提供准确的基准位置和尺寸信息，确保设备按照设计要求进行安装，避免因安装偏差导致的设备运行故障或生产质量问题。其次，精确的测量可以优化设备的布局，提高厂房空间利用率，使设备之间的连接和协作更加顺畅。此外，测量技术还能够对安装后的设备进行质量检测 and 验收，及时发现并纠正安装过程中出现的问题，保障整个工业生产系统的稳定运行。

### 2.2 测量技术的发展趋势

随着工业智能化的发展，测量技术也在不断创新和进步。一方面，测量技术正朝着高精度、高效率、自动化的方向发展。例如，激光测量技术具有测量速度快、精度高的特点，能够实时获取设备的空间位置信息；三维扫描技术可以快速获取物体的三维模型，为设备的安装定位提供全面的数据支持。另一方面，测量技术与信息技术、通信技术的融合越来越紧密，实现了测量数据

的实时传输、共享和处理。通过建立测量数据管理系统，可以对测量数据进行有效的存储、分析和利用，为设备的安装调试和后期维护提供决策依据。

## 3 工业厂房智能化设备安装定位常用测量方法分析

### 3.1 传统测量方法

#### 3.1.1 全站仪测量法

全站仪是一种集测角、测距、计算和数据记录功能于一体的测量仪器，广泛应用于工业厂房的工程测量中。在设备安装定位中，全站仪可以通过测量设备安装基准点与控制点之间的角度和距离，确定设备的位置。例如，在安装大型机床时，利用全站仪测量机床基础上的安装基准点与厂房测量控制网中控制点的相对位置关系，从而精确确定机床的安装位置<sup>[1]</sup>。全站仪测量法具有测量精度高、操作方便等优点，但在复杂环境下，如厂房内设备众多、遮挡严重的情况下，可能会影响测量的通视条件，降低测量效率。

#### 3.1.2 水准仪测量法

水准仪主要用于测量高程，在设备安装定位中，用于确定设备安装面的高程精度。例如，在安装需要精确控制高度的设备时，如某些精密仪器，通过水准仪测量设备安装面的高程，并与设计高程进行比较，调整设备的安装高度，确保设备安装符合设计要求。水准仪测量法操作简单，精度较高，但测量范围相对较小，需要多次设站才能完成较大范围的高程测量。

### 3.2 现代测量技术

#### 3.2.1 激光跟踪仪测量法

激光跟踪仪是一种高精度的动态测量仪器，它通过发射激光束跟踪目标反射器，实时测量目标点的三维坐

标。在工业厂房智能化设备安装定位中,激光跟踪仪适用于大型、复杂设备的安装测量。例如,在安装工业机器人时,激光跟踪仪可以实时跟踪机器人的运动轨迹,测量机器人各关节的位置和姿态,确保机器人的安装精度和运动精度。激光跟踪仪具有测量精度高、实时性强、测量范围大等优点,但设备价格较高,对操作人员的技术要求也较高。

### 3.2.2 三维激光扫描仪测量法

三维激光扫描仪能够快速获取物体表面的三维点云数据,通过对点云数据的处理和分析,可以建立物体的三维模型。在工业厂房中,利用三维激光扫描仪可以对厂房内的设备、管道、结构等进行全面扫描,获取其精确的三维信息。这些信息可以用于设备安装定位的模拟和验证,提前发现安装过程中可能出现的问题,并进行优化调整<sup>[2]</sup>。例如,在安装复杂的自动化生产线时,通过三维激光扫描仪扫描厂房内的空间环境和已有设备,生成三维模型,然后在模型中进行设备安装布局的模拟,确保新安装的设备与周围环境和设备之间不会发生干涉。三维激光扫描仪测量法具有测量速度快、信息全面等优点,但数据处理和分析相对复杂,需要专业的软件和技术支持。

### 3.2.3 GNSS 测量法

全球导航卫星系统(GNSS)包括美国的GPS、中国的北斗等。在工业厂房建设中,GNSS测量法主要用于厂区的大地控制测量和室外设备的安装定位。通过GNSS接收机接收卫星信号,确定测量点的三维坐标。GNSS测量法具有测量范围广、操作简便等优点,但在厂房内部等有遮挡的环境下,信号可能会受到干扰,影响测量精度。因此,在工业厂房智能化设备安装定位中,GNSS测量法通常与其他测量方法结合使用。

## 4 工业厂房智能化设备安装定位测量误差来源与控制

### 4.1 测量误差来源

#### 4.1.1 仪器误差

测量仪器本身的精度、稳定性等因素会导致测量误差。例如,全站仪的测角误差、测距误差,激光跟踪仪的激光发射和接收误差等,都会影响测量结果的准确性。此外,仪器的老化、磨损以及校准不及时也会增加测量误差。

#### 4.1.2 人为误差

测量人员的操作技能、读数误差、测量方法选择不当等人为因素也会引入测量误差。例如,在使用全站仪进行测量时,测量人员对中、整平不准确,读数时视线不垂直等,都会导致测量结果出现偏差。

#### 4.1.3 环境误差

测量环境的变化会对测量结果产生影响。如温度、湿度、气压等气象条件的变化会影响激光的传播速度和仪器的性能;强光、电磁干扰等会影响激光跟踪仪和GNSS接收机的正常工作;地面震动、风力等也会对测量仪器的稳定性造成影响。

#### 4.1.4 目标误差

被测目标本身的特性也会引入测量误差。例如,目标表面的反射特性会影响激光的反射和接收,导致测量距离不准确;目标的形状不规则、动态变化等也会增加测量的难度和误差。

## 4.2 测量误差控制方法

### 4.2.1 仪器校准与维护

定期对测量仪器进行校准和检测,确保仪器的精度和性能符合要求。建立仪器维护档案,记录仪器的使用情况、维修记录等,及时对仪器进行保养和维修,延长仪器的使用寿命,减少仪器误差。

### 4.2.2 提高测量人员素质

加强对测量人员的培训,提高其操作技能和专业水平。制定详细的测量操作规程,规范测量人员的操作行为,减少人为误差。同时,培养测量人员的责任心和质量意识,确保测量工作的准确性和可靠性。

### 4.2.3 优化测量环境

在选择测量时间和地点时,尽量避开不利的环境因素。例如,在温度、湿度变化较小的时间段进行测量;对于强光干扰的环境,可以采取遮光措施;对于电磁干扰严重的区域,可以使用屏蔽设备或选择抗干扰能力强的测量仪器。

### 4.2.4 采用合理的测量方法和数据处理技术

根据测量任务的要求和被测目标的特点,选择合适的测量方法和测量仪器。在测量过程中,采用多次测量取平均值、增加观测次数等方法来减少随机误差。同时,运用先进的数据处理技术,如最小二乘法、卡尔曼滤波等,对测量数据进行处理和分析,提高测量结果的精度和可靠性。

## 5 工业厂房智能化设备安装定位测量数据处理与分析方法

### 5.1 测量数据预处理

测量数据中可能存在噪声、异常值等错误数据,需要进行数据清洗。通过设置合理的阈值,剔除明显超出正常范围的数据点;采用滤波算法,如中值滤波、均值滤波等,去除数据中的噪声干扰,提高数据的质量。不同的测量仪器输出的数据格式可能不同,为了便于后续的数据处理和分析,需要将数据转换为统一的格式<sup>[3]</sup>。例如,将全

站仪输出的原始数据转换为三维坐标数据,将三维激光扫描得到的大量点云数据进行格式转换和简化处理。

### 5.2 测量数据配准与融合

在工业厂房智能化设备安装定位中,可能需要使用多种测量技术获取数据,这些数据可能处于不同的坐标系下。数据配准就是将不同坐标系下的数据转换到同一坐标系下,以便进行综合分析和处理。常用的数据配准方法有点云配准、特征点配准等。数据融合是将来自不同测量源的数据进行综合处理,以提高测量结果的准确性和可靠性。例如,将全站仪测量得到的高精度关键点数据与三维激光扫描得到的大面积点云数据进行融合,既保证了关键部位的测量精度,又获取了全面的设备表面信息。

### 5.3 测量数据分析与评估

对测量数据的精度进行分析是评估测量结果的重要环节。通过计算测量值与真实值之间的误差,分析误差的分布规律和影响因素,评价测量方法的精度和可靠性。常用的精度分析指标有均方根误差(RMSE)、平均误差等<sup>[4]</sup>。根据测量数据,对设备的安装定位质量进行评估。判断设备的位置、姿态、水平度、垂直度等是否符合设计要求,分析设备安装过程中存在的问题和偏差,为设备的调整和优化提供依据。

### 5.4 测量数据可视化

通过建立三维可视化模型,将测量数据以直观的图形方式展示出来。例如,将工业厂房的三维模型与设备的安装位置数据进行融合,生成可视化的安装效果图,方便工程师和施工人员直观地了解设备的安装情况,及时发现潜在的问题。

## 6 测量关键技术在不同类型设备安装定位中的应用案例

### 6.1 案例一:汽车制造工厂焊接机器人的安装定位

上海大众汽车有限公司的某汽车制造工厂,为提升生产效率与焊接质量,计划在车身焊接车间安装多台先进的焊接机器人。这些机器人需在狭小且复杂的空间内精准作业,对安装定位精度要求极高,定位误差需控制在 $\pm 0.2\text{mm}$ 以内,否则会导致焊接偏差,影响车身整体质量和安全性能。在机器人安装定位过程中,采用了激光跟踪仪与全站仪相结合的测量技术。首先,利用全站仪在车间内建立高精度的控制网,确定关键基准点的位置和坐标,为后续测量提供基础。在机器人安装过程中,激光跟踪仪实时跟踪机器人机械臂末端的反射球,精确测量其三维坐标。通过不断调整机器人的位置和姿态,使其机械臂末端与设计要求的焊接位置精确对齐。同时,利用全站仪对机器人的整体安装位置进行复核,确

保机器人安装的稳定性和准确性。通过采用上述测量技术,焊接机器人的安装定位精度达到了 $\pm 0.15\text{mm}$ ,满足了生产要求。

### 6.2 案例二:智能物流中心自动化分拣系统的安装定位

京东物流的某大型智能物流中心,为提高货物分拣效率,降低人工成本,计划安装一套自动化分拣系统。该系统包括输送线、分拣机器人、扫码设备等多个组成部分,各设备之间的协同工作要求高,安装定位精度直接影响到分拣系统的运行效率和准确性。整个分拣系统的安装定位精度需控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,以确保货物能够准确、快速地被分拣到指定位置。在智能物流中心自动化分拣系统的安装定位中,采用了三维激光扫描技术与GNSS定位技术相结合的方法。在物流中心建设初期,利用GNSS定位技术在室外区域快速确定自动化分拣系统相关设备(如大型货架、室外输送设备等)的大致位置。在室内区域,使用三维激光扫描仪对整个物流中心的结构进行全面扫描,获取高精度的三维点云数据。通过对点云数据的处理和分析,确定各设备的最佳安装位置和布局,并生成详细的安装图纸。在设备安装过程中,再次使用三维激光扫描仪对已安装设备的位置和姿态进行实时监测,及时调整设备的安装偏差,确保各设备之间的协同工作。通过多种测量技术的综合应用,自动化分拣系统的安装定位精度达到了 $\pm 4\text{mm}$ ,满足了设计要求。

### 结语

本文深入探究工业厂房智能化设备安装定位的测量关键技术,分析常用测量方法及特点,探讨误差来源与控制、数据处理分析手段,结合案例展示应用效果。研究表明,合理选、用测量技术,严控误差,科学处理数据,可提升安装定位精度与效率,保障生产系统稳定运行。未来,工业智能化发展对测量技术要求更高,研究可朝提高精度效率、融合新兴技术、拓展应用范围等方向推进,为工业智能化建设提供更强测量支撑。

### 参考文献

- [1]邵佩,毛静,沈雄伟,等.应用空间测量技术完成产线设备回装的方法研究[J].冶金动力,2025,(01):11-14.
- [2]张乃天.基于工业互联网的海洋平台设备定位和实时监控[J].中国信息化,2022,(12):93-95.
- [3]熊政.提升工业设备安装施工质量的策略与实践[C]//贵州煤炭经济2024年论文选编.广西建工集团第一安装工程有限公司,2024:159-161.
- [4]孙保友.工业设备安装中的高精度测量方法探析[J].中国新技术新产品,2020,(23):53-55.