

# 机床移机施工规划与技术分析

杨锐俊

上海赛卡精密机械有限公司 上海 201306

**摘要:** 进行机床移机施工规划与技术分析, 通过资料搜集、实践探究, 阐述机床移机施工背景, 介绍机床移机项目的基本情况, 在机床移机施工规划方面, 围绕确定施工目标、施工组织机构计划、施工总体计划加以探讨, 最后就设备拆除技术、设备包装技术、设备运输技术、新址安装与调试技术、验收与交付技术、安全管理与应急处理技术提出技术要点, 以期保持机床移机顺利推进。得出以下结论: 结合机床移机项目实际情况, 进行有效的施工规划、技术研究, 有效保障了施工质量, 规避了安全问题, 保证了项目按期完工。

**关键词:** 机床移机; 施工规划; 技术

## 引言

为进一步提升机床移机施工效率、保障施工质量, 基于机床移机项目实际情况分析其移机施工中的具体要点内容, 以期解决以往机床移机时效率低、投资高、移机复杂等相关问题, 确保机床移机项目按期完工的同时, 积累丰富的机床移机经验, 为其他机床移机施工项目提供一个标准的施工模板以供参考, 进而推动整个行业的健康发展。

## 一、机床移机施工背景分析

以某机床移机项目为例, 探究机床移机施工规划与技术。已知该机床移机项目编号QY-TJ-NB-20230905, 施工单位上海赛卡精密机械有限公司, 工期2024年9月5日—2024年11月5日, 设备型号五轴联动数控机床(汽车内饰加工专用)。

## 二、机床移机施工规划

### (一) 确定施工目标

确定施工目标, 规范各类施工技术应用过程, 具体如下表1所示。

### (二) 施工组织机构计划

明确项目团队分工、外部协作角色的具体职责, 保证工程稳定推进, 包括:(1) 项目负责人: 统筹协调资源, 监督进度与风险管理。(2) 技术主管: 设备拆除技术指导、精度校准、调试。(3) 现场经理: 现场施工管

**作者简介:** 杨锐俊(1972.01.24), 男, 汉族, 硕士学历, 上海市人, 中级工程师(市政工程), 研究方向: 机械制造与制冷。

表1 某机床移机项目施工目标

序号	目标	体现
1	安全目标	实现设备拆除、运输、安装全过程零安全事故。
2	质量目标	确保移机后设备加工精度恢复原厂标准( $\leq 0.01\text{mm}$ )。
3	进度目标	2个月内完成拆除、运输、安装及调试, 并通过验收。

理、安全监督、跨工厂协调。(4) 客户对接人: 公司指定人员, 负责场地、电力配合。(5) 物流公司: 负责设备运输(签署专项协议, 含保险)。(6) 宁波工厂支持团队: 提供新址场地、电力及基础设施保障。(7) 第三方检测机构: 设备精度复验(可选)。

### (三) 施工总体计划

制定施工总体计划, 明确各时间节点的主要施工任务, 保证机床移机项目能按时完工, 具体计划要点, 如表2所示, 严格按照施工计划推进各项施工操作。

表2 某机床移机项目施工总体计划表

阶段	时间节点	预算(万元)	交付成果
天津工厂拆除	第1周	8	设备安全拆除并包装完成
设备运输	第2周	12	设备抵达宁波工厂, 无损伤
宁波工厂安装	第3~5周	10	机床调平、电气系统连接完成
设备调试	第6~7周		加工精度达标(GB/T 17421.1)
验收与交付	第8周	3	签署验收报告, 移交技术文件

### 三、机床移机施工技术

#### (一) 设备拆除技术

(1) 拆除前设备分析与评估：需求分析，确认移机原因，如设备升级、产线调整、搬迁以及新场地布局要求等；整理五轴联动数控机床相关资料，如机床型号、尺寸、重量、精度标准、电气参数等。风险评估，评估五轴联动数控机床拆装复杂程度与光栅尺、导轨、主轴等精密仪器防护要求，提前做出应对<sup>[1]</sup>。

(2) 拆除资源准备：拆除工具，包括减震垫木、专用运输车、专用吊具（尼龙吊带、平衡梁）、液压叉车（不低于5t）、除锈剂、千分表、激光水平仪、真空包装机等；人员配置，起重工、电气工程师、机械工程师等。

(3) 拆除关键操作：①预处理操作，关闭总电源，释放机床液压系统压力，排空润滑油、冷却液；备份设备参数及程序，导出刀具补偿数据、PLC程序、CNC参数，拍摄接线标记照片；在导轨面贴上一层防刮膜，主轴锥孔中填充缓冲材料，用静电袋封装光栅尺。②模块化拆解：针对机械部分；按照机床手册顺序依次拆卸工作台、刀库、防护罩等，使用力矩扳手记录螺栓扭矩；针对电气部分，给每根线缆编号挂牌，避免混乱，油管/气管贴上颜色胶带；针对精密组件，吊装主轴单元，分段拆卸直线导轨，标记滑块位置<sup>[2]</sup>。

#### (二) 设备包装技术

结合五轴联动数控机床中各类组件设备的精密程度、价值确定包装要求，进行分级防护、固定。

(1) 分级防护：内层：气垫膜+防静电EPE泡沫（厚度 $\geq 50\text{mm}$ ）包裹光栅尺、主轴等关键部位，特殊精密部件单独密封防潮。中层：定制宽度、厚度适宜的钢架木箱，钢架焊接网格密度 $\leq 30\text{cm}$ 。外层：外层用铝箔隔热层+防水帆布。

(2) 设备固定：重心平衡，通过三维重心仪测算数控机床重心，在箱体上标注“禁止倾倒”“重心点↑”标识，提示包装人员正确包装。防位移，在核心部件底部焊接止滑板，连接木箱底部螺栓，保持扭矩 $\geq 120\text{N}\cdot\text{m}$ ；在箱子中填充膨胀率为1:8的聚氨酯发泡胶，避免设备来回晃动。隔离敏感部位，单独装载精密设备，配置减震支架<sup>[3]</sup>。

#### (三) 设备运输技术

(1) 路线规划：天津→宁波（陆运+海运），全程GPS跟踪，更新频率 $\leq 30\text{s}$ ，在监测到电子围栏偏离既定路线时报警处理。提前勘测道路限高（箱子高度+0.5m安全高度）、桥梁承重（1.5倍车辆重量+设备重量+人员

重量等），并可结合实际灵活调整运输路线。

(2) 车辆要求：配备空气悬挂的专用运输车，高速公路限速 $80\text{km/h}$ ，城市道路限速 $80\text{km/h}$ ，厂区内限速 $5\text{km/h}$ ；弯道操作，转弯前停车确定路径，通过牵引+倒车通过狭窄弯道。

(3) 配置动态监测系统：温湿度记录仪，湿度 $30\% \sim 70\%RH$ ，温度 $10 \sim 35^\circ\text{C}$ ，超限自动报警；三轴加速度传感器，设置阈值：X轴 $\leq 0.5g$ ，Y轴 $\leq 0.5g$ ，Z轴 $\leq 1.2g$ 。

#### (四) 新址安装与调试技术

(1) 确定地基验收标准：宁波工厂地基需满足承重 $\geq 5\text{吨}/\text{m}^2$ ，水平度 $\leq 0.1\text{mm}/\text{m}$ 。

(2) 地基质量验证：操控静载试验仪测试宁波工厂地基承载力，记录承载量数值；混凝土要求不低于C30，回弹仪测试值要求 $\geq 28\text{MPa}$ 。校正水平度，操控激光扫描仪扫描各个位置，针对凹凸不平位置，挖出 $30\text{mm}$ 深坑，环氧树脂灌浆填补，等待固化后再次检测。

(3) 施工环境控制：温度保持在 $18 \sim 22^\circ\text{C}$ ，避免出现热变形；湿度控制 $40\% \sim 60\%RH$ ，装载工业除湿机。在安装区域内布置深度 $\geq 500\text{mm}$ 的减震沟，填充砂石、橡胶颗粒混合物；设备底部装载气浮隔振装置，避免卸载时振荡受损<sup>[4]</sup>。

(4) 设备组装：按照床身、立柱、工作台、主轴单元流程安装机床，关注安装要点，如表3所示。除了一些重要部件外，还需关注到：导轨副安装，检测接触斑点位置，涂上一层红丹粉后滑动，保持接触面积 $\geq 80\%$ ；调整预紧力，利用斜铁调节机制，保持导轨阻力均匀。丝杠轴承预压，参考机床组装手册，调整双螺母消除结构预紧扭矩；使用激光干涉仪补偿机床几何误差；试切标准工件（铝合金试块），检测表面粗糙度 $Ra \leq 1.6\mu\text{m}$ 。

表3 机床移机项目安装流程

组件	安装工具	安装顺序	精度标准
床身	花岗岩平尺、激光跟踪仪	首层定位	水平度 $\leq 0.01\text{mm}/\text{m}$
立柱	液压扭矩扳手	扭矩分级加载	垂直度 $\leq 0.02\text{mm}/500\text{mm}$
工作台	无尘布、超精研磨油	清洁导轨面后滑入	平面度 $\leq 0.005\text{mm}$
主轴单元	红外测温仪、感应加热器	热装阀	径向跳动 $\leq 0.003\text{mm}$

(5) 电路连接与检查：①连接电路：敷设电缆时，保持弱电、强电分离，控制间距 $\geq 300\text{mm}$ ，弱电、强电交叉位置布置铝箔屏蔽；接地系统，布置接地极，埋深

≥2.5m, 铜棒直径≥16mm, 接地电阻≤1Ω<sup>[5]</sup>。②恢复参数: CNC参数, 参考备份文件逐个接入皆可, 核对反向间隙值、螺距补偿表有无误差; PLC程序, 检查线路无误后, 冷启动加载, I/O点强制测试。

### (五) 验收与交付技术

(1) 验收: ①技术文件验收: 具体验收方式如表4所示。②功能验收: 测试机床的各类功能是否存在偏差, 包括: 轴运动, MDI模式指令G01 F1000, 速度偏差≤±2%为达到标准; 换刀, 随机持续换刀100次, 要求时间偏差≤0.5s, 成功率≥99%; 冷却系统, 进行工件冲洗、主轴冷却, 流量≥90%额定值, 且冲洗过程中无遗漏视为合格。③切削验证: 选择6061铝合金、45#钢、不锈钢316等材料, 检验机床移机后切削性能有无受到影响, 设计切削方案, 如表5所示。

表4 某机床移机项目技术文件完整性验收表

验收文件	验收内容	验收标准
拆装记录	定位销原始位置照片、关键螺栓扭矩值	拆卸前后数据一致
精度测试报告	激光干涉仪/球杆仪数据	达到ISO 230-2标准
电气调试记录	PLC程序测试记录、I/O点测试记录	对比原备份文件
环保合规证明	包装材料处置方式、废油回收记录	相关环保标准

表5 某机床移机项目切削方案表

切削材料	刀具参数	检测指标
6061 铝合金 标准方箱	S=8000rpm, φ10立铣刀	面粗糙度≤0.8μm
45#钢台阶轴	CNMG120408刀片	直径公差IT6级 ≤0.016mm
不锈钢316曲面件	R5球头铣刀	轮廓度≤0.02mm

(2) 交付验收清单: 包括设备移机技术报告(含拆除、运输、安装记录)、调试数据及试切样品、最终验收签字文件。

### (六) 安全管理与应急处理技术

(1) 制定安全措施: 针对机床移机项目施工中可能遇到的安全问题, 制定安全措施, 从三个方面举例分析: ①拆除安全: 设置警戒区, 吊装作业由持证人员操作(指挥信号标准化)。②运输安全: 运输车辆安装震动检测仪, 实时传输数据至项目组。③电气安全: 新址供电系统需提前检测, 避免电压波动损坏设备。

(2) 制定应急预案: 针对各类风险, 制定个性化应急预案, 如表6所示, 随车准备卫星电话、干冰降温包、快速固化环氧树脂等应急物资。

表6 机床移机项目施工应急预案表

序号	风险类型	应对措施
1	设备倾倒	立即停止作业, 启用备用支撑架。
2	运输延误	启用备用路线或加急物流。
3	精度不达标	联系设备原厂技术支持, 重新校准。
4	突发强降雨	停靠避险, 防水帆布覆盖箱子, 保持排水孔畅通。
5	道路塌陷	紧急启动车载液压装置, 稳定车身, 通过备用轴线车转移设备。
6	传感器故障	手工记录, 按照15min/次的频率记录车辆振动、温湿度数据。

### 结语

综上, 文章就机床移机施工规划与技术展开深入探究, 提出要保证移机工程顺利推进, 必须做好详细规划, 确定移机施工目标、进行责任划分、施工组织, 以此来保证移机项目能严格按照拆卸、包装、运输、安装、调试、运输流程展开, 保障施工质量, 解决以往移机工程中的复杂性、随意性问题, 提升移机工作的规范性、标准性。但本次研究仍存在一些不足之处, 如验收交付过程过于简略, 未就其实际操作方法展开具体化讨论, 在后续研究中需深化相关智能技术应用, 简化交付流程, 减少遗留问题。

### 参考文献

- [1] 孙井泉, 姜华. 数控机床液压系统分析与装配工艺实践[J]. 机械研究与应用, 2024(3): 118-121.
- [2] 欧香龙. 数控机床装调与机床维修研究[J]. 科技资讯, 2022(5): 31-33.
- [3] 赵敏. 机床直线滚动导轨的润滑, 安装及设计要点研究[J]. 冶金丛刊, 2022(14): 7.
- [4] 朱光宇, 王浩杰. 考虑运输时间的紧前约束下柔性作业车间调度[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2022(6): 50.
- [5] 王金江, 牛晓彤, 黄祖广, 等. 数字孪生驱动的数控机床虚拟调试技术研究[J]. 制造技术与机床, 2022(10): 62-67.