

Integrated Management Mechanism of Customer Requirements, Solution Design and Delivery Implementation in Non-standard Automation Projects

Liang Xu

New Energy Vehicle Company, Shanghai, 201306, China

Abstract

Non-standard automation projects, characterized by high customization, complex workflows, and interdisciplinary collaboration, demand systematic coordination and efficient execution in project management. Building on systems engineering and Integrated Product Development (IPD) theories, this study analyzes critical phases from client requirement acquisition to project delivery, establishing an integrated five-phase mechanism: structured requirements management, multi-disciplinary solution coordination, closed-loop design review, manufacturing debugging coordination, and continuous delivery feedback. By implementing Quality Function Deployment (QFD), configurable Bill of Materials (BOM), a three-tier review process, and closed-loop issue response mechanisms, the framework effectively resolves cross-departmental collaboration bottlenecks while enhancing project execution efficiency and client satisfaction. The research findings provide theoretical foundations and practical pathways for optimizing management models in non-standard automation projects.

Keywords

Non-standard automation; integrated management; customer requirements; solution design; delivery mechanism

非标自动化项目中客户需求—方案设计—交付实施的集成管理机制

许亮

新能源汽车公司, 中国 · 上海 201306

摘要

非标自动化项目以其高度定制化、流程复杂化与专业交叉化为主要特征, 对项目管理机制提出了系统性协同与高效执行的更高要求。本文立足于系统工程与集成产品开发 (IPD) 理论, 分析非标自动化项目从客户需求获取到交付实施的全过程关键环节, 构建“结构化需求管理—多专业方案协同—设计评审闭环—制造调试联动—交付持续反馈”五阶段集成机制。通过引入质量功能展开 (QFD)、配置化BOM、三级评审流程及闭环问题响应机制, 有效打通跨部门协同瓶颈, 提升项目执行效率与客户满意度。研究成果为非标自动化项目管理模式的优化提供理论支撑与实践路径。

关键词

非标自动化; 集成管理; 客户需求; 方案设计; 交付机制

1 引言

随着制造业向柔性化、智能化方向转型, 非标自动化设备在复杂场景定制中的应用需求日益增强。此类项目常伴多专业交叉、需求不确定性高、设计迭代频繁等管理挑战。在传统项目管理模式中, 各环节通常以阶段分工为导向, 信息传递断裂、响应链条延迟、客户参与度不足, 严重制约项目交付效率与满意度。因此, 亟需构建以客户需求为驱动、全过程协同为主线的集成化管理机制, 实现从前端需求识别

到末端交付验证的系统联通。本文聚焦非标自动化项目管理的关键难题, 从理论构建出发, 提出一种涵盖五大核心环节的集成机制, 并系统剖析其内部逻辑与协同要点, 为企业项目组织方式转型提供思路支撑。

2 客户需求识别的结构化机制

2.1 质量功能展开 (QFD) 方法应用

在多源模糊需求的背景下, 如何将客户语言有效转化为工程语言, 是非标项目方案设计质量的关键影响因素如下表 1。本文引入质量功能展开 (Quality Function Deployment, QFD) 方法, 通过“客户需求—技术特征—关键部件—过程控制—检验标准”五级矩阵, 构建需求转化的逻辑链条。首

【作者简介】许亮 (1984-), 男, 中国江苏宿迁人, 本科, 工程师, 从事非标自动化设备研究。

先,根据收集到的客户语言需求,进行同义归类与优先级排序,形成“客户声音”层级;其次,项目团队组织跨专业工程师,围绕每项客户需求研讨其支撑的关键技术参数,如将“设备调试简单”对应为“模块化设计、故障自诊断功能、HMI 友好界面”等技术特征,并评估其权重与关联度;进

一步,将上述技术特征拆解至具体的部件选型与结构设计节点,并与制造流程及检验规范建立响应关系^[2]。QFD 的最大价值在于通过矩阵模型将主观诉求量化为可执行任务,提升团队对需求目标的一致性理解,并为后续评审、权衡与决策提供量化支撑^[1]。

表 1 非标自动化项目 QFD 示意矩阵

客户需求 (VOC)	技术特征 (TC)	权重	部件支持点	检验方式
操作简单	模块化结构设计	5	控制面板模块	模块更换时间测试
故障率低	自诊断功能集成	4	主控 PLC + 传感系统	故障模拟与报警响应测试
稳定性高	运动组件选型优化	5	滚珠丝杠、导轨组件	长周期运转测试
快速换型	HMI 界面参数一键切换	3	控制程序 + HMI	操作切换时间评估
空间利用效率高	紧凑布局与功能集成设计	4	整机结构总装模块	占地面积测量
数据对接要求	MES 系统通讯协议标准化	2	通讯模块、端口接口	数据交互测试

2.2 可追溯需求文档体系 (RSM)

为保障客户需求在方案设计、详细设计、制造执行与交付验证各阶段均能实现一致性响应与闭环控制,需建立一套标准化、结构化的需求管理体系。本文构建需求规格说明书 (Requirement Specification Manual, RSM),其核心功能包括:需求唯一标识(编号编码)、责任归属(响应人员或部门)、验证方式(测试方法或现场验收点)、响应状态(未完成、设计中、已验证)与变更记录(来源、影响分析、审批路径)等要素。RSM 文档应采用版本控制管理,并与项目 PDM 系统或 PLM 平台集成,实现与设计图纸、BOM 项、控制程序版本的联动关系。每一条 RSM 需求在其生命周期内均可实现溯源与验证,避免由于沟通遗漏或工程解释偏差导致的设计偏离。

3 方案设计与工程协同机制

3.1 多专业集成设计平台构建

非标自动化项目在方案设计阶段的复杂性主要体现于多专业要素的深度融合与高频交互,涵盖机械结构、电气系统、控制程序、传感接口等多个技术层面。由于各专业具有不同的建模方法、表达语言与接口标准,若缺乏统一的协作平台与流程机制,极易导致设计信息不对称、接口逻辑错误与任务交叉干扰等问题,影响项目整体设计效率与后续交付质量。因此,构建统一、协同、高效的集成设计平台,成为提升非标项目设计响应能力的核心抓手。该平台应以 CAD/CAE/PDM 集成为基础架构,全面融合机械、电气、控制三类工程建模工具,实现模型数据的集中管理与设计过程的同步可控。在具体实施上,推荐采用如 Creo+Windchill、SolidWorks+PDMWorks 等成熟平台架构,通过统一建模规范、共享零件库、版本控制机制与权限分级管理,实现工程数据的标准化表达与跨专业调用。在实际操作层面,应以项目任务分解为基础,将系统功能需求映射为各专业子任务,借助任务看板、接口清单与变更追踪机制,保障不同岗位之间的信息交互与流程协同。

3.2 模块化配置与评审机制优化

在非标项目高定制、高频迭代的特征背景下,如何在保障灵活性的前提下提升设计效率,是方案设计管理的另一核心议题^[3]。针对这一问题,模块化设计与配置化管理为解决路径提供了方法论支持。企业应基于项目积累与知识沉淀,逐步建立标准化模块库,将典型功能单元(如输送模组、旋转机构、夹持装置等)实现参数化建模与接口标准化,并与项目 BOM 系统实现映射绑定,构建“核心通用模块+参数可变模块+客户定制模块”的分层结构体系。在模块使用过程中,应建立配置逻辑规则库,将客户输入参数(如产能节拍、载荷条件、安装空间等)与模块选型条件建立对应关系,实现快速方案拼装与动态结构生成。结合配置化 BOM (CBOM) 体系,项目团队可在早期即形成准确的初步部件清单、关键资源需求与成本评估结果,为项目初期的商务响应、生产计划与采购预算提供决策支持。模块化与配置化不仅大幅降低了重复建模的劳动强度,也提升了方案设计的精度与标准化水平,为非标项目的“快速设计—快速制造”提供支撑基础。为确保模块组合与整体方案设计具备高一致性与工程可靠性,设计过程应嵌入多阶段的评审控制机制。本文建议构建“三级设计评审”体系,分别为系统需求评审 (SRR)、详细设计评审 (DDR) 与集成设计评审 (CDR)。在 SRR 阶段,应围绕客户核心需求、功能划分与技术路线进行方案逻辑审查,识别潜在的系统冲突或可行性风险; DDR 阶段重点关注接口参数一致性、装配可行性与零部件选型合理性,审查输出图纸与 BOM 清单的完整性; CDR 阶段则聚焦整机功能集成与可测试性、可维护性评估,确保各子系统之间协同良好、系统工作状态稳定。

4 项目执行与交付过程的协同机制

4.1 设计—制造—调试联动体系构建

在非标自动化项目生命周期中,从设计输出到交付落地的实施阶段尤为关键,该阶段涵盖部件采购、零件加工、整机装配、现场调试与功能验证等一系列连续性操作。由于

非标项目的定制化特征，设计方案往往为首版成果，缺乏批量验证经验，若制造与调试环节未能及时联动设计数据并建立动态协作机制，极易出现零部件加工偏差、装配顺序冲突、调试逻辑紊乱等问题。因此，建立设计—制造—调试联动体系，是保障非标项目交付质量与执行效率的必要条件。

首先，联动的基础在于 BOM 结构的贯通与数据一致性控制。以 E-BOM (Engineering BOM) 为核心，应通过产品数据管理系统 (PDM) 实现向 M-BOM (Manufacturing BOM) 与工艺路线 (Routing) 的自动映射，确保设计模型、制造任务与装配工艺在结构、版本与逻辑上的完全对应。在此过程中，应设立 BOM 变更控制节点与通知机制，对设计阶段的关键参数变更 (如尺寸、材料、接口形式) 进行自动推送至制造计划系统 (如 ERP、MES)，避免信息滞后带来的误制、漏制或重工问题。其次，制造执行过程应采用 MES (Manufacturing Execution System) 系统进行全过程监控与反馈，实现任务下发、进度追踪、质量异常上报与瓶颈工序报警的动态管理。特别是在部件装配与系统集成阶段，应引入条码管理、可视化工序控制与在制品追溯机制，确保整机装配过程符合技术路线图与流程先后逻辑。调试阶段则是整机功能验证的集中呈现点，其工作质量直接影响最终交付效果与客户满意度。调试人员应基于设计阶段输出的功能验收矩阵 (Test Matrix)、运动流程图与控制逻辑说明书进行设备通电测试、动作流程校验与传感响应验证。调试中如遇功能偏差，应建立“设计调试联络单”机制，由系统工程师或设计代表主导问题定位、逻辑分析与图纸修订，避免调试变更的盲目性与重复性。整个调试过程应同步录入调试日志，记录关键问题及处理措施，为后续项目提供问题知识积累与经验复用依据。

4.2 闭环交付机制与问题响应管理

非标自动化项目的最终交付不仅仅是产品的物理交付，更是客户功能预期、质量认可与服务体验的综合体现。传统交付模式中，由于缺乏统一交付标准、问题响应链条延迟及客户接口管理薄弱，常出现交付争议、试运行失败或客户满意度下降等问题。因此，建立闭环交付机制与高效的问题响应管理体系，成为非标项目管理的核心环节之一。第一，应构建标准化交付文件体系，涵盖设备安装指南、操作手册、程序说明、备品备件清单、故障自检流程与功能验收报告等内容，所有文件须以客户理解为导向，采用图文结合、条款

明确、操作导向的表达方式。交付物中还应包含功能验收矩阵 (Function Test Matrix)，明确各系统功能点、测试方式、合格标准与责任人，作为客户最终签署验收依据，确保验收过程的客观性与一致性。

第二，现场交付阶段需建立客户接口管理制度，由项目工程师担任客户窗口，统一接收、分发并跟踪客户反馈、临时需求与问题报告，避免客户信息在项目组织内部被割裂或遗漏。对客户提出的问题，应按照轻重缓急进行分级处理，并明确问题类别 (设计类、制造类、安装类、培训类等)，责任归属与处理时限，确保问题闭环率与响应时效可控。对于可能影响客户系统运行或合同履约的问题，应迅速启动“技术问题快速响应机制”，组织设计、调试与售后团队联合研判并提出临时替代方案或远程支持。

第三在交付完成后，应开展客户满意度评估与交付总结评审，围绕交期、性能、服务、文档四个维度征询客户反馈，并结合现场运行数据进行项目交付质量评分。该数据应纳入项目评估系统与部门 KPI 考核体系，形成客户导向的质量闭环机制。同时，交付过程中形成的关键问题、典型故障与接口经验应以“交付问题卡片”形式沉淀入知识库，供后续项目查询调用，实现问题资产化与组织能力进化。

5 结语

非标自动化项目具有高度定制化、专业协同复杂与实施周期紧凑等特点，传统线性管理模式已难以满足其全流程高效交付需求。本文基于系统工程与集成产品开发理论，提出涵盖“需求结构化—方案协同设计—模块化配置—制造调试联动—交付问题闭环”的五阶段集成管理机制，从需求识别、设计评审、制造执行到客户交付等核心环节入手，系统构建跨专业协同与全过程可控的项目组织模式。研究表明，该机制有助于提升设计响应效率、缩短交付周期、强化责任闭环与客户满意度，适用于工程型制造企业的复杂项目管理实践。

参考文献

- [1] 罗云龙. 非标自动化机械设备的设计标准 [J]. 大众标准化, 2025, (14): 4-6.
- [2] 张怀亮, 任志慧. 基于关键链的非标自动化设备制造项目进度管理研究 [J]. 自动化应用, 2024, 65(S1): 444-447.
- [3] 王凯. Z 公司非标自动化项目进度管理研究 [D]. 大连理工大学, 2023.