

特种方舱基于现场管理的装配车间标准化作业研究

孙志民

苏州江南航天机电工业有限公司 江苏 苏州 215000

摘要：特种方舱装配车间面临多品种、小批量及订单波动大等挑战，平衡标准化作业与生产灵活性是关键。研究从生产特征分析入手，构建涵盖基础要素、支撑机制及多品种小批量策略的标准化作业体系框架，通过生产布局、质量管控、工艺文件协同优化，实现标准化与现场管理深度融合，并提出数据驱动优化及文化组织保障机制，为车间提升效率、保障质量、增强动态响应能力提供实践路径。

关键词：特种方舱；装配车间；现场管理；标准化作业；持续改进

引言：特种方舱作为定制化装备，其装配车间生产特征复杂，多品种小批量模式下，产品结构差异大、物料管理困难、订单波动频繁，生产排程与资源调配挑战重重。现场管理中，标准化作业与生产灵活性平衡问题突出，成为制约车间效能提升的关键因素。在此背景下，构建基于现场管理的标准化作业体系，对提升生产效能、保障产品质量及推动行业可持续发展具有重大意义。

1 特种方舱装配车间的生产特征分析

1.1 多品种与小批量生产的复杂性

多品种与小批量生产模式下，特种方舱装配车间的复杂性主要体现在产品结构差异化引发的工艺流程适配难题^[1]。不同规格、不同功能的特种方舱在结构设计上存在显著差异，这种差异直接作用于装配工艺流程的各个环节，导致工序衔接逻辑、操作要求以及工装适配标准均需做出针对性调整，打破单一产品生产的流程稳定性，增加流程规划与执行的难度。物料管理层面的矛盾同样突出，多品种生产必然导致所需物料种类大幅增加，各类物料的规格、型号、用途存在明确区分，而小批量订单的生产特性要求物料供应具备快速响应能力，供应周期需严格匹配短周期生产需求，由此形成物料种类繁多与供应周期紧张之间的突出矛盾，也是多品种小批量生产模式下生产管理的典型痛点。

1.2 订单波动的动态适应性需求

订单波动是特种方舱装配车间生产运营面临的常态问题，订单波动带来的动态适应性需求主要集中在生产排程与资源调配两个核心层面。订单波动不仅体现在订单数量的起伏变化，更体现在订单交付时间、产品规格的动态调整，这使得订单优先级的划分成为生产排程的关键难点，不同订单的交付需求与生产能力之间易出现冲突，如何在动态变化的订单环境中实现排程的合理性与高效性，成为车间生产管理的重要课题。资源调配

环节的难点更为突出，人力、设备、作业空间作为生产核心资源，配置效率直接决定订单响应能力，订单波动导致资源需求呈现动态变化，人力技能与岗位需求的适配、设备负荷的动态调整、作业空间的灵活分配，均需在订单变化过程中实现精准调控，任何环节的资源错配都可能影响生产进度与作业质量，这与离散制造业多品种小批量生产的资源管理特征高度契合。

1.3 现场管理的核心矛盾

特种方舱装配车间现场管理的核心矛盾集中在标准化作业与生产灵活性的平衡关系上。标准化作业是提升装配效率、保障产品质量的重要基础，通过明确作业流程、操作规范与质量标准，可有效降低人为误差，实现作业过程的规范化管控，但特种方舱多品种、小批量、订单波动大的生产特征，又对生产灵活性提出较高要求，需根据产品差异与订单变化及时调整作业方式，二者之间的平衡成为现场管理的核心难题。同时，作业标准化对生产快速换型具备重要支撑价值，快速换型是应对多品种生产与订单波动的关键手段，而标准化的作业流程、操作规范以及工装使用标准，能够减少换型过程中的工序冗余、操作失误，缩短换型时间，提升生产系统的动态响应能力，这一关联关系已在离散制造业现场管理研究中得到广泛认可，也是特种方舱装配车间实现高效运营的重要支撑。

2 标准化作业体系构建框架

2.1 标准化作业的基础要素

作业分解是标准化作业实施的前提，需遵循单元化与模块化的任务划分原则，将特种方舱装配全过程拆解为可独立执行、可精准管控的作业单元与模块，每个单元模块明确具体操作内容、责任边界与质量要求，既适配多品种产品的结构差异，又能提升作业的可操作性与可控性，这一划分方式契合离散制造业标准化作业的基

基础构建逻辑^[2]。工艺文件标准化核心在于标准作业程序的设计,需结合特种方舱装配工艺特点,遵循系统性、实用性与可操作性原则,明确各工序的操作步骤、技术参数、质量控制点与安全要求,形成规范统一的作业指导文件,为现场作业提供明确依据。工时定额与节拍平衡的设置需兼顾稳定性与灵活性,结合订单波动的动态特征进行弹性设计,避免固定工时与波动订单之间的适配冲突,通过科学测算作业耗时、优化节拍排布,实现生产效率与订单响应能力的协同提升,相关设计思路源于精益生产中标准化作业的核心理论。

2.2 现场管理支撑机制

6S 管理的深化应用聚焦环境标准化建设,通过整理、整顿、清扫、清洁、素养、安全的常态化推行,规范作业现场的物料摆放、设备布局与环境维护,消除现场冗余物品与安全隐患,营造整洁、有序、高效的作业环境,为标准化作业落地奠定基础。可视化看板系统设计致力于实现信息传递标准化,通过看板清晰呈现生产进度、物料状态、工序衔接、异常情况的核心信息,确保车间各岗位人员精准获取相关数据,减少信息传递偏差与沟通成本,提升现场管理的透明度与协同效率。异常响应流程标准化是解决现场作业问题的关键,需明确异常问题的识别标准、上报路径、处理流程与责任主体,形成闭环式问题处理机制,避免异常情况扩散影响生产进度。现场定制管理与区域划分明确各作业区域的功能定位、管控标准与责任归属,实现现场资源的精准配置与分区管控,强化标准化作业的落地执行。

2.3 多品种小批量下的标准化策略

产品化设计能够有效促进标准化作业推进,通过梳理不同品种特种方舱的结构共性与工艺共性,提炼通用设计模块与核心装配流程,减少产品差异化带来的作业波动,实现同类产品的标准化作业衔接,降低多品种生产的复杂度。通用化工装与柔性化设备配置是适配多品种小批量生产的重要支撑,通用化工装可兼容不同规格产品的装配需求,柔性化设备能够快速调整作业参数以适应产品切换,二者结合可减少工装更换与设备调试时间,提升作业标准化水平。自动化拼舱产线的标准化适配核心是优化产线换型流程、规范操作步骤,通过梳理换型各环节的操作要点,形成标准化的换型流程与操作规范,缩短换型时间、提升换型效率,为多品种快速切换提供保障,适配小批量、多品种的生产特征。

3 标准化作业与现场管理的协同优化

3.1 生产布局优化

生产布局优化是实现标准化作业与现场管理协同的

基础环节,单元化生产布局设计需遵循流程适配、资源集约、柔性适配的核心原则^[3]。结合特种方舱多品种、小批量的生产特征,单元化布局需围绕产品装配流程划分专属作业单元,每个单元整合对应工序的人力、工装与设备资源,配套标准化作业指导文件,明确各单元操作规范与执行要求,实现作业流程的闭环管控,既提升作业集中度,又便于根据订单变化调整单元作业内容,这一设计原则源于精益生产中的单元化生产理论。物流路径标准化需梳理装配全过程的物料流转节点,明确物料搬运路线、搬运方式与搬运频次,形成统一规范的物流路径标准,减少物料搬运过程中的冗余环节与路径冲突。物流路径还需具备动态调整能力,结合订单波动导致的物料需求变化、作业单元负荷调整,灵活优化路径规划,确保物流流转高效、有序,契合多品种小批量生产下物流管理的标准化与柔性化需求。

3.2 质量管控标准化

质量管控标准化是协同优化的核心目标之一,在线检测点的设置需结合特种方舱装配工艺的关键环节与质量薄弱点,合理布局检测节点,确保检测覆盖装配全过程。检验标准需结合产品设计要求与行业技术规范,明确各检测点的检测项目、技术参数、合格判定标准,实现检验过程的规范化、统一化,避免人为检测偏差。质量追溯体系的标准化构建需贯穿产品装配全流程,明确追溯对象、追溯节点与追溯信息,通过规范信息记录、传递与存储流程,实现从物料入场、工序装配到产品出厂的全程可追溯,一旦出现质量问题,可快速定位问题源头、排查影响范围,为质量改进提供精准依据,该构建思路符合制造业质量管控标准化的核心要求,也是离散制造业提升质量稳定性的重要手段。

3.3 工艺文件标准化

工艺文件标准化是保障现场作业统一规范、衔接顺畅的关键支撑。围绕特种方舱装配全流程,统一编制作业指导书、工艺卡片、技术通知单等文件,明确各工序操作步骤、技术参数、装配要点及质量要求,做到内容规范、表述清晰、易于执行。针对多品种切换场景,梳理通用工艺与专用工艺,形成模块化工艺文件体系,减少重复编制,提升文件适用性。建立文件修订、发放、回收与作废的全流程管理规范,确保现场执行版本唯一有效。同时推动工艺文件与现场作业深度绑定,让操作有据可依、工序有序衔接,从源头减少操作偏差,为标准化作业落地提供稳定的技术依据。

4 标准化作业的持续改进机制

4.1 标准化作业绩效评估体系构建

在推动标准化作业持续改进的过程中,构建科学合理的标准化作业绩效评估体系至关重要。这一体系应全面涵盖生产效率、产品质量、成本管控、设备利用率等多个关键维度^[4]。在生产效率方面,可设定具体的指标,如单位时间内产品产出数量、工序衔接时间等,通过定期收集和分析这些数据,准确评估标准化作业对生产效率的提升效果。产品质量维度上,依据质量管控标准化的要求,设定产品合格率、不良品率等指标,以此衡量标准化作业对产品质量的保障程度。成本管控方面,将物料损耗率、设备维护成本等纳入评估体系,考察标准化作业在降低成本方面的作用。设备利用率指标则能反映设备管理标准化对设备使用效率的影响。通过建立这样一套多维度的绩效评估体系,能够为标准化作业的持续改进提供全面、准确的依据,明确改进的方向和重点。

4.2 基于生产数据的标准化优化

基于生产数据的标准化优化是标准化作业持续改进的核心支撑,生产数据应用需贴合特种方舱装配车间的生产特征,遵循全面性、精准性、实时性原则。采集范围覆盖作业工时、工序衔接耗时、设备运行参数、质量检测结果等核心数据,采用自动化采集与人工规范记录相结合的方式,确保数据来源真实可靠,采集流程规范统一。数据分析需依托统计分析方法与精益生产工具,对采集的现场数据进行分类梳理、趋势研判,挖掘数据背后隐藏的作业瓶颈与标准化短板,为优化决策提供数据支撑。瓶颈工序识别需结合数据分析结果,聚焦作业效率偏低、工序衔接不畅、质量问题集中的环节,明确瓶颈形成的核心原因,针对性制定标准化改进方案,优化工序操作流程、调整工时定额、完善作业规范,推动标准化作业不断迭代升级,这一优化模式契合数据化生产管理的学术理念,也是离散制造业持续改进的核心路径。

4.3 文化与组织保障

文化与组织保障是标准化作业持续落地并不断改进的重要基础,标准化作业的团队共识培养需贯穿全员培训与日常作业全过程。通过系统的标准化理念培训、作业规范讲解,引导车间各岗位人员理解标准化作业的价值,认同标准化改进的必要性,主动参与到标准化作业

的执行与改进中,摒弃传统作业习惯中的不合理环节,形成人人遵守标准、人人参与改进的良好氛围。跨部门协同的标准化接口设计需打破部门之间的沟通壁垒,结合特种方舱装配过程中涉及的设计、生产、物料、质量等多个部门的职责,明确各部门在标准化作业中的协作内容、沟通流程与责任边界,设计统一规范的协同接口^[5]。通过标准化接口实现各部门之间信息传递、流程衔接的规范化,避免协同过程中的流程脱节、责任模糊等问题,为标准化作业的持续改进提供顺畅的组织协同保障,相关设计思路参考了组织协同管理与标准化管理的融合理论。

结束语

标准化作业体系在特种方舱装配车间的应用,有效应对了复杂生产特征。通过多方面的协同优化,结合数据驱动的持续改进机制与文化组织保障,车间生产效率显著提升,产品质量稳定性增强,成功破解了现场管理中标准化与灵活性的平衡难题。这一实践不仅为该企业车间规范化运营提供有力支撑,也为离散制造业类似生产场景提供了可借鉴的模式,对推动行业向标准化、高效化、精细化迈进意义重大。

参考文献

- [1]应朝宇,陈艳,程时栋.方舱医院移动手术车的设计管理研究[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2023,18(9):1224-1227.
- [2]SUNJing.施工现场智慧移动方舱设计与应用[J].施工技术(中英文),2023,52(13):126-130.
- [3]应朝宇,周颖,程时栋,等.移动方舱医院的建设与运行管理探讨[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2025,20(3):389-392.
- [4]李俊涛,崔雅清,朱坤,等.移动医院模式下手术方舱建立与管理[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2022,17(3):313-315,327.
- [5]杨波,石磊,李晓燕,等.基于武警方舱医院救援需求的药品模块改进研究[J].医疗卫生装备,2022,43(5):65-68,78.