

PDCA循环模型在运载火箭铆接装配事业部 精细化管理体系与监控模式的深化应用实践

朱建文, 张小亮, 隗功正, 吴冬, 王硕, 戚泽海, 王洋*

中国运载火箭技术研究院, 首都航天机械有限公司, 北京

收稿日期: 2023年4月2日; 录用日期: 2023年5月29日; 发布日期: 2023年6月5日

摘要

运载火箭铆接装配事业部业务涉及运载火箭铆接壳段、整流罩、弹体舱段等, 随着我国各类发射任务的激增, 事业部管理体系新情况、新问题, 新挑战不断涌现, 传统的生产管理方式已不适应发展需求。因此事业部基于PDCA循环模型提出了运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系与监控模式, 通过深化应用PDCA循环模型, 一方面建立精准的业务流程图, 全量全要素地萃取整合业务, 使隐性流程显性化, 流程和职责清晰明了, 实现精细化、精益化管理, 提高管理效率, 减少人力资源的浪费, 实现“管”向“理”的提升, 优化组织治理能力。另一方面通过PDCA循环模型创新流程过程监控模式, 填补过程即时监控的空白, 提升监控的质量和效率, 识别管理风险和管理缺陷, 减少军工体系审查不符合项数量, 推动组织变革。

关键词

PDCA循环模型, 运载火箭, 铆接装配, 管理体系, 监控模式

The Deepening Application Practice of PDCA Cycle Model in Refined Management System and Monitoring Mode of Riveting Assembly Division of Carrier Rocket

Jianwen Zhu, Xiaoliang Zhang, Gongzheng Wei, Dong Wu, Shuo Wang, Zehai Qi,
Yang Wang*

Capital Aerospace Machinery Co., Ltd., China Academy of Launch Vehicle Technology, Beijing

Received: Apr. 2nd, 2023; accepted: May 29th, 2023; published: Jun. 5th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 朱建文, 张小亮, 隗功正, 吴冬, 王硕, 戚泽海, 王洋. PDCA循环模型在运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系与监控模式的深化应用实践[J]. 国际航空航天科学, 2023, 11(2): 31-38. DOI: 10.12677/jast.2023.112005

Abstract

The business scope of the traditional riveting assembly division of carrier rockets generally involves the riveting shell segment, fairing and projectile body compartment of carrier rockets. With the surge of all kinds of launching missions, new situations, new problems and new challenges keep emerging in the management system of business division. The traditional way of production management can not meet the needs of development. Therefore, based on the PDCA cycle model, the business division proposed the fine management system and monitoring mode of the carrier rocket riveting assembly business division. By deepening the application of PDCA cycle model, on the one hand, it established an accurate business flow chart, extracted the integrated business in full quantity and all elements, made the hidden process explicit, made the processes and responsibilities clear, realized refined and lean management, improved management efficiency, reduced the waste of human resources, realized the promotion from "management" to "sorting", and optimized organizational governance capacity. On the other hand, the PDCA cycle model is used to innovate the process monitoring mode, which fills the gap of real-time process monitoring, improves the quality and efficiency of monitoring, identifies management risks and defects, reduces the number of nonconformities in military system review, and promotes organizational change.

Keywords

PDCA Cycle Model, Carrier Rocket, Riveting Assembly, Management System, Monitoring Mode

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着国家运载火箭高密度发射任务激增, 运载火箭铆接装配事业部生产任务大幅增加, 各部门之间交叉协作、人员流动加强, 业务流程分工界面无法应对不断涌现的新问题, 传统的生产管理体系已难以应对。本文基于 PDCA 循环模型提出了精细化管理流程体系并已成功实践应用, 事业部对业务流程进行了梳理, 细化了分工, 建立了精准的业务流程图, 实现了流程目视化管理, 隐性流程已显性化, 管理漏点、堵点明显减少, 提高了作业效率, 优化了组织结构。同时, 精细化管理流程体系的运行需要有效的监控的手段, 以往的监控手段只是对结果的检查, 对工作痕迹的事后检查, 存在过程被凌驾、舞弊的风险。本文基于 PDCA 循环模型提出精细化管理体系监控模式并已成功实践应用, 设计了实质性监控和控制测试监控模式, 事业部除对管理流程的结果进行了实质性的监控, 还创造性地对业务的控制过程进行了即时的控制测试监控, 显著提升了监控的质量和效率, 识别了管理风险和管理缺陷, 为精细化管理流程体系实施落地、落实保驾护航, 打造企业绝对优势。

2. PDCA 循环模型在运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系与监控模式的深化应用实践

PDCA 循环观点的雏是由休哈特(Walter Shewhart)提出, 戴明(W. Edwards Deming)将其优化并推广, 因而也称为戴明环[1], PDCA 循环的含义是将质量管理分为四个阶段, 即 Plan (计划)、Do (执行)、Check (检查)和 Act (处理) [2]。在管理活动中, 要求把各项工作按照作出计划、计划实施、检查实施效果, 然后

将成功的纳入标准，不成功的留待下一循环去解决。PDCA 基本模型特点是周而复始，PDCA 循环模型特点是大环套小环，PDCA 阶梯模型特点是阶梯式上升[3]。越是复杂的组织，越是多种类型的模型随机组合或者深度耦合，见图 1。

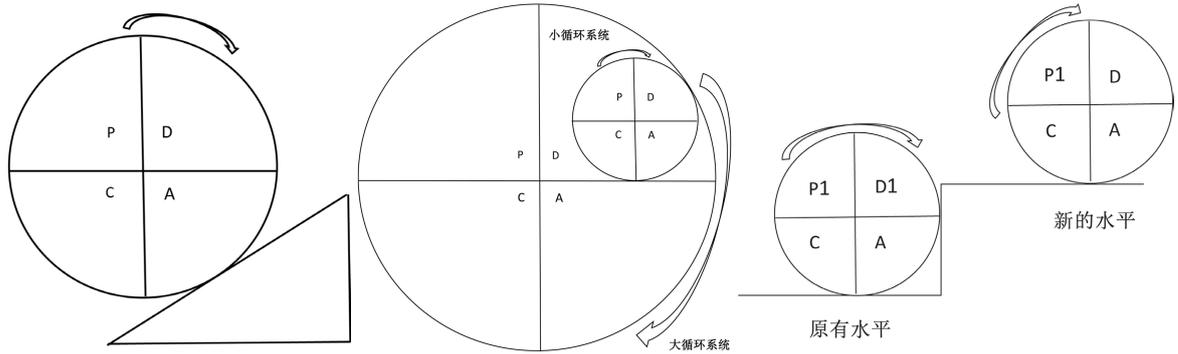


Figure 1. PDCA basic model, PDCA cycle model, PDCA ladder model
图 1. PDCA 基本模型、PDCA 循环模型、PDCA 阶梯模型

2.1. 运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系与监控模式 PDCA 循环模型

根据 PDCA 循环模型梳理出建立运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系与监控模式所需的所有因子，主要包括管理体系主体，为 PDCA 基本模型；管理体系子项，为 PDCA 循环模型；实质性监控模式向控制测试监控延伸；识别管理缺陷、风险向管理迭代、衍进延伸，为 PDCA 阶梯模型，各项管理工作呈现多种类型的模型随机组合或者深度耦合形态。本文重点介绍管理体系主体和实质性监控模式向控制测试监控延伸、识别管理缺陷、风险向管理迭代、衍进延伸，通过各个 PDCA 循环模型因子的使用来展示 PDCA 循环模型在运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系与监控模式的深化应用实践情况，见图 2。

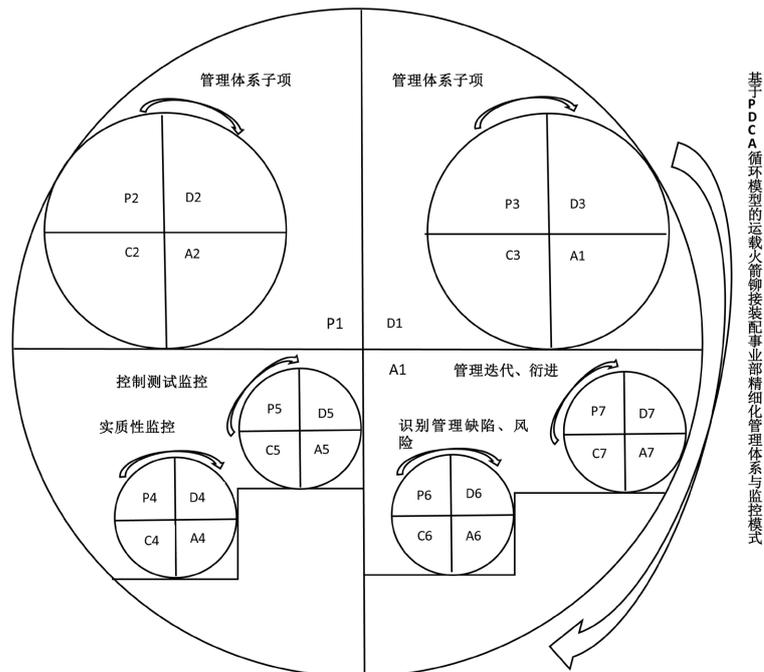


Figure 2. Launch vehicle riveting assembly division refined management system and monitoring mode PDCA cycle model
图 2. 运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系与监控模式 PDCA 循环模型

下面进行运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系与监控模式 PDCA 循环模型因子分析：

1) P1 管理体系“管”向“理”的提升，包含：P2 使流程显性化、精细化、工具化，实用性增强；D2 流程各节点关键人员制定分工界面，实践经验结合头脑风暴、思想实验，完善流程；C2 摸索管理流程适合的监控方式，注重监控质量和效率；A2 识别风险敞口、提出针对性的改进及反馈机制，形成“集体心流”，提升员工工作体验；

2) D1 建立精准的业务流程图，隐性流程显性化，提高管理效率，减少人力资源的浪费，包含：P3 采用 5W2H 分析法做的过程[4]；D3 抓住“精准”、“显性”、“清晰”、“高效”来实施；C3 运行情况全量、全要素的实时反馈；A3 标准化管理成果，形成失败教训启示录；

3) C1 运载火箭铆接装配事业部精细化监控模式研究，包含：P4 实质性监控，分为实质性分析程序和细节测试；D4 实质性分析程序用于概观不合理，错误放大镜，细节测试为审查具体业务规定与实际执行的偏离；C4 重新审视具体业务选用的实质性监控程序；A4 总结经验，固化程序，不断迭代新的实质性监控手段；P5 控制测试监控流程过程真实；D5 通过抽查样本业务流程加速进行，测试体系运行每个环节的执行情况和痕迹留存时机；C5 发现控制过程被凌驾与舞弊的风险点；A5 制定有效措施规避风险，发现体系运行的不合理之处，迭代业务流程版本，以提高体系运行效率；

4) A1 识别管理缺陷、风险，进行管理迭代和衍进，在变革中塑造组织的品格，沉淀能力，包含：P6 识别管理体系缺陷、风险，推动向上管理；D6 结合经验，举一反三；C6 杜绝形式化，形成有效治理生态；A6 精诚合作，形成“集体心流” [5]；P7 组织统一思想，“管理迭代、衍进”是组织核心竞争力；D7 形成机制，减少人为决策，去中心化，实现“无为而治” [6]；C7 管理的工具优先级：结构、制度、开会；A7 全流程、全生命周期更迭，新旧体系跑好接力赛。

2.2. 基于 PDCA 循环模型的运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系的应用



Figure 3. Mind map of fine management system of carrier rocket riveting assembly division
图 3. 运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系节选思维导图

精细化管理体系涉及质量体系、质量记录、综合安全、设备工装、计量器具、疫情防控、型号物资、固定资产、创新工作、生产工作、综合工作等业务的几十项业务流程。涉及 PDCA 循环模型因素分析表中的 P1、D1 因子，过程中又涉及 P2-A2、P3-A3。事业部精细化管理体系思维导图节选见图 3。

以运载火箭铆接装配事业部《产品总检查精细化管理流程》为典型案例，展示精细化管理体系子项，涉及 PDCA 循环模型因素分析表中的 P2-A2、P3-A3，制作了精准的业务流程图，见图 4，流程描述如表 1。

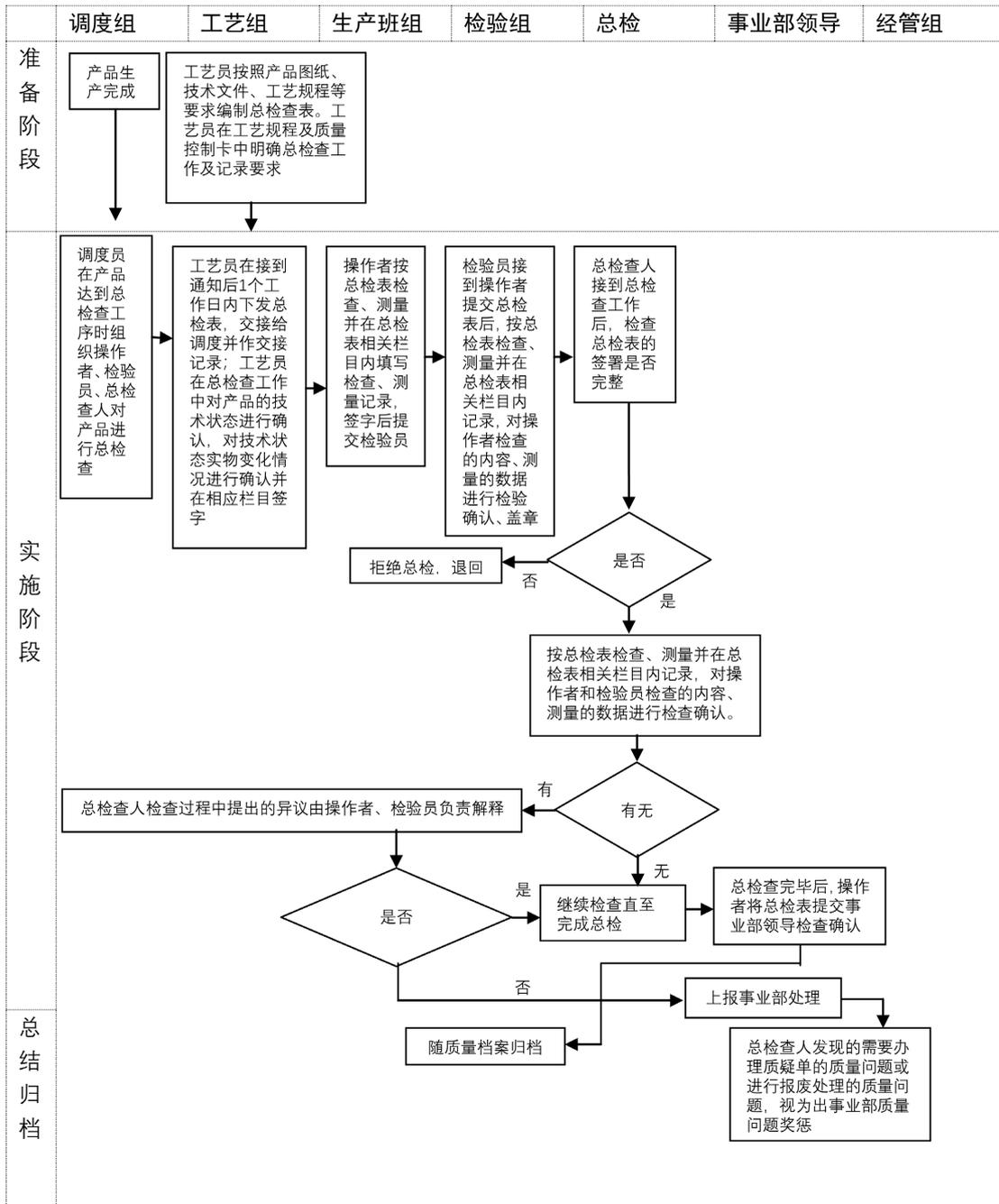


Figure 4. Flow chart of “Product General Inspection Refined Management Process”
图 4. 《产品总检查精细化管理流程》业务流程图

Table 1. Product general inspection refined management process description
表 1. 产品总检查精细化管理流程描述

产品总检查精细化管理流程描述
1) 工艺员按照产品图纸、技术文件、工艺规程等要求编制总检查表。工艺员在工艺规程及质量控制卡中明确总检查工作及记录要求。
2) 调度员在产品达到总检查时组织操作者、检验员、总检查人对产品进行总检查工作。
3) 工艺员在接到通知后下发总检表, 交接给调度并作交接记录; 工艺员在总检查工作中对产品的技术状态进行确认, 对技术状态实物变化情况进行确认并在相应栏目签字。
4) 操作者按总检表检查、测量并在总检表内填写检查、测量记录, 签字后提交检验员。
5) 检验员接到操作者提交总检表后, 按总检表检查、测量并在总检表相关栏目内记录, 对操作者检查的内容、测量的数据进行检验确认、盖章。
6) 总检查人接到总检查工作后, 首先检查总检表的签署是否完整; 若不完整, 则有权拒绝进行总检查工作, 若完整, 则按总检表检查、测量并在总检表相关栏目内记录, 对操作者和检验员检查的内容、测量的数据进行检查确认。总检查人检查过程中提出的异议由操作者、检验员负责解释, 必要时提请事业部处理。
7) 总检查过程中总检查人发现的需要办理质疑单的质量问题或进行报废处理的质量问题, 视为出事业部质量问题进行奖惩。
8) 在产品总检查完毕后, 操作者将总检表交事业部领导检查确认, 签署后操作者将总检表提交检员。
9) 产品总检表由检验员随产品其它质量文件一起归档。

以上通过 PDCA 基本模型在管理体系和 PDCA 循环模型在精细化管理体系子项的应用, 建立了精细化流程和目视化管理, 综合作业效率提高了近 60%, 综合人力成本降低了 50%。每项流程制作分角色流程图, 做到每项业务都按流程推进, 每名员工都明晰职责, 使精细化管理挤出效率海绵最后一滴水, 破除管理层层加码导致的效率低下的管理困境。

2.3. 基于 PDCA 模型的运载火箭铆接装配事业部精细化监控模式的应用

Table 2. Three orders circulated and endorsement detailed management process description
表 2. 三单传阅及背书精细化管理流程描述

三单传阅及背书精细化管理流程描述
1) 资料员收到资料, 登记建账, 并于当天或次日早上将三单传递至工艺组。
2) 主管工艺逐条落实工艺更改, 并背书: ① 工艺文件编制、更改情况, 填写编号。② 质控卡编制情况。③ 上传配套时应填写配套号。④ 制品报废、返修清单。
3) 工艺组回传三单后, 资料员于当天或次日早上将三单传递至调度组。
4) 主管调度逐条落实技术状态落实情况, 并背书: ① 各发次及任务号。② 任务下达班组。③ 制品报废、返修清单(填写图号、返修任务号、合格证号及数量); 涉及报废和返修的, 库房保管员需签字。调度在接到三单之日起, 及时落实生产派工、质量信息反馈等工作, 三天内将三单传递给资料员。
5) 调度组回传三单后, 资料员于当天或次日早上将三单传递至检验组。
6) 主管检验逐条落实技术状态落实情况, 并背书: ① 填写执行部段产品的发次, 或直属件的合格证号。② 根据转移废品库实物填写制品报废清单(填写图号、合格证号及数量), 填写报废单号。检验在接到三单之日起, 根据三单内容及工艺、调度背书, 监督落实相关内容。三天内将三单传递给资料员。
7) 资料员登记归档。

精细化管理流程体系的实施落地，需要有效的监督、监控的支撑，使用的是 PDCA 阶梯模型中 C1 与 A1 因子。以往的监控手段往往是对结果的检查，缺少对过程的检查，即使检查过程，也是对工作痕迹的事后检查，存在过程被凌驾、舞弊的风险，同时杜绝了在航天系统体系检查中出现不符合项。精细化监控模式包括实质性监控和控制测试监控，使用的是 PDCA 阶梯模型中 P4-A4、P5-A5 因子，实质性监控保证结果真实，控制测试监控保证过程真实。通过抽查样本业务流程加速进行，测试精细化管理体系运行每个环节的执行情况和痕迹留存时机，发现控制过程被凌驾与舞弊的风险点，通过制定有效措施规避风险，同时发现精细化管理体系运行的不合理之处，迭代业务流程版本，以提高精细化管理体系运行效率。控制测试监控的核心是如何合理地选取测试样本，同时加速业务流程进程，同时保证测试质量又减少测试时间。本文以运载火箭铆接装配事业部《三单传阅及背书精细化管理流程》精细化监控检查为典型案例，重点展示控制测试监控落实情况，针对三单传阅及背书管理流程，表 2 为流程描述，同时制作了精准的业务流程图，见图 5。

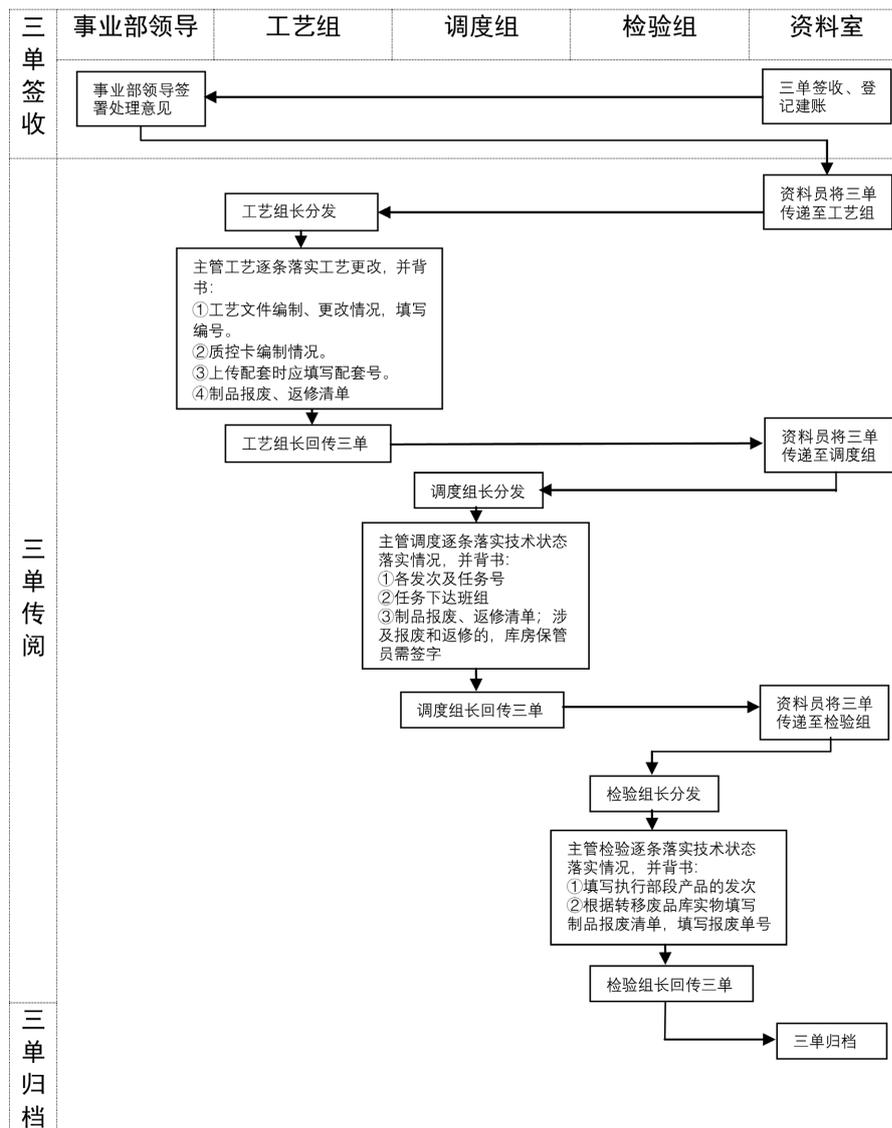


Figure 5. Flow chart of “Three Orders Circulated and Endorsement Detailed Management Process”
图 5. 《三单传阅及背书精细化管理流程》业务流程图

实质性监控检查项目及检查结果：遵循常规监控手段，进行工作痕迹的事后检查与记录。使用的是 PDCA 阶梯模型中 P4-A4 因子。

控制测试监控检查项目及检查结果，使用的是 PDCA 阶梯模型中 P5-A5 因子，控制测试监控检查小组随机抽取了一份更改单“***-12545”，更改内容为：“1 个零件***-61 结构更改，零件已制品报废；1 个零件***-71 的***更改，零件已制品返修”，通过加速三单传阅及背书流程，选取关键环节测试，现场观察各关键环节执行情况并记录，识别流程可能被凌驾、舞弊的风险点，识别流程中不合理的环节，给出改进建议。

通过使用 PDCA 阶梯模型 A1 因子中 P6-A6 识别以上的一个控制测试监控检查的过程记录，发现的识别流程可能被凌驾、舞弊的风险点为空白背书流转，事后补录背书。风险出现的原因是流程中存在不合理的环节为限制各组处理三单的时间为三天，以至空白背书流转，事后补录背书，如工艺组遇到工作量较大的三单，三天内无法完成，即需要立即传阅，再如调度组在接到三单后，未收到生产处下达的返修零件的任务号而空白背书流转，以上空白背书流转，事后补录背书，为常规监控手段无法检查出来的被凌驾、舞弊的风险和流程中存在不合理的环节。

通过使用 PDCA 阶梯模型 A1 因子中 P7-A7，专门制定了 MES 系统三单信息流转登记措施，杜绝此类问题的发生，每个业务班组确存在无法及时背书纸质三单时，可以在 MES 系统三单信息流转记录上登记真实流转情况后将纸质空白背书流转，待所有流程完结后，事后补录纸质背书，同时 MES 系统三单信息流转完毕与纸质三单背书匹配后，才具备开具合格证条件，MES 系统三单信息流转登记记录了纸质三单的真实背书过程，这样便完成了一次信息流滞后于实物流的闭环流程的改进。

3. 结论

本文建立了运载火箭铆接装配事业部精细化管理体系与监控模式 PDCA 循环模型，通过基于 PDCA 循环模型的深化应用，管理体系提高了精细化程度，为企业写好一份说明书，体系框架下职责分工明确，使隐性流程显性化，有效控制了事项错误、遗漏的风险。优化组织结构，重塑组织特质，使业务工作推进顺畅，极大提高了管理效率，避免了人力资源的浪费，实现全域控制。

同时应用 PDCA 循环模型进行创新精细化管理体系监控模式实践，提高监控手段流程精细化程度，通过设计合理的抽查业务流程样本，加速测试精细化管理体系运行每个环节的执行情况和痕迹留存时机，识别控制过程被凌驾与舞弊的风险点和体系运行的不合理点，制定有效措施规避风险，提高监控的质量，迭代业务流程版本，以提高精细化管理体系运行效率，大幅降低在航天系统内审、外审过程中不符合项的数量。

参考文献

- [1] 孙策. 基于 PDCA 的地铁工程 BIM 施工管理模式研究与应用[J]. 工程建设与设计, 2021(17): 193-196+202.
- [2] 刘奇, 岳立柱. 应用 PDCA 循环提升涡流探伤机检测稳定性[J]. 现代制造工程, 2020(7): 77-82.
- [3] 韩剑. 应用 PDCA 循环提高 HRM1250 立式磨机作业率[J]. 鞍钢技术, 2018(6): 59-63.
- [4] 蔡涵霞. PDCA 管理模式在建筑工程施工现场中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2021(9): 32-33.
- [5] 周丽莉, 王宝军, 梁文敏, 袁秋萍, 梁钰娟. 基于 PDCA 与关联规则的电商产品组合智能化构建研究[J]. 商场现代化, 2021(16): 58-60.
- [6] 王骥. 基于 PDCA 的雷达显控台维修性设计[J]. 雷达与对抗, 2021, 41(3): 64-68.