

BG 公司 TF 产品质量持续改进研究

李梦杰

河南理工大学, 中国·河南 焦作 454150

摘要: 本研究针对 BG 公司 TF 产品存在的砂卷翘边缺陷导致幅宽不足的质量问题展开。旨在通过系统性方法识别根本原因并实施有效改进, 提升产品质量与客户满意度。研究采用 PDCA 循环框架, 结合头脑风暴、系统分析及 5M1E 等工具进行根因追溯, 并运用控制图、帕累托图对改进效果进行量化验证。研究发现, 底胶刮边不净致胶料倒灌是翘边缺陷的主因。通过优化工艺参数(如刮片位置)并实施多项管控措施, 翘边缺陷率由 23.79% 显著降至 0.78%, 相关质量损失大幅减少, 客户满意度提升至 89 分。研究表明, PDCA 循环能有效驱动制造企业质量持续改进, 所构建的分析模型为行业提供了可复制的量化改善路径。

关键词: PDCA 循环; 质量改善; 过程控制; 客户满意度

Continuous Improvement Research on TF Product Quality at BG Company

Li Mengjie

Henan Polytechnic University, China Henan Jiaozuo 454150

Abstract: This study addresses the quality issue of insufficient web width caused by edge curl defects in BG Company's TF products. The research aims to identify root causes through systematic methods and implement effective improvements to enhance product quality and customer satisfaction. Using the PDCA cycle framework, the study combined brainstorming, system analysis, and 5M1E tools for root cause tracing, while employing control charts and Pareto charts to quantitatively verify improvement effectiveness. The findings revealed that incomplete primer edge scraping leading to compound backflow was the primary cause of curl defects. By optimizing process parameters (e.g., blade positioning) and implementing multiple control measures, the defect rate dropped significantly from 23.79% to 0.78%, resulting in substantial reduction of quality losses and a 16-point increase in customer satisfaction to 89 points. The study demonstrates that the PDCA cycle effectively drives continuous quality improvement in manufacturing enterprises, with the established analytical model providing replicable quantitative improvement pathways for the industry.

Keywords: PDCA cycle; Quality improvement; Process control; Customer satisfaction

1 引言

1.1 研究背景

在制造业竞争日益激烈的背景下, 产品质量已成为企业核心竞争力的关键要素。涂附磨具企业面临生产过程复杂、质量波动大等挑战, 传统质量管理方法常难以精准识别并解决深层次缺陷问题。尽管 PDCA 循环被广泛倡导, 但在实际应用中, 企业常因缺乏系统性根因分析和量化验证手段, 导致改进效果有限且难以持续。本研究以 BG 公司 TF 产品存在的砂卷翘边缺陷为切入点, 针对现有研究在工艺参数优化与多因素协同改进方面存在的不足, 旨在构建一个融合 PDCA 循环、5M1E 分析与统计过程控制的综合改善模型。本研究的创新性在于将定性分析与定量验证相结合, 不仅精准定位问题根源, 还通过数据驱动实现改进效果的可测量与可复制, 为制造企业实现质量持续改

进提供了兼具理论价值与实践指导意义的解决方案。

1.2 研究目的与意义

1.2.1 研究目的

本研究旨在以 BG 公司 TF 产品的砂卷翘边缺陷为具体研究对象, 系统应用 PDCA 循环理论, 结合 5M1E 分析、统计过程控制(SPC)等质量工具, 深入探究影响产品质量的根本原因。通过设计并实施精准的工艺优化与管理改进措施, 有效降低缺陷率, 提升产品一致性和客户满意度。最终, 构建一套可量化、可验证、可复制的持续质量改善流程, 并将成功经验标准化, 以期为 BG 公司及其他涂附磨具企业解决类似质量问题提供科学、系统的实践指南。

1.2.2 研究意义

理论意义: 本研究深化了 PDCA 循环在特定制造场景下的应用内涵, 通过将 PDCA 与 5M1E、SPC 等工具进

行有机整合, 构建了一个“根因分析-措施实施-数据验证-标准固化”的闭环改进模型。这不仅丰富了质量管理理论的实践案例, 也为 PDCA 循环的精细化、量化操作提供了新的研究视角和方法论支持, 弥补了现有研究中分析工具单一、验证手段不足的缺陷。

实践意义: 研究直接针对企业生产中的痛点问题, 通过科学方法实现了 TF 产品翘边缺陷率从 23.79% 降至 0.78% 的显著成效, 大幅减少了废品损失与质量索赔, 创造了可观的经济效益。同时, 客户满意度的提升增强了企业的市场竞争力。研究形成的标准化作业规范和可视化管理机制, 有助于企业建立长效的质量保障体系, 提升员工的问题解决能力和质量意识, 推动组织质量文化的建设, 对同类制造企业具有重要的借鉴和推广价值。

1.3 研究方法与技术路线

1.3.1 研究方法

文献研究法: 通过文献梳理, 系统掌握 PDCA 循环理论及其在质量管理中的应用现状, 为研究提供理论基础。

案例分析法: 直接以企业实际案例为研究对象, 通过现场调研和数据收集, 确保研究结论的实用性和可靠性。

理论分析法: 基于 PDCA 循环理论, 结合质量管理的基本原理, 对 TF 产品质量问题进行系统分析, 构建理论研究框架。

数据分析法: 运用多种统计分析工具, 对收集的数据进行系统分析, 为改进方案的制定和效果评估提供依据。

1.3.2 技术路线



图1 技术路线图

2 质量改进的相关理论综述

2.1 质量改进概述

质量改进是指组织通过系统化、数据驱动的方法, 持续识别并消除产品或服务流程中的缺陷、浪费与变异, 以提升其性能、可靠性和客户满意度的动态过程。质量改进强调全员参与、跨部门协作和持续循环(如 PDCA), 旨在建立不断追求卓越的组织文化。其核心是运用科学工具(如六西格玛、精益生产)进行分析与验证, 最终实现降低成本、增强客户忠诚度和提升市场竞争力的综合目标。

2.2 PDCA 循环理论

2.2.1 PDCA 循环的基本原理

PDCA 循环是一种持续改进的科学管理方法, 由计划(Plan)、实施(Do)、检查(Check)和行动(Act)四个阶段构成。它强调先制定目标与方案, 再执行并收集数据, 接着评估结果与计划的偏差, 最后标准化成功经验或纠正问题, 将未解决的议题转入下一循环, 实现螺旋式提升。

2.2.2 PDCA 循环在质量管理中的应用

PDCA 循环在质量管理中用于系统性解决问题与持续改进。通过“计划”识别质量问题并制定对策, “实施”执行改进措施, “检查”用数据评估效果, “行动”则标准化成功经验或纠正偏差。该循环确保改进过程科学、闭环, 广泛应用于流程优化、缺陷减少和质量体系完善, 推动组织质量水平螺旋上升。

3 BG 公司 TF 产品现状与存在问题分析

3.1 BG 公司及 TF 产品介绍

BG 公司是一家专注于涂附磨具研发与生产的高新技术企业, 主要产品包括砂带、砂盘等, 广泛应用于金属加工、木材制造等领域。公司以技术创新为核心, 拥有先进的生产线和质量管理体系, 致力于为客户提供高性能的磨削解决方案, 在国内外市场具备较强的竞争力。

TF 产品是 BG 公司生产的一种高强度涂附磨具, 以优质基材为原料, 采用先进涂胶工艺复合氧化铝磨料制成。产品具有耐磨性好、切削力强、散热快等特点, 主要用于金属材料的打磨与抛光。

3.2 设 BG 公司 TF 产品质量现状

3.2.1 产品性能指标分析

产品性能指标分析是对衡量产品质量与功能的关键参数进行系统评估的过程, 旨在确保产品满足设计要求和客户期望。对于 BG 公司的 TF 产品, 核心性能指标包括磨削效率(单位时间内材料去除量)、耐磨寿命(砂带在失效前的有效使用时间)、表面粗糙度(加工后工件表面的

光洁度)以及尺寸稳定性(如砂卷幅宽、厚度的一致性)。通过统计过程控制(SPC)监控这些指标的过程能力(如Cp、Cpk值),可判断生产过程的稳定性和符合公差要求的能力。此外,还需分析各指标间的关联性,如磨料分布均匀性会影响磨削效率和表面粗糙度。

3.2.2 工艺过程控制分析

工艺过程控制分析旨在通过监控和管理生产过程中的关键参数,确保产品输出的稳定性和一致性。对于BG公司的TF产品,其工艺过程涵盖基材处理、涂胶、植砂、干燥固化等多个环节,每个环节都存在影响最终质量的关键控制点(CCP)。过程控制分析首先需识别这些关键参数,并利用统计过程控制(SPC)工具,如X-bar R控制图,实时监测其波动情况,判断过程是否处于受控状态。当数据点超出控制限或呈现非随机模式时,表明过程存在特殊原因变异,需立即追溯并消除。

3.2.3 质量问题影响分析

根据2024年第一季度质量管理数据,采用全面质量成本模型对TF产品质量问题的影响进行系统评估。建立质量成本计算模型:

$$TC=Cp+Ca+Ci+Ce$$

其中:Cp为预防成本,Ca为鉴定成本,Ci为内部损失成本,Ce为外部损失成本

总质量成本计算:

$$TC=282,677+207,555+1,034,703+480,002=2,004,937 \text{ 元}$$

通过定量分析可以得出,质量问题已经对企业生产经营造成全方位严重影响,需要依靠系统改进措施来扭转当前不利局面,优化质量成本结构并且提高预防成本比重,同时降低内外部损失成本,将会是下一步改进工作的重点方向。

3.2.4 质量改进目标设定

针对BG公司TF产品,基于现状分析(翘边缺陷率23.79%)和客户要求,设定具体、可量化、可实现、相关性强且有时限的目标(SMART原则)。例如,将“降低翘边缺陷率”设定为:“在3个月内,通过优化底胶工艺,将TF产品翘边缺陷率从23.79%降至1.5%以下”。目标设定应聚焦关键质量特性(CTQ),如幅宽合格率、客户投诉率等。同时,需分解目标至相关工序与责任人,确保可执行性。

4 BG公司TF产品改进策略

4.1 产品质量改进活动的小组确定

为有效推进TF产品质量改进,成立跨职能项目小组,

成员涵盖生产、工艺、设备、质量及研发部门的技术骨干,并指定一名项目经理统筹协调。小组明确分工与职责,确保从问题分析到措施实施的全过程协同推进,保障改进活动的专业性与执行力。

4.2 确定基于PDCA的质量改进策略

4.2.1 PDCA循环的适用性分析

PDCA循环适用于TF产品质量改进,因其结构化流程契合问题解决逻辑:可系统分析翘边缺陷根源(Plan),实施工艺优化措施(Do),量化验证缺陷率变化(Check),并将有效方案标准化(Act)。其循环迭代特性利于持续优化,确保改进成果长效化,具备高度的实践性与适用性。

4.2.2 质量改进策略的制定

基于BG公司TF产品的翘边缺陷,首先确立以“源头预防”和“过程控制”为核心的总体策略,而非仅依赖事后检验。在技术层面,聚焦关键工艺参数优化,如调整底胶刮刀位置、优化胶液配方与涂布速度,从物理上消除胶料倒灌的可能性;在管理层面,推行标准化作业(SOP),强化操作人员培训与考核,确保工艺纪律的严格执行;在监控层面,引入SPC工具对关键工序进行实时监控,建立早期预警机制。此外,策略应体现PDCA的闭环思想,明确每个阶段的责任人、时间节点与验证方法,并预留资源用于应对潜在风险。最终形成的策略方案应目标清晰、措施具体、责任到人,为后续实施提供明确的行动指南。

4.2.3 实施路径规划

实施路径规划遵循PDCA循环,分阶段推进。计划阶段(1-2周):成立项目组,分析数据,确定“底胶刮边不净”为根因,制定工艺优化与管理强化方案。实施阶段(3-8周):在试点线调整刮片位置至38mm,规范布基接头,执行叉车防护等辅助措施,并组织全员培训。检查阶段(9-10周):收集数据,运用控制图与帕累托图对比改善前后缺陷率,评估效果。行动阶段(11-12周):将有效措施标准化,更新工艺文件,全面推广,并将未解决问题纳入下一循环,确保持续改进。

5 基于PDCA循环理论的TF产品改进方案的实施

5.1 TF产品改进策划——Plan阶段

5.1.1 现状调查与分析

通过对BG公司TF产品生产数据的收集与分析,发现2024年翘边缺陷废品占比高达23.79%,是影响幅宽合

格率的首要问题。客户反馈显示，该缺陷直接导致砂卷有效使用幅宽不足，影响裁切效率与成本。现场观察发现，翘边砂卷中 95% 背面存在异常胶迹，初步判断与底胶工序相关。工艺审查揭示，现有刮胶装置存在调整不规范、设备老化等问题，导致底胶刮边不净，胶料易倒灌至基材背面，成为潜在根本原因。现状分析为后续根因确认与改进提供了明确方向。

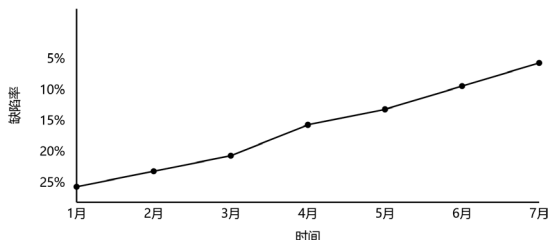


图2 TF产品质量问题趋势分析

5.1.2 问题根本原因分析

本研究采用 5M1E 分析法系统排查 TF 产品翘边缺陷的潜在因素。通过现场观察、数据追溯与团队头脑风暴，排除了人员操作、环境温湿度等次要因素，锁定“机”与“法”为主要方向。深入调查发现，底胶工序的刮胶装置刮片位置设定不当（35mm）是核心问题：该位置无法完全刮净边缘胶料，导致多余胶液在高压下倒灌至布基背面。固化后，背面胶层收缩产生应力，致使砂卷边缘上翘。因此，确认“底胶刮边不净致胶料倒灌”为翘边缺陷的根本原因。

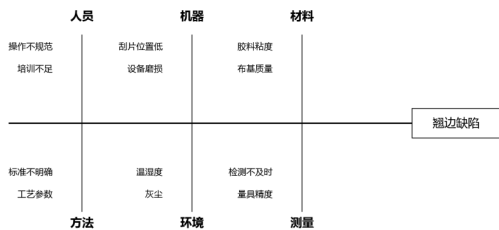


图3 TF产品翘边缺陷因果分析图

5.1.3 改进方案的制定

基于根本原因分析，本研究制定了综合性的改进方案，目的在于彻底消除底胶倒灌问题并提升过程稳定性。技术改进方面：通过实验与计算，优化底胶机工艺参数，将刮片位置从 35mm 精准调整至 38mm，确保边缘胶料被完全刮除，从源头阻断倒灌路径。管理与操作改进方面：制定《底胶工序标准化作业指导书》，明确刮片位置、设备点检、布基接头对正等关键操作步骤，实现作业规范化。辅助防护措施：增加大卷包装防护层，防止运输中叉车叉伤；在收卷辊筒加装包裹层，避免表面触地损伤；优化接料盘设计并建立定期清理制度，杜绝铁锈污染。方案实施

前进行小批量验证，确认有效性后全面推广。

5.2 TF 产品改进实施——Do 阶段

5.2.1 实施准备工作

本研究全面筹备改进活动：组建专项团队并开展技能培训；完成底胶机刮片调整机构安装与检测仪器校准；采购防护材料及包装物资；修订工艺规程，编制实施指导书与检验标准。小组建立协调机制，定期召开会议，设置现场信息看板，提升员工参与度，并制定风险预案。同时，开发数据采集分析软件，为改进成效评估提供技术支撑，确保活动高效有序推进。

5.2.2 改进措施的实施

改进措施按计划分阶段实施。首先，在试点生产线执行工艺变更，将底胶机刮片位置精确调整至 38mm，并同步规范布基张力控制与接头对正操作。组织全员培训，确保操作人员熟练掌握新标准作业流程（SOP）。其次，全面推行辅助防护措施：在叉车作业区域加装海绵垫与橡胶保护层，收卷辊筒包裹处理布，大卷产品增加外包装防护。实施过程中，项目小组全程跟踪，通过现场巡查与数据采集，监控各项措施的执行情况与初步效果。

5.2.3 实施过程的监控

为确保改进措施有效落地，建立了全过程监控机制。项目小组每日巡查生产现场，重点检查刮片位置设定、布基接头对正、防护措施执行等关键环节的合规性，及时纠正偏差。同时，利用开发的数据采集系统，实时记录每卷 TF 产品的生产参数与质量状态。每周收集并统计翘边、叉伤、触地等缺陷数据，绘制控制图与帕累托图，动态监控缺陷率变化趋势。通过对比实施前后的数据，量化评估各项措施的效果。定期召开项目会议，分析监控数据，讨论潜在问题，确保信息在各部门间畅通。对异常波动立即启动根因分析，采取纠正措施。

5.3 TF 产品改进成效——Check 阶段

5.3.1 改进效果的收集

改进效果的收集贯穿实施全过程，采用定量与定性相结合的方式。定量数据方面，系统采集了措施实施前后连续三个月的关键质量指标，包括翘边缺陷率、叉车叉伤率、大卷表面触地发生率、内部铁锈及首尾未柔曲问题等。通过对比分析，明确显示翘边缺陷率从 23.79% 显著下降至 0.78%，叉伤率由 16.5% 降至 8.1%，其他相关问题均得到有效控制或清零。定性反馈方面，通过客户满意度调查问卷，获取客户对产品质量改善的直观评价，满意度得分从 72 分提升至 89 分。所有数据经整理后，用于后续的效果

评估与标准化决策, 确保改进成果可测量、可验证。

5.3.2 数据对比与分析

通过实施前后数据的对比分析, 全面验证了改进措施的有效性。数据显示, TF 产品核心问题——翘边缺陷率由 23.79% 大幅降至 0.78%, 降幅达 96.7%, 远超预设目标 1.11%。叉车叉伤率从 16.5% 下降至 8.1%, 大卷表面触地、内部铁锈及首尾未柔曲等问题均降至 0%。运用控制图分析, 改进后关键质量特性点均处于控制限内, 过程稳定性显著提升。帕累托图显示, 翘边已不再是主要缺陷, 质量问题分布得到根本性改善。成本方面, 2024 年第一季度实现总节约 88.3 万元, 投资回报率达 175.9%。客户满意度同步提升 17 分。

5.3.3 目标达成评估

目标达成评估显示, 改进活动成果显著。核心目标——翘边缺陷率从 23.79% 降至 0.78%, 远低于 1.11% 的预设目标值, 达成率超预期。叉车叉伤率、大卷触地等关联问题均大幅改善或清零, 整体质量水平跃升。成本节约 88.3 万元, 客户满意度提升至 89 分, 经济效益与客户认可度双丰收。通过控制图验证过程稳定受控, 表明目标不仅达成, 且具备持续性。评估结果证明, 所制定的改进策略科学有效, PDCA 循环成功驱动了质量的实质性突破。

5.4 TF 产品改进总结——Action 阶段

5.4.1 成功经验的标准化的

为固化改进成果, 将成功经验全面标准化。修订《TF 产品生产工艺规程》, 明确底胶刮片位置调整至 38mm 等关键参数。编制《刮边工序作业指导书》与《大卷防护操作规范》, 细化操作步骤与质量要求。建立张力控制、接料盘清理等工艺控制标准, 并开发可视化操作看板, 实现标准可视化。将相关标准纳入公司质量管理体系文件, 形成制度化保障。通过标准化, 将临时性改进转化为长期稳定的作业规范, 防止问题复发, 确保质量改进成果得以持续保持和推广。

5.4.2 持续改进计划

针对未完全清零的 0.78% 翘边缺陷及潜在波动, 制定持续改进计划。启动新一轮 PDCA 循环, 聚焦“残余翘边

根因分析”, 利用数据分层技术, 追溯问题卷的原材料批次、设备机台与操作人员, 识别特定影响因素。计划引入在线监测传感器, 实时监控涂胶边缘状态, 实现早期预警。同时, 加强班组长巡检力度, 将新标准执行纳入日常考核, 巩固员工行为。每季度回顾质量数据, 评估过程能力, 持续优化工艺参数。通过建立长效机制, 推动质量水平向“零缺陷”目标稳步迈进, 实现真正的持续改进。

6 结语

6.1 研究结论

本研究证实, 基于 PDCA 循环的系统性方法能有效解决 BG 公司 TF 产品的翘边缺陷。通过精准定位根因、实施工艺优化与多维度改进, 缺陷率显著降低, 质量与效益大幅提升。成功经验的标准化的确保了成果固化, 为涂附磨具行业提供了可复制的质量改进范式, 验证了 PDCA 在制造过程中的强大适用性与价值。

6.2 未来展望

未来研究可深化数据分析, 探索残余缺陷的深层关联因素。建议将 PDCA 循环与数字化、智能化技术融合, 如引入物联网实时监控关键参数, 利用人工智能预测质量风险, 构建智能质量管理体系。这将推动质量管理从被动改进转向主动预防, 助力企业实现智能制造转型升级, 持续提升核心竞争力。

参考文献:

- [1] 邢波. 计量助力磨料磨具产业高质量发展[J]. 中国计量, 2023,(05):41-42.
- [2] 邢波, 任冠青, 曹剑锋等. 磨料磨具产业计量校准现状分析和发展建议[J]. 中国计量, 2023,(02):56-58+71.
- [3] 肖腾. S 磨具公司产品实现过程质量风险评估与应对研究[D]. 西安理工大学, 2022.
- [4] 贾然, 曹春燕. 南钢产品质量品牌建设的策略与成效研究[J]. 冶金管理, 2025,(05):19-24.
- [5] 肖腾, 曹剑锋, 卢伟龙等. 数字化、智能化的全生命周期质量提升管理方法实践[J]. 中国质量, 2023, (07):19-23.