

# 精益 TPM 驱动设备管理现代化： 沿海钢铁企业实证研究

覃晓生，蒋友军

(广西钢铁集团有限公司，广西 防城港 538002)

**摘要** 聚焦广西钢铁集团有限公司冶金设备管理，通过精益 TPM 驱动和实践，以“自主保全”“专业保全”为两大抓手，构建了一套适应该沿海钢铁企业的精益 TPM 管理体系。该体系促使设备管理从粗放式迈向精益化，有效降低了设备故障停机率，提升了设备综合效率，降低了生产设备维修成本，同时优化了企业的设备管理文化，增强了员工的设备维护能力，为传统钢铁行业设备管理转型升级、适应现代化管理需求提供了可借鉴的实践经验。

**关键词** 冶金；设备管理；精益 TPM；钢铁行业

中图分类号：F406

文献标志码：A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.27.025

## 0 引言

在 AI 智能、工业物联网等新时代产物日益蓬勃发展的背景下，传统钢铁冶金设备“重生产、轻维护”的粗放管理模式改革尤为迫切。在传统粗放式管理模式下，设备故障停机频发、设备维护成本高、生产效率受限等问题日益凸显，已成为制约传统钢企核心竞争力和可持续发展的关键瓶颈。构建一套适应传统钢铁企业的精益 TPM 管理体系，将设备管理从粗放式向精益化转型升级，以适应现代化管理需求，成为亟待解决的问题。

广西钢铁集团有限公司聚焦传统钢铁企业冶金设备，创新性引进、改良全员生产保全 (Total Productive Maintenance, TPM) 管理，以“自主保全”与“专业保全”的深度融合为核心路径，构建并实践了一套具有沿海钢铁行业特色的精益 TPM 管理体系，旨在为设备管理精益化赋能，降低设备故障停机时间，提升设备综合运行效能 (OEE)，降低设备维修成本，为传统钢铁企业设备管理转型升级提供一个可借鉴、可复制的优秀实践案例。

## 1 精益 TPM 管理体系简述

20 世纪 50 年代，美国制造业因“事后维修”设备故障频发，催生了预防保全 (Preventive Maintenance, PM)、改良保全 (Corrective Maintenance, CM)、保全预防 (Maintenance Prevention, MP) 的融合，形成了生产保全 (Productive Maintenance, PM)，这是 TPM 管理的雏形；二战后日本将该管理方法引入，丰田汽车供应商日本电装 (Nippon Denso) 公司在探索和实

践过程中，总结出了一套制造部门 80% ~ 90% 员工参与生产保全的管理模式，因其有全员参与 (Total) 属性，后续将该管理模式命名为全员生产保全 (Total Productive Maintenance, TPM)<sup>[1]</sup>。通过该模式的推行，将“维护”转化为“价值创造”，实现全体生产人员与生产设备的深度协同，经济效益明显。丰田汽车公司精益 TPM 的深度贯彻，为其创造了相当大的经济价值。

## 2 精益 TPM 管理体系的构建

广西钢铁集团有限公司以全员自主保全和专业保全为基本框架，以初始清扫与微缺陷治理、“两源”（发生源与困难源）治理为切入点，以皮带专项改善、检修现场标准化建设、全优润滑管理、故障分析管理、设备功能精度管理、四大标准体系完善、数字化精益备件管理、工业站所“星级”建设八个专业为支柱，经深度融合，构建了一套适应传统钢铁企业的精益 TPM 管理体系（见图 1），有效解决了设备故障停机频发、设备维护成本高、生产效率受限等问题，充分将“设备维护”转化为“价值创造”。

### 2.1 自主保全体系的深化构建与实践创新

自主保全是 TPM 的基石，其核心在于激发一线员工（设备操作者）的设备管理主体意识和能力。其切入点是“小组活动”，即成立 TPM 活动小组，导入相应的自主保全活动。自主保全分若干个阶段逐步推进，每完成一个阶段，都要进行诊断验收，验收通过才能进入下一个阶段。通过系统化的阶段推进，树立员工对设备管理的“主人翁”观念，使设备维护从“被动应对故障”向“主动预防劣化”发生根本转变。其实施过程

打造了26个样板案例，应用“样板先行、全面推广”策略，实现设备隐患识别全员覆盖和问题整改标准化运作。

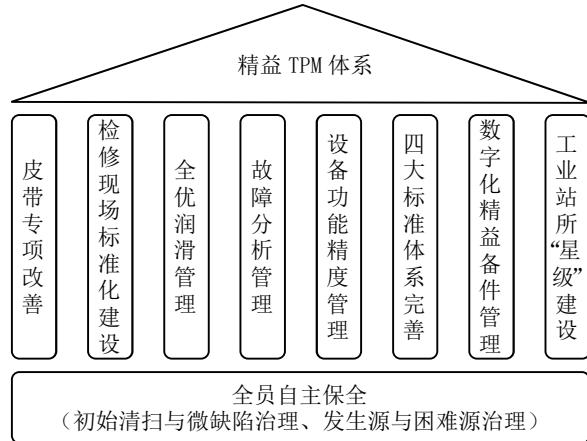


图1 广西钢铁集团有限公司精益TPM管理体系

1. 自主保全一阶段：聚焦初始清扫与微缺陷治理，通过对设备进行持续的清扫点检，全体员工系统排查和识别设备存在的“八大不合理”（松动、变形、腐蚀、泄漏、污染、磨损、异音、温度异常）等微缺陷，发现设备劣化早期表象，并进行消缺管理，杜绝缺陷扩大、减少设备故障。同时建立设备基础台账，显著提升员工对设备结构的熟悉度和异常感知能力，为后续阶段奠定坚实的数据和行为基础<sup>[2]</sup>。

2. 自主保全二阶段：聚焦“两源”（“发生源”与“困难源”）治理，在一阶段识别问题的基础上，对设备存在的一些“源头”问题（“发生源”及“困难源”，包括污染发生源、浪费发生源、故障发生源、不良发生源、操作困难源、点检困难源、润滑困难源、维修困难源等），运用5W2H、PDCA、OPL（OPL即单点课，是一种聚焦单一设备问题或操作要点的微型培训工具<sup>[3]</sup>）等精益工具，对识别的问题进行深度剖析，追溯至设备设计、工艺参数、操作规范、材料特性等根本原因，对问题根本原因进行有效消除，对问题整改进行循环改善，对改善成果进行总结和推广。

## 2.2 专业保全系统的精细化设计与协同推进

专业保全是设备管理专业化水平提升的支柱，是以专业设备维护人员为中心进行的设备管理活动，其核心价值在于运用专业化的知识、工具和方法，解决设备运行中的复杂技术问题，优化维护策略。专业保全根据实际情况导入具体的专业化管理项目，广西钢铁集团有限公司将皮带专项改善、检修现场标准化建设、全优润滑管理、故障分析管理、设备功能精度管理、四大标准体系完善、数字化精益备件管理、工业站所“星级”建设八个专业作为专业保全的主要组成部分，协同运作和推进。

1. 皮带专项改善：制定皮带改善阶段性实施计划，一阶段从单点维修扩展到输送系统整体效率优化；二阶段覆盖皮带全生命周期有效管控；三阶段建立标准化体系。经实施，皮带落料显著减少，皮带清扫时间缩短约10%，同时皮带设备现场环境得到有效改善。

2. 检修现场标准化建设：制定详尽的检修作业标准手册，深度落实“三不见天、三不落地”的检修备件管理方式，严抓“线路两平两直”“三条线”“活完地净”现场管理，落实外协检修单位准入、培训、考核和现场稽查机制，实现检修现场人、机、料、法、环的标准化运作<sup>[4]</sup>，打造安全检修、高效检修、环保检修、节约检修。

3. 全优润滑管理：通过油品统一化、加油定量化、周期合理化、责任明确化、记录规范化等“五化”措施，构建了完整的润滑管理体系，实现“吨钢油品消耗统计→油品检测→油种合并→可视化改善”闭环。

4. 故障分析管理：通过结构化方法追溯设计、制造、运行、维护全链条失效机理，最终形成预防再发措施的技术管理过程<sup>[5]</sup>。建立健全故障数据库，运用精益分析工具，识别共性问题和重复故障，追究问题根因，针对性修订点检标准、润滑规范、维修规程，有效降低故障复发率。

5. 设备功能精度管理：建立关键设备（如轧机、连铸机等）功能精度标准库，定义关键精度参数及其允许范围。定人、定检验标准、定期检测，关注各精度控制项目检测数据，提前发现劣化趋势，即时恢复，保障产品质量和设备性能，全厂关键生产设备精度保持率维持在90%以上，主作业线设备故障率降低22.84%，设备作业率提升7.51%。

6. 四大标准体系完善：全面梳理、完善维修技术标准、点检标准、润滑标准、维修作业标准，依照“三者、三现”的原则，开展标准与现场执行一致性验证，为设备运维提供统一、规范、易操作的准则，减少经验依赖。

7. 工业站所“星级”建设：制定工业站所安全、环保、规范、整洁、可视化、运行指标评定标准，对站所进行标准化打造和维持、升级，逐项验收评定，实现各生产单位星级评定良性竞争，全覆盖实现工业站所标准化建设733个。

8. 数字化精益备件管理：打造“6S标准化+数字化”备件管理模式，覆盖143个全优机旁备件库，对备件严格执行定位、定容、定量、定人，实现目视化管理；同步依托钉钉平台开发备件智能扫码信息化系统（见图2），为每件备件赋予唯一身份标识（二维码），实

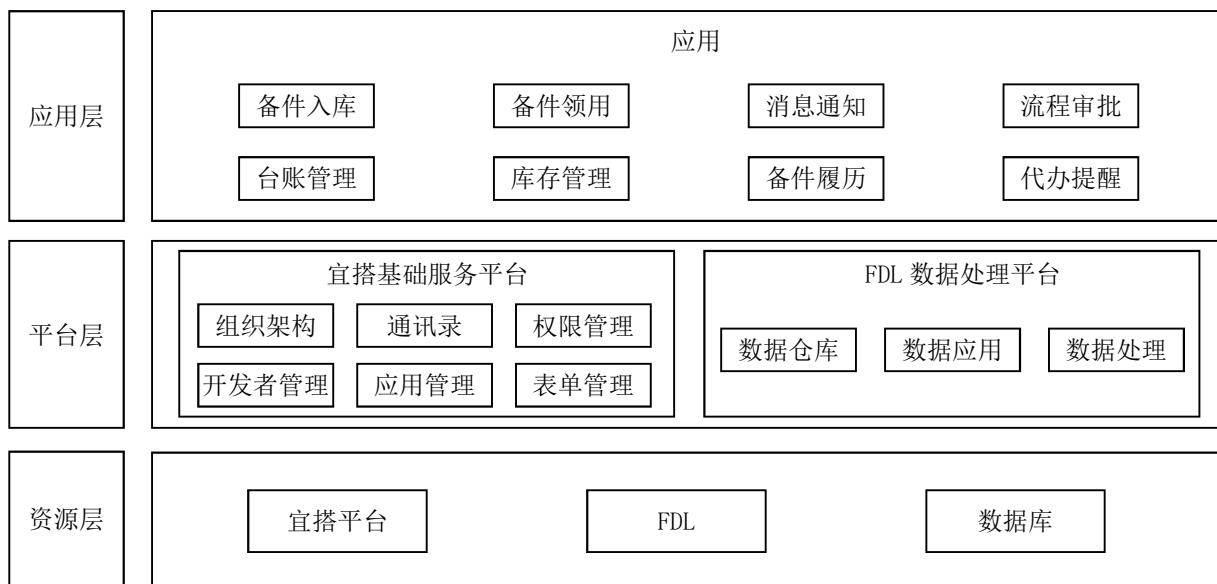


图 2 备件智能扫码信息化系统

现从入库、存储、领用、退库到报废的全流程数字化跟踪与管控。实现备件寻找时间缩短 65%，紧急领用响应速度提升 40%，备件库存金额下降 26.94%。

全员自主保全和八大专业保全的深度融合，共同构成了精益 TPM 体系基本盘。全员自主保全活动成果为专业保全专项改善提供信息输入，专业保全制定的各项标准和信息化技术应用，规范了全员自主保全的做法，为全员自主保全活动提供了便利条件。两者深度融合后总结、转型提升，为企业关键性决策提供依据。

### 3 管理成效的综合评估与价值分析

广西钢铁精益 TPM 管理体系的实施成效显著，体现在硬性指标改善与软性能力提升两个维度，并促进了管理模式的深层次转型。

#### 3.1 绩效指标显著提升

1. 主作业线设备故障率降低：降幅 22.84%。
2. 设备作业率提升：增幅 7.51%。
3. 备维修成本进一步降低：降幅 2.08%。
4. 库存效率提高：备件库存金额下降 26.94%。

#### 3.2 管理软实力与模式转型

1. 紧密结合钢铁生产流程及传统管理现状，渐进式引进并形成一套具有本企业特色的精益 TPM 体系基本盘，为企业设备管理现代化、数智化转型奠定了良性基础。

2. TPM 活动激发了基层创新活力，涌现出一批实用性强、效益显著的创新成果，形成全员发现问题、解决问题、根治问题的优良文化。

### 4 结束语

广西钢铁以自主保全与专业保全深度融合为核心的精益 TPM 管理体系构建与实践，是应对新时代钢铁行业设备管理挑战的一次有效探索。全员自主保全和专业保全的深度融合，共同构成了具有本企业特色的精益 TPM 体系基本盘。通过系统性的自主保全阶段推进和专业保全八大专项建设，有效解决了设备故障高发、维护成本攀升、管理粗放等痛点，在设备效率、成本控制、管理水平、员工能力和企业文化等方面取得了显著的综合成效。其成功实践表明，设备管理从粗放式迈向精益化，为公司有效解决了设备管理过程中的痛点、难点问题，深刻揭示了 TPM 本土化的重要性和严谨性，为传统钢铁行业设备管理现代化转型升级，提供了可借鉴的实践经验。

#### 参考文献：

- [1] 中岛清一,著. 全员生产维护 TPM 入门 [M]. 王瑞珠,译. 北京:机械工业出版社,2018.
- [2] 李葆文.TPM 活动推行实务 [M]. 北京:机械工业出版社,2019.
- [3] 徐明强. 精益生产之 TPM 实战指南 [J]. 中国机械工程, 2021,32(10):120-125.
- [4] 张孝桐. 设备点检管理手册(第二版) [M]. 北京:冶金工业出版社,2020.
- [5] 高复先. 设备故障诊断与可靠性维修 [M]. 北京:化学工业出版社,2021.