

# TPM 管理在军工科研院所中的实践探索

张丹丹

(中国航发北京航空材料研究院, 北京 100095)

**摘要:** B所设备种类多且数量庞大, 随着科研生产任务的增加, 设备故障率攀升, 维修费用居高不下, 高频次故障停机已经影响了科研生产任务特别是型号研制和保障交付任务。TPM是一项科学的设备管理方法, 本文以TPM设备管理“九步法”为基础, 以设备全员生产维护体系架构为支撑, 以设备全生命周期管理业务管理流程, 重点围绕人员管理、体系管理、现场管理、指标管理等4个方面提升, 构建具有B所特色的全员生产维护体系, 实现了设备故障率、故障停机时间、维修费用显著下降, 切实提高设备综合效率, 确保设备运行状态良好, 满足研究所快速发展和任务激增的迫切需求, 达到了TPM推进预期目标。

**关键词:** 科研院所; TPM; 设备管理; 体系建设

**中图分类号:** G311      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1671-0711(2024)05(下)-0018-04

## 1 引言

军工科研院所主要开展基础研究、应用研究、工程化研究、型号技术攻关、关键件研制与小批量试制生产。

在当前国际国内激烈的竞争形势下, 军工科研院所研制材料需要做到周期短、指标高、价格低, 才能在市场竞争中具备核心能力并保持显著的竞争优势。B所为军工科

※ 特点: 需占用施工场地, 且只能垂直方向移动, 移动过程需确保各提升点同步。

### 6.7 整体顶升法

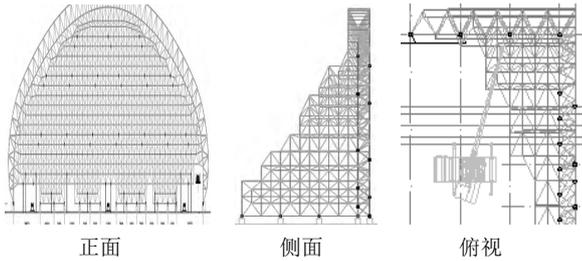


图5 安装示意图

是指网格结构在地面拼装成整体, 然后用千斤顶顶升就位安装。适用于支点较少的各种空间网格结构。

特点: 与整体提升法类似, 需占用施工场地, 且只能垂直方向移动, 移动过程的同步性较整体提升法要求高, 一般需设置导向措施, 避免顶升过程发生偏移。

结合上述各安装方法的特点及昆钢项目现场实际情况——跨度大, 中间有皮带机和堆取料机, 且不能影响生产, 施工场地不能大面积占用料场堆放。因此, 经过各方讨论和研究, 最终锁定高空散装法和分条分块安装法, 考虑结构刚性问题和过程安装精度调整, 选定高空散装法作为首选, 且结合实际情况进行调整, 取消拼装架搭设, 以减少工作量和场地占用, 全程高处作业通过安全过程管控确保风险可控。

为了确保整体施工安全顺利实施, 结合全封闭要求, 本项目最终采用山墙分块安装起步、高空散装分层推进的施工方法, 见图5安装示意图。山墙起步对整体稳定性起到了一个关键性的作用, 同时保证了每个安装步骤的安装精度, 分层散装推进确保安装过程中的结构刚度。

## 7 综合效果

(1) 通过山墙分块安装起步 + 高空散装分层推进的施工方法, 安全顺利地完成了此次昆钢项目中3个料场封闭的改造建设任务。

(2) 封闭式环保料场, 杜绝了物料输送、贮存过程中的无组织扬尘, 满足超低排标准的环保要求。

(3) 通过整体的外观设计, 实现整个昆钢安宁基地厂容厂貌的提升, 为打造花园式绿色工厂创造条件, 见图6。



图6 料场俯瞰图

(4) 通过合理的选型和布局设计, 充分利用了原有预留地块, 最大程度地保证了料场贮存量, 为整个昆钢安宁基地的生产提供了保障。

(5) 实现二期设备的无人化、自动化堆取作业(C型料场和混匀B型料场), 减少人员投入, 提高了劳动效率。

### 参考文献:

[1] 中华人民共和国生态环境部办公厅环办大气函[2018]242号《钢铁企业超低排放改造工作方案》(征求意见稿).  
[2] 张毅, 李刚. 钢铁企业环保型料场贮存方式的特点及比较[J]. 宝钢技术. 2015(06).  
[3] 陶卫平. 宝钢环保封闭料场选型及特点分析[J]. 环境与发展. 2018(04).  
[4] 傅强, 胡振宇. 大跨度空间结构选型探析[J]. 住宅科技. 2014(08).  
[5] GB5077-2010, 空间网格结构技术规程[S]. 北京: 中国建筑工业出版社. 2010.

院所的非金属材料研究所，主要从事隐身材料、涂料等特种功能性材料的研制与生产，所生产的产品为小批量且多品种，并已广泛应用于发动机、航空、电子、舰船、兵器等多个领域。“一代材料，一代装备”，随着隐身材料技术不断创新突破及生产任务的不断增加，近几年，加快了相关核心专业的能力建设，补充短板强化能力。B所材料研制与生产相关的设备类别及数量不断攀升。

B所现有设备约1000台(套)，其中A类设备35台(套)，B类设备215台(套)，设备管理表现为设备种类多、老旧设备多、非标准设备多、设备自主维护难度大、人员自主维护能力参差不齐、设备故障多、维修费用高等问题，对基层条件保障主管的设备管理工作提出了极大要求。

## 2 研究意义

TPM是Total Productive Maintenance的缩写，中文名为全员生产维护，最早由一位美国制造人员提出，20世纪60年代，日本将其引入维修领域，是一种科学的设备管理工具。它是以提高设备综合效率为目标、以全系统的预防维修为过程、以全体人员参与为基础的设备保养和维修管理体系。其“全员”思想体现在设备管理全过程，涉及领导、一般管理人员、一线全体员工。通过全员参与，并以团队工作的方式创建优良的设备管理体系；通过全员参与五小创新、合理化建议评比等员工改善活动，调动全员工作积极性，提高设备的利用率；构建故障快速响应机制，降低故障停机时间，全面提高生产系统的运作效率，保证生产计划的高效执行，有效地降低企业制造成本。通过提升人员能力、改善现场管理水平、完善设备管理体系、管控设备运行指标，达到增强设备管理水平的目标。

过去几年，B所设备故障的维修往往可以通过点检或日常的保养、二级保养、专业维护等渠道发现或提前解决。B所存在人员能力参差不齐、设备管理没有一套系统的管理体系支撑等问题，比较容易出现因设备故障影响生产任务交付的问题。因此，亟需加快构建一套完整的条件保障管理体系，通过引入TPM设备管理模式，构建一套适合军工科研院所的TPM设备管理评价体系，降低设备故障率，提高设备管理效率。从而进一步实现以保持设备持续有效运行，保障科研生产任务准时交付的管理目标。

## 3 TPM体系建设的做法

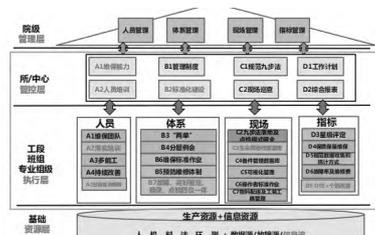


图1 院设备全员生产维护体系架构

B所以保障研究所科研生产任务特别是型号研制和保障交付任务为重点，以TPM设备管理“九步法”为基础，以本院设备全员生产维护体系架构(图1)为支撑，重点

围绕人员管理、体系管理、现场管理、指标管理等4个方面提升，切实提高设备综合效率，确保设备运行状态良好，满足研究所快速发展和任务激增的迫切需求。

### 3.1 人员管理

B所成立了研究所级全员生产维护推进团队推行体系建设，组建所级、中心级/部级、班组级/工段级推进团队19个，构建了设备全员生产维护人员金字塔架构。截止目前，A类和B类设备累计240余台均已纳入TPM管理工作中。成立了以主管所领导为组长，以质量主管、技安主管、条保主管、计量员、电工、班组长为成员的服务保障维保团队，研究所目前拥有厂房7个，总建筑面积约为1.3万m<sup>2</sup>，维保团队负责厂房及设备的监督及服务保障。人员培训方面，优化所级分级分类培训矩阵，加大培训力度及针对性，做到“三好”和“四会”，涵盖院级、所级、班组级，培训内容包含点检、保养点检作业指导书编修、维保标准作业指导书、操作者标准作业指导书、5S管理、设备综合效率OEE、管理制度与程序文件、设备使用等培训。多能工培养方面，以AEOS生产制造管理体系建设为载体，借助SQCDP绩效管理看板，构建多能工培养与激励机制，提高一线员工技能水平，特别注重TPM推进团队一线人员设备维护保养与自主维修能力的培养。员工改善提案方面，依托合理化建议、改善快报、五小等多种方式，累计形成改善提案104项。

### 3.2 体系管理



图2 条件保障管理X矩阵

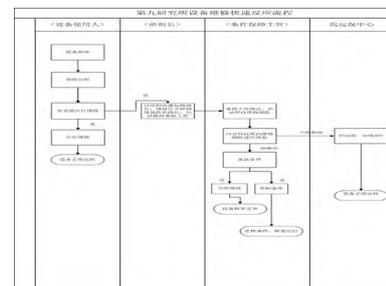


图3 设备故障维修快速反应机制

结合院AEOS生产制造管理体系，围绕设备全生命周期管理业务流程，从人员、标准、现场、指标4个管理维度，制定研究所年度TPM管理推进工作计划，累计四大指标18项分指标，各项计划落实责任到班组，具体到人，

并按节点输出交付物。持续完善推进团队职责，主管领导牵头，现场监督检查及服务保障团队各自履职。两单管理方面，全面系统梳理设备维护各级各类人员能力、职责、结构，梳理各级人员设备管理“履职清单”和“检查清单”，各级管理者根据年度计划及岗位职责，制定管理 X 矩阵（图 2）。分层例会方面，严格执行分层例会标准作业，研究所目前执行三级例会制度（所级、部级、班组级），将 TPM 管理相关内容纳入分层例会、管理者标准作业、日常巡视卡，面向管理过程，坚持问题导向，通过日常巡视及各级例会发现问题，持续改进提升。策划改善专项标准化流程，提高管理成效落地，对关键重要设备开展保养点检作业指导书编修，指导书融合设备基本参数、设备运行指标、班组 OPL 点滴教育要点、“四位一体”符合性分析、点检要素及部位、设备外观及原理机构，提炼于说明书、设备作业指导书、点检表，操作更加直观，点检更加便捷，便于沉淀传承。预防维修体制方面，建立设备典型故障维修数据库，构建设备维修快速响应机制（图 3），保障设备自主维护实效，依托信息化管理工具“一站式服务”“一战修”服务手机 APP 平台，实现维保流程上线，加快线上各流程响应速度，缩短维修周期，提高设备维保效率。

### 3.3 现场管理

TPM“九步法”落地方面，按照成立团队、设备清扫、设备维修与改善、设备可视化、建立设备档案、设备日常维护、设备备件管理、设备运行状态跟踪、持续改进累计 9 个步骤，形成适合研究所自有设备管理特点的规范标准化步骤。严格按照巡视机制，各级管理者依託管理者标准作业及日常巡视卡，班组长日检查，监督检查及服务保障团队周检查，实现场所全覆盖，问题通过 SQCDP 问题看板、一起查 APP、周报、月报等形式反馈，达到持续改进的目的。备件管理数据库方面，完善设备备件及易损易耗件清单和报警表，定期盘库，制定采购计划，缩短采购周期，确保备件充足完好，根据设备故障数据分析，重点加强环保类设备的备件管理。建立设备档案（一设备一档案），重点涵盖设备使用说明书、设备作业指导书等，形成电子化档案。建立维保标准作业、典型故障维修标准作业、操作者标准作业、可视化标准作业，特别是操作者标准作业，为科研生产一线操作人员明确了具体的操作内容，立足岗位、有章可循，使设备操作规程更具可行性，管理要求更加规范，便于执行和检查，能够更好地服务科研生产任务。

### 3.4 指标管理

依託指标考核牵引管理提升，设备星级评定方面，严格按照设备“九步法”推进程度及效果，根据星级动态考核评价标准每月进行考核评定。考核情况通过月报、电子文档平台等形式公示，调动全员积极性，巩固了设备管理改进的推进成果。优化设备运行数据，为数字化决策奠定基础，基于本院《设备运行数据统计共享表》，实时动态更新所级设备管理十大数据库，设备基本信息库、设备分

类数据库、设备负荷平衡和效率提升数据库、设备六源分析数据库、设备运行指标库、TPM 星级数据库、设备运行数据库、设备故障数据库、设备维保数据库、电子文档安全管理平台档案管理数据库；每月定量分析月度设备综合报表，设备星级、保养计划完成率、现场检查问题闭环完成率、设备利用率、A 类设备故障停机率、平均故障维修时间（MTTR）、平均故障间隔时间（MTBF）、设备故障及维修费用等数据，并将数据反馈主管领导及各班组，进行全所通报，形成持续改进机制。

## 4 TPM 体系推进成效

B 所通过对人员管理、体系管理、现场管理、指标管理等 4 个维度提升，构建出了具有 B 所特色的全员生产维护体系。提高了一线员工技能水平，增强了设备自主维护保养能力；构建了设备维修快速响应机制，缩短了维修周期，提高了设备维保效率；同时，促进了现场管理制度的落地，使管理要求更加规范，员工能立足岗位、有章可循；确保了设备运行状态良好，有效满足研究所快速发展和任务激增的迫切需求，达到了 TPM 推进预期目标。全年设备故障次数 127 次，较往年降低 33.8%；降低了设备维修费用，重点设备维修次数及费用大幅降低，同比往年维修费用减少 14.07 万元，特别是在研究所型号科研生产任务大幅增长的前提下首年实现了维修费下降；A 类设备故障停机率保持在 1% 以下，A 类设备平均故障维修时间（MTTR）维持在 2h 以内，系统单元内设备综合效率提升 15%，3 项指标优于本院要求的管理指标，且设备综合报表考核评价院内排名前三。

## 5 结语

TPM 管理是一种对企事业单位进行全方位改善的专业管理模式，能切实提高企事业单位管理水平。随着 TPM 管理运用的趋势不断扩大，越来越多的科研院所也开始引入这种管理模式，并在降低设备故障率、降低维修成本、提高设备综合效率等方面取得显著的效果。实践证明，将 TPM 管理理念应用到 B 所设备管理体系中同样可以取得很好的建设成效。但是，我们也要意识到，TPM 管理模式是持续不断改进的，科研院所必需结合自身实际、自身特点，变动地、长久地坚持 TPM 管理活动；同时，广泛借鉴国内外企业 TPM 管理上的先进做法与经验，在实践应用中不断总结经验，坚持以人员、现场、体系、指标管理为核心，不断提升航空科研院所设备管理水平，进一步保障科研生产任务特别是型号研制和保障交付任务，从而为促进我国航空事业高质量发展作出贡献。

### 参考文献：

- [1] 夏禹.TPM 在设备维护管理中的作用和应用分析[J].中国设备工程,2023(6):20-22.
- [2] 杨斌.TPM 推进在 A 所的实践探索[J].中国设备工程,2020(5):3.DOI:CNKI:SUN:SBGL.0.2020-05-093.
- [3] 缪宏博,刘琪.科研院所设备管理体系构建与实践研究[J].中国设备工程,2021(20):67-68.



# 浅谈基于工业自动化设备 全过程生命周期的管理与维护

惠海钊

(西安康明斯发动机有限公司, 陕西 西安 710018)

**摘要:** 随着德国工业 4.0 与“中国制造 2025”规划的提出以及大规模工业革命技术的实施,我国传统制造方法已逐步被淘汰,为满足高效智能化的生产力,各行业纷纷加速智能化工厂道路的建设。现代工业自动化设备正迅速朝智能化、系统化及技术密集化方向发展,为保障工业自动化设备能够持续稳定有效的运行,各行业职能团队需不断丰富和深化工业自动化设备全过程生命周期管理内容。为此,本文初步构思了工业自动化设备全过程生命周期中制度和管理等方面体系的建立以及对管理制度落实过程中出现的问题进行系统性分析,同步提出针对性的改善方案和创新措施。

**关键词:** TPM; PM; 设备; 全过程生命周期管理

**中图分类号:** TH7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0711(2024)05(下)-0021-03

对于大多数制造类企业而言,设备既是企业资产组成的重要部分,同时也是保证企业产品质量和生产效率的决定性因素之一,因此加强设备全过程生命周期的管理工作迫在眉睫。设备全过程生命周期的管理是一项琐碎而又复杂的综合性工作,其日常工作内容往往不能进行直接量化或不能够得到直观表现,是一个漫长而又循序渐进的过程,设备状态由劣到良是由量变到质变的过程。

目前,大部分制造类企业的设备管理水平仍旧停滞于初级阶段,或因短时间内订单增加而超负荷运行,维修人员无法执行设备预防性维护;或因操作人员误操作甚至野蛮操作,导致设备出现功能性故障;或因设备日常 TPM 点检工作未有效实施,导致设备预测性维护工作无量化输入等原因,造成设备劣化、故障频发且无规律可循的现象,此时设备维修管理人员日工作量仅能表现在持续“救火”状态,如此恶性循环下去,设备运营能力势必下降,最终将导致生产效率降低、产品质量低下的萧条状态。

## 1 设备管理体系的初步搭建

### 1.1 设备档案资料的系统化管理

设备原始档案资料包括但不限于一些出厂原始文件、初始参数设置、维护保养、操作手册等。该项工作旨在为日后设备正常营运、维护保养提供技术等不同层面的支持,各企业可根据不同类型设备建立《设备档案资料收集检查清单》,以便于企业后期设备原始档案资料的收集核对。

设备营运过程中档案资料包括但不限于日常 PM 保养实施记录、设备大修改造、设备 TPM 点检、精度检测及标定记录、设备重大故障原因分析、设备台账、设备盘点报告、技能培训课件等过程性记录文件。设备营运过程中形成的有效文件需规定保管期限,以便于开展后期设备故障查询等具体工作。

企业可根据实际运营情况制定相关《档案资料管理制度》,以支撑设备档案资料的日常使用及保管工作。对于设备档案资料,需明确规定其借阅及修改制度,以确保档案资料的一致准确性;电子版资料可备份至移动硬盘,确保资料的可恢复性;对于档案资料存放位置及使用用途也需作出明确规定,并及时更新档案资料清单,以此确保档案资料的可追溯性。

### 1.2 设备及配件清单的标准化化管理

作为设备管理部门,需针对企业各类型设备建立一个完整的台账,内容需包含设备基础信息及设备保管责任部门,如有条件可具体至责任人,同时资产编号及资产分类可根据企业相关制度进行编号与分类。设备台账准确、全面的建立有助于设备后期营运过程中精细化管理工作的开展。

配件清单可分为机械配件与电气配件,亦可分为标准件与非标准件,设备前期调试运行过程中,设备管理人员可初步根据其对设备自动运行影响重要程度、采购周期、估价等划分等级,确定最小库存量,并对重要等级较高的配件进行初步采购。配件估价、最小库存量及重要程度等级的合理性有助于为设备管理部门提交下一年度维修预算费用提供一定的数据支持。后期设备运行过程中,设备管理团队可根据配件更换频次对需定期采购的常备物资进行识别,已完成识别的常备物资清单可提交至采购部门进行定期采购,以避免重复繁琐性工作的持续。

### 1.3 设备 TPM 与 PM 工作的筹备

设备 TPM 点检工作可分为操作人员与维修人员点检。设备维修人员需针对视、听、味、触、嗅等感官制定点检动作与点检标准,按照点检难易程度、点检频次等分别制定操作人员与维修人员点检表。在设备运行开班前,相关人员需针对点检项目进行逐一点检,设备管理团队

※ [4] 聂学家. 国有企业设备管理存在的问题及 TPM 管理方法 [J]. 哈尔滨轴承, 2020, v.41; No.160(01):39-42.

[5] 林业柱. 全员生产维修 (TPM) 在设备管理中的应用 [J]. 科技资讯 2012, No.315(30):132.