

基于PDCA循环的烟机设备搬迁管理模式探索与实践

常 勇, 朱坚娟, 杨锦涛, 邢 丽, 刘颖伟

红塔烟草(集团)有限责任公司, 云南 玉溪

收稿日期: 2022年8月26日; 录用日期: 2022年9月6日; 发布日期: 2022年9月19日

摘 要

传统设备搬迁模式存在搬迁周期长, 搬迁后设备性能不稳定, 影响车间生产能力等问题。本文结合烟机设备搬迁项目, 运用PDCA循环方法, 通过对工厂以往的搬迁流程进行调查分析, 制定设备搬迁计划, 优化设备搬迁流程, 改进设备调试维护方法, 实现搬迁效率和搬迁质量的提升, 最终形成一个科学性、系统性、实施性强、适用性广的大型设备搬迁管理模式。

关键词

PDCA循环, 设备搬迁, 管理模式

Exploration and Practice of Cigarette Machine Equipments Relocation Management Mode Based on PDCA Cycle

Yong Chang, Jianjuan Zhu, Jintao Yang, Li Xing, Yingwei Liu

Hongta Group Co., Ltd., Yuxi Yunnan

Received: Aug. 26th, 2022; accepted: Sep. 6th, 2022; published: Sep. 19th, 2022

Abstract

The traditional equipment relocation mode has some problems, such as long relocation cycle, unstable equipment performance after relocation, affecting workshop production capacity and so on.

文章引用: 常勇, 朱坚娟, 杨锦涛, 邢丽, 刘颖伟. 基于 PDCA 循环的烟机设备搬迁管理模式探索与实践[J]. 管理科学与工程, 2022, 11(3): 356-364. DOI: 10.12677/mse.2022.113043

Combined with the relocation project of cigarette machine equipment, using the PDCA cycle method, through the investigation and analysis of the previous relocation process in the factory, this paper formulates the equipment relocation plan, optimizes the equipment relocation process, improves the equipment testing and maintenance methods, realizes the improvement of relocation efficiency and relocation quality, and finally forms an equipment relocation management mode that is scientific, systematic, practical and wide applicability.

Keywords

PDCA Cycle Method, Equipment Relocation, Management Mode

Copyright © 2022 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

玉溪卷烟厂于 2018 年启动就地技改项目, 将柔性制造、智能制造、移动互联网和传统卷烟生产深度融合, 打造中式卷烟工厂新标杆。技改项目要求将卷包一车间 20 多台卷包设备全部进行搬迁, 涉及软、硬包设备, 中、细支设备共 9 种机型, 机型众多、规格各异、结构复杂。

然而, 如何对细支高速设备进行搬迁尚缺乏经验, 而设备厂家意大利 GD 公司受到欧洲疫情的严重冲击, 无法派遣工程师到达, 技术支援被切断。此外, 工厂生产任务重, 生产压力大, 如果对每套卷包机组搬迁周期不加以控制, 其余机组需要每天加班加点生产才能完成产量目标。因此工厂提出了在 5 天内搬迁并调试完成一台套设备的要求, 设备的搬迁工作不仅要进度快, 而且要效果好, 保证设备“落地即形成产能”。

面对产能和搬迁两重压力下的严峻挑战, 车间决定组织团队对卷包机组搬迁工作开展项目攻关, 提前做好搬迁的全盘布局, 完善流程、确保安全、助力生产[1]。有效运用人力、机具、物料及外在资源进行实际作业与预定进度控管, 对环境条件变化做出适时调整, 使搬迁工程能如期完工, 可节省成本和增加利润[2]。这就要求建立起一个科学系统的设备搬迁管理模式, 指导搬迁工作专业化、团队化、精益化, 促进搬迁效率和搬迁质量的提升[3]。

2. PDCA 循环理论

PDCA 循环是由美国质量管理专家戴明提出来的, 所以又称为“戴明环”。PDCA 循环是一个能使任何一项活动有效进行的一种合乎逻辑的工作程序, 不仅在质量管理中得到了广泛的应用, 也适用于一切循序渐进的管理工作。PDCA 循环具有标准化、程序化和科学化的特点, 基于发现问题并解决问题的过程, 有助于管理质量的持续提升。P (plan) 计划, 这一阶段的主要任务是通过现状调查进行分析、评价, 找出存在的主要问题, 分析问题的主要原因及影响因素, 确定目标以及制定计划; D (do) 执行, 就是计划的具体运作, 使计划中的内容得以实现; C (check) 检查, 检查执行的情况和效果, 是否达到预期的目标和效果, 最终找出问题; A (action) 处理, 根据检查的结果采取措施, 成功的经验予以标准化, 制定作业指导书, 总结失败的教训, 引起重现, 对于没有解决的问题, 应提交给下一个 PDCA 循环中去解决。

PDCA 循环有以下几个特点: 1) 四个阶段必须形成闭环管理, 缺一不可; 2) 是一个大循环套小循环的有机逻辑组合体; 3) 整个过程是一个循环往复的过程, 整体要实现阶梯式上升的持续改进。

3. 建立基于 PDCA 循环的设备搬迁管理模式

3.1. 计划阶段

3.1.1. 搬迁流程调查

设备的搬迁主要分为准备、拆卸、搬运、安装、调试五个主要流程[4]。项目组通过对以往的设备拆卸流程和安装流程进行调查,发现拆卸与安装的步骤不合理,采取顺序串行流程作业的方式,前一项工作完成后下一项工作才开始,如图 1 所示。卷接、包装、电气、辅助四个专业组各自为阵,相互之间缺乏分工与合作,工作效率低,存在大量的等待浪费,耗时过长。

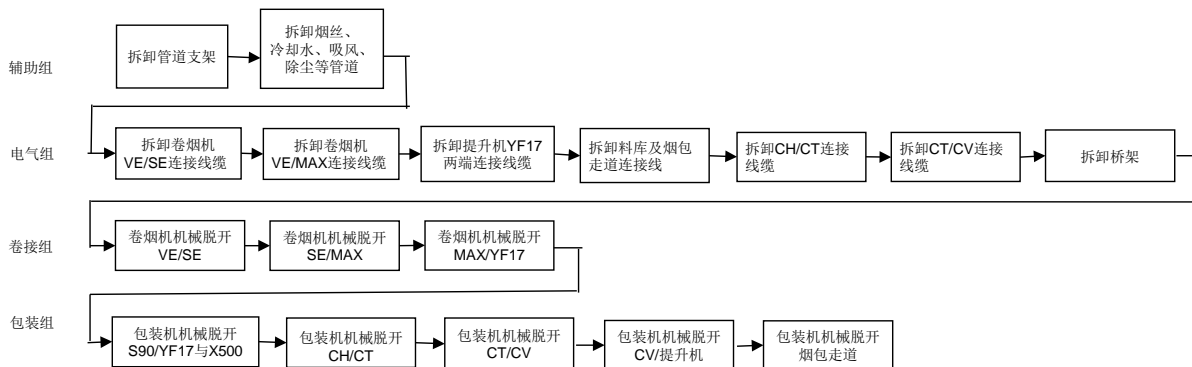


Figure 1. Chart of equipment disassembly flow (before improvement)

图 1. 设备拆卸流程图(改善前)

对历史数据中设备调试阶段遇到的问题进行归纳,总结出大量的调试故障都是原机故障,而非在搬迁过程中引入的故障。由于仅在搬迁前进行简单的清洁保养,设备原生故障往往遗留到调试中一并处理,造成了调试过程中故障多、故障集中且难以识别;另一方面,搬迁组人员对于设备在跟班生产中出现的故障了解不充分,故障出现时往往要从源头查起,既费时又费力,造成设备调试时间过长、产品废品率高、更换易损件多的问题,因此设备性能并未得到彻底提升。

3.1.2. 原因分析

1) 信息传递阻塞。传统的设备搬迁模式下项目的信息流存在严重的阻滞现象,信息流传递以层级为基础,呈现纵向传递形态,在搬迁主体业务、物资保障业务、生产协同业务等方面均存在信息传递性壁垒,信息传递层级过多导致沟通成本增加和信息内容失真,进而造成大量不必要的等待浪费,拖长项目周期,延缓项目实施进度。

2) 团队协作障碍。传统的设备搬迁模式下各个业务组之间形成相对独立的专业化团队,整个项目过程中各块业务单线推进,难以形成一个有机的整体,无论是在物资调配还是在进度衔接方面,均难于形成合力,在一些交叉作业过程中缺乏统一的调度指挥。

3) 责任缺失。传统的设备搬迁模式下各业务组在职能职责划分上存在界限模糊的情况,对于岗位配备任由自己发挥,对于如何发挥职能也缺乏正确的认识。其次,搬迁人员的岗位职责不明确,部分工作出现“一岗多人”,部分业务则出现真空,发生问题时出现各业务组之间和员工之间相互推诿责任现象,最后导致整体流程受阻,搬迁效率低下。

4) 设备预防性维护缺乏。传统的设备搬迁模式缺乏专业系统的设备运行及零部件情况摸底,仅仅依托日常巡点检及操作工的反馈对设备展开排查,对设备的整体情况掌握不详细、不充分,设备调试过程中往往表现为“头痛医头、脚痛医脚”的现象,无法从源头上对设备顽疾、痼疾进行根治,再加上设备

搬迁过程中设备拆装、位移震动等对设备造成的不良影响，使得搬迁后的设备往往很难达到搬迁前的运行水平。

因此，传统设备搬迁模式造成三大问题：一是设备搬迁周期长，每台套设备搬迁需要 15~20 个工作日；二是搬迁后设备性能不稳定，导致搬迁后设备生产效率较低；三是搬迁过程中对车间生产工作产生影响，降低车间生产保障能力。

3.1.3. 项目计划制定

大型设备搬迁是一个以串行业务为主、并行业务为辅的流程化作业，这就要求前后子业务之间衔接紧密，若某一项子业务出现问题，将影响后续所有业务的推进速度。因此，有必要对项目进行整体的统一规划部署，保证各子业务间有效衔接，形成项目进度提前量预警制度，当上一子任务进度达到 80% 时，下一子任务做好进场准备。本次设备搬迁总体目标计划工期 60 天，要求安全事故为 0，设备安装精度一次性达标，设备调试两周内完成最终验收。

项目组首先制定搬迁工作手册，作为纲领性文件对项目实施进行宏观控制，其次对搬迁总计划进行分解，制定搬迁项目实施计划(如图 2)，最后将项目细化为可操作的任务，明确开工、完工的时间并绘制甘特图。对于初始计划的工期主要是依据经项目范围、难易程度、资源支持、传统经验等进行估计，实际运行过程中将进行动态监测与调整。梳理每一项任务之间的逻辑关系，通过绘制项目网络图直观地反映出各项任务之间的先后顺序，以便对每一项目阶段的进度控制。每一阶段的工作完成后，由项目组组长统筹管理层人员及执行层骨干进行阶段性工作总结，并对各方案进行优化。

3.2. 实施阶段

3.2.1. 组织保障

项目实施组织架构由决策层、管理层和执行层三个层级组成。决策层与管理层共同制定搬迁项目的统筹计划；管理层与执行层共同商议各专业领域内的具体实施方案，并做好流程及方案优化工作；执行层是项目的具体执行单元，保证项目按照所制定的方案安全高效的落地。执行层划分为卷接设备组、包装设备组、电气设备组、辅助设备组、物料保障组和生产协调组。卷接、包装、电气、辅助四个专业作业组负责整个搬迁业务的具体实施工作；物料保障组负责后勤保障工作，主要负责搬迁用具、安全防护用具、零件备件等物资的保障；生产协调组负责生产与搬迁工作的准确衔接，在确保安全高效完成搬迁任务的同时，优质高效地完成工厂下达的生产任务。

建立矩阵式项目管理组织结构，一方面实现垂直化职能管理矩阵，便于人力资源的分配以及内外部资源的整合与协调；另一方面，以业务需求为导向，通过跨专业合作建立横向业务管理矩阵，便于各个子任务的落地实施。每台/套设备搬迁前，项目组从卷接、包装、电气三个专业作业组抽调人员，明确责任人，组织机台操作工和跟班修理工完成设备搬迁前的摸底清查工作和搬迁后的设备调试、调试后追踪检查等工作。

3.2.2. 制度保障

设备搬迁不仅是设备在物理空间上的位移，而且存在着新技术耦合，需要有相应的管理制度与之配套。设备搬迁前项目组建立了一系列完整的制度体系，内容包括安全管理制度、人员培训制度、岗位考核制度、产品质量保障制度等，使每一项工作的开展都有章可循。同时，根据各专业组的作业特点制定详细的作业指导书，将制度管理贯穿于搬迁的每个流程中。设备搬迁过程中建立日报制度和会议沟通制，搬迁进度日报表内容包括该日搬迁项目及完成进度、各种材料及搬迁工具使用、搬迁重要事项等，填写完成后提交管理层审查；每一阶段的任务完成后，项目组定期组织召开工作总结会议，发现进度落后或

出现异常状况时提出讨论，改进并优化方案。搬迁结束后对取得的成果固化为标准化制度，深度完善管理体系。

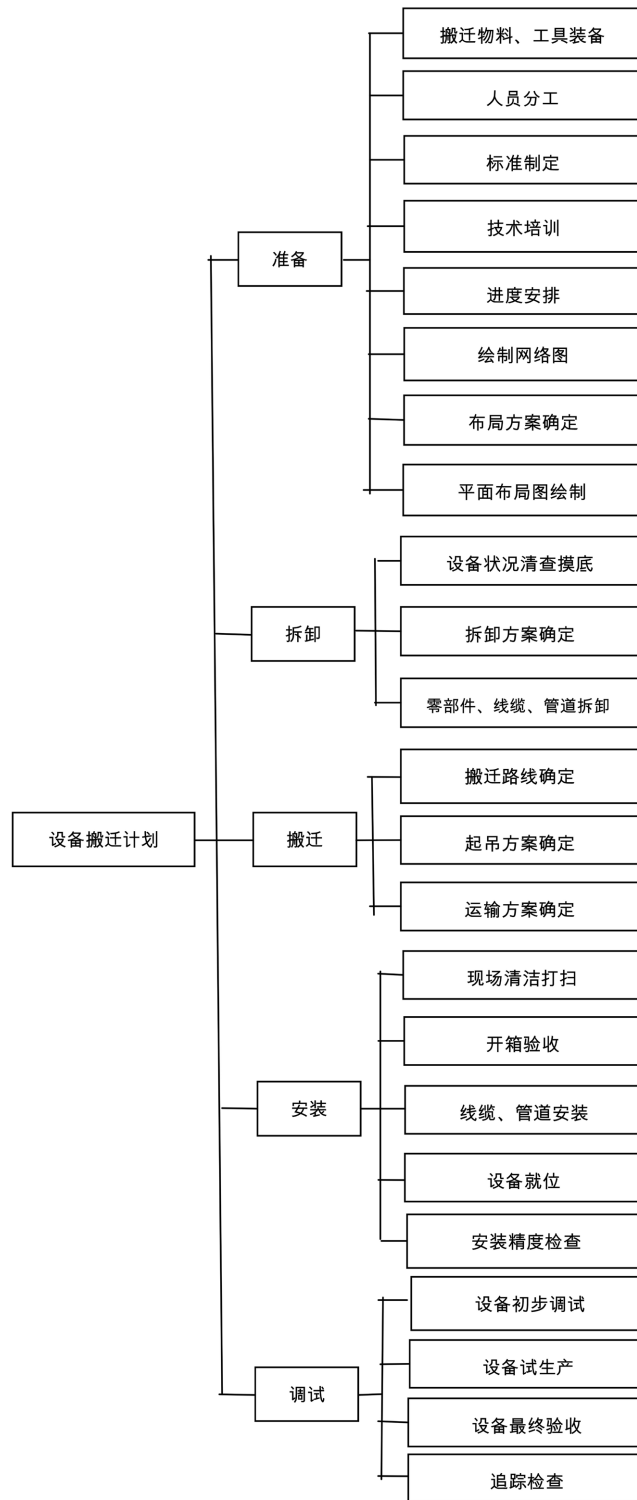


Figure 2. Plan of equipment relocation
图 2. 设备搬迁计划

3.2.3. 技术保障

设备供应商提供的资料中拥有一套系统化的设备搬迁专用工装手册，理论上可以全方位支持各个模块的设备搬迁工作。然而，本次设备搬迁工作实施时间紧迫，进度要求严格，无法按照供应商所提供的模块化搬迁方案进行推进。模块化搬迁方案要求将设备拆成多个独立单元，各个独立单元单独搬迁后，再进行拼装作业，整个方案所需要的时间较长，每台套设备大约需要 60~80 个工作日。项目组经过研究讨论，采用整体式与大模块化相结合的搬迁方案，对于拆装难度大，装配要求高的包装设备主机，采用整体式搬迁方案；对于拆装难度小，易于装配的设备，采用大模块化搬迁方案，在满足搬迁条件的前提下，尽量减少拆装作业。

针对搬迁方案实施中的困难，项目组研发出不少搬迁新工具，保证设备搬迁工作安全、有序、高效地进行。主要研发成果有：为解决 PROTOS2C 卷烟机接嘴机的安全搬迁设计了搬迁辅助支撑杆；为解决 GD121 细支卷烟机接嘴机与卷烟机的传动对接精度，设计研发传动对接工具；为解决卷烟机进烟鼓轮对位精度低，研发了进烟鼓轮对位工具。为解决大型设备搬运难题，设计研发了设备搬运气垫车；为解决车间门宽度太小，设计研发了设备转运平板车。

3.2.4. 人才保障

设备搬迁需要全面系统地掌握设备结构、机械原理等专业知识和技能，仅依靠日常修理中所积累的知识和经验不足以对设备进行深入的拆卸、安装和调试。项目组采取“干中学”的方式，在设备搬迁过程中学习，通过让员工参与流程中的实际工作项目，解决实际问题，提高搬迁人员的业务水平。项目组制定一系列搬迁作业指导书，明确作业要点，开展 OPL (One Point Lesson) 点滴教育，进行作业水平评测。对于调试过程中出现的设备故障，各专业组通过现场教学、现场演练的方式，分析隐藏原因并进行故障排除。每套设备搬迁后项目组及时召开故障处理案例总结会进行互相交流学习，车间员工利用自主开发的共享知识库系统，分类汇总设备资料、维修案例、故障库、标准培训资料等，实现了将成堆的机械图纸和分散的资料，汇集到每一个修理工的手机平台上，提高搬迁人员的理论水平。

3.3. 检查阶段

3.3.1. 搬迁进度检查

设备搬迁进度控制是一个不断进行的动态控制过程，其目的是保证项目实施按进度计划进行。以 7 天为一周期，管理层组织相关人员对搬迁每一环节的执行情况进行检查，内容包括：步骤是否按时、操作是否符合作业要求、物资是否出现损坏或丢失、现场是否符合管理规范、安装精度与调试结果是否达标等，将实际进度与进度计划进行比较，检查各作业项目实施是否有超前或滞后现象，分析进度偏差产生的原因并寻求最佳解决方案。由于项目工期十分紧张，项目组对各项重点搬迁工作使用倒排工期的方法进行控制，尤其是在分阶段工程即将结束时进一步明确工作内容和截止日期，确保各项工作按时完成。

3.3.2. 设备零件检查评估

开展设备零件检查评估，针对设备关键零部件从实际状况、新旧程度、工作负荷、维修保养等方面进行风险评估，纳并且入设备技术管理范畴，从而最大化的降低设备突发故障给生产造成的影响。搬迁开始对设备进行模块、区域划分，根据设备技术标准、故障停机信息以及废品剔除信息，对每一模块制定相应的《技术标准评估检查清单》并逐项进行检查，针对设备关键功能点进行评估，将设备零件性能指标量化，根据区域评分值采取不同的维保方法。将备件分为易损件、关键件、标准件，制定备件更换清单，查找达到使用寿命或严重影响设备效率的零部件，执行备件更换和保养任务。

3.4. 处理阶段

本次搬迁工作的设备数量众多、搬运距离相对较远、作业规模繁杂、搬运时限严格，为保证设备搬迁工作安全顺利进行，有必要对搬迁过程进行标准化。在设备搬迁的过程中，项目组建立起 SOPS (standard operating procedures)设备搬标准化作业体系，将效果良好的文件的形式格式化、制度化，并作为常态化推行。

3.4.1. 拆装作业标准化

项目组根据相关技术手册以及历史搬迁经验制定了设备搬迁拆卸部件与安装精度的标准化作业流程，该标准涵盖各专业、各模块拆装的详细作业流程、工具、方法、要求及图示。作业过程中要求操作人员严格按照标准进行作业，并设置专业人员进行检查监督，保证设备拆装的效率及正确性。

3.4.2. 人员配备标准化

人员安排是强化项目管理的有力措施，对指定位置安排指定的人进行作业，可以提升搬迁的专业化及搬迁效率。各作业区、各班组根据人员数量及技能掌握情况制定人员配备标准化制度，规范工作流程，明确岗位职责与考核标准，并将考核评分纳入绩效管理中，考核结果与薪酬激励挂钩。人员配备标准化彻底解决了传统搬迁模式下员工工资“吃大锅饭”的现象，充分调动员工的积极性与主动性。

3.4.3. 现场零件摆放标准化

为防止设备零件乱放，项目小组对现场零件进行了标准化摆放。零件摆放按照体积大中小、功能分类的原则进行摆放，大件、小件分别集中，大件要求摆放整齐、有序，中小件根据零件盒的规格大小分类摆放，并用不同颜色的标签标识功能分类。现场按照 5S 规范管理，确保物流的顺畅和传输的高效率。

3.4.4. 搬迁工具配置标准化

在设备的搬迁过程中，工具管理是重要一环。项目组从数量、尺寸以及使用频率对修理作业区的工具进行调查统计，并按照使用频率进行排序，形成标准的搬迁工具配置表，防止在工具不齐全的情况下进行作业。在搬迁过程中，为防止找工具产生时间的浪费，实行工具统一定置摆放，提升搬迁效率。

4. 实施结果

4.1. 搬迁流程优化

搬迁工程重点要解决的是进度问题，搬迁流程的优化是加快项目进度的关键。卷接、包装、电气、辅助四个专业组采取并行作业的方式，统筹各模块的工作流程，合理规划拆装步骤。拆卸流程由改善前 17 个(图 1)减少到改善后 5 个(图 3)，相应地，安装流程由改善前 22 个减少到改善后 9 个，拆装流程总长度由原来的 39 个(17 拆 + 22 装)减少到现在的 14 个(5 拆 + 9 装)，最终所有设备完成搬迁耗时 57 天，实现安全零事故。

4.2. 设备效率大幅提升

本次搬迁不是低水平的重复，更重要的是在原有设备效率的基础上优化提升。项目组收集了搬迁前后三个月(共 125 个工作日) 6 台卷包设备的每日平均台时数据(总产量/设备运行时间)，以此来检验改善前后设备效率有无提升。建立假设检验，利用 SPSS 软件得出分析结果，如表 1，最终结论是改善后设备效率有显著提升($p < 0.05$)。

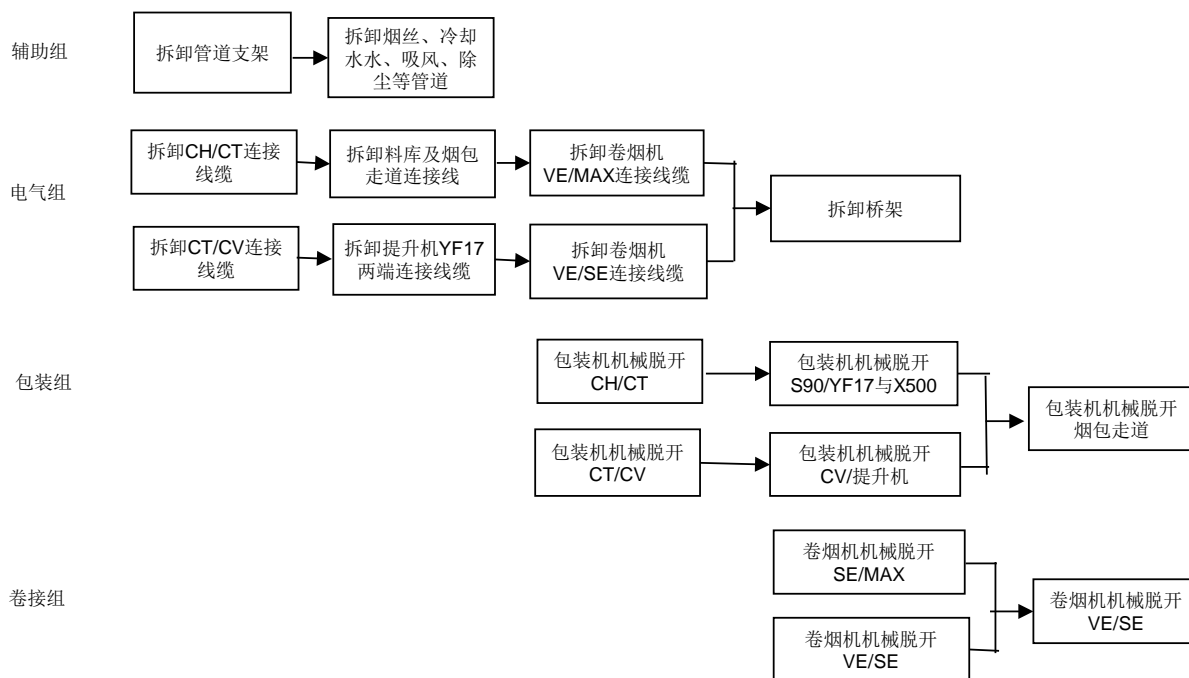


Figure 3. Chart of equipment disassembly flow (after improvement)

图 3. 设备拆卸流程图(改善后)

Table 1. Mannwhitney U test analysis result table

表 1. Mannwhitney U 检验分析结果表

变量名	变量值	样本量	中位数	标准差	统计量	p 值(双尾)	中位数值差值	Cohen's d 值
	改善前	62	9.855	0.761				
日平均台时	改善后	63	10.73	0.605	850.5	0.000***	0.875	1.123
	合计	125	10.32	0.786				

注：***、**、*分别代表 1%、5%、10%的显著性水平。

5. 小结

1) 管理模式创新。关于大型设备搬迁的研究较少，以往设备搬迁工作主要依靠老员工的经验，缺乏一个科学、系统的管理模式，本次烟机设备以提高搬迁效率、搬迁质量为目标，整体模式运行效果卓越，有利于提高搬迁团队的协调性以及搬迁人员的主观能动性。同时，搬迁过程最大化的减少对车间生产保障能力的影响，作业团队的专业化为生产工作提供了有力支撑，该管理模式普遍适用于大型设备搬迁项目，可推广至工厂内卷包、制丝、嘴棒、复烤等多个车间，也可推广至行业内外其他工厂，实现科学、高效的设备搬迁。

2) 优化“一机一档”设备信息化管理台账。依托 MES 系统建立一机一档维修台账，将设备巡点检、换件、保养、抢修、改造等记录收集录入数据库，并对设备零部件进行生命周期管理，从而系统全面的掌握每台设备的运行状态，使得设备搬迁后能够快速完成调试工作，实现了“落地即形成产能”。另一方面，在电气线路排布上，由于各台设备之间差异，通过“一机一档”信息化管理，实现线路排布归档，在未来的设备搬迁过程中，通过设备档案查询，可以实现不定向人员的高效拆装与调试。

参考文献

- [1] 陈四贵. 项目管理[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2004: 178.
- [2] 廖国桢. 工程搬迁管理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012: 45-50.
- [3] 许琳. 卷烟企业易地搬迁项目进度管理模式研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.
- [4] 王文继. VWPT LT1 设备搬迁项目进度管理研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东理工大学, 2016.