

基于涂装车间能源系统模型建设的探索

路启鲁, 李建华, 崔晓旭
(中国重汽济宁商用车公司, 山东 济宁 272000)

摘要: 为降低车身部涂装车间能源消耗, 减少能源浪费, 通过对能源种类识别、能源标准化建设、节能工作的开展以及能源消耗预测模型的建设, 实现能源标准化与精细化的高效率运行, 对驾驶室涂装车间能源系统模型化建设提供了一定的借鉴意义。

关键词: 涂装车间; 能源; 系统模型; 节能

中图分类号: TQ639 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-9548(2024)06-0052-03

Exploration of Energy System Model Construction Based on Painting Workshop

LU Qi-lu, LI Jian-hua, CUI Xiao-xu
(SINOTRUK Jining Commercial Vehicle Co., Ltd., Jining 272000, Shandong, China)

Abstract: In order to reduce the energy consumption of the painting workshop of the car body department and reduce the waste of energy, through the identification of energy types, the construction of energy standardization, the development of energy-saving work and the construction of energy consumption prediction model, the high-efficiency operation of energy standardization and refinement has been realized, which provides a certain reference for the modeling of the energy system of the cab painting workshop.

Key words: painting workshop; energy; system model; energy conservation

0 引言

我国既是能源生产大国,也是能源消费大国,能源利用率相对较低,由此引起的环境污染和生态破坏问题比较严重。进入21世纪以来,我国的高速工业化和快速城镇化带来了能源消耗的迅猛增长,随着我国经济的持续发展和人民生活水平的不断提高,对能源消费的需求将越来越大,能源短缺或将成为制约经济发展的瓶颈。能源是国家与企业可持续发展的命脉,节能工作是保证国家能源安全的战略措施,是增强企业竞争力的有效途径,是保护环境的重要手段,是各单位经营管理中的重要组成部分。在当今快速多变、竞争日趋激烈的市场环境中,中国制造业面临着更多的来自低成本、短周期和高品质等方面的压力,如何降低制造成本成为公司重点关注的环节。

收稿日期: 2023-04-18

作者简介: 路启鲁(1990—),男,本科,工程师,主要从事商用车焊装、涂装设备及能源管理工作。E-mail: luqilul@163.com。

1 涂装能源种类及现状分析

车身涂装车间设计年产驾驶室5万台,为密闭式清洁车间,配备完善的送排风及空调系统。生产线包含了完整的电泳线、面漆喷涂线、中涂喷涂线、打磨、涂胶及PVC涂层系统,喷涂机器人、智能滑撬输送系统以及VOC废气处理系统。其数量众多的设备造成能源的大量消耗,能耗最多时可达公司总量的70%,属公司耗能大户,亦是能源管控的重点部门。

涂装车间使用能源种类有:电能、天然气、水、蒸气、压缩空气,用能种类多样,但其中电能和天然气为主要使用能源,例如2021年消耗电能约1 036万kW·h,消耗天然气约244万m³,是公司能源消耗大户,其节能管理的探索具有较高的研究价值。

以电能消耗来讲,涂装电源消耗与产量及生产时长呈正相关性,单纯对比能耗数量无法得到一个更为直观的判定,能源消耗量呈递增模式,原因为生产产品数量逐年递增,并非是能源利用率降低,能源管理效果无法直接判定,因此在日常能源管控中引入单车能耗

(亦称为能源绩效参数)的概念,单车能耗=用能量/驾驶室生产数量,用于对比分析,判定能源管理的效果。经过近几年能源管理标准化和体系化建设的推进,单车能耗得到有效控制,呈逐年下降趋势。但能源下降空间已逐渐缩小,管理难度加大,急需采取新思路、新方法另辟蹊径,获得能源管理的新突破,进一步降低涂装车间的能源消耗。

2 能源系统模型建设

2.1 能源管理标准化推进

要实现能源管理在加工部正常运行,让参与员工清晰明确地使用管理工具,必须将能源管理形成标准化管理,确定能源管理总抓手的管理地位,形成符合车间实际现场的管理手段。能源管理标准化就是把能源体系的建立、运行、控制形成明确的标准运行管理模式。能源管理的5个步骤为:评审现场找出能源控制点、通过升级完成节能管理、根据用能要求制定用能制度、通过监控分析查找异常情况、针对异常进一步管控升级。可以看出能源管理有着一套完善的提升规则,将能源管理标准化与PDCA进行结合,形成了能源管理的标准步骤。

根据能源体系建设要求和《能源管理体系要求及使用指南》标准,结合车身部能源管理实际情况,进一步完善管理控制文件。根据自身能源使用情况,科学设计符合现场的管理、使用文件,包括《车身部能源监视、测量规定》《车身部经济运行管理规定》《车身部能耗统计分析表》《车身部天然气记录表》《车身部现场分部能源年度统计表》等统计分析用文件,通过完善文件,使能源统计、过程分析更加有效,只有分析出用能状况才能进一步干预能源使用,才能让能源管理真正落到实处。出台能源管理使用规定11项,包含《车身部电泳槽设备关闭规章》《车身部电泳烘干炉关闭管控规章》《车身部电泳烘干炉开启管控规章》《车身部喷涂烘干炉关闭管控规章》《车身部喷涂生产CC站暖风的使用管理》等。标准化的推进与施行对制造车间能源管理来说意义重大,从理论性很强的体系建设成为了模块式工作。节能意识在车间广泛传播,节能从最开始的“项目才是节能、花大钱才是节能”逐渐转变为“节能无大小、随时随地都节能”的巨大转变。一线员工清楚自己所处岗位中的重点用能处、高耗能设备,在生产过程中主动琢磨,想法设法节能。

2.2 节能工作开展

能源管理标准化后对现场生产设备操作方式带来了翻天覆地的变化,这些变化使得现场能源使用效率更高,也实现了能源的节省。以下为节能工作开展的经典案例。

2.2.1 驾驶室喷涂节能

以车身部涂装车间为例,驾驶室喷涂洁净间为恒温工作环境,冬季气温低于20℃时,需要开启天然气暖风空调提升工作环境温度,天然气消耗量巨大。而通过驾驶室喷涂数量与CC站工作时间的统计,发现CC站有70%的时间是处于非生产状态。通过验证,当CC站不开启暖风空调时,对BC站的温度以及最后的喷涂效果并没有任何影响。最终形成《喷涂CC站暖风使用管理方案》,并编制了《车身部喷涂生产CC站暖风的使用管理》,其中明确要求,当CC站不工作时,暖风设备不再开启,当需要CC站启动时,提前15min开启供暖设备以保证升温。另外根据订单需要,还有小色种的油漆进行喷涂,所谓小色种就是生产量较少、无法使用机器人油漆供应系统进行喷涂的颜色种类,只能依靠人工进行喷涂,人工喷涂一台驾驶室需要20~30min,而机器人喷涂只需要6min,通过对现场设备进行改造,将一套独立的小型供漆系统直连到机器人供漆系统,这样当再进行小色种喷涂时就可以利用这套额外的系统进行工作,把人工喷涂转移到机器人进行,大大提升了小色种油漆的喷涂节拍,从20min降到6min,从而实现能源的节省。

2.2.2 喷淋槽变频节能改造

车身部涂装车间拥有完整的电泳工艺,其中电泳线共有16个反应槽,完成驾驶室的脱脂、磷化、电泳等工艺,设备一直以安装时设定的模式进行运转。随着全员节能意识的深入,员工发现其中有6个喷淋槽(洪流水洗、预脱脂、一次水洗、三次水洗、一次纯水、一次超滤)其运行模式分为喷淋和非喷淋两种状态,非喷淋状态时,对管路压力要求低,只要能满足循环水过滤的作用就可以,因此可以通过安装变频器在非喷淋状态降频运行来实现节能。将工频运行模式改为多段速运行模式:1)喷淋状态下,各项数据不作改变;2)非喷淋状态下,改造前50Hz运行(电流29.7A),变频改造后35Hz运行(电流11.4A)。

6个喷淋槽循环电机总功率100.5kW,分为18.5kW和15kW电机,经过综合计算,节能降幅32%,平均单车降低电能2.7kW·h。截至11月底,涂装产量4.2万辆,节约费用7.94万元,改造共投入5个变频器,费用1.78万元,节能费用远超投入费用,效益可观。

2.3 能源预测模型建设

根据GB/T 23331—2020《能源管理体系要求及使用指南》中“归一化”概念,考虑变量因素对数据对比的影响,对数据实施修正,以便在同等条件下比较能源绩效。以电能研究为例,目前以年度总体作为数据分析条件,具有相同的外部条件,满足“归一化”概念,可以根

据本年度单车能耗预测下一年度总体能源消耗量,但由于涂装驾驶室产量差异、季节气温等变量因素,导致能源利用率、开启设备数量有所差异,各月度平均单车消耗量并非一成不变,无法精确预测到月度消耗量,对能源的日常管控产生了极大的困扰。

通过收集各月涂装驾驶室产量及能源消耗数据,绘制散点图,得到对应线性关系,从而得出涂装车间能源消耗预测方程: $y=0.004 1x^2+120.97x+339 093, R^2=0.98$ 。

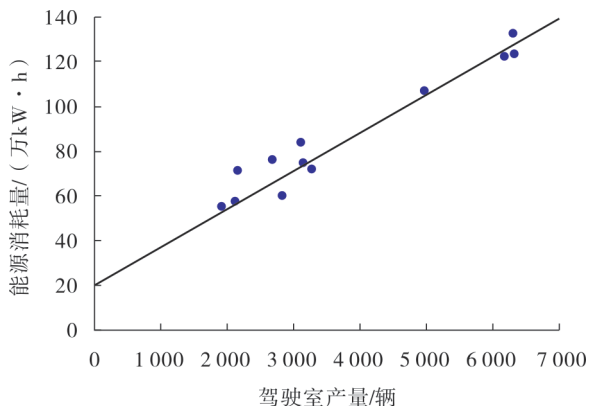


图1 涂装车间能源消耗模型

如图1所示,当产量 $x=0$ 时, y 值为月度基础能源消耗,原因为涂装车间存在部分24h运转设备(如电泳漆循环电机、超滤喷淋电机、液压站等),来保证电泳

漆料、面漆漆料的正常性能。

在外部条件不变的情况下,通过此方程可以预测出各月度能源消耗量,作为能源成本测算和能源目标管理的依据,精准化预算,形成“目标明确、管理准确”的能耗管控方式,通过管理运行,2022年度1~10月份平均单车电能消耗264 kW·h,单车降低能耗9 kW·h/辆(2021年同期平均单车电能消耗273 kW·h),同比降低3.3%。

3 结语

综上所述,通过能源管理系统化模型建设的探索与推进,实现了驾驶室涂装能源标准化与高效化运行,将能源管理融入业务过程,精细化的能源管理配合精益化生产,产生了巨大的节能效益,为企业提供了更加强大的竞争力,同时减少了与能源相关的温室气体的排放,为减缓气候变化的总体目标作出了贡献。

基于建设涂装能源管理模型的管理模式具有较高的推广价值,对于汽车生产制造企业来讲,完全适用于冲压、焊接、总装等生产制造车间,管理人员通过模型公式提前预测能源消耗量,形成“目标明确+管控精准”的精细化管理模式,可以及时准确地发现能源异常消耗问题及下一步能源绩效改进方向,进一步提高效能,杜绝浪费,最终实现能源成本的有效控制,在提升能源管理水平的时候,逐步降低企业的能耗用量。◆

(上接第13页)对颜料进行重金属含量检测,从而使失效起因的探测度由5分改善至2分,措施优先级(AP)改善为低(L),并且在规定的计划时间内完成了措施的实施。

表7 DFMEA改进措施示例

项目	内容
预防措施	选择重金属含量合格的颜料
探测措施	按GB 24409检测重金属含量
负责人	张XX
目标完成时间	2022-4-10
状态	已完成
采取基于证据的措施	对颜料进行重金属含量检测
实际完成时间	2023-4-10
严重度(S)	9
频度(O)	3
探测度(D)	2
措施优先级(AP)	L

2.7 结果文件化

结果文件化的目的是总结和交流FMEA活动的

结果,形成DFMEA报告,并做出持续改进的承诺。DFMEA报告可以作为涂料公司内部交流或者与主机厂、原材料供应商之间的沟通使用,通过DFMEA报告可以满足此项目各个利益相关方的需求,并确保DFMEA分析的具体细节内容作为涂料公司的内部知识产权而被保护,DFMEA报告在格式方面并没有统一的要求,可以根据本公司具体情况而定。但是在报告中需要明确失效的技术风险,将其纳入到开发计划中,并视为项目关键节点之一。

3 结语

通过FMEA的应用,可以在涂料配方设计前期对潜在的失效进行分析,减少和预防产品开发过程中的变差,保证产品按照客户的要求进行及时和准确的开发。DFMEA作为汽车涂料产品设计开发的核心工具,需要在产品开发和应用过程中根据实际情况进行不断地更新和完善,才能发挥良好的作用,本文仅是汽车涂料产品DFMEA应用的一个简单案例,该方法可以推广和应用于其他涂料产品的开发过程中,以提高工作效率。◆