

讨论与建议

工业工程与能源审计在家具制造业的应用

洪志刚^{1,2}, 吴智慧¹

(1. 南京林业大学, 江苏南京 210037; 2. 四川农业大学, 四川雅安 625014)

摘要: 工业工程(IE)和能源审计,是提升我国家具制造工业化水平的两种方法。本文阐述 IE 和能源审计的定义,分析两种方法在家具制造业中的应用技术及现状,并用实例分析了 IE 技术在家具企业能源审计中的应用。IE 可为家具制造业的能源审计提供技术、数据和知识系统支撑,为我国家具制造工业化提供新的平台。

关键词: 工业工程(IE); 能源审计; 家具制造

中图分类号: TS6

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2010)05-0032-04

Application of Industrial Engineering & Energy Audit in the Furniture Industry

HONG Zhi-gang^{1,2}, WU Zhi-hui¹

(1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

2. Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, Sichuan, China)

Abstract: Industrial engineering & energy audit are two commonly-used methods that can improve the industrialization of Chinese furniture manufacturing. The authors described the definition of industrial engineering and energy audit. They also illustrated the techniques, application, and current status of the two methods. They proposed that industrial engineering could play an import role in offering baseline data and a knowledge system for an energy audit, improve industrialization and competitiveness of Chinese furniture manufacturing.

Key words: industrial engineering; energy audit; furniture manufacturing

1 工业工程及其在家具制造中的应用

1.1 工业工程的定义及内涵

工业工程(Industry Engineering, IE)是19世纪初,随着机械化生产的兴起,在管理科学的基础上发展起来的,对人员、物料、设备、能源和信息所组成的集成系统,进行研究设计、改进和实施的学科^[1]。家具制造业应用 IE 的核心目标是降低生产成本和提高生产效率。

1) IE 意识:是 IE 有效分析思考问题的方式。家具制造中常见的 IE 意识有:成本意识、效率意识、问题和改革意识、工作简化意识、整体意识和以人为本的意识。

2) IE 的常见职能:包括三类。

① 固定职能:方法研究、工作测定、工厂规划设计与实施、生产管理组织设计与分析、工作制度设计、基础信息管理与控制、工资单价核定和质量保证;② 特设职能:项目管理、成本控制、库存控制、物流控制和产品改进;③ 延伸职能:库存计划、培训计划和利润计划等制定工作。

家具制造中涉及的 IE 职能有:工作测定、生产管理组织设计与分析、工资单价核定与质量保证、物流控制和产品改进,要求家具企业的 IE 运行人员具有成本意识、工作简化意识、整体意识。生产管理组织设计反映家具企业制造模式的完善情况,涉及效率意识、整体意识和成本意识;工资单价核定与质量保证从基础上优化生产计划,注重成本意识;物流控制职能用于家具企业制造物流方式调整和工艺卡设计,需具有整体意识。

收稿日期:2009-10-21; 修改日期:2010-07-30

作者简介:洪志刚(1977—),男,四川农业大学讲师,南京林业大学博士。

通讯作者:吴智慧,男,南京林业大学教授。

1.2 家具制造业应用IE面临的问题

1) IE运行基础不牢靠。国内大多数家具制造企业采用传统的生产经营方式,管理粗放,工业化水平低下。笔者筛选7家四川板式家具制造企业(年产值最大达15亿元人民币,最小1000万元人民币)进行了问卷调查,结果列于表1。大部分企业认为制造过程物流紊乱、产品零部件的通用化程度低、员工没有“6S”(Seiri整理、Seiton整顿、Seiso清扫、Seiketsu清洁、Shitsuke素养、Security安全)生产意识,是影响企业产能的主要因素。

表1 影响家具企业产能的主要因素

Tab.1 Major factors affecting furniture manufacturing capacity

选项	企业数量/家
家具制造过程中物流紊乱	4
设备不配套	2
员工缺乏6S意识	4
员工技术水平低	0
产品工艺结构设计不合理	0
产品通用化程度低	4

2) 运行IE的研究对象多,普适度低。家具制造业的产品种类多,零件和设备类型多,工艺流程优化方式复杂,产品市场周期短,生产专业化程度低,生产过程插单现象普遍。

3) 缺乏专业人员。家具企业的生产组长、车间主任等基层生产管理人员的学历层次低,大多未经专业系统培训,经验论在家具管理中占主导地位。

1.3 IE在家具制造中的适用技术

IE的方法研究是运用各种分析技术,对作业方法进行分析、设计和改进,寻求最佳的作业方法,并使之标准化的一系列活动。IE适用方法有工序分析、作业分析和动作分析三个层次。

1) 工序分析:范围涉及整个生产过程及工艺流程。家具企业可应用P-Q(Product-Quantity,品种-批量)分析、流程分析、相关分析、搬运路线分析等手段,梳理、规范整个生产过程。工序分析的具体内容包括:工厂规范、车间布置和物流系统设计。家具企业在IE工序分析之前,可用“6S”和“ISO 9000质量管理体系”的质量认证培训,强化工业化生产意识和基础。工序分析对大部分家具企业适用。

2) 作业分析:主要利用操作过程分析、人机配合分析、作业场地布置分析等手段,规范作业过程。作业分析强调作业程序、操作方法和作业环境的改进。作业分析比工序分析法更注重细节,适用专业化生产

程度高、工业化基础扎实的家具制造企业。板式家具制造企业在应用作业分析法上有一定优势。运行作业分析的企业,可以考虑前期进行产品的标准化和产品零部件尺寸的成组处理,简化产品制造流程和工、装、夹、模、刀具的种类。

3) 动作分析:主要利用动作要素分析法、摄像分析法以及动作经济原则,对工人的操作动作进行研究和改进。据分析结果改进零件加工方式,简化工人操作动作,提高加工效率。动作分析法适用于制造工艺较稳定的家具企业。

2 能源审计及其在家具制造中的应用

2.1 能源审计的定义及内涵

能源审计(energy audit)是依据国家有关节能法规和标准,对企业和其他用能单位的能源利用情况,进行检验、核查和分析评价^[2]。其主要内容是按照审计类别的不同,对用能单位的能源使用效率、能耗水平和能源利用经济效益,进行客观考察,并提出节能改造措施。

能源审计需要根据企业规模和工艺流程,对能源利用流程的四个环节(购入、转换、分配、使用)和八个方面(能源、技术工艺、设备、管理、过程控制、员工、产品、废弃能),进行全面分析。

能源审计常有三种类型:初步能源审计、全面能源审计、专项能源审计^[3]。

1) 初步能源审计:是通过对现场和历史资料的了解,对能源使用情况做一般性调查,包括对主要用能设备、节能措施和管理漏洞的梳理了解等基本工作,分析初步统计数据。

2) 全面能源审计:是对用能系统深入全面的分析评价,具有全面的计量数据,必要时对用能设备进行测试,提出技改节能方案,并对方案进行经济、技术、环境评价。

3) 专项能源审计:专门针对家具制造的某一方面或某一环节进行能源审计。如计算企业单位产值制造综合能耗(在统计报告期内,企业综合能耗与净产值之比),分析家具制造工序、产品造型等因素对能耗的影响。

2.2 家具企业运用能源审计面临的问题

1) 能源审计工作在家具企业管理学术研究中的定位缺失。

家具制造属于轻工业产业,生产能源消耗占生产成本的比重相对较低,目前尚未见家具企业能源审计

的相关研究报道。能源审计对家具制造领域产能核定的意义,大于其用能成本控制的作用,能源审计在家具制造中的应用目的不确定。家具制造业是劳动力密集型产业,设备种类多,产品工艺路线多,专项能源审计的意义不显著,能源审计在家具制造中的应用方式亦不明确。

2) 家具制造领域目前缺乏企业综合能耗和可比单位产品综合能耗的定额或标准。

家具企业很多产品零部件或配套产品采用的是外包加工方式,产品种类繁多,单位产品综合能耗难以确定。家具行业缺乏能耗定额,无家具制造能源审计的过往案例。

3) 能源审计在家具制造业的应用范围尚不明确。

家具是审美功能与实用功能并重的产品,家具制造注重产品设计附加值,产品只有在市场上成功销售,才能体现能源消耗带来的价值。家具制造业的能源审计工作应该应用辨证思维,适度开展。

在笔者进行的问卷调查中(见表2),85.71%的家具企业对能源审计持积极态度,多数企业感兴趣的是节省电费、量化产能、产品绿色认证、优化结构和统一产品尺寸等内容。所有企业在产品市场流行和节能家具产品外观更新上,优选市场需求。因此,家具能源审计一定要辨证应用。

表2 家具企业能源审计需求
Tab. 2 Requirements for a furniture manufacturing energy audit

选项	企业数量/家
有必要进行能源审计	6
没必要,电费占生产成本不高	0
节省电费为目标	3
量化产能为目标	3
为产品绿色认证做准备	3
节能降耗,优化结构,统一零件加工尺寸	4

2.3 能源审计在家具制造中的主要内容

适应家具制造的能源审计内容主要有:

1) 企业用能概况分析:包括各种能源的使用和管理,生产工艺流程和耗能情况的分析。

2) 用能效率分析:是对主要用能设备或工艺系统,进行运行效率或消耗指标的计算分析,对运行效率特别低的主要用能设备或工艺系统进行检测,提出改进措施。

3) 其他:还可进行能源成本指标与能源利用效果的分析评价,完成企业能源和物料平衡分析。

3 IE技术在家具企业制造能源审计中的应用

D企业建于2006年,专业从事青少年板式卧室家具的生产,拥有员工85名,厂房面积逾2万m²,2008年产值1926万元。笔者以该企业2008年的单位产值制造综合能耗为例,研究分析IE技术在该企业能源审计中的应用。

1) 应用工序分析和流程分析技术,研究家具工艺流程,为能源审计提供研究基础。

通过工序分析,确定该企业“801系列”为其典型产品(图1),在工艺和产值上有代表性。产品主要基材为三聚氰胺浸渍纸贴面中密度纤维板,表面采用封闭色亮光油漆涂饰。产品的主要工艺分:开料、机加工、封边和涂饰四个加工模块(见表3)。



图1 某企业典型家具产品外观
Fig. 1 Appearance of a set of typical productions in the panel-furniture manufacturer

表3 某儿童青少年板式家具企业加工设备汇总
Tab. 3 Main manufacturing equipment at a panel-furniture manufacturer in Sichuan

工序	设备	数量/台
开料	精密裁板机	1
	精截圆锯机(推台锯)	3
封边	KDT360 直线直面封边机	1
钻孔	MZ73214A 双排木工钻床	1
	MZB73223 木工三排钻	1
	MZB73212 木工三排钻	1
铣型修边	MX526A 角度修边机	1
铣型、雕花	MX505 铣床机	2
砂光	MM252A 压带砂光机	1
	MM516A 宽带砂光机	1
模压	木工冷压机 YJ986-8	2
油漆	简易喷涂油漆房	2/间

通过流程跟踪,发现企业机加工车间采光条件较差,阴天和下午均需辅助照明;通风条件亦较差,夏天需要动力风扇辅助通风;企业规模较小,采用单体设备除尘和单体气泵给压;瓶颈工序为铣型工序,主要耗能设备为开料锯、排钻和铣床。

2) 运用操作过程分析和人机配合分析技术,研究产品结构、造型对单位产值制造综合能耗的影响。

企业单位产值制造综合能耗与家具造型、工艺等因素密切相关。笔者调研的 7 家四川板式家具企业,2008 年单位产值制造综合能耗为 0.0226~0.0538 t 标准煤/万元。表 4 列出 D 企业 2008 年各月的单位产值制造综合能耗。比较可见,D 企业的单位产值制造综合能耗值适度。

表 4 某板式家具企业 2008 年单位产值制造综合能耗

Tab. 4 Energy consumption value per unit output at a panel manufacturer in 2008

月份	产值/ 万元	电耗/ kW·h	能耗/ t 标准煤	单位产值制造综合能耗/ (t 标准煤/万元)
1	175	23 546	9.5126	0.0544
2	170	23 467	9.4807	0.0558
3	155	20 544	8.2996	0.0535
4	150	20 386	8.2358	0.0549
5	135	17 383	7.0228	0.0520
6	130	16 593	6.7035	0.0516
7	150	20 465	8.2677	0.0551
8	160	21 334	8.6188	0.0539
9	160	21 413	8.6508	0.0541
10	179	23 704	9.5765	0.0535
11	180	23 862	9.6403	0.0536
12	182	24 020	9.7042	0.0533

该企业 1~4 月的生产产值不是最高,但单位产值综合能耗偏高,由辅助照明、新产品量产、工艺调整等因素导致;5、6 月单位产值制造综合能耗最低,月生产总值亦最低,说明时值生产淡季,企业管理有序,工艺状态稳定;7 月时逢成都展会,生产量开始加大,车间管理初显不适应,家具制造能耗较高;8、9 月企业管理开始适应生产节奏,能耗降低;10~12 月为生产旺季,生产系统稳定,且不再需要动力降温,能耗随

着产值的稳定增高,反呈下降趋势。

“801 系列”是 D 企业主力产品,其“花型”在头屏装饰板中以点的形式出现,轮廓线采用 5 mm 的钻头端铣,分色涂饰后花型轮廓线易起毛边。应用人机配合分析技术进行工艺改进,将花瓣外轮廓线交接点调整为圆滑曲线,提高雕花效率,同时增强了花瓣造型作为点的形式灵动感^[4],使产品符合市场需求。1 月为“801 系列”等新产品上市,产值和单位产值制造综合能耗均高,至 12 月时企业产品结构和工艺完成微调,产值增加,单位产值综合能耗降低。

4 结语

IE 和能源审计是我国家具制造工业化水平提高的技术手段。IE 和能源审计在家具制造业中存在辩证关系,IE 为能源审计提供技术和审计基础,能源审计为 IE 应用提供研究新视角。利用 IE 技术展开家具制造能源审计研究,可为家具制造工业化研究提供新的平台。应用 IE 技术分析家具企业典型产品加工和物料情况,计算企业单位产值制造综合能耗,为家具企业优化制造模式、改进产品外观、优化工艺结构,提供重要依据。

参考文献:

[1] 申利明,刘培义,李光俊.工业工程在家具制造中的应用[J].家具,2004(5):13-16.
[2] GB/T 17166-1997,企业能源审计技术通则[S].
[3] 熊继海,席细平.能源审计应用探讨[J].江西能源,2008(2):9-13.
[4] 洪志刚.儿童家具色彩设计技术[J].包装工程,2010,31(2):22-24.

(责任编辑 向 琴)

展 讯

2011 第八届青岛国际家具展

“第八届青岛国际家具及木工机械展览会”(简称“青岛国际家具展”),将于 2011 年 4 月 19—22 日,在青岛国际会展中心举行。

青岛国际家具展是成功运作七届“中国国际家具及木工机械(北方)展览会”的升级,定位为“专注渠道,成就品牌”,在举办时间、展会名称和定位上做出调整的同时,更实现了四大方面的全面升级:

1) 展会形象升级。采用先进设计理念,营造强烈的视觉冲击力,制作一整套系列化展会宣传资料。

2) 宣传推广升级。在沿用平面媒体、网络媒体、展会宣传等传统方式外,将在全国家具产业各大生产

聚集地、流通集散地以及高速路口增加广告力度。

3) 展会服务升级。制定出从招展、招商、现场服务到展后跟踪的标准化服务操作流程,将以“一对一”模式,为企业提供全程服务。

4) 市场拓展升级。招商目标由原先以山东、河南、河北为主的基础上,扩大至北京、天津、东三省、江苏、安徽、山西、陕西、广东等产业集中区域;突出重点,实行“展中展”运作模式,开创六大展区:品牌家具展、实木家具展、木工机械展、精品家具材料及配件展、日韩家具展、设计 Zone。除青岛国际会展中心六大展馆,另辟三个户外临时馆,展会规模达 10 万 m²。

本刊讯