

基于层次分析法的服装产业智能制造影响因素

王若明¹, 魏明²

(1. 浙江工商职业技术学院 经管学院, 浙江 宁波 315012; 2. 浙江纺织服装职业技术学院 商学院, 浙江 宁波 315211)

摘要:通过实地调查、资料收集,运用层次分析法构建服装产业智能制造结构模型。指出创新能力、技术水平和组织管理等是影响服装产业智能制造转型升级的主要因素,且服装产业智能制造尚处于探索发展阶段,亟待产业内生创新和外部环境政策等合力推进,以有效提升产业整体绩效。

关键词:服装产业;智能制造;层次分析;影响因素

中图分类号:TS 103.33 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2019)01-0028-05

Research on Influential Factors of Intelligent Manufacturing in Garment Industry Based on AHP

WANG Ruoming¹, WEI Ming²

(1. School of Economics and Management, Zhejiang Business Technology Institute, Ningbo 315012, China; 2. Business School, Zhejiang Fashion Institute of Technology, Ningbo 315211, China)

Abstract: Based on the field investigation and data collection, an intelligent manufacturing structure model of apparel industry is constructed in this paper by using analytic hierarchy process (AHP). The results show that innovation ability, technological level and organizational management are the main factors affecting the transformation as well as upgrading of smart manufacturing in garment industry, and since smart manufacturing in garment industry is still in the exploratory stage of development, it is urgent to promote the combined efforts of endogenous innovation and external environmental policies to effectively improve the overall performance of the industry.

Key words: garment industry, intelligent manufacturing, AHP, influencing factors

中国服装产业是市场化程度较高、竞争充分、贴近消费者生活、对经济带动作用较大的产业之一,在提高人民生活品质、发展国民经济、促进社会文化等方面发挥着关键作用。当前中国经济步入新常态,制造业也处于转型升级的重要时期,服装产业又面临新的转折和挑战^[1-2]。在美、德相继出台工业互联网、工业4.0之后,中国发布了《中国制造2025》总体战略和行动纲领,在此背景下,如何从智能制造视角重构服装产业发展路径,成为影响新时期服装产业可持续发展的现实问题^[3]。但在走访调研中发现,一些政府和企业对服装智能制造主要因素认知不到位,存在误读和误解的现象,80%以上被调研企业将智能制造理解为企业自动化、信息化等基础建设,忽视智能制造的环境、人文、技

术、管理、创新能力等要素的影响力。鉴于此,文中通过大量、广泛的实地调研和文献研究,在理清服装企业智能制造总体架构的基础上,构建服装产业智能制造影响因素模型,采用层次分析法对各因素进行梳理分析,指出服装产业智能制造的关键要素和主要切入点,为推进服装产业智能化转型升级提供参考。

1 服装产业智能制造层次结构模型构建

1.1 样本说明

文中在查阅相关文献及学界研究成果的基础上,对服装产业智能制造的核心领域、实现路径进行归纳整理,从产业外部因素(硬件环境、软件人

收稿日期:2018-05-08; 修订日期:2018-06-28。

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金项目(16YJA790048);宁波市哲学社会科学院规划课题项目(G16-ZX26)。

作者简介:王若明(1961—),女,教授。主要研究方向为企业管理。Email:1600724836@qq.com

文、产出绩效)、内部因素(管理层、技术层)两条主线界定影响因素的研究范畴,形成调研问卷初稿。问卷设计了服装产业链智能制造基础环境、技术条件、管理要素、创新能力、人文支撑、成果绩效 6 方面的若干问题^[4],形成 5 级量表。2017 年 7—8 月间,课题组赴山东、广东、福建、江苏、浙江、上海等地,针对智能制造领域进行实地调研,采集主要企业智能制造实践模式,并对当地政府部门、服装企业、相关高校等发放调研问卷;2018 年 4—5 月间,又进行第 2 次补调研。2 次调研共发出问卷 500 份,收回 483 份,有效问卷 451 份,调查对象中服装企业占 41.27%,政府及行业协会占 25.40%,高校及其他占 33.33%。

1.2 结构模型

通过对前期研究文献的分析梳理,文中在参考龚炳铨^[5]构建的智能制造企业评价指标的基础上,结合调研中挖掘的服装产业智能制造生产方式、生产过程的技术和管理特点^[6],并征求企业运营者及专家的意见,形成了较完善的服装产业智能制造影响要素指标体系。最终采用层次分析(AHP)综合评价法,将服装产业智能制造的影响因素确定为目标层(Z),再对服装产业链智能制造关键点进行细化分析,将有关的各个因素按照不同属性设计了产业智能制造基础要素、技术要素、管理要素、创新能力要素、人文要素、绩效要素 6 个准则层指标(X)和 25 个子准则层指标(T)体系^[4,7]。服装产业智能制造层次结构模型如图 1 所示。

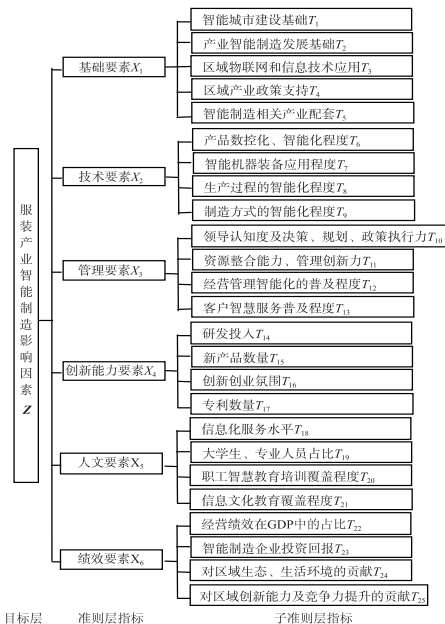


图 1 服装产业智能制造层次结构模型

Fig. 1 Intelligent manufacturing hierarchy model of garment industry

2 服装产业智能制造结构模型求解

2.1 调查评分

为了对模型中的各类决策指标变量进行重要性评价,采用的方法是问卷及走访调查。重要性比较取值根据 THOMAS S 等提出的用数字 1~9 及其倒数作为标度的层次分析法(AHP)判断,并逐一计算几何平均值^[8]。AHP 法 1~9 标度定义见表 1。

表 1 AHP 法 1~9 标度定义	
Tab. 1 1~9 scale definition of AHP method	
标 度	定 义
1	两个因素对某属性同样重要
3	一个因素较另一元素稍微重要
5	一个因素较另一元素明显重要
7	一个因素较另一元素重要得多
9	一个因素较另一元素极端重要
2,4,6,8	上述相邻判断的中间值
倒数	若因素 i 与因素 j 的重要性之比为 a_{ij} ,那么因素 j 对因素 i 的重要性之比为 $a_{ji} = 1/a_{ij}$

2.2 架构判断矩阵并进行一致性检验

建立判断矩阵是层次分析法的主要环节,其主要依据是各指标的相对重要程度。另外,由于客观上存在参与调查人员的人数、地域等限制,可能导致调查结果有一定的片面性,则需进行一致性检验,对调查结果进行核对,以确实保证数据有效。

首先,确定单层次权重,对每个成对比较矩阵计算最大特征(λ_{\max}) 及其对应的特征向量(W)。 λ_{\max} 和 W 的方根法计算步骤^[9]如下:①判断矩阵 A 的最大特征根为 λ_{\max} ,其相应的特征向量为 W ,判断矩阵第 1 行元素连乘积 $M_i = \prod_{j=1}^n b_{ij}, i = 1, 2 \cdots n$; ②计算 M_i 的 n 次方根 $\bar{W}_i = \sqrt[n]{M_i}$; ③对向量 $W = [\bar{W}_1, \bar{W}_2 \cdots \bar{W}_n]^T$ 归一化, $W_i = \bar{W}_i / \sum_{i=1}^n \bar{W}_i$, W 即为指标权重; ④计算判断矩阵的最大特征根 $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{W_i}$ 。

其次,利用一致性比率 $CR = CI/RI$,其中 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, RI 为平均一次致性指标(RI 值可参见文献[8])。若 $CR < 0.1$,则检验通过,特征向量即为权向量,确定的权重有效。各层次判断矩阵及权重计算结果见表 2~表 8。

表 2 Z-X 判断矩阵和因素权重
Tab.2 Z-X judgment matrix and factor weight

Z	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	W(权重)
X ₁	1	1/5	1/2	1/7	3/2	4	0.080 4
X ₂	5	1	3	1/3	5	8	0.258 2
X ₃	2	1/3	1	1/5	2	5	0.126 2
X ₄	7	3	5	1	7	9	0.425 6
X ₅	2/3	1/5	1/2	1/7	1	3	0.072 9
X ₆	1/4	1/8	1/5	1/9	1/3	1	0.036 6

注: λ_{\max} = 6.340 8; CI = 0.068 2; RI = 1.26; CR = 0.054 1,判断矩阵一致性检验通过。

表 3 X₁-T 判断矩阵和因素权重
Tab.3 X₁-T judgment matrix and factor weight

X ₁	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	W(权重)
T ₁	1	1/4	1/9	1/6	1/2	0.038 5
T ₂	4	1	1/5	1/3	3	0.124 0
T ₃	9	5	1	3	8	0.524 3
T ₄	6	3	1/3	1	5	0.256 0
T ₅	2	1/3	1/8	1/5	1	0.057 2

注: λ_{\max} = 4.005 9; CI = 0.002 0; RI = 1.12; CR = 0.002 2,判断矩阵一致性检验通过。

表 4 X₂-T 判断矩阵和因素权重
Tab.4 X₂-T judgment matrix and factor weight

X ₂	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	W(权重)
T ₆	1	3/2	2/3	1/2	0.196 0
T ₇	2/3	1	1/2	2/5	0.140 9
T ₈	3/2	2	1	2/3	0.277 3
T ₉	2	5/2	3/2	1	0.385 8

注: λ_{\max} = 5.155 0; CI = 0.038 7; RI = 0.89; CR = 0.034 6,判断矩阵一致性检验通过。

表 5 X₃-T 判断矩阵和因素权重
Tab.5 X₃-T judgment matrix and factor weight

X ₃	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	W(权重)
T ₁₀	1	3	8	9.5	0.587 5
T ₁₁	1/3	1	5	8.5	0.293 3
T ₁₂	1/8	1/5	1	3.5	0.082 2
T ₁₃	2/19	2/17	2/7	1	0.036 9

注: λ_{\max} = 4.194 4; CI = 0.064 8; RI = 0.89; CR = 0.072 8,判断矩阵一致性检验通过。

表 6 X₄-T 判断矩阵和因素权重
Tab.6 X₄-T judgment matrix and factor weight

X ₄	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	W(权重)
T ₁₄	1	9	8	7	0.717 9
T ₁₅	1/9	1	2/3	1/2	0.066 5
T ₁₆	1/8	3/2	1	1/2	0.083 8
T ₁₇	1/7	2	2	1	0.131 7

注: λ_{\max} = 4.047 4; CI = 0.015 81; RI = 0.89; CR = 0.017 8,判断矩阵一致性检验通过。

表 7 X_5 - T 判断矩阵和因素权重
Tab.7 X_5 - T judgment matrix and factor weight

X_5	T_{18}	T_{19}	T_{20}	T_{21}	W(权重)
T_{18}	1	5	7	8	0.667 1
T_{19}	1/5	1	2	3	0.170 7
T_{20}	1/7	1/2	1	2	0.100 3
T_{21}	1/8	1/3	1/2	1	0.062 0

注: $\lambda_{\max}=4.057\ 7$; $CI=0.019\ 2$; $RI=0.89$; $CR=0.021\ 6$,判断矩阵一致性检验通过。

表 8 X_6 - T 判断矩阵和因素权重
Tab.8 X_6 - T judgment matrix and factor weight

X_6	T_{22}	T_{23}	T_{24}	T_{25}	W(权重)
T_{22}	1	1/3	2	1/4	0.120 9
T_{23}	3	1	5	1/2	0.313 1
T_{24}	1/2	1/5	1	1/6	0.068 0
T_{25}	4	2	6	1	0.498 0

注: $\lambda_{\max}=4.033\ 9$; $CI=0.011\ 3$; $RI=0.89$; $CR=0.012\ 7$,判断矩阵一致性检验通过。

3 主要研究结论与对策建议

排序,排序结果见表 9。通过对准则层中 6 个指标和子准则层中 25 个指标分析,说明各因素对服装产业根据上述各因素权重得到通过一致性检验的总 智能制造影响情况。

表 9 各指标权重总排序
Tab.9 Total ranking of index weights

准则层	权 重	排 序	子准则层	权 重	总权重	排 序
基础要素 X_1	0.080 4	4	T_1	0.038 5	0.003 1	24
			T_2	0.124 0	0.010 0	18
			T_3	0.524 3	0.042 2	8
			T_4	0.256 0	0.020 6	13
			T_5	0.057 2	0.004 6	21
技术要素 X_2	0.258 2	2	T_6	0.196 0	0.050 6	6
			T_7	0.140 9	0.036 4	10
			T_8	0.277 3	0.071 6	4
			T_9	0.385 8	0.099 6	2
管理要素 X_3	0.126 2	3	T_{10}	0.587 5	0.074 1	3
			T_{11}	0.293 3	0.037 0	9
			T_{12}	0.082 2	0.010 4	17
			T_{13}	0.036 9	0.004 7	20
创新能力 X_4	0.425 6	1	T_{14}	0.717 9	0.305 6	1
			T_{15}	0.066 5	0.028 3	12
			T_{16}	0.083 8	0.035 7	11
			T_{17}	0.131 7	0.056 1	5
人文要素 X_5	0.072 9	5	T_{18}	0.667 1	0.048 6	7
			T_{19}	0.170 7	0.012 4	15
			T_{20}	0.100 3	0.007 3	19
			T_{21}	0.062 0	0.004 5	22
绩效要素 X_6	0.036 6	6	T_{22}	0.120 9	0.004 4	23
			T_{23}	0.313 1	0.011 5	16
			T_{24}	0.068 0	0.002 5	25
			T_{25}	0.498 0	0.018 2	14

3.1 创新能力和技术要素的影响最大

准则层指标权重排序结果显示,创新能力要素(X_4)权重0.425 6,排名第1,远高于其他要素;技术要素权重为0.258 2,排名第2。除上述两个要素外,其他要素均在0.2以下,说明创新能力和技术两项要素,对服装产业智能制造转型升级起到关键作用。技术(X_2)和创新能力(X_4)要素各自4个子准则中,分别有3项、2项位居前10位。其中,智能制造研发投入(T_{14})指标单一权重和总权重均排名第1,分别为0.717 9和0.305 6,成为决定着服装产业智能化水平的最核心要素。但就现实状况而言,服装产业智能制造技术和信息服务支撑能力需进一步提升,虽然近年来中国服装产业的技术创新力不断加强,但作为传统纺织服装生产大国,处于产业链中下游的代加工企业较多,产业技术和信息服务支持仍然薄弱,距智能制造数据和业务统一的要求仍有一定差距,数据互联互通有待完善。

3.2 管理要素的影响较大

管理要素(X_3)权重0.126 2,位居6项要素中第3位。智能制造是对现有产业制造流程、管理流程的颠覆性变革,刚性的制造模式逐渐被柔性的制造模式替代,相对应的组织管理模式也由金字塔式的管理向扁平化、矩阵式管理演变。同时,对产业或企业资源整合、管理创新和智能化运用能力提出全方位的要求,需对市场、客户和服务有正确认知与把握。这一点从子准则层指标权重可以得到进一步验证:领导认知度及决策、规划、政策执行力(T_{10})单一权重为0.587 5,总权重0.074 1;资源整合能力、管理创新力(T_{11})单一权重为0.293 3,总权重0.037,分别位列25个子项的第3位、第9位。在服装企业现状研究中,其智能制造涉及产业价值链、技术、服务、管理、竞争格局等方面,但在实际操作中,需要各方面协同推进和全盘统筹。

3.3 基础要素和人文要素的影响一般

基础要素(X_1)和人文要素(X_5)在权重排位上分列第4、第5位,两者权重分别为0.080 4和0.072 9,较为接近。究其原因,智能制造是一种内生性需求,需要产业内部根植于内涵的内生长,对大多外部性要求相对较低,但其对外部信息化应用方面仍有较高要求。子准则中,区域物联网和信息技术应用(T_3)单一权重和总权重分别为0.524 3,0.042 2,排第8位;信息化服务水平(T_{18})单一权重和总权重分别为0.667 1,0.048 6,排第7位,说明在推进智能制造时,外部环境的信息化应

用水平会对智能制造发展带来较大影响。同时,现状调研显示,虽然服装产业人才基数逐年增长,但高级人才匮乏的现象一直没有得到根本性缓解,仍存在技术人才招聘成本较高,智能领域的高层次、高技能、高价值人才和团队缺口巨大等问题。

3.4 绩效产出影响相对较弱

绩效要素(X_6)仅占权重的0.036 6,位居最后一位,而且其4个子准则均排在中后位置。究其原因,目前服装产业智能制造还处于探索阶段,前期投入的各方面对其是否实际产生较大绩效并没有太大预期,只是作为产业发展方向进行探索推进。这意味着,在推进服装产业智能制造方面,需加大外在推动力量,如通过政策优惠、财政补助等方式提升产业智能制造升级的动力。

4 结 语

综上所述,服装产业智能制造转型升级受企业创新能力、技术水平和组织管理等要素的影响较大,同时智能制造产业发展基础和人才文化环境等也在一定程度上影响产业转型升级的绩效。整体而言,中国服装产业智能制造尚处于探索发展阶段,亟待产业内生创新和外部环境政策等合力推进,才能有效提升产业整体绩效。

参考文献:

- [1] 张贵东. 我国服装行业“三品”之路再提速,行业布局明显改善[EB/OL]. (2017-10-20) [2018-12-11]. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MjM5ODI0NDA5Nw%3D%3D&idx=3&mid=2651230770&sn=e9bbede40dec35f91989038c133fc119.
- [2] 吴迪. 把握行业特点,大力推进纺织智能制造[J]. 纺织服装周刊,2015(20):12-13.
WU Di. Grasp the characteristics of textile industry and vigorously promote intelligent textile manufacturing[J]. Textile Apparel Weekly,2015(20):12-13. (in Chinese)
- [3] 任宇. 中国与主要发达国家智能制造的比较研究[J]. 工业经济论坛,2015(2):68-76.
REN Yu. Comparative study on intelligent manufacturing between China and the main developed countries[J]. Industrial Economy Review, 2015(2):68-76. (in Chinese)
- [4] 肖静华,毛蕴诗,谢康. 基于互联网及大数据的智能制造体系与中国制造企业转型升级[J]. 产业经济评论,2016(2):5-16.