

# 知识重用视角下智能泳衣的系统建模与功能实现策略研究

吴双双<sup>1</sup> 郭颖珠<sup>2</sup> 郭颖珠<sup>3</sup>

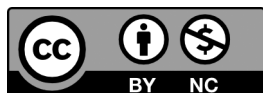
1. 山东大学体育学院, 济南;
2. 燕山大学经济管理学院, 秦皇岛;
3. 山东中医药高等专科学校, 烟台

**摘要** | 探讨智能泳衣需求类型, 甄选、评价智能泳衣任务能力以及保障能力要素, 以期提升智能健身运动的社会参与能力, 进而指导游泳健身活动实践教学的技能提升。采用文献资料、灰色关联法, 以知识重用为理论基础, 以需求评价为实际导向, 整体架构智能泳衣模型并予以算法设计。研究表明, 智能泳衣保障能力排序依次为技能提升、材料环保、安全警报、文化传承、色彩夺目、款式新颖, 6 项能力特性对应于 3 类不同保障需求。在此基础上, 依次从人本需求、艺术需求、技术需求等视角系统设计, 进而提出人本理性逻辑的体育治理、技术监测智能的体育深化、艺术创新传承的体育参与 3 种功能实现策略。多方保障能力关联分析, 能够保障智能泳衣设计需求确定的科学性与实用性, 保障全民游泳健身泳衣应用的供需协调, 进一步实现游泳健身项目用品的智能化实践与应用。

**关键词** | 知识重用; 智能泳衣; 建模; 功能实现

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



科技助力体育发展。智能泳衣系统设计决定着游泳健身智能设备竞争力的生成与保持, 是智能游泳健身功能保障实现的重要组成, 是促进“全民健身”落地

基金项目: 山东省社科基金 (19CTYJ11)。

通讯作者: 吴双双, 山东大学, 硕士。E-mail: 17864732909@163.com。

文章引用: 吴双双, 郭颖珠, 郭颖珠. 知识重用视角下智能泳衣的系统建模与功能实现策略研究 [J]. 中国体育研究, 2021, 3 (1): 73-90.

<https://doi.org/10.35534/scps.0301007>

实施的基础与前提。科技力量下,游泳健身运动装备与智能健身体系均面临着转型升级,同时也对智能泳衣的系统设计提出新的期望与要求。我国传统泳衣生产主要着眼于款式设计,表现为企业对生产过程的全控制,该种生产方式在我国全民游泳项目发展未普及的现实环境下,存在着发展历史的合理性与必然性。但是,随着全民健身政策的落地实施以及项目基础设施的逐步建立,游泳健身项目发展呈现出巨大变化,主要表现为健身者对游泳服装产品的多样化需求、对游泳技术技能的深层次强化、对环保生态发展的警醒与自觉。游泳项目发展变化,潜移默化地激发出游泳产品服务与群众需求满足度之间的矛盾,若想减缓、规避这些矛盾,就必须全面促进游泳服装设计的改革与升级。查阅相关文献可知,目前关于智能泳衣设计的研究主要集中于面料以及款式等领域,涉及以需求为主导的系统研究,成果较少且缺乏实证性研究。鉴于此,实证分析智能泳衣任务能力与保障能力需求,整体架构设计模型,提出智能泳衣设计的实现策略。

## 1 概述

### 1.1 知识重用

随着产品市场国际化和企业竞争力的加剧,企业必须有效利用已有的设计知识,准确分析提取出外界参考信息,快速开发新产品,以响应市场需求。产品设计就是一个知识积累——重用的循环上升、知识密集型过程<sup>[1]</sup>,知识重用是通过特征匹配将在知识库中检索到的知识加以修改后重复使用<sup>[2]</sup>。通过运用物元模型以定量与定性相结合的方式,对实例推理中的实例和问题进行统一描述,采用基于特征距的检索算法,获得符合设计制造要求的最佳匹配实例<sup>[3]</sup>,应用可拓变换对检索实例进行适应性修改,促使新实例符合问题需要。此外,通过逆向建模技术以 Geomagic Studio 逆向建模软件和 Solid Works 软件为平台,实现了基于设计知识重用的逆向产品创新设计<sup>[4]</sup>。

知识重用在纺织工艺、开关柜、飞机产品、手机产品、数字化制造、大型水轮机产品、滚齿机、涡轮叶片、毛绒玩具、沥青摊铺机、特种车辆造型、除氧器、油料装备产品族、计算机组件、起重机、钳臂、手臂夹板等设计中具有广阔的应用前景,能够提高设计知识的合理组织、系统解决实际问题的能力、

提高产品设计效率、实现自主品牌设计、满足客户需求,实现复杂产品设计知识重用的有效性和可操作性<sup>[5,6]</sup>。由此可见,知识重用在产品 designing 中的重要作用。

## 1.2 人工智能与服装设计

在人工智能设计发展影响下,人工智能与服装设计可以通过智能平台融入大型数据库,对服装款式图形进行特征空间聚类 and Gamma 光照预处理,完成图像抠图、特征值跟踪计算、相似形搜索、智能匹配等运算功能,从技术、面料、结构、色彩 4 个维度实现服装辅助、复制、搭配的智能设计,能够缩短非专业服装设计人员构思新服装款式的开发周期,显著提高用户的情感交互体验需求<sup>[7]</sup>。

人工智能与服装设计在工程学科发展建设中应秉承学科融合、绿色理念、服务型时尚体系以及数字化、网络化、智能化技术应用等理念,借助物联网技术实体和情感虚体的融合,为智能服装行业注入活力<sup>[8]</sup>。在安全性方面应注重材料选择,以打造舒适型、功能型、智能型安全服装<sup>[9]</sup>。在老年人及儿童服装安全设计中,基于电子传感技术与磁力传感技术、复合材料、结构设计创新的有机结合设计<sup>[10]</sup>,实现智能定位以及健形矫姿功能;在医疗服装安全设计中,通过无线传感技术构建带有高传感康复、护理监测系统、PCA 应急自理系统的可穿戴医疗服装<sup>[11]</sup>;在运动服装安全设计中,以 Arduino 作为电子原型平台,对人体运动时的心率以及衣下微气候温度、相对湿度的变化进行监测,进而实现骑行服的户外运动监测功能<sup>[12]</sup>。此外,运用人机交互技术、无线连接技术、嵌入式控制系统技术、高效能源技术,实现了智能保暖服装设计 with 应用<sup>[13]</sup>。

## 1.3 智能泳衣设计

自民国时期起,游泳热带动泳衣时尚潮流发展<sup>[14]</sup>。泳衣样式的变革和传播反映着当时中西交流以及城市社会观念的转变,泳衣设计经历了“传统—绽放—适用—高科技”的发展进程,显现出外穿化和时装化趋势<sup>[15]</sup>。泳衣的高科技纤维面料包括聚酰胺尼龙、功能性纤维、聚四氟乙烯防水透湿层压织物、Coolmax 纤维以及硅酮树脂莱卡<sup>[16]</sup>。通过分析不同面料的弹性和恢复性,发现可通过提高弹性纤维(如氨纶)的含量、采用高弹性组织(如罗纹和双反面组织结构)获得更好的延伸性。今后泳装的发展方向将是利用计算机和信息处理的方法,

转向泳衣的可持续生态性发展,注重对人本<sup>[17]</sup>、艺术<sup>[18]</sup>以及技术<sup>[19]</sup>等方面进行研究设计。

## 2 智能泳衣保障能力需求分析

智能泳衣系统设计构想中,需求分析是繁杂且关键的基础研究。灰色关联分析能够以系统行为特征数据为基础,通过计算系统相关要素的灰关联度,获得重要程度排序,根据数据序列的离散程度分析整体特征优势与识别关键要素<sup>[20]</sup>。灰关联模型是分析数据序列关系的模型,其着眼于数值表示的序关系,分布越离散即相应序列的关联性越小,反之为大,此种数据分析除使用实际调研数据,还可用依标准处理过的样本数据<sup>[21]</sup>。基于灰关联矩阵法分析顾客对智能泳衣设计的需求,通过任务需求间的关联度确定其绝对权值,规避人为干扰因素,定量、排序泳衣各要素性能的重要程度,进而为基于顾客需求的智能泳衣设计提供理论参考与决策支持。

### 2.1 灰关联分析方法

灰关联因子集中每个参考列都会与所有比较列构成灰关联子空间,所有灰关联子空间组合构成多参考序列灰关联空间,多参考列灰关联空间的灰关联度以参考列为行排列可构成灰关联矩阵,用灰关联矩阵表述智能泳衣需求关系,计算如下。

设智能泳衣任务需求序列为  $A_i = (a_i(1), a_i(2), \dots, a_i(n), i=1, 2, \dots, s)$ , 能力需求序列为  $B_j = (b_j(1), b_j(2), \dots, b_j(n), j=1, 2, \dots, m)$ 。

$\varepsilon_{ij}$  为  $A_i$  与  $B_j$  的灰色绝对关联度:

$$\varepsilon_{0i} = \frac{1 + |s_0| + |s_i|}{1 + |s_0| + |s_i| + |s_i - s_0|} \quad (1)$$

$$|s_0| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x_0^0(k) + \frac{1}{2} x_0^0(n) \right| \quad (2)$$

$$|s_i| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x_i^0(k) + \frac{1}{2} x_i^0(n) \right| \quad (3)$$

$$|s_i - s_0| = \left| \sum_{k=2}^{n-2} (x_i^0(k) - x_0^0(k)) + \frac{1}{2} (x_i^0(n) - x_0^0(n)) \right| \quad (4)$$

$\gamma_{ij}$  为  $A_i$  与  $B_j$  的灰色相对关联度

$$\gamma_{oi} = \frac{1 + |s_o'| + |s_i'|}{1 + |s_o'| + |s_i'| + |s_i' - s_o'|} \quad (5)$$

$$|s_0| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x_0^{0'}(k) + \frac{1}{2} x_0^{0'}(n) \right| \quad (6)$$

$$|s_i| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x_i^{0'}(k) + \frac{1}{2} x_i^{0'}(n) \right| \quad (7)$$

$$|s'_i - s_0| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} (x_i^{0'}(k) - x_0^{0'}(k)) + \frac{1}{2} (x_i^{0'}(n) - x_0^{0'}(n)) \right| \quad (8)$$

其中,  $x_i^{0'}(n)$  是  $x_i(n)$  初值像的始点零化像。

$\rho_{ij}$  为  $A_i$  与  $B_i$  的灰色综合关联度

$$\rho_{0i} = \theta \varepsilon_{0i} + (1 - \theta) \gamma_{0i}, \quad \theta \in [0, 1] \quad (9)$$

由上可得灰色关联矩阵

$$\psi = (\rho_{ij})_{s \times m} = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1m} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdots & \rho_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{s1} & \rho_{s2} & \cdots & \rho_{sm} \end{bmatrix} \quad (10)$$

将该矩阵融入质量屋矩阵可得:

表 1 需求矩阵

Table 1 Demand matrix

任务需求及重要度		保障能力特性需求					
		$TR_1$	$TR_2$	$\cdots$	$TR_j$	$\cdots$	$TR_m$
$CR_1$	$CIR_1$	$R_{11}$	$R_{12}$	$\cdots$	$R_{1j}$	$\cdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$CR_n$	$CIR_n$	$R_{n1}$	$R_{n2}$	$\cdots$	$R_{nj}$	$\cdots$	$R_{nm}$
保障能力需求重要度		$TIR_1$	$TIR_2$	$\cdots$	$TIR_j$	$\cdots$	$TIR_m$

能力需求重要度为

$$TIR_j = \sum_{i=1}^n CIR_i \times R_{ij}, \quad j=1, 2, \cdots, m \quad (11)$$

其中  $CIR_i$  为第  $i$  个顾客需求的重要度,  $R_{ij}$  为第  $i$  个顾客需求与第  $j$  个能力需求之间的关系,  $TIR_i$  为第  $j$  个能力需求的重要度。

若存在存在  $\rho_{kj} > \rho_{ji}$ , 则存在  $A_k > A_j$ , 据此可得任务需求的重要程度排序, 继而求出绝对权值, 当  $A_{i1} \phi A_{i1+1}$ , 则任务需求的重要权值为

$$\lambda_{i1} = n - 1 + 1 \quad (12)$$

当  $A_{i1} \geq A_{i1+i}$ , 则任务需求的重要权值为

$$\lambda_{i1}=n-1+\mu, \mu \text{ 通常为 } 0.5 \quad (13)$$

## 2.2 智能泳衣保障能力需求分析

智能泳衣设计任务需求即为顾客实际需求。依借智能泳衣设备功能分析,设计应包括人本、技术、艺术等三类要素,据其分类表述智能泳衣设计任务需求,如表2。

表2 智能泳衣设计任务需求

Table 2 Requirements for smart swimsuit design

编号	A1	A2	A3
任务需求	艺术需求	人本需求	技术需求

智能泳衣保障能力作为设计任务的关键环节,是维护、吸引、激发群众参与游泳健身的主要力量,随着时代变化、社会影响,智能泳衣应兼具材料环保、款式舒适、安全警报、技能提升、文化传承、色彩夺目等多种保障能力,如表3。

表3 智能泳衣保障能力需求

Table 3 Smart swimsuit support capability requirements

编号	B1	B2	B3	B4	B5	B6
能力需求	材料环保	款式新颖	安全警报	技能提升	文化传承	色彩夺目

本研究选取一周参与3—5次游泳健身的群众作为受访对象,作为游泳运动项目参与群体中的典型,其对泳衣设计的需求具有较强代表性。本研究采用访谈法实地调研21名游泳健身者,并邀其据5度标值法对各项需求进行打分,从受访样本数据来看,该样本量已达到灰色关联模型分析要求,分析整理数据,如表4。

表4 游泳健身者评分表

Table 4 Scoring table for swimmers

需求 种类	游泳健身者编号																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
A1	3	4	2	3	1	3	2	4	4	1	4	2	3	2	2	3	5	5	4	1
A2	3	1	3	2	4	4	1	4	2	2	4	2	3	2	2	5	1	3	4	5
A3	1	1	3	2	3	2	2	2	3	1	3	2	4	4	1	4	2	5	4	4

续表

需求种类	游泳健身者编号																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
B1	4	3	3	3	2	2	2	3	1	3	5	2	1	4	2	2	2	3	1	3
B2	2	2	2	3	1	3	4	4	2	2	2	3	1	3	5	2	1	4	5	2
B3	3	3	3	4	1	3	3	4	5	3	2	4	4	3	5	5	2	1	4	3
B4	2	4	4	3	5	5	2	1	4	3	4	3	3	4	1	3	3	4	5	3
B5	5	2	1	4	4	1	4	2	3	5	4	4	1	4	2	3	3	2	4	1
B6	4	3	5	2	4	3	2	2	2	3	1	3	5	2	1	4	4	1	4	2

据公式（10），求得智能泳衣设计任务需求  $A_i$  和能力需求  $B_i$  的灰色综合关联矩阵  $\Psi$  为：

$$\Psi = \begin{bmatrix} 0.5403 & 0.5575 & 0.6643 & 0.5301 & 0.5346 & 0.5514 \\ 0.5989 & 0.6488 & 0.9161 & 0.5779 & 0.5837 & 0.6264 \\ 0.7861 & 0.6602 & 0.5599 & 0.8066 & 0.7674 & 0.7227 \end{bmatrix}$$

经计算  $\sum_{j=1}^5 \rho_{3j} \geq \sum_{j=2}^5 \rho_{2j} \geq \sum_{j=1}^5 \rho_{1j}$ ，得出  $A_3 \geq A_2 \geq A_1$ ；根据公式（13），取  $\mu=0.5$ ，则  $A_i$  的绝对权值  $\lambda_i$  为  $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = (0.5, 1.5, 2.5)$ ，将其与需求灰色关联矩阵融入质量屋模型，根据公式（11），获得智能泳衣保障能力需求重要度并对其进行排序，如表5。

表5 智能泳衣设备“任务——能力”需求质量表

Table 5 “Task —— Capacity” Demand Quality Table for Smart Swimsuit Equipment

任务需求及重要度	智能泳衣系统设计保障能力需求						
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
A1	0.5	0.5403	0.5575	0.6643	0.5301	0.5346	0.5514
A2	1.5	0.5989	0.6488	0.9161	0.5779	0.5837	0.6264
A3	2.5	0.7861	0.6602	0.5599	0.8066	0.7674	0.7227
保障能力需求重要度		3.1338	2.9025	3.1061	3.1484	3.0614	3.0221
排序		2	6	3	1	4	5

据表5可得， $B_4 \phi B_1 \phi B_3 \phi B_5 \phi B_6 \phi B_2$ ，即在智能泳衣系统设计保障能力需求中，技能提升最为主要，材料环保次之，安全警报再次。由此，在智能泳衣系统设计中，应重点强化技能提升的智能化功能，以满足游泳健身者需要。

### 3 智能泳衣组织架构系统建模

#### 3.1 智能泳衣架构设计

分析智能泳衣系统设计功能需求以及保障能力需求,将系统分为人本需求设计、艺术需求设计以及技术需求设计三大方面。遵循知识重用理论,依借通用性知识、控制性知识、表达性知识分析处理平面形态元素、三维形态元素、三维空间要素,对智能泳衣系统设计进行逆向建模,如图1。

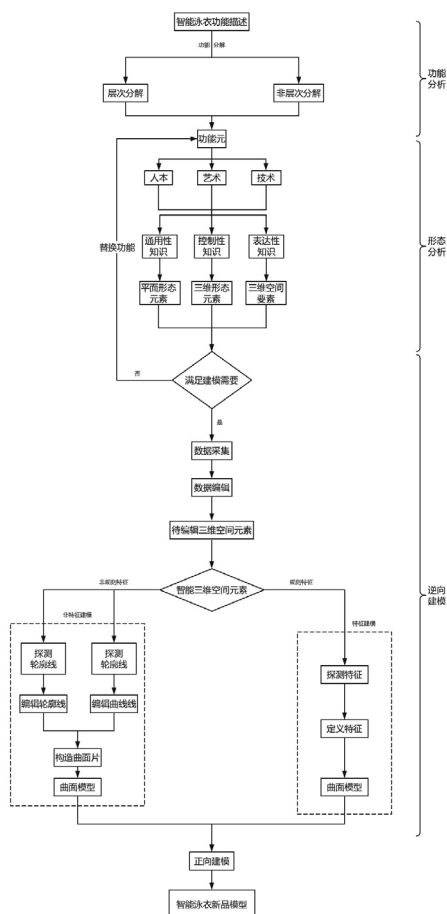


图1 智能泳衣系统架构 (据丛海宸修改<sup>[22]</sup>)

Figure 1 Intelligent swimsuit system architecture (according to Cong Haichen repair change<sup>[22]</sup>)



## 3.2 智能泳衣系统设计

设计是人类有目的、有意识地将知识、信息、科技等,创新实践为产品、服务的活动策划与设想,是制造生产与服务供给的根基。智能泳衣系统设计面向科技网络发展,以创新生产为理念,以产业服务升级为导向,以网络智能、产业生态、知识共享为特性,集人本服务、技术优化、艺术文化等需求元素于一体,将科技研发转化为现实产业关键生产力,支撑引领健身产业结构的转型升级,丰富满足人民群众对游泳健身的美好追求与需要,稳步提升游泳健身产业市场经济。

### 3.2.1 技术设计

技术和设计有效衔接与无缝融合主要涵盖两方面,首先,设计将技术实物化呈现于市场,填补技术与市场的发展隔阂;再者,设计整合创新技术,驱动着技术的理论创新与成果实践。当前,互联网、移动互联网、云计算、可穿戴、企业 3D 打印、手势控制、脑机接口、情感计算、生物芯片、先进材料、智能技术、大数据、增强现实、消费者 3D 打印、移动机器人、移动健康、自然语言问答等网络科技技术与创新设计的多网超融合,都将为智能泳衣系统设计奠定理论基础与科技支撑,这也是体育科技力量的功能实现。

智能泳衣技术设计着重打造安全警报与技能提升两大服务。系统构建主要包括 ESP32 开发板及相关模块组成的传感中心,STM32 开发板及相关模块组成的控制中心,LD3320 开发板及相关模块组成的动作识别中心,如图 2。控制中心系统采用 STM32 开发板,源其耗能少、体积小、性能高、售价低,能够较高性价比实现开发与应用;通过云平台、GSM 模块、GPS 模块连接传感中心与动作识别中心,能够及时发出警报提醒、设备定位与操作,实现对整体系统的有效控制。传感中心采用 ESP32 开发板,源其为 2.4GHz WiFi 和蓝牙的集成,具有高射频性能,通过传感器系统采集水质、水位、障碍物、手臂、腹部、腿部等环境与动作相关信息数据,实时感知游泳过程中安全与技能阻碍参数,并发出信号提醒。动作识别中心通过动作捕捉跟踪器仅识别捕捉特定编辑动作(如双手交叉扣肩)才可做出服务反应,识别的关键动作

列表可自主编辑修改。

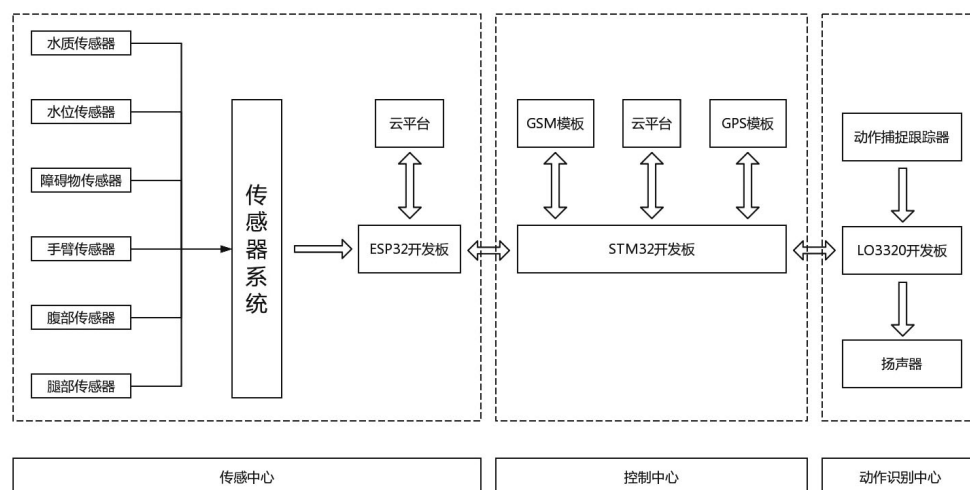


图2 智能泳衣技术系统（据范皓然修改<sup>[23]</sup>）

Figure 2 Intelligent swimsuit technology system (modified according to Fan Haoran<sup>[23]</sup>)

### 3.2.2 人本设计

人本设计是智能泳衣创新设计的核心，其是由被动的人工调研到主动的用户参与定制设计，加之顾客无意识留下的海量偏好数据，精准掌握顾客喜好再投入个性化生产定制。人本设计，不是单纯以人的意愿为中心，而是寻求人与环境的协同发展。因此，在人本与智能的交互设计中，除考虑顾客对泳衣款式喜好与舒适体验之余，还要寻求机械、环保、耐用、舒适的制衣材料。甲壳质（Chitin）是地球上除纤维素之外第二类有机生物材料，普遍存在于低级动物外壳及低等植物的细胞壁中，是取之不尽、用之不竭的自然资源<sup>[24]</sup>。甲壳质的物理、化学性质稳定，有良好的成膜成纤性以及生物相容性、乳化性、持水性、稳定性、免疫抗原性，可作为医用高分子材料<sup>[25]</sup>。通过加工工艺方法的改进，正在逐步形成可应用于工业、农业、医药和食品、环保、化妆品等多种具有特色的商品，使用范围也越来越广<sup>[26]</sup>。在服装方面，日本富士纺公司创新生产

由甲壳质纤维与棉混纺制得的甲壳质纤维内衣，解决了过敏性皮炎发病率高的问题<sup>[27]</sup>。甲壳质纤维具有天然优异抗菌、消臭、吸湿性，并具有生物降解性和相溶性，有利于环境保护，可制作各种服装服饰、床上用品、医疗用品和玩具等。因此，将甲壳质作为智能泳衣设计的材料选择，对于服装制造产业的生态发展具有重大意义。

### 3.2.3 艺术设计

文化是产品的核心思想，文化元素的多元化特征，使得设计创新产品能够获得良好传播与社会满足。文化涵盖于三层次的理念表达，即有形物质化、行为风俗化以及意识精神化，将其结合产品的创新设计则表现为视觉、特质及品牌。色彩设计大都以中明度、暖色调、高纯度为主，其他类型色调设计为辅，着力打造色彩搭配风格独特、比例和谐舒适的差异化拼接美<sup>[28]</sup>。色彩是产品艺术设计功能理念最直接的外显性标识，将色彩创新融合文化设计，能促进产品精神层面的语义表达。

## 3.3 智能泳衣算法设计

智能泳衣算法设计的前提是数据库设计。智能泳衣数据库设计是遵循面向对象编程语言的 C++ 应用知识，依据泳衣技能、安全等功能要素环境，按照项目方式组织分析传感器所获数据，设计构建满足功能实施的数据模型。数据库设计要包含所有存储信息的项目表以及项目信息标准，该标准可手动输入。为方便数据信息的查询与系统维护，还需建立项目信息直接观测表、标准计算差异表以及项目信息关联表。智能泳衣算法设计主要是采用动作效果指数评分表<sup>[29]</sup>，对传感数据信息进行整体与部位技能动作分析，观测评估动作效果，实时计算与标准动作效果差异值，实时反馈与传感提醒，如图 3。值得注意的是，算法设计越能够完美拟合智能泳衣的构建机制与设计理念，反馈系统的现实应用与变化，越能够有效完成系统功能的开发与实现。

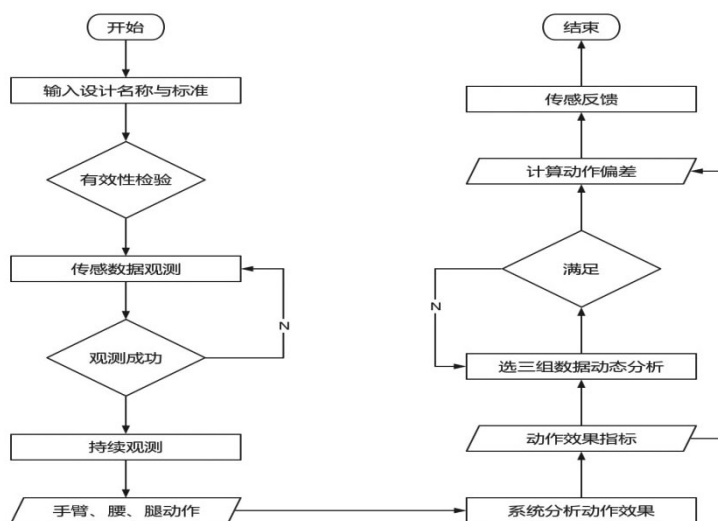


图3 智能泳衣算法设计流程图

Figure 3 Flowchart of Intelligent Swimsuit Algorithm Design

## 4 智能泳衣功能实现策略

### 4.1 人本理性逻辑的体育治理

随着我国体育项目发展的深化改革，跨界性、融合性体育问题迸发。游泳作为体育运动的大项，供给不平衡、服务不全面、管理不精准等问题频现。面对陆上运动项目产品逐步智能化与亲民化演进，破解游泳项目发展障碍，联合多学科、多业态、多领域的创新思维，协同推进游泳项目的转型升级势在必行。在当前体育运动项目大发展背景下，推进游泳项目产品设计的创新升级，不仅是积极契合我国体育项目深化改革的必然之举，是国际科技助力体育发展的应然之策，更是体育转型升级、体育强国建设发展的内生需求<sup>[30]</sup>。

智能泳衣设计不仅肩负着幸福感满足、技能强化、艺术传承的产品社会价值体现，还应关注于依托产品设计理念与知识育人产生的群体自身价值。长期以来，游泳服装系统设计试图追寻体美价值与工具价值的博弈平衡，在工具价值的设计僭越下，彰显人性体美逐渐受到推崇。人作为产业效益产出过程中知识传播与科技创新应用的载体，促使产品设计与生产的人本逻辑形成，人本逻辑

辑不单指“以人为本”，而是以“人的需要为本”，但究于传统人本理念的桎梏，致使产品生产的人本奢求出现偏差，故而需要精细化的体育治理措施对其纠差补过。精细化的体育治理要求改革全民实用、底线确保的管理模式，形成依类管理、精细提升的治理方式。故而在构建智能泳衣设计的多元化精细治理体系中，应积极推动市场组织的治理参与，要重视对健身群体运动态度与需求的长期观察，简化分析运动需求与人本意愿的差异性与相关性，精细分类进行产品设计。

## 4.2 技术监测智能的体育深化

随着科学技术在社会生产活动中逐步发力，知识经济已然衍变为继农业经济与工业经济后出现的第三大经济新形态，在该新形态影响作用下，以生产资源、劳动力消耗为主体的产出过程转轨发展为智能化生产与服务，由此带动着产业经济发展与社会进步。事实上，科技服务对发达国家产业经济增长的效益贡献已由20世纪初的5%~20%，骤然提升为20世纪80年代的60%~80%<sup>[31]</sup>。需求驱动下的运动项目蓬勃发展，但，随着时间与项目环境的改变，需求产生的效益将呈现边际递减，必须借助科技力量助力体育项目发展，进而对抗该种递减现象的产生。体育项目管理的全面深化改革，需要转变项目普及的泛化式参与，加强运动技能的培养与锻炼，科技服务体育项目参与，将促进技能监测由粗放型转变为精细型，其所具备的实时反馈调节功能，也是体育项目改革治理现代化的深层次显现。

泳衣作为游泳运动参与过程中的必需品，其也将是承载智能化设备的有效工具，其效用价值是通过技能提升所获得的满足感促进群众运动参与以及健康达成。不管是从游泳项目本身考量，还是究其群众健身价值导向，均应将技能提升作为衡量游泳事业发展的丈量物。通过传感器、射频识别、动作捕捉、数据处理等交互设计构建智能泳衣系统，实现对单一与整体游泳技术动作的感知、识别、采集、计算、管控与监督，精准与全面地促进游泳技能提升。该智能系统设计需遵循行业与国家规范标准，整体思维视角下科学、严谨地进行系统架构，保障系统运行的科学性与安全性，有效强化项目发展，进而深化体育运动项目改革。此外，在强化泳衣科技要素含量之余，还要针对不同收入人群对产品质量、

创新度的消费需求与能力,引导产品多元化设计,增添艺术色彩,强化运动健身视觉的感观作用。

### 4.3 艺术创新传承的体育参与

体育是身体活动参与以及身心协调发展的有效手段,具有教育、社交、娱乐、文化、艺术、健康等多重价值,究其本质,体育运动参与能够促进艺术欣赏与设计的价值实现,激发艺术设计理念的创新力与原动力。艺术创新受众群体广泛,能独立于任何产品设计之上,又紧密联系设计理念内涵。对于体育健身参与,其依旧要着力搭建于体育强国建设以及健康中国政策达成之上,从艺术与体育建设的边缘进行引导与构建,强化艺术流动性审美与运动线条性审美融合,暗显体育健身参与对身心健康的促进作用。

随着我国社会经济体制管理的深化改革,体育市场与体育社会组织规模逐步发展壮大,其对艺术设计的敏感度也在增加,摩擦碰撞艺术资源与体育资源特色,丰富扩充体育产品市场属性,打造满足群众多元健身参与的市场服务体系,加强体育产品市场的购买力度。艺术创新传承的体育参与,不仅有助于提高群众的艺术修养,也有助于群众在新氛围中通过参与提升健康能力水平。以艺术为基底激发的体育参与,依借于艺术氛围的联动效应,涵盖于艺术内涵的吸引以及参与行为的代际传承。在联动效应与代际传承下的参与模式中,经济、生活的交流都失色于艺术、参与的情感交流,这种情感交流的联代作用对体育兴趣产生与行为参与进行扩散传播,进而带动社区、市区以及全民对健身参与的热情与需求,激发全民健身落地实施所需的开展活力与源动力,推动建设体育强国。促进艺术创新传承的体育参与,提升其艺术修养水平,有利于劳动生产环境优化与产品生产的异质化产出,这对于追求个性的健身群体是极其必要的。

## 5 结语

基于知识重用的智能泳衣设计,既保障现有知识资源的传承与创新,又联结技术、产品、企业、项目发展于一体,是游泳运动项目改革升级的外源动力,同时也是游泳产业用品制造与服务产业链价值延伸的内生需求,同时更是对学



校体育项目改革发展的内外催化。技能提升与材料环保的保障需求,是对“科技促进体育治理能力现代化”与“产业生态发展”要求的响应与实践。技术被商品化后,企业之间竞争逐步由技术竞争转化为设计竞争,安全警报次于两者,或是归于游泳过程中救生员以及教练的全方位陪护,至此,游泳健身者运动过程中的心理安全变化过程也将是产品设计的研究重点。研究认为,智能泳衣设计必须处理好科技与人本、艺术创新设计的相互关系,规避产品设计的需求矛盾,满足游泳健身者的美好生活需要,促进技术实践由公共体育向学校体育转移,强化提升全民健康生活幸福感。

## 参考文献

- [1] 张翌,朱东华.面向设计知识重用的知识服务系统架构[J].经济管理,2009,31(9):136-141.
- [2] 姚干勤,薛澄岐.基于知识重用的毛绒玩具设计方法研究[J].包装工程,2011,32(14):58-60.
- [3] 杨杰,陈雪兆.公理化设计框架下产品设计知识重用的关键技术[J].计算机应用,2013,33(5):1294-1297+1312.
- [4] 丛海宸,成思源,姜自伟,等.基于设计知识重用的逆向产品创新[J].现代制造工程,2017(11):60-64+119.
- [5] 周荣辅.面向数字化设计的知识重用研究[J].科技管理研究,2008(8):165-167.
- [6] 颜端武,魏雪艳,赵飞.基于知识组件的产品设计知识重用方法研究[J].现代图书情报技术,2016(5):72-79.
- [7] 梁田,胡正银,程欣,等.基于知识分类体系的专利检索系统[J].情报理论与实践,2012,35(4):99-102+10.
- [8] 施丽娟,洪文进.智能化安全服装情感化设计研究[J].毛纺科技,2018,46(2):56-59.
- [9] 万艳敏,付莹.增强现实技术在服装领域的应用[J].毛纺科技,2018,46(5):57-61.

- [10] 曾紫薇, 沈雷, 桑盼盼. 面向网络时代的智能化安全服装设计模式研究 [J]. 针织工业, 2019 (3): 64-67.
- [11] 仇春燕, 胡越. 户外运动监测功能骑行服的设计研究 [J]. 上海纺织科技, 2016, 44 (4): 36-37+57.
- [12] 马亚敏. 基于互动技术的智能服装设计与应用 [J]. 染整技术, 2017, 39 (9): 11-12+22.
- [13] 李薏, 崔启萌. 民国女子泳衣的样式及其流行变迁 [J]. 南京艺术学院学报 (美术与设计), 2019 (4): 76-80+210.
- [14] 杜梦真. 纬编针织成型女子泳衣的研发 [D]. 北京服装学院, 2019.
- [15] 罗跃华. 现代女式泳衣设计研究 [D]. 苏州大学, 2006.
- [16] 曲畅, 宋晓霞. 女性泳装穿着舒适性要求及影响因素 [J]. 北京服装学院学报 (自然科学版), 2015, 35 (1): 8-13+45.
- [17] 曲畅, 宋晓霞. 泳装压力舒适性研究现状 [J]. 上海纺织科技, 2014, 42 (6): 4-6.
- [18] 都丽娜. 泳衣的创新设计研究 [D]. 天津科技大学, 2017.
- [19] 郭齐胜, 樊延平, 穆歌. 装备需求论证理论与方法 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 61-65.
- [20] 邓聚龙. 灰理论基础 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002: 122-124.
- [21] 丛海宸, 成思源, 姜自伟, 等. 基于设计知识重用的逆向产品创新 [J]. 现代制造工程. 2017 (11): 60-64.
- [22] 范皓然. 基于STM32的实验室智能安全综合控制系统 [J/OL]. 集成电路应用, 2019 (12): 23-24+27 [2019-11-21].  
<https://doi.org/10.19339/j.issn.1674-2583.2019.12.010>.
- [23] 吴清基, 刘世英, 张敏. 甲壳质缝合线的制备及研究 [J]. 中国纺织大学学报, 1998 (5): 18-22.
- [24] 许加超, 郝爱华. 微晶甲壳质在乳白鱼肝油中的应用 [J]. 海洋湖沼通报, 1994 (3): 33-38.



- [25] 李泽浩. 甲壳质的利用前景[J]. 生物学通报, 1995(9): 47-48.
- [26] 张敏恒, 邓忠贤, 徐江. 甲壳质在农业上的开发及应用[J]. 农药, 2001(4): 3-5.
- [27] 肖航. 甲壳质、壳聚糖及其衍生物的免疫与抗癌活性[J]. 海洋科学, 1999(3): 30-32.
- [28] 庄鹏姬. 论色彩在比基尼泳装设计中的美学规律[J]. 针织工业, 2011(8): 58-60.
- [29] 刘福锦. 游泳课技术考核标准的评分方法[J]. 天津体育学院学报, 1997(1): 63-66.
- [30] 马德浩. 从管理到治理: 新时代体育治理体系与治理能力现代化建设的四个主要转变[J]. 武汉体育学院学报, 2018, 52(7): 5-11+55.
- [31] 刘保国. 知识经济时代的知识分子[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2012: 31.

## Modeling and Functional Realization of Intelligent Swimsuit System based on Knowledge Reuse

Wu Shuangshuang<sup>1</sup> Guo Yingzhu<sup>2</sup> Guo Yingzhu<sup>3</sup>

1. School of Physical Education, Shandong University, Jinan;

2. School of Economics and Management, Yanshan University, Qinhuang dao;

3. Shandong College of Traditional Chinese Medicine, Yantai

**Abstract:** This paper discusses the demand types of smart swimsuit, selects and evaluates the task ability and guarantee ability elements of smart swimsuit, so as to improve the social participation ability of smart fitness movement, and

then guide the improvement of swimming fitness activity practice teaching skills. Based on the theory of knowledge reuse and the practical guidance of demand evaluation, the intelligent swimsuit model was constructed and the algorithm was designed by using the literature and grey correlation method. The research shows that the protection ability of smart swimsuit is ranked in order of skill improvement, material environmental protection, safety alarm, cultural inheritance, eye-catching colors and novel styles. The 6 capability characteristics correspond to 3 kinds of different protection needs. On this basis, from the perspective of humanistic demand, artistic demand, technical demand, and so on, the system design, and then put forward three functional realization strategies: humanistic logic of sports governance, technical monitoring intelligence of sports deepening, artistic innovation and inheritance of sports participation. The correlation analysis of multi-safeguard ability can guarantee the scientific and practical nature of the design requirements of smart swimsuit, guarantee the coordination of supply and demand of the application of swimming fitness swimsuit, and further realize the intelligent practice and application of swimming fitness project supplies.

**Key words:** Knowledge reuse; Smart swimsuits; Modeling; Function implementation