

基于梯度培育的工业设计中心创新能力评价方法

黄祎丰

(北京市经济和信息化局 产业发展促进中心, 北京 100027)

摘要:近年来因产业转型升级需要和政策重视,我国工业设计产业得到快速发展,其中积极开展工业设计中心等载体建设便是各地促进工业设计产业发展的重要政策之一。近期工信部修订了《国家级工业设计中心认定管理办法》,提出加强建立健全工业设计中心的梯度培育体系,持续培育壮大工业设计市场主体。基于此,有必要建立一套标准化评价流程和评价方法,更高效地开展省、市级工业设计中心的培育、优选工作。从工业设计中心的创新能力评价机制出发,基于北京高精尖产业设计中心评价数据的统计分析结果,建立“定量分析为主、定性分析为辅”的评价指标体系,推动工业设计中心的梯度培育建设。

关键词:工业设计中心;设计创新;创新能力评价;指标体系;定量分析;梯度培育

中图分类号:F062.4;F424.6;TB47 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)19-0001-10

工业设计属于“设计”的范畴,在设计学领域诸多学科中有相对具体的研究对象、范畴及方法,其定义和内涵随着不同时期工业生产方式的演进发生着变化^[1]。在我国政府的指导性文件中,首次明确提到工业设计的概念是 2006 年的《国民经济和社会发展规划第十一个五年规划纲要》,其中工业设计被概括地归为“生产性服务业”。2010 年《关于促进工业设计发展的若干指导意见》明确指出“工业设计产业是生产性服务业的重要组成部分,其发展水平是工业竞争力的重要标志之一”。2019 年工信部等 13 个部门印发《制造业设计能力提升专项行动计划(2019—2022 年)》指出发展工业设计坚持市场主导的基本原则,发挥市场在资源配置中的决定性作用,强化企业主体地位激发市场主体创新活力,同时发挥政府作用,强化公共服务。具体政策包括重点项目支持、培育设计人才、壮大设计主体、构建公共服务网络等方面。

为强化企业在工业设计产业中的主体地位和作用,工业和信息化部通过立标杆、树典型,在全国范围内对工业设计创新能力突出、经济效益良好的企业开展“国家级工业设计中心”认定授牌,并按照工业设计产业的两种常见主体形式将工业设计中心资质分“企业工业设计中心”和“工业设计企业”

两种认定形式。其中,企业工业设计中心是指制造业企业等单位设立的,主要为本单位提供工业设计服务的内设部门或分、子公司;工业设计企业是指面向市场提供工业设计服务的单位。国家级工业设计中心的认定工作于 2013 年起每两年开展一次,至 2022 年认定了 5 批共 298 家,覆盖 25 个省(自治区、直辖市),其中企业工业设计中心 265 家和工业设计企业 33 家。

为适应工业设计创新发展需要,更好支撑制造强国建设,工信部近期修订了《国家级工业设计中心认定管理办法》,明确提出各级工业和信息化主管部门要加强指导和服务,建立健全工业设计中心梯度培育体系,持续培育壮大工业设计市场主体。这就要求工业设计中心的认定和建设管理需要进一步提升政策引导性,加强省、市、区等多级主管部门的联动,鼓励更多企业建设工业设计中心。为引导企业积极申报,有必要构建一套科学合理、简单易行的认定程序和评价指标体系,方便企业开展自评。同时,这也能支撑各级主管部门高效开展选优、推荐工作。

1 文献回顾

1.1 工业设计的创新驱动性

工业设计是一种创新性的活动,其目的是为产

收稿日期:2023-07-06

基金项目:北京文化艺术基金(JJ2020070);北京林业大学科技创新计划(2021SRZ09)。

作者简介:黄祎丰(1986—),男,湖北浠水人,北京市经济和信息化局产业发展促进中心,专技九级,工程师,硕士,研究方向为科技政策和创新项目管理。

品、服务及其生命周期的体系中各组成打造高品质。《国家级工业设计中心认定管理办法》对工业设计的定义是“以工业产品为主要对象,综合运用科技手段和工学、美学、心理学、经济学等知识,对产品的功能、结构、形态及包装等进行整合优化的创新活动”,对国家级工业设计中心定位就是“工业设计创新力强、业绩突出、发展水平领先”。因此,对工业设计中心评价的核心就是其创新能力,而评价内容则是涉及企业设计创新能力的各种要素。

工业设计在制造业企业驱动产品设计研发、提高产品附加值中发挥重要作用。企业的发展依赖于持续的创新和产品开发-其中产品设计与企业产品开发、制造、销售等活动有着不可分割的关系,其成功与否在企业发展中有着举足轻重的作用。随着消费观念的更新,用户和市场需求日渐多元化,导致企业产品很难再保持长期竞争优势,企业必须通过产品设计研发来迅速响应需求变化,通过优秀的设计赋予产品更多附加值^[2]。现在正处在信息化和工业化持续深度融合时期,新技术的涌现不断改变着人们的生活方式,带来人们对于产品的外观、性能和质量等方面有了更高、更个性化的需求,这对设计创新提出更高要求^[3]。

不少研究者基于技术创新理论,开展工业设计驱动创新的机制机理研究。马鸿飞^[4]提出技术创新是由新技术、新工艺、新材料、新设备、新设计等要素组成了有机体整体,而工业设计与技术创新是以市场导向为源头、共生共存的有机体。李晓英和周大涛^[5]提出工业设计作为企业实现产品差异化的有效工具,是驱动产品创新的重要因素核心,为企业发展和新业务拓展提供了重要机会,成为企业获得长期稳定发展的核心竞争力。陈劲和俞湘珍^[6]提出企业基于设计的创新概念“通过寻找新的技术或者现有技术新应用以及运用新的产品语言创新产品意义 给客户全新的体验过程”,并总结其主要核心要素:设计专业和沟通能力强的设计师团队、高效的设计管理流程、企业重视程度和资源支撑。陈雪颂等^[7]利用问卷调研和量表检验法,研究技术驱动和市场拉动之外的第三种影响创新的关键动力——意义创新的“解释”过程与“想象”过程对设计创新的影响机制,构建了外部知识网络对企业设计创新绩效的影响模型。林娅兰和向云波^[8]在解析设计驱动式创新和企业、政府、科研机构等组成的诠释者网络基础上,指出高质量的产品创新机制是制造业企业高质量发展的内在动力,机制主要由构

建意愿和支持社交两个环节组成。李雪艳等^[9]提出中小制造企业工业产品设计驱动创新需要交流研讨和技术帮扶的方式获取外部设计资源,更应关注产品应用设计能力,把握用户的情感和精神需求,注重在造型和功能方面的提高产品内涵。

1.2 企业创新能力评价

党的二十大报告明确提出创新是第一动力,要加快实施创新驱动发展战略,强化企业科技创新主体地位,推动创新链产业链资金链人才链深度融合。创新引领中国现代化之路,而创新评价则助力创新驱动发展。开展企业创新评价,作为一个政策性引导工具,有利于激励企业发挥创新主体作用,积极开展知识创造、技术创新,提升生产力,进而助力全社会的创新驱动发展。

创新评价是将现代科学评价方法引入到对企业等机构开展创新活动的评价。对某一事物进行评价,是人们常用的思维方式,这既是对事物的认知过程,也是进行决策的基础。评价一般是指根据确定的目标来测定被测对象的属性,并将这些属性变成客观定量的计值或者主观效用的行为^[10]。邱均平和文庭孝^[11]通过研究科学评价活动的产生与发生、科学定义、特征与本质,建立一套较为完整的评价学理论,包含评价学的概念范围、研究对象、理论基础与来源、学科性质、目标与任务、产生与发展,以及学科体系结构等。评价方法一般可以分为3类,一是基于专家知识的主观评价法,二是基于统计数据的客观评价法,三是基于系统模型的综合评价方法。根据“系统论”,创新载体建设属于软系统问题,通过一两项目标很难精准评估,因此一般采用综合评价方法,并尽量采用定量评价和定性评价相结合的方式建立评价指标体系。

近30年,国内很多学者提出了一些具有影响力的关于创新评价框架模型,并指导实践研究工作。高建^[12]在较早期提出的创新投入、创新实施、创新产出、创新过程等非阶段因素,测度框架是一个基于阶段的测度分析模型。马永红等^[13]在分析企业技术创新、产品创新、市场创新、管理创新4类创新的构成因素基础上,结合客观性、系统性、直接性原则构建创新型评价企业评价指标体系,并给出相适应的评价标准和评价方法。应洪斌和窦伟^[14]根据真实性、可比性、可操作性3个指标设置原则,分析企业自主创新能力与研发能力、生产能力和营销能力的关系,提出如何构建基于政府采购支持自主创新目的的企业自主创新能力评价指标体系。涂继亮

等^[15]提出一种融合区间层次分析的模拟退火算法用于定量计算评价指标最优权重分配值,解决企业创新能力评估过程中专家因素的复杂性和不确定性问题,并应用于江西省科技创新平台创新能力评价。

综上所述,目前学术界对工业设计创新理论和企业创新能力评价的研究已有不少研究成果,但关于企业的设计创新评价研究少有公开发表的文献。现梳理已公开发表的关于工业设计创新理论、企业创新能力评价相关文献,基于北京高精尖产业设计中心的往年评价数据,开展工业设计中心创新能力评价理论、方法和实践研究。

2 研究设计

2.1 研究目的

近期新修订的《国家级工业设计中心认定管理办法》提出“建立健全工业设计中心梯度培育体系”,要求鼓励更多企业参与工业设计中心建设并积极申报资质,并加强省、市、区等多级主管部门的联动。而目前北京高精尖产业设计中心认定评审采用专家评审的方式,也没有对外发布明确的评价标准,因此区级主管部门推荐初评时难以统一评价尺度。同时为更好发挥政策引导性,有必要让申报企业对照标准开展自评,有的放矢地持续提升创新能力。因此,有必要为推荐初评和企业自评工作构建一套采用定量指标评价为主,指标评分计算方便,且科学合理、能全面反映企业设计创新能力的评价指标体系。

另外,《国家级工业设计中心认定管理办法》规定了国家级工业设计中心的7项主要评价指标,分别是设计费用投入、设计团队人员数量及素质、获奖数量及质量、知识产权、制定标准数量、完成项目数量及质量和加分项,并要求省级工业设计中心的评价标准应依据国家级工业设计中心评价指标制定,本地区特色化指标分值不超过总分的30%。目前北京高精尖产业设计中心的评价指标体系对比以上7项主要评价指标,脉络顺序、指标内容、得分权重等差异较大,因此有必要在修订北京高精尖产业设计中心认定管理办法,同时围绕7项主要指标构建北京高精尖产业设计中心的评价指标体系。

为适应新要求,更好地支撑政府和企业开展工业设计中心建设工作,围绕如何优化评价流程、方法,构建评价指标体系展开研究。

2.2 研究思路

工业设计中心的两种认定形式,在数量上“企

业工业设计中心”占主导,现有298家国家级工业设计中心中,企业工业设计中心有265家,占比88.9%;64家北京高精尖产业设计中心中,企业工业设计中心形式的占53家,占比82.8%。考虑选择样本数量尽量多、研究问题更具普遍性等因素,本文以北京高精尖产业设计中心中“企业工业设计中心”形式为研究对象。

以北京市现有53家企业工业设计中心近两年的审核数据和评价结果作为数据样本。

1)完善认定建设评价机制。依据“建立健全工业设计中心梯度培育体系”要求,找出现行认定评价流程和评价指标体系中需改进之处,加以完善。

2)整理、筛选评价指标。通过整理现有53家企业工业设计中心申报书中关于工业设计中心的功能架构和运营管理等方面内容,挖掘企业设计创新活动主要特征因素,整理出可采用的主要评价指标。使用专家评议法,将国家级工业设计中心的7项主要评价指标细分出二级指标,根据真实性、可采集性和可比较性原则,分析各项指标并筛选出合适的定量指标和定性指标,构成评价指标体系框架。

3)确定定量指标的评分标准。因选择最通用简单的分段线性插值方法计算定量指标得分,需要找到各项定量指标的关键点指标数据。具体方法:通过分析53家企业工业设计中心评分的分布规律,牵定60%、80%、100%这3个关键点对应的概率分布位置,获得关键点指标数据。

4)结合2)和3)的结果,定量评价指标体系构建完成。通过把53家企业工业设计中心指标数据代入新建定量评价体系得到定量得分;再通过分析专家评分和评价体系下的定量评分的相关性,验证定量评价体系的有效性。

3 工业设计中心认定评价机制

3.1 认定建设情况

各级政府将推动企业建设工业设计中心作为积极推动工业设计产业发展的有力抓手,鼓励产业链龙头企业建设国家级工业设计中心,充分发挥其辐射效应和行业引领作用,为上下游的中小型制造业企业提供覆盖全生命周期的系统性工业设计服务,提高全产业链的产品附加值^[16]。近年来优秀设计企业和创新设计成果不断涌现,小米、华为、海尔、中芯国际等制造业龙头企业的国家级设计中心发挥着企业发展战略堡垒作用。目前共12个省份拥有10家以上国家级工业设计中心,从国家级工业设计中心的地域分布看,主要集中在长三角、珠三

角、环渤海地区。雄厚的制造业基础和繁荣的市场经济是工业设计产业稳健发展的基础,庞大的设计企业基数和良好的政策红利则是保证区域工业设计中心数量的重要因素^[17]。

北京市级工业设计中心认定工作于2018年起,每年在北京高精尖产业领域认定一批企业,授予“北京高精尖产业设计中心”称号,至2022年认定了5批共有64家。这些设计中心集中于制造业和科技服务业,为企业在承担相关领域设计任务、提供设计服务和教育培训设计人才发挥重要推动作用。

3.2 认定主要环节

目前北京高精尖产业设计中心认定工作由北京市经济和信息化局统一组织。申报企业通过官方系统提出申请,填报申请表并提交相关证明材料;北京市经济和信息化局委托评审机构组织人员开展评审工作;根据专家意见和评价得分择优认定企业,并公示、公布名单。其中,评审分为初审、专家评审和现场核查环节。

初审环节主要检查企业申报材料是否齐全,企业的工业设计专项研发经费、国内外授权专利和版权数量、工业设计从业人员数量等是否符合申报的基本条件。

专家评审环节则是组织专家评审会,对通过初审的企业进行综合评价,评价内容分为企业基本情况、工业设计中心条件和工业设计中心业绩等。因为评价结果经过专家组充分研讨后独立打分所得平均分,结果是比较准确全面地反映工业设计中心的创新能力。但目前使用的评价指标体系,没有明确区分主观评价指标和客观评价指标,打分标准划分比较宽泛,给予评审专家较大的裁量权。

现场核查环节则是评审机构以及专家赴申报企业,实地核实企业的申报信息、数据是否属实。

3.3 认定评价流程

为落实好“建立健全工业设计中心梯度培育体系”要求,北京高精尖产业设计中心修订认定和建设相关政策时,一要突出引导性,在调动企业申报积极性的同时也要引导企业对标国家级和省市级工业设计中心标准,扎实推进工业设计能力提升建设工作,二要加强市区联动,完善区主管部门推荐流程和初评标准,建立市、区两级主管部门相关人员的协调互动工作机制,推动构建区级-市级-国家级工业设计中心的梯度培育模式。

基于以上要求,北京高精尖产业设计中心认定评价流程有必要进行完善改进。一是明确企业的

自评环节,让企业在申报中通过对照评价标准,及时了解其设计创新活动和能力建设中的优势和不足,有的放矢地持续提升设计创新能力;二是强化区级主管部门的征集申报和推荐初审环节,有利于区级主管部门全面掌握区域内企业的工业设计创新能力情况,加强政企联动,建立区级工业设计中心建设评价机制;三是选择可靠的评价机构,明确其汇总整理申报材料和数据,组织专家评审和现场核查,撰写评审报告等工作任务,做到支撑有力、廉政保密。依照以上3点,在现有高精尖产业设计中心认定评价程序基础上完善改进,形成最终流程,如图1所示。

目前高精尖产业工业设计中心认定评审方式,主要依赖专家评审环节。这种基于客观数据、集体评议、独立判读得到结果分数,相对完全定量评价根据具有公允性,但在“建立健全工业设计中心梯度培育体系”新要求下,存在一定的不适用。一是开展专家评审耗时长、成本高,对企业自评和区级部门初评,时间紧张且开展难度大;二是定性指标和定量指标没有明确区分,部分定量指标的评分标准较模糊,企业自评和区级部门推荐初评时很难找准评价尺度。因此,为指导企业自评和区级部门推荐初评工作的快速有效开展,有必要明确企业自评建立一个由定量指标为主、评分标准清晰易操作的评价指标体系。而到正式评价阶段,则采用基于专家评审,定量评价和定性评价相结合的方式。

4 构建评价指标体系

4.1 筛选评价指标

53家“企业工业设计中心”企业在创新战略规划中均将工业设计中心放在重要地位。因主营业务、整体运营规划及管理模式的差异,各家企业对工业设计中心的功能定位在描述上略有差异,但基本都有围绕企业发展需求,发挥系统化提升产品和服务设计能力的作用。作为企业创新体系的重要组成部分,工业设计中心的效能发挥依赖于企业管理层以及技术、销售、财务、人事等部门多方面的支撑配合。在实际运营中,工业设计中心如果能有效调配工业企业设计资源,在企业发展战略制定和实施中将发挥重要作用。一方面工业设计中心若能高度参与企业的系统管理,与企业的管理、生产、销售、服务等无缝对接,将会为完善产品设计、工艺设计的内部管理,改善企业生产关系提供强大助力;另一方面工业设计中心也是企业实践产业创新范

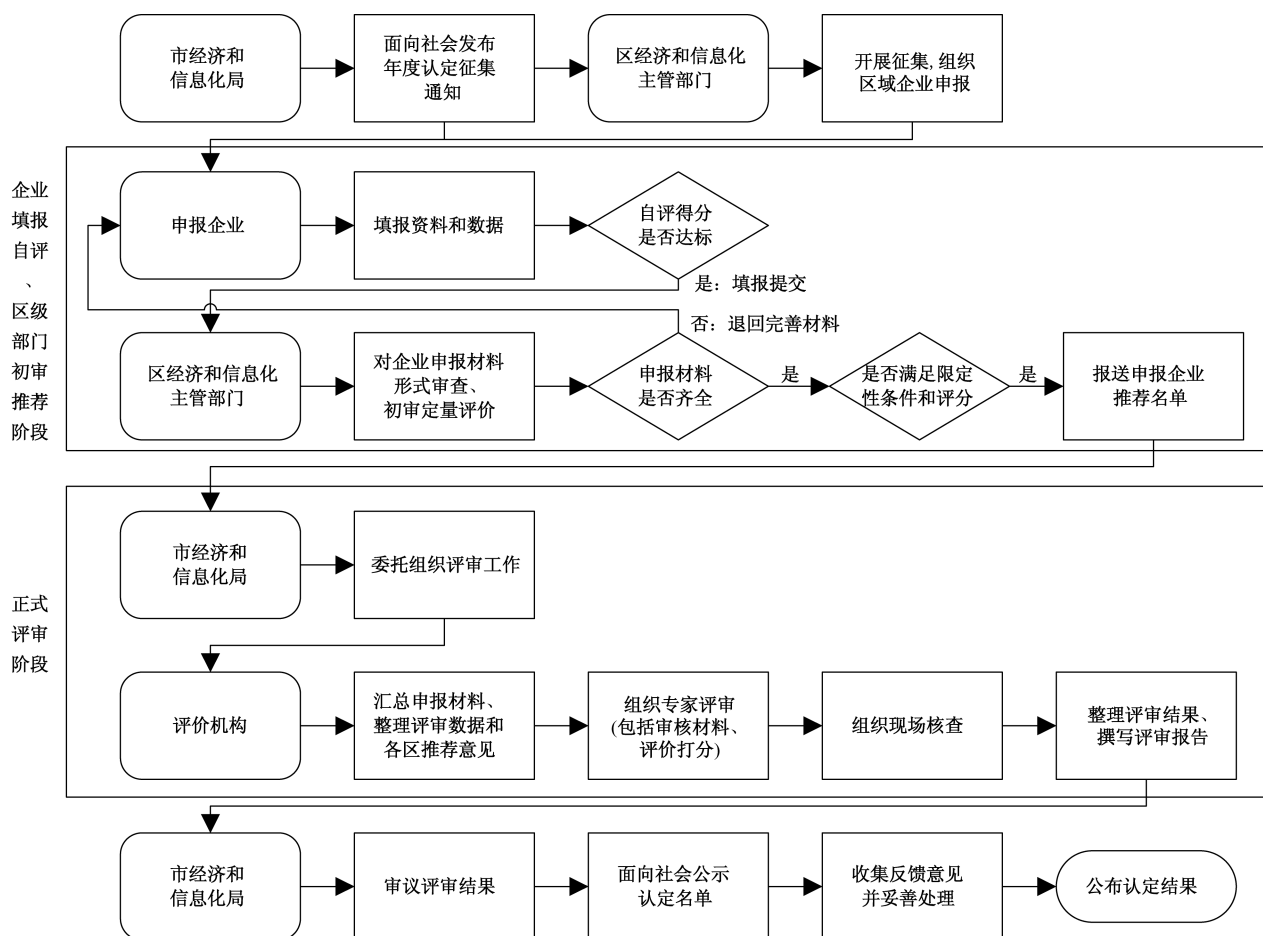


图1 评价流程

式的最佳场所,通过重构人才、技术、市场等生产关系要素,能为企业提升生产力创造可能。结合而言,可将企业建设工业设计中心的创新能力分解于企业基本条件、发展动力、条件、过程管理、成果等特征要素。

笔者邀请了3位工业设计领域、2位企业管理领域共5位评审经验丰富的专家,组成研讨小组,研究、讨论细化主要指标,分析各评价指标的可采集性和可比较性。根据专家组会议结果,每项主要指标分出2项或3项关键特征参数的二级评价指标,并分析各项指标最能反映企业设计创新活动的特征要素及其趋势相关性,以及数据采集途径和核实方法、定量考核准确度,见表1。

4.2 评价指标权重

为保障评价指标体系的有效性,在选择定量评价指标时,要充分考虑其可采集性和可比较性。因此,定量评价指标应选择反映主要信息趋势强相关,并且定量考核准确度准确或较准确的指标。表1的15项二级评价指标中,符合定量评价要求的

指标有7项,分布于设计费用投入、设计团队人员数量及素质、获奖数量及质量、知识产权、制定标准数量5个主要指标中。按照实操的方便性,其余8项二级评价指标,可将完成项目数量及质量、加分项2个主要指标里的5个评价指标作为定性评价指标。因此最终构成“5大定量、2大定性主要指标,7+5项二级指标”的评价指标体系架构。

为了让北京高精尖产业设计中心的评级指标体系最大化兼容国家级中心体系,5大定量和2大定性指标权重参照国家级工业设计中心,将主要指标的权重均分至二级指标。完成构建评价指标体系,见表2。其中,定量得分指标共90分,定性指标共15分(含加分项5分)。

5 定量评价规则 and 标准

5.1 指标评分规则

目前指标评分规则中,最通用且简单的是采用分段线性插值计算方法。平衡评分区间多带来的得分层级清晰和评分操作复杂之间的矛盾,设置各项评价指标的评分区间共分5段,指标得分如图2所

表 1 评价指标的筛选分析

主要指标	反映主要信息	采集途径和核实方法	二级指标	趋势相关性	定量考核准确度
设计费用投入	设计创新条件	企业填报,核对财务审计报告、统计局报表	近 3 年设计费用投入年均支出额	强正向	较准确
			近 3 年设计费用投入占企业研发设计投入总额比重	强正向	较准确
设计团队人员数量及素质	设计创新条件	企业填报,核对人员清单和资质证书	设计团队人员数量	强正向	较准确
			其中取得工业设计高级专业技术职称人员数量	弱正向	准确
获奖数量及质量	设计创新成果	企业填报,核对获奖证书	近 3 年获得国家级、省部级工业设计奖项数量	强正向	较准确
			其中国家级工业设计奖项数量	弱正向	准确
知识产权	设计创新成果	企业填报,核对知识产权局授权证书	近 3 年获得国内外专利及版权数量	强正向	准确
			其中发明专利数量	强正向	准确
制定标准数量	设计创新成果	企业填报,核对授权部门的发布文件	近 3 年牵头或参与制定工业设计、产品设计直接相关的国家标准、行业标准、团体标准总数	弱正向	较准确
			其中国家标准数量	强正向	准确
完成项目数量及质量	设计创新成果	企业填报,核对企业自证材料	近 3 年牵头或参与完成国家科技重大专项、重点研发计划和省部级重点研发项目中工业设计工作的数量	强正向	不准确
			其中属于国家科技重大专项的数量	强正向	较不准确
加分项	设计创新过程管理	企业填报,核对企业自证材料	近 3 年组织或参与工业设计重要活动情况	弱正向	不准确
	设计创新发展动力	企业填报,核对合作协议、服务合同等	与中小企业开展工业设计项目合作、为中小企业提供工业设计咨询服务情况	弱正向	较不准确
	企业基础条件	企业填报,核对证书或认定结果公布文件	获得工业和信息化部示范认定情况	弱正向	较不准确

表 2 评价指标体系及指标得分

指标类型	主要指标	二级指标	得分
定量指标	设计费用投入	近 3 年设计费用投入年均支出额	10
		近 3 年设计费用投入占企业研发设计投入总额比重	10
	设计团队人员数量及素质	设计团队人员数量	20
	获奖数量及质量	近 3 年获得国家级、省部级工业设计奖项数量	20
	知识产权	近 3 年获得国内外专利及版权数量	10
		近 3 年获得发明专利数量	10
	制定标准数量	近 3 年牵头或参与制定国家标准数量	10
定性指标	完成项目数量及质量	近 3 年牵头或参与完成国家科技重大专项、重点研发计划和省部级重点研发项目中工业设计工作的数量	5
		近 3 年牵头或参与完成国家科技重大专项的数量	5
	加分项	近 3 年组织或参与工业设计重要活动情况	2
		与中小企业开展工业设计项目合作、为中小企业提供工业设计咨询服务情况	2
		获得工业和信息化部示范认定情况	1

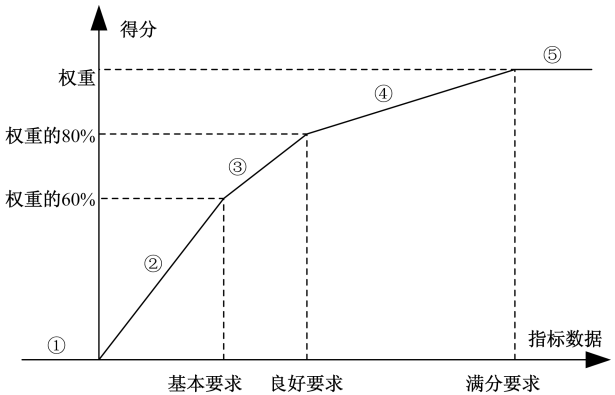


图 2 指标得分-指标数值曲线(分段线性插值法)

示,具体来说:①指标数值小于或等于 0 时,指标得分为 0;②指标数值处于 0 和基本要求之间时,指标得分=指标数值/基本要求×权重的 60%;③指标数值处于基本要求和良好要求之间时,指标得分=权重的 60%+(指标数值-基本要求)/(良好要求-基本要求)×权重的 20%;④指标数值处于良好要求和满分要求之间时,指标得分=权重的 80%+(指标数值-良好要求)/(满分要求-良好要求)×权重的 20%;⑤指标数值大于或等于满分要求时,指标得分为满分。

由图 2 可知,评分规则关键在于确定各项评价指标的基本要求、良好要求、满分要求 3 个标准刻度参数。

5.2 评价得分数据分析

北京高精尖产业设计中心中 53 家企业工业设计中心是 2018—2022 年分 5 批认定,各批企业数量为 7、15、14、6、11 家。为保障数据在时间上的可比性,分析数据采用近两年北京高精尖产业设计中心认定和复核评审数据。因认定评审开展每年一次,已认定的企业每两年进行一次复核,现有 2018 年和 2020 年认定的 21 家于 2022 年进行了复核,2019 年认定的 15 家于 2021 年进行了复核,具体企业见表 3。

将 53 家企业工业设计中心的专家评分从高到低排序,并列出该得分和企业认定年份,见表 4。从分布看,认定年份比较分散,并未出现明显的扎堆和偏向。

将 53 个企业的专家评分作为数据样本 $A, a_1 = 92.4, a_2 = 91.6, a_3 = 90.2, \dots, a_{53} = 60.4$ 。利用 SPSS 统计软件对 A 进行正态分布检验,结果描述见表 5,绘制分布直方图、正态分布拟合曲线和正态 Q-Q(Quantile-Quantile)图,如图 3 和图 4 所示。从正态 Q-Q 图可看出 53 个企业的专家评分的分布位置与拟合直线基本吻合。

还可通过偏度(skewness)和峰度(kurtosis)分析进行正态性检验。由表 5 统计结果可知,偏度值 $SK=0.162$,标准差 $\sigma_{SK}=0.327$;峰度值 $KU=-0.727$,

表 3 数据样本企业

年份	评审类型	数量/家	企业简称
2021	认定	6	广厦环能、海纳川汽车、达闼科技、云丁网络、长城超云、鑫华源
	复核	15	福田康明斯、中冶设备院、安世亚太、依文服饰、万集科技、曙光北京、豪尔赛、集创北方、精雕科技、中科博联、北汽越野、中科星图、永乐华航、北汽动力总成、元隆雅图
2022	认定	11	京东方、威克多制衣、金隅天坛、谊安医疗、良辰光启、智米科技、北斗星通、东方百泰、轩宇空间、中卓时代、特斯联
	复核	21	北汽福田、爱慕、安东石油、航天斯达、高能时代、江河集团、北汽总院、新石器慧通、世纪东方、华电重工、佳讯飞鸿、浪潮北京、新奥特、旷视机器人、奥瑞金、蓝箭航天、曲美家居、江河幕墙、海光仪器、甘李药业、北京建院
共计		53	

表 4 专家评分排名

排名	评审年份	评审类型	得分	排名	评审年份	评审类型	得分
1	2021	复核	92.4	28	2021	认定	76.0
2	2022	复核	91.6	29	2022	复核	75.8
3	2021	复核	90.2	30	2022	复核	74.6
4	2022	认定	89.2	31	2022	复核	74.0
5	2022	认定	89.0	32	2021	复核	73.8
6	2021	复核	89.0	33	2021	复核	73.0
7	2021	复核	89.0	34	2022	复核	72.8
8	2021	复核	85.2	35	2021	认定	72.2
9	2021	复核	84.8	36	2022	复核	72.0
10	2021	复核	84.6	37	2022	复核	71.8
11	2022	复核	84.2	38	2022	认定	71.6
12	2021	复核	83.6	39	2022	认定	71.0
13	2021	复核	82.2	40	2022	复核	70.6
14	2022	认定	81.8	41	2022	复核	70.4
15	2022	复核	80.8	42	2022	复核	69.8
16	2021	复核	80.2	43	2022	认定	69.4
17	2022	认定	80.0	44	2022	复核	69.4
18	2022	复核	80.0	45	2022	复核	68.4
19	2021	复核	80.0	46	2022	认定	67.4
20	2021	复核	80.0	47	2021	认定	66.8
21	2022	复核	79.6	48	2022	认定	66.0
22	2022	认定	78.2	49	2022	复核	66.0
23	2021	复核	78.2	50	2022	复核	65.4
24	2022	复核	77.8	51	2021	认定	65.2
25	2021	认定	77.8	52	2021	认定	63.2
26	2022	复核	77.2	53	2022	认定	60.4
27	2022	复核	76.8				

表 5 统计结果描述

样本数量	范围	最小值	最大值	均值	
				统计	标准差
53	32	60.4	92.4	76.611	1.095 2
标准偏差统计	方差统计	偏度		峰度	
		统计	标准差	统计	标准差
7.973	63.568	0.162	0.327	-0.727	0.644

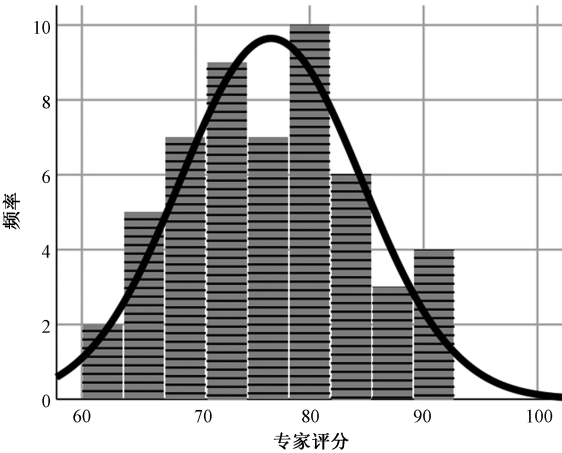


图 3 专家评分的分布直方图和正态分布拟合曲线

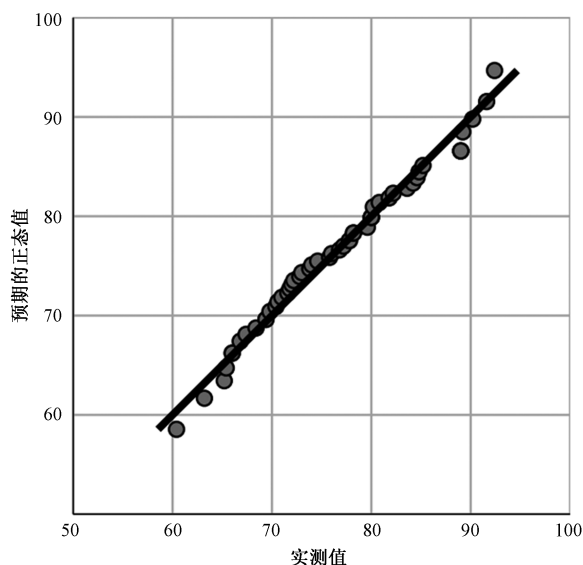


图4 专家评分的正态 Q-Q 图

标准差 $\sigma_{KU} = 0.644$ 。SK 和 KU 均接近于 0,且在 $\alpha=0.05$ 检验水平下,SK 和 KU 均满足正态分布假设限制范围 $(-1.96\sigma_{SK}, 1.96\sigma_{SK})$ 和 $(-1.96\sigma_{KU}, 1.96\sigma_{KU})$ 。因此 53 家企业的专家评分服从正态分布,有 $a \sim N(76.611, 7.973)$ 。

5.3 定量评价指标评分标准

为了新构建评价指标体系下的企业得分能同专家评价得分切近,可控制每项指标的评价标准,使得各项的得分均服从正态分布,最终 53 家企业新构建评价指标体系下得分会接近图 3 的专家评分分布曲线形状。

因为设置了达到 60 分基本要求才能通过评审的要求,目前评价指标体系没有加分项,所有现保留资质的企业评价得分都是在 60~100 分,因此不能直接从参评企业的指标数值里找到权重 60%、100% 的对应数值。①可通过计算 5 个拟合分数(70、

75、80、85、90 分)在图 3 中正态分布曲线的对应排名顺序(53 家评分由低到高);②找到各项指标,找到 5 个拟合分数的排名顺序对应 5 个数值,其中 80 分对应数值作为评价标准的良好要求;③利用 5 个拟合分数的对应数值,外推出分数 60 分和 100 分的对应数值。具体方法如下:

设拟合分数为 x ,有 $x = \mu + \sigma t$,则 t 服从标准正态分布,即 $t \sim N(0,1)$ 。 x 的累计概率为

$$P(x) = \phi(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad (1)$$

以拟合分数 70 分为例, $x=70, t=(x-\mu)/\sigma=-0.8292$ 。计算累积概率为

$$P(70) = \phi(-0.8292) = 20.45\% \quad (2)$$

对应排名 $S(70) = 53 \times P(70) + 0.5 = 11.33$,四舍五入取整,低到高排名 11 位。

同样,75、80、85、90 分,对应的由低到高排名为 23、36、46、51 位。

找到并记录下每项定量指标在 53 家企业中由小到大排序,分别在 11、23、36、46、51 位对应数值,见表 6。

基于表 6 数据,可以外推各定量指标在 60、80、100 分对应指标数据作为基本要求、良好要求和满分要求,对数值取整作为最终评分标准,见表 7。

5.4 定量评分结果校验

将 53 家企业工业设计中心的指标数据代入表 7 中,得出各企业的得分,并绘制专家评分一定量评价得分的散点图,如图 5 所示。在专家评分一定量评分坐标中,所有数据点基本在拟合直线附近,相关系数 $R^2=0.9459$,相关性较强,可见定量评价体系 and 评分标准有较强准确度和实用性。

6 结论和建议

基于新修订的《国家级工业设计中心认定管理

表6 定量指标的关键分数对应数值

定量指标	$x=70$ 分	$x=75$ 分	$x=80$ 分	$x=85$ 分	$x=90$ 分
对应 t	-0.829 2	-0.202 1	0.425 1	1.052 2	1.679 3
累计概率 $P/\%$	20.45	41.79	66.46	85.38	95.26
由低到高排名 S (取整)	11.34(11)	22.65(23)	35.72(36)	45.75(46)	50.99(51)
近 3 年设计费用投入年均支出额/万元	1 210	2 126	5 287	7 665	18 044
近 3 年设计费用投入占企业研发设计投入总额比重	36.1	47.3	83.6	100	100
设计团队人员数量/人	46	60	86	189	427
近 3 年获得国家级、省部级工业设计奖项数量/项	0	1	5	11	31
近 3 年获得国内外专利及版权数量/项	22	42	117	157	315
近 3 年获得发明专利数量/项	2	8	22	51	95
近 3 年牵头或参与制定国家标准数量/项	1	3	5	9	17

表7 定量指标评价标准

定量指标	基本要求	良好要求	满分要求
近3年设计费用投入年均支出额/万元	800	5 000	30 000
近3年设计费用投入占企业研发投入设计投入总额比重/%	30	80	100
设计团队人员数量/人	40	100	800
近3年获得国家级、省部级工业设计奖项数量/项	1	5	50
近3年获得国内外专利及版权数量/项	10	100	500
近3年获得发明专利数量/项	1	20	150
近3年牵头或参与制定国家标准数量/项	1	5	30

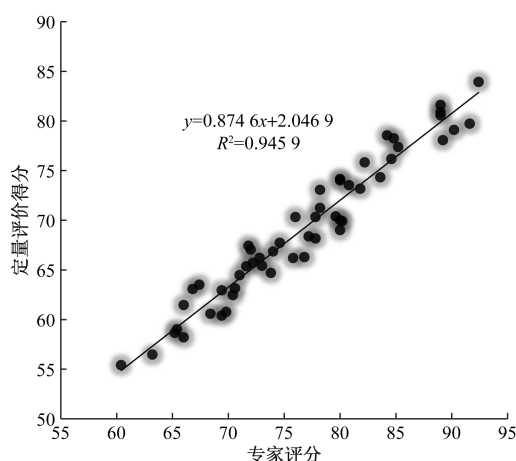


图5 专家评分-定量评价得分散点图

办法》相关要求,开展北京市高精尖产业设计中心的评价指标体系构建研究,主要结论如下:

1)基于“建立健全工业设计中心梯度培育体系”要求,完善改进了北京高精尖产业设计中心认定评价流程,包括明确企业在申报中对照评价标准开展自评环节,强化区级主管部门的征集申报和推荐初审环节,规范评价机构组织专家评审和现场核查等必要环节。

2)通过细化主要指标,分析各二级评价指标的可采集性和可比较性,建立了评价指标体系“5大定量、2大定性主要指标,7+5项二级指标”的架构,以及“定量评价为主、定性评价为辅”的指标权重分配。

3)以现有53家企业工业设计中心的专家评分为样本,通过概率统计分析,牟定定量指标的评分标准,完成构建定量评价指标体系。并通过校验定量评价得分和专家评分的相关性,证实了定量评价体系的有效性。

下一步,随着后续年度评审工作开展,结合更多评价数据分析,研究构建定量、定性相结合的专

家评价指标体系,持续提升工业设计中心创新能力评价工作的科学性、引导性和可操作性。

建议各级主管部门应注重工业设计中心的管理政策研究,制定适合本地区的建设管理办法、评价体系和奖励机制;建立各级主管部门和企业联动机制,发挥工业设计中心能效,引导企业开展学习交流和产业融合,注重设计领军人才引进和团队培养,逐步提升企业设计创新能力,带动区域工业设计产业创新发展。

参考文献

- [1] 中国设计产业发展报告2020-工业设计篇[R].北京:工业和信息化部工业文化发展中心,2020.
- [2] 张士军.市场在呼唤:谈工业设计的几个问题[J].技术经济,2000,19(2):27-29.
- [3] 陈庆峰,梁汉浩,孔嘉威,等.工业设计对企业产品创新的影响[J].科技风,2020(11):14-14.
- [4] 马鸿飞.技术创新中工业设计的主导作用[J].技术经济,2001,20(11):38-39.
- [5] 李晓英,周大涛.企业产品开发全过程设计评价流程与方法研究[J].科技进步与对策,2018,35(24):144-149.
- [6] 陈劲,俞湘珍.基于设计的创新:理论初探[J].技术经济,2010,29(6):11-14.
- [7] 陈雪颂,王志玮,陈劲.外部知识网络嵌入性对企业设计创新绩效的影响机制:以意义创新过程为中介变量[J].技术经济,2016,35(7):27-32.
- [8] 林娅兰,向云波.“诠释者”网络下设计驱动式创新赋能制造企业高质量发展的机制和路径研究[J].科技与产业,2022,22(11):32-37.
- [9] 李雪艳,岑雅婷,徐振琳.中国中小制造企业工业产品设计驱动创新影响因素与路径研究[J].科技进步与对策,2021,38(23):94-103.
- [10] 张于心,智明光.综合评价指标体系和评价方法[J].北方交通大学学报,1995(3):393-400.
- [11] 邱均平,文庭孝.评价学:理论·方法·实践[M].北京:科学出版社,2010.
- [12] 高建.科技起飞和中国企业技术创新能力的成长[J].清华大学学报(哲学社会科学版),2000(2):18-26,59.
- [13] 马永红,赵凌晨,刘拓.创新型企业评价体系的构建研究[J].技术经济,2007,26(10):1-4.
- [14] 应洪斌,窦伟.基于政府采购支持自主创新目的的企业自主创新能力评价体系研究[J].技术经济,2008,27(10):17-20.
- [15] 涂继亮,张家贤,陶秋香,等.江西省科技创新平台创新能力评价指标体系及发展策略[J].科技与产业,2022,22(9):53-60.
- [16] 李倩,陈程.论汽车工业中心如何发挥引领带动作用[J].时代汽车,2020(14):108-109.
- [17] 夏杰长,刘奕.以高质量的服务供给引领制造业转型升级和高质量发展:《关于加快推动制造业高质量发展的意见》解读之一[J].中国经贸导刊,2021(8):49-50.

The Evaluation Method of Innovation Ability of Industrial Design Centers Based on Gradient Cultivation

HUANG Yifeng

(Beijing Municipal Bureau of Economy and Information Technology Industrial Development Promotion Center, Beijing 100027, China)

Abstract: In recent years, the industrial design in China has rapid development, because of the needs of industrial transformation and upgrading, and policy emphasis. One of the important policies to promote the development of industrial design, is carrying out the industrial design centers and other carriers actively for all regions. Recently, the ministry of industry and information technology has revised the “Management Measures for the Recognition of National Industrial Design Centers”. In the management measures, it proposes to strengthen the establishment and improvement of gradient cultivation system for industrial design center, and push on the sustained promotion of the main market player of industrial design. Based on this background, it is necessary to establish a standardized evaluation process and method to carry out the cultivation and selection of provincial or municipal industrial design centers more efficiently. Starting from the mechanism of innovative ability evaluation, and based on the data analysis of Beijing sophisticated industrial design centers in previous years, an evaluation index system is established with “quantitative analysis as the main focus, qualitative analysis as the auxiliary” to promote the construction of gradient cultivation of industrial design centers.

Keywords: industrial design center; design innovation; innovation capability evaluation; index system; quantitative analysis; gradient cultivation