高职院校二级机构科研创新能力评价模型与实证分析

——以广东某院校的年度科研数据和发展状况为例

王广海

（广东机电职业技术学院，广东　广州　510515）

摘　要：为准确表征科研创新能力的评价指标，提高高职院校二级机构的科研创新能力，文章设计了初始评价指标框架，采用德尔菲法、灰色统计法进行指标重要程度评估和决策向量分析，确定评价指标。基于层次分析法构建二级机构科研创新能力评价 AHP 层次结构模型，计算各层级要素的评价矩阵，分析评价因素的综合权重值及其权重系数。以广东某高职院校二级机构的年度科研数据和科研表现为基础，开展科研创新能力综合评价实证分析。结果表明，二级机构科研创新能力评价指标和 AHP 层次结构模型，较为准确地表征了科研创新能力水平。

关键词：高职院校　二级机构　科研创新能力　评价方法

DOI:10.16209/j.cnki.cust.2022.05.026

高等职业教育作为一种类型教育，是高等教育的重要组成部分，对接产业开展社会服务是高职院校的历史职责。但高职院校科研基础薄弱，单个科研团队不足以支撑产业转型升级的技术需求，需要二级机构充分发挥科研创新能力，进行科技资源整合和优化配置，服务区域经济社会发展。科学、系统的科研创新能力评价方法，对促进高职院校从事科研活动、提升社会服务能力具有重要的意义。当前，Snigireva G.D. 等学者主要研究了区域科技创新能力评价方法[1-4]；唐武生等学者主要研究了高校科研评价体系[5-7]；杨千等学者主要研究了专业群、科研团队等对主体科研绩效评价方法[8-10]；Haapakorpi A. 等学者主要研究了教师科研绩效评价方法[11-16]。以上国内外相关研究主要集中在区域、高校、团队和教师等主体的科技创新能力评价上，面向高职院校二级机构科研创新能力的评价指标和评价方法较为鲜见。本研究以广东某高职院校（“双高”计划建设单位）二级机构为评价对象，基于层次分析法开展科研创新能力评价和实证分析，总结影响综合评价的关键指标，为高职院校二级机构提升科研创新能力提供参考。

一、设计初始评价指标框架

通过对高校科技创新能力评价等相关研究成果的分析，结合当前高校教育评价“破五唯”的改革趋势和高职院校科研管理实际，笔者认为可以从“人员结构”“科研投入”和“科研产出”等 3 个维度设计高职院校二级机构科研创新能力的初始评价指标。具体初始评价指标框架如表 1 所示。

表 1　二级机构科研创新能力初始评价指标框架

目标层	一级指标	二级指标
高职院校二级机构科研创新能力	人员结构	高级职称人员占比
		博士学位人员占比
		中青年科研人员占比
		男女比例
	科研投入	重点科研平台数量
		重点科研团队数量
		科研投入经费
		科研仪器设备数量
		科研政策支持
	科研产出	重点科研项目立项数量
		科研项目到账经费
		发明专利授权数量
		科技成果转移转化数量
		为企业创造经济效益值
		高水平论文发表数量

二、筛选并确定评价指标

（一）基于德尔菲法的科研创新能力评价指标重要程度评估

采用德尔菲法对初始评价指标通过七量级表进行专家

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

评估[17]，向相关领域研究人员、高校科研管理人员、科研团队负责人等28位专家发放调查问卷，收回问卷26份，有效问卷25份。专家评分结果统计如表2所示。

表2　二级机构科研创新能力评价指标重要程度统计

序号	初始评价指标	重要性								均值
		1	2	3	4	5	6	7	总分	
1	高级职称人员占比	0	0	2	7	8	6	2	124	4.96
2	博士学位人员占比	0	1	2	2	4	6	10	142	5.68
3	中青年科研人员占比	0	2	1	2	5	6	9	139	5.56
4	男女比例	8	7	3	2	2	3	0	67	2.68
5	重点科研平台数量	0	0	1	4	4	5	11	146	5.84
6	重点科研团队数量	0	0	1	1	3	8	12	154	6.16
7	科研投入经费	0	0	0	2	2	7	14	158	6.32
8	科研仪器设备数量	0	1	4	8	6	2	4	116	4.64
9	科研政策支持	1	2	6	6	6	2	2	103	4.12
10	重点科研项目立项数量	0	1	1	2	3	6	12	148	5.92
11	科研项目到账经费	0	0	1	1	2	7	14	157	6.28
12	发明专利授权数量	0	0	1	1	2	8	13	156	6.24
13	科技成果转移转化数量	0	0	1	2	3	8	11	151	6.04
14	为企业创造经济效益值	0	0	0	1	1	9	14	161	6.44
15	高水平论文发表数量	0	0	4	7	7	5	2	119	4.76

（二）基于灰色统计法分析决策向量

将表2的评价指标重要程度划分为“高”“中”“低”三个类别，构造对应类别的灰类白化函数。

①当评价指标重要程度属于“高”类别，灰类数K=1，其灰类白化函数值：

$$f_k(\mathrm{pq}) = f_1(\mathrm{pq}) = \begin{cases} 0 & (g_{pq} \le 4) \\ \dfrac{g_{pq}-4}{3} & (4 < g_{pq} < 7) \\ 1 & (g_{pq} \ge 7) \end{cases} \quad (1)$$

注：$f_k(pq)$为第q个评价指标重要程度为p的灰类白化函数值；g_{pq}为第q个评价指标重要程度为p的值。

②当评价指标重要程度属于“中”类别，灰类数K=2，其灰类白化函数值：

$$f_k(\mathrm{pq}) = f_2(pq) = \begin{cases} 1 & (g_{pq} \le 1 \text{ or } g_{pq} = 4) \\ \dfrac{g_{pq}-1}{3} & (1 < g_{pq} < 4) \\ \dfrac{7-g_{pq}}{3} & (4 < g_{pq} < 7) \\ 0 & (g_{pq} \ge 7) \end{cases} \quad (2)$$

③当评价指标重要程度属于“低”类别，灰类数K=3，其灰类白化函数值：

$$f_k(\mathrm{pq}) = f_3(pq) = \begin{cases} 1 & (g_{pq} \le 1) \\ \dfrac{4-g_{pq}}{3} & (1 < g_{pq} < 4) \\ 0 & (g_{pq} \ge 4) \end{cases} \quad (3)$$

④根据灰色统计法可知，灰类决策系数：

$$\eta_k(\mathrm{q}) = \sum c(\mathrm{pq}) f_k(pq) \qquad (\mathrm{k} = 1, 2, 3) \quad (4)$$

注：$\eta_k(pq)$为第q个评价指标、灰类数为K的决策系数；c_{pq}为选定第q个评价指标重要程度为p的专家数量。

（三）结合德尔菲法和灰色统计法确定评价指标

采用灰色统计法对表2的数据进行分析，可以得到各评价指标的重要程度，选取重要程度为“高”类别的评价指标，如表3所示。

表3　二级机构科研创新能力评价指标重要程度分析

序号	初始评价指标	重要性			重要程度	是否选取
		$\eta_1(q)$	$\eta_2(q)$	$\eta_3(q)$		
		高	中	低		
1	高级职称人员占比	8.6	15.58	0.66	中	否
2	博士学位人员占比	15.28	8.27	1.32	高	是
3	中青年科研人员占比	14.61	8.6	1.65	高	是
4	男女比例	2.64	16.6	13.61	中	否
5	重点科研平台数量	15.62	8.95	0.33	高	是
6	重点科研团队数量	18.27	6.28	0.33	高	是
7	科研投入经费	19.28	5.63	0	高	是
8	科研仪器设备数量	7.3	15.59	1.98	中	否
9	科研政策支持	5.3	16.24	4.3	中	否
10	重点科研项目立项数量	16.95	6.95	0.99	高	是
11	科研项目到账经费	19.28	5.29	0.33	高	是
12	发明专利授权数量	18.94	5.62	0.33	高	是
13	科技成果转移转化数量	17.27	7.28	0.33	高	是
14	为企业创造经济效益值	20.27	4.63	0	高	是
15	高水平论文发表数量	7.61	15.91	1.32	中	否

由表3可知，选取“博士学位人员占比”“中青年科研人员占比”“重点科研平台数量”“重点科研团队数量”“科研投入经费”“重点科研项目立项数量”“科研项目到账经费”“发明专利授权数量”“科技成果转移转化数量”“为企业创造经济效益值”等10个内容作为高职院校二级机构科研创新能力二级评价指标。

三、科研创新能力评价模型

高职院校二级机构的科研创新能力评价包括：本机构的科研业务成绩评价和各二级机构间的科研绩效成绩对比评价。其中，本机构科研业务成绩评价是该机构科研绩效以年度为时间间隔的纵向对比；各二级机构间的科研绩效成绩对比评价是不同机构各项评价指标的横向对比。本研究以广东某高职院校（“双高”计划建设单位）下设的8个二级机构为评价对象，开展科研创新能力评价。

（一）二级机构科研业务成绩评价

从图1、图2可以看出，各二级机构近3年的人员结构相对稳定，博士学位人员平均占比15%，中青年科研人员平均占比约为80%，人员结构分布基本合理。先进制造技术

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

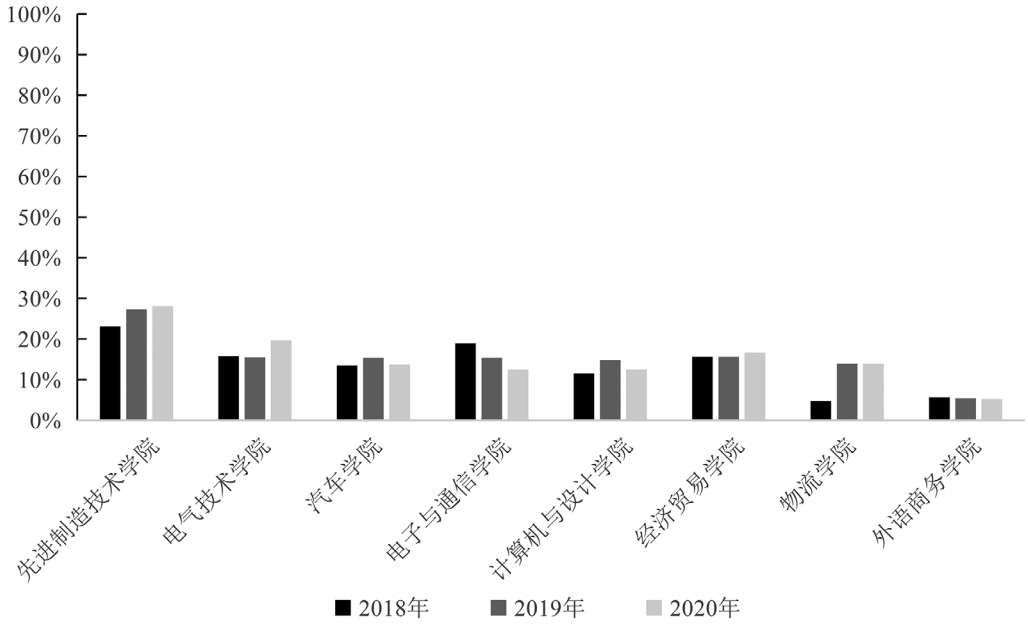

图 1　二级机构博士学位人员占比（%）

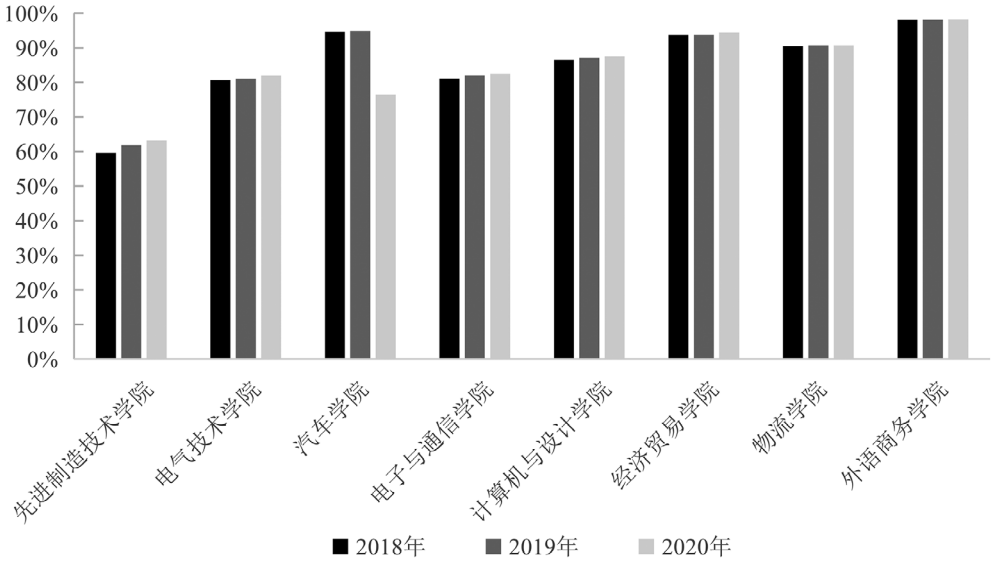

图 2　二级机构中青年科研人员（50 岁及以下）占比（%）

学院高层次人才比例高，且逐年增加；电子与通信学院近 3 年高层次人才流失率也逐渐升高；汽车学院科研人员结构有待进一步优化；外语商务学院中青年科研人员比例高，但高层次人才严重不足。

从表 4 可以看出，各二级机构近 3 年的科研业务成绩差异明显，部分二级机构的科研短板较为凸显。先进制造技术学院、汽车学院、电子与通信学院较为重视科研平台或团队建设，科研投入逐年增加，在科研项目、到账经费、专利授权、为企业创造经济效益等环节均有良好的表现。在科研成果的产生上，各二级机构间的发展不平衡不充分，文科学院的科研业务成绩表现欠佳，电气技术学院的科研支持力度不足。

（二）二级机构间的科研绩效成绩对比评价

采用层次分析法开展各二级机构间的科研绩效成绩对比评价[18-25]，将评价因素分为 3 类，即与高职院校自身发展有关的“人员结构”、与科研建设有关的“科研投入”和与科研效益有关的“科研产出”。以二级机构科研创新能力评价为总目标，建立 4 个层级的 AHP 层次结构模型，开展科研绩效成绩对比评价。二级机构科研创新能力评价 AHP 层次结构模型如图 3 所示。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 4　近 3 年二级机构科研创新能力各评价指标的平均增长率

评价指标 二级机构	重点科研平台数量（%）	重点科研团队数量（%）	科研投入经费（%）	重点科研项目立项数量（%）	科研项目到账经费（%）	发明专利授权数量（%）	科技成果转移转化数量（%）	为企业创造经济效益值（%）
先进制造技术学院	100	66.67	10.53	30.77	8.28	50	0	69.77
电气技术学院	0	0	−27.98	0	−37.78	33.33	100	4.69
汽车学院	100	50	10.77	22.22	5.76	83.33	100	71.23
电子与通信学院	0	66.67	5.87	33.33	4.51	50	0	68.78
计算机与设计学院	0	0	8.53	33.33	6.63	0	0	51.46
经济贸易学院	0	0	−19.52	85.71	−26.47	0	0	2.35
物流学院	0	25	−25.88	75	−25	0	0	1.09
外语商务学院	0	75	11.5	71.43	3.77	0	0	55.36

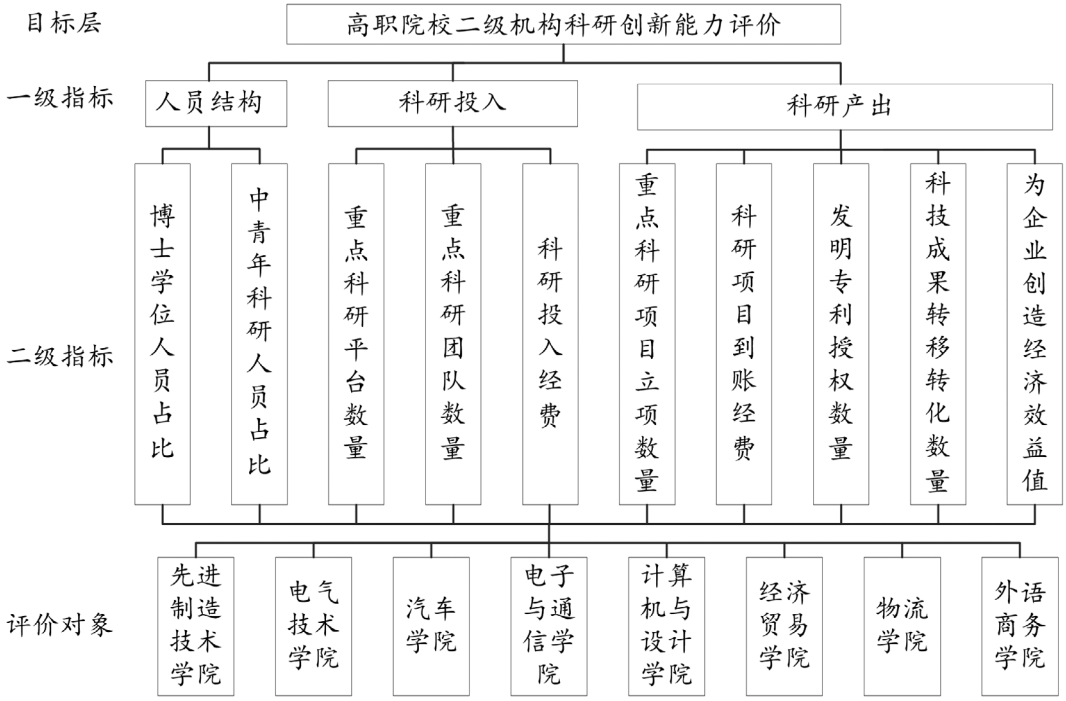

图 3　二级机构科研创新能力评价 AHP 层次结构模型

四、科研创新能力评价矩阵与评价因素的权重分析

为实现科学评价，邀请 9 名行业专家采用 9 级比例标尺进行打分评估，通过对评价指标的两两比较，按照相互之间的关系重要性进行打分，得出指标评价成对比较矩阵和特征向量矩阵（表 5）。

表 5　层次分析法（AHP）的评价尺度

成对比较分值	基本评价尺度	内容
1	同等重要	成对比较的要素重要性相同
3	稍微重要	A 要素比 B 要素稍微重要
5	相当重要	根据主观意识，强烈倾向于 A 要素
7	明显重要	非常强烈倾向于 A 要素
9	绝对重要	根据客观证据，A 要素绝对比 B 要素重要
2、4、6、8		用于以上标准的折中值
以上分值的倒数		A 要素与 B 要素反之比较的数值

①一级指标评价矩阵、权重分析、一致性检验如下：

评价矩阵 R：

$$R=\begin{bmatrix}1 & 1/3 & 1/5\\ 3 & 1 & 1/3\\ 5 & 3 & 1\end{bmatrix} \tag{5}$$

特征向量矩阵 T=[0.1111；0.2311；0.6578]；最大特征值 λ_{max}=3.0502；一致性评价指标 C.R.=0.0433 < 0.1，满意一致性矩阵，通过一致性检验。

②二级指标评价矩阵、权重分析、一致性检验如下：

评价矩阵 R：

$$R_1=\begin{bmatrix}1 & 3\\ 1/3 & 1\end{bmatrix} \tag{6}$$

$$R_2=\begin{bmatrix}1 & 1/2 & 1\\ 2 & 1 & 3\\ 1 & 1/3 & 1\end{bmatrix} \tag{7}$$

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$$R_3=\begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1 & 1 & 1/3 \\ 3 & 1 & 3 & 3 & 1 \\ 1 & 1/3 & 1 & 3 & 1/3 \\ 1 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 3 & 1 & 3 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

特征向量矩阵 T_1=[0.7519；0.2481]，T_2=[0.2502；0.4996；0.2502]，T_3=[0.1128；0.3359；0.1226；0.0928；0.3359]；最大特征值 λ_{max2}=3.0538，λ_{max3}=5.1554；一致性评价指标 $C.R._2$=0.0464 < 0.1，$C.R._3$=0.0349 < 0.1，满意一致性矩阵，通过一致性检验。

结合二级机构科研创新能力评价层次结构模型，自上而下计算出各层级要素关于系统整体综合权重值及其权重系数，进行层级排序。计算结果如表 6 所示。

表 6　二级机构科研创新能力综合评价权重分析表

评价指标	人员结构 (0.1111)	科研投入 (0.2311)	科研产出 (0.6578)	综合权重	权重系数
博士学位人员占比	0.7519			0.0835	8.35%
中青年科研人员占比	0.2481			0.0276	2.76%
重点科研平台数量		0.2502		0.0578	5.78%
重点科研团队数量		0.4996		0.1155	11.55%
科研投入经费		0.2502		0.0578	5.78%
重点科研项目立项数量			0.1128	0.0742	7.42%
科研项目到账经费			0.3359	0.2210	22.10%
发明专利授权数量			0.1226	0.0806	8.06%
科技成果转移转化数量			0.0928	0.0610	6.10%
为企业创造经济效益值			0.3359	0.2210	22.10%

由表 6 可以看出，二级机构科研创新能力评价呈现差序样态，3 个一级指标、10 个二级指标呈现差异较为显著的权重分布。一级指标中“科研产出”是衡量科研创新能力的关键指标，权重占比 65.78%，属于影响科研创新能力的决定性因素。二级指标中“科研项目到账经费”“为企业创造经济效益值”“重点科研团队数量”是最重要的 3 个关键性因素，权重占比分别为 22.10%、22.10% 和 11.55%，是二级机构科研创新能力是否突出的重要体现。以上分析结果与高职院校重视开展企业技术服务项目是相匹配的，鼓励科研人员通过组建科技创新团队，面向产业技术需求，开展工程化研究，为企业解决实际技术问题，服务区域经济社会发展。

五、科研创新能力综合评价

以年度科研数据和科研表现为基础，采用“五分法”对各二级机构科研创新能力进行评分，综合得分结果如表 7 所示。

由表 7 可以看出，各二级机构科研创新能力评价综合得分存在显著差异，最大差值为 2.5962 分。对比工科学院，先进制造技术学院各评价指标得分较为均衡，综合得分最高，为 4.1517 分；电气技术学院关于“科研投入”和“科研产出”的评价指标得分较低，综合得分最低，为 1.5555 分；对比文科学院，外语商务学院近年来比较重视科研团队和科研项目的培养，综合得分 3.2889 分，科研成效显著；从总体上看，工科学院的科研创新能力综合评价得分明显高于文科学院，这与学校的办学特色是相符的。

六、结论与建议

（一）结论

本研究面向高职院校二级机构开展科研创新能力评价，采用德尔菲法和灰色统计法分析确定评价指标，提出 AHP 层次结构模型，分析评价因素的权重占比与排序，总结了影响科研创新能力评价的关键指标。笔者以广东某高职院校（“双高”计划建设单位）下设的 8 个二级机构为评价对象开展实证分析，分析结果与学校科研现状相符，为二级机构提升科研创新能力提供参考。

（二）建议

1. 优化人员结构，激发教师从事科研工作的“内生动力”

通过科研体制机制改革，优化科研人员结构，充分发挥高层次人才的科研带头作用。实行教师分类管理，使科研岗位教师能从繁杂的教学和管理实务中解放出来，确保科

表 7　二级机构科研创新能力综合得分情况

评价指标 / 二级机构	博士学位人员占比	中青年科研人员占比	重点科研平台数量	重点科研团队数量	科研投入经费	重点科研项目立项数量	科研项目到账经费	发明专利授权数量	科技成果转移转化数量	为企业创造经济效益值	综合得分
先进制造技术学院	5	3	4	4	5	4	5	4	1	4	4.1517
电气技术学院	4	4	1	1	1	1	1	3	2	1	1.5555
汽车学院	4	4	4	3	5	3	4	5	3	4	3.8877
电子与通信学院	3	4	1	4	3	3	4	4	1	4	3.4281
计算机与设计学院	4	4	1	1	4	2	3	1	1	3	2.4649
经济贸易学院	4	4	1	1	1	4	1	1	1	1	1.5559
物流学院	3	4	1	2	1	4	1	1	1	1	1.5879
外语商务学院	2	5	1	5	5	5	4	1	1	3	3.2889

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

研和社会服务出成效。加大科研投入、项目攻关、技术服务、科技成果转化等内容，在职称评审、岗位聘任、二级机构绩效考核等环节的计分权重，激发教师从事科研工作的“内生动力”。

2. 加大科研投入，推动科研和技术服务“供需侧”解耦对接

加大校院两级的科研投入，搭建科研平台，组建“技术经理人”服务团队，开展企业调研，打破技术供需侧“信息孤岛”，分析产业关键共性技术需求，开展学科交叉融合，组建精准化技术服务团队，进行技术“供给侧”结构性改革。以产业需求为导向，重点培育支撑产业转型升级服务的科研团队。

3. 规划可持续发展方向，实现教师与学院发展“同向同行”

结合学院发展特色，以科研创新能力评价为牵引，补足科研短板，规划可持续发展方向，在“科研项目”“科研团队”“科研成效”等方面加强建设，通过科研创新能力提升反哺教学，使学院教师积极主动更新知识结构和创新意识，带领学生接触产业新技术，培养学生的“微创新”能力，实现教师科研与学院人才培养提质培优发展“同向同行”。

作者简介：王广海，广东机电职业技术学院，副教授，博士，主要从事教学科研规划与管理研究。

[基金项目：2020年广东省高职教育教学改革研究与实践项目“面向高职多渠道生源的标准化教学组织模型与优化”（JGGZKZ2020029）；广东省教育科学“十三五”规划2019年度高校哲学社会科学专项研究项目“高职工科类课程思政实施路径方法研究”（2019GXJK263）]

参考文献：

[1] Snigireva G.D., Kazakova M.A., Mironova O.A.. A Conceptual approach to the assessment of regional innovation environment factors based on the index method[J].Revista Espacios,2017(38):30-36.

[2] Srholec M.. Just how much does the local innovation milieu matter for the innovativeness of firms?Multilevel evidence from the Czech Republic[C].Conference on Micro Evidence on the Innovation in Developing Econnmies,2011.

[3] 李婷，董慧芹．科技创新环境评价指标体系的探讨[J]. 中国科技论坛，2005(4):30-31.

[4] 郑茜．广东区域科技创新环境建设研究——借鉴美、日经验[D]. 广州：广东省社会科学院，2015.

[5] 唐武生，于洪莉，宋立军，等．地方高校科研业绩评价量化体系研究[J]. 科研管理，2016,37(1):324-327.

[6] 张波，叶晓．应用型大学的科研评价研究[J]. 北京联合大学学报（自然科学版），2015,29(1):10-13.

[7] 上海市教育科学研究院，麦克思研究院．2019中国高等职业教育质量年度报告[M]. 北京：高等教育出版社，2019:49.

[8] 王涛，蔡小培，陈南，等．新时代高校科技评价体系构建路径[J]. 中国高校科技，2021(S1):57-60.

[9] 方飞虎，潘上永，王春青．高等职业教育专业群建设评价指标体系构建[J]. 职教论坛，2015(5):59-62.

[10] 王琪，刘亚西，张菊霞，等．高职教育多主体协同“走出去”：实践类型与优化治理[J]. 教育发展研究，2019(5):14-19.

[11] Haapakorpi A.. Doctorate holders outside the academy in Finland:academic engagement and industry-specific competence[J].Journal of Education and Work,2017,30(1):53-68.

[12] Elizabeth B. Kozleski, Tamara Handy. The Cultural Work of Teacher Education[J].Theory into Practice,2017,56(3):205-213.

[13] 曾丽红，王鑫强．高校青年教师职业认同感现状调查与对策[J]. 黑龙江高教研究，2016(10):57-60.

[14] 罗尧成，朱孟君．高校新进博士青年教师发展现状的调查研究——以湖北省为例[J]. 湖北社会科学，2015(2):172-176.

[15] 包永强，梁瑞宇，宋宇飞，等．应用型高校教师科研评价现状与对策[J]. 南京工程学院学报（社会科学版），2017,17(3):67-70.

[16] 韩小林，马瑞敏，吴文清，等．基于分类分型的高校教师绩效评价研究[J]. 重庆大学学报（社会科学版），2014,20(1):114-119.

[17] 张万朋，柯乐乐．基于德尔菲法和层次分析法的研究生学习成果评价研究：以教育经济与管理专业为例[J]. 现代大学教育，2018(1):93-99.

[18] 魏洁，汤建奎．基于模糊综合评价的高校教师绩效考核研究[J]. 江苏高教，2014(6):100-103.

[19] 周鸣勇，夏子崇．基于层次分析法的远程课程预期成效评估系统设计[J]. 现代电子技术，2021,44(12):63-67.

[20] 万雅莹，顾坤华．基于层次分析法的高职院校微课开发与评价研究[J]. 职业技术教育，2019,40(5):28-32.

[21] 岳进，郭辉．基于区间层次分析法和专家群决策的MOOC适切性评价[J]. 电化教育研究，2019,40(3):54-58.

[22] 孙彩云．基于层次分析法的教学质量数据平台设计与实现[J]. 电视技术，2019,43(4):94-98.

[23] 汪乐．基于层次分析法的高校图书馆学科服务评价研究[D]. 合肥：安徽大学，2017.

[24] 霍海峰，温鲜．层次分析法在教学评价中的应用[J]. 科技视野，2012(28):48-49.

[25] 楚存坤，孙思琴，韩丰谈．基于层次分析法的高校图书馆学科服务评价模式[J]. 大学图书馆学报，2014(6):86-90.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net