

福建省属公益类科研院所科技投入产出 动态关系及趋势预测

池敏青

(福建省农业科学院 农业经济与科技信息研究所, 福州 350003)

摘要:采用2011—2015年科技投入产出相关数据,采用灰色关联分析和L-Q灰色预测模型,对38家福建省属公益类科研院所8项科技投入产出进行关联分析和预测。结果表明:该类科研院所科技投入与产出之间存在较强相关关系,增加科技投入能有效提高科技产出水平;目前不同科技投入对不同产出影响不同,但在未来5年,科技人员的工作效率 and 创新能力将成为决定科研院所科技产出效率的重要因素。因此在继续加大科技经费物质投入同时,必须高度重视人才培养及优化人才结构,从而提升科技投入产出效率。

关键词:科技投入产出;灰色关联分析;L-Q灰色预测模型;公益类科研院所

中图分类号:G311 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2018)06-0067-06

科学技术对经济社会发展的支撑作用日益突出,我国科技投入呈现大幅增长趋势。“十二五”期间,全国研究与试验发展(R&D)经费支出年均增长率为13.01%,国家财政科学技术支出年均增长率为9.33%^[1-2]。随着近年来公众对绩效管理的重新认识,科技投入对科技成果产出的推动作用越来越受到关注,如何确保科技投入效率最大化成为人们关注的热点。

科研院所是我国科技创新体系三大主体之一,其科技投入产出效率高低在一定程度上影响着整个科技创新体系的成效。国内许多学者对科研院所科技投入产出相关问题进行了研究。如杨洪涛^[3],杨珍伟^[4],雷彦斌^[5],李祥驰^[6],赵博雄^[7]等均采用数据包络分析法(DEA)对不同类型的科研院所进行实证研究,从全要素生产率角度分析科技资源配置效率;陈国迎^[8],池敏青^[9]等利用回归分析方法研究高校科研院所科技投入产出的相关性;索玮岚^[10]基于时滞效应和关联效应视角分析中国科学院的科技资源使用效益;另外有的学者还运用因子分析、主成分分析、结构方程模型、数学方程模型等方法进行分析。上述学者主要采用数理统计方法进行研究,取得丰硕成果。但科学技术研究呈现出多投入和多产出特点,且我国

科技统计工作滞后,相关统计数据十分有限,难以找出典型的分布规律。灰色关联分析方法作为一种系统分析方法,弥补了数理统计方法的不足,目前国内已有较多学者采用该方法来分析高校、企业等科技投入产出动态关系,但还未见用于科研院所科技投入产出的分析。

公益类科研院所是以向全社会提供公共技术和公益服务为主要任务,是政府协调社会科技发展不可缺少的技术支撑^[11-12];目前公益类科研院所的科技投入仍以国家财政为主,并呈现逐年递增趋势。福建省共有38家省属公益类科研院所(以下简称“院所”),占全省县级以上科研与开发机构总数(95家)的40.00%,占全省省属科研院所总数(53家)的71.70%,科研和技术服务领域涉及农业、林业、生物、海洋、医学、体育、劳保、标准、计量、信息、环保、水利水电等领域,是建设特色鲜明的海峡西岸经济区区域创新体系的重要组成部分。截止2015年底,共有从业人员2756人,其中从业人员在120人以上的有4家,90~119人的有6家,50~89人的有15家,49人以下的有13家。从事行业属于“自然科学研究和试验发展”领域的有3家,“工程技术和试验发展”有7家,“农业科学研究和试验发展”有20家,“医学

收稿日期:2018-03-26

基金项目:福建省属公益类科研院所基本科研专项(2017R1015-10);福建省农业科学院“十三五”青年科技创新团队(STIT2017-3-7)。

作者简介:池敏青(1981—),女,福建闽清人,福建省农业科学院农业经济与科技信息研究所,助理研究员,硕士,研究方向:科技政策与科技评价。

研究和试验发展”有 6 家,“社会人文科学研究”有 2 家。在创新驱动发展战略背景下,采用灰色系统理论,对福建 38 家省属公益类科研院所“十二五”期间科技投入产出关联分析及未来五年进行预测,有利于了解推动科技产出和科技进步的关键影响因素,不仅对于提高科研管理水平具有重要实践价值,而且为制定科学的科技发展政策提供决策依据。

1.1 科技投入产出特点分析

1.1.1 重视科技创新人才的引进

福建省积极创造条件加大对省属公益类科研院所科技人才的引进,将院所高层次人才纳入各级人才培养引进资助计划和建设项目,重点加强对高层次人才培养、紧缺人才引进、杰出人才资助。“十二五”期间增加高级专业技术岗位数 5 个百分点,并向优秀青年人才倾斜;对引进的领军人才不计入单位岗位结构比例;对优秀科研人员可实行低职高聘。截止 2015 年底,38 家院所共有科技活动人员 2 404 人,占从业人员的 87.23%,是科研院所科技创新活动的重要从事者。硕博士毕业 988 人,占比 41.10%;高级职称 945 人,占比 39.31%。2008 年至 2015 年,硕博士毕业和高级职称年均增长率分别为 9.36% 和 3.22% (图 1)。目前该类科研院所科技活动人员已形成了以本科毕业和硕士毕业为主的人才学历结构,且受教育构成水平逐步提升;同时高素质人才队伍的培养也在加强。可见科研院所的受教育构成状态、潜在竞争力中的技术水平和独特技能以及技术创新活动能力均有明显提升。

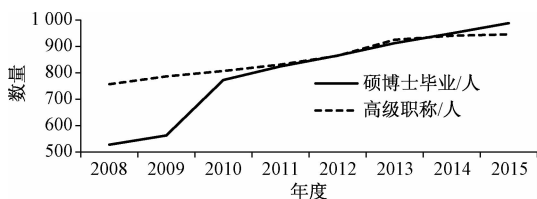


图 1 硕博士毕业及高级职称人数变化趋势

1.2 科技经费投入实现稳步增长

福建优化和完善财政科技投入结构,近年来较大幅度地提高了科研院所的人均事业费水平,新增基本科研业务费等经费渠道,加大了稳定支持力度。从 2009 年起,福建省设立“科研院所基本科研经费”,每年安排 2 000 万元(2014 年调整为 4 000 万元)主要用于支持省属公益类科研院所的优秀人才或团队开展自主选题研究。2008 年至 2015 年,科研院所科技活动收入由 38 320.99 万元增加至 98 105.60 万元,增加了 2.56 倍,年均增长率达 14.37%;科技活动收

入超过 3 千万以上的有 8 家科研院所;人均科技活动收入从 16.63 万元增长至 40.81 万元,年均增长率为 13.68%;可见该类科研院所科技投入规模和强度均有较大幅度的增长(图 2)。

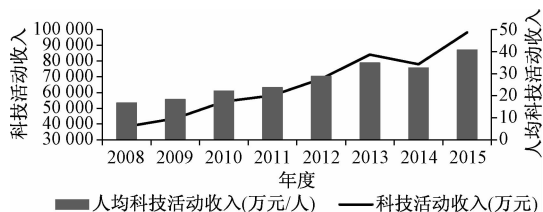


图 2 科技活动收入及人均科技活动收入变化趋势

1.3 科技创新产出得到有效加强

“十二五”期间,38 家省属公益类科研院所共获得授权专利 829 件,其中发明专利授权 402 件;获得国家品种审(认)定 22 个、省级品种审(认)定 213 个,新(兽)药证书 2 件、临床试验批件 7 件,主导国家标准制定 27 个、主导行业标注制定 23 个、主导地方标准制定 113 个,省级以上党委政府采纳的软科学 12 件;共发表国外期刊 390 篇,国内期刊 6 491 篇,科技专著 110 本。技术性收入共有 61 208 万元,年均增长率为 3.78%;人均技术性收入年均增长率为 4.31%。对外科技服务活动工作量合计为 6 503 人;其中科技培训工作 1 538 人,占比 23.65%;科技成果的示范性推广工作 1 440 人,占比 22.14%;为社会和公众提供的检验、检疫、测试、标准化、计量、计算、质量控制和专利服务 1 274 人,占比 19.59%。

2 科技投入产出动态关系及预测分析

2.1 理论依据与指标选择

灰色系统理论认为,无规的离散时空数列是潜在的、有规序列的一种表现,通过生成变换可将无规序变成可以满足灰色建模条件的有序规序列;灰色系统理论自创立以来以其强大的生命力在经济管理、系统工程和技术经济等领域得到广泛应用^[13-14]。本文采用的灰色关联分析和灰色预测模型是灰色系统理论中两个重要分支。灰色关联分析核心思想是根据序列曲线几何形状来判断不同序列之间的联系是否紧密,基本思路是通过线性插值的方法将系统因素的离散行为观测值转化为分段连续的折线,进而根据折线的几何特征构造测度关联程度的模型^[15-16]。GM(1,1)模型是常用的灰色预测模型,该模型表示一阶的、单变量的线性动态预测模型,预测原理是将离散的随机数转变成随机性被显著消弱的较有规律的生成数,在此基础上建立数学模型。

文中分析数据来源于科技部 2011—2015 年度《科技机构统计年报》。选取福建省属公益类科研院所科技投入产出活动指标 8 项,其中科技论文、发明专利授权数、技术性收入、对外科技服务活动工作量为科技产出指标;科技活动人员、R&D 人员折合全时工作量、科技经费内部支出、R&D 经费内部支出为科技人员和经费投入指标(表 1)。

2.2 科技产出关联分析

本文将科技论文、发明专利授权数、技术性收入、对外科技服务活动工作量 4 项科技产出指标作为参考序列;将科技活动人员、R&D 人员折合全时工作量、科技经费内部支出、R&D 经费内部支出 4 项科

技投入指标作为比较序列(表 1)。逐步分析各项科技产出指标与科技投入指标之间的关联度大小。关联度的大小用关联系数 r 来表示,当关联系数越接近于 1,说明关联程度越大。根据经验当 $\lambda=0.5$ 时,关联度大于 0.6 便认为关联性显著,因此本文选取分辨系数 $\zeta=0.5^{[17]}$ 。

参照高广阔^[18]、董奋义^[19]、陈永清^[20]文献中的方法,分别以科技论文、发明专利授权数、技术性收入、对外科技服务活动工作量作为参考序列 Y_0 ,投入指标科技活动人员、R&D 人员折合全时工作量、科技经费内部支出、R&D 经费内部支出作为比较序列 (X_1, X_2, X_3, X_4) ,可得到科技产出与各投入指标之间的关联度(表 2)。

表 1 2011—2015 年科技投入产出活动情况

年份	科技产出指标				科技投入指标			
	科技论文 (篇)	发明专利 授权数(件)	技术性收入 (千元)	对外科技服务活 动工作量(人年)	科技活动 人员(人)	R&D 人员折合全 时工作量(人年)	科技经费内 部支出(千元)	R&D 经费内部 支出(千元)
2011	1 416	36	100 197	1 237	2 457	1 378	526 568.6	236 847
2012	1 379	89	120 288	1 774	2 390	1 385	577 816	239 531
2013	1 242	80	141 004	1 356	2 417	1 606	661 650	340 256
2014	1 243	87	134 374	1 233	2 393	1 720	649 539	399 003
2015	1 211	110	116 217	903	2 404	1 713	829 058	361 689

表 2 2011—2015 年科技活动产出与各投入指标间灰色关联度

投入(产出)指标	科技活动人员 (X_1)	R&D 人员折合全时工作量 (X_2)	科技经费内部支出 (X_3)	R&D 经费内部支出 (X_4)
科技论文	0.872 356	0.708 507	0.634 354	0.608 496
发明专利授权数	0.523 437	0.548 996	0.565 629	0.595 199
技术性收入	0.543 896	0.679 979	0.651 566	0.630 722
对外科技服务活动工作量	0.769 158	0.686 658	0.651 023	0.555 99

由表 2 可知:科技论文与 4 项科技投入指标的关联序为 $X_1>X_2>X_3>X_4$ 。科技论文是科学研究活动的重要指标,也是衡量成果凝聚研究者的探索性、创造性劳动的程度。科技论文的产出与科技活动人员的关联度最大,其次是 R&D 人员折合全时工作量,说明该类科研院所科技论文产出主要由科技活动人员数量和投入时间决定,是科技工作者长期积累的智慧结晶和无偿科研的积极性;相对而言其受科技经费投入的影响却显得不重要。可见应加强重视科研领军人才的引进和人才机构队伍的优化。

发明专利是反映科研院所创新水平和掌握核心技术的能力,是形成核心竞争力的重要来源。与 4 项科技投入指标的关联序为 $X_4>X_3>X_2>X_1$,可见 R&D 经费内部支出和科技经费内部支出对其有明显

的影响,说明持续和大量的科研经费投入对科研院所核心技术的发明有明显促进作用,特别是 R&D 的投入和研究,是技术创新的前端和保证。科技活动人员投入对科研院所核心技术的发展影响目前非常有限,这与当前国内从事科研人员多但整体学术水平不高的现象基本相符。

技术性收入是科技成果转化的重要体现,是指科研院所从事科学技术活动所获得的非政府资金(毛收入),反映了高质量成熟阶段科技成果的市场化活跃程度。技术性收入与 4 项科技投入指标的关联序为 $X_2>X_3>X_4>X_1$ 。结果显示技术性收入与 R&D 人员折合全时工作量关联程度最大,其次是科技经费内部支出和 R&D 经费内部支出,与科技活动人员的关联度不大,说明除了科技经费的充足投入和高效利用

之外,与是否具有从事前沿原创性研究的高水平 R&D 人员密切相关,因为具有真正市场开发价值的高质量科技成果仍需要靠原始创新的积累和推动。

对外科技服务是公益类科研院所的基本职责和主要任务,也是建立在一系列人、财、物等要素投入支撑的基础上。对外科技服务活动工作量与 4 项科技投入指标的关联序为 $X_1>X_2>X_3>X_4$ 。对外科技服务活动工作量与科技活动人员投入关联度最大,这与科研院所的发展定位和科技人员评价导向密切相关;因为对外科技服务主要以公益和公共服务为主,如科技成果示范推广、地形地质和水文考察、天文气象地震等观察、为社会和公众提供检验检疫等,如果科研院所没有正确的发展定位和积极的政策导向,投入再多的科研经费和物质条件,对外科技公益服务也很难得到有效的开展,最终也无法真正实现公益类科研院所发展的初衷。

2.3 科技活动灰色预测

为了提高预测精度,本文采用李群提出的基于比一般灰色模型预测精度更精确的 L-Q 灰色预测模型,具体计算步骤见文献^[21]。

首先利用该模型对原始数据进行预测,观察模型的预测精度,只有预测精度达到一定标准方可对序列做下一步预测。本文采用后验差比值 C 与小误差概率 P 来衡量模型的预测精度(表 3)。通过对科技投入与产出指标的预测,求得 C 与 P 值(表 4)。

表 3 模型精度等级

精度等级	P	C	精度等级	P	C
1 级(优)	>0.95	<0.35	3 级(合格)	>0.70	<0.65
2 级(良)	>0.80	<0.50	4 级(不合格)	≤ 0.70	≥ 0.65

表 4 后验差比值 C 和小概率误差 P

指标模型	C	P	预测精度等级
科技论文	0.341 8	1	优
发明专利授权数	0.283 9	1	优
技术性收入	0.618 1	0.8	合格
对外科技服务活动工作量	0.176 4	1	优
科技活动人员(人)	0.382 9	1	良
R&D 人员折合全时工作量	0.364 0	1	良
科技经费内部支出	0.329 1	1	优
R&D 经费内部支出	0.526	1	合格

由表 4 可知各指标所建立的灰色预测模型预测精度都达到较好效果,可进一步进行预测,得到如下预测结果(表 5)。

2.4 科技产出趋势分析

仍选取科技论文、发明专利授权数、技术性收入、对外科技服务活动工作量 4 项科技产出指标作为参考序列;科技活动人员、R&D 人员折合全时工作量、科技经费内部支出、R&D 经费内部支出 4 项科技投入指标作为比较序列,取分辨系数 $\zeta=0.5$ 。经计算得到 2016—2020 年科技产出指标与对应投入指标的灰色关联度(表 6)。

表 5 2016—2020 年科技活动指标预测值

年份	科技产出指标				科技投入指标			
	科技论文 (篇)	发明专利 授权数(件)	技术性收入 (千元)	对外科技服务活 动工作量(人年)	科技活动 人员(人)	R&D 人员折合全 时工作量(人年)	科技经费内 部支出(千元)	R&D 经费内部 支出(千元)
2016	1 150.338	109.031 4	122 830.2	764.236 4	2 405.509	1 912.066	880 741.2	468 451.8
2017	1 107.166	117.581 1	120 993.5	629.472 9	2 407.325	2 056.206	982 168	541 121.6
2018	1 065.835	126.955 3	119 186.7	521.420 7	2 409.143	2 212.758	1 096 226	626 061
2019	1 026.259	137.246 2	117 409.1	434.299 6	2 410.962	2 382.911	1 224 601	725 500.5
2020	988.355 9	148.557 5	115 660.2	363.672 7	2 412.783	2 567.977	1 369 216	842 104.3

表 6 2016—2020 年科技活动产出指标与各投入指标的灰色关联度

投入(产出)指标	科技活动人员 (X_1)	R&D 人员折合全时工作量 (X_2)	科技经费内部支出 (X_3)	R&D 经费内部支出 (X_4)
科技论文	0.872 417	0.707 728	0.647 661	0.598 556
发明专利授权数	0.628 945	0.963 576	0.748 014	0.611 944
技术性收入	0.934 689	0.726 711	0.656 725	0.601 437
对外科技服务活动工作量	0.724 571	0.646 425	0.611 943	0.580 904

由表 6 可知:科技论文与 4 项科技投入指标的关联序为 $X_1>X_2>X_3>X_4$,与科技活动人员关联度最

大,之后依次是 R&D 人员折合全时工作量、科技经费内部支出、R&D 经费内部支出。这一阶段科技论

文与4项科技投入指标的灰色关联排序没有变化,因此从发展趋势看,科研院所科技论文由科技活动人员数量及其时间投入推动为主的格局还将持续。

发明专利授权数与4项科技投入指标的关联序为 $X_2 > X_3 > X_4 > X_1$,与R&D人员折合全时工作量关联度最大,其次是科技经费内部支出,之后是R&D经费内部支出,最后是科技活动人员。在这一阶段中,R&D人员折合全时工作量由原来的第3位上升到第1位,R&D经费内部支出由原来的第1位下降到第3位,其他两个投入指标保持不变。可见发明专利授权数始终与科研院所R&D人员和经费投入密切相关,受原始创新能力影响;但已由上一阶段的R&D经费内部支出带动过渡到这一阶段的R&D人员折合全时工作量为主导。

技术性收入与4项科技投入指标的关联序为 $X_1 > X_2 > X_3 > X_4$,技术性收入与科技活动人员关联度最大,余下依次是R&D人员折合全时工作量、科技经费内部支出和R&D经费内部支出。在这一阶段中,科技活动人员由原来的第4位上升到第1位,其他指标没有变动;可见科研院所科技人才,特别是核心研发人才对未来技术性收入的提升将发挥更重要作用。因此科研院所保证充足科技经费投入同时,要重视人的创新能动性在提升技术性收入中的重要作用。

对外科技服务活动工作量与4项科技投入指标的关联序为 $X_1 > X_2 > X_3 > X_4$,关联度大小依次为科技活动人员、R&D人员折合全时工作量、科技经费内部支出、R&D经费内部支出。这一阶段对外科技服务活动工作量与4项科技投入指标的灰色关联排序不变,从发展趋势看,对外科技服务活动工作量由科技活动人员投入推动为主的格局也还将持续。

3 结果与讨论

对2011—2015年福建38家省属公益类科研院所8项科技投入产出指标进行关联分析和未来5年的趋势预测。结果显示,在科技论文和对外科技服务活动工作量方面,“十二五”期间主要由科技活动人员规模和投入时间总量决定的,而且这种格局将在未来5年内保持不变。在发明专利授权数方面,“十二五”期间主要由R&D经费内部支出决定,而接下来五年主要受R&D人员折合全时工作量影响。在技术性收入方面,已由“十二五”期间R&D人员折合全时工作量带动过度到下一阶段以科技活动人员数为主导。

科研活动是一个智力创造过程,其中人是主要载

体,是科技产出关键决定环节。通过上述分析可以看出,当前或将来很长一段时间内,科研人员的素质和工作效率将影响科研院所科技产出效率的重要因素。雷彦斌^[22]认为“杰出科学家对于提高科研院所的地位起到了一种类似乘号的作用,借助科研院所这一平台,可以训练和培养新一代科技精英;此外,世界一流科研院所的科技人才结构合理、流动性和国际开放程度非常高,这也是它们成功的经验所在。”池敏青^[9]分析福建省属公益类农业科研院所科技人才与科技成果产出的相关性,认为该类科研院所要提高科研效率产出的首要任务应重视科研领军人才引进和人才结构队伍的优化;这与本文的结论不谋而合。因此在创新驱动发展战略背景下,在继续加大科技物质经费投入同时,必须高度重视人才培养,加大引进国内外优秀人才、特别是高端科技领军人才,以及优化科技人才结构,从而提升科技创新效率。

参考文献

- [1] 国家统计局. 2011年全国科技经费投入统计公报[EB/OL]. (2012-10-25)[2017-09-13]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjgb/rdpcgb/qgkjfrtjgb/201210/t20121025_30487.html.
- [2] 国家统计局. 2015年全国科技经费投入统计公报[EB/OL]. (2016-11-11)[2017-07-20]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201611/t20161111_1427139.html.
- [3] 杨洪涛. 基于DEA的科研机构科技资源配置效率评价[J]. 科技进步与对策, 2009, 26(4): 115-118.
- [4] 杨珍伟, 杨亚军. “2006~2010”我国茶叶研究机构科技投入与产出效率分析[J]. 茶叶科学, 2011, 31(6): 561-566.
- [5] 雷彦斌. 中国行业科研院所的效率评价及科技资源配置研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2012.
- [6] 李祥驰. 中央级农业科研机构科研条件资源的优化配置的研究——基于中国农业科学院的实证分析[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [7] 赵博雄. 国家级农业科研机构科技资源配置效率研究——基于中国农业科学院的经验分析[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.
- [8] 陈国迎, 姜玉勇, 孙昭智. 高校科研资金投入产出相关性实证分析[J]. 北京信息科技大学学报, 2010, 25(4): 91-94.
- [9] 池敏青, 许正春, 刘健宏. 省级农业科研机构科技投入产出相关性实证分析[J]. 科技管理研究, 2017, 37(2): 111-116.
- [10] 索玮岚, 高军, 陈锐. 科研机构科技资源使用效益评估研究——基于时滞效应和关联效应视角[J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 234-241.
- [11] 查道林. 国家科技创新主体的比较研究[J]. 中国软科学, 2008(2): 144-152.
- [12] 朱深, 曲绍卫. 我国科技创新主体创新行为差异研究——基于大学、企业和科研机构投入产出关系[J]. 新疆财经, 2012(3): 38-43.

- [13] 刘思峰,党耀国,方志耕,等.灰色系统理论及其应用[M].5版.北京:科学出版社,2010.
- [14] 邓聚龙.灰色系统理论教程[M].武汉:华中理工大学出版社,1990.
- [15] 刘思峰,蔡华,杨英杰,曹颖.灰色关联分析模型研究进展[J].系统工程理论与实践,2013,33(8):2041—2046.
- [16] 邓聚龙.灰预测与灰决策[M].武汉:华中科技大学出版社,2002.
- [17] 陶爱祥.江苏产学研合作水平影响因素的灰色关联分析及对策[J].科技管理研究,2011(2):95—97.
- [18] 高广阔,柳倩倩.农业科技投入与农业经济增长的灰色关联分析研究[J].技术与创新管理,2014,35(6):584—589.
- [19] 董奋义.科技投入与科技产出的关联分析及趋势预测[J].技术经济,2009,28(7):22—26.
- [20] 陈永清.我国科技投入与科技产出的实证研究[J].广西社会科学,2011(1):54—59.
- [21] 李群,王宾.中国科普人才发展调查与预测[J].中国科技论坛,2015(7):148—153.
- [22] 雷彦斌.中国行业科研院所的效率评价科技资源配置研究[D].北京:北京交通大学,2012.

Dynamic Relationship and Trend Prediction of Science and Technology Input and Output in Public Welfare Research Institutes in Fujian Province

CHI Min-qing

(Institute of Agricultural Economics and Scientific Information, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Based on the related data of scientific and technological input and output in 2011~2015 years, Grey relational analysis and L-Q grey prediction model are adopted, This paper makes an association analysis and prediction of 8 inputs and outputs of science and technology in 38 provincial public welfare research institutes in Fujian. The results show that there is a strong correlation between scientific and technological input and output, and the increase of scientific and technological input can effectively improve the level of scientific and technological output; At present, different input of science and technology has different effects on different outputs, But in the next 5 years, The working efficiency and innovation ability of scientific and technical personnel will become the important factor to decide the efficiency of scientific research output. Therefore, in order to improve the efficiency of science and technology input and output, we must attach great importance to talent training and optimize the talent structure, while continuing to increase the material input of science and technology funds.

Key words: science and technology input and output; grey relational analysis; L-Q grey prediction model; public welfare research institutes