

中国工程科技农业领域 2035 技术预见研究

“中国工程科技 2035 发展战略研究”农业领域课题组

摘要: 为了提高“中国工程科技 2035 发展战略研究”农业领域工程科技发展趋势研判的科学性, 本文采用技术预见方法, 通过广泛征集技术预见清单, 在此基础上开展了两轮问卷调查。基于调查分析结果, 结合专家研判, 初步明确了农业领域工程技术发展的总体特征, 提出了农业领域 12 个关键技术方向; 针对目前人才与研发投入是农业领域发展的主要制约因素, 提出了农业领域关键技术方向发展策略。技术预见结果可为 2035 农业领域工程科技发展战略的制定提供支撑。

关键词: 农业领域工程科技; 技术预见; 关键技术; 战略研究; 德尔菲法

中图分类号: S-1 **文献标识码:** A

Technology Foresight Research on China's Agricultural Engineering Science and Technology to 2035

Task Force for the Research on China's Engineering Science and Technology Development Strategy 2035 Agriculture Research Group

Abstract: To improve the scientific judgment of the development strategy for China's agricultural engineering science and technology to 2035, the technology foresight method was used. This method entailed a wide collection of detailed technology foresight lists and two rounds of a questionnaire survey. Based on the survey results, which were studied and judged by specialists, overall development characteristics of agricultural engineering science and technology were confirmed, and then 12 directions for key technologies in agriculture were put forward. Furthermore, a development strategy for key technologies in agriculture was proposed in order to overcome a lack of talent and of R&D inputs in agriculture. In conclusion, technology foresight results can provide important support for creating development strategies for China's agricultural engineering science and technology to 2035.

Keywords: agricultural engineering science and technology; technology foresight; key technology; strategic research; Delphi method

一、前言

未来 20 年是我国社会经济提质增效、转型升级的重要时期, 因此, 迫切需要依靠科技创新, 培育经济发展新动力。走“产出高效、产品安全、资源节约、环境友好”的现代农业发展道路, 发展生态、绿色、高效、安全的现代农业生产技术, 确保粮食安全、主要农产品的有效供给和农业可持续发

展是未来现代农业发展的主题。“中国工程科技 2035 发展战略研究”农业领域课题在前人研究的基础上 [1~4], 面向 2035 年社会经济发展远景以及农业工程科技的发展趋势, 立足未来 20 年现代农业发展的现实问题与技术需求, 开展战略研究。为了提高对未来农业领域工程科技发展趋势研判的科学性, 本次战略研究采用了技术预见方法 [5~7]。技术预见工作的总体目标: 把握世界农业领域工程科技发展趋势,

收稿日期: 2016-12-15; 修回日期: 2016-12-30

联系人: 陈源泉, E-mail: rardc@163.com

资助项目: 中国工程院咨询项目“中国工程科技 2035 发展战略研究”(2015-ZD-14)

本刊网址: www.enginsci.cn

根据我国 2035 年经济和社会发展的实际需求，提出农业领域工程科技的重点发展方向，并对 2035 年我国农业领域工程科技的发展水平进行预判，为研究农业领域工程科技的未来发展路径提供依据和支撑。

二、技术预见方法

(一) 技术预见方法与流程

技术预见的主要环节之一是问卷调查，通过广泛征集专家意见、汇聚专家智慧，对未来重点技术方向进行选择判断。调查方法主要采用德尔菲法(Delphi method)。调查问卷面向院士、领域专家、政府及企业界人士等群体发放，收集各界人士对技术清单中所列技术项目的全方位评价。基于对问卷调查结果的统计和分析，进一步筛选提炼出未来农业领域工程科技发展的重点领域、关键技术项目和重大技术群，为 2035 农业领域工程科技发展战略的制定提供支撑。

问卷调查采用网上在线填报和纸质问卷填报两种方式。问卷调查分两轮开展，根据第一轮调查统计结果以及问卷调查中专家新提出的技术方向，对技术清单进行修订，形成第二轮调查的备选技术预见清单和调查问卷；组织开展第二轮专家调查和问卷统计分析，最终形成技术预见分析报告。具体技术预见工作流程见图 1。

(二) 农业领域技术预见清单与调查数据统计指标

1. 农业领域技术预见清单

第一轮问卷调查中农业领域共涉及 9 个子领域，

包括粮食与经济作物、园艺、林业与生态、农业工程、畜牧、渔业、动物疫病、农业资源与环境、食品制造与食品安全，共 58 个技术方向。其中，前 8 个子领域的技术清单均由中国工程科技 2035 发展战略研究农业领域课题组提出，食品制造与食品安全子领域的技术清单由环境与轻纺领域课题组提出。第一轮问卷调查共邀请专家 958 人，实际填报人数 408 人，专家参与度为 42.6%；共收回问卷 2 253 份，平均每项技术约有 39 位专家作答，作答人数超过 50 人的技术项目占 1/3。

基于第一轮技术预见调查结果，课题组又组织开展调查结果分析、院士专家研讨，对技术清单进行了进一步论证，确定形成第二轮技术预见调查清单(见表 1)，共 41 项。第二轮调查问卷共邀请专家 796 人，实际填报人数 300 人，专家参与度为 38%。共收回问卷 1 306 份，平均每项技术约有 32 位专家作答，作答人数超过 30 人的技术项目占 1/2。

2. 统计指标与分析方法

通过数据统计分析了单因素指标和综合性指标。本文分析主要采用的指标及意义详见表 2。

三、技术预见结果分析

(一) 综合重要性最高的技术方向

利用第二轮调查数据，综合技术本身重要性和应用重要性两个方面，得出农业领域中各子领域综合重要性最高的技术方向(见表 3)。

专家研判认为，由于农业领域各子领域差别较大，而表 3 显示农业领域排名前 10 位的重要技术

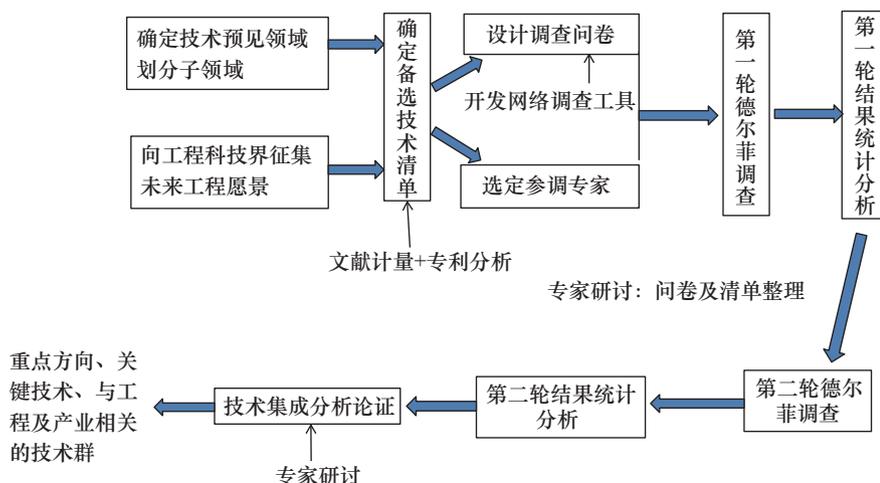


图 1 农业领域技术预见工作流程

表1 农业领域技术预见第二轮清单

子领域	技术方向编号	技术方向
粮食与经济作物	901001	农作物种质资源收集、保存与精准鉴定技术
	901002	农作物功能基因挖掘与分子设计育种技术
	901003	农作物高光效育种和生物固氮技术
	901004	农作物有害生物全程精细防控技术
	901005	作物高产高效综合技术体系与智能化管理系统
	901006	应对全球气候变化的作物生产系统适应技术
园艺	902001	园艺作物分子育种技术研发及优异基因挖掘与自主新品种选育
	902002	园艺作物轻简省力化栽培及安全标准化生产与产品溯源技术
	902003	园田土壤保健、种苗集约化及精准化设施栽培技术
	902004	园艺产品采后质量保持及现代流通技术
	902005	功能性园艺产品的研究与利用
林业与生态	903001	人工林定向培育与可持续经营技术
	903002	林木重要性状遗传解析与基因克隆技术
	903003	先进木质材料制造技术
农业工程	904001	智能农业装备关键技术
	904002	农业传感器技术
	904003	基于区域特色的机械化和智能化农业生产体系与成套装备
畜牧	905001	基于常规及基因组大数据的畜禽设计育种技术
	905002	基于实时监测与动态需要的精准营养技术
	905003	基于智能设施的信息化养殖技术
渔业	906001	水产现代种业技术
	906002	循环水养殖工程装备与关键技术
	906003	滩涂与浅海新养殖技术
	906004	深水高效养殖设施与关键技术
	906005	重要渔业资源养护增殖与生境修复技术
	906006	水产品高值化利用技术
	906007	极地海洋与远洋渔业资源勘探技术
	906008	南海岛礁渔港工程建设技术
动物疫病	907001	动物用新型生物制剂创制及关键生产工艺技术
	907002	重要动物疫病和新发病的诊断和监测预警技术
	907003	重要动物外来疫病与人兽共患病防控技术
农业资源与环境	908001	循环农业工程理论与技术体系
	908002	作物节水增效技术与产品
	908003	耕地地力提升与清洁化技术
食品制造与食品安全	909001	中国传统酿造发酵食品现代化制造关键技术
	909002	传统中式菜肴现代化制作关键技术
	909003	中式航天食品工程化关键技术
	909004	现代食品工程化核心装备开发与制造技术
	909005	食品原料危害因子的形成、变化与控制技术
	909006	食品质量安全快速检测技术与装备
	909007	食品原料高值化与营养化加工关键技术

表 2 技术预见统计指标及意义

指标名称	计算及意义说明（包括标准值）
单因素指标	1. 技术核心性指数 指标说明：判断该项技术是否在相关技术群和产品研发中起到核心关键作用。该项技术突破直接关系到相关产品、产业、工程的发展。从高、较高、中、低 4 个选项选择其一 评分标准：高为 100 分，较高为 50 分，中为 25 分，低为 0 分，考虑专家对该技术的熟悉程度，加权计算评分 分析应用：得出技术核心性指数最高的前 N 项技术；前 N 项技术的领域 / 子领域分布；领域 / 子领域的技术核心性指数平均值等 （技术核心性指数、技术通用性指数、技术带动性指数、技术非连续性指数、经济发展重要性指数、社会发展重要性指数的统计方法类似，因此以“技术核心性指数”为例详细进行说明，其他指数不一一详细说明）
	2. 技术通用性指数 判断该项技术的应用范围是否广泛，是否是多行业共性技术
	3. 技术带动性指数 判断该项技术是否具有先行作用，对其他技术及产业发展的辐射带动作用大小
	4. 技术非连续性指数 判断该项技术研发成果是否将替代现有主流技术，是否具有市场颠覆性
	5. 经济发展重要性指数 主要从市场需求、对未来产业发展的作用、可能产生的经济效益等角度评估该项技术对经济发展的重要性
	6. 社会发展重要性指数 主要从对环境保护、提高资源利用率、提高生活质量的角度评估该项技术对社会发展的重要性
	7. 研发水平指数 评分标准：将评价结果数值化，国际领先为 100 分，接近国际水平为 50 分，落后国际水平为 0 分，考虑专家对该技术的熟悉程度，加权计算得到该技术项目的研发水平指数 分析应用：得出各项技术目前的研发水平指数，国际领先（研发水平指数 81~100）、较领先（研发水平指数 61~80）、持平（研发水平指数 41~60）、较落后（研发水平指数 21~40）、落后（研发水平指数 0~20）
	8. 技术领先国家 指标说明：判断技术项目的领先国家。从美国、欧盟、日本、俄罗斯、其他 5 个选项选择其一 分析应用：得出各项技术领先、次领先国家，有助于分析各国技术项目和领域 / 子领域的领先情况
	9. 技术发展的主要制约因素 指标说明：判断技术项目的发展制约因素。可从人才与科技资源、法律法规政策、标准规范、研发投入、工业基础能力、协调与合作 6 个选项任选 分析应用：得出各项技术及领域 / 子领域的技术发展的首要、次要制约因素等，以分析提出有针对性的促进措施
综合性指标	10. 技术本身重要性指数 技术本身重要性采用技术核心性指数和技术带动性指数综合进行衡量
	11. 技术应用重要性指数 技术应用重要性采用经济发展重要性指数、社会发展重要性指数和保障国家安全重要性指数综合进行衡量
	12. 技术与应用重要性综合指数 综合技术本身重要性和技术应用重要性得到技术与应用重要性综合指数，用以筛选综合重要性高的技术方向、重要性较高的子领域
	13. 通用性与应用重要性综合指数 综合技术通用性和技术应用重要性得到通用性与应用重要性综合指数，用以筛选重要共性技术
	14. 非连续性与应用重要性综合指数 颠覆性技术不仅要强调技术本身的独创性，还要强调其对未来经济社会发展的推动作用。综合技术非连续性和技术应用重要性得到非连续性与应用重要性综合指数，用以筛选重要颠覆性技术

注：问卷设计、指标统计方法等均来源于“中国工程科技 2035 发展战略研究”技术预见组

方向均属粮食与经济作物和园艺两个子领域，此结果不能全面反映农业各子领域的内容。因此，专家建议按照各子领域综合重要性最高的技术方向进行客观分析，结果见表 4。第二轮中各子领域的重要技术方向与第一轮结果多数一致，只有畜牧、农业资源与环境、食品制造与食品安全三个子领域的结果与第一轮有差别。

（二）重要共性技术方向

基于第二轮调查数据，综合技术通用性指数、技术应用重要性指数，得出农业领域中各子领域综合重要共性技术得分最高的技术方向（见表 5）。

专家研讨后建议，按照农业领域中各子领域综合重要性最高的技术方向进行客观反映，结果见表 6。第二轮中园艺、林业与生态、畜牧、食品制造与食

表3 农业各子领域综合重要性最高的技术方向

子领域	技术方向	重要程度指数	研发水平	目前领先国家		制约因素	
				第一	第二	第一	第二
粮食与经济作物	农作物功能基因挖掘与分子设计育种技术	87.04	40.74	美国	中国	人才	投入
粮食与经济作物	农作物种质资源收集、保存与精准鉴定技术	81.47	42.61	美国	日本	人才	合作
粮食与经济作物	作物高产高效综合技术体系与智能化管理系统	80.82	25.71	美国	欧盟	人才	投入
粮食与经济作物	农作物有害生物全程精细防控技术	78.77	23.96	美国	欧盟	人才	投入
粮食与经济作物	农作物高光效育种和生物固氮技术	72.72	13.73	美国	欧盟	人才	投入
粮食与经济作物	应对全球气候变化的作物生产系统适应技术	70.63	17.44	美国	欧盟	人才	投入
园艺	园艺作物分子育种技术研发及优异基因挖掘与自主新品种选育	93.76	40.23	美国	欧盟	人才	投入
园艺	园艺作物轻简省力化栽培及安全标准化生产与产品溯源技术	87.56	8.45	欧盟	美国	投入	标准
园艺	园田土壤保健、种苗集约化及精准化设施栽培技术	83.65	8.62	欧盟	日本	标准	投入

表4 农业各子领域技术重要性综合指数第一的技术方向

子领域	第一轮		第二轮	
	技术方向	技术重要性综合指数	技术方向	技术重要性综合指数
粮食与经济作物	农作物功能基因挖掘与分子设计育种技术	82.08	农作物功能基因挖掘与分子设计育种技术	87.04
园艺	园艺作物优异基因挖掘与自主新品种选育	85.63	园艺作物分子育种技术研发及优异基因挖掘与自主新品种选育	93.76
林业与生态	人工林定向培育与可持续经营技术	77.19	人工林定向培育与可持续经营技术	84.92
农业工程	基于北斗卫星定位的智能农机装备关键技术	79.09	智能农业装备关键技术	86.34
畜牧	基于实时监测与动态需要的精准营养技术	78.33	基于常规及基因组大数据的畜禽设计育种技术	86.53
渔业	水产养殖生物现代育种技术	80.73	水产现代种业技术	87.26
动物疫病	重要动物疫病和新发病的诊断及监测预警技术	83.56	重要动物疫病和新发病的诊断及监测预警技术	88.12
农业资源与环境	作物节水增效技术与产品	77.00	循环农业工程理论与技术体系	85.80
食品制造与食品安全	食品原料危害因子的形成、变化与控制技术	75.68	现代食品工程化核心装备开发与制造技术	85.36

品安全四个子领域的结果与第一轮有差别，其他子领域的结果与第一轮一致。

(三) 重要颠覆性技术方向

基于第二轮调查统计结果，农业领域技术非连续性指数排名前10位的技术方向得分值都相对较低，基本都在60以下，见表7。这说明专家提出的农业领域技术方向多数具有连续性特点，而能够替代现有主流技术、有市场颠覆性的技术方向较少。

(四) 技术实现的约束条件

1. 技术领先国家

基于第二轮的调查统计结果，可以看出农业领域领先国家的情况（见图2）：除园艺、渔业、农业资源与环境子领域外，美国在农业领域拥有绝对技术优势，其次为欧盟、日本和俄罗斯。

2. 研发水平

农业领域第二轮的41项技术方向研发水平统计结果显示（见图3）：研发水平高于60的只有1项，介于40~60的有7项，介于20~40的有18项，

表 5 农业各子领域重要共性技术方向

子领域	技术方向	共性技术重要性指数	研发水平	目前领先国家		制约因素	
				第一	第二	第一	第二
渔业	水产现代种业技术	75.75	59.30	美国	欧盟	投入	人才
动物疫病	重要动物疫病和新发病的诊断和监测预警技术	75.71	28.44	美国	欧盟	人才	投入
园艺	园艺作物轻简省力化栽培及安全标准化生产与产品溯源技术	75.64	8.45	欧盟	美国	投入	标准
林业与生态	先进木质材料制造技术	74.16	36.60	美国	欧盟	投入	人才
林业与生态	人工林定向培育与可持续经营技术	73.33	29.33	欧盟	美国	人才	投入
农业资源与环境	耕地地力提升与清洁化技术	73.22	20.35	欧盟	美国	投入	合作
农业工程	智能农业装备关键技术	72.38	6.88	美国	日本	投入	人才
农业工程	农业传感器技术	71.75	8.10	美国	欧盟	人才	投入
农业资源与环境	循环农业工程理论与技术体系	71.39	22.92	欧盟	日本	投入	人才

表 6 农业各子领域共性技术重要性综合指数第一的技术方向

子领域	第一轮		第二轮	
	技术方向	共性技术重要性综合指数	技术方向	共性技术重要性综合指数
粮食与经济作物	农作物功能基因挖掘与分子设计育种技术	64.24	农作物功能基因挖掘与分子设计育种技术	68.64
园艺	园艺作物优异基因挖掘与自主新品种选育	68.65	园艺作物轻简省力化栽培及安全标准化生产与产品溯源技术	75.64
林业与生态	人工林定向培育与可持续经营技术	52.80	先进木质材料制造技术	74.16
农业工程	基于北斗卫星定位的智能农机装备关键技术	56.98	智能农业装备关键技术	72.38
畜牧	基于实时监测与动态需要的精准营养技术	58.41	基于常规及基因组大数据的畜禽设计育种技术	65.79
渔业	水产养殖生物现代育种技术	58.27	水产现代种业技术	75.75
动物疫病	重要动物疫病和新发病的诊断及监测预警技术	66.91	重要动物疫病和新发病的诊断及监测预警技术	75.71
农业资源与环境	耕地地力提升与清洁化技术	63.85	耕地地力提升与清洁化技术	73.22
食品制造与食品安全	食品原料危害因子的形成、变化与控制技术	59.12	现代食品工程化核心装备开发与制造技术	71.00

低于 20 的有 15 项。其中，第 23 项技术方向“滩涂与浅海新养殖技术”的研发水平指数最高，同时也是所有领域得分最高的技术；第 11 项技术方向“功能性园艺产品的研究与利用”的研发水平指数最低。

3. 制约因素

从农业领域工程科技发展制约因素来看(见图4)，人才队伍及科技资源、研发投入是农业领域技术发展的主要制约因素。具体到 9 个子领域中(见图 5)，渔业、动物疫病、农业资源与环境受法律法规政策的约束比较大。标准规范对园艺、农业资源与环境

以及食品制造与食品安全约束性相对显著。工业基础能力对农业工程、食品制造与食品安全的制约性较强。协调与合作对粮食与经济作物、畜牧、渔业、动物疫病、农业资源与环境具有一定制约性。

四、技术预见总体结论与关键技术方向发展策略

(一) 技术发展的总体特征判断

根据上述统计分析结果可以看出农业领域技术

表7 农业领域非连续性指数排序表

子领域	技术方向	非连续性指数
渔业	水产现代种业技术	62.21
园艺	园艺作物轻简省力化栽培及安全标准化生产与产品溯源技术	60.56
园艺	园艺产品采后质量保持及现代流通技术	57.61
农业工程	农业传感器技术	57.57
林业与生态	先进木质材料制造技术	57.47
农业工程	基于区域特色的机械化和智能化农业生产体系与成套装备	56.44
粮食与经济作物	作物高产高效综合技术体系与智能化管理系统	55.00
园艺	功能性园艺产品的研究与利用	54.76

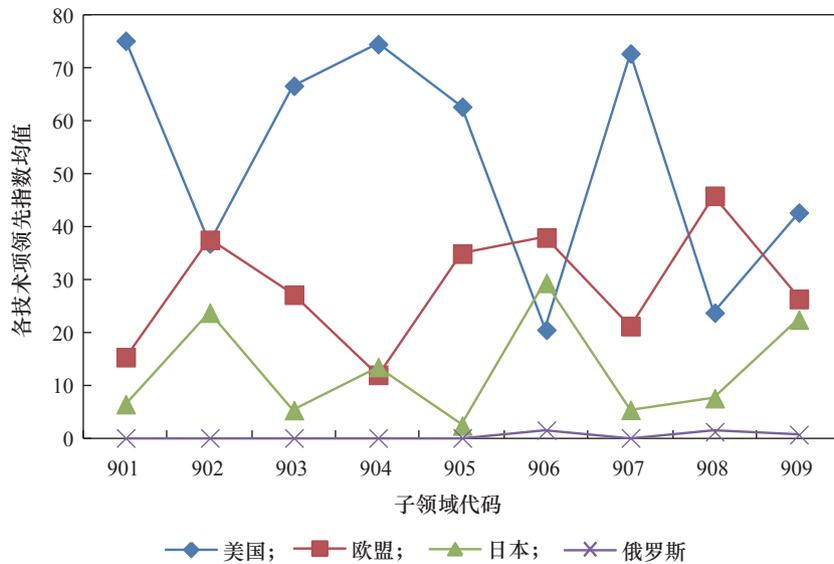


图2 技术领先国家分布

注：901- 粮食与经济作物；902- 园艺；903- 林业与生态；904- 农业工程；905- 畜牧；906- 渔业；907- 动物疫病；908- 农业资源与环境；909- 食品制造与食品安全

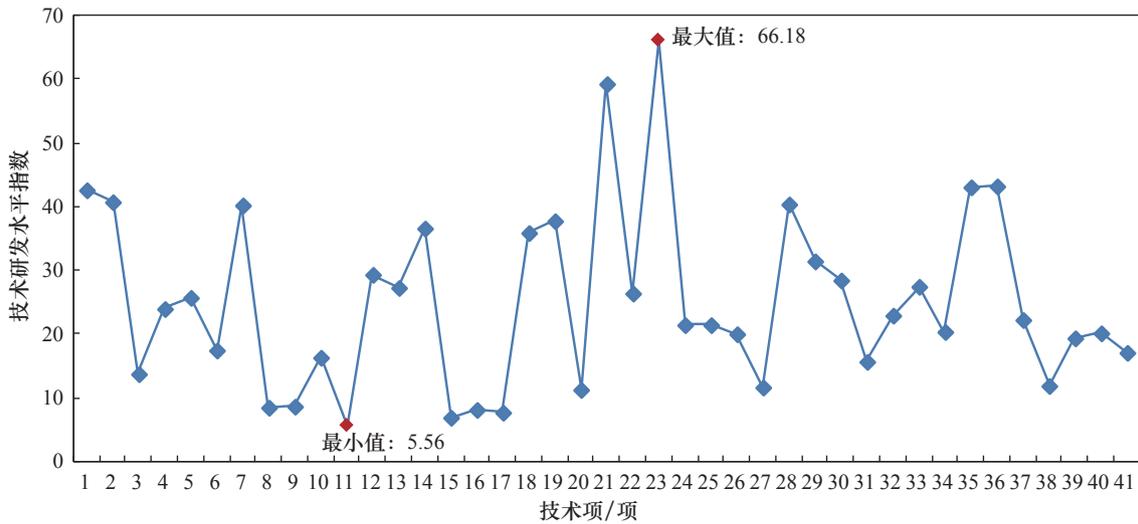


图3 农业领域技术研发水平指数

发展的总体特征如下：

1. 技术核心性

农业领域的技术核心性在于：基于现代生物

技术的育种与高效种养，基于现代工程技术的种养业生产及食品加工的相关设施与装备，与动物健康的新药创制和与农业资源、环境相关的循环

农业技术。

2. 技术带动性

目前农业领域整体上多数技术具有连续性，出现替代现有主流技术、具有市场颠覆性的技术方向较低。

3. 经济发展重要性

农业领域中渔业、动物疫病、园艺子领域对于经济发展的贡献相对较大。

4. 社会发展重要性

农业领域中园艺、农业工程、林业与生态、食品制造与食品安全、农业资源与环境、动物疫病和

畜牧子领域对保护环境、提高资源利用率、改善生活品质等方面贡献更大。

5. 研发水平

目前我国农业领域的总体研发水平与发达国家相比还有一定差距，各技术方向差异较大。除园艺、渔业、农业资源与环境子领域外，美国在农业领域拥有绝对技术优势，其次为欧盟、日本和俄罗斯。

6. 制约因素

从整体而言，人才队伍及科技资源、研发投入是影响农业领域发展的主要制约因素。对各子领域分析显示，渔业、动物疫病、农业资源与环境受法律法规政策的约束比较大；标准规范对园艺、农业资源与环境以及食品制造与食品安全约束性相对显著；工业基础能力对农业工程、食品制造与食品安全的制约性较强；协调与合作对粮食与经济作物、畜牧、渔业、动物疫病、农业资源与环境具有一定制约性。

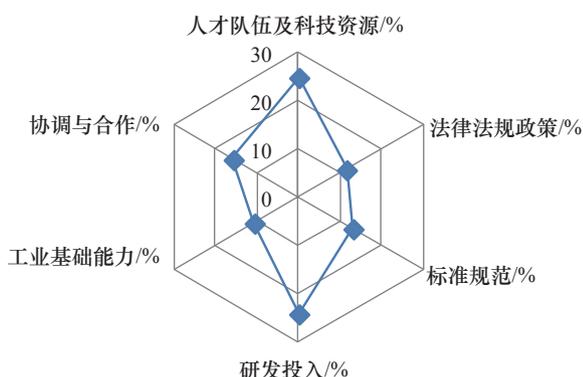


图 4 农业领域工程科技发展制约因素情况

(二) 关键技术方向发展策略

1. 关键技术方向

考虑农业领域各子领域的技术方向差异较大的特点，基于调查统计分析结果，结合各子领域的

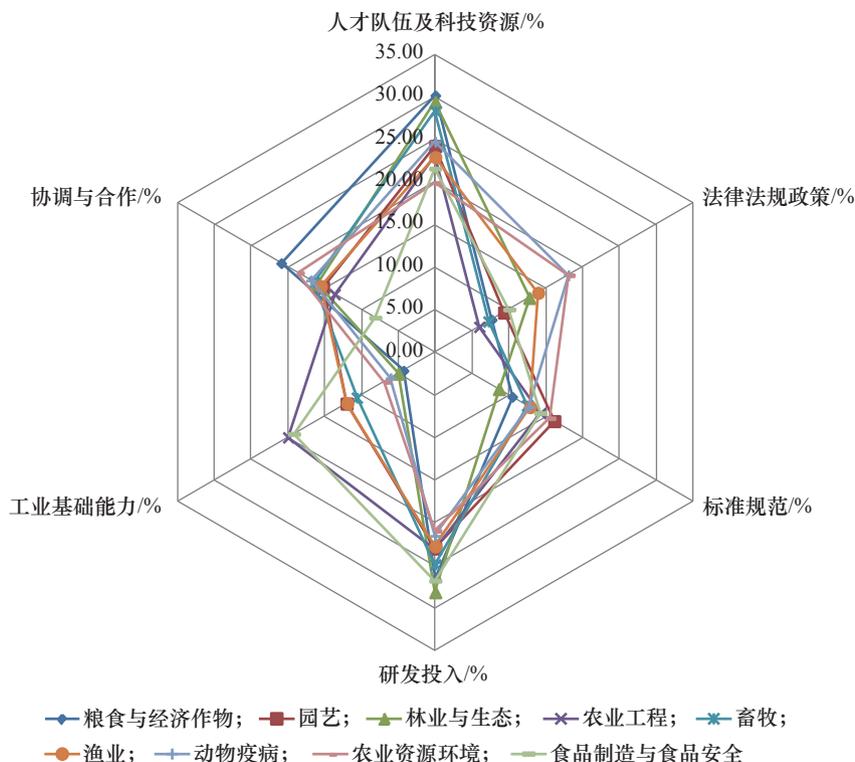


图 5 农业子领域工程科技发展制约因素情况

表8 农业领域 2035 关键技术方向

子领域	关键技术方向
粮食与经济作物	农作物功能基因挖掘与分子设计育种技术
园艺	园艺作物分子育种技术研发及优异基因挖掘与自主新品种选育 园艺作物轻简省力化栽培及安全标准化生产与产品溯源技术
林业与生态	人工林定向培育与可持续经营技术 先进木质材料制造技术
农业工程	智能农业装备关键技术
畜牧	基于常规及基因组大数据的畜禽设计育种技术
渔业	水产现代种业技术
动物疫病	重要动物疫病和新发病的诊断和监测预警技术
农业资源与环境	循环农业工程理论与技术体系 耕地地力提升与清洁化技术
食品制造与食品安全	现代食品工程化核心装备开发与制造技术

实际情况, 提出各子领域的关键技术方向共 12 项 (见表 8)。

2. 关键技术方向发展策略

目前, 人才与研发投入是农业领域发展的主要制约因素。因此, 需要进一步加大相关技术方向的研究与开发的投入支持力度, 同时抓好人才队伍建设, 保障相关重要技术方向的人力与财力的稳定支持, 促进相关技术可持续发展。

此外, 针对园艺、农业资源与环境以及食品制造与食品安全受标准规范的制约性较强, 法律法规对渔业、动物疫病、农业资源与环境的制约性相对显著的问题, 在加大相关技术研发力度的同时, 需要同步加强相关的标准规范、法律法规的制定; 针对工业基础能力对农业工程、食品制造与食品安全的制约性较强, 需要加强国家相关工业基础能力的建设; 针对协调与合作对粮食与经济作物、畜牧、渔业、动物疫病、农业资源与环境具有一定制约性的问题, 需要进一步推进相关领域的协同创新与合作机制, 加强与国际的合作交流。

参考文献

- [1] 中国工程科技中长期发展战略研究项目组. 中国工程科技中长期发展战略研究 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2015.
The Research Group of Middle and Long Term Development Strategy for China Engineering Sciences and Technology. Middle and long term development strategy for China engineering sciences and technology [M]. Beijing: China Science & Technology Press, 2015.
- [2] 中国科学院农业领域战略研究组. 科学技术与中国的未来: 中国至2050年农业科技发展路线图 [M]. 北京: 科学出版社, 2009.
The Research Group in Agriculture of Chinese Academy of Sciences. Agricultural science & technology in China a roadmap to 2050 [M]. Beijing: China Science Publishing & Media Ltd (CSPM), 2009.
- [3] 中国可持续发展研究会. 2049年中国科技与社会愿景——生物技术与未来农业 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2016.
Chinese Society for Sustainable Development. China sciences & technology and social vision in 2049: biotechnology and future agriculture [M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2016.
- [4] 左天觉, 何康. 真知灼见: 透视中国农业2050 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2004.
Zhou T J, He K. Dare to dream: vision of 2050 agriculture in China [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2004.
- [5] 中国科学技术发展战略研究院. 中国科技政策与发展研究——2014年调研报告精选 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2015.
Chinese Academy of Science and Technology for Development. The research of China's science and technology policy and development—2014 research report [M]. Beijing: Scientific and Technical Documents Publishing House, 2015.
- [6] 上海市科学研究所. 上海科技发展重点领域技术预见研究报告 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2015.
Shanghai Institute for Science of Science. Research report of technology foresight of key areas of Shanghai science and technology development [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 2015.
- [7] 中国未来20年技术预见研究组. 中国未来20年技术预见 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.
Research Group of Technology Foresight of China towards 2020. Technology foresight of China towards 2020 [M]. Beijing: China Science Publishing & Media Ltd (CSPM), 2008.