增强工程学属性　夯实种子专业特色
——以安徽农业大学为例

胡群文　张文明　郑文寅　李瑞清
（安徽农业大学，合肥 230036）

摘要：种子科学与工程专业伴随着中国种业对专业人才的需求而设立和发展，专业教育发展和人才培养要围绕产业发展的需求变化而不断做出调整。快速发展和深刻变化的国际国内种业新态势显示，利用技术手段提高种子价值，成为种子企业拓展种子价值链、提升市场竞争力的重要手段。以安徽农业大学为例，在种业新态势下专业人才的培养目标、培养计划及专业特色，亟待深化和继续完善。把各类种子处理技术，与种子生产、加工、检验、贮藏等环节的技术以及技术经济学原理集成在一起，构建种子技术工程学，在农学专业的专业基础课的基础上，拓展种子科学与工程专业的内涵和专业技能培养目标，增设或强化技术工程学相关课程及其实践课程，逐步打造具有工程学特色的种子科学与工程专业，为实践国家倡导的建设新农科提供参考。

关键词：种子产业；种子科学与工程专业；高等教育；人才培养；技术工程学

为了给快速发展中的种子产业培养专业人才，2002 年教育部批准中国农业大学设立“种子科学与工程”本科专业，并于当年开始招生。专业人才的培养离不开产业的发展。自这个专业设立 17 年以来，国际国内种子产业又经历了快速发展和深刻的变化。怎样顺应种业的新态势、培养优秀的高层次管理人才和技术创新人才，是种子科学与工程专业发展需要认真研究和不断探讨的重大问题。

1　种子科学与工程专业发展及现状

在我国高等教育中，种子科学与工程专业的设立及其建设历史较短暂。为适应我国农业和种子产业迅速发展的需求，1995 年中国农业大学设立种子科学系，成为我国第一个为种子产业培养高级专门人才的学科点，是在原有的农学专业基础上培养农学专业种子专业方向的本科生。虽然在种子专业知识方面还在不断的拓展、深入和系统化过程之中，但是其毕业生还是受到广大种子部门用人单位的欢迎。2002 年中国农业大学申报设立“种子科学与工程”专业，获教育部批准，并于当年开始招生，成为我国第一个培养种子学人才的本科专业 [1]。2018 年 12 月召开的“教育部高等学校种子科学与工程专业教学指导分委员会第一次全体委员会议”中透出，2002 年自中国农业大学创建了种子科学与工程本科专业以来，全国已有 28 所院校开展了种子科学与工程本科专业人才培养。至 2011 年，教育部批准在作物学一级学科中增设种子科学二级学科 [2]。自 2002 年以来的 17 年间，全国 30 多所高等院校先后设立“种子科学与工程”专业或在农学专业中设立种子学方向，伴随着种子产业的发展，新兴的种子科学与工程专业也有了长足的发展。

安徽省是农业大省，有中国第一家种业上市企业丰乐种业股份有限公司、创业板第一家种业上市企业荃银高科种业股份有限公司等一批国内著名种子企业。安徽农业大学于 1979 年成立种子教研室，1985 年开始招收两年制种子专业专科，1997 年、1998 年招收了两届四年制农学专业种子方向本科生。2000 年将原“种子”专科改名为“种子工程”三年制高职专科，2001 年该专业曾被批准为“国家级高职高专教育教学改革试点专业”，同年开始招收作物遗传育种专业种子科学与技术方向硕士研究生。2003 年“种子工程”高职改名为“种子生产与经营”高职，一直招收至 2008 年，此后停招。多年的专业建设、人才培养效果和教学科研积累，为安徽农业

基金项目：安徽农业大学质量工程项目（2018aujyxm072）

大学申报种子科学与工程本科专业打下坚实基础。2007年安徽农业大学申报“种子科学与工程”专业获得批准，2008年作为本校首批4个一本招生专业之一在安徽省内并面向全国一些省份招生，招生计划人数由当年的40人增加到2012年的90人。30多年来，相关专业为种业培养了大量的管理人才和技术骨干。种子本科专业在安徽农业大学开办时间较短，人才培养及其方案在实行过程中逐渐暴露出一些问题，如课程设置缺乏特色，课程内容存在重复，课程衔接不够紧密，学分分配不够合理，选修课程门类较少等。从专业特色方面来看，总体上仍表现为农学专业种子方向，近年来成为全校转专业中学生转出人数较多的专业之一。

2 种子产业发展现状、竞争趋势和人才需求

2.1 国际种子产业市场不断增长，调整价值链应对日趋激烈的竞争 从种业宏观经济方面来看，据国际种子联盟（International Seed Federation）统计，2014年全球种子市场规模已达到了500亿美元，其中美国市场规模约158.3亿美元，位列第一，中国位居第二。世界农化网预测2018年全球种子市场市值将增长12.1%至852亿美元[3]。中国近年来每年种子总用量超过180亿kg，良种商品化率在50%左右，市场总规模达到780亿元，而且还在快速增长中。美国农业生产中的种子成本占种植业产值比重为6%，而我国仅为1.5%，相差4倍，差距还是相当大的。中国及世界种业的市场仍在快速增长之中，中国种业潜在市场容量非常巨大，这是种子科学与工程专业发展的强劲动力和支撑保障。

从种子企业发展趋势来看，自1997年以来的20多年间，种业经历3次大并购浪潮，特别是2016年开始的第3次种业并购浪潮，表现出与前两次很大的不同特点，预示了种业新的发展方向[4]。3次大并购浪潮，由生物技术入主种业、农化集团觉醒并开始全面并购种业公司，直到农业集团的超级并购，如拜耳并购孟山都、中国化工并购先正达、杜邦与陶氏合并。这些种业里程碑式的事件透露出种业未来发展的趋势信息，即用化工的思维培育、处理种子，提升种子价值，以种子为载体增强农化产品市场竞争力，提高企业赢利水平。

2.2 多学科技术融合提高种子处理水平，提升种子内在价值 由种业的“价值分享定价法”可以推知，种子技术创新和服务创新，为下游用户增加价值或附加值，将会带来双赢，即用户增加收益、卖家增加利润。种子的增值是种子产业拓展市场空间的推动力[5]。而种子内在价值的提升，不仅依靠新品种选育开发，也有赖于种子处理技术的应用，特别是在暂时缺乏突破性品种的平静期。

从技术经济角度来看，种子产业对技术创新性研发的要求越来越高，其中之一是要求种子处理技术方面不断创新。收购孟山都后，拜耳把种子和个性化、化学和作物保护以及数字工具等多领域的先进技术整合在一起，通过改善根系健康、养分吸收和水分管理，持续推进病虫害防治、提升作物效率，提供创新的种子处理产品，优化种子性能，使种子应用技术成为企业价值链重要的一部分[6]。

国内种子的技术含量，或者说是增值潜力，有待于大幅提高。以先玉335为例，其巨大的成功并不完全是因为其种植产量特别突出，并不比郑单958出色，主要是由于单粒播和成熟期籽粒脱水快，农户节约种子和人工、粮商增利，具有当时其他品种所没有的内在价值。先玉335的品种表现，除了品种自身的遗传特性，种子生产技术、加工技术和种子处理技术也是功不可没。种子是遗传物质的载体，也是各种种子处理技术的载体。在种子价格构成中，遗传因素占60%，收获后的种子处理技术占40%。在种子处理中，种子分级和物理处理占总价格的7%，种子引发占10%，种子消毒占3%，化学处理占7%，种子丸化包衣占13%[7-8]。种子处理技术对种子价格有着显著的影响，对种子的增值起到重要作用。

2.3 种子技术的迅速发展和技术的工程化，对创新型人才的要求更高了 种子收获后及播种前进行的一系列改进种子表现的处理技术，可以增加种子的价值，提升种子售价，拓展了种子企业的利润空间。具有种子增值技术研发、创新能力的人才，无疑会大受种子企业的欢迎，也成为人才需求的焦点之一。作为技术研发人员，以种子处理的包衣丸化技术为例，涉及种子包衣剂和包衣丸化工艺、种子活力控制，其中包衣剂成分包括粘合剂、有效成分、染色剂、填充剂等。技术目的除了给种子提供植物营养元素、激素和杀虫杀菌剂、除草剂，提高其成苗率和壮苗率之外，还可以用于改善种子播种质量、

破除种子休眠、改善种子萌发的土壤微环境等。这类技术研发需要的知识结构，除了植物生理学、植物病理学等学科知识之外，还涉及农药学、物理化学、高分子材料学、电气自动化等多学科相关课程的知识，研发人员知识结构要求更宽、专业协同程度更高。

种子科学理论到技术、从实验室推向大田生产应用还需要一个由技术到应用的工程化研究过程。比如，目前常见的子处理技术包括了短暂吸水、预发芽、标记、淬水、淬热、引发、丸化、包壳、包膜[7]，以及采用电场、磁场、生物性杀菌剂杀虫剂等物理、化学和生物学的其他技术[9]，这些技术怎样实现安全而规模化处理种子，集成各项技术的处理步骤、流程衔接、工艺参数和应用表现，都是技术工程化要研究的内容，都需要有多学科知识背景的专业人才来研究和解决。不仅是种子处理技术、种子检测技术，更广泛的其他种子技术发展也极为迅速。种子收获、加工的工程技术，播种机、种子色选机、种子编织机，以及种子包衣、种子丸化工艺和机械的配套和完善，都需要有多学科背景的人才去研究。

3 专业人才的培养和需求之间的结构性矛盾及对策

3.1 引导学生职业规划、增强专业教育，阻止生源进一步流失 生源是专业教育的基础。安徽农业大学自2008年一本种子科学与工程专业招生以来，从该专业转出学生人数较多（图1）。其他一些开设种子科学与工程专业的农林高等院校也有类似的情况[10-11]。学生人数的减少会加大专业建设和发展的难度，也使得学校的教学资源失衡。种业市场的持续增长与人才培养中生源的流失之间存在数量型和结构性矛盾，反映出学生对种子产业、对种子科学与工程专业的认识、认可和认同感发生变化，专业的吸引力有所下降，也折射出专业教育中存在一些现实问题。

在加强专业教育和职业规划教育基础上，在转专业之前，如何激发、提高学生学习兴趣和提升动手、动脑能力，增强学生对种业和专业的认识，引导学生转专业过程中理性看待、不为“热门专业”所动，留住优秀学生，在大类招生及后继的专业分流中积极争取拥有一席之地，这成为专业发展亟待解决的问题。

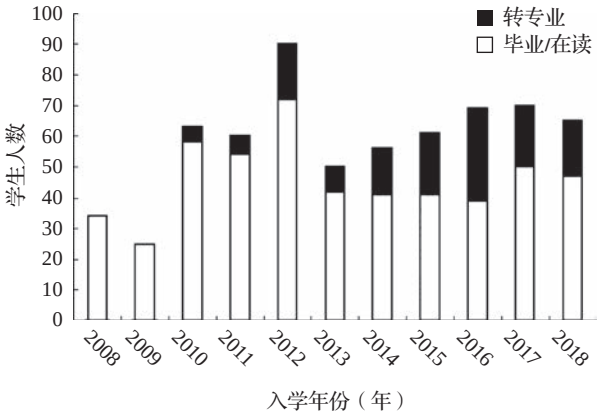

图1 安徽农业大学种子科学与工程专业毕业/在读人数与转专业人数（2008–2018年）

从教育心理学角度来看，在学生们学习的过程中，兴趣导向对于学习能力的提升具有关键作用，能够有助于开发学生的潜能、提高学生的学习积极性，进而加深对专业的认同。在深化安徽农业大学业已施行的导师制的同时，对低年级学生开放本科生实验室平台，引导学生探索种子的奥秘，这在2017级种子专业转专业时有了一定效果。创新打造种子工程学实验室，逐步购置、完善和开放实用的中小型仪器设备，如小型种子综合加工机械、种子包衣丸化机、种子编织机等，有条件后逐步购置和开放新型、先进的实验设备；开设种子工程学实验实践课程，采用真实种子样品作为实验对象，模拟种子企业清选、精选、包衣、丸化、引发等生产、处理工艺和流程，虚拟仿真实验和生产情景，使学生能够从种子企业的角度理解和设计实验方案、发现问题并解决问题，使学生能够在毕业后从事种子行业工作时能快速担当赋予的多方面的工作职责。

3.2 针对种业技术发展需求，专业课程设置有待补充和完善 目前大多数高等院校的种子产业人才培养是以农学本科专业种子方向或专科种子专业为起点，在原有的农学专业基础上增加种子生物学、生产、加工、检验、贮藏和经营管理等种子学专业课程，以及相关课程的实习构成了专业人才培养的知识体系骨架。这对于当今的种子产业人才需求来说，显得不完全够。正像生物学基础研究成果大量涌现、相关工程技术日新月异的发展，催生了生物工程学，并成为21世纪蓬勃发展的新兴产业，对传统种植、养殖、医药、食品加工等产业的全面渗透和改造，使

之成为第四次产业革命的重要领域。种子科学基础研究的不断深入及其与种业的深度融合，工程技术渗透进入种子生产、加工、检验、贮藏和经营管理的各个环节，也预示了种子技术工程学的兴起、发展和壮大。在多学科的交叉、交流和融合基础上，在种子专业开设新型材料、电气自动化、农药学等课程，强化农机、物理化学、植物保护等课程，或在工学院、计算机学院的相关专业开设种子科学基础课程，讲授种子生物学的基础知识，讲解和剖析种子产业发展的工程学难题，有利于培养具有技术工程学知识和技能的种子产业管理和研发人才。

如果把各种种子处理技术加以集成化成为狭义的种子工程技术，再加上种子生产、加工、检验、贮藏等环节的种子技术，能够构建成广义的种子工程技术体系，诸多领域的种子技术集成在一起，辅之以技术经济学原理，种子技术工程学呼之欲出。在农学专业的基础课、专业基础课的基础上，拓展种子科学与工程专业的内涵，拓展本科生教学的专业技能培养目标、增设或强化相关课程及其实践课程，将有助于逐步打造具有工程学特色的种子科学与工程专业。

3.3 增强工程学属性、夯实种子专业特色 科学派生技术、技术推动产业，技术的综合应用和组装成为新的系统工程，这是种子技术向工程化发展的趋势，专业教育的发展必须顺应这种趋势。随着科学发展和产业市场需求，包括对专业人才的需求，除了传统的理科，从化学到化学工程学、生物学到生物工程学、从医学到医学工程学的发展，甚至文科的金融学发展出的金融工程学，随着实用性的拓展和应用性的深入，理科和文科一些应用型专业教育都有向工程学发展或融合工程学理念的趋势。种子科学是生物学一个分支，也是交叉学科之一，随着种子产业发展产生了新的人才需求，一方面推动种子技术向深度发展，另一方面种子技术工程学的水到渠成将推动种子技术向广度发展。

专业教育发展的客观规律表明，使种子专业教育具有工科、工程学的某些属性，为种子产业培养高级技术人才，能够解决种子生产、加工、检测、贮藏、经营、市场管理等诸多环节的关键技术及其工程性问题。这也契合并响应当下国家高教和本校对新农科、新工科建设的倡导。积极参与国内一流、省内一流涉农专业的建设，完善农科和工科的结合，打造具有工程学特色的新型种子科学与工程专业，服务智能农业、生态修复等新产业新业态发展。继续调整和优化存量教育资源，用现代生物技术、信息技术、工程技术等现代科学技术，融合种子生物学研究成果，改造提升传统种子专业，以适应现代新种业新业态发展，适应新时代对种子人才的多样化需求。

4 结语

种子科学与工程专业的发展，急需拓展传统农学专业的教育领域，整合专业教学资源，使之形成农学、理学、工学多学科融合、具有工程学特色。否则，没有特色的种子专业可能会回归到农学专业，难以担纲为种业发展培养人才的重任，在农学类专业大类招生和教育中容易被边缘化。

参考文献

[1] 王建华，刘为民. 创建种子科学与工程专业适应农业发展需要. 高等农业教育，2003（12）：45-46

[2] 中国农业大学. 2018-2022 年教育部高等学校种子科学与工程专业教学指导分委员会第一次全体委员会议在京召开.（2018-12-11）[2019-07-30]. http：//news. cau. edu. cn/art/2018/12/11/art_10867_600171. html

[3] 世界农化网. 2018 年全球种子市场市值将增长 12. 1% 至 852 亿美元.（2013-08-21）[2019-07-30]. http：//cn. agropages. com/News/NewsDetail---5756. htm

[4] 刘石. 种业的大并购浪潮. 农经，2017（9）：76-79

[5] 刘石. 种子产业的价值空间. 农村农业农民，2012（6）：30-31

[6] 世界农化网. 拜耳加快种子应用技术创新多款产品投放全球市场.（2019-05-07）[2019-07-30]. http：//cn. agropages. com/News/NewsDetail---18598. htm

[7] 胡晋，关亚静，胡伟民. 种子增值概念和技术. 种子，2012（7）：72-74

[8] 宋晰. “种业 + 农化”提升种子价值. 种子科技，2016（11）：17-19

[9] 毛连纲，颜冬冬，吴篆芳，马涛涛，王秋霞，李园，郭美霞，欧阳灿斌，曹坳程. 种子处理技术研究进展. 中国蔬菜，2013（5）：9-15

[10] 张士军，王晓娟，刘铂，李锐. 农林高校转专业问题探究及应对. 佳木斯职业学院学报，2017（6）：280

[11] 蔡爱萍，郑红芬，李强. 山东农业大学本科生转专业现状分析及问题解决对策. 中国管理信息化，2018（1）：189-193

（收稿日期：2019-07-30）