

航空发动机制造领域本研贯通培养模式研究——产教融合“聚焦从1到0”反向应用基础研究

崔敏超 罗明* 马楠 王渊彬 张昕

西北工业大学机电学院

DOI:10.12238/er.v8i2.5855

摘要：党的十八大以来，中国特色社会主义进入新时代，以习近平同志为核心的党中央高度重视科技创新，在各部门的推动下，我国正在快速推进科技创新和产业创新的深度融合，以科技创新培育和壮大新质生产力，赋能高质量发展。作为一名智能制造领域的青年学者，结合西北工业大学国家重大工程攻关经验和个人基础研究经历，阐述从1到0反向应用基础研究和有组织科研活动对我国制造业转型升级的重要意义。从个人视角出发，梳理航空发动机叶片自动抛光技术研发中反向应用基础问题的研究过程，说明解决从1到0问题对于航空制造业高质量发展的积极作用，提出当前我国智能制造领域科技创新应关注解决从1到0的问题，期望为我国经济高质量发展和建设科技强国建言献策。

关键词：从1到0；科技创新；新质生产力；组织科研

中图分类号：G4 **文献标识码：**A

Research on the Integrated Training Mode of Undergraduate Research in the Field of Aircraft Engine Manufacturing——Basic Research on the Reverse Application of Industry Education Integration "Focusing on From 1 to 0"

Minchao Cui, Ming Luo*, Nan Ma, Yuanbin Wang, Xin Zhang

School of Mechanical Engineering, Northwestern Polytechnical University

Abstract: Since the 18th National Congress of the Communist Party of China, socialism with Chinese characteristics has entered a new era. The Party Central Committee, with President Xi Jinping as the core, attaches great importance to scientific and technological innovation. With the promotion of various departments, China is rapidly promoting the deep integration of scientific and technological innovation and industrial innovation, cultivating and strengthening new quality productive forces through scientific and technological innovation, and empowering high-quality development. As a young scholar in the field of intelligent manufacturing, combined with the experience of national major engineering research and personal basic research at Northwestern Polytechnical University, this article elaborates on the important significance of reverse applied basic research and organized scientific research activities from scratch for the transformation and upgrading of China's manufacturing industry. From a personal perspective, this article reviews the research process on the fundamental issues of reverse application in the development of automatic polishing technology for aircraft engine blades. It explains the positive role of solving the problem of "from 1 to 0" in the high-quality development of the aviation manufacturing industry, and proposes that technological innovation in China's intelligent manufacturing field should focus on solving the problem of "from 1 to 0". It is hoped that this will provide suggestions for the high-quality development of China's economy and the construction of a strong technological country.

Keywords: "From 1 to 0"; Technological innovation; New quality productivity; Organized scientific research

引言

制造业是实体经济的主体，是国家经济的命脉所系。随着世界局势的变化，各国逐渐意识到了制造业对于一个国家发展的重要意义，相对应的提出了一系列制造业振兴计划，

如美国的再工业化战略^[1]，德国的工业4.0计划^[2]，英国的工业2050战略等^[3]。党的十八大以来，习近平总书记高度重视制造业发展，对推进制造强国建设做出一系列重要论述。强调制造业是立国之本、强国之基，要努力从制造业大国迈向

制造业强国^[4]。2021年，工信部、教育部等八部门联合印发《“十四五”智能制造发展规划》^[5]，将智能制造作为建设强国战略的主攻方向，具有深远的意义和重大的战略价值。2024年1月，《中国科学报》头版刊登我校党委书记、中国工程院院士李言荣的署名文章《当前我国科技创新的关键是解决从1到0的问题》^[6]，文章以独到的视角指出当前我国科研活动中非常有意却又容易被忽视和轻视的从1到0问题，即研究人员通过技术攻关，突破核心指标、实现装备应用后，再回过头来“细嚼慢咽”推进核心技术创新发展和自主可控。笔者曾在日本留学并从事先进制造工艺基础研究，在长期的科研工作中，深刻地认识到李言荣院士提出开展从1到0的有组织科研对于航空制造业技术创新的重要意义。作为智能制造领域的一名青年科技工作者，希望通过个人专业视角和研究经历，说明从1到0的创新对推动航空发动机制造领域技术进步的巨大价值，并以此为案例指出当前我国智能制造领域科技创新应该有组织的投入更多力量到解决从1到0的问题，为培育和发展新质生产力建言献策。

1 梳理从1到0问题深挖制造技术本质

航空发动机被誉为“现代工业皇冠上的明珠”，是一个国家工业基础、科技水平和综合国力的集中体现，是人类有史以来最复杂、最精密的工业产品之一。一直以来，我国航空发动机整体制造水平落后于世界主要工业强国，在先进航空发动机自主研制的重大需求和明确导向下，航发领域研究人员通过重点型号攻关，突破了发动机推力核心指标，实现了涡扇系列发动机批产和列装，这是典型的应用场景驱动实现航发制造技术跟跑、学习和快速追赶，是航发领域众多研究人员艰苦奋斗和不懈努力所取得的重大突破和瞩目成就。接下来要实现发动机推重比、耗油率、疲劳寿命等关键指标的提升，就需要有组织梳理找出从1到0的问题，对航发制造工艺技术要知其所以然，把埋在表面以下的技术本质挖出来，是当前我国航发制造技术从追逐模仿向并跑甚至局部领跑转变的关键一环，也是我国制造业高质量发展的必由之路。

举例来说，笔者所在的西北工业大学航空发动机高性能制造工信部重点实验室参与了我国最新研制的所有航空发动机整体叶盘零件制造技术开发和型号攻关，形成了独特的优势。整体叶盘是制造附加值极高的核心零件，在整体叶盘制造过程中，抛光工艺是提高零件工作寿命、疲劳强度和气动性能的重要工序，整体叶盘最终型面和表面质量依靠抛光工艺保证。欧美国家通过系统研究和技术积累，实现了整体叶盘自动化抛光和抛光质量一致性控制，自动化抛光一直是我国航空发动机制造中的瓶颈技术，早些年国内主要采用手工抛光方式进行，随着我国自主研发发动机批量生产进程加快，对整体叶盘零件自动抛光技术的需求愈发迫切。西工大联合中国航发黎明公司、西航公司、秦川机床在国产航空发

动机研制重大需求牵引下，组织研究人员通过技术攻关，在重点型号整体叶盘零件上突破了自动抛光技术，研制了国产自动抛光机床，大幅度提高了整体叶盘抛光的效率和质量一致性。但在实际生产中时常发生自动抛光后叶片表面烧伤、型面尺寸超差等问题，不仅造成经济损失，还影响了关键零件的交付周期。由于对自动抛光缺陷产生的机理认识不清，缺乏对类似问题系统深入研究，造成自动抛光技术和国产装备进一步推广受限。笔者曾在日本德岛大学工作，参与了三菱重工、丰田集团、日本钢铁协会多个基础研究项目，积累了丰富的制造工艺正向研究经验，回国后积极投身于整体叶盘自动抛光工艺研发，提出并开展了抛光质量分层表征及参数化表征评价模型、多工艺作用下抛光表面重构机理和材料-工艺参数-表面状态-疲劳性能数据体系等反向应用基础研究内容，通过梳理从1到0问题，加深了对整体叶盘抛光技术本质的理解。

2 加强有组织科研实现高端制造技术自主可控

李言荣院士在文章中指出：要尽可能把从1到0与从0到1的人结合起来、把擅长“向下挖到根的”与“向上捅破天的”人结合起来^[6]。擅长基础研究的科研人员往往更关注原理的突破和创新，而擅长工程应用的科研人员则更关注技术的实际应用和积累壮大，这就导致了基础研究虽然耗费大量的精力却脱离实际应用，无法落地的尴尬境地。因此，必须有组织的将工程应用和基础研究上下对齐，以工程应用来指导基础研究方向，再通过基础研究反哺工程技术，构建工程应用和基础研究双向发力的良性循环。

举例说明，笔者所在的科研团队积极与中国航发黎明公司、西航公司整体叶盘抛光工艺技术人员交流，鼓励他们当出题人和阅卷人，从工程应用中提出问题，再从基础研究经验出发，梳理并开展自动抛光技术推广中的从1到0问题研究，让自上而下的需求牵引与自下而上的技术进步上下对齐。以往自动化抛光工程应用中的痛点问题，搞制造工艺基础研究的人漠不关心，而制造工艺基础研究中提出的新方法又难以工程应用。西工大从学校层面开展从1到0有组织科研指导，笔者在翱翔青年科学家工作室负责人罗明教授的带领下，结合整体叶盘自动抛光技术研发和应用现状，系统的开展了自动抛光技术反向应用基础研究，通过工件-微元时空映射变换预测抛光界面力和力热耦合作用，建立了基于抛光工艺参数的抛光接触区力和温度预测模型，实现了整体叶盘自动抛光核心技术自主可控。因此，加强从1到0关键问题有组织科研是推动高端制造技术自主可控的重要支撑，只有这样，高校和科研机构才能更好地成为国家战略科技力量^[6]。

3 瞄准国际前沿推动智能制造产业高质量创新发展

创新是引领发展的第一动力，2024年1月《工业和信息化部等七部门关于推动未来产业创新发展的实施意见》中明

确指出将重点推进未来制造、未来信息等六大方向的产业发展，大力建设智能工厂，加速科技成果转化，把握科技创新和产业发展趋势^[7]。习近平总书记也强调要瞄准世界科技前沿，引领科技发展方向，抢占先机迎难而上，建设世界科技强国^[8]。当前世界正处于百年未有之大变局，要实现中华民族伟大复兴，就必须向科技创新要答案。由于各种原因，中国错过了多次科技革命良机，导致我国有多项技术至今仍被欧美国家“卡脖子”。作为新时代的科研人员应该把握时代契机，奋起直追，勇于承担，为实现2035年进入创新型国家前列的目标贡献自己的力量。

笔者曾留学日本，破格以不到2年时间取得日本博士学位，曾获第十一届中国青少年科技创新奖，2019年回国后到西北工业大学工作，现任教授、博士生导师，主要从事航空发动机智能制造技术研究，主持国家自然科学基金面上项目、青年项目、“航空发动机和燃气轮机”国家重大专项专题项目、博士后科学基金面上项目等纵向课题10余项，先后入选中国科协“青年人才托举工程”、中国工程院“中国工程前沿杰出青年学者”、陕西省“秦创原”高层次人才计划等青年人才计划，发表高水平论文60余篇，获授权发明专利9件，担任日本钢铁协会外籍会员，在智能制造领域具有国际前瞻视野。笔者积极与国内外高校、科研院所联络，追踪航空发动机制造领域国际前沿技术，在整体叶盘抛光质量数字化检测方面，将激光光谱共聚焦、多光谱成像技术与自动抛光生产线集成，建立卷积积分数值重建算法，实现了抛光后叶片表面粗糙度非接触式测量，基于多光谱图像深度学习，研发了抛光工艺质量一致性的智能检测与评价技术，实现了抛光后叶片表面质量数字化100%检测。在国家重大专项和自然科学基金的持续支持下，笔者不仅解决了整体叶盘自动抛光技术推广应用中的从1到0关键问题，又进一步进行技术升级迭代，在国际上率先引入智能检测新原理，实现了航空发动机整体叶盘自动抛光、检测及质量一致性控制技术创新发展。因此，在以智能制造为主旋律推进新质生产力培育和壮大的进程中，应该引导青年科技人才瞄准国际前沿，聚焦国家战略需求中的从1到0问题，有组织开展科学研究，让青年科技人才挑起“科技强国”的大梁，实现高水平科技自立自强。

4 结语

一切伟大成就都是接续奋斗的结果，一切伟大事业都需要在继往开来中推进。作为一名奋斗在航空发动机制造科研

一线的中共党员和青年科技工作者，将以更加严谨认真的态度研究和解决制造领域“从1到0”的反向应用基础问题，踏实深耕智能制造领域推动航空产业高质量创新，尽己所能，为我国的航空发动机事业贡献自己的力量和智慧。隐姓埋名，为国铸剑，航空报国，矢志不渝。

[参考文献]

[1]“再工业化”美国的战略选择. 中国经济网, 2013-04-17, http://intl.ce.cn/specials/zxgjzh/201304/17/t20130417_24297518.shtml

[2]经济所:德国“工业4.0”及其影响. 中国社会科学院, 2014-02-24, http://www.cass.cn/xueshuchengguo/jingjixuebu/201402/t20140224_971515.shtml

[3]英国工业2050计划. 中华人民共和国商务部, 2016-06-01, <http://gb.mofcom.gov.cn/article/k/201606/20160601330907.shtml>

[4]辛国斌. 坚定不移推进制造强国建设. 第六届中国制造强国论坛, 2021-03-28, https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_11996087

[5]八部门关于印发《“十四五”智能制造发展规划》的通知. 2021-12-21, https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/content_5664996.htm.

[6]李言荣. 当前我国科技创新的关键是解决从1到0的问题. 中国科学报, 2024-01-25, https://news.sciencenet.cn/dz/dznews_photo.aspx

[7]工业和信息化部等七部门关于推动未来产业创新发展的实施意见. 2024-01-18, https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202401/content_6929021.htm

[8]习近平在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会开幕会上发表重要讲话. 人民网, 2018-05-28, <http://politics.people.com.cn/n1/2018/0528/c1024-30018956.html>

作者简介:

崔敏超, 1991.06, 男, 博士, 西北工业大学教授、博士生导师, 航空宇航制造工程专业。

罗明, 1983.11, 男, 博士, 西北工业大学教授、博士生导师, 航空宇航制造工程专业。

课题项目:

西北工业大学研究生教育综合改革发展创新项目(KCJG202404)、西北工业大学教育教学改革研究项目(2024JGZ09)