

# 加强基础研究的政策、机制及举措研究

孙晓龙 何 会 邵金友 刘永忠

## 一、前言

基础科学研究泛指人类从事自然社会规律、逻辑和现象等科学问题研究的活动,简称基础研究。习近平总书记指出:“基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关”。回顾科技革命和产业变革历史,基础科学理论、原创科技成果的重大突破深刻影响世界科学中心的转移和国际竞争格局的调整。当前,新一轮科技革命和产业变革与我国高质量发展形成历史性交汇,数字时代的科学研究范式发生深刻变革,基础研究转化周期明显缩短,大国科技竞争与合作的焦点向基础前沿前移。

党和国家历来重视基础研究工作。新中国成立后特别是改革开放以来,我国基础研究取得重大成就,如期进入创新型国家行列。党的二十大报告擘画了

“以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴”的宏伟蓝图,提出到 2035 年实现高水平科技自立自强、进入创新型国家前列、建成科技强国的宏伟目标。2022 年 12 月,中央经济工作会议强调,“科技政策要聚焦自立自强”。在统筹中华民族伟大复兴的战略全局和世界百年未有之大变局、统筹发展和安全、统筹科技教育人才工作的新形势下,加强基础研究、夯实高水平科技自立自强根基的要求更为迫切。2023 年 8 月 1 日《求是》杂志刊发习近平总书记重要文章《加强基础研究,实现高水平科技自立自强》,文章强调要:“强化基础研究前瞻性、战略性、系统性布局”。基础研究处于从研究到应用、再到生产的科研链条起始端,地基打得牢,科技事业大厦才能建得高。加强基础研究要突出前瞻性、战略性需求导向,优化资源配置

和布局结构,为创新发展提供基础理论支撑和技术源头供给。

本文围绕基础研究的历史规律、特点,调研西安交通大学基础研究现状、人才培养和研究特色等,梳理和总结学校基础研究在人才团队、项目、平台、成果等方面的现状,对标对表国内外优秀高校科研院所,为学校基础研究长期布局优化的政策导向、创新机制、实施举措等提供参考。

## 二、西安交通大学基础研究现状

### (一)基础研究整体目标

西安交通大学作为一所综合性研究型大学,涵盖理、工、医、文广泛的学科领域,承担着重要的基础研究任务,积极发挥高等院校基础研究主力军和重大原创成果策源地的重要作用。学校以国家提出的“四个面向”:面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康为指引,在基础研究领域积极构建大平台,以组建大团队,承担大项目,产出大成果为目标,加强有组织的科研。在基础研究方面坚持自由探索和导向目标两条腿走路,积极承担高水平基础研究任务,致力于产出高水平科研成果,解决从“0到1”的原始创新和“卡脖子”技术难题。依托学校机械、能源、电气、材料、电信等工科优势,探索“一中心、一孵化、两围绕、一共享”的产学研深度融合新模式,吸引领军企业与学校联合开展行业共性技术和关键底层技术基础研究,构建“基础前沿-共性技术-应用示范全链条”创新体系,加快国家医学中心

建设,推动国家医学攻关产教融合创新平台和国家储能产教融合创新平台等产教融合重大平台建设,开展市场导向的应用性基础研究,推动重大平台应用基础研究成果支撑国家和社会产业创新需求。

### (二)学校政策导向

我校始终坚持以国家“四个面向”为指引,布局 and 强化战略导向的体系化基础研究、前沿导向的探索性基础研究、市场导向的应用性基础研究,从人才、项目、平台、成果“四位一体”出发深化学校基础研究机制体制改革,释放改革活力,完善改革路径,强化改革成效。

#### 1. 人才情况

我校目前已经形成了从“青秀-青拔-四青-领军”到战略科学家的人才梯队建设体系,为我校基础研究打下坚实的人才基础,为学校可持续发展提供源源不断的动力,为基础研究的高水平产出提供智力支持保障,为学校基础研究的发展建言献策。

在人才梯队建设方面,以“杰青”和“优青”人才为例,其人数主要分布在能矿、机械、电信、电器、材料、航天等传统优势学科和学院(>80人),在基础学科领域人数较少(图1)。从项目总体申报学科分布情况来看,工程和材料学部占比52%,数学学部17%,医学部11%,信息科学部9%,其他学部20%(图1)。因此,我校应在强化传统优势学科和研究领域基础上,布局 and 拓展其他方向领域的研究力量,提高高水平人才的比例,补齐短板,为多学科交叉融合奠定良好基础。

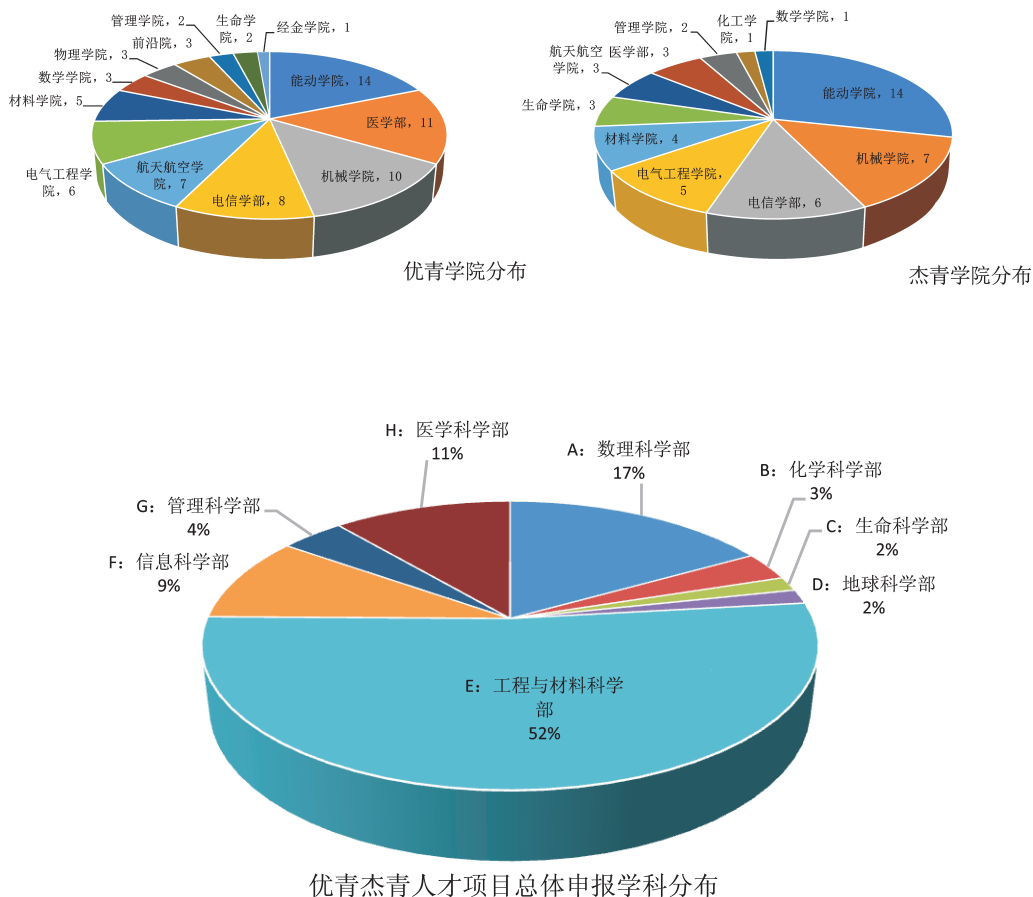


图 1 学校“杰青”“优青”入选者按照学院和申报学科分类数据

在团队建设方面,学校组织实施三类“创新团队培育支持计划”,资助青年创新团队、学科交叉团队、重大创新团队,支持培育青年领军人才、强化学科交叉,组建以瞄准世界科技前沿、支撑国民经济主战场、解决国家重大需求、服务人民生命健康,持续承担重要科研任务、产出重要科研成果、引领学科发展方向、支撑科研基地建设为目标,具

有较强创新能力、能够长期稳定共同开展科研活动的校内学术研究群体。2021年以来,共计培育青年创新团队 31 项、学科交叉团队 19 项、重大创新团队 8 项,总计 58 项。叶凯教授带领的信息与生物医学交叉团队,通过生物医学与数学、信息等多学科交叉,带领团队在 Nature、Science 等顶尖学术期刊上发表了一系列重大原创成果,取得了信息与

生物医学交叉领域研究中的多项“首次”突破,培养了一批高水平基础科研骨干人才。徐卓教授团队研发出了钐掺杂的 PMN-PT 单晶,通过铁电畴结构调控,同时实现了高压电性和高透光性,突破了长期以来二者难以共存的国际难题。相关研究成果在《自然》《科学》杂志上发表论文 3 篇,并入选 2020 年全国十大科技进展。张磊教授团队与多家单位合作,首次解析了 DRD1-Gs 复合体分别结合儿茶酚类激动剂、非儿茶酚类激动剂,以及同时结合多巴胺和正向别构调节剂 LY3154207 的近原子分辨率三维结构。从而在原子层面上详细阐释了 DRD1 的配体识别、别构调节及与 G 蛋白偶联的机制,相关研究成果发表在《细胞》杂志上。

## 2. 项目情况

科研项目是团队运行、科学研究顺利开展的重要保障,也是衡量基础科研水平和晋升考核的重要指标。自 20 世纪八十年代国家自然科学基金设立至今,自然科学基金在推动我国自然科学基础研究的发展,促进基础学科建设,发现、培养优秀科技人才等方面发

挥重要作用。青年教师的成长离不开自然基金的资助,它是基础研究和年轻教师成长的重要支撑,无论是职称评定、岗位聘任,还是学术人才评价、科技奖申报,都是把基金作为一个最重要的指标。近五年来,我校年平均年资助数在 511 项,与前三所高校年均数量(上海交通大学:1230 项,中山大学:993 项,浙江大学:965 项)相比还有一定差距。因此,在国家自然科学基金的申请方面要加强前期规划,夯实基础,科研计划书打磨等具体工作,争取更多基础研究的资助,为科研人员,尤其是青年教师的起步和成长提供更多支持。

近些年来,我校获批实施重点类项目包括重点项目、联合基金重点支持项目、重大研究计划重点支持项目、重大项目课题、重点国际合作研究项目、组织间国际合作研究项目、外国资深学者项目、重大研究计划集成项目、专项研究项目总共 560 项,其中重点类项目为 479 项(包含重点研发项目和课题),重大类项目 14 项,973 项目 19 项,总立项金额为 36.42 亿(表 1)。

表 1 重大重点类项目数据统计

项目名称	数量	总经费
973 项目	19 项	5.643 亿
重大专项	14 项	2.136 亿
国家重点研发项目	118 项	13.602 亿
国家重点研发课题	361 项	13.634 亿
重大专项子课题	48 项	1.405 亿

### 3. 平台情况

基础研究的发展离不开高水平的学术平台,建立和完善基础科研平台,对于人才引进、项目承担、成果输出具有十分重要的意义。学校目前有国家重点实验室、工程实验室、工程研究中心等国家级科研基地 35 个;教育部重点实验室、国际合作联合实验室、创新引智基地等部委级科研基地 41 个;省级重点实验室、技术研究中心、校企、校地联合研究院/研究中心等省部级重点科研基地 118 个。学校持续加强对已有的 35 个国家级基础研究重大平台的建设,如推动 6 个牵头建设全国(国家)重点实验室实体化运行,从学校基本科研业务费中对实验室前沿创新项目进行专项支持,推动国家级平台在基础研究领域形成前瞻部署和系统布局,打造国家战略科技力量,服务国家重大战略。

在战略导向的体系化基础研究和市场牵引的应用研究方面,王铁军教授团队所在的复杂服役环境重大装备结构强度与寿命全国重点实验室,组织并承担了以 F 级重型燃气轮机制造为背景的国家重大基础研究项目,东汽公司全面参与了系列项目,校企协同创新,将基础理论研究融入企业实践,攻克了先进重型燃气轮机高温叶片的一系列核心技术,建成了高温叶片综合冷效实验系统,初步形成了我国重燃高温叶片制备与实验验证能力;系统建立了我国先进重型燃气轮机组合转子的设计理论,建成了一批重大试验系统,初步形成了我国重燃拉杆组合转子的制造与实验验证能力。郭烈锦院士团队所在的

动力工程多相流国家重点实验室,围绕化石能源清洁低碳高效转化—煤炭超临界水制氢发电多联产、可再生能源高效低成本大规模转化、化石能源与可再生能源互补清洁转化三个研究方向,率先提出能源有序转化的核心思想及能势匹配、碳氢循环和多子耦合三个基本原理,从能源源头上实现无序转化到有序转化的变革,实现清洁、低碳、高效和低成本能源转化的全方位多目标协同,推动能源科学技术及产业新体系的建立、发展和完善。荣命哲教授团队所在的电工材料电气绝缘全国重点实验室,首先提出了转移、阻尼与关断一体化的阻尼式高压直流开断的新思路,有效解决了直流断路器成本高、体积大的问题。研发阻尼式高压直流断路器样机,验证理论研究的正确性,占领国际高压直流开断理论与技术研究的制高点。

为应对多能源供需系统日益紧迫的低碳化、清洁化需求,管晓宏院士团队所在的机械制造系统工程国家重点实验室,围绕一系列关键科学问题,开展含氢多能源供需系统建模与智能性设计、含氢多能源供需系统运行优化与智能决策、含氢多能源供需系统的协同运行优化、多能转换关键装备和系统的高能效调控与稳定性、含氢多能源供需系统架构设计等关键技术研究,并搭建实物验证系统,实现首个含氢多能源供需系统的实用化和规模化验证,为氢能在多能源供需系统的应用奠定理论基础,为实现“碳达峰、碳中和”的国家战略目标提供技术路径。

#### 4. 成果情况

我校科研人员聚焦基础研究不同方向领域,在重大原创理论、引领性科学发现、科研获奖和转化收益中取得一定成果。2006年以来我校共获得包括国家技术发明奖(19项)、国家自然科学基金(16项)、国家科技进步奖(22项),总共57项。其中2009年和2017年分别获得7项,在所有年份中比例最高(图2)。

基础研究,尤其是前沿导向的探索基础研究,是一种强调在科学、技术或学术领域探索未知领域、挑战传统观念的研究方法。在国家自然科学基金支持下,“十三五”期间学校科研人员面向世界科技前沿,向宏观拓展,向微观深入,向极端条件挺进,在材料科学、生命科学、地球科学等方向突出原创、独辟蹊径,在《科学》《自然》《细胞》杂志发表论文9篇(表2)。

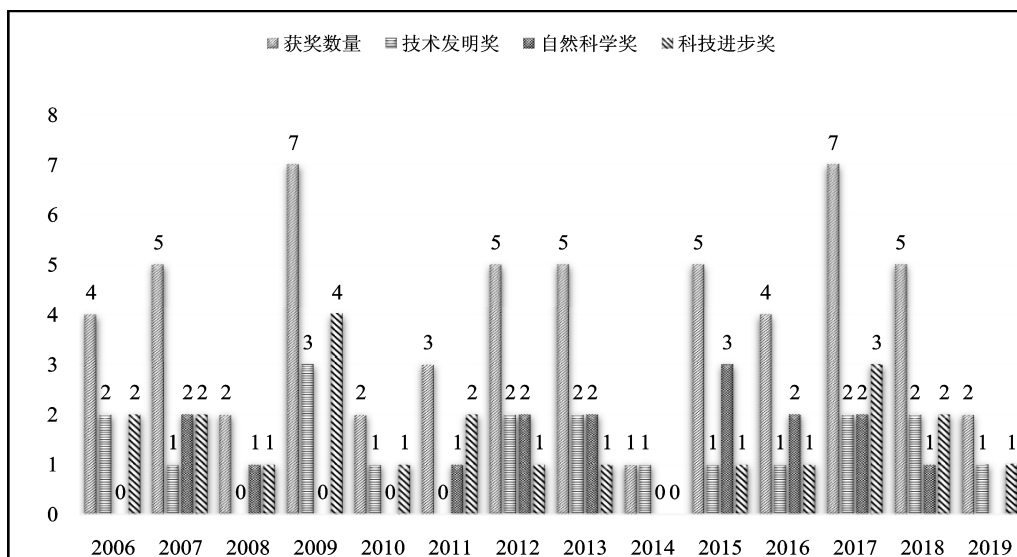


图2 学校2006-2020年国家三大奖项数据统计和比较

表2 以西安交通大学第一单位发表的CNS正刊数据

序号	年份	刊物	作者	贡献情况	作者单位
1	2016	Nature	程海	第一作者	人居学院
2	2016	Nature	李苏植	第一作者	材料学院
3	2018	Science	叶凯	共同通讯作者	电信学部
4	2018	Science	程海	第一作者	人居学院
5	2019	Science	李飞	通讯作者	电信学部
6	2019	Science	单智伟	通讯作者	材料学院
7	2019	Science	刘明、丁向东	共同通讯作者	电信学部、材料学院
8	2020	Nature	李飞	通讯作者	电信学部
9	2020	Science	黄强	第一作者	二附院



在科技成果产学研转化方面,学校发明专利授权数量居全国高校前六,科技成果转化工作自 2020 年以来共签订成果转化项目 502 项,合同金额 4.97 亿元。其中,完成千万级成果转化项目 8 项。2021 年,学校的专利转移转化数量居全国高校第三。2021 年至今,学校完成科技成果长期使用权赋权项目 140 项,涉及机械制造、高端装备、能源动力、航空航天、新材料、信息、大数据、人工智能等多个领域,赋权专利和技术秘密 260 项,已孵化高科技企业 130 余家(图 3)。

出了重要贡献,相关成果获得国家科技进步二等奖。吕毅教授研发团队开展科研攻关,率先提出全磁导航气管插管技术。该技术摒弃了传统喉镜气管插管的固有模式,无需开放气道,无气道分泌物喷溅,减少医务人员与患者呼吸道的直接接触,大大降低感染风险,获国家自然科学基金重大研究计划重点支持项目资助,研发全磁导航气管插管机器人,让科学技术更好地为百姓健康服务,相关成果获得国家科技进步二等奖。

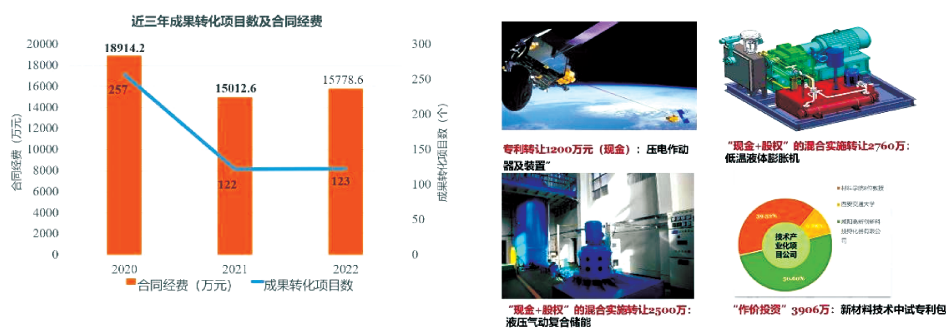


图 3 学校近三年成果转化项目数及合同经费数据统计和比较

彭年才教授团队历时十余年深耕医工交叉基础研究,发明了高通量多靶标核酸自动化定量检测系列关键技术,牵头编制核酸提取试剂盒国家医药行业标准,研制了 96 通道 6 通道的高通量多靶标实时荧光定量 PCR 检测系统和全自动核酸提取检测工作站等 5 类 12 个型号仪器产品,在全球大规模应用。其产品广泛应用于临床诊断、疾病防控、食品安全、法医鉴定及科学研究等领域,尤其在禽流感、埃博拉、非洲猪瘟、新冠肺炎等多次突发重大疫情中作

### (三)学校基础研究存在问题

当前,在第四次工业革命浪潮和百年未有之大变局的当前形势下,国内基础研究也在快速迈进,同层次高校不管是在基础研究人才引进、基础学科规划、基础研究项目课题等方面都在快速发展和深刻变革。对比国内外高校,我校在基础研究方面还存在一些不足,具体体现在学科基础研究类型宽泛,自由探索的基础研究较弱,战略导向和应用牵引的基础研究较强,发展不均衡。前沿导向的探索性基础研究中原创理论

突破和引领性的科学发现不足,高水平文章的发表较少。同时,物理、化学、生命、人居、数学等基础学科的基础研究很弱,在承担的项目数量质量、国家级人才数量和水平不足,缺少国家级的科研平台,团队规模和人才梯队建设不完善,高水平学术成果不突出。学校整体“四青”人才和领军人才数量与头部高校相比较还存在不小的差距,同时冲击国家重大人才计划后备力量薄弱。我校整体的人才遴选机制导向不够明确,政策不够稳定明朗,一定程度上制约了科研人员的积极性,增加了人才引进的难度。上述问题为我校进一步的基础研究改革和布局提供了重要参考方向。

### 三、深化基础研究机制体制改革

#### (一)保障多元化的基础研究经费投入

一是持续强化基础研究的财政资金投入,建立完善竞争性支持和稳定支持相结合的基础研究投入机制。围绕产出重大原创成果这个主线,聚焦国家重大战略需求和产业发展中的关键瓶颈,加强前沿导向、战略导向、市场导向的基础研究投入;确保国家重点实验室等国家战略科技力量的基础研究经费,将更多财政资金投入到企业不能为、不想为的源头创新。持续深化基础研究经费分配使用机制改革,赋予科学家更大技术路线决定权和经费使用权,同时进一步强化监管,确保下放的自主权接得住、管得好,不断提高资金使用效率。

二是激活企业深度参与基础研究新动能。激励相关企业加大基础研究投

入,帮助具备条件的领军企业设立基础前沿类研究基金、联合基金和相关奖项,支持相关企业与高校、科研院所等共建研发机构和联合实验室,构建产学研深度融合的技术研发体系,强化“从0到1”的原始创新。针对有市场前景的基础研究和应用基础研究,可通过政府购买服务等模式引导企业进行前瞻性部署,不断拓展企业参与和投入基础研究的广度、深度和力度。

三是积极拓宽社会渠道基础研究投入。积极推动形成社会资本关注支持原始创新、基础研究的良好氛围,进一步明确基础研究作为捐赠接收领域的重要地位。完善社会捐赠支持基础研究的顶层设计与配套措施。不断创新和丰富基础研究投入形式,拓宽基础研究经费投入渠道。

#### (二)完善学校科技计划对基础研究的分类支持

遵循不同类型基础研究的规律,夯实基础研究领域国家科技计划(专项、基金、项目等)的分类管理制度。自由探索类基础研究项目重在优化多学科交叉融合趋势下的遴选和资助机制,尤其是优化同行评议机制,鼓励奇思妙想和非共识创新研究;战略导向类基础研究项目应加强项目目标与国家战略需求的连接,建立由科技界、产业界和政府部门之间常态化的沟通交流机制,加强战略研判、可行性论证和遴选评估,发挥好科技领军企业“出题人”“答题人”“阅卷人”作用,确保“找准真问题,真解决问题”。



### (三)推进基础研究评价、考核、薪酬机制改革

科学评价,呼吁分类管理和稳定支持,落实基础研究的长周期评价考核机制,优化基础研究人员薪酬福利制度。基础研究在短时期内难以看到效果和影响,因而要鼓励引导科研人员,建立健全对基础研究成果、团队、机构的代表作评价和中长期影响评价。优化调整基础研究评价中的同行评议机制,尤其是探索适用于多学科交叉融合研究的评价方法、长周期成果应用转化的评价方法,以及价值、能力和贡献导向的评语式人才评价方法等。对具有颠覆性创新的自由探索类基础研究建立免责机制。基于基础研究具有长周期、不易直接转化为生产力的特点,提高基础研究人员薪酬福利待遇,为基础研究人员提供安心致研的保障。调整和改革基础研究人员绩效工资、岗位工资与科研项目相挂钩的机制,建立符合基础研究特点的薪酬来源和分配机制。进一步扩大基础研究机构的经费使用自主权,鼓励用人单位探索针对基础研究人员年薪制、协议工资、项目工资等多种薪酬制度,保障对基础研究人员的有效激励。

## 四、提升学校基础研究举措建议

### (一)根据交大特点布局基础研究

我校应从理、工、医、文四大板块布局规划基础研究发展和制度举措,按照“理科补短强基、工科育新强优、医科交叉强质、文科经典强用”的“四强”建设思路,深化基础研究机制体制改革,突

出原创,鼓励自由探索和目标导向相结合。理科基础研究应该更加注重前沿导向的基础研究,鼓励自由探索和原始创新,通过“揭榜挂帅”任务清单,激励挑战更有难度的具有颠覆性创新的课题和研究方向,建立稳定支持的经费渠道,建立容错机制,宽容失败。工科应进一步布局和强化战略导向和应用牵引的基础研究,将交大自身发展与国家重大战略需求、企业“卡脖子”技术难题和国民经济主战场有效衔接。医学与“四个面向”的每一个“面向”都密切相关,面对当前医学科学发展的新形势、新挑战,应持续优化医学科学管理,我校的医学科学基础研究应充分利用交大自身优势,以临床问题为导向,充分利用好医工交叉平台和国家医学中心建设的契机,加强医工交叉力量的整合和协作,深度参与国家重大医学科学难题和人民生命健康的战略体系中。哲学社会科学应该强化文史哲基础学科科研实力,发挥智库建设聚合效应,产出重要理论和思想研究成果,进而支撑哲学社会科学整体实力的提升和可持续发展。

### (二)通过学科交叉促进基础研究

交叉融合正在成为科学研究的重要时代特征,交叉学科也正在成为科技创新的重要来源。我校应注重深化在“交叉培养,交叉融合”等项目改革,加大学生、教师、干部、团队、平台等资源的交叉培育力度,打破学科专业边界,鼓励多学科融合,推进学术创新,以项目需求为牵引,实施个性化培养。同时跳出交大看交大,加强与高水平科研院所的交流合作和国际高水平学者和团

队的学术交流和项目合作,提高自身学术水平和学校影响力。充分利用储能平台、医工交叉平台,产教融合协同平台,发挥好现代产业学院、未来技术学院,丝路国际学院的学科交叉优势,加强基础研究在前沿导向、战略指引和应用牵引下的布局,发挥基础研究和学科交叉融合优势,努力成为基础研究的主力军和重大科技突破的生力军。

### (三)建设体系化基础研究制度举措

打破基础研究壁垒,加强自由探索的科学研究水平,强化基础学科建设和资源配给支持。人才是关键,加大高水平人才的引进力度,充分利用中国西部科技创新港的优势加大宣传力度,精准引才,同时提高薪酬待遇,利用区域优势和待遇优势吸引人才;平台是基础,强化各级各类全国重点实验室、教育部重点实验室等基地的平台作用,不断完善平台功能和科学管理机制,为人才引进、青年教师发展、高水平成果产出提供有效支撑。项目是保障,加大国家政府资金、企业投入、社会资金对基础学科研究发展的支持力度,积极布局和申报重点重大类科技项目,通过考核机制和激励机制调动更多科技人员的积极性,争取高水平国家重大项目的落地和实施,提升学校基础研究的水平和实力,增强学术影响力。同时进一步加强

人才-平台-项目-成果“四位一体”的基础研究制度举措,充分利用学校/学院基础研究平台和学校,分类导向,灵活措施引导,形成从自由探索、国家战略到应用牵引的体系化基础研究体系,打破学科壁垒,形成“交大特色”的基础研究制度体系。

综上所述,学校应深化基础研究改革,深化组织架构和运行机制创新,弥补学校基础学科基础研究短板。改革制约创新发展的瓶颈和难题,营造自由宽松的基础研究学术氛围,打造创新发展的学术体系和学科交叉融合创新制度,吸引高水平人才加入,培养和锻炼后备人才力量,争取更高水平基础研究重大项目支持,更高层次国际合作研究项目和成果,实现人尽其才,物尽其用。促使学校成为国家基础研究重大成果和高水平人才的输出中心,国家基础研究高质量发展“领航人”和“掌舵者”。

### 作者

孙晓龙 西安交通大学科研院基础与海外合作处副处长(挂职),教授

何会 西安交通大学科研院基础与海外合作处科级干部

邵金友 西安交通大学科研院常务副院长,教授

刘永忠 西安交通大学科研院副院长,教授