

“两论”视角看中国关键核心技术创新体系建设

刘合, 张国生, 徐鹏, 朱世佳, 唐玮, 梁英波, 苏健

中国石油勘探开发研究院, 北京 100083

摘要 关键核心技术是国之重器,对推动中国经济高质量发展、保障国家安全都具有十分重要的意义。现阶段,科技攻关散而不精、科技创新泛而不深、科研主体多而不强、基础研究稳而不活、科技成果碎而不实等问题依然存在。基于《矛盾论》《实践论》核心思想,分析了当前中国科技创新体系存在的主要问题,提出了科学创新-技术创新-工程创新的“知行统一”管理模式,并从顶层设计、评价体系、监督办法和诚信记录等4个方面提出了关于中国关键核心技术创新体系建设的措施建议。

关键词 关键核心技术;创新体系;科学;技术;工程

习近平总书记2018年7月在中央财经委员会第二次会议上指出,关键核心技术是国之重器,对推动中国经济高质量发展、保障国家安全都具有十分重要的意义,必须切实提高中国关键核心技术创新能力,把科技发展主动权牢牢掌握在自己手里,为中国发展提供有力科技保障^[1];2020年4月在中央全面深化改革委员会第十三次会议指出^[2],要从体制机制上增强科技创新和应急应变能力,加快构建关键核心技术攻关新型举国体制,实现“补短板、强弱项、堵漏洞”,提升科技创新体系化能力;2021

年5月在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上强调,立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展,必须深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略,完善国家创新体系,加快建设科技强国,实现高水平科技自立自强^[3]。2022年2月习近平总书记主持召开中央全面深化改革委员会第二十四次会议,审议通过了《关于加快建设世界一流企业的指导意见》《关于加强基础学科人才培养的意见》《关于推进国有

收稿日期:2021-09-15;修回日期:2022-03-30

基金项目:国家自然科学基金项目(72088101);中国工程院咨询项目(2021-XZ-17)

作者简介:刘合,中国工程院院士,研究方向为能源与矿业工程管理,电子信箱:liuhe@petrochina.com.cn

引用格式:刘合,张国生,徐鹏,等.“两论”视角看中国关键核心技术创新体系建设[J].科技导报,2022,40(7):6-12;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2022.07.001

企业打造原创技术策源地的指导意见》，在主持会议时强调，要推动国有企业完善创新体系、增强创新能力、激发创新活力，促进产业链创新链深度融合，提升国有企业原创技术需求牵引、源头供给、资源配置、转化应用能力，打造原创技术策源地^[4]。这些重要论述既强调了关键核心技术的重要性，也为全面提升国家科技创新体系化能力指明了战略方向。本研究系统梳理当前中国科技创新体系存在的主要问题，基于《矛盾论》《实践论》核心思想，深入阐述科学问题、技术问题、工程问题三者间的辩证关系，并从顶层设计、评价体系、监督办法和诚信记录4方面提出我国关键核心技术创新体系建设的措施建议。

1 当前科技创新体系暴露出来的主要问题

现阶段，中国科技发展水平特别是关键核心技术创新能力同国际先进水平相比还有一定差距，尚不能完全满足经济社会高质量发展要求^[5-6]。主要表现在以下5个方面。

1.1 科技攻关散而不精

从中国重大科技战略需求来讲，战略需求至少需要具备3个特征，一是关系到民族生死存亡，二是能够帮助国家形成绝对优势，三是凭借本国力量可以取得突破。战略需求是“取舍”，是“有所为有所不为”。中国目前科技攻关力量布局，一方面，部分基础理论和工程技术创新缺乏目的性、方向性和时效性，不能为国家重大科技任务和重大工程项目提供切实有效的理论依据和技术支撑的现象依然存在；另一方面，部分重大工程科技项目下属任务不聚焦、不系统、不兼容，各任务间缺乏集成和联动机制，不能形成需求导向明确、体系完备、跨学科领域协同的科研攻关合力。导致绝大多数计算机和服务器通用处理器95%的高端专用芯片、70%以上智能终端处理器以及绝大多数存储芯片依赖进口；装备制造领域高档数控机床、高档装备仪器、汽车等关键件精加工生产线上逾95%制造及检测设备依赖进口^[7]。因此，中国科技创新“散而不精”的

问题亟待解决。

1.2 科技创新泛而不深

近年来，中国全面推动创新型国家建设取得了显著成就，根据InCites数据库和经济合作与发展组织(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)相关数据统计，中国大陆论文、三方专利数量均大幅上升(图1)。与此同时，科研创新碎片化和低水平重复、科研项目投入较分散以及产出效率不高等问题依然存在，引领性创新仍比较缺乏。例如，高被引论文常被作为用来反映某个区域或机构的科研水平、学术带头人的世界影响力的重要指标，数据显示：2009—2018年中国有近2.7万篇高被引论文，但只占2009—2018年10年中国发表论文总量的0.79%，高质量论文产出明显低于英国、德国等欧洲国家水平^[8]。科研很多是学习式研究，没有围绕产业需求，既不能解决基础理论突破，也没有满足工程技术攻关需求，科研立项不对位、过程管理不到位，导致成果偏离需求而无用、成果完成差而无法用。特别是近期，各领域都开展“卡脖子”技术梳理，从梳理结果看，关键共性技术短缺问题依然十分突出。如何有效提升关键核心技术创新能力向纵深发展，需要认真思考并加以解决。

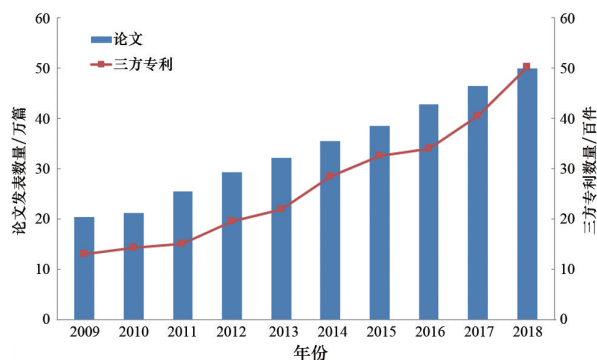


图1 中国论文发表与三方专利拥有数量变化

(数据来源:Incites database, OECD;

数据统计不含港澳台地区)

1.3 科研主体多而不强

从国家到地方、从企业到高校，中国科研主体众多，但多而不强的问题依然存在。第一，国家和地方科技平台、重点实验室或研发中心，在分布上条块分割、开放性差，已有资源缺乏充分利用，部

门、领域和各层级间交流存在壁垒,往往落入“孤军奋战”困境;第二,科研院所、高等院校、企业研究机构,部分研究功能、任务分工存在重叠,经常要面对抢项目、争地盘“相互竞争”的窘境;第三,中国科技创新与市场结合程度还不高,科研院所、高等院校的大部分科研成果仅停留在发表文章、申请专利、申报奖励等层面,离产业化利用还有一定差距,不能从根本上为企业创新发展提供支撑^[9];第四,不同企业之间的科研创新底蕴以及人力、物力、财力投入也存在很大差异,领军型科技创新企业凤毛麟角^[10],还需要深入培养、进一步扩大。

1.4 基础研究稳而不活

基础研究是科技创新的源头和根本,无论是应用研究还是技术开发都离不开基础研究的支持。近年来,中国基础研究的水平有了显著提升。然而,与世界科技强国相比,国家投入相对较低(图2)、重大原创性成果缺乏、基础工艺能力不足等方面的差距依然存在^[11-12]。其背后的原因,很大程度上还是对于基础研究认识程度不够的问题。不同于技术研发,基础研究应该是以获得关于现象和可观察的事实基本原理的新知识而进行的实验性或理论性工作,不能以任何专门或特定的应用或使用为目的。特别是与周期短、见效快的技术开发和产品创新相比,基础研究往往具有周期长、难度大、不确定性强等明显劣势,即便能够取得一定成果,但科研价值也难以在短期内立刻显现。受制于此,在科研选题立项方面,稳妥有余而灵活性不足,某些

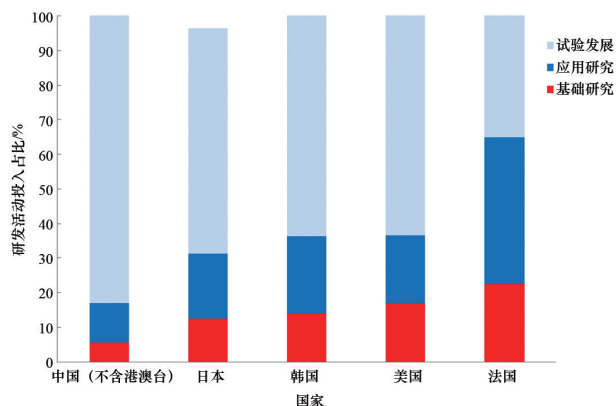


图2 中国基础研究投入占比与部分国家对比
(来源:OECD,数据统计不含港澳台地区)

短期内很难出成果的基础科研项目很难得到经费支持,限制了科研人员开展自有探索研究的空间。科技强企,最终是体现在产业上的成功,如何从产业视角端到端连通,系统化布局基础技术研究,也是需要亟待解决的问题。

1.5 科技成果碎而不实

科技成果产业化是实现创新驱动转型发展的关键环节。从中国实际情况看,虽然科技成果数量众多,但重大成果、原始创新成果少;单项成果比较多,集成创新成果比较少;技术导向的科技成果比较多,转化为现实生产力的少。2017年,中国知识产权收支逆差约239亿美元,美国收支顺差800亿美元;2018年我国专利申请数量约154万件,全球占比46%,但转化率仅10%左右,远低于发达国家40%的平均水平。究其原因,一方面是目前高校、科研院所从事的绝大多数研发活动,并不是以市场为导向;另一方面,高校、科研院所普遍缺乏科技成果产业化的能力,能够将科技成果推向市场的专业人才、复合型人才不足。如果这一问题不能得到有效处理,无疑将会面临产业发展落后的巨大风险。科研可以分为2个部分,一是纯学术研究,是科学家的自由探索,其特点是投资固定;二是技术研究,对准中国产业发展战略,建长板,进行层层解码所需的基础技术和生产装备,包括生产、制造、软件、测试等,采用系统工程的方式,需做整体考虑,对标国际当前水平进行评价和验收。目前评价机制问题,不是解决有无的问题,也不是以均衡各种技术指标以商业可用为设计指标,而是要在某些单项指标必须包装成世界先进或领先,才能申请到科研经费。

正是由于上述问题存在,导致中国科技创新效率不高、原始创新能力不足、科研投入产出失衡。特别是在科技创新已然成为国际战略博弈主战场的新形势下,关键核心技术“卡脖子”已经成为西方国家干扰我中国社会经济正常发展的重要手段,唯有自主创新才是科技强国的根基。然而,创新应该是理性专业、有定力的,创新也要试错、要允许失败。但是,还是应尽量地减少创新的风险。特别是对于企业讲,创新不只是一是要冒险,更重要的要是规避和降低风险,所以企业更需要提高创新的成功率。

2 从《矛盾论》《实践论》谈关键核心技术创新体系建设

2.1 相关概念及内涵

创新是人类特有的有意识、富于智慧的实践活动。同一般的实践活动相比,创新作为求新求异的开创性实践活动,需要更多的知识和智慧,也需要耗费更多的脑力劳动和时间。因此,所创造的社会价值也更大,是一种高级形式的实践活动,更是人的本质力量的重要体现。有学者提出诸如创新就是创造对于实践范畴的新事物,矛盾是创新的核心,人是自我创新的结果,创新是人自我发展的基本路径,认识论认为创新是自我意识的发展等一系列哲学观点。

科学本义是知识和学问^[13],以探索发现为核心,探究事物运动的客观规律。科学问题是基于人类已有的知识无法解释的未知现象或存在,是关于客观事物与客观规律的认识程度的反映。科学的实质就是分科而学,指将各种知识通过细化分类为数学、物理、化学等进行研究,逐渐形成完整的知识体系。在西方世界,“科学”和“自然哲学”有时可以互换使用。技术本义是工艺、技能,以发明革新为核心,主要是通过对科学知识的转化创造、凝练形成的应用知识的方法和手段,着重解决“做什么、怎么做”的问题^[14]。技术问题是关于人类需求与满足需求的方法与能力之间的矛盾。技术的实质就是制造一种产品的系统知识,所采用的一种工艺或提供的一项服务。工程本义是兵器制造、军事目的的各项劳作,后扩展到各个领域,着重解决“做出了什么”的问题。工程问题就是制造、设计、建筑等实际项目中遇到的问题。工程的实质就是对技术的选择、集成应用,是科学和技术的完成形态,是以建造为目的的活动,表现为具体的设施、物品等。

2.2 科学是技术创新体系建设的主要矛盾

《矛盾论》^[15]指出在复杂的事物的发展过程中有许多的矛盾存在,在过程发展的各个阶段中,只有一种主要的矛盾在起着领导的作用。科学技术已成为第一生产力,科学技术创新已成为引领现代经济社会发展的第一动力,一方面技术创新是科学

创新成果转化为现实生产力的唯一路径,另一方面科学创新是技术创新的先导、源泉。不难发现,今天我们在用的重大成果往往是几十年、甚至上百年的基础科学研究工作的结晶。习近平总书记2021年5月在两院院士大会上指出^[1]:加强基础研究是科技自立自强的必然要求,是我们从未知到已知、从不确定性到确定性的必然选择。技术创新依赖于科学创新,特别是基础科学的重大突破,不仅能够推动本学科领域相关技术的重大发展,往往还会带动相关领域技术的快速进步。科学创新是技术创新的基础与前提,只有立足于科学创新,才会有技术的不断创新、产业结构的不断升级,以及经济社会的可持续发展。

2.3 工程是技术创新的问题导向

《实践论》讲到,不论在变革自然或变革社会的实践中,人们原定的思想、理论、计划、方案,毫无改变地可以实现出来的很少。这是因为从事变革现实的人们,常常受着许多的限制,不但常常受着科学条件和技术条件的限制,而且也受着客观过程的发展及其表现程度的限制(客观过程的方面及本质尚未充分暴露)。许多时候须反复失败过多次,才能纠正错误的认识,才能到达于和客观过程的规律性相符合,因而才能够变主观的东西为客观的东西,即在实践中得到预想的结果。从以上认识运动角度来看,工程创新作为人类有组织地综合运用多门科学技术进行的大规模改造世界的活动,既区别与技术创新,又与技术创新相互影响、渗透^[16]。正如李伯聪强调:既没有无技术的工程,也没有“纯技术”的工程,技术可以“应用”到工程中,工程要选择技术、集成技术,技术和工程是2种不同的社会活动。从某种程度上来说,工程创新有赖于多种科学技术的综合集成和科学管理,它除了要考虑技术创新的先进性和可行性,还要克服以技术创新变革客观现实的各种限制,是技术创新在改造客观现实过程的问题导向^[17]。

2.4 “知行统一”是关键核心技术创新重要保障

如前所述,科学是对客观世界基本规律的认识,以探索发现为核心,主要是发现、探索研究事物运动的客观规律。技术侧重于工艺、技能,多以技

术产品为研究对象,并把认识自然的理论转化为改造自然的能力。工程则是多种科学技术的综合集成和科学管理,着重解决“做出了什么”的问题。这3个层次的实践性依次增强(图3),越来越贴近于人类生产活动,其实质就是由感性的、潜在的、模糊的生产力向理性的、现实的、先进的生产力转化的过程。正如《实践论》^[15]所言,通过实践而发现真理,又通过实践而证实真理和发展真理。从感性认识而能动地发展到理性认识,又从理性认识而能动地指导革命实践,改造主观世界和客观世界。实践、认识、再实践、再认识这种形式,循环往复以至无穷,而实践和认识之每一循环的内容,都比较地进到了高一级的程度。这就是辩证唯物论的全部认识论,这就是辩证唯物论的知行统一观。从科学到技术再到工程,也即从发现到发明再到创造,如此循环往复、相互融合渗透,形成科学创新—技术创新—工程创新的管理模式,是实现关键核心技术创新的重要保障。

3 对策建议

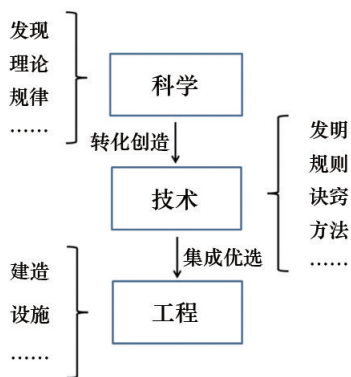


图3 科学、技术、工程关系

3.1 强化顶层设计,引领关键核心技术创新布局“顶天立地”

成立由国家科技主管部门牵头、两院院士主导,企业、高校、科研机构共同参与的关键核心技术创新战略委员会,明确委员会责任主体,定期研判世界科技前沿和我国关键核心技术发展需求,组织开展我国关键核心技术遴选并制定攻关计划,统筹协调全国科研创新资源,推动国家战略性关键核心

技术任务攻关科学有序实施。要聚焦重大领域,加快打造国家战略科技布局先发优势,适度超前布局一批重大科技前沿问题研究;要进一步统筹“集中攻关”和“自由探索”两种科研攻关模式,全面布局各学科领域基础研究工作;要坚持市场导向,建立健全技术研发与市场需求双向联动机制,构建完善关键核心技术创新政策实施保障机制,确保创新政策实施“纵向到底、横向到边”,切实为中国关键核心技术创新提供既能顶天又可落地的战略支撑。

3.2 健全评价体系,推动关键核心技术创新“攻坚克难”

按照《国务院办公厅关于完善科技成果评价机制的指导意见》,政府、企业、高校各相关部门要精心部署、狠抓落实,彻底扭转评价标准不科学、评价主体单一、重数量轻质量的不利局面,从根本上全面提升评价体系的科学性、合理性、公平性。一是坚持市场导向,建立健全技术研发与市场需求双向联动评价机制,提高科技成果转化应用率;二是畅通优化关键核心技术创新流程,充分认识关键核心技术创新是一个从无到有、从有到用、最终实现领先的渐进过程,要按照发展阶段,制定体现不同阶段特点的评价流程和评价标准,持续提高创新链整体效能,尽快突破“卡脖子”技术,打赢关键核心技术攻坚战;三是既要充分发挥国家主管部门统筹协调、宏观把控作用,也要广泛利用好行业、企业、第三方等多元评价主体,要敢于真评、评真;四是重视关键核心技术创新后评估工作,提升经济效益、社会效益在后评估中的比重,真正提升创新质量。

3.3 完善监督办法,杜绝关键核心技术创新攻关“虎头蛇尾”

科技管理部门要进一步明确关键核心技术创新攻关的组织定位、社会分工,国家实验室、科研机构、研究型大学、创新型企业要自觉履行各自使命担当,持续强化自主技术创新能力。要强化企业技术创新主体地位,由科研攻关承担企业,牵头成立涉及具体关键核心技术创新全链条的项目监督小组,在充分吸纳现有科技创新监督管理办法,特别是科技创新型企业创新监督管理经验基础上,根据技术研发不同阶段,例如策划设计、过程开发、应用

转化、持续改进等各个环节,细化技术攻关里程碑节点,突出过程监督管理,建立过程监督管理机制和办法,促进产学研充分结合、人财物高效配置,严防关键核心技术创新“重立项、轻过程”现象,持续强化自主技术创新能力,推动科技创新高质量发展。

3.4 落实诚信记录,守住关键核心技术创新环境“一方净土”

在严格履行《关于进一步加强科研诚信建设的若干意见》要求前提下,科技管理部门牵头,组织专家组进一步以具有代表性、延续性的国家专项为目标,进行过程与结果评估,剖析存在的科研诚信问题,以问题为导向,尽快制定系列有序的管理办法。加大科研全流程个人和团队科研诚信管理力度,要分别从“事中”和“事后”“个人”和“团队”等多个角度做好相关科研诚信记录,连同研究报告一并存档,并作为下次关键核心技术创新项目申报资格评审重要依据予以使用;在制定申报资格评审规则层面,适当放大个人学术不端对科研团队诚信记录的影响效果,让守信者一路绿灯、失信者处处受限,形成对科研失信人员“零容忍”高压态势,营造更良好的科研诚信环境。

4 结论

现阶段中国科技攻关散而不精、科技创新泛而不深、科研主体多而不强、基础研究稳而不活、科技成果碎而不实等问题给关键核心技术创新带来了不小的压力。基于《矛盾论》《实践论》等经典论著,本文认为,关键核心技术创新体系建设的核心是要建立由科学问题、技术问题、工程问题三者相互递进、密切协同、互为反馈、持续发展的有机整体。其中,科学问题是整套体系的根基,技术问题是搭建科学问题与工程实施的桥梁,工程问题是优选方法技术、明确目标达成方式和技术集成的综合体现。建议,重点围绕顶层设计、评价体系、监督办法、诚信记录4个方面,加强我国关键核心技术创新体系建设,切实提升关键核心技术创新能力。

参考文献(References)

- [1] 习近平主持召开中央财经委员会第二次会议[EB/OL]. [2021-07-10]. http://www.gov.cn/xinwen/2018-07/13/content_5306291.htm.
- [2] 习近平主持召开中央全面深化改革委员会第十三次会议强调深化改革健全制度完善治理体系 善于运用制度优势应对风险挑战冲击[EB/OL]. [2021-05-11]. http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2020-04/27/c_11259-14029.htm.
- [3] 习近平:在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上的讲话[EB/OL]. [2022-03-22]. http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2021-05/28/c_1127505377.htm.
- [4] 习近平主持召开中央全面深化改革委员会第二十四次会议强调 加快建设世界一流企业 加强基础学科人才培养 李克强王沪宁韩正出席[EB/OL]. [2022-03-23]. http://www.news.cn/politics/leaders/2022-02/28/c_1128424168.htm.
- [5] 白春礼. 科学谋划和加快建设世界科技强国[J]. 中国科学院院刊, 2017, 32(5): 446-452.
- [6] 贺德方, 周华东, 陈涛. 我国科技创新政策体系建设主要进展及对政策方向的思考[J]. 科研管理, 2020, 41(10): 81-88.
- [7] 贾宝余. 着力完善关键核心技术攻坚体制[J]. 中国人才, 2018(11): 44-45.
- [8] 原帅, 何洁, 贺飞. 世界主要国家近十年科技研发投入产出对比分析[J]. 科技导报, 2020, 38(19): 58-67.
- [9] 姜江. 加快实施创新驱动发展战略的思路和举措[J]. 经济纵横, 2018(4): 48-55.
- [10] 张志强, 田倩飞, 陈云伟. 科技强国主要科技指标体系比较研究[J]. 中国科学院院刊, 2018, 33(10): 1052-1063.
- [11] 田倩飞, 张志强, 任晓亚, 等. 科技强国基础研究投入-产出-政策分析及其启示[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(12): 1406-1420.
- [12] 王一鸣: 中国科研能力不强根源在体制机制[EB/OL]. [2021-07-10]. <https://www.toutiao.com/a661805244082-0285966>.
- [13] 中科院院长: 科学、技术和工程的区别和联系[EB/OL]. [2021-05-11]. https://www.sohu.com/a/438969812_1200-51517.
- [14] 彭富春. 技术、科学与工程[EB/OL]. [2021-05-11]. https://www.toutiao.com/a6954579282274583077/?channel=&source=search_tab.

- [15] 杨信礼. 重读《实践论》《矛盾论》[M]. 北京: 人民出版社, 2014.
- [16] 杨水旻. 论科学、技术和工程的相互关系[J]. 南京理工大学学报(社会科学版), 2009, 22(3): 84-88.
- [17] 李伯聪. 略谈科学技术工程三元论[J]. 工程研究-跨学科视野中的工程, 2004(1): 42-53.

Analysis on China's key and core technology innovation system construction from the perspective of on contradiction and on practice

LIU He, ZHANG Guosheng, XU Peng, ZHU Shijia, TANG Wei, LIANG Yingbo, SU Jian

Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing 100083, China

Abstract The key technologies are of great importance to our country, which are of great significance to promote the high-quality development of China's economy and safeguard national security. Although it has made brilliant achievements in science and technology development, there are still some problems at present, such as scattered but not refined about the scientific and technological research, extensive but not deeply on the scientific and technological innovations, many but not strongly of the scientific research subjects, stable but not active of the basic research, and fragmentary but not practical of the scientific and technological achievements. In view of the problems above, based on the theory of "On Contradiction" and "On Practice", this paper analyzes the principal contradiction in the construction of the key technology innovation system, and puts forward the management mode of scientific innovation-technological innovation-engineering innovation. And, it also puts forward some suggestions on the construction of the key technology innovation system from the aspects of top-level design, evaluation system, supervision method and credit record, in order to provide reference for the construction of the key technology innovation system.

Keywords key core technology; innovation system; science; technology; engineering ●



(责任编辑 卫夏雯)