

科技强国的典型特征及其分析

姜伟

中国社会科学院城市发展与环境研究所, 北京 100028

摘要 建设科技强国是当前中国的国家战略,“2049年成为世界科技强国”也已成为中国重要的发展目标。准确把握科技强国的特征,有利于发现目前存在的不足,聚焦发展的重点。科技强国是“科技能力(潜力)与科技成果”“科技硬实力与科技软实力(影响力)”“认识论、方法论及实践论”等多层次要素的有机结合,只有从科研能力、科技创新能力、科技发展范式、科技产品及工程的水平、科技标准制定、科技在国内外的影响力等多个角度着手,才能相对科学地把握科技强国的典型特征。

关键词 科技强国;科技大国;科技能力;科技实力

“科技大国”“科技强国”都属于比较性概念,非绝对性概念,“大”与“小”相对应,“强”与“弱”相对应。科技大国主要指规模大,侧重于体量。科技强国主要指实力强,侧重于能力。例如,科技论文发表数量、专利申请及授权数量、科技工作者数量、科研机构数量、科技产品及科技工程的数量等要素达到一定规模后,就可以成为科技大国。但要成为科技强国,这些要素就必须成为世界一流或排在世界前列。目前,国际上公认的科技强国有美国、英国、日本、法国、德国、芬兰、以色列、瑞典、意大利、加拿大、荷兰、丹麦、瑞士、澳大利亚、挪威等国。

对于“科技强国”这个概念,可以从两个角度进行理解:一是通过发展科技使国家变得更为强大;二是在科技领域成为世界强国。本文立足于第二种理解来研究“科技强国”的特征。

近年来,中国已逐步成为世界性的科技大国,无论是论文发表数量、专利申请量及授权量,或是科技产品的产能及出口量等多项指标都排在世界前列。但论文的被引用数量及申请专利的质量都有待提升,科技产业也大都居于高技术产业的中后端,这些指标的现状

表明,中国距离科技强国依然有一段需要攻坚的路。深入分析科技强国的典型特征,有利于聚焦攻坚的方向,补齐短板。

在研究方面,目前国内有关科技强国的文献数量不少,但大都是新闻报道,研究性文献的总量不大,这些研究性文献主要包含以下角度:一是从创新角度进行研究,主要结合创新发展、技术创新、科技创新、创新驱动发展、独创性、原始创新、创新自信、自主创新等概念进行研究,这类文献占比最大;二是从实现科技强国的一些要素着手进行研究,主要从科技强国战略、科技政策、科技人才政策、企业技术创新、科学文化、基础研究、科技成果等角度进行研究;三是研究国家领导人的科技强国思想,主要有毛泽东的科技强国思想、邓小平的科技强国思想、习近平的科技强国思想等;四是研究中国如何成为世界科技强国,侧重于科技强国的路径选择研究;五是研究中国成为世界科技强国所面临的问题与挑战;六是研究一些专项科技领域如何成为世界强国,如信息科技强国、航天科技强国、生命健康科技强国等。

也有少数文献重视研究世界科技强国的特点与规

收稿日期:2018-09-14;修回日期:2018-10-12

作者简介:姜伟,副研究员,研究方向为城市经济、环境经济,电子信箱:louwei2003@263.net

引用格式:姜伟. 科技强国的典型特征及其分析[J]. 科技导报, 2018, 36(21): 69-75; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.21.008

律。例如,万钢指出:“什么是科技强国?实际上科技强国这个理念是习主席在中央政治局学习的时候就提出来,要我们制定面向未来的中国创新驱动发展的战略纲要,这个纲要前后共征求了大概8000多人次的意见,大家对什么是科技强国提出了自己的观点。对于科技强国,我认为首先是具有强大的创新能力,有一支能够支持高水平研究的战略力量,能够涌现出原始性创新成果和国际顶尖水平的科学大师、科研队伍,也意味着科技创新要提高社会生产力和综合国力,构建国际竞争先发优势的核心支撑。”^[1]但总体来说,关于科技强国特征的研究相对不足。

在国际上,研究科技强国的重点同中国有所区别,国际上更偏重同科技有关的排名研究及实力指数研究,例如,世界科技最先进国家排名(The most advanced technology countries rankings in the world)、世界高技术国家排名(The most high tech countries rankings in the world)、世界创新强国排名(The most innovative countries rankings in the world)等。其中,比较具有代表性的是《美国新闻与世界报道》发布的“世界强国排名”(Best countries rankings)^[2],在其世界强国排名中包含有科技强国排名,主要评价指标涵盖基础研究能力、科技创新能力、科技成果应用能力等方面,如诺贝尔奖获得者数量、全球顶尖大学数量、全球顶尖实验室数量、全球顶尖科技公司数量等。另外,兰德公司科技政策研究所在2001年为世界银行建立的科学和技术能力指数也比较具有代表性。兰德指数由7个部分组成:“人均国民生产总值;每百万人中大学和研究机构的数量;每百万人中科学家和工程师的人数;一个国家在美国学习的学生人数;国民生产总值用于研究开发的比重;发表的学术科技期刊论文数量;在美国专利商标局和欧洲专利局注册的专利数量”^[3]。类似的这些排名或指数研究有着各自的特色,并有着各自的侧重点。总体来说,国际上评价科技强国的指标体系的构建大都遵循“科研投入能力→基础研究能力→科技创新能力(含技术转移与扩散能力)→产品或装备的高科技含量→科技的影响力”这种方法及路径。由于这些指标体系主要用于排名,需要兼顾数据的可获得性,在分析科技强国特征时,必须牺牲一些典型特征,比如,就很难对科技发展的范式进行量化评价,而范式革命恰恰是科技强国的重要特征之一。

本文在研究过程中,充分参考借鉴了国内外的研

究成果及方法论,但由于研究的重点不是为了排名,而是分析科技强国的典型特征,数据是否可获得不是考虑的核心,并立足于“强弱”是一个相对性概念这个基本前提进行分析。比如,“科研投入能力”是评价科技强国的一个重要指标,但并不是最直接最典型的特征,本文没有将该指标列入科技强国6个最主要的特征中,而是把“科技发展范式”和“科技标准制定”等一些以往评价指标体系很少考虑的指标纳入进来,对科技强国的评价方法进行了一定程度上的创新。

1 科技强国的6个主要特征

中国的人口基数大,科技工作者数量众多,科技门类齐全,制造业基础雄厚,在科技的诸多领域实现规模领先,成为科技大国并不是太难,但要成为科技强国则需付出艰苦的努力。原因就在于,科技强国的标准较高,需要与一些传统的科技强国进行激烈的竞争,实现强弱位置的转换。

科技强国的典型特征主要有以下几点。

1.1 科研能力居于国际领先梯队

按研究的目的、任务和方法不同,可把科学研究分为基础研究、应用研究和开发研究。没有强大的研究能力,科技创新也就成了无源之水,无本之木。以下几点是一个科技强国在科研能力方面的典型特征。

一是科技论文的数量及质量处于国际领先梯队。“科学论文是基础研究成果展示、知识记载和传播的主要形式。”^[4]判断一个国家在科研论文方面的能力,不仅要看绝对数量及质量,还需要结合国家人口基数特别是科研工作者的数量来看。例如,瑞士、荷兰、丹麦、瑞典和芬兰等科技强国发表的科学论文总量不多,但每篇论文的平均被引用次数却很高。

中国科研工作者发表的论文数量已居于世界首位,但论文的质量有待于进一步提升。“有些文章,通俗点叫‘垃圾文章’,就是纯粹为了发文而发文,这种情况太多了。”^[5]国际上评价论文质量的主要标准是引用率,由于中文不属于国际通行语言,相比较英文文章,中文文章在被引用方面有些吃亏,但整体质量不高也是不争的事实。

二是专利申请及授权的数量、质量均处于国际领先梯队。专利申请量及授权量是评价一个国家科技发明创造能力的主要指标。专利又分为发明、实用新型

和外观设计等类型,其中,发明专利的申请量及授权量最能代表一个国家的科技发明创造能力,国际上通常将国内发明专利拥有量作为衡量和评价一个国家创新水平的重要指标。

中国专利申请量及授权量的总数已经很大,这为中国成为科技强国提供了有力的支撑。“2016年我国国内发明专利拥有量首次突破100万件,是世界上第三个国内发明专利拥有量突破百万件的国家。”^[6]但同国外发达国家相比,依然存在“多而不优、大而不强”的问题。

除以上两点外,“每百万人中科学家和工程师的人数”、“每百万人中大学和研究机构的数量”、“科研投入占GDP的比例”等也是常用的评价科研能力的指标。

1.2 科技创新能力处于国际先进水平

科技创新是指从发明创造到市场化的系统过程,既包括发明创造的能力,也包括市场化的能力。同侧重于研究的科研能力相比,科技创新能力更重视应用与市场。“近现代以来,以两次科学革命和三次技术革命为标志,重大科学发现、重大技术突破层出不穷,推动了新兴产业的兴起和发展,催生了以英国、法国、德国、美国、日本等国为代表的科技强国,其主要特征是科技创新综合实力处于全球领先地位,主要产业处于高端水平,劳动生产率位居世界前列。”^[7]以下几点是一个科技强国在科技创新能力方面的典型特征。

一是科技原始创新能力处于国际领先梯队。科技创新包括原始创新、跟随创新和集成创新3种模式,其中,原始创新居于核心地位。科技原始创新能力是一个国家能否实现科技领先发展的重要基础及前提,跟随创新和集成创新能力再强,也只能是亦步亦趋的跟随者,很难成为科技发展方向的引导者。例如,在电视科技的发展历程中,日本曾把模拟电视做到极致,但美国科技工作者通过原始创新,提出了数字电视理念,成为电视科技的引领者。

中国的科技基础薄弱,长期以来,在科技创新方面实施的是跟随创新和集成创新模式。随着中国科技实力的增强,跟随创新和集成创新的空间越来越小,要成为科技强国,就必须进入国际科技原始创新方面的领先梯队。

二是主要尖端科技领域处于世界前沿。尖端科技是指那些引领时代前沿的科技。尖端科技水平是一个国家科技实力的有力代表,是一个国家在未来一段时

间保持科技领先的科技储备。作为科技强国,一般都有一些国际领先的尖端科技领域。如,美国国防高级研究计划局(DARPA)一直以来都在从事一些领先且潜在应用价值很大的尖端科研项目,特别是在军事方面,有一些尖端科学技术水平领先世界20年,甚至更久。

对于中国来说,在20世纪五六十年代就开始“集中力量办大事”,在原子技术、航天技术等一些尖端技术领域处于世界先进行列。不足之处是,主要是跟踪式发展,缺乏原创性的尖端科技。

三是科技顶尖企业的数量居于国际前列。科技企业是科技创新的重要载体,科技顶尖企业是科技实力的象征。一般来说,国家越大越容易出现科技顶尖企业,因为有强大的市场潜力作为支撑,因此,美国、中国的科技顶尖企业都相对较多。同时,互联网等新兴技术的出现,使科技顶尖企业出现与崛起的速度加快,但同时也面临更加激烈的竞争。

除以上3点外,“技术扩散(科技成果转化)”等指标也是评价科技创新能力的重要指标。

1.3 在科技发展范式的革命中成为重要的参与者

范式是一种对本体论、认识论和方法论的基本承诺。托马斯·库恩认为:“科学发展的实际过程是一个进化与革命、积累与飞跃、连续和中断不断交替,新范式最终战胜并取代旧范式的过程。”^[8]科技发展特别是科学发展的过程是一个不断革命的过程,如,天文学中的哥白尼革命,化学中的拉瓦锡革命,物理学中的牛顿革命及爱因斯坦革命等。一些重大的原始创新本身也大都是一中范式革命,范式革命与原始创新的区别在于前者更重视认识论与方法论的革命。“从世界科技强国演进的历史轨迹看,不论是英国取代意大利成为世界科学中心,还是德国、美国实现了对英国、法国科技的赶超,相继成为新的世界科技强国,一个重要的历史经验,就是这些国家都善于把握新科技革命的特点和趋向,在科技发展轨道和科研范式发生变革之际抓住科技变革的先机。”^[9]

认识论和方法论的革命在科技革命中居于重要位置,是科技创新特别是原始创新的重要推手。中国要成为科技强国,就必须成为科技发展范式革命的重要参与者。以下两点是一个科技强国在科技范式革命方面的典型特征:“在划时代科技发现中发挥重要作用”和“不断提出具有国际影响力的科学方法”。

1.4 科技产品及工程的水平属于国际一流

对于一个科技强国来说,既要拥有强大的研究能力,同时,也需要拥有把研究成果转化为生产力的能力,具体表现就是科技产品及工程的水平。以下3点是一个科技强国在国家科技产品及工程水平方面的典型特征。

一是科技产品与科技工程的科技含量居于国际前端。科技产品与科技工程的科技含量代表一个国家的科技创新水平,是基础研究能力、发明创造能力、科技转化能力的直接反映。有些国家的基础研究很强,但产品化及市场化的能力不足。例如,英国的基础研究很强,但大量基础研究成果都被美国人买去后进行了市场化,这也是近些年英国科技实力日渐衰弱的一个原因。

中国有一些科技产品与科技工程的科技含量居于世界领先水平,例如,建桥技术、高铁技术等,但对于大多数科技产品来说,只是居于世界相关产品的中后端,依靠低成本、低价格强攻市场,不仅利润低,而且容易导致贸易摩擦、环境污染等问题。随着中国人工成本的上升,劳动密集型产品的成本优势越来越弱,需要更多的依赖科技含量来增强竞争力。

二是科技产品、科技工程的品质属于国际一流。科技产品、科技工程的品质是赢得口碑的最主要途径。无论多么先进的科技,最终都要物化为具体的科技产品或科技工程,如果科技产品或科技工程的品质不过关,往往会导致公众对科技本身的质疑。对于科技强国来说,其科技产品或科技工程也大都具有较高的品质。其中,以德国最具代表性。

在很长一段时间内,在国际市场上,中国产品曾经是劣质产品的代名词,这也反映出当时科技落后的现实。近年来,“中国制造”已逐步摆脱“劣质”的标签,开始以高质量的产品参与国际竞争。但总体来说,在品质方面还有很大的提升空间。

三是国际一流的科技服务质量。科技产品与科技工程都要走向市场,而市场又同服务密切相关。在买方市场的背景下,一流的产品也需要一流的服务,如果服务质量跟不上,即使一流产品也难以占领市场,更难以可持续发展。国际顶尖的科技企业也基本都能提供一流的服务,否则,这些企业也难以成为国际顶尖。

1.5 在科技标准制定方面具有话语权

标准属于话语权,掌握科技标准的制定权就等于占据制高点,不仅有利于本国相关科技的发展,也有利于扩大相关科技的影响力。科技标准的制定权同科技创新能力特别是原始创新能力一脉相连,没有科技创新成果,就无法掌握相关标准的制定权。“参与制定全球科技标准的数量具有明显优势”是一个科技强国在科技标准话语权方面的典型特征。

长期以来,科技标准的制定权几乎被欧美发达国家垄断,这使中国的科技发展只能在别人的游戏规则下进行。要成为科技强国,成为全球科技发展的引领者,就必须在科技标准制定方面具有话语权。

1.6 在国内外都具有较强的科技影响力

要成为科技强国,不仅需要较强的科技实力,也需要较高的国内及国际影响力,得到国内民众及国际社会的认可。以下两点是一个科技强国在科技影响力方面的典型特征。

一是带有强烈自信的强国科技文化。文化自信是一个强国的显著特点,科技强国也是如此。在一个科技强国,公众对于自己国家的科技,以及物化后科技产品、科技工程都有着强烈的自信,往往认为自己国家的科技产品是最好的。例如,德国、日本、美国等科技强国的公众莫不是如此。公众对于本国科技的自信,既是本国科技实力带来的影响,同时又能通过积极购买本国科技产品等行动进一步促进本国科技的发展。

对于中国的公众来说,近年来开始逐步对“中国制造”产生信心,例如,华为手机的大卖就是一个典型表现。但总体来说,广大公众依然缺乏带有强烈自信的强国科技文化,这既需要中国科技的持续发展来增强公众的自信心,同时也需要加强文化自信的教育与培养。

二是较高的国际认可度。科技实力是提升国际认可度及影响力的基础,但从实力到影响力依然有很长一段路要走。这其中涉及到改变国际社会的观念认知问题,而观念认知一旦形成,要改变是非常艰难的。评价科技领域国际认可度常用的指标是诺贝尔奖等。

长期以来,在国际社会,对中国科技产品的固有印象是便宜、劣质,要改变这种根深蒂固的认知,中国要比传统科技强国需付出更多的努力。既需要持续提升科技产品、科技工程的科技含量与产品质量,同时也要在国际舞台上加大形象宣传的力度,提升科技的全球影响力。

2 科技强国6个典型特征的科学性及其合理性分析

科技强国的特征应涵盖科技强国的多个层面,包含多个科技发展要素,是“能力(潜力)与成果”“科技硬实力与科技软实力(影响力)”“认识论、方法论及实践论”的有机结合。科技强国典型特征的科学性及其合理性也需要从多个角度进行分析。

2.1 基于科技发展水平评价要素角度分析

评价一个国家的科技发展水平一般要从研究能力、科技创新能力、科技产品及工程的水平等角度进行评价。另外,科技范式的革命、科技标准制定的参与、

科技影响力等要素也是重要的评价标准。本文提出的科技强国的6个主要特征就是围绕这些要素展开的。

在这些要素中,处于国际领先梯队的研究能力是科技强国的基础要素;处于国际先进水平的科技创新能力是建设科技强国的动力要素;国际一流的科技产品及工程是科技强国的物化体现;带有强烈自信的强国科技文化及较高的国际认可度是科技强国在精神层面影响力的体现;科技范式的革命性进展是科技强国在方法论层面的体现;参与科技标准的制定是拥有国际话语权的体现。

科技强国6个主要特征与科技发展水平评价要素的关联性见图1。

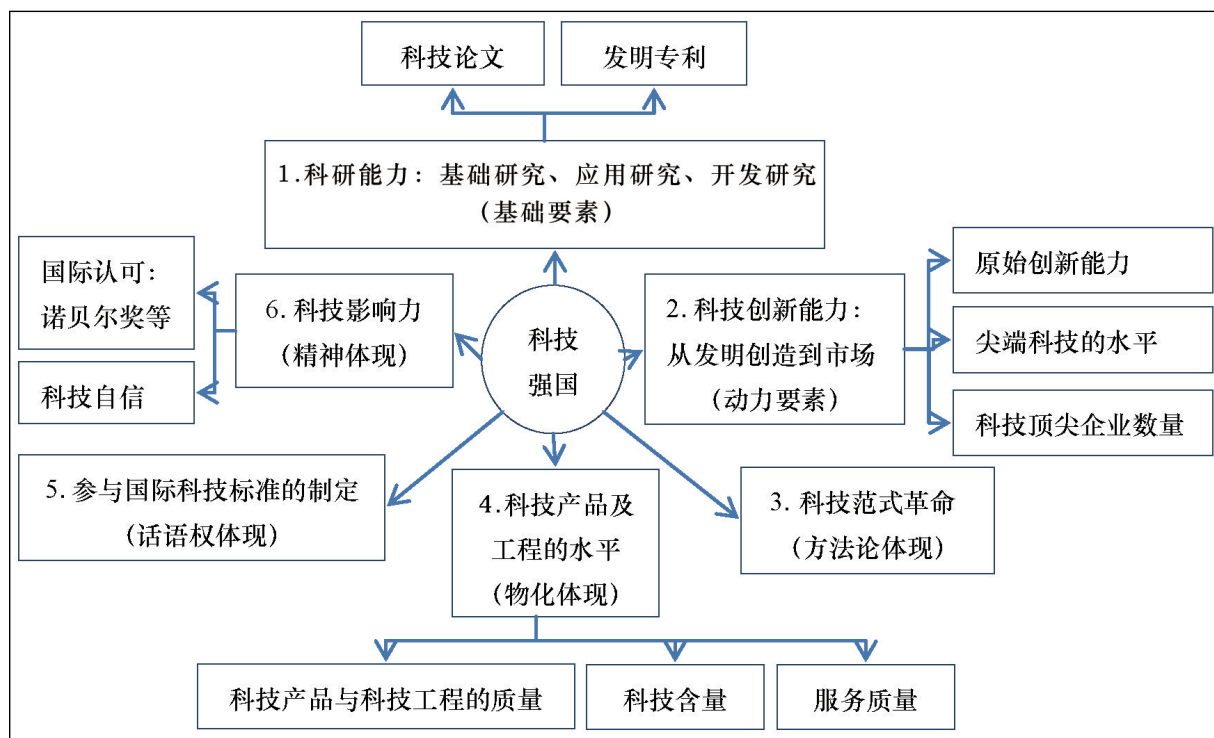


图1 科技强国6个典型特征与科技发展水平评价要素关联

2.2 基于科技实力与理论体系角度分析

从科技实力角度来看,科技强国要同时在科技硬实力与科技软实力两方面具有较强的国际影响力。科技硬实力为科技软实力提供保障,科技软实力为科技硬实力提供有利的环境基础。两者相辅相成,缺一不可。科技强国6个典型特征在科技实力方面的属性参见表1。

从理论体系完整性的角度来看,科技强国的典型特征应涵盖认识论、方法论及实践论。深刻的认知有利于推动方法论及实践论的进展,积极实践有利于深化认识论及方法论,科学的方法有利于为认识论及实践论提供全新的视角。科技强国6个典型特征在理论体系完整性方面的归属参见表1。

表1 基于科技实力与理论体系等角度分析科技强国的6个典型特征

科技强国的典型特征	代表性指标	发展要素	实力类型	理论体系归属
科研能力居于国际领先梯队	科技论文的数量及质量处于国际领先梯队	基础研究	硬实力	认识论+实践论
	专利申请及授权的数量、质量均处于国际领先梯队	应用研究	硬实力	实践论
科技创新能力处于国际先进水平	科技原始创新能力处于国际领先梯队	发展方向	硬实力	认识论+实践论
	主要尖端科技领域处于世界前沿	前沿科技	硬实力	实践论
	科技顶尖企业的数量居于国际前列	企业实力	硬实力	实践论
在科技发展范式的革命中成为重要的参与者	在划时代科技发现中发挥重要作用	重大发现	硬实力	认识论
	不断提出具有国际影响力的科学方法	科学方法	硬实力	方法论
科技产品及工程的水平属于国际一流	科技产品与科技工程的科技含量居于国际前端	科技含量	硬实力	实践论
	国际一流的科技产品与科技工程品质	产品质量	硬实力	实践论
	国际一流的科技服务质量	服务质量	软实力	实践论
在科技标准制定方面具有话语权	参与制定全球科技标准的数量	科技标准	硬实力	实践论
在国内外都具有较强的科技影响力	带有强烈自信的强国科技文化	文化自信	软实力	认识论
	较高的国际认可度,如诺贝尔奖等	国际认可	软实力	认识论

3 结论

科技强国是比较性概念,没有弱,何来强?要建设科技强国,就要超越其它很多国家,这就决定了中国在建设科技强国过程中需要付出艰辛的努力。要努力,就要有方向,准确把握科技强国的特征,有利于发现目前存在的不足,聚焦发展的重点。

要达到科技强国的主要特征要求,实现从科技大国到科技强国的跨越,需要多方面的保障措施:一是制定带有前瞻性的科技发展战略(规划),明确未来发展的方向及重点;二是建设规模及素质都较高的科技人才队伍;三是培育强大的科技产业化、科技市场化能力;四是构建符合时代发展需要的完善的科技体制。

社会经济要可持续发展,需要同时兼顾科技、社会、经济、环境、资源、政治、文化等要素。同样,科技要发展,要成为科技强国,也需要关注科技与其它要素的相互影响,不能单单聚焦在科技本身。

参考文献(References)

- [1] 万钢. 面向科技强国的基础研究[J]. 中国基础科学, 2017(4): 4-11.
- [2] US. News best countries rankings[EB/OL]. [2018-09-10]. <https://www.usnews.com/news/best-countries/overall-full-list>.
- [3] What the science and technology index tells us about development in Africa[EB/OL]. (2015-09-01). <http://theconversation.com/what-the-science-and-technology-index-tells-us-about-development-in-africa-46504>.
- [4] 张先恩. 科技强国植根于深厚的基础研究[J]. 中国科学院院刊, 2017(5): 58-65.
- [5] 任孟山. 施一公直言“垃圾论文”,“评价体系”需要改改了[N]. 新京报, 2018-03-08.
- [6] 韩雯. 国内发明专利拥有量首破 100 万件[N]. 经济日报, 2017-01-20.
- [7] 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(5): 8-14.
- [8] 托马斯·库恩. 科学革命的结构[M]. 金吾伦, 胡新和, 译. 北京: 北京大学出版社, 2016.
- [9] 李正风. 深入研究新时代建设世界科技强国的特点与规律[J]. 科学学研究, 2018(1): 2.

On the six typical characteristics of science and technology powerful country

LOU Wei

Urban Development and Environment Research Institute, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100028, China

Abstract Building a science and technology powerful country(STPC) is the national strategy of China, "Becoming the STPC by 2049" has also become an important development goal of China. Accurately grasping the characteristics of the STPC is conducive to finding out the shortcomings and focusing on the key points of development. The STPC is the organic combination of multilevel elements, such as "the capability and achievements of science and technology", "the hard strength and soft power of science and technology" and "epistemology, methodology and practice". Only from the perspectives of scientific research capacity, scientific and technological innovation ability, the development paradigm of science and technology, the level of scientific and technological products and engineering, the formulation of scientific and technological standards, and the influence of science and technology at home and abroad, can we grasp the typical characteristics of the STPC relatively scientifically.

Keywords science and technological powerful country; a country with large scale of scientific and technological achievements; science and technological capability; science and technological strength ●



(责任编辑 陈广仁)