

新时代奋勇攀登谱新章

——新形势、新要求下的重大科技基础设施发展思路

中国科学院重大科技基础设施战略研究组*

中国科学院 北京 100864

党的十九大作出了“中国特色社会主义进入了新时代”的重要判断，提出了从2020年到21世纪中叶分两步走把我国建成社会主义现代化强国的战略目标，开启了我国社会主义现代化的新征程。作为一种战略性的科技资源，重大科技基础设施（以下简称“重大设施”）在我国科学技术和经济社会发展中发挥了越来越大的作用。在我国社会主义事业进入新时代、踏上新征程这样一个重要的历史时刻，准确认识重大设施发展面临的新形势、担负的历史使命，确定一个在新形势下履行新使命的发展目标和实现目标的发展战略具有重要意义。

1 重大设施发展面临的新形势

1.1 新科技革命的历史机遇和创新驱动发展战略

我国实现科技强国目标的进程正好与知识经济时代演进中正在产生并日渐加速的新一轮科技革命相伴。新科技革命以全面的科技创新，影响社会方方面面，为突破人类发展面临的能源、资源、环境、健康等“瓶颈”制约开辟了宽广的道路，促进经济发展方式转变，催生产业变革。这必将重构全球创新版图，重塑全球经济结构，带来世界发展格局的大变动，给后进国家提供向格局高端移动的机会。这样一个大变革的时代，也为我国实现强国目标提供了难得的历史机遇。

利用新科技革命带来的历史机遇实现强国目标，关键是以高水平的，包括大量领先于人的科技创新成果获取经济社会发展先机。党中央洞察世界大势，确定了以科技创新为引领的创新驱动发展战略，带领全国人民，迎接中华民族伟大复兴的光明前景。

1.2 国际形势深刻复杂变化对我国发展形成严峻挑战

当前，经济全球化的时代特征正在发生深刻而复杂的变化，中美经贸摩擦日趋严重，贸易竞争又集中体现为科

* 执笔人：张闯、阎永廉、金铎、孙牧、彭良强、李泽霞、樊潇潇、陈和生、李志刚

技竞争。我国在面临难得的发展机遇的同时，也面临严峻挑战。这就迫使我们必须走更多依靠自主创新、原始创新的发展道路，提高国家在战略必争领域和发展关键核心技术的竞争力。

1.3 重大设施发展的国际竞争新态势

重大设施对国家发展的重要性日益得到各国政府和社会的高度认同。随着新科技革命的兴起，各国毅然将重大设施的发展作为提升国家核心竞争力的重要举措，积极进行战略研究、规划制定，加强部署并大力实施。国家发展的激烈竞争使设施的竞争日益激烈，其焦点是争夺性能和研究支撑能力的领先地位，其特征则是在高水准上进行，这种竞争态势对我国设施的发展提出了更高的要求。

2 新形势下重大设施肩负的历史使命

面临严峻挑战，党中央确定了一系列强化创新驱动发展战略的战略性举措，其核心思想是充分发挥制度优势，迅速强化创新体系，提升创新能力和效力，增强科技创新竞争力，突破对我国创新驱动发展、实现强国目标的围堵。必须在机遇与挑战和强化创新驱动的战略态势下认识重大设施的特殊历史使命，包括地位和作用。

2.1 重大设施在创新驱动发展战略中的重要地位

重大设施是人类科学技术文明发展的产物，也是现代科学技术文明进一步发展的基础，集中代表了当代科学技术发展的最高水平和探索未知的极限能力，不断促进众多前沿学科的形成和发展，推动各个科学领域众多科学前沿的突破。这种发展和突破又极大地带动科学的整体发展和技术的重大进步，将一个时代的科学技术提

升到新的水平。20 世纪下半叶以来，重大设施对越来越多的科学领域发生着越来越深刻的影响，体现了其对现代科学技术发展必不可少的基础支撑能力。

因此，我国在强化创新驱动战略的战略性举措中，明确把重大设施列为主要创新基础能力，并提出了加快建设、强化在创新体系中的整合作用^①的要求^①，突出地宣示了重大设施在强化创新驱动发展战略、应对严峻挑战中的重要地位。

2.2 重大设施在创新驱动发展战略中的重要作用

我国与世界发达国家都高度重视重大设施发展，但对重大设施的地位和作用规定的内涵却有很大差别，主要体现是我国更加突出“目标牵引、问题导向”。目标牵引，就是要使重大设施发展紧紧围绕2050年建成社会主义现代化强国的目标；问题导向，就是要把重大设施的科技创新支撑能力聚焦于破除发展瓶颈、增强国力和国际竞争力，以及带动科学技术水平全面提升的世界前沿上，特别是制约全面发展的短板和发展受制于人的科学技术前沿上。我们需要深入认识重大设施对科学技术发展的重要作用，更需要认清重大设施在我国创新驱动发展战略中，围绕实现强国目标，聚焦科学技术和经济社会发展重大需求的作用，特别要认识重大设施作为应对严峻挑战的重器，在激烈国际赛场上的竞争性作用。

2.2.1 突破关键科技问题，破除可持续发展“瓶颈”制约的利器

党的十九大报告将“坚持人与自然和谐共生”确定为“发展中国特色社会主义的基本方略”之一，是实现国家经济社会高质量持续发展的指导思想。我国人口众

^①参见《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年（2016—2020年）规划纲要》第六章第三节“提升集成创新基础能力”

多、资源相对贫乏、自然生态环境保护形势严峻。破除在能源、资源、环境、健康等领域面临的严峻瓶颈制约，发展节能、资源高效利用和环境友好的技术是实现经济社会高质量可持续发展的基本要求。

破除“瓶颈”制约依赖于相关关键科技问题的突破。多年来，在世界范围内，重大设施对实现这些突破发挥了重要作用，成为破除研究瓶颈制约的利器，例如：① 在能源领域，各种传统能源（如化石能源、核能）的高效无污染利用、新型清洁能源开发、重大能源装备关键技术的突破等；② 在地球环境领域，大尺度环境变化及其成因、污染物形成机理和生态毒理、污染治理技术、绿色生产技术等；③ 在生命科学领域，人类疾病防治、动植物经济性状改良和绿色生物制造等。目前我国已有一批服务这些需求的重大设施，并取得了不少成绩。但是总体来看我国重大设施的数量还不足、水平还有待提高；许多“瓶颈”制约尚未长远地、从根本上得到解决，大量相关基础性、战略性、前瞻性科学技术问题还有待突破。这些科技问题往往正是相关领域的重大前沿，突破这些重大科技前沿，需要功能强、性能高的重大设施，因此必须大力发展该类重大设施。

2.2.2 增强综合国力，抢占创新制高点，夺取发展先机的重器

解决经济社会可持续发展中的“瓶颈”问题，就提供了发展的基本条件。增强综合国力则是发展的硬任务，涉及众多领域。就产业和经济发展而言，要大力发展共性关键技术、前沿引领技术、现代工程技术和颠覆性技术，不断提升传统产业的技术水平，催生新兴产业和新经济增长点。这些领域的发展面临激烈的国际竞争，竞争的焦点是取得发展先机，成为新赛场规则的制

定者和主导者，关键是率先突破包括大量重大科技前沿在内的科技“瓶颈”，占领制高点。而重大设施则是在激烈的国际竞争中抢占制高点的必要条件。

我国在提高综合国力和国际竞争力的许多方面存在“短板”和“卡脖子”问题，这与缺乏突破相关科学技术瓶颈的研究支撑能力有关。因此，具有这种研究支撑能力的重大设施又是解决“短板”的“短板”，发展这类设施是设施发展的重中之重。

2.2.3 实现前瞻性基础研究重大突破，引领未来发展的引擎

强大的基础研究是建设世界科技强国的基石。在着力解决与国家发展中的紧迫问题相关的重大科技问题的同时，还必须大力提升基础研究的水平，特别是着力实现引领未来科学技术和经济社会发展的前瞻性基础研究重大突破。这样的突破需要前所未有的支撑能力，这样的能力需要前所未有的重大设施来提供。我国要力争获得更多引领性基础科学前沿突破，必须大力发展这些重大设施。

2.2.4 实现重大基础科学前沿突破，推动人类文明进步的神器

当前，物质结构、宇宙演化、生命起源、意识本质等重大基础科学前沿研究正在发生或酝酿重大突破。这类科学研究虽然与经济社会发展没有那么紧密的关系，但是却从一个重要方面代表了人类文明的进步。我国到2050年要成为世界科技强国和国际影响力领先的社会主义现代化强国，在人类认识自然的不懈追求中必须作出应有的贡献。我国在这些方面已经作出了国际科技界高度认可的贡献，极大地提高了中国在国际社会的影响力和话语权；同时，对于振奋民族精神、提升国民科

学素养也发挥了重要作用。在实现强国目标的新征程中，应该选准主攻方向，力争率先实现重大突破，为人类文明的进步作出更大贡献。

2.3 新形势、新使命对重大设施发展提出的新要求

作为在新形势下提升我国科技创新水平，提高科技国际竞争力的重要基础能力，为了充分发挥在创新驱动战略中的作用，重大设施必须高质量、高速度发展，高水平、全方位服务国家发展战略。这是实现强国目标对重大设施发展的新要求，而对这些要求的具体体现则需要放在重大设施发展的竞争态势下来把握。

“高质量”是对重大设施先进性的要求。重大设施在创新驱动战略中作用巨大，且具有强烈的国际竞争性，其先进性是决定竞争力的主要，甚至决定性的因素。既然是实现追赶超越的基础能力，就必须高人一筹，否则就难当重任。我国设施的先进性在不断提升，但是与竞争对手相比，还有不小的差距。消除差距，甚至反超对手，这异常艰难，必须倾力而为。

“全方位服务”是对重大设施布局的要求。布局要能全面支撑科技创新，全方位满足经济社会发展需求。

“全方位”其实是一个相对的概念。宏观地看，对主要学科领域，针对前述几方面的需求都有适当部署，没有大的遗漏；微观地看，布局还是一些星星点点，但这些星星点点是战略必争的点，是“攻破一点可以占领一片”的战略高地。因此，布局的完善不仅在于眼观全局，还在于分清轻重缓急的精准部署。

“高水平服务”是对重大设施效益的要求。重大设施的技术很先进，但若科学产出不高、经济与社会效益不显著，就不能叫高水平服务。科技和经济社会发展

“两张皮”，是我国科学技术发展中长期存在的问题，我国重大设施的发展中也存在这样的问题，因此在今后的发展中必须加以解决。

“高速度”涉及方方面面的问题，重大设施的先进性要快速提高，布局要快速完善，效益要快速增长。快速发展也是对设施的一个内秉要求。重大设施作为支撑科技追赶和超越的基础能力，若其自身的发展就落后于人，又如何支撑科技的追赶和超越。如果考虑到我们在高速发展，世界科技强国也没有“睡大觉”；再算一算建设一个重大设施需要的时间，建成后充分发挥出作用又需要的时间，就可以理解这一要求多么重要。

“服务国家发展战略”的内涵非常丰富，其中还包括两项设施的核心作用。①在国家创新体系建设中重要创新基础能力的作用。这是设施基本定位的要求。②在主导国际大科学计划和工程中的骨干作用。积极提出并牵头组织国际大科学计划和大科学工程是党中央、国务院作出的重大决策部署，国际大科学计划和工程相当多围绕重大设施的建设和科学研究开展，我国重大设施必须在实现国家这一重大部署中发挥骨干作用。

3 重大设施总体发展目标

到2025年左右，我国建成重大设施总量达到50个左右，基本覆盖能源等7个主要学科领域。由于近2个“五年规划”部署的重大设施建设项目更加突出了先进性的要求，我国将有一批重大设施的技术水平进入国际前列。再经过10余年的发展，即到2035年，我国重大设施发展应力争实现建成领域布局较为完善，基本满足国家科学技术和经济社会发展紧迫需求，总体技术水平

进入世界前列的设施体系。科学技术和经济社会效益显著，实现若干重要科学前沿的突破，产出一大批对破解国家发展“瓶颈”制约、促进产业变革、形成新的经济增长点发挥重要作用的科技成果。

实现 2035 年发展目标后，在继续适当增大体量的同时，把发展重点转移到针对关系全局和长远发展的战略必争领域和优先方向，建成一批综合性能具有明显竞争优势的领先重大设施，使我国重大设施的整体发展水平跃升一大步。应该发挥我国集中力量办大事的优势，尽快做起，精心策划，精心组织，尽力实现。

再考虑到作为世界科技强国和社会主义现代化强国的重要标志，我国至 2050 年重大设施发展应实现建成布局完善、总体技术水平进入国际领先行列的重大设施体系；全面、高质量支撑重要科学研究方向科技创新，全方位、高效益服务国家发展重大需求，为实现强国目标发挥显著作用。

4 实现未来发展目标的工作思路

4.1 加强顶层设计和规划统领，保障聚焦国家发展目标

聚焦新征程国家发展目标，是对重大设施发展工作的总要求。实现这一要求是一个复杂的系统工程，需要一个从顶层设计到发展规划，然后在规划统领下组织实施这样一个体系的保障，因此必须精心设计、精心实施。顶层设计要有全球的视野、全局的眼光和望远的视力；要对全球新科技革命的走势、影响及形成的发展机遇有前瞻判断；对国家经济社会发展状况，特别是发展短板、亟待解决的“瓶颈”问题有清晰认识；对国际竞争态势、战略必争领域、受制于人的关键技术有准确把握。

因此，重大设施发展顶层设计，是聚焦国家目标的必要保障和第一要务。

4.2 大力提升创新能力，破除发展瓶颈制约

大力提升创新能力，是在复杂的国际环境下，应对巨大压力和严峻挑战，破除瓶颈制约、提高设施先进性、实现赶超发展的必由之路。这一要求体现在工作的方方面面：要大力营造创新文化、建立创新激励机制、强化规划项目的创新性要求；大力加强预先研究，突出科学目标的原始创新性和新原理新技术的开发和应用；大力加强关键设备的自制、自创，夯实自主创新基础；提升创新能力尤其需要大力加强协同和整合。

4.3 加强人才队伍建设，强固发展之本

重大设施的建设和发展，对人才队伍有特殊的、极高的要求，需要具有高的专业水平和组织大团队从事高度复杂工程建设的综合能力的领军人才，同时还必须拥有一支专业齐全、高水平的科学、技术、工程以及管理队伍。尽管我国重大设施发展的人才队伍建设已经取得了很大的成绩，但是离实现未来发展目标的要求，还有不小的差距，切实做好这项工作极为重要。我们要采取多种有效措施保障人才队伍的培育和凝聚：在制订重大设施发展规划时同步做好人才队伍建设规划，并切实加以实施；应快速提升这些新建重大设施人才队伍的工程水平；在遴选建设项目过程中，把人才队伍作为重要的实施基础纳入考评范围；既要发挥中老年专家的骨干和传帮带作用，又要善于发现、大胆使用青年科技工程人员；建立符合重大设施规律的人才管理制度、评价体系和激励机制；利用我国重大设施大发展的契机，制订更有吸引力的政策，争取海外高端人才纷沓而来。