科技创新体系视角下国家战略科技力量协同发展模式研究

申金升，梁　帅，张　丽，董　阳
（中国科协创新战略研究院，北京 100038）

摘　要：我国实现高水平科技自立自强，战略科技力量是核心力量，新型举国体制是手段路径，关键核心技术是攻关目标，高效创新体系是环境需求。战略科技力量作为创新体系中一类特殊性质的创新主体，其协同发展的能力和效率，是提高国家创新整体效能的关键。本文基于战略科技力量的使命任务和科技创新体系内涵，从“技术—产业—区域—国家”等4个创新体系维度分析战略科技力量协同发展中的问题、角色功能和模式路径，构建了任务导向的雁阵协同、系统导向的链式协同、功能导向的集群协同、使命驱动的开放协同共4类协同类型，并据此提出对策建议。

关键词：战略科技力量，协同发展，创新体系，新型举国体制

1. 引言

“世界科技强国竞争，比拼的是国家战略科技力量。”2021年5月，习近平总书记在两院院士大会和中国科协第十次全国代表大会的重要讲话中指出，国家实验室、国家科研机构、高水平研究型大学、科技领军企业是国家战略科技力量的重要组成部分。2022年10月，党的二十大报告中再次强调健全新型举国体制，强化国家战略科技力量，提升国家创新体系整体效能。当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，以人工智能、量子信息、合成生物学等为代表的新兴技术领域已经成为战略科技力量的重要战场。同时，科学研究、技术创新和产业发展的融合程度进一步提升，对于国家重点产业一体化部署和发展的能力提出更高要求。在日趋复杂的国际博弈环境下，如何提升战略科技力量的协同创新效率，探索若干重点领域或技术的高效协同模式，是我国新发展阶段塑造发展新动能新优势，赢得创新发展主动权的关键棋。

2. 战略科技力量协同发展的内涵

作者简介：申金升，男，博士，教授，中国科协创新战略研究院院长，研究方向为管理系统工程。
梁　帅，男，博士，副研究员，中国科协创新战略研究院，研究方向为科技人才流动、人才政策。
张　丽，女，博士，副研究员，中国科协创新战略研究院创新评估研究所副所长，研究方向为创新管理、科技评估、区域发展。
董　阳，男，博士，副研究员，中国科协创新战略研究院创新评估研究所副所长，研究方向为监管绩效评估、区域创新治理、资源环境政策。

[1] 根据对国家重点实验室的新建、撤销和合并等统计，该数据共包括学科国家重点实验室有253家，企业国家重点实验室174个，省部共建国家实验室57家，港澳地区国家重点实验室20家。

战略科技力量是指支撑国家战略科技目标，掌握战略科技资源，承担战略科技任务的创新主体。目前，在4类战略科技力量中，暂时没有进一步明确标准。其中，国家实验室体系中已经有若干家国家实验室和504家[1]国家重点实验室（正在优化重组）；在高水平研究型大学中，根据第二轮“双一流”建设高校及建设学科名单，在高校中共部署了理、工、农、医等紧密支撑科技领域的一流学科建设点387个；在国家级科研机构中，中科院、国家工程研究中心、国家重大基础设施等国家级创新基地或平台有600余家；在科技领军企业中，目前没有明确标准，如果以《2021欧盟产业研发投入记分牌》榜单作为参考，我国大陆地区共有约584家企业具有较高的研发投入强度和科技竞争实力。本文将以上名单作为战略科技力量群体的初步分析研究对象。

当前，国家战略科技力量一般建有国家级基础设施或创新平台、承担国家重大任务、链接国外开放资源等创新资源，是国家科技创新体系中的核心力量。战略科技力量作为科技创新的国家队，具有国家属性而非部门属性、体系性（集成和一体化布局）、战略性（集成最优秀的创新资源和要素）、高端性、开放与动态性等特点[1]，且类型多样并与一般的创新主体存在差异。但是在阐释战略科技力量系协同方面，特别是促进大学、研究机构、企业等创新主体之间的协同和合作，国家创新体系依旧是理解战略科技力量协同的重要理论基础[2]，其在中微观层面又包括产业创新体系、区域创新体系、企业技术创新体系等形式。

如何界定战略科技力量协同发展的内涵？协同发展是将协同的思想纳入战略科技力量的研发创新、技术攻关的各阶段活动中。结合战略科技力量的重要使命，战略科技力量协同是通过使命愿景、制度设计、任务安排和运行组织，发挥战略科技力量的引领和支点作用，促进战略科技力量不同主体、单元在充分发挥自身能力的基础上，形成位势结构差序化（主次之分）、能力水平错位化（强弱之分）、资源分布梯度化（优劣之分）的协同创新格局，实现彼此之间的有序高效沟通、协调、合作，通过打造目标契合、结构耦合、功能融合、资源整合、行动联合、效能综合的协同创新综合体，形成系统正反馈效应，推动整体效能大于单一主体功能之和。

3. 战略科技力量协同发展的研究框架

3.1 战略科技力量协同发展研究述评

目前学界部分学者对战略科技力量的内涵定义、基本特征、国内外发展经验和关键问题等方面开展了部分研究。从世界各国的实践经验看，国家实验室、国家科研机构等在第二次世界大战期间、冷战时期、经济竞争时期、全球化时代等阶段发挥了不同功能[3]。李正风从国家、战略和科技力量等关键词的概念出发，认为对战略科技力量的内涵、特征和形成规律的系统性研究不足，在认识上尚存在分歧，难以形成战略合力[4]。刘庆龄等认为国家战略科技力量具有政策导向、多层结构、公共属性、包容开放等多样化特征[5]。万劲波等认为战略科技力量是承担“有组织的基础研究”任务的核心力量，需要按照机构特点分类推进，例如国家实验室和国家科研机构应开展战略导向、体系化“有组织的基础研究”[6]。

关于如何通过战略科技力量协同发展发挥最大作用，白光祖等指出服务构建新发展格局，战略科技力量要强化建制化、体系化支撑保障，增强原创引领带动作用[7]。徐示波等提出了矩阵耦合的国家战略科技力量协同网络模型，包括单一战略科技力量平台的内部协同模式、战略科技核心平台之间的互相协同耦合模式、战略科技核心平台和一般创新体之间的协同耦合模式[8]。另外，还有学者对英国、美国等发达国家的战略科技力量进行案例研究，以及对国家实验室、高水平研究型大学、科技领军企业等单一战略科技力量开展研究。

总体来看，战略科技力量协同发展的相关研

究还需要加强，结合新阶段新发展需求以及国际科技博弈态势，基于协同目标的战略科技力量布局优化，以及完善多类型、跨部门、跨学科战略科技力量组织动员机制、协同攻关模式等，都是发挥战略科技力量作用的重要保障。战略科技力量的协同发展和攻关能力作为政策领域关注的热点议题，是学界亟待深入研究的重要理论问题，更是创新实践中需要探索的重要组织方式，亟需多种理论视角下探索完善。

3.2 战略科技力量协同发展的模型框架

在协同创新模式中，产学研协同创新、大学—产业—政府的“三螺旋”、整合企业内外部资源的开放式创新等都是创新主体协同的重要理论，也是理解国家实验室等不同类型战略科技力量协同攻关的重要范式。

如何深入理解战略科技力量之间协同发展的主要维度？结合科技创新体系的各个维度，本文从国家对战略科技力量的定位及其开展关键核心技术攻关的角度来阐释，主要有“技术—产业—区域—国家”共4个方面：一是突破关键核心技术，“把关键核心技术命脉牢牢掌握在自己手中”，需要战略科技力量在新型举国体制联合攻坚中发挥引领或主导的作用。二是提高产业竞争能力，在产业链条、供应链条的高附加值关键节点和环节，优化布局一批战略科技力量以相互配合，提升产业链韧性和谈判能力，防止“卡脖子”现象。三是提升区域集群发展水平，以区域创新中心为空间载体，推动相关领域战略科技力量的规模化、特色化，以战略科技力量为主体，联合其他创新主体，助力区域产业集群化、高质量发展。四是开展国际科技竞争，战略科技力量是国家科技创新领域的重要生产力，是代表国家参与国际科技合作、竞争和博弈的关键创新主体，是赢得国际科技话语权的关键力量。

4. 战略科技力量协同发展的主要模式

4.1 技术创新体系：任务导向的雁阵协同

关键核心技术短板主要在于我国基础研究薄

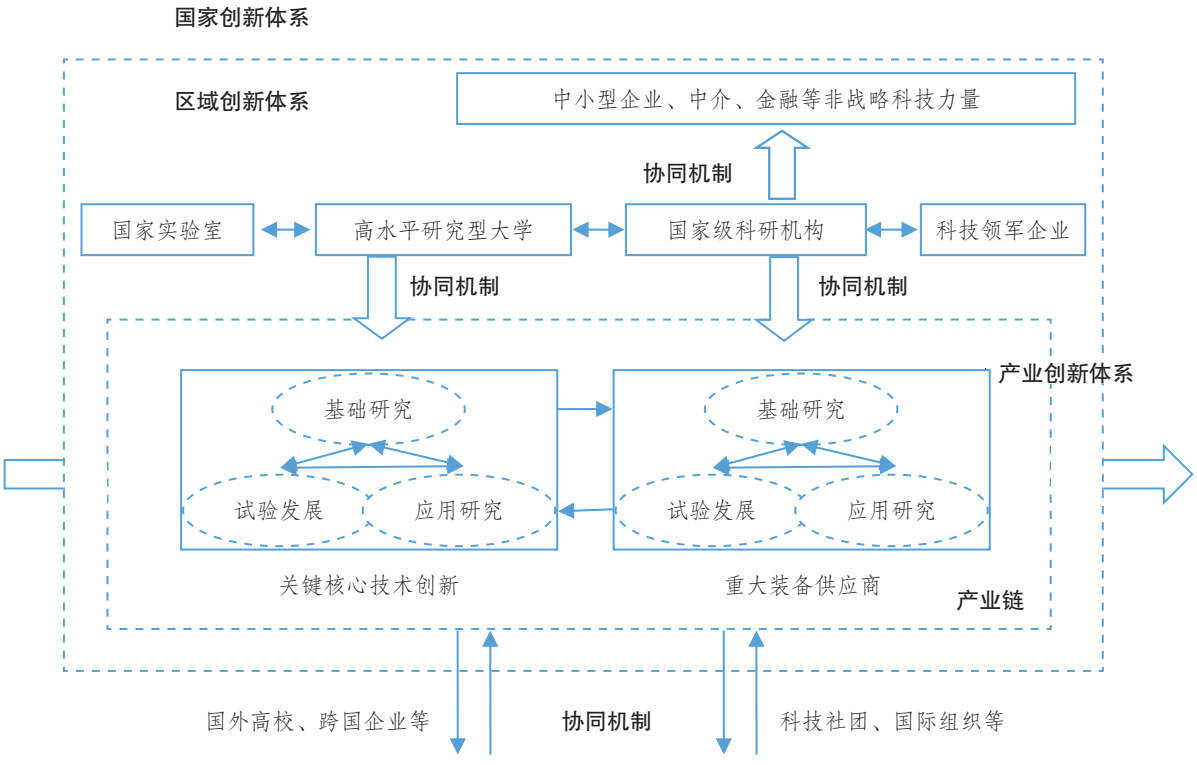


图1　科技创新视域下战略科技力量的协同发展

弱，而战略科技力量是解决产业共性技术供给不足[9]、“卡脖子”技术攻关的关键力量。关键核心技术有多种类型并且与基础研究关系密切，包括基于科学的前沿引领型技术，产业共性技术或竞争前技术，高集成性、复杂性技术等，这些关键核心技术的攻关任务已超出单一创新主体的能力，从而需要多元化战略科技力量协同攻关。目前，我国基础研究能力不足是协同发展的重要短板。根据2022年软科世界一流学科（世界排名Top10）数据分析，我国学科实力不均衡现象突出。中美两国相比，美国在理学、工学、生命科学、医学学科中，分别有41、73、19、31个世界一流学科学科点；而我国则分别有3、101、8、0个一流学科点[10]，凸显出我国“重工程”的学科“橄榄型”结构特点，学科结构不合理、不均衡是影响我国基础研究支撑关键核心技术协同攻关的重要因素。

任务导向的雁阵协同是发挥国家实验室等战略科技力量的头雁功能，特别是在关键核心技术攻关中的基础研究组织、科学问题凝练和技术研发的作用。对于前瞻探索型技术，跨学科、融通型、长期性、依托基础设施等的知识生产需要开展有目的、有组织的基础研究[11]，这需要在国家实验室布局、学科设立、科研院所优化等方面及时根据科技前沿和国家战略需求做出调整。对于共性或竞争前技术，以科技领军企业、创新联合体或产业创新联盟为头雁，围绕技术涉及的科学理论等基础性科学问题，以及产学研和市场中的关键难题，促进企业、高校院所等形成产业发展的最大共识。

4.2 产业创新体系：系统导向的链式协同

从产业创新体系角度看，链式协同涉及基础研究、应用研究、试验发展的创新链条，也涉及关键技术产品或装备的研发设计、生产制造等供应链条。链式协同是指在创新链、供应链的高附加值环节，我国实现战略科技力量的布局完整性和针对性覆盖，以提升链条应对不确定情况的韧性。根据对我国高新技术产业17个子行业的测算，我国高技术产业创新系统的协同度整体偏低，根源在于技术研发、技术吸收两个子系统有序度偏低从而影响了产业协同[12]。对标《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中的科技前沿领域，根据对人工智能等8个重要产业链条中战略科技力量规模统计，量子信息、农作物种子领域的创新链下游的力量较弱，链式结构失衡，链条中的规模力量不均衡导致链式协同效果难以有效发挥，影响协同效果。例如，在农作物育种领域中，基础研究领域约有15家国家学科重点实验室，应用研究领域有11家国家企业或省部共建实验室、约26家中国科学院和中国农业科学院的研究所及国家工程研究中心，但是科技领军企业的数量较少。从农作物育种领域的链式协同看，创新链上游的战略科技力量规模较大，但是下游的规模较小，上下游规模的失衡影响系统性的链式协同的效果。

提升链式协同能力，一是在创新链协同中，协同体现要聚焦创新链不同阶段的战略科技力量主体之间的协同，基于国家战略目标，科学发现、技术创新和工程创造等链条中不同类型主体根据自身的功能定位和优势特长，依托产业链核心枢纽平台，进行“串行式分工”并开展“接续式攻关”，实现“0-1-10-∞”的创新效益，形成多主体、跨领域、全链条一体化的协同创新格局。二是供应链协同中，当前中美贸易摩擦、新冠肺炎疫情以及俄乌冲突凸显了供应链的脆弱，产业发展中涉及的核心技术、产品设计、重大产品生产或装备需要战略科技力量的全覆盖，利用超大规模市场优势，引领牵引大量的中小型生产者、供应商等形成具有高度自适应、自调节的产业创新生态体系，以在国际科技竞争中，特别是某项某类企业受到扼制时，其余各类战略科技力量能够提供及时响应支持，提高产业链供应链的韧性。

4.3 区域创新体系：功能导向的集群协同

有条件的地方建设综合性国家科学中心或区域科技创新中心，是提升战略科技力量在区域中布局、发展和攻关的重要基础和保障。从区域创新体系角度看，创新主体空间上的邻近性有助于隐性知识的有效产生、传播和共享，这是战略科技力量发挥主导、引领和积聚作用的重要基础。另外，各区域资源禀赋、研究基础、发展目标等存在差异，其打造全球科技创新要素汇聚地的模式、区域布局结构和创新网络模式等也就存在差异。据测算，京津冀地区呈现出资源极化的布局特点，京津冀区域内国家科研机构共计344个，其中分布在北京、天津与河北的比重分别74.4%、13.4%和12.2%。区域资源分布极化现象将会造成生产要素成本升高、基础设施拥挤、产业创新溢出效应不明显、产业集群规模效益递减等问题。相比之下，长三角协同呈现出网络化特点，上海、江苏、浙江的战略科技力量分布结构相对均衡。

区域内的战略科技力量基于功能的集群协同包含三个维度：一是要以特色为目标、错位发展的区域协同新局面。例如，结合成渝区域新能源汽车和智能汽车发展需求，提升先进制造相关学科点、国家科技机构或创新平台建设，提高战略性资源的支撑能力。兰州–西宁经济带在生态安全目标下要根据当地研究基础和特色，针对性引进、培育战略科技力量，支持区域内特色产业企业的发展。二是战略科技力量规模与区域经济发展、科技创新资源需求相一致。根据统计，长三角拥有全国约1/3的一流学科建设点，京津冀拥有40%的国家科研机构；粤港澳地区拥有全国约15%的科技型企业，但是一流学科点、国家科研机构却不到全国5%，与粤港澳地区的GDP、人口规模等发展不相匹配。三是打造特色化的区域战略科技力量集群化发展模式。发挥战略科技力量的引领协调作用，围绕珠三角、成渝、长江中游等城市群的发展目标，以核心技术研发、中试、推广等广泛需求，构建资源整合与利益共享机制，吸纳凝聚一批非战略科技力量为重要基础，形成具有特色的产业集群，打造具有产业特色的区域科技创新中心。例如，推动京津冀的布局从极化结构向“梯度化”发展，形成资源布局合理有序、创新力量相互支撑的局面，推动“城市集群”向“区域集群”演变。

4.4 国家创新体系：使命驱动的开放协同

国家战略科技力量是代表国家参与国际竞争的主力军。当前市场经济条件下，战略科技力量进行关键核心技术攻关或者新型举国体制的实施面临开放的全球环境，重大技术、产品或装备的研发、生产和推广处于高度开放的国际体系中，要从全球视角去审视产品性能竞争、创新资源配置、产业政策体系，开展全球合作和竞争[13]。随着我国科技领军企业研发投入逐渐增强，开放式创新、国际化等能够促进获取战略性、互补型资源，从而提升创新绩效[14–15]。同时，科研范式变化、开放科学发展等不仅需要各类战略科技力量高效协同，也需要中介组织、科技金融等创新要素的支撑，更离不开国际科技组织、科技社团等非战略科技力量的“粘合剂”作用，需要推动构建相应的网络生态系统。

在开放的全球化背景下，战略科技力量协同发展要从多维度考虑。一是要加强与其他国家重要创新主体的深度合作。例如支持国有企业、跨国企业、科技型民营企业等联合具有国际竞争力的创新主体“走出去”，深度嵌入国际产业链供应链条中，促进形成“人中有我”的深度合作局面。二是加大战略科技力量的开放式创新广度深度，引导各类创新主体根据数字化影响创新的路径、开放科学影响产业发展的差异[16]等新问题，推动建立相应的协同发展模式，提高开放合作的效率。同时，以开放科学和开源技术为路径，强化科技与政策、产业、金融、教育、社会等维度之间的深度融合、交互支撑，推动构建有利于科技发展的良性生态。三是推动构建适应战略科技

力量的创新网络生态。重点聚焦创新网络中各类创新主体的互补性组织遴选机制、价值共创机制，以及竞争者、市场、中介组织、科技金融、国际科技组织、科技社团等创新要素协同机制，推动建立相关组织和机制的协同和自组织演化，打造开放型、国际化、动态化的创新生态网络，有效支撑战略科技力量的作用发挥。

5. 结论与建议

战略科技力量作为国家核心创新力量，也是创新体系的关键要素，为提升战略科技力量的协同效能，需要从制度设计、机制创新和环境建设等多方面发力。

一是加强战略科技力量协同的制度设计。组建高层次的组织或协调部门，提高对各部门各领域战略科技力量的协调动员能力。针对部门之间、央地之间、战略科技力量之间协同，以及政府、市场、社会之间的协同，出台针对性的意见。聚焦重大攻关目标，破除战略科技力量归口部门、战略科技任务牵头部门与战略科技资源管理部门之间的协作壁垒，提高政策供给普适性和精准性。

二是加强战略科技力量的协同机制建设。建立产业创新协同创新机制，提升产业需求、科学问题和技术难题的转化，提高攻关效率。加强科技领军企业主导协同机制建设，强化企业在重大技术需求、合作单位选择、子项目成果验收和经费分配等方面的决定权。探索新时代“国家征召制度”，为更多机构和人才从“被动参加”到“主动请缨”提供条件。

三是提升战略科技力量布局的针对性。围绕科技创新的“四个面向”，结合新型科技发展趋势、交叉学科发展和国际科技竞争博弈态势，结合我国区域发展目标和资源禀赋，及时加强已有机构优化重组和新型研究机构建设，提高战略科技力量布局的精准性、针对性和全面性，形成体系化、层次化布局。围绕人工智能、新能源汽车电池等具有先发优势领域和引领发展领域的产业链条，加强关键节点评估，强化战略科技力量的支撑能力。

四是完善适用于战略科技力量的创新体系建设。围绕脑科学、人工智能等前沿领域的协同攻关，加强科技、经济、产业、金融政策的协调配套，提升战略科技力量与其他类型创新要素的协同效率。创新科技人才培养模式，特别是加强数学、医学等基础性和交叉学科的人才培养，夯实人才基础。聚焦新兴领域推动大科学计划与大科学工程、国家科技组织、科技社团等建设，建立跨界多元的交流机制。

责任编辑：刘香钰　校对：王萌 李琦

参考文献

[1] 张义芳. 战略科技力量的内涵、特征及对我国的意义[J]. 全球科技经济瞭望. 2021, 36(12): 1–5.

[2] 刘庆龄, 王一伊, 曾立. 如何推进国家战略科技力量建设?——基于历史经验积累和现状实证分析的研究[J]. 科学管理研究. 2022, 40(03): 12–21.

[3] 樊春良. 国家战略科技力量的演进: 世界与中国[J]. 中国科学院院刊. 2021, 36(05): 533–543.

[4] 李正风. 如何准确理解国家战略科技力量[J]. 中国科技论坛. 2022(04): 1–8.

[5] 刘庆龄, 曾立. 国家战略科技力量主体构成及其功能形态研究[J]. 中国科技论坛. 2022(05): 1–10.

[6] 万劲波, 张凤, 潘教峰. 开展"有组织的基础研究": 任务布局与战略科技力量[J]. 中国科学院院刊. 2021, 36(12): 1404–1412.

[7] 白光祖, 万劲波, 彭现科, 等. 强化国家战略科技力量支撑, 服务构建新发展格局[J]. 科技导报. 2022, 40(11): 6–14.

[8] 徐示波, 贾敬敦, 仲伟俊. 国家战略科技力量体系化研究[J]. 中国科技论坛. 2022(03): 1–8.

[9] 吴金希, 闫亭豫. 发展国家战略科技力量要高度重视产业共性技术研究院建设[J]. 科技导报. 2021, 39(04): 31–35.

[10] 上海软科教育信息咨询有限公司.世界一流学科排名[EB/OL].[2022-11-20].https://www.shanghairanking.cn/rankings/gras/2022[Z].

[11] 潘教峰, 鲁晓, 王光辉. 科学研究模式变迁:有组织的基础研究[J]. 中国科学院院刊. 2021, 36(12): 1395-1403.

[12] 汪良兵, 洪进, 赵定涛, 等. 中国高技术产业创新系统协同度[J]. 系统工程. 2014, 32(03): 1-7.

[13] 王曙光, 王丹莉. 科技进步的举国体制及其转型:新中国工业史的启示[J]. 经济研究参考. 2018(26): 3-13.

[14] 吴航, 陈劲. 探索性与利用性国际化的创新效应:基于权变理论的匹配检验[J]. 科研管理. 2019, 40(11): 102-110.

[15] Filippetti A, Frenz M, Ietto-Gillies G. The impact of internationalization on innovation at countries' level. The role of absorptive capacity[J]. *Cambridge Journal of Economics*. 2017, 41(2):413-439.

[16] 张学文, 陈劲. 开放科学对产业创新的影响——基于美国制造业的实证研究[J]. 科学学研究. 2013, 31(03): 368-376.

Research on the coordinated development model of national strategic S&T strength from the perspective of S&T innovation system

Shen Jinsheng, Liang Shuai, Zhang Li, DongYang

(National Academy of Innovation Strategy, CAST, Beijing 100038, China)

Abstract: To achieve self-reliance and self-improvement in science and technology, strategic S&T strength is the core force, new type of national system is the path, making key technological breakthroughs is the goal, and efficient and innovative system is the environmental requirement. As a special type of innovative subjects in innovation system, the capability and efficiency of the coordinated development of strategic S&T strength is the key to improve the overall efficiency of national innovation. Based on the mission and task of the strategic S&T strength and the connotation of S&T innovation system, this paper analyzes the problems, role functions and mode paths of the strategic S&T strength from the four dimensions of "technology-industry-region-country", then proposes four collaboration types: task-oriented flying geese coordination, system-oriented chain coordination, function-oriented cluster coordination, and mission-driven open coordination. The countermeasures and suggestions are put forward accordingly.

Key words: strategic S&T strength; coordinated development; innovation system; new type of national system