

基于创新链进行R&D投入资金链的配置问题研究

赵强,¹翁帅,²张国卿³

(1. 大同市科学技术局, 山西大同 037009; 2. 大同市科学技术情报研究所, 山西大同 037009; 3. 山西大同大学商学院, 山西大同 037009)

摘要: 习近平总书记指出, 中国进入新世纪以来, 开启了社会主义建设的新篇章, 发展进入一个新阶段, 在社会主义建设新时期, 呈现出“新变革、新特征、新要求和新任务”的特征, 基于这些重大的实践变化, 创新无疑是引领发展的第一动力, 而科技创新作为第一生产力始终处于最重要的地位, 能够对全面建设小康社会的进程产生巨大的影响, 对于生产关系起着决定性的作用。因此, 必须要坚持面向社会发展导向科技创新, 通过产业链来实施创新链的部署, 基于创新链来进行R&D投入资金链的完善, 消除科技创新中的“孤岛现象”。基于创新链进行研发资金链的完善, 从宏观层面而言, 体现了一个国家对于科技创新的重视力度和资金投入的支持, 可以在科学创新资金链、技术创新资金链、工程创新资金链、产业创新资金链等各个科学技术领域实施。不断加大R&D的经费投入, 进一步优化资金在产业链上中下的资金量配置, 进行高新科技产业的重点扶持或加大传统产业组织中高新技术的注入进行融合以促进传统产业的转型升级, 对于我国加快建设创新型国家具有十分重要的现实意义, 也是当前很多学者重点思考的研究课题。

关键词: 创新链; 资金链; 配置

1 基于创新链进行资金链完善的机理分析

从科技哲学的视角来看, 创新可以分成技术层面的创新、科学层面的创新、工程应用层面的创新和产业转型升级层面的创新, 而创新无疑需要人力、物力和财力的支撑, 其中, 大量资金的投入起着关键性的作用。按照经济学中外部性理论的观点, 一个特定经济主体的活动必然会对另外一个特定经济主体产生一种非市场性的影响, 换言之, 就是说这种影响并不是通过市场价格买卖而得到的。比如, 一家企业的通过污染排放获取了利润, 但排放物却会影响到周边居民的生活环境, 产生这种负面的影响并不是周边居民获取收益而换取的损失。外部性影响与私人收益和社会收益紧密相关, 当边际私人净产值与边际社会净产值相等时不存在外部性; 当边际私人收益小于边际社会收益时存在正外部性, 反之, 就是存在负外部性。按照这样的机理, 在进行创新性活动中, 如果存在正向的外部性效应, 那么, 政府就会采取支持的态度, 进行资金投入支撑其发展, 否则, 就会采取加大税收力度或者其他行政手段来限制其发展。依据上述创新性

基金项目: 山西省软科学研究(重点)课题《山西省科技计划管理改革政策体系建设、管理、评价研究—以公共科技领域为例》(2017042003-2)。

作者简介: 1. 赵强(1977-), 男, 山西怀仁人, 学士, 大同市科学技术局总工程师, 科技管理; 2. 翁帅(1977-), 山西大同人, 大同市科学技术情报研究所高级工程师, 学士, 研究方向: 信息系统项目管理, 科技情报研究; 3. 张国卿(1980-), 男, 山西大同人, 山西大同大学商学院副教授, 硕士, 在读博士, 研究方向: 项目管理与技术经济评价, 产学研协同创新。通讯作者。

活动的四种分类，具体的分析过程如下：

1.1 科学创新活动类的基础研发资金投入——基于科学创新链配置的资金链

在支撑基础研发中投入大量资金，基础研发获取的成果价值可以用这样的公式进行表示：

$W_1=W_0+C_1+V_1+m_1$ ，其中 W_0 ，表示基础研发初始阶段的科学价值库中科学成果本身原有的价值， C_1 表示基础研发中设施仪器等研究基础物质资源的价值， V_1 表示基础研发成员总的智力资产价值之和，而是研发人员通过劳动获取的增值部分。如果单单从纯粹的研发视角来看，可以认为获取的成果价值是上述公式中的四个部分组成，但是，从市场转化的视角出发，能够通过特定组织的投入得到呈现的收益就只能 C_1 和 V_1 两个部分，而 W_0 和 m_1 两个部分的价值则需要通过政府组织对基础研发的投入才能得到体现。

1.2 技术创新类活动的应用研发资金投入——基于技术创新链配置的资金链

技术创新类活动，一般是指为了某种具体实际的应用目的而获取新知识和新技能的独创性的应用型研发过程。技术创新类活动取得的成果价值在社会收益中呈现，可以用下面的公式表示：

$W_2=W_1+C_2+V_2+m_2$ ，其中， W_1 表示基础研发创新获取的社会收益呈现出的价值， C_2 表示技术创新的应用型研发活动中设施仪器等研究基础物质资源的价值， V_2 表示技术创新性活动中研发成员总的智力资产价值之和，而 m_2 是技术创新的研发人员劳动后的增值部分。

1.3 工程创新类活动的试验发展资金投入——基于工程创新链配置的资金链

工程创新类活动基本的表现形式就是通过反复大量的试验，寻求最佳的实验效果，并能够通过改进的试验手段和措施把这样的可期望试验效果稳定下来。试验发展预期的社会价值可以用下面的公式表示：

$W_3=W_2+C_3+V_3+m_3$ ，其中， W_2 表示技术创新的应用型研发活动获取的社会收益呈现出的价值， C_3 表示工程创新性活动中进行试验改进等设施仪器等研究基础物质资源的价值， V_3 表示工程创新性活动中研发成员总的智力资产价值之和，而是工程创新的研发人员劳动后的增值部分。需要进行说明的是，工程创新活动中进行试验改进以期得到稳定最佳的实验结果而进行规模化的产品生产是这类创新活动的目的所在，因此，工程创新直接的体现就是通过试验成功的产品预期规模化进入市场获取经济利润的产品价格。从这样的视角来看，产品价值构成就可以将 C_3 、 V_3 和 m_3 包括，并通过产

品的价格让私人收益得以实现，而 W_2 属于社会收益的范畴，只能通过前期无偿的试验投入来进行呈现。

1.4 科技成果产业化的资金投入——基于产业创新链配置的资金链

产业创新类活动就是将研究试验成功的成果进行产业化的转化，以实现生产经营的普遍性实际产品制造活动。其创造的价值可以用下面的公式表示：

$W_4=W_3+C_4+V_4+m_4$ ，其中， W_3 表示工程类创新活动过程中进行试验达到可期望规模生产产品时达到的稳定实验状态的社会价值， C_4 表示产业创新性活动中使用的设施仪器和生产设备等研究基础物质资源的价值， V_4 表示产业创新性活动中研发成员总的智力资产价值之和，而是产业创新的研发人员劳动后的增值部分。由于企业产业化生产产品的目标是获取利润，追求经济效益，产品价值构成就可以将 C_4 、 V_4 和 m_4 包括，主要由企业、高校或科研机构等组织的研发投入实现，并通过产品的价格让私人收益得以实现，而 W_3 属于社会收益的范畴，由产业结构调整而导致的老产业交替转移的价值，这是社会收益，而且难以全部显示，需要通过对其无偿投入显示其价值。

2 中国R&D投入资金的分析

基于科技创新活动进行投入资金链完善的研究，需要先理清研发投入资金的配置数量和配置效率。

2.1 基于创新活动的研发资金投入金额分析

依据国家统计局历年的公报数据，中国2000年到2018年R&D投入状况如下表2-1的结果：

表2-1 R&D经费投入及R&D/GDP比例

年份	R&D 经费投入 (亿元)	GDP (亿元)	R&D/GDP 比例 (%)
2000	895.7	89404	0.89
2001	1042.5	95933	1.10
2002	1287.6	102398	1.23
2003	1539.6	116694	1.31
2004	1966.3	159878	1.23
2005	2450.0	183217	1.34
2006	3003.1	211924	1.42
2007	3710.2	257306	1.49
2008	4616.0	300670	1.54

2009	5802.1	340903	1.70
2010	7062.6	401513	1.76
2011	8687.0	473104	1.84
2012	10298.4	519470	1.98
2013	11846.6	568845	1.99
2014	13015.6	641281	2.05
2015	14167.9	685993	2.07
2016	15676.7	740061	2.11
2017	17606.1	820754	2.13
2018	19677.9	900309	2.19

注：数据来源于国家统计局官网

从上表2-1可以看出，我国对于科学技术研发的重视程度日益提升，不断加大投入力度，从2000年的895.7亿元到2018年的19677.9亿元，经过18年的时间，投入资金是新世纪元年的差不多22倍。

如果以新世纪元年2000年为基准年，R&D在GDP中占比为 Y_0 ，第n年为 Y_n ，则有，n年内每年增加的R&D / GDP的比例计算公式为： $\sqrt[n]{\frac{Y_n}{Y_0}} - 1$ 。根据公式进行计算可以得到，我国2020年中长期科技发展

规划的R&D在GDP中占比期望目标应该达到2.5%，而2018年的2.19%已经比较接近这样的期望目标。

如果横向与其他国家进行比较来看，我国历年的R&D投入不断增长，增速保持强势的态势，不仅高于日本、美国、德国等发达国家，也高于新兴经济体国家。自2013年研发经费总量超过日本以来，我国的研发经费投入一直稳居世界第二。我国研发经费在2018年的投入强度超过2017年欧盟15国平均水平2.13%，相当于2017年经合组织35个成员国中的第12位，正接近经合组织平均水平2.37%。但是，我国研发经费的投入强度仍低于美国的2.79%和日本的3.21%，与发达国家的仍然存在较大的差距。

依照2018年的数据来看，在总量上逼近两万亿元，与亚太经合组织各个国家地区的平均水平相当，但从我国各个区域来看，不管从GDP占比，还是从研发资金投入金额来看，各个区域的投入是极不平衡的。

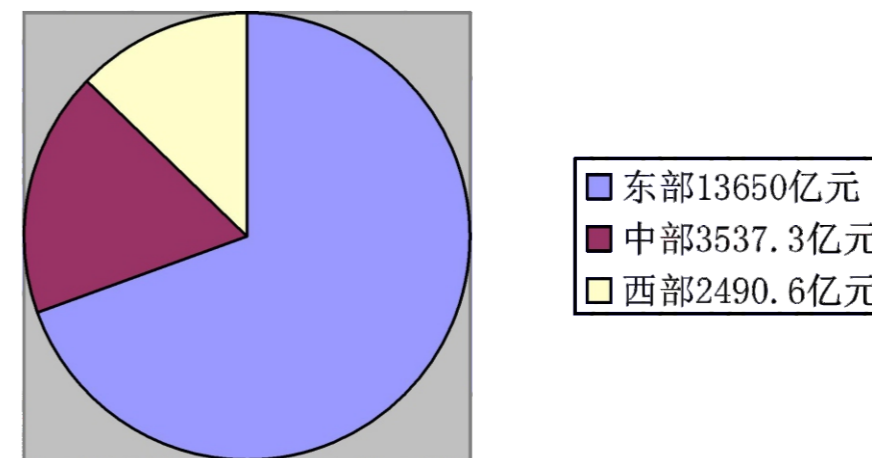


图2-1中国2018年度东中西部区域R&D资金投入金额比较图

进一步的，对各省、市、自治区的R&D资金投入金额进行分析研究，如下表2-2所示：

表2-2中国各省市自治区R&D经费投入及R&D/GDP比例

地区	R&D 经费投入(亿元)	R&D/GDP 比例 (%)	地区	R&D 经费投入(亿元)	R&D/GDP 比例 (%)
全国	19677.9	2.19	山东	1643.3	2.15
北京	1870.8	6.17	河南	671.5	1.40
天津	492.4	2.62	湖北	822.1	2.09
河北	499.7	1.39	湖南	658.3	1.81
山西	175.8	1.05	广东	2704.7	2.78
内蒙古	129.2	0.75	广西	144.9	0.71
辽宁	460.1	1.82	海南	26.9	0.56
吉林	115.0	0.76	重庆	410.2	2.01
黑龙江	135.0	0.83	四川	737.1	1.81
上海	1359.2	4.16	贵州	121.6	0.82
江苏	2504.4	2.70	云南	187.3	1.05
浙江	1445.7	2.57	西藏	3.7	0.25
安徽	649.0	2.16	陕西	532.4	2.18
福建	642.8	1.80	甘肃	97.1	1.18
江西	310.7	1.41	宁夏	45.6	1.23
青海	17.3	0.60	新疆	64.3	0.53

注：数据来源于国家统计局网站

从表中我们可以看出，R&D资金投入金额超过2000亿元的只有广东和江苏两个省份，分别是广东2704.7亿元（占全国所有投入13.7%）、江苏2504.4（占全国所有投入12.7%），合计占到全国投入比例的26.4%，四分之一还多。R&D资金投入金额超过1000亿元而低于2000亿元的省份有四个，分别是北京1870.8亿元（占全国所有投入9.5%）、山东1643.3亿元（占全国所有投入8.4%）、浙江1445.7亿元（占全国所有投入7.3%）和上海1359.2亿元（占全国所有投入6.9%），合计占到全国投入比例的32.1%。如果将超过1000亿元的省市投入合并计算，六个省市的研发投入

金额达到了11528.1亿元，占比高达58.5%之多。如果将投入低于100亿元的省市自治区新疆、西藏、甘肃、宁夏、青海和海南等六省市自治区合并计算，投入金额只有254.9，占比只有不到1.3%，六省市自治区的研发投入相当于广东投入的十分之一不到，江苏投入的十分之一多一点。

总的来看，我国R&D资金投入经费逐年增长，呈现出良好的发展态势，但仍然存在地区之间差距很大的问题，社会收益没有得到充分的体现，与发达国家的科研创新水平存在不少的差距。因此，实现R&D/GDP增长目标的对策是，不断加快我国创新驱动发展进程，由工业化初期向中期和后期乃至信息化和智能化的转变，以此推动我国R&D/GDP的比例大幅度增加。此外，还要加强R&D/GDP投入的信息化管理水平，逐步实现地区投入均衡，从政策上对西部欠发达地区加大研发投入资金，加大人才引入的力度鼓励高端人才去西部进行研发工作。我国既要依据世界各国共同遵循的一般规律，又要立足本国国情，以有效防止立项的重复、项目管理的不透明、不公平、资源的重复浪费等情况发生。

2.2 基于创新活动的研发资金配置效率分析

如果按照经费支出的活动主体来进行分析，在2018年度，政府所属的科研机构支出了2691.7亿元，占到总数的比例为13.7%，高等院校支出1457.9亿元，占总数比例为7.4%，而各个行业的企业组织则是支出了15233.7亿元，占到了全年R&D经费投入的77.4%，高达四分之三多。

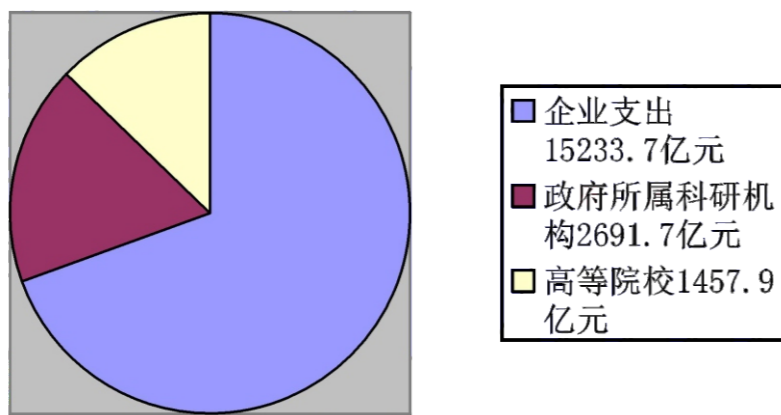


图2-2中国2018年度活动主体R&D资金投入金额比较图

我国R&D经费的投入，自从新世纪以来，不管是基础研究经费，还是应用研究经费和试验发展经费，都是逐年增长。但是，在基础研究方面的比重，始终徘徊在5%左右，将近二十年，没有发生变化。应用研究经费也始终徘徊在10%左右。两者的比例偏低，使得社会效益不能得到充足的呈现，严重制约了试验发展的经济效能。与发达国家在基础研究经费投入占比10%和应用研究经费投入20%相比，我国在基础研究和应用投入方面的经费占比不合理，需要进行调整。在十四五规划的编制专题会议中，李克

强总理强调，要以“突出以人民为中心的发展思想，突出以改革创新破解发展难题”为主导，提出“研究推出一批重大工程 and 项目，更加注重发挥社会力量作用，着力提升基础设施水平，增强产业创新力和竞争力，促进改善生态环境”的整体部署思路。因此，解决我国R&D经费的投入类型占比的建议是，遵循李克强总理十四五规划编制专项会议的整体部署思路，增加R&D经费投入和产业转型升级的政策支持力度，根据私人收益与社会收益相统一的原则，积极调整类型投入比例，鼓励科研机构和企事业单位重点进行科学基础研发和技术应用研发。

2.3 R&D 产业化指数的分析

可以认为，对于研发成果最直接的体现就是基于这种新技术新专利的产品稳定批量化生产而进入市场流通环节，并得到用户的认可。因此，如果将新产品市场销售收入当作研发成果产业化的直观参照，将特定行业的R&D投入经费与新产品销售的收入之比定义为R&D产业化指数，与国外发达国家同行业的情况进行比较，就能看出我们的不足和需要改进之处。我们制造及具有典型代表性的主要尖端制造行业的R&D产业化指数分析如下表2-3所示：居世界第二。我国研发经费在2018年的投入强度超过2017年欧盟15国平均水平2.13%，相当于2017年经合组织35个成员国中的第12位，正接近经合组织平均水平2.37%。但是，我国研发经费的投入强度仍低于美国的2.79%和日本的3.21%，与发达国家的仍然存在较大的差距。

依照2018年的数据来看，在总量上逼近两万亿元，与亚太经合组织各个国家地区的平均水平相当，但从我国各个区域来看，不管从GDP占比，还是从研发资金投入金额来看，各个区域的投入是极不平衡的。

表2-3 中国制造业及主要尖端制造行业的R&D产业化指数列表

年份	所有制造业	高新产业	航空航天	计算机业	电子通信业
2001	0.04	0.05	0.18	0.02	0.07
2003	0.05	0.05	0.10	0.03	0.06
2005	0.05	0.05	0.09	0.02	0.05
2007	0.05	0.05	0.11	0.03	0.06
2009	0.05	0.06	0.24	0.04	0.05
2011	0.05	0.06	0.30	0.02	0.06
2013	0.05	0.06	0.23	0.02	0.07
2015	0.06	0.06	0.16	0.03	0.06
2017	0.06	0.06	0.14	0.03	0.05

从上表2-3可以看出，从2001年到2017年十几年的时间内，将全部制造业作为计算样本得到的R&D产业化指数在0.04到0.06之间，区间较窄；高新产业的R&D产业化指数为0.05到0.06，区间较窄；航空航天产业的R&D产业化指数区间较宽泛，从0.18到0.30；计算机业的R&D产业化指数在0.02到0.04之间，区间较窄；电子通信业的R&D产业化指数在0.05到

0.07之间, 区间较窄。纵观美国的R&D产业化指数, 全部制造业的R&D产业化指数在0.03左右, 低于我国的0.04到0.06, 高新产业的R&D产业化指数在0.11左右, 高于我国的0.05到0.06, 航天航空的R&D产业化指数在0.09左右, 远低于我国的0.09到0.30, 计算机业和电子通信业的R&D产业化指数都在0.09左右, 高于我国的0.02到0.04和0.05到0.07。表观上来看, 我国在计算机业、电子通信业、高新产业的R&D投入效能高于美国, 而航空航天制造业的R&D投入效能高于我国。制造业总体来看, 美国的R&D投入效能高于我国。但是, 如果综合考虑私人收益和社会收益的统一性, 航天航空业属于国家战略重点支持的产业, 相对而言, 市场化程度不如其他制造业高, 可能产生的社会收益远远高于私人收益, 单纯的依据R&D产业化指数进行衡量并不十分客观。因此, 综合考虑多种因素和我国目前制造业的发展现状, 在未来创新升级转型发展的道路上, 与美国德国日本等发达国家相比较还有很大差距。所以, 采取的对策可以是, 探索以政府财政资金为引导, 政策性金融和商业性金融资金投入为主的方式, “促进更多资本进入创业风险投资市场, 搭建多种形式的科技金融合作平台, 引导各类金融机构和民间资金参与科技开发”。其次要突出以改革创新破解发展难题, 坚持按照市场竞争规律进行产业化, 充分发挥国内市场的独特优势, 直接进行产业化投入, 增强核心竞争力。

3 基于创新链进行R&D资金链的完善

进入新世纪以来, 由于环境保护的要求、资源利用效率提升的要求、迫在眉睫的产业创新转型升级发展以适应新时期的需要, 我国不断加大R&D的投入, 也不断规范经费审批利用的流程。但是, 我国政府R&D投资经费的支出没有明确的标准对其进行约束, 忽视过程监控与绩效管理, 导致我国R&D投入产生的社会收益与私人收益相对低下。为了改变这种状况, 真正实现基于创新链进行R&D资金链配置, 就必须从以下四个方面进行控制。

第一, 在R&D/GDP占比的控制方面, 从总体上来看, 我国期望的目标是2020年达到了2.5%, 按照这样的目标设置, 如果我国GDP在2020年估算为101.54万亿元, 那么R&D的经费投入就应当为25384.9亿元。在未来的两年之内, R&D经费投入的增速必须要达到13.5%。并且, 根据地区极为不平衡的数据现状, 应当不断加大西部省市自治区的投入, 缩小直至消除东西部之间的R&D经费投入占比的差距。

第二, 在基础研发和应用研发方面的投入要不断加大, 保障研发经费在各类型的创新活动的比例。参照欧美发达国家的比例, 我国在2020年如果按照基础研究: 应用研究: 试验发展三者的比例为1: 2: 7进行配置, 那么三者预期投入的经费分别是: 2538.49亿元、5076.98亿元和17769.43亿元。

第三, 我国产业R&D经费活动绩效不明显, 导致产出效率低下的重要原因是对产业创新资金监控关注度较低。为了实现基于创新链完善资金链的配置, 还需要从R&D产业化指数方面进行合理的控制。参照美国R&D产业化指数的现状, 我国预期2025年进行产业化升级转型完成, 打造产业创新发展的新趋势。

第四, 在R&D经费投入的项目执行部门方面, 高校和政府所属科研机

构利用的经费偏少, 分别占到了7.4%和13.7%, 应当鼓励校企合作, 让具有专业技术人才具有优势的高校及科研机构多从事科学技术研发项目。预期2025年进行经费使用部门在配置方面的合理调整, 政府所属科研机构: 高校: 企业三者之间的占比调整为15: 15: 70。

参考文献:

- [1]张昕蔚. 数字经济条件下的创新模式演化研究[J]. 经济学家, 2019(7): 32-39.
- [2]张一琪. 职业变迁, 社会发展的缩影[N]. 人民日报(海外版), 2018-07-30(005).
- [3]赫尔普曼. 经济增长的秘密[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2007: 39.
- [4]纪玉山, 吴勇民, 白英姿. 中国经济增长中的科技创新乘数效应: 微观机理与宏观测算[J]. 经济学家, 2008(1): 55-62.
- [5]吕永刚. 技术创新乘数效应的运行机理与政策启示[J]. 技术经济与管理研究, 2011(9): 20-24.
- [6]宋冰. 美国“程序员世界”无门槛[N]. 第一财经日报, 2014-08-07.
- [7]何翠云. 破解软件人才短缺宜早从基础教育着手[N]. 中华工商时报, 2019-07-02(003).
- [8]解学芳, 刘芹良. 创新2.0时代众创空间的生态模式——国内外比较及启示[J]. 科学学研究, 2018(4): 577-585.
- [9]李子彪, 刘爽, 刘磊磊. 众创空间培育在孵中小企业增值路径研究——来自天津市69家众创空间的经验[J]. 科技进步与对策, 2018(3): 72-79.
- [10]叶振宇, 余柯玮. 众创空间出现的理论探究与区位布局镜鉴[J]. 区域经济论, 2017(4): 33-39.

Research on the allocation of R & D investment capital chain based on innovation chain

Zhao Qiang,¹ Weng Shuai,² Zhang Guoqing³

(1. Datong Science and Technology Bureau, Datong Shanxi 0370009;2.Datong Science and Technology Information Institute, Datong Shanxi 0370009;3. School of Business, Shanxi Datong University, Datong Shanxi 0370009)

Abstracts: General Secretary Xi Jinping pointed out that since China entered the new century, it has opened a new chapter in socialist construction, and development has entered a new stage. In the new period of socialist construction, it presents the characteristics of "new changes, new features, new requirements and new tasks". Based on these major practical changes, innovation is undoubtedly the first driving force to lead development, and technological innovation as the first productive force has always been in the most important position, can have a huge impact on the process of building a well-off society in an all-round way, and plays a role in the production relationship The decisive role. Therefore, we must adhere to social development-oriented technological innovation, implement the deployment of the innovation chain through the industrial chain, improve the R & D investment chain based on the innovation chain, and eliminate the "island phenomenon" in technological innovation. The improvement of the research and development capital chain based on the innovation chain, from a macro level, reflects the importance that a country attaches to scientific and technological innovation and the support of capital investment. It can be found in the scientific innovation capital chain, technological innovation capital chain, engineering innovation capital chain, and industry. Implementation of various scientific and technological fields such as innovative capital chains. Continue to increase R & D funding, further optimize the allocation of funds in the industry chain, carry out key support for high-tech industries or increase the integration of high-tech in traditional industrial organizations to promote the transformation and upgrading of traditional industries, It has very important practical significance for China to speed up the construction of an innovative country, and it is also a research topic that many scholars focus on at present.

Keywords: innovation chain; capital chain; configuration