

# 科技部 国土资源部 水利部关于印发《“十三五”资源领域科技创新专项规划》的通知

国科发社〔2017〕128号

各省、自治区、直辖市及计划单列市科技厅（委、局）、国土资源主管部门、水利（水务）厅（局），新疆生产建设兵团科技局、国土资源局、水利局，各有关单位：

按照《“十三五”国家科技创新规划》、《“十三五”国家社会发展科技创新规划》等总体部署，为明确“十三五”期间资源领域科技创新的发展思路、发展目标、重点技术发展方向、重点任务和保障措施，特制定《“十三五”资源领域科技创新专项规划》。现印发你们，请认真贯彻执行。

科技部 国土资源部 水利部

2017年5月8日

# “十三五”资源领域科技创新专项规划

“十三五”时期，我国经济发展进入新常态，正在向新型工业化、信息化、城镇化方向迈进，创新驱动发展成为支撑经济社会可持续发展的国家战略。长期以来，矿产、能源、水和土地等资源的开发利用为我国经济与社会发展起到了巨大的支撑作用，也面临着环境污染严重、生态系统退化、减排压力巨大、资源环境承载力逼近上限等严峻形势。新一轮科技革命和产业变革的兴起，是我国资源行业发展转型的重要战略机遇期，资源领域科技发展要准确把握战略机遇期内涵的深刻变化，面对新的形势与需求，以问题为导向全面推进资源领域产业创新发展，抓住科技革命契机推动行业实现结构调整和转型升级，实现资源行业向节约集约、循环利用等绿色发展，保障资源供给安全，更加高效、安全、清洁地为经济社会发展提供支撑。

科技创新成为国家发展和国际竞争的核心。为更好地引领资源领域“十三五”科技发展方向，培育和增强原始创新能力，强化科技进步对行业发展的支撑引领作用，根据《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》、《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》及相关国家、行业层面的规划内容，全面贯彻党的十八大及历次全会精神，以“创新、协调、绿色、开放、共享”

五大发展理念为统领，结合资源领域“十三五”技术预测和科技发展战略研究的成果，按照“全产业链、全创新链”的设计思路，全面统筹和优化创新资源配置，加强基础理论研究，突破核心关键技术，建设科技创新示范工程，培育科技领军人才，解决制约保障资源开发与利用、保护生态环境的关键科学问题和技术难题，加强科技任务超前部署，制订本规划。本规划涵盖的资源类型包括水资源、能源资源（煤炭、油气）、矿产资源（金属、非金属、盐湖等）和土地资源等。

## 一、形势与需求

### （一）国际资源领域科技发展形势

世界资源领域科技发展正在从单纯地注重资源的勘查开发逐步转向以可持续发展为目标的资源综合利用与环境保护并重；正在不断开拓新的资源领域，逐步从地球表层走向深部，从陆地走向海洋，从开发成熟区域走向难进入区域；同时信息、材料、生物等新技术正在不断与资源领域融合，推动行业转型升级和科技创新。

#### 1. 水资源综合利用

国际上在需水管理与分行业深度节水技术、循环用水与近零排放技术、非常规水源安全经济开发与利用技术、生态用水配置与环境友好水工程技术、水资源智能化调度与管理技术得到长足发展。

在综合节水方面，发达国家实现了单项节水技术向行业

多环节和区域多行业综合节水发展、供水管理向需水管理转变。先进国家工业水资源重复利用率达到 90%以上。在生态用水配置与环境友好水工程方面，发达国家尤其重视水资源生态功能保护与修复的研究，强调水环境治理的源头调控措施。在保障重大水利工程的运行安全方面，国外创新了重大水工程调度理论与模式，建立了较系统的工程安全评估、风险分析、除险加固、应急管理技术体系。

## 2. 资源勘查

国际上航重物探已广泛用于深部资源勘查，大陆成矿的深部过程和规律逐渐深化，深部地球勘探已达 5000—6000 米。

在矿产资源勘查方面，成矿环境、地球过程对成矿系统形成与演化的制约成为研究热点；发达国家在航空地球物理传感器技术、航空重力梯度测量技术、大深度时间域航空电测测量技术、快速移动和超低干扰平台技术、综合数据处理与三维解释技术等方面得到了快速发展。在油气资源勘查方面，以直接烃类指示与低频伴影研究为主的低频勘探技术研究取得长足进步，集建模、数值显示与虚拟现实于一体的油藏软件广泛应用。

## 3. 能源资源开发

世界主要国家均把能源技术视为新一轮科技革命和产业革命的突破口。

在油气资源方面，先进国家推动采油工程向智能化、低能耗、实时监测、安全环保方向发展，重点发展以无水压裂、井下油水分离及同井回注、智能井、带压作业和高压气藏安全生产控制等为代表的采油工程新技术与新装备，深探测随钻成像测井技术实现了水平井钻进精确定轨和精细油藏描述。在煤炭资源方面，美国、澳大利亚、加拿大等先进采矿国家强调资源可持续开发及生态保护，一是注重采前的环境评估与监测，绿色开采技术体系完善，矿山“三废”排放少，环境和生态损伤小，生态修复和资源综合利用水平成熟；二是大型矿山装备自动化、智能化程度高，设备使用寿命长、性能可靠；三是煤炭产品质量高，主要产煤国入选率达到90%以上，洗选装备领先，褐煤开发和发电一体化等低热值、低阶煤利用规范成熟。

#### 4. 矿产资源开发与循环利用

美国、加拿大、澳大利亚等矿业发达国家影响着世界矿产资源科技的走向。

在金属、非金属、盐湖资源方面，矿业发达国家开展2000m深竖井开采已为常态，南非金矿已建成4000m深竖井。芬兰、加拿大、瑞典等先后实施了“智能化矿山”和“无人化矿山”的建设。先进国家注重绿色选冶一体化发展，实现了矿冶装备的大型化与智能化，开发的绿色浮选药剂种类和牌号远多于我国。盐湖资源综合利用等技术成熟度高，非金

属资源加工装备已实现专属化。在资源循环利用方面，加拿大、澳大利亚和美国等发达国家资源综合利用率达到 60%，部分金属循环利用比例超过 90%；通过综合治理与循环利用技术实现了矿冶废弃物源头控制，废水回用率在 90%以上，冶炼渣综合利用率达 70%以上。美国、德国和日本是城镇矿山开发技术、装备及标准研发的引领者。

## 5. 综合资源区划

发达国家自然资源评价与动态监管、国土空间规划与综合整治的理论与实践均处于领先地位，在资源评价方法、回归自然整治模式、全球视野的国土开发格局一体化构建等方面均有系统的理论和成功的实践。欧盟的国土空间优化开发技术趋向多元化、综合化和生态化，日本通过六次国土综合规划不断创新规划理念、方法，美国、德国等在矿区复垦水系整体治理、水土协调利用方面处于国际领先水平，北美和欧盟先后建成支撑资源分析与监管的基础数据框架。

### （二）我国资源领域科技发展现状

目前，我国资源领域技术水平已经形成了“领跑”、“并跑”、“跟跑”并存，比例相当的基本格局，具体来说一是资源禀赋特性决定了我国整体开发利用工艺技术处于国际领先地位，但仍面临低品质资源开发的挑战；二是大型工程的实施推动了关键和成套技术日趋成熟，但资源开发的关键核心部件的国外依赖度较高；三是与环境协调的资源绿色开发

与综合利用技术、水土资源规划与管理技术水平等亟待提升。

### 1. 水资源综合利用

我国水循环认知模式与水资源配置方法、泥沙基础理论、筑坝技术等处于国际先进水平，但诸多关键技术与设备依赖于进口、水资源智能测报与控制技术滞后于管理需求、生态友好型水工程技术材料与材料落后。

综合节水方面，建立了节水型社会建设理论体系，开发了成套节水技术及产品设备，初步实现了由单项节水向综合节水的转化。然而，我国高用水行业节水工艺、城市输水管网漏损控制尚不成熟，重点节水产品和设备多以模仿或引进生产为主，高效节水等关键设备和材料、多项节水技术等与国际先进水平有较大差距。

水资源综合调控方面，我国形成了以水量水质联合调控、水资源配置与实时调度相耦合的技术系统，建立了流域水资源、水环境、水生态合理高效利用技术体系，探索并建立了“长短嵌套、滚动修正”的水资源多目标调度理论与技术体系。然而，我国在水循环多过程耦合、尺度匹配等基础研究方面比较薄弱，跨流域调水工程优化配置、水库群联合调度等方面明显不足，水资源监控技术、智能水网等与国际水平相比尚有差距。

河湖治理与水生态保护修复方面，形成了基于水体生态修复、河网面源污染控制、底泥治理的湖泊污染控制与生态

修复技术体系，基于人工湿地、面源污染控制、城市污水处理与资源化利用的水环境质量改善技术体系，以非平衡输沙、高含沙水流运动和水库泥沙控制理论等为代表的泥沙学科理论体系，基于生物处理技术、物化处理技术以及生物—物化联用技术的城市污水处理技术体系。

重大水利工程建设及安全运行方面，坝工结构设计、基础和高边坡处理、大江大河导截流、高水头大泄量泄洪消能等关键技术取得重大突破，建立了较系统的 200m 级以上高坝建设技术标准体系；世界最高拱坝、最高混凝土面板堆石坝、最高碾压混凝土坝的建设，特别是三峡、小浪底、二滩等一批世界级水利水电工程先后建成并正常运行，标志着我国筑坝技术已经跻身国际先进行列。然而，我国水工程除险加固技术、环境友好建设技术、生态水工技术、生态环境影响评估技术等方面与国际先进水平还存在差距。

## 2. 资源勘查

具备从“跟跑”到“并跑”的技术研发潜力，碰撞造山成矿理论研究领跑国际。但资源勘查核心技术对外依赖度高，仪器装备在稳定性、可靠性、实用性方面差距较大。

金属矿成矿地质理论和成矿规律方面，建立了大陆增生—碰撞造山、陆内造山等区域成矿理论框架；三江特提斯复合造山与成矿作用研究取得重要进展；完善了大陆成矿体系的理论框架；证实陆内俯冲是控制大型矿集区形成和分布的

重要深部因素；胶西北金矿集区超深部综合地质研究为我国深部矿床成因学研究及勘查找矿提供了极好的基地和范例。

矿产勘查技术方面，自主研发了捷联式航空重力仪、三轴航磁梯度仪和航空伽马能谱仪；直升机和固定翼飞机时间域航空电磁系统取得重要进展；研发了宽频带高精度电磁传感器、地面大功率多功能电磁系统、地面高精度重力测量系统等。然而，我国大量关键设备依赖进口；在成岩、成矿实验、成矿过程的数值模拟、成矿环境、成矿过程研究等方面与发达国家存在一定差距。

油气资源勘查与勘探方面，我国在复杂地质条件下油气藏分布预测、地球物理探测方法与技术等方面取得显著成果，以百万道地震仪为代表的陆上物探装备技术迅猛发展，自主研发了G3i地震仪、GeoEast地震数据处理解释一体化系统。同时，我国基础理论研究滞后于国外，高精度油气勘查与勘探关键技术和装备与国外差距较大，非常规油气资源勘查与勘探起步晚。

### 3. 能源资源开发

近年来，我国能源科技创新能力和技术装备自主化水平显著提升，但仍面临核心技术及装备对外依赖度高、与环境协调的可持续开发技术有待进步等问题。

油气资源开发方面，钻井、测井技术与世界水平相当，采油技术及装备可以跟跑国际，地面管道工程实现了关键装

备国产化，煤层气与页岩气勘探开发取得了突破。例如，研制成功 12000m 顶驱式石油钻机等重大装备；形成了随钻声波测井、井下核磁共振流体分析等核心技术，二维成像测井装备已实现规模化应用；在精细分层注水、化学驱提高采收率等方面处于国际领先水平；地面管道工程实现了关键装备国产化，构建了油气管道完整性管理技术体系；成功研发采动区煤层气地面井抽采技术、井下煤层气抽采技术与装备，形成了晋城、两淮、松藻 3 种典型地质条件下煤层气与煤炭协调开发技术体系和模式。然而，我国钻机及采油配套装备的自动化水平和可靠性低，大型管网调控与仿真技术受制于人，复杂地质条件储气库建库技术、低产低效油田集输处理技术尚不成熟。

煤炭资源开发方面，建井技术、高效开采方法达到国际领先水平，整体处于“工艺领先、装备跟进”的水平。一是煤矿安全高效智能化开采理论研究取得新进展。开展了煤矿重大地质灾害与动力灾害防治、深部煤炭资源开发、煤与瓦斯共采、无人化开采、水资源保护等方面的基础理论研究。二是煤田地质勘探与矿井地质保障技术体系逐渐成熟。目前可查明 1000m 深度以内落差 3~5m 以上的断层和直径 20m 以上的陷落柱。三是冻结、钻井、注浆等特殊凿井技术进入国际领先水平。冻结法凿井技术最大穿过冲积层厚度达 726.42m，钻井法最大钻凿成井深度达 660m，最大立井深度

1300m。四是高效开采技术与装备取得新突破。14~20m特厚煤层大采高综放开采成套技术与装备研发取得重大突破，600万吨工作面综采成套装备实现国产化，千万吨级智能化综采成套装备示范取得成功。五是东部地区“三下”压煤充填开采、煤与瓦斯共采以及西部矿区保水开采等绿色开采技术应用取得明显成效。六是煤炭分选加工和综合利用水平不断提高，目前我国煤炭入洗率达到62%，开发了直径达6m的柱式煤泥高效分选等一批具有自主知识产权的洗选装备。但是，我国煤矿大型装备整装制造水平不高，绿色开发矿区的比重较低，煤炭洁净化度低（洁配度25%）。

#### 4. 矿产资源开发与循环利用

近年来，大直径深孔采矿、大型露天矿用开采装备等共性关键技术/装备显著提高了采矿的强度与安全性，复杂低品位多金属资源选冶技术取得了进步。但是，资源开发对生态环境造成严重影响，装备智能化研发刚刚起步，资源综合利用率比国际水平低20%左右。

矿产资源开采方面，我国深部、复杂矿体采矿及无废开采技术进展显著，大直径深孔采矿等共性关键技术显著提高了采矿的强度与安全性，并建成了不建尾矿库、不建废石场的近零排放示范矿山。我国自主研发了大型露天矿用挖掘机、自卸汽车等开采装备。

金属资源清洁开发方面，低品位铁矿选矿新技术降低了

入选边界品位，使铁矿经济资源量扩大近百亿吨；铝土矿选矿拜耳法技术，使入选铝硅比从 7 下降到 4 左右，扩大了铝土矿资源的可利用范围和技术经济性；金川铜镍钴资源三炉共用冶炼工艺技术增加资源量 24.9%；我国自主研发的难浸金精矿生物氧化提金技术、原矿焙烧预处理提金工艺解决了占我国黄金资源四分之一左右的难处理金矿石开发问题。

资源循环利用方面，我国建成了充填开采、无尾矿库、无废石场的无排放示范矿山，有效保护了矿区原生态。选矿回水的适度处理—分质回用技术和尾矿水深度处理—全部回用技术大幅提高了回水的利用率，实现了节能减排。

## 5. 综合资源区划

我国提出了国土开发和区域发展空间结构理论，形成了空间分析、智能分区、动态模拟技术，在国家“多规合一”和区域规划试点工作中发挥了重要作用。我国研发的矿区土地复垦技术、退化土地整治技术、盐碱地整治技术有效地促进了经济社会发展和生态文明建设。但我国在相关研究方面缺乏研究深度和原创性成果。

### （三）我国资源领域科技发展需求

“十三五”时期，我国要推动低碳循环发展，全面节约和高效利用资源，坚持节约优先，树立节约集约循环利用的资源观；推进能源革命，提高非化石能源比重，推动煤炭等化石能源清洁高效利用，加快能源技术创新，建设清洁低碳、

安全高效的现代能源体系。习近平总书记在中央财经领导小组上关于保障水安全、推动能源生产和消费革命等重要讲话,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《能源发展战略行动计划(2014-2020年)》、《水污染防治行动计划》等国家、行业层面战略规划均对资源领域“十三五”科技发展提出了需求,为资源科技供给侧改革指明了方向,将推动新理论、新技术、新装备、新产业蓬勃发展。

1. 我国经济发展进入新常态,对主要矿产品仍有强大而稳定的需求

我国已成为全球第二大经济体,但仍处于工业化后期及城镇化加速期,对矿产和能源仍有强大而稳定的需求空间,需求尚未饱和,且将长期存在。我国目前经济增速在7%左右,距离3%-4%左右的稳定增长区间还有较长时间。未来,既要注重“大宗资源量需求的安全”,又要注重“优势资源质供给的提升”。目前,我国大部分基本金属、石油等资源,由于国内储量有限,将长期依赖进口,涉及到国家战略资源的安全保障问题;而在我国具有优势储量的稀有、稀土和非金属等资源,因产业链创新能力严重不足,高附加值产品被国外巨头长期垄断,有效供给短缺。

2. 保障资源供给安全,必须调整资源供给结构

在经济发展新常态下,国内外环境发生深刻变化,资源领域供给结构性矛盾日益凸显,煤炭资源面临着产能过剩,

油气、矿产等资源面临对外依存度过高等问题。

从能源资源来看，我国已进入能源生产和消费革命的新时代，“十三五”期间煤炭占一次能源比例将继续下降，应合理调整煤炭在我国能源中的基础地位，并通过推进煤炭资源开发利用方式革命，促进煤炭资源由相对粗放开发向安全、绿色、智能、高效开发转变；目前我国油气人均剩余可采储量仅为世界平均水平的 6%，石油年产量仅能维持在 2 亿吨左右，常规天然气新增产量仅能满足新增需求的 30%左右，应加强常规油气、煤层气、页岩气、铀等新型能源资源的勘查；从矿产资源来看，据预测，2020 年铁矿石需求量为 9.2 亿吨，铜需求量为 1300 万吨，铝的需求量为 3500 万吨，铅需求量为 630 万吨，锌需求量为 780 万吨，稀土、铀矿等战略性矿产需求快速增长，国内供给尚存在巨大缺口，应加强稀土、锆、铟、镓、石墨等新材料矿产勘查，稳定支持铜、镍等短缺矿产和锡、锑等传统优势矿产勘查，完善国家铁矿石战略保障体系。

### 3. 资源环境承载力逼近上限，应全面节约和高效利用资源

我国生态环境难以继续承载粗放式的资源开发利用模式，资源行业向节约集约、循环利用等绿色发展方向转型迫在眉睫。目前，我国水环境污染严重，水生态日趋恶化，水资源利用低效，废水循环利用率低（65%-70%）；40%的煤炭

由于高水、高硫、高灰等原因得不到合理利用，商品煤洁配度为 25%（美国达到 60%）；每年尾矿或固体废弃物累计积存量超过 300 亿吨，矿产资源总回收率在 45%左右（比国际先进水平低 20%）；国土空间开发失衡，区域和城乡差距继续扩大，部分地区国土开发强度与资源环境承载能力不相匹配。

“十三五”期间，国家将强化约束性指标管理，实行能源和水资源消耗、建设用地等总量和强度双控行动，以期既能节约能源和水土资源，从源头上减少污染物排放，也能倒逼经济发展方式转变，提高我国经济发展绿色水平。如何促进这项工作是“十三五”资源领域科技发展亟需思考 and 解决的问题。

#### 4. 新一轮科技革命孕育兴起，将推动资源产业转型升级

信息、新材料、新能源、生物等技术的广泛渗透，将带动资源领域发生以绿色、智能、泛在为特征的群体性技术革命，为拓展新兴矿产资源开发和传统产业的转型升级提供了重大机遇。例如，美国“页岩气革命”引领了全球石油技术革命，推动了页岩气等非常规油气的快速发展，实现了能源的自给，改变了全球能源格局；德国“工业 4.0”计划以装备制造业的信息化、智能化为目标，被称为第四次工业革命，大而不强的中国制造产品将面临挑战；澳大利亚“玻璃地球”计划大力推进了“两深一非”（深地、深水及非常规油气）

资源勘探与勘查技术的发展；生物技术促进了冶金技术的发展；煤的清洁化技术推动了煤炭资源的高效利用与低碳排放。

资源产业是基础产业，处于产业链前端，发展方式和技术装备相对传统和粗放，亟待依靠科技创新推动产业转型和升级，在保障供给安全的同时由相对粗放开发向集约绿色转变，助力工业文明向生态文明转变。

5. 在“一带一路”战略指引下，统筹利用两个市场两种资源

随着矿产资源的贫化，难采选矿产资源已经成为国内主力资源在使用，资源对外依赖依然严重，安全保障压力巨大。据统计，铁、铝、铜、镍、钾等大宗矿产品对外依存度均已超过 70%，石油对外依存度也超过 50%，我国资源受制于人的局面将进一步加剧。

当前，全球矿产品生产和消费重点不断进行区域转换，“一带一路”沿线国家是全球的主要成矿带，能源、矿产等资源丰富，但大多数国家尚处于工业化初期，相关产业增长空间和需求空间巨大。我国在立足国内保障供给的基础上，应统筹利用国际国内两个市场、两种资源，推进我国对“一带一路”沿途国家的产能转移与技术输出，由单一资源开发、产能合作向技术转移、产业合作发展，实现资源共享、共同发展。

二、指导思想与总体思路

## （一）指导思想

围绕国家战略需求，以“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念统领规划。面对、适应和引领经济发展新常态，超前布局科技发展规划，通过科技创新驱动资源产业转型升级和提质增效。

围绕产业链布局创新链，统筹配置创新资源。按照“全产业链、全创新链”的设计思路，在基础理论、前沿技术、共性技术等方面进行任务部署，坚持自下而上的自主选题和自上而下的战略引导相结合，加强问题导向的综合交叉研究，突出企业的创新主体地位，推动科学、技术、装备与产业间的深度融合。

创新规划方法，强化战略规划基础研究，注重与战略新兴高技术的融合。规划过程中注重新理论、新方法的应用，在技术预测基础上，牢牢把握全球科技发展趋势和产业竞争格局变化，开展战略与规划研究；强化与信息、生物、新材料等新兴学科的融合，充分体现战略规划的科学性、可行性、前瞻性和战略性。

## （二）总体思路

创新驱动——树立科技决定资源未来、科技创造未来资源的理念，全面深化资源领域科技改革，强化科技与产业的深度融合，通过科技创新驱动资源产业转型升级和提质增效。

绿色发展——加强绿色矿业技术创新，支持绿色清洁生

产，推进传统资源产业绿色改造，推动建立绿色低碳循环发展产业体系，重视资源利用的生态环境效应，实现资源开发与生态文明建设和谐发展，推进美丽中国建设。

集约利用——坚持节约优先，全面节约和高效利用资源，建立节约集约循环利用的技术体系；开展矿产资源高效转化与清洁分离，持续提升资源产品品质，提高资源利用效率和效益，推进合理控制资源消费总量。

安全保障——着力提升资源勘查能力，扩大资源储备，提供资源自主保障水平及其开发利用的本质安全；充分利用好两个市场、两种资源，加强与海外的能源资源与产业合作，保障供给安全。

### 三、发展目标

#### （一）总体目标

根据国家经济和社会发展需求，放眼国内国际两个市场和两种资源，针对我国资源禀赋特点和海外资源开发现实要求，注重加强资源、能源与环境等多领域、多产业的高度融合，根据国家经济和社会发展需求，以深地勘探、绿色开发、智能装备、综合协调等为重点，在水土资源综合利用、资源勘查、油气与非常规油气资源开发、煤炭资源绿色开发、矿产资源清洁开发、资源循环利用、综合资源区划等方面，集中突破一批基础性理论与核心关键技术，重点研发一批重大关键装备，构建资源勘探、开发与综合利用理论与技术体系；

建立若干具有国际先进水平的基础理论研究与技术研发平台、工程转化与技术转移平台、工程示范与产业化基地；培养一批高水平的科技人才和创新团队，逐步形成与我国社会经济发展水平相适应的资源科技创新体系，为新常态下国家战略的实施、产业转型升级与提质增效、社会经济可持续发展、资源节约型和环境友好型社会建立以及美丽中国建设提供强有力的科技支撑。

## （二）具体目标

——水资源综合利用方面，示范区水资源利用效率提高15%以上，形成50亿m<sup>3</sup>的水资源当量效益，国家和京津冀、丝绸之路经济带等重点示范区的水资源安全保障科技支撑能力显著增强，支撑国家水资源管理红线控制目标实现；

——土地资源安全利用方面，通过土壤的保育与安全利用、土地资源的可持续发展等理论、技术与标准体系，明确我国所需要维持的耕地资源红线，创建土地资源安全工程；

——资源勘查方面，研发一批深部矿产勘探急需的装备，主要装备取代国外产品，市场占有率大于80%；实现深部3000米勘探、5000米勘查和资源评价能力，形成具有自主知识产权的深部矿产资源勘探技术体系；

——油气与非常规油气资源方面，研发一批高效自动化钻测录井与采油技术和装备，主要装备取代国外产品60%以上，形成油气高效安全集输储运体系，建成示范区。攻克一

批深部复杂油气和非常规油气资源勘探开发技术，在油气增加储量和提高产量方面的科技贡献率达到 60%以上；

——煤炭资源绿色开发方面，基本解决大型煤炭基地实现生态保护和绿色开发的科技瓶颈，煤炭开发集约化程度进一步提高；全面提升煤炭洁配度水平，商品煤洁配度超过 50%，80%以上的低品质煤退出市场或实现洁净利用；

——金属资源清洁开发方面，突破 1500m 深井开采等关键技术与装备，建立矿产资源绿色、智能、高效开发理论和技术体系，构建一体化绿色选冶、矿业生态修复和保护体系，实现矿产资源绿色发展；

——重要非金属资源开发方面，实现大宗和共伴生非金属矿产资源、盐湖资源的绿色高效开发与高值化利用；

——资源循环利用方面，攻克大宗工业固体废物循环利用技术，建立矿冶固体废弃资源循环利用技术体系，资源综合利用率达到 50%以上，形成建筑垃圾和道路废弃物资源化高价值回收再利用技术及资源化产业链；

——综合资源区划方面，构建资源环境承载、国土优化开发、国土综合整治等方面的理论、技术、标准体系，建立资源大数据平台；

——人才培养和基地建设方面，凝聚海内外人才的带动示范作用，汇集创新力量，培养 10 个左右国际一流的资源科技创新团队，推动学科交叉。建设 50 个左右国家级资源

科技研发和成果转化平台，推动领域、行业或区域的自主创新能力提升；

——国际合作方面，构建人才、技术、资源等国际合作交流平台，统筹利用国内外科技资源，推进实质性合作研究，营造有利于科学家更好参与国际（地区）科学合作的开放创新环境。立足国内、拓展海外，建立“两个市场、两种资源”优化互补体系。

#### 四、重点任务

##### （一）水资源综合利用

围绕中央确定的“节水优先，空间均衡，系统治理，两手发力”治水方针，统筹节水与供水、地表水和地下水、常规和非常规水、实体水和虚拟水，实施全链条创新，构建重点区域水安全保障技术解决方案，为保障国家水安全提供科技支撑。

##### 1. 综合节水

开展社会水循环全过程深度节水、真实节水等综合节水基础理论和方法研究；研发规模化农业高效用水设备和过程精量控制技术、水—肥—药一体化调控技术；研发高耗水工业低成本低能耗水资源替代技术与工业园区水资源高效循环技术；研发公共供水管网漏损控制、微观尺度生活与公共用水评价和节水新技术；开展现有节水技术的适应性分析，建立数字化推广应用平台。

## 2. 非常规水资源开发利用

研究再生水回用污染物的识别技术与消减技术，构建基于风险可控的再生水安全高效利用技术集成模式；研发低成本低能耗反渗透海水膜、能量回收装置和低温多效海水蒸发装置等核心设备，研究淡化水后处理、浓海水综合利用等技术和配套设备；研发大规模水资源开发和调配新技术；研究水库群汛期运行水位动态调控与雨洪水安全利用技术；研究苦咸水、高砷高氟地下水处理工艺，开展矿井水减排、资源化与综合利用模式研究。

## 3. 流域水循环演变与复杂水资源系统配置

研究变化环境下江河源头区、生态敏感区、地下水严重超采区、特大城市（群）水循环演变机理及水资源效应；研究水资源与水环境承载能力、基于物理机制的生态需水评价方法、复杂水资源系统多维均衡配置技术；研究国家水资源配置战略格局与重大措施，京津冀、长江经济带、一带一路等重点经济区水资源综合配置与安全保障，水资源—能源—粮食—航运联动关系与协同安全保障；研究国际河流开发利用策略与合作模式。

## 4. 重大水资源工程建设与安全运行

研究重大水工程全生命周期性能演化机理与安全控制方法；开展高坝新坝型适应性及改进技术研究，开展环境友好的水工程建设技术研究；研究极端复杂地质条件下长距离

深埋输水引水隧洞工作机制与运行安全；研发 100m 以上水深工程隐患检测、修补与加固技术；研究不同类型重大水工程的破坏模式与破坏机理、风险评价方法和控制标准、机械化抢险技术，开发基于风险控制的重大水工程安全管理策略；研究跨流域调水工程安全监控与智能运行技术。

#### 5. 江河治理与水沙调控

研究气候变化条件下江河源区水沙产生机理及变化趋势，研究河流干支流梯级水库群作用下水沙输移规律；开展大型水利枢纽下游河流演变和河湖关系演化规律，研发长江黄金水道、西江黄金水道、河口海岸治理适应性评价方法和治理技术；研究水利水电工程及涉河工程对河流水沙和水生态环境的多时空尺度影响机理及累积效应，研发河湖连通与环境生态保护协调的江河修复治理技术；碍航闸坝复航技术研发及应用。

#### 6. 水资源智能调度与精细管理

研发水循环全过程智能监测新技术和关键设备；研发水循环智能化控制与智能水网综合服务平台；开展复杂水资源系统调度模拟、运行控制与多目标优化决策关键技术研究；研究水权、水价、水市场交易、水生态补偿等水管理实施的关键定量支撑技术，开展水资源—环境—生态—经济一体化核算技术研究。

#### 7. 地下水高效利用和动态监测

研究区域地下水资源承载力评价新理论、新方法；研究京津冀等平原区地下水资源合理利用与安全保障集成技术；研究环渤海地区等海岸带地下水资源属性与可持续利用调控；研究沙漠区地下水形成演化模式、沙漠地下水环境属性和沙漠地下水资源合理利用；研究大型能源基地地下水保护与合理利用模式；研究地下水数量/质量形成机制、地表水—地下水循环互馈规律、地下水危机形成机制及识别等，建立复杂含水层地下河与特殊类型地下水探测、监测技术体系与示范工程。

## （二）土地资源的安全利用

针对我国土地资源紧缺、土地质量退化、土地功能衰减的严峻现实，迫切需要更新土地资源清单，查明土地资源质量状况，明确我国所需要维持的耕地资源红线，发展土壤保育与改良的安全利用技术，构建土地资源可持续利用发展模式，创建土地资源安全工程。

### 1. 土地资源清单管理

建立多时相、多尺度国家土地资源清单及关键要素信息系统；发展不同尺度的土地资源承载力评价与优化配置技术体系；构建国家和地区的土地资源安全管理和战略调控决策系统。

### 2. 土壤保育与改良

针对自然和人为因素导致的土壤质量下降与功能退化

问题，研究我国典型土壤的生物与健康质量退化的主控因子；探讨退化土壤质量改良和保育的物理、化学与生物联合的生态恢复技术；开展我国典型区土壤保育与改良的工程示范。

### 3. 土地资源与服务功能

针对土地是陆地表层系统的连接纽带，研究土地资源服务功能的形成机制及其与人类活动的关系；提出低度消耗土地资源的节约型开发利用途径和模式；构建多目标利用驱动下的土地服务功能改善与控制技术的综合示范。

### 4. 土地资源的可持续利用

研究威胁土地安全的主要类型、依存关系及其驱动因素；建立多目标土地资源利用质量评价技术体系；探讨气候变化下土壤资源多样性及其稳定性的关键控制因素和过程；示范推广土地质量保育和土地退化防控对策、可持续循环利用技术。

## （三）资源勘查

拓展深部资源，从“构造背景、深部过程、成矿规律、勘探技术和成矿信息提取”等方面开展全链条研究，通过系统的深部探测研究工作，深化对成矿过程的全面理解，提高深部资源探测能力。

### 1. 深部过程与成矿理论

针对我国大陆演化过程复杂、矿床类型多样、成矿规律复杂的特点，开展重要成矿带深部结构探测和构造背景研究，

不同类型的造山过程及成矿控矿规律研究，开展深部成矿规律、成矿模式研究，认识和理解成矿深部过程和控制要素，完善大陆成矿理论体系。主要开展大陆典型成矿带深部结构3D探测、克拉通深部过程与成矿作用、碰撞造山深部过程及其成矿系统、陆内造山深部过程及其成矿系统、重要成矿带成矿规律与综合评价技术、全国成矿系列/成矿体系及成矿理论等方面的研究。

## 2. 移动平台地球物理勘查

为满足我国西部难进入地区（沙漠、森林和高寒山区）资源勘查对技术装备的需求，大力研发航空地球物理勘查技术，建立适应我国特殊地貌的航空地球物理勘查技术体系。主要开展航空重力及重力梯度、无人机平台航磁、吊舱式直升机和固定翼时间域航空电磁、高分辨率航空伽马能谱测量、一体化航空探测处理解释及软件平台等方面的技术研发。

## 3. 深地资源立体探测技术与找矿示范

以拓展深部资源潜力和提升深部资源勘探能力为目标，针对深部资源勘查面临的深度大、信息弱等问题，亟需开展以提高探测深度、精度和分辨能力为核心的技术研发工作，突破一批勘查关键技术和装备，为深部资源勘查提供技术支撑。主要开展地面地球物理勘探、地下及井中地球物理勘探、穿透性地球化学勘探、智能地质钻探、矿产勘探多元信息处理与解释平台等方面的技术研发。在重点矿集区和国家确定

的整装勘查区，开展立体探测与深部找矿示范集成研究，实施 3000 米科学钻探，研究成矿元素垂向分布规律，推动重要矿集区和整装勘查区的找矿突破。主要开展矿集区三维结构探测和三维地质模型、深部成矿示矿信息提取与增强、深部成矿模式和深部找矿预测、典型矿集区和整装勘查区科学钻探及深部成矿机制、深部矿产资源探测所获得的海量信息的科学有效整合、剖析及成矿预测的理论与方法等方面的研究。

#### 4. 非常规、深层及复杂地质条件油气资源勘探

作为我国现实而有规模的油气资源接替领域，非常规、深层和复杂地质条件油气资源是未来油气勘探的主战场。针对该领域油气勘探中的理论难点和技术瓶颈，通过重点突破、集成配套、高端装备研发及示范应用，整体提升该领域油气资源勘探的科技创新能力。主要开展复杂条件油气资源富集规律与分布特征，宽频智能可控震源，高精度地震采集、处理和解释技术，解释技术，数字岩心技术，微生物地球化学技术，遥感技术，页岩气特殊测录技术，油藏地球物理协同工作平台，可控源电磁法油气识别，高温高压油气藏勘探开发配套技术，页岩气（油）、煤层气、致密气（油）、天然气水合物等成藏理论与勘探评价等方面的研究。形成一批标志性的关键技术和重大装备，为实现该领域油气大规模勘探开发提供理论和技术支撑。

## 5. 深部成矿过程模拟与物理化学过程观测

开展成矿深部过程的高温高压试验，宏观和微观尺度的数值模拟研究，揭示不同物理化学条件对成矿金属元素地球化学行为和成矿机理的控制；探索超临界流体地球化学行为与元素迁移和富集机制。研发深井成矿物理化学过程监测和观测技术，开展现今深层物理及地球物理场、流体化学动力学变化过程观测，科学解释、理解深部流体过程与成矿作用，建立我国成矿深部地下实验室。

## 6. 紧缺、战略性矿产成矿规律与勘查示范

以“三稀”资源、铀矿、钾盐和高品质非金属矿为重点矿种，开展不同形式的区域成矿、控矿要素研究，阐明成矿系统形成与演化机制；研究成矿元素活化—迁移—聚集过程，阐明区域成矿规律；开展中西部重要含铀、钾盆地的三维精细探测与建模，盆地古气候—古环境、层序地层、岩相古地理与含矿岩系特征研究。建立“源—运—储”三位一体的多种成矿（藏）模式，总结区域成矿（藏）规律，创新陆相多类盆—山耦合模式下以铀为主的多种能源矿产共生富集理论；选择中西部重要盆地开展多种资源评价和综合勘查示范研究。

### （四）油气与非常规油气资源开发

针对油气开发新形势和产业转型升级的新要求，通过钻井、采油、储运等关键技术与装备攻关，研发一批具有自主

知识产权的重大高端装备、工具、软件、材料和成套技术，为提高油气与非常规油气资源动用率和开发效益提供强有力的技术支撑。

### 1. 高效智能化钻测录井

针对目前我国复杂油藏开发的技术、装备落后的现状，主要开展无钻机钻井、自动化钻井、高效破岩、环保型井筒工作液、可控源地层元素测井、宽频介电成像测井、雷达测井、近井眼测井三维地层成像、井下随钻录井等方面的研究。

### 2. 先进采油工程装备和提高采收率技术

主要开展井筒控制、分层注采、井壁机器人、复杂压裂控制与检测、无水压裂和配套工艺、CO<sub>2</sub> 驱油驱气、油气开采智能一体化软件系统、油藏地质与地球物理精细描述、微生物采油、复杂油气藏提高采收率技术等方面的研究。

### 3. 非常规油气资源开发

针对非常规油气资源的埋藏、储存状态与常规油气资源存在较大的差别的现实，未来重点开展地质理论和开发技术创新，指导非常规油气资源开发。主要开展页岩气（油）开发、煤层气高效开发、致密气（油）开发、天然气水合物开发、非常规油气开发区环境评价与保护等方面的研究。

### 4. 油气高效安全集输储运

主要开展油气高效集输处理、油气储运高效安全、油气储运管道安全监测、盐穴储气库建库等新技术和新装备智能

化制造水平。

## （五）煤炭资源绿色开发

围绕“安全、绿色、智能”目标，通过大型煤炭基地建设，集中突破一批基础性理论与核心关键技术，重点研发一批重大关键装备，构建煤炭资源勘探、开发与综合利用理论与技术体系，推动煤炭清洁化开发技术的变革，支撑能源技术革命。

### 1. 煤炭资源勘探与大型矿井建设

针对我国煤炭绿色资源分布及大型煤炭基地区划，开展煤炭开采前及开采过程中地质勘探与评价、矿井规划与建设的相关研究，为大型煤炭基地建设和煤炭资源可持续开发提供理论与技术支撑。主要开展煤炭及伴生资源精细勘探与地质保障、隐蔽致灾地质因素的精细智能探测、深部矿井建井、大型矿井井巷工程快速掘进与支护、千万吨级矿井安全高效运输提升、井下清洁智能运输等方面的理论、技术和装备研发。

### 2. 煤炭高效智能开采

针对我国煤炭赋存条件复杂、开采深度大、开采效率低等特点，开展高效智能开采理论与技术研究，推动无人工作面成套装备研发和智慧矿山建设。主要开展深部岩体力学原理与理论、厚煤层/特厚煤层工作面智能开采、薄及中厚煤层无人化开采、巨厚煤层/薄煤层/大倾角等难采煤层安全高

效开采、煤巷快速掘进、400 米超长工作面、智能化成套采掘装备与控制系统、井下恶劣工况下信息传输、煤矿物联网与云服务平台、智能供配电与节能、大功率传动等方面的理论、技术和装备研发。

### 3. 煤炭绿色开采

针对我国煤炭开发战略西移及中西部生态环境脆弱等特征，开发矿区环境破坏源头控制、全过程生态保护技术，构建与环境协调的绿色开采技术体系，推动生态矿山建设。主要开展生态矿山规划与设计、采动损伤控制、无煤柱开采、煤水协调开采、充填开采、煤与瓦斯共采、CO<sub>2</sub> 资源化利用、煤系伴生资源（致密气、页岩气、高岭土等）协同开采、大型露天煤矿高陡时效边坡控制与表土植被保护、低碳及近零生态损伤的露天绿色开采等方面的理论、技术和装备研发。

### 4. 煤炭提质加工与资源综合利用

针对我国低品质煤规模化利用的现实需求和煤炭高效洁净化加工的重大科技问题，开发煤炭深度提质加工与综合利用共性关键技术，推进煤炭分质分级利用，减少污染物排放，全面提升煤炭洁配度水平。主要开展褐煤提质加工、低阶煤浮选、高硫煤脱硫、稀缺煤精细分选、空气重介流化床干法分选与全粒级动力煤分选、粉煤超导磁分离干式深度脱硫、智能化高效分选、配煤调质与煤基燃料制备、煤系伴生矿物资源协同加工与利用、煤矿井下大型排矸、矿区水绿色

循环等方面的理论、技术和装备研发。

#### 5. 煤矿区生态重建与环境保护

针对我国煤矿区环境承载力低，存在环境破坏严重、修复率低等突出问题，开展矿区环境监测评估、采动损伤与生态环境治理等理论与技术研究。主要开展生态环境承载力评价、矿区全生命周期环境与生态监测、矿区水资源保护与利用、煤矿废弃物无害化处理、矸石山治理、煤矿采动区塌陷土地治理与利用、露天矿采剥工程与矿区生态重建一体化、大型煤田控火及能量利用、矿井闭坑与地下矿井利用、井下水力蓄能发电等生态保护与修复方面的理论、技术和装备研发。

#### （六）金属资源清洁开发与利用

围绕矿产资源高效开发、节能减排、智能开发和矿业生态环境修复等绿色科技创新体系，攻克金属资源、重要非金属资源开发的共性关键技术和前沿技术，解决制约我国矿产资源保障和绿色开发与利用的瓶颈问题。

##### 1. 复杂与深部资源高效开采

针对深部矿产资源赋存复杂与开采难度大、环境恶劣、效率低、成本高等问题，构建复杂和深部资源开采基础理论体系，突破深井建设、提升、通风降温与地压控制等关键技术及装备，主要开展井下深部安全绿色高效开采技术、大型深凹露天矿高效开采与集运设备、复杂环境难采矿床开采技

术与装备、集中强化大规模采矿技术与装备、智能化开采技术与装备等方面的研究。

## 2. 金属资源绿色选冶

针对金属矿产资源选冶过程中环境污染严重、物耗高、资源综合利用率低等问题，探明多相界面反应调控、最小化学反应量原理、短流程清洁选冶一体化等基础理论，开发一批以大宗传统金属资源绿色开发为代表的原始创新性技术，用较少化学反应量或当量实现资源的清洁低耗低成本的提取，创建面向未来矿产资源绿色开发的新型矿物加工模式。重点开展基因矿物加工理论、选冶过程缺陷诊断与检测、低品位资源清洁高效分离提取、复杂铁矿高效短流程利用、大宗矿产与能源资源协同开发、红土镍矿选择性提取、铝土矿资源绿色选冶、难选钨钼/铜钼资源的高效分离、难处理金矿压力氧化工艺工程化应用、高海拔地区矿石低气压浮选的共性关键技术、基于超导磁选的有色金属矿物分离与回收、载金物料微波焙烧—自浸出高效清洁提金、绿色环保浸金、选冶过程中间物料资源化与无害化处置、多金属资源短流程清洁选冶一体化、冶炼核心过程节能减排、绿色高效浮选药剂、高效节能选冶关键装备等方面的研究。

## 3. 战略稀缺资源清洁高效开发与高值化利用

针对稀有稀散稀土、放射性等战略稀缺资源生产技术装备落后、环境污染严重以及综合利用率低的现状，进行多金

属矿元素分离基础理论研究，主要开展“三稀”资源高效分离提取、“三稀”金属绿色冶炼技术和三废治理、低放射性资源的开发与防护、“三稀”资源的高端化产品制备、铀矿与非传统铀资源低成本高效清洁开发等方向技术与关键装备的研究。

#### 4. 智慧矿山

为全面提升我国矿山行业的生产技术水平，推动传统行业的转型升级，充分利用现代通信、传感、信息与通讯技术，实现矿山生产过程的自动检测、智能监测、智能控制与智慧调度，有效提高矿山资源综合回收利用率、劳动生产率和经济效益收益率。重点开发基于工业物联网的矿山信息高效采集传输及数据库构建矿业感知技术、智能开采装备及其智能操控、选冶流程工业大数据应用、智能化生产与工业优化控制、生产环境监测监控与智能智慧调度指挥与运营的决策技术、基于矿业大数据和云计算的矿山高端服务管理平台等技术方面的研究。

#### 5. 矿业生态保护与修复

针对金属矿产资源开发利用过程中存在三废排放量大、重金属污染事故和生态环境破坏严重等问题，主要开展矿区污染源解析及污染风险评估、矿区污染源解析及污染风险评估、矿区破坏土地合理利用、矿业废水优化调配及有价金属回收深度处理回用关键技术、矿区废渣安全处置及重金属污

染土壤防治与修复、尾渣无害化充填、污染地下水修复、有价金属回收深度处理回用、金属量固定/稳定化控制、废弃物堆场污染源头控制与生态恢复、露天采场高陡边坡生态恢复、污染型尾矿库无害化与高效复垦、城市污泥用于环城矿山废弃地复垦以及露天闭坑采场建尾矿库关键技术、矿区环境健康风险评价及监控预警技术和矿区重金属污染综合防治、安全保障规范体系等研究。

## （七）重要非金属资源开发及关键设备研制

### 1. 盐湖钾及共伴生资源的开发

为合理利用盐湖资源，缓解我国钾、硼等资源短缺现状，针对盐湖类型多、分布广、成分复杂的特点，开展深层卤水与盐湖呆滞钾矿提取转化、水溶性钾资源与伴生镁锂硼资源高效分离等高效利用基础理论研究，重点发展盐岩钾矿安全开采与回填、镁基精细化学品与高纯镁砂制备、大电流低能耗金属镁电解、高镁锂比卤水中锂离子富集与提纯、硼同位素分离，非水溶性钾矿及其伴生铝镓资源分离提取以及高比容、高传导熔盐储能材料开发等技术，在此基础上研发工业化应用的盐湖成分分离提纯、钾镁锂硼等产品制备装备。

### 2. 非金属矿专用加工设备

针对非金属矿种类繁多，形貌、结构与性能相关的问题，开发保护非金属矿功能特性的高效分选技术装备以及非金属矿开发利用的工业化装备，主要包括非金属矿磨碎机、大

尺寸高效浮选机、非金属矿重介质分离装置、非金属矿自动制粒装备、非金属矿转型（转价）高温反应装置等。

### 3. 优势非金属资源高效开发与精细加工

针对非金属矿个性差异大、产品系列化程度低等现状，加强非金属矿物组织结构与性质、超细粉碎、表面修饰、功能矿物材料制备等基础理论研究，重点开展玄武岩系/天然石墨系等大宗非金属矿高端材料开发、天然粘土矿物深度利用、钙基非金属材料清洁高效利用、长石类矿物综合利用、高铝矾土高效提质、高纯石英加工、中低品位磷矿及伴生资源高效开发利用、磷化工与选矿耦合技术、天然镁质碱性矿物高效高值利用、新能源用非金属矿高值开发、非金属资源绿色循环应用制备新型建筑材料等方面研究。

## （八）资源循环利用

针对资源循环利用的重大科技难题，开展废物代谢与转化理论和机理研究，构建更清洁、更高效、更低耗和品质更高的废物控制与循环利用技术和管理支撑体系，提升资源利用效率，推动资源循环利用产业发展。

### 1. 再生资源回收利用

针对废旧消费品再生技术清洁化与装备规模化、大型化的需求，主要开展报废汽车、废轮胎、废塑料、废纸、废矿物油等废旧消费品资源收运与清洁再生利用基础理论、废弃电子产品回收和增值化利用、难处理废弃高分子产品清洁再

生、废旧钢铁再生利用、再生有色金属二次资源清洁循环和保质利用、城市矿山开发利用、废旧稀有稀散稀土金属高效分离提取、二次资源与原生矿协同冶炼等方面的研究。

## 2. 伴生资源综合利用

针对资源开发中的伴生资源以及大宗工业固体废弃物利用，主要开展大宗冶炼固废资源化利用、采矿废石和选矿尾矿协同与梯级利用、赤泥低成本脱碱规模化利用、冶炼尘泥回收与循环利用、煤基固废大规模高值化利用、高铝粉煤灰铝硅资源协同利用、硅酸盐固废制备铝硅系列功能材料、油田油泥资源化利用等方面的研究。

## 3. 建筑垃圾和道路港口废弃物资源化高值利用

针对新型城镇化进程以及超大规模公路网维护所带来的巨量建筑垃圾和道路废弃物，重点开展基于路用特性的建筑垃圾和道路废弃物分类分级方法及差异化应用标准、使用建筑垃圾和道路废弃物的路用材料设计方法、道路结构设计方法及道路的长期性能、建筑垃圾与道路废弃物破碎一分选工艺技术和装备、建筑垃圾和道路废物高值利用技术集成示范、港口航道疏浚泥资源化利用等方面的研究。

## 4. 资源循环利用产业支撑体系

针对资源开发利用产业聚集重点区域，主要开展载能型产业聚集区跨行业循环链接、资源能源密集型工业园区循环化体系构建、区域废物流大数据管理以及资源循环利用相关

政策等方面的研究。研究制定大宗有色金属全社会循环利用管理和技术体系，逐渐减少原矿采选和冶炼规模，最终实现铅、锌等大宗有色金属的全生命周期管理和全社会循环使用模式。

## 5. 机电产品再制造

针对推进高端再制造、智能再制造和在役再制造过程中需要解决的重大技术，面向航空发动机、燃气轮机、盾构机等大型成套设备及复印机、医疗设备、模具等，重点开展再制造表面工程、增材制造、疲劳检测与剩余寿命评估等关键技术研究。

### （九）综合资源区划

面向国家社会经济发展对区域国土开发的总体战略需求，通过资源环境承载力研究与国土空间开发格局优化的研究，促进国土开发与人口资源环境相协调，提高国土开发质量和效率。

#### 1. 资源环境承载力

针对资源环境承载力评价和自然资源资产负债表编制缺乏科学共识和实用技术的问题，主要开展自然资源综合开发权衡理论、国土资源要素关联测度技术、国土资源开发强度评估技术、资源承载力评价技术、自然资源资产负债核算技术、区域生态补偿核算技术等方面的研究。

#### 2. 国土空间开发格局优化与构建

主要开展国土空间生活、生产、生态空间的识别、控制与协调理论，生态保护红线划定理论及方法，城镇规模控制与空间合理布局技术，产业结构优化与空间合理布局技术，战略支撑区带国土资源综合开发的区域成长与和平崛起的地缘政治理论，“一带一路”、京津冀协同发展、长江经济带国土开发优化技术，不动产统一登记技术体系和规范标准体系，土地利用动态监测与信息化体系等方面的研究。

### 3. 自然生态空间用途管制

针对自然生态空间边界范围不清、不同要素用途管制规则和强度不统一等问题，主要开展自然生态空间划定的理论、不同自然条件区域自然生态空间识别与规定的技术方法、不同要素管制规则整体协同技术、自然生态空间变化及生态效应调查评价与监测技术，以及相关技术标准等研究。

### 4. 国土综合整治

针对国土整治系统性、生态化不足和国土空间利用效率低下的问题，主要开展矿产资源开发区综合整治、新形势下耕地保护、建设开发低效用地综合整治、海岸带和海岛综合整治、山地开发与综合整治、石漠化/荒漠化/盐碱地等退化土地综合整治、田/水/路/林/村的综合整治与新型城镇化的城乡土地综合整治等方面的研究。

### 5. 地热资源开发利用

针对我国地热资源分布广泛，潜力巨大，开发利用前景

广阔，但开发利用不足与乱采滥用并存，科学技术研究起步晚、积累少、支撑乏力等问题，主要开展地热资源赋存规律、地热资源勘查与评价、资源生态开发与循环利用以及典型示范等方面的研究。

## 6. 自然资源大数据

针对自然资源开发保护综合统计薄弱、数据挖掘分析不足、决策支撑能力不够等问题，为支撑自然资源资产负债核算、自然生态空间用途管制，主要开展多远自然资源大数据融合、自然资源大数据智能管理与高效处理、自然资源大数据深度挖掘分析与决策支持、自然资源云平台公共服务和自然资源综合监管平台等技术研究。

### （十）人才培养与基地建设

围绕资源开发利用等方面，支持国家实验室、国家工程技术研究中心等培育和建设，加大创新团队、领军人才等培育，支持资源循环利用等产业技术创新联盟建设。

#### 1. 资源开发与利用国家科技创新平台

在资源开发与高效利用方向进行国家重点实验室、国家工程实验室、国家工程技术研究中心等国家科技创新平台的布局和建设，加强国家科技创新平台的运行，形成具有国际先进水平的科技创新平台体系。

#### 2. 资源开发与利用技术创新与信息服务平台

联合科研院所、技术研发实体、中介服务机构、产业投

资公司、大中型企业等产学研优势单位，建立一批国家技术转移中心、资源大数据、技术创新平台，形成开放式、多层面、网络化、综合性的创新服务体系，以市场化运作机制，推动技术成果转化、标准化与推广应用，提升资源开发利用工程转化与技术转移能力。支持再生资源、深地资源勘探装备等产业技术创新战略联盟建设。

### 3. 资源科技创新产业示范基地

依托开发区、高新区、新型工业化产业示范基地等产业集聚区，支持金属资源开发、煤炭资源开发、二次资源开发利用等方向的创新型产业示范基地建设，推动产业集聚集约发展，形成具有推广价值、示范效应的资源高效开发与循环利用集成技术模式，加快资源开发利用产业创新驱动与转型发展。

### 4. 资源科技创新团队

持续支持资源高效开发与循环利用等关键领域的科技创新团队建设，培育若干中青年科技创新领军人才、科技创新创业人才，培养一批高水平的科技人员和企业工程技术人员，大幅度提升资源勘探开发利用的自主创新能力和核心竞争力。

## （十一）国际合作

以拓展利用海外资源、引进与培养人才、提高我国资源保障能力为目标，分层次、分步骤、有重点地开展国际科技

合作。一是结合“一带一路”国家战略，加强与中国周边重要矿产资源国家的资源领域科技合作，主要组织开展中国与毗邻的中亚五国成矿类型与成矿机制研究、特提斯造山带的地质演化与资源效应研究等；二是积极深化与资源优势、技术先进国家的双边和多边合作，推进中国—美国能源与水、中国—以色列水资源、以及中国—南非/中国—澳大利亚等国矿产资源的国际合作，建设资源开发利用的国际合作平台与全球科技合作网络；三是重点组织实施一批具有核心技术的合作研究项目，重点开展中国与澳大利亚间以智能化开采、地下煤火防治与热资源化利用为核心的理论与工程应用方面的合作研究等。

## 五、政策措施

### （一）建立跨部门的统筹协调和会商推进机制

资源领域科技创新任务涉及到不同行业 and 不同部门，必须建立规划跨部门的组织协调和会商推进机制，坚持自下而上的自主选题和自上而下的战略引导相结合，协同有序推进任务落实，加强对规划整体目标的把握及实施进度的监督，研究完善有针对性政策保障措施，保障重点任务实施有序进展。科技部作为我国科技发展综合管理部门，需强化其统筹协调和综合决策职能，充分调动中央层面相关职能与业务部门、行业协会和地方相关机构的积极性，在实施方案编制、任务部署、任务执行等不同阶段开展会商，发挥建设性的推

进作用，在广泛参与的基础上，加强顶层设计和统筹协调，保障资源领域科技创新综合决策的广泛代表性、科学性和高效性。

## （二）建立资源科技创新的多元化投融资机制

在我国经济发展“新常态”和生态文明建设的大背景下，资源领域科技创新的重要性、长期性和艰巨性更加凸显，需要长期大量的经费支持，因此需要建立国家主导下、多方积极参与的多元化投融资机制，以国家和行业财政资金为引导，引导社会资源促进产学研合作，突出并发挥资源行业企业在技术研发应用和资金投入方面的作用，引导企业参与相关研发、技术和管理模式创新，广泛吸收民间资本并鼓励地方投入，完善相关投资、补偿、考评和激励机制，为资源领域科技创新提供长期、高效的经费保障。

## （三）充分发挥资源相关行业协会作用

资源领域历史上由政府多个部门进行管理，在中央机关机构改革后，上述部门大多转变为行业协会。在新一轮科技计划体制改革中，应发挥各行业协会联系政府、指导行业、服务企业的桥梁和纽带作用，完善行业创新工作机制，搭建行业科技创新平台，引导科研机构、企业等具有本领域研发能力的单位都参与到相关领域研究中，推动建立按产业发展重大技术需求部署创新链的科研协作运行机制。建立跨行业智力资源共享机制，加大新技术、新工艺、新装备的推广应

用。

#### （四）完善国际与区域合作交流机制

资源开发利用的全球化趋势愈加明显，进一步扩大开放，全方位加强国际合作，统筹利用国内外科技资源，推进实质性合作研究，营造有利于科学家更好参与国际（地区）科学合作的开放创新环境。鼓励企业在境外进行资源开发，开展自主创新，为国家“走出去”战略提供保障，在全球资源竞争中立于不败之地。与“一带一路”战略相衔接，探索建立与“一带一路”沿线国家在资源领域的联合研究和技术攻关合作交流机制，配合和推动对沿线国家的产能输出和技术交流，继续深化与欧美、澳洲、拉美、南非等地区和国家的科技合作，广泛争取国际支持，建立相应的国际科技研发和交流推广网络。

#### （五）进一步强化企业的创新主体地位，加强产学研协调机制的建设

企业成为创新的主体是创新驱动发展的重要保障。加快在行业骨干企业优先建设国家工程（技术）研究中心、科技成果转化、国际合作基地等研发平台，鼓励产学研结合、大中小企业组成产业技术协同创新联盟。支持企业与科研院所、高校联合开展基础研究，推动基础研究与应用研究紧密结合。在共同研发产品的过程中，形成分工明确、风险共担、利益共享的创新链和产业链，分享市场创新的红利。

（六）加强宣传引导，完善评价机制和配套衔接工作

加强科普宣传和社会引导，为规划顺利实施创造良好的社会环境和舆论氛围。同时，建立规划实施情况的评估反馈机制，强化《专项规划》的实施的跟踪监测、科学评估和督促检查，定期对相关战略目标、计划执行等情况进行科学评估评价，及时协调解决实施过程中遇到的问题，根据资源领域发展形势动态修订专项规划。在实施《资源领域科技创新“十三五”专项规划》中，要加强与《国家“十三五”科技创新规划》、《中国制造 2025》、《能源发展战略行动计划（2014-2020年）》、《能源技术革命创新行动计划（2016-2030年）》以及相关行业“十三五”规划等的衔接配合，积极推荐资源领域科技创新专项（项目）列入国家科技计划体系，强化支撑，统筹协调，形成共同推进规划落实的良好局面，切实推动我国资源领域技术革命。