北京市石墨烯产业发展实施方案

（2024-2028年）

为落实工业和信息化部等七部门《关于推动未来产业创新发展的实施意见》以及《北京市促进未来产业创新发展实施方案》，抢抓新一轮科技和产业变革机遇，引领全国石墨烯技术创新和产业发展，落实首都高质量发展战略，特制定本方案。

# 一、石墨烯产业发展形势

石墨烯具有优异的声、光、电、热、力特性，在新一代信息技术、生物医药、新能源、航空航天等领域拥有广泛应用前景，被认为可广泛服务于经济社会发展的新材料。

美国、欧盟、日韩以及我国等全球80多个国家均发布和资助了一系列石墨烯领域的规划和专项计划，美国IBM、韩国三星、荷兰飞利浦、中国华为等全球超过200家知名跨国企业纷纷将石墨烯制备及其应用作为长期发展战略方向，希望在新一轮竞争中抢占产业发展制高点。过去10年国际石墨烯科学及技术的发展方兴未艾，在石墨烯复合材料、石墨烯芯片材料、石墨烯超导材料等方面不断有新突破。

我国高度重视石墨烯产业创新发展，发布了一系列政策措施推动石墨烯材料制备及示范应用，在航空航天、新能源、大健康等领域上的应用效果逐步显现。国内多个省市先后布局石墨烯产业，已初步形成“一核两带多点”的总体空间格局。“一核”是指北京创新核，主要包括北京石墨烯研究院（BGI）、北京石墨烯技术研究院（BIGT）以及国家纳米中心、中科院物理所、中科院化学所、清华、北理工、北化工等高校、研发机构和产业孵化平台。“两带”是指东部沿海（浙江、江苏、福建、广东、山东）产品应用带及三北（黑龙江、内蒙古、新疆等）矿产资源带。“多点”是指四川、重庆、湖南、陕西、安徽等地区依托其资源、产业基础发展石墨烯产业。目前，国内石墨烯创新与国外基本处于并跑阶段，有条件支撑我国传统产业改造升级、支撑新兴产业实现高质量发展。

# 二、北京市石墨烯技术与产业能力

北京市石墨烯技术研究起步最早，是我国石墨烯创新能力最强的地区，也是全球石墨烯科技优势资源的聚集地。截至2023年底，北京市石墨烯产业骨干企业、机构数量30余家，产业规模约20亿元。其中，石墨烯核心技术攻关平台2家，专精特新企业5家，总体处于中试到产业化过渡阶段。

近年来，北京以建设新型研发机构为契机，推动成立了北京石墨烯研究院、北京石墨烯技术研究院等一批新型研发机构，突破了高品质通用石墨烯薄膜、单晶石墨烯晶圆、烯合金等一批核心关键共性技术，蒙烯玻璃纤维、石墨烯铝合金线缆、石墨烯发热膜、石墨烯润滑油等已完成首批次示范应用并取得产业突破，正在形成一批领先产品及优势企业。其中，石墨烯热管理技术在2022年北京冬奥会成功应用受到广泛关注。同时，北京也在不断加强与河北石家庄、廊坊和天津宝坻、东丽等地区的技术和产业合作，推动京津冀石墨烯产业协同发展。

|  |
| --- |
| 专栏1 北京石墨烯研究院（BGI） |
| 北京石墨烯研究院（BGI）由北京大学牵头建设，2016年10月注册，2018年10月揭牌运行，是国际引领性的石墨烯新材料研发机构，拥有超过400人的研发团队，成员包括中科院院士、长江特聘教授、国家千人计划、万人计划、北京市各人才计划以及高精尖产业化人才，拥有国家自然基金委“石墨烯制备科学基础科学中心”、“国家石墨烯材料产业计量测试中心”、“国家市场监管技术创新中心（石墨烯计量与标准技术）”等4个国家级平台，以及7个联合实验室、6个产学研协同创新中心和2个企业研发代工中心。研究院致力于打造引领全球石墨烯新材料研发高地和创新创业基地，培育集石墨烯材料研发、生产和装备制造于一身的千亿级全球石墨烯领军企业。 |
| 专栏2 北京石墨烯技术研究院（BIGT） |
| 北京石墨烯技术研究院（BIGT）基于北京航空材料研究院10余年石墨烯技术研究成果，由北京市和中国航发联合发起设立，是北京石墨烯产业创新中心运行主体。公司注册资本金6.6亿元，在京有2.5万平米共性技术研发和种子企业孵化平台，布局研发石墨烯生物芯片、石墨烯智能传感器、石墨烯催化剂、石墨烯CMP耗材、烯合金、石墨烯复合材料、石墨烯柔性发热材料、石墨烯改性润滑材料等十余项共性技术，拥有300余项发明专利，自2021年已孵化企业15家，其中专精特新企业3家，2023年累计产值超过5亿元。 |

目前受石墨烯材料批量化制备成熟度不高、产业化应用路径长等因素制约，我国石墨烯产业还存在制备成本高、应用验证不充分、标准化建设滞后等问题，亟待集聚创新要素，围绕产业链配置创新链，着力提升石墨烯材料及其应用技术的战略价值和商业价值，推进石墨烯高性能产品的首批次商业化应用，加快培育和壮大石墨烯产业。

# 三、总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，充分发挥北京石墨烯创新优势，深入实施创新驱动发展战略，坚持问题导向、需求牵引，着力完善石墨烯创新生态环境，通过不断激发市场主体活力，在原始创新、产业集聚、京津冀协同和国际合作等方面取得新突破，实现通用石墨烯材料、新型石墨烯材料高质量稳定生产，推动材料标准化、系列化和低成本化，打造石墨烯产业自主可控、安全可靠的产业链、供应链，加快石墨烯规模化应用进程，推进石墨烯成为北京竞争优势突出的未来产业。

——坚持创新驱动，前瞻布局

瞄准世界先进水平，加快前沿技术布局和关键核心技术攻关，以科技创新推动产业创新；不断优化创新生态和商业模式；着力突破基础材料、核心工艺和高端装备技术，实现石墨烯全产业链自主可控。

——坚持需求牵引，协同发展

围绕国家重大工程和北京高精尖产业发展需求，促进石墨烯产业链纵向延伸，推进“产学研用”合作；深化京津冀协同发展，以北京主创新，京津冀主平台，全国大网络的理念贯通石墨烯产业发展全过程。

——坚持市场主导，政策引导

强化企业创新主体作用，发挥市场在资源配置中的决定性作用，激发市场主体活力；完善政策体系，提升企业服务，营造良好发展环境，加快推进石墨烯科技成果转化进程。

——坚持绿色低碳，国际合作

统筹产业发展和安全，发展石墨烯材料清洁生产技术，推动石墨烯制备、应用全产业链绿色低碳发展；加强国际交流合作，支持石墨烯领域建设国际组织举办品牌论坛，提升北京石墨烯产业国际影响力。

到2026年，北京石墨烯创新能力显著增强，面向航空航天、新能源、人工智能领域突破5～10项关键共性技术，开发出不少于10类典型产品，形成30项以上高质量专利，引进和培育5家以上高新技术企业，石墨烯及相关产品形成50亿级产业规模。

到2028年，基本形成石墨烯共性技术突破和先导产业培育良性互动的产业体系，累计形成50项以上高质量专利，产业标准体系进一步完善，产业能级明显提升。引进和培育20家以上高新技术企业、上市企业数量超过2家，建成2个特色产业聚集区，石墨烯及相关产品形成100亿级产业规模。

# （四）创新布局

按照“次序部署、滚动实施”布局石墨烯技术研发和产业化路线图。面向下一代半导体、新一代信息通讯、生物医药等产业，储备单晶石墨烯晶圆、石墨烯生物芯片等一批前沿技术；面向氢能、人工智能感知、大规模集成电路等领域，布局石墨烯智能传感器、石墨烯催化剂、石墨烯CMP耗材等一批关键技术；面向新能源汽车、航空航天、风力发电、高端装备等方向，突破蒙烯材料、烯合金为代表的石墨烯复合材料、石墨烯柔性发热材料、石墨烯改性润滑材料等量产技术。同步开展石墨烯粉体和薄膜装备研发和制造，为高品质石墨烯材料制备做好支撑。

# （五）产业布局

基于京津冀石墨烯产业现有基础及区域特色，强化海淀、房山、怀柔分工协作。海淀聚焦石墨烯概念验证、产品设计、中试验证、特种应用等创新引领，房山区聚焦石墨烯粉体制备和应用产业集群培育，怀柔聚焦石墨烯薄膜制备、应用及装备仪器制造，构建北京石墨烯产业发展的“金三角”；联合河北和天津共同打造“京津冀碳谷”，北京加强石墨烯创新引领，科技赋能京津冀碳材料产业，河北依托产业园区建设，落地石墨烯粉体、石墨烯增强碳纤维等先进碳材料生产及应用产业集群，天津重点布局石墨烯复合材料和装备制造，三地形成优势互补、错位发展、互利共赢的产业发展新格局。

# 四、重点任务

# （一）关键技术创新工程

围绕航空航天、高端装备、新能源、人工智能、电子信息和生物医药产业需求，充分发挥石墨烯基础和前沿材料特性，提升石墨烯核心产品关键技术创新能力。

1.通用石墨烯材料

瞄准未来石墨烯产业的材料源头和核心制备技术制高点，开发米级通用石墨烯薄膜、4～8英寸单晶石墨烯晶圆的宏量制备技术，实现A3尺寸高品质石墨烯薄膜和6英寸单晶石墨烯晶圆量产。

2.新型石墨烯材料

加快超级蒙烯材料设计与制造技术研究，探索石墨烯材料的新生长载体、复合方式以及组装方法，发展蒙烯金属及蒙烯非金属材料的制备方法，开发针对粉体、纤维、块体等不同形态蒙烯材料的规模化工艺与装备；面向国家重大战略需求，开发高强高韧、高强高剪切等系列烯碳/芳纶III复合纤维及电性能可调的湿法蒙烯芳纶纤维。

3.石墨烯先进应用技术

面向氢能、人工智能、储能电池、科学仪器等产业需求，突破石墨烯金属界面控制技术、自组装石墨烯三维形貌控制技术、石墨烯纳米结构制造技术、高品质石墨烯制备及复合转移技术等关键共性技术，开发高效率低成本催化剂、超高导热石墨烯金属均温板、低成本、高灵敏柔性石墨烯薄膜传感器、石墨烯复合微造型集流体、高性能石墨烯分离膜等应用产品。

4.石墨烯装备及检测仪器制造技术

针对高品质、通用石墨烯薄膜规模化制备的需要，突破大宽幅卷对卷连续制备装备、6～8英寸单晶石墨烯晶圆制备装备、石墨烯薄膜自动化剥离转移装备、石墨烯薄膜自动化检测装备等关键装备制造技术。

|  |
| --- |
| 专栏3 石墨烯先进应用技术及产品 |
| 1、石墨烯催化剂：比活性＞0.3 A/mg(Pt)，电化学活性面积＞105 m2/g(Pt)。  2、石墨烯均温板：厚度＞3 mm，导热性能＞800 W·m/K。  3、石墨烯传感器：感知范围0.03～30 kg/cm2、响应时间≤50 ms、稳定性＞10万次的石墨烯粉体低成本柔性传感器；使用温度-100℃～600℃，拟合斜率≥0.02，非线性度误差≤10%，最大迟滞≤8%的石墨烯薄膜高灵敏宽温域传感器。  4、石墨烯生物检测仪：突破带宽度＜10 nm的石墨烯纳米结构制造技术，开发浓度测量极限≤1.5 pM，平均检测时间＜15分钟的可量产石墨烯生物检测仪。  5、石墨烯集流体：突破金属薄表面膜微结构制造及石墨烯原位生长技术，表面Ra达到0.4～1.3 μm，钠电池在1C充放电条件下循环寿命超过1500周。  6、石墨烯电镜支撑膜：突破石墨烯完整薄膜制造技术，水汽渗透率＜10-6 g·(m2·d)-1、氧气渗透率＜10-5 cm3·(m2·d)-1，获得亲疏水性可调的石墨烯电镜试样载片，实现分辨率高于3 Å生物大分子的高分辨冷冻电镜三维结构解析。  7、石墨烯光通信器件：突破石墨烯光电调制器制造技术，实现数据传输速率≥50 Gbit·s-1，电光调制效率＞0.3V·cm，光电探测器件响应度≥100 mA·W-1。 |

# （二）全场景示范应用工程

1.航空航天及特种应用

推进蒙烯材料、烯碳纤维材料、烯合金材料等材料在飞机、航天飞行器、装备防护等领域的应用技术研究，开展石墨烯玻璃纤维产品、烯碳芳纶纤维、石墨烯均温板3项产品的应用场景验证，推动相关产品在航空航天及特种应用领域的规模化应用。

|  |
| --- |
| 专栏4 石墨烯玻纤保障我国航空装备使用稳定安全 |
| 石墨烯玻璃纤维复合材料是一款集轻质、柔性、长效稳定性能于一体的纤维新材料。与传统玻璃纤维相比，石墨烯玻璃纤维在航空领域有着广阔前景，其独特的力学、热学及电学性能将有助于飞行器在极端环境条件下保障飞行时的稳定性及安全性。目前由我国自研的石墨烯玻纤已经实现了研发-中试-量产的全过程，实现了在航空装备上的首批次应用，荣获航“航空工业十大科技进展”。 |

2.新能源汽车与轨道交通

支持石墨烯柔性发热材料、石墨烯树脂复合材料、石墨烯润滑材料面向新能源汽车、地铁、高铁的应用技术研究，深化石墨烯柔性发热器件产品的应用场景验证，推动相关产品在新能源汽车和轨道交通领域的规模化应用。

|  |
| --- |
| 专栏5 石墨烯发热材料助力传统产业升级换代 |
| 2022年冬奥会对低温环境下人员、现场专业设备的保暖需求给新材料新技术推广应用提供了很好的应用场景，石墨烯改性发热材料改善了传统供热材料及系统能耗高、电热转换效率低、生物安全性较差的问题，成功实现了-20℃低温环境下快速启动运行且智能可调（38～52°C），为冬奥会国家体育场提供了绿色低碳的解决方案，被认定为2022北京冬奥会“科技遗产”。同时该项技术也已成功应用于北汽新能源汽车座舱供暖系统，助力新能源汽车实现冬季续航里程提升30%。 |

3.电子信息与人工智能

鼓励石墨烯高灵敏传感器、石墨烯生物芯片、烯合金材料面向电子信息与人工智能领域的应用研究，开展石墨烯CMP耗材、石墨烯柔性传感器、石墨烯生物芯片3项产品的应用场景验证，推动相关产品在集成电路与人工智能领域的规模化应用。

4.新能源与节能环保

支持高效能石墨烯催化剂、烯合金材料、石墨烯润滑材料在新能源与节能环保领域的应用研究，开展石墨烯集流体、石墨烯氢催化剂和石墨烯润滑油3项产品应用场景验证，推动相关产品在氢能、锂（钠）离子电池、风力发电等新能源与节能环保领域的规模化应用。

5.高端装备与科学仪器

支持石墨烯功能膜材料面向高端装备和科学仪器开展应用研究和产品开发，开展透射电镜用石墨烯电镜支撑膜、石墨烯生物分离膜、石墨烯水氧阻隔膜等石墨烯膜产品应用场景验证，推动相关产品在科学仪器等领域的规模化应用。

# （三）产业集群打造工程

1.石墨烯产业中试及特种应用基地

支持海淀区打造石墨烯前沿技术和一般共性技术研发高地，依托市级新型研发机构等科技创新载体牵头组建国家级创新平台，依托市级制造业创新中心等中试能力突出的机构打造国家级中试验证平台。面向特种应用需求，打造石墨烯两用技术和产品研发及产业化基地；围绕人工智能+的应用需求，打造石墨烯智能感知创新示范基地。

2.石墨烯粉体制备及应用产业集群

支持房山区依托产业化能力较强的市级平台建设石墨烯种子企业孵化器，提升中小企业服务及产业链招商引资水平。推进石墨烯润滑油、均温板、柔性发热组件、集流体以及宽温域电池等一批重点项目开工建设，加快石墨烯CMP耗材、柔性传感器、生物芯片及氢催化剂等产品中试验证及产业化。

|  |
| --- |
| 专栏6 石墨烯种子企业孵化器 |
| 为充分发挥北京石墨烯创新优势，北京房山区建成了15600平方米中试孵化基地。该种子企业孵化器是集免费物理空间、设备共享、技术服务、基金投资及政策支持等功能为一体的多维立体孵化基地，解决了科技初创项目公司的生产成本压力，是石墨烯应用技术商业中试的重要抓手，加速产业化的重要一环。建成3年已孵化规上企业2家，国家级专精特新1家，市级专精特新2家，初步构建了一般共性技术突破和先导产业孵化良性互动的产业建设体系。 |

3.石墨烯薄膜制备和装备仪器制造基地

支持怀柔区依托怀柔科学城建设布局石墨烯高端仪器装备研发和制造，打造石墨烯国际合作社区。推进通用石墨烯材料制备项目、蒙烯材料批量制备项目、石墨烯电镜载网项目等一批重点项目落地建设。

4.在京津冀协同打造京津冀碳谷

依托北京创新资源集聚优势，支持河北布局石墨烯粉体、碳纤维复合材料、导线等重点项目，支持天津布局石墨烯润滑材料、陶瓷材料、防弹装甲材料等重点项目，三地协同共建“京津冀碳谷”，打造优势互补、区域多赢的京津冀产业协同新名片。

# （四）公共服务平台建设工程

1.建设国际先进水平的石墨烯创新平台

支持市级新型研发机构等科技创新载体牵头组建石墨烯领域的国家级创新平台，整合在京石墨烯领域创新资源，打造具有国际影响力的石墨烯新型研发机构。

2.建设国家级行业中试平台和检验检测中心

支持市级制造业创新中心等中试能力突出的机构围绕石墨烯下游应用场景，建设集成中试研发、中试制造、中试验证为一体的国家级中试平台，推动石墨烯科技成果转化；支持在京建设国家级石墨烯行业检验检测中心，提供石墨烯材料的检测和认定服务。

3.支持行业组织发展提升国际影响力

鼓励中关村石墨烯联盟、北京先进材料产业促进会等行业组织推动国内及京津冀地区石墨烯领域产学研用合作。支持成立先进碳材料领域国际产业联盟，推进国际石墨烯科技创新、示范应用和国际标准等方面的交流合作。

4.建设有国际影响力的石墨烯国际交流平台

支持在京有能力的石墨烯科技及产业化创新实体打造国际顶尖的高端学术和产业论坛品牌，强化石墨烯大会等活动形式在促进属地经济发展、京津冀协同等方面的作用，共同引领国内石墨烯产业高质量发展。

|  |
| --- |
| 专栏7 北京石墨烯论坛 |
| 北京石墨烯论坛由北京市科学技术委员会、中关村科技园区管理委员会指导，北京石墨烯研究院主办。作为国内外石墨烯学术与产业的交流平台，充分发挥北京市在石墨烯领域的国际号召力，吸引国内外石墨烯专家学者和产业界人士开展学术交流与合作，链接国内外学术资源，助力前沿学术交流研讨、科研合作和产学研融合，推动石墨烯前沿技术研发、产业应用及成果转化。自2018年启动以来，已经连续召开5届，共吸引国内外3000余人现场参会，在线观看直播人数超过千万，已成为促进北京国际学术交流和石墨烯行业交流的品牌会议。 |
| 专栏8 京津冀石墨烯大会 |
| 京津冀石墨烯大会由北京市经信局和房山区人民政府共同主办，连续成功举办了五届，共吸引了来自10多个国家和地区及国内15个省市3000多人参加，已成为具有国际影响力的石墨烯领域的国际化、产业化的交流平台，体现了京津冀区域通过要素、产业、平台的协同创新，以及在以石墨烯为代表的新材料产业领域所取得的长足发展和广阔前景，推动京津冀协同发展不断迈上新台阶。 |

# 五、保障措施

# （一）加强组织领导

依托全市未来产业工作推进机制，加强与市科委中关村管委会工作对接，强化资源对接、空间用地、监管政策等支持保障；用好行业协会和各类专家资源，统筹推动技术推广、示范应用、招商引资、产业落地以及标准规范等相关工作；发挥北京高校和院所创新优势，构建有效产学研用机制，避免高水平重复研发。

# （二）加大财政支持

支持北京比较优势突出的创新资源联合建设产业中试平台，围绕石墨烯产业关键核心技术，开展产业链筑基和上下游协同攻关，通过高精尖产业发展资金支持石墨烯领域产业化项目落地；通过新材料首批次示范应用保险和奖励政策支持石墨烯重点新产品的示范应用，加快创新产品推广应用和迭代升级。

# （三）重视人才引进

支持创新实力突出的机构建设产教融合平台，加快高校原创性成果向产业端转化，引导高校培养石墨烯产业高技能人才；鼓励石墨烯产业集聚区加大对产业高端人才引进力度，在教育、就业、住房、医疗等方面强化服务保障。

# （四）加大金融扶持

积极引导政府未来产业基金参与项目落地，鼓励社会资本参与石墨烯技术创新与产业化落地；培育支持石墨烯等未来材料中小企业在新三板挂牌、北交所上市；支持各级融资担保机构为企业提供融资担保服务。