

包头市绿氢产业发展规划 (2025-2030 年) (征求意见稿)

2025 年 8 月

目 录

一、氢能产业发展情况	(1)
(一) 全球发展情况	(1)
(二) 全国发展情况	(2)
(三) 全区发展情况	(4)
(四) 全市发展情况	(6)
二、包头市氢能产业竞争力	(7)
(一) 资源富集,制氢潜力巨大	(7)
(二) 场景丰富,应用前景广阔	(8)
(三) 产业集聚,协同优势明显	(8)
(四) 创新驱动,科创成果丰硕	(9)
三、总体思路	(11)
(一) 指导思想	(11)
(二) 发展原则	(11)
(三) 发展目标	(12)
四、重点任务	(14)
(一) 优化绿氢产业发展空间布局	(14)
(二) 加快绿电制氢规模化发展	(19)
(三) 扎实推动氢能基础设施建设	(20)

(四)大力拓展绿氢应用场景	(23)
(五)推动装备制造强链补链	(25)
(六)构建绿氢产业科技创新体系	(27)
(七)加强氢能产业对外开放合作	(29)
五、保障措施	(30)
(一)加强组织协调	(30)
(二)强化要素保障	(30)
(三)强化财金支持	(31)
(四)加强安全监管	(31)
(五)加强宣传引导	(31)

一、氢能产业发展情况

(一) 全球发展情况

氢能产业迈入规模化发展新阶段。2024年,全球氢能生产消费规模约1.05亿吨、同比增长约2.9%,主要用于炼化和冶金、合成氨、合成甲醇、供热等领域,化石能源制氢占比在80%以上;全球新增绿氢产能7万吨/年、同比增长约42%,累计建成绿氢产能超25万吨。绿氢在化工、钢铁及航空领域成为脱碳关键载体,驱动万亿美元级投资。

政策支持力度持续加大。2024年,《联合国气候变化框架公约》第二十九次缔约方大会发布《氢能宣言》,美、欧、日、韩、中东、南美、东南亚等60多个国家和地区将氢能纳入能源战略。欧盟于2023年启动欧洲氢能银行计划,投资30亿欧元构建“未来氢能市场”,目标为至2030年实现1000万吨绿氢年产量及等量进口规模,并通过《替代燃料基础设施部署条例》规范氢能基础设施建设;美国于2023年发布《国家清洁氢能战略》,规划2030年氢能产量达到1000万吨,2024年至2028年间建设超过10个制氢示范项目;沙特阿拉伯着力推动氢能本地化进程,阿拉伯联合酋长国目标为至2031年成为全球氢能领域的领导者,阿曼则计划至2030年实现100万吨/年的绿氢产能。

氢能装备制造产业高速发展。电解槽出货量六年增长20倍,2030年预计超100吉瓦。燃料电池领域,2024年底全球氢燃料电池车保有量近10万辆,年销量1.5万辆、同比增长50%。另外,储

运技术多元化发展,高压气态储氢仍为主流,液态和固态储氢持续推进;美国运营超 1000 公里输氢管道,欧洲规划泛欧氢管网。

(二) 全国发展情况

氢气产能产量稳中有升。截至 2024 年底,全国氢气产能超 5000 万吨、同比增长 1.6%,产量 3650 万吨、同比增长 3.5%。可再生能源制氢方面,2024 年已建成运行项目产能达 12.5 万吨/年,相关项目超 90 个,在建 80 余个,绿氢产量占全国氢气总产量的 0.87%。产业区域分布高度集中,宁夏、新疆、内蒙古三地合计占已投产项目总产能近 80%。2018 至 2024 年间,可再生能源制氢成本持续下降,2024 年可再生氢价指数为 28 元/公斤,但仍高于其他制氢成本。

储运技术呈现多路径并行发展态势。高压气态储氢因技术成熟、成本较低成为当前主流,广泛应用于加氢站和车载储氢场景,2024 年 35MPa 高压储氢瓶市场渗透率超 80%,70MPa 高压储氢技术也在重卡领域逐步推广。低温液态储氢密度高,适合长距离、大规模运输。固态储氢技术加速突破,镁基储氢材料凭借 7.6% 的质量储氢密度和 1 个大气压的工作压力成为研究热点,2024 年中国科学院团队研发的镁基复合储氢材料实现 -40°C 至 80°C 宽温区稳定放氢,储运成本较液态方式降低 40% 以上。此外,金属有机框架(MOFs)、碳基材料等新型储氢材料也进入中试阶段,有望解决储氢速率和循环寿命问题。运氢仍以长管拖车为主,管道输氢占比有望提升。2024 年有超 10 个输氢管道项目取得实质进展,总长度

近 3000 公里,2025 年有实质性进展的输氢管道总长度就达近 7000 公里。“西氢东送”输氢管道示范工程和包—临掺氢长输管道等典型项目发挥着重要作用,国家能源局批准的《输氢管道工程设计规范》为行业提供了标准支撑。

应用场景不断拓展深化。交通领域,燃料电池汽车推广范围持续扩大,在公交、物流、重卡等领域已形成规模化示范运营,部分城市的氢能公交线路覆盖核心商圈与居民区;氢能船舶也进入试验阶段,沿海地区的短途货运航线开始尝试氢能动力。工业领域,绿氢在钢铁行业的氢冶金技术取得突破,多家钢铁企业建成示范生产线,大幅降低碳排放;化工行业中,绿氢用于合成氨、甲醇等产品的项目增多,2024 年相关产能较上年增长 20% 以上。此外,氢能在储能和分布式发电领域的应用逐步落地,部分工业园区和数据中心采用氢能储能系统,实现电网调峰与应急供电,偏远地区的离网型氢能发电站也为当地提供稳定电力。

氢能科技创新持续推动。我国近年来取得了众多关键突破,全方位推动产业发展迈向新高度。制氢领域形成规模化集群优势,碱性电解槽实现工业化验证,兆瓦级 PEM 电解槽投入试运行,海水制氢中试成功推动绿氢降本。储运技术构建多形态体系,70MPaIV 型储氢瓶量产,掺氢天然气管道示范运行;5 吨/天氢液化系统达国际水平。应用技术多元创新,工业领域氢基竖炉吨钢减碳 70% 以上,交通领域燃料电池重卡续航破 1000 公里,兆瓦级纯氢燃轮机整机试验成功。

(三)全区发展情况

自治区立足风光资源优势,全面推进绿氢全产业链发展,在可再生能源制氢、输氢管道建设、储运体系完善、多元化应用场景拓展以及装备制造能力提升等方面取得显著突破。在国家密集出台氢能政策的背景下,自治区先后印发《内蒙古自治区绿氢产业先行区行动方案》《内蒙古自治区绿氢管道建设发展规划》等纲领性文件,明确将打造全国领先的绿氢产业先行区作为核心战略目标。

可再生能源制氢规模进一步扩大。自治区依托丰富的风光资源禀赋,大力推动风光制氢一体化项目落地。目前全区已批复风光制氢一体化项目 50 余个,涵盖光伏电解水制氢、风电耦合制氢等多种技术路线,已建成绿氢产能达 6 万吨/年,规模位居全国首位。风光制氢项目主要集中在鄂尔多斯、包头、兴安、赤峰、乌兰察布等风光资源富集区,通过“绿电—绿氢”协同模式有效解决新能源消纳问题,为全国规模化制氢提供示范。

率先系统性布局输氢管道。自治区能源局明确提出构建“一千双环四出口”骨干管网体系,重点推进跨区域长距离输氢管道示范工程。目前,全区已批复达茂旗至包头市区、乌兰察布至京津冀、敖汉旗至元宝山三条绿氢管道项目。其中达茂旗至包头市区氢气长输管道工程(以下称为“白云矿区至包头市区氢气长输管道工程”)将成为我国首条百公里级纯氢输送干线,采用高钢级管材和抗氢脆技术,为建立全国氢能管网标准积累实践经验。管道

网络的逐步完善大幅降低终端用氢成本,推动氢能从“产地消纳”向“跨区域调配”升级。

储运及加注能力建设同步加速推进。自治区重点发展高压气态储运、液氢储运及固态储氢等多技术路线,满足规模化调峰需求。运氢领域已形成 20MPa 高压长管拖车运输网络,开展液氢槽车示范运行,单次运氢量提升 5 倍以上。终端加注体系持续完善,全区已建成加氢站 19 座,覆盖主要工业园区和物流枢纽,形成覆盖重点城市的“氢能走廊”。

用氢场景呈现多元化拓展趋势。除传统交通领域(氢燃料电池重卡、公交)外,工业领域深度脱碳成为重点方向,开展绿氢耦合煤化工示范,实现甲醇合成过程的碳减排;包钢集团启动氢冶金中试项目,探索钢铁行业低碳转型路径。此外,正在探索绿氢合成氨、绿氢合成航空燃料等应用场景,形成多元化应用生态。

氢能装备制造及产业链构建成效显著。依托雄厚的装备制造基础,自治区重点培育电解槽、压缩机、储氢容器、燃料电池等核心设备产业链。产业链上下游企业超 50 家,涵盖制氢系统集成、氢能动力装备、检测认证等关键环节,初步形成“材料—部件—装备—服务”的完整产业体系。

综合来看,自治区通过政策精准引导、重大项目带动和全链条布局,正加速从“风光资源大区”向“氢能产业强区”跨越。随着风光制氢产能的持续释放、输氢管网的贯通互联、应用场景的纵深开拓以及装备制造集群的壮大,自治区绿氢产业先行区的引领作用

将进一步凸显,为国家构建新型能源体系提供重要支撑。

(四)全市发展情况

制取方面,已建成华电 20 万千瓦风光制氢一体化项目稳定运行 1 年半,年产绿氢 7800 吨,实现 100% 绿电制氢,氢气纯度超过了 99.999%;3 个绿氢项目建成后,新增绿氢产能 8 万吨。

储氢方面,具备 3750 吨固态储氢材料、200 台套固态储氢装置产能,打通了固态储氢材料—固态储氢装置—终端应用产品研究,研究开发了固态储氢氢能两轮车、固态储氢叉车、固态储氢重卡、固态储氢装载机等多个应用产品,建成自治区首座 100kg 级撬装固态储氢加氢站。

输运方面,白云矿区至包头市区氢气长输管道约 190 公里,年最大输运能力 20 万吨,预计 2026 年可以形成输氢能力。目前主要采用长管拖车运输,运费约 12—13 元/公斤,待长输管道投用后,运输成本可压缩到 3—4 元/公斤,将有效降低运输成本。

加氢方面,已建成加氢站 1 座、撬装站 7 座,具备加氢能力达到 10 吨/日以上。

用氢方面,工业领域金鄂博工业锅炉实现天然气掺烧 20% 绿氢、年消纳绿氢 2000 吨,包钢 50 万吨还原铁、明拓 110 万吨还原铁 2 个项目达产后可消纳绿氢 7 万吨以上。交通领域,围绕我市煤炭运输场景,共打造了东胜兴旺煤矿至华电河西电厂(G7 陆港)、东胜兴旺煤矿至土右旗华电电厂、东胜兴旺煤矿至包头东华热电厂、九峰山至大城西煤炭物流园区等 4 条运输线路,运营氢能重卡

120 多辆,年消纳氢气约 2000 吨;稀奥科形成氢能共享两轮车批量产能,首批 50 辆已投放。

氢能装备制造方面,氢晨氢燃料电池生产基地、鲲华新能源氢燃料电池动力系统 2 个装备制造项目已具备投产条件,氢通年产 5000 台氢燃料电池系统、氢盛 PEM 电解槽生产基地、鸿源电解槽等多个项目正在加速建设。

二、包头市氢能产业竞争力

(一)资源富集,制氢潜力巨大

我市新能源技术可开发总量达 5600 万千瓦,是全国少有的风光资源双富集区域。依托可再生能源优势,我市绿氢发展空间广阔。

风电资源条件。我市是国内风能资源最富集的地区之一,风能资源主要集中于固阳县东南部、土默特右旗北部及达茂旗全境。山北地区 70 米高度年平均风速超 8.1 米/秒,年平均风功率密度达 446.7 瓦/平方米,风速及风功率密度均居国内领先水平。全市风电可开发量达 2540 万千瓦,年可利用时间超 3300 小时,开发潜力巨大。

太阳能资源条件。我市太阳能资源丰富且分布均衡,年总辐射量 1658.05—1675.14 千瓦时/平方米·年,直射量 2236.89—2299.34 千瓦时/平方米·年,年可照时数 3164—3168 小时。全市光伏可开发量达 3060 万千瓦,年可利用时间超 1650 小时。

另外,我市北邻蒙古国东戈壁省,该省风电年发电小时数达

2200—3900 小时,未来可探索在蒙古国南部戈壁建设大规模新能源项目并回送我市消纳。

(二)场景丰富,应用前景广阔

依托扎实的工业制造业基础,我市具备不可替代的氢能应用场景优势,为氢能产业化提供了广阔市场空间。

交通领域。我市作为矿产资源大市和采矿业集聚地区,满都拉口岸及白云矿区、九原区、土右旗等地区矿产品运输需求巨大,氢燃料电池汽车具有更好的耐低温和更长的续航里程,在重卡替代等方面优势明显。

工业领域。化工耦合绿氢低碳发展应用场景广阔。钢铁、煤化工、装备制造产业面临绿色转型压力,绿氢耦合可提供深度脱碳路径,天然气掺氢示范项目已在金鄂博氟化工取得成功,威丰新材料、丰州材料已开展掺氢设备的安装调试工作。多晶硅、稀土新材料等企业氢能需求陆续增长。

电力、通讯和建筑等领域。已申报高新区、达茂旗两个零碳园区,开展氢燃料电池冷热电联供、工业园区氢能低碳转型应用。5G基站、大数据中心建设,对能源系统的稳定性提出了更高的要求,氢燃料电池备用电源、应急保障电源、固定式燃料电池热电联供等技术,可以提升能源系统的安全运行水平和抗风险能力。

(三)产业集聚,协同优势明显

我市作为自治区重要的工业基地,依托深厚的工业积淀和发达的装备制造业,为氢能产业发展奠定了坚实基础,在产业链协

同、技术研发转化及生产制造能力等方面具备显著优势,为氢能产业的培育壮大创造了得天独厚的条件。

制氢装备制造。已落地华电科工、国鸿氢能、氢盛能源等企业,推进电解槽设备本地化生产。华电新能源制氢示范工程采用了全国领先的大容量碱性电解槽、PEM 电解技术等,PEM 电解水制氢工艺对电力系统可做到“分钟级启动、秒级响应”,能有效消纳波动性较强的可再生“绿电”。

储运装备制造。稀土功能材料创新中心下线全国首台套氢气循环供应固态储氢装置,稀奥科正开展 49 吨重卡用固态储氢模块生产制备。包钢高性能管线管可用于生产输氢管道;北奔、稀奥科正积极布局输氢专用车辆,补齐运氢装备短板。

燃料电池及整车制造。已落地鲲华、氢晨、氢通等企业,加速推动燃料电池本地化生产。内蒙古首台套氢燃料车—北奔重汽 100 千瓦级氢燃料电池环卫重卡下线,全球首台 136 吨级氢能源矿用矿用车下线,填补百吨级氢能源动力矿用车生产的空白。

加氢装备制造。已落地氢能压缩机头部企业青岛康普锐斯,积极对接中石化机械、海德利森、上海氢枫等加氢装备制造企业。

(四) 创新驱动,科创成果丰硕

在氢能产业发展领域具备坚实且卓越的创新基础,优势显著。

科研资源汇聚。聚焦新型固态储氢材料、氢燃料电池、催化剂等关键领域,依托内蒙古金属材料研究所、鹿城实验室、包头稀土

研究院、上海交大包头材料研究院、内蒙古科技大学等一批高水平科研机构,持续开展技术攻关并取得重大突破,为全市氢能产业发展源源不断地提供核心技术支撑。

研发投入强劲。持续加大研发投入力度,2023年,全市全社会研发投入达82.4亿元,研发强度为1.93%,位居全区首位,全年技术合同成交额突破20亿元。2025年,市委、市政府连续第三年以“一号文件”形式,对创新驱动和战略性新兴产业发展战略作出全面的部署,明确提出“全年全社会研发投入突破100亿元、增长10%以上,力争战略性新兴产业增加值达到500亿元、增长40%以上”的目标,为氢能产业在资金、资源等方面的投入提供了有力保障。

技术突破显著。2000吨/年最大绿氢掺烧规模工业化示范项目成功点火,工业天然气与绿氢最高掺烧比例技术落地,打通“风/光电制氢+掺氢管道输送+工业供能”全链条,为新能源产业发展增添关键战略支点。

技术跨越成效明显。包钢集团研发的抗氢脆管线钢L360MH,为国内首条高压力、长距离天然气掺氢管道示范工程提供有力支撑,以2.65万吨供货量构筑起“氢能动脉”的钢铁保障。

碳足迹认证领先。率先探索建立碳足迹公共服务体系,将120家绿电消纳用户纳入碳足迹数据平台,对电网运行、能耗调度等核心数据进行精准监测和统计,为碳决策、碳考核、碳交易、碳认证提供全面服务,并为企业免费提供符合国际标准的碳足迹公共服务。

同时,积极与德国莱茵认证(TUV)、中国质量认证中心(CQC)开展合作,推动认证体系国际化。双良、大全已取得英国标准协会颁发的《碳足迹核查声明》证书,成功获取企业数字化“碳足迹码”和国内首张绿电国际碳足迹认证证书。制定绿氢产品零碳 CCER 方法学,为绿氢产业发展在碳管理和认证层面提供有力支撑。

三、总体思路

(一)指导思想

坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻落实党的二十大和二十届二中、三中全会精神,深入贯彻习近平总书记对内蒙古的重要指示精神,以铸牢中华民族共同体意识为主线,充分发挥新能源资源充足、产业基础扎实、应用场景丰富优势,以氢能产业高质量发展为主线,以重点示范项目为依托,以打造现代化氢能产业体系为导向,按照“供需协同、南北贯通、产业联动、科创赋能、绿智氢城”总体思路,持续推动氢能产业强链、延链、补链、固链,实现氢能产业基础高级化和产业链现代化,努力将包头市建设成为全国首座全场景绿氢自循环创新之城和全国重要的氢能装备制造基地,为全国氢能产业高质量发展贡献包头力量。

(二)发展原则

因地制宜,示范先行。立足资源禀赋综合优势和发展实际,突出发展特色和比较优势,将氢能产业发展和重点示范工程建设有机融合,点线结合、以点带面推动实现差异化、一体化发展,形成以示范促产业、以产业助示范的良性互动发展模式。

市场主导,政府引导。充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,突出企业主体地位,探索氢能利用的商业化路径,着力提高氢能技术经济性。同时更好地发挥政府作用,以完善政策制度保障为基础,激发市场主体积极性,进而优化产业空间布局,引导行业规范有序发展。

安全优先,统筹发展。把安全作为包头氢能产业发展的基础和内在要求,建立健全氢能安全监管制度,强化对氢能全产业链安全风险的预防和管控,保障氢能产业安全发展。统筹构建清洁、低碳、安全、高效、多元的完整氢能体系。

创新驱动,科技赋能。强化氢能各环节的技术创新,重点突破产业链关键技术、关键材料和零部件,强化制备工艺、储运方式的研发和创新。强化氢能重点实验室、工程研究中心、企业技术中心与包头氢能产业的融合发展。

开放合作,融合发展。统筹自主研发和引进吸收再研发,加强“政产学研金服用”深度融合;充分发挥包头与周边区域的协同互补与辐射带动效应,立足区位优势 and 比较优势,聚势强链打造区域化氢能产业集群,努力构建区域氢能产业生态圈和共同体。

(三)发展目标

总体目标:扎实推动包头氢能产业发展“12321”战略,全面推动氢能产业“千百万”体系建设。即,**1条发展主线**,聚力独特综合优势实现氢能产业高质量发展;**2大发展愿景**,努力建设成为全国首座全场景绿氢自循环创新之城和全国重要的氢能装备制造基

地;3个千量级工程,千万千瓦级风光制氢大基地工程、日消纳千吨级绿氢应用工程、氢能产业规模跃千亿工程;2项百量级工程,绿氢长输管网百公里工程、增改扩加氢站百余座工程;1个万量级工程,重点推动实现万余辆氢能重卡运输替代。

具体发展目标如下:

氢能供需场景开发:到2030年,绿电制氢能力达到52万吨/年左右,全场景应用日消纳氢气约1500吨。**氢交通:**推进氢能在交通领域应用,提升氢燃料电池汽车在运营车辆的比重,重点加快氢燃料重卡(含氢能矿卡)的普及,力争到2030年实现氢燃料电池汽车替代达10000辆。**氢工业:**加快推动氢能在冶金、掺烧等领域应用,争取到2030年氢能在工业领域达到规模化应用。**氢化工:**推动绿氢化工健康发展,丰富绿氢在化工领域的应用场景。**氢电力:**探索绿氢在电力调峰、应急电源等电力领域应用。

基础设施:加快推动绿氢长输管网及分支管网建设,到2030年输氢管网长度达到200公里左右,最大管输能力不低于20万吨/年。配套增、改、扩建加氢站满足氢燃料汽车日常所需。

产业经济:到2030年,氢能整体产业投资规模突破1000亿元,力争实现年产值600亿元。

创新能力:引进氢能产业链核心材料、关键零部件及系统集成等领域优质企业,培育拥有自主知识产权、核心竞争力强的先进企业20—30家,提高涉氢装备制造能力。

包头市氢能产业发展目标

一级指标	二级指标	2027年	2030年	单位
绿电制氢	新能源	900	1200	万千瓦
绿氢应用	涉及交通工业电力热力等领域	30	52	万吨
基础设施	输氢管道	190	200以上	公里
	管输能力	10-20	10-20	万吨/年
	加氢站（含撬装站）	30	满足需求	座
产业经济	产业投资规模	600	≥1000	亿元
	年产值	/	600	亿元
创新能力	龙头企业	10	≥30	家
	技术创新	氢能产业技术创新能力得到显著提升，核心技术、关键技术水平居全国前列		

四、重点任务

（一）优化绿氢产业发展空间布局

按照山北地区与山南地区差异化定位，突出各自优势，优化协作模式，强化发展合力。

打造山北绿氢生产核心区与供应枢纽。白云矿区、达茂旗、固阳县等山北地区发挥资源优势，大规模布局风光制氢项目。通过白云矿区至包头市区氢气长输管道与山南地区互通互连，并构建输氢支线管网，与本地化工园区、矿山运输等应用场景相连，大幅降低区域绿氢使用成本，撬动包头市绿氢规模化应用市场闭环。

专栏1 山北氢能产业发展重点方向

1. 山北风光资源技术可开发量

经初步筛查,全市风光等新能源技术可开发量约4000—5000万千瓦,其中,风电2500—3000万千瓦,光伏发电1500—2000万千瓦,基本位于山北的白云矿区、达茂旗、固阳县3个地区。风光资源足以支撑52万吨/年绿氢产能。

2. 山北绿氢供应枢纽功能

白云矿区至包头市区氢气长输管道起点在达茂旗和白云矿区交界附近,向南经固阳县至昆区。山北地区不仅承担绿氢输出功能,还在区域内构建支线输氢管网,与本地化工园区、矿山运输场景相连,实现绿氢在本地的高效输送与利用;同时,通过主干输氢管线,将绿氢稳定输送至山南地区,在整个输氢网络中发挥关键枢纽作用。

3. 山北氢能就地消纳应用场景

在白云矿区等区域,结合矿区内大量的矿山机械、矿用重卡、加氢站等应用场景,推广氢能重卡应用,构建绿色运输体系,打造绿氢“就地应用”的示范场景,实现绿氢在山北区域内的小循环。依托化工园区,推动绿氢在化工原料替代中的应用,如用于合成氨、甲醇等化工产品生产,减少化工行业碳排放。

打造山南多元化用氢场景示范区与氢能技术创新高地。山南地区发挥产业优势,拓展绿氢在交通、化工、冶金、燃料等领域的全场景应用。交通领域重点推广氢能重卡,开展液氢重卡示范,化工领域开展煤化工绿氢耦合示范,钢铁领域开展氢冶金示范,新材料领域推广晶硅、稀土磁材氢碎环节等生产环节天然气掺氢,探索民用天然气掺氢应用。整合企业、高校和科研机构资源,重点围绕燃料电池、储氢、制氢三大产业集群,开展核心技术攻关与成果转化,打造山南氢能装备制造基地。

专栏2 山南氢能产业发展重点方向

1. 多元化氢能应用场景

氢能重卡:主要用于市内进煤专线、铁路集运站、火电厂、钢铁企业等长途运输车辆的氢能替代,计划2027年开始逐步推广液氢重卡。

煤化工绿氢耦合示范:依托国能包头煤化工企业,开展绿氢耦合灰氢联合生产示范,逐步扩大绿氢替代规模。

氢冶金:依托包钢钢联股份有限公司,采用中国钢研冶金自动化研究院设计院有限公司完全自主开发的纯氢氢基竖炉直接还原铁技术,建设绿电绿氢直接还原铁氢基竖炉示范项目。

天然气掺氢:示范项目已在金鄂博氟化工取得成功,完成20%掺氢量验证,年消纳绿氢2000吨。总结示范项目成功经验,加大推广力度。

2. 技术创新

围绕燃料电池、新型固态储氢材料及装备、电解水制氢、关键材料等领域,开展核心技术攻关与成果转化。在制氢环节,研发高效电解槽、电极等关键材料和设备;在储氢环节,突破新型固态储氢技术,提升储氢密度与安全性;在输氢环节,优化管道输送技术与设备。

3. 山南氢能装备制造基地

电解槽制造:已落地上海氢盛、鸿源等项目,推进电解槽设备本地化生产。

电解槽配件制造:无锡翌嘉已落地,其主要产品为电解槽双极板、端压板、端极板等。

气液分离纯化装置制造:内蒙古三技已落地,填补了电解槽附属设备的空白,其主要产品包括氢能压力容器及管阀件设计、生产、检验及安装。

智慧系统制造:内蒙古华氢已落地,专注于氢能企业及项目提供安全数字化整体解决方案的科技型公司,其主要产品包括工控安全软件开发及安全数字化项目咨询。

电解槽电源制造:北京英特利、保定宏诚已落地,助力包头市构建完整的电解槽产业生态。

压缩机制造:青岛康普锐斯已落地,其自主生产的液驱压缩机突破多项“卡脖子”技术。

催化剂制造:青岛创启已落地,突破国际封锁,实现氢燃料电池催化剂完全国产化,其产品市场占有率领先。

燃料电池制造:上海鲲华、氢通已落地,加快实现燃料电池本地化生产。

整车制造:具备氢燃料电池环卫重卡和氢能源矿用车生产能力。

储氢装备制造:依托包头本地稀土资源优势,已具备 3750 吨固态储氢材料产能,落地液氢储运装备制造线。

运氢装备制造:包钢高性能管材可用于输氢管道建设,着力支持输氢专用车辆研发,补齐运氢装备短板。

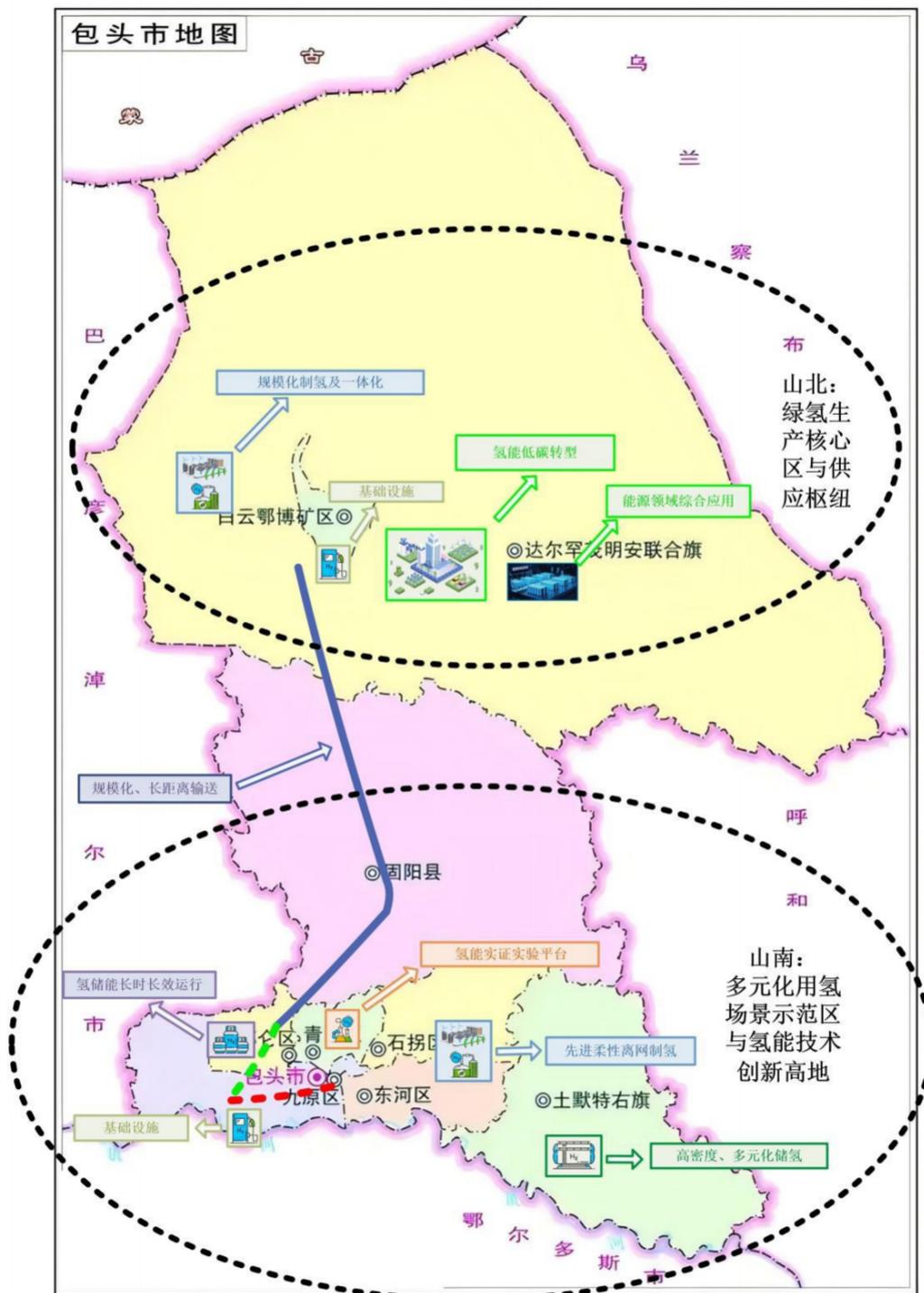


图1 包头市绿氢产业发展空间布局

(二) 加快绿电制氢规模化发展

打造十万吨级绿氢生产基地。发挥风光资源丰富、土地资源充裕的优势,重点在达茂旗、固阳县、白云矿区等山北地区梯次布局大型风光制氢项目群,至 2027 年制氢能力不低于 30 万吨/年,配套风光项目规模不低于 750 万千瓦,至 2030 年制氢能力达到 52 万吨/年,配套风光项目规模千万千瓦。

加快推动重点项目开发建设。加快华电达茂旗 100 万千瓦风光制氢一体化、国际氢能冶金化工产业示范区新能源制氢联产无碳燃料配套风光发电一体化示范、吉利通风光绿电电解水制氢充装等项目建设,推动华发氢能风光氢储(液化)一体化等项目落地建设,加快发展绿色氢氨醇项目。

专栏 3 风光制氢重点建设项目

1. 已建成项目

华电包头市达茂旗 20 万千瓦新能源制氢工程示范项目,电解水制氢 0.78 万吨/年,该项目已于 2024 年投产。

2. 重点推进项目

(1) 已批复的 3 个风电光伏制氢项目

华电达茂旗 100 万千瓦风光制氢一体化项目,建设 70 万千瓦风电、30 万千瓦光伏发电和电解水制氢 4.7 万吨/年,绿氢全部通过输氢管道送至包头山南化工区消纳,预计 2026 年 12 月投产。

国际氢能冶金化工产业示范区新能源制氢联产无碳燃料配套风光发电一体化示范项目,建设 50 万千瓦风电和电解水制氢 2.8 万吨/年,制氢全用于合成氨,预计 2026 年 12 月投产。

吉利通风光绿电电解水制氢充装项目,绿氢通过输氢汽车送至化工、稀土冶炼企业使用,预计2028年投运。

(2)推动内蒙古华发氢能科技有限公司风光氢储(液化)一体化项目尽快获得批复,该项目建设75万千瓦风电、25万千瓦光伏和日产液氢130吨。

高水平谋划布局风光制氢一体化新项目。统筹绿氢需求、市场潜力、风光资源分布、运输方式等边界条件,充分发挥白云矿区至包头市区氢气长输管道工程作用,谋划建设风光制氢一体化新项目。在管道覆盖范围外,支持风光制氢及液化工厂一体化项目建设,至2030年氢气液化能力达到20万吨/年,为液氢重卡大规模应用创造条件,全面降低氢储运成本。积极采用新技术新装备,推动大规模柔性离网制氢、分布式光伏制氢等项目的应用示范。

(三)扎实推动氢能基础设施建设

加快区域绿氢管网建设。依托自治区“一干双环四出口”管网规划,构建包头区域绿氢管网主体网架,形成高密度、轻量化、低成本、多元化域内氢能储运体系。以“主干+支线”布局输氢管网,加快推动白云矿区至包头市区绿氢长输管道主干管网建设,实现山北绿氢向山南负荷中心的规模化输送。启动氢气长输管道支线管线规划建设工作,形成“一主多支”的市域绿氢管网,覆盖山南重点用氢区域,支持企业自建点对点专用氢气管线。

加快绿氢枢纽站建设。建设以氢气长输管道昆区末站至九原区氢能枢纽站,有效串联昆区、九原区等旗县区不同的产业资源,促进氢能产业协同发展,打造完整的氢能生态。开发集氢源检测、

需求预测、路径优化、交易结算、安全预警等功能于一体的智能化调度平台,实现“制储输用”全链条数字化管理,动态匹配供需,优化储运路径,降低综合成本。

加快加氢站规划布局建设。以“适度超前、合理配套、覆盖全域”为原则,围绕产业发展规划与实际用氢需求布局建设加氢站,构建安全高效、互联互通的加氢基础设施体系,为氢燃料电池汽车大规模推广及工业用氢多元化应用提供有力支撑。根据氢能重卡推广计划 and 市场需求,预计到 2027 年重点推进 30 座加氢站建设,到 2030 年加氢站数量满足氢燃料汽车日常所需。同时,积极开展加油、加气、充电和加氢合建站模式试点建设,提高土地利用效率与基础设施综合服务能力。

专栏 4 氢能储运基础设施建设规划布局

1. 绿氢长输管网

重点建设白云矿区至包头市区氢气长输管道工程项目,起点为达茂旗巴润工业园首站,管道总体方向自北向南,途经达茂旗、白云矿区、固阳县、乌拉特前旗、昆区,终点为昆区末站,管道全长约 190km,将山北低价绿氢输送至山南,年送绿氢规模 10 万吨(加压下 20 万吨)。同步推进昆区、青山区、九原区、东河区、土右旗、稀土高新区等支线管网谋划建设工作,逐步实现重点园区全覆盖。谋划市区与达拉特旗输氢管道线路,争取与自治区“一千、双环、四出口”输氢管网同步推进。

2. 加氢站规划布局

到 2027 年,全市建设加氢站 30 座,其中市区 15 座、其他旗县 15 座,服务各大火电厂、自备电厂及其他氢能重卡服务企业。

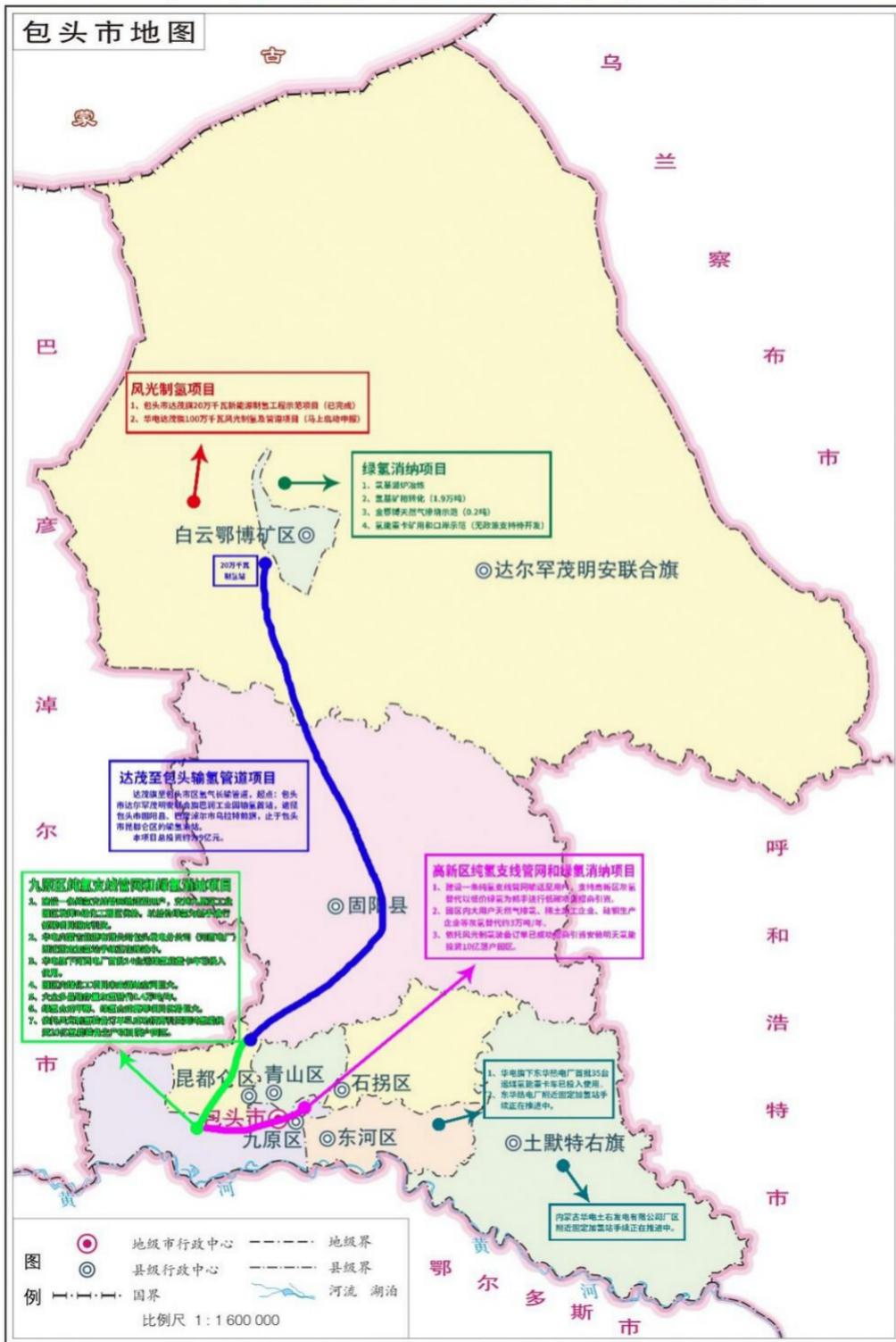


图2 包头市绿氢管网示意图

(四) 大力拓展绿氢应用场景

结合包头市产业布局、产能分布、基础设施与能源消费特点，积极推动氢能在交通枢纽、冶金工业、化工园区、分布式供能等重点领域的规模化应用，拓展氢燃料电池汽车运营、冶金氢气替代、化工绿色氢源利用、分布式氢电联供等多元应用场景。

交通领域。加快推动绿氢交通应用，围绕河西、东华、土右三个火电厂建立零碳运输网。打造氢能重卡运煤示范线，打造“甘其毛都口岸—大城西”、“满都拉口岸—大城西”氢交通零碳物流示范线路。以氢气管道为干线，构建“干线末端”二级氢能配送体系，配套建设5座日加注量5吨的加氢站，搭建覆盖全要素的氢交通数字化管理平台，实现跨区域物流及工业短倒场景。根据市政车辆类型、数量、运行工况及现有公交车的更新周期与线路分布等情况，试点开展氢能车辆替代。以共享电动车运营企业为主体，推广氢能共享两轮车。

工业领域。重点利用氢能助力工业脱碳，重点开展天然气掺氢、氢冶金、氢化工等示范应用。天然气掺氢，发挥金鄂博氟化工天然气掺氢示范作用，推动威丰新材料、丰州材料、固阳东方希望、中浩燃气等企业掺氢项目早日建成；鼓励构建区域掺氢网络，为天然气掺绿氢技术突破及安全、环保、经济、高效能应用提供关键理论指导和技术支持，逐步提升掺氢比例至20%，形成“绿氢+天然气”协同供能模式。氢冶金，积极推进包钢钢联采用的纯氢氢基竖

炉直接还原铁技术示范项目、明拓铁素体氢冶金技术示范项目建设。氢化工,推动通威高纯晶硅、大全新能源、国能包头煤化工等企业灰氢替代。重点推动绿氢制氨和甲醇向尿素、聚酰亚胺、吸水树脂等高端新材料延伸,提升产品附加值。

专栏5 氢冶金示范项目

包钢氢冶金项目:拟采用中国钢研冶金自动化研究设计院有限公司自主开发的纯氢氢基竖炉直接还原铁技术,建设年产50万吨直接还原铁—绿电—绿氢—氢基竖炉—75万吨电炉炼钢示范线;

明拓氢冶金项目:拟建设1条全绿氢直接还原铁生产线和配套180万吨球团矿及相关配套公辅设施,项目采用全球先进的MIDREXH2炼铁工艺,建设直径6.5米配有耐火内衬的竖炉。

能源领域。氢基燃料,全力推进白云矿区、达茂旗、固阳县风光资源高效利用,实施制氢合成氨、制甲醇一体化项目建设,延伸绿氢产业链、绿色价值链,打造绿氢产用大区。推动燃煤电厂、煤化工等企业开展碳捕集及利用(CCUS)技术论证,探索绿氢+CCUS合成甲醇的潜在效益,统筹规划建设一批“液态阳光”示范项目。推动绿氨在工业储能以及清洁能源掺烧等多领域应用。氢发电,发挥氢能大规模、长周期储能优势,结合高比例新能源发电的储能调峰需求,适度超前布局氢储能,加强氢电协同。重点支持在可再生能源制氢基地及零碳工业园区内布局氢燃料电池、氢燃气轮机调峰电站示范项目,探索中型以上规模氢储能系统和氢调峰电站的推广应用。

专栏6 氢基燃料示范项目

水木明拓绿氢制绿氨项目:建设60万绿氢合成氨生产线。

中电科港能市场化新能源制氢合成绿色甲醇项目:建设2GW市场化新能源制氢合成40万吨绿色甲醇项目。

宁波风电绿色氢醇项目:建设新能源制氢合成150万吨绿色甲醇项目。

专栏7 氢发电示范项目

氢燃机示范应用:依托包头市达茂旗纯氢管网布局,利用达茂旗20万千瓦风电制氢基地产能,在九原工业园区建设“电—氢—电”长时储能示范项目。项目配建2.65吨高压储氢装置及7MW级氢燃机发电系统,构建“绿电制氢储氢调峰氢燃机供电/供气”一体化能源系统,为包头金属深加工园区解决长时供电需求,为电网提供调峰支撑,同步实现工业园区工业企业提供清洁化蒸汽供给。

燃料电池发电示范应用:在达茂旗巴润工业园区建设1MW氢燃料电池热电联供系统,配套高压储氢装置,利用达茂旗20万千瓦风电制氢,依托车辆运输提供绿氢供给。系统年发电量146万kWh,满足园区顶峰用电需求;年供热1168MW,替代园区燃煤锅炉。燃料电池发电系统与光伏、储能形成多能互补,在电网故障时自动切换为备用电源,可保障园区关键负荷72小时连续供电。

(五) 推动装备制造强链补链

以燃料电池及动力系统集群、新型固态储氢材料集群、电解水制氢装备集群三大产业集群为引领,开展延链补链,补齐双极板、膜电极、催化剂等关键部件和材料短板。

制氢装备制造。推动氢盛电解槽、鸿源氢能电解槽等项目尽

快建成投产,推动阳光氢能北方总部新能源制造基地开工建设。加大企业招引力度,积极对接国内其他技术优势明显的企业合作,推进碱性电解槽、质子交换膜(PEM)电解槽本地生产订单化,补全电解槽核心部件(电极、隔膜)供应链,构建完整的电解槽生产制造体系,进一步推动绿氢成本降低。

储运装备制造。发挥储氢材料优势,重点突破固态储氢、抗氢脆材料等“卡脖子”技术,补全“气态—液态—固态”储氢体系,进一步提升储氢装备的制造能力,全力打造新型固态储氢材料及装备制造产业集群。

燃料电池及应用装备制造。支持北奔集团自主研发氢燃料重卡、输氢专用车辆,打造氢能汽车装备龙头企业。推动鲲华、氢通等氢燃料电池项目尽快装车,大力拓展氢燃料电池的销售市场。着力引进一批产业链“高精尖”企业,优先引进国内外燃料电池核心零部件先进企业及投资项目,加速推动燃料电池终端生产本地化,贯通技术研发、试验检测、生产应用等各个环节。

加氢装备制造。推动康普锐斯压缩机项目尽快开工,形成“压缩机—加氢机”全链条装备供应能力。积极引进国内加氢设备领域头部企业落地。

氢能服务新业态。发展氢能检测认证、碳资产开发、装备运维等服务业,推动氢能实证实验平台的建设,积极培育氢能金融、技术咨询等高附加值新业态。通过“制造+服务”双轮驱动模式,构建全方位的氢能产业生态圈,为产业高质量发展提供全链条支撑。

专栏 8 氢能装备制造重点项目

包头市氢能产业与可再生能源一体化项目:项目总投资 24.5 亿元,建设 4 条生产线,包括上海氢晨新能源的年产 5000 台套燃料电池组装生产线、鲲华新能源年产 5000 台套燃料电池动力系统生产线、浙江蓝能年产 5000 台套车载储氢系统集成生产线、氢盛创合年产 250 兆瓦 PEM 电解槽生产线。

华电包头风光氢储高端装备制造基地氢能产业项目一期:年产碱性电解槽 100 台套,PEM 电解槽 50 台套、储氢瓶 1.5 万只。

鸿源氢能科技制氢装备产业园项目一期工程:年产 100 台套 1000 标方碱性电解槽,10 台套 200 标方 PEM 电解槽,总投资 3 亿元,预计可实现年营业收入不低于 4 亿元,年缴纳税收 1600 万元。

上海杰宁新能源科技发展有限公司燃料电池和储/换氢系统生产项目:建设一条年产 5000 台(套)燃料电池系统组装生产线、一条年产 15000 台(套)储氢换氢系统生产线和 1 条涉氢检测线。

安徽明天氢能新能源科技有限公司“风光氢储用”一体化装备制造项目:一期工程建设年产 80 套电解槽,2000 套燃料电池系统、电堆及其核心零部件生产线。

青岛康普锐斯能源科技有限公司:建设液驱压缩机生产工厂。

(六) 构建绿氢产业科技创新体系

整合“政产学研用金”多方资源,着力强化创新平台建设、突破关键核心技术、激发企业创新活力、优化创新生态环境,为氢能产业发展提供科技支撑。

强化创新平台载体建设。高水平建设包头市北方氢能科技创新研究中心,制定产业发展路线图,开展联合技术研发,聚焦制氢

成本等关键问题攻关,为氢能装备制造和化工产业链拓展新路径。支持头部企业联合国内外顶尖科研院所、高校,争创国家级氢能产业创新中心、重点实验室、工程(技术)研究中心和企业技术中心,对获得国家、自治区认定的重大创新平台依据政策给予支持。依托鹿城实验室、包头稀土研究院、内蒙古金属材料研究所、上海交通大学包头材料研究院、明阳智慧能源研究院氢能研发院士工作站等优势力量,深化产学研合作,在氢能全产业链关键环节部署高水平重点实验室或工程(技术)研究中心。重点打造制氢装备实证平台、氢发电实证基地、绿氢化工新材料实证基地三大核心载体,聚焦“卡脖子”技术攻关,通过全维度检测评估、系统性性能优化及多场景应用验证,推动相关技术快速迭代升级,助力实现成本持续下降。

聚焦关键核心技术攻关。聚焦科技重大专项实施,通过“揭榜挂帅”等机制,推动龙头企业与科研院所牵头组建产业技术创新联合体,在绿氢“制、储、输、用”全产业链开展关键技术攻关及成果转化,优先申报国家、自治区“突围”等重大科技项目。上游制氢主攻大型化、低能耗碱性及质子交换膜电解槽技术,优化可再生能源耦合制氢系统,加速离网制氢研发应用。中游储运依托稀土资源优势,突破高性能稀土固态储氢材料及装置规模化生产技术,支持建设固态储氢测试评价平台;同步攻关高压气态、液氢储运关键技术,探索天然气掺氢、甲醇液氨储氢载体应用及输氢管线用钢技术。下游应用重点发展重卡、矿用车用大功率、长寿命、耐低温质

子交换膜燃料电池电堆及系统集成技术;大力推进绿氢耦合化工、绿氢冶金、氢燃料汽车、氢燃气轮机发电、燃料电池发电与热电联供。推动数字技术深度渗透,将互联网、物联网、大数据、人工智能全面融入制储运用各环节,构建市域智慧氢能管控系统,实现全链条数据整合、智能分析、优化控制与安全管理,提升产业数字化、智能化水平。

激发企业创新主体活力,壮大产业核心力量。强化企业在技术创新中的主体地位,发挥包钢集团、北奔重汽、华电集团等企业的引领作用,加大研发投入,延伸产业链布局。打造“研究机构—企业—产业园”协同创新机制和产业生态圈,促进优势互补。深化产学研用合作,建立长效机制,促进高校、科研院所成果向企业高效转化。

完善创新体制机制环境。实施积极开放的人才政策,引进氢能领域高层次创新人才团队;推动本地院校建设氢能相关学科,扩大招生规模,培养复合型技术技能人才;完善人才激励机制。鼓励企业应用新标准并及时反馈,加强与国内外合作,积极参与主导前瞻性标准制定,提升影响力。探索碳足迹绿氢认证,推动产品认证与碳资产交易。构建科技金融服务体系,营造良好创新氛围,为氢能科技创新和产业高质量发展提供坚实保障和优越环境。

(七)加强氢能产业对外开放合作

构建区域化协同紧密的产业集群。紧扣自治区“一区六基地一走廊”氢能产业布局,聚焦打造“固态储氢和燃料电池重卡生产

基地”核心定位,依托工业基础优势,共建“鄂呼包乌氢能产业先行示范区”,协同推进产业链互补、技术攻关与场景拓展。

推动基础设施建设充分衔接。以加氢基础设施网络化为核心抓手,强化优势地区的规划协同,打通燃料电池汽车跨区域通行路径,积极鼓励社会资本投身氢能基础设施建设,着力构建布局合理、协同高效的氢车走廊,为自治区氢能汽车规模化示范应用筑牢基础、创造有利条件,进而辐射并带动周边区域氢能产业协同发展。

扩大绿氢供给范围及规模。结合绿氢资源禀赋及市场需求分布特征,遵循就近消纳优先、互联互通互补的原则,加快推进输氢管道建设,畅通液氢运输线路,构建绿氢综合转运体系。充分发挥液氢在中长距离运输中的优势,重点面向京津冀地区提供液氢供给服务。

五、保障措施

(一)加强组织协调

发挥包头市推进储能氢能产业发展综合服务保障机制作用,形成各部门协同推进工作机制和定期会商制度,协调解决全市氢能产业发展重大问题,推进项目建设、招商引资、安全监管等各方面工作。

(二)强化要素保障

做好服务保障,对符合自治区规划布局、产业带动强的氢能项目,纳入全市重大项目范围,优先做好用地、用水、新能源指标等要

素保障。综合考量水资源的储量、分布、可开采量、水质状况等因素,重点保障绿氢项目用水需求,提高水的重复利用率,促进水再生利用。

(三)强化财金支持

支持氢能科技创新和示范应用,积极推动符合条件的氢能企业在科创板、创业板上市。充分利用碳减排支持政策,鼓励银行业金融机构在风险防控的前提下,加大对氢能等清洁能源项目的金融支持力度,推广氢能整车购车金融租赁业务。加大财政支持力度,统筹整合现有各类产业投资基金,按市场化方式对符合条件的氢能项目予以支持。积极帮助氢能企业争取国家、自治区项目资金支持,助力企业发展壮大。

(四)加强安全监管

统筹发展与安全,强化“制、储、输、用”各环节安全风险管控,确保各环节符合安全标准规范。坚持预防为主、综合治理方针,积极利用数字化手段对各类风险信息实时监控分析,提升风险防范化解能力。加强应急能力建设,确保对突发事件的及时响应和妥善处置。

(五)加强宣传引导

依托数字化技术,建设集成宣传、展示、科普等功能的氢能科技展览平台,并利用电视、网络等媒体途径及室外宣传方式,向社会公众广泛传播氢能技术、安全利用等方面知识,提高社会认知度和认同度,在全社会树立起绿色发展理念,为氢能产业发展营造良

好外部环境。承办高水平、高规格的氢能产业论坛、博览会等相关活动,向社会展示包头氢能产业成果和潜力,持续提升包头市氢能产业美誉度。