

青海省氢能产业发展中长期规划 (2022-2035 年)

青海省发展和改革委员会
青海省能源局

前 言

氢能作为一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，是未来国家能源体系的重要组成部分，是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向，也是深度脱碳的重要手段。加快发展氢能产业，有利于构建清洁低碳、安全高效的能源体系，有利于建立健全绿色低碳循环发展经济体系，对我省实现“碳达峰、碳中和”目标具有重要战略意义。

为加强我省氢能产业的顶层设计和布局优化，补齐创新和产业短板，在全国氢能产业发展大格局中找准定位，根据《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》《能源技术革命创新行动计划（2016-2030 年）》《能源生产和消费革命战略（2016-2030）》《青海省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《青海省碳达峰实施方案》《青海省“十四五”能源发展规划》《黄

河流域生态保护和高质量发展规划纲要》，制定《青海省氢能产业发展中长期规划（2022-2035 年）》（以下简称《规划》）。

《规划》内容包括规划背景、总体要求、发展思路与总体布局、重点任务、环境影响评价、保障措施六个部分，涵盖制氢、储氢、运氢、加氢、用氢及相关装备制造等领域，为今后我省氢能产业发展提供指导，规划期限为 2022-2035 年。

一、规划背景

（一）发展形势

全球氢能产业加速发展。在全球应对气候变化、加快能源转型的大背景下，世界主要发达国家均高度重视氢能产业发展，纷纷出台政策予以大力支持，氢能产业已成为加快能源转型升级、培育经济新增长点的重要战略选择。全球氢能产业正处于加速发展的重要阶段，氢能制取、储运和应用全产业链核心技术日渐成熟，氢能基础设施建设明显提速，氢能在交通、工业、能源等领域有了较为广泛的应用。日本、欧盟、美国、澳大利亚、韩国等国家和地区都出台了相关政策，将发展氢能产业上升到国家战略高度，推动一批氢能重大项目实施，氢能正由示范推广走向规模化应用，产业链条逐步完善，行业规模日趋扩大。

国内氢能产业稳步推进。近年来，国家从战略规划、产业政策、补贴扶持等方面给予氢能产业大力支持，各市场主体积极参与产业链布局、技术研发，已初步掌握氢气制备、储运、加氢、用氢等主要技术和生产工艺，氢能产业初具规模，我国年氢气产量约 3300 万吨，已成为世界上最大的制氢国家。特别是 2022 年 3 月，国家发展改革委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》，将氢能作为构建绿色低碳产业体系、打造产业转型升级的新增长点，进一步明确了氢的能源属性，提出了氢能产业发展基本原则、各阶段目标，部署了推动氢能产业高质量发展的重要举措。当前，全国各省市正在抢抓战略机遇，推动氢能产业发展，氢能产业已进入快速发展的窗口期。

青海省氢能产业发展逐步提速。习近平总书记为青海量身定制了打造生态文明高地和建设产业“四地”的发展路径，明确了“三个最大”的省情定位和“三个更加重要”的战略地位，要求“青海要在实现碳达峰方面先行先试，为全国能源结构转型、降碳减排作出更大贡献”，这为我们发展包括氢能在内的清洁能源提供了根本遵循，注入了强大动力。2022 年 2 月 21 日，省政府办公厅印发了《青海省“十四五”能源发展规划》，明确提出将以可再生能源制氢技术研发为重点，探索氢能在电力、工业、交通、建筑等领域的应用，打造青海绿氢品牌。同时，我省还以“揭榜挂帅”形式开展制氢、用氢示范项目，全力构建技术、产业、应用融合发展的氢能产业生态圈。作为国家级清洁能源产业高地，我省可再生能源制氢发展潜力巨大，绿氢生产成本优势明显，打造以绿氢供应为主、氢能与工业、交通、能源等多领域融合发展的全国绿氢产业高地优势得天独厚。

（二）发展基础

资源禀赋优异，绿氢生产基础良好。供应充足、绿色低碳、成本低廉的绿电资源是氢能产业发展的基础。我省水电资源、太阳能资源、风能资源丰富，可再生能源开发可利用荒漠化土地广阔。全省水资源理论蕴藏量 2187 万千瓦，光伏技术可开发容量 35 亿千瓦，风电技术可开发容量 7500 万千瓦以上，新能源开发可利用荒漠土地约 10 万平方公里，均居国内前列。截至 2021 年底，我省电源总装机容量 4286 万千瓦，可再生能源发电装机为 3964 万千瓦，其中风电、光伏等波动性清洁能源发电装机达到 2683 万千瓦，占比超过 60%，位居全国第一。预计到 2025 年，光伏和风能发电装机超过 5800 万千瓦；2035 年将建成国家清洁能源产业高地，光伏和风能发电装机超 1 亿千瓦，丰富的可再生能源和土地资源为构建“可再生能源—绿氢”产业链提供了得天独厚的资源条件。

应用场景丰富，绿氢消纳途径多元。工业领域，绿氢是重要的工业脱碳载体，依托我省丰富的盐湖资源和良好的冶金产业基础，可在西宁、海东、海西工业集聚区开展绿氢化工、氢冶金、晶硅领域绿氢替代灰氢示范；交通领域，氢能及燃料电池是新能源汽车革命的重要内容，可在经济活动较为集中的西宁和海东等地区开展燃料电池公交车、物流车应用示范，可在青海湖、塔尔寺等重点景区推广应用氢燃料电池大巴车，在具备条件的矿区开展氢能重卡示范；能源领域，将氢能作为重要储能手段，可开展风光氢储一体化示范；草原防火、病虫害防治、离网光伏区综合能源解决方案等领域，可在果洛、玉树、黄南等地区开展氢能牧区应用示范。

企业加速布局，绿氢产业发展潜力大。近几年，大型企业布局氢能明显提速，为产业发展带来新动能和新活力。目前已有中国华电集团有限公司青海分公司、中国石油青海油田公司、中国石化青海石油分公司等多家大型国有能源企业在我省布局了一批可再生能源制氢、氢电耦合、氢能“制储加用”一体化示范应用项目，为氢能开发、技术创新及产业示范创造重大发展机遇；以青海盐湖工业集团、西宁特钢、亚洲硅业为代表的本地龙头企业，正在积极谋划工业领域开展绿氢替代，可形成良好示范效应，带动氢能产业高质量发展。

（三）面临挑战

顶层设计亟待明确，尚未形成推进产业为发展的工作合力。从国家层面来看，发展可再生能源制氢的一些关键核心技术、部件、装备等尚有很大的提升空间。我省能源、工业、科技等相关规划中提出依托清洁能源优势，加快推动氢能产业发展，但尚未形成引领氢能产业链及上下游协同发展的系统化政策体系，氢能产业发展方向、任务目标尚待明确，各行业主管部门与省内主要企业、高校、科研院所尚未形成氢能发展合力。

产业起步较晚，存在资金、技术、人才等多方面制约。我国氢能产业仍处于发展初期，相较于国际先进水平，仍存在产业创新能力不强、技术装备水平不高、基础性制度滞后、产业发展形态和路径尚需探索等问题。我省氢能尚处在起步探索、产业培育阶段，产业发展对财政补贴等政策的依赖程度高，我省经济发展基础相对薄弱，在科技研发、成果转化、人才引培等方面扶持能力相对有限，短期内难以全方位、大幅度通过补贴方式推动产业发展。

绿氢供需不匹配问题突出，本地市场需求有待激发。现阶段我省氢气来源于天然气制氢、工业副产氢，年产量基本稳定在 9 万吨左右，在化工、冶金、能源等领域，已形成较为匹配的供销市场格局，且新增氢气需求规模不大，亟待拓展上下游产业链应用场景。绿氢潜在的供应能力与相对有限的本地绿氢需求之间矛盾短期内较为突出。

现阶段绿氢价格竞争力不高，短期内限制产业大规模发展。与灰氢相比，绿氢制取成本相对较高，且当前缺乏合理的价格激励机制，绿氢的市场竞争力相对较弱，无法由市场自发推动发挥绿氢优势及价值。同时，与周边其他省份相比，我省较低的绿氢价格与较高的储运成本相互抵消，导致绿氢竞争力不足，在一定程度上制约产业大规模发展。

二、总体要求

（一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大和二十届一中全会精神，完整准确全面贯彻新发展理念，深入贯彻习近平总书记“使青海成为国家重要的新型能源产业基地”和“打造国家清洁能源产业高地”重要指示精神，以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，以可再生能源制氢为切入点，以建设“中国氢海”为目标，立足青海，面向全国，辐射周边，发挥资源优势，优化产业布局，统筹近中远期发展目标，坚持点线结合、以点带面，因地制宜拓展氢能应用场景，积极构建安全为先、布局优化、模式创新的氢能产业体系，为能源绿色低碳转型、实现碳达峰碳中和目标提供支撑。

（二）基本原则

统筹规划、科学布局。加强顶层设计，因地制宜，统筹考虑氢能供应能力、产业基础和市场空间，明确我省氢能产业发展定位及主攻方向，重点围绕绿电制氢、绿氢化工、绿氢冶金、氢能交通等领域，科学合理规划产业布局。

优势引领、重点突破。坚持创新驱动发展，加快氢能创新体系建设，以可再生能源优势为抓手，围绕绿氢制取、绿氢储运、氢电耦合技术及关键材料研发等重点方向，加大技术研发投入，打造技术创新平台，构建氢能产业高质量发展技术创新体系。

规范有序、集群发展。发挥市场在资源配置中的决定性作用，坚持市场主导、政府引导，以氢能产业高质量发展为主线，有序开展氢能制、储、运、用产业链各环节试点示范，合理优化布局产业链，在具备条件的地区加快构建产业集群，促进产业集约高效发展。鼓励引导企业在氢能产业发展中主动担当、争先进位、做大做强。产用联动、绿色发展。统筹建设氢能基础设施，加快氢能供需一体化建设，稳步构建多元储运体系和加氢网络。大力发展可再生能源制氢，推动绿氢在冶金、化工、交通、能源等领域的应用，以上游促下游、应用促产业，助力我省氢能产业低碳、绿色、可持续发展。

（三）总体目标

我省氢能产业发展分为近期、中期和远期三个阶段，具体发展目标如下：

近期（2022-2025 年）：氢能产业培育期。基本建成适合我省特色的氢能发展政策体系和管理体制，应用示范渐次落地，绿氢装备制造实现零的突破，产业基地初显雏形，氢能产业培育初见成效。到 2025 年，绿氢生产能力达 4 万吨左右，建设绿电制氢示范项目不少于 5 个，燃料电池车运营数量不少于 150 辆，矿区氢能重卡不少于 100 辆，建设 3-4 座加氢示范站（包括合建站）。在化工、冶金、能源等领域开展绿氢示范应用。引进或培育 10 家氢能企业，绿氢全产业链产值达到 35 亿元。

中期（2026-2030 年）：氢能产业成长期。产业链趋于完善，初步建立氢能产业集群，应用场景进一步扩大。到 2030 年，绿氢生产能力达到 30 万吨，绿氢在储能、化工、冶金、天然气掺氢管线等领域示范应用取得实效，氢能汽车规模超过 1000 辆，加氢站（包括合建站）超过 15 座，力争建成 1 个园区内天然气管线掺氢示范项目。引进或培育 50 家氢能企业，绿氢全产业链产值达到 160 亿元。到 2030 年底，燃料电池动力系统成本降至 3000 元/千瓦。

远期（2031-2035 年）：氢能产业壮年期。形成国内领先的氢能制取、储运和应用一体化发展产业集群，构建氢能产业高质量发展格局。到 2035 年，绿氢生产能力达到 100 万吨，实现绿氢在工业、交通、能源等领域大规模应用，远距离纯氢外输管道规划建设取得实质性进展。引进或培育氢能企业超过 100 家，绿氢全产业链产值达到 500 亿元。

表 1 青海省氢能产业发展目标

	2025 年	2030 年	2035 年
绿氢生产能力	4 万吨	30 万吨	100 万吨
省内绿氢需求	4 万吨	25 万吨	60 万吨
省外输送	0	5 万吨	40 万吨
氢能企业 (引进或培育)	10 家左右	50 家	>100 家
加氢站 (包括合建站)	3-4 座	>15 座	>45 座
燃料电池车 总体规模	规模达到 250 辆左右， 含矿区重卡 100 辆左右， 其它 150 辆左右， 运营线路 3-5 条。	规模达到 1000 辆左右，氢 燃料电池公交运营及企事业 单位通勤线路达到 10 条。	规模达到 3000 辆左右，氢燃料电池公 交运营及企事业单位通勤线路达到 50 条。
绿氢示范/应用	发展绿电制氢示范项目，开展工业领域氢能 替代示范项目，建设绿 氢化工示范生产线。	进一步扩大工业领域氢能 替代，开展大规模绿电制 氢项目，提高可再生能源 利用率；在甘河工业园开 展天然气管线掺氢示范。	氢能在工业、化工、交通、能源等领 域的多元化应用成熟，氢、电、热、 气等能源业态日益融合，可再生能源 制氢在终端能源消费中的比重显著提 升。
技术研发	开展制氢设备关键技 术攻关、氢储能技术装 备研发，氢能参与电 力市场交易机制。	掌握制氢设备研发核心技 术、氢储能装置核心技 术。	开展前沿技术研发和攻关。

三、发展思路与空间布局

（一）发展思路

我省氢能产业上游资源优势较为突出，中游储运、加氢等基础设施基本处于零基础，下游尚未起步，氢燃料电池技术和关键材料产业存在明显短板。通过强化产学研用、优化上游制氢模式、加强中游基础设施建设、扩大下游应用示范、延伸氢能产业链等多种方式，推动我省氢能全产业链高质量发展，力争建成全国最大的绿氢制造基地。

以上游绿氢资源推动下游市场需求。发挥我省绿氢资源供给潜力大的优势，先期通过新能源电站“离网制氢”等方式开展电解水制氢，后续依托高比例可再生能源和电网支撑能力，探索建立电网制氢模式下的合理市场交易机制，逐步形成具有价格优势的绿氢供给，驱动下游多元化应用，逐步培育用户、形成市场、扩大规模。

以基础设施先行推动终端推广应用。着力破解基础设施配套不足问题，结合不同地区、不同领域的氢能需求，做好基础设施建设整体规划，科学确定规模和空间布局，适度超前布局氢能储运、加氢站等基础设施，探索大规模、长距离专用输氢管道建设，构建安全高效的运氢、加氢服务网络，为终端推广应用提供支撑。

以多点示范带动产业规模化发展。加快氢能在我省化工、冶金、交通、能源等多领域、多场景示范推广应用，通过示范运营扩大市场需求，以不断增长的市场需求和市场空间为牵引，坚持“内研、外引、集聚、壮大”发展路径，强化招商引资，提升产业链韧劲，带动氢能产业规模化发展。

以绿电制氢促进产业融合发展。依托我省可再生能源资源优势，结合电解水制氢技术，着力打造绿电制氢综合示范基地，促进可再生能源在省内的大规模就地消纳，实现可再生能源与氢能互补协同发展。

（二）发展路径

立足省内可再生能源资源丰富、应用场景广泛等优势，以可再生能源规模化制氢为基础，以多领域多元化应用为场景，以长距离管道外送为拓展，努力将我省建设成为国内重要的绿氢规模化供应基地、电氢耦合发展示范基地、多领域应用基地、关键技术创新基地、先进装备制造基地，构建氢能产业一体化发展格局，聚力打造“中国氢海”。

绿电制氢。近期充分发挥省内可再生能源、资源优势，以电解水制氢为主，同时充分利用盐湖化工、石油化工等副产氢气，为氢能发展提供综合氢源保障；中远期扩大可再生能源电解水制氢规模，为全省乃至全国提供源源不断的绿氢。

高效储能。建立“风光发电+氢储能”一体化应用新模式，提升氢储能发电全流程效率的方式方法，构建新型电力系统。积极发展飞轮储能、压缩空气储能等多种

新型储能方式，并与绿氢生产有机结合，逐步形成抽水蓄能、电化学储能、氢储能等多种储能技术相互融合的储能体系。

规模储运。近期以高压气态储氢和长管拖车运输为主，探索天然气管道掺氢/纯氢管道输送、液氢储运等示范应用；中远期按照低压到高压、掺氢比例由低到高、气态到多相态（低温液态、固态、有机氢载体等）、纯氢到多元输送（纯氢+氨、甲醇、乙二醇）的方向逐步提升氢气储存运输能力，探索推进高效、智能氢气输送管网建设和运营。

多元应用。近期优先在绿氢化工、氢冶金、交通、混氢燃机发电、氢燃料电池发电调峰等领域开展氢能示范应用，并探索氢燃料电池分布式能源站在牧区、三江源保护区、无电区域推广应用；中远期将打造多元化氢能应用场景，全面推进氢能在化工、冶金、交通、电力、建筑等领域的应用。

产业聚氢。聚焦绿氢制、储、输、用等全产业链关键环节，以高效制氢、储氢、输氢及氢电耦合装备为重点，在西宁市、海东市，海西州德令哈、格尔木等地区，积极培育氢能相关装备制造企业，打造氢能产业集群。

（三）发展格局

按照“培育点、壮大线、扩大面”的工作思路，加强规划引导，优化点线面结合布局，坚持统筹规划、集约集聚、科学引领、协同发展的原则，加大区域合作，推动西宁市、海西州、海南州三个区域形成优势互补、高效协同的氢能产业高质量发展布局。充分发挥骨干企业和科研院所带头引领作用，汇聚优势资源，构建“一个品牌、一个中心、两个集群、三个基地、五个示范区”的“11235”发展格局。

打造“一个品牌”。发挥资源、能源优势，科学布局氢能上下游产业，形成优势互补、高效协同一体化产业体系，推动全产业链高质量发展，打造“中国氢海”品牌。

建设“一个中心”。依托省内高校、科研院所、相关企业等科研力量，成立绿氢创新工程技术研究中心，围绕氢能全产业链的新材料、新技术、新装备的开发应用，组建氢能产业技术研发服务协同发展支撑平台。

谋划“两个集群”。依托海西州工业园区、西宁经济技术开发区生物科技产业园区和海东市青海零碳产业园区，谋划建设绿氢装备制造产业集群、氢储能材料及装备制造产业集群。

布局“三个基地”。依托海西州、海南州千万千瓦级清洁能源基地，在西宁市、海西州、海南州布局可再生能源电解水制氢示范项目，打造三大绿氢生产基地。

推动“五个示范区”。有序分批开展配套氢储运、加氢站、氢能车等产业示范，在西宁经济技术开发区、海东工业园区、零碳产业园建设氢燃料电池车运营示范区；在西宁市、海东市的物流园区和矿区等建设氢能重卡示范区；在海西州建设绿氢化工示范区；在海东市、海西州建设氢能冶金示范区；在玉树、果洛、黄南自治州建设氢能牧区应用示范区。



图 2 青海省氢能产业总体布局

四、重点任务

聚焦各阶段重点领域和关键环节，发挥资源优势，提升创新能力，加快示范应用，努力将我省建设成为国内重要的绿氢规模化供应基地、电氢耦合发展示范基地、多领域应用基地、关键技术创新基地、先进装备制造基地，构建氢能产业一体化发展格局。

（一）大力发展可再生能源制氢，打造“中国氢海”

1.推进可再生能源电解水制氢从试点示范到规模化发展。依托海西州、海南州千万千瓦级新能源基地，加速可再生电解水制氢示范项目建设。推动新能源低成本制氢模式的项目落地。研究开展风电、光电耦合制氢项目建设，同步研究适应大规模制氢电网发展建设方案，确保电力系统协同发展。充分发挥电解水制氢的调峰储能能力，构建以可再生能源制氢为纽带的多能互补发展模式，推动地区“水、风、光、氢、储”一体化示范项目建设。在西宁市、海西州、海南州推动三大绿氢生产示范区建设，实施一批可再生能源电解水制氢示范项目。以示范区为标杆，在可再生能源发电成本低、氢能储输用产业发展条件较好的地区，有序推进可再生能源制氢产业化发展，着力打造规模化的绿氢生产基地，实现可再生能源制氢产能阶跃式发展，推动绿氢多元化、规模化应用，构建完整的绿氢产业链。到 2025 年，实现制氢量 4 万吨；到 2030 年，建成若干绿氢生产基地，形成较为完

备的可再生能源制氢及供应体系，实现规模化生产，年产绿氢 30 万吨；到 2035 年，大规模生产绿氢，年产绿氢超过 100 万吨。

专栏 1 可再生能源制氢项目示范工程

海西州：开展电解水制氢、用氢示范。建设德令哈光伏制氢项目、格尔木绿电制氢示范项目、新能源电站弃电制氢用氢示范项目、风光制氢合成氨示范项目等。海南州：建设清洁供暖及制氢一体化项目。海东市：建设氢装上阵（海东）碳中和物联产业园氢油电超级能源中心项目。海北州：建设刚察光储氢一体化多能互补示范项目。

2.探索与可再生能源耦合发展的电解水制氢技术。依据可再生能源出力特性，选择不同制氢技术满足调峰需求。构建以经济安全的碱性电解水制氢为基础，以高效灵活的质子交换膜（PEM）制氢技术为补充，以固体氧化物电解池（SOEC）、固体聚合物阴离子交换膜（AEM）、太阳能光催化制氢、电光催化制氢等前沿高效制氢技术为示范的制氢技术体系。考虑新能源发电的不稳定性、间歇性与制氢系统的运行特性，研究推动二者协同控制，提升效能。有效发挥大电网枢纽平台作用，推动科学研究与实践的深度结合，探索虚拟电厂、电力现货交易市场、电力辅助市场等新技术、新举措推广应用，推进氢电耦合技术示范运用，实现氢电一体化发展。

专栏 2 电解水制氢技术研究工程

开发大型高效 PEM 电解槽、PEM 电解水制氢系统以及适应可再生能源的电解水制氢灵活控制技术，开展氢储一体化项目试点示范。攻关 MW 级 PEM 电解水制氢系统、制氢运行控制与调度应用技术。开展氢电耦合技术研究示范项目。引进 1-3 家电解水制氢装置制造企业及关键零部件生产企业在省内落地，实现制氢核心设备的本地化生产，降低设备生产制造成本。

（二）创新大规模高效储运技术，贡献青海智慧

1.初步形成高压气态储运为主体的区域储运体系。利用气氢储运技术成熟、机动灵活、短距离运输成本低的优势，建设以高压气态储氢和长管拖车运输方式为主的区域性储运体系，围绕西宁市、海西州、海南州三个绿氢基地，初步形成联通氢源至本地加氢站、工业园区、化工企业等用户端的“供需一体化”网络。推进技术材料工艺创新，加快高压气氢储运技术和装备研发应用。在高压气态路运方面，逐步开发生产和推广应用 35MPa、70MPa 及以上储氢气瓶，逐步提高 35MPa 压力及以上长管拖车运输比例，提升运输效率，降低储运成本。在固定式储氢装备方面，持续优化 50MPa 以上超大容积固定式储氢容器材料工艺，破解存储空间和成本障碍。在安全性测试方面，提高 70MPa 储氢容器及配套装备验证和性能综合评价核心能力。

2.加速大规模氢气液化与液氢储运关键技术研发。着力解决氢大规模储运瓶颈，以氢液化提高储运密度。在液氢制备方面，重点探索开展大规模、低能耗氢液化系统研制，高效率、大流量氢透平膨胀机研制，高活性、高强度催化剂研制。在

液氢运输方面，重点探索开展低漏热、高储重比移动式液氢容器研制。在液氢储运方面，重点探索优化大型固定式球形液氢储罐和运输用深冷储罐工艺，开展车载深冷常压储氢技术研究，以及适用于固定式储罐和车载储氢瓶的常压、大流量和高压、低流量液氢加注泵方案设计和工艺技术。依托大规模氢气液化与液氢储运关键技术与示范项目，提高氢液化技术和装备水平。

3.构建液氢、管道输氢等新型储运示范体系。统筹可再生能源制氢项目部署进度，推动液氢规模化应用，提升道路氢能运输能力。探索运用氢气管道运输方式，开展天然气管道掺氢和纯氢管道输送示范。选择格尔木、德令哈等地区，试点建设从可再生能源基地到重点化工、冶金园区以及园区间的掺氢、纯氢管网，“点对点”对接合成氨、合成甲醇、氢冶炼等示范项目用氢需求，提升互联互通能力，并推动管道输氢的标准体系建设。鼓励开展低温液态、有机液态、合金固态等储运方式示范。开展我省至中东部发达省份的纯氢、掺氢输送管道建设的可行性研究，并积极争取纳入国家管道建设相关规划。

专栏 3 管道输氢、液氢储运示范建设工程

在海西州、海南州等地区建设高水平液氢示范项目。依托西宁市甘河工业园区管网、涩宁兰天然气管网支线建设天然气管道掺氢示范项目。探索至中东部发达省份的纯氢输送管道建设。在海西州建设大型跨季节氢储能技术开发及示范项目。

4.逐步建成供需匹配、高效经济储运网络。优化全省资源配置，加强供需对接，以“就近、定向、匹配”为原则，适应多样化的用氢需求，打造“高压气态储氢、液氢车载运输、有机液态、管道输氢、有机氢载体”多元化的高效经济储运模式，扩大绿氢供应半径，降低绿氢储运成本，在中长期形成规模化绿氢储运能力。

（三）探索氢能多元化应用场景，突出绿氢特色

1.重点推广化工领域氢能应用。依托我省化工产业基础，充分发挥可再生能源、盐湖等优势资源，统筹谋划绿氢化工产业布局，并结合碳捕获、利用与封存（CCUS）技术，引导化工产业从高碳向低碳工艺转变。重点推动海西州德令哈、格尔木工业园绿氢化工产业发展，推进一批合成氨、甲醇、乙二醇、碳酸二甲酯（DMC）、三烯三苯及下游终端化工产品示范项目落地，并逐步向海西西部延伸，积极打造全国一流的绿色化工产品输出基地，探索绿色清洁电力转换为载能型化工产品向省外输出，构建省级绿色经济复合体，促进我省化工产业转型增效。

专栏 4 化工领域氢能应用示范工程

2025年前，在西宁甘河工业园区开展绿色航空煤油示范项目；在海西州、海南州通过招商引资开展电烯氢、二氧化碳制DMC、绿色甲醇、绿氨等成果转化类项目；2030年前，在海西州开展绿氢合成绿氨项目、二氧化碳制甲醇项目；在西宁市通过招商引资开展氢能化工领域替代、合成绿氨项目；2035年前，探索绿氢合成绿氨、甲醇、乙二醇、碳酸二甲酯（DMC）、三烯三苯及下游终端化工产品外送市场。

2.有序推进冶金领域氢能应用。依托我省钢铁产业基础，积极开展氢冶金领域示范项目。研究富氢还原高炉、氢基直接还原竖炉等工艺技术，布局氢冶金示范生产线。探索建立低碳冶金工艺示范基地，推进绿色低碳氢冶金新技术、新工艺试点应用，推动我省冶金行业绿色、低碳转型。依托绿氢资源，在电解铝行业，开展碳捕获、利用与封存（CCUS）项目示范，加快探索利用绿氢与冶炼烟气生产甲醇等技术路线，进而生产甲醇，降低有色金属行业碳排放。

专栏 5 冶金领域氢能应用示范工程

2025 年前，通过招商引资开展电解铝、还原铁等冶金领域示范项目。2030 年前，在海西州建设富氢还原高炉生产线、气基直接还原竖炉等示范项目。

3.加快推进氢能交通先行先试。以旅游、物流、通勤、环卫、厂矿运输为重点领域，有序推广氢能汽车，积极申请参与国家燃料电池汽车示范应用城市群建设。在青海湖、塔尔寺等重点景区，投放一批氢燃料电池大巴车，并探索氢燃料电池船舶、无人机等应用，打造我省氢能旅游新名片。在西宁、海东等区域，布局氢燃料电池公交、城际大巴、物流车、市政车辆，建设氢能市政交通示范专线，进一步丰富交通领域氢能应用场景。在部分矿区开展氢能重卡示范。合理规划布局加氢站（含综合站）等基础设施，支持依法依规利用现有加油加气站场地设施改扩建加氢站。

专栏 6 氢能交通示范工程

2025 年前，在西宁-青海湖-塔尔寺等重点旅游线路投放 100 辆氢能旅游大巴；在西宁市投放 50 辆氢能公交，运营线路 3-5 条，配套建设 3-4 座加氢站；在海东市零碳产业园等园区、部分矿区投放物流车、重卡车 100 辆左右；在沿黄流域布局“制氢—加氢—氢能游船”一体化项目。2030 年前，在城市公交、市政、城际客运、园区物流、厂矿运输等领域投放氢能燃料车约 1000 辆左右，运行线路达到 10 条，配套建设加氢站 15 座。2035 年前，全省投放氢能燃料车约 3000 辆左右，氢燃料电池公交及通勤线路达到 50 条。

4.统筹推进氢能在能源领域耦合发展。探索大型氢燃料电池发电、混氢和纯氢燃气轮机发电等配套可调节电源技术及应用试点，鼓励大型风电光伏基地开发建设掺氢和纯氢燃气调峰机组，探索构建“风光气储氢”多能融合发展模式，力争 2030 年前示范建设掺氢燃气电站；在清洁能源供暖示范城市和具备条件的工业园区建设掺氢燃气热电联产机组。发挥氢气大规模、长时间存储优势，研究大规模部署电解水制氢储能作为灵活性资源，提高可再生能源消纳利用水平，积极构建多种储能技术相互融合的电力系统储能体系。支持在通信基站新建、改建中将氢燃料电池作为备用电源使用。在海东零碳产业园和省内大数据中心，建设燃料电池分布式发电站，作为内部调峰及备用电源的重要支撑。打造以氢能和燃料电池技术为核心的分布式能源体系，鼓励发展模块化、高效率的燃料电池装置及热电联供系统，探索建设“光伏+氢能”一体化分布式能源站，不断提高大电网未覆盖地区的能源供给水平，在草原防火、病虫害防治、大电网未覆盖地区能源综合解决方案等应用领域，开展氢能牧区应用示范。在海西州、海南州等可再生能源丰富且氢能应用场景丰富地区，建立国家级大型绿氢示范应用基地。推广先进技术应用，

探索氢能、电能耦合发展，开展绿氢化工、燃机掺烧、燃料电池分布式能源站、氢交通等多方面打通氢能“制、储、输、用”全产业链条。有序推进西宁、海东、海西晶硅产业绿氢替代示范。探索氢能在水泥、玻璃等行业中作为高品质热源予以推广应用，助力相关行业绿色发展。

专栏 7 能源领域氢能应用示范工程

2030 年前，试点实施氢混燃机发电项目、氢燃料电池发电调峰项目。2030 年前，推动东川、南川、德令哈工业园区、海东零碳产业园等地区晶硅产业绿氢替代示范。

（四）深耕氢能产业链中上游，建设产业高地

1.加快引进头部企业带动产业高质量发展。积极培育制氢产业相关装备制造企业，重点发展电解水制氢、氢气提纯、氢气储存、运输及加注等大型装备制造业。围绕氢能供应体系建设，引进一批掌握先进电解槽及关键零部件核心技术的龙头企业在青海落户，充分发挥强企带动效应，吸引更多的产业链企业落地青海，实现制氢装备本地化生产。引进、培育一批高压储氢材料与容器、液氢储运、输氢管道、氢能车载动力系统、耦合制氢及应用一体化装置等材料和装备制造企业。积极创造条件吸引加氢站相关设备产业落户我省，推动加氢站核心设备国产化。

2.逐步形成若干特色氢能产业集群。立足绿氢生产、“光伏+氢储能”等市场应用需求，依托以新能源、新材料、装备制造为主导产业的西宁经济技术开发区、海西柴达木循环经济试验区、海东工业园区，重点发展电解水制氢设备、中型以上规模氢能储能系统和氢能调峰电站，以及备用应急发电、分布式发电等技术及设备，逐步建成绿氢装备制造产业集群。依托以盐湖资源综合利用、新材料、装备制造、新一代信息技术为主导产业的德令哈工业园，加快打造氢储能材料、绿氢装备制造产业集群。依托以科教创新、高端装备制造为主的青海国家高新技术产业开发区，协同构建绿氢产业技术创新和高端装备制造产业集群。

（五）构建技术创新体系，提供青海力量

1.构建氢能创新平台。聚焦氢能产业制、储、输、用全产业链条的新材料、新技术、新装备的开发、制造与应用等产业发展重点和关键环节，依托我省可再生能源资源和区位优势，建设一批技术创新、研发中试平台，加速技术研发和科技成果转化，打造西部氢能产业成果转化基地，支撑和服务清洁能源产业高地建设。鼓励高校、科研院所、企业联合国内权威专业科研院所和重点实验室等科研力量，创新“产学研用”协同机制，围绕高效制氢、储氢、输氢、用氢、氢安全等关键环节，加快建设重点实验室、前沿交叉研究平台，开展氢能应用基础研究和前沿技术研究。支持产业龙头企业、高校院所、科研机构积极参与专业化孵化载体建设，构建氢能创新创业平台，推动具有自主知识产权的科技成果实现产业转化。

2.开展核心技术攻关。结合我省特色，突破氢能制、储、输、用环节“卡脖子”技术设备。支持龙头企业联合高校和科研院所，开展高效率、大功率碱性电解槽关键技术、可再生能源发电与电解水制氢一体化设备技术、氢气高压存储技术研发。

推进 35MPa、70MPa 及以上高压储氢材料、设备研发。探索高海拔、低温环境下中低压纯氢与掺氢燃气管道输送技术研究。发挥青海省盐湖镁资源以及省内铝业优势，瞄准前沿技术，开展镁基、铝基储氢材料和工程技术研究。

专栏 8 氢能核心技术攻关方向

开展低成本、高效率、长寿命的质子交换膜电解制氢成套工艺技术研发；开展高效、大功率碱性电解槽关键技术开发；开展可再生能源发电与电解水制氢一体化设备技术研发；开展氢气高压存储技术研发，推进 35MPa、70MPa 及以上高压储氢材料、设备研发；开展高海拔、低温环境下中低压纯氢与掺氢燃气管道输送技术研究；开展镁基、铝基储氢材料和工程技术研究。

3.加强氢能标准体系建设。支持西宁、海西等地区积极参与国家、行业可再生能源制氢、氢储运、氢储能等领域标准制定。结合我省氢能产业发展需求和技术积累，推动省内优势氢能技术、成果纳入行业标准，以标准体系建设促进科技成果转化。探索研究绿氢、绿色甲醇和绿色合成氨的国际认证和标准认证。强化标准实施与监督，完善氢能产业地方标准体系，加强全链条安全监管。协同国家级质检中心、产业计量测试中心和技术标准创新基地，推进氢能产品检验检测和认证公共服务平台建设。开展氢能检测服务技术研究，建立健全氢能检测服务体系，构建具有西部地区一流水平的氢能与燃料电池产品检测服务体系。鼓励支持制氢企业参与标准创制和体系建设。

4.打造专业队伍。支持高校、科研院所、龙头企业，以氢能技术创新需求为导向，按照《青海省“人才+项目”支持服务办法（试行）》，积极引进和培育高端人才。探索“科研飞地”新模式，联合国内外高端创新资源，建立一批特色突出、形式多样、运作灵活的新型研发机构。鼓励职业院校（含技工院校）开设相关专业，培育高素质技术技能人才及其他从业人员。

（六）加大区域合作，构建协作体系

1.强化区域合作。加快融入国家氢能发展格局，加大区域协作合作力度，支持西宁市、海西州、海南州面向周边省市输出氢气资源，推动我省绿氢资源向周边区域输出，构建区域氢能供应网络；支持省属大型企业等走出去开展氢能业务。发挥青海清洁能源资源优势，打造绿氢产业应用示范区。

2.统筹省内协作。推动各市州氢能特色产业的聚集和发展，形成贯穿全产业链的协同互补机制。加强氢能企业与化工、冶金、交通、能源等传统企业的协作，加快氢能产业引导化工、冶金、交通、能源等产业升级。

3.坚持开放共赢。引入国内外龙头企业在省内落地，鼓励行业领军企业在青设立分支机构，搭建对外交流合作平台，推动省内企业与国内外龙头企业合作，支持股权投资、技术引进、兼并重组等方式获取成熟技术。



图 3 青海省区域合作示意图

五、环境影响评价

(一) 综合评价

氢气具有来源广泛、清洁无碳、能量密度大、能源转换效率高等特性，加快氢能开发利用，可有效减少煤炭、石油、天然气等化石能源的使用，提高能源使用效率。规划提出的“两个基地三个园区”均与所在产业园区产业定位相符合，能有效避免对生态敏感区域的危害，与资源和环境相适应。

1. 氢能利用可推动能源结构调整。能源结构升级是一个减碳加氢、提升能量密度的过程，一方面是从化石能源向新能源和可再生能源转变，另一方面是从高碳燃料向低碳燃料转变。氢能作为零碳零排放的能源形式，可实现电、热、气网一体化，是大规模消纳新能源，实现电网、热网、气网互联互通的重要手段。使用氢能替代部分传统化石能源消耗，可以减少对生态环境的负面影响。此外，氢能作为长周期、大规模储能方案，依托氢燃料电池发电、燃氢发电等技术，全省电力系统安全性和灵活性也将得到提升，进而助力可再生能源发展。

2.氢能产业发展可带动产业转型升级。青海省具有丰富的可再生能源资源，发展氢能产业有助于开发利用可再生能源，提高消纳水平。氢能产业链相关产业属于战略新兴产业，固体废物的生成量可以达到最小化、减量化及资源化。规划编制过程中，实施环境质量和污染排放总量的双控制，与国家及区域环境保护规划相协调，确保规划实施具有环境合理性。

（二）环境保护

氢气制取方面，积极推进可再生能源电解水制氢将逐步降低制氢环节对环境的影响，对工业副产氢的提纯使用可有效提高资源的利用效率。加氢站建设方面，通过鼓励加油加气站点改扩建成具有加氢功能的能源综合站，提高土地利用效率，降低基础设施建设对环境的影响。

1.大气污染防治措施。严格氢能产业项目的环境准入条件，从源头控制对环境空气的影响。严格项目生产运营中的废气污染源控制，加强无组织排放粉尘、工艺废气的控制，推行清洁生产，力争资源消耗少、排污量小。加强重点废气污染源监督管理，依法对企业进行“三同时”监督和环境影响评价制度。对能耗和污染物排放量相对较大的企业安装空气在线自动监控系统，对治理设施进行有效监控。

2.水环境防治措施。对引进的氢能产业项目进行严格控制和管理，从源头控制对环境的影响；提高水的重复利用率、促进水再生利用；实施污水集中处理；加强污水事故风险防范措施；实行污水排放总量控制。为避免对地下水环境影响，对污水处理设施、污水管道等进行防渗处理；工业固体废物及时妥善处理处置，临时堆放及贮存设施采取防渗措施。

3.噪声污染防治措施。加强施工噪声管理，限制作业时间和采用高噪声施工机械；严格控制企业生产噪声，工业设备选用低噪声设备，采取安装隔声罩（屏）、消声装置、减震等控制设备噪声，确保厂界噪声达标。

4.固体废物污染防治措施。企业生产过程产生的一般工业固体废物以企业自行回收重复利用为主，从生产流程上削减固体废物的排放量，以最大限度减轻工业固体废物造成的二次污染。危险废物按照《危险废物贮存污染物控制标准》《危险废物收集、贮存、运输技术规范》要求收集、贮存和转运，建立危险废物管理台账，委托有相应危险废物处理资质单位进行减量化、资源化、无害化处理，不断提高企业危险废物全过程、规范化管理水平。

5.环境风险防范措施。氢能项目建设过程做到环境保护设施与主体工程“三同时”，投运过程要做到环保设施全负荷、全时段稳定运行。依照输氢管道运行规范，加强输氢管道安全监督与管理，加大隐患整治力度，完善应急预案，防止发生泄漏、爆炸、火灾等事故对环境的影响。对氢气储备设施，严格设置消防、绿化、防渗、防溢、防泄、防爆等防护措施。

六、保障措施

（一）加强组织领导

建立氢能产业发展协调机制，高站位统筹谋划全省氢能产业发展，协调解决氢能产业发展重大问题，建立定期报告、定期对接、定期推动机制，科学谋划和合理布局上、中、下游氢能产业发展项目。全面落实市州政府主体责任，有效发挥行业部门指导作用，统筹推进规划实施、项目推进、政策制定、试点示范等工作。研究制定促进氢能产业发展政策措施，推进氢能产业创新、布局、市场、管理、人才等方面的协同发展。

（二）强化政策支撑

坚持以规划为引领，充分发挥氢能产业发展中长期规划的战略导向作用，加强与经济社会发展规划、能源规划、国土资源规划等相关规划的衔接。重点在氢能技术攻关、创新平台搭建、基础设施建设、产业示范应用、人才引进和培养等相关配套政策，优化制氢、储氢、输氢、用氢各环节审批流程，落实国家氢能产业各项扶持政策，引导我省氢能产业稳步健康有序发展。

（三）鼓励多元投资

以项目为载体，建立健全政府、企业、社会多元化投融资机制，加大招商引资、招才引智力度，拓宽融资渠道，降低融资成本。发挥财政资金引导作用，统筹利用现有资金，重点围绕氢能产业重大项目、科研创新平台、重点技术攻关、学科建设与高端人才引进等方面，以贷款贴息、研发和产业化补助、政府采购等多种方式给予资金支持。鼓励政府和社会资本合作，积极探索氢能领域股权、债权融资模式，鼓励和引导民间资本以独资、合资、合作、项目融资、股权融资、上市融资等方式，加大在氢能产业的研发、生产、基地建设等方面投入。

（四）构建安全体系

统筹发展和安全，加快构建氢能产业安全生产监督管理体系，研究制定氢能突发事件处置预案、处置技术和作业规程，及时有效应对各类安全风险。落实企业安全生产主体责任和部门安全监管责任，建立健全安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，强化对氢能制备、储运、加注、应用等全产业链重大安全风险的预防和管控。探索制定大规模可再生能源制氢、氢储运等领域安全标准及规范。利用物联网、大数据等先进技术，及时预警氢能生产储运和应用端的泄露、疲劳、爆燃等风险，有效提升事故预防能力。

（五）开展宣传引导

充分利用各类媒体、招商平台等渠道，积极开展宣传引导工作。以多元化形式宣传推介我省绿氢产业发展动态、优惠政策和投资环境，打造绿色品牌。主动参与国内外有影响力的氢能产业会议或论坛，提升我省氢能产业影响力和知名度。常态化开展科普教育行动，结合线上线下多种形式面向大众普及氢能产业相关知识，推动形成有利于氢能经济发展的社会氛围。