

阿拉善盟
新能源“十四五”发展规划
(2021-2025年)

阿拉善盟能源局
中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司
2022年12月

核定：胡永柱

审查：冷清明

校核：董菲菲

编制：谢益敏 韦关祥

目录

1	概述	1
1.1	规划背景	1
1.2	编制依据	2
1.3	规划范围与水平年	4
2	发展基础	5
2.1	自然地理概况	5
2.2	社会经济情况	7
2.3	新能源资源条件分析	8
2.4	其他能源资源概况	14
2.5	交通概况	16
2.6	气象概况	17
2.7	电网情况	17
2.8	新能源开发现状	20
3	发展优势与面临形势	23
3.1	发展优势	23
3.2	面临形势	26
4	规划必要性分析	28
4.1	国家可持续发展战略的需要	28
4.2	促进一带一路建设的需要	28
4.3	相关产业政策的支持	29
4.4	地区经济可持续发展的需要	32
4.5	生态环境建设的需要	32
5	指导思想和发展目标	34
5.1	指导思想	34
5.2	发展原则	34
5.3	发展目标	35

6	主要任务	38
6.1	优先推进新能源基地建设	38
6.2	探索开发新能源示范项目	45
6.3	积极开发建设“光伏+”项目	51
6.4	稳步开展新能源制氢工程建设	55
6.5	大力推动灵活性调节电源建设	58
6.6	加快推进电力外送通道建设	67
6.7	建立健全新能源消纳体制机制	68
6.8	加快构建新能源产业链体系	71
6.9	创新产业发展融资模式	80
6.10	坚持创新驱动，技术引领	81
7	环境社会影响分析	83
7.1	环境影响及效益分析	83
7.2	社会经济效益分析	85
7.3	示范效益分析	86
7.4	社会风险分析	87
8	保障措施	89
8.1	组织保障	89
8.2	科技保障	89
8.3	人才保障	89
8.4	金融保障	90
8.5	制度保障	90
8.6	电网支撑	90
9	结论及建议	91
9.1	结论	91
9.2	下阶段工作建议	91

1 概述

1.1 规划背景

大力发展可再生能源，是推进能源革命、应对气候变化的重要手段，是构建清洁低碳、安全高效能源体系的重大举措，是保障能源安全、落实“四个革命、一个合作”的必然选择。

内蒙古作为国家重要能源和战略资源基地，在保障国家能源安全、畅通经济大循环上具有十分重要的地位。内蒙古能源资源种类丰富，煤炭、天然气、风能及太阳能等资源均居全国前列。近年来，内蒙古坚持煤电油气风光并举，大力发展现代能源经济，外送煤炭、外送电量均居全国首位，新能源发电量居全国首位。

阿拉善盟位于内蒙古自治区西部，地处呼包银经济带和陇海兰新经济带交汇处。党的十八大以来，阿拉善深入贯彻新发展理念，加快调结构、转动能、提质量步伐，全力推动经济高质量发展。现代煤化工、盐化工、精细化工等特色优势产业发展壮大，20多种化工产品占全球市场份额50%以上，其中靛蓝、金属钠、光引发剂产能居全球第一。沙产业、文化旅游等新兴产业蓬勃兴起。策克口岸过货量由900万吨增加到1400多万吨。如今的阿拉善百业兴旺、活力迸发，多元发展、多极支撑的现代产业发展格局正在加快形成。

党的二十大报告要求，深入推进能源革命，加强煤炭清洁高效利用，加快规划建设新型能源体系，积极参与应对气候变化全球治理。构建现代能源体系需要重点围绕安全稳定、清洁低碳、经济可行等三大方面持续发力。一是加快传统清洁低碳转型，加大碳捕捉、碳回收等新技术、新装备应用，努力实现传统能源清洁低碳高效利用；二是要先立后破、通盘谋划，大力拓展水核清洁能源，积极推进风光新能源，不断开拓氢能储能新型能源，全面提升新能源应用场景，加快推动能源绿色低碳转型；三是稳步推动源网荷储一体化和煤气水风光生核等多能源协同发展，创新开展供电、供暖、供气、供热、供冷等综合能源服务，实现能源立体利用、循环利用和综合利用，全方位提高用能效能。

开发利用新能源是开拓新的经济增长领域、促进经济转型、扩大就业的重要选择。阿拉善盟地域广袤，新能源资源丰富。新能源的开发利用主要是利用当地自然资源和人力资源，对促进阿拉善盟经济发展具有重要意义。同时，新能源也是高新

技术和新兴产业，快速发展的可再生能源已成为一个新的经济增长点，可以有效拉动装备制造等相关产业的发展，对调整产业结构、促进经济增长方式转变、扩大就业、推进经济和社会的可持续发展意义重大。

为助力我国实现碳达峰、碳中和，阿拉善盟“十四五”、“十五五”期间，立足于自身能源资源禀赋，以清洁高效先进节能的煤电为支撑，发挥特高压输电线路、盟内良好电网系统等载体作用，大力规划发展风光电基地，形成国家级综合能源基地和电力外送中心。在优化阿拉善盟资源配置的同时，促进全国大市场建设，通过统一大市场需求引导创新资源有效配置，促进创新要素在更大范围内有序流动和合理集聚，支持科技创新及相关产业业态发展，推动重大科技成果转化应用、提升产业链供应链现代化水平，以更高的站位、更强的担当、更实的举措，在完成好习近平总书记交给内蒙古的五大任务方面展现阿拉善担当，作出阿拉善贡献。

1.2 编制依据

1.2.1 能源、土地管理法律法规

- (1) 《中华人民共和国能源法（征求意见稿）》；
- (2) 《中华人民共和国可再生能源法》；
- (3) 《中华人民共和国土地管理法》；
- (4) 《中华人民共和国电力法》；
- (5) 《中华人民共和国环境保护法》；
- (6) 《中华人民共和国大气污染防治法》；
- (7) 《中华人民共和国清洁生产促进法》；
- (8) 《中华人民共和国节约能源法》；
- (9) 《中华人民共和国循环经济促进法》。

1.2.2 指导性文件及相关规划

- (1) 《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》（国能综通新能〔2020〕29号）；
- (2) 《国家能源局综合司关于开展“十四五”水风光一体化可再生能源综合开发基地专题研究的通知》；
- (3) 《关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见》（发改能

源规〔2021〕280号）；

(4)《中共中央国务院关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》；

(5)《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》；

(6)《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》；

(7)《内蒙古自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》；

(8)《内蒙古自治区人民政府关于印发自治区“十四五”节能减排综合工作实施方案的通知》（内政发〔2022〕17号）；

(9)《阿拉善盟2021年国民经济和社会发展计划执行情况与2022年国民经济和社会发展计划（草案）》（阿拉善盟2021年国民经济和社会发展计划执行情况与2022年国民经济和社会发展计划（草案））；

(10)《内蒙古自治区“十四五”能源发展规划》；

(11)《内蒙古自治区工业园区绿色供电项目实施细则（2022年版）》；

(12)《内蒙古自治区关于全额自发自用新能源项目实施细则（2022年版）》；

(13)《内蒙古自治区火电灵活性改造消纳新能源项目实施细则（2022年版）》；

(14)《内蒙古自治区源网荷储一体化项目实施细则（2022年）》；

(15)《内蒙古自治区风光制氢一体化示范项目实施细则（2022年版）》。

1.2.3 相关技术规范

(1)《风电场风能资源评估方法》（GB/T18710-2002）；

(2)《风电场场址选择技术规定》（发改能源〔2003〕1403号）；

(3)《风电场工程风能资源测量与评估技术规范》（NB/T31147-2018）；

(4)《风力发电场设计规范》（GB51092-2015）；

(5)《风电场工程规划报告编制规程》（NB/T31098-2016）；

(6)《太阳能资源等级总辐射》（GB/T31155-2014）；

(7)《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）；

(8)《光伏发电工程规划报告编制办法》（NB/T32046-2018）；

(9)其他与新能源相关的其他规划、文件、政策、法律、法规、规范、标准。

1.3 规划范围与水平年

规划范围：阿拉善盟（含阿拉善左旗、阿拉善右旗和额济纳旗）。

规划能源种类：太阳能、风能。

本次规划现状基准年 2021 年；规划期限为 2022-2030 年，其中近期规划到 2025 年；远期展望到 2030 年。

2 发展基础

2.1 自然地理概况

2.1.1 行政区划

2.1.1.1 内蒙古自治区

内蒙古自治区，简称“内蒙古”，首府呼和浩特。地处中国北部，地理上位于北纬 $37^{\circ} 24'$ ~ $53^{\circ} 23'$ ，东经 $97^{\circ} 12'$ ~ $126^{\circ} 04'$ 之间，东北部与黑龙江、吉林、辽宁、河北交界，南部与山西、陕西、宁夏相邻，西南部与甘肃毗连，北部与俄罗斯、蒙古接壤，横跨东北、华北、西北地区。

内蒙古自治区共辖 12 个地级行政区，包括 9 个地级市、3 个盟，分别是呼和浩特市、包头市、乌海市、赤峰市、通辽市、鄂尔多斯市、呼伦贝尔市、巴彦淖尔市、乌兰察布市、兴安盟、锡林郭勒盟、阿拉善盟。

2.1.1.2 阿拉善盟

阿拉善盟地处内蒙古自治区最西端，位于北纬 $37^{\circ} 24'$ ~ $42^{\circ} 47'$ ，东经 $97^{\circ} 10'$ ~ $106^{\circ} 52'$ 之间，西南与甘肃省相连，东南与宁夏回族自治区毗邻，东北与巴彦淖尔盟、乌海市接壤，北与蒙古人民共和国交界，国境线长约 734705km。

阿拉善盟行政区面积 27 万 km^2 ，人均国土面积超过 1km^2 ，是内蒙古自治区面积最大、人口最少的盟市。

阿拉善盟辖阿拉善左旗、阿拉善右旗、额济纳旗 3 个旗，阿拉善高新技术产业开发区、乌兰布和生态沙产业示范区、腾格里经济技术开发区、策克口岸经济开发区 4 个自治区级开发区，共有 31 个苏木镇，199 个嘎查村。盟行政公署驻阿拉善左旗巴彦浩特镇。



图 2.1-1 阿拉善盟政区图

2.1.2 地形地貌

2.1.2.1 内蒙古自治区

内蒙古自治区地势由东北向西南斜伸，呈狭长形，全区基本属一个高原型的地貌区，全区涵盖高原、山地、丘陵、平原、沙漠、河流、湖泊等地貌，气候以温带大陆性气候为主，地跨黄河、额尔古纳河、嫩江、西辽河四大水系。

内蒙古自治区地势较高，平均海拔高度 1000m 左右，基本上是一个高原型的地貌区。在世界自然区划中，属于著名的亚洲中部蒙古高原的东南部及其周沿地带，统称内蒙古高原，是中国四大高原中的第二大高原。在内部结构上又有明显差异，其中高原约占总面积的 53.4%，山地占 20.9%，丘陵占 16.4%，平原与滩川地占 8.5%，河流、湖泊、水库等水面面积占 0.8%。

2.1.2.2 阿拉善盟

地形呈南高北低状，平均海拔 900~1400m，地貌类型有沙漠戈壁、山地、低山丘陵、湖盆、起伏滩地等。土壤受地貌及生物气候条件影响，具有明显的地带性分布特征，由东南向西北依次分布有灰钙土、灰漠土、灰棕漠土。在湖盆和低洼地区有盐碱土和沼泽土。著名的巴丹吉林、腾格里、乌兰布和三大沙漠横贯全境，面

积约 7.8 万 km²，占全盟总面积的 29%，居世界第四位，国内第二位。巴丹吉林沙漠以高陡著称，绝大部分为复合沙山。相对高度从外缘的 5~20m，向内逐渐增高到 200~400m，最高达 500m。高大沙山互不连接，峻峭陡立，巍巍壮观。腾格里沙漠、乌兰布和沙漠多为新月形流动或半流动沙丘链，一般高 10~200m。沙漠中分布有 500 多个咸、淡水湖泊或盐碱草湖，其中较大的有古日乃湖、拐子湖、沙日布日都、头道湖、查干高勒、敦德高勒、辉图高勒、巴彦霍勒、乌日图霍勒、图兰太湖、通古勒格淖尔、英格田、特莫图、通湖音高勒、树贵湖、浩木肯高勒、伊和吉格德等。北部戈壁分布较广，面积约 9 万多 km²，占全盟总面积的 33.7%。阴山余脉与大片沙漠、起伏滩地、剥蚀残丘相间分布，东南部和西南部有贺兰山、合黎山、龙首山、马鬃山连绵环绕，雅布赖山自东北向西南延伸，把盟境大体分为两大块。贺兰山呈南北走向，长 250km，宽 10~50km，平均海拔 2700m。主峰达郎浩绕和巴彦笋布日，海拔分别为 3556m、3207m。贺兰山巍峨陡峻，犹如天然屏障，阻挡腾格里沙漠的东移，削弱来自西北的寒流，是外流域与内流域的分水岭。

2.2 社会经济情况

2021 年全盟地区生产总值完成 364 亿元，同比增长 4.4%；一般公共预算收入完成 33.5 亿元，同比增长 8%；城乡 500 万元以上固定资产投资同比增长 11.8%；社会消费品零售总额同比增长 3.4%；城乡常住居民人均可支配收入为 47266 元和 25204 元，同比增长 7.4%和 8.9%。分产业看，第一产业增加值 19.8 亿元，增长 5.5%；第二产业增加值 226 亿元，增长 4.6%；第三产业增加值 117.8 亿元，增长 4.1%。三次产业比例为 5.4:62.2:32.4。第一、二、三产业对生产总值增长的贡献率分别为 7.2%、59.0%和 33.8%。人均生产总值达到 137663 元，比上年增长 3.3%。

2.2.1 第一产业

2021 年，阿拉善盟全年农作物总播种面积 7.9 万公顷，比上年下降 3.7%。其中，粮食作物播种面积 1.7 万公顷，增长 2.1%；经济作物播种面积 6.2 万公顷，下降 5.1%。粮食总产量 13.6 万吨，同比增长 2.5%；油料产量 1.5 万吨，增长 35.6%；蔬菜及食用菌产量 7.6 万吨，下降 12.7%；棉花产量 36.6 吨，下降 56.4%；园林水果产量 3358.2 吨，增长 155.8%。牧业年度牲畜存栏头数达 98.09 万头（只），比上年减少 14.98%。农牧业机械总动力 28.34 万千瓦，比上年同口径增长 0.5%；农

作物耕种收综合机械化水平达到 88.59%。

2.2.2 第二产业

2021 年，阿拉善盟全部工业增加值比 2020 年增 4.8%，其中，规模以上工业增加值增长 4.3%。分门类看，采矿业下降 37.9%，制造业增长 18.9%，电力、热力、燃气及水的生产和供应业下降 2.2%。2021 年，阿拉善盟规模以上工业企业实现营业收入比 2020 年增长 60.1%；利润总额增长 103.8%。亏损企业亏损额增长 42.0%。营业收入利润率为 6.2%。规模以上工业企业产品销售率 100.1%。

2.2.3 第三产业

2021 年，阿拉善盟社会消费品零售总额 52.9 亿元，比上年增长 4.3%；进出口总额 24.9 亿元（人民币，下同），比上年下降 31.5%，其中：进口额 15.9 亿元，下降 47.3%，出口额 9 亿元，增长 46.3%。2021 年，阿拉善盟累计接待国内游客 504.23 万人次，受疫情影响，同比减少 23.77%，国内旅游收入 61.36 亿元，同比减少 42.76%。

2.3 新能源资源条件分析

2.3.1 风能资源

2.3.1.1 内蒙古自治区

内蒙古自治区地域广袤，所处纬度较高，高原面积大，距离海洋较远，边沿有山脉阻隔，气候以温带大陆性季风气候为主。有降水量少而不匀、风大、寒暑变化剧烈的特点。大兴安岭北段地区属于寒温带大陆性季风气候，巴彦浩特——海勃湾——巴彦高勒以西地区属于温带大陆性气候。总的特点是春季气温骤升，多大风天气，夏季短促而炎热，降水集中，秋季气温剧降，霜冻往往早来，冬季漫长严寒，多寒潮天气。

内蒙古自治区风能资源丰富，开发潜力巨大。从内蒙古自治区 100m 高度平均风速分布可以看出，除呼伦贝尔岭东地区、阿拉善盟西部和南部、巴彦淖尔市南部、鄂尔多斯市南部、包头市南部、赤峰市中南部地区的风速较低，其余地区的平均风速都较大，风能资源禀赋较优，大兴安岭以西和阴山山脉以北的绝大部分地区平均风速在 6.5m/s 以上，部分地区风速超过 8.5m/s，风功率密度超过 550W/m²。

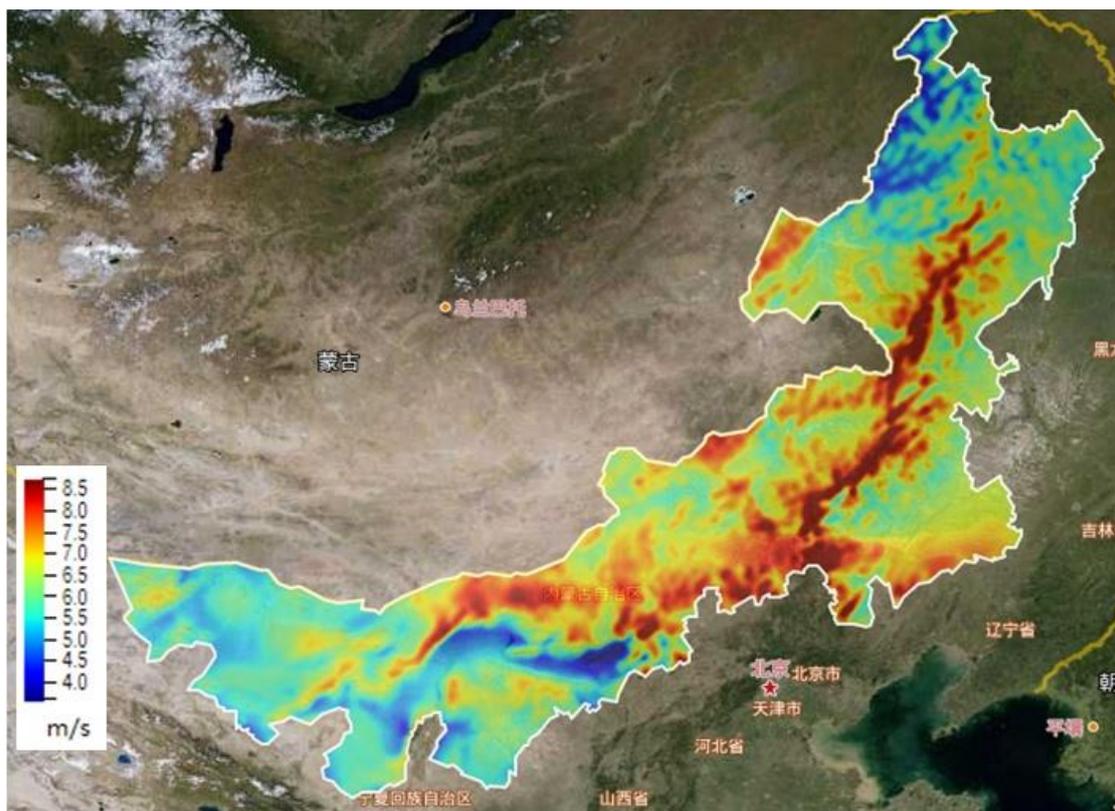


图 2.3-1 内蒙古 100m 高度平均风速分布图

2.3.1.2 阿拉善盟

阿拉善盟地处内蒙古自治区最西端，从气候成因来看，阿拉善盟气候属温带大陆性气候，常受到强大的冷高压影响，是冷空气南下的主要通道，因此，阿拉善盟北部的风能资源较为丰富。阿拉善盟 100m 高度年平均风速分布图见图 2.3-2，由图可以看出，阿拉善盟风能资源丰富区主要分布在阿拉善左旗和阿拉善右旗境内。其中阿拉善左旗东北部、北部和阿拉善右旗北部、东南部风能资源较为丰富，100m 高度年平均风速约 $6.5\text{m/s}\sim 8.5\text{m/s}$ ，风功率密度约 $280\text{W}/\text{m}^2\sim 550\text{W}/\text{m}^2$ 。这些区域中大部分地形平坦开阔，地势起伏小，具备建设大型风电基地的条件。

阿拉善盟 100m 高度平均风速分布见图 2.3-2：

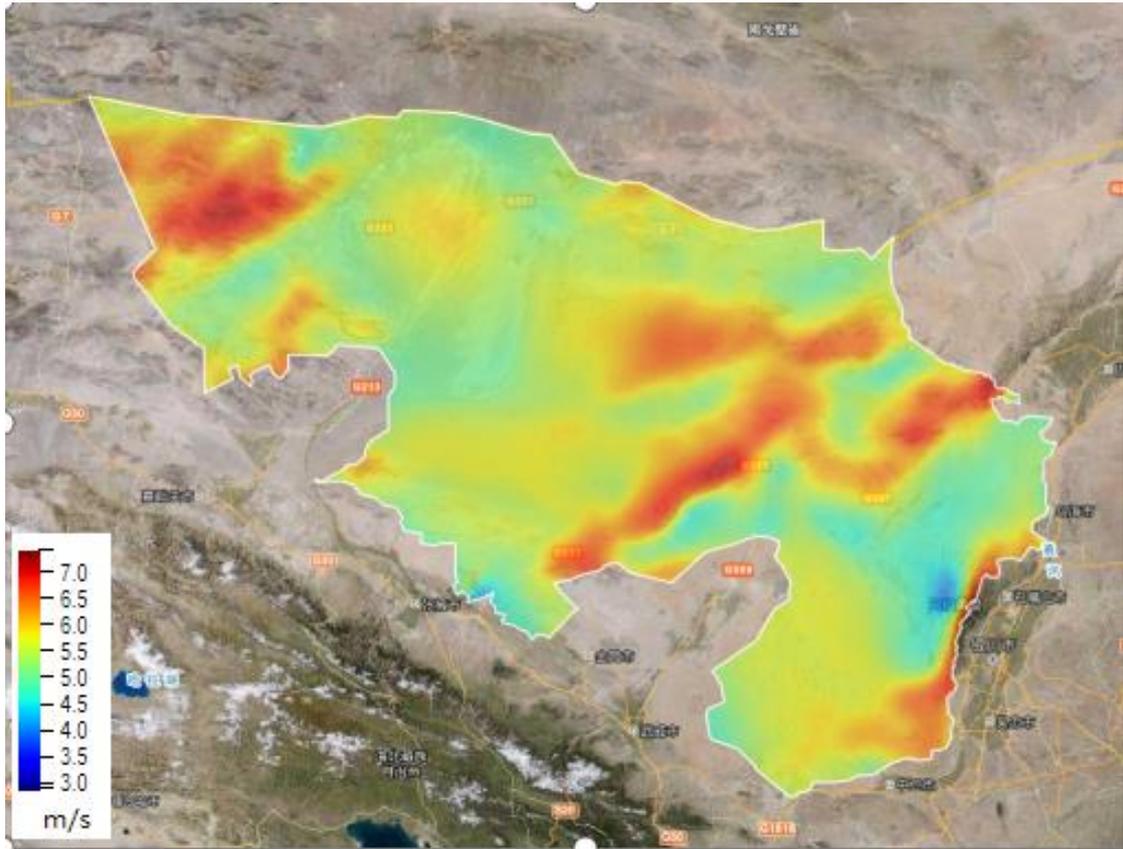


图 2.3-2 阿拉善盟 100m 高度年平均风速分布图

2.3.2 太阳能资源

2.3.2.1 内蒙古自治区

内蒙古自治区太阳能资源十分丰富。内蒙古太阳能资源分布见图 2.3-3。从图中可以看出，全区年总辐射值自东北向西南呈逐渐递增规律。总辐射低值区分布于呼伦贝尔市北部，年总辐射值在 1400kWh 以下，年日照时数在 2700h 以下。总辐射中值区包括了呼伦贝尔市南部、兴安盟、锡林郭勒盟、通辽市、赤峰市、乌兰察布盟、呼和浩特市的全部，包头市、鄂尔多斯、乌海市的大部以及巴彦淖尔盟中部和阿拉善盟南部，年辐射值在 1400kWh~1750kWh 间，年日照时数在 2700h~3200h 之间。总辐射高值区集中于阿拉善盟中北部、巴彦淖尔盟西部和东部、包头市西部以及鄂尔多斯西缘和乌海市西缘，年总辐射值在 1750kWh 以上，年日照时数在 3200h 以上。

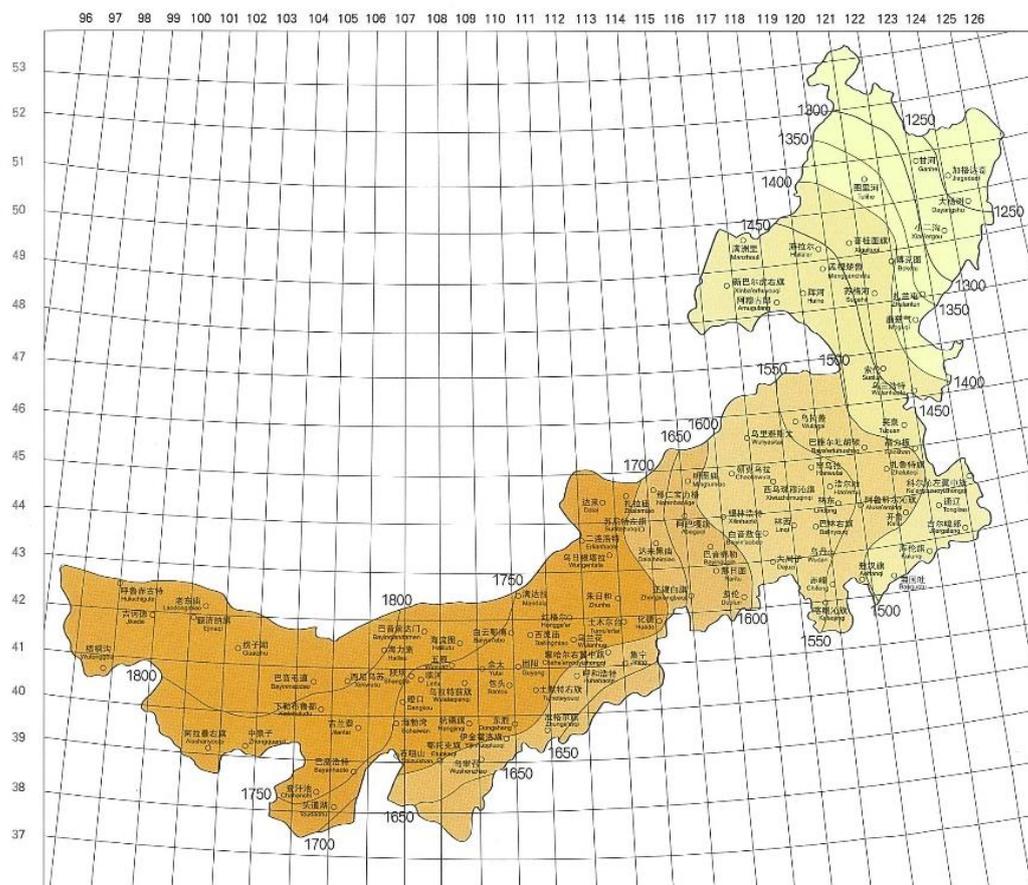


图 2.3-3 内蒙古太阳能资源分布图（年总辐射量）

2.3.2.2 阿拉善盟

阿拉善盟位于内蒙古西部内陆高原，地处亚洲大陆腹地，远离海洋，周围群山环抱，形成典型的大陆性气候。干旱少雨，风大沙多，冬寒夏热，四季气候特征明显，昼夜温差大。由于地势较高，空气稀薄，空气中含有的尘埃的量较小，晴天较多，日照时间较长，大气对太阳辐射的削弱作用小，到达地面太阳辐射能量多，太阳能资源丰富。近 30 年年平均日照时数达 2952h~3355h，全盟年平均太阳总辐射量约为 $6207\text{MJ}/\text{m}^2$ ($1724\text{kWh}/\text{m}^2$)。

根据《太阳能资源评估方法》对我国太阳能资源丰富程度的划分，以年水平面总辐照量为指标，阿拉善盟属于太阳能资源“很丰富”等级。

其中，太阳能资源“很丰富”地区约占全盟总面积的 70%，主要分布于阿拉善盟的中南部地区及额济纳旗西部；资源最丰富区约占全盟总面积的 30%，主要分布于额济纳旗中东部、阿拉善右旗北部和巴丹吉林沙漠南缘部分地区以及阿拉善左旗吉兰泰和其他零星分布地区；资源较丰富区面积不足全盟总面积的 0.2%，零星

分布于贺兰山的沟谷地带。

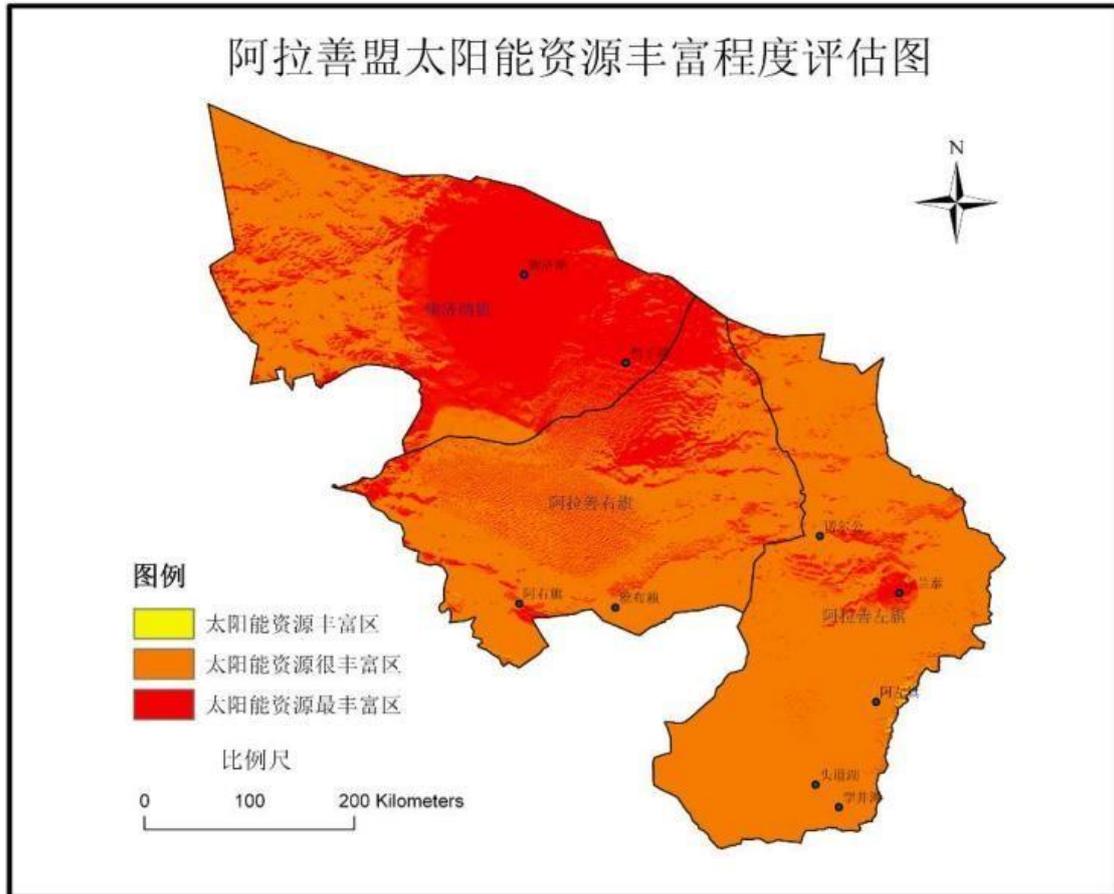


图 2.3-4 阿拉善盟太阳能资源丰富程度评估图

该地区有 95%以上的年份日照时数超过 2900 小时，日照百分率不低于 60%，但也有个别年份（2010 年和 2011 年）的日照时数低于 2900 小时。日照时数和日照百分率年际变化较大，近年来略有下降，下降趋势不明显；日照时数年内变化呈现典型的单峰分布特征，最大值出现在 5 月，最小值出现在 2 月。

（1）日照时数

本报告收集了阿拉善盟境内的 6 个气象站的逐月日照数据，分别为阿右旗气象站、阿左旗气象站、额济纳旗气象站、吉兰泰气象站、开发区气象站和李井滩气象站，从 1984 年至 2013 年共 30 年的逐月日照时数数据（开发区气象站为 2008 年至 2013 年共 6 年数据），6 个气象站年日照时数平均值达到了 3186.4h，平均每月的日照时数为 265.5h，每天的日照时数为 8.7h。

太阳能总辐射根据中国气象局和阿拉善盟气象局资料，阿拉善盟境内光照资源丰富。阿拉善盟总辐射空间分布图如下：

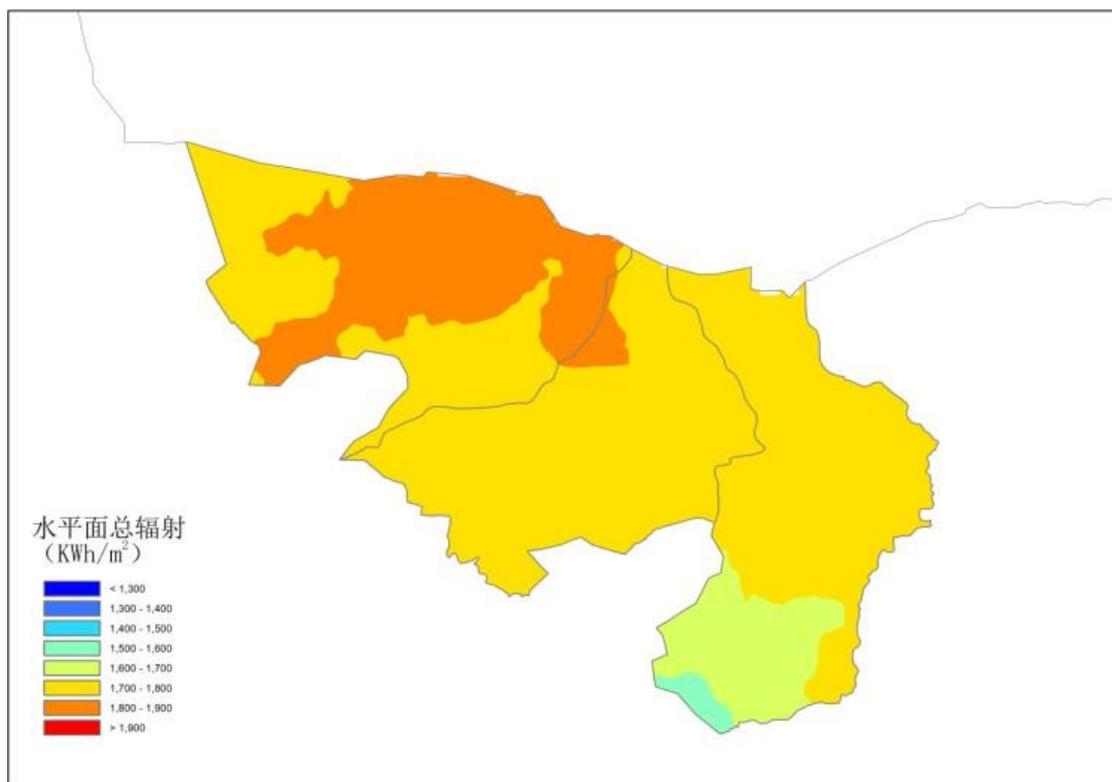


图 2.3-5 阿拉善盟太阳能总辐射空间分布图

阿拉善盟年平均总辐射约为 $1724\text{kWh}/\text{m}^2$ ，日平均辐射量约合 $4.7\text{kWh}/\text{m}^2$ 左右，大部分地区年太阳总辐射在 $1700\text{kWh}/\text{m}^2$ 以上，属于我国光照资源丰富区。从年总辐射的空间分布格局来看，阿拉善盟太阳总辐射纬向分布趋势明显，即随着纬度的增高，总辐射值呈逐渐增大趋势。

根据 Meternorm 数据库数据，额济纳旗总辐射资源最好，全年总辐射量为 $1818\text{kWh}/\text{m}^2$ ；右旗总辐射值次之，全年总辐射量为 $1733\text{kWh}/\text{m}^2$ ；左旗总辐射量为三个区域内最低值，全年总辐射量约为 $1626\text{kWh}/\text{m}^2$ 。

(2) 法向直接辐射

太阳能光热利用主要利用法向直接辐射，阿拉善盟法向直接辐射空间分布图如下：

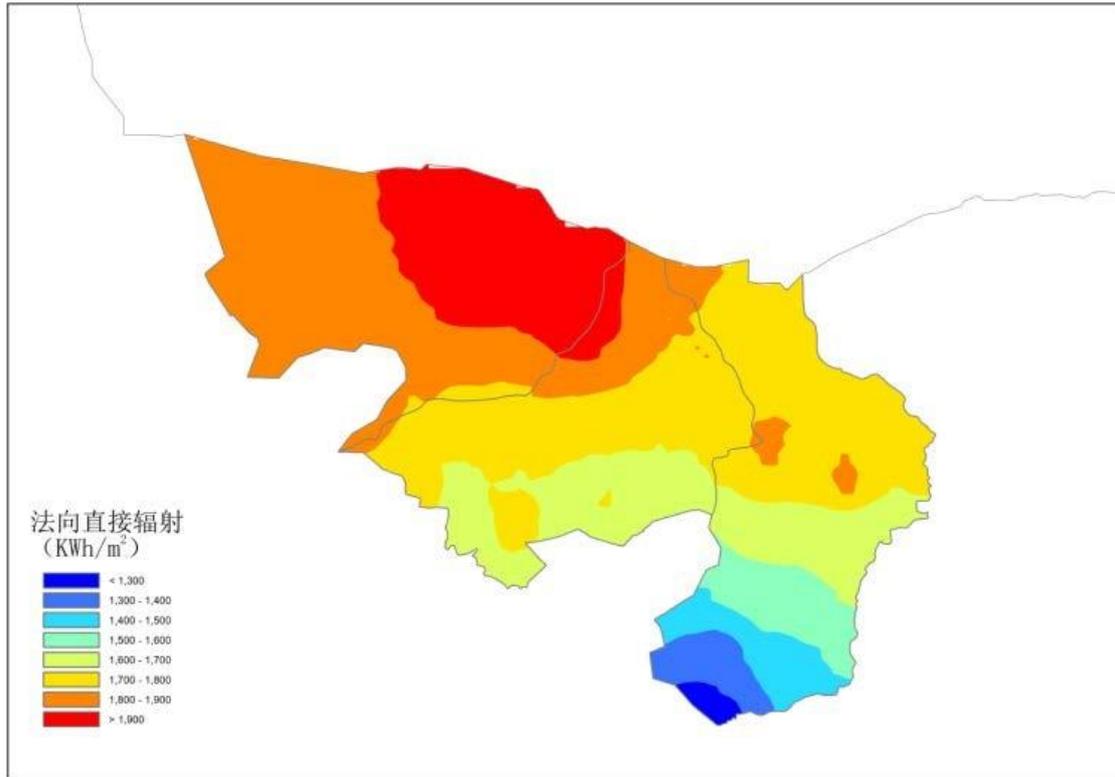


图 2.3-6 阿拉善盟法向直接辐射空间分布

阿拉善盟直接辐射空间分布特征与总辐射基本一致，纬向分布特征明显，即随着纬度的增高，直接辐射值呈逐渐增大趋势。其中太阳直接辐射最强地区主要分布额济纳旗东北部地区，而贺兰山等山地零星分布的阴坡以及沟谷地带直接辐射最弱。额济纳旗法向直接辐射资源最好，全年总辐射量为 $2436\text{kWh}/\text{m}^2$ ；右旗总辐射值次之，全年总辐射量为 $2060\text{kWh}/\text{m}^2$ ；左旗总辐射量为三个区域内最低值，全年总辐射量约为 $1791\text{kWh}/\text{m}^2$ 。

2.4 其他能源资源概况

2.4.1 煤炭资源

截至 2020 年，阿拉善盟煤炭累计勘查储量成果达 53 亿吨，其中：焦煤 9.7 亿吨，无烟煤 8.95 亿吨，烟煤 34.5 亿吨。其中，阿左旗呼鲁斯太矿区深部已达到详查；阿左旗黑山矿区已完成普查；阿右旗潮水盆地大部分已完成普查。

2.4.2 水资源

2.4.2.1 内蒙古自治区

内蒙古水资源相对短缺，时空分布不均衡，东多西少，总的趋势是由东北向西

南逐步减少，地表径流量的 90%集中在东部地区。全区可利用的水资源有 45%用于农业灌溉，可用于发展工业项目的水资源条件极为有限。

内蒙古自治区全区多年平均水资源 545.95 亿 m^3 ，其中地表水资源量为 406.60 亿 m^3 ，占水资源总量的 74.5%；地下水资源量为 139.35 亿 m^3 ，占水资源总量的 25.5%。地表水和地下水的可利用资源量为 298.29 亿 m^3 。全区人均水资源占有量 1561 立方米，基本和全国人均占有量相同。

东部地表水资源丰富，仅额尔古纳河、嫩江和辽河三大水系，多年平均地表水资源达 335 亿 m^3/a ，占全区地表水资源量的 88.69%；中部海河、滦河水系，多年平均地表水资源为 3.93 亿 m^3/a ，占 1.04%。西部水资源相对较少，黄河水系支流地表水资源为 19.85 亿 m^3/a ，占 5.26%；阿拉善额济纳河水资源量占全区总水资源的 1.88%。内蒙古黄河正常年份过境水可用指标为每年 58.6 亿 m^3 。

2.4.2.2 阿拉善盟

依据《阿拉善盟水资源综合规划》初步成果，全盟多年平均自产水资源总量为 11.73 亿 m^3 ，其中：地表水资源量为 2.07 亿 m^3 ，地下水资源量为 13.94 亿 m^3 （小于 2g/L 地下水资源量为 10.67 亿 m^3 ），重复计算量 4.28 亿 m^3 。

依据《阿拉善盟水资源综合规划》初步成果，全盟自产水资源可利用总量为 6.65 亿 m^3 ，其中：地表水资源可利用量为 0.15 亿 m^3 ，地下水资源可开采量为 6.52 亿 m^3 （矿化度小于 2g/L 地下水资源可开采量为 5.45 亿 m^3 ）。

2.4.3 天然气

2.4.3.1 内蒙古自治区

内蒙古自治区天然气资源丰富，天然气探明地质资源储量 1.67 万亿 m^3 ，技术可采储量 0.86 万亿 m^3 ，位居全国第三。产区主要位于蒙西境内的鄂尔多斯地区，主要包括中石油苏里格气田、中石化大牛地气田等。

2.4.3.2 阿拉善盟

阿拉善盟天然气条件较好，其中阿拉善经济开发区天然气气源来自长庆气田，通过长庆-乌海-临河长输管道经乌达门站到达园区内。由内蒙古西部天然气股份有限公司全资子公司乌海凯洁燃气有限公司建设的四条天然气管道，目前已向内蒙古紫光化工、泰兴泰丰、中盐氯碱化工、兰太实业提供天然气，天然气利用总量达到 3000 万 m^3/a 。由阿拉善经济开发区中宝燃气有限公司通过乌达门站，建设的

园区 14km 的高压管道和 10km 的中压管道，已向内蒙古诚信永安一家企业提供天然气，天然气利用总量达到 1600 万 m³/a。

2.4.4 土地资源

根据最新国土三调数据，阿拉善盟土地面积为 239450.1km²，其中，阿拉善右旗土地面积为 71511.3km²，阿拉善左旗土地面积为 79837.8km²，额济纳旗土地面积为 88101.0km²。阿拉善盟未利用地面积为 164926.2km²，其中，阿拉善右旗未利用地面积为 46696.3km²，阿拉善左旗未利用地面积为 38773.9km²，额济纳旗未利用地面积为 79456.0km²。

最新生态红线面积为 194728.2km²，占总土地面积的 81.3%。其中，阿拉善右旗生态红线面积为 55783.9km²，集中分部在阿右旗的西南部。阿拉善左旗生态红线面积为 65014.2km²，集中分部在阿左旗的中部、北部。额济纳旗生态红线面积为 73930.1km²，集中分部在额济纳旗东南、西北部。阿拉善基本草原面积为 18525.0km²。

根据风电光伏项目用地政策，对公益林、生态红线、水源保护地以及矿产资源等进行了合理的避让。

2.5 交通概况

“十三五”末，阿拉善盟公路总里程达到 10971 公里，总规模突破 10000 公里。公路网密度达到 4.06 公里/百平方公里。建成 G7 京新高速、G307 雅布赖至山丹、S218 长流水至中卫、S228 巴丹吉林镇至金昌（蒙甘界）等项目，公路网技术等级有了较大幅度的提升。技术等级上，高等级公路里程增长明显，二级及以上公路达 2433 公里；行政等级上，国道里程达 2595 公里；因部分省道调整为国道，省道里程为 2182 公里；国省道总里程达 4777 公里，占总公路里程 43.5%。路面铺装类型上，沥青混凝土路面 8056 公里。全盟苏木（镇）、嘎查（村）通客运班车率达 100%。

京新高速（G7）公路从阿拉善盟北境穿过，横跨阿拉善左旗、阿拉善右旗、额济纳旗，境内全长 814km，是世界上穿越沙漠、戈壁路段最长的高速公路。

巴银高速公路阿拉善盟境内全长 69km，是连接阿拉善左旗巴彦浩特镇和宁夏回族自治区银川市的主要高等级公路。乌海至巴彦浩特一级公路阿拉善盟境内全长 130km，是两个地区重要的运输通道。全盟各旗所在地实现了高等级公路贯通。

阿拉善盟交通条件较为便利。

2.6 气象概况

阿拉善盟地处亚洲大陆腹地，为内陆高原，远离海洋，属于典型的大陆性气候。四季气候特征明显，昼夜温差大，降水量由东南部向西北部递减，蒸发量由东南部向西北部递增。年平均气温 7.7~9.8℃，极端最低气温-34.4℃（巴彦诺日公，2008 年 1 月 24 日），极端最高气温 44.8℃（拐子湖，1988 年 7 月 24 日）。1 月平均气温-7.7~-10.7℃，7 月平均气温 23.5~28.1℃。年降水量 32.8~208.1mm。年蒸发量 1555.7~2808.5mm。年无霜期 143~174 天。年日照时数 2977~3369 小时。年平均风速 2.8~4.7m/s。阿拉善盟北部盛行偏西风，南部多东南风。

2.7 电网情况

2.7.1 电网条件

2.7.1.1 内蒙古自治区电网现状

内蒙古自治区电网（简称内蒙古电网）位于华北电网的北部，是华北电网的组成部分和主要送电端。内蒙古电网供电区域为自治区西部的六市二盟，包括呼和浩特市、包头市、乌海市、鄂尔多斯市、巴彦淖尔市、乌兰察布市、阿拉善盟、锡林郭勒盟。目前，内蒙古电网已形成“三横四纵”的 500kV 主干网架结构，并与华北电网通过 4 回 500kV 送电通道相连。各盟市供电区域均形成 220kV 主供电的网架结构；其中，呼和浩特、包头、鄂尔多斯、薛家湾、巴彦淖尔、乌兰察布、乌海等地区均已形成 220kV 城市环网。

截止到 2020 年底，内蒙古电网发电装机（6MW 及以上）容量 76171.386MW，包括：火电厂 140 座，装机容量 45403.218MW；水电站 6 座，装机容量 2079.13MW；生物质电厂 7 座，装机容量 153MW；风力发电场 194 座，投产容量 19472.1MW；光伏电站 232 座，投产容量 9063.938MW。内蒙古电网覆盖范围内共有 500kV 变电站 34 座，主变 85 台，总变电容量 73650MVA；220kV 公用变电站 169 座，主变 384 台，总变电容量 66786MVA。500kV 线 94 回，线路总长度 7076.246km；220kV 线路 791 回，线路总长度 25339.54km。

2020 年内蒙古电网最高用电负荷为 35400MW（不含鄂绒、双欣及外送电力）。内蒙古电网向华北电网协议送电容量 4200MW。2020 年内蒙古电网全社会用电量为

2838×10⁸kWh（不包括鄂绒、双欣及外送电量）。

2.7.1.2 蒙西电网现状

蒙西电网位于华北电网的北部，是华北电网的组成部分和主要送电端。蒙西电网供电区域为内蒙古自治区西部的六市二盟，包括呼和浩特市、包头市、乌海市、鄂尔多斯市、巴彦淖尔市、乌兰察布市、阿拉善盟、锡林郭勒盟。

目前，内蒙古电网已形成“三横四纵”的 500 千伏主干网架结构，并与华北电网通过 4 回 500 千伏送电通道相连。各盟市供电区域均形成 220 千伏主供电的网架结构；其中，呼和浩特、包头、鄂尔多斯、薛家湾、巴彦淖尔、乌兰察布、乌海等地区均已形成 220 千伏城市环网。

截止到 2021 年底，内蒙古电网发电装机（6MW 及以上）容量 78994MW。内蒙古电网覆盖范围内共有 500 千伏变电站 34 座，变电容量 76050MVA；220 千伏公用变电站 175 座，总变电容量 71940MVA。500 千伏线路总长度 6436.7km；220 千伏线路总长度 20325.3km。

2021 年内蒙古电网最高用电负荷为 35640MW（不含鄂绒、双欣及外送电力）。内蒙古电网向华北电网协议送电容量 4200MW。

2021 年内蒙古电网全社会用电量为 2813×10⁸kWh（不包括鄂绒、双欣及外送电量）。

2.7.1.3 阿拉善电网现状

阿拉善盟形成了贯通全盟的 220kV 主干网架，但由于供电区域大，电网采用长距离输电线路供电，使得阿拉善盟电网的网架相对薄弱。

阿拉善盟电网目前以吉兰太 500kV 变、定远营 500kV 变和阿拉腾敖包开关站为主电源点，形成定远营～阿拉腾敖包开关站～金诺～贺兰山 220kV 四角环网，阿拉腾敖包开关站～金诺～雅布赖-阿右旗 220kV 四角环网，吉兰太～定远营～贺兰山-双泉四角环网，正常方式下定远营～阿拉腾敖包开关站、贺兰山-金诺线路备用。同时吉兰太 500kV 变、定远营 500kV 变通过辐射状网络向地区其它 220kV 变电站供电，形成吉兰太～乌斯太 220kV 三回辐射状供电网络，定远营～葡萄墩、吉兰太～巴音敖包双回辐射状供电网络，金诺～宏泰～额济纳单回链式供电结构。

截止到 2021 年底，阿拉善盟电网发电装机（6MW 及以上）容量 3071.8MW。包括：火力发电厂 8 座，总装机容量 1727MW；风力发电场 14 座，总投产容量为 1055.6MW；

光伏电站 27 座，装机容量 705MW，光储电站 1 座，投产容量 100MW。阿拉善盟电网拥有 500kV 变电站 2 座，总容量为 3750MVA。目前，阿拉善盟电网运行的 220kV 公用变电站 12 座（含 1 座开关站），主变 22 台，总变电容量为 3450MVA；2 座 220kV 用户站，变电容量 1410MVA。阿拉善电网 220kV 线路总共 37 回，长度为 2923.254km。

2021 年阿拉善盟电网最高用电负荷为 1476MW。地区全社会用电量为 117.6×10^8 kWh。

2.7.2 供需形势

2.7.2.1 电力需求

预计 2025 年全社会用电量达 161 亿 kWh，全社会最大负荷达 212 万 kW，用电负荷 195 万 kW；2035 年全社会用电量达 238 亿 kWh，全社会最大负荷达 312 万 kW，用电负荷 287 万 kW。

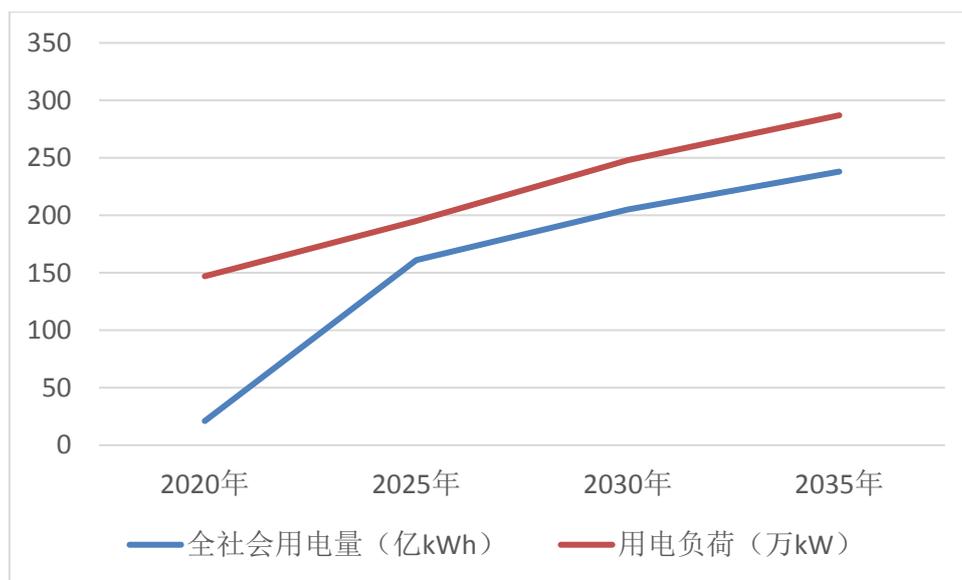


图 2.7-1 阿拉善电力需求预测

2.7.2.2 市场空间

考虑现役装机及 2020 年投产庆华电厂 2×5 万 kW 火电机组，预计 2025 年本地电力缺口达 93 万 kW，2035 年本地电力缺口达 208 万 kW。

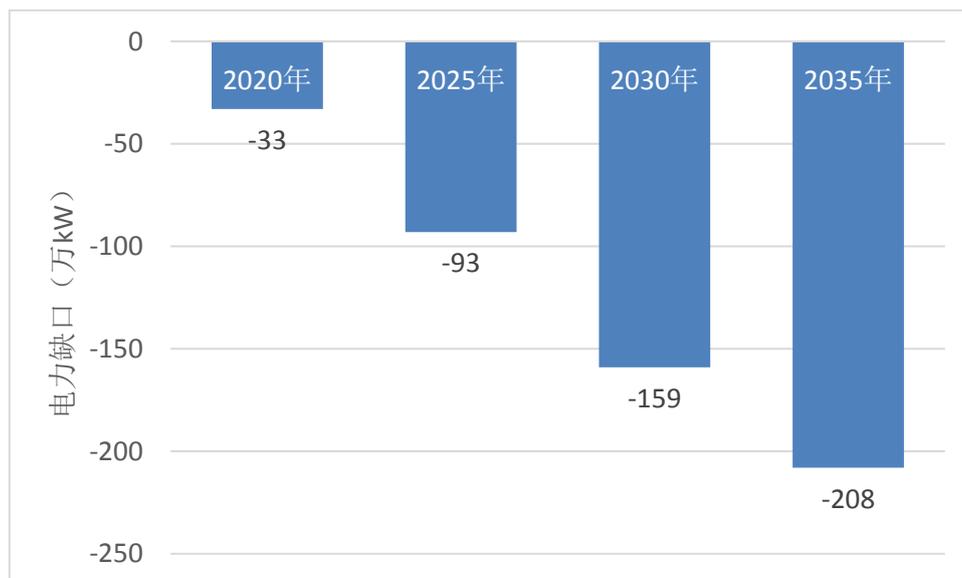


图 2.7-2 阿拉善电力市场空间

2.8 新能源开发现状

截至 2021 年底，阿拉善盟已建成并网项目 42 个（风电 14 个，光伏 28 个），总装机容量达到 186.06 万 kW（风电 105.56 万 kW，光伏 80.5 万 kW）。

在建及拟建新能源项目 22 个，总装机容量为 776.324 万 kW，新能源装机占比进一步提升。电力总容量达到 358.76 万 kW，新能源占全盟电力总装机容量近 52%。新能源发电量为 40.42 亿 kWh，同比增长 16.55%，占全盟发电量的 32.17%，其中：风力发电累计 27.38 亿 kWh，同比增长 17.5%；光伏发电累计 13.04 亿 kWh，同比增长 15.6%。电力外送通道上海庙至山东直流外送通道，配套阿拉善盟风电 160 万 kW，巴彦淖尔风电 160 万 kW，鄂尔多斯风电 60 万 kW、光伏 20 万 kW。

截至 2021 年底，阿拉善左旗已建成、在建风电项目装机容量合计 307.21 万 kW，已建成、在建与待建光伏项目装机容量合计 59.14 万 kW。

阿拉善盟火电、新能源（在建）项目情况见表 2.8-1，2022 年新能源（实施）项目见表 2.8-2。

表 2.8-1 阿拉善盟新能源（在建）项目统计表

序号	地区	项目名称	装机容量 (万 kW)
1	阿左旗	阿拉善-上海庙 160 万千瓦风电基地项目	40
			40
			40
			40
	小计		160

序号	地区	项目名称	装机容量 (万 kW)
2	阿拉善高新技术产业开发区	瀚海润金新能源 2 万千瓦分散式风电项目 (2020 年)	2
	小计		2
3	乌兰布和生态沙产业示范区	中广核阿拉善 2 万千瓦分散式风电项目 (2020 年)	2
	小计		2
合计			164

表 2.8-2 阿拉善盟 2022 年新能源（实施）项目统计表

区域	序号	项目名称	装机容量 (万 kW)
阿左旗	1	大唐阿拉善盟乌力吉 400MW 风电项目	40
	2	华能阿拉善左旗巴彦诺日公 300MW 风电项目	30
	3	阿拉善左旗风电一期 100MW 项目	10
	4	华润新能源阿拉善宗别立 200 兆瓦风电项目	20
	5	阿左旗西部开源矿能开发有限公司 4000kW 分布式光伏项目	0.4
	6	阿拉善左旗 4.594 万千瓦整县屋顶分布式光伏开发试点项目	4.594
	7	内蒙古哈伦能源热电厂灵活性改造促进新能源消纳试点项目（光伏发电）	8
	小计		112.994
阿右旗	1	内蒙古华电阿拉善盟右旗 150MW 风电项目	15
	2	阿右旗风储一体化项目	20
	3	中广核阿右旗 10 万千瓦智慧风储项目	10
	4	华电福新能源有限公司 1.5 万千瓦分散式风电项目	1.5
	小计		46.5
阿拉善高新技术产业开发区	1	大唐阿拉善高新技术产业开发区兰山二期 200MW 光伏治矿项目	20
	2	阿拉善盟泰辉能源有限责任公司 1.5 万千瓦分散式风电项目	1.5
	3	阿拉善盟天巽新能源有限公司 1.5 万千瓦分散式风电项目	1.5
	4	内蒙古风舞瀚海新能源有限公司 6000kW 分布式光伏项目	0.6
	5	阿拉善高新区 9.23 万千瓦整县屋顶分布式光伏开发试点项目	9.23
	小计		32.83
乌兰布和生态沙产业示范区	1	阿拉善盟乌兰布和金元 100MWp 沙漠生态治理及储能光伏项目	10
	2	国家电投集团内蒙古新能源有限公司阿拉善盟乌兰布和生态沙产业示范区 100MW 光伏沙漠治理项目	10



区域	序号	项目名称	装机容量 (万 kW)
	小计		20
低碳园区	1	阿拉善盟低碳工业园区 400 万千瓦风电光伏项目	400
	小计		400
	合计		612.324

3 发展优势与面临形势

3.1 发展优势

3.1.1 政策叠加优势

阿拉善盟发展清洁能源离不开政策的支持，国家层面上，中央召开财经领导小组第六次会议，习近平总书记提出能源安全新战略，包括“四个革命、一个合作”；中央经济工作会议提出新增可再生能源和原料用能不纳入能源消费总量控制。《生物多样性公约》第十五次缔约方大会领导人峰会、全国发展和改革工作会议等政策提出推动在沙漠、戈壁、荒漠地区规划建设大型风电光伏基地。同时，在《“十四五”特殊类型地区振兴发展规划》中，对沙漠戈壁等地区发展风电光伏进一步作了明确的规定。

自治区层面上，2022 年内蒙古自治区《政府工作报告》提出，支持阿拉善建设可再生能源基地，2022 年 5 月自治区党委书记孙绍骋在进行阿拉善考察并指出要转变开发方式，提高效益；要打通堵点，加快新能源项目建设进度。国家、自治区针对阿拉善盟发展新能源的支持政策层层叠加，形成独有的政策叠加优势，引导并支持阿拉善盟的新能源产业高质量发展。

3.1.2 资源富集优势

阿拉善盟风能资源属于国家 I 类资源区，100m 高度年平均风速约 6.5m/s~8.5m/s，风功率密度约 280W/m²~550W/m²。这些区域中大部分地形平坦开阔，地势起伏小，具备建设大型风电基地的条件。水平面总辐照量在 1700kWh/m² 以上，根据《太阳能资源评估方法》对我国太阳能资源丰富程度的划分，以年水平面总辐照量为指标，阿拉善盟属于太阳能资源“很丰富”地区，极具开发价值。

3.1.3 国土空间优势

阿拉善盟国土面积广大、地形平坦，属于温带荒漠、沙漠、戈壁集中区。巴丹吉林、乌兰布和、腾格里沙漠有 50%以上分布在阿拉善盟内。阿拉善适宜开展清洁能源开发利用的土地资源约 9.53 万 km²，已纳入国家优先开发序列的三大沙漠中综合条件最好的土地资源 2.44km²，适宜大规模、连片集中开发新能源基地。

3.1.4 电力输距优势

充分利用西部地区新能源资源富集的优势，建设新能源发电项目，有助于提高本地绿色电源结构比例。新能源资源、土地资源较为匮乏地区，通过大规模发展新能源实现能源消费结构绿色转型较为困难，同时西部地区新能源电力供需不平衡引致新能源消纳问题，为避免资源浪费、提高资源使用效率，跨省电力输送通道的建设成为实现全国电力资源的优化配置的重要手段。与临近的青海海西州、新疆和田，进行新能源项目跨省输电距离效益对比，阿拉善盟到江苏省的跨省电力输送通道距离最短，成本最低，综合效益最好。

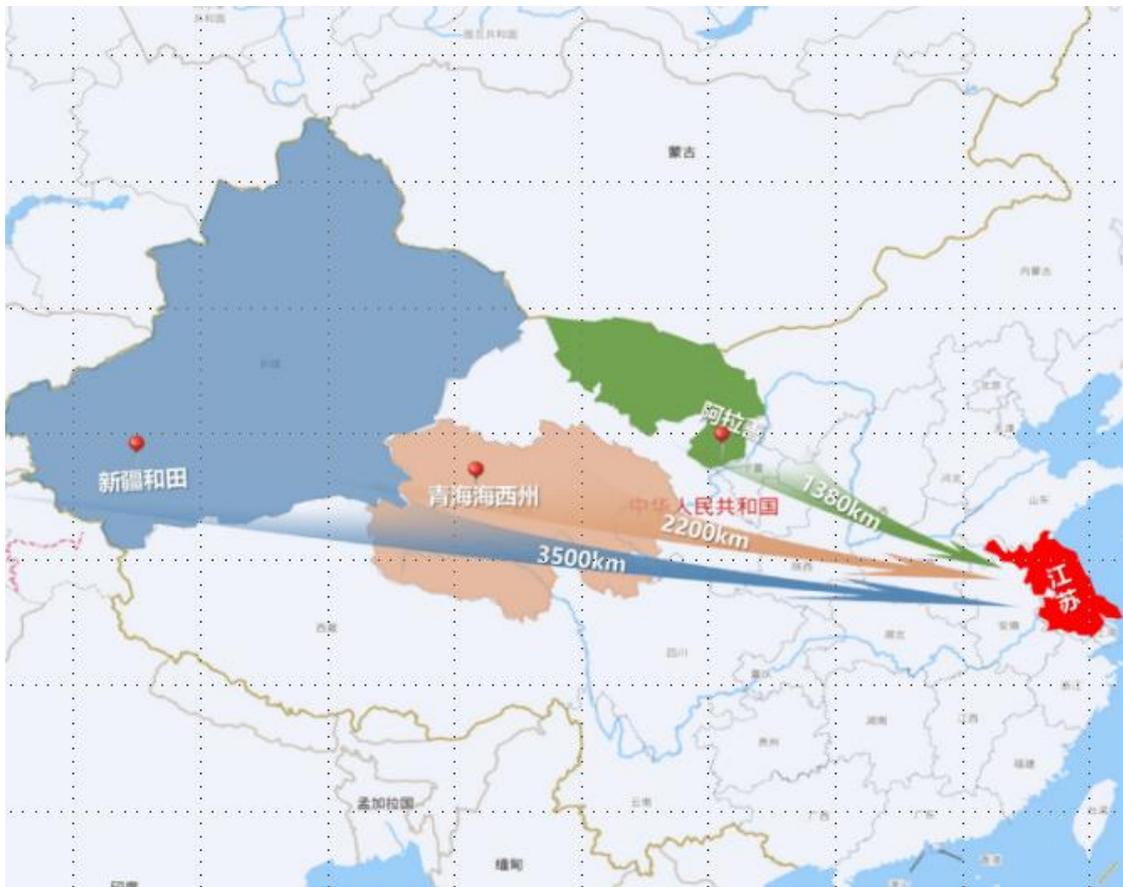


图 3.1-1 电力输距示意图

3.1.5 区域合作优势

为促进形成以国内循环为主体，国内国际双循环的新发展格局，阿拉善盟作为衔接国内大循环和国际大循环的重要枢纽和合作平台，一方面主动服务和融入“一带一路”、“中蒙俄经济走廊”建设，与其他区域共同参与国际大循环，扩大能源外部需求，促使实现新能源高质量发展。阿拉善盟与接壤的蒙古国在进出口贸易、

加工制造、产业扶持等方面已经建立了良好的合作基础，有打通与蒙古国国际能源合作通道的条件。

另一方面以建立亿千瓦级新能源基地为契机，加强跨区域交流与合作，参与建设全国能源大市场，扩大能源内部需求，推动国内大循环。阿拉善盟处于清洁能源产业集中连片区、重要关联点、核心枢纽区，区位条件优越、与周边省份资源优势互补，符合国家相对集中打造清洁能源优势区的总体布局。阿拉善高新区预计 2022 年用电 130 亿 kWh，周边乌海市、鄂尔多斯市（棋盘井地区）、石嘴山市均是高耗能产业布局的核心区，周边 7 个工业园区年用电超 400 亿 kWh，有工业绿能升级、绿能替代的需求。

3.1.6 生态效益优势

阿拉善盟大部分区域为沙漠或戈壁，依托风光资源易与生态结合的特点，以“新能源+生态”模式建设绿色电源，推广板上发电、板间养殖、板下绿植等综合光伏治沙模式，可降低蒸发，实现能源生态互补共赢的效果，对于黄河流域水土保持具有重要作用。

3.1.7 示范引领优势

践行习近平总书记生态文明思想，服务保障国家能源安全战略。充分利用阿拉善盟地区生态发展、资源禀赋的特点和发展空间，大力发展新能源产业，开展新能源与储能、制氢、生态治理等能源新兴产业、源网荷储一体化绿色供电示范、多能互补等示范项目建设，走上以生态优先、绿色发展为导向的高质量发展新路径，同时为陕甘宁蒙青晋同类地区转型升级和高质量发展探索新路。

3.1.8 战略目标优势

从碳达峰、碳中和“1+N”系列政策的出台，到党的二十大报告提出深入推进能源革命，加快规划建设新型能源体系。在顶层制度的支持引导下，我国新能源发展需求不断被释放，新能源行业迎来规模化发展新机遇。为紧抓国家、自治区新能源发展机遇，抢占清洁能源产业发展的制高点，阿拉善盟聚焦能源迭代和环境保护需求、增强动能，统筹新能源电力内用和外送需要，持续推进电力基础设施建设，以发电规模最大、保障能力最强、产业水平最高、综合成本最低、生态代价最小为

目标，聚力建设全国重要的亿千瓦级清洁能源生产大基地。

3.2 面临形势

3.2.1 发展新能源是当前形势下的大势所趋

随着传统化石燃料存储量的不断减少，气候变化应对形势严峻，生态环境保护压力倍增，社会经济发展对能源需求的日益增加，世界各国认识到了发展新能源的重要性。大力发展新能源已成为全球能源革命和应对气候变化的主导方向和一致行动。过去五年，全球新增发电装机中可再生能源约占 70%，全球新增发电量中可再生能源约占 60%。“十四五”时期及未来一段时间，全球能源转型进程将明显加快，以风电、光伏发电为代表的新能源将呈现性能快速提高、经济性持续提升、应用规模加速扩张态势。各主要国家和地区纷纷提高应对气候变化自主贡献力度，进一步催生可再生能源大规模阶跃式发展新动能，推动可再生能源成为全球能源低碳转型的主导方向，预计 2050 年全球 80%左右的电力消费来自可再生能源。

3.2.2 发展新能源是我国能源低碳转型的主要途径

在国际能源供给紧张、价格高位波动，国内油气对外依存度较高的背景下，为达到 2035 年生态环境根本好转、美丽中国建设目标基本实现的远景目标，实现我国二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值、努力争取 2060 年前碳中和的承诺，发展新能源是实现碳减排的重要举措，是我国缓解能源与资源供需矛盾、遏制生态环境污染、能源低碳转型的主要途径。在新能源资源富集地区科学规划新能源基地建设、合理布局新能源项目，加快构建新型电力系统，强化输电通道和调峰能力的配套建设，发挥新能源在能源绿色低碳转型中的引领作用。

3.2.3 加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型清洁能源基地建设

2022 年 1 月由国家能源局综合司下发了关于西侧区域大基地规划推进研究情况，总体目标以内蒙古库布齐沙漠、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林沙漠为重点，以其他沙漠和戈壁地区为补充，综合考虑采煤沉陷区，规划建设大型风光基地。其中规划推进大基地建设的四大沙漠中，乌兰布和沙漠、腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠位于阿拉善左旗境内。同时，发布的《“十四五”可再生能源发展规划》和《关于印

发《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》指出，以风光资源为依托、以区域电网为支撑、以输电通道为牵引、以高效消纳为目标，在西部北部沙漠、戈壁、荒漠地区，加快建设大型风电光伏基地。充分利用土地资源优势，在沙漠、戈壁、荒漠地区重点规划建设新能源基地是阿拉善新能源高质量发展的主要方向。

3.2.4 生态环保对新能源发展提出更高要求

根据发布的“十四五”生态环境规划，阿拉善盟将全面落实“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线、生态环境准入清单），用环境保护准入推动经济转型、低碳、绿色发展。而阿拉善盟最新调整的生态红线地区面积占全盟面积超过 80%。在国土、生态红线、林业、草原政策约束逐渐收紧的趋势下，需要在严守生态土地政策的基础上，加强多规合一及行业管理衔接，实施风电、光伏项目绿色建筑，促进实现生态环境修复与生态治理。

4 规划必要性分析

4.1 国家可持续发展战略的需要

当前，世界各地极端天气和气候事件愈演愈烈，国际上应对气候变化的压力与日俱增。与此同时，我国的资源和能源密集型产业在国民经济中占相当大的比重，对资源和能源的需求大、消耗高，对我国的环境造成了越来越大的压力。以消耗资源和能源、污染环境为代价的经济增长方式难以为继，资源、能源和环境的瓶颈制约和矛盾日益突出。面对国际、国内双重压力，我国迫切需要借助丰富的可再生能源加快推动能源绿色转型。

为构建“清洁低碳、安全高效”的现代能源体系，优化能源结构，我国出台了一系列政策，对可再生能源发展提出了具体要求。党的十九大报告提出“加快生态文明体制改革，建设美丽中国。壮大清洁能源产业，推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要。”

2014年6月，国务院办公厅印发《能源发展战略行动计划（2014-2020年）》，明确了我国今后一段时期能源发展的总体方略和行动纲领，提出着力优化能源结构，把发展清洁低碳能源作为调整能源结构的主攻方向；2017年，党的十九大报告进一步提出推进能源生产和消费革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系；2020年，国家主席习近平在联合国大会提出“2030年碳达峰，2060年碳中和”；2021年，为实现2030年碳达峰目标，国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》提出到2025年、2030年我国非化石能源消费比重，应达到20%和25%左右；2022年，《“十四五”可再生能源发展规划》中提出，“十四五”时期，可再生能源发电量增量在全社会用电量增量中的占比超过50%，风电和太阳能发电量实现翻倍；到2025年，全国可再生能源电力总量和非水电消纳责任权重分别达到33%和18%左右。

阿拉善盟内新能源资源丰富，继续实现多种能源全面协调发展、进一步优化能源结构、建立现代能源体系，对促进社会经济可持续性发展具有重大意义。

4.2 促进一带一路建设的需要

习近平总书记强调，推进“一带一路”建设，要抓住关键的标志性工程，力争

尽早开花结果。基于特高压和智能电网技术创新，以能源电力基础设施互联互通为突破口，加快构建以特高压电网为骨干网架、以输送可再生能源为主导的全球能源互联网，对于实施“一带一路”战略，推动能源生产和消费革命，保障国家能源安全，实现中华民族伟大复兴中国梦，具有重大战略意义和现实意义。

内蒙古自治区古地处我国北疆，横跨“三北”，毗邻八省，地域辽阔，拥有着丰富的煤炭、石油、天然气、太阳能、风能等资源，且紧邻京津冀地区和东北老工业基地，能源外送便捷，是我国重要的能源基地。

阿拉善盟位于内蒙古自治区西部，地处呼包银经济带和陇海兰新经济带交汇处，北与蒙古国交界，是参与我国“一带一路”战略中的重要节点。充分发挥阿拉善边境开发优势，主动融合和全面服务中蒙经济走廊建设，引领“一带一路”国际能源合作示范。

4.3 相关产业政策的支持

4.3.1 自治区

2021年，《内蒙古自治区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》，提出：“十四五”期间，内蒙古自治区将构建多元化能源供应方式，立足于现有产业基础，加快形成多种能源协同互补、综合利用、集约高效的供能方式。坚持大规模外送和本地消纳、集中式和分布式开发并举，推进风光等可再生能源高比例发展，重点建设包头、鄂尔多斯、乌兰察布、巴彦淖尔、阿拉善等千万千瓦级新能源基地。到2025年，新能源成为电力装机增量的主体能源，新能源装机比重超过50%。推进源网荷储一体化、风光火储一体化综合应用示范。

2022年，《内蒙古自治区“十四五”能源发展规划》，提出基本思路：实现“一个目标”、推进“三个转型”、打造“四大产业”、实施“十大工程”。“一个目标”就是要建成国家现代能源经济示范区。“三个转型”就是要着力推进绿色、数字、创新转型。“四大产业”就是着力打造风能、太阳能、氢能和储能等四大新型能源产业。依托国家重要能源和战略资源基地建设，抢抓碳达峰、碳中和带来的难得机遇，结合巨大市场需求，以丰富的资源和广阔的市场吸引新型能源产业，引进行业领军企业，发展新能源装备制造和运维服务业，壮大风光氢储四大产业集群，推动新能源产业从单一发电卖电向全产业链发展转变，打造全国乃至国际新能

源产业高地。“十大工程”就是着力实施新能源倍增、灵活电网、控煤减碳、源网荷储、再电气化、绿氢经济、数字能源、惠民提升、科技赋能、区域合作等十项工程。

2022年，《内蒙古自治区“十四五”可再生能源发展规划》提出：2025年，自治区可再生能源发电装机达到1.35亿千瓦以上，其中风电8900万千瓦、光伏发电4500万千瓦，新能源装机规模超过燃煤火电装机规模，新能源发电量占自治区总发电量比重超过35%。“十四五”期间可再生能源新增装机8000万千瓦以上，占全部新增装机的比重超过60%，成为新增装机的主力。

根据《内蒙古自治区“十四五”氢能发展规划》，到2025年，自治区氢能产业顺利实现起步，生产规模从小到大，产业布局从分散到聚集，技术水平从起步到领先的突破性发展，初步形成国内领先的氢能制取、储运和应用一体化发展的产业生态集群，基本构建全国重要的绿氢生产输出基地、燃料电池重卡示范基地、氢能装备制造生产基地，成为国内领先、国际知名的氢能产业发展聚集地，打造“北疆绿氢城”的新名片，助力自治区能源行业转型升级发展。利用风光制氢成本低和氢能应用场景多优势，通过技术引进和行业领军企业带动等方式，发展新能源制氢、氢能装备制造、储运基础设施、氢能综合应用，突破绿氢生产、高压气态储氢、液氢储运设备的集成设计及制造技术；开展“多能互补+氢”、“源网荷储+氢”等类型示范项目15个以上，氢能供给能力达160万吨/年，绿氢占比超30%，制氢成本具有一定竞争力；有序布局加氢站等基础设施建设，加氢站（包括合建站）达到60座；加速推广中重型矿卡替代，在公交、环卫等领域开展燃料电池车示范，累计推广燃料电池汽车5000辆；探索绿氢在储能、冶炼、分布式发电、电联供等领域示范应用，打造10个以上氢能应用示范项目；培育或引进50家以上氢能产业链相关企业，包括5-10家具有一定国际竞争力的龙头企业，初步形成一定的产业集群。带动氢能产业总产值超过1000亿元。

2022年3月，内蒙古自治区人民政府办公厅发布《关于推动全区风电光伏新能源产业高质量发展的意见》，文件指出要坚持坚持新能源开发和高质量发展相融合、保障能源安全和实现“双碳”目标相统一、生态优先和科学布局相结合、总体规划 and 分步实施相衔接的原则。建立多元化并网机制，优先支持市场化并网消纳项目，有序组织保障性并网消纳项目。并提出推进项目高标准建设，保障安全稳定运

行，带动产业链发展，强化支撑体系等。

2022年7月，内蒙古自治区能源局印发了《内蒙古自治区源网荷储一体化项目实施细则（2022年版）》《内蒙古自治区燃煤自备电厂可再生能源替代工程实施细则（2022年版）》《内蒙古自治区风光制氢一体化示范项目实施细则（2022年版）》，并发布了《关于2022年源网荷储一体化项目申报的通知》、《关于2022年燃煤自备电厂可再生能源替代工程项目申报的通知》、《关于开展2022年风光制氢一体化示范项目申报工作的通知》，开始三类市场化项目的申报工作。其中风光制氢一体化示范内容包括以绿色低碳转型为牵引，推进氢能在工业、交通、发电等领域的多元应用，开展风光制氢一体化示范。示范项目分为并网型和离网型。根据用气场景、氢气消纳协议确定制氢负荷，将氢能消纳协议等作为申报文件的附件。离网型示范项目，按照制氢所需电量确定新能源规模，新能源综合利用率不低于90%。并网型示范项目按照制氢用电量1.2倍测算新能源规模。示范项目需配置电储能，不低于新能源规模的15%、4小时。储氢设施容量大于4小时制氢能力的，可根据需要相应降低电储能配置要求。

2022年8月，内蒙古自治区能源局印发了《内蒙古自治区工业园区绿色供电项目实施细则（2022年版）》《内蒙古自治区关于全额自发自用新能源项目实施细则（2022年版）》《内蒙古自治区火电灵活性改造消纳新能源实施细则（2022年版）》，随后发布了《关于2022年工业园区绿色供电项目、火电灵活性改造消纳新能源及全额自发自用新能源项目申报的通知》，开始市场化规模申报。根据通知，此次申报规模项目共分为三类，一是工业园区可再生能源替代项目，支持在具有燃煤自备电厂的工业园区，有序配置一批与自备电厂调峰空间相匹配的新能源发电项目。对于有新增负荷的园区，新能源发电量全部由新增负荷全额消纳；二是火电灵活性制造改造项目，支持燃煤电厂实施灵活性制造改造，新增机组调节空间，按照自主调峰的原则，建设一定比例新能源规模，新能源综合利用率不低于90%。要求建设的新能源全部由燃煤电厂建设，并按照一个法人统一经营管理；三是电力源网荷储一体化项目，依托增量配电网建设源网荷储一体化项目的，同一个增量配电网只能有一个投资主体申报项目；依托新增负荷的，建设的新能源、储能与负荷按照一个法人统一经营管理。新增负荷须在2023年底前投产。

4.3.2阿拉善盟

根据《阿拉善盟国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，“十四五”期间，阿拉善盟将充分发挥阿拉善风光能资源和煤炭、石油等能源矿产优势，按照“多能协同、送储结合、智慧互联”的总体思路，逐步构建集风电、光电、煤电、石油、天然气等多种能源协同互补的智慧能源产业体系，打造国家重要的现代能源经济示范基地。到 2025 年，现代能源工业增加值达到 50 亿元，占地区生产总值比重 15%以上。大力发展风光清洁能源产业。建设一批大型并网光伏电站、大型风力电站、风光互补电站及光热电站，推广普及分布式光伏应用，实施源网荷储一体化、上海庙—山东电力外送项目。创新建设模式，推动新能源产业与沿黄生态治理、沙漠治理、环境治理、军民融合等多产业融合发展，实施光伏治沙项目、光伏矿区治理项目、军民融合风光火储一体化示范项目等。支持新能源风机、光伏组件制造、新能源综合体等产业发展。支持建设新能源汽车配件研发制造项目，支持城镇充电桩等配套设施建设。

4.4地区经济可持续发展的需要

阿拉善盟新能源的大规模开发建设，关系到自治区、阿拉善盟经济社会发展的全局。大规模风电、光伏发电基地开发可促进风电、太阳能产业的兴起，转变以往的经济方式，将有力地推进自治区、阿拉善盟经济的可持续发展。

风电、光伏发电作为一大产业，其兴起必然会带动相关产业的发展。阿拉善盟大型风电光伏基地的开发建设，可扩大内需，实现多重经济效益，将资源优势转化为经济优势，促进区域经济协调发展，优化当地经济结构。在其建设期间、运营期间电站组件的清洗、场内地表道路维护等可增加大量就业岗位，同时可带动相关发电产业及当地服务业的发展。围绕光伏发电基地的开发建设，可以有效促进阿拉善盟乃至内蒙古自治区经济快速发展，有力促进该地区产业结构的优化升级。

4.5生态环境建设的需要

阿拉善盟位于内蒙古自治区西端，北邻蒙古国，西、南方向连接甘、宁两省，是我国沙漠、荒漠主要分布区，全盟沙漠、戈壁、荒漠化草原各占约三分之一。秉承生态、绿色开发的理念，打造国家级光伏和风电基地，推进清洁能源和生态环境协同发展，专项开展项目区域及周边沙漠、荒漠生态修复和治理，形成防护林体

系、荒漠化防治、治理与生态修复，实现“沙漠中的绿洲”。基地投产后每年提供一定比例资金用于生态维护，并向周边区域辐射开展生态建设，进一步改善环境和生态，筑牢我国北方重要生态安全屏障。

5 指导思想和发展目标

5.1 指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的二十大、十九届历次全会精神，全面落实中共中央、国务院关于做好碳达峰碳中和工作的意见、习近平总书记深入内蒙考察调研重要讲话重要指示批示精神，完整准确全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，紧扣落实五大任务，着力推动高质量发展。立足于阿拉善盟能源资源禀赋，坚持因地制宜发展理念，科学规划布局新能源，协调发展风光水火储，加快推进特高压输电通道建设，提高新能源外送消纳能力，打造国家级综合能源基地和电力外送中心，强化科技创新支撑，培育新能源发展新模式、新业态，推动阿拉善盟新能源高质量发展。

5.2 发展原则

坚持生态优先，绿色发展。树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，利用地区新能源资源优势，推动低碳循环发展。坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主，积极开发“新能源+”项目，推进新能源与生态环境修复的结合，积极开拓新能源发展新业态，推动构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，筑牢我国北方重要生态安全屏障。

坚持规模化开发，基地化发展。科学规划阿拉善盟新能源资源，坚持因地制宜规划理念，依据区域风光资源禀赋和建设条件，宜风则风、宜光则光、风光同场，推进新能源基地化、规模化开发。以“两区一基地”建设（零碳示范区、区域协作区、新能源基地）为抓手，着力打造亿千瓦级新能源基地，合理规划布局新能源场址，提高新能源资源的利用效率。

坚持内外协同，开放发展。加快推进跨区电力外送通道建设。在实现阿拉善盟内清洁低碳发展基础上，积极扩大绿色电力跨省跨盟外送规模，支撑清洁能源基地建设，服务全国碳达峰目标实现。结合阿拉善区位优势，充分发挥蒙西、甘肃、宁夏电网联络优势，打造区域清洁能源电力外送枢纽，实现优势互补，协同发展。逐步形成“发输储用造”区域一体化协调发展的大循环格局。

坚持以民为本，惠民发展。把人民对美好生活的向往作为奋斗目标，践行全心全意为人民服务的根本宗旨，提升能源普遍服务水平，确保人民群众共享新能源发

展成果。加强清洁能源产业体系建设，努力把资源优势转化为民生保障和经济优势。积极推动绿电替代，探索依靠新能源资源禀赋促进乡村振兴的路径。依托智能调度、大数据、市场交易等平台，实现清洁能源全社会共享，促进人的全面发展和人民共同富裕。

坚持技术引领，创新发展。深入实施创新驱动发展战略，坚持科学技术创新与管理制度创新两轮驱动，着力突破重大关键能源技术，把科技创新、模式创新、体制创新作为推动清洁能源大规模开发和利用的第一动力。积极引入大数据、云计算、人工智能、物联网等前沿信息技术，提升清洁能源开发建设、运行维护、输送消费全链条技术含量。通过能源科技创新，突破关键核心技术，通过能源体制机制创新，突破体制机制障碍。

坚持创新示范，产业延伸。聚焦能源迭代、增强动能，抢抓国家、自治区支持可再生能源发展机遇，打造全国重要的清洁能源生产大基地、清洁能源先进技术和装备制造全产业链高质量发展示范区，集研发、铸造、生产、加工于一体的新能源全产业链，引领带动上下游产业系统集成发展，形成完整的新能源产业体系，不断延伸产业链、优化创新链、提升价值链。

5.3 发展目标

到 2025 年，国家级清洁能源综合示范区初具规模，黄河流域清洁能源基地建设稳步推进，清洁能源装机占比、发电量占比、一次能源消费占比进一步提高，新能源装机规模超过火电装机规模。

到 2030 年，国家级清洁能源综合示范区基本建成，力争实现“双脱钩”，新能源发电总量超过火电发电总量，实现由化石能源大区向清洁能源大区转变。

在全国率先建成以新能源为主体的能源供给体系、率先构建以新能源为主体的新型电力系统。清洁能源产业新增投资、清洁能源产业产值分别达 2000 亿元、800 亿元。重点建设“新能源发展示范区”、“绿能替代示范区”、“区域绿能合作示范区”、“全产业链高质量发展示范区”四大示范区，“创新研发平台”、“应用展示平台”、“服务输出平台”三大平台，将阿拉善盟打造成全国发电规模最大、保障能力最强、产业水平最高、综合成本最低、生态代价最小的亿千瓦级清洁能源生产大基地。

5.3.1 “十四五”目标

2022~2023 年为阿拉善基地的规划起步期，阿拉善盟借助现有条件，优先启动一批具备条件的清洁能源项目，进行氢能开发、光热开发和储能项目试点，开展 20 万亩光伏治沙示范工程。清洁能源总产值达到 60 亿元，成为阿拉善重要的新兴产业。

2024~2025 年为阿拉善基地的快速发展期，清洁能源项目规模迅速扩大，全盟清洁能源供电占比达到 60%，制氢产业快速发展，对灰氢和用油车辆规模化替代，规模化推动化学储能建设，建成空气压缩储能试点，光伏治沙经验快速推广，形成 100 万亩“光伏+沙产业”生产基地。清洁能源总产值达到 250 亿元，成为阿拉善最重要的支柱产业之一。

阿拉善盟“十四五”期间，新增新能源装机规模 4000 万 kW。其中风电 1350 万 kW、光伏 2650 万 kW。3 条外送通道配套新能源规模共计 3000 万 kW，其中风电 1000 万 kW、光伏 2000 万 kW、火电项目 600 万 kW，抽水蓄能项目 140 万 kW，同步建设储能 150 万 kW/600 万 kWh。与宁夏合作新能源项目 1 个，配套新能源规模共计 600 万 kW。为阿拉善盟在“十五五”期间建设亿千瓦级清洁能源生产大基地打下坚实的基础。

5.3.2 “十五五”目标

2026~2030 年为阿拉善基地的稳步建设期，全盟清洁能源供电占比达到 90% 以上，制氢项目规模化发展，实现全盟矿业生产、公共用车的全面清洁化。大规模光热储能和网侧节点储能电站大面积推广，全面建成以风光为主要电源、氢能、供暖、储能等灵活负荷的智能电力系统，对外建成多条电力输送通道，将阿拉善打造成为西北地区重要的能源中心。光伏治沙面积达到 200 万亩，治沙经验得到进一步推广。清洁能源总产值达到 800 亿元，成为阿拉善的主要产业。

阿拉善盟“十五五”期间新增新能源装机 7000 万 kW；新增 5 条外送通道，初步考虑配套新能源规模约 6000 万 kW。

5.3.3 远期目标

2030 年后，随着更多的特高压输电线路的建设，阿拉善盟新能源电源总装机容量达到 1 亿 kW，成为我国乃至“一带一路”上重要的能源节点，为节能减排、

应对气候变化作出突出贡献，全盟主要劳动人口从事清洁能源生产，阿拉善将成为立足清洁能源产业的样板城市。

6 主要任务

6.1 优先推进新能源基地建设

6.1.1 新能源基地化建设需求

近年来国家倡导走生态优先绿色发展之路，习总书记也多次提到绿水青山就是金山银山。坚持可持续发展的原则，大力发展循环经济和建设资源节约型、环境友好型社会，重视能源开发建设与环境 and 生态保护的协调。根据资源社会和经济发展的需要，在保护环境和生态系统的前提下，科学规划，因地制宜，合理布局，有序开发。

2022年，国家发改委、国家能源局发布了《关于印发〈以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案〉的通知》提出：规模化、集约化规划开发建设以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地，同时坚持清洁能源开发和生态环境治理相结合。《内蒙古自治区十四五电力发展规划》提出，加快推动大型沙漠戈壁荒漠风电光伏基地建设，在新能源资源禀赋较好，具备持续整装开发条件地区，推动新能源发电基地化、规模化开发，打造蒙西、蒙东千万千瓦级新能源基地。同时规划指出：充分利用戈壁荒漠地区丰富的风能和太阳能资源，在阿拉善建设一批大型风电基地；推进光伏治沙基地建设；有序推进集中式光伏矿区治理基地建设。

阿拉善盟风能、太阳能等清洁能源资源丰富，大力发展可再生能源是大势所趋。随着风电和光伏建设成本的大幅度降低，再加上风力和太阳能都是大自然赋予的能量，风电场和光伏电站没有发电原料成本的担忧，未来光伏和风力的发电价格将会比肩火电。根据阿拉善盟所处的位置、生态系统现状，可将阿拉善盟的可再生能源发展与沙漠治理、边境生态屏障、沿黄生态治理相结合，实现良好的经济效益和环境效益。

6.1.2 新能源基地规划

依托阿拉善盟的风能、太阳能资源优势，推进风电、光伏发电规模化发展，兼顾内用和外送需求，按照规模化、基地化发展原则，将阿拉善盟新能源资源按旗区布局为13个新能源基地，累计储备规模94150万kW，包括风电4720万kW、光伏

89300 万 kW、光热 130 万 kW。

按旗区划分共 13 个新能源基地，其中阿拉善右旗 3 个新能源基地，新能源累计储备规模约 18370 万 kW，风电规划装机容量 620 万 kW，光伏规划装机容量 17700 万 kW，光热 50 万 kW。阿拉善左旗 4 个新能源基地，新能源累计储备规模约 52400 万 kW，风电规划装机容量 2000 万 kW，光伏规划装机容量 50400 万 kW。额济纳旗 6 个新能源基地，新能源累计储备规模约 23380 万 kW，风电规划装机容量 2100 万 kW，光伏规划装机容量 21200 万 kW，光热 80 万 kW。

表 6.1-1 阿拉善盟新能源基地规划情况一览表

单位：万 kW

地区	基地名称	合计	风电	光伏	光热
左旗	敖伦布拉格新能源基地	4650	1150	3500	-
	腾格里新能源基地	29550	550	29000	-
	乌兰布和新能源基地	7000	-	7000	-
	宗别立新能源基地	11200	300	10900	-
小计		52400	2000	50400	-
右旗	巴丹吉林新能源基地	7850	620	7200	30
	塔木素布拉格新能源基地	6520	-	6500	20
	雅布赖新能源基地	4000	-	4000	-
小计		18370	620	17700	50
额济纳旗	东风新能源基地	1300	100	1200	-
	哈日布日格德音乌拉新能源基地	6010	1000	5000	10
	马鬃山新能源基地	3900	400	3500	-
	赛汉陶来新能源基地	5920	400	5500	20

地区	基地名称	合计	风电	光伏	光热
	苏波卓尔新能源基地	2220	200	2000	20
	温图高勒新能源基地	4030	-	4000	30
小计		23380	2100	21200	80
合计		94150	4720	89300	130

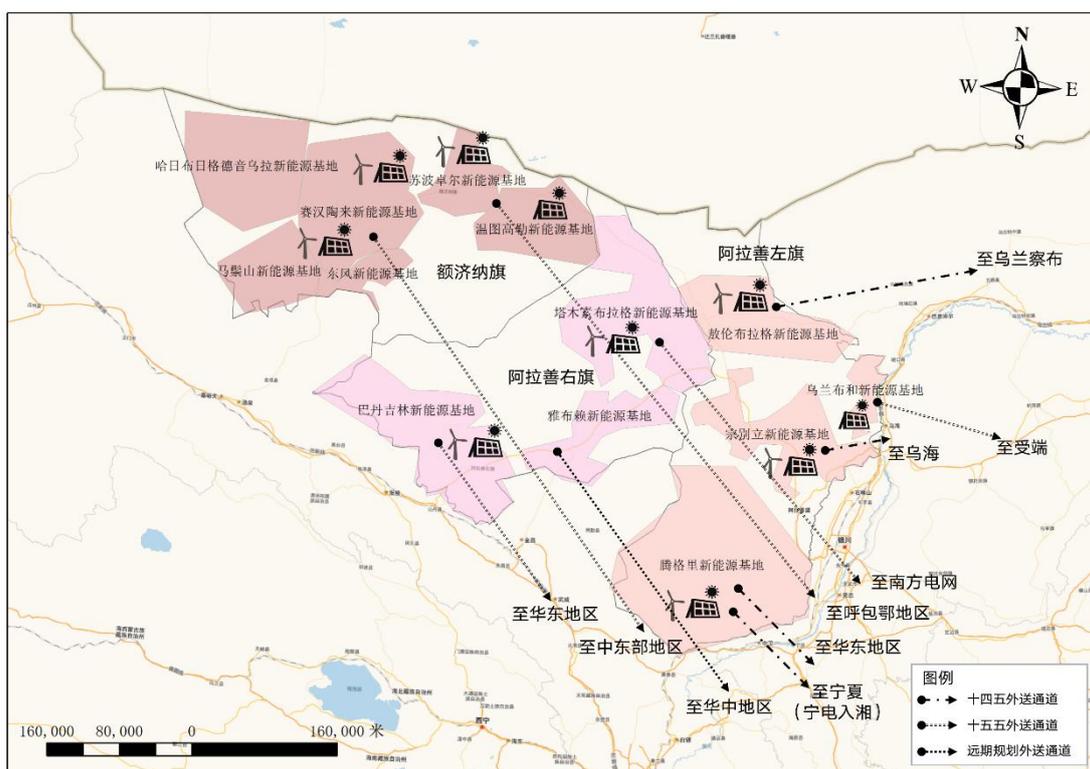


图 6.1-1 阿拉善新能源基地规划布局图

6.1.2.1 敖伦布拉格新能源基地

敖伦布拉格新能源基地位于阿拉善左旗北部，东经 $104^{\circ} 3' 23'' \sim 106^{\circ} 27' 37''$ ，北纬 $40^{\circ} 17' 5'' \sim 41^{\circ} 9' 27''$ 之间，海拔在 1036m~1787m 之间，总占地面积为 11323 平方公里。场区以戈壁滩地形为主，场区西南部为沙漠地形。场区内有省道 S218 和 S311、国道 G7 从规划区通过，交通便利。

敖伦布拉格基地共规划 2 个风电场址和 2 个光伏场址，2 个风电场址分别为乌力吉风电场和敖伦布拉格风电场，规划装机容量分别为 1050 万 kW 和 100 万 kW；2 个光伏场址分别为乌力吉光伏场址和敖伦布拉格光伏场址，规划装机容量分别为 200 万 kW 和 3300 万 kW。其地理位置如下图所示。

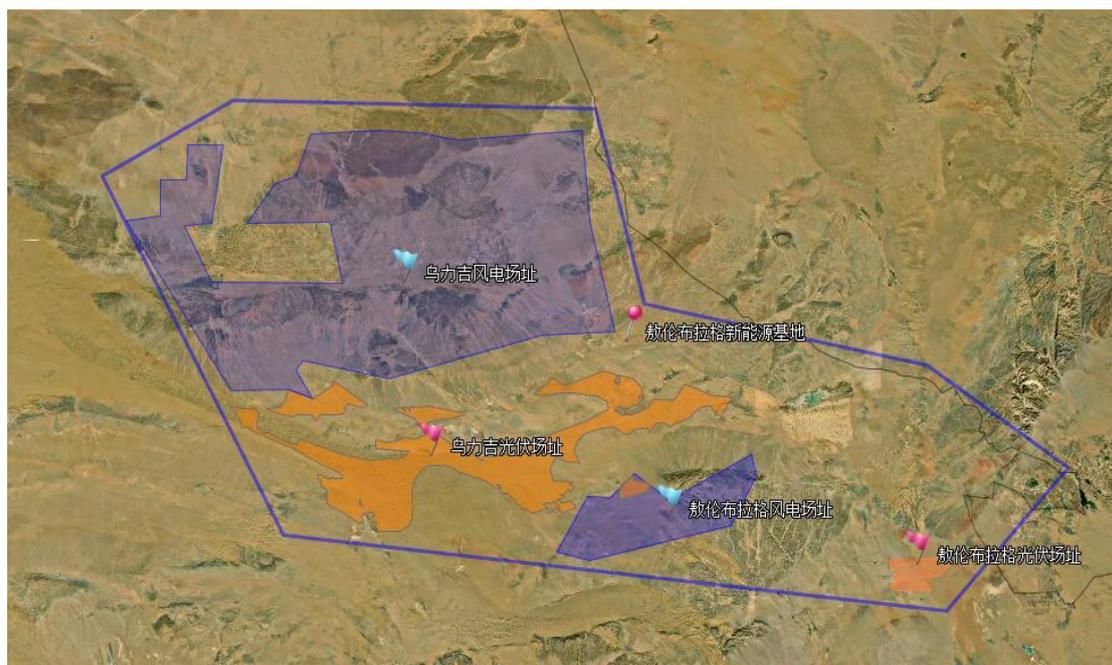


图 6.1-2 敖伦布拉格基地场址布局地理位置示意图

近期规划在敖伦布拉格基地内建设一个千万千瓦级新能源基地，新能源装机规模为风电 400 万 kW 和光伏 800 万 kW，其中 100 万 kW 风电+300 万 kW 光伏项目所发电量本地消纳，供敖伦布拉格产业园区用电，300 万 kW 风电+500 万 kW 光伏项目所发电量跨区输送至包头、呼和浩特和乌兰察布市等地区消纳。风电项目场址布局在乌力吉风电场和敖伦布拉格风电场，装机容量分别为 300 万 kW、100 万 kW；光伏项目场址布局在乌力吉光伏场址和敖伦布拉格光伏场址，装机容量分别为 600 万 kW、200 万 kW。

近期规划的 2 个风电场址和 2 个光伏场址的装机容量、发电量见下表。

表 6.1-2 近期敖伦布拉格新能源基地项目情况一览表

项目类型	项目名称	装机容量 (万 kW)	年利用小时数 (h)	年均发电量 (亿 kWh)
风电场	敖伦布拉格风电场	100	2950-3050	29.5-30.5
	乌力吉风电场	300	2900-3100	87-93
小计		400		116.5-123.5
光伏场址	敖伦布拉格光伏场址	200	1675	33.5
	乌力吉光伏场址	600	1675	100.5
小计		800		134
合计		1200		250.5-257.5

6.1.2.2 乌兰布和新能源基地

乌兰布和新能源基地位于阿拉善左旗东北部，东经 106° 14' 50" ~106° 52'

17"，北纬 39° 32' 28" ~40° 23' 33" 之间，海拔在 1034m~1248m 之间，总占地面积为 2299 平方公里。场区内以沙漠地形为主。场区以东有国道 G110 经过，交通便利。

乌兰布和基地共规划 1 个光伏场址，其地理位置如下图所示。

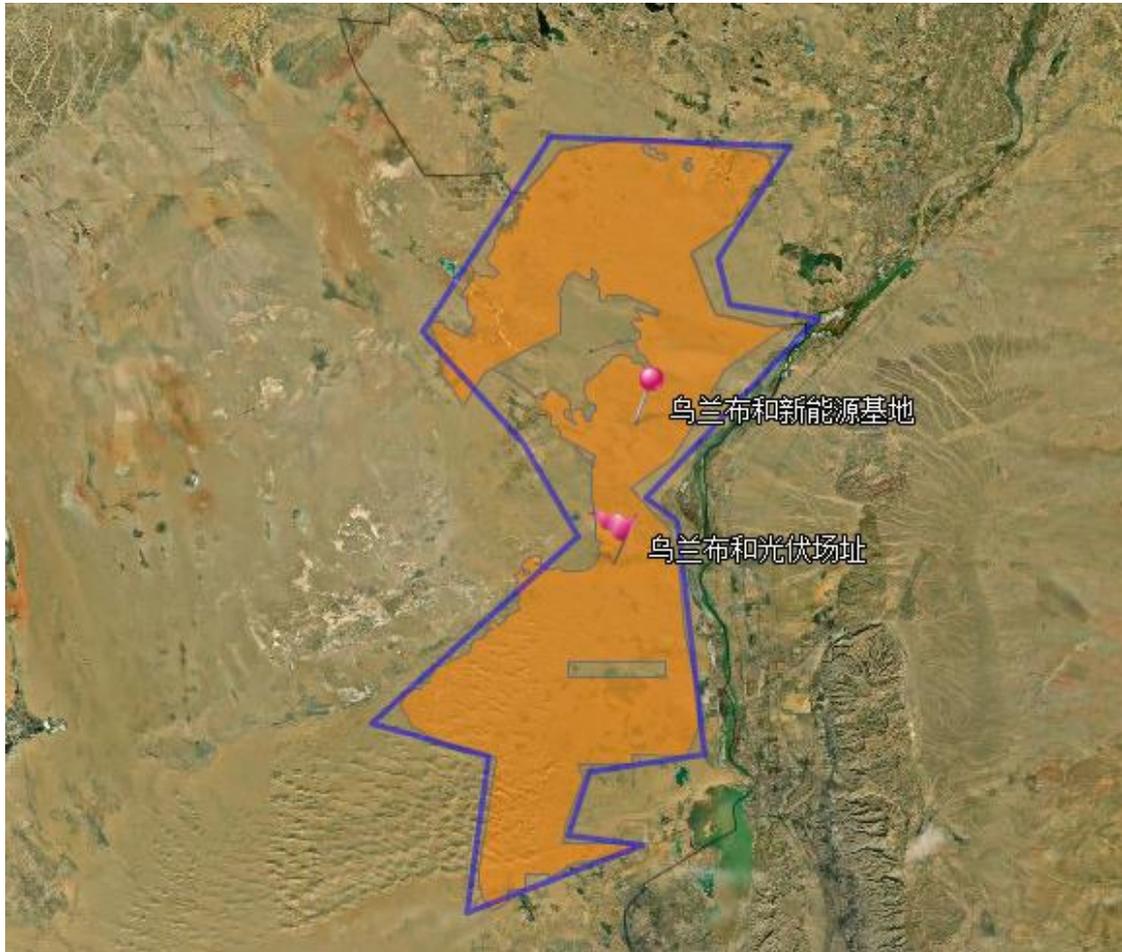


图 6.1-3 乌兰布和基地场址布局地理位置示意图

近期规划在乌兰布和新能源基地建设 1 个光伏场址，为乌兰布和光伏场址，规划装机容量为 7000 万 kW。规划装机容量、发电量情况见下表。

表 6.1-3 近期乌兰布和新能源基地项目情况一览表

项目类型	项目名称	装机容量（万 kW）	年利用小时数（h）	年均发电量（亿 kWh）
光伏场址	乌兰布和光伏场址	7000	1670	1169
合计		7000		1169

6.1.2.3 宗别立新能源基地

宗别立新能源基地位于阿拉善左旗中部，东经 104° 19' 54" ~106° 41' 37"，北纬 40° 15' 46" ~41° 9' 27" 之间，海拔在 1025m~1700m 之间，总占

地面积为 10989 平方公里。场区以戈壁滩地形为主，场区东北部为沙漠地形，东南部为丘陵地形。场区内有国道 G307 从规划区通过，交通便利。

宗别立基地共规划 2 个风电场址和 3 个光伏场址，其地理位置如下图所示。

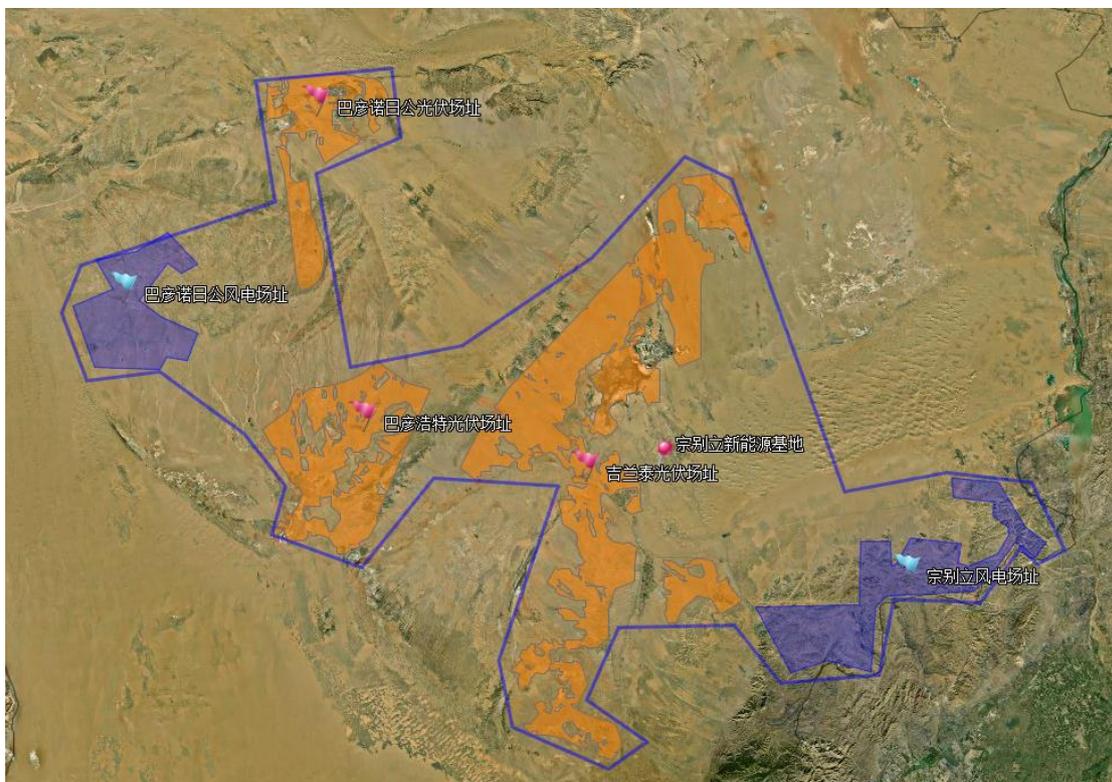


图 6.1-4 宗别立基地场址布局地理位置示意图

近期规划在宗别立基地内建设首批千万千瓦级新能源基地，新能源装机规模为风电 200 万 kW 和光伏 800 万 kW，所发电量本地消纳，供阿拉善高新技术产业开发区和乌海用电。风电项目场址布局宗别立风电场，装机容量为 200 万 kW；光伏项目场址布局在吉兰泰光伏场址，装机容量分别为 800 万 kW。

近期规划的 1 个风电场址和 1 个光伏场址的装机容量、发电量见下表。

表 6.1-4 近期宗别立新能源基地项目情况一览表

项目类型	项目名称	装机容量（万 kW）	年利用小时数（h）	年均发电量（亿 kWh）
风电场	宗别立风电场	200	2300-2400	46-48
小计		200		46-48
光伏场址	吉兰泰光伏场址	800	1660	132.8
小计		800		132.8
合计		1000		178.8-180.8

6.1.2.4 腾格里新能源基地

腾格里新能源基地位于阿拉善左旗南部，东经 $103^{\circ} 19' 35'' \sim 105^{\circ} 50'$

32"，北纬 37° 22' 13" ~39° 15' 59" 之间，海拔在 1260m~1605m 之间，总占地面积为 30975 平方公里，场区以沙漠地形为主。场区内有国道 G303、G1817 从规划区东侧通过，场址南侧紧邻国道 G1816，交通便利。

腾格里基地共规划 2 个风电场址和 3 个光伏场址，其地理位置如下图所示。

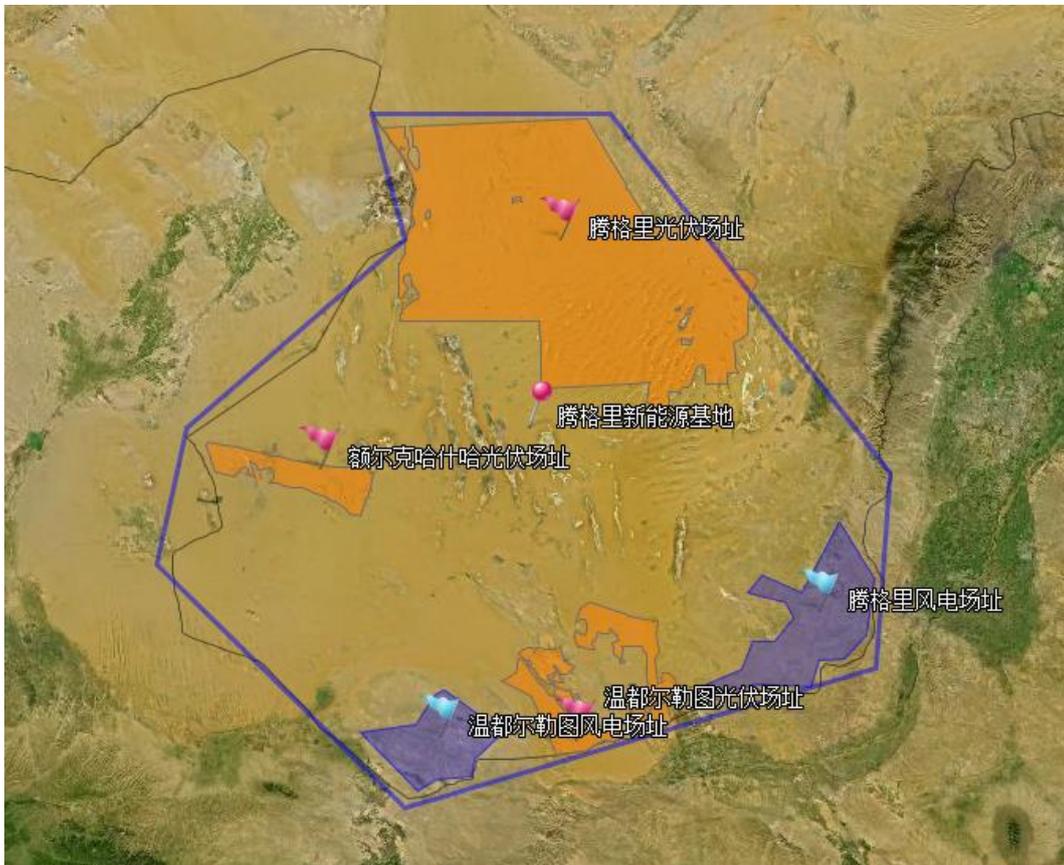


图 6.1-5 腾格里基地场址布局地理位置示意图

近期规划在腾格里基地内建设首批千万千瓦级新能源基地，新能源装机规模为风电 400 万 kW 和光伏 800 万 kW，项目所发电量跨区域输送至华东地区消纳。风电项目场址布局在温都尔勒图风电场和腾格里风电场，装机容量分别为 200 万 kW、200 万 kW；光伏项目场址布局在腾格里光伏场址，装机容量为 800 万 kW。

近期规划的 2 个风电场址和 1 个光伏场址的装机容量、发电量见下表。

表 6.1-5 近期腾格里新能源基地项目情况一览表

项目类型	项目名称	装机容量（万kW）	年利用小时数（h）	年均发电量（亿kWh）
风电场	温都尔勒图风电场	200	2400-2500	48-50
	腾格里风电场	200	2500-2600	50-52
小计		400		98-102
光伏场址	腾格里光伏场址	800	1680	134.4
小计		800		134.4
合计		1200		232.4-236.4

6.2 探索开发新能源示范项目

阿拉善地区本地新能源消纳应结合地区产业协调发展。可通过风光火储一体化电网友好虚拟电站示范、额济纳末端风光储支撑电源示范、电网侧储能示范、源网荷储一体化绿色供电示范等模式引进相关负荷和运营模式，促进地区清洁能源发展。

6.2.1 风光火储一体化电网友好虚拟电站示范

为解决未来阿拉善电力缺口、加大新能源开发规模和提高地区新能源装机、用电量占比，提出“风电+光伏+火电+储能”一体化协同优化调度运行。项目基本运营模式如下：在新能源电源侧配置一定规模储能，通过协同优化新能源和储能调度运行方式，为新能源高效消纳创造有利条件，降低新能源上网电价，提升项目经济竞争力。此外充分利用储能调峰和顶峰能力，主动降低系统调峰困难时段出力，缓解电网调峰压力，同时主动降低高峰时段公网供电容量需求，缓解地区电力供应缺口。



图 6.2-1 阿左旗风光火储一体化电网友好电站接入设想

“十四五”期间在阿左旗建设 100 万 kW 风电、50 万 kW 光伏、30 万 kW 储能（2 小时放电时长）、2×35 万 kW 灵活热电，可向主网提供 100 万千瓦稳定供电，不增加系统消纳压力。

表 6.2-1 阿左旗风光火储一体化电网友好电站配置方案

项目类型	容量 (万 kW)	配套储能	所在地	所属新能源基地
风电	100	20 万 kW/40 万 kWh	#1 风场，阿左旗北部	敖伦布拉格新能源基地
光伏	50	10 万 kW/20 万 kWh	#3 光伏基地，巴音敖包工业园西侧	宗别立新能源基地
火电	2×35	-	高新地区	

根据当前风电、光伏及储能系统成本，并考虑“十四五”阶段成本的进一步下降，按风电 20 年运营期、光伏 25 年运营期，达到 8% 资本金内部收益率测算，本项目风电、光伏平均上网电价（含税）达到 0.265 元/kWh，低于蒙西地区燃煤标杆电价（0.2829 元/kWh）。

6.2.2 额济纳末端风光储支撑电源示范

预计 2025 年额济纳地区用电负荷将达 9 万 kW，存在约 2.5 万 kW 电力缺口。通过新能源配置大容量储能装置，“十四五”期间额济纳建设 6 万 kW 风电、4 万 kW 光伏、2.2 万 kW 储能(4 小时放电时长)，可填补额济纳地区电力缺口，提高额济纳政区、策克口岸、北山成矿带开发以及黑鹰山等地供电可靠性。

规划的 6 万 kW 风电、4 万 kW 光伏、2.2 万 kW 储能推荐 1 回 110kV 线路接入额济纳 220kV 变。储能系统接入风电、光伏场站低压侧。

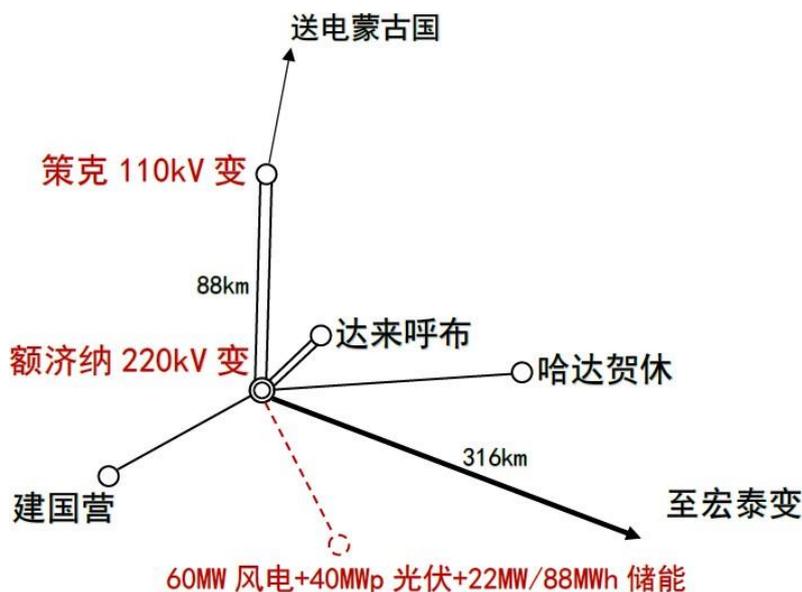


图 6.2-2 “十四五”期间接入系统方案推荐

根据当前风电、光伏及储能系统成本，并考虑“十四五”阶段成本的进一步下降，按风电 20 年运营期、光伏 25 年运营期，达到 8% 资本金内部收益率测算，本项目风电、光伏平均上网电价（含税）须达到 0.317 元/kWh，高于蒙西地区燃煤标杆电价（0.2829 元/kWh）。

6.2.3 额济纳旗军民融合风光热储火一体化联动示范项目

中长期在额济纳地区规划军民融合 60 万 kW 风电、光伏、光热、储能、火电与大数据一体化联动示范项目。利用额济纳地区现有可利用军事建筑和土地，引进并建设大数据计算中心和数据储存中心 7 个，总占地面积为 735 亩，配置服务器 7 万台，服务器单台功率为 3250 瓦。预计新增用电负荷 23.45 万 kW，年用电量 18.76 亿 kWh。

“十四五”时期，配套规划建设电源总规模为 60 万 kW，其中，煤矸石火电装

机 10 万 kW，风电装机 30 万 kW，光伏装机 10 万 kW，光热装机 10 万 kW(储能 12 小时)，同时配套电池储能设施 4 万 kW/4 万 kWh。电源年总发电量为 20.2919 亿 kWh。全部项目建成投运后基本可达到发电与用电平衡。

6.2.4 电网侧储能示范项目

在阿拉善电网主要 220kV 变电站配置一定比例的电网侧储能。储能系统可在地区新能源大发期间由储能进行充电，提高地区新能源送出能力，在新能源小发、高负荷时，由储能进行放电，减轻主网供电压力，可通过参与辅助服务市场、与新能源发电企业合作、电网公司租赁等模式从多方面分摊储能投资运行成本。

近期可在新能源集中接入的葡萄墩、贺兰山、巴音敖包 220kV 变电站按主变容量的 5%配置储能开展试点，合计配置 5 万 kW/10 万 kWh 储能。

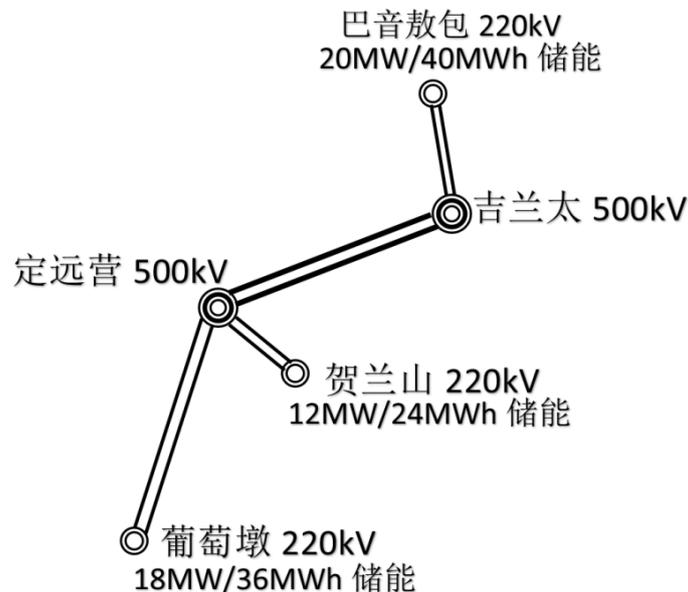


图 6.2-3 电网侧储能试点推荐

6.2.5 源网荷储一体化项目

围绕国家能源安全新战略和国家“源网荷储一体化”示范区建设，立足阿拉善盟能源资源优势 and 优越的区位优势，统筹考虑重点项目布局、各产业之间的相互关系，依据当地风光资源禀赋及其发电技术特性，配置并充分发挥新型储能调峰作用，探索源网荷储一体化开发路径，助力高质量打造国家级源网荷储一体化示范区。

阿拉善盟的主要产业园区“两区三园”，“两区”为阿拉善高新技术产业开发区和策克口岸经济开发区。其中阿拉善高新技术产业开发区包括阿拉善高新技术

产业园、腾格里技术产业园、敖伦布拉格产业园。预计“十四五”期间总新增负荷约 150 万 kW；按 12% 的增长率考虑，“十五五”期间总新增负荷约 180 万 kW。详见表 6.2-2。“十四五”期间，规划在产业园区附近建设源网荷储一体化项目，新能源项目场址规划布局在阿拉善左旗。

表 6.2-2 阿拉善盟主要工业园区负荷预测情况表

单位：万 kW

工业园区	预计引入新增负荷	
	“十四五”	“十五五”
阿拉善高新技术产业园	100	120
腾格里技术产业园	50	60
合计	150	180

6.2.6 风光蓄储多能互补项目

6.2.6.1 多能互补原理

光伏发电具有间歇性和波动性等特点，与负荷无法形成稳定的互补特性。风电出力受日内风能资源变化影响，其出力过程波动变化，呈现一定的波动性。风能资源相比太阳能资源在地理位置方面不同引起的差异更加明显，所以，风能资源在地理位置上差异造成的互补性更加显著。同时，光伏和风电的出力过程都具有不可调控性，光伏出力的规律性比风电要强，有明显的昼夜更替和相对平稳的特性。风电场每日的出力过程随机变化较大没有规律可循，两种电源出力过程都不可调控，所以，风电、光伏互补为自然互补。

电力系统对风电和光伏的消纳容量主要取决于系统的调峰裕度，即系统承担调峰功能的机组在减去其备用调峰容量后和机组最小出力之间所形成的调峰容量。电力系统调峰备用容量与系统负荷峰谷差息息相关。为保证电力系统的稳定运行，电力系统调峰裕度需满足光伏和风电的装机容量，而用于保证系统峰谷负荷差的备用调峰容量需满足光伏和风电出力的要求，否则将导致弃电。

光伏和风电发电大出力时，系统调峰能力有限，可以考虑配置一定容量的储能系统。新能源场站配置储能，除了通过削峰填谷解决弃电，还可参与系统调峰调频；可增强光电、风电并网稳定性，通过储能系统提供快速无功支撑和有功平滑，从根本上改善系统的有功和无功平衡状况，进而提高光伏电压稳定性和频率稳定性；可提高并网电能质量，抑制电压暂降，改善电压偏差、电压波动等指标，满足相关标准对光电、风电并网电能指标的要求；可通过与功率预测系统的协调配合，结合负

荷曲线调整调度曲线，将电力生产和消费在时间上进行解耦，解决新能源发电和负荷用电时空不匹配问题，促进新能源消纳。

由于抽水蓄能电站建设工期较长，在基地前期建设光伏和风电配套建设电化学储能设施，因电化学储能使用寿命在 8~10 年，此后电化学储能的残余容量已消减至 20%左右，但此时抽水蓄能电站已建设完成。抽水蓄能电站不仅装机容量大，相比电化学储能对环境几乎无污染，此时通过抽水蓄能及电化学储能残余容量共同为新能源服务，多样的电源互补模式对电力系统保障作用更为显著。

6.2.6.2应用意义

为提升能源清洁利用水平和电力系统运行效率，更好指导送端电源基地规划开发和源网荷协调互动，国家发改委、国家能源局联合发布了《关于开展“风光水火储一体化”“源网荷储一体化”的指导意见》，国家能源局发布了《国家能源局综合司关于开展“十四五”水风光一体化可再生能源综合开发基地专题研究的通知》，多种能源一体化发展是实现电力系统高质量发展的应有之义，是提升能源电力发展质量和效率的重要抓手，符合新型电力系统的建设方向，对推进能源供给侧结构性改革，提高各类能源互补协调能力，促进能源转型和经济社会发展具有重要的现实意义和深远的战略意义。

抽水蓄能和储能项目作为灵活性电源，能很好地适应输电系统中风光电出力的变化，改善输电系统运行条件，也可作为调频、紧急事故备用电源，提高供电可靠性，保证电力系统安全、可靠、稳定运行。风光蓄储多能互补示范项目的建设，能够在阿拉善盟新能源快速、大规模发展的同时保证电力外送、内用的供电可靠性，提高新能源电力消纳水平，促进实现新能源高质量发展。

6.2.6.3规划项目

目前，阿拉善左旗境内前期规划的抽蓄站点有 3 个，包括宗别立抽水蓄能站点，装机容量 120 万 kW；敖伦布拉格抽水蓄能站点，装机容量 140 万 kW；巴润别立抽水蓄能站点，装机容量 120 万 kW。

其中，宗别立抽水蓄能站点位于宗别立新能源基地，与乌兰布和光伏场址、宗别立风电场距离较近，可规划建设宗别立-乌兰布和风光蓄储多能互补示范项目（1#项目）。敖伦布拉格抽水蓄能站点位于敖伦布拉格新能源基地，与敖伦布拉格光伏场址、敖伦布拉格风电场距离较近，可规划建设敖伦布拉格风光蓄储多能互补

示范项目（2#项目）。巴润别立抽水蓄能站点位于腾格里新能源基地，与腾格里光伏场址、腾格里风电场距离较近，可规划建设腾格里风光蓄储多能互补示范项目（3#项目）。一体化项目位置见下图。

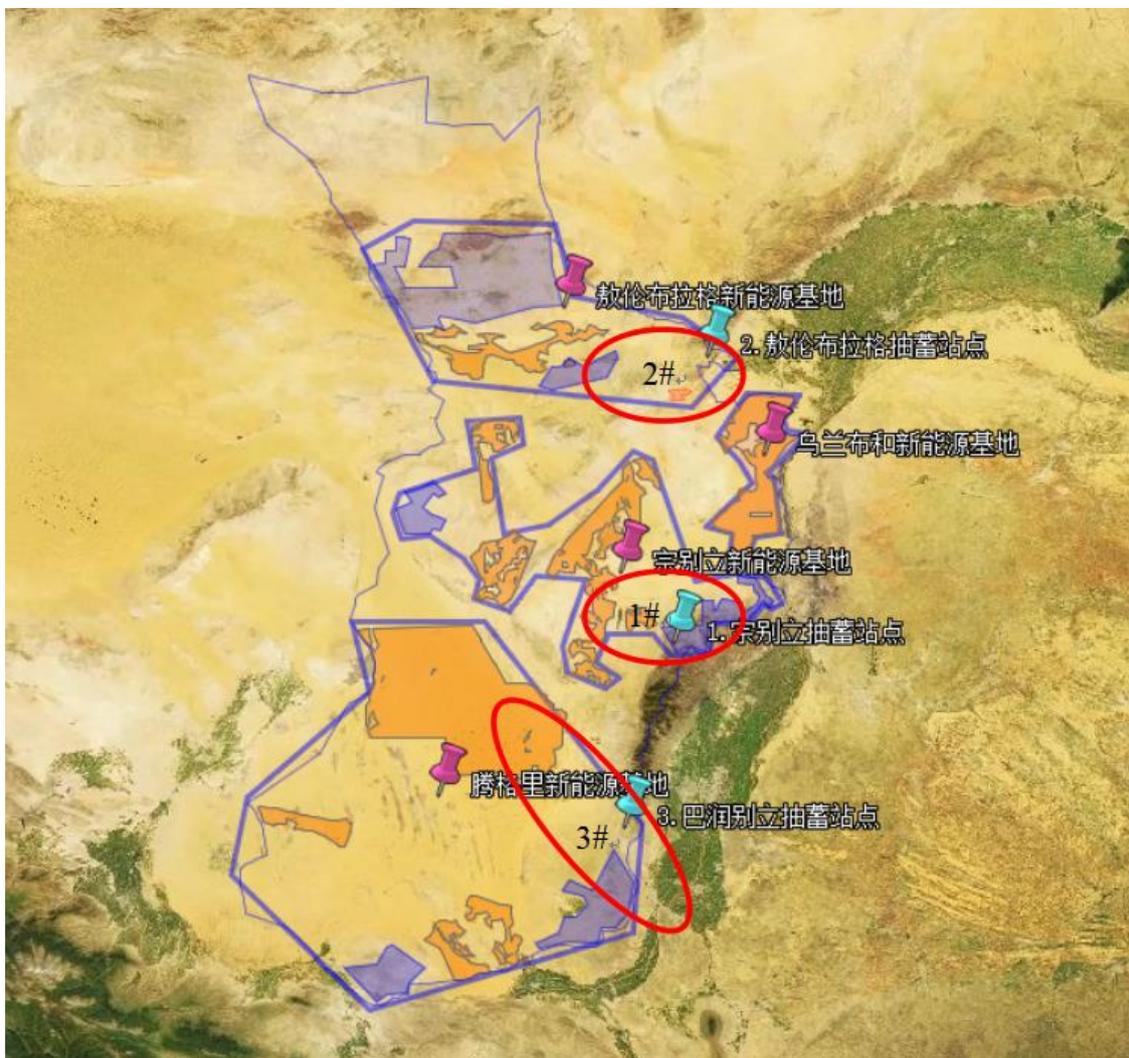


图 6.2-4 水风光储一体化项目位置示意图

6.3 积极开发建设“光伏+”项目

6.3.1 “光伏+”项目建设需要

习近平总书记指出，良好生态环境是经济社会持续健康发展的重要基础，要把生态文明建设放在突出地位，统筹山水林田湖草系统治理，让祖国大地不断绿起来、美起来。深入贯彻落实党的十九大精神和习近平总书记提出的以生态优先、绿色发展为导向的高质量发展要求，把生态治理作为根本目标，将新能源与防沙固沙、节水农业、林光互补、矿区治理结合起来，全面提升阿拉善盟的生态承载力，打造沙

产业示范基地，解决工程建设与生态保护的矛盾悖论，实现人与自然和谐共生。

阿拉善盟共有巴丹吉林、腾格里和乌兰布和三大沙漠。其中巴丹吉林沙漠位于额济纳旗和阿拉善右旗，东部小范围属阿拉善左旗，腾格里沙漠和乌兰布和沙漠主要位于阿拉善左旗，三座沙漠面积分别达 4.9 万、4.3 万和 1 万 km^2 。三座沙漠中，巴丹吉林沙漠以流动沙丘为主，降水仅为 50mm 左右，沙丘高耸。腾格里沙漠以流动沙丘为主，但沙山较低，降水在 100mm 左右。乌兰布和沙漠则以固定和半固定沙丘为主，沙丘高度相对较低，降水超过 100mm，有引黄河灌溉条件，还有黄河侧渗补给水量，是我国八大沙漠中最有可能进行大面积治理的沙漠之一。

在沙漠地区建设光伏电站，是治沙的有效手段。光伏板的遮阴效果能使蒸发量减少 20%到 30%，并且光伏组件板还能有效降低风速，改善植物的生存环境。而地表植被的出现又有助于地表固沙保水，生态改善对太阳能发电同样是有利的。光伏电站的开发从长远角度讲，对荒漠戈壁地表生态环境的改善有很大的促进作用，能够很好地实现环境效益、经济效益和社会效益的统一，这一点在我国西北很多地方已得到了验证。

同时，由于光伏电站多建在荒漠化等闲置土地，在光伏电站种植牧草不仅能够修护生态，还能起到防风固沙的作用，有利于环境和气候的改善。考虑阿拉善不同区域的沙漠特征，对流动沙丘较多的地区，光伏电站区域与主要沙山之间需要避让不少于 2 公里的距离，并在沙山周边采取草方格、压沙等固沙措施，对以固定沙丘为主的乌兰布和沙漠，水量相对充沛，可以沙产业作物为主，开展“光伏+种植”活动，但无论种植何种作物，沙漠生态治沙的前提是要遵循节水原则，阿拉善盟用水指标缺口巨大，如果过度使用沙漠地下水，会导致沙漠化加剧，得不偿失。本项重点任务通过“板上发电、板下种植、治沙改土、水资源综合利用”等多位一体循环发展模式，开展光伏治沙、防风、固草，系统保护和修复沙漠、戈壁、荒漠地区，改善当地生态环境和人居环境，实现新能源与生态融合发展、友好发展。

6.3.2 方案设计

6.3.2.1 固沙措施

在光伏项目的最外围设置沙障。沙障的设置可有效固定风沙活动强烈、地表沙物质处于流动状态的沙丘或沙丘链，以及平缓流动沙地或起伏不大的低矮流动、半固定沙丘。防止风沙危害和水土流失，减少沙源。恢复和保护现有植被，使项目区

和周边环境质量不断提高，生态质量有所改善。沙障的设置要坚持固、阻、输措施相结合原则。必须与生物措施相结合，沙障的设置完成后，要及时在沙障内播种沙生植被，才能使沙障最终保存下来，发挥生态效应。

沙障的配置形式主要是行列式和格状式 2 种。行列式沙障配置多用于单向起沙风为主的地区；而网格状沙障配置则在风向不稳定，除主风外尚有侧向风较强的沙区或地段采用。

依据工程区的立地条件，为达到较为理想的防护效果，沙障类型确定设置为低立式网格沙障、平铺式网格和平铺行列式沙障。在工程区的沙丘中上部设置低立式网格沙障，沙丘底部设置平铺式网格沙障（或为集束式网格沙障），沙丘丘间低地和平缓沙地表面设置平铺行列式沙障。



图 6.3-1 灌木阻沙沙障示意图

6.3.2.2 光伏+种植

阿拉善盟是全国最大的荒漠肉苁蓉主产地和集散地，还有锁阳、沙葱、白刺、甘草、文冠果、沙地葡萄等众多独具特色的沙生植物资源。

梭梭：梭梭属多年生灌木，易成活，抗旱力强，耐盐碱，抗风蚀沙埋，是治理沙漠的首选树种。

肉苁蓉：是一种珍贵的药用植物，现已开发出苁蓉总甙胶囊等现代植物药、保

健品和多种食品，国内外市场对肉苁蓉原料有大量需求，阿拉善盟肉苁蓉人工种植面积、产量及质量均处在国内领先水平。

白刺：为多年生灌木，适应性强，耐旱、喜盐碱、抗寒抗风、耐高温耐瘠薄，为荒漠地区及荒漠平原典型植物，是我国寒温、温和气候区的盐渍土指示植物。

锁阳：属肉质寄生草本，寄生于白刺的根上，又名不老药，一种寄生植物，野生于沙漠戈壁， -20°C 生长最宜，生长之处不积雪、地不冻。有补肾、润肠、治阳痿、尿血等功效。

文冠果：耐干旱贫瘠、抗风沙，生长范围非常广，3a可开花结果，15~20a进入盛果期，可持续百余年。其种子含油率为30%~40%，种仁含油率50%~70%。油可食用，还可用作高级润滑剂、增塑剂、制油漆和肥皂亦可作为生物柴油。阿拉善地区的气候、土壤、海拔和地质地貌特征都与文冠果的生物学特征相吻合，在阿拉善左旗有广阔发展前景。

沙葱是一种生长在沙漠中无污染的野生蔬菜，耐寒、抗旱能力极强，可入药。随着人们膳食结构的改善，绿色保健食品沙葱越受到广大消费者青睐，无论凉拌、炒食、做馅、调味、腌渍均为不可多得的美味佳肴，开发利用前景十分广阔。

在进行“光伏+沙”产业布置时，在光伏板间空地栽植具有产业优势的灌木或草本，为发展林沙产业提供相应的林产品。光伏板最低点高度距栽植灌木生长高度50cm左右，光伏板间栽植4m宽作物。施工过程中严格按施工方案进行，加强施工现场管理，不得破坏现有植被，保证林地用途不改变。对已经栽植的灌木，生长过快的灌木进行修剪。林光互补模式既能得到光伏发电，又增加了绿地和产业林的面积，达到生态效益和经济效益双赢的效果。



图 6.3-2 高支架光伏板下种植或养殖模式

6.3.3 规划项目

充分发挥沙漠、戈壁、荒漠地区风能太阳能资源丰富、建设条件好、受土地利用影响小的特点，鼓励光伏项目探索结合治沙、农业、畜牧业的开发模式，实现通过治沙、农业、畜牧业项目消纳，不向大电网送电。

预计到 2025 年底，规划建设的“光伏+”项目实现光伏治沙 120 万亩。预计到 2030 年底，规划建设的“光伏+”项目实现光伏治沙 200 万亩。

6.4 稳步开展新能源制氢工程建设

氢能作为一种清洁高效的二次能源，随着其利用技术的不断发展成熟，也已逐步纳入我国能源战略，成为我国优化能源消费结构和保障能源供应安全的战略选择。2019 年 10 月，李克强总理在国家能源委员会会议上强调：要探索先进储能、氢能等商业化路径。氢能的开发利用已经步入了关键的历史发展阶段。以氢能为纽带，衔接风能、太阳能等多种能源形式，利用氢能的优点提高能源供需协调能力，推动能源清洁生产和就近消纳，实现多能协同供应和综合梯级利用，减少弃风、弃光、弃水电量，取得最佳能源利用效率和效益。

6.4.1 制氢

围绕用氢场景，开展风、光电源制氢项目。在苏波卓尔新能源基地、塔木素布拉格新能源基地、乌兰布和新能源基地和腾格里新能源基地考虑共计 720 万 kW 风、光电源用以制备氢气。从能量平衡角度看，在阿拉善地区，约 35 万 kW 的光伏电站或 20 万 kW 风电厂的产能可制备 1 万吨氢气。全盟最终实现年产氢气 20 万吨，制氢工艺短期内以碱性水电解水制氢（AWE）为主，远期以质子交换膜电解（PEM）为主。

6.4.2 氢能运输设施建设

以加氢站为主要形式的氢能配套基础设施是氢能面向终端消费的重要途径，也是氢能产业长远发展的重要保障。加快建设加氢站等基础设施，建立氢气供应体系，满足氢能汽车的燃料需求。

根据各个旗、县的地理位置和车辆用氢量，配置不同数量加氢站。鼓励建设油/氢、气/氢混合站，利用现有加油站、加气站等已建成的基础设施，降低加氢站征地、建设、运营成本。优先在乌银高速公路、张查高速公路等阿拉善盟境内的高速公路路段沿线建设加氢站，向其他盟、市途经车辆供应氢气燃料。同时鼓励盟内有较大用氢需求的企业、工业园区配套建设规模较大的加氢基础设施。

天然气掺混氢气后可用于天然气内燃机或作为日常燃料直接使用。将氢气与天然气按一定比例混合而得到的代用气体燃料，燃烧性能满足日常燃料使用要求。由于氢气具有燃烧速度快、燃烧界限宽、比热值小、淬熄长度长等特点，天然气中掺入氢气可以改变天然气的燃烧特性，减少天然气的使用量。

重点支持开展天然气管道运输的研究及落地，鼓励企业根据中蒙天然气长输管道的规划建设，规划阿拉善盟境内天然气门站，在门站进行天然气掺混氢气输送示范项目。

探索天然气管道掺氢技术，在工业园区或居民小区开展天然气管网掺氢定点示范项目。选择市内适合的天然气站作为试点项目，改造天然气门站，完成氢气掺混天然气基础设施改造建设。

6.4.3 绿氢应用

6.4.3.1 氢能交通

阿拉善全盟矿产、煤炭资源较为丰富，目前已开发利用的矿产 37 种，矿产地 175 处，主要分布于阿拉善左旗贺兰山、黑山以及阿拉善右旗长山地区。

全盟有序推进氢燃料汽车替换。以物流运输领域的应用为突破口，带动氢燃料汽车市场发展。重点在阿拉善盟内各个矿产企业和园区等地研究制定矿产企业、园区氢燃料电池重型卡车、物流运输车应用示范计划，逐年分批次替换柴油车为氢燃料电池车，重点考虑当地物流运输线路，支持氢燃料电池汽车在工业企业的投放。同时，加快城市公交、公务、出租等公共领域燃油车辆的淘汰速度，推动各级政府及公共机构加大燃料电池汽车采购数量。

鼓励成立氢燃料电池运输车辆综合服务平台，积极探索融资租赁等商业运营模式，形成良好的示范推广效应，增加氢燃料电池运输汽车在全盟总汽车数量的投放比例。

6.4.3.2 重点支持冶金领域用氢

重点支持当地冶金、化工等企业，采用外购氢气替代焦炭作为生产原料，冶炼钢铁。减少每年二氧化碳排放数量。

鼓励企业开展节能减排措施，积极推广绿色氢能作为高效、节能、环保的新技术、新工艺。促进上述等企业与清洁能源制氢基地开展深度合作，支持与帮扶冶金企业完成节能改造，增加氢能使用在工艺原料中的占比。

另外，建成储能和制氢设施也可参与系统灵活性调节，并开展氢气远距离输送应用示范，为氢能产业发展提供了新的解决思路。

6.4.4 氢能项目规划

（1）交通

围绕阿拉善盟矿产分布，逐步替换燃油矿车和短途运输车，在 2030 年前在全盟替换各类型重卡 5000 辆，逐步改造加油站为提供油、氢、电三位一体的加能站。

（2）工业园区

阿拉善地区新能源资源丰富，年等效利用小时数高，新能源电解制氢作为一种促进新能源消纳的新业态新模式，也同样步入了关键的机遇期。

碱性电解法是目前技术最为成熟、操作最为简单的一种电解槽，并且投资需求较低。单位立方米氢气耗电量可以控制在 4kWh 左右，是目前国际上新能源制氢项目主要采用的技术方式。

重点在阿拉善“两区三园”地区，打造工业用氢综合应用功能区，将合适项目作为工业用氢的典型项目建设推广。在塔木素博源天然碱开发利用项目中，开展绿氢替代项目，氢气需求量约 4 万吨。配置 150 万 kW 的清洁能源用于氢气制备。

在阿拉善高新区，考虑 100 万 kW 清洁能源用于园区的电能替代和氢气制备，其中风电装机 20 万 kW，光伏装机 80 万 kW。首期建设最大制氢量 4400Nm³/h、年制氢量 1562 吨的制氢站。最大制氢量时的负荷约 2.2 万 kW，制氢年用电量约 0.79 亿 kWh，对应光伏装机容量约 3.67 万 kW。远期建设最大制氢量 13000Nm³/h、年制氢量 5416 吨制氢规模的制氢站。最大制氢量时的负荷约 6.5 万 kW，制氢年用电量约 2.74 亿 kWh，对应风电装机容量约 13 万 kW。

阿拉善敖伦布拉格产业园预计年用氢需求为 35720 吨，考虑降低氢气的运输和存储成本，就近规划在阿拉善敖伦布拉格产业园附近建设 100 万 kW 规模新能源制氢站，采取电解水进行制氢。

表 6.4-1 “十四五” 新能源制氢规划项目情况一览表

位置	新能源规模小计 (万 kW)	风电 (万 kW)	光伏 (万 kW)
塔木素	150	50	100
高新技术开发区	100	20	80
敖伦布拉格产业园	100	60	40
合计	350	130	220

6.5 大力推动灵活性调节电源建设

6.5.1 加快推进抽水蓄能建设

抽水蓄能电站是电力系统中最可靠、最经济、寿命周期长、容量大、技术最成熟的储能装置，抽水蓄能电站启动迅速、爬坡卸荷速度快、运行灵活可靠，既能削峰又可填谷，能很好地适应输电系统中风光电出力的变化，改善输电系统运行条件，也可作为调频、紧急事故备用电源，提高供电可靠性，保证电力系统安全、可靠、稳定运行。目前，中国已建的抽水蓄能电站在各自的电网中都发挥了重要作用，使电网总体燃料得以节省，降低了电网成本，提高了电网的可靠性。

为推进可再生能源高质量跃升发展，加快可再生能源替代行动进程，促进碳达

峰碳中和目标实现。2022年1月,《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》以库布齐、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林沙漠为重点规划建设大型风电光伏基地,2030年建设总规模约4.55亿kW。“十四五”时期,新能源发展迅速,新能源发电的波动性和不稳定性特点,亟需建设抽水蓄能等调峰电源。

前期规划抽蓄站点3个,均位于阿拉善左旗境内。其中,宗别立抽水蓄能站点位于距宗别立镇15km处,装机容量120万kW。敖伦布拉格抽水蓄能站点位于距敖伦布拉格镇13km处,装机容量140万kW。巴润别立抽水蓄能站点位于距巴润别立镇30km处,装机容量120万kW。



图 6.5-1 规划抽蓄站点地理位置分布示意图

6.5.2 稳步推进火电调峰项目建设

6.5.2.1 燃煤机组发展定位

立足我国基本国情和发展阶段，根据以煤为主的能源资源禀赋，煤电作为基础性电源将持续发挥重要作用。煤电高质量发展的首要任务是保障近期（“十四五”）和中长期（2030~2050年）的电力需求，同时也要为能源生产和消费革命要求下的中长期电力转型和可再生能源高比例发展留足空间。

深刻认识煤炭的基础性保障作用，持续做好煤炭清洁高效利用。坚持优化存量和做优增量，推进集约高效生产，建设坚强可靠的基础设施。优先在煤炭、水、环境资源条件好的区域建设煤电项目。煤电机组选型优先考虑大容量清洁高效发电机组，具备深度调峰能力。煤电作为经济可靠的大型调峰、调频、调压的灵活电源，其发展定位是“基荷保供、灵活调峰、辅助备用”，逐步由电量型电源向电力型电源转化，除承担基础负荷以外，还要承担为可再生能源及电力系统提供调节能力的任务，保障高比例可再生能源消纳，保障能源供应安全。煤电建设应积极主动适应能源结构调整和电力市场发展，加快实现煤电结构优化和转型升级，促进煤电高效、清洁、可持续、高质量发展。

根据阿拉善盟不断增长的电力需求和供热需求，在充分挖掘利用存量机组能力后仍有供电和供热缺口的情况下，科学规划煤电开发布局，合理安排煤电建设规模和建设时序，推动煤电清洁高效发展，科学发展热电联产，为阿拉善盟经济社会发展充分保障。

6.5.2.2 配套火电调峰项目

阿拉善盟拟规划配套火电调峰项目6个，装机容量2000万kW，作为支撑新能源大基地的火电调峰电源。目前规划火电调峰项目已初步完成火电机组用地、用水、用煤等建设要素已排查工作。

在腾格里、乌兰布和沙漠区域，拟配套火电调峰项目4个装机容量1200万kW。其中，在阿左旗巴彦浩特镇依托内蒙古哈伦能源有限责任公司2×33万kW热电厂，拟扩建4×100万kW火电机组；阿拉善左旗敖伦布拉格园区拟建设2×100万kW火电机组；阿拉善高新产业技术开发区依托蒙能集团乌斯太热电2×30万kW，拟扩建2×100万kW火电机组；李井滩生态移民示范区拟新建4×100万kW火电机组。

在巴丹吉林沙漠区域，在蒙西电网末端额济纳旗达来呼布镇依托庆华火电 2×5 万 kW 热电联产电厂，拟扩建 4×100 万 kW 火电机组；阿拉善右旗巴丹吉林镇拟新建 4×100 万 kW 火电机组。

6.5.3 积极推动新型储能发展

6.5.3.1 政策环境

为促进我国新型储能的健康、有序、合理发展，自 2021 年起，国家有关部门陆续出台了一系列鼓励新型储能发展的政策，包括：《关于加快推动新型储能发展的指导意见》、《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》、《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》、《2030 年前碳达峰行动方案》、《“十四五”新型储能发展实施方案》。政策指出：在新型储能产业体系日趋完善的形势下，鼓励发展“新能源+新型储能”项目，合理配置储能系统；拓宽新型储能的应用范围，探索开发源网荷储一体化、多能互补项目；促进实现新型储能的规模化应用，提高新型储能在新能源发展中的重要作用。

2022 年 8 月 18 日，科技部等九部门印发《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）》。方案中提出，研发压缩空气储能、飞轮储能、液态和固态锂离子电池储能、钠离子电池储能、液流电池储能等高效储能技术；研发梯级电站大型储能等新型储能应用技术以及相关储能安全技术。

以阿拉善盟建成国家级综合能源基地为契机，立足风、光清洁能源资源富集优势，依托特高压输电通道建设，充分利用储能的调节能力，为确保清洁能源产业健康、持续、高质量发展，有序推进风电、光伏发电开发建设，统筹各类电源的规划、设计、建设、运营，探索“风光储一体化”、“风光火储一体化”项目及电网侧储能开发路径，合理建设“新能源+储能”项目，鼓励发展“光伏+光热”和集中式储能项目，促进我国储能行业进一步发展。

储能作为电网中的优质灵活性调节资源，同时具有电源和负荷的双重属性，可以解决新能源出力快速波动问题，提供必要的系统惯量支撑，提高系统的可控性和灵活性。在新型电力系统中，储能是支撑发电侧高比例可再生能源接入和消纳的关键技术手段；是提升电网调节能力、综合效率和安全保障能力的重要支撑技术；也是支撑用户侧能源管理和电能质量的有效手段。

6.5.3.2 储能配置必要性

储能是指通过介质或设备把能量存储起来，在需要时再释放出来的过程。新能源出力具有随机性、波动性特征，传统运行模式无法为系统提供充足的顶峰容量。可以通过配置一定规模的储能来提供顶峰容量，同时减少弃电。储能规模配置具有边际效应递减的特点，且储能成本现阶段需要与电源一并疏导，因此需要研究合理的储能配置规模。

新能源出力分钟级随机性、波动性特征增加了电力系统调频需求。传统机组 AGC 调频能够满足目前调频要求，但存在调节延迟、超调、欠调等现象。储能具有优于常规机组的快速调节能力，比传统机组更适合平抑新能源出力波动，保持系统频率稳定。根据美国西北太平洋国家实验室研究结论，储能调频效果是水机组的 1.7 倍、是燃气机组的 2.5 倍、是燃煤机组的 20 倍以上。储能对以燃煤机组为主的蒙西电网而言是十分优质的调频资源。

6.5.3.3 多元储能系统

不同储能技术特点不同，在电力系统中取得了不同程度的应用。电能可以转化为多种形式的能量进行存储，如机械能、化学能、势能、电磁能、光热储能等。根据电能转化后的形态，可以将储能分为机械、电化学、电磁、蓄热四大类。机械储能主要指抽水蓄能、压缩空气储能和飞轮储能三种形式；电化学储能主要指电池储能，主要有铅酸电池、锂离子电池、全钒液流电池和钠硫电池四种类型；电磁储能包括超级电容储能和超导储能两种形式；蓄热储能主要指熔盐储能。

表 6.5-1 各种储能技术的应用能力

储能类型		典型额定功率	持续时间	特点	应用场合
机械 储能	抽水储能	100~2000MW	4~10h	适于大规模，技术成熟响应慢，需要地理资源	日负荷调节，频率控制和系统备用
	压缩空气	10~300MW	1~20h	适于大规模响应慢，需要地理资源	调峰，系统备用
	飞轮储能	5kW~1.5MW	15s~15min	比功率较大 成本高、噪音大	调峰、频率控制、UPS 和电能质量
电磁 储能	超导储能	1~100kW	2s~5min	响应快，比功率高 成本高、维护困难	电能质量控制、输电系统稳定，UPS
	电容器	1~100kW	1s~1min	响应快，比功率高比能量 太低	输电系统稳定、电能质量控制
	超级电容	10kW~1MW	1~30s	响应快，比功率高成本 高、储能量低	与 FACTS 结合

储能类型	典型额定功率	持续时间	特点	应用场合	
电化学储能	铅酸电池	5kW~50MW	1min~3h	技术成熟，成本较小寿命短，环保问题	电能质量、频率控制、电站备用、黑启动 可再生储能
	液流电池	5kW~100MW	1~20h	寿命长，可深放，适于组合，效率高，环保性好，储能密度低	电能质量、备用电源、调峰填谷、能量管理 可再生储能
	钠硫电池	100kW~100MW	数小时	比能量与比功率较高高温条件、运行安全问题有待改进	电能质量、备用电源、调峰填谷、能量管理 可再生储能
	锂电池	100kW~100MW	分钟~小时	比能量高成组寿命、安全问题有待改进	电能质量、备用电源、UPS
蓄热储能	熔盐储能	1-300MW	>1	寿命长，容量灵活，启动时间较慢，价格有待下降。	日负荷调节

各种储能技术在其能量密度和功率密度方面均具有不同的表现，而同时电力系统也对储能系统不同应用提出了不同的技术要求，很少能有一种储能技术可以完全胜任在电力系统中的各种应用，因此，必须兼顾双方需求，本规划依托阿拉善盟各地区负荷特点及新能源项目布局选择匹配的储能方式与电力应用。结合不同储能系统的优缺点，规划采用电化学储能、空气压缩储能及蓄热储能系统协同配置原则。

因此，为避免大规模建设新能源基地产生的消纳问题，“十四五”期间同步规划建设一定规模压缩空气储能和电化学储能。

6.5.3.4 储能应用场景

(1) 外送新能源基地配套储能

在新能源外送基地配置储能，可提高通道利用率和通道供电可靠性。根据“十四五”和“十五五”规划外送基地规模，配套建设 15%，2h 的电化学储能或一定规模的压缩空气储能，保证新能源电力外送的可靠性。

(2) 本地消纳新能源配套储能

为优化阿拉善盟电源结构，提高新能源电源占比，提升新能源电力消纳能力，“十四五”“十五五”期间均规划建设内用的新能源电源。在新能源电站配置储能，可平滑短时出力波动，提高新能源项目的电力供应可靠性、新能源场站的整体利用小时数以及输变电设备的利用效率。

(3) 在电网侧配套储能

在系统变电站配套储能装置，实现电储能设施与新能源、电网的协调优化运行。

发挥其削峰填谷、负荷跟踪、调频调压、热备用、电能质量提升等功能，提升系统晚高峰时段的电力支撑能力，并结合调峰辅助服务及电力现货市场建设探索可能的商业运营模式。同时可兼顾提高大系统自身的调节能力，促进新能源就地开发与消纳利用。储能系统可在地区新能源大发期间由储能进行充电，提高地区新能源送出能力，在新能源小发、高负荷时，由储能进行放电，减轻主网供电压力。

(4) 在负荷侧和微电网配置储能

可结合新能源微电网、分布式能源项目开发和建设，重点开展锂电池综合性储能应用示范，提高可再生能源系统的稳定性和电网友好性。储能配置容量将根据具体项目进行优化配置。

6.5.3.5 储能项目规划

(1) 压缩空气储能

压缩空气储能具有规模大、寿命长、成本低等优点，被认为是最具发展潜力的大规模储能技术。压缩空气储能技术可实现可再生能源发电的大规模接入，有效解决可再生能源消纳问题；实现电力系统的削峰填谷，提高电力系统效率、安全性和经济性；是智能电网、分布式能源系统的支撑技术，可有效促进智能微电网系统推广和能源互联网战略实施。

1) 压缩空气储能系统

(a) 传统压缩空气储能系统

传统压缩空气储能系统是基于燃气轮机技术开发的一种储能系统。在用电低谷，将空气压缩并存于储气室中，使电能转化为空气的内能存储起来；在用电高峰，高压空气从储气室释放，进入燃烧室同燃料一起燃烧，然后驱动透平发电。目前已在德国（Huntorf290MW）和美国（McIntosh110MW）得到了商业应用，在日本、以色列、芬兰和南非等国家也有相关研究。但是传统压缩空气储能系统存在三个主要技术瓶颈，一是依赖天然气等化石燃料提供热源；二是需要特殊地理条件建造大型储气洞穴，如高气密性的岩石洞穴、盐洞、废弃矿井等；三是系统效率较低，Huntorf和McIntosh电站的效率分别为42%和54%，需进一步提高。

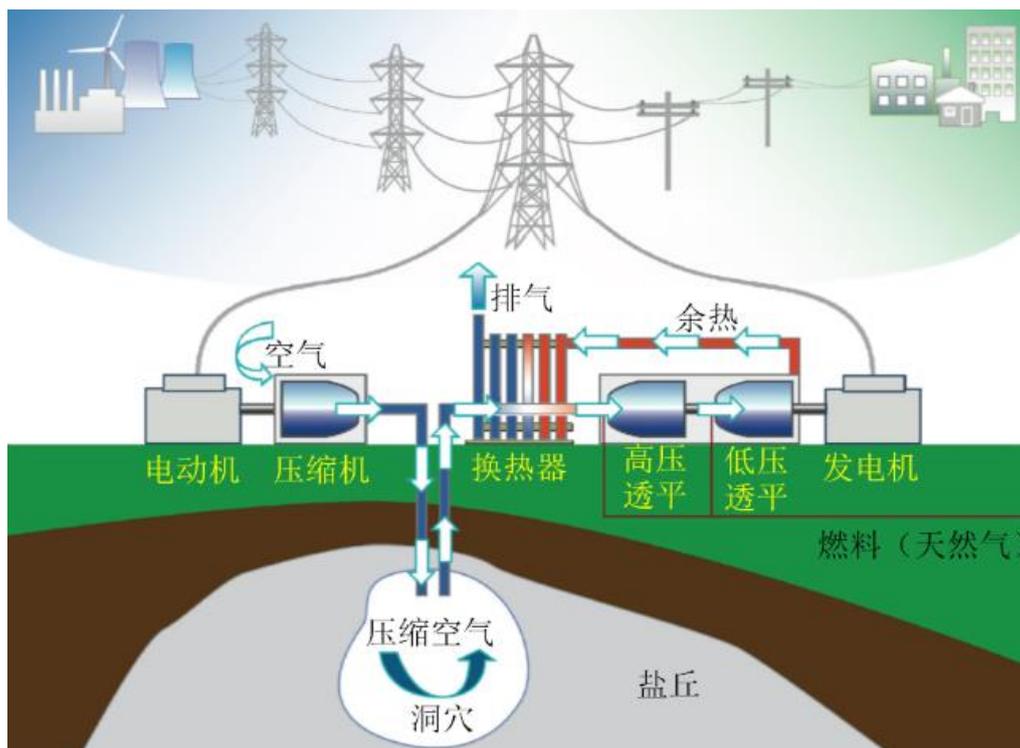


图 6.5-2 传统压缩空气储能系统工作原理

(b) 先进压缩空气储能系统

近年来，为解决传统压缩空气储能技术的瓶颈问题，国内外学者开展了新型压缩空气储能技术研发工作，包括蓄热式压缩空气储能（或称为绝热压缩空气储能，不使用燃料）、液态空气储能（不使用储气洞穴）、超临界压缩空气储能（不使用储气洞穴、不使用燃料）等。目前，国际上已建成 MW 级新型压缩空气储能系统示范的机构共 4 家，分别是英国 Highview 公司（2MW 液态空气储能系统）、美国 SustainX 公司（1.5MW 等温压缩空气储能系统）、美国 General Compression 公司（2MW 蓄热式压缩空气储能系统）和中科院工热所（1.5MW 先进压缩空气储能系统、10MW 先进压缩空气储能系统、100MW 先进压缩空气储能系统）。

中科院工热所的研发团队通过近二十年的努力，研究开发了先进压缩空气储能技术，同时解决了传统压缩空气储能依赖大型储气室和化石燃料的技术瓶颈，拥有系统寿命长、系统效率高、单位成本低、储能密度高、清洁无污染、适用范围广、建设周期短等优势，受到了广泛关注和支

2) 规划项目

“十四五”期间，规划在阿拉善左旗建设 2 座压缩空气储能，主要布局在敖伦布拉格镇和宗别立镇。压缩空气储能位置示意图如下：

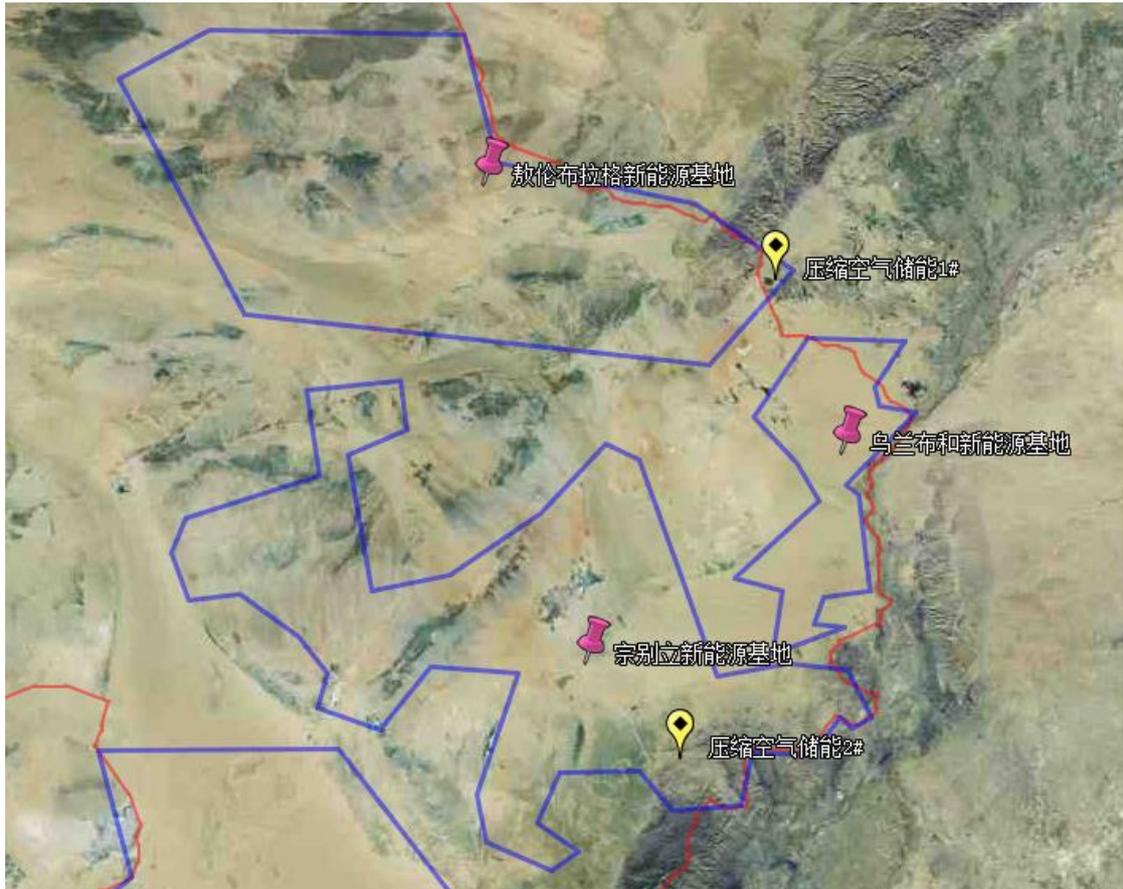


图 6.5-3 阿拉善盟压缩空气储能位置示意图

(2) 电化学储能

电化学储能可实现模块化设计，通过并联可实现百兆瓦及以上级别系统规模；响应速度快，可在毫秒级时间尺度内实现额定功率范围内的有功无功的输入和输出；能够精确控制，在可调范围内的任何功率点保持稳定输出；且具备双向调节能力，具有额定功率双倍的调节能力。

1) 电化学储能应用需求

电化学储能在阿拉善的应用潜力巨大。一方面，电化学储能建设工期短，可快速、大幅提升系统灵活调节能力，推动新能源就地开发利用，以及兼顾阿拉善电网存在的局部线路受阻及主变过载问题，实施效益显著。另一方面，电化学储能建设成本快速下降，经济效益持续提升，在目前国家级各省区、电网企业均大力推动研究应用的情况下，有必要作为内蒙古自治区以及蒙西电网的重点技术储备加快研究实施。整体来看，在阿拉善地区研究应用储能等新技术与商业模式，有利于提升新能源资源与用电负荷的匹配度，将地区资源优势完全转化为经济优势，实现新能源经济的高质量协调发展。

2) 规划项目

“十四五”期间，新能源项目储能按照自治区要求进行配置，规模为15%，储能时长2h。

6. 6 加快推进电力外送通道建设

6. 6. 1 电力外送需求

受生态环保、能源“双控”、等（减）煤量等因素影响，中东部地区电力供应更加依赖外部电力，中长期跨省跨区电力资源配置需求进一步扩大。北方新能源、煤炭资源丰富，未来以综合能源外送为主的“北电南送”“西电东送”规模进一步扩大。

从全国远期电力流向格局来看，内蒙古、山西外送电优先满足东北三省和京津冀鲁地区用电需求，富余电力可兼顾送华中、华东地区。西北地区、四川外送电主要满足华中、华东地区用电需求。云贵地区外送电主要满足两广用电需求。

阿拉善盟风光资源丰富，但盟内自我电力消纳的能力不足，需综合考虑省内用电需求，建设省内电力输送通道，合理配置新能源电力。根据《内蒙古自治区十四五能源发展规划》（内政办发〔2022〕16号），“十四五”时期，扩大新能源外送规模。提升电力外送通道新能源电量占比，在保障华北、华东地区电力稳定供应基础上，提升绿色电力供给能力。同时，结合中东部地区绿电需求，新建一批输送高比例新能源的绿色电力通道。因此，需进行西电东送规划，研究建立跨区域的发电入网合作模式，与毗邻区域共建电力外送网络、新能源集群产业园等，促进实现省级资源配置优化，提高新能源电力使用效率，在阿拉善盟新能源快速发展的同时降低弃风率和弃光率。

6. 6. 2 “十四五”规划外送规模

“十四五”期间，阿拉善盟规划电力外送通道共计3条，包括2条省内电力输送通道，1条跨省电力外送通道。

6. 6. 2. 1 省内电力输送通道

省内电力输送通道有阿拉善盟敖伦布拉格至乌兰察布直流外送通道，采用±800kV特高压直流送电方式，配套建设新能源装机规模为1500万kW，包括风电500万kW，光伏1000万kW，储能配置规模为10%，4h；抽蓄规模140万kW；火电200

万 kW。

规划新增宗别立镇至乌海直流外送通道，规划新能源装机规模为 300 万 kW，风电 100 万 kW，光伏 200 万 kW。

6.6.2.2 跨省电力外送通道

跨省电力外送通道有腾格里至华东地区，配套建设新能源装机规模为 1200 万 kW，包括风电 400 万 kW，光伏 800 万 kW；火电 400 万 kW。

与相邻省份宁夏进行区域合作，规划为宁电入湘外送通道配套建设新能源装机规模为 600 万 kW。

6.6.3 “十五五”规划外送规模

“十五五”期间，规划在巴丹吉林镇建设 1 条电力外送通道，将巴丹吉林新能源基地电力外送至华东地区，配套建设新能源装机规模为 1200 万 kW，包括风电 400 万 kW，光伏 800 万 kW；火电 400 万 kW。

规划在乌兰布和新能源基地建设 1 条电力外送通道，配套建设新能源装机规模为 1200 万 kW，包括风电 400 万 kW，光伏 800 万 kW；火电 400 万 kW。

规划在塔木素布拉格建设 1 条电力外送通道，将塔木素布拉格新能源基地电力外送至南方电网，配套建设新能源装机规模为 1200 万 kW。规划在温图高勒建设 1 条电力外送通道，将温图高勒和苏波卓尔新能源基地电力外送至呼包鄂地区，配套建设新能源装机规模为 1200 万 kW。规划在赛汉陶来建设 1 条电力外送通道，将额济纳旗西北部的新能源基地电力外送至中东部地区，配套建设新能源装机规模为 1200 万 kW。

远期规划在雅布赖建设 1 条电力外送通道，将雅布赖新能源基地电力外送至华中地区。

6.7 建立健全新能源消纳体制机制

6.7.1 建立与消纳市场挂钩的开发资源配置方式

探索完善以市场消纳为基础的新能源项目年度开发管理模式，统筹新能源消纳市场。增量新能源项目与增量市场消纳空间挂钩，确保同步落实新能源新增规模与消纳技术措施；开展基于新能源消纳空间的新能源资源竞争性配置试点，鼓励采取招标方式确定项目开发业主。确保同步落实新能源新增规模与消纳技术措施。

在具体实施方面，建议可由地方能源主管部门组织公开的项目招标，开展竞争性评优。新能源开发企业可与大用户、新能源消纳技术措施实施企业签订合作协议的方式，进行联合投标；综合投资业主资质、业绩、项目技术经济可行性等方面进行评分优选，确定示范项目。开展示范项目建设，并适时开展项目的后评估工作。

6.7.2 建立合理反映灵活性资源价值的市场机制

随着可再生能源大规模并网，对于火电灵活性改造、储能、新能源电解制氢等灵活性调节资源的需求不断增加。未来需进一步完善电力市场机制，合理反映灵活性调节资源在系统中的稀缺价值，引导灵活性资源与可再生能源协调发展。

(1) 合理设定辅助服务补偿价格水平，科学反映优质灵活调节资源的价值。

随着大规模波动性可再生能源接入，系统对于灵活调节需求将持续增长，为保障包括需求侧响应在内的各类调节资源公平参与市场竞争、实现辅助服务市场灵活高效运行，建议各地调峰、调频等辅助服务市场加快建立调节性能指标要求，健全以调节性能为衡量标准的辅助服务补偿机制，促进市场根据服务数量和服务质量向参与市场主体提供相应合理补偿，避免单纯以数量计费等“一刀切”方式。

(2) 明确新型电储能和需求侧响应参与辅助服务市场准入标准。

推动各地辅助服务市场明确独立电储能设施市场准入资格，促进电储能进入辅助服务市场并提供调频、备用、黑启动等各类辅助服务；同时，在调节性能等方面设置一定技术准入门槛，有效反映电储能设施市场准入优势，鼓励优质调节资源参与服务市场。

(3) 探索建立共享辅助服务模式。

在能源互联网背景下，共享储能电站不再为单一新能源场站提供服务，而是为所有存在弃电的多个场站提供辅助服务，提升储能自身利用率，实现新能源最大化消纳，通过市场化收益分配实现多方共赢。

(4) 健全储能参与辅助服务市场的调度机制。

目前国内调频辅助服务的调度机制中，在确定调频资源调用顺序时同时考虑了单价以及调频性能，在保证经济性的基础上使得性能好的调频资源可以得到优先调用。但调峰辅助服务市场确定调峰资源调用顺序时将单价作为首要因素，即根据机组报价水平由低到高依次调用。建议未来各类辅助服务市场的调度机制中纳入对性能指标（如爬坡率、响应速度等）的考虑，鼓励电储能等具有优势的调节资

源进入市场获得相应收益。

(5) 建立健全电力现货市场机制。

应通过电力现货市场等机制形成分时的电价信号，引导储能有效优化生产运营模式，通过提供稀缺性、高价值的电力资源获得经济收益。现货市场在机制设计和建设完善过程中，应准许新能源发电和各类储能设施参与现货市场，丰富市场主体构成、有效加强市场竞争，并逐步扩大参与市场的机组比例和市场交易电量比例，做好既有政策与市场机制间的过渡和衔接。此外，建议现货市场逐步放开市场价格上限约束，允许储能等高成本灵活性资源通过短时的高电价套利，充分调动市场投资开发储能设施和优化储能市场参与策略的积极性。

(6) 探索建立电力容量市场。

中远期应探索建立储能容量电费和储能参与容量市场的规则，在未来高比例可再生能源系统中，充分发挥储能对系统容量支撑方面的作用，利用容量市场实现投资成本的回收。

(7) 探索建立新能源电解制氢的扶持机制。

如部分免除电解装置的过网费、税费和建设征地费用等；制定政府与新能源制氢企业的长期采购协议，确保电解制氢的市场；开展新能源电解制氢的试点示范，进一步降低制氢成本。

6.7.3 完善输配电价核定

建议对于新能源与清洁供暖项目、大工业自备电厂用户签订长期供用电协议的，其增量电量可适当核减输配电价。清洁电供暖项目和通过公网实施的自备电厂调峰措施实际增加了电网公司的输电过网电量，这部分消纳的弃风电量大多是发生在用电低谷时段，可利用的电网空闲输电容量较大，一般不增加电网输电断面容量需求，不引起新的电网投资。因此，对于电网公司而言，这部分增加电量的边界成本接近于零，也增加了电网公司的过网费收入。因此对增量电量适当核减输配电价是合理的。

《国家发展改革委关于印发北方地区清洁供暖价格政策意见的通知》（发改价格〔2017〕1684号）要求“合理制定电采暖输配电价。参加电力市场交易的采暖用电，峰段、平段执行相应电压等级的输配电价，谷段输配电价按平段输配电价的50%执行。”这一输配电价政策对于清洁电供暖的实施也是有利的。

6.8 加快构建新能源产业链体系

6.8.1 制造业

6.8.1.1 发展现状和趋势

能源装备是能源技术的载体，是装备制造业的重要和核心部分。从细分行业看，我国风电装备制造技术已经达到了世界先进水平。现阶段大型风电机组整体上处在发展阶段，但是很多技术研究已经达到了国际一流水平，主要设备制造基本上实现了系列化、标准化。低风速、高海拔风电技术取得突破性进展。中小型风电技术自主国产化，处于世界领先水平。国内中小型风电的技术中“低风速启动、低风速发电、变桨矩、多重保护等等”一系列技术得到国际市场认可，处于国际领先地位。

光伏发电技术世界领先。经过多年发展，我国光伏电池技术创新能力显著提升，光伏转换效率不断提高，规模化光伏开发利用取得重要进展。晶体硅太阳能电池产业技术在国际市场具有很强的竞争力，除个别高效电池生产用等离子体增强型化学气相沉积设备、硼扩散设备等设备外，光伏制造的整套生产线均已实现国产化。

在推动能源绿色低碳发展和结构转型的背景下，传统能源技术装备亟需革新和提升水平，一批新兴能源技术装备产业正在起步发展。我国能源技术装备制造业也面临能源发展和结构调整的挑战，自主创新能力较弱、部分关键核心技术缺失、传统产品产能相对过剩和关键零部件配套能力不足共存等矛盾仍然突出，亟需转型升级。适应形势的变化，我国新能源装备制造的发展趋势是，推动新能源装备从生产制造向服务制造转型，企业由单一设备制造生产商向综合解决方案供应商的全面转型，产业形态才可能从生产型制造业向全生命周期的服务型制造业转变，打造涵盖前期咨询、规划统筹、研发技术、设计方案、生产制造、检验检测、调试运行、监测监控、维修服务、保养更新，直到产品报废、解体或回收等内容的新能源装备制造的全产业链，提升我国新能源装备制造业的层次和核心竞争力。

6.8.1.2 未来市场预期

未来一段时期，我国新能源产业发展的趋势不会改变，将在生产端、消费端填补传统能源供应缺口，电网、新能源技术装备等都需要配合新能源发展。同时，随着新能源消纳难题的破解，新能源技术装备有望迎来新一轮增长，维持较长一段的中高速增长，进而带动新能源技术装备壮大变强，前景向好。

6.8.1.3 发展规划

(1) 风电设备

结合阿拉善及内蒙古西部地区大型风力发电项目对发电装备的需求，加强与国内外领先风机制造企业合作，引进全球领先的风机制造企业。利用阿拉善铁矿优势，引进风力发电机上游包括铸件、塔筒在内的部件铸造企业；支持发展低温型的风电机组和新材料叶片等，通过上游部件生产企业和下游市场，引入上海电气、金风科技、远景能源等一系列龙头风电企业，带动中游风机整机制造产业发展，与下游风电运营形成风电全产业链。到 2030 年，形成年产 1000 台 5MW 及以上风机整机及配套产品制造能力。

打造年产能 400 万 kW 风电机组整机的智能化大型风电机组总装基地。配套 16 条 5MW 系列风电叶片生产线。建立移动式多功能调试中心、大件存放仓库、堆场等，引入激光对中仪、感应加热器、线圈加热器、空压机、智能化装配平台等核心专用设备，配备专用工装夹具，基于现代传感技术、网络技术、自动化技术等先进技术，通过智能化的感知、决策和执行技术，实现风电机组高效装配与调试。该基地占地约 800 亩，总建筑面积约 216000m²，总投资约 50 亿元。

(2) 光伏光热设备

依托阿拉善的石英矿资源，升级现有硅料制备企业，可积极引进多晶硅、单晶硅项目，并向生产切片、组件发展。引进薄膜、聚光等光伏新型生产线，积极开展光伏发电设备技术攻关，研发可量产的晶体硅电池生产技术，开发新一代光伏逆变器及系统集成设备，构建光伏全产业链。在硅片制造环节，可引入隆基、中环、协鑫、晶科、晶澳等企业；在电池片环节，可引入隆基、通威、爱旭、晶科、晶澳、天合等企业。

阿拉善是内蒙古法向直辐射最高的盟市，也是电网相对薄弱的地区，具有发展光热电站的优势。可将能量通过热量的方式储存，是光热电站的突出优势。可利用阿拉善矿产资源种类多的特点，引进以百吉瑞为代表的熔盐储能生产企业，在新兴的光热市场迅速占据优势。

(3) 储能设备

在阿拉善盟打造储能及相应配套产业装备制造生产基地，形成包括储能产业上游原材料和基础设备部件生产、中游技术系统集成、下游市场应用及回收利用

在内的完整储能产业链架构，积极引进储能产业链相关产业和储能技术相关产业，形成面向阿拉善盟内外部市场的储能全产业链。近期发展方向以锂离子电池为主，未来可依托阿拉善矿产资源，向全钒液流电池、石墨烯电池方向发展。

上游产业：储能产业链的上游为原材料供应商，负责原材料和锂电材料的生产与供应。大容量储能电站方面，引进锂离子电池材料生产企业，打造锂电池材料生产基地，重点发展以磷酸铁锂电池、钛酸锂电池、固态锂离子电池为主的化学储能产业链，建设锂金属加工、磷酸铁锂、镍钴锰酸锂电池正、负极材料生产项目；磷酸铁锂电池材料方面重点引进湘潭电化、北大先行、重庆特瑞等企业，固态电池材料方面重点引进北京卫蓝、赣锋锂业、江苏昆山清陶等企业，锂离子电池材料方面，重点引进宁德时代、比亚迪、国轩高科、孚能科技、天津力神等企业；到2030年实现年产能1万吨，支撑阿拉善盟生活类电池和储能电池制造。引进一批储能新材料生产项目，探索石墨烯融合电池应用的市场价值和技术基础，加强技术研发和培育，推动石墨烯科技成果向市场化产品的转化。

中游产业：储能产业链的中游为电化学储能系统，以电池（PACK）为核心，包括电芯、B米S、E米S、PCS等多个部分，是一个综合能源控制系统，一般采用集装箱布置，并进行安装、运维和原料回收。建设以储能电池开发为重点的产业集群。可引入阳光电源、正泰电源、科陆电源、海博思创、库博能源等储能电池集成生产制造龙头企业，完善中游电芯制造、系统集成和管理系统开发环节，发挥龙头企业的管理和集聚效应，实现阿拉善盟内部消化应用和面向外部市场的技术和产品输出。

下游产业：储能产业链的下游应用于发电侧、输电侧、配电侧和用户侧。在发电侧，新能源+储能可以平滑新能源发电的波动，提高风光电能质量，加快推进包含大规模储能系统的网源友好型智能风电场、光伏电站示范项目。在输电侧，储能可以调峰调频，降低用电端和发电端的波动性，建设储能调峰电站国家示范工程，提高大庆市电网安全性，缓解电网调峰压力。在配电侧，配合配电网改造工程和电动汽车产业发展，建设储能型变电站，在电动汽车集中充电站中规划配套储能装置，降低无序充电、高峰充电给电网带来的压力，满足快充需求。在用户侧，推进储能应用于户用光伏，达到削峰填谷的目的，使发电、用电趋于平衡；推进储能应。

（4）氢能设备

1) 燃料电池

氢燃料电池是使用氢这种化学元素，制造成储存能量的电池。其基本原理是电解水的逆反应，把氢和氧分别供给阳极和阴极，氢通过阳极向外扩散和电解质发生反应后，放出电子通过外部的负载到达阴极。

我国在燃料电池领域仍处于导入期阶段，主要制约因素在于两个方面：一是基础配套设施不完善，如加氢站等基础设施较少；二是燃料电池产业链国产化程度有待提升，目前电堆产业链国产化达到 50%，成本依然较高。此外，目前国内电堆企业产线产能利用率低，国内除上海、江苏、山东等地，大部分地区仍处于氢燃料电池汽车示范运营前期储备阶段，造成部分氢燃料电池电堆上游企业批量化生产线建设进程缓慢，生产线工艺选择仍处于摸索阶段。

目前国内头部燃料电池企业有爱德曼、广东探索、国鸿重塑、潍柴动力、亿华通等多家企业，上述企业在国内燃料电池装机功率占总装机功率比重较高。

阿拉善盟紧抓氢能产业关键节点，规划吸引氢燃料电池头部企业落地本市，建设氢燃料电池生产线。生产线包括燃料电池电堆及燃料电池动力系统的研发与生产、关联零部件产业基地等。鼓励企业加大研发力度，扩大电堆系统国产化率，降低氢燃料电池成本。

2) 氢气高压储罐

储氢技术是氢能利用走向实用化、规模化的关键。根据技术发展趋势，今后储氢研究的重点是在新型高性能规模储氢材料上。国内的储氢合金材料已有小批量生产，但较低的储氢质量比和高价格仍阻碍其大规模应用。

物理存储氢（压缩气体、低温液体容器）技术是当前最成熟的存储技术。目前我国 45MPa 以下的钢质氢瓶设计制备技术已经非常成熟，45MPa 钢质氢瓶已在国内近 10 个运行的加氢站中使用。

70MPa 车用高压储氢气瓶具有安全性好、单位体积储氢密度高等优点，国际燃料电池汽车的研发和示范都正在向 70MPa 车载储氢方向发展，因此迫切需要开发具有自主知识产权的 70MPa 储氢瓶，对 70MPa 的储氢气瓶的研发设计已成为国内外诸多气瓶厂家的研究重点。

阿拉善盟结合氢气储运发展方向，研究与制造并举，规划近期引进国内有高压储氢罐技术优势、气瓶研发经验的知名企业，在当地设厂，生产 30MPa、45MPa 高

压储氢瓶，用于加氢站、氢燃料汽车等领域。同期鼓励企业开展 70MPa 高压氢气储罐、碳纤维储罐的研究工作，取得技术专利，建设 70MPa 高压储氢气罐生产线，生产储罐外销。

规划在阿拉善盟引进建设氢燃料电池自动化生产线，包括 45MPa 高压储氢罐自动化生产线和 70MPa 高压储氢罐自动化生产线，年产 50000 套高压储氢罐。

规划在阿拉善盟引进氢燃料电池自动化生产线，年产 50000 套燃料电池。

6.8.2 技术研发

在新能源领域，应重点推进高转换率光伏发电、风电和光伏发电功率预测、智能电网、光伏与沙产业结合等关键技术储能领域：重点推荐锂离子储能技术，钠硫电池、全钒液流电池、压缩空气储能、光热储能等新技术研发。

在氢能领域，应重点突破储氢关键技术，以氢能在氢农业、天然气掺氢、氢燃料电池汽车及工业领域的应用为重点，带动氢能产业发展，培育氢能应用市场。

6.8.3 新能源运行维护

6.8.3.1 大数据中心

随着阿拉善地区新能源的大规模建设，如何采用智能化手段，处理海量的运维工作，最大程度节约人力资源，将成为阿拉善面临的新挑战。

建设风电、光伏和光热大数据中心和运维基地，研发适用于超大型新能源发电基地的全生命周期智慧生产运维管理平台，实现海量数据接入以及建设期与运营期的多种高级业务应用有机融合。基于大数据的故障预警与诊断技术，实现设备状态检修与备用资源统筹调配。

大数据中心主要包括三大功能：智能监测、智能检修及智能分析（高级应用）。

智能监测功能分别针对在线、带电及离线风机设备的风压、风速、分量、轴承温度、运行状态等性能参数、设备振动位移、速度、加速度、振动主频、频率分量及其烈度等振动参数及主通风机，电机三相电压、电流、有功无功电量、有功无功功率、总有功功率、总无功功率视在功率、功率因数、频率等电量参数等进行全面监测。对光伏电站，则主要自逆变器端口、箱式变压器端口和变电站端口取得数据，检测各回路电压、电流、功率因数、温度、风速、辐照等数据。

利用电站设备监测系统，结合电站各种火警探测及视频摄像系统，及时获得设

备运行状态，并可通过网络传输系统实现电站设备运行状态远程监测、及时发现设备故障、及时安排设备检修，从而达到降低设备故障率，提高电站发电量的目的。

智能检修功能则将收集到的电站各维度数据信息进行智能分析，及时发现设备运行过程中出现的故障或隐患，从而制定合理的检修策略。

高级应用（专家诊断）功能则针对检测及检修中形成的问题库进行多维度分析及智能判断，在海量数据挖掘的基础上将可以针对可能的故障进行预测。

采用智能设备，充分利用集控中心，最终实现智能运维，从而有效降低本工程新能源电站运营成本，实现本工程新能源电站经济效益的最大化。

6.8.3.2 先进的运维中心

规划建设的先进运维中心主要包括智能运维系统、气象监测及功率预测系统、无人机、智能运维机器人等。其中，智能运维系统指通过 AI 技术可实现电站智能数据采集、智能故障告警、自动创建并分派缺陷、智能趋势分析。通过大数据分析技术可全面且深入分析电站性能，长远发展可采用智能机器人、无人机等技术替代人工运维管理。

气象监测及功率预测系统即以大数据驱动为主的预报技术在光功率预测和风功率预测系统中以高精度的数值天气预报为基础，采用多种模型及算法，采用大数据+AI 技术，最终达到精准预测。

运维无人机主要配备高精度热成像红外相机与 4K 高清可见光相机，拥有航点巡航模式，自动规划航线，实现一键起飞，自动巡航返航、自动识别光伏组件故障等功能，精准定位检测光伏组件热斑问题，巡检效率与精准度会大量提升。

智能运维机器人通过自带太阳能光伏组件和锂电池实现自供电，配置红外探头，可检测组件热斑，后台数据分析系统，帮助定位故障组件，配置雨量传感器，降水时启动机器人，实现无水源有水清扫。

风电机组故障诊断预警系统：设置电气、机械、视频、温度、应力等多类型风电机组运行状态感知系统，利用大数据生态技术进行搭建，采用了混合云的建设模式，设置实时预警算法（BP 神经网络、SVMs、CNN 网络等），针对性的选择专家系统和机器学习模型，实现对齿轮箱、发电机、叶片、偏航系统、变频器系统进行故障诊断预警，评估风电机组的健康状态，最后通过预定义的健康评估报告。

6.8.4 新能源新兴产业

6.8.4.1 综合能源服务

综合能源服务是一项新兴业务，是基于泛在电力物联网技术，以满足客户多元化、个性化能源需求为中心，以提高能源利用效率、降低客户用能成本、促进新能源发展和公司提质增效为目标的新主业，综合能源服务包含两层含义，即“综合能源+综合服务”。综合能源服务是一种新型的为满足终端客户多元化能源生产与消费的能源服务方式，涵盖能源规划设计、工程投资建设、多能源运营服务以及投融资服务等方面，即不仅销售能源商品，还销售能源服务，就相当于一位“智慧能源管家”，利用大数据、云计算等，统筹协调供电、供暖、蓄能等多方面，寻找最佳组合以降低能耗、节约成本。其指导思想是“电为中心、多能互补、安全高效、客户导向”。在市场方面，目前仍处于起步期，进入该产业的企业数量较少，大多数企业都处于观望状态，主要处于项目孵化阶段，主要进入者为国有大型企业

从发展模式看，综合能源服务主要有四种模式：

一是长产业链的重资产配置模式，这种模式适合大型国有能源企业或者电网公司，一方面这些企业在能源、电力产业链上本身就掌握了大量重资产，也适应重资产投资、建设、运营的方式，最有可能以原有的产业链优势，向综合能源服务领域迈进。

二是长产业链的轻资产模式，就是以大数据为轴线，贯穿发、配、用等环节，形成基于云平台的产业链服务，这种模式比较适合各类设计院、EPC单位、工程服务企业，他们原来已经在电力、能源产业链上开展相关的工程服务，在综合能源服务领域，可以开展综合能源咨询、工程EPC、综合运营服务等相关的轻资产服务。

三是专注某些领域的重资产模式，即专注某个领域或者某几个领域进行重资产投资，并形成可盈利的商业模式，并与长产业链重资产模式形成差异化竞争，这种模式相对适合大型民营企业或者民营上市公司。

四是专注某些领域的轻资产模式，即能源专业服务，这种模式与长产业链的轻资产模式最大的区别在于某个环节的服务深度，也就是细分市场的挖掘深度，

(2) 未来市场预期

作为能源领域的新蓝海，未来综合能源业务发展前景可期，综合能源服务产业的能源供应、系统建设、运营增值、运维、产业链金融、高端装备集成等六大板块，

每个方面都有很大的空间，每个空间都有很大的潜力。预计 2022~2025 年，我国综合能源服务产业将进入快速成长期，进入的企业数量不断增多，关键技术取得重要突破，市场潜力将从 0.5 万亿~0.6 万亿增长到 0.8 万亿~1.2 万亿。到 2035 年，行业步入成熟期，市场潜力将在 1.3 万亿~1.8 万亿之间。

（3）发展方向和重点

有关部门尽快编制和行业发展规划，强化规划对行业发展引领作用。按照“试点先行、全面推进、引领提升”三个阶段逐步推进，进一步整合能源产业价值链，形成具有“清洁友好、多能联供、智慧高效”的综合能源服务模式，加快布局综合能源服务业务、构建“互联网+”综合能源服务平台、提升综合能源服务业务支撑能力。统筹布局多能互补清洁能源基地、区域多能供应、分布式可再生能源、综合能效服务、能源交易服务、设备销售及工程运维服务。加快实施关键技术的研发和推广，积极建设重点示范项目，满足人民群众多样化、个性化、高质化用能需求。根据目前行业资产配置模式，细分民营企业、国有企业市场和重资产型产业、轻资产型产业，采取差异化的培育路径，引导企业开展差异化竞争。

6.8.4.2 新能源微电网

微电网的概念最初于上世纪九十年代末提出，经过十余年的发展，对微电网的定义逐渐统一到如下表述上：微电网是指由分布式电源、能量转换装置、负荷、监控和保护装置等汇集而成的小型发配电系统，是一个能够实现自我控制和管理自治系统。微电网具有大电网所有的要素，能独立完成电能从产生、输送、分配一直到使用的整个流程，但在电压等级、容量、用户数量等指标上相比大电网而言极为微小。

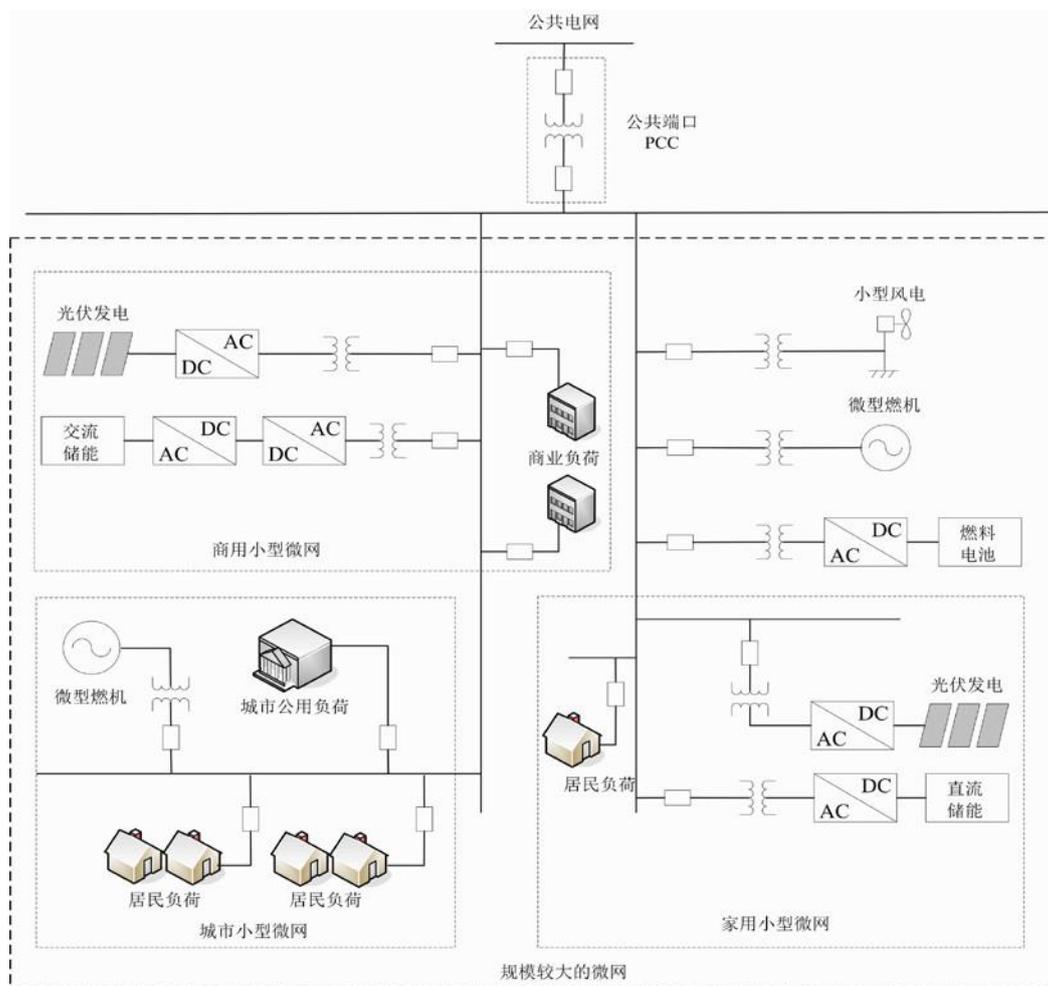


图 6.8-1 微电网示意图

上图是一个典型微电网示意图，其内部分布式电源包括微型燃气轮机、燃料电池以及风/光可再生能源发电系统，微电网内部负荷即包含常规电力负荷，也包含家居或商业建筑中的冷、热负荷。系统正常情况下工作在并网模式，通过并网点（Point of Common Coupling, PCC）与外部电网相连，当 PCC 断开时，系统也能够运行在孤网模式下，持续对微电网内重要负荷供电。系统中还包含了若干较小规模的微电网，在必要的时候，这些小规模微电网也能独立运行。

常规意义上的微电网一般具备联网运行的能力，但作为常规微电网的特例，独立微电网也是微电网的一种特殊表现形式。独立微电网不和外部电网相连，完全利用自身分布式电源满足网内负荷的长期供电需求。当网内存在可再生分布式能源时，常常需要配置储能系统以抑制这类电源的功率波动，在充分利用可再生能源的基础上，满足不同时间段的负荷要求。

微电网一般由分布式发电设备（DG）、负荷、储能装置、控制装置、变流器等

五部分构成。

（一）分布式发电：DG 可以是以新能源为主的多种能源形式，如光伏发电、风力发电、燃料电池；也可以是以热电联产或冷热电联产形式存在，就地向用户提供热能，提高 DG 利用效率和灵活性。

（二）负荷：负荷包括各种一般负荷和重要负荷。在条件许可的情况下，可在微电网中安排一些可调负荷，在某些时候能够作为平抑可再生能源功率波动的调节手段。

（三）储能装置：储能装置可采用各种储能方式，包括物理储能、化学储能、电磁储能等，用于新能源发电的能量存储、负荷削峰填谷，微电网的黑启动等。

（四）控制装置：由控制装置构成的控制系统，实现分布式发电控制、储能控制、并离网切换控制、微电网实时监控、继电保护、微电网能量管理等。

（五）变流器：实现储能、分布式发电设备接入电网的交直流电力电子变流设备。

在阿拉善主网供电困难地区、商业中心、工业园区进行新能源微电网示范。微电网能够促进新能源的就地消纳和能源利用效率的提升，是解决地区新能源消纳能力不足和保障地区安全可靠供能供电的重要手段。微电网内电源大部分由新能源电源组成、配合储能、柴发、与主网间的联络线保障微电网内的负荷供电可靠性，通过微电网能量管理系统协调控制微电网电源、储能和负荷侧响应，减小微网与主网间的联络线功率交换，降低主网供电和调峰压力，在主网出现故障时，微电网可实现孤网运行。微电网是在阿拉善电网建设不发达地区提升负荷供电可靠性、提高清洁能源利用的有效方式。

6.9 创新产业发展融资模式

6.9.1 完善金融市场体系

建立技术产权交易市场，支持民间资本进入，为科技产业创新项目提供技术、产权、股权及债权转让的交易平台，促进技术创新成果的转化，优化资源配置。发展绿色金融，鼓励金融机构设立绿色能源金融事业部，试点支持清洁能源配套产业科技创新、产业化应用，探索投贷联动，为清洁能源配套产业科技创新做好金融后盾。发展多层次资本市场，鼓励符合条件的企业发行债券，大力发展股权交易，扩

大直接融资比例。

6.9.2 大力推进金融与实体经济融合发展

引导和鼓励企业加快资产证券化进程，支持大型国有企业和具备条件的民营、中小企业设立资本投资基金、非银行类金融机构、财务公司，实现资产金融化。加快金融租赁行业发展，重点发展直接融资租赁、经营租赁、出售回租等项目，充分发挥金融租赁在扩大设备投资、支持技术进步、促进产品销售、增加服务集成等方面作用。开展产融结合创新试点，完善区域性股权市场，为企业股权、债权转让和融资服务。鼓励企业通过证券市场上市和发行债券等渠道，提高直接融资比例。

6.9.3 设立清洁能源产业发展引导资金

支持现有科技创新和产业化发展资金集中用于清洁能源及配套产业科技创和产业化应用，发挥资金支持能源产业创新的集聚效应。鼓励企业资本、社会资本、各级政府等发展多层次产业引导基金，建立完善有利于引进国内外各级各类产业引导基金的政策措施，提高融资和企业理财服务水平，引导包括民营资本、金融机构、国外资本等多类资本支持清洁能源产业基地及其配套产业的发展。

6.10 坚持创新驱动，技术引领

6.10.1 建立“政产学研”协同创新机制

紧盯世界能源科技前沿，在大规模储能、氢能、新能源汽车等领域开展前沿技术攻关，力争取得重大关键技术突破。主动承接、积极开展清洁能源创新技术试验示范，加速新技术成果向规模化生产转化，实现科技创新与产业发展高水平融合。对阿拉善相关的科研单位重点研究方向进行引导，围绕产业链部署创新链，为产业发展提供基础性、前瞻性、共性技术研发和服务。

加强与京津冀、长三角、粤港澳等区域科技创新交流合作，共享能源科技创新资源，培育一批技术创新中心、制造业创新中心和企业技术中心，完善现代能源及配套产业科技创新生态。

6.10.2 围绕现代能源产业集群引进人才

制定阿拉善紧缺人才认定扶持办法，定期发布阿拉善现代产业紧缺人才目录，

在扶持产业的同时完善产业人才保障体系，形成与产业发展紧密配合的人才支撑体系，构建以产引才、以才促产、产才融合的良性格局。发挥优势特色产业的“吸引力”，“围绕产业链”打造“人才链”，依托现代能源及其相关产业链和氢能、储能、装备制造等重大项目建设，以载体引进、团队引进、核心人才带动引进等方式，聚集创新人才、高层次人才。强化央企“链接力”，依托中国华电等央企的人才资源、产业链优势，加快构建央企高层次人才在职有偿服务机制，探索建立研发经费、人才引进等方面优惠支持支持，推动央企在阿拉善建立人才流动站。加强“高精尖缺”人才引进和知识产权保护运用，赋予研发机构和科研人员更大自主权。

6.10.3 构建一流人才服务“软环境”

构建主管部门、社会组织、市场主体协同招才引智机制，建立优于其他地区的引才模式和薪金制度，定期编制发布引才清单，柔性引进急需和短缺人才。提升人力资源服务产业能级，大力发展人力资源产业园，吸引国际国内一流人力资源服务企业，加大对中介机构的培育力度，提升人才寻访、人事外包、人才培养、战略咨询水平，构建规范、灵活、高效的人力资源“大市场”，进一步提升人力资源的配置水平。

6.10.4 完善人才培养机制

推进内蒙古高校相关学科建设，围绕发展清洁能源及配套产业对高层次人才、创新人才、产业工人的需求，完善能源学科体系，加强新技术、新产业、新业态、新模式的学科专业建设。发展能源相关职业教育，建设优势突出、与生产时间高度接轨的职业院校，培养高水平的技能型人才。

7环境社会影响分析

7.1环境影响及效益分析

7.1.1环境影响分析

7.1.1.1规划风电项目

规划风电项目场址位于戈壁沙漠地区，场内基本上无成材树木，无居民居住，施工中不存在砍伐林木和青苗补偿问题，亦无移民问题。每台风电机基础仅占用较小的面积，不会影响当地土地利用。

规划风电项目施工和运营期会产生噪声，可通过采取相应措施，减小施工噪声对周围环境的影响。

风电机组单机所占空间较小，安装高度相对于迁徙鸟类的飞行高度来要低得多，故风电机组的运转，不会对鸟类生存造成实质危害，规划风电场不影响候鸟飞行。

规划风电项目在施工期和运营期会产生固体废弃物，来源于厂区工作人员生活废弃物，通过定期集中收集、运至生活垃圾填埋场统一处置，不会对当地环境产生影响。

规划风电项目存在潜在的电磁环境影响，但其强度较低，规划的风电场距离居民区较远，可以认为风电场不会对其附近的居民区的电磁环境造成危害。

总体看，本次规划项目的建设不存在制约工程建设的重大环境问题，不会制约当地环境资源的永续利用和生态环境的良性循环，只要采取合理、有效的环保措施，工程建设对环境的不利影响将会得到很好的控制。

7.1.1.2规划光伏项目

规划光伏场址主要位于戈壁荒漠地区，少量占地范围内有稀疏植被，规划区域光伏场址永久占地较少，不会改变当地的土地利用，不会对当地的生态环境产生明显的影响。

规划项目运行期会产生生活污水，但产生量少，且经过处理后排入蓄水池用于场区绿化及道路降尘，因此不会对水环境造成影响。光伏发电本身没有机械传动机构或运动部件，运行期没有噪音污染。

规划光伏项目会产生潜在电磁影响，但目前已有许多成熟的抑制技术，光伏发

电机在设计时考虑防电磁环境影响的措施，电磁环境影响可得到较为有效的控制，不会产生大的影响。

7.1.1.3 规划光热项目

光热发电主要规划在戈壁荒漠地区，对植被影响很小，通过遮光等对荒漠、沙地等有一定的改善作用。

规划光热发电项目施工期固体废物影响，主要是太阳能集热镜场、常规岛厂房等基础等挖方、回填后的剩余量及施工人员生活垃圾，剩余方量可用于场内冲沟及道路的铺垫，无需废弃，生活垃圾通过送环卫部门指定地点堆存或填埋，对环境的影响较小。

太阳能集热镜场、变压器、厂房基础及道路施工等都要对土壤及植被造成一定的破坏。但大面积太阳能镜场布置在戈壁荒滩之上，减弱了地表太阳直接辐射强度，降低了地表蒸发温度，反而对植被恢复有积极作用。

太阳能吸热器及熔盐储罐内循环的是高温熔盐，这些高温的熔盐泄漏后，会产生爆炸、火灾、灼伤、和中毒等危害，在生产运行过程中，通过采取必要的减缓、预防和应急措施，以保障生产与工人的安全。

规划光热发电项目采用反射镜将太阳光聚集到吸热器中，因此可能产生一定的光污染现象。但是由于反射镜将反射光线主要汇集到吸热器中，周边只会接收到少量且微弱的散射光，因此对电站周边影响较小。

规划光热发电项目运行期会产生职工生活废水，但产生量少，经过集中处理后用于厂区绿化，不会对水环境造成负面影响。

规划光热发电项目会产生潜在电磁影响，但目前已有许多成熟的抑制技术，光伏发电机在设计时考虑防电磁环境影响的措施，电磁环境影响可得到较为有效的控制，不会产生大的影响。

规划光热发电项目大多建在戈壁荒滩上，在建设时应避开鸟类栖息地及迁徙路线，将对鸟类生活、栖息、迁徙的影响降至最低。

7.1.2 环境效益分析

光伏电站固沙滞沙、恢复地表植被。太阳能电池板在沙化地表的密集排列，犹如一层密集的鳞片，可有效迟滞地表风速；光伏组件和光热镜场的大面积排列，将最大限度阻止太阳光直射地表，从而降低了地表蒸发量，为地表储存一定的水量；

光伏组件和光热镜场的定期清洗，使得局部地表又能定期接受水源补充，有了水源滋养，地表极易生长植被，光伏（热）电站建成若干年后，更有助于使昔日荒漠披上绿衣、焕发新颜，其巨大的水源涵养功能，将有效调节地区生态环境，进一步遏制土地荒漠化的持续。

总体看，规划项目建设场址大多处于戈壁荒漠地区，其开发运行可改善当地的荒漠环境。清洁能源开发利用对环境和社会的影响“利”远大于“弊”，坚持趋利避害的开发利用方针，有利于实现可持续发展，符合国家支持内蒙古自治区经济发展政策、国家能源发展规划的要求，符合建设资源节约、环境友好型社会及构建和谐社会的

7.2 社会经济效益分析

7.2.1 促进地方经济发展

太阳能、风能资源的开发利用将节约和替代大量化石能源，显著减少污染物和温室气体排放，促进人与自然的协调发展，对全面建设和谐社会起到重要作用，有力地推进经济和社会的可持续发展。规划的风电、光伏、光热项目，其建设及运营可扩大内需，实现多重经济效益，将资源优势转化为经济优势，促进区域经济协调发展，优化当地经济结构。在其建设期间、运营期间电站组件的清洗、场内地表道路维护等可增加大量就业岗位，同时可带动相关发电产业及当地服务业的发展。并且通过新能源的开发带动发电行业相关产业的发展，增加当地对产业引入的需求，刺激企业投资实现技术进步。如，风电项目的建设在“两区三园”引入风机塔筒等相关制造业。

7.2.2 增加地方财政收入

根据国家有关税法规定，新能源项目建设期间涉及的有关税种包括城建税、教育费附加、印花税、企业所得税、个人所得税、资源税（费）等。新能源基地项目的投资、建设及运行也对当地财政、税收做出积极贡献，带动地区人民群众整体生活水平的提高，改善了当地的基础设施条件。

7.2.3 提高人员就业水平

新能源项目的建设能在一定程度上提高阿拉善盟的社会就业水平。新能源项

目建设的施工期间和投入运行后可促进当地第三产业的发展。与电站建设配套的交通道路建设、物流运输、产品加工、餐饮、培训等需求，将有利于当地个体工商户、私营企业等劳动密集型企业的发展，给当地农村剩余劳动力提供较多的就业机会。同时，项目建设将促进当地发展、带来新知识与新信息等，对带动当地就业总量增加和就业结构变化产生积极的影响。

7.2.4 推动技术进步

新能源项目的建设，可促进本地光伏、光热、风电设备制造业的崛起，培育一批具有创新优势和市场竞争力的新能源制造企业，为打造国家重要的战略性清洁能源装备基地奠定基础。此外，新型储能项目的开发建设，将提升阿拉善盟对新能源电力的消纳能力，优化资源配置，保证电网安全稳定运行。风光制氢项目的实施，将强化本地企业自主创新能力，加快氢能产业领域研究基地、企业研发中心等创新载体建设，提升氢能产业的技术水平，将在制氢工艺、储氢材料、氢燃料电池等领域取得突破。

7.3 示范效益分析

7.3.1 “光伏+”项目

将新能源应用在流动沙丘的治理当中，通过建设新能源电站和对应的植被和工程措施，依托施工进行压沙、以发电工程作为沙障，借助巴丹吉林沙漠中的沙湖，通过地下水的循环利用实现对流动沙漠的治理。为治沙的可持续发展提供新思路、新动力。

7.3.2 新能源基地建设

在地广人稀的环境中，依托大数据技术，建立风光热储氢互济联合运行的大型新能源基地，通过实证基地建设，实现基地的智慧化、自动化运行，提升新能源产业的少人化、自动化、智慧化水平，带动行业进步。

7.3.3 氢气应用

通过对全盟用能的氢化和电气化，实现以绿色园区、绿色交通、绿色矿山、绿色供暖为代表的清洁能源替代，能源清洁化率达到90%以上，成为绿色能源城市标

杆。

7.3.4 制度设计

通过机制创新和顶层设计，充分发挥阿拉善新能源资源尤其是光热资源的特点，建立跨区域电力合作新模式，为我国突破源荷逆向分布的困局提供经验。

7.3.5 新能源全产业链

通过引进制造企业、补全产业链条，带动全盟可持续发展，通过建立虚拟化研究中心，破解阿拉善的人才困境，以远近协同模式，为阿拉善的可持续发展提供智慧支持。

7.4 社会风险分析

规划项目在政策和审批程序方面具有合法性，生态环境影响合理，措施充分，因此主要的风险因素集中体现在以下方面，分别为：

- (1) 实物指标调查结果。
- (2) 影响周边交通。
- (3) 施工期环境及安全风险。
- (4) 施工期人口管理和公共安全。

7.4.1 主要防范和化解措施

针对以上的主要风险因素，为有效降低规划项目的社会稳定风险，需要采取以下防范和化解措施。

(1) 实物指标调查部门要严格遵照审定的《实物指标调查工作细则》进行实物指标调查及认定工作，避免因实物指标调查引发不稳定事件。

(2) 在项目准备建设阶段，完善资金的管理、发放和监督机制，做到日常管理方面规范化；建立监督检查制度；资金使用公开化。按照审定的补偿标准进行兑现；加强建设征地移民安置补偿补助资金兑付工作的监督。

(3) 严格控制项目施工进度；提前完成专业项目复改建，保障居民出行无碍；做好当地居民的宣传解释配合工作。

(4) 建设征地补偿单价调整实行动态管理机制，适当采取风险自留措施。

(5) 严格落实水土保持措施；严格落实生态环境保护措施，严格做好项目建

设期及运营期的粉尘、噪音和生活及施工污水排放等的处理措施；加强施工人员安全教育，完善施工安全管理、预防和处置措施，避免出现安全生产事故。

(6) 当地公安部门应做好相关工作，建立治安预警机制和情报信息系统，通过群众的积极配合严厉打击违法犯罪活动，保证当地能有个安全、和谐的社会环境；加强施工、运行人员的管理。

(7) 建立风险事件应急预案与组织机构来处理突发事件，有效预防和处置规划项目实施中的群体事件和涉稳事件。对发生的涉稳事件应严格依据《关于积极预防和妥善处置群体性事件的工作意见》（中办发〔2004〕5号）予以处置。

7.4.2 风险等级分析

经过综合分析，规划项目在预防社会稳定风险方面做到以下内容：

(1) 符合党和国家的方针政策，符合现行法律、法规的规定，符合地方经济发展总体规划，能够带动当地的社会经济发展，有利于当地人民群众生产生活水平的提高。

(2) 规划阶段建设征地与移民安置工作严格按照法律法规及规程规范要求开展，充分征求并尊重受影响群众的意愿，让群众真正享有知情权、参与权和监督权。将实现资源环境承载能力、安置方式、安置方案、安置标准和安置目标基本符合受影响地区的基本情况，为受影响群众生活达到和超过原有水平、满足生存和发展需要打下坚实基础。

(3) 生态环境影响较小，项目与当地的社会经济具有较好的互适性，在现有安全管理制度体系范围内，群众申诉渠道畅通，媒体舆论导向良好。

(4) 不可预见因素对项目产生的影响较小，引起重大移民群体性事件的风险较小。

(5) 特高压、电源输配电等线路、通道穿越地区较多，具有一定的风险性，规划详规需要与国土空间规划做到充分衔接，做到规划间协调，避免风险发生。

因此，综合分析，规划项目的社会稳定风险为低风险，但应注意与国土空间等规划做到衔接，避免风险发生。

综上所述，新能源项目的建设将会对当地的社会经济发展带来较大的促进作用，符合地方发展规划，具有合法性、合理性、可行性和可控性，在项目建设和运行期间引发当地发生社会不稳定事件的概率较小。

8 保障措施

8.1 组织保障

为确保新能源发展规划目标的实现，需要加强组织领导，把绿色发展纳入推进经济高质量发展和生态文明建设责任制内容。各地区和相关部门要以环境容量和能源双控为前提，在产业发展、规划布局、项目准入、资源利用、环境保护等方面统筹兼顾，抓好工作落实，制定推进绿色发展的行动方案，明确时间表、路线图，保障规划目标和任务的顺利完成。强化目标责任评价考核，严格实行党政同责、一岗双责，各级党委、政府主要负责同志担负第一责任人责任，压实各级责任，层层抓好落实。

8.2 科技保障

强化科技创新对绿色发展的引领作用。完善政产学研用协同创新机制，着眼发展绿色制造，推动企业数字化转型、智能化改造、绿色化发展，加紧研究开发一批亟需的关键技术、装备、工艺，培育和发展一批环保型的高新技术企业和科技型企业，推动智能制造领域创新；支持节能环保、清洁生产、清洁能源等技术的研究工作，组织开发具有普遍推广意义的回收处理技术和降低再利用成本技术，推进工业产品生态设计，增加绿色科技成果的有效供给，推动形成以创新为主要引领和支撑的绿色经济体系和发展模式。开展大气、水体、土壤污染防治以及生态修复等领域科技攻关，加强先进生态环境技术引进、消化、吸收、再创新。打造充满活力、更具竞争力的创新生态系统。

8.3 人才保障

积极开展招贤引智工作，重点引进绿色发展急需的科技领军和创新创业人才。依托大型企业和重大项目引进优势特色产业和战略性新兴产业领域的专业技术人才，培养一批创新型、高技能人才队伍，培育和建设科技创新基地，促进创新平台载体升级，提高自主创新能力，多措并举打造人才“强磁场”。通过建立工作站、创业园、合作机构等方式为人才创造更多用武之地，不断优化人才发展政策，提升人才服务水平，激发人才干事创业的激情，推进人才工作高质量发展。

8.4 金融保障

推进政府和社会资本合作，建立统一规范的多层次绿色金融市场，发展绿色信贷、绿色债券等金融产品，满足多元化的投融资需求；推动设立绿色发展基金、重点产业基金和纾困基金，建立稳定的财政资金、绿色金融和土地政策扶持。发挥重大项目的示范带动作用，积极为符合条件的项目争取国家、自治区政策支持。鼓励企业以上市资源为目标开展并购重组，大力拓展公司债、企业债、非金融企业债务融资工具等债券融资，积极引入私募股权基金、产业基金、国际组织等对新兴产业等重点领域的投资和援助。

8.5 制度保障

通过补贴、税收、价格、土地等方面优惠政策，能够降低清洁能源开发利用成本。为扩大新能源产业发展规模，并促进相关的技术装备制造业发展，应继续推进税收优惠政策，保障投资新能源和节能环保类企业享受企业所得税“三免三减半”等国家税收优惠政策，探索制定适合阿拉善盟当地的合理税收优惠政策。加大财政政策支持，对满足申请要求的能源类项目，积极争取地方政府专项债券和中央预算内资金支持，加快能源基础设施建设速度，减轻企业投资负担。探索建立适宜本地的金融政策，围绕重点发展方向，研究制定配套政策，设立产业基金，精准定向支持重点产业项目实施。

8.6 电网支撑

电网对新能源的消纳能力有限，为实现规划项目的大规模开发利用，需深入研究新能源与其它电源、电网的协调发展适应性，研究风电、光伏与其它电源、交直流输电系统的协调控制和联合运行问题，特高压远距离外送风电、光伏的配比问题。

风电、光伏项目均具有建设周期短、投产时间集中的特点，为了确保规划项目建成后“送得出、消得了”，必须加强本项目配套电网的建设。规划项目应根据项目进展情况组织编制发电项目接入系统规划，及时向电网企业上报项目进展情况和发电投产计划。电网企业应根据本项目开发时序、电源布局等优化网架结构，安排配套送出电网工程的建设，保障规划项目的并网消纳。

9 结论及建议

9.1 结论

(1) 本次规划的范围为内蒙古自治区阿拉善盟，包括阿拉善左旗、阿拉善右旗、额济纳旗。可再生能源种类为太阳能、风能。

(2) 本次规划的现状基准年为 2021 年，规划期限为 2022-2030 年，其中近期规划为 2022-2025 年，远期展望到 2030 年。

(3) 阿拉善盟风能资源丰富区主要分布在阿拉善左旗和阿拉善右旗境内。100m 高度年平均风速约 6.5m/s~8.5m/s，风功率密度约 280W/m²~550W/m²，风能资源条件较好。根据《太阳能资源评估方法》对我国太阳能资源丰富程度的划分，以年水平面总辐照量为指标，阿拉善盟年平均太阳总辐射量约为 6207MJ/mm² (1724kWh/mm²)，属于太阳能资源“很丰富”等级。从资源利用的角度来讲，规划区域适合建设大型光伏电站。

(4) 将阿拉善盟新能源资源按旗区布局为 13 个新能源基地，累计储备规模 94150 万 kW，包括风电 4720 万 kW、光伏 89300 万 kW、光热 130 万 kW。

按旗区划分共 13 个新能源基地，其中阿拉善右旗 3 个新能源基地，新能源累计储备规模约 18370 万 kW，风电规划装机容量 620 万 kW，光伏规划装机容量 17700 万 kW，光热 50 万 kW。阿拉善左旗 4 个新能源基地，新能源累计储备规模约 52400 万 kW，风电规划装机容量 2000 万 kW，光伏规划装机容量 50400 万 kW。额济纳旗 6 个新能源基地，新能源累计储备规模约 23380 万 kW，风电规划装机容量 2100 万 kW，光伏规划装机容量 21200 万 kW，光热 80 万 kW。

(5) 阿拉善盟“十四五”期间新增新能源装机规模 4000 万 kW。其中风电 1350 万 kW、光伏 2650 万 kW。3 条外送通道配套新能源规模共计 3000 万 kW，其中风电 1000 万 kW、光伏 2000 万 kW、火电项目 600 万 kW，抽水蓄能项目 140 万 kW，同步建设储能 150 万 kW/600 万 kWh。与宁夏合作新能源项目 1 个，配套新能源规模共计 600 万 kW。“十五五”期间新增新能源装机 7000 万 kW；新增 5 条外送通道，初步考虑配套新能源规模约 6000 万 kW。

9.2 下阶段工作建议

(1) 建议在规划场址区尽快安排太阳能、风能资源实测工作，以便为下一步

工作的开展准备详实的基础资料。

(2) 建议征求电网公司意见，结合资源分布，进行源网协同规划。同时，考虑到大规模光伏电站和风电场的接入涉及电力系统的安全稳定问题，建议对规划项目的送出方案由电网公司进行专题规划和研究，为大规模并网新能源项目提供技术支撑与服务。

(3) 建议收集“两区三园”现有产业负荷资料以及规划情况，以便下一步合理布局源网荷储一体化项目。