

# 迈向“双碳”研究系列报告

《中国 CCER 并网光热发电项目选址适宜性分析》  
(C 系列-2024C02)

中国石油大学（北京）中国油气产业发展研究中心  
中国石油大学（北京）碳中和与能源创新发展研究院

2024 年 12 月 28 日



中国油气产业发展研究中心

Research Center for China's Oil and Gas Industry Development

中国石油大学（北京）中国油气产业发展研究中心成立于 2010 年，并挂靠在经济管理学院。中心定位为“国际知名、国内一流的油气产业发展研究基地”，围绕五大研究方向和五大应用领域，重点承担和开展一批基础理论与实践应用研究课题。自成立以来，中心学术影响力和社会影响力在不断提升，已经累计承担课题 100 多项，其中国家社科基金重大项目 1 项、教育部人文社科基金重大项目 1 项、国家自然科学基金/社会科学基金项目 9 项、国际合作基金 2 项、国家部委项目 31 项、企业项目 75 项；出版了学术专著 19 部、教材 4 部。近 5 年，中心发表学术论文 100 多篇，多数被 SCI/SSCI/CSSCI/CSCD 收录；获得国家能源局、商务部、中国石油和化学工业联合会等省部级科技奖励 16 项。目前中心有研究人员 12 名，其中教授 5 名，博士生导师 5 人。



中石大碳能院

ICED-CUPB

中国石油大学(北京)碳中和与能源创新发展研究院(简称“中石大碳能院”)是在国家碳达峰和碳中和目标(简称“双碳”目标)下,中国石油大学(北京)主动服务国家需求,积极响应国家建设高校特色智库的要求,结合学校自身优势,于2021年9月成立的智库性质的研究机构,也是支持中国石油大学(北京)“一带一路”能源合作伙伴关系合作网络高校(青年)工作组组长单位业务开展的主要研究机构。中石大碳能院为应对气候变化和“双碳”目标下的国际、国家、行业、企业在能源与油气领域的发展提供第三方分析、评价与政策建议。通过每年向社会公众发布指数类、研究类、专题类系列报告,并向国家决策部门和行业决策者提供政策建议,定期举办相关特色论坛等,逐步打造“立足中国、面向世界”、“聚焦油气、辐射能源”的特色鲜明的能源类高校“双碳”政策类研究智库。

# 中国 CCER 并网光热发电项目选址适宜性分析

## 核心摘要

光热发电因其能有效利用太阳能资源并提供稳定的电力输出，逐渐成为最有条件逐步替代火电、担当基础电力负荷的可再生能源技术之一。国家能源局提出着力提升可再生能源安全可靠替代能力的要求，强调加快提升可再生能源资源评估能力，推动光热发电规模化发展。随着全国温室气体自愿减排交易市场（CCER）的重启与“并网光热发电”等新方法学的颁布，开展 CCER 并网光热发电项目选址布局研究是助力电力行业碳中和目标实现的重要抓手，评估不同区域的选址可行性与适宜性可为项目的优化布局提供科学依据。本报告以中国不同地区的自然地理条件、社会经济条件及风险因素为依据，基于 GIS 评估 CCER 并网光热发电项目选址布局的可行区域，并对该可行区域进行选址适宜性分析。结果表明：（1）中国 CCER 并网光热发电项目选址布局的可行区域主要分布于西北与东北地区，且以西北地区为主。（2）项目选址布局可行区域内部的适宜程度各有不同。一般适宜区域面积占比最大，主要分布在内蒙古和新疆。最适宜区域面积占比最小且分散，主要分布于内蒙古、新疆、青海和西藏。（3）中国在 CCER 并网光热发电项目的开发方面具备显著的潜力。基于以上研究成果，建议相关部门加强对 CCER 并网光热发电项目的政策支持与技术创新，同时促进多方合作，优化项目的选址决策，推动中国能源结构的绿色转型与可持续发展。

## 1. 研究背景与目的

在全球气候变化与能源结构调整的背景下，可再生能源的开发与利用是中国实现碳达峰碳中和目标的重要举措。“双碳”目标下，电力行业的清洁低碳转型迫在眉睫，未来火电占比逐步减小与可再生能源发电占比逐步提升的电力行业转型路径日渐明晰。光热发电作为一种有效的可再生能源发电技术，其并网应用潜力巨大，在面向碳中和的能源转型过程中将发挥重要作用。

作为全国碳交易市场的重要组成部分，全国温室气体自愿减排交易市场（即国家核证自愿减排量，简称 CCER）于 2024 年 1 月正式重启。9 月，全国碳市场启动首轮扩围程序，明确了纳入水泥、钢铁、电解铝行业的时间表和路线图。全国碳市场扩容、CCER 重启以及“并网光热发电”等 CCER 方法学的颁布，为光热发电项目布局投产提供了新的发展机遇。自 2015 年以来，国家持续推进太阳能热发电示范项目的建设，截至 2024 年 6 月初，已有 8 个光热发电示范项目完全投运，但仍不达规划项目数量的一半。CCER 重启以来，挂网公示的项目达 47 个，但仅包含 5 个并网光热发电项目。加强太阳能热资源的开发利用与建设 CCER 市场仍是重要的战略问题。

明确中国光热资源潜力以及 CCER 并网光热发电项目选址布局的可行区域和适宜程度，对于推动碳市场建设与能源转型至关重要。这不仅为企业提供了参与碳市场并创效增收的渠道，还能够促进太阳能热等可再生能源的充分开发和利用。实现 CCER 并网光热发电项目的有效落地，需要科学、系统的选址分析，以确保资源的最佳配置与

环境影响的最小化、经济效益的最大化。不同区域的资源禀赋、地理条件和社会经济状况对 CCER 并网光热发电项目的经济性和可持续性具有重要影响。然而，目前缺乏系统的研究，对如何选择适合的地块布局还存在一定的不确定性。

本报告基于 CCER 并网光热发电项目实施的实际需求，立足于全国范围的资源与环境及经济数据，基于地理信息系统（GIS）开展 CCER 并网光热发电项目的选址分析。通过对自然地理条件、社会经济条件及风险因素的综合评估，识别具有开发可行性的区域，并运用层次分析法（AHP）进一步针对可行区域进行选址适宜性分析，以期项目规划布局、有序推进提供实践指导，促进对可再生能源的开发与利用，为建设碳市场、实现国家的减排目标提供实现路径。

## 2. 研究思路与方法

### 2.1 数据基础

本报告综合考虑自然地理、社会经济和风险三个方面的影响因素指标，在此基础上分析中国 CCER 并网光热发电项目选址布局的可行区域及其适宜性。各影响因素的基础数据来源于相关的专业数据库。

表 1 影响因素及数据来源

因素类别	数据名称	数据描述	数据来源
自然地理因素	太阳直射辐射 (DNI)	栅格数据 时间范围：1999-2018 空间分辨率：300m	Global Solar Atlas
	自然保护区	矢量数据	Protected Planet
	土地利用类型	栅格数据 时间范围：2023 空间分辨率：1000m	中国科学院资源环境科学与数据中心
	坡度	栅格数据 时间范围：2023	中国科学院资源环境科学与数据中心

	水资源	矢量数据	OpenStreetMap
社会经济因素	输电线路	矢量数据	OpenStreetMap
	交通道路	矢量数据	OpenStreetMap
	天然气供应量	时间范围：2018-2021	中国统计年鉴
	建成区	栅格数据 时间范围：2023 空间分辨率：1000m	中国科学院资源环境科学与数据中心
	人口密度	栅格数据 时间范围：2022 空间分辨率：1000m	ORNL LandScan Viewer
	国内生产总值 (GDP)	栅格数据 时间范围：2020 空间分辨率：1000m	中国科学院资源环境科学与数据中心
风险因素	空气质量指数 (AQI)	矢量数据 时间范围：2014-2024	中国环境监测总站全国城市空气质量实时发布平台
	地质灾害点	矢量数据 时间范围：2019年及以前	地理遥感生态网

## 2.2 研究方法

与国内外相关研究所采用的研究方法一致，本报告主要基于地理信息系统 (GIS)，并结合层次分析法 (AHP) 评估中国布局 CCER 并网光热发电项目的可行区域及其适宜程度。首先，根据对相关研究的梳理并结合实际分析，选取影响 CCER 并网光热发电项目选址布局的关键因素，并设置其衡量标准或阈值；其次，进行选址的区域可行性分析，利用 GIS 软件工具分析和可视化电站选址布局所需考虑因素的数据，对其中限制性的影响因素根据其衡量标准或阈值进行排除处理，得出中国 CCER 并网光热发电项目选址布局的可行区域；最后，对可行区域进行选址的适宜性分析，在可行区域的范围内考虑影响布局适宜程度的相关因素，并为其设置适宜性分级标准或阈值，利用层次分析法得出各影响因素的权重，并由此对各因素的图层进行叠加，得出一般适宜、比较适宜和最适宜布局区域的结果地图。

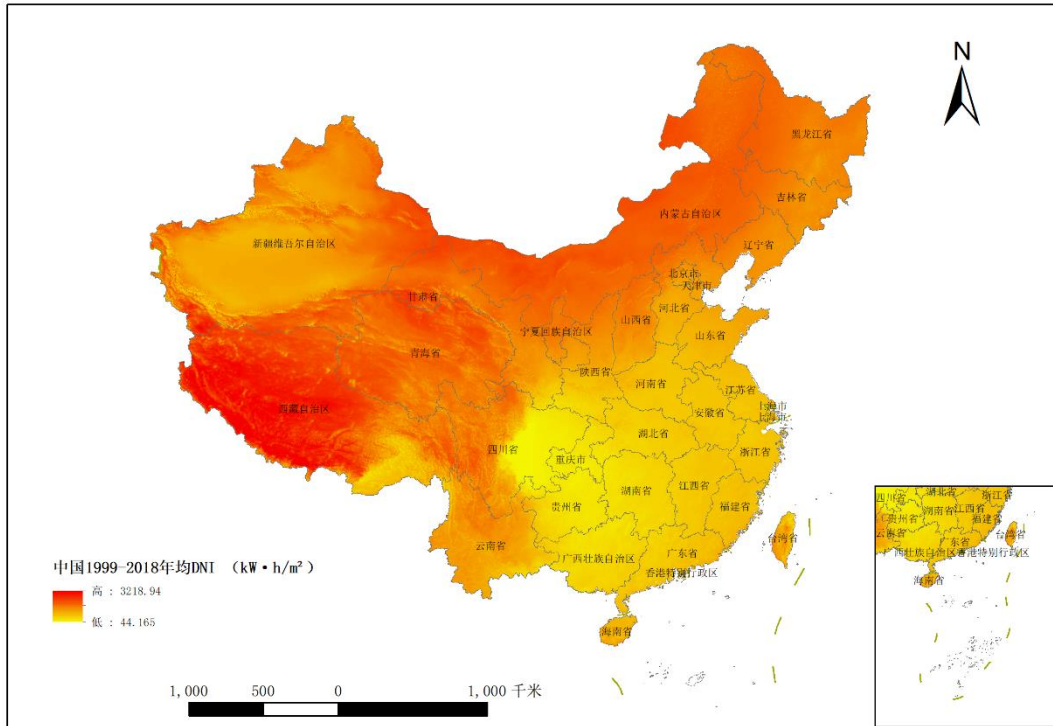
### 3. 主要研究结果与结论

#### 3.1 项目选址影响因素分析

##### (1) 自然地理因素

①太阳直射辐射(DNI)。与既能利用直接太阳辐射又能利用漫射太阳辐射的光伏发电不同,光热发电技术只能将直接太阳辐射即太阳直射辐射(DNI)转化为电能。DNI是光热电站选址中最基本、最重要的因素,它直接影响电站的效率和经济性。光热电站是CCER并网光热发电项目的基础,电站的发电效率越高,该项目对于所在区域电网的其他并网发电厂(包括可能的新建发电厂)发电产生的排放的替代性越强,CCER项目的减排效应和经济效应越明显。根据国家能源局《关于组织太阳能热发电示范项目建设的通知》对资源条件的要求,光热电站场址DNI量不应低于 $1600\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 。本报告将DNI的阈值设置为 $1600\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ,以消除不合适布局的区域。中国1999-2018年均DNI如图1所示,可知中国太阳直射辐射丰富地区主要为西部及北部。





该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2024)0650号的中国标准地图绘制，底图无修改

图 1 中国 1999-2018 年均 DNI 分布图

②土地利用类型。在理想情况下，光热电站应建设在未使用地或低生产力的农业或牧场地区以及通常被草地或灌木覆盖的地区，以尽量减少对生产和生活土地利用的影响。根据中国首批光热示范/多能互补集成优化示范项目中已完全投运的项目及已挂网公示的 CCER 并网光热发电项目，这些项目电站使用的土地主要为沙漠、戈壁和其他国有未利用土地。因此，本报告选择沙地、戈壁与裸土地作为可建设 CCER 并网光热发电项目光热电站的土地类型。

③坡度。平坦宽阔的土地最适合光热电站的布局，因为电站的建设与维护成本会随着土地坡度的升高而增加，因此需要设置合理的坡度范围。参考已有研究，本报告设置 3°为可以布局 CCER 并网光热发电项目光热电站区域的坡度上限。

④自然保护区。自然保护区对于生态保护、生物多样性维持和可持续发展具有重要意义，在减缓和适应气候变化方面发挥着重要作用。根据中国住房和城乡建设部 2018 年发布的国家标准《塔式太阳能光热发电站设计标准》，光热发电站选址应与国家中长期发展规划保持一致，避免占据自然保护区。因此，本报告将自然保护区排除在项目选址布局的考虑之外。

⑤水资源。光热发电系统使用汽轮机利用太阳能热能发电，将水作为热传递介质和冷却介质，特别是用于冷却蒸汽。光热电站常用的 2 种冷却方式为水冷和风冷。相比于水冷，风冷所需的水资源要少得多，但其成本高、效率低。且能够显著降低用水量的超临界二氧化碳布雷顿循环技术在中国尚未实现商用。因此，在目前的经济技术环境下，尽可能地采用水冷技术，在水资源附近建设光热电站是最佳选择。此外，电站运行还需要水资源来清洁镜面，以保证镜面场的高反射效率。所以在水资源匮乏的地区，光热发电的可持续性可能受到限制。因此，在选择光热电站布局的地点时，应充分考虑当地水资源的可用性。本报告将越靠近水资源的区域作为越适合项目布局的地区。

## (2) 社会经济因素

①输电线路。由于光热发电的工作原理与火力发电有着共性，所以同样适合集中式大规模发电项目。相比于光伏发电，光热电站具有良好的热能储存能力，可以在夜间或阴天等阳光不足的情况下继续提供电力，其电能转化效率高，输出电力的特性可改变、可调节，能与传统电厂合并，可实现大规模的并网发电。要实现电站的并网发电，

满足 CCER 方法学的要求，应选择靠近输电线路的地区进行项目布局，降低将发电厂连接至电网的成本。本报告将越靠近输电线路的区域作为越适合项目布局的地区。

②交通道路。交通运输条件承担着电站建设期间大量设备材料和人员的运输工作以及电站运行期间人员和普通物流的运输。项目电站与主干路的距离、外部运输所经公路等级等，均需满足电站建设和运营时对外运输的要求。本报告选择铁路、高速、国道和省道作为项目电站交通运输条件的衡量标注，将越靠近交通道路的区域作为越适合项目布局的地区。

③天然气。方便的天然气等化石燃料的供应是 CCER 并网光热发电项目选址应考虑的重要因素。相对来说，槽式和熔盐菲涅尔电站对天然气等燃料消耗量较多，这些燃料主要用于防止导热油及熔盐的低温凝结。为避免光热电站的连续发电受到太阳辐射的间歇影响，也需要投入更多的辅助燃料。因此，为满足光热发电的可持续性，本报告将年均天然气供应量越多的区域作为越适合项目布局的地区。

④建成区与人口密度。光热电站需要集中式大规模布局，占地面积较大。人口稠密地区如建成区的土地资源紧张，且电站会对建成区居民的生活造成干扰，增加建成区的环境污染和安全风险。远离建成区的区域具有更好的自然条件如光照条件，减少建筑物遮挡，提高发电效率，同时降低与城市规划的冲突，促进土地使用许可的获取。此外，距离居民区较远有助于提高社会公众的接受度。因此，本报告将距离建成区越远、人口密度越小的区域作为越适合项目布局的地区。

⑤国内生产总值（GDP）。GDP 较低的地区可能面临电力供应不稳定的问题，而 CCER 并网光热发电项目能够有效提升当地的能源自给能力。项目的开发能够创造就业机会，推动当地相关产业的发展，提高居民的生活质量，助力地方经济转型升级。此外，低 GDP 区域通常具有丰富的闲置土地和资源，这为项目的建设提供了良好的基础。项目布局能够为当地吸引投资，在解决能源困境的同时，促进基础设施建设，提升整体经济发展水平。因此，本报告将 GDP 越低的区域作为越适合项目布局的地区。

### （3）风险因素

①空气质量指数（AQI）。AQI 是定量描述空气质量状况的指数，参与评价的污染物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>、CO。较低的 AQI 值表明该地区空气污染水平较低，有利于提高项目光热发电系统的工作效率和发电性能、维护项目电站运行的可持续性，因为清洁的空气可以减少光学组件的污染，从而降低清洗和维护的频率，同时减少对组件的侵蚀破坏。本报告将 AQI 值越低的区域作为越适合项目布局的地区。

②地质灾害。地质灾害风险较高的地区不仅存在对光热组件和基础设施的直接损害威胁，还可能影响整个项目的运行效率和电力供应的可靠性。频繁的地质活动也会带来高昂的维护和修复成本，从而增加项目的经济负担。选择地质条件良好的区域，可以降低自然灾害对项目的潜在影响，提高投资的安全性和可回报性，确保基础设施的稳定性，保障项目的可持续发展。因此，本报告将地质灾害（包括地面

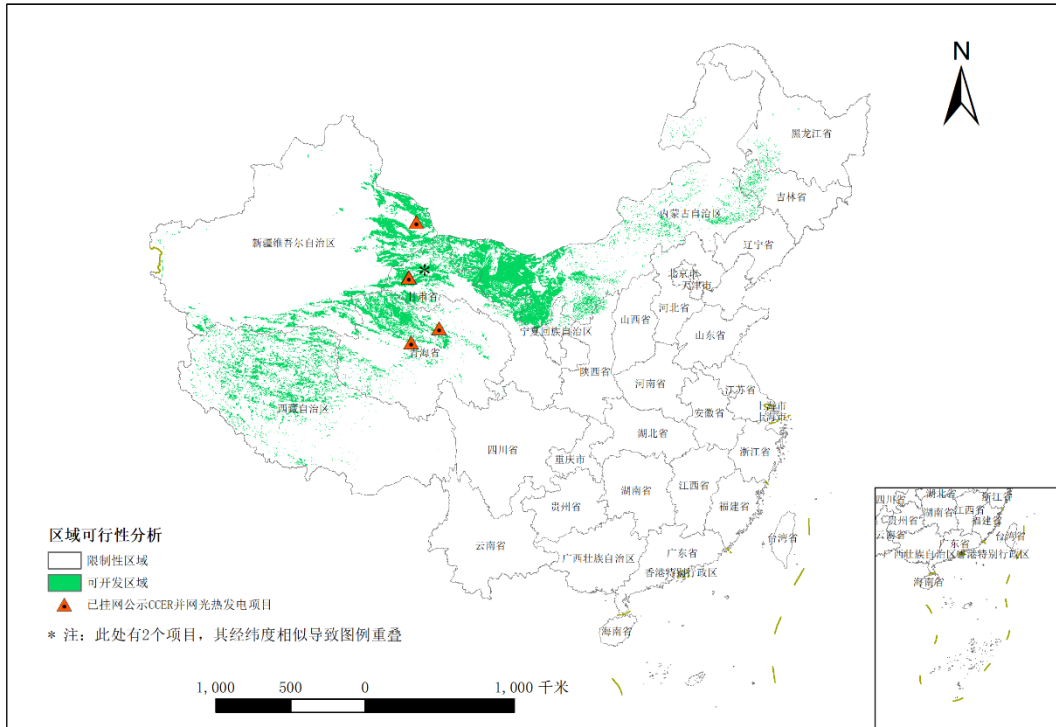
塌陷、崩塌、斜坡、泥石流和滑坡)点区域排除。

### 3.2 项目选址区域可行性分析

本部分运用地理信息系统 (GIS) 对 CCER 并网光热发电项目的选址布局进行了区域可行性分析。在分析过程中,考虑了多个限制性因素以确保项目选址的科学性与合理性,这些限制性因素主要包括自然地理因素和风险因素。

自然地理因素是影响 CCER 并网光热发电项目选址布局可行性的关键内容。选择中国的太阳直射辐射(DNI)量高于  $1600\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$  的区域,以满足国家能源局对电站建设区域资源条件的要求,确保光热发电系统能够在最优条件下运行。此外,为避免对生态环境的负面影响,在对自然保护区设置  $3\text{km}$  的缓冲区后,将缓冲区以内的区域排除。土地利用类型和坡度也是重要的影响因素,选择沙地、戈壁与裸土地作为可开发地类,根据中国海拔高度空间分布数据计算坡度,排除  $3^\circ$  以上区域。风险因素主要指地质灾害。在选择可开发区域的过程中,排除地面塌陷、崩塌、斜坡、泥石流和滑坡发生地等地质灾害点区域,以确保项目的安全性与稳定性。

利用 GIS 对上述限制性因素数据进行可视化、叠加分析等处理,最终确定中国 CCER 并网光热发电项目选址布局的可行区域以及需限制布局的区域。项目开发的可行区域与限制性区域如图 2 所示。



该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS（2024）0650号的中国标准地图绘制，底图无修改

图 2 项目选址区域可行性分析

地图中的空白部分为项目布局的限制性区域，即不可进行 CCER 并网光热发电项目开发的地区。绿色的区域均满足各类限制性因素的要求，是可以进行项目布局开发的地区。观察地图结果可知，项目选址布局的可行区域大多分布在中国的西北与东北地区，且以西北地区为主，最主要原因在于这些地区的太阳能资源丰富，DNI 量能够满足项目开发要求。可行区域涉及的主要省份包括新疆、西藏、内蒙古、甘肃、青海、宁夏、黑龙江和吉林。其中，新疆、内蒙古、甘肃和青海 4 省份的可行区域占总可行区域的比例较大。

图中还标注了自 CCER 重启以来至 2024 年 11 月 15 日已挂网公示的 5 个 CCER 并网光热发电项目。其中，2 个项目位于青海、2 个位于甘肃、1 个位于新疆。可见这些已挂网公示的项目均分布在项目

选址布局的可行区域。

以上基于 GIS 分析所得的中国 CCER 并网光热发电项目选址布局的区域可行性结果，能够为项目决策者选择项目布局区域提供科学的实践指导，促进更多 CCER 并网光热发电项目的顺利开发。

### 3.3 项目选址可行区域的适宜性分析

本部分运用 GIS，并结合层次分析法，进一步对中国 CCER 并网光热发电项目选址布局的可行区域进行区域适宜性分析，研究可行区域内部的不同适宜程度。在分析过程中，再次考虑多个对项目布局的适宜程度有影响的因素，并对其设置不同的分级阈值，以确保适宜性水平的合理划分。这些因素包括自然地理因素、社会经济因素和风险因素。最终得出一般适宜、比较适宜与最适宜项目选址布局的结果地图。

首先，为影响适宜性评价的因素设置分级阈值。太阳直射辐射（DNI）量仍是影响 CCER 并网光热发电项目布局适宜性的最重要因素。DNI 越丰富，电站发电效率与发电量越高，越适宜项目布局。根据中国 DNI 的分布情况，选择 2000 与 2500kW·h/(m<sup>2</sup>·a)作为分级阈值。坡度越小越适宜电站的建设运维，对其在 3°以下的范围内进行分级。项目选址距离水资源和交通道路越近、当地的天然气供应量越多，越有利于项目的持续运营，分别考虑合适的范围设置其分级阈值。CCER 方法学要求项目电站实现并网发电，因此与输电线路的距离是进行适宜性评价时最重要的因素之一，考虑电站与电网的联接，设置 5km 与 10km 作为距离分级阈值。与建成区的距

离越远、人口密度越低的地区越适合项目布局，考虑可行区域内的建成区与人口分布情况对其分级。建设 CCER 并网光热发电项目能够带动经济相对落后地区的能源供应与经济发展，因此将 GDP 越低的区域设置为越适宜项目布局的地区。将空气质量指数（AQI）按值由低到高分为三级，分别对应国家空气质量标准中的优、良、轻度污染。

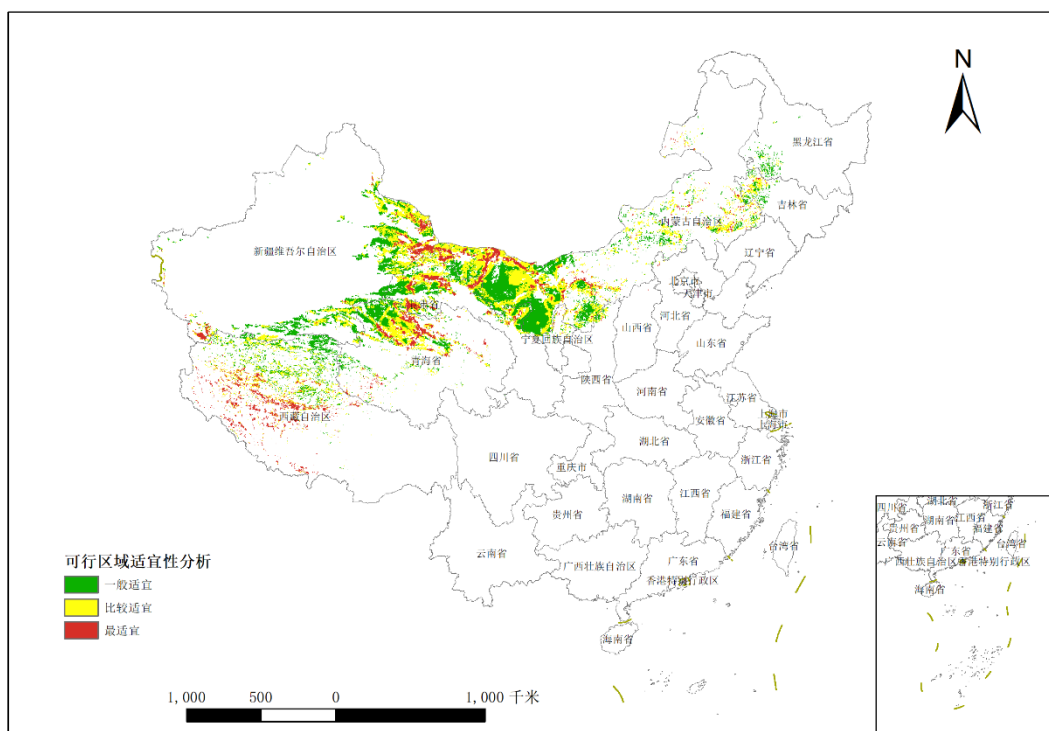
其次，利用层次分析法，考虑以上影响因素的相对重要性，得出各因素的权重，所有因素的权重之和为 1。太阳直射辐射（DNI）量的权重最高，与输电线路的距离次之，这两个因素对 CCER 并网光热发电项目选址布局的影响最大。权重最低的因素为空气质量指数（AQI）。

表 2 影响因素适宜性分级及权重

影响因素	目标和类别			权重
	一般适宜	比较适宜	最适宜	
太阳直射辐射（DNI）量	1600–2000 kW·h/(m <sup>2</sup> ·a)	2000–2500 kW·h/(m <sup>2</sup> ·a)	2500 kW·h/(m <sup>2</sup> ·a) 以上	0.2708
坡度	2–3°	1–2°	0–1°	0.0686
与水资源的距离	20 km 以上	10–20 km	0–10 km	0.0990
与输电线路的距离	10 km 以上	5–10 km	0–5 km	0.2279
与交通道路的距离	20 km 以上	10–20 km	0–10 km	0.0990
天然气供应量	0.4 亿立方米及以下	0.4–34.5 亿立方米	34.5–90.1 亿立方米	0.0990
与建成区的距离	0–5 km	5–10 km	10 km 以上	0.0288
人口密度	2 人/平方千米以上	1–2 人/平方千米	0–1 人/平方千米	0.0432
国内生产总值（GDP）	100 亿元以上	50–100 亿元	0–50 亿元	0.0432
空气质量指数（AQI）	100 以上	50–100	0–50	0.0205



最后，再次利用 GIS 将各个影响因素的图层根据其权重进行叠加，得出可行区域内不同的适宜性水平。一般适宜、比较适宜与最适宜区域的结果地图如图 3 所示。



该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS（2024）0650号的中国标准地图绘制，底图无修改

图 3 项目选址可行区域适宜性分析

由图可知，项目布局可行区域内部的适宜程度也各有不同。图中绿色部分为项目选址的一般适宜区域，其面积占比最大，主要分布在内蒙古和新疆地区，主要原因可能在于该地区太阳直射辐射量相对较少、水资源相对匮乏。黄色部分为比较适宜区域。红色部分为项目选址的最适宜区域，可知该区域面积占比最小且分布较为分散，主要分布于内蒙古、新疆、青海和西藏。这些区域最适宜项目布局的原因可能在于当地的光热资源最为丰富，与输电线路或交通道路的距离相对较近、人口密度低，且当地较低的 GDP 水平更需要

CCER 项目的开发。

以上可行区域的适宜性分析结果能够为未来更多 CCER 并网光热发电项目的选址布局提供更加深入的实践指导。在充分开发利用可再生能源、促进能源转型的同时，提高项目的经济收益，且能够为当地的经济社会发展作出积极贡献，争取实现项目开发的可持续性、经济性与社会性的统一。

## 4. 主要结论及政策建议

### 4.1 主要结论

- 中国 CCER 并网光热发电项目选址布局的可行区域主要分布于西北与东北地区，且以西北地区为主。其中，新疆、内蒙古、甘肃和青海 4 省份的可行区域面积占比最大。
- 项目布局可行区域内部的适宜程度各有不同。一般适宜区域面积占比最大，主要分布在内蒙古和新疆。最适宜区域面积占比最小且布局分散，主要分布于内蒙古、新疆、青海和西藏。
- 当前，中国在 CCER 并网光热发电项目的开发布局方面具备显著的潜力，对光热资源的开发和利用尚待进一步的深化与提升。

### 4.2 政策建议

(1) 全面加强区域资源评估，实现项目科学布局。根据对中国 CCER 并网光热发电项目选址布局可行性的分析，中国西北及东北地区，特别是新疆、内蒙古、甘肃和青海，展现出丰富的光热资源开发潜力。应加强对可行区域光热资源及开发条件的综合评价，制定科学合理的开发规划，以确保项目的高效布局并最大化资源利用效率。

(2) **促进光热发电技术创新，实施差异化政策激励。** 为了提升 CCER 并网光热发电项目的经济效益与可持续性，必须加大对光热发电技术研发的支持，并建立相应的政策激励机制。建议根据各区域适宜性的差异，提供有针对性的财政支持与技术指导，以吸引更多投资者参与光热资源开发，特别是在适宜性一般的区域，推动快速发展与应用。

(3) **推动项目智能化管理和创新应用。** 在深化光热资源开发的过程中，重点投资数字化管理与智能化调控技术，以提高 CCER 并网光热发电项目的管理效率与资源利用率。通过整合新技术，提升项目整体性能，推动光热发电的可持续发展与生态效益、经济效益最大化。

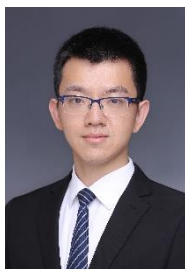
## 参考文献

- [1] 国家能源局. 国家能源局关于组织太阳能热发电示范项目建设的通知 [EB/OL]. 2015. [https://zfxgk.nea.gov.cn/auto87/201509/t20150930\\_1968.htm](https://zfxgk.nea.gov.cn/auto87/201509/t20150930_1968.htm)
- [2] 住房和城乡建设部. 住房和城乡建设部关于发布国家标准《塔式太阳能光热发电站设计标准》的公告 [EB/OL]. 2018. [https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zc/wjk/art/2019/art\\_17339\\_240025.html](https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zc/wjk/art/2019/art_17339_240025.html)
- [3] Chen F, Yang Q, Zheng N, et al. Assessment of concentrated solar power generation potential in China based on Geographic Information System (GIS)[J]. *Applied Energy*, 2022, 315: 119045.
- [4] Yushchenko A, de Bono A, Chatenoux B, et al. GIS-based assessment of photovoltaic (PV) and concentrated solar power (CSP) generation potential in West Africa[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, 81: 2088–2103.
- [5] Uyan M. GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region, Konya/Turkey[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013, 28: 11–17.
- [6] Sun Y, Hof A, Wang R, et al. GIS-based approach for potential analysis of solar PV generation at the regional scale: A case study of Fujian Province[J]. *Energy Policy*, 2013, 58: 248–259.
- [7] Ziuku S, Seyitini L, Mapurisa B, et al. Potential of concentrated solar power (CSP) in Zimbabwe[J]. *Energy for Sustainable Development*, 2014, 23: 220–227.
- [8] Merrouni A A, Mezrhab A B, Mezrhab A. CSP sites suitability analysis in the Eastern region of Morocco[J]. *Energy Procedia*, 2014, 49: 2270–2279.
- [9] Ghasemi G, Noorollahi Y, Alavi H, et al. Theoretical and technical potential evaluation of solar power generation in Iran[J]. *Renewable Energy*, 2019, 138: 1250–1261.

## 关于作者

系列报告总协调人：王建良

本报告主笔人：



高立（1987.7-），男，中国石油大学（北京）经济管理学院，副教授，硕导，金融系副主任，从事环境与资源经济学、碳市场与碳金融、能源经济与政策分析等研究。



林绿（1984.10-），女，中国石油大学（北京）经济管理学院，副教授，博导，从事能源环境系统分析、城市与区域经济、遥感与GIS应用等研究。



黄庆晖（2001.9-），女，中国石油大学（北京）经济管理学院产业经济学硕士研究生，从事能源经济与产业政策等研究。



张漪（2001.9-），女，中国石油大学（北京）经济管理学院产业经济学硕士研究生，从事能源经济与产业政策等研究。

本报告校对：王建良

报告引用：高立，林绿，黄庆晖，张漪. 中国CCER并网光热发电项目选址适宜性分析[R]. 中国石油大学（北京）碳中和与能源创新发展研究院, 2024C02, 2024年12月28日.



中石大碳能院

ICED-CUPB

中国石油大学（北京）碳中和与能源创新发展研究院

Institute of Carbon Neutrality and Innovative Energy Development, China University of Petroleum,  
Beijing (ICED-CUPB)

联系电话：010-89733072

邮箱：[iced-cupb@cup.edu.cn](mailto:iced-cupb@cup.edu.cn)

微信公众号：ICED-CUPB

地址：北京市昌平区府学路 18 号

Add: No. 18, Fuxue Rd., Changping District, Beijing, 102249, China

