



中国太阳能热发电产业政策研究报告

专题报告五

中国太阳能热发电 产业发展战略及部署规划研究

总主笔人：王志峰博士，中国科学院电工研究所

总秘书： Mr. Sheldon Xie, William J.Clinton Foundation

国家太阳能光热利用产业技术创新战略联盟

2013-5-15

本报告受国家能源局委托编制及指导

主 笔 人: Sheldon Xie Clinton Foundation (克林顿基金会)



参加人员 赵亮 中国电力科学研究院新能源研究所



王志峰, 张剑寒,
原郭丰 中国科学院电工研究所



陈玉虹, 张健,
王彬彬 中国电力顾问集团公司/电力规划设计院



韩巍 中国科学院工程热物理研究所



薛继纲, 姜丝拉夫,
孟斌, 杨婧 内蒙古绿能新能源有限责任公司



寇建玉 内蒙古电力设计院



王成龙 兰州交大国家绿色镀膜工程中心



王伟, 赵军 华北电力大学



目 录

1、中国太阳能热发电发展模式分析	2
1.1 中国太阳能热发电潜力分析.....	2
1.2 基于中国资源与电网特点太阳能热发电消纳模式分析.....	6
1.3 基于储热技术的太阳能热发电站与大型光伏/风电/化石燃料电站互补模式分析 ...	14
1.4 我国太阳能热发电技术发展路线图——四代太阳能热发电技术.....	15
2、中国太阳能热发电站战略布局构想	16
2.1 大中大型太阳能热发电基地构建【‘大型电站+制造+服务’（Solar Park）】...	16
2.2 构建太阳能热发电独立供能示范区的设想	27
2.3 建立与光伏和风电互补的太阳能热发电调峰基地	29
2.4 建立分布式太阳能热发电电热联供系统.....	29

能源和环境都是世界焦点问题，常规能源短缺，生态环境恶化，全球变暖等问题，使全球各国都加大了对可再生能源的开发。可再生能源具有资源分布广、开发潜力大、环境影响小、可永续利用的特点。目前太阳能光伏、风能、生物质发电等均在我国进行了部署应用。综合比较几种可再生能源发电方式发现：

光伏发电系统具有集成化、可靠、耐用、维护费用低、无需消耗燃料等优点。但其初投资大、电力输出受日照时间限制。

风力发电也不需要燃料、不占耕地、没有污染、运行成本低。但存在电能输出波动性、间歇性大，难以预测等问题。

生物质发电与光伏、风电相比，电能质量好，但也有诸如成本较高、缺乏上网竞价能力等缺点，同时，也有生物质收、储、运费用高，头绪繁杂，难度较大等问题。

太阳能热发电是通过太阳能转换成热能，再将热能转换成电能的发电技术。正是通过这样的环节，太阳能集热发电技术可与传统火电发电技术顺利地集成在一起。由于火电发电技术早已非常成熟，从而降低了太阳能集热发电整体技术开发的风险。目前，槽式太阳能热发电已进入商业化阶段。同时，太阳能热发电最重要的优势是具有蓄热系统，可以平滑发电出力，具备参与系统调峰的能力，提高电网灵活性和接纳波动性可再生能源的能力，友好的接入电网。

综合考虑，从资源富集程度和发展潜力来看，太阳能热发电未来发展前景广阔。为保证可再生能源发电系统电力输出稳定，安全可靠的接入电网，大规模太阳能热发电具有较大潜力，并可以与光伏、风电、抽水蓄能等形成互补，构成混合发电系统，向电网提供清洁、安全、稳定的电能。

国际能源署(IEA)在2010年5月发布的《太阳能热发电技术路线图》(Technology Roadmaps Concentrating Solar Power)中提到，在适度的政策支持下，预计到2050年，全球太阳能热发电累计装机容量将达到1089GW，平均容量因子为50% (4380h/a)，年发电量4770TWh，占全球电力生产的11.3% (9.6%来自于纯太阳能)，其中，中国太阳能热发电电力生产将占全球的4%，年发电量约190TWh。在太阳能资源非常好的地区，太阳能热发电有望成为具有竞争力的大容量电源，到2020年承担调峰和中间电力负荷，2025~2030年以后承担基础负荷电力。

以年可发电量来讲，我国潜在的太阳能热发电年发电潜力为42000TWh/年。这意味着，即便在未来，所有的化石能源枯竭之后，中国仍然有着远大于自给自足能力的丰富的稳定的太阳能热发电资源。另外，发展太阳能热发电也是我国经济发展的有效支点。调整产业结构是我国经济发展的战略决策，战略型新兴产业发展将进一步加快，太阳能热发电产业由于产业链长，

在发展过程中可拉动钢材、铝材、玻璃、水泥、矿料、电料、耐火、保温、机电、机械、电子等十几个行业产业的发展，成为经济发展的新方向、新支点、新动力。总之，加快推进我国太阳能热发电技术的应运和太阳能的热能利用，无论对国家当前的经济社会发展、产业结构调整、优化和改善环境，还是对国家的能源安全、国防安全等长远利益都具有重大的现实意义和深远的历史意义。

1、中国太阳能热发电发展模式分析

太阳能热发电作为太阳能发电的一种技术形式，相比较光伏发电而言，具有输出电力平稳的特性。此外，大规模的太阳能热发电站具有供应基础负荷电力市场的潜力。因此太阳能热发电技术将在我国未来的能源战略中占据重要位置。太阳能热发电电站位置的合理选择对发电成本有直接影响，因而选址非常重要。太阳能热发电电站的选址需要考虑太阳能直射辐射资源、土地和地形、当地水资源情况以及交通和电网覆盖等因素。其中，太阳能法向直射辐射是太阳能热发电电站位置选择中最基本也是最重要的依据。数据的精确性和可靠性将直接影响到太阳能热发电的发电成本。此外，电站附近电网覆盖情况是保证太阳能电力从资源区向负荷区输送的第一要素。本节在把太阳法向直射辐照量作为第一要素的前提下，对目前国内适合建设太阳能热发电电站的地区进行了筛选，确定了太阳能热发电中国的潜力和适宜性地点。

1.1 中国太阳能热发电潜力分析

1.1.1 太阳法向直射资源

太阳法向直射辐射 (Direct Normal Irradiance, DNI) 是在地球上给定的位置让测量表面垂直于太阳的光线时，所测量到的太阳辐照度在时间上的积分，它不含漫射 (散射或被大气成分反射的太阳辐射)。太阳法向直射辐射是一种瞬时值 (单位表面积上的能量)；等于恒定照射减去大气造成的吸收和散射。一般为比较不同的场地，采用年度总值 (单位表面积年度能量)，通常情况下，太阳法向直射辐射被表达为 $(\text{kWh}/\text{m}^2)/\text{年}$ ，或者 $(\text{kWh}/\text{m}^2)/\text{天}$ 。

和光伏发电有所不同，太阳能热发电主要利用太阳总辐射中的直射辐射。根据计算， $\text{DNI} > 1600 (\text{kWh}/\text{m}^2)/\text{年}$ 的地区建设太阳能热发电站具有经济效益。可以建设太阳能热发电站的地区的太阳法向直射辐射的临界值如表 1-1 所示。

表 1-1 太阳法向直射辐射临界值

是否具备建设电站的条件	太阳法向直射辐射临界值/ (kWh/m ²) /年
不可接受	DNI < 1400
较差或不好	1400 < DNI < 1600
可接受或中性	1600 < DNI < 1800
好或良好	DNI > 1800

客观准确的太阳法向直射辐射资源评估是开发利用太阳能热发电技术的关键。目前，太阳法向直射辐射资源评估主要利用气象站历史观测资料、卫星遥感数据以及数值模拟方法。气象台站观测虽然具有时间连续的优点，但台站空间分布离散，而且台站大都在城镇周边，很难真实反映当地的太阳法向直射资源状况；虽然可以采用地理空间插值的方法进行弥补，但带有较大的插值误差，尤其是站点稀疏地区。卫星遥感数据的空间分布连续，但时间分布是间断的；另外，数据质量易受天气条件影响，当前技术对地面太阳辐射状况的反演还存在一定困难。采用数值模拟的方法可以给出任意地区的高分辨率太阳能资源分布，从而满足太阳能热发电技术发展的需求。

美国、德国等科学家就利用数值模拟方法，开发了较为精确的太阳能法向直射资源评估系统软件，可以输出空间分辨率达 1km 和时间分辨率达 1h 的太阳能法向直辐射图。例如，美国 NASA SSE 6.0 (NASA 2008) 数据库中收集了全球范围内分辨率在 100km 左右的 22 年期太阳法向直射辐射数据，该数据被认为是可以进行全球范围层面太阳能热发电潜力的评估。德国宇航中心 (DLR) 根据美国 NASA SSE 6.0 的法向直射辐射数据集绘制了全球太阳法向直射辐射图，该图显示全球太阳能法向直射辐射资源禀赋差异巨大。太阳法向直射辐射资源较好的地区主要集中在南北纬 40 度以内，主要国家与地区包括美国西南部、欧洲地中海地区国家、北非国家、中东地区 (约旦、以色列、伊朗)、印度沙漠平原、澳大利亚和中国西北部。

目前我国还没有全国范围内法向直射辐射累积数据，主要原因是我国日射观测站稀少，且水平分布不均匀，国家气象局所属业务观测系统中辐射观测共 98 个站，其中能观测直接辐射的一级站只有 17 个。中国科学院太阳能热利用及光伏系统重点实验室根据美国国家能源实验室 (NREL) 天气日辐射模型 (Climatologically Solar Radiation Model) 中收集的 1985 年 1 月 1 日至 1991 年 12 月 31 日期间 40km×40km 空间分辨率的中国年平均太阳能直射辐射数据，

并结合中国科学院电工研究所八达岭太阳能塔式热发电站地面气象站 2009 年及 2011 年的太阳直射辐射实测资料，绘制了我国 40km 空间分辨率的太阳法向直射辐射图，见图 1-1。

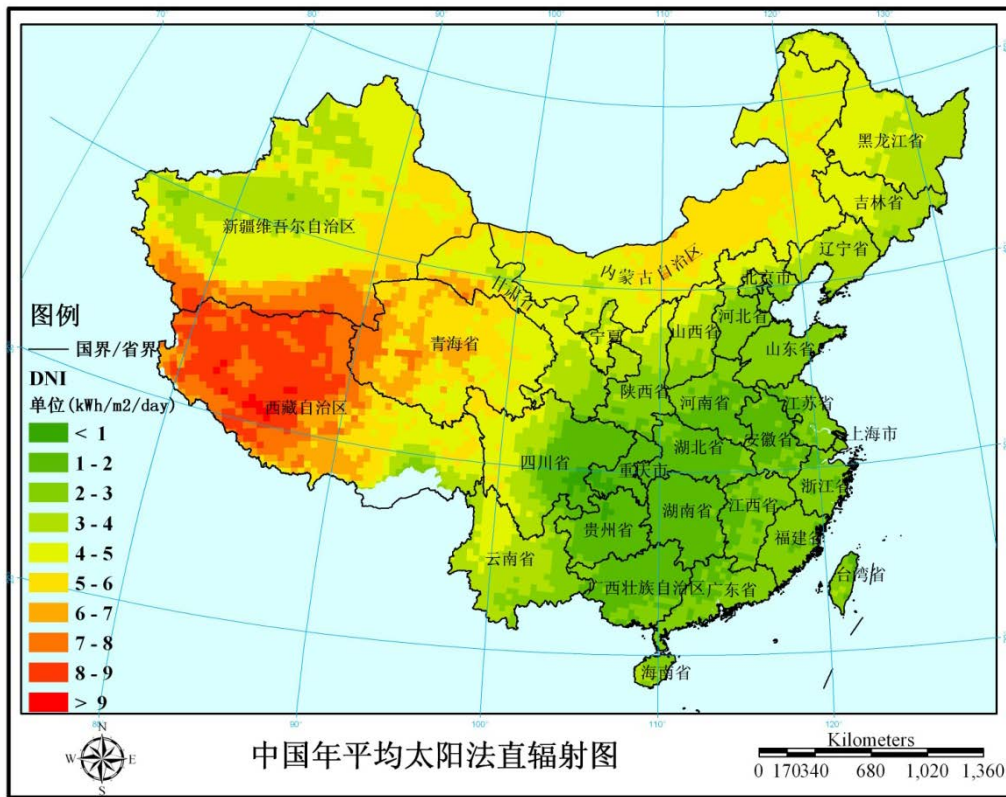


图 1-1 我国年均太阳能法向直射辐射图

1.1.2 土地、地形及水资源

太阳能热发电站的建设最好选择平坦广阔的土地，原因一是由于坡地会影响入射角而导致电站效率的变化，二是坡地会增加土地平整的成本。不同的太阳能热发电技术形式对地形的要求不尽相同。国外经验显示，槽式和线性菲涅耳发电系统要求地面坡度在3%以下；塔式与碟式发电系统对坡度要求较为宽松。由于塔式定日镜场中的每台定日镜都是单独的“个体”，只需要确定每台定日镜的地面坐标即可，因此塔式电站可以适合5%~7%以下的地面坡度。碟式由于单机规模较小，因此对坡度的要求更低。因此，平坦的、空置率高的土地，例如半固定、固定沙地沙丘和戈壁地区是建立太阳能热发电站的最佳地区。

根据中国西部环境与生态科学数据中心发布的中国沙漠10万分布图集¹，2000年我国有砾质戈壁38734730hm²，有沙漠、沙地124230119hm²，其中固定沙（丘）地占比13.94%。全国沙漠、沙地95.37%集中分布在新疆、内蒙、青海和甘肃四省区，并且呈大面积连片分布，主要以流动、

¹ 数据来源于国家自然科学基金委“中国西部环境与生态科学数据中心” (<http://westdc.westgis.ac.cn>)

半流动类型为主。沙漠、沙地占总土地面积的比例以内蒙最高达43.287%，其次新疆为31.727%，青海、宁夏和甘肃都在15%左右，大于1%的省区还有陕西、吉林、河北、辽宁、河南、山西和海南七个省。这些省区的太阳能法向直射辐射资源都很丰富或较为丰富。

和传统的电站类似，太阳能热发电站也需要在蒸汽轮机循环的冷端进行制冷。而太阳能资源较好的贫瘠荒漠地区，水资源相对匮乏，因此太阳能热发电的用水问题一直是业界关注的焦点。

太阳能热发电站的冷却方式通常有水冷和空冷两种技术形式。根据美国能源部研究数据（2007），采用水冷技术时，除了碟式-斯特林发电系统以外（ $0.0757\text{m}^3/(\text{MWh})$ ），其它技术形式的用水量一般在 $2.27\sim 3.02\text{m}^3/(\text{MWh})$ 之间，其中塔式电站用水约为 $2.27\text{m}^3/(\text{MW}\cdot\text{h})$ ，槽式电站用水约为 $3.02\text{m}^3/(\text{MWh})$ 。采用空冷技术时，太阳能热发电站的用水量会大幅降低，约为 $0.299\text{m}^3/(\text{MW}\cdot\text{h})$ ，但同时也将导致投资成本的上升以及发电量的减少，投资成本的上升比例约7%~9%，发电量的减少比例约5%。

1.1.3 我国太阳能热发电可开发潜力

根据美国国家可再生能源实验室天气日辐照模型分辨率为 $40\text{km}\times 40\text{km}$ 的法向直射辐射数据，中国科学院电工研究所对我国太阳能热发电可开发潜力进行了评估，其中在地理信息系统（GIS）分析中进行了如下假设：

DNI 值的简化处理

为了简便，如果某地区的日 DNI 量小于 $5\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ ，在分析中被忽略不计，即被设定为 $0\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ ；对于 DNI 数值在 $5\sim 6\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ 范围内的地区，计算时被统一简化为 $5.5\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ ；同理， $6\sim 7\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ 被简化为 $6.5\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ ； $7\sim 8\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ 被简化为 $7.5\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ ； $8\sim 9\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ 被简化为 $8.5\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ ，DNI 在 $9\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ 以上的被统计为 $9\text{kWh}/\text{m}^2/\text{天}$ 。

坡度的简化处理

对于坡度小于 3% 的地形，认为此地区是 100% 可为太阳能热发电所用；坡度大于 3% 的则为彻底不可用，全部被忽略。

自然和经济原因造成的土地可使用程度

城市、水体、矿区（正在开采区与矿藏区）和受保护地区（如自然保护区），均不做考虑，土地可用率被视为零。沙漠和荒原则按照 100% 可用来处理；草地、牧区、农业区做 50% 考虑；森林和灌木区，可用率被定为 10%。在扣除了上述使用率折扣之后，就是综合考虑了坡度和自然经济因素的可用于太阳能热发电的土地使用面积。

太阳能热发电站的效率

在计算中，太阳能热发电站的光电转化效率假设为在现阶段比较典型的不带储能装置的槽式太阳能电站的发电效率，即 15%。并且，在经过上述 GIS 分析后得出的适用于发展太阳能热发电的面积，与其中真正用于收集阳光的有效反射面积的比例，即安装的反射镜面积和发电站总面积之间的比例，被定为 25%。此外，太阳能热发电电站的装机容量与地面面积的比率估算为 30MW/km²。

基于上述假设，根据可用于发展太阳能热发电的有效土地面积和 DNI，乘以转化效率等进行中国太阳能热发电开发潜力估算：

年可发电量=地区内有效面积×DNI×电站发电效率（15%）×反射镜占发电站总面积的比例（25%）；

装机容量潜力=地区内有效面积×热发电电站的容量与地面的比率（30MW/km²）。

分析结果显示：

我国 DNI≥5kWh/m²/天，坡度≤3%的太阳能热发电可装机潜力约 16000GW，与美国相近。

我国 DNI≥7kWh/m²/天，坡度≤3%的太阳能热发电可装机潜力约 1400GW。

我国政府加大了太阳能光热发电技术研发和示范的力度，制订了 2015 年和 2020 年光热发电装机量 1GW 和 3GW 的总体目标，与此同时，国内许多制造企业也正在相应这一目标而准备和扩大其制造加工能力。行业人士对此非常有信心，他们认为，一旦光热装机总量超过 1GW，其后，随着光热发电成本的降低以及主要设备国产化加工制造。

1.2 基于中国资源与电网特点太阳能热发电消纳模式分析

目前国外在太阳能热发电选址和相关要素方面进行了大量的研究探索，如美国、德国等。他们在 IIT 模型中，输入包括动态的遥感云图、气溶胶、水汽、臭氧等因子，可以输出空间分辨率达 1km 和时间分辨率达 1h 的太阳能法向直射辐射图，并通过地理信息系统将流沙、沼泽、森林、盐盆、坡度大于 1%等不适宜地区扣除，并考虑和电网的距离，得到了适宜建设太阳能热发电站的地图。但是迄今我国全面研究太阳能热发电选址的成果不多。

鉴于目前还没有太阳能直射辐射资源分布图，本文将依据我国 30 年(1975-2004)气候平均太阳辐射总量分布图作为参考，通过其与太阳能法向直射辐射间的推算，进行太阳能热发电电站

分省容量分析的初步筛选。但是数据的可靠性仍需要用空间抽样理论进行评价，而更加可靠和细致的结果还需要用经验估计方法进行细致计算。

根据太阳辐照进行的初步筛选

图 1-2 是我国 30 年(1975-2004)的气候平均太阳辐射总量分布图。从图 1 我们可以发现，西藏大部分地区（除南部地区）、新疆南部、青海北部、四川西部等地，是我国太阳能资源最丰富的地区，平均太阳辐射总量大于 7100MJ/m²；新疆东西部、青海中南部、甘肃西北部、内蒙古西北部、宁夏南部等地区，是我国太阳能资源丰富地区，平均太阳辐射总量大于 6500MJ/m²。

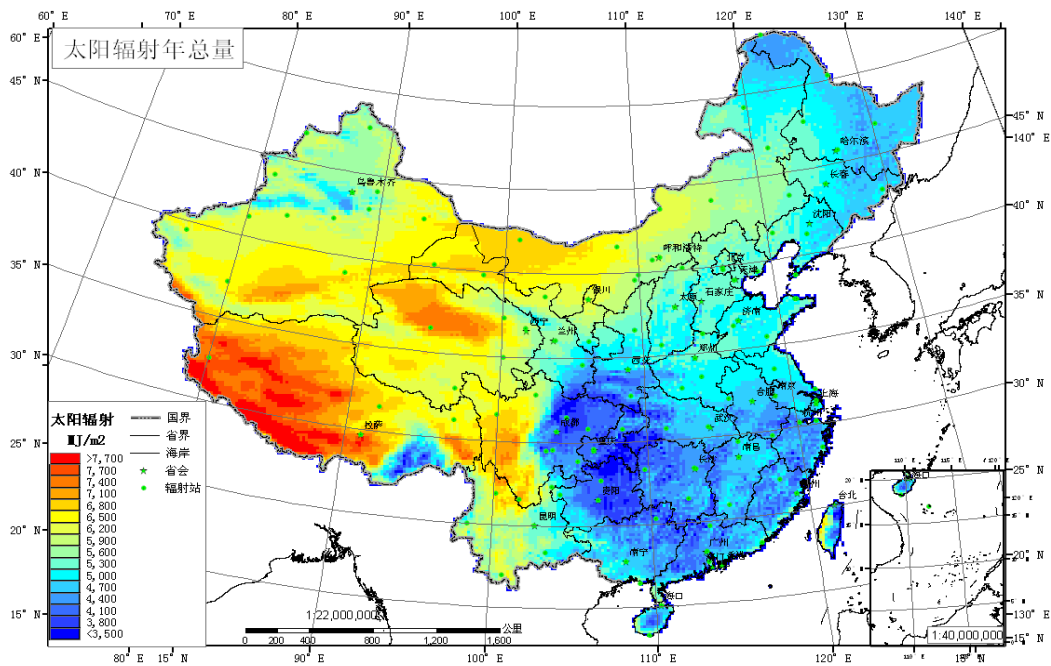


图 1-2 我国 30 年(1975-2004)气候平均太阳辐射总量分布图

总体而言，太阳能资源主要分布在我国的西藏以及西北五省（州）。

1) 西藏自治区

太阳辐照资源

图 1-3 是西藏地区 30 年气候平均太阳总辐射分布图。

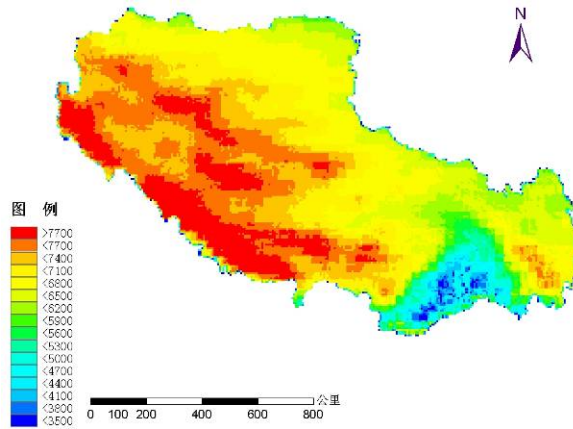


图 1-3 西藏自治区 30 年气候平均水平面太阳辐射年总量分布图

根据西藏地区的太阳辐射年总量分布情况，以及太阳能总辐射和直射辐射之间的推导关系，可以得出西藏的阿里地区、日喀则地区、那曲地区、拉萨、山南地区、昌都地区的东南部适合建设太阳能热发电电站。

电网覆盖情况

西藏自治区关于电网、电源建设“十一五”规划提出，到 2010 年底，西藏将维持中部电网、昌都及狮泉河电网“一大二小”的格局，建设老虎嘴---拉萨墨竹工卡---拉萨南部 220 千伏输变电工程，实现藏中 4 地方与林芝电网的联网，建成统一的覆盖拉萨、山南、日喀则、那曲、林芝 5 地方的西藏中部电网；昌都电网建成金河---昌都 110 千伏站---果多---玉龙铜矿双回 110 千伏链形网架；阿里地区建成阿里狮泉河镇一线一站 35 千伏电网。

因此，满足太阳辐照要素的地区，基本上都有电网覆盖。

2) 新疆维吾尔自治区

太阳辐照资源

图 1-4 是新疆地区 30 年气候平均太阳总辐射分布图。

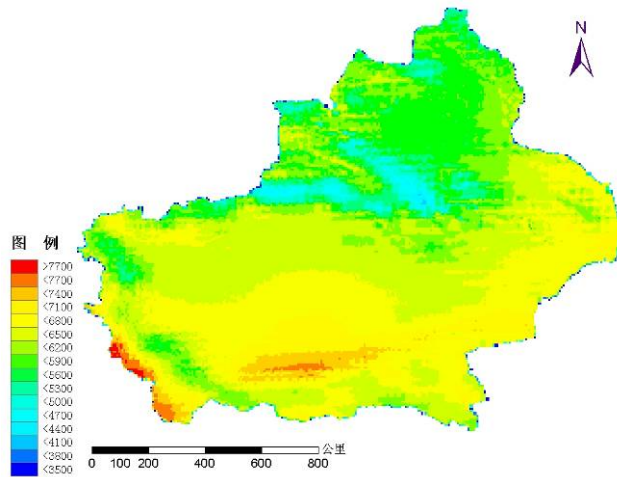


图 1-4 新疆维吾尔自治区 30 年气候平均太阳辐射年总量分布图

根据该太阳辐射年总量分布图，以及太阳能总辐射和直射辐射之间的推导关系，可以得出新疆的喀什地区西南部、和田地区、巴音郭楞蒙古自治州、哈密地区、阿克苏地区南部适合建设太阳能热发电电站。

电网覆盖情况

根据新疆电网规划，新疆 750 千伏电网形成伊犁—乌鲁木齐—吐鲁番—哈密 750 千伏主输电通道以及吐鲁番—巴州—库车—伊犁的 750 千伏输电通道，形成 750 千伏的环网。同时西北 750 千伏电网与国家 1000 千伏特高压电网实现异步联网。届时，西北五省（区）丰富的可再生能源电力将实现“打捆外送”，从而使能源产区和消费市场实现有效对接。

因此，满足太阳辐照要素的地区，基本上都有电网覆盖。

3) 青海省

太阳辐照资源

图 1-5 是青海地区 30 年气候平均太阳总辐射分布图。

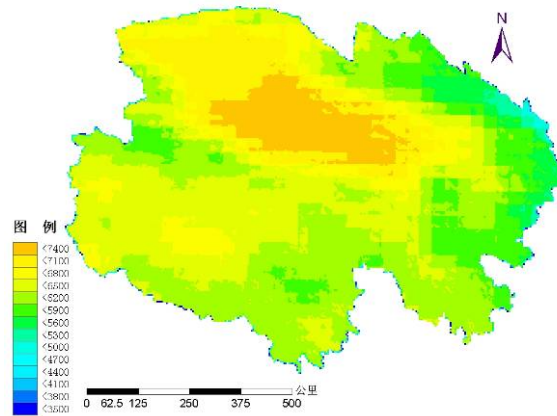


图 1-5 青海省 30 年气候平均太阳辐射年总量分布图

根据该太阳辐射年总量分布图，以及太阳能总辐射和直射辐射之间的推导关系，可以得出青海的海西州、海西蒙古族藏族自治州、玉树藏族自治州适合建设太阳能热发电电站。

电网覆盖情况

青海电网是我国“西电东送”的重要输出通道之一。目前其电压等级为 750/330/110 千伏，电网覆盖西宁市、海东地区以及海南、海北、黄南 3 个自治州和果洛州、海西州大部，共计 3 市 33 县。其中，乌兰县在 1999 年就被连接到 330 千伏大电网。格尔木市于 2001 年和 330 千伏电网贯通，此外 2007 年第二回 330 千伏电网又架进该市，至此海西电网实现了手拉手的供电网络。

与此同时，以 110 千伏青藏铁路输变电工程为代表的一批 110、35 千伏变电站相继建成了，电力有力支持了柴达木循环经济区的发展。2010 年底，青海境内将建设完成拉西瓦-官亭、拉西瓦-西宁、官亭-西宁、西宁-永登、官亭-兰州东第 11 回 750 千伏输变电工程。

因此，满足太阳辐照要素的地区，基本上都有电网覆盖。

4) 甘肃省

太阳辐照资源

图 1-6 是甘肃地区 30 年气候平均太阳总辐射分布图。

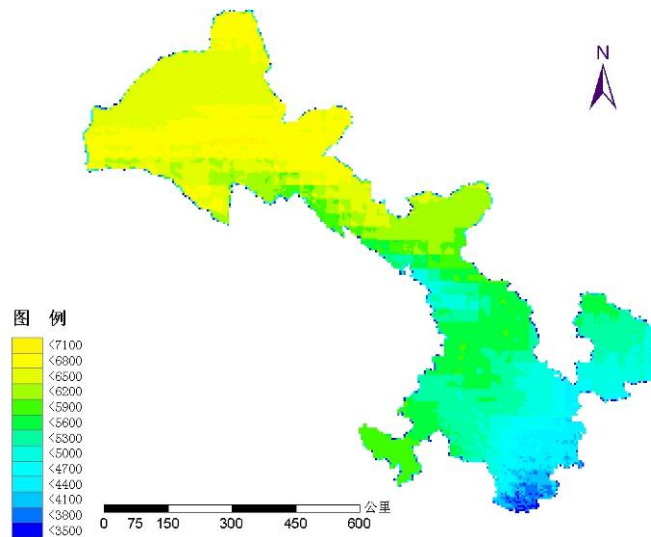


图 1-6 甘肃省 30 年气候平均太阳辐射年总量分布图

根据该太阳辐射年总量分布图，以及太阳能总辐射和直射辐射之间的推导关系，可以得出甘肃的河西走廊（武威、金昌、张掖、酒泉和嘉峪关）地区适合建设太阳能热发电电站。

电网覆盖情况

河西 750 千伏输变电工程是甘肃省“十一五”电网建设重点项目。河西 750 工程分为 750 千伏永登-金昌输变电工程和 750 千伏金昌-酒泉-瓜州输变电工程。其中，750 千伏变电站 3 座；750 千伏永、金输电线路 2×196 公里；750 千伏金、酒、瓜输电线路 2×660.5 公里。750 千伏输变电工程横跨河西 5 个县区。

目前甘肃电力公司正在国家电网公司的支持下加快 750 千伏超高压电网工程向河西走廊风电基地的延伸，规划中的正负 800 千伏的特高压直流输电网正在试图连接华中和华北电网。因此，满足太阳辐照要素的地区，基本上都有电网覆盖。

5) 宁夏回族自治区

太阳辐照资源

图 1-7 是宁夏地区 30 年气候平均太阳总辐射分布图。

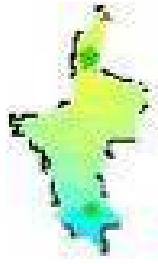


图 1-7 宁夏 30 年气候平均太阳辐射年总量分布图

根据该太阳辐射年总量分布图，以及太阳能总辐射和直射辐射之间的推导关系，可以得出宁夏的石嘴山市北部、银川地区适合建设太阳能热发电电站。

电网覆盖情况

宁夏电网是西北电网的重要组成部分，由石嘴山、银川、银南、固原、中卫 5 个行政区域电网分网组成。目前宁夏电网主网架电压等级为 220kV。220kV 电网北起石嘴山市，南至中卫市，覆盖全区大部分地区，已形成南北 4~6 回线的 220kV 环形主网架。宁夏电网最高电压等级为 330 kV，通过宁安变~靖远电厂双回、固原变~靖远、固原~西峰、中卫变~石城变 5 回 330 kV 线路与西北电网联网运行。

因此，满足太阳辐照要素的地区，基本上都有电网覆盖。

6) 内蒙古自治区

太阳辐照资源

图 1-8 是内蒙地区 30 年气候平均太阳总辐射分布图。

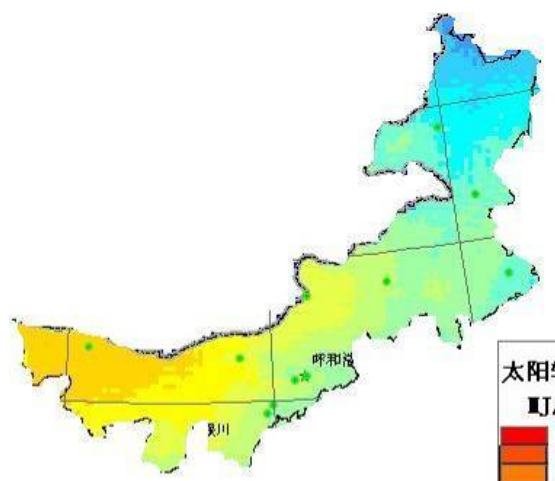


图 1-8 内蒙 30 年气候平均太阳辐射年总量分布图

根据该太阳辐射年总量分布图，以及太阳能总辐射和直射辐射之间的推导关系，可以得出内蒙的阿拉善盟、鄂尔多斯、巴彦淖尔盟、包头、乌兰察布盟西北部地区适合建设太阳能热发电电站。

电网覆盖情况

内蒙古电网西起阿拉善电网的额济纳，东至呼伦贝尔电网的满洲里，电气距离长约 3366km。由于稳定原因，蒙西电网和蒙东电网分区运行。其中，蒙西电网拥有直调发电厂 40 座，500kV 变电站 18 座，220kV 变电站 135 座，500kV 线路 55 回，总长 5043km，220kV 线路 460 回，总长 14615km。

2010 年 2 月，国家电网表示，“十二五”初期，其规划建设蒙西—晋北—石家庄特高压输电工程，并开展锡盟—南京特高压交流工程可研深化研究。到 2015 年，蒙西、锡盟电网通过特高压交直流通道对华北、华东、华中电网的送电能力将达到 3500 万千瓦。

因此，满足太阳辐照要素的地区，基本上都有电网覆盖。

结语

根据总太阳辐照资源作为太阳能热发电电站选址的主要判定要素，以及结合所圈选地区的电网覆盖情况，可以初步判断西藏的阿里地区、日喀则地区、那曲地区、拉萨、山南地区、昌都地区的东南部，新疆的喀什地区西南部、和田地区、巴音郭楞蒙古自治州、哈密地区、阿克苏地区南部，青海的海西州、海西蒙古族藏族自治州、玉树藏族自治州地区，甘肃的河西走廊（武威、金昌、张掖、酒泉和嘉峪关）地区，宁夏的石嘴山市北部、银川地区，内蒙的阿拉善盟、鄂尔多斯、巴彦淖尔盟、包头、乌兰察布盟西北部地区相对适合建设太阳能热发电电站。而这些地区也有不同程度的电网覆盖。

然而，如前所述，太阳能热发电电站的选址，除了太阳能直射辐射资源外，还需要考虑土地利用情况、当地水资源情况、地形坡度、交通情况以及距离电网的距离等因素。因此具体的地址还需要在实际的选址中进行详尽的勘测和评估。

以上判定使用了 30 年的实测水平面太阳年总辐照量数据得出了定性的选址意见。而计算太阳能热发电发电量需要的是太阳法向直射数据，如前所述我国目前还不具备该方面的实测数据。因此分省区的太阳能发电容量定量计算还不具备条件。

1.3 基于储热技术的太阳能热发电站与大型光伏/风电/化石燃料电站互补模式分析

太阳能热发电具有的廉价储热特性是太阳能热发电可以发展的重要理由。在我国西部地区风电和光伏遇到了不稳定输出对电网冲击的问题。风电场窝电严重，最大原因在于被电网嫌弃。经过这几年发展，中国 2010 年已经成长为世界最大的风电装机国，但由于风电并网问题没有得到彻底解决，使得中国一直无法成为最大的风电利用国。中国可再生能源行业协会的统计显示，因电网建设跟不上，很多风电场“窝电”现象严重，造成大量能源浪费。2011 年去年全国有 100 亿千瓦时左右风电电量被弃。根据电监会的统计，2011 年我国部分省市风电弃风达 20% 左右，“三北”（东北、华北和西北）一些风资源丰富的地区或超过 30%，直接经济损失达近百亿元。几乎相当于 2010 年青海全省的火电煤炭消费量，而这 100 亿度的风电还可以带来 1000 万吨二氧化碳的减排。如果风电并网调度问题无法得到解决，将会使中国的节能减排努力大打折扣。

带有储能功能的太阳能热发电无疑可以与光伏和风电组合作业，完成可再生能源发电的稳定输出。

大型的太阳能热发电站机组使用汽轮机发电。因此在作为其他可再生能源的调整电站时，确定其启动和停机的时间是一个较为重要的因素。因此风电和光伏的电力输出预报系统必须与太阳能热发电站相连，而且必须有一小时左右的短期预报系统。

在风力和太阳辐照频繁波动的条件下，大容量的太阳能热发电储能系统的输出可以作为基础复合来平抑这些波峰和波谷。因此在以电网安全性为主的可再生能源电站组合中，应特别考虑各种可再生能源电源的容量比例。

太阳能与火电互补技术可以使得太阳能热发电的储能部分经济压力降低，控制难度大大减少。有利于增加太阳能热发电的经济性。该种手段的采用目前的技术方案较多，这里不再赘述。

1.4 我国太阳能热发电技术发展路线图——四代太阳能热发电技术

太阳能热发电的技术进步反映在成本上，太阳能热发电系统的光电转换效率是影响发电成本最重要的因素。从热力学的角度，发电工质的参数（温度、压力）会对系统效率产生重要影响。而发电工质参数与聚光、光热转换、储热过程中的材料问题、热学问题和力学问题等密切相关。基于以上考虑，以系统年平均发电效率为引领，以发电工质温度和换热介质种类为主线将太阳能热发电技术分为四代，见图 1-9。



图 1-9 太阳能热发电技术发展路线图

“十一五”期间，我国针对第一代技术的研究是设计建设 1MWe 的实验示范电站；针对第二代技术的研究是搭建了熔融盐工质系统的实验平台，并研制用于塔式系统的 100kWt 的熔融盐吸热器；针对第三代技术的研究是对泡沫陶瓷作为吸热体的空气吸热器进行了基础问题的摸索；针对第四代技术的研究是建立了 20kWt 的太阳炉聚光系统，对高温流化床吸热器进行了实验。

2011—2015 年，水和油作为集热系统换热介质进入产业化推广阶段。以熔融盐为传热介质的集热系统进入规模化示范阶段。而以空气为换热介质的集热系统从基础研究进入应用基础研究阶段，并逐步进行中试。

2016—2020年，第一代继续大规模商业化，第二代技术开始进入市场，发电效率提高到20%。由于熔融盐的使用，传热介质温度大大提高，此时超临界太阳能热发电技术也开始进入中试。

2021—2025年，第三代空气为传热介质和发电工质的技术进入市场，系统年发电效率达到30%，并且无需耗水。但由于高温空气传输的原因，该类电站的容量受到制约。此时第四代以固体颗粒作为传热介质的吸热过程也进入高技术示范阶段。

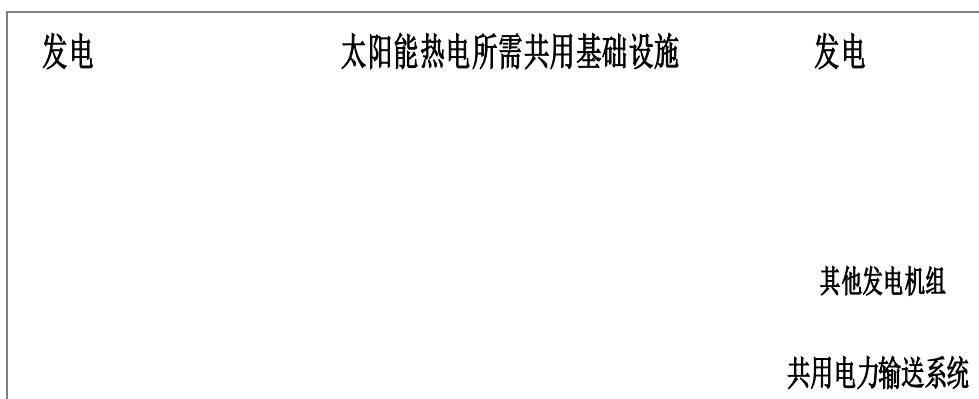
2026—2030年，第四代太阳能热发电技术进入市场，系统年发电效率可达到35%。并且突破了第三代技术的系统容量问题。同时高温储热问题也得到了相应的解决。超临界太阳能热发电站也将出现。

2、中国太阳能热发电站战略布局构想

2.1 大中大型太阳能热发电基地构建【‘大型电站+制造+服务’（Solar Park）】

太阳能发电园区相当于一个专门服务于太阳能光伏、光热及聚光光伏发电产业的经济开发区，集各种可再生能源发电技术与设备生产制造于一体，同时也旨在吸引多家电力开发商与生产企业集中投资。园区模式通过为各开发商提供统一规划成园区的土地资源、临近必需基础设施、通过统一的建设审批许可程序以降低项目开发风险的方式，以此来加速太阳能发电项目的整体部署与发展，基本理念如下图 2-1 所示。

图 2-1：太阳能发电园区模式



数据来源：克林顿基金会气候行动团队

事实上，集中式园区概念并非新生概念。全球范围包括中国在内，工业园区、商业园区、高新产业园区、经济特区以及类似的发展模式已经存在很多年了。如果园区结构设计合理，项目执行方法有效，园区模式可以通过确保在项目建设、项目投资、法律法规以及激励政策利用方面的前瞻性和确定性，大力吸引企业和投资商参与园区的建设和发展，这对于整个行业的发展具有积极有力的推动和促进作用。

另外，集中式园区也可以作为高新技术研发和示范推广的摇篮，在园区内建立科研设施。同时，也可以通过园区模式针对性地来推广发展其特定目标的经济、就业部署和特定地区发展计划。

跟经济开发特区模式的原理一样，太阳能发电园区的目标是要逐年累计建成多吉瓦装机量的发电基地。总体上，太阳能发电园区主要包括以下：

- 一块土地或者好几块土地集中规划并特到特批专门用于太阳能电力部署的集中区域，
- 在集中区域建设运营一大批独立电站，
- 所有发电设施共用统一的输变电基础设施。

此外，太阳能发电园区允许诸如支撑机构、压力设备、汽轮机等可以在国内低成本生产的设备就近在园区内加工制造。所需零部件的加工制造也可以在园区内进行。

统一规划的太阳能发电园区具有很多优势，具体而言，无论通过定性分析还是定量分析，园区为整体项目投资会带来很可观的潜在成本节约方面的受益。

2.1.1 定性收益

对于开发商而言，园区统一负责有关建设审批、环境影响评估、水资源、废弃物和输变电等问题，其项目开发的不确定因素和交易成本将会大大降低，而且，投融资安排也会相对容易。各电站可以一起分摊诸如道路建设、安全保障、水资源输送、废弃物处理设施建设、电力并网等基础设施的建设成本，而且，园区式统一部署创造了规模经济效应优势，上述各种成本归因于统一规划部署而得以分摊，从而落在单个投资商上的投资成本将会大大降低。政府除了出台各种扶持政策之外，也可以落实这些共用设施，也可以通过租赁承包方式建设和管理这些设施。所有这些统一安排使得园区内的开发商能够有效利用共用基础设施和激励政策，从而加快太阳能电力项目发展，随着时间推移，发电成本也会大幅降低。

太阳能发电园区模式通过大大简化的整体能源发展规划程序，降低政府和电力企业的负担。政府可以通过一个专门的协调部门，从实际情况出发，考虑出台一揽子的能源新项目政策，

适用于所有园区内的项目业主，而非对每个项目进行单独审批。在电网建设方面，国家电网可以按照长远建设规划的时间表进行长期电网建设规划，分阶段建设。相应地，园区内的电站建设也可以根据当地或全国电力的需求和能源规划，根据轻重缓急分阶段进行。

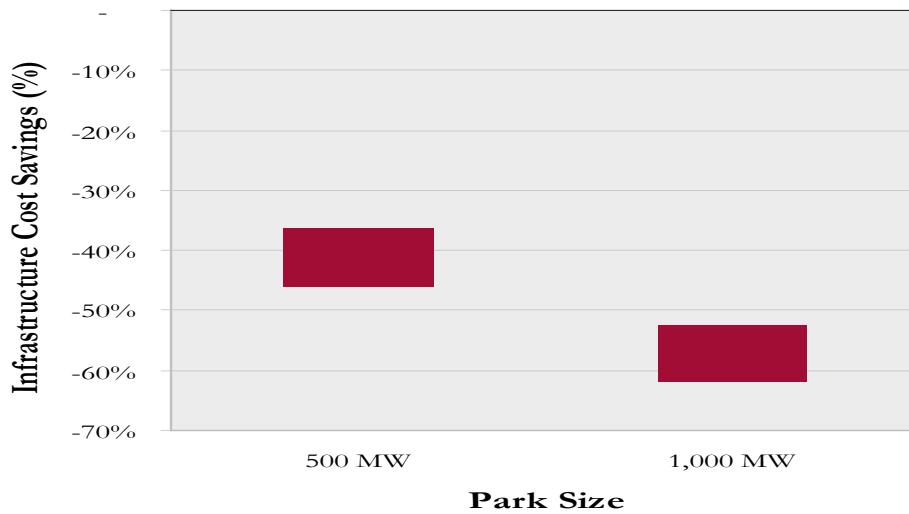
相对于燃煤电站或核电站，大规模用于电力生产的太阳能光热电站的优势在于，园区内的电站建设可以由小变大，分批进行，比如，光伏电站建设可以有 5MW 规模增加到 50MW，光热电站可以从 50MW 增加到 200MW，而其初投资成本长期以来却会由多 GW 规模的园区的所有电站开发商承担。另外，太阳能电站的建设时间相对较短，光伏电站从施工开始一年内就可以陆续并网发电，而光热电站也会在 2 年或三年内建成投运。

园区模式通常具有明确的装机量目标、统一的施工建设建设时间表，而且，园区各类电站建设和运维必需的设备材料需求为园区内制造企业持续创造商业机会，也为当地解决可观的就业机会。对于诸如钢材和玻璃等可以在全球范围内生产的基本材料制造商而言，因为参与园区的长远建设，从而可以提高生产效率、扩大生产规模，最终可以实现类似材料的生产成本降低。而对于诸如光热电站所需聚光器这类只能在有限国家制造的设备制造商，可以考虑利用当地政府投资激励政策优势在园区内建立生产基地。简而言之，太阳能产业可以通过园区模式得以发展。

2.1.2 定量分析-潜在的成本节约

所有上述这些益处都会导致太阳能电力成本的降低，售电电价也相应降低，电站开发商就能获得合理的内部投资回报率，相应地，政府用于行业扶持的资金也会减少，电网公司负担的电价补偿费用也会降低。园区内多家电站共用基础设施与输变电设施产生的规模经济效应可以使得电力生产成本降低 10~15%之多。这些益处随着园区内的电站数量增加和装机规模日益扩大而凸显。克林顿基金会气候行动团队就太阳能园区模式在全球不同地区做过分析，分析发现，园区模式会大幅降低投资成本和发电成本，需要特别说明的是，上述成本节约幅度会因园区所在地地理位置、并网条件、水资源以及交通运输等情况不同存有差异。下图 5 显示的是位于澳大利亚昆士兰州某太阳能园区项目的估算成本节约。如图所示，采用 250MW 规模的太阳能园区为基线情形，举例说明，规模从 250MW 扩大到 500MW，整个园区设施建设的单位成本降幅为 35-45%，而从 250MW 扩大到 1000MW 的规模，整个园区设施建设的单位成本降幅为 50-60%，相对应的单位发电成本降幅分别是 12-15%和 14-18%。在该示例中，整个园区设施建设其中包括了电网建设的初投资单位成本，并非只是园区内电站建设所需其它设施的建设成本。

图 2-2：园区整套设施建设的单位成本与规模扩大之间的对比



数据来源：克林顿基金会气候行动团队

2.1.1 太阳能园区的考虑因素

太阳能园区的选址很重要，直接影响园区整体的经济性，相对而言，其他客观条件则非常简单，相对容易确定。再次说明，园区模式可以降低最大程度地实现成本节约，也可以很大程度上缩短单个电站项目的行政审批时间，从而更容易获得项目所需的投融资资本。那么，园区除了需要必需的太阳能光照资源之外，一个目标规模为 5GW 的园区必需的条件还包括：太阳能园区必须具备园区建设规模足够大的土地面积，5GW 规模的园区通常需要 150-200 英亩的土地面积，当然也因所采用的太阳能发电技术和当地地理地形相应的覆盖面积有差异；并网条件的便利性；高效的土地征用和审批程序；地势最小坡度要求（坡度 1-3 度最为理想）；合适的植被和土壤条件；地理和气候影响风险小。另外，最佳的选址方法还要考虑到当地的能源需求和电网峰值情况等因素，这些因素有助于电网建设的短期和长远规划。

2.1.2 太阳能园区在中国的可能性

根据 Ummel 机构 2010 年的分析报告，中国西北省份普遍具有光热开发巨大的潜力，这些省份包括青海、甘肃、内蒙古西部地区、新疆南部和西藏局部平坦地带。这些地区全年的法相直射光照量、地势情况以及已经搭建的可再生能源技术应用的客观条件都很理想。比如，位于内蒙古西部的鄂尔多斯地区就适合光热资源开发，而且，当地政府已经搭建了初步的园区框架计划。专题五人员一致认为，这些省份可以考虑太阳能园区建设的示范地方。基于我们跟青海、甘肃以及鄂尔多斯当地政府部门的前期沟通了解，这些省份和地区都认可园区模式的发展优势，各省在不同程度也有园区概念的引入，但大多都是各种可再生能源生产的汇集，多数以风电和光伏发电为主导。鉴于这些地区已经建立了太阳能园区优化部署的策略平台。在青海省，德令哈地区过去几年中已经部署了大容量的光伏发电和风力发电，而且这些地区未来的风电和

光伏发电规模估计未来 10 年中会持续扩大。在甘肃省，酒泉地区和敦煌市有关政府部门也制定了类似太阳能园区概念的可再生能源部署计划，分别制定了清洁能源城市为主题的部署规划。位于内蒙古自治区西部的鄂尔多斯地区也有同样的规划。需要说明一点，专题五只举例介绍鄂尔多斯清洁能源园区。

2.1.3 鄂尔多斯清洁能源园区案例介绍

2012 年 12 月中旬，参与专题五工作的中科院电工所、内蒙古绿源公司、内蒙古电力工程设计院以及克林顿基金会气候行动对内蒙古鄂尔多斯进行了现场考察，详细了解了当地在清洁能源园区规划和部署过程中所面临的主要挑战，将习得的经验可供全国其它地区的清洁能源规划与部署。

1) 背景介绍

鄂尔多斯位于内蒙古自治区西部，占地面积为 8.67 万平方公里，其中 40% 的面积为沙漠地形，另外 28.8% 面积属于戈壁地形，该地区长久以来都是当地牧民的放牧和聚居之地，过去几十年过度的放牧和农耕活动已经导致这一地区的生态和植被大面积被破坏。此外，这一地区拥有丰富的煤炭资源，因此，煤矿产业一直是带动当地经济繁荣发展的支柱产业，当地的发展水平和生活水平普遍高于本区以及周边省份。

2) 园区建设背景

我国“十二五”规划已经明确，2015 年非化石燃料能源比例占到总能源消耗的 11.6%，2020 年占到 15%，而太阳能发电将是新型能源行业的支柱产业。目前，国内政府各级部门都在因地制宜地落实各自的新能源发展目标。如下图 7 所示，鄂尔多斯地区政府已经制定了其 2025 年可再生能源占其总能源消耗 20% 的目标。具体而言，太阳能光伏发电、风力发电和太阳能光热发电分别达到 55.4%、33.8% 和 8.7%。围绕这一目标，当地政府也配套相应的资源以推动新能源行业的发展。

图 7：鄂尔多斯市 2025 年新能源发展规划目标

规划时段	风力发电	光伏发电	太阳能热发电	生物质发电	压缩空气储能
2010-2012	30	10	5	5	1
2013-2015	140	50	20	7.5	1
2016-2020	170	150	50	12.5	
2021-2025		340	15		
累计	340	550	90	25	2

数据来源：《鄂尔多斯市政府 2025 年能源发展规划》

3) 鄂尔多斯地区杭锦旗清洁能源园区

杭锦旗清洁能源园区位于内蒙古自治区鄂尔多斯地区西北部,地理坐标东经 116° 55′ 16.109° 16′ 08′, 北纬 39° 22′ 22′ - 40° 52′ 47′, 如图 2-3 所示。该清洁能源园区是由杭锦旗政府牵头开发并管辖, 已经列入鄂尔多斯地区一级的经济开发区。

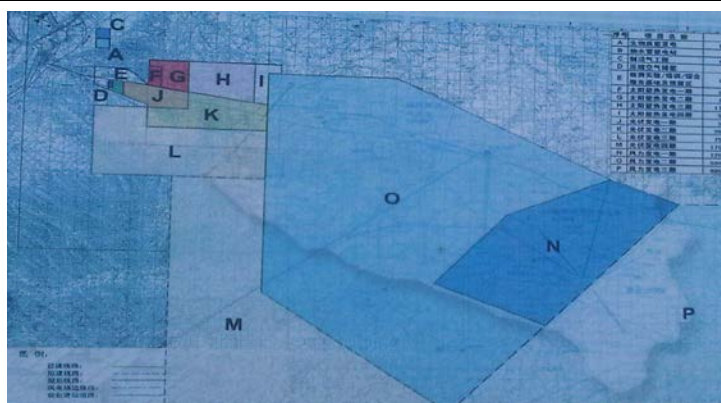


图 2-3: 杭锦旗清洁能源园区规划图

杭锦旗清洁能源园区总体规划是由中国科学院电工研究所、内蒙古电力学院和中计信投资咨询有限公司共同编制的, 其规划的短期和长期目标分别如下:

表 2-1 分阶段发展 (2010-2025)

规划时段	单位: 兆瓦				
	风电	太阳能光伏	光热	生物质发电	压缩空气储热
2010-2012 年	30	10	5	5	1
2013 - 2015 年	140	50	20	7.5	1
2016 - 2020 年	170	150	50	12.5	0
2021 - 2025 年	0	340	15	0	0
TOTAL	340	550	90	25	2

按照以上规划目标, 园区将需各投资商投资规模达到 1100 ~ 1120 亿元人民币。具体规划目标见附件一。

4) 园区有关数据

主要指标	当地情况
☐ 太阳能资源及环境因素	1. 年总辐射量 (GHI): 1740 千瓦时/平方米 2. 法相直射量 (DNI): 1900 千瓦时/平方米 3. 年均日照时间: 3157 小时 (每天日照时间 8 小时)

		<p>4. 地形地理：大多数属于隔壁地带，适合发展太阳能和风力发电。年均温度在零下 28.6℃ 和 39.5℃ 之间。</p> <p>5. 沙尘暴时间：年均 8.1 天</p> <p>6. 阴天天数： 年均 12 天</p> <p>7. 暴风雨天数： 年均 17.8 天</p>
<input type="checkbox"/>	输变电基础设施	<p>输变电设施具备：</p> <p>500KV 变压器 3 台</p> <p>220KV 变压器 15 台</p> <p>110KV 变压器 38 台</p>
<input type="checkbox"/>	天然气供应	一条天然气管道从杭锦旗境内通过。
<input type="checkbox"/>	水资源	靠近黄河流域，全年供水条件具备。
<input type="checkbox"/>	基本设施	园区圈地完成，平整完成。园区道路建设完成，与就近高速公路和当地居民区联接通畅。
<input type="checkbox"/>	社区环境	当地就近居住居民为蒙古族与汉族，主要以牛、羊和骆驼养殖和农耕为主。煤炭资源丰富。
<input type="checkbox"/>	生态植被	戈壁沙生植被主要有沙柳，杨柴，柠条，锦鸡儿等，农作物秸秆量大，适合发展生物质发电。
<input type="checkbox"/>	环境保护与治理	戈壁地带大多原用于放牧和农耕所用，但过去的过度使用导致了水土流失十分严重。当地政府加大退耕还林的力度，进行环境治理。因此，大幅闲置的土地将用于大规模的清洁能源开发。

5) 政府扶持手段

杭锦旗政府已经就清洁能源园区建设出台了具体的扶持政策，吸引投资商前来园区投资。总体而言，所有前来园区投资的开发商都享有国家统一的可再生能源推广的激励政策。此外，当地政府还出台了额外的当地政府扶持政策，吸引开发商前来园区投资。所有扶持政策简述如下：

税收支持政策

- A. 减免国有资产投资调节税
- B. 头三年企业所得税全免
- C. 后三年企业所得税减半
- D. 自筹资金的开发商和外资企业的企业所得税享受减免优惠

土地使用政策

- A. 租赁期土地使用免费
- B. 土地使用权可以租赁、转让或在规定租赁期内进行转让。

其它政策

- A. 减免城市建设支持费用
- B. 减免全民教育支持费用
- C. 减免当地教育支持费用
- D. 减免财产税

此外，鄂尔多斯地方政府还通过当地煤炭资源开发利用所征费用，设立了专门的园区开发的发展基金。

2.1.4 发展进程分析

1) 风电项目

根据鄂尔多斯新能源产业示范区管委会提供的《招商引资统计表》得知，截止到 2012 年 11 月 1 日，风力发电项目一共有 7 个，总容量为 346.5MW，即 34.65 万 kW。其中内蒙古新锦风力发电有限公司杭锦旗伊和乌素风电场一期 49.5MW 项目、内蒙古新锦风力发电有限公司杭锦旗伊和乌素风电场二期 49.5MW 项目、内蒙古新锦风力发电有限公司杭锦旗乌吉尔风电场一期 49.5MW 项目和内蒙古大漠风力发电有限责任公司乌吉尔风电场一期 49.5MW 项目已建成并网发电；内蒙古国电陶日木风电有限公司杭锦旗伊和乌素风电场一期 49.5MW 项目建成投产；内蒙古富强风力发电有限公司伊和乌素风电场一期 49.5MW 项目自治区发改委已核准等待开工；内蒙古国电陶日木风电有限公司杭锦旗伊和乌素风电场二期 49.5MW 项目报自治区发改委核准。风力发电项目基本完成了到 2012 年底新增装机容量 30 万 kW 的规划目标。

2) 太阳能光伏发电项目

根据鄂尔多斯新能源产业示范区管委会提供的《招商引资统计表》得知，截止到 2012 年 11 月 1 日，太阳能光伏发电项目一共有 11 个，总容量为 360MW，即 36 万 kW。其中有 3 个容量为 10MW 的项目已核准完毕等待开工建设；有 2 个容量为 50MW 的项目相关批文已取得正在等待自治区的核准；其他的 6 个项目总容量为 230MW 正在为核准做相关工作。太阳能光伏发电项目基本完成了到 2012 年底新增装机容量 10 万 kW 的规划目标。

3) 太阳能光热发电项目

根据鄂尔多斯新能源产业示范区管委会提供的《招商引资统计表》得知，截止到 2012 年 11 月 1 日，太阳能光热发电项目一共有 2 个，总容量为 100MW，即 10 万 kW。其中大唐鄂尔多斯市新能源有限公司 50MW 槽式热发电项目已核准，正在修改设备及初设等，等待集团公司下达开工命令；中国电力投资集团公司华北分公司中电投杭锦旗巴拉贡 50MW_p 光热项目目前正在办理路条，已提交市发改委，准备报自治区发改委。太阳能光热发电项目基本完成了到 2012 年底新增装机容量 5 万 kW 的规划目标。

4) 生物质发电项目

根据鄂尔多斯新能源产业示范区管委会提供的《招商引资统计表》得知，截止到 2012 年 11 月 1 日，生物质发电项目一共有 1 个，总容量为 24MW，即 2.4 万 kW。即鄂尔多斯市源丰投资有限责任公司（2×12MW 生物质热电联产项目）已建成投产。生物质发电项目规划到 2012 年底新增装机容量 5 万 kW，完成了 48%。

5) 其他项目

鄂尔多斯市中盛光伏有限公司鄂尔多斯中盛光伏年产 2 万吨多晶硅和 4GW 硅片制造项目开工建设当中，若建成并投产则基本完成了年产 1.2 万吨多晶硅的规划目标；

内蒙古华延芯光科技有限公司（LED 产业链项目）正在筹备开工建设当中（1、外延片、芯片项目水土保持上会并取得水土保持批复，环评、能评、预选址函已取得。2、七个项目在自治区安监局上会，专家已同意安全预评价通过，正在补充资料，等资料补充完成后将出批复。3、白光银光粉项目已在鄂尔多斯申报大厅递交材料，并组织专家在鄂尔多斯市安监局上会，等资料补充后出安全预评价批复。4、21 公顷土地杭锦旗国土局准备招拍挂手续，正在协商办理中。5、外延片、芯片项目正在评估中心和绿洁环保合作编写中，近期出批复报告。）；

尚正新能源系统技术有限责任公司太阳能直流水泵生产项目目前正在办理土地预审、能评、环评等支持性文件。2012 年 7 月中旬开工建设，厂房已基本建成。土建工程完成 40%。已完成投资 200 万元；

压缩空气储能 2012 年底规划新增装机容量为 1 万 kW，未完成；

抽水蓄能电站 2012 年底规划目标为 100 万千瓦，未完成；

秸秆制沼气规划目标为：到 2012 年，建设能处理 10 万吨秸秆的制沼气工程，未完成。

2.1.5 结论

1) 发电园区规划目标

截止 2012 年底，风电项目规划新增装机容量为 30 万 kW，基本完成规划目标；太阳能光伏发电项目规划新增装机容量为 10 万 kW，基本完成规划目标；太阳能光热发电项目规划新增装机容量为 5 万 kW，基本完成规划目标；生物质发电项目规划新增装机容量为 5 万 kW，完成规划目标的 48%；压缩空气储能规划新增装机容量为 1 万 kW，未完成。抽水蓄能电站规划目标为 100 万千瓦，未完成。秸秆制沼气规划目标为建设能处理 10 万吨秸秆的制沼气工程，未完成。

2) 新兴产业园区规划目标

截止 2012 年底，鄂尔多斯市中盛光伏有限公司鄂尔多斯中盛光伏年产 2 万吨多晶硅和 4GW 硅片制造项目开工建设当中，目前能完成光伏产业规划目标的 20%，光伏产业规划目标的期限为 2011-2015 年，据此推算，到 2015 年基本能完成规划目标。内蒙古华延芯光科技有限公司（LED 产业链项目）正在筹备开工建设当中，目前能完成 LED 产业规划目标的 15%，LED 产业规

划目标的期限为 2011-2015 年，据此推算，到 2015 年基本能完成规划目标。中小企业基地规划目标项目目前并未着手实施。

附件一：

新能源产业示范区新兴产业园区发展规划项目

序	项目名称	规模	投资	销售收	利润总
近期(2011—2015 年)					
一	光伏产业				
1	多晶硅(含单晶硅)	12000t/a (含单	902933	410256	135728
2	太阳能及电子级多晶硅片	6000t/a(加 工能力)	450000	650000	195000
3	多晶硅太阳能电池及组件	600MW	480000	108000	276000
4	非晶硅薄膜太阳能电池及	150MW	150000	225000	90000
5	热电站	2×300MW	276235	60111	15005
	小 计		2259168	242536	711733
二	LED 产业				
6	LED 芯片(含累计生产 300	129.6 亿粒/a	597803	143641	1302129
7	封 装	100KK/月	20000	45600	6840
	小 计		617803	148201	1308969
三	中小企业基地				
8	氯碱	2 万 t/a	7000	5039	650
9	高效蓄光发光粉	60t/a	500	2000	1100
10	磷酸铁锂正极材料	200t/a	1200	3000	1000
11	石墨电极	2000t/a	2000	1600	400
12	苁蓉加工	干品 350t/a	2706	5800	1500
13	甘草加工	中药材	25000	51500	18800
14	苦豆籽加工	苦参素 10t/a	2220	3420	1000
15	肉类产品加工成民族食品	牛、羊肉加	7000	20000	5000
16	生化制品	肝素钠	2500	2250	920
	小 计		50126	94609	30370

序	项目名称	规模	投资	销售收	利润总
	合 计		2927097	400199	2051072
远期(2016—2020 年)					
一	光伏产业				
17	多晶硅(含单晶硅)	18000t/a	1500000	615384	200000
18	太阳能及电子级多晶硅片	12000t/a(加	900000	130000	390000
19	多晶硅太阳能电池及组件	1200MW	960000	216000	552000
20	非晶硅薄膜太阳能电池及	300MW	300000	450000	180000
21	热电站	2×300MW	276235	60111	15005
	小 计		3936235	458549	1337005
二	LED 产业				
22	LED 芯片(含累计生产 300 台 MOCVD 设备)	129.6 亿粒/a	597803	143641 5	1302129
23	封 装	200KK/月	40000	91200	13680
	小 计		637803	152761	1315809
三	中小企业基地				
24	氯碱	3 万 t/a	10000	7600	1300
25	煤矿设备维修中心	15 台套	33000	5852	3960
26	汽车维修	500 辆/a	1500	413	180
27	无碱玻璃纤维制品	5 万 t/a	68000	45000	15000
28	玻璃钢制品	5 万 t/a	35800	60000	12000
29	新兴硅钙板	300 万 m ² /a	2200	9000	2000
30	园区物流中心	分近远两期	28190		
	小 计		178690	127865	34440
	合 计		4752728	624097	2687254
	总 计		7679825	102429	4738326

2.2 构建太阳能热发电独立供能示范区的设想

在 2.1 节的基础上，本节设想构建太阳能热发电站完全供电的独立供能区。由于太阳能热发电站具有：

- 1) 储热，可以提供 24 小时的电力供应；
- 2) 发电余热，可以提供 24 小时连续的制冷和采暖。

因此在该供能区内实现完全太阳能热发电站供能的设想从理论是可以实现的。

2.2.1 独立供能园区的总体构想

该园区定义为生活园区。该园区内能量用户包括：生活用能，办公用能，商业用能，小型生产用能等四个方面。暂时不考虑大型生产用能。

每个家庭住户的年用电负荷，现行国家标准规定，一般两居室住宅用电负荷为 4000 瓦，相应的电能表规格为 10(40)安，这里定位 5kW，年用电约为 9000kWh。以 1000 户居民考虑，该地区居民年用电约为 9 百万度。以上考虑了居民炊事用电。

该小区内办公用能，商业用能，小型生产总建筑面积 5 万平方米，加上小型工业用电，用电年累计 0.9 亿度。

以上计算可见，该园区累计电力负荷约为 1 亿 kWh/年

该小区假设位于鄂尔多斯地区。其年采暖期约为六个月。建筑总面积 5.5 万平方米，其采暖期热负荷功率约为 1650kW，用热量约为 65 万 kWh/年。远小于需要的电力负荷。

依据用电量和热负荷情况，可以建立一座 50MW 带有 4 小时储热的电站。该电站以电定产，余热供暖的热能是足够使用的。

为了保障足够的用电安全性，该园区接一条 10KW 进线。该进线可与该电站的发电出线互用。

2.2.2 独立供能园区的选址设想

建议为内蒙古乌审旗内。该旗位于鄂尔多斯市西南部、内蒙古自治区最南端，地处毛乌素沙地腹部，九曲黄河三面环抱。地理坐标为东经 108°17′ 36″—109°40′ 22″ 和北纬 37°38′ 54″—39°23′ 50″。全旗辖 6 个苏木镇 59 个嘎查村，行政区划东西 104 公里，南北 194 公里，总面积 11645 平方公里。乌审旗是一个以蒙古族为主体、汉族占多数的少数民族聚居区，全旗总人口 10 万人，其中蒙古族 3 万人。

乌审旗属于温带大陆性季风气候，全年日照 2800—3000 小时，大于等于 10℃，有效积温 2800-3000℃，年平均温度 6.7℃，年降雨量为 300-400 毫米，年蒸发量 2200-2800 毫米，年平均风速 3.4 米/秒，无霜期 130-140 天。

乌审旗自然景观秀美，素有“塞外小江南”的称誉。黄河一级支流无定河、大漠明珠巴图湾、广袤肥沃的大草原、浩瀚苍渺的毛乌素沙地、犹如点点繁星的天然碱湖、一碧千顷的原始沙地柏丛林，构成了兼具大漠粗犷与水乡秀丽的独特自然景观。经过几代人攻沙治水，植树造林，这里植被覆盖度已达 70%，森林覆盖度达到 26.1%。这里地势平坦，可利用土地广博。2006 年，乌审旗被国家民协命名为中国“苏力德文化之乡”、“鄂尔多斯民族歌舞之乡”、“蒙古族敖包文化之乡”。

乌审旗坐落于鄂尔多斯油气田的核心地区，资源富集。

1、天然气。据中石油和中石化的勘探成果显示，乌审旗是鄂尔多斯盆地油气田的重要组成部分，属于天然气资源富集区。现已勘探发现苏里格、乌审、长庆、大牛地四个超千亿立方米的大气田，天然气探明储量近万亿立方米。相继建成长庆气田第二净化厂、苏力格天然气第一处理厂，天然气远输北京、上海、呼和浩特等地。预计“十一五”末天然气产能将达到 100-150 亿立方米。

2、煤炭。近年来，乌审旗资源勘探取得历史性重大突破，相继在大牛地、纳林河等地发现了储量丰富、品质优良的特大型煤田，探明储量 95.6 亿吨，预计全旗煤炭总储量可达 500 亿吨。目前煤田普查、精查工作基本结束，现在正在进行探矿权转让工作，2007 年计划开工建设 1-2 个 300 万吨以上煤矿。

3、水。乌审旗地表水主要为无定河及其支流，境内主要河流有无定河、纳林河、海流图河、白河、小河、母户河等，过境总长度 253.8 公里，地表水资源总量 35268.78 万立方米/年。地下水天然补给量为 50155.96 万立方米/年，可开采量为 28291.12 万立方米/年。全旗年可利用地表水、地下水资源总量为 63559.9 万立方米/年，而且充盈丰富、便于提送。现在，总投资 10 多亿元的毛乌素沙区地表水综合利用工程已全面启动实施，其中大草湾水源地工程 2007 年将建成投用。

近年来，乌审旗构筑了工业、农牧业、文化和城镇建设四大产业体系。2006 年，全旗地区生产总值实现 42.62 亿元，财政收入完成 45459 万元，城镇居民人均可支配收入和农牧民人均纯收入达到 11012 元和 5443 元，跻身中国西部 50 强。

该地区强有力的经济可支撑太阳能独立园区的建设。

2.2.3 独立供能园区政策设计

太阳能热发电园区建设的资金来源可以结合当地的土地资源和矿产油气资源综合利用。建立太阳能热发电独立园区的业主单位可以打捆享受一定量的油气和矿产开发权。另外，对其其

他方面的开发，例如畜牧业等项目也可以给予优惠鼓励。这样可形成有利的经济支撑，也可节约政府的一次投资。

在开发油气资源的同时，也可考虑建立太阳能与油气互补的热发电站。这样可以提高太阳能利用的经济性，随着技术的发展，可以逐步加大太阳能的比例，进一步节能减排。

在该地区布置太阳能热发电站为主的基础上，也可布置光伏和风电作为补充以优化系统的经济结构。当然，按照独立能源园区的理念。这些电能的消耗主要是在就地。

该园区热电并供模式，太阳能热发电为主与光伏和风电形成电力系统的模式的建立和运行可以作为范例今后在北方地区推广。其意义还在于试验太阳能热发电作为独立运行的电源，是否可以满足未来 30 年后作为主力电源的角色。

2.3 建立与光伏和风电互补的太阳能热发电调峰基地

该部分内容在 2.1 节中已经有所描述，这里不再赘述了。

2.4 建立分布式太阳能热发电电热联供系统

如 2.2 节的描述。太阳能热电并供电站是降低太阳能热发电成本的有力手段。设想在 1000 户人口的村镇周边建立带有储热系统的 5MW 级分布式太阳能热发电站，年发电量约 1 千万度。其中的电力可以上网或就地消纳。发电的余热可以作为冬季采暖使用，供应 1000 户居民的约 10 万平方米建筑需求。热量的形势可以按照用户的要求提供饱和蒸汽或低温热水。该方案可以结合 2.1 节及 2.2 节提出的园区建设展开。