



水电水利规划设计总院
China Renewable Energy Engineering Institute

多措并举推动我国光热发电规模化发展

水电水利规划设计总院 王昊轶

二零二三年二月 甘肃 敦煌



光热发电是具有灵活调节和系统支撑能力的可再生能源发电技术，是**优质的调节性电源**。通过与风光的一体化调度、一体化运行，可以实现光热与风光电源的发电特性互补，**能够为电力系统提供清洁的调峰能力和惯量支撑**，光热发电的规模化发展意义重大。

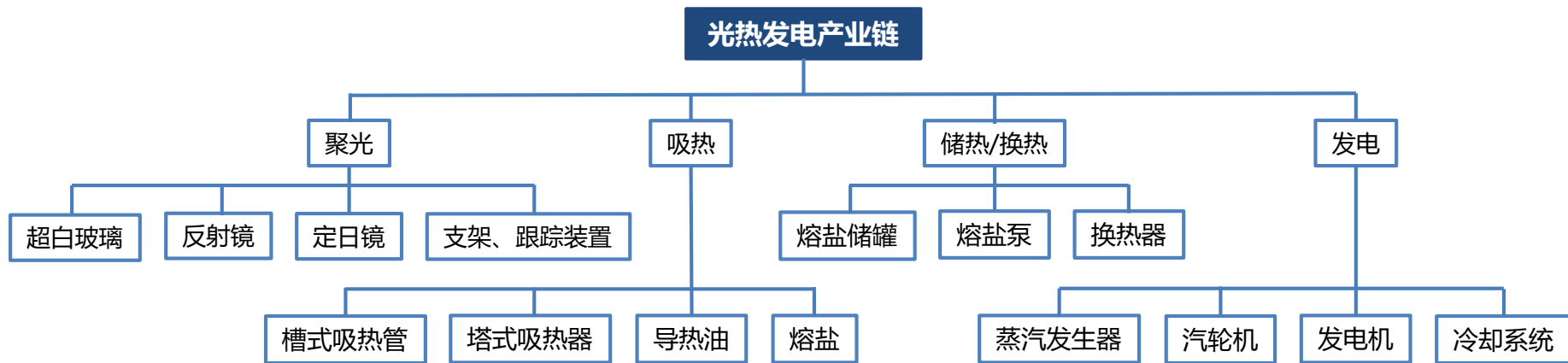


一、推动我国光热规模化发展具有重要意义

- 光热电站的装机规模和占比仍然偏小，并网项目多处于自主发电状态，对电力系统的调节、支撑作用没有得到充分发挥。
- 随着光热发电装机规模的扩大，在具备条件的地区集中开发、集群调度，与风光电源实现多能互补，**将有利于在新能源大基地等场景中充分发挥调节支撑作用，在常规火电调峰能力增长不足的环境下发挥调峰电源作用。**

二是有利于推动相关产业协同发展

- 光热发电产业链长，上游包括钢铁、超白玻璃、反射镜和熔盐等原材料产业，以及支架跟踪装置、汽轮机和发电机等工业设备。
- **光热发电的规模化发展将有利于提升传统产业产能的消化，同时可带动新兴产业发展。**



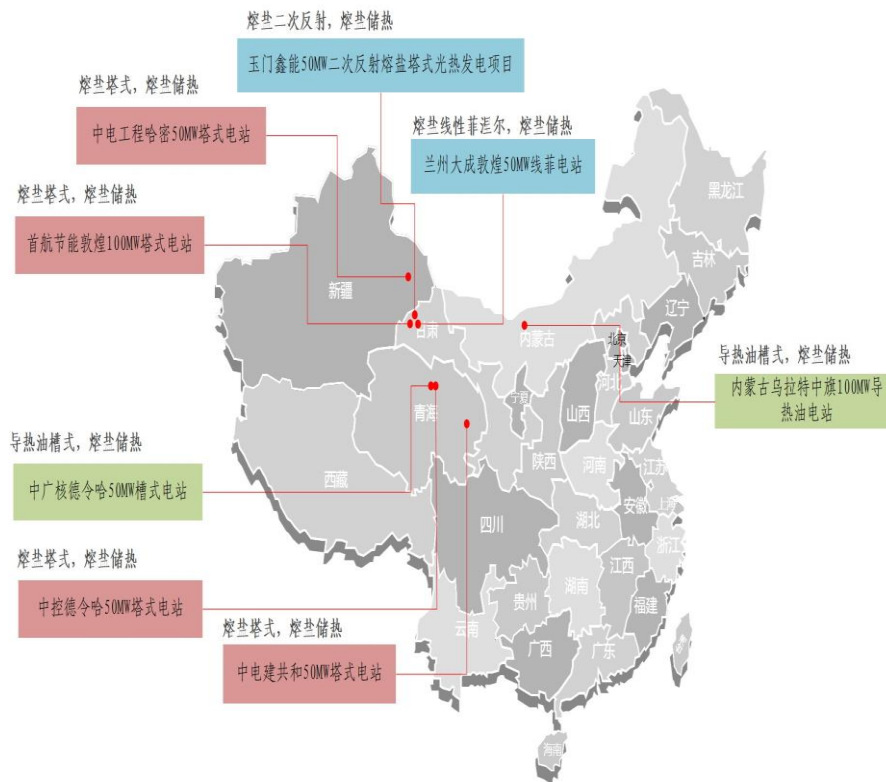
- 目前光热项目规模有限，市场预期不够，光热电站工艺系统的关键核心装备和材料如定日镜、汽轮机、熔盐等，目前大多采用定制化开发，没有形成标准化、规模化生产，成本居高不下。
- **光热电站规模化建设，在规模效应的拉动下，将推动核心关键设备的标准化，进一步促进光热电站建设成本的下降。**

- 在示范工作的带动下，我国光热发电实现了从无到有的大幅发展，验证了技术可行性。从未来发展的角度来看，以超临界二氧化碳布雷顿循环为代表的技术路线更新，以及以提高系统温度、降低各环节热损为目的的技术进步，都有利于实现系统效率的提升。
- **通过光热发电的规模化发展，将为技术进步提供良好环境，进而实现效率提升和成本下降。**



二、我国光热发电规模化发展已初步具备条件

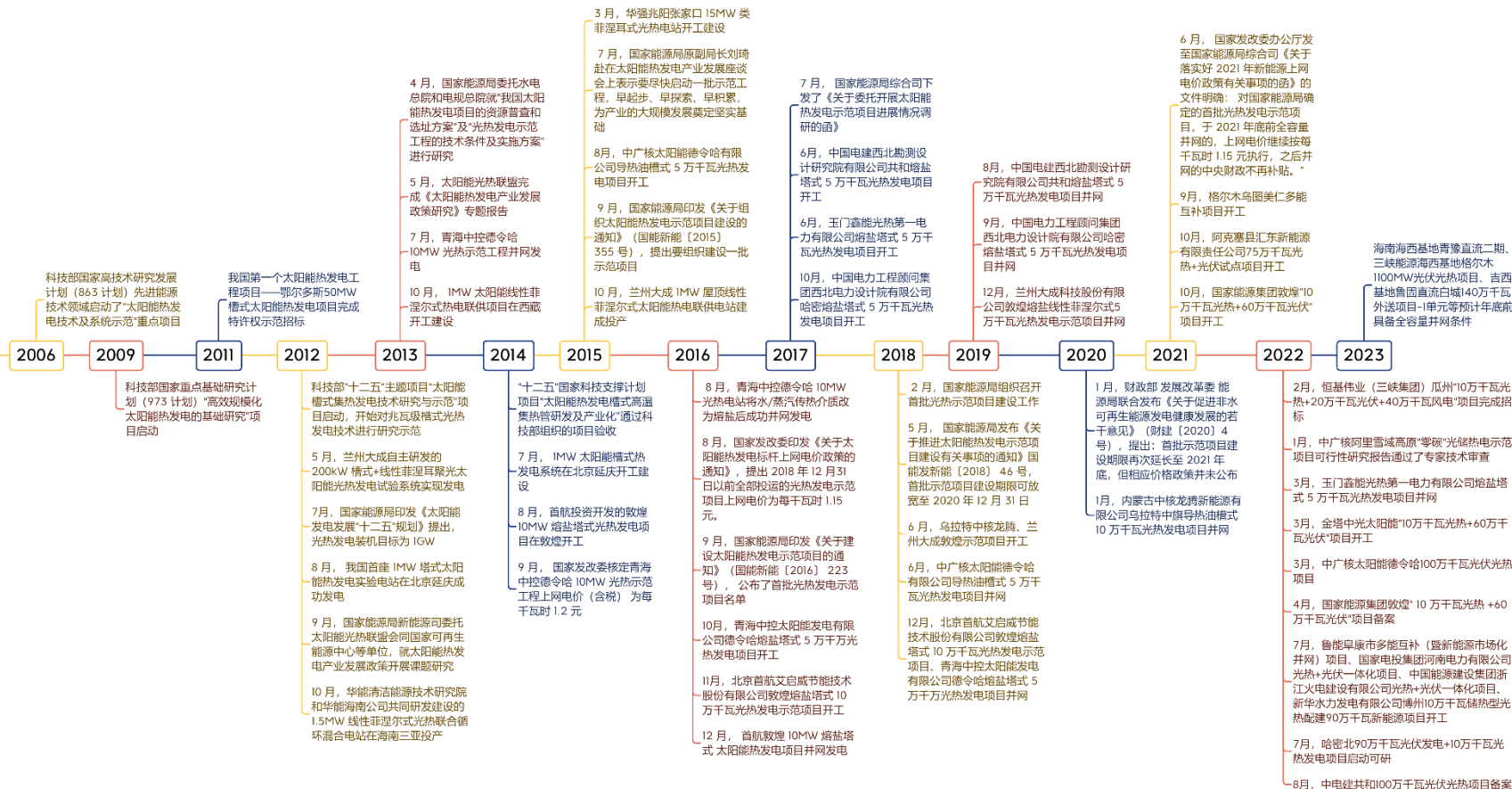
- 2015年9月，我国正式启动了太阳能光热发电示范工作。截至目前，首批光热示范项目中，共计建成并网8个、装机规模50万千瓦。
- 在首批示范项目的推动下，我国光热发电在技术、产业、人才等方面初步形成了较为完整的体系，为我国光热发电的规模化发展奠定了基础。



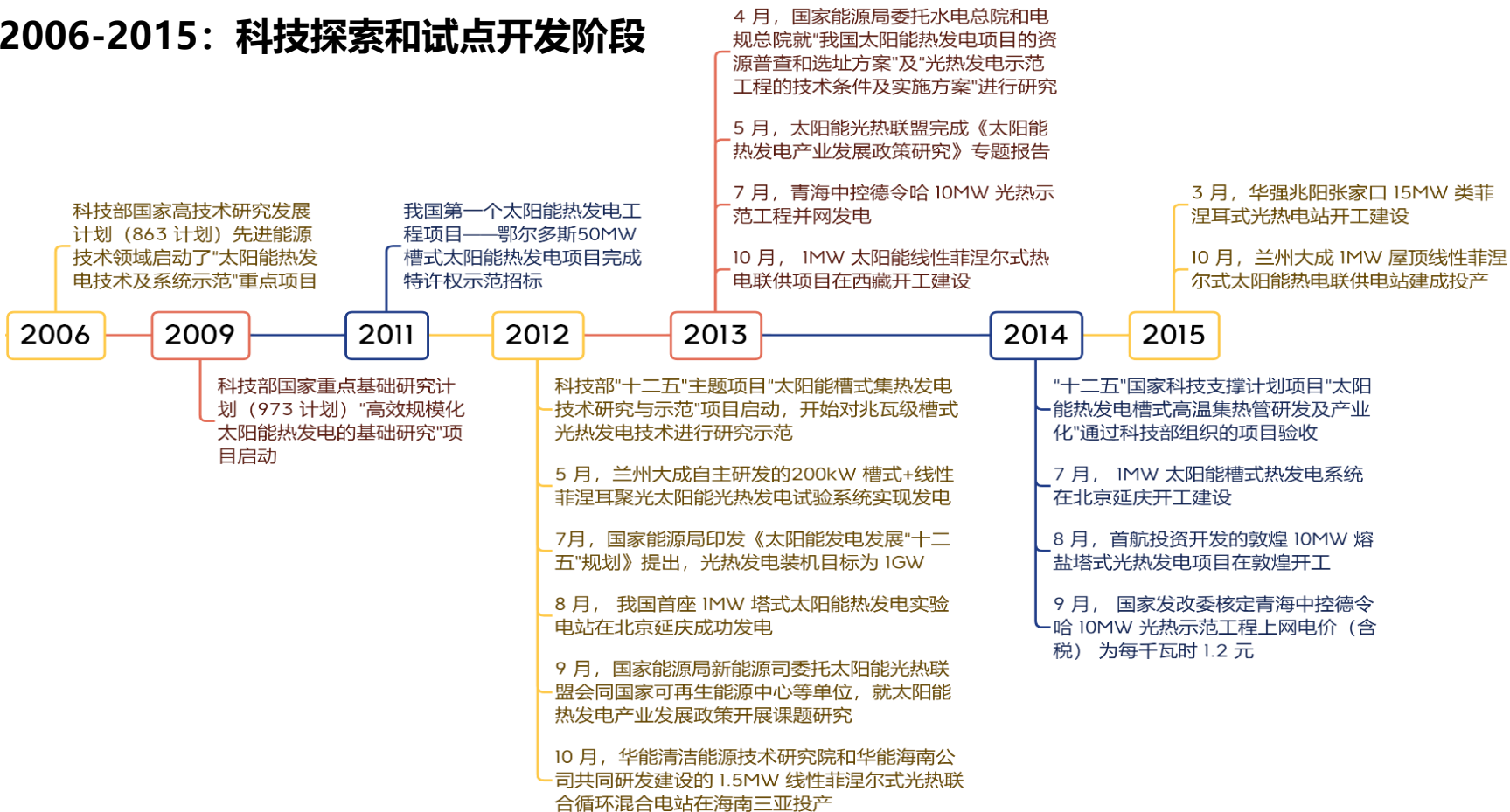
我国光热发电的发展历程



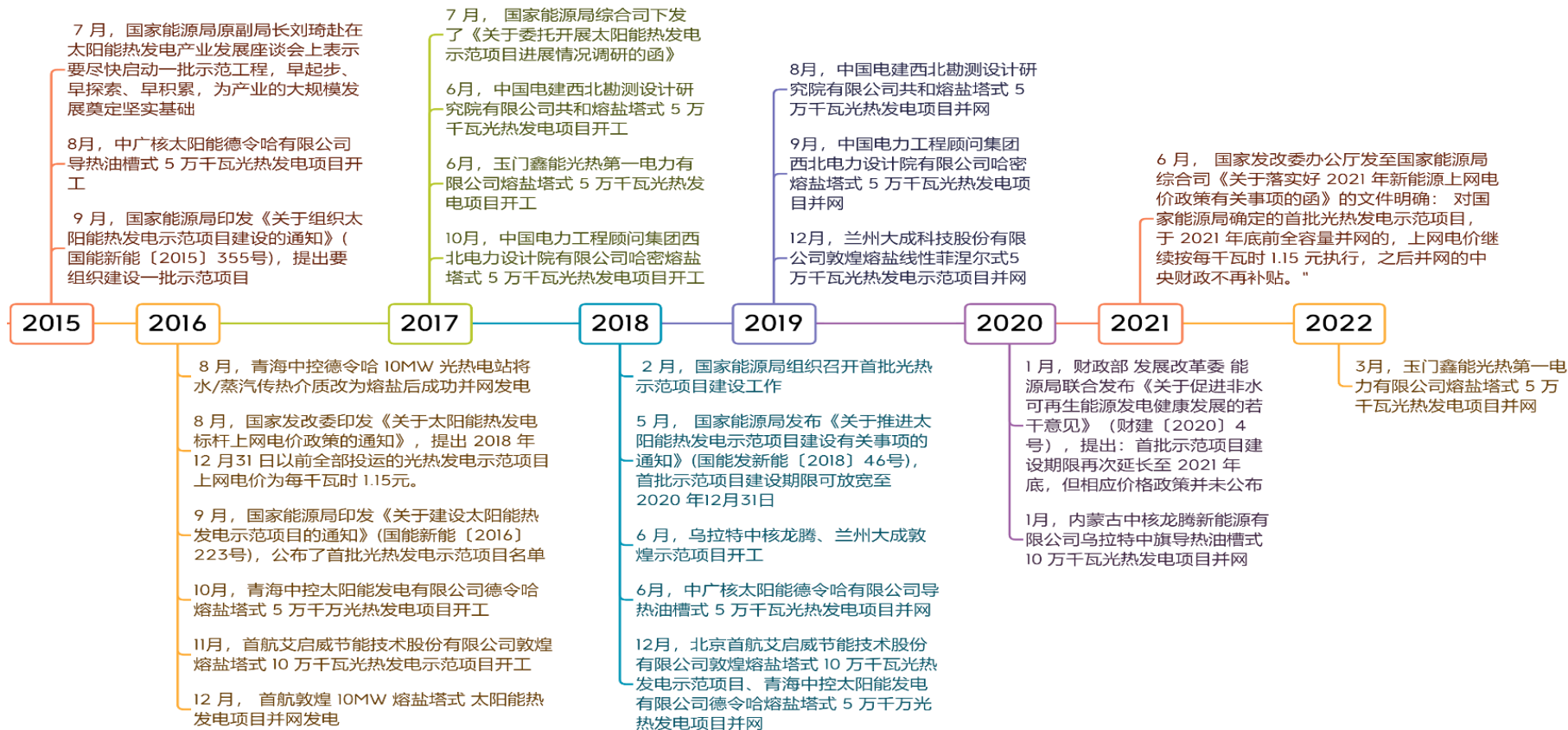
我国光热工作开展情况回顾



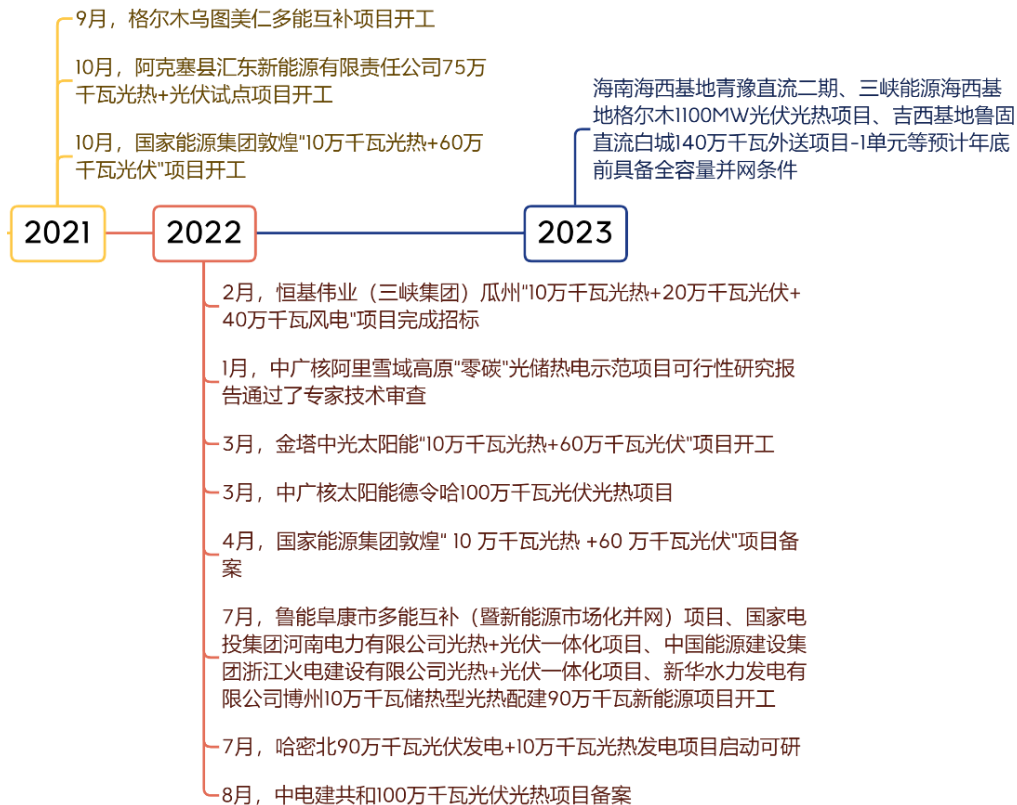
➤ 2006-2015：科技探索和试点开发阶段



➤ 2015-2021：规模化示范阶段



➤ 2021至今：光热与风光互补一体化发展阶段



序号	项目名称	规模 (万千瓦)
1	鲁能阜康市多能互补（暨新能源市场化并网）项目	10
2	中能建哈密“光（储）多能互补一体化煤电示范项目	15
3	三峡新能源哈密100万千瓦“光热+光伏”一体化综合能源示范项目	10
4	哈密北90万千瓦光伏发电+10万千瓦光热发电项目	10
5	大唐石城子100万千瓦“光热+光伏”一体化清洁能源示范项目	10
6	吐鲁番市托克逊县乌斯通光热+光伏一体化项目	10
7	唐山海泰新能源股份有限公司光热+光伏一体化项目	10
8	国家电投集团河南电力有限公司光热+光伏一体化项目	10
9	中国能源建设集团浙江火电建设有限公司光热+光伏一体化项目	10
10	国投若羌县10万千瓦光热储能配套90万千瓦光伏市场化并网发电项目	10
11	若羌县10万千瓦光热（储能）+90万千瓦光伏示范项目	10
12	新华水力发电有限公司博州10万千瓦储热型光热配建90万千瓦新能源项目	10
13	精河新华新能源有限公司“光热储能”一体化基地项目	10
1	中广核阿里雪域高原“零碳”光储热电示范项目	5
2	西藏扎布耶盐湖绿色综合利用万吨锂电池级碳酸锂能源供应项目	4
3	西藏华电那曲曲色尼区光伏光热一体化项目一期	5
4	那曲安多光热+风光电一体化项目规划及首期光热发电项目（100MW）	10
1	金塔中光太阳能“10万千瓦光热+60万千瓦光伏”项目	10
2	中核集团玉门“10万千瓦光热+20万千瓦风电+40万千瓦光伏”项目	10
3	阿克塞县汇东新能源有限责任公司75万千瓦光热+光伏试点项目	11
4	恒基伟业（三峡集团）瓜州“10万千瓦光热+20万千瓦光伏+40万千瓦风电”项目	10
5	国家能源集团敦煌“10万千瓦光热+60万千瓦光伏”项目	10
1	海南海西基地青豫直流二期1标段	10
2	海南海西基地青豫直流二期2标段	10
3	海南海西基地青豫直流二期3标段	10
4	三峡能源海西基地格尔木1100MW光伏光热项目	10
5	青海众控德令哈135万千瓦多能互补项目	20
6	中广核太阳能德令哈100万千瓦光伏光热项目	20
7	中电建共和100万千瓦光伏光热项目	10
8	中能建江苏设计院江苏美科共100万千瓦源网荷储项目	10
9	格尔木乌图美仁多能互补项目	30
10	中国华能集团格尔木市多能互补一体化基地项目	5
1	吉西基地鲁国直流白城140万千瓦外送项目-1单元	10
2	吉西基地鲁国直流白城140万千瓦外送项目-2单元	10
1	华能乌拉特后旗风光热储一体化项目30万千瓦光热项目	30
2	华能准格尔旗多能互补项目10万千瓦光热项目	10



- 从发展历程可以看出，首批光热示范项目的建成并网，对于推动我国光热规模化发展具有重要意义，既取得了一定的成绩，也汲取了一些经验，**初步实现了我国开展示范工作的初衷。**
- 水电水利规划设计总院牵头，会同电力规划设计总院、国家太阳能光热产业创新联盟、中国电力科学研究院按照主管部门的工作布置，完成相关项目的评估，**首批光热示范项目建设圆满完成既定目标。**



国家能源局

National Energy Administration

请输入关键字



首页 信息公开 领导活动 新闻中心 能源要闻 在线办事

当前位置: 首页 > 正文

目录项的基本信息

公开事项名称: 国家能源局关于组织太阳能热发电示范项目建设的通知 国能新能〔2015〕355号

索引号: 000019705/2015-00087

主办单位: 国家能源局

制发日期: 2015-09-23

国家能源局文件

国能新能〔2015〕355号

国家能源局关于组织太阳能热发电示范项目建设的通知

各省（区、市）发展改革委（能源局），新疆生产建设兵团发改委、国家可再生能源中心、水电水利规划设计总院、电力规划设计总院：

太阳能热发电是太阳能利用的重要新技术领域，为推动我国太阳能热发电技术产业化发展，决定组织一批太阳能热发电示范项目建设。现将有关事项通知如下：

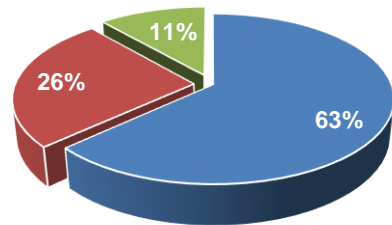
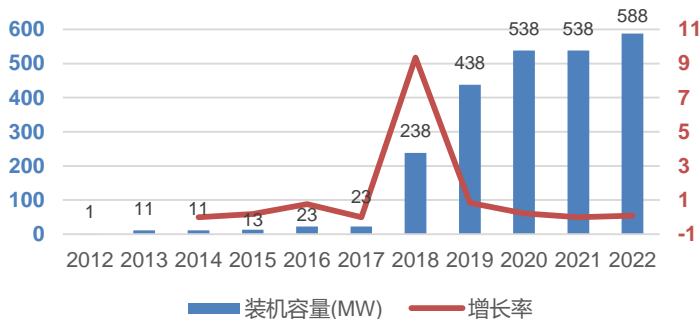
一、示范目标

目前国内太阳能热发电产业处于起步阶段，尚未形成产业规模，工程造价较高，技术装备制造能力弱，缺乏系统集成及运行技术。为攻克关键技术装备，形成完整产业链和系统集成能力，现组织建设一批示范项目。太阳能热发电示范项目以槽式和塔式为主，其他类型也可申报，示范目标：一是扩大太阳能热发电产业规模。通过示范项目建设，形成国内光热设备制造产业链，支持的示范项目应达到商业应用规模，单机容量不低于5万千瓦。二是培育系统集成商。通过示范项目建设，培育若干具备全面工程建设能力的系统集成商，以适应后续太阳能热发电发展的需要。

2015年9月国家能源局印发《关于组织太阳能热发电示范项目建设的通知》（国能新能〔2015〕355号），提出要组织建设一批示范项目，明确了示范目标：一是要扩大光热发电产业规模，形成国内光热发电设备制造产业链；二是要培育具备全面工程建设能力的系统集成商，以适应后续光热发电发展的需要。

我国正式启动太阳能光热发电示范工作。

- 一是我国实现光热发电装机规模从无到有的跨越式增长，形成了全球种类最多的光热发电技术路线。我国光热发电从“十三五”初期仅有个别试验性质的小型项目，到目前装机规模达到58.8万千瓦，仅次于西班牙和美国，位居全球第三，实现了跨越式增长。我国光热发电装机容量占全球光热装机规模的比重从2016年底的不足0.5%提升至2022年的8.4%。我国建成投运的光热发电示范项目既有50MW规模，也有100MW规模；储热时长最短6小时，最长13小时；技术路线包括了熔盐塔式、导热油槽式、熔盐线性菲涅尔式，我国成为目前全球范围内唯一一个拥有四种光热发电技术路线的国家。



我国光热主要装机规模增加及技术路线占比

- 二是我国形成了具有自主知识产权的光热产业链，从业单位数量和产品供应能力实现较大增长。示范项目是我国首次开展的大规模光热发电项目建设，有效促进了光热发电全产业链建设。根据国家太阳能光热产业技术创新战略联盟数据统计，在从业单位数量方面，光热发电相关生产企业、设计单位、工程建设单位、高校和科研机构等数量增长了175%，相关从业人员数量达到约6万人；在生产装备和产品供应能力方面，我国建立了数条光热发电专有的聚光、吸热、传储热系统关键部件产品生产线，关键产品部件的产能或供应商数量也有较大程度增加。

装备制造



系统集成

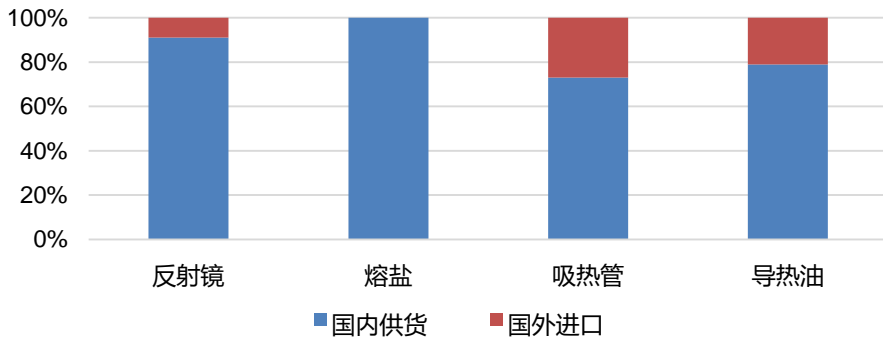


投资运营



- **三是示范项目建设带动了我国自主化技术的发展和应**用，**一些关键设备突破了国外垄断**。大部分示范项目采用了**国产的设备产品，占比超过90%**，另外，包括槽式光热发电用柔性连接件、塔式熔盐吸热器（镍基合金材料和高温涂层）、高温熔盐泵和熔盐阀等产品和材料，虽然在示范项目中均采购了国外产品，但我国企业通过自主研发、样机研制、小批量在示范电站中应用等途径，实现其整体性能基本或者已经能够达到设计要求，为后续项目大规模采用自主化设备提供了工程业绩和参考。例如，**我国自主研发的熔盐泵等产品已中标风光大基地中的光热发电项目**。

8座光热示范项目关键材料供货比例

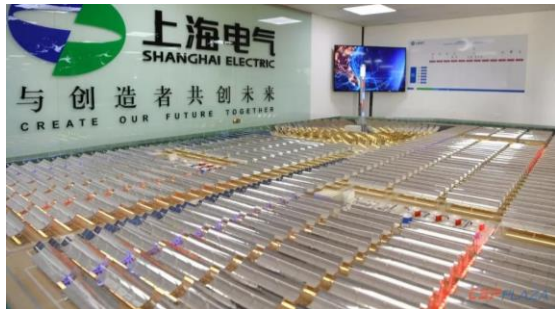


- **四是示范项目培育了我国大规模光热发电系统的设计集成能力，以及支撑光热电站规模化发展的人才队伍。** 示范项目建设为我国培养了一批在设计、集成、建设施工、调试、运维等方面具有实战经验的管理团队和技术人才，一批在水电、火电、新能源、电力系统等方面具有丰富经验的设计院和工程建设公司已深度参与到示范项目的设计和建设工作中。例如，**中国电建共和50MW光热项目建设，带动了电建集团一体化设计、施工、调试、运维团队进入熔盐塔式光热领域**，培养了光热设计工程师30人，工程建设调试工程师30人，提供建设施工岗位约1000人。

- **五是通过国内示范项目实战经验，我国设计和系统集成商已走出国门。**我国企业主导设计并集成的光热电站获得了国外第三方给出的“达到国际先进性”的评价，具备了大容量光热电站系统集成和总包能力，承担了国外光热发电项目总包建设。例如，**中国电建山东电力建设第三工程有限公司**总包建设的摩洛哥努奥200MW槽式和150MW塔式电站已经成功投运；**上海电气**总承包建设的迪拜700MW光热+250MW光伏发电项目，我国设计院参与了相关设计；**可胜技术与中国能建葛洲坝国际联合体**以“技术+装备+工程+资金+运营”模式签订了希腊50MW光热发电项目总承包合同。



摩洛哥努奥350MW



迪拜700MW



希腊50MW

- **六是示范项目为我国积累光热电站运维经验提供“舞台”，部分电站运行维护水平达到国际领先。**光热电站系统结构复杂，运行维护水平直接影响电站的发电性能，示范项目为我国总结积累光热发电运维经验提供了实战机会。从总体来看，**各项目发电水平逐年提升**，2022年上半年大部分项目达产率比投产首年提高了10~50个百分点，其中部分项目已具备较好的发电能力。随着示范项目经验的积累，**我国具备了较强的光热电站运维能力，后续光热发电项目的达产时间必将逐步缩短。**

- **七是示范项目验证了光热发电的独特优势，为满足新能源大基地的灵活调节需求，构建以新能源为主体的新型电力系统提供了技术选择。**从示范项目的运行情况来看，光热电站除具备与燃煤火电一样的涉网性能外，**光热电站在负荷调节范围、爬坡速率等方面比燃煤机组更好、更优，光热电站作为基础负荷连续运行以及快速调节负荷参与调峰、调频等性能得到了验证。**



三、我国光热发电规模化建设趋势已逐步显现

- 首批示范项目后启动的光热项目，在燃煤标杆电价、投资收益率等约束下，多采用光热互补风光的开发模式，甘肃、青海、吉林、新疆启动的光热项目均按照一定比例与风电、光伏进行打捆，**通过一体化开发的经济互补，降低系统的综合度电成本，使项目具备经济性。**
- 现阶段更多考虑经济性互补性，并没有综合考虑系统支撑能力和经济性，是光热电站开发建设过程中的阶段性措施，**通过经济互补的模式，开展光热互补风光的建设开发，带动光热电站规模化发展，逐步向发电特性互补，实质性提高系统调节能力，综合考虑技经关系最优的光热互补风光一体化系统发展，将是我国未来光热电站规模化建设发展主要趋势。**

- 面对我国西北地区新能源高质量建设与发展的迫切需求，首批示范项目后启动的光热项目，在单体电站设计方案中充分考虑了系统降本、解决弃电、资源优势、延长出力等需求。
- 面向系统需求的适应性设计将是“十四五”我国光热电站开发建设的主要模式，**在此发展模式下，有效的电力系统集群优化调度策略，合理的光热电站规划布局，将是此种发展模式发挥系统支撑作用的关键。**



“成本和收益” 仍然是光热发电规模化发展面临的挑战



四、相关措施建议



一是统筹谋划光热与风光互补一体化发展

- **摸清底数。** 开展光热资源普查工作，摸清可以集中开发建设的光热场址范围和建设开发规模；
- **合理布局。** 充分考虑光热场址、风光场址、电力接入、系统需求，科学合理布局光热与风光一体化项目；
- **统筹时序。** 统筹光热、风光、电网建设时序，确保光热与风光一体化项目同期建成并网。



二是结合新能源大基地有序推进光热项目建设实施

- **优化电源配比。** 充分考虑成本下降趋势和技术经济性，科学合理研究光热与风光一体化项目的电源配比；
- **优化电站配置。** 结合电力系统对光热电站出力特性的要求，科学合理研究光热电站单体规模及各组成单元的规模配置；
- **合理安排时序。** 结合新能源大基地的建设推进要求，合理安排光热项目的开发建设。



三是鼓励创新与标准体系建立促进降本增效

- **鼓励创新。** 加强技术创新，促进降本增效；
- **完善标准。** 通过完善行业标准，推动产业链标准化进程，促进降本增效。



四是加强政策机制研究保障光热发电高质量发展

- **完善电力市场机制。** 鼓励光热电站在电力市场引导下，发挥系统调节支撑作用；
- **降低非技术成本。**



光热发电是优质的调节性电源

希望相关各方形成合力、发挥专长，共同推动光热发电规模化发展！



水电水利规划设计总院
China Renewable Energy Engineering Institute

汇报结束，谢谢！