

在日前举办的博鳌亚洲论坛2024年年会上，博鳌亚洲论坛新闻中心外，一片深蓝色的光伏地砖引人注目，它和新闻中心屋顶629块光伏板一同“捕捉”阳光，屋后则立着一块用来存储绿电的“大电池”。

屋顶光伏、立面光伏、光伏地砖、花朵风机……通过改造，新闻中心建成高水平的“光储直柔”配电系

统，年发电量约52万千瓦时，比起50万千瓦时的年耗电量，还略有盈余。

换上“绿衣”的不只新闻中心。从高空俯瞰，从屋面到车棚，随处可见光伏太阳能发电板打造出的多重绿色低碳场景：光储充电站的液冷技术最快让车辆10分钟内充满电……当了解到博鳌近零碳示范区的用电均来自

阳光、海风，参会的海内外嘉宾纷纷竖起大拇指。

最近几年，中国光伏产品表现亮眼，成为走俏海外的“新三样”之一。在我国光伏产业从小到大、从弱到强的发展过程中，天合光能股份有限公司董事长高纪凡是亲历者，也是奋斗者。近日，本报采访高纪凡，探寻中国光伏行业发展背后的故事。

中国光伏产业领跑全球惠及世界

本报记者 叶子

自主创新

实现从跟跑到并跑再到领跑

“我还清晰记得，2010年天合光能的核心技术变成国际标准的细节，此前光伏行业的所有国际标准都是由国外企业制定的。当时，光伏组件的质量保证期只有15年，我们组织研发团队攻关，经历了数十次失败，经过1000多个日夜的努力，终于成功了。”

高纪凡说，“依靠我们的独创技术，我还牵头完成了中国光伏行业第一项国际标准的制定，现在光伏组件的质量保证期最高可以达到30年以上。”

回首20多年，追寻着一束光的能量，中国光伏行业跟跑起步，栉风沐雨，不懈探索。高纪凡，就是中国光伏行业的“追光者”之一。在他看来，过去的近30年中，中国光伏行业经历了追赶——并跑——走向引领的3个阶段。

“国内光伏行业刚刚起步时，很多人还以为这就是做屋顶太阳能热水器、烧热水的。”高纪凡笑称。

以前，国内光伏行业被形容为“三头在外”，原料、设备和市场几乎全部依赖海外。多家电池、组件生产企业的负责人还记得当时的情况——就设备部分而言，原先国内的生产线上几乎没有国产设备，“发展明显受制于人”。但如今，海外设备在生产线上占比，已经微乎其微。

最初，光伏产业受到核心技术水平和成本的限制，成本高居不下，成为制约光伏发电大规模应用的重要因素。慢慢地，中国光伏行业逐渐向上游延伸。光伏产业链各环节配套企业发展迅速，通过科技创新持续突破光伏产业关键核心技术。

“从辅材辅料到全套设备，从单一生产到系统集成，如今的中国光伏行业，已经成为端到端自主可控的战略性新兴产业。”中国光伏行业协会副秘书长刘译阳说。

来自中国光伏行业协会的数据显示：2023年，我国光伏产业规模持续扩大，多晶硅、硅片、电池、组件等主要制造环节产量同比增长均超过64%，行业总产值超过1.75万亿元。

走进天合光能常州总部，一整面专利墙上，密密麻麻的知识产权专利证书整齐排列。一组数字，勾勒出这家光伏企业取得的技术突破：25次刷新光电转换和组件输出的行业纪录，光伏组件全球出货量超190吉瓦，约等于8.3个三峡水电站装机量……

在天合光能股份有限公司的光伏科学与技术国家重点实验室，来自全球65个国家的研发、管理等人才灵活机动、因需而聚，从原理、技术到应用围绕光伏领域重大创新难点开展攻关，先后25次创造光伏产品制造的世界纪录，研发的TOPCon技术全球领先。

“打造具有全球竞争力的万亿级光伏新能源产业生态，是包括天合光能在内的光伏新能源企业的共同愿望。”高纪凡表示，不断创新，把握新质生产力，是企业生存的需要。未来将继续坚定不移开展自主创新，为高水平科技自立自强和发展新质生产力拼搏奋斗，争当中国光伏产业高质量发展的探路者、引领者、守护者。

海外信赖

好产品好服务缺一不可

曾有人做过这样的计算：

在电池领域，转换效率提高1%意味着什么？

现阶段，这意味着相同尺寸的组件，可以增加大约20瓦的功率，行业下游可以用更少的土地建设更高规格的电站。

在光伏组件配件领域，玻璃板厚度降低1毫米意味着什么？

从3.2毫米到2毫米，意味着成本下降20%以上，同时因重量下降带来的安装便利，更是打开分布式光伏海外市场大门的钥匙。

还有电池的散热率、组件的轻量化、设备的匹配度、系统的集成性……种种技术的突破，让今天的中国光伏行业实现领跑。多晶硅、硅片、电池片、组件等产量产能的全球占比均达80%以上。

这一领先优势，显著地体现在出口上。

去年，中国电动汽车、锂电池、光伏产品“新三样”出口增长近30%，成绩亮眼。其中，2023年光伏产品出口方面，硅片出口70.3吉瓦，同比增长超过93.6%；电池出口39.3吉瓦，同比增长65.5%；组件出口211.7吉瓦，同比增长37.9%。

“如今，天合光能业务遍布全球170多个国家，我们的组件累计发货量超过190吉瓦，相当于在全球种了140亿棵树的减碳量。”高纪凡说。

赢得海外客户的信赖并不容易，好的产品、好的服务缺一不可。

高纪凡回忆，2008年国际金融危机爆发，欧洲一些客户现金流出现问题，想安装光伏，但苦于没有资金。那一年的大年初五，高纪凡率队去欧洲访问，用一个星期的时间到拜访了7个国家的30多个客户，了解他们的实际情况后，高纪凡决定给予客户更长的付款周期、更灵活的付款方式，帮助他们度过困难时间。

“后来客户拿到银行贷款，我们也顺利回收了货款，达到了多赢的局面。”高纪凡说，那一年，整个市场几乎没有增长，但天合光能的业务增长了100%，一跃成为头部企业，许多客户还成为“铁粉”。

参观完天合光能首个海外投资自建的生产基地——位于泰国罗勇地区的天合光能210超级工厂，欧洲安装商表示：“光伏组件的生产过程十分顺畅，智能化、自动化、信息化贯穿始终。在保证组件高产出的情况下，组



图①：在光伏科学与技术国家重点实验室，工作人员在做实验。

受访者供图

图②：3月6日，2024澳大利亚智能能源展在悉尼国际会展中心开幕。图为参观者与参展商在中国企业天合光能展台洽谈。

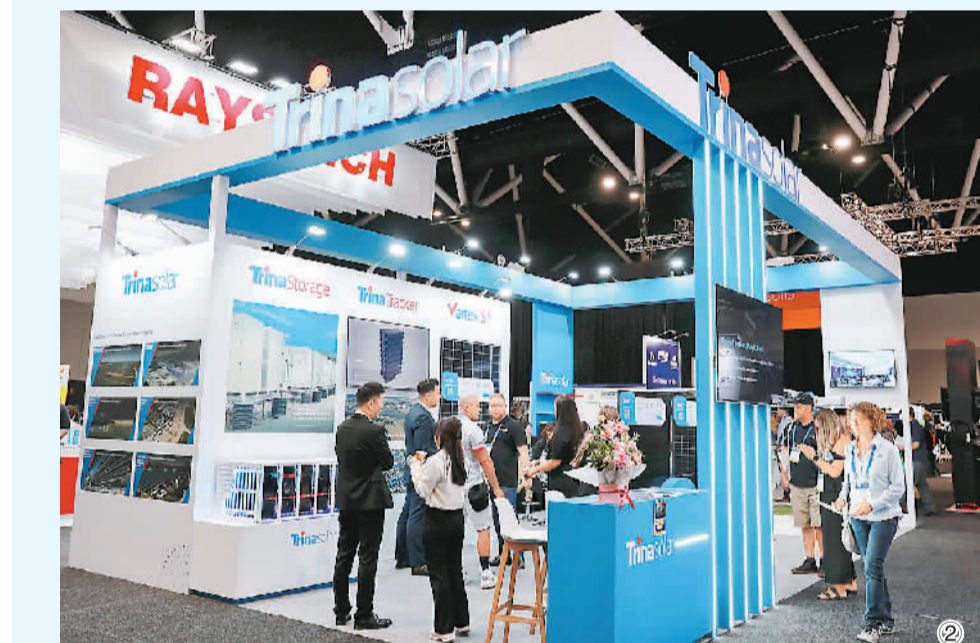
新华社记者 马平摄

图③：江苏省淮安市天合光能淮安基地，工人在生产太阳能发电光伏板。

赵启瑞摄（人民图片）

图④：新加坡榜格水库60兆瓦漂浮式太阳能光伏系统项目并网。

受访者供图



件质量过硬，可靠性值得信赖，这相当不易。”

坚持走开放创新之路，在一些发展中国家，天合光能也开出合作之花。

在印度洋岛国马尔代夫，天合光能与马尔代夫环境能源部携手为马尔代夫的27个岛提供光储微电网解决方案。

由光伏和储能与现有的柴油发电结合为全岛供电，改变柴油单一供电模式。“这不是简单地安装太阳能，是用我们的技术创新，为马尔代夫构建微电网体系，对光伏、储能和柴油机系统进行管理，协调负载，对能量进行调配控制，保持能量平滑输出。”高纪凡说，这一解决方案能解决岛上约1.1万居民的生活用电问题，减少柴油发电断电或不稳定对居民用电的影响；同时实现每年减排二氧化碳约8000吨，助力马尔代夫实现“碳中和”目标。

“first call”（第一个电话）和“last call”（最后一个电话）——高纪凡用这两个词来描述公司和许多客户间达成的合作关系：客户有需求了，第一个电话就打给天合光能，问公司有没有供应；一番比较后，客户的最后一个电话还是打给天合光能，即最终决定选用天合光能的产品。

业内人士指出，中国光伏产品效率高、可靠性强。由于光伏发电良好的经济性以及受到能源安全问题和可再生能源政策推动，海外市场总体对于光伏组件的需求旺盛，要进一步加大科技攻关力度，保持中国产品持续竞争力。

前景广阔

各国携手推动清洁能源转型

光伏是清洁能源的“放大器”和“搬运工”。

每一瓦光伏组件的生产大约耗电0.4千瓦时，其全生命周期中可产生大约45千瓦时绿电，能源产出是消耗的100倍以上。在“双碳”目标稳步推进、能源结构加速转型的当下，光伏行业的未来被普遍看好。

国际可再生能源署曾预测，为实现“碳中和”目标，2050年世界能源结构中，电力将成为主要能源载体，占比51%。其中，光伏发电将在以可再生能源为主的电力系统中占比近50%。为此，到2050年光伏总装机需增加至2018年的24倍。

《联合国气候变化框架公约》第28次缔约方会议（COP28）上汇总承诺，提出到2030年前使全球可再生能源装机容量提升至3倍。绿色低碳转型成为全球共识，提供更加清洁、环保的光伏产品，成为中国光伏企业努力的方向。

“构建清洁低碳、安全高效的能源体系，光伏行业前景广阔。”刘译阳说，“过去10年来，光伏发电成本已下降了90%。在不考虑系统平衡性的条件下，光伏已经成为最便宜的新建电源。”

“只有各国携手全力以赴推动清洁能源转型，我们才能走向零碳未来。”高纪凡表示，要以开放性、国际化的科研平台为依托，利用国际国内两种资源、两个市场，培育竞争优势、引领行业发展。要支持相关企业牵头建设产业创新生态，加快建设多主体协同、多层次联动的光伏产业生态创新中心，链接科研院所的创新资源，推动基础研究、前沿研究走在全球前列，构建创新链、产业链、资金链、人才链协同发展的产业生态。

在这场正在进行的能源变革中，以电池和组件生产为代表的中国光伏行业脚步不停，不断寻找着更大的发展空间。

在业内人士看来，进一步推动中国光伏行业拓宽发展空间，不仅要有制造端的发力，还应该包括基础研究的创新、行业标准的规范、认证能力的健全等内容。

高纪凡也认为，光伏是以创新引领的产业，技术提高、成本下降是光伏业得以发展的重要原因，因此要加大知识产权保护力度，鼓励企业更多地投入创新中去；进一步发挥科技型骨干企业引领支撑作用，以科技创新推进能源变革；加强企业主导的产学研深度融合，强化目标导向，提高科技成果转化和产业化水平。

面对未来挑战，高纪凡表示，中国光伏行业要构建链主引领、上下游协同发展的产业生态。在世界范围内，各国不应设置壁垒，而要融合协同，根据各地产业定位的情况，实现共赢发展。在电网侧，储能要加快入网，让电网在新能源占比更多的条件下更加稳定。要加快推进光伏等新能源产业发展壮大，为绿色高质量发展贡献智慧和力量。