

电工装备制造需加强前瞻性技术研究

——访上海电气集团股份有限公司副总裁金孝龙

■本报记者 董梓童 苏南

在碳达峰碳中和背景下，新能源发展需求愈发高涨，电力系统对相关电力电子产品要求也不断提高。因此，要满足构建新型电力系统的要求，需要产业链企业紧跟发展形势，增强电工装备产品制造水平，将技术实力转变为产品实力。那么，在此目标下，我国电工装备企业重点关注了哪些领域？未来还需在哪些领域补强？对此，本报记者近日专访了上海电气集团股份有限公司（以下简称“上海电气”）副总裁金孝龙。

■补强远海风电等技术装备领域短板

中国能源报：目前我国电工装备制造水平如何？在建设新型电力系统的目标下，未来应在哪些领域补强？

金孝龙：我国的电工装备制造水平位居世界前列，电工装备制造业是我国的优势产业，科研人才汇聚，研制经验丰富。目前，构建新型电力系统已成为实现“双碳”目标的重要路径。作为我国重要的电工装备制造企业，上海电气希望紧跟发展形势，力争担任新型电力系统的建设发展要求。

我国新能源装机规模和发电量已持续多年位居世界第一，风电、光伏发电、储能等产业规模、市场规模均稳居世界第一梯队，具有引领新型电力系统建设发展的产业和技术优势。但要注意的是，高比例新能源接入带来波动性和间歇性，这要求电力系统必须提高柔性化和安全灵活性。

我国现阶段的主要电力来源仍是煤电，因此可以将煤电的灵活性改造作为支撑，提升电力系统调峰调频调压的能力，通



金孝龙

过备用容量服务发挥兜底保供的基础性作用。与此同时，需加强规模化远海风电装备、CCUS（碳捕获、利用与封存）、氢能综合利用、绿色电工装备、源网荷储灵活性控制等关键技术攻关，补强新型电力系统建设关键技术装备领域短板。

中国能源报：新型电力系统建设目标给电工装备企业提出了哪些新要求？

金孝龙：建设新型电力系统是一个适应新能源接入比例逐步提高的过程，要求保障电力的可靠供应。因此，我们积极推动传统能源与新能源融合发展的产业格局，对新的清洁能源技术和产业进行前瞻性研究，寻找机会，主要包括：

火电、核电等传统业务需契合新型电力系统背景下更低碳、更环保的要求，积极推动传统煤电设备灵活性改造、CCUS、燃气掺氢等前沿技术研究；积极优化新能源等业务领域的产业布局，面向多能互补的发展趋势，不断加强风光储氢网关键装备研制，锻造出更符合新型电力系统需求的高端电工装备，如深远海漂浮式风机、电网

支撑型 PCS（储能变流器）、超导电力设备、综合能源系统集成及能源系统数字化等，助力能源转型发展；发挥能源板块独特的产业优势，进一步提升技术成果转化能力，激发技术人才的主观能动性，加强以场景为中心的整体解决方案技术落地，牢牢把握新机遇，抓住新市场，实现新场景、新业态突破。

■加速高比例新能源外送技术及装备研发

中国能源报：在新型电力系统结构下，电网调度模式将从传统的“源随荷动”转变为“源网荷储协调控制、输配微网多级协同”。面对这一变化，电工装备企业开展了哪些技术研发，取得哪些成果？

金孝龙：新形势要求电工装备行业大力发展新兴能源装备，促进传统能源与新兴能源优化组合，加速适应高比例新能源外送的主动支撑技术及装备研发。为此，我们持续推进深远海风电技术与装备研发，包括 16 兆瓦漂浮式海上风机关键部件及样机研制与配套浮体技术开发等。

同时，我们结合风电的业务场景需求，迭代优化数字化风场产品，重点进行两个方向的技术创新：基于多能互补、新型电力系统下跨省外送等新场景下的大规模乃至超大规模风电场综合解决方案技术创新；智慧能源方面，在主动电网友好的基础上，实现电网末端、智能配电网接入能源的就地利用，并基于此在云端建立适合数字化风电场开发、设计、建设与运维，以及在电网适应性、环保与持续发展、智能增功、智能延寿等方面提供全生命周期的整体解决方案。

我们将充分挖掘抽水蓄能、熔盐、锂电、液流、压缩空气、飞轮等多元储能技术优势，提供一站式储能解决方案。对于快速增长的储能市场推出系列化储能逆变器产品，以新能源侧及电网侧为主要方向，瞄准大容量、高电压等级储能逆变器产品，提供全系列储能逆变器产品及储能接入系统解决方案。同时，逐步构建氢能制、储、加、用全产业链核心竞争力，推动绿电制氢与碳捕集等技术有效结合，提供高端绿氢装备及氢能综合利用系统解决方案。

从成果来看，在智能电网方面，我们研发的分式调相机已应用于世界首个新能源场站，为新型电网建设发挥稳定器作用；在太阳能领域，我们承接了全球规模最大 950 兆瓦迪拜光热光伏复合发电项目，实现 100% 可再生能源 24 小时连续稳定发电。

■将通过三条路径推进能源与工业碳减排

中国能源报：目前，越来越多的电工装备企业提出大力发展新能源、加速新型电力系统建设，上海电气有何规划和布局？

金孝龙：面对能源与工业两大碳减排主战场，我们希望通过能效提升、能源替代、资源循环三条实施路径，稳步推动能源与工业两大领域碳减排进程，构建以系统优化为基础、以组合式极简装备为核心、以智能控制系统为平台的开放式创新联盟，通过数字化赋能能源互联网与工业互联网的双网互动加持，打造全方位新型电力系统和立体式零碳产业园区整体解决方案。

例如，对于海上低风速区，我们将推

出风轮直径更大的 8 兆瓦级机组，并布局更大容量更大风轮的机组研发；对于福建粤东高风速区，将以 10 兆瓦级以上机组为主，兼顾机组运维等配套产业链发展，积极研发 15 兆瓦级以上的更大容量机组。同时，在海上风电向深远海发展的背景下，布局深远海市场，做好漂浮式机组技术准备，进一步巩固海上风电的市场地位。

此外，随着我国启动沙漠、戈壁、荒漠地区大型风电光伏基地建设，我们将有针对性地根据风光大基地的特点和配套储能、输电及新型电力系统的需求，进行定制化的产品及解决方案开发。

中国能源报：随着新型电力系统技术创新联盟的成立，未来上海电气将如何与产业链企业联动，促进新型电力系统建设？

金孝龙：在众多产学研机构的参与下，新型电力系统技术创新联盟打造了专业、创新合作的生态圈，将为我国新型电力系统建设提供科技支撑，为实现“双碳”目标提供坚强的技术支撑，推动培育国家战略科技力量。

依托在 PEM（质子交换膜）与碱性电解水制氢领域的技术积累，近日，我们 1500N 标准立方米/小时碱性电解水制氢装备和 50N 标准立方米/小时 PEM 电解制氢装备下线并完成首台套销售，可满足集成化、大规模的绿氢制备需要，达到国内领先水平。未来，我们将发挥装备制造与产业优势，主动牵头新型电力系统重大技术联合创新框架的相关课题，致力于新型电力系统关键技术攻关与示范，积极与新型电力系统技术创新联盟伙伴共创共赢，贡献电气力量。

钙钛矿电池产业化速度猛增

——访杭州纤纳光电科技有限公司联合创始人兼 CEO 姚冀众

■本报记者 仲蕊



姚冀众

近年来，随着晶硅太阳能电池发展越来越成熟、转换效率逐渐接近天花板，作为优势储备技术的钙钛矿太阳能电池逐步获得业内重视。一直以来，钙钛矿量产稳定性痛点问题难以破解，阻碍了钙钛矿产业化发展。

在杭州纤纳光电科技有限公司（以下简称“纤纳光电”）联合创始人兼 CEO 姚冀众看来，钙钛矿电池光电转换效率理论极限超过 30%，有望成为新一代电池技术。目前钙钛矿已经徐徐拉开了大规模量产的序幕，纤纳光电作为钙钛矿光伏技术领军企业，已在钙钛矿组件的技术、效率、稳定性等方面取得突出成果，未来将进一步瞄准钙钛矿技术天花板，加速光伏产业化发展。

■钙钛矿 α 组件性能领先全球

纤纳光电一直走在钙钛矿光伏技术前列。2022 年 5 月，纤纳光电发布了全球首款钙钛矿 α 组件，这也是全球范围内的第一款实现量产和商业化销售的钙钛矿光伏组件。

“钙钛矿太阳能电池是一种第三代的技术，相对于第一代晶硅技术，钙钛矿太阳能电池有一些天然优势。一是材料成本非常低，二是在生产过程中的能耗非常低，这两个优势保证了钙钛矿太阳能电池在宏观上具备产品竞争力。”姚冀众介绍，基于此，纤纳光电的钙钛矿 α 组件具有功率高、稳定性好、制程低碳等系列特性。值得注意的是，对于传统光伏组件而言，温度越高，其转换效率将会越低，但由于钙钛矿 α 组件有非常好的温度系数，温度越高，其转换效率反而上升。这意味着，在夏天光线充足高温的时候，钙钛矿 α 组件太阳能电池发电量将比传统晶硅电池发电量更高。同时在弱光环境下，钙钛矿 α 组件的发电表现也更好。

“虽然钙钛矿 α 组件是一个新产品，但其成本目前已可以做到比传统的晶硅光伏略低的水平，使最终的组件成本和发电成本略有优势。因此，客户选择钙钛矿 α 组件应用于地面电站和分布式场景，能够享受到较低的成本，性价比总体较高。”姚冀众表示，目前，钙钛矿 α 组件的最大应用市场有两个领域，一是光伏的传统市场，包括分布式屋顶和地面集中式场景，如沙漠、土地上的一些大面积电站；另一领域是与建筑等做一些结合应用，钙钛矿材料本身拥有的巨大优势，能够提供一些传统光伏不能提供的产品附加值。

2022 年 7 月，纤纳光电的首批 α 组件在浙江衢州正式发货，发货数量为 5000 片，用于浙江省内工商业分布式钙钛矿电站。姚冀众称，目前，量产钙钛矿组件企业中纤纳光电是国内唯一一家出货售卖的企业。“从实验室走到产线，再从产线走到市场，我们一直坚持降低成本与提升高附加值并行，为钙钛矿组件实现产业化发展贡献力量。”

■解决稳定性技术难题

在此之前，钙钛矿组件的稳定性一直是全行业面临的技术痛点，商用组件的稳定性体系认证更是难上加难。在此背景下，纤纳光电致力于破解钙钛矿组件的稳定性技术难题，为钙钛矿大规模商业化应用铺平了道路。

“此前，业内普遍认为，钙钛矿材料较软，或难以经受严苛的机械、湿热等挑战。”姚冀众表示，对此，我们在材料体系上进行了创新，包括选用好的材料、筛选优质供应商、控制杂质、添加新的材料体系等。除了突破稳定性技术挑战，不计成本地把太阳能组件做得稳定、做得高效之外，还以量产产品为目标，同时也考虑了产品的高经济性和市场化应用。

据悉，钙钛矿 α 组件于去年 5 月发布之后，已在国内进行了多项示范工程和项目应用。去年底，钙钛矿 α 组件通过了国际电工委员会出具的 IEC61215 和 IEC61730 稳定性全流程测试。姚冀众介绍，IEC61215 和 IEC61730 是国际电工委员会出具的针对太阳能电池的最基础的标准，也是行业内最重要的标准，意味着通过该标准测试的太阳能电池产品具备上市的前提条件。

“早在 2019 年 12 月，针对材料与工艺的前期测试，纤纳光电首次通过了湿热、温度循环、UV 老化及光老化测试 4 项 IEC 稳定性核心认证；2021 年 2 月，又通过了钙钛

矿组件稳定性多倍加严测试。”姚冀众表示，当前，纤纳光电已顺利步入第二阶段，成功通过百兆瓦级产线下的钙钛矿商用组件稳定性认证。

姚冀众强调，纤纳光电的钙钛矿 α 组件通过了上述 IEC 两项标准，意味着 α 组件在性能、稳定性、安全性方面已达到市场准入标准，制约钙钛矿大面积商用组件稳定性的行业痛点已被完全攻克。对于整个行业而言，经过了从实验室到量产线 10 年的研发和试生产的过程，钙钛矿作为第三代光伏技术已打破诸多质疑，成功实现对外量产销售，这也是全世界范围内重大的里程碑事件。

■未来将寻求更多突破

业内预计，随着钙钛矿电池转换效率的提升，产业化进程提速，未来有望改变光伏应用市场的产业格局。但与此同时，产业技术不断突破现有“天花板”也尤为关键。

据介绍，目前，中国三峡集团、浙江能源集团、国家电网等央企国企已经在采购纤纳光电的钙钛矿 α 组件，在太阳能电站上使用或测试。另外，钙钛矿可以提供晶硅所不能提供的颜色、轻薄、半透明等一系列不同选择，在建筑或其他领域上大有用武之地。

姚冀众提醒，光伏行业的更新和迭代速度非常快，虽然一直以来，纤纳光电在钙钛矿小组件上多次刷新世界纪录，商业化的 α 组件也是同等尺寸下转换效率最高的，但仍需要在产品的技术、工艺和功率等方面寻求不断提升。在此背景下，纤纳光电将瞄准钙钛矿组件技术、规模、生产、应用等领域，持续进行布局规划，引领行业发展。

“当前，全球只有纤纳光电一家能够实现钙钛矿组件的量产，但目前我们的产能只有约 100 兆瓦，比传统光伏市场 300 吉瓦的规模占比很小。因此，未来纤纳光电将进一步扩大规模效应。”姚冀众指出，事实上，在政府和各个环节的帮助下，纤纳光电目前已进入产能扩张的快速阶段，下一步将争取扩大到吉瓦级规模；与此同时，还持续降低原材料使用成本，例如，晶硅太阳能电池最常用的电极材料是银电极，我们现在已经可以把银电极完全替代成铜合金的电极材料，可以降低 80% 以上。

姚冀众进一步表示，在市场端，纤纳光电将不断优化和研制符合各类市场准入条件和客户需求的钙钛矿产品，持续提升产品成熟度和规模效应，把钙钛矿产业化发展推到更新的高度。

本报讯 新能源汽车丰富的监控数据为道路交通科学化治理提供了重要的信息支撑。道路交通主要的热点是交通拥堵、交通事故、交通违法行为。围绕这三个热点，国家开展了畅通工程、减量控大、专项整治等行动，核心就是要保证道路畅通安全、绿色低碳、便捷高效。

公安部交通管理科学研究所首席研究员姜良维公开表示，深化新技术应用，加快数字化赋能，新能源汽车监控数据的七大功能可从云端云架构上确保实现汽车 24 小时的运行检测、隐患排查、安全预警、过程管控。

在车辆监测功能方面，依据《电动汽车远程服务与管理系统技术规范第 3 部分：通信协议及数据格式》(GB/T32960.3-2016)国家标准，新能源汽车上报国家监测与管理中心的监控数据时间最大不超过 30 秒一次，包括命令头、整车、驱动电机、燃料电池、发动机、车辆位置、极值、报警等 65 项数据，而上报企业的数据库更多更及时。

在车辆报警功能方面，实时显示新能源车辆在位置及报警风险等级图标、实时故障告警车辆及相关特征内容，统计故障告警数、故障告警等级和故障类型排名等信息。

在禁区监控功能方面，在地图上对重点区域进行框选，形成电子围栏后，借助地图上车辆图标对进入电子围栏的所有新能源汽车进行位置和等级显示，并生成对风险隐患车辆进行拦截查处的预警。

在超速预警功能方面，鉴于新能源汽车能够及时上传车辆定位数据到平台，故在平台地图上设定限速区域，当新能源汽车在限定区域内车速异常时，立即在地图上弹出超速车辆信息。

在轨迹回溯功能方面，在地图上按选定车辆回放其在某段时间内的新能源汽车行驶线路，即利用车辆定位数据，展示某辆车在历史时间周期内的定位轨迹，同时利用卡口过车数据，展示该车在历史时间周期内的卡口过车轨迹。

在拥堵分析功能方面，依据新能源汽车上传的行驶速度、行驶位置等数据并结合卡口图片，在电子地图上显示新能源汽车经过路段的交通拥堵状态。

在营运判别功能方面，在地市辖区范围内统计所有非营运新能源汽车最近一周、一月时间内的通行里程、通行时段、出没场所的数据，通过算法判断非营运新能源汽车是否做了网约车运营车辆。

姜良维认为，新能源汽车产业发展之快，已经大大超出了人们的预期，这不仅是我国汽车产业转型升级的契机，也是我国从制造向创造的一次飞跃，更是落实国家“双碳”战略的具体举措。对监控数据存真去伪、要素分析、融合计算是破解平台算力、存贮、传输等瓶颈之关键。这既能保障新能源汽车监控数据的实时性和准确性，又能提升针对安全风险的轨迹追踪鲜活性、车辆定位精准性、安全服务有效性。从新能源汽车到自动驾驶汽车、从物联网到智慧城市，核心是强芯壮骨+能交融合，构建自主可控并集智能绿色一体的芯片模块及协同应用软件。

公安部交通管理科学研究所首席研究员姜良维：

用好新能源汽车监控数据的七大功能



(宗合)