

浙江省分布式光伏高质量典型案例集

浙江省能源局

2023 年 12 月

目 录

一、统筹推进类	1
01 首批杭州市直公共机构屋顶分布式光伏项目“2+2+7”模式	1
02 余杭、临平两区分布式光伏业务统筹推进创新实践	5
03 萧山区益农镇群围村“金色阳光，共富未来”光伏项目	10
04 龙观乡“寓建光伏”走出“零碳共富”之路	13
05 奉化区“善借东风巧行船，实现农村共富裕”	18
06 海盐县“光伏+学校领域”分布式光伏发电项目	23
07 青田县东源片厂房屋顶光伏发电共富项目	26
08 云和县浮云街道村屋顶光伏共富项目	29
09 埭溪镇工业园区 15000kWp 分布式屋顶光伏项目	32
二、单个项目类	34
（一）创新引领类	34
01 欣美成套电器绿色低碳工厂分布式光伏电站	34
02 兰溪北部智慧微电网项目——捷安低碳示范园区	37
03 玉环商展中心屋顶分布式光伏及新能源汽车光储充放示范项目	41
04 正泰新能海宁园区“风光氢储充”多元化解决方案	44
05 大洋世家优品园屋面 BIPV 分布式光伏发电项目	50
06 义乌江东污水厂柔性支架光伏发电项目	53
07 舟山普陀山机场分布式光伏电站（一期）	55
（二）数智高效类	58

01 嘉化宁波 6.5MWp 光伏电站发电效能提升项目	58
02 华能安吉永宁尔屋顶分布式光伏发电项目	64
03 共富型数字化“负碳农业”新型电力系统示范工程	68
04 义乌国际商贸城综合楼智慧能源示范项目	70
05 永康市九龙生产基地 5G 零碳智慧光伏运维站	72
(三) 能源保供类	76
01 建德海螺水泥 14.7MWp 光伏 2MW/4MWh 储能一体化项目	76
02 桐庐红狮新能源 6MWp 光伏 4MW/10MWh 储能一体化项目	78
03 卧龙集团 12.95MW/BAPV+1.55MW/BIPV 分布式光伏+4MWh/用户侧 储能项目	81
04 余姚领克汽车工厂 21MWp 分布式光伏+2MWh 储能项目	84
05 浙江天马轴承集团有限公司厂区屋顶 30 兆瓦光伏发电项目 ..	88
(四) 安全合规类	91
01 长安福特汽车（四期）5.96MWp 分布式光伏发电项目	91
02 浙江华电杭州建德史密斯 5MWp 分布式光伏发电项目	97
03 绍兴天裕太阳能柯桥区科技园分布式光伏发电项目	101
04 浙江爱德电力配件 972.28kWp 分布式光伏发电项目	104
05 浙能长电厂外屋顶分布式光伏（一期）项目	107
(五) 环境协调类	110
01 杭州西站“交通+光伏”一体化项目	110
02 万向创新聚能城 6MWp 屋顶分布式光伏项目	113

03 杭州西奥电梯有限公司 5900kWp 屋顶分布式光伏项目	116
04 杭州泥山湾污水池面 1.2MWp 分布式光伏发电项目	118
05 杭州小河 110 千伏变电站光伏发电项目	121
06 杭州国家版本馆光伏遮阳连廊及光伏采光顶	123
07 天一广场立体停车楼光伏项目	125
08 嘉兴火车站 BIPV 电站	128

一、统筹推进类

01 首批杭州市直公共机构屋顶分布式光伏项目“2+2+7”模式

所在地市：杭州市主城区

申报单位：杭州市机关事务管理局

统筹开发单位：浙江大有集团有限公司、杭州市能源集团

（一）案例基本情况

2022 年 11 月—2023 年 3 月，杭州市机关事务管理局会同杭州市发展和改革委员会等部门，开展杭州市首批市直公共机构屋顶分布式光伏建设项目。项目以试点形式进行，选取了 7 家公共机构，涵盖了党政机关、高校、医院等典型场所。其中，市能源集团投资建设杭师大仓前校区、中级人民法院、钱塘健康驿站，大有集团投资建设中国杭州低碳科技馆、市公安局指挥大楼、公安警察学校、浙大城市学院。7 个项目合计装机容量 2282kWp，预计年发电量约 228 万 kWh（约 750 户家庭年用电量）。

（二）主要做法

针对全市公共机构原有屋顶光伏利用存在“家底不清、可利用面积小、光照时间短、投资回报低、单位意愿不强”的现状问题，我局会同各相关部门，分类施策，逐个破解。形成了“2+2+7”模式，即“2”是市发改委、市机关事务局 2 家推进主体，“2”是浙江大有集团有限公司、杭州市能源集团 2 家投资建设主体，“7”是始终做到“7 个统一”。

1. 统一专班谋划。会同市发改委、市财政局、市教育局、市建委、

市文广旅游局、市卫健委、国资委、国网杭州供电公司等相关单位组建专班，研究推进模式、机制、政策，协调解决相关问题，统筹谋划推进该项工作。

2. 统一方案部署。会同市发改委制定印发《杭州市“光伏+公共建筑”行动试点方案》。11月，召开全市公共机构屋顶分布式光伏试点工作部署会。

3. 统一摸排排查。市机关事务局会同投资建设主体、杭州光伏协会专业技术团队等对全市70多家试点候选市直单位进行摸排，选定杭州师范大学、杭州低碳科技馆等7家公共机构作为首批试点单位。

4. 统一设计标准。依靠市规资局指导及杭州光伏协会专业技术依托，对屋顶光伏建设设计中重点环节进行了统一明确，如：明确公共建筑安装的光伏设施不得改变建筑的外观轮廓线，应合理安排位置及规模；高层平屋顶建筑设置屋顶分布式光伏设施时，不应高于女儿墙，不应露出屋顶，如女儿墙较低则采取围护措施遮挡；低多层平屋顶建筑布置屋顶分布式光伏设施时，应采取围护措施遮挡，并确保光伏设施的布置与周边环境相协调；坡屋顶建筑设置屋顶分布式光伏设施时，不应布置在沿主要街道一侧的屋顶上，应布置在背街一面的屋顶上，同时充分考虑和协调周边环境，确保光伏设施不影响城市景观；历史文化资源（包括历史街区、历史建筑、各级文保单位、古树名木等）中布置光伏，按有关法律法规报请主管部门同意后方可启动编制设计方案。

5. 统一创新推进。采用合同能源管理模式方式创新组织实施推进。

(1) 以签订合作协议的形式推进试点。钱塘健康驿站、市中级人民法院、杭州师范大学等三家单位与市能源集团签订屋顶分布式光伏合作协议。市公安局、市公安局指挥中心、中国杭州低碳科技馆、浙大城市学院等四家单位与大有集团签订合作协议。

(2) “谁投资建设谁运营管理”。建设资金由市能源集团、大有实业全额承担，并负责运营管理。合同能源管理合作周期为 25 年。

(3) 采用“自发自用、余电上网”运营模式。

(4) 屋顶租金全免，收益共享（在合作协议中明确）。

(5) 安全责任、光伏设施及屋顶的维护管理等均按照合作协议执行。

6. 统一数字运维。依托杭州市能源双碳数智平台，对公共机构分布式光伏项目信息数据实行统一管理。通过对光伏项目的开发建设情况、设备状态、运营情况等数据进行统计分析和评估，实现数字化、精细化管理，提高全市公共机构分布式光伏建设和运营水平。

7. 统一示范创建。围绕党政机关、校园、医院等公共机构，健全工作推进机制和协调机制，打造示范样板。一是开展光伏+“零碳”公共机构创建活动，以杭州市师范大学为重点，全市逐步建设 39 家以上“零碳”公共机构。二是开展光伏+绿色低碳示范单位创建活动，大力开展绿色学校、节约型公共机构等示范创建，确保 70%以上的市属高等院校建成绿色学校。

(三) 案例成效

此项目的实施，发挥了杭州市公共机构在新能源建设应用领域的示范带头作用，对杭州市高质量发展和能源保供示范起到了较大的推

进作用，各省市新闻媒体等公众平台广为宣传，获得省市领导及社会各界广泛赞誉。



中国杭州低碳科技馆 413.6kW_p 屋顶分布式光伏项目



杭师大仓前校区屋顶分布式光伏发电项目

02 余杭、临平两区分布式光伏业务统筹推进创新实践

所在地区：杭州市余杭区

申报单位：浙江大有集团有限公司、杭州凯达电力建设有限公司、杭州凯通新能源发展有限公司

统筹开发单位：杭州凯达电力建设有限公司

（一）案例基本情况

为确保如期实现“碳达峰、碳中和”的战略目标，浙江大有集团有限公司控股子公司杭州凯达电力建设有限公司、杭州凯通新能源发展有限公司、杭州凯能新能源发展有限公司积极响应政府号召，在余杭、临平两区有序开展分布式光伏发电项目的推广工作，促成项目稳步落地，并取得了阶段性的成果。公司通过建立创新模式加强政企联动，借助协会专家力量发挥技术优势，借鉴民营市场的建设经验等方式来实现全区项目的统筹推进管理目标，更好地保障分布式光伏电站的项目质量水平和政府服务水平，成为两区完成光伏装机目标的中坚力量，打造“区域综合能源管理的样板”与“地方国资+国网合作的标杆”。

（二）主要做法

1. 政府企业通力合作

（1）为进一步加快光伏发电项目建设工作，由发改牵头联合项目公司组建光伏工作专班（以下简称“光伏专班”），召集各直属单位、镇街开展光伏项目建设宣贯工作，明确各单位目标任务及阶段性计划。定期召开碰头交流会及专项讨论会，掌握项目推进工作中的

难点，并进行针对性解决。

(2) 光伏专班与各直属单位、镇街共同对各片区进行项目摸排，形成项目推进清单及项目储备库，明确重点推进项目，联合各单位进行细致勘察，为业主方提供专业的项目实施方案。

(3) 由党政机关率先带头，优先将各公共建筑列入光伏项目建设清单，对各系统内单位进行统一宣贯，明确各单位联络人，定期上报光伏项目推进情况。

2. 协会专家技术支持

(1) 光伏协会定期开办各类论坛，组织行业内各单位互相交流学习，传递最新知识，帮助大家了解最新行业动态。

(2) 定期开展各类专项培训，提高公司专业技术人员技术水平，增加案例经验，提升处理特殊问题的效率。

(3) 协助进行光伏项目验收工作，帮助各单位规范项目验收标准，避免遗漏隐蔽问题，从源头上保障项目质量。

(4) 为各单位进行线上线下答疑解惑，针对重点难点项目，召开专项讨论会，汇聚行业内专家，解决各类非常规性问题，提出项目改进方案，推进项目稳步落地。

3. 民营企业合作共赢

(1) 通过借助民营企业丰富的建设、运营经验，提前优化建设、运营方案，提高设备使用效率，推动项目高效落地。

(2) 通过提前介入，从项目前期开始便提供专业技术咨询服务，解决项目建设、运维中的难点、痛点。

(3) 针对大型项目，汇聚各单位力量，按区块、按流程、按专业等进行合理分工，缩短项目建设周期，提高项目建设质量。

4. 光伏项目统筹管理

(1) 统一实施

2021 年整县（市、区）推进分布式光伏试点工作启动后，余杭、临平区发改牵头组建光伏工作专班，全面推进分布式光伏整区推进工作。光伏工作专班统筹组织召开光伏例会，制定光伏工作计划，与各直属单位和镇街做到信息互通、及时反馈；与企业做好互动、沟通工作，通过多次召开光伏项目专项推进会议，及时解决疑难问题，明确各单位现阶段任务和下阶段目标并不定期组织开展各镇街企业光伏电站建设宣贯工作。

(2) 统一摸排

根据建筑物不同大致可分为两大类，公共建筑和工商业企业。工作专班针对两大类建筑，采取分片区配备有经验的项目经理和技术人员的方式进行摸排。

公共建筑：主要特点为建筑物布局点较多，单体容量较小，多为水泥屋顶，条件较好，采用统一对接，集中签约的方式进行。

工商业企业：主要特点为分部成片，单体容量大，水泥与彩钢瓦屋顶居多，水泥屋顶多数符合建设条件，彩钢瓦屋顶根据条件不同，采取防水、加固等措施。签约采用点对点的方式进行上门走访洽谈。

(3) 统一设计

根据用户的需求不同，采用不同的铺设方式，不同的组件及不同

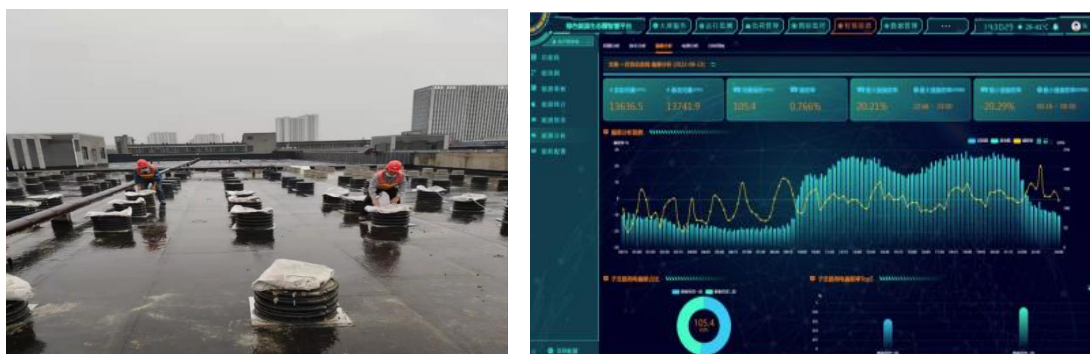
的接入方式等来迎合各种屋顶。采用分批设计，同类型屋顶进行统一设计论证，同时尝试探索不同的应用场景，寻求更多的可能性。

（4）统一施工验收

组织管理部门及施工队伍进行相关内容的培训，针对各类型项目进行统一讲解，统一施工标准，制定相关管理规定，建设完成后进行统一验收。

（5）统一运维

已投产项目采取属地专业数智一体化的运维模式。利用光伏项目数字化管控系统，对所有项目进行线上监控。



定期派遣专业的运维人员进行线下进行每月定期巡视，定期清洗。通过线上线下结合的方式来保障能源资产安全稳定运行。

（三）案例成效

截至 2023 年 11 月，浙江大有集团有限公司控股子公司在余杭、临平两区共投资建设项目 123 个，累计装机容量 85.34MW，2022 年、2023 年共完成两区光伏装机规模近 40%。



杭州三星工艺玻璃有限公司 1349.42kWp 屋顶分布式光伏发电项目



杭州仁和菜鸟光伏项目 5114.01kWp 屋顶分布式光伏发电项目



杭州汽轮重工有限公司 11945.3kWp 屋顶分布式光伏发电项目

03 萧山区益农镇群围村“金色阳光，共富未来”光伏项目

所在地区：杭州市萧山区

申报单位：萧山区益农镇群围村村委

统筹开发单位：萧山区益农镇群围村

（一）案例基本情况

益农镇群围村位于萧山最东面，是钱塘江和曹娥江两江交汇地，是萧山第一期围垦发源地，也是全区首个美丽乡村示范村。全村户籍人口 2356 人，2021 年村集体可分配收入达到 426 万元，农民人均收入 50360 元，并先后获得全国文明村、全国乡村治理示范村等国家级荣誉。去年开始，为优化能源结构、夯实村级集体经济，群围村启动“金色阳光 共富未来”光伏项目，围绕“村企合作，村民共享，村域共富”的建设理念，在进一步壮大村级集体经济，夯实基层“共致富”基础同时，也让村民切实享受到共富带来的“红利”（经群围村村民代表大会审议通过，对安装光伏的农户，每年每户免费用电 3000 度）。该项目由群围村投资，国网公司下属企业为其提供建设、运营、运维服务，主要涉及三大类型（公共区域涉及学校三所和村委会、企业 5 家、农居房 181 户）、十个区块，总装机容量约 3040.4kWp，投资 1600 万元，建成后年收益 126.58 万元（年均发电收益 148.08 万元，年均运维支出 21.50 万元），预计 10 年左右收回成本。

（二）主要做法

一是锚定目标，明确节奏，把握全区“乡村光伏”建设进度。根据萧山不同区域乡村特色，提炼总结个性化乡村光伏建设理念，聚焦

未来能源和未来生活两大方向，研究开发碳管理智慧能源平台，打造未来工厂、未来民居、未来出行、未来驿站、零碳建筑等应用场景，从电网现代化改造、清洁能源建设、服务新模式打造、电气化再提升等四个方面推进具体工作，探索并总结“低碳智能”未来乡村建设新模式。通过前期总结，形成成熟建设方案，加快乡村光伏建设进程。

二是政企合作，运行有序，增强推动“乡村光伏”建设力度。乡村光伏的建设，离不开政府的主导和当地电网企业的积极配合，必须成立建立协同专班机制，落实要素保障，第一时间成立了镇主要领导任组长的光伏试点村创建工作领导小组，着力推动项目落地。项目试点建设中，领导小组落实一户一方案，在整体规划中把握美观、实用、高效，同时为进一步降低成本，提高光伏项目收益，结合各方实际需求，对辖区内村、校、企等不同主体实施分类收费。

三是创新引领，统筹资源，拓宽未来“乡村光伏”建设维度。通过整合乡村建筑、乡镇企业、停车场及可利用地，引入社会资本与村集体共同建设智慧路灯及乡村型的虚拟电网，把可调负荷统一起来，建立一个能源管理平台，充分利用各类资源，提高服务电网的能力，提高村民的获得感，提升村集体的治理能力和终端用户的节能降耗水平。

(三) 案例成效

益农镇群围村“金色阳光，共富未来”光伏项目已于2023年4月全部完成并网发电。抛开前10年的回本期，后面15年能为村级集体经济增收近1900万元。



群围村村民住房屋顶光伏项目



群围村学校教学办公楼屋顶光伏项目



群围村学校教学办公楼屋顶光伏项目

04 龙观乡“寓建光伏”走出“零碳共富”之路

所在地区：宁波市海曙区

申报单位：宁波光年太阳能科技开发有限公司

统筹开发单位：宁波市海曙区龙观乡政府

（一）案例基本情况

地处浙东革命老区、四明山东麓的龙观乡，牢记习总书记提出的“绿水青山就是金山银山”理念，“十三五”以来，利用农村“沉睡”的屋顶资源，不新占用土地，不要求村民出资且能分享阳光红利，以行政村为单位规划建设光伏村。典型做法，两种投资模式：由村集体筹资建设；采用 BOT 合作方式，引进第三方投资。结合新农村建设，村集体和村民利益共享。实施成效，收获三本新账单：村强民富的经济账，景美人物的幸福账，利国利民的环境账。经验概括，以“共享、融合、一体”为实施路径：共享为本，把赋能村集体经济、造福村民摆在第一；融合为源，光伏建筑一体化；一体为形，高标准建设光伏村。启示借鉴，新农村、新能源、新产业相融共生。“全村覆盖、村民共享”的光伏村“龙观做法”，为能源清洁化转型、绿色经济发展、乡村文明建设、巩固脱贫遏制“返贫”，提供案例借鉴和“中国经验”。

光年科技在助力全国第一个“光伏村之乡”建设中，坚持绿色共享、协同创新为先导，零碳富民、价值创造为引领，创造了独特的投资建设与运营，形成了可推广可复制的“零碳强村富民的龙观模式”。

1.0”，优化形成了更接地气、更通民心的“光年共富模式 2.0”，为浙江建设全国首个共同富裕示范区提供了新思路、新案例、新业态。

(二) 主要做法

建设“光伏村”，其本质是坚持以集体经济为核心，强村富民，通过科技与资金帮扶，真脱贫，不返贫。龙观光伏村是以“共享、融合、一体”为实施路径。

1. 共享为本，把赋能村集体经济、造福村民摆在第一。

企业投资，把替换下来的传统琉璃瓦购置成本直接返利给村集体，村集体能一次性获得 80 万-100 万元利益；

村和村民配合前期项目调研、工程施工、维护管理等劳务收入和定额免费用电（每户每月 50 度）补贴收入，每年可获得 6 万-8 万元；

合作期 25 年，投资回收期满（10—12 年）后，村与投资方按照四六分成，村和村民每年可分得红利 15 万元。合作期满，电站归村集体所有。

2. 融合为源，光伏建筑一体化。

以行政村为单位，全村民居和公共建筑屋顶，统一安装 BIPV 发电系统。以龙谷光伏村为例：采用的是碲化镉薄膜光伏产品，光伏系统与新村建设同步设计、同步施工，达到光伏组件及系统与建筑屋面的融合统一，高品质光伏新村不亚于城市高端社区。

3. 一体为形，高标准建设光伏村。

报建报批采用行政村为单位，一个投资主体（村集体或投资企业）；实现“整体设计、集体申报、一体安装、集中并网”，避免建设乱象

和建成后的“孤岛”电站；一体为形，屋顶建筑形制规范、整洁美观。



同步设计与施工后的 BIPV 光伏屋面与建筑融合



光伏科技融入传统双喜文化，寓意邻里和睦

(三) 案例成效

以李岙光伏村 5 年实践为例，通过三本新账单，可以反映出负碳

强村富民的真实效果。

1. 村强民富的经济账。光伏电站给村集体年收入贡献 60 万元。2018 年以来村里每年拿出 45 万元用于村公共事业建设与村民福利改善，设立了民生“阳光基金”，用于奖励村民子女上学、入伍，补贴红白喜事，以及困难帮扶。

2. 景美人 and 的幸福账。昔日的穷村蝶变为最美光伏村，成为省级 3A 景区村庄，带动了村旅游业发展。村集体的凝聚力、向心力、号召力大为增强，村民们从阳光红利中得到了实惠，全村呈现一片和谐向上的文明新风尚。

3. 利国利民的环境账。光伏村实现了清洁能源净输出，为率先实现碳达峰与碳中和提供了可行路径。按年 60 万度光伏发电量计，每年节省标煤 216 吨，减排二氧化碳 598 吨、二氧化硫 18 吨、含炭粉尘 163 吨。

李岙村自 2017 年屋顶光伏电站全部建成并网发电，至 2020 年底累计发电 240 万度，村集体累计发电收入及补贴 340 万元，村民免费用电累计达 108 万度。



结合光年阳光基金，充分发挥村集体作用，带领村民集体致富



零碳共富 龙观乡观岭片区六村因光伏结成共富联盟



全国首个薄膜电池光伏村，龙观乡龙谷村

05 奉化区“善借东风巧行船，实现农村共富裕”

所在地区：宁波市奉化区

申报单位：奉化区发展和改革局

统筹开发单位：奉化区农业农村局、国网奉化供电公司

（一）案例基本情况

近年来，宁波市奉化区积极响应上级发展家庭屋顶光伏号召，在国补、省补逐步取消的背景下，将光伏发展与消薄扶贫相结合，走出了一条符合区域农村实际的高质量发展之路，为实现共同富裕提供有效载体。截至 2022 年底，奉化区共计 79 个薄弱村完成光伏项目 93

个（薄弱村参与率达 46%），总投资 6400 余万元，总装机容量 1.7 万 kWp，实现年收益 1000 万元，获得各级各类财政补助超过 6500 万元。

（二）主要做法

1. 建立“三种模式”，方法多样。奉化从区域实际出发，创新异地发展、团组发展、村企合作等模式，促进光伏扶贫项目快速发展。主要有三种模式：

（1）传统模式。充分利用村内文化礼堂、敬老院、移民房、村委会等公共建筑屋顶资源开发项目。如 2018 年松岙镇淡溪村利用村文化园、移民房等屋顶安装光伏共计 105kWp，总投资 62 万元，实现年收益 8.6 万元。该模式充分利用村内闲置公共建筑屋顶为村集体经济创收，是 2018 年期间发展光伏扶贫的主要模式。

（2）异地模式。本村无可利用场地，依托结对扶贫单位免费场地实施光伏项目。如 2019 年大堰镇 11 个村将光伏安装在结对区卫健局下属卫生院屋顶上，总投资 440 万元，每年收益 65 万元。“异地”模式有效解决村内缺少大面积公共建筑屋顶、日照不足等限制因素，同时也更好地促进了扶贫单位与薄弱村的联系。

（3）团组模式。多个贫困薄弱村共同出资入股组建开发有限公司，由开发公司与企业协商，在企业屋顶上安装光伏。如 2019 年西坞街道 6 村联合组建公司在多家企业屋顶安装光伏，投入建设资金 600 万元，租赁辖区企业厂房屋顶 12000 平方米，每村年收益达 11 万元，为村集体经济注入了强大的造血功能。团组模式有效改善光伏

扶贫项目体量小、收益少等弊端，成为光伏扶贫方式的主要趋势。

2. 紧扣“三个重点”，推进有力。在光伏扶贫项目上，奉化坚持“思想到位、组织到位、服务到位”，让薄弱村得到实在收益，主要做好以下三个方面工作：

（1）算好一笔账。一个薄弱村是否投资建设光伏项目，首先要和村里算好一笔账，这笔账包含项目投资金额，村里出资份额，项目回本期及收益情况。比如投资 100 万元建设装机容量 200kWp 分布式光伏项目，按年发电量 22 万 kWp，全额上网 0.415 元/千瓦时计算，年收益达 9 万元。针对薄弱村光伏项目，区里可另外补贴 50 万元。因此，总投资 100 万元项目预计 5.5 年左右可以收回成本。再加上三年宁波市级补贴 0.15 元/千瓦时，回收年限进一步缩短。

（2）搭好一座桥。驻地政府对辖区内企业的建筑面积、经营情况、用电情况较为了解，对薄弱村发展光伏项目的基础条件也比较清楚，促进村企合作，实现共赢，就需要政府当好“媒人”，搭好桥。比如西坞街道 6 个村组团成立公司后，街道寻找合适的企业屋顶，出面与企业协商，从经济效益、社会效益等多方面与企业沟通对接，进而获得企业支持，顺利促成村企合作。

（3）谋好一份差。薄弱村由于集体经济经营性收入较低，资金筹措、人员配备往往成为发展光伏的难点。为保障光伏扶贫项目顺利开展，区里充分给予扶持。西坞街道 6 个经济薄弱村建设光伏项目计划经批复同意获得了项目 75% 的资金补助，剩余的 25% 通过街道出面与乡镇金融机构谈判，争取最大贷款优惠政策解决。同时，积极争取

上级补助资金，2021 年奉化区补助占宁波下达集中连片村级光伏补助资金的 77.7%。为解决薄弱村人手不足问题，合理安排街道财务、工程人员等接管做账、维护等后续管理工作。

3. 立足“三个常态”，体系健全。奉化区从“结合上级、结合部门、结合当地”出发，从三方面推进光伏扶贫项目发展。

（1）监督检查常态化。将 79 个薄弱村完成的 93 个光伏项目全部纳入智慧光伏数字化管理平台。该平台于 2021 年 6 月建成运行，是省电力公司在全省首个开展智慧光伏数字化管理平台社会化应用试点。联合相关部门对已建成的光伏扶贫项目进行抽查，对光伏发电运行的安全性、项目补助资金的下达情况进行督促检查，实现光伏项目投资、监管、运营全生命周期数字化信息化管理。

（2）推广总结常态化。邀请各镇（街道）、区农业农村局、区供电公司等相关部门介绍各自在发展光伏扶贫项目中的经验做法，大力发掘各口子好的方法总结推广，做到三个结合（与可再生资源利用发展结合起来、与消贫帮扶结合起来、与村企结对结合起来），并提出存在的困难和建议，积极谋划光伏扶贫项目。

（3）探索创新常态化。将探索光伏与农居房改造试点结合起来，推广使用光伏瓦片等建筑节能材料。结合宁波“光伏+”十大工程，积极谋划裘村 150MWp 渔光互补分布式光伏项目，探索光伏发展新模式。继续引进开发能力强、技术资源优势明显的企业来我区投资，同时也将加强与国企、央企合作，进一步推进我区光伏整县开发。



宁波奉化区光伏统筹推进项目

06 海盐县“光伏+学校领域”分布式光伏发电项目

所在地区：嘉兴市海盐县

申报单位：海盐零碳新能源科技有限公司

统筹开发单位：海盐零碳新能源科技有限公司

（一）案例基本情况

海盐县在 2022 年 3 月发布了《海盐县整县光伏开发试点工作方案》，公司紧紧围绕方案，在 2022 年暑期重点推进“光伏+学校领域”工程，将县域内符合安装条件的学校按照“宜建尽建”的原则，部署学校光伏电站设备安装工作。县内已投用学校共 60 所，经现场勘察对接，符合安装条件的学校有 48 所，公司克服学校光伏建设工程时间紧、项目多，高温环境条件差、施工难度高等系列难题，目前 47 所学校已完成设备安装，完成率 97.9%，全部并网发电。建成光伏面积约 2.6 万平方，已并网装机容量达 5.65 兆瓦，预计年发电量可达 630 万度电。

（二）主要做法

海盐县学校领域分布式光伏发电项目由海盐县属国有企业——海盐零碳新能源科技有限公司（下称零碳公司）统筹推进，统一排摸、统一设计、统一实施、统一验收、统一运维。

统一规划：全县学校数量众多，初步信息收集有 60 所学校，逐所学校对接困难，经与县教育局及有关部门对接，形成由上及下的交流模式，对学校光伏安装计划进行统一规划，实现效率与速度的提升。另外为了推进光伏建设，经有关部门协商后免除了零碳公司使用学校

屋顶进行建设的部分租金，以激励光伏建设力度。

统一排摸：在县教育局的配合下，零碳公司迅速掌握了全县 60 所学校建筑的建设年份、结构类型、使用现状等初步信息，结合初步信息及现场勘察，排摸筛选出符合条件的 48 所学校规划建设清单。

统一设计：项目前期邀请设计单位对各学校项目进行统一初步设计，在完成招标后，由中标单位按照统一相关标准进行深化设计，要求符合相关设计标准，并尽可能因地制宜，并经公司技术人员及校方审核确认。特别是部分学校本身存在一些漏水等小问题的、需要考虑学校本身外观风貌的，全部都按照相关要求进行了设计修改，充分保护业主财产及权益。

统一实施：在形成规划建设清单后，由零碳公司进行统一投资建设，由于学校存在光伏建设工程时间紧、项目多，高温环境条件差、施工难度高等系列难题，结合项目地点、规模将规划清单划分为 5 个标段进行招标，同时在县发改局的指导帮助下进行项目备案审批，同步推进所有项目建设。在建设过程中，由海盐县传媒中心进行了对工程项目进度、建设光伏电站的好处和收益、环境保护作用等方面进行了宣传，采访报道资料被浙江省新闻台、钱江台等省级媒体转载报道，并在相关新闻平台宣传，达到了良好的科普宣贯效果。

统一验收：项目实施过程中及完工后，由零碳公司进行组织，会同县教育局、学校、专业单位等相关领域代表及专家按照标准分标段逐个学校进行验收，验收标准参照国家有关标准及《海盐零碳新能源科技有限公司分布式光伏建设规范要求》执行。

统一运维：分布式光伏项目投用后，统一接入运维监控平台进行管理，由零碳公司进行统一运维管理，与指定运维单位按照相关运维方案标准，签订运维协议，严格按照要求实施运维工作。

（三）案例成效

学校项目全部投用后，预计年发电量可达 630 万度电，相当于每年可节省 1905.75 吨标煤，相应可减少 CO₂ 排放量约 5241.60 吨，减少 SO₂ 排放量 1.01 吨，减少 NO_x 排放量 1.13 吨，减少烟尘排放量 201.60 kg，减少了有害物质排放量，减轻环境污染，同时不需要消耗水资源，也没有污水排放。减排效应明显，具有很好的环境效益。

此项目的实施对整县光伏开发工作起到了较大的推进作用和宣传效果，各省市新闻媒体等公众平台广为宣传，并获得了省住建厅碳达峰优秀案例等荣誉。



案例新闻报道

07 青田县东源片厂房屋顶光伏发电共富项目

所在地区：丽水市青田县

申报单位：青田县东源镇人民政府

统筹开发单位：东源宏信新能源公司

（一）案例基本情况

在巩固脱贫攻坚成果和乡村振兴有效衔接的实践中，青田县东源片的二镇三乡充分利用丰富的光照资源，整合当地企业厂房屋顶、闲置土地等空间资源，结合大力发展光伏产业。从结果来看，该项举措有效助力了地方消薄工作，有力地壮大了村集体经济，照亮了当地乡村振兴的“幸福路”。成功的实践体现在“阳光存折”的数字上，通过建设总装机 15 兆瓦光伏项目，一年发电量约 1500 万度，电费收入约 1070 万元，真正让当地群众实现“边晒太阳边赚钱”。

（二）主要做法

乡镇抱团发展稳定增收产业。东源片区地处青田县中北部区域，辖东源镇、高湖镇、黄垵乡、季宅乡、万山乡二镇三乡，由于多山的地理结构，光照资源优渥，除东源镇和高湖镇有较多工业企业以外，其他三个乡的发展缺乏足够产业支撑，总体发展速度缓慢。五个乡镇地方政府深知“五根手指握紧方为拳头”的道理，二镇带三乡牢牢抱团发展，抓住光伏产业发展这一机遇，把充足的阳光变成稳定增收产业项目。2021 年，东源片二镇三乡的强村公司和浙江光信能源科技发展有限公司合资成立青田东源宏信新能源公司，负责实施东源片厂房屋顶光伏发电项目。强村公司占股 70%，光信公司占股 30%，在年

收入分配上各参股单位根据投资比例分红，有效地保障了村集体和村民的收益。

“光伏+”实现产业叠加效益最大化。土地资源是农村最宝贵的资源，因此在项目设计上，新能源公司优先筛选东源镇、高湖镇辖区内适宜搭建、建筑面积大、光照时间长的企业屋顶，批量建设屋顶光伏。截至目前，东源片共计利用厂房屋顶建设5兆瓦，在全县村集体共富项目中并网量排名第一。屋顶光伏足额的光伏发电量以高于市场价转售电力公司帮助村集体增收，还有效回流助力当地企业生产，帮助企业降本提质。在黄埭乡、季宅乡、万山乡，新能源公司利用园地发展光伏+农业发展模式，鼓励村、户利用光伏电站中的空地，种植茶树等特色作物，发展鸡鸭鹅等特色养殖，通过“农光互补”，实现产业叠加效益最大化。

光伏效益赋予乡村振兴内生动能。东源片地方政府坚持光伏帮扶的政策初衷，收益资金主要用于村集体基础设施建设事业和村民生活兜底保障上，避免“一光了之”的简单分红。一年来，东源片统筹利用光伏收益建设老年人活动室，翻新村集体活动场所，搭建戏台丰富当地居民的生活，让光伏效益惠及群众生活娱乐等方面。同时，地方政府利用光伏收益资金设置环卫、护林等公益岗，优先吸纳地方贫困劳动力，最大限度使其就近就业增收，更好激发村民想富要富的内生动力，赋予乡村振兴新的动能。

（三）案例实效

项目创新主要在集中资金做大光伏产业，将原本每村仅分配到十

几万甚至几万元的项目资金，集中起来联建光伏项目，增加经济收益，为村集体共富事业添砖加瓦。东源片二镇三乡充分利用自身地理环境及光照条件，用灿烂阳光照亮乡村群众的致富路，在建设更加宜居宜业的美丽新农村，实现人民群众对美好生活的向往上，百尺竿头更进一步。



青田县东源片厂房屋顶光伏发电共富项目

08 云和县浮云街道村屋顶光伏共富项目

所在地区：丽水市云和县

申报单位：云和县浮云农村集体经济发展有限公司

统筹开发单位：云和县浮云农村集体经济发展有限公司

（一）案例基本情况

为破解村集体经济增收“老大难”问题，云和县浮云街道以强村公司为龙头，以党建联建为纽带，以支部引领合作社发展为路径，推动街道各村社整合资源、抱团发展，不断探索“光伏+”屋顶生金共富项目，为共同富裕注入强劲绿色发展引擎。截至2022年年底，浮云街道通过村级联建和县强村公司共建两种模式，投资1200多万元，建设屋顶分布式光伏项目15个，总装机约2.2兆瓦，为村集体经济实现年收益达150万元。目前浮云街道8个村社均实现总收入20万元，经营性收入达10万元目标；村经营性收入达15万元村5个，50万元以上村1个。

（二）主要做法

一是加强规划引领，统筹光伏项目落地。按照“五年十兆瓦，光伏耀浮云”的总体目标，制定《浮云街道分布式光伏项目五年实施计划（2021-2025）》，整体推进光伏规模化开发户用、单位、园区屋顶、农光互补复合光伏四大工程。目前，已累计总装机2.2兆瓦。在此基础上，谋划溪口村350kWp农户闲置屋顶光伏项目，结合山海协作工程，已落实资金200万元；谋划建设村集体企业屋顶光伏项目，已初步达成1.5MWp的投资意向；谋划庄前村6MWp集中式农光互补光

光伏发电项目，现已完成项目前期。

二是整合集体资源，拓宽光伏共富路径。云和县浮云街道坚持把“光伏产业”作为增加农民收入和村集体经济收入的有力抓手，统筹街域内8个村（社）闲置资产、办公大楼、车棚等屋顶资源，组建清洁能源共富圈联盟，联合建设村级分布式光伏电站，每年给村集体经济稳定带来超百万的“阳光红利”。如，该街道庄前、云章、溪口等三村利用村内闲置车棚和办公场所屋顶修建光伏项目，有力解决了村集体经济薄弱的困境。

三是首创共富基金，建立长久共富模式。为持续深化“光伏产业”社会效益，更好促进“阳光红利”惠及群众，浮云街道先试先行，建立全省首个“光伏共富基金”，探索建立了一个可复制可推广的“共富模式”，即合作建设屋顶光伏的企业将让利电费[让利电费=企业用电量（kWh）×电网销售电价×10%]定向捐赠给街道强村公司，用于街道低收入群众、困难群众、困难党员等特殊群体的慰问和产业帮扶等，着力提升特殊群体幸福指数。目前，首家合作企业浙江德威工艺品有限公司已与县慈善总会、浮云街道强村公司签订三方协议，另有2家企业正在洽谈中。

四是严格资金监督，拉近亲清政商关系。创新纪检监察“全过程”监督“共富基金”使用，紧盯基金拨付、待遇审核、基金监管等风险隐患点，联动合作企业实时查询捐赠款项的使用途径和捐赠人。并制定“半年一审查，全年大盘点”的工作机制，每半年以书面形式告知合作企业资金使用明细，年底对资金使用情况进行了盘点公示，确保每

一分“共富基金”使用在刀刃上，筑牢亲清政商关系，切实将企业的公益爱心传递到基层困难群体，助推村民共同富裕。

五是强化干部考核，激发资源挖掘潜力。出台《浮云街道干部考核考核细则》，明确将落地光伏项目作为干部考核加分项，从装机容量、投资额、收益率三个方面综合量化，严格贯彻落实考核激励制度，鼓励干部与民营企业沟通对接，共谋发展光伏项目，考核结果与年底绩效发放挂钩，真正激发人才干事创业热情。

(三) 案例成效

截至 2022 年年底，浮云街道通过村级联建和县强村公司共建两种模式，投资 1200 多万元，建设屋顶分布式光伏项目 15 个，总装机约 2.2 兆瓦，为村集体经济实现年收益达 150 万元。目前浮云街道 8 个村社均实现总收入 20 万元，经营性收入达 10 万元目标；村经营性收入达 15 万元村 5 个，50 万元以上村 1 个。



云和县浮云街道村屋顶光伏共富项目

09 埭溪镇工业园区 15000kWp 分布式屋顶光伏项目

所在地区：湖州市吴兴区

申报单位：湖州吴兴升晖光伏能源有限公司

统筹开发单位：湖州吴兴经开建设投资发展集团有限公司

（一）案例基本情况

为进一步提升村级集体经济发展能力，贯彻执行习近平总书记“绿水青山就是金山银山”的精神。吴兴区经开投集团成立湖州吴兴升晖光伏能源有限公司，注册资本金 8000 万元，集团公司占股 30%，埭溪镇 20 个行政村各占股 3.5%，共同实施埭溪镇 15000kWp 分布式屋顶光伏项目，总投资预计为 15432.67 万元，利用企业屋顶建造光伏电站，项目收益大部分回归到村里，用于村集体的开支，惠及村民。为当地村集体、企业谋福利的同时，实现社会效益、环保效益和节能效益，整个创造收益的过程细水长流，延绵不绝。

（二）主要做法

在统筹规划方面，吴兴经开建设投资发展集团一是把埭溪镇未光伏利用的项目，除化工企业这类不具备利用条件的排除掉，其余全部进行屋顶面积的充分利用（如用电能力不强的企业也同样把屋顶尽可能都利用起来），进行了开发区的连片光伏建设；二是充分发挥自己作为经开区投资集团的优势，在企业招商引资协议中，明确把新进企业的屋顶使用权归投资集团进行统一开发，另外还配合当地新上民用建筑项目的绿色建筑规划，通过安装光伏来助力达到绿建要求。

吴兴经开建设投资发展集团同时负责开发区的园区有机更新、土

地一二级开发、低效收储等工作，发挥优势把开发区的工作对接和光伏屋顶利用建立了特别通道，形成了独特的竞争力。针对地区范围内已有的生态环境保护、企业经济效益发展等实际问题以及光伏发电项目实施过程中存在问题，在具体举措落实上进行探索实践。

(三) 案例成效

一是解决了一个区域内只挑好项目，其余屋顶资源浪费很多的问题；二是光伏强村特色突出；三是形成了把当地新上项目的光伏有效统筹利用的模式。通过“一次投资、多年收益”，实现了乡镇地区扶贫开发向实现共同富裕的转变，与此同时，有力地促进了新兴产业发展与农村资源的有效利用，显现了其实实在在的共同富裕。当地行业管理部门在通过组织协调企业进行开发合作、加强宣传，有效提升光伏项目美誉度和认可度。



埭溪镇工业园区 15000kWp 分布式屋顶光伏项目

二、单个项目类

(一) 创新引领类

01 欣美成套电器绿色低碳工厂分布式光伏电站

所在地市：杭州市萧山区

申报单位：浙江中新电力工程建设有限公司

开发单位：浙江中新电力工程建设有限公司

(一) 案例基本情况

杭州欣美成套电器制造有限公司分布式光伏项目分二期开展建设，总装机容量为 946.8kWp。项目通过多方综合优势及各种数字化技术实现光伏资源网格化、建设标准化、运维智能化、管理一体化，打破信息孤岛，实现多能协同，建设起一套集大数据、AI、IOT 等技术于一体的低碳数字化平台，推动项目向系统融合、多能协同和高效发电迈进，实现互联互通。

(二) 主要做法

项目主要以“三化”构建立体式低碳管理模式，一是低碳化：通过光伏发电、可调负荷应用、储能动态调节实现厂区绿能全覆盖；二是清洁化：推进搬运过程的电能替代、建筑节能技术应用实现厂区“零”污染；三是数字化：部署智能微电网平台，实现厂区负荷智能化动态调整。

1. 基于柔性负荷控制的削峰填谷：厂区配套部署配置了 350kW/800kWh 的储能项目，将光储系统纳入数字化管理平台统一管

理，实现毫秒级需求响应及削峰填谷，实现厂区储能峰谷差价收益 12.58 万元。

2. 基于多维度能源预测的需量控制：对光伏发电情况进行预测，智能动态预测光伏发电情况，根据发电效益合理开启厂区生产用电设备，精细化管控生产负荷。

3. 基于负荷比对的需求侧响应：接入空调压缩机功率控制，结合储能顶峰功能，实现需求侧响应及用能优化，实现空调能耗优化收益 22.99 万元。

4. 基于气象分析空调用能优化：结合大数据平台对于气象数据的分析，实时调整空调及设备的能耗，实现用能优化。

5. 基于能耗跟踪的储能最优控制：通过对绿色低碳园区整体用能监测及计算，实现从电到碳、电到钱的计算及最佳使用建议。

(三) 案例成效

该案例获评杭州市 2022 年度十大低碳应用场景之一。项目为企业节省大量电费，降低企业生产成本，也盘活企业闲置屋顶，获得经济效益，同时还可以使室内降温 4~6 度，增加环境舒适性。截至目前已减少二氧化碳排放 1430 吨，实现经济效益 1009.57 万元（空调能耗优化收益： 22.99 万元、储能峰谷差价收益：12.58 万元、新能源发电收益：74 万元、减少限电停产的损失：900 万元）



欣美成套电器绿色低碳工厂分布式光伏电站



欣美成套电器绿色低碳工厂分布式光伏电站

02 兰溪北部智慧微电网项目 - - 捷安低碳示范园区

所在地市：金华市兰溪市

申报单位：国网兰溪市供电公司

开发单位：浙江捷安工程有限公司

（一）案例基本情况

国网兰溪市供电公司深入贯彻 3060 双碳战略，因地制宜、开拓创新，在其下属产业公司浙江捷安工程有限公司建成兰溪北部智慧微电网项目——捷安低碳示范园区，扎实打造能源电力绿色低碳转型典型场景，有力支撑区域新型电力系统建设。捷安园区内有公司三家，主要有办公、小型机械加工与生活交通等三类用能需求。捷安公司充分运用园区屋顶、场地等优势条件，建设由 726.8kWp 光伏、100kW/200kWh 储能与 4 个充电桩 8 把充电枪组成的“光—储—充”新能源低碳智慧微网，通过一体化新能源系统智慧分配与合理调整，实现清洁能源就地消纳，推动微网用能平衡。

（二）主要做法

（一）充分挖掘资源潜力，推进新能源开发利用。一是做大新能源装机规模。开展光伏安装位置排查，对可利用区域进行合理改造，在仓储、办公楼屋顶、停车棚位置安装光伏发电模块，光伏装机共计达 726.8kWp，园区最大用能占光伏发电量的 37%，实现日间用能新能源全覆盖；二是推动配套储能系统落地，以提升新能源就地消纳率为目的，研究确定 100kW/200kWh 储能项目

落地，实现光、储协调互补，有机结合，合理利用。

光伏出力时段，用电单元由光伏单独供给，同时储能侧开始为电池充电，多余电能向电网售出；光伏波动时，由储能侧自动介入，平抑出力闪变；无光时段，用电单元可全部由储能侧供给，并优先保证生活照明用电。园区用能可实现全部由光伏发出，全流程实现了绿色用能。

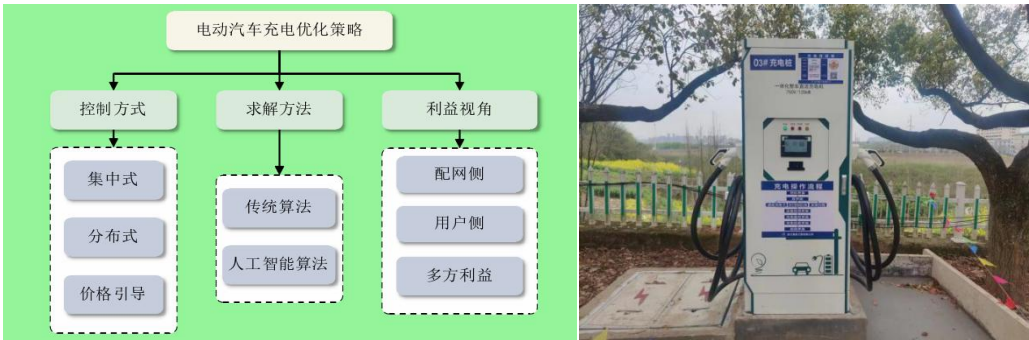


捷安园区光伏、储能单元

（二）推动多元用能创新，提高清洁能源消纳能力。一是加大对日常作业过程中新能源车辆的使用力度，逐步实现电能替代，加大企业对新能源的消纳能力；二是鼓励员工使用购置新能源交通工具，推动“以电代油”绿色交通。推动电能替代。三是拓展消纳渠道。分析新能源承载能力，在园区入口车位旁规划新建6个快速充电桩，目前已建成投产4个快速充电桩，8把充电枪，并面向市场提供充电服务，使园区最大用能负荷占光伏发电量比重从原来的37%提升至68%。

（三）探索电价调节机制，提升项目整体收益。通过对现有充电桩大数据进行分析，在常规充电桩采用单一分时电价充电的模式下，打造灵活分时、电价自调节的充电桩经营策略，通过收

集气象台历史和未来数据分析气象因素对光储充电站发电能力的影响和进行发电能力预测、分析充电桩和用户消费习惯及其价格对用户选择的影响、对比区域相近地区不同充电电价与充电量相关数据来进行电价差异与充电量关联性分析将此方面数据利用人工智能技术进行自主学习优化,输出在效益优先约束条件下的不同时段的最优价格,并实现日内价格区间预测,各个充电桩协调管理和用户充电预约,形成智能互动的充电生态,园区充电桩充电价格较市场均价低 30%,充电桩利用率大幅提升,项目整体投资回收期由 10 年缩短至 7 年,同时也收获了用户的广泛好评。



电动汽车充电桩及其优化策略

（四）构建数字能控平台，打造智慧微电网。开展数智融合平台研究探索，投资建成兰溪市首套企业用能智慧管理系统，集合企业用能能耗控制单元、光伏出力检测模块，电网运行潮流分析，储能投切控制，充电桩运行状态实施监控，构建企业级微型“源-网-荷-储”互动单元。

为进一步发挥微电网对大电网的支撑作用，捷安园区安装了负控装置，并统一接入到浙江电力新型负荷管理平台，纳入虚拟

电厂资源管理。当外部电力不足时，负荷智慧管理系统可接收、执行虚拟电厂或需求响应指令，对空调、路灯负荷进行无感调节，降低充电桩充电功率，同时启动储能放电模块，减少园区用能需求，并给大电网提供支援，以此获得交易、响应补贴，给企业创造额外收益。下一步，捷安公司还计划将投资和运维的光伏站（48座）、充电站（30座）两类可调节资源进行全量聚合，和园区微电网打捆，以负荷聚合商形式参与虚拟电厂市场化交易。

（三）案例成效

园区业主用电量不大，原本只能消纳光伏电力的 30%-40%，通过充电桩服务的引入和储能的协同平衡，园区最大用能提升至占光伏发电量的 68%。项目构建了以负荷为基准的数字化智能互动平台，并利用对外提供服务的充电桩，既增加了充电服务的经济收益，也提升了业主用电量进而光伏自发自用比例提升，同时也对社会车辆提供了有吸引力的电力服务。本项目利用互联网平台进行了光储充的融合，灵活决策的机制，并把充电桩安装的任务、光伏安装的任务通过储能系统和智能调度系统实现了经济性的提升，创造了新的商业模式。

03 玉环商展中心屋顶分布式光伏及新能源汽车光储充放示范项目

所在地市：台州市玉环市

申报单位：玉环市家具园区有限公司

开发单位：青岛特来电新能源科技有限公司

（一）案例基本情况

项目建在玉环商展中心四楼屋顶，原屋顶彩钢瓦网架结构已经有 20 多年，彩钢瓦被雨水侵蚀腐烂，常年漏雨，且夏季屋顶在太阳的暴晒下，商场四楼一直承受高温炙烤，影响招商和顾客消费体验，更增加了商展中心空调电费支出。2022 年玉环市家具园区有限公司利用玉环商展中心 5000m²的屋顶铺设 800kWp 光伏板，采用光伏建筑一体化形式，结合地面停车位建设超充充电系统和光储充放系统。这样既解决了屋顶高温、漏雨、商场内部用电和汽车充电桩用电问题，又能满足建筑本身的美观实用需求，把新能源汽车的充电桩结合光伏发电自发自用的做法提高了项目收益，缩短了项目投资回本周期。该项目是当地金融机构与世界银行开展的系列合作项目之一，也是浙江省内首个世界银行转贷款电池储能促进项目。

（二）主要做法

玉环商展中心屋顶分布式光伏及新能源汽车光储充放示范项目利用玉环商展中心的屋顶及地面停车位建设光伏屋顶发电系统、超充充电系统和光储充放系统。其中：光伏屋顶发电系统利用玉环商展中心 5000m²的屋顶铺设 800kWp 光伏板，预计首年发电量 91.83×10^4 kWh，供商展中心及超充充电系统；超充充电系统配置 1 台 10kV 充电箱变、

1套28车位钢结构雨棚、1套装机功率1200kWp的分体式直流充电机和28台直流充电终端，可满足28辆车同时充电；光储充放系统建设充电站光伏雨棚，配置80kWp光伏板，200kWh储能电池箱，可为2个充电车位120kW直流充放电。

创新点一：满足建筑美学。利用玉环商展中心屋顶采用光伏建筑一体化即BIPV(Building Integrated PV, PV即Photovoltaic)形式铺设光伏板，并将接线盒、旁路二极管、连接线等隐藏在幕墙结构中。这样既可防阳光直射和雨水侵蚀，防止漏电事故发生，又不会影响建筑物的外观效果，达到与建筑物的完美结合。

创新点二：保障安全性能。采用了BIPV组件，不仅需要满足光伏组件的性能要求，同时要满足幕墙的三性实验要求和建筑物安全性能要求，拥有比普通组件更高的力学性能和采用不同的结构方式。

创新点三：安装方便。采用BIPV光伏组件取代普通钢化玻璃，其结构形式基本上同传统玻璃幕墙能够相通。这就使得因能BIPV光伏组件的安装具有深厚的技术基础和优势，完全能够达到安装方便的要求。屋顶使用光伏组件，还多了防晒隔热功能。

创新点四：发电效率高。顶棚光伏组件为双玻双面发电，相比较传统光伏组件发电效率可提高20%。

(三) 案例成效

玉环商展中心屋顶分布式光伏及新能源汽车光储充放示范项目为玉环首个对外运营的“零碳”光储充放示范站，台州首个BIPV光伏建筑一体化示范站，浙江省首个可再生能源和电池储能促进项目，

并获央视《新闻直播间》点赞。2022 年 10 月 28 日，玉环商展中心光伏投入使用，截至 2023 年 5 月 9 日，累计发电量 37.65 万 kWh。其中，玉环商展中心 28 个充电桩平均每日用电量 2000-3000 度。中午 11 点至下午 1 点，高峰时段充电桩使用率高达 90%。商展中心商场内用照明和动力用电基本能达到自发自用，能使用全部发的电能，余电几乎为零，充分利用了太阳能，达到很好的社会效益和经济效益。该项目巧妙将光伏组件和建筑相结合，提高了空间使用率，兼具发电与装饰功能，充分挖掘了屋顶、车棚等可利用光伏资源，采用双玻双面发电组件，有效提升发电效率，为商业综合体绿色能源消纳利用起到示范效应，是传统充电解决方案的一次全新的升级，光伏、储能及充放电实现多能互补，车网互动，是充电行业技术发展的必然趋势，也是助力地区实现双碳目标的有效路径。



案例新闻报道

04 正泰新能海宁园区“风光氢储充”多元化解决方案

所在地市：嘉兴市海宁市

申报单位：正泰新能科技有限公司

开发单位：浙江正泰新能源开发有限公司

（一）案例基本情况

本项目为典型光伏+多元场景应用，围绕正泰新能园区建设“风光氢储充”交直流耦合微电网系统，系统集成光伏建筑一体化、光储充一体化、光伏产储用氢一体化、风光互补、光伏廊道、光伏路面等多元场景，共计装机容量 6MWp，通过智能、高效、稳定的电力电子变换设备接入微电网中，共同助力园区能源绿色低碳发展，具有突出的创新性亮点和广阔的行业推广价值。

（二）主要做法

结合园区实际用能需求，在厂房屋顶建设 5.9MWp 分布式光伏发电系统。在园区内采用交直流耦合系统的方案，将风力发电、光伏发电系统、充电桩用能负荷、常规用能负荷等以最高效的方式组网连接。其中，5kWp 风力发电系统经风机变流器输出 380 V 并入微电网交流母线；BIPV 光伏小屋、光伏游步道、BAPV 集装箱顶部光伏、BAPV 飘带顶部光伏、光伏实验区等区域的光伏能源，通过匹配的并网光伏逆变器接入 380 V 交流母线；BIPV 车棚光伏、储能系统、V2G 直流对充电桩通过各自的 DC/DC 模块，接入直流母线上。交直流系统通过一台具备并离网切换功能的 DC/AC 模块相连，最终由并网点与电网相连，与园区配电网互为补充。具体实施内容包括：

1) 风电：5kWp 垂直轴风力发电机。

2) 光伏：光伏 BIPV 小屋、光伏 BIPV 停车棚、光伏路及光伏飘带连廊、光伏实验区，总计 111.24kWp。

3) 储能：50kW/100 kWh 锂离子储能系统，交直流微电网能量路由器。

4) 充电系统：交流充电桩 2 台，快速直流 V2G 充电桩一台。

5) 制氢系统：制氢端含有制氢量 $5\text{Nm}^3/\text{h}$ 碱式制氢设备一套、 $1\text{Nm}^3/\text{h}$ 质子交换膜制氢设备一套。

6) 氢能方舱系统：

储氢系统：储氢端含有水容积 0.6m^3 的储氢罐一只。

用氢系统：用氢端含有额定功率 10kWp 的燃料电池发电设备一套和氢气加压机一套、八座氢能观光车一辆。

氢能附属设备：含纯水制备、冷水机、空压机、氮气吹扫设备各一套。

7) “风光氢储充”一体化管控平台：风光氢储充微电网系统核心数字化运行、管理综合平台。

配置 50kW/100kWh 的电储能系统作为工厂的可再生能源补充，能够一定程度缓解变压器负载率较高的运行工况，实现网内新能源发电波动平滑、系统移峰填谷运行、不间断供电电压支撑等功能。

为了满足园区员工绿色出行的需求，配置电瓶车充电桩、电动汽车充电桩数台。根据充电应用时间及速率需求不同，各设置交直流充电桩 2 台，满足当前园区的充电需求。其中，研发一台 V2G 充电桩，

挂在 800VDC 直流母线上，在电网故障时，接入系统中的电动汽车可以与储能系统一起为微电网提供电压和功率支撑；而接入在交流母线上的常规直流充电桩及交流充电桩，根据供电紧迫性，将其设置为三级负荷，也即当大电网故障，微电网无力承担更多负载时，切除三级负荷，以保障重要负荷的不间断供电。V2G 直流对充充电桩采用有源功率因数补偿技术及全面软开关技术，实现设备运行的高效率及高功率因数；通过完善的电池低压保护功能，实现温度补偿、自动调压、无级限流等功能。

制氢电解槽用电接自光伏、风力等新能源电力，制备绿氢，制氢的原材料为纯净水，在此过程中无碳排放；碱式制氢设备用到的碱液仅为导电介质，不产生消耗和排放；氢气在储氢罐中存储后，可以在需要的时间通过燃料电池发电并网，还可以将氢气加压后充入氢能观光车内作为行驶动力。由上可见，将不稳定新能源电力转化为氢能，即可成为一种新型的储能形式，在用电低谷期，利用富余的可再生能源电力电解水制取氢气，并以高压气态、低温液态、有机液态或固态材料等形式储存下来；在用电高峰期，再将储存的氢通过燃料电池进行发电，并入公共电网。

充分利用项目实际能源设备物理模型、运行数据、工程设计等信息，集成多学科、多物理量、多尺度的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应的实体项目运行过程。项目通过本地设备层、数据采集层、高级应用层三层架构，搭建数字孪生能源系统。本地设备层依托正泰全产业链产品优势，集成智能光伏组件、汇流箱、逆变

器、智能断路器、电表、智能照明控制器、环境监测设备、各类传感器等产品，实时采集能源生产、存储、传输、使用等环节的信息，同时可执行高级应用程序下发的指令，改变系统的运行方式。数据采集传输层基于自主研发的智能控制网关，具有高速、无极性、通信链路供电、支持自由拓扑等优势。具有丰富的数据信息输入/输出接口、光电隔离开关量输入接入等；可实现第三方串口设备集成，具有强大的灵活性，可应对各种复杂的应用场景。高级应用层通过对系统中各设备的实时信息监测、历史信息存储与分析，实现系统运行模式控制（平滑新能源波动、储能充放电控制、充电系统有序运行、联络线功率控制等）、高级能量管理（新能源发电预测、负荷预测、系统经济运行优化等）及报表统计等功能。

（三）案例成效

助力“3060”双碳目标，响应园区节能降耗需求，摆脱粗放式供能管理模式，持续放大绿色园区示范效应，打造以新能源为主题的“风光氢储充”一体化新型绿色能源系统，形成高度集成的新能源低碳园区控制、保护、数据采集和通信、数据展示、能源管理一体化的解决方案，支持产业园区开展绿色产业示范基地建设，着力推动绿色产业集聚、提升绿色产业竞争力、构建技术创新体系、打造智慧运营服务平台，形成绿色产业发展新动能。推广屋面光伏、储能、风电、氢能等综合能源生态圈，积极创建清洁能源应用示范园区。



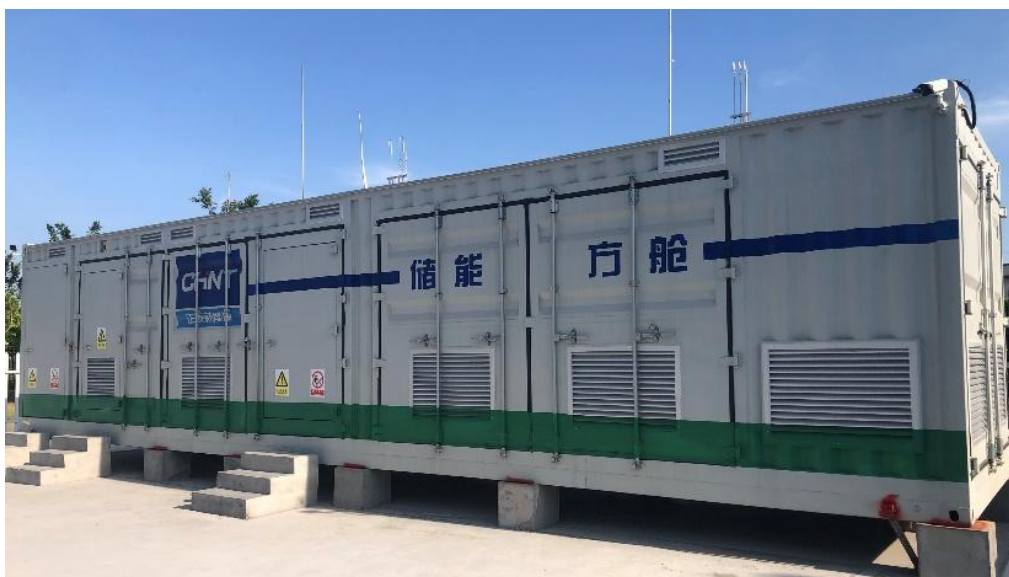
光伏小屋



光伏实验区



光伏飘带和光伏路



氢能方舱



储能方舱



光储充车棚



风力发电设备

05 大洋世家优品园屋面 BIPV 分布式光伏发电项目

所在地市：舟山市定海区

申报单位：普星聚能股份公司定海分公司

开发单位：普星聚能股份公司定海分公司

（一）案例基本情况

大洋世家舟山优品园位于舟山市定海区，是舟山市的重点建设项目，总投资超 12 亿元，致力于打造全球最大规模全程可追溯的超低温金枪鱼精深加工生产线。本项目使用了定制的专用的 BIPV 光伏产品，装机容量为 8928.8kWp，产品采用一体化设计定型，不但具有光伏发电功能，同时符合建筑所要求的防火、防风等性能，完美解决了新建厂房加装光伏后的建筑验收的问题。

在建筑设计之时，就结合本产品的安装需求，对建筑屋顶进行整体考虑优化，既保证了整体防水性能，又降低了建筑整体材料费用，同时提高了光伏的装机容量，光伏+屋顶一体成型。

（二）主要做法

光伏发电项目与建筑物同时设计、同时施工、同时安装，最优化利用屋面资源和提升发电量。

1、整体屋面系统更抗风，结构更稳定，具有抗 17 级台风的能力。舟山气候特点：四季分明、全年多大风，春季多海雾、夏秋多台风等。根据舟山地区的台风数据，2021 年登陆舟山的台风“烟花”最大风力达到 13 级，给舟山的多个厂房带来了毁灭性的破坏。传统安装方式，采用导轨支架，屋面的压型金属板与后置的光伏电池板受力复杂，

金属板和光伏电池板既有风载正压也有负压，光伏电池板受力通过支架传递到压型金属板，长期的风载作用和变形会产生疲劳效应，影响结构安全。本项目 BIPV 专业板型的咬合形式与直立锁边板类似，固定座与板肋一起参与咬合。采用的是不滑动固定座，让板的热胀冷缩量在每个跨内通过板的轻微变形来消化。而且由于其板型的断面特征，具有更大的截面惯性矩和不易变形等特点，使其具有更强的抗风揭性能。“老虎钳”式咬合方式，风吸力越大咬合处越紧，更具有抵抗舟山沿海台风多发的特性。

2、防水性能保障。屋面板匹配 BIPV 系统的节点构件及施工工艺，让屋顶滴水不漏，防渗漏专利板型，防毛细现象，防雨水渗漏。在雨水丰富的海边，对于水产食品厂房的防漏水要求更高，该 BIPV 更保障工厂对屋面防水性能的要求。

3、防火更可靠。整个光伏屋面系统，采用 A 级不燃组件，系统通过了国家 GB8624 防火测试（A）。

4、轻量化，节省钢材用量。同步设计时，BIPV 具有屋顶防晒保暖功能的属性，设计时可减少保温材料的使用；去除导轨支架夹具的使用，综合减轻屋面荷载量，即减轻整个建筑物的钢结构钢梁的设计需求值，节省了主体建筑的加固和光伏系统支架的用钢量。

4、装机量提升。BIPV 组件采用双玻无边框设计能够提升单位面积发电量，组件表面形成的灰尘会被自然雨水的冲刷掉，避免了积灰对电池带来遮挡引起的功率衰减、发电损失，相比 BAPV 发电量提升约 12%。

综合考虑光伏发电的效率、成本、安全性、美观度、使用寿命等因素，选用更强耐久、稳固、防水、防雷、抗风性能较强，有防火 A 级材料的光伏组件和金属屋面围护系统集成的 BIPV 屋面光伏发电系统。

(三) 案例成效

通过 BIPV 一体化产品、技术及工艺的应用，此项目做到 25 年不漏水，不更换彩钢板，有效降低项目全生命周期运维成本，同时降低整体项目初期造价成本约 1000 万元，并比传统后加装光伏方式增加有效装机容量 1MWp，年多发电 99 万度电。



大洋世家优品园屋面 BIPV 分布式光伏发电项目

06 义乌江东污水厂柔性支架光伏发电项目

所在地市：金华市义乌市

申报单位：义乌市输变电工程有限公司电力实业分公司

开发单位：义乌市输变电工程有限公司电力实业分公司

（一）案例基本情况

由国网义乌市供电公司电力实业公司承建的义乌市江东污水厂分布式光伏发电项目，通过安装柔性支架，在污水处理厂水池上方铺设光伏组件，总装机容量 1.2 兆瓦，合计安装 2299 块高效单晶硅双玻组件，设计使用寿命 25 年，年均提供绿色清洁电能 118.8 万度，节省标准煤 366.58 吨，减少二氧化碳排放 1065.63 吨。该项目是金华市首座柔性支架光伏电站，为下一步柔性支架规模化推广使用提供了义乌样板。

（二）主要做法

柔性支架具有跨度大且跨度范围灵活可调的优势，适用山地坡度、起伏较大的地区，同时不受植被高低等因素的影响；适用于鱼塘、滩涂、污水处理厂等地区，突破传统支架受限于水深、区域大小等条件，通过柔性支架实现 30~50m 大跨度的方案。这种新型结构可以突破屋顶等空间局限，解决地形复杂、下部空间须满足使用等问题，可以有效提高土地的综合使用效率。

该项目用张紧的钢绞线的轴向拉力抵抗组件重力、雪荷载和风荷载等横向荷载，属于几何非线性受力体系，受力与变形特征较类似悬索桥。柔性支架“柔性”的特点巧妙的化解了过刚易折的缺点，将传

统支架在风荷载下的高频振动转化为低频振动，可以有效降低风振下的组件隐裂。

柔性支架端部承担预应力索拉力的主体钢架主要采用壁厚 5mm 以上的型钢或钢管，钢架出厂经过酸洗、热镀锌等表面处理，有很好的防腐蚀效果，能够有效地保证耐久性的要求，钢绞线采用热镀锌无粘结预应力钢绞线，钢绞线表面从内到外有镀锌层、专用防护油、PE 层三重隔离层，拥有比钢架更好的防腐效果。同时，柔性支架可根据区域光照度，实现安装角度自控，大幅提升光伏发电效率和扩大使用范围。

(三) 案例成效

充分利用江东污水厂生化池及二沉池的上部空间，用清洁的太阳能补充传统电力，可有效降低污水处理厂生产运营成本，实现绿色低碳发展。该模式对于污水处理厂的柔性光伏应用具有较强的推广意义。



07 舟山普陀山机场分布式光伏电站（一期）

所在地市：舟山市朱家尖

申报单位：舟山普陀山机场有限公司

开发单位：浙江岐达科技股份有限公司

（一）案例基本情况

为深入贯彻落实习近平总书记关于建设中国特色社会主义生态文明重要思想，积极响应机场集团打造中小机场标杆的号召，舟山普陀山机场以绿色机场建设为突破口，着力推进机场从资源粗放型向浙东中型绿色能源机场的转型。为解决资金困难，通过思维创新，应用融资租赁模式，投资 261 万元，整合设备用房屋面资源，试点清洁能源的建设，目前分布式光伏电站（一期）平均日发电量 1800 度，接近航站楼白天耗电量。

（二）主要做法

1. 量身定制

为实现国家“3060”目标，民航绿色机场建设达标，舟山机场与承建方浙江岐达科技股份有限公司在项目期，针对海岛台风、雷暴天气多发的气候条件，研究对民航飞行无光污染及无电磁干扰，以及在机场多回路供电状况下，满足供电安全可靠性的光伏电站，审定最佳的设计方案；施工期间遵守民航安保条例，人员、车辆经过专业培训，各类申报，一一备案，最终确定了最优施工方案，并严格按照标准施工作业。

2. 技术保证

(1) 防止光污染。太阳能光伏组件是太阳能光伏发电过程中进行光电转换的核心设备，为提高光能转换效率，减少反射，在组件玻璃面层经过绒面处理和镀膜处理，在晶硅表面进行织构化处理，增加了玻璃盖板的透射率和多晶硅对光能的吸收率。目前的面层钢化盖板玻璃均满足 JC/T217002013《太阳能光伏组件用减反射膜玻璃》的技术要求。另外，结合机场进离场航线、塔台高度、光伏板安装地点与倾角等实际情况进行综合评估，在保证光照利用效率的同时，适当地将倾角降至 12 度，保证了光伏组件的光线反射不影响飞行员的视线。

(2) 防止电磁干扰。为防止直流电能转化为交流电能过程中，并网逆变器可能会产生的电磁干扰，采用江苏固德威生产的系列逆变器，该逆变器针对可能会产生的电流谐波，加装谐波保护，设定额定输出值 $<3\%$ ，另外在光伏并网系统柜上安装了谐波监测装置，经实际运行，对民航飞行的导航信号、地空联络通信均无干扰。

(3) 供电可靠性。由于机场供电要求高，配备双回路电源，每路电源一侧多点位均带有自备发电机组和 UPS 应急电源，考虑到倒闸操作的安全性与切换时效性，经过反复探讨与模拟，最终确定光伏接入点均避开发电机侧的方案，避免发生发电机成为电动机倒运的可能性，以保证安保电源的绝对可靠。

(4) 安全性。由于舟山机场地处海岛，沿海大风、台风天气比较多，而机场又是恶劣天气时的最后运输保障线（如岛际生命救援、防灾物资运输、海洋监测等），为不影响机场的保障，光伏固件增大了配重块，增加抗风能力，侧面加装拉伸件，防止大风跌落，产生

FOD，影响跑道使用。又针对雷暴天气多，光伏组件采用阵列防雷网环通布局，竣工后邀请专业防雷测试单位实地检测，出具合格报告。

3. 数字化应用

固德威公司依托物联网技术，自主开发光伏电站智能监控运维平台，解决分布式光伏发电项目中定位难、排查难、处理难的三大难题，同时该平台接入舟山机场智慧能源管理平台，实现数据监控、数据分析、计算报表等资源共享。

(三) 案例成效

项目的投运标志着舟山机场绿色能源应用案例的成功，为全国首家低碳航站楼的建设探索了可行路径，为电力保障特别重要用户的并网稳定性提供了实践经验，为新型单晶硅光伏组件是否产生光污染、电磁辐射等环境影响，干扰航空飞行安全做出评估，为今后在机场周边大面积推广应用光伏电站提供重要的实践证明。目前舟山机场场区环境优美，花园空港一步一景，旅客出行体验美好，并已成网红打卡点，达到和谐场区、智慧机场、绿色机场建设目的，海天佛国花园空港已具雏形。



(二) 数智高效类

01 嘉化宁波 6.5MWp 光伏电站发电效能提升项目

所在地市：宁波市北仑区

申报单位：浙江正泰智维能源服务有限公司

开发单位：浙江正泰智维能源服务有限公司

(一) 案例基本情况

宁波保税区 6.5MWp 分布式发电项目为嘉化集团下属新能源场站，项目位于宁波市北仑区保税工业园群创光电屋顶，含两个子项目，分别为宁波群创 A 区 1.836MWp、宁波群创 BC 区 4.666MWp 均为混凝土框架结构屋面，组件为多晶 255~260Wp，朝南 22 度倾角安装，20 块每组串，采用组串逆变器分散逆变后升压至 10KV 电压并网，并网方式为“自发自用，余电上网”。本项目通过更换异常、低效组件，老旧组件、组串优化设计、阴影方阵转移、激光驱鸟等技改方案，依托于电站生产型和安全性技改，聚焦效益型技改，对比提升电站发电效能及安全可靠性，赋予电站二次生命力，旧貌换新颜。对于存量电站而言，具备灵活丰富的效能改造提升空间，可以实现“小改造大收益”的目的。电站效能提升是长期持续性、综合性工作，电站的运营维护工作和效能提升改造相辅相成。

(二) 主要做法

1. 前期评估

本项目首次并网发电时间为 2016 年，至今累计运行年限不到 8

年，由于光伏电站自身天然的分散性，受多因素综合影响，电站自并网发电运行后，根据 Pvsyst 仿真测算、历史发电小时数计算及电站实际系统效率测算等系统分析，得出该电站实际等效发电小时数未能达到理论可研设计值，出现明显的负偏差。

为保证项目达到预期的投资回报率，助力能源绿色低碳发展，针对电站存在的发电效能偏低的情况，重点聚焦在明确主要损失来源，以及效能提升的实施路径，以充分挖掘电站剩余发电潜力，排除不稳定安全运行的因素，对电站做出相应整改方案。

2 电站创新性技术方案

对电站整体诊断后评估效能提升空间，效能提升团队经过模型仿真、数据分析以及方案再设计，聚焦场站重点的缺陷故障，以电站能效提升最大化前提，再与光伏系统美观性和员工运维便利性相结合，做出以下能效提升整改措施：

(1) 低效组件更换优化。通过对整体光伏厂区无人机红外飞测和光伏组件电性能抽检诊断、后台监控组串功率数据综合分析，对存在热斑、碎裂等低效组件进行同站同型号组件更换。

(2) 组串不平衡优化。同一组串内组件功率不平衡存在较大的木桶效应，输出电流受最小发电功率的组件决定，对上述低效组件进行匹配替换，组件按功率评级、分档，以 5%为梯度，对不同功率衰减区间的组件区分组串接入，减少组件失配电量损失，涉及容量为全站。

(3) 新增高效双阵列。对集中替换后的空余区域安装高效双玻

双面半片 540Wp 组件，地面改造为白漆，支架设计满足背面无遮挡，最大限度提升发电量。

(4) 阴影遮挡方阵优化。全站阴影建模分析，识别存在阴影遮挡的方阵，对不同阴影源的遮挡类型、遮挡时间进行分类，不同的遮挡采取不同的解决方案。对遮挡方阵进行再设计，按遮挡区间一致性对场区内组件迁移或遮挡组件的接线优化。

(5) 光驱系统。利用激光束的强光和闪烁来吓走鸟类，防止鸟类在组件上空或表面停留对组件产生遮挡或破坏。

(6) 绿色低碳运维。本项目通过品联光伏监控平台实时监控电站年月日发电量、等效小时数、经济收益等数据，监控逆变器不同设备每年月日发电量、逆变器转换效率、等效利用小时数、峰值交流功率、并网时长等数据信息，并实时更新查看该逆变器设备每天有功功率、当日发电量变化曲线，及时发现设备异常，实现跨区域线上数据分析跟踪电站能效提升情况。再通过本项目接入电站发电关口表设备，发电效能提升以上传的实时数据为评估基础，对比分析数据准确性本项目还通过平台监控显示的异常警告提醒，查看设备数据采集异常，通讯中断等问题。以低碳绿色为理念，高效数字化地管理电站，方便人员管理的同时，更有效提高系统的发电效率，保障项目长期投资回报周期和耐久可靠。

3. 电站安全性提升

通过现场踏勘，电站长期的不施加管控改善，导致不安全因素扩大发展，比如直流拉弧短路故障等转化为电气火灾事故，威胁电站资

产安全。针对电站安全隐患问题，根据《光伏发电工程验收规范》要求，做出以下安全提升整改措施：

（1）抗倾覆和防雷提升。增加组件间等电位接地连接线，更换接地电缆及螺丝，复测接地电阻值，使之不大于 4 欧姆。

（2）电气防火安全提升。将逆变器安装位置挪至安全位置，保证逆变器的散热需求及运维人员的检修高度要求重新敷设光伏电缆，沿支架分段绑扎固定，避免进水风险及直流电弧隐患。增加汇流箱进线口防火封堵，避免进水风险及消防隐患。增加交流电缆耐候性电力管，更换绝缘损坏的电缆，避免接地短路的风险。

（3）运维效率提升。增加本地监控后台系统、屋面视频监控系统，及时发现屋面异常运行情况并及时消除增加统一符合耐久性要求的标识标牌，满足人员可从全角度综合运维。

4. 电站设备耐久性提升

为维持整体系统的可操作性和耐久性，本项目以最大努力保护现场部件和设备，以防止不确定不可控性故障的发生，形成可靠性工作环境，进行以下整改措施：

（1）防腐处理。更换支架紧固锈蚀螺丝螺母、锈蚀严重桥架并做防腐处理。将防雷扁铁做防腐处理，增加搭接面积。

（2）材料更换。将原本直流电缆出线处 PE 管更换为镀锌钢管，以适用各种环境，增加使用年限。更换逆变器支架结构，使逆变器散热条件更好，减少阳光直射导致逆变器过热而导致设备损坏。

（三）案例成效

电站经效能提升修复后，整体电站从目视化观感质量到电站的发电效能均有了较大幅度的提升。通过一年来对电站数据跟踪及分析，进行技改的电站能效提升同等收益对比采用新建电站形式投资金额要低 44.4%，项目总投资收益率要高出 5.58%。

A、BC 厂区电站对比其他同地区附近的电站技改前一年数据差值，技改后 A、BC 厂区光伏电站年等效利用小时数实际提升了 80h，效能提升效果非常显著，建议作为扩大化改造的示范案例。



激光驱鸟系统



新增高效双面双玻光伏阵列

02 华能安吉永宁尔屋顶分布式光伏发电项目

所在地市：湖州市安吉县

申报单位：安吉睿能新能源开发有限公司

开发单位：泛太能源环境（浙江）有限公司、安吉睿能新能源开发有限公司

（一）案例基本情况

项目利用安吉永宁尔纺织有限公司彩钢瓦屋顶厂房共约 12 万平方米，主要采用双顶 BAPV 安装方式、“自发自用、余电上网”并网模式，已建成光伏电站共 18678.705 kWp，理论年均发电量共可达到 1720 万度，年均减少二氧化碳 1.5 万吨。其中一期并网容量 10603.440 kWp。据统计，项目自 2021 年 12 月 25 日并网发电以来年发电量已超过 1100 万度，高于理论值 12.8%，实现多重效益。

（二）主要做法

1. 高质量建设创新性做法

（1）双顶 BAPV 支架方案

一般新建厂房考虑直接用 BIPV 光伏系统代替厂房彩钢瓦屋面，而本项目创新点在于不拆除原厂房旧彩钢瓦，而直接在屋顶上复合使用 BIPV 光伏系统，本项目称之为双顶 BAPV 方案，即综合考虑对旧彩钢瓦屋面进行除锈、防腐及补漏处理后，采用一体化 BIPV 构件与原屋顶无缝对接的复合 BIPV 方案，充分利用整个屋面，安装量提升超过 50%，光伏阵列拥有更大的功率、单位占用面积发电量更高。

增加 BIPV 接合处彩钢瓦防腐喷涂工序减少屋顶漏水风险，BIPV 支架系统比传统支架系统结构稳定和复杂，能极大减少原有彩钢瓦受

户外条件影响，保证光伏电站 25 年运行期不用更换彩钢瓦，还具备风雪荷载高、采光通风好、隔热防火优、防震防水强、后期运维易等众多优点。

其中双顶 BAPV 方案防水原理为：第一重 90%面层排水，第二重中间阻水结构发泡硅胶及主梁，第三重下层导水结构水槽及主水槽，第四重已做过防腐处理原有彩钢屋。四重防水保护确保了整体电站 25 年结构的安全性能。

（2）屋脊自然通风系统设计

按照类似常规项目设计的太阳能光伏双顶 BAPV 系统，屋顶与光伏组件之间的夹层中空气不能自然流动，在环境温度较高时，会加剧光伏组件温度升高，从而降低光伏组件发电效率。另一方面会导致屋顶所在建筑室内温度升高，从而增加其使用成本。针对以上问题，本项目优化设计出可以实现屋顶与光伏组件之间的夹层中空气自然流动的屋脊方案，可以保证屋顶防水的可靠性，另外夹层中热空气沿夹层自然上升，到达屋脊排出。通过夹层内空气自然循环流动，从而实现可以同时有效降低光伏组件温度和屋顶温度，达到提升光伏组件发电效率和建筑节能的目的。

2. 数智高效运维创新型做法

部分屋顶安装了自驱式智能清洗机器人，经过数据积累表明发电效率提升 6%—10%，该技术获得了国家科技部“颠覆性技术大赛”优胜奖，具有无需外接水电、一天利用露水清扫 2—4 次、自适应 2.5cm 高差、全生命周期管控等优点。

该项目还应用了免拆卸光伏电池隐裂检测系统，该系统搭载自动清洗系统或无人机后在日常清洁或巡检过程中就实现了组件隐裂检测，是针对低信噪比的信号，利用特定红外光的折射和大数据计算而开发的全新运维检测工具，与 EL 检测工具相比，具有快速、高效、低成本等显著特点。有助于实现电站效益最大化。

(三) 案例成效

项目主要解决了以下几个问题：（一）针对厂房业主（永宁尔）：

1. 闲置屋顶被利用后可收取租金及享受电价打折，直接降低经营成本，缓解资金压力；
2. 应用清洁能源有助于其完成政府下达的节能减排指标；
3. 补充供电，有效解决了浙江能耗双控政策对该企业限电的影响；
4. 彩钢瓦屋顶采用双顶 BAPV 安装方式，解决了光伏电站运营期屋顶换瓦和漏水的问题。

（二）针对电站投资方（华能）：

1. 华能公司作为央企通过投资本光伏电站提高了清洁能源投资配比。
2. 双顶 BAPV 安装方式与普通安装方式相比屋顶利用率提高超过 50%，有效降低电站运营期租金成本，提高投资收益；且运营期内因避免更换彩钢瓦，减少了光伏方阵二次拆装费用和拆装期间发电收益损失；避免漏水问题与业主产生纠纷。



华能安吉永宁尔屋顶分布式光伏发电项目

03 共富型数字化“负碳农业”新型电力系统示范工程

所在地市：嘉兴市平湖市

申报单位：国网浙江省电力有限公司平湖市供电公司

开发单位：国网浙江省电力有限公司平湖市供电公司

（一）案例基本情况

平湖市供电公司与广陈镇农业经济开发区携手成立“负碳”农业硅谷战略联盟，建设“氢光储充”多能互补的“共富共享”新型能源系统，项目建设 1804kWp 分布式光伏、900kW/1800kWh 储能、240kW 充电桩、10kW 氢能微型热电联供系统和园区级共富型新型电力系统能源调度平台。项目得到了时任浙江省常务副省长陈金彪批示肯定；获得 2022 年“直通乌镇”全球互联网大赛总决赛“数字双碳”专题赛特等奖；入选浙江省能源局 2023 年新型电力系统试点建设项目；在中央人民政府网、央视新闻联播等核心栏目播出，备受社会关注。

（二）主要做法

1. 打造多能互补示范场景。通过光伏发电、储能峰谷套利、电动汽车充电收费等方式实现收益，有效压降企业成本；结合企业碳捕集、碳封存技术，试点建设全省首个“负碳”植物工厂。创新网格化低压微电网互联技术，光伏发电效益、储能利用效率均提升约 10%，累计取得发明专利 5 项、实用新型专利 2 项。

2. 构建全域共享能源网。依托“共富共享”新型能源系统开展项目推广，向区内的村（社区）、企、景区景点辐射，推广分布式光伏、充电桩建设和电气化改造，提升发电效益和用能效率，实现全域共享

清洁能源红利。

3. 创新能源托管商业模式。以政府为主体新报装用电户头，归集示范区企业用能。供电公司与示范区企业签订能源托管合同，打造“光伏+储能”“光伏+氢电”“光伏+充电桩”等5种“光伏+”投资运营模式，以电费管家方式负责企业的供电服务和结算，通过清洁能源压降用能成本、储能峰谷电价差创造收益，降低用电成本，吸引企业合作，预计设备投入成本回收周期5年。

(三) 案例成效

项目运营以来，累计在园区企业及周边农户建设光伏装机容量1804kWp，监测并解决用户光伏运行问题24项，户均能源利用效率提升15%，能源综合利用率达80%以上。该项目充分发挥光伏发电效益和储能峰谷差价，每年收益达242.3万元，每年为示范区企业节省电费58.5万元，每年为农户光伏屋顶租金增加收入近1千元。



平湖广陈农业“氢光储充”多能互补系统

04 义乌国际商贸城综合楼智慧能源示范项目

所在地市：金华市义乌市

申报单位：浙江中国小商品城集团股份有限公司

开发单位：浙江中国小商品城集团股份有限公司

（一）案例基本情况

为贯彻落实“碳达峰、碳中和”国家战略目标，全面践行绿色低碳、清洁能源发展理念，打造国际商贸城“低碳市场、零碳商铺”样板和“碳中和”引领示范市场，为市场商品赋予绿色能量，提升国际贸易全球竞争力，浙江中国小商品城集团股份有限公司作为义乌响应低碳战略的排头兵，率先在义乌国际商贸城二区东综合楼开展智慧能源示范项目。本项目打造了以“光伏发电系统+化学储能系统+空调蓄冷系统”为核心的能源生产系统，最大限度优先利用可再生能源改善能源结构，最大限度降低对化石能源的依赖。其中光伏装机容量为1178.52kWp，设计年发电量为3193.4万度“绿电”，能够减少碳排放量1277吨。项目配套的储能系统总容量为680kW/2040kWh，由三套独立的250kW/680kWh储能系统组成。PCM相变蓄冷为2400RTH（PCM相变蓄能装置5台+消防水池900RTH）。

（二）主要做法

项目建于义乌国际商贸城二区东综合楼，占地面积为40510.98m²。建筑总占地面积为21158.75m²，总建筑面积为132089.84m²，地上建筑面积为97968.15m²，地下建筑面积为34121.69m²。项目东临福田路，南临商城大道，西临国际商贸城二区F区市场，北临市场基地

内道路。

在国际商贸城二区东综合楼项目中，采用光伏电站、化学储能、充电桩、中央空调 PGM 相变蓄冷、中央空调节能控制、智能照明、综合能源监测管理等手段，大力发展新能源，合理使用分时电价“削峰填谷”，并对配电系统加以优化，设置能耗监测管理等，提出了“低碳市场，零碳掷位”的概念，力争打造出义乌第一个零碳建筑。

通过光伏+电化学储能+相变蓄冷协同互融，降低了公司的用电成本，实现了经济性，另一方面在源网荷储协同互融中也可可为电网公司削峰填谷，降低用电峰谷比和最大负荷。

利用光伏电站、化学储能、充电桩、中央空调 PCM 相变蓄冷、中央空调节能控制、智能照明和综合能源监测管理等新技术，形成小区域的能源微电网，实现商城集团的用能就地平衡，降低用能成本。

充分聚合光伏、储能、充电桩和中央空调等多元可控资源，使二区东可在未来作为负荷聚合商，参与电网需求响应和削峰填谷等，为公司创造额外收益。

(三) 案例成效

项目以数字化、智能化技术为支撑，通过多元资源聚合，建设智慧能源综合管理平台，实现各侧资源灵活友好互动，提升系统运行效能，实现建筑用能实时智能监测，空调系统自动化控制，光伏发电、空调蓄冷、电化学储能等多能互补，能源、资源高效利用。同时实现了建筑能源与智能化相关信息物理系统的有效结合，是对新型智慧城市建设要求的良好实践。通过该案例可面向社会各界传达用能新理念，

未来综合楼能源结构将成为多能转换利用的枢纽和优化配置的平台，并成为义乌首个“碳达峰、碳中和”示范项目。



义乌国际商贸城综合楼智慧能源管理平台

05 永康市九龙生产基地 5G 零碳智慧光伏运维站

所在地市：金华市永康市

申报单位：永康市光明送变电工程公司

开发单位：永康市光明送变电工程公司

(一) 案例基本情况

永康市九龙生产基地光伏项目屋顶铺设面积达 3650 平方米，由 879 块 455Wp 单晶硅组件、升网逆变器和计量装置系统组成，容量为 399.945kWp。通过采用以下五项数字化、智能化技术，大大提高了电站运维效率和发电效能：1. 光伏面板智能清扫机器人实现异物自动清洁，减少人工清扫成本；2. 基于 GPS 高精度追日算法及控制器系统的追日旋转支架，实时调整光伏板角度，提高光伏发电效率；3. 搭配搭载鹰巢式无人机自动巡检，每天对光伏电站异物热斑自动检测，减少故障发生概率；4. 同时打造“光伏+储能+充电站”微电网系统，优化

用能结构，有利于削峰填谷、配电增扩容等；5. 基于 5G 的光伏电站智慧管理应用模块等核心技术，搭载鹰眼实时监控，每天 24 小时不间断监控，共同构建新型光伏电站智能运维体系。

(二) 主要做法

永康光伏电站通常是屋顶式分布式光伏电站，多分布于工业园区、小微园区等，数量众多，区域分散，周边环境复杂，光伏运维力量难以集中，往往故障发生时候滞后性强，抢修时间久。伴随着科技的发展，5G 信息网络通讯和计算机自动化等多项技术发展迅速且日益成熟，改变了传统需要光伏运维工作人员定期检查电站的模式。永康市光明送变电工程公司将九龙生产基地光伏项目作为智能化运维试点，引入清扫机器人、旋转支架、鹰巢式无人机自动巡检 5G 鹰眼实时监控等多项智能技术，通过光伏电站综合自动化监控系统，推进电站监控系统的网络化、智能化以及远程化管理。

1. AI 赋能光伏面板智能清扫机器人

在无人机或者固定式摄像头检测到组件面板清洁度不够或有异物之后，利用智能清扫机器人对面板进行处理。提出基于物联网平台和技术，开发智能化清洗机器人系统，研究新型基于红外图像的光伏面板清洁度识别算法、热斑和异物检测算法用于异物识别与检测；优化软件结构，将清洗系统接入运维平台，实现热斑和异物自动检测、自动清扫，针对具体场景研究清扫装置的机电自动化方案以及清扫方案，智能部分采用统一的 AI 赋能，即形成“AI+清扫装置”的技术方案。

2. 基于 GPS 高精度追日算法以及控制器系统

传统的追日算法都是基于光敏的电子传感器或者加速度传感器，但是当传感器故障时，整个控制追日系统就处于盲目跟踪状态，故障率高。本项目研究基于 GPS 高精度动态跟踪算法的追日系统，根据系统的时间输入就可以精确计算出太阳当前的高度角和方向角。同时基于该算法，设计无线自供电的控制器及控制系统，方便跟踪器的安装调试和运行，不仅节约了电站的土地占用，还提高了电站单位面积的发电效益。

3. 无人机自动巡检方案

运用鹰巢式无人机，每日定时定点起飞巡查，搭载双光相机采集光伏场站和面板数据，通过建模软件生产数字正射影像图。通过分析平台对精细化巡检图像进行 AI 缺陷识别与标注。将无人机采集的红外数据上传软件进行处理分析，生成热红外温度信息概况图，直观地呈现出测区热斑分布情况，同时定位出光伏组件热斑的具体位置。

无人机巡检发现问题，定位具体故障位置，减少故障查找时间，大幅提高了电站智能运维能力。

4. 光储充技术方案

光储能充电一体化系统由光伏发电系统、储能系统和充电设施组成，针对区域充电站电力容量不足的痛点，主要用于解决区域充电站的增容扩容难问题，该系统还能参与电网调峰调频、削峰填谷等辅助服务。

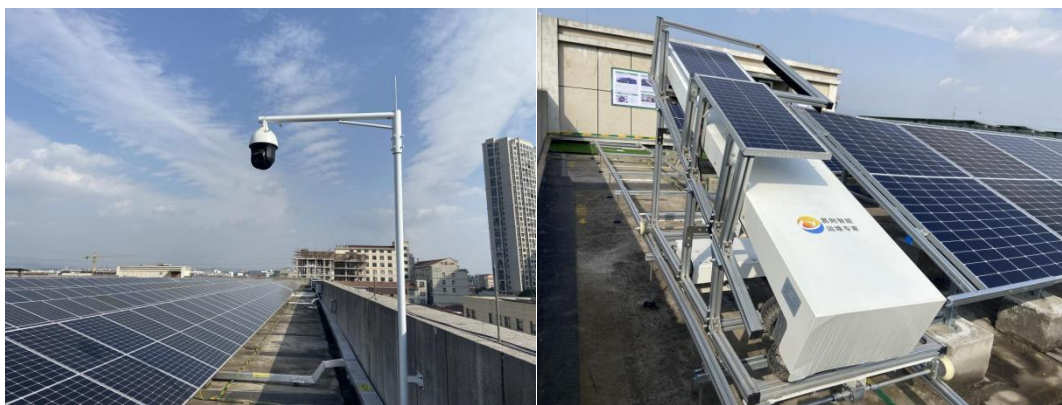
5. 智能云平台助力高效运维

依托光伏智能云平台，结合 5G 鹰眼监控，搭配红外镜头、夜视镜头、高清运动镜头 24 小时不间断视频监控，再联合各种智能硬件，为电站运维人员装上，每日监控所有电站故障、发电量情况，采取线上监控，线“千里眼，无影手”下响应机制，一旦有故障报警、跳闸、支路异常等情况，立即通知线下运维班组到达现场排除故障。在日常运行维护、检修工作中，将繁琐重复的部分自动化将粗放模糊的部分数据化，提高运维人员效能，聚焦其精力在电站提质增效上；辅助管理人员实时掌握电站运营的异常情况（重大设备故障、偏离计划的经营数据），提供管理抓手。

（三）案例成效

利用智能无人机作为载体，通过搭载红外成像相机和可见光成像相机精确全面地采集光伏组件的丰富信息，提供包括组件红外检测、组件表面灰尘检测、组件裂纹破损检测、组件遮挡检测等在内的组件检测。还可搭载计算机智能终端，通过太阳能电池板生成的热信号来确定电池板受损情况，实现在高空对光伏组件热斑效应等问题的检查，然后采取有效措施防止其发展为故障问题。本项目所建设的运维系统，对电站实施智能化运维提供了有效的支撑。





永康市九龙生产基地 5G 零碳智慧光伏运维站数字化工具

(三) 能源保供类

01 建德海螺水泥 14.7MWp 光伏 2MW/4MWh 储能一体化项目

所在地市：杭州市建德市

申报单位：建德海螺新能源有限公司

开发单位：建德海螺新能源有限公司

(一) 案例基本情况

建德海螺水泥 14.7MWp 光伏+2MW/4MWh 储能一体化（一期）项目于 2021 年建成，该项目是浙江省水泥行业首例光储电站。光伏电站所发电量为建德海螺水泥厂内自发自用，减少从电网获取电能，起到部分电力自给自足的作用。储能系统可根据浙江省的电价差调节峰谷电价，谷电时进行充电，峰电时进行放电，切实降低公司运营成本。项目投用后，厂区内光伏系统运行后实际年发电 1377 万 kWh，按照 0.8 元/kWh 计算，可节省成本 1112 万元/年；预计每年节约标煤 3904t，

减少二氧化碳排放 8076t。光伏、储能、余热发电等绿色能源总发电量占总用电量比例约为 70%，对高耗能企业绿色转型升级、用能结构调整具有示范意义。

(二) 主要做法

水泥企业是用电大户，每年用电高峰期，国网要求降低公司用电负荷来减轻电网压力及保证电网系统安全运行，公司必须停产才能达到供电公司要求的负荷标准。为缓解用电压力，建德海螺水泥厂利用厂区循环水池、矿区底部土地等区域安装了 14.7MWp 光伏电站，并在总降前方空地建设 2MW/4MWh 储能电站。另外公司配置两套 9MWp 余热发电机组，供公司用电使用。本项目发电模式为全部自发自用，采用分块发电、集中并网的模式。光伏和储能系统所发（放）电量可通过厂区全部消纳，基本实现全部自发自用、白天基本实现零购电。

建德海螺为实现“峰段零购电”，规划建设二期 25MWp+9MW/45MWh 光储一体化项目，项目所发电量全部与建德海螺公司直接交易，部分余电上网。该项目建成后，主要有以下三方面的示范引领作用：1. 自给自足，实现“零购电”目标。2. 节能减排，调整用能结构，实现绿电替换。3. 微网自治，加快推广应用。

(三) 案例成效

光伏储能项目投运后，光伏实时发电量白天达到 1.2MWh，再加上储能每天充放电（两充两放），光储运行满足了生产现场用电需求，甚至在光线较好时公司负荷经常有长时间段的倒送电现象，解决了电网限电压力，既降低了电网用电压力又满足公司用电需求保证公司正

常生产。



建德海螺水泥 14.7MWp 光伏+2MW/4MWh 储能一体化项目

02 桐庐红狮新能源 6MWp 光伏 4MW/10MWh 储能一体化项目

所在地市：杭州市桐庐区

申报单位：桐庐红狮新能源有限公司

开发单位：阳光新能源开发股份有限公司

（一）案例基本情况

桐庐红狮新能源 6MWp 光伏 4MW/10MWh 储能一体化项目运行模式为“自发自用，余电上网”，设计采用先进可行的节电、节水及节约原材料的措施，合理利用能源和资源，各项设计指标达到国内先进水平，预计企业每年可节省电费 463.51 万元，减少二氧化碳排放量 3168.19t。

（二）主要做法

桐庐红狮新能源有限公司投资 5800 万元，利用现有厂房屋顶及地面空余资源建设光储一体化项目。其中安装 6.0MWp 太阳能光伏发

电系统，充分利用太阳能资源转化为电能，用于厂区内的电力补充供应。实施过程中，采用公开招投标形式，选择国内先进光伏开发企业阳光新源作为总施工方，保障了项目施工过程的安全和质量。另外还新建一座 4MW/10MWh 的用户侧储能电站，跟厂内 9MWp 余热发电机组协同运营，充分发挥储能设备削峰填谷优势，减少用电高峰期间对企业生产的影响及对社会用电高峰期的贡献。项目实施后，成立专门能源公司负责管理及运维。该项目预计年均发电量 545.3 万 kWh，按照电力等价折标系数 2.84tce/万 kWh 计算，折合标准煤 1548.65tce，根据《企业温室气体排放核算方法与报告指南 发电设施》（2022 年修订版）电力排放因子按 0.5810tCO₂/MWh 测算，年可减少二氧化碳排放 3168.19t，为双碳目标的早日实现贡献企业应有的责任。储能项目按 2023 年 1-9 月份充放电情况，可产生效益 268 万元。

（三）案例成效

屋顶加设光伏板后，起到隔热作用，降低室内温度，减少空调系统电耗。项目充分利用空余资源，结合利用水泥企业 24 小时不间断运转，合理调整储能充放时间，达到储能设备作用最大化；该项目不仅为桐庐红狮水泥有限公司带来良好经济效益和社会效益，为其提供清洁、优质、可靠的电力能源，有效帮助企业节能减排、降本增效，实现绿色发展，同时也为桐庐县新能源产业注入强劲动力。



桐庐红狮新能源 6MW_p 光伏 4MW/10MWh 储能一体化项目

03 卧龙集团 12.95MW/BAPV+1.55MW/BIPV 分布式光伏 +4MWh/用户侧储能项目

所在地市：绍兴市上虞区

申报单位：浙江龙能电力科技股份有限公司

开发单位：浙江龙能电力科技股份有限公司

（一）案例基本情况

本项目位于浙江省绍兴市卧龙集团股份有限公司工业园区内。本项目集 BAPV、BIPV、用户侧储能、光储充、光伏清洗机器人等多种能源应用为一体的综合能源解决方案。共计建设 14.5MWp 的分布式光伏项目和 2MW/4MWh 的用户侧储能项目。其中，一期装机容量为 2.5MWp，二期项目装机容量为 6MWp，三期项目装机容量为 6MWp（其中 1.55MWp 为 BIPV 项目）。同时配有 2 个 0.5MW/1MWH 和 1 个 1MW/2MWH 的用户侧储能项目，于 2021 年 7 月投入运营。此外，园区配套建设 1 座 22kWp 的光伏车棚+充电桩综合应用项目。

（二）主要做法

卧龙集团股份有限公司位于浙江省绍兴市上虞区，总占地面积 339018 平方米，房屋建筑面积 315213 平方米。企业 2022 年全年用电量高达 35298403 度，用电量较大，尤其在夏季用电高峰期间，常伴有用电负荷限制瓶颈。基于此，为解决企业生产生活用电问题，根据园区厂房屋顶实况及分布式光伏 BAPV & BIPV 属性特点，采取扬长避短互补相结合的模式建设光伏电站。光伏发电的建成发电，为园区解决了用电负荷的限制瓶颈。同时，储能系统的投运，对变压器在用

电高峰时起到调峰作用，又提升了园区用电电力的稳定性、安全性和电能质量的可靠性，此外，储能系统的削峰填谷降低了企业用电的制造成本。光储充将光伏发电的电能就近消纳和储存，解决集团内员工新能源车充电的问题，同时通过存储太阳能及吸纳波谷电能，降低用电成本。

在解决了能源紧缺和能源结构问题单一的基础上，项目还给集团带来了显著的经济效益。项目年均发电量约为 1408 万度，一期光伏装机容量 2530KWp，采用自发自用余电上网。项目年发电量 208 万度，年平均节省电费约 177 万元。二期项目装机容量 6000kWp 为全额上网项目，实现年发电量约 600 万度。售电为公司创收 510 万元。三期项目装机容量 5997.7kWp，采用自发自用余电上网。预计年发电量 600 万度，年平均节省电费约 560 万。储能项目首年节省电费 216 万元，10 年运行期间年平均节省电费 195 万元。

(三) 案例成效

园区分布式光伏电站的运营管理引用了数字化云平台管理系统，真正做到了随时诊断、远程操控、便捷运维。在日常维护中采用了公司自主研发的人工智能 AI 技术的全智能清洁机器人，通过物联网通讯方式，采用智能控制管理系统、智能算法和 RTK 高精度定位系统，实现清扫路径自动规划，具有自主导航、自主定位、自主清洁、自主充电和新点续扫等功能，对光伏电站进行表面清洁处理。



卧龙集团 12.95MW/BAPV+1.55MW/BIPV 分布式光伏+4MWh/用户侧储能项目

04 余姚领克汽车工厂 21MWp 分布式光伏+2MWh 储能项目

所在地市：宁波市余姚市

申报单位：余姚领克汽车部件有限公司

开发单位：余姚领克汽车部件有限公司

（一）案例基本情况

领克汽车余姚工厂利用生产车间屋顶面积约 20 万平米，建设光伏总装机容量为 21MWp，采取“自发自用，余电上网”模式的光伏电站，本电站同步配套建设安装 2.1 兆瓦时储能设备，实现“光伏+储能”新模式。项目预计年均发电量 2000 万 kWh，每年可节约标准煤 2500 余吨，减少二氧化碳排放 1.2 万吨。

（二）主要做法

本项目在领克汽车余姚工厂现有生产车间屋顶建设光伏电站，项目总装机容量为 21MWp，选用 595/600Wp 高效单晶硅组件 35230 块，沿屋面坡度平铺，总装机容量为 21.03MWp，其中总装车间安装组件 22814 块，容量为 13.63MWp，焊接车间安装组件 12416 块，容量为 7.40MWp。采用 55 台 320kWp 组串式逆变器，通过 7 台 3150kVA 箱变升压到 35kV，最终以 35kV 电压等级接入光伏电站 35kV 母线。项目配置了 2MWh 的华为储能系统与能量管理系统，组成了光伏+储能一体化绿色电站。

余姚领克光储一体化项目在工厂能源保供方面发挥着举足轻重的作用，宁波地区电网夏季运行负荷较重，多次出台限电等措施，用来缓解用电负荷，停电、限电给工厂造成了较大的损失，而且浙江地

区尖、峰、谷电单价和基本电费相对较高，余姚工厂月度电量最高达到 360 万 kWh，基本电费高达 80 余万元，给工厂造成了很大的资金压力，光伏项目的投入，迅速降低了工厂的用电成本，经统计，投入光伏之后同比最大降低外购电量为 200 万 kWh，基本电费下降幅度为 14%。由于光伏站配置了光功率预测服务器，工厂排产计划根据光伏功率预测来执行，同比生产成本下降 80%。余姚工厂光伏站同期配套了 2MWh 储能，储能弥补了光伏发电的不稳定性和提升了光伏发电的质量，工厂利用储能峰谷套利，进一步降低了工厂的用电成本。在光储一体化微电网系统中，光伏和储能对电网的调峰、无功功率也起着积极的作用，工厂光储站配置了 AGV、AVC，电网调度随时可切至远方状态进行调峰，保障电网负荷供需平衡，春节期间，电网调度通过工厂逆变器、SVG 进行线路无功补偿。

同时，项目在保障安全性方面做法到位。**1. 结构安全性做法：**光伏防雷接地采用 25*4 热镀锌接地扁铁与主体建筑接闪网可靠连接；室外舱外壳防护等级大于 IP54，舱体具备机械通风和隔热措施，舱内设置逃生门、应急照明、空调；光储区域电缆形式采用阻燃规格；光伏组件采用 CLASS A 防级别；光伏支架抗风等级大于等于 12 级。**2. 电气安全性做法：**光伏、储能发电采用 35KV 并网，有效降低并网点电压波动；继电保护装置采用南瑞高端产品，配置防孤岛、故障解列装置，快速有效保护线路；配置电能质量、故障录波装置、AVG/AVC 有功无功自动控制器，能快速锁定故障，调节电网发电质量；光伏站与主站线路配置光差保护，缩短故障速动时间；35KV 无功补偿配置

高压水冷型动态无功补偿装置，安全高效；储能采用华为管理系统、逆变器，比亚迪电芯，深瑞能量管理平台，实现用电安全可靠。

3. 消防安全性做法：光伏区域配置足够消防灭火设备，每 5000m²配置 2 套灭火器，舱体配置烟、温感探测器，与工厂消防主机联动；高压舱配置六氟化硫报警装置，联动风机系统；光伏屋顶区域配置喷淋装置。

4. 人员防护性做法：屋顶四周配置防护栏；屋顶配置人员检修通道；光储站整体区域配置安全围栏；高压成套柜采用南瑞五防装置，保障人员误操作。

(三) 案例成效

截至 2023 年 4 月 20 日，光伏系统累计发电量约 1895 万 kWh，其中上网电量 471 万 kWh，自发自用电量 1424 万 kWh，平均自发自用占比 75%。储能系统在 2022 年 10 月 30 日正式并网运行，到 2023 年 4 月 30 日累计充电量 445189kWh，累计放电量 393354kWh。储能系统采用每天两充两放的充放电策略，并且经过现场统计与研究，充放电均在最优时段进行。



余姚领克汽车工厂 21MW_p 分布式光伏+2MWh 储能项目

05 浙江天马轴承集团有限公司厂区屋顶 30 兆瓦光伏发电项目

所在地市：湖州市德清县

申报单位：浙江天马轴承集团有限公司

开发单位：浙江德清正泰太阳能光伏发电有限公司、浙江田能能源有限公司

（一）案例基本情况

浙江天马轴承集团有限公司厂区屋顶 30 兆瓦光伏发电项目分三期建成，分别于 2014 年、2017 年、2022 年并网。由于光伏发电的加入，给天马轴承公司带来了用电成本的降低，每年可节约用电成本 350 余万元，同时为公司生产用电提供了一定的保障。特别在夏季用电高峰期实行限电时，公司通过合理调配生产停用部分设备后，通过光伏发电维持重点产品的生产，既保障了产品的交期也完成了有序用电的任务，做到了限电不停电，限产不停产，2022 年得到了德清县供电局的表扬。

（二）主要做法

1. 光伏建筑一体化 BIPV。本项目光伏并网系统设备组成主要为：光伏组件、光伏并网逆变器、升压变、开关柜、监控设备等。接入方式：按 10KV 高压 T 接至相应电压等级母线实现自发自用余电上网。光伏组件作为建筑的一部分，同时具备发电功能，具有遮风、挡雨、隔热等建筑功能，不增加建筑负荷，在建筑物新建或翻新时安装。具有可踩踏性强度高、优异的防水性能、优异抗风揭性能、防火等级高、屋顶利用率高、综合净收益高、产品寿命长等特点。

2. 兼容&发电性能全面优化升级。采用新型 182 N 型组件，半片

电池技术，兼容现有彩钢瓦屋顶；采用智能优化芯片，阴影遮挡下能提升 2%以上发电量；在散热性能优化上通过锁缝夹和夹具与彩钢瓦固定，大间距通道设计，降低运行温度 12 度，提升 4%以上发电量；采用双玻夹具，组件在彩钢瓦上方，设计无阴影遮挡；双玻无框组件使表面灰尘会被雨水冲掉，避免积灰对电池遮挡引起的功率衰减和发电损失，催生了更多绿色电力。

3. 卓越的防腐蚀强度结构。采用三种超级锁缝模式，最大锁缝角度达到 540° ，为长坡屋面在暴风雨下的防水性能及严寒地区抵御积雪冻融提供了可靠的保障。超强的锁缝握裹力，极限抗风载荷 $>3600\text{Pa}$ ，保障了强风条件下，屋面锁缝的完好。组件 10 年内粉化程度 ≤ 6 级，30 年内不发生腐蚀穿孔，耐酸雨、极端气温、电化学腐蚀。

4. 全球化运维系统——智能运管集控平台。项目纳入上海及海宁 2 个远程智能化集控中心，线上管控，线下维护。实现在线监控、数据识别与清洗、数据分析评估、数据建模、故障处理指导与评估、设备性能参数识别与平台逻辑完善、设备性能提升探索、平台维护、应用开发及管理。

(三) 案例成效

在电网侧发起需求侧响应时，公司依据光伏发电的能力，调配生产设备用电班次，保障重点设备用电的前提下，积极参与需求侧响应。以 2021 年为例，共参与需求侧响应 5 次，为公用电网的削峰减负尽了一份力量。



天马轴承集团有限公司厂区屋顶 30 兆瓦光伏发电项目



天马轴承集团有限公司厂区屋顶 30 兆瓦光伏发电项目

(四) 安全合规类

01 长安福特汽车（四期）5.96MWp 分布式光伏发电项目

所在地市：杭州市钱塘区

申报单位：浙江正泰新能源开发有限公司

开发单位：杭州东泰光伏发电有限公司

(一) 案例基本情况

为积极响应钱塘区发改局关于“整区光伏试点工作”安排，进一步推进能源绿色低碳发展。杭州东泰光伏发电有限公司深入聚焦杭州大江东产业集聚区生产基地。在此之前，长安福特汽车有限公司杭州分公司屋顶分布式光伏累计已并网容量共计 16.5604MWp。随着企业厂房规模扩建，为探索更高的合作需求，依照《浙江省整县（市、区）推进屋顶分布式光伏开发工作导则》，顺利建设长安福特汽车有限公司杭州分公司（四期）5.96MWp 分布式光伏发电项目，采用“自发自用，余电上网”的并网方式，共设置 1 个 10kV 光伏并网点。项目利用长安福特汽车有限公司杭州分公司新建 PDC 库房屋面及 VDC 车库新建光伏车棚，共安装单块功率为 545Wp 的单晶硅光伏组件 10934 块。

(二) 主要做法

项目设计选用行业主流高效率单晶硅大功率电池片，光伏组件输出直流电，经 24 台华为高效组串式并网逆变器输出为 800V 交流电，共汇流至经 3 台 2000KVA 干式变压器，升压至 10KV，汇集 1 路接入高配站集装箱内光伏进线柜，以一回 ZC-YJV22-8.7/15-3*300 电缆接至用户配电房内 4#光伏接入柜实现光伏并网发电。

根据光伏发电工程的特点，为最大化利用空余面积排布太阳能组件，地面构筑物基础尽量减少占地面积，减少对原厂房地面的破坏。屋面光伏组件支架顺彩钢瓦随坡布置（平铺方式）VDC 车库新建光伏 BIPV 停车棚。光伏升压箱变、箱式配电室设备基础采用筏板基础，布置在厂房周边绿化带内，四周布置电力围栏，兼顾安全与美观。



VDC 车库光伏车棚



PDC 厂房屋顶光伏及附属设施



10kV 室外高压配电汇集站

福特（四期）光伏项目于 2022 年 2 月完成行政备案，4 月工程开工进场，6 月底完成电力并网验收。工程建设过程中，项目组克服施工过程中组件运维通道多次调整、车棚地基加固及排水沟方案变更、高压汇集送出线路管道堵塞及四期大量电力通信对点等困难。

工程经专项设计优化，完备施工管理团队，严格编审各项规章制度与台账，持续跟进各部门流程手续办理。为确保质量、控制造价、文明施工和优良投后管理创造了强有力条件。



屋面采光带设置安全防护钢丝网，并于两端喷涂醒目标识，避免误入禁踩区域



光伏场区、配电区域带电设备设置醒目防触电等标识牌



电站光伏停车棚为企业配套安装高标准停车限位装置，并在重点部位增设加强色标警示，有效避免人员与车辆误碰撞与误触电等风险



配置高清远红外监控摄像球机，360°实时监控全屋顶光伏设备、光伏停车棚及配电站房进出口，实时监控电站外部环境安全



高标准材质与造型设置上屋面走之梯，超强耐候性与耐久性，形象更佳，以细节铸就精品工程



站内配备完善的后台集群监测和调度管理系统



屋顶设置充分的运维检修通道，深入方阵中心，走道造型与材质大胆创新，精选优质镀铝镁锌波浪板，取代传统易风化玻璃钢格栅材质，更坚固耐用



电站新建的光伏车棚整体造型美观，简单大方、曲线分明。既赏心悦目又坚固实用，为成品新车挡风遮雨防曝晒，有效阻御外界气候损伤

(三) 案例成效

酷热夏季，项目作为“遮阳绿伞”有效降低室内制冷损耗。严寒冬季，屋顶光伏板则有助于保持室内热量，减少冬季取暖成本。福特（四期）项目预计年均发电量为 574 万度，25 年总发电量为 14369 万度。光伏绿色清洁能源在 25 年运行周期内，计算年均可节约标准煤 2069 吨；节约水资源 11495 吨；并减少二氧化碳排放 5730 吨；减少碳粉尘排放 1563 吨，及显著减少氮氧化物、二氧化硫等大气污染物的排放。

杭州东泰光伏发电有限公司不断探索新形式，严格把好质量关。通过持续开发企业优质厂房及厂区空余场地，合理分析电力消纳，积极响应政府号召，循序渐进。以建设分布式光伏厂房屋顶+光伏车棚，助力打造清洁低碳的工业制造基地，为工厂的生产运营持续供应绿色清洁能源。不仅降低企业能耗，改善工作环境，提升企业形象，还可共享发电效益，创造资产增收，实现产业全生命周期的碳中和。

02 浙江华电杭州建德史密斯 5MWp 分布式光伏发电项目

所在地市：杭州市建德市

申报单位：华电（浙江）新能源有限公司

开发单位：华电（浙江）新能源有限公司

（一）案例基本情况

浙江华电杭州建德史密斯 5MWp 分布式光伏发电项目 2022 年 11 月 16 日开工，2022 年 12 月 29 日顺利并网，2023 年 1 月 18 日全部施工完成。施工过程中面临高处作业、吊装作业等风险，再加上雨雪、低温等气候的影响，现场安全施工的管理是项目管理人员的重要工作内容之一。各参建单位紧盯建设任务和并网目标，积极落实上级部署及各项政策要求，戮力同心、攻坚克难，项目顺利并网发电，项目建设期间未发生安全事故。

（二）主要做法

1. 项目前期阶段的安全管理

本项目的安全与职业卫生健康预评价于可研阶段开展，并以此完善可研设计。

2. 施工准备期的安全管理

施工准备阶段通过建立安全、质量管理体系，以加强分布式光伏项目安全工作。要求施工单位制定安全文明施工策划，坚持“安全第一，预防为主”的安全生产方针，提高安全文明施工水平。施工组织设计由建设单位及建设单位上级公司多级审查，保证技术可靠、措施得力、确保安全。

3. 施工过程中的安全管理

施工过程中，管理人员要求 EPC 总包方建立相关的安全管理制度，加强对施工人员的现场管理。本项目建立安全生产监督检查机制、隐患排查治理机制，同时严格按照建设工程施工安全规章制度进行管理，要求施工人员必须遵守安全操作技术规程、技术技能的行为规范，以此杜绝安全事故的发生。

针对光伏项目具有“小、散、远”的特点，为及时掌握施工现场动态，加强对施工现场安全生产的监管，深入开展“反违章”工作，规范安全文明施工行为，保障“平安工程”目标实现，本项目配置“天眼系统”，以加大现场安全反违章力度。

屋顶分布式光伏发电项目通常存在多个作业面，为满足工程施工、安装、检测、调试需求，确保施工安全有序，在每日施工作业开展前通过早班会的形式对当日进场施工人员进行安全技术交底。



施工人员早班会



应急演练

同时需要对施工活动进行危害辨识，本项目通过开展防火、防坠落、防触电应急演练，以提高参建人员事故应急救援能力。

针对工程施工中的高处作业、起重吊装等高风险作业，施工设备、设施周围设置警示标识；为保证施工过程中人员安全，提前在直爬梯上部设置了防坠器，下部设置了挡板。



防坠器

屋顶施工安全措施到位，在临边临空区域，设置永久护栏，每个屋顶中间部分女儿墙高度不足一米，要求施工单位用铝合金栏杆提前进行了防护，并悬挂了安全标识。使用了采光带硬质防坠网，针对硬

质防坠网制作时间和现场工期的矛盾，采用了优先布置软质防坠网、采光带附近设置警示标识，硬质防坠网到货后更换的“两步走”方案，保障了施工全过程本质安全。



硬质防坠网和安全护栏

及时清理施工现场及周边的易燃易爆物品，配备消防器材，以防范动火作业引发的火灾风险；加强安装调试质量管理，保证逆变器、电缆接头等连接牢固，光伏组件安装前，提前要求施工单位采购了不锈钢夹具用于固定 MC4 插头，防止插头直接放在彩钢瓦上长期运行受潮后发热，避免后期火灾隐患；加强工程建设进度管理，严禁在大风、雨雪、雷电等恶劣天气下冒险赶工期、抢进度施工。



MC4 接头固定

4. 项目投产阶段的安全管理

项目通过安全与职业卫生健康验收评价，相关施工内容达到验收标准，指导后续项目推进。

03 绍兴天裕太阳能柯桥区科技园分布式光伏发电项目

所在地市：绍兴市柯桥区

申报单位：绍兴天裕太阳能开发有限公司

开发单位：绍兴天裕太阳能开发有限公司

（一）案例基本情况

绍兴天裕太阳能柯桥区科技园分布式光伏发电项目位于浙江省绍兴市柯桥区科技园内，总建筑面积 10000 平方米，装机容量约为 800kWp，年发电量约为 76 万度，由绍兴天裕太阳能开发有限公司投资建设。本项目分为两期投资建设，均由专业电力设计院设计，根据园区实际屋面情况，在屋顶悬空花架之上采用常规支架安装方式安装组件，最大化利用园区闲置屋面。

（二）主要做法

绍兴天裕太阳能柯桥区科技园分布式光伏发电项目，由绍兴天裕太阳能开发有限公司与绍兴金柯桥科技城管理服务有限公司合作进行投资建设，由实施方负责该项目的所有投资建设，采用合同能源管理模式，完成电站设计、施工建设，并且负责项目的运营、管理、维护以及过程中发生的所有费用。

本项目配备数据采集器、控制柜等硬件，以及数据采集和上传系统等软件，发电数据通过 RS485 通讯模式传输到相应的通讯管理机中，从软件上即可对组件、汇流箱、逆变器等进行不同层次的实时监视。当出现异常情况时，可及时发现，并予以排查和解决。本监控系统既可以接入业主公司内部监控系统，通过大屏幕实时观察，又可将数据

上传到绍兴天裕太阳能开发有限公司统一的数据监控中心，对分散的光伏电站系统进行统一的监控和管理。

本项目并网发电后，公司定期开展组件清洗工作，项目所在地地势空旷，周围无遮挡，受风力影响，组件玻板易堆积灰尘，定期清洗能有效提高发电量，减少组件热斑，延长组件寿命，增加电站观赏价值。

为提升光伏电站科技、智能化水平，本项目采用 $\text{THDi} < 3\%$ 级，具有智能冗余风冷系统，搭配高精度、高速度的 MPP 追踪算法的多路 MPPT 设计的组串式逆变器，在充分利用屋顶面积，适应复杂应用场景的同时，完善的分布式电站监控解决方案，提升系统发电量。

因屋顶花架遮阴限制，本项目将光伏方阵常规支架安装于花架之上，支架安装采用前后立柱安装，组件采用螺栓安装，由设计院进行相关工程的承载核算并设计并按设计院要求完成合格的支架工程。本项目新增光伏荷载约为 0.2KN/m^2 ，新增荷载按均布面荷载施加于屋面架构层，经复核，本项目结构全部楼层质量沿高度均匀分布，对框架结构，无侧向刚度不规则的情况。各楼层受剪承载力无突变情况，X、Y 向地震剪重比符合要求，结构所有工况下最大层间位移角均满足规范要求，按照该设计方案建于屋顶安装的光伏系统，包括但不限于组件，基础，支架，电缆，组串式逆变器，桥架等全部光伏系统设备及材料安装后不影响建筑物结构的承载能力，安全可靠性及正常使用功能。

(三) 案例成效

本项目建立了光伏电站监控、运维一体化平台，采用“自发自用，余电上网”模式，为园区建筑提供清洁电力，打造资源节约型、环境友好型绿色园区。



绍兴天裕太阳能柯桥区科技园分布式光伏发电项目

04 浙江爱德电力配件 972.28kWp 分布式光伏发电项目

所在地市：温州市苍南县

申报单位：温州昌盛电力有限公司

开发单位：温州昌盛电力有限公司

（一）案例基本情况

浙江爱德电力配件制造有限公司 972.28kWp 分布式光伏发电项目位于苍南县钱库镇工业区内的 2#厂房楼房顶，采用抬高 2.6 米钢架方式平铺光伏组件，发电容量 972.28kWp，电站年利用小时数 1218.72 小时，消纳率达到 94%，利用企业屋顶原有停车场抬高 2.6 米钢架平铺光伏组件遮阴，停车场不致阳光直晒和雨淋，夏天大大降低停车场环境温度，改善停车环境，发挥原有屋顶停车场最大经济效益和推动双碳节能政策实施。

（二）主要做法

1. 项目前期准备

项目初步方案于 2022 年 1 月 25 日苍南发改局备案，2022 年 4 月由温州电力设计有限公司出具项目可研报告，5 月 19 日，项目在温电经研所会纪【2022】54 号可研评审通过。评审项目总容量为 972.28kWp，评审总投资金额为 492.46 万元，单位造价金额 5.065 元/瓦。

2022 年 5 月 21 日项目通过温州昌盛电力公司“三重一大”等制度履行决策程序，决策内容与可研及实际建设内容一致，决策文件完备。2022 年 5 月履行浙江省电力公司产业储备程序，经浙江省电力

实业公司专家论证后入储备库。

2022 年 5 月履行立项程序，经浙江图盛控股集团、浙江省电力实业公司审核后项目立项。本项目的可研报告、可研评审意见、项目决策文件、立项文件、备案证明材料齐全。

2. 项目过程管理

施工单位浙江晴电建设有限公司于 2022 年 6 月 6 日中标，2022 年 6 月 7 日签订项目合同，由温州电力设计有限公司监理分公司担任项目监理。本工程于 2022 年 6 月 10 日开工，2022 年 6 月 30 日工程完工，通过苍南发改局、苍南供电公司竣工验收，验收中发现的问题已闭环。

本项目工程过程管理中产生的合同协议、ERP 信息、开竣工报告、施工日志、监理日志、验收资料及施工图、竣工图等资料完整、齐全，并符合工程建设规范要求。

亮点：（1）利用企业屋顶原有停车场抬高 2.6 米钢架平铺光伏组件遮阴建设停车场不致阳光直晒和雨淋，夏天大大降低停车场环境温度，改善停车环境，发挥原有屋顶最大经济效益和推动双碳节能政策实施。每根立柱都刷上安全色反光标志，防止车辆碰触立柱，项目安全警示标志齐全、规范，现场张贴光伏运维制度及项目简介，消防设施配置齐全、规范。（2）利用屋顶停车场建设交流充电桩 2 台，建设光伏发电、新能源汽车充电站一体的绿色停车场。（3）运营管理。项目于 2022 年 6 月 30 日并网投运，并网电压等级为 0.4kV，并网点数量为 3 个；投运容量为 972.28kWp；7-12 月年发电量 57.21 万

kWh，预计年发电量 112 万 kWh，年等效发电 1200 小时，最大发电功率 760kWp；实际最大发电功率基于投运容量的 0.8 倍，用户消纳率 94.67%，发电收入效益可观。



浙江爱德电力配件 972.28kWp 分布式光伏发电项目

05 浙能长电厂外屋顶分布式光伏（一期）项目

所在地市：湖州市长兴县

申报单位：浙江省邮电工程建设有限公司、浙江维旺合纵能源科技有限公司、杭州金马电力建设有限公司、杭州秦能建设有限公司

开发单位：浙江浙能长兴发电有限公司

（一）案例基本情况

浙能长电厂外屋顶分布式光伏项目一期开展建设总装机容量为10216.8kWp。分布式光伏电站的建设运行为企业节省大量电费，降低企业生产成本，也盘活企业闲置屋顶，获得经济效益，同时还可以使室内降温4~6度，增加环境舒适性。本项目建成后，每年可向电网提供1041.39万kWh的电量，每年可为国家节省标煤3194.97t，截至目前已减少二氧化碳排放4238.5吨，实现经济效益1230万元（空调能耗优化收益：30万元、新能源发电收益：300万元、减少限电停产的损失：900万元）。

（二）主要做法

本项目在3个阶段对劳动安全与工业卫生做出高标准、严要求、精管理。从前期备案阶段开始，要求可研单位对劳动安全和工业卫生做了大量研究，为贯彻“安全第一，预防为主”的方针，做到电站投产后符合劳动安全与工业卫生的要求，保障劳动者在劳动过程中的安全与健康，为建设项目的的设计、施工、监理、运行提供科学依据，推动工程项目本质安全程度的提供。

在实施阶段，要求设计单位参照国家及行业37个以上的规范和

标准，根据项目情况，对项目进行安全卫生设计。本工程的劳动安全与工业卫生设计范围是对主要建（构）筑物、生产设备及光伏作业岗位和场所的劳动安全及工业卫生进行分析，分析电站运行过程中可能出现的劳动安全与工业卫生等方面的主要危险有害因素，从设计、运行、管理的角度提出相应的消除或减免措施。

在施工阶段，为规范浙江浙能长兴发电有限公司厂外屋顶分布式光伏（一期）项目建设的“安全、质量、进度、合同、信息”管理的工作，明确各方主体的管理职责，提高项目管理水平，编制了管理手册。设立了 12 点安全目标，建立了施工项目部“7S”管理理念，1、整理 2、整顿 3、清扫 4、清洁 5、素养 6、安全 7、节约。

（1）结构安全做法：该工程抗震设防采用的地震动峰值加速度根据国家标准 GB18306-2001 应为 0.05g（相当于地震烈度 6 度），设计地震分组为第一组。根据国家标准《建筑抗震设防分类标准》（GB50223-95），本工程抗震重要性属丙类建筑。本项目 4 家企业厂房环境良好，屋面整体平整，结构承载力良好，经原机构校验符合适宜建设分布式屋顶光伏发电电站。

（2）电气安全做法：有计划且经常组织员工学习国家对劳动保护、安全用电方面的方针、政策、法规以及当地供电部门、本行业的法规、条例等，并及时有力地贯彻执行；电气技术人员、管理人员、电工作业人员需持证上岗；有针对性地组织电气安全专业性检查；做好触电急救工作，及时处理电气事故，并适时进行演练。

（3）消防安全做法：根据不同的保护对象，分别采用温、烟、

光感探测器和热敏温感线等探测手段。在箱变、控制室、高压配电室等处设有手动报警器或警铃。探测报警控制系统的主要功能是收集各方的火灾信息，同时发出报警信息。本工程各连接电缆、电线均采用阻燃型。消防照明：设充电式应急灯，放电时间不小于 30min。 控制值班室设对外直拨电话。在每个发电单元附近配置干粉灭火器，用于发电单元电气设备的灭火。

（4）人员安全（职业健康）做法：基于项目特征，结合大数据平台对以往数据的分析，明确工程施工期危害安全与卫生的主要因素；对相应风险点制定避免措施，制定应急预案，项目投产后，设置安全卫生管理机构及安全卫生监测站，并制定有效的安全生产监督制度，以保证电站顺利运行，达到安全生产的目的。



浙能长电厂外屋顶分布式光伏（一期）项目

(五) 环境协调类

01 杭州西站“交通+光伏”一体化项目

所在地市：杭州市余杭区

申报单位：浙江铁道发展集团有限公司

开发单位：浙江铁道发展集团有限公司

(一) 案例基本情况

杭州西站光伏发电项目是杭州亚运“零碳”办赛重点项目之一，项目利用杭州西站站房主体屋面约15000平方米安装7540块400W光伏组件及附件建设约3兆瓦的分布式光伏电站，电站所发电量接入杭州火车西站电力系统使用，年均发电量可以达到289万度，结合智慧光伏管理系统，通过车站电力系统、充电桩等设施设备，实现96.9%自主消纳，实现“源网荷”多要素融合，推进可再生能源利用，提升车站节能减排效果，打造“绿色、零碳”车站。

(二) 主要做法

1. 开发模式优

该项目是全路首个由铁路所属企业实施全生命周期开发，并与高铁站房同步设计、同步施工、同步并网发电的新能源开发项目。由浙江铁道集团公司自主投资建设、自主运营管理、自主消纳光伏发电，所有的光伏发电收益、政府补贴和碳资产价值权属浙江铁道集团公司。

2. 技术较先进

该项目采用先进的PERC单晶硅光伏组件，光电转换效率高达19%—21%，有效降低系统的BOS（业务运营支撑系统）成本；采用低压

SVG 设备无功补偿技术，可同时对低压侧的谐波电流、三相不平衡电流以及高压 10kV 侧的功率因数进行补偿，发电量较传统多晶硅光伏组件有大幅提升；逆变器采用 G2-WL-ST 监控棒，能随时提供精准全面的数据分析和及时有效的故障报警，运营更加稳定可靠，能够实现稳定、智能的运维管理服务。

3. 绿色效应显著

采用“自发自用、余电上网”消纳模式，在确保设备安全的前提下，首次将光伏所发电量接入车站综合用电系统，光伏所发电量优先满足站房空调、照明、电梯、广告和商业等设施设备使用，车站开通以来光伏发电自消纳比例达到 96.9%。为车站提供绿色能源，大幅降低车站电力运营成本，节支降耗贡献明显。

4. 能源数字深度融合

该项目以光伏发电精细化管理为目标，结合铁路通讯特点和网络安全要求，自主开发智慧光伏管理系统，拥有完整知识产权，设全景大厅、运行监测、告警中心、运维管理、诊断分析、运营管理、资产分析、系统管理等模块功能，可实现对光伏发电的实时监控，对所有光伏电站的统一运维、调度和管理，实现碳排放监视、控制等智能化管理。同时接入车站智慧能源管理系统，实现在一个平台上对车站所有能源的自主集中管理，可提高车站能源利用效率和管理效能，打造节能、低碳、舒适、便捷的智慧型绿色车站。

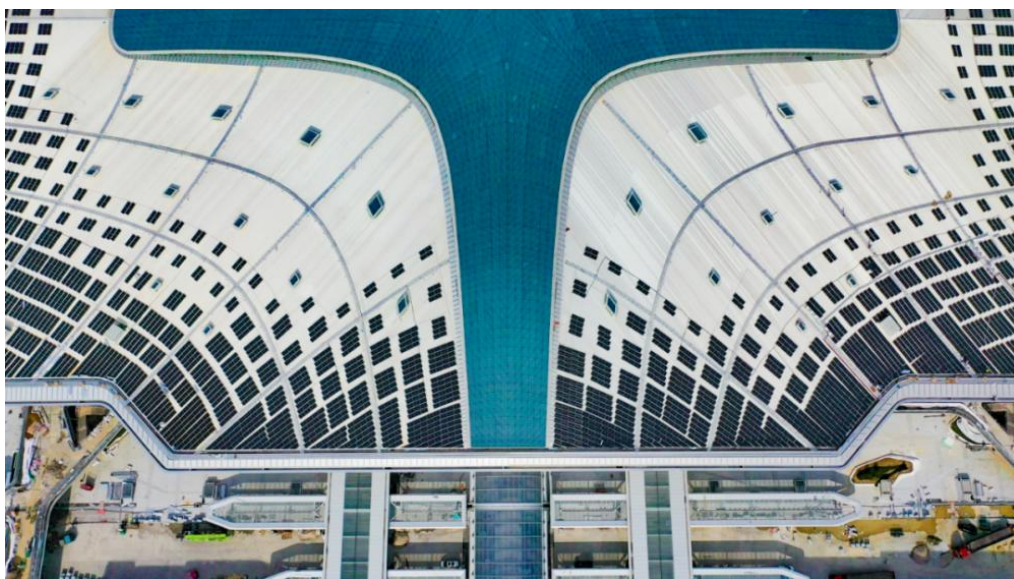
(三) 案例成效

投运一年来，杭州西站光伏电站项目累计发电量 285 万度，远远

超出了预期年发电量，相当于减少二氧化碳排放量 2850 吨。本项目通过采用光电转换效率最佳的单晶硅光伏组件和变压设备，可提升光伏电能质量，形成了“自发自用、余电上网”的模式，为车站提供绿色、清洁能源，大幅降低车站运营成本。



杭州西站屋顶光伏发电项目



杭州西站屋顶光伏发电项目

02 万向创新聚能城 6MWp 屋顶分布式光伏项目

所在地市：杭州市萧山区

申报单位：杭州普星能源科技有限公司

开发单位：杭州普星能源科技有限公司

（一）案例基本情况

万向创新聚能城位于萧山科技城规划范围内，新街大道以西，与桥南工业区块相连。项目建设包含了产业、科创、城市建设等要素，深度融合了数字经济和实体经济，以建设清洁能源、智能出行、绿色城市、智慧生活为特色的高质量发展的现代化示范区，探索建设一座全新生产方式、全新工作模式、全新生活状态的未来之城为目标。

本项目为创新聚能城6号制造基地上的3座工业厂房屋顶分布式光伏发电项目，装机容量为6MWp，采用光伏建筑一体化方式，每座厂房分为两个面，单面屋顶跨度达到60米，整体造型为圆弧形，墙四周为天蓝色的铝型材幕墙包裹。为保持建筑物整体造型，并将光伏融合进建筑，本项目采用定制的大跨度、大弧度的独特安装结构，屋顶边缘至屋顶中心有4米的高度差，为保持项目整体一致性在边缘转角结合处，使用定制玻璃装饰板，使得光伏组件与玻璃幕墙有机结合，达到了光伏组件与屋顶曲面造型一致，使光伏与建筑融为一体。不但使工业生产使用了绿色清洁的光伏电力，同时也彰显了屋顶的美学功能，充分体现了“绿色建筑美的理念”。

（二）主要做法

6号制造基地以三栋多层厂房为主要建设内容，与展示中心融为

一体，创造一个布局合理、功能齐备、交通便捷的现代工业园区，在光伏项目建设中，充分考虑与建筑物融合，与环境协调的理念，通过光伏材料、安装工艺、设计创新等将光伏和建筑形态完美结合，做到环境协调，体现建筑和光伏结合美的效果。

厂房整体立面由建筑实体和外壳两部分组成。外壳由幕墙墙体系统组成，通过设计效果图，对细节把控，使得光伏板覆盖的开放式屋顶与幕墙有机结合融为一体，使第五立面光伏和建筑物达到一体化的效果，体现建筑美的理念。

屋顶上部光伏钢结构支架通过定制化设计，桁架跨度达到 30 米，使得安装组件方阵倾角可随建筑造型逐步变化，保证了整体弧度要求，保证了建筑物美学效果。

为减少屋顶边缘缺口处光伏组件影响整体美观，在边缘缺口处定制相同颜色、纹路、形状的装饰板进行填充修饰。在安装中，对压块进行与单晶硅组件同色的阳极氧化工艺镀层处理，保证和组件颜色一致。在保证安全的同时，为追求环境协调，定制了防滑带花纹的镀铝镁锌一体化板作为运维走道。

(三) 案例成效

为提升光伏电站管理效率、经济效益和安全性，本站建设了智慧光伏监控系统、摄像头夜视功能，实现无人巡检的智能化运维场站，同时配置了组件自动清洗机器人，在组件清洗后，连续三天组件发电量提升明显，保持在 3%~5%。项目推行全面质量管理体系，实行全过程、全方位管理，严格把控施工质量，把确保“钱江杯”、争创“鲁

班奖”的目标，落实在每一天的行动中。



万向创新聚能城 6 号地块厂房屋面分布式光伏项目

03 杭州西奥电梯有限公司 5900kWp 屋顶分布式光伏项目

所在地市：杭州市临平区

申报单位：浙江大有集团有限公司、杭州凯通新能源发展有限公司

开发单位：杭州凯通新能源发展有限公司

（一）案例基本情况

杭州西奥电梯有限公司屋顶分布式光伏项目建设在杭州市临平区经济开发区宏达路 168 号西奥电梯工厂彩钢瓦屋顶上。用电单位作为浙江省首批入选未来工厂的国产电梯头部企业，同时也是临平区工业企业中的纳税领军企业，本项目充分利用屋顶资源进行发电消纳、践行建筑第五立面美学，秉承打造典型最美光伏电站初衷，契合未来工厂低碳环保、节能示范的宗旨，电站总体装机容量 5900kWp，年均发电 541.5 万 kWh，年均节省二氧化碳排放量约 4506 吨。

（二）主要做法

本项目充分考虑实际屋顶坡度、用户侧消纳诉求、系统发电效率、敷设美观方式等维度、综合设计施工最终达成发电效益与建筑美学的双赢诉求。项目应用横店东磁品牌独有的黑色晶硅光伏组件沿同位辐射倾角排布、用稳定且轻质的铝合金支架固定，夹具通过彩钢瓦直立锁边夹持牢固，通过保留光伏组件边框间距减少日常积灰影响整体发电效率、全屋顶无打孔破坏、无通过胶体补漏、做到从设计到投运无漏水安全隐患。屋顶全部电气走线科学，整体设计满足荷载同时最大程度减少沉降、维持以 25 年为电站生命周期的系统稳定性。项目运维便利、从工厂内部直达检修通道出入口有严格规划，独立通道下运

维人员作业行动不影响用电单位正常的生产及办公。屋顶铺设检修通道，运维过程不会直接接触屋顶彩钢瓦面，尽最大可能避免分布式光伏电站常见的瓦楞变形、踩踏造成的凹陷积水。

(三) 案例成效

屋顶全敷设的工艺完成建构筑物屋顶隔热降温/保温的作用，一定程度上减少用电企业自身的用电总量。通过合理规划排布、实现建筑美学与光伏发电的典型落地示范性项目，新颖在顶层设计一改传统电站思维、创造在光伏发电数据稳定长效。



西奥电梯有限公司 5900kWp 屋顶分布式光伏项目

04 杭州泥山湾污水池面 1.2MWp 分布式光伏发电项目

所在地市：杭州市临安区

申报单位：杭州福斯特应用材料股份有限公司

开发单位：杭州福斯特应用材料股份有限公司

（一）案例基本情况

杭州临安排水有限公司污水池面 1.2MWp 分布式光伏发电项目由杭州福斯特应用材料股份有限公司投资建设，项目建在杭州临安排水有限公司现有的污水处理一厂厂区内。工程占地面积 2 万 m²，建筑面积 2 万 m²。项目总投资 1200 万元，总装机容量 1.2MWp，25 年总发电量约为 3000 万 kWh，年均发电量约 120 万 kWh。每年可节约标准煤 432 吨，二氧化碳 1196.4 吨，年碳粉尘 326.4 吨，二氧化硫 36 吨，氮氧化物 18 吨。项目成功创建杭州市建筑节能示范项目，杭州临安排水有限公司荣获 2022 年度浙江省设施开放单位优秀案例一等奖。

（二）主要做法

一是融合设计布局。围绕临安生态文明教育实践基地和“花园式净水厂体验地”建设目标，对污水池面空间进行综合立体开发利用，不占用土地资源。做好光伏设施和污水处理厂基础设施、周围环境的融合，打造标志性生态节能光伏系统。增强光伏发电系统参观情景互动性，体验感，更好地普及“两山理念”和“碳达峰、碳中和”理念。

二是高标准施工建设。采用固定式角度架钢结构形式，架设

横向固定光伏组件，综合立体开发利用污水池面。钢结构采用镀锌方式，解决污水处理恶劣环境下的防腐处理问题。采用玻璃背板组件结构，防止污水池有毒有害气体对光伏组件的破坏，提高组件使用寿命。系统设计安装结构便于系统维护更新。

三是高效数智维护。采用自动控制分布式光伏电源并网系统，具备自动反孤岛和自动保护锁功能。系统配置光伏发电系统的数据采集及就地监控数据服务，具有逆变和汇流箱远程实时监控功能，监测数据准备完整，包括光伏发电设备、环境气象设备、并网点电气设备数据。实现数据贯通，满足发电、收益、运维多个维度，宏观、微观多个层面的监测与分析需求。

四是创造经济及社会效益。污水处理厂有着大面积的水处理水池，且年均耗电量比较大，在空余池面安装光伏系统降低了污水处理厂用电成本。本工程采用绿色能源—太阳能，能源和资源利用合理，设计中严格贯彻节能、环保的指导思想，在技术方案、设备和材料选择、建筑结构等方面，充分考虑了节能的要求。

(三) 案例成效

该项目是杭州临安排水有限公司树立良好示范，创造良好社会效益的需要；可以实现光伏发电项目投资和使用分离，是促进临安光伏产业良性发展的重要举措；体现了“绿色”“和谐”目标，促进环境优化，实现城市可持续发展的需要。



杭州临安排水有限公司污水池面 1.2MW_p 分布式光伏发电项目

05 杭州小河 110 千伏变电站光伏发电项目

所在地市：杭州市拱墅区

申报单位：浙江大有集团有限公司

开发单位：浙江大有集团有限公司

（一）案例基本情况

小河 110 千伏变电站位于杭州拱墅区小河街道，地块定位为杭州主城区西北部的城市门户与休闲商贸核心区，是申花 CBD 中心区域。作为国网浙江省电力有限公司的一座标杆性的绿色低碳建筑项目，外立面及屋顶分布式光伏发电系统成为小河变电站的最大看点之一。变电站立面幕墙采用了 1200*1200mm、1200*1800mm 等多种大规格尺寸的仿铝碲化镉光伏发电建材。从空中俯瞰，整个变电站的屋顶被颜色均匀的碲化镉光伏发电建材所覆盖，光伏系统屋顶装机容量 64.2kW，外立面光伏幕墙装机容量 26.6kW，总装机容量 90.8kW。预估光伏年发电量 7.87 万度电，折合减排二氧化碳 78427kg/年，达到了变电站运行能耗全绿电的成果。

（二）主要做法

作为浙江省首个国家电网有限公司模块化建设 2.0 版示范工程，小河 110 千伏变电站采用了节能型变压器、并联型直流电源系统、智能控制柜精准送风技术等十几项国网模块化 2.0 新技术，以及雨水收集回用系统等 7 项绿色低碳技术，旨在实现建筑预制装配化更高效、建筑更绿色环保、主要设备更加集成、二次系统更智能的功能效果。

在外立面及屋顶分布式光伏发电系统建设方面，项目采用碲化镉

光伏发电产品，与传统的变电站不同，小河变电站外观更具美感和科技感。变电站立面“铝板幕墙”采用了 1200*1200mm、1200*1800mm 等多种大规格尺寸的碲化镉仿铝光伏发电建材产品。从空中俯瞰，整个变电站的屋顶被颜色均匀的碲化镉光伏发电建材所覆盖，总装机容量 90.8kWp。碲化镉光伏发电建材与建筑外观融为一体，在为变电站提供用电的同时，兼顾了建筑幕墙和“建筑第五立面”的美观性、节能性和环保性等独特优势。

(三) 案例成效

该变电站的投运极大缓解了周边商业综合体和住宅小区的用电压力，有效保障了拱墅区经济发展和居民品质生活供电需求，同时为大运河亚运公园等重要场所提供稳定电力支撑。本项目建成投产为杭州电网如何高效利用清洁能源做出了示范，为杭州电网后续全面铺开建筑屋面外立面光伏系统改造打下来坚实基础。



杭州小河 110 千伏变电站光伏发电项目

06 杭州国家版本馆光伏遮阳连廊及光伏采光顶

所在地市：杭州市余杭区

申报单位：龙焱能源科技（杭州）有限公司

开发单位：

（一）案例基本情况

杭州国家版本馆由中国首个普利兹克建筑奖获得者、中国美术学院教授王澍团队担纲方案主创设计。主馆遮阳连廊和采光顶采用龙焱碲化镉发电玻璃。

（二）主要做法

项目突破性采用了 3860mm、3950mm、4470mm 等多种超长尺寸结构，共计约 300 块龙焱高透光碲化镉发电玻璃，光伏装机功率超 90kWp，年发电量约 9 万 kWh，相当于每年减排近 90 吨二氧化碳。



青绿湿润的东方韵味与绿色产能的光伏发电建材在这座新时代宋韵建筑中交相辉映，细长透光的光伏发电玻璃搭配挑檐，充分

展示了发电玻璃晶莹剔透的艺术美感，不仅与主馆外观和谐统一，满足建筑采光需求，同时还能为场馆源源不断输送绿色电能。

创新与传统齐飞，文化共时代一色。杭州国家版本馆用一道道青瓷屏扇，辉映着历史长河熠熠生辉，远观青绿，近观温润，不只是见证中华文明的传承，滋养历史文脉的“甘泉”，还表达着我们对环保，和对绿色低碳生活的热爱。



07 天一广场立体停车楼光伏项目

所在地市：宁波市海曙区

申报单位：浙江云碳科技有限公司

开发单位：浙江云碳科技有限公司

（一）案例基本情况

天一广场立体停车光伏项目是浙江云碳科技有限公司建设的首个“碲化镉光伏+商圈+平台”场景示范项目，总装机容量为1903.52kWp，年均发电约 153.4 万 kWh，年均节标煤 436tce，年均减少 CO2 排放约 1079t。天一广场为宁波中心繁华商圈，结合天一商圈的特色性要求以及解决顶楼露天停车场日晒雨淋等问题云碳公司采用碲化镉彩色组件，并利用 BIPV 技术来落地项目。实现当年开建当年投用出效益，率先在宁波乃至浙江打造可复制、可推广的光伏建筑一体化应用的绿色低碳商业综合体。

（二）主要做法

天一广场立体停车光伏项目位于天一广场立体停车楼四楼，因其周边环境特殊，故项目建设难度巨大，必须满足以下三个条件：1）地处核心商圈，人流量车流量较大，施工条件比较复杂，项目建设需对游客影响降至最低。2）项目周围高楼林立，设计方案需兼顾施工建筑的美观性和示范性。3）在需考虑光伏车棚顶整体颜色需求的同时，要求减少对周边建筑的光污染。

结合上述要求，云碳公司团队在项目设计方面，最初选用晶硅光伏发电组件，但是随着项目的推进发现无法满足美观性要求、

光伏车棚颜色要求以及天一商圈特色性要求。此后方案经过多轮设计并反复讨论确定最终设计方案即采用碲化镉发电彩色组件，利用 BIPV 技术搭建屋顶光伏车棚，并对该光伏车棚的正反两面进行个性化拼色设计，从俯视图鸟瞰能清晰地看到灰色系车棚与“天一”的 logo，而从车棚内部仰视，该光伏组件呈现出“蓝天祥云”的效果，出入口汽车坡道光伏顶仰视为彩色系列。

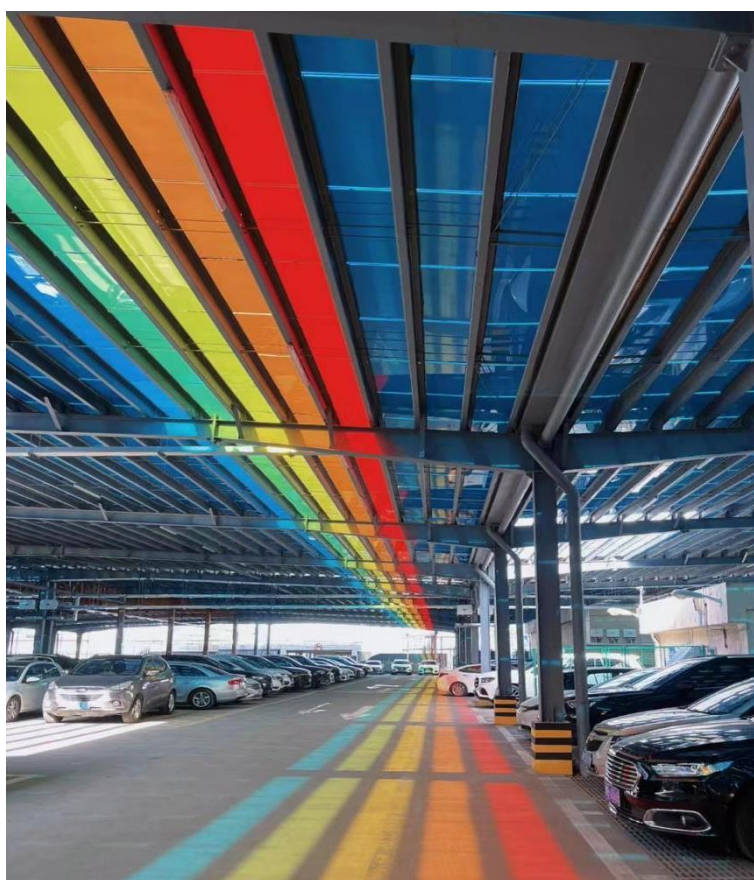
其次，云碳公司在彩色组件的选材和加工工艺方面，进行严格控制。比如车棚顶大面区域组件选择上，考虑车棚顶整体颜色需求，减少周边建筑的光污染该区域光伏玻璃选择时综合考虑反射率、发电能力和建筑环境融合性，采用碲化镉薄膜组件，整体颜色显现灰色，深浅相间。在车棚顶天一 logo 区域，考虑 logo 整体协调性、发电能力等，该区域光伏玻璃采用天蓝色镀膜组件。在出入口汽车坡道综合考虑透光、彩色、发电功能的平衡等，选用 30%透光彩色组件。

再者，云碳公司在建筑安全性方面考虑到碲化镉组件在部分遮阴的状况了的垂直划线设计可将电力损失降到最低，安全性能较晶硅组件高。另外在光伏建材上采用防火材料，该项目同时上传到云碳公司开发的 EMS 平台，实现实时监测，做到安全提前预防。

(三) 案例成效

本项目采用碲化镉彩色玻璃能极大地提高城市安全与美观程度，减少光污染，能推动有特殊设计或应用需求的建筑对于碲

化镉发电彩色组件应用，同时推动“碲化镉光伏+商圈+平台”模式应用。



08 嘉兴火车站 BIPV 电站

所在地市：嘉兴市

申报单位：龙焱能源科技（杭州）有限公司

开发单位：

（一）案例基本情况

嘉兴火车站由马岩松带领的 MAD 建筑事务所主持设计，被誉为“森林中的火车站”，于 2021 年 6 月 25 日举行了启用仪式。此次改扩建工程是嘉兴迎接建党一百周年的重要项目之一，于 2020 年 6 月 23 日开工，站体设计为地面一层、地下多层，是中国首个全下沉式火车站。嘉兴火车站同时也是一座会发电的“绿色”火车站。车站南北站房屋顶铺装了约 1.2 万块龙焱能源生产的高效碲化镉薄膜光电建材，项目投产后预计年发电量 110 万度电，相当于每年减排约 1000 吨二氧化碳。

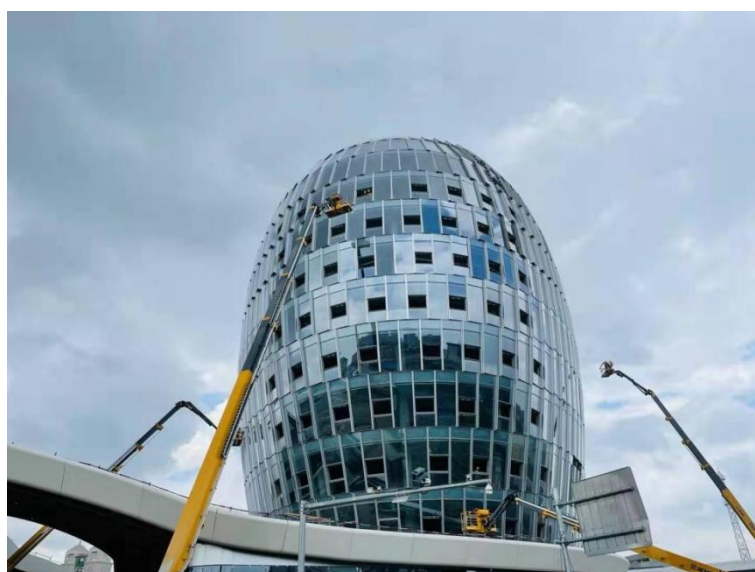
（二）主要做法

车站南北站房的屋顶均为圆弧顶，屋顶边缘至屋顶中心有将近 2 米的高度差，为了达到外观美观协调，火车站光伏项目专门采用了独特的安装结构，巧妙将光电建材铺设成与屋顶曲面造型一致，将光伏与建筑屋面融为一体。

除了火车站南北站房屋顶外，在火车站南广场的球形塔楼弧顶也安装了透光的光电建材。不同于南北站房，塔楼的透光碲化镉光电建材与玻璃幕墙完美融合，采用“BIPV 光伏建筑一体化工艺”，在不影响外观的前提下实现光伏发电。

(三) 案例成效

嘉兴火车站巧妙利用碲化镉薄膜光电建材将“建筑的第五立面（建筑屋顶面）”打造成为“生态第五立面”，不仅彰显了屋顶的美学功能，还是绿色清洁的光伏发电技术在建筑屋面上的一次大胆探索和尝试，充分凸显了“绿色建筑理念”，为以后高铁站、机场、会展中心、商城等公共建筑场馆的建设和改造提供了重要的参考和示范。



嘉兴火车站光伏发电项目