云南省智能光伏电站装备产业发展三年行动计划（2022—2024年）

智能光伏电站装备产业是基于半导体技术和新能源需求而融合发展、快速兴起的朝阳产业，也是实现产业强省和绿色能源强省的重大关键领域之一。智能光伏电站装备全产业链涉及多晶硅、硅棒/硅片、光伏电池片、智能光伏组件、智能逆变器、光伏辅料等光伏产品和电线电缆、智能太阳能跟踪支架、系统部件、一次设备、二次设备等配套电力装备生产，以及智能设计、智能系统集成、施工过程管理、智能运维等多个生产性服务环节的协同配合组成，实现光伏电站“可信、可视、可管、可控”。其中，一次设备包含变压器、开关柜、升压站，二次设备包括监控、通信、智能电表、充放电控制器、智能光储系统。

为抢抓新发展机遇，推动我省智能光伏电站装备产业发展，培育光伏电站应用软件和信息服务、系统集成、运维等生产性服务业，巩固提升全产业链竞争力，实现智能制造、智能应用、智能运维、智能调度，支撑新型电力系统，制定本行动计划。

一、总体要求

（一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面学习贯彻党的二十大精神，按照《云南省产业强省三年行动（2022—2024年）》、《云南省推动制造业高质量发展若干措施》和《智能光伏产业创新发展行动计划（2021-2025）》等文件要求，以深化供给侧结构性改革为主线，以适应新型电力系统发展需求为导向、构建智能光伏产业生态体系为目标，坚持市场主导、政府支持，加快创新驱动，围绕光伏电站装备产业延链、补链、强链，促进5G通信、人工智能、先进计算、工业互联网等新一代信息技术与光伏电站装备产业融合创新，

加快提升全产业链智能化水平，增强智能产品及系统方案供给能力。鼓励智能光伏电站装备行业应用，促进我省光伏电站装备产业迈向价值链中高端。

（二）行动目标

到 2024 年，全省智能光伏电站装备产业实现营业收入 2500 亿元，培育 10 家创新能力突出、具有国际竞争力的百亿级光伏企业，5 家年销售额突破 30 亿元电力装备企业，牵引带动一批上下游配套企业。

（三）发展方向

聚焦多晶硅、高效电池片、光伏玻璃、铝边框、光伏银浆、涂锡焊带等光伏产品和辅料，电线电缆、变压器、开关柜、智能控制系统、智能汇流箱等电力装备，智能跟踪系统、智能接线盒等系统部件生产发展，引进密封胶、PTP 光伏背板、智能光伏组件、智能逆变器、智能储能系统等产业链下游重点环节，形成较为完整的智能光伏电站装备产业链；培育智能光伏电站设计、系统集成、安装、应用软件开发、信息服务、运维等生产性服务业，把我省打造成为集聚效应显著、协同配套完善、国际竞争力突出的智能光伏电站装备产业发展新高地，加大成套光伏电站装备出口和向西部地区辐射力度。

智能光伏电站装备产业生态体系建设基本完成，智能制造、绿色制造取得明显进展。增强智能光伏系统和电力装备供应能力，提升有关电力变换、远程控制、数据采集、在线分析、环境自适应等性能，支撑新型电力系统。

大幅拓展行业应用领域，鼓励智能光伏系统和装备在绿色工业、绿色交通、绿色农业、乡村振兴及其他新型领域应用，形成稳定商业运营模式，满足多场景、大规模应用需求。

二、重点任务

(一) 智能光伏产业创新提升行动。支持昆明、曲靖、楚雄、保山、昭通、丽江、大理、红河、德宏等州市结合地方实际，差异化布局多晶硅、光伏玻璃、电池片、组件、光伏建筑一体化（BIPV）、逆变器、支架、铝边框、银浆、背板等光伏产业链缺失、薄弱环节，优化产业布局，加快构建形成区域集中、产业集聚、优势互补、配套协同的光伏产业发展格局。

1.加快推动技术创新研发。开展低能耗、低成本高纯晶硅、高效率大尺寸单晶硅片关键技术研发，提高产品低损耗、薄片化、高效化。支持提升 P 型晶硅电池效率，鼓励支持开展 N 型钝化接触电池（TOPCon）、晶体硅异质结太阳电池(HJT)、全背电极背接触异质结太阳电池（IBC）、钙钛矿、叠层等高效电池的研发与产业化，鼓励生产长寿命、高安全 BIPV 光伏构件、光伏瓦等。引进生产高效封装用导电胶、异型焊带等辅材，提升电子浆料、光伏背板、光伏玻璃、电子化学品等关键光伏材料高端产业化能力。支持上下游企业以资本、技术、品牌为基础开展联合攻关，推进产业提质、降本、增效。

2.加强系统对接，深化全链合作。鼓励支持硅料与硅片企业，硅片与电池、组件及逆变器、光伏玻璃等企业，组件制造与发电投资、电站建设企业深度合作，支持企业通过战略联盟、签订长单、互相参股等方式建立长效合作机制，开展多方式产业链端合作机制。

3.提高智能制造水平。推动光伏制造与工业互联网、人工智能、大数据深度融合，加强光伏产业智能工厂和数字化车间建设，鼓励企业有序开展智能化升级改造。研究推广多晶硅生产、后处理等环节的自动化与智能化；推广自动化生产线及物流线、全自动一体化检测设备、硅片打码读码设备，建立硅片信息追溯系统，提高光伏产品制造全周期信息化管理水平。

4.实施全链条绿色、低碳发展。实施智能光伏电站装备产业清洁生产，引导企业围绕生产废弃物开展回收应用技术研究和装备技术研究，建立各环节废物利用回收系统。鼓励产学研合作，开展硅粉高值化再生硅碳负极材料研究及应用、退役光伏组件回收处理成套技术与

装备研究。建立光伏电站装备产业链全生命周期管理和碳足迹核算。鼓励支持建设零碳工厂、绿色低碳园区。

(二) 建设智能光伏系统融合发展行动。运用 5G 通信、人工智能、先进计算、大数据、工业互联网等技术, 开发智能化、特色化、类型化光伏产品和装备, 支撑新型电力系统, 支持智能光伏产品和装备在光伏电站踏勘、设计、集成、运维、结算、交易中的应用。开发应用各类电网适应性技术, 增强智能光伏系统自感知、自诊断、自维护、自调控能力, 提升光伏发电电网友好性。推动光伏产品与消费电子、户外用品、交通工具等结合, 鼓励发展光伏充电宝、穿戴装备、交通工具等移动能源产品。

1.提高智能光伏电站装备供应能力。构建适用于农村自有建筑物屋顶、城镇及建筑节能、生态化交通网络等智能光伏多样化产品体系。

2.建设智能光伏系统。引进和发展具有消除阴影遮挡功率损失、优化失配损失、智能控制关断、智能光照跟踪、实时监测运行等功能的智能光伏组件; 引进和发展具有系统安全性实时监测处理、在线 PID 抑制与修复等智能化技术的逆变器、控制器、汇流箱、储能系统、跟踪系统等。开发智能化、数字化户用智能光伏产品及系统。

3.设计、施工和运维。支持无人机、北斗、机器人在光伏踏勘中的应用, 综合地理信息数据、区域辐照条件、产品性能价格及建筑承重等因素, 对不同组件、逆变器、电气方案、支架方式等在云端完成 2D/3D 建模和比对。开发光伏发电施工管理系统并在采购、施工过程管理、质量检测、电站测试、验收等方面应用, 实现工程进度实时监控、成本质量控制、库存管理、人员调配与施工问题预警。推广智能化机械装备在智能光伏电站建设过程中的应用。支持研发和推广光伏电站生产运维一体化管理平台搭建, 融合智能巡检、数据统计分析、生产与计划管理、培训教学、安全管理、结算、综合服务等, 实现电站管理系统的集控与大

数据汇总分析。支持移动巡检，及时发现组件热斑、隐裂、失配等问题，避免电量损失及故障发生，开发和应用智能清洗机器人、智能巡检机器人、智能巡检无人机、机巢、双视云台、红外热像防火监测系统、智能 AI 系统平台等装备，完成数据建模、学习算法、5G+ 技术等高阶管理，实现场站高效管控，布局区域集控和中长期交易，实现无人/少人值守。

4.发展特色电力装备。发挥云南丰富的铝等有色金属资源优势，重点发展辐照型防火型新能源发电用电线电缆、超特高压输电线路用高强度铝合金线及高耐热铝合金线等特种导线、高原型开关柜电控柜、高原型变压器等适应高原特殊气候条件下电力装备的生产。引进特高压输电、柔性直流输电装备生产，开展不同电压等级、不同开断容量的发电机断路器及高电压等级真空开关设备的研制。

5.研发智能光储系统。研究智能光储关键技术，平抑光伏发电波动，跟踪发电计划出力、电量时移，提升对新型电力系统的支撑能力。推动智能光伏电站与抽水储能、电化学储能、飞轮储能等融合发展。开发基于声、热、力、电、气多物理参数的智能安全预警技术，以及高效、清洁的消防技术。建立储能系统安全分级评估体系，发展基于运行数据驱动和先进人工智能算法的储能系统安全状态动态智能评估技术。

6.拓展智能光伏技术耦合。发展智能光伏直流系统，拓展光伏直流建筑、太阳能路灯等直流负载应用。支持智能光伏制氢系统等试点示范项目建设。

(三) 智能光伏特色应用行动。鼓励智能光伏电站装备在全领域、多场景的应用推广，结合“风光水火储”、装配式建筑等技术、领域开展融合发展、结合发展，放大工作效应，争取最大应用面、推广面、示范面。

1.推广分布式光伏发电应用。鼓励智能光伏在整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点中的应用，新建、改建、扩建民用建筑工程安装分布式太阳能光伏发电系统，应当按照一体化要求进行设计和建设，避免影响建筑景观风貌。开展光伏发电、储能、直流配电、柔性用电于一体的“光储直柔”建筑建设示范。

以开发区为重点，着力推进光伏发电“自发自用、余电上网”，推进新能源微电网示范项目建设，实现厂房光伏、分散式风电、多元储能、高效热泵、余热余压利用、智慧能源管控系统等集成应用，开展横向多能高效互补、纵向源网荷储一体化协调，建设综合能源系统。

加快“光伏+交通”等融合发展项目推广应用，推动交通领域光伏电站及充电桩示范建设，探索光伏和新能源汽车融合应用路径。鼓励光伏发电在公路服务区（停车场）、加油站、边坡、隧道、公共货运场站、港口码头、航标等导助航设施、码头趸船等领域的应用。

面向数据中心、5G等新型基础设施，支持智能光伏在新型通信领域的示范应用，促进网络设施智能化改造和绿色化升级。

2.有序发展集中式光伏电站。充分利用荒山、荒坡、荒漠、废弃矿山、采煤沉陷区等未利用土地，有序建设集中式智能光伏电站。支持各地因地制宜推进农光互补、林光互补、光伏提水、林业防火、地震监测、防洪防汛等综合利用模式。优先支持脱贫地区建设村级光伏帮扶电站，巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接。鼓励先进智能光伏产品及系统应用，优先保证产品质量和系统性能。因地制宜整合各类“光伏+”综合应用，探索光伏农业新兴模式，将光伏发电与农业设施有机结合，在种养殖、农作物补光、光照均匀度与透光率调控、智能运维、高效组件开发等方面深度创新，促进农民增收。

(四) 规范有序发展。支持企业跟踪光伏和交通、建筑、农业、能源、乡村等领域国家、行业标准，制定适应高原气候环境情况下的光伏电站、光伏组件、储能电池、直流设备等技术标准，建立光伏电站回收应用标准体系。推动高原自愿性认证覆盖光伏组件、储能电池、直流设备、光伏电缆等产品，推动高原特色电力装备全产业链的配套发展。

(五) 建设行业服务和验证平台。开展智能光伏电站装备产业关键共性技术研发，建设省级创新平台。支持有能力、有资质的法人和非法人组织开展知识产权培训与交易、科技成果评价、市场战略研究、供应链协调、低碳发展评价等服务，建设光伏储能、光伏直流等系统验证平台。积极储备硅基、铜铟镓硒、碲化镉、砷化镓等光伏薄膜电池产品技术，鼓励智能光伏电站装备领域众创、众包、众扶、众筹等创业支撑平台建设，推动有条件的地区建立一批智能光伏电站装备产业生态孵化器、加速器。建立智能光伏人才信息平台。

(六) 提升光伏电站装备检测能力。鼓励相关机构提升高原电器产品质量检验检测能力，形成光伏产品、光伏电站、储能电池、直流设备、光伏电缆等智能光伏电站装备全产业链产品检测检验能力，支持提升高原电器产品质量检验检测机构能力建设。

三、保障措施

(一) 建立跨部门联席会议工作机制。省直有关部门结合自身职能，建立上下联动、横向协同的智能光伏电站装备产业发展工作机制，充分发挥联席会议作用，组织工作专班，确定年度工作目标，对行动计划实施情况定期开展调度，共同研究解决产业发展中出现的重大问题，推动行动计划同自然资源、生态环境、财政、税收、金融、贸易、证券监督等部门政策联动。

(二) 推动有效市场和有为政府组合发力。落实《关于加强产融合作推动工业绿色发展的指导意见》，创新金融产品和服务，加大对智能光伏电站装备产业融资支持力度。通过市场机制引导多方资本促进产业发展，支持设立智能光伏电站装备产业发展基金。统筹整合中央及省级相关渠道，加大对智能光伏电站装备行业服务和验证平台等扶持。加强产融合作推动工业绿色发展。统筹现有省级财政资金，加大对光伏电站装备企业创新研发、技术改造、项目建设、智能制造、单项冠军、专精特新、智能光伏试点示范等支持。

(三) 强化政策扶持。落实新增可再生能源和原料用能不纳入能源消费总量控制精神。组织光伏制造行业企业申报工业和信息化部符合《光伏制造行业规范条件》公告产品，开展智能光伏试点示范工作，引导高效光伏产品和高原型电力装备在光伏电站中的应用。开展多元化“智能光伏+新型储能”试点示范，培育一批国家级智能光伏示范项目，打造一批提供光储融合系统解决方案的标杆企业。鼓励各级政府部门和社会各界加大对智能光伏试点示范工作的支持力度，从政策、标准、项目、资源配套等多方面支持示范企业做大做强。全面落实企业增值税增量留抵退税及中小微企业减税缓税政策。

(四) 优化产业发展环境。引导行业扩张与市场发展协同推进，充分发挥行业协会、科研院所、检验检测机构、计量技术机构、产业计量测试中心等专业机构的桥梁纽带作用，推动构建公平、公正、开放有序的市场竞争环境。积极引进光伏产品、电力装备全国百强、世界百强制造企业。

(五) 注重人才培养。在条件成熟的龙头骨干企业、创新中心、行业协会等，组建产业人才联合会，充分发挥人才、技术等资源共建共享优势。在智能光伏电站建设中培养和形成一批高层次领军人才、管理人才、复合型人才。鼓励高校人才来云南就业，建立校企结合的人才综合培训和实践基地，支持企业开展员工国内外在职培训。