

常州博瑞电力自动化设备有限公司

零碳工厂建设情况

1.企业实施零碳战略

(1) 企业实施的零碳战略目标为：

◆ 2025 年起，实现并保持类别 1 和类别 2 排放量的 100%抵消。

◆ 2025 年起，实现并保持自主减排量在 80%以上。

◆ 多途径开展减排措施，2030 年实现全范围碳排放量降低 20%。

(2) 企业实施的零碳战略路径具体如下：

能源使用低碳化：开展电气化提升，优化能源结构，提升可再生能源使用规模和比例。

资源利用绿色化：推行节约用水、节约用材，提高绿色物料比例，开展有毒有害物质替代，使用低碳物料（SF₆ 绝缘气体的环保替代）。

环境影响最小化：结合全生命周期理念，对产品、废弃物、包材等进行低碳管理，减少各个环节的环境影响。

运营管理智能化：推进领航级智能工厂创建，自研能碳管理平台，深化功能模块建设，用数字化、智能化方式助力低碳发展。

减排工作链条化：发挥供应链龙头企业影响力，从绿色供应链管理升级为低碳供应链管理，促进供应链上下游协同减排，真正实现零碳工厂。

2.实现碳达峰碳中和目标的总体思路和举措

2.1 总体思路

2.1.1 技术创新驱动低碳发展

加大研发投入，攻克技术难题：持续增加在智能电力装备研发方面的资金和人力投入，重点攻克产品高效节能技术、低碳生产工艺等难题。设立专项研发基金，鼓励科研团队开展负碳技术创新研究，积极探索与公司业务相契合的负碳技术应用场景，如在换流阀等产品生产过程中探索碳减排的新技术路径。

拓展创新合作，引领行业进步：加强与高校、科研院所的产学研合作联盟，共同开展前沿技术研究项目，加速科研成果向实际生产力的转化。积极参与国际、国内行业技术标准的制定工作，将公司的低碳技术创新成果融入行业规范，提升公司在智能电力装备领域的绿色低碳技术领导力。

2.1.2 智能制造与绿色制造有机结合

推进智能制造，实现精准管控：深度应用智能制造技术，全面升级生产设备和管理系统。引入先进的自动化生产线和智能控制系统，实现生产过程的数字化、智能化管理，实时监测和优化生产参数，提高生产效率，降低单位产品能耗和碳排放。例如，通过智能传感器和数据分析技术，精准控制生产设备的运行状态，避免能源浪费。

强化绿色生产，构建绿色体系：完善内部资源回收利用体系，建立原材料使用追溯机制，提高原材料利用率。持续开展生产工艺、生产装备的优化升级，实施节能减排工作。加强与上下游企业的合作，共同优化产品包装设计，推广使用可循环包装材料，减少包装废弃物。同时，构建绿色物流体系，整合物流资源，优化运输路线，优先选用电动车辆等低碳运输工具，降低原材料运输和产品配送环节的碳排放。

2.1.3 推动能源转型与平台建设

加速可再生能源开发，提高自给率：积极探索其他可再生能源利用方式，如地热能、生物质能等，逐步提高可再生能源在公司能源消费结构中的比例，减少对传统化石能源的依赖，增强能源供应的稳定性和可持续性。

优化能源管理系统，提升智能化水平：持续改进能源及碳排放管理系统，引入大数据分析、人工智能等先进技术，提升系统对能源消耗和碳排放数据的深度分析能力。通过建立能源消耗预测模型和碳排放预警机制，实现对能源使用的精细化管理和碳排放的有效控制，为公司制定科学合理的能源战略提供有力支持。

2.2 重要举措

2.2.1 深化节能减碳行动，降低能耗水平

加速办公设备更新，打造低碳办公空间：制定详细的

办公设备更新计划，优先淘汰高能耗、老旧设备，确保新采购办公设备能效等级达到 2 级及以上标准。推广智能办公设备和节能电器的应用，如智能照明系统、节能电脑等，加强办公区域能源管理，培养员工的节能意识和行为习惯，降低办公环节的能源消耗。

全面优化生产工艺，提高能源利用效率：在各生产车间深入推广节能工艺技术，如在装置制造中心电装车间全面推广波峰焊接技术替代传统手工焊接，减少无水乙醇等化学试剂的使用；在机械加工车间广泛应用微量润滑替代切削液技术，降低切削液消耗和废液排放。同时，持续优化生产流程，加强设备维护保养，提高设备运行效率，降低单位产品生产能耗。

2.2.2 拓展零碳技术应用，助力碳中和目标

推进储能项目建设，提高清洁电力自给率：加速推进储能项目的建设进程，有效提升清洁电力的自给率，确保能源供应的稳定性和可持续性，进一步优化能源结构，降低对外部能源的依赖，促进清洁能源的高效利用和广泛普及。同时加强对已建成光储系统的运行维护管理，定期进行设备巡检和性能评估，优化光伏发电系统的运行参数，提高发电效率，为公司生产运营提供更多清洁电力，有效减少碳排放。

优化绿电绿证采购，增强碳抵消能力：根据公司能源消耗和碳排放情况，合理制定绿电和绿证采购计划，确保

采购量满足碳抵消需求。加强与绿电供应商的合作，建立长期稳定的采购渠道，优化采购合同条款，降低采购成本。同时，加强对绿电和绿证的管理与使用，确保其合规性和有效性，充分发挥绿电在碳抵消方面的作用。

2.2.3 持续建设碳管体系，推行全员降碳模式

夯实碳管理体系：对照国家碳管理体系相关标准要求，结合公司生产运营与碳排放实际情况，完善碳管理组织架构，明确各层级碳管理岗位职责，建立覆盖全流程的碳管理制度机制。规范开展碳排放盘查与数据核算工作，建立完整准确的碳排放数据台账，常态化开展碳排放数据核查，确保碳排放数据真实可追溯，提升碳管理数字化水平，依托碳管理信息系统实现碳排放数据动态监测与分析，为碳减排决策提供可靠支撑。

分解降碳目标，全员参与：将碳管理目标逐级分解至各生产单元。依托数字化碳管理平台，建立精准的碳排放核算与监测机制，将碳指标深度融入日常经营与绩效考核，实现能碳管理的网格化与精细化。全面推行全员降碳行动，鼓励一线员工发掘工艺优化与现场管控的减排潜力，并对有效建议给予即时激励，营造“人人关心碳足迹、岗位争创能效优”的绿色文化氛围。通过战略引领、技术赋能与全员行动的协同发力，推进企业零碳工厂的建设。

2.2.4 协同推进温室气体类别 3 减排，构建绿色供应链

升级低碳供应链管理，推动上下游协同减排：完善供

应链碳排放核算体系，明确原材料采购、运输、生产、销售等各环节的碳排放责任。与供应商建立紧密的合作关系，共同制定减排目标和行动计划，推动供应商采用清洁能源、优化生产工艺、降低物流排放。定期对供应商进行碳排放评估和审核，将碳排放绩效纳入供应商评价体系，激励供应商积极参与减排行动，实现供应链整体碳排放降低。

加强员工与社会参与，传播绿色低碳理念：加大员工环保培训力度，开展形式多样的环保教育活动，提高员工对温室气体类别 3 减排的认识和责任感。鼓励员工在日常生活中践行低碳理念，如倡导绿色出行、减少一次性用品使用、节约水电等。同时，积极组织社区环保公益活动，向社会公众传播绿色低碳文化，展示公司在可持续发展方面的努力和成果，带动上下游企业、客户及社会公众共同参与温室气体减排行动，营造全社会共同推动绿色发展的良好氛围。

3.节能降碳重点工作与成效

公司专注于数字技术的运用，致力于构建智能化工厂体系，并推动绿色转型，以实现企业的可持续发展目标。公司自主开发的能源及碳排放管理系统，集成了厂区的水、电、光伏、储能、设备耗能、环境等各类数据，企业运行情况一目了然。公司在节能低碳领域的发展已覆盖多个方面，具体详情如下：

3.1 可再生能源利用方面

公司建设装机容量为 8.25MW 的屋顶光伏系统。2025 年光伏系统共发电 980.77 万 kWh，其中发电自用量为 905.35 万 kWh，并网电量为 75.43 万 kWh。公司建设了微能源网示范项目，其储能部分容量达 928kW/1864kWh。该微能源网示范项目的建设，提升了企业在可再生能源利用方面的成效，为企业的绿色可持续发展注入了强劲动力。工厂持续完善光储项目，打造光伏停车位顶棚等，持续提高绿证绿电使用占比，不断提高可再生能源利用率。

2025 年公司消耗电力 4810.032 万 kWh、柴油 3.47t、汽油 15.96t。其中绿电使用量为 3698.5 万 kWh，光伏发电自用量为 905.35 万 kWh。

经计算，公司的可再生能源利用率为 95.25%。

表 2.3-1：2025 年公司可再生能源使用占比

项目	类别	2025 年实物消耗量		当量标煤	合计
		单位	数值	tce	
总能耗	厂区总用电量	MWh	48100.32	5911.53	5940.07
	柴油	t	3.47	5.06	
	汽油	t	15.96	23.48	
可再生能源使用量	光伏自用电量	MWh	9053.5	1112.68	5658.14
	绿电消费量	MWh	36985	4545.46	
可再生能源使用占总能耗比例					95.25%

3.2 节能降碳措施方面

公司开展成套系统节能优化降损研究，从产品、辅助电源、外购设备多方面入手，全方位降低能耗，助力节能减排。

工厂自建厂起一直采用电力驱动的运输、仓储车辆，降低了化石能源消耗量；自 2019 年起，公司不断完善厂区光伏项目建设，逐年扩大光伏覆盖面积，逐步减轻公司对外购电力的需求；通过管路改造实现各厂区间空压机并联，节约生产设备投入和能源消耗。除此之外，为逐步推进完善零碳工厂建设，公司不断进行节能项目改造，已将未来两年内计划实施的节能项目加入制定的《零碳工厂建设方案》中。

目前，公司配备了超过 4000 台（套）的办公设施与设备。自 2021 年起，公司将节能降碳作为发展策略中的关键任务，已购置超过 2500 台（套）的办公设备均符合能效等级 2 级以上的标准。

3.3 生产工艺改进方面

公司全面采纳了最新技术，对现有的生产设备进行了全面的升级和改造，以紧跟行业技术的发展趋势。公司致力于将最新的前沿技术应用于生产，通过改造车间的生产设备，旨在减少设备的能耗并提高其产出效率。通过整合 MES 系统，我们正努力实现生产装配过程的无纸化和信息

化，推动智能生产的实现。这些举措将有助于进一步稳定产品质量，减轻员工的劳动强度，并提升生产效率。

此外，公司还在不断推进柔性制造系统的开发，并密切关注产品开发的进展。在提升产品标准化水平的同时，我们利用柔性工装和柔性产线来增强设备或流水线的适应性，最大化地发挥现有设备的潜力，减少企业的设备投资。近年来，公司深入探索了各项绿色制造技术在电力设备生产中的应用前景，取得了一系列成果。

（1）原材料利用方面，通过改善工艺提高材料利用率，如改进夹持工艺实现环网柜铜棒尾料再利用，推行开线标准化使线束尾料浪费减少 95%以上，实施包装箱重复利用减少包材消耗。

（2）表面处理方面，研究 SGCC 板、覆铝锌板、不锈钢板、耐指纹板、ZAM 板等表面处理板材及其加工工艺，在结构件原材料应用中占比 50%以上，显著减少了电镀、喷漆喷塑等表面处理带来的直接和间接污染；研究应用三价铬替代六价铬、水性涂料替代油性涂料等环保表面处理技术，促进上游供应商绿色制造升级。

（3）PCBA 制造方面，研究无铅焊接技术，推进电力设备板卡无铅化；研究应用激光锡球钎焊取代选择性波峰焊，能耗降低 90%以上；研究应用热熔焊接技术，替代了强酸的使用；研究了免洗焊料及助焊剂选择性喷涂等免清洗焊接技术，避免了清洗液的排放。

（4）机械制造方面，研究切削液抑菌和过滤处理、微

量润滑铣削加工技术替代传统切削液冷却、CMT 冷焊、激光焊接技术替代传统气保焊、在 IGBT 和晶闸管水冷散热器、配网气箱和水冷管路焊接、保护机箱结构件等产品制造中改善了生产环境、减少了切削液的使用及排放。

(5) 智能制造方面，公司于 2024 年 10 月成功通过了国家智能制造能力成熟度四级评估，并成为常州市首家荣获此级别评估的企业，随后在 2025 年获评卓越级智能工厂。生产智能化的显著提升，不仅大幅提高了工厂的生产效率，而且能够精准记录并分析工厂运行的各项详细数据，这对于降低企业能耗、提升能源利用效率具有显著的积极影响。

3.4 能源消费结构方面

公司不断进行电气化提升，优化能源结构，主要使用能源种类为电力，占综合能耗比例为 99.51%。公司一直在积极推进能源结构的优化工作，以实现更加环保和可持续发展：在公司内部的仓储和运输环节，已全面采用了电力供能的运输设备，从而显著减少了汽油和柴油的消耗；对员工食堂的厨房炉灶进行了电气化改造，取消了天然气使用，减少对化石燃料的依赖；为了进一步提高可再生能源的利用率，公司在员工宿舍区域安装太阳能热水器来供给生活热水。通过以上措施，不仅节约能源成本，并且减少碳排放，实现经济效益和环保效益的双赢。

3.5 产品生态设计方面

公司在生产过程中持续贯彻生态设计理念，高度重视产品全生命周期设计，将环境因素融入设计考量之中，具体如下：公司从生产工艺层面着手，致力于减少原材料消耗、降低污染物排放以及促进产品循环利用等，旨在确保产品在全生命周期内能够最大限度地减少能源与原材料的消耗。公司参照 GB/T24256 标准，对配网、互感器等主要产品，从资源属性、环境属性以及其他属性等方面提出了明确的生态设计要求。公司已编制完成《±800kV 特高压直流换流阀产品生态设计报告》与《12kV 户外高压交流真空断路器生态设计报告》，除满足 GB/T24256 标准的各项要求外，公司还依据 GB/T32161 标准，对产品进行了生态设计评价，并出具了相应的评价报告。评价结果显示，相关产品均符合生态设计产品的评价要求。

公司致力于研发环保型开关设备，该设备基于仿真计算研究，采用压缩空气或氮气作为介质，可减小产品体积并减少环氧材料使用，在确保性能的前提下，提升其环保性。此外，公司已成功获得 GB/T37422-2019《绿色包装评价方法与准则》体系的最高等级（III-G 级）认证证书。此次成功通过绿色包装体系认证，充分彰显了公司对绿色发

展理念的坚定践行。未来，公司将继续致力于降低包装劳动强度、减少包装空隙率、提升包装的循环使用及回收率等方面的改进，为绿色可持续发展事业贡献力量。

3.6 碳排放抵消方面

公司管理层高度重视工厂减排工作，结合绿色工厂、零碳工厂的创建，持续提升自主减排比例，落实自主减排后的进一步碳排放抵消工作。公司 2025 年自主减排量为 28065.05tCO₂e，自主减排比例达 95.53%。自主减排后排放 1314.54tCO₂e，公司通过光伏电站余电上网、绿证消纳以及采购并注销经 Verra 核证的 VCU 等方式，实现了 2025 年工厂类别 1 和类别 2 的温室气体排放全部抵消。

表 2.3-2：碳排放抵消情况

序号	类目		单位	数值	备注
1	基准线排放量		tCO ₂ e	29379.59	
2	自主减排量		tCO ₂ e	28065.05	
3	自主减排后排放量		tCO ₂ e	1314.54	
3.1	其中	类别 1	tCO ₂ e	57.63	
3.2		类别 2	tCO ₂ e	1256.91	
4	自主减排比例		/	95.53%	
5	进一步抵消		/	1315.16	
5.1	其中	光伏余电	tCO ₂ e	459.8	
5.2		绿证	tCO ₂ e	797.36	
5.3		VCU	tCO ₂ e	58	
6	自主减排后碳抵消比例		/	100%	

3.7 节能降碳重点工作与成效

表 2.3-3：节能降碳重点工作与成效

序号	项目名称	项目介绍	投资额	建设期限	效益情况
1	购买绿电	通过参与绿色电力交易市场，购买可再生能源发电项目（风电、光伏等）所生产的绿色电力 3698.5 万 kWh。	/	2025 年	减少二氧化碳排放量 22546t。
2	微能源网示范项目	建设微能源网示范项目。光伏部分：建设装机容量约 8.25MW 的屋顶光伏系统。储能部分：一厂区、二厂区各配置 1 组 464kW/932kwh 储能系统，储能部分总容量为 928kW/1864kWh	1290 万元	2024.12	2025 光伏发电量约 980.77 万千瓦时，自用量为 905.35 万千瓦时，减少二氧化碳排放 5519 吨。
3	PCBA 生产线改造升级项目	通过改进 PCBA 生产线工艺，将原先仅能手工焊接的插装元件更改成波峰焊接，实现焊点上液态助焊剂少量残留，仅需用防静电无纺布擦拭，省去了无水乙醇的浸泡工序，节约了大量的无水乙醇。	200 万元	2019.1-2019.12	每年减少无水乙醇使用 22.5 吨；折合每年节省 22.5 万元。
4	MQL 微量技术研究及改造项目	通过改造加工中心冷却方式，由微量润滑设备替代冷却泵，MQL 润滑油主要成分为植物油或提取物，符合环保和健康要求，公司的机床设备均配有油雾净化器可过滤油气，减少了切削液的使用。	10 万元	2019.1-2019.12	单台机床年节省电能 3590 度，年减少水使用 1.8 吨，年减少废液排放 1 吨。
5	无铅焊接工艺推广项目	推广无铅焊料替代有铅焊料的焊接工艺方案，完成波峰焊等设备无铅化改造，实现电子元器件 100% 无铅化，减少含铅焊料的使用量及含铅废料排放量，减轻了对环境的危害。	400 万元	2021.1-2021.12	每年可减少含铅焊料使用 5.96 吨，减少含铅废料排放 2.16 吨，减少含铅印制板使用 45 万片。
6	材料利用率提升系列优化项目	1.利用粉末烧结成型工艺替代传统机械加工工艺，降低切削加工量，提高不锈钢材料利用率。 2、通过铝合金压铸成型工艺替代传统机械加工或焊接成型工艺，有效提高铝合金材料利用率。 3、通过钣金加工生产线智能化改造及原材料型号定制化升级，有效提高钣金材料利用率。	600 万元	2020.8-2021.7	1-3：年节约不锈钢 2.3 吨、铝合金 1.1 吨和 SGCC 板材 27.4 吨。4、标准化散热器单件原材料从 15.4kg 降至 12.7kg，全年节约 18.09 吨铝合金。 5、屏蔽罩使用卷料，材料利用率由 61.1%

序号	项目名称	项目介绍	投资额	建设期限	效益情况
		4、优化标准化 SVG 散热器毛坯工艺，定制专用挤拉型材，降低材料用量。 5、TL06U.1721 屏蔽罩冲压自动化，采用定尺寸卷料，减少搭边，提高材料利用率。 6、铜棒尾料再利用加工。			提高至 82.3%，单件降低用量 0.143kg，全年节约 8.75 吨热浸锌板。6、通过铜棒尾料车螺纹再转接夹持钢棒的方案实现铜棒尾料再利用加工成产品；经核算，1PC 铜棒原材料将剩余 1 件铜棒尾料，1 件铜棒尾料再利用的收益为 61.75 元/件。
7	基于干燥空气的环保气体绝缘柜绿色制造技改项目	1) 实现 SF ₆ 绝缘气体的环保替代； 2) 研制了国际先进的环网柜气箱自动化焊接清洗生产线、国内领先的环网柜装配测试自动化生产线等低碳制造成套装备，研发了人机分离的抗扰动自动化生产技术、不锈钢薄板 T 型连接单面角焊缝焊接技术、高效氮质谱检漏回收技术等，行业内首次研制出人机分离的开关一次设备产线； 3) 开展气源自制方案调研，调研开发干燥空气制备装置，满足产品对气源的洁净度及微水要求；结合产能形成干燥空气制备装置与现有产线改造方案，实现气源自制能力。	1500 万元	2019.1-2020.9	1.环保气体绝缘替代 SF ₆ 绝缘，每年减少 SF ₆ 用量 380 万升、减少塑粉消耗量 5.2 吨，折算减少 CO ₂ 排放超 544.7 吨/年（按气箱年泄漏率 0.1%，SF ₆ 密度 6.1kg/m ³ ）； 2.减少职业危害岗位 7 人，年节约电能 4.55 万 kWh，氮气循环回收率超 96%，间接减少 SF ₆ 示踪耗散 3.8 万升/年，综合折算减少 CO ₂ 排放 5471.7 吨/年，实现了开关一次设备的低碳化柔性制造。
8	一厂区 2# 车间加工中心切削液集中过滤系统	通过优化引进先进设备和工艺技术、开展资源循环利用，实现机械制造中心 2 号车间 16 台加工中心设备的切削液集中循环过滤处理，并集中统一为 16 台设备进行供回切削液，有效延长了切削液的使用寿命，降低危废产生量	179 万元	2024.10-2025.2	1.延长了切削液的使用寿命，减少危废排放，改善车间生产环境，使生产现场更符合 6S 管理要求，响应了公司清洁生产、绿色生产的大方向； 2.实际收益：每年可节约 36.2 万元成本（一期 9 台），基本实现零废液排放。
9	智能高温老化烘箱设备改造	添置智能高温老化烘箱，相比常规烘箱，可以提升容量，显著降低单位能耗	94 万元	2024.4-2025.4	年节约用电约 5.8 万 kWh。
10	4#楼空压机节能智	添置变频空压机，并实现智能控制：定时开关机、闲时/忙时运行控	42.8 万元	2025.7-2025.8	预计每天节省用电 200 度左右。

序号	项目名称	项目介绍	投资额	建设期限	效益情况
	能改造	制，显著降低用电能耗			
11	工艺数字化系列项目	以 Teamcenter 为基础，集成应用 Creo、3DAST、3DDFM、Flexsim 等软件，构建数字化工艺协同系统；通过工艺设计、仿真软件，进行基于三维模型的工装、线束、工艺特征可视化设计，与产品设计并行协同；针对产品工艺规划及产线设计，应用虚拟装配技术，提前对产品装配方案、产线运行效果进行规划和验证	218 万元	2021.2-2022.7	设计变更和工艺技术变更减少 64%，装配返工率下降 8%，原材料利用率提升 35.4%，减少板材消耗 494.98 吨/年，折算减少 CO ₂ 排放 1212.7 吨/年（吨钢排放按 2.45tCO ₂ e，数据来源：2024 年世界不锈钢协会《CO ₂ 排放报告》）。
12	基于大尺寸通孔器件激光锡球焊和环保型在线三防技术的印制电路板组件单件绿色生产成套技术及设备	研发了基于大尺寸通孔器件激光锡球焊技术、环保型在线三防技术、锡渣排放预测预警技术，解决了传统选择性波峰焊技术能耗高、三防工艺刺激性气体职业危害风险高等痛点问题	362 万元	2022.1-2023.6	生产效率提升 43%，焊接单位能耗降低 94%，三防漆使用量减少 64%，刺激性有机溶剂和苯类有害物质的“0”使用、“0”排放，综合减少工业三废超 14.6 吨/年，减少职业危害岗位 11 人，年节约用电 19.3 万 kWh，折算减少 CO ₂ 排放 103.6 吨/年。
13	液冷电池舱充放电试验方法优化	优化试验方法，提高电池舱一次测试合格率，避免重新测试，节省电能。更新试验方案，全工步充放电试验，对放电量进行考核，但新电池需要活化后（多次循环）电量发挥才能达标，首次充放电循环电量一次合格率约 80%；更新试验方案，将目标水温提高，加速电芯活化，满足一次合格要求。	/	2025.9	2026 年预计电池舱容量 9GWh,1440 台，10%进行满充满放，144 台舱，修改后降低 20%异常情况，约 144*20%=28.8 台，每台 5MWh，全年共节省电能 144MWh。