# 工业企业“碳中和”实践之路

本刊编辑部

工业是节能降碳的重点领域，也是实现“3060”碳达峰碳中和目标的关键。党的二十大报告明确提出，积极稳妥推进碳达峰碳中和，推进降碳、减污、扩绿、增长，完善能源消耗总量和强度调控，重点控制化石能源消费，逐步转向碳排放总量和强度“双控”制度。为了回顾 2023 年工业企业在节能降碳、绿色可持续发展方面的成就，了解当下的创新技术和应用，《流程工业》编辑部在 2024 年第一期特别策划了“工业碳中和”专题，邀请了一批国内外优秀的工业企业分享观点和产业实践，为广大的流程工业企业提供绿色可持续发展的启迪和借鉴。

## 生产企业的绿色实践

绿色发展，不仅有理念上的升华，更有行动上的落实。生产企业既是节能减排降碳的重要贡献者，也是绿色技术创新的主力军，他们践行新发展理念，推进降碳、减污、扩绿、增长，取得显著成效。

**PROCESS：**针对碳中和目标，贵公司有哪些计划和战略？您认为这些计划和战略实施的关键因素是什么？

**巴斯夫 薄扬：**作为全球领先的化工企业，巴斯夫致力于通过全面的碳管理和循环经济举措，实现巴斯夫全球气候保护目标，助力中国实现可持续发展目标。2018 年，巴斯夫首次宣布气候保护目标。我们承诺到 2030 年，将二氧化碳排放量较 2018 年减少 25%，2050 年前实现净零排放。近日，巴斯夫还宣布了范围 3.1 减排目标，目标到 2030 年将范围 3.1 的碳排放量较 2022 年减少 15%。迈向 2050 净零排放的转型之路是一个长期过程，在这期间，我们将聚焦于 3 大核心战略措施。首先是从“灰电”到“绿电”，将能源供应从化石能源逐步转向可再生能源，是巴斯夫进行碳管理的核心方法。这也是我们在 2025 年前实现碳减排的主要驱动力，并对我们的电力供应影响巨大。其次是蒸汽生产电气化。巴斯夫将使用电力生产蒸汽，而不是焚烧化石燃料生产蒸汽。最后是低碳新技术。开发和实施用可再生能源替代化石燃料的新技术至关重要。例如，蒸汽裂解炉目前是巴斯夫范围 1 和范围 2 碳排放的主要来源之一，巴斯夫正在与沙特基础工业和林德合作，研发电加热蒸汽裂解炉，通过使用可再生电力，这项技术可将蒸汽裂解炉的碳排放量减少高达 90%。

**PROCESS：**在过去的 2023 年，贵公司在践行绿色可持续发展方面，有哪些举措、创新实践和收获？

**巴斯夫 薄扬：**从采购可再生能源、资源高效型生产到为客户提供可持续解决方案，巴斯夫的可持续承诺贯穿于价值链的各个环节。在 2021 年 6 月，巴斯夫就与华润电力完成广东省全新可再生能源交易规则下的首笔交易。2023 年，巴斯夫与国家电投签署了一份为期 25 年的购电协议。同时，我们又与明阳合作，在华南地区建设运营海上风电场，这是同类型项目中首个中德海上风电场项目。这几项举措有助于巴斯夫实现 2025 年湛江一体化基地 100% 绿电供应的目标，是我们在中国实现能源转型的重要里程碑。此外，巴斯夫致力于开发低碳技术，例如，巴斯夫正在开发一项全新工艺，将天然气直接裂解为氢气和高纯度固体炭。这一工艺使用的能源相比水电解要低得多，如果采用可再生能源，几乎不会产生二氧化碳排放。巴斯夫将不断推出创新型可持续解决方案，满足中国客户对环保或低碳产品日益增长的需求。

**PROCESS：**展望 2024 年，贵公司将在绿色可持续发展方面有哪些计划和目标？

**巴斯夫 薄扬：**未来，巴斯夫仍会继续实施我们目前实现能源转型和创新技术领域的重点项目。例如，巴斯夫也将开发创新技术，建立塑料循环价值链，其中一大关键性创新是巴斯夫“化学循环”项目。在这个项目中，我们的技术合作伙伴，利用热化学工艺从混合

巴斯夫大中华区营运与基地管理高级副总裁，薄扬（Jan Peter Bredehöft）

山东京韵泰博负碳科技有限公司董事长兼总经理，赵帅

塑料废料或废旧轮胎提取热解油。我们将生产出的热解油，投入一体化体系生产，替代化石原料，最终基于质量平衡方案生产新产品。我们的客户可以像加工传统产品一样加工这些质量平衡产品。此外，碳足迹透明度也是实现净零排放的关键因素。为此，巴斯夫开发了一款数字化解决方案，为其近 4.5 万种全球在售产品提供“从摇篮到大门”的产品碳足迹数据，提高产品碳排放的透明度，帮助客户了解并减少自身产品的碳足迹。巴斯夫正与“携手可持续发展”（Together for Sustainability）及中国石油和化学工业联合会的合作伙伴一起积极推广这一方案。正如我之前提到的，化工行业对于提供可持续解决方案具有关键作用，我们正在通过切实的举措，推动整个价值链向更可持续的模式转型。

**PROCESS：**在过去的 2023 年，贵公司在践行绿色可持续发展方面，有哪些举措、创新实践和收获？

**盛虹石化：**作为中国炼化行业领军企业，盛虹石化率先在行业内提出了向新能源、新材料转型，从低碳、零碳、负碳全方位深耕绿色技术，创新构建了一条以二氧化碳资源化利用为主的绿色转型新途径——绿色负碳产业链，变“碳”为宝。2023 年盛虹石化“二氧化碳捕集利用—绿色甲醇—新能源材料”绿色负碳产业链项目迎来重要节点——10 万 t/a 二氧化碳制绿色甲醇项目正式投产，这一新型产业链的构建，实现了从二氧化碳的捕集、利用到绿色甲醇合成及新能源材料生产的无缝对接。该项目通过采用 ETL 专利技术，每年可主动吸收 15 万 t 二氧化碳，转化 10 万 t 绿色甲醇，进而用于生产绿色高端新材料。另外盛虹斯尔邦目前在建的 EC/DMC 项目，每年可直接消耗 7 万 t 二氧化碳。

盛虹绿色负碳产业链不仅能实现减碳目标，更改变了下游新能源材料的来源方式，实现了从原料到产品的全链条绿色化，对于缓解能源危机和实现“碳中和”目标具有重要的战略意义。

**PROCESS：**在企业自身的绿色生产以及赋能行业低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术和产品部署？

**盛虹石化：**近年来，盛虹石化紧紧围绕国家战略，以创新为驱动，聚焦绿色能源转型和战略性新兴产业发展，瞄准产业链和供应链“卡脖子”关键环节，盛虹石化构建了核心原料平台+新能源、新材料等多元化产业链条的“1+N”新格局。依托全国单流程规模最大的 1600 万 t/a 炼化一体化、全球单体规模最大的 240 万 t/a 醇基多联产、工艺技术全球领先的 70 万 t/a 丙烷产业链项目，盛虹石化打造了“油、煤、气”三头并举的核心原料平台，“芳烃”“烯烃”双线并进的发展模式。“1+N”模式下的创新产品，如光伏级 EVA、丙烯腈、MMA（甲基丙烯酸甲酯）以及超高分子量聚乙烯等，主要应用于光伏、风电、航空航天、新能源汽车等战略性新兴产业，为我国制造业转型升级、能源绿色低碳转型提供了材料保障。

2023 年 12 月 1 日，随着第 4 套 26 万 t/a 丙烯腈装置投产，盛虹丙烯腈产能升至 104 万 t/a，成为世界最大的丙烯腈生产基地。作为最大的丙烯腈供应商，盛虹石化保障了我国碳纤维生产企业一半以上的原料供应。在光伏级 EVA、POE、热熔胶 EVA 方面，盛虹石化连续打破“垄断”，填补国内行业空白，成为全国唯一同时具备光伏级 EVA 和 POE 自主生产技术的企业。其中光伏级 EVA 产能 30 万 t/a，位列全球第一。目前盛虹公司正在积极推进 70 万 t/a EVA 项目建设，全面建成后 EVA 总产能规模将达到百万吨级，全球市场占有率将超 40%。2024 年初，盛虹石化具有自主知识产权的 13 万 t/a 高端材料 PETG 装置一次投产成功，彻底打破国外技术垄断，总产能跃居国内第一。该装置全面投产后，将助力我国 PETG 产品国产自给率不足 20%，大幅拉升至 50% 以上，极大缓解了国产市场旺盛需求。

**PROCESS：**在过去的 2023 年，贵公司在践行绿色可持续发展方面，有哪些举措、创新实践和收获？

**京韵泰博 赵帅：**山东京韵泰博负碳科技有限公司（以下简称“京韵泰博”）是京博控股集团旗下子公司，与武汉理工大学联手技术攻关研发出具有自主知识产权的新型碳矿化材料 CCUS 技术，可以通过“再生资源 + 二氧化碳”的方式，直接吸收工业尾气中低

浓度二氧化碳，形成快速捕碳固碳的多功能复合材料，为钢铁、化工、电厂、水泥以及有色金属等 8 大高排放行业提供碳减排及再生资源价值利用综合解决方案。目前已在山东省滨州市为当地电厂建成全球首个十万吨级 $CO_2$ 直接利用 CCUS 示范项目，该项目已于 2023 年 1 月投产，每年可处置 30 万 t 固废，减少 10 万 t 二氧化碳排放，生产 40 万 t 负碳材料。

**PROCESS：**在企业自身的绿色生产以及赋能行业低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术和产品部署？

**京韵泰博 赵帅：**与传统的封存、驱油、农业及食品领域 CCUS 技术不同，京韵泰博的新型碳矿化材料 CCUS 技术可直接利用含二氧化碳浓度≥ 10% 的工业尾气，无需提纯到 90% 浓度以上，而且该技术超越传统的胺吸收、膜分离、PSA 等预处理单元，含 $CO_2$ 的工业尾气直接导入利用，成本不足 100 元 /t，是传统应用的 1/5。与传统工艺相比，无需浓缩单元、运输封存单元、反应在常温、低压下进行，反应过程“零能耗”，不仅能有效降低成本，还能在降低能耗与碳排放的同时固化利用 $CO_2$，为全球高能耗企业实现碳减排提供了一条新路径。

**PROCESS：**在过去的 2023 年，贵公司在践行绿色可持续发展方面，有哪些举措、创新实践和收获？

**赢创 夏赋良：**在产品组合方面，赢创的目标是到 2030 年将具有显著可持续优势的“下一代解决方案”的销售份额提高到 50% 以上。比如，依托位于上海的全球锂离子电池中心的创新实力，我们正在拓展用于电动汽车电池的化学品和高性能材料，提升电动汽车电池性能。在风电领域，赢创提供的异佛尔酮二胺交联剂、气相二氧化硅可以提高风机叶片的刚度、韧性和持久稳定性。赢创还为氢能价值链的多个环节提供解决方案，比如用于氢气储运的高性能聚合物尼龙 12。为推动“绿氢”的商业化进程，赢创还开发了一种新型阴离子交换膜，有望实现高产量、低成本地通过电解水制氢。

赢创工业集团大中华区总裁，夏赋良

科莱恩催化剂业务单元丙烯业务部全球副总裁，王建基

在生产运营方面，赢创的目标是到 2030 年将范围 1、范围 2 的温室气体排放减少 25%。为此，我们正持续改进生产工艺和技术，节能减排的同时实现降本增效。2023 年，在山东日照橡胶轮胎用硅烷工厂的扩建过程中，我们升级了生产设施和工艺，使得废弃物和副反应降低、碳排放减少、产品纯度提高。此外，我们还将废旧轮胎用于工厂道路的铺设，实现了轮胎橡胶材料的循环利用。

**PROCESS：**在过去的 2023 年，贵公司在践行绿色可持续发展方面，有哪些举措、创新实践和收获？

**科莱恩 王建基：**为助力减碳环保，科莱恩制定了 2030 年科学减碳目标，截至 2030 年，科莱恩范围 1 和范围 2 的温室气体排放量减少 40%，范围 3 的温室气体排放量减少 14%。科莱恩通过提供一系列领先的技术积极助力客户实现生产过程去碳化，加快向零排放化学品和燃料过渡。以科莱恩催化业务为例，科莱恩可提供多种先进的可持续的脱碳技术。

在钢铁行业，科莱恩的重整催化剂用于为钢铁生产提供原料的直接还原铁（DRI）工艺。相比传统二氧化碳排放量较高的煤基炼钢工艺，DRI 工艺是一种低碳替代解决方案，其 $CO_2$ 排放量比传统炼钢工艺低 38%（相当于每吨粗钢排放约 1t $CO_2$）。

在化肥工业，科莱恩 EnviCat $N_2O$ 催化剂，通过将 $N_2O$ 排放物转化为无害的氮气和氧气，从而消除高达 99% 的 $N_2O$。这项技术是化工行业中大量温室气体减排最具成本效益的方法之一，其成本远低于 10 美元 / 吨 $CO_2$ 当量减排量。

在塑料化学循环领域，科莱恩提供新型 HDMax® 催化剂和 Clarit™ 吸附剂，满足了生产商对灵活性和经济性方案的需求，能去除种类广泛的杂质，且不受工艺配置和塑料废弃物原料的影响，从而获得满足裂解装置要求的裂解油。

科莱恩还开发了用于绿色甲醇、绿氨生产以及高效生产蓝氢（低碳氢）的催化剂技术，这些技术为化学工业的可再生原料以及能源资源，开辟了全新的路径。科莱恩高能效催化剂技术在 2022 年为应对气候变化作出了重大贡献，在客户的工艺过程中减少了超过 3500 万 t 二氧化碳当量的排放。该减排量相当于科莱恩公司自身 2022 年碳足迹总量的 8 倍多。

# 数字化赋能企业低碳转型

当前，正处在数字化与绿色化交汇的路口，站在高质量发展的起跑线上，数字化技术是推动工业绿色低碳发展的强大助力，对于工业企业来说，数字化和低碳化互相促进，协同发展，促进传统产业能源优化、成本优化、风险预知及决策控制，整体上实现节能、降本和提质增效。在新一轮科技革命驱动下，数字化转型能够促进从“要素驱动”向“创新驱动”的新旧动能转换，是实现双碳目标的重要抓手。

**PROCESS：**“双碳”目标下，过程工业领域企业主要面临着哪些挑战？该如何应对？

**施耐德电气 唐蓉：**当前，在以石油化工、电力，以及绿氢、绿氨新型能源等为代表的过程工业领域，生产过程的安全、稳定、长周期、满负荷、高效益的需求与低碳绿色转型的挑战相叠加。藉由数字化实现安全高效生产、提升运营效率、实现全流程减碳，成为过程行业企业实现高效与可持续发展的关键路径。

对此，施耐德电气认为，要实现工业可持续发展，工业软件、自动化系统和能源管理缺一不可。借助组件自动化技术、数字化和仿真软件，过程行业企业可对自身工艺性能、电力、用水以及材料进行可视化管理，并有效优化生产制造流程、运营效率和整体能效，实现智能化能耗管理以及近零废弃，进而提高企业经济效益和生态效益。

**PROCESS：**在赋能过程工业企业绿色生产、实现低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术/产品支撑，以及实践成果？

**施耐德电气 唐蓉：**在“中国中心”战略引领下，施耐德电气立足行业真实需求，于2023年先后推出了新一代C系列智能压力变送器、C-House预制式可移动控制小屋等创新产品，并对AVEVA工业软件家族进行了全面升级，包括AVEVA Pro/II&Process Simulation工艺模拟仿真软件、AVEVA系统平台2023，以及基于PI System的轻量化MES套件等，帮助过程工业企业推进从设计、建造、到运营与维护全生命周期的工艺全流程优化和能效优化。

此外，施耐德电气基于开放的EcoStruxure架构，打造了全面的过程自动化与数字化解决方案，涵盖EcoStruxure Foxboro DCS分布式控制系统、EcoStruxure Tricon CX安全仪表系统以及AVEVA工业软件在内的全生命周期解决方案，通过赋能企业保障生产、运营的安全和稳定，并促进能源管理与自动化融合，推动企业可持续性和高效与韧性的双向协同发展。

同时，施耐德电气凭借自身在数字化与可持续发展领域的诸多创新成果和全生命周期软硬件组合，在助力高能耗企业绿色低碳发展方面积累了丰富的实践成果。

例如，施耐德电气与东明石化达成合作共建“石油化工产业数字化联合实验室”，推进能源优化和工艺全流程的优化；为淮南首个660 MW超超临界电厂（潘集电厂）建设，提供了系列软硬件结合的智慧电厂解决方案。而在上海华谊，基于施耐德电气数字孪生技术打造的数字化工厂，实现了对产能、质量、设备及能源等高质量数据的采集和管理，助力打造流程行业灯塔工厂典范。

施耐德电气工业自动化中国区过程自动化业务总经理，唐蓉

**PROCESS：**贵公司自身在践行绿色可持续发展方面，有哪些成果？

**施耐德电气 唐蓉：**作为可持续发展的坚定践行者，施耐德电气早在2002年就将可持续纳入公司核心战略，并融入业务经营的方方面面。目前，施耐德电气在中国已有15家工信部认定的“绿色工厂”，14家第三方认证的“碳中和”工厂，其中无锡工厂更是获评世界经济论坛端到端“灯塔工厂”。

此外，施耐德电气还致力于带动产业链上下游合作伙伴，携手生态圈共同推动减碳增效。如已经连续举办四届的“绿色智能制造创赢计划”吸引了辉度智能、悠桦林等新技术企业参与，基于真实的用户需求联合创新，不断推出针对各细分领域的联创方案，在大中小企业融通发展中推动着新技术在工业领域的落地应用。

艾默生中国总裁，王毅峯

罗克韦尔自动化（中国）有限公司总裁，石安

**PROCESS：**针对碳中和目标，贵公司有哪些计划和战略？您认为这些计划和战略实施的关键因素是什么？

**艾默生 王毅峯：**艾默生致力于推动创新，让世界变得更加健康、更加安全以及更加智能和可持续。为推动行业用户加速向可持续运营转型，打造净零排放的绿色未来，艾默生任命了首席可持续发展官，推出了“绿色行动、绿色方案和绿色合作”的可持续发展框架，该框架覆盖艾默生全球生产运营设施自身的碳中和转型的绿色行动，以及结合艾默生的技术与产品组合，形成绿色方案，为行业用户可持续发展实践赋能，并积极与高校、科研机构等展开广泛的绿色合作以推进低碳未来的发展。

在艾默生公布的《2022 年环境、社会和公司治理报告》中，继续深化自身可持续发展目标，即以 2021 年为基准，到 2030 年实现净零运营，到 2045 年构建净零价值链。截至 2022 财年，艾默生比原定计划提前 6 年成功达成温室气体排放量较 2018 年基准值减少 20% 的目标，范围一和范围二温室气体排放量减少超过 40%。

凭借艾默生在工业领域超百年的实践与经验，我们认为可持续发展战略实施的关键因素包含梳理企业生产运营可持续发展的现状，识别优先级；寻求可信赖的合作伙伴，搭建可持续发展生态圈；制定碳中和路线图，顶层设计结合可落地方案，扎实向可持续发展转型这些方面。

**PROCESS：**在企业自身的绿色生产以及赋能行业低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术和产品部署？

**艾默生 王毅峯：**在全球范围内，艾默生以绿色行动，推动企业自身净零排放运营。2022 财年，30% 的艾默生全球工厂用电来自可再生能源，全球工厂废弃物转移率超过 70%。凭借先进的技术与解决方案，严格的管理与生产流程，以及可持续发展理念与目标，艾默生过程控制有限公司荣获 2023 年中国工信部评选的“国家级绿色工厂”称号。

艾默生的“绿色方案”，主要覆盖能源来源、能源使用效率和能源排放，赋能客户向可持续运营转型。艾默生拥有广泛的数字化和自动化技术、专业知识，能够制定有助于指导能源转型的关键路线图。我们的技术被用于对化工、电力、采矿、生命科学、食品饮料和传统能源领域的现有业务进行数字化改造。另外，这些技术还被用作新兴行业的数字化基础，如生物燃料、可再生能源、氢气、碳捕集、能源存储、新型生物材料以及塑料和电池的回收和循环工作。

除能源来源的脱碳，能源利用效率的提升也是工业企业向低碳及净零运营转型的重要手段，因此，助力用户能源效率提升的技术和方案大有前景。艾默生的智能仪表、控制系统和软件解决方案帮助关键行业提升自动化水平，提高能源利用效率，从粗放的能源使用向高效的能源利用转换。2022 财年，艾默生约 70% 的销售与可持续发展技术和应用相关。

同时，我们积极与各个行业用户、研究机构开展合作，结合实际应用场景，使我们的技术和产品可以更好地管理工厂的运营，提高生产力、减少能耗和排放、提高安全性和可靠性，从而帮助企业实现自身的可持续发展目标，助力制造业和能源使用的绿色可持续发展。

**PROCESS：**针对碳中和目标，贵公司有哪些计划和战略？您认为这些计划和战略实施的关键因素是什么？

**罗克韦尔 石安：**为进一步推动客户、公司和社区的可持续发展，罗克韦尔自动化计划于 2030 年实现范围 1（直接）和范围 2（间接）的碳排放净零目标。

罗克韦尔相信，智能制造技术在实现可持续发展方面发挥着至关重要的作用。罗克韦尔将 SEEE（安全、节能、环保和高效）可持续发展观全面贯彻于智能制造，旨在通过领先的自动化、数字化和智能化技术为自身发展与各行业深度赋能，依托 IT/OT 融合创新的互联企业解决方案，推动彼此的可持续发展。

**PROCESS：**在企业自身的绿色生产以及赋能行业低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术和产品部署？

**罗克韦尔 石安：**作为智能制造和

绿色科技引领者，罗克韦尔深入践行生产性服务业链主的职责，不仅带动生态伙伴积极探索净零之路，并且通过推出创新解决方案和深化战略合作，持续推动可持续和高质量发展。

为进一步满足不同行业生态圈伙伴的低碳转型需求，罗克韦尔通过汇聚低碳服务与数字化优势，在 2023 年 6 月发布全新 Rockii Net-Zero 净零解决方案。该方案包含碳评估、碳减排、碳抵消和碳认证辅导四大方向，为客户提供碳盘查、碳足迹、碳管理体系、零碳规划的全方位咨询服务。同时，Rockii Net-Zero 净零解决方案可实现端到端的碳追踪能力，覆盖产品研发、工艺设计、生产制造、工业物联网（IIoT）碳追踪和供应链迭代，帮助企业完成全生命周期低碳转型。

在第六届进博会上，罗克韦尔举办了 Rockii ESG 联盟成立仪式并发布 Rockii ESG 战略解决方案，通过拉动头部链主企业影响力，围绕“净零供应链”这一主轴，赋能符合智造未来的 ESG 咨询评估、数据分析、标杆打造等服务，重塑供应链格局，助推中国制造业实现绿色低碳发展。

**PROCESS：**展望 2024 年，贵公司将在绿色可持续发展方面有哪些计划和目标？

**罗克韦尔 石安：**罗克韦尔与上海漕河泾开发区合作打造漕河泾 · 罗克韦尔自动化净零智造联创中心，将在 2024 年正式启动。该中心以“科创未来，恒拓蓝海”为愿景，围绕产业升级、可持续发展与跨界创新三大维度，将会在推动科创实现产业规模化和商业规模化的基础上，将可持续的基因融入各个产业链中，助力更多企业塑造净零这一差异化价值，并在此过程中汇聚跨界资源形成合力，促进经济产业的可持续发展。

**PROCESS：**在企业自身的绿色生产以及赋能行业低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术和产品部署？

**希马 周瑶：**我国的化工行业在过去的 20 年间，每年以 2 位数的速度迅猛发展，其远高于平均 BIP 的增长率。在本个五年计划中，与化工行业相关的关键词涉及了创新、发展、可持续性以及气候保护。在高速发展的同时，如何实现高质量的、安全的、可持续的发展是摆在化工人面前的一个亟待解决的课题。

HIMA 为化工行业提供安全解决方案，一直践行可持续发展策略，不仅在企业运营方面大力实施减少碳足迹的措施，并将此策略融入到为客户提供的解决方案中，以数字化为依托，支持客户轻松实现合规、减少非计划停车、延长维修间隔以及工厂的生命周期。希马 2022 年推出 #safetygoesdigital 战略，现已经形成了完整的以赋能产业为目标的系列数字化安全解决方案，我们力求帮助客户以更低的成本、更少的精力达到更高的安全性。

网络安全解决方案：在工业 4.0 和数字化的大环境下，网络安全变得至关重要。功能安全和网络安全是密不可分的。然而，从技术上讲，这两个领域又必须严格地相互分离。HIMA 功能安全环境可确保安全解决方案在整个生命周期中做到端到端的安全，同时最大限度地降低复杂程度和成本。

数字化生命周期平台：当前，功能安全方面的法规层出不穷，譬如 116 号文。那么，如何做到合规呢？HIMA 的数字化解决方案通过自动将安全相关数据转换为可用信息，帮助您实现对标准和法规的长期遵从。通过这种方式，HIMA 不仅使您能够遵守规则，而且还使您的流程更加高效。这可以帮助您在整个安全生命周期中节省成本。

希马（上海）工业自动化有限公司中国区总经理，周瑶

数字化工程工具：我们在工程的实施中通常使用不同种类的工具，这样会导致数据分别存储。通过 HIMA 安全工程解决方案，可以确保无缝的数据集成：从风险分析到整个工程过程，再到维护和持续的自动化测试。所有决策都自动记录在数字化工作流程中。HIMA 安全工程解决方案的核心要素还包括详细的工程和自动测试程序。当然，在 HIMA 安全工程环境中，系统文档是自动生成的。通过这种方式，HIMA 的安全工程可以帮助您降低运营成本，同时提高工厂的可用性和效率。

数字化变更管理：过程工业中的工厂正在不断地优化和升级，所以功能安全必须跟上步伐。凭借其数字化解决方案，HIMA 专注于功能安全的各个方面，并确保更有效的流程：从现有工厂库存的审查，到详细的识别和变更验证，再到设备级的自动化测试，HIMA 甚至自动将安全功能的设计原则考虑在内。数字化解决方案使您能够有效地管理变更，从而显著降低功能安全的风险和成本。

可持续发展离不开数字化的加持，希马将继续在安全领域深耕细作，助力客户实现安全可持续的发展。

# 打造绿色可持续工程

能源底层逻辑的变革将对行业产生巨大冲击和影响，同时也蕴藏着广阔的市场机遇。工程建设企业如何向绿色低碳转型，推动经济效益、社会效益和生态效益相统一，是一项紧迫而艰巨的任务，也是塑造可持续未来的必经之路。

**PROCESS：**贵公司在践行绿色可持续发展方面，有哪些创新实践和收获？

**众一伍德 韩梅：**众一伍德工程有限公司（以下简称“众一伍德”）的碳排放承诺是利用智能化的排放管理降低碳排放，并通过可持续的规划、设计和运营，协助客户实现零碳目标。众一伍德正在全球范围内向许多运营商提供技术解决方案和建议，帮助他们减少其资产的碳排放量。比如我们向客户提出避免或减少不必要排放的 6 个建议。

众一伍德工程有限公司中国能源转型首席专家，韩梅

中国天辰工程有限公司总工程师，林彬彬

1. 优先考虑动态模拟和压缩机设计的工程评估

使用专利软件和专业领域知识评估压缩机制造商的管道设计，排查故障问题，并提供一个针对性的解决方案。通过这种方法，已经阻止了数十万吨碳氢化合物在高压下可能产生的泄漏。

2. 解决小口径管道可能出现的泄漏

通过对北海油气设施泄漏点的统计，已确定所有碳氢化合物泄漏中有约 20% 来自小口径管道泄漏，这一类泄漏问题可使用相对简单的软件进行预测并通过工程设计进行解决。所有相关运营商均采纳该建议措施，并根据推荐的解决办法采取行动，则管道泄漏造成的碳氢化合物排放就会减少 20%。这将是在创建净零企业道路上迈出的重要一步。

3.强化对挥发物逃逸气体排放的筛查

结合用于振动测试的筛查和分析方法，配套部署摄像监测技术，即有能力识别、量化并尽量减少阀杆填料、机械螺栓联接和机械密封等部位的泄漏。该技术已经在炼油厂得到了验证，并有望在上游海上油气资产中应用推广。

4. 运用机器学习增强状态监测

该方法由标准的机械健康度监测演变而来，通过对机器增强决策进行审查和预测问题，使专业工程师能够关注最大的挑战。我们的其中一位客户采用这种方法就直接节省了 200 万美元的监测成本，并避免了每年超过 1500 万美元不必要的维护费用。这使状态监测从一

RETTAR
锐达仪表
工业测量变革者
官方微信
技术支持
数字信息
温压物流
远程管控
三维图像
降本增效
www.rettar.com
广告

个被动的报告过程变成了一个主动的干预过程，为运营增加了巨大的价值。

5. 利用机器学习进行腐蚀分类

通过评估各种损坏程度的样本图像并将其归类到可重复出现的结果中，我们已经建立了一个高效的神经网络，可在几秒钟内对任何管段图像的腐蚀程度进行分类。这使得我们团队能够大大减少对数千张检查照片进行分类所需的时间，从几周到短短几天。通过确定腐蚀最严重的区域和最有可能发生泄漏的部位，我们能够在更快的时间段内采取解决措施。

6. 采用数字化的管线检测

对管线系统沿线数千个点的压力、温度和其他关键数据进行连续监测，可以使运营企业迅速发现任何有可能发生泄漏的异常征兆，并及时作出快速反应。众一伍德基于成熟的 SCORE 碳减排措施量化评估方法，已为国内典型煤制烯烃企业完成了绿色发展顶层设计研究工作，基于煤制烯烃企业现有碳排放基准条件，为新建煤制烯烃装置评估分析了 17 项碳减排措施，实现碳减排量 220 万 t。

**天辰 林彬彬：**作为新中国成立最早的国家级勘察设计单位，中国化学旗下中国天辰工程有限公司（以下简称“天辰”）积极布局践行“双碳”战略。一是坚持技术研发“核”“芯”地位，抢占技术“制高点”。加大科技攻关力度，研发费用年均增幅超过 20%，专门设立碳中和研究所，开展双碳前沿技术研究，已有 1 项高层次双碳课题完成立项审批（同类型项目获批率为 7%），并积极打造创新集群，2023 年新增 1 家国家高新技术企业，新建 2 个工程研究中心和中试转化公共基地，被认定为天津市首批首个绿色石化产业方向的知识产权产业运营中心，并联合石化巨头、科创板上市公司发起设立开放式科技创新平台，聚焦双碳技术等领域形成科技组网。二是强化“产学研设”创新体系，打造产业“支撑点”。新材料在节能减排、绿色环保等方面发挥关键作用，是实现双碳目标的重要途径。天辰公司依托“产学研设”体系，积极推动自有新材料技术通过许可、转让、自行产业化等方式实施转化，有力推动行业转型升级和绿色发展。绿色环氧丙烷技术相对传统工艺实现废水减排 98% 以上，废固减排 80% 以上，许可的产能已推动行业实现废水减排 5000 万 t/a。丁二烯法己二腈技术实施产业化后带动形成千亿产值新高端尼龙新材料产业集群。三是推进智能化转型升级，形成智慧“赋能点”。智能化是双碳战略的重要支撑，也是对标世界一流企业的重要领域。作为国有重点企业管理标杆创建活动标杆企业，天辰公司积极提升信息化管理水平，开展数字化转型实践，入选数字经济案例 TOP100，2023 年上线氢能产业智能决策模型等智慧模型，入选天津市第一批智能建造试点企业，所属天辰齐翔公司获评山东省新一代信息技术与制造业融合发展示范企业，有效以数字化智能化赋能绿色可持续发展。

# 节能降耗，从设备抓起

设备是技术的载体，广泛存在于实体生产场景的技术装备和用能设备是能源消耗的主体，加快设备节能改造、推动重点耗能行业技术升级，成为推动企业绿色转型升级的重要一环。

**PROCESS：**针对碳中和目标，贵公司有哪些计划和战略？您认为这些计划和战略实施的关键因素是什么？

**英格索兰 田昌佳：**在高质量发展和绿色可持续发展理念的倡导下，英格索兰不断创新，通过优化生产过程和设备使用，能尽其用、效率至上，助力各类企业节能降耗，促进中国制造业智能产业升级，积极参与到中国市场蓬勃的绿色发展进程中。

对英格索兰服务业务而言，降低碳排放需要通过 3 个层次，来考虑这个问题。

第一是空压机设备本身的能耗或者能效，我们如何来进行一个提升影响空压机能耗的最关键的零部件，其实是空压机的主机，英格索兰在主机研发方面不断地推陈出新，比如英格索兰是全球第一家引入两级压缩螺杆主机的厂家，并持续进行这种改进以实现更多的能效提升，再比如我们不断通过这种离心式主机的技术开发，用效率同样出众的离心机产品，来代替传统的活塞机螺杆机来实现能效方面的提升，同时电动机方面也是一个能效提升的关键，英格索兰近年来协同很多的电动机供应商，不断挑战电机的能效极限，例如我们从 IE3 到 IE4 再到 IE5 并大量引入了变频电动机，尤其是永磁变频电动机来实现空压机本体的节能。

第二是空压机的辅助设备方面能效如何来提升，比如干燥机作为整个空压机系统的很重要的一个组成部分，其能源消耗很多时候也是巨大的，举个例子我们经常会用到的无热或者微热双塔式吸干机，工作时的再生耗气量可以达到 20% 和 10%，这就相当于对于整个空压机系统而言，它的能效降低了 20% 和 10%，为了降低这部分能效的损失，最近一两年英格索兰通过收购干燥机领域的头部企业，并持续加大研发投入，不断丰富零气耗干燥机产品，基本解决了干燥机设备的能耗问题。

第三个维度是整个空压机的系统，我们如何来实现节能，空压机它是一个空气站，这个空气站一般会包含很多套设备，比如压缩机、干燥机、过滤器、管路还有通风等设备设施，如何优化整个压缩空气站其实是如今非常热门的话题，国家也颁布了压缩空气站节能设计指南，对一些优化点，提出了方向性的指导，比如通过智能集中控制，实现空压机整体系统的最经济有效地运行，再比如通过合金铝超级管路等类似产品去降低普通碳钢管可能出现的泄漏等问题，这些都是很好的解决方案。

**PROCESS：**在企业自身的绿色生产以及赋能行业低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术 / 产品部署？

**英格索兰 田昌佳：**多年来英格索兰始终关注可持续运营，我们承诺到 2030 年将生产运营过程中，产生的温室气体排放量减少 60%，到 2050 年在生产运营中，实现碳中和目标。要实现这个目标，英格索兰公司不仅关注产品制造过程中的降碳措施，同时也会要求供应链，不断提升整个碳排放的标准，以实现上下游价值链的低碳生产的共同目标，在空压机生产的制造基地苏州吴江工厂，我们充分利用可再生的能源，通过将 75 000 $m^2$ 的屋顶空间改造成太阳能的发电系统，为生产提供清洁的能源，进一步降低了运营的成本。英格索兰目前已经助力数 10 个行业客户，获得业内首个一级能效空压站房的认证。目前我们主要在销售的一级能效的空压机占比达 40%，二级能效机型比例约 50%，仅有 10% 左右的机型，目前还是国家的三级能效，这一部分机型，我们也有计划在未来一到两年中，逐步升级到一级或者二级能效的设计改造。

近两年来，我们看到 160 kW 以下主力功率段的变频机销售比例已经接近了 50%，英格索兰所有的变频机都可以达到一级或者是二级能效，3 年前这个变频机的占比可能只有 1/3 左右，所以我们也看到变频机在客户认同层面，有非常大的提升，另外，英格索兰也已经实现了数千台的热回收改造，这些数字在整个空压机行业内都是领先的，也说明了英格索兰一直都是低碳节能减排的践行者。

**PROCESS：**在过去的 2023 年，贵公司在践行绿色可持续发展方面，有哪些举措、创新实践和收获？

**德马 黄盛：**作为湖州本土的科创板上市企业，坐落于“两山理论”的发源地、首批碳达峰试点城市，德马将“双碳”目标纳入公司发展全局，努力

英格索兰工业技术与服务集团亚太区服务总监，田昌佳

德马集团战略发展中心总监，黄盛

威乐中国工业行业负责人，金剑

打造绿色低碳的全球卓越品牌。作为国家级绿色工厂，德马始终致力于将智慧能源和节能降碳减排的理念，系统性融入生产全过程中，通过铺设太阳能板，利用光伏储能高效发电，厂区整体节电 35% ~ 45%。产品采用镀锌铝镁材料制造，每年减少 1000 t 废水的排放，同时实现清洁水源循环再利用。德马始终以“零碳工厂”为目标，全方位打造绿色永续发展的工厂，5 期未来超级工厂于 2023 年年初成功奠基后，目前已结构封顶，建成后将实现产线智能化和车间数字化，加快推动绿色制造体系建设，持续引领行业绿色低碳转型。

德马高度重视产品绿色低碳化，通过科技创新和精益生产，坚持循序渐进的产品全生命周期的降碳之法。其中，德马旗下子公司莫安迪的 EC 节能电动机产品与传统电动机相比，在风机、水泵和压缩机行业的应用，能耗可以降低 10% ~ 30%。德马自研的智能输送分拣设备采用电动滚筒和永磁直线电机驱动，相比于普通电动机，能耗降低了 20% ~ 25%。经测算，客户使用德马的智能物流系统后，可使系统项目的整体能效提升 15% 以上，节能高达 20% ~ 40%，帮助全球客户实现零排放零能耗的物流运输。

此外，德马将与浙江大学等国内知名院校进行深度合作，联合研发多款绿电及储能相关的核心组件，将形成核心组件、逆变器智造 + 电站开发投资、建设 + 运维等一体化的全产业链竞争力，为全球客户提供光伏电站、储能、配网售电、风能、热电以及多能互补等绿色能源解决方案。

**PROCESS：**在企业自身的绿色生产以及赋能行业低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术和产品部署？

**德马 黄盛：**德马深挖产品的每个细节，始终致力于使用先进的环保型技术工艺和可降解回收的低碳材料进行生产制造。核心产品 i-G5 模块化智能输送平台采用低噪音结构设计，搭配节能型 AC 电辊筒 /AC 微电动机及 EZQube 智能驱动控制器 /DSmart 智能启动器，比上一代输送机噪声降低了 6 dB，能耗降低了 25%，使产品更加绿色环保。

作为德马核心的智能驱动技术，永磁同步电动机能够有效解决输送分拣设备的能耗痛点。在相同功率下，永磁同步电动机的能效可达 95%，能效等级 IE4，同时空载电流为额定电流的 10%，在综合工况下，永磁同步技术可使每台输送分拣设备节能节电 20% ~ 40%，以更低的能耗达成更高的效率。

德马自研的智能输送系统采用直流无刷电动辊筒驱动，当电动辊筒完全起动达到全速后，以独特的节能 ECO 模式降低 20% ~ 25% 的能耗。

与莫安迪共同协作后，德马智能驱动和节能电动机产品的研发能力得到了进一步强化。其 EC 节能电动机通过降低电磁能、热能和机械能的损耗，大幅提高能源转换效率，已达到 IE5 以上的电动机能效，与普通电动机相比，效率可提高 4% 以上。高效节能电动机的使用寿命长达数十年，节能降耗效果非常显著。

**PROCESS：**在过去的 2023 年，贵公司在践行绿色可持续发展方面，有哪些举措、创新实践和收获？

**威乐 金剑：**威乐 150 多年来一直专注做好一件事情，那就是水泵及水泵系统。正如威乐品牌本身对德国基因——高品质的不懈追求，秉承工匠精神，精益求精，同时结合中国市场独有的工况和环境特点，致力于为中国企业提供稳定、高效、可持续发展

的解决方案，先进的水泵技术和智能控制系统，可以有效助力工业厂房、公用建筑、市政水务等领域的客户实现节能减排。

威乐集团一直非常重视可持续发展，自 2018 年以来，在全球生产基地的二氧化碳排放量有效降低了 36%。威乐集团承诺到 2025 年，威乐全球所有主要生产基地都将实现生产制造碳中和，威乐集团在 2022 年和 2023 年连续获得了 EcoVadis 的白金评级，该可持续发展的全球权威评级是由第三方独立评级机构评估了超过 9 万家公司，且只有前 1% 的公司可以被授予白金评级的殊荣。威乐始终坚持将绿色发展理念融入企业战略，持续研发高效节能环保的产品与解决方案，助力各行各业的客户实现低碳转型。

**PROCESS：**在企业自身的绿色生产以及赋能行业低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术 / 产品部署？

**威乐 金剑：**近年来，威乐中国不断突破新的市场，为用户提供系统性解决方案，通过节能技术推动社会绿色低碳发展。针对中国工业水处理的应用领域，威乐打造针对中国市场的定制化产品和解决方案，比如威乐中国技术中心近年来研发并推出的重磅产品 Wilo-Atmos TERA-SCH 中开双吸泵，适用大流量清水泵送，可以实现节能高效地稳定传输，助力客户最大限度降低运行能耗与运营的成本。

另外，威乐 Wilo-NX 系列卧式不锈钢端吸泵因其安全、高效、环保的特性广受青睐，其泵体、叶轮可根据客户使用环境配置各种材质，水泵与电动机之间采用易拆卸短节结构，便于维护保养，可广泛应用于工业废水、海水淡化、纯水系统及多种一般工业应用。

威乐 2023 年在中国常州还投建了智能高效、可持续发展的现代化工厂，威乐常州新工厂以工业 4.0 标准建造，开业即已实现生产制造碳中和，不仅可以形成年产高效水泵 300 万台、电动机 350 万台的能力，同样也能够有效避免能源的浪费，进一步降低碳排放。

科隆中国技术服务部副经理，陈昊骏

北京锐达仪表有限公司 CEO，呼秀山

**PROCESS：**在企业自身的绿色生产以及赋能行业低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术和产品部署？

**科隆 陈昊骏：**作为一家家族企业，可持续发展始终是科隆集团的核心价值观，我们致力于为更清洁的地球和长期的商业成功做出贡献，这两者都将使子孙后代受益。科隆总体目标是到 2030 年减少科隆的温室气体排放并实现巴黎气候协议的目标；到 2045 年实现净零排放运营。

为此科隆集团推行了多种措施，比如鼓励员工养成节能好习惯，如合理地使用暖气和空调；不需要时关掉电灯和办公设备；减少打印文档的数量；尽可能减少商务旅行，并使用虚拟会议工具进行实时沟通、会议和文件共享等。通过远程检测、无线连接辅助为客户提供远程调试和远程服务。通过实施模块化设计并向客户提供清晰的说明手册来促进产品维修和升级。

优先选择优质材料和表面处理，以保护产品免受腐蚀和磨损。选择可回收的包装材料并尽量减少其重量，以减少运输中的消耗。降低生产过程中的能耗，如用绿色能源工艺替代生产转子流量计锥体的耗气热成型工艺；在办公楼、厂房屋顶铺设太阳能光伏板等。

通过以上措施，科隆集团单位产值所产生的二氧化碳排放量明显降低。相比 2019 年，科隆集团整体能源、电耗、采暖、车辆等折合的单位产值二氧化碳排放量降低 30.6%，其中工厂直接消耗的油气及车辆折合的二氧化碳排放量相比 2019 年降低 12%，值得注意的是集团整体车辆数量保持稳定但新能源车辆占比稳步提高。

另外值得一提的是自 2019 以年来，科隆集团生产的仪表数量及销售额增长超过 20%，生产过程中的能耗折合的单位产值二氧化碳排放量却降低近 16%。此外相比 2019 年，集团生产、维修、服务过程中产生的废弃物折合的单位产值二氧化碳排放量降低 40%，人均耗纸量降低超过一半，单位产值耗水量降低近 40%。以上数据均表明科隆集团正在朝着实现净零排放运营的长期目标稳步前进。

除了自身生产运营中所采取的诸多可持续发展措施，科隆集团还致力于为全球各行业开发和生产创新且可靠的过程测量技术。例如，科隆的 EcoMate 燃油和排放监测系统以及 OPTIMASS 科里奥利质量流量计的高精度流量读数可连续测量和报告船舶的燃油消耗和二氧化碳排放；科隆的 WATERFLUX 3070 电池供电水表可以进行泄漏检测并维持饮用水网络中的水平衡。

我们的产品还为多种绿色能源提供测量解决方案，例如用于沼气测量的气体超声波流量计；光热电站中测量高温传热介质的高温型超声波流量计；区域供热中用于热回收测量的涡街流量计和超声波流量计；LNG 应用中用于流量测量的超声波流量计和质量流量计以及监控组分的品质放行系统等。另外，科隆的流量、温度、压力产品在氢气相关领域中已均有应用，如用于纯氢 / 掺氢长输管道贸易交接计量的计量级超声波流量计及泄漏检测系统；氢气生产过程中用于测量氢气及相关介质的质量流量计、超声波流量计、涡街流量计；电解制氢中用于压力测量的压力变送器等。在核能方面，科隆拥有生产在核设施中安装的仪表的所有必要认证，已开发了多种特定产品以满足客户核应用的特殊需求，如 11 声道的主给水超声波流量计、用于硼化水测量的电磁流量计、可用于高辐照区域的导波雷达液位计等。

**PROCESS：** *在企业自身的绿色生产以及赋能行业低碳可持续发展方面，贵公司有哪些技术和产品部署？*

**锐达 呼秀山：**如今，清洁能源已成为能源行业热点话题。作为一家专注创新的工业测量提供商，锐达始终将使用清洁能源作为产品优先选项。锐达 CWR7X00 等系列雷达产品就采用了太阳能电池驱动，我们朝着“减碳”目标迈出了坚实的一步。在煤化工行业，锐达推出了 3DPro2300 雷达扫描机器人产品，产品搭配 Pro Inventory 物料管理系统，帮助企业在掌握料仓料场物料数据信息的同时，还能掌握物料的三维状态。产品 7d/24h 不间断运行，用户通过手机端即可查看料仓数据，为现场煤炭消耗以及购买提供了有效的参考依据。通过精准测量和实时监控帮助企业完成物料管理，减少能源浪费，为实现“减碳”目标贡献力量。

另一方面，锐达还与太阳能、风能和氢能企业开展项目合作，积极探索工业测量“减碳”方案。锐达的 CGR8X00 系列导波雷达，作为打破国外品牌技术垄断，实现界面测量功能的导波雷达，可广泛应用于氢能行业的电解液以及风力发电机领域，提供了准确可靠的测量解决方案。

锐达的清洁能源产品不仅为企业实现降本增效提供了有力支持，更为“减碳”目标提供了助力。作为工业测量变革者，锐达将继续不断创新，为清洁能源的普及和发展做出积极贡献。

广告