

灯塔工厂建设实践经验探讨

本刊编辑部

摘要：灯塔工厂作为制造业数字化转型的标杆，彰显了全球智能制造的最高水准。在全球医药市场日新月异的背景下，制药行业既迎来了前所未有的挑战，也面临着广阔的发展机遇。建设灯塔工厂对于制药行业而言，不仅能驱动行业的转型升级，还能显著提升企业的创新力与竞争力，引领行业迈向未来，促进整个产业链的全面升级。更重要的是，灯塔工厂的建设能发挥强大的示范效应，推广成功经验，这不仅关乎制药行业当下的稳健发展，更是其未来可持续竞争力的坚实基础。

关键词：数字化转型；灯塔工厂；数字化工厂



施耐德电气工业自动化业务生命科学
与精细化工行业负责人 王培栋

制药企业在推进数字化工厂建设的过程中，往往会遇到一系列挑战，如建设目标不明确、缺乏科学的实施方案以及知识沉淀不足等问题。为了有效应对这些挑战，企业不仅需要加强内部管理，提升内功，还可以考虑借助外部专业力量。企业可以引入专业咨询机构，进行全面的数字化转型

现状评估和需求分析，从而制定出科学合理的实施方案。同时，积极借鉴行业最佳实践，对标国际先进企业的建设经验，学习他们成功的数字化转型案例，并结合企业的实际情况，制定适合自身特点的实施路径。通过这种方式，制药企业不仅能够减少试错成本，还能够更高效地推进数字化工厂建设，提升企业的整体竞争力和市场地位。

施耐德电气以智能制造为方向、以整体规划为前提、以人才团队为保障，持续融合行业、管理、技术三方面能力，为工业企业建设灯塔工厂提供从规划到落地的全面解决方案。作为一家制造业出身的企业，施耐德电气拥有自身运营的工厂，以及服务于诸多行业用户的丰富实践，是灯塔工厂理念的践行者，并可基于自身实践为企业的成功转型提供切实助力。为此，本刊邀请施耐德电气工业自动化业务生命科学与精细化工行业负责人王培栋分享在灯塔工厂建设方面的经验，以促进先进技术和管理模式传播和应用，推动制药行业的整体进步。

PHT 制药业：请问 2024 年中国灯塔工厂的现状是怎样的？

施耐德电气 王培栋：由达沃斯世界经济论坛与麦肯锡合作开展遴选的灯塔工厂，被誉为“世界上最先进的工厂”，它们不仅是“工业 4.0 技术应用”和“数字化制造”的最佳实践者，更代表着当今全球制造业领域智能制造和数字化的最高水平。随着最新一批灯塔工厂名单的公布，全球范围内被认定的灯塔工厂总数已增至 172 家。其中，中国工厂数量达到 74 家，占比达 43%，彰显了中国在智能制造和数字化转型方面的显著成就。

PHT 制药业：企业申报灯塔工厂的重要意义是什么？

施耐德电气 王培栋：企业申报灯塔工厂的目标是成为行业的领跑者和示范者，为此，在场景创新方面，要求企业从自身的制造及管理特点、痛点与难点出发，打造定制化的解决方案，而非“人云亦云”。同时，通过绿色和智能制造转型，切实提升企业在行业中的竞争力。

在数字化技术的应用上，企业需

要规划引领，依托明确的业务、数据、技术、系统架构，制定合理的实施路径。而且需要致力于实现业务与 IT/OT/DT/AT/ET 等技术的融合，形成业务管理场景的闭环。在此过程中，企业不仅要关注技术的应用，更需重视企业数字能力的提升、复合型人才的培养以及数据、平台等基础建设。

从经济和社会效益来看，通过建设成果，企业可实现降本增效、提质降费、提升客户满意度等直接的经济效益。同时，企业需要突破行业管理难点，实现从实践者到赋能者的角色转变，推动规模化推广，为社会带来更大的效益。随着企业实力的增强和用例的推广，企业能够争取更多资源，为企业带来巨大的效益。

PHT 制药业：要评选为灯塔工厂，需要具备哪些在数字化制造、智能仓储与物流、供应链管理以及技术创新方面的亮点呢？

施耐德电气 王培栋：灯塔工厂的成功申报，代表该工厂已成为行业最先进工厂，并获得了世界级认证。灯塔工厂的建设不仅注重实效及行业推广性，切实帮助企业降本增效提质，还顺应了人工智能赋能工业的新浪潮，引领未来工业发展新趋势。在灯塔工厂申报过程中，4IR（第四次工业革命）最佳用例对指标的提升有着较高的要求，企业需要从工艺、精益管理、供应链、能源等不同角度进行流程优化，并借助最新的数字化手段，如 AI、大语言模型、机器视觉等，将优化后的流程固化下来，从而实现指标和运营能力的双重提升。此外，4IR 的建设还需要对“使能器”和“转型基础”进行大量投入，为企业的可持续发展奠定坚实的基础。

4IR 最佳用例的特点主要体现在经济和运营目标的显著改善、集成应用的多样性以及技术平台的高可延展

性。在使能器方面，需要具备敏捷的开发能力，拥有敏捷的数字化团队，并深入进行工业物联网的研究与架构设计，同时积极推动技术生态圈的建设。而转型基础则涵盖了转型战略的制定与持续实施，重视复合型转型人力能力的培养，以及不断推进可持续发展的进程。

PHT 制药业：灯塔工厂是如何利用数字化技术来提升生产效率、产品质量以及优化供应链管理的呢？

施耐德电气 王培栋：在灯塔工厂的评定中，最新的数字化技术是重要的评定条件之一。基于 4IR 用例，众多企业已将 AI、大语言模型等热门技术广泛应用于工厂的生产运营各个环节，实现了显著的指标提升和切实的利益。

以施耐德电气的无锡工厂为例，该工厂凭借五大工业 4.0（4IR）先进用例，实现了端到端全价值链的数字化转型升级，并于 2021 年荣获世界经济论坛颁发的“端到端灯塔工厂”称号。具体而言，在采购与生产安排环节，无锡工厂引入了“供应链自主决策支持系统”，将工厂准时交货率提高 30%，客户订单预测准确率提高 17%。在质检环节，无锡工厂通过部署“端到端电子元件质量风险侦测管控云平台”，使工厂现场故障率减少 22%。在交付环节，无锡工厂的“智能柔性仓储解决方案”结合自动立体仓库的高密度存储、阁楼货架以及窄巷道叉车等方式，节省仓储空间多达 52%。在生产环节，无锡工厂的“5G 柔性生产线”基于“乐高”理念设计，通过可移动的通用生产线模块，提高了制造柔性、资产利用率，并缩短了上市时间。此外，无锡工厂还采用“绿色设施数字孪生方案”，通过模型优化选择最佳的压缩空气系统配置，仅暖通空调一项就节约能耗 32%。

PHT 制药业：施耐德电气在助力灯塔工厂实现端到端智能化上有哪些经验可以分享？

施耐德电气 王培栋：作为践行者，目前，施耐德电气在全球拥有 7 座灯塔工厂，其中包括中国的无锡工厂和上海工厂。2021 年，施耐德电气的无锡工厂以其先进的制造技术、高效的生产流程以及深度的数字化转型，驱动价值链整体创新，并促进端到端节能减排，获评“端到端灯塔工厂”称号。而到了 2024 年，施耐德电气的上海工厂则通过应用大数据分析、人工智能等先进的数字化技术，大幅优化了供应链的生产及管理流程，同样获得了“端到端灯塔工厂”的殊荣。

作为赋能者，施耐德电气以咨询为引领，帮助各行业客户从战略、运营、技术三个层面入手，提供全面且完整的解决方案，为企业的灯塔工厂之路保驾护航。在灯塔工厂的评估与规划阶段，施耐德电气为生命科学企业提供灯塔工厂基础培训、4IR 用例改进或导入建议、灯塔工厂建设规划等多维度服务。针对企业的数字化转型需求，施耐德电气可帮助他们进行精益生产、供应链协同、生产优化、智慧工厂规划等顶层战略设计，制定更加深入和精细化的数字化转型战略，确定数字化目标和实施计划、评估数字化优先级和可行性，进而全面赋能组织提升企业效益，取得更佳的转型成效。

案例显示，针对某大型消费品企业在工业控制水平、业务和数据协同性、生产管理柔性和韧性等方面的短板挑战，施耐德电气制定了以行业灯塔架构为核心的数智化规划，帮助该企业明确数字化蓝图、挖掘行业先进用例，实现了业务、流程和数据的贯通，引导该企业灯塔工厂的建设落地。

在灯塔工厂的建设阶段，施耐德电气拥有面向生命科学行业的完整的软硬件一体化解决方案。例如，在药



施耐德电气上海端到端灯塔工厂车间

品加工这一生物制药的核心环节，施耐德电气拥有针对不同细分场景的过程控制解决方案（如 AVEVA System Platform 系统平台，EPE 过程控制专家等），在横向维度上覆盖从原料入库、生物加工到成品出库的整个产品制程，而在纵向维度上，则实现了从车间管控到 MES 再到企业级 ERP 各个层级的互联互通，从而使药企的生产过程更具可持续性和韧性。

在施耐德电气的赋能下，众多业内头部企业已率先开展了工厂的数字化转型与升级。例如，辽宁春光借助施耐德电气基于 EcoStruxure 架构与平台的软硬件产品及数字化解决方案，实现了每台快速装盒机生产效率提升 100%、能耗降低 50%、能源成本降低 15%，以及宕机时间减少 20% 的显著成效。梅里埃生物苏州基地依托施耐

德电气整套配电、自动化和信息化解决方案，顺利打造成为生物制药行业的标杆工程。

在灯塔工厂的申报阶段，施耐德电气可为生命科学企业提供包括碳中和认证辅助咨询、申报审核前案例评估、灯塔申报材料准备、组织专家进行多次模拟评审、灯塔工厂线上申报辅导、灯塔工厂 4IR 文档修订、灯塔工厂申报全程答疑在内的“保姆式”服务，保证客户的申报流程顺畅无忧。

结语

在全球制造业中，灯塔工厂正扮演着愈发重要的角色。2024 年新入选的灯塔工厂名单中，阿斯利康的无锡工厂和施耐德电气的上海工厂赫然在列。这些灯塔工厂在其各自领域内，凭借数字化、网络化和智能化的手段，

成功实现了生产过程的全面自动化与精确化，树立了行业的标杆。它们不仅自身拥有卓越的生产能力，还通过示范与引领，推动了产业链上下游企业向智能化转型，提升了新型工业化的整体水平。

对于当前众多的制药企业而言，尽管可能暂时还无法企及灯塔工厂那样的智能化高度，但在迈向数字化转型的征途中，它们依然可以根据自身的实际情况，借鉴各灯塔工厂在信息化和智能化升级方面的宝贵经验。通过“内外兼修”，深入挖掘数字化的价值，不断强化自身的数字化工厂建设能力。这些企业可以融合工厂运营管理信息系统、自动化系统以及底层设备数据，深度分析和利用工厂大数据，从而实现高效、柔性的生产，并产出符合市场需求的高质量产品。