

# 案例研究

物联网  
英特尔® 酷睿™ 处理器  
英特尔® ECS  
智能制造



## 以边缘控制技术赋能锂电池智能制造

汇川技术基于英特尔产品与技术，助力瀚川智能打造锂电池智能制造装备解决方案，推动新能源产业智能化



“通过引进基于英特尔® 酷睿™ i5 处理器和英特尔® 工业边缘控制平台的汇川 AC800 系列控制系统，我们的化成分容设备获得了强大的处理能力和边缘计算优势，可帮助生产企业在保证产品质量的同时，简化控制，实现高效柔性生产。未来，我们将与汇川技术和英特尔一起，在人工智能、边缘计算和物联网等方面开展更多合作，以先进的技术和产品，打造覆盖锂电生产全流程的整套解决方案，帮助生产企业全面提升产品质量、生产效率和效益。”

瀚川智能

作为锂电池制造工艺中的重要工序，化成环节与锂电池的自放电性、循环寿命、安全性和稳定性息息相关，直接影响着锂电池的性能。为保证产品品质，要求化成分容设备精确控制电池充放电时的电流和电压，以及生产过程中的压力和温度。此外，还需要设备适用不同的电池生产工艺，支持灵活配置产能。为应对上述挑战，一直专注于智能制造研发和设计的苏州瀚川智能科技有限公司（以下简称“瀚川智能”，SH.688022）引进更加智能的工业控制技术，提升设备智能化水平。深圳市汇川技术股份有限公司（以下简称“汇川技术”，SZ.300124）与英特尔一起，以先进的工业边缘控制技术与产品，助力瀚川智能基于锂电池化成分容设备构建柔性高效的智能制造解决方案。

瀚川智能智能制造解决方案采用汇川技术基于英特尔® 酷睿™ i5 处理器、英特尔® 工业边缘控制平台研发的 AC800 系列高性能智能机械控制器，使得锂电池化成分容设备能够对压力和温度指标进行高效采集和精确控制，并在保证产品品质的同时，通过单元模块化设计和立体式堆叠架构，简化了控制，实现了柔性高效生产作业，帮助锂电生产企业提升产品质量并降低总拥有成本 (Total Cost of Ownership, TCO)。

### 方案成效：

通过三方的协作努力，基于 AC800 系列控制系统，全新构建的锂电池化成分容智能设备解决方案，已在实际部署应用中取得了显著成效：

- 设备通过采用单元模块化设计，各工艺单元数量可根据电池工艺不同灵活配置，在简化控制的同时，提高了柔性生产能力。
- 实现了阶梯充放电环节中电流和电压的高精度控制，保证电池的化成品质。
- 准确监测和控制压力及温度指标，保证电池的一致性，其中热电阻的阻值精度能够控制在  $\pm 0.2$  欧姆，对应的温度误差控制在  $\pm 0.5$  摄氏度，压合力波动控制在  $\pm 1$  牛顿，且无超调量。
- 通过 AC802 总线控制方案，优化拓扑结构，只需要两台 PLC 即可完成整线控制，避免控制器间的干扰的同时，简化开发和运维，帮助企业降低了 TCO。
- 设备采用立体式堆叠架构，内部集成电源模块，减小占地空间，提高了单位面积产能。

## 锂电池制造亟需与智能控制技术相融合

伴随着新能源汽车和储能领域等下游应用行业的高速发展，锂电池已成为制造领域新的投资发展焦点。在这一过程中，更多的生产企业正将锂电池生产与工业智能化技术相结合，运用于工序自动化、产线自动化以及整体数字化工厂，使得先进的智能化制造设备和生产技术正成为高品质、高效率锂电池生产的重要保障。

众所周知，锂电池制造工艺流程包括了匀浆、涂布、模切、叠片、绕卷、化成、分容等工序。以化成工序为例，由于装配后的锂电池并不具备放电能力，需要通过化成环节来进行初始化，即通过首次充电，使电芯的活性物质在电化学反应中被激活，然后锂电池才能被作为电源使用。

而在这一环节中，在电池负极表面形成钝化薄层，即固体电解质相界 (Solid Electrolyte Interface, SEI) 膜的工艺质量与锂电池的整体品质密切相关。SEI 膜的表面厚度会直接影响锂电池的自放电性、循环寿命、安全性、稳定性等电化学性能，因此需要其尽量保持均匀。在实际生产中，企业通常采用阶梯式充放电的方法来生成SEI膜，但每个阶梯由于所用材料和具体工艺的差异，对充放电电流、电压，以及搁置时间也有着不同的要求。

同时，化成后的锂电池还需要通过热压和冷压的方式进行电池界面的整型，在生产过程中，须对温度和压力情况进行准确监测和控制，以减小压合力波动带来的影响，保证产品的质量与一致性。

传统的人工控制方式显然无法应对这一复杂多变的场景，一方面，化成环节中的参数调整窗口在极端情况下可能非常短暂，有时会短至操作人员的手眼来不及反应；另一方面，多种参数联动下的复杂场景，也使操作人员难以以人工方式快速计算出最优方案。此外，传统的化成设备使用多 PLC (Programmable Logic Controller, 可编程逻辑控制器)交互控制，每组分容单元配置一台 PLC，至少需要 15 台 PLC 才能完成整线控制，控制器之间存在相互干扰，且用户的开发难度较大，编程复杂。

为应对这些挑战，采用具备数据采集、数据分析、智能决策以及操作控制等功能的智能化控制技术，同时优化拓扑结构，降低成本，无疑是当务之急。基于良好设计的智能化系统，可以根据生产数据的实时变化，灵活配置各工艺单元数量，使得产线在简化控制的同时，实现柔性生产。但这又对设备控制器的运算处理能力、控制平台效能提出了更高要求。

作为国内智能制造研发和设计的领先企业，瀚川智能已与英特尔和汇川技术一起，以基于英特尔® 酷睿™ i5 处理器、英特尔® 工业边缘控制平台的 AC800 系列控制系统为核心，构建更为智能的锂电池化成分容解决方案，满足智能化方案对平台性能不断提升的需求。

## 瀚川智能锂电池化成分容解决方案

为确保锂电池化成环节中 SEI 膜的生成质量，瀚川智能在其新方案中，一方面，通过加入模拟量模块，收集来自温度、压力传感器的大量数据，同时采用多点压力监控的方式，精确控制生产过程中的压力，减小压合力波动；另一方面，在阶梯式充放电过程中，对不同阶段所需的电流和电压予以精确控制。

基于上述方案设计所构建的瀚川智能化成分容一体机，如图 1 所示，其采用了单元模块化设计以及立体式的堆叠架构。整个设备架构包括上料、搬运、化成、分容、冷压、下料工艺模块，且各工艺单元数量可根据客户电池工艺不同灵活配置，能帮助生产企业实现高效的智能化生产作业。同时，一体机还采用了多点压力监控，来确保锂电池在化成、分容等生产阶段保持一致性。



图 1 瀚川智能化成成分容一体机

一体机各工位之间则是通过可编程搬运单元，完成电池搬运工作，上下料工位通过多轴机械手进行搬运。用户通过调整控制参数，即可使电池根据需求被自动传送到最优位置，实现各产线间更加智能和精确地协同运作。此外，设备还在内部集成了电源模块，大大减小了空间需求。

而在关键的自动化控制系统构建上，瀚川智能引入了汇川技术所打造的 AC800 系列高性能智能机械控制器。如图 2 所示，这一控制器基于英特尔® 酷睿™ i5 处理器的强大处理能力，并结合英特尔® 工业边缘控制平台而打造，具备强大的带轴和算力，能够替代传统产线中基于可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC)、人机接口 (Human Machine Interface, HMI) 等一系列单功能控制器，从而实现边缘侧工作负载的高效整合。



图 2 汇川 AC800 系列高性能智能机械控制器

在锂电池化成环节阶梯式充放电过程中，系统需要先以小电流充电一定的时间，再增大电流使用恒流充电，最后再增大电压充电，直至电流小到截止为止。每个品类的电池由于电解液、正负极材料、环境等因素的不同，其化成规则也天差地别。因此，需要系统根据生产情况的变化而不断对电流、电压等参数进行实时计算并调整，英特尔® 酷睿™ i5 处理器所具备的英特尔® 睿频加速技术，为这一精密而复杂的 SEI 膜生成过程提供了强大的算力支撑。

其后，这些实时计算和控制能力又通过英特尔® 工业边缘控制平台有效地串接起来，为汇川 AC800 系列控制器提供了虚拟化、标准化工业协议、实时计算、信息安全等一系列子模块。

通过以上两项英特尔产品与技术的加入，用户使用单台汇川 AC800 系列控制器，就可以在靠近产线的边缘侧，整合原先由多个脉冲控制器所承担的负载，实现边缘侧的负载整合，借助控制器强大的带轴和算力，大幅优化了整个控制架构拓扑，有效帮助生产企业增强系统响应并降低运维难度。通

过 AC802 的总线控制方案，锂电化成分容一体机只需要两台 PLC 即可完成整线控制，降低成本，避免控制器之间的相互干扰。一项数据表明，在英特尔工业边缘控制实时计算模块支持下，总线周期可达 1ms，并支持 EtherCAT 总线一网到底，生产效率提升 15%<sup>1</sup>。

## 未来展望

未来，瀚川智能还将与英特尔和汇川技术继续合作，引进更多先进的智能技术和解决方案，释放在工业自动化驱动与控制技术领域的优势与经验，根据锂电生产制造需求，提供面向锂电生产全流程的整套智能制造解决方案，帮助锂电生产企业实现产品质量、生产效率和效益的全面提升。

英特尔持续助力中国工业物联网产业发展，将携手合作伙伴，继续以人工智能为基础，打造智能工业控制+柔性制造的智能工厂解决方案，帮助制造业提升生产自动化水平，优化企业流程管理与运营能力，从边缘到云端支持企业用户实现智能制造的应用与部署，推动中国制造业加快智能化转型升级。

成立于 2003 年的深圳汇川技术股份有限公司，是集驱动、控制、电机、精密机械为一体的光机电综合产品及伺服系统供应商。公司总部位于深圳，生产基地位于苏州，并在全球 20 多个国家和地区设有常驻机构和服务中心。公司专注于工业自动化控制、电机驱动、工业网络通信等技术，业务覆盖工业自动化、新能源、工业机器人等领域。汇川技术深度了解各行各业在制造升级中的需求，持续提供卓越的整体解决方案和定制化的行业标杆产品，为客户创造更多价值。

## 解决方案提供商

# INOVANCE

<sup>1</sup> 数据援引自汇川技术内部统计。

文中描述的成本降低情景均旨在特定情况和配置中举例说明特定英特尔产品如何影响未来成本并提供成本节约。在不同情况下，英特尔不保证成本降低。

英特尔并不控制或审计第三方数据。请您审查该内容，咨询其他来源，并确认提及数据是否准确。

性能测试中使用的软件和工作负荷可能仅在英特尔微处理器上进行了性能优化。诸如 SYSmark 和 MobileMark 等测试均系基于特定计算机系统、硬件、软件、操作系统及功能。上述任何要素的变动都有可能致测试结果的变化。请参考其他信息及性能测试(包括结合其他产品使用时的运行性能)以对目标产品进行全面评估。更多信息，详见 [www.intel.com/benchmarks](http://www.intel.com/benchmarks)。

性能测试结果可能并未反映所有公开可用的安全更新。详情请参阅配置信息披露。没有任何产品或组件是绝对安全的。

英特尔技术特性和优势取决于系统配置，并可能需要支持的硬件、软件或服务得以激活。产品性能会基于系统配置有所变化。没有任何产品或组件是绝对安全的。更多信息请从原始设备制造商或零售商处获得，或请见 [intel.com](http://intel.com)。

英特尔、英特尔标识以及其他英特尔商标是英特尔公司或其子公司在美国和/或其他国家的商标。

©英特尔公司版权所有