

自动化仪表与自动化控制技术探究

刘妍 赖成雨 张海 宋皓然
国惠环保新能源有限公司 辽宁 沈阳 110000

摘要：本文围绕自动化仪表与自动化控制技术展开。先介绍自动化仪表主要类型及工作原理，如温度、压力、流量、物位仪表等；接着阐述自动化控制技术的核心组成、控制方式与控制算法。然后探讨二者融合应用，包括数据采集与实时控制、系统集成与信息共享、智能诊断与优化决策。随后指出面临的技术挑战，如工业环境干扰、数据传输问题等。最后展望发展趋势，自动化仪表将更智能可靠，控制技术将融合前沿技术，二者还将与工业互联网交融并强化安全性。

关键词：自动化仪表；自动化控制技术；探究

引言：在现代工业与科研领域，自动化仪表与自动化控制技术是推动生产高效、稳定、智能运行的核心力量。自动化仪表能精准测量各类物理参数，为控制提供数据支撑；自动化控制技术则凭借精密的核心组成与多样的控制方式，实现对生产过程的精准调控。二者深度融合，在数据采集、系统集成、智能诊断等方面发挥关键作用。然而，融合进程也面临技术挑战。在此背景下，探讨其发展路径，对把握工业自动化未来走向意义重大。

1 自动化仪表的主要类型及工作原理

自动化仪表作为现代工业生产与科学研究中心不可或缺的关键设备，能够精确测量、显示、记录及控制各类物理参数，为生产过程的自动化控制提供了坚实的数据支撑。依据测量参数的差异，自动化仪表可划分为温度仪表、压力仪表、流量仪表以及物位仪表等多种类型，每种类型都有其独特的工作原理。（1）温度仪表主要用于精准测量物体的冷热程度。其工作原理基于物质丰富的物理特性，其中热胀冷缩是较为常见的一种。例如，双金属温度计就是利用两种不同热膨胀系数的金属片贴合在一起，当温度变化时，由于两种金属的膨胀或收缩程度不同，金属片会发生弯曲，通过测量弯曲程度即可确定温度。此外，电阻随温度变化也是重要的原理之一，像铂热电阻，其电阻值会随着温度的升高而呈近似线性增加，通过测量电阻值，再依据特定的电阻-温度关系曲线，就能准确得出温度数值。热电偶则是基于热电效应，由两种不同金属导体组成的闭合回路，当两个接点温度不同时，回路中会产生温差电动势，通过测量这个电动势的大小，结合已知的热电偶分度表，便可实现温度的精确测量。（2）压力仪表是用于反映压力大小的关键工具，它依据弹性元件在压力作用下的形变来工

作。常见的弹性元件有弹簧管、膜片等。以弹簧管压力表为例，弹簧管在压力作用下会产生弹性变形，其自由端会发生位移，通过连杆、齿轮等传动机构将这个位移放大，并带动指针转动，从而在刻度盘上显示出压力数值。（3）流量仪表用于测量流体在管道内的流量，其测量方式通常是通过测量流体的流速、容积等参数来计算得出。电磁流量计是流量仪表中的典型代表，它利用电磁感应原理工作。当导电流体在磁场中垂直流动时，会切割磁感线，从而在流体中产生感应电动势。根据法拉第电磁感应定律，感应电动势的大小与流体的流速成正比，通过测量感应电动势，就能确定流体的流速，进而计算出流量。（4）物位仪表主要用于测量容器内物料的液位或料位。浮力式物位仪表利用浮子随液位变化而产生的浮力变化来检测液位；超声波物位仪表则是通过发射超声波，测量超声波从发射到反射回接收器的时间，结合超声波在介质中的传播速度，计算出物位高度。（5）这些自动化仪表通过各自的传感器，将被测参数巧妙地转化为电信号或机械信号，经过信号处理电路的处理后，以直观的数字或指针形式显示出来，为后续的控制技术提供了准确可靠的原始数据，有力推动了工业生产的自动化与智能化发展^[1]。

2 自动化控制技术的核心组成与控制方式

2.1 核心组成

自动化控制技术的有效运行依赖于一套精密且协同的核心组成体系，主要涵盖控制器、执行器和被控对象三大关键部分。（1）控制器作为整个控制系统的“智慧中枢”，承担着数据处理与决策的重任。它实时接收来自自动化仪表精准测量的信号，将其与预先设定的目标值进行细致比对，精确计算出偏差值。随后，依据既定的先进控制算法，如PID控制算法等，迅速生成科学合

理的控制指令，为后续的调节动作提供明确指引。（2）执行器则是控制指令的忠实执行者。它能够依据控制器发出的指令，迅速且精准地做出相应动作。例如，调节阀会根据指令精确调节阀门的开度，从而改变流体的流量；电机则会按照要求调整自身的转速，以此实现对被控对象的有效调节。（3）被控对象是控制作用的最终承受者，像工业炉窑、化工反应釜等典型设备。其输出参数，如温度、压力、流量等，是控制的核心目标。三者通过信号的精准传递，紧密构成一个闭环控制回路，确保被控参数始终稳定在设定的理想范围内，保障生产过程的稳定与高效。

2.2 控制方式

自动化控制技术拥有丰富多样的控制方式，主要包括开环控制、闭环控制以及复合控制，每种方式都有其独特的特点与适用场景。（1）开环控制中，控制器直接依据输入信号来操控执行器，整个过程无需反馈被控参数的实际数值。这种控制方式结构简洁明了，成本相对较低，然而由于缺乏反馈环节，无法及时修正控制过程中出现的偏差，所以控制精度较低，通常适用于对控制精度要求不高、干扰因素较少的场合，比如简单的风扇调速。（2）闭环控制借助自动化仪表实时检测被控参数，并将其反馈至控制器，与预先设定的值进行比较，根据产生的偏差动态调整控制量。这种反馈机制使其能够及时纠正偏差，控制精度显著提高，成为工业控制领域最为常用的控制方式，像温度控制系统就广泛采用闭环控制。（3）复合控制巧妙融合了开环控制与闭环控制的优点，在复杂系统中，先通过前馈控制补偿可预见的干扰，再利用闭环控制消除剩余偏差，进一步提升控制性能。

2.3 控制算法

控制算法堪称自动化控制技术的灵魂所在，它直接决定了控制系统所能达到的精度以及运行的稳定性。（1）经典控制算法中，比例 - 积分 - 微分（PID）控制占据着重要地位。其中，比例调节能依据偏差大小迅速做出响应，使系统快速靠近设定值；积分调节可对一段时间内的偏差进行累积，进而消除稳态误差，让系统输出精准稳定在设定值；微分调节则能提前感知偏差的变化趋势，有效抑制超调现象，避免系统出现振荡。PID控制凭借其结构简单、易于实现等优点，在各类工业过程控制中得到了广泛应用。（2）现代控制算法如模糊控制、神经网络控制等，则更适合处理具有非线性、时变性等复杂特性的系统。它们通过模拟人类思维或生物神经网络的学习能力，能够自适应地调整控制策略，实现对复

杂对象的有效控制。在实际应用中，控制算法的选择需综合考量被控对象的特性以及具体的控制要求，以此达成最佳的控制效果。

3 自动化仪表与自动化控制技术的融合应用

3.1 数据采集与实时控制

自动化仪表与自动化控制技术的深度融合，首要且关键的体现就在于数据采集与实时控制的紧密协同。自动化仪表作为数据采集的前端设备，凭借其高精度和可靠性的特点，能够不间断地采集被控对象的各类参数，如温度、压力、流量等，并将这些原始数据实时、准确地传输至控制器。（1）控制器作为整个控制系统的“大脑”，在接收到这些数据后，会依据预先设定的先进算法，迅速对数据进行处理和分析，精准计算出当前参数与设定值之间的偏差。随后，根据偏差情况生成科学合理的控制指令，通过信号传输系统将这些指令及时传递给执行器。（2）执行器则严格按照控制指令动作，对被控对象进行实时调节。如此一来，便形成了一个完整的“测量 - 比较 - 控制”闭环流程。以温度控制为例，温度仪表实时监测炉温并反馈给控制器，控制器瞬间响应并调节加热装置的功率，确保炉温始终稳定在设定值附近，有效避免了温度波动对产品质量造成的影响^[2]。

3.2 系统集成与信息共享

自动化仪表与自动化控制技术的深度融合，有力地推动了自动化系统朝着集成化和信息共享的方向大步迈进。（1）借助工业总线、以太网等先进且成熟的通信技术，原本分散独立运行的自动化仪表、控制器以及执行器被紧密连接成一个有机统一的整体，构建起一个高效的数据传输网络，实现了数据的集中管理与广泛共享。（2）操作人员只需通过中央监控平台，便能实时、全面地查看各仪表精准的测量数据、控制器实时的工作状态以及被控对象关键的运行参数。这一改变使得操作人员能够从全局视角对系统进行监控和统一调度，极大地提高了管理效率和决策的准确性。（3）系统集成还赋予了不同控制回路协同工作的能力。以化工生产为例，压力、流量、温度等多个参数的控制回路相互关联、相互影响。通过信息共享，各控制回路能够及时获取其他回路的相关信息，实现协调调节，从而确保整个生产过程稳定、高效地运行。

3.3 智能诊断与优化决策

在智能化技术浪潮的推动下，自动化仪表与自动化控制技术的融合应用不断拓展，逐步向智能诊断与优化决策领域深入延伸。（1）如今的自动化仪表功能愈发强大，它不再局限于单纯的参数采集工作。借助内置的

高性能芯片，能够对采集到的数据进行初步分析处理，精准判断自身是否出现故障，像传感器漂移等常见问题都能被及时察觉，并将详细的诊断信息迅速发送至控制器。（2）控制器则扮演着“智慧大脑”的角色，它整合多仪表的数据以及历史运行记录，运用先进的大数据分析技术，深度挖掘数据背后的规律，预测被控对象的性能变化趋势。基于这些预测结果，控制器能够提出科学合理的优化控制策略，例如调整设备运行参数以实现节能降耗，提前规划易损部件的维护时间，有效减少停机损失。（3）这种智能融合极大地提升了系统的自主性和适应性，推动自动化控制从传统的被动调节迈向主动优化，为工业生产带来更高的效率和效益。

4 自动化仪表与自动化控制技术面临的挑战及发展趋势

4.1 面临的技术挑战

在当前自动化仪表与自动化控制技术融合应用的进程中，面临着诸多亟待解决的技术挑战。（1）在复杂多变的工业环境里，自动化仪表首当其冲受到严峻考验。电磁干扰、高温、振动等恶劣因素频繁干扰仪表正常运行，导致其测量精度大幅下降，进而使后续的控制效果大打折扣，难以满足高精度生产的需求。（2）随着系统规模的不断扩张，数据传输量呈爆发式增长。这极易引发通信延迟，甚至出现数据丢失的情况，严重降低了实时控制的性能，使得系统无法及时响应生产过程中的变化。（3）不同厂商生产的仪表和控制设备在通信协议上存在差异，互不兼容。这大大增加了系统集成的难度，需要耗费大量的时间和精力进行协议转换和适配工作。

（4）智能算法的应用依赖于大量高质量的数据进行训练。然而，实际生产中采集到的数据往往存在噪声干扰或缺失不全的问题，这无疑影响了算法的准确性，限制了智能控制在工业领域的进一步推广和应用^[3]。

4.2 发展趋势

展望未来，自动化仪表与自动化控制技术将沿着更智能、更集成、更可靠的路径持续演进。（1）自动化

仪表方面，微型化趋势将使其体积更小、功能更集中，便于在复杂空间安装；无线化可摆脱线缆束缚，降低布线成本与难度；自校准功能则能自动修正测量误差，减少人工维护频次，显著降低安装和维护成本，同时大幅提升其在不同恶劣环境下的适应性。（2）控制技术领域，将更深度地融合人工智能、边缘计算等前沿技术。借助人工智能，控制算法可实现自主学习与优化，根据实时数据动态调整控制策略；边缘计算则能在本地快速处理数据，减少延迟，提升系统的智能化水平与响应速度。（3）二者还将与工业互联网深度融合，通过云端平台达成远程监控、数据分析和全局优化，构建起“云-边-端”协同的自动化系统。此外，安全性也会进一步强化，利用加密通信、入侵检测等技术，全方位保障数据传输和系统运行安全，为工业生产的高效稳定运行筑牢坚实根基。

结束语

自动化仪表与自动化控制技术作为工业发展的核心驱动力，在类型、原理、组成、控制方式及算法等方面不断革新。二者融合应用在数据采集、系统集成、智能诊断等方面成效显著，极大提升了工业生产的自动化与智能化水平。然而，当前融合进程仍面临工业环境干扰、数据传输难题、协议兼容困境及智能算法数据质量等挑战。展望未来，自动化仪表将朝着微型化、无线化、自校准方向发展，控制技术会深度融合人工智能等前沿科技，二者还将与工业互联网深度融合，强化安全性。相信在不断突破技术瓶颈后，其将为工业生产的高效、稳定、智能运行提供更为坚实的保障。

参考文献

- [1] 卢瑾. 工业自动化仪表与自动化控制技术分析[J]. 内燃机与配件, 2023,(13):79-80.
- [2] 徐松. 工业自动化仪表与自动化控制技术分析[J]. 科技资讯, 2024,(1):91-93.
- [3] 陈云鹏. 工业自动化仪表与自动化控制技术应用分析[J]. 冶金与材料, 2024,(6):103-104.