

云计算技术在制药设备中的应用研究

董帅帅

(华北制药股份有限公司 石家庄 050000)

摘要 文中探讨了云计算技术在制药设备中的应用,旨在提升制药设备的运行效率,降低故障率,保障药品生产过程的安全性与稳定性。首先,建立基于云计算的设备数据采集与监控系统,实现对制药设备运行状态的实时监测与数据传输。其次,利用云平台的计算能力,对制药设备运行数据进行分析 and 处理,识别潜在故障。最后,通过云平台提供远程维护建议和故障排除方案。实验结果表明,云计算技术的应用不仅能提升制药设备的运行效率和稳定性,还有效减少了人工干预,保证了药品的生产质量。

关键词: 云计算技术;制药设备;实时监测;故障预警

中图分类号 TP399

Research on the Application of Cloud Computing Technology in Pharmaceutical Equipment

DONG Shuaishuai

(North China Pharmaceutical Co., Ltd., Shijiazhuang 050000, China)

Abstract This paper discusses the application of cloud computing technology in the operation of pharmaceutical equipment, aiming to improve the operation efficiency of pharmaceutical equipment, reduce the failure rate, and ensure the safety and stability of the drug production process. First, establish an equipment data collection and monitoring system based on cloud computing to realize real-time monitoring and data transmission of the operation status of pharmaceutical equipment. Secondly, use the computing power of the cloud platform to analyze and process the operation data of pharmaceutical equipment to identify potential faults. Finally, provide remote maintenance suggestions and troubleshooting solutions through the cloud platform. The experimental results show that the application of cloud computing technology can not only improve the efficiency and stability of pharmaceutical equipment operation, but also effectively reduce manual intervention and ensure the production quality of drugs.

Key words Cloud computing technology, Pharmaceutical equipment, Real time monitoring, Fault warning

0 引言

在现代制药行业中,设备的高效运行对药品质量和生产安全至关重要。随着技术的进步和生产要求的提高,传统的制药设备管理方式已难以满足实时监控和故障预警的需求^[1]。云计算技术凭借其强大的数据处理能力和灵活的资源调度能力,为制药设备的运行管理提供了全新的解决方案^[2]。

云计算技术可以将设备数据实时传输至云端,实现对设备状态的持续监测,并利用其计算能力实现大规模数据分析,以提前识别潜在的故障。同时,基于云端的智能诊断系统能提供远程维护建议,显著降低了对人工干预的需求。

本文探讨了云计算技术在制药设备中的应用,分析了其在提高设备运行效率、降低故障率及确保生产过程稳定性方面的作用。通过建立基于云计算的制药设备数据监测与故障预警系统,并结合实验结果,验证了云计算技术在制药设备中的有效性,为行业的智能化转型提供了理论支持

和实践经验。

1 制药设备运行

制药设备的运行涉及多个环节,包括设备的启动、运行和停机,需要实施严格的控制和监测策略,以确保药品生产的质量和安全性^[3]。

在启动设备前,需要进行预热和检查,如检查电源连接、控制系统的状态、传感器的准确性及其他关键组件的功能。预热阶段通常需要一定的时间,以确保设备能在稳定的工作状态下启动。

设备运行过程中,数据监测系统会实时监测制药设备的关键参数,如温度、压力和流量。通过集成的传感器,这些数据会被持续采集,并传送至中央控制系统进行分析。控制系统会根据设定的工艺参数自动调整设备运行状态,如调节加热系统的温度或调整泵的流量,以保证设备能在最佳的工作条件下运行。在运行过程中,设备会持续进行状态监测和数据记录,以便随时发现潜在的异常或故障。

作者简介:董帅帅(1992—),本科,研究方向为自动化技术在制药行业的应用。

如果系统检测到任何偏离设定范围的情况,如温度过高或压力异常,故障预警机制就会立即通知操作人员,并采取必要的措施来修正问题或责令设备停机。此外,需要严格控制设备的停机过程。通常情况下,需要进行系统的缓慢冷却、关键部件的清洁和设备检查。停机后,需要归档设备数据,为后续的分析和维护提供依据。具体的运行流程如图1所示。

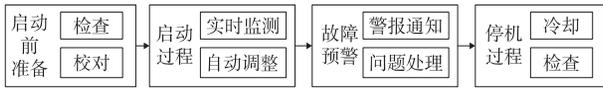


图1 制药设备运行流程图

通过精确的控制和监测,可以保障药品生产过程的稳定性和药品的质量,而云计算技术在该过程中发挥了至关重要的作用,有助于提前识别故障,提高运行维护效果和运行效率。

2 云计算技术在制药设备运行中的应用

2.1 运行数据采集与监测

在制药设备运行数据的采集与监测中,实时监测和控制温度、压力、流量等参数,是确保设备安全运行和操作效率的关键。根据制药设备的工作条件和测量要求,应选择适当的传感器,并将其安装在制药设备的关键位置。例如,温度测量可使用RTD传感器,将其安装在反应釜或储罐内部;压力测量可使用压电传感器,将其安装在压力测量点;流量测量可使用涡街流量计,将其安装在流体管道中。

利用ADC模数转换器,可以将各类传感器采集到的模拟信号转换为数字信号,以得到实际的参数值。温度、压力、流量等的信号转换公式如式(1)一式(3)所示:

$$T = \frac{V_{measured} - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \times (T_{max} - T_{min}) + T_{min} \quad (1)$$

$$P = \frac{V_{measured} - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \times (P_{max} - P_{min}) + P_{min} \quad (2)$$

$$Q = \frac{V_{measured} - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \times (Q_{max} - Q_{min}) + Q_{min} \quad (3)$$

其中, $V_{measured}$ 为传感器测量的电压值, V_{min} 和 V_{max} 为电压的最小和最大值; T_{min} 和 T_{max} 、 P_{max} 和 P_{min} 、 Q_{max} 和 Q_{min} 为对应的温度、压力和流量的最小和最大值。

使用MQTT协议将数据发布到云平台,如监测到设备运行温度为50℃,则传输内容的消息主题为 devices/temperature,负载为 {"temperature":50}。另外,为确保数据在传输过程中的安全性,可采用SSL/TLS加密技术对数据进行加密,如式(4)所示:

$$\text{密文} = \text{加密算法}(\text{明文}, \text{对称密钥}) \quad (4)$$

其中,明文为实际数据(如 {"temperature":50}),对称密钥可用于加密数据。

将加密后的数据通过网络传输到云计算平台的API端

点。云平台可使用Amazon RDS进行数据存储,确保数据存储的可靠性。数据存储服务配置应考虑数据量和访问需求,并定期备份数据,以防丢失或损坏。备份公式的定义为:

$$BS = D \times F \times P \quad (5)$$

其中,BS表示备份空间,D表示数据量,F表示备份频率,P表示备份周期。

2.2 故障预警与诊断

在云平台上利用强大的计算能力对存储的制药设备运行数据进行大规模分析,并使用统计分析方法来识别潜在故障。

在进行数据分析之前,首先需要对存储的设备运行数据进行标准化处理,使得不同量纲的数据可以在同一维度进行比较。数据标准化过程如式(6)所示:

$$X_{norm}(t) = \frac{X(t) - \mu_{hist}}{\sigma_{hist}} \quad (6)$$

其中, $X(t)$ 是时间 t 时刻的原始数据, μ_{hist} 是历史数据的平均值, σ_{hist} 是历史数据的标准差, $X_{norm}(t)$ 是标准化后的数据。

从标准化后的制药设备运行数据中提取实时统计特征,以偏度和峰度为统计特征来识别数据的异常变化。偏度和峰度的定义如式(7)、式(8)所示:

$$\text{Skewness} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^3}{\sigma^3} \quad (7)$$

$$\text{Kurtosis} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^4}{\sigma^4} - 3 \quad (8)$$

其中, N 是数据点的数量; X_i 是第 i 个数据点的值; μ 为数据的均值, $\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$; σ 是数据的标准差, $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}$ 。

基于偏度和峰度实时统计特征计算Z分数值,通过Z分数来衡量当前数据点偏离均值的程度。Z分数的定义为:

$$Z(t) = \frac{S(t) - \mu_s(t)}{\sigma_s(t)} + \frac{K(t) - \mu_k(t)}{\sigma_k(t)} \quad (9)$$

其中, $\mu_s(t)$ 和 $\sigma_s(t)$ 分别是时间 t 时刻的偏度均值和标准差, $\mu_k(t)$ 和 $\sigma_k(t)$ 分别是峰度的均值和标准差。

设定阈值 θ (通常取2或3),用于判断数据是否为异常。若 $|Z(t)| > \theta$,则认为该时刻的设备运行数据为异常数据,可能存在潜在故障。

为进一步判断设备是否存在故障,需要计算异常的累积得分 $C(t)$ 来评估在一段时间内出现异常的频率和严重程度。选定一个时间窗口长度 T ,即在过去的 T 个时间点内对数据进行检测和累积。对于每个时间点 t ,计算在过去 T 个时间点内的异常累积得分 $C(t)$,如式(10)所示:

$$C(t) = \sum_{i=0}^T 1\{|Z(t-i)| > \theta\} \quad (10)$$

其中, $\sum_{i=0}^T 1\{|Z(t-i)|>\theta\}$ 是指示函数, 当 $|Z(t-i)|>\theta$ 时取值为 1, 否则为 0。

设定累积得分阈值 $C_{threshold}$ 。如果 $C(t)$ 超过该阈值, 则认为设备存在潜在故障。

2.3 远程维护

基于云计算技术, 技术人员能远程访问和维护制药设备, 无需亲临现场即可执行多种操作。技术人员可以通过安全的 VPN 通道或 SSL/TLS 加密连接远程登录到云平台, 以获取设备的实时运行数据和状态信息, 如式 (11) 所示:

$$\text{连接建立} = \text{加密协议 (VPN/SSL)} \quad (11)$$

其中, 加密协议为 SSL/TLS。

通过云平台的远程诊断工具, 技术人员可以查看设备的运行日志、错误报告和实时监测数据。同时, 云平台可以实时分析设备的运行数据, 生成诊断报告, 并以图表或报告的形式呈现设备状态。根据诊断结果, 技术人员可以远程执行以下操作。(1) 维护操作: 清理缓存、重启设备、调整参数等。(2) 软件升级: 远程上传并安装最新版本的软件。(3) 配置调整: 根据实时数据, 调整设备的运行配置, 如温度设定、压力阈值等。

执行维护操作后, 云平台会持续监测设备的运行状态, 并向技术人员实时反馈数据, 确保维护措施的有效性, 如式 (12) 所示:

$$K = DA \times TQ \quad (12)$$

其中, K 代表反馈信息, DA 代表设备状态数据, TQ 代表实时监测周期。

基于此, 技术人员能快速响应和解决制药设备运行问题, 提高设备的可用性和运行效率。

3 实验分析

为验证云计算技术在制药设备监控中的有效性, 本文通过实验比较了传统方法和云计算方法在提高设备效率、稳定性和减少人工干预方面的表现。其中, 实验要素设置如表 1 所列。对比实验设置如下。(1) 传统方法。采用传统本地监测和维护的方式, 数据收集和故障诊断由本地系统完成, 依赖人工进行维护和优化。(2) 云计算方法。利用云计算技术实时传输数据至云平台, 进行大规模数据分析、故障预警和远程维护。表 2 展示了传统方法与云计算方法的对比结果。

表 1 实验要素设置

实验要素	实验内容
实验设备	反应釜、离心机、冷却系统
监测参数	温度、压力、流量
实验周期	30天, 24小时不间断监测
传感器	RTD 温度传感器、压电压力传感器、涡街流量计
云平台	Azure, 用于数据采集、监测、分析与维护
通信协议	MQTT 用于数据传输, SSL/TLS 用于数据加密

表 2 实验对比结果

对比指标	传统方法	云计算方法	改善情况
运行时间	720小时	720小时	无
故障次数	5次	2次	60%
平均维护时间	4小时/次	1小时/次	75%
维护频率	2次/周	1次/周	50%
能耗	1500(kWh/天)	1400(kWh/天)	6.7%
运行效率提升	0	12%	12%
操作员干预次数	10次	3次	70%

由表 2 可知, 云计算技术能显著提高制药设备的运行效率、降低故障率, 并优化能耗和维护过程, 有助于保证生产过程的安全性与可靠性, 进一步验证了云计算技术在制药设备中的应用价值。

4 结语

本文探讨了云计算技术在制药设备监管中的应用, 说明了云计算技术在提升制药设备运行效率和稳定性方面的优势。研究表明, 云计算平台显著提高了制药设备的运行效率, 降低了故障率, 缩短了维护周期并降低了能耗。利用其实时数据监测分析与远程维护功能, 能使设备管理更加高效、精准, 减少人工干预, 提升药品质量的合格率, 为制药行业的设备管理和生产优化提供了新的思路和实现途径。

参考文献

- [1] 王松. 制药设备故障大数据分析与预测技术研究[J]. 中国机械, 2023(22): 109-112.
- [2] 陈海哨, 叶云洋, 褚文涛. 基于云计算技术的实验室大型科学仪器运行自动化监测系统[J]. 自动化与仪表, 2024, 39(7): 152-156.
- [3] 吴浩伟. 制药生产设备的日常管理与维护[J]. 现代制造技术与装备, 2019(12): 177, 185.