

制药设备电气控制系统中的故障诊断与预防技术研究

罗声雨

成都青山利康药业有限公司双流分公司 四川 成都 610000

摘要：制药设备的运行状态是决定生产效率与药品质量的关键，近年制药设备电气控制系统也不断更新，在制药设备中，电气控制系统能够对设备运行进行监督、预警、控制与调节，为制药设备的稳定运行提供保障。但是目前制药设备电气控制系统中常常出现故障问题亟待解决。本次研究主要对制药设备电气控制系统中的故障诊断与预防技术展开积极探讨，以期对制药制备的平稳运行提供参考。

关键词：制药设备；电气控制系统；故障诊断；预防技术

引言：伴随科技水平的进步，推动制药设备技术不断创新，在制药设备中电气控制系统是其稳定运行的重要因素，电气控制系统的发展与制药设备运行效率具有直接关联。在制药生产过程中，制药设备电气控制系统出现故障，不仅会中断生产，同时还会影响产品的质量，加大企业的经济损失，因此需要对制药设备电气控制系统中的故障诊断与预防技术进行分析，保证制药设备的性能，为制药行业的可持续发展奠定坚实基础。

1 制药设备中电气控制系统的应用

1.1 保护功能

制药设备中运转部件与执行机构均需要采取相应的保护措施，例如针对电动机短路、断路情况，需要给予相应的保护对策。针对空调系统的保护还需要对其温度、湿度、压差等进行保护，对送风量进行适当的调节，以保证药品稳定的生产环境，例如部分制药设备需要搭配液位、压力保护措施，以维持设备的稳定运行。部分设备中还需安装相应的保护监测装置，例如温控、风压平衡系统，能够在生产规范下形成对设备部件的保护。以注射剂生产设备为例，其灭菌段与预热段、冷却段为压差平衡状态，能够提高灭菌效果。在结束生产以后，隧道烘箱在温度处于80°以下时，则会出现风机停止运行的情况，进而对高效过滤器形成了良好的保护作用^[1]。

1.2 预警功能

在制药设备中有与传感器性质相似的装置，能够确保制药设备安全、稳定地运行，一旦制药设备发生电气故障，即会通过报警系统发出警报提示，以便及时解决电气故障问题，减少经济损失。例如在制药设备运行期间，当设备内部组件出现故障，传感器则会对故障产生感应，进而推动报警系统进行预警，能够及时反馈设备的电气故障发生的诱因与实际故障区域，以降低设备故障所引发的风险问题。当前在部分发达国家，制药设备

报警系统不仅能够发出预警信息，同时还具有完善的电气故障检测系统，在制药过程中，能够对制药设备电气系统进行自动化的检测，在发生故障前及时发出预警，以便工作人员采取相应的故障解决措施，能够降低故障所产生的经济损失与安全风险。近年来随着制药设备研发的深入，已经逐渐涌现出智能化的制药设备，能够对设备运行情况进行全面的监测，并根据设备存在的故障风险提前发出预警，以便采取有效的维修措施，维持制药设备的安全运行^[2]。在生产技术不断更迭过程中，推动制药设备技术日趋完善，同时也具有较高的技术性要求，以信息技术为载体，可以向客户反馈生产进度，通过不断完善故障报警系统能够提高设备维护的便捷度与时效性。

1.3 控制调节功能

控制调节功能是制药设备电气系统的关键组成部分，主要能够对制药设备的电量、电压、电气等系统实施控制，在制药设备的电量、电压发生故障以后，可以利用控制调节功能采取变量调整措施，进而维持制药设备的平稳运行状态。例如大功率变频器在超负荷运行以后，则会引起设备内部各个组件处于过热状态，极易发生过热保护及安全风险，甚至会阻碍设备的正常运行，可以通过电气控制功能对内部的风扇电压实施调节，以发挥良好的散热作用。

2 制药设备电气控制系统故障的诊断方式

2.1 测量法

测量法在制药设备电气控制系统故障诊断中较为常见，可以通过试电笔检修制药设备的相应故障，通过测量电阻，能够对制药设备中的短路、断路等故障问题进行诊断，同时能够明确电气控制系统故障所处的准确位置。

2.2 实验法

实验法能够针对制药设备电气控制系统故障进行深入的排查，在开展实验前，需要避免制药设备出现进一

步的损害,可恢复开关至原始状态,并依据制药设备规范的检验流程,细致检查整个设备范围,以便确定电气控制系统故障区域。在运用实验法进行诊断时,还需要注意严格遵循检查顺序依次检查,避免对电气控制系统产生严重危害。

2.3 调查研究法

调查研究法为向技术人员进行专业咨询,掌握制药设备在发生电气控制故障前后的状态差异性,通过对制药设备进行仔细观察,以便提高诊断准确率,例如在进行诊断时,可以询问技术人员是否发现设备在运行过程中出现异样的响动、冒烟等情况,以了解设备的运行状态,进而对设备故障范围进行划分,及时对检修措施进行明确。

2.4 电压检测法

通常制药设备电压控制系统在正常运行状态下其电压相对稳定,通过对电压的变化情况进行检测,能够及时发现设备电压控制系统的故障问题,如果发现检测线路电压值与正常电压值存在较大差异性,则表示线路电压状况处于异常状态。

3 制药设备电气控制系统中的故障分析

3.1 电气线路故障

制药设备电气控制系统的线路布线在设备外部,由于设备长期运行过程中的振动或线路随设备运动等原因会导致线路接线松动,进而引起打弧、导电、短路故障。例如药品灌装设备控制线路会随灌装工位运动,导线的选型通常为柔性电缆,但是随着制药厂连续生产,会出现线路老化及磨损,进而导致线路断裂及保护套破损等故障,电气线路在暴露状态下,不仅会阻碍制药设备的运行效率,如果进行触碰以后,即会引起电气控制系统发生短路问题,进而造成触电等安全问题。

3.2 可编程逻辑控制器(PLC)故障

PLC故障在制药设备电气控制系统故障中较为常见,通常包括线路电路接触不良、电路短路、连接故障等。在PLC故障以后,制药设备则无法开展自动化运行,例如制药设备中的灭菌与配料工艺均离不开PLC的自动化控制技术。在出现故障以后,则会阻碍自动化工艺运行,进而需要人工对各项工作采取处理措施,不仅会加大人工工作量,同时还会对制药工艺的精准性、精细化产生不良影响,在进行人工控制时发生质量偏差的风险相对较高,进而对药品放行及质量保证产生了一定阻碍。

①线路电路接触不良:接触不良为制药设备电气控制系统发生率较高的故障类型,引起接触不良的风险因素相对较多,例如电路与线路在空气中长期暴露会加重氧化反应,如果未正确安装电气控制系统也会引起线路问

题,在系统出现严重老坏时则会阻碍电流的正常流动。如果未及时解决接触不良故障,则会增加系统短路、漏电几率,促使安全隐患风险不断提高^[1]。②电路短路:短路故障在制药设备电气控制系统中较为常见,在发生短路故障以后,会在短时间内促使冲击电流不断增加,不仅会对制药设备产生危害,同时还会对技术人员的生命安全形成一定威胁。通常引起制药设备电气控制系统短路问题的风险因素包括:电气设备老化、设备元件破损、设备操作不规范等。③连接故障:接线错误会引起电气控制系统发生连接故障,如果接线错误则会引起信号与电流难以与元件进行紧密连接,进而对制药设备运行产生严重阻碍。④PLC硬件故障:环境湿度过大、环境温度过高、环境积灰严重、厂房电流电压波动等问题可能会导致PLC内部电路板损坏,此故障发生时直接导致设备及系统宕机,严重影响制药厂的产量与生产进程,造成巨大的经济损失。

3.3 电气元件故障

电气元件故障会阻碍制药设备的正常运行,进而导致设备停运,增加经济损失。在电气元件故障中,温控器与光电传感器故障发生几率较高,光电传感器能够对药品进行准确定位,在药品包装中具有重要作用,主要故障为材料错位问题,定位不准会严重影响包装质量。制药设备电气控制系统的基础设备为温控器,通过对温度进行调控能够保证制药设备生产效率,同时可以对设备温度进行调节,以发挥灭菌、消毒作用,在温控器发生故障以后,则难以保持制药的灭菌环境,进而对药品的消毒效果产生一定影响,且温控器如果难以显示准确的温度,则会对加热效果形成干扰。电气元件故障为电气控制系统中较为严重的问题,需要加强对电气元件故障的重视,并及时采取有效措施,以提高电气设备的性能。

3.4 设备开关故障

在发生设备开关故障以后,则会阻碍电气控制系统的正常工作,通常与短路存在紧密关联,在制药设备表面出现破损以后,则会出现漏电情况,对电气开关的性能产生严重危害性。同时在设备开关损坏后,会导致设备开关难以进行有效的控制,无法对正常的接通状态进行维持,促使制药设备停运^[4]。

3.5 电源缺相与电气过载故障

制药设备电气控制系统在出现电源缺相故障时不仅阻碍设备的高速运转,同时极易出现设备损坏情况,增加电气控制系统崩溃几率。通常引起电源缺相故障的诱因为:电源线断路、保险丝熔断、断路器触点接触不良等。电气过载是经过线路的电流、电压在设备的设定的

阈值之上，通常是与电流、电压过大存在紧密关联，在通过电气控制系统电流与电压处于过高水平，则会促使热量逐渐积聚，进而对设备产生损害。

4 制药设备电气控制系统故障预防对策

4.1 加强电气线路控制

在预防线路暴露问题时，工作人员需要对线路外露对制药设备产生的不良影响进行评估，并以相关的要求为基准，对线路铺设方案进行设计，并与制药设备的实际运行状况进行结合，对铺设线路进行适当的调整，保证电气控制系统的多个线路处于理顺的状态下。在进行线路铺设时，工作人员需要严格遵循操作规范，并尽量保证制药设备的线路处于相对独立的运行状态，在后续进行线路拆卸时能够避免对邻近线路产生影响，促使电气控制系统安全性得到提升，确保制药设备的电气线路的良好运行。

4.2 及时排查设备元件故障

电气元件在电气控制系统中具有重要作用，同时是保证制药设备稳定运行的基础，在发现温控器故障时，需要及时停运，并对隐患线路进行更换，避免对温控器运行效果产生影响，同时对温控器性能进行测试，以及及时判定故障修复效果。针对光电传感器故障，可以调整传感器安装位置及调整传感器灵敏度，确保材料处于准确位置。在发生电气设备故障时，通常具有较多风险诱因，需要工作人员进行仔细排查，定期对电气控制系统的电路进行检修，掌握电气设备的性能变化，并做好故障预防方案，确保制药设备的平稳运行。

4.3 PLC故障预防

在PLC日常应用中，可以定期对PLC软件进行更新备份，对原有的程序漏洞进行优化，确保系统内部的完整性。加强对PLC程序编写正确性的检查，以便及时找到程序中存在的不足，并保证设备处于正确连接状态。日常操作中需要注意坚持操作的规范性，避免因错误操作而引起设备故障。对PLC设备的部件进行定期检查，及时明确故障部件所在位置，并进行部件更换，采取预防性、预测性维护的形式，以及时预防设备出现故障。在对PLC进行检查时，同时需要关注电气控制系统中保护装置熔断器的情况^[5]。定期检查PLC的运行环境，通过改善环境温度湿度，清洁灰尘等措施可以延长PLC使用寿命。

4.4 应用绝缘性能较好的电缆

电缆在设备电气控制系统运行中具有重要作用，因此需要选择与制药设备电气控制容量系统相契合的电缆大小，通过应用绝缘性能较好的电阻，能够预防电路外露情况发生，提升线路的稳定性，同时能够对制药设备电路与连接的线路形成保护作用，进而为工作人员的安全提供保障，减少安全事故发生几率。

全提供保障，减少安全事故发生几率。

4.5 加强系统测试

在将制药设备投入生产前，需要针对电气控制系统进行多次、反复的测试，掌握制药设备电气控制系统的测试数据，进行分析以后可提供设备维护参考，确保制药设备电气控制系统运行的平稳状态，可以依据测试结果对电气控制系统的放电、漏电情况进行观察，如果发现制药设备在投入使用前出现放电、漏电情况，则提示制药设备的电气控制系统稳定性相对较差。

4.6 落实设备维护工作

预防制药设备电气控制系统故障的最佳方法是积极落实设备维护工作，进而促使各类故障发生几率不断降低，能够为电气控制系统运行的稳定性提供保障。维修人员需要定期检查设备是否发生老坏情况，针对存在问题的设备需要及时维修，并更换新的设备，以预防电气控制系统故障。例如针对电气控制系统的开关，在进行采购期间，则需要提高对开关表皮材质的重视，如果发现开关出现失灵情况，且无电路问题时，则需要及时对开关进行更换。此外还需要不断强化技术人员的风险意识，定期进行技术培训，以增强技术人员对电气控制系统故障诊断与预防技术的了解，促使维修效率不断提升，还可以构建奖惩机制，给予技术人员物质与精神奖励，激发其工作积极性，提高电气控制系统运行的稳定性。

结束语

综上所述，制药设备电气控制系统与高质量的制药工作关联密切，在技术转型的影响下，促使电气控制系统故障诊断与预防存在一定挑战，因此制药厂家需要加强对制药设备电气控制系统的预测性维护，并结合常见故障问题进行深入诊断、分析，开展故障预测，以减少制药设备停机时间，提高制药设备应用的可靠性与有效性，促使制药质量与效率得到提升，为民众的医疗生活提供良好保障。

参考文献

- [1]符劲松.制药设备中电气系统应用问题及对策[J].中国战略新兴产业(理论版),2019(10):75.
- [2]杨学民.制药企业设备管理的问题与对策分析[J].科技风,2020(8):197.
- [3]成筑丽.我国制药公司制药设备改进策略研究[J].南方农机,2020,51(04): 139.
- [4]陈光磊.制药设备中电气系统应用问题及对策[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(11):111-112.
- [5]袁尚.制药设备中电气系统的应用问题及对策[J].华东科技(综合),2020(9)266.