

# 化工仪表自动控制系统的故障与维修研究

张梦琦

(山东胜睿工程技术咨询有限公司, 山东 东营 257100)

**摘要:** 化工仪表自动控制系统是现代化工生产系统中的重要组成部分。然而, 由于生产环境的复杂性和操作人员的误操作, 化工仪表控制系统往往会出现各种故障, 并对生产效率和产品质量造成影响。技术人员需要根据不同的故障类型采用相应的处理方式, 以保障化工生产过程的正常运转。本文首先对化工仪表自动控制系统进行概述, 而后结合笔者实践经验探讨故障种类, 并针对不同仪表分析相关故障的处理方式, 最后探讨防止控制系统故障的技术, 以期各位同行提供参考。

**关键词:** 工仪表自动控制系统; 故障; 维修

## 一、化工仪表自动控制系统概述

化工仪表自动控制是指对化工生产过程中的各种指标进行全面监控并进行自动调节, 以实现化工生产的安全、高效和稳定运行。化工仪表自动控制系统是由一组相互配合的自动检测、控制、调节装置和相应的信号处理、数据处理、信息传递机构组成的一种先进的自动化系统。通过该系统, 可以对化工生产中的物料流、信息流等多个流程进行实时监控和自动调控, 从而实现化工生产的安全、高效和稳定运行。通常而言, 一个典型的化工仪表自动控制系统通常由以下几部分构成。第一是传感器: 传感器是化工自动控制系统中最基本的组成部分, 它能够将感官所得到的物理量转换成电信号, 并传递给仪表设备。第二, 是控制器。控制器是化工仪表自动控制系统的一个重要组成部分, 负责将传感器收集到的数据反馈给处理系统, 并根据它对化工设备进行自动控制。第三, 是执行机构。执行机构是系统中一个非常关键的组成部分, 它能够实现仪表设备对化工流程的开关、转动、推拉等操作。第四, 是仪表。仪表是仪器设备中用来检测化学反应质量、流量、压力等变量的仪器, 直接影响化工生产的安全和优质。第五, 是通讯网络。通讯网络涉及计算机技术、通信技术、数据库技术等多项技术手段, 可以在化工生产现场辅助操作员实现化工生产过程的精确掌控, 对各项指标的全面监控和管理。

## 二、化工仪表自动控制系统故障种类

### (一) 传感器故障

化工生产中, 传感器对维持设备正常运转中具有至关重要的作用。然而, 传感器可能会出现类似于温度读数不准确、测量范围超出等故障。此时, 技术人员应当是对传感器进行检查维修或更换, 并重新进行校准。

### (二) 连通性故障

在化工仪表自动控制系统中, 连通性故障可能涉及数字通信设备、接口电路和信号线等多个方面。此类连通性故障的常见表现形式是设备失联、自检不通过和通讯中断等状态。技术人员应当仔细检查这些设备的接口和线路, 并在必要时进行更换或修理。

### (三) 执行机构故障

这种故障可能是由于执行机构中的电机电器、机械零部件出现问题导致的, 其解决方法是对故障机构进行更换或维修, 确保执行机构的稳定运行。

## 三、化工仪表自动控制系统故障及其处理方式

### (一) 温度自控仪表故障及其处理方式

#### 1. 单点热电偶常见故障及其处理方式

温度自控仪表的单点热电偶常见故障主要有以下几种。第一,

是接线端子松动或接口松动。接线端子松动或接口松动是常见的单点故障之一, 可能会由于电缆连接不牢固, 导致信号丢失或不稳定, 进而影响到温度测量。处理方式是, 重新检查并紧固接线端子, 检查接口是否松动, 确保电缆连接牢固。第二, 是热电偶与控制器接触不良。在热电偶插头与控制器插座接触处, 可能会出现氧化或腐蚀现象, 这将影响控制器对温度信号的采集。解决方法是, 更换热电偶、紧固连接头、检查热电偶与连接头之间的接触情况。第三, 是热电偶输出信号偏差。这种故障可能由于热电偶老化、连接头氧化、连接线损坏等问题引起。解决方法是, 更换热电偶、清洗连接头、更换连接线。第四, 是热电偶被干扰。在化工生产现场, 其他电子设备的电磁干扰可能会影响到热电偶的正常测量。在化工生产现场, 技术人员需要根据实际情况增加设备维护和定期检查的频率, 及时发现并排除单点热电偶故障, 确保生产过程的可靠性和安全性。

#### 2. 多点热电偶常见故障及其处理方式

首先, 是线缆接触不良。多点热电偶的信号线缆连接不良, 会导致数据不准确。此时, 需要检查线路是否接触良好, 如果有线路松动的情况, 应重新连接线路。其次, 是热电偶金属保护管破损。热电偶金属保护管容易被机械损坏, 如果出现这种情况可能会导致温度数据不准确。当此情况发生时, 需要对该保护管进行更换。再次, 是线缆受到电磁干扰。电磁干扰会干扰线缆中的信号, 可能会导致数据读数错误。此时, 可以采用屏蔽线或降低线路信号幅度的方法来解决。最后, 是热电偶与工作环境不匹配。不同的热电偶适用于不同的温度范围, 如果热电偶与工作环境不匹配, 可能导致读数不准确。因此, 需要根据热电偶的温度范围来选择合适的热电偶。

#### 3. 热电阻常见故障及其处理方式

在化工生产中, 温度自控仪表的热电阻被广泛应用于测量管道、反应釜、烘箱等部分的温度, 其热电阻常会出现以下几种常见故障。其一, 是热电阻老化。热电阻在使用过程中会受到一定的损耗和老化, 导致温度测量误差增加。此时需要更换热电阻或重新校准。其二, 是热电阻连接松动或损坏。在温度变化或振动的环境下, 热电阻连接点容易发生松动或损坏, 导致信号断断续续或者根本无法传输。此时需要重新连接或更换热电阻。其三, 是温度变化过快, 导致热电阻功能下降。热电阻只能在一定范围内进行测量, 如果温度变化过快, 可能导致热电阻将无法实时测量并产生误差。此时需要选用更快速响应的热电阻或加强控制策略。

#### (二) 压力控制仪表故障及其处理方式

化工厂通常使用压力控制仪表来自动监测和调节管道内的液体或气体压力。以下是压力控制仪表的常见故障、原因及其处理方式。

1. 读数不准确, 发生这种情况, 可能是传感器被污染或受到损坏, 需要清洗或更换传感器。

2. 仪表显示异常或不工作, 发生这种情况可能是电源故障或内部电路损坏, 需要检查并更换电源或电路元件。

3. 压力控制不稳定, 发生这种情况可能是由于管道内液体或者气体泄漏, 需要检查泄漏点并适当调整流量。

4. 控制器反应较慢, 发生这种情况可能是控制器参数设置不

当或信号传输中断,需要重新调整参数或检查信号传输系统。

5. 更换部件后仪表读数错误,发生这种情况可能是新部件不兼容原来的设备或者安装不正确,需要更换兼容性更好的备件或重新安装部件。

### (三) 液位自控仪表故障及其处理方式

在化工工程中,液位自控仪表是一项重要的自动化控制设备。然而,由于各种原因,液位自控仪表会遇到一些常见故障。以下是一些常见的故障、原因及其处理方式。

1. 传感器故障。传感器是液位自控仪表中最重要的部件,其常见的故障有信号丢失或者电缆破损等。解决这些问题的方式是,更换传感器或修理传感器电缆。

2. 操作杆故障。操作杆在液位变化时会上下移动,与智能电路板相连,从而形成反馈信号输出给调节器,达到控制液位的目的。如果操作杆卡住或损坏,则会影响液位的控制效果。解决这些问题的方式是,清洗操作杆或更换操作杆。

3. 智能电路板故障。如果智能电路板损坏,则会导致信号传输中断,液位控制停止。解决这些问题的方式是,更换智能电路板。

4. 控制设备与电源故障。当液位自控仪表的控制设备和电源发生故障时,可能会导致液位自控失灵。解决这些问题的方式是检查电源和控制设备是否正常,如有故障需要及时更换。

### (四) 流量自控仪表故障及其处理方式

化工自控仪表,是保证化工生产过程可靠性和稳定性的重要装置之一。流量自控仪表的主要功能是对化工流量进行检测、测量和控制,它的故障往往会导致生产设备失去自动控制能力,造成生产线停机或产品质量下降。以下是流量自控仪表的常见故障以及维修方式。

1. 信号干扰和误差。此时,需要更换过滤器,加装遮盖防护罩,调整电缆方向和通讯协议以保证干扰和误差发生率最小。

2. 控制回路故障。此时,需要检测回路电缆、电源线、钳形电流表,调整输出信号外环。

3. 传感器故障。传感器的故障会导致流量信号的误差,造成流量计算不准确。此时,需要检查传感器的连接线路、清洗传感器或者更换传感器。技术人员需要先使用清洁剂和软布先清洁传感器,若不行,再更换传感器模块。

4. 阀门堵塞。阀门堵塞会导致阀门的开关不能正常操作,从而使流量无法控制。此时,需要清洗阀门,或者更换阀门。

5. 控制器故障。控制器故障会导致控制信号不能正常输出,从而使流量控制不稳定。此时,需要检查控制器的电缆接头及控制器程序等。

## 四、防止化工仪表自动控制系统故障的技术

### (一) 计算机诊断技术

计算机诊断技术是通过将故障分析程序嵌入到自动控制系统中,来检测系统的运行情况,并把系统中的问题与数据库中的相应问题进行对比,从而判断出故障的位置和原因。计算机诊断技术可以帮助技术人员更快地发现化工仪表自动控制系统中的故障,并迅速确定解决这些问题的方案。首先,技术人员可以通过计算机诊断技术准确地确定系统发生故障的时间和原因,缩短停机时间并降低停机成本。其次,计算机诊断技术可以通过对自动化系统进行实时监控,对系统的运行状况进行检查和监控,提前预知潜在的故障源,提示技术人员及早进行维护。再次,计算机诊断技术可以帮助技术人员及时发现仪表存储器中存在的错误,识别瞬态故障和可恢复故障。基于计算机诊断技术的功能优势,技术通常会将其用于检查硬件和软件的故障,以及自动控制系统监测,以保证控制系统的可靠性和稳定性。

## (二) 冗余技术

### 1. 硬件冗余

随着化工工业不断发展,化工仪表自动控制系统也逐渐趋于智能化。自动化控制系统一旦出现故障,就会严重影响整个生产过程的稳定性和生产效率。因此,为了防止化工仪表自动控制系统故障,硬件冗余技术成了目前最常用的措施之一。在实际应用中,技术人员应根据系统的实际情况,选择适合的硬件冗余技术,并进行全面的可靠性测试,以确保系统的高可靠性和可用性,为企业的生产带来更高的效益。具体而言,硬件冗余就是在一个自动控制系统中,增加一些多余的部件或子系统,以保证系统的正常操作,或使其在发生故障时快速恢复操作。使用硬件冗余技术的目的,是提高系统的可靠性和可用性,增加系统的鲁棒性和容错性。当前,硬件冗余技术主要分为冗余系统和备件系统。其中,冗余系统是在一个系统中通过增加多重部件的方式,增强系统的可靠性;备件系统则是通过备份元器件防止故障时的系统中断,提高系统的可用性。在应用硬件冗余技术时,需要考虑以下几个方面。第一,部件的选择。技术人员需要选用具有高可靠性、强耐久性、低故障率的部件。第二,是多重部件的连接。技术人员需要采用一定的连接方式,使得多重部件之间的连接保持稳定,以降低连接中的故障率。第三,是物理位置的布置。多重部件需要分布在不同的位置,从而防止同一地方出现故障,更大程度地保证系统的稳定性和可靠性。第四,是可靠性的测试。对于整个硬件冗余系统来说,全方位的可靠性测试是十分重要的,这可以确保其能够在故障时及时切换到备份部件。

### 2. 软件多重冗余的逻辑表决

软件多重冗余技术是一种行之有效的解决路径,可以提升化工自动控制系统的可靠性和安全性,减少系统故障对生产过程带来的危害。软件多重冗余技术中,逻辑表决是一种极为常用的措施。逻辑表决技术包括两种,它们分别是多数表决和互斥表决。多数表决很好理解,就是将同样的任务交给多个相互独立的执行单元,然后将各个执行单元的结果汇总,只要超过半数执行单元给出的结果一致,就可以认为是有效结果。这种方法可以提升系统的可靠性,但是需要投资更多硬件资源。互斥表决则更为复杂,其基本思想是对某个关键子集进行冗余处理,通过互斥关系来保证在冗余级别不同时,系统总是能够提供一个正确的解决方案。这里的互斥关系可以通过算法/数据结构设计保证,也可以通过在软件/硬件级别上进行物理部署实现。有关逻辑表决的实现,需要将每个执行单元看作是一个分支或子程序,这些分支会产生不完全一样的结果。通过逻辑表决,可以将这些结果组合起来得到可靠的结果。

## 五、结语

在化工行业中自动控制系统的稳定性和准确性对生产过程非常重要。由于各种原因,化工仪表自动控制系统有时候也会出现故障。尽管这些故障往往不会对生产造成灾难性的影响,但是这些故障如果得不到及时处理,仍然会浪费工作时间和资源,增加企业成本。因此,尽早识别故障并及时进行修理,是相关技术人员的重要任务。

### 参考文献:

- [1] 周晓静. 化工仪表自动控制系统故障及其维护技术分析 [J]. 电子测试, 2020 (22): 117-118+59.
- [2] 管孝永, 韦本成, 孟宪霞. 化工仪表自动控制系统故障与维护技术 [J]. 聚氯乙烯, 2019, 47 (12): 19-21.