

Difficulties and Strategies in Process Alarm Management of Fine Chemical Enterprises

Xuezhong Wang Binpeng Gao

Nantong Taihe Chemical Co., Ltd., Nantong, Jiangsu, 226400, China

Abstract

Fine chemical production equipment has special industry attributes such as complex reaction conditions, multiple product types, and unstable reaction processes. If the process alarm value is set improperly, the response is not timely, the response method is incorrect, and the alarm management is excessive, it will lead to the inability to timely correct abnormal production conditions, reduce the safety of the process, and even lead to accidents.

Keywords

fine chemical industry; process alarm; alarm management; alarm dead zone; safety measures

精细化工企业工艺报警管理难点及策略

王学忠 高斌鹏

南通泰禾化工股份有限公司, 中国·江苏南通 226400

摘要

精细化工生产装置有反应工况复杂、产品种类多、反应过程不稳定等特殊的行业属性, 如果工艺报警值设置不合理、响应不及时、响应方式不正确、报警泛滥等报警管理不当的情况, 会导致企业生产工况发生异常时不能及时纠偏, 而降低工艺过程的安全性, 甚至导致事故发生。

关键词

精细化工; 工艺报警; 报警管理; 报警死区; 安全措施

1 精细化工企业工艺报警管理的意义

1.1 提高安全生产水平, 减少事故发生

工艺报警作为工艺参数偏离正常范围后通过特定视觉或听觉感知(声光)给操作人员提醒, 让作业人员及时发现工艺参数偏离并采取措施避免安全事故的发生, 是常用的控制安全生产事故发生的有效手段。

通过合理的报警设置, 一般认为系统发出报警, 与操作人员必须采取纠正措施用以避免后果发生之间的最长时间大于等于5分钟为宜, 允许响应时间越长说明报警值设置越能确保生产安全; 操作人员有足够的时间处置异常, 能够在工况出现异常报警到事故发生临界点之间隔断能量与物料, 最大限度保护生命财产安全, 避免事故发生或减缓事故造成的后果^[1]。

1.2 符合国家相关法规要求

《国家安全监管总局关于加强化工过程安全管理的指导意见》安监总管三〔2013〕88号; AQ/T3034—2022《化

工过程安全管理导则》等相关法规对报警管理都有明确的管理要求。

化工企业应制定工艺控制参数控制范围及报警连锁设定值, 偏离正常工况的后果及处置措施与步骤; 企业应优化报警设置对报警进行分级、分类管理, 定期对报警情况进行分析, 制定整改措施, 减少报警数量。

2 中国精细化工企业工艺报警管理现状

2.1 报警管理制度不健全或执行不力

中国大多数企业都建立了相关报警管理制度, 但制度中缺乏有效的管理流程及操作手段, 也未能明确相应管理职责。特别对因特殊情况如: 装置停车、清洗、仪表设备维修、多功能车间产品切换等报警临时解除与恢复的管理要求欠缺。导致出现报警临时解除后未能及时回复情况多有发生。

报警管理制度要求过于狭义, 未能包含 SIS 系统报警、PLC 系统报警、可燃有毒报警系统报警, 导致部分流程不受控、更改随意。

2.2 无效报警过多

企业报警值设置随意, 绝大多数企业生产装置未设置报警死区, 导致企业报警次数泛滥, 员工在日常操作过程中

【作者简介】王学忠(1989-), 中国安徽阜阳人, 本科, 工程师, 从事精细化工、过程安全管理、工艺设计研究。

对报警习以为常，误报是常态；当真正工况异常，出现报警并没有得到及时处置，导致事故发生，某企业每月发生报警 4200 余次，DCS 操作工因报警声音频繁，竟然将 DCS 操作室内的报警音响关闭^[2]。

很多企业为避免报警频繁将报警值设置为仪表量程的上限，失去了报警设置的意义。

2.3 随意解除报警或修改报警值

很多企业将报警的修改权限设置为“操作员级”，岗位操作工可以随意修改报警值，并未按标准作业规程的要求设定，造成异常工况不能及时发现，从而延误了最佳处置时间。

2.4 对频繁发生的报警缺少记录及分析

部分化工企业对发生的报警未记录，走访过程发现系统内调出的报警记录最长达 80% 未书面记录。有些企业虽然有记录，但是缺乏系统性原因分析，同一处报警每个月都要发生若干次长达 2 年都没有解决；还有一些企业将报警记录放置到操作室，几个月都没有管理人员签字确认，岗位操作工也认为记录的意义不大，索性就不记录了，管理流于形式。

2.5 报警系统缺失日常维护

报警系统的声光显示设备异常，缺乏维护；DCS 操作界面报警值不能显示或设置；报警数据保存时间不足 3 个月等情况也较为普遍。

2.6 工艺报警缺乏培训

对于操作规程中要求的报警值及工艺控制参数缺乏培训，员工不清楚哪些点位设置了报警，对重点控制参数发生偏离的后果不清楚，对重点控制参数发生报警有效的处置规程不熟悉，对工艺报警发生后汇报处置流程不清晰等情况也较多^[3]。

3 精细化工企业工艺报警管理的难点及策略

3.1 难点一：报警值的设定如何设定

第一，通常报警值的设定是根据工艺不同设置取值也遵循规范要求不尽相同，一般来说报警设置值分为：低低（LL）、低（L）、高（H）、高高（HH）分级。

①低报警（L）：工艺参数控制范围低于正常控制指标下限，但不会影响到安全生产，作为提示性报警。

②高报警（H）：工艺参数控制范围高于正常控制指标上限，但不会影响到安全生产，作为提示性报警。

③低低报警（LL）：对于较为重要的工艺参数，宜在低报警之下设定低低报警，作为超出操作范围的二次提醒。

④高高报警（HH）：对于较为重要的工艺参数，宜在高报警之上设定高高报警，作为超出操作范围的二次提醒。

第二，总体来说报警值、工艺控制参数、安全联锁值的设定应该遵循如下原则：

安全联锁 ≤ 低低报警 < 低报警 ≤ 控制范围 ≤ 高报警 < 高高报警 ≤ 安全联锁。

第三，温度报警值设定。

①温度高或高高报警设定一般有如下原则：

MTT 原则：即高或高高设定大于等于工艺控制参数上线，但不应大于 MTT（技术最高温度）。

50K 原则：反应体系物料因加热分解会造成发热现象，高或高高报警设定大于等于工艺控制参数上线，不应大于起始分解温度 -50℃。

最优设置原则：高报警不宜大于控制温度上限的 110%，高高报警不宜大于控制参数上线的 120%。

注：MTT（技术最高温度）对于常压体系，技术最高温度为反应体系的沸点；对于密封体系，技术最高温度为反应体系允许的最大压力对应的温度。

K（开尔文温度）： $T=t+273.15^{\circ}\text{C}$

②温度低或低报警设定。

绝大多数精细化工反应温度越低越安全，一般可以不设定低或低低报警。

如特殊工况需要设定的低或低低报警应不小于体系物质的熔点。

第四，压力的报警值设定。

①设计压力为常压的设备考虑设备承压能力，低与低低报警不应小于 0.2kPaG，高与高高报警不应大于 4kPaG。

②设计压力为承压设备，高线不宜大于工作压力的 120%，高高报警不宜大于工作压力的 130%；高与高高报警都应小于设计压力的 80%。

第五，液位的报警值设定。

高报警不宜大于最大储量的 80%，高高报警不宜大于最大储量的 85%。

低限报警宜根据储罐转出泵的流量计算，发生低报警后预留 15min 以上的转空保护容积，低低报警应该预留 10min 以上的转空保护容积，防止泵空转造成事故。例如某台泵流量为 25m³/h，则储罐的低报警应该 6.25m³，低低报警设置 4.17m³。

第六，其他参数报警值设定。

应该结合工况与相关国家法规统筹协调制定。

3.2 难点二：如何进行报警等级划分

①通过报警分级管理，区分重要的报警可以降低管理成本，抓重点的管理能够有效地消除生产过程中的重大事故隐患。

②后果严重性（未响应可能造成的后果）是指若操作员对某个报警不进行任何响应操作，会发生后果的危害程度。企业可通过危险与可操作性分析（HAZOP）、保护层分析（LOPA）等风险辨识方法，根据报警保护的事故场景确定报警的后果严重性。危害后果可分为临界、大、中或小四种情形：

第一，临界（有人员伤亡风险或对整个装置有严重影响）；

第二，大（有可能造成伤害或对整个装置造成重大影响）；

第三, 中 (对装置产量有显著影响);
 第四, 小 (会因产品不合格造成局部损失)。

③允许响应时间是指为避免异常情况导致不良后果发生, 容许操作员从报警发生到完成正确响应操作之间的最长时间。允许响应时间宜分为以下三种:

- 第一, 立即行动 (不足 5 分钟);
- 第二, 迅速 (5 分钟至 15 分钟);
- 第三, 尽快 (15 分钟以上)。

④确定报警的后果严重性和允许响应时间后根据表 1 确定报警等级。

第一, 一级报警 (紧急报警) 为严重事件报警, 影响企业安全运行, 响应时间短, 需要员工立即采取应急处理措施, 否则可能造成严重后果。一级报警 (紧急报警) 设定数量不宜超过报警总数的 5%;

第二, 二级报警 (重要报警) 为重要事件报警, 生产

运行参数或状态发生重要变化, 需要员工采取适应的措施或重点关注。重要报警设定数量不宜超过报警总数的 15%;

第三, 三级报警 (一般报警) 为除一级报警 (紧急报警)、二级报警 (重要报警) 以外的报警。如果报警长期未正确处理可能对企业正常运行造成影响^[4]。

⑤各企业根据企业管理现状及可接受风险程度选择不同级别的报警发生后对应的管控层级。

第一, 一级报警发生后应该有企业组织技术、设备、生产、安全等相关专业对报警发生的原因进行分析, 制定相应的整改措施。

第二, 二级报警发生后应该有属地单位对报警发生的原因进行分析, 制定相应的整改措施。

第三, 三级报警作为日常统计数据, 对单月发生超过 30 条的报警发生原因进行分析, 制定相应的整改措施。

表 1 工艺报警级别矩阵表

允许响应时间	后果严重性			
	临界	大	中	小
立即行动 (不足 5 分钟)	一级报警 (紧急报警)	一级报警 (紧急报警)	二级报警 (重要报警)	三级报警 (一般报警)
迅速 (5 分钟至 15 分钟)	二级报警 (重要报警)	二级报警 (重要报警)	三级报警 (一般报警)	三级报警 (一般报警)
尽快 (15 分钟以上)	二级报警 (重要报警)	三级报警 (一般报警)	三级报警 (一般报警)	三级报警 (一般报警)

3.3 难点三: 如何压降报警的数量

3.3.1 设定报警死区

报警死区是工艺报警的重要属性, 主要用来消除由于工艺测量点反复越限制造成的大量报警。设定死区后, 测量点触发工艺限值报警后, 如果测量点的变量值在报警死区范围内波动, 就不会恢复报警, 也不产生新的报警, 如果变量值离开死区范围内, 则先恢复原来的报警, 再产生新报警。不同参数的死区设置范围如下:

- ①流量的死区设置范围 (操作范围百分比): 5%;
- ②液位的死区设置范围 (操作范围百分比): 5%;
- ③压力的死区设置范围 (操作范围百分比): 2%;
- ④温度的死区设置范围 (操作范围百分比): 1%。

3.3.2 定期组织分析

通过系统自带的导出功能, 定期将报警数据导出 (建议一周一次), 对频繁发生的报警发生的原因进行分析, 制定整改措施, 原因的分析步骤和原因筛选流程如下:

报警值设置是否合理 → 仪表是否故障 → 规程是否完善 → 工程设计是否合理 → 管理措施是否到位的 5why 原则进行筛选分析。

3.4 难点四: 如何制定报警解除与恢复流程

①企业应该建议完善报警解除与恢复的流程, 报警值的修改都应该在审批流程完成后有专业人员实施。

②企业应该设置报警值修改的权限, 操作员级别无修改权限。

③涉及危险场所如: 重大危险源、危险工艺等应该提高审批等级。

④报警的解除与恢复应由多专业共同审核 (包括但不限于: 生产、工艺、电仪等) 技术负责人审批。

⑤企业宜使用数字化管理系统管理报经审批流程提高审批效率。

4 结语

报警管理作为过程安全管理的重要组成部分, 一个卓越的工艺报警管理体系能够及时发现工况偏差, 员工提前干预工艺过程, 避免事故发生造成损失。当然优秀的管理体系需要各专业管理人员群策群力, 在日常的企业运行过程企业高层领导应该确立报警能够消除的信心, 制定阶段性目标与责任人。定期回顾报警管理成效与不足, 及时调整和改造策略。从而改善企业安全管理现状, 提高安全管理水平, 保护人员生命与财产安全。

参考文献

- [1] 高斌鹏. 精细化工项目的本质安全设计[J]. 化工设计通讯, 2020, 46(11): 103-104.
- [2] 中华人民共和国应急管理部. 化工过程安全管理导则[S]. AQ/T 3034-2022.
- [3] 中国化学品安全协会. 化工企业工艺报警管理实施指南[S]. T/CCSAS 012—2022.
- [4] 程春生, 秦福涛, 魏振云. 化工安全生产与反应风险评估[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.