

# 化工安全仪表系统工程设计和应用

刘学民

中石化工程造价有限公司 山东 青岛 266520

**摘要:**安全仪表系统(SIS)是针对生产过程的工艺参数、物料温度、压力、流量、液位等主要的操作参数和安全连锁指标进行检测,并与其安全连锁系统进行信息交互,通过监测和控制,避免危险事件发生或扩大,它是保证生产过程安全的重要措施。基于此,本文详细分析了化工安全仪表系统工程设计和应用策略,以供参考。

**关键词:**化工安全仪表;系统工程;设计和应用

引言:化工安全仪表系统(SIS)是对化工生产过程中的安全装置进行实时监测,当出现异常时,SIS发出报警信息,通过计算机、网络通讯等设备对报警信息进行处理,实现对安全装置的远程控制,及时发现安全隐患,提高化工企业的安全生产水平。随着我国经济建设的不断发展,化工行业在国民经济中扮演着越来越重要的角色。然而化工企业在生产过程中会产生一些有毒有害物质,对人的身体健康产生不利影响,甚至危及到生命安全。因此,将SIS应用到化工生产中可以有效提高化工企业的生产效率和经济效益。

## 1 化工安全仪表系统的作用

### 1.1 提高化工生产安全水平

安全仪表系统的应用可以将化工生产的危险性和危害程度降到最低,可以有效地减少事故发生率,降低事故造成的损失。首先,化工安全仪表系统可以对化工生产过程中的温度、压力、流量等数据进行监测,如果这些数据出现异常,那么就会发出警报,并通过相关措施对异常进行解决。其次,在化工安全仪表系统运行过程中,相关人员可以利用数据进行分析,找出导致异常的原因,从而对异常进行处理。

### 1.2 保障人员生命安全

化工生产具有易燃、易爆、有毒的特点,如果生产装置出现泄漏,极易发生火灾、爆炸事故,造成人员伤亡和财产损失。为了确保安全生产,我国制定了一系列的安全管理规定。其中包括对化工企业安全生产的要求,以及对相关人员的人身安全保护规定等。而化工安全仪表系统是一种为保障化工企业安全生产而设计的重要设备,可以及时、准确地将危险信号传递给相关工作

人员,使其采取相应措施。这样可以大大提高工作效率,降低事故发生概率。同时也可以使工作人员在危险来临之前迅速撤离现场,减少危险带来的危害,保证人身安全。

### 1.3 有利于实现科学管理

实现对安全仪表系统的科学管理,最主要的就是要对系统进行定期维护、检修,将故障消灭在萌芽状态。对此,要加强对安全仪表系统的监管力度,使其在设计阶段就可以考虑到企业的生产实际情况。加强对企业安全仪表系统的管理,将其纳入到企业日常安全管理工作中去,制定相应的制度,进行严格的考核。化工安全仪表系统可以大大提高化工企业生产的安全性,减少事故发生几率,降低生产成本。从目前来看,国内许多大型化工企业都已经安装了化工安全仪表系统。由此可见,化工安全仪表系统在我国化工行业中有着广阔的发展前景。

## 2 化工安全仪表系统的设计原则

### 2.1 及时性原则

安全仪表系统(SIS)应能及时地发现设备或生产工艺发生的危险情况,并采取相应的措施。对可能引发危险的关键生产工艺参数、物料状态等,应在SIS中有明确记录,SIS应在SIS硬件或软件设计时,考虑将其设定为控制系统安全完整性等级的一部分,并采取必要的措施防止可能引发危险的关键生产工艺参数、物料状态等失控。SIS硬件应具有报警和连锁功能,以防止事故扩大。为使SIS硬件有足够的反应时间和裕度,SIS硬件应采用冗余设计。当硬件失效时,SIS可继续运行一段时间,以便在外部故障排除后恢复运行。当系统内发生严重事故时,应能自动关闭系统并报警。

### 2.2 独立性原则

独立原则是指安全仪表系统应与其它控制系统具有同等的独立性,包括安全性和可靠性。独立性要求仪表系统与其它控制系统之间的连接应尽可能少,可选择使

通讯作者:刘学民,出生年月:1971年7月,民族:汉,性别:男,籍贯:天津,单位:中石化工程造价有限公司,职位:经理,职称:工程师,学历:大专,邮编:266520研究方向:仪表专业。

用模块化结构的连接方式。独立原则要求安全仪表系统必须采用标准协议（如OPC）通信。对于重要的控制对象，应采用冗余的安全仪表系统，在一个安全仪表系统失效时，不会影响其它安全仪表系统的正常运行。独立原则还要求安全仪表系统在与其它控制系统组成联锁时，应满足两个原则：一是应采用相同的控制策略；二是必须有相同的执行机构<sup>[1]</sup>。

### 2.3 经济性原则

在安全仪表系统设计中，必须遵循经济性原则。在这一原则的指导下，需要对系统的功能和结构进行合理的规划。同时，也要对安全仪表系统的投资进行评估。一般来说，安全仪表系统投资包括两部分，一是硬件成本，二是软件成本。需要对这两个部分进行综合考虑，从而确定安全仪表系统的整体方案。在安全仪表系统硬件投资中，要综合考虑到安全保护系统硬件选型、控制逻辑、过程检测等因素。在进行控制逻辑设计时，根据控制要求以及工艺要求等方面来确定安全保护系统的执行机构以及相关参数。在软件投资方面，要充分考虑到整个控制系统的架构和数据采集以及运行方式等因素，对控制软件的功能以及数据采集、处理等功能进行合理规划与设计。在保证数据采集准确性的基础上，还要提高整个安全仪表系统的运行效率和可靠性。

### 2.4 完整性原则

在安全仪表系统中，安全完整性是指系统的所有组成部件必须是完整的。一旦系统的组成部件有任何不完整的地方，安全完整性就可能受到破坏，那么系统就不能保证其安全性，在任何情况下都可能存在不安全因素，甚至发生灾难性事故。完整性原则是保证系统安全性的必要条件，同时也是其出发点。完整性原则要求在整个安全仪表系统中必须保证所有组成部件的完整性，而不是仅仅保证其中某一部分元件的完整性<sup>[2]</sup>。

### 2.5 互操作性原则

由于安全仪表系统的功能不同于传统的安全设施，因此其应能与其它安全设施相互兼容。目前国际上流行的一些标准对此有一定的规范。例如《工业过程控制系统及相关设备通用设计技术要求》、美国国家标准与技术研究所（NIST）对“互操作性”制定了明确的定义，它是指不同系统之间的信息交换和通信。当系统之间进行通信时，其协议和通信方式应确保互相兼容，从而能够实现两个或多个系统之间的互操作。而在DCS、FCS、SIS等安全仪表系统中，同样需要遵循互操作性原则，因为这是实现安全控制的基础。由于安全仪表系统有多种类型，因此其设计也有不同的方法和方案，这就需要采

用不同类型的安全仪表系统实现互操作性。目前，世界上各大仪表制造商都推出了自己的安全仪表系统，但是由于其标准、协议和接口不统一，这就造成了在工程应用中存在一定的困难。为了避免这种情况，国际电工委员会 IEC推出了《工业过程控制系统及相关设备通用设计技术要求》。在进行安全仪表系统设计时，一定要遵循标准中有关互操作性的要求<sup>[3]</sup>。

## 3 化工安全仪表系统的应用策略

### 3.1 安全识别系统的应用

安全识别系统是通过对化工生产中的各类风险进行分析，从而通过对相关的安全措施进行研究和应用，提高化工企业生产安全。在化工生产过程中，存在很多潜在的安全风险，在这些潜在的安全风险中，有些风险是可以通过采取相关的措施进行消除的。因此在化工生产过程中，必须对存在的潜在安全风险进行识别。识别潜在危险是通过生产过程中各类数据信息进行收集和整理，然后结合相关规定对危险因素进行分析和研究，确定有针对性的解决措施，从而降低潜在危险，这一过程就是识别系统的应用过程。

### 3.2 监控组态

监控组态系统在组态过程中，主要采用的是OPC（OLE for Process Control）技术。OPC技术可以将现场仪表与PLC、DCS、触摸屏等进行连接，利用这些设备进行数据采集、数据处理等工作，同时可以实现设备的远程控制 and 故障诊断。该技术还可以应用于生产现场，实现对设备运行状况的实时监控。在OPC技术的帮助下，监控组态系统中的安全仪表系统可以实现对设备运行状况的实时监测。具体而言，当控制系统检测到某个参数出现异常时，OPC系统会将信号传输给PLC，由PLC对数据进行处理，并通过人机界面显示出来。在此过程中，人机界面不仅可以显示出数据的变化情况，还可以同时显示出报警信息和故障信息。在监控组态系统中，还可以通过OPC技术与其他系统进行连接，实现对现场仪表信息的采集和控制。例如，当安全仪表系统检测到某个参数发生异常时，PLC会向OPC系统发出指令，由OPC系统对该数据进行处理和显示<sup>[4]</sup>。

### 3.3 通信接口设计

在安全仪表系统中，通信接口是实现安全仪表系统与控制室进行数据交换的主要手段，其在整个系统中发挥着至关重要的作用。当前，在化工生产过程中，化工安全仪表系统采用的通信方式主要有三种：一是RS232串行通信接口；二是Ethernet现场总线通信接口；三是以太网通信接口。在选择仪表系统时，应综合考虑通信接

口的类型、数量、可靠性等因素。根据相关标准规定,在工业控制领域,在一般情况下,仪表系统采用RS232串行通信接口与控制室进行数据交换;当仪表系统采用Ethernet现场总线与控制室进行数据交换时,需要保证信号传输速率符合一定的要求。同时,还应满足信号传输的稳定性和可靠性要求。如果采用Ethernet现场总线技术进行数据交换,则需要对总线的拓扑结构进行合理设计,并且确保总线与控制器之间具有较强的兼容性。另外,在选择仪表系统时应结合实际情况进行综合考虑,如果采用工业以太网技术进行数据交换时,需要保证网络通讯的稳定性和可靠性,以确保整个化工安全仪表系统的正常运行。

### 3.4 操作站软件开发

在自动化系统中,操作站软件开发是最为复杂的部分,在实际开发过程中需要结合化工企业生产特点,综合考虑安全仪表系统应用策略,并制定操作站软件开发方案。化工安全仪表系统中,操作站软件的开发主要包含两个部分:一是建立操作站数据库;二是开发操作站软件。在实际工作过程中,需要将这两个部分结合起来进行开发。首先,建立操作站数据库。为了保证数据库的准确性,在实际工作中要做好数据库设计工作,并对其进行分类和编号。可以根据数据类型将数据分为基本数据、过程数据以及故障信息等。然后,开发操作站软件。为了使操作站软件更好地适应化工企业生产特点,要对其进行适当的改进。首先是提升软件的可靠性和安全性,减少人为操作的错误;其次是采用分布式结构设计理念进行设计开发,实现安全仪表系统的一体化;最后是制定操作站软件开发方案。为了保证软件开发质量和效率,要制定合理的开发计划。在实际开发过程中,还要对操作站软件进行二次开发,如增加故障信息数据库、安全仪表系统组态等内容<sup>[5]</sup>。

### 3.5 连锁保护功能实现

连锁保护功能是安全仪表系统的核心功能,其目的是在最大程度上避免危险的发生。连锁保护功能的实现,主要是通过安全仪表系统的报警和连锁保护功能实现,包括:(一)在工艺流程中,由于操作人员失误或设备故障等原因而造成严重后果时,安全仪表系统立即发出报警信号。(二)当工艺设备的操作状态发生变化时,安全仪表系统通过逻辑运算后,将自动发出连锁保护信号。连锁保护功能包括:1.液位连锁:当液位超过预定值时,安全仪表系统发出连锁报警。2.紧急停车控制:当设备出现故障、异常情况或紧急情况时,安全仪表系

统可立即发出紧急停车信号。3.连锁保护功能:当发生事故时,安全仪表系统能自动进行连锁保护功能,将危险状态隔离在设备和装置之外。

### 3.6 安全连锁控制策略

在化工生产中,安全连锁控制策略的应用可以有效保障生产过程的安全性。安全连锁控制策略主要有以下几种:第一,最简单的方式是将安全仪表系统和其他自动化系统相结合,实现整个系统的连锁控制。第二,利用过程变量来对工艺过程进行调节和控制。第三,在特定条件下对生产工艺进行改造,从而提高整个生产过程的安全性。第四,在极端情况下,可以通过安全连锁控制策略将工艺过程中的危险源进行隔离,从而保障整个生产系统的安全性。第五,在安全仪表系统中设置有安全连锁控制策略的执行机构,一旦出现危险信号时会自动将其消除。第六,安全仪表系统和其他自动化系统之间可以进行实时通讯<sup>[6]</sup>。

结语:化工安全仪表系统设计和实施要充分考虑企业的生产工艺、设备的技术特点,采取合适的工程方法,满足工艺和设备的要求。同时要加强安全管理,提高员工安全意识,形成企业安全文化。化工仪表系统的设计和实施要遵循相关标准、规范和法规,严格执行相关标准和法规要求,严格按照相关标准和法规要求进行设计和实施。化工安全仪表系统设计是一个系统工程,它涉及到多个专业、多个部门、多个层次,涉及到安全仪表系统各部分、各环节之间的协调配合。因此在设计时要充分考虑工艺控制与安全仪表系统的关系,以保证生产工艺过程的安全性。只有在满足工艺控制要求的前提下,才能选择合适的安全仪表系统方案,才能确定安全仪表系统的类型和配置。

### 参考文献

- [1]田文娜.化工安全仪表系统工程设计和应用[J].化工设计通讯,2022,48(06):70-72.
- [2]刘冰洁,王力功,齐岳,易超,李飞.化工安全仪表系统工程设计和应用[J].电子技术与软件工程,2020(23):97-98.
- [3]余国胜.化工安全仪表系统SIS的工程设计分析[J].化工管理,2020(06):203-204.
- [4]赵银保.化工安全仪表系统检验检测[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(23):58-59.
- [5]陈正南.LOPA在化工安全仪表系统SIL定级中的应用[J].化工管理,2021(02):123-124.
- [6]周燕,王钰.石油化工安全仪表系统的设计与可靠性分析[J].化工设计通讯,2020,46(10):63-64.