

化工企业紧急切断阀设置及优化研究

尹法波^{1,2} 宋肖苗³ 周超^{1,2} 高海龙^{1,2}

1 青岛欧赛斯环境与安全技术有限公司

2 中国石油大学(华东)安全环保与节能技术中心

3 中国石油大学(华东)化学化工学院

DOI:10.12238/jsse.v3i2.13465

[摘要] 紧急切断阀(ESV)是化工企业中关键的安全设施之一,主要作用是在突发的危险情况下迅速切断介质流动,以防止事故扩大,保护人员、环境和设备的安全。本文讨论了紧急切断阀的定义、类型、功能及应用,阐述了紧急切断阀在不同领域的设置要求和相关标准,并分析了常见问题及优化建议。通过对紧急切断阀设计、选型、安装、维护的深入探讨,本文提出了确保其有效性和可靠性的优化措施,尤其是在防火措施、执行机构选择及阀门位置等方面,以提高紧急切断阀在化工企业中的安全性和应急响应能力。

[关键词] 紧急切断阀; 安全设计; 化工企业; 泄漏防控; 事故防范

中图分类号: TU972+.4 **文献标识码:** A

Research on the Setting and Optimization of Emergency Shutoff Valves in Chemical Enterprises

Fabo Yin^{1,2} Xiaomiao Song³ Chao Zhou^{1,2} Hailong Gao^{1,2}

1 Qingdao OSAIS Environmental and Safety Technology Co., Ltd.

2 China University of Petroleum (East China) Safety, Environmental Protection and Energy Conservation Technology Center

3 College of Chemistry and Chemical Engineering, China University of Petroleum (East China)

[Abstract] Emergency Shutoff Valves (ESV) are critical safety devices in chemical enterprises, designed to quickly cut off the flow of media in emergency situations to prevent accidents from spreading and protect personnel, the environment, and equipment. This article provides an overview of the definition, types, functions, and applications of emergency shutoff valves, discusses the installation requirements and relevant standards in various fields, and analyzes common issues and optimization recommendations. By exploring the design, selection, installation, and maintenance of emergency shutoff valves, this paper proposes optimization measures to ensure their effectiveness and reliability, especially in fire protection, actuator selection, and valve positioning, thus enhancing the safety and emergency response capability of emergency shutoff valves in chemical enterprises.

[Key words] Emergency Shutoff Valve; Safety Design; Chemical Enterprises; Leakage Prevention; Accident Mitigation

引言

紧急切断阀(Emergency Shutoff Valve, ESV)是化工企业中的重要安全设备,其主要功能是在事故发生时及时切断危险介质的流动,以防止事故蔓延,确保人员、环境及设施的安全^[1,2]。随着化工生产装置的日益复杂化,紧急切断阀的设置和应用也变得更加多样化,尤其是在涉及易燃、易爆、有毒或腐蚀性物质的处理和储存过程中,紧急切断阀的作用至关重要^[3]。然而,尽管紧急切断阀具有明确的功能和设计要求,在实际应用中仍然面临一些问题,例如防火措施不足、执行机构选择不当、阀门关

闭时间过长等,这些问题影响了阀门在紧急情况下的响应速度和可靠性^[4-7]。因此,本文将深入探讨紧急切断阀的设计与应用,分析其常见问题及相应的优化建议,以提升化工企业应急响应能力。

1 紧急切断阀的认识

1.1 紧急切断阀的定义。在工业实践中,许多人常常将“紧急切断阀”(Emergency Shutoff Valve, ESV)与特定的阀门类型或远程控制系统挂钩,认为只有通过远程操作或必须配合安全仪表系统(SIS)来实现其功能。实际上,紧急切断阀的定义远比

这一局限要广泛。

紧急切断阀并不是某种专用的阀门类型,其核心功能是在紧急情况下及时关闭流体通道,防止危险物质泄漏后的后果扩大。所以从阀门类型来看,闸阀、球阀、蝶阀等均可作为紧急切断阀,前提是能够有效实现切断功能。从功能上来讲,紧急切断阀就是紧急情况下可以关闭阀门。紧急切断阀广泛应用于多个场景,以有效隔离泄漏风险,确保生产安全。在介质的选择上,紧急切断阀主要适用于液化烃、操作温度超过自燃点的可燃液体、易燃液体、可燃气体及有毒介质等。它可以有效隔离可燃、易爆、有毒或腐蚀性物质,避免其外泄或着火对环境、人员及设施造成二次危害。

1.2 紧急切断阀与联锁阀的关系。从广义上讲,所有联锁阀都可视为紧急切断阀的一种。狭义上,二者没有必然联系,按照独立保护层理念,联锁阀属于安全仪表的范畴,泄漏隔离阀属于应急响应的范畴,具体关系见图1。但在特定场合中,联锁阀可以兼具紧急切断阀的功能。

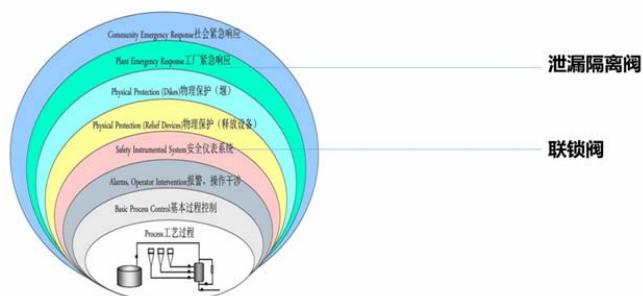


图1 紧急切断阀与联锁阀的关系

1.3 紧急切断阀的操作方式。紧急切断阀可以根据具体要求选择手动或远程控制方式。远程切断阀通常可以通过现场或中控室远程操控,动力源可以是气动、电动或液动。控制方式可以通过DCS、SIS、SCADA、硬连线等多种方式实现,不一定非要通过SIS控制系统。

1.4 紧急切断阀的类型。紧急切断阀根据其控制方式、结构类型和工作条件可以分为几种类型:(1)手动紧急切断阀。手动紧急切断阀适用于需要手动就地操作的阀门,通常安装在地面或平台易操作处,操作简单直观,但响应时间较慢。通常设置在设备较为简单、事故频率较低的区域,常见于较小型的液化气储罐、设备进出口管道等。(2)现场动力紧急切断阀。现场动力紧急切断阀适用于动力就地操作的阀门。通常安装在在地面或平台易操作处。该类紧急切断阀通过电动、液压或气动执行器操作,在阀门上有启动按钮。(3)动力远程紧急切断阀。远程控制切断阀是通过远程控制系统实现的阀门,通常用于操作不便或存在高风险的区域。这类阀门可通过DCS、SIS系统或现场操控来启动,适用于无法现场操作或操作人员不易靠近的装置。

1.5 紧急切断阀操作方式的选择。根据相关标准(如GB 50160等),紧急切断阀操作方式的选择要综合考虑以下因素:

(1)介质类型:可燃、有毒或不可燃;(2)安装距离:例如

泵与阀门的间距大于15m时,手动阀即可满足要求;若装卸设施距离阀门超过10m,手动阀也可使用;(3)管道规格与压力等级:对于管径较大或压力较高的系统,远程切断阀可能更为合适。(4)如果切断的介质为易燃易爆物质,泄漏后人员无法靠近,建议优先采用远程控制紧急切断阀。尤其对于液化烃,强烈建议所有紧急切断阀均采用远程控制方式,以确保安全。

无论是在设计、选型还是安装时,考虑到介质特性和设备规格等因素,将有助于确保紧急切断阀在实际应用中的有效性和可靠性。

2 紧急切断阀的设置情形与标准

紧急切断阀的设置必须根据不同场景和设备的安全要求来确定。根据各类标准和规范,总结紧急切断阀在主要应用场景中的设置应符合以下原则:

2.1 生产装置中的紧急切断阀。在化工生产装置中,紧急切断阀主要用于防止设备泄漏和火灾蔓延。根据《石油化工企业设计防火标准》(GB 50160-2008),液化烃、氨气等易燃易爆物质的处理设施中,进出口管道必须配置紧急切断阀,特别是当这些装置的容积超过一定标准,应安装具备遥控功能的阀门。

2.2 储罐区的紧急切断阀设置。储罐区作为化工企业的重大危险源区域,紧急切断阀的设置尤为关键。对于液化气储罐、大型储罐等,必须在进出口管道上设置紧急切断阀,并考虑远程控制功能。

2.3 装卸设施的紧急切断阀设置。在装卸区,特别是对于罐车、火车、码头等装卸设施,应设置紧急切断阀,以应对装卸过程中发生的火灾或泄漏事故。

2.4 管道系统与高压设备的紧急切断阀设置。对于输送可燃气体或液化烃的管道系统,尤其是厂际管道长距离输送、压力较高时,必须在进出厂区的管道上安装紧急切断阀。这些阀门应具有手动和远程控制两种功能。

2.5 LNG系统中的紧急切断阀设置。在液化天然气(LNG)生产、储存和运输系统中,《液化天然气(LNG)生产、储存和装运标准》(GB/T 20368-2021)规定,在气化器和气化系统的LNG入口应设置至少一个手动或自动切断阀,以应对管道失压、火灾等异常情况。

3 紧急切断阀设置需要考虑的问题

在设置紧急切断阀时,需综合考虑以下因素:

3.1 阀门的基本要求。在选择紧急切断阀时,阀体的选型至关重要。一般而言,球阀、闸阀和蝶阀适用于开关阀功能,但应避免使用截止阀。对于公称通径(DN)≤200的阀门,推荐选择球阀或闸阀;而对于公称通径(DN)>200的阀门,则宜选用闸阀、三偏心蝶阀或双偏心高性能蝶阀,以确保更好的密封性和切断效果。

材质方面,阀门本体通常选用铸钢或锻钢,且应与管道材质等级保持一致或更高;与介质接触的部件的材质应与阀体相匹配。对于泄漏要求,紧急切断阀的泄漏等级应符合API Std. 598或FCI 70-2 V级标准。防爆要求方面,安装于爆炸危险区的阀门

及其电气部件(如执行机构、电磁阀等)必须满足相关防爆等级的要求。

3.2紧急切断阀的安装位置。紧急切断阀的安装位置对于确保其在紧急情况下能够及时发挥作用至关重要,应根据不同设备和设施的特点进行合理布局。

对于罐泵隔离阀,应尽量将其安装在靠近设备本体的位置;对于装卸设施,尤其是装卸鹤管附近的管道,应将紧急切断阀设置在距离鹤管至少10米的地方;在液化烃储罐的应用中,紧急切断阀应安装在储罐进出口管道的靠近储罐本体的位置;对于大型储罐,对于大型储罐的紧急切断阀应尽量将阀门设置靠近储罐根部,设置在储罐与软连接之间,并采取适当的防水击措施,以减少潜在的风险和事故蔓延的可能性。

3.3执行机构。执行机构可以是气动、电动或液压型,手推气动型。执行机构的设置需要遵循以下两个原则:在发生故障(如动力或信号中断)时,阀门应处于安全位置,即故障安全;火灾环境下,阀门应能处于安全位置,即火灾安全。

3.4防火要求。并不是所有的紧急切断阀均需采用防火措施,只有处于防火分区的紧急切断阀应具备防火措施,以确保在火灾或事故状态下能够及时关闭。

3.5阀门的关闭时间。从理论上讲,紧急切断阀的关闭越短越好,结合相关规范和紧急切断阀所能达到的性能,一般紧急切断阀的关闭时间应不超过阀体尺寸的3倍(秒),且不超过10秒。

3.6阀门的关闭方式。紧急切断阀可以通过四种方式关闭:阀门本体关闭、现场远程关闭、控制室关闭、联锁关闭。尽管标准中对所有紧急切断阀没有明确要求,从安全的角度出发,采用了远程控制的阀门,宜同时具备阀门本体关闭、现场远程关闭、控制室关闭三种方式。

4 紧急切断阀设置的常见问题及优化建议

尽管紧急切断阀的设置具有严格的标准和要求,但在实际应用中,仍存在一些常见问题,这些问题可能影响阀门在紧急情况下的有效性,因此对其进行总结及提出对应的优化建议。

4.1防火措施不足。在防火分区内的紧急切断阀应有防火措施,事故状态下应能及时关闭。许多紧急切断阀未按照标准设置足够的防火措施,尤其是在高风险的防火分区内。这些阀门在发生火灾时可能无法及时关闭,导致泄漏物质扩散或火灾蔓延。

优化建议:建议在设计和安装时,严格遵循防火分区的要求,对阀门采取有效的防火保护措施,以确保阀门在火灾情况下仍能可靠工作。

4.2执行机构选择不当。在一些紧急切断阀的设计中,阀门的类型的选择没有充分考虑到系统的实际需求。在一些需要设置远程紧急切断阀的场景,现场仅设置手阀,导致在紧急状况(如液化烃大量泄漏、着火)时,人员无法靠近关闭阀门,导致事故的扩大。

优化建议:建议根据涉及的介质、管径、工艺条件、现场

的布置,合理选择阀门的类型,并确保其具备足够的可靠性和响应速度,以确保阀门在紧急情况下能够及时、安全地关闭。

4.3阀门关闭时间过长。紧急切断阀应在事故发生后尽快关闭,然而阀门关闭时间往往受到管道管径、压力等级等因素的影响。一些设备,如一些改造的阀门增加气动或电动马达,关闭时间长达30秒到1分钟,这不符合紧急切断的快速响应要求。

优化建议:根据《石油化工自动化仪表选型设计规范》设计时应选择快速关闭的阀门,并优化执行机构和驱动系统,确保及时可靠的关闭。建议将阀门尽量靠近泄漏源,缩短反应时间。

4.4维护管理不到位。紧急切断阀可能因电气、气动系统故障或阀体老化等原因而发生失效。

优化建议:建立监控、定期维护和测试机制,确保设备处于良好状态。根据功能安全要求,紧急切断阀应定期进行功能测试,并记录测试结果。

5 结论

紧急切断阀作为化工企业重要的安全设施,其设置和应用对预防事故、保护人员和环境安全至关重要。本文通过对紧急切断阀认识的阐述,明确了其在不同情况下的设置要求;同时,针对设置出现的常见问题,提出了相应的优化建议,以确保其在紧急情况下能迅速、可靠地发挥作用,帮助企业进一步提升紧急切断阀的有效性和可靠性,从而增强整体安全保障水平。

【参考文献】

- [1]郑昊.紧急截止阀在石油化工工程中的设计探讨[J].山东化工,2024,53(12):210-212+219.
- [2]Akhundov E F,Fataliyev V M,Aslanov E A,et al.INCREASING EFFICIENCY OF OPERATION OF SHUT-OFF VALVES IN PIPELINES[J].In.
- [3]杨云飞.液化LNG系统中紧急切断阀的应用分析[J].山西化工,2024,44(11):183-185+216.
- [4]李俊.紧急切断阀部分行程测试功能的实现方式与适用性分析[J].石油化工自动化,2024,60(05):57-63.
- [5]彭健才,张长银,陈晨,等.石化储罐区紧急切断阀执行器的防火保护研究进展[J].安全,2024,45(06):58-62.
- [6]Erkinjonovich A Z, Abdujalilova S S, Aminjonovna A I, et al. Fire Prevention Using an Automatic Shut-off Valve[J]. Central Asian Journal Of Mathematical Theory And Computer Sciences,2023,4(8):91-94.
- [7]Chinyaev I R,Fominykh A V,Ilinykh E A.Method for Determining the Closing Time of the Shut-off Valve[C]//Proceedings of the 7th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2021)Volume II 7.Springer International Publishing,2022: 752-760.

作者简介:

尹法波(1981--),男,汉族,山东青岛人,本科,高级工程师,研究方向:化工安全。