

# 制氢站电气防爆设备选型与安装规范研究

杨丽薇 刘良雨

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司, 陕西西安, 710065;

**摘要:** 制氢站电气防爆设备属于氢能生产场景的核心安全体系, 其质量会直接左右制氢站的运行安全性、防爆可靠性以及生产功能, 在当下制氢站电气防爆设备选型与安装过程中, 仍然存在诸如防爆等级不匹配、设备选型出现瑕疵、安装工艺存在偏差之类的常见安全问题, 这些问题极大危及场站的运行安全, 本文依照制氢站电气防爆设备的安全特性, 全面论述防爆电气设备、防爆接线设备、防爆保护设备这三类核心设备所持有的常见安全问题, 并且剖析问题产生的原因, 从而明确各个阶段安全管控的重点之处, 进而给规范制氢站电气防爆设备选型与安装、加强安全管控供应一些参考。

**关键词:** 制氢站; 电气防爆设备; 安全问题; 管控要点; 安装规范

**DOI:** 10.69979/3060-8767.26.05.009

## 引言

制氢站电气防爆设备是氢能生产系统的安全屏障, 要抵御氢气泄漏引发的爆炸燃烧风险, 质量好坏关乎民众生命财产安全以及社会公共利益, 如今氢能产业极速发展, 规模化制氢和高压制氢场景变得越发常见, 所以对电气防爆设备的安全要求也就越来越高。但是在选型与安装的时候, 由于设备参数、材料性能、人员技术水平以及管理水平等诸多因素的影响, 电气防爆系统仍然存在不少安全隐患, 比如防爆失效、接线不规范、接地不够可靠之类的问题, 要是不能及时加以控制, 就很有可能引发爆炸安全事故, 带来很严重的后果, 规范管控对于保证制氢站电气防爆设备安全运行十分关键, 只有准确找出安全问题, 清楚管控重点, 并加强过程控制, 才能够有效地防止安全隐患出现, 使得电气防爆设备质量达到设计和规范所要求的标准。所以, 深入剖析制氢站电气防爆设备选型与安装常见安全问题及其产生原因, 理清安全管控的重点, 这对改善制氢站的整体安全水平有着非常重要的实际意义。

## 1 制氢站电气防爆设备的安全特性与管控原则

### 1.1 防爆设备的核心安全特性

制氢站电气防爆设备的安全特征会直接左右其防爆能力与运行性能, 主要可总结为三个方面, 第一是防爆安全性, 电气防爆设备作为制氢站防燃防爆的关键部分, 要具有足够的隔爆、增安及本质安全性能, 可以承受氢气浓度超标、电火花、静电等各种风险诱因, 在规定的使用期限内不会出现爆炸、燃烧之类事故, 这便

是防爆设备最为关键的安全标准。第二是运行可靠性, 防爆设备要在氢气环境和生产荷载长时间的影响之下, 维持防爆性能的稳定, 抵御壳体腐蚀、密封失效、线路老化等现象的破坏, 达到制氢站设计的使用年限, 从而削减后期运维的费用。第三是适配合规性, 防爆设备的等级参数、接口精确度、密封完整性等都要合乎设计规范, 给后面的系统调试、生产运行创建良好的根基, 保证制氢站的生产功能得以正常发挥, 满足氢能生产的实际需求。

### 1.2 防爆设备安全管控的核心原则

防爆设备安全管控要按照科学、严谨、全面的原则来执行, 这样才能保证管控工作既精准又有效, 从而保障场站的安全和稳定, 其一, 预防为主原则表明, 安全管控应覆盖防爆设备选型与安装的整个阶段, 包含设备入库、安装工艺调控直至成品检测等环节, 事先察觉可能存在的安全风险, 并采取相应的防范手段, 把安全隐患扼杀于初始阶段, 免除因后续修正而产生的额外费用及安全隐患。其二, 精准管控原则指出, 由于防爆设备各个类别、各安装步骤具有不同的安全特性, 所以要关注关键工序、重点区域以及容易出现问题的地方, 制订出多种管控计划, 精确把握住安全控制的重点之处, 从而加强管控工作的指向性和实际效果。其三, 要形成起“问题识别-原因剖析-整改执行-复查验收”这样的循环管控体系, 对于找到的安全问题务必紧密跟进其整改情况, 保证彻底完成整改并经由复查确认, 创建起完备的管控控制流程, 防止安全问题存留。

### 1.3 安全问题的主要成因分析

制氢站电气防爆设备选型与安装出现安全问题,是由诸多因素共同影响所致,大致可归结为三个方面,其一为设备因素,即防爆设备质量存在瑕疵,这是造成安全问题的底层缘由,比如防爆壳体、密封元件、导电部件等用于防爆制作时,其性能未达到标准,又或者防爆等级、防护规格与设计需求不符,元器件的绝缘等级过低等等情况,这些都会致使防爆设备性能下滑,进而产生各种安全瑕疵。其二为安装因素,安装工艺缺乏规范性,操作失误也是引发安全问题的关键所在,譬如在设备安装过程中若密封处理不均匀,接地措施未得到落实,线路敷设位置偏移,防爆间隙不够,接线施工时密封饱满度不理想,固定方式出错等情形发生,就会引发系统性的安全问题。其三为管理因素,项目管理体系存有漏洞,安全监管不力同样是安全问题的主要诱发因素,施工单位若没有形成完备的安全管理体系,安装巡查只是走走过场;监理单位未能切实履行监督责任,不能及时察觉并纠正安装过程中的安全问题。

## 2 制氢站电气防爆设备选型与安装常见问题分类解析

### 2.1 防爆电气设备常见安全问题

防爆电气设备属于制氢站防爆系统的主要类型,它存在的常见问题涵盖等级、性能及可靠性这三个方面,其一,防爆等级与适配性存在短缺状况,即防爆等级未能达成设计标准,这大多是因为设备选型出现错误、参数核对不够严谨、安装环境与防爆级别不匹配所造成的,这种情况会削减系统的防爆能力,危及到场站的运行安全性;其二,设备如果缺少足够的密封性能,就极易出现缝隙、漏气、密封失效之类的瑕疵,不但影响防爆效果,而且会造成设备绝缘性能变差,使得内部元器件容易遭受氢气侵蚀而失效。其三,失效隐患现象:防爆性能衰减属于最普遍的安全通病,大致包含密封老化失效、静电积聚隐患以及电火花隐患,密封老化失效往往由于防爆密封材质不合理、安装处理不到位而引起;静电积聚隐患产生于设备安装之后,其接地与跨接不规范,从而产生静电风险。

### 2.2 防爆接线设备常见安全问题

防爆接线设备属于防爆电气系统的关键连接部件,其质量状况会直接左右整体防爆系统的安全性能,常见的问题大概包含三个方面,首先,接线设备的选型和配置存在问题,比如接线盒的规格、防爆等级以及密封方式均未按照设计要求来执行,如果接线盒直径偏小、等

级短缺或者密封方式错误,就会减小系统的防爆、隔爆能力。其次,接线敷设出现偏差,密封长度缺少、固定长度缺乏,这会影响到电流的稳定传递,损害到系统的整体性。再次,防爆密封的厚度要么不够、要么超出标准范围,密封层过薄时,氢气极易渗入,而密封层过厚,则会使接线的有效散热空间缩减,从而影响到设备安全。线路连接存在质量问题,若线路连接方式违反了相关规范,譬如防爆接头未达标、密封压圈的拧紧力矩不够,那么接头的防爆性能就会小于设备自身性能,进而成为系统防爆的薄弱之处。连接接头的位置如果布置不合理,往往集中于爆炸危险区域最大的地方,这样就容易造成隐患积聚,使得系统出现防爆失效。接线发生绝缘破损现象,其表面会出现破皮、划痕,这主要是由于密封保护短缺或者不够密实,使得氢气和空气得以渗入并与线路相接,还有的是因为使用了不符合防爆要求的辅材所造成的。

### 2.3 防爆保护设备常见安全问题

防爆保护设备常被用在制氢站防爆系统的安全防护当中,其常见的安全问题大多集中在保护性能和稳定性这两方面,保护器件存在质量问题:器件保护等级没有达到设计标准,主要是由于选型配比不合理以及参数设置不均造成的,这会影响到保护系统的整体性和防爆能力;保护密封度不够,特别是关键部位密封度差,会造成保护器件之间的防爆衔接力小,容易产生失效和隐患,从而影响到系统的稳定性。保护装置组配及构造存在问题:保护装置组配方式有误,存在漏配、错配或者断连等情况,这些都会破坏保护系统的整体性,使得结构的防爆性能和稳定性下降;而且,接地保护、等电位联结之类的防爆保护措施并未按照设计要求来施工,比如接地钢筋绑扎不规范、导体连接不够密实、接地截面尺寸偏小等等,这样就会减小防爆保护系统的安全能力,在遭受氢气泄漏风险的时候极易发生爆炸现象。

## 3 制氢站电气防爆设备选型与安装安全管控要点

### 3.1 施工前期安全管控要点

施工前期处于防爆设备安全控制的关键阶段,管控工作要重视源头把关,给后续安装质量形成基础,设备原材料质量管控方面,要仔细核对防爆设备的质量证明文件、防爆合格证、检测报告等等,保证设备规格、性能符合设计要求,对于防爆壳体、密封元件、接线设备这些重要设备,实施见证取样送检,检测合格之后才能

使用,还要督促施工单位创建设备进场验收台账,执行溯源管理,防止不合格设备进入施工现场。施工方案和技术交底管控方面,要审查施工单位制定的防爆设备安装施工方案,重点关注关键工序、关键部位的安装工艺、安全控制措施是否符合规范和设计要求,也要监督施工单位开展技术交底工作,让施工人员了解安装工艺、安全标准以及操作要点,特别是防爆设备固定、密封处理、接地安装等关键工序的技术交底要传达给每个操作人员。施工设备及人员的管控方面,要检查施工单位所用的安装工具、检测设备、紧固设备等是否完好无损,计量设备是否已校准,以确保设备性能符合施工需求,还要查看施工人员的资质证书,特别是像防爆安装工、电工这样的特种作业人员,必须持有相应证件才能上岗,并且要监督施工单位展开安全教育培训活动,从而加强施工人员的安全意识及其操作技能。

### 3.2 施工过程安全管控要点

施工过程对于防爆设备安全质量的形成十分关键,管控工作要着重关注关键工序和关键部位,并加强过程控制,防爆电气设备安装管控方面,设备安装前,要管控核查支架安装是否牢固、安装位置、固定尺寸等是否符合设计要求;还要核查设备选型参数是否经由核对确定,安装过程是否严格按照规范执行;安装过程中,要管控密封是否严密、安装顺序是否规范,防止出现漏封、过封等情况;安装完成后,要管控施工单位按照规范要求开展密封检查,保证密封质量和密封方式符合标准,以免防爆设备产生失效隐患。防爆接线设备安装管控方面,在线路加工阶段,要管控核查线路的规格、尺寸、绝缘性能是否符合设计要求,加工质量是否达标;在线路敷设阶段,重点在于管控线路的间距、走向、密封厚度、搭接长度、固定长度等是否符合规范,接线固定是否牢固;在接头连接阶段,要管控核查连接方式、接头位置、接头质量是否符合要求,对于防爆接头、密封连接实施见证取样送检,以保证接头质量合格。

### 3.3 施工验收安全管控要点

施工验收是防爆设备安全控制的最后一道防线,管控工作要严格按照规范标准来执行,保证验收质量,分项工程验收管控:防爆系统各个分项工程,比如防爆设备安装、接线工程、接地工程做完以后,要管控施工单

位实施自检,自检合格之后再报送监理单位去做验收;还要管控监理单位依照规范标准来进行验收,重点关注分项工程的安全控制资料以及实体质量是否达标,只有验收合格之后才能够进入到下一道工序的施工当中。隐蔽工程验收管控:对于像接地敷设、预埋件安装这样的隐蔽工程,要管控施工单位事先告知监理单位来做验收,验收合格之后才能实施隐蔽;而且还要管控验收人员着重检查隐蔽工程的施工质量,譬如接地的规格、数量、截面尺寸、预埋件的位置、固定方法等等,保证隐蔽工程质量符合设计和规范的要求,并保留好验收记录以及相关影像资料。分部工程验收管控:当防爆系统分部工程完成之后,要督促施工单位整理并完善安全控制资料,其中包含设备检测报告、安装记录以及分项工程验收记录等。还要促使建设单位牵头由设计、施工、监理单位展开分部工程验收,重点关注防爆系统的实体质量、观感质量及其安全控制资料,对于验收过程中出现的安全问题,要管控施工单位在指定时间内予以纠正,纠正完毕后再重新组织验收,从而保障防爆设备质量达标。

## 4 结语

制氢站的电气防爆设备安全属于场站安全的核心部分,关乎氢能生产的安全性能及其运行年限,防爆电气设备、防爆接线设备以及防爆保护设备都是防爆系统的主要组成形式,出现安全问题的原因比较繁杂,要从设备、安装、管理等诸多方面实施综合性防范措施。安全管控对于保障防爆设备安全十分关键,应当按照“以防为主,精确管控,形成闭合回路运作”的原则,以后,氢能技术持续发展,新型防爆设备形式和安装工艺会不断出现,安全管控工作要跟上脚步,更新管控方法,改良管控的准确性,保障制氢站的运行安全,助力氢能产业达成高质量发展。

### 参考文献

- [1]卢晓昭.石油化工业防爆电气设备安装质量控制研究[J].中国设备工程,2023,(15):222-224.
- [2]赵一翀.石油化工业企业电气防爆设计分析[J].化工管理,2023,(08):114-116.
- [3]蔡玉华.石油化工业防爆电气设备安装质量的控制[J].化工管理,2021,(17):105-106.