

火力发电厂热工仪表自动化的安装及现场故障分析

沈俊杰

浙江华业电力工程股份有限公司

摘要:随着火电发电行业的现代化发展,其生产系统的自动化程度在不断提高。自动化热工仪表是火力发电厂运行中的重要仪表设备,对于火力发电厂的生产安全会产生较大的影响。火力发电厂应高度重视自动化热工仪表的安装工作。同时,热工仪表也是火力发电厂生产系统中较易发生故障的自动化设备。本文将探讨自动化热工仪表的安装要点,并结合热工仪表的运行实践对其故障成因进行分析,在此基础上提出相应的故障排查处理建议,以确保火电厂生产安全高效。

关键词:火力发电厂;热工仪表;自动化安装;现场故障分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.23.070

火力发电厂是重要的能源生产企业,其生产效率以及运行的安全性和可靠性将直接关系到社会经济发展的稳定性。目前我国的火力发电厂已经基本实现了自动化以及机械化作业,其生产效率和质量得到了明显的提高。在火力发电厂的自动化生产控制系统中,热工仪表是关键性设备,其对安装技术水平、安装质量都有较高的要求。同时,一旦自动化热工仪表发生故障,则会严重影响火力发电厂的正常生产作业。因此,火力发电厂应指派专业技术人员从事自动化热工仪表的安装工作,准确掌握其各项安全要点。火力发电厂还应注意总结自动化热工仪表的实践运行经验,对发生概率的常见故障问题进行全面的分析,科学判断故障成因,并采取有针对性的故障处理措施,以尽快排除现场故障,恢复火电发电系统的正常运行,减少故障损失,从而为火电发电厂创造更大的经济效益和社会效益。

一、火力发电厂自动化热工仪表安装要点

(一) 安装热工仪表设备要点

火力发电厂应指派专业技术人员来进行热工仪表的自动化安装。工作人员在正式安装前应首先对自动化热工仪表的外观进行检查,确认设备是否完好无损。安装人员还应按照设备说明书对设备指标参数进行复核,以检测仪表各项定值均与说明书以及相关技术标准相符。安装前还应检查相关配件是否齐全,检查无误后才能开展安装施工。在安装过程中应严格遵守各项操作规程,按照说明书规范操作,一次性完成热工仪表的安装施工。目前火力发电厂中常用的热工仪表系统一般由测量表、取源部件、控制中心以及设备管路配套部件等共同构成。其中在安装取源部件施工时,施工人员严格按照主设备以及仪表管道内壁位置来准确控制压力原部件

端部。在焊接按照时应做好预热以及焊口的热处理,且在对焊口进行冷却时采用自然冷却方式。焊接按照作业应严格遵守相关作业指导规范,保证焊接质量。施工人员进行电偶保护管施工时应先抽出热电偶芯,对其外观和质量进行查验复核,确认无误后才能将热电偶插入。同时,如热电阻以及热电偶为插入式时,其保护钛管在介质内的插入深度应与主管道的管径相适应。当主蒸汽管道的管径在250mm以内时,插入深度一般应控制在70mm以内;而当管径达到250mm以上时则应将插入深度适当加大。当管道介质为流体时,且其管径在500mm以内时,应按照1/2管径来控制插入深度;否则则应将插入深度控制在300mm左右。而当管道介质为烟风或者风粉混合物时,应按照外管径的1/2或者1/3来控制插入深度^[1]。在回油管道上安装测温元件时,则应确保其测量端能够全部浸入到介质内。

(二) 铺设安装管路要点

管路安装是热工仪表系统安装施工中的重点环节之一。安装前施工人员应彻底清理管路内部,以防止管路内部有杂物残留,造成管路堵塞。在完成清理后应临时封闭管端,以避免其受到二次污染。同时,安装人员应检查管路外观是否存在破损、变形以及被腐蚀等现象,且应确保其类型型号和尺寸规格均与设计标准相一致。如在检查中发现管路存在质量缺陷时,应及时进行更换处理,以保证热工仪表自动化安装施工质量。在安装管路施工时,施工人员应按照施工图布局将管路敷设至指定位置。施工中如遇到施工图内未明确标出管路布设点位时,施工人员应与设计单位进行沟通协调,或者是根据施工现场的实际情况选择最短路径来敷设管路。同时在敷设施工时应充分考虑后期管理维护作业的需要。不得在潮湿位置布设线路。在管路安装施工中,应尽量避免存在交叉现象,如受客观条件必须交叉布设时,则应将交叉点设置于隐蔽位置。

在正式安装施工时,施工人员应结合管路起点、热工仪表设备安装和保温要求以及保护箱位置等因素来合理确定管路支架的安装位置。在需要对支架进行开孔处理时一般应采用电钻或者切割机切割等方式。一般不得采用火焊工艺。在安装过程中应保证位置准确,固定牢固且外观整齐美观。同时应确保仪表管的坡度能够达到设计标准要求。如热工仪表设备配件不允许安装支架时,应采用抱箍固定方式,也可以通过U型螺栓等将其固定牢固^[2]。在安装支架施工时应根据管路敷设方式合理控制其支架间距。此外,严禁在高温高压设备或者后

期还需要拆卸的设备上按焊接支架。

在弯制仪表管施工时应采用冷弯工艺，且应准确控制弯曲半径。在完成弯制后应对仪表管外观进行查验，以确认是否有凸坑或者裂缝等存在，且弯曲断面椭圆度一般应控制在10%以内。在对需进行成排安装的管路进行弯制加工时，应确保其弯曲弧度相同。

在敷设成排管路施工时，一般应采用对口焊接工艺，且应以V型来设置焊口，V型箭头方向则应与介质流向方向相一致。安装人员应在已固定好的支架上依次排好导管，并通过管卡等将其固定牢固。在安装气体介质的测量管路时，应注意控制其倾斜方向和坡度，以确保管内介质能够顺畅箱设备以及主管道流回。如需要采用地下敷设方式，或者需要进行穿墙时，安装人员应在导管外设置保护套，以防止导管受损。敷设导管时还应注意管道热膨胀等问题，可以采取设置补偿措施等方式来保证导管运行的安全性。

在固定仪表管时，安装人员应选择可拆卸型卡子等配件，且应根据管径大小使用相应规格的管卡，以确保固定牢固可靠。安装人员也可以使用镀锌螺丝等。在完成热工仪表自动化系统的导管安装后，施工人员方可按照施工图来敷设线缆。线缆的敷设应采用分层敷设方式，且在一个线槽盒内不能同时有动力、信号或者控制等不同类型的电缆。此外，按照人员还应做好电缆的接地以及屏蔽处理。线缆接地一般应采用单端接地方式，且所有接地均应设置在集控室盘一侧。如果在线缆中存在接头时，按照人员要做好屏蔽层的设置，且应加强绝缘处理，确保屏蔽能够连续，从而为自动化热工仪表系统的高效、准确运行奠定良好的基础。

（三）安装调试热工仪表要点

1、单体调试要点

完成热工仪表的自动化安装施工后，安装人员还应做好管路的吹扫以及试压工作，以防止管道内有杂物残留，对管路的信号传输产生干扰或者导致管路出现泄漏等问题，影响仪表检测数据的准确性。之后，安装人员应对单体热工仪表设备进行调试，以确保其安装正确，设备线路运行状态良好，预警提示等信号的发送和接收正常。单体检测应采用连锁检测方式，且应就地选择测点，并开展信号模拟发射以及实际发射试验，确保信道畅通。

2、联动试运行要点

火力发电厂在全部自动化热工仪表系统的安装施工完成后，应开展全系统的试运行，以便进一步检测调试设备参数，以测定设备各项定值是否能够达到设计标准，且系统施工能够正常运行。在试运行过程中还应加强对远程操作系统以及现场操作系统的分别测试，确认所有按钮以及关键性设备施工能够正常运行。联动试运行的连续测试时间应符合相关及时规范要求，在测试时间段内连续运行良好后才能确认设备验收合格。

二、火力发电厂自动化热工仪表常见现场故障处理措施

（一）火力发电厂自动化热工仪表常见现场故障类型

1、自动化热工仪表的密封型现场故障分析

所谓密封型故障也就是自动化热工仪表系统出现粉尘、液体或者潮气等侵入仪表内，导致仪表电气回路发生短路故障，这是火力发电厂的自动化热工仪表系统现场故障中发生概率较高的一类故障。导致密封性故障发生的主要原因主要包括进线设计缺陷、设备安装缺陷以及设备组配件质量缺陷等。如热工仪表设备及其管路的接线盒的上进线设计不合理，或者在安装施工中未能对电缆线孔进行有效的密封处理、未能合理设置线缆开孔位置等，均有可能导致粉尘、液体或者潮气等从未密封位置侵入到仪表系统内^[3]。此外，部分火力发电厂在自动化热工仪表的安装施工中，未能严格按照设计要求选择具有较高防水性能以及耐高温性能的密封圈等配件，也会导致仪表设备在长期运行后出现密封不严的现象，进而引发设备故障。

2、自动化热工仪表的腐蚀型现场故障分析

由于火力发电厂中自动化热工仪表的运行工况条件较为恶劣，在长期运行后，仪表设备的外壳往往会受到腐蚀，如果未能对存在外壳腐蚀的仪表设备及时进行更换处理就有可能导致设备发生螺丝或者外壳松脱等情况，进而影响仪表内部，导致设备发生故障。同时，由于在火力发电厂中大多是通过直接测量法来获取热工数据，这使得热工仪表必须接触或者局部接触被测介质，但有些介质存在一定的腐蚀性，这也会加大热工仪表受到腐蚀损害的概率。一旦火力发电厂的设备维护检修人员未能做好设备的检修工作，对损耗较为明显的热工仪表及时进行维护和更新，就会对仪表检测数据的准确性产生不利的影响，并进而导致系统发生故障。

3、自动化热工仪表的回路型现场故障分析

由于火力发电厂自动化热工仪表系统的就地设备位置相对分散，且需要进行远距离信号传输，因此在系统中需要通过多个接线盒进行转接传输，系统回路较为复杂，因此比较容易发生故障问题。导致火电厂热工仪表自动化系统发生回路故障的原因有很多，但大多是由于安装操作不当等因素而造成。例如在系统线缆的安装施工中为了正确连接线路、未能做好接地出现、由强电串入、存在多点接地现象、未做好电缆的连续屏蔽处理以及线路设备接触不良等，均有可能引发回路故障。一旦自动化热工仪表系统发生回路故障，不仅会对仪表数据的准确性产生较大的影响，而且能够造成设备受损等情况，给火力发电厂带来较大的经济损失。

4、自动化热工仪表的破坏型现场故障分析

在自动化热工仪表系统的运行过程中，破坏型故障是较为常见的现场故障类型之一。所谓破坏型故障也就

是指热工仪表设备出现突发性的损坏,导致火力发电厂的生产系统无法正常运行。导致破坏型故障发生的原因有很多,例如仪表设备存在质量问题,在安装施工时操作不当或者所使用的仪表设备型号类型与火力发电系统运行要求不相符等。具体来说,如火力发电厂自动化热工仪表系统中的传感装置受到外力冲击而发生切容积故障、跳变故障,或者是自动化系统中积存了煤粉等杂物,导致系统在到达临界点后发生故障。如果在压力测量系统安装中所使用的压力表型号错误,或者未能规范进行缓冲管的安装,也会导致系统发生破坏型故障。

(二) 火力发电厂自动化热工仪表现场故障判断方法

1、科学分析故障前后自动化热工仪表记录数据差异

一旦火力发电厂的热工仪表自动化系统发生故障时,检修人员为快速准确的判断故障类型、确定故障位置,必须科学分析故障发生前后热工仪表所获取的各项数据信息,并结合火力发电厂的生产条件、生产工艺以及热工仪表的质量性能等进行综合性的研判,对比数据前后变化情况,特别是对于故障前后存在明显差异的数据应重点分析以异常原因,以便以此为依据来判断故障成因以及确定故障点位。

2、科学分析自动化热工仪表故障参数

同时,在现场故障发生时,自动化热工仪表的自身参数也会发生一定的改变。检修人员应调取系统数据,并与设备说明书中的相关参数进行对比分析。检修人员可以采取绘制曲线图等方式来了解仪表参数的变化趋势和波动幅度等情况,以便更准确的掌握数据的异常变化,并判断现场故障发生的原因,从而采取更有针对性的故障排查处理措施。

(三) 不同类型热工仪表故障类型的防范处理对策

1、处理密封型故障的有效措施

为避免热工仪表设备发生密封性故障,在采购仪表设备和配件时应选择质量性能较高的产品,特别应注意选择具有较好耐久性的密封垫圈等配件。在热工仪表的安装施工中,安装人员应合理确定线缆导管的开孔方向和位置,且应重点做好相关部位的密封处理。在日常的检修维护工作中,检修人员要加强对密封圈的检查,对存在老化和明显磨损的密封圈要及时进行更换。

2、处理腐蚀型故障的有效措施

检修人员应在日常的维护检修工作中加强对设备外观的检查,对于腐蚀性介质环境下的热工随机而要重点检查其外壳是否有裂缝存在,且应定期做好设备的清垢处理,以防止腐蚀性介质损坏设备。

3、处理回路型故障的有效措施

回路故障是火力发电厂的自动化热工仪表系统发生概率较高的一类现场故障,其对热工仪表会造成严重的破坏,并会直接影响火力发电厂的正常生产经营活动。

因此为降低回路故障发生的概率,在设备安装阶段就应提高线路敷设的合理性,简化回路结构,并确保线路连接准确无误,不得出现错连或者漏连等问题。同时,应做好线路的屏蔽处理,避免在系统运行过程中出现信号传输错误,对回路工作产生不利的影 响。当火力发电厂的自动化热工仪表系统发生回路故障时,由于其故障点的排查存在一定的难度,因此检修人员应采用分段检测方法,以提高故障点位确定的效率。在确定了故障点位后,检修人员可对故障段采取局部断电检修方式,以控制故障影响范围,减小故障损失。

4、处理破坏型故障的有效措施

由于火力发电厂热工仪表自动系统破坏型现场故障的发生具有较强的突发性,因此做好故障预防措施是降低此类故障发生概率的主要途径。在热工仪表的选项中既要严格遵守相关技术规范要求,还要与火力发电厂的生产运行实际情况相适应,科学选择相应类型型号的热工仪表以及配件等。同时,在安装热工仪表施工时,应提高施工操作的规范性和准确性,且应根据设备运行工况采取相应的防护措施。例如在安装传感器时,如其所在位置比较容易受到煤块冲击时,则应为传感装置增设防护盖或者防护罩。而对于火力发电厂自动化热工仪表系统中比较容易出现煤粉堵塞情况的区域则应采取增设吹扫设备等方式,以减少破坏型故障的发生。此外,在破坏型故障发生后,检修人员应根据数据变化等准确确定故障设备和位置,并对损坏设备进行更换。完成设备更换后要注意做好安装调试工作。

三、总结

热工仪表是火力发电厂自动化生产控制系统中关键设备。火电发电厂应高度重视热工仪表的自动化安装工作,加强对安装操作规范性的监督管理,确保安装人员能够熟练掌握安装技术要点,有序开展安装作业。在完成热工仪表设备以及相关管路的安装工作后还应做好管路吹扫清理以及设备的调试,并要通过试运行来确保热工仪表设备能够正常运行。同时,火力发电厂的维护检修人员也应加强对热工仪表在现场运行过程中的常见故障的总结分析,全面了解各类型故障成因,且应在现场故障发生时快速准确判断故障成因,以便采取有效的故障排查处理措施,从而为火力发电厂生产系统的安全高效运行提供可靠的保障。

参考文献

- [1] 尹小波. 火力发电厂热工仪表自动化的安装及现场故障分析[J]. 百科论坛电子杂志, 2019(11): 532.
- [2] 李晨晖. 火力发电厂热工仪表自动化的安装及现场故障分析[J]. 科学与信息化, 2020(17): 99-100.
- [3] 武闻慧. 火力发电厂热工仪表自动化的安装及现场故障分析[J]. 百科论坛电子杂志, 2021(9): 2952.