

冶金分析检测行业风动送样系统管道技术浅谈

芮琦 郭峰 万春华 姚岚 (马鞍山钢铁股份有限公司检测中心, 安徽 马鞍山 243000)

摘要: 风动送样系统在冶金及相关行业中已有广泛而成熟的应用, 带来了运送时间短、成本低、劳动强度小的明显优势。本文对该系统中管道部分在本企业中的建设应用与维护经验进行了总结。

关键词: 风动送样; 管道

风动送样系统, 是一种已在国内外冶金及其他行业广泛采用的一种快速试样运送系统。其利用压缩空气或氮气作为动力, 驱动承载试样的罐体在预制的管道中快速移动。国内外很多大型钢铁企业采用风动送样系统进行检测试样的输送^[1, 2]。马钢股份有限公司检测中心目前通过多套风动送样系统, 将大量的原燃辅料、冶炼过程试样从前道制样工序或生产现场送往分析实验室进行检测。这些系统的正常运行对生产和检测过程节约了大量的时间及人力物力, 是支撑马钢高效生产的重要环节。

连续紧凑、不允许轻易中断的生产任务节奏, 长距离、复杂环境的管道自有特点, 意味着风动送样管道建设须在追求长寿命、高可靠目标的同时兼顾低成本、低维护的要求。如何维护好担负输送重任的风动送样管道系统, 以及如何总结过往经验, 建设距离更长、故障更少、寿命更长的风动送样管道系统, 是我们一直在思考与探索的问题。

1 管道铺设路径设计

风动送样管道铺设遵循《工业金属管道设计规范》(GB50316-2000(2008版))对管道的布置要求执行。从工程成本控制及后期维修便捷性考虑, 风动送样管道一般为地上管道。管道布置应符合标准中8.1地上管道的相关要求。部分特殊环境或条件限制下可设计在沟内或埋地。马钢检测中心的风动送样管道暂无遇到这样特殊要求的情况。

因风动送样管道具有特殊的使用与维护特性, 在建设之初选择管道铺设路径时, 一般需考虑如下原则: ①多直线少拐弯; ②易于维修; ③远离有易燃物、高温、危险设备等危险条件的区域。

总结已有管道维护历史中故障发生位置, 约九成位于弯管以及其前后连接直管处。当样罐在管道中运动时, 弯管内壁外侧支撑速度最高可达25m/s, 金属样罐的转向, 二者碰撞摩擦产生显著振动, 可能导致如损耗严重的样罐罐盖脱落、耐磨钢环开裂、部分种类样罐表面小直径螺丝松脱等, 继而造成堵管故障; 弯管外侧在长期使用中因剧烈摩擦导致管壁变薄, 可能会破裂漏气, 导致炮弹停滞; 少数较小颗粒的样罐或试样碎片无法跟随气流越过数米的管道上升段, 易积留于垂直段管道下方, 样罐经过时可能造成堵管; 弯管对样罐有一定减速作用,

较多弯管不利于试样的快速传递。而在直管段, 样罐可以几乎毫不受阻的滑动甚至近似悬浮前进。故新建管道路径应尽可能减少不必要的弯道, 如有条件应改弯为直, 改大弯为小弯, 如将两个连续的90°弯管改为两个45°弯加小段直管, 可以有效降低故障发生概率, 降低维护成本。

风动送样管道的任何管段在使用过程中都存在发生堵管故障的可能性, 故路径选择时需着重考虑其对后期维修工作开展难度的影响。风动送样管道一般选择利用收发两点间现有管道通廊、支架铺设。若沿途无可用通廊或桁架, 为了便于安装作业及后期维护, 一般将风动送样管道设于现有大直径管道上方, 或与其他并排铺设的多条管道布置于同一层或上方。若管架上多个位置均满足上述条件, 优先选择较低位置布置管道。管道沿途支架上已有的检修廊道、平台亦是风动送样管道布置时可以加以利用的要素。将风动送样管道设计在便于人员停留作业的位置, 有助于故障发生时快速排障。

2021年9月1日, 修改后的《安全生产法》正式施行, 新修订内容强化了生产经营单位的安全生产责任。笔者作为风动送样系统建设的组织管理者和运行维护的策划者, 必须在组织作业前对相关作业内容涉及的安全要素进行更为谨慎详细的研究。风动送样管道施工与维护, 涉及动火作业、高空作业、临时用电、吊装作业四项特种作业内容, 作业人员可能面临高温、易燃物、粉尘、危险设备、恶劣气候带来的安全威胁。

如非必要, 风动送样管道在路径设计时应尽可能避免经过有易燃物、高温、危险设备设施等特殊条件的区域, 其较恶劣的生产环境可能给安装和维护人员的作业带来困难。在有易燃物的区域, 作业人员须杜绝使用电焊机、切割机、角磨机等可能产生高温和火花的设备, 只能采用预制件和螺栓制作支架, 管道接口只能采用法兰盘连接, 作业难度大幅上升, 且后期运行潜在故障点增加, 维护工作量增加。高温对于光纤、控制电缆、控制气管、电磁阀会造成不利影响, 导致寿命降低、失效或烧毁。在高温、危险设备设施区域作业时须辨识相关危险源, 将作业时间与该部生产周期相错, 以保障人员安全, 避免烫伤、中暑、碰撞、缠绕、挤压等事故发生。由于安全管理程序的要求, 对在上述区域安装和维

护作业的人员存在较大限制,工作周期被迫延长,来自工程建设时间节点以及保产要求的压力骤然提升。

故如存在多条管道布置路径方案,或路径设计变更后成本增加可接受,则应尽可能避免使风动送样管道设计途径上述区域。

2 管道铺设工艺

检测中心目前在用两种规格风动送样管道,分别为 81mm*3mm*6000mm 和 76mm*4mm*6000mm 两种规格。近 10 年来新建风动送样管道选型均为前者,主要为满足进口自动化检测分析系统要求,以及减少储备件种类,提升维护维修效率。

马钢检测中心的风动送样管道采用符合 GB/T3639-2009《冷拔或冷轧精密无缝钢管》标准的无缝钢管。管道出厂前经过酸洗钝化处理,并在安装前先涂刷铁红(云铁)环氧底漆或红丹环氧底漆,再涂刷白色或灰白色面漆。

管道连接处采用套管焊接或法兰连接的方式。套管采用 90mm*3.5mm 无缝钢管切割成的 100~150mm 分段。法兰盘为按照风动送样管口规格专业定制。在直管段,因发生堵管的概率极低,主要选择套管连接的方式,以提高管道的整体性、封闭性,节约成本与安装作业时间。为了便于快速维修,直管段每隔 30m 左右的管道对接采用法兰盘连接方式。试样罐在弯管处堵塞的概率相对较高,为了快速查找堵塞点以及排障,一般弯管前后的管道接口都采用法兰盘连接。

风动送样管道系统的弯管采用同型无缝钢管弯制,主要采用 R1500mm 和 R2500mm 两种规格的弯管,由厂商通过专用弯管设备冷弯制成,并经过归圆处理。R1500mm 弯管主要用于制作风动送样系统收、发站上方第一弯,也可用于管道铺设途中要求苛刻,大直径弯管放置困难处。如非必要,管道铺设过程中优先使用较大直径弯管,以减小试样罐与弯管内壁碰撞力,有利于试样罐运动存速,降低堵管故障发生率,提升试样罐使用寿命。在面临空间狭小、管道常规铺设困难的情况时,宜结合现场实际,灵活切割、旋转、组合弯、直管,最终绕过障碍。

管道在铺设焊接前,应在地面对管口内侧做倒角处理,1×45°即可。该步处理主要是为去除管口毛刺,并减少对接管口时的轻微错位导致管口对试样罐的刮擦伤害。同时检查管口圆度,如发现装卸过程中碰撞导致管口变形,应将形变管段切除。经过所有地面加工处理步骤后,最终起吊前应对管道进行通罐试验,即测试试样罐是否能在重力作用或铁丝牵引下顺利通过管道。该步骤目的是检验管道质量,并清除管道内残留异物,确保管道通畅无碍。所有弯管包括组合弯,都必须通过该项试验后,再进行铺设安装。笔者几年前参与一项风动送样管道建设工程时,因作业单位未严格执行通管试验

要求,一段外观良好、内部通径不合格的钢管被铺设上架,完工测试时试样罐无法通过该处,事后的故障原因排查耗费了 2 天时间。

出厂状态、未经过二次切割加工的无缝钢管,其管口截面与轴线具有非常良好的垂直度,而在现场二次切割的管口,其平整度、垂直度则易有显著不足。对二次切割管口的处理质量,直接关系到风动送样管道投产后的运行效率、故障率。故经二次切割处理的管口在焊接前应使用直角尺进行检验,焊接法兰盘后的垂直度、法兰盘平行度和同心度、管道对口平直度等参数应符合《工业金属管道工程施工规范》(GB50235-2010)和《工业金属管道工程施工质量验收规范》(GB50184-2011)中相关条目的要求。

风动送样管道采用的 81mm*3mm 无缝钢管仅 5.77kg/m,每根钢管约 35kg,这意味着其对于承载支架的要求相对较低。检测中心风动送样管道一般直接利用管架上现有支架空间铺设,如无合适空间则利用 5# 角钢及 8# 槽钢制作门架、斜撑或吊架以支撑管道。利用简单梁弯曲变形的公式,结合实际情况计算可知,81mm*3mm 无缝钢管在支架间距设为 5m 时,其挠度为 -3.9mm;支架间距扩大到 7m 时,挠度增大至 -15.1mm;至 10m 时,挠度达到 -63mm。显著弯曲的管道会给高速运行的试样罐带来非常不利的影响,造成较为明显的振动和噪音。结合过往的建设与维护经验,风动送样管道支架间距设置一般不超过 6m 为宜。新建风动送样支架上沿应尽可能置于同一平面内,以最大限度保证管道平直,减少不必要的起伏。若利用沿途原有支架铺设,也应对其进行目视或测量检查,并视情况做找平处理。

3 实际运行情况

目前,马钢检测中心在用风动送样管道共 45 条,将原辅料、铁水、钢水试样的取样现场快速运送至各测试分析实验室。目前国内外多家企业的风动送样系统在马钢均有应用,均为正压风动送样系统,结构原理基本一致。在管道布设至实验室时,应了解设备结构和运行原理,结合实验室和现场实际情况,合理设置管道组件的安装间距。马钢大规模应用的风动送样系统令检测中心实现了分析设备的统一集中与自动化运行,解决了因取样点分散、距离检测实验室路程较远带来的送样时间长的问题,有效提升了各类样品的检测效率,满足新发展阶段下智慧制造的需求。

参考文献:

- [1] 董会. 风动送样在钢铁企业中的成功运用 [J]. 冶金标准化与质量, 2004(06):42-44.
- [2] 刘启新, 陈会兴. 单管正压风动送样系统在企业中的成功应用 [J]. 冶金分析, 2004(z2):780-782.