

火电厂热力系统小口径管道安装优化设计技术探讨

肖乃康

(东南大学建筑设计研究院有限公司, 江苏 南京 210000)

【摘要】近年来,我国社会经济逐步转向高质量发展,工业化进程不断加快,人们对用电的需求日益增加。火电厂是保持我国能源供应的主力军,热动力系统作为整个机组非常重要的构成部分,在保障机组用电安全方面具有重要作用。热力系统构造十分复杂,在整个系统的运转中,需要很多设备和仪器协同工作,其中,管路的作用体现在介质的传输和能量的相互转化上,通过合理设置管路,能够保证各种运输活动和静态装置的有机结合,使电厂各系统处于安全稳定的运行状态。然而,管线施工工艺是否合理,决定着能否将管线作用充分发挥,其重要性不言而喻。鉴于此,本文主要从以下方面探讨如何进行小口径管道安装优化设计,以为更多设计人员提供有益的参考。

【关键词】火电厂;热力系统;小口径管道;安装优化设计

引言

大型火电厂热力工程建设的规模较大,加上各方面因素的影响,致使其施工技术实施难度系数高,往往对 89mm 以下的小口径管线的建设缺乏足够的关注和重视。在小口径管道施工阶段,通常将施工数据进行罗列,包括管道规格、材料清单等,但是缺乏对施工工艺和质量监控,这样很容易出现管道施工质量问题,如钢管焊接质量不佳、出现裂缝、管线变形等缺陷,直接对机组的正常、安全运行产生不利影响。小口径管道的存在,自然意义非凡,而且会影响整个火电厂的工程品质和服务效益,对此,我们在管道安装设计阶段,应该给予高度关注,持续加大对相关设计技术的研究力度和实践力度,积极引入前沿的管道施工工艺,为火电厂的安全、经济和快速的施工并取得预期的运行效益提供技术指导。

一、火电厂热力系统的相关概述

在火电厂中,热力系统是一种非常重要的设备,它承担着把燃料中的化学能转换成热能和电能的功能。作为一种基础而又非常重要的机组,它的工作状态将直接关系到机组的经济性和安全性。火电厂的热力系统包括诸多设备,具体有锅炉、汽轮机、发电机、凝汽器、脱氧装置、加热器以及各种水泵等等。通过这些设备的协同工作,将燃料燃烧产生的高温、高压蒸气,用于推动涡轮转动,使发电机产生电能。在此流程中,各装置间的管路、阀门等构成了整个热力系统的主体结构。具体将热力系统的工作原理总结

如下:将燃料在锅炉内进行燃烧,把锅炉中的水加热,使其产生蒸汽。蒸汽通过管道进入到汽轮机内部,推动汽轮机的转动,实现发电机发电作业。从汽轮机中排出的乏汽,经冷凝器冷却,再经冷凝泵、给水泵等装置再送入锅炉进行加热,形成一个完整的循环。热力系统具有温度高、压力大、流量大、流速快等特点,因此,热力系统在运行中会遇到诸如管路磨损、设备振动、噪声污染、热效率低下等诸多问题。为了解决上述问题,减少火电厂修理费用,应在保证机组安全的前提下,通过合理的优化设计技术,使其正常运转,延长机组的使用寿命。

对于火电厂而言,热力系统的设计、建设和运行质量的好坏,关系着整个火电厂的正常运行和经济的稳定。基于热力系统的重要性,倘若对热力系统的控制不当,将会造成能源消耗的巨大增长,而精密、精细化才是其运行的根本,否则会对火电厂的可持续发展产生负面影响。为了切实提高火电厂的生产质量,减少能源消耗,保证其运行的综合利益,在建设中要重视小口径管线的布置与建设,通过对小口径管道进行源头控制和配置,采取有效的监控、管理和处置方式,从而提高其运行品质。

二、项目概述

某火电厂的热力系统为 50MW 超高温超高压机组,在管道安装过程中,小口径管道安装工作量较大,而且工艺复杂,安装及处理难度大。工厂内小口径管道约 6000 多米,在同一区域,管道布局应按次序进行,确保管道安装美观。该厂所采取的方式,是将管道按

照材料、介质的不同，并按照一定的次序布置，以便于后续的准确安装，同时提高安装的美观性。小口径管道整体设计是施工高效高质进行的关键，所以设计者要秉承科学、合理的原则，综合考虑火电厂热力系统的实际运行需要，保证设计效果的最优。

三、小口径管道安装优化设计技术要点

（一）合理安排布局

在安装小口径管道之前，要充分认识整个热力系统，并依据具体条件，做出合理的布置计划。管线的走向、支承结构、阀门附件等都要在设计中加以考虑，保证管线布置的紧凑流畅，避免过多的弯角或分叉，从而降低流体的阻力、削弱管道的腐蚀性。

（二）选材和质量管理

小口径管道的选材直接关系到管道的使用性能及使用寿命，在选用不锈钢、合金钢、铸铁等材质时，要根据被输送介质的性质（温度、压力、腐蚀性等）进行甄选和运用。在施工过程中，要注意把控原料质量，通过严格的原料质检，来规避不合格的原料混入施工现场。

（三）精确加工和焊接技术

小口径管道的制造精度、焊接质量直接关系到其安装的成败。因此，在生产时，要保证管件的尺寸精度和坡口的平滑度，防止管件产生毛刺和裂纹等缺陷。在焊接过程中，需根据实际情况，选用适宜的焊接方法以及焊接材料，并对各种工艺条件予以严格控制，旨在更好地确保焊接质量。重点部位及特殊介质管线的焊接，需进行焊接技术评价及非破坏性试验，以保证焊缝质量达到标准。在管道安装环节，应该格外注意管道的清洁度和平整度，要把管内的东西清除干净，以防杂物进入。在铺设过程中，保证管道的平直，不能产生过大的弯折，从而减小流体的阻力。为适应长距离输送管线的需要，需在管线上设置合适的伸缩接头，以适应管线的热胀冷缩。施工时也要注重对管线的防腐涂层进行保护，避免擦伤、碰撞。

（四）阀门及配件的选用和配置

阀门及配件的选用和配置在确保管道运行安全上具有十分重要的作用。具体实施过程中，要根据实际的使用需要，选用适当的阀（如截止阀、闸阀、止回阀等）及规格，并保证其品质与性能满足用户需要。在选用特殊介质或高温、压力较大的阀门时，应对其材质、密封性能及工作寿命等方面给予特别的关注。另外，在管路中安装适当的附属设备（如过滤器、减压阀、温度计等），能有效地提高管路的安全可靠。

（五）支吊架和固定支架的设计和安装

在小口径管道中，支吊架及固定支架是其关键部件，它们的设计及安装好坏，关系到管线的稳定与使用寿命。因此，要根据管道的重量、规格及运行条件，选用规格适当的支吊架及固定支座型式，比如悬吊式、支承式、固定式等，并合理安排支吊架的位置。施工期间，则要确保支吊架、支架等材质符合要求，并能经受住管道的自重及振动。同时，在施工时，务必严格按照有关的规范、标准实施，使其达成设计规范标准。

（六）管压测试及清洗灭菌

规范完成小口径管道安装之后，便要开展试压、清洗、灭菌等工作，这些工作的实质是为了保证管道的密封性及清洁度。基于此，需要按照有关规范要求，制定一套合理的水压试验方案，用于对管道进行强度及紧实度的测试。经检验合格后，对管线进行清洗、灭菌，将管道中的杂质、有害生物等清理干净，确保管线的洁净。

四、小口径管道施工工艺及工艺措施

（一）明确小口径管道的适用范围

小口径管道在火电厂建设中占有举足轻重的地位，其应用范围很广，因而在安装过程中不可避免地会遇到小口径管道问题。与常规管道安装相比，小口径管线还是有很大区别的，虽然设计图上已经注明管线的具体尺寸，但是其施工工艺方面不够严谨，甚至存在小口径管道随意搭配，没有统一的标准，加上施工监督不到位，直接影响其安装效果和使用安全。因此，在具体的建设与安装中，通常需要有经验的技术人员来确保，反之，则会影响后续的正常使用寿命。为了将质量管理落实到位，确定小口径管道的适用范围是首要工作，以便在实践中对其进行科学管理，充分发挥其作用。小口径管道占据整个系统管道的很大比重，净化空气管道、氢气管道、阀门或系统旁路管道等都是系统的重要管道构成，除此之外，用于润滑油、燃油的传输介质的管道等，均采用小口径管道，因此，小口径管道非常重要，掌握管道的安装及适用条件，才能确保安装流程的规范性，确保管道以及系统安装质量，将小口径管道的作用得到最大程度的发挥，保证系统的稳定、安全的运行。

（二）合理规划设备安装流程

在管道的安装上，首先要对支吊架、管道、管件阀门等进行进场检查与验收，包括管道外观、内壁材质等细节方面的检验，然后进行地面支架的组装和现场安装。同时，还需要按照设计标准完成预制构件的生产，按照计划时间把它运到工厂进行吊装，并做好

对接、焊接、热处理、NDT 测试等工作。管道支吊架安装完成以后，就可以用它进行调整，经过严密性试验以后，对管道进行清洁、吹净等工序。

（三）做好前期准备工作

正式进行小口径管道安装之前，要做好相关材料的检查，保证材料的型号和规格等满足项目设计的需要，对有特殊标志的材料，如合金钢等进行标识。并将有关的物资证书、技术文件等进行妥善保管，以便日后使用。在施工前，要将施工所需管道存储，并做好相应的清洗，按用户要求将管道两端封严。此外，施工技术人员应认真审核工程图纸，一旦发现有设计问题，要督促他们及时和相关的设计部门进行有效沟通，做好相应的设计优化工作。另外，设计部门要做好设计交底工作，让施工人员清楚地了解设计的规格和要求，有效地降低施工过程中出现的质量问题。但在具体的实施过程中，要结合具体情况，采取有效的防范措施，避免各种质量问题的发生。另外，火电厂汽轮机的安装前期准备工作也是非常关键的，具体总结为两点：一是做好周围环境的准备工作。一般来说，在汽轮机安装之前，相关部门要组织监理队伍，对机组的工作环境进行全面、细致的检查，包括清扫平台、封闭顶棚、安装调试车间行车、检验试块强度等，为汽轮机的安装创造一个有利的环境，确保汽轮机的安装工作能正常、有序地进行；二是编制工艺规范，保证技术条件的充分性，技术条件包括设备、工具、图纸、材料等方面，这些都需要在正式安装之前完成。另外，作为一个安装操作人员，在安装之前，一定要认真阅读设计图纸，清晰每个工序的工作流程，这样才能在安装时，严格按照图纸上的要求去做，确保汽轮机的安装质量。

（四）合理规划安装施工工艺

向业主和监理单位咨询关于火电厂运行层的集中装置，从而制定出一个合理的顶轴油分布设备、凝泵坑管线阀门站、大型机械润滑油净化管道阀门站等，以满足各方需求；在此基础上，要以达到施工图纸规范要求为出发点，密切勘察施工现场，并与电气控制、土建等相关建设单位共同完成项目设计。对于电气控制专家来讲，其工作重心就是避免小口径管道的门闸交叉，在与电力控制人员取得联系后，按照每条管道的起始点坐标、标高以及相关的设备和管道等，并以最后测量的数据为依据，设计合理的阀门位置；小口径管道的具体施工环节，也应严格执行施工规范准则，特别是三通及以上的管道间距要与管道的直径一致，避免利用阀门的空

间来大面积敷设管道，而是在特定的管道布置区域进行集中性的管道设置；规范使用管材、支吊架的底部下料工具，一般采用锯条或管式割刀，以确保管线及支吊架的根部光滑。混凝土能增加管道的稳定度，若要在基础上进行支撑，则需要利用机械加工方式，使用膨胀螺栓将钢筋与钢筋连接起来，以保证其美观；为使阀门的安装位置合理，应安装在地面或墙壁上，并错开布置，尤其是同一根管线上有两个以上的阀门时，应确保与其它管线上的阀门布置方向错开，以方便后续操作及维护；对于直径为 $\leq \text{DN}50$ 小口径管材，一般都是通过机械冷弯成型，尤其是在一些特殊情况下，其曲率半径要控制在一个合适的范围内，同时要减小其椭圆度、减薄管壁，确保其表面光滑，避免损伤。

（五）小口径管道安装质量评估

完成小口径管道安装后，质量评估工作也是不可或缺的，具体包括以下方面：（1）完整性：检查小口径管线的安装情况，检查其组件的完整性，不能有遗漏。（2）符合性：根据设计图纸、建筑规范及有关标准，对管线进行检查。比如，检查管道外观，保证无裂缝、擦伤、砂眼等缺陷。（3）功能性：在管线安装完毕后，对所运送的介质进行适当的功能检查。（4）安全性：对管线的安装情况进行检查，如支架不稳定，密封不严等。同时，要确保装配部件的刚性，使其在使用过程中不会出现变形。

五、结束语

总之，如何确保火电厂热力系统管道安装品质一直是一个迫切需要解决的问题，它关系着火电厂的运行安全和未来发展。近年来，相关部门对其进行了多方面的研究，取得了许多成功的经验。然而，要形成一套系统化的、可操作性强的小口径管道施工工艺体系，就必须不断地进行施工工艺的优化和创新，强化落实安装工艺管理，以确保安装效果达到预期，使火电厂的运行效能最大化，为社会发展提供电力支撑。

参考文献：

- [1] 余文萃. 火电厂热力系统小口径管道安装[J]. 科技创新与应用, 2020(22):2.
- [2] 许宝宝. 火电厂热力系统小口径管道安装优化设计技术探讨[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2021(11):3.
- [3] 刘文林. 火电厂热力系统小口径管道安装优化设计方案研究[J]. 华东科技: 综合, 2019(12):1.