

论文:发表于 2006 年全国化工热工设计技术中心站
南京年会论文集及中国热工网 WWW.NYET.NET.CN

电站工厂化配管技术的应用和发展

侯靖耘 高锡春 文启鼎

全国高温高压管件设计研发中心 江阴东联高压管件有限公司

1、电站配管技术的应用简况

过去,我国火力发电厂汽水管道安装通常采用由安装单位在施工现场配管的安装方式。它是由安装单位根据设计院提供的施工图和采购的管子和管道附件,在现场进行加工、配制和安装的。

工厂化配管是在设计院提供的管道系统图和布置图的基础上,由管道加工厂进行配管详细设计,同时根据原材料供应、工厂的加工设备以及今后在现场的安装和运输条件,对管道系统预先进行分段,并对一部分管段与管件进行组装焊接,仅留有少量现场焊口在现场焊接安装的方式。

电站管道工厂加工配置是上个世纪七十年代初在技术先进国家普遍采用的管道施工新方法。在我国,随着火力发电厂机组容量不断增大,在上个世纪八十年代中期引进亚临界参数的 300MW 和 600MW 汽轮发电机组以后,才开始采用工厂化配管的安装方式。亚临界参数的主蒸汽压力为 17.4MPa,主蒸汽温度为 541℃,相应的主蒸汽管道材料用 A335P22,管子尺寸达到 ID368.2×83.2(对 300MW 机组) ID457×103(对 600MW 机组),主给水管对 300MW 机组,材料用 st45.8III,管子用 $\Phi 406.4 \times 55$,对 600MW 机组,材料用 A106b,管子用 2×中 350×51.5。这样大直径和壁厚的管道用的弯管、弯头和三通已不可能在现场加工。因此,工厂化配管逐步代替了传统的现场配管方式。首先在一些从国外引进发电设备的电厂中采用,然后还有一些由外国公司总承包建设的电厂返包给中方施工的管道工程中采用。后来又推广到我国出口的电站中采用,现在已逐步成为国内大型电站优先采用的安装方法。

为了规范电站工厂化配管工作,国家发展和改革委员会于 2004 年 6 月 1 日颁发了电力行业标准 DL/T850-2004《电站配管》,使工厂化配管有章可循。目前国内有许多 300MW 和 600MW 等级机组的发电厂和已投产机组容量最大达到 900MW 的外高桥电厂二期工程都采用了工厂化配管,取得了很好的成效。可以预料,今后为了节能和环保要求而建设的安装超临界和超超临界机组的火力发电厂都会采用工厂化配管。

2、工厂化配管的工作内容和工艺流程

工厂化配管不是一项简单的将管道系统分段和将部分管段和管件进行预加工组合,其中有许多环节要做,技术性很强,质量控制要求也高。概括地说,工厂化配管主要包括配管设计和加工组装两方面的工作。

2.1 配管设计

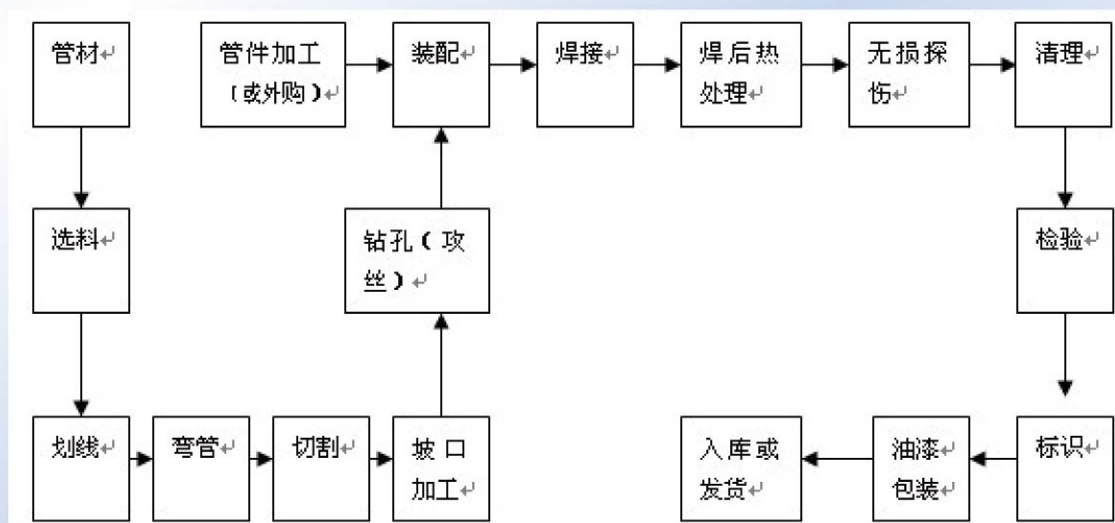
配管设计工作是工厂根据设计院的管道系统图和布置图进行详细的配管设计。通常采用计算机辅助设计系统,绘制三维立体管道系统的配管设计总图和管段详图。

配管设计值得注意的问题如下：

- a、配管设计总图应表示下列内容：管道的走向与坡度；分段管道总体尺寸；工厂焊接位置编号；现场安装焊缝位置及编号；管件、阀门、热工测点、取样、加药接口、流量测量装置、管道附件和起吊设施的位置；支吊架位置；图纸上的所有设备、部件、管道与材料的规格、材质与编号；分段管道的编号等。
- b、管段详图（单件配管图），根据配管设计总图绘制并表示下列内容：管件、阀门、热工测点、取样、加药接口、管道附件、支吊架等位置和相应的制造尺寸。管道详图上应有设备材料明细表，标明其规格、材质、编号、长度及重量等，并标明每段钢管所在的管材的编号。管段详图上还应标注该管段的编号。标注该管段两端接管位置和介质流向。
- c、管道系统的坡度必须按设计院提供的施工图进行配管设计和加工，并满足设计要求。
- d、在工厂组装的管段数量和总尺寸，要考虑运输方式（例如，船运、铁路、公路运输）和安装条件（例如，土建结构尺寸限制或穿越楼面或墙面的管段尺寸等）以及工厂和现场的仓储条件等。
- e、凡涉及管系中各元件的布置位置尺寸，例如，弯管、三通、阀门、法兰之间的短管长度、流量孔板（喷嘴）前后直管段长度、支吊架位置、疏水、放水、放气、压力计、温度计、取样、加药等接管座的位置，以及焊缝与焊缝、焊缝与弯管起点、焊缝与管道开孔边缘、焊缝与支吊架等的距离，均应符合现行管道设计标准、规范的规定。
- f、对于采用平焊法兰连接的管系，管段的下料尺寸应考虑插入法兰间垫片的厚度。
- g、为了考虑土建施工、设备接口变更和管段加工等误差引起的管段组装偏差，应在管系的适当位置设置必要的调整段。对立体管系，应设置 x、y、z 三个方向的调整段。调整段的位置宜设在设备或管道接口附近的施工比较方便的地方。
- h、对于一根长度足够的管子，可以连续弯制中间带直管段的平面或主体布置的弯管，以减少焊缝数量。
- i、配管设计中要采用清晰的标识系统。一个管道系统中的所有文件（包括管段、焊口、支吊架、弯管、弯头、三通、大小头、法兰、管接座、蠕变测点、位移指示器组件等）均应编号，以免在工厂或现场造成混乱。在电站配管设计中，通常采用 KKS 编码识别系统。

2.2 加工组装

典型的配管加工组装工艺流程如下：



可以看出，配管加工组装的工序较多，上述每一道工序都应制订相应的操作规程（或作

业指导书)并严格执行,确保工序质量和成品质量。

- a、对管子原材料和管件,包括他们的质量证明书都应进行复核,确认材料的化学成分和机械性能符合管系的使用要求,防止错用。同时,对每个管件的直径、壁厚以及尺寸偏差都要进行复测,使其得到正确合理的使用。
- b、为了保证弯管内外壁有足够的壁厚,应尽量选用有壁厚正偏差的管段来弯制。
- c、管段与管段之间的对接焊缝,应尽量选择管子直径和壁厚偏差比较相近,管子端部尺寸比较匹配的管端进行对口焊接,以减少管端坡口加工的工作量,并有利于减少管内流体的阻力损失。
- d、管子对口焊接应避免对接时的错口,要考虑管端内径的尺寸加工,加工后的管子最小壁厚不得小于设计的直管最小壁厚。
- e、管端的坡口加工和焊接,一定要按照相关的焊接标准、规范执行,对需要热处理的材料,一定要按照规定的热处理工艺,控制温度和时间,进行焊后热处理。
- f、管道加工后的清理一般有酸洗、喷砂和喷丸三种方法,应采用因地制宜的选用。对高温高压管道,通常采用喷丸清理方法。
- g、对加工完工的坡口应采用专用防护油进行防护。组合的管段在运输过程中应加堵密封,以防止碰伤端部坡口。对预留的现场焊口均应加保护帽。保护帽有金属、橡胶和塑料三种,并要配密封带使用。对管段上的开孔或接管座管口也应采用保护帽密封防护。
- h、出厂的管段及管道组合件,应在不影响使用的位置上清楚地打印上包括图号、管段号、材质、规格等的钢印标记及编码。
- i、每个管件应具有合格证书,内容包括:
 - 材料的化学成分
 - 金相组织
 - 射线探伤实验
 - 机械性能
 - 硬度试验
 - 管件编号
 - 冲击试验
 - 超声波试验
 - 完工尺寸检查记录

2.3 工厂化配管工序质量控制的重点

- a、充分理解管道系统和布置设计的意图,准确地做好配管详细设计,满足原设计要求。同时,还要符合有关设计标准、规范和规定的要求。
- b、充分利用工厂的检测手段和良好的仓储条件,把好原材料和外购管件的复验关,防止错用或误用。
- c、焊接质量是配管中的一个重要环节。管件焊接前应按规定进行焊接工艺评定,焊接工作应在工艺评定合格后进行。焊工必须持有合格的资质证书。所有管件的焊接接头必须采用全焊缝结构。对合金钢的焊缝应按规定做好焊后热处理工作。
- d、严格质量检验,既要做好过程质量检验,又要把好成品质量检验关,不合格品不准出厂。

3、工厂化配管的优越性

电站管道工程建设的实践证明,工厂化配管与现场配管相比,不仅可以提高管道的加工质量,而且可以节省材料,提高工作效率,缩短工期。具体体现在以下方面。

- a、采用工厂化配管可以充分利用工厂的优越条件,采用各种专用设备、机具和检测手段,实现操作工序的机械化和自动化,提高加工质量。它可以按照安装和运输条件的管道系统适当分段,有条件的还可以利用自动焊或半自动焊接方法进行组合焊接,根据材料需要完成热处理、检验、清理、标记、油漆、包装等一系列工作,使现场安装只需“对号入座”,直接进行吊装焊接,顺利完成管道系统的安装工作。工厂化

配管有利于提高上述各个环节的工作质量。由于有相当数量的管段对口焊接,包括异种钢的焊接接头和管道上的疏水、放水、放气、热工测量表计、取样、加药等接管座,以及高温管道的蠕变测点等可在工厂焊接,有利于保证质量。

- b、工厂化配管便于进行科学管理,采用比较完美的标识系统,可以避免原材料混淆,防止错用材料的现象发生。工厂化配管在下料时可以做到因材施教,减少短管损耗和省去一些不必要的焊口,充分利用管材,减少浪费,节省材料。
- c、采用工厂化配管,可以将过去在现场配管的工作提前到在设计院布置图完成以后,就在工厂内开始进行配管,不受现场土建施工或设备安装进度的限制。预先在工厂独立制作管道的部分组合件,可以减少现场施工中的交叉,提高工作效率,有利于缩短建设工期。

4、工厂化配管在其他行业推广的前景

从电站配管的实践看,工厂化配管在其他行业推广应用也是很有前途的。

最近,在江阴东联高压管件有限公司成立的“全国热力管道高温高压管件设计研发中心”和全国“工艺管道高压管件设计研发中心”已经开始在石油、石化和化工热力管道上推广应用工厂化配管的尝试。他们首先在某化工厂检修更换管道的项目中采用工厂化配管,受到用户欢迎。上述两个“研发中心”还计划,除了继续做好高温高压管件的开发研究以外,也把工厂化配管作为一项重要的研发工作,使工厂化配管在石油、石化和化工行业得到更广泛的应用。

为了做好这项工作,“研发中心”拟针对石油、石化和化工行业的特点,首先起草用于这些行业工厂化配管的企业标准,选择在工程中试用。然后总结经验,争取在石油、石化和化工行业立项,编制工艺管道和热力管道的配管行业标准,使工厂化配管得到更好的发展。

【作者简介】

文启鼎 “中心”首席专家 教授级高工

原全国锅炉压力管道小组组长,国家电力公司中南电力设计院总工。曾多次担任高压管件技术鉴定会主任委员,参加制定国家标准(无缝钢制对焊管件 GB12459-2000)、火力发电厂汽水管道零件及部件典型设计手册(GD2000)。

侯靖耘 男 本科学历 工程师

1995年7月毕业于华东冶金学院机械系机械设计与制造系,1996.08~2002.06在马钢控股集团有限公司机电安装公司从事设备、管道安装等技术工作。

2003年12月至今工作于江阴东联高压管件有限公司任管质保部长等职,从事质保体系管理及工厂化配管的设计开发等工作。

高锡春 男 本科学历 工程师

1990年7月毕业于天津大学机械工程系,现任江阴东联高压管件有限公司生技部部长等职。

发明钢制对焊高压带直段弯头,获江苏省金牛奖、江苏省高新技术产品,发明专利、实用新型专利。一种高温高压锻制三通专利发明人。参与编制对焊高压带直段弯头企标Q/320281AQD01-2000,并获电力管件标准同行业先进水平。