

石化装置常压炉钢结构安装及工艺的优化

苗田 徐一泰

中石化南京工程有限公司 江苏 南京 210000

摘要：钢结构是目前石化行业中通常采用的一种主要框架结构，能够充分保证石化装置常压炉的基础稳定性。在实际的施工过程中，要进行具体施工工序的优化，确保整个炉体的稳定运行。本文从钢结构概述、施工特点、安装工艺原理、技术研究以及具体常压炉安装工艺的优化进行探讨，达到管式炉施工质量和施工效率的进一步优化。

关键词：钢结构；辐射壁板；辐射顶；模块；焊接

1 概述

在石化装置工程中通常采用的管式炉，其实质为工业炉的一种，因其构造而称为管式炉，还可具体划分成重整炉、转化炉、裂解炉等。管式炉内部管道分布设置结构复杂，其燃烧器分布及油气进出口管线的设置比较复杂，在化工企业实际应用中需要一直处于高压高温等情况下，这对于管式炉构造的安全性要求非常高。炉体钢结构不仅承受着来自炉体本身各方面的荷载，还承受相关结构零件的荷载。通常采用焊接连接方式的钢结构，包括梁、支柱、加强肋等结构，钢结构的安装工艺水平将会影响管式炉的正常运行与使用期限。

在建筑行业不断发展的带动下，建筑技术也不断革新，很多建筑企业都有新型建筑结构的出现，为建筑行业提供有力支持。在这些新型建筑结构中，出于自身在材质、性能、硬度的优点，钢结构受到很多相关行业的青睐，在石化等相关领域内会普遍将钢结构作为框架的支撑构造。鉴于钢结构的施工质量决定了工程的安全性和工艺流程等方面的品质，所以要着重把握钢结构在钢结构施工过程中工序，严格监管施工质量，使钢结构的最终完工能达到工程规范标准^[1]的要求。下文将探讨钢结构在石化装置常压炉安装工艺，从几个具体的方面探究钢结构安装工艺及优化，保证石油化工装置能科学合理地采用钢结构，维持装置平安稳定运行。

2 钢结构框架施工特点

在钢结构框架施工时工序配合是关键，特别要注意的是在进行框架施工中保证安装流程能适配工程进度。同时，还要仔细审查进场设备，合理安排设备进场时间与建筑工程进度的调配，并按照自身化工具体标准要求进行对于施工方案的完善。在对于工艺管道设备施工的特性可知，钢结构的设计具有不确定性，发生施工变化的概率较高，所以一定要提高对这一点的认识^[2]。

在实际的安装施工中，为了保证施工步骤按部就班

地进行，以及达到改善安装施工效率的目的，尽量保正在地面进行尽可能多的施工内容，避免钢结构复杂的安装工序高空作业的不利因素影响。梁与柱的钢结构安装时，大都应用扭剪型或大六角高强度螺栓连接。此过程应先分别对各段进行固定，进行直线校对后，进行对于扭矩位置的二次固定。这种两次进行固定拧紧的操作在很多框架施工都有应用，可以确保安装施工的有效推进。影响这项操作的因素有很多，比如框架材质与重量、安装的位置高度、吊机吊起的最大重量等等，要充分考虑到这些因素并进行检查、计划、调配与及时去消除各种因素产生的影响，以达到整个施工工程能够有序推进，提升工作的效率。

3 安装工艺原理

钢结构框架基本构件的制造，一般是需要专业的生产工厂完成，比较大型的构造材料比如钢柱子，需要分多个步骤进行制造，再进行厂家出货与进入现场进行施工安装。在进行大规模石化装置的安装时，由于整体的型号体积较为庞大，相关需要的劳动保护及钢结构护栏和施工配件数量多、尺寸也繁杂，最好采取从不同的工厂进货的方式，进行施工操作时已完成全部焊接拼装工作。在进行实际的施工过程中，必须先确定吊机的安置之后再行进行结构框架的施工，若进行焊接的钢结构或其他劳动保护配件的规格不便于一次操作完成，需要分别安排合理的施工次序，合理分配安装组合工作。在对单根构件进行安装时，应该注意对其稳固程度的操作安排，避免受到大风等天气的影响，要采用防风设施对单根构件进行加固。在进行多根构件的安装时，要按照钢结构的尺寸来进行具体的施工操作，进行合理的施工方式和顺序来满足现场安装。为了达到提升安装质量和安装效率，不仅要满足现场施工的操作要求，还应该根据具体施工实际情况去调整以及要参考构件结构的数量与规格等因素影响，去推整个施工流程的有效开展。

4 钢结构框架的安装技术研究

4.1 高强度螺栓的连接和安装

作为主要采用钢结构的石化装置,通常应用具有良好固定性大的六角型或扭剪型进行连接,并用二次拧紧的操作方法,在对更大的螺栓进行固定时,甚至还要多进行一次拧紧的步骤。这整个拧紧的工作中应该重点关注的是,初拧紧扭矩的数值要达到落实预拉力标准值的一半,接下来每一次操作要保持与上次操作的数值相同,并且螺栓终拧要在初凝后1-48小时内完成,从而能够保证整个结构的稳定性。

4.2 钢结构的二次灌浆

在实际的安装过程中,要对整个钢结构进行包裹的操作,同时通常要采取二次灌浆的这一步骤,避免了不利因素对于钢结构的破坏。二次灌浆包裹对于结构的稳定性也有一定帮助。钢柱柱脚的连接方式有两种:刚接与铰接,刚接与铰接的浇注深度要分别在100mm、50mm^[3],一般情况下大多采用的是刚接。在准备进行钢结构的灌浆工作阶段,要先采取抹面处理,要确保浇注操作能够一次成形。

4.3 钢结构框架的防火施工

在整个安装施工操作进程中,要注意进行防火的工作布置。首先要确定防火工作布置重要的位置,对于钢结构框架、受力点、主要的支撑装置等。还要考虑可能引起火灾的不利天气的因素,因此要在不易引起火灾发生的环境下进行工作,避免在炎热干燥等不良自然气候中工作。要按照企业对于施工单位的防火标准要求进行作业,还要认真参考施工材料规定的防火要求,在构件使用之前要进行防火操作,通常对构件表面采用底层喷浆法,一些受力,连接等易被火灾影响的位置,要涂有强力防火性能的保护涂料。

4.4 钢结构的质量控制和安全控制

建筑物的结构设计将对工程的质量和安全生产产生重大影响,钢结构作为石化装置的基本结构,对其质量影响很大,必须给予足够的重视。需要建立完善的监控管理体系,对结构的施工过程进行全面约束。只有确保所有施工措施严格遵守相应的工艺流程和质量标准,工程质量才能得到原则上的保证。钢结构还应建立完整的工艺安装体系,每道工序前,应检查前道工序的质量及是否符合质量标准;如果检查不合格,必须立即补救。同时,施工人员还应做好各工序的自控:一方面要在整个施工过程中坚持把控,另一方面也要贯彻落实施工完成后的专业控制。流程已经完成,才能够交下一道工序施工。通过这种相互控制,加强交接过程中的自控,可以

有效保证施工质量达标。在施工过程中选择合适的工具和测量装置也是保证工程质量的重要措施^[4]。施工过程中使用的工具和测量装置应合理配置。

5 常压炉结构施工工艺特点

常减压蒸馏装置在石油炼化企业中广泛应用,大多采用大体型、方状的常压加热炉,在施工中经常为模块化形式,分为辐射段、过渡烟道、对流段三段,主要工作流程大致为验收、找平、模块安装、劳动保护、衬里施工、防火防爆、辐射、烟道等安装。辐射段是在常压炉各段中,支撑了全部炉体较大比重的重力,辐射段大都采用带壁板的钢框架结构,按照目前工艺发展情况,辐射壁板模安装已经相对比较简单,辐射顶安装同样是简单的一项操作,施工工序应注意对于质量的管控,尤其是在焊接工序对于质量的影响。同时,还应注意对于炉体受力性的情况进行充分安排,避免由于忽视此性能的作用,而造成之后操作流程中产生的问题。对于施工流程的有效配置,既能减少施工中产生的问题,也会降低工序流程中不必要的资源损耗。所以辐射壁板模块安装的操作方式对于加热炉的质量非常关键,辐射顶安装方式也同样是常压炉质量保证的重要因素。

5.1 辐射壁板相邻模块连接存在的问题

以某工厂常压炉模块安装为例,辐射段是东南西北四面炉墙,东西向炉墙长19.8m,南北向炉墙长14.5m,顶部标准高度为3.1m。根据模块化在运输方面的局限性,炉墙以垂直方向为划分标准,形成20个模块,为了便于制造模块,对模块易于进行运输,不考虑立柱连接处的情况,连接模块的框架柱采用背靠背槽钢构造,取代了传统的H型钢,采用高强螺栓连接与拼接缝密封焊接搭配的方式进行模块连接。对于北面壁板模块进行与西面壁板模块的匹配组合时,作业工人在稳固高强螺栓后,依次焊接模块在底部位置的横向焊缝与纵向焊缝,根据界面由上部开始,顺沿向下进行焊接施工,壁板的内侧与外侧全部进行连续焊接。准备南面壁板模块、东面壁板模块的焊接工作之前,在焊接工艺之后,若北面与西面壁板在模块连接的位置出现了不平整的变形情况,会不利于壁板的安装效果,对于破坏整个炉体的外形状况,也不利于其他两面壁板的组合匹配,如果变形幅度非常大,可能会使整个炉体的正常运行都无法保证,难以达到施工工艺的标准。通过专业人员对于现场这种情况的查验与研究,决定的因素有两个方面,一方面是由于在进货中的一些模块的表面,这些模块槽钢复板本身存在问题,在进行组合匹配模块时,产生了缝隙,完成高强螺栓连接固定的槽钢产生了形状变化的状

况；另一方面，焊接的操作方法不当，在焊接后形成较长的焊接缝在连续进行焊接情况下导致材料发生变形。因此，应该重视避免由于上述两个方面原因引起的问题，在解决炉壁板变形的问题时，会严重增加施工工作量以及材料的损耗，要提前采取措施，杜绝这些问题的影响^[5]。

5.2 辐射壁板相邻模块焊接的优化措施

在进行辐射板模块焊接的优化工作，已经有非常好的成效。在组合匹配好南面壁板与西面壁板的安装工作后，要将壁板用高强螺栓加固，但不需要完全紧固，只需使其不至于松动，同时要检查不能出现壁板变形情况，完成以上操作再进行后续安装。在接下来的焊接工序，要注意几点要求，第一，采用点焊的方式用于壁板、底板之间的缝隙的焊接；第二，然后焊接壁板、辐射段顶部横梁之间的角接缝；第三，从垂直方向沿壁板模块表面上端进行点焊，一直到壁板下端，操作时要保持炉膛内侧与外侧的焊接要相对应；第四，在模块表面的垂直焊缝进行分段退步焊接的操作方法。尽管采用这种焊接施工步骤比较复杂，但可以达到比西面炉墙和北面炉墙更有效的焊接效果，能够使工程到达标准。根据以上的施工工艺能够发现优化后的焊接方法明显取得了更好的效果，确保了辐射段壁板能够符合施工工艺的要求^[6]。

5.3 辐射段顶部安装的问题

对于辐射段顶的工序详见图1，从以往经验来看，对

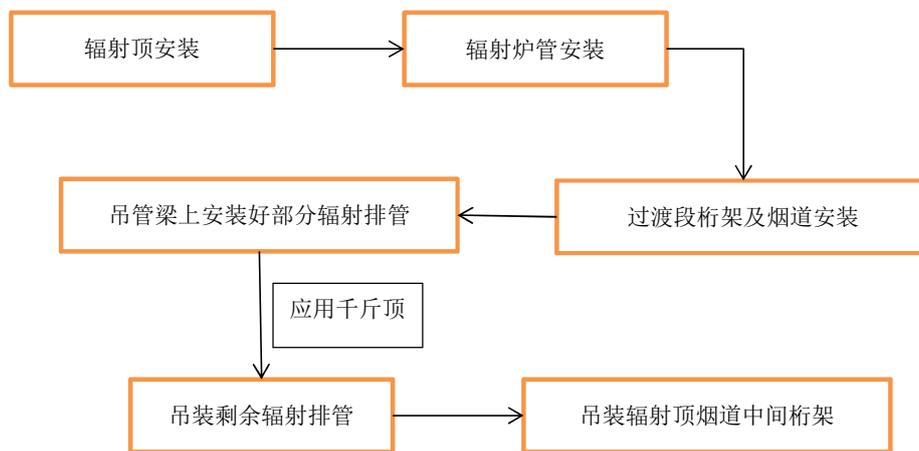
于过渡段的安装，需要先倾斜再加强，最后可以成功地实现横梁结构的稳定，但问题是这样不仅会提升炉管吊装的高度也会增加成本，同时因为场地的问题，没有办法使用大型吊装机械，导致施工现场只能先安装炉管，对于在炉管的安装过程中，因所需跨度较大，重量较容易使横梁出现变形，可以想象，出现不同程度的变形然后对其矫正是一件非常困难的事情。

安装完辐射壁板后，需要进行最重要的部分，既辐射顶的安装以及焊接。组成炉膛组最为薄的部分应属于辐射顶，其顶部设计为钢结构桁架，可分为3个吊管组成横梁，并分为5部分。关于辐射顶所承担的部分不仅仅包含辐射段炉管重量，还需要承担对流段以及上部烟道等重量。为保证其可以稳定牢固，需要加强整体的稳定性。常见的炉顶可以分为两个结构，一为拱顶，其次为吊顶，对于常压炉来讲，其炉膛较宽，所需要的横梁跨度较大，因此在设计时，需要优化顶部结构，分散安装，降低压力^[7]。

5.4 辐射段顶部吊装的优化措施

通过对辐射段吊梁设计的过程中易出现的问题以及根据现有的设计水平和施工程序来讲，对施工的质量、安全有着非常大的影响。因此，在正常施工过程中，总结出了优化的意见：

(1) 在考虑炉管整体的方便性，常见的施工工序详见下图：



参考文献

[1]王海涛.王俊姣.石化加热炉钢结构设计方法研究[J].石化设备技术, 2013, 34 (3) : 12

[2]刘斌.曾达幸.加热炉结构分析与优化系统开发[J].科技信息.2011 (5) : 532-533