

浅谈化工装置现场组焊设备模块化施工

张运强

中石化南京工程公司 江苏 南京 210046

摘要: 化工装置中的大型塔器属于非标设备, 由于直径大、吨位重、设备高度高及道路运输不便等原因, 供货状态为分段到货, 需要在现场进行组焊成整体, 然后水压试压, 穿衣带帽后整体吊装。本方案主要针对上述需在现场进行组焊的设备^[1]进行详细阐述。本文主要以化工装置大型塔器的现场模块化组装要求和施工流程, 浅谈现场组焊设备模块化施工过程中应该注意的技术和质量问题。

关键词: 大型塔器; 现场组装; 技术; 质量

本文主要以石油化工净化装置吸收塔和再吸收塔的现场组焊模块化施工要求和施工流程, 浅谈现场组焊设备模块化施工过程中应该注意的技术和质量问题。

现场组焊设备的分段组焊和附塔管线的安装是模块化施工的重点和难点, 除附塔管线的安装外, 还包括附塔劳动保护平台、电气仪表的安装以及塔体的保温或保冷的施工。

1 现场组焊设备模块化施工

1.1 施工特点

1) 均属大型非标设备, 外形尺寸大, 无法进行整体运输。

2) 吸收塔和再吸收塔材质均为低温钢09MnNiDR, 壁厚达58mm (组焊壁厚达52mm), 设备组焊后需进行去应力热处理, 工序多、施工周期长。

3) 现场组焊塔类设备分段运输至现场后, 全部为卧式组对, 塔体直线度和对口间隙及错变量的调整比较困难。

4) 装置设计紧凑, 设备直径大, 高度高, 现场可利用的施工场地及空间狭小, 组织协调难度大。

5) 设备现场组焊过程中, 存在受限空间作业, 施工过程中安全隐患多, 安全防护措施必不可少。

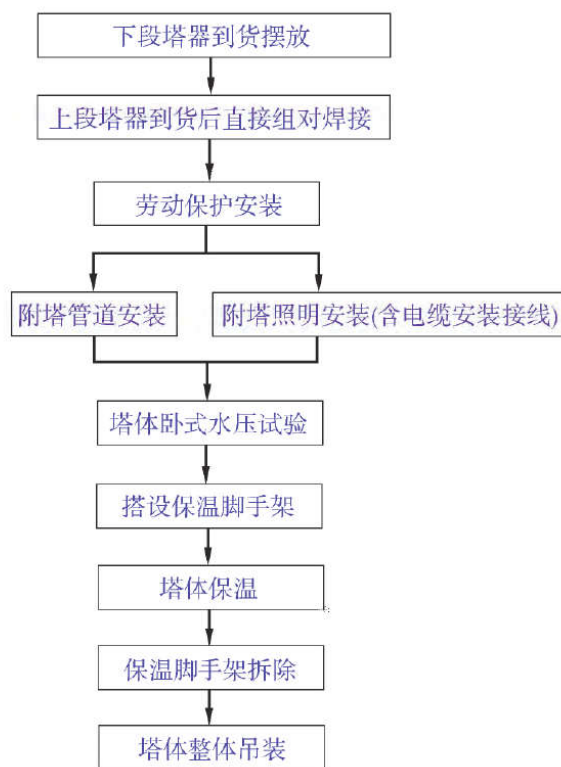
6) 现场吊装作业均选用大型吊装机械完成, 对现场的地基承载力能力要求高, 大型吊装机械的站位、行走处地基需进行特殊处理。

1.2 施工程序与方法

现场组焊设备卧式组装模块化施工工艺流程图

1.2.1 塔的卧式组焊模块化施工工艺

分段塔体到货后, 在地面临时支墩上进行卧式组对、焊接, 再进行劳动保护和附塔管道安装, 同时完成塔体的无损检测和水压试验, 然后完成电气照明安装和保温工作, 最后整体吊装就位。

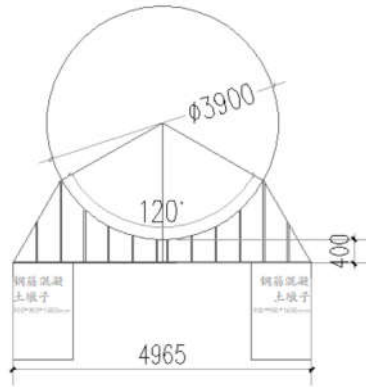


采用卧式组对的施工工艺时, 提前做好场地规划及胎具的设置, 在塔器分段到货进入施工现场后, 直接吊装安放到胎具上进行组对焊接, 焊接完毕后进行劳动保护安装, 然后再进行工艺管道、附塔照明安装, 最后进行水压试验、保温或保冷等。卧式组对胎具示意图如下:

以反应器使用的支墩作为示例:

塔体到劳动保护平台最外侧的宽度为1600mm; 考虑塔体附属平台、管线、照明等安装的操作空间, 离地高度为400mm; 考虑运输鞍座高度为400mm; 需制作钢筋混凝土支墩高度为1600mm, 具体尺寸为900*900*1600mm, 支墩上需预埋两 ϕ 25mm钢筋作为吊

耳，作为倒运吊装使用。



组对场地处理：塔体支座所在位置地基需提前规划并进行地基处理，考虑到卧式组对时，因塔体需要在地面进行水压试验，所以其胎具支座下方按照要求，需对地基进行换填处理并做静压力试验。应根据该组焊塔器的总质量，在胎具下方根据设备具体尺寸进行换填碎石的处理方法，然后平整地面，并用压路机夯实地基，且在每个组对胎具下方均匀铺设钢板^[2]。塔体组对及支墩布置示意图如下（以反应器为例，每段筒节布置4个支墩，4段一共需要布置16个支墩，每组支墩下方需要铺设长11米*宽2.2*厚40mm的钢板；支墩布置应避免劳动保护平台和人孔位置）。

1.2.2 施工中采用的特殊工艺

1) 现场组焊设备，厚壁环向焊缝的热处理采用履带式加热器与内外保温材料配合的方式进行局部热处理。

2) 推广应用自动焊接技术，设备筒节的对接焊缝，利用自动焊设备使用药芯焊丝进行焊接。

3) 需大量使用手段用料制作分段设备圆筒组对安装过程中的临时支撑台或支撑环及对口卡具等。

2. 组焊设备模块化施工的主要技术及质量要求

2.1 分段筒体验收

吊装组对前应对设备制造厂预制的塔体筒节进行检查验收，具体检查验收项目如下：

序号	检查项目	允许偏差 (mm)	备注
1	筒体不圆度	≤ 12	
2	筒体分段处端面不平度	≤ 2	
3	筒体高度	3H/1000, 且不超过 ± 30	
4	筒体不直度	≤ 2H/1000且不大于20	
5	筒体分段处的外圆周长	± 11	

2.2 塔的卧式组对焊接^[3]：

2.2.1 塔组装前，应对其坡口的尺寸和质量进行检

查，除吸收塔52mm厚壁板采用“X”型号坡口形式外，其余壁厚的均采用单面外坡口，坡口面上不得有裂纹、分层、夹渣等缺陷。

2.2.2 对于所有焊接表面（包括待堆焊表面）在施焊前应进行机加工（或打磨）。对于用切割方法制备的焊接坡口，应加工（或打磨）掉热影响区，所有焊接坡口（待堆焊面）打磨清理干净，露出基体光泽。

2.2.3 不合格焊缝的修理：

经检测不合格的焊缝表面缺陷，允许用砂轮磨掉，磨入的深度不得大于钢板的负偏差。需补焊打磨部位的四周应圆滑过渡，并应经磁粉或渗透检测合格。

经检测不合格的焊缝内部缺陷，允许铲掉补焊，缺陷去除后，须经磁粉或渗透检测合格，方可补焊。

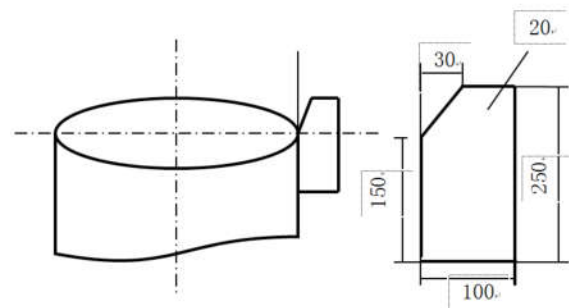
2.2.4 组装应以内壁为基准，其环缝的对口错边量应不大于1mm。

塔组装焊接后，应对其焊接接头进行外观检查，外观检查应符合下列规定：

焊缝在进行外观检查前，应将药皮、飞溅清理干净。所有焊缝表面不允许存在咬边、裂纹、气孔、弧坑等缺陷。焊缝上的熔渣和两侧飞溅物必须打磨和清理干净。

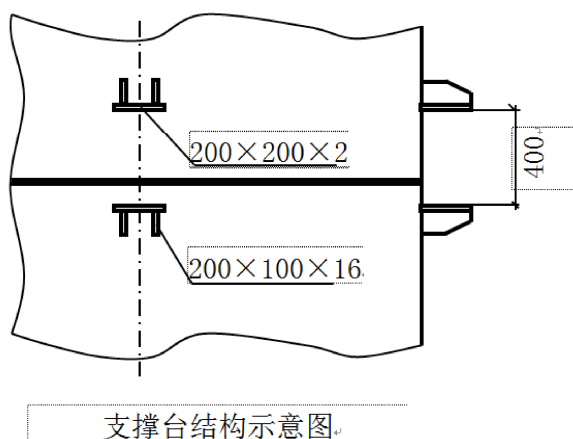
2.3 分段到货塔体的现场组焊注意事项：

2.3.1 为了确保分段到货筒节在组对环向焊缝时能够顺利进行，应在每个吊装段圆筒的焊口位置均布焊接8-12个导向筋板，并在环向焊缝左、右两侧塔体的零度主轴线位置设置一套限位卡具，以利吊装段圆筒顺利平移，就位正确。导向筋板和限位卡具结构如下图。



限位卡具结构示意图

2.3.2 由于现场组焊设备的吊装段塔体重量非常大，为了便于调节超重吊装段圆筒的直线度与塔盘支承件垂直度，必要时应组对的吊装段塔体上设置调节支撑台。具体方法是在待组焊环向焊缝的左右两侧塔体靠近环向焊缝处，均布焊接四套千斤顶支撑台。千斤顶支撑台的结构如下图。



支撑台结构示意图

2.4 水压试验

现场组焊设备安装结束后，在安装现场进行水压试验^[4]。试压前应安装临时上水管线和临时排水管线，进水管线上应安装阀门，塔的最低处接排水管线，并设置排水阀。应详细检查塔的所有焊缝、法兰盖、管道盲板、压力表的加设情况；水泵、试压泵的完好情况；阀门的试验记录等。

水压试验应在监理单位、建设单位及压力容器检验部门代表的监督下进行，合格后，试验记录应由三方签字认可^[5]。

2.5 劳动保护、附塔管线和防腐绝热的施工要求

2.5.1 劳动保护

提前预制出塔平台支撑架及相应平台梯子，由于支撑架和塔体预焊板采取螺栓连接方式，可以根据现场施工安排，待塔体焊缝焊接组对完成后，进行支架和平

台梯子的安装。

2.5.2 附塔管线

附塔管线的支架根据支架型式采取焊接或者螺栓连接形式（管支架预焊板出厂前已焊接完成），各条管线待支架安装完成后进行吊装，并加以固定。

2.5.3 防腐、保温或保冷

塔体组对完成后，在不焊接的部位可以进行补漆、保冷、保温工作。焊缝位置，待水压试验后，进行补漆、保温或保冷工作。

结论

化工企业装置的大型塔器属于非标设备，因为工厂化预制及运输困难，所以均采用施工现场组焊模块化施工的工艺。塔器的分段组焊、附塔管线、劳动保护平台、电气仪表、保温保冷的安装一定按照施工顺利有条不紊的进行，合理安排施工工序，过程中的技术质量要求一定要严格把关，每道工序必须检查合格后才能进行下一道工序，工序间环环相扣。通过本文的详细论述，为其它工程项目的大型设备现场组焊模块化施工积累了丰富的经验。

参考文献

- [1] 《钢制压力容器》GB150-2011；
- [2] 《大型设备吊装工程施工工艺标准》SH3515-2003；
- [3] 《石油化工静设备现场组焊技术规程》SH/T3524-2009；
- [4] 《钢制化工容器制造技术要求》HG20584-2020；
- [5] 《石油化工建设工程施工安全技术规范》GB/T50484-2019；