

50 公斤真空感应熔炼炉制造过程总结

张学亮 董雪 (沈阳汉德科技有限公司, 辽宁 沈阳 110031)

摘要: 扼要介绍了 50 公斤真空感应熔炼炉的制造过程, 详细阐述了在制造过程中需要注意的一些问题。目的在于为科研与生产单位提供更优质的设备, 并能对同行业及相关工程技术人员提供有价值的参考。

关键词: 真空熔炼炉; 制造; 工艺要点; 加工

真空感应熔炼炉是金属熔炼生产工艺过程中的关键设备, 其技术、性能指标直接决定了熔炼产出金属的质量。该设备对加料箱、卡箍法兰密封结构有很高的加工安装要求, 其制造工艺直接决定了其使用效果。

1 真空感应熔炼炉的工艺原理

真空感应熔炼炉是在真空条件下, 利用中频感应加热原理, 将金属熔化的冶炼设备。在熔炼过程中可在不破坏真空情况下进行测温、取样、观察、加料和调整合金成份。与此同时可充入惰性气体(本设备采用氮气)以控制炉内的压力和气氛。适用于科研与生产单位对镍基合金及特殊钢、精密合金、高温合金、有色金属及其合金在真空或保护气氛下进行熔炼和浇铸。也可用做稀土金属及贮氢材料的熔炼和浇铸。

2 设计

2.1 工艺参数

设备内: 设计压力: 2.2/-0.1MPa; 工作压力: 2.0MPa; 设计温度: 200℃; 工作温度: 150℃; 工作介质: 氮气。

夹套内: 设计压力: 0.33MPa; 工作压力: 0.3MPa; 设计温度: 80℃; 工作温度: 60℃; 工作介质: 冷却水。

2.2 材料

该台设备温度较高, 尤其炉内中心感应线圈在加热熔化金属状态下温度高达 1700℃, 且需保持内部操作环境清洁。故此考虑与介质接触的筒体封头全部采用 S30408 材质。上下法兰采用 16MnIII 衬不锈钢板及堆焊 S30408, 卡箍采用 16MnIII。

3 制造过程及要点

真空感应熔炼炉主要由加料箱、炉盖、卡箍法兰、炉体及夹套水冷系统组成, 采用上端进料, 下端出料, 炉盖采用液压缸提升下降, 炉盖与炉体采用快开式结构。结构图见图 1。

3.1 加料箱

由加料筒、卡箍、加料盖组成。卡箍、加料盖为成品锻件, 加料筒由端部法兰、筒体、法兰及支撑圈组焊成一次件, 再以加工好的法兰内径中心线为基准加工法兰端面、齿根和齿顶圆周及内筒支撑圈上表面。保证法兰端面垂直度允差 $\leq 0.08\text{mm}$ 、齿根圆同轴度允差 $\leq 0.1\text{mm}$ 、齿顶圆同轴度允差 $\leq 0.03\text{mm}$ 。对接接头表面应磨至与母材齐平, 角接接头应修磨成内凹形状。环向焊接接头应进行 100%RT 检测, 按 NB/T47013.2-2015 的 II 级合格, 技术等级 AB 级。

重点对加料盖的环形槽密封面、粗糙度及 O 型圈表面质量及尺寸进行复检, 严格按图纸要求进行验收。以往就因为 O 型圈尺寸检查的不仔细, 安装时出现 O 型圈未完全安装进密封槽中, 导致重新采购, 耽误工期。

用丙酮或汽油清理干净密封面, 并在安装 O 型圈之前在密封槽内抹上黄干油, 小心将 O 型圈安装进密封槽内, 不得强行拉伸或用硬质工具接触 O 型圈表面, 以免划伤影响密封。

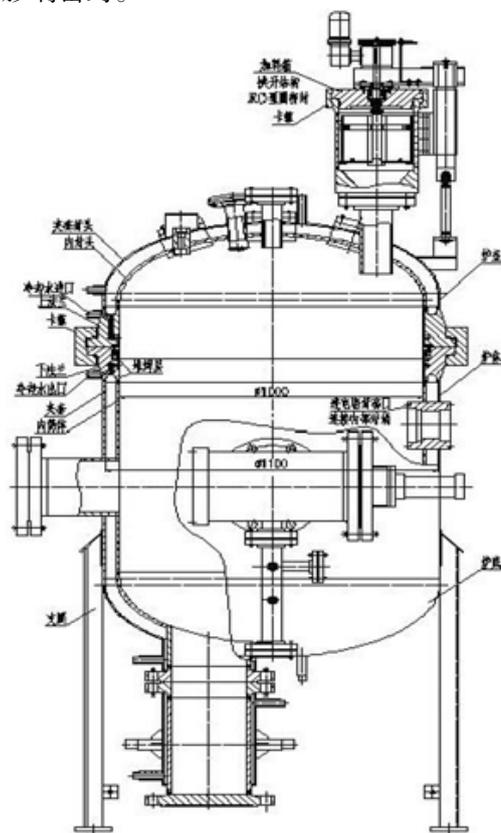


图 1

3.2 炉盖与炉体

炉盖由上法兰、内封头、夹套封头及工艺管口组成; 炉体由下法兰、内筒体、内封头、夹套筒体、夹套封头及工艺管口组成。

根据制造工艺要求, 分别对上下法兰一次件进行组焊及堆焊, 组焊及堆焊按焊接工艺执行。(焊接衬筒时留一处不焊, 防止因热处理时热气排不出去胀开焊缝)

堆焊采用手工焊条电弧焊, 堆焊不少于两层, 加工后堆焊层厚度为 3mm。堆焊前, 基层的待堆焊面应进行 100%MT 检测, 按 NB/T47013.4-2015 的 I 级合格, 每

堆焊完一层,应对堆焊表面进行 100%PT 检测,按 NB/T47013.5-2015 的 I 级合格;堆焊表面应平滑,两相邻焊道间凹陷不得大于 2mm,焊接接头的不平度不大于 1.5mm;面层堆焊后应对堆焊层进行 100%UT 检测,按 NB/T47013.3-2015 的 I 级合格。

因焊接量较大,故在组焊后进行消除应力热处理。为了防止在热处理过程中发生变形,热处理前在法兰内径十字交叉焊接两个圆管,两法兰面对面叠放在一起。出炉后测量法兰圆周直径及平面度,未发现变形。热处理后仅加工其坡口。

上法兰与端环、封头组焊,其中端环与上法兰堆焊面焊接,由于上法兰堆焊面不平,组对端环时要保证端环平面与法兰中心线垂直,且端环中心与法兰中心同轴,偏差 $\leq 1.5\text{mm}$ 。

在加工炉盖之前,在其封头外表面中心焊接一低合金钢工装接管,方便装卡。其中工装接管与封头通过四块不锈钢板连接,防止异种钢焊接。

下封头与筒体组焊,在筒节下端内部焊接以支撑圈,防止装卡筒体端部变形。

利用 1.6m 立车对其炉盖、炉体的组焊件进行加工,加工范围包括圆周齿,密封面等,加工尺寸及偏差应满足加工图纸要求,在所有工序加工完后,在工件下立车之前,应重点对其密封面尺寸及粗糙度进行检验。

将筒体组件与下封头组焊。

对以上所有的环焊缝进行 100%RT 检测,按 NB/T47013.2-2015 中 II 级合格。检测时机为在各个焊缝组焊完并表面检查合格后进行。

3.3 设备密封圈的安装

对 O 型圈表面及密封槽进行清洁,防止灰尘进入密封槽。密封槽及 O 型圈尺寸一定要符合图纸要求,如两者之一超差,就会出现密封不严或者是炉盖安装不到位,出现 O 型圈被炉体的边缘挤压变形甚至破损。

3.4 内筒体第一次水压试验

在上下法兰齿缺口处均匀焊接 4 个螺栓,通过拧紧螺栓使炉盖下到炉体里。在卡箍两侧各焊接一根钢管,一方面起吊装作用,另一方面旋转卡箍。

水压试验时主要检查纵、环焊缝及上下法兰密封面泄漏情况。

3.5 夹套水冷系统

为了让设备外部温度保持在 60℃ 以下,故在上封头、内筒体、下封头外均设置水冷夹套,在上下法兰内部设置环形冷却水管路。

3.6 内筒体第二次水压试验

夹套上封头按图划线开孔,修磨外坡口。与上法兰组件组对点焊,做好 0 心标记。以外夹套封头开孔为基准确定内封头开孔位置,将夹套封头取下,对内封头进行开孔并修磨内坡口。组焊夹套封头与上法兰组件,环焊缝进行 100%UT (TOFD) 检测,按 NB/T47013.3-2015 中 I 级合格;

夹套下封头与夹套筒体组焊并进行 20%RT 检测,按 NB/T47013.2-2015 中 III 级合格。按图纸开孔,修磨外坡口。将其组件点焊于下法兰上,以夹套筒体和下封头开孔为基准确定内筒体和下封头的开孔位置。对内筒体和下封头进行开孔并修磨内坡口。组焊夹套筒体组件与下法兰组件,环焊缝进行 100%UT (TOFD) 检测,按 NB/T47013.3-2015 中 I 级合格。

各接管法兰与内外夹套焊接,氩弧焊打底后,对焊缝进行 100%PT 检测,合格后再手工盖面,焊缝表面进行 100%PT 检测。

组装加料箱、炉盖、炉体、卡箍及内筒体所有连接件,进行第二次水压试验,检查各法兰密封面及法兰与接管焊缝是否泄漏。

因该设备结构特殊,第二次水压试验无法观察到内筒体的 D 类缝,故在水压试验后进行夹套腔氦检漏试验,氦检漏试验按照 HG/T20584-2011 附录 B 进行,检查内筒体 D 类焊缝是否泄漏。

3.7 夹套水压试验

氦检漏合格后对夹套进行水压试验,试验压力为 0.42MPa。设备制造完成后,碳钢表面除锈涂漆,详见涂漆工艺,不锈钢内外表面酸洗钝化处理,以蓝点法检查,无蓝点为合格。

4 经验总结

在设备制造中,如遇到安装问题,首先应按图纸要求对零部件进行复检,一定要先自查,再考虑是不是设计等其他方面原因。还要考虑工人在安装过程中是否按操作规范执行。建议工艺人员在开工前将设备的关键性结构及制造要点告知工人,便于工人在制造过程中格外注意。

5 结束语

通过制造真空感应熔炼炉,使本厂在制造卡箍式快开结构容器方面积累了丰富的经验,也为同行业及相关技术人员提供参考及借鉴。

参考文献:

- [1] 岳江波.真空感应熔炼炉工艺特点及其技术进展[J].山西冶金,2017(2).
- [2] 彭杰楼.国内外真空感应炉发展概况[J].工业加热,1984(04).
- [3] 董金善,顾伯勤.超临界萃取釜快开式密封连接结构设计[J].压力容器,2008(5).
- [4] 廖传华,顾海明,黄振仁.超临界 CO₂ 萃取釜密封结构的设计[J].石油化工设备,2002(06).

作者简介:

张学亮(1985-),男,辽宁沈阳人,2009年毕业于沈阳理工大学机械设计制造及其自动化专业,工程师,研究方向:压力容器设计及制造工艺。

通讯作者:

董雪(1984-),女,工程师,研究方向:压力容器设计及制造工艺。