

# DC60KG 型常压动残无害化处理机的研制

王正红

北京华益精点生物技术有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i5.9114

**[摘要]** 目前,就国内而言动物组织残体无害化处理设备普遍的常用方法是高温高压碱水解处理的大型化设备,其特点为体积大、成本高、固定式大批次处理,尤其对于特定生物安全实验室试验、医疗、科研等产生的小批次需要处理的动物(如家禽、小白鼠等)组织残体不能满足实际使用需求。因此,对于小型化可移动式常压动残无害化处理机的研制具有重要意义。

**[关键词]** 无害化处理; 设计; 研制

**中图分类号:** S858.3 **文献标识码:** A

## Design and Implementation of DC60KG Atmospheric Pressure Animal Tissue Residue Innocuous Treatment Machine

Zhenghong Wang

Beijing Sinomedisite Biotechnology Co.,Ltd

**[Abstract]** At present, In China, the common method of harmless treatment equipment for animal tissue residues is large-scale equipment for high-temperature and high-pressure alkali hydrolysis, which is characterized by large volume, high cost and fixed batch treatment, especially for small batches of animal tissue residues (Such as Poultry, Mice, etc.) produced by specific biosafety laboratory tests, Medical care, Scientific research, etc., Which cannot meet the actual use requirements. Therefore, It is of great significance for the development of a miniaturized and movable harmless treatment machine for atmospheric residue.

**[Key words]** Harmless treatment; Design; Prepare

### 前言

针对微生物流行病研究所实验室等对染疫动物组织的无害化处理先进安全的迫切需求,研制新型常压小型化高温碱水解组织处理机型势在必行。在研制时先后查阅了国外先进的同类机型,其性能相对比较先进,但是开盖、吊装等都是手动操作属于半自动化机型,而且只有主处理罐和控制系统,其他管路及其辅助工艺设备在外围随机布置,占用空间大、机动性很差,设备的整体性、安全可靠欠佳。同时先进的小型常压式可移动全自动无害化处理机型在国内几乎没有,因此迫切需要研制该机型来弥补国内空白。

### 1 主要参数、整体结构及工作原理

#### 1.1 主要参数

整机规格: 外形尺寸: 2600(L)\*1300(W)\*2800(H); 重量: 约2t; 总功率: 11kw。

处理能力: 最大处理能力: 60kg。

主处理罐: 罐体设计压力: 常压; 开关门方式: 液压开关。

#### 1.2 整体结构

该机型整体结构包括机架外壳、电控系统、过滤净化系统、

主处理罐、篮筐、吊装系统、搅拌系统、加热系统、液压系统、管路系统等。

首先,整机采用常压下碱水解可移动式撬装设计,撬装设备不同于大型处理设备的楼层结构为投料区与操作区不分开,操作更方便。整机小型化是一个完整的处理系统,机动性好,可以满足一般实验室实验的需要。采用常压处理不属于压力容器,虽然常压处理时间相对较长,但对于小型化机型经济、安全等方面来说存在很大的优势。

其次,采用倾斜式搅拌系统(减速电机、搅拌机架、搅拌轴及螺旋搅拌叶等)对组织含碱液的搅拌循环将罐内液体从底部提升到上部形成上下循环,对动物组织进行加速碱水解反应的目的。这种搅拌一般设计为横式液下机械密封,其对密封的材质和安装要求高,通常会采用进口机械密封,成本很高;倾斜式搅拌设计为液上密封形式,其搅拌系统对密封的要求不是很高,减少泄漏风险的可能性,从安全、经济方面来说很有优势。

最后,该机型设计了吊装系统和篮筐,吊装架可以230°旋转,方便投料、卸料等,方便操作;同时,机身安装了电控系统,人机界面的设计方便操作控制。

### 1.3 工作原理

工作流程主要分为准备运行、注水注碱液、加热、灭菌、冷却(取样)、清洗处理,整个工作过程9个小时左右,通过碱水解彻底达到灭菌效果。

## 2 处理系统中主要部件设计加工工艺分析

### 2.1 加热器计算选型

处理系统的加热是无害化处理的关键部位,直接影响到无害化处理的灭菌效果,因此加热器的计算选型尤其重要。所选加热器加热的对象有夹套油(导热油)、反应釜自身、物料。

夹套油加热功率 $Q_1$ : 夹套体积25升,物料由常温加热到98度,夹套内油温为120度,常温取20度,温差为100度。导热油比热 $C$ : 0.55KCAL/KG. °C 导热油密度: 0.85KG/L 加热时间 $T$ : 2小时; 加热功率:  $Q_1=W*t*C/(860*T)=0.6795KW$ 。

反应釜自身加热功率 $Q_2$ : 反应釜重量约为270Kg, 常温加热到98度,温差78度。钢比热: 0.11KCAL/KG. °C 加热功率:  $Q_2=1.3468KW$ 。

物料加热功率 $Q_3$ : 按最大量计算,肉60Kg、水60Kg、碱液9Kg,由常温加热到98度,温差78度;肉比热: 0.78KCAL/KG. °C 水比热: 1.003KCAL/KG. °C 加热功率:  $Q_3=5.2607KW$ 。

总加热功率:  $Q=Q_1+Q_2+Q_3=7.287KW$ 乘1.1倍的安全系数 $S$ 即: 2小时总加热功率为8.0157KW,取加热功率为8KW。通过加热器选型,采用法兰型DN50-PN10RF防爆电加热器,其型号GF(5)-380/4-EX,因受结构尺寸限制,分为两组每组4KW,安装在反应釜夹套底层左右满足处理系统加热需要。

### 2.2 齿形环斜块等材料应用分析

由于两斜块摩擦表面粗糙度的存在,可能发生相应的粘着磨损。如相同材料,或相同晶格类型、晶格间距、电子密度和电学性能相近的金属,互溶性大,容易粘着<sup>[1]</sup>。显然这种粘着磨损会影响齿形环的锁紧和开启,因此为了减少斜块之间的粘着现象,首先需要考虑到上下两个相互摩擦的斜块不应采用相同材料。

在设计时,虽然处理罐不是压力容器范畴,但筒体法兰、齿形环均为直径大于500的环状零件,必须通过先锻造再加工而成。筒体法兰与处理罐内组织直接接触,且与筒体材料S31603直接焊接,考虑到防腐防锈及焊接要求。异种钢材或异种金属的连接,需特别注意他们的焊接性能,要尽量选择化学成分、物理性能相近的材料<sup>[2]</sup>。所以筒体法兰材料确定为锻件S31603 II,与筒体法兰焊接的筒体斜块材料确定为板材316L;然而,由于两个斜块采用同种材料相互摩擦易发生粘着磨损,且齿形环不与处理罐内组织直接接触,材料不用316完全可以,选304材料可以满足实际需要,于是确定齿形环材料为锻件S30408 II。

显然,齿形环斜块的材质应考虑防腐防锈要求,设计时优先选用不锈钢材质;同时考虑到与齿形环锻件S30408 II 适合焊接而且相对耐磨,所以采用不锈钢板材304材质。

### 2.3 主处理罐体关键部位的加工工艺分析

主处理罐是该设备处理系统非常重要的核心部件,筒体夹

套及保温层共四层,尤其是主处理罐体关键部位应重视其加工工艺。对于主处理罐直径小,接口多且搅拌接口为双层筒体45度倾斜焊接,且在保温层内,结构较为复杂,故焊接难度大。焊接强度直接影响到质量,一旦使用过程中发生焊口泄漏,售后维修不易解决。譬如与夹套焊接处泄露,需将整机解体、夹套拆除后维修。因此,该处的焊接作为加工的重点环节,需要采取严格的工艺措施。焊接前注意将坡口修磨加工到位,焊接严格按焊接规程执行。

总图搅拌口高度标注在罐内尺寸145,实际加工中需标注罐外高度195。此双层筒体搅拌口处开孔,如果开孔不合格严重影响焊接质量,建议采用镗孔。罐体斜搅拌开孔采用镗孔可以减少人工开孔的难度并提高精度,但目前不具备镗孔的条件,采取人工开孔,开孔时必须注意事项:考虑开孔画线与垂直开孔及打坡口的影响,开孔中心夹套外圆中心距法兰为529(比理论中心高523往下移6),内筒体内圆DN600处开孔中心线距法兰尺寸为573(比理论中心高579上移6),考虑开孔误差,一次开孔直径比理论开孔尺寸小一些,再修磨到位,此时由于斜孔角度的因素,无法用管试装,再按焊接坡口尺寸修磨角度。夹套外筒体开孔与内筒体内圆开孔展开图基本一样误差很小,可用样本画线,但由于试装管只能从外往里塞入,故内圆一次开孔要小些用管试装试修,保证开孔不出现废品。

对于焊接时机,搅拌装置装配到位(可不装配电机),核实支撑环上平面距环焊缝尺寸443时,篮筐缺口上圆弧是否与搅拌叶外圆干涉,理论间隙为20,太大或太小均需调整。可按尺寸点焊试装合格后再焊接。其次,支撑环上定位销位于0°位置,用于篮筐开口与搅拌的定位,不可错位;导热油管口为双层孔,无法里外焊接,可以在接口处的水冷夹套上作一半圆隔环,将水冷夹套与导热油管不焊接,只与导热油夹套焊接。

总之,加工焊接过程中先焊接搅拌孔及各小管接口,后焊接电加热口,先焊难度大、要求严格的接口,后焊方便焊接的大接口,便于焊接时的翻转工作。

## 3 外观造型设计及人机界面设计

### 3.1 外观造型设计



图3-1 处理机外观造型设计

外观造型是产品的附加价值,同时承载着产品的形象。市场经济环境下,产品设计追求实用价值,精神价值和经济价值的完美结合<sup>[3]</sup>。这里的精神价值即为产品造型所产生的附加审美价值,是产品与人建立人机关系的重要途径。通过造型设计对产品的合理塑造,可以提升与人和环境的关系。

机身采用304不锈钢材质,外观造型整体上简洁大方、美观实用。在考虑制作工艺和维修操作方便的同时,通过门及上盖的细节设计利用线与面的分割,使庞大的机身显得更稳重。人机界面与主罐体相呼应,利用几何元素装饰外观,线与面、方与圆有机结合,简而不单调,如图3-1所示。

机型整体上长度与高度基本一致,但吊装系统和主罐体等在机身右侧,整体上设备有重心偏左的错觉,实际上在整体布局设计时就考虑到重心的问题,吊装系统和主罐体放在右侧更合理一些,于是将碱液罐、水罐、泵、导热油缓冲罐、净化过滤系统、电控箱等都放在罐体的右侧,这样保证了重心的稳定性。为了减少重心偏左的错觉,将报警器装在右侧,与吊装系统相对,从心理上产生相对安全感,起到画龙点睛的效果。同时,机身上部为了加碱液及导热油方便设计了带提手的两个上盖,不仅使用方便而且起到了装饰的作用。其次,机身配电柜上部采用大倒角,给人以亲和感。进一步平衡了头重脚轻的错觉,符合人的审美习惯,同时大倒角便于人机界面操作。

### 3.2 人机界面设计

根据人机工程学,人机操作界面的高度和角度直接影响操作的舒适度。该人机界面设计倾角为35度,高度为850mm,属于视角和手控操作合理范围,便于操作控制。

人与机器以及环境之间的信息交流分为两方面:显示器向人传递信息,控制器接收人发出的信息<sup>[4]</sup>。显示器和控制器(旋钮、按钮等)是人机界面的核心要素,其设计时需考虑到人的定向动作和习惯性动作等因素,各要素合理布局,避免操作失误,提高操作效率。

在人机界面左侧,选择了SIEMENS 10寸彩色触摸显示屏,通过触摸显示屏操作显示处理机的整个工艺流程及各阶段的运行参数。

结合使用频率、功能分组、使用顺序等设计原则,功能操作区从左到右依次依次为:处理机启停即为整机处理系统的启停,开启后按设定程序自动进入启动状态;液压泵启停旋钮控制液压系统保证环体、舱门液压缸正常工作;环体开关旋钮通过液压系统控制环体开关,环体开启后,舱门才能打开;舱门开关旋钮通过液压系统后侧两个液压缸实现舱门的开关;控制处理机填料旋钮开启后即加碱、加水系统开启。

依据重要性设计原则,根据操作习惯性和方便性,将紧急停止按钮布置在右下方。若发生故障第一时间立即按下紧急停止按钮,保证设备迅速停止程序与进程。

### 4 无害化处理性能测试实验及灭菌效果检测

为了测试该机型的性能及灭菌效果,依据测试方案,按最大量进行测试实验,物料采用染菌的动物约60Kg、水60Kg、碱液9Kg,实验过程严格按照无害化处理系统工艺流程。经过准备运行、注水和碱液、加热、灭菌、冷却(取样检测)、清洗处理,其过程温度95℃、热量保持时间6h、消毒时间6h、溶解时间6h,整个测试过程9小时,灭菌处理后篮筐内剩余产物骨头。无害化灭菌处理结束后冷却,通过三个取样口分别取样检测,处理后所有产物中没有检出任意种类的目标微生物(包括朊病毒),生物指示剂测试结果符合RB/T 199-2015《实验室设备生物安全性能评价技术规范》中相关要求,检测灭菌效果合格。经评估验证整机性能符合实验室生物安全通用要求,其性能及灭菌效果得到用户肯定和认可。

### 5 结束语

本机研制主要部件采用316材料设计,利用合理的工艺,保证了设备安全可靠、卫生,符合生物实验室设备及国家法律法规;其造型实用美观,操作维修方便,该机型的功能完整性优于同类进口机型,而价格远远低于同类进口机型,目前设备性能已在国内市场得到认可;采用常压处理的优点是处理设备不属于压力容器,不用报装、不用压力容器的使用登记、年度检验等手续以及操作更安全、设备成本及运行成本低等优点,对于小型化机型经济、安全等方面来说存在很大的优势,经济效益显著。为国家提倡发展绿色节约型社会做出了贡献,同时填补了国内常压全自动小型化可移动无害化处理设备的空白。

### [参考文献]

[1]刘瑞堂,刘锦云编.哈尔滨:金属材料力学性能[M].哈尔滨工业大学出版社,2014.12.

[2]李向伟.编著焊接结构设计与实践[M].北京:机械工业出版社,2023.3.

[3]吴琼编著.工业设计技巧与禁忌[M].北京:机械工业出版社,2009.8.

[4]曹祥哲编著.人机工程学[M].北京:清华大学出版社,2018.

### 作者简介:

王正红(1980--),男,甘肃庆阳人,汉族,本科,机械设计工程师,从事机械产品开发设计研究。