

[紧固件热处理设备简介]

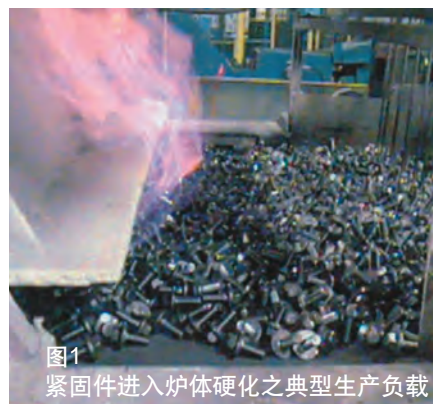


图1
紧固件进入炉体硬化之典型生产负载

紧固件热处理设备（图1）可利用不同类别炉体与恒温炉进行处理，紧固件设计师应了解其适用之选择性，一般热处理设备可以批次式或连续式炉体供应，此二类别炉体之基本差异不在于建造材料，虽然基于天生之设计需求有些差异，但关键性的差异在于工件负载物于炉体之摆设及炉体内气氛与工件之相互作用，热处理设备可进一步分为气氛炉、真空炉及恒温炉。

文/ 金属中心精微成形研发处正工程师 马宁元

炉体

于炉体传送到工件负载物之能量来源为天然气与电力，另类能源如其它碳氢燃料（丙烷等）及油也可加以使用，表1列出炉体之分类。

批次式单元包括大型、厚重工件负载，须长时间处理，于批次式单元，工件进料一般为静态，因此于炉体气氛与进料之作用于接近平衡状态下进行，批次或炉体包括：

- ▶ 带式炉体
- ▶ 箱型炉体
- ▶ 车底炉体
- ▶ 上升炉床炉体
- ▶ 流体床
- ▶ 高架起重机炉体
- ▶ 机械箱炉体（密闭淬火、整体淬火或进-出式炉体）
- ▶ 坑槽炉体
- ▶ 盐坩锅炉
- ▶ 分离包围式炉体

表1 热处理炉体分类

标准	结构区分	注
加热方法	燃料燃烧	气体(天然气、其它碳氢化物)或油
	电力	电阻(金属、陶瓷、其它)、电弧、熔炼、电感应、加热熔炼
进料处理方法	批次式	静态操作
	连续式	设备内工件连续移动
	间歇式	工件周期移动
内部气氛	空气	
	其它	生成、合成、元素、混合
进料曝露到	开放	进料曝露，单一加热
气氛	密闭	隔焰设计(隔绝进料、双加热转移)
炉体类别	静态	滑轨、厚板
	移动式	带、车、滚轮、转动桌、螺旋、振动器
液体熔浴	盐	
	其它	熔融、流体床

- ▶ 上倾式炉体
- ▶ 真空炉

于所有批次式类别炉体，整体淬火炉（图2）为最常见之扣件热处理炉，连续式炉体由工件负载移动鉴别，环境包围之工件负载大大改变操作进料位置，

连续式炉体包括：

- ▶ 连铸式带状炉体
- ▶ 单轨炉体
- ▶ 滚轮炉床炉体
- ▶ 推进器炉体
- ▶ 转动炉床炉体

- ▶ 振动器炉床炉体
- ▶ 真空炉
- ▶ 移动车炉体
- ▶ 旋转反射炉
- ▶ 网带炉体
- ▶ 拱型炉体

于所有连续式炉体，网带输送炉是紧固工业高量生产最常见之炉体。对热处理炉，有许多特殊目的类别之炉体，包括：

- ▶ 连续厚板与子弹加热炉
- ▶ 感应加热系统
- ▶ 电子束表面处理设备
- ▶ 雷射热处理设备
- ▶ 石英管炉体
- ▶ 电阻加热系统
- ▶ 转动指系统
- ▶ 螺旋输送器炉体

表2列出用于每一类别设备之不同制程。

真空炉

依据负载模式，真空炉可分类为水平式与垂直式炉体，可为批次式或连续式（多腔体）设计，真空炉之热处理可依炉体设计特殊状况及热处理之真空水平与温度控制鉴定，炉体设计一般与负载物体积、压力与温度及冷却负载物使用之介质（油或气体）有关，真空炉主要部分包括：

- ▶ 腔体
- ▶ 抽气系统
- ▶ 热区域
- ▶ 冷却系统

真空炉可分类为冷壁与热壁型，冷壁炉体结构包括：

- ▶ 操作温度范围2400~3000°F（1315~1650℃）或更高
- ▶ 低热损失或热负载释放到外界
- ▶ 快速加热与冷却性能
- ▶ 均匀温控(±10°F(5.5℃)或更佳)



图2 批次式类别整体淬火炉



图3 紧固件硬化与表面硬化之网带输送连续炉

表2 热处理炉体之一般应用

炉体类别	应用
钟型	时效、硬化、氮化、蓝化、固溶热处理、回火、应力释放
箱型	时效、退火、渗碳、硬化、正常化、固溶热处理、应力释放、回火、锻化
Car Bottom	退火、溶碳、硬化、均质化、锻化、正常化、球化、应力释放、回火
Cloverleaf	退火、碳复原、渗碳、软氮化、硬化、正常化、回火
连续厚板	渗碳、均质化、固溶热处理
输送带	沃斯回火、退火、碳复原、软氮化、渗碳硬化、均质化、球化、回火
电子束	表面硬化
升降炉床	时效、退火、硬化、锻化、固溶热处理、应力释放、回火
流动床	软氮化、淬碳、硬化、氢化、渗碳、氢化、蒸汽处理、回火
感应炉	硬化、回火
整体淬火	沃斯田铁化、退火、碳复原、软氮化、渗碳硬化、渗碳氢化、正常化、应力释放、回火
离子	碳氮共渗、渗碳、氮化、软氮化
雷射	退火
单轨	退火、硬化、正常化、应力释放、回火
坑槽	退火、蓝化、碳复原、碳氮共渗、硬化、渗碳、均质化、氮化、软氮化、正常化、固溶热处理、蒸汽处理、应力释放、回火
推进器	退火、碳氮共渗、渗碳、硬化、锻化、金属化、软氮化、正常化、固溶热处理、球化、应力释放、回火、烧结、硬化、烧结
石英管	硬化、烧结
电阻加热	时效、退火、碳氮共渗、硬化、正常化、应力释放
滚通炉床	蓝化、碳复原、碳氮共渗、硬化、渗碳、锻化、正常化、固溶热处理、球化、应力释放、回火
旋转指	退火、硬化、正常化、应力释放、回火
旋转炉床	退火、沃斯回火、碳复原、碳氮共渗、渗碳、硬化、回火
盐浴	沃斯回火、碳氮共渗、硬化、锻化、麻回火、轨氮化、正常化、回火
螺旋输送带	退火、硬化、应力释放、回火
振动炉床	退火、碳氮共渗、渗碳硬化、正常化、应力释放、回火
Tip-Up	退火、硬化、锻化、正常化、球化、应力释放、回火
真空炉	退火、焊接、镀碳、碳氮共渗、渗碳、除气、硬化、轨氮化、正常化、固溶热处理、烧结应有释放、回火

烤炉 (Ovens)

烤炉可设计为间歇式负载，于一时间内一批次或经过单元使用一些形态输送之连续操作流动，烤箱设备大小变异性很大，自小实验型之台式单元到大型工业系统数仟m³容量，烤炉利用空气气氛操作，可设计为N₂或O₂特别气氛或加入一些特殊结构，如采用反射炉，使用特殊气氛作特殊加工之应用。

热源可自燃料燃烧或电力衍生，热传到工件主要利用重力、对流或辐射源（若温度足够高），目前烤炉结构应用温度可达1400°F（760°C），虽然传统上限为1000°F（538°C），烤炉技术利用对流加热，即空气循环，燃烧产品或钝气为主要来源加热工件到所需温度，烤炉结构随炉体结构有甚大差异。烤炉选择须仔细考虑下列因素：

- ▶ 加工材料数量
- ▶ 尺寸均匀性及产品形状
- ▶ 批量体积
- ▶ 温度公差
- ▶ 释出物

批次式系统可分类为：

- ▶ 钟式
- ▶ 台式

- ▶ 箱式
- ▶ 卡车
- ▶ 步进式

连续式系统包括：

- ▶ 带式
- ▶ 单轨
- ▶ 推进器
- ▶ 滚道炉床
- ▶ 转鼓(或反射炉)
- ▶ 螺旋式
- ▶ 拉链式
- ▶ 转动轴柱

烤炉结构之设计标准包括：

- ▶ 操作温度
- ▶ 加热方法
- ▶ 材料热膨胀
- ▶ 气氛
- ▶ 气流型态

操作温度范围为烤炉结构主要决定因素，一般而言，所有烤炉由双壁片材金属构造，于片材间有绝缘与强化材料夹杂于其间，绝缘体可为玻璃纤维、矿棉或轻量化纤维材料，烤炉之片材金属套轴可为低碳钢、电镀钢、锌附着钢、铝化钢或不锈钢，视温度需求。

当温度增加，烤炉结构发生一些不同改变，于高温状态，自加热与气氛之内部膨胀与密封问题于高

温特别明显，如为400°F（205°C）设计之烤炉系统有矿棉绝缘，4"（100mm）厚，700°F操作温度之烤炉需7"（175mm）厚，大型烤炉系统之热膨胀可利用于壁、地面或天花板伸缩板接头补偿门结构，必须加入类似之膨胀接头。气流类别与数量很重要，如处理爆炸挥发物，喷漆干燥或溶剂粹取之烤炉设计需有特殊考虑因素，如大量气流、体积稀释挥发气体、爆炸释放地板开口、清除周期、动力排气设施、气流安全开关及新鲜空气节流板。

一些不同气流形态可加工使用，与工件负载结构有关，气流形态包括水平式、垂直式或单一流量组合。

烤炉加热方法不仅与特殊燃料通用性有关，也与制程本身有关，许多制程无法容忍自直接点火系统燃烧产物，因此须考虑间接辐射管点火或不同能源。此外，一些热传方法，如微波加热，严格受限于加工产品型态，烤炉一般利用燃料（包括天然气或真空碳氢化物）、蒸汽或电力、红外线加热与微波（RF）也可使用。

结论

热处理设备之选择随应用不同，选择正确形态设备可保证最高品质产品，经常许多炉体可进行操作，经济操作也是很重要的选择。

工厂若未能每周7日、每日24小时操作，可考虑批次式设备或真空加工或外包给合格之热处理业者，工厂须评估最适用于其产品混合或技术组合之技术。

参考资料

1. www.heat-treat-doctor.com
2. Herring, D. H., Heat Treating Equipment, White Paper, 2003.
3. Heat Treater's Guide: Standard Practices and Procedures for Steel, ASM International, 1982.