

# 双室真空油淬气冷炉技术方案

---



2026年04月09日

**UTONLAB<sup>®</sup>**

**西安警豚试验科技有限公司**

## 目录

一、项目概况.....	1
二、设备概述.....	1
三、需求与方案适配.....	2
四、技术规格和参数.....	2
五、设备结构组成.....	4
5.1 主体结构.....	4
5.2 真空系统.....	4
5.3 电气控制系统.....	5
5.4 充气系统.....	5
5.5 水冷系统.....	5
5.6 气动系统.....	6
5.7 炉外料车.....	6
六、主要配置清单.....	6
七、成套供货范围.....	8
八、安全保护措施及性能.....	9
九、制造、验收与安装调试.....	10
十、质量保证和售后服务.....	11
十一、需方现场应具备的条件.....	11
十二、技术培训.....	12
十三、包装及运输.....	12

## 一、项目概况

本项目拟配置双室真空油淬气冷炉，设备有效工作区尺寸为 2200 × 600 × 600 mm，可满足客户零件尺寸 2150 × 600 × 150 mm 的装炉及热处理需求。根据客户提出的炉型要求，设备采用真空炉/真空油淬炉形式，适用于 4340（AMS 6414）材料的热处理加工，可完成淬火、回火及相关热处理工艺。其中，客户目标工艺为 899°C 淬火后油冷，以及 250°C 回火后空冷；设备本身除满足上述工艺要求外，还可实现真空油淬、真空气冷、时效、退火等多种热处理工艺。设备最高温度为 1300°C，工作温度范围为 500~1250°C，控制系统采用 PLC + 触摸屏（工业 PC）+ 智能控温仪表的配置形式，具备较好的温度控制能力、工艺执行能力和自动化运行能力，可满足相关零件真空热处理过程中的工艺控制要求。

## 二、设备概述

双室真空油淬气冷炉为卧式双室冷壁内热式结构，采用电加热方式，具备气冷和油淬两种冷却方式，运行过程和工艺参数（温度、真空度、工艺时间等）可自动控制，同时具备用户可调用、编辑和存储工艺程序功能，并具有安全自锁保护、故障自诊断及报警功能。

该设备可实现真空油淬、真空气冷等热处理工艺，还可适用于高速钢、高合金工模具钢、精密轴承、精密机械零件等各种材料的时效、退火、气冷等热处理工艺。针对本项目所涉及的 4340（AMS 6414）材料零件，设备可满足真空加热、油淬转移及回火处理等工艺执行需求。

设备具有自动化程度高、加热响应快、炉胆蓄热少、开炉/停炉速度快、节能效果好、生产效率高等特点，同时工件表面质量好、热处理变形小，整体设备抗干扰能力强、维护方便、运行可靠，适用于

## UTONLAB®打造加热服务新体系

同一钢种批量生产以及多规格、多品种单件或小批量生产。

### 三、需求与方案适配

项目	客户需求	方案对应
炉内工作空间	零件尺寸 2150 × 600 × 150 mm, 炉腔需大于该尺寸	设备有效工作区尺寸 2200 × 600 × 600 mm
炉子类型	真空炉/真空油淬炉	采用双室真空油淬气冷炉结构
处理材料	4340 (AMS 6414)	设备可用于 4340 等低合金钢 真空热处理
处理流程	淬火 (899°C) 油冷	设备具备真空加热、转移油淬 能力
处理流程	回火 (250°C) 空冷	设备具备回火及气冷处理能力
目标状态	抗拉性能 > 260 KSI (约 1800 MPa)	设备满足对应热处理工艺实施 条件, 最终性能与材料原始状 态、零件截面尺寸、装炉方式 及工艺制度有关

### 四、技术规格和参数

项目	参数
型号	FZC2-240 (炉体需探伤)
形式	双室, 卧式, 侧装料
炉腔内部容积	约 1458 L
有效工作区尺寸	2200 × 600 × 600 mm (长×宽×高)
装载量	1500 kg
加热功率	240 kVA
最高温度	1300°C
工作温度	500~1250°C
炉壁表面温度	< 室温 + 20°C
控温精度	±1°C
加热区	三区

UTONLAB®打造加热服务新体系

加热器布局	360°圆周
空炉升温时间	从室温升至 1000°C不大于 90 min
温度均匀性	≤±5°C（空炉，真空状态下进行九点测温）
极限真空度	≤4 × 10 <sup>-1</sup> Pa（空炉、冷态、干燥）
工作真空度	≤5 Pa
压升率	≤0.6 Pa/h
气冷压强	<2 bar
真空抽速	从大气压力抽至 5 Pa ≤ 20 min
分压范围	10 Pa~300 Pa
中间门开启方式	液压驱动，上下开启闭合
绝缘材料	氧化铝基陶瓷
机械泵抽气速度	150 L/S
机械泵电机功率	11 kW
罗茨泵抽气速度	1200 L/S
罗茨泵电机功率	11 kW
控制方式	PLC + 触摸屏（工业 PC）+ 智能控温仪表
分压控制	自动
记录方式	无纸记录
控制热电偶	S 型（铂铑热电偶）
炉子冷却控制	双回路（炉体冷却回路 + 淬火油冷却回路）
炉门紧固方式	气缸驱动锁圈紧固
送料方式	全自动进出料
运行噪声	<80 dB

## 五、设备结构组成

### 5.1 主体结构

真空炉主机为卧式双室结构，炉体前室为冷却室，中间为真空密封隔热闸阀，后室为加热室。后室设有炉盖，前室炉盖采用液压驱动自动启闭方式，前室锁圈采用气动开启形式。炉体与炉盖均为双壁水冷结构，热室炉体内、外壁采用优质碳素钢制成，两端与法兰连接，内通冷却水。

炉体密封结构设计兼顾使用寿命与维护便利性，淬火室炉体与炉盖之间采用双向锁圈式密封结构，可保证正反压两个方向的密封。炉体按照高压容器规范制造，所有焊缝 100% 检测，并通过打水压、打气压及氦质谱检漏等方式检查密封性能，以确保设备压升率指标能够长期保持。

加热室由金属框架、隔热层、加热元件和料台等组成。金属框架采用整体式结构，由优质碳素钢筋板和多孔钢板焊接而成；保温层由石墨软毡组成并采用碳绳固定；加热元件采用石墨管、石墨连接板和石墨螺母，沿保温层内壁四周均匀布置，炉温均匀性好，且便于更换。料台由石墨棒支柱、石墨炉床和炉床上的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  隔条组成，可防止高温时料盘与石墨炉床粘结。

### 5.2 真空系统

真空系统由真空机组及真空测量元件组成，主要包括罗茨泵、机械泵、真空管路、波纹管、气动挡板阀和压差阀等，构成二级泵组。真空测量系统由数显电阻真空计及规管组成，带真空控制点设定，可同时检测炉体和真空管道真空度。

真空系统设有自我保护逻辑互锁功能，可避免误操作；当发生停电时，全部真空阀门会自动关闭，以保持炉内真空度并防止工件氧化。

## UTONLAB®打造加热服务新体系

系统管路配置有金属波纹管连接件，用于消除泵组与炉体间震动，同时设置 KF16 检漏口，便于外接检漏仪进行密封检查。一级泵出口处配有油烟过滤装置，过滤后排放，可减少厂房污染。

### 5.3 电气控制系统

电气控制系统由触摸屏、PLC、执行器件、真空计、高精度控温仪表、控压仪表、记录仪、相关传感器、调压器、稳压及滤波装置等组成，可实现自动化程序操作，并兼有手动操作功能。标准配置为 15 寸触摸显示屏，图形化人机界面可动态显示工艺过程和设备运动状态。

系统可对温度、真空度等数据进行数字化监控，并具备数据存储、曲线记录、权限管理、故障记录等功能。温度控制采用工业 PID 控制器，测温热电偶为双芯 S 型热电偶，一芯用于控温和记录，另一芯用于超温报警。PLC 对抽真空、真空阀开闭、进出料等机械动作进行全自动控制，并具备超温、过流、断水、误操作等联锁保护和简单故障自诊断功能。

### 5.4 充气系统

充气系统由气源（用户自备）、充气管道、快充系统、微充系统和压力检测系统等组成，可实现炉内回充及辅助冷却。快充系统通过大通径气动充气阀完成快速充气，快速冷却时先充气至 0.6 bar 后启动风机，风机正常运转后再充至设定压力，气冷压力在 0.6~2 bar 范围内可调。

分压系统由手动截止阀、电磁阀和微调阀等组成，可在加热过程中实现真空度分压调节与控制，并配置停电备用手动充气接口，以在突发停电时保护设备。

### 5.5 水冷系统

设备采用封闭式循环水系统，对炉体、炉门、风冷系统、水冷电

极和真空泵泵组等进行冷却。系统包括设备自身冷却水管线分配系统以及外部循环供水系统（自备），冷却水进口设有温度、压力传感器，重要回水端设有流量测量传感器，可对进回水状态进行监测。水冷系统由不锈钢截止阀、电接点压力表、碳钢管路和水流观察镜等组成。系统设置断水、欠压、超压等报警保护功能，并配置备用冷却水接口，当车间停电时可接入应急水源以保护设备。所有阀门及管路操作部位均带有明显的操作标识、流体流向和常开常闭标牌。

### 5.6 气动系统

气动系统由气动三联件（除水器、压力表、油雾器）、电磁换向阀及管道等组成，可为气缸、充气阀、真空阀门等执行元件提供洁净压缩空气，确保各执行器件动作可靠，整体管路布置整洁。

### 5.7 炉外料车

自动料车为本设备专用物料车，采用电动导轨输送式结构，可与炉内运行导轨对接，实现物料的送料、出料及安全平稳转移。料车由马达、减速机和定位装置等组成，进出料时通过定位装置与炉内准确对接。

料车配置联锁保护装置和动作极限保护装置，可避免误操作造成设备故障或生产事故。料车上还设有真空淬火油收集器，以防止淬火油污染工作场地。

## 六、主要配置清单

配套名称	数量	品牌厂家
炉体	1 台	术热科技
加热室	1 套	术热科技
水冷电极	1 套	术热科技
气动元件	1 套	台湾亚德客

主要电气控制元件	1 套	法国施耐德电气
控制系统	1 套	术热科技
PLC 可编程序控制器	1 套	日本欧姆龙
触摸屏	1 台	昆仑通态
无纸记录仪	1 台	杭州盘古
数显真空计及配套规管	1 套	成都睿宝公司
HL-150 机械泵	2 台	浙江神工/术热定制
ZJ-1200 罗茨泵	1 台	浙江神工/术热定制
晶闸管调压器	2 台	江苏东技/中特变/中亚
铜排桥架	1 套	术热科技
3504 智能控温仪表	1 套	英国欧陆
P4100 超温报警仪	1 台	英国 WEST 公司
电柜	1 套	术热科技
冷却风机	1 台	开封盛达
充气系统	1 套	术热科技
安全阀	1 套	浙江永一/术热定制
高效换热器	1 套	徐州鑫达
水冷系统	1 套	术热科技
油烟过滤装置	2 个	术热科技
铂铑双芯 S 型热电偶	1 套	重庆大正/术热定制
碳毡保温材料	1 套	辽阳立成
石墨及加热元件	1 套	东方碳素

## 七、成套供货范围

### 7.1 成套供货主体

内容	数量
真空炉主体	1 台
加热室	1 套
真空机组	1 套
电控柜	1 台
调压器	1 套
炉外料车	1 台（电动）
料盘	2 个（铸造 1100 × 600 × 60）
油烟过滤器	2 台
油冷却系统	1 套
充气系统	1 套
水冷系统	1 套
气动系统	1 套
气冷系统	1 套
真空规管	2 支

### 7.2 易损备件及随机工具

内容	数量
密封件	1 套
绝缘件	1 套
加热元件	30 件
油烟净化器滤芯	2 个
随机工具	1 套

### 7.3 随机技术文件

文件名称	份数
设备操作维修说明书	2 份
平面布置图及地基图	2 份
电气原理图	2 份
真空系统图	2 份
水冷系统图	2 份
气动系统图	2 份
充气系统图	2 份
主要配套件说明书	1 份
产品出厂合格证	1 份

## 八、安全保护措施及性能

设备配置常规安全装置并具备联锁保护功能，可避免因误操作而导致的设备故障及生产事故，但设备运行需保证压缩空气和冷却水的正常供应。设备危险部位设有安全警示标识，特殊位置增加安全操作和防误操作提示。

在不停电情况下，如设备出现异常状态或故障，控制系统可发出声光报警信号，并自动记录报警类型和报警时刻。真空或分压未达到设定值时，加热程序保持在 HOLD 状态；当真空度或分压恢复到设定值后，加热程序自动恢复继续执行。

封闭式冷却系统进出水口均设有温度、压力、流量安全报警功能；若冷却水入口压力低于设定值或入口温度高于设定值，系统将声光报警并按程序设定手动或自动停止加热。若压缩空气压力低于 5 bar，设备亦会报警并停机保护。

设备配有安全阀及手动放气阀，当实际充气压力大于设定值时可

进行减压；如无人及时处理且报警失灵，安全阀可自动开启，以防止安全事故。若因故障引起加热温度超过设定超温值，系统将立即停止加热。

对于突然断电情况，真空阀和气路阀将自动关闭，水路阀门自动打开，炉子仍处于真空或气氛保护状态；再次来电后，热处理过程以手动方式继续执行。设备设有可靠接地装置，裸露带电部分及传动部件均有防护罩壳或相应保护措施。

## **九、制造、验收与安装调试**

合同生效并预付款到位后 60 日内，供方可向需方提供设备平面布置图及地基图，需方按图进行施工。设备制造完成后，供方完成内部验收，并通知需方到生产场地进行预验收，同时按技术协议对所有外购件及电控系统等逐项确认；预验收合格后，双方确认发货时间。

预验收内容包括基本检测与动态性能检测。基本检测主要对整机布置、外购件、电机、传感器、气缸、电气元件及布线情况进行检查；动态性能检测主要对机械动作平稳性、水路气路密封性、气体回路以及互锁和报警系统进行检查。

设备运抵需方现场后，由需方负责卸车、吊装并将主机就位，接通冷却水后通知供方派员安装调试。买方应根据设备对水、电、气的要求，准备好最终安装调试所需条件，并以书面形式通知卖方。供方技术人员到场后，在需方配合下完成设备安装、线路连接检查、运转调试及操作指导。

终验收在买方工厂安装调试完成后进行，内容包括设备外观、布线、密封性能、外购件状态、机械动作平稳性、水气路密封性、压力下气体回路、互锁和报警系统，以及真空性能与温度均匀性检测，包括压升率、极限真空度、最高温度和超温报警等。验收合格后，双方

共同签署最终验收报告。

## 十、质量保证和售后服务

项目	内容
质保期	卖方所供设备、材料、服务及安装的质量保证期为 12 个月（易损件除外），自签署最终《验收报告书》起计算。
质保期内服务	在质保期内，非因买方原因造成设备故障及设备损坏时，卖方在接买方通知后 4 小时内响应，24 小时内赶到现场，48 小时内免费排除故障、修复或更换零部件。
使用不当情形	如因买方使用不当导致设备故障，卖方仍按上述时限响应并协助排除故障，需更换零部件时酌情收取成本费。
质保期外服务	质保期满后，如设备出现故障，卖方仍按约定时限响应并到场服务，帮助排除故障、修复或更换零部件，需更换零部件时酌情收取成本费。
不属于质保范围	违反操作规程、耗材未及时更新、用户配套设施不满足要求、被处理零件产生有害物造成设备损伤、天灾或不可抗力以及其他非供方责任因素造成的故障，不属于质保范围。

## 十一、需方现场应具备的条件

项目	要求
基础设施和装卸	提供电、水、氮气、压缩空气等基本设施，准备安装调试所需辅助工具；具备合适厂房、地基、预埋管路及装卸运输条件。
冷却水	总给水进水压强 0.15~0.2MPa，进水温度 10~32℃，水质硬度 < 10 度，固体含量 < 250 mg/L，最大流量 90m <sup>3</sup> /h。
气源	提供高纯氮气（99.999%）气源及至充气系统的管路；提供压缩空气气源（0.4~0.6 MPa，可自行配置产气量为 0.6 m <sup>3</sup> /min 的小型空压机）及管路。
电源	提供 AC380V、三相、50Hz 电源，并完成与设备调压器和控制柜的连接电缆铺设。
管路及工装	完成各种管路至炉体的供应、连接和安装，设置真空泵组排废气管路，并准备现场工件搬运及工装。
冷却水注意事项	为延长设备和管路系统使用寿命，防止化学侵蚀与钙化，建议冷却水满足 pH 7.0~8.0，并配套使用适当的水垢、腐蚀抑制剂及杀藻措施。

冷却水质量建议满足如下控制要求：pH 值 7.0~8.0；应合理控制碳酸盐硬度与非盐酸盐硬度，并根据现场循环水系统配置适当的水垢抑制剂、腐蚀抑制剂及杀藻措施，以防止设备和管路系统发生化学侵蚀、钙化及生物污染。

## 十二、技术培训

设备到达需方现场后，由供方在总装调试过程中对需方操作人员进行培训。培训内容包括设备构造与原理、工艺调整、设备维护保养以及常见故障诊断与排除。

需方负责提供现场培训所需辅料、耗材、零件等必需品，以便完成设备调试和培训工作。

## 十三、包装及运输

设备包装与运输按照长途陆路运输要求进行设计与实施。其中，电控柜采用防尘膜包装，其余部件采用常规防护包装。整体包装应牢固可靠，具备良好的防潮、防锈、防震及防粗暴装卸能力，确保设备在运输和吊装过程中的安全性与完整性。包装形式应同时满足汽运及整体吊装要求，并在包装外部对起吊重量、重心位置等信息进行清晰标识，以便于现场装卸、搬运和安装。设备运输方式为汽车运输。