



航空热处理主要特点与 航空热处理炉选型技术要求 (中)

中航工业北京航空材料研究院 (北京 100095) 佟小军

4. 主要的技术指标要求

(1) 各类炉型通用的主要技术指标 航空企业用户在选购热处理设备时应根据实际使用要求和标准(航空热处理质量控制标准、材料或制件热处理工艺标准)对设备提出尽量全面、详细和清晰的技术指标要求,以及功能要求和特性要求。避免有些应该提的技术指标没有提到或提得不够详细、合理,还应避免某些指标提得过于苛刻,徒增设备成本而无必要。对于各类炉型,除了上述的温度及结构的技术要求外,以下几方面的技术指标是应明确提出的。

①设备的最高温度和最高使用温度。应根据炉子主要处理的对象材料对设备的最高使用温度提出要求,设备应能保证在该温度下经常性地、稳定地工作。最高温度则指设备允许升温的最高温度,但不能在此温度下长期或经常性工作,否则会减少设备使用寿命,一般最高温度应高于设备最高使用温度 $100\sim 200^{\circ}\text{C}$ (视实际最高使用温度而定)。这两个指标不应混淆并应同时提出。

②有效加热区尺寸。有效加热区是指加热室炉膛内经温度检测确定的满足热处理工艺和温度均匀性要求的允许装料空间。应根据需处理的制件尺寸和生产量确定并提出设备的有效加热区尺寸要求。

通常设备厂家都有标准系列的有效加热区规格供用户选择,除非特别必要,应尽量在标准系列规格内选择,以降低设备成本。

③有效加热区温度均匀性。应根据处理的主要材料牌号确定并对设备提出具体的有效加热区温度均匀性要求。原则上:

a) 对用于所有金属材料的回火(时效)炉一般应要求温度均匀性为 $\pm 5^{\circ}\text{C}$;所处理的材料制件工艺有特殊要求时,则应要求温度均匀性为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

b) 对于淬火(固溶)炉一般要求温度均匀性为 $\pm 10^{\circ}\text{C}$;所处理的材料制件工艺有特殊要求时(如某些高温合金叶片),可要求温度均匀性为 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。凡要求温度偏差为 $\pm 8^{\circ}\text{C}$ 的材料可全部归于 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ (要求温度偏差为 $\pm 8^{\circ}\text{C}$ 的主要是一些沉淀硬化不锈钢材料,热处理温度并不高)。对于真空淬火(固溶)炉,则温度均匀性一般为 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

c) 对于化学热处理炉一般应要求温度均匀性为 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。这主要是考虑保证渗层均匀性的因素,因为温度是渗速的最大驱动力,如果炉膛温度偏差值较大,则将明显影响渗层的深度与组织的均匀性。

d) 仅用于毛坯软化退火(改善加工性能)的

热处理炉可以放宽到 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 或更宽。

需说明的是,随着热处理炉设备设计与制造水平的提高和炉用加热、保温和耐火材料的技术进步,以及控制技术的进展,带有强制气氛循环功能的回火炉设备做到温度均匀性 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 已经非常容易;同时,对于淬火和固溶炉,高水平的设备不使用循环风扇也可以较容易地做到在工作温度范围内满足温度均匀性 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

当需要的设备温度均匀性确定后,技术指标要求也可以直接引用航标规定。如:要求“有效加热区温度均匀性和系统准确度应符合HB 5354和HB 5425 I (II/III/IV)类炉规定”。应注意的是,在提出热处理炉类别或温度均匀性要求后,还应根据所处理材料的工艺要求明确提出满足温度均匀性要求的工作温度范围,例如:对于最高使用温度为 1250°C 的炉子,一般用于高温材料的固溶或淬火处理,可以要求在 $700\sim 1250^{\circ}\text{C}$ 满足规定的温度均匀性;对于最高使用温度为 650°C 的回火炉(或铝合金固溶、时效炉),则应要求在 $150\sim 650^{\circ}\text{C}$ 满足规定的温度均匀性。应避免在很宽的温度范围要求炉子满足较严格的温度均匀性(除非特别必要);例如,要求设备在 $300\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 或 $400\sim 1250^{\circ}\text{C}$ 满足温度均匀性 $\pm 5^{\circ}\text{C}$,则这个指标显得过于严格且没有必要,因为,除了铝合金炉外,通常淬火(固溶)炉和回火(时效)炉是分开的炉子,一般不会使用同一台炉子既淬火又回火,而最高使用温度高达 $1000\sim 1250^{\circ}\text{C}$ 的炉子显然是用于淬火(固溶)热处理的炉子,低温区并不是材料制件热处理工艺温度范围,因而在基本不使用的低温区提出 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 要求是不必要的。因为低温下的热辐射能力低,若没有强制气体循环很难达到高的温度均匀性要求,而增加风扇循环系统则不但增加成本,而且在 1000°C 或 1250°C 的高温区对风扇系统的可靠性和使用寿命将造成非常不利的影响。对于这类用途的炉子,若工艺要求应满足均匀性 $\pm 5^{\circ}\text{C}$,则通常要求在 $500\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 或 $700\sim 1250^{\circ}\text{C}$ 满足就足够了(工艺有特别要求的除外),否则不但会无谓地提高设备成本,验收时可能也会遇到困难。另外,还应明确规定温度均匀性测试所遵循的标准和测量热电偶数。以最高使用温度 1250°C 的炉子为例,此项指标完整的规定通常应为:有效加热区温度均匀性 $\pm 5^{\circ}\text{C}$

($700\sim 1250^{\circ}\text{C}$,按HB 5425规定并采用9支热电偶测温)。

④升温速率。升温速率一般以空炉下由室温全功率升温至常用工作温度的时间要求为指标,它体现了炉子的升温特性,这在前面已经提到。但应注意,真空炉与空气炉和气氛炉不同,由于真空炉蓄热很少,因而由热电偶数据所反映出的升温速率很快,空气炉和气氛炉是不可能达到与真空炉一样的升温速率的。

升温速率关系到制件入炉后的温度恢复时间以及生产效率等,应根据制件热处理工艺要求提出合适的炉子最高升温速率要求。

⑤表面温升。表面温升指设备在最高使用温度下炉壳表面温度相对于室温的升高值。实际上这是对炉子保温性能的一个间接考核指标,表面温升过高,表明炉子保温性能较差,节能效果不好,也是炉子保温材料品质不高或炉膛结构不合理的表现,故应对炉子的表面温升提出要求。根据设备最高使用温度不同,一般要求表面温升不超过 $35\sim 45^{\circ}\text{C}$,甚至可以更低一些。真空炉由于是水冷壁,一般不提表面温升要求,而是提循环水出口温度要求,但是这与用户现场水循环系统的性能有关系。

⑥淬火转移时间。淬火转移时间对制件的淬火效果和质量起到重要的作用,特别对于较大型的长形制件(如飞机起落架等)的淬火性能均匀性起到关键的作用。目前航空热处理质量控制标准以及各相关材料的工艺标准对于材料制件的淬火转移时间都有明确规定,前面有列举,这里不再重复。

对于不带淬火室或淬火槽的设备,淬火转移时间由人工操作控制,这里不做讨论,仅对具有淬火室或淬火槽并由设备控制系统自动进行淬火操作控制的设备进行讨论。

转移时间的概念目前大致有以下两种定义:第一种是从打开加热室的炉门开始到制件完全没入到淬火冷却介质中为止所用的时间;第二种是从制件自加热室开始移动到制件完全没入到淬火冷却介质中为止所用的时间。

第一种定义是目前国内外热处理设备用户和制造商普遍认可的定义,设备验收时也往往采用这个定义对设备的淬火转移时间进行测试。但是随着热处理设备炉型的发展(如多个加热室共用一个淬火

室的炉型)和制件形状大小的区别(如飞机上的较大型制件、大型长形制件),有时采用第一种定义很难达到规定的转移时间要求。众所周知,热量的传递主要有两个途径,一是热传导,二是热辐射,而热传导是需要有传导介质的,对于热处理炉来说这个传导介质就是炉内气体或气氛。对于真空炉设备,双室或多室炉型在进行淬火时,是先将热室和冷室均抽到规定的真空度并达到两室平衡,然后再将制件由热室转移到冷室进行淬火操作。这样,在真空炉内制件热量的传导缺少气氛(气体)介质的途径,因而,在真空炉内制件表面的热量损失或说表面温度的降低速率实际上要比在空气炉和气氛炉中低。也就意味着,当真空炉隔热门打开时,加热室内的热量损失也会比空气炉和气氛炉低,因而由于隔热门打开而造成的制件表面温度下降的速率也就相应的较低。这样,采用第二种定义方法对于真空炉而言是可行的,实际上它是忽略了炉门开启后到制件移动这段时间的温度下降。但应当注意,一是关于转移时间的定义和要求需要用户和制造商双方协商一致达成共识,并写入技术协议或者合同中,以避免设备验收时双方产生异议;二是炉门开启后到制件移动的这段时间一定要控制尽量短,否则温度的降低就不可忽略。

对于双室或多室真空高压气淬炉,淬火转移时间则为炉门开启或制件移动开始直至气淬室压力充至设备允许的最高气淬压力为止的时间,一般应不超过25s。对于单室真空炉的淬火,由于不涉及制件移动,因此,一般不用转移时间的概念,而是要求最快充气时间,即在工作真空度下,从开始充入淬火气体到充至设备允许的最高气淬压力为止所用的时间。

一般地,对设备淬火转移时间的指标应根据所处理的制件材料种类和特性以及制件的工艺要求来规定,同时还要考虑到设备类型和转移及淬火方式等因素。在确保满足制件淬火工艺要求的条件下,指标不宜过分提高,以免设备验收时困难。

(2) 真空炉设备的主要技术指标 对于真空炉(包括真空渗碳炉)设备,除了以上几项通用技术指标要求外,用户在购置设备时还应提出以下几方面技术指标要求。

① 抽气速率。标准中关于抽气速率的有关规定

见表4。它是考核设备真空泵组的能力配置是否合适的技术指标(常规真空炉为抽至1.0Pa的时间,真空渗碳炉为抽至1.33Pa的时间),这个指标涉及生产效率并对设备的极限真空度产生一定影响。

表4 在大气压强下将热室抽至1.0Pa真空压强的最大抽气时间

加热室容积/m ³	抽气时间/min	真空压强/Pa
≤0.5	≤20	≤1.0
>0.5~1.0	≤30	≤1.0
>1.0~5.0	≤40	≤1.0

附加说明:

a) 加热室容积是指整个加热室的容积而非仅指保温胆内或有效加热区的容积。

b) 抽气时间的测试是在热室空载并充分干燥和脱气的条件下进行的。

c) 当加热室容积大于5m³时,最大抽气时间由用户根据使用要求与设备制造商进行协商确定。

② 极限真空度和冷态压升率。这两项指标是真空炉最重要的、也是相对较混乱的技术指标。特别是极限真空度(或称极限真空压强)指标,由于航标或国家标准都没有统一的规定(但新的航标HB××××-××××《航空钢制件真空渗碳、碳氮共渗工艺》对真空渗碳炉的极限真空度进行了明确规定),用户一般都是根据各自的使用要求甚至理想的状态提出指标,从 $2.0 \times 10^{-4} \sim 6.7 \times 10^{-4}$ Pa不等;工作压强指标则在此基础上降低一个数量级,从 $2.0 \times 10^{-3} \sim 6.7 \times 10^{-3}$ Pa不等;冷态压升率指标则从0.27~0.67Pa/h不等。HB 5354也只是规定了真空炉的冷态压升率不大于0.67Pa/h。

实际上对于航空金属材料及制件的真空热处理, 6.7×10^{-4} Pa的极限真空压强和 6.7×10^{-3} Pa工作真空压强以及0.67Pa/h的冷态压升率完全可以满足所有材料的热处理工艺要求,而且多数材料并不需要这样高的真空度。盲目追求高的极限真空压强既没有实际意义还徒增大量的设备成本。例如:看上去 $2.0 \times 10^{-4} \sim 6.7 \times 10^{-4}$ Pa属于同一个数量级指标,但是如果要达到 2.0×10^{-4} Pa的极限真空压强,则需要采用进口泵组和进口的扩散泵油,而进口扩散泵油价格与国产扩散泵油价格相比要高数倍,而且为了保持初始极限真空度,扩散泵油需要定期更换,因而泵油是消耗品,使用成本不

能忽略。而该成本的增加实际价值并不大，因为 $2.0 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 与 $6.7 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 仍属同一个真空压强数量级（ 10^{-4}Pa ），就航空金属材料而言，在这个数量级的真空压强下进行热处理，其结果没有什么差别，但 $6.7 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 指标的设备成本要比 $2.0 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 指标的设备低很多（可以使用品质优良的国产泵和泵油）。更重要的是几乎所有航空金属材料制件的真空热处理均要求在一定的分压压强下进行，以防止产生表面合金元素贫化导致制件性能降低。航标对于钢铁材料制件的真空热处理分压压强要求见表5。

表5 真空热处理的分压压强

加热温度/℃	分压压强/Pa
<816	0.133~13.3
816~954	1.33~13.3
955~1037	6.65~13.3
1038~1149	13.3~26.7

注： $1\text{ }\mu\text{mHg}\approx 0.133\text{Pa}$ 。

由表5可以看到，标准要求的最低工作分压压强也仅为 $1.33 \times 10^{-1}\text{Pa}$ 。要求设备具有较高极限真空度的主要目的是为了在升温过程中尽量将炉内（包括制件材料表面）的杂质气体脱净并活化金属表面，而热处理保温过程中是需要回充惰性气体对金属制件进行保护的。就真空热处理过程而言，在 10^{-4}Pa 级别真空度下，炉内残留的杂质气体对金属材料或制件表面的影响微乎其微，这时最主要的矛盾则是高温高真空下产生的材料表面合金元素贫化或富集现象，这也是一种热处理表面缺陷，因此标准规定必须回充一定压强的惰性气体进行保护。

由上述可知，为了确保金属材料制件真空热处理效果，防止氧化脱碳等缺陷，相比极限真空压强而言，设备的冷态压升率（漏气率）是更值得重视的技术指标。由于回充保护气体后，炉内压强增高（真空度下降），炉内杂质气体只会增加不会减少，而增加的来源只有两个途径（这里不考虑惰性气体本身带来的杂质气），一是金属制件以及炉内构件、保温层表面继续脱逸出气体（这部分所占的比例极小），二是由于炉子漏气而由外部渗入炉膛内的有害气体（主要是环境大气），而这恰恰是最主要的有害气体来源，是要尽力防止的。因而，对于真空炉设备理想的状态是冷态压升

率（漏气率）为“零”，但现实中这是不可能做到的，我们只能要求设备在一定的真空压强下漏气率尽量低。目前，先进的设备制造技术已经可以使真空炉冷态压升率达到 0.27Pa/h ，因此，尽管 0.67Pa/h 的冷态压升率能够满足所有材料的热处理工艺要求，但为了预防设备使用一段时间后由于与密封相关的部件性能下降等因素而导致漏气率增加，可以在采购新设备时提出较高的要求，一般 0.4Pa/h 即可满意。但应注意的是，冷态压升率是指单位时间内炉内压强的上升值，它与设备的容积有很大关系，容积越大，对漏气率反应的越不敏感，而容积越小则反应的越敏感。因此，对于较大容积的设备可以提出更严格的漏气率指标，而对小容积的设备则可以适当放宽，但是不应低于航标 0.67Pa/h 的规定。

另外，我国关于真空设备冷态压升率的检测方法与国外（主要是欧美国家）是不同的，我国的GB/T 10066.1《电热设备的试验方法 第1部分：通用部分》规定了真空设备冷态压升率的检测方法和计算公式，通常可以引用这个标准。

综上所述，除非材料制件的热处理工艺特别需要更低的真空压强（即更高的真空度），一般地，对于高真空度要求的设备应要求极限真空压强指标如下。

全金属屏： $5.0 \times 10^{-4}\text{Pa} \sim 6.7 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 。

全石墨屏： $5.0 \times 10^{-3}\text{Pa} \sim 6.7 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 。

半金属屏：可介于全金属屏与全石墨屏之间（根据所处理的材料种类和制件工艺要求确定）。

对于低真空要求的设备，则一般应要求极限真空压强指标为 $4.0 \times 10^{-1} \sim 6.7 \times 10^{-1}\text{Pa}$ （无需使用扩散泵即可达到）。

对于中等真空要求的设备，则可以根据工艺需求和炉子结构在高、低真空要求的压强范围之间选择合适的极限真空压强指标。

对于冷态压升率指标，一般可要求为 $0.4 \sim 0.67\text{Pa/h}$ ，对于特大容积的设备则可以要求为 0.27Pa/h 。

③分压压强范围。这个指标属于对设备的功能要求，即要求真空炉具有分压及分压压强控制功能。用户选购真空炉设备时应根据所处理的材料种类和牌号及其制件热处理工艺标准或规范提出合适的分压压强范围及控制要求。航标对钢材料及其制

件真空热处理分压压强范围的一般要求见表5。

④气体对流加热。这个指标同样也属于对设备的功能要求,即,要求真空炉具有在加热过程通入一定压力的惰性或中性保护气体并使气体在炉内对流循环的功能。对用于低温回火或时效的真空炉,气体对流加热是确保温度均匀性的关键因素。这项指标主要包括两个方面要求:一是气体压强通常为1bar或更高些(1bar=10⁵Pa);二是气流循环方式和方向(通常卧式炉为前后循环、立式炉为上下循环;也可以分时向下、左右变换循环)。可根据制件工艺要求、规格形状等情况确定具体要求。

⑤气冷或气淬压力及充气速率。对于真空油淬炉和低温真空回火炉一般应提出具有正压气冷功能,压力一般为2bar;对于中高温回火炉,气冷压力可以更高。回火炉具有正压气冷功能,可以防止某些材料由于回火冷却过慢而产生回火脆性。对于高压气淬炉,最大压力则可根据所处理的材料、制件规格尺寸不同要求为6~20bar,应根据常用材料及其制件的淬火工艺需要确定所需最大压力值。但应注意单室炉与双室和多室炉的区别,目前双室和多室炉可以达到20bar气淬压力(成熟应用),而单室炉目前技术上最大可做到12bar气淬压力(成熟应用,更高的压力将大幅提高设备的制造成本和降低热室部件的使用寿命)。

需指出的是,一种炉外气体循环冷却的技术可以在保证冷却速率要求的前提下降低对最高淬火压强的要求,是值得开发的一种气淬设备技术。

最大充气速率指从工作真空压强充到设备最高允许淬火压强的最短时间,以秒为单位。充气速率没有标准的统一规定,但应在不对设备和制件产生不良影响的条件越下越快越好,一般充气到20bar应不超过10s。

⑥高压气淬压力、气流控制以及风扇电动机启动控制。对于6~20bar的高压气淬设备还应提出充气压力、气流方向控制等技术指标,以利于制件淬火过程的变形和冷速控制。

必要时还应对循环风扇电动机的启动条件提出要求,这对实际冷速是有明显影响的。目前,先进的技术可以做到在不大于1Pa的低真空压强下就开始启动风扇电动机,从而可大幅提高气淬冷却效果。

用户在选购真空高压气淬炉时应当注意的是,同样的最高气淬压力下,设备的冷却技术不同或者说水平的差别,对实际的气淬冷却效果影响是很大的。这就要求用户对各制造商设备的冷却技术有一个比较全面和深入的了解,进行对比分析,再根据所处理材料及制件淬火冷却的需求确定采用何种气冷技术。

⑦真空泵组和阀门。真空泵组、真空阀门的性能对设备的极限真空压强和冷态压升率指标产生重要影响,有时甚至是能否达到真空指标要求的关键因素。用户应规定或与设备制造厂协商确定真空泵组的规格、性能,并应指定真空泵组和主要真空阀门的品牌和规格型号。

(3)真空及可控气氛化学热处理炉设备的主要技术要求 对于渗碳、渗氮炉还应提出气氛控制精度和气氛均匀性等要求。主要有:

①炉气控制精度。对于可控气氛渗碳、渗氮,一般要求碳势控制精度为设定碳势的±0.05%C,氮势控制精度为设定分解率的±1.5%(一些先进的设备实际可以达到±1%)。

②气氛均匀性。气氛均匀性直接的反映就是有效加热区内不同位置上各试样或试件渗层的均匀性。不论可控气氛渗碳、渗氮炉设备,还是真空渗碳、离子渗氮炉设备,这是共同的要求。气氛均匀性的具体要求在HB 5354中有规定,可直接引用。

③试样(试件)表面碳浓度。该技术指标是考核设备的工艺控制水平,不是必须提出的。但是如果用户确有特殊的要求,也应当对设备提出这项指标并要求在工艺验收时达到。除某些特殊的合金制件,一般合金结构钢制件的渗碳表面碳浓度要求为0.70%C~1.10%C。一般可选择一二种典型材料试样,规定每种材料试样渗碳后的表面碳浓度范围,进行设备的工艺验收。

④真空压强和冷态压升率。对于真空渗碳炉、离子氮化炉一类的真空化学热处理炉设备,由于炉内外管路、阀门和流量计一类的部件较多,漏气点也比普通真空炉多,因而要做到很高的真空度比较困难,并会大幅度提高设备成本。同时,由于设备使用后炉内不可避免地会有一定程度的积炭现象,也会导致设备的极限真空度和漏气率指标下降。由于这类设备工作时需要通入渗碳、渗氮等气氛,因

而极限真空度并不是这类真空化学热处理设备的最重要指标,故对这类设备的极限真空度要求可以适当放宽。如:航标规定对于具有独立密封门的真空渗碳炉单个加热炉室,要求极限真空压强应不大于1.33Pa,冷态压升率应不大于1.33Pa/h。离子渗设备的极限真空度可以适当降低要求,但是冷态压升率指标不应过于降低,否则将大大影响离子渗的效果甚至导致不能有效渗碳(渗氮)。

(4) 钛合金离子氮化炉的主要技术指标 由于航空热处理行业乃至国内热处理行业开展钛合金离子氮化工艺研究和相关的设备研发起步较晚,或者说目前还尚未真正开展起来,因而不论工艺技术还是工艺装备技术(包括软件技术)都是欠缺的甚至是空白的。故此选购设备过程中有时无法有针对性地推出合适的技术指标和功能要求。根据对国外成熟设备和相关技术的了解,对于钛合金离子氮化炉设备主要技术指标和性能要求归纳了以下几条。

①温度范围。钛合金的氮化温度较高,一般在850~950℃,因此设备的温度范围也应满足这个要求。

②炉罐和炉内构件材料。应耐高温并抗渗氮,应选用镍基高温合金Inconel 600系列材料。

③耐蚀性能。风扇、管路系统和相关的部件等都必须耐蚀的高含镍合金材料。

④防止氢脆的工艺和软件技术。这是钛合金离子氮化炉设备的关键技术。钛合金是活泼金属合金,对氢非常敏感,如果不能有效防止氢脆,则钛合金的氮化就没有意义,应当明确要求设备制造商具备并提供这项技术。

⑤强化氮化系统。包括气体鼓泡系统、后续腐蚀气体处理系统和相应的控制软件。

其他如温度均匀性、极限真空度和冷态压升率等指标可参考真空渗碳炉设备。还需强调的是,钛合金离子渗氮炉不能与其他钢铁材料合用炉子进行渗氮,一旦这些材料造成设备污染将大大影响钛合金渗氮质量。

(5) 特殊设备的技术要求 航空热处理炉还有其他一些类型的特殊设备,对于这类炉子,除了上述各项技术指标、功能的要求外,还有一些特殊的技术或功能要求,例如,热校平炉,要求热处理过程中同时具有对制件进行校平或校直的功能,则校

平或校直的误差率就是一个重要的技术指标。对于这类设备,用户可以根据使用要求提出详细而明确的技术指标和功能要求,不逐一例举。

(6) 电源的适应能力 由于我国很多地区的电网电压不稳定,应当要求设备能够适应这种电网波动状况,这对保证设备在电网波动的条件下仍能可靠运行是必要的。如,可以规定设备应能适应 $380V \pm 10\%$, (50 ± 1) Hz的电网波动要求的指标,或根据本地区电网波动情况提出要求。

以上所述的技术指标和功能要求是建设航空制件热处理炉设备时应当着重提出的一些主要技术指标和功能要求以及应引起注意的一些问题,并未涵盖所有的技术指标和要求。对于其他方面的指标和功能要求,设备用户应根据炉子的实际使用要求提出,同样应注意指标和要求的合理性并应尽量描述清晰,必要时,有些指标要求及其验收标准或方法应与设备制造商沟通协调、达成一致。MW

(待续) (20131112)

2014第七届天津铸造展全面升级 招展火热进行中

第七届中国(天津)国际铸造、热处理及工业炉展览会(以下简称CIFE,又称“铸造展”)将于2014年3月6~9日在天津梅江会展中心拉开帷幕。

天津铸造展由中国有色金属加工工业协会、天津商委、天津市锻造及热处理行业协会、振威展览集团联合主办。

据展会相关负责人介绍,第七届展会将有420家铸造企业参与,展位数800。2014天津铸造展将全面升级,展品涉及航空、航海、交通、运输、矿产、风电等多个领域的高端设备。

展会已开通展会官方微博、微信,便于展商及观众随时了解展会动态,微信用户可扫描以下二维码,微博用户直接添加大会官方微博<http://blog.sina.com.cn/u/2967571065>。

2014天津铸造展期待您的参与!

