

①
76(5) 3-7
综述

我国热处理设备发展的基本方向

A
黄国靖

山东工业大学

TG155

【摘要】 在分析国内外热处理设备的现状及发展趋势的基础上, 探讨我国热处理设备发展的基本方向, 介绍了热处理设备的一些新技术。

关键词 热处理 设备 节能 可控气氛

Basic Orientation for Developing the Chinese Heat-treatment Installations

Huang Guojing

【Abstract】 On the basis of analyzing the present status and developing tendency of heat-treatment installations at home and abroad, the author makes a research on the basic orientation for developing the Chinese heat-treatment installation, and introduces some new techniques.

【Key words】 heat-treatment, installation, energy saving, controlled atmosphere

在技术和市场竞争空前剧烈的今天, 讨论我国热处理设备发展的基本方针, 对明确方向, 制定发展策略都具有十分重要的意义, 最近有许多文章论及此问题, 本文在此大标题下参与讨论, 提出如下一些看法。

1 发展我国热处理设备的民族工业

10几年来, 我国大量地引进先进工业国近代水平的热处理设备, 据估计有200多台套, 耗资2亿多美元。此举引进了世界的先进技术, 促进了对我国旧有热处理设备的技术改造, 打破了以箱式炉、井式炉和盐浴炉为主体的格局。我国工业走“引进、消化、吸收, 进而创新”的道路, 无疑是正确的。

我国是一个大国, 必定要实现民族工业化。目前世界各先进工业国继续向我国倾销有较多技术含量的热处理设备, 例如, 多用炉等先进炉型、可与计算机配套的燃烧器, 薄膜法制氮设备、微机控温、可控气氛仪表及各种零部件等。此情况有利于技术引进和贸易, 但也因其占领相当大的市场和造成大量资金外流而影响国内产品的开发和销售。这正表明, 我国工业的发展正经受着国际性的技术和经济的严重挑战。

为发展我国民族工业, 应加快对引进设备消化、吸收, 根据国情开发具有我国特色的热处理设备, 形成体系。在此发展中, 一般认为主要困难是受我国相关材料、配件和制造技术较差的约束, 但从根本上讲, 是工程技术基础性研究差, 产研结合薄弱, 以致设备开发多数停留在简单模仿, 创新力度不大。在现有形势下, 只能在竞争中求发展, 实施产研紧密结合的方法, 才可能加快创新进程, 在竞争中取胜。

我国热处理设备长期处于落后状态, 国家经济基础又薄弱, 所以目前仅在一些重点企业和新兴企业得到根本性的技术改造和更新, 而大多数的热处理车间仍未摆脱落后状态, 也不可能在短时间内都得到全面更新, 这也决定了我国热处理设备发展要走根本性更新和旧设备技术改造两条道路。

2 发展热处理生产线, 组织规模生产

近代热处理生产的趋向是规模生产, 因而必然是将周期性生产转为连续性生产, 组成生产线, 实现最佳的生产组合, 最低的成本, 最可靠、最稳定的产品质量。其主要的特征是:

(1) 实现提高产品质量、节能和环境保护

三者统一。在保证产品质量的前提下,综合利用能源、综合处理废气、废液、废渣。

(2)把生产工艺和操作融入生产线中,即把被处理件的特性因素(材料、形状尺寸、技术要求等)、生产率、工艺参数、操作方法、辅助工装、质量控制等产品生产要素有机地结合在一起。工件在生产线中的运行过程就是执行工艺的过程。

(3)与其它工序、工种组合成生产线,如锻压工序与热处理工序合并或衔接,将滚锻与热处理组合,又如板弹簧将卷耳工序与热处理工序组合。

(4)实现整条生产线工艺过程与产品质量计算机控制,达到无人操作的效果。

(5)选用合理的炉型。炉型结构集中地反映工艺适应性、热工特性等。通常,一种产品可以有多种炉型可适用,但其中有一种更为合理。

3 开展节能、节气、节时和提高生产率的技术改造

我国热处理炉大量是中小型周期作业炉,炉型陈旧、能耗严重,节能、节气、节时和提高炉子利用率显得更加重要。节能的措施渗透在炉子及工艺的各项技术中,其措施很多,以下列举几项。

(1)扩大耐火纤维炉衬的应用

耐火纤维炉衬的应用是炉衬结构变革的重大措施,以前已获得很大的节能效果,但仍有很大潜力,其技术开发主要有:耐火纤维砌炉技术;耐火纤维预制块真空成型;高中低温耐火纤维复合结构;耐火纤维编织品;高温粘结剂等。

(2)减少工件加热次数

我国热处理多为独立工序、独立车间、独立管理,致使产品加工过程各工种、工序自行其事,一个零件常需多次加热,如锻造加热、锻后热处理加热、焊接预热或消除应力加热、机械加工后热处理加热、发兰加热等,加热次数多,能耗严重,工序合并或工序衔接,余热

利用都有很大潜力,如利用余热进行热处理。

(3)缩短加热时间

60年代日本开展控制加热时间的节能活动,取得了节能约10%的效果。我国80年代初也提出对一般钢材实行零保温时间的节能措施,但至今仍有很大潜力。

采用合理的加热方法和制度,如高温快速加热、合理布料、合理组织生产,都可明显地缩短加热时间。

适当提高炉子功率,合理布置电热元件,提高炉子温度均匀性,提高炉子进出料机械化程度,缩短空炉升温时间等,都可缩短工件加热时间。

(4)缩短工艺时间

缩短工艺时间,直接获得节能的效果。缩短工艺时间是工艺问题,也是设备问题,例如对多数钢材可实行高温渗碳,而显著地缩短工艺处理时间,这种工艺受到设备的限制,目前国产的渗碳炉额定温度值950℃,实际使用限制在930℃,因此新工艺的实施,有待于设备的改进。

(5)提高炉子利用率

炉子是间接加热体,炉子能量大量被炉体消耗和炉体向外散热,此热损失直接影响工件有效的热利用。为提高工件有效热的比例,应加大装载工件的面积或减少不能利用的面积。从这个观点出发,例如推杆式炉设计成双炉排,甚至多炉排的结构,成倍及数倍地增大炉子利用面积,提高生产率和热利用率。又如箱式炉,因炉门无加热元件,密封性差,保温性不好,致使炉前区温度低,加上炉口无法利用的面积,使得炉子有效利用率低。

要实现增大炉子装载面积,设计和制造的主要问题是提高炉子温度均匀性和炉子制造技术。

4 实现无氧化脱碳处理

实现无氧化和无脱碳加热是提高我国热处理水平的战略任务,为此我国做了长期的努力。对气氛的选择我国走多种气氛并存、因地制宜

的道路。

吸热型气氛是一种工艺适应性较好的气氛,但丙烷的供应和运输都有困难,限制了其使用。某些地区,如山东省盛产丁烷,也可用来制作吸热性气源。

氨基气氛是最有前途的气氛,随制氮技术的进步,应用范围不断扩大,目前发展的制氮设备是分子筛吸附和薄膜法。

滴注式气氛,广泛以甲醇为主体,配合其它气体,组合成保护气氛和渗碳气氛,其主要原因是甲醇易裂化,且其裂化气为CO和H₂,很适宜作淬火保护气,又因其具有很高的碳传递系数,是优良的渗碳气氛载体气。

氢气是优良无氧化加热的保护气体,这不仅是其还原性强,而且由于其导热系数大、密度小、粘度低,有加快炉内传热,易流动,炉内温度均匀性好和耗热量小等良好效果。

用氨燃烧气氛作保护气,近年来也有发展,氨的取材比较方便,燃烧时可带入大量氮气,从而降低成本。

天然气和城市煤气也是一种成本比较低廉的保护气氛的气源。

近年来国外发展直生式气氛、可控气氛直接在炉内形成,简化了结构,减少了炉外裂化器和能量消耗,是可控气氛制造技术的一种重要的方向。

法国一种制备吸热式气氛的新方法,将通以直流电的流管作气氛发生器,天然气或液化石油气通过该管产生吸热式气氛,没有残留甲烷,产气也不需冷却,效率可达70%~90%。

5 推广计算机控制

计算机的应用是现时代的特征,已广泛应用于生产。由于计算机的使用,使热处理生产进入精确控制工艺过程和技术要求的时代,最优的工艺得到实施,产品质量得到保证和可以预测。微机在热处理生产中的控制主要有如下方面:

(1)温度控制,包括:定温控制、升温和降温速率控制。

(2)工艺控制,包括:工艺曲线控制、炉气氛控制、流量控制。

(3)操作过程控制,生产过程中各机械动作、电气动作的控制已广泛利用可编程序控制器。

(4)产品质量控制,目前主要通过控制工艺过程炉气氛来实施,在渗碳质量的控制方面,如碳浓度、渗层深度等较为成熟。

(5)静态控制与动态控制,静态控制以数显微机仪表为主体。

动态控制以PC机为主体,可执行数学模型运算、图面显示。主要问题是数学模型的建立、微机控制策略方法和传感器与执行机构的质量。

静态控制多数放在炉前作前沿机,动态控制常作监督控制,并且一台PC机可以实现多台炉子或全车间主要设备控制,故常称监控机,两者联合,则为两位式控制。

(6)微机控制智能化,微机控制的最高阶段,即实施智能化,把技术要求、工艺过程控制、产品质量控制、生产操作等全部输入程序。控制智能化的发展是专家系统控制,计算机仿真,根据产品技术要求自动寻优工艺参数。

6 重视直接加热装置和表面改性新技术

自70年代以来热处理工作者就明确指出钢件表面热处理的比重将不断增大,一方面扩大常规的渗碳、氮化、渗硼等化学热处理,另一方面,随着电子技术的进步开发高能密度的表面加热和新的表面强化技术。这些技术是把在火焰炉、电阻炉加热的工件转移到直接加热的装置上处理,把整体加热变为局部加热,把整体改性变为表面改性。这是近代电子技术应用到热处理的高新技术,代表着发展方向,主要有:

6.1 离子加热

在电场作用下,容器内稀薄的气体会电离成离子,并形成辉光,离子在电场作用下高速运动轰击工件(即阴极),将动能置换为热能而

加热工件,并渗入工件内。最初应用于热处理的是辉光离子氮化,又扩大到离子渗碳,又发展成高温真空离子渗碳炉,有加热室和冷却室,把真空渗碳与离子渗氮相结合,把渗碳温度提高到1 000℃,使渗碳周期缩短到常规渗碳的1/4~1/6。

6.2 等离子加热

使电流通过气体导致气体放电产生等离子体,其结构原理是把通有工作气体的电极作等离子枪,被加热的物体为底电极,温度可达3 000℃。这种等离子枪广泛用作等离子切割、正开发应用于熔炼和热处理。

6.3 电子束加热

加热源以高能电子束注的形式出现,电子束在高速运动中使动能转换为热能,产生很高的热量。目前德国 Chemnitz 公司每年有180种共100万件零件进行电子束表面热处理。

6.4 离子镀膜

在真空中,藉电子枪发射电子束,轰击难熔金属,使其蒸发电离。离子在电场作用下撞击工件形成离子镀膜,最广泛应用的是TiN、(TiAl)N镀膜,获得很高的硬度,如钻头TiN镀膜,利用此法可形成各种金属化合物镀膜,获得极高的硬度,展望获得类似金刚石硬度的镀膜,有大的发展前景。

6.5 激光加热

某种气体或晶体在电能或光能作用下,使其激发到高能状态发生强烈的平行相干的电磁波,经透镜来聚焦形成高能密度的光束,激光扫描在工件上,可使工件加热和熔化。

激光热处理,除扫描加热硬化工件外,目前发展激光涂覆,在金属工件表面涂覆一层金属化合物层,发展激光合金化。例如在铝合金激光加热带上形成高Cr、Ni合金层。

6.6 喷射成形技术

这是一种新的成形技术,研究者利用超声波辅助气流或离子喷射方法喷射液体金属来形成铸件。据报导,用此法可替代锻造成形免去切削和热处理,并具有高的性能。

6.7 感应加热

感应加热已有很久的历史了,随着电子工业飞速发展,特别是大功率晶闸管产生,频率不断拓宽,在日本已能生产20~300 kHz、3~400 kW全晶体管的电源。许多原在加热炉内处理的零件转移到感应加热,例如卡马河汽车厂的钢板弹簧由弹簧钢改为45C中碳低淬透性钢感应加热,不但降低生产费用,疲劳寿命提高8~10倍。

近年来,横向磁场感应加热(TVE法)得到开发和应用,它是采用矩形感应器建立横向磁场产生纵向感应电流,频率一般为工频或中频,用于加热铝合金、铜合金板件,还用于其它低温加热,有很好的效果。

6.8 重视冷却设备

淬火冷却过程是热处理工艺中一个十分重要的过程,对产品性能的影响很大。目前加热过程已经能较好地被控制,但冷却过程的可控程度很差。现在进入计算机控制的年代,产品质量要可预测和控制,仅控制加热过程是不可能达到目的,但就目前的淬火设备状况,计算机也无法进行控制。预测冷却过程和设备的发展方向有如下方面:

(1) 淬火介质 水溶性淬火介质将不断地扩大应用范围。德国有提出使用He/H₂高压气淬代替渗碳后油淬火,研究了He重复作用和H₂应用安全性,这种冷却方法具有冷速可控、无需清洗、无污染及易自动控制。

(2) 淬火设备 淬火设备将日趋完善,配套有搅拌器、导流板、冷却剂循环系统和冷却剂控温系统。

(3) 淬火方式 淬火压床的种类和数量将增多,目前数量还很少,主要用于齿轮压床淬火、弹簧板压床淬火。近年来有大锯片压床淬火。我们最近开发了长3 m板件的淬火压床,使工件变形和硬度得到控制。喷液淬火也有开发前途,已应用于大型铸钢汽缸体冷却,取得良好效果。

(4) 淬火过程控制 应该做到冷却剂冷却能力和成分可控、冷却剂的量可控调整、冷却剂温度和搅拌能力可控。只有这些方面可控才

③ 热处理, 电阻炉, 发展
7-9

高效红外电阻炉的发展和特佳应用 (2)

陈建康 齐俊伟
朱金诚 周建初

南京航空航天大学节能电炉中心

TG15511

Development and Optimum Applications of Infrared Resistance Furnaces (2)

Chen Jiankang, Qi Junwei, Zhu Jincheng, Zhou Jianchu

4 搪瓷烧成炉

过去多用燃料炉, 其优点是适应性强、原料价格低廉、但存在着对煤质要求较高、司炉劳动强度大、热效率低、炉温波动大、烟尘多易堵塞火道、炉龄短等缺点。而最大的缺点是对环境的严重污染。某搪瓷厂花了50万美元引进了一台燃油辐射加热炉, 由于使用费用大, 造成生产成本高, 影响经济效益, 该厂现已不敢使用。所以, 发展无污染、结构简单、炉龄长、热效率高、炉温稳定、能实行自动化操作的电加热搪烧炉, 是一个趋势。虽然我国用电总体缺口大, 但用电峰谷差异也大, 所以研制一种利用用电低谷时间快速到温, 能及时投入正常生产的高效节能电加热搪烧炉, 将为发展我国的电加热搪烧炉、取代污染严重的燃料炉创造条件。

还要指出, 搪瓷烧结工艺要求快速升温到920℃, 保温2~3 min后立即冷却。否则搪瓷层要烧粘。采用我们的红外加热技术, 发挥快速升温的优势, 正好满足用电与工艺这两个要求。

我们为常州搪瓷厂设计生产了一个540 kW的搪瓷生产线, 其具体结构如图2, 采用直通隧道型电炉, 烘床采用桥式, 烘床及烧成炉的传送链全处于烘房之中, 工人从烧成炉的侧面

可能控制淬火冷却过程, 才可能控制淬火硬度、淬透层深度以及淬火组织。

8 提高热处理设备零配件的水平

目前我国热处理设备处于上水平的时期, 其进步很大程度决定于新型炉用材料和零配件的开发和质量。在上水平的过程中仍苦于新型材料和零配件未开发或质量不稳定。

进行上料与下料, 烘房中不加任何辅助热源, 利用传动槽、炉口处的热量溢出和吊杆、吊篮、烧架、工件带出的热量作热源, 温度可达120℃以上。烘床温度可通过上面的排湿口调节。驱动用无级调速。

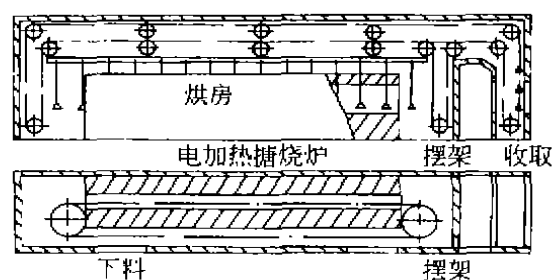


图2 电加热搪瓷烧成炉、烧床的总体示意图

此炉升温特快, 与资料报道的国内外其它炉子升温时间对比见附表。

附表 几种功率密度相当炉子的冷炉升温时间

| 炉子形式 | 工艺温度 (℃) | 升温时间 (h) |
|-----------------|-------------|-------------|
| 红外电阻炉 (我们设计生产) | 920 | 0.36 |
| 国产普通电炉 (砖结构) | 860 | 3~5 |
| 引进电炉 (全陶纤) | 840 | 1.5 |
| 燃气辐射加热炉 (全纤组装式) | 900 | 2.5 |
| 燃油辐射加热炉 | 950 | 2.5 |
| 传统燃煤炉 (砖结构) | 920 | >150 |

热处理设备的零配件涉及范围很宽, 与冶金、机械、电子、化工等行业有关, 各种新型零配件的开发, 实际上也是各行业重大攻关项目。为加快热处理设备零配件的发展, 热处理设备应从自身要求出发, 有总体要求和规划, 一方面向各部门提出零配件要求, 另一方面可配合共同研制和在应用中不断改进。

(收稿日期: 1996-07-24)