

热处理行业“十三五”发展规划

中国热处理行业协会

热处理是装备制造业中对产品质量具有关键作用的重要基础工艺之一，也是提升机械制造整体水平的核心技术之一，对实现制造强国战略具有重要的支撑作用。“十二五”期间，我国热处理行业在国家各项改革和具体政策指引下，在全行业共同努力下，瞄准国际热处理先进水平，不断发展先进工艺技术，淘汰落后装备，推进产业结构调整与优化，形成了一些科技含量较高的专、精、特企业，行业经济实力快速发展，技术改造初见成效，技术水平明显提高，生产能力显著增强，产业转型升级逐步推进，产品质量明显提升，节能减排工作取得显著成效，为汽车、石化、航空航天、港机、船舶、电力、电子、纺织机械、轻工机械、矿山机械、工程机械、冶金机械、轨道交通、机床、家用电器、工模具、轴承、紧固件、军工等行业的发展提供了重要支撑。

热处理行业企业类型包括：专门从事热处理加工的热处理专业厂、机械制造企业的热处理分厂、车间或班组，专门从事热处理装备的设备制造厂，专门生产和销售热处理工辅材料的工厂和公司。企业性质可分为：国有制、民营股份制、个体民营、个体租赁承包制、外商独资、中外合资等方式经营。目前热处理行业中民营企业已成为主体，其中不乏资金雄厚、设备和技术先进、产品质量上乘者，但大部分企业技术力量薄弱、缺乏自主创新能力和长远发展计划，仅仅随市场变化趋势自由发展，不可避免造成产业低水平重复建设，难以实现节能减排高指标，难以进一步提高产品质量，且市场价格竞争及无序竞争严重，阻碍“十二五”计划目标的超额全面完成。面对这种现状，为全面落实党的十八大以来提出的战略任务，实现提高机电产品质量、支撑装备制造业由大到强、实现制造强国的宏伟目标，结合《中国制造 2025》发展规划设想，凝聚行业共识，制定《热处理行业“十三五”发展规划》，指出发展方向和目标、明确实施方针和措施，以期热处理行业“十三五”期间在新常态下持续、健康、稳定发展。

一、热处理行业发展现状、存在差距及原因分析

(一) 发展现状及“十二五”完成情况

1、热处理企业规范化发展，产业能力显著提升

“十二五”期间，热处理企业随着城市发展规划和装备制造业的发展，开始进入规范化发展阶段。在一些工业城市，已有 30% 以上的热处理企业进入工业园区。通过行业强力推动开展 GB/T19001《质量管理体系》、GB/T24001《环境管理体系》、GB/T28001《职业健康安全管理体系》认证，目前全行业 90% 以上热处理企业或厂点通过了 GB/T19001(ISO9001) 认证，近 10% 企业通过了 GB/T 24001 (ISO14000) 环境管理体系认证，部分热处理企业还通过了 GB/T18305 (ISO/TS16949)《质量管理体系 汽车生产件及相关服务件组织应用 GB/T19001 的特别要求》和 CQI-9《特殊过程：热处理系统审评》等认证。热处理行业以“发展先进工艺，发挥传统工艺潜力，淘汰落后工艺”为导向，坚持企业的持续生产技术改造和产业结构调整，加快热处理专业化、规模化和高新技术化发展步伐，指导企业规范化发展，促进企业转型升级，对一些生产规模小，劳动生产率低，产品质量差，装备陈旧落后，利用率不高，能耗大，对生态环境不利，效益较差的热处理企业通过规范化整顿和整合，生产技术、管理水平和产品质量提高了一大步。目前我国有各类热处理加工厂、点估算约 10000 多个，热处理设备制造企业约 1000 多家，工艺材料企业约 500 多家。随着骨干企业发展，热处理行业达规模企业数量明显增加，包括生产条件和技术水平较高的专营热处理加工和热处理设备制造的民营企业，以及军工企业、重型机器厂、汽车厂等大型企业的热处理分厂在内，“十二五”末期热处理行业达到规模以上的企业近 1000 家，年加工营业额超过 300 万以上的热处理加工企业近 5000 家。全行业热处理生产设备约 20 余万台，装机容量约 2000 万 kW，经热处理生产的各类零件约 3000 万吨/年，经热处理加工过程零件约 5000 万吨/年。热处理规范企业的产品质量一次检验合格率保持在 98% 以上，产品的返修率低于 1.5%。热处理行业从业人员约 30 万人；热处理行业生产总值约 800 亿元人民币/年；热处理加工企业人均劳动生产率可达 26 万元/人年，是“十二五”初期的 2.3 倍。现在，低压渗碳高压气淬已成为成熟的高

端热处理手段，5bar 高压气淬真空热处理炉和技术已在模具制造企业推广，一些厂家已拥有 10bar 或以上高压气淬真空热处理设备，国产低压渗碳设备已经实现智能化计算机控制渗层深度，直径 1.5 米及以下的风电齿轮实现了用国产设备的真空渗碳淬火，4 吨以下的大型压铸模具、挤压模具可以实现真空气淬或油淬处理，5~20 吨的大型真空退火炉应用在有色金属行业，为提高航空航天等军工产品的质量提供了保证，高端汽车零部件制造企业已使用从国外引进的具有国际一流水平的低压渗碳炉自动生产线；可控气氛热处理已成为常规普及性手段，可控氮势渗氮炉、大型井式可控气氛渗碳炉、碳势可精确控制的 1050℃可控气氛高温渗碳炉，可显著缩短工艺周期，节约电能；IGBT 感应电源和大功率固态电源结合计算机在线控制的多工位自动淬火机床实现了节电、高效、保护生态的感应淬火自动化生产。

2、节能减排与清洁生产成就明显

“十二五”期间，热处理行业把节能减排做为重要工作内容，推动以节能、减排、优质、高效为出发点的设备更新，加大力度淘汰落后产能。中国热处理行业协会在国家相关部门的指导下坚持执行《热处理行业清洁生产技术推广方案》和清洁生产指标体系，发布重点推广节能技术装备目录，提出了一系列推进行业节能减排和清洁生产的具体措施和研发推广项目，并通过树立节能减排先进技术示范企业的表率作用，促进了企业对节能减排的重视。到“十二五”末，全行业中已有 5000 多台真空热处理设备、20000 多台可控气氛热处理设备、约 1000 台晶体管感应加热设备更新替换了高耗能的老型号旧设备，有近 100000 台加热炉使用了全纤维保温炉衬，骨干企业设备更新率达到 80%以上，热处理行业的节能减排技术改造已达 50%以上，少无氧化热处理比重达到了 70%。用于轴承热处理的双层辊底式连续球化退火炉，热处理能耗减少到 200kWh/t 以下；全自动精密可控 1000℃以上高温箱式多用炉生产线和特大型高温井式渗碳炉，较传统的齿轮渗碳节省能源 30%以上；已有近 6000 台淬火介质空气冷却器和复合式热管换热器在热处理企业应用，并已扩大到冶金、铸造等行业；节能燃料炉燃烧比可实现自动控制，烟道气为空气预热等实现循环再利用；余热回收技术已用于生产；淬火油烟处理设施逐步趋于完善。到“十二五”末，热处理工序

综合平均单位能耗减少到 500kWh/t，热处理规范企业的综合平均能耗已减少到 500kWh/t 以下，先进企业可减少到 400kWh/t 以下，较“十二五”初期降低 20%；热处理专业厂电能和燃料消耗降到了生产成本的 20%以下，实现了“十二五”规划提出的节能目标。近 100 家骨干热处理企业达到国家发改委清洁生产指标体系要求并通过地方政府有关部门认证。全国热处理行业达到节电 20 亿 kWh/年，约合 70 万吨标准煤/年；减少 CO₂ 排放 150 万吨/年；减少 SO₂ 排放 1.4 万吨/年。

3、创新能力有所增强，热处理生产技术进步明显

“十二五”期间，我国热处理技术装备与工艺材料开发创新能力增强，自主研发出上百项新型热处理工艺装备和数千项技术专利，推广先进技术成绩显著，热处理行业工艺装备水平提升至一个新台阶。AP1000 核岛主设备热处理开合炉等先进适用型技术装备技术指标均达到了国内领先水平和国际先进水平，有 30 项热处理技术装备列入国家发展和改革委员会及工业和信息化部重点节能技术目录和节能产品目录，为热处理行业的节能减排和产业转型升级发挥了有力的技术支撑作用。采用调质取代正火预先热处理量大幅增加，是重视和提高零件热处理质量水平的明显标志，零件调质处理量较 5 年前增加约一倍；控制冷却正火技术装备的开发和推广，缩小了零件预处理质量的分散度。国产重大装备的关键零件的热处理有重大突破：国家重点攻关的 AP1000 核岛主设备大锻件热处理项目和高温气冷堆主设备大锻件热处理项目通过鉴定；突破 G18CrMo2-6 核电汽缸体热处理和 Cr9-Cr12 型钢的超超临界转子的晶粒度均匀性控制的热处理工艺瓶颈，实现了 100 万 kW 发电机超超临界转子热处理及 6 米轧机支撑辊热处理；代表热处理水平的齿轮热处理工艺提升明显，现在我国齿轮热处理已普遍采用多用渗碳炉、连续渗碳炉、大型井式可控气氛渗碳炉、离子渗氮和可控氮势气体渗氮炉、等温正火炉、高性能感应淬火机床、专用冷却介质及冷速可控淬火槽等，可处理功率达 6.5 万 KW、线速度 210mm/s、直径达 5m、单件重达 20 吨的渗碳淬火齿轮；离子渗氮工艺在大型蜗杆及高速齿轮上的应用在国际上属领先水平；感应淬火热处理工艺广泛应用在重机齿轮和铁路机车齿轮上，模数大于 62mm 的三峡大型升船机齿条成功进行了感应淬

火热处理；200km/h、250km/h 等多个速度等级动车组齿轮热处理形成批量生产能力，1.65 兆瓦风电齿轮、2.5 兆瓦风机增速中高速级齿轮现已实现批量生产。

4、我国热处理装备制造形成体系

“十二五”期间。我国热处理装备制造体系基本形成。真空热处理设备、可控气氛热处理设备、热处理设备生产线、IGBT 电源和大功率固态感应加热设备、淬火机床、数控淬火冷却设备等均可实现本土化制造。设备类型包括：真空热处理设备（真空加热油淬炉、真空加热高压气淬炉、低压渗碳高压气淬炉、真空回火炉、真空退火炉、真空烧结炉）、真空等离子渗氮炉、可控气氛热处理设备（全密封箱式渗碳炉生产线、1000℃以上高温密封多用炉、大型高温井式渗碳炉、网带渗碳炉生产线、箱式渗氮炉生产线、井式氮势可控渗氮炉、罩式渗氮炉、箱式加热（淬火、回火）炉、井式加热（淬火、回火）炉）、连续式热处理设备（网带炉、辊棒炉、链板炉、推杆炉等）、感应热处理设备、激光热处理设备、淬火冷却设备、专用热处理清洗设备、淬火油烟无害化处理及排放设备、淬火介质冷却换热设备、各类硬度计及金相显微镜、各类传感器及精密测控仪表等。以上设备基本上完善了产品标准（包括行业标准和企业标准），部分产品（设备）已列入国家重点产品目录（如工业和信息化部重点节能产品目录）。我国热处理装备制造的年产值已超过 100 亿元，在“十二五”期间，以上种类的很多产品出口到美国、欧盟、俄罗斯、印度、土耳其、埃及、巴基斯坦、新加坡、泰国、马来西亚、印度尼西亚、缅甸、越南、朝鲜等国家。

5、初步建成热处理行业中小企业公共服务平台网络

我国目前有专业热处理企业一万余家，规模全部在 200 人以下，均属于小微企业，各类服务需求很大。为不断完善对会员企业和热处理行业的服务，中国热处理行业协会在“十二五”期间进一步加强行业公共服务平台建设。在中国机械工业联合会和工信部中小企业司的支持下，中国热处理行业协会被批准为“国家中小企业公共服务示范平台”，针对本行业实际状况组织相关的大专院校、律师事务所、研究院所、行业检测站、重点热处理工业集聚区骨干企业签订协议共建公共服务平台网络，对会员企业

提供各类服务。这个公共服务平台网络可向热处理行业提供包括：发布国家法律法规、政策文件，法律法规咨询服务，先进技术装备、工艺材料推广和咨询服务，热处理装备性能检测服务，热处理信息化技术开发咨询服务，淬火介质开发和检测服务，热处理产品质量检验服务，热处理技师、质量检验员和仪表员培训等全方位服务。

（二）存在差距及原因分析

我国机械产品质量水平与工业发达国家同类名牌产品相比，在可靠性和使用寿命方面依然存在较大差距，涉及的原因是多方面的，但我国目前热处理技术及质量管理水平较低、产品质量稳定性较差是重要原因之一。在热处理过程中精确掌控和随机调整各类工艺参数、气氛成分、表面沉积层化学成分、金相组织及分布状态、产品畸变规律及硬度分布会直接影响机械产品可靠性和使用寿命。在这些方面与先进工业国家热处理相比，还有很大差距，仍然是我国机械工业由大变强的瓶颈之一。其主要原因在于：

1、热处理加工产业整体上还是多而弱、小而散、管理粗放，不利于产品质量的迅速提高

我国各地区的热处理加工企业发展差距明显。在劳动生产率方面，广东珠三角热处理企业全员生产率一般可达 20 万元人民币/人年以上，有些企业的全员生产率可达 40 万元人民币/人年；上海 2014 年热处理行业平均劳动生产率约 30 万元人民币/人年；很多地区热处理企业全员劳动生产率不足 20 万元人民币/人年。航空航天、军工、重型机械、矿山机械等大型国有企业的热处理规模稍大，而已超过热处理加工厂总数 60%的、占主导地位的民营热处理加工企业基本上属微型企业或家庭作坊式的小生产。以工业水平较先进的无锡市为例，专营热处理加工企业的平均员工数量约 20 人；上海市热处理企业生产规模参见表 1。这些小微企业靠劳动密集型生产，热处理生产管理粗放，工艺质量和生产效率与国外先进水平相比仍存在较大差距。主要表现为“五低”：（1）能源利用率低；（2）设备自动化程度低；（3）生产工艺水平低；（4）精确化生产和质量管理水平低；（5）信息化管理程度低。热处理设备带病运行，传感器和仪表不能按期校验，不同材料和尺寸零件混装，超载装炉，检验手段不全，检验制度不完善，很多企业

只用单一的硬度检测，而缺乏金相组织检验手段，也没有相应的技术人员分析热处理产品的金相组织，缺乏稳定的质量管控能力。这些企业自主技术改造能力很弱。由于产业集中度过低，受资金、人才等资源和条件制约，迅速做精做强的动力和活力不足，严重影响着产品质量的快速提高。

表 1 上海市热处理加工企业产值统计表

年加工产值 (万元)	“十一五”期间 (324 家)		“十二五”期间 (260 家)	
	企业数量	比例 (%)	企业数量	比例 (%)
> 1000	13	4	58	22.3
1000 ~ 500	40	12.4	91	35.0
500 ~ 300	81	25.0	62	23.85
< 300	190	58.6	49	18.85

2、热处理技术创新能力仍较弱，两化融合进程缓慢

“十二·五”期间，我国热处理行业的热处理工艺装备和工艺技术的先进程度有了较大提升，但由于热处理工艺及设备自主创新能力仍不强，总体上热处理技术还相对落后，尤其是两化融合进程缓慢。工业发达国家热处理行业中高压气淬真空炉、真空渗碳高压气淬炉、控制气氛多用炉、保护气氛热处理生产线等先进装备占热处理设备总量的 75%~85%，而我国热处理行业仅达到 30%左右。工业发达国家 80%以上的热处理设备采用计算机或计算机在线控制，自动化生产已成为热处理生产线的标准配置。在欧美以及日本现在已经有很多数字化真空热处理车间、实现了无人值守，由机器人和计算机对热处理全过程实行工艺参数和过程的全面控制，在一条生产线上可组合多用炉、渗氮炉、清洗机、回火炉等各种热处理设备，使生产线的功能更具多样化，提高设备的综合利用率，实现工艺参数和质量的在线精密精确控制。这种系统还可设置优先等级，确保需要的产品优先完成。料车装卸料定位采用编码器定位，料车行走采用激光定位，定位精度可以达到每百米 $\pm 1\text{mm}$ 。感应加热设备更加注重自动化和测温控制，测温装置可随感应器移动时时监控，强导磁体的应用适应着各种异型加热面。热处理产品质量稳定性和重复性好，性能的离散性小，热处理硬度散差可控制在 $\pm 0.5\text{HRC}$ 范围，渗碳层均匀性能达 $\leq 0.1\text{mm}$ ，产品经热处理后，力学

性能优良，从而形成国际品牌热处理企业及知名品牌设备。而我国则因设备可靠性差、材料化学成分波动性大、淬火介质可选择性不足、工艺技术不先进、人工操作多等因素，热处理产品质量离散性大，热处理件硬度仅能控制在 $\pm 1\text{HRC}$ 范围，产品质量稳定性差。因此，需要通过技术创新，不断提高自动化、数字化水平，优化热处理工艺过程，以实现优质、高效、清洁和精确热处理。表 2 列出了我国几种典型的热处理技术装备与工业先进国家的差距。

表 2 我国热处理技术装备与工业先进国家的差距

	热处理装备名称	与工业先进国家的主要差距	
		国内状况	国际先进水平
1	自动化热处理生产线	全行业能实现精密控制的自动化、数字化生产装备不到 10%	自动化生产已成为热处理生产线的标准配置
2	真空热处理设备	单台套周期式炉 炉气压力：10bar， 最大装炉量：5 吨	单台套周期式， 炉气压力：10bar， 最大装炉量：50 吨； 连续式， 炉气压力：20 bar， 最大装炉量：20 吨
3	可控气氛热处理设备	自动化程度低，烟气 排放较大	全自动，完全燃烧排放
4	IGBT 晶体管感应加热设备	开始推广使用	已普遍使用
5	真空清洗设备	开始推广使用	已普遍使用

3、热处理企业能源管理制度不完善，环保措施薄弱，节能环保型热处理装备普及率偏低

欧美的热处理企业均制定有严格的热处理工艺制度和健全的能源管理措施，能源利用体现出碳交换原则——采用阶梯电价方式，热处理厂实行每年年初预计电费，若年终用电少于预计，则电费计费标准还会降低。我国热处理行业在“十二五”期间不断推行节能减排和清洁生产技术，取得

一定的成果，“十二五”末热处理平均综合能耗降至 500 kWh/t，但仍高于工业发达国家 30%以上。原因一方面是很多企业的节能制度不健全；另一方面，小型企业因设备改造更新资金不足，尚多用高耗能加热设备，环保治理不力，未达到预期的治理效果。我国每年热处理耗电总量达 200 多亿 kWh，消耗燃油 100 多万吨，天然气和液化气约 400 亿 Nm^3 ，淬火油 10 万余吨；总计约合每年耗能 4000 多万吨标准煤；排放二氧化碳约 8000 万吨/年。在工业发达国家，热处理车间排烟气系统完善，在厂房外有集中烟气处理设施，能保证排放达标。零件淬火后彻底清洗除油，可避免回火时产生油烟。零件清洗施加超声波、采用加热系统和循环风扇，完成清洗后，用风机排除水汽。风机后接有冷凝系统，可将水分冷凝后送回水槽循环使用。有贯通式连续清洗机，类似热处理网带炉，适用于大批量零件淬火后的清洗。我国的热处理企业，真空清洗、超声波清洗、烟气处理设备的普及率不到 1%，烟气排放和处理设施尚不完善，致使大量温室和有害气体（ CO_2 、 SO_x 、 NO_x ）直接向大气排放。

4、热处理共性技术研发不足，技术储备匮乏，影响高端设备和技术创新

当前，我国热处理行业还明显存在着主要依靠引进国外先进热处理设备和热处理技术来提升生产技术水平的问题。在科研和生产中存在重传统、模仿，轻基础、创新，重硬件、轻软件倾向。由于共性技术研究缺失，导致无法解析工程应用中的一系列难题，使新技术产业化提高缓慢，企业核心竞争力弱，后劲乏力。在引进技术和设备方面，我国引进费用和消化、吸收之比约为 10:1，而韩国、日本为 1:10。由于执行技术引进政策的失误，热处理行业曾走过“引进、仿制、落后、再引进”的歪路，而韩日则通过“引进、消化、吸收、创新”之路，建立了自主知识产权和技术体系。我国一方面是企业满足于通过引进设备增强市场竞争力的现状，另一方面又缺少通过自主创新、工艺优化改进，实现超越的思想观念；一方面共性技术的研究落在了企业肩上，另一方面企业技术基础差，力量薄弱，人才缺乏，资金不足，未形成与高校或科研院所联合开发创新的机制和平台；一方面对热处理共性技术研究的人力/物力投入不够，未建立起共性技术研究体系，使基础性与共性技术研究弱化，行业基础数据的传承、跟踪、积累和共享机制不健全，也是

阻碍热处理行业快速发展的一个重要因素。我国亟待重视热处理基础理论和共性技术研究，在当前材料科学和相关学科的科研成果基础上，结合热处理生产实际需求，广泛采用信息技术，才能逐步优化热处理生产技术和不断研发创新热处理技术。研究在不同温度场、压力场下，各类气氛与金属表面反应变化规律，优化和研发新型化学热处理技术和各类新型加热元件及辅助材料；研究在各类新型冷却介质下，热处理产品的组织变化规律及变形规律，更有效的提高热处理产品质量；建立各类相关数据库，为热处理工艺和装备信息化、数字化创造必要的技术基础。

5、高校取消热处理专业，职业院校招生困难，造成高级科研、研发人员断档，企业技术人员和高技能工人短缺

热处理企业十多年来发展迅速，热处理加工企业如雨后春笋般涌出，致使热处理技术人员和高技能操作人员严重缺乏。对上海、江苏、浙江和广东这些热处理条件较好地区的初步统计，热处理技术人员和高级人才（高级工、技师、高级技师）的比例低于企业总人数的6%，按国家要求的15%比例相差甚大，一些民营企业甚至无专业的技术人员，尤其是操作工人中农民工占绝大多数。“十二五”以来热处理行业以真空热处理、可控气氛热处理、感应淬火生产线等配备数字控制的先进设备明显增加，由于专业技术人员匮乏，操作人员不熟悉新技术装备，热处理工艺优选困难，新技术不易推广，新型装备潜力得不到发挥。面对不断出现的新产品，使用保守的老工艺，使新材料的性能潜力得不到发挥，即便更新设备，产品质量水平却不能明显提高。“十一五”期间，一些民营企业纷纷聘请大专院校、科研院所或国企退休专家，技术人才问题得到一时缓解，但到“十二五”末期，这些人年事已高，难于在生产一线坚持工作，企业技术人材短缺更雪上加霜。目前，热处理行业面临着一方面热处理技术人员特别是高级工缺乏，另一方面出现热处理企业留不住技术人才，而且由于人员流动大，热处理员工上岗培训也不易实现。高等职业院校、中等专业技校以及技工学校毕业生是很受热处理企业欢迎的技能人才来源，但这些学校的热处理专业连年招生不足，这需要国家教育部门在专业招生培养政策（待遇和补贴）上考虑倾斜。

二、发展环境和需求形势

（一）发展环境

1、制造强国战略给热处理注入新动力

《中国制造 2025》强国战略规划坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展，加快从制造大国转向制造强国。近十年来，作为我国国民经济支柱产业的机械制造业获得了跨跃式发展，其产值以每年约 10% 以上的幅度递增，主导产品如金属切削机床、汽车、工程机械等产量已居世界前列，就其总量和规模而言，我国制造业已位居世界第一。同时，机械产品出口额已占机电产品出口的四分之一，成为出口的主力军。产品零件的精密化、轻量化、高质量、高可靠性以及制造过程中节材、节能和低污染是促进产业升级和重大技术装备（如超超临界发电机组、核电设备、大型船用柴油机、重型冶金机械设备、飞机等）实现新常态下跨越式发展的重要保证，也是确保国民经济可持续发展的重要战略措施。随着机械行业的健康发展及市场机制不断完善和融入世界经济一体化的需求，全球发达国家和新兴发展中国家，无不以发展先进制造业和高端制造业为产业战略导向。美欧日实施“再工业化”政策，吸引中高端制造业回流；低收入国家凭借成本优势，加速吸引劳动密集型产业；德国提出“工业 4.0”旨在确保德国未来的工业生产基地地位。今后国际间制造业的竞争将日趋激烈，我国从国家战略和提高国家综合竞争力出发，提出实施制造业强国战略，参与世界先进制造技术竞争，这是实现中华民族伟大复兴的中国梦的一个重要组成部分。热处理是机械制造的重要组成部分，是强化金属材料，发挥其潜在能力的重要工艺措施，是保证我国立足未来制造业的制高点、提高机械产品质量、延长产品寿命、创造中国品牌增强国际市场竞争力的关键技术之一。《中国制造 2025》强国战略明确提出的重点发展新一代信息技术、高档数控机床和机器人、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、电力装备、新材料、生物医药及高性能医疗器械、农业机械装备等 10 大领域，均与热处理息息相关，必将给我国热处理行业注入新的发展动力。

2、战略性新兴产业是热处理发展的新引擎

新材料、新能源、新能源汽车、新一代信息技术、高端装备制造、生

物技术、节能环保都是以重大技术突破和重大发展需求为基础，知识技术密集、物质资源消耗少、成长潜力大、综合效益好的产业，对经济社会全局和长远发展具有重大引领带动作用。其中高端装备制造所涉及的航空航天、智能装备制造、海洋工程装备、轨道交通装备所需的关键配套系统与设备、关键零部件与基础件制造，其性能和质量达到国际先进水平，智能技术及核心装置得到普遍推广应用，高端装备重点产业智能化率超过 30%，对热处理工艺和装备都提出了更高的要求。高端装备制造业销售收入超过 6 万亿元，在装备制造业中的占比提高到 15%，工业增加值率达到 28%，国际市场份额大幅度增加。“十三五”期间国家在七大战略新兴产业、高铁、汽车、环保等行业高速发展的带动下，国民经济仍会保持 7% 左右的增长。不管是产品增量的需求还是对装备更新的市场需求，汽车零部件、机械基础件、航空航天设备、新能源设备等众多领域对热处理行业仍需求旺盛。

3、绿色制造对热处理提出更高要求

当前，世界上掀起一股“绿色浪潮”，绿色制造技术通过采用无毒、无害的原材料和辅助材料，清洁的能源以及高效、节能、降耗的先进工艺与设备，使得制造过程资源消耗小，环境负面影响小，职业健康危害小。环境问题已经成为世界各国关注的热点，并列入世界议事日程，制造业将改变传统制造模式，推行绿色制造技术，生产出保护环境、提高资源效率的绿色产品，并用法律法规规范企业行为，不推行绿色制造技术和不生产绿色产品的企业，将会在市场竞争中被淘汰。2012 年美国在重振制造业的工作部署中提出了 2020 年原材料消耗量减少 15%、能耗减少 75% 的目标。美国能源部和金属学会热处理分会 2004 年发布的热处理技术发展线路图提出到 2020 年热处理节约 80% 的能源、工艺周期缩短 50%、热处理生产零排放。在我国，绿色制造是《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006~2020 年）》制造业发展的重要趋势以及科技开发优先支持的主题，国家发改委和工信部 2014 年相继发布了《重大节能技术与装备产业化工程实施方案》、《国家重点推广的低碳技术目录》、《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020 年）》等政策，推广重大节能技术与装备，到 2017 年，高效节能技术与装备市场占有率由目前不足 10% 提高到 45% 左右，产值超过 7500

亿元。绿色制造是综合考虑环境影响和资源效益的现代制造模式，是可持续发展的必由之路，同时也给热处理工艺与装备的发展提出了更高的要求。如在我国工业装备绿色制造战略中提出的零部件制造更加薄壁化轻量化、使原材料的利用率达到最高等目标，对汽车发动机、机床等装备，采用可获得高强度、高韧性、高耐磨性、高抗冲击/抗爆压能力等综合性能的新型铸铁、新型钢材、铝合金、复合材料等，势必对热处理工艺与装备的开发提出更高更严格的技术创新要求。

4、智能制造对热处理产业结构转型提出新的挑战

近两年来智能制造引起了国内外的广泛关注，美国先进制造伙伴计划（AMP）提出在关键制造产业、新一代机器人、创新型的节能制造工艺及先进材料等强化美国制造；美国先进制造国家战略计划提出加快智能制造技术平台及智能制造技术创新，发展先进制造与测试设备、工业机器人、可持续制造、先进成形与连接技术等；欧盟提出发展绿色生态机床，研制用户导向的智能机床，进一步提高操作者的生活质量、工作条件、安全和健康以及突破性的高效加工工艺，进一步提高制造业竞争力，尤其是德国推出的“工业 4.0”认为：“工业 4.0”概念即是以智能制造为主导的第四次工业革命。信息技术深度融入产品，将出现更高级次的数控设备、数码产品和智能设备；信息技术深度融入制造过程，将催生出自下而上的产品协同设计和制造技术以及基于泛在网络的高度集成的企业信息系统。热处理智能制造应是在两化深度融合基础上的数字化热处理工厂（车间）建设，实现现代化的智能制造。当前工业发达国家的热处理已在真空中加热、在保护气氛中加热或采用感应加热的基础上，向智能化、数字化、机器人操作的高精密控制、高度自动化方向发展，世界发达国家 80% 以上的热处理设备采用计算机或计算机在线控制技术，自动化生产已成为热处理生产线的标准配置，数字化热处理车间已比比皆是。《中国制造 2025》也明确提出了以加快新一代信息技术与制造业融合为主线，以推进智能制造为主攻方向。我国热处理两化融合步伐慢，智能制造基础薄弱，工艺及装备数字化率低、工艺模拟只是在大型及少数中型企业被采用，商业化软件开发远落后于发达国家，即使在大型企业，其工艺数据库也只是雏形，面临以智能制造为

主导的第四次工业革命严峻的挑战。

（二）需求形势分析

1、装备制造业各行各业对热处理需求旺盛

（1）汽车制造业的持续高速发展给热处理带来稳定需求。随着我国的国力增强，人民生活水平的不断提高和中国城市化进程的加快，我国的汽车保有量仍会保持增长。汽车制造厂商，对热处理质量要求更为严格，汽车新材料（如新品种热成型马氏体钢、TRIP 钢、氮合金化亚稳奥氏体钢、高强、高耐蚀、高塑性钢）的开发研究，以及汽车向轻型化、安全化环境友好化的发展趋势，既对热处理企业提出挑战，也为热处理加工带来极大商机，混合动力、新能源汽车研发并逐步产业化，都将给为生产汽车零部件服务的企业带来新的市场需求。

（2）城市轨道交通、高速列车亟待开发新型独特热处理工艺技术与先进热处理装备。在国民经济增长趋缓的情况下，铁路基建投资将在未来的几年内继续保持高速增长的势头。城市轨道交通和高速列车的发展，需要材料高度强韧化热处理配合和高可靠性、低分散度热处理质量的支撑，相对应的高速轴承、轮、轨道、机车车辆、转向架、牵引发动机、制动系统等关键零件也都需要开发高新热处理技术与先进高可靠热处理装备加以保证。

（3）电力装备。核电与火电成套设备制造量的增加离不开高质量的热处理。我国火电的发展及火电机组的出口使热处理的任务越来越繁重，“十二五”期间我国突破了超超临界发电机组的大型铸锻件转子的热处理技术难题。核电是我国重点发展的能源之一，“十三五”乃至今后一段时间，我国将致力改进提高、开发研究新一代的核电设备，形成设计、制造、安装核岛主设备和关键辅助设备的成套和批量生产能力，使核电在能源的开发中占有较大的比例。核电构件（反应堆压力容器、蒸汽发生器、稳压器、主管道、主泵、堆内构件、控构制棒驱动机等）的精湛质量容不得任何瑕疵以及苛刻的安全技术要求离不开高质量的热处理。核电构件的热处理，体积大、形状复杂、性能要求高，需耐 650℃ 以上高温，属“极端制造”热处理前沿技术。新能源的开发，带动了风力发电产业的发展，风力发电产业的发展催生热处理市场。2MW、3MW 的大型风力发电机组成功并网发

电，风电机组成套设备的生产量不断增长，风电机组的叶轮、叶片加工模具、控制柜、齿轮箱、风电轴承及其他关键组件的热处理加工量也不断上升。风机构件的高可靠性、高抗疲劳性以及低温、沙尘恶劣环境下的高使用寿命要求，需要研发热处理的新工艺、新技术和新装备。

（4）石油钻采与精炼工程也是促使热处理迅速发展的动力。海洋石油工程，是近年来随着能源的紧缺而日益发展的高新技术产业，海洋已成为世界油气开发的主要领域。我国海洋工程装备市场广阔，与之配套的海洋工程装备制造如自升式钻井平台，半潜式钻井平台，钻井船、浮式生产储油船、起重铺管船、海洋工程动力及传动系统配套设备，浮式钻井生产储卸装置，深水海洋油气钻采装备与石油勘探钻采机械零部件的热处理加工需求正在与日俱增。

（5）航天航空的发展对热处理提出更高要求。我国的飞机制造业发展迅速，大型客机部件产量逐年增加，支线飞机已自主生产制造投入运营。航空发动机、机身、机体等所用的高强度、高耐热性、高耐蚀性、高可靠性、高使用寿命的轻质材料如铝合金、铝锂合金、钛合金、铝钛钢合金、镁合金、各种纤维增强复合材料等，以及航天航空机械和飞行器，对热处理提出了独特要求，航空工业加工量将持续增加，该行业的热处理企业责任重大，任务艰巨。

（6）船舶制造业的发展将助推热处理的振兴。中国正在由造船大国向造船强国发展，船舶出口贸易年年增长，制造高附加值船舶（大型液化石油气船、钻井船、大中型工程船、高档化学品船、科学考察船、散货船、油船）的高端船舶配套关键设备、船用发动机、船用曲轴、船用机械的热处理需求量日益增大；海上“丝绸之路”的开发，也将有力推进我国造船业的发展，扩大船用机械热处理市场。

（7）模具热处理有强大需求。独特优异的热处理技术是保证优质模具的独一无二工艺措施。模具的产需矛盾主要集中在技术含量高的中高档模具上，如汽车模具、中小型精密模具、大中型塑料模具、精密冲裁模具、压铸模具与电子资讯产品制造业相关的光盘模具和芯片精密模具等均有强大需求。高档乘用车车身及汽车（超）高强钢板热成形模具、高速精密多

工位级进冲压模具、高光无痕、叠层旋转大型塑料模具、超大规模集成电路引线框架及超大超薄 LED 大型塑料模具、多料多腔精密电子、医疗器械注塑模具、大型工程机械轮胎橡胶模具、轻金属高精压铸模具、大型精密复杂铸造模具、压铸模具和热冲压模具的国内外市场巨大。目前为汽车服务的模具约占到我国全部模具产量的 1/3，新能源汽车产业发展更是拉高了对汽车模具的需求。在大中型塑料模具方面，以汽车和家用电器需求量最大，对汽车仪表板、方向盘以及内饰件等的大中型塑料模具的满足率只有 50%；家用电器中的彩色电视洗衣机、电冰箱、空调器等产销量每年增幅在 20~30% 之间，为这些家用电器生产配套的大中型塑料模具需要量增幅达 20% 以上；铝合金和镁合金压铸模的发展速度也可能高于模具制造业的整体速度；用表面涂层技术制造精密模具的技术也面临强烈的需求。

（8）基础件热处理亟待加强。随着装备制造业智能化、绿色化的发展趋势，为满足主机产品对配套的机械基础零部件提出的长寿命、高可靠性、轻量化、减免维修的要求，“十三五”期间，中、高档数控机床轴承和电主轴，大功率风力发电机组轴承，大型运输机轴承，重载直升机轴承，长寿命高可靠性汽车轴承及轴承单元，高速铁路列车轴承，重载铁路货车轴承，新型城市轨道交通轴承，大型薄板冷热连轧设备轴承，大型施工机械轴承，高速度长寿命纺织设备轴承，超精密级医疗器械主轴轴承，大功率风力发电齿轮、高速列车齿轮、核电循环水泵齿轮、舰船用大型齿轮、大功率采煤机齿轮，10.9 级及以上汽车发动机紧固件，风力发电设备大规格高强度紧固件，飞机及航天器专用铝镁合金紧固件，泵阀等基础件的热处理技术和装备也亟待升级和提高。

（9）钻探采掘工程需求。我国潜孔钻机、潜孔钻具、风动工具及凿岩机械等行业，每年生产各类钻机 15000 台、凿岩机具 8 万具、钎杆（钻杆）10 万吨、钎头 5000 万个、连接套 200 万个、钎尾 45 万支、矿用合金 6000 吨，用于矿山、水电、建材、交通、能源的开采和开发。“十三五”期间中国企业大量投入到美洲、欧洲、非洲等国际市场基础项目的开发和建设，大量的钎钢钎具产品参与工程招投标，国际市场竞争需要高质量的钎钢钎具产品，需要高质量热处理才能满足需求。

(10) 预应力锚具行业热处理需求平稳上升。城市轨道建设的大发展、大繁荣及铁路基础设施投资建设继续保持良好势头,带动了作为上游产业的预应力锚具行业的繁荣;公路交通建设领域(包含桥梁、隧道工程)稳步发展,尤其是对特大型桥梁用锚具、整体挤压拉索锚具、耐腐蚀锚具、弧形、异型锚具提出新的需求;矿用预应力支护及巷道锚杆产品市场有所回暖。随着工程设计和预应力技术的进步,高层建筑底部大跨度框架结构、网壳结构为代表的公共设施建筑构筑物、地下空间的开发、大空间框架结构工业厂房等现代建筑技术的运用给预应力工程在民用建筑建设中提供了辽阔前景,预应力锚具可望在民用建筑领域市场快速推广,需要进一步促进自身的产品开发,适应市场需求的新特点、新趋势。随着以上针对预应力锚具行业的产业扩大和结构调整提出需求,对热处理需求将平稳上升。

2、对先进适用的热处理装备的需求

“十三五”期间,国家节能减排方针的贯彻,制造业会进一步向“少无氧化、少无切削”方向发展,会使真空、气氛、感应等清洁热处理技术和设备需求增加,热处理行业技术改造仍有很大的发展空间。由于市场不断提高对产品的质量要求,制造业对热处理加工的生产条件和生产设备普遍提出定制性的要求,如要求施行可控气氛炉热处理、真空炉热处理等等。目前我国热处理行业先进热处理技术装备的产能还不足需求的一半,仍有50%以上的零件在耗能较高、质量保证能力差的老旧装备上进行热处理。淘汰这些落后产能、关停或升级低端设备企业,是行业发展的一大市场前景。

(1) 真空热处理设备。“十三五”期间真空热处理炉的需求预计以每年20%增长量增长,真空热处理在以下行业会有较大的需求:汽车零部件真空热处理以及低压渗碳、各种工程机械、建筑机械零件真空热处理、高速铁路、货运铁路、城市轨道交通车辆零件真空热处理、各种模具的真空热处理趋于大型化发展、风电、核电零件的真空热处理、轴承、紧固件的真空热处理等。对真空热处理设备的需求具有如下特点:小型真空炉会继续占有市场主流,大吨位、大尺寸的真空热处理炉和真空热处理自动连续生产线的需求会逐步增加;由于产品对热处理质量的高要求,热处理企业间的竞争相信会由价格的竞争逐步转向质量的竞争。数字化、自动化程度高、

可靠性高的高档真空设备需求会有所增加；真空热处理数字化生产车间建设有所需求；真空热处理炉需求超过 3000 台以上。另外，预抽真空渗氮炉及等离子渗氮设备约 2000 台。

(2) 感应热处理设备。感应热处理在以下行业有较大需求：汽车制造业，如曲轴、凸轮轴、飞轮齿圈、半轴、变速叉、传动器轴等；拖拉机及工程机械，如驱动轮、导向轮、支重轮、链轨节、销、套等；机床制造业，如主轴箱的变速齿轮、主轴、变速叉导轨等；重型机械，如大模数齿轮、铲齿板等；轴承业，如高铁轴承、飞机轴承等；铁路运输，如钢轨、曲轴、轴、轮毂等；石油钻机，如油管、抽油杆等；冶金机械，如钢管焊缝的退火或回火等；纺织机械，如纺机锭杆等零件的退火或回火；建筑材料，如钢筋调质及焊缝退火等。对感应加热热处理设备的需求具有如下特点：IGBT 和 MOSFET 感应加热电源为主；在线式数字化、多轴化、多工位的感应热处理生产线；自动上下料、智能化特别是人机对话、自动化程度高、可靠性高的、具有介质冷却监控、能量的过程控制、接地故障断流控制、热处理质量过程控制的感应热处理加工中心；工业机器人；感应热处理设备需求约 5000 台以上。

(3) 可控气氛热处理设备。可控气氛热处理设备是现阶段节能、节材、实现自动控制的常规设备。适用于各类大批量或小批量零件的淬火、回火、渗碳、渗氮等热处理工艺。对可控气氛热处理设备的需求预计：连续式（网带式、链板式、滚底式、推杆式等）可控气氛热处理设备、等温淬火生产线、控制冷却正火生产线约 4000 台（套）；密封式箱式炉生产线约 2000 台（套）；大型（ $\geq \Phi 2\text{m}$ ）井式渗碳（渗氮）炉约 300 台；以天然气为燃料的加热炉（密封式箱式炉生产线、井式、台车式、连续式炉）约 2000 台（套）。

(4) 辅助设备。真空清洗设备约 3000 台；空气冷却换热设备约 5000 台；淬火冷却设备约 5000 台；热处理烟尘处理设备约 5000 台。

3、其他方面需求

(1) 淬火介质：预计需专用淬火油 50 万吨、PAG 聚合物淬火剂（浓缩）5 万吨。

(2) 适应自动化、数字化生产的在线监控传感器：热电偶约需 30 万支，氧探头、氢探头约需 30000 支，无线测温的“黑匣子”有更多需求。

(3) 软件需求：随着热处理信息化、数字化及智能制造的推进，对软件的需求量将剧增，包括：热处理企业信息化管理软件、能源管理软件、热处理工艺执行软件、温度场模拟、应力场模拟、工艺模拟软件等。

(4) 检测设备需求加大，包括：金相显微镜，光谱分析仪，磁力、荧光、超声波探伤仪，硬度计、显微硬度计等。

(5) 热处理人力资源需求强烈。“十三五”期间预计增加：受过专业训练的热处理工程师 10000 人；从事材料金相检验与分析、有机件失效分析能力的检验人员 10000 人；经过职业技术培训的生产一线工人 30000~50000 人。随着智能制造的深入，掌握计算机和网络技术的“两化融合”型人才需求逐步加大。

三、指导思想

以《中国制造 2025》为纲，坚持新常态下的可持续发展战略。以技术创新为动力，以提高机械零件的可靠性和耐用度为核心目标，深入推进两化融合，逐步实现热处理企业管理信息化、热处理加工数字化，促进产业结构不断优化升级。积极落实《热处理行业规范条件》，大力推广节能工艺和设备，实现节能减排清洁生产目标，重视热处理基础技术研究开发，加速培养热处理技能人才，逐步建立一个结构优化、管理精细，自动化、信息化程度高，产品质量稳定可靠，能解决国家重大装备、重要关键零件热处理难题，走绿色发展道路的优质、高效、节能、环保的先进热处理体系，为热处理智能制造积蓄条件，为建成强大的、具有世界先进水平的我国装备制造业做出更多贡献。

四、“十三五”目标和 2025 年设想

1、提高热处理产品质量，增强我国机电产品国际市场竞争力。“十三五”末期，30%以上规模企业热处理件一次检验合格率由“十二五”末期的 96%以下提高到 98%以上，返修品率控制在 1.5%以下，热处理行业贯彻 GB/T 19001 质量管理体系标准的厂家达到 100%。到 2025 年，50%以上规模企业

热处理件一次检验合格率达到 98%以上，重大装备零件热处理达到国际先进水平。

2、创新发展，提高热处理数字化网络化智能化制造应用程度和装备自主化程度。“十三五”末期，新增工艺装备数控化率达到 90%，轴承、标准件及汽车零部件热处理生产自动化程度达到 80%，高档热处理工艺装备能满足国内需求的 30%以上，工艺技术的自主创新能力达到国际先进水平。到 2025 年，掌握重大装备大型铸锻件热处理的核心技术，拥有自主知识产权，形成重大装备大型铸锻件稳定生产制造能力，标志性重大工艺和装备实现自主化，精密控制大装机容量热处理生产工艺和成套装备实现自主化；60%以上企业实现生产管理信息化、热处理加工数字化；以真空和控制气氛为主的少无氧化热处理达到 80%以上；轴承、标准件及汽车零部件热处理生产自动化程度达到 100%；高档热处理工艺装备能满足国内需求的 90%以上；工艺模拟在大型企业或在重大产品生产中得到普遍应用；工艺数据库和工艺优化在大中型企业普遍应用。

3、进一步降低能源消耗。围绕精密、高效、经济、清洁的目标，重点发展真空、可控气氛、感应加热、高温、快速、激光、高能束以及智能化热处理等先进热处理技术降低能源消耗，“十三五”末期，实现生产周期缩短 10%，能耗在“十二五”的基础上降低 20%，热处理总体节能水平达到：规模以上的企业综合平均能耗降到 400kWh/t 以下，万元产值电耗降到 2500kWh/万元以下。到 2025 年，规模以上的企业热处理综合平均能耗降到 380kWh/t 以下，万元产值电耗降到 2000kWh/万元以下。

4、减少排放，加强环保。“十三五”末期，骨干热处理企业基本配置烟气处理系统，热处理单位水耗达到 0.3t/t 以下，有害剩余物料排放全部达到规定限值。通过热处理清洁生产审核的企业达到 20%以上。到 2025 年，骨干热处理企业全部配置烟气处理系统，热处理单位水耗达到 0.2t/t 以下，以无污染的真空热处理代替盐浴热处理，温室气体排放减少 50%，热处理生产污染物实现零排放。

5、提高产业集中度，扩大规模企业数量，产业转型升级。“十三五”末期，热处理企业整合集中到 6000~8000 家（含热处理分厂、车间），40%

热处理企业实现管理信息化、加工数字化；全员劳动生产率达到 40 万元/人年。创造条件培育 2~3 家具备国际竞争力的热处理工艺装备开发和关键产品制造工艺开发的研究机构或企业。到 2025 年，通过贯彻企业规范化条件，使热处理企业整合集中到 5000 家以下；创造条件培育 3~5 家具备国际竞争力的热处理企业和热处理装备制造企业。人均劳动生产率达到 80 万元人民币/人年。

6、“十三五”末期，热处理骨干企业全部配备热处理工程师和专职检验人员，操作工人 20%达到中级工以上水平，工人技师占工人总数的 8%以上。到 2025 年，热处理骨干企业操作工人 30%以上达到中级工以上水平，技师和工程师以上的热处理技术人员达到 10%以上。

五、发展重点和主要任务

（一）重点发展方向

1、热处理信息化与智能制造。加速热处理行业两化深度融合进程，热处理信息化云技术开发与应用，数字化热处理车间（工厂）设计及相关软件开发，发展以数字化、柔性化以及系统集成技术为核心的智能化热处理技术装备，用高自动化的热处理装备减少人为操作因素的影响，保证热处理产品的质量稳定性，以信息化与网络技术推动热处理的高速发展。

2、热处理节能与清洁生产。余热回收、多用炉用气的循环使用、高压气淬真空炉、真空渗碳炉及自动生产线、控制气氛多用炉、真空离子氮化炉、高效清洗设备、油烟收集和净化系统、计算机在线控制的大功率固态电源感应加热设备应是“十三五”期间重点推广的先进技术。大力推广“以水代油”淬火冷却技术，提高节能环保热处理水平。

3、热处理循环经济。开发生物淬火油替代矿物油基淬火油，提高淬火油质量并形成系列化。以每年节约石油资源 10 万吨为目标，在“十三五”期间完成技术开发和市场推广工作，争取在“十三五”期末达到 80%以上替代率，产能达到 10 万吨/年以上。

4、发展现代制造服务业。随着新产品、新材料的不断涌现，热处理加工企业以新工艺开发为手段，扩大上游市场；热处理装备制造企业，以信

息化和工艺软件开发、远程诊断以及热处理设备在役再制造为手段，做好为热处理行业的产品全生命周期服务。

5、开拓国际市场。我国的热处理装备制造已自成体系，“十三五”期间应加大国际市场的开发力度，通过行业组织扩大国际联络，拓展热处理行业的国际贸易渠道，实现我国热处理行业产品在国际市场的自主品牌。

（二）重点任务

1、认真贯彻落实《热处理行业规范条件》，推进热处理行业“公告准入”，培育专精特新企业群体和具有国际竞争力的产业集群

做好企业整合和淘汰，培育和扶持一批达规模的热处理专业厂，培育和扶持大型重点骨干企业、战略新兴产业、国家支柱产业中的热处理厂点，培育和扶持大型的热处理设备制造业，使资本向重点领域和重点企业集中，整合资产、技术和人才资源，着力解决热处理配套能力薄弱，工业技术及装备落后于世界水平的现状。通过开展产学研相结合的创新活动，促使热处理企业改造创新，实现热处理关键技术、关键设备、关键瓶颈的持续突破，培养和造就一批优秀的研发创新团队和领军企业，打造产业集群品牌，支撑我国现代制造业向强国发展；指导热处理企业生产模式、营销模式和管理模式创新，向灵活、高效和“专、精、特、新”转型，凭着高度专业的技术水平，优化与高新技术产业和大型现代化企业的配套合作与服务，根据资金、设备、人才、技术，商品的不同，实行垂直分工或水平分工，把产品做细做专做深。

2、加快淘汰落后产能，树立清洁生产先进技术示范工程，深入推进热处理节能减排与清洁生产

（1）加大力度淘汰工业和信息化部发布的《高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录（第一批）》、《高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录（第二批）》和《产业结构调整指导目录》中列出的：热处理铅浴炉、插入式电极盐浴炉、用重质耐火砖作为炉衬的热处理加热炉、燃煤火焰反射加热炉、重质砖炉衬台车炉、SX系列箱式电阻炉、SK系列管式电阻炉、SG系列坩埚式电阻炉、SY系列油浴电阻炉、RX系列950℃箱式电阻炉、RT系列台车式电阻炉、RQ—系列井式气体渗碳炉、中频发电机感应加热电源、位式

交流接触器温度控制柜以及热处理氯化钡盐浴炉等。

(2) 加大力度推广工业和信息化部发布的《关于印发聚氯乙烯等 17 个重点行业清洁生产技术推广方案的通知》列出的热处理行业重点推广的 9 项清洁生产技术：真空热处理技术；可控气氛热处理技术；加热炉全纤维炉衬技术；高效节能型空气换热器；IGBT 晶体管感应加热技术；计算机精密控制技术；化学热处理催渗技术；多功能淬火冷却系统；真空清洗技术。

(3) 加大力度推广工信部《节能机电设备（产品）推荐目录（第二批）、（第三批）、（第四批）、（第五批）》中列出的：双层辊底式连续球化退火炉、真空高压气淬炉、预抽真空热处理生产线、真空可控气氛渗氮炉、大型可控气氛井式渗碳炉、可控气氛井式渗氮炉、高温可控气氛多用炉、在线深冷处理设备、薄板件成型淬火生产线、可控气氛罩式渗氮炉、连续式无料盘铝合金轮毂热处理生产线、淬火介质空气冷却器、智能型真空渗碳淬火炉、高频感应热处理加工中心、精密可控气氛箱式渗氮炉、精密可控气氛高温箱式多用炉、底装料立式多用炉生产线、热处理用碳氢溶剂真空清洗机、智能型精确控制淬火冷却系统、复合式热管换热器、闭式冷却塔、精密可控气氛井式高温渗碳炉、辊底式盐淬贝氏体热处理生产线、活性屏离子氮化炉、智能控制台车式燃气退火炉、工业电炉节能系统、全自动可控气氛卧式盘圆节能退火生产线、全纤维炉衬台车式保护气氛电阻炉、空气动力加热炉等。

(4) 加大力度推广国家发展和改革委员会发布的《国家重点节能技术推广目录（第二批）、（第五批）》、工信部《国家鼓励的工业节水工艺、技术和装备目录（第一批）》和财政部国家税务总局国家发展改革委关于公布节能节水专用设备企业所得税优惠目录中列出的：可控气氛渗氮工艺节能技术、智能型真空渗碳淬火技术、空冷式换热器、淬火介质空气冷却器装置等。

3、加快技术创新和工艺创新，完善提升已开发的先进技术装备

通过引进国外先进技术和自主研发，完善、提升和推广：精密控制加热和淬火工艺及智能型热处理设备升温和降温的同步炉温均匀控制系统（包括软件）；气氛保护控制冷却正火技术与装备；大型连续式低压渗碳高

压气淬热处理技术与装备；精密可控气氛连续式热处理设备；回转支承无软带感应加热淬火设备；齿轮双频感应加热淬火设备；精密控制渗氮炉；淬火油烟气处理技术与装备；热处理机器人；无线测温仪（黑匣子）；化学热处理渗氮/渗碳催渗技术；推广 **PAG** 聚合物淬火剂，开发具有自防腐能力和对黑金属防锈功能的 **PAG** 系列淬火剂，应用水溶性淬火介质淬火的零件达到 50%以上。

4、研究开发国际领先水平的绿色热处理技术装备及工艺

（1）开发热处理装备制造和工艺执行的相关软件，为热处理云技术应用奠定基础和培养使用能力。研究和开发热处理工艺的数值计算机模拟与数字化控制技术，包括节能智能化管控系统、零件加热、冷却相变，残余应力，化学热处理（渗氮、渗碳）等工艺过程的工艺控制软件，完善热处理工艺数据库；研究开发热处理工艺过程的多场耦合数值模拟技术与专用软件，进行热处理设备的虚拟制造和热处理虚拟生产，实现热处理生产过程的柔性化、高效化、精准化。

（2）进行高效富氧燃烧技术和废热回收利用技术、以空气和水组合的无污染高效清洁冷却技术以及基于高效热传导和高温气体循环系统的加热技术和设备的研究开发，使热处理行业的能耗降低 80%，对环境影响降低为零，实现零污染。

（3）掌握真空热处理各项关键技术，开发多功能精密控制连续式真空热处理生产线，拥有自主知识产权，使我国真空热处理技术达到或接近国际先进水平。

（4）研究在不同温度场、压力场下，各类气氛与金属表面的变化规律，优化和研发新型化学热处理技术和各类新型加热元件及辅助材料。

（5）开展生物淬火油淬火冷却性能研究；建立、完善淬火油、淬火剂、水等三大淬火介质冷却能力数据库，为建立热处理工艺数据库提供支持。

（6）研制“淬火剂浓度在线检测仪”，以配合热处理工艺和设备的信息化管理进程，提高聚合物淬火剂的使用比率。

（7）刀具工具类清洁高效热处理生产线；提高高档数控机床关键构件精度保持性及汽车关键零部件使用寿命的热处理及表面改性成套工艺技术

装备。

(8) 替代电镀铬的氮碳氧复合处理技术性能评价指标体系及氮碳氧复合处理零排放技术与装备研究。

(9) 齿轮零偏差精密热处理工艺技术研究，主要包括：相变及组织结构精细控制，齿轮热处理工艺应力形成机制和规律残余应力控制技术，齿轮感应淬火工艺应力形成机制和淬火开裂规律研究，研究多频感应加热淬火及感应压床淬火新工艺，热处理畸变及畸变量控制技术，研究复合热处理齿面强化技术以及高能密度硬化及喷丸强化。面向汽车变速箱关键传动件，开发高硬度的清洁热处理表层硬化技术，使轴齿零件表面硬度由 58~60HRC 提高到 62~64HRC，服役寿命提高 2 倍。建立并不断完善齿轮材料及热处理基础数据库。

(10) 轴承热处理重大工艺：2MW 以上风力发电机组增速器轴承和主轴轴承热处理（工作寿命 20 年、可靠度 $\geq 99\%$ ）、长寿命、高可靠性的轿车轴承（寿命 25 万公里以上，可靠度 $\geq 99\%$ ）和重载卡车轴承（寿命 50 万公里以上，可靠度 $\geq 99\%$ ）热处理、时速 200~300km，使用寿命 200 万公里，可靠度 $\geq 99\%$ 的高速动车组轴承热处理、复杂结构件性能控制及畸变控制热处理工艺。

5、完善热处理企业的专业检验手段，实现热处理零件内在金相组织和质量水平的检测和评价

通过企业中心实验室建设，对于保证热处理质量的检测手段如材料光谱分析仪器、零件超声波探伤仪器、化学热处理渗层检查仪器、精确的金相分析仪器、力学性能测试仪器，零件失效分析的能谱分析仪器、化学分析仪器，生产过程的淬火介质监测仪器、炉温检测仪器，环境保护的热处理烟尘监测仪器，热处理能耗监测仪器等进行补充和完善。注重发展热处理工艺过程的在线检测。

6、加强热处理行业公共服务平台网络建设，打造高效的技术创新服务平台体系

面对热处理企业规模小、缺乏技术人员、技术开发能力弱、产品检验检测能力不足的现状，加速热处理行业信息化建设进程，建立高等院校、研究

院所、热处理企业的联合研究中心和产学研平台，以企业为主体，发挥大学基础研究、行业科研院所共性技术研究和技术扩散的创新源作用，加大热处理基础工艺技术研究力度，注重引进国际先进技术和先进工艺装备，以及在此基础上的创新，促进高新技术成果转化，不断提高自主知识产权，努力把握行业发展先机和技术进步，切实增强热处理行业发展后劲，不断提升热处理行业的工艺装备水平。通过“两化深度融合”提高热处理企业和行业的信息化水平，建设热处理行业信息化基础网络和局域网络，发展热处理企业的信息化管理和制造执行系统，壮大专家系统和建设信息化远程服务基地，组建热处理产品质量、热处理设备技术指标、淬火介质技术指标等检测技术服务平台网络，仿国家重点实验室模式建设专业的“热处理共性技术研究中心”、“热处理质量检测中心”、“热处理装备检测中心”、“工艺开发和推广服务中心”、“技术服务中心”、“培训中心”等，不断充实热处理实用工艺技术数据库，利用有限的资源和专家系统为中小型热处理企业提供技术支撑，为全行业相关企业提供技术服务，实现基于“互联网+”的远程工艺编制、远程工艺控制、远程故障诊断及维护。完善公共服务平台的市场化服务规范，增强公共服务平台的诚信度和信誉度，积极开展企业、政府、协会和学会活动，组织开展热处理行业上下游的信息和技术交流，促使机械加工企业和热处理协作企业深入了解相关零件产品的性能要求和质量检验标准，保证委托企业提出切合实际的高要求，热处理产品达到高水平。

7、建设和完善热处理标准体系，加强品牌建设和知识产权保护

从热处理行业发展需要出发，完善和规范热处理行业的企业标准、工艺、装备、工艺材料、清洁生产、能源管理、信息化、质量检验等行业标准和社会团体标准，以适应新形势下国民经济发展的需要。组织企业开展对标活动，促进新技术、新工艺、新设备、新材料的推广应用。跟踪国际先进技术发展趋势，注重与国际标准接轨，强化标准的引领作用。在产业转型升级过程中，着力扶持和发展品牌企业和品牌产品；注重利用法律手段保护知识产权，以有效保护品牌产品的国内外市场竞争力和维护市场秩序。

8、注重热处理人才培养

加快建立多层次的适合热处理产业发展的人才培养体系，培养一批具

有国际视野的专家、技术带头人和领军人物。建立企校联合培养人才的新机制，促进创新型、应用型、复合型和技能型人才的培养。重视发展职业教育，支持行业职业技术培训中心的建设，开展技能等级评定和职业技能大赛，大力培养专业技能人才。

六、政策措施建议

1、建议在中小企业发展专项基金项目、中小企业科技创新基金项目、两化融合专项资金项目、清洁生产示范项目、强基工程项目、使用国产首台套节能产品优惠政策等方面对热处理给予重视。建议工信部《节能机电设备（产品）推荐目录》产品在推广工作中给予相应鼓励政策，并对开发制造“首台套”节能减排、填补国内空白、智能型热处理装备的单位给予资金奖励。

2、建议政府设立“基础工艺行业产业结构调整专项扶持基金”，支持热处理行业淘汰落后产能与企业。建议政府对中小热处理企业投资改造落后热处理装备、购置或引进热处理现代化先进设备给予贴息贷款的融资支持；建议政府对研究开发和生产制造具有国际先进水平的节能减排热处理设备的企业或国家级，市级重点产、学、研相结合的热处理科技或攻关项目给予前期风险投资补贴（全部或部分）；以上项目除了由中央及地方政府提供适度的财政资金支持外，还可考虑充分利用金融机构及金融市场进行贷款融资，由政府贷款融资给予财政贴息支持。

3、优化进出口政策。对于国内尚不能提供、需要多家进口的热处理装备和关键配件，坚持以国内市场资源为筹码，将国内需求捆绑招标，商务谈判与技术谈判同时进行，确保国内企业能掌握完整的设计和制造技术。同时对热处理装备产品出口应给予更多的优惠和鼓励政策。

4、加大技能型人才培养力度。建议政府有关部门加大对热处理专业技能型人才的培养力度，对重点高职高专院校和技师学院的热处理专业学生实行学费补贴政策，鼓励学生报考热处理专业。建议对就业到热处理企业的毕业生实行专项补贴政策，鼓励毕业生到热处理生产一线工作。