

中国锻压行业“十三五”发展纲要

中国锻压协会

术语与概念

锻压即金属塑性成形，也称金属压力加工。锻压行业是一个古老而又充满活力的行业。锻压通常指锻造、冲压和钣金制作。

一、锻造

在加压设备及工（模）具的作用下，使坯料或铸锭产生局部或全部的塑性变形，以获得一定几何尺寸、形状的零件（或毛坯）并改善其性能的加工方法称为锻造。

可以这样理解，锻造就是将金属棒材、线材、板材、铸锭或块金属加热或不加热，在力（能）的作用下成形的一种加工方法。俗称：打铁。锻造属于金属塑性成形，大都是体积成形，是指利用锻造设备上的锤头、砧块或模具，对金属坯料施力产生塑性变形。根据锻件的尺寸和形状、采用的工模具工装结构和锻造设备的不同，锻造分为自由锻和模锻，锻造出来的产品称之为自由锻件和模锻件。

自由锻是用简单、通用性工具，或者在锻造设备上、下砧之间直接对坯料施加外力，使坯料变形，而获得所需的锻件几何形状及内部质量的锻造方法。模锻则是利用模具使坯料变形而获得锻件的锻造方法。

一般是将粉状、粒状或纤维状的金属或非金属材料放入成形温度下的模具型腔中，然后加压合模而使其成形并固化的制造方法称为模压成形，又称压制成形或压缩成形，模压成形也可以归类于模锻范畴。

大锻件是相对概念，分大型模锻件、大型自由锻件、大型环形件和大口径厚壁无缝管件。使用 8MN 以上自由锻液压机或 30KN 以上自由锻锤生产的自由锻件称为大型自由锻件。使用 60MN 以上模锻压力机、80MN 以上模锻液压机或 100KN 以上模锻锤生产的模锻件为大型模锻件。大型锻件主要用于电力、冶金、石化、船舶、机车车辆、模具、航空航天、兵器、重型机械和汽车、矿山机械、通用机械等行业和机械。

金属的挤压、锻造和回转加工成形等属于特种塑性成形，在国内外也列为锻造生产工艺类，生产的产品也被称为锻件。

金属回转加工成形为仅金属坯回转或仅工具回转或两者都回转，从而使金属坯料变形的塑性加工方法，包括纵轧、斜轧、摆辗、辗环、楔横轧、辊弯（或弯卷）、辊锻和旋压等。成形环件内径 $\Phi 500\text{mm}$ 以上的为大型环件；挤压管件内径 $\Phi 300\text{mm}$ 以上壁厚 30mm 以上的为大口径厚壁管件。

二、冲压

在加压设备和工（模）具作用下，使金属板料发生塑性变形或分离，从而获得一定几何尺寸、形状的冲压件的加工方法称为冲压。板料冲压主要由下列工序组成：

分离工序（冲裁工序）：毛坯或零件的一部分与另一部分分离。包括剪切、落料、修边、冲裁和切口等。

成形工序：毛坯或零件改变形状。包括拉深、胀形、缩口、起伏成形和整形等。

复合工序：该类工序包含冲裁和成形等两种以上工序。主要是通过复合模或连续（级进）模来实现。

装配工序：利用模具将几个单个冲压件装配到一起，比如车门压合、轿车前后盖压合等工序都属于用冲压方法实现装配工序的事例。

三、钣金制作

钣金制作是用简单、通用性工具，使金属板材、管材和型材发生变形或分离，按照预期要求成为零件或结构件的加工过程称为钣金制作。

钣金制作是一种综合冷成形工艺。钣金包括剪切、冲孔、切割、冲/切复合、折弯、铆接、拼接、滚压、辊压（渐进成形）、翻边、卷边和扭曲等工序；而制作则是指利用设备与工具对型材和管材进行切割、弯曲和打孔等加工，从而获得一定形状零部件的加工过程。钣金制作在中国传统工业体系中被纳入五金件生产工艺的范畴。

第一部分 锻造行业“十三五”发展纲要

一、“十二五”期间行业发展

“十二五”期间，我国在锻造设备与技术方面进行了一些科学研究和技术攻关，取得了一些成果，一批先进的塑性成形技术得到应用与发展。在应用基础技术、关键工艺技术、模具技术和装备技术等方面都取得了进步。同时对促进相关领域和行业的技术进步和生产发展也做出了贡献。“十二五”期间万吨以上的自由锻造液压机和模锻压力机数量一再增加，世界最大的自由锻造液压机、模锻液压机、多向模锻液压机、等温锻造液压机和挤压机等设备完成建设，使我国大锻件（自由锻件和模锻件）锻造能力大幅度增加。锻造及锻造模具材料规格品种得到了丰富，又有一些材料和产品与进口相当，替代了进口。一些既懂现代技术又懂经营之道的企业家，以及既有现代意识又有高科技产品使用技能的专业人才也不断出现在锻造行业中。锻造行业企业主接班有序顺利进行。与“十一五”期间相比，锻造产品国际化速度加快，锻造企业参与国际竞争的能力持续加强。锻件总产量位居世界第一，表1是锻压协会统计和推算的锻造行业年产量。

表1 2010-2014年锻造行业产量和企业数量统计（产量：万吨）

项目	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
总产量	1022.40	1068.10	908.80	1001.50	1081.22
模锻件总量	690.00	669.30	568.80	642.90	679.45
其中：汽车	480.00	460.00	404.60	464.50	478.43
自由锻件总量	260.00	315.80	340.00	358.60	401.77
其中：环件	72.40	83.00	74.7.00	72.20	84.43
重点企业数	500	460	460	460	460
重点企业人员总数	200000	143000	143000	143000	143000
本产量统计没有包括钢球、标准件以及手术器件等非功能性锻件。功能性锻件指经精加工（也有不加工）后装配与各种机械设备中完成一定功能或起一定作用的锻造件。					

“十二五”期间，开始具有了航空、航天等高端装备制造业大型模锻

件及精密环形锻件的生产能力。一批高温合金、钛合金、耐热不锈钢等高端材料开始进行锻造成形并交付使用。钛合金空心轴颈、超高强度空心轴等温锻件成功研制。大型高温合金长轴锻造成形和结构钢长轴获得新突破,锻件最长尺寸达 2.2 米,轴径与长度之比大于 1:25。高温合金盘叶整体锻造、钛合金盘叶整体锻造成功研制。成功生产出投影面积 5.5m^2 的钛合金整体框、长度近 5m 的钛合金垂尾梁锻件、长度近 6m 的大型铝合金整体模锻件和重 2 吨的超高强度起落架模锻件等行业急需的大型模锻件。航空发动机关键叶片研制成功,这一综合制造技术要求极高的产品质量达到了国际先进水平。大高径比薄壁高筒型件精密辗轧技术获得成功,解决了国内航空航天领域需要的难变形材料成形的技术瓶颈。航空高端锻件产品开始走向国门。特别需要指出的是航空和医疗用等温锻造技术得到突破,不但能生产各种中小型的等温锻件,也可以生产较大的等温锻件,再经可靠性、稳定性和经济性方面的努力,将基本满足航空航天和医疗行业发展的需要。

在大型自由锻件方面:生产了 300~600MW 亚临界、超临界机组和百万千瓦级超超临界机组锻件。具有了“二代加”和“三代”百万千瓦级核电设备锻件制造能力。具备大型新材料锻钢支承辊制造能力。经过“十二五”的努力,大部分大锻件进口关税优惠政策已经取消,大口径厚壁无缝钢管出台了国家反倾销政策,这些都标志着我国大锻件制造能力已经基本可以满足国内需要。

在核电、军工产品和国内外重大项目中,特种材料封头冷/热成形有限元模拟分析方面取得成绩,积累了一定的技术和生产经验。国核示范和华龙一号核电用封头、航母用封头和美国陶氏项目高标准用不锈钢封头等典型封头产品国内已完成了制造并投入使用。

“十二五”期间,完成了 300MW 氢水冷护环的试制。完成了高铬转子的试制;以 700°C 以上超超临界发电机组用镍基合金转子为代表的新材料研发取得令人鼓舞的成绩。水电锻件全套国产化供应已经完全实现。

核电锻件的锻造工艺有了明显改进,有效提高了钢锭利用率。如蒸发器过渡锥形体、压力容器整体顶盖等质量达到了世界先进水平。核电核岛大锻件方面,已具有成套提供“二代加”和“三代”核岛反应堆压力容器、

蒸汽发生器、补水箱和稳压器锻件的能力。提供了世界首套 AP1000 核电主管道锻件，已形成批量供应 AP1000、ACP1000 和 CAP1400 等第三代核电成套主管道大锻件的能力。在制造 1100MW 核电半速发电机转子的基础上，2014 年采用 650t 钢锭完成了 CAP1400 核电半速发电机转子的试制。百吨核级不锈钢锻件制造工艺不断优化，开裂与晶粒度问题得到有效控制。

组合曲拐采用下注锭锻造成形，钢锭利用率接近 70%。除价格因素外，国内完全具备制造组合曲轴的生产技术和能力。特别是具备国际先进的全纤维曲轴独特的锻造成形技术和设备，完全满足了国内全纤维曲轴的需求，并有了进入国际市场参与竞争的能力。

在大型加氢压力容器产品制造方面满足了国内压力容器设备制造需求,容器材质包括有 2.25Cr-1Mo-0.25V、2.25Cr-1Mo 、1.25Cr-0.5Mo-Si、15CrMoR、16Mn（HIC）和 SA516-Gr70（HIC）等，目前已经形成规模生产。最典型例子是为扬子石化双超反应器特大型锻件，生产制造了锻件直径 $\phi 6350$ 、长度 7400mm 超大型超高压芯筒等极限尺寸锻件。冶金设备用锻件方面，除用户喜好、价格和交货期因素外，全面实现大锻件的全套国产化供应。

国内可以完全利用拉拔技术和垂直挤压技术自行制造超临界和超超临界火电和核电用大口径厚壁无缝钢管。就这一项每年为国家节约数亿美元外汇，也大大拉低了电站建设成本。经过“十二五”期间的努力，我国已经可以应用大型多向模锻设备批量生产高压三通和阀体等锻件，为石油和化工设备的制造奠定了坚实的技术基础。

国内已经完全具有了挤压生产各种铝型材和合金铜材的生产技术，特别是模具技术取得了重大突破，无论是理论研究还是生产实践都已经处于国际领先水平，为我国高铁和家用空调等技术与产品发展做出了贡献。

锻造行业开展的中间试验平台的搭建使得物理模拟实验方法与手段日益丰富，不断向同材质小尺寸方向发展。

中小型精密成形锻件方面也取得了很大进步，一些典型产品逐步获得海外市场的青睐，具备了与国外专业锻造厂竞争的能力，很多锻造企业已进入国际知名品牌的汽车供应链体系，部分产品出口国外，并且能供应核心部件。目前产品已经远销到欧洲、北美、南美、日本、韩国、印度和泰

国等国家。出口利润水平高于国内，能使企业的经营质量向良性方向发展。特别是中国锻造企业生产的一些汽车零部件不但质量高，而且在国际市场上已处于领先水平，价格和质量占有绝对的优势地位。

风电主轴和环件生产技术发展迅速，国内可以生产直接 9 米以上的大型环件的同时，也可以生产各种变截面（异型）环件。产品质量得到了大幅度的提升，不但实现了国内的完全自给，也大批量地打入国际市场，完全适应了国内外风电机组发展的步伐。

“十二五”期间，突破了大规格粉末高温合金挤压棒材外观完整性和细晶组织控制技术，研制出直径大于 $\Phi 260\text{mm}$ 的 FGH96 合金挤压棒材，棒材晶粒度达到 ASTM11 级。研制了多项航空发动机用新材料（如 Ti_2AlNb 、TC18；GH230 等），并掌握了热加工特性及工艺参数。

“十二五”期间，原材料的内在质量和外观质量得到提升，出现高、中、低端档次分布的局面，让锻造企业有更多的选择空间。非调质钢的应用进一步扩展，某些锻造企业的非调质钢锻件比例已达 70% 以上。例如：珠光体+铁素体非调质钢锻造曲轴已大批量生产，涨断连杆也已批量应用。贝氏体非调质钢汽车前轴也开始大批量应用。

P91 和 P92 钢可以稳定生产，为生产大口径厚壁无缝钢管做出了巨大贡献。

国内企业建成了世界一流的耐磨钢球锻造用钢生产线，为我国各种钢球生产奠定了基础。

一些锻造企业开展的材料制造与包括锻造工艺在内的工艺一体化研究取得重大进展，获得良好的经济效益。H13 钢材料冶炼浇铸和锻造与热处理工艺的一体化制造处理技术获得国家专利，用其制造的塑料模具寿命得到巨大的提升。

国内钢厂已开始按照国外先进标准，包括按照国外企业标准冶炼汽车用钢，但由于冶炼技术不完善或不成熟，如国产汽车齿轮钢等仍然未全面替代进口。另外，国内钢厂未全面开发专供冷、温锻造用的专用钢材。

在火电、核电新材料产品上有了重大突破。冶炼方面，新增水冷模铸锭设备，优化钢锭凝固工艺，提高铸锭质量。冶炼高纯净度钢取得进步，特别是钢中氧、硫含量大幅度降低。锻造中运用高温扩散均质化技术，有

效消除偏析，提高了产品的力学性能，特别是一重和二重等企业在 600 吨位级钢锭及锻件生产上取得重大进展。80 吨以下钢锭，可以采用下注，有效提高了钢锭利用率。真空冶炼、下注锭的氢含量 $\leq 1.2\text{PPm}$ 。

模锻、挤压和拉拔用玻璃润滑剂等润滑材料得到了快速发展，基本可以解决当前中大型锻件、挤压和拉拔件的生产需要。

冷精锻工艺。将分流锻造技术应用于闭式（闭塞）冷精锻，不仅使冷精锻成形力大为降低，而且对毛坯下料精度的要求也明显放松，使以闭式精锻成形为主要变形方式的冷精锻工艺的应用取得突破性进展。以轿车变速器行星齿轮和半轴齿轮（均为直锥齿轮）为例，我国轿车和部分商用车变速器直锥齿轮生产企业已广泛采用闭式冷精锻工艺生产，成为继日本和欧洲之后，锻造基本取代了传统的切削加工工艺的唯一国家，总体技术达到了国外先进水平。其中，直锥齿轮修形技术为国内外首创。

此外，汽车中小型同步器齿环，摩托车端面爪盘和档位齿轮等应用量大的齿轮类零件也都普遍采用小飞边冷精锻工艺生产。

多工位冷挤压工艺取得进展。冷挤压成形的制件（包括精化毛坯和成品零件）尺寸精度可达 7 级，表面粗糙度可达 $Ra1.6-0.4\mu\text{m}$ ，冷挤压的强化作用使制件的力学性能大为提高。

热精锻工艺发展迅速。小型锻件实现无飞边闭式模锻。典型零件有齿轮坯及爪极整体凹模闭式精锻，管接头等枝叉类锻件实现了可分凹模无飞边闭式模锻，同时也应用此工艺生产汽车中高压管接头和油气输送管道上的三通、四通、弯头及变径二通管接头。中小型锻件小飞边精锻技术获得推广，虽然模锻成形力会有一定的增加，但其飞边金属损耗可节约 2/3，有效地提高了锻件的材料利用率，并节省了加热能耗。

温锻综合体现了热锻和冷锻的基本优点，成为近十余年来主要的发展方向之一。“十二五”期间，我国温锻工艺的研发取得突破性进展，其代表性成果有大模数大直径直锥齿轮温锻、轿车等速万向节关键零件多工位温锻（温挤压）得到广泛应用。值得提到的是，随着温度和材料组织控制技术的提升，温锻温度在不断提升，有的温锻温度达到 850°C 或更高，从而大大减少了温锻的阻力，扩展了温锻零件重量范围。

多工位温/热锻—冷精整复合工艺受到行业青睐。它综合了温/热、冷锻工艺的的优点而避免其主要缺点，适合于各种金属材料，以及轮廓尺寸较大而结构复杂零件的精锻成形。其典型应用实例有汽车变速器结合齿轮中空分流热锻—冷精整成形、汽车变速器直锥齿轮热锻—冷精整成形和等速万向节关键零件温锻—冷精整成形。

高强度铝合金零件流动控制成形技术应用取得成功。高强度铝合金具有的优点使其成为国内外汽车、飞机和航空航天飞行器和高铁列车零部件轻量化制造的首选轻金属材料。国内外普遍采用等温锻工艺来生产。在高强铝合金零件流动控制成形研究方面，所取得的代表性成果有轿车安全气囊气体发生器关键零件减压式流动控制成形、轿车无噪声空调压缩机 2014 铝合金涡旋盘阻尼式流动控制成形。这些技术上填补了国内空白。在实现铝合金锻造成形技术进步的同时，镁合金以及其它轻量化合金的成形技术也在得到开发重视和应用。

特种锻造。它包括辊锻、楔横轧、摆辗、等温锻造、环形件辗扩（也称辗轧）和曲轴锻等多种工艺。辊锻、楔横轧和摆辗早已成熟并得到较为广泛的应用，近年来主要针对一些难度较大的锻件扩大其应用范围。“十二五”期间，取得的重大进展和代表性成果主要有大型环形件精密辗扩和大型曲轴全纤维锻成形，以及楔横轧精确制坯、成形凸轮轴和各类球类零件，其工艺、模具技术和设备都处于国际领先水平。

航空、航天、航海及核动力用高温合金高端产品的开发取得进展，锻造技术的创新对高温合金高端产品的开发具有关键性作用。创新的核心是将锻造的热加工窗口控制在一个十分狭窄的温度范围内，既可以突破难变形超合金的锻造瓶颈，又可以实现超细晶锻造。创新的“软包套”保温自由锻技术、“软包套”保温 DA 模锻技术以及“软包套”保温+瞬时感应加热的 DA 模锻技术等缺的了实践应用的成功。其中“软包套”保温+瞬时感应加热的 DA 模锻技术可以与欧美创造的热模锻和等温锻技术相媲美，但我们的生产成本可显著降低。这些技术的不断成熟为我国高温合金、钛合金等特种金属锻造技术的进步做出了重要贡献。

等温锻造技术获得了长足的发展。该技术的应用大大降低难变形金属

材料的变形抗力。改善了材料流动性，能够生产形状复杂、加工余量小、精度高的模锻件。

“十二五”期间，借鉴引进技术后，国内锻造工艺水平和国产锻造设备技术水平有跨越式提高。近年来国内汽车等速万向节和汽车齿轮的精密成形生产完全达到国外同行业相等水平；模具高速铣加工和锻造自动化等先进技术进入推广和普及阶段。

“十二五”期间，培养出规模化的专业化生产工厂，如天润曲轴、太平洋精锻、森威等速万向节和无锡航亚等专业供应商。市场往区域化、专业化和合理化方向发展。

在工艺研发方面，通过企业中建立国家级工程研究中心，对制造所需的材料、热加工工艺方面普遍采用了数值模拟技术与各种材料试验分析方法，为制造工艺提供技术支撑。

大锻件胎模锻技术得到很大发展，特别是在生产核电用壳体锻件方面得到了很好的应用。挤压、辗环等技术取得重大进展，在润滑技术、模具设计、制造和使用技术方面取得重要成果。

“十二五”期间，我国大型锻造设备快速增加，建成了世界最大的 800 MN 模锻压机和 195 MN 自由锻造油压机，万吨级以上的自由锻造油压机相继投入使用。锻造设备的控制技术也在进步，现代化的锻造车间已经出现在锻造企业，国内开始陆续建设全自动锻造生产线。

大型锻造设备数量迅速增加，具备了大型锻件锻造的主机条件。（300MN- 800MN）重型模锻液压机的建立和航空整体锻件制造能力的迅速提升，已能够满足我国军、民各种型号的大型整体航空锻件的成形需求；通过预应力钢丝缠绕正交预应力结构，突破了重型挤压和多向模锻承载液压机结构设计的难题，目前已完成了 360MN 和 600MN 挤压机制造和中小吨位（40MN/64MN-90MN/126MN）多向模锻液压机的研制。重型多向模锻液压机的设计已完成，解决了这一精密、绿色模锻技术装备的瓶颈问题，为多向模锻技术的推广奠定了基础。

近几年，为了实现钛合金材料的超塑性成形，我国先后研发成功了超塑性成形液压机，系列有 63 MN、100 MN 和 200 MN 液压机，其恒速压制、

恒应变压制和动态调平压制指标达到国际最好水平。同时开发了大型航空材料锻件超塑性成形工艺，使大型航空模锻件质量达到国际先进水平。目前 250 MN 超塑性液压机制造项目已经启动，必将加速我国钛产品转化的能力和钛产业的发展。表 2 是锻压协会统计的国内大型压力机数量。

“十二五”期间，以大型筒体锻件成形机、重型巨载操作机为代表的新设备研制与应用取得成功，进一步提升了大型自由锻锻件质量与生产效率，降低了制造成本。

表 2 国内大型压力机数量统计

压力机名称	数量（台）	压力机名称	数量（台）
万吨以上自由锻液压机	25	等温锻液压机	9
万吨以上模锻液压机	15	万吨多向模锻液压机	7
万吨以上模锻机械压力机	21		
（不含停建和规划中项目）			

锻造生产向专业化发展有了明显进步，许多专业化生产线已经形成。国内已经可以完全制造大型万吨级以上的热模锻压力机曲轴和前梁锻造生产线。也可以提供中小型热模锻自动线，但稳定性和可靠性仍然是一个制约发展的瓶颈。国内锻造行业目前装备的大部分先进全自动模锻生产线几乎全部进口。

目前国内能成熟生产的现代模锻设备主要集中在 4000 以下电动或离合器式螺旋压力机和 125KJ 以下全液压模锻锤。

国产电动螺旋压力机产品，系列从 160 吨到 2500 吨，经过逐步完善，在替代高耗能、精度差的摩擦螺旋压力机过程中起到了重要作用。4000 吨系列电动螺旋压力机实现研发、样机生产和鉴定。装备制造企业已开始为用户提供从锻造工艺、配套设备、模具开发乃至自动化连线，并生产出合格产品的全套解决方案的交钥匙工程服务。

国债资金支持的数控全液压模锻锤项目，使锻锤类设备在节能降耗、绿色环保、数控化方面取得了巨大突破，大大提升了国内装备水平，已出口到美国、日本、东南亚国家和欧盟等十几个国家。数控全液压模锻锤的性价比优势明显，在替代落后设备方面有较大的空间。

“十二五”以来，用电液动力头改造蒸空锻锤继续进行，取得新的进展，已经完成了全部的改造任务。经改造后的设备能耗降低 80%以上，为国家环保、节能，降低排放做出了贡献。目前世界上许多国家特别是俄罗斯还在大量使用蒸汽锤。

国内模锻液压机和挤压机基本可以满足国内需要，已经可以生产出锻造制坯需要的极高速（每秒数米速度）液压机，速度和位移精度控制达到国际水平。

“十二五”期间，我国进一步完善了中大型辗环机制造技术，尽管可靠性和稳定性需要改进，但基本实现了国产化。

锻造模具普遍采用加工中心（CAM）加工，真空炉热处理，使模具精度和表面质量有了明显提高。部分企业应用激光热处理、表面热处理等技术，大幅度提高了模具寿命。某些企业的统计表明，一些零件的模具寿命由原来的几百件~几千件，提升至 2 万~3 万件，有的甚至提高到 5 万件以上。模具寿命的提高使生产辅助时间大幅缩短，锻造成本大幅降低。

自由锻液压机生产能基本满足国内需要，与之配套的装取料和操作机也有发展。但在可靠性和自动化与数字化控制方面与国外设备仍存在很大差距。

在行业有识之士、中国锻压协会及其它行业组织的呼吁下，锻造行业人才工作有了一些进步，但没有实质性的改观。大部分企业认识到人才的重要性，开始做一些人才的培养和再教育工作。当然也有一小部分企业也建立起了一套自创人才工作方法，来吸引和培养人才。一手抓内部培养，一手抓外部引进。可喜的是，锻造行业大部分企业由原来的单纯挖人开始有了培养人才的思想 and 行动，这是“十二五”期间的一个重大进步。

劳动工人本地化也是一个重大的人才工作进步，一方面，实行引进来留下来；另一方面，积极就地招聘。一些企业到流动工集中地打出非常具有吸引力的回家乡务工口号，从而满足劳动力需求。

“十二五”期间，地方政府利用政府采购模式、企业利用请进来讲学模式、送出去学习培训模式等来开展人才提升工作，值得肯定。

值得指出的是，经过多年的技术引进吸收和技术攻关，大锻件锻造技

术水平有了长足的发展，培养和锻炼了大批相关人才。基本形成了大锻件材料和产品开发需要的各类人才。建立起了研发、转化、执行和基层创新的各方面人才队伍体系。

锻造仿真模拟技术开始在模锻、自由锻和辗环等锻造工艺领域使用，有效的提高了锻件合格率，降低了物理实验的成本。有实力的企业应用 Q-FORM,D-FORM 软件，辊锻制坯 Veracd 模拟软件，提高了设计能力和效率。在锻造工艺模拟方面，除模拟锻造成形外，能够针对钢材易发生的偏析情况（例如：模铸坯的方框形偏析、连铸坯的心部偏析）进行模拟，可以发现“偏析”最终在锻件的基体表面位置，有利于锻件在后续调质及表面淬火时防止开裂。此方法可以在锻件开发初期就对原材料、锻造工艺及后序工艺可能出现的问题做出预测，从而提前采取相应措施予以避免。

“十二五”期间，模拟软件功能更加强大，有利于模具设计制作和试验，缩短了设计周期，提高了设计准确率。铸锭应用了 ANYCASTING 模拟软件，热处理应用了 SYSWELD 模拟软件来指导生产，对新产品生产具有指导作用，大幅提高了设计能力、产品质量和制造效率。

近几年在提升管理能力方面，企业已真正认识到管理出效益、管理上质量，逐步健全了管理制度。一些企业引进 ERP 系统，实现了网络办公，大大提高了工作效率。从市场销售、物资采购、生产调度、成本核算到仓储管理全部实现计算机系统覆盖。数字化、信息化工厂模式开始有应用尝试，使锻造车间的现场管理得到很大改善。更加重视能源费用节约，普遍采用“削平填谷”，充分利用夜间低电价区间组织生产。

“十二五”期间，一些锻造企业与国外专业锻造厂成立了合资企业，同时海外锻造企业在中国独资设厂也在稳步增加，这些都为中国锻造业注入了新的活力。锻造企业与国外同行间交往逐步正常化，逐渐从思想上接受国外同行和客户的管理模式。特别是汽车行业供应商，在客户推动下，企业生产和质量管理逐渐与国外汽车行业规范接轨。

按照“构思一代、研发一代、试制一代、生产一代”的技术创新思路，一些企业逐步构建了研发驱动型科技创新体系，即努力构建“基础科学研究层、工程化研究层、产业化研究层和批量化生产层”。

“十二五”期间，一些企业技术创新体系进一步完善，体系构架和机构设置基本完成，建立了较完善、规范的薪酬体系、人力资源管理制度及一系列人才吸引、稳定、培养和选拔措施，形成了鼓励创新的环境氛围。

以重大技术装备国产化需求为方向，以重大课题研究为目标，不断提出企业的技术需求，与优质用户共同开发，同时进步得到行业企业认可。一些企业与全国知名高校院所建立了广泛的合作关系，各展所长，各取所需，效果明显，作用巨大。几年来，锻造行业中的一些企业承担了国家“十二五”科技支撑计划，牵头国家重大科技专项课题多项，同时也承担了国家 863 项目、国家重点科技计划项目。在大锻件生产方面，一些企业目前正在开展国家第三代核电大型锻件及核反应堆压力容器、大型开合式热处理基础装备、大型电渣重熔装备、巨型重载锻造操作机、锻造共性技术及加工技术等国家级课题的研发。

充分利用高校和科研院所的科技人才、科研装备与科技成果，行业中已经开始建立以企业为主的“产学研”联合机制，提高了市场快速反应能力，减少了技术开发风险，突破技术瓶颈，实现技术升级。

2010 年，一重牵头组建了“重型锻压装备与工艺创新平台”，成为国家重型锻压装备与工艺创新的重要技术创新平台。行业内多家企业成立技术研究中心，博士工作站。这一形式正在行业中得到热捧。

二、“十二五”期间行业存在的问题

锻造行业存在的主要问题集中表现为使用的先进制造设备和关键设备零部件依赖进口；打入国际一流主机厂供应链的企业和产品数量偏少；企业的人均劳动生产率和企业效益普遍偏低；工艺和产品质量稳定性不足，行业发展参差不齐，以价格为导向的恶性竞争阻碍着企业的进步；人员流失和高档人才严重不足；先进的管理方式和模式引进，但缺少文化的支持而流于形式；企业技术档案、技术和市场开发原始，严重影响锻造企业的技术传承和发展；锻造企业间的自觉融合和合作没有进展，具有国际影响力的大型锻造集团几乎没有。

专家型人才短缺仍然成为了行业突出的痛点，缺乏懂专业的企业领导

者，国家人才培养政策不完善、人员流动不规范，企业投资人才培养的积极性经受着巨大打击。企业找到一个分析能力强、解决问题能力好以及管理水平高的人员很难。

年轻的专业人才缺乏，很多学锻造的学生不愿意从事锻造行业，专业教育与现实需求严重脱节。一线操作工主力还是年老的，年轻的工人很少。很多高等院校从就业角度考虑，取消了锻压专业，国家职业大典中也把锻压工程师取消，出现了行业和专业误导。社会力量办学又被应试教育的条条框框所左右，无法有效生存，教育乱象、主要是招生乱象严重，大大地限制和阻碍了社会办学，严重影响了企业办学的积极性。

目前锻造行业人员流失严重，缺乏有实践经验的工程技术人员（工艺工装设计），设备维修人员（技术人员、专业技能人员），操作技能人员和跨专业的技术人员。技术的传承性比较差，前人好的经验、积累的好的技术没有得到传承。

企业需要人才的成长旅程太长、波折太多。专业知识教育与职业教育与现实需求严重脱节，特别是专业基础知识越来越不扎实，职业教育过分偏向了知识教育，技能性实战能力没有得到有效的锻炼。教育中缺少了“劳动光荣”教育，放弃了或轻视了“动手”劳动的重要意义。

锻造行业一方面缺少现代企业管理人才，同时，大学的企业管理毕业生在锻造企业并没有得到重用。企业不知道如何使用这些专业的毕业生，或没有能力指导和使用这些学生；企业管理的毕业生到企业不知道该干什么，或者说，学校教的东西与企业管理现状严重脱节。

思想观念、工业理念的现代化，是整个制造业向现代化转变中更深更彻底的部分。进行物质，即技术和装备层面的改造和提升，以及管理体制、管理方式层面的行业改革，是中国制造业实现现代化的必备条件。然而，如果没有思想观念和工业理念层面的现代化建设，不仅整个制造业的现代化难以顺利实现，甚至管理体制、管理方式和技术装备的现代化也难以持续实现和进步。

中国锻造行业当前存在的最重要问题之一是管理问题，更缺少符合中国文化的管理方式和管理模式。这些年的实践证明，像八九十年代的“设

备与技术改造”大潮，仅仅努力从物质和技术层面实现着产业的现代化，以及像一直推行的“TQC 管理、ISO 贯标、5S 管理和 6 西格玛推广等”，仅仅试图从制度和标准层面实现企业现代化，都不能取得很大成功。从根本上说，没有现代思想观念和工业理念，没有具有这些思想和习惯的产业大军，是难以在现代化的企业管理下正常运转，也难以发挥需要现代化思想和理念人使用和操作的技术和设备的作用。也就是说即使企业富足，行业辉煌，坐拥先进设备和技术，照搬了很多的管理模式和应用了许多管理技术，也照样会产生很多的企业管理和行业发展问题。然而，要实现思想观念和工业理念的现代化，不仅需要工业文化建设，还需要人文学科的推进乃至现代文化的培养和建设。

质量与效益、绿色与智能以及转型与升级的理念和概念没有统一，质量没有上升到人文的理念。效益没有处理好长远和眼前的关系；转型升级没有放在管理、设备和技术、质量、效率和效益上，产生了许多错误的理念和概念。特别值得提出的是高档产品的定义模糊，误导了一些企业的行为。锻造业中产品不存在绝对的高档概念。完全取决与用户、生产产品的质量和消耗水平（即成本）。

锻造行业企业与主机厂形成战略联盟的意愿和方式还没有被普遍接受，也没有形成一个应有的合作文化氛围。锻造行业还没有一套与主机厂进行沟通的标准体系。

锻造发展从物质角度看，包括锻造产品、材料、工艺技术和锻造设备等。中国大部分锻造企业的产品研发、材料研究和工艺技术开发能力和投入都不足，大部分锻造设备企业的设备研发都处于跟追状态。一是没有形成有效的方式方法和系统，不知道如何开展研发（开发）；二是人才短缺或人才奇缺，很少或没有研发（开发）人才；另外一些企业几乎都处于低价竞争中，也没有实力投入研发（开发），还有一个原因是模仿、不重视成果保护的剽窃的盛行，引起不创新急功近利思想的作用，这是当前存在的典型问题。

主流软件为国外品牌所垄断，在工业应用层次，基本上看不到自主品牌，国内有限元软件还处于起步发展阶段。国外锻造有限元软件主要有法

国的 FORGE、美国的 DEFORM、俄罗斯的 QFORM 等。国内还没有见到成熟的锻造模拟专业软件。国内自主开发的有限元软件主要有北京超算自主开发的有限元软件 SciFEA，大连理工大学自主开发的软件 JIFEX 和北京火箭公司的 FEPPG 等。骨干企业已普及计算机辅助设计（CAD），模具制造也进入计算机辅助制造（CAM）阶段。但在计算机数值模拟（CAE）方面，除少数大、中型锻造企业已有实际应用外，行业内大部分企业还是空白阶段。在 20 年前，计算机模拟技术在国内外刚刚兴起时，国内有关研究单位也曾积极开展塑性成形 CAE 软件的研究开发，并取得相当成果。但近年来，在国外软件的竞争压力下，已基本上偃旗息鼓。

材料数据库的积累不足，仿真模拟结果与实际生产结合不够密切，数字化设计技术应用不广也是当前一个重大的基础共性技术问题。

新材料研发能力制约锻压技术的发展。在航空高端锻件用钛合金大规格棒材方面，目前国内的供应商主要有宝钛集团和西部超导。国内一些新型号航空发动机转动部件（如风扇盘、压气机盘等）对钛合金原材料的要求很高，国内生产的材料的批次稳定性还有待提高。随着 C919 飞机的启动，为了适应适航认证等，机体所用材料及锻件几乎均为国外采购，或者采用国外原材料供应商提供的大规格棒材、厚板等，商发的民用发动机用材也存在同样的情况。

国内的几家锻造厂家，如贵州安大、无锡透平、贵州航宇等，已逐步参与高端航空锻件的国际竞争，获得了国外著名发动机公司，如 RR、GE 等的外购锻件订单。但是价格压得较低，利润不高，而且这些国外发动机公司均要求采用国外的原材料，这也不利于我国钛合金原材料厂商的发展，缺乏在原材料方面参与高端航空锻件的国际竞争。

我国特钢企业还没有认识到特钢生产的个性化需求，特钢企业开发新材料和提高材料尺寸和性能稳定性方面没有一个突出的认识。锻造行业和企业对材料的重要性认识也没有普及。材料、锻造、热处理和加工工艺一体化研究体系认识和实施不很广泛，锻造行业企业还没有一套影响或制约材料供应商的标准体系。例如汽车用锻件采用非调质钢存在牌号多、标准多（杂），不易于统一，且非调质钢价格居高不下，不易于向更多的产品进

行推广应用。

缺乏具有自主知识产权的先进锻造设备，也缺乏为自主知识产权锻造设备提供强大支撑的锻造设备零部件。我国生产的锻造设备数量多，但先进设备所占比例小，特别是高精和高效专用设备更少；国产锻造设备颠覆性问题没有，但故障率高、配件质量差，导致经常性停产，严重影响锻造企业的发展。在中小型锻造设备研制方面，严重落后。

自上世纪 70 年代国内引入德国奥姆科公司辊锻机和热模锻压力机的制造技术以来，再未有成系统的热模锻压力机设计-制造技术出现，也没有完成系统的热模锻压力机开发制造能力建设。完全不能满足中国锻造行业发展的需要。也有少数机械锻造设备靠测绘和模仿得到了有限的提高，但在设计思想和制造诀窍方面未有水平可言。

国内投资建设的高端多工位锻造设备和自动锻造生产线，绝大部分订单被欧、日和俄，甚至是韩国等厂商获得，中国设备制造企业望尘莫及。该类锻造设备制造能力和水平的低下，从另一方面看也严重影响了先进锻造设备和全自动锻造生产线能力的发挥，因为我们严重缺乏深刻懂得这类锻造设备的人才和有效使用这些设备的知识和思想体系。

与国外同样锻造设备在我国的利用率相比，我们还不能达到国外使用水平，原因是国内的技术和文化沉淀、工艺稳定性、模具质量和寿命以及自动化维护水平与国外差距较大。

开展锻造生产周边辅助装置研究的较少。我国众多锻造企业需要提高生产效率，改善劳动环境。需要推广简易省力装置、自动润滑装置，以降低锻工劳动强度、提高模具寿命和降低废品率，需要适合的自动线代替人工操作。复杂形状锻件的尺寸与形位精度在线与离线测量手段原始，急需研发自动化测量仪器。大型锻件成形用工辅具的安装工具与手段简单，安装时间长且安装精度低，造成生产效率低与锻件余量偏大。

模具方面的诸多因素制约着生产成本的降低和效率的提升。在模具钢方面，国外有专业钢厂，并有著名品牌，模具钢的质量水平确实比一般钢厂的产品好，主要是质量稳定。国内生产模具钢的厂家很多，但缺少名牌，质量不稳定是国产模具钢的通病。

高速硬铣加工是当代锻造模具制作的先进技术。但 5 轴联动的高速铣床国产化开发工作进展不快。5 轴联动的高速加工中心被列入国家重大专项，但开发目标主要针对航空制造业。目前，国内能够进入锻造行业视线的只有国外品牌和国内组装的低档次高速铣床。真正代表当代制造业先进水平的 5 轴数控高速铣加工中心还需要从国外，主要是从欧洲进口。进口设备价格高昂，影响到高速硬铣床先进制造技术在锻造模具加工方面的推广应用。

另外，高速硬铣加工用刀具也是制约高速铣床推广的重要原因。目前，适用于高速硬铣的刀具几乎全部依靠进口，垄断性的价格加上多层次的代理商盘剥，使到达用户手中的刀具成本居高不下，以至于高速铣制模成本构成中，刀具费用成为最大成本构成。

锻造行业内，企业作为技术创新的主体尚未形成，绝大部分企业未建立起有效的自主技术开发机构和人才队伍。由于市场竞争的影响，企业在技术攻关、新产品开发等方面各自为战，技术投入上的重复、低水平竞争等特征明显。尚未形成公开、有序的技术交流与技术转让机制，一方面存在技术封锁与保守，另一方面通过“跳槽”、“窃取”等不合理、不合法的技术流失严重。高校、科研院所等科研单位在锻件技术创新的作用不够，有被边缘化的危险。一方面科研单位的主攻方向与行业技术发展和企业需求时有脱节，并且对企业生产技术难题的解决成效有限；另一方面企业在科研投入不足，不能与科研单位形成有效的协同创新。

模锻成形技术仍有较大发展空间，例如大型航空液压机模锻工艺规划和模具设计技术就比较滞后，这是由于我国之前的大型模锻技术基本都是基于锤锻，基于液压机速度可控的大型模锻技术基本没有启动。因此针对钛合金、高温合金、新型高强度钢的模锻工艺和模具设计技术就显得非常缺乏，在生产实践中，生产这类材料锻件往往依然是沿用锤锻的工艺规范和经验来制订工艺路线和设计模具，结果没有发挥液压机锻造的优势，造成锻件余量过大、材料利用率偏低、变形控制能力差等问题的出现。

在大锻件制造方面，制造工艺流程急需再造，大锻件是重型装备制造业重要的基础件，基于重型装备制造业生产特点，仍然是单件小批、单件

无批，与现代工业要求的“专业化、自动化、信息化、流水化”生产相距甚远，由此带来的是生产效率低，产品质量不稳定，员工劳动强度高，安全生产压力极大，管理难度很高。

在大锻件行业没有形成系统性的研发能力，目前的产品研究往往是对具体产品形成的临时团队，基础研究仍然很缺乏，企业的研发管理也缺乏应有的激励机制，个别企业对于技术研发人才的管理也较混乱，对人才的重视程度不够。从国家和行业层面看，多年以前业内有识之士就以各种方式提出警示，但由于国家缺乏相应政策引导、行业管理失控，导致国内大锻件行业盲目发展。众所周知，当前中国的锻件生产能力从量上面讲已经大于世界其他国家总和，在当前经济形势下，国内企业形成恶性竞争局面，部分锻件市场价格已经低于企业的成本价格，国外企业由于管理、技术方面的优势也以极低的价格冲击着国内市场，造成国内大量大锻件生产资源（其中不乏大量优质资源）闲置，主要大锻件制造企业普遍面临亏本经营的局面。

企业生存环境亟待改善。对企业人员流动缺少严格的法律约束、用户更换供应商的随意性，让锻造企业处处充满发展的巨大阻力。一些企业忙于拼价格，让锻造企业利润空间一直在缩小。

国内融资成本过高，金融体系和税收体系严重制约企业发展，锻造企业的利润被大幅压缩，加之企业由于人才、资金、抗风险能力不强，企业创新能力薄弱，企业投资的意愿不高，单纯依靠企业实现行业现代化困难很大。

国家锻造技术和设备研究课题多渠道支持，课题来自国有大型集团国家拨款支持，来自财政部、发改委、教育部、科技部、科协和工信部等的支持，来自地方政府众多部门的支持，但没有一个完整的且可以互通协调的支持方向和重点，出现重复支持、反复支持和支持过时等现象时有发生。

课题支持靠资料完整不靠实察，靠有利益关系的企业化单位建议和评定，不依靠具有中立地位的行业组织评选的现象也会造成国家投资支持项目的偏差。

汽车锻造市场，特别是复杂有技术含量和高附加值的锻件，合资品牌

主机厂的份额全由国外公司垄断，国内企业只能做售后市场，日资和韩资企业，国内企业少有进入，市场环境非常不利于国内锻造企业发展。

三、解决的措施

锻造行业从工业文化到生产实际都存在一些问题，如何能有效地推进这些问题的解决是全行业面临的重大课题。如果我们不能够寻找到有效的切合实际的解决途经，行业产能过剩、价格恶性竞争以及效率和效益低下等凸显的问题，以及上述具体问题将难以得到有效控制。

积极推动工业文化建设，切实形成有利于工业发展的整体文化，这是解决当前许多工业发展问题的重要文化基础。1978年改革开放,不仅仅是一次经济体制的变革,也不仅仅是一个简单的经济腾飞,是一次实实在在的中国工业革命,更是一次彻底的文化进步演变。计划经济体制向市场经济体制转变是国家工业化的必由之路，市场经济显著的特征概括地说就是公平竞争和以经济发展为导向的文化建设。在这个过程中,中国的对外开放,强化了国际往来,更放开了中国的人员流动，从而出现史无前例，后无来者的人员大流动和大融合。这极大地推动了中国农耕文化向工业文化的转变，推动中国整体文化思想里的散慢粗向准快精方向的发展。当前，在市场的理念中，恰当地融入了中国的传统文化，互利、发明创造、精密可靠和守信等一些市场经济理念或文化元素，已经锐变成了双赢、创新不折腾、精细完美和诚信等新的理念或文化，已经毫不掩饰地融入了中国文化元素。且已经成为了当今世界市场经济的新概念或新元素。例如质量已经不是一个简单的产品属性，而是与人的素质紧密相联，与人的追求紧密集合在了一起。质量的产生和完成体现了人的素质和人的质量。工业时代的质量是一种文化，把质量与人联系在一起是工业进步的重要文化理念；与优秀用户一起成长、尊重可靠的竞争对手和放弃物美价廉而提倡物有所值；以及不以低价竞争为本的现代思想理念。这些具有发达国家已有的思想或行为，但更多的是融入了中国元素，是对工业文化的重大贡献。

中国工业进步是举世触瞩目的，但这个成绩给我们带来的文化变革会让我们持久地受益，我们必须善于工业变革，更要善于文化总结。锻造行

业是制造业中的基础产业，其发展大大受到材料供应和产品需求用户的制约。要想有所作为，必须更加注重思想观念、工业理念的培养，这不但有利于我们自身的行业或企业发展，也有利于推动我们的合作伙伴进步。当前，锻造行业需要如下的思想观念和工业理念：

（1）建立开放的交流和共赢的思想，坚决消除闭关自封以及盲目自尊的文化，要特别重视见多识广文化的践行。

（2）质量是习惯，成为每一个人的自觉追求，产品质量要从个人的审美文化做起，提升现代的美学修养会提升人的质量习惯。

（3）要特别打击以点盖面、以偏概全和以模糊替精细等的思维逻辑，切实建立诚实与信任，责任与担当的文化基础。

（4）建立以时间、时间节点为主线，以提升效率和效益为目的的精细化管理思维模式，实现精益的永无止境的管理理念。

（5）劳动是习惯，动手是素质和能力的体现！动手也是一种修养，一种思维锻炼的最佳方式。动脑、动嘴不如动脚动手，劳动光荣和劳动就是创造应成为时代的思想和理念。

（6）竞争是一种本能，得到合理约束会是这个时代的思想，合作共赢不能简单地理解为用户哲学，也是与竞争对手的哲学。

（7）依赖是创造力最大的障碍，是生存最大的毒药。而依赖在工业中的主要表象是没有进取和责任心、没有激情和不服输的斗志和没有理想的彷徨和怨气。这种依赖心里和行为产生的根源是被委曲了的呵护和照顾，是缺少独立生存和发展能力的具体表现。这个文化在计划经济时代也得到了无限的加强。

（8）要为维护诚信支出成本，让诚信成为企业的重要软实力。

（9）实事求是仍然是这个时代需要的主流思想，正确理解和运用实事求是的理念和思想至关重要，实事求是思想在工业领域的核心不是不需要绕道，只是我们需要正确地评价自己和别人，一个不能看清自己和接受自己现实的企业是非常难以有进步动力的，而一个很能看清自己企业，而没有以上八点正确思想观念和工业理念的企业也是要面临退步和倒闭的。

创新人才培养机制，优化人才发展环境是当前行业人才工作的重要内

容。一是国家要对当下的高等教育和职业教育体系进行系统的改革，引进企业或社会力量办学，改造或建立校董制度，引进企业和社会智能进入学校领导机构，依据行业需要和实业需要进行人才培养。二是国家应出台支持企业办内部小型职业教育，在税收上给予明确的支持并给予明确的法律地位。三是要研究鼓励行业组织和企业办学，推广不同于当下教育模式的职业教育与再教育模式和体系。

国家要严格人员流动规范，在法律层面上建立高级人员和企业培养人员流动制度，提升企业人员培养的的积极性。

当前，人才的基础教育仍然在高校和一些高级职业学校，做为企业应认识到，专业技术和专门能力的掌握则需要实践的训练和有经验的老师“传帮带”。企业要认真研究在当前体制下如何开展人才工作，多渠道进行人员培养，绝对不能困难不为，甚至倒退。

锻造行业和企业要认真研究劳动法和劳动合同法，在当前法律允许的情况下建立完善的劳动制度，杜绝或减少因人员流动给企业造成的损失。要站在整体行业和企业发展相关联的角度开展人才培养，彻底放弃以挖人为人才工作重点的思想，积极培养具有自身企业文化特点的人才队伍。积极开展以送出去学习、引进来讲学的培养机制，推动企业开展内部交流与讨论，形成学习文化。建立较为严格有效的人才培养计划和行动办法。特别要注重吸引优秀的人才能够体面、安心地在生产一线工作。锻造行业企业要注意建立与高校和科研院所的紧密合作关系，合作培养人才。

锻造企业要大力推广使用工艺模拟软件，模拟软件不仅仅是一个新产品开发工具，更是一个产品工艺的改进工具。锻造技术与计算机模拟技术的结合越来越紧密，成为新材料成形技术研究的关键。随着计算机控制的数字技术的发展，建立液压数控锻造物理模拟设备，发挥计算机技术与液压传动技术优势的有效结合，从而实现材料成形技术物理试验的科学化，为研究如变形速度、变形率以及变形温度对材料性能和质量的影响服务，同时也可以对自动化上下料或操作机器人的适应性进行研究。推动将数字模拟与物理试验相结合能力的建设，改善成形研究方式。

当前影响数字化发展的一个常被忽视是智能高精度的传感元件，一

切的数字化和信息化都是建立在感知件信号的准确基础上的，因此大力发展该技术具有重要的意义。

大锻件是综合材料、冶炼、锻造、热处理和检测为一体的高技术产品，其制造技术不仅涉及多专业、多学科，而且包含有冶金、热加工等具有十分复杂的内在机制和多种工艺因素。因此，企业或行业必须转变发展理念，要扎扎实实且持续不断地进行技术创新，并且最终突破和掌握产品的核心制造技术，实现大锻件产品制造的优质、高效、低耗和环保可控的发展目标。

研究院所、高校和相关企业应注重基础和前沿技术的研究。例如：（1）开展重型燃机大型锻件的加工技术研究、绿色精密锻造成形工艺研究等；（2）加强对精密塑性成形设备的研发力度；（3）加强复合塑性加工技术研发，节约材料和能源，减少加工难度和加工工序，提高零件的加工精度，尽可能做到无切削或少切削加工，以满足未来锻造行业“绿色锻造”的要求。

国家通过税收或专项资金扶持，建立行业协会或恰当机构与部门牵头的上下游协调发展体系，促进我国锻造企业、高校、科研院所之间的联系沟通和技术交流。充分发挥协会的桥梁作用，通过举办一些技术讨论会、技术沙龙等活动，互通有无，实现共同提高。国家应充分发挥行业协会的作用，就国家研究课题设立，技术改造、项目和工程等支持内容应委托行业协会评估或多听取行业协会意见，从而切实能将相关内容落实到产业实际。

国家要加强基础共性技术研究，推动产业技术进步，建立必要的特别技术研究机构或利用好现有研究机制，集中精力利用政府行政权或行业的组织活动能力将研究成果或支持课题、项目产生的成果推向生产实践、扩大应用范围。

国家应重视推动产业技术创新发展路线图，制定锻造产业技术创新一体化的开发战略，形成锻造设备、锻造工艺和模具及生产管理系统等一体化开发。铸、锻、热、焊和表面处理五种不同的工种总称“热加工”，因为它们有一个共同的重要基础就是相变理论。所谓热加工主要是使各种金属有适合其使用目的的性能而进行加热和冷却过程。可以说铸、锻、热、焊和表面处理五个工种是掌握金属零件生死命运的也并不算过份。研究金属材料性能对锻件质量和外形尺寸精度影响，参照国外先进金属材料标准制

定并完善我国金属材料行业标准，逐步达到国际先进水平。鼓励发展锻造余热正火、锻造余热球化退火以及锻造余热调质。更重要的是在余热处理的基础上进一步发展到形变热处理，减少锻件的结构尺寸，达到轻量化的目的，降低金属结构件用材量。依据当前获得的数据，这种工艺能节约材料 20-30%。国家应设立软课题，开展体系和机制研究。将产业技术创新和行业技术发展作为首要任务，动员各级研究所、实验室围绕产业技术创新的发展做具体的指导工作。系统解决锻造行业模锻件产品精度低、加工量大、能耗高、生产效率低所涉及的产业技术难题。动员全行业的各级研究所、实验室对产业发展的难题进行研究。形成权威的材料数据库、工艺数据库等。这些成果形成软件，镶嵌在锻造设备中。使锻造设备的功能符合自动化、数字化和信息化锻造工艺的要求，提升锻造产业的整体技术水平。

积极推动行业标准体系建立，加重行业组织标准建设的力度，建立由供应商、用户为体系的标准制订体系。

锻造企业应探索建立符合自身需要的基础共性技术的研究联盟，与用户一起建立产品开发体系，发展锻造生产的平台战略。

培育全球化战略思维和开放视野。市场开拓由以国内市场为主，向国内、国际市场并重转变。巩固和拓展国内优势市场，推进国际市场开拓。关注发展中国家市场需求，扩大成熟设备的出口。依靠新兴产业发展新的市场增长点，抢占市场先机。国内外轨道交通等行业发展迅速，市场潜力大，是锻压技术的广阔应用领域。应早日打破行业垄断，引入竞争机制，为自主创新开拓空间，促进锻造技术发展，也将使轨道交通制造业进一步降低成本，产品升级，提高国际市场竞争力。

国家应注意发挥税收对产业和行业的调节作用，加快研究锻造行业税收特别政策，从而推动锻造行业的转型升级。锻造企业要切实理解转型与升级的理念和概念，并能自觉地向正确的方向发展。对企业来讲，转型升级是一个永恒不变的主题。锻造企业转型升级的基本概念是不断采用新技术、新工艺，加快传统生产流程的改造与升级，恰当地实现生产过程“自动化、专业化、信息化、流水化、和绿色化”，达到大幅度降低产品成本，

提高生产效率，稳定产品质量的目标。锻造企业的转型升级必须注重服务对象和服务方式的转变，必须注重与竞争对手相处方式的改变，必须注重与供应商关系的再造。锻造企业的转型升级必须有利于节约成本、有利于提高产品质量、有利于绿色制造和有利于企业不断进步。

四、“十三五”期间的发展与需求分析

模锻是锻造重要的组成部分，模锻按锻造温度分为热锻、温锻和冷锻。模锻行业永恒追求的是热、温和冷精锻。但独立的热、温和冷精锻成形技术都有其不可克服的弱点，为此开发使用温/热精锻、冷/热精锻、温/冷精锻技术或三种工艺复合锻造技术成为了当前的主要目标。这些复合工艺不但具有节材和节能，以及提高零件产品力学性能和改善环境等优点，还具有使金属塑性成形性能更好、变形抗力小，可以实现连续生产，生产效率更高的优势。

精锻技术是先进制造技术的重要组成部分之一，精锻技术的进步必然促进金属加工技术的快速发展。根据美国国家生产力委员会调查，在企业生产力的构成中，制造技术的作用占 62%。为获得所需零件，约 70%以上金属材料需经过塑性成形（含热、温和冷）为主的加工方式加工。从这个意义上讲，全面发展热、温与冷精锻技术具有重要的战略和现实意义。

积极发展热、温和冷精锻技术和复合精锻技术的同时，当前和未来一段时间内必须重点发展温/热精锻技术，建立以结构钢和高强轻金属为主的温/热精密锻件材料的线膨胀系数、抗拉强度和屈服强度、反映热力学性能的真实应力—应变关系曲线或本构关系等数据库。以粘塑性有限元理论为基础，研究温/热精锻逆向设计方法，以现有体积成形模拟软件为平台，开发温/热精密模锻优化设计的模拟分析系统。完善黑色金属温/热精锻工艺，扩大多工位温/热精锻和闭式无飞边温/热精锻工艺应用的范围。进一步研究高强度轻金属流动控制成形新技术，推广其应用范围。掌握和推广应用温/热精锻模 CAD/CAM 技术。开发多工位和双动/三动温/热精锻压力机（包括机械压力机和高精高效液压机）。开发无污染的新型润滑剂和自动化润滑技术及装置。开发并推广应用温/热精锻自动化生产技术，建立自动化生产线。建立温/热精锻成形工艺技术规范与标准。

精锻技术应用前景十分广泛，要解放思想，拓展应用。要积极发展航空航天飞行器关键零件高强度难加工材料的温/热精密锻造，以及轿车零件轻量化温/热精锻成形和基于亚微米、微米尺寸级别的温/热微成形和高温高压条件下陶瓷金属材料的精密锻造等。在发展小型锻件温热精锻的基础上，向大中型锻件温热精锻发展，由单个锻件温热精锻向一个部件中的主要零件都采用温热精锻集成方向发展。注重开发轨道交通领域、坦克及装甲车等高速重载承力件的精锻生产，取代铸钢件以提高其力学性能。开发生产轿车悬挂系统的转向节、左/右转向臂、左/右拉杆、轮圈和连杆铝合金锻件，以高强度铝合金取代结构钢实现轻量化。发展大功率发动机和轿车无噪声空调压缩机等中高硅铝合金零件，以热精密锻件取代压铸件以提高其内在与表面质量，开发以整体精锻成形取代两个或两个以上的零件焊接或铆接或螺纹连接为一整体的分体制造。研究板锻与管锻成形，实现以薄代厚、以空代实的轻量化制造；积极使用成形过程数值模拟及工艺参数优化技术，实现锻造工艺的持续改进。下表列出了未来主要的精密模锻技术与产品应用范围。

表 3 精密模锻成形技术及产品应用领域

基础制造工艺种类	应用领域	应用产品名称
温/热锻造技术和温/冷复合精锻技术	汽车	手动与自动变速器及差速器齿轮类零件。
		传动轴系统上关键承力件，轿车等速万向节上的钟形壳、三销滑套和星形套等传递扭矩的关键零件。十字轴和变速器十字轴及操作系统转向柱上的十字轴与轿车等速万向节上的三销轴。
		载重车（商务车）主动轴上的万向节叉、滑动叉和叉形突缘等叉形件。
		发动机零件主要有曲轴、连杆、进气门、排气门和凸轮轴等。
铝合金锻造技术	汽车	其它承力零件。
		汽车安全气囊气体发生器 7A04 超硬铝合金压盖与壳体，新型涡旋式空气压缩机 4032 铝合金涡旋盘系列产品，无噪声空调压缩机中高硅铝合金活塞尾、活塞体、斜盘及接头等关键零件。
温/热锻造技术	航空航天	汽车悬挂系统的转向节、左/右转向臂、左/右拉杆等。还有铝合金轮圈和连杆等。
		轻合金锻件如飞机上的大梁、壁板、框架和支架。

	航空航天	组成机翼梁的上缘条、下缘条、腹板、隔板和起落架等。
闭式等温锻造成形	航空航天	钛合金整体涡轮要求采用超塑精锻成形、整体叶轮、发动机机匣和叶片。
温/热锻造技术	发电	火电站汽轮发电机组上的高强度不锈钢叶片，原子锅炉上的高强度不锈钢阀瓣等中小型件，各种大型锻件。
	输变电	塔架上的高强度螺栓和螺母。 高压输电线路上的电力器具如单撑耳、双夹箍和金具帽等数十种承力件。
	船舶	船舶包括航运船舶和舰船两大类，其发动机曲轴、连杆和凸轮轴。 船用黄铜阀体。
	工程机械	支重轮左半轮体和右半轮体，托链轮左半轮体和托链轮右半轮体，以及支重轮半轮体等系列零件产品。 链轮齿及掘土机上的耙齿等。
	农用机械	与汽车类似。
	液压机和液压系统	中高压管接头（直二通、异径二通、等径三通、异径三通和四通）系列零件产品。中小型中高压阀体等。
	五金工具	活动扳手和固定扳手系列产品。

材料对模锻生产影响巨大。应开展新材料成分、热变形行为、缺陷和组织性能控制研究。研究材料成分与组织性能关系。冶铸与锻造及锻造与热处理界面的技术研究需要加强。非调质钢应用的基础研究应受到重视。建立非调质钢材料指标，包括锻造工艺参数的规范、锻后控冷参数、锻后工序工艺参数和缺陷的评定标准。与此同时，也需要统一调质钢金相组织的评定标准，统一国标 GB/T3077 力学性能调质试验标准中淬火油的牌号，确定淬火油的冷却特性检测及标准范围，用于统一行业内的热处理规范。

自由锻也是锻造业的重要组成部分，自由锻技术发展以突出节能、节材为主线，以发展材料、锻造工艺、热处理和机加工一体化研究为突破口发展技术。自由锻中的大锻件锻造技术与产品质量是衡量自由锻造行业水平的重要标志。

“十三五”期间，需要集中解决火电和核电全系列锻件，包括核电用泵、阀、管板及其隔板等的锻造成形。要特别重视核电适用的量少、价高的特种中小型锻件开发和生产。“十三五”期间，要能彻底国产化发电机转子、汽轮机轴、高档轧辊和船用低速曲轴锻件，特别要在产品质量稳定性和控制成本上有重大进步，克服用户使用的的不安全感，从而在国际市场上确立有利竞争地位。大口径厚壁无缝钢管和大型环件，未来随着电力的发展，高档大口径厚壁无缝钢管和大型环件仍有一定的发展空间，

依据当前的情况看，大锻件未来技术发展主要集中在超超临界转子用 9-12Cr 超纯净钢冶炼工艺；大型特种 Ni 基、稀土特钢钢锭的冶炼控制和浇铸技术，实现数字化在线控制炼钢工艺。通过冶炼及浇铸专家诊断分析系统研究，完善电炉冶炼、钢包精炼及大钢锭浇铸的智能控制系统，实现工艺设计及冶炼、浇铸全过程计算机控制，稳定控制大锻件冶金质量，化学成份【C】稳定控制在 0.01%偏差范围内，偏析不大于 1.04，【H】不大于 1ppm，合金结构钢【O】不大于 15ppm。建立大锻件锻造过程关键质量指标控制体系，开发在线检测自动化系统和装置，实现大锻件锻造过程中的数字化在线检测。集中研究船用中、低速柴油机曲轴毛坯低成本锻造工艺，集中解决锻造工艺和成本控制方案。建立大直径筒节锻造与轧制复合工艺推广的相关制度（首台套保险制度；增值税优惠政策等）。推动 90 万千瓦以上级双 18 护环锻件在国内用户的使用和工艺完善；推动电力企业采用国产发电机转子与汽轮机转子等特大型锻件；开展大型钢锭材料成分、宏观偏析、纯净度及冶金缺陷等精确控制技术研究、大锻件内部夹杂缺陷、裂纹缺陷以及粗晶、混晶等材料组织缺陷形成机制及控制技术研究等等，并要在材料、冶铸、锻造和热处理等单项技术的基础上，加强大锻件制造全流程的技术集成研究。建立特种材料技术标准体系，加快制定特定零件的国内技术质量标准，编制在国际上适用的中英文对照行业协会标准，实现标准国际化。国家应设立课题，发挥中国锻压协会大锻件理事会作用，组织开展切实的调查研究，确定炼钢质量控制和锻造难点（包括加热、锻造、热处理及检验工序）。国家利用购买服务的形式，发挥行业协会或中介机构的作用，推动组建基于技术层面上的大锻件开发制造一条龙机构。建立由

电力、船舶和冶金企业与大锻件生产企业标准制订、技术开发联盟，实现用户与制造商的联动，推进用户企业参与同步开发。

研究和推广锻造产业关键工艺和装备，以及模具和生产制造系统的自动化、数字化和信息化整体集成解决方案、核心技术研发需求会逐步加大。提升锻造行业智能化制造水平。研究开发锻造装备，配备嵌入式的锻造材料数据库和锻造工艺智能化软件、智能化锻造车间的锻造生产管理系统及软件、锻造车间环境监测智能管理系统；大力推动锻造行业制造执行系统（MES）与企业资源计划管理系统（ERP）的广泛和正确使用。

模具加工设备是保障模具质量的重要基础，高精度模具加工设备仍然是行业追求的目标。目前硬度低于 70HRC 复杂型面的加工精度能达到 0.01 毫米，将硬度高于 76HRC 的模具加工精度提高至 0.001 毫米，对于模具加工来说是个革命。开发低成本弹性变形近零的冷作锻造用模具钢，将有助于大大提高精密成形产品精度。高速铣的使用将稳步发展，逐渐扩大。低档的模具雕铣将会在较大范围替代传统的放电加工。随着雕铣机性能的不不断提升，将会挤占一部分本应是高速铣的市场份额。

绿色挤压生产是挤压装备与技术发展的主要趋势之一，高效低能耗挤压装备系列化，形成系列化行业标准在行业内全面推广显得尤为重要。建立挤压过程能耗计算理论体系，推动挤压工艺技术的发展必须引起重视。绿色挤压生产装备智能化，在建立挤压过程能耗计算理论体系的基础上，结合目前网络技术和计算机控制技术，通过程序研究，建立绿色挤压生产装备能效智能管理系统，提高挤压装备的智商。

加强大中型全液压径向锻造压机设计开发。以大中型全液压径向锻造装备为研究对象，通过理论分析和技术研究，解决径向锻造装备的关键技术难题，掌握核心技术。在研制大中型径向锻造装备的同时也必须开展相应的锻造工艺研究。

大型模锻压机的增压技术应得到重视。近年来，随着我国大飞机、轨道交通及大型发电设备等技术的快速发展，对大型模锻件的需求快速增长。而我国模锻液压机相比自由锻造压机，还未形成合理的规格系列，规格和类型分布尚欠合理。100MN 模锻压机数量偏多（据不完全统计，多达六台），

而在已建成的 400MN~800MN 之间档距过大。随着设备压力的不断提高，液压系统工作介质压力由高压向超高压发展，有的甚至高达 63MPa，这使得液压系统过于庞大，投资加大。采用工作缸内增压技术，实现超高压输出的技术路线，可使模锻压机工作缸数量减少、甚至采用单缸结构，使得压机结构更加紧凑，刚度更好。同时减少了投资，节约了能源。

智能锻造设备关键共性技术研究与发展是未来的一个亮点。如锻造装备数控技术、故障检测诊断技术、专家系统、人工智能技术、伺服直驱技术（大功率伺服电机驱动）和机器视觉等都是重要的开发研究领域。锻造装备核心部件的开发越来越重要：下大力气开展锻造装备数控系统、快速、精密液压驱动系统、大功率伺服电机及驱动控制器等的研制。随着具有“国际领先水平”的“NTR 法锻造成套装备技术及成形工艺”的推广与应用，我国全纤维曲轴锻造技术获得重大进展。由于该设备的增力技术，极大地降低了同吨位锻压设备的造价，使大型锻造设备将朝着专机方向发展成为可能，使具有一定批量或变形工艺雷同的大型自由锻件改为模锻件生产方式。减少切削余量、提高机械性能、降低制造成本和提高国际市场的竞争力有了可能。轴承环类中小型幻剑的批量辗扩（也称辗轧）应逐步建立从环件制坯-辗环-出料的全自动化生产线，提高环件质量稳定性及一致性，提高生产效率，改善环境，减轻工人的劳动强度。对异型截面环件的轧制可以减少机械加工余量，提高材料利用率，合理分布环件的金属纤维以提高环件质量，典型件有高颈法兰和各种台阶环等。应对预制坯工艺、轧制成形工艺以及辗环设备的自动化控制技术等进行进一步优化。

未来 5 年，锻造行业将发生比较大的变化，传统生产方式生产的低附加值锻件竞争更加惨烈。一部分盲目投资、无技术实力、无配套能力的锻件生产企业会被迫关闭。2016-2020 年锻造行业在精密锻造、自动化、数字化和信息化锻造等方面将有发展。管理规范、工艺手段齐全、设备先进实用、产品特色强和企业文化现代的锻造企业将获得生存空间。为了适应今后发展的需要，锻造行业企业将产生如下的需求。

急需在材料、锻造工艺、热处理各方面的技术支撑。新材料（轻量化）的研发及其成形工艺研究会被市场强烈需求。各种高性能材料（高强度螺

栓用钢、铝合金、镁合金及冷温锻用钢等)需求将不断地加大。适应单一零件大批量生产的专业化、高速化、自动化、高精度和高可靠的高端智能锻造成形设备(线)需求强劲。传统设备的自动化改造会有需求。自动化生产线使用的步进梁技术开发、推广和维护将得到发展。配备步进梁送料装置的多工位热模锻压力机、多工位温锻压力机和多工位冷锻压力机需求会有明显增加。温控精度达 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内的铝合金锻造加热炉和热处理炉以及大吨位的卧式冷成形机和高速热锻成形机应用更多。有利于提高生产效率和材料利用率的工艺改革需求强劲。节能、减排、降本增效和少无切削加工型锻造工艺需求增加。铝合金锻造成形工艺及相关热处理工艺研究和空心轴工艺研究会得到加强。锻造与焊接,锻造后零件间的镶嵌工艺将会大大简化零件制造工艺及大量减轻零件重量,是大量节材和实现轻量化的先进工艺,将大力发展。具体产品如制动凸轮轴渐开线头部与钢管焊接,发动机凸轮与钢管镶嵌等需求有所增加。径向锻造设备国产化,伺服压力机的开发,适用于锻压机设备的多向锻造模具开发;冷挤压润滑剂开发;探伤用荧光剂开发,以及适用自动线脱模剂的开发是当务之急。锻压机配套设施中的快速换模装置、封闭高度快速调整装置(便于老设备的改造)、步进梁机械手的开发、高性能滑动轴承的开发以及高性能加热设备的开发都是非常热门的方向。模具寿命的提升是所有锻造企业重点且亟待解决的问题,因此,有利于提高模具寿命的材料、热处理、表面处理等新技术需求增加。精密、高寿命模具需求会增加。在线检测技术会不断扩大应用;在为汽车行业配套的企业中,直接提供零部件产品继续成为趋势。未来几年,既精于现代技术又懂经营之道,并有现代意识和高科技产品使用技能的锻造专业人才将是企业争夺的焦点。材料专家、锻造工艺专家、热处理专家以及模具设计、质量管理、企业管理、体系维护、模具加工中心操作和三维造型与编程等都是急需的人才。机电一体化、特别是机器人修理、自动化研发,加工软件编程人才等也是热门人才。锻件成形过程模拟软件需求将会逐步加强,而这方面的人才需求也是一个重要的方面。锻件质量标准、质量检验标准和质量评估标准与机构会有需求,特别是锻件质量评估机构将逐步在一些大集团用户中产生和发挥作用。

五、政策建议

推动制定行业等级标准，整合锻造企业。对一些设备落后、技术能力落后、耗能高和利润低的锻造企业，由政府制订标准引导，市场行为逐步淘汰。将精密绿色锻造装备列入“重大成套装备”中，切实支持可以普遍使用的自主装备技术的研究和开发。

制订切实可行的产业税收扶持政策，应推广增值税先征后返优惠政策，逐步减少直接投资性的国家扶持和支持项目。可以实行择优扶强，也可以对高新技术企业执行该政策，还可以对产学研科研项目推广单位或应用单位执行这一政策。

国家和地方政府要制定相应的政策，引导企业开展“改制、改组”，激发企业活力，增强市场竞争力。在引导企业加快企业产权多元化进程中，加强企业激励机制与制衡机制的建设方面进行研究，真正激发企业的活力。围绕中国装备制造业的优势和强项进行产业结构、组织结构的调整与重组，打破部门、行业和地区保护，加大企业间重组、并购力度，建立起大装备制造业体系；按照全球化和专业化生产的思路，大力培育一批在国际上有竞争力的大型企业和一大批强、精、专的中小企业集群。压缩过剩的、落后的生产能力，加大推动严重亏损、没有发展前途企业的破产、退出力度。

建立和强化诚信体系建立，让诚信成为市场有价值的软实力。认真研究产业双规制下产业发展遇到的破坏性作用，锻造行业应坚决取消双规制，国有锻造企业应逐步退出。

赋予行业协会以政府支持项目的科技评审权、进口设备与技术的免税建议权及政府支持的技改项目立项建议权等等。

在法律层面上，确定高端人才和企业培养人才流动制度，切实保护行业企业人员培养和培训的积极性。在当前形势下，可以对企业开展的实战型技术工人培养制定税收优惠鼓励政策。

改善金融系统和国有大型企业的融资和支付体系和方式，切实保障中小微企业的生存空间。完善企业研究开发费用所得税前扣除政策，实施企业创新能力建设计划，加快新技术和先进适用技术在企业的推广应用；执行较低存款准备金率，简化小企业信贷奖励考核制度、落实差异化监管政

策、适当提高对小型企业不良贷款的容忍度等，鼓励金融机构扩大对小微企业的信贷服务；适当放宽民间资本、外资、国际组织资金参股设立小金融机构的条件；适当放宽小额贷款公司单一投资者持股比例限制；引导小金融机构增加服务网点，向县域和乡镇延伸；推进多层次债券市场建设，加快场外市场建设，扩大集合票据、集合债券、集合信托和短期融资券发行规模，发展贷款保证保险和信用保险等措施。同时，支持小企业上市融资、发行债券，鼓励小微企业采取质押、商业保险、典当等多种方式融资；鼓励担保机构提高对小型微型企业的担保业务规模，降低担保收费；积极发展再担保机构，强化分散风险、增加信用功能；加快推进企业信用体系建设；通过开展商业银行服务收费检查，清理纠正金融服务不合理收费等，规范对小微企业的融资服务。

国家应该加强对企业知识产权保护的力度，制定有利于企业发展的劳动制度，对侵害企业知识产权的行为加大打击力度；例如：某公司很多产品被同行拿到图纸直接进行生产，但投诉无门，给企业造成了损失。国家要加快推进行业标准制度建设，发挥行业协会的技术和安全引导作用；国家应该在新标准的实施过程中推行统一的标准，否则会损伤一些主动推行新标准企业的积极性。

国家与各级政府应鼓励中小行业，特别是制造业基础行业积极开展对外交流与合作，在对外交流方面应给予财政补贴或税收优惠。

第二部分 冲压行业“十三五”发展纲要

一、“十二五”期间行业发展

目前，全国冲压行业约有超过 2.5 万家生产企业，200 多万从业人员，年生产 2800 万吨冲压件，总销售额达 4000 亿元，年消耗 3mm 以下薄钢板材 4500 多万吨，采购冲压模具费 400 亿元（仅指冷冲模，不含热成形和注塑模），新购冲压装备费用 200 亿元。目前，汽车冲压企业是我国冲压行业的主体，大部分还未从整车厂分离出来，企业具有相当大的规模，并有大

量的零配件厂相依附。

我国冲压行业经过 2001 至 2010 年十年快速增长后，进入平缓稳定的发展阶段，正在从规模和数量的竞争发展转向高质量、高性能、多品种和高性价比的竞争。“十二五”期间，冲压行业在汽车用高强度钢板构件的材料选用、冲压设备和模具更新、冲压工艺改进及其软件开发与应用方面取得了一系列进展，虽然冲压行业的信息化、数字化建设起步时间不长，但是已经显著提高了产品质量和生产效率，获得了客观的经济效益和社会效益。

超高强钢和热成形用淬硬性高强钢在汽车领域得到广泛应用。HC450X，HC600X，HC660X（相当于 DP780，DP800 和 DP980）等冷轧双相钢、超强钢在车门防撞杆、门槛、前纵梁及纵梁封板等方面得到应用，特别受到一些重点汽车制造企业的青睐。在热成形领域，带铝硅涂层的 22MnB5 在一些重点汽车制造企业得到了广泛应用。在一些重点汽车制造企业，采用热成形的零件高达 22 个之多。碳纤维等复合材料的应用也正在研究探索之中。

目前，冷冲超高强钢模具已经全部实现国产化。在模具工艺、材料及调试方面已经形成了自己的标准。在冷冲超高强钢模具领域，目前国内水平已经与国际接轨。热成形领域，国内初步具备了整线集成能力，除线性软硬分区的热成形模具外，简单零件的热成形模具已经具备国产化的能力。部分企业已经具备起草热成形模具标准的能力。模具设计制造水平大幅提高，大型轿车覆盖件模具及多工位、级进模具国产化率有很大提高，也能生产与 3000 次/分高速冲床配套的精密多工位级进模，模具精度能达到 1 纳米，冲模最高寿命达到 5 亿次，并承接国外部分项目的模具设计制造。

级进模压机和多工位压机在冲压领域得到了越来越广泛的应用。随着人工成本的增加，各种自动化设备与装置应用越来越多，压机自动化水平越来越高。伺服压机和高速压机不断被企业投入到新的项目中，实现生产效率全面提高。在技术研发上，三维设计工具被逐渐推广应用，CAE 软件得到了大量应用。，ADAMS 和 Ansys 等在高校使用的软件已经走进了企业，促进了多连杆高速压力机、伺服热成形压力机、大型多工位压力机的研发。

掌握了大吨位大台面机械伺服压力机技术，国内首台套 25000kN 伺服压力机在 2014 年通过用户验收。掌握了机械压力机多连杆传动技术，并编制多连杆传动设计优化软件，实现了多连杆技术的自动设计与优化。冲压设备走向了专业化发展道路，在设计方面实现了核心部件的标准化，在生产制造方面建立了专业化生产基地。国产大型冲压自动化生产线及中小型多工位压力机已广泛应用于冲压生产中。特别值得提出的是我国已经可以自主研发和制造精冲压力机，中小型精冲压力机基本可以国产。在高速精密冲压压力机成形方面也取得了重要的进步，小型高速精密冲设备也已基本可以实现国产化。

封头成形是板材成形的一个特别的领域，我们将封头成形纳入了冲压成形领域，依据目前掌握的情况，我国已经完全掌握了各种封头的制造技术—旋压和压制封头技术，封头生产完全实现了国产化。我国的封头压机已经达到国际先进水平。

国内也开始具有了自主知识产权的内高压成形压力机，2011 年起，国产内高压成形压力机在中国诞生并交付用户使用，“十二五”期间近 20 条内高压成形线在国内先后投产。

冲压技术得到发展，“十二五”期间，内高压成形技术已成熟应用于骨架类管状类零件，板材充液成形技术依托国家重大专项课题正在开展研究工作，未来将有顶盖、发罩、门板等产品的应用，并在新产品开发及小批量研制方面凸显优势。激光拼焊板的冲压技术也得到广泛应用。覆盖件及复杂件冲压成形技术，实现了大型自动化生产方式，引入了一模多件和短工序等先进工艺理念。自主开展 SE 同步工程工作。轻量化推动了辊弯行业的飞速发展，很多等截面产品被辊弯加工方式所代替，变截面产品辊弯成形也在开发中。多点数字化成形、柔性拉伸成形等三维曲面柔性成形技术在航空、航天、建筑等领域中的应用取得新进展。为了补充传统冲压加工方法的不足，先进的成形技术也得到了发展和应用，如精冲、液压成形、电磁成形、超塑成形、多点模成形、单点渐进成形（也有称滚压成形）和连续多点渐进成形技术等。其共同特点是精密、柔性、快速和复合。“十二五”期间，铝镁合金冲压成形技术、三维辊压成形/冲压连接技术得到开发

和应用。越来越多的三维复杂零件需要采用精冲复合成形工艺，产品从等厚度发展到不等厚度，从二维平面精冲件发展到三维立体精冲件。

高速精密冲技术得到快速发展，国产高速冲压机的速度达到 2000 次/分钟，正常生产的薄料小步距的高速冲压模具速度一般 1000 次/分钟，高的达到 1500 次/分钟。大步距（ $>30\text{mm}$ ）模具长度达到 1600mm 的生产速度达到 300 次/分钟。高速冲压生产高精度产品的精度达到冲裁 ± 0.01 ，成形折弯 ± 0.015 。精冲复合成形工艺的典型例子是汽车 Z 形连接杆、机油泵链轮、变速箱同步环、斜齿轮、碟形齿轮等。精冲-挤压复合成形的典型例子是变速换挡机构零件、曲轴的平衡重毂体等。一般的厚板精冲已经在轿车排气系统得到广泛应用，提高了制件断面质量、降低了生产成本，间接节约了能耗。

适用于精冲的钢材取得良好进展，国内已发展有多家企业从钢厂订购热轧钢卷，通过二次加工，再供给精冲公司。钢材的内部组织、厚度公差、表面质量都基本能够满足行业要求。但在材料品种方面，尚不太齐全。国产精冲压力机性能稳步提高，销售量正在加大，已形成取代进口设备的良好势头。精冲从材料选用、表面抛光、表面涂层和到工艺编排都获得了高度重视，模具的寿命和复杂程度都有所提高。精冲单工位复合模的工艺设计已经十分成熟，具有多个工位的连续模取得较大进展，纵向级进模也已开始研究。精冲软件在应用中尚不太普及。

精冲件自主品牌汽车的配套市场几乎全部覆盖，合资品牌汽车市场，欧美系的中低端车型也已基本覆盖，日韩系车难于进入。出口市场有逐渐增大的趋势。精冲件市场总量稳步增长。“十二五”期间，中国锻压协会积极推动精冲技术的进步和人才培养，在行业的推动下，企业内部以及部分大专院校，已相当重视精冲技术人才的培养。企业主要针对实用人才的培养，而大学则注重培养硕士、博士研究生。

近几年在提升管理能力方面，企业已真正认识到管理出效益、管理上质量，逐步健全了管理制度，一些企业引进 ERP 系统，实现了网络办公，大大提高了工作效率。从市场销售，物资采购、生产调度、成本核算到仓储管理全部实现计算机系统覆盖。数字化、智能化工厂模式开始得到应用，使冲压

车间的现场管理得到很大改善。更加重视能源费用节约，普遍采用“削平填谷”，充分利用夜间低电价区间组织生产。一些企业开始运用国际上先进的管理理念及方法，引导技术创新，不断革新，推动工艺的持续改进。

冲压管理系统已经开始在部分企业运行，在提高工作效率方面起到了一定作用。许多汽车行业冲压车间隶属于主机厂，一些主机厂大部分与海外汽车厂合作，因此汽车冲压车间的管理水平较高，已经接近或达到世界先进水平。

二、“十二五”期间行业存在的问题

虽然国内冲压行业取得了很好的成绩，但大部分集中在一些主机厂隶属的企业。成千上万的中小型冲压企业与国际先进水平和市场需求相比，在经营理念、工艺研发、产品设计、装备及模具技术和人才资源等方面都还有较大差距。如果我们站在整个冲压行业来看，无论是一些主机厂隶属企业，还是独立的冲压企业，模具与工业发达国家相比仍有 10 年左右的差距。特别是针对一些中小冲压企业，研发投入不足、创新能力薄弱、数字化和信息化水平较低、人才发展滞后等都是共性问题。企业管理原始，技术开发和档案管理落后，企业运行流程建设没有足够重视，企业文化建设没有达到应有的高度。现代市场环境方面，中低档产品的市场竞争尤其激烈，在此影响下，整个冲压行业面临市场健康发展的严重挑战。

冲压板材自给率尚好，汽车薄板能够满足 95%左右，但是品种配套不齐全。如高强度轿车用钢板，合金化镀锌板、铝板、超宽薄板（1650mm 以上）等都依赖进口。国内部分材料性能还达不到国际水平，国际技术壁垒依旧存在。新材料研发和投入市场的节奏跟不上企业发展的步伐。

高端模具材料依旧依靠进口。国产模具材料，目前主要还是中低端产品，企业盈利水平有限。大型、精密、复杂和长寿命的模具大部分依赖进口，模具设计、制造和材料都满足不了国内汽车发展需要。从 2010 年模具产业出口首次超过进口，出现外贸顺差以来，到 2014 年，顺差达 23.3 亿美元，可是冲压模具却出现逆差，每年进口都多于出口，长寿的模具大部分依赖进口。冲压模具的材料、设计、制作均满足不了国内汽车发展的需要，

而且标准化程度尚低，大约为 40%~45%，而国际上一般在 70%左右。

冲压高端设备，如伺服压机，大吨位多工位压机，高档内高压成形生产线，高档热成形生产线等设备目前多数还是依靠进口。国产冲压设备在精度，特别是稳定性等技术指标方面明显落后于国际同类产品，而核心的整线集成控制技术有待进一步提高及突破。

国内冲压行业竞争激烈，已经进入白热化阶段，中低端产品产能严重过剩。模具企业重复低水平建设，竞争同样进入白热化阶段。冲压行业劳动强度大，人才流动和流失比较严重，影响了企业技术的传承。高端人力资源短缺将成为制约中国冲压行业发展的重要因素。地域性的物价指数也影响到部分模具企业的发展。

冲压行业自动化水平有待进一步提高。级进模生产，多工位生产在批量比较小的项目中应用还是不够广泛。自动化程度低，较欧美日等发达国家还有很大距离。手动生产方式在部分低端企业仍旧是其主要生产方式。虽然一些合资厂和主机厂实现了自动化冲压，但还有很大比例的冲压生产线是手工操作，劳动强度大，效率低。一些老国有企业的装备和工艺还很落后。

目前，冲压行业管理系统集成度低，对提高企业管理水平作用有限；数字化车间管理是未来发展趋势，需要普及这方面的基础知识。

专业技术人才不能满足需求。我国专业化的冲压企业中，能够掌握 CAD/CAE/CAM 模具设计软件的专业人才缺乏，掌握 CAE 设计分析技术的人才更少。针对伺服冲压生产线运动干涉模拟分析应用技术的工程技术人员还非常少。

行业缺乏深层次的专业技术培训。模具钳工的培养还缺乏体系，与模具企业和整车企业的需求有很大差距。

冲压行业从业人员对冲压文化认识模糊，没有将冲压生产看成是一个“艺术品”创造过程，不但对一般美感唯有追求，更谈不上对“质感”美的理解，这也是制约冲压生产向高档发展的文化因素。

精冲是在普通冲裁基础上发展起来的强力压边精密冲裁工艺，其工艺原理是在三动压机上，借助精冲模，在强力作用下，使材料产生塑性——

剪切变形，是一种高质量、高效率和高附加值的加工工艺。精冲在我国发展取得重大进展，但在精冲材料生产、设备可靠性和模具制造技术方面与市场对其的要求仍然存在巨大的差距，特别是生产设备、模具和工艺技术一体化解决方案，设备的可靠性及精度和模具的精度与寿命，以及产品应用范围需要进一步研究和开拓。

高速精密冲压技术综合了高速精密压力机技术、高精密冲压模具技术、高品质材料技术、智能控制技术和绿色制造为一体化的高新技术，具有高生产效率、高质量、高一致性及节能降耗、节省人力、降低成本和确保安全生产等特点。近年来，中低档模具已完全实现自给，以大型、精密、高效和高性能模具为主要代表的高技术含量模具自给率仍然较低，只有 60% 左右。由于受模具材料、热处理技术以及制造装配技术等相关因素的影响，中国模具寿命普遍低于国际先进水平，差距在 30% 以上。国内高速冲压设备厂家如雨后春笋般成长起来，但设备速度与国外还有很大差距，精度也需要继续提高，中低档机床开始取代进口，但高档机床基本全部进口。

市场方面缺乏供需方互相了解的网上平台。冲压企业分散、发展不均衡，除了主机厂的冲压件厂和合资兴建的冲压件厂，大多规模较小、布局分散，工艺水平落后。许多汽车集团大而全，形成封闭式内部配套，导致各企业的冲压件种类多，生产集中度低，规模小，易造成低水平的重复建设，难以满足专业化分工生产，市场竞争力弱；汽车冲压行业面临激烈的市场竞争，处于“优而不胜，劣而不汰”的状态；

冲压生产地区发展不平衡，南方先进、北方相对落后。先进冲压工艺应用不多，吸收、转化和推广速度慢。企业技术开发费用投入少，国外汽车企业的研发投入占年销售额的 3%~5%，我国重点企业实际投入却不足 1%，而零部件投资不到整车总投资的 30%，导致企业对先进技术的吸纳应用慢，开发创新能力弱，科技成果向生产力转化慢。我国许多冲压新技术起步并不晚，有些还达到了国际先进水平，但常常很难形成生产力。先进冲压工艺应用不多，有的仅处于试用阶段，中小企业在这方面的差距更甚。国内企业大部分仍采用传统冲压技术，对下一代轻量化汽车结构和用材所需的成形技术缺少研究与技术储备。

冲压行业存在的重大问题是缺少企业间的足够交流，重复研究、重复开发和重复投资现象非常严重。在冲压行业中既没有了政府的强制沟通，也没有形成具有市场模式的规范交流，引起的浪费巨大。

冲压行业除了汽车行业外，在电子电器、厨具、通讯设备、电机行业、航空、农机和工程机械等行业应用广泛。除电子电器、通讯设备、家用电器和移动信息行业中小形冲压件生产使用一些先进的自动化生产线外，其它的大中形冲压件生产水平普遍落后于汽车行业。

三、解决措施

冲压行业从工业文化到企业管理都存在一些问题，如何能有效地推进这些问题的解决必须引起行业的足够重视。如果我们不能够寻找到有效的切合实际的解决途经，行业企业老死不相往来、夜郎自大、产能过剩、价格恶性竞争以及效率和效益低下等凸显的问题将难以得到有效控制。

积极推动企业文化和工业文化建设，切实形成有利于工业发展的整体文化，这是解决当前许多工业发展问题的重要文化基础。正如在《中国锻造行业“十三五”发展纲要》中指出的那样，积极开展行业交流，努力推动企业文化、行业文化和工业文化的建设。坚持质量是人素质的体现，坚持与优秀用户一起成长；坚持尊重可靠的竞争对手；坚决放弃物美价廉而提倡物有所值，以及不以低价竞争为本的现代思想理念。

中国工业进步是举世触目的，但这个成绩给我们带来的文化变革会让我们持久地受益，我们必须善于工业变革，更要善于文化总结。冲压行业是制造业中的基础产业，其发展大大受到原料供应和产品需求用户的制约。要想有所作为，必须更加注重思想观念、工业理念的培养，这不但有利于我们自身的行业或企业发展，也有利于推动我们的合作伙伴进步。当前，冲压行业需要如下的思想观念和工业理念：

（1）建立开放的交流和共赢的思想，坚决消除闭关自封以及盲目自尊的文化，要特别重视见多识广文化的践行。

（2）质量是习惯，成为每一个人的自觉追求，产品质量要从个人的审美文化做起，提升现代的美学修养会提升人的质量习惯。

(3) 要特别打击以点盖面、以偏概全和以模糊替精细等的思维逻辑，切实建立诚实与信任，责任与担当的文化基础。

(4) 建立以时间、时间节点为主线，以提升效率和效益为目的的精细化管理思维模式，实现精益的永无止境的管理理念。

(5) 劳动是习惯，动手是素质和能力的体现！动手也是一种修养，一种思维锻炼的最佳方式。动脑、动嘴不如动脚动手，劳动光荣和劳动就是创造应成为时代的思想和理念。

(6) 竞争是一种本能，得到合理约束会是这个时代的思想，合作共赢不能简单地理解为用户哲学，也是与竞争对手的哲学。

(7) 依赖是创造力最大的障碍，是生存最大的毒药。而依赖在工业中的主要表象是没有进取和责任心、没有激情和不服输的斗志和没有理想的彷徨和怨气。这种依赖心里和行为产生的根源是被委曲了的呵护和照顾，是缺少独立生存和发展能力的具体表现。这个文化在计划经济时代也得到了无限的加强。

(8) 要为维护诚信支出成本，让诚信成为企业的重要软实力。

(9) 实事求是仍然是这个时代需要的主流思想，正确理解和运用实事求是的理念和思想至关重要，实事求是思想在工业领域的核心不是不需要绕道，只是我们需要正确地评价自己和别人，一个不能看清自己和接受自己现实的企业是非常难以有进步动力的，而一个很能看清自己企业，而没有以上八点正确思想观念和工业理念的企业也是要面临退步和倒闭的。

加大汽车冲压用材的研发支持力度,倡导组织材料制造商与用户的合作关系，协调相关企业积极开发和应用新的汽车用材料。对于国内牌号略低于技术壁垒的材料，由政府制定鼓励政策采用国产化材料，必要时对部分涉嫌垄断的企业开展调查。

积极组织非汽车行业冲压企业的交流，努力推动非汽车中小型冲压件的自动化、数字化和信息化生产技术和设备应用。特别是在这一领域加大推广伺服冲压设备与技术的应用。研究制订适合与中国使用环境下的伺服技术规范 and 标准。

注重推动非汽车行业中大型冲压件生产技术的扶持，特别是飞机、电

机和农机等行业的冲压件生产要给予特备的政策引导。

建议国家支持、鼓励一批软硬件都比较优秀的企业加大研发投入。采用财税政策扶持国内高端外覆盖件模具制造企业，积极支持、鼓励模具钢生产企业开发高端模具钢材料，认真切实地开展模具热处理工艺及表面处理技术研发。

支持国内热成形线的集成和相关工装设备的国产化；支持国内企业研发热成形相关的新的工艺、模具及工装设备；支持国内企业研发热成形生产用材料及涂覆技术。对于热成形模具，希望政府在税收政策上给予支持，使其在“十三五”期间能够发展壮大。

冲压行业未来需要大批高水平的科技人才，大批熟悉国内外市场、具有现代管理知识和能力的企业家和大批能熟悉掌握先进技术、工艺技能的高级技术人才。有计划、有层次地大力培养充实行业人才，冲压技术（产品）、行业（企业）才能跨入国际先进行列。国家和企业共同培养这些人才。国家创办学校为其提供学习现代技术理论及管理经营理念的机会，进入企业实习既可以提高动手能力又可以加强对现代技术及经营之道的理解。国家和社会力量办学，企业提供实习机会并享有优先挑选学员的培养方式，有利于培养出冲压行业未来发展所需要的综合型人才；特别需要制定行之有效的国家购买式的人才再教育体系，把人才再教育体系纳入工业发展和科技发展领域进行管理。

积极引进发达国家装备制造业的关键装备技术、配套零部件生产技术，并努力消化、吸收与创新，最终实现国产化，带动中国传统制造业的转换升级。在此基础上，逐步加大自主开发和自主创新的力度，使装备制造业的技术创新模式由引进技术型向引进技术和自主开发相结合型转变，进而走向自主创新型；特别需要强调的是国家应利用一切可行的办法推动国内企业首台套使用。

为提高冲压行业整体发展，应积极发挥行业协会和学会的作用，利用行业协会和学会各自的优势，推动冲压技术和冲压行业发展，具有重要意义。

积极鼓励下游行业组织制定供应商标准的标准实施体系，加大对行业协会商会制定行业标准的支持力度，特别要加大零件标准和检验标准的制

订，让标准成为创新和驱动发展的指针，而不是产品合格的门坎。

切实进行财税制度改革，特别要对大中型国有企业的支付能力和支付信用进行整顿，尽快建立国内交易信用证体系，消灭或减少汇票的使用。

提高行业自动化水平，减轻工人劳动强度，提高生产效率。在自动化基础上加快企业信息化、网络化发展。整合企业资源，淘汰落后的工艺和装备，走专业化、规模化和绿色环保的发展道路。对绿色环保的工艺加大政策扶持，给企业提供税收优惠。加快研究大型伺服压机技术及热成形、内高压成形等装备技术。建立行业发展基金，专项研究基础技术及新工艺课题，研发的技术成果由基金建立单位分享。

四、“十三五”期间的发展与需求分析

2014 年我国汽车销量超过 2300 万辆，成为全球最大的汽车市场，未来 5 年将会继续领跑世界汽车市场。因此，今后 5 年我国汽车冲压市场也会同步发展，不仅是生产规模的做大，更是制造能力的做强。与汽车冲压相比，我国的电机制造、拖拉机和工程机械制造等行业用冲压也将有巨大的发展，适合于精冲、精密高速冲的产品将有很大的增加。特别需要强调的是配套于电子电器、移动信息和家用电器等行业的中小型冲压件市场仍然具有一定的潜力。

冲压向自动化，数字化和智能化方向发展是必然趋势。高速高效及组合冲、多功能及智能模具也是发展的方向。厚板精冲、铝板及复合材料冲压、模内组装、纳米级薄板冲压等都有许多课题可以研究。冲压在线监测、仿真与虚拟技术的应用、信息化的应用等等都有较好的发展前景。

未来发展趋势中，国外市场份额将不断扩大，并且国内企业在国际高端冲压领域市场份额也将不断扩大。可以预计到 2020 年中国将成为世界上热冲压产能最大的国家。到 2020 年中国将完全具备热成形整线开发能力。针对冲压行业的高度集成的数字化管理系统开始在行业应用，将逐渐实现数字化设计与制造，工作效率和管理水平也将大幅度提高。

目前，全球的热冲压生产线已超过 300 条，年产热冲压构件超过 4.5 亿件。但是，大部分热冲压生产线和产品分布在欧洲和美国，我国只有 50 条

生产线。在生产汽车板的钢铁企业中，只有宝钢建起了热成形板料生产线，武钢建起了一条试验研究用热成形机组。沃尔沃（Volvo）预计今后汽车车身内 40%重量的构件可以采用热冲压成形。2014 年我国乘用车销售 1970.06 万辆，占汽车总销量 83.8%。预计 10 年以后至 2025 年，我国每年将需要热冲压成形汽车构件 400 万吨，约 1.6 亿件-2 亿件，至少相当于 130-150 条热冲压成形机组生产线的年产量。因此，超高强度钢汽车构件的热冲压成形设备的开发与制造，是我国冲压行业今后十年内的重要发展方向之一。

超高强钢和热成形用淬硬性高强钢方面，需要研究抗拉强度更加高，冲压性能更加好的材料。先进热成形处理 AHFT 新工艺，用以制造超高强塑性汽车构件（强塑积 $PSE \geq 15 \sim 30 \text{GPa}\%$ ）。热成形超高强度构件的伸长率和强塑性得到显著改善和提高，进一步拓展热成形构件的强塑性级别和汽车构件的应用种类。在铝板成形方面进行研究，开发出适合外板成形的低回弹铝合金板材有巨大潜力。

除汽车领域以外、造船以及军工领域对高强度钢板冲压的需求在急剧增加；在航空、航天、建筑等小批量、个性化制造中，对柔性成形技术的需求将在不断增加。如渐进成形的特种冲压成形也将存在一定的市场。

未来几年，中小型冲压件全自动生产线会有较好的市场。电子电器、家用电器和信息产业用冲压件需求将处于国际领先地位。

切实支持开展冲压新技术特别是基础理论与应用技术研究，如开展针对热成形模具热流道仿真技术研究，研究模具在线快速修复技术，研究镶块的环保涂层技术；开发针对冲压行业的数字化管理系统研究。同时也要开展冲压设备主要零件基础材料、热处理工艺的研究等。

在人才方面，要注意培养冲压产品同步开发人才，冲压工艺设计人才，冲压虚拟制造（CAE 模拟分析等）人才，冲压生产线自动化（PLS 模拟分析等）设计、规划、制造和管理人才，冲压模具设计、制造、调试人才，冲压设备研究开发人员，质量管理人才，生产管理人才。在人才方面，国家不应把人才专业进行概括评定，而应在产业中进行细化，在教育进行综合。从而实现素质教育，差异化就业而增加人才的凝聚力。

“十三五”期间,需要开发或推广减重、节材方面的设计软件。开发适用

于冲压特性的伺服驱动技术；以及冲压生产自动化设备与技术。在冲压生产方面，急需要解决在工艺时间不可缩短的情况下，如何减少工件的中间定位、输送传递和工模具更换时间技术难题。

冲压材料成形、拉深性能基础研究应得到加强，特别是材料应力应变曲线的数字化研究具有重要的现实意义。厚板精冲要在理论上总结提高，要把现实排气系统连接法兰的厚板精冲提升到理论的高度，总结现状，指出不足，提出方向，延伸应用。

依据目前行业发展的形势看，国内精冲、精密高速冲，以及渐进成形等技术和设备仍然有巨大的发展空间。

2016-2020 年，冲压行业在技术与市场发展方面将会有有一个大的飞跃。其中模具设计制造技术正在向以计算机前的操作逐步代替现场操作,以高精度加工代替人的手工劳动。模具的设计、制造高度标准化。单件生产方式向流水线式生产方式发展等。国外先进的大型外覆盖件模具企业在模具制作的很多方面与国内企业大不相同,值得我们很好的借鉴。其中消灭钳工是一种目标,主要是指极大地减少或完全避免修磨和调整钳工（装配钳工还是要的）。目前国外已基本实现这一目标,除修磨拉延面和拉延凸圆角外,推磨、修模和调配钳修已大部分属于异常或弥补设计和制造的缺陷,不再是一件必要的和正常的工作。

“十三五”期间或未来一段时间内，我国将需要研究开发和扩大使用满足高成形性能的轻量化新型材料，如：碳纤维、复合材料等；需要自主研发精密、复杂的冲压模具，特别是应用于高强度钢板冷冲压模具材料的研究将得到重视。一定会开展热轧钢板黑皮钢技术的研究，以及热成形钢板技术的研究。为提高材料利用率，激光焊接的板料应用会不断增加。具有高度柔性和适应“及时生产”要求的冲压设备将应用到冲压行业中，其中包括大型伺服压机、热成形技术和内高压成形装备和技术等。

“十三五”期间，还需要开展变截面三维辊压（渐进或滚压）技术的研究，满足于单件低成本开发的需求；自动化生产将逐步替代手动生产方式，级进生产，多工位生产和国产高速大吨位冲床将在企业中得到广泛应用。

“十三五”期间，需要开展超高强汽车构件用钢板的开发与生产，进行

三种强塑性级别的超高强塑性汽车构件 UHSDAP 用钢的化学成分设计、生产工艺流程、关键工艺技术参数和组织性能控制研究。开展实验室试验和现场工业试制。开发和完善短流程 CSP 热轧超薄带酸洗板的开发与生产，进行钢板和构件的性能质量检验分析。开展铁素体-残奥 F-TRIP 型、贝氏体-残奥 B-TRIP 型、马氏体-残奥 M-TRIP 型（即 Q-P 钢）的 UHSDAP 构件的短流程-深加工技术研究等。在这一基础上，需要进行超高强塑性汽车构件 UHSDAP 的先进热成形处理 AHFT 工艺与设备开发。

先进热成形处理 AHFT 工艺对不同类型 TRIP 钢板的组织和性能的影响有待进一步探讨。需要认真研究热成形淬火 HF+贝氏体等温处理 AT（Austempering Treatment）工艺，以及热成形淬火 HF+碳分配等温处理 PT（Partitioning Treatment）工艺。

“十三五”期间，需要加强研制开发热冲压后续工艺的新型低温热处理炉，可以分别对热成形-淬火后的构件进行贝氏体等温处理（Austempering）、碳分配处理（Partitioning）或者回火处理（Tempering）。同时需要开发与之配套的工艺控制软件。“十三五”期间，仍需要对热冲压成形-淬火工艺进行相应的改进，对加热炉、模具水冷淬火系统、冷却速度与终冷温度控制方式，以及构件传送系统等进行开发和完善。特别需要强调的是，需要对先进热成形处理 AHFT 机组的研制。

今后 5 年，柔性成形技术将向大型化、精密化、高速化及连续化方向发展。大型化采用柔性成形技术加工的工件尺寸越大，其优越性越突出。随着柔性成形技术的推广与普及，设备的一次成形尺寸也在逐渐变大。2020 年之前，会出现一次成形面积超过 10m^2 的柔性成形设备。目前，精密化已经能够用厚度为 0.5mm 甚至 0.3mm 的板料成形曲面类工件，而且能够成形如人脸那样比较复杂的曲面。随着柔性成形技术的逐渐成熟，将向精细化方面发展，其成形精度也将得到更大提高。高速化及连续化，采用辊压柔性成形技术可以实现工件的高效、连续柔性成形，从而实现小批量、个性化制造的高速化与连续化，到 2020 年可以达到一台柔性成形设备每天加工 300m^2 曲面工件的生产效率。

精冲、精锻是并行发展的两项先进制造技术，精冲件太厚即需要精锻，

精锻件太薄就必须精冲，两者相互关联，关系密切。开发精锻+精冲复合工艺的基本思路是找到这两项工艺的结合点（如带轮毂的齿轮零件和带短轴的凸轮零件），而我国的精锻有悠久的历史，水平已经很高，以此为方向来提升我国精冲技术的整体水平是一条很好的途径。精冲当前的主要内容是不断解决材料、设备、模具、工艺和市场开拓方面存在的问题。在材料方面欧洲已经发展起来了细晶粒高强度精冲专用钢板，中国将会有个别企业从事研究开发，投放市场。在材料上，经过二次加工的精冲用钢品种将会逐步增加，用户选择余地也将越来越大。精冲设备要以日欧设备为榜样继续加强国产化，提升水平；模具寿命和模具结构将一直是行业关注的焦点，这方面的研究需要深入和持久地进行。多工位连续加工精冲工艺将普遍采用，这将提高效率和降低人工成本；纵向复合工艺会在部分产品上得到应用；未来中国精冲行业的市场必须坚持立足国内走向欧美日的战略定位。

高速精密冲模具技术需要研究关键设计内涵和技术以及制造工艺中的基础技术、理论，掌握模具核心技术。冲压模具的基础零部件和配套件是模具整体快速发展的基本条件，而中国由于热处理、材料和标准件等模具基础零部件和配套技术及质量水平较低，高档模具制造严重受约束。

随着新工艺新产品的不断涌现，国外精冲模具已经从常规的单副级进模向多功能组合模具、生产线配套组合模具工装、特大型级进模以及微细零件冲压成形模具等方向发展。高速精密冲模具越来越复杂，集合了模内激光焊接、模内铆接和二次注塑成形技术。特别值得提到是，3D 打印技术对模具制造业将产生影响。随着电子工业的发展，小型电子零件的需求日趋高涨，促进了高精度、高效率的高速压力机的发展。目前日本及欧美已成为高速压力机技术的领头羊，在 100KN 压力、8mm 冲程下，滑块速度可达 4000 次/分。

整体而言，中国冲压技术与装备将会向国际先进水平跟进，与国际先进水平仍将保持一定的差距，装备制造业需要一定时间的积累。冲压行业的设备大部分仍以国产设备为主，但是进口设备将会逐渐增多，占据着高端市场。依据目前可以预见的条件看，冲压设备市场将会保持一定的增长，尤其是汽车、电子电器和其它新型行业相关的设备增长将尤为明显。冲压

设备将毫无疑问地向大型化、高速化、精密化、自动化、数字化和信息化方向发展。其中大型高速紧凑型机械压力机生产线和多工位压力机，配备专用和高效的板料传输技术和快速换模装置为重要的发展方向。随着伺服驱动技术的发展，伺服压力机逐渐被汽车厂家接受，成为新建项目的首选设备。高性能交流电动机伺服系统代表了当前伺服驱动系统的发展方向。国内研究机构未来要加大高精度的伺服控制技术研究，引导国内机床行业的机床控制技术的升级，缩短与国际先进技术的差距。建议“十三五”期间，冲压设备应重点研发高速机械伺服压力机生产线和液压机械混合伺服压力机（液压驱动，机械传动）摆脱国外对大扭矩、低转速伺服电机的限制。研发数控液压垫技术，打破国外垄断。研发大型多工位伺服压力机，以及先进的能量管理系统技术。

“十三五”期间，在攻克伺服压力机部件时，要重点攻克高速重载滑动丝杠制造工艺，目前该技术为日本等先进企业所垄断。如能顺利实现国产化，将推动国产伺服压力机（丝杠+多连杆结构）的快速发展。重点攻克高速重载滑动轴承，需要研究高转速下滑动轴承的动力学特性（包括材料及制造工艺），如能获得突破，国产高速压力机精度和性能会进一步提升，达到欧美先进水平。还要攻克非圆齿轮磨削设备，采用非圆齿轮传动可以实现多连杆的某些特性。但制造设备依赖进口，而且至多只能采购在 6 级精度以下设备，伺服压力机研制所需的驱动器也需要进口，国产伺服电机的稳定性和可靠性需要进行研究论证。

为了满足个性化的冲压成形生产需求，不断衍生出多种专用、高效的压力成形设备和装置。如内高压成形、板材充液成形、热成形等；由于专业化生产对提高质量、降低成本具有重大意义，随着冲压设备的发展，冲压行业将对专业化生产要求越来越高。

由于液压机能够快速调整，适合中、小批量零件的生产，液压机系统对压力、行程速度单独调整后，实现了对复杂工件以及不对称工件的加工，降低了废品率，还适合于难成形以及高强度的材料，这也是未来冲压发展的一条主要技术路线。

在冲压模具技术方面，需要持续提升信息化、标准化水平。必须用信

息化技术装备模具企业，发展重点在于大力推广 CAD/CAM/CAE 一体化技术，特别是成形过程的计算机模拟分析和优化技术（CAE）。加速我国模具标准化进程，提高精度和互换率。

为适应市场对模具制造的短交货期，高精密、低成本的迫切要求，未来我国的模具将呈现几大发展趋势：一方面是由于用模具生产的零件日渐大型化；另一方面也是由于高生产率要求而发展多工位模具。

模具的精度要求越来越高。随着零件微型化及精度要求的提高，有些模具的加工精度要求在 $1\mu\text{m}$ 以内；超精密加工已进入纳米（ $0.1\mu\text{m}\sim 100\text{nm}$ ）级精度阶段。

挤压模及粉末成形模需求将会增多。由于汽车、车辆和电机等产品向轻量化方向发展，以铝代钢，以及高分子材料、复合材料、工程陶瓷和超硬材料的成形加工技术需要加快发展；由于新型材料的采用不仅能改变产品结构和性能，而且也使生产工艺发生根本的变革，因此也将相应地出现对液态、半固态挤压模具及粉末锻模的大量需求。

多功能复合模具将得到进一步发展，级进组合冲压模具已在美国汽车工业中普遍应用，主要用于加工转子、定子板或者插接件，其优点是生产率高、模具成本低和消减了板料剪切工序。当前集成电路引线框架的生产已经使用具有 20~30 个工位的级进模，工位数量最多的已经达到 160 个。这种模具在生产铁芯叠片中得到应用，可以实现自动冲切、叠压、铆合、计数、分组、转子铁芯扭斜和安全保护。这种多功能复合模具生产出来的不再是单个零件，而好似成批的组件，可大大缩短产品的生产及装配周期。

冲压行业未来的发展离不开数字化应用，而行业需要的各类软件将受到欢迎，客户移动端信息管理软件、三维造型设计软件、CAE 软件均为国外产品。从安全层面上看，需要国内软件企业在该领域进行开发。

提高行业人员素质这是一项迫在眉睫的任务，又是一项长期而系统的工作。振兴我国冲压行业需要大批高水平的科技人才，大批熟悉国内外市场、具有现代管理知识和能力的企业家，大批掌握先进技术、工艺的高级技能人才，要舍得花大力气，有计划和分层次地培养。

冲压行业未来需要的人才主要包括：高端企业管理人才，高端项目管

理人才，热成形整线集成人才，热成形模具设计、制造、调试人才，高端覆盖件调试人才，压机自动化管理人才，新技术研发人员等。需要材料科学、成形工艺、机械、电气、自动化控制和计算机和软件编程等专业人才的合作，可以在重大项目的立项和实施过程中，从现有的专业技术人员中选拔培养，并结合项目的实施，行业办学和专业教育相结合进行。

这些人才需要靠企业、协会、相关高校研究院所联合培养。国家和社会力量办学，企业提供实习机会并享有优先挑选学员的培养方式，是不错的选择。国家或行业协会建立行业人才库，并且定期组织高端人才论坛，参与国家相关技术标准制定，参与国家或行业重大政策的制定，也可以起到培养人才的作用。

企业好不好很大程度上取决于管理的好坏，冲压企业必须全面实行 5S 管理，这是能够实现高质量冲压生产的关键所在之一。冲压管理要全面引入 ERP 系统和大数据管理系统，这对企业管理水平的提升具有重要的意义。

五、政策建议

制订切实可行的产业税收扶持政策，应推广增值税先征后返优惠政策，逐步减少直接投资性的国家扶持和支持项目。可以实行择优扶强，也可以对高新技术企业（如新钢材研发，新模具材料研发，新的涂层技术，热成形模具新技术）在开发阶段执行该政策。还可以对产学研科研项目推广单位或应用单位执行这一政策。

要注意引导国内企业使用国产冲压钢板或铝板，推动汽车用高档钢板国产化。制订国家扶持开发技术和项目的推广计划，让国家投资的项目和技术开发成果能普惠行业，实现公平竞争。

冲压中小企业乱散差表现比较严重，国家和地方政府要制定相应的政策，引导企业开展“改制、改组”，激发企业活力，增强市场竞争力。在引导企业加快企业产权多元化进程中，加强企业激励机制与制衡机制的建设方面进行研究，真正激发企业的活力。围绕中国装备制造业的优势和强项进行产业结构、组织结构的调整与重组，打破部门、行业和地区保护，加大企业间重组、并购力度，建立起大装备制造业体系；按照全球化和专业

化生产的思路，大力培育一批在国际上有竞争力的大型企业和一大批强、精、专的中小企业集群。压缩过剩的、落后的生产能力，加大推动严重亏损、没有发展前途企业的破产、退出力度。

建立和强化诚信体系建立，让诚信成为市场有价值的软实力。认真研究产业双规制下产业发展遇到的破坏性作用，中小冲压件行业应坚决取消双规制，国有中小冲压企业应逐步退出。

赋予行业协会以政府支持项目的科技评审权、进口设备与技术的免税建议权及政府支持的技改项目立项建议权等等。

在法律层面上，确定高端人才和企业培养人才流动制度，切实保护行业企业人员培养和培训的积极性。在当前形势下，可以对企业开展的实战型技术工人培养制定税收优惠鼓励政策。

改善金融系统和国有大型企业的融资和支付体系和方式，切实保障中小微企业的生存空间。完善企业研究开发费用所得税前扣除政策，实施企业创新能力建设计划，加快新技术和先进适用技术在企业的推广应用；执行较低存款准备金率，简化小企业信贷奖励考核制度、落实差异化监管政策、适当提高对小型企业不良贷款的容忍度等，鼓励金融机构扩大对小微企业的信贷服务；适当放宽民间资本、外资、国际组织资金参股设立小金融机构的条件；适当放宽小额贷款公司单一投资者持股比例限制；引导小金融机构增加服务网点，向县域和乡镇延伸；推进多层次债券市场建设，加快场外市场建设，扩大集合票据、集合债券、集合信托和短期融资券发行规模，发展贷款保证保险和信用保险等措施。同时，支持小企业上市融资、发行债券，鼓励小微企业采取质押、商业保险、典当等多种方式融资；鼓励担保机构提高对小型微型企业的担保业务规模，降低担保收费；积极发展再担保机构，强化分散风险、增加信用功能；加快推进企业信用体系建设；通过开展商业银行服务收费检查，清理纠正金融服务不合理收费等，规范对小微企业的融资服务。

国家应该加强对企业知识产权保护的力度，制定有利于企业发展的劳动制度，对侵害企业知识产权的行为加大打击力度；例如：某公司很多产品被同行拿到图纸直接进行生产，但投诉无门，给企业造成了损失。国家

要加快推进行业标准制度建设，发挥行业协会的技术和安全引导作用；国家应该在新标准的实施过程中推行统一的标准，否则会损伤一些主动推行新标准企业的积极性；例如：按标准：GB27607-2011 的要求,J23 类型的设备已不能销售和使用，但市场仍然有许多在非法使用、销售。影响产品升级步伐，给人民人生安全带来很大影响。

国家与各级政府应鼓励中小行业，特别是制造业基础行业积极开展对外交流与合作，在对外交流方面应给予财政补贴或税收优惠。

制订和严格实行首台套制度，制订切实可行的监督和处罚机制，落实好国家当前已经具有的国产化政策和法律。

建议恢复设置“锻压”、“焊接”、“铸造”和“热处理”专业并单列职业分类，在可能的情况下添置表面处理专业，以满足我国机械行业发展的需求。

第三部分 钣金制作行业“十三五”发展纲要

一、“十二五”期间行业发展

钣金制作是对板材、型材、管材等金属材料进行综合加工的工艺，这种工艺通过手工、通用设备或特殊装备和简易工、模、夹具，实现金属结构件需求的板材成形，包括剪、冲、切、打磨、折弯、拉弯、铆接、焊接、表面处理和组装等。

“十二五”期间，钣金制作技术与传统钣金制作技术相比已有本质的飞跃。目前，钣金制作技术是以数控钣金制作设备为核心，配以工装、模具和夹具等设备，形成坚实的现代的高新技术成形行业。其主要设备如数控冲床、激光切割机、数控折弯机等。数控技术在钣金制作行业的应用与发展进入了高峰期。信息技术的进步在自动化、智能化的生产制造进程中担当主角。当今社会，在人们的生活中，可以说钣金制作产品无处不在，已被广泛用于航空、船舶、轨道交通、汽车、计算机、通信设备、医疗器械、建筑装修和仪器仪表等领域。应用领域广泛，也就形成了庞大的现代钣金制作行业。

中国现代钣金制作行业的形成是随着我国电力电气、网络通讯、汽车、电子电器、家用电器和建筑装饰等行业的发展而发展起来，只有 20 多年的历史。

目前钣金制作行业平稳增长，根据中国锻压协会的统计和推算，2012 年底钣金制作行业有 250 万从业人员，销售总额约 6800 亿元人民币，50 人以上企业有 2.5 万家。2013 年销售额约 7000 亿元人民币，2014 年销售额约 7500 亿元人民币。

2012-2014 年，中国锻压协会针对钣金制作行业进行了经济数据调研，统计的行业经济指标见表 1。

表 1 2012-2014 年钣金制作行业经济指标

项目	单位	2012 年	2013 年	2014 年
每人每年销售收入	万元/（人*年）	31.49	30.53	35.14
每工人每年销售收入	万元/（人*年）	44.81	42.48	50.08
能源成本	%	4.89	2.11	2.76
模具成本	%	1.51	0.75	0.49
材料成本	%	40.24	36.33	42.82
人工成本	%	12.70	12.84	12.98
技术人员数量	%	12.60	14.75	16.6
税费率	%	6.81	7.64	5.21
出口比重	%	6.57	10.06	11.65
效益	%	7.28	6.87	7.66
万元工业产值综合能耗	吨标煤/万元	0.05	0.06	0.03

“十二五”期间，钣金制作下料工艺得到优化，企业广泛使用激光切割机进行下料，同时也开始使用数字化排料技术，优化了下料工艺，提高了工件的加工精度，特别大大节约了板材。

在钣金制作加工中，连接等新技术成功研发并推广。无铆连接和锁铆连接新技术得到广泛应用，在一定程度上提高了劳动生产效率，缩短了交货周期。加工钻孔、倒角、攻丝、压铆和拉铆等所用的设备如钻床、压铆机和拉钉枪等都有重大创新，既适用又快捷方便。

经过多年的实践和经验总结，钣金制作零件展开系数计算标准已经形成。传统的钣金零件展开方法周期长、效率低和精确度差，目前先进的

CAD 系统逐渐增多，这些专门的钣金制作零件设计系统功能强，再加上长期的经验积累，建立了必要的数据库。展开系数计算标准已经基本形成。有力地推动了钣金制作行业的发展和进步。

钣金制作中的成形工艺逐渐完善。“十二五”期间钣金制作产品逐步完善了生产工艺，以通讯设备行业中钣金件的生产为例，已经研究开发出三种加工工艺，可根据订单具体要求进行选择。各应用领域的产品成形工艺逐渐完善，便于企业根据订单要求选择合适工艺进行生产，为钣金制作实现数字化、自动化和智能化生产奠定了基础。

板材冲剪切复合加工技术在梯形类和长条形类零件的批量生产中得到应用和推广。在生产过程中，零件紧密排布、避免了加工死区、少或无余料，优化了材料的利用率。冲剪切分离，两台机床（一个控制系统）同时进行工作，机床的利用率和生产效率得到大幅度提高。冲床和斜剪现实连线，由原材料至零件分选码垛自动完成，只需人工定时补充原材料及取走加工码好的零件，无需专人值守，劳动强度小，大大减少人工费用。由于加工过程无人操作，人员安全得到保证。

成功研发激光弯曲成形技术。利用激光束扫描金属板材、管材表面时，通过局部瞬态加热，在热作用区域产生不均匀内部热应力，使其产生塑性变形的

激光弯曲成形技术与传统成形工艺相比有许多特点，形为无模成形，生产周期短，柔性大。合于小批量及大型工件的生产。光弯曲成形为非接触成形，成形时无外力作用，因此无回弹，成形精度高。光弯曲成形为热态累积成形，能弯曲常温下难变形的材料。激光弯曲成形可进行复合弯曲成形，制作各类异形工件。借助红外测温仪及形状测量仪，可在数控激光加工机上实现全过程闭环控制，保证工件质量，改善加工条件。激光束良好的方向性和相干性使得激光弯曲技术能够应用于受结构限制、传统工具无法接触或靠近的工件部位加工。

“十二五”期间无磷成膜技术得到推广普及。该技术节能，不产生磷化渣，减少了能源费用和清理磷化渣的费用，显著降低企业成本。整体焊接工艺得到广泛应用，行业整体焊接水平得到提高。喷涂工艺向环保、金属

效果的方向发展和完善。电泳喷涂方式逐渐得到推广，实现了水性涂料的施工，彻底解决了大批量难喷涂部件的难题。微连接、共边切和滚切等技术得到了广泛的应用。

激光切割机方面出现较多实用技术。例如：采用二次切割技术切割正反面不能任意设置的材料；使用双重喷嘴进行切割较厚的碳钢板。合理调整轮廓切割导入线的长度，用快速刺穿代替普通刺穿，切割大轮廓厚板。此外，将伺服技术、传感技术和先进控制软件等应用于激光切割机，改良了切割工艺，提高了切割精度，提高了设备使用的经济性。

随着中国经济的发展，市场对激光切割机的需求迅速增强，“十二五”期间，国内激光切割机制造商快速崛起，一方面导致国外同行纷纷大幅降价，另一方面极大地推动了国内钣金加工市场的装备升级。 CO_2 气体激光器形成大批量生产，成功为国内激光切割机所配套，并以显著的性价比优势，占据了国内 CO_2 激光切割机市场的绝大部分市场。

在性能方面，国内激光切割机与国外激光切割机相比，差异日益缩小，切割质量、切割效率基本一致。由于国内激光切割机制造企业在人员薪酬、管理费用、采购及制造成本方面，较国外激光切割机低，同等规格激光切割机市场售价比国外品牌低 1/3—1/4 不等。而且，进口品牌激光切割机交货周期较长、备品备件及售后服务收费高昂，这都使国内激光切割机以其价格及服务优势，受到国内用户的青睐。

近年来迅猛发展的光纤激光，其波长为 $1.06\mu\text{m}$ ，非金属材料对其吸收较差；金属材料，包括铜、铝等高反射材料对其吸收较高。所以，对于切割金属材料，尤其是铜、铝等高反射材料，终端用户都会选择光纤激光切割机。由于中、低功率光纤激光切割机市场进入门槛低，国内百余厂家应运而生，纷纷投产 500W、1000W 功率光纤激光切割机，大量的市场需求使企业得到快速发展。目前，中国制造的中、低功率光纤激光切割机占全球总量的 60% 以上。

光纤激光切割机适用于切割碳钢、不锈钢、镀锌板、酸洗板、硅钢片、钛及合金等金属材料，尤其是铝及合金、铜及合金等高反射材料。随着技术的发展，科技的进步，光纤激光切割机切割材料厚度达到碳钢 16mm；不

锈钢 10mm，铝 8mm，黄铜 6mm。

CO₂ 激光切割机适于切割碳钢、不锈钢、镀锌板等金属材料。切割厚度为碳钢 20mm；不锈钢 10mm。

切割速度方面，切割≤12mm 板材，光纤激光切割速度，均比同等功率的 CO₂激光快 20%，甚至 2 倍以上。如 2500W 光纤激光，切割 1mm 不锈钢速度达 50m/min，而同等功率的 CO₂激光速度仅为 12m/min；2500W 光纤激光，切割 10mm 碳钢速度达 1.6m/min，而同等功率的 CO₂激光速度为 1.2m/min。

“十二五”期间，国内的转塔冲床随着钣金制作行业的蓬勃发展得到了长足的发展。数控转塔冲床可加工厚度为 10mm 的碳钢、6mm 厚的不锈钢板。数控转塔冲大都为单电伺服主传动数控转塔冲。为了提供更好的工作环境，数控转塔冲已经采用降噪模具等方式，减少数控冲在工作时产生的噪音。

目前国内生产数控转塔冲床的厂家很多。生产的数控转塔冲床有 DMT 系列双伺服、MT 系列单伺服、HVT 液压和 VT 系列以及 ET 系列。有 SPH 和 SPE 系列数控伺服转塔冲床。有 SKYB 系列数控液压转塔冲床以及 SKYE 系列数控转塔冲。还有 T30 和 MP 系列的数控转塔冲。其中 T30 为液压传动方式，MP10、MP20 和 MP30 为伺服主传动方式。HPE、HPQ 系列和 HPI、HPH 系列数控转塔冲中 HPE 系列为伺服主传动方式。台湾生产的转塔冲床有 HPS、HP、VISE 以及 CP 系列。中外合资产品为经济型的 Strippit P 系列及高尖端全配置的 Strippit M 系列、Strippit V 系列、Strippit VX 系列和 Strippit-PX 系列高性能数控转塔冲。

我国数控板料折弯机已进入国际先进水平的行列。目前，全自动折弯机最受企业青睐，它使生产效率大幅提高，劳动力成本显著降低。高档折弯机普遍采用国外先进的液压系统和专用数控系统，利用了成熟完善的工艺软件、自动编程功能及彩屏显示，可实现多种折弯工件的工艺存储及轮番生产。采用了动态压力补偿系统、温度补偿系统、侧梁变形补偿系统、板材厚度及反弹在线检测及修正系统，提高了受力状态下工作台与滑块的相对位置的精确性。以人为本的设计思想推动了机床外观、色彩、操作与

控制的宜人化。采用了数控轴数 4、6、8 轴后定位机构，保证了板料的精确送进。最大空程速度达 120mm/s 、工作速度达 10mm/s 、回程速度达 100mm/s ，大大提高了折弯机的工作效率。定位精度可控制在 $\pm 0.01\text{mm}$ 左右，角度精度可控制在 $\pm 0.25^\circ \sim 0.5^\circ$ 。近年来，数控板料折弯机出现了由液压驱动向机械传动回归的动向。它是采用伺服电动机带动滚珠丝杠直接驱动折弯滑块，形成新型数控板料折弯机。其折弯滑块由两台伺服电动机同步驱动，在滑块平衡快速运行的同时，滑块挠度得到有效补偿。伺服电动机通过滚珠丝杠直接驱动的优点在于主驱动由定量控制变成了可对整个折弯过程周期任意控制，使能量分配更合理，能耗降低。与自动化系统可以高度柔性连接；噪声、污染和制造维修成本大为降低。机床的可靠性好、工作速度和效率高。我国数控液压板料折弯机目前有向着网络化和折弯单元化发展的趋势。

目前，国内很多企业生产折弯机。AS 系列、PS 系列和 2-PS 系列数控板料折弯机机架采用钢板整体焊接结构，具有足够的强度和刚度。可靠的电/液比例伺服阀同步机构和双重补偿机构的应用大大提高了折弯机性能。采用 PS 系列主机配用各种数控系统提供三轴、四轴、五轴、六轴、七轴 PS 系列数控板料折弯机供选用。选用两台 PS 系列同规格的主机，配置双机联动同步装置，构成 2-PS 系列双机联动数控板料折弯机，两机联动可加工特长工件，还可以同时单独使用。

MB 系列电液伺服同步数控折弯机，采用电液伺服阀双杠同步控制，液压凸形自动补偿系统，后挡料机构可控制多个后挡料轴，机身采用钢板焊接，整机经回火处理，液压系统采用集成式控制系统，进口密封圈，外形美观简洁，采用先进数控系统，中文菜单图形显示，配有上模块速夹紧装置。

PR6C225×3100 型 2250kN 数控板料折弯机采用了电液伺服同步控制技术 & 液压凸形补偿技术，集成式液压系统，实现对折弯滑块 Y1、Y2 位置和后挡料 X1、X2、Z1、Z2、R1、R2 位置的 8 轴控制。滑块快速向下速度 120mm/s ，折弯速度 9mm/s ，回程速度 80mm/s 。折弯滑块定位精度 0.005mm ，后挡料前后位置重复定位精度 0.005mm 。

就全球范围而言，部分折弯机可对厚度为 20mm 的高强钢进行折弯。此外，双机联动可对长度为 12m 的板材进行加工。

“十二五”期间出现快速检测设备。工件放到检测设备平台上，几秒钟内，显示屏上形成 CAD 图形，和原始 CAD 比对，便能知道尺寸误差。合格即可打印检测报告。这种检测设备，如同工业照相机拍照。可使用该设备进行逆向工程，通过工件直接转换成 CAD，提高制图精确度并节省制图时间。

国内已开始生产刻角机。由于很多工件，比如门板，就是去角。没有孔，使用激光切割机和数控冲床极大浪费。以前使用普通冲床，换一副模具最少半小时，而且不同板厚需要调整间隙。国内企业开始研发生产液压剪角机，固定其定位尺即可实现定位，角度可变范围在 30-140 度之间，电机 4kw，有延长工作台，不可移动。可以倒角，R2-R12，切角最大尺寸为单次 220*220（板厚在 6.5mm 以下）。最重要的是间隙自调整，该设备后面有一个工位，可以通过不同的模具完成不同的工作，例如倒圆角、开槽、冲孔和折弯等。但喉口深只有 150mm，折弯长度为 415mm。刻角机的出现，提高了生产效率，减少了资金投入。

研发高精度矫平设备。钣金制作行业生产大都为薄板加工，矫平设备已经实现国产化。可以选择 900mm、1100mm、1350mm 的宽度。精度矫平使变形的板材通过辊压变形，达到板材精密的平整度，平整度 $\leq 0.5/\text{m}^2$ 。

为更大程度挖掘设备的潜能，提高产品的附加值，一系列特殊钣金制作用工模具已经成功研发和推广。譬如数控转塔冲，研发并广泛使用气吹模具、数控冲折弯模具、攻丝模具、全导向群孔模具、正方形微连接模具等特殊模具。

“十二五”期间，在实现钣金制作数字化控制方面取得良好成绩的基础上，在钣金加工中开始研制使用激光在线检测和机器人操作技术。特别是在钣金制作焊接方面，为保证焊接的一致性，企业引进了焊接机器人。在帮助钣金制作焊接质量的基础上，降低了劳动强度。

“十二五”期间，企业注重产品研发、工艺改进、质量提升。部分钣金制作零部件企业从中低端产品市场跨入高端市场。从生产配电柜配电箱，

通讯柜等常规钣金产品，逐渐过渡到高铁、核电、检测仪器、实验室器材和医疗等高端产品。

优化产品结构。在全球经济下行和价格下行的市场环境下，大部分钣金制作产品进行了优化，以电器控制机箱为例，将骨架、前后门和前后板等部分进行了结构优化，既满足了产品的质量要求，又符合产品的经济性。

模块化设计引入机箱机柜生产行业。模块化生产的推广，很大程度上缩短了研制周期，提高设备的可靠性和可维护性，能够针对不同使用需求进行组合。

“十二五”期间，钣金制作行业形成了专业化生产模式。出现众多专业领域的钣金制作企业，企业经营选择更加专注于某个行业进行纵深发展，在所选行业领域内追求管理的精细和效率的提升。企业管理向精细化和流程化发展。在过去经验积累的基础上，企业管理更注重流程化，企业内部职能日益完整，组织建设上有了长足的进步。人性化管理深入人心。企业对员工更注重人性化管理，企业对员工的吃、住和工作环境方面更愿意投入和不断改善。一些企业注重企业文化的建设，特别是开始把中国传统文化与现代工业文化进行结合探索。

一些钣金制作企业的现场管理水平得到提升。企业对 5S 管理、目视管理的应用有所改善和进步。精益化思想在行业中开始逐步普及，推广精益化管理的关键因素逐渐明确。在成本不断上涨的压力下，我国钣金制作企业对提升内部管理，降低内部成本的需求日益迫切，生产精益化思想已经基本普及全行业。目前，钣金制作企业精益生产理论水平、实际应用效果都不乐观。推行精益生产不只是理念的改变，还需要技术手段来实现。因此需要全面、系统的整理精益化所需的技术手段，切实推动企业精益化的进程。

钣金制作市场不断扩大，一些企业已经开始走向国门，向世界供货。钣金制作行业在逐渐扩大市场规模，提高生产能力，满足更多行业产品的需求，以低压电器、医疗器械行业为例，钣金制作行业结构件销售额 2004 年 1095 亿元，每年的平均增长率超过 30%。

“十二五”期间，面对日益激烈的市场竞争和不断上升的运营成本，一

些钣金制作企业管理者们的信息化管理的意识不断增强，逐渐倾向于采用ERP、MRP进行企业资源管控，进而改变需求结构和提升内部管理。同时，钣金制作企业管理人员自主开发了信息化管理系统也在发挥着作用。

为了提高劳动生产率，也为了节约人力资源，减轻劳动者劳动强度，提升产品质量和保持产品质量的稳定和一致性，一些钣金制作企业开始使用柔性生产线、板材的动卸料装置、开料自动上料装置以及激光切割自动上料系统。压铆机自动送钉机装置、自动化焊接、自动化喷涂和各种机械人得到应用。这些自动化设备和装置的使用在一定程度上推动了钣金制作行业企业自动化的发展。值得提出的是焊接机器人在中小企业的应用也越来越广泛。

“十二五”期间，河北、苏州和东莞等地出现了一批成功转型升级的钣金制作企业。一部分企业向产业链上游延伸，研发和生产激光切割机、数控转塔冲、折弯机等设备。还有一部分企业向产业链下游延伸，做整机、做品牌，某些成功转型的企业已经进入行业前列，引领行业发展。

二、“十二五”期间行业存在的问题

中国现代钣金制作企业发展历史比较短，企业管理层的管理知识大都以自学为主，老板一般多以市场或技术经验为主，很少擅长管理，较容易被新设备、新方法、新名词扰乱判断和选择。企业管理能力的提高速度落后于企业的发展速度。一些企业缺少完善的整体管理规范。没有针对生产过程中关键节点进行可控性分析，缺少对关键环节或关键点的管理经验的积累和总结。特别在生产流程建设方面存在缺陷。由于大部分钣金制作企业都还是手工操作，企业的物流又不很规范，企业生产效率普遍不高，人均劳动生产率也处于较低的水平。

钣金制作行业对各类钣金设备的生产能力缺少一个经实践考验的计量数据，因此设备选择和购买上缺少系统的规划，钣金制作企业普遍存在生产周期拉长、产品切换频繁、瓶颈设备工作堆积。无法监控生产过程，无法及时掌握生产进度。大部分企业制定好的生产计划在非常短的时间内被频繁变更。无法准确评估设备产能和物料库存，无法快速答复交货期。交

货不及时，脱期现象严重，导致太多“救火式”加班和跟催。

现代钣金制作行业为新型产业，缺少完整的技术理论体系，也缺少技术、产品等行业标准，在工艺标准化、质量标准化、流程标准化和设计准则标准化等方面几乎是空白。行业积累的技术资料较少，也非常凌乱，缺乏系统的钣金制作技术与设备资料。

当前，钣金制作行业的信息化建设仍然较为落后，ERP 和 MES 等应用还不普及，大部分企业普遍采用原始的人力操作来进行信息传递和工作，这也大大影响企业的进步。

技术研发基础薄弱，基础研究不够，与西方国家差距较大，设备、工模具和工艺等方面表现的尤为突出。同时，企业技术开发费用投入少，导致企业对先进技术的吸纳应用慢，开发创新能力弱，科技成果向生产力转化慢。

员工流动性大，人工支出费用持续增加，招工难现象普遍存在。高涨的人工费，频繁的员工流动以及人手不足等人工要素，导致生产效率难以提高，生产成本难以降低，产品品质难以保证，尤其是技术工人难找、难养、难留和难管。国外钣金行业的从业时间远高于国内的从业时间，国外一个员工长期从事某一个岗位数十年，而我国钣金制作人员从业的时间普遍在 5 年之内，因此技术熟练程度较低，严重影响企业的发展。

专业人才稀缺，钣金制作人才培养渠道几乎没有，完全依靠企业自己的摸索，行业中缺少顶尖人才。

随着成本的上升，相对国外产品的价格优势正在缩小，中、低端产品同质低价恶性竞争严重，价格越压越低。

因钣金制作行业的特殊性，钣金制作行业以小微企业居多，有规模、有知名度、有市场影响的钣金制作企业数量较少，缺少品牌优势。

“十二五”期间，钣金制作行业的成本上升速度快，利润空间被严重压缩，特别是劳动力成本的上升比例超过 50%，社会责任成本也上升明显。人民币升值造成出口产品价格优势不明显，以美元计价的订单利润被汇率影响。

由于钣金制作企业为中小微企业，融资难度逐年上升，对中小微企业

尤其如此，银行因为自身原因收贷的情况也时有发生，资金流动性压力增大。在钣金制作行业，原材料多为现汇交易，但是销售收入往往要 6 个月以上的账期，这也严重加重了行业企业的负担。

设备方面，同质化竞争严重，系统集成能力、产品质量及可靠性亟需提升。关键功能部件的研发、生产进程缓慢，尚未出现能与国外先进水平媲美的品牌。高档的钣金制作装备几乎全部进口。国内钣金制作装备没有进行工艺集成，形成多功能复合机，也缺少这方面的研究开发。

国产设备在精度、稳定性等技术指标方面明显落后于国际同类产品，而进口设备价格昂贵。国内激光切割机、数控冲床、数控折弯机等设备关键功能部件研发、系统集成能力、产品质量及可靠性亟需提升。

激光切割是目前钣金设备的主流设备之一，尽管国内的激光切割主机已经取得很大成绩，但几乎全部激光器需要从国外进口。有的企业的激光切割头等关键部件也要从国外进口。折弯机是钣金制作行业的另一类重要设备，目前低档的一般折弯机几乎全部国产化，但具有折弯回弹自适应性设计和自动折弯配套装置的研究处于起步阶段，与国外相比较仍具有较大的差距。数控冲的刀盘、速度及设备的稳定性方面还存在较多问题，难以与国外同类设备比较。

数字化、无人操作的钣金生产线和车间在国外较为普及，我国一些企业装备了国外设备、引进了一些生产线，但仍然处于摸索使用阶段。钣金制作无人值守车间和钣金制作与部件或产品装配联线生产单元国内数量很少，就是有，其装备和技术也全部来自海外。这里需要特别指出的是我们的钣金制作行业还没有形成强大的以数字化为基础，建立材料-钣金制作-装配联线的一体化思想。

钣金制作的设计和制作理念存在巨大的提升空间，由原来的完成功能型向实现质感美学型方向发展。钣金制作融入了终极产品的设计和审美理念，特别是减少钣金制作件后续处理方面要求的更多。

焊接机器人方面，需要解决氩弧焊接的定位问题，最好带自动识别功能。加强研发国内薄板小件整平机，替代人工打磨设备。实现简易模、软模标准化及通用化。需要研发点阵成形设备。要求冲床内置冲孔和模内攻

牙装置。

辅助设备方面。我国钣金制作企业普遍不重视辅助设备的采购和使用，我国钣金制作企业采用主型设备的先进水平与国外企业相当，但使用的配套设备通常十分落后。

三、解决措施

钣金制作行业从工业文化到企业管理都存在一些问题，如何能有效地推进这些问题的解决必须引起行业的足够重视。如果我们不能够寻找到的切合实际的解决途经，行业企业老死不相往来、夜郎自大、产能过剩、价格恶性竞争以及效率和效益低下等凸显的问题将难以得到有效控制。

积极推动企业文化和工业文化建设，切实形成有利于工业发展的整体文化，这是解决当前许多工业发展问题的重要文化基础。正如在《中国锻造行业“十三五”发展纲要》中指出的那样，积极开展行业交流，努力推动企业文化、行业文化和工业文化的建设。坚持质量是人素质的体现，坚持与优秀用户一起成长；坚持尊重可靠的竞争对手；坚决放弃物美价廉而提倡物有所值，以及不以低价竞争为本的现代思想理念。

中国工业进步是举世触目的，但这个成绩给我们带来的文化变革会让我们持久地受益，我们必须善于工业变革，更要善于文化总结。钣金制作行业是制造业中的重要基础产业，其发展大大受到原料供应和产品需求用户的制约。要想有所作为，必须更加注重思想观念、工业理念的培育，这不但有利于我们自身的行业或企业发展，也有利于推动我们的合作伙伴进步。当前，钣金制作行业需要如下的思想观念和工业理念：

（1）建立开放的交流和共赢的思想，坚决消除闭关自封以及盲目自尊的文化，要特别重视见多识广文化的践行。

（2）质量是习惯，成为每一个人的自觉追求，产品质量要从个人的审美文化做起，提升现代的美学修养会提升人的质量习惯。

（3）要特别打击以点盖面、以偏概全和以模糊替精细等的思维逻辑，切实建立诚实与信任，责任与担当的文化基础。

（4）建立以时间、时间节点为主线，以提升效率和效益为目的的精细

管理思维模式，实现精益的永无止境的管理理念。

（5）劳动是习惯，动手是素质和能力的体现！动手也是一种修养，一种思维锻炼的最佳方式。动脑、动嘴不如动脚动手，劳动光荣和劳动就是创造应成为时代的思想和理念。

（6）竞争是一种本能，得到合理约束会是这个时代的思想，合作共赢不能简单地理解为用户哲学，也是与竞争对手的哲学。

（7）依赖是创造力最大的障碍，是生存最大的毒药。而依赖在工业中的主要表象是没有进取和责任心、没有激情和不服输的斗志和没有理想的彷徨和怨气。这种依赖心里和行为产生的根源是被委曲了的呵护和照顾，是缺少独立生存和发展能力的具体表现。这个文化在计划经济时代也得到了无限的加强。

（8）要为维护诚信支出成本，让诚信成为企业的重要软实力。

（9）实事求是仍然是这个时代需要的主流思想，正确理解和运用实事求是的理念和思想至关重要，实事求是思想在工业领域的核心不是不需要绕道，只是我们需要正确地评价自己和别人，一个不能看清自己和接受自己现实的企业是非常难以有进步动力的，而一个很能看清自己企业，而没有以上八点正确思想观念和工业理念的企业也是要面临退步和倒闭的。

政府、行业协会应切实加强企业等级标准制定，极力推动行业开展交流。注重推动企业重视人才队伍建设。引导企业提高技术人员的地位和待遇，让更多的人才分流到技术研究领域，提高研发水平。在产品和技术研发、交流方面，企业应增加投资。推动钣金制作行业企业树立诚信观念，积极参与国家商务部推行的信用等级评价。

积极引进发达国家装备制造业的关键装备技术、配套零部件生产技术，并努力消化、吸收与创新，最终实现国产化，带动中国传统制造业的转换升级。在此基础上，逐步加大自主开发和自主创新的力度，使装备制造业的技术创新模式由引进技术型向引进技术和自主开发相结合型转变，进而走向自主创新型。特别需要强调的是国家应利用一切可行的办法推动国内企业首台套使用。

支持国内开展钣金制作加工理论体系建立、技术开发，特别是支持推

动复合成形机床的研制工作，加大对数字化生产线和车间的建设支持。

为推动钣金制作行业整体发展，应积极发挥行业协会和学会的作用，利用行业协会和学会各自的优势，推动钣金制作技术和钣金制作行业发展，具有重要意义。

积极鼓励下游行业组织制定供应商标准实施体系，加大对行业协会商会制定行业标准的支持力度，让标准成为创新和驱动发展的指针，而不是产品合格的门坎。

切实进行财税制度改革，特别要对大中型国有企业的支付能力和支付信用进行整顿，尽快建立国内交易信用证体系，消灭或减少汇票的使用。

提高行业自动化水平，减轻工人劳动强度，提高生产效率。在自动化基础上加快企业信息化、网络化发展。整合企业资源，淘汰落后的工艺和装备，走专业化、规模化、绿色环保的发展道路。对绿色环保的工艺加大政策扶持，给企业提供税收优惠。建立行业发展基金，专项研究基础技术及新工艺课题，研发的技术成果由基金建立单位分享。

四、“十三五”期间的发展与需求分析

“十三五”期间，一些大中型企业在精益之路上将越走越畅通。企业将不断涌现精益思想与企业管理活动整合而成的管理模式，对企业从运营管理层到操作流程产生巨大影响。一些企业也会由追求利润最大化向追求企业可持续成长转变。在产品、技术、知识等创新速度日益加快的今天，成长的可持续性成为企业的关键。

“十三五”期间，企业竞争将由传统的加工能力竞争转变为企业综合运营能力的竞争。企业管理将会以客户价值为中心，丰富顾客价值，生产个性化产品和提供人性化的服务，整合企业内部和外部与生产经营过程相关的资源的竞争。企业间的合作由一般合作模式向供应链协作、战略同盟转变，企业将非常愿意同各方面有利的竞争资源结合，弥补自身的不足和局限。钣金制作企业会在数字化应用和信息化管理方面将迈出坚实的步伐。

钣金制作技术的自动化、智能化发展趋势，必然促使钣金制作企业的管理变革。建立信息化管理体系势在必行。在信息化管理体系中，诸如物流管

理系统、生产管理系统、工艺技术系统、质量管理体系、自动报价系统、成本管理系统和安全保障系统等均按预先策划的要求运行，并有效控制。

采用 **Internet+** 驱动数字技术和物理世界的融合，打破目前数字技术与物理世界平行的现状，使企业各台设备都进行数字化改造和互联，实现全厂设备一体化监控和信息掌握。信息和数据经营成为核心竞争力，所有资讯的处理在系统上完成。企业实现所有管控在信息化管理系统上完成，各流程节点的工作将实现快速、自动的批处理，企业管理者的决策将依据管理数据进行快速决策。成为数据企业。企业依据信息化系统，清楚掌握产销流程，提高生产过程的可控性，减少生产线上人工的干预，及时正确地采集生产线数据，以及合理的自动生产计划编排与生产进度。

“十三五”期间，钣金制作行业新产品推出速度会继续加快，产品生命周期会进一步缩短。生产品种多、批量少的定制产品是钣金制作行业的一大特点。钣金制作行业亟待研究解决和推广快速报价、工时定额方式、工程设计集成技术、流程信息快速串通技术、现场设备状况实时收集整理技术和展开 **DFMA** 技术；需要切实研究快速换模方式、装置和技术、快速换粉、快速标准化组装技术；研制我国客户可承受的柔性系列产品批量化生产技术，实现快速编程；研究和推广提升材料利用率的技术和方法、自动生成产品编码技术和快速标签机等

“十三五”期间，一些可以替代焊接的新型工艺将会出现。光纤激光切割机将逐步取代一部分数控冲床和二氧化碳激光切割机落料，表面喷涂的质量要求将进一步提高，实现表面“质感”的质量要求。

钣金制作的在线检测技术是制约钣金生产实现自动化的重要因素，因此在“十三五”期间，数字化检测技术即在线检测技术不但可以应用在加工过程的质量监控过程，对于大型复合材料加工，也能实现设备上的最终尺寸检测。激光跟踪仪、关节臂测量机等数字化检测设备是数字化检测系统中的核心设备，在线测量技术则是数字化检测的核心技术之一，并将日臻成熟和完善。

“十三五”期间，市场将两极分化，电箱、铁柜和电柜等简单产品的价格竞争态势将继续存在，规模越大的企业越有价格竞争力，小微企业的生

存空间将被进一步挤压。钣金从业企业的总数估计会减少约 20%-30%。由于价格优势丧失，出口订单的比例会下降很多，预计 30%以上，如果人民币兑换外汇继续坚挺，钣金制作件出口将迎来更加严峻的形势。

钣金制作行业的市场与国家政策联系比较精密，“十三五”期间，钣金制作行业将会大力发展柔性化钣金制作生产线。要注重建材、装饰装修市场、快递设备、通讯与移动信息产业、家具产业、安全设备产业、气象设备产业、医疗设备产业和电器等产业的发展。特别要关注国家的基础设施建设和一路一带发展战略的展开。

为解决钣金制作行业需要的各个工序的技术工人，通过国家或社会力量办学，企业提供实习机会并享有优先挑选学员的培养方式，可由协会出面联络钣金制作企业（可以长三角地区为试点）共同出资开培训班，重点培训数冲、激光、折弯、焊接、打磨等工序的技术员工，到期合作分配就业。

五、政策建议

制订切实可行的产业税收扶持政策，应推广增值税先征后返优惠政策，逐步减少直接投资性的国家扶持和支持项目。可以实行择优扶强，也可以对高新技术企业在开发阶段执行该政策。还可以对产学研科研项目推广单位或应用单位执行这一政策。

钣金制作中小微企业乱散差表现比较严重，大部分的钣金制作企业为民营企业，国家和地方政府要制定相应的政策，引导企业开展“改制、改组”，激发企业活力，增强市场竞争力。在引导企业加快企业产权多元化进程中，加强企业激励机制与制衡机制的建设方面进行研究，真正激发起企业的活力。

建立和强化诚信体系建立，让诚信成为市场有价值的软实力。

赋予行业协会以政府支持项目的科技评审权、进口设备与技术的免税建议权及政府支持的技改项目立项建议权等等。

在法律层面上，确定高端人才和企业培养人才流动制度，切实保护行业企业人员培养和培训的积极性。在当前形势下，可以对企业开展的实战型技术工人培养制定税收优惠鼓励政策。

改善金融系统和国有大型企业的融资和支付体系和方式，切实保障中小微企业的生存空间。完善企业研究开发费用所得税前扣除政策，实施企业创新能力建设计划，加快新技术和先进适用技术在企业的推广应用；执行较低存款准备金率，简化小企业信贷奖励考核制度、落实差异化监管政策、适当提高对小型企业不良贷款的容忍度等，鼓励金融机构扩大对小微企业的信贷服务；适当放宽民间资本、外资、国际组织资金参股设立小金融机构的条件；适当放宽小额贷款公司单一投资者持股比例限制；引导小金融机构增加服务网点，向县域和乡镇延伸；推进多层次债券市场建设，加快场外市场建设，扩大集合票据、集合债券、集合信托和短期融资券发行规模，发展贷款保证保险和信用保险等措施。同时，支持小企业上市融资、发行债券，鼓励小微企业采取质押、商业保险、典当等多种方式融资；鼓励担保机构提高对小型微型企业的担保业务规模，降低担保收费；积极发展再担保机构，强化分散风险、增加信用功能；加快推进企业信用体系建设；通过开展商业银行服务收费检查，清理纠正金融服务不合理收费等，规范对小微企业的融资服务。

国家应该加强对企业知识产权保护的力度，制定有利于企业发展的劳动制度，对侵害企业知识产权的行为加大打击力度；例如：某公司很多产品被同行拿到图纸直接进行生产，但投诉无门，给企业造成了损失。国家要加快推进行业标准制度建设，发挥行业协会的技术和安全引导作用；国家应该在新标准的实施过程中推行统一的标准，否则会损伤一些主动推行新标准企业的积极性；例如：按标准：GB27607-2011 的要求,J23 类型的设备已不能销售和使用，但市场仍然有许多在非法使用、销售。影响产品升级步伐，给人民人生安全带来很大影响。

国家与各级政府应鼓励中小行业，特别是制造业基础行业积极开展对外交流与合作，在对外交流方面应给予财政补贴或税收优惠。

制订和严格实行首台套制度，制订切实可行的监督和处罚机制，落实好国家当前已经具有的国产化政策和法律。

建议恢复设置“锻压”、“焊接”、“铸造”和“热处理”专业并单列职业分类，在可能的情况下添置表面处理专业，满足我国机械行业发展需求。