



新能源汽车发展 对制造工艺与装备的影响

□ 上海通用汽车有限公司/达世亮

新能源汽车在产品结构、零部件和整车的制造上都与传统汽车有了重大差异，那么这种重大差异对汽车的制造工艺与装备会带来什么重大变化，对相关的行业又会产生哪些重大的影响，需要我们在当前就要开始注意和思考并在今后高度关注和采取相应的措施。



新能源汽车快速发展

新能源汽车作为当前全社会关注的一个热点正在高速发展。在我国传统汽车生产、销售增幅降低的情况下，2015年1~10月，中国新能源汽车生产181 225辆，销售171 145辆，产销同比分别增长2.7倍和2.9倍，其中纯电动汽车产销分别完成121 099辆和113 810辆，同比分别增长3.3倍和3.9倍，超过美国，成为全球新能源汽车第一大市场。出于环境保护和节能的需要，中央和地方近年来密集出台了支持新能源汽车发展的多项政策和鼓励措施，新能源汽车研发、制造、产业链配套、商业模式等都得到了迅

速发展。新能源汽车已被《中国制造2025》规划列为十大重点发展的领域之一。多个城市的节能与新能源汽车示范推广应用工程正在进行（见图1），充电设施建设和各项服务配套也在完善中。

环境污染呼唤着新能源汽车时代的到来，而能源紧张成为新能源汽车发展的动力，技术变革又促进新能源汽车的研发和生产。新能源汽车无疑将成为未来汽车的发展方向，新能源汽车研发和制造，既代表了世界汽车产业发展的方向，也是世界各主要国家和汽车制造厂商的共同战略选择。

需要注意的是，目前大家比



图1 新能源汽车的发展成为全社会关注的热点

较关注的是新能源汽车的产品工程技术，因其直接关系到新能源汽车的续驶里程、功率、加速性、电池寿命等主要性能指标。可是要获得高质量、可靠、真正具有市场竞争力的电动汽车，我们不仅需要继续在新能源汽车的产品工程上下功夫，还需要高度重视和发展电动汽车的制造工程技术及其相关的工艺和装备。特别是当新能源电动汽车随着市场需求的增加而投入大批量生产的时候，制造技术是否先进、高效，制造成本是否具有市场竞争力，制造出来的产品的质量稳定性、一致性及其工作的可靠性如何，就将成为新能源汽车发展成功的重要因素之一，而其所反映出来的产品的性价比就必然成为市场的关注点。

与此同时，由于新能源汽车在产品结构、零部件和整车的制造上都与传统汽车有着重大差异，那么这种重大差异对汽车的制造工艺与装备会带来什么重大变化，对相关

的行业又会产生哪些重大的影响，需要我们在当前就要开始注意和思考，并在今后高度关注和采取相应的措施。

新能源汽车的种类和主要关键技术

新能源汽车的种类比较多（见图2），现阶段所说的新能源汽车主要是指纯电动汽车、插电式混合动力汽车及燃料电池汽车。纯电动汽车能量主要依赖车载可充电蓄电池或其他能量储存装置并由电动机实现驱动。插电式混合动力汽车可在正常使用情况下从非车载装置中获取电能以满足车辆一定的纯电续

驶里程。当前发展较好的是纯电动汽车和混合动力汽车，其中纯电动汽车会对传统的汽车制造工艺和装备产生重大影响。

早在“十五”期间，我国就确立了“三纵三横”的新能源汽车的研究开发布局（见图3）。“三横”是指纯电动汽车、混合动力汽车和燃料电池汽车的整车。“三纵”是指电池、电动机和控制系统的核心零部件。提出以整车开发为主导，核心零部件和相关材料紧密结合、基础设施协调发展，政策法规、技术标准与评估技术同步展开的基本方针。

一般说来，新能源汽车产品关



图2 新能源汽车的种类

键技术有以下一些：

(1) 整车共性技术。如整车和系统集成、强电安全技术、电磁兼容性技术、整车轻量化技术及热管理技术等。

(2) 纯电动汽车关键技术。如动力电池系统集成和控制技术、驱动系统总成及其匹配和控制、能量回收与分配及优化控制技术等。

(3) 混合动力汽车关键技术。如机电耦合技术、动力电池系统集成和控制技术、驱动系统总成及其匹配和控制、整车和系统动态协调控制技术、能量回收与分配及优化控制技术等。

(4) 燃料电池汽车关键技术。如燃料电池技术、燃料电池系统匹配与优化控制技术和车载高压供氢系统技术等。

(5) 车用驱动电动机系统关键技术。如驱动电动机及其控制技术、系统热管理及高性能绝缘材料、高性能永磁材料技术等。

(6) 车用动力电池系统关键技术。如动力电池及成组技术、系统集成、电池管理系统、正负极材料及锂离子电池隔膜技术等。

(7) 电动辅助系统关键技术。如电动空调系统、电动助力转向系统、电动制动系统技术等。

新能源汽车与传统汽车在制造上的主要差别

新能源汽车的制造一方面与传统汽车的制造在制造工艺与装备上有传承关系，另一方面由于新能源汽车采用了新的动力来源和驱动系统及其相应的控制系统，在制造上又与传统汽车在生产工艺与装备上存在着很大差异。

其中变化最大的是在汽车动力总成的制造上。如果是纯电动新能源汽车，其动力总成的关键制造技术主要表现在以下几个方面：电池系统的制造及其工艺与装备，电动机系统的制造及其工艺与装备，电控系统的制造及其工艺与装备，另外还涉及高效方便的充电设施的制造与安装等。

新能源汽车在整车身体的制造上，与传统汽车的车身差别不大，通常还是需要冲压、焊装、涂装等工艺及相应的设备和输送装置等。

但冲压工艺中需要考虑由于电池、电控装置等在汽车中的安装位置引起的底板、发动机仓、行李箱等冲压件及其总成的变化，需调整或设置相应的工序、模具等。

在焊装工艺中需考虑由于更多轻量化材料的使用，如铝合金、碳

纤维复合材料等的应用等，要求相应的连接工艺技术的创新，如新型粘接工艺、新型铆接工艺和新型焊接工艺等，以及相应的焊装夹具和焊装机器人。

在总装配工艺流程中主要的变化是需相应的安排电池、电动机、电控装置、高压线束等新增零部件的装配以及电动空调、电动助力转向系统等电驱动的其他汽车零部件的装配工序和相应的工装。在装配工艺安排中特别强调了操作中的涉电安全性。在生产过程中，要求生产和存储区域应有效识别危险源，对电池的存储、运输、安装、接线和装配线的运行方面，都应制定安全防护措施（包括管理方案和应急措施）。生产线上应明确提出对温度与湿度、用电安全（电线的绝缘与裸露情况的处理）、安全防护方面的要求并具有相应的措施和装备。

在整车检测线上，新能源汽车工艺与装备传统汽车有明显差别。一般说来，整车检测涉及到汽车主要功能、性能检验的各个方面。传统汽车车辆从装配线上下来后都要进行排放、制动、悬挂、侧滑、车轮定位、灯光等多项检测；对于新能源电动汽车而言，新增了电驱动系统及高压电系统的检测等，加强了电性能和电安全性的检测。

新能源汽车动力总成制造对金属切削加工工艺和装备的影响

在传统的汽车制造业中，金属切削加工工艺获得了广泛应用，发动机、变速器以及车桥、传动轴、制动器等零部件的加工制造中都要

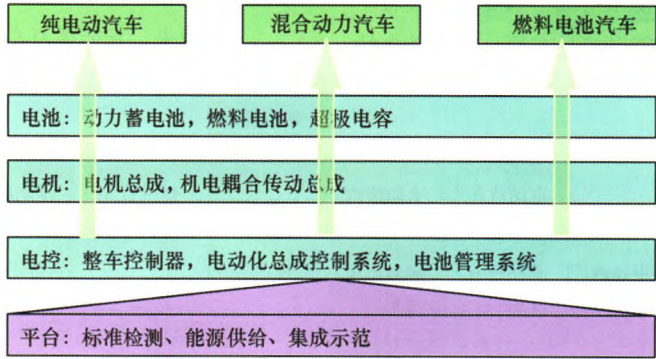


图3 新能源汽车三纵三横的研究开发布局

用到金属切削加工工艺。特别是在传统汽车动力总成的生产制造中，金属切削加工机床和切削加工刀具被大量使用，并对发动机和变速器制造的效率、质量和成本有着重要影响。

机床和刀具制造业与汽车制造业有着极为密切的关系，中国从2009年开始汽车产销量全球第一，相应地也连续多年机床消费量全球第一。同时汽车制造业也是对金属切削加工刀具需求量最大的行业（见图4）。

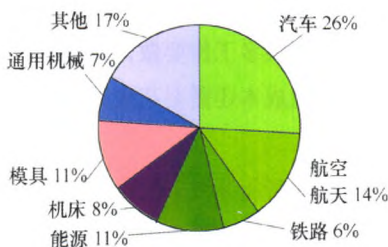


图4 中国各行业对刀具的需求

可是这一切，可能会由于电动汽车的快速发展而发生重大变化。

对于纯电动汽车来说，其动力总成的制造不再需要传统的内燃发动机，相应地不再需要发动机缸体、缸盖、曲轴、凸轮轴和连杆等零部件了，各类专门针对此类零件的加工研究开发出来的加工中心机床、自动生产线、硬质合金刀具、超硬刀具、复合加工刀具等都失去了英雄用武之地。

而动力总成的这些零部件的加工车间，正是汽车制造业中使用金属切削加工机床和各类切削加工刀具量最大的部门，如果纯电动汽车的发展进入大批大量的生产并逐步替代传统动力总成的生产制造，会出现以下情况：

（1）金属切削加工机床和各

类切削加工刀具的应用会逐步减少。

（2）原有的相关制造工艺和制造车间会转型。

（3）相关的制造工程师和生产线工人也会转换岗位，以适应新的生产制造工艺的需要。

（4）相关的机床和刀具制造企业会受到影响。

当然上面主要是针对纯电动汽车说的，对于目前发展势头也很好的混合动力汽车来说，由于其仍然保留着内燃机系统，那么内燃机制造中，缸体、缸盖、曲轴、连杆、凸轮轴以及变速器相关零件等金属切削加工量最大的零部件仍然存在，其对金属切削加工的需求就基本没有什么变化。

另外即使是纯电动汽车，对金属切削加工需求基本保持不变的也有相当一部分零部件，如对车桥、减速器、差速器、传动轴、制动器等零部件的金属切削加工需求基本保持不变。而且还新增加了一部分需要金属切削加工的工作量，如在新能源汽车驱动电动机的制造中需要对电动机轴、电动机壳体等进行金属切削加工，对新增加的各类模具的金属切削加工等（其中包含各类特种加工）。

新能源汽车制造对上下游产业链的影响

新能源汽车的生产制造工艺及其装备发生了很大变化，其中汽车动力总成的制造变化最大。如果是纯电动新能源汽车，其动力总成的制造会在以下几个方面出现了新的需求：

（1）电池系统的制造及其工艺与装备、电动机驱动系统的制造及其工艺与装备、电控系统的制造及其工艺与装备、高效方便的充电设施的制造与安装及其工艺与装备等。

例如，对于锂电池的生产来说，就需要如图5所示的系统及其装备。



图5 锂电池的制造生产系统

设备需求：真空行星搅拌机，将各种电池材料均匀的搅拌成浆状；电极涂布机，将搅拌后的浆料均匀涂膜在金属箔片上；卷绕机，将制造好的极片卷绕成电池；注液机，保证在流水化生产中高精度地将电解液真空注入电池包装材料内；化成测试设备，将做好的电池充电活化，产生电压，同时测试电池的容量等。

（2）新能源汽车的大规模制造和替代传统汽车将会对汽车制造的产业链发生很大影响，上游和下游都会受到影响（见图6）。一方面是一些原有的需求量很大的原材料或零部件及其相关的工艺及装备不再需要了或减少了用量；另一方面是产生了新的需求。如对上游来说，为了制造电池大量需要新型的电池正、负极材料和隔膜等零部件，需要有相应的制造这些零部件的工艺装备；对下游来说，出现了大量的对充电设施和充电服务的需求（见图7），增加了对电池回收

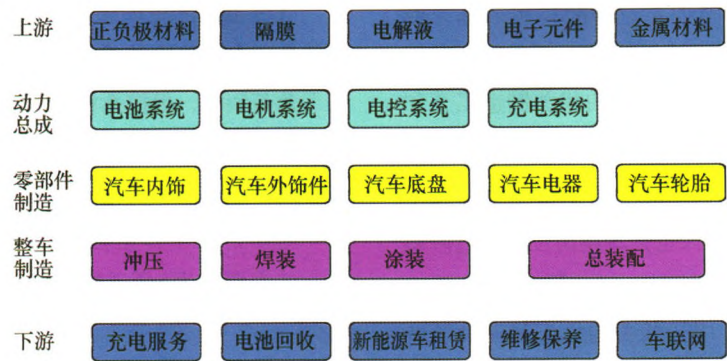


图6 新能源汽车产业链



图7 设有多个充电桩的电动汽车充电站

处理的需求，同样需要有相应的工艺装备。

另外还需注意到，新能源汽车的制造从小批量的生产到大规模的大批量生产，在制造工艺、制造所应用的装备和质量控制方法上都有重大的区别，在这过程中还会出现很多变化和新的需求，同时出于适应市场需求的柔性化生产要求也会对制造工艺与装备带来挑战和新的机遇。

结语

一项重大新技术或新产品的出现和发展总是会带来多方面的效应，需要对这多方面的效应有全面

和清醒的认识。

新能源电动汽车如能实现大规模地取代原有的传统内燃机汽车，那就可能使汽车制造工艺和装备发生重大变化，并引起相应的汽车制造的上下游产业链也发生重大变化，例如金属切削加工机床和刀具行业有可能受到大影响，而一些新的行业需求例如动力电池制造和驱动电动机生产等需求又会大量产生。

制造工艺与所采用的装备的改变影响到的不仅仅是在技术方面，而且还会表现在应用这些工艺与装备的人员的方面，如工作岗位的变动、对新技术与工艺装备的学

习和培训、企业组织架构的变动等方面。

不过我们还有足够的时间来进行思考和应对，因为新能源汽车目前还只是在发展的初期阶段，要实现大规模地用电动汽车取代传统的内燃机汽车，以获得显著的空气质量改善和总体上能源消耗降低的效果，在新能源汽车的大规模生产和商业化方面还有很长的路要走。

很多技术特别是象动力电池等关键技术有待进一步突破，纯电动汽车的续驶里程还需进一步延长，充电设施和充电装置等配套设施的完善还有很多工作要做，新能源汽车的制造成本还需要花极大的努力来降低。

目前新能源汽车的快速发展很大程度上还是有赖于国家政策的支持，在新能源汽车中，目前插电式混合动力汽车销售量比纯电动汽车稍高，这也降低了对可能出现的金属切削加工机床和刀具等在汽车制造业的需求量下降的担心。

但是加强环境保护和降低能源的消耗是迫切和长期的任务，是政府和全社会关注的热点，这会催生新技术和新产品的诞生；而新技术和新产品的诞生会对原有的制造工艺及其装备产生巨大的冲击，也会改变原有的上下产业链，同时也将创造大量的新机会。

我们要对新技术的发展和其对各方面带来的影响有及时和充分的认识，并做好相应的应对准备，发展新能源汽车是一项庞大的系统工程，相关的企业要做准备，相关的管理部门也要有全面的考虑和做好相应的准备。 **AUTO1950**