

的症结。人类为寻找电动汽车可行的技术路径而不断探索研究,其间经历了无数次的失败和挫折。

石油时期的汽车

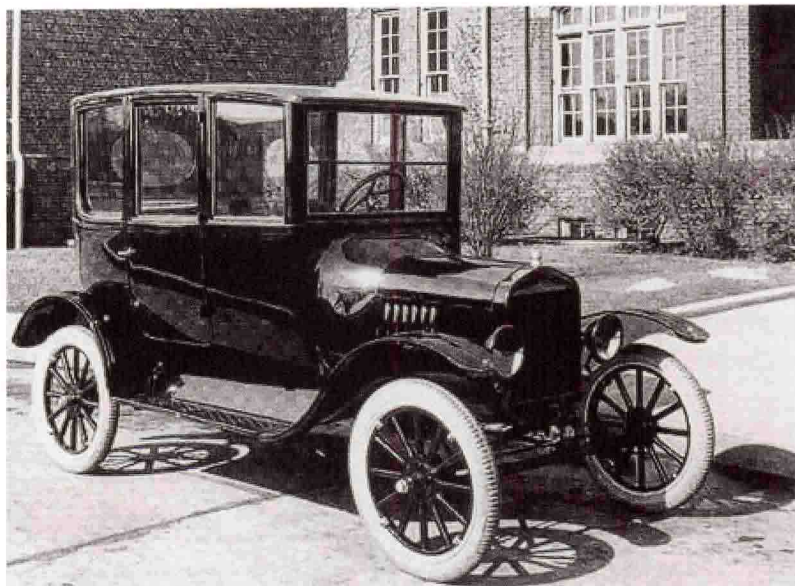
1627年,美国在伊利湖的印第安人居住区发现大油田;1859年,美国在宾夕法尼亚州建起世界上第一口油井,标志着近代石油工业的兴起。1886年,德国人卡尔·本茨发明了世界上第一辆燃用汽油的内燃机三轮汽车(时速18千米)。内燃机汽车使用石油能源,体积小、功率大,基本可以克服蒸汽汽车笨重、动力不足的问题以及电动车持续里程短的问题。

世界汽车产业发展和石油工业发展是血脉相容的

1860年全球石油产量为7万吨,到1925年达到了1.46亿吨;1905年全球汽车产量仅6.3万辆,到1925年达到了243万辆。1896年,美国人亨利·福特制造的T型车完善了汽车结构,高速行驶时可保持足够稳定;1913年,福特发明汽车制造流水线(每10秒生产1辆汽车),从此制造汽车实现产业化、规模化,成本降低到可以全社会普及的程度。到1930年,全球石油产量接近2亿吨,全球内燃机汽车产量达到415万辆。极具产业化特征的汽车业和石油业结合,推动了汽车文明时代和石油文明时代的到来。

各种汽车的博弈

在20世纪初,蒸汽汽车、电动汽车和内燃机汽车形成了一个此起彼伏、竞争博弈的格局。1903年,纽约《汽车时代》杂志统计,美国当时有4200辆汽车,其中,蒸汽汽车占40%,电动汽车占38%,内燃机汽车占22%;各大城市交通运输中,分别用作出租、运货、旅游和家用等,成为当时多元化汽车竞争的奇特景象。1912年美国注册的电动汽车达3.4万辆,数量超过内燃机汽车。而到了1925年,由于内燃机汽车的技术、价格优势,以及石油业急速发展,其产业化优势开始明显。最后,蒸汽汽车和古老的电动汽车全局退出市场。世界逐步进入内燃机汽车的时代。即使在当今经济低迷反复的年代,汽车产业的经济复苏也好于其他产业。



1896 年美国福特汽车公司制造的 T 型车

汽车被公认为是“改变世界的机器”，石油作为当代汽车能源的重要来源（能源消耗占石油总销量的 70% 以上），自然成为经济发展的“血液”，汽车产业和石油产业结缘为社会发展不可分离的姐妹产业。国内外专家认为这种趋势可能会延续到 22 世纪。

新能源时期的汽车

21 世纪以来，石油资源进入了全球大博弈的时代，种种迹象表明新一轮石油危机可能爆发。在这种形势的制约下，发展新能源和新能源汽车迫在眉睫。新能源汽车作为战略性新兴产业之一，在替代能源、新材料、基础实施、商业模式等方面，将形成主要的产业关联和创业带动力量，对传统汽车的发展是一种促进，尤其是其节能环保效果极为明显的技术路径。从国际看，发展新能源汽车产业被列为引领未来汽车电子技术、材料技术和提升产品竞争力的重要着力点。新能源汽车是指采用非常规的车用燃料作为动力来源（或使用常规的车用燃料，但采用新型车载动力装置），综合车辆的动力控制和驱动方面的先进技术，形成具有新技术结构的汽车，例如纯电动汽车、混合动力

汽车、燃料电池汽车和氢燃料汽车等氢能源汽车,燃气汽车、生物质燃料和甲醇燃料汽车等替代燃料汽车,超级电容汽车,太阳能汽车和其他新能源动力汽车等。

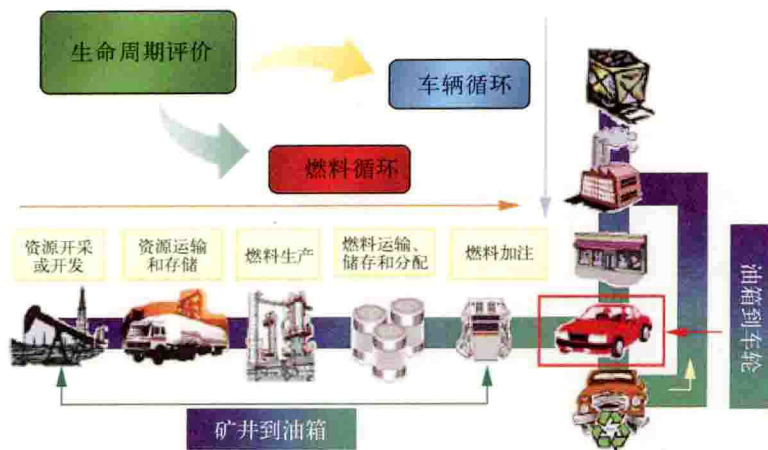
汽车新能源(包括清洁煤燃料、合成燃料、天然能源、生物质能、核能、氢能等)如同自然界广袤的“原野”,“繁花”似锦,循环融合,取之不尽,用之不竭。从整体上讲,当代新能源的发展尚处于初级阶段,它们共生在这个“原野”里互相促进,融和成长,有利于汽车新能源向有机化、有序化、规模化和低碳化方向发展。新能源汽车只有采用由这些绿色能源产生的水电、风电、光伏发电、核电、氢能电池等清洁燃料或新动力,来代替传统汽油燃料,才称得上是真正的绿色节能汽车。

新能源产业和新能源汽车产业同属国家确立的战略性新兴产业。在 21 世纪,新能源产业的多元化和新能源汽车产业的多样化,是构成这两大产业的重大特征。

各种新能源汽车的全面比较

评价一种车用燃料的环境友好性可应用全寿命周期方法,即考虑从燃料的生产到使用的全过程(“矿井到车轮”,通常称“WTW”)。首先,从原料的开采开始,经过生产、储备、运输,加注到汽车的燃料箱(“矿井到燃料箱”,通常简称“WTT”);然后,经过从汽车的燃料箱,经燃料供给系统输送到发动机,发动机工作将燃料的能量转换为驱动力,经过传动机构驱动车轮(“燃料箱到车轮”,通常简称“TTW”)。同时,还要考虑另外一个逆向全过程,即从汽车的生产、使用到报废的全过程。因此,不能纯粹以能否替代石油作为评价各类新能源汽车技术发展前景的标准,尤其是以牺牲大量的不可再生资源为代价换取对石油的部分替代是不可取的。这就需要建立全面科学的方法来评价各类技术的替代效果。对各种技术路线的全寿命周期(WTW)能源转换效率、经济效率和二氧化碳排放进行全面分析,结果显示:

(1) 与传统汽油车相比,先进柴油车和混合动力汽车能够提高能源利用



能源技术路径的全寿命周期(WTW)评价

效率并减少二氧化碳排放,并且先进柴油车和混合动力汽车的能源利用效率高于绝大部分的替代燃料汽车。

(2) 燃气汽车,包括液化石油气(LPG)、压缩天然气(CNG)汽车的能源消耗和二氧化碳排放都低于传统汽油车。

(3) 生物质燃料汽车的能源消耗高于传统汽油车,但二氧化碳排放明显低于传统汽油车。

(4) 电动汽车的电源来源多样,使用过程零排放、无污染、噪声低,但动力电池是它发展的瓶颈。尽管各国投入了巨额资金进行研发,但突破这个瓶颈的“奇迹”尚未创造出来。

(5) 不同技术路线的燃料电池汽车的能源效率和二氧化碳排放差别很大,基于生物质、风能、水能等可再生能源和核能制取氢气排放的二氧化碳远低于传统汽油车。

不同类型的新能源汽车有不同的优缺点。世界各国针对各类新能源汽车的不同特点,结合国情给予科学的评估,进而制定有关技术路线和社会政策。

不同类型新能源汽车的优缺点对比

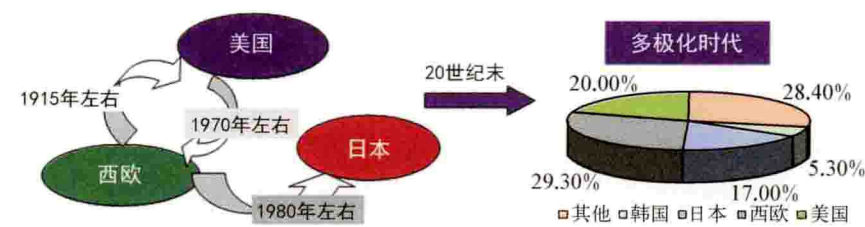
新能源汽车类型	优 点	缺 点
纯电动汽车	结构简单;电源来源多样;使用过程零排放、无污染、噪声低	续航里程短;依赖充电设施;电池成本高,整车价格高
混合动力汽车	能有效降低能量消耗;能有效降低排放	结构较复杂;技术难度大;对传统车依赖性强
燃料电池汽车	使用的氢能源可再生;使用过程零排放、无污染、无噪声	燃料电池技术有待突破;需氢气制备、储运和加氢设施;零部件成本高
氢发动机汽车	燃料储量丰富;使用过程零排放	燃料存储、运输困难;燃料提取能耗大;成本高
燃气汽车	燃烧彻底,排污少;运行成本低,技术成熟	扩建加气站投资大;燃料价格高

随着世界新能源科技日新月异,主宰汽车产业未来创新的能源技术来源尚在变化或不确定;作为世界第四次技术革命的突破口,新能源技术革命方兴未艾。研发新能源汽车需要创造颠覆性新技术,其使用的新能源不仅必须是可再生资源,还必须能满足全世界长期使用。新能源汽车动力系统等关键技术也完全不同于传统汽车技术。因而这是世界汽车工业的一场科技和产业革命。回顾和总结世界汽车发明历史的重要经验,揭示新技术研发规律,无疑有助于我们获得研发新能源汽车的“规律”,进而指导实践。

(朱盛镭)

汽车产业的五次变革

汽车产业在饱经沧桑的发展旅程中走过了一百多年。但汽车作为一种具有四个轮子、依靠内燃机动力、用以载人行驶的运输工具,这个基本概念并未发生变化。汽车产业则与此相反。它在一百多年的发展过程中,已经历了四次戏剧性变革,发展成为世界性的庞大产业。现在汽车产业正进行着第五次重大变革。



时期	第一次变革 (1910~1949)	第二次变革 (1950~1969)	第三次变革 (1970~1989)	第四次变革 (1990~2010)
特点	标准化、 量产化时期	多样化时期	精准生产与 低价格时期	多极化时期
产业变革	由欧洲分散的作坊式生产转移到美国的流水线规模生产(代表企业: 福特)	欧美汽车产品种类的多样化(代表企业: 通用汽车、大众、标致)	丰田生产管理体系引发了世界汽车产业革命, 韩国汽车崛起(代表企业: 丰田、本田、大宇、现代)	柔性生产及大批量定制, 国际化并购重组, 产业向新兴国家扩散

世界汽车产业的重大变革

第一次变革(1910~1949)

早期的汽车实际是一种供富人游乐消遣的单件生产的“工艺品”。1908年,亨利·福特设计的生产T型车的装配流水线,将世界汽车工业引入规模生产的新时期,使汽车成为供大众使用的标准化产品。新的生产技术、新型产品与新型工厂社会组织系统相结合,在美国福特汽车公司中创造出了变革的奇迹,从此改变了汽车生产方式,大幅度地降低了汽车成本,扩大了生产规模,创造了一个庞大的汽车工业,使世界大部分汽车生产从欧洲转移到了美国。

第二次变革(1950~1969)

第二次变革是第二次世界大战后由欧洲人发起的。由于欧洲各国的税收制度、旅行方式、道路条件及国民爱好有所不同,因此,各国在汽车工业发展上所采取的方式也不同。当20世纪50年代关税壁垒开始被打破时,欧洲汽车厂商利用产品多样化的特色,很快占领了许多市场,并且产品大量进入美国。而美国的标准尺寸汽车体积大,能耗太大,在国外找不到市场。因此在1973年石油危机爆发后,美国汽车业由于丧失市场份额而一蹶不振。

第三次变革(1970~1989)

第三次变革是日本汽车厂商发起的。它们通过采用两种新的管理概念,使福特主义的大批生产系统趋于完善。一种是“全面质量管理”,另一种是“准时供应”,也称看板管理或精益生产。这是继美国福特创造的“大量生产方式”之后,管理上的又一次革命。它比大量生产方式更趋完善,其追求的目标是不断降低成本,无废品、零缺陷、零库存和产品多样化,也就是以最小的投入获得最大的经济效益。这两项突破综合了前两次变革的优势,使得日本汽车厂商在世界竞争中取得了巨大的成功。

第四次变革(1990~2010)

第四次变革的主要特点是:汽车的全球化研发、生产、采购和销售;汽车集团之间的合作和竞争;新兴汽车工业国的崛起以及世界汽车工业格局进入多极化竞争时代。柔性制造系统、计算机辅助设计、敏捷生产、虚拟现实技术等一系列先进制造技术以及大量的新材料、新能源、新工艺等高新技术的引入,逐步影响了汽车产业的性质。

第五次变革(2011~)

第三次工业革命正悄然而至。在以“大数据”“智能制造”和“无线网络”为代表的新技术范式的影响下,世界汽车产业通过与新型可再生能源技术、新型的互联网和通信技术的融合,其产业格局和要素配置正在发生解构、重塑和革命性变化。汽车产业的核心内容已转向以研发、设计为主,技术变化趋势映射出了新技术革命的特征是向全球化、网络化、虚拟化和高科技化方向发展;汽车先进制造技术的趋势是向精密化、柔性化、智能化、敏捷化、清洁

化、集成化及管理创新方向发展；汽车制造的管理与技术创新变化明显，既突破福特模式下低成本的大规模生产，也区别于高成本的个性化定制，在差异化产品和生产成本之间寻求有效平衡，重构制造系统的生产模式。第三次工业革命将导致汽车产业的第五次变革，由此而引发的一系列重大关联技术群突破，可能将世界汽车产业体系提升到全新的水平。

汽车文明的正效应

一百年多来，汽车文明所释放的巨大能量对人类社会经济发展起到了不可估量的作用。人类借助汽车，实现了自主—移动(auto-mobile)的梦想。汽车已被认为是“改变世界的机器”。汽车工业的产业链长、关联度高、波及面广、消费拉动大，在国民经济和社会发展中发挥着重要作用。汽车产业推动着成千上万的零部件企业的崛起，带动着石油、化工、钢铁、材料、纺织、橡胶、电脑电子、稀土、机床、建材、公路、交通、电力、环保、信息、金融、物流、农业、服务业等相关行业的高速成长，创造了全球三亿多人的就业岗位。

汽车工业在经历了“装配汽车时代”和“设计汽车时代”后，进入了“科学的汽车时代”，创造和诱发了新兴工业和高新技术市场，如汽车电子、新材料、新能源、工业机器人及信息技术等行业的振兴，航天、航空、军事、生物、环保、能源和信息等高新技术的融入，使汽车研发范围更广泛，规模更庞大，充分体现了“大科学”的趋向。

全世界现有十亿多辆汽车的保有量(其中中国占据约10%)及八千多万辆汽车的产销量(其中中国占据约25%)。汽车产业为现代汽车服务经济创造了新的商机和新生事物，如自驾旅游、汽车餐厅、汽车影院、汽车旅馆、汽车会展和汽车艺术等；汽车的应用促进了城市化发展；推动着世界各国公路网络的形成，促进了大中型城市、卫星城和社区的发展，改变了城乡结构、人口结构和人际关系；汽车文明已渗入到世界的每一个角落，融入民众的日常生活之中，改变着人们的生活方式和价值观，显示出巨大的正能量效应。

汽车文明的负效应

今天，人类已经很难摆脱对汽车文明的依赖。然而，正当我们沉溺于汽

车带来的舒适与便利时,地球灾难的预警已经拉响。汽车文明同时也是一把双刃剑,有以下负面效应。

汽车对环境的破坏 有害气体(主要是碳氢化合物、一氧化碳、氮氧化物和细颗粒物)污染;温室气体(主要是二氧化碳)排放;噪声和电磁波辐射;车内污染;报废汽车泛滥。

汽车消耗大量资源 汽车生产和使用消耗的是不可再生的石油、矿石、稀土资源;道路及停车设施占用大量土地资源。

汽车造成城市拥堵 交通事故;城市拥挤;道路堵塞;等等。

以上这些都严重影响着人类的生活。因此,人、车、自然、社会的和谐与可持续发展赋予人类新的使命和挑战。未来人类将进入“世界改变汽车”的新时代,以石油为依存的传统汽车产业通过高新技术改造,将成为一个以现代网络信息技术和现代新能源技术为支撑的新兴产业。

(朱盛镭)

交叉型乘用车

交叉型乘用车是指不能列入上述三类车型以外的其他乘用车。

商用车

在设计和技术特征上,商用车是用于运送人员和货物的汽车,并且可以牵引挂车。商用车包含了所有的载货汽车和 9 座以上的客车。商用车辆分为客车、货车、半挂牵引车、客车非完整车辆(客车底盘)和货车非完整车辆(货车底盘)五类。

客车

客车是指乘坐 9 人以上(包括驾驶员在内),一般具有方型车厢,用于载运乘客及其随身行李的商用车。客车细分为小型客车、城市客车、长途客车、旅游客车、铰接客车、无轨客车、越野客车、专用客车。客车按总体结构可分为单车和列车。单车是基本车型,按客车总重或设置座位数常分为小型客车(车身长度为 3.5~7 米)、中型客车(车身长度为 7~10 米)、大型客车(车身长度 ≥ 10 米),车身长度一般不超过 12 米。客车列车的车厢和车架分为前后两节。两节车架用铰接盘连接,两节车厢用活动褶皱篷连接,故又称为铰接式或通道式客车。中国规定客车列车的长度一般不超过 18 米。

货车

货车是一种主要为载运货物而设计和装备的商用车辆,有时还可以牵引一辆挂车。货车细分为普通货车、多用途货车、全挂牵引车、越野货车、专业作业车、专用货车。货车的结构大都采用发动机前置、后轮驱动的形式,一些轻型货车有前轮驱动,还有少数车采用发动机中置。按照最大总质量分为:微型货车(≤ 1.8 吨)、轻型货车(1.8~6.0 吨)、中型货车(6.0~14.0 吨)、重型货车(≥ 14.0 吨)。

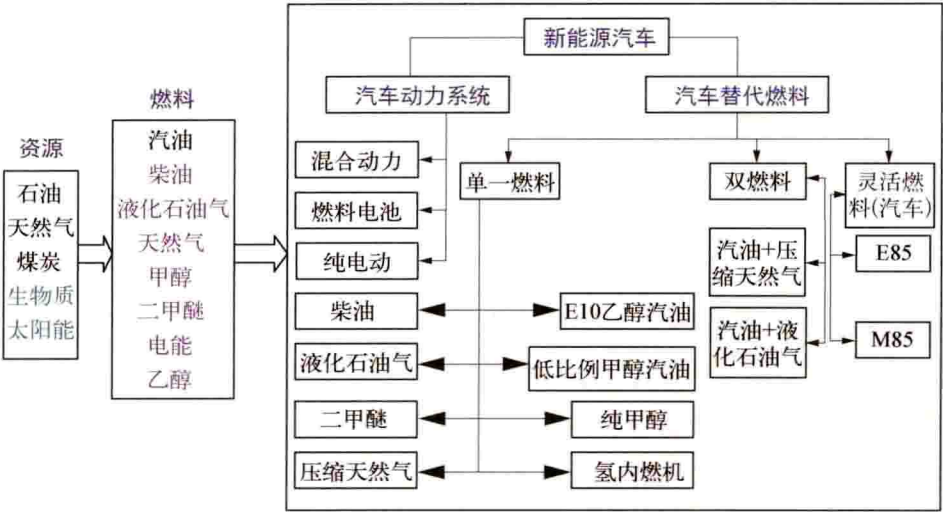
牵引车

牵引车是指专门或主要用于牵引挂车的商用车,分为半挂牵引车和全挂牵引车。半挂牵引车专门用于牵引半挂车,轴距较短,本身没有车厢,又称鞍式牵引车,半挂牵引车后面的桥承受挂车的一部分重量。全挂牵引车是利用牵引杆,专门用于牵引全挂车的牵引车,也称载货牵引车或压重牵引车,全挂

牵引车只提供向前的拉力,不承受全挂车的重量。

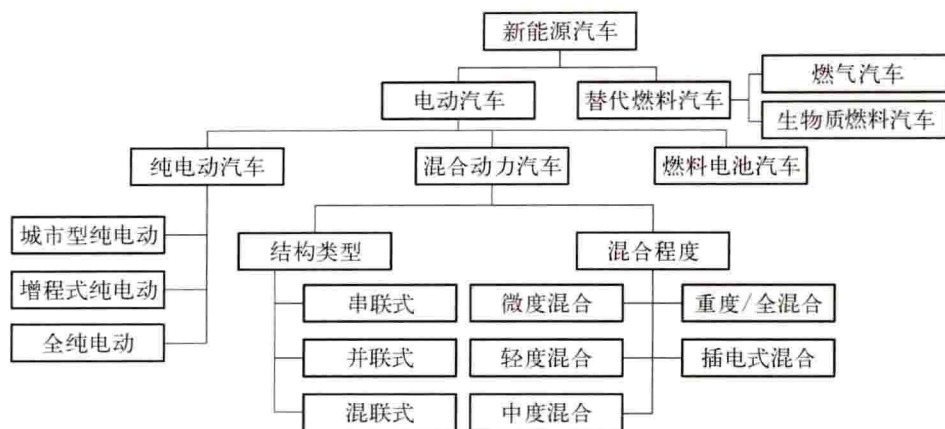
新能源汽车

动力能源的分类及其选择,对汽车发展关系重大。根据动力能源的不同,将汽车分为传统内燃机汽车和新能源汽车。对于新能源汽车的界定和分类,尚无权威定论。在国外,汽车新能源被泛称为清洁能源或替代能源,涵盖天然气、液化石油气、氢气、甲醇、乙醇、其他醇类、醇类和汽油的混合物、非醇类生物质燃料及电力等燃料和动力。



资源、燃料、车辆矩阵图

目前,新能源汽车的分类有着国家层面的战略划分和专家层面的技术划分,而且专家之间对此也存在着不同的观点和争议。以电动汽车划分为例,有专家认为,判断电动汽车的基本条件,是看它是否完全或者主要依靠燃油作为动力来源。由于常规混合动力汽车(非插电式)仍以燃油为全部的动力来源,本质上是传统内燃机技术的升级,因此将其归为节能内燃机汽车;而纯电动汽车、插电式混合动力汽车、增程式混合动力汽车、燃料电池汽车是以电为主要驱动力或者全部驱动力,因此将其归为电动汽车。



新能源汽车分类

的车辆。其电池的能量是通过氢气和氧气的化学作用,而不是经过燃烧直接变成电能的。

氢内燃机汽车

氢内燃机汽车是指以氢气为燃料的内燃机汽车。

燃气汽车

燃气汽车是指用压缩天然气(CNG)、液化石油气(LPG)或液化天然气(LNG)作为燃料的内燃机汽车。

生物质燃料汽车

生物质燃料汽车主要是指使用乙醇等为燃料的内燃机汽车。

近年来,随着汽车节能技术的推广应用,先进内燃机、高效变速器、轻量化材料、整车优化设计以及混合动力等节能技术和产品得到大力推广,新能源汽车的边界和分类也出现新的变化。

(朱盛镭 付盛刚)

新能源汽车基本结构与传统能源汽车的区别

纯电动汽车基本结构与传统汽车的区别

电力驱动及控制系统是纯电动汽车的核心部件,也是纯电动汽车与传统内燃机汽车的最大区别。电力驱动及控制系统的主要组成部分包括电源、驱动电动机和电动机调速控制装置。电源为驱动电动机提供电能;电动机将电源电能转化为汽车用机械能;电动机调速控制装置主要用于控制调整行驶速度和行驶方向。目前众多不同类型的汽车电池被应用于纯电动汽车系统中,作为纯电动汽车的动力电源,主要包括锂电池、镍氢电池、铅酸电池、超级电容电池、氢燃料电池和飞轮储能电池等。

混合动力汽车基本结构与传统汽车的区别

混合动力主力车型是配合使用传统内燃机和电动机作为动力源的新能源汽车。混合动力汽车基本结构与传统内燃机汽车的主要区别,是前者同时

② 动力控制单元(变压器、转换器、交直变换升压电路系统)

通过可变电压控制系统,最高电压可提高到500伏,同时对HV蓄电池的直流电流和驱动电动机、发电机的交流电流进行最佳控制,并实现能量电路的小型化。

① 1.5升VVT-i发动机

高膨胀比循环和智能正时可变气门系统VVT-i保持在最佳状态,减弱了摩擦带来的能量损失,进而实现了优异的动力性能和高效的能源利用率。

③ 无级变速系统(动力分离装置、发电机、电动机和发动机组合)

通过无阶段地改变发动机数、发电机及电动机转数实现加速、减速和后退。滚珠轴承等部件的合理化配置,使摩擦消耗大大降低。

④ 高功率HV蓄电池

镍氢电池将内部的电源通路分为两条,以降低HV蓄电池内部的电阻,实现了高性能和轻量化。



丰田普锐斯车型的基本结构

安装了传统内燃机和电力驱动系统两套驱动系统。混合动力汽车的工作模式可分为并联式、串联式和混联式(串并联)。丰田普锐斯是市场上比较成熟的一款混合动力车型,它采用混联式工作方式,即根据汽车行驶状况,配合利用传统发动机和电力驱动系统共同驱动汽车或者两者分开独立使用,从而减少能源损耗。

其他新能源汽车基本结构与传统汽车的主要区别

太阳能汽车是比较特殊的一种新能源汽车(本质上属于纯电动汽车)。传统的发动机、底盘、变速箱和驱动系统等汽车零部件并没有在太阳能汽车上出现,其主要结构由太阳能电池方阵、电力系统、控制系统、电动机和机械系统组成,其工作原理是利用贴在车体外表的太阳能电池板收集太阳能,并将太阳能转化为电能存储于蓄电池中或者直接使用,通过电动机的运转驱动车轮,实现汽车正常行驶。



新能源汽车驱动电机

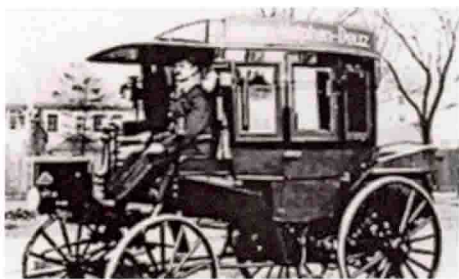
纯电动汽车的来龙去脉

电动汽车的诞生比内燃机汽车还早,古老的电动汽车曾经风光一时。电动汽车自 19 世纪末诞生以来,在世界范围内经历过多次起落,大致可分为四个阶段。

电动汽车问世起步阶段(1873~1972)

这一阶段的电动汽车被称为古老的电动汽车,具体可分为几个时间段。

1873 年,英国人戴维森制作了世界上最初的可供实用的电动汽车。他比德国戴姆勒和本茨发明汽油发动机汽车早了 10 年以上。戴维森发明的电动汽车是一辆载货车,长 4.8 米,宽 1.8 米,使用的是铁、锌、汞合金与硫酸进行反应的一次电池。从 1880 年以后,电动汽车开始应用可以充放电的二次电池。1881 年,法国人特鲁夫研制成功了第一辆可充电的铅酸电池电动汽车。从一次电池发展到二次电池,对当时的电动汽车来讲,这是一次重大的技术突破。这样,电动汽车才有了实用价值,使得装有可充放电电池的电动汽车成为一种重要的城市交通运输工具,电动汽车销售量有了提高。



戴维森发明的电动汽车

1890 年,法国巴黎和英国伦敦的街道上行驶着电动大客车,当时车用内燃机技术还相当落后,行驶里程短,故障多,维修困难,而电动汽车却维修方便。1899 年,法国人考门·吉纳驾驶一辆以 44 千瓦双电动机为动力的后轮驱动电动汽车,创造了时速 106 千米的纪录。

19 世纪末和 20 世纪初,电动汽车、内燃机汽车和蒸汽机汽车竞相发展,电动汽车曾一度处于市场领先地位,风光一时。1900 年,美国的汽车销售市场中,内燃机汽车只有 936 辆(市场占比仅为 22%),蒸汽机汽车为 1 684 辆,而电动汽车为 1 575 辆(市场占比达到 39%)。在纽约市第一次全美汽车展

上的一次民意测验中,汽车消费者将电动汽车作为他们的首选。1915年,美国电动汽车年产量达5 000辆,保有量达3.8万辆。

由于存在着技术及经济性能上的不足,蒸汽机汽车逐步被淘汰,退出了汽车市场。随后电动汽车也呈萎缩状态,市场地位一年不如一年。1915年以后,随着美国、欧洲公路建设的大发展和内燃机技术的不断进步,传统的内燃机汽车逐步占据了主导地位。

在此阶段,电池技术进步缓慢,内燃机技术水平则快速提高,使得电动汽车逐步丧失了竞争优势。电池能量密度低,仅从1901年的18瓦·时/千克提高到33瓦·时/千克,仍无法满足大范围的交通出行需求,因此电动汽车逐步退出市场。

20世纪初至60年代末,电动汽车发展进入了一个“沉睡的时代”。

电动汽车初期发展阶段(1973~1989)

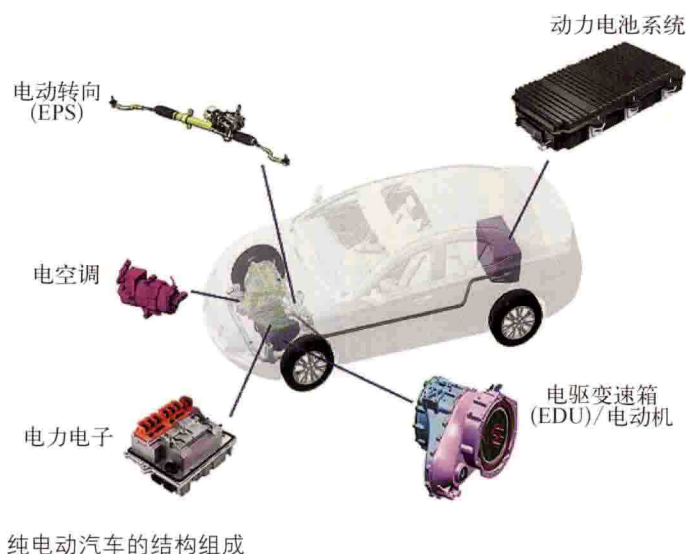
石油危机促使了电动汽车发展,但由于动力电池技术未能取得突破,电动汽车的发展受阻。1973年,石油危机爆发,电动汽车再次受到高度关注,很多国家纷纷推出电动汽车发展计划:日本在此期间实施了电动汽车发展计划,提出到1986年发展20万辆纯电动汽车的目标;美国政府支持电动汽车和动力电池的开发,提出到1979年生产2 500辆电动汽车,此后每年生产5 000~50 000辆的计划;欧洲国家也在电力、邮政、机场和公共交通等领域推广电动汽车。但是电动汽车在此期间发展缓慢,各国制定的发展目标大都落空。此次失败的根本原因仍是由于动力电池技术未取得重大突破,电池材料没有得到根本性的改变(以铅酸电池为主),电池能量密度低(60瓦·时/千克以下),整车性能和成本无法满足消费者的需求。另外,国际石油供求矛盾逐步缓解,同时以日本小型车为代表的传统节能环保汽车的快速普及,使得发展电动汽车的积极性大大降低,这也说明了在传统内燃机领域节能减碳减排的发展空间巨大。

电动汽车局部产业化尝试阶段(1990~2004)

环保压力促使混合动力汽车技术取得了突破,电动汽车逐步实现产业化。1990年,美国加利福尼亚州颁布的《零排放汽车法案》极大地促进了电

纯电动汽车的结构

纯电动汽车的结构组成包括：电力驱动及控制系统、驱动力传动等机械系统、完成既定任务的工作装置等。“电力驱动及控制系统”是纯电动汽车的基本组成部分，也是纯电动汽车的核心。正是由于纯电动汽车有了这个核心系统，才区别于内燃机汽车。“电力驱动及控制系统”由电驱动变速器（电动机，简称电机）、动力电池系统（简称电池）和电力电子调控装置（简称电控）组成。纯电动汽车的其他装置基本与内燃机汽车相同。



驱动电动机

电能通过驱动电动机的作用转化为机械能，再通过传动装置或直接驱动车轮和工作装置。目前电动汽车上广泛采用直流串激电动机，这种电动机具有“软”的机械特性，它与汽车的行驶特性非常相符。

随着电动机技术和电动机控制技术的发展和进步，直流电动机势必逐渐被直流无刷电动机（BLDCM）、开关磁阻电动机（SRM）和交流异步电动机所取代。