

浅析新能源汽车制造工艺及驱动电机控制技术

蒋亚辉

(安徽合肥技师学院 安徽 合肥 230011)

摘要: 经过十多年的发展,我国驱动电机相关技术取得较大进展,从电池、电机、电控几个方面都实现了自主核心技术的自主可控。近年来,我国新能源汽车产业及销量呈现井喷式增长,也无疑带来了发展不平衡等系列问题。另外,新能源汽车在驱动电机及其控制系统有多种,其与传统汽车原理上有很大差别,因而制造及装配方面与传统燃油车的设计制造和整装既有传承也有创新。本文就我国新能源汽车市场的发展进行概述,对其发展中存在的相关问题进行剖析,针对汽车制造装配生产工艺以及驱动电机进行了浅析。

关键词: 新能源汽车; 制造工艺; 驱动电机; 电机控制

0 引言

新能源汽车是指采用新型动力系统,完全或主要依靠新型能源驱动的汽车,主要有纯电动汽车、插电式混合动力汽车及燃料电池汽车等。众所周之,能源问题是全球性的战略问题,我国六成以上的能源用于交通领域,汽车工业也面临着环境、噪声、气候等方面的重大挑战,另外在我国汽车工业较西方传统动力系统汽车有较大差距而在电动汽车领域却有着较小差距的情况下,因此新能源汽车在我国的发展具有着广阔的市场空间和发展前景。经过十几年的努力,我国已经形成了新能源汽车品种齐全、配套能力强的产品技术链,技术日益成熟,市场认可度逐年升高。但是其快速发展也带来了供需和配套的匹配等问题。

1 新能源汽车行业发展存在的问题

1.1 我国新能源汽车市场

2021 年全球狭义新能源乘用车销量达到 623 万辆,同比增长达到 118%,市场渗透率达到 7%,我国的新能源汽车渗透率则更高。2014 年至 2021 年我国新能源汽车的销量如图所示。

自 2015 年开始,我国新能源汽车产业高速增长,当年一跃成为全球新能源汽车最大市场,2021 年中国新能源汽车产销两旺,销量达 352.1 万辆。中国新能源乘用车销量在全球的市场份额中已经达到 53%,在全球纯电动汽车市场的份额占比更是高达 61%。中国车企在全球新能源汽车、智能网联汽车等领域的竞争优势也日益凸显。

从中国新能源汽车驱动电机的市场份额来看,2020 年比亚迪电机的市场份额最大。2020 年,中国新能源汽车驱动电机装机量为 146.3 万台,同比增长 10.5%。

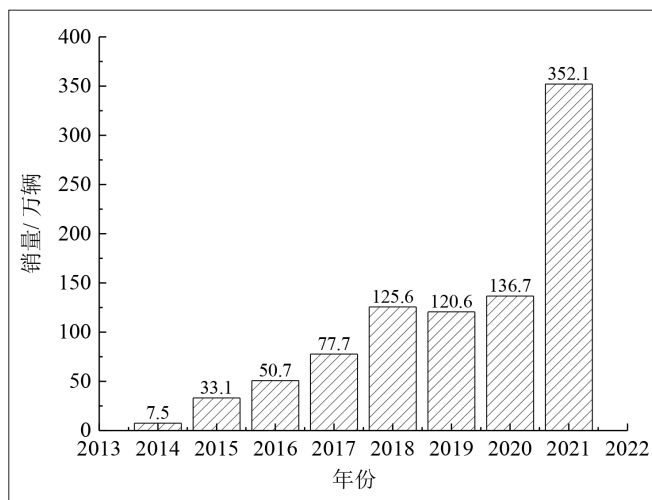


图 2014 年~2021 年我国新能源汽车销量(万辆)

预计到 2022 年中国新能源汽车驱动电机的装机量将达到 419.4 万台。

从中国电动汽车基础设施来看,据充电基础设施促进联盟的统计数据,截至 2020 年底,全国充电基础设施数量 168.1 万台,比 2019 年底增长 37.9%。其中公共充电桩保有量约 80.7 万台,增长 56.4%;私人充电桩 87.4 万台,增长 24.3%;换电站 555 座,增长 81.4%。由此可见,新能源汽车行业高速发展时代已经到来,其未来发展形势一片大好,但是也不能忽视其中所掩盖的发展中存在的问题。

1.2 地域性不均衡的长期矛盾

目前,新能源汽车行业近三年以来销量呈现高增长态势,但是在新能源汽车的需求等其他因素的影响下,流通渠道和服务体系在下沉市场远远落后于一线城市,专业的渠道和售后服务体系基本空白,部分县级区域公用充电桩人均保有量不及一线城市的百分之一,这严重制约了新能源汽车在下行市场的普及和发展。在

地域层面均衡性上存在着不平衡,而且中国市场巨大,在新冠疫情影响和国际形势动荡的影响下,这种不均匀性将长期存在。

1.3 周期性不均衡的短期矛盾

随着新能源汽车行业相关技术近几年取得的长足进步,设计语言年轻化,在最近几年需求侧爆发,有比较明显的供需周期转换。相信其供给侧的突破也将伴随需求侧的爆发而爆发。在2019年以前,行业重心在于解决新能源汽车的最基本的车型及其性能、质量、成本、产能等供给侧问题,在之后迎来的2020—2021年,新能源汽车消费需求侧的首次爆发,市场渗透率从5%提升到20%。而目前2022年,行业重心在于解决核心部件产能瓶颈及基础服务体系建设的供给问题,尤其是在节假日的出行高峰期间更加明显,但随着国家政策的导向和大力支持,这种周期性的短期的不均衡也会在不久未来不断地被解决。

今后新能源汽车行业亦必将迎来规模更大的第二次需求爆发。另外,随着新能源汽车市场渗透率的进一步提高,从20%提升到更高水平,也意味着基础服务体系需要在广大低线市场实现大规模的深度覆盖。

2 新能源汽车的制造装配

2.1 整车制造及总装

新能源汽车在整车车身的制造上,与传统汽车的车身差别不大,在总装配工艺流程中需相应地设计工装安排电池、电动机、电控装置及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。在整车的检测涉及到汽车驱动电机及控制系统、高压电系统等主要功能的检验等,以保证新能源汽车的电性能和电安全性。

3.2 电动汽车动力总成系统

电动汽车动力总成的关键制造技术主要体现在电动机系统、电池系统以及电控系统的制造上。在电动汽车中,电动机系统涉及到电动机控制系统、机械减速及传动装置等部件的制造和装配,以及电池模组和电池包的制作和装配。大量的文献和产品市场表明,目前汽车电动机已经成为整车厂研究和投资的热点。另外,汽车动力总成中需要将电机的输出进行减速、增矩以驱动汽车更快地启动和高效地运行,其一般均设有机械减速及传动装置,机械减速及传动装置主要涉及到同步衬套、齿轮和差速器等装配工艺等。

2.3 电池装配线

电池组装自动化生产线主要包括自动焊接、半成品组装、测试、包装等工艺。新能源汽车广泛使用动力电池包组装生产线实现装配的数字化、柔性化和智能化。电池密封工艺目前主要采用涂胶配合FDS工

艺,该工艺较为复杂,长期密封性好,对装配设备的自动化程度要求也更高。

2.4 驱动电机转子制造工艺

在新能源汽车中广泛采用交流异步感应电机和永磁同步电机,感应电机中鼠笼型感应异步电机应用较多,笼形转子主要有铜和铝条两种结构型式,用铸铝法铸出导条和两端零部件。转子铸铝的方法有离心铸铝和压力铸铝工艺,已被多数电机生产企业所采用。离心铸铝在恒速和变速的专用离心机上进行,后者的应用更为广泛。离心力有助于金属液中的气体和非金属杂物(比金属轻)的排出,能加强补缩和结晶细化。转子压铸铝的主要有中心和端面浇注两种,铝液的流动性较差,故一般适用于铸件的形状不太复杂且壁厚等场合,还应合理地选取压铸工艺参数等以获得更好的制造质量。

3 新能源汽车电机驱动控制技术

基于新能源汽车的驱动系统一般由电气和机械两大部分组成,其中前者主要由电机、功率转换器和控制器等组成。在新能源汽车中纯电动汽车驱动系统结构紧凑,传动效率高,已然成为现今电动汽车的主要驱动形式。目前常用驱动电机类型主要包括四类,即交流异步电机、永磁同步电机、开关磁阻电机和直流电机等,从控制成本上看前三者也远高于后者。

3.1 交流异步电机驱动技术

三相交流异步感应电机是新能源汽车中广泛被采用的一种驱动电机,其能够很好地将汽车电池中的电能转化为机械能,能够很好地为汽车提供动力。其结构主要由定子、转子、位置传感器、温度传感器、线束等组成。定子由定子铁心和三相绕组组成;转子常用笼型转子,包括转子铁心和笼型绕组。当交流异步电机内部的定子绕组通入三相交变电源之后,通过合理地设计电机结构,能产生较高的同步旋转速度,转子在该磁场中不断被改变磁通量,并感应出电动势和电流,使其转子在磁场中受到力的作用,以产生电磁转矩,克服汽车负载转矩并对外输出,从而为汽车提供一定的动能。这种电机系统的结构组成较为复杂,其使用成本较低,但是其制造成本较高,其体积小、质量轻、使用中无需添加变速机构就能实现高峰值转矩输出,能够快速进行安装和使用,性价比高。同时,这种电机驱动具有很长的使用寿命,可以降低维护成本。其缺点是功率密度低、能耗较大,对控制技术的要求较高。

感应电机的调速控制方法主要有恒压频比控制、转差频率控制、矢量控制和直接转矩控制等,它们都得到了广泛应用,但是无速度传感器控制技术是交流电机调速控制的重要课题。交流异步电机在矢量控制技术下可获得与直流电机相类似的控制效果,使得感应

电机能在宽广的转速和转矩范围内保持高的效率,该类型的电机在新能源汽车驱动电机得到了广泛的应用,尤其是美国研制的新能源汽车中。

3.2 永磁同步电机驱动技术

在新能源汽车的不断发展中,各种新技术层出不穷,而永磁同步电机及其驱动技术能很好地应用在新能源汽车,在亚洲和欧洲的新能源汽车市场中应用广泛。永磁同步电动机的基本结构与异步电机类似,区别在于转子结构是否使用励磁和永磁铁,目前常用是内置式的永磁转子,能在一定程度上降低机械磨损、延长电机的使用寿命。其工作原理中产生的同步旋转磁场和异步电机相同,可以产生理想的恒转矩,其在中等转速和低转矩工况时效率较高。另外值得注意的是,永磁同步电机在外部力矩驱动转子旋转时,可作为发电机工作。

永磁同步电机有非常多的优点,该类型电机输出转速和同步磁场同步,因此其快速动态响应性能好,通过增加变速器、采用变频控制、矢量控制能实现较好的大范围内调速和调矩。另外,电机不但具有高达 95% 的使用效率,同时体积小、质量轻,大大降低安装难度,但其转子为永磁铁其质脆硬,不能受到强烈振动,而且转子永磁铁存在着长期使用后磁力下降的现象。

3.3 开关磁阻电机驱动技术

开关磁阻电机是新能源汽车中非常先进的一种技术,这种电机是一种典型的机电一体化电机,结构简单可靠成本低,使用效率超过 90%,甚至能达到 15000r/min,具有非常高的效率。它可以通过计算机控制系统实现较宽广范围内的新能源汽车速度和性能调节,可满足电动汽车对电机在低速时恒转矩、高速时恒功率的要求。但是该电机具有一些缺点,如转矩脉动较大、在运行过程中会出现比较大的振动噪声、控制系统复杂、直流电源电流波动大等。该类型电机目前广泛应用在小型的电驱动代步车、四轮车、巡逻车等上面。

3.4 直流电机驱动技术

在新能源汽车中直流电机驱动系统有着重要的作用,它使用时间较早,在早期的驱动方案中多采用 DC 电机驱动,是低端低成本电动车中使用频率比较高的驱动电机。该电机控制技术中主要通过调压实现,在直流电机驱动技术中当可控硅整流器研制成功后,广泛采用 PWM (Pulse Width Modulation, 脉冲宽度调制) 进行方波的脉宽调制工作,达到电压的调整从而实现转速和力矩控制的目的,其控制技术成熟也较为高效。虽然能在一定程度上提升使用效果,但其有着直流电机

结构上的弊端,如转子惯量较大,必须采用电刷等结构,维护成本比较高、耗能也比较大、转子发热大散热困难、火花还会造成电磁干扰等,这些都增加了 DC 驱动的复杂性、运行的平顺性和使用的安全性等。

4 结语

新能源不可否认是未来的发展方向,各个国家都要综合判断自己的国情,选择合适的发展之路。但是电动汽车市场竞争的大幕才刚刚拉开,其取代燃油车的说法也太过武断也为时尚早,即便是在 20 年后,燃油车依旧会占据着汽车市场的一半以上。在发展过程中,未来电动汽车的制造技术和驱动电机及其控制技术的更迭创新至关重要。随着新能源汽车行业的高速发展,其制造工艺水平不断提升,也必将完善和优化,将大量地看到数字化技术、智能制造技术以及 3D 打印技术广泛应用在新能源汽车领域。

为有效促进我国新能源汽车行业的高质量发展,政府应加大扶持力度、全面做好新能源汽车的宣传。进一步优化新能源汽车产业布局,在汽车的制造、能源、驱动系统、无人驾驶等技术进行攻关,尤其是结合驱动电机的现代调速技术,加强汽车微处理器的研发和应用,实现新能源汽车的高效控制,走出一条符合中国国情的新能源汽车发展之路。

参考文献:

- [1] 杨益,李鹏.我国新能源汽车发展存在的问题及对策研究[J].商业经济,2022(3):55-56+129.
- [2] 郭致祺.刍议新能源汽车发展对制造工艺与装备的影响[J].时代汽车,2019(08):67-68.
- [3] 彭浩.新能源汽车发展对制造工艺与装备的影响分析[J].山东工业技术,2019(04):77.
- [4] 张庆.电机铸铝转子压铸工艺的有关研究[J].内燃机与配件,2018(16):106-108.
- [5] 张之超,邹德伟.新能源汽车驱动电机与控制技术[M].北京:北京理工大学出版社,2016.
- [6] 张军,肖倩,孟庆阔.新能源汽车驱动电机发展现状及趋势分析[J].汽车工业研究,2018(6):43-47.
- [7] 张书桥.新能源电动汽车发展历程、现状以及制造技术[J].金属加工(冷加工),2020(4):8-13.

作者简介: 蒋亚辉(1983.11-),男,汉族,安徽淮北人,本科,讲师,研究方向:机械制造工艺技术、职业教育研究。