

《汽车用轮毂电动轮总成 术语》编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

《汽车用轮毂电动轮总成 术语》团体标准是由中国汽车工程学会批准立项。文件号中汽学函【2018】165号，任务号为2018-33。本标准由中国汽车工程学会提出，华人运通技术有限公司、清华大学苏州汽车研究院、无锡威孚高科技集团股份有限公司、北京长城华冠汽车科技股份有限公司、上海易仑动力技术有限公司、江苏迈吉易威电动科技有限公司、汕头市浩大轮胎测试装备有限公司等单位起草。

1.2 编制背景与目标

随着能源短缺和环境污染形势日渐恶化，新能源汽车已成为世界各国的重点研发领域。电动车作为最主要的新能源汽车类型，电驱动技术是其核心技术之一。轮毂式电动汽车是一种新兴的驱动式电动汽车，它直接将电机安装在车轮轮毂中，省略了传统的离合器、变速器、主减速器及差速器等部件，简化了整车结构，提高了传动效率，并且能通过控制技术实现对电动轮的电子差速控制。轮毂电机的快速响应特性可提高电动汽车的动态控制能力，使汽车在驱动、制动、转向等多种工况下均具有较好的表现。轮毂电机不但可以进行防抱死控制、牵引力控制、转矩矢量控制，还可以进行主动平顺性控制，因此轮毂电机可以替代传统汽车底盘中绝大部分执行机构。

轮毂电机由于其巨大的技术优势和市场潜力，早已成为国内外各大整车 OEM 企业、科研机构的重点研制对象。随着未来交通系统智慧化程度、运营效率要求越来越高，轮毂电机将是未来新能源汽车的重要发展方向。

本系列标准的制定目标为提升轮毂电动轮技术，推动该新技术的推广应用，提高汽车整车的集成化和轻量化，促进新能源汽车领域的发展以及环保领域的发展；规范轮毂电动轮新结构出现的新术语和定义，提高轮毂电动轮的技术要求，填补该电动轮试验方法和可靠性试验的空白，为轮毂电动轮新兴技术的发展提供标准依据。

1.3 主要工作过程

2018年8月，中国汽车工程学会发布标准起草任务书，开始组建标准编制工作组。

2018年12月，在张家港清研再制造产业研究院召开第一次工作组会议，会上，华人运通技术有限公司、万安科技股份有限公司、杭州亚太依拉菲动力技术有限公司和上海电驱动股份有限公司分别就轮毂电动轮术语、技术条件、试验方法和可靠性试验方法做了工作汇报，各位

专家就各个标准的内容进行了全面细致的讨论，对部分细节提出了修改意见并达成一致。

2019年9月，在清华大学苏州汽车研究院组织第二次工作组会议，本次会议就各个标准的术语定义、标准范围、技术指标、性能测试方法、适应性、可靠性要求等内容展开讨论，对部分细节提出了修改意见并达成一致，各标准编制单位根据会上的讨论的结果对标准草案进行修改。同时，各位专家也指出了各标准目前工作上的不足之处，对下一步标准编制工作提出了诸多建设性意见，为标准推进工作添砖助力。本次会议，针对术语标准，专家重点提到要修改的部分是：

1. 该系列标准的适用范围。

适用范围扩展到乘用车、商用车、非道路车辆。

2. 术语的描述问题，不应该描述其组成部分，按功能来定义？

3. 轮毂电机系统的安装位置说明，是否应明确规定其安装位置。

4. 轮毂电机一词的适用条件说明，是否该改为用于直接或半直接驱动电动（车）轮(辘)？

5. 轮毂电机净重的定义说明。

6. 轮毂电机总重是否包含冷却液的重量？

7. 轮毂电机连续比功率是否改成轮毂电机连续功率密度？

8. 轮毂电动轮可维护性、轮毂电机可维护性两术语规定的维护方法。

9. 轮毂电动轮电子机械制动术语改成轮毂电动轮电子机械（联合）制动。

10. 电气底盘、带电部件两术语的定义描述。

11. 删掉轮毂电动轮能量回收系统、轮毂电机轴承、轮毂电机控制器重量、轮毂电机控制器峰值功率密度、轮毂电动轮防护罩、最高工作温度、最高储存温度、最低工作温度、最低储存温度、集成式轮毂电机系统等术语。

2019年11月，在清华大学组织了《汽车用轮毂电动轮总成 技术条件》、《汽车用轮毂电动轮总成 试验方法》两项标准研讨会，重点讨论了该两项标准的定义范围、重要性能指标、试验项目和试验方法等方面。在技术条件部分，各项指标需要具体话，指标应具有一定的水平，达到规范行业的目的，但不宜按照科技部重大专项的要求设置，重大专项的指标水平较高，不符合企业和行业的现状。试验方法部分，应增加“瞬时转矩相应”、“转矩脉动”、“循环效率”、“冷却回路压降”、“强度循环试验”、“盐水浸泡”和“耐流动混合气体腐蚀”等试验方法。最后系列标准里所有的名称术语要一致，由术语标准来统一。

2020年3月和4月，由于疫情影响，组织了两起线上讨论会，主要针对技术条件和试验方法两部分内容的一致性进行讨论。两项标准主要存在争议的有标准范围、30分钟最大功率、空

载加速、阶跃扭矩响应、循环效率、转矩脉动、转矩脉动、泥浆暴露、水飞溅等试验要求。经过会上的讨论，争议部分得到解决，该两项标准的主编单位将对标准稿进行修改，确保一致性，最终形成标准征求意见稿。

二、标准编制原则和主要内容

2.1 标准制定原则

根据《中华人民共和国标准法》、《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》GB/T 1.1-2020 进行编制。

在充分总结和比较国内外轮毂电动轮技术、调研我国轮毂电动轮发展状况的基础上，参考了 GB/T 18488《电动汽车用驱动电机系统》、GB/T 28046《道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验》等标准中的有关内容。轮毂电动轮是新兴技术，充分适应我国新能源汽车行业现状和未来发展趋势，通过制定和实施本标准，规范和引导企业的生产，促进新能源行业的发展。

2.1.1 通用性原则

本标准规定的术语不仅适用于乘用车、商用车、非道路车辆用轮毂电动轮，其它行业的轮毂电动轮也可以参考使用，通用性高。

2.1.2 指导性原则

本标准给出的术语提现了轮毂电动轮的结构特点，为轮毂电动轮的统一用语提供指导作用。目前国家标准和行业标准均不涉及轮毂电动轮，故本标准的发布，是轮毂电机相关标准体系的有益补充，对轮毂电机和电动轮行业的发展意义重大。

2.1.3 协调性原则

本标准提出的轮毂电动轮性能指标和术语与目前使用的 GB/T 18488《电动汽车用驱动电机系统》、GB/T 28046《道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验》中规定的其它种类的轮毂电动轮规定的性能指标以及术语协调统一、互不交叉。

2.1.4 兼容性原则

本标准提出的术语充分考虑了轮毂电动轮行业的特点，国内主要生产企业主流技术方向均为不带减速器的外转子轮毂电动轮。极少数企业采用内转子技术路线。本标准充分考虑了轮毂电动轮的特殊构造，采用行业的通用表述，具有普遍适用性。

2.2 标准主要技术内容

本标准在编写过程中参考了 GB/T 18488《电动汽车用驱动电机系统》标准中的相关规定。考虑了轮毂电动轮行业的特点，结合不带减速器外转子轮毂电动轮的特点，在术语的选择和确

认过程中，既突出了不带减速器外转子轮毂电动轮的特殊构造，又兼顾该标准与国内及国际轮毂电动轮行业基本技术参数、相关的术语和概念保持一致，方便本标准在今后的推广和使用；同时本标准依据国内及国际轮毂电动轮行业现有设备种类及水平基础上，结合同行业各家主要生产企业充分沟通及调研，制定了轮毂电动轮的轮毂电动轮的基本概念、参数和特性方面的术语。

2.3 关键技术问题说明

轮毂电机技术称为车轮内装电机技术，它的最大特点就是将其动力装置、传动装置和制动装置都整合到轮毂内，得以将电动车辆的机械部分大为简化，同时可以轻松实现多种复杂的驱动方式。

2.3.1 结构形式

轮毂电机驱动系统根据电机的转子形式主要分为两种结构形式：内转子型和外转子型。其中，外转子型具有结构简单、可靠性高、调速范围宽、输出转矩大、噪音低、效率高等诸多优点，已经成为轮毂电机的主流结构。

2.3.2 驱动方式

轮毂电机的驱动方式有直接驱动和减速驱动两种基本形式。其中，直接驱动方式采用低速外转子电动机，电机布置在车轮内部，直接驱动车轮带动汽车行驶。该驱动方式的主要优点是电机体积小、质量轻、成本低、系统传动效率高、结构紧凑等，还可以有利于整车结构布置与车身设计。

而减速驱动方式采用的是高速内转子电动机，其减速机构布置在电动机与车轮之间，起减速和增距的作用，能够保证汽车在低速时获得足够大的转矩，适合现代高性能电动汽车的运行要求。

2.3.3 技术优势

1、轻量化：由于轮毂电机创造性地将动力、传动和制动装置整合到轮毂内，变中央式驱动为分布式驱动，省掉了变速器、传动轴、差速器等 80%的传动部件，实现了新能源汽车发动机、变速器的一体化，可以减轻 30%的重量。

2、高效节能：轮毂电机直接驱动车轮，避免了传递路径上效率的损失，可以提升效率，提高电池能效，从而延长续航里程。同时，理论上，当轮毂电机扭矩足够大，可以回收 100%制动能量。据研究数据显示，相对于传统传动系统，轮毂电机可以提高 8%-15%左右的效率。

3、优化车辆结构：轮毂电机可以使得优化车辆空间利用率，不仅可以提高传动效率，还可以让乘客享受更大的车内空间。

4、实现多种复杂的驱动方式：无论是前驱、后驱还是四驱形式，轮毂电机都可以轻松的实现。

5、便于采用多种新能源车技术：轮毂电机适用于纯电动汽车、燃料电池汽车、增程式电动汽车、混合动力车型等不同的新能源车技术，还可以轻松实现制动能量回收等。

6、方便控制：由于电机直接驱动车轮，MCU(电机控制器)只需要一个简单的指令就可以直接控制车轮的转速和扭矩(而且精度非常高)，很容易实现非常复杂的控制。

7、模块化：轮毂电机的高集成度，可以容易实现新能源汽车的模块化发展，避免重复开发，缩短新车型的开发周期和开发费用。

2.4 标准工作基础

工作组由主要起草单位华人运通技术有限公司、清华大学苏州汽车研究院、无锡威孚高科技集团股份有限公司、北京长城华冠汽车科技股份有限公司、上海易仑动力技术有限公司、江苏迈吉易威电动科技有限公司、汕头市浩大轮胎测试装备有限公司组成。工作组基本涵盖了国内的主流轮毂电机生产厂家和研究院，拥有雄厚的技术积累，先进的生产设备，整体代表了国内领先、国际一流的轮毂电机生产、制造和研发水平，工作组涵盖了轮毂电机动力总成及相关零部件的研发、制造、检测等方面，产品技术产业化，产品市场化程度非常高。

工作组拥有众多轮毂电机的专家、学者和企业家，轮毂电机专业知识丰富，兼具丰富的标准编写经验，其中，编写组主要起草单位，清华大学苏州汽车研究院具备丰富的标准编写和标准组织经验。清华大学苏州汽车研究院清研标准服务中心是清华大学苏州汽车研究院旗下专业标准研究咨询服务平台，重点服务新能源汽车、智能网联汽车等领域的技术发展和测试评价标准体系的建设，促进行业健康发展。在标准研究方面，重点研究汽车工业、高端制造行业及其他新兴产业的标准体系，与相关标准委员会合作，为产业发展提供标准支持，为企业提供标准立项编制、咨询和培训服务，以及专利咨询服务。通过标准项目组织，提升企业形象，树立行业龙头地位。

清华苏州汽车研究院标准化研究中心聘请成波院长、李克强教授等汽车领域知名专家为顾问，依托中国汽车工程学会、中国汽车技术中心（汽标委）等专业标准化管理机构，重点为汽车产业新技术提供产品、检测标准化支持和服务。

三、主要试验（或验证）情况分析

无

四、标准中涉及专利的情况

无

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用的情况

在我国，约有 90% 以上的整车企业选择中央电机驱动路线，这也是最传统的一种方式，由电动机、固定速比减速器和差速器等构成的电动机，其传输过程是从发动机到传动轴，经过变速器，最后到达车轮。轮边电动机虽然节省了发动机和传动轴，但是由于电机安装在车身，因此对整车的布局控件影响较大。而轮毂电机的最大特点驱动电机安装在车轮内部，输出扭矩直接传输到车轮，舍弃了离合器、减速器、传动桥等机械传动部件，这使得汽车机械部分的结构大为简化。由于电机和车轮之间的机械环节减少，驱动系统和执行机构放置在一块，信息可以直接传递至整个车的执行器，即车轮上，这使得车辆的控制信号更加准确和直接。未来的智能驾驶车辆肯定要增加很多元件，元件的增加意味着电耗的增加，而如果动力系统能够省电，那么就能够弥补由于智能驾驶系统工作带来的损耗。

轮毂驱动最大的好处是节能，这一方式与集中式驱动相比较，大约可节能 15% 左右；轮毂驱动对于整车的轻量化贡献巨大，它可使车身重量至少减轻 15% 左右；此外它还有可靠性强的优势，同时还更加有利于未来智能驱动、智能驾驶技术的实现。随着电机和控制技术的大规模使用，加上省掉变速器等中间零部件，成本会进一步下降。

试验发现，轮毂电机的效率可达到 92%~94%，比中央电机高 25%，这意味着可以在电动汽车上少装四分之一的电池，实际上，轮毂电机早已在欧洲 8 个国家、10 多条纯电动商用车运输路线上运营，最早的一批开始于 2009 年。有机构曾在欧洲和国内两种城市路况下都做过能耗试验，针对同一辆 12 米的满载纯电动客车，欧洲城市路况下的电耗检测结果分别是：中央电机 1.06 度/公里，轮边电机 1.04 度/公里，轮毂电机 0.91 度/公里。在国内的城市工况环境中，一辆搭载轮毂电机驱动系统的、17.78 吨城市公交车，在空载和满载情况下的电耗分别是 0.56 度/公里和 0.67 度/公里。”计算下来，综合成本比中央电机低 11%。

轮毂电机装置提供的是包括轮胎、驱动桥、电机在内的整个系统，相当于汽车的大半个底盘，加上电池数量可以减少、维修成本低的特点，随着财政补贴政策的逐年减少，轮毂电机的成本优势将逐步显现，轮毂电机一旦在未来开始大规模应用，传统的变速器、离合器等汽车零部件企业甚至上游机床企业都将受到颠覆性影响。

六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

国内外尚无相关标准可以采用或参考。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准符合国家有关法律、法规和相关强制性标准的要求，与现行的国家标准、团体标准相协调。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编制过程中，本着源于实践、指导实践的原则，与业内专家充分交流，编制组内部也多次沟通，标准内容的起草、修订均达成一致意见，未出现重大分歧。

九、标准性质的建议说明

本标准为中国汽车工程学会标准，属于团体标准，供会员和社会自愿使用。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议从行业和区域，多角度进行试点示范和应用推广，通过多种媒体形式和宣贯会议宣传和推动标准的实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。

标准起草工作组
2020年9月30日