
推荐性国家标准
GB/T 24554-XXXX
《燃料电池发动机性能试验方法》
(征求意见稿)
编制说明

标准起草项目组

2021年08月

目 次

一、工作简况.....	1
二、国家标准编制原则和确定国家标准主要内容依据.....	3
三、主要试验(或验证)情况分析.....	4
四、标准中涉及专利的情况.....	9
五、预期达到的社会效益等情况.....	9
六、采用国际标准和国外先进标准情况.....	9
七、与现行相关法律、法规、规章及标准的协调性.....	9
八、重大分歧意见的处理经过和依据.....	10
九、标准性质的建议说明.....	10
十、贯彻标准的要求和措施建议.....	10
十一、废止现行相关标准的建议.....	10
十二、其他应予说明的事项.....	10

《燃料电池发动机性能试验方法》

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况，包括任务来源、主要工作过程、主要参加单位和工作组人员及其所做的工作等

GB/T 24554-2009《燃料电池发动机性能试验方法》的实施，为当时我国燃料电池及燃料电池汽车产业的发展起到了重要的推动作用，特别是近年来中国在 FCEV 领域取得较大进展，形成了从整车到关键部件的综合研发能力，关键部件类产品取得多项突破，特别是燃料电池发动机，近五年在技术上取得了重大突破，突破了大功率、低温冷起动等关键技术。原来制定的标准 GB/T 24554-2009《燃料电池发动机性能试验方法》已经不能适应新的技术要求，有些内容没有覆盖，如低温冷起动，在 GB/T 24554-2009 中没有涉及到，需要及时增补更新标准内容。

基于以上原因，全国汽车标准化技术委员会电动车辆分标委提出修订 GB/T 24554-2009，以适应新的产业发展现状。本标准修订计划由国家标准，2020 年 8 月 7 日下达，计划号 20202509-T-339。

2016 年，在燃料电池汽车整车工作组内部，成立了《燃料电池发动机性能试验方法》修订小组，该小组由同济大学牵头组织负责修订，主要参加单位有中国汽车技术研究中心有限公司、上海捷氢科技有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、北京亿华通科技股份有限公司等国内燃料电池检测机构及企业。

工作组全体成员就分别在 2016 年 6 月至 2018 年 11 月期间多次召开会议，研究技术内容，研究国内的技术发展现状，讨论旧版 GB/T 24554-2009 标准的技术内容，修订起草标准文本，主要从以下两方面进行了研究：

讨论对于 GB/T 24554-2009 版本没有内容的增补

讨论原有测试项目不严谨内容的处理。

GB/T 24554-2009 从 2009 年实施以来，积累了丰富的经验，此次修订，在原来标准基础上，增加了以下几方面的内容：

1. 试验数据采集、计算及功率加载误差要求；
2. 常温额定功率冷起动测试；
3. 常温额定功率热起动试验；
4. 低温冷起动特性试验
- 4.1 低温怠速冷起动测试；

4.2 低温额定功率冷起动试验;

5.动态平均效率特性试验;

6. 辅助系统功率规定。

主要完善了以下两方面内容:

绝缘电阻测试

质量及质量功率密度测试

这些修订内容在燃料电池汽车整车工作组会议:第十四次会议、第十五次会议、第十六次会议、第十七次会议、第十八次、第十九次会议上对标准修订稿进行了讨论,并基本达成了一致意见。

在2019年8月29日燃料电池工作组专题工作会议上,与会专家提出了燃料电池发动机功率密度问题,原来燃料电池发动机边界界定不明确,造成功率密度测量不准确,会后在原来基础上增加了:

附录 C 燃料电池发动机边界界定框图;

附录 D 试验项目测试顺序;

对燃料电池发动机界定边界描述进行了修改。

在后续的2019年11月份及2020年3月份燃料电池汽车整车工作组会议、2020年4月份工作组专题会议、2020年7月FCV整车工作组第二次会议上重点讨论了燃料电池发动机边界界定问题,在燃料电池发动机边界界定问题上,大家争议比较大,经过几次工作组会议讨论,基本达成了一致意见。

在2020年FCV整车工作组第三次会议上,根据燃料电池示范城市相关文件,对燃料电池发动机额定功率测量进行了修订。

在2021年FCV整车工作组第一次会议上,根据燃料电池示范城市相关文件,在燃料电池发动机功率密度测试修改为两部分:

燃料电池发动机质量功率密度测试

燃料电池堆体积功率密度测试。

在会后的2021年7月份,根据相关企业的建议,增加了燃料电池发动机高温运行试验。

在整个标准修订过程中,同济大学是标准的修订起草单位,负责标准的总体修订工作及标准文本的撰写;中国汽车技术研究中心有限公司在标准修订过程中主要负责低温冷起动试验验证、高温运行试验验证、额定功率运行试验验证、质量功率密度及体积功率密度测量、标准文本的撰写等工作;上海捷氢科技有限公司主要对标准主要测试项目进行了试验验证、绝缘性测试修订完善等;襄阳达安汽车检测中心有限公司及上海机动车检测认证技术研究中心有限公司在标准试验验证方面做了大量的工作;北京亿华通科技股份有限公司在燃料电池发动机质量界定范围方面做了大量的工作。

二、标准编制原则和主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据，解决的主要问题，修订标准时应列出与原标准的主要差异和水平对比

本标准编写符合 GB/T 1《标准化工作导则》的规定。

本标准适用于车用质子交换膜燃料电池发动机。目前 GB/T 24554 当中所有的性能测试项目都基于系统级别，测试项目如下：

1. 试验条件
 - a) 燃料电池发动机要求
 - b) 测试前燃料电池发动机状态规定
 - c) 试验平台及使用氢气要求
 - d) 辅助系统功率规定
 - e) 试验数据采集、计算及功率加载误差要求
2. 一般试验要求
3. 预处理方法
 - a) 常温浸机方法
 - b) 低温（0℃以下）浸机方法
 - c) 高温浸机方法
 - d) 热机方法
4. 试验方法
 - a) 起动特性试验
 - i. 常温起动特性试验
 - ii. 低温冷起动特性试验
 - b) 额定功率试验
 - c) 峰值功率试验
 - d) 动态响应特性试验
 - e) 稳态特性试验
 - f) 高温运行试验
 - g) 动态平均效率特性试验
 - h) 燃料电池发动机气密性测试
 - i) 绝缘电阻测试
 - j) 质量及功率密度测试
 - i. 燃料电池发动机质量及质量功率密度测试
 - ii. 燃料电池堆体积功率密度测试

- k) 附录 A 稳态试验数据处理
- l) 附录 B 动态平均功率试验数据处理
- m) 附录 C 燃料电池发动机边界界定框图
- n) 附录 D 试验项目测试顺序
- o) 附录 F 燃料电池堆体积功率密度测量方法

其主要解决的问题如下:

- 加载误差

在 GB/T 24554-2009 版中,并没有规定加载误差的要求,这就造成了试验结果的不确定性,在此版本中,详细规定了加载误差要求,对加载误差分两档进行要求,彻底解决了加载中不确定性问题。

- 低温冷起动

在 GB/T 24554-2009 版中,没有关于燃料电池发动机低温冷起动测试方法,现在燃料电池发动机低温冷起动问题已经解决,此版本增加了燃料电池发动机低温冷起动测试方法内容。

- 额定功率测试

对于额定功率测试,在 GB/T 24554-2009 版中描述的不够详细,在细节上存在不足,此版本对燃料电池发动机额定功率测试进行了详细地描述,完善了前期的不足之处。

- 动态平均效率

稳态效率与实际效率差别较大,考虑到这个问题,在此版本中增加了燃料电池发动机动态平均效率,这样台架上测试的效率与实际效率比较接近。

- 功率密度

在标准修订过程中,功率密度是争议最大的部分,主要争议在于如何界定燃料电池发动机的边界和燃料电池堆的边界,这两个问题争议了很久,最终达成了一致意见。统一了燃料电池发动机边界和燃料电池堆边界,这样燃料电池发动机功率密度和燃料电池堆体积功率密度就形成统一意见。

三、试验(或验证)情况分析

为了验证相关规定的可行性,起草组针对部分重点以及新增加要求进行了验证。

1) 动态平均效率

测试方法:按照本标准中的第 8.7 节试验方法进行测试,采集燃料电池堆的电流、电压、辅助系统的功率等参数。总共选择两种品牌 17 台燃料电池发动机进行测试。

测试结果:

图 3.1 和图 3.2 分别是 A 品牌和 B 品牌燃料电池发动机在一个完整循环工况下的氢气理论消耗量和实际氢气消耗量;图 3.3 和图 3.4 分别是 A 品牌和 B 品牌燃料电池发动机在

一个完整循环工况下的燃料电池堆效率和发动机效率。

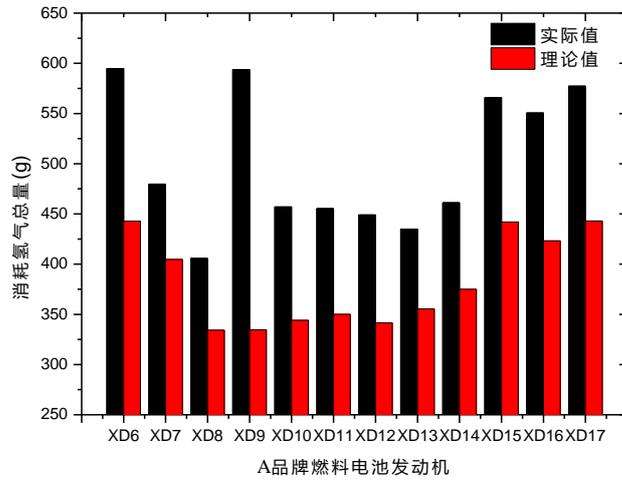


图 3.1 动态循环工况下 A 品牌 FCE 的氢气消耗总量

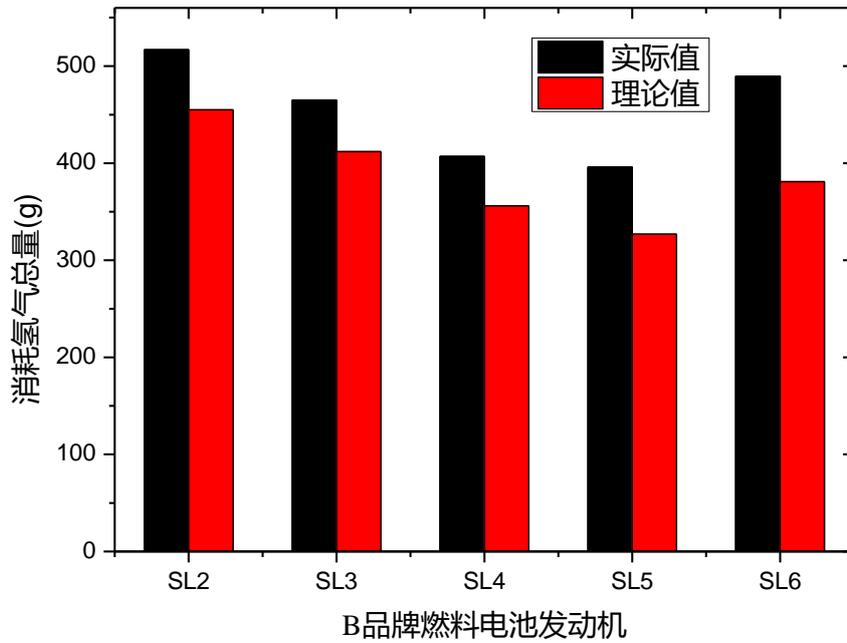


图 3.2 动态循环工况下 B 品牌 FCE 的氢气消耗总量

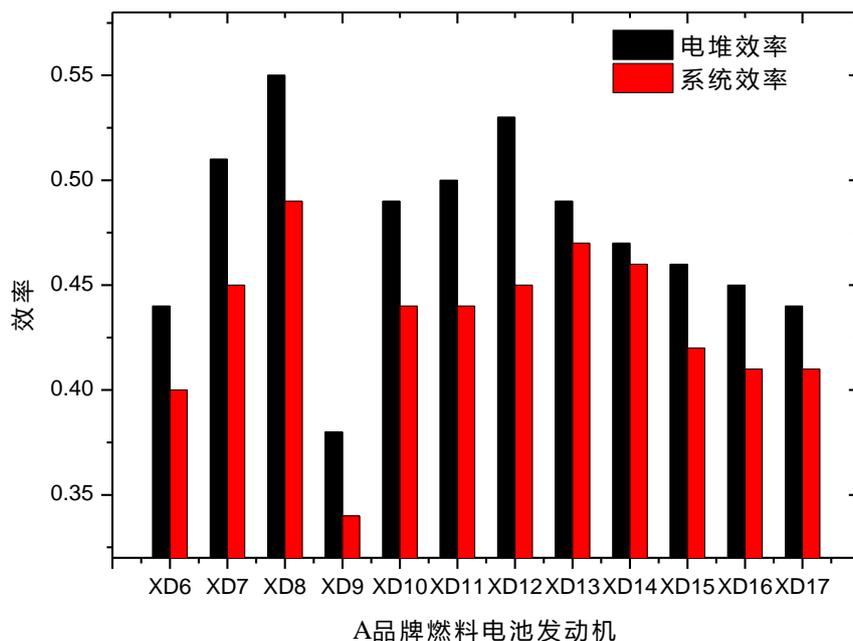


图 3.3 动态循环工况下 A 品牌 FCE 的平均效率

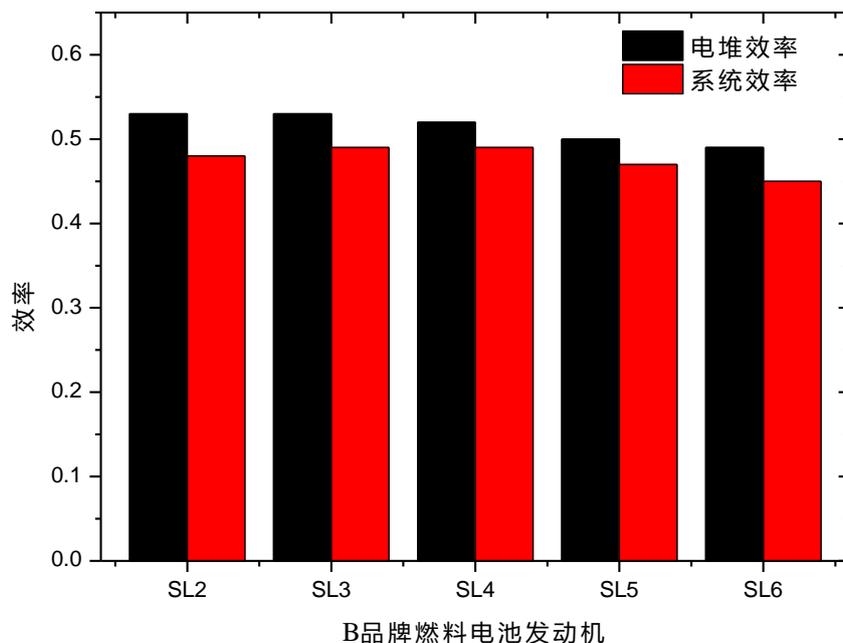


图 3.4 动态循环工况下 B 品牌 FCE 的平均效率

2) 低温冷起动特性试验

测试方法：按照第 8.1.2 中规定的试验方法进行测试，采集燃料电池堆的电流、电压、辅助系统的功率等参数。试验现场如图 3.5 所示。



图 3.5 某品牌燃料电池发动机低温冷起动试验现场

总共选择了五个品牌的 5 款燃料电池发动机进行试验。

测试结果：

以 C 品牌为例，图 3.6 是燃料电池发动机在低温冷起动试验过程中的功率曲线。图 3.7 是燃料电池发动机在低温冷起动试验过程中某个辅助系统的电压电流曲线和功率曲线。

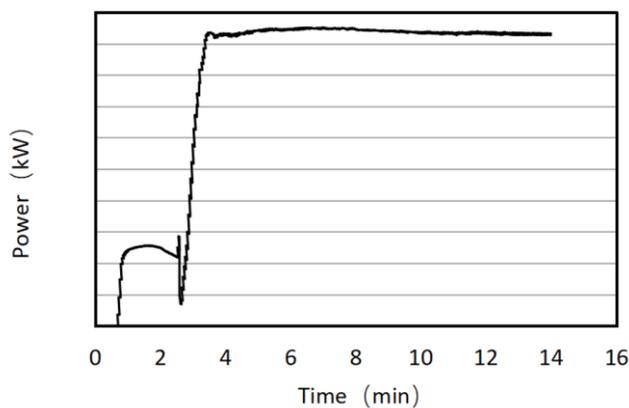
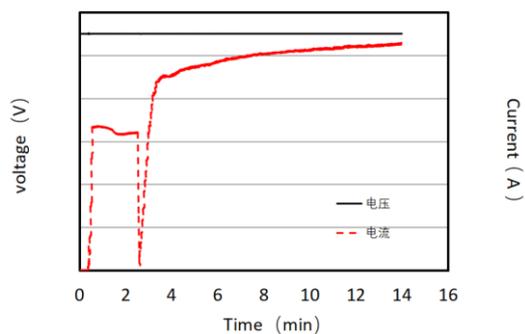


图 3.6 C 品牌燃料电池发动机低温冷起动试验功率曲线



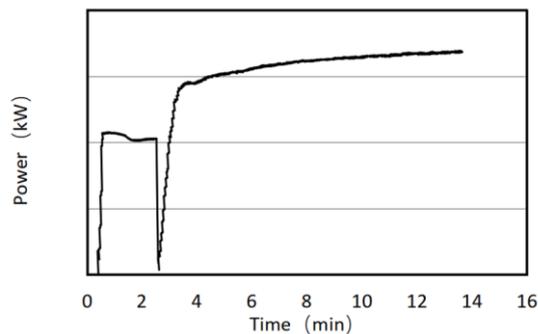


图 3.7 C 品牌燃料电池发动机低温冷起动试验中某辅助系统的电流电压及功率曲线

图 3.8 是五款燃料电池发动机的低温额定功率冷起动时间对比。

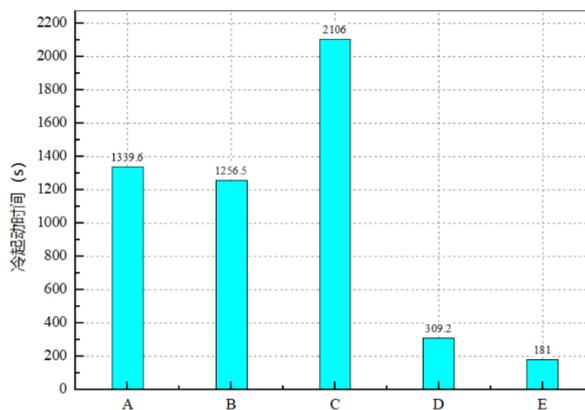


图 3.8 五款燃料电池发动机的低温额定功率冷起动时间对比

3) 高温运行试验

测试方法：按照第 8.6 中规定的试验方法进行测试，采集燃料电池堆的电流、电压、辅助系统的功率等参数。试验现场如图 3.9 所示。

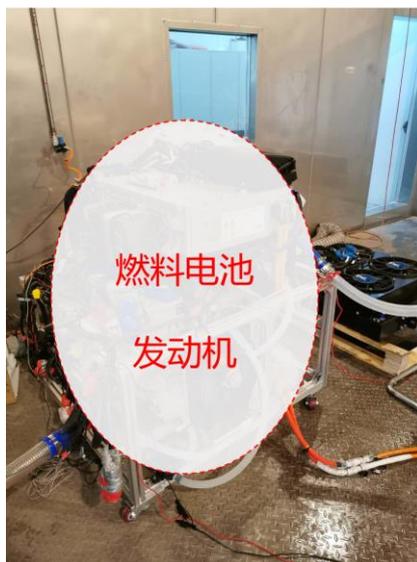


图 3.9 某品牌燃料电池发动机高温运行试验现场

测试结果:

图 3.10 是燃料电池发动机在高温运行试验中的功率曲线。该燃料电池发动机在 45℃ 的高温环境中浸机 2 小时后, 加载到额定功率且以该功率持续运行了不少于 63 min。

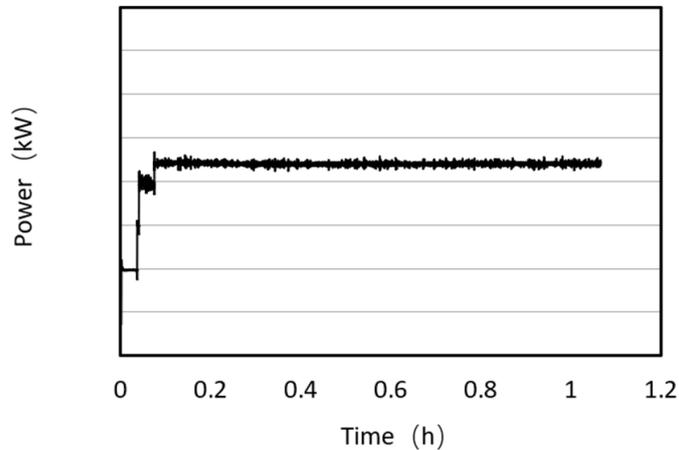


图 3.10 燃料电池发动机高温 (45℃) 运行试验功率曲线

四、明确标准中涉及专利的情况, 对于涉及专利的标准项目, 应提供全部专利所有权人的专利许可声明和专利披露声明

无。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

经过十多年的发展, 特别是最近五年, 燃料电池发动机及燃料电池汽车技术得到了飞速发展, 燃料电池汽车已经进入产业化阶段。目前国家大力支持发展氢能产业及燃料电池产业。GB/T 24554-2009 已经实施十多年了, 已经不能适应现有产品及技术要求, 因此, 修订 GB/T 24554-2009 已经迫在眉睫。而且在 GB/T 24554-2009 实施的十多年中, 积累了丰富的经验, 此次本标准的修订, 是适应技术发展潮流的要求和燃料电池产业化的要求。

该标准的发布, 能够极大促进燃料电池发动机产业以及燃料电池汽车产业的发展, 对国家产业政策也是一个助力作用。

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

该标准是我们自主制定的, 是我们在长期积累的经验基础上形成的, 和国际上类似标准相比, 我们的标准内容覆盖面更全面。

七、在标准体系中的位置, 与现行相关法律、法规、规章及标准, 特别是强制

性标准的协调性

与现行相关法律、法规、规章及标准没有冲突。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

推荐性国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

本标准自实施之日起生效。

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。

《燃料电池发动机性能试验方法》标准起草组

2021年8月19日