

附件三：

《轻型混合动力电动汽车污染物排放测量方法》

（征求意见稿）编制说明

《轻型混合动力电动汽车污染物排放测量方法》标准编制组

二〇一一年七月

项目名称：混合动力汽车污染物排放限值及测量方法

项目统一编号：457

承担单位：中国环境科学研究院、中国汽车技术研究中心、联合汽车电子有限公司

编制组主要成员：袁盈、纪亮、李刚、贾雨、秦孔建

标准所技术管理负责人：纪亮

标准处项目负责人：谷雪景

# 目 录

1	项目背景	1
1.1	任务来源	1
1.2	工作过程	1
2	混合动力汽车工作原理及分类	1
2.1	混合动力电动汽车的定义	1
2.2	混合动力汽车的分类	2
2.3	混合动力汽车运行模式	4
3	混合动力汽车发展概况	5
3.1	混合动力汽车的节能减排效果	5
3.2	混合动力汽车在我国的发展概况	5
3.3	混合动力汽车在国外的的发展概况	9
4	制订本标准的必要性	11
4.1	混合动力汽车的测量方法具有特殊性	11
4.2	混合动力汽车的发展进程加速	11
4.3	缺少适用于国三以后混合动力汽车的标准	11
5	国外相关轻型混合动力汽车排放标准研究	12
5.1	欧洲相关法规标准	12
5.2	美国相关标准	20
5.3	日本相关标准	27
5.4	欧洲、美国和日本测试要求的比较分析	28
6	国内相关标准研究	31
6.1	我国现行的轻型混合动力汽车排放标准	31
6.2	我国的轻型混合动力汽车能耗测量方法标准—GB/T19753	32
7	标准主要技术内容	33
7.1	标准适用范围	33
7.2	车辆分类	33
7.3	排放试验项目	34
7.4	I型试验	35
7.5	VI型试验（低温下冷起动后排气中CO 和HC 排放试验）	37
7.6	OBD验证试验	37
7.7	双怠速试验	38
7.8	自由加速烟度试验	38
7.9	针对轻型混合动力汽车型式核准时的申报技术参数	38
8	实施本标准的经济技术及环境效益分析	39
8.1	实施本标准的经济技术分析	39
8.2	实施本标准的环境效益分析	39
	附表 1:	40

# 《轻型混合动力电动汽车污染物排放测量方法》

## 编制说明

### 1 项目背景

#### 1.1 任务来源

国家环境保护总局《关于下达 2006 年度国家环境保护标准制修订项目计划的通知》（环办函[2006]371 号）中，下达了《混合动力电动汽车污染物排放限值及测量方法》的制订任务，项目统一编号：457。

标准承担单位：中国环境科学研究院；参加单位：中国汽车技术研究中心、联合汽车电子有限公司。

#### 1.2 工作过程

任务下达后，根据研究工作需要，将中国汽车技术研究中心、联合汽车电子有限公司等作为合作单位，组成了标准编制组，开展标准研究制订工作：

（1）调研了国外混合动力电动汽车（以下简称为：**混合动力汽车，或 HEV**）相关排放法规、标准及技术资料，以及部分国家和地区相关法规标准的实施情况，并向国内外有关专家咨询，对相关资料进行总结分析；

（2）调研我国及其他国家和地区的混合动力汽车的行业状况，包括生产状况、技术水平、发展趋势等；

（3）调研我国有关混合动力汽车发展的政策、文件，调研相关排放标准，包括轻型汽车排放标准、现行混合动力汽车测量方法标准等；

（4）确定标准制订的技术路线，2009 年 12 月完成标准开题论证。目前已完成标准征求意见稿及其编制说明。

## 2 混合动力汽车工作原理及分类

### 2.1 混合动力电动汽车的定义

混合动力电动汽车（Hybrid Electrical Vehicle，简称 HEV）是指同时装备两种动力源——热动力源（由传统的内燃机产生）与电动力源（电池或其他储能装置等）的汽车。通过在混合动力汽车上混合使用热动力源和电动力源，使得车辆的动力系统可以按照整车的实际运行工况进行优化控制，确保发动机工作在综合性能最佳的区域。混合动力汽车的基本原理就是利用高效的可再充式能量存储系

统（Rechargeable Energy Storage System，简称 RESS）和电驱动系统，协助传统的发动机动力系统为车辆提供所需的驱动力。在分担车辆动力需求的过程中，依靠电驱动系统高效、快速和灵活的工作特点，以及稳定可靠的控制器和能量管理策略，实现对发动机工作状态的优化，减小内燃机功率需求的同时，提高运行效率并降低排放，达到汽车节能减排的目的。

## 2.2 混合动力汽车的分类

### 2.2.1 根据可再充式能量存储系统（RESS）形式分类

混合动力汽车通常具备两种车载动力源，即发动机和可再充式能量存储系统（RESS，如蓄电池、超级电容、飞轮电池等），这两种动力源可单独也可联合提供车辆驱动的能量。因此，根据所采用 RESS 形式的不同，可以分为：

- 蓄电池 HEV
- 超级电容 HEV
- 飞轮电池 HEV

目前主要以蓄电池 HEV 为主。

### 2.2.2 根据动力系统结构分类

HEV 的混合动力系统结构来讲，可以分为：

- 串联式 HEV
- 并联式 HEV
- 混联式 HEV

图 1 分别给出这三种典型的混合动力的结构原理图。



图 1 典型的混合动力结构原理示意图

串联式 HEV 的发动机不直接驱动车辆的传动系，而是驱动一个发电机，产生的电能存储在蓄电池中，由电池带动电机驱动车辆，从工作模式上讲，发动机

和电驱动系统是串联的关系。

并联式 HEV 的发动机和电驱动系统之间是并行驱动传动系的，发动机和电机之间是机械耦合关系，都可以单独驱动车辆，也可以共同为车辆提供驱动力。

混联式 HEV 动力系统的工作模式比较复杂，兼有串联式 HEV 和并联式 HEV 的特点：发动机既可以与电机一起直接驱动车辆，同时也可以驱动发电机为 RESS 充电而间接地提供车辆所需动力。

### 2.2.3 根据充电模式分类

根据充电模式的差异，HEV 又分为：

—不可外接充电式（NOVC, Not Off-Vehicle Charging）HEV

—可外接充电式（OVC, Off-Vehicle Charging）HEV

不可外接充电式 HEV 的辅助能量存储系统没有外接充电的能力，而只能在车辆运行发动机工作的过程中，由发动机或刹车制动过程来给蓄电池充电，因此，这类车能量管理策略的目标一般是保持储能装置的能量在一定范围内。

可外接充电式 HEV，目前也常被称为插电式 HEV，即 Plug-in HEV（PHEV）。这类车的动力储能装置可以连接到车外电源进行充电，因此在车辆运行过程中，能量管理策略通常是将电能消耗最大化，而尽量减少发动机燃料的使用，达到最大程度减少燃油消耗和污染排放的目的。当电量消耗到一定程度，车辆的荷电状态会维持在某一水平，直到对车辆进行充电。正是由于可外接充电式 HEV 能最大程度减少燃油消耗，目前正成为混合动力汽车领域内的一个产品开发热点。

### 2.2.4 根据动力分配比例分类

根据 QC/T837-2010《混合动力电动汽车类型》规定，按照车辆电动力和传统动力分配比例的不同，即车辆对电能依赖程度的不同，混合动力汽车又可分为：

—微混式（Micro Hybrid）

—轻混式（Mild Hybrid）

—重/强混式（Full Hybrid）。

其中，微混 HEV，指以发动机为主要动力源，电机作为辅助动力，具备制动能量回收功能的混合动力电动汽车。电机的峰值功率和总功率的比值小于 10%。

轻混 HEV，指以发动机为主要动力源，电机作为辅助动力，在车辆加速和爬坡时，电机可向车辆行驶系统提供辅助驱动力矩的混合动力电动汽车。一般情况下，电机的峰值功率和总功率比值大于 10%。

重混（强混）HEV，指以发动机和（或）电机为动力源，一般情况下，电机的峰值功率和总功率的比值大于 30%，且电机可以独立驱动正常行驶的混合动力电动汽车。

按该标准的规定，对仅具有停车怠速停机功能的汽车也称为微型混合动力电动汽车，它主要是消除怠速工况，不具备提供辅助驱动力矩的能力，这类系统通常仍使用 12V 的铅酸蓄电池系统。

以上混合动力汽车的各种分类中，对于制定污染物排放测试方法标准而言，最重要的是按充电模式分类，同时还考虑是否具有可手动选择模式的功能。不同类别的 HEV 车辆，在排放测试中将采用不同的测试程序，以评价（考核）其真实的排放状况。

### 2.3 混合动力汽车运行模式

一些混合动力汽车为用户提供了多种可选择的车辆运行模式，特别是对于重混式 HEV 而言，它可以具备的运行模式最为丰富，通常包括：

传统车辆运行模式（CV-模式）——只由发动机提供车辆动力，即纯燃料模式；

纯电动车辆运行模式（EV-模式）——只由电池提供车辆动力；

混合动力车辆运行模式（HEV-模式）——发动机和电池共同提供车辆动力。

其中，HEV-模式又可分为荷电维持（CS）模式和荷电消耗（CD）模式：

— 荷电维持模式（CS, Charger Sustaining），是指车辆的荷电状态（SOC）随车辆运行在某一范围内波动，但平均而言车辆行驶时是维持在某一个荷电水平；

— 荷电消耗模式（CD, Charger Depleting），是指车辆的荷电状态（SOC）随车辆运行而波动，但平均呈下降的趋势。

对于不可外接充电（NOVC）的 HEV 车辆，其运行模式以荷电维持（CS）模式为主；对可外接充电式（OVC）HEV 车辆，在充电后先以荷电消耗（CD）模式运行，当荷电状态达到最低水平时，如果没有及时充电，此时车辆以 CS 模式运行。

对于制定排放试验方法标准而言，HEV 具备的可切换工作模式也是一个需要重点考虑的因素，其原则是，HEV 在排放最恶劣工作模式下运行时，也应达到排放标准。例如，如果车辆可以手动选择工作在发动机模式下，则其工作状态与传

统汽车无异，这意味着虽然是 HEV 车辆，但用户有可能选择车辆工作在这种排放能耗指标最高的模式下，因此必须对这一运行模式进行测量。

### 3 混合动力汽车发展概况

#### 3.1 混合动力汽车的节能减排效果

当前我国已将节能减排作为重要任务，因为它不仅关系到我国经济发展，同时也关系到我国的能源安全、可持续性发展，以及国际影响等各个方面。我国政府已出台了一系列的鼓励政策，积极推动节能减排的工作进程。混合动力技术是为满足车辆节能环保要求而开发的新技术，正如前面所介绍的，其技术开发目的就是降低油耗，减少染污物排放，它通过电能和内燃机动力的优化组合使用，使得车辆的能源使用处于最高效状态，减少燃料消耗量同时也降低了污染物排放量。因此大力发展混合动力汽车对促进我国节能减排有十分重要的意义。表 1 列出不同混合比例的混合动力汽车的节油减排效果。

表 1 不同混合比例的混合动力汽车节油减排效果

类别	微混	轻混	强混
主要技术特点	以发动机为主要动力源，具备怠速停机功能，具备制动动能回收	以发动机为主要动力源，在车辆加速和爬坡时，电动机可向车辆行驶系统提供辅助驱动力矩，但不能单独驱动车辆行驶	以发动机和（或）电动机为动力源，且电动机可独立驱动车辆行驶
混合率（电动机峰值功率/发动机额定功率）	<10%	10%—30%	>30%
节油率	3%—8%	8%—25%	>20%

#### 3.2 混合动力汽车在我国的发展概况

##### 3.2.1 大力开展混合动力汽车研究

“十五”期间，国家从维护我国能源安全、改善大气环境、提高汽车工业竞争力、实现我国汽车工业的跨越式发展的战略高度考虑。设立“电动汽车重大科技专项”，通过组织企业、高等院校和科研机构，集中国家、地方、企业、高校、科研院所等方面的力量进行联合攻关：为此，从 2001 年 10 月起，国家共计拨款 8.8 亿元作为这一重大科技专项的经费。

我国电动汽车重大科技专项实施以来，经过将近两个 5 年计划、200 多家企业、高校和科研院所的 2000 多名技术骨干的努力，目前已取得重大进展。在混



合动力汽车方面，分别成功研发了混合动力电动轿车和混合动力电动客车。一汽、东风、长安、奇瑞等汽车公司对此都投入了较大的人力、物力。各车型均已完成功能样车开发。

### 3.2.2 鼓励节能环保的混合动力汽车的发展

近年来，我国发布的各项汽车行业相关政策、文件中，多次提到有关鼓励混合动力汽车等电动汽车技术的内容。

2004年5月，发改委发布的《汽车产业发展政策》中提到：“要突出发展节能环保、可持续发展的汽车技术”；“要发展电动汽车、车用动力电池，重点发展混合动力汽车、轿车柴油发动机技术”。2006年3月，财政部针对4月1日实施的新消费税政策，明确提出“对混合动力汽车等具有节能、环保特点的汽车将实行一定的税收优惠，具体由财政部、国家税务总局另行制定并报国务院批准后实施”。在2007年11月，发改委发布的《产业结构调整指导目录（2007年本）》中鼓励类的汽车目录规定鼓励“压缩天然气、氢燃料、生物燃料、合成燃料、二甲醚类燃料以及灵活燃料汽车和混合动力汽车、电动汽车、燃料电池汽车等新能源汽车整车及关键零部件开发及制造”。2007年11月，发改委发布实施《新能源汽车生产准入管理规则》，鼓励企业研究开发和生产新能源汽车。该规则中明确新能源汽车包括混合动力汽车、纯电动汽车、燃料电池电动汽车、氢发动机汽车、其他新能源汽车等。

面临2008年下半年开始的全球金融危机，我国政府对重要行业陆续发布了振兴规划，《汽车产业调整和振兴规划》就在首批发布的规划之列。《汽车产业调整和振兴规划》提出要实施新能源汽车战略，并规划到2011年，我国“电动汽车产销形成规模。改造现有生产能力，形成50万辆纯电动、充电式混合动力和普通型混合动力等新能源汽车产能，新能源汽车销量占乘用车销售总量的5%左右”。该《规划》还提出“推广使用节能和新能源汽车”的政策措施，即中央财政将安排补贴资金，支持节能和新能源汽车在大中城市示范推广。

2009年1月，财政部、科技部联合发布了《关于开展节能与新能源汽车示范推广试点工作的通知》，同时还发布了《节能与新能源汽车示范推广财政补助资金管理暂行办法》，要求在北京、上海等13个城市开展节能与新能源汽车示范推广试点工作，对用于公共服务领域的新能源车辆给予优惠政策，即中央财政

重点对购置节能与新能源汽车给予补助，地方财政重点对相关配套设施建设及维护保养给予补助。其中，节能与新能源汽车主要指混合动力汽车、纯电动汽车和燃料电池汽车。根据节油率及电池类别不同，对于轻型混合动力汽车，补助资金在 0.4 万元/辆~5.0 万元/辆之间；对于城市公交客车，补助资金在 5 万元/辆~42 万元/辆之间。

在2010年5月底，财政部、科技部、工信部和发改委联合下发关于扩大公共服务领域节能与新能源汽车示范推广工作的通知，以进一步做好扩大节能与新能源汽车示范推广工作，加快推进节能与新能源汽车产业化。原来的13个试点城市扩大为20个城市，新增天津、海口、郑州、厦门、苏州、唐山、广州7个试点城市。同时，另外下发了针对私人购买新能源汽车的补贴办法，在这20个示点城市选取了5个城市对私人购买新能源汽车进行补贴，补助标准根据动力电池组能量确定，按3000元/千瓦时给予补助。插电式混合动力乘用车最高补助5万元/辆；纯电动乘用车最高补助6万元/辆。

### 3.2.3 我国的混合动力汽车发展

相比国外新能源汽车的研发，我国在新能源汽车领域的起步较晚，但发展较快。国内主要汽车企业，如一汽、东风、长安、奇瑞、上汽、比亚迪、长城等等，均已开展了混合动力汽车技术的研究，一些企业已完成功能样车的开发，他们的混合动力汽车也已通过型式核准。截止到 2011 年 4 月，国家共发布 21 批新能源汽车推广目录，共 226 个车型，其中轻型混合动力汽车有 14 个车型，分别来自 9 个不同的整车厂，这 14 个车型中，可外接充电的混合动力汽车车型 1 个，其他均为不可外接充电式轻型混合动力汽车。尽管目前基本还没有投入批量生产的国产车型，但已有部分车辆在一些城市或地区的示范项目中应用。

#### (1) 国内部分汽车企业对新能源汽车的发展战略

**上汽集团。**2009 年 5 月，上汽集团召开“加快推进新能源汽车建设誓师大会”，明确了上汽新能源汽车产业化 2010 年和 2012 年的发展目标：2010 年自主品牌混合动力轿车上市，2012 年插电式强混轿车、纯电动轿车上市。为此，上汽将投入 29 亿研发费用，并制定了新能源汽车上市的时间表：2010 年，荣威 750“中混”混合动力轿车将投放市场；并且已经向世博会的运营提供近千辆新能源车；2012 年，节油 50%以上的荣威 550 插电式强混轿车将上市。

**一汽集团。**一汽是国内最早进入混合动力汽车领域的车企之一。“九五”期间，一汽进行了新能源汽车的理论研究和研制工作，经过三个五年的积累，形成了混合动力客车和轿车整车平台。2008 年底，一汽在大连启动了新能源汽车生产基地建设项目。一汽集团根据新能源发展战略，计划 2012 年建成年生产能力为混合动力轿车 1.1 万辆、混合动力客车 1000 辆的生产基地，当年计划实现年产目标混合动力客车 800 辆，混合动力轿车 1600 辆。

**长安集团。**长安集团在混合动力产业化方面计划已久，现已经拥有混合动力、氢发动机、甲醇灵活燃料、乙醇和 CNG 双燃料等多种混合动力技术，并在北京奥运会期间将其中度混合动力杰勋出租车投入了试运营。长安集团新能源汽车公司也已在重庆正式挂牌成立，并获得重庆市政府 2000 万元推广支持资金，根据规划，未来 5 年基地达到年产 8 万辆，关键零部件 10 万套，合计实现销售收入 74 亿。

**比亚迪汽车。**比亚迪汽车公司发展新能源汽车的战略路线，就是在推进燃油汽车市场发展的同时，推进双模电动汽车的商业化，最后实现纯电动汽车的商业化。比亚迪计划在未来 3 年内投资 10.2 亿元用于新能源汽车的发展，并通过 F3DM 混合双模动力车和纯电动车来打入欧洲市场。

**奇瑞汽车。**奇瑞汽车在新能源车领域的研究获得来自政府的大力支持，成立了“国家节能环保汽车工程技术研究中心”。几年前奇瑞汽车展示了作为过渡解决方案的轻度、中度混合动力车型，并在北京奥运会期间将其轻混 A5 出租车投入了试运营。奇瑞汽车计划投入量产的新能源车还包括瑞麒 M1 电动汽车、A3 轻度和中度混合动力车等。

**吉利汽车。**吉利对新能源的发展路线采用了多样化的战略，他们认为在未来至少 10 年内，纯电驱动、混合动力等新能源技术都会有长足的发展，他们在开发并不断改良优化传统动力总成的同时，开发和研究纯电动和混合动力等多种新能源技术。在混合动力方面，吉利已经拥有电子等平衡（EEBS）技术系统，ISG 电机和插入式充电技术等多种混合动力方案正在开发中。

**大众汽车集团。**2010 年 3 月大众汽车启动了全球电动车战略，目标是到 2018 年成为电动车领域的市场领导者。中国是大众汽车集团在全球最重要的市场，大众将会把在欧洲上市的新款途锐混合动力车型在 2011 年引入中国，同时应用于

在华生产的紧凑车型和中级车型的混合动力技术也在研发过程中。此外，奥迪同样将按照大众汽车集团中国电动车战略规划推出一系列新车型。北京车展上，奥迪展示了采用强混技术的奥迪 A8 和 A1 e-tron 混合动力电动汽车概念车。另外奥迪首款量产汽油与电力结合的 Q5 混合动力版车型计划在 2012 年在长春国产。

## (2) 我国混合动力汽车的发展预测分析

根据业内专家分析预测，2012~2018 年我国混合动力乘用车产量及其占乘用车总产量的百分比如表 2 所示。

表 2 我国混合动力汽车的产量发展预测 单位：万辆

混合动力汽车产量预测	2012 年	2014 年	2016 年	2018 年
HEV <sup>1)</sup>	1.9	11.8	42.5	92.5
占乘用车总产量百分比%	0.1%	0.5%	1.7%	3.2%

注：1) HEV 车辆统计数据不包括仅具备起停功能车辆。

随着我国陆续出台多项对新能源汽车地鼓励政策，国内主要生产企业都加大的技术投入力度，并且国内相应的配套设备也在积极完善之中。因此，混合动力汽车未来在国内将会有较大的发展。

### 3.3 混合动力汽车在国外的概况

#### 3.3.1 全球积极支持新能源汽车的开发

面对全球日益严峻的节能和环保压力，近年来世界主要汽车生产国纷纷把发展新能源汽车作为提高产业竞争能力、保持经济社会可持续发展的重大战略举措。全球知名咨询机构德勤曾发布分析称，全球已有近 440 亿美元经济刺激资金和其他奖励计划投向新能源汽车开发。

2009 年 8 月，美国总统宣布美国能源部将设立 20 亿美元的政府资助项目，用以扶持新一代电动汽车所需的电池组及其部件的研发。到 2015 年美国要有 100 万辆充电式混合动力车上路。同时，为鼓励消费，购买充电式混合动力车的车主，可以享受 7500 美元的税收抵扣；另外，政府还投入 4 亿美元支持充电站等基础设施建设。

20 世纪 90 年代，丰田、本田、日产等陆续推出了装载镍氢电池、锂离子电池的纯电动汽车。不过由于技术和价格等原因，更多的日本汽车企业选择了混合动力汽车做为重点发展方向。2009 年 4 月 1 日，日本开始实施“绿色税制”，其适用对象包括纯电动汽车、混合动力车、清洁柴油车、天然气车以及获得认定的低

排放且燃油消耗量低的车辆。前三类车被日本政府定义为“下一代汽车”，购买这类车可享受免除多种税负优惠。

2009年初，在德国政府通过的500亿欧元的经济刺激计划中，很大一部分用于电动汽车研发、“汽车充电站”网络建设和可再生能源开发。

2009年10月1日，法国政府宣布启动一项名为“电动汽车战役”的发展计划。该计划指出，预计到2015年，要建成100万个汽车充电站，至2020年要达到400万个，另外至2020年要有200万辆的纯电动车和混合动力汽车实现运营，政府将为此提供15亿元。在该计划中，纯电动和油电混合动力汽车成为重点鼓励对象。

国外各大主要汽车生产厂家纷纷把发展新能源汽车作为重大战略举措。作为电动新能源的先行者，日系车企注重产品燃油经济性的战略已获得了市场认可，混合动力汽车是典型代表，如，截止到今年的4月份，丰田的普锐斯全球累计销量已突破300万辆。据报导，丰田花了9年零10个月售出100万辆普锐斯；售出第二个100万辆只用了2年零3个月；而最近的第三个100万辆只花了18个月，由此也可以看出混合动力汽车发展节奏越来越快。欧美车企也已认识到新能源汽车商业化的美好前景，纷纷投巨资进行开发。

### 3.3.2 全球轻型混合动力汽车的销量情况

根据国际清洁交通委员会（ICCT）的统计，2009年全球混合动力电动汽车销售总量约60万辆，占全球汽车总销量的1%左右；其中，90%混合动力汽车的销售市场是美国和日本。表3给出了2009年全球轻型汽车和混合动力汽车的销售情况。

表3 2009年全球轻型汽车销量和混合动力汽车销量情况

销售区域	轻型汽车总销量 (万辆)	混合动力汽车销量 (万辆)	混合动力汽车销量占 轻型车总销量百分比
日本	460	25	5.4%
美国加州	114.4	6.1	5.3%
美国	1042.9	29	2.8%
美国和日本之外的其他区域	4000 (估计)	5.9	0.1%
全球	5500 (估计)	59.9	1.1%

根据预测，在未来的10年到20年，全球混合动力汽车的销售量将会有较大幅度的增长。根据不同的研究和咨询机构的分析，到2015年，全球混合动力汽

车的年销量将可能达到 100 万~300 万辆。

该报告预测美国从 2015 年到 2029 年, 轻型汽车年销量在 1000~1500 万辆左右, 其中混合动力汽车的销量将可能占到 10~30%, 还有更乐观的预测是到 2025 年, 美国混合动力汽车销量将占到 30~50%。

随着全球对混合动力汽车需求量的上升, 作为主要混合动力汽车生产国家, 日本也积极准备大幅度提高生产量。

## 4 制订本标准的必要性

### 4.1 混合动力汽车的测量方法具有特殊性

由于混合动力汽车的工作原理与传统发动机汽车存在较大差别, 使用针对传统汽车的污染物排放测试方法将无法准确测量混合动力汽车的真实排放, 也无法对混合动力汽车的尾气后处理装置做出正确的评价。因此, 制订专门针对混合动力汽车污染物排放的测量方法十分必要。

### 4.2 混合动力汽车的发展进程加速

随着国家对新能源汽车的各项鼓励政策的推出和实施, 混合动力汽车的市场将逐步扩大, 混合动力汽车的产销量将呈逐年上升的趋势, 并且增幅将逐年加大, 出现加速发展的态势。另外, 轻型汽车混合动力汽车控制技术的发展也不断进步, 以前企业更多关注于微混或轻混技术, 现在越来越关注可外接充电式混合动力控制技术的研究, 对两种动力源进行协调使用以实现效率的最大化。随着可外接充电车辆混合控制技术的不断完善, 欧洲在 2009 年已对可外接充电式的混合动力汽车的测量方法进行了补充完善, 因此面对我国混合动力汽车的快速发展, 修订轻型混合动力汽车排放测量标准已非常紧迫。

### 4.3 缺少适用于国三以后混合动力汽车的标准

轻型汽车国三排放标准(GB18352.3-2005)已于 2007 年 7 月 1 日正式实施, 该标准中规定了轻型汽油车、柴油车、气体燃料车第三、四阶段排气污染物的排放限值及其测量方法, 从 2010 年 7 月 1 日起轻型汽车新车型必须满足国四排放要求。国三和国四与国二标准相比, 除排放限值收紧外, 测量方法上也有很大的改变, 增加了许多新的试验要求, 包括要进行 VI 型试验(低温冷起动测量 CO 和 HC)、双怠速试验和 OBD 系统试验等, 但该标准并未对第三、四阶段的混合动力汽车的排放要求进行规定。《轻型混合动力电动汽车污染物排放测量方法》

(GB/T19755-2005) 还停留在国二阶段。由于国二和国三、国四阶段的测量方法存在差异,使用国二阶段的测量方法无法满足国三阶段以后的污染物测量要求,也不能根据其测量结果判断混合动力汽车的排放是否满足国三和国四排放标准要求。所以现在亟需出台与轻型汽车国三、国四标准甚至是正在制订的国五排放标准相配套的针对混合动力汽车的污染物排放测量标准,用于考核评价混合动力汽车的污染物排放水平是否满足相应的限值要求。

该标准的出台,将促进混合动力汽车行业的健康有序发展,充分发挥混合动力汽车在节能环保方面的优势。对削减汽车污染物排放量,改善大气环境具有重要意义。

## 5 国外相关轻型混合动力汽车排放标准研究

目前国外先进国家(地区)对于检测混合动力车的排放和油耗都有各自的法规,基本上是在常规汽车排放法规基础上进行了补充,这是由于混合动力汽车有两个动力源,测量规程相比常规车辆复杂一些。美国在 1999 年率先推出了混合动力汽车的测量标准,有 SAE J1711 标准、加州法规等规定,美国联邦法规直接引用了加州法规的测量方法。欧洲 ECE 法规在 2003 年首次规定了混合动力汽车的排放测试要求;欧盟在 2008 年发布的欧 V、VI 排放法规中也首次增加了混合动力汽车的排放要求,测试方法直接引用了 ECE 的规定。日本在其新车型式认证手册中,用专门的章节对汽油混合动力电动汽车排放与油耗测量方法进行了规定,下面分别进行介绍。

### 5.1 欧洲相关法规标准

#### 5.1.1 欧盟法规

欧盟指令在欧 I、II、III、IV 阶段的排放要求中,均没有提出对轻型混合动力汽车的测试和要求,直到 2008 年,在其发布的关于欧 V、VI 的排放法规 692/2008/EC 中,补充了对混合动力汽车的排放要求,其排放限值和 OBD 要求等与传统车辆要求基本相同,相应的测试方法则直接引用了欧洲经济委员会 ECE R83 法规中对混合动力汽车的排放测试规定。因此,R83 法规中对混合动力汽车排放测量方法也适用于欧盟法规欧 V、VI 的排放要求。下面将对 R83 法规的相关内容做详细介绍,在此不再赘述。

#### 5.1.2 欧洲经济委员会法规

欧洲经济委员会 2003 年发布的 ECE R83/05 系列的 4 号修订文件《按发动机使用的燃料要求就污染物排放对车辆认证的规定》（ECE R83 Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the emission of pollutants according to engine fuel requirements）中首次增加了对混合动力汽车的排放测试要求，并作为法规的附录 14，该附录规定了混合动力汽车测量方法，是对原有轻型车排放法规的补充。2009 年又发布了 R83/05 系列的第 9 号补充件对可外接充电的 HEV 车辆测量要求进一步完善。

### 5.1.2.1 混和动力汽车分类

该法规附录 14 中对混合动力汽车进行了分类，通常分为四大类，如表 4 所示。充电模式不同将对应不同的排放测试方法和程序，因此，其分类首先考虑 HEV 是否为可外接充电式；其次，是否具有手动选择行驶模式功能是需要考虑的第二个因素，它决定了测试在不同的模式下进行，测试方法和程序也需要区别对待。

表 4 混合动力汽车分类

储能装置外接充电类型	可外接充电（OVC）		不可外接充电（NOVC）	
	无	有	无	有
手动选择行驶模式功能				
对应混合动力汽车类型	可外接充电、无手动选择行驶模式功能	可外接充电、有手动选择行驶模式功能	不可外接充电、无手动选择行驶模式功能	不可外接充电、有手动选择行驶模式功能

### 5.1.2.2 混合动力汽车试验项目

从引入混合动力汽车测量要求以来，R83 法规规定混合动力汽车的排放测量项目与常规燃料车辆的规定相同。根据最新的 ECE R83/06 的规定，混合动力汽车的排放测量项目见表 5 所示，表 5 中排放测量项目与传统车辆欧盟 V、VI 阶段的要求是一致的。

表 5 轻型混合动力汽车型式核准试验项目

型式核准试验类别	装点燃式发动机的轻型混合动力汽车			装压燃式发动机的轻型混合动力汽车
	汽油车	两用燃料车	单一气体燃料车	
I 型（气态污染物）	进行	进行（试验两种燃料）	进行	进行
I 型（颗粒污染物）	进行（直喷车）	进行（仅直喷车燃用汽油时）	不进行	不进行
II 型	进行	进行（试验两种燃料）	进行	不进行
III 型	进行	进行（只试验汽油）	不进行	不进行
IV 型	进行	进行（只试验汽油）	进行	进行
V 型	进行	进行（只试验汽油）	不进行	不进行
VI 型	进行	进行（只试验汽油）	进行	进行



车载诊断 (OBD) 系统	进行	进行 (只试验汽油) 进行	进行	进行
注: I 型试验: 指常温下冷起动后排气污染物排放试验 II 型试验: 怠速CO排放试验 III型试验: 指曲轴箱污染物排放试验 IV型试验: 指蒸发污染物排放试验 V型试验: 指污染控制装置耐久性试验 VI型试验: 指低温下冷起动后排气中CO 和HC 排放试验				

### 5.1.2.3 混合动力汽车的冷起动后排放测试程序 ( I 型试验)

混合动力汽车和传统汽车相比, 其排放测试最大的不同在于 I 型试验的测试规程, 如图 2 所示。对于可外接充电的车辆, 由于存在明显的两种动力源 (电力和燃料发动机), 为了考核其是否全面达到排放要求, 并综合评价其排放状况, 需要在荷电状态最高和荷电状态最低两种条件下开始进行排放测试, 每个测试循环所测得的排放均应达到排放限值要求; 然后, 对其测量结果进行加权平均, 以得到其综合排放结果。对不可外接充电的 HEV, 没有外来电能的输入, 其荷电基本处于维持状态, 即车辆运行消耗的是燃料能量, 因此, 测试基本按传统车辆模式进行。下面对不同类别的 HEV 的具体测量程序分别介绍。

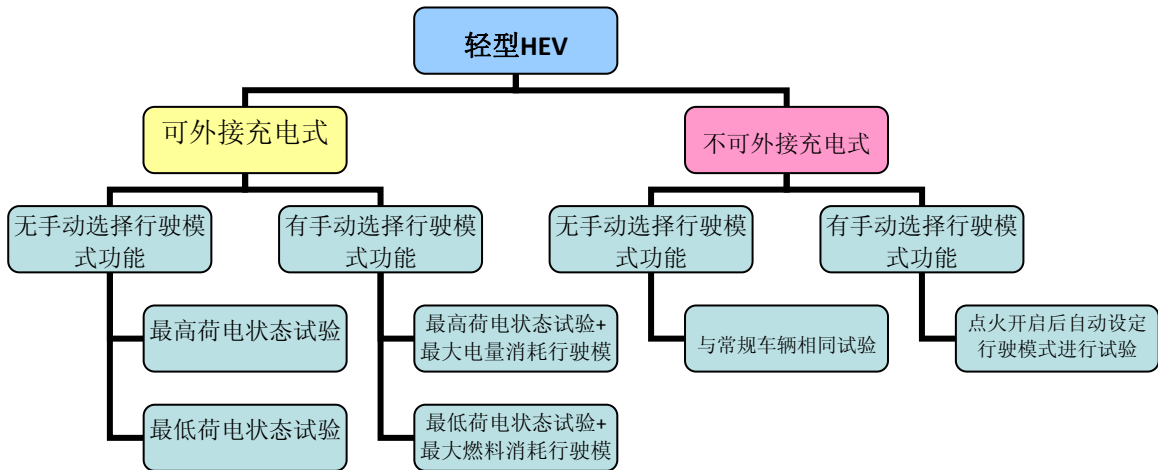


图 2 ECE R83 轻型混合动力汽车排放试验程序

#### 5.1.2.3.1 可外接充电 (OVC) 的混合动力汽车

对于可外接充电的混合动力汽车, 应在混合动力模式的两种试验条件下进行排放测试, 即储能装置处于最高荷电状态 (条件 A) 和最低荷电状态 (条件 B) 分别开始进行试验。同时, 对于车辆是否有手动选择行驶模式功能, 其测试程序

也不相同。

### 5.1.2.3.1.1 对于无手动选择行驶模式功能的车辆

对于无手动选择行驶模式功能的车辆，需要按下述程序进行条件 A 和条件 B 的试验。

#### 条件 A:

- 放电阶段，车速稳定在 50km/h，直到混合动力汽车满足放电终止条件；
- 预处理循环(对装用点燃式发动机 HEV 运行 1 个市区循环和 2 个市郊循环，对装用压燃式发动机的 HEV 运行 3 个连续的市郊循环)；
- 车辆预置（浸车）和充电，在 20℃至 30℃的室内浸车至少 6 小时，同时对储能装置进行充电，浸车结束时储能装置应处于最高荷电状态；
- 进行排放试验，记录测试结果（测量结果与相应的劣化系数相乘后应满足限值要求）。

#### 条件 B:

- 预处理（同条件 A）；
- 放电阶段（同条件 A）；
- 在 20℃至 30℃的室内浸车至少 6 小时，无充电过程；
- 进行排放试验，记录测试结果（测量结果与相应的劣化系数相乘后应满足限值要求）。

### 5.1.2.3.1.2 对于有手动选择行驶模式功能的车辆

对于有手动选择行驶模式功能的车辆，首先需要按表 6 的模式要求选择试验运行模式，然后再按要求进行条件 A 和条件 B 的试验。。

表 6 模式选择要求

储能装置状态 及 模式开关位置		混合动力模式		混合动力电池	
		◆ 纯电力 ◆ 混合动 力	◆ 纯发动机 ◆ 混合动力	◆ 纯电力 ◆ 纯发动机 ◆ 混合动力	◆ 混合动力模式 n <sup>※</sup> ◆ 混合动力模式 m <sup>※</sup>
开关 位置	状态 A（满电荷）	混合动力	混合动力	混合动力	最大的电力混合状态
	状态 B（最低电荷）	混合动力	纯发动机	纯发动机	最大的燃料消耗状态

※：例如：对运动型模式、经济型模式，市区运行模式和市郊运行模式等。

#### 条件 A:

- 如果车辆的纯电动续驶里程比一个完整试验循环长，在制造厂要求下，I 型试验可以采用纯电动模式进行，预处理循环可不进行；
- 根据车辆的具体情况进行放电处理（30min 最高车速的 70%±5%或稳定车速 50km/h）；
- 根据需要对车辆进行预处理（对装用点燃式发动机 HEV 运行 1 个市区循环和 2 个市郊循环，对装用压燃式发动机的 HEV 运行 3 个连续的市郊循环）；
- 预处理结束后，车辆浸车，同时对储能装置进行充电；
- 进行排放试验，记录测试结果（测量结果与相应劣化系数相乘后满足限值要求）。

**条件 B:**

- 对车辆进行预处理循环（同条件 A）；
- 放电阶段（同条件 A）；
- 无充电过程的浸车；
- 进行排放试验，记录测量结果（测量结果与相应劣化系数相乘后满足限值要求）。

**5.1.2.3.2 不可外接充电（NOVC）的混合动力汽车**

对于不可外接充电、无手动选择行驶模式功能的车辆，与常规车辆的要求相同。对于不可外接充电、有手动选择行驶模式功能的汽车，混合动力模式应选择车辆在打开点火开关后自动设定的模式（正常模式）下进行车辆预处理和排放测试。其他与常规车辆要求相同。

比较而言，不可外接充电式 HEV 的排放测量程序较为简单，基本上与传统轻型汽车的排放测试程序一样。

**5.1.2.3.3 R83--2009 年新规定（对可外接充电（OVC）车辆）**

在 2009 年最新发布的 R83 补充件中，补充了对可外接充电（OVC）车辆在条件 A 下的测试循环规程要求，并作为测试的可选项。

GB/T 19755-2005 对条件 A 仅要求进行一次测试循环（选项一），新补充的测试要求（选项二）是可以选择进行多次连续的测试循环，直到车辆储能装置达到最低的荷电状态。其中“储能装置的最低荷电状态”定义为：如果第 N+1 次工况循环过程中，车辆储能装置的荷电变化量不超过该储能装置（电池）最大荷电状

态（SOC）名义电量的 3%，则认为第 N 次循环后车辆达到最低荷电状态，结束 CD 模式（条件 A）的测量（如图 3 所示）。

如果制造厂在 CD 模式测量（条件 A）选择选项一，同时根据车辆条件 B（最低荷电状态）的排放测量结果，其车辆加权排放最终结果将是依据两个极端的电能状态条件下的测量结果进行加权计算，见公式（3）。

$$M_i = \frac{De \times M_{1i} + Dav \times M_{2i}}{De + Dav} \quad (3)$$

式中：M<sub>i</sub>：污染物 i 的排放量，g/km；

M<sub>1i</sub>：电能最大时的污染物排放量，g/km；

M<sub>2i</sub>：电能最低时的污染物排放量，g/km；

De：车辆的纯电动行驶里程，km；

Dav：25km（两次充电之间在最低荷电状态下的平均行驶距离）

如果制造厂选择选项二进行多次循环测试，则要求每次的测量结果应满足限值要求，条件 A 的排放测量结果取每次测量值的平均值，车辆的排放最终结果是，该平均值与条件 B 的测量结果进行加权计算，见公式（4）。

$$M_i = \frac{Dovc \times M_{1i} + Dav \times M_{2i}}{Dovc + Dav} \quad (4)$$

式中：M<sub>i</sub>：污染物 i 的排放量，g/km

M<sub>1i</sub>：多次循环排放试验的平均污染物排放量，g/km；

M<sub>2i</sub>：电能最低时的污染物排放量，g/km；

Dovc：多次循环的总行驶里程，km

Dav：25km（两次充电之间在最低荷电状态下的平均行驶距离）

对于选项一测量，由于是在电能最大状态的一次测量，对应的加权里程为纯电动行驶里程；选项二，测量的是电能从最大状态一直到最低状态的全过程，测量得到的排放结果为测量全过程的排放平均值，里程也为车辆从电能最高状态到进入荷电最低状态的所有循环的全部里程。因此，新增的选项二测量要求对于那些动力控制策略为，高速大负荷工况启动发动机，低速小负荷工况下使用电能的车辆比较有利。因为采用这类策略的车辆，OVC 续驶里程（Dovc）较长，根据公式（4）可以看出，这样低排放比例就会增大，因此，其综合排放结果会相对较低。

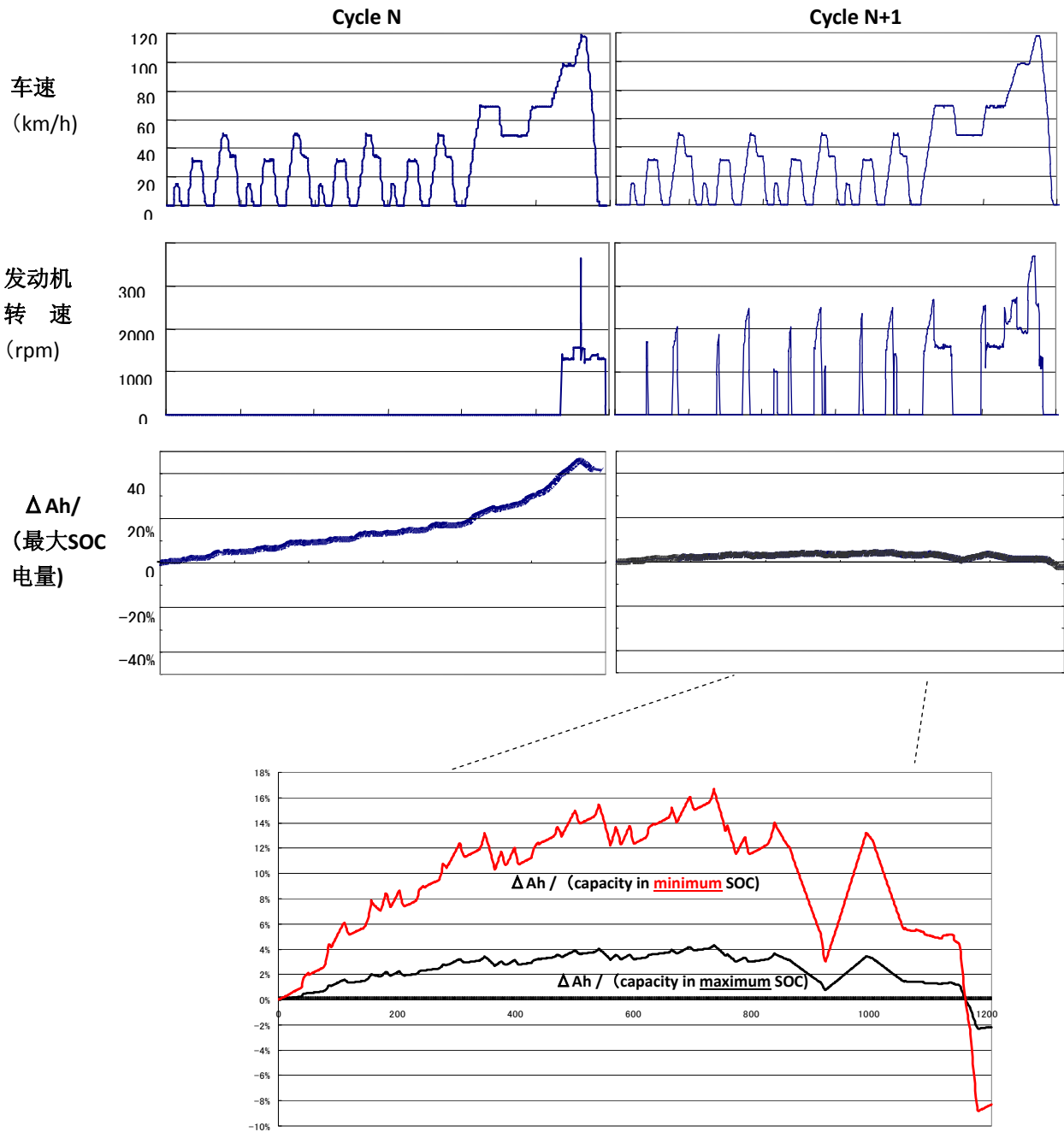


图 3 储能装置最低荷电状态示意图

### 5.1.3 欧洲标准

欧洲标准 EN13444-1 《混合动力汽车排放测量方法-第一部分：热电混合动力》标准，是欧洲于 2001 年颁布的混合动力汽车排放测量方法标准。适用范围包括：M1、N1、M2 类热电混合动力道路汽车及摩托车中的混合动力三轮车和四轮车。

与 ECER83 相应的规定类似，EN13444-1 也只是关于试验程序的标准，如果使用 EN 标准，其测试循环、限值和判定同样需要依据自己的法规要求。图 4

是其规定的混合动力电动汽车排放测量试验程序。

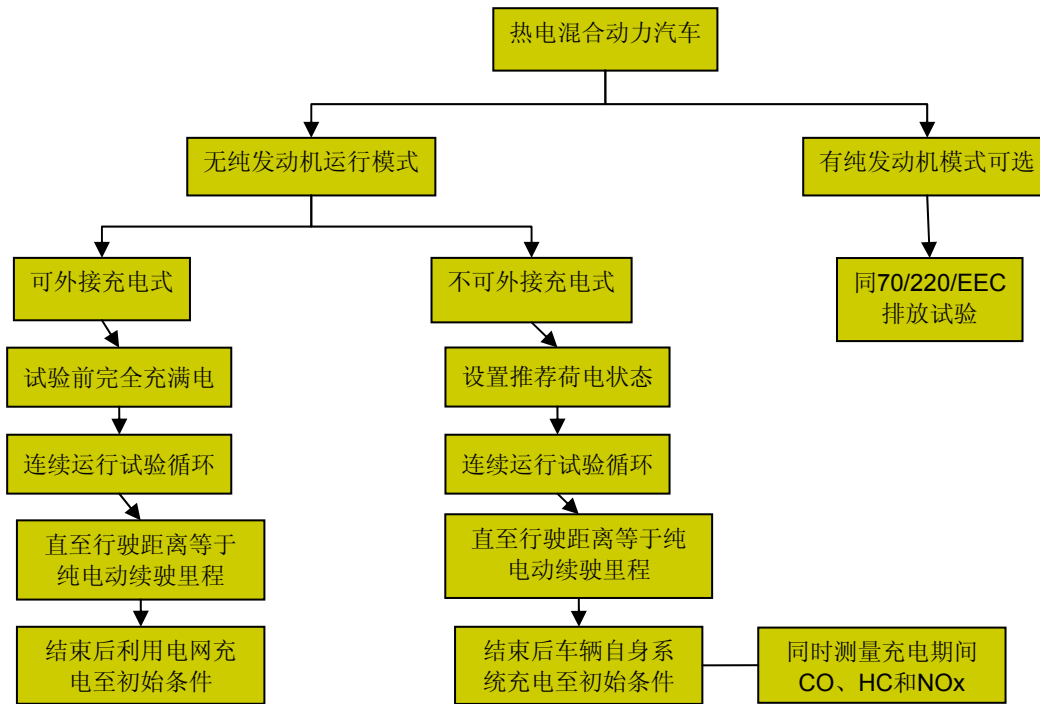


图 4 EN13444-1 所规定的排放测试程序

可以看出，EN13444-1 与 R83 附录 14 相比，在试验程序上有明显的区别。首先按照该标准试验程序的规定，无论 HEV 是否为可外接充电式，只要它具备可选择的纯内燃机运行模式，则必须按照纯内燃机模式（意味相对于其他运行模式更高的排放）进行排放试验；其次，对于无纯内燃机运行模式的不可外接充电式 HEV，该试验程序考虑了试验前后电量维持状态对排放结果的影响，在试验结束后通过车辆自运行使辅助能量存储系统（RESS）恢复至试验初始条件，同时这一电量恢复过程中产生的排放（CO、HC 和 NOx）计入最终结果。

对无纯内燃机运行模式的可外接充电式 HEV，试验前要完全充满电。试验时车辆连续运行试验循环，直至行驶距离等于纯电动续驶里程，结束后利用电网充电至初始状态。消耗电网电量需要换算成相应的污染物排放计入到最终结果。

#### 5.1.4 ECER83 法规与 EN13444-1 标准的差异

R83 附录 14 和 EN13444-1 标准规定的测试程序其原则和方法上有明显的区别。

##### 5.1.4.1 车辆分类思路不同

前者按车辆是否为可外接充电分类，而后者则是按车辆是否具备纯内燃机运行模式分类；这就导致接下来测试程序的完全不同。

#### 5.1.4.2 排放评价考核原则不同

EN 标准坚持了最恶劣排放的评价原则,ECE 法规则侧重综合评价 HEV 的节能减排效果。

首先,EN 标准把凡具有纯内燃机运行模式的 HEV 都视作传统车辆对待,进行内燃机模式下的排放试验,理论上讲也就是考察这些车辆排放最恶劣的运行状态;而按照 ECE 测量程序规定,只是对于开机后自动进入纯发动机运行模式的不可外接式 HEV (实际上这种情况很少),才会进行纯发动机运行模式的排放测量。

其次,对于无纯内燃机运行模式的不可外接式 (NOVC) HEV 车辆,EN 标准重视荷电水平对排放的影响,其试验程序也显得更为严谨,要求试验前后荷电状态一致,考虑并计入电量消耗等效的污染排放;而 ECE 法规更倾向于将不可外接充电式 (NOVC) HEV 视为传统车对待,简化其测试程序,完全忽略测试前后荷电变化状态对排放结果的影响。

这些不同点都导致了二者在严苛度上有所不同,总体而言 EN 标准更为严格。

## 5.2 美国相关标准

### 5.2.1 加州混合动力汽车的排放测试要求

加州是最早颁布混合动力汽车排放测试法规的地区。1999 年 8 月 5 日加州空气资源局 (CARB) 颁布了“加州 2003 年后 (含 2003 年) 零排放汽车车型的尾气排放标准和试验方法以及 2001 年后 (含 2001 年) 混合动力汽车车型的尾气排放标准和试验方法 (包括乘用车、轻型卡车和中型车)”的排放法规。其适用范围是 2003 年及其以后的零排放乘用车、轻卡和中型车,以及 2001 年及其以后的混合动力乘用车、轻卡和重型车。

该法规测试规程的第 6 部分专门规定了“混合动力汽车联邦测试循环 (FTP) 排放测试程序”,第 7 部分规定了“混合动力汽车公路循环 (Highway) 排放测试规定”,第 8 部分规定了“混合动力汽车联邦补充测试循环 (SFTP) 排放测试规定”,第 9 部分对车辆测试前后的荷电状态的净变化量进行了规定。

加州在 2009 年 12 月对 HEV 的测试规程又进行了补充完善《加州 2009 年以及车型年的乘用车、轻型卡车及以中型汽车中零排放车辆和混合动力电动汽车的排放标准及测试规程》(California exhaust emission standards and test procedures for 2009 and subsequent model zero-emission vehicles and hybrid

electric vehicles, in the passenger car, light-duty truck and medium-duty vehicle classes)，其中主要针对可外接充电式混合动力汽车的测试规范进行了补充，主要适用于 PHEV 车辆的排放测试。在测试过程中，只要发动机参与工作的测试循环，无论在什么模式下运行，都应测量排放，结果必须满足相应的排放限值要求。

混合动力汽车的排放限值，要求满足加州的超低排放汽车标准（SULEV）；耐久性要求为 15 万英里或 15 年；对电池、超极电容器、或其他储能装置，要求 10 年保证。关于 OBD，混合动力汽车与常规车辆的要求是一致的，必须满足加州相应的 OBD 法规第 II 阶段要求（OBD II）。

#### 5.2.1.1 加州混合动力汽车排放测试规程

5.2.1.1.1 对于混合动力汽车的预处理过程，参见图 5 所示。



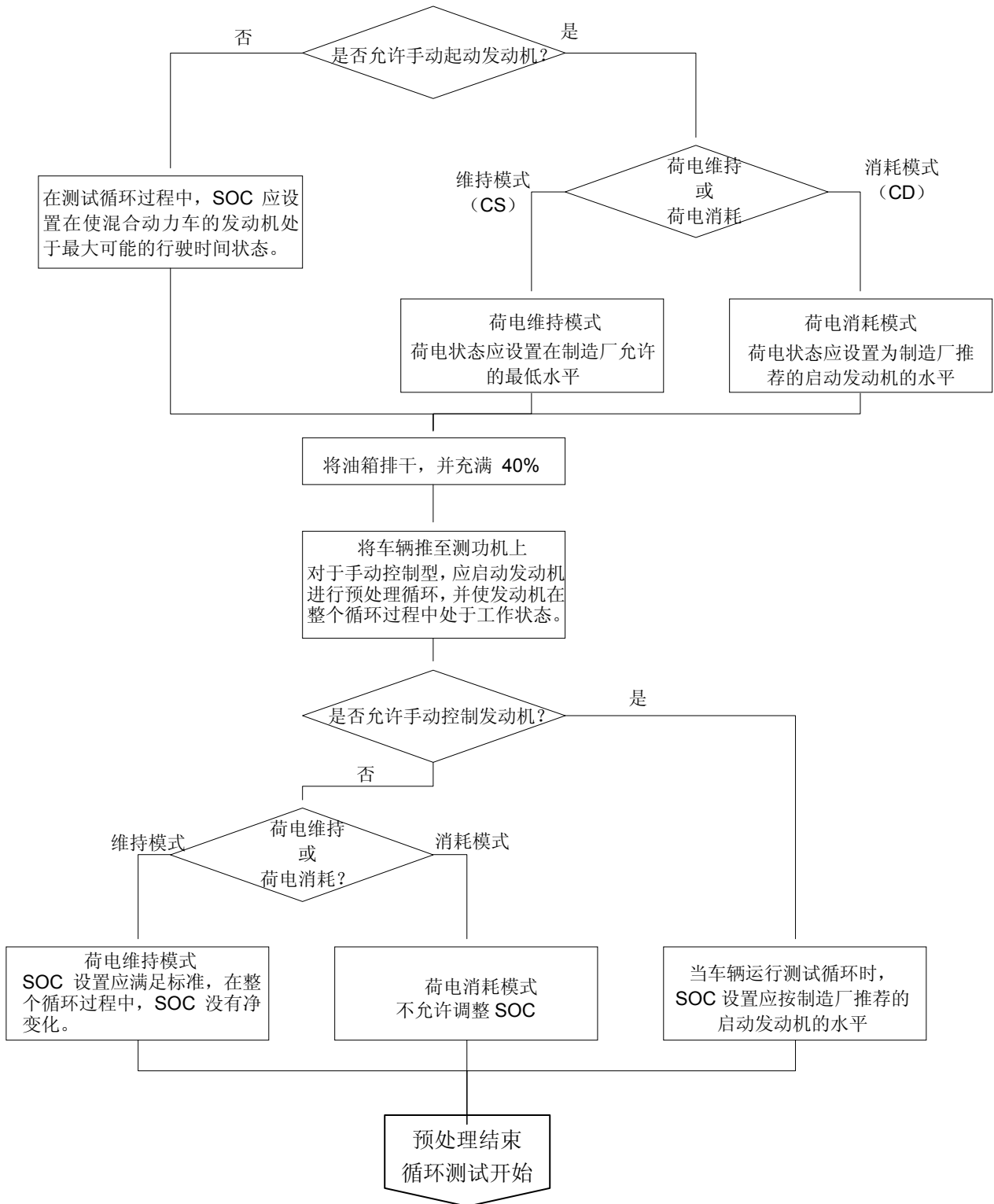


图 5 混合动力车辆的预处理过程

### 5.2.1.1.2 排放测试

在完成对车辆的预处理之后, 应分别进行表 7 中列出的循环试验:

表 7 混合动力电动汽车测试循环要求

市区循环 (UDDS)	预处理后,进行 12 至 36h 的浸车;然后开始两个试验:一个是冷起动试验,接着 10 分钟后(2*7.5mile)是一个热起动试验;测量排放。
公路循环 (HFEDS)	预处理后,进行 17 秒的怠速段操作,然后开始运行循环,其中对怠速过程操作要求如下: 1.对不允许手动启用发动机的荷电维持型 HEV 车辆,预处理后,关闭车辆 5 秒后,重新启动,完全起动后记录 SOC 状态; 2.对其他类型的 HEV 车辆,预处理后,保持车辆运行状态
高速大负荷 工况循环 (US06)	预处理后,进行 1 到 2 分钟的怠速,然后运行“高速大负荷工况循环”(US06),测量排放。
空调工作 测试循环 (SC03)	预处理后,浸车 10 分钟(车辆停止工作),运行“空调工作测试循环”(SC03),测量排放

加州法规针对荷电维持 (CS) 模式下 HEV 车辆的所有排放试验,都规定了储能装置荷电状态 (SOC) 判定公差要求,以确认车辆是否进入电能维持 (CS) 模式,即最大的燃料消耗状态。SOC 判定公差,要求在给定的测试循环下,排放试验结束后,测试循环过程中荷电变化的连续积分值应基本保持在所要求的公差范围内,,如果满足该公差,表明车辆进入荷电维持 (CS) 模式。美国和加州法规规定的 SOC 判定公差为:试验过程 SOC 的变化 ( $\Delta SOC$ ) 不应超过燃料消耗量能量的 $\pm 1\%$ ,否则说明还没有进入 CS 模式,测试结果无效。

### 5.2.1.1.3 可外接充电式混合动力汽车 (OVC) 工况排放测试规程

2009 年 12 月加州补充了对 OVC 车辆排放测试的规定,当对车辆进行预处理之后,车辆充电至最大荷电 (SOC) 状态,此时车辆处于 CD 运行模式,对车辆进行连续的循环工况运行,直到满足 SOC 判断公差要求,车辆进入 CS 模式,连续运行两个测试循环,测量排放,测试流程图如图 6 所示。

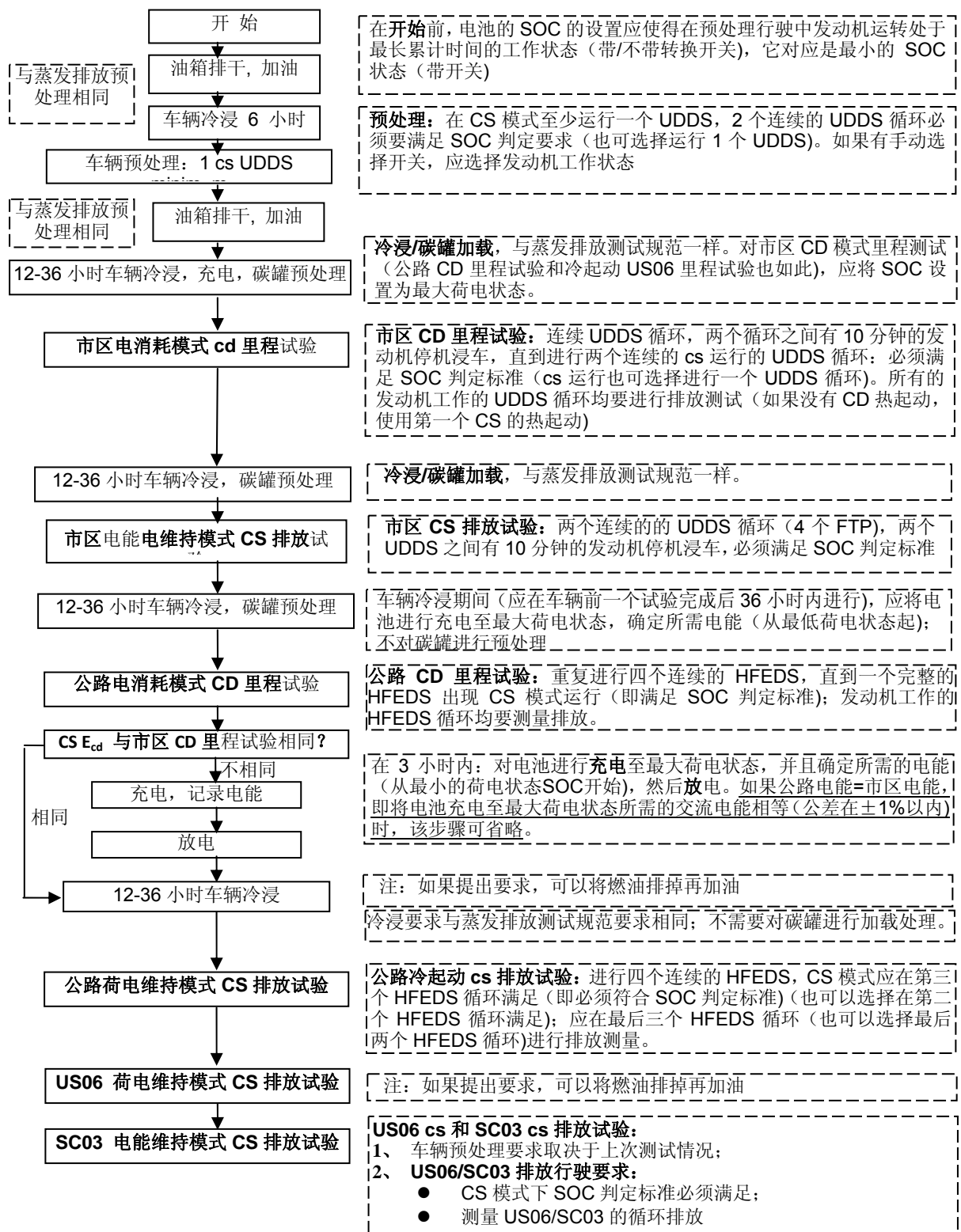


图 6 混合动力汽车测试流程图

### 5.2.2 美国联邦法规

美国第二阶段 (Tier 2) 轻型汽车排放法规中规定了 HEV 排放要求。EPA 排放法规 CFR 40 第 86 部分中的 86.1811-04 轻型汽车, 轻型卡车和中型载客车的

排放标准明确规定，混合动力电动汽车也适用于该排放要求，必须对所有 HEV 进行相应的排放测试。排放测试方法根据加州“2003 年以后的 ZEV 车辆以及 2001 年以后的 HEV 车辆的排放标准和测试规范”的文件中相关的乘用车、轻型卡车和中型车型的规定进行。对常规汽车的燃油蒸发排放要求，同样适用于混合动力汽车。

关于 OBD，法规要求混合动力汽车应满足 OBD II 的所有要求，同时还针对混合动力汽车补充了一些要求，其主要目的是确保电动驱动相关部件的可靠使用：

(1) 每辆 HEV 车辆，制造厂必须装配一个包括指示灯在内的维护指示器，对于每个电池的系统部件，当诊断发现电池首次出现最低性能要求，指示灯必须自动点亮。电池系统部件要求诊断的可能部件有：电池的水含量，温度控制，压力控制及其他用于判定电池状况的其他参数。

(2) 对于非车载充电式的可外接充电 HEV 车辆，制造厂必须装配一个包括指示灯在内的电池系统有效期的指示装置，它必须能显示电池系统首次出现不能满足全电力驱动的状态（从全充满状态起），它基于车辆全电动里程试验的按城市运转循环部分确定里程的至少 75%。

(3) 对于 HEV 车辆，制造厂必须装配一个独立的里程表或其他由认证机构认可的装置，它能准确地累计这些车辆使用发动机的行驶里程。

### 5.2.3 美国汽车工程师协会 SAE 标准

SAE J1711-1999《混合动力汽车排放和燃油消耗测量方法》(Recommended Practice for Measuring the Exhaust Emissions and Fuel Economy of Hybrid-Electric Vehicles) 标准于 1999 年发布。比较而言，它所规定的测试程序和试验结果计算方法比较复杂。

表 8 SAE J1711-1999 定义的试验类型

可外接充电式	HEV 运行模式	PCT-HEV 试验
		FCT-HEV 试验
	CV 运行模式	PCT-CV 试验
	EV 运行模式	FCT-EV 试验
不可外接充电式	HEV 运行模式	PCT-HEV 试验
	CV 运行模式	PCT-CV 试验
说明：		
1. PCT-HEV (Partial Charging Test-HEV)：混合动力 (HEV) 工况下部分充电状态试验；		
2. FCT-HEV(Full Charging Test-HEV)：混合动力 (HEV) 工况下完全充电状态试验		
3. PCT-CV (Partial Charging Test-HEV)：传统车 (CV) 工况下部分充电状态试验；		
4. FCT-EV (Partial Charging Test-HEV)：纯电动 (EV) 工况下完全充电状态试验；		

如表 8 中的描述，按照 SAE J1711-1999 的规定，HEV 要进行各种运行模式下不同充电状态的试验，然后依据特定的加权计算程序（如图 7 所示）将所有试验的结果加在一起，作为最终判定的依据。

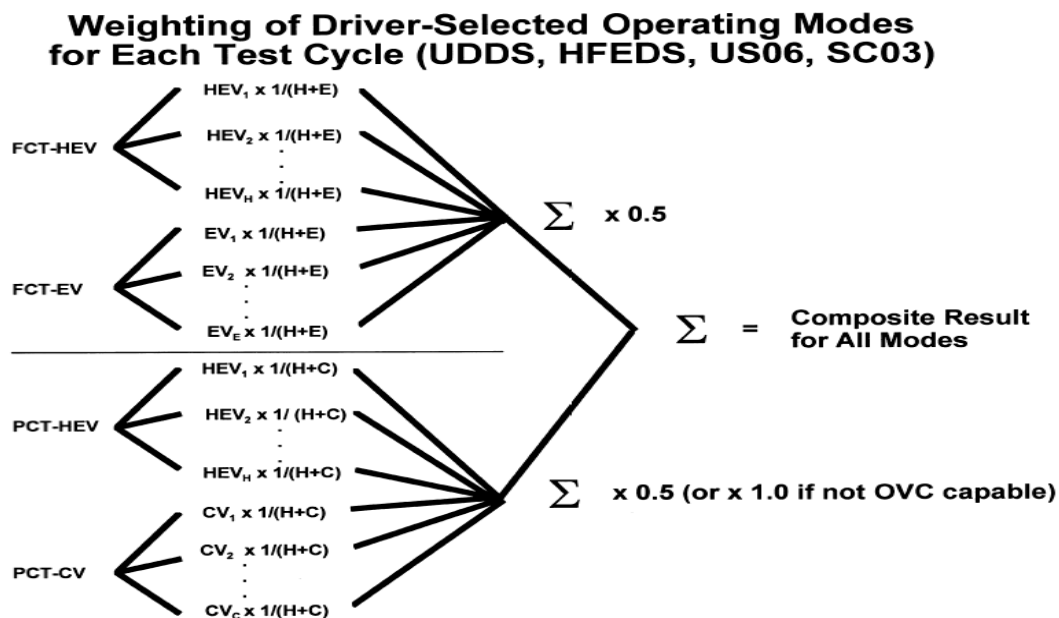


图 7 SAE J1711 规定的排放测量结果加权计算程序

SAE J1711 规定了 4 种测试循环，即美国的 UDDS, HFEDS, US06, SC03，并且针对每种测试循环，给出了该循环下排放测量结果的计算方法。得到每次测试的结果后，再按照图 7 所示的计算程序计算出这种测试循环下，车辆所有运行模式下排放的组合结果。图 7 的计算程序是：各次完全充电试验的结果平均值和各次不完全充电试验的结果的平均值，再平均；而对于不可外接充电式 HEV，只是不完全充电试验各次结果的平均值。

SAE J1711 是混合动力汽车较早期的标准，与 ECE R83 附录 14、以及 EN13444-1 相比，其试验程序和测量结果计算处理方法都过于复杂，并且按照它的试验程序得到的结果与传统车排放认证试验结果之间难以具有较好的可比性。而在试验程序设计思路上，明显是对 R83 附录 14 起到了借鉴作用，即通过不同充电状态的试验，以及测量结果加权的方法，来综合评定 HEV 的排放。

在 2010 年 6 月，SAE 发布了修订后的 J1711 标准，即 SAE J1711-2010 《包括插电式混合动力在内的混合动力汽车的排放和燃油经济性的测量方法》，它是 1999 年标准的修订版。此次修订也是由于插电式混合动力汽车技术的快速发展，为了适应混合动力汽车技术的发展，对原测量方法进行了修订。

修订后的标准对适用范围明确规定，适用于道路车辆能够从以下两类车载储存的能量中获得动力的汽车：

1. 可消耗的燃料，在 J1711 中限定为石油类燃料（如：汽油、柴油），醇类燃料（如：甲醇和乙醇）以及碳氢类的气体燃料（如：压缩天然气）；
2. 可再充能量存贮系统(RESS)，其再充能量可来自于车载混合驱动系统、外部电源或以上两者。J1711 标准规定的可再充能量存贮系统 RESS 包括：电池、电容和飞轮电池，同时要求可再充能量存贮系统的额定能量值应大于相应测试循环所消耗的燃料消耗能量的 2%。

从标准适用范围来看，如果 RESS 的额定能量低于燃料消耗量能量的 2%，则说明 RESS 在混合动力车辆的驱动力所占比例很低，无需按混合动力汽车的测量要求进行，应按常规车辆的测量要求进行。

修订的 J1711 标准对排放和燃料消耗量的测量，要求进行两种基本的试验，一个是在 HEV 的荷电维持状态下进行试验（Charge-Sustaining Test, CST）；另一个是针对 PHEV 车辆，在 RESS 满电荷的状态开始的荷电消耗(CD)试验（Full Charge Test, FCT）。其中，CST 适用于所有的 HEV 车辆，包括 PHEV；FCT 试验仅适用于 PHEV 车辆。

对于 PHEV 车辆，排放最终的试验结果也是基于对 CST 和 FCT 两个试验测量结果进行加权计算，其权重因子则是依据车辆行驶的统计数据，按每种模式的车辆使用系数来确定的。

### 5.3 日本相关标准

日本 1999 年车辆型式认证手册中针对汽油混合动力汽车的排放测试规定了试验方法，文件编号为 13-99-9（汽油混合动力汽车排放试验程序）。

标准的第 4 部分规定了进行工况排放试验的程序。规定运行测试循环的过程中，在使用 CVS 袋采排气的同时实时地测量并记录电池的充电状态和电流，如果充电状态和电流平衡值变化超出了厂家规定的范围，则试验必须重做。

第 4 部分还规定了对排放测量结果进行校正的方法。规定对测量结果进行校正的前提是充电状态和电流平衡值的变化没有超出厂家规定的范围。校正方法是根据对同一测试循环重复多次的测量结果，按照如下公式计算出排放量校正系数。

$$K_{EW} = \frac{n \cdot \sum C_i E_{wi} - \sum C_i \cdot \sum E_{wi}}{n \cdot \sum C_i^2 - (\sum C_i)^2} \quad (1)$$

式中， $K_{EW}$  即为排放校正系数（单位：g/km/Ah 或者 g/test/Ah）， $E_{wi}$  为第  $i$  次测试循环时实际测量得到的排放污染物质量（单位：g/km 或者 g/test）， $C_i$  为第  $i$  次测试循环时测得的电流平衡值（单位：Ah）， $n$  为测试循环的次数。

而后使用该校正系数，按照下面的公式计算出等效电流平衡值为 0 时的排放。

$$E_{w0} = E_{ws} - K_{EW} \cdot C_s \quad (2)$$

式中， $E_{w0}$  即为等效电流平衡值为 0 时的排放（单位：g/km 或 g/test）， $E_{ws}$  为该次标准测试循环时实测得到的排放结果（单位：g/km 或 g/test）， $C_{ws}$  为该次标准测试循环时实测得到的电流平衡值结果（单位：Ah）。

## 5.4 欧洲、美国和日本测试要求的比较分析

### 5.4.1 测试循环不同

混合动力电动汽车的排放测试要求是在传统车辆测试要求上的补充和完善，其排放测试循环均与各国（地区）排放法规体系的传统车辆排放测试循环相同。

### 5.4.2 荷电维持（CS）模式排放测试的荷电变化（ $\Delta SOC$ ）要求不同

对于混合动力电动汽车，NOVC 的排放测试以及 OVC 进入荷电维持（CS）模式后的排放测试，其试验前后储能装置的荷电变化量  $\Delta SOC$  波动不应过大。如果  $\Delta SOC$  过大，说明电能消耗较多或电能增加较大。如果荷电量下降幅度较大，试验中电能消耗较大，则燃料消耗量较小，污染物排放结果低于正常情况，则无法反映排放真实情况。

美国法规要求 NOVC 排放测试以及 OVC 的 CS 模式的试验要监测  $\Delta SOC$ ： $\Delta SOC \leq \pm 1\% \times$  燃料消耗量能量，如果不能满足，则试验无效，需要重新试验。

日本法规规定应控制试验中荷电状态 SOC 的变化，如果权威机构认为  $\Delta SOC$  过大可能对排放结果产生影响，可以要求对测量结果进行修正，标准给出了修正公式。

美国和日本的法规，由于测试中有  $\Delta SOC$  要求，因此允许车辆在预处理前对车辆进行荷电状态 SOC 预置，以使得车辆经过一个循环的预处理，车辆就能进入 CS 模式。

欧洲法规中对于 NOVC 的测试，没有对  $\Delta SOC$  提出相应的要求，也没有提

出预处理前的 SOC 设置要求，它要求车辆应进行至少 2 次的预处理循环。对于 OVC 车辆，欧洲对条件 A 规定了两种测试选项，如果采用选项二，进行 n 次重复测试循环时，它规定了 CD 模式试验的终止条件，对  $\Delta$ SOC 提出了要求，如继续进行条件 B 试验则满足  $\Delta$ SOC 相应要求。如果采用选项一，进行一次 NEDC 测试，当车辆进行条件 B 试验时，则没有  $\Delta$ SOC 限定要求。

荷电维持（CS）模式下的排放是混合动力汽车排放的最恶劣状态，因此，如何判断或确认车辆已经进入 CS 模式，成为排放检测过程中的重要判定条件。

美国和日本均对 CS 模式下的测量提出了  $\Delta$ SOC 要求，因此能够确保车辆的排放测量是在没有过多消耗电能情况下的结果，更具客观性，能反映 CS 模式下的真实情况。

#### 5.4.3 对可外接充电（OVC）车辆的电能消耗（CD）模式测试要求不同

CD 模式是指可外接充电车辆充满电后的车辆测试要求，在不充电情况下运行，车辆的荷电状态（SOC）随车辆运行而波动，平均呈下降的趋势。

美国和日本要求车辆从满荷电状态下进行连续的循环试验，凡是发动机参与工作的循环，必须测量排放结果，直至车辆进入荷电维持 CS 模式。因此美国和日本试验要求反映的是车辆储能装置充满后从 CD 模式直到进入 CS 模式的整个过程的排放状况，要求每次的排放测量结果均应满足相应的限值规定。

最新的欧洲法规对 CD 模式下的测试提供了两种可选测试方案：

选项一：在进行预处理后，将电池充电到 SOC 最大值，进行一个测试循环。

选项二（n 次循环）：在进行预处理后，将电池充电到 SOC 最大值，进行 n 次测试循环，直到满足最低荷电状态，完成整个电能消耗过程。

选项一是只测量荷电最高的极端情况；由于是在荷电最高状态的一次测量，在计算排放加权测量结果时采用纯电动续驶里程作为相应的加权里程；

选项二是测量车辆从荷电状态从最高直到进入荷电最低状态的全过程。由于进行多次循环，测量排放结果为平均值，在计算排放加权结果时，采用的是 OVC 续驶里程，即从满电荷至最低电荷的行驶里程。

前者简化了测量过程，后者能真实反映车辆从最高荷电状态到最低荷电状态的全过程排放情况。企业可以根据混合动力汽车的控制策略选择测试规程。

美国和日本法规要求必须进行全过程的测试，要求更为苛刻。



#### 5.4.4 对于 OVC 车辆，CD 模式试验终止条件不同

对于可外接充电（OVC）车辆，对CD模式试验终止，车辆进入CS模式的条件规定，美国、日本和欧洲的规定也存在差异，尽管它们都是基于 $\Delta$ SOC公差：

- 美国： $\Delta$ SOC <  $\pm 1\% \times$  燃料消耗量能量
- 日本： $\Delta$ SOC <  $\pm 2\% \times$  燃料消耗量能量
- 欧洲（选项2）： $\Delta$ SOC <  $3\% \times$  储能装置额定存储量

美国、日本和欧洲对 CD 模式进入 CS 模式的示意图分别见图 8、9、10。

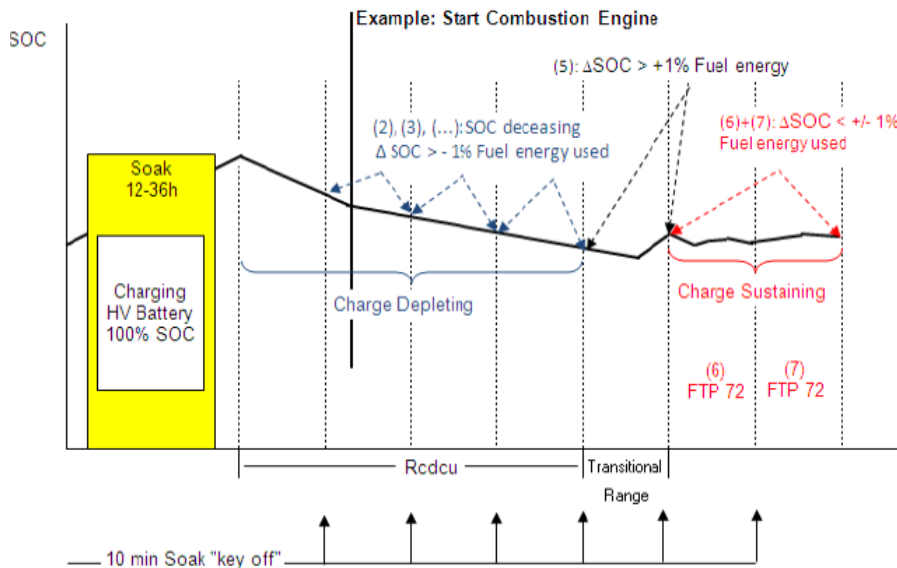


图 8 美国测试循环从 CD 模式进入 CS 模式示意图

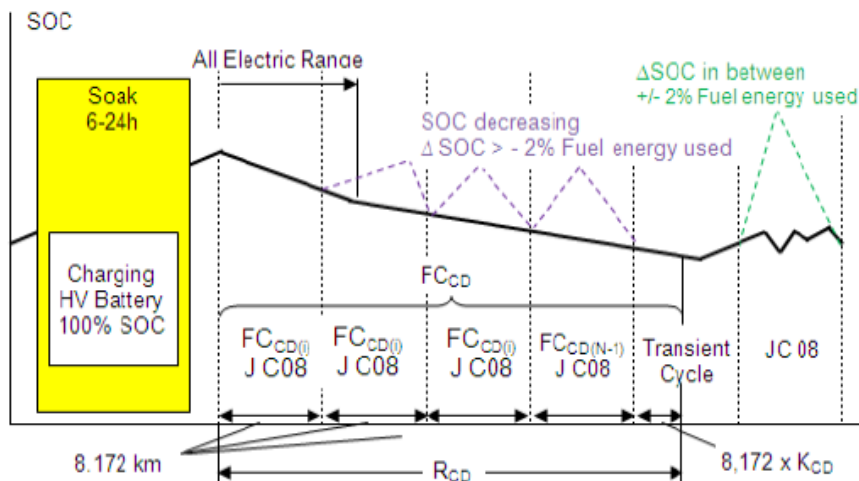


图 9 日本测试循环从 CD 模式进入 CS 模式示意图

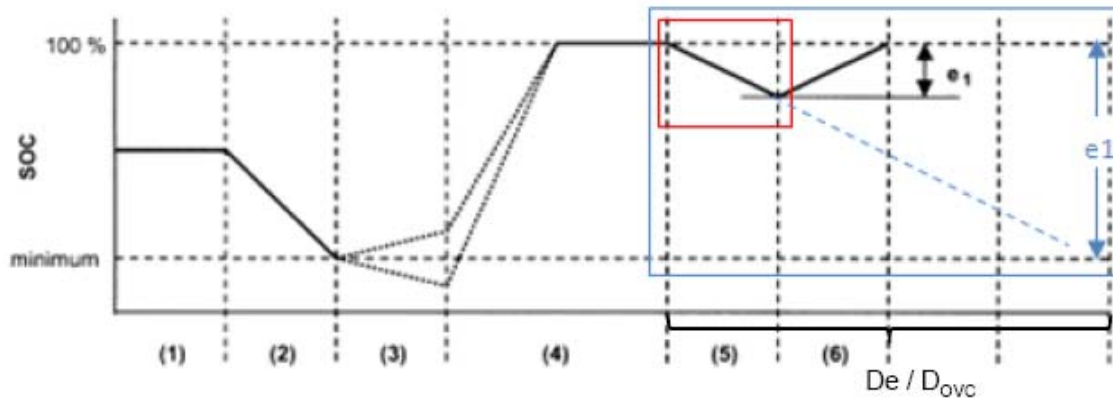


图 10 欧洲测试循环从 CD 模式进入 CS 模式示意图

美国和日本是基于燃料消耗量能量来确定 $\Delta$ SOC，而欧洲是基于储能装置的容量确定 $\Delta$ SOC。对于采用强电驱动与小型内燃机驱动组合的OVC车辆而言，低的燃料消耗量将导致 $\Delta$ SOC范围较小，需要重复很多次试验才能达到 $\Delta$ SOC要求。欧洲的要求是基于储能装置的容量，它可以兼顾不同的混合驱动策略设计。

综上所述，对于CS模式测试荷电（SOC）限定条件的规定以及CD模式测量要求，相对而言，美国和日本法规比欧洲法规更加严格，更加注意环境保护的实际效果。

## 6 国内相关标准研究

### 6.1 我国现行的轻型混合动力汽车排放标准

由于我国目前机动车排放标准体系采用了欧洲的排放体系要求，而且我国常规的轻型汽车排放标准（三，四）也是基于欧盟的排放指令要求。由于在欧 III 和欧 IV 阶段的欧盟指令中没有相应的混合动力汽车的相关内容，因此轻型混合动力电动汽车排放标准 GB/T19755-2005《轻型混合动力电动汽车污染物排放测量方法》，基本等效采用了欧洲经济委员会在2004年8月开始实施的ECE R83-05第4号补充件中附录14的技术内容，附录14就是R83针对混合动力汽车的排放测试规程。

GB/T19755-2005与2004版R83-05法规的主要区别是，GB/T19755-2005中未包含II型、VI型试验的方法。这是由于GB/T19755-2005当时也是针对我国轻型车排放标准GB18352.2的补充性标准文本，它只针对国二的排放试验项目规定了相应的测试程序，即按照GB18352.2对混合动力汽车进行认证时，应该用GB/T19755-2005的规定程序取代GB18352.2中相应的程序来进行排放测量

试验。而测试循环、排放限值和符合判定等内容仍然执行 GB18352.2 的规定。

需要说明的是，可外接充电式 HEV 的排放结果与车辆纯电动续驶里程相关，它的排放测量结果的计算公式见公式（1），式中的  $D_e$  表示 HEV 的纯电动续驶能力（km）；而  $D_{av}$  表示 HEV 在两次充电之间的平均行驶里程（km）。GB/T19755-2005 明确了  $D_e$  的测量方法，即根据 GB/T19753-2005《轻型混合动力电动汽车能量消耗量试验方法》规定的轻型混合动力汽车能量消耗量试验方法测得的车辆纯电动续驶里程  $D_e$  值。而 GB/T19753-2005 的技术要求也是等效采用了 2003 年 10 月 30 日提出的 ECE R101 法规中关于混合动力汽车能量消耗量测量的试验方法相关要求修正案的内容，这与 R83 法规中引用了 R101 法规的  $D_e$  测量结果是一致的。

## 6.2 我国的轻型混合动力汽车能耗测量方法标准—GB/T19753

如 6.1 条中所述，混合动力汽车排放的计算需要引入该车型纯电动续驶里程的测量结果，因此能耗的测试要求与排放测试结果密切相关，我国现行的能耗测量标准 GB/T19753-2005《轻型混合动力电动汽车能量消耗量试验方法》也同样采用了 ECE 的法规体系的要求，即 ECER101。

在 2010 年的 4 月份，我国对轻型混合动力汽车的能量消耗量测量标准进行了修订。我国正在修订的能耗测量标准报批稿主要参照最新的联合国欧洲经济委员会（ECE）2009 年 11 月 9 日提出的“ECER101—02 系列第 2 号补充件对附录 8 中关于混合动力汽车能量消耗量试验方法方面的技术内容。对于 ECER101 法规而言，该最新版主要是对可外接充电的混合动力的能量消耗量测量方法进行了补充，增加了一个测试方法的可选项。由于车辆的能量消耗量测试与排放测试为同一个试验，因此 R83 和 R101 相应的最新修订均是一致的，详见对欧洲相关的法规介绍部分。

除了参考 ECER101 最新版进行了修订外，对于不可外接充电的混合动力汽车的燃料消耗量测量试验，能耗国标草案还补充了以下要求：

如果在预处理和试验循环中，车辆的储能装置在每一个循环都处于放电状态，且试验过程的电能平衡值（ $|\Delta E_{batt}|$  或  $|\Delta E_{storage}|$ ）大于消耗燃料能量的 5% 时，试验无效。生产厂必须调整车辆状态，使  $|\Delta E_{batt}|$  或  $|\Delta E_{storage}|$  小于消耗燃料能量的 5%，方能开始正式试验。这里  $|\Delta E_{batt}|$  或

|  $\Delta E_{\text{storage}}$  | 分别指电池或超级电容在试验前后的电能变化量，单位为兆焦 (MJ)。

在 ECER101 法规中，如果 |  $\Delta E_{\text{batt}}$  | 或 |  $\Delta E_{\text{storage}}$  | 大于消耗燃料能量的 1% 时，要求对燃料消耗量测量结果进行修正，但是没有提出不得超过 5% 的规定。我国在修订能量消耗量测量方法时，补充了这一要求。它是针对不可外接充电车辆，防止车辆在试验时电池放电比例过高导致油耗测量值偏小，从而不能反映车辆实际行驶中的燃料消耗量水平。这个要求参考了美国和日本的能耗测量要求：美国要求试验前后电能变化量应不超过燃料消耗能量的 1%，否则试验无效。而日本要求不得超过燃料消耗能量的 2%，如果超过，则允许对燃料消耗测试结果进行修正。

## 7 标准主要技术内容

本标准主要参考欧洲 2009 年最新修订的 ECER83 相关内容，仍与传统车辆的排放标准体系保持一致。同时，参考了美国和日本法规对 OVC 车辆的 I 型试验中条件 B 测试要求，以及 NOVC 车辆的 I 型试验的测量要求进行修改和补充。

### 7.1 标准适用范围

适用于装用点燃式发动机或压燃式发动机最大设计车速大于或等于 50 km/h 的轻型混合动力汽车，用于轻型混合动力汽车的型式核准、生产一致性和在用车符合性检查和判定。

根据 QC/T 837-2010《混合动力电动汽车类型》的规定，对仅具有停车怠速停机功能的汽车也可称为微型混合动力电动汽车，由于这类微混车辆通常仍使用常规的 12V 铅酸蓄电池系统，没有专门的可再充式能量存储系统，不具备提供辅助驱动力矩的能力，也无法按本标准的试验程序进行试验。因此对这类微混汽车仍按常规车辆的要求进行排放测量，不属于本标准的适用范围。

由于本标准所涉及的 HEV 排放测量方法，参照采用的是 ECE R83/05 系列相关测试要求，在欧洲，该法规同样适用于欧 V 和欧 VI 阶段混合动力汽车。因此，本标准不仅适用国三和国四阶段的混合动力汽车排放测量，同时也适用于将来混合动力汽车的国五排放测量要求。

### 7.2 车辆分类

对轻型混合动力汽车的分类，与 ECE R83 法规也相同（见表 4）。

### 7.3 排放试验项目

轻型混合动力汽车型式核准试验项目，与现行的 GB18352.3-2005《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国III、IV阶段）》的规定相同，与 GB/T 19755-2005 相比，增加了 VI 型试验、OBD 验证，以及双怠速试验等试验程序的规定，而 III 型、IV 型、V 型试验的相关规定与 GB/T19755-2005 的规定一致。这是由于国三、国四的轻型汽车排放试验项目中增加了 VI 型试验、OBD 试验及双怠速试验。

对于国三、国四阶段的排放试验项目表的规定见表 9。

表 9 国三、四阶段的排放试验项目

型式核准 试验类别	装点燃式发动机的轻型混合动力汽车			装压燃式发动机的轻 型混合动力汽车
	汽油车	两用燃料车	单一气体燃料车	
I 型	进行	进行（试验两种燃料）	进行	进行
双怠速试验	进行	进行（试验两种燃料）	进行	不进行
III型	进行	进行（只试验汽油）	进行	不进行
IV型	进行	进行（只试验汽油）	不进行	不进行
V型	进行	进行（只试验汽油）	进行	进行
VI型	进行	进行（只试验汽油）	不进行	不进行
车载诊断 (OBD) 系统	进行	进行	进行	进行

注：I 型试验：指常温下冷起动后排气污染物排放试验  
 双怠速试验：指测定双怠速的CO、HC 和高怠速的λ值（过量空气系数）。  
 III型试验：指曲轴箱污染物排放试验  
 IV型试验：指蒸发污染物排放试验  
 V型试验：指污染控制装置耐久性试验  
 VI型试验：指低温下冷起动后排气中 CO 和 HC 排放试验

根据国五排放标准的征求意见稿，国五阶段排放试验项目见表 10。

表 10 轻型混合动力汽车型式核准试验项目

型式核准试验类别	装点燃式发动机的轻型混合动力汽车			装压燃式发动机的 轻型混合动力汽车
	汽油车	两用燃料车	单一气体 燃料车	
I 型（气态污染物）	进行	进行（试验两种燃料）	进行	进行
I 型（颗粒污染物）	进行（仅直喷 车）	进行（仅直喷车燃用汽油时）	不进行	不进行
II 型	进行	进行（试验两种燃料）	进行	不进行
III型	进行	进行（只试验汽油）	进行	不进行
IV型	进行	进行（只试验汽油）	不进行	不进行
V型	进行	进行（只试验汽油）	进行	进行
VI型	进行	进行（只试验汽油）	不进行	不进行

车载诊断 (OBD) 系统	进行 进行	进行	进行	进行
注： I 型试验：指常温下冷起动后排气污染物排放试验 III型试验：指曲轴箱污染物排放试验 IV型试验：指蒸发污染物排放试验 V型试验：指污染控制装置耐久性试验 VI型试验：指低温下冷起动后排气中CO 和HC 排放试验 双怠速试验：指测定双怠速的 CO、HC 和高怠速的 $\lambda$ 值（过量空气系数）。				

与国三、四相比，国五征求意见稿对于装用点燃式直喷发动机的轻型汽车的 I 型试验要求测量颗粒物 (PM) 排放。因此，对采用直喷技术的点燃式混合动力电动汽车，在进行 I 型试验时需要加测 PM 排放。

## 7.4 I 型试验

### 7.4.1 增加了 OVC 车辆条件 A 测试选项

与 GB/T 19755-2005 相比，对于可外接充电 (OVC) 车辆在条件 A 下的测量，增加了可选的测试程序，这是参考 2009 年发布的最新版 ECER83 附录 14 的相关规定（见 5.1.2.3 条内容）。新的测量方法增加了储能装置从满电荷状态一直到最低荷电状态的 N 次循环的电能消耗模式 (CD) 测试选项，即制造厂可以选择 GB/T 19755-2005 规定的测试程序，也可以选择新的测试程序，与原测量方法对比见表 11。

表 11 可外接充电 HEV 测试程序变化对比

可外接充电式 HEV	GB/T 19755-2005 要求	新增的测量规范的可选要求
I 型排放试验条件 A 下的测量规范	1.车辆预处理	1.车辆预处理同 GB/T 19755-2005
	2.进行一次完整的工况循环	2.进行 n 次循环，直到车辆的储能装置达到最低荷电状态 <sup>1)</sup>
	3.计算条件 A 下污染物的排放量 M1	3.每次循环结束后，均应计算相应的污染物排放结果 $M_{Ai}$ （与对应的劣化系数相乘后），应低于相应的排放限值要求。最后计算出 n 次循环的平均值： $M_A = \sum M_{Ai} / n$
I 型排放试验条件 B 下的测量规范	车辆预处理，进行一次完整的工况循环，并计算结果 $M_B$	同 GB/T 19755-2005
I 型试验排放结果 <sup>2)</sup>	$M = (De * M_A + Dav * M_B) / (De + Dav)$	$M = (Dovc * M_A + Dav * M_B) / (Dovc + Dav)$
备注： 1) “最低荷电状态”定义：如果第 N+1 次 NEDC 循环过程中，车辆净放电电荷不超过电池在它最大荷电状态 (SOC) 时的名义电量的 3%，则认为第 N 次循环后车辆达到最低荷电状态。		

2)  $D_e$  和  $D_{ovc}$  的值均根据 GB/T19753-XXXX 规定测得。其中： $D_e$  为车辆纯电动续驶里程值； $D_{ovc}$  是车辆 OVC 续驶里程，即  $n$  次循环的总里程。

表 11 中引用的是正在修订的混合动力汽车能量消耗量测量标准的报批稿，该标准也相应参照采用了 2009 年发布的 ECE R101 相应的规定，因此与本标准对应的要求是一致的。

#### 7.4.2 增加了 OVC 车辆条件 B 试验有效性判定要求 ( $\Delta SOC$ 要求)

与欧洲法规相比，本标准对可外接充电式混合动力汽车的条件 B 试验补充了试验有效性判定要求：储能装置的放电量不超过储能装置额定存储值的 3%时，排放测试结果有效。

欧洲法规中对于 OVC 车辆的 I 型试验要求在两种极端条件下进行测量，对于条件 A 又给出两种不同的测试方法选项。如果按选项二进行  $n$  次重复测量，则车辆在第  $n+1$  循环，即进入 CS 模式，满足标准规定的最低荷电状态的要求。

然而，如果制造厂按选项一进行条件 A 的测量，即选择进行一次循环测试；然后按照程序进行条件 B 试验的预处理和放电，这时，未必能够确认车辆已经满足最低荷电状态的要求，进入荷电维持 (CS) 模式。而在欧洲法规中没有对试验提出荷电状态的限定要求，这是欧洲法规的缺陷。为了减少荷电水平对条件 B 试验的影响，确认车辆已经达到最低荷电状态，本标准参照美国和日本法规的要求，补充了条件 B 试验中要同时监测荷电状态变化的要求：即试验过程中储能装置的放电量不超过  $3\% \times$  储能装置额定存储量，否则试验无效。

#### 7.4.3 增加了对 NOVC 车辆的相关规定

与欧洲法规相比，本标准对不可外接充电式 (NOVC) 混合动力汽车的测量要求进行修改和补充规定。

##### 7.4.3.1 关于选择模式的要求

对有手动选择行驶模式功能的不可外接充电的 HEV 车辆，本标准 5.3.1.4.1 条规定应在最大燃料消耗行驶模式下进行排放测量，同时规定，如果有“纯发动机工作”模式选项，则车辆也应在该模式下按常规车辆要求进行试验，并且满足相应的限值要求。

欧洲法规规定排放测量应在“点火开启后车辆自动设定的行驶模式”进行试验。按照这个规定，通常自动设定的行驶模式是混合动力汽车的较为经济的模式，即排放相对较低的运行模式，但是，对于那些燃料使用较多的、排放最为恶劣的

运行模式（如纯发动机模式）将会被忽略，而这在实际运行中又是不可避免会使用的。考虑到所有的模式均应满足排放限值要求，本着应评价考核其排放最恶劣状况的原则，本标准规定“排放测量应在最大燃料消耗行驶模式下进行”，以确保所有可选择的行驶模式均能满足排放限值要求。

#### 7.4.3.2 增加了试验的 $\Delta$ SOC 要求

如前所述，对于不可外接充电（NOVC）的 HEV，排放测试过程中的荷电状态会对测量结果有影响，为此，美、日法规和其他相关一些标准都对该测试过程中的荷电状态变化  $\Delta$ SOC 提出了限定要求。但是，欧洲法规对 NOVC 车辆的试验，却没有规定  $\Delta$ SOC 的限定要求，这样，排放测试有可能无法真实地反映车辆的排放水平，尤其是最恶劣的排放状态可能被掩盖或忽视。为了弥补欧洲法规的这点不足，真实地反映车辆的排放水平，本标准参考美国和日本的法规要求，增加了试验过程中  $\Delta$ SOC 要求。 $\Delta$ SOC 要求采用了欧洲法规中 CD 模式进入 CS 模式的条件规定： $\Delta$ SOC < 3% × 储能装置额定存储量。为了确保车辆试验时能满足这个限定条件，车辆在进行预处理前，允许按制造厂的规定对 SOC 状态进行设置。

考虑到有些微混的 HEV 车辆，使用的储能装置容量不是很大，可能会导致该波动范围要求过小，难于达到，因此制造厂也可以选择： $\Delta$ SOC < ±1% × 燃料消耗能量作为试验条件。

#### 7.5 VI型试验（低温下冷起动后排气中CO 和HC 排放试验）

由于国三阶段以后排放测试项目新增了VI型试验，低温下冷起动后排气中CO 和 HC 排放试验，因此本标准参照欧洲法规的相关规定，补充了混合动力汽车的VI型试验要求。可外接充电式 HEV，按照最低荷电状态 I 型试验的条件 B 规定进行测量；不可外接充电式 HEV，按照与 I 型试验相同的条件进行测量。

#### 7.6 OBD验证试验

由于国三阶段以后排放测试项目新增了 OBD 验证试验，因此本标准参照欧洲法规的相关规定，补充了混合动力汽车的 OBD 的相关试验要求。HEV 车辆的 OBD 要求与常规轻型汽车的 OBD 要求一致。对于 OBD 验证要求，可外接充电式 HEV，按照最低荷电状态 I 型试验的条件 B 规定进行测量；不可外接充电式 HEV，按照与 I 型试验相同的条件进行测量。



## 7.7 双怠速试验

由于国二阶段以后排放测试项目新增了双怠速试验，因此本标准参照欧洲法规的相关规定，补充了混合动力汽车的双怠速试验要求：车辆应按照 GB 18352 中的相关规定进行试验，使用发动机模式进行试验。制造厂应提供可以进行此项试验的工作模式。

## 7.8 自由加速烟度试验

对于轻型压燃式（柴油）混合动力汽车，补充了自由加速烟度的试验要求，但对不同阶段的车辆，其依据的标准有所不同。在国三、国四阶段，依据的标准是 GB 3847-2005《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》，而在目前起草的国五轻型车排放标准（征求意见稿）中，对轻型压燃式（柴油）汽车的烟度排放要求直接在 GB 18352 中提出，因此，本标准也据此提出了相关规定。

同时，根据欧洲法规对混合动力汽车进行该试验时的有关要求，提出了“如果混合动力电动汽车在进行该试验时有特殊要求，则应在其产品使用说明书中进行详细说明。除车辆本身提供的装置外，该特殊测量要求不得使用其他装置”的规定。

## 7.9 针对轻型混合动力汽车型式核准时的申报技术参数

在本标准中补充了一个规范性附录 A，它主要是针对轻型混合动力汽车的技术特征，补充相应的型式核准时车辆申报的技术参数。GB/T 19755-2005 将车辆所有的参数全部列在一起作为标准的附录 A，本标准仅列出与混合动力汽车相关的特殊技术参数要求，一方面突出混合动力车辆的特点，另一方面，参加 ECE R101 法规的技术参数申报要求，补充增加了一些的技术参数：

对 GB/T 19755-2005 相比，增加了部分参数，一部分是针对混合动力汽车相关部件及测试的基本信息描述，如下：

- a) 混合动力汽车动力系统描述，其中包括布置图及工作原理描述；
- b) 制造厂推荐的预处理要求
- c) 分别列出电机控制器、电子真空泵、电子助力转向装置、DC/DC 转换器的基本信息。

另一部分是针对新测试规范，补充了“车辆的 OVC 行驶里程（按 GB19753

规定的测量结果)”，该参数参与测试结果的计算。

最后，对于使用的电池补充了以下参数：最大放电功率（kW，50%SOC，10 s）；电池包重量（kg）和电池最大充电功率（kW），由前两个参数可以得出电池的质量密度，该参数对测量结果会产生影响；另外，电池最大充电功率会影响制动回收效率，因此也要求列出。

## **8 实施本标准的技术及环境效益分析**

### **8.1 实施本标准的技术分析**

与国二阶段测量方法标准相比，主要是驾驶循环发生的改变，取消了冷启动后 40 秒的怠速过程。对于可外接充电混合动力汽车，如果选择新的测量规范，将可能导致测试循环次数增加，从而使试验费用增加，而对于其他生产厂没有影响。由于只是测量规范的变化，相应的排放要求、OBD 要求等均与常规轻型车相同，因此不会对生产厂造成额外的影响。

对于测试设备，由于对不可外接充电车辆补充了试验有效性的判定，如果原来没有能量消耗测量设备的检测机构，将要求配备相应的检测能力。

### **8.2 实施本标准的环境效益分析**

常规的轻型汽车标准将在今年的 7 月 1 日对新车型实施国四排放标准，本标准一方面完善了现行排放标准体系，补充了国三和国四阶段的轻型混合动力汽车排放测试要求，同时它也适用于五阶段和六阶段所对应的排放测试要求；另一方面也针对新型混合动力的控制技术进行了补充。因此，本标准的实施将更好地适应新型混合动力技术的发展，同时也为相应的管理部门制定低排放车辆鼓励政策提供依据，顺应了国家对新能源汽车技术的鼓励要求，这些都能更加有效地改善环境污染状况。

附表 1:

## 主要缩写与符号

序号	缩写	英文全称	中文全称
1	HEV	Hybird Electrical Vehicle	混合动力电动汽车
2	RESS	Rechargeable Energy Storage system	可再充式能量存储系统
3	ISG	Integrate Starter Generator	采用起动机发电机/电动机一体化式的弱混式 HEV
4	BSG	Belt Driven Starter Generator	在传统内燃机启动电机上加装了皮带驱动启动电机,也是一种弱混式 HEV
5	NOVC	Not Off-Vehicle Charging	不可外接充电式 (混合动力汽车的一种)
6	OVC	Off-Vehicle Charging	可外接充电式 (混合动力汽车的一种)
7	PHEV	Plug-in HEV	可外接充电式混合动力汽车 (与 OVC 含义相同)
8	CS	Charger Sustaining mode	储能装置处于荷电维持模式
9	CD	Charger Depleting mode	储能装置处于荷电消耗模式
10	SOC	State-of Charge	储能装置的荷电状态,以安时 (Ah) 表示,有时也用最大容量的百分数表示
11	ZEV	Zero Emission Vehicle	零排放车
12	UDDS	Urban Dynamometer Driving Schedule	美国联邦的城市工况循环
13	HFEDS	Highway Fuel Economy Driving Schedule	美国联邦的高速公路经济油耗工况循环
14	US06	Supplemental Federal Test Procedure (SFTP) at high speeds and aggressive driving conditions	高速大负荷工况循环(美国联邦补充测试循环)
15	SC03	Supplemental Federal Test Procedures (SFTP) with air conditioning driving	针对空调工作的美国联邦补充测试循环
16	$\Delta E_{batt}$     $\Delta E_{storage}$	Energy balance of Battery or Storage device	化学蓄电池或超级电容储能装置的电能平衡值