

《中国汽车行驶工况》国家标准第 2 部分：重型商用车辆 征求意见稿编制说明

1 工作背景

1.1 背景

重型商用车的节能和污染防治是我国机动车绿色发展的核心问题。随着能耗排放法规日趋严格，重型商用车在节能减排技术优化上面临更大挑战。重型商用车行驶工况是车辆能耗/排放测试方法和限值标准的基础，是重型商用车各项性能指标标定的优化基准，是产品开发的输入条件。

现阶段我国 GB/T 27840-2011《重型商用车燃料消耗量测试方法》标准中采用了 C-WTVC 工况，该工况是在全球重型商用车的 WTVC 基础上调整后生成的，并不能完全代表中国实际道路行驶状况。此外，重型商用车车辆类型繁多体系复杂，不同类型车辆的运行范围、用途和车辆性能等重要属性之间存在显著差异。现行的 GB/T 27840-2011《重型商用车燃料消耗量测试方法》使用一条通用的工况循环，根据用途将重型商用车划分为 5 大类型的车辆，并为不同类型车辆设计了不同的特征里程分配比例，如表 1-1 所示。在试验中获取车辆在 C-WTVC 工况中市区、公路和高速三个区间内的车辆燃油消耗量，结合该类型车在区间的分配比例进行加权计算综合燃料消耗量和单位里程排放量。

特征里程分配比例实现了不同类型重型商用车工况的差异化，通过对我国各种重型商用车运行范围和在不同速度区间行驶倾向合理定义，一定程度上反映了各类型车辆特有的行驶工况，有效提升了重型商用车工况体系的代表性和覆盖性。

表 1-1 GB/T 27840 重型商用车分类及特征里程分配比

车辆类型	最大设计总质量 kg	市区比例, $D_{市}$ 公路比例, $D_{公}$ 高速比例, $D_{高}$		
		区	路	高速
半挂牵引车	9000kg<			
	$GCW \leq 27000\text{kg}$	0	40%	60%
	$GCW > 27000\text{kg}$	0	10%	90%
自卸汽车	$GVW > 3500\text{kg}$	0	100%	0
货车	$3500\text{kg} < GVW \leq 5500\text{kg}$	40%	40%	20%
(不含自卸汽车)	$5500\text{kg} <$	10%	60%	30%

GVW≤12500kg				
12500kg<GVW≤25000kg		10%	40%	50%
GVW>25000kg		10%	30%	60%
城市客车	GVW>3500kg	100%	0	0
3500kg<GVW≤5500kg		50%	25%	25%
客车（不含城市客车）	5500kg<GVW≤12500kg	20%	30%	50%
	GVW>12500kg	10%	20%	70%

然而，研究表明各类车型在不同速度区间的运行特征差异明显，即使采用了特定的分配比例，使用一条循环曲线也很难同时反映多车型运行特征；特征里程分配方案无法充分反映不同类型重型商用车在不同道路类型和交通状况下的运行特征差异。

作为车辆开发、评价的基础依据，开发全面覆盖各类型重型商用车和运行区域的工况体系，构建合理反映我国实际道路行驶状况的测试工况，显得越来越重要，行业呼吁开发中国工况。

1.2 任务来源

马凯副总理高度重视新能源汽车工况研究与开发，2014 年 9 月和 2015 年 5 月，两次指示要求加快我国电动汽车典型工况标准制定。

2012 年，国务院发布的《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020 年）》中，提出了 2020 年商用车新车燃料消耗量接近国际先进水平的目标。

《节能与新能源汽车技术路线图》规定要加强我国汽车产业基础技术研究，包括：标准、数据库、检测检验等方面。

遵照中央领导的指示要求，在财政部 9240 万预算支持下，工业及信息化部于 2015 年委托中国汽车技术研究中心牵头组织行业开展“中国新能源汽车产品检测工况研究和开发”（简称“中国工况”）项目，该项目的研究即为《中国汽车行驶工况》国家标准的前期研究工作，包括：1）广泛深入地了解我国汽车实际行驶工况特征；2）开发乘用车和各类商用车的全国标准行驶循环工况（CATC）等，其中重型商用车检测工况（China Heavy-duty Test Cycle，简称 CHTC）的开发是该项目的重要组成部分。

1.3 工作过程

本项目任务书下达后，中国汽车技术研究中心联合行业知名整车企业、检测机构 and 高校成立了标准编制组。参与起草的单位如下：

表 1-2 参与起草企业名单（排名不分先后）

序号	企业名称	序号	企业名称
1	中国第一汽车集团有限公司	14	昆明理工大学
2	北京理工大学	15	四川中自尾气净化有限公司
3	天津大学	16	贵州黄帝车辆净化器有限公司
4	河北工业大学	17	吉林大学
5	博世汽车柴油系统股份有限公司	18	潍柴动力股份有限公司
6	江苏大学	19	福州大学
7	郑州宇通客车股份有限公司	20	厦门金龙旅行车有限公司
8	广西玉柴机器股份有限公司	21	襄阳达安汽车检测中心
9	山东交通学院	22	东风汽车有限公司
10	上汽依维柯红岩商用车有限公司	23	江铃汽车股份有限公司
11	北京福田戴姆勒汽车有限公司	24	北汽福田汽车股份有限公司
12	武汉理工大学	25	北京汽车动力总成有限公司
13	中国汽车工程研究院股份有限公司	26	中国汽车技术研究中心有限公司

自标准工作启动以来，中国汽车技术研究中心有限公司组织召开了多次工作会议和技术交流，分析了欧美日等发达国家的汽车法规工况，讨论确定了中国汽车行驶工况的构成并提出了标准草案，最终完成了标准的征求意见稿。

表 1-3 主要技术会议及研究活动

时间	会议活动	主要工作
17 年 1 月	准备会议	前期技术调查总结
17 年 1 月	启动会	确定工作形式、工作内容及任务安排
17 年 2 月	汽车工况标准讨论会	欧美日汽车工况标准讨论
17 年 3 月	第一次会议	讨论曲线构成
17 年 5 月		提出标准草案

17 年 5 月	第二次会议	针对标准草案进行讨论，会后根据会议讨论内容进行完善
17 年 7 月	标准征求意见稿讨论会	完成标准征求意见稿
17 年 8 月		标准公开征求意见

2 标准编制原则和主要技术内容

2.1 标准编制原则

本标准制是贯彻落实 2012 年，国务院发布的《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020 年）》中提到的“2020 年商用车新车燃料消耗量接近国际先进水平的目标”的重要措施，标准制定过程中，编制组密切跟进欧洲、美国和日本等主要重型商用车生产和销售国家（地区）的行驶工况开发方法和体系构成，对比各国工况曲线与中国实际工况特征的差异。充分了解并借鉴国际、国内在工况开发方面的先进经验，结合新技术，提出了中国工况开发技术路线。通过试验规划确定数据采集城市，在我国典型城市建立数据采集车队，采集各车型的实际运行数据；对采集的数据进行短片段划分和筛选，计算短片段特征；提取不同类型车辆的数据库总体特征并进行分析对比，确定了重型商用车工况体系构成；依据中国工况开发方法论构建中国工况曲线；通过试验验证对中国工况曲线的可操作性进行验证，并分析工况对油耗和排放的影响，确定最终的中国工况曲线。本标准规定了重型商用车辆用整车行驶工况的构成。本标准适用于最大设计总质量大于 3500kg 的 M2、M3 类载客汽车和 N2、N3 类载货汽车。

2.2 标准主要技术内容

2.2.1 工况开发技术路线

针对现有工况构建方法的不足，项目组借鉴国内外工况开发方面的经验，结合新技术，为不同类型重型商用车提出合理的中国工况开发技术路线，主要包括以下步骤，如图 2-1 所示；

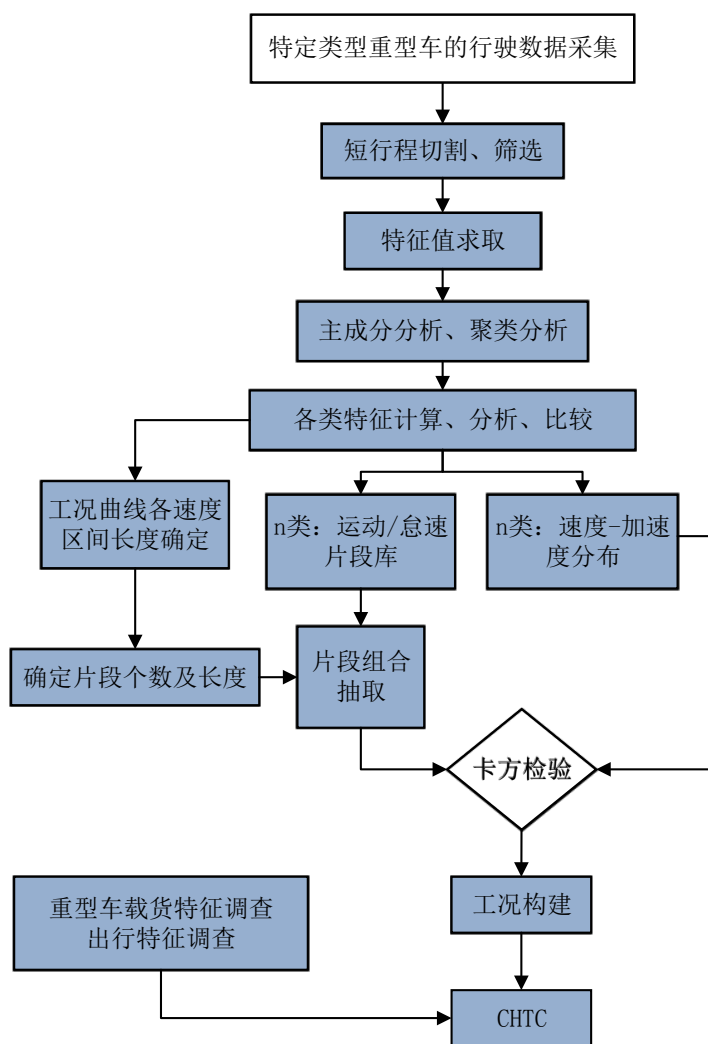


图 2-1 重型商用车的工况构建技术路线图 1

对于运行工况特征受城市道路、交通特征影响较大的重型商用车。设计了一套立足于多个城市独立数据库并考虑综合加权的工况构建流程，具体如图 2-2 所示。

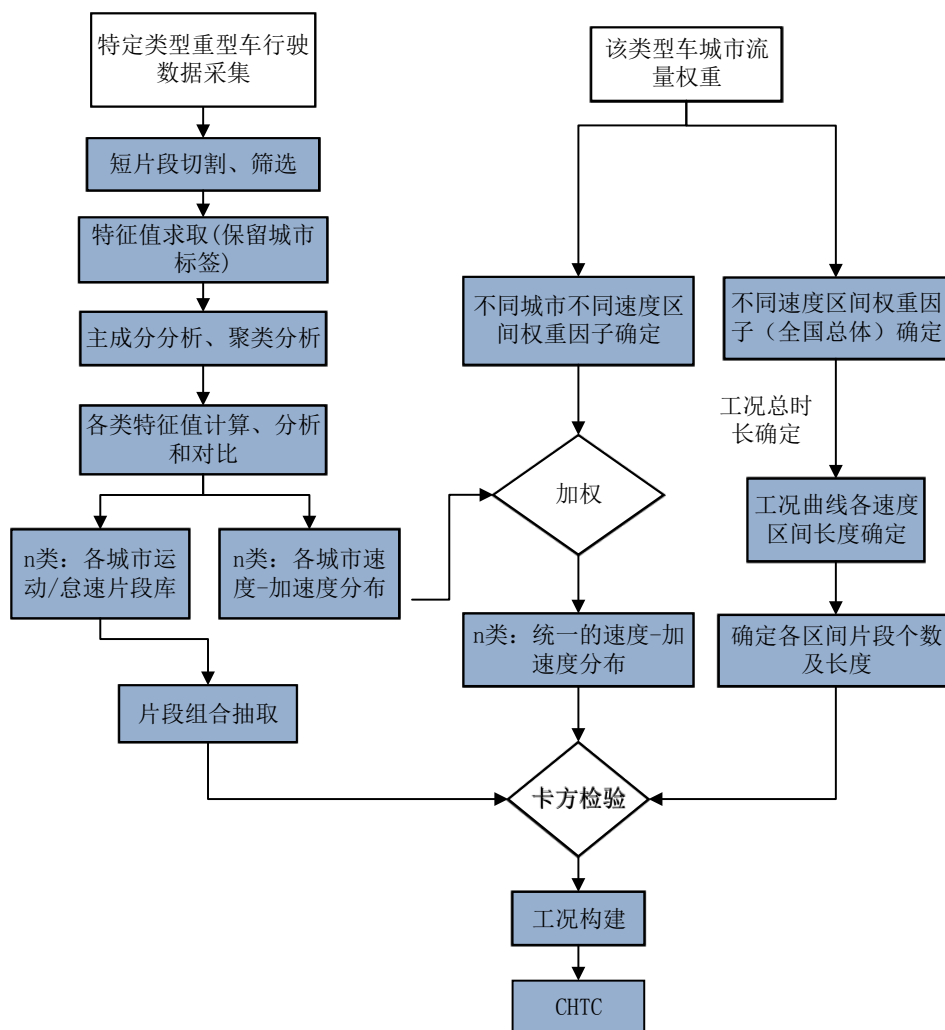


图 2-2 重型商用车的工况构建技术路线图 2

1) 试验规划

在试验规划中，通过分析常驻人口、GDP、汽车保有量、道路面积（万平方米）、公共汽（电）车数量（辆）、车均道路面积（平方米/辆）等十个指标，结合新能源示范城市，完成典型城市的选择。考虑车型保有量、驾驶员性别年龄结构等因素确定了车辆和驾驶员的选择方案并据此进行数据采集的工作。

2) 数据采集及预处理

利用自主行驶的方法采集各种类型重型商用车的车辆运行数据(采样频率为 1Hz)；为了保证数据的真实性，采集过程中不规划数据采集道路，让车辆自由行驶。通过超过一年的自主行驶，针对多类型的重型商用车分别建立了独立的工况数据库。

将车辆运行数据切分为怠速片段和运动片段以满足工况构建的需求；制定了包含

运行时间、速度范围、加速度范围、最大怠速时长、均速比例和数据缺失率在内的两级筛选规则，并利用上述规则对短片段进行筛选。

3) 工况体系构成确定

广泛考察、深入了解不同类型重型商用车在不同地域、道路和交通状况下的行驶情景，归纳提取其典型运行特征作为工况开发的基础。

调查实际情况，研究实测数据，若发现特定车型的运行工况特征与其他车型存在显著、本质和结构化的差异，则为其单独定制工况循环。最后确定了能够全面覆盖、准确反映各类型重型商用车在多种行驶情景下运行特征的工况体系构成。

4) 工况区间划分

针对不同类型重型商用车，通过主成分和聚类分析划分工况区间（三区间：市区、城郊、高速；两区间：低速、高速）；根据区间的权重和工况循环的总时长确定各区间时长。

5) 统一的速度-加速度联立分布建立

计算各工况区间的速度-加速度联立分布，利用权重因子矩阵进行加权，获取各个工况区间统一的速度-加速度联立分布。

6) 工况短片段组合确定

根据速度区间的权重和工况曲线的总时长确定各速度区间的时长；根据各速度区间的时长和对应速度区间运动片段及怠速片的平均时长和时长分布确定各速度区间需要选择的运动片段数目和候选片段时长；利用卡方检验确定最优的片段组合作为中国工况曲线。

7) 工况验证

通过试验验证对所构建工况的可操作性进行验证，并基于现有的测试规程分析不同工况曲线对油耗和排放的影响，确定最终的中国工况曲线。

2.2.2 数据采集

项目组在 41 个代表性城市，建立了超过 1200 辆车的重型商用车采集车队，覆盖城市客车、客车（不含城市客车）、货车、半挂牵引车、自卸汽车等，累计收集了约 2100 万公里的车辆运动特征、动力特征和环境特征数据。采集城市覆盖京津冀地区、东北地区、华东地区、华中地区、华南地区、长三角、珠三角、西南地区、西北地区

等。

表 2-1 CATC 项目重型商用车车队构成情况（细分五大类车型）

	城市 客车	客车 （不含城市客车）	货车 （不含自卸汽车）	自卸汽 车	半挂牵引 车
数量	568	216	265	86	81

2.2.3 工况开发

根据使用目的，将重型商用车初步划分为客车和载货汽车两类。分别针对两类车下的六种细分车辆类型建立独立的运行数据库，提取其工况特征并进行对比，进而确定是否为特定重型商用车车型独立构建工况。

对于客车，城市客车与客车（不含城市客车）的工况特征差异显著，因此为这两种类型车辆分别构建工况，另外城市客车行驶工况受城市道路和交通的影响较大，在为其进行工况构建时进行了城市加权。

对于载货汽车，通过对半挂牵引车、货车（不含自卸汽车）和自卸汽车的工况特征进行对比，发现三种细分车型所代表的车辆行驶工况之间存在本质差异，需要分别构建工况；通过对货车(GVW≤5500kg)与其它质量级别货车的工况特征进行对比，确定为该类型货车构建单独工况。

最终确定重型商用车包含六类工况循环：城市客车工况（CHTC-B）、客车（不含城市客车）工况（CHTC-C）、货车工况（CHTC-T）、自卸汽车工况（CHTC-D）、半挂牵引车（CHTC-S）工况，其中货车工况根据最大设计总质量分为 GVW≤5500kg（CHTC-LT）和 GVW>5500kg（CHTC-HT）两类工况。CHTC 重型商用车体系及对应工况名称如表 2-2 所示：

表 2-2 CHTC 重型商用车工况

重型商用车类别	CHTC 曲线
城市客车	CHTC-B
客车（不含城市客车）	CHTC-C
货车（GVW>5500kg）	CHTC-HT
货车（GVW≤5500kg）	CHTC-LT
自卸汽车	CHTC-D
半挂牵引车	CHTC-S

下面以城市客车为例，对工况构建过程进行说明：

1) 城市客车工况 CHTC-B

为了确定城市客车工况循环（CHTC-B）的工况曲线结构，根据短片段特征，将城市客车的全国总体运行数据库中的所有短片段进行聚类分析，划分成两个区间。两个区间的片段特征差异显著，低速区间平均速度为 8km/h，高速区间为 20km/h；随着速度增大，片段运动时间和里程增长，怠速比例显著降低，加速度参数略微升高；可以认为两个区间分别反映城市客车在拥堵及顺畅的交通状况下的运行情况。两区间速度分布情况如图 2-3 所示。

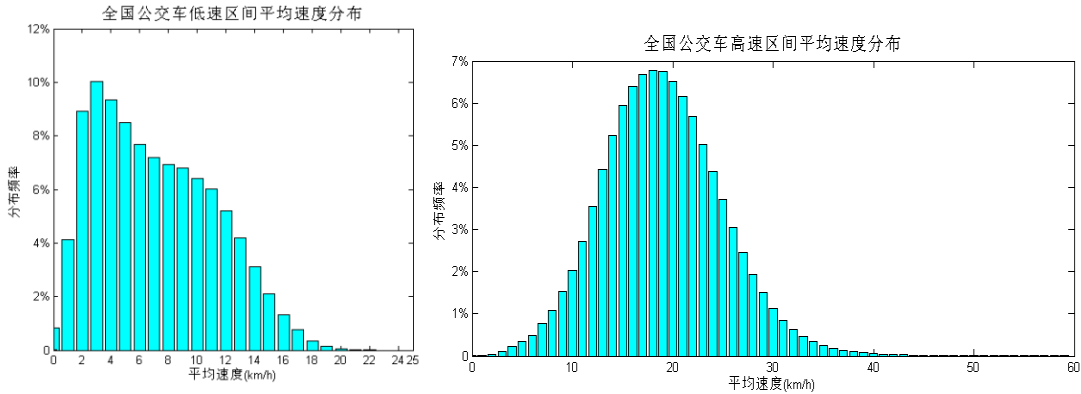
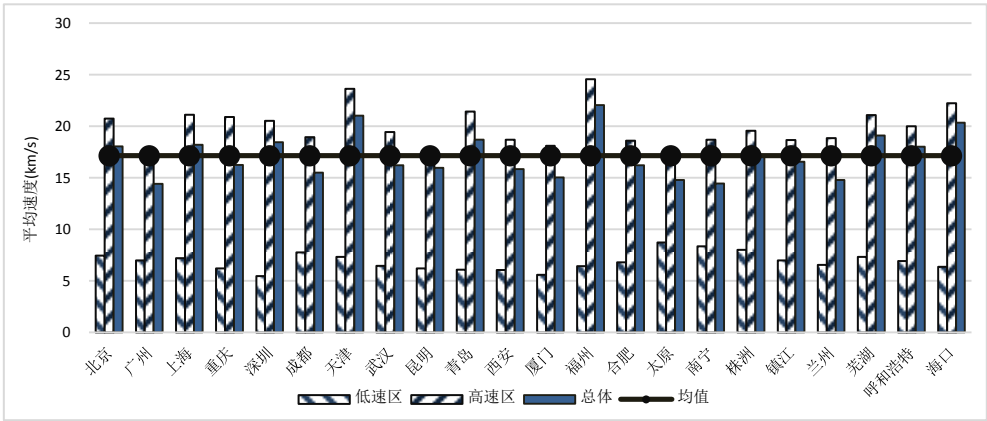


图 2-3 城市客车 各区间 片段平均速度分布

根据区间聚类特征，将每个城市的短片段库划分进两个区间。在此基础上，针对各城市计算其两个区间的综合特征参数，如图 2-4 所示：同一城市在不同区间的几个重要特征参数差异显著；不同城市在同一区间的特征参数基本处于同一范围内。



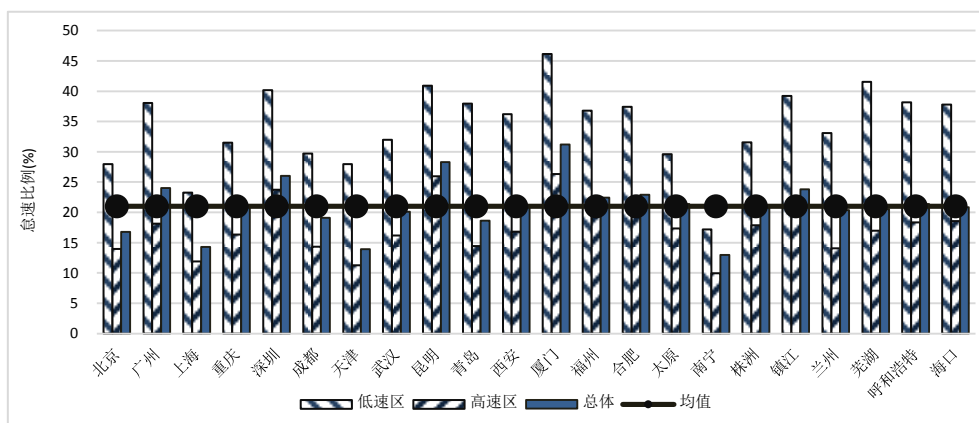


图 2-4 各城市分区间的特征对比

不同城市的城市客车的行驶特征之间差异显著，为了令工况循环能够充分反映全国多个城市的综合情形，需要为每个城市确定能反映该城市的城市客车通行量的权重作为下一步工况构建的重要基础。

因为每一条城市客车路线每天的运行量相近，我们选取每个城市所有的城市客车线路数量作为该城市的城市客车交通流量的权重。表 2-3 为每个城市的城市客车线路数量及对其标准化后得到的城市权重 $WC_{城市i}$ 。

表 2-1 根据城市的城市客车线路数量获取的 $WC_{城市}$

城市	线路数	权重
北京	2004	14.78%
广州	1632	12.04%
...	...	...
太原	232	1.71%
南宁	201	1.48%

针对每个（城市-区间）组合，计算该类型样本在该城市总体样本库中所占的运行总时间比例，确定城市客车工况构建中的区间权重 $WCF_{(城市i, 区间)}$ ，结果如表 2-4 所示。

表 2-2 各城市分速度区间权重

城市	低速区间	高速区间
	$WFC_{(城市i, 低速)}$	$WFC_{(城市i, 高速)}$
北京	20.13%	79.70%
广州	29.14%	70.64%

...	...	...
太原	32.72%	67.03%
南宁	38.39%	61.51%

工况曲线中某速度区间的权重由城市权重 $WC_{城市i}$ 乘以该城市对应速度区间权重 $WCF_{(城市i, 区间)}$ 累加得到，具体如式 2-1、2-2 所示：

$$WF_{\text{低速}} = \sum_i WFC_{(城市i, \text{低速})} \times WC_{城市i} = 30.5\% \quad (2-1)$$

$$WF_{\text{高速}} = \sum_i WFC_{(城市i, \text{高速})} \times WC_{城市i} = 69.5\% \quad (2-2)$$

CHTC-B 工况持续时间设置为 1310 秒。1310s 的持续时间既能满足统计学的代表性，又具备在实验室内进行排放测试和油耗测试的可行性。

其中低速区间时长为 399 秒，高速区间时长为 911 秒。进一步地，基于各区间统一的速度加速度分布，利用卡方检验方法挑选出最优的片段组合，即为 CHTC-B 工况，具体曲线如图 2-5 所示，曲线特征如表 2-5 所示。

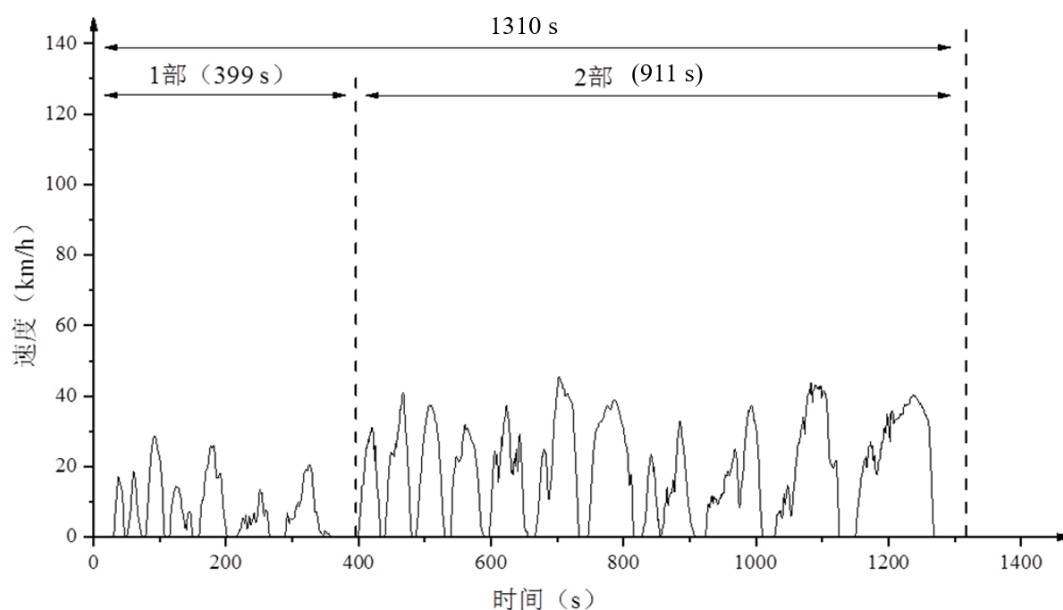


图 2-5 CHTC-B 行驶工况

表 2-5 CHTC-B 行驶工况主要特征

特征	总体	1 部	2 部
运行时间(s)	1310	399	911
里程(km)	5.49	0.74	4.75

最大速度(km/h)	45.60	28.70	45.60
最大加速度(m/s ²)	1.26	0.99	1.26
最大减速度(m/s ²)	-1.32	-1.24	-1.32
平均速度(km/h)	15.08	6.71	18.75
运行平均速度(km/h)	19.43	10.06	22.78
加速段平均加速度(m/s ²)	0.48	0.45	0.49
减速段平均减速度(m/s ²)	-0.54	-0.47	-0.57
速度标准差(km/h)	12.63	8.17	13.70
加速度标准差(m/s ²)	0.46	0.40	0.50
相对正加速度(m/s ²)	0.17	0.16	0.17
加速比例(%)	29.16	22.81	31.83
减速比例(%)	25.88	22.06	27.55
匀速比例(%)	22.60	21.80	22.94
怠速比例(%)	22.37	33.33	17.67

为了说明所构建工况的有效性，对比了 CHTC-B 工况与法规工况及车辆实际运行特征间的差异，结果如图 2-6 和图 2-7 所示。从中可以看出，在平均速度、平均正加速度、负加速度、加速度、减速、匀速和怠速比例分布等方面，CHTC-B 工况与实际采集数据结果的吻合度最高。

CHTC-B 的各项参数和 CCBC 比较接近，可以说明两者都可以较好地反映我国城市客车总体运行情况。CHTC-B 速度与 C-WTVC 相比有明显落差，结合较高的怠速比例，前者更加符合我国城市客车在更加拥堵的城市交通状况下运行的实际情况。

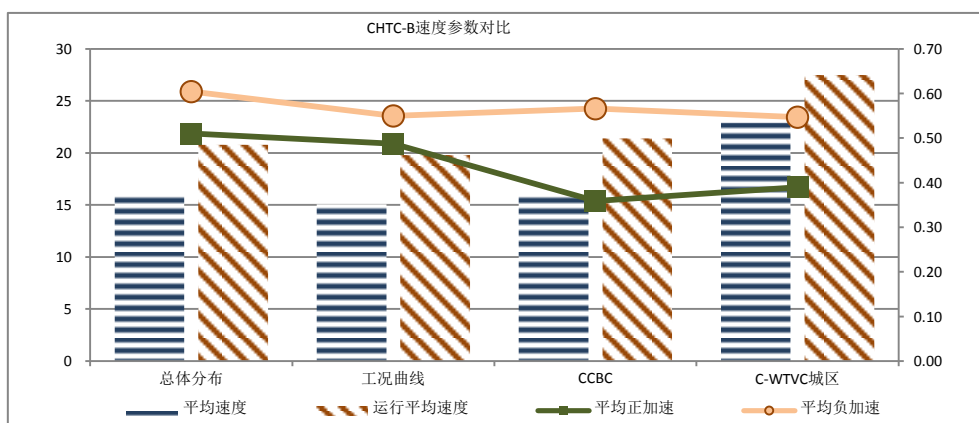


图 2-6 城市客车工况循环 CHTC-B 和实际运行特征、CCBC、C-WTVC 对比 1

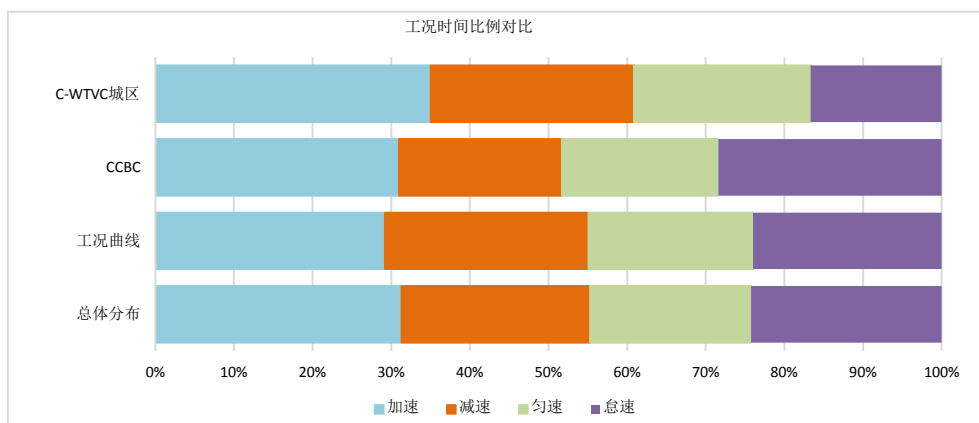


图 2-7 城市客车工况循环 CHTC-B 和实际运行特征、CCBC、C-WTVC 对比 2

2) 客车（不含城市客车）工况 CHTC-C

CHTC-C 工况共包 3 个速度区间，工况时长共计 1800 秒，其中市区区间时间比例为 16.9%，城郊区间时间比例为 49.6%，高速区间时间比例为 33.5%，平均车速为 39.2km/h，最大车速为 95.7km/h，怠速比例为 18.2%。CHTC-C 工况曲线如图 2-8 所示，特征如表 2-6 所示。

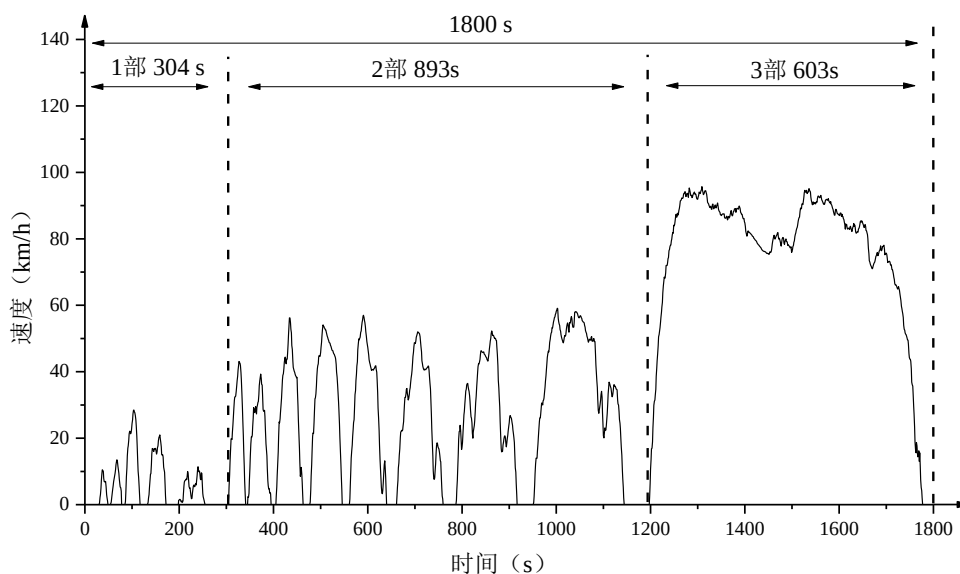


图 2-8 CHTC-C 行驶工况

表 2-6 CHTC-C 行驶工况主要特征

特征	总体	1 部	2 部	3 部
运行时间(s)	1800	304	893	603
里程(km)	19.62	0.46	6.67	12.49
最大速度(km/h)	95.70	28.50	59.10	95.70

最大加速度(m/s^2)	1.25	1.01	1.25	1.17
最大减速度(m/s^2)	-1.28	-1.06	-1.28	-1.15
平均速度(km/h)	39.24	5.47	26.88	74.56
运行平均速度(km/h)	47.98	9.78	33.39	77.65
加速段平均加速度(m/s^2)	0.43	0.39	0.48	0.32
减速段平均减速度(m/s^2)	-0.49	-0.44	-0.59	-0.31
速度标准差(km/h)	29.88	8.49	18.72	18.79
加速度标准差(m/s^2)	0.40	0.36	0.49	0.25
相对正加速度(m/s^2)	0.10	0.15	0.16	0.07
加速比例(%)	26.22	21.05	32.14	19.40
减速比例(%)	22.44	19.08	25.98	18.91
匀速比例(%)	33.11	15.79	22.40	57.71
怠速比例(%)	18.22	44.08	19.48	3.98

3) 货车 (GVW>5500kg) 工况 CHTC-HT

CHTC-HT 工况共包 3 个速度区间, 工况时长共计 1800 秒, 其中市区区间时间比例为 19.0%, 城郊区间时间比例为 54.9%, 高速区间时间比例为 26.1%, 平均车速为 34.7km/h, 最大车速为 88.5km/h, 怠速比例为 13.7%。CHTC-HT 工况曲线如图 2-9 所示, 特征如表 2-7 所示。

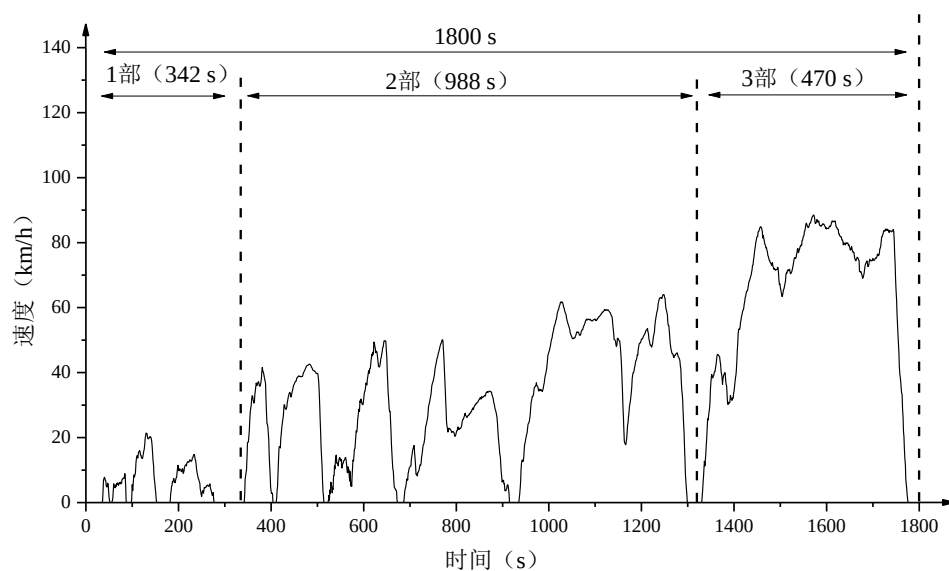


图 2-9 CHTC-HT 行驶工况

表 2-7 CHTC-HT 行驶工况主要特征

特征	总体	1 部	2 部	3 部
----	----	-----	-----	-----

运行时间(s)	1800	342	988	470
里程(km)	17.32	0.48	8.59	8.25
最大速度(km/h)	88.50	21.40	64.00	88.50
最大加速度(m/s ²)	1.14	0.89	1.14	0.85
最大减速度(m/s ²)	-1.21	-1.08	-1.21	-1.10
平均速度(km/h)	34.65	5.09	31.28	63.22
运行平均速度(km/h)	40.16	8.84	34.04	66.92
加速段平均加速度(m/s ²)	0.31	0.32	0.31	0.31
减速段平均减速度(m/s ²)	-0.45	-0.33	-0.49	-0.44
速度标准差(km/h)	23.36	6.45	18.03	20.76
加速度标准差(m/s ²)	0.29	0.24	0.31	0.30
相对正加速度(m/s ²)	0.09	0.08	0.10	0.08
加速比例(%)	24.28	13.45	27.94	23.62
减速比例(%)	18.11	13.74	19.64	18.09
匀速比例(%)	43.89	30.41	44.33	52.77
怠速比例(%)	13.72	42.40	8.10	5.53

4) 货车 (GWT≤5500kg) 工况 CHTC-LT

CHTC-LT 工况共包 3 个速度区间，工况时长共计 1652 秒，其中市区区间时间比例为 18.7%，城郊区间时间比例为 58.9%，高速区间时间比例为 28.4%，平均车速为 34.6km/h，最大车速为 97.0km/h，怠速比例为 12.4%。CHTC-LT 工况曲线如图 2-10 所示，特征如表 2-8 所示。

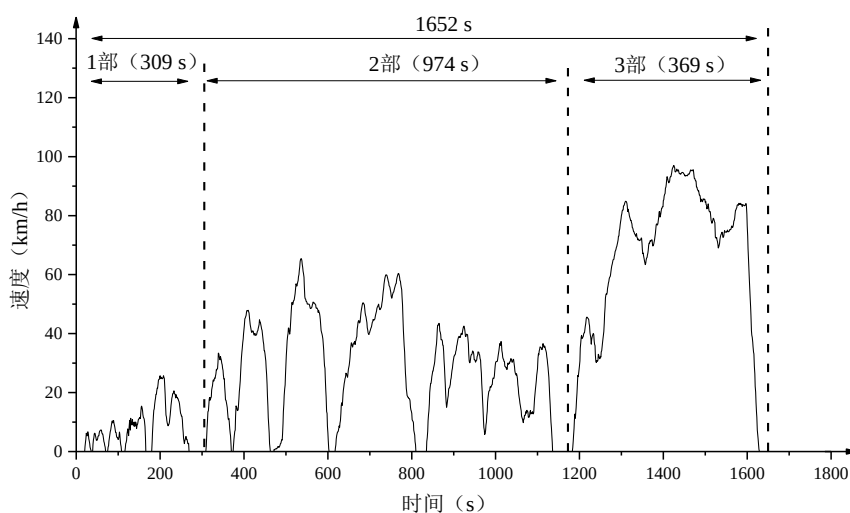


图 2-10 CHTC-LT 行驶工况

表 2-8 CHTC-LT 行驶工况主要特征

特征	总体	1 部	2 部	3 部
运行时间(s)	1652	309	874	469
里程(km)	15.88	0.61	6.97	8.51
最大速度(km/h)	97.00	25.70	65.40	97.00
最大加速度(m/s ²)	1.14	0.90	1.14	0.85
最大减速度(m/s ²)	-1.17	-1.17	-1.17	-1.13
平均速度(km/h)	34.62	7.14	25.77	65.32
运行平均速度(km/h)	39.49	9.89	29.95	69.00
加速段平均加速度(m/s ²)	0.34	0.31	0.36	0.32
减速段平均减速度(m/s ²)	-0.41	-0.34	-0.42	-0.43
速度标准差(km/h)	25.20	7.05	18.10	22.60
加速度标准差(m/s ²)	0.31	0.27	0.34	0.31
相对正加速度(m/s ²)	0.10	0.10	0.12	0.09
加速比例(%)	27.78	23.30	28.03	26.01
减速比例(%)	23.55	20.39	26.08	20.04
匀速比例(%)	36.32	28.48	31.93	48.61
怠速比例(%)	12.35	27.83	13.96	5.33

5) 自卸汽车工况 CHTC-D

CHTC-D 工况共包 2 个速度区间，工况时长共计 1300 秒，其中低速区间时间比例为 41.5%，高速区间时间比例为 58.5%，平均车速为 23.2km/h，最大车速为 71.4km/h，怠速比例为 20.2%。CHTC-D 工况曲线如图 2-11 所示，特征如表 2-9 所示。

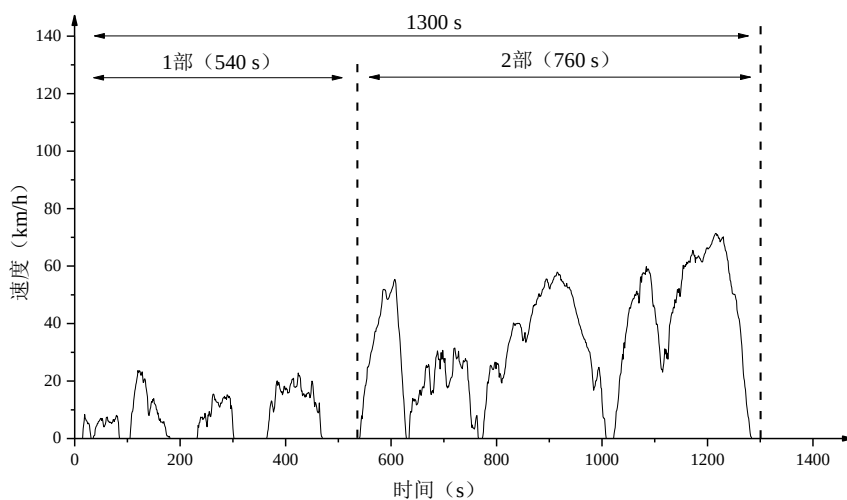


图 2-11 CHTC-D 行驶工况

表 2-9 CHTC-D 行驶工况主要特征

特征	总体	1 部	2 部
运行时间(s)	1300	540	760
里程(km)	8.37	0.98	7.39
最大速度(km/h)	71.40	23.70	71.40
最大加速度(m/s ²)	1.24	0.75	1.24
最大减速度(m/s ²)	-1.08	-1.08	-1.03
平均速度(km/h)	23.18	6.52	35.03
运行平均速度(km/h)	29.06	11.03	37.13
加速段平均加速度(m/s ²)	0.36	0.36	0.36
减速段平均减速度(m/s ²)	-0.40	-0.34	-0.44
速度标准差(km/h)	16.83	6.34	19.02
加速度标准差(m/s ²)	0.29	0.23	0.34
相对正加速度(m/s ²)	0.11	0.10	0.11
加速比例(%)	24.00	14.81	30.39
减速比例(%)	22.08	16.67	25.92
匀速比例(%)	33.69	27.59	38.03
怠速比例(%)	20.23	40.93	5.66

6) 半挂牵引车工况 CHTC-S

CHTC-S 工况共包 2 个速度区间，工况时长共计 1800 秒，其中低速区间时间比例为 26.3%，高速区间时间比例为 73.7%，平均车速为 46.6km/h，最大车速为 88.0km/h，怠速比例为 8.6%。CHTC-S 工况曲线如图 2-12 所示，特征如表 2-10 所示。

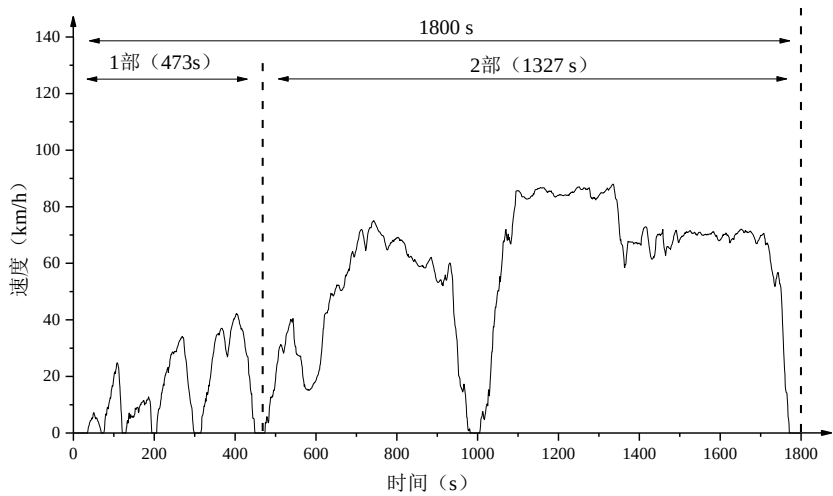


图 2-12 CHTC-S 行驶工况

表 2-10 CHTC-S 行驶工况主要特征

特征	总体	1 部	2 部
运行时间(s)	1800	473	1327
里程(km)	23.29	1.92	21.37
最大速度(km/h)	88.00	42.20	88.00
最大加速度(m/s^2)	0.93	0.76	0.93
最大减速度(m/s^2)	-1.04	-0.94	-1.04
平均速度(km/h)	46.58	14.61	57.97
运行平均速度(km/h)	50.97	18.63	60.43
加速段平均加速度(m/s^2)	0.31	0.28	0.33
减速段平均减速度(m/s^2)	-0.36	-0.38	-0.35
速度标准差(km/h)	29.42	11.45	23.00
加速度标准差(m/s^2)	0.22	0.24	0.20
相对正加速度(m/s^2)	0.06	0.09	0.06
加速比例(%)	16.78	23.47	14.32
减速比例(%)	16.00	18.60	15.07
匀速比例(%)	58.61	36.36	66.54
怠速比例(%)	8.61	21.56	4.07

3 主要试验（或）验证情况分析

重型商用车工况验证项目共进行 30 辆重型商用车共计 80 余辆次的测试，包括了 5 辆城市客车（公交车和校车）、6 辆客车、6 辆货车（ $\text{GVW} \leq 5500\text{kg}$ ）、7 辆货车（ $\text{GVW} > 5500\text{kg}$ ）、2 辆自卸汽车、4 辆半挂牵引车。验证内容主要包括工况曲线的可操作性以及工况对能耗和排放的影响。

跟随性试验选取不同车辆类型、不同质量区间（以最大总质量为准）的重型车进行验证试验。跟随性测试原则和判定方法与 GB/T 27840-2011 中关于试验公差的要求一致，即允许公差为 $\pm 3\text{km/h}$ ，每次超过允许公差的时间不应超过 2s，累计不应超过 10s。

当试验车辆不能达到试验循环要求的加速度或试验车速时，司机会将加速踏板完全踩到底；当试验车辆不能达到试验循环规定的减速度时，应将制动踏板踩到底，直至车辆运行状态再次回到试验循环规定的公差范围内。

按照以上要求，跟随性试验的错误数和错误时间汇总结果如表 3-1 所示。

表 3-1 跟随性试验结果

曲线分类	最大错误数	平均错误数	最长错误时间	平均错误时间
城市客车	2	1	8.8s	3.9s
客车（不含城市客车）	1	0	6.9s	1.4s
货车（GVW>5500kg）	3	0	5.4s	1.2s
货车（GVW≤5500kg）	0	0	0	0
自卸汽车	0	0	0	0
牵引车	2	0	6.1s	2.7s

由上可知，错误数和错误时间两方面都符合验证要求，即 CHTC 各工况曲线车辆可行性和跟随性方面是良好的。

在油耗结果方面：CHTC-B 油耗平均高出 C-WTVC 达 18%，且随着质量的增加差异增大；CHTC-C 油耗比 C-WTVC 平均高 8%，比 CCBC 油耗高 3.3%，且随着质量的增加差异增大；CHTC-D 油耗比 C-WTVC 高 11%左右；CHTC-LT、CHTC-HT 和 CHTC-S 与 C-WTVC 油耗接近，且受最大整备质量影响不大。总体来说，CHTC 工况油耗高于 C-WTVC 且与社会油耗更加接近。

车辆负载对油耗结果有一定影响：负载 65%时比空载油耗高出 20%左右，满载时比负载 65%时高出 15%左右。滑行阻力对油耗结果影响不大。

在排放结果方面，对于几乎所有试验车辆，NO_x、CO、HC 以及 PM 均呈现 CHTC 排放都略高于 C-WTVC 的情况。主要原因是 CHTC 工况低速、低负荷比例高，特别是在工况市区阶段，排温受较大影响，SCR 前温度较低，转化效率很低，车辆接近原排，后两阶段 NO_x 基本相当。CHTC 工况能够更好地放映我国车辆在拥堵条件下的使用特征（平均速度低、怠速比例高、频繁起停）及其对排放结果的真实影响。

4 专利说明

本标准不涉及专利

5 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准是贯彻落实《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020 年）》和《节能与新能源汽车技术路线图》和的重要措施。工况是汽车行业的一项重要共性基础技术，是车辆能耗排放测试方法和限值标准制定的依据，是国家节能减排战略实现和企

业技术路线选择的重要技术支撑，直接影响汽车在实际道路、环境条件下的能耗、舒适性和可靠性。通过建立中国汽车行驶工况标准，可以为车型的开发提供基准，使型式认证的能耗排放与我国车辆实际运行中的能耗排放更加接近；有利于引导节能环保技术的导入和匹配优化，实现真正意义上的节能减排；有利于国家对车辆实际能耗排放进行合理有效地评估和监管，提高政府的公信力。

6 采用国际标准和国外先进标准情况

6.1 采用国际标准情况

本标准未采用国际标准

6.2 与同类国际/国外标准的对比

车辆行驶工况（Driving-Cycle, GB18352 中称运转循环），主要用于确定车辆污染物排放量和燃油消耗量，是一种测试工具，由时间—速度的序列来描述。车辆典型行驶工况是在调查本国或地区的行驶工况基础上制定出来，是制定排放或油耗测试方法和标准的基础。

自美国加州 1966 年开发出世界上第一个车辆循环工况——FTP（Fedral Test Procedure）72 以来，世界各主要汽车销售的国家和地区均开展了相关研究，目前已经形成了种类繁多、用途各异的循环工况。根据行驶工况在国际上采用情况，可以将其分为三大类：美国循环工况、欧洲循环工况和日本循环工况。下面将对各国采用的典型重型商用车的工况循环进行详细介绍。

1. 美国行驶工况

2010 年 10 月，美国环境保护署（EPA）和美国国家公路安全局（NHSTA）首次联合发布了中重型车及发动机的燃料经济性和温室气体排放法规草案。在该法规草案中，针对列车牵引车（class7-8）及职业车辆（class2b-8）规定了一种称为 California ARB 的重型车工况，包括瞬态工况、55mph 巡航工况及 65mph 巡航工况三部分。如图 6-1 所示。

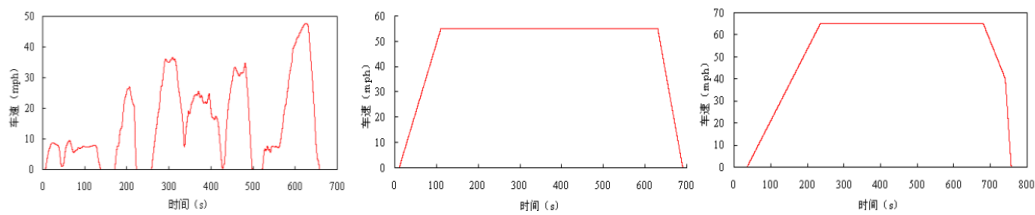


图 6-1 FTP 瞬态、55mph、65mph 巡航循环

FTP 重型车瞬态工况目前用于美国重型车发动机排放试验。该瞬态工况实际是根据重型车 UDDS 测试工况开发而成的，考虑到了美国不同重型卡车、巴士在市区、市周、快速路等地点的交通状况。

CBD 中心商业区循环是美国 SAE J 1376 标准中提供的重型车底盘测功机循环。该循环是一个锯齿形的行驶模式，由 14 个基本循环组成。

BAC 循环是 SAE J1376 标准中为测量重型车燃料经济性设计的循环。代表市中心（B）-主干线（A）-通勤（C）路况。

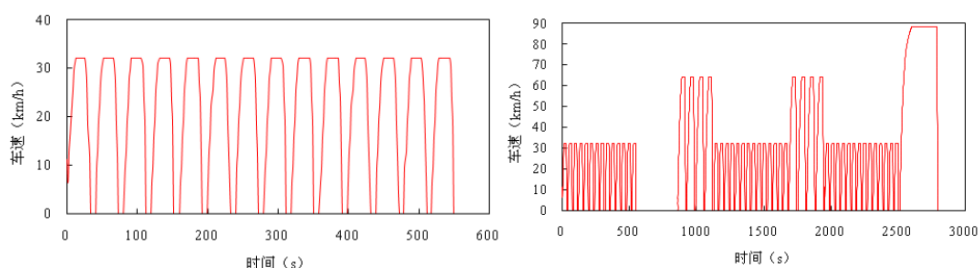


图 6-2 CBD 和 BAC 循环

2. 欧洲行驶工况

欧盟重型车主要是针对发动机进行排放认证，在欧 6 之前使用的测试工况为 ETC（Europe Transient Cycle）和 ESC（Europe Stable Cycle）。

WP.29 下重型车世界统一工况工作组在 2001 年制定了 WTVc（世界瞬态汽车工况），作为世界统一的发动机测试工况的基础。基于 WTVc 工况开发了世界统一的发动机测试工况 WHTC（World Harmonized Transient Cycle），该工况将在欧 6 发动机排放测试中进行使用。

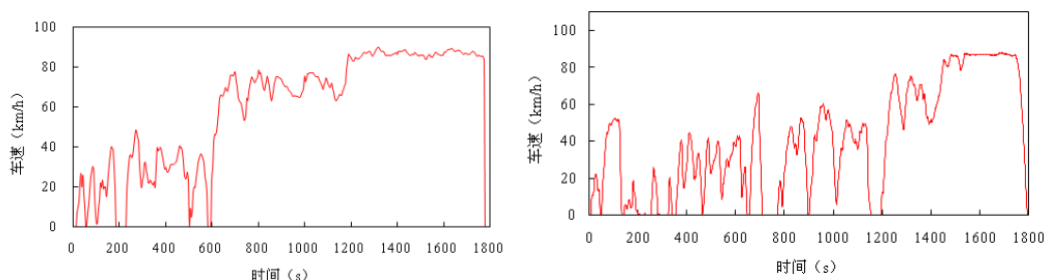


图 6-3 ETC 和 WTVc 循环

另外，欧洲已经针对当地重型商用车辆的不同用途开发了 12 条工况循环，曲线为速度-里程曲线，并包含了坡度信息，主要应用于重型商用车的燃料消耗量模拟计算。

3. 日本行驶工况

2005 年，日本排放标准中针对最大设计总质量 3500kg 以上的重型车辆提出了

JE05 试验工况。JE05 工况是以东京驾驶条件开发的瞬态工况，适用于汽油和柴油车。对于发动机台架试验，必须将车速转化为发动机的转速和扭矩，因此日本还开发了相应了计算程序进行转化。虽然同是采用发动机台架测试方法，JE05 与美国和欧洲直接采用固定的发动机测试工况不同，它是以整车工况为基准工况，通过专门的软件，将整车工况转变为发动机工况（发动机转速、扭矩），这样不同类型发动机的测试工况不尽相同，使发动机测试更加接近实际运行状况。

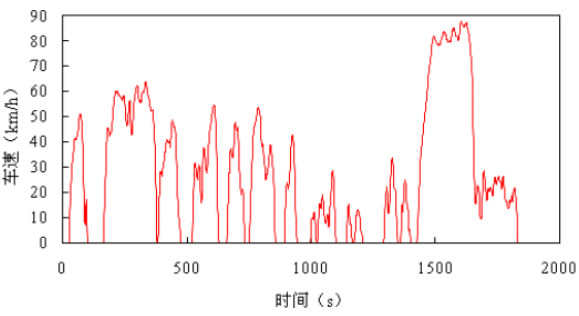


图 6-4 JE05 测试循环

4. 国内研究现状

中国于 2011 年制定了 GB/T7840-2012《重型商用车辆燃料消耗量测试方法》，当时由于缺乏能够反映中国商用车实际运行状况的车辆运行工况，在该标准中采用的工况为 C-WTVC 工况，C-WTVC 工况是指以世界统一的重型商用车辆瞬态工况（WTVC，World Transient Vehicle Cycle）为基础，调整加速度和减速度形成的驾驶工况。

重型发动机的排放认证与欧洲基本保持一致，国 5 之前采用的是 ETC 和 ESC 等工况，在 2016 年底公布的国 6 征求意见稿中，也将与欧盟一致采用 WHTC 和 WHSC 工况。

7 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。

本标准是我国汽车标准体系中重要的共性基础标准，与现行相关法律、法规、规章 及相关标准没有冲突或矛盾。

8 重大分歧意见的处理过程和依据。

本标准制定过程中无重大分歧。

9 标准性质的建议说明。

本标准为您推荐性标准。

10 贯彻标准的要求和措施建议

建议在 GB/T 27840-2011 重型商用车辆燃料消耗量测量方法、GB/T 19754-2015 重型混合动力电动汽车能量消耗量试验方法、GB/T 29125-2012 压缩天然气汽车燃料消耗量试验方法、GB/T 18386-2017 电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法、GB/T 35178-2017 燃料电池电动汽车氢气消耗量测量方法和 GB17691-2018 重型柴油车污染物排放限值及测量方法等能耗和排放标准中引用中国工况标准，以保证各类车型在更接近我国实际道路条件的工况下进行研发、匹配和测试，进一步促进汽车行业的节能减排工作。

11 废止现行相关标准的建议

无。

12 其它应予说明的事项

无。