

《中国汽车行驶工况》国家标准第3部分：发动机 征求意见稿 编制说明

1 工作简况

1.1. 背景

建设美丽中国是落实习近平总书记生态文明思想的生动实践。只有实现人与自然的和谐共生，才能实现人类社会的可持续健康发展。打赢蓝天保卫战、守护绿水青山是实现美丽中国的重要篇章。按照《中国移动源环境管理年报(2019)》统计结果，我国已连续十年成为世界机动车产销第一大国，机动车等移动源污染已成为大气污染的重要来源，其中 NOX 排放量约占全国排放总量的一半。在北京和上海等特大型城市以及东部人口密集区，移动源对细颗粒物（PM2.5）浓度的贡献率高达 20%至 40%。同时，由于机动车大多行驶在人口密集区域，尾气排放直接威胁着群众的健康。

我国重型车保有量仅占汽车总保有量的 4.6%左右，但其排放的 NOX 和 PM 分别占汽车总排放量的 78.5%以上和 80.5%以上。因此，对重型车的排放污染物进行有效控制对于打赢蓝天保卫战具有重要意义。

对排放法规进行升级以及加强在用车监管是重型车污染治理的重要途径；测试工况是排放标准的重要组成部分，对排放测试结果、排放限值以及排放控制技术的发展有重要影响。从四阶段开始，我国重型商用车发动机测试工况一直引用欧洲的 ETC 和 ESC 工况，2018 年发布的 GB 17691-2018《重型柴油车污染物排放限值及测量方法》（国六）采用全球统一重型发动机瞬态循环（WHTC）和全球统一的重型发动机稳态循环（WHSC）对排放进行评估和认证。

以上工况开发过程中没有采用我国车辆的实际道路行驶数据，而是更多地采用了欧美国家的数据，因此和我国商用重型车发动机实际工况间存在一定的偏差，造成了我国发动机型式认证排放结果与实际排放结果的差异。因此，制定能更好地反映我国车辆行驶和发动机运行情况的重型商用车发动机试验工况作为车辆开发、评价的基础依据，显得越来越重要，行业呼吁开发中国工况。

1.2. 前期研究及任务来源

《汽车产业中长期发展规划》中规定到 2025 年，新车平均燃料消耗量乘用车降

到 4.0 升/百公里、商用车达到国际领先水平，排放达到国际先进水平。

《打赢蓝天保卫战三年行动计划》提出打好柴油货车污染治理攻坚战，确保柴油货车污染排放总量明显下降；并要求制定更严格的机动车、非道路移动机械和船舶大气污染物排放标准。

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。

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、各类商用车和重型商用车发动机的全国标准行驶循环工况（CATC）等。其中重型商用车发动机试验工况是 CATC 的重要组成部分。

1.3. 工作过程

按照节能工作整体部署，《中国汽车行驶工况》（第 3 部分：发动机）标准制定工作于 2016 年正式启动，由中国汽车技术研究中心有限公司牵头组织国内外主要汽车生产企业、检测机构和高校共同开展。参与起草的单位如下：

表 1-1 参与起草企业名单（排名不分先后）

序号	企业名称
1	一汽解放汽车有限公司
2	广西玉柴机器股份有限公司
3	北汽福田汽车股份有限公司
4	北京福田戴姆勒汽车有限公司
5	潍柴动力股份有限公司
6	武汉理工大学
7	福州大学
8	四川中自尾气净化有限公司
9	贵州黄帝车辆净化器有限公司
10	博世汽车柴油系统股份有限公司
11	东风汽车有限公司

序号	企业名称
12	江铃汽车股份有限公司
13	中国汽车技术研究中心有限公司

自标准制定工作启动以来，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，邀请国内主流重型商用车、发动机和零部件企业有关专家进行指导，分析了欧美日等发达国家的发动机工况开发方法和体系构成。最终确定了中国发动机试验工况的构成并提出了标准草案。

表 1-2 主要技术会议及研究活动

时间	会议活动	主要工作
16年9月	准备会议	讨论国内外典型发动机工况； 确定工作组形式、内容及任务安排。
16年11月	启动会	前期技术调查总结；确定工况构成和基本思路。
17年7月	技术交流会	讨论并提出试验工况构建的具体技术路线。
17年10月	第一次汇报会	介绍发动机工况初版构建成果； 获取意见建议，确定改进方案。
18年6月	企业走访	交流讨论，落实工况优化的详细技术细节。
18年8月	企业走访交流	调研我国重型商用车及发动机市场情况； 了解企业需求，确认最终版开发方案。
19年5月	第二次汇报会	介绍发动机试验工况及验证结果。
19年9月	标准草案讨论会	完成标准草案
19年11月	第三次汇报会	提出标准草案
20年2月	第二次标准草案讨论会	针对标准草案进行讨论，会后根据会议讨论内容进行完善
20年3月	标准征求意见稿讨论会	完成标准征求意见稿
20年3月		标准公开征求意见
年 月		完成标准送审稿

2. 标准编制原则和主要技术内容

2.1. 标准编制原则

本标准是贯彻落实《汽车产业中长期发展规划》中规定的到2025年，新车平均燃料消耗量乘用车降到4.0升/百公里、商用车达到国际领先水平，排放达到国际先进水平和《打赢蓝天保卫战三年行动计划》提出的“打好柴油货车污染治理攻坚战，确

保柴油货车污染排放总量明显下降；制定更严格的机动车、非道路移动机械和船舶大气污染物排放标准”要求的重要措施。

标准制定过程中，充分借鉴国际、国内在工况开发方面的先进经验：构建发动机传动系统模型，制定档位选择规则；以《中国汽车行驶工况》（第2部分：重型商用车）标准中规定的货车（GVW>5500kg）CHTC-HT 工况循环及重型商用车基准车型为基础，转换生成由逐秒的归一化转速系数和负荷百分数工况点构成的发动机瞬态试验工况；分析瞬态工况的参数联立分布情况，选择若干有代表性的稳态试验工况点并计算其对应的稳定运行时间，生成发动机稳态试验工况。最终制定的中国发动机试验工况包括上述瞬态和稳态试验工况。本标准规定了商用车发动机进行排放和油耗试验时使用的测量工况。本标准适用于最大设计总质量大于 3500kg 的商用车发动机。

2.2 . 主要技术内容

2.2.1. 工况开发技术路线

为了保证对多种发动机的代表性并适应技术变化，构建传动系统模型，制定换档规则，将整车行驶工况转换为由归一化转速系数和负荷百分数两个参数描述的发动机瞬态工况；根据瞬态工况的参数分布情况选择若干有代表性的稳态试验工况点，以各工况点为中心进行聚类分析，根据各类包含的瞬态工况点数量确定每个稳态试验工况点的运行时间。工况总体开发路线如图 2-1 所示：

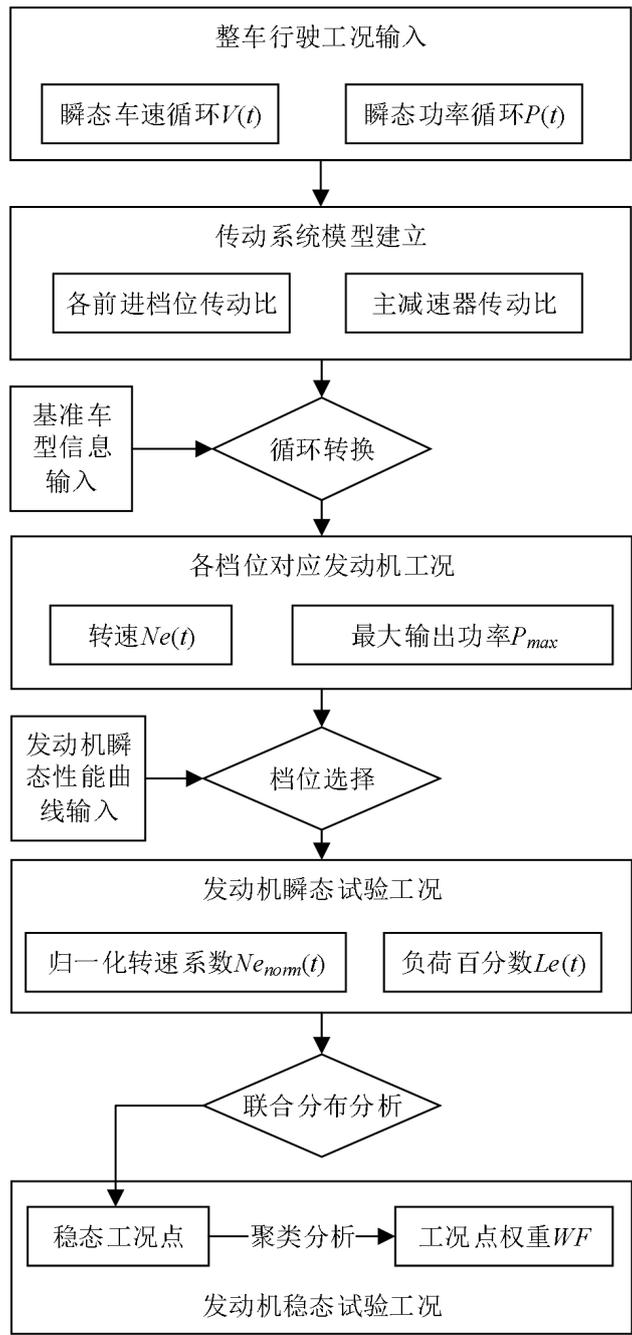


图 2-1 工况开发技术路线

1) 整车行驶工况输入

逐秒的整车车速工况和功率工况是转换生成发动机瞬态工况的基础。通过调研确定重型商用车基准车型。以该车型对应的中国工况整车工况曲线和基准车型配置参数为基础，根据行驶阻力曲线计算对应的整车功率工况。

2) 传动系统模型构建

考虑发动机运行区域、整车工况、重型商用车市场情况等多方面因素，构建代表

性的车辆传动系统模型；设定前进档位数量、主减速器传动比以及各档位的变速箱传动比等模型参数。

3) 档位选择

根据模型中每个前进档位的设定参数，将逐秒车速工况转换为该档位下的发动机转速，根据发动机瞬态性能曲线确定最大输出功率；考虑可操作性、动力性和适应性，制订合理的档位选择规则，选择该秒的输出档位。

4) 发动机瞬态试验工况构建

根据基准车型参数、模型设计参数和输出档位，对整车的车速和功率工况进行转换，生成由逐秒的归一化转速系数和负荷百分数两个参数描述的发动机工况，即为中国发动机瞬态试验工况。

5) 发动机稳态试验工况构建

分析瞬态试验工况的参数联合分布情况，选取若干有代表性的参数组合作为稳态工况点；根据各工况点附近的分布频率确定其对应的稳定运行时间，最终生成中国发动机稳态试验工况。

6) 工况验证

通过试验对所构建工况的可操作性进行验证，确定最终的工况曲线。

2.2.2. 整车行驶工况输入

整车工况只有在道路情况发生较大变化的时候，才有必要进行大规模改动；而发动机种类繁多，配置复杂，技术变化和进步较快，直接采集其运行数据构建工况的方法可行性较差。通过将相对稳定的整车工况进行转换生成发动机工况，能够更好地满足多样化的发动机测试要求，适应技术和法规变化；此外，和相应整车行驶工况保持一致，有利于推动我国重型商用车测试认证体系的发展。

1) 整车车速工况

2016年9月至2017年6月，项目组在行业内开展了中国工况体系构成的合理性调研，最终确定了包含城市客车工况(CHTC-B)、客车(不含城市客车)工况(CHTC-C)、货车($GWT \leq 5500\text{kg}$) (CHTC-LT)、货车($GVW > 5500\text{kg}$) 工况(CHTC-HT)、自卸汽车工况(CHTC-D)和半挂牵引车列车工况(CHTC-TT)工况在内的中国商用

重型车行驶工况体系。以在 41 个典型城市的 1216 辆重型商用车队采集的大量运行数据为基础，根据《中国工况开发方法论》开发了 6 条行驶工况，均为在中国交通环境下，描述各类型重型商用车行驶特征的时间-速度曲线。

调研表明，最大设计总质量（GVW）在 5500kg 以上的货车在我国重型商用车市场份额较大，且运行覆盖范围较广泛；此外，货车（GVW > 5500kg）行驶工况（CHTC-HT）的各项特征参数在 CHTC 体系中处于居中水准，所以选择 CHTC-HT 工况作为发动机工况构建的基础。CHTC-HT 工况的时间-车速曲线如图 2-2 中实线所示。

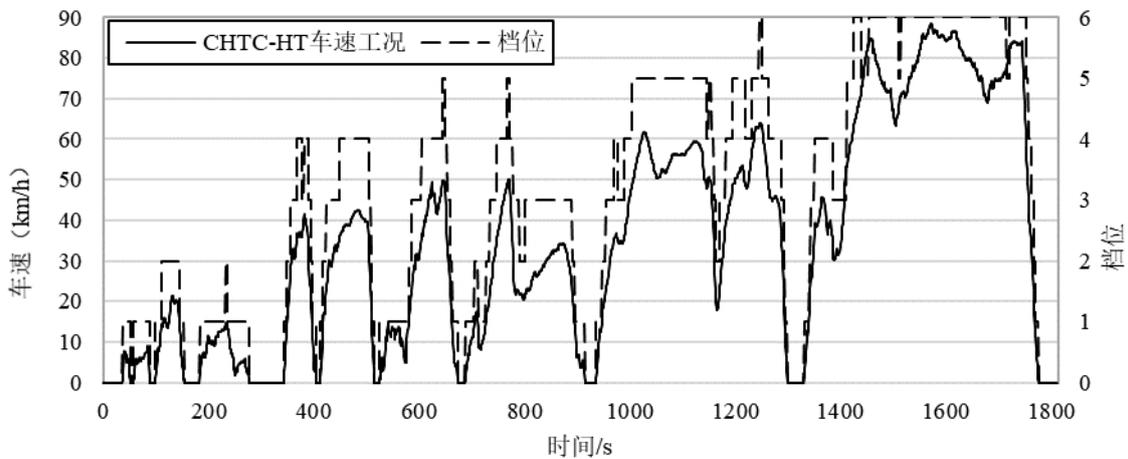


图 2-2 CHTC-HT 行驶工况

2) 整车功率工况

为了生成发动机工况，还需要和车速工况逐秒对应的整车功率工况。

为了令功率工况较好地吻合我国重型商用车排放特性和平均水平，项目组对多家重型车整车企业和发动机企业进行调研，同时考虑发动机的匹配区域，最终选取具有代表性的某品牌货车（GVW：18000kg，额定功率：134kw）作为工况转换的基准车型。

根据基准车型的行驶阻力曲线，计算 CHTC-HT 1800 秒的车速工况对应的整车功率工况，如式 1 所示：

$$P(t) = f_0 \times V(t) + f_1 \times V(t)^2 + f_2 \times V(t)^3 + TM \times KR \times V(t) \times \frac{1000}{3.6} \quad (1)$$

式中：

$P(t)$: 整车行驶工况的逐秒功率工况, 单位为 kw;

$V(t)$: 整车行驶工况逐秒车速工况, 单位为 km/h;

TM : 基准车型的测试质量, 单位为 kg;

KR : 基准车型测传动系统惯性参数;

f_i : 基准车型的道路滑动阻力参数;

CHTC-HT 车速工况和功率工况将作为后续工况转换的基础。

2.2.3. 传动系统模型建立

为了将整车工况转换成发动机工况, 需要建立传动系统模型对车辆传统系统进行模拟, 模型结构如图 2-3 所示:

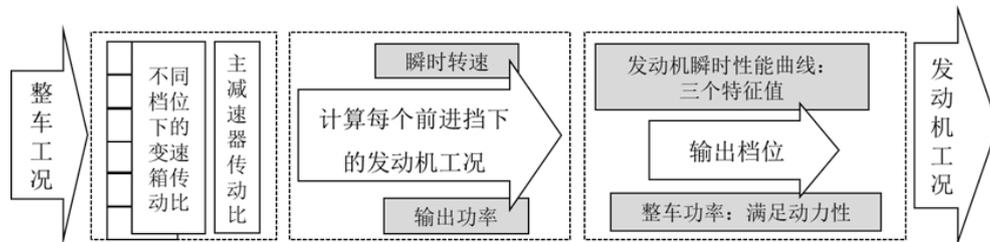


图 2-3 传动系统模型结构

参考国内外发动机工况开发经验, 设计建立包括 6 个前进档位的变速箱模型, 根据 CHTC-HT 工况的车速要求以及对我国重型商用车发动机及传动系统市场情况的调研, 设定主减速器传动比以及各档位变速箱传动比等模型参数, 用于后续工况转换。

2.2.4. 输出档位确定

1) 各档位下的工况转换

根据模型中各个前进档位的设定参数, 将 CHTC-HT 循环 1800 秒的车速工况点转换为该档位对应的发动机转速工况 $N_e(t)$ (rpm), 如式 2 所示:

$$N_e(t) = \frac{V(t)}{2\pi r} \times \frac{1000}{60} \times i_m \times i_f \quad (2)$$

式中:

i_m : 变速箱传动比, 由前进档位决定;

i_f : 主减速器传动比;

r : 受车辆测试质量负载下轮胎的滚动半径, 单位为 m。

将 $Ne(t)$ 规范化处理成百分数形式，即归一化转速系数 $Ne_{norm}(t)$ ，如式 3 所示：

$$Ne_{norm}(t) = \frac{Ne(t) - Ne_{idle}}{Ne_{额定} - Ne_{idle}} \quad (3)$$

式中：

Ne_{idle} ：发动机怠速转速，单位为 rpm；

$Ne_{额定}$ ：发动机额定转速，单位为 rpm。

查找发动机外特性曲线，获取各档位 $Ne_{norm}(t)$ 对应的发动机最大输出功率 $P_{max}(Ne_{norm}(t))$ ，作为档位选择的依据。发动机外特性曲线如图 2-4 所示：

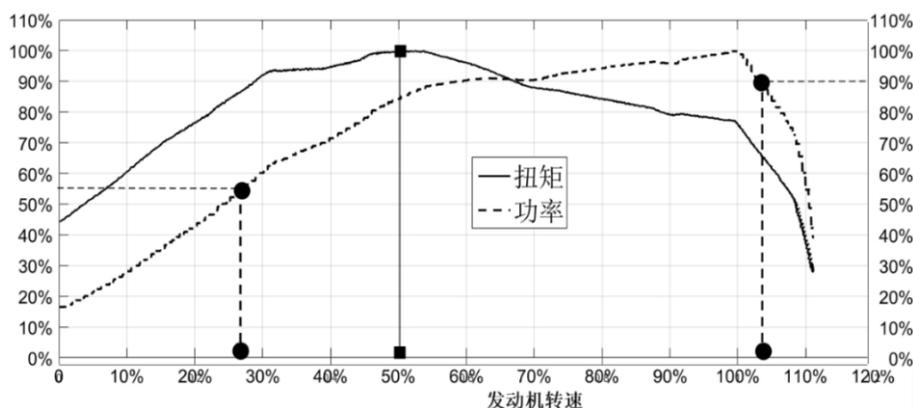


图 2-4 发动机外特性曲线

2) 档位选择

考虑可操作性、动力性和适应性，制定档位选择规则；以此为根据确定 1800 秒的整车工况对应的输出档位，如图 2-2 虚线所示。选择规则和流程具体如下：

- 可操作性：除了起步和换档，逐秒发动机转速应不低于在外特性曲线中最大输出功率为 55% 时对应的最低转速，不高于功率为 90% 时对应的最高转速。即图 2-4 中两条垂直虚线和圆点所标注的转速区间。

- 动力性：为了保证发动机能够为当前的车辆运行提供足够动力，逐秒发动机最大输出功率 $P_{max}(Ne_{norm}(t))$ 应大于等于该秒的整车功率 $P(t)$ ；

- 适应性：满足上述条件的前进档位即为候选档位。在外特性曲线上查看各候选档位下转速对应的扭矩值，选取与图 2-4 中垂直实线和方形点所示的最大扭矩值最接近的档位作为输出档位。

2.2.5. 发动机瞬态工况构建

根据输出档位下发动机和整车功率计算逐秒负荷百分数 $Le(t)$ ，如式 4 所示：

$$Le(t) = \frac{P(t)}{P_{max}(Ne_{norm}(t))} \quad (4)$$

结合输出档位下的 $Ne_{norm}(t)$ 生成中国发动机瞬态试验工况：工况包括时间-归一化转速系数曲线和时间-负荷百分数曲线，时长共计 1800 秒，工况曲线如图 2-5 所示：

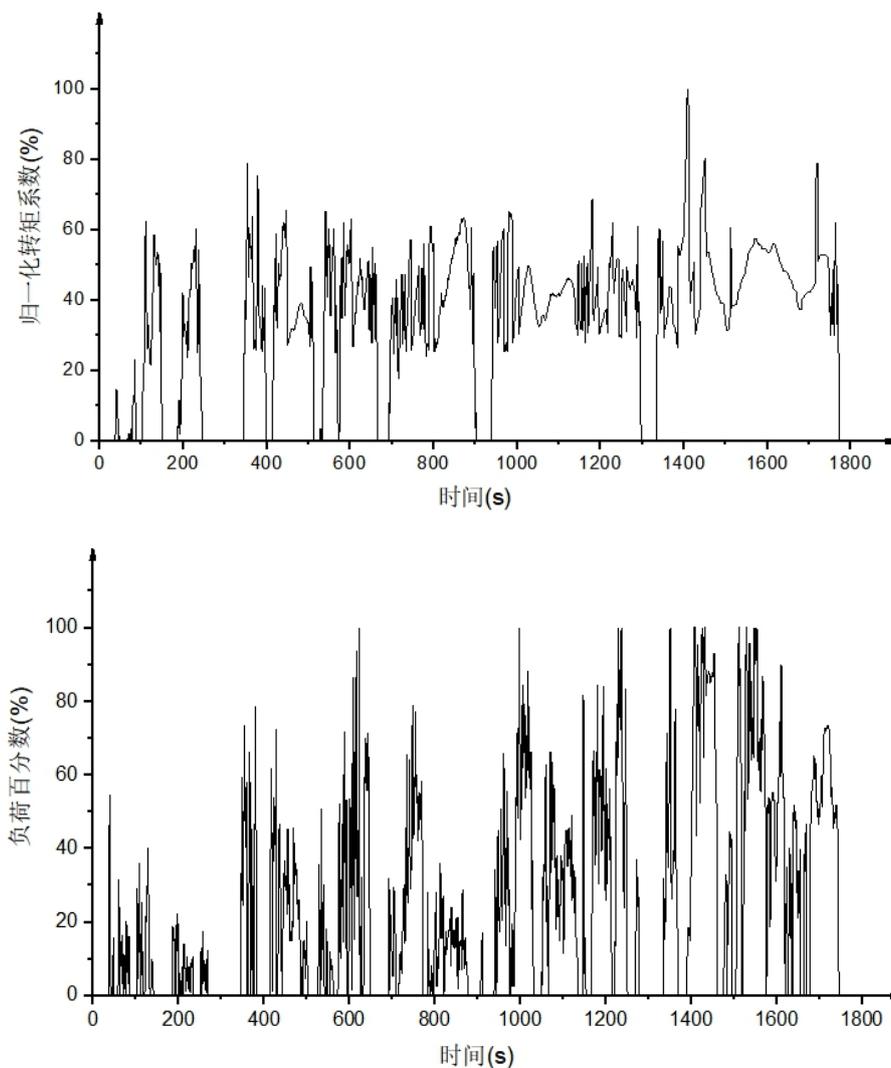


图 2-5 中国发动机瞬态试验工况

2.2.6. 发动机稳态工况构建

分析瞬态工况中 1800 个归一化转速系数-负荷百分数工况的参数联合分布情况，如图 2-6 所示：

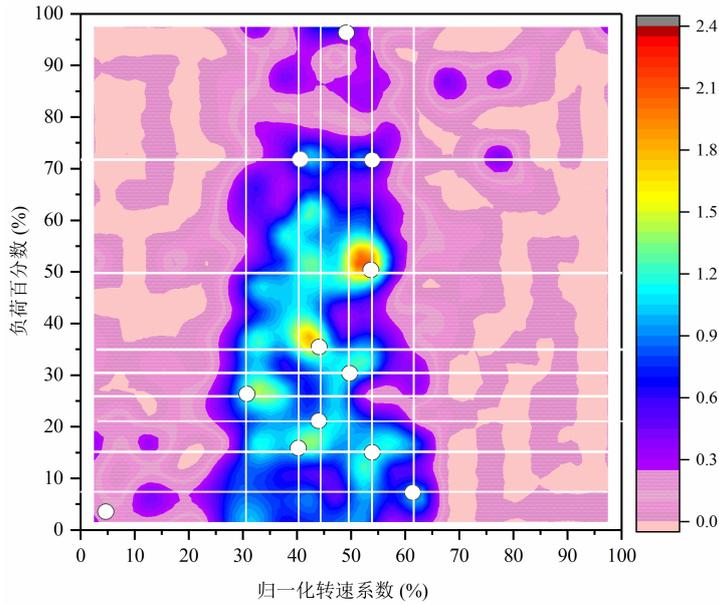


图 2-6 中国发动机瞬态试验工况的参数分布情况

1) 稳态工况点转速值确定

从图 2-6 中可以看出，瞬态工况的归一化转速系数大部分落在 30~60%区间内；其中 40~45%和 50~55%区间附近分布频率较高，即在驾驶中较常使用的转速范围；综上所述，选择区间边界 30%，40%，45%，50%，55%，60%作为稳态工况点的转速值。

2) 稳态工况点确定

分析上述转速值附近区间的工况参数联合分布情况，选择 10 个分布频率较高的转速-负荷整数值组合，作为稳态试验工况点；此外以 50%转速值为基点，添加全负荷工况点；以 0%转速值为基点，添加怠速工况点。

最终生成发动机稳态试验工况，包含 13 个归一化转速系数-负荷百分数工况点。

3) 工况稳定运行时间确定

确定工况运行时间的具体方法如下：

- 根据 CHTC-HT 工况的怠速时间比例确定怠速工况点的权重 $WF_1(\%)$ 。
- 根据发动机瞬态工况中负扭矩工况所占的时间比例确定稳态 Motoring 工况点的权重 $WF_{13}(\%)$ 。
- 根据瞬态试验工况曲线 1800 个工况点的分布情况确定另外 11 个稳态工况点对应的权重：分别以稳态工况点(i)为中心进行聚类分析，统计各类包含的瞬态工况点数量，计算每个工况点对应的权重 $WF_i(\%)$ 。如式 5 所示：

$$WF_i = \frac{\text{第 } i \text{ 类包含的工况点数量}}{\text{所有类中工况点数量}} \times (1 - WF_1 - WF_{13}) (\%) \quad (5)$$

式中, $i = 2 \dots 12$ 。

工况点权重乘以 1800s 既得该工况的稳定运行时间。

最终生成的中国发动机稳态试验工况包括 13 个归一化转速系数和负荷百分数工况, 以及每个工况的稳定运行时间。工况数据如表 2-1 所示:

表 2-1 中国发动机稳态试验工况

序号	归一化转速系数/%	负荷百分数/%	工况时间/s
1	0	0	250
2	30	25	195
3	40	15	385
4	40	75	120
5	45	20	50
6	45	35	145
7	50	30	60
8	50	100	50
9	55	15	60
10	55	50	155
11	55	75	75
12	60	10	145
13	0	0	110

2.3. 中国发动机工况和法规工况对比

2.3.1. 瞬态工况对比

中国发动机瞬态试验工况和 WHTC、ETC 的参数特征如表 2-2 所示。ETC 的转速和负荷显著偏高, 转速标准差偏低, 负荷标准差偏高。中国工况的转速略低于 WHTC, 负荷比 WHTC 低 10%左右。CATC 和 WHTC 的转速和负荷标准差相近, 说明两个工况波动程度相近。

表 2-2 各瞬态工况参数特征

工况	转速均值 (%)	负荷均值 (%)	转速标准差 (%)	负荷标准差 (%)
CATC	42.28	38.72	13.27	25.91
WHTC	44.71	42.67	13.87	26.51
ETC	54.53	50.47	11.39	34.34

2.3.2. 稳态工况对比

中国发动机稳态试验工况和 WHSC、ESC 工况的对比情况如图 2-7 所示。图中稳态工况点对应的气泡面积和其在工况中的时间比例成正比。

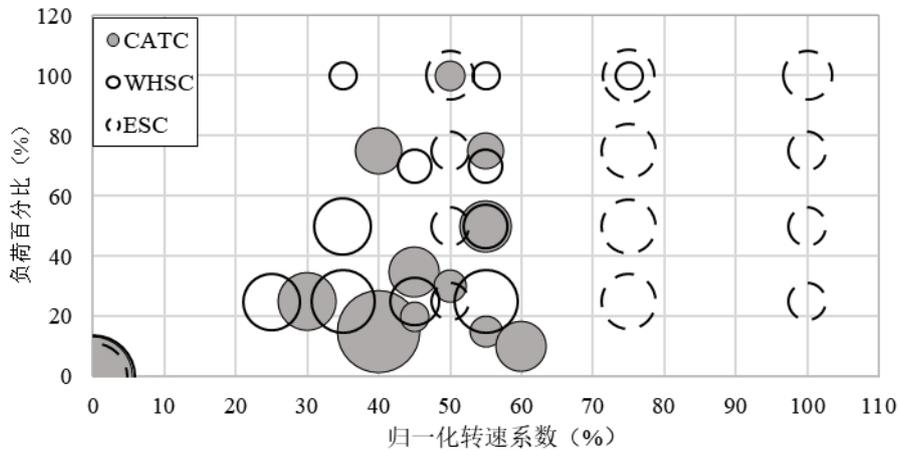


图 2-7 各稳态工况对比

从图 2-7 可以看出，ESC 工况转速较高，主要在 50%、75%和 100%转速下进行试验。中国工况和 WHSC 接近，主要分布在中低转速区间：两者在 50%以下的转速区时间比例均在 65%左右。ESC 在每个转速下分别进行低、中、高负荷的测试。中国工况和 WHSC 工况负荷分布较分散，中国工况负荷相对较低。

3. 主要试验（或）验证情况分析

为了对中国发动机工况的可操作性以及对排放的影响进行验证，共完成了 15 辆次发动机台架测试，包括瞬态工况 10 次，稳态工况 5 次，参与单位包括玉柴、福田、中国汽车技术研究中心有限公司等。

3.1. 工况可操作性验证

为了优化中国发动机瞬态工况的可操作性，首先通过对大量台架试验实际情况的调研，确定大部分发动机可以实现的逐秒工况变化范围：转速变化上限约为 30%，负荷变化上限约为 70%；其次，计算中国发动机瞬态工况两个参数的逐秒变化值，即 $Ne_{norm}(t)-Ne_{norm}(t-1)$ 和 $Le(t)-Le(t-1)$ ；最后，以此为基础对工况曲线进行微调，将后者限制在前者的范围内，从而保证我国主流重型商用车发动机能够正常跟随工况。调整后工况的参数逐秒变化值如图 3-1 所示，图中黑线代表转速，灰线代表负荷。

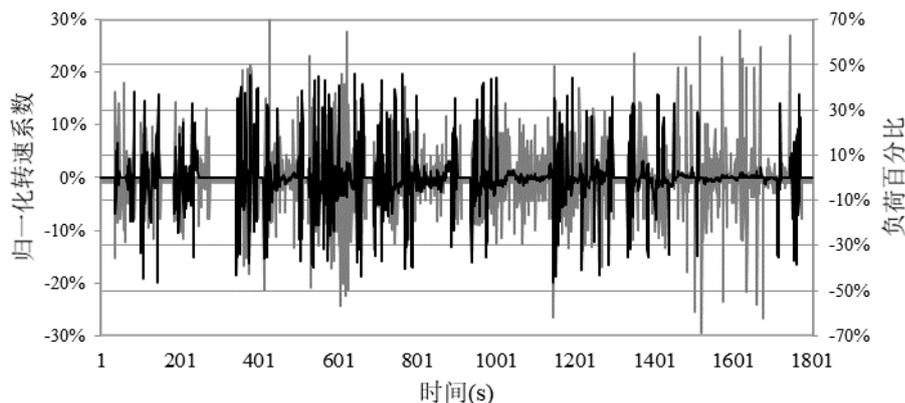


图 3-1 中国发动机瞬态工况的参数逐秒变化情况

跟随性测试原则和判定方法与国六排放标准中关于试验循环统计确认的要求一致，对工况循环下的转速和负荷进行基于工况基准值和试验实际值的线性回归分析。标准要求的允差标准值和某典型发动机的试验统计结果如表 3-1 所示。从表中可以看出，该发动机跟随性符合验证要求。

表 3-1 验证试验回归分析结果

	转速允差	统计结果	负荷允差	统计结果
标准偏差	≤最高试验转速的 5%: 91.65rpm	13.09rpm	≤最大发动机扭矩的 10%: 223.3Nm	216.86 Nm
回归线斜率	0.95~1.03	0.9989	0.83~1.03	0.9348
相关系数	≥0.970	0.998	≥0.850	0.8744
回归线截距	≤怠速的 10%: 60rpm	0.2443rpm	≤最大扭矩的 2%: 44.67Nm	34.25Nm

所有试验发动机的回归分析结果都符合验证要求，说明中国发动机工况曲线的可操作性良好。

3.2. 工况对排放的影响

在排放结果方面，对于大部分试验发动机，NO_x、CO、HC 以及 PM 均呈现中国工况排放高于 WHTC 和 WHSC 的情况。主要原因是中国工况低转速、低负荷比例高，平均排温较低，导致后处理系统转化效率降低。和其他工况相比，中国发动机试验工况能够更好地反映重型商用车在我国较为拥堵的交通条件下的使用特征及其对排放结果的影响。

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《大气污染防治行动计划》、《汽车产业中长期发展规划》和《打赢蓝天保卫战三年行动计划》的重要措施。发动机试验工况作为台架试验的必要输入，是政府制定车辆排放测试方法和限值标准，以及企业技术选型和产品开发的重要根据。首先，采用中国汽车行驶工况标准进行排放认证的结果更加接近我国车辆实际运行中的排放水平，便于国家节能减排政策的实施和评估以及政府的监督和管理；便于针对性地解决当前重型商用车排放面临的重点和难点问题；对切实改善环境具有重要意义。其次，基于中国发动机试验工况引导企业对排放性能进行标定优化，可以促进真正符合中国实际的节能减排技术的使用和推广，有利于产业健康发展。最后，中国行驶工况中的发动机和整车工况一致性高，采用该工况有利于我国重型商用车能耗排放测试认证体系的协同一体化进程。

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

发动机试验工况是在调查本国或地区的车辆及发动机行驶工况基础上制定出来，是制定排放测试标准的基础。下面将对各国的典型发动机工况进行详细介绍。

6.2.1. 欧洲发动机工况

1) ESC

欧洲稳态循环 ESC (European Stable Cycle) 自 2000 年欧 III 排放法规中开始用于重型发动机的排放测试。发动机在台架上按规定的 13 种模式和时间进行试验。最终排放结果根据每种模式下的试验结果和相应的权重系数计算得到。

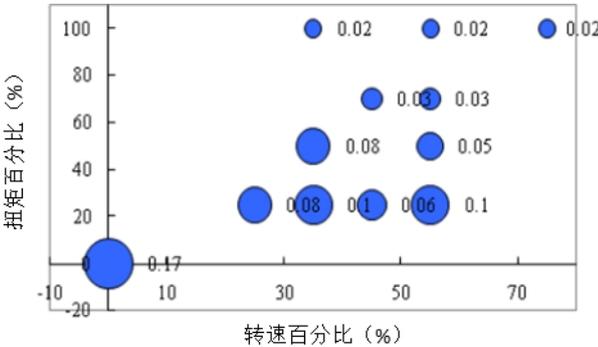


图 6-1 ESC 循环

2) ETC

欧洲瞬态循环 ETC (European Transient Cycle) 是以 ETC 整车循环 (FIGE 循环) 为基础开发出的发动机循环。2000 年起用于重型发动机试验认证及核准。

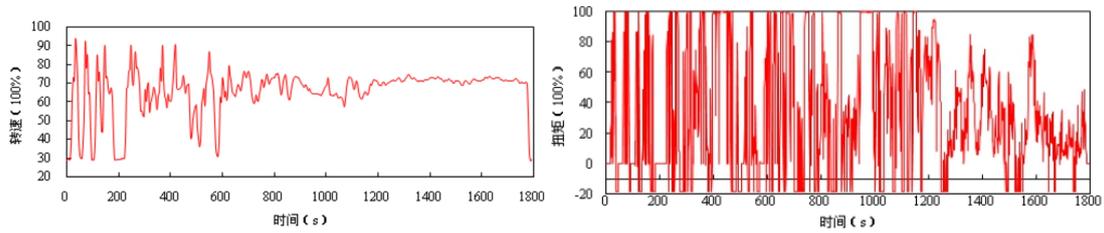


图 6-2 ETC 循环

3) ELR

欧洲负荷烟度循环 ELR (European Load Response) 自 2000 年欧 III 排放法规中开始用于重型发动机的烟度测量。发动机在 A、B、C 三个转速 (确定方法与 ESC 循环一致) 及 A、C 转速之间 (由检测机构选择) 按顺序进行加负荷循环。

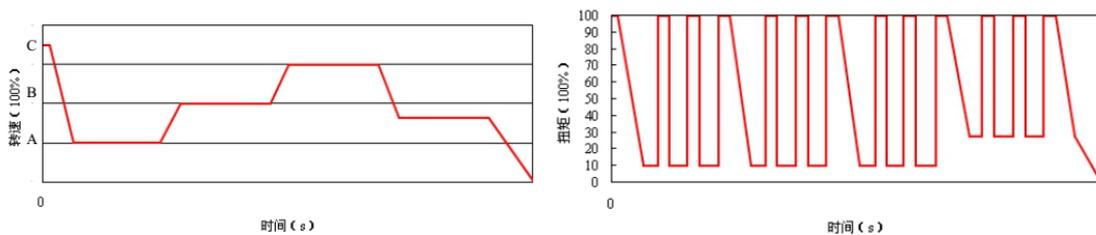


图 6-3 ELR 循环

4) WHTC

全球统一重型发动机瞬态循环 WHTC (World Harmonized Transient Cycle) 是 UNECE (欧洲经济委员会) 下 WP29/GRPE (世界车辆法规协调论坛) 开发的发动机循环。循环以世界范围内 (美国、日本、欧洲、澳大利亚) 重型商用车的实际行驶数据开发而成, 在欧 VI 发动机排放测试中进行使用。

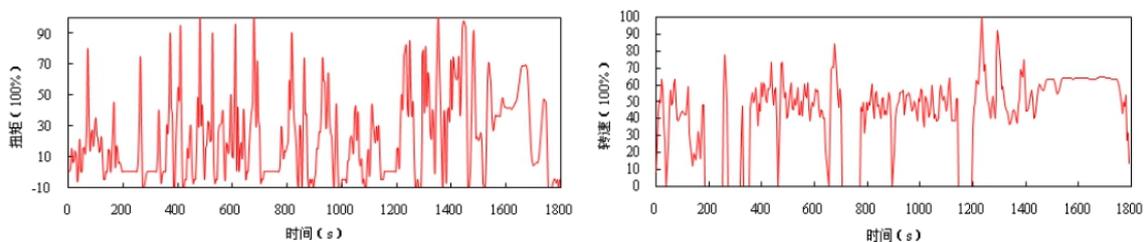


图 6-4 WHTC 循环

5) WHSC

全球统一重型发动机稳态循环 WHSC (World Harmonized Stable Cycle) 由一系列发动机试验模式组成。循环由热启动开始, 在模式 9 下进行预试验, 从模式 1 到 13 结束。模式 0 只参与最后结果的加权计算。

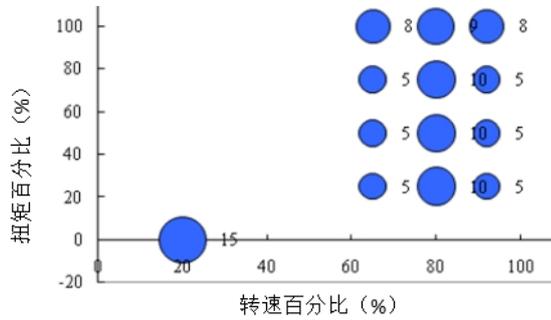


图 6-5 WHSC 循环

6.2.2. 美国发动机工况

1) FTP

重型车 FTP (Federal Test Procedure) 瞬态循环目前用于美国重型车发动机排放试验。循环根据 UDDS 底盘测功机循环开发, 考虑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。循环由四部分组成: 纽约非高速路 (NYNF) 体现频繁停车起步的轻度城市交通; 洛杉矶非高速路 (LANF) 体现拥挤的城市交通; 洛杉矶高速路 (LAFY) 体现拥挤的快速路交通; 最后重复 NYNF。循环以冷启动开始, 再现发动机转速和扭矩工况循环。

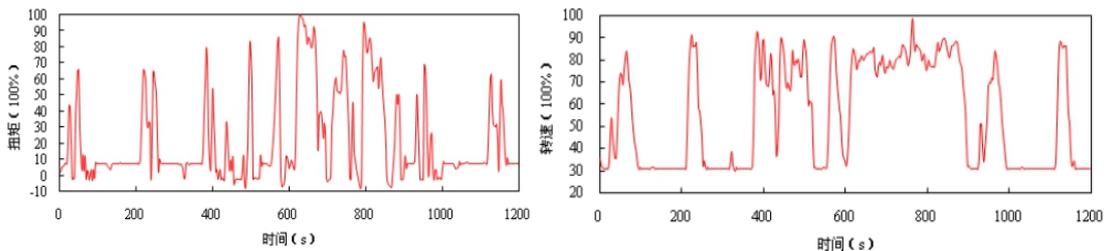


图 6-6 FTP 循环

2) AVL 8-Mode

AVL 8-Mode 循环是重型车发动机稳态试验循环, 与 FTP 瞬态循环排放结果非常接近。循环由 8 个发动机试验模式组成, 最终排放结果根据每种模式下的试验结果和相应的权重系数计算得到。

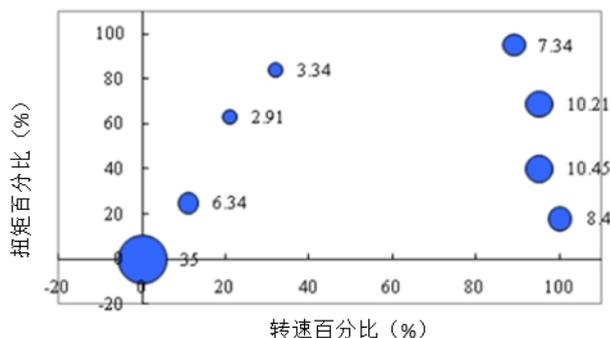


图 6-7 AVL-8 循环

6.2.3. 日本发动机工况

重型车发动机循环 JE05 (Japanese 2005 emission standard) 是根据东京驾驶条件开发的瞬态工况。虽然同是采用发动机台架测试方法, JE05 与美欧直接采用固定的发动机工况不同, 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。

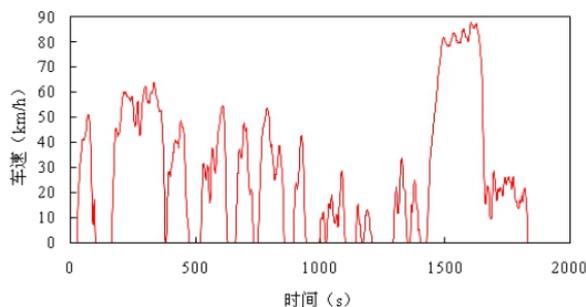


图 6-8 JE05 循环

6.2.4. 国内研究现状

我国重型商用车发动机的排放认证工况与欧洲基本保持一致, 2005 年发布的国五标准采用 ETC 和 ESC 循环; 2018 年发布的国六标准采用 WHTC 和 WHSC 循环。

国内一些相关机构对发动机工况展开了研究: 中国汽车工程研究院股份有限公司分析现有法规中的发动机测试循环工况点和实际台架试验中发动机状态的关系, 分析了工况对排放测试结果的影响; 江苏大学分析了整车和发动机测量工况排放污染物及测试方法的关联性, 提出了整车工况点与柴油机台架测量点的排放分担率对应关系; 武汉理工大学基于发动机稳态试验数据建立神经网络排放模型, 并结合准线性动态模拟, 提出一种增压发动机动态排放预测仿真方法。这些研究对发动机工况开发方法具有一定的理论指导意义和实用价值, 但是在基于我国真实车辆和发动机运行情况构建

能够作为车辆开发、评价的基础依据的发动机工况方面，国内尚缺少的系统性的研究以及实质性的成果。

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。

本标准是我国汽车节能管理的重要内容，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。

本标准为非强制性标准。

10. 贯彻标准的要求和措施建议

本标准作为一项重要共性基础标准，通过与发动机排放测试方法和限值结合执行，有利于引导车辆减排技术的导入和匹配优化，也有利于国家对车辆实际排放进行合理有效地评估和监管。

11. 废止现行相关标准的建议

无

12. 其它应予说明的事项

无