ICS 43.060.01
CCS T 11

中华人民共和国国家标准

GB/T 19055—2024
代替 GB/T 19055—2003

汽车发动机可靠性试验方法

Reliability test methods for motor vehicle engines

2024-05-28 发布　　2024-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　试验发动机 …… 1
5　试验一般要求 …… 1
6　对试验一般条件的控制 …… 2
7　试验时发动机所带附件及各系统的调整 …… 2
8　工作程序 …… 3
9　可靠性试验规范 …… 4
10　推荐的检查及维护 …… 7
11　试验结果评定 …… 8
12　试验报告 …… 9
附录 A（规范性）　汽车发动机可靠性评定方法 …… 10

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 19055—2003《汽车发动机可靠性试验方法》，与GB/T 19055—2003相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a) 更改了试验发动机台数，由2台改为3台（见第4章，2003年版的第4章）；
b) 增加了“进气状态”的要求，进气温度推荐控制（见6.1）；
c) 增加了燃料压力控制要求，按发动机制造厂的规定（见6.2）；
d) 更改了机油温度控制，由“控制在363 K到398 K之间或按发动机制造厂的规定”改为“机油温度不能超过发动机制造厂规定的许用温度，否则采用强制冷却装置”（见6.3，2003年版的6.2）；
e) 更改了冷却液控制，取消采用软水作为冷却液，统一采用发动机制造厂规定的冷却液，冷却液温度明确为冷却液出口温度，温度控制在361 K到383 K之间改为95 ℃±3 ℃（见6.4，2003年版的6.3）；
f) 删除了“异常燃烧的避免”的要求（见2003年版的6.4）；
g) 增加了增压发动机中冷后温度和中冷器阻力要求（见7.1）；
h) 删除了“排放控制装置”的要求（见2003年版的7.3）；
i) 更改了冷却系统要求（见7.3，2003年版的7.4）；
j) 增加了附件系统要求（见7.6）；
k) 更改了试验前精密测量要求（见8.1，2003年版的8.1）；
l) 删除了磨合初期机油取样要求（见2003年版的8.2）；
m) 删除了机械损失功率和负荷特性测试要求（见2003年版的8.3）；
n) 更改了紧固件力矩评价方法[见8.6 a)，2003年版的8.6 a)]；
o) 增加了对性能相关总成件拆检分析要求[见8.6 b)]；
p) 更改了不同最大总质量汽车用发动机可靠性试验规范及运行持续时间（见表1，2003年版的表1）；
q) 更改了交变负荷试验规范，增加了循环工况点，调整了工况转换时间（见9.2，2003年版的9.1）；
r) 更改了混合负荷试验规范，增加了试验工况点，调整了工况转换时间（见9.3，2003年版的9.2）；
s) 更改了“全速全负荷试验”试验规范及名称，改为“额定功率试验”（见9.4，2003年版的9.3）；
t) 更改了冷热冲击试验规范，调整了冷热冲击温度、试验工况及工况转换时间（见9.5，2003年版的9.4）；
u) 更改了检查及维护，调整了检查及维护的时间（见第10章，2003年版的第10章）；
v) 更改了试验报告结论，根据试验结果评定，将“基本通过结论”改为“通过或不通过的结论”，并增加了通过或不通过的判定标准（见第12章，2003年版的第12章）；
w) 更改了额定转速、全负荷时机油/燃料消耗比评价标准，将0.3%改为0.2%（见A.1.4，2003年版的A.3）；
x) 更改了漏气量限值计算公式，更改了公式中系数C的大小及T_m的定义（见A.1.5，2003年版的A.4）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本文件起草单位:中国第一汽车股份有限公司、重庆小康动力有限公司、东风汽车集团有限公司、东风商用车有限公司、宁波吉利罗佑发动机零部件有限公司、一汽解放汽车有限公司、长城汽车股份有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、潍柴动力股份有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、中汽研汽车检验中心(天津)有限公司。

本文件主要起草人:李金成、胡伟兴、凌青海、李金印、杨莉玲、李智、宋建龙、纪少令、张义权、相耀明、王峰、周兴华、张卫、周杨、江宝宇、孙善良、黎华文、吴春玲。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

——2003 年首次发布为 GB/T 19055—2003;

——本次为第一次修订。

汽车发动机可靠性试验方法

1 范围

本文件规定了汽车用发动机整机台架试验的一般可靠性试验方法及可靠性评定方法。

本文件适用于M类和N类汽车用发动机，该发动机属往复式、转子式，不含自由活塞式。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1883.1 往复式内燃机 词汇 第1部分：发动机设计和运行术语

GB/T 15089 机动车辆及挂车分类

GB/T 17754 摩擦学术语

GB/T 18297 汽车发动机性能试验方法

3 术语和定义

GB/T 15089、GB/T 1883.1、GB/T 17754 和 GB/T 18297 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

额定转速 rated speed

发动机在额定功率下的转速。

注：额定功率是制造厂规定的，额定转速一般低于全负荷下最大功率转速。

3.2

最大净扭矩转速 speed of maximum net torque

n_M

按 GB/T 18297 的规定，发动机带全套车用附件所输出的最大有效扭矩时的转速。

3.3

额定净功率 rated net power

按 GB/T 18297 的规定，发动机带全套车用附件，在额定转速下、全负荷时所输出的校正有效功率。

4 试验发动机

试验发动机3台(编号为A、B、C)应符合发动机制造厂的产品技术标准。

5 试验一般要求

试验所用仪表精度、测量部位及试验数据的计算应按 GB/T 18297 的规定。

6 对试验一般条件的控制

6.1 进气状态

推荐控制进气温度在25 ℃±10 ℃范围内。

6.2 燃料

燃料牌号按发动机制造厂的规定。汽油温度控制在25 ℃±5 ℃，柴油温度控制在40 ℃±5 ℃，其他燃料温度控制按发动机制造厂的规定。

燃料压力控制按发动机制造厂的规定。

6.3 机油

机油牌号按发动机制造厂的规定。机油温度不能超过发动机制造厂规定的许用温度，否则采用强制冷却装置。

6.4 冷却液

采用发动机制造厂规定的冷却液。冷却液出口温度控制在95 ℃±3 ℃或按发动机制造厂规定的温度；冷热冲击试验时，冷却液温度的控制按表5的规定执行。

7 试验时发动机所带附件及各系统的调整

7.1 进气系统

采用装车的标准进气系统或等效(在全速全负荷工况下，与标准进气系统的阻力差值在±5%范围内)的实验室进气系统。增压中冷发动机中冷后进气温度应满足发动机制造厂产品技术标准要求，中冷器或中冷模拟器在发动机全速全负荷工况下的阻力应与装车用中冷器阻力相当。

7.2 排气系统

采用装车的标准排气系统或具有相等阻力(在全速全负荷工况下，与标准排气系统的背压差值在±2 kPa范围内)的试验室排气系统。

7.3 冷却系统

依据发动机制造厂的技术要求，选装车用最大功率风扇(对于离合器风扇，应将离合器锁死，达到直连风扇的效果)，可用外加吹风机对发动机吹拂。应安装整车冷却系统零部件或其他等效部件，冷却系统压力、散热器阻力和冷却液流量值应满足装车及发动机制造厂产品技术标准要求。节温器应置于全开位置。

7.4 点火系统

点燃式发动机的点火提前角按发动机制造厂的规定。

7.5 发电系统

应安装装车的发电机、调压器及蓄电池(如有，在充满电状态)等，并处于工作状态。

7.6 附件系统

应安装装车使用助力转向泵、空调压缩机等附件系统或其他等效零部件以保证轮系正常工作，除非特殊规定，一般处于非工作状态。

8 工作程序

8.1 试验前精密测量

试验前对发动机及其零部件进行精密测量，应包含以下项目。

a) A 发动机、B 发动机：
   1) 曲轴轴颈、轴瓦，缸筒(孔)、活塞组，凸轮、挺杆、摇臂，气门、导管等摩擦副的尺寸和间隙；
   2) 曲轴、凸轮轴止推间隙及齿隙；
   3) 气门、气门座接触带宽和气门下沉量；
   4) 气缸套凸出或下沉高度(如适用)等。
b) C 发动机：
   1) 缸垫自由状态厚度及尺寸；
   2) 缸体上平面及缸盖下平面的平面度；
   3) 排气歧管密封面的平面度和尺寸等；
   4) 增压器与排气管结合面的平面度和尺寸；
   5) 气缸套凸出或下沉高度(如适用)等。

8.2 磨合

按发动机制造厂的规范磨合。发动机安装到台架后，第一次起动前，检查并清除整个进气系统内的尘埃及异物。在磨合末期取机油油样并和未使用过的机油油样进行对比分析。

8.3 性能初试

净功率(或总功率)、活塞漏气量及机油消耗量试验按 GB/T 18297 的规定进行，试验工况的选择按照发动机制造厂的规定执行。

8.4 可靠性试验

按第 9 章的规定进行。

8.5 性能复试

重复 8.3。

8.6 拆检

拆检 A 发动机、B 发动机和 C 发动机：

a) 检测紧固件(如螺栓、螺母等)拧紧力矩衰减量，即重新拧紧紧固件，紧固件开始转动的力矩与试验前的拧紧力矩之差为力矩衰减量；
b) 对性能相关的总成件按发动机制造厂控制要求进行拆检分析；
c) 对主要摩擦副的表面拍摄局部清晰照片，主要摩擦副包括轴颈、轴瓦，缸筒(孔)(一环上下止点换向处)、活塞(裙部)、活塞环，凸轮、挺杆、摇臂，气门、气门座等；
d) 拍摄失效零件全貌、断口的断面及裂纹的放大照片；

e) 拍摄活塞顶上、下表面，火花塞陶瓷体与电极、喷油器的照片；

f) 拍摄在油底壳、罩盖、气缸盖上表面、活塞和凸轮等表面上的沉积物、油泥及漆膜的照片；

g) 拍摄密封件，如气缸垫、进排气管垫、排气管及油封等窜漏的印迹。

其中 e)、f)及 g)所指零部件，拍照前不应清洗，并且在每张照片下方均应附有说明。

8.7 试验后精密测量

重复 8.1。

精密测量后要妥善保管所有零部件，以备进一步检查和分析。

9 可靠性试验规范

9.1 试验项目

按发动机装车类别进行可靠性试验，试验项目见表 1。

表 1 不同最大总质量汽车用发动机可靠性试验项目

装机汽车类别[a]（按 GB/T 15089）	A 发动机		B 发动机	C 发动机
	交变负荷试验持续时间/h	混合负荷试验持续时间/h	额定功率试验持续时间/h	冷热冲击试验循环次数
汽车最大总质量≤3 500 kg	500	—	200	3 000
3 500 kg＜汽车最大总质量≤12 000 kg	—	1 000	500	5 000
汽车最大总质量＞12 000 kg	—	1 000	1 000	8 000
[a] 装乘用车及商用车的发动机均按本表分类。				

9.2 交变负荷试验规范

交变负荷试验规范见图 1 及表 2，除特殊说明外，不同工况间转换在 30 s 内完成，均匀地改变转速及负荷，工况转换时间计入下一工况，每循环历时 40 min。

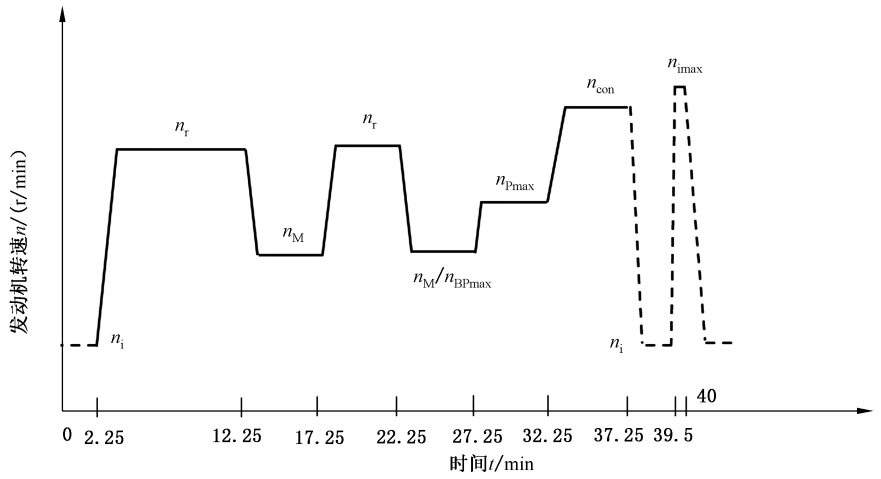

图 1 交变负荷试验规范示意图(实线表示油门全开)

表 2　交变负荷试验规范

工况序号	发动机转速	负荷/%	工况时间/min	说明
1	怠速 n_i	0	2.25	工况转换 15 s 内完成
2	额定转速 n_r	100	10	—
3	最大净扭矩转速 n_M	100	5	增压发动机为最大净扭矩转速范围的中间转速
4	额定转速 n_r	100	5	带废气再循环(EGR)的发动机可选择 EGR 开启温度最高转速代替，负荷依据 EGR 温度点测量选取
5	最大增压压力转速 n_{BPmax}	100	5	增压发动机选用
	最大净扭矩转速 n_M	100	5	非增压发动机选用
6	最大爆发压力转速 n_{Pmax}	100	5	缸内爆发压力最大时的转速
7	最高持续转速 n_{con}	100	5	发动机带全套车用附件，在全负荷稳定输出的最高转速
8	怠速 n_i	0	2.25	工况转换 15 s 内完成
9	最高空载转速 n_{imax}	0	0.5	工况转换 15 s 内完成； 发动机带全套车用附件，在空载状态下能够达到的最高转速

9.3　混合负荷试验规范

混合负荷试验规范见图 2 及表 3，不同工况间转换在 20 s 内完成，均匀地改变转速及负荷，转换时间计入下一工况，每循环历时 60 min。

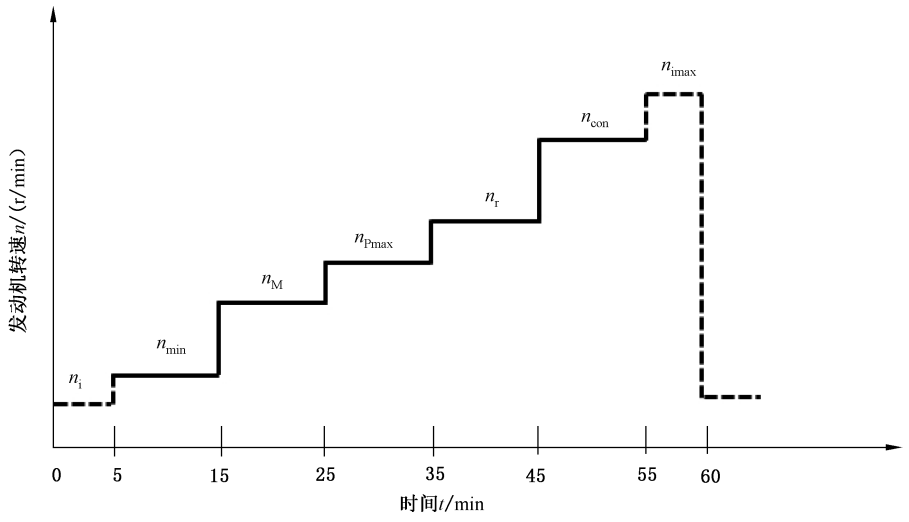

图 2　混合负荷试验规范示意图(实线表示油门全开)

表 3　混合负荷试验规范

工况序号	发动机转速	负荷/%	工况时间/min	说明
1	怠速 n_i	0	5	—
2	最低全负荷转速 n_{min}	100	10	—
3	最大净扭矩转速 n_M	100	10	增压发动机为最大净扭矩转速范围的中间转速
4	最大爆发压力转速 n_{Pmax}	100	10	缸内爆发压力最大时的转速
5	额定转速 n_r	100	10	—
6	最高持续转速 n_{con}	100	10	—
7	最高空载转速 n_{imax}	0	5	—

9.4　额定功率试验规范

额定功率试验规范见图 3 及表 4，工况间转换在 15 s 内完成，均匀地改变转速及负荷，转换时间计入下一工况，每循环历时 30 min。

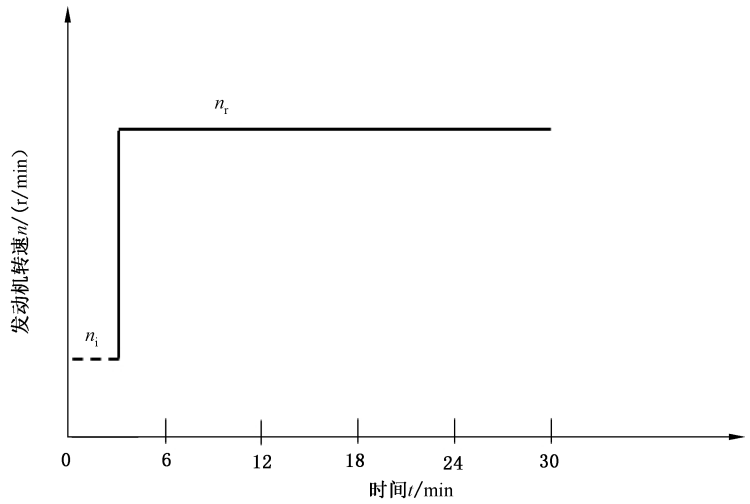

图 3　额定功率试验规范示意图(实线表示油门全开)

表 4　额定功率试验规范

工况序号	发动机转速	负荷/%	工况时间/min
1	怠速 n_i	0	3
2	额定转速 n_r	100	27

9.5　冷热冲击试验规范

冷热冲击试验规范见图 4 及表 5，工况间转换在 15 s 内完成，均匀地改变转速及负荷，转换时间计入下一工况，每循环历时 6 min。

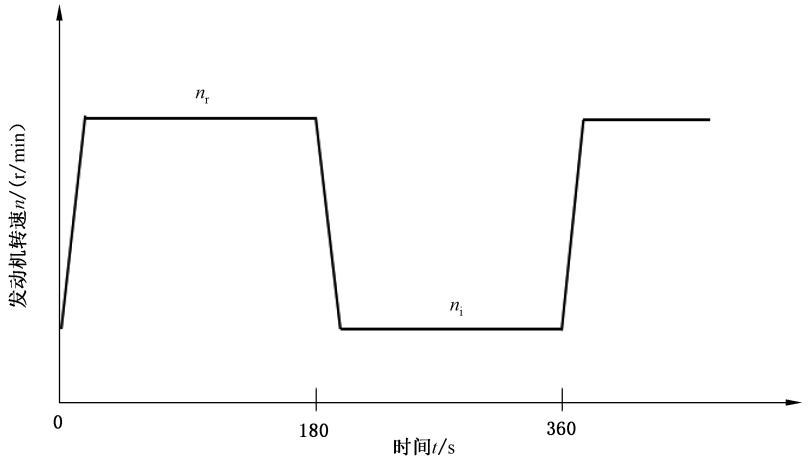

图 4　冷热冲击试验规范示意图

表 5　冷热冲击试验规范

工况序号	发动机转速	负荷/%	工况时间/s	说明
1	怠速 n_i→额定转速 n_r	100	15	开始升温，采用冷热冲击专用设备，能实现外循环强制加热
2	额定转速 n_r	100	165	冷却液温度升至 105 ℃±3 ℃，温度稳定时间不低于 60 s
3	额定转速 n_r→怠速 n_i	0	15	开始降温，采用冷热冲击专用设备，能实现外循环强制降温
4	怠速 n_i	0	165	冷却液温度降至 30 ℃±3 ℃，温度稳定时间不低于 60 s

10　推荐的检查及维护

10.1　基本要求

检查及维护按 10.2～10.6 的要求进行，随机型的差异，其内容及周期可作适当增减。检查的结果及维护情况应详细记录。

10.2　随时的检查

10.2.1　应用数据采集及控制系统，在每步骤设置警报或停机限值，对试验主要监测参数进行全程监控，警报限值的推荐值为正常运转稳定工况的±5%，停机限值的推荐值为正常运转稳定工况的±10%。

10.2.2　警报和停机功能在发动机运转时应处于工作状态。

10.2.3　若发出警报或紧急停机，进行处理和维护。若属于发动机故障，则计为故障停机。记录停机的运行时间、原因及处理情况。

10.2.4　监听发动机运动件(如曲柄连杆机构和配气机构等)的运行异响，必要时采取措施。

10.2.5　每 1 h 内适时地记录发动机转速、扭矩、功率、燃料消耗量、机油压力及温度等参数。

10.3 每 20 h～30 h 的检查及维护

10.3.1 检查发动机向内、向外漏油、漏水和漏气情况，如排气管开裂、法兰连接处漏气、气缸垫密封失效引起的机油乳化和气体窜入冷却系统内等。保持发动机及其周围的清洁，以便及时发现泄漏。

10.3.2 巡视发动机及试验设备，并检查紧固件、连接件及管路，尤其是软管；检查皮带张紧情况。

10.3.3 检查所有液面高度，必要时检查发动机的机油消耗量。

10.4 定期的检查及保养（按发动机制造厂规定的时间间隔）

10.4.1 检查机油的油位，必要时按发动机制造厂规定时间间隔取机油样，测定黏度、不溶解物百分数、总酸度、总碱度及金属元素含量、磨削形貌等。

10.4.2 测量气门间隙（如适用）并根据制造厂的规定确定是否进行调整。

10.4.3 更换火花塞；检查喷油器开启压力、喷雾及滴漏等情况。

10.4.4 更换机油及机油滤芯。

10.5 更换空气滤清器及燃油滤清器的滤芯

按发动机制造厂的规定确定在合适时间更换空气滤清器及燃油滤清器的滤芯。

10.6 可靠性试验终了检测

取机油油样，测量机油消耗量、气缸压缩压力、气门间隙（如适用）及气门下沉量（例行检查与终了检测时间靠近时，可一并进行）。

11 试验结果评定

11.1 运行时间

依据发动机实际运行持续时间（h），运行过程中所更换的零部件及其时间（h），按 A.1.1 进行评定。

11.2 性能的稳定性

11.2.1 比较初试（按 8.3）及复试（按 8.5）性能曲线及主要参数。按 A.1.3、A.1.4、A.1.5 的限值进行评定。

11.2.2 绘制可靠性试验过程中按 10.2 记录的校正最大净扭矩、校正最大净功率、额定净功率与运行持续时间（h）的关系曲线，分析可靠性试验性能变化趋势。

11.3 零部件的损坏

记录故障停机、紧固件松动、密封失效、橡胶件老化、堵塞、变形、裂纹、断裂、零部件损坏发生的运行时间（h）及维护作业情况；提供损坏部位、裂纹、断口和窜漏印迹等照片；用精密测量数据分析变形量。零部件的评定按 A.2 进行。

11.4 零部件磨损

11.4.1 依据机油油样分析结果，判断零部件磨损情况及机油品质。

11.4.2 整理精密测量数据，确定 8.6 c）中的主要摩擦副的磨损量。

11.4.3 区分零部件磨损的形式，判定磨损的严重程度，提供磨损的照片，按 A.2.3 进行评定。

11.4.4 描述摩擦副表面接触情况并提供照片，按 A.2.4 进行评定。

11.5 零部件表面沉积物

描述零部件表面沉积物的状态并提供照片，按 A.2.5 进行评定。

12 试验报告

试验报告至少应包括下列内容。

a) 前言：说明试验任务的来源。

b) 目的。

c) 试验对象：试验发动机技术参数按 GB/T 18297 中“点燃机主要参数表”或“压燃机主要参数表”的内容填写，并附加图形、照片及必要的说明。

d) 试验设备及仪表：应写明主要设备及仪表名称、厂家、型号、精度、标定日期及测量部位。

e) 试验条件、试验发动机所带附件及各系统的调整和试验程序：注明依据的试验标准及其编号，与标准不同之处，应加以说明。

f) 试验结果：对原始试验数据加以处理，尽可能用曲线表示，重要的数据可以列表；按第 11 章要求编写。

g) 结论：根据试验结果和附录 A 的评定方法，对该发动机可靠性作出通过或不通过的结论；对不通过的发动机，应提出改进和补充试验的建议。通过条件：

   1) 整机：按 A.1 评价满足要求且与发动机的安全、法规、环保等相关的零部件没有出现破坏（裂纹或断裂）现象则判断为整机通过，否则判定为不通过；

   2) 零部件：参照 A.2 的规定评价，符合表 A.1～表 A.5 中 A 类、B 类要求的判定为通过；符合表 A.1～表 A.5 中 D 类要求的判定为不通过；符合表 A.1～表 A.5 中 C 类要求的，按发动机制造厂的控制要求或组织评审来判定是否通过。

h) 试验日期。

附 录 A
（规范性）
汽车发动机可靠性评定方法

A.1 整机评定

A.1.1 为使发动机可靠性有一致的评定基础，在没有重大的结构损坏的前提下，允许更换少量的零部件，运行持续时间(h)达到表1的规定才进行评定。试验中更换的零部件未达到设计的寿命，则该零部件可靠性不合格。

A.1.2 发动机不应向内、向外漏油或漏水；空气不应渗入发动机负压系统；发动机内不应有燃气窜入油道或水道、油水混合等。

A.1.3 在运行过程中，校正最大净扭矩、校正最大净功率及额定净功率下降不应超过初始值的5%。

A.1.4 额定转速、全负荷时机油/燃料消耗比不应超过0.2%。

A.1.5 四冲程发动机在全负荷时最大活塞漏气量(B_{max})不应超过限值(B_L)，漏气量限值按照公式(A.1)进行计算：

$$B_L = CV_t = CV_H \times \left(\frac{n_r}{2}\right) \times r_r \times \left(\frac{298}{273 + T_m}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (A.1)$$

式中：

C ——系数(压燃式发动机选定为0.8%，点燃式发动机选定为0.6%)；

V_t ——四冲程发动机在标准状态下额定转速时的理论吸气量，单位为升每分(L/min)，即充气系数=1；

V_H ——发动机排量，单位为升(L)；

n_r ——额定转速，单位为转每分(r/min)；

r_r ——额定转速、全负荷时增压机的压比，即压气机出口绝对压力 P_0 与压气机进口绝对压力 P_i 之比($r_r = P_0/P_i$)，非增压机令 $r_r = 1$；

T_m ——进气歧管内进气温度，单位为摄氏度(℃)，非增压机令 $T_m = 25$ ℃，增压机为中冷后进气温度。

A.1.6 发动机可靠性试验故障用首次故障时间、故障停机次数及故障平均间隔时间[即运行持续时间(h)与故障次数之比]来评定。

A.2 零部件评定

A.2.1 对零部件裂纹或断裂的主观评定

零部件裂纹或断裂的严重程度按表A.1分类。

表 A.1 裂纹或断裂严重程度分类

类别	程度	形貌	危害度
A	轻微裂纹	通过探伤仪或用10倍的放大镜才能发现	不会发展，不引起故障
B	中等裂纹	肉眼可见	有可能扩展，引起故障
C	较大的裂纹或断裂	尺寸较大的裂纹或断裂	裂纹很可能扩展引起故障 零件断裂但未引起故障
D	严重裂纹或断裂	关键部位的大裂纹或断裂	导致重大故障

A.2.2 紧固件拧紧力矩的评定

记录紧固件的拧紧力矩衰减量，紧固部位不能发生由于力矩松弛引起的零部件失效或油、液、气渗漏现象。

A.2.3 摩擦表面的评定

A.2.3.1 主要摩擦副按 8.6 c)测量表面一般磨损、黏着磨损及磨料磨损的严重程度，按表 A.2、表 A.3 和表 A.4 分类。

表 A.2 摩擦表面一般磨损分类

类别	程度	形貌	危害度
A	轻微磨损	不可测出，可见加工痕迹或光亮	无
B	轻度磨损	勉强可测量	无
C	中度磨损	可测量	可能引起故障
D	严重磨损	有深度磨损或局部过量磨损	导致重大故障

表 A.3 摩擦表面黏着磨损分类

类别	程度	形貌		危害度
		擦痕	材料转移	
A	轻微擦伤	表面变颜色，局部光亮或少量擦痕	无	无
B	中度擦伤	擦痕多处、面积较大，感觉有深度	表层材料转移	有可能扩展，引起故障
C	黏着	擦痕分布宽而深	次表层材料转移	引起故障
D	严重黏着（撕裂）	大面积黏着或撕裂	材料撕裂转移	导致重大故障

表 A.4 摩擦表面磨料磨损分类

类别	程度	形貌			危害度
		划痕数量	划痕深度	用指甲或铅笔感觉	
A	轻微划痕	很少	很浅	无	无
B	轻度划痕	少量	较浅	不易	无
C	中度划痕	中等数量	较深	略有	可能有影响，但不会引起故障
D	严重划痕或破坏	很多	深	有	导致重大故障

A.2.3.2 按 GB/T 17754 区分发动机零部件出现的其他磨损形式，如腐蚀磨损（缸套-环换向区 、排气门/排气门座锥面等）、疲劳磨损（挺杆、轴瓦、齿轮表面等）、微动磨损（轴瓦钢背、飞轮压紧处、飞轮壳压紧处、湿缸套止口处等）、冲蚀磨损（火花塞电极等）和穴蚀（水泵叶轮等）。

A.2.4 摩擦副接触状态的评定

主要摩擦副按 8.6 c)测量，接触带应在正常位置，接触面积大小恰当，不应有断带现象。

A.2.5 零部件表面沉积物的评定

A.2.5.1 按表 A.5 对活塞环槽和环表面的沉积物进行分类。

表 A.5 活塞环槽和环表面沉积物的分类

类别	程度	形貌		危害度
		环与环槽的状态	沉积物厚度	
A	轻微沉积物	灵活环	几乎看不到沉积物	无
B	中等沉积物	活环	有明显的沉积物，量少，未占满间隙	无
C	较严重沉积物	钝环（转动不灵活）	沉积物较多，几乎占满间隙	可能引起故障
D	严重沉积物	死环（转不动）	占满间隙	导致重大故障

A.2.5.2 分析油底壳、罩盖、缸盖上表面、活塞、进气门和凸轮等表面上的沉积物、油泥及漆膜，评定油料品质和零部件工作状态的关系。