

中小功率内燃机 第 1 部分：通用技术条件

1 范围

本文件规定了中小功率内燃机（标定功率不大于560kW）的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于道路车辆、船舶、农用拖拉机和林业机械、工程机械、发电机组、排灌机械用中小功率内燃机（以下简称内燃机），其它目前尚无合适标准可用的中小功率内燃机也可参照执行。

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 191-2008 包装储运图示标志

GB/T 725 内燃机 产品名称和型号编制规则

GB/T 726-1994 往复式内燃机 旋转方向、气缸和气缸盖上气门标志及直列式内燃机右机、左机和发动机方位的定义

GB/T 1147.2-202X 中小功率内燃机 第2部分：试验方法

GB/T 1883（所有部分）往复式内燃机 词汇

GB/T 3475-2008 船用柴油机调速系统技术要求和试验方法

GB/T 3821 中小功率内燃机 清洁度限值和测定方法

GB/T 6072.1-2008 往复式内燃机 性能 第1部分：功率、燃料消耗和机油消耗的标定及试验方法 通用发动机的附加要求

GB/T 6072.4-2012 往复式内燃机 性能 第4部分：调速

GB/T 6388-1986 运输包装收发货标志

GB/T 6809（所有部分）往复式内燃机 零部件和系统术语

GB/T 7184-2023 往复式内燃机 振动评定方法

GB 8840 船用柴油机排气烟度限值

GB/T 9486 柴油机 稳态排气烟度及测定方法

GB/T 10398-2008 小型汽油机 振动评级和测试方法

GB/T 10826（所有部分）燃油喷射装置 词汇

GB 11871 船用柴油机辐射的空气噪声限值

GB/T 14097-2023 往复式内燃机 噪声限值

GB 14762-2008 重型车用汽油发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国Ⅲ、Ⅳ阶段）

GB 15097-2016《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》

GB/T 15370（所有部分）农业拖拉机 通用技术条件（新增）

GB/T 15371-2023往复式内燃机 曲轴轴系扭转振动评定方法

GB 17691-2018 重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）

GB/T 17692-2024 汽车用发动机净功率测试方法

- GB/T 18297-2024 汽车发动机性能试验方法
- GB/T 19055-2024 汽车发动机可靠性试验方法
- GB/T 20651.1 往复式内燃机 安全 第1部分：压燃式发动机
- GB/T 20651.2 往复式内燃机 安全 第2部分：点燃式发动机
- GB 20891-2014 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）
- GB/T 21404-2022 内燃机 发动机功率的确定和测量方法 一般要求
- GB 26133-2010 非道路移动机械用小型点燃式发动机排气污染物排放限值和测量方法（中国第一、二阶段）
- GB/T 28239-2020 非道路用柴油机燃料消耗率限值及试验方法
- GB/T 37170-2018 固定式燃气发动机安全技术规范
- GB/T 37692-2019 非道路移动机械用小型点燃式发动机工况法燃料消耗率限值与测量方法
- GB/T 38750.1 往复式内燃机能效评定规范 第1部分：柴油机
- GB/T 38750.2 往复式内燃机能效评定规范 第2部分：汽油机
- CB/T 3253 船用柴油机技术条件
- CB/T 3254(所有部分) 船用柴油机台架试验
- CB/T 3256-2013 船用柴油机振动评级
- CB/T 3325 船用柴油机轴系扭转振动评级
- HJ 1014-2020 非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求
- JB/T 4198.1 工程机械用柴油机 第1部分：技术条件
- JB/T 4198.2 工程机械用柴油机 第2部分：性能试验方法
- JB/T 4198.3 工程机械用柴油机 第3部分：可靠性、耐久性试验
- JB/T 5135.1 通用小型汽油机 第1部分：技术条件
- JB/T 5135.2 通用小型汽油机 第2部分：台架性能试验方法
- JB/T 5135.3 通用小型汽油机 第3部分：可靠性、耐久性试验与评定方法
- JB/T 5136 工程机械用汽油机 技术条件
- JB/T 5144 工程机械用汽油机 性能试验方法
- JB/T 10629-2006 燃气机通用技术条件和试验方法
- JB/T 11323-2013 中小功率柴油机 可靠性评定方法
- JB/T 11482-2013 快艇用柴油机 技术条件
- JB/T 14238-2023 绿色设计产品评价技术规范 柴油发动机
- QC/T 901-1998 汽车发动机产品质量检验评定方法

3 术语和定义

GB/T 1883（所有部分）、GB/T 6072.1、GB/T 6072.4、GB/T 6809（所有部分）、GB/T 10826、GB 17691-2018、JB/T 10629-2006、HJ 1014-2020界定的术语和定义适用于本文件。

3. 1

内燃机本体有效热效率 internal combustion engine brake thermal efficiency

η_{eb}

不计余热回收能量，将燃料燃烧的能量转化成内燃机有效输出功的比例。内燃机本体有效热效率 η_{eb} 按公式（1）进行计算：

$$\eta_{\text{eb}} = \frac{3.6 \times 10^6}{H_u \times g_e} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- η_{cb} ——内燃机本体有效热效率，单位为百分比（%）；
- H_u ——燃料的低热值（以第三方检测机构燃料热值检测报告为准），单位为千焦每千克（kJ/kg）；
- g_e ——有效燃料消耗率，单位为克每千瓦小时[g/(kW.h)]。

4 技术要求

4.1 一般要求

- 4.1.1 内燃机产品应按经规定程序批准的产品图样和技术文件制造。零、部件和附件应符合有关标准规定。
- 4.1.2 内燃机型号编制按GB/T 725 的规定。
- 4.1.3 可燃气体品质按 JB/T 10629-2006 中 4.3 的规定。

4.2 技术规格

4.2.1 制造厂应在产品技术文件中提供下列内燃机的主要技术规格和参数，并可根据内燃机的结构型式和用途予以增减：

- 型号；
- 型式（系指冲程数、冷却方式、气缸排列方式、燃烧室型式、左机或右机、增压方式及是否带增压中冷器等）；
- 气缸数；
- 气缸直径，mm；
- 活塞行程，mm；
- 活塞总排量，L；
- 标定功率，kW；
- 标定转速，r/min；
- 最大扭矩/转速，N·m/(r/min)；
- 本体有效热效率
- 标定空载转速，r/min；
- 最低可调空载转速，r/min；
- 最低满载持续转速，r/min；
- 增压器转速，r/min；

——燃料消耗率，	$\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$;
——机油消耗率（若适用），	$\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$;
——燃料牌号；	
——机油牌号；	
——冷却液规格；	
——活塞平均速度，	m/s ;
——压缩比；	
——平均有效压力，	MPa ;
——增压压力，	kPa ;
——化油器型号、型式（若适用）；	
——供油提前角（曲轴转角）（若适用），	$(^{\circ})$;

- 发火次序;
- 点火方式 (若适用);
- 点火系统 (若适用):
 - 点火线圈型号;
 - 火花塞型号、型式;
 - 火花塞电极冷间隙, 单位为mm;
 - 火系统工作环境温度, 单位为℃;
 - 磁电机或发电机型号、型式;
- 配气相位 (二冲程机系指进、排、扫气时的曲轴转角; 四冲程机系指进、排气门开启和关闭时的曲轴转角), (°);
- 起动方式;
- 旋转方向 (按GB/T 726规定);
- 外形尺寸 (长×宽×高), mm;
- 净质量, kg;
- 总质量 kg。

4.2.2 内燃机产品技术文件中应按用途标出下列燃料消耗率:

- a) 标定工况燃料消耗率;
- b) 外特性最低燃料消耗率;
- c) 加权燃料消耗率;
- d) 制造厂与客户商定的其它使用工况的燃料消耗率。

4.2.3 标定功率、标定转速在与内燃机有关的其它标准中也被称作额定功率、额定转速。

4.2.4 对于车用内燃机, 机油消耗率指标用标定工况的机油/燃料消耗比来代替。

4.2.5 制造厂应按内燃机的用途和特点在使用说明书中给出所需的主要特性曲线。

4.2.6 制造厂应在使用说明书中提供内燃机的外形图样, 并注明外形尺寸、安装尺寸和连接尺寸。

4.3 功率标定

4.3.1 内燃机铭牌上的标定功率表示应符合GB/T 6072.1 的规定, 标定功率的确定按 GB 21404-2022 标准规定进行。

4.3.2 内燃机应能发出铭牌上标明的标定功率。实际所发标定功率与铭牌对应功率的允许偏差为±5%, 车用发动机最大净功率实测值应满足 GB/T 17692-2024 标准要求。当试验环境状况与标准环境状况有差异时, 其功率应按 GB/T 21404-2022 第 7 章的规定进行修正。

4.3.3 功率使用有持续功率、超负荷功率和油量限定功率等几种类型。

超负荷功率允许使用的持续时间和频次取决于使用情况，但在调定（非电控）发动机油量限制器时应有足够的裕量，使之在满足噪声、烟度、排放等强制性标准要求时，能发出允许的超负荷功率。超负荷功率应按持续功率的百分数表示，同时需注明允许运行的持续时间和频次及相应的发动机转速。

除非另有说明，在相应于发动机使用转速时110%持续功率的超负荷功率允许在12 h运行期内，间断或不间断地运行1 h。

4.4 燃料和机油消耗率的标定

4.4.1 内燃机的燃料和机油消耗率应不大于产品技术文件规定的出厂指标及国家相关标准规定或节能指标，非道路用柴油机加权燃料消耗率应符合 GB/T 28239-2020 标准要求，小型点燃式发动机的燃料消耗率按 GB/T 37692-2019 的规定，燃气机热耗率按 JB/T 10629-2006 中 4.7 的规定，工程机械用汽油机，燃料消耗率应符合 JB/T 5136 的规定。不同用途内燃机（非道路用柴油机除外）在最大扭矩点和部

分负荷、部分转速时的燃料消耗率应符合表 1 的规定,增压内燃机考核 50%负荷点燃料消耗率,4.5kW 以下的内燃机,对部分负荷点及部分转速燃料消耗率不作规定。

绿色设计柴油机燃料消耗率应符合JB/T 14238的规定,各能效等级柴油机的燃料消耗率应符合GB/T 38750.1的规定,各能效等级汽油机的燃料消耗率应符合GB/T 38750.2的规定。

非道路用柴油机加权燃料消耗率的标定按GB 28239-2020标准规定,其它用途内燃机燃料消耗率标定按GB/T 6072.1的规定。

表1 最大扭矩点和部分负荷、部分转速工况点燃料消耗率要求

内燃机工作特性	最大扭矩点	标定转速	标定转速	90%标定转速点
		75%负荷点	50%负荷点	
	标定工况燃料消耗率的百分数 %			
速度特性	≤100	—	—	—
负荷特性	—	≤105	≤112	—
推进特性	—	—	—	≤105

4.4.2 内燃机机油消耗率标定时,以内燃机在标定功率和转速下,每千瓦·小时所消耗的机油克数来表示,通用小型汽油机的机油消耗率按 JB/T 5135.1 的规定,燃气机机油消耗率按 JB/T 10629-2006 中 4.8 的规定,工程机械用汽油机,机油消耗率应符合 JB/T 5136 的规定。

- 注1: 内燃机机油消耗率的标定值,为其规定磨合期后的机油消耗率,并标明所用的机油牌号。
- 注2: 液体燃料发动机,以质量为单位的标定燃料消耗率均以低热值42700 kJ/kg为准,其它类型燃料发动机标定的燃料消耗率应以能量为单位表示;或者以质量为单位的燃料消耗率和相关的低热值两者来表示。
- 注3: 车用内燃机,机油消耗率可用标定工况的机油/燃料消耗比来代替。

4.5 噪声、排放的试验条件

应考核内燃机铭牌所示噪声、烟度和排放指标,其值应符合相关行业标准规定的限值。当需要磨合后进行考核时,磨合时间不得超过45h或按企业技术文件规定。

4.6 标定工况工作稳定性

内燃机在标定工况运转时,下列参数应符合产品技术文件的规定:

- a) 排气温度(总管或各缸歧管), °C;
- b) 涡轮增压器燃气进口温度, °C;
- c) 机油温度, °C;
- d) 内燃机冷却介质出口温度, °C;
- e) 机油压力, kPa;

- f) 最高爆发压力（按需要与可能），MPa；
- g) 增压器转速（若适用），r/min；
- h) 中冷器冷却介质进出口温度，℃。

4.7 各缸工作均匀性

内燃机在标定工况运转时，各缸参数的不均匀性应不大于表2的规定，通用小型多缸汽油机的各缸功率不均匀率应不大于5%。

表2 各缸工作均匀性要求

各缸工作参数	偏差
压缩压力	±3%
最高爆发压力	±4%
排气温度	±5%（中、高增压柴油机8%）
平均指示压力或指示功率	±4%（工程机械用汽油机±5%）
注：可根据内燃机的结构型式和用途规定全部或部分项目。	

4.8 扭矩储备

按速度特性工作的内燃机，扭矩储备率应满足配套用需要或符合表3规定，最大扭矩点的转速与标定转速之比，应符合表4的规定。4.5 kW以下的内燃机及恒定转速用发动机可不考核扭矩特性，采用变扭器的工程机械用内燃机，扭矩特性可按产品技术文件规定。

表3 扭矩储备率要求

内燃机型式及用途			扭矩储备率
			%
低速汽车/车用			≥12/10
拖拉机	单缸		≥12
拖拉机	多缸	≤36kW	≥15
		>36kW	≥17
工程机械	轮式推土机用柴油机		≥15
	履带式推土机用柴油机		≥20
	其它型式工程机械用柴油机		按JB/T 4198.1的规定
工程机械	汽油机		≥10
船舶	主机用柴油机		≥(10~30，具体由企业与客户商定)

表4 最大扭矩点转速与标定转速之比的要求

内燃机型式及用途	最大扭矩点转速与标定转速之比
	%

单缸机			≤80
多缸机	拖拉机用		按GB/T 15370（所有部分）的规定
	低速汽车/车用		≤70
	工程机械用柴油机	$n_b \leq 1800 \text{ r/min}$	≤75
	工程机械用柴油机	$n_b > 1800 \text{ r/min}$	≤70
	工程机械用汽油机	≤80	
	船舶主机用柴油机	≤80	
注：n _b 为内燃机标定转速。			

4.9 调速特性

内燃机标定工况下的调速性能应符合表5的规定，燃气机的调速性能按JB/T 10629-2006中4.10的规定，通用小型汽油机的调速性能按JB/T 5135.1的规定，船用柴油机按GB/T 3475的规定，工程机械用汽油机按JB/T 5144的规定。

表5 调速特性要求

内燃机用途	瞬时转速差	标定调速率	转速回复时间	稳态转速波动率
	$\delta_{n_{dyn}}/\%$	$\delta_{n_{st,r}}/\%$	$t_{n,in}$ （加载）， $t_{n,de}$ （减载）/s	$\beta_n/\%$
固定动力、农排用	≤ 12	≤ 8	≤ 10	≤ 1
拖拉机用	—	≤ 8	—	—
联合收割机用	—	≤ 5	—	—
低速汽车/车用	—	≤ 17	—	—
工程机械用柴油机	—	≤ 12	—	—
工程机械用汽油机	—	≤ 15	—	—
发电用	≤ 10	≤ 5	≤ 5	—

4.10 最低可调空载转速（最低空载稳定转速）

内燃机在最低可调空载转速下，稳定持续运转时间不少于5 min，稳态转速波动率应符合产品技术文件规定，通用小型汽油机的最低可调空载转速按JB/T 5135.1的规定。

4.11 最低满载持续转速（最低工作稳定转速）

内燃机允许的最低满载持续转速及其连续运转时间应符合表6的规定。

表6 最低满载持续转速及其连续运转时间要求

内燃机用途		最低满载持续转速(最低工作稳定转速)	连续运转时间
		(占标定转速的百分数) %	min
低速汽车/车用		≤ 45	≥ 30
拖拉机、工程机械等用		≤ 55	≥ 30
船用主机	$n_b < 300 \text{ r/min}$	≤ 30	≥ 20
	$n_b \geq 300 \sim 1000 \text{ r/min}$	≤ 40	≥ 20
	$n_b > 1000 \text{ r/min}$	≤ 45	≥ 20

4.12 起动

内燃机在表7规定的环境温度下及规定的起动时间内，不采取任何机外措施进行3次起动，其中至少有2次应能顺利起动，通用小型汽油机的热起动要求按JB/T 5135.1的规定。

起动方法按 GB/T 1147.2 的规定，起动性能有特殊要求（例如低温起动、用汽油机起动）的内燃机，起动时环境温度及起动时间按有关标准规定或由制造厂与用户商定。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/375043320331011304>