



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 8190.1—2023/ISO 8178-1:2020

代替 GB/T 8190.1—2010, 部分代替 GB/T 8190.11—2009

## 往复式内燃机 排放测量 第 1 部分: 气体和颗粒排放物的 试验台测量系统

Reciprocating internal combustion engines—Exhaust emission measurement—  
Part 1: Test-bed measurement systems of gaseous and particulate emissions

(ISO 8178-1:2020, IDT)

2023-05-23 发布

2023-12-01 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 .....	VII
引言 .....	IX
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号和缩略语 .....	8
4.1 通用符号 .....	8
4.2 燃料成分符号 .....	9
4.3 化学成分符号和缩略语 .....	10
4.4 缩略语 .....	10
5 一般测量原理 .....	12
5.1 排放测量原理 .....	12
5.1.1 排放组分质量 .....	12
5.2 排气取样和稀释 .....	13
5.2.1 取样一般要求 .....	13
5.2.2 气体取样 .....	14
5.2.3 气体排放的原排气取样 .....	16
5.2.4 气体排放的稀释取样 .....	16
5.2.5 稀释系统 .....	16
5.2.6 颗粒排放的稀释取样 .....	18
5.3 测量仪器 .....	18
5.3.1 总则 .....	18
5.3.2 数据记录和控制 .....	19
5.3.3 测量仪器的性能规范 .....	20
6 发动机及环境相关测量设备 .....	21
6.1 测功器规范 .....	21
6.2 转速和扭矩传感器 .....	22
6.2.1 轴功 .....	22
6.2.2 转速传感器 .....	22
6.2.3 扭矩传感器 .....	22
6.2.4 发动机附件 .....	22
6.3 压力转换器、温度和露点传感器 .....	22
6.4 流量有关测量 .....	23
6.4.1 燃料流量 .....	23
6.4.2 进气空气流量 .....	23
6.4.3 原排气流量 .....	23

6.4.4	间接排气流量 .....	24
6.4.5	稀释空气和稀释排气流量表 .....	25
6.4.6	分批取样用样品流量表 .....	26
6.4.7	气体分配器的使用 .....	26
7	气体组分的测定 .....	26
7.1	通用规范 .....	26
7.2	气体干燥 .....	26
7.3	分析仪 .....	26
7.3.1	总则 .....	26
7.3.2	一氧化碳(CO)和二氧化碳(CO <sub>2</sub> )分析 .....	26
7.3.3	氧气(O <sub>2</sub> )分析 .....	27
7.3.4	碳氢化合物(HC)分析 .....	27
7.3.5	非甲烷碳氢化合物(NMHC)分析 .....	27
7.3.6	氮氧化物(NO <sub>x</sub> )分析 .....	27
7.3.7	二氧化硫(SO <sub>2</sub> )分析 .....	29
7.3.8	氨(NH <sub>3</sub> )分析 .....	29
7.3.9	氧化二氮(N <sub>2</sub> O)分析 .....	29
7.3.10	甲醛(HCHO)分析 .....	29
7.3.11	甲醇(CH <sub>3</sub> OH)分析 .....	29
7.3.12	空燃比测量 .....	30
7.4	测量系统 .....	30
7.4.1	总则 .....	30
7.4.2	分析系统 .....	30
7.4.3	氨分析 .....	30
7.4.4	甲烷分析 .....	35
7.4.5	甲醇分析 .....	37
7.4.6	甲醛分析 .....	38
8	颗粒物的测定 .....	39
8.1	颗粒物质量 .....	39
8.1.1	PSP .....	39
8.1.2	输送管 .....	40
8.1.3	预分级器 .....	40
8.1.4	颗粒物取样滤纸 .....	40
8.1.5	称重室和分析天平规范 .....	41
8.2	颗粒数 .....	42
8.2.1	取样 .....	42
8.2.2	颗粒数样品流量的补偿——全流稀释系统 .....	42
8.2.3	颗粒数样品流量的补偿——部分流稀释系统 .....	42
8.2.4	PM 测量修正 .....	43
8.2.5	部分流稀释取样比例 .....	43
8.3	颗粒稀释取样系统设备 .....	43
8.3.1	概述 .....	43

8.3.2	部分流稀释系统	43
8.3.3	全流稀释系统	45
8.3.4	颗粒取样系统	47
8.4	颗粒数测量设备	49
8.4.1	系统概述	49
8.4.2	一般要求	49
8.4.3	特殊要求	49
8.4.4	典型系统概述	51
9	校准和验证	55
9.1	校准和性能检查	55
9.1.1	概述	55
9.1.2	校准和验证综述	55
9.1.3	准确度、可重复性和噪声验证	56
9.1.4	线性验证	57
9.1.5	连续气体分析系统响应和更新记录验证	59
9.1.6	补偿型分析仪响应时间验证	61
9.2	分析气	62
9.2.1	概述	62
9.2.2	气体规范	62
9.2.3	浓度和有效期	63
9.2.4	气体输送	63
9.3	真空侧泄漏验证	63
9.3.1	范围和频率	63
9.3.2	测量原理	64
9.3.3	低流量泄漏试验	64
9.3.4	量距气稀释泄漏试验	64
9.3.5	真空衰变泄漏试验	64
9.4	NO <sub>2</sub> 转换为NO转换器转换验证	65
9.4.1	范围和频率	65
9.4.2	测量原理	65
9.4.3	系统要求	65
9.4.4	规程	65
9.5	气体测量的校准和设定	66
9.5.1	范围和频率	66
9.5.2	校准	66
9.5.3	HC FID 响应优化	66
9.5.4	HC FID 甲烷响应系数的确定	67
9.5.5	HC FID 甲烷(CH <sub>4</sub> )响应验证	67
9.5.6	非理想配比的原排气 FID O <sub>2</sub> 干涉验证	68
9.5.7	NMC 效率	69
9.5.8	CO 和 CO <sub>2</sub> 测量	71
9.5.9	NO <sub>x</sub> 测量	73
9.5.10	甲醇响应系数	81

9.6	颗粒物质量测量系统的校准	82
9.6.1	概述	82
9.6.2	部分流状态检查	82
9.6.3	PM天平验证和称重过程验证	82
9.7	颗粒数测量系统的校准	84
9.7.1	颗粒数计数器的校准	84
9.7.2	VPR的校准/验证	85
9.7.3	颗粒数系统检查规程	85
9.8	CVS全流稀释系统的校准	86
9.8.1	概述	86
9.8.2	PDP的校准	86
9.8.3	CFV的校准	88
9.8.4	SSV的校准	89
9.8.5	CVS系统和分批取样器验证(丙烷检查)	91
9.8.6	部分流PM及相关原排气测量系统的周期性校准	94
9.9	测功器校准	96
9.9.1	扭矩校准	96
9.10	温度、压力和露点传感器校准	97
9.11	流量有关的测量	97
9.11.1	燃料流量校准	97
9.11.2	进气空气流量校准	97
9.11.3	排气流量校准	97
附录A(规范性)	1980国际重力公式	98
附录B(规范性)	系统等效性确定	99
附录C(规范性)	碳流量检查	100
附录D(规范性)	统计公式	103
附录E(资料性)	部分流稀释系统样例	111
附录F(资料性)	排气分析系统样例	119
参考文献		122
图1	系统响应的定义:延迟时间、响应时间、上升时间和转换时间	7
图2	排放质量测量的试验规程	13
图3	甲烷分析流程图(GC法)	35
图4	甲烷分析流程图(NMC法)	37
图5	甲醇分析流程图	38
图6	甲醛分析流程图	38
图7	带帽状预分级器的取样探头示意图	40
图8	部分流稀释系统	44
图9	全流稀释系统	45
图10	颗粒取样系统	47

图 11	第二次稀释和颗粒取样系统(仅全流系统)	48
图 12	典型颗粒取样系统示意图——部分流取样	51
图 13	典型颗粒取样系统示意图——全流取样	52
图 14	典型颗粒取样系统示意图——原排气取样	53
图 15	稀释排气 CVS 校准示意图	87
图 C.1	碳流量检查用测量点	100
图 E.1	带等速探头和比例取样(SB 控制)的部分流稀释系统	111
图 E.2	带等速探头和比例取样(PB 控制)的部分流稀释系统	112
图 E.3	带 CO <sub>2</sub> 或 NO <sub>x</sub> 浓度测量和比例取样的部分流稀释系统	113
图 E.4	带 CO <sub>2</sub> 浓度测量、碳平衡及总量取样的部分流稀释系统	114
图 E.5	带单个文丘里管、浓度测量和比例取样的部分流稀释系统	114
图 E.6	带双文丘里管或双孔板流量计、浓度测量和比例取样的部分流稀释系统	115
图 E.7	带多管分流、浓度测量和比例取样的部分流稀释系统	116
图 E.8	带流量控制和比例取样的部分流稀释系统	117
图 F.1	对原排气中 CO、CO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、HC 和 O <sub>2</sub> 进行分析的系统流程图	119
图 F.2	对稀释排气中 CO、CO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、HC 和 O <sub>2</sub> 进行分析的系统流程图	119
表 1	国际可追溯认可标准	3
表 2	通用符号	8
表 3	气体分批取样容器材料	15
表 4	数据记录和控制最小频率	19
表 5	推荐的测量仪器性能规范	20
表 6	要求的校准和验证总结	55
表 7	需线性验证的测量装置	58
表 8	适用于原排气或稀释排气测量的污染物限值	62
表 9	适用于原排气测量的污染物限值	62
表 D.1	对应于自由度 $\nu$ 的临界 $t$ 值	104
表 D.2	90%置信度时对应于不同 $(N-1)$ 值及 $(N_{\text{ref}}-1)$ 值的 $F$ 临界值 $F_{\text{crit}90}$	106
表 D.3	95%置信度时对应于不同 $(N-1)$ 值及 $(N_{\text{ref}}-1)$ 值的 $F$ 临界值 $F_{\text{crit}95}$	108

## 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。

本文件是 GB/T 8190《往复式内燃机 排放测量》的第 1 部分。GB/T 8190 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：气体和颗粒排放物的试验台测量系统；
- 第 2 部分：气体和颗粒排放物的现场测量；
- 第 3 部分：稳态工况排气烟度的定义和测量方法；
- 第 4 部分：不同用途发动机的稳态和瞬态试验循环；
- 第 5 部分：试验燃料；
- 第 6 部分：测量结果和试验报告；
- 第 7 部分：发动机系族的确定；
- 第 8 部分：发动机系组的确定；
- 第 9 部分：压燃式发动机瞬态工况排气烟度试验台测量用试验循环和测试规程；
- 第 10 部分：压燃式发动机瞬态工况排气烟度的现场测量用试验循环和测试规程。

本文件代替 GB/T 8190.1—2010《往复式内燃机 排放测量 第 1 部分：气体和颗粒排放物的试验台测量》，部分代替 GB/T 8190.11—2009《往复式内燃机 排放测量 第 11 部分：非道路移动机械用发动机瞬态工况下气体和颗粒排放物的试验台测量》。本文件以 GB/T 8190.1—2010 为主，整合了 GB/T 8190.11—2009 的部分内容，与 GB/T 8190.1—2010 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 删除了试验条件(见 2010 版的第 3 章)；
- 将 GB/T 8190.11—2009 的第 8 章“排放测量原理”有关内容纳入，增加了排放测量原理(见 5.1)；
- 更改了发动机转速和扭矩测量设备的准确度要求(见 5.3.3.2 表 5, 2010 年版的 7.4)；
- 将“测功器技术要求”更改为“测功器规范”，增加了可用测功器示例(见 6.1, 2010 年版的 7.2)；
- 增加了露点传感器设备的规定(见 6.3)；
- 将 GB/T 8190.11—2009 的第 9 章、第 10 章中“气体组分测量”有关内容纳入，增加了气体组分连续取样测量内容(见 7.3.4.1)；
- 将 GB/T 8190.11—2009 的第 9 章、第 10 章中“颗粒物测量”有关内容纳入，增加了颗粒物连续取样测量内容(见 8.2.1)；
- 增加了颗粒数测量系统的规定(见 8.4)；
- 更改了仪器设备的校准间隔时间(见第 9 章表 6, 2010 年版的 8.10)；
- 删除了运行工况(试验循环)(见 2010 年版的第 11 章)；
- 删除了试验运行(见 2010 年版的第 12 章)；
- 删除了排放数据评定(见 2010 年版的第 13 章)；
- 删除了气体排放物的计算(见 2010 年版的第 14 章)；
- 删除了颗粒排放物的计算(见 2010 年版的第 15 章)；
- 删除了排气质量流量和/或燃烧空气质量流量的计算(见 2010 年版的附录 A)；
- 增加了“1980 国际重力公式”(见附录 A)；
- 删除了排气质量流量计算程序表示例(见 2010 年版的附录 B)；
- 将 GB/T 8190.11 的附录 G 有关内容纳入，增加了“统计公式”的内容(见附录 D)。

本文件等同采用 ISO 8178-1:2020《往复式内燃机 排放测量 第 1 部分:气体和颗粒排放物的试验台测量系统》。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国内燃机标准化技术委员会(SAC/TC 177)归口。

本文件起草单位:广西玉柴机器股份有限公司、上海内燃机研究所有限责任公司、潍柴动力股份有限公司、浙江和夏科技股份有限公司、雪龙集团股份有限公司、天津内燃机研究所(天津摩托车技术中心)、常柴股份有限公司、潍坊内燃机质量检验中心有限公司。

本文件主要起草人:谢亚平、秦真山、郭华、乔亮亮、王德成、计维斌、刘兴海、何志生、虞雷斌、秦静、骆葳、尹慧琼。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- GB/T 8190.1, 1999 年首次发布为 GB/T 8190.1—1999(代替文件的历次版本发布情况为: GB 8190—1987《柴油机排气分析系统技术要求》、GB 8191—1987《柴油机排放气中一氧化碳、二氧化碳和氮氧化物的测定 不分光红外线法》、GB 8192—1987《柴油机排气中氮氧化物的测定 化学发光分析》), 2010 年第一次修订;
- GB/T 8190.11, 2009 年首次发布。



## 引 言

本文件用于确定非车用往复内燃机气体和颗粒污染物排放水平的测量规程。其目的是提供发动机的排放特性,通过使用适当的加权系数和试验循环,该特性可用于指示发动机在各种用途和不同燃料下的排放水平。排放结果以克每千瓦时为单位,并表示完成每单位功的排放率。

本文件所述许多规程是实验室方法的详细说明,因为确定排放值需要进行一组复杂的单独测量,而不是获得单个测量值。因此,获得的结果既取决于发动机和试验方法,也取决于测量过程。

由于非道路用途的多样性,评估非道路发动机的排放比道路发动机的相同任务更为复杂。例如,道路用途主要包括将负载从铺砌道路上的一点移动到另一点。铺砌道路、最大可接受路面荷载和最大允许燃油等级的限制,缩小了道路车辆和发动机尺寸的范围。非道路车辆用发动机的尺寸范围更广,包括为设备提供动力的发动机。许多发动机太大,无法使用道路上可接受的试验设备和方法。在无法使用测功机的情况下,可在现场或适当条件下进行测试。

在有限的情况下,需根据 GB/T 8190.2 在现场进行试验的发动机可在试验台上对发动机进行试验。但这只有在有关各方同意的情况下方可进行。宜认识到,在这些情况下获得的数据可能与根据本文件在以前或未来获得的数据不完全一致。

对于附加要求(如职业健康安全法规、发电厂法规)所涵盖的机械用发动机,可采用附加试验条件和特殊评估方法。

若无法使用试验台或需要在用发动机产生的实际排放信息,可采用 GB/T 8190.2 规定的现场试验规程和计算方法。

ISO 8178 由 ISO/TC 70/SC 8 归口,1994 年—2006 年,ISO/TC 70/SC 8 发布了 11 个部分。

- 第 1 部分:气体和颗粒排放物的试验台测量。目的在于确立往复内燃机稳态工况下气体和颗粒排放物的试验台测量和评定方法。
- 第 2 部分:气体和颗粒排放物的现场测量。目的在于确立往复内燃机稳态和瞬态工况下气体和颗粒排放物的现场测试和评定方法。
- 第 3 部分:稳态工况排气烟度的定义和测量方法。目的在于确立往复内燃机稳态工况下两种排烟特性的测量方法。一种方法是用测量光束的明暗度来评定排烟的消光度,另一种方法是用测量滤纸的黑度来评定碳烟含量。
- 第 4 部分:不同用途发动机的稳态试验循环。目的在于确立用于测量和评定与测功器连接的往复内燃机气体和颗粒排放物的稳态试验循环。
- 第 5 部分:试验燃料。目的在于确立按 ISO 8178-4 所述排放试验循环进行排放测量所推荐使用的燃料。
- 第 6 部分:测量结果和试验报告。目的在于确立往复内燃机排放测量结果报告的数据格式。
- 第 7 部分:发动机系族的确定。目的在于确立用以确定发动机系族技术规格和选择源机的参数。
- 第 8 部分:发动机系组的确定。目的在于确立用以确定发动机系组技术规格和选择系组源机的参数。
- 第 9 部分:压燃式发动机瞬态工况排气烟度试验台测量用试验循环和测试规程。目的在于确立在试验台上评定压燃式发动机排气烟度的试验循环和测试规程。
- 第 10 部分:压燃式发动机瞬态工况排气烟度现场测量用试验循环和测试规程。目的在于确立在现场状况下评定压燃式发动机排气烟度的试验循环和测试规程。

——第 11 部分:非道路移动机械用发动机瞬态工况下气体和颗粒排放物的试验台测量。目的在于确立往复式内燃机瞬态工况下气体和颗粒排放物的试验台测量和评定方法。

2010 年之后,ISO/TC 70/SC 8 启动了对 ISO 8178 的整合。至 2017 年,完成了对 ISO 8178-1:2006、ISO 8178-4:2007 和 ISO 8178-11:2006 整合,发布了 ISO 8178-1:2017 和 ISO 8178-4:2017(2020 年再次修订为 ISO 8178-1:2020 和 ISO 8178-4:2020);2019 年,将 ISO 8178-3:1994、ISO 8178-9:2012 和 ISO 8178-10:2002 整合,发布了 ISO 8178-3:2019 和 ISO 8178-9:2019。至此,ISO 8178 由原先的 11 个部分整合为 9 个部分,GB/T 8190 拟与其保持一致,由 9 个部分构成。

——第 1 部分:气体和颗粒排放物的试验台测量系统。目的在于确立往复式内燃机气体和颗粒排放物的试验台测量方法。

——第 2 部分:气体和颗粒排放物的现场测量。目的在于确立气体和颗粒排放物的现场测试和评定方法。

——第 3 部分:使用滤纸式烟度计测量压燃式发动机排气烟度的测试规程。目的在于确立往复式内燃机稳态工况下使用滤纸式烟度计测量排气烟度的方法。

——第 4 部分:不同用途发动机的稳态和瞬态试验循环。目的在于确立与测功器连接的往复式内燃机气体和颗粒排放物的试验循环、试验程序和评定。

——第 5 部分:试验燃料。目的在于确立按 GB/T 8190.4 所述排放试验循环进行排放测量所推荐使用的燃料。

——第 6 部分:测量结果和试验报告。目的在于确立往复式内燃机排放测量结果报告的数据格式。

——第 7 部分:发动机系族的确定。目的在于确立用以确定发动机系族技术规格和选择源机的参数。

——第 8 部分:发动机系组的确定。目的在于确立用以确定发动机系组技术规格和选择系组源机的参数。

——第 9 部分:使用不透光烟度计测量压燃式发动机排气烟度的试验循环和测试规程。目的在于确立使用不透光烟度计评定压燃式发动机排气烟度的试验循环和测试规程。

# 往复式内燃机 排放测量

## 第 1 部分:气体和颗粒排放物的 试验台测量系统

### 1 范围

本文件规定了往复式内燃机(RIC)气体和颗粒排放物的试验台测量方法,该方法对于确定每个废气污染物的加权值是必要的。发动机负荷和转速的各种组合反映了发动机的不同用途(见 ISO 8178-4)。

本文件适用于移动、运输和固定用往复式内燃机,但不包括主要用于道路行驶的车用发动机。本文件适用于诸如土方机械、发电机组和其他用途的发动机。

### 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 8190.4—2023 往复式内燃机 排放测量 第 4 部分:不同用途发动机的稳态和瞬态试验循环(ISO 8178-4:2020, IDT)

ISO 5725-2 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第 2 部分:确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法[Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results—Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method]

注: GB/T 6379.2—2004 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第 2 部分:确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法(ISO 5725-2:1994, IDT)

ASTM F1471-1993 高效粒子空气过滤器系统空气净化性能的标准试验方法(Standard test Method for Air Cleaning Performance of a High-Efficiency Particulate Air-Filter System)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 准确度 accuracy

基准量  $y_{ref}$  与 10 个  $y_i$  的算术平均值  $y$  之间的绝对差。

注 1: 准确度的计算样例见附录 D。

注 2: 仪器准确度的规定参见表 5。

#### 3.2

##### 水凝结 aqueous condensation

含水组分从气相到液相的淀析。

注: 水凝结是湿度、压力、温度和诸如硫酸等其他成分浓度的函数。这些参数随发动机进气湿度、稀释空气湿度、发动机空燃比和燃料组分(包括燃料中氢的含量和硫的含量)的变化而变化。