

高海拔地区汽油辛烷值的测定 马达法

2024-04-08 发布

2024-05-08 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原理	3
5 干扰因素	3
6 仪器和设备	3
7 试剂和标准物	5
8 取样	5
9 高原发动机和仪器的基准设定及标准操作条件	5
10 发动机标准化	5
11 试验参数特性	6
12 方法 A——内插法（定量静态燃料喷射法）	6
13 方法 B — 内插法（单调动态燃料喷射法）	7
14 数据处理	8
15 精密度与偏差	9
16 报告	9
附录 A（规范性） 安全警告	10
附录 B（规范性） 标准燃料混合表	12
附录 C（资料性） 海拔高度与大气压力间关系	15

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。

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。

本文件由西藏自治区市场监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：西藏自治区产品质量监督检验所、四川省产品质量监督检验检测院、上海交通大学、辽宁省产品质量监督检验院、中国石油天然气股份有限公司西藏销售分公司、中国石化销售股份有限公司西藏石油分公司、中国石化销售股份有限公司辽宁石油分公司、中国石油天然气股份有限公司辽宁销售分公司、上海石博科技有限公司。

本文件主要起草人：朱浙辉、何海、韩东、彭光华、王德阳、邵强、万杰文、晏小燕、李铭、毛佳伟、吕德淋、冯术坤、张斌、程亮、邓雄伟、琼达、梁志军、白书齐、洛桑卓玛、任婷、刘向宁。

高海拔地区汽油辛烷值的测定 马达法

警告：本文件涉及某些有危险的材料、操作及设备，但并未对与此有关的所有安全问题提出建议。因此，用户在使用本文件前应建立适当的安全防护措施，并确定相关规章限制的适用性。有关安全警告内容详见附录A。

1 范围

本文件规定了使用高原辛烷值试验机在高海拔地区测定汽油马达法辛烷值的试验方法，适用于海拔高度为2500m~5000m的高原地区。其他高原地区，可参考使用。

本文件适用于点燃式发动机燃料马达法辛烷值的测定，不适用于主要由含氧化合物组成的燃料及其燃料组分。

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 4756 石油液体手工取样法

GB/T 503 汽油辛烷值的测定 马达法

GB/T 27867 石油液体管线自动取样法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

马达法辛烷值 motor octane number

使用标准CRF发动机，在较高的混合气温度（ $149^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ）和较高的发动机转速（ $900\text{r}/\text{min} \pm 9\text{r}/\text{min}$ ）的苛刻条件下，通过比较待测试样与正标准燃料的爆震强度得到的抗爆性能的数值指标。

[来源：GB/T 503-2016，3.1.19]

3.2

高原辛烷值试验机 the gasoline octane number testing machine for plateau

在常规辛烷值试验机的基础上，以高原环境条件为依据设计、制造的，适用于高原地区测定汽油辛烷值的汽油辛烷值试验机。

3.3

混合气 gas mixture

进入发动机气缸、参与燃料燃烧环境的空气气体。

3.4

增压恒压 supercharging and constant pressure

通过对进气气体施加压力达到增加混合气密度的目的，并使混合气密度、温度、湿度和流速稳定。

3.5

电控燃油喷射系统 electronic fuel injection

它是汽油辛烷值测定机采用的一种喷油装置。使用电控汽油喷射技术自动控制液体燃料的雾化，根据工况变化的反馈信号精确地调整和控制燃油喷射量，以使燃烧状态趋向于更佳。

3.6

脉冲宽度 pulse width

高电平持续的时间，在电控燃油喷射系统中表示每次喷油的持续时间，简称脉宽。

3.7

单调动态燃料喷射 monotonicity dynamic fuel injection

在爆震测试中，使用单调动态燃料喷射的方法确定试样和标准燃料最大爆震强度下的燃空比，即ECU控制燃油喷射系统按恒定速度变化喷射脉宽时间，从而单调匀步调整燃油喷射量，调整其从富油状态到贫油状态，或从贫油状态到富油状态，爆震强度升至最大值然后下降，在爆震表上即可观察到最大爆震强度读数。

3.8

定量静态燃料喷射 constant equilibrium fuel injection

按照测定样品和标准燃料最大爆震强度下燃空比的步骤，即逐步增加或减少燃料喷射脉宽时间，每步都观察平衡爆震强度，选择产生最高爆震强度读数时的喷射脉宽。

3.9

电子控制单元(ECU) electronic control unit

汽车专用微机控制器，由微处理器(CPU)、存储器(ROM、RAM)、输入/输出接口(I/O)、模数转换器(A/D)以及整形、驱动等大规模集成电路组成。

3.10

爆震强度下的燃空比 fuel-air ratio for maximum knock intensity

在规定的燃料喷射脉宽限制范围内，爆震测试装置中产生最大爆震强度时燃料与空气的比例。

3.11

最大爆震强度下的脉宽 pulse width for maximum knock intensity

在规定的大气压力供气下，爆震测试装置中产生最大爆震强度时的燃料喷射脉宽。

4 原理

4.1 大气压力随着海拔高度的增高而降低,当海拔高度达到一定高度时,大气压力超出了 GB/T 503 所适用的大气压力范围,海拔高度与大气压力间关系见附录 C。在这种情况下,采取增压恒压的方式对辛烷值机进气进行处理,使得进气压力处于 71.1kPa~101.6kPa 范围之内,以确保混合气符合 GB/T 503 所规定的大气压力要求。

4.2 在标准爆震强度操作表中列出了压缩比和辛烷值的对应关系,试样和正标准燃料的最大爆震强度均通过调节燃空比得出。最大爆震强度下的燃空比可通过下述方法得到:

- a) 采用定量静态燃料喷射方法逐步增加或减少混合气浓度,观察每步的平衡爆震强度值,然后选择达到最大爆震值时的燃空比;
- b) 应用单调动态燃料喷射方法以恒定的速度将混合气浓度从贫油状态调整到富油状态或从富油状态调整到贫油状态,选择达到最大爆震强度时的燃空比。

4.3 内插法:按 GB/T 503 中 4.2 的描述。

4.4 压缩比法:按 GB/T 503 中 4.3 的描述。

4.5 马达法辛烷值的取值,按 GB/T 503 中 4.4 的描述。

5 干扰因素

5.1 高海拔地区气压低,冷却水的沸点低,需对冷却水添加合适的添加剂或添加液,使冷却液体沸点调整到 100℃左右。否则发动机的冷却易产生问题,造成燃烧室温度波动,影响测试结果。

5.2 高海拔地区气压低,蒸发效应显著增强,需加大冷却液体消耗的监控频次,以保证冷却液体充足。否则发动机的冷却易产生问题,造成燃烧室温度波动,影响测试结果。

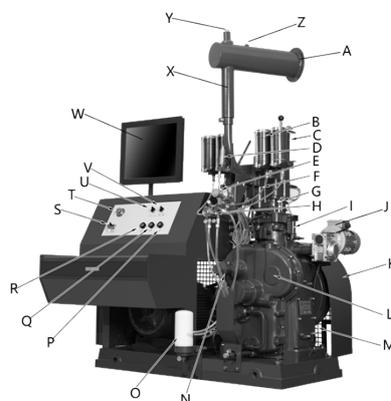
5.3 其他干扰因素,按 GB/T 503 中 6.1~6.3 的描述。

6 仪器和设备

6.1 高原发动机

6.1.1 发动机基本部件组成和机械结构应满足 GB/T 503 中 7.1 的要求。

6.1.2 本文件所指发动机,还应具有进气增压恒压系统、多燃料罐电控燃油喷射系统,详见图 1 所示。



图中:

A——增压恒压进气接口; B——燃料罐; C——冷却器; D——喷油压力传感器; E——燃料压力泵;

F——混合器加热管；G——爆震传感器；H——燃料切换阀；I——压缩比数字计算器；J——压缩比调整马达；K——飞轮保护罩；L——CFR-48 曲轴箱；M——飞轮传感器；N——点火传感器；O——滤油器；P——进气混合器加热开关；Q——仪表开关；R——点火开关；S——电源开关；T——紧急停车按钮；U——压缩比调整开关；V——发动机启停开关；W——电脑系统；X——进气消音器；Y——进气加热器；Z——进气压力传感器。

图1 高原马达法试验发动机

6.2 进气增压恒压装置

采取增压恒压罐和缓冲罐，对发动机进气进行增压和恒压控制，见图2。通过控制增压恒压罐供气增压机的转速，调节罐内压力平衡在1个标准大气压力下，保障供向缓冲罐的气体压力满足GB/T 503的要求。缓冲罐是为了缓解因发动机间歇式进气而带来的气体压力低频波动变化对气体压力检测的影响。装置中设置有温度湿度传感器，反馈温度湿度信号于增压机以进行精确运转调节。

也可使用其他的增压恒压方式，以确保混合气压力在GB/T 503所适用的压力范围内。

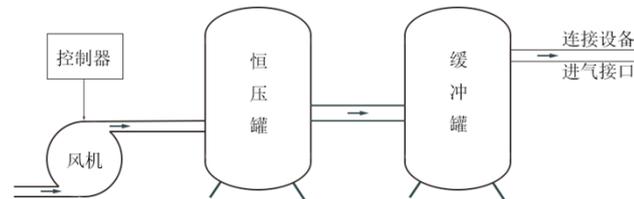


图2 进气增压恒压装置

6.3 燃油系统

燃油系统采用电控燃料喷射系统提供供油方式，见图3。样品通过储油罐经多油路选择阀连接油泵，油泵输出端连接燃油压力检测机构 and 喷油器。ECU控制器通过实时检测油泵输出油压传感器的压力值，调节控制油泵提供喷油压力稳定在 $350\text{kPa} \pm 0.5\text{kPa}$ 范围内，保证喷油量的稳定。油泵输出恒压管道连接喷油器，喷油器安装在发动机的进气歧管上，喷油量的多少以喷射脉宽时间控制，脉宽时间越长燃油喷射量越多，实现燃油定量喷射或者自动逐步增加或减少喷射量，以寻找燃油喷射的最佳混合比。

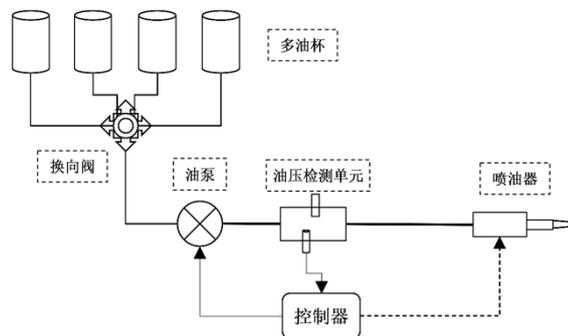


图3 燃油系统

6.4 标准燃料分配装置

标准燃料的制备、正标准燃料的体积混合、四乙基铅的体积混合、标准燃料的重量混合见附录B，按照GB/T 503中7.3的规定。

6.5 辅助装置

专用维修工具、通风罩等按照GB/T 503中7.4的规定。

7 试剂和标准物

气缸夹套冷却液、发动机曲轴箱润滑油、正标准燃料、甲苯标准燃料、校验燃料等按照GB/T 503中第8章的规定。

8 取样

8.1 手工取样按照 GB/T 4756 的规定方法取样。

8.2 管线自动取样按照 GB/T 27867 的规定方法取样。

8.3 样品温度、防止光线照射等按照 GB/T 503 中 9.2、9.3 的规定进行。

9 高原发动机和仪器的基准设定及标准操作条件

9.1 高原发动机设备及仪器的安装

发动机设备及仪器的安装按照GB/T 503中10.1的规定进行。

9.2 零部件操作条件说明

9.2.1 发动机转速、定位上止点(TDC)飞轮位置、气门正时、气门升程、进气门挡块等，按照 GB/T 503 中 10.2.1~10.2.5 的规定进行。

9.2.2 电控燃油喷射系统，以泵给供油管道供压，使用电控脉冲控制燃油喷射量。

9.3 部件设定和操作条件

9.3.1 发动机的旋转方向、气门间隙、润滑油压力、润滑油温度、气缸夹套冷却液温度、进气温度、进气湿度、气缸夹套冷却液液面、发动机曲轴箱润滑油液面、曲轴箱内压、排气背压、排气和曲轴箱呼吸系统共振、皮带张紧度、基准摇臂托架调节、点火提前角设定、火花塞间隙、基准气缸高度设定等，按照 GB/T 503 中 10.3.1~10.3.18 的规定进行。

9.3.2 燃空比：燃空比是可燃混合气中燃料质量与空气质量之比，通过调整电控喷油器的喷油脉宽可以调整燃空比的大小。在单调动态燃油喷射内插法测试中，能够通过单调调整喷射脉宽时间改变燃空比，以恒定的速率由富油状态降低到贫油状态或由贫油状态降低到富油状态。脉宽时间增加或减少的单步量决定了改变燃空比的速率，在实际测试中要能有明确的爆震区分状态，时间在 1min 以上且 5min 之内。

9.3.3 电控喷射供油压力设定，电控喷射供油压力设置恒定为 350kPa，实验过程中保证压力恒定。

9.3.4 增压恒压系统压力设定，增压恒压系统压力恒定为 1 个标准大气压（101.3kPa）。

9.3.5 化油器冷却、数字仪表，按照 GB/T503 中 10.3.20、10.3.22 的规定进行。

10 发动机标准化

按照GB/T 503中第11章的规定进行。

11 试验参数特性

11.1 气缸高度与辛烷值的关系、气缸高度的大气补偿、校准发动机等按照 GB/T 503 中 12.1~12.3 的规定进行。

11.2 燃空比特性

11.2.1 燃空比对爆震强度的影响

发动机在产生爆震的气缸高度下运转时,燃料混合气浓度的变化对爆震有显著影响。爆震特性的峰值在图4中显示。本标准规定,测定试样和正标准燃料均应在能产生最大爆震强度的条件下进行。高原发动机喷油系统,通过调整喷油脉冲宽度可以监测燃空比。通过调整喷油脉宽以达到最大爆震燃料喷射时间。

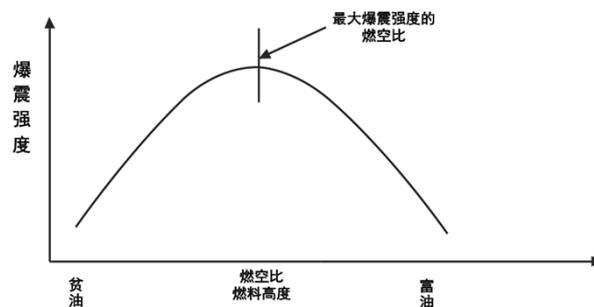


图4 燃空比对爆震强度的影响

11.2.2 定量静态燃料喷射系统测试

通过手动调整调整喷油脉宽观察爆震强度以经验调整脉宽时间以达到最大爆震强度并进行测试。

11.2.3 单调动态燃料喷射系统测试

通过软件设置最大喷射脉宽、最小喷射脉宽、步进脉宽以及步进时间,燃油根据设定将先进行最大喷射脉宽进行喷油,然后根据步进时间逐步减小喷射脉宽,当喷射量达到最佳燃空比时达到最大爆震强度并进行记录。

12 方法 A——内插法（定量静态燃料喷射法）

12.1 适用的辛烷值范围

该方法适用于辛烷值在80~100之间的测试。

12.2 检查发动机

检查发动机运转条件,确保与使用特定燃料在接近标准爆震强度下运行时情况一致。

12.3 甲苯标定

用待测试样辛烷值范围内的甲苯标准燃料进行发动机适用性试验。如进行了甲苯标准燃料温度调节,需确定合适的进气混合温度。在不需要燃料冷却的前提下,按照以下描述的方法进行测试。

12.4 确定标准爆震强度

按照GB/T 503中13.3.1、13.3.2的规定进行。

12.5 试样燃料的操作步骤

按照GB/T 503中13.4的规定进行。

12.6 1号正标准燃料的操作步骤

12.6.1 按照GB/T 503中13.5.1、13.5.2的规定进行。

12.6.2 用1号正标准燃料运转发动机，逐步调整燃料喷射脉宽得到最大爆震强度。

12.6.3 记录1号正标准燃料的爆震表稳定读数。

12.7 2号正标准燃料的操作步骤

12.7.1 按照GB/T 503中13.6.1~13.6.4的规定进行。

12.7.2 用2号正标准燃料操作发动机，逐步调整燃料喷射脉宽以得到最大爆震强度。

12.7.3 按照GB/T 503中13.6.6、13.6.7的规定进行。

12.8 重复读数的步骤

12.8.1 按照试样、2号正标准燃料、1号正标准燃料的顺序，重复必要的步骤再读取一组爆震表读数。需确保每种燃料均为最大爆震强度下的燃料喷射脉宽，并记录爆震表读数。测试全程的燃料转换顺序如图5所示。

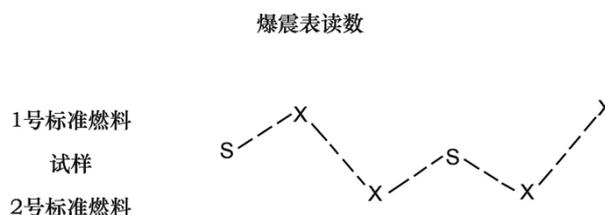


图5 试样和标准燃料读数顺序

12.8.2 详细的内插计算见GB/T 503中第17章的规定。

12.8.3 按照GB/T 503中13.7.3、13.7.4的规定进行。

12.9 检查操作表一致性

按照GB/T 503中13.8的规定进行。

13 方法B — 内插法（单调动态燃料喷射法）

13.1 适用的辛烷值范围

该方法适用于辛烷值在80~100之间的测试。

13.2 检查发动机

检查发动机运转条件，确保与使用特定燃料在接近标准爆震强度下运行时情况一致。

13.3 甲苯标定

用待测试样辛烷值范围内的甲苯标准燃料进行发动机适用性试验。如进行甲苯标准燃料温度调节，则需确定合适的进气温度。在不需燃料冷却的前提下，按照以下描述的方法进行测试。

13.4 确定标准爆震强度

按照GB/T 503中14.4.1、14.4.2的规定进行。

13.5 试样燃料的操作步骤

13.5.1 将试样注入燃料罐，多次冲洗燃料管路，并设置燃油喷射最大脉宽、最小脉宽、步进脉宽、步进时间。

13.5.2 将燃料倒入储油杯中点击开始喷油，燃料会以设定好的最大脉宽逐步减少喷射量直至减少到最小喷射量以观察最大爆震强度。

13.5.3 采用此方法时，当爆震强度读数超过最大值并下降大约10个分度时，停止操作，转换至另一种燃料。确保发动机供油正常，使爆震在测试过程中占绝大部分时间以维持运转温度。

13.5.4 按照GB/T 503中14.5.8、14.5.9的规定进行。

13.6 1号正标准燃料的操作步骤

13.6.1 制备与试样辛烷值相近的1号正标准燃料。

13.6.2 将1号正标准燃料注入未使用过的燃料罐中，注意按照“试样燃料”中描述的方法清洁燃料管路及燃料罐。

13.6.3 用1号正标准燃料运转发动机，按“试样燃料”中描述的操作方法完成燃油喷射脉宽逐步减少时出现最大爆震强度读数，记录该读数或由记录仪绘图标明。注意观察出现最大爆震强度时的燃油喷射脉宽。

13.7 2号正标准燃料的操作步骤

13.7.1 按照GB/T 503中14.7.1~14.7.4的规定进行。

13.7.2 用2号正标准燃料运转发动机，按“试样燃料”中描述的操作方法完成燃油喷射脉宽逐步减少时出现最大爆震强度读数，记录该读数或由记录仪绘图标明。注意观察出现最大爆震强度时的燃油喷射脉宽。

13.7.3 按照GB/T 503中14.7.6的规定进行。

13.8 重复读数的步骤

13.8.1 按照试样、2号正标准燃料、1号正标准燃料的顺序，重复必要的步骤再读取一组爆震表读数。需确保每种燃料均为最大爆震强度下的燃料喷射脉宽，并记录爆震表读数。测试全程的燃料转换顺序如图5所示。

13.8.2 按照GB/T 503中14.8.2~14.8.4的规定进行。

13.9 检查操作表的一致性

按照GB/T 503中14.9的规定进行。

14 数据处理

马达法辛烷值的计算按照GB/T 503中第17章的规定进行。

15 精密度与偏差

15.1 精密度

15.1.1 方法 A 的精密度按照 GB/T 503 中 18.1.1 的规定进行。

15.1.2 方法 B 的精密度按照 GB/T 503 中 18.1.2 的规定进行。

15.2 标准偏差

方法A、方法B的标准偏差按照GB/T 503中18.2的规定进行。

15.3 偏差

方法A、方法B的偏差按照GB/T 503中18.3的规定进行。

16 报告

按照GB/T 503中第19章的规定进行。

附 录 A
(规范性)
安 全 警 告

A.1 概述

在实施本标准试验方法时,存在对人员产生危险的物质,这些物质在下文中列出。关于有害物质的详细资料,参见相应的材料安全数据手册。用户在使用本标准前应建立适当的安全防护措施,并制定相应的管理制度。

A.2 可燃、蒸气有害的物质

发动机曲轴箱润滑油。

A.3 易燃、蒸气有害、谨防吸入、蒸气会产生火花的物质

A.3.1 航空汽油

A.3.2 航空点燃式发动机燃料

A.3.3 辛烷值为80的正标准混合燃料

A.3.4 校验燃料

A.3.5 混合燃料

A.3.6 异辛烷

A.3.7 含铅异辛烷正标准燃料

A.3.8 正庚烷

A.3.9 含氧燃料

A.3.10 正标准燃料

A.3.11 正标准混合燃料

A.3.12 标准燃料

A.3.13 试样燃料

A.3.14 点燃式发动机燃料

A.3.15 甲苯标准燃料

A.3.16 甲苯标准混合燃料

A.3.17 二甲苯

A.4 有毒、吸入或吞食会产生损害或致命的物质

A.4.1 防冻混合剂

A.4.2 航空四乙基铅抗爆混合物

A.4.3 稀释四乙基铅

A.4.4 乙二醇防冻剂

A.4.5 卤素冷冻剂

A.4.6 卤素溶剂

A.5 噪声警告

- A. 5.1 噪声对人体有害
- A. 5.2 采取防护措施:吸声、隔声、消声
- A. 5.3 个人防护:耳塞、耳罩等

附 录 B
(规范性)
标准燃料混合表

B.1 80 号标准燃料和正庚烷混合的燃料辛烷值见表 B.1

B.2 80 号标准燃料和异辛烷混合的燃料辛烷值见表 B.2

B.3 加铅异辛烷混合燃料的辛烷值见表 B.3

表B.1 80 号标准燃料和正庚烷混合的燃料辛烷值

80号标准燃料和正庚烷混合		
辛烷值	80 标准燃料体积分数/%	正庚烷体积分数/%
40.0	50	50
44.0	55	45
48.0	60	40
52.0	65	35
56.0	70	30
60.0	75	25
64.0	80	20
68.0	85	15
72.0	90	10
72.8	91	9
73.6	92	8
74.4	93	7
75.2	94	6
76.0	95	5
76.8	96	4
77.6	97	3
78.4	98	2
79.2	99	1
80.0	100	0
注：辛烷值=0.80×80 号标准燃料体积分数×100。		

表B.2 80号标准燃料和异辛烷混合的燃料辛烷值

80号标准燃料和异辛烷混合		
辛烷值	80 标准燃料体积分数/%	异辛烷体积分数/%
80.0	100	0
81.0	95	5
82.0	90	10
83.0	85	15
84.0	80	20
85.0	75	25
86.0	70	30
87.0	65	35
88.0	60	40
89.0	55	45
90.0	50	50
91.0	45	55
92.0	40	60
93.0	35	65
94.0	30	70
95.0	25	75
96.0	20	80
97.0	15	85
98.0	10	90
99.0	5	95
100.0	0	100

注:辛烷值=(0.80×80 号标准燃料体积分数+1.0×异辛烷体积分数)×100。

表B.3 加铅异辛烷混合燃料的辛烷值

每美制加仑中四乙基铅体积/mL	辛烷值	每美制加仑中四乙基铅体积/mL	辛烷值
0.0	100.0	1.2	109.6
0.05	100.7	1.4	110.5
0.1	101.3	1.5	111.0
0.2	102.5	2.0	112.8

每美制加仑中四乙基铅体积/mL	辛烷值	每美制加仑中四乙基铅体积/mL	辛烷值
0.3	103.5	2.5	114.3
0.4	104.4	3.0	115.5
0.5	105.3	3.5	116.5
0.6	106.0	4.0	117.5
0.7	106.8	4.5	118.3
0.8	107.4	5.0	119.1
0.9	108.0	5.5	119.7
1.0	108.6	6.0	120.3

注 1: 100 以上辛烷值= $100+28.28T/(1.0+0.736T+(1.0+1.472T-0.035216T^2)^{0.5})$

注 2: T =每美制加仑异辛烷中四乙基铅体积

附录 C

(资料性)

海拔高度与大气压力间关系

C.1 标准大气压为 101.3kPa。

C.2 海拔高度与大气压力间关系，见表 C.1。

表C.1 海拔高度与大气压力间关系

高度/m	压力/kPa	高度/m	压力/kPa	高度/m	压力/kPa
0	101.30	1700	80.26	3400	62.91
100	99.95	1800	79.11	3500	61.99
200	98.61	1900	78.03	3600	61.09
300	97.29	2000	76.94	3700	60.19
400	96.99	2100	75.86	3800	59.31
500	94.69	2200	74.79	3900	58.43
600	93.42	2300	73.74	4000	57.57
700	92.15	2400	72.70	4100	56.72
800	90.90	2500	71.67	4200	55.87
900	89.66	2600	70.65	4300	55.04
1000	88.44	2700	69.61	4400	54.22
1100	87.23	2800	68.64	4500	53.41
1200	86.04	2900	67.66	4600	52.60
1300	84.85	3000	66.69	4700	51.81
1400	83.69	3100	65.73	4800	51.03
1500	82.53	3200	64.78	4900	50.26
1600	81.39	3300	63.84	5000	49.49