

ICS 13.040.50

Z64

备案号:

DB11

北京市地方标准

DB11/ 964—2013

车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车 排气污染物限值及测量方法（台架工况法）

Limits and measurement methods for exhaust pollutants from compression
ignition and gas fuelled positive ignition engines of vehicles
(Bench mode methods)

2013 - 02 - 20 发布

2013 - 03 - 01 实施

北京市环境保护局
北京市质量技术监督局 发布

目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 技术要求和试验.....	2
5 环保一致性检查.....	4
6 发动机在重型汽车上安装的附加要求.....	4
7 标准的实施.....	5
附录 A（规范性附录） 试验规程	7
附录 B（规范性附录） WHTC 循环中发动机测功机设定规范	17

前 言

本标准全文强制。

本标准依据GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由北京市环境保护局提出并归口。

本标准由北京市人民政府2012年2月20日批准。

本标准由北京市环境保护局组织实施。

本标准起草单位：济南汽车检测中心、北京理工大学

本标准主要起草人：王世龙、陆宪忠、葛蕴珊、艾毅、杜骞

引 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》和《北京市实施〈中华人民共和国大气污染防治法〉办法》，防治机动车污染物排放对环境的污染，改善北京市大气环境质量，制定本标准。

本标准的附录A修改采用GTR NO.4《适用于天然气或液化石油气点燃式发动机和压燃式发动机的排放污染物测量试验规程》和欧VI标准中的有关WHTC循环的相关技术内容。

本标准规定了车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物的排放限值和实验室台架测量方法，以及环保核准要求、环保一致性的检查与判定方法。本标准是对GB17691《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国III、IV、V阶段）》及其修改方案的补充，主要增加了WHTC循环。

本标准提出了第VI阶段环保核准限值的预告性要求，第VI阶段的其它技术内容（如：颗粒物个数要求、OBD要求、耐久性要求及在用符合性要求等）另行规定，实施时间另行发布。

车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物限值及测量方法（台架工况法）

1 范围

本标准规定了车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物的排放限值和发动机台架测量方法，以及环保核准要求、环保一致性的检查与判定方法。

本标准适用于设计车速大于25km/h的M₂、M₃、N₂和N₃类及总质量大于3500kg的M₁类汽车及其装用的发动机。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 17691 车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国III、IV、V阶段）

GB 18047 车用压缩天然气

GB/T 15089—2001 机动车辆及挂车分类

HJ 437-2008 车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车车载诊断（OBD）系统技术要求

HJ 438-2008 车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排放控制系统耐久性技术要求

HJ 439-2008 车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车在用符合性技术要求

DB 11/239 车用柴油

3 术语和定义

GB 17691标准确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

WHSC 试验循环 WHSC test cycle

按照本标准第A.1.4.2条规定的转速、扭矩及过渡时间连续运行的试验循环。

3.2

WHTC 试验循环 WHTC test cycle

本标准附录B中的包含1800个逐秒变换工况的瞬态试验循环。

3.3

排气污染物 Exhaust pollutants

DB11/ 964—2013

主要包括气态污染物和颗粒物。

气态污染物指一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）[假定柴油碳氢比为1:1.85]和氮氧化物（用二氧化氮（NO₂）当量表示）。

颗粒物（PM）指在温度不超过325K（52℃）的稀释排气中，由规定的过滤介质上收集到的所有物质。

[注：引用GB17691-2005标准第 3.1 条]

3.4

M₁、M₂、M₃、N₂、N₃类车辆 M₁、M₂、M₃、N₂、N₃ vehicle

按GB/T 15089—2001规定：

- M₁类车指包括驾驶员座位在内，座位数不超过九座的载客车辆；
- M₂类车指包括驾驶员座位在内，座位数超过九座，且最大设计总质量不超过 5000kg 的载客车辆；
- M₃类车指包括驾驶员座位在内，座位数超过九座，且最大设计总质量超过 5000kg 的载客车辆；
- N₂类车指最大设计总质量超过 3500kg，但不超过 12000kg 的载货车辆；
- N₃类车指最大设计总质量超过 12000kg 的载货车辆。

4 技术要求和试验

4.1 一般要求

4.1.1 影响排气污染物排放的零部件，在设计、制造和组装上应使汽车在正常使用条件下，无论遇到哪种振动，均应满足本标准的要求。

4.1.2 汽车在正常使用条件下和正常寿命期内，应能有效控制其排气污染物排放满足本标准的要求。

4.1.3 所有汽车应装备 OBD 系统，该系统在设计、制造和汽车安装上，能确保汽车在整个寿命期内辨别并记录劣化或故障的类型。

4.2 环保核准试验

4.2.1 应按 GB 17691 的要求进行 ESC、ETC 和 ELR 试验，排气污染物排放限值应满足 GB 17691 第 7.2 条的要求。

4.2.2 应按本标准附录 A 的要求进行 WHTC 和（或）WHSC 试验，排气污染物排放限值应满足本标准第 4.4 条的要求。

4.2.3 车载诊断（OBD）应满足 HJ437-2008 的要求。

4.2.4 应保证汽车（发动机）的排放控制装置在有效寿命期内正常运转，且 WHTC 和（或）WHSC 循环污染物排放满足本标准第 4.4 条的要求，并在环保核准时给予确认。

按照 HJ 438-2008 进行耐久性试验，在耐久性试验过程中，应进行 WHTC 和（或）WHSC 试验循环，确定 WHTC 和（或）WHSC 试验循环的劣化系数或劣化修正值。

4.2.5 在用车（发动机）的符合性应满足 HJ 439-2008 规定的要求。

在按照 HJ 439-2008 进行定期检查时，应检查在用车（发动机）的 WHTC 和（或）WHSC 循环排放，并满足本标准第 4.4 条的要求。

4.3 试验结果的处理

$$\text{WHTC试验结果} = \frac{(0.14 \times m_{\text{cold}}) + (0.86 \times m_{\text{hot}})}{(0.14 \times W_{\text{act,cold}}) + (0.86 \times W_{\text{act,hot}})} \dots\dots\dots (1)$$

(1) 式中：

m_{cold} 冷起动循环各排放物组分的质量，g/循环；

m_{hot} 热起动循环各排放物组分的质量，g/循环；

$W_{\text{act,cold}}$ 冷起动循环的实际循环功，kWh；

$W_{\text{act,hot}}$ 热起动循环的实际循环功，kWh。

4.4 排放限值

WHTC和（或）WHSC试验循环测得的一氧化碳、非甲烷碳氢化合物、甲烷（如适用）、氮氧化物和颗粒物（如适用）的比质量，乘以按照第4.2.4条所确定的劣化系数（安装排气后处理系统的发动机），或加上按照第4.2.4条所确定的劣化修正值（未安装排气后处理系统的发动机），都不应超出表1或表2给出的数值。

表1 WHTC 试验限值（IV、V阶段）

阶段	一氧化碳 (CO) g/kWh	非甲烷碳氢化合物 (NMHC) g/kWh	甲烷 (CH ₄) ⁽¹⁾ g/kWh	氮氧化物 (NO _x) g/kWh	颗粒物 (PM) ⁽²⁾ g/kWh
IV	4.0	0.55	1.1	3.7	0.03
V	4.0	0.55	1.1	2.8	0.03
⁽¹⁾ 仅适用于燃气发动机。 ⁽²⁾ 不适用于燃气发动机。					

表2 WHSC 和 WHTC 试验限值 (VI阶段)

	一氧化碳 (CO) g/kWh	非甲烷碳氢化合物 (NMHC) g/kWh	甲烷 (CH ₄) ⁽¹⁾ g/kWh	氮氧化物 (NO _x) g/kWh	颗粒物 (PM) ⁽²⁾ g/kWh
WHSC	1.5	0.13	/	0.40	0.01
WHTC	4.0	0.16	0.5	0.46	0.01
⁽¹⁾ 仅适用于燃气发动机。 ⁽²⁾ 不适用于燃气发动机。					

4.5 柴油机碳氢化合物测定

在WHTC和WHSC试验中,制造厂可以选择测量总碳氢化合物质量代替测量非甲烷碳氢化合物的质量。这时,总碳氢化合物的质量限值与表1或表2中列出的非甲烷碳氢化合物的质量限值相同。

4.6 试验燃料

环保核准试验和环保一致性检查试验应使用符合DB 11/239或GB 18047要求的燃料。

5 环保一致性检查

5.1 一般要求

5.1.1 环保一致性检查以该发动机机型(或系族)排放申报材料为基础。

5.1.2 对已通过环保核准而批量生产的发动机机型(或系族),应采取措施确保发动机机型(或系族)与该发动机机型(或系族)排放申报材料一致。

5.1.3 环保一致性检查应在制造厂内按第5.2条要求抽取。

5.2 试验及结果判定

5.2.1 从批量生产的发动机中随机抽取三台样机。制造厂不得对抽样后用于检验的发动机进行任何调整,样机可以不磨合,如果制造厂要求磨合,可以按照制造厂的磨合规范进行磨合。

5.2.2 环保一致性检查采用WHTC试验循环。按照GB 17691附录F的要求,所有污染物均满足合格判定值,则认为环保一致性检查合格;任何一种污染物满足不合格判定值,则认为环保一致性检查不合格。如果三台样机按GB 17691附录F不能判定是否合格,则不追加样机,并按如下判定准则进行判定:

——若三台样机的所有污染物排放结果均不超过限值的1.1倍,且其平均值不超过限值,则判定环保一致性检查合格;

——若三台样机中有任一台样机的某种污染物排放结果超过限值的1.1倍,或其平均值超过限值,则判定环保一致性检查不合格。

5.3 环保一致性保证要求

如果某一发动机机型（或系族）不能满足本标准第5.2条的要求，制造厂应尽快采取所有必需的措施来重新建立环保一致性保证体系。有关部门可以依法采取暂停或撤销该发动机机型（或系族）的环保核准等措施。

6 发动机在汽车上安装的附加要求

发动机在汽车上的安装应符合下列特征：

- 进气阻力不得超过已核准发动机所规定的数值。
- 排气背压不得超过已核准发动机所规定的数值。
- 排气系统容积不得超过已核准发动机所规定的容积的 40%。
- 发动机运行所需辅件吸收的功率不得超过已核准发动机运行所需辅件的吸收功率。

7 标准的实施

7.1 自表3规定的日期起，实施相应阶段排放标准，凡不满足本标准相应阶段要求的新型发动机和新型汽车均不得予以环保核准。在表3规定执行日期之前，可以按照本标准的相应要求进行环保核准的申请批准。

7.2 对于按本标准批准环保核准的新型发动机和新型汽车，其环保一致性检查，自环保核准批准之日起执行。

表3 环保核准执行日期

第IV阶段	2013年3月1日起，符合适用范围的所有车辆及其发动机实施本标准。
第V阶段	1、2013年7月1日起，公交和环卫用途车辆及其发动机实施本标准。 2、2013年7月后（待京外供应国Ⅲ标准车用柴油时），符合适用范围的所有车辆及其发动机实施本标准。

7.3 自表3规定环保核准执行之日起，凡不满足本标准相应阶段要求的新车不得销售、注册登记，不满足本标准相应阶段要求的新发动机不得销售和使用。

附录 A
(规范性附录)
试验规程

A.1 概述

A.1.1 本附录规定了应用WHSC和（或）WHTC试验循环进行发动机排气污染物测量的试验规程。

A.1.2 试验应在发动机测功机台架上进行。

A.1.3 排气污染物测量系统

本标准中，描述了功能同等的两种测量系统：

——气体组分采用直接采样法测量，颗粒物用部分流稀释系统测量；

——气体组分及颗粒物采用全流稀释系统测量；

这两种测量系统都可用在 WHSC 和（或）WHTC 试验循环中，并允许两种系统的任意组合（如直采气体测量和全流颗粒物测量）。

发动机应按瞬态试验循环 WHSC 和（或）WHTC 的要求运转。

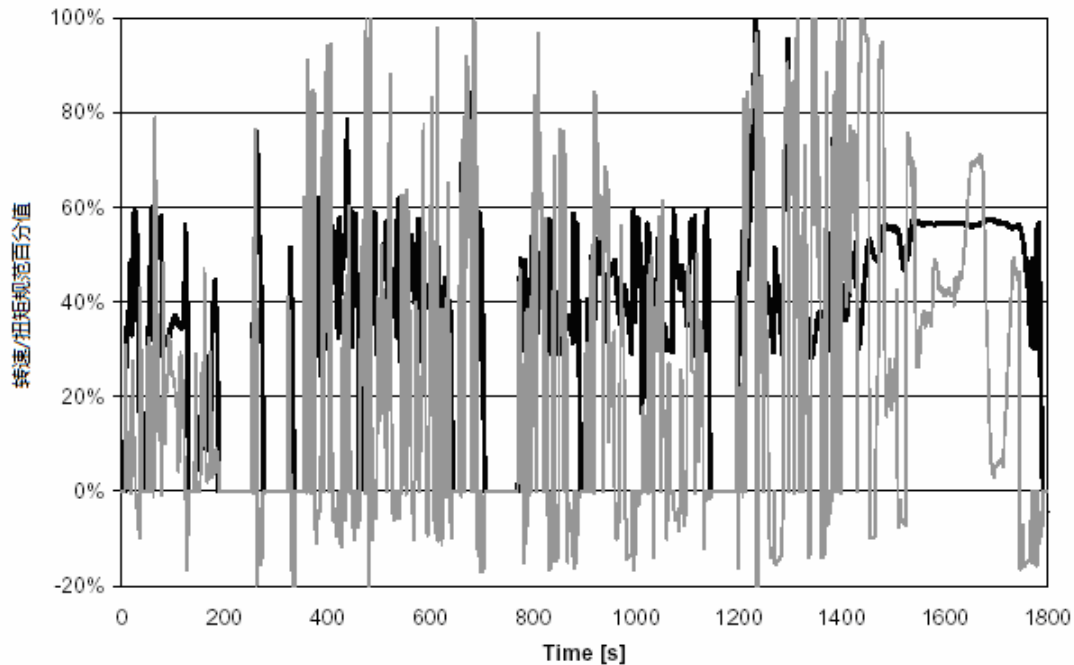
A.1.4 试验循环

A.1.4.1 瞬态试验循环 WHTC

瞬态试验循环 WHTC 包括一组逐秒变化的转速和扭矩的规范百分值（占额定转速和额定扭矩的百分比，具体规范百分值见附录 B），WHTC 试验循环见图 A.1。为了在发动机试验台上进行试验，根据每台发动机的瞬态性能曲线将百分值转化成实际值，以形成基准循环。这样按照发动机基准循环展开试验循环并进行试验。按照这些基准转速、扭矩值，试验循环在试验台架运行，应记录实际转速、扭矩和功率。为保证试验有效性，试验完成后应对照基准循环进行实际转速、扭矩和功率的回归分析。

为计算比排放量，应对整个循环的发动机实际功率进行积分，计算出实际循环功。为试验有效，实际循环功必须在基准循环功的规定限值内。

气态污染物应连续记录或采样到采样袋中。颗粒物取样经环境空气连续稀释并收集到合适的单对（张）滤纸上。



图A.1 WHTC 试验循环

A.1.4.2 稳态试验循环 WHSC

稳态试验循环 WHSC 包含了若干转速规范值和扭矩规范值工况。发动机按每工况规定的时间运行，在 20 秒内以线性速度完成发动机转速和扭矩转换。为确定试验有效性，试验完成后应对照基准进行实际转速、扭矩和功率的回归分析。

在每个工况和工况过渡时间内测定气态污染物的浓度、排气流量和输出功率，测量值是整个循环的平均值。气态污染物可以连续记录或采样到采样袋。

为计算比排放量，应对整个循环的发动机实际功率进行积分，计算出实际循环功。为试验有效，实际循环功必须在基准循环功的规定限值内。

气态污染物应连续记录或采样到采样袋中。颗粒物取样经环境空气连续稀释并收集到合适的单对（张）滤纸上。

表A.1 WHSC 试验循环

序号	转速规范值 (%)	扭矩规范值 (%)	工况时间 (s)
1	0	0	210
2	55	100	50
3	55	25	250
4	55	70	75
5	35	100	50
6	25	25	200
7	45	70	75
8	45	25	150
9	55	50	125
10	75	100	50
11	35	50	200
12	35	25	250
13	0	0	210
合计			1895

A.2 试验条件

试验条件应满足 GB 17691 附录 B 第 B.2 条规定的要求，测量发动机功率时，还应同时满足以下要求：

—— 计算比排放量应以未修正的功率为基础。

—— 试验时，应拆除可能安装在发动机上的，车辆运行所需的辅助装置，包括（但不限于）：

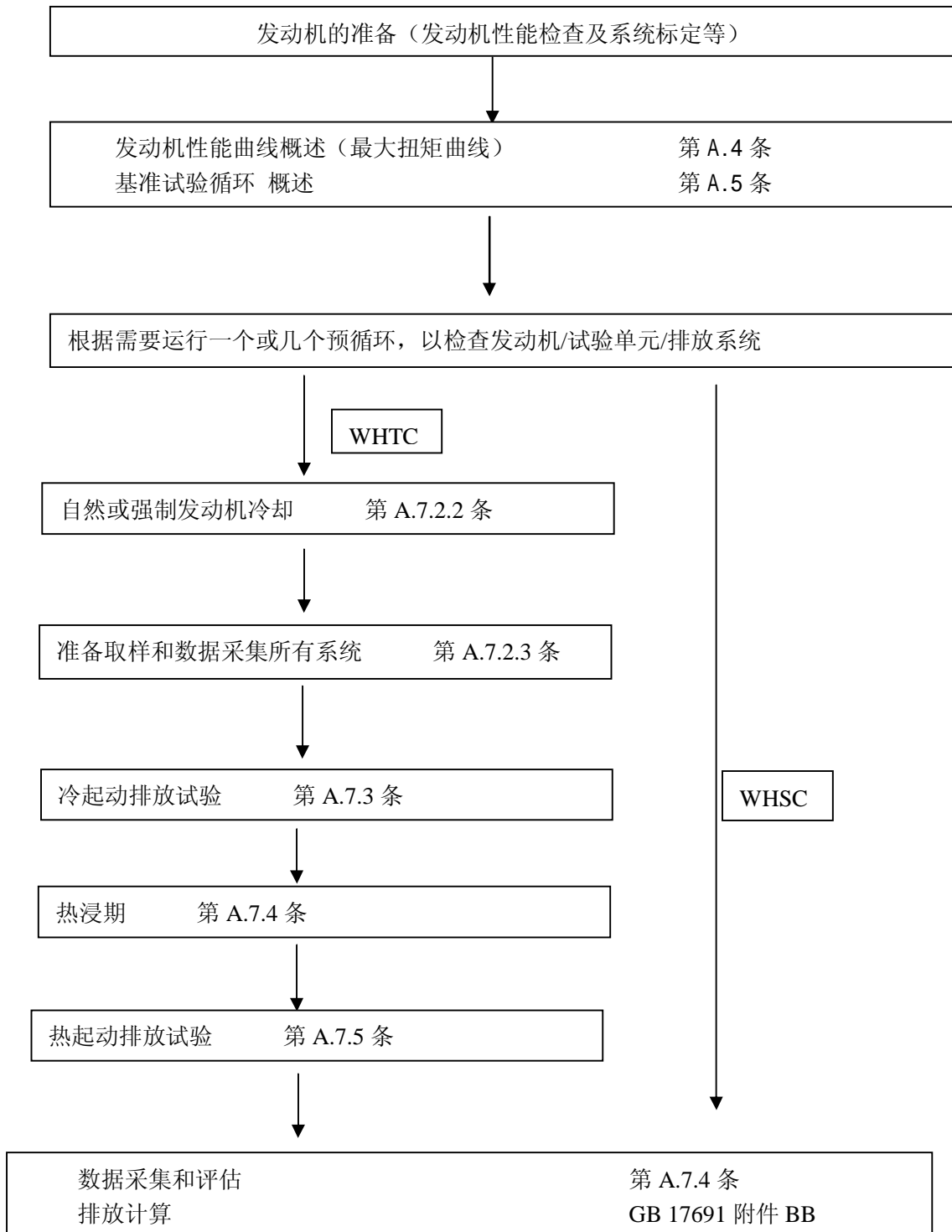
- a) 制动器用空气压缩机
- b) 动力转向液压机
- c) 空调压缩机

d) 液压执行器的泵

—— 辅助装置未被拆除时，应确定其吸收的功率，以便调整设定点和计算试验循环的发动机功率。

A.3 试验流程概述

图 A.2 描述了 WHTC 和 WHSC 的试验流程，每一步骤的具体内容都在本附录相关条款进行了规定。



A.4 发动机瞬态性能（mapping）测量规程

为在试验台架上进行 WHTC 试验循环，在试验循环前需对发动机进行瞬态性能测定试验，以得到发动机的转速-扭矩曲线。

A.4.1 确定瞬态性能转速范围

最小和最大瞬态性能转速定义如下：

最小瞬态性能转速 — 怠速

最大瞬态性能转速 — $n_{hi} \times 1.02$ 或减油点的转速（取较低者）。

A.4.2 发动机瞬态性能曲线

按照制造厂和成熟工程经验的建议，发动机在最大功率状态下进行热机，以便稳定运行发动机。当发动机运行稳定后，应按下列步骤进行发动机瞬态性能的测定：

- a) 发动机应卸载，并在怠速下运转；
- b) 发动机应在喷油泵全负荷设定及最小瞬态性能转速下运转；
- c) 发动机从最小瞬态性能转速至最大瞬态性能转速的平均增加率为 8 ± 1 (r/min) /s。

应以至少每秒一点的取样率，记录发动机的转速和扭矩。

A.4.3 替代的性能测定

如果制造厂认为上述发动机瞬态性能曲线测定技术不安全或不能代表该发动机，则可采用替代发动机瞬态性能曲线测定技术。替代的发动机瞬态性能曲线测定技术必须达到规定的发动机瞬态性能曲线测定规程的目的，即测定发动机整个允许转速范围内所能发出的最大有效扭矩。由于安全性或代表性的理由不采用本条所规定的发动机瞬态性能曲线测定技术，应经有关部门批准，并说明所用替代方法的合理性。但是，对于涡轮增压或调速器控制的发动机，绝不可以采用发动机转速连续递减的方法。

A.4.4 重复试验

每次试验循环之前，发动机不必进行发动机瞬态性能曲线测定。但如出现下列情况，发动机在试验循环前应重新进行发动机瞬态性能曲线测定：

- 由工程经验判定，距最近一次发动机瞬态性能曲线测定，经过了一段过长的时间；
- 或
- 可能影响发动机性能的机件改变或重新校调。

A.5 基准试验循环的形成

A.5.1 基准转速 n_{pref} 的确定

在按照第A.4.2条规定测得的发动机瞬态性能曲线（mapping）上，从怠速到 n_{95h} 对相应转速下扭矩最大值进行积分。 n_{95h} 是95%最大功率对应的最高转速。 n_{pref} 是指从怠速到 n_{95h} 转速对相应转速下的扭矩最大值进行积分，整个积分值的51%所对应的发动机转速，如图A.3所示。

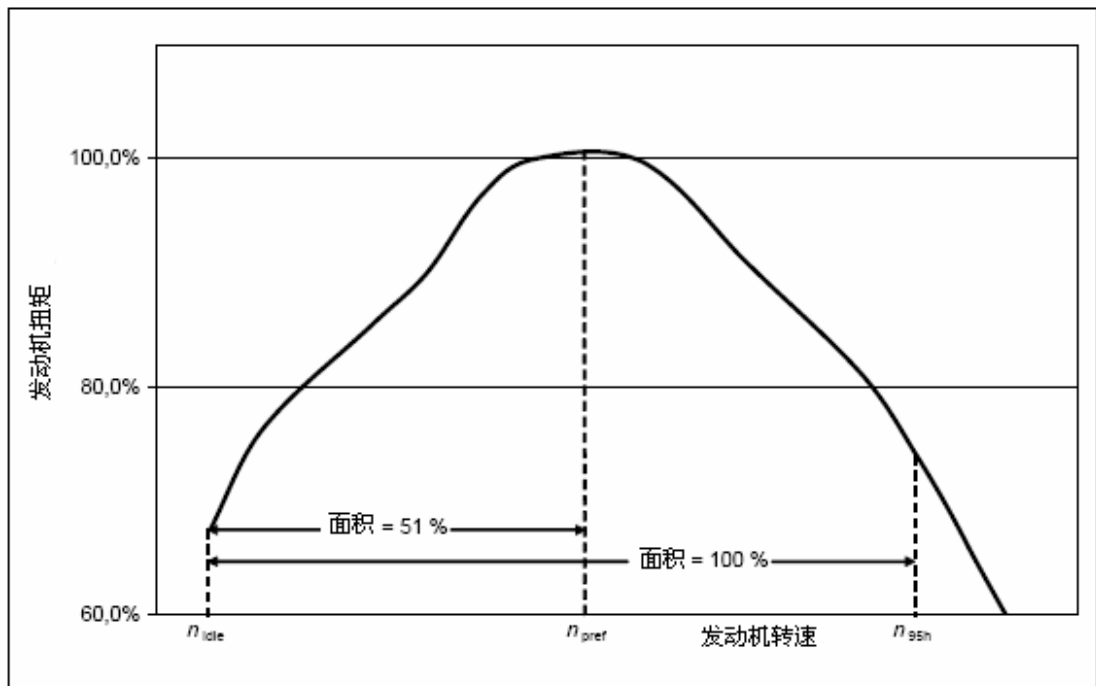


图 A.3 基准转速 n_{pref} 的定义

A.5.2 实际转速

使用公式 A.1 将附录 B 的转速规范百分值转换成实际值：

$$\text{实际转速} = n_{\text{规范百分值}} \times (0.45 \times n_{10} + 0.45 \times n_{pref} + 0.1 \times n_{hi} - n_{idle}) \times 2.0327 + n_{idle} \quad (\text{A.1})$$

式中：

n_{10} ——最大功率的 55% 功率所对应的最低发动机转速

n_{pref} ——从怠速到 n_{95h} 转速对相应转速下的扭矩最大值进行积分，整个积分值的 51% 所对应的发动机转速，如图 A.3 所示。

n_{hi} ——最大功率的 70% 功率所对应的最高发动机转速

n_{idle} ——怠速

n_{95h} ——最大功率的 95% 功率对应的最高转速

以上参数如图 A.4 所示。

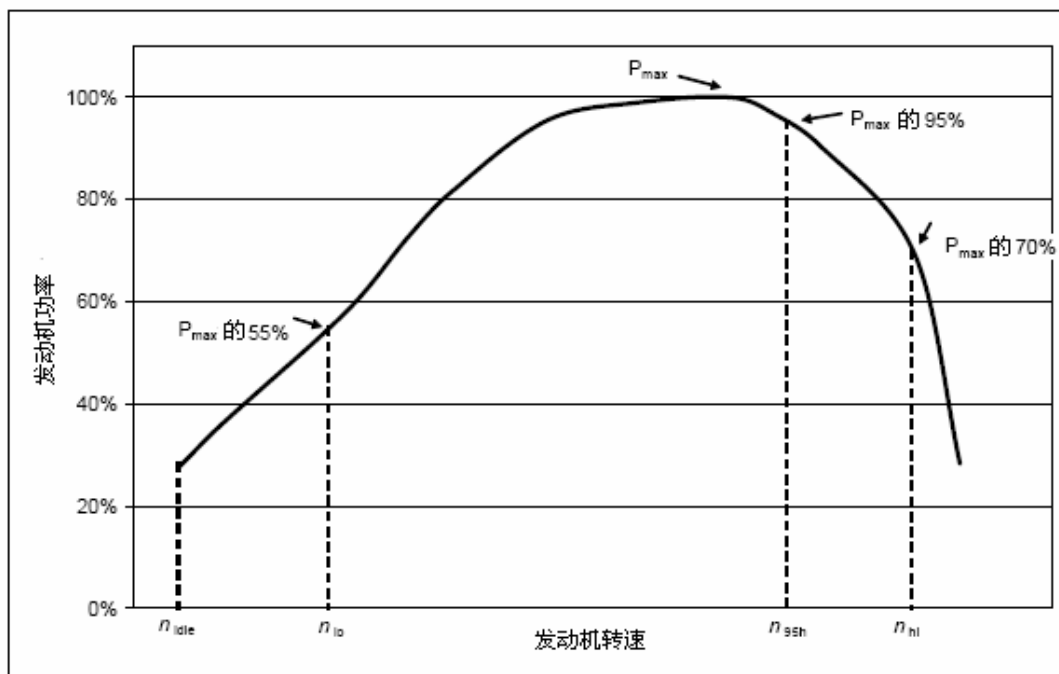


图 A.4 试验转速的定义

A.5.3 实际扭矩

附录 B 中的发动机测功机扭矩规范值是各个转速下的最大扭矩的标准百分值。基准循环的扭矩值应使用实际值，根据第 A.4.2 条确定的发动机瞬态性能曲线(mapping)，对应第 A.5.2 条确定的各个实际转速，按照下列公式形成实际扭矩：

$$\text{实际扭矩} = \frac{\% \text{ 扭矩} \times \text{最大扭矩}}{100} \quad (\text{A.2})$$

对应的实际转速由 A.5.2 条确定。

为生成基准循环，反拖点（“m”）的负扭矩值应取实际值，由下列任一方法确定：

- 在相关转速点下，用正扭矩的 40% 作为负扭矩；
- 从最小瞬态性能转速到最大瞬态性能转速反拖发动机，进行负扭矩的发动机瞬态性能曲线测定；

—— 在怠速和基准转速下反拖发动机确定负扭矩，并在这两点之间进行线性内插。

A.5.4 规范百分值转换成实际值示例

如例所示，确定以下试验点：

转速% = 43

扭矩% = 82

给定下面的数值：

$$n_{lo} = 1015 \text{ r/min}$$

$$n_{hi} = 2200 \text{ r/min}$$

$$n_{pref} = 1300 \text{ r/min}$$

$$n_{idle} = 600 \text{ r/min}$$

计算得出：

$$\begin{aligned} \text{实际转速} &= \frac{43 \times (0.45 \times 1015 + 0.45 \times 1300 + 0.1 \times 2200 - 600) \times 2.0327}{100} + 600 \\ &= 1178 \text{ r/min} \end{aligned}$$

在发动机瞬态性能曲线上 1178 r/min 处得到最大扭矩 700 Nm

$$\text{实际扭矩} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

A.6 试验循环的确认

A.6.1 计算循环功

在计算循环功之前，应删除发动机起动期间的任何记录。循环功 W_{act} (kWh) 的计算应基于发动机反馈的转速和扭矩值。基准循环功 W_{ref} (kWh) 的计算应基于发动机的基准转速和扭矩值。实际循环功 W_{act} 用于与基准循环功 W_{ref} 作比较，计算制动功的比排放量（参见 GB17691 第 BB.4.4 和第 BB.5.2 条）。

用同样的方法对发动机的基准和实际功率进行积分。使用线性插值法来确定相邻的基准或相邻的实测值之间的值。在实际循环功率积分时所有负扭矩值都应包括在内，并设定为零。如果在频率小于 5Hz 下进行积分且如果在给定的时间段内，扭矩从正到负或从负到正，负扭矩部分应设定为零进行计算。正扭矩部分应包括在积分值内。

W_{act} 应在 85% W_{ref} 至 105% W_{ref} 之间。

A.6.2 试验循环的确认统计

对转速、扭矩和功率进行基于基准值的实际值的线性回归分析。为将反馈信号相对于实际循环和基准循环之间的时间滞后带来的偏差影响减至最小，整个发动机转速和扭矩反馈信号序列在时间上可以提前或滞后于对应的基准转速和扭矩序列。若实际信号移位，则扭矩和转速两者都需向同一方向转换同一序列量值。

应采用最小二乘法，见公式 A.3：

$$y = mx + b \quad (\text{A.3})$$

式中：

y——转速(r/min)、扭矩(Nm)或功率(kW)的实际值

m——回归线的斜率

x——转速(r/min)、扭矩(Nm)或功率(kW)的基准值

b——回归线的 y 截距

对每条回归线都应该计算 y 基于 x 的估算值的标准偏差(SEE)和相关系数 (r²)。

建议分析的频率为 1Hz。统计结果符合表 A.2 中的标准值，试验方被认为有效。

表 A.2 回归线的允差

	转速	扭矩	功率
y 对 x 的估算值的标准偏差 (SEE)	最大 100r/min	≤最大发动机扭矩的 13%	≤最大发动机功率的 8%
回归线的斜率, m	0.95 到 1.03	0.83 到 1.03	0.89 - 1.03
相关系数, r ²	最小 0.970	最小 0.850	最小 0.910
回归线的 y 截距, b	±50 r/min	±20Nm 或 ±2% 最大扭 矩, 取其较大者	±4kW 或 ±2% 最大功 率, 取其较大者

仅为回归计算的目的，在进行回归计算之前，表 A.3 中标示的点允许被删除。然而，这些点在计算循环功和排放时不得被删除。怠速点是确定的一个点，此点基准扭矩为 0% 和基准转速为 0%。点删除适用用全部循环或任何部分循环。

表 A.3 回归分析中允许删除的点

条件	可删除点
最初的 6+1 秒	转速, 扭矩, 功率
全负荷和实际扭矩<基准扭矩的 95%	扭矩 和/或 功率
全负荷和实际转速<基准转速的 95%	转速 和/或 功率
空载和实际扭矩>基准扭矩	扭矩 和/或 功率
空载和实际扭矩>最大扭矩值的 ±2% (怠速点)	转速 和/或 功率
空载和基准扭矩<0% (倒拖点)	扭矩 和/或 功率

A.7 排放试验的运行

A.7.1 概述

发动机排气污染物的排放测量，包括气体组分（一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物），以及颗粒物。此外，二氧化碳经常被用来作为示踪气体以确定部分流稀释和全流稀释系统的稀释比。

在指定的试验循环过程中对上述污染物进行检测。整个循环的气态组分由对原排气的分析仪信号积分、或对稀释排气的全流稀释系统的积分或袋采样来确定。对于颗粒物，通过部分流或全流稀释系统从稀释排气中比例抽样品收集到特定滤纸上。根据所用方法，整个循环的稀释或未稀释排气流量应确定并用来计算污染物质量排放量。质量排放值除以按照第 A.6.1 条计算得到的发动机循环功得到每种污染物的比排放量 (g/kWh)。

A.7.2 试验准备程序

A.7.2.1 发动机的准备

发动机准备包括发动机性能检查及系统标定等，应在发动机瞬态性能 (mapping) 试验之前进行。

A.7.2.2 发动机冷却

使用自然和强制冷却方式。

—— 强制冷却

应根据良好发动机工程经验建立一个系统，该系统输送冷空气经过发动机、使冷却油流经发动机的润滑系统、散去发动机冷却系统上的热量、散去后处理系统的热量。强制后处理装置降温时除非后处理系统已冷却至低于其催化激活温度，否则不能用冷空气降温。不允许进行可导致生成非常规排放物的任何冷却程序。

—— 自然冷却

应将发动机放置于温度相对稳定在 293~303K (20~30°C) 之间的室内预置。预置应至少进行 6h，直到发动机润滑剂、冷却液 (如有) 和后处理系统温度达到室内温度。

A.7.2.3 取样滤纸的准备、测量设备的安装、启动颗粒物采样系统、调整稀释系统，以及检查分析仪，应按照 GB 17691 附件 BB 的规定进行。

A.7.3 发动机冷起动循环试验

当发动机的润滑剂、冷却液和后处理系统的温度都达到 293k 和 303k (20°C 到 30°C) 之间后，可以进行冷起动循环试验。使用下列方法之一起动发动机：

- a) 根据用户使用手册的建议，使用起动电机和适配蓄电池或合适的电源起动发动机；
- b) 使用测功机拖动发动机，并控制在其典型的起动转速 ± 25% 以内。发动机起动后 1 秒钟内停止拖动。如果经过 15 秒后发动机未起动，应停止拖动并确定起动失败的原因，除非用户使用手册或服务维修手册描述了较长起动时间是正常的。

A.7.4 热浸期

在完成冷起动循环试验后应立即进行 10±1min 的热浸期作为发动机热起动循环试验的

预处理，热浸期间内试验室环境温度应处于 296 K 到 304K（23℃到 31℃）之间。

A.7.5 热起动循环试验

在第 A.7.4 条定义的热浸期结束后，使用第 A.7.3 条给出的起动方式起动发动机。

A.7.6 循环的运行

试验循环的运行应按照 GB 17691 附件 BB 第 BB.3.8 条的规定进行，其中的试验循环采用本标准第 A.5 条所确定的基准循环。

A.8 测量和取样规程

测量和取样规程按 GB 17691 附件 BD 的要求。

A.9 标定规程

标定规程按 GB 17691 附件 BE 的要求。

A.10 分析和取样系统

分析和取样系统按 GB 17691 附录 D 的要求。

A.11 污染物排放量计算

气态污染物和颗粒物排放量的计算，应按照GB 17691附件BB的规定进行。

附录 B

(规范性附录)

WHTC 循环中发动机测功机设定规范

表 B.1

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
1	0.0	0.0		47	0.0	0.0		93	32.8	32.7
2	0.0	0.0		48	0.0	0.0		94	33.7	32.5
3	0.0	0.0		49	0.0	0.0		95	34.4	29.5
4	0.0	0.0		50	0.0	13.1		96	34.3	26.5
5	0.0	0.0		51	13.1	30.1		97	34.4	24.7
6	0.0	0.0		52	26.3	25.5		98	35.0	24.9
7	1.5	8.9		53	35.0	32.2		99	35.6	25.2
8	15.8	30.9		54	41.7	14.3		100	36.1	24.8
9	27.4	1.3		55	42.2	0.0		101	36.3	24.0
10	32.6	0.7		56	42.8	11.6		102	36.2	23.6
11	34.8	1.2		57	51.0	20.9		103	36.2	23.5
12	36.2	7.4		58	60.0	9.6		104	36.8	22.7
13	37.1	6.2		59	49.4	0.0		105	37.2	20.9
14	37.9	10.2		60	38.9	16.6		106	37.0	19.2
15	39.6	12.3		61	43.4	30.8		107	36.3	18.4
16	42.3	12.5		62	49.4	14.2		108	35.4	17.6
17	45.3	12.6		63	40.5	0.0		109	35.2	14.9
18	48.6	6.0		64	31.5	43.5		110	35.4	9.9
19	40.8	0.0		65	36.6	78.2		111	35.5	4.3
20	33.0	16.3		66	40.8	67.6		112	35.2	6.6
21	42.5	27.4		67	44.7	59.1		113	34.9	10.0
22	49.3	26.7		68	48.3	52.0		114	34.7	25.1
23	54.0	18.0		69	51.9	63.8		115	34.4	29.3
24	57.1	12.9		70	54.7	27.9		116	34.5	20.7
25	58.9	8.6		71	55.3	18.3		117	35.2	16.6
26	59.3	6.0		72	55.1	16.3		118	35.8	16.2
27	59.0	4.9		73	54.8	11.1		119	35.6	20.3
28	57.9	m		74	54.7	11.5		120	35.3	22.5
29	55.7	m		75	54.8	17.5		121	35.3	23.4
30	52.1	m		76	55.6	18.0		122	34.7	11.9
31	46.4	m		77	57.0	14.1		123	45.5	0.0
32	38.6	m		78	58.1	7.0		124	56.3	m
33	29.0	m		79	43.3	0.0		125	46.2	m
34	20.8	m		80	28.5	25.0		126	50.1	0.0
35	16.9	m		81	30.4	47.8		127	54.0	m
36	16.9	42.5		82	32.1	39.2		128	40.5	m
37	18.8	38.4		83	32.7	39.3		129	27.0	m
38	20.7	32.9		84	32.4	17.3		130	13.5	m
39	21.0	0.0		85	31.6	11.4		131	0.0	0.0
40	19.1	0.0		86	31.1	10.2		132	0.0	0.0
41	13.7	0.0		87	31.1	19.5		133	0.0	0.0
42	2.2	0.0		88	31.4	22.5		134	0.0	0.0
43	0.0	0.0		89	31.6	22.9		135	0.0	0.0
44	0.0	0.0		90	31.6	24.3		136	0.0	0.0
45	0.0	0.0		91	31.9	26.9		137	0.0	0.0
46	0.0	0.0		92	32.4	30.6		138	0.0	0.0

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
139	0.0	0.0		189	0.0	5.9		239	0.0	0.0
140	0.0	0.0		190	0.0	0.0		240	0.0	0.0
141	0.0	0.0		191	0.0	0.0		241	0.0	0.0
142	0.0	4.9		192	0.0	0.0		242	0.0	0.0
143	0.0	7.3		193	0.0	0.0		243	0.0	0.0
144	4.4	28.7		194	0.0	0.0		244	0.0	0.0
145	11.1	26.4		195	0.0	0.0		245	0.0	0.0
146	15.0	9.4		196	0.0	0.0		246	0.0	0.0
147	15.9	0.0		197	0.0	0.0		247	0.0	0.0
148	15.3	0.0		198	0.0	0.0		248	0.0	0.0
149	14.2	0.0		199	0.0	0.0		249	0.0	0.0
150	13.2	0.0		200	0.0	0.0		250	0.0	0.0
151	11.6	0.0		201	0.0	0.0		251	0.0	0.0
152	8.4	0.0		202	0.0	0.0		252	0.0	0.0
153	5.4	0.0		203	0.0	0.0		253	0.0	31.6
154	4.3	5.6		204	0.0	0.0		254	9.4	13.6
155	5.8	24.4		205	0.0	0.0		255	22.2	16.9
156	9.7	20.7		206	0.0	0.0		256	33.0	53.5
157	13.6	21.1		207	0.0	0.0		257	43.7	22.1
158	15.6	21.5		208	0.0	0.0		258	39.8	0.0
159	16.5	21.9		209	0.0	0.0		259	36.0	45.7
160	18.0	22.3		210	0.0	0.0		260	47.6	75.9
161	21.1	46.9		211	0.0	0.0		261	61.2	70.4
162	25.2	33.6		212	0.0	0.0		262	72.3	70.4
163	28.1	16.6		213	0.0	0.0		263	76.0	m
164	28.8	7.0		214	0.0	0.0		264	74.3	m
165	27.5	5.0		215	0.0	0.0		265	68.5	m
166	23.1	3.0		216	0.0	0.0		266	61.0	m
167	16.9	1.9		217	0.0	0.0		267	56.0	m
168	12.2	2.6		218	0.0	0.0		268	54.0	m
169	9.9	3.2		219	0.0	0.0		269	53.0	m
170	9.1	4.0		220	0.0	0.0		270	50.8	m
171	8.8	3.8		221	0.0	0.0		271	46.8	m
172	8.5	12.2		222	0.0	0.0		272	41.7	m
173	8.2	29.4		223	0.0	0.0		273	35.9	m
174	9.6	20.1		224	0.0	0.0		274	29.2	m
175	14.7	16.3		225	0.0	0.0		275	20.7	m
176	24.5	8.7		226	0.0	0.0		276	10.1	m
177	39.4	3.3		227	0.0	0.0		277	0.0	m
178	39.0	2.9		228	0.0	0.0		278	0.0	0.0
179	38.5	5.9		229	0.0	0.0		279	0.0	0.0
180	42.4	8.0		230	0.0	0.0		280	0.0	0.0
181	38.2	6.0		231	0.0	0.0		281	0.0	0.0
182	41.4	3.8		232	0.0	0.0		282	0.0	0.0
183	44.6	5.4		233	0.0	0.0		283	0.0	0.0
184	38.8	8.2		234	0.0	0.0		284	0.0	0.0
185	37.5	8.9		235	0.0	0.0		285	0.0	0.0
186	35.4	7.3		236	0.0	0.0		286	0.0	0.0
187	28.4	7.0		237	0.0	0.0		287	0.0	0.0
188	14.8	7.0		238	0.0	0.0		288	0.0	0.0

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
289	0.0	0.0		339	0.0	0.0		389	25.2	14.7
290	0.0	0.0		340	0.0	0.0		390	28.6	28.4
291	0.0	0.0		341	0.0	0.0		391	35.5	65.0
292	0.0	0.0		342	0.0	0.0		392	43.8	75.3
293	0.0	0.0		343	0.0	0.0		393	51.2	34.2
294	0.0	0.0		344	0.0	0.0		394	40.7	0.0
295	0.0	0.0		345	0.0	0.0		395	30.3	45.4
296	0.0	0.0		346	0.0	0.0		396	34.2	83.1
297	0.0	0.0		347	0.0	0.0		397	37.6	85.3
298	0.0	0.0		348	0.0	0.0		398	40.8	87.5
299	0.0	0.0		349	0.0	0.0		399	44.8	89.7
300	0.0	0.0		350	0.0	0.0		400	50.6	91.9
301	0.0	0.0		351	0.0	0.0		401	57.6	94.1
302	0.0	0.0		352	0.0	0.0		402	64.6	44.6
303	0.0	0.0		353	0.0	0.0		403	51.6	0.0
304	0.0	0.0		354	0.0	0.5		404	38.7	37.4
305	0.0	0.0		355	0.0	4.9		405	42.4	70.3
306	0.0	0.0		356	9.2	61.3		406	46.5	89.1
307	0.0	0.0		357	22.4	40.4		407	50.6	93.9
308	0.0	0.0		358	36.5	50.1		408	53.8	33.0
309	0.0	0.0		359	47.7	21.0		409	55.5	20.3
310	0.0	0.0		360	38.8	0.0		410	55.8	5.2
311	0.0	0.0		361	30.0	37.0		411	55.4	m
312	0.0	0.0		362	37.0	63.6		412	54.4	m
313	0.0	0.0		363	45.5	90.8		413	53.1	m
314	0.0	0.0		364	54.5	40.9		414	51.8	m
315	0.0	0.0		365	45.9	0.0		415	50.3	m
316	0.0	0.0		366	37.2	47.5		416	48.4	m
317	0.0	0.0		367	44.5	84.4		417	45.9	m
318	0.0	0.0		368	51.7	32.4		418	43.1	m
319	0.0	0.0		369	58.1	15.2		419	40.1	m
320	0.0	0.0		370	45.9	0.0		420	37.4	m
321	0.0	0.0		371	33.6	35.8		421	35.1	m
322	0.0	0.0		372	36.9	67.0		422	32.8	m
323	0.0	0.0		373	40.2	84.7		423	45.3	0.0
324	4.5	41.0		374	43.4	84.3		424	57.8	m
325	17.2	38.9		375	45.7	84.3		425	50.6	m
326	30.1	36.8		376	46.5	m		426	41.6	m
327	41.0	34.7		377	46.1	m		427	47.9	0.0
328	50.0	32.6		378	43.9	m		428	54.2	m
329	51.4	0.1		379	39.3	m		429	48.1	m
330	47.8	m		380	47.0	m		430	47.0	31.3
331	40.2	m		381	54.6	m		431	49.0	38.3
332	32.0	m		382	62.0	m		432	52.0	40.1
333	24.4	m		383	52.0	m		433	53.3	14.5
334	16.8	m		384	43.0	m		434	52.6	0.8
335	8.1	m		385	33.9	m		435	49.8	m
336	0.0	m		386	28.4	m		436	51.0	18.6
337	0.0	0.0		387	25.5	m		437	56.9	38.9
338	0.0	0.0		388	24.6	11.0		438	67.2	45.0

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
439	78.6	21.5		489	45.5	m		539	56.7	m
440	65.5	0.0		490	40.4	m		540	46.9	m
441	52.4	31.3		491	49.7	0.0		541	37.5	m
442	56.4	60.1		492	59.0	m		542	30.3	m
443	59.7	29.2		493	48.9	m		543	27.3	32.3
444	45.1	0.0		494	40.0	m		544	30.8	60.3
445	30.6	4.2		495	33.5	m		545	41.2	62.3
446	30.9	8.4		496	30.0	m		546	36.0	0.0
447	30.5	4.3		497	29.1	12.0		547	30.8	32.3
448	44.6	0.0		498	29.3	40.4		548	33.9	60.3
449	58.8	m		499	30.4	29.3		549	34.6	38.4
450	55.1	m		500	32.2	15.4		550	37.0	16.6
451	50.6	m		501	33.9	15.8		551	42.7	62.3
452	45.3	m		502	35.3	14.9		552	50.4	28.1
453	39.3	m		503	36.4	15.1		553	40.1	0.0
454	49.1	0.0		504	38.0	15.3		554	29.9	8.0
455	58.8	m		505	40.3	50.9		555	32.5	15.0
456	50.7	m		506	43.0	39.7		556	34.6	63.1
457	42.4	m		507	45.5	20.6		557	36.7	58.0
458	44.1	0.0		508	47.3	20.6		558	39.4	52.9
459	45.7	m		509	48.8	22.1		559	42.8	47.8
460	32.5	m		510	50.1	22.1		560	46.8	42.7
461	20.7	m		511	51.4	42.4		561	50.7	27.5
462	10.0	m		512	52.5	31.9		562	53.4	20.7
463	0.0	0.0		513	53.7	21.6		563	54.2	13.1
464	0.0	1.5		514	55.1	11.6		564	54.2	0.4
465	0.9	41.1		515	56.8	5.7		565	53.4	0.0
466	7.0	46.3		516	42.4	0.0		566	51.4	m
467	12.8	48.5		517	27.9	8.2		567	48.7	m
468	17.0	50.7		518	29.0	15.9		568	45.6	m
469	20.9	52.9		519	30.4	25.1		569	42.4	m
470	26.7	55.0		520	32.6	60.5		570	40.4	m
471	35.5	57.2		521	35.4	72.7		571	39.8	5.8
472	46.9	23.8		522	38.4	88.2		572	40.7	39.7
473	44.5	0.0		523	41.0	65.1		573	43.8	37.1
474	42.1	45.7		524	42.9	25.6		574	48.1	39.1
475	55.6	77.4		525	44.2	15.8		575	52.0	22.0
476	68.8	100.0		526	44.9	2.9		576	54.7	13.2
477	81.7	47.9		527	45.1	m		577	56.4	13.2
478	71.2	0.0		528	44.8	m		578	57.5	6.6
479	60.7	38.3		529	43.9	m		579	42.6	0.0
480	68.8	72.7		530	42.4	m		580	27.7	10.9
481	75.0	m		531	40.2	m		581	28.5	21.3
482	61.3	m		532	37.1	m		582	29.2	23.9
483	53.5	m		533	47.0	0.0		583	29.5	15.2
484	45.9	58.0		534	57.0	m		584	29.7	8.8
485	48.1	80.0		535	45.1	m		585	30.4	20.8
486	49.4	97.9		536	32.6	m		586	31.9	22.9
487	49.7	m		537	46.8	0.0		587	34.3	61.4
488	48.7	m		538	61.5	m		588	37.2	76.6

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
589	40.1	27.5		639	39.8	m		689	46.6	0.0
590	42.3	25.4		640	36.0	m		690	32.3	34.6
591	43.5	32.0		641	29.7	m		691	32.7	68.6
592	43.8	6.0		642	21.5	m		692	32.6	67.0
593	43.5	m		643	14.1	m		693	31.3	m
594	42.8	m		644	0.0	0.0		694	28.1	m
595	41.7	m		645	0.0	0.0		695	43.0	0.0
596	40.4	m		646	0.0	0.0		696	58.0	m
597	39.3	m		647	0.0	0.0		697	58.9	m
598	38.9	12.9		648	0.0	0.0		698	49.4	m
599	39.0	18.4		649	0.0	0.0		699	41.5	m
600	39.7	39.2		650	0.0	0.0		700	48.4	0.0
601	41.4	60.0		651	0.0	0.0		701	55.3	m
602	43.7	54.5		652	0.0	0.0		702	41.8	m
603	46.2	64.2		653	0.0	0.0		703	31.6	m
604	48.8	73.3		654	0.0	0.0		704	24.6	m
605	51.0	82.3		655	0.0	0.0		705	15.2	m
606	52.1	0.0		656	0.0	3.4		706	7.0	m
607	52.0	m		657	1.4	22.0		707	0.0	0.0
608	50.9	m		658	10.1	45.3		708	0.0	0.0
609	49.4	m		659	21.5	10.0		709	0.0	0.0
610	47.8	m		660	32.2	0.0		710	0.0	0.0
611	46.6	m		661	42.3	46.0		711	0.0	0.0
612	47.3	35.3		662	57.1	74.1		712	0.0	0.0
613	49.2	74.1		663	72.1	34.2		713	0.0	0.0
614	51.1	95.2		664	66.9	0.0		714	0.0	0.0
615	51.7	m		665	60.4	41.8		715	0.0	0.0
616	50.8	m		666	69.1	79.0		716	0.0	0.0
617	47.3	m		667	77.1	38.3		717	0.0	0.0
618	41.8	m		668	63.1	0.0		718	0.0	0.0
619	36.4	m		669	49.1	47.9		719	0.0	0.0
620	30.9	m		670	53.4	91.3		720	0.0	0.0
621	25.5	37.1		671	57.5	85.7		721	0.0	0.0
622	33.8	38.4		672	61.5	89.2		722	0.0	0.0
623	42.1	m		673	65.5	85.9		723	0.0	0.0
624	34.1	m		674	69.5	89.5		724	0.0	0.0
625	33.0	37.1		675	73.1	75.5		725	0.0	0.0
626	36.4	38.4		676	76.2	73.6		726	0.0	0.0
627	43.3	17.1		677	79.1	75.6		727	0.0	0.0
628	35.7	0.0		678	81.8	78.2		728	0.0	0.0
629	28.1	11.6		679	84.1	39.0		729	0.0	0.0
630	36.5	19.2		680	69.6	0.0		730	0.0	0.0
631	45.2	8.3		681	55.0	25.2		731	0.0	0.0
632	36.5	0.0		682	55.8	49.9		732	0.0	0.0
633	27.9	32.6		683	56.7	46.4		733	0.0	0.0
634	31.5	59.6		684	57.6	76.3		734	0.0	0.0
635	34.4	65.2		685	58.4	92.7		735	0.0	0.0
636	37.0	59.6		686	59.3	99.9		736	0.0	0.0
637	39.0	49.0		687	60.1	95.0		737	0.0	0.0
638	40.2	m		688	61.0	46.7		738	0.0	0.0

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
739	0.0	0.0		789	17.2	m		839	38.1	m
740	0.0	0.0		790	14.0	37.6		840	37.2	42.7
741	0.0	0.0		791	18.4	25.0		841	37.5	70.8
742	0.0	0.0		792	27.6	17.7		842	39.1	48.6
743	0.0	0.0		793	39.8	6.8		843	41.3	0.1
744	0.0	0.0		794	34.3	0.0		844	42.3	m
745	0.0	0.0		795	28.7	26.5		845	42.0	m
746	0.0	0.0		796	41.5	40.9		846	40.8	m
747	0.0	0.0		797	53.7	17.5		847	38.6	m
748	0.0	0.0		798	42.4	0.0		848	35.5	m
749	0.0	0.0		799	31.2	27.3		849	32.1	m
750	0.0	0.0		800	32.3	53.2		850	29.6	m
751	0.0	0.0		801	34.5	60.6		851	28.8	39.9
752	0.0	0.0		802	37.6	68.0		852	29.2	52.9
753	0.0	0.0		803	41.2	75.4		853	30.9	76.1
754	0.0	0.0		804	45.8	82.8		854	34.3	76.5
755	0.0	0.0		805	52.3	38.2		855	38.3	75.5
756	0.0	0.0		806	42.5	0.0		856	42.5	74.8
757	0.0	0.0		807	32.6	30.5		857	46.6	74.2
758	0.0	0.0		808	35.0	57.9		858	50.7	76.2
759	0.0	0.0		809	36.0	77.3		859	54.8	75.1
760	0.0	0.0		810	37.1	96.8		860	58.7	36.3
761	0.0	0.0		811	39.6	80.8		861	45.2	0.0
762	0.0	0.0		812	43.4	78.3		862	31.8	37.2
763	0.0	0.0		813	47.2	73.4		863	33.8	71.2
764	0.0	0.0		814	49.6	66.9		864	35.5	46.4
765	0.0	0.0		815	50.2	62.0		865	36.6	33.6
766	0.0	0.0		816	50.2	57.7		866	37.2	20.0
767	0.0	0.0		817	50.6	62.1		867	37.2	m
768	0.0	0.0		818	52.3	62.9		868	37.0	m
769	0.0	0.0		819	54.8	37.5		869	36.6	m
770	0.0	0.0		820	57.0	18.3		870	36.0	m
771	0.0	22.0		821	42.3	0.0		871	35.4	m
772	4.5	25.8		822	27.6	29.1		872	34.7	m
773	15.5	42.8		823	28.4	57.0		873	34.1	m
774	30.5	46.8		824	29.1	51.8		874	33.6	m
775	45.5	29.3		825	29.6	35.3		875	33.3	m
776	49.2	13.6		826	29.7	33.3		876	33.1	m
777	39.5	0.0		827	29.8	17.7		877	32.7	m
778	29.7	15.1		828	29.5	m		878	31.4	m
779	34.8	26.9		829	28.9	m		879	45.0	0.0
780	40.0	13.6		830	43.0	0.0		880	58.5	m
781	42.2	m		831	57.1	m		881	53.7	m
782	42.1	m		832	57.7	m		882	47.5	m
783	40.8	m		833	56.0	m		883	40.6	m
784	37.7	37.6		834	53.8	m		884	34.1	m
785	47.0	35.0		835	51.2	m		885	45.3	0.0
786	48.8	33.4		836	48.1	m		886	56.4	m
787	41.7	m		837	44.5	m		887	51.0	m
788	27.7	m		838	40.9	m		888	44.5	m

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
889	36.4	m		939	32.7	56.5		989	32.6	m
890	26.6	m		940	33.4	62.8		990	30.9	m
891	20.0	m		941	34.6	68.2		991	29.9	m
892	13.3	m		942	35.8	68.6		992	29.2	m
893	6.7	m		943	38.6	65.0		993	44.1	0.0
894	0.0	0.0		944	42.3	61.9		994	59.1	m
895	0.0	0.0		945	44.1	65.3		995	56.8	m
896	0.0	0.0		946	45.3	63.2		996	53.5	m
897	0.0	0.0		947	46.5	30.6		997	47.8	m
898	0.0	0.0		948	46.7	11.1		998	41.9	m
899	0.0	0.0		949	45.9	16.1		999	35.9	m
900	0.0	0.0		950	45.6	21.8		1000	44.3	0.0
901	0.0	5.8		951	45.9	24.2		1001	52.6	m
902	2.5	27.9		952	46.5	24.7		1002	43.4	m
903	12.4	29.0		953	46.7	24.7		1003	50.6	0.0
904	19.4	30.1		954	46.8	28.2		1004	57.8	m
905	29.3	31.2		955	47.2	31.2		1005	51.6	m
906	37.1	10.4		956	47.6	29.6		1006	44.8	m
907	40.6	4.9		957	48.2	31.2		1007	48.6	0.0
908	35.8	0.0		958	48.6	33.5		1008	52.4	m
909	30.9	7.6		959	48.8	m		1009	45.4	m
910	35.4	13.8		960	47.6	m		1010	37.2	m
911	36.5	11.1		961	46.3	m		1011	26.3	m
912	40.8	48.5		962	45.2	m		1012	17.9	m
913	49.8	3.7		963	43.5	m		1013	16.2	1.9
914	41.2	0.0		964	41.4	m		1014	17.8	7.5
915	32.7	29.7		965	40.3	m		1015	25.2	18.0
916	39.4	52.1		966	39.4	m		1016	39.7	6.5
917	48.8	22.7		967	38.0	m		1017	38.6	0.0
918	41.6	0.0		968	36.3	m		1018	37.4	5.4
919	34.5	46.6		969	35.3	5.8		1019	43.4	9.7
920	39.7	84.4		970	35.4	30.2		1020	46.9	15.7
921	44.7	83.2		971	36.6	55.6		1021	52.5	13.1
922	49.5	78.9		972	38.6	48.5		1022	56.2	6.3
923	52.3	83.8		973	39.9	41.8		1023	44.0	0.0
924	53.4	77.7		974	40.3	38.2		1024	31.8	20.9
925	52.1	69.6		975	40.8	35.0		1025	38.7	36.3
926	47.9	63.6		976	41.9	32.4		1026	47.7	47.5
927	46.4	55.2		977	43.2	26.4		1027	54.5	22.0
928	46.5	53.6		978	43.5	m		1028	41.3	0.0
929	46.4	62.3		979	42.9	m		1029	28.1	26.8
930	46.1	58.2		980	41.5	m		1030	31.6	49.2
931	46.2	61.8		981	40.9	m		1031	34.5	39.5
932	47.3	62.3		982	40.5	m		1032	36.4	24.0
933	49.3	57.1		983	39.5	m		1033	36.7	m
934	52.6	58.1		984	38.3	m		1034	35.5	m
935	56.3	56.0		985	36.9	m		1035	33.8	m
936	59.9	27.2		986	35.4	m		1036	33.7	19.8
937	45.8	0.0		987	34.5	m		1037	35.3	35.1
938	31.8	28.8		988	33.9	m		1038	38.0	33.9

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
1039	40.1	34.5		1089	46.3	24.0		1139	51.7	0.0
1040	42.2	40.4		1090	47.8	20.6		1140	59.2	m
1041	45.2	44.0		1091	47.2	3.8		1141	47.2	m
1042	48.3	35.9		1092	45.6	4.4		1142	35.1	0.0
1043	50.1	29.6		1093	44.6	4.1		1143	23.1	m
1044	52.3	38.5		1094	44.1	m		1144	13.1	m
1045	55.3	57.7		1095	42.9	m		1145	5.0	m
1046	57.0	50.7		1096	40.9	m		1146	0.0	0.0
1047	57.7	25.2		1097	39.2	m		1147	0.0	0.0
1048	42.9	0.0		1098	37.0	m		1148	0.0	0.0
1049	28.2	15.7		1099	35.1	2.0		1149	0.0	0.0
1050	29.2	30.5		1100	35.6	43.3		1150	0.0	0.0
1051	31.1	52.6		1101	38.7	47.6		1151	0.0	0.0
1052	33.4	60.7		1102	41.3	40.4		1152	0.0	0.0
1053	35.0	61.4		1103	42.6	45.7		1153	0.0	0.0
1054	35.3	18.2		1104	43.9	43.3		1154	0.0	0.0
1055	35.2	14.9		1105	46.9	41.2		1155	0.0	0.0
1056	34.9	11.7		1106	52.4	40.1		1156	0.0	0.0
1057	34.5	12.9		1107	56.3	39.3		1157	0.0	0.0
1058	34.1	15.5		1108	57.4	25.5		1158	0.0	0.0
1059	33.5	m		1109	57.2	25.4		1159	0.0	0.0
1060	31.8	m		1110	57.0	25.4		1160	0.0	0.0
1061	30.1	m		1111	56.8	25.3		1161	0.0	0.0
1062	29.6	10.3		1112	56.3	25.3		1162	0.0	0.0
1063	30.0	26.5		1113	55.6	25.2		1163	0.0	0.0
1064	31.0	18.8		1114	56.2	25.2		1164	0.0	0.0
1065	31.5	26.5		1115	58.0	12.4		1165	0.0	0.0
1066	31.7	m		1116	43.4	0.0		1166	0.0	0.0
1067	31.5	m		1117	28.8	26.2		1167	0.0	0.0
1068	30.6	m		1118	30.9	49.9		1168	0.0	0.0
1069	30.0	m		1119	32.3	40.5		1169	0.0	0.0
1070	30.0	m		1120	32.5	12.4		1170	0.0	0.0
1071	29.4	m		1121	32.4	12.2		1171	0.0	0.0
1072	44.3	0.0		1122	32.1	6.4		1172	0.0	0.0
1073	59.2	m		1123	31.0	12.4		1173	0.0	0.0
1074	58.3	m		1124	30.1	18.5		1174	0.0	0.0
1075	57.1	m		1125	30.4	35.6		1175	0.0	0.0
1076	55.4	m		1126	31.2	30.1		1176	0.0	0.0
1077	53.5	m		1127	31.5	30.8		1177	0.0	0.0
1078	51.5	m		1128	31.5	26.9		1178	0.0	0.0
1079	49.7	m		1129	31.7	33.9		1179	0.0	0.0
1080	47.9	m		1130	32.0	29.9		1180	0.0	0.0
1081	46.4	m		1131	32.1	m		1181	0.0	0.0
1082	45.5	m		1132	31.4	m		1182	0.0	0.0
1083	45.2	m		1133	30.3	m		1183	0.0	0.0
1084	44.3	m		1134	29.8	m		1184	0.0	0.0
1085	43.6	m		1135	44.3	0.0		1185	0.0	0.0
1086	43.1	m		1136	58.9	m		1186	0.0	0.0
1087	42.5	25.6		1137	52.1	m		1187	0.0	0.0
1088	43.3	25.7		1138	44.1	m		1188	0.0	0.0

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
1189	0.0	0.0		1239	58.5	85.4		1289	61.9	76.1
1190	0.0	0.0		1240	59.5	85.6		1290	65.6	73.7
1191	0.0	0.0		1241	61.0	86.6		1291	69.9	79.3
1192	0.0	0.0		1242	62.6	86.8		1292	74.1	81.3
1193	0.0	0.0		1243	64.1	87.6		1293	78.3	83.2
1194	0.0	0.0		1244	65.4	87.5		1294	82.6	86.0
1195	0.0	0.0		1245	66.7	87.8		1295	87.0	89.5
1196	0.0	20.4		1246	68.1	43.5		1296	91.2	90.8
1197	12.6	41.2		1247	55.2	0.0		1297	95.3	45.9
1198	27.3	20.4		1248	42.3	37.2		1298	81.0	0.0
1199	40.4	7.6		1249	43.0	73.6		1299	66.6	38.2
1200	46.1	m		1250	43.5	65.1		1300	67.9	75.5
1201	44.6	m		1251	43.8	53.1		1301	68.4	80.5
1202	42.7	14.7		1252	43.9	54.6		1302	69.0	85.5
1203	42.9	7.3		1253	43.9	41.2		1303	70.0	85.2
1204	36.1	0.0		1254	43.8	34.8		1304	71.6	85.9
1205	29.3	15.0		1255	43.6	30.3		1305	73.3	86.2
1206	43.8	22.6		1256	43.3	21.9		1306	74.8	86.5
1207	54.9	9.9		1257	42.8	19.9		1307	76.3	42.9
1208	44.9	0.0		1258	42.3	m		1308	63.3	0.0
1209	34.9	47.4		1259	41.4	m		1309	50.4	21.2
1210	42.7	82.7		1260	40.2	m		1310	50.6	42.3
1211	52.0	81.2		1261	38.7	m		1311	50.6	53.7
1212	61.8	82.7		1262	37.1	m		1312	50.4	90.1
1213	71.3	39.1		1263	35.6	m		1313	50.5	97.1
1214	58.1	0.0		1264	34.2	m		1314	51.0	100.0
1215	44.9	42.5		1265	32.9	m		1315	51.9	100.0
1216	46.3	83.3		1266	31.8	m		1316	52.6	100.0
1217	46.8	74.1		1267	30.7	m		1317	52.8	32.4
1218	48.1	75.7		1268	29.6	m		1318	47.7	0.0
1219	50.5	75.8		1269	40.4	0.0		1319	42.6	27.4
1220	53.6	76.7		1270	51.2	m		1320	42.1	53.5
1221	56.9	77.1		1271	49.6	m		1321	41.8	44.5
1222	60.2	78.7		1272	48.0	m		1322	41.4	41.1
1223	63.7	78.0		1273	46.4	m		1323	41.0	21.0
1224	67.2	79.6		1274	45.0	m		1324	40.3	0.0
1225	70.7	80.9		1275	43.6	m		1325	39.3	1.0
1226	74.1	81.1		1276	42.3	m		1326	38.3	15.2
1227	77.5	83.6		1277	41.0	m		1327	37.6	57.8
1228	80.8	85.6		1278	39.6	m		1328	37.3	73.2
1229	84.1	81.6		1279	38.3	m		1329	37.3	59.8
1230	87.4	88.3		1280	37.1	m		1330	37.4	52.2
1231	90.5	91.9		1281	35.9	m		1331	37.4	16.9
1232	93.5	94.1		1282	34.6	m		1332	37.1	34.3
1233	96.8	96.6		1283	33.0	m		1333	36.7	51.9
1234	100.0	m		1284	31.1	m		1334	36.2	25.3
1235	96.0	m		1285	29.2	m		1335	35.6	m
1236	81.9	m		1286	43.3	0.0		1336	34.6	m
1237	68.1	m		1287	57.4	32.8		1337	33.2	m
1238	58.1	84.7		1288	59.9	65.4		1338	31.6	m

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
1339	30.1	m		1389	50.4	50.2		1439	36.3	98.8
1340	28.8	m		1390	53.0	26.1		1440	37.7	100.0
1341	28.0	29.5		1391	59.5	0.0		1441	39.2	100.0
1342	28.6	100.0		1392	66.2	38.4		1442	40.9	100.0
1343	28.8	97.3		1393	66.4	76.7		1443	42.4	99.5
1344	28.8	73.4		1394	67.6	100.0		1444	43.8	98.7
1345	29.6	56.9		1395	68.4	76.6		1445	45.4	97.3
1346	30.3	91.7		1396	68.2	47.2		1446	47.0	96.6
1347	31.0	90.5		1397	69.0	81.4		1447	47.8	96.2
1348	31.8	81.7		1398	69.7	40.6		1448	48.8	96.3
1349	32.6	79.5		1399	54.7	0.0		1449	50.5	95.1
1350	33.5	86.9		1400	39.8	19.9		1450	51.0	95.9
1351	34.6	100.0		1401	36.3	40.0		1451	52.0	94.3
1352	35.6	78.7		1402	36.7	59.4		1452	52.6	94.6
1353	36.4	50.5		1403	36.6	77.5		1453	53.0	65.5
1354	37.0	57.0		1404	36.8	94.3		1454	53.2	0.0
1355	37.3	69.1		1405	36.8	100.0		1455	53.2	m
1356	37.6	49.5		1406	36.4	100.0		1456	52.6	m
1357	37.8	44.4		1407	36.3	79.7		1457	52.1	m
1358	37.8	43.4		1408	36.7	49.5		1458	51.8	m
1359	37.8	34.8		1409	36.6	39.3		1459	51.3	m
1360	37.6	24.0		1410	37.3	62.8		1460	50.7	m
1361	37.2	m		1411	38.1	73.4		1461	50.7	m
1362	36.3	m		1412	39.0	72.9		1462	49.8	m
1363	35.1	m		1413	40.2	72.0		1463	49.4	m
1364	33.7	m		1414	41.5	71.2		1464	49.3	m
1365	32.4	m		1415	42.9	77.3		1465	49.1	m
1366	31.1	m		1416	44.4	76.6		1466	49.1	m
1367	29.9	m		1417	45.4	43.1		1467	49.1	8.3
1368	28.7	m		1418	45.3	53.9		1468	48.9	16.8
1369	29.0	58.6		1419	45.1	64.8		1469	48.8	21.3
1370	29.7	88.5		1420	46.5	74.2		1470	49.1	22.1
1371	31.0	86.3		1421	47.7	75.2		1471	49.4	26.3
1372	31.8	43.4		1422	48.1	75.5		1472	49.8	39.2
1373	31.7	m		1423	48.6	75.8		1473	50.4	83.4
1374	29.9	m		1424	48.9	76.3		1474	51.4	90.6
1375	40.2	0.0		1425	49.9	75.5		1475	52.3	93.8
1376	50.4	m		1426	50.4	75.2		1476	53.3	94.0
1377	47.9	m		1427	51.1	74.6		1477	54.2	94.1
1378	45.0	m		1428	51.9	75.0		1478	54.9	94.3
1379	43.0	m		1429	52.7	37.2		1479	55.7	94.6
1380	40.6	m		1430	41.6	0.0		1480	56.1	94.9
1381	55.5	0.0		1431	30.4	36.6		1481	56.3	86.2
1382	70.4	41.7		1432	30.5	73.2		1482	56.2	64.1
1383	73.4	83.2		1433	30.3	81.6		1483	56.0	46.1
1384	74.0	83.7		1434	30.4	89.3		1484	56.2	33.4
1385	74.9	41.7		1435	31.5	90.4		1485	56.5	23.6
1386	60.0	0.0		1436	32.7	88.5		1486	56.3	18.6
1387	45.1	41.6		1437	33.7	97.2		1487	55.7	16.2
1388	47.7	84.2		1438	35.2	99.7		1488	56.0	15.9

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
1489	55.9	21.8		1539	57.0	59.5		1589	56.8	42.9
1490	55.8	20.9		1540	56.7	57.0		1590	56.5	42.8
1491	55.4	18.4		1541	56.7	69.8		1591	56.7	43.2
1492	55.7	25.1		1542	56.8	58.5		1592	56.5	42.8
1493	56.0	27.7		1543	56.8	47.2		1593	56.9	42.2
1494	55.8	22.4		1544	57.0	38.5		1594	56.5	43.1
1495	56.1	20.0		1545	57.0	32.8		1595	56.5	42.9
1496	55.7	17.4		1546	56.8	30.2		1596	56.7	42.7
1497	55.9	20.9		1547	57.0	27.0		1597	56.6	41.5
1498	56.0	22.9		1548	56.9	26.2		1598	56.9	41.8
1499	56.0	21.1		1549	56.7	26.2		1599	56.6	41.9
1500	55.1	19.2		1550	57.0	26.6		1600	56.7	42.6
1501	55.6	24.2		1551	56.7	27.8		1601	56.7	42.6
1502	55.4	25.6		1552	56.7	29.7		1602	56.7	41.5
1503	55.7	24.7		1553	56.8	32.1		1603	56.7	42.2
1504	55.9	24.0		1554	56.5	34.9		1604	56.5	42.2
1505	55.4	23.5		1555	56.6	34.9		1605	56.8	41.9
1506	55.7	30.9		1556	56.3	35.8		1606	56.5	42.0
1507	55.4	42.5		1557	56.6	36.6		1607	56.7	42.1
1508	55.3	25.8		1558	56.2	37.6		1608	56.4	41.9
1509	55.4	1.3		1559	56.6	38.2		1609	56.7	42.9
1510	55.0	m		1560	56.2	37.9		1610	56.7	41.8
1511	54.4	m		1561	56.6	37.5		1611	56.7	41.9
1512	54.2	m		1562	56.4	36.7		1612	56.8	42.0
1513	53.5	m		1563	56.5	34.8		1613	56.7	41.5
1514	52.4	m		1564	56.5	35.8		1614	56.6	41.9
1515	51.8	m		1565	56.5	36.2		1615	56.8	41.6
1516	50.7	m		1566	56.5	36.7		1616	56.6	41.6
1517	49.9	m		1567	56.7	37.8		1617	56.9	42.0
1518	49.1	m		1568	56.7	37.8		1618	56.7	40.7
1519	47.7	m		1569	56.6	36.6		1619	56.7	39.3
1520	47.3	m		1570	56.8	36.1		1620	56.5	41.4
1521	46.9	m		1571	56.5	36.8		1621	56.4	44.9
1522	46.9	m		1572	56.9	35.9		1622	56.8	45.2
1523	47.2	m		1573	56.7	35.0		1623	56.6	43.6
1524	47.8	m		1574	56.5	36.0		1624	56.8	42.2
1525	48.2	0.0		1575	56.4	36.5		1625	56.5	42.3
1526	48.8	23.0		1576	56.5	38.0		1626	56.5	44.4
1527	49.1	67.9		1577	56.5	39.9		1627	56.9	45.1
1528	49.4	73.7		1578	56.4	42.1		1628	56.4	45.0
1529	49.8	75.0		1579	56.5	47.0		1629	56.7	46.3
1530	50.4	75.8		1580	56.4	48.0		1630	56.7	45.5
1531	51.4	73.9		1581	56.1	49.1		1631	56.8	45.0
1532	52.3	72.2		1582	56.4	48.9		1632	56.7	44.9
1533	53.3	71.2		1583	56.4	48.2		1633	56.6	45.2
1534	54.6	71.2		1584	56.5	48.3		1634	56.8	46.0
1535	55.4	68.7		1585	56.5	47.9		1635	56.5	46.6
1536	56.7	67.0		1586	56.6	46.8		1636	56.6	48.3
1537	57.2	64.6		1587	56.6	46.2		1637	56.4	48.6
1538	57.3	61.9		1588	56.5	44.4		1638	56.6	50.3

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
1639	56.3	51.9		1689	57.6	8.9		1739	56.1	46.8
1640	56.5	54.1		1690	57.5	8.0		1740	56.1	45.8
1641	56.3	54.9		1691	57.5	5.8		1741	56.2	46.0
1642	56.4	55.0		1692	57.3	5.8		1742	56.3	45.9
1643	56.4	56.2		1693	57.6	5.5		1743	56.3	45.9
1644	56.2	58.6		1694	57.3	4.5		1744	56.2	44.6
1645	56.2	59.1		1695	57.2	3.2		1745	56.2	46.0
1646	56.2	62.5		1696	57.2	3.1		1746	56.4	46.2
1647	56.4	62.8		1697	57.3	4.9		1747	55.8	m
1648	56.0	64.7		1698	57.3	4.2		1748	55.5	m
1649	56.4	65.6		1699	56.9	5.5		1749	55.0	m
1650	56.2	67.7		1700	57.1	5.1		1750	54.1	m
1651	55.9	68.9		1701	57.0	5.2		1751	54.0	m
1652	56.1	68.9		1702	56.9	5.5		1752	53.3	m
1653	55.8	69.5		1703	56.6	5.4		1753	52.6	m
1654	56.0	69.8		1704	57.1	6.1		1754	51.8	m
1655	56.2	69.3		1705	56.7	5.7		1755	50.7	m
1656	56.2	69.8		1706	56.8	5.8		1756	49.9	m
1657	56.4	69.2		1707	57.0	6.1		1757	49.1	m
1658	56.3	68.7		1708	56.7	5.9		1758	47.7	m
1659	56.2	69.4		1709	57.0	6.6		1759	46.8	m
1660	56.2	69.5		1710	56.9	6.4		1760	45.7	m
1661	56.2	70.0		1711	56.7	6.7		1761	44.8	m
1662	56.4	69.7		1712	56.9	6.9		1762	43.9	m
1663	56.2	70.2		1713	56.8	5.6		1763	42.9	m
1664	56.4	70.5		1714	56.6	5.1		1764	41.5	m
1665	56.1	70.5		1715	56.6	6.5		1765	39.5	m
1666	56.5	69.7		1716	56.5	10.0		1766	36.7	m
1667	56.2	69.3		1717	56.6	12.4		1767	33.8	m
1668	56.5	70.9		1718	56.5	14.5		1768	31.0	m
1669	56.4	70.8		1719	56.6	16.3		1769	40.0	0.0
1670	56.3	71.1		1720	56.3	18.1		1770	49.1	m
1671	56.4	71.0		1721	56.6	20.7		1771	46.2	m
1672	56.7	68.6		1722	56.1	22.6		1772	43.1	m
1673	56.8	68.6		1723	56.3	25.8		1773	39.9	m
1674	56.6	68.0		1724	56.4	27.7		1774	36.6	m
1675	56.8	65.1		1725	56.0	29.7		1775	33.6	m
1676	56.9	60.9		1726	56.1	32.6		1776	30.5	m
1677	57.1	57.4		1727	55.9	34.9		1777	42.8	0.0
1678	57.1	54.3		1728	55.9	36.4		1778	55.2	m
1679	57.0	48.6		1729	56.0	39.2		1779	49.9	m
1680	57.4	44.1		1730	55.9	41.4		1780	44.0	m
1681	57.4	40.2		1731	55.5	44.2		1781	37.6	m
1682	57.6	36.9		1732	55.9	46.4		1782	47.2	0.0
1683	57.5	34.2		1733	55.8	48.3		1783	56.8	m
1684	57.4	31.1		1734	55.6	49.1		1784	47.5	m
1685	57.5	25.9		1735	55.8	49.3		1785	42.9	m
1686	57.5	20.7		1736	55.9	47.7		1786	31.6	m
1687	57.6	16.4		1737	55.9	47.4		1787	25.8	m
1688	57.6	12.4		1738	55.8	46.9		1788	19.9	m

表 B.1 (续)

时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩		时间	转速	扭矩
	规范值	规范值			规范值	规范值			规范值	规范值
s	%	%		s	%	%		s	%	%
1789	14.0	m								
1790	8.1	m								
1791	2.2	m								
1792	0.0	0.0								
1793	0.0	0.0								
1794	0.0	0.0								
1795	0.0	0.0								
1796	0.0	0.0								
1797	0.0	0.0								
1798	0.0	0.0								
1799	0.0	0.0								
1800	0.0	0.0								

m = motoring

