



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 16936—1997  
eqv ISO 9249:1989

## 土方机械 发动机净功率试验规范

Earth-moving machinery—Engine test code—Net power

1997-08-05 发布

1998-04-01 实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国  
国家标准  
土方机械 发动机净功率试验规范  
GB/T 16936—1997

\*

中国标准出版社出版  
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 26 千字  
1997年12月第一版 1997年12月第一次印刷  
印数 1—800

\*

书号: 155066·1-14414 定价 10.00 元

\*

标目 325—30

## 前 言

本标准是根据国际标准化组织 ISO/TC 127 土方机械技术委员会起草的 ISO 9249:1989《土方机械——发动机试验规范——净功率》制定的。在技术内容上与该国际标准等效,编写规则上与之等同。这样通过采用国际标准为我国国家标准,使我国土方机械净功率试验规范尽可能与国际一致或等同,以尽快适应国际贸易、技术和经济交流的需要。

在等效采用 ISO 9249:1989 标准时,发现该标准有错误的地方,如 5.4 叙述的试验程序是不符合净功率试验常规的,按其试验不可能得到功率曲线;6.4 中将“燃油消耗率  $g_f$  的计算公式写错, $g_f$  应为  $G_f$  与  $P$ (功率)之比,此标准写成  $F_f$ (比重)与  $P$  之比。对于上述二条错误我们走访专家,查询有关资料,并根据 ISO/CD 9249:1994 版标准,修改 5.4 和取消 6.4。另外,为适应我国国情,故将作为信息提供的附录 A、B、C 和 D 标准燃油技术规格及参考资料予以删除。燃油的技术规格由制造厂和用户协商确定。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由机械工业部工程机械标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:机械工业部天津工程机械研究所、郑州工程机械厂。

本标准主要起草人:杨承珊、柴修国、王文元。

## ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是国家标准团体(ISO 成员国)的世界性联盟。国际标准的制定工作通常由 ISO 技术委员会进行。每个成员国有权利参加已经设立的技术委员会和感兴趣的课题。与 ISO 有联络的国际组织、政府和非政府组织也可参加这项工作。ISO 与电工标准化方面的国际电工委员会(IEC)密切协作。

国际标准草案采用由技术委员会散发给各成员国进行投票表决。作为一项国际标准的发布,要求至少由 75%的成员国投赞成票。

国际标准 ISO 9249 由 ISO/TC 127 土方机械技术委员会起草制定的。

本国际标准中的附录 A、B、C 和 D 仅作为一种信息。

# 中华人民共和国国家标准

## 土方机械 发动机净功率试验规范

GB/T 16936—1997  
eqv ISO 9249:1989

Earth—moving machinery—Engine test code

—Net power

### 1 范围

本标准规定了 GB 8498—87 中定义的土方机械发动机净功率的试验规范。

本标准适用于评价土方机械发动机的性能,用于表现发动机在满负荷条件下功率、燃油消耗率和转速的特性曲线。发动机可以是自然吸气式的也可以是增压式的。

注:本标准与 ISO 1585 是一致的,其叙述了装在土方机械机体的发动机的性能试验。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 8498—87 土方机械 基本类型 术语

ISO 1585:1982 道路车辆——发动机试验规范——净功率

GB 9486—88 柴油机稳定排气烟度及测定方法

### 3 定义

本标准采用下列定义。

#### 3.1 净功率 net power

发动机配备有表 1 所列附件和部件时,在相应的发动机转速下,曲轴末端或其相当部位在试验台上获得的功率。

#### 3.2 标准部件 standard production equipment

制造厂提供的用于发动机特定用途的部件。

### 4 测量精度

#### 4.1 扭矩

测功器的测量精度应为 $\pm 1\%$ ,由于考虑摩擦损失,应将测功器进行校正。

#### 4.2 发动机转速

测量发动机转速应用转速计和自动同步精密计时器(或计数计时器)。测量值精度应为 $\pm 0.5\%$ 。

#### 4.3 燃油消耗量

所有测定燃油消耗量的仪器,其测量精度均为 $\pm 1\%$ 。

#### 4.4 燃油温度

燃油温度的测量精度应为 $\pm 2\text{ K}$ 。

#### 4.5 进气温度

进气温度的测量精度应为 $\pm 2\text{ K}$ 。

## 4.6 大气气压

大气气压的测量精度应为 $\pm 100$  Pa。

## 4.7 排气背压

排气背压的测量精度应为 $\pm 200$  Pa。

## 4.8 进气压力

进气压力的测量精度应为 $\pm 50$  Pa。

## 5 试验

## 5.1 附件

5.1.1 发动机必需用的附件(见表1)应安装在试验台上,并与实际使用时的位置尽可能一样。某些发动机上的附件,只是土方机械工作时需要,试验时应拆除,如机械液压泵、制动用压气机、动力转向泵及空调系统等。若附件无法拆除,则测得其无负荷状态下消耗的功率并加到发动机的功率上。

表1 试验应安装的附件和部件

序号	附件	适用于净功率试验
1	进气系统 进气歧管 曲轴箱通风装置 空气滤清器 <sup>1)</sup> 进气消声器和管道结构 <sup>1)</sup> 限速装置 <sup>1)</sup>	安装,标准部件
2	进气歧管预热装置	安装,标准部件。如有可能,可调至最佳状况
3	排气系统 排气净化器 排气歧管 连接管 <sup>2)</sup> 排气消声器 <sup>2)</sup> 排气尾管 <sup>2)</sup> 排气制动器 <sup>3)</sup>	安装,标准部件。
4	轴油泵 <sup>4)</sup>	安装,标准部件。
5	汽化器 电子控制系统,空气流量计等(如配备) 减压装置 蒸发器 混合器	安装,标准部件。 汽油机部件。
6	供油装置 预滤清器 滤清器 喷油泵 高压油管 喷油器 空气进气阀(如果安装) <sup>5)</sup> 调速器(如果安装)	安装,标准部件。

表 1 (续)

序号	附件	适用于净功率试验
7	水冷系统 <sup>6)</sup> 发动机气缸体 } 气缸盖出气孔 } 散热器 } 风扇 <sup>6) 7)</sup> } 风扇罩 } 水泵 } 节温器 <sup>8)</sup> }	不用于试验  安装,标准部件
8	风冷系统 导风套 风扇或吹风机 <sup>6) 7)</sup> } 试验台辅助风扇 调温装置	安装,标准部件。 若试验需要,可安装。 安装,标准部件。
9	电气装置 <sup>9)</sup>	安装,标准部件。
10	增压装置(如果安装) 压气机—直接或间接由发动机带动(增压器),和/ 或由排出废气带动(涡轮增压器) 中间冷却器 <sup>10)</sup> 冷却泵或风扇(发动机带动) 冷却液流量控制装置(如果安装)	安装,标准部件。
11	抗污染装置	安装,标准部件。
<p>1) 有下列情况,应安装完整的进气系统:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 有明显影响发动机功率的危险;</li> <li>— 使用两冲程或点燃式发动机;</li> <li>— 制造厂要求安装。</li> </ul> <p>在其他情况下,发动机进气阻力的测量值不超过制造厂对空气滤清器规定值的<math>\pm 100</math> Pa 也可以用类似的进气系统。</p> <p>2) 下列情况,应安装完整的排气系统:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 有明显影响发动机功率的危险;</li> <li>— 使用两冲程或点燃式发动机;</li> <li>— 制造厂要求安装。</li> </ul> <p>在其他情况下,发动机排气压力测量值不超过制造厂规定压力值的<math>\pm 1</math> kPa 时,也可安装类似的排气系统。发动机排气系统压力测量点规定为:在发动机排气管末端 150 mm 处。</p> <p>3) 如果发动机装有排气制动器,节流阀应固定在全开位置。</p> <p>4) 必要时,可调整供油压力,使之重新达到发动机特定应用时的供油压力(尤其是应用燃油回油系统)。</p> <p>5) 空气进气阀是喷油泵的气动调节器的控制阀。喷油调节器包括可以控制喷油量的其他装置。</p> <p>6) 散热器、风扇、风扇罩、水泵和节温器在试验台上的安装位置应与其在发动机上的相对位置一致。冷却液循环应靠发动机水泵带动。</p> <p>冷却液冷却可由散热器或外部循环实现,但这种循环的压力损失和泵进口处的压力应与用发动机冷却系统的压力保持大体上相同。若装有散热器百页窗,则百页窗处于“开”位置。</p> <p>如果风扇不能安装在试验台上时,应在测定发动机净功率的相同的转速下,确定风扇吸收的功率,并用 6.2 规定标准大气状态进行校正,在所得到的净功率校正值中扣除该功率。</p>		

表 1 (完)

序号	附件	适用于净功率试验
7)	若安装有可断开或分档式的风扇或吹风机,试验时,应拆下风扇或以最大空载转速进行,视情况而定。	
8)	节温器应固定在全“开”的位置。	
9)	发电机的最小功率:发电机功率应限于驱动发动机运转所不可缺少的附件所必须功率。若需用充电电池,则应使用良好的充足电的电池。	
10)	增压冷却发动机无论水冷或风冷都应带着增压冷却器进行试验。但如果制造厂许可,可以用试验台增压冷却系统代替增压冷却器。这两种情况下,测量各个速度下的功率时,都应使经过增压冷却器或试验台系统的空气压力降或温度降与制造厂在整机系统上的规定值相同。	

### 5.1.2 压燃式发动机的起动用附件有下列二种情况:

a) 电气起动:需要时应装上发电机并向发动机运转时必不可缺的辅助设备供电;

b) 非电气起动:如果还有其它发动机运转时必不可缺的电动附件,应装上发电机并供电给这些附件,否则应将其拆除。

在以上两种情况下,都应安装产生和储存起动所需能量的系统,并在无负荷工况下运转。

### 5.2 调整装置

测定发动机净功率时应调整的装置按表 2 的规定。

表 2 调整装置

序号	装置名称	说明
1	汽化器	应按制造厂提供的说明书调整,在特定用途使用时,不再进行改变
2	喷油泵供油系统	
3	喷油正时(正时曲线)	
4	调速器	
5	净化器	

### 5.3 试验条件

5.3.1 净功率试验时发动机应装有按表 1 规定的附件。在点燃式发动机中应全开节气门,在压燃式发动机中应将油泵固定在全供油量处测取净功率。

5.3.2 性能参数应在发动机有充足的新鲜空气供应下,并在稳定的正常运转条件下取得。点燃式发动机燃烧室允许有有限的沉积物,进气温度应尽可能选择与标准大气状态(见 6.2)接近,使校正系数的数值最小。

5.3.3 发动机进气(环境空气)温度应在空气滤清器入口 0.15 m 内测定,如不装空气滤清器应在空气进口处 0.15 m 内测定。温度计及热电偶应予屏蔽,以防辐射热,并应直接固定于气流中。同样还要预防燃油反喷。应选择足够的位置得到有代表性的平均进气温度。

5.3.4 在扭矩、转速和温度基本保持稳定 1 min 后再测取参数。

5.3.5 在运转和读数时发动机的转速与选定的转速之间的误差不得大于  $\pm 1\%$  或  $\pm 10$  r/min,取其中较大者。

5.3.6 应同时观察测量测功器的载荷、燃油消耗量和进气温度,在每一种情况下,测功器载荷及燃油消耗量应取二次变化不超过 2% 的稳定连续读数的平均值。

5.3.7 发动机出口处冷却液温度应保持在制造厂规定的恒温温度  $\pm 5$  K 内。若制造厂未作规定,则冷却液温度应为  $353 \pm 5$  K。对于风冷发动机,制造厂指定点的温度应保持在制造厂规定的最大值  $M_{-20}$  K 内。

- 5.3.8 喷油泵进口处的燃油温度应控制在  $313 \pm 3$  K 内。
- 5.3.9 机油温度应在油底壳和机油冷却器(如安装)出口处测量,并应保持在发动机制造厂规定的范围内。
- 5.3.10 如果必要,可使用辅助调整系统,以保证各种温度在 5.3.7, 5.3.8 和 5.3.9 的规定范围内。
- 5.3.11 对压燃发动机,燃油应由炼油厂直接提供并交付购货方而不加任何消烟添加剂。

#### 5.4 试验程序<sup>1)</sup>

在制造厂推荐的发动机最低和最高转速之间,选取足够多的发动机转速,测取参数,确定功率曲线和扭矩曲线。转速的范围应包括发动机在最大功率和最大扭矩时的转速。

#### 5.5 数据记录

数据记录按第 8 章的规定。

### 6 校正系数

#### 6.1 功率校正系数 $\alpha$ 的定义

用此系数  $\alpha$  乘以实测功率,得出在 6.2 规定的标准大气状态下的发动机校正功率  $P_0$ 。

$$P_0 = \alpha P \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $\alpha$ ——校正系数( $\alpha_a$  和  $\alpha_d$ );

$P$ ——实测功率。

#### 6.2 大气状态

##### 6.2.1 标准大气状态

##### 6.2.1.1 温度

标准温度  $T_0$  为 298 K。

##### 6.2.1.2 大气压力

标准干空气压  $P_{s0}$  为 99 kPa。

##### 6.2.2 试验大气状态

##### 6.2.2.1 温度 $T$

$T$  为发动机进气口的开氏绝对温度。

点燃式发动机:  $288 \text{ K} \leq T \leq 308 \text{ K}$

压燃式发动机:  $283 \text{ K} \leq T \leq 313 \text{ K}$

##### 6.2.2.2 干空气压 $P_s$

$P_s$  为总大气压减去水蒸气分压,以 kPa 计。

$80 \text{ kPa} \leq P_s \leq 110 \text{ kPa}$

#### 6.3 功率校正系数的确定

该试验可以在能控制大气状态的空调实验室中进行。

##### 6.3.1 压燃发动机功率校正系数 $\alpha_d$

压燃发动机在等油量时的功率校正系数  $\alpha_d$  由下式得出:

$$\alpha_d = (f_a)^{f_m} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $f_a$ ——大气因数(见 6.3.1.1);

$f_m$ ——发动机特性指数(见 6.3.1.2)。

##### 6.3.1.1 大气因数 $f_a$

该值反映了周围条件(压力、温度和湿度)对于发动机进气的影响。大气因数的计算公式因发动机类

采用说明:

1) 此条在 ISO 9249:1989 中表达不清,不符合净功率试验常规,因此,本标准参考 ISO. CD 9249:1994 作了修正。

型不同而异,有以下 a)和 b)两个公式:

a) 自然吸气和机械增压发动机:

$$f_a = \frac{99}{P_s} \left( \frac{T}{298} \right)^{0.7} \dots\dots\dots (3)$$

b) 涡轮增压发动机(带和不带中冷器):

$$f_a = \left( \frac{99}{P_s} \right)^{0.7} \left( \frac{T}{298} \right)^{1.5} \dots\dots\dots (4)$$

6.3.1.2 发动机特性指数  $f_m$

$f_m$  为校正燃油供给量  $q_c$  的函数,应按下列公式计算:

$$f_m = 0.036q_c - 1.14 \dots\dots\dots (5)$$

式中:  $q_c = q/r$

$q$ ——比排量循环柴油供给量, mg/(L·循环);

$r$ ——增压比(非增压柴油机  $r=1$ )。

式(5)仅当  $40 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{循环}) \leq q_c \leq 65 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{循环})$  时才适用。

若  $q_c < 40 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{循环})$ , 则  $f_m$  为常量 0.3 ( $f_m=0.3$ )。

若  $q_c > 65 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{循环})$ , 则  $f_m$  为常量 1.2 ( $f_m=1.2$ ) (见图 1)。

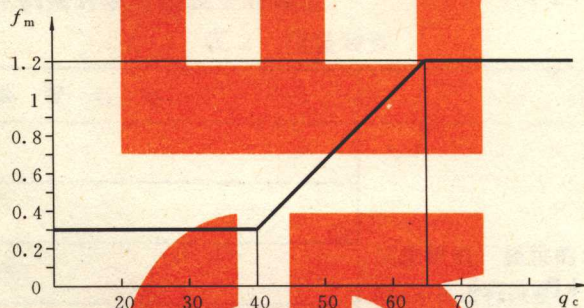


图 1 发动机特性指数  $f_m$  与校正燃油流量  $q_c$  的关系图

6.3.1.3 校正公式使用范围

校正公式(2)的适用范围为:

$$0.9 \leq \alpha_d \leq 1.1$$

若超过该范围,则应给出校正值,并在试验报告中详细说明试验条件(环境温度和大气压力)。

6.3.2 点燃式发动机(自然进气和增压式)功率校正系数  $\alpha_a$

点燃式发动机的功率校正系数  $\alpha_a$  由下列公式计算:

$$\alpha_a = \left( \frac{99}{P_s} \right)^{1.2} \left( \frac{T}{298} \right)^{0.6} \dots\dots\dots (6)$$

本公式的适用范围为:

$$0.93 \leq \alpha_a \leq 1.07$$

若  $\alpha_a$  超过这些极限值,则应给出校正值,并在试验报告中详细说明试验条件(环境温度和大气压力)。

在发动机装有进气温度自动控制装置的情况下,若此装置在 298 K 满负荷时全关闭(无加热的空气进入),则试验中此装置也应全闭,采用一般校正系数。若此装置在 299 K 时仍然工作,则试验时应令其正常工作,而且校正系数中温度的指数取零(无温度校正)。

7 压燃发动机的烟度测量

在每个试验点均需测量和记录烟度。按 GB 9486 的设计安装烟度计,测量烟度。

## 8 试验报告

在不适用处应标出“无”或删掉

### 8.1 发动机参数

制造厂:

型式:

型号:

缸径:

冲程:

单缸排量:

缸数:

气缸排列形式:

总排量:

点火:压燃/火花塞点燃及着火次序:

压缩比:

循环:2/4 冲程

增压装置

制造厂:

型号:

型式:

### 8.2 供油系统

输油泵—制造厂:

型式:

型号:

### 8.3 汽化器

制造厂:

型式:

型号:

数量:

结构参数:

### 8.4 喷油泵或喷油装置

制造厂:

型式:

型号:

喷射落后时间:

提前器:

制造厂代号:

### 8.5 喷油嘴或喷油器

制造厂:

型式:

型号:

开启压力:



喷油高压油管：{ 长度  
                  { 内径

8.6 调速器

制造厂：

型式：

型号：

在负载下启动转速：r/min

最高空载的转速：r/min

8.7 点火分配器

制造厂：

型式：

型号：

着火延迟时间：

点火提前器：

正时在：r/min；(按制造厂规定)

提前器的最大范围：

分配器的接触间隙：

8.8 火花塞

制造厂：

型号或型式：

每缸的数量：

电极间隙：

8.9 点火线圈

制造厂：

型式：

型号：

数量：

8.10 热线火花塞

制造厂：

型号或型式：

数量：

8.11 排气消声器

制造厂：

型式：

型号：

8.12 进气系统

进气歧管：

说明：

空气滤清器—制造厂：

型式：

型号：

进气消声器—制造厂：

型式：

型号:

制造厂规定的额定空气流量下最大进气阻力: kPa

### 8.13 气门机构

型号:

简要说明:

气门定时:

挺杆间隙(热/冷):

### 8.14 曲轴箱通风装置

简要说明:

制造厂:

型式:

型号:

### 8.15 进气预热装置

型式:

简要说明:

### 8.16 排气系统

排气管和其它部件:标准/非标准

非标准排气管的部件简述:

排气管制动器—制造厂:

型式:

型号:

消声器—制造厂:

型式:

型号:

### 8.17 冷却系统

#### 8.17.1 水冷

冷却液特性:

循环泵—制造厂:

型式:

型号:

泵水量:

节温器—制造厂:

型式:

型号:

设置:

散热器—制造厂:

型式:

型号:

密封阀—制造厂:

型号:

开启压力:

风扇—制造厂:

型式:

型号:

风量:

风扇罩:有/无

8.17.2 风冷

风扇—制造厂:

型式:

型号:

扇风量:

导流罩(标准):有/无

试验台辅助风扇:有/无

调节温度系统:有/无

简要说明:

8.18 机油冷却器:有/无

制造厂:

型式:

型号:

8.19 电气系统

交流发电机—制造厂:

型式:

型号:

8.20 抗污染装置

简要说明:

8.21 其它试验设备

列举,必要时可加简要说明

8.22 试验条件

大气压力: kPa

相对湿度: %

试验室温度: K

制造厂规定的冷却液出口温度: K

制造厂规定的油温范围: K~ K

制造厂规定的汽化器或喷油泵入口燃油温度范围: K~ K

排气温度(在靠近排气歧管出口处测量): K~ K

空载转速: r/min

排气的实验室抽取法:

全负荷时的超压或最大压力降: kPa± kPa

测功器—制造厂:

型式:

型号:

常数:

燃油消耗量测量仪:重力式/体积式

烟度测量仪(压燃发动机)—制造厂:

型号:

安装测量点:



## 8.23 燃油和润滑油

## 8.23.1 燃油

制造厂:

型号:

RON(辛烷值):

十六烷值:

蒸馏—蒸馏液体积为下列值时的温度:

10% °C

50% °C

90% °C

终点 °C

密度:在 °C时,为 g/cm<sup>3</sup>

低热值(规定的净能量): kJ/kg

## 8.23.2 其它燃料

特性:

## 8.23.3 润滑油

制造厂:

型号:

运动粘度:

## 9 结果记录

如图 2 所示,根据发动机各个转速的对应关系,绘制净扭矩、净功率和燃油消耗率的特性曲线。

发动机转速: r/min

实测扭矩: N·m

计算功率: kW

实测燃油消耗量 g/h

实测烟度: R<sub>b</sub>

干大气压: kPa

水蒸汽压: kPa

进气温度: K

表 1 以外附件所需功率:

N<sub>Q1</sub> kWN<sub>Q2</sub> kWN<sub>Q3</sub> kW

功率校正系数:

校正有效功率,带/不带风扇: kW

风扇功率(若风扇未装则取消): kW

净功率: kW

净扭矩: N·m

校正燃油消耗率(压燃发动机用净功率计算): g/(kW·h)

出口处冷却液温度: K

测量点润滑油温度: K

增压后进气温度: K

喷油泵进口处燃油温度: K  
 经过冷却后的进气温度: K  
 经过增压的空气压力: kPa  
 经过冷却后的空气压力: kPa

## 10 结果表示

### 10.1 说明

当根据本标准测量的发动机性能(功率、扭矩和燃油消耗率曲线)时,参考资料中应说明方法是“根据 GB/T 16936 进行测量”。

### 10.2 净功率的标记

用“GB”字样按本标准的规定表示“净功率”。

示例:

净功率: kW

在 r/min(根据 GB/T 16936 测定)

### 10.3 净扭矩的标记

用“GB”字样表示“净扭矩”。

示例:

净扭矩: N·m

在 r/min(根据 GB/T 16936 测定)

### 10.4 燃油消耗率的标记

用“GB”字样表示“燃油消耗率”。

示例:

在燃油消耗率 g/(kW·h)

在 r/min(根据 GB/T 16936 测定)

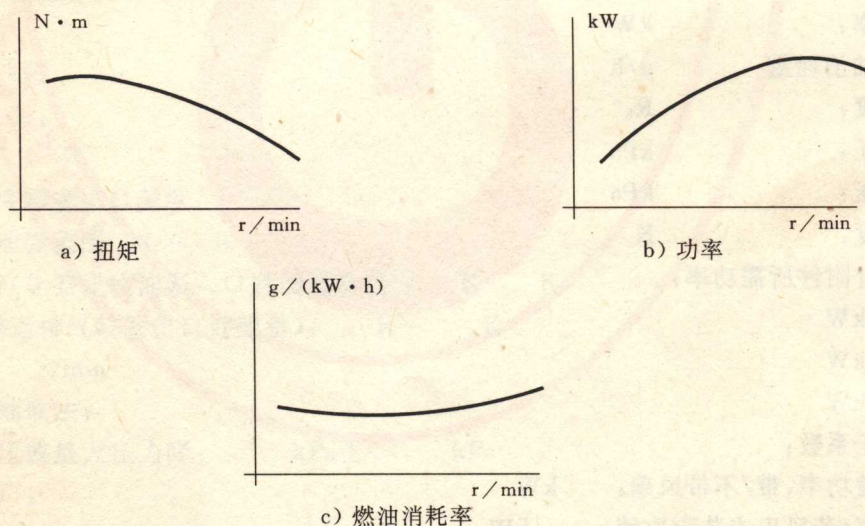


图 2 扭矩、功率和燃油消耗率的特性曲线

版权专有 不得翻印

\*

书号:155066·1-14414

定价: 10.00 元

\*

标目 325—30

GB/T 16936—1997

# 原书缺页