前　　言

本标准等效采用ISO 2787:1984《回转式和冲击式气动工具　性能试验》。本标准与ISO 2787:1984主要技术内容存在如下差异：

1）标准扩大了适用范围，与我国现行有关标准取得了一致，其名称改用《凿岩机械与气动工具　性能试验方法》。

2）取消了ISO 2787中“定义”一章全部内容。

3）对ISO 2787附录C中的个别错误进行了修正。

本标准是对GB/T 5621—1985《凿岩机械与气动工具　性能试验方法》进行的修订。

本标准与GB/T 5621—1985相比，主要技术内容改变如下：

1）增加了前言、ISO前言和引用标准等内容。

2）取消了“定义”一章。

3）对原标准存在的个别错误进行了修正。

本标准的附录A、附录B和附录C是标准的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国凿岩机械气动工具标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：天水凿岩机械气动工具研究所。

本标准主要承办人：魏万江、张玉成、陈兰芳、王书贵、赵宝玉。

本标准首次发布于1985年11月，本次是第一次修订。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是由各国标准化团体(ISO 成员)组成的世界性联合会。制定国际标准的工作通常由 ISO 技术委员会承担。对技术委员会已确定的课题,每个感兴趣的成员都有在该委员会表达意见的权利。与 ISO 保持联系的各国际组织、政府机关和非政府机关也可以参加委员会的有关工作。

技术委员会采纳的国际标准草案在 ISO 委员会认可为国际标准前,须取得成员团体的表决同意。

国际标准 ISO 2787 由 ISO/TC 118 压缩机、气动工具和气动机械技术委员会制定,并于 1982 年 9 月送交到每个成员团体。

下列国家的成员团体赞成本标准:

奥地利　比利时　捷克斯洛伐克　埃及　法国　西德　印度　墨西哥　荷兰　波兰　西班牙　联合王国　美国

没有成员团体不赞成本标准。

本标准属第二版,是对初版(即 ISO 2787:1974)的修订。

中华人民共和国国家标准

凿岩机械与气动工具　性能试验方法

GB/T 5621—1999
eqv ISO 2787:1984

Test methods of performance for rock drilling machines and pneumatic tools

代替 GB/T 5621—1985

1 范围

本标准适用于凿岩机械与气动工具(以下简称机器)的性能试验,不适用于冲击式气螺刀和气扳机的性能试验。

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 3100—1993　国际单位制及其应用

GB 3101—1993　有关量、单位和符号的一般原则

GB/T 4974—1989　压缩机、凿岩机械与气动工具　优先压力

GB/T 6247—1986　凿岩机械与气动工具　名词术语

3 术语、量与单位符号

3.1 术语

本标准所用术语应符合 GB/T 6247 的规定。

3.2 量与单位符号

本标准所采用的量与单位符号应符合 GB 3100 和 GB 3101 的规定,见表 1。

表 1

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
活塞直径	D	毫米	mm
管道或软管内径	d	毫米	mm
冲击能	e	焦耳	J
力	F	牛顿	N
长度	L	米或毫米	m 或 mm
扭矩	M	牛顿米	N·m
最大拧紧扭矩	M_e	牛顿米	N·m
质量	m	千克	kg
功率	P	千瓦	kW
主轴转速	n	转每分	r/min
冲击频率	f	赫兹	Hz
绝对压力	p	兆帕	MPa

国家质量技术监督局 1999-06-14 批准　　1999-11-01 实施

表 1(完)

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
表压力(有效压力)	p_e	兆帕	MPa
大气压力	p_b	千帕	kPa
体积流量	q_V	升每秒	L/s
冲程长度	s	毫米	mm

3.3 角注符号

o 环境条件

av 平均值

s 起动状态(n 或 $f=0$)

i 无负荷状态

P 在给定的输出功率条件下

3.4 性能数据符号

3.4.1 试验数据有效时的压气压力(荐用压力) p

3.4.2 输出功率 P

3.4.3 给定输出功率时的耗气量 q_{VP}

3.4.4 空转耗气量 q_{Vi}

3.4.5 给定输出功率时的转速 n_P

3.4.6 给定输出功率时的扭矩 M_P

3.4.7 起动扭矩

最大起动扭矩 M_{smax}

最小起动扭矩 M_{smin}

注:按 GB/T 6247—1986 中 4.11 和 4.12 的规定标注是哪一种起动扭矩。

3.4.8 空转转速 n_i

3.4.9 无负荷冲击频率 f_i

3.4.10 冲击能 e

3.4.11 冲击频率 f

3.4.12 最大拧紧扭矩 M_e

4 机器的分类

4.1 对机器的说明

	符号	注释
4.1.1 机器型号		制造厂产品型号。
4.1.2 标准机器		机器应包括夹持器及所有防止事和噪声的装置,但不包括作业工具、管接头、软管和支架。
4.1.3 机器的质量	m	如 4.1.2 规定的正常配备的机器质量。
4.1.4 机器的尺寸		在任何情况下都应注明机器的总长度及某种机器的特征尺寸。
4.1.5 活塞的直径和质量	D、m_p	冲击活塞的最大外径尺寸和质量。
4.1.6 活塞的理论行程	s	机器装上尾柄后活塞可以在工作室内轴向运动的长度。

	符　号	注　释
4.1.7　荐用软管内径和长度	d,L_h	供气软管及接头的最小内径和长度。
4.1.8　作业工具的型号和尺寸		按各产品标准的要求。
4.1.9　工具尾柄及衬套		按各产品标准的要求。
4.1.10　工具定位器		
4.1.11　特殊的和附加的特点		如凿岩机的湿式或干式凿岩等。

4.2　各种类型机器须给出的数据

本条的数据是必须给出的,其他数据如需要也可给出。

4.2.1　不带回转的冲击式机器

机器的型号(见 4.1.1)

机器的质量(见 4.1.3)

机器的尺寸(见 4.1.4)

活塞的直径和质量(见 4.1.5)

活塞的理论行程(见 4.1.6)

荐用软管内径和长度(见 4.1.7)

作业工具的型号和尺寸(见 4.1.8)

工具尾柄及衬套(见 4.1.9)

荐用压气压力(见 3.4.1)

负荷耗气量(见 3.4.3)

冲击能(见 3.4.10)

冲击频率(见 3.4.11)

4.2.2　带回转的冲击式机器(如凿岩机等)

机器的型号(见 4.1.1)

机器的质量(见 4.1.3)

机器的尺寸(见 4.1.4)

活塞的直径和质量(活塞的质量包括螺旋母)(见 4.1.5)

活塞的理论行程(见 4.1.6)

荐用软管内径和长度(见 4.1.7)

作业工具的型号和尺寸(见 4.1.8)

工具尾柄及衬套(见 4.1.9)

工具定位器(见 4.1.10)

特殊的和附加的特点(见 4.1.11)

荐用压气压力(见 3.4.1)

负荷耗气量(见 3.4.3)

冲击能(见 3.4.10)

冲击频率(见 3.4.11)

空转转速(见 3.4.8)

4.2.3　回转式机器

机器的型号(见 4.1.1)

机器的质量(见 4.1.3)

机器的尺寸(见 4.1.4)

作业工具的型号和尺寸(见 4.1.8)

工具尾柄及衬套(见 4.1.9)
特殊的和附加的特点(见 4.1.11)
荐用压气压力(见 3.4.1)
最大输出功率(见 3.4.2)
负荷耗气量(见 3.4.3)
空转耗气量(见 3.4.4)
负荷转速(见 3.4.5)
空转转速(见 3.4.8)
扭矩(见 3.4.7)

4.2.4 纯扭式气螺刀和气扳机

机器的型号(见 4.1.1)
机器的质量(见 4.1.3)
机器的尺寸(见 4.1.4)
作业工具的型号和尺寸(见 4.1.8)
工具尾柄及衬套(见 4.1.9)
特殊的和附加的特点(见 4.1.11)
荐用压气压力(见 3.4.1)
最大输出功率(见 3.4.2)
空转耗气量(见 3.4.4)
最大起动扭矩(见 3.4.7)
空转转速(见 3.4.8)

5 性能试验方法

5.1 性能试验的一般规则

5.1.1 试验工作应由有资格的试验人员进行。试验用设备、仪器、仪表必须按现行标准方法进行校准。

5.1.2 试验条件应在下列规定范围内:

大气压力:96 kPa±10 kPa;
环境温度:20℃±2℃;
压气温度:20℃±5℃。

试验过程中,任何偏离规定条件的情况都应在试验报告中注明。试验报告格式见附录 A(标准的附录)、附录 B(标准的附录)。

5.1.3 一般情况下机器应在 0.63 MPa±0.015 MPa 有效压力(表压力)下进行试验。如机器设计采用不同压力(如 0.4 MPa)[1],也可采用该压力,但要在试验报告中说明。不管采用何种压力,在所有试验条件下均应保持这一压力。

5.1.4 测压点依据所使用的工具类型而定(见图 1)。

5.1.4.1 回转式工具应在紧靠工具的进气口前测定工作压力。

5.1.4.2 冲击式工具考虑到试验时脉动气流对性能的影响,从测压点到被测机器之间连接软管的长度至少为 3 m,最好接近 3 m。从测压点到被测机器之间连接软管的内径尺寸应符合产品设计的规定,并在试验报告中说明。

5.1.5 除特殊说明外,压力、主轴转速、冲击频率、输出功率和冲击能等性能数据均应在相同的运转条件下测量。

---

1) 采用不同压力时应符合 GB/T 4974 的规定。

5.1.6 试验运转中，使用润滑油的规格和数量均应符合制造厂推荐的要求。

5.1.7 为了获得某种型号产品的性能数据，必须测量若干台(最少 5 台)，然后给出算术平均值。

5.2 压力

5.2.1 测量用压力表应能清楚地读出满量程时的 0.5%的压力值，所测压力值应在压力表最大读数的 1/4 至 3/4 之间。

5.2.2 试验时进气管路上测压点处压气的流速在绝对压力为 0.73 MPa±0.015 MPa 时不超过 15 m/s。测压时被测机器应处于运转状态。

5.2.3 在输气管路和机器进气口之间装一贮气罐，就可在测压点得到低速度气流，贮气罐还可以衰减气流中的脉冲，以保证正确的流量测量。图 1 为一种比较适用的装置示意图。

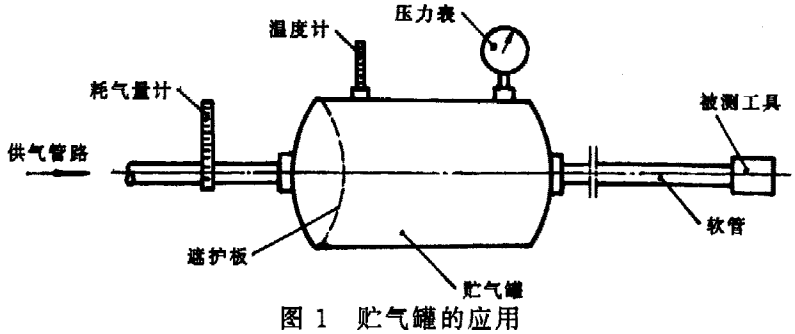

图 1 贮气罐的应用

垂直于气流方向的贮气罐的截面积 A(单位：m^2)应满足：

$$A > 7 \times 10^{-4} \times \frac{q_{V\max}}{p} \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：$q_{V\max}$——被测工具设计时的最大空气(自由空气)流量，L/s；

p——输气管路中绝对压力，MPa。

此时气流速度相当于 15 m/s。

在试验冲击式机器时，贮气罐的容量至少是机器气缸换气容量的 100 倍。压力表的压力导出孔的位置应在贮气罐进气口的另一端，压力表的压力导出孔的中心线与气流方向垂直，以免气流直接冲入压力导出孔。在贮气罐进气口前放一块遮护板效果比较好(如图 1 所示)。

为检查贮气罐和流量装置中压缩空气的温度，应装有温度计。

5.2.4 按图 1 装置检验产品之前，应按如下方法校核该装置，即慢慢地加大空气流量至被测机器的最大流量，同时观察压力表，在这个过程中读数的变化不应超过 0.5%。

5.2.5 要保证在输气管路没有压力脉冲，例如来自空气压缩机的压力脉冲，以免引起压力测量和耗气量测量中的误差。

输气管路中如有明显的压力脉冲，则应在压缩空气进入测量装置之前消除压力脉冲，即在空气压缩机和测量装置之间设置另一个合适的贮气罐。

5.3 扭矩

5.3.1 回转式机器的扭矩测量，采用摆臂式测力计、扭矩计或制动器。

5.3.2 在被测机器的扭矩低于摆臂式测力计额定扭矩的 1/10 时，不应采用这种扭矩装置。

5.3.3 正确方法测出的扭矩值的误差不超过±3%。

5.4 主轴转速

5.4.1 主轴转速的测量，采用的仪表应为具有足够频率并没有丢转现象的计数器。本标准推荐采用磁电传感器或光电传感器，用频率计计数的方法。

5.4.2 按 6.4.1 的要求测出的主轴转速，误差不超过±2%。

5.5 冲击能

5.5.1 冲击式机器冲击能的测量，采用应力波法测量。方法见附录 C(标准的附录)。

5.5.2 在测量由活塞运动而产生回转的冲击回转式机器(如凿岩机)的冲击能时,回转机构应在没有任何外加扭矩于作业工具的情况下进行。

5.5.3 如按附录C的方法测出的冲击能,误差不超过±10%。

5.6 冲击频率

5.6.1 冲击频率的测量可以采用一种能清楚地表明与被测机器冲击次数有关的信号进行。本标准荐用应力脉冲计算机测量法或用磁电传感器等频率计计数法。

5.6.2 由于冲击式机器的冲击频率取决于在作业工具端部应力波的反射情况,因此冲击频率应在机器正常作业条件下测量。例如凿岩机冲击频率的测量应在实际凿岩作业情况下进行。

5.6.3 正确测量得到的冲击频率,误差不超过±2%。

5.7 输出功率

5.7.1 回转式机器

回转式机器的输出功率可以从测得的主轴转速及对应的扭矩值按下式计算出来:

$$P = \frac{M \times \omega}{1\ 000} \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中:P——功率,kW;

M——扭矩,N·m;

ω——主轴角速度,rad/s;

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

π——圆周率;

n——主轴转速,r/min。

计算出每一组扭矩和主轴转速时的功率,可绘制出功率—主轴转速的功率曲线图,由曲线图估算出最大功率时的主轴转速,在此主轴转速时可精确测量出机器输出时的最大功率值。

在试验报告中应写明测出的最大功率和相应的主轴转速。

计算出的机器输出功率的误差取决于扭矩和主轴转速的测量误差。如果这两项达到5.3.3和5.4.2的要求,那么计算出的输出功率误差不超过±5%。

5.7.2 冲击式机器

冲击式机器的输出功率可以按下式计算出来:

$$P = 10^{-3}ef \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中:P——功率,kW;

e——冲击能,J;

f——冲击频率,Hz。

计算出的冲击式机器输出功率的误差,取决于根据5.5.3和5.6.3测出的冲击能和冲击频率的误差。用这种方法得出的输出功率的误差不超过±12%。

5.8 耗气量

5.8.1 机器的耗气量单位一般用L/s或m^3/min的自由空气表示,测量方法是把测得的机器进气口的流量,转换成基准大气的自由空气进行计算,基准大气的条件为:

压力:100 kPa;

温度:20℃;

湿度:65%。

5.8.2 测量机器的耗气量,可以使用已知精度或经校准的测流嘴、压差装置、涡轮流量计、金属管转子流量计等进行。如果流量计的使用状况偏离校准状况时,则应对测量的值进行校正。

5.8.3 如果测量正确,则测出的耗气量误差不超过±5%。

附 录 A
（标准的附录）
凿岩机械与气动工具试验报告格式——回转式机器

根据国家标准 GB/T 5621—1999 进行了如下试验。

A1 试验对象

产品型号_____，
产品名称_____，
产品编号_____，
制造厂_____。

A2 试验条件

大气压力（绝对压力）_____kPa，环境温度_____℃，
湿度_____%。

A3 工作条件

验收气压（表压力）_____MPa，
压气温度_____℃，
软管长度_____m，软管内径_____mm。
润滑油型号_____。

A4 测试仪器

_____
_____。

A5 试验结果

A5.1 负荷耗气量_____L/s，校准值_____L/s，
空转转速_____r/min，空转耗气量_____L/s。

A5.2 转速和扭矩的试验结果见表 A1，功率曲线图见图 A1。

表 A1

主轴转速/(r·min^{-1})					
扭矩/(N·m)					
计算输出功率/kW					

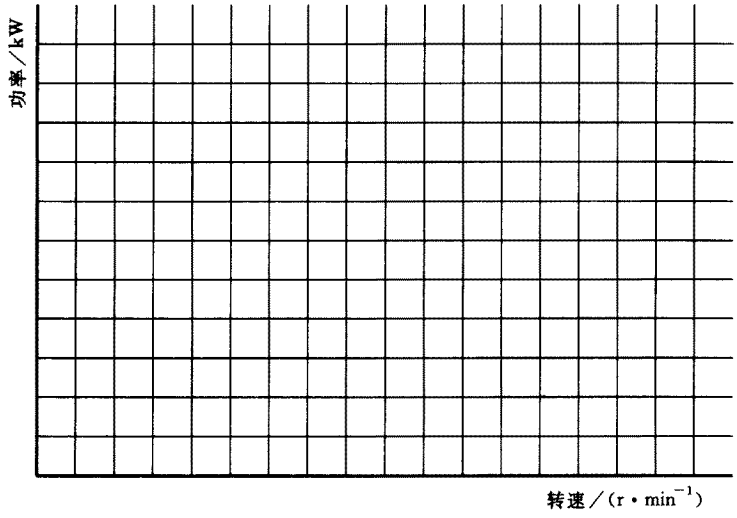

图 A1 功率曲线图

A5.3 最大功率时的主轴转速_____r/min。

A5.4 最大功率时主轴转速下测出的扭矩见表 A2。

表 A2

扭矩/(N·m)					
计算输出功率/kW					

A6 试验记事

_____

_____

报告人_____,日期_____,

审定人_____,日期_____,

报告单位_____,日期_____。

附 录 B

(标准的附录)

凿岩机械与气动工具试验报告格式——冲击式机器

(包括带回转的冲击式机器)

根据国家标准 GB/T 5621—1999 进行了如下试验。

B1 试验对象

产品型号_____,

产品名称_____,

产品编号_____,

制造厂_____。

B2 试验条件

大气压力(绝对压力)_____kPa,环境温度_____℃,

湿度_____%。

B3 工作条件

验收气压(表压力)_____MPa,

压气温度_____℃,

软管长度_____m,软管内径_____mm。

润滑油型号_____。

B4 测试仪器(要写明吸能方法)

_____

_____。

B5 试验结果

B5.1 负荷耗气量_____L/s,校准值_____L/s。

B5.2 试验结果见表B1。

表 B1

冲击频率/Hz					
每次冲击能(平均值)/J					
无负荷或最小扭矩时的转速/($r \cdot min^{-1}$)					

B6 试验记事

B6.1 测杆长度_____mm,

B6.2 测杆直径_____mm,

B6.3 冲击活塞长度_____mm,

B6.4 施于被测机器的轴推力_____N,

B6.5 自由落锤试验情况_____

_____

B6.6 测杆上应变片的位置图

B6.7 其他试验记事

_____

_____

报告人_____,日期_____,

审定人_____,日期_____,

报告单位_____,日期_____。

附 录 C
（标准的附录）
用应力波法测量冲击能的程序

C1 方法A

C1.1 用应力波法测量冲击能所需要的主要设备为贴有应变片的特制或一般钎杆，一台合适的电子放大器，以及能显示入射应力波全长、得出波形坐标的记录设备。

C1.2 对杆要求如下：

a）贴有应变片的杆截面积应不变。其受冲击端应有一符合该产品标准要求的尾柄。从测量用应变片的位置到杆的另一端的距离，应能保证初始入射波不受测量应变片处反射波的影响；

b）从杆的凸缘到应变片的距离，应保证可以测量出反射波而不受从杆凸缘重新反射的波的干扰。

C1.3 杆上至少应贴两片应变片，对称地贴于杆直径两侧，这样可以消除由于弯曲应变造成的影响，以测量轴向应变量。

C1.4 杆应顺着机器导向，以避免出现弯曲。

C1.5 如果机器可以采用两种尾柄尺寸，应在冲击能试验结果中写明试验中所使用的尾柄尺寸。

C1.6 吸能装置应尽量不出现能量反射现象。反射能量不应超过入射波能量的20%。这个值按首次反射能量与初始入射波能量之比确定，以模拟在实际应用中的反射情况。

C1.7 机器的运转条件如下：

a）机器可直立放置在立式试验台上运转，也可以水平放置在卧式试验台上运转，但应尽量符合其实际工作状态，如破碎机应直立放置（见图C1）；

b）为了使机器得到和在正常作业条件下一样的稳定性，需要用柔性装置把机器牢牢地固定住，这种装置可以用经校正的弹簧，也可以用气动千斤顶。除另有规定外，轴推力大小的选用应按制造厂的规定[2)]。本标准推荐破碎机：轴推力为450～500 N，气镐：轴推力为200～250 N。

C1.8 输入到机器的能量应按制造厂的规定。

C1.9 应记录一定数量的入射波（如25个），由此逐一计算出能量（见C1.12），并取平均值。

C1.10 按C1.9所得的记录为电输出和时间的关系曲线。必须把曲线转换成应力和时间关系的曲线。这项转换工作可以用应变片系数、对应变片电桥的输入电压和电输出这样一些电参数来进行。由于应变片粘贴的不一致性，因此实际的应变片系数同所引用的值不一定相同，所以需要对该系数进行标定。其中一个方法是自由落锤试验。

在自由落锤试验中，用一根具有导向装置的落锤自由下落冲击钎杆，落锤截面均匀，同钎杆的截面相似或稍大一些。记录下全部的入射应力波，按下式计算：

$$R = \rho c \frac{u}{1+\gamma} \qquad \cdots\cdots (C1)$$

式中：u——冲击点落锤速度，m/s；

ρ——钎杆材料密度，kg/m^3；

γ——钎杆与落锤的面积比；

c——钎杆中的声速，m/s；

R——应力振幅，N/m^2。

2）确定这些轴推力值是为了得到稳定的试验结果，它们并不代表在正常作业条件下的轴推力。

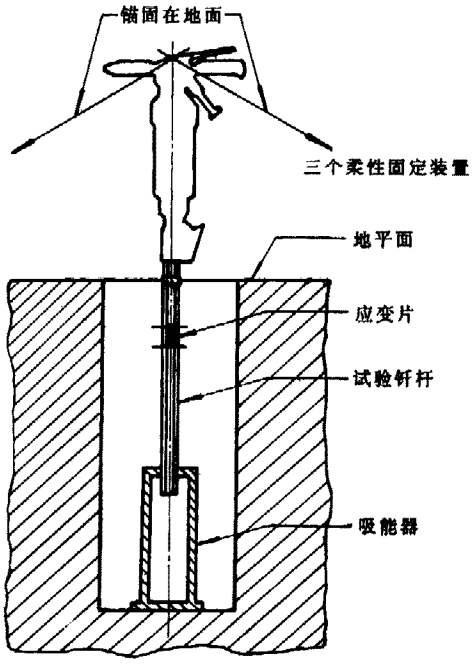

图 C1　应变测量装置

在自由落锤试验中，冲击点落锤速度为：

$$\sqrt{2gh}$$

式中：g——重力加速度，m/s^2；

h——落锤下落高度，m。

如能标定出准确结果，其他标定方法亦可应用。

C1.11　采用 C1.10 中提出的标定方法，可以标定 C1.9 中得出的记录，反映出贴应变片部位杆上的应力波通过该点时的时间关系。

C1.12　用足够的积分点（至少 30 个），即可用积分法得到入射波能量，按下式计算：

$$e = \frac{ac}{E}\sum_j R_j^2 \Delta t \qquad \cdots\cdots (C2)$$

式中：e——能量，J；

a——贴有应变片的杆的截面积，m^2；

E——杨氏模量，N/m^2；

j——积分点的个数；

R_j——第 j 个积分点的应力振幅；

Δt——每个间隔的应力持续时间。

C2　方法 B

如果没有能按照方法 A 中 C1.12 要求对入射波至少有 30 个测点的测量设备，则可采用下述比例法。

C2.1　如果机器的冲击频率是稳定的话，应记录完整的入射应力波。

C2.2　需补充记录至少是 25 次连续冲击的振幅。根据记录，计算出入射波的平均峰值应力和冲击频率。

C2.3　为了按 C2.6 得出冲击能的平均值，每组应进行三次试验。

C2.4　用 C1.10 提出的校准方法，根据记录（见 C2.1）可以重新画出图来。把信号划分成一定数量的间隔。

C2.5 用修正系数乘上标定的入射应力波。修正系数应该为：从C2.2得出的平均峰值应力除以从C2.4记录得出的峰值应力。

C2.6 然后可以按C1.12介绍的方法计算入射波能量。

C2.7 作为采用方法B的一个实例，图C2为整个入射波电输出同时间的关系。为计算能量的总和，入射波的全部时间(160 μs)被分为16个间隔，每个间隔 $\Delta t=10$ μs。

图C2 入射应力波波形

C2.7.1 使用应力按下式计算：

$$R = E \times \frac{4U_0}{KU_iN} \qquad \cdots\cdots(C3)$$

$$R = 20.7 \times 10^{10} \times \frac{4\,U_0}{2.125 \times 3 \times 2} = 6.5 \times 10^{10} \times U_0$$

式中：R——应力振幅，N/m^2；

U_0——电桥输出电压，V；

K——应变片系数，$K=2.125$；

U_i——加在电桥上的电压，$U=3$ V；

N——工作臂的数量，$N=2$；

E——杨氏模量，$E=20.7\times10^{10}$ N/m^2。

式C3可把每一个 Δt 的电输出转换成应力振幅，单位为 N/m^2。

C2.7.2 从连续25次冲击的记录，可以得出入射波平均峰值应力为 31×10^7 N/m^2(再次应用式C3)。这个值相当于整个记录下的入射波得出的高峰应力振幅值 29×10^7 N/m^2。然后把所有入射波应力振幅值用乘上系数(31/29)的方法予以修正。

从连续25次冲击的记录中也可以得出机器的冲击频率。

C2.7.3 表C1给出了应力振幅值及经过修正的应力振幅值：

表C1

间　隔	应力振幅值 10^7 N/m^2	经修正的应力振幅值 10^7 N/m^2
0	0	0
1	1.96	2.10
2	6.48	6.93
3	16.87	18.03
4	22.76	24.33
5	28.55(峰值)	30.52
6	22.07	23.59
7	17.53	18.74
8	14.22	15.20
9	18.84	20.14

表 C1(完)

间　隔	应力振幅值 10^7 N/m²	经修正的应力振幅值 10^7 N/m²
10	10.30	11.01
11	9.68	10.35
12	6.47	6.92
13	7.35	7.86
14	8.04	8.59
15	9.32	9.96
16	5.14	5.49

C2.7.4　用自由落锤试验进行检验，用速度与峰值应力值的插入比较法即可确定实际峰值应力振幅的速度。把求得的速度代入公式 $R=\rho c\frac{u}{1+\gamma}$，即可计算出峰值应力，然后把这个值同第 5 间隔得到的值进行比较(见表 C1)。此时两个数值吻合，无需对标定值进行修正。

C2.7.5　用式 C2 计算能量 e：

$$e=\frac{ac}{E}\sum_{j=1}^{16}R_j^2\Delta t=$$

$$\frac{7.26\times10^{-4}\times5.08\times10^3\times(10\times10^{-6})\times10^{14}}{20.7\times10^{10}}\times$$

$$(2.10^2+6.93^2+\cdots+5.49^2)=71.025\approx71$$

式中：a——贴有应变片的杆的截面积，$a=7.26\times10^{-4}$ m²；

c——钢中的声速，$c=5\ 080$ m/s；

E——杨氏模量，$E=20.7\times10^{10}$ N/m²；

$\Delta t=10\times10^{-6}$ s。

C2.7.6　结果：

耗气量：30 L/s；

冲击频率：20 Hz；

每次冲击的冲击能(平均值)：71 J。