

凿岩机械与气动工具性能试验方法

Test methods of performance for rock drilling
machines and pneumatic tools

本标准适用于凿岩机械与气动工具（以下统称机器）的性能试验。但不适用于钻车、潜孔钻机、冲击式气扳机的性能试验。

本标准参照采用ISO 2787—1984《回转式和冲击式气动工具一性能试验》。

1 定义

1.1 几个普通物理名词的定义

1.1.1 总压力：当运动的气流停止运动，其动能通过等熵压缩由流动状态到静止状态时，在滞点测出的压力。该压力通常用皮托管测定。在静止状态的气体中，静压力与总压力在数值上是相等的。

1.1.2 静压力：当气体的速度对测量不产生作用的情况下测出的压力。

1.1.3 动压力（速度压力）：总压力减去静压力即为动压力。

1.1.4 大气压力：在试验场地测出的大气绝对压力。

1.1.5 表压力（有效压力）：测出的高于大气压力的压力。

1.1.6 绝对压力：在绝对零度值，即在绝对真空条件下测出的压力。其值等于大气压力与表压力的代数和。

1.1.7 自由空气：现场大气条件下的空气。

1.1.8 总温度：当运动的气流停止运动，其动能通过等熵压缩由流动状态到静止状态时，在滞点测出的温度。

如果测点的气体流速低于30m/s，那么气流在停滞时升高的温度可以忽略不计。

1.2 关于回转式气动马达（包括气动发动机）扭矩性能的定义

1.2.1 静力起动扭矩：当扭矩负荷足以阻止回转时，由于流体压力的作用，马达继续产生的扭矩。

注：静力起动扭矩值的大小取决于气动马达主轴的角度位置。主轴的角度最合适时，可得到最大静力起动扭矩；当主轴的角度最不合适时，得到最小静力起动扭矩。

1.2.2 动力起动扭矩：当扭矩负荷足以阻止回转时，由于流体压力的作用，气动马达输出轴传递的峰值扭矩。

注：动力起动扭矩往往超过静力起动扭矩，由于气动马达主轴与负荷之间存在空运转，使得在加负荷之前转速加快，动量增大。

1.2.3 制动负荷扭矩：在匀速情况下传递的连续扭矩。

1.2.4 最大制动负荷扭矩：在匀速情况下能传递的最大连续扭矩。

1.2.5 静力失速扭矩：负荷使马达失速后继续产生的扭矩。

注：扭矩值的大小取决于气动马达的主轴在失速状态时的角度位置。当主轴的角度位置最合适时，可得到最大静力失速扭矩；当主轴的角度最不合适时，得到最小静力失速扭矩。

1.2.6 动力失速扭矩：当施加负荷使马达失速后，输出轴传递的峰值扭矩。

注：峰值扭矩视因负荷引起的减速情况而变化。

2 符号、代号

2.1 量与单位符号

本标准所采用的量与单位符号符合GB 3100—82《国际单位制及其应用》和GB 3101—82《有关量、单位和符号的一般原则》的规定。

量与单位符号见下表:

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
质量	m	千克	kg
功率	P	千瓦	kW
主轴转速	n	转每分	min ⁻¹
冲击频率*	f	赫兹	Hz
绝对压力	p	兆帕	MPa**
表压力(有效压力)	p_e	兆帕	MPa**
大气压力	p_b	兆帕	MPa**
容积流量	q_v	升每秒	L/s
冲程长度	S	毫米	mm

2.2 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

2.3 性能数据符号

2.3.1 试验数据有效时的压气压力(荐用压力) p

2.3.2 输出功率 P

* 在JB 3065—82《凿岩机械与气动工具名词、术语》中称“冲击次数”是以每分为单位,与“冲击频率”两者不同。

** 1 MPa = 10⁶ Pa。

- 2.3.3 给定输出功率时的耗气量 q_{vp}
 2.3.4 空转耗气量 q_{vi}
 2.3.5 给定输出功率时的转速 n_p
 2.3.6 给定输出功率时的扭矩 M_p
 2.3.7 最大起动扭矩 M_{smax}
 2.3.8 最小起动扭矩 M_{smin}
 2.3.9 空转转速 n_i
 2.3.10 无负荷冲击频率 f_i
 2.3.11 冲击能 e
 2.3.12 冲击频率 f
 2.3.13 最大拧紧扭矩 M_e

3 对机器的说明和须给出的性能数据

3.1 对机器的说明

	符 号	注 释
3.1.1 机器的型号		制造厂产品型号。
3.1.2 标准机器		机器应包括夹持器及所有防止事故和噪声的装置,但不包括作业工具、管接头、软管和支架。
3.1.3 机器的质量	m	如3.1.2款规定的正常配备的机器质量。
3.1.4 机器的尺寸		在任何情况下都注明机器的总长以及某种机器的特征尺寸。
3.1.5 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。
3.1.6 活塞的理论行程	S	机器装上尾柄后活塞可以在工作室轴向运动的长度。
3.1.7 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。
3.1.8 作业工具的型号和尺寸		按各产品标准的要求。
3.1.9 机器的尾柄和衬套		按各产品标准的要求。
3.1.10 机器的定位器		
3.1.11 特殊的和附加的特点		如凿岩机的湿式或干式凿岩等。

3.2 各种类型机器须给出的数据

本条各款的数据是必须给出的,其他数据如需要也可给出。

3.2.1 不带回转的冲击式机器

机器的型号(见3.1.1款)
 机器的质量(见3.1.3款)
 机器的尺寸(见3.1.4款)
 活塞的直径和质量(见3.1.5款)
 活塞的理论行程(见3.1.6款)
 荐用软管内径和长度(见3.1.7款)
 作业工具的型号和尺寸(见3.1.8款)
 工具的尾柄和衬套(见3.1.9款)
 荐用压气压力(见2.3.1款)
 负荷耗气量(见2.3.3款)
 冲击能(见2.3.11款)

冲击频率 (见2.3.12款)

3.2.2 带回转的冲击式机器 (如凿岩机等)

机器的型号 (见3.1.1款)

机器的质量 (见3.1.3款)

机器的尺寸 (见3.1.4款)

活塞的直径和质量 (活塞的质量包括螺旋母) (见3.1.5款)

活塞的理论行程 (见3.1.6款)

荐用软管内径和长度 (见3.1.7款)

作业工具的型号和尺寸 (见3.1.8款)

机器的尾柄和衬套 (见3.1.9款)

机器的定位器 (如气腿式凿岩机的气腿) (见3.1.10款)

特殊的和附加的特点 (见3.1.11款)

荐用压气压力 (见2.3.1款)

负荷耗气量 (见2.3.3款)

冲击能 (见2.3.11款)

冲击频率 (见2.3.12款)

空转转速 (见2.3.9款)

3.2.3 回转式机器

机器的型号 (见3.1.1款)

机器的质量 (见3.1.3款)

机器的尺寸 (见3.1.4款)

作业工具的型号和尺寸 (见3.1.8款)

机器的尾柄和衬套 (见3.1.9款)

特殊的和附加的特点 (见3.1.11款)

荐用压气压力 (见2.3.1款)

最大输出功率 (见2.3.2款)

负荷耗气量 (见2.3.3款)

空转耗气量 (见2.3.4款)

负荷转速 (见2.3.5款)

空转转速 (见2.3.9款)

扭矩 (见1.2.4款)

3.2.4 气螺刀和纯扭式气扳机

机器的型号 (见3.1.1款)

机器的质量 (见3.1.3款)

机器的尺寸 (见3.1.4款)

作业工具的型号和尺寸 (见3.1.8款)

机器的尾柄和衬套 (见3.1.9款)

特殊的和附加的特点 (见3.1.11款)

荐用压气压力 (见2.3.1款)

最大输出功率 (见2.3.2款)

空转耗气量 (见2.3.4款)

最大静力起动扭矩 (见2.3.7款)

空转转速 (见2.3.9款)

4 性能试验方法

4.1 性能试验的一般规则

4.1.1 试验工作应由有能力的试验人员进行。试验用设备、仪器、仪表必须按现行标准方法进行校准。

4.1.2 试验条件应在下列规定范围内：

大气压力： $960 \pm 100 \text{ mbar}$ (10^{-4} MPa)。

环境温度： $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

压气温度： $20 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

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（补充件）、附录B（补充件）。

4.1.3 一般情况下机器应在 $6.3 \pm 0.15 \text{ bar}$ 有效压力（表压力）下进行试验。如机器设计采用不同压力（如 4 bar ）*，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。

4.1.4 测压点应设在贮气罐上（见4.2.3款图）。

4.1.4.1 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 。

4.1.4.2 从测压点到被测机器之间连接软管的内径应符合产品设计规定的尺寸。

4.1.5 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。

4.1.6 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。

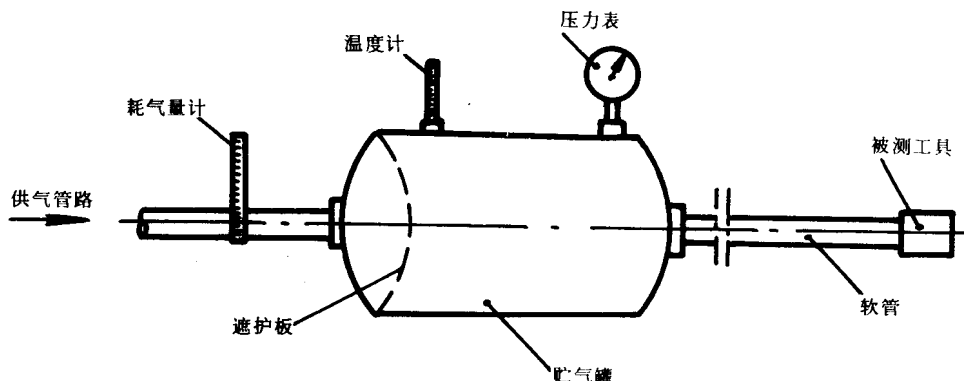
4.1.7 为了获得某种型号产品性能数据，必须测量若干台（最少5台），给出算术平均值。

4.2 压力

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

4.2.2 试验时进气管路上测压点压气的流速在绝对压力为 $7.3 \pm 0.15 \text{ bar}$ 时不超过 15 m/s 。测压时被测工具应处于运转状态。

4.2.3 在输气管路和气动工具进气口之间应装一贮气罐，用以衰减气流中的脉冲，保证正确的流量测量。下图为一种比较适用的装置示意图。



* 采用不同压力应按GB 2346—80《液压气动系统及元件——公称压力系列》选用。

垂直于气流方向的贮气罐的截面积 A (单位 m^2) 应满足:

$$A > 7 \times 10^{-4} \times \frac{q_{v\max}}{P} \dots\dots\dots (1)$$

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

P ——输气管路中的绝对压力, MPa。

此时气流速度相当于 15m/s。

在试验冲击式机器时, 贮气罐的容量至少是气缸换气容量的 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 (如上图所示)。

为检查贮气罐和流量测量装置中压缩空气的温度, 应装有温度计。

4.2.4 按 4.2.3 款图示装置检验产品之前, 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%。

4.2.5 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。

4.3 扭矩

4.3.1 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。

4.3.2 在被测机器的扭矩低于摆臂式测力计额定扭矩的十分之一时, 不应采用这种扭矩装置。

4.3.3 正确方法测出的扭矩值的误差不超过 $\pm 3\%$ 。

4.4 主轴转速

4.4.1 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, 计数时间为 6 s 或 10 s。

4.4.2 按 4.4.1 款的要求测出的主轴转速, 误差不超过 $\pm 2\%$ 。

4.5 冲击能

4.5.1 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 (补充件)。

4.5.2 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。

4.5.3 如按附录 C 的方法测出的冲击能, 误差不超过 $\pm 10\%$ 。

4.6 冲击频率

4.6.1 冲击频率的测量可以采用任何一种能清楚地表明与被测机器冲击次数有关的信号进行。本标准推荐用触点法或用磁电传感器频率计计数法。用计数法时计数时间为 6 s 或 10 s。

4.6.2 由于冲击式机器的冲击频率取决于在钎头端部冲击波的反射情况, 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。

4.6.3 正确测量得到的冲击频率, 误差不超过 $\pm 2\%$ 。

4.7 输出功率

4.7.1 回转式机器

回转式机器的输出功率可以从主轴转速和相应的扭矩值按下式计算出来:

$$P = \frac{M \times \omega}{1000} \dots\dots\dots (2)$$

式中: P ——功率, kW;

M ——扭矩, $\text{N} \cdot \text{m}$;

ω ——主轴角速度, rad/s ;

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

π ——圆周率；

n ——主轴转速， min^{-1} 。

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，然后精确测量在这一转速下的功率。

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4.3.3和4.4.2款的要求，那么计算出的输出功率的误差不超过 $\pm 5\%$ 。

4.7.2 冲击式机器

冲击式机器的输出功率可以按下式计算出来：

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

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4.5.3和4.6.3款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 $\pm 12\%$ 。

4.8 耗气量

4.8.1 气动工具和气动机械的耗气量一般用 m^3/s 或 L/s 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：1 bar；

温度：20℃；

湿度：65%。

4.8.2 测量气动工具和气动机械的耗气量，也可以使用已知精度或经校准的测流嘴、压差装置、涡流流量计、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。

4.8.3 正确测量测出的耗气量，误差不超过 $\pm 5\%$ 。

附录 A

凿岩机械与气动工具试验报告格式——回转式机器
(补充件)

根据国家标准GB 5621—85进行了如下试验。

A.1 试验对象

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

A.2 试验条件

大气压力 (绝对压力) _____ mbar (10^{-4} MPa), 环境温度 _____ °C,
 湿度 _____ %。

A.3 工作条件

压气的有效压力 (表压力) _____ bar,
 空转转速 _____ min^{-1} ,
 压气温度 _____ °C,
 润滑油型号 _____ 。

A.4 测试仪器

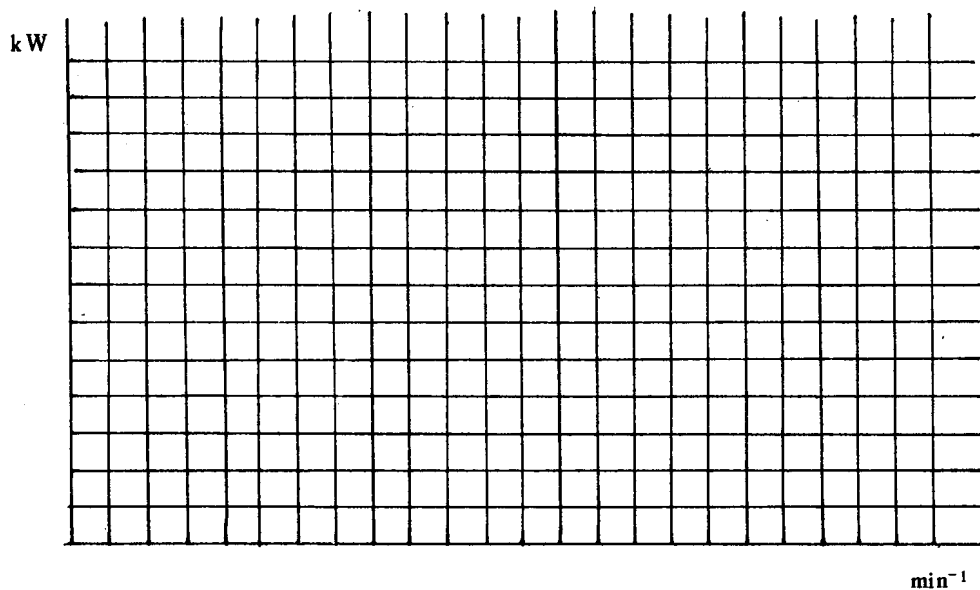
 _____。

A.5 试验结果

A.5.1 负荷耗气量 _____ L/s, 校准值 _____ L/s,
 空转耗气量 _____ L/s。

A.5.2 转速和扭矩测量

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



A.5.3 最大功率时的主轴转速 _____ min^{-1} 。

A.5.4 最大功率时主轴转速下测出的扭矩

扭矩 $\text{N} \cdot \text{m}$					
计算输出功率 kW					

A.6 试验记事

_____。

报告人 _____，日期 _____，

审定人 _____，日期 _____，

报告单位 _____，日期 _____。

附 录 B
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)
(补充件)

根据国家标准GB 5621—85进行了如下试验。

B.1 试验对象

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

B.2 试验条件

大气压力 _____ mbar 10^{-4} MPa, 环境温度 _____ $^{\circ}\text{C}$,
 湿度 _____ %。

B.3 工作条件

压气的有效压力(表压力) _____ bar,
 压气温度 _____ $^{\circ}\text{C}$,
 润滑油型号 _____ 。

B.4 测试仪器(要写明吸能方法)

 _____。

B.5 试验结果

B.5.1 负荷耗气量 _____ L/s, 校准值 _____ L/s。

B.5.2 测量结果

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 min^{-1}					

B.6 试验记事**B.6.1** 测杆长度_____ mm,**B.6.2** 测杆直径_____ mm,**B.6.3** 冲击活塞长度_____ mm,**B.6.4** 施于被测机器的轴推力_____ N,**B.6.5** 自由落锤试验情况_____

_____。

B.6.6 测杆上应变片的位置图**B.6.7 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

用应力波法测量冲击能的程序 (补充件)

C.1 方法A

C.1.1 用应力波法测量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，以及能显示入射应变波全长、得出波形座标的记录设备。

C.1.2 对杆要求如下：

a. 贴有应变片的杆，受冲击端应有一符合该产品标准要求的尾柄。杆的截面积不变。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。

C.1.3 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。

C.1.4 杆应顺着机器导向，以避免出现弯曲波。

C.1.5 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。

C.1.6 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测出，以模拟在实际应用中的反射情况。

C.1.7 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. 作业工具在材料碎裂之前嵌入需破碎的材料之中就得到一种稳定的作业条件。为了使机器得到这样的稳定性，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，轴推力情况应按制造厂的规定*。本标准推荐破碎机：轴推力为450~500N，气镐：轴推力为200~250N。

C.1.8 输入到机器的能量应按制造厂的规定。

C.1.9 应记录一定数量的入射波（如25个），由此逐一计算出能量（见C.1.12），并取平均值。

C.1.10 按C.1.9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、对应变片电桥的电激励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变波，按下式计算：

$$R = \rho c \frac{v}{1 + \gamma} \dots\dots\dots (C1)$$

式中：v ——冲击点落锤速度，m/s；

ρ ——钎杆材料密度，kg/m³；

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/m²。

* 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值。

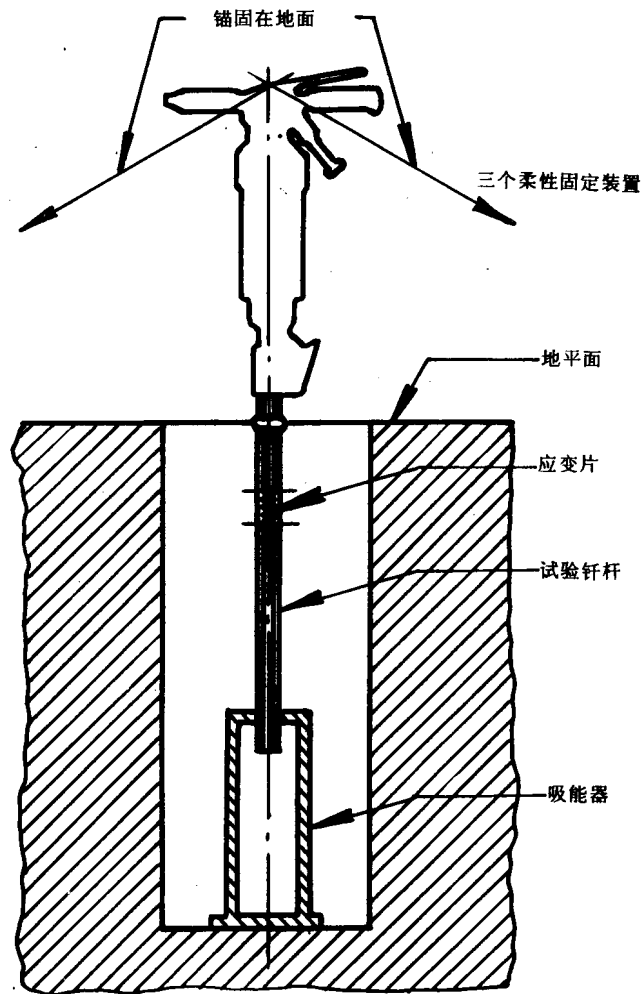


图 C1 应变测量装置

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。

C.1.11 采用C.1.10中提出的标定方法，可以标定C.1.9中得出的记录，反映出贴应变片部位杆上的应力与波通过该点时的时间的关系。

C.1.12 用足够的积分点(至少10个)，即可用积分法得到入射波能量，按下式计算：

$$e = \frac{ac}{E} \sum_j R_j^2 \Delta t \quad \dots\dots\dots (\text{C}2)$$

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。

C.2 方法B

如果没有能按照方法A中C.1.12要求,对入射波至少有10个测点的测量设备,则可采用下述比例法。

C.2.1 如果机器的冲击频率是稳定的话,应记录完整的人射应变波。

C.2.2 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。

C.2.3 为了按C.2.6得出冲击能的平均值,每组应进行三个试验。

C.2.4 用C.1.10提出的校准方法,根据记录(见C.2.1)可以重新画出图来。把信号划分成一定数量的间隔。

C.2.5 用修正系数乘上标定的人射应变波。修正系数应该为:从C.2.2得出的平均峰值应力除以从C.2.4记录得出的峰值应力。

C.2.6 然后可以按C.1.12介绍的方法计算入射波能量。

C.2.7 作为采用方法B的一个实例,图C2为整个人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 μ s)被分为16个间隔,每个间隔 $\Delta t = 10\mu$ s。



图 C2 入射应变波波形

C.2.7.1 使用应力按下式计算:

$$R = E \times \frac{4U_o}{KU_i N} \dots\dots\dots (C3)$$

$$R = 20.7 \times 10^{10} \times \frac{4U_o}{2.125 \times 3 \times 2}$$

$$= 6.5 \times 10^{10} \times U_o$$

式中: R ——应力振幅, N/m^2 ;

U_o ——电桥输出电压, V ;

K ——应变片系数 = 2.125;

U_i ——加在电桥上的电压 = 3 V ;

N ——工作臂的数量 = 2;

E ——杨氏模量 = 20.7×10^{10} , N/m^2 。

可把每一个 Δt 的电输出转换成应力振幅,单位为 N/m^2 。

C.2.7.2 从连续25次冲击的记录,可以得出入射波平均峰值应力为 $31 \times 10^7 N/m^2$ (再次应用C.2.7.1的公式)。这个值相当于从整个记录下的人射波得出的高峰应力振幅值 $29 \times 10^7 N/m^2$ 。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。

C.2.7.3 下表给出应力振幅值及经过修正的应力振幅值:

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	(峰值) 28.55	31.00
6	22.07	23.60
7	17.53	18.74
8	14.22	15.20
9	18.84	20.14
10	10.30	11.01
11	9.68	10.34
12	6.47	6.92
13	7.35	7.84
14	8.04	8.59
15	9.32	9.96
16	5.14	5.49

C.2.7.4 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 $R = \rho c \frac{v}{1 + \nu}$, 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C.2.7.3)。此时两个数值吻合, 无需对标定值进行修正。

C.2.7.5 用C.1.12中的公式计算能量:

$$\begin{aligned}
 \text{能量 } e &= \frac{ac}{E} \sum_{j=1}^{j=16} R_j^2 \Delta t \\
 &= \frac{7.26 \times 10^{-4} \times 5.08 \times 10^3 \times (10 \times 10^{-6}) \times 10^{14}}{20.7 \times 10^{10}} \times \\
 &\quad (2.12^2 + 7.02^2 + \dots + 5.63^2) \\
 &= 68.8 \text{ J} \approx 69 \text{ J}
 \end{aligned}$$

式中: a ——贴有应变片的杆的截面积 ($= 7.26 \times 10^{-4}$), m²;

c ——钢中的声速 ($= 5080$ m/s);

$E = 20.7 \times 10^{10}$ N/m²;

$\Delta t = 10 \times 10^{-6}$ s。

C.2.7.6 结果:

耗气量: 30 L/s;

冲击频率: 20Hz;

每次冲击的冲击能(平均值): 69J。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由天水风动工具研究所归口并负责起草。

本标准主要起草人王书贵、赵宝玉。