

T/CSCS

团体标准

T/CSCS 2025—XXXX

潜孔冲击器性能测试方法

Test methods of performance for down-the-hole hammers

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国钢结构协会 发布

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 冲击器型号与基本参数 1

5 测试要求 1

6 测试方法 2

附 录 A （规范性） 潜孔冲击器性能测试报告格式（应力波法） 5

附 录 B （规范性） 潜孔冲击器性能测试报告格式（末速度法） 6

附 录 C （规范性） 用应力波法测量冲击能量的程序..... 7

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。

本文件由中国钢结构协会钎钢钎具分会提出。

本文件由中国钢结构协会标准化管理委员会归口。

本文件起草单位：衢州市计量质量检验研究院、长沙矿冶研究院有限责任公司、赣州锐科合金材料有限公司、宣化苏普曼钻潜机械有限公司、湖北五环欧科制造技术有限公司、长沙黑金刚实业有限公司、长沙天和钻具机械有限公司、安百拓（张家口）建筑矿山设备有限公司、长沙超金刚机械制造有限公司、浙江民盛机械有限公司、武汉新锐合金工具有限公司、潜江市江汉钻具有限公司、武穴市长江工具股份有限公司、山东裕兴机械有限公司、长沙捷钻工程机械有限公司、浙江开山钎具有限公司、台州市开球钻具有限公司、煤科（北京）检测技术有限公司、山东阳谷天岳钻具有限公司、河南凿岩钎具检验检测有限公司、中国钢结构协会钎钢钎具分会。

本文件主要起草人：徐壬六、高波、林海斌、童良怀、罗建飞、徐小捷、吴腾飞、陈天晓、董全文、龚康强、杨日平、师明辉、王东晓、相仁发、余永高、姜忠海、鲍立强、潘忠原、戴凯峰、郭清、方新军、李儒辉、蒋明庆、谢林辉、吴海林、江旭、赵敏国、许海龙、王广超、徐强、王建立、王志远、王燕燕、刘倩倩、徐随成。

潜孔冲击器性能测试方法

1 范围

本文件规定潜孔冲击器性能测试方法的术语和定义、冲击器型号和基本参数、测试要求、测试方法等要求。
本文件适用于以压缩空气为动力的潜孔冲击器性能测试。

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 4974 空压机、凿岩机械与气动工具 优先压力
- GB/T 5621 凿岩机械与气动工具 性能试验方法
- GB/T 6247（所有部分） 凿岩机械与便携式动力工具 术语

3 术语和定义

GB/T 6247(所有部分)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

4 冲击器型号

4.1 冲击器型号

潜孔冲击器（以下简称冲击器）型号表示方法应符合图1的规定。

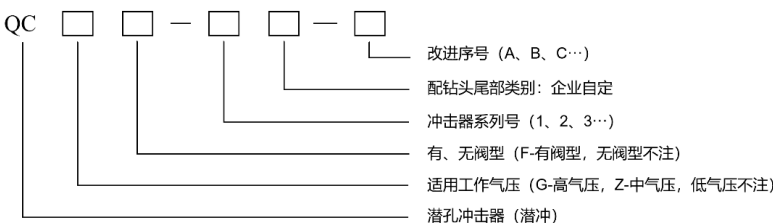


图1 冲击器型号表示方法

5 测试要求

5.1 测试一般规则

- 5.1.1 测试工作应由有资格的测试人员进行。试验用设备、仪器和仪表应按标准方法进行校准。
- 5.1.2 不同的环境条件如大气压力和环境温度,影响着产品性能,而且压气的温度也影响着产品性能,因此测试条件应在下列规定的范围内:
 - 大气压力: 96 ± 10 kPa;
 - 环境温度: $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$;
 - 压气温度: $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.1.3 在测试期间,温度应尽可能地接近测试条件,任何偏离规定条件的情况都应在测试报告中注明。测试报告的格式见附录 A 和附录 B。
- 5.1.4 一般情况下,产品应在验收压力(表压力,低气压冲击器验收压力为 0.63MPa; 中气压冲击器验

收压力为 1.00MPa；高压冲击器验收压力为 1.80MPa。)下进行测试。如果产品设计采用了 GB/T 4974 规定的不同的压力，也可采用该压力，但应在测试报告中说明。不管采用何种压力，在所有测试条件下都应保持这一压力。

5.1.5 由于制造的公差，相同型号的产品会测出不同的性能参数。为了获得某种型号产品的性能参数，必须测量若干台同一型号的产品（最少 2 台），然后给出算术平均值。

5.2 测试项目

冲击器性能测试项目包括：

- 进气压力；
- 冲击能量；
- 冲击频率；
- 耗气量。

6 测试方法

6.1 进气压力

6.1.1 进气压力是影响产品性能的重要因素，应精确地进行测量。

6.1.2 压力测量装置应能清楚地读出满量程 0.5% 的压力值，所测压力值应在压力测量装置最大读数的 1/4 至 3/4 之间。

6.1.3 测试时进气管路上测压点处压气的流速不应超过 15 m/s，测压时被测产品应在运转状态。

6.1.4 在输气管路与被测产品之间装一个储气罐，就可在测压点得到低速度气流，储气罐还可以衰减气流中的脉动，以确保正确的流量测量。图 2 为一个比较适用的装置示意图。

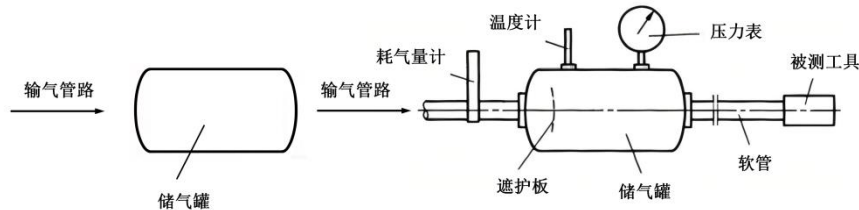


图2 储气罐的应用

垂直于气流方向的储气罐的截面积 A （单位为 m^2 ）应满足：

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

式中：

$q_{V_{\max}}$ ——被测产品设计时的最大自由空气流量，单位为升每秒（L/s）；

p ——输气管道中的绝对压力，单位为兆帕（MPa）。

6.1.5 在试验冲击器时，储气罐的容量应至少是被测冲击器换气容量的 100 倍。压力测量装置的压力导出孔的位置应在储气罐进气孔的另一端，其中心线与气流的方向应垂直，以免气流直接冲入压力导出孔。在储气罐进气口前放一块遮护板效果比较好（如图 2 所示）。

6.1.6 为检查储气罐和流量装置中压缩空气的温度，储气罐上应装有温度计。

6.1.7 在按图 2 装置检测冲击器之前，应校验该装置，具体方法是慢慢地加大空气流量至被测冲击器的最大流量，同时观察压力测量装置，在这个过程中，压力测量装置读数的变化不应超过 0.5%。

6.1.8 在输气管路中应保证没有压力脉冲，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，即可在空气压缩机和测量装置之间设置另一个合适的储气罐。

6.1.9 按 6.1.4~6.1.9 和使用适当校准的压力测量装置进行试验时，应使运转压力保持在要求压力值的 $\pm 2\%$ 以内。

6.2 冲击能量

6.2.1 应力波法

- 6.2.1.1 当冲击器的活塞撞击作业工具(如凿岩钎具、凿子等)时,在作业工具中产生应力波(应力脉冲),并沿着作业工具的方向传向凿头末端,此应力脉冲能用适当的仪器记录下来。应力脉冲携带着活塞的一部分冲击能量,而且最大应力是活塞在撞击作业工具时的冲击末速度(即活塞冲击能量)的函数。通过适当的标定,活塞的冲击能量与最大应力之间的关系就可确定下来。
- 6.2.1.2 采用应力波法测量冲击能量按 GB/T 5621 的规定执行,详细方法见附录 C。
- 6.2.1.3 如按附录 C 的方法测出的冲击能量,其误差不超过±10%。

6.2.2 末速度法

- 6.2.2.1 在验收气压下,通过在专用试验钻头上安装传感器,应记录一定数量的测量值(如 25 个),由此逐一计算出能量并取平均值。宜采用活塞冲击钻头时测量通过传感器 A、B 之间产生的时间差 Δt 而得出活塞末速度,其结构示意图如图 3 所示。亦可在专用试验钻头上安装光电位移传感器,测定冲击活塞位移,并进行微分,得出活塞冲击钻头时的末速度。

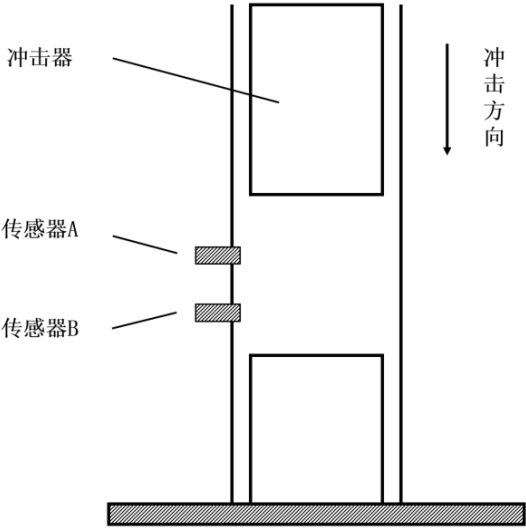


图3 末速度法测试结构示意图

- 6.2.2.2 冲击能量计算公式如式(1)所示:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots (2)$$

式中:
E——冲击能量,单位为焦耳(J);
m——活塞质量,单位为千克(kg),用称重法测得;
v——活塞冲击末速度,单位为米每秒(m/s)。

6.2.2.3 其他方法

允许采用符合计量检定规定的其他试验方法测量冲击能量。

6.3 冲击频率

- 6.3.1.1 正确测量得到的冲击频率,其误差不超过±2%
- 6.3.1.2 在使用应力波法进行冲击器冲击能量测定时,冲击频率可采用应力脉冲计算机测量法或用磁电传感器、压力传感器等频率计计数法进行测量。
- 6.3.1.3 在使用末速度法进行冲击器冲击能量测定时,冲击频率通过记录的波形图计算得出。

6.4 耗气量

6.4.1 产品的耗气量一般用以 L/s 或 m^3/min 为单位的自由空气来表示，测量方法是把测得的产品进气口的流量换算成基准大气下的自由空气来计算。基准大气的条件为：

——大气压力：100 kPa；

——温度：20 °C；

——湿度：65%。

6.4.2 耗气量应在产品的进气口一侧测量，即压缩空气进入冲击器的一侧测量。

6.4.3 冲击器的耗气量，可使用已知精度或经校准的流量喷嘴、压差装置、涡轮流量计和金属管转子流量计等进行测量。如果流量计的使用状况偏离了校准状态时，应对测量的值进行修正。

6.4.4 在使用末速度法进行冲击器冲击能量测定时，通过串接在管路中的准确度不低于 1.5 级的流量计测量冲击器耗气量。

6.4.5 正确地进行测量，其测量结果的误差不超过 $\pm 5\%$ 。

附录 A
(规范性)
潜孔冲击器性能测试报告格式（应力波法）

采用应力波法测试潜孔冲击器性能测试报告格式如下所示：

A.1 测试对象

产品型号及名称：_____
产品编号：_____
制造厂：_____

A.2 测试条件

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

A.3 工作条件

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

A.4 测试仪器（应描述吸能方式）

A.5 测试结果

- A.5.1 负荷耗气量：_____L/s；修正值：_____L/s；
A.5.2 进气压力：_____MPa；
A.5.3 测试结果见表A.1。

表A.1 测试结果

冲击频率/Hz		
每次的冲击能量/J		

A.6 测试记录

- A.6.1 测杆长度：_____mm；
A.6.2 测杆直径：_____mm；
A.6.3 冲击活塞长度：_____mm；
A.6.4 自由落锤试验情况：_____
_____。
A.6.5 测杆上应变片的位置图：

A.6.6 其他测试记录：_____

_____。

测试人：_____；测试日期：_____年_____月_____日

附录 B
(规范性)
潜孔冲击器性能测试报告格式（末速度法）

采用末速度法测试潜孔冲击器性能测试报告格式如下所示：

B.1 测试对象

产品型号及名称：_____
产品编号：_____
制造厂：_____

B.2 测试条件

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

B.3 工作条件

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

B.4 测试仪器

B.5 测试结果

- B.5.1 负荷耗气量：_____L/s；修正值：_____L/s；
B.5.2 进气压力：_____MPa；
B.5.3 测试结果见表B.1。

表B.1 测试结果

冲击频率/Hz		
每次的冲击能量/J		

B.6 测试记录

- B.6.1 冲击活塞长度：_____mm；
B.6.2 冲击活塞质量：_____kg；
B.6.3 冲击活塞速度：_____m/s。
B.6.4 其他测试记录：_____

_____。

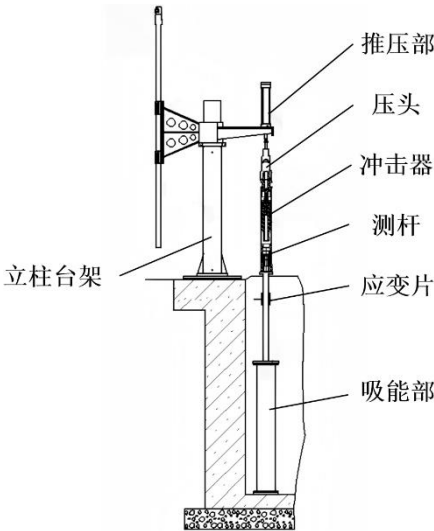
测试人：_____；测试日期：_____年_____月_____

附录 C
(规范性)

用应力波法测量冲击能量的程序

用应力波法测量冲击能量的程序如下所示：

- C.1 用应力波法测量冲击能量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。
- C.2 杆件的要求
- a) 贴有应变片的杆件的截面积应不变,其受冲击端应有符合 GB/T 6374 要求的尾柄。从测量应变片的位置到杆件的另一端的距离应足够长，以保证初始入射波不受测量应变片处反射波的影响。
 - b) 从杆件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处重新反射来的波的干扰。
- C.3 杆件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，以测量轴向应变变量。
- C.4 杆应顺着产品导向，以避免出现弯曲。
- C.5 如果产品可以采用两种尾柄尺寸，应在冲击能量试验结果中注明试验所使用的尾柄尺寸。
- C.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能量的 20%，这个值按首次反射能量与初次入射波能量之比确定，以模拟在实际应用中的反射情况。
- C.7 产品的运转条件
- a) 产品应直立在试验台上运行(见图 C.1)。
 - b) 为了使产品得到和正常作业条件下一样的稳定性，需要用柔性装置把产品牢牢地固定住，这种装置可以用校正的弹簧，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。本标准推荐潜孔冲击器的轴推力为 1.1 kN~32 kN。。
- 注：确定这些轴推力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C.1 应变测量装置

- C.8 输入到产品的能量应按制造厂的规定。
- C.9 应记录一定数量的人射波（如 25 个），由此逐一计算出能量（见 C.12），并取平均值。
- C.10 按 C.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应用的值不一定相同，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。记录下全部的入射波，按式（C.1）计算：

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

式中：
R——应力振幅，单位为牛每平方米（N/m²）；
ρ——钎杆材料密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；
c——钎杆中的声速，单位为米每秒（m/s）；
v——冲击点落锤速度，单位为米每秒（m/s）；
γ——钎杆与落锤的横截面积比。
 在自由落锤试验中，冲击点的落锤速度为：

$$v = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：
g——重力加速度，单位为米每二次方秒（m/s²）；
h——落锤下落高度，单位为米（m）。
 如能准确校准，其他方法也可使用。

C.11 采用 C.10 中提出的校准方案，可以修正 C.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。

C.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，按式（C.3）计算：

$$e = \frac{a \cdot c}{E} \sum_j R_j^2 \cdot \Delta t \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：
E——冲击能量，单位为焦（J）；
E——杨氏模量，单位为牛每平方米（N/m²）；
A——贴有应变片的杆的截面积，单位为平方米（m²）；
R——第*j*个积分点的应力振幅；
j——积分点的个数；
Δt——每个个间隔的应力持续时间。