

QJ

中国航天工业总公司航天工业行业标准

QJ 3039 - 98

复合固体推进剂落锤撞击感度 试验方法

1998 - 02 - 06 发布

1998 - 09 - 10 实施

中国航天工业总公司 发布

复合固体推进剂落锤撞击感度 试验方法

1 范围

1.1 主题内容

本标准规定了测定复合固体推进剂、药浆及其含能原材料落锤撞击感度的仪器设备、撞击装置、试样制备、试验条件、试验步骤及试验数据处理。

1.2 适用范围

本标准适用于复合固体推进剂、药浆及其含能原材料落锤撞击感度的测定。

2 引用文件

本章无条文。

3 定义

本章无条文。

4 一般要求

试验所用的计量仪表和器具应经计量检定单位检定合格，并在检定有效期内。

5 详细要求

5.1 仪器设备

5.1.1 WL-1型落锤撞击感度仪应符合下列要求：

a. 导轨滑动表面对钢砧平面的垂直度或导轨滑动表面对重力线（铅垂线）的偏离不大于0.1mm/m；

b. 钢砧平面的水平度偏离不大于0.2mm/m；

c. 落锤质量应在下列范围内：

10kg 落锤： $10 \pm 0.010\text{kg}$ ；

5kg 落锤： $5 \pm 0.005\text{kg}$ ；

2kg 落锤： $2 \pm 0.002\text{kg}$ ；

d. 落锤自由下落时，锤头中心对撞击装置中心的偏离不超过1.5mm。

5.1.2 撞击装置应选用专业厂生产的标准型式。撞击装置由击柱、击柱套和底座组成，如图 1 所示。加工技术要求见图 2~图 4。

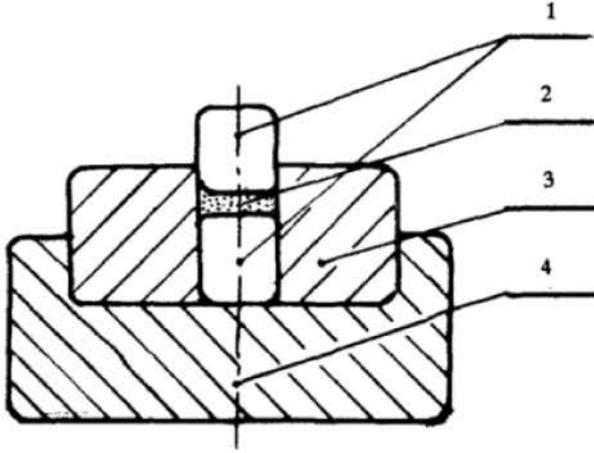


图 1 撞击装置示意图

1-上、下击柱；2-试样；3-击柱套；4-底座

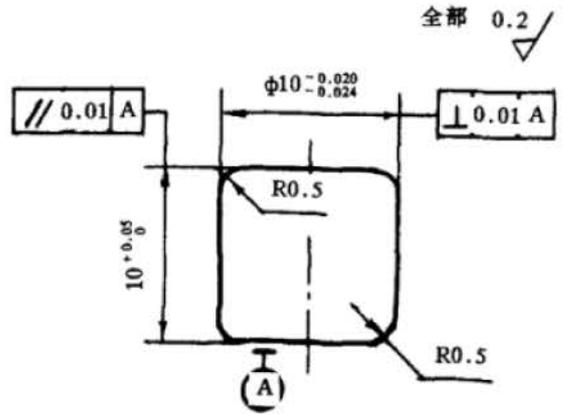


图 2 击柱

注：①材料 GCr15。

②淬火硬度 $HRC63 \pm 2$ 。

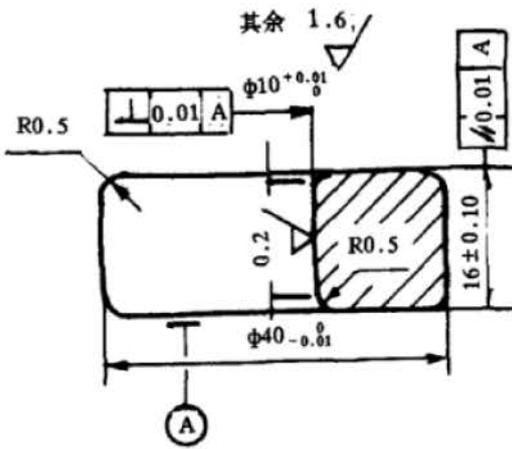


图 3 击柱套

注：①材料 T10A。

②淬火硬度 $HRC63 \pm 2$ 。

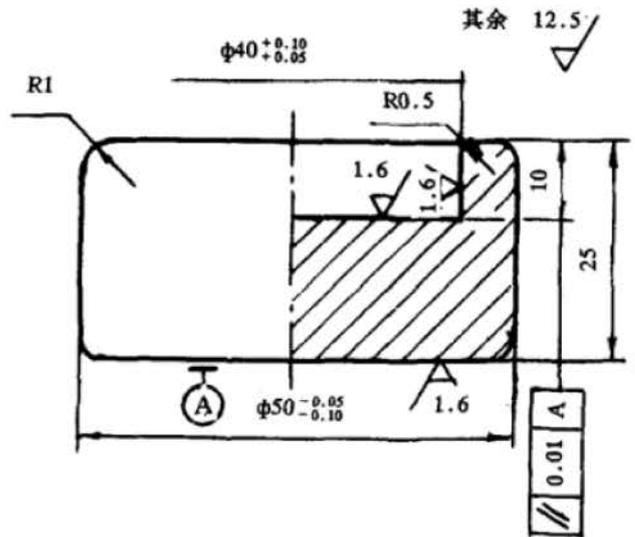


图 4 底座

注：①材料 T10A。

②淬火硬度 $HRC63 \pm 2$ 。

③退刀槽 0.5×0.5 。

5.1.3 水烘箱一台，控温精度为 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

5.1.4 分析天平一台，分度值为 0.1mg 。

5.1.5 切片机一台（厚度 0.1~25mm 可调）。

5.1.6 退柱器一台。

5.1.7 干燥器、称量瓶数个。

5.1.8 游标卡尺一把，精度为 0.02mm。

5.1.9 千分尺一把，精度为 0.01mm。

5.1.10 超声波洗涤器一台。

5.1.11 打孔器一个， $\Phi 8\text{mm}$ 。

5.2 材料

5.2.1 标准特屈儿，JBWY 45901。

5.2.2 标准黑索今，JBWY 45902。

5.2.3 无水乙醇。

5.2.4 脱脂棉和细纱布。

5.3 仪器标定

落锤撞击感度仪每半年标定一次，当仪器检修、击柱或击柱套更换批次时都要标定。标定用标准特屈儿 JBWY 45901 或标准黑索今 JBWY 45902。

5.3.1 标定条件及合格范围

a. 标准药在 50~60℃ 水烘箱中恒温 2h，或在 40~45℃ 水烘箱中恒温 4h，然后置于干燥器中冷却 2h，备用；

b. 标定环境条件：温度控制在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度控制在 55%~65%；

c. 使用标准特屈儿时，在锤质量为 $10 \pm 0.010\text{kg}$ ，落高为 $250 \pm 1\text{mm}$ ，试样质量为 $50 \pm 1\text{mg}$ 条件下标定，合格范围为 25 发试验的爆发百分数 40%~56%；使用标准黑索今时，在锤质量为 $5 \pm 0.005\text{kg}$ ，落高为 $250 \pm 1\text{mm}$ ，试样质量为 $50 \pm 1\text{mg}$ 条件下标定，合格范围为 25 发试验的爆发百分数 40%~56%。

5.3.2 标定步骤

a. 检查落锤仪和撞击装置符合 5.1.1 条和 5.1.2 条要求；

b. 擦去导轨的灰尘和污物，薄薄涂抹一层润滑油；

c. 已洗净的撞击装置各部分用脱脂棉或细纱布擦干；

d. 将击柱套放入底座内。再将下击柱放入击柱套内。两者配合的要求是：击柱能靠自重徐徐下落至击柱套底部；

e. 按 5.3.1 条要求将标准药装入撞击装置的下击柱端面，轻轻放入上击柱，旋转上击柱 1~2 周，使标准药均匀分布在两个击柱的端面之间；

f. 将装好试样的撞击装置小心地放入落锤仪的撞击钢砧上；

g. 将落高调到 $250 \pm 1\text{mm}$ ，固定抓锤器；

h. 启动释放机构，落锤从固定位置沿导轨自由下落撞击击柱，出现标准药爆发或不爆发两种现象，完成一次试验；

i. 按上述步骤再重复 24 次试验，记录试验结果，计算爆发百分数；

j. 清理。将试验完后的撞击装置各部分用脱脂棉擦去残药，用充有无水乙醇的超声

波洗涤剂洗净，用细纱布擦干后放入干燥器中备用。

5.3.3 试验判据

试验中发生分解、燃烧或爆炸现象之一者判为爆发，否则判为不爆发。

分解包括试样变色、有气味、有气体产物；燃烧包括试样冒烟、有痕迹、有一定声响、有火花；爆炸包括冒烟、有痕迹、声响明显。

5.4 试验准备

5.4.1 环境条件

温度控制在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度控制在 55%~65%。

5.4.2 试样准备

a. 方坯药应去掉 20mm 边皮，沿浇注方向取样，用切片机切成 1.0~1.1mm 的薄片；制成直径 $\Phi 8\text{mm}$ 的试样，放入称量瓶，置于无干燥剂的干燥器内，待测；

b. 药浆的第一次取样应在加固化剂前 1~2min，第二次取样应在药浆混合完成时，不准取死角处药浆，试样量约 50mg，从取样开始至完成试验不超过 1h；

c. 粉状氧化剂和炸药应在 $40 \sim 50^\circ\text{C}$ 水烘箱中恒温 4h，或 $50 \sim 60^\circ\text{C}$ 中恒温 2h，易吸湿的试样必须先经干燥处理后再进行上述恒温操作，试样在干燥器内冷却至室温 1~2h 后方可使用，装试样采用约 50mg 定量勺计量；

d. 液体试样应置于滴瓶内，放在与试验条件相同的环境中，粘液试样须驱尽气泡，试样用滴管计量约 50mg，装样一发，试验一发。

5.5 试验方法

试验采用勃罗西登升降法测定特性落高 h_{50} ，再根据落锤质量计算 50% 爆发的撞击能 I_{50} 。

5.5.1 升降法的落高 H 以厘米计，其对数值为 y 。

5.5.2 试验步长 Δy ，一般取 0.05。落高升降的对数值见表 1。

5.5.3 有效试验数不少于 25 发。

5.5.4 当使用 5kg 锤时，初始落高在 63.0cm ($y=1.799$) 处不发生爆发，应换 10kg 落锤，重新试验；在 19.9cm ($y=1.299$) 处仍发生爆发，应换 2kg 落锤，重新试验。

5.5.5 当使用 10kg 落锤时，在落高达 63.0cm ($y=1.799$) 处不爆发，则停止采用升降法。以固定落高 50.0cm ($y=1.699$)，试验 25 发，求得爆发百分数。

表 1 落高对数值对照表

H, cm	8.89	9.98	11.2	12.6	14.1	15.8	17.7	19.9	22.3	25.1
y	0.949	0.999	1.049	1.099	1.149	1.199	1.249	1.299	1.349	1.399
H, cm	28.1	31.6	35.4	39.7	44.6	50.0	56.1	63.0	70.6	79.3
y	1.449	1.499	1.549	1.599	1.649	1.699	1.749	1.799	1.849	1.899

5.6 试验步骤

5.6.1 试验步骤同 5.3.2a~f。

5.6.2 确定起始点。以增加一个 Δy (0.05) 试样爆发、减少一个 Δy (0.05) 试样不爆发的落高处作为升降法试验的起始点 y_0 。

5.6.3 从起始点开始, 进行 25 发试验。若试样出现爆发, 则下一发试验落高降低一个 Δy ; 若试样不爆发, 则下一发试验落高提高一个 Δy 。

5.6.4 将试验结果记入附录 A (参考件) 表 A1, 爆发记作“0”, 不爆发记作“×”。25 发试验中, 首、尾两发的符号应与相邻的符号相反, 否则增加试验发数。

5.6.5 爆发与不爆发的判据同 5.3.3 条。

5.7 数据处理

5.7.1 试验记录在附录 A (参考件) 表 A1 中, 统计各试验对数落高下的爆发数 $n_i(0)$ 与不爆发数 $n_i(\times)$, 并得到爆发总数 $N(0) = \sum n_i(0)$ 与不爆发总数 $N(\times) = \sum n_i(\times)$ 。

5.7.2 选取 $N(0)$ 与 $N(\times)$ 中较小者进行计算, 如果 $N(0) = N(\times)$, 则可任意选取进行计算。

5.7.3 试验数据整理在附录 A (参考件) 表 A2 中, 将试验对数落高 $Y_j = Y_0 + j\Delta y$ 递增排列, 令 $j = 0, 1, 2, \dots$, 计算 $j n_i(0)$ 或 $j n_i(\times)$ 及 $j^2 n_i(0)$ 或 $j^2 n_i(\times)$ 值, 并累计得到和式 $A = \sum j n_i(0)$ 或 $A = \sum j n_i(\times)$, 及 $B = \sum j^2 n_i(0)$ 或 $B = \sum j^2 n_i(\times)$ 。

5.7.4 对数特性落高按公式 1 计算:

$$y_{50} = y_0 + \left(\frac{A}{N} \pm \frac{1}{2} \right) \cdot \Delta y \dots\dots\dots (1)$$

式中: y_{50} —— 50% 爆发的特性落高对数值;

y_0 —— 试验的最低落高对数值;

Δy —— 试验步长的对数值 (0.05);

N —— $N(0)$ 与 $N(\times)$ 中取较小者。试验结果精确至小数点后第二位。

式中 (\pm) 符号选取原则: 按 $N(0)$ 计算取“-”号; 按 $N(\times)$ 计算取“+”号。

特性落高按公式 2 计算:

$$H_{50} = 10^{y_{50}} \quad (\text{cm, 精确至小数一位}) \dots\dots\dots (2)$$

5.7.5 标准偏差 σ (对数值) 按公式 3 计算:

$$\sigma = S \cdot \Delta y \dots\dots\dots (3)$$

式中的 S 值由 M 值决定。 M 值按公式 4 计算:

$$M = \frac{NB - A^2}{N^2} \dots\dots\dots (4)$$

当 $M > 0.3$ 时, S 值按公式 5 计算:

$$S = 1.620 (M + 0.029) \dots\dots\dots (5)$$

$M \leq 0.3$ 时, 由表 2 按 M 和 b 选出 S 值。

表 2 S (M, b)

M	b					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.15	—	0.111	0.222	0.309	0.347	0.358
0.16	—	0.119	0.237	0.322	0.358	0.368
0.17	—	0.128	0.254	0.336	0.369	0.378
0.18	—	0.139	0.273	0.350	0.380	0.388
0.19	—	0.152	0.294	0.363	0.391	0.399
0.20	—	0.168	0.316	0.377	0.402	0.410
0.21	—	0.191	0.339	0.392	0.414	0.421
0.22	—	0.223	0.361	0.406	0.426	0.432
0.23	—	0.272	0.383	0.421	0.438	0.443
0.24	—	0.333	0.405	0.436	0.451	0.455
0.25	0.173	0.379	0.425	0.451	0.464	0.468
0.26	0.388	0.415	0.446	0.466	0.477	0.480

续表 2

M	b					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.27	0.430	0.444	0.465	0.481	0.490	0.493
0.28	0.461	0.469	0.484	0.496	0.504	0.506
0.29	0.487	0.492	0.503	0.512	0.518	0.520
0.30	0.510	0.514	0.521	0.528	0.533	0.534

b 值由 b' 值确定, b 与 b' 的关系如下:

b' 值为 $A \left| \frac{A}{N} - \frac{1}{2} \right|$ 计算结果的小数部分取一位小数。当 $b' \leq 0.5$ 时, $b = b'$; $b' > 0.5$ 时, $b = 1 - b'$ 。

试验标准偏差 σ (对数值) 应在 $\frac{\Delta y}{2} \sim 2 \times \Delta y$, 即 0.025~0.10 范围内。

5.7.6 50% 爆发撞击能按公式 6 计算:

$$I_{50} = H_{50} \cdot M_L \cdot g \dots\dots\dots (6)$$

式中: I_{50} —— 50% 爆发的撞击能, J;

H_{50} —— 50% 爆发的特性落高, m;

M_L —— 落锤质量, kg;

g —— 重力加速度, 9.8m/s^2 。

5.8 试验报告

采用特性落高时, 按附录 A (参考件) 表 A3 填写; 采用爆发百分数时, 按附录 A (参考件) 表 A4 填写。

A3 特性落高试验报告见表 A3。

表 A3 特性落高试验报告表

试样名称	
试样规格	
室温 ℃	
相对湿度 %	
委托单位	
试验单位	
试验 结果	$H_{50} =$
	$I_{50} = H_{50} \cdot M_L \cdot g =$
	$\sigma = S \cdot \Delta y =$
试验日期	

审核者： 复核者： 试验者：

A4 爆发百分数试验报告见表 A4。

表 A4 爆发百分数试验报告表

试样名称	
试样规格	
室温 ℃	
相对湿度 %	
委托单位	
试验单位	
试验条件	落锤质量： kg； 药量： mg； 落 高： cm； 其他：
试验结果	爆炸概率 P= %
试验日期	

审核者： 复核者： 试验者：

附加说明：

本标准由中国航天工业总公司七〇八所提出。

本标准由中国航天工业总公司四院四十二所负责起草。

本标准主要起草人：陈华庭。

本标准主要审查人：车廷璋、姜万庆、郑植栋、徐宜发、汪炳麟。

中国航天工业总公司
航天工业行业标准
**复合固体推进剂落锤撞击感度
试验方法**
QJ 3039 - 98

中国航天工业总公司第七〇八研究所出版发行
七〇八所排版印刷
1998年9月出版
定价：3.00元