

化学品物理危险性测试导则

国家安全生产监督管理总局

2014 年 6 月

前 言

化学品物理危险性测试是判定化学品物理危险性的重要手段，联合国《全球化学品统一分类标签制度》（GHS）中化学品物理危险性分类所依据的测试方法是联合国《关于危险货物运输的建议书—试验与标准手册》（MTC，以下简称《试验与标准手册》）中的测试方法。我国危险货物管理为了与国际接轨，将联合国危险货物的相应危险性测试方法转化为我国相应的国家标准，例如《危险品 爆炸品摩擦感度试验方法》（GB/T 21566）、《危险货物危险特性检验安全规范》（GB 19521.1）等，目前化学品与危险货物的物理危险性测试所依据的标准是一致的。

随着我国深入实施GHS，2013年国家标准化管理委员会发布了新版的《化学品分类和标签规范》系列国家标准（GB 30000.1-2013～GB 30000.29-2013），代替了《化学品分类、警示标签和警示性说明安全规范》系列标准（GB 20576-2006～GB 20599-2006、GB 20601-2006和GB 20602-2006）。该系列标准均转化自联合国GHS（第四修订版），化学品危险性分类也从26类增加到了28类，其中与物理危险性分类相关的16项标准（GB 30000.2-2013～GB 30000.17-2013）中的测试方法也按照《试验与标准手册》（第五修订版）执行。至此，我国关于化学品物理危险性的分类标准和相应的测试方法的体系已较为齐全，而且与联合国推行的危险品分类测试标准体系保持了同步。

但我国危险货物测试有关国家标准是依据《试验与标准手册》（第四修订版）制定的，与GHS所依据的标准出现了不同步的情况。为了与《化学品分类和标签规范》系列标准的要求一致，本导则按照《试验与标准手册》（第五修订版）制定。

由于《化学品分类和标签规范》系列标准中对物理危险性的测试方法仅仅指出了采用《试验与标准手册》的对应部分，因此实际试验中仍需要对照《试验与标准手册》进行测试。为了方便化学品物理危险性鉴定机构开展测试工作，本导则在《试验与标准手册》（第五修订版）的基础上，去掉了与化学品物理危险性分类无关的内容和未建议使用的测试方法。其中，我国已建立的易燃液体和氧化性气体的测试方法国家标准，本导则未重复收录。

本导则是《化学品物理危险性鉴定与分类管理办法》（国家安全监管总局令第60号）的配套技术性文件，是化学品物理危险性鉴定机构开展化学品物理危险性鉴定工

作的依据。

对于蒸气压、自燃温度、熔点、固液鉴别等测试项目优先选择国家标准、行业标准进行测试，国家标准、行业标准未规定的，可以按照国际、发达国家发布的标准进行测试。

目 录

0. 概述	1
0.1. 引言	1
0.2. 内容说明	1
0.3. 试验安全与试验条件	5
1. 爆炸物	7
1.1. 引言	7
1.2. 系列 1 试验 1 (a): 联合国隔板试验	8
1.3. 系列 1 试验 1 (b): 克南试验	11
1.4. 系列 1 试验 1 (c): 时间/压力试验	17
1.5. 系列 2 试验 2 (a): 联合国隔板试验	24
1.6. 系列 2 试验 2 (b): 克南试验	26
1.7. 系列 2 试验 2 (c): 时间/压力试验	32
1.8. 系列 3 试验 3 (a): BAM 落锤仪	39
1.9. 系列 3 试验 3 (b): BAM 摩擦仪	47
1.10. 系列 3 试验 3 (c): 75℃热稳定性试验	52
1.11. 系列 3 试验 3 (d): 小型燃烧试验	55
1.12. 系列 4 试验 4 (a): 物品和包装物品的热稳定性试验	57
1.13. 系列 4 试验 4 (b): 液体的钢管跌落试验	59
1.14. 系列 4 试验 4 (b): 物品、包装物品和包装物质的 12m 跌落试验	61
1.15. 系列 5 试验 5 (a): 雷管敏感度试验	63
1.16. 系列 5 试验 5 (b): 美国爆燃转爆轰试验	67
1.17. 系列 5 试验 5 (c): 1.5 项的外部火烧试验	69
1.18. 系列 6 试验 6 (a): 单个包件试验	71
1.19. 系列 6 试验 6 (b): 堆垛试验	73
1.20. 系列 6 试验 6 (c): 外部火烧 (篝火) 试验	75
1.21. 系列 6 试验 6 (d): 无约束包件试验	81
1.22. 系列 7 试验 7 (a): 极不敏感爆炸物的雷管试验	83
1.23. 系列 7 试验 7 (b): 极不敏感爆炸物的隔板试验	84
1.24. 系列 7 试验 7 (c): 脆性试验	87
1.25. 系列 7 试验 7 (d): 极不敏感爆炸物的子弹撞击试验	88
1.26. 系列 7 试验 7 (e): 极不敏感爆炸物的外部火烧试验	89
1.27. 系列 7 试验 7 (f): 极不敏感爆炸物的缓慢升温试验	90
1.28. 系列 7 试验 7 (g): 1.6 项物品的外部火烧试验	92
1.29. 系列 7 试验 7 (h): 1.6 项物品的缓慢升温试验	93
1.30. 系列 7 试验 7 (j): 1.6 项物品的子弹撞击试验	94
1.31. 系列 7 试验 7 (k): 1.6 项物品的堆垛试验	95
1.32. 系列 8 试验 8 (a): 硝酸铵乳胶、悬浮剂或凝胶的热稳定性试验	96
1.33. 系列 8 试验 8 (b): 硝酸铵乳胶隔板试验	100
1.34. 系列 8 试验 8 (c): 克南试验	105
2. 自反应物质和混合物与有机过氧化物	111

2.1.	引言	111
2.2.	系列 A 试验 A.6: 联合国引爆试验	111
2.3.	系列 B 试验 B.1: 包件中的引爆试验	114
2.4.	系列 C 试验 C.1: 时间/压力试验	117
2.5.	系列 C 试验 C.2: 爆燃试验	124
2.6.	系列 D 试验 D.1: 包件中的爆燃试验	127
2.7.	系列 E 试验 E.1: 克南试验	128
2.8.	系列 E 试验 E.2: 荷兰压力容器试验	135
2.9.	系列 F 试验 F.4: 改进的特劳泽试验	139
2.10.	系列 G 试验 G.1: 包件中的热爆炸试验	143
2.11.	系列 H 试验 H.1: 美国自加速分解温度试验	145
2.12.	系列 H 试验 H.2: 绝热储存试验	150
2.13.	系列 H 试验 H.4: 热积累储存试验	155
3.	气溶胶	159
3.1.	喷雾气溶胶的点火距离试验	159
3.2.	封闭空间点火试验	164
3.3.	泡沫气溶胶的易燃性试验	168
4.	易燃液体	171
4.1.	闪点测试	171
4.2.	初沸点测试	172
5.	易燃固体	173
5.1.	试验 N.1: 易于燃烧固体的试验	173
6.	自燃固体	176
6.1.	试验 N.2: 自燃固体的试验	176
7.	自燃液体	177
7.1.	试验 N.3: 自燃液体的试验	177
8.	自热物质	179
8.1.	试验 N.4: 自热物质的试验	179
9.	遇水放出易燃气体的物质	182
9.1.	试验 N.5: 遇水放出易燃气体的物质的试验	182
10.	氧化性固体	184
10.1.	试验 O.1: 氧化性固体的试验	184
11.	氧化性液体	188
11.1.	试验 O.2: 氧化性液体的试验	188
12.	易燃气体	195
12.1.	气体和气体混合物的化学不稳定性试验	195
13.	金属腐蚀剂	202
13.1.	试验 C.1: 确定对金属腐蚀性的试验	202
	附录	205
A.1.	标准雷管的规格	205

A.2.	试样的空化	208
A.3.	甄别程序	211
A.4.	与国家标准的对应关系	215

0. 概述

0.1. 引言

据联合国《试验与标准手册》（第五修订版），本导则规定了化学品物理危险性的测试方法，具体到某种化学品应进行何种测试，以及试验结果与分类的关系，需要结合联合国《全球化学品统一分类与标签制度》（或《化学品分类和标签规范》系列国家标准）予以判定。其中附录A.3中给出了用于部分危险性初步甄别的方法，可用于决定是否有必要进行大规模的分类试验。

0.2. 内容说明

《化学品分类和标签规范》系列标准（GB 30000.1-2013～GB 30000.29-2013）中物理危险性有：爆炸物、易燃气体、气溶胶、氧化性气体、加压气体、易燃液体、易燃固体、自反应物质和混合物、自燃液体、自燃固体、自热物质和混合物、遇水放出易燃气体的物质和混合物、氧化性液体、氧化性固体、有机过氧化物、金属腐蚀物，共计16种。表0-1列出了上述标准对这些物理危险性分类所需要的参数及测试方法或计算方法。

表0-1 物理危险性分类所需要的参数及测试/计算方法

序号	物理危险性	分类所需要的参数	GHS规定的测试方法或计算方法
1	爆炸物	分解热（甄别程序）	未指定
		是否为爆炸性物质	《试验与标准手册》系列试验1
		是否太不敏感	《试验与标准手册》系列试验2
		是否热稳定	《试验与标准手册》系列试验3
		物品、包装物品或包装物质是否非常危险	《试验与标准手册》系列试验4
		是否为具有整体爆炸危险的非常不敏感爆炸性物质	《试验与标准手册》系列试验5
		分入哪一项	《试验与标准手册》系列试验6
		是否属于极端不敏感物品	《试验与标准手册》系列试验7
		ANE的热稳定性、敏感度和封闭条件下加热的效应	《试验与标准手册》系列试验8
2	易燃气体	爆炸极限	ISO 10156:2010
		气体稳定性	《试验与标准手册》化学不稳定气体试验

序号	物理危险性	分类所需要的参数	GHS规定的测试方法或计算方法
3	气溶胶	火焰高度、火焰持续时间（泡沫气溶胶）	《试验与标准手册》泡沫易燃性试验
		点火距离（喷雾气溶胶）	《试验与标准手册》点火距离试验
		时间当量、爆燃密度（喷雾气溶胶）	《试验与标准手册》封闭空间试验
		燃烧热	ASTM D 240、ISO/FDIS 13943:1999(E/F)86.1到86.3、NFPA 30B
4	氧化性气体	气体氧化性	ISO 10156:2010
5	加压气体	压力、临界温度、蒸气压	未指定
6	易燃液体	闪点	Gmehling和Rasmussen闪点计算方法 ISO 1516、ISO 1523、ISO2719、ISO 13736、ISO 3679、ISO 3680 ASTM D 3828-07a、ASTM D 56-05、ASTM D 3278-96(2004)el、ASTM D 93-08 NF M 07-019、NF M 07-011/NF 30-050/NF T 66-009、NF M 07-036 DIN 51755 GOST 12.1.044-84
		初沸点	ISO 3924、ISO 4626、ISO 3405 ASTM D86-07a ASTM D1078-05 EC440-2008附录A测试方法A.2
7	易燃固体	燃烧速率	《试验与标准手册》试验N.1
8	自反应物质和混合物	是否传导爆炸	《试验与标准手册》系列试验A
		在包件中能否爆轰	《试验与标准手册》系列试验B
		能否传导爆燃	《试验与标准手册》系列试验C
		在包件中能否迅速爆燃	《试验与标准手册》系列试验D
		封闭条件下加热的效应	《试验与标准手册》系列试验E
		爆炸力如何	《试验与标准手册》系列试验F
		在包件中能否爆炸	《试验与标准手册》系列试验G
9	自燃液体	自加速分解温度	《试验与标准手册》系列试验H
		接触空气是否燃烧	《试验与标准手册》试验N.3
10	自燃固体	接触空气是否燃烧	《试验与标准手册》试验N.2
11	自热物质和混合物	自热性	《试验与标准手册》试验N.4
12	遇水放出易	遇水是否自燃及放出易燃气体	《试验与标准手册》试验N.5

序号	物理危险性	分类所需要的参数	GHS规定的测试方法或计算方法
	燃气体的物质和混合物	的数量	
13	氧化性液体	液体氧化性	《试验与标准手册》试验O.2
14	氧化性固体	固体氧化性	《试验与标准手册》试验O.1
15	有机过氧化物	是否传导爆炸	《试验与标准手册》系列试验A
		在包件中能否爆轰	《试验与标准手册》系列试验B
		能否传导爆燃	《试验与标准手册》系列试验C
		在包件中能否迅速爆燃	《试验与标准手册》系列试验D
		封闭条件下加热的效应	《试验与标准手册》系列试验E
		爆炸力如何	《试验与标准手册》系列试验F
		在包件中能否爆炸	《试验与标准手册》系列试验G
		自加速分解温度	《试验与标准手册》系列试验H
16	金属腐蚀物	腐蚀速率	《试验与标准手册》试验37.4

部分化学品物理危险性的测试中,《试验与标准手册》对爆炸物、自反应物质和混合物、有机过氧化物的某些特性的测试给出了多个可选的试验方法,但同时也推荐了其中的一种试验,本导则中仅收录了推荐的试验方法,未推荐的其他试验方法也可视为等效方法。表0-2和表0-3分别给出了爆炸物的推荐试验、自反应物质和混合物与有机过氧化物的推荐试验。除此外的其他试验方法都只给出一种试验方法。

表0-2 爆炸物的推荐试验

试验系列	试验类型	试验识别码	试验名称
1	(a)	1(a)	联合国隔板试验
1	(b)	1(b)	克南试验
1	(c)	1(c)(一)	时间/压力试验
2	(a)	2(a)	联合国隔板试验
2	(b)	2(b)	克南试验
2	(c)	2(c)(一)	时间/压力试验
3	(a)	3(a)(二)	联邦材料检验局落锤仪
3	(b)	3(b)(一)	联邦材料检验局摩擦仪
3	(c)	3(c)	75°C热稳定性试验
3	(d)	3(d)	小型燃烧试验
4	(a)	4(a)	无包装物品和包装物品的热稳定性试验
4	(b)	4(b)(一)	液体的钢管跌落试验
4	(b)	4(b)(二)	物品、包装物品和包装物质的12m跌落试验
5	(a)	5(a)	雷管敏感度试验
5	(b)	5(b)(二)	美国爆燃转爆轰试验
5	(c)	5(c)	1.5 项的外部火烧试验
6	(a)	6(a)	单个包件试验
6	(b)	6(b)	堆垛试验
6	(c)	6(c)	外部火烧(篝火)试验
6	(d)	6(d)	无约束包件试验

试验系列	试验类型	试验识别码	试 验 名 称
7	(a)	7(a)	极不敏感爆炸物的雷管试验
7	(b)	7(b)	极不敏感爆炸物的隔板试验
7	(c)	7(c)(二)	脆性试验
7	(d)	7(d)(一)	极不敏感爆炸物的子弹撞击试验
7	(e)	7(e)	极不敏感爆炸物的外部火烧试验
7	(f)	7(f)	极不敏感爆炸物的缓慢升温试验
7	(g)	7(g)	1.6项物品的外部火烧试验
7	(h)	7(h)	1.6项物品的缓慢升温试验
7	(j)	7(j)	1.6项物品的子弹撞击试验
7	(k)	7(k)	1.6项物品的堆垛试验
8	(a)	8(a)	ANE的热稳定性试验
8	(b)	8(b)	ANE的隔板试验
8	(c)	8(c)	克南试验

表0-3 自反应物质和混合物与有机过氧化物的推荐试验

试验系列	试验识别码	试 验 名 称
A	A.6	联合国引爆试验
B	B.1	包件中的引爆试验
C	C.1	时间/压力试验
C	C.2	爆燃试验
D	D.1	包件中的爆燃试验
E	E.1	克南试验
E	E.2	荷兰压力容器试验
F	F.4	改进的特劳泽试验
G	G.1	包件中的热爆炸试验
H	H.1	美国自加速分解温度试验（包件）
H	H.2	绝热储存试验（包件、中型散货箱和罐体）
H	H.4	热积累储存试验（包件、中型散货箱和小型罐体）

本导则中绝大部分试验均给定一个识别码（与《试验与标准手册》中的识别码相同），试验识别码由试验系列、试验类型、试验号码三部分组成，如表0-4所示。

表0-4 试验识别码

试验系列	试验类型	试验号码	试验识别码例子
1 ~ 8	(a)、(b)、(c)...	(一)、(二)、(三)... ^a	2(a)(一)
A ~ H	—	1、2、3...	A.1
L ~ T	—	1、2、3...	L.1

a: 如果一个试验类型只给了一项试验，则不用汉字数字所表示的试验号码。

每项试验的内容包括以下四个方面：

X.1 引言

X.2 设备和材料

X.3 试验程序（包括需要观察内容和收集的数据）

X.4 试验标准和评估结果的方法

部分试验的“试验标准和评估结果的方法”部分给出了参考物质或物品的结果实例，由于所试验物质的物理形状、组成、纯度等与结果实例的不同，实际物质试验的结果可能不同于结果实例中所给的结果，因此，结果实例仅供参考，并非标准值。通常不列举物品试验的结果实例，因为这些结果是所试验物品特有的，不能用于确认试验程序。除非另有说明，设备示意图中所给的尺寸都是毫米（mm）。

0.3. 试验安全与试验条件

为了实验室工作人员的安全，提供测试样品方应提供一切可得有关该产品的安全数据，例如毒性数据。特别是当怀疑有爆炸性时，为了工作人员的安全，必须先进行小规模初步试验才能尝试处理较大量的物质。初步试验包括确定物质对机械刺激（撞击和摩擦）以及对热和火焰的敏感性。在涉及引发潜在的爆炸性物质或物品的试验中，引发后应保持一段安全等候时间。在处理试验过的样品时应当格外小心，因为物质可能发生了变化，使它更为敏感或不稳定。试验过的样品应当在试验后尽快销毁。

应尽可能地按照试验说明中给出的条件进行试验。如果某个参数没有在试验说明中给定，那么应按照此处的说明执行。如试验说明中没有给定容差，这意味着准确度由任何尺寸给出的小数位数决定，例如1.1意思是1.05至1.15。如试验期间的条件偏离了给定的条件，试验报告中应当阐述偏离的原因。

试验样品的组成应尽可能准确详细。试验报告中应列明所含活性物质和稀释剂的含量，准确度至少是按重量 $\pm 2\%$ 。对试验结果可能产生重大影响的成分，如湿气，应尽可能准确地在试验报告中列明。

与试验物质接触的所有试验材料应当尽可能不会影响试验结果，例如促使分解。如果这种效应不能够排除，应当采取特别预防措施以防结果受到影响，例如钝化。试验报告中应列明所采取的预防措施。

试验应代表化学品在生产、使用、运输等环节情况下的条件（温度、密度等）进行。例如，如果列明的试验条件未包括运输条件，可能需要进行专为预定的运输条件、例如高温设计的补充试验。例如当试验结果与粒子大小有关时，试验报告中应酌情列明物理状况。

1. 爆炸物

1.1. 引言

爆炸物的分类试验有8个系列，分别是试验系列1~8。试验系列1至4的编号是表示评估结果的顺序，而不是进行试验的顺序。为了试验工作人员的安全，可能有必要先用少量的物质进行某些初步试验，然后才用较大量的物质进行试验。这些初步试验的结果也可在分类程序中采用。

设计用于产生爆炸效果的物质的认可程序从试验3(a)、3(b)和3(d)确定是否太敏感不能以其进行试验的形式运输开始。如果试验证明物质是热不稳定的，即没有通过试验类型3(c)的试验，就不允许运输。如果物质没有通过试验类型3(a)、3(b)或3(d)的试验，可以将物质密封起来或者以其他方式进行退敏或包装以减少它对外部刺激的敏感性。这样的例子有水湿一级炸药和封装为雷管形式的一级炸药。由此产生的新物品应进行试验系列4的试验，液体或包装固体进行试验类型4(b)的试验，以确定它们在运输中的安全水平是否符合爆炸物的要求。退敏物质应为同一目的进行试验系列3以便重新加以审查。如果设计用于产生爆炸效果的物质通过系列3的所有试验或设计用于产生爆炸效果的物品通过系列4的所有试验，那么应适用划定适当项别的程序。

虽然试验系列1是用于表明不是设计用于产生爆炸效果的物质是否实际上具有潜在的爆炸性，不过试验程序从试验系列3开始还是比较适当。这些试验所用的试样量较小，因此减少对试验人员的危险性。如果试验系列3表明物质太敏感不能以其进行试验的形式运输，那么应当适用前述的减少它对外部刺激的敏感性的程序。如果试验系列3表明物质不是太敏感可以运输，下一步是应用试验系列2来确定物质是否太不敏感不应列入爆炸物。在认可程序的这一阶段实际上没有必要进行试验系列1，因为试验系列2回答了与物质不敏感程度有关的问题。试验系列1是用于解答与物质的爆炸性质有关的问题。划入爆炸物一个项的程序应适用于没有通过试验系列2但通过试验系列3的物质，即不是太不敏感不应划入爆炸物的物质也不是热不稳定或太危险不能以其进行试验的形式运输的物质。应当指出，没有通过试验系列2的物质如果适当地包装仍然可能离开爆炸物，条件是该产品不是设计用于产生爆炸效果而且在划定程序的试验系列6中没有显示任何爆炸危险性。

包含未通过试验类型3(a)、3(b)或3(d)的物质的一切物品或包装物品应进行试验系列4。如果物品或包装物品通过试验类型4(a)，就进行试验类型4(b)。包装物质只须进行试验类型4(b)。如果产品没有通过试验类型4(a)或4(b)，应予以排除。不过，产品可以改装后重新进行试验。如果怀疑产品可能受到试验类型4(a)和4(b)规定者以外的刺激而产生潜在的危险效应，可能要求额外的资料或试验。

如果物品含有昂贵的惰性控制部件，这些部件可以用具有相同重量和体积的惰性部件取代。

1.2. 系列 1 试验 1 (a)：联合国隔板试验

1.2.1. 引言

本试验用于测定物质在钢管中的封闭条件下受到起爆药爆炸的影响后传播爆轰的能力。

1.2.2. 设备和材料

1.2.2.1. 固体

固体的试验设备如图1-1所示。试验样品装在一根冷拉无缝碳钢管中，钢管的外直径为 $48\pm 2\text{mm}$ ，壁厚为 $4.0\pm 0.1\text{mm}$ ，长度为 $400\pm 5\text{mm}$ 。如果试验物质可能与钢起反应，钢管内部可以涂上碳氟树脂。钢管底部用两层 0.08mm 厚的聚乙烯薄片紧紧包着（达到塑性变形）并用橡皮带和绝缘带固定住加以密封。如果试样会对聚乙烯起作用，可以使用聚四氟乙烯薄片。起爆装药为 160g 的黑索金炸药/蜡（95/5）或太安炸药/梯恩梯（50/50），直径 $50\pm 1\text{mm}$ ，密度 $1600\pm 50\text{kg/m}^3$ ，因此长度约为 50mm 。黑索金炸药/蜡装药可以压成一块或更多块，只要全部装药量在规格范围内，太安炸药/梯恩梯装药则是浇注的。钢管上端放一块边长 $150\pm 10\text{mm}$ 、厚 $3.2\pm 0.2\text{mm}$ 的方形低碳钢验证板，并用 $1.6\pm 0.2\text{mm}$ 厚的隔离层将其隔开。

1.2.2.2. 液体

液体的试验设备与固体的相同。如果进行空化型式的试验，可以使用附录A.2所载的空化方法中的一个。

1.2.3. 试验程序

将试样装至钢管的顶部。固体试样要装到敲拍钢管时观察不到试样下沉的密度。测定试样的重量，如果是固体，利用量到的钢管内体积计算其视密度。密度应尽可能

接近运输时的密度。

钢管垂直地放着，起爆装药紧贴着封住钢管底部的薄片放置。雷管贴着起爆装药固定好后引发。试验应进行两次，除非观察到物质爆炸。

1.2.4. 试验标准和评价结果的方法

试验结果的评估根据是钢管的破裂型式和验证板是否穿透一个洞。得出最严重评估结果的试验应当用于分类。如果出现下列情况之一，试验结果即为“+”，亦即物质传播爆轰：

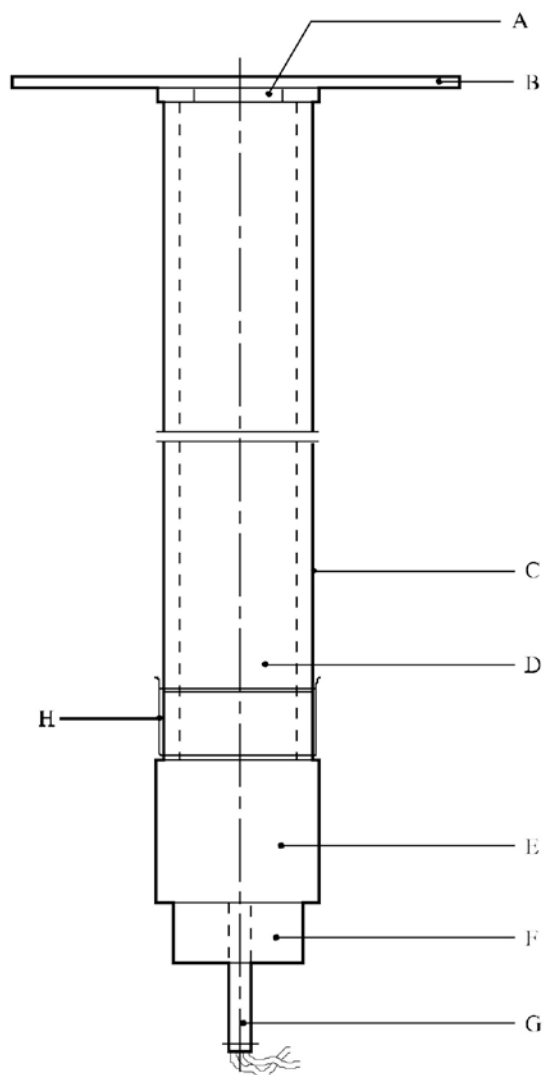
—钢管完全破裂。

—验证板穿透一个洞。

任何其他结果都被视为“—”，即物质不传播爆轰。

表1-1 结果实例

物质	视密度 (kg/m^3)	破裂长度 (cm)	验证板	结果
硝酸铵，颗粒	800	40	隆起	+
硝酸铵，200 μm	540	40	穿孔	+
硝酸铵/燃料油，94/6	880	40	穿孔	+
高氯酸铵，200 μm	1190	40	穿孔	+
硝基甲烷	1130	40	穿孔	+
硝基甲烷/甲醇 (55/45)	970	20	隆起	—
太安炸药/乳糖 (20/80)	880	40	穿孔	+
太安炸药/乳糖 (10/90)	830	17	无损伤	—
梯恩梯，浇注	1510	40	穿孔	+
梯恩梯，片状粉末	710	40	穿孔	+
水	1000	<40	隆起	—



(A) 隔离层

(B) 验证板

(C) 钢管

(D) 试验物质

(E) 黑索金炸药/蜡或太安炸药/梯恩梯起爆装药

(F) 雷管支座

(G) 雷管

(H) 塑料膜

图1-1 联合国隔板试验

1.3. 系列 1 试验 1 (b): 克南试验

1.3.1. 引言

本试验用于确定固态和液态物质在高度封闭条件下对高热作用的敏感度。

1.3.2. 设备和材料

设备包括一个不能再次使用的钢管及其可再次使用的封闭装置, 安装在一个加热和保护的装置内。钢管是用规格 DC04 (EN10027-1), 或与之相当的 A620 (AISI/SAE/ASTM) 或 SPCEN (JIS G 3141) 型钢板深拉制成的。尺寸如图 1-2 所示。

钢管的开口端做成凸缘。封口板带一小孔, 供试验物质分解产生的气体排出, 封口板用耐热的铬钢制成, 有如下直径的孔板: 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、5.0、8.0、12.0、20.0mm。螺纹套筒和螺帽 (闭合装置) 的尺寸如图 1-2 所示。

对于钢管的质量控制, 每批产品须对 1% 的钢管进行质量控制, 应验证以下数据:

- (a) 钢管的重量应为 $26.5 \pm 1.5\text{g}$, 在同一试验序列中使用的钢管, 重量差不得大于 1g。
- (b) 钢管的长度应为 $75 \pm 0.5\text{mm}$ 。
- (c) 钢管壁厚从距离底部 20mm 处测量应为 $0.5 \pm 0.05\text{mm}$ 。
- (d) 通过不可压缩的流体以静态加载确定的爆破压力, 应为 $30 \pm 3\text{MPa}$ 。

加热用丙烷, 丙烷从一个装有压力调节器的工业气瓶通过流量计和一根管道分配到 4 个燃烧器。也可以使用其他气体燃料, 但须达到规定的加热速率。气体压力调至校准程序量到的加热速率为 $3.3 \pm 0.3^\circ\text{C/s}$ 。校准程序包括加热一根装有 27cm^3 邻苯二甲酸二丁酯的钢管 (配有 1.5mm 孔板), 记录液体温度从 135°C 上升至 285°C 所需的时间 (用放在钢管中央距离管口 43mm 处的直径 1mm 热电偶测量), 然后计算加热速率。

由于钢管可能在试验中毁坏, 加热应在焊接的保护箱中进行, 保护箱的结构和尺寸如图 1-3 所示。两根棒放在穿过相对的两个箱壁的洞中, 把钢管悬挂在这两根棒之间。燃烧器的排列如图 1-3 所示。这些燃烧器用点火舌或电点火装置同时点燃。试验设备应放在一个保护区内。应采取措施确保燃烧器的火焰不受任何气流的影响, 并且应有抽出试验产生的任何气体或烟的设备。

1.3.3. 试验程序

通常用收到的物质做试验, 不过在某些情况下可能还需要把物质压碎后再做试验。

对于固体，每次试验所用的材料重量用分两阶段进行的准备程序来确定。在配衡钢管中装入 9cm^3 的物质，在钢管整个横截面上施加 80N 的力将物质压实。为安全起见，有些物质就不需要压实，如对摩擦敏感的物质。如果试样的物理形状可能因压缩而改变，或者试样的压缩与运输条件不相关（例如纤维物质），可以采用更有代表性的装填程序。如果物质是可压缩的，那么就再添加一些物质并予以压实，直到钢管装至距离顶端 55mm 为止。确定将钢管装至 55mm 水平所用的物质总量，在钢管中再添加两次这一数量的物质，每次都用 80N 的力压实。然后视需要添加物质并压实，或者将物质取出，以便使钢管装样至距离顶端 15mm 的水平。

第二阶段的准备程序开始时是将第一阶段的准备程序中确定的物质总量的三分之一装入钢管并压实。再在钢管里添加两次这一数量的物质并用 80N 的力压实，然后视需要添加或取出物质，以便将钢管中的物质水平调至距离顶端 15mm 。每次试验所用的固体数量是第二阶段的准备程序中确定的数量，将这一数量分成三等份装入钢管，每一等份都压缩到 9cm^3 ，使用间隔圈可能更容易做到这一点。液体和胶体装至钢管的 60mm 高处，装胶体时应特别小心，以防形成空隙。可以涂上一些以二硫化钼为基料的润滑油后，将螺纹套筒从下端套到钢管上，插入适当的孔板并用手将螺帽拧紧。必须确保没有物质留在凸缘和孔板之间或留在螺纹内。

用孔径为 1.0mm 至 8.0mm 的孔板时，应当使用孔径 10.0mm 的螺帽；如果孔板的孔径大于 8.0mm ，那么螺帽的孔径应当是 20.0mm 。每个钢管只用于做一次试验。孔板、螺纹套筒和螺帽如果没有损坏可以再次使用。

把钢管夹在固定的台钳上，用扳手把螺帽拧紧。然后将钢管悬挂在保护箱内的两根棒之间。将试验区弄空，打开气体燃料供应，将燃烧器点燃。到达反应的时间和反应的持续时间可提供用于解释结果的额外资料。如果钢管没有破裂，应继续加热至少5分钟才结束试验。在每次试验之后，如果有钢管破片，应当收集起来过秤。

可辨别出下列效应：

“O”：钢管无变化；

“A”：钢管底部凸起；

“B”：钢管底部和管壁凸起；

“C”：钢管底部破裂；

“D”：管壁破裂；

“E”：钢管裂成两片；

“F”：钢管裂成三片或更多片，主要是大碎片，有些大碎片之间可能有一狭条相连；

“G”：钢管裂成许多片，主要是小碎片，闭合装置没有损坏；

“H”：钢管裂成许多非常小的碎片，闭合装置凸起或破裂。

“D”、“E”和“F”型效应的例子如图1-4所示。如果试验得出“O”至“E”中的任何一种效应，结果即被视为“无爆炸”。如果试验得出“F”、“G”或“H”效应，结果即被评定为“爆炸”。

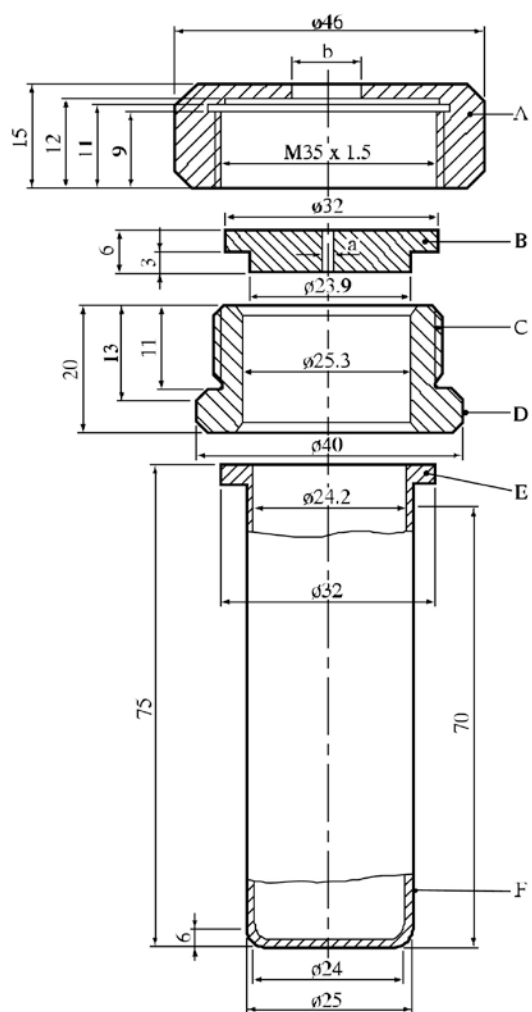
试验系列从使用20.0mm的孔板做一次试验开始。如果在这次试验中观察到“爆炸”结果，就使用没有孔板和螺帽但有螺纹套筒（孔径24.0mm）的钢管继续进行试验。如果在孔径20.0mm时“没有爆炸”，依次用以下孔径12.0、8.0、5.0、3.0、2.0、1.5mm和最后用1.0mm的孔板继续做一次性试验，直到这些孔径中的某一个取得“爆炸”结果为止。然后按照孔径越来越大的孔板顺序进行试验，直到用同一孔径进行3次试验都得到负结果为止。物质的极限直径是得到“爆炸”结果的最大孔径。如果用1.0mm直径取得的结果是没有“爆炸”，极限直径即记录为小于1.0mm。

1.3.4. 试验标准和评价结果的方法

如果极限直径为1.0mm或更大，结果即为“+”，亦即物质在封闭条件下加热会显示某种效应。如果极限直径小于1.0mm，结果即为“-”，亦即物质在封闭条件下加热不会显示效应。

表1-2 结果实例

物质	极限直径（mm）	结果
硝酸铵（晶体）	1.0	+
硝酸铵（高密度颗粒）	1.0	+
硝酸铵（低密度颗粒）	1.0	+
高氯酸铵	3.0	+
1,3-二硝基苯（晶体）	<1.0	-
2,4-二硝基甲苯（晶体）	<1.0	-
硝酸胍（晶体）	1.5	+
硝基胍（晶体）	1.0	+
硝基甲烷	<1.0	-
硝酸脲（晶体）	<1.0	-



(A) 螺帽 (b=10.0mm或20.0mm)

带有41号扳手用平面

(B) 孔板

(a=1.0 → 20.0mm直径)

(C) 螺纹套筒

(D) 36号扳手用平面

(E) 凸缘

(F) 钢管

图1-2 克南试验钢管组件

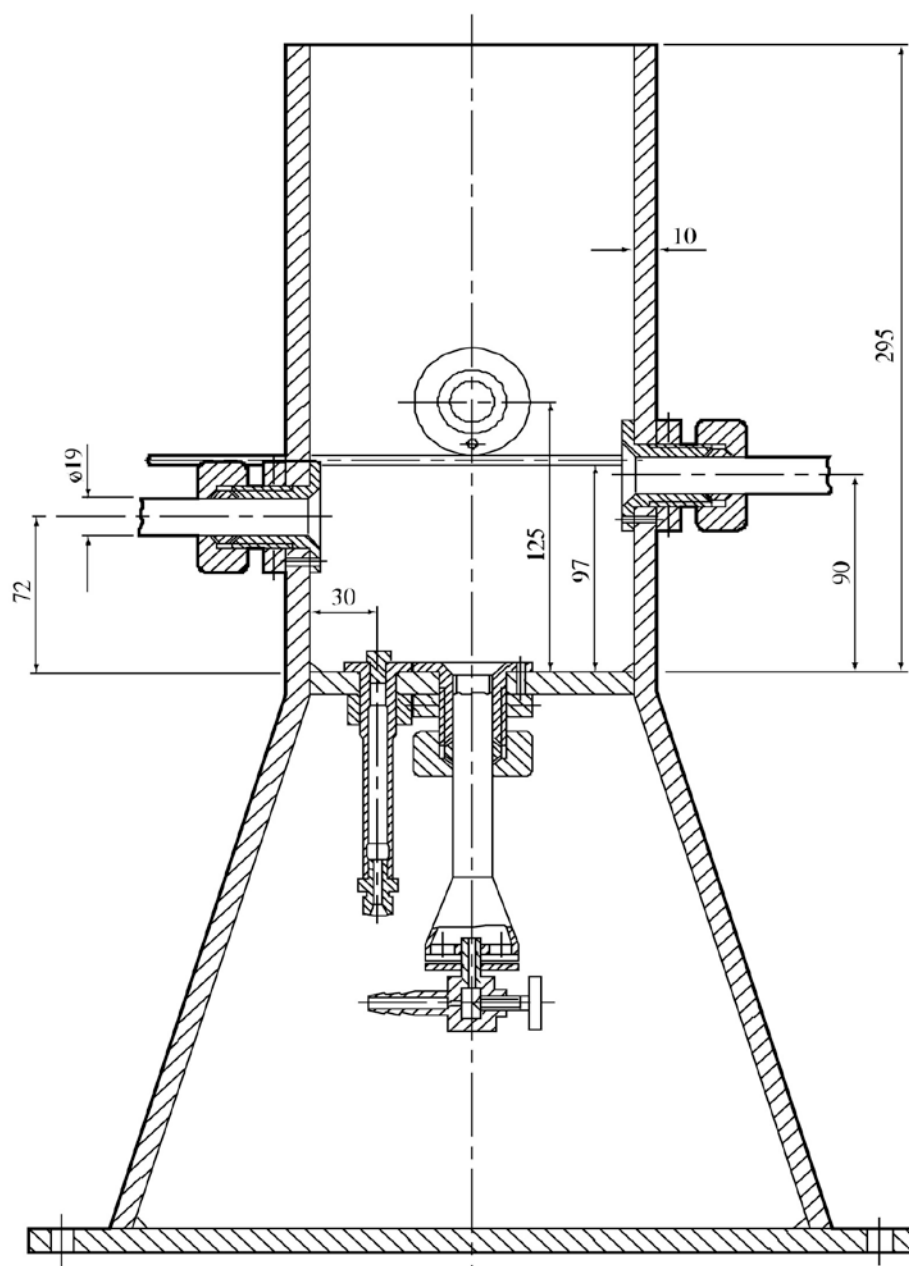


图1-3 加热和保护装置

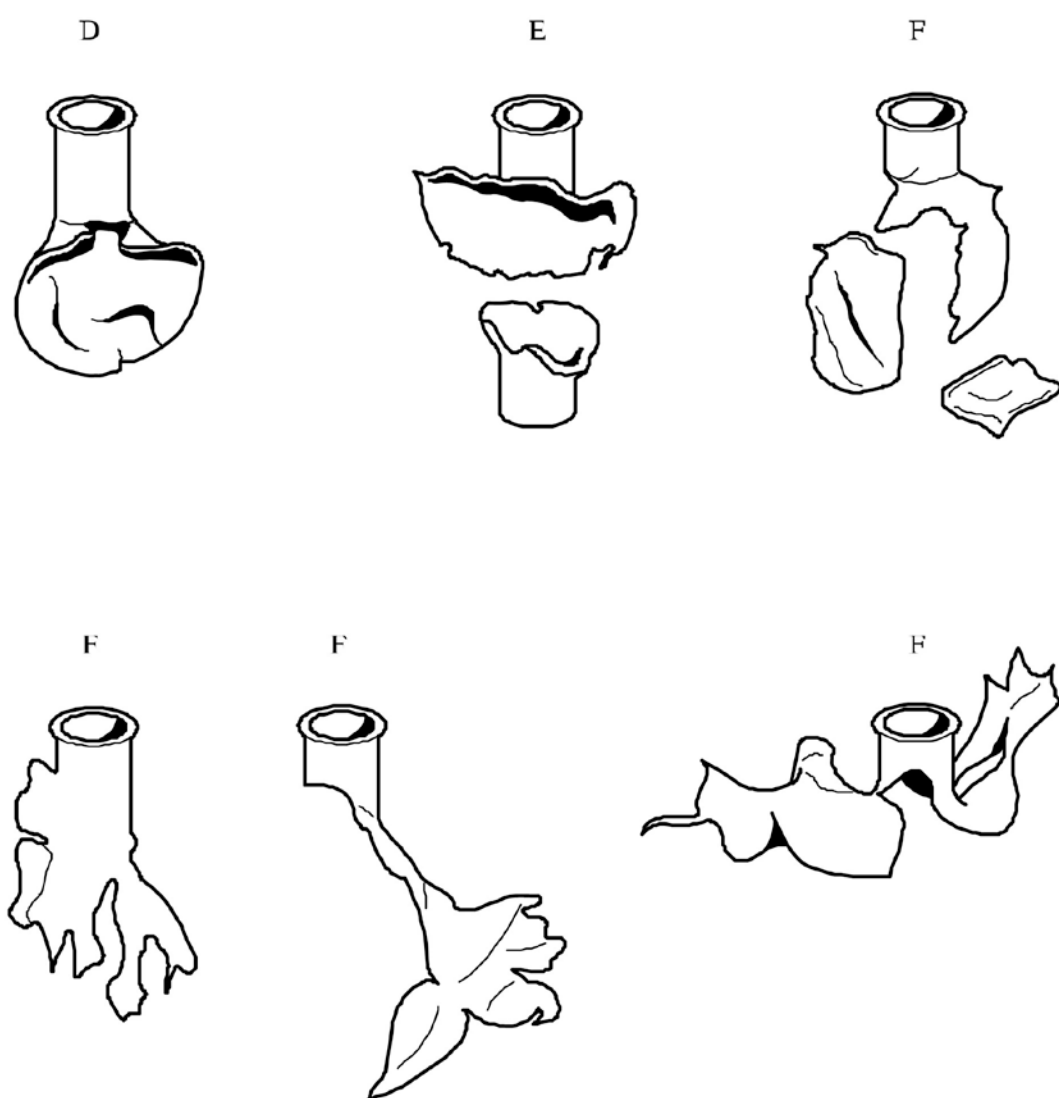


图1-4 D、E 和 F 型效应例子

1.4. 系列 1 试验 1 (c): 时间/压力试验

1.4.1. 引言

本试验用于确定物质在封闭条件下点火的效应,以便确定物质在正常商业包件中可能达到的压力下点火是否导致具有爆炸猛烈性的爆燃。

1.4.2. 设备和材料

时间/压力试验设备(图1-5)包括一个长89mm、外直径60mm的圆柱形钢压力容器。相对的两侧削成平面(把容器的横截面减至50mm),以便于安装点火塞和通风塞时可以固定。容器有一直径20mm的内腔,将其任何一端的内面至19mm深处车上螺纹以便容纳1英寸的英制标准管。侧臂形状的压力测量装置拧入压力容器的曲面距离一端35mm处,并与削平的两面成90°。其插座的镗孔深12mm并车有螺纹,以便容纳侧臂一端上的0.5英寸的英制标准管螺纹。装上垫圈以确保密封的气密性。侧臂伸出压力容器体外55mm,并有6mm的内腔。侧臂外端车上螺纹以便安装隔膜式压力传感器。可使用任何压力测量装置,只要它不受高温气体或分解产物的影响,并且能够对在不超5ms的时间内压力从690kPa升至2070kPa的压力上升速率作出反应。

压力容器离侧臂较远的一端用点火塞密封,点火塞上装有两个电极,一个与塞体绝缘,另一个与塞体接地。压力容器的另一端用0.2mm厚的铝防爆盘(爆裂压力约为2200kPa)密封,并用内腔为20mm的夹持塞将防爆盘固定住。两个塞都用一个软铅垫圈以确保良好的封闭。使用时将整个装置放在支撑架(图1-6)上以保持正确的姿式。支撑架包括一个尺寸为235mm×184mm×6mm的软钢底板和一个长185mm的70mm×70mm×4mm方形空心型材。

方形空心型材一端相对的两边都切去一块,使之形成一个由两个平边脚顶着一个长86mm的完整箱形舱的结构。将两个平边的末端切成与水平面成60°角,并焊到底板上。

底舱上端的一边开一个22mm宽、46mm深的切口,以便当压力容器装置以点火塞端朝下放进箱形舱支架时,侧臂落入此切口。将一块宽30mm、厚6mm的钢垫板焊到箱形舱下部的内表面上作为衬垫。将两个7mm的翼形螺钉拧入相对的两面,使压力容器稳固地就位。将两块宽12mm、厚6mm的钢条焊到邻接箱形舱底部的侧块上,从下面支撑压力容器。

点火系统包括一个低压雷管中常用的电引信头以及一块13mm见方的点火细麻布。可以使用具有相同性质的引信头。点火细麻布是两面涂有硝酸钾/硅/无硫火药烟火剂的亚麻布。

固体点火装置的准备程序开始时是将电引信头的黄铜箔触头同其绝缘体分开(图1-7)。然后把绝缘体露出的部分切掉。利用黄铜触头将引信头接到点火塞接头上,使引信头的顶端高出点火塞表面13mm。将一块13mm见方的点火细麻布从中心穿孔后套在接好的引信头上,然后折叠将引信头包起来并用细棉线扎好。

对于液体试样,将引线接到引信头的接触箔上。然后如图1-8所示把引线穿过长8mm、外直径5mm、内直径1mm的硅橡胶管,并将硅橡胶管向上推到引信头的接触箔之上。点火细麻布包着引信头并用一块聚氯乙烯薄膜或等效物罩着点火细麻布和硅橡胶管。用一根细铁丝绕着薄膜和橡胶管将薄膜紧紧扎住。然后将引线接到点火塞的接头上,并使引信头的顶端高出点火塞表面13mm。

1.4.3. 试验程序

将装上压力传感器但无铝防爆盘的设备以点火塞一端朝下架好。将5.0g的物质放进设备中并使之与点火系统接触。装填设备时通常不压实,除非为了将5.0g试样装入容器需要轻轻压实。如果轻轻压实仍然无法将5.0g试样全部装入,那么装满容器后就点火。应当记下所用的装料重量。装上铅垫圈和铝防爆盘并将夹持塞拧紧。将装了试样的容器移到点火支撑架上,防爆盘朝上,并置于适当的防爆通风橱或点火室中。点火塞外接头接上点火机,将装料点火。压力传感器产生的信号记录在既可用于评估又可永久记录所取得的时间/压力图形的适当系统上(例如瞬时记录器与图表记录器耦合)。

试验进行3次。记下表压从690kPa上升至2070kPa所需的时间。用最短的时间来进行分类。

1.4.4. 试验标准和评价结果的方法

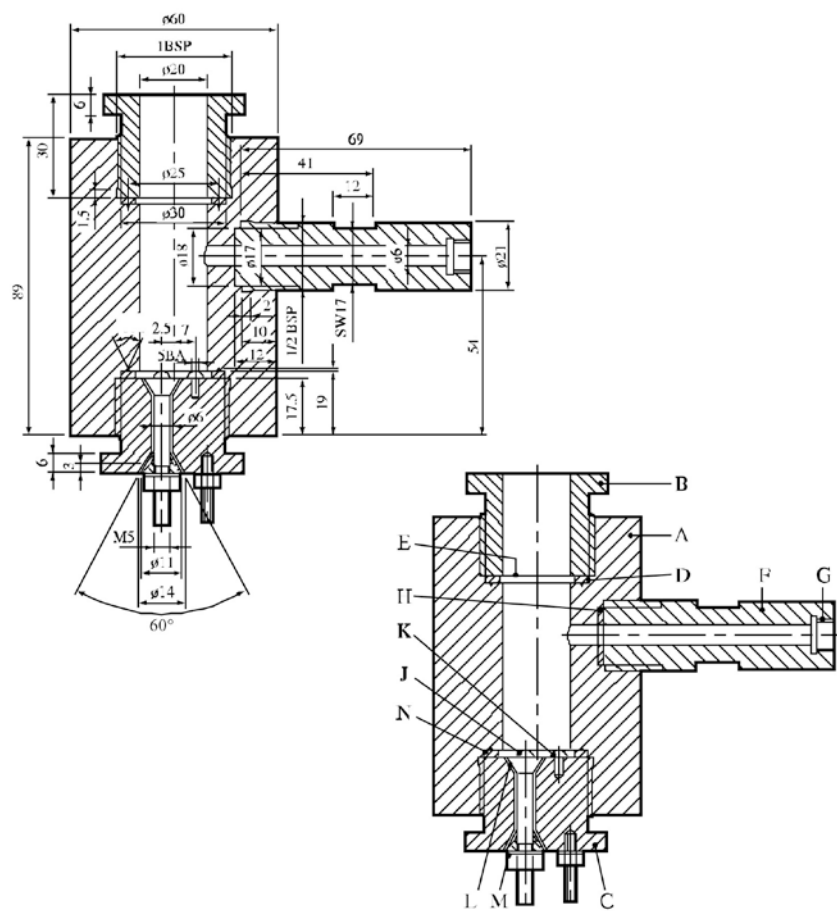
试验结果是根据表压是否达到2070kPa以及如果达到的话表压从690kPa升至2070kPa所需的时间来解释的。

如果达到的最大压力大于或等于2070kPa,结果即为“+”,亦即物质显示爆燃的能力。如果任何一次试验达到的最大压力小于2070kPa,结果即为“-”,亦即物质没

有显示爆燃的可能性。不点燃不一定表明物质没有爆炸性质。

表1-3 结果实例

物质	最大压力 (kPa)	压力从690kPa升至2070kPa 的时间 (ms)	结果
硝酸铵(高密度颗粒)	<2070	-	-
硝酸铵(低密度颗粒)	<2070	-	-
高氯酸铵(2μm)	>2070	5	+
高氯酸铵(30μm)	>2070	15	+
叠氮化钡	>2070	<5	+
硝酸胍	>2070	606	+
亚硝酸异丁酯	>2070	80	+
硝酸异丙酯	>2070	10	+
硝基胍	>2070	400	+
苦胺酸	>2070	500	+
苦胺酸钠	>2070	15	+
硝酸脲	>2070	400	+



- | | |
|-------------|------------|
| (A) 压力容器体 | (B) 防爆盘夹持塞 |
| (C) 点火塞 | (D) 软铅垫圈 |
| (E) 防爆盘 | (F) 侧臂 |
| (G) 压力传感器螺纹 | (H) 铜垫圈 |
| (J) 绝缘电极 | (K) 接地电极 |
| (L) 绝缘体 | (M) 钢锥体 |
| (N) 垫圈变形槽 | |

图1-5 设备

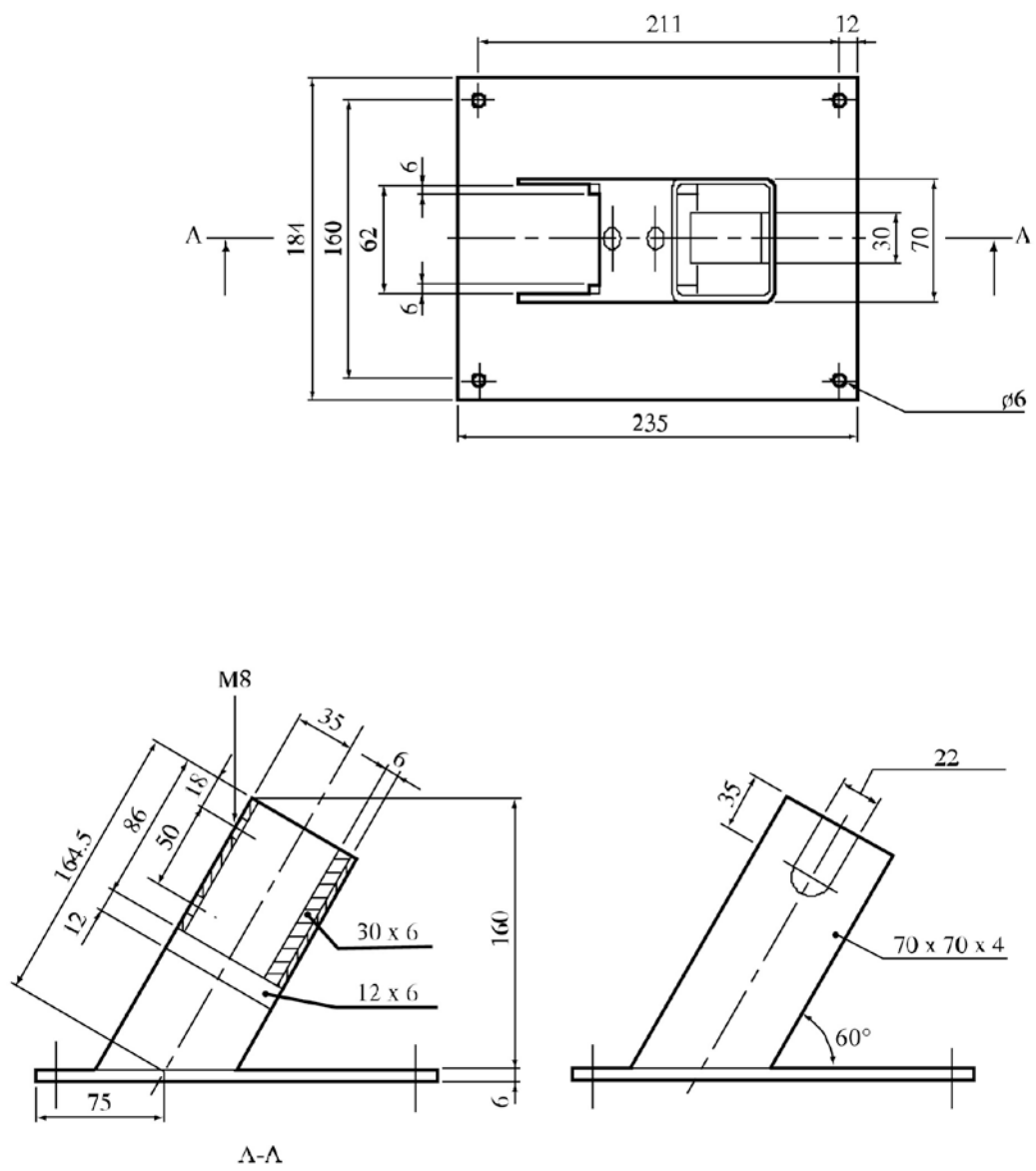
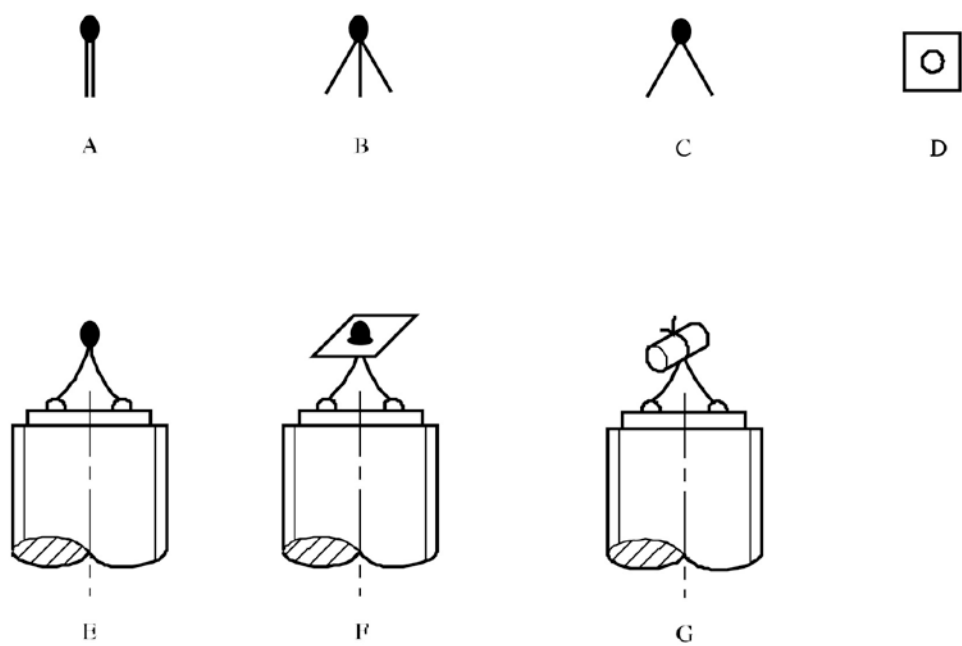
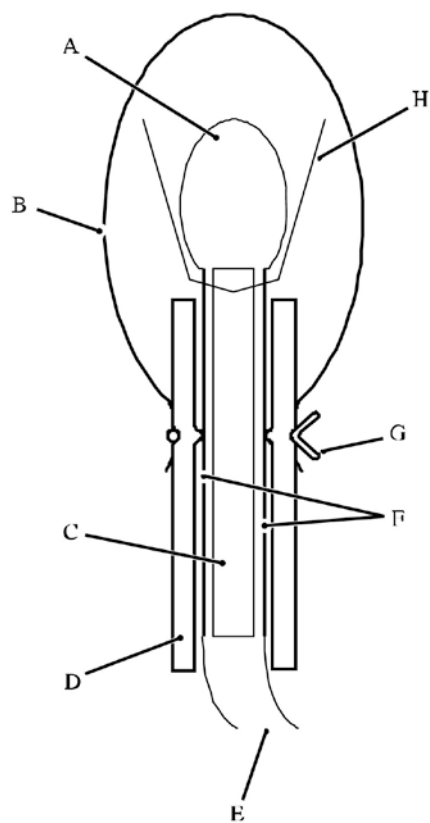


图1-6 支撑架



-
- (A) 制成的电点火引信头
 (B) 黄铜箔触头与卡片绝缘体分离
 (C) 绝缘卡片被切去
 (D) 中心有孔的13mm见方点火细麻布SR252
 (E) 引信头接到点火塞插头上
 (F) 细麻布套在引信头上
 (G) 细麻布包起来并用线扎好
-

图1-7 固体点火系统



-
- (A) 引信头
 - (B) 聚氯乙烯薄膜
 - (C) 绝缘卡片
 - (D) 硅橡胶管
 - (E) 点火引线
 - (F) 箔触头
 - (G) 用于扎紧使液体不漏出的铁丝
 - (H) 点火细麻布
-

图1-8 液体点火系统

1.5. 系列 2 试验 2 (a): 联合国隔板试验

1.5.1. 引言

本试验用于测定物质在钢管中的封闭条件下对爆炸冲击的敏感度。

1.5.2. 设备和材料

试验设备如图1-9所示。试验样品装在一根冷拉无缝碳钢管中，钢管的外直径为 $48\pm 2\text{mm}$ ，壁厚为 $4.0\pm 0.1\text{mm}$ ，长度为 $400\pm 5\text{mm}$ 。如果试验物质可能与钢起反应，钢管内部可以涂上碳氟树脂。钢管底部用两层 0.08mm 厚的聚乙烯薄片紧紧包着（达到塑性变形）并用橡皮带和绝缘带固定住加以密封。如果试样会对聚乙烯起作用，可以使用聚四氟乙烯薄片。起爆装药为 160g 的黑索金炸药/蜡（95/5）或太安炸药/梯恩梯（50/50），直径 $50\pm 1\text{mm}$ ，密度 $1600\pm 50\text{kg/m}^3$ ，因此长度约为 50mm 。黑索金炸药/蜡装药可以压成一块或更多块，只要全部装药量在规格范围内，太安炸药/梯恩梯装药是浇注的。需要一块直径 $50\pm 1\text{mm}$ 、长度 $50\pm 1\text{mm}$ 的聚甲基丙烯酸甲酯（有机玻璃）隔板。钢管上端放一块边长 $150\pm 10\text{mm}$ 、厚 $3.2\pm 0.2\text{mm}$ 的方形低碳钢验证板，并用 $1.6\pm 0.2\text{mm}$ 厚的隔离层将其隔开。

1.5.3. 试验程序

将试样装至钢管的顶部。固体试样要装到敲拍钢管时观察不到试样下沉的密度。测定试样的重量，如果是固体，利用量到的钢管内体积计算其视密度。密度应尽可能接近运输时的密度。

钢管垂直地放着，有机玻璃隔板紧贴着封住钢管底部的薄片放置。起爆装药贴着有机玻璃隔板安置，然后将雷管贴着起爆装药底部固定好后引发。试验应进行两次，除非观察到物质爆炸。

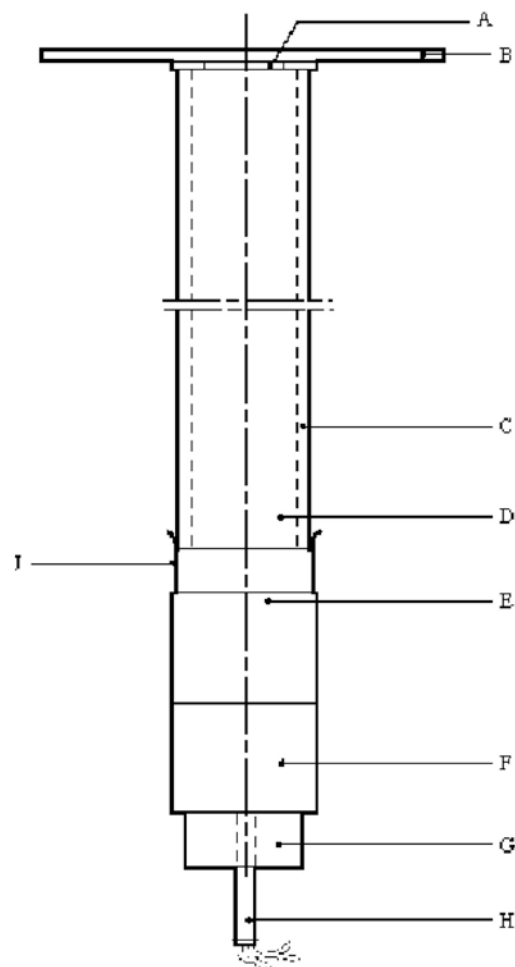
1.5.4. 试验标准和评价结果的方法

试验结果是根据钢管的破裂型式和验证板是否穿孔评估的。得出最严重评估结果的试验应当用于分类。如果出现下列情况，试验结果即为“+”，亦即物质对冲击敏感：

(a) 钢管完全破裂。

(b) 验证板穿孔。

任何其他结果都被视为“-”，即物质对爆炸冲击不敏感。



(A) 隔离层	(B) 验证板
(C) 钢管	(D) 试验物质
(E) 有机玻璃隔板	(F) 黑索金炸药/蜡或太安炸药/梯恩梯起爆装药
(G) 雷管支座	(H) 雷管
(J) 塑料膜	

图1-9 联合国隔板试验

1.6. 系列 2 试验 2 (b)：克南试验

1.6.1. 引言

本试验用于确定固态和液态物质在高度封闭条件下对高热作用的敏感度。

1.6.2. 设备和材料

设备包括一个不能再次使用的钢管及其可再次使用的封闭装置，安装在一个加热和保护的装置内。钢管是用规格 DC04 (EN10027-1)，或与之相当的 A620 (AISI/SAE/ASTM) 或 SPCEN (JIS G 3141) 型钢板深拉制成的。尺寸如图1-10所示。

钢管的开口端做成凸缘。封口板带一小孔，供试验物质分解产生的气体排出，封口板用耐热的铬钢制成，有如下直径的孔板：1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、5.0、8.0、12.0、20.0mm。螺纹套筒和螺帽（闭合装置）的尺寸如图1-10所示。

对于钢管的质量控制，每批产品须对1%的钢管进行质量控制，应验证以下数据：

- (a) 钢管的重量应为 $26.5 \pm 1.5\text{g}$ ，在同一试验序列中使用的钢管，重量差不得大于1g。
- (b) 钢管的长度应为 $75 \pm 0.5\text{mm}$ 。
- (c) 钢管的壁厚从距离底部20mm处测量应为 $0.5 \pm 0.05\text{mm}$ 。
- (d) 通过不可压缩的流体以静态加载确定的爆破压力应为 $30 \pm 3\text{MPa}$ 。

加热用丙烷，丙烷从一个装有压力调节器的工业气瓶经过流量计和一根管道分配到四个燃烧器。可以使用其他气体燃料，但须达到规定的加热速率。气体压力调至校准程序量到的加热速率为 $3.3 \pm 0.3^\circ\text{C/s}$ 。校准包括加热一根装有 27cm^3 邻苯二甲酸二丁酯的钢管（装有1.5mm孔板），记录液体温度从 135°C 上升至 285°C 所需的时间（用放在管口下43mm处中心位置的直径1mm热电偶测量），然后计算加热速率。

由于钢管可能在试验中毁坏，因此加热应在焊接的保护箱中进行，保护箱的结构和尺寸如图1-11所示。两根棒放在穿过相对的两个箱壁的洞中，把钢管悬挂在这两根棒之间。燃烧器的排列如图1-11所示。这些燃烧器用点火舌或电点火装置同时点燃。试验设备应放在一个保护区内。应采取措施确保燃烧器的火焰不受任何气流的影响。应有抽出试验产生的任何气体或烟的设备。

1.6.3. 试验程序

通常用收到的物质做试验，不过在某些情况下可能需要把物质压碎后再做试验。对于固体，每次试验所用的材料量用分两阶段进行的准备程序来确定。在配衡钢管中装入 9cm^3 的物质，在钢管整个横截面上施加80N的力将物质压实。为安全起见，有些物质不需要将物质压实，如对摩擦敏感的物质。如果试样的物理形状可能因压缩而改变，或者试样的压缩与运输条件不相关（例如纤维物质），可以采用更有代表性的装填程序。如果物质是可压缩性的，那么就再添加一些物质并予以压实，直到钢管装至距离顶端55mm为止。确定将钢管装至55mm水平所用的物质总量，然后在钢管中再添两次这一数量的物质，每次都用80N的力压实。之后视需要添加物质并压实，或者将物质取出，以便使钢管装至距离顶端15mm的水平。

第二阶段的准备程序从将第一阶段的准备中确定的物质总量的三分之一压实开始。再在钢管里添加两次这一数量的物质并用80N的力压实，然后视需要添加或取出物质以便将钢管中的物质水平调至距离顶端15mm。每次试验所用的固体数量是第二阶段的准备中确定的数量，将这一数量分成三等份装入钢管，每一等份都压缩成 9cm^3 。（使用间隔圈可能更容易做到这一点）。液体和胶体装至钢管的60mm高处，装胶体时应特别小心，以防形成空隙。在涂上一些以二硫化钼为基料的润滑油后，将螺纹套筒从下端套到钢管上，插入适当的孔板并用手将螺帽拧紧。必须查明没有物质留在凸缘和孔板之间或留在螺纹内。

用孔径为1.0mm至8.0mm的孔板时，应当使用孔径为10.0mm的螺帽；如果孔板的孔径大于8.0mm，那么螺帽的孔径应当是20.0mm。每个钢管只用于做一次试验。孔板、螺纹套筒和螺帽如果没有损坏可以再次使用。

把钢管夹在固定的台钳上，用扳手把螺帽拧紧。然后将钢管悬挂在保护箱内的两根棒之间。将试验区弄空，打开气体燃料供应，将燃烧器点燃。到达反应的时间和反应的持续时间可提供用于解释结果的额外资料。如果钢管没有破裂，应继续加热至少5分钟才结束试验。在每次试验之后，如果有钢管破片，应当收集起来过秤。

可辨别出下列效应：

“O”：钢管无变化；

“A”：钢管底部凸起；

“B”：钢管底部和管壁凸起；

“C”：钢管底部破裂；

“D”：管壁破裂；

“E”：钢管裂成两片；

“F”：钢管裂成三片或更多片，主要是大碎片，在有些情况下这些大碎片之间可能有一狭条相连；

“G”：钢管裂成许多片，主要是小碎片，闭合装置没有损坏；

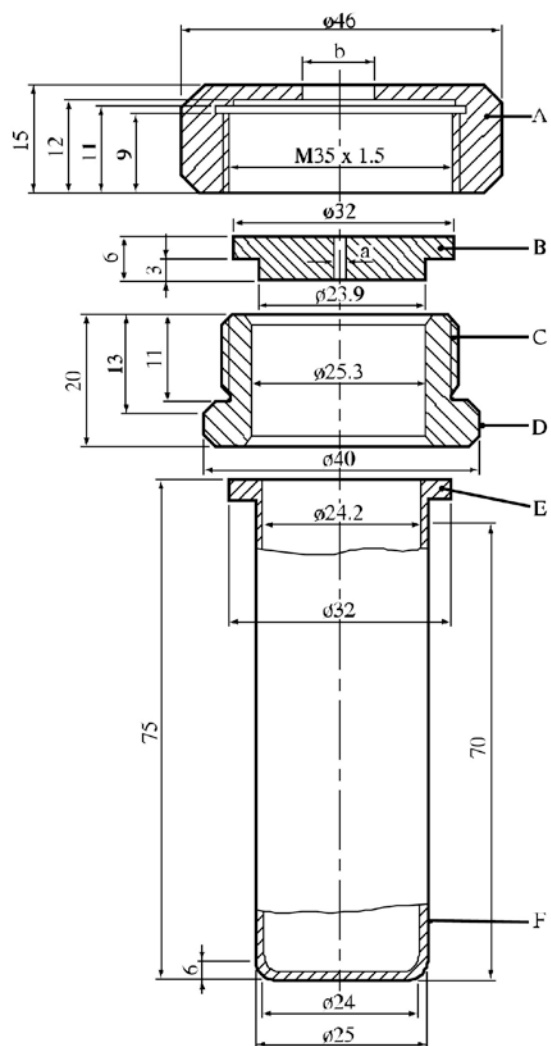
“H”：钢管裂成许多非常小的碎片，闭合装置凸起或破裂。

“D”、“E”和“F”型效应的例子如图1-12所示。如果试验得出“O”至“E”中的任何一种效应，结果即被视为“无爆炸”。如果试验得出“F”、“G”或“H”效应，结果即被评定为“爆炸”。

试验系列从使用20.0mm的孔板做一次试验开始。如果在这次试验中观察到“爆炸”结果，就使用没有孔板和螺帽但有螺纹套筒（孔径24.0mm）的钢管继续进行试验。如果在孔径20.0mm时“没有发生爆炸”，就用以下孔径12.0、8.0、5.0、3.0、2.0、1.5mm和最后用1.0mm的孔板继续做一次性试验，直到这些孔径中的某一个取得“爆炸”结果为止。然后按照孔径越来越大的孔板顺序进行试验，直到用同一孔径进行3次试验都得到否定结果为止。物质的极限直径是得到“爆炸”结果的最大孔径。如果用1.0mm直径取得的结果是没有“爆炸”，极限直径即记录为小于1.0mm。

1.6.4. 试验标准和评价结果的方法

如果极限直径为2.0mm或更大，结果即为“+”，亦即物质在封闭条件下加热显示剧烈效应。如果极限直径小于2.0mm，结果即为“-”，亦即物质在封闭条件下加热不显示剧烈效应。



(A) 螺帽 (b=10.0mm或20.0mm)

带有41号扳手用平面

(B) 孔板

(a=1.0 → 20.0mm直径)

(C) 螺纹套筒

(D) 36号扳手用平面

(E) 凸缘

(F) 钢管

图1-10 克南试验钢管组件

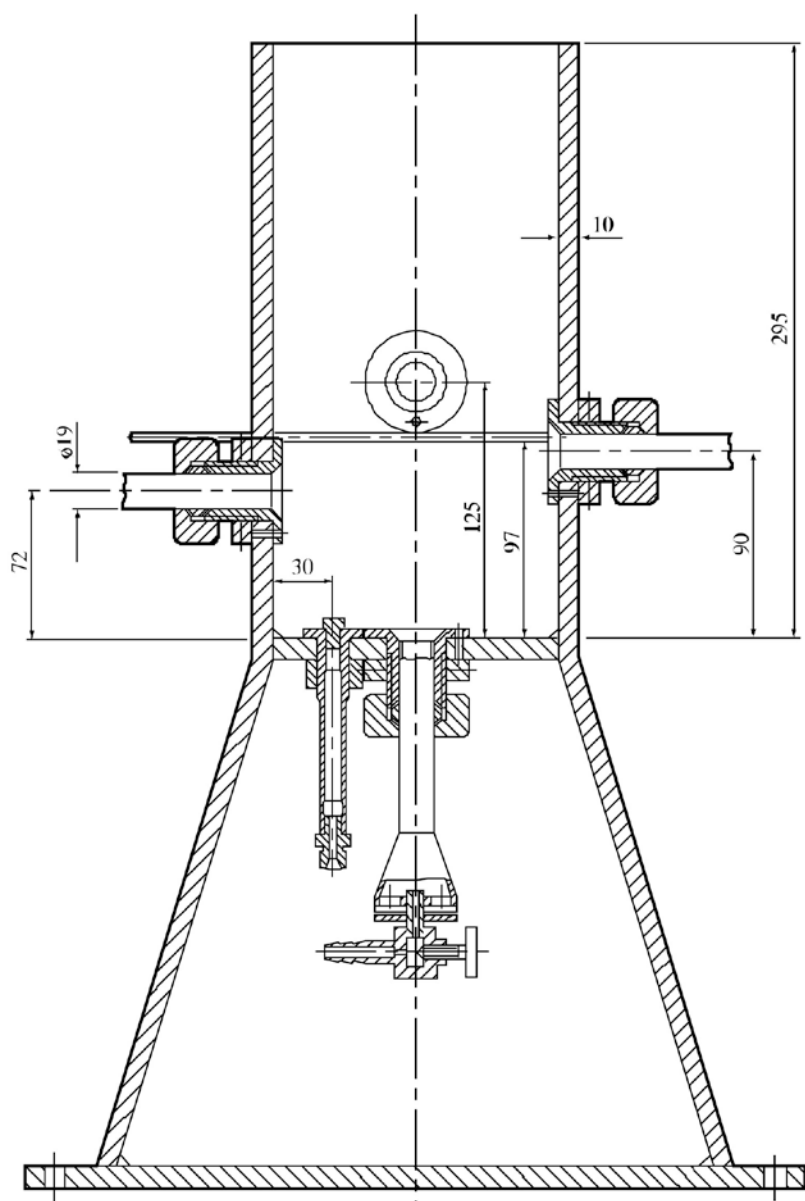


图1-11 加热和保护装置

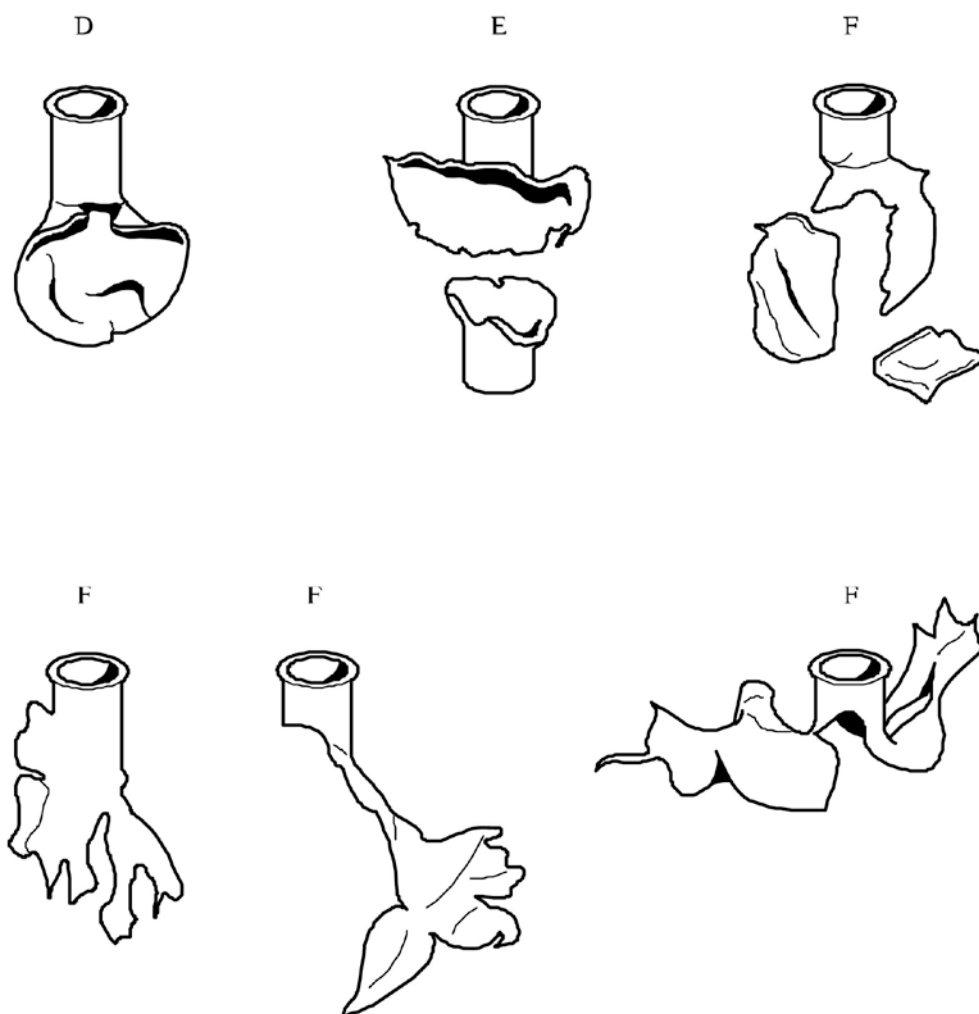


图1-12 D、E 和 F 型效应例子

1.7. 系列 2 试验 2 (c): 时间/压力试验

1.7.1. 引言

本试验用于确定物质在封闭条件下点火的效应,以便确定在物质在正常商业包件中可能达到的压力下点火是否导致具有爆炸猛烈性的爆燃。

1.7.2. 设备和材料

时间/压力试验设备(图1-13)包括一个长89mm、外直径60mm的圆柱形钢压力容器。将相对的两侧削成平面(把容器的横截面减至50mm),以便于安装点火塞和通风塞时可以固定。容器有一直径20mm的内腔,将其任何一端的内面至19mm深处车出螺纹以便容纳1英寸的英制标准管。侧臂形状的压力测量装置拧入压力容器的曲面距离一端35mm处,并与削平的两面成90°。其插座的镗孔深12mm并带有螺纹,以便拧入侧臂一端上的0.5英寸的英制标准管螺纹。装上垫圈以确保密封的气密性。侧臂伸出压力容器体外55mm,并有6mm的内腔。侧臂外端带有螺纹以便安装隔膜式压力传感器。可使用任何压力测量装置,只要它不受高温气体或分解产物的影响,并且能够在不超过5ms的时间内对从690kPa升至2070kPa的压力上升速率作出反应。

压力容器离侧臂较远的一端用点火塞密封,点火塞上装有两个电极,一个与塞体绝缘,另一个与塞体接地。压力容器的另一端用0.2mm厚的铝防爆盘(爆裂压力约为2200kPa)密封,并用内腔为20mm的夹持塞将防爆盘固定住。两个塞都用一个软铅垫圈以确保良好的密封。使用时将整个装置放在支撑架(图1-14)上以保持正确的姿态。支撑架包括一个尺寸为235mm×184mm×6mm的软钢底板和一个长185mm的70mm×70mm×4mm方形空心型材。

方形空心型材一端相对的两边都切去一块,使之形成一个具有两个平边脚顶着一个长86mm的完整箱形舱的结构。平边的末端切成与水平面成60°角,并焊到底板上。

底舱上端的一边开一个22mm宽、46mm深的切口,以便当压力容器装置以点火塞端朝下放进箱形舱支架时,侧臂落入此切口。将一块宽30mm、厚6mm的钢垫板焊到箱形舱下部的内表面上作为衬垫。将两个7mm的翼形螺钉拧入相对的两面,使压力容器稳固地就位。将两块宽12mm、厚6mm的钢条焊到邻接箱形舱底部的侧块上,从下面支撑压力容器。

点火系统包括一个低压雷管中常用的电引信头以及一块13mm见方的点火细麻布。

可以使用具有相同性质的引信头。点火细麻布是两面涂有硝酸钾/硅/无硫火药烟火剂的亚麻布。

固体点火装置的准备程序开始时是将电引信头的黄铜箔触头同其绝缘体分开(见图1-15)。然后把绝缘体露出的部分切掉。利用黄铜触头将引信头接到点火塞接头上,使引信头的顶端高出点火塞表面13mm。将一块13mm见方的点火细麻布从中心穿孔后套在接好的引信头上,然后折叠将引信头包起来并用细棉线扎好。

对于液体试样,将引线接到引信头的接触箔上。然后如图1-16所示把引线穿过长8mm、外直径5mm、内直径1mm的硅橡胶管,并将硅橡胶管向上推到引信头的接触箔之上。点火细麻布包着引信头并用一块聚氯乙烯薄膜或等效物罩着点火细麻布和硅橡胶管。用一根细铁丝绕着薄膜和橡胶管将薄膜紧紧扎住。然后将引线接到点火塞的接头上,并使引信头的顶端高出点火塞表面13mm。

1.7.3. 试验程序

将装上压力传感器但无铝防爆盘的设备以点火塞一端朝下架好。将5.0g的物质放进设备中并使之与点火系统接触。装填设备时通常不压实,除非为了将5.0g试样装入容器需要轻轻压实。如果轻轻压实仍然无法将5.0g试样全部装入,那么装满容器后就点火。应当记下所用的装料重量。装上铅垫圈和铝防爆盘并将夹持塞拧紧。将装了试样的容器移到点火支撑架上,防爆盘朝上,并置于适当的防爆通风橱或点火室中。点火塞外接头接上点火机,将装料点火。压力传感器产生的信号记录在既可用于评估又可永久记录下时间/压力图形的适当系统上(例如与图表记录器耦合的瞬时记录器)。

试验进行3次。记下表压从690kPa上升至2070kPa所需的时间。用最短的时间来进行分类。

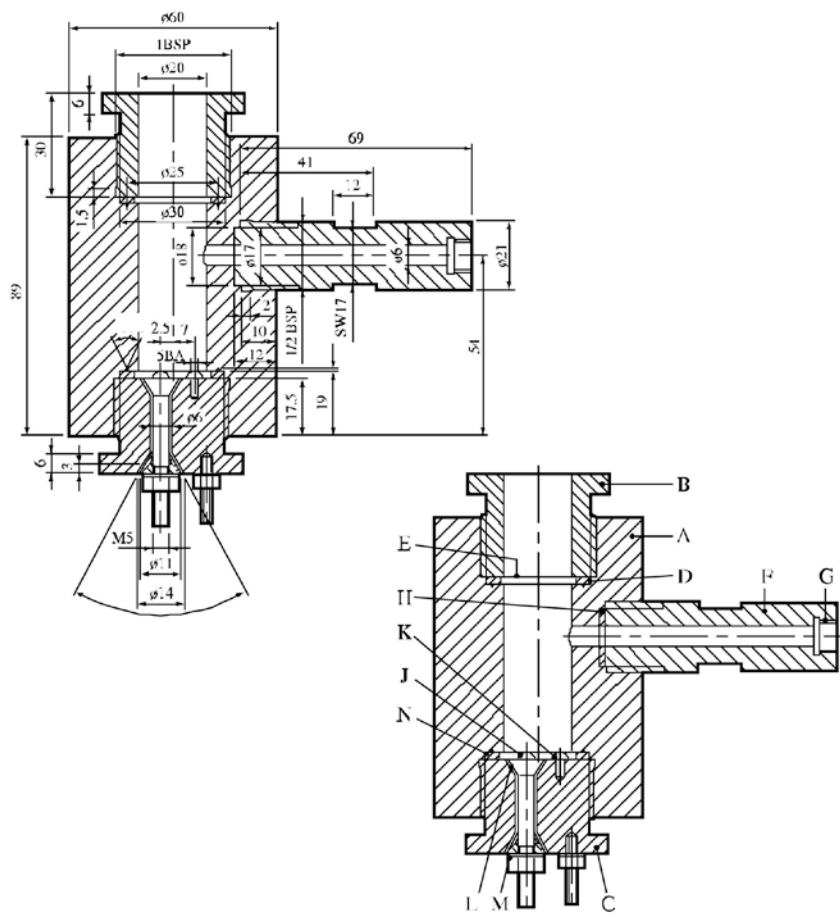
1.7.4. 试验标准和评价结果的方法

对试验结果是根据表压是否达到2070kPa,如果达到的话,则根据表压从690kPa升至2070kPa所需的时间。

如果压力从690kPa升至2070kPa所需的时间小于30ms,结果即为“+”,亦即物质显示迅速爆燃的能力。如果上升时间是30ms或更大,或者表压没有达到2070kPa,结果即为“-”,亦即物质显示不爆燃或缓慢爆燃。不点燃不一定表明物质没有爆炸性质。

表1-4 结果实例

物质	最大压力 (kPa)	压力从690kPa升至2070kPa 所需的时间 (ms)	结果
硝酸铵 (高密度颗粒)	<2070	-	-
硝酸铵 (低密度颗粒)	<2070	-	-
高氯酸铵 (2μm)	>2070	5	+
高氯酸铵 (30μm)	>2070	15	+
叠氮化钡	>2070	<5	+
硝酸胍	>2070	606	-
亚硝酸异丁酯	>2070	80	-
硝酸异丙酯	>2070	10	+
硝基胍	>2070	400	-
苦胺酸	>2070	500	-
苦胺酸钠	>2070	15	+
硝酸脲	>2070	400	-



- | | |
|-------------|------------|
| (A) 压力容器体 | (B) 防爆盘夹持塞 |
| (C) 点火塞 | (D) 软铅垫圈 |
| (E) 防爆盘 | (F) 侧臂 |
| (G) 压力传感器螺纹 | (H) 铜垫圈 |
| (J) 绝缘电极 | (K) 接地电极 |
| (L) 绝缘体 | (M) 钢锥体 |
| (N) 垫圈变形槽 | |

图1-13 设备

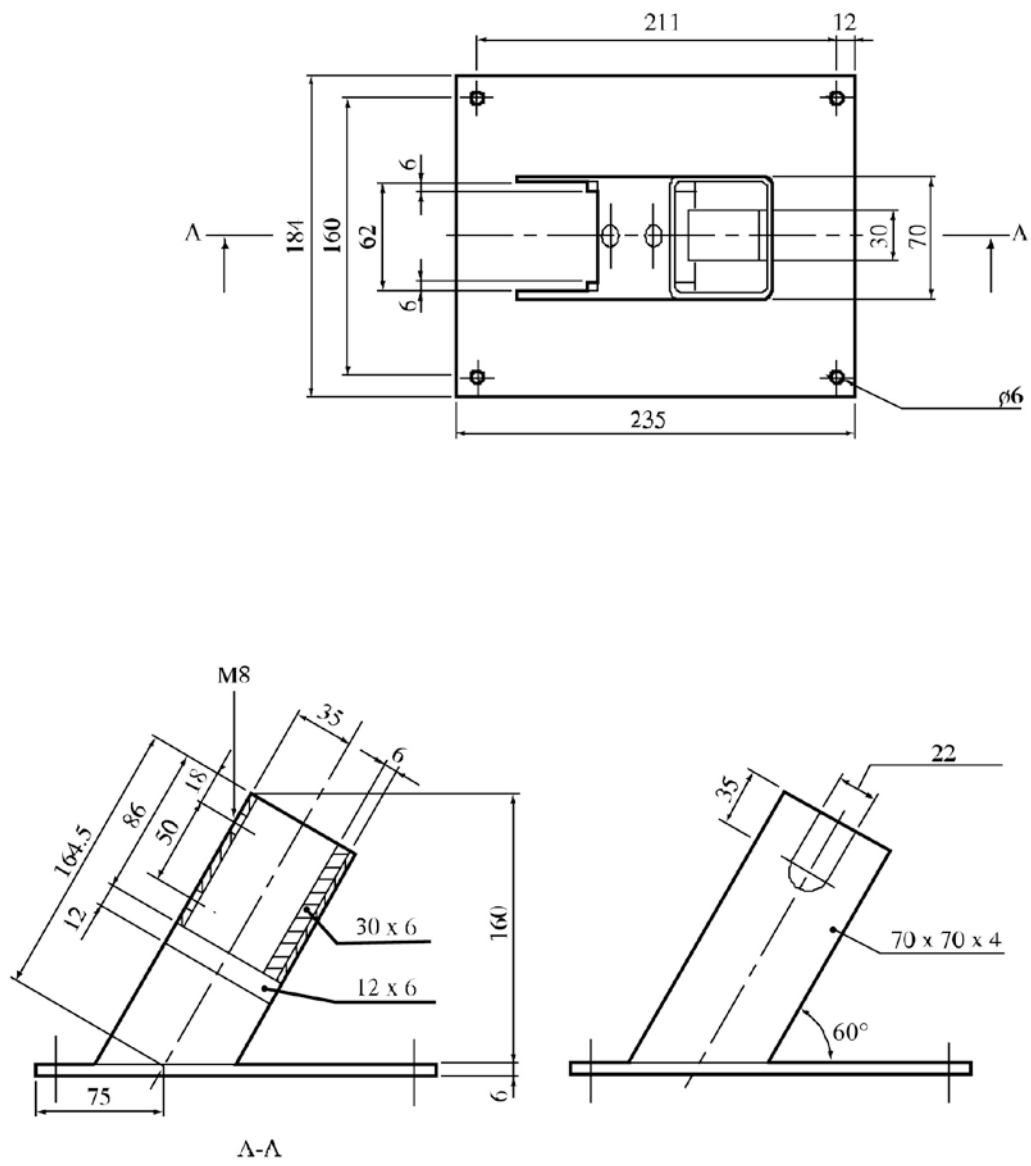
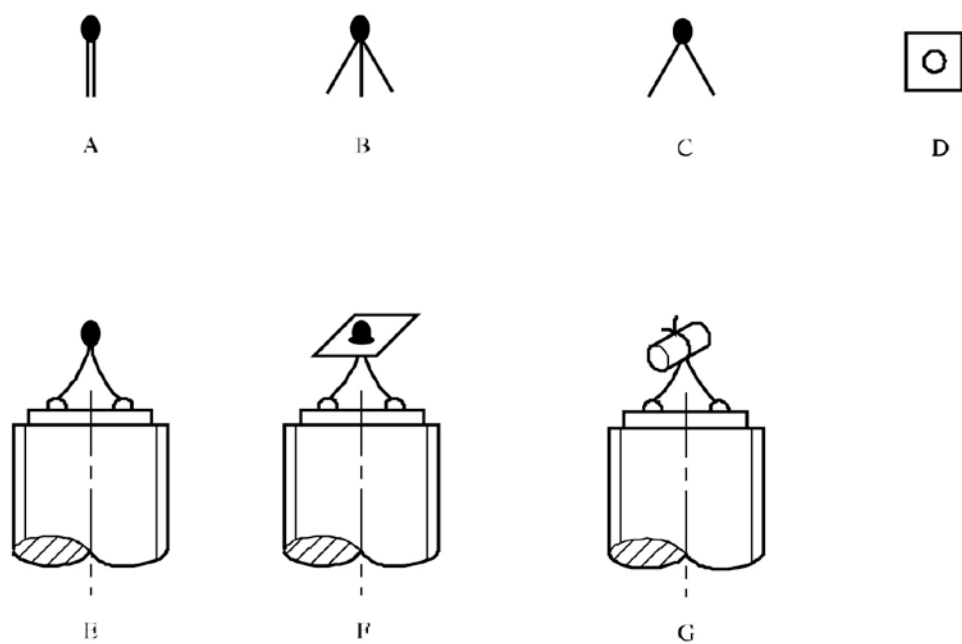
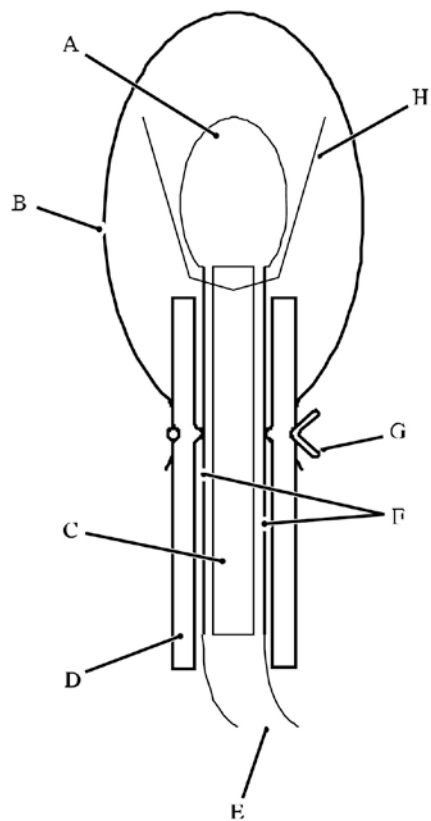


图1-14 支撑架



-
- (A) 制成的电点火引信头
 - (B) 黄铜箔触头与卡片绝缘体分离
 - (C) 绝缘卡片被切去
 - (D) 中心有孔的13mm见方点火细麻布SR252
 - (E) 引信头接到点火塞插头上
 - (F) 细麻布套在引信头上
 - (G) 细麻布包起来并用线扎好
-

图1-15 固体点火系统



-
- (A) 引信头
 - (B) 聚氯乙烯薄膜
 - (C) 绝缘卡片
 - (D) 硅橡胶管
 - (E) 点火引线
 - (F) 箔触头
 - (G) 用于扎紧使液体不漏出的铁丝
 - (H) 点火细麻布
-

图1-16 液体点火系统

1.8. 系列 3 试验 3 (a): BAM 落锤仪

1.8.1. 引言

本试验用于测量固体和液体对落锤撞击的敏感度,并确定物质是否太危险以至于不能以其进行试验的形式运输。

1.8.2. 设备和材料

联邦材料检验局(BAM)落锤仪的主要部分是带有底板的铸钢块、击砧、圆柱、导轨、带有释放装置的落锤和撞击装置。钢击砧拧入钢块和铸造的底板上。圆柱(用无缝拉制钢管制成)固定在其上的支架。用螺栓固定在钢块后面。击砧、钢块、底板和圆柱的尺寸如图1-17。用三个连接板固定在圆柱上的两根导轨装有一个限制落锤回跳的锯齿板和一个用于调整落高的可移动分度尺。落锤释放装置可在两根导轨之间上下移动,并通过拧紧装在两个夹钳上的杠杆螺母夹在导轨上。利用四个紧固在混凝土中的止动螺钉将设备固定在一个混凝土块(600mm×600mm)上,使底板与混凝土全面积接触,两根导轨完全垂直。有一个带保护内衬并且容易打开的木制保护箱围着设备直到底部连接板的高度。有一个抽气系统将任何爆炸气体或粉尘排出保护箱外。

落锤如图1-18所示。每个落锤配有两个使其落下时保持在导轨之间的定位槽、一个悬挂插销头、一个可拆卸的圆柱形撞击头和一个拧在落锤上的回跳掣子。撞击头是用淬火钢(洛氏硬度为60至63)制成;其最小直径为25mm;它有一个肩凸块使撞击头是用淬火钢(洛氏硬度为60至63)制成;其最小直径为25mm;它有一个肩凸块使它在撞击时不被打进落锤中。有三种落锤可供使用,其重量分别为1.00、5.00和10.00kg。1kg落锤有一个装撞击头的重钢心。5kg和10kg落锤是坚实钢块,例如材料规格按照德国工业标准DIN 1700至少是St 37-1。

试验物质样品封闭在由两个同轴钢圆柱体组成的撞击装置中,两个钢圆柱体放在中空圆柱形钢导向环中,一个压在另一个上面。圆柱体是表面抛光、边缘倒圆的用滚柱轴承制造的钢滚柱,其硬度为洛氏硬度58至65。圆柱体和导向环的尺寸如图1-19所示。撞击装置放在中间击砧上并用定位环对中,定位环上有一圈让气体逸出的排气孔。中间击砧的尺寸如图1-20所示,定位环的尺寸如图1-19所示。

1.8.3. 试验程序

糊状或胶状以外的固态物质应遵守以下几点:

- (a) 粉末状物质要过筛（筛孔0.5mm），通过筛子的物质用于做试验。
- (b) 压缩、浇注或以其他方式压实的物质要打碎成小块并过筛；通过1.0mm筛但留在0.5mm筛上的部分用于做试验，对于含有一种以上成分的物质，用于做试验的筛出部分应能代表原来的物质。
- (c) 只以装药形式运输的物质要以圆片（小片）形式做试验，圆片体积为40 mm³（大约是直径4mm，厚3mm）。

圆柱体和导向环在使用前应当用丙酮洗去油脂。圆柱体和导向环只能使用一次。

对于粉末状物质，试样用容积40mm³的圆筒量器（直径3.7mm，高3.7mm）量取。对于糊状或胶状物质，用同样容积的圆筒管插入物质中，取出将多余部分刮平后，用木条将试样从圆筒管中挤出。对于液体物质，用容积40mm³的细拉移液管量取。把物质放在敞开的撞击装置中，后者已在中间击砧上的定位环中。对于粉末、糊状或胶状物质，轻压上面的钢圆柱体直到它与试样接触，但不将它压平。液体试样放在敞开的撞击装置中的方式是使液体充满下面的钢圆柱体与导向环之间的槽。借助测深规使上面的钢圆柱体下降到距离下面的圆柱体2mm处（见图1-21），并用橡皮圈固定住。在有些情况下，毛细作用会使试样从套环顶端渗出。在这种情况下，应把装置弄干净后重新装入试样。装了试样的撞击装置放在主击砧正中间，关上保护木箱，将悬挂在所需高度的适当落锤释放。对试验结果的解释可分为：“无反应”、可由颜色改变或气味辨别出的“分解”（无火焰或爆炸）和“爆炸”（从弱到强的爆炸声或着火）。在有些情况下，用适当的惰性参考物质进行试验是可取的，以便更好地判断是否发生听得见的爆炸声。

表示一种物质撞击敏感度的极限撞击能的定义是：在至少6次试验中至少有一次得到的结果是“爆炸”的最低撞击能，使用的撞击能用落锤的质量和落高计算（例如1kg×9.8N/kg×0.5m≈5J）。1kg落锤所用的落高分别为10、20、30、40和50cm（撞击能为1J至5J）；5kg落锤所用的落高为15、20、30、40、50和60cm（撞击能为7.5J至30J）；10kg落锤所用的落高为35、40和50cm（撞击能为35J至50J）。试验顺序一开始是用10J进行一次试验。如果在此试验中观察到的结果是“爆炸”，就逐级降低撞击能继续进行试验，直到观察到“分解”或“无反应”为止。在这一撞击能水平下重复进行试验，如果不发生爆炸，重复到总次数6次；否则就再逐级降低撞击能，直到测定出极限撞击能为止。如果在10J撞击能水平下，观察到的结果是“分解”或“无反应”（即不

爆炸)，则逐级增加撞击能继续进行试验，直到第一次得到“爆炸”的结果。那么再降低撞击能，直至测定出极限撞击能。

1.8.4. 试验标准和评价结果的方法

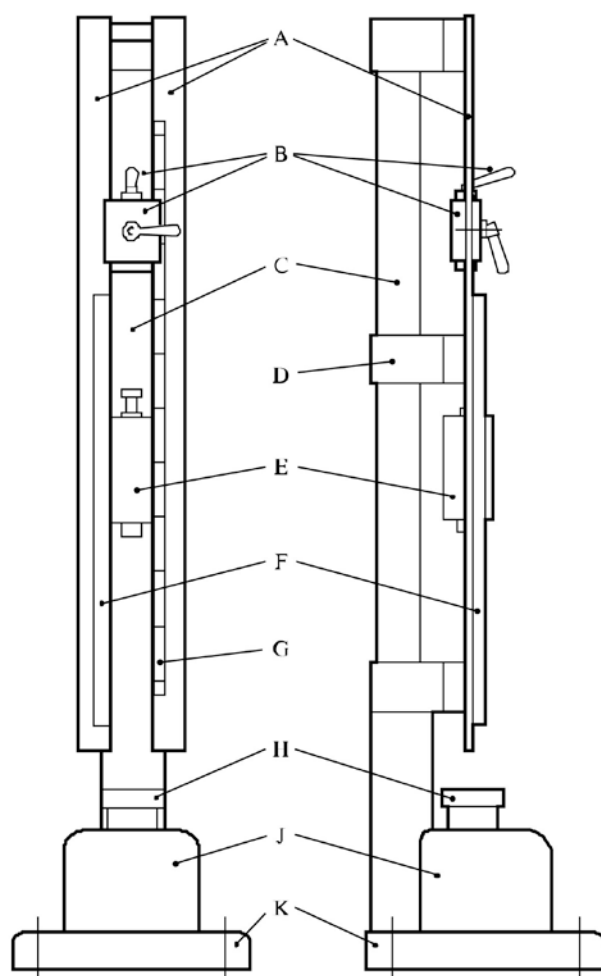
试验结果的评估根据是：

- (a) 在某一特定撞击能下进行的最多6次试验中是否有任何一次出现“爆炸”。
- (b) 在6次试验中至少有一次出现“爆炸”的最低撞击能。

如果在6次试验中至少出现一次“爆炸”的最低撞击能是2J或更低，试验结果即为“+”，亦即物质太危险不能以其进行试验的形式运输。否则，结果即为“-”。

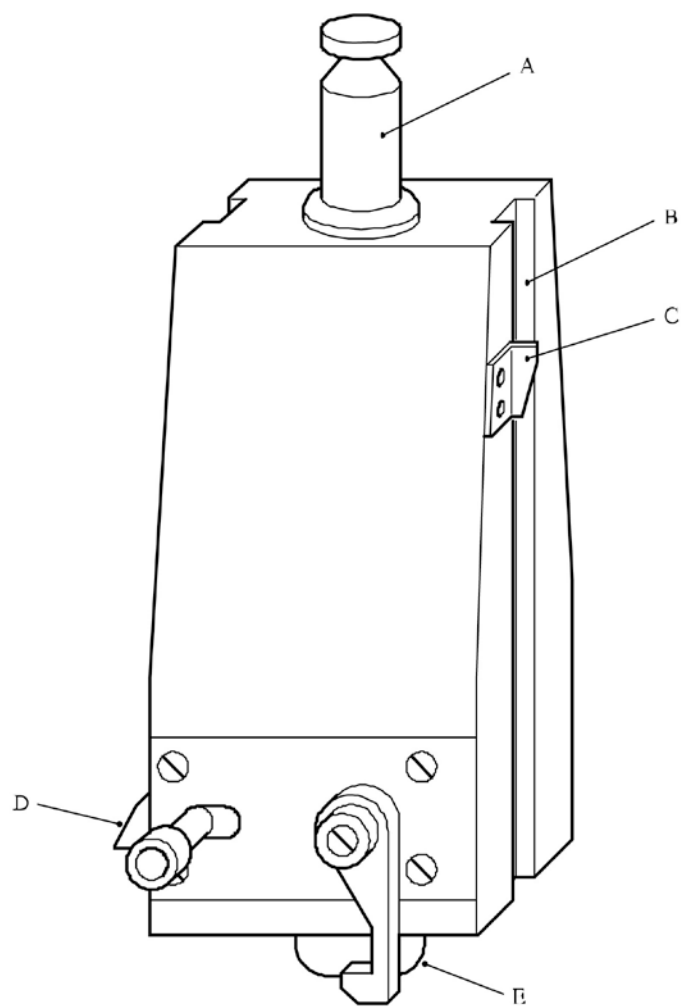
表1-5 结果实例

物质	极限撞击能 (J)	结果
硝酸乙酯 (液体)	1	+
六氢三硝基三嗪与铝的混合物， (70/30)	10	-
高氯酸肼 (干的)	2	+
叠氮化铅 (干的)	2.5	-
收敛酸铅	5	-
甘露糖醇六硝酸酯 (干的)	1	+
雷酸汞 (干的)	1	+
硝化甘油 (液体)	1	+
太安炸药 (干)	3	-
太安炸药/蜡 (95/5)	3	-
太安炸药/蜡 (93/7)	5	-
太安炸药/蜡 (90/10)	4	-
太安炸药/水 (75/25)	5	-
太安炸药/乳糖 (85/15)	3	-
黑索金炸药/水 (74/26)	30	-
黑索金炸药 (干的)	5	-
特屈儿炸药 (干的)	4	-



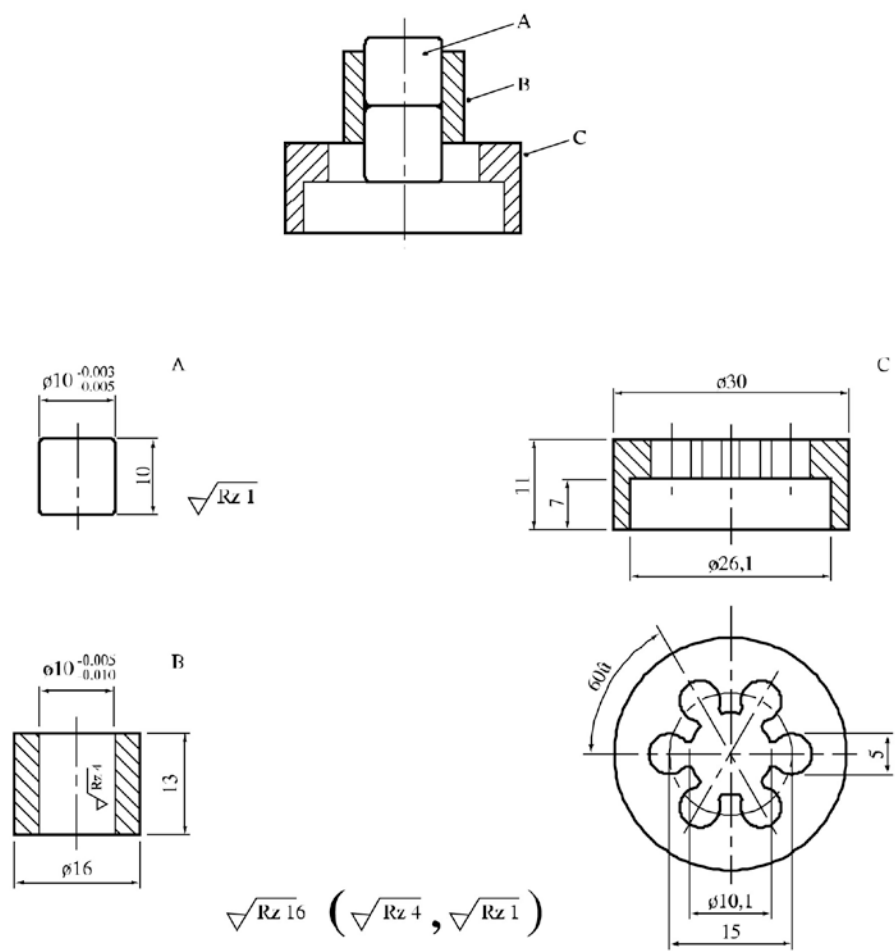
- | | |
|-------------------------|------------------------|
| (A) 两根导轨 | (B) 夹持和释放装置 |
| (C) 圆柱 | (D) 中间连接板 |
| (E) 落锤 | (F) 锯齿板 |
| (G) 分度尺 | (H) 击砧100mm直径×70mm |
| (J) 钢块230mm×250mm×200mm | (K) 底板450mm×450mm×60mm |

图1-17 联邦材料检验局落锤仪全视图、正面和侧面



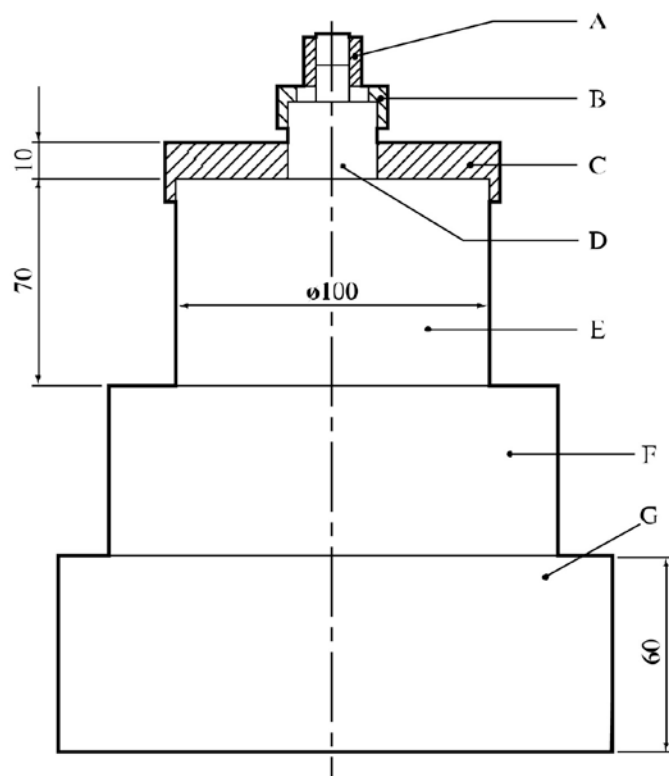
-
- (A) 悬挂插销头
 - (B) 定位槽
 - (C) 高度指示器
 - (D) 回跳掣子
 - (E) 圆柱形撞击头
-

图1-18 落锤



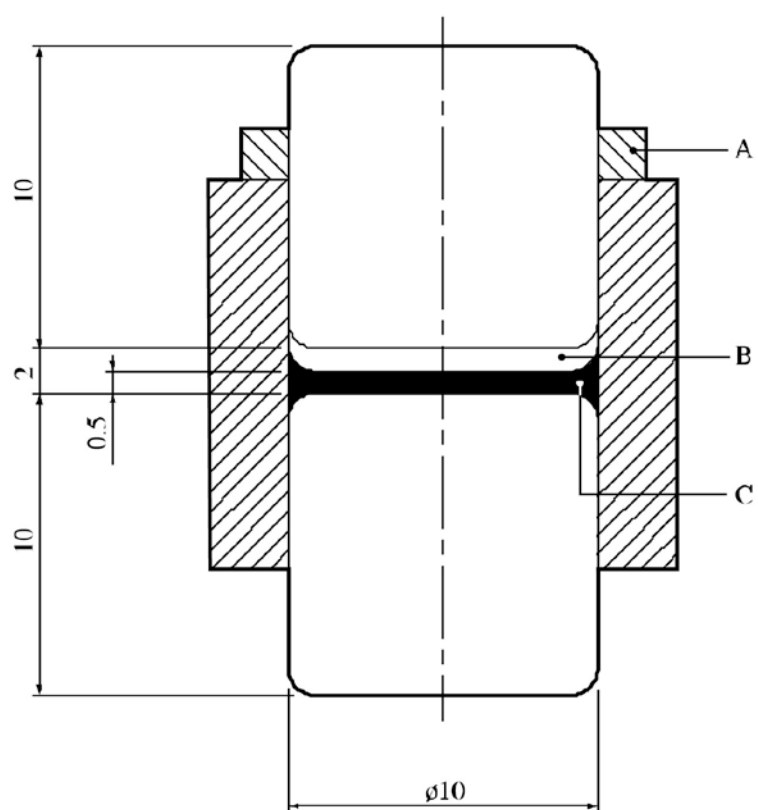
-
- (A) 钢圆柱体
(B) 导向环
(C) 定位环
-

图1-19 粉末、糊状或胶状物质的撞击装置和定位环



-
- (A) 撞击装置
 - (B) 定位环
 - (C) 定位板
 - (D) 中间击砧26mm直径×26mm
 - (E) 击砧100mm直径×70mm
 - (F) 钢块230mm×250mm×200mm
 - (G) 底板450mm×450mm×60mm
-

图1-20 下部



-
- (A) 橡皮圈(有时候可以不用)
 - (B) 无液体的空间
 - (C) 液体试样渗在钢圆柱体四周
-

图1-21 液体的撞击装置

1.9. 系列 3 试验 3 (b): BAM 摩擦仪

1.9.1. 引言

本试验用于测量物质对摩擦刺激的敏感度,并确定物质是否太危险以至于不能以其进行试验的形式运输。

1.9.2. 设备和材料

摩擦仪(见图1-22)由铸钢基座及安装在该基座上的摩擦装置本身组成。这包含一个固定的瓷棒和一个可移动的瓷板。瓷板固定在一个托架上,托架可在两根导轨上运动。托架通过连接杆、偏心凸轮和适当的传动装置与电动机相连,使得瓷板在瓷棒下仅能向前和向后移动一次,距离为10mm。荷重装置绕一个轴旋转,因此能够更换瓷棒;荷重装置有一荷重臂,臂上配备有六个挂砝码的槽口。调整平衡砝码可得到零荷重。当荷重装置向下放到瓷板上时,瓷棒的纵轴与瓷板垂直。备有最大10kg的各种不同重量的砝码。荷重臂上有六个槽口,它们与瓷棒轴心的距离分别为11、16、21、26、31和36cm。用一个环和钩将砝码挂在荷重臂的槽口中。在不同的槽口挂不同的砝码,可在瓷棒上形成的荷重分别为5、10、20、40、60、80、120、160、240、360N。必要时,可使用中间的荷重。

扁平的瓷板用工业白瓷制成,而且在烧制之前,它的两个摩擦表面要用海绵状物摩擦使之完全变粗糙。海绵状纹路是清楚可见的(粗糙度 $9\sim 32\mu\text{m}$)。圆柱形瓷棒也是工业白瓷,它们的两个粗糙端部要制成圆形。瓷板和瓷棒的尺寸如图1-23所示。

1.9.3. 试验程序

通常以物质收到时的形式进行试验。湿润物质应以为运输规定的湿润剂含量最小者进行试验。此外,对于糊状或胶状以外的固体物质,应当遵守以下几点:

- (a) 粉末状物质要过筛(筛孔0.5mm);通过筛子的物质全部用于做试验。
- (b) 压缩、浇注或以其他方式固实的物质要打碎成小块并过筛,通过0.5mm筛子的物质全部用于做试验。
- (c) 仅以装药形式运输的物质要以体积10 mm³的圆片(最小直径4mm)或小片形式进行试验。

瓷板和瓷棒表面的每一部分只能用一次;每根瓷棒的两个端面可作两次试验,而瓷板的两个摩擦面每个可作3次试验。

瓷板固定在摩擦仪的托架上，使海绵纹路的槽沟与运动方向横切。用于试验的物质数量约为10 mm³，粉末状物质用圆筒量器（直径2.3mm、深2.4mm）量取；糊状或胶状物质用壁厚0.5mm的带2mm×10mm窗孔的矩形量具量取；将充满试验物质的窗孔置于板上，然后将量具小心地移开。将牢固卡紧的瓷棒置于试样上，如图1-23所示；在荷重臂上加上所要求的砝码，并启动开关。必须注意确保瓷棒贴在试样上，而且当瓷板移动到瓷棒前时，有足够的物质进入瓷棒下面。

试验顺序从用360N荷重进行第一次试验开始。每次试验结果的解释分为“无反应”、“分解”（颜色改变或有气味）和“爆炸”（爆炸声、噼啪声、火花或火焰）。如果在第一次试验中观察到“爆炸”结果，便逐级减少荷重继续进行试验，直到观察到“分解”或“无反应”结果为止。在此摩擦荷重水平上重复进行试验，如果不发生“爆炸”，总共重复进行6次；否则就再逐级减少荷重，直到在6次试验中没有发生“爆炸”的最低荷重得到确定为止。如果在360N的第一次试验中，结果为“分解”或“无反应”，那么此试验也要再进行最多5次。如果在这一最高荷重的6次试验中，结果都是“分解”或“无反应”，即认为物质对摩擦是不敏感的。如果在这6次试验中得到一次“爆炸”结果，就按上述的方法减少荷重。极限荷重界定为在至少6次试验中至少有一次得到“爆炸”结果的最低荷重。

1.9.4. 试验标准和评价结果的方法

试验结果的评估根据是：

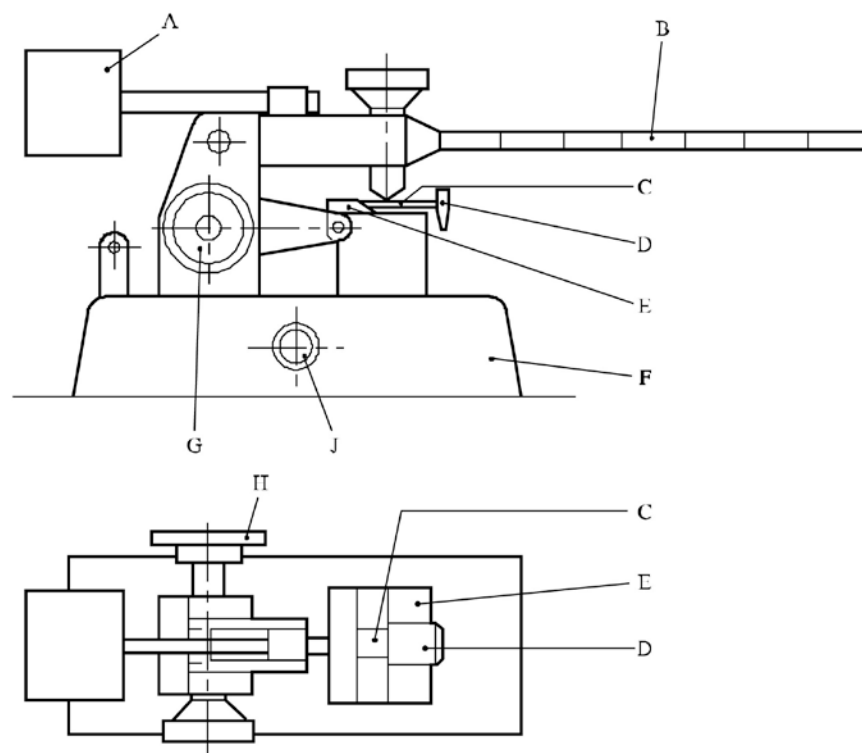
- (a) 在某一特定摩擦荷重下进行的最多6次试验中是否有任何一次出现“爆炸”。
- (b) 在6次试验中至少有一次出现“爆炸”的最低摩擦荷重。

如果在6次试验中出现一次“爆炸”的最低摩擦荷重小于80N，试验结果即为“+”，亦即物质太危险不能以其进行试验的形式运输。否则，试验结果即为“-”。

表1-6 结果实例

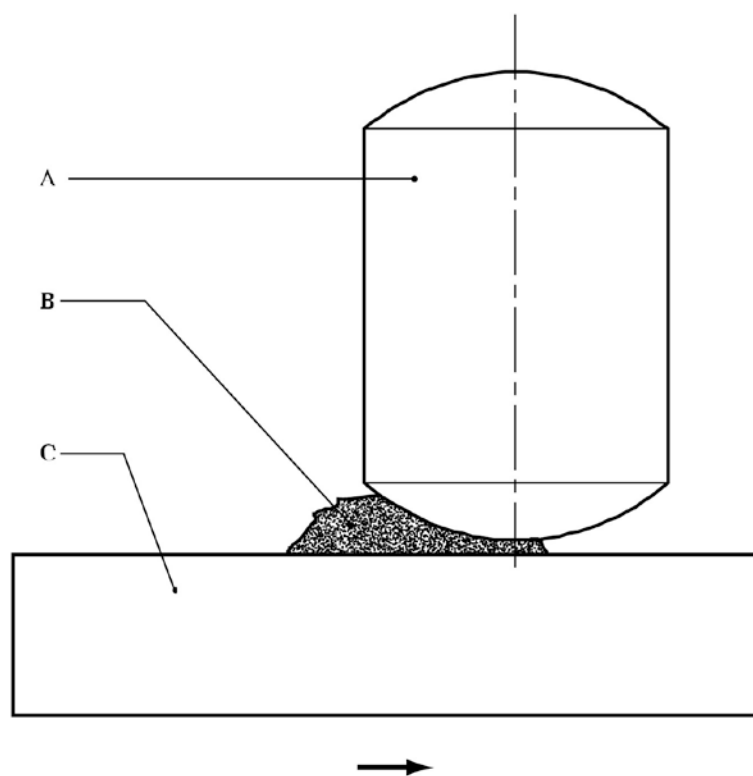
物质	极限荷重 (N)	结果
炸胶 (75%硝化甘油)	80	-
六硝基芪	240	-
奥克托金炸药 (干的)	80	-
高氯酸肼 (干的)	10	+
叠氮化铅 (干的)	10	+
收敛酸铅	2	+
雷酸汞 (干的)	10	+

物质	极限荷重 (N)	结果
硝化纤维素, 13.4%N (干的)	240	—
奥克托尔炸药 (70/30) (干的)	240	—
太安炸药, (干的)	60	+
太安炸药/蜡 (95/5)	60	+
太安炸药/蜡 (93/7)	80	—
太安炸药/蜡 (90/10)	120	—
太安炸药/水 (75/25)	160	—
太安炸药/乳糖 (85/15)	60	+
苦味酸 (干的)	360	—
黑索金炸药 (干的)	120	—
黑索金炸药 (水湿的)	160	—
梯恩梯	360	—



-
- (A) 平衡砝码
 - (B) 荷重臂
 - (C) 固定在托架上的瓷板
 - (D) 调节杆
 - (E) 可移动托架
 - (F) 钢基座
 - (G) 将托架调定在开始位置的手柄
 - (H) 指向电动机驱动方向
 - (J) 开关
-

图1-22 BAM 摩擦仪



-
- (A) 瓷棒，直径10mm×15mm
(B) 试验样品
(C) 瓷板，25mm×25mm×5mm
-

图1-23 瓷板和瓷棒

1.10. 系列 3 试验 3 (c): 75℃热稳定性试验

1.10.1. 引言

本试验用于测量物质在高温条件下的稳定性，以确定物质是否太危险不能运输。

1.10.2. 设备和材料

需要下列设备:

- (a) 电烘箱，装有通风装置并具有防爆电装置和足以保持和记录温度 $75\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的恒温控制器。烘箱应有双重的温度自动调节器，或者某种在恒温器失灵时防止热失控的保护装置。
- (b) 一个直径35mm、高50mm的无嘴烧杯和一个直径40mm的表面玻璃。
- (c) 一个能测定试样重量到 $\pm 0.1\text{g}$ 的天平。
- (d) 三个热电偶和一个记录系统。
- (e) 两个直径 $50\pm 1\text{mm}$ 、长150mm的平底玻璃管和两个抗压0.06MPa（60kPa）压力的塞子。

应使用一种物理性质和热性质与试验物质相似的惰性物质作为参考物质。

1.10.3. 试验程序

在处理新物质时，须进行若干鉴别试验以确定其性能，这些试验涉及在75℃下将少量试样加热48h。如果用少量物质进行试验时没有发生爆炸反应，才能够使用下面所述的程序。如果发生爆炸或着火，物质即为太热不稳定而不能运输。

无仪器试验：将50g试样过秤后放入烧杯，加盖后放进烘箱。将烘箱加热到75℃，试样留在这一温度下的烘箱里48h或者直到出现着火或爆炸，以较早发生者为准。如果没有出现着火或爆炸但出现某种自加热的迹象，如冒烟或分解，那么应当进行下面所述的程序。不过，如果物质没有显示热不稳定的迹象，可以认为它是热稳定的，不需要进一步测试热稳定性。

仪器试验：将100g（或 100cm^3 ，如果密度小于 1000kg/m^3 ）试样放在一根管子里，将同样数量的参考物质放在另一根管子里。将热电偶T1和T2插到管内物质一半高度的地方。如果热电偶对于被试物质和参考物质来说不是惰性的，则必须用惰性的外罩包住。将热电偶T3和加了盖的两根管子放入烘箱内，如图1-24所示。在试样和参考物质达到75℃以后的48h期间内，测量试样与参考物之间的温度差（如果有）。记下试

样分解的迹象。

1.10.4. 试验标准和评价结果的方法

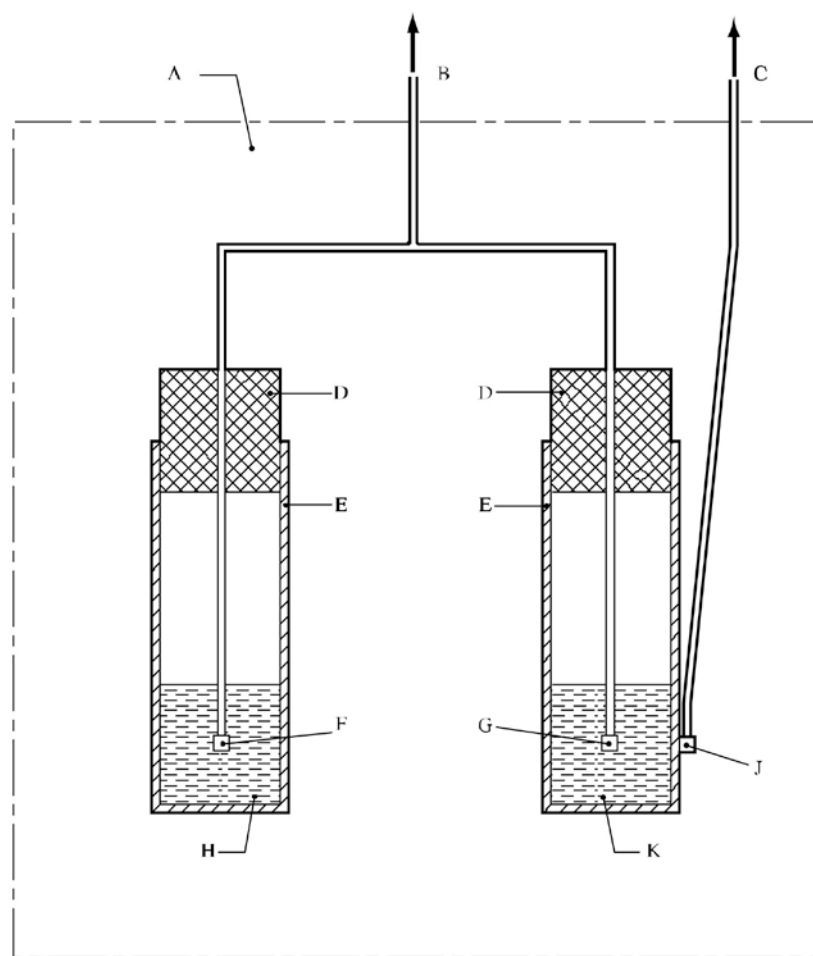
在无仪器试验中，如果出现着火或爆炸，结果即为“+”，如果没有观察到变化，结果即为“-”。在仪器试验中，如果出现着火或爆炸或者记录到的温度差（即自加热）为3℃或更大，结果即为“+”。如果没有出现着火或爆炸，但记录到的自加热小于3℃，可能需要进行进一步的试验和/或评估以便确定试样是不是热不稳定的。

如果试验结果是“+”，物质即为热不稳定。

表1-7 结果实例

物质	观察结果	结果
70%高氯酸铵，16%铝，2.5%卡托烯，11.5% 粘结剂	在卡托烯（燃速催化剂）上发生了氧化 反应。试样表面变色，但无化学分解。	—
太安炸药/蜡（90/10）	重量损失可忽略	—
黑索金炸药，22%水湿润	重量损失<1%	—
胶质达纳炸药（硝化甘油22%，二硝基甲苯 8%，铝3%）	重量损失可忽略	—
铵油炸药	重量损失<1%	—
塑胶炸药 ^a	重量损失可忽略，（有时发生）微小膨 胀	—

a: 各种类型。



- | | |
|---------------------|---------------------------|
| (A) 加热烘箱 | (B) 接毫伏特计 (T_1-T_2) |
| (C) 接毫伏特计 (T_3) | (D) 塞子 |
| (E) 玻璃管 | (F) 1号热电偶 (T_1) |
| (G) 2号热电偶 (T_2) | (D) 试样 100cm^3 |
| (E) 3号热电偶 (T_3) | (F) 参考物质 100cm^3 |

图1-24 75℃热稳定性试验装置

1.11. 系列 3 试验 3 (d): 小型燃烧试验

1.11.1. 引言

本试验用于确定物质对火烧的反应。

1.11.2. 设备和材料

1.11.2.1. 固体和液体

需要足够的煤油浸泡过的锯木屑（大约100g木屑和200mL煤油）。铺成30cm长、30cm宽和1.3cm厚的底座。对于不易点燃的物质，将厚度增至2.5cm。还需要一个电点火器和一个很薄的正好可以盛下试验物质并与这种物质不发生反应的塑料烧杯。

1.11.2.2. 替代方法（仅用于固体）

需要一个计时器和一张置于不燃表面的30cm×30cm的牛皮纸。按程序中说明的和图1-25所示，使用几克无烟火药粉末和一个适宜的点火器。

1.11.3. 试验程序

1.11.3.1. 固体和液体

在烧杯内放置10g物质。将烧杯置于浸泡过煤油的木屑底座的中央，然后用电点火器将木屑点燃。用10g试样进行两次试验，再用100g进行两次，除非观察到爆炸。

1.11.3.2. 替代方法（仅用于固体）

将物质的一个锥形堆置于牛皮纸上，堆的高度与基部半径相等。绕试验物质一周撒一道无烟火药，然后在两个对角相对的点上（见图1.19.1）从一个安全距离利用一种适当的点火装置将无烟火药点燃。牛皮纸被这道无烟火药点燃，然后将火焰传到试验物质。用10g进行两次试验，再用100g进行两次试验，除非观察到爆炸。

1.11.4. 试验标准和评价结果的方法

目视观察发生的情况，并按以下三个类别报告试验结果：

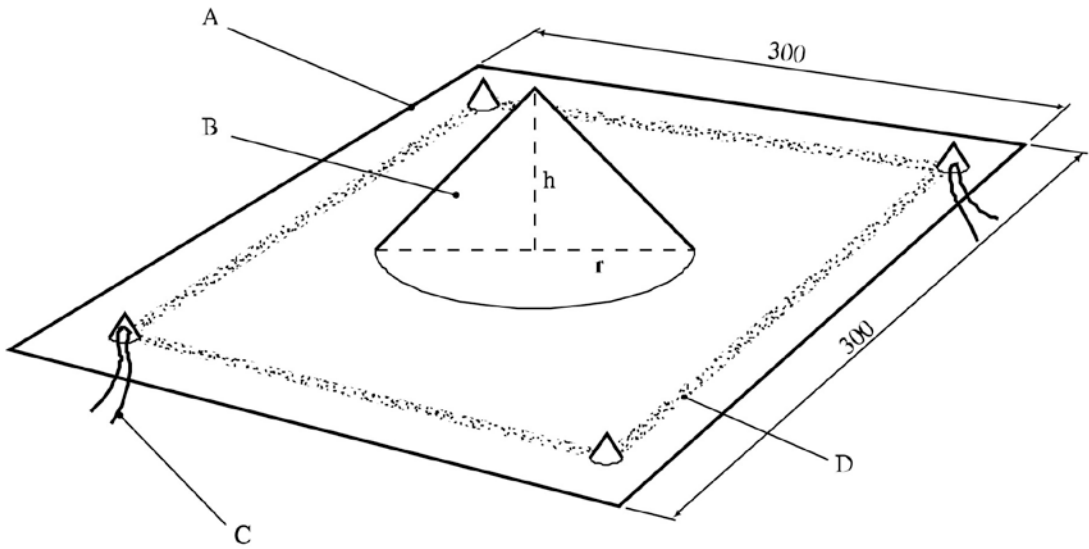
- (a) 未点着；
- (b) 点着并燃烧；
- (c) 爆炸。

燃烧持续时间或点着到爆炸的时间可以记下作为补充资料。如果试验物质发生爆炸，试验结果即为“+”，亦即物质太危险不能以其进行试验的形式运输。否则，试

验结果即为“-”。

表1-8 结果实例

物质	观察结果	结果
液体:		
硝基甲烷	燃烧	-
固体:		
(替代方法)		
炸胶A (硝化甘油92%, 硝化纤维素8%)	燃烧	-
黑火药粉末	燃烧	-
叠氮化铅	爆炸	+
雷酸汞	爆炸	+



- (A) 牛皮纸
- (B) 试验物质
- (C) 用一个点火器和几克无烟火药粉末（从两个相对的角落）点火
- (D) 无烟火药粉末条

图1-25 小型燃烧试验（固体）

1.12. 系列 4 试验 4 (a): 物品和包装物品的热稳定性试验

1.12.1. 引言

本试验用于评估物品和包装物品在高温条件下的热稳定性以确定进行试验的单元是否太危险不能运输。可用于进行本试验的最小单元是最小的包装单元,或者如果是无包装运输,则为无包装物品。一般来说,应对用于运输的包件进行试验。如果不可能这样做(例如包件太大放不进烘箱),应使用尽可能装入最多物品的类似的较小包件进行试验。

1.12.2. 设备和材料

本试验需要一个装有风扇和把温度维持在 $75\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的恒温控制器的烘箱。烘箱最好应有双重温度自动调节器或者在恒温器失灵时能防止温度过高的类似保护装置。试验单元应装一个接到温度记录器的热电偶,以便评估是否发生放热,并导致温度上升。

1.12.3. 试验程序

视所试验的单元而定,将热电偶或者置于无包装物品的外壳上,或者置于靠近包件中心的一个物品的外壳上。热电偶接到一个温度记录器。待试验的单元(连同热电偶)放入烘箱,加热到 75°C 并在这个温度上保持48h。然后让烘箱冷却后取出单元并加以检查。记录温度并记下反应、损坏或渗漏迹象。

1.12.4. 试验标准和评价结果的方法

如果出现下列现象之一,试验结果即为“+”,亦即物品或包装物品太危险不能运输:

- (a) 爆炸;
- (b) 着火;
- (c) 温度上升超过 3°C ;
- (d) 物品外壳或外容器损坏;
- (e) 发生危险的渗漏,即在物品外部可见到爆炸物。

如果没有外部效应并且温度上升不超过 3°C ,试验结果即为“-”。

表1-9 结果实例

试验物品	结果
筒形液体贮藏器	—
延迟电点火器	—
手动信号装置	—
铁路信号雷管	—
吐珠烟花	—
安全点火管	—
信号弹	—
轻武器弹药	—
烟雾罐	—
发烟枪榴弹	—
发烟罐	—
发烟信号弹	—

1.13. 系列 4 试验 4 (b): 液体的钢管跌落试验

1.13.1. 引言

本试验用于测定均质高能液体在密封钢管中从不同高度跌落到钢砧上的爆炸特性。

1.13.2. 设备和材料

钢 (A37型) 管的内径为33mm, 外径为42mm, 长500mm (见图1-26)。管内装满试验液体, 上端拧上铸铁螺帽, 用聚四氟乙烯胶带密封。螺帽钻有一个充装用8mm轴向孔, 用塑料塞封闭。

1.13.3. 试验程序

记下液体的温度和密度。在试验前1h或不到1h将液体摇动10秒钟。跌落高度逐级变化, 每级0.25m, 最大高度为5m。本程序用于找出不发生爆轰的最大高度。使钢管垂直落下, 记下是否发生下列现象及在什么高度发生:

- (a) 爆轰, 钢管裂成碎片;
- (b) 导致钢管破裂的反应;
- (c) 无反应, 钢管损坏不大。

1.13.4. 试验标准和评价结果的方法

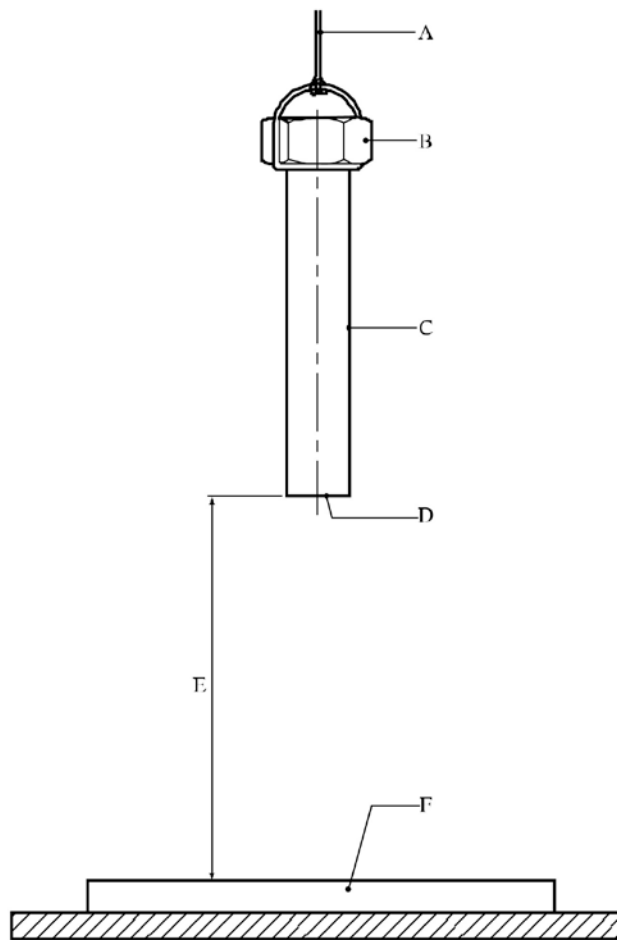
如果在跌落5m或不到5m后发生爆轰, 试验结果即为“+”, 亦即液体太危险不能运输。

如果在跌落5m后发生局部反应但无爆轰, 试验结果为“-”, 但不得使用金属容器, 除非已令主管部门满意地证明用这种容器运输是安全的。

如果在从5m处跌落后没有发生反应, 试验结果即为“-”, 亦即试验液体可以用任何适宜装液体的容器运输。

表1-10 结果实例

液体	温度 (°C)	爆轰的跌落高度 (m)	结果
硝化甘油	15	<0.25	+
硝化甘油/甘油三乙酸酯/2-硝基二苯胺 (78/21/1)	14	1.00	+
硝基甲烷	15	>5.00	-
三甘醇二硝酸酯	13	>5.00	-



- | | |
|-------------------|-------------------------|
| (A) 通过金属丝熔化释放 | (B) 铸铁螺帽 |
| (C) 无缝钢管 | (D) 焊接的钢板（厚度4mm） |
| (E) 跌落高度从0.25m到5m | (F) 钢砧（1m×0.50m，厚0.15m） |

图1-26 液体钢管跌落试验

1.14. 系列 4 试验 4 (b): 物品、包装物品和包装物质的 12m 跌落试验

1.14.1. 引言

本试验用于确定一个试验单元（物品、包装物品或包装物质，但均质液体除外）能否经得住自由下落的撞击而不发生明显的燃烧或爆炸危险。它不是用于评估包件是否经得住撞击的试验。

1.14.2. 设备和材料

1.14.2.1. 撞击面

撞击面是一块表面相当平滑的硬板。这种撞击面的一个实例如下：厚度至少75mm、布氏硬度不小于200的钢板，由厚度至少600mm的坚固混凝土底座支撑。撞击面的长度和宽度应不小于试验单元的尺寸的1.5倍。

1.14.2.2. 其他设备

应该使用摄影或其他图像记录装置来核实撞击姿态和结果。如果撞击姿态可能被认为是一个重要因素，试验机构可使用导向装置来获得所期望的撞击姿态。这种装置不应明显抑制跌落速度，也不应阻碍撞击后回弹。

1.14.2.3. 材料

在某些情况下，可用惰性物品代替试验物品包件中的一些爆炸性物品。这些惰性物品应与所代替的爆炸性物品的重量和体积相同。爆炸性物品应放在撞击时它们最可能起作用的位置。如果进行试验的是包装物质，则不得用惰性物质取代其中任何物质。

1.14.3. 试验程序

试验单元从12m高处跌落，这个高度是从试验单元的最低点到撞击面的距离。在**撞击后应遵守试验机构规定的安全等候期，即使撞击时没有发生看得见的引发或点燃也应如此。**然后再进一步检查试验单元以便确定是否发生了点燃或引发。对包装物质或物品进行3次跌落试验，除非较早发生决定性现象（例如着火或爆炸）。不过，每个试验单元只跌落一次。记录的数据应包括包件说明和观察结果。记录的结果应包括照片和引发点火的视听证据、发生时间（如果发生的话）、以及用整体爆轰或爆燃之类的术语表示的结果严重程度。也应记录试验单元在撞击时的姿态。包件的破裂可以记下，但不影响结论。

1.14.4. 试验标准和评价结果的方法

如果撞击引起着火或爆炸，试验结果即为“+”，亦即包装物质或物品太危险不能运输。单是包件或物品外壳破裂不被认为是“+”结果。如果在3次跌落中都没有发生着火或爆炸，结果即为“-”。

表1-11 结果实例

物质或物品	跌落次数	观察结果	结果
电缆切割器炸药包，装两个装置的金属箱	3	无反应	-
铸装起爆器（27.2kg）	3	无反应	-
CBI固态推进剂，直径7.11mm（36.3kg）	3	无反应	-
包含雷管、起爆器和引信组合体的（射弹）部件	1	点燃	+
胶质硝铵炸药（22.7kg）	3	无反应	-
40%强度硝铵炸药（22.7kg）	3	无反应	-
60%强度纯硝甘炸药（22.7kg）	3	无反应	-
50%强度纯“挖沟”硝甘炸药（22.7kg）	3	无反应	-
推进剂气体发生器，净重61.7kg，装在铝容器中	3	无反应	-
爆破点火装置，木箱中装有20个单独包装的装置	3	无反应	-

1.15. 系列5 试验5 (a): 雷管敏感度试验

1.15.1. 引言

本冲击试验用于确定物质对强烈机械刺激的敏感度。

1.15.2. 设备和材料

雷管敏感度试验的实验装置如图1.23.1和图1.23.2所示，它是直径至少80mm、长160mm、壁厚最多1.5mm的硬纸板管子，管底用刚好能够留住试样的薄膜封闭。强烈机械刺激由一标准雷管（联合国标准雷管的规格见附件A.1）提供，雷管从管中爆炸物的顶部中央插入至与雷管长度相等的深度。管子下面是验证板，它是厚1.0mm的160×160mm钢板，放在高50mm、内直径100mm、壁厚3.5mm的钢圈上（见图1-27）。或者也可以使用直径51mm、长102mm的普通（软）铅圆筒（见图1-28）。上述装置放在一块厚25mm、边长152mm的方形钢板上。

1.15.3. 试验程序

试验物质分三等份装入管子中。对于自由流动的颗粒物质，在装完每一等份后，让管子从50mm高处垂直地落下，以便把试样压实。胶状物质应小心地装实以避免出现空隙。在所有情况下，管中爆炸物的最终密度应尽可能接近其运输密度。对于直径大于80mm的高密度筒装爆炸物，使用原来的药筒。如原来的药筒太大不方便用于做试验，可把药筒不少于160mm长的一部分切下来用于做试验。在这种情况下，雷管应插入物质没有受到切割药筒的行动扰乱的一端。对于敏感度可能与温度有关的爆炸物，在试验前必须在28℃至30℃的温度下存放至少30h。含有粒状硝酸铵的爆炸物如必须在环境温度高的地区运输，在试验前应进行如下温度循环：25℃→40℃→25℃→40℃→25℃。管子放在验证板和钢底板上，把标准雷管从爆炸物顶部中央插入。然后，从一个安全位置给雷管点火，检查验证板。试验进行3次，除非物质发生爆轰。

1.15.4. 试验标准和评价结果的方法

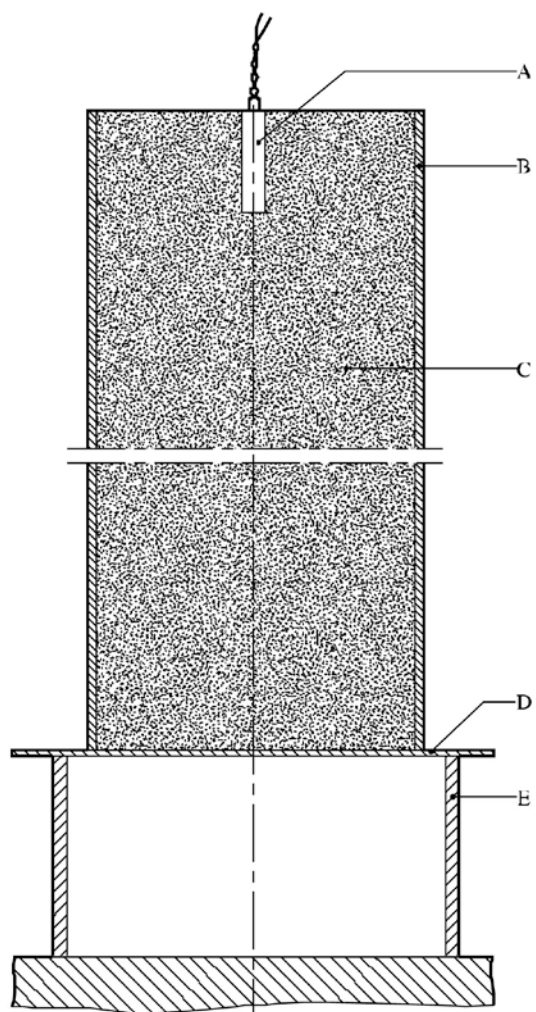
如果在任何一次试验中出现下列情况之一，结果即为“+”，亦即物质不应划入1.5项：

- (a) 验证板扯裂或其他形式的穿透(即可通过验证板见到光线)–验证板上有凸起、裂痕或弯折并不表明雷管敏感性；
- (b) 铅圆筒中部从其原有长度压缩3.2mm或更多。

否则结果即为“-”。

表1-12 结果实例

物质	密度 (kg/m ³)	备考	结果
硝酸铵颗粒+燃料油	840~900	原装	-
硝酸铵颗粒+燃料油	750~760	2次温度循环	+
硝酸铵+梯恩梯+可燃物质	1030~1070	原装	+
硝酸铵颗粒+二硝基甲苯（在表面）	820~830	原装	-
硝酸铵颗粒+二硝基甲苯（在表面）	800~830	40℃下存放30h	+
硝酸铵+二硝基甲苯+可燃物质	970~1030	原装	-
硝酸铵+二硝基甲苯+可燃物质	780~960	原装	+
硝酸铵+可燃物质	840~950	原装	-
硝酸铵+可燃物质	620~840	原装	+
硝酸铵+碱金属硝酸盐+碱土金属硝酸盐+铝 +水+可燃物质	1300~1450	原装	-
硝酸铵+碱金属硝酸盐+碱土金属硝酸盐+铝 +水+可燃物质	1130~1220	原装	+
硝酸铵+碱金属硝酸盐+硝酸盐+梯恩梯+铝 +水+可燃物质	1500	原装	-
硝酸铵+碱金属硝酸盐+硝酸盐+梯恩梯+铝 +水+可燃物质	1130~1220	原装	+
硝酸铵/甲醇（90/10），颗粒			-
硝酸铵/硝基甲烷，87/13			+
铵油炸药（94/6），颗粒			-
铵油炸药（94/6），200μm			+
梯恩梯，粒状			+



(A) 雷管

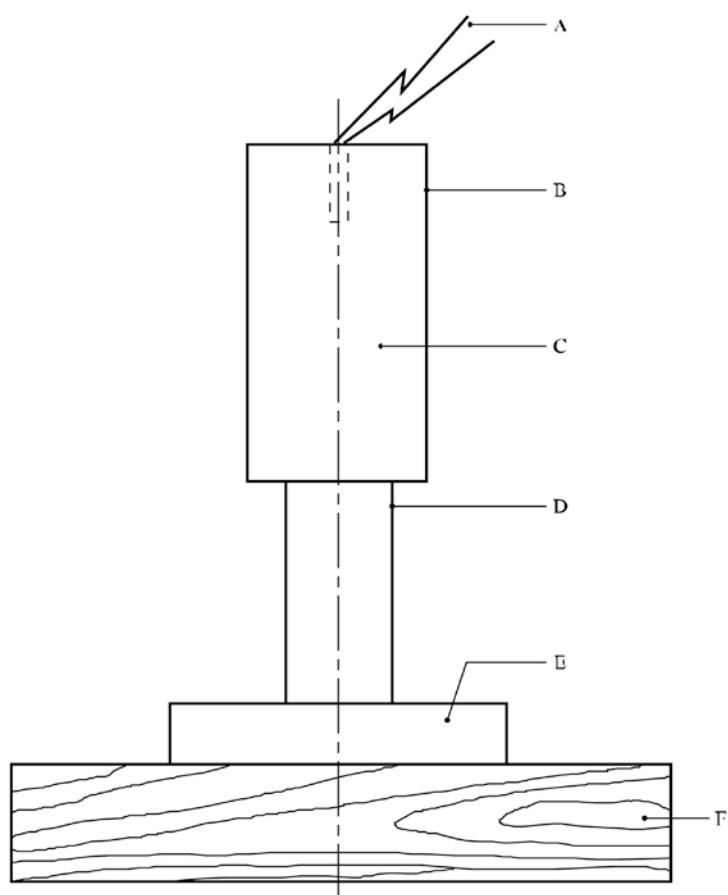
(C) 试验物质

(E) 钢圈

(B) 螺旋形绕层纤维板管子

(D) 普通结构钢验证板

图1-27 雷管敏感度试验（使用钢验证板）



-
- (A) 电引爆雷管
 (B) 硬纸板容器，直径8.6cm，长16.2cm
 (C) 爆炸品试样
 (D) 铅圆筒
 (E) 钢板，15cm×15cm×2.5cm
 (F) 木块，30cm×30cm×5cm
-

图1-28 雷管敏感度试验（使用铅圆筒作为验证板）

1.16. 系列 5 试验 5 (b): 美国爆燃转爆轰试验

1.16.1. 引言

本试验用于确定物质从爆燃转爆轰的倾向。

1.16.2. 设备和材料

试验设备如图1-29所示。待试验的物质样品装在一根长度为457mm的“3英寸80号”碳(A53B级)钢管中, 钢管内直径74mm、壁厚7.6mm, 一端用“3000磅”锻钢管帽盖住, 另一端用一块13cm见方、8mm厚的软钢验证板焊在钢管上。试样容器中心放置一个包含5.0g黑火药(100%通过孔径0.84mm的20号筛, 100%被孔径0.297mm的50号筛留住)的点火器。点火器装置是一个直径21mm、长64mm的圆筒形容器, 用0.54mm厚的醋酸纤维素制成, 由两层尼龙丝增强的醋酸纤维素带固定在一起。点火药盒的长度约为1.6cm, 可装5g点火药。点火药盒内有一个用长25mm、直径0.3mm、电阻0.343Ω的镍铬合金电阻丝做成的小环。这个小环接在两根绝缘的铜引线上。这些引线穿过钢管壁上的小孔并用环氧树脂密封。

1.16.3. 试验程序

将环境温度的试样装入钢管中, 装到23cm高度后, 将点火器(其引线穿过管壁上的小孔)插入钢管中心, 拉紧引线并用环氧树脂密封。然后将余下的试样装入并拧上顶盖。对于胶状试样, 尽可能把物质装到接近其正常的运输密度。对于颗粒试样, 把物质装入钢管后, 对着硬表面反复轻拍压实。钢管垂直地放着, 点火药用从20V变压器获得的15A电流点燃。试验应进行3次, 除非较早发生爆燃转爆轰。

1.16.4. 试验标准和评价结果的方法

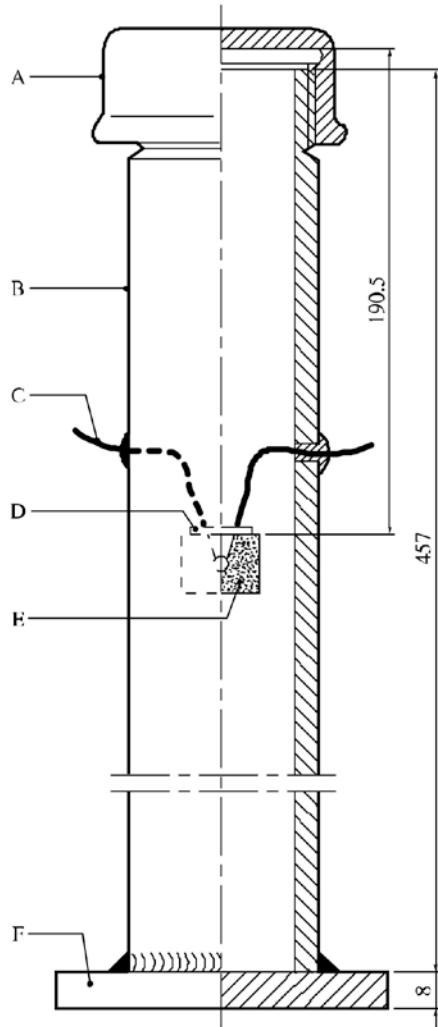
如果验证板穿透一个孔, 试验结果即为“+”, 亦即物质不应划入1.5项。如果验证板没有穿透一个孔, 结果即为“-”。

表1-13 结果实例

物质	视密度 (kg/m^3)	结果
硝酸铵/燃料油 (94/6)	795	-
高氯酸铵 (200 μm) ^a	1145	-
铵油炸药 (含有低密度可燃添加剂)	793	+
乳胶炸药 (用微球敏化)	1166	-
乳胶炸药 (用硝化纤维素敏化)	1269	-
乳胶炸药 (用油敏化)	1339	-

物质	视密度 (kg/m^3)	结果
硝化甘油炸药 ^a	900	+
太安炸药 (含水25%) ^a	1033	+

a: 用于校准目的, 不供划入1.5项。



(A) 锻钢帽	(B) 钢管
(C) 点火器引线	(D) 密封
(E) 点火器装置	(F) 验证板

图1-29 美国爆燃转爆轰试验

1.17. 系列5 试验5 (c): 1.5 项的外部火烧试验

1.17.1. 引言

本试验用于确定按提供运输的形式包装的物质陷入火中时是否会爆炸。

1.17.2. 设备和材料

需要以下项目:

- (a) 在其提交运输的状况和形式下的一个(或多个)爆炸性物质包件。待试验包件的总体积应不小于 0.15m^3 , 爆炸性物质的净重不需超过200kg。
- (b) 用于将包件架在燃料之上并使其能够充分加热的金属格栅。如果用木材堆烧火, 金属格栅应离地面1.0m高, 如果用一槽液态烃烧火, 金属格栅应离地面0.5m高。
- (c) 必要时, 能将格栅支架上的包件捆在一起的捆扎带或捆扎线。
- (d) 使火能够持续燃烧至少30分钟或者烧到物质显然有充分时间对火起反应的足够燃料。
- (e) 至少从两边点燃燃料的适当点火手段, 例如用木材烧火时, 须用煤油浸透木材和引火用的木刨花。
- (f) 用于记录事态发展的彩色摄像机, 最好兼具高速和常速功能。

1.17.3. 试验程序

在其提交运输的状况和形式下的所需数目包件尽可能互相紧靠着放在金属格栅上。必要时, 在试验中可用一条钢带将这些包件围捆起来托住它们。燃料放在格栅下面的方式要使火能够包围包件。可能需要挡住边风以防热气失散。合适的加热方法有用堆成网格状的木板条烧火、用液体燃料烧火和丙烷燃烧器。

建议的方法是用木材烧火, 这种烧火有平衡的空气/燃料比率, 可避免烟雾太多使人看不清事态发展, 并且燃烧强度和持续时间足以使许多种包装的爆炸物在10至30分钟内产生反应。可采用的一种方法如下: 用风干的木头(截面大约50mm见方)在金属格栅(离地面1m高)下面堆成网格状, 堆至支撑包件的格栅底部。木头应超出包件, 超出的距离每个方向应至少为1.0m, 木条之间的横向距离约为100mm。应有足够的燃料使火能够持续燃烧至少30分钟, 或者烧到物质或物品明显地有充分时间对火起反应。

装有适当液体燃料的贮槽、木材和液体燃料混合物或煤气烧火的方法可用来代替木材烧火的方法，只要这些方法烧的火同木材烧的火一样猛烈。如果用一槽液体烧火，贮槽应超出包件，超出的距离每个方向应至少为1.0m。格栅与贮槽之间的距离大约为0.5m。在使用这种方法之前，应当考虑爆炸物和液体燃料之间是否会发生淬火作用或不利的相互作用，从而使人对结果产生疑问。如果使用煤气烧火，格栅离燃烧器的高度应当合适，以便使火焰能够充分地包围包件。

把点火系统放在适当位置后从两边同时点燃燃料，一边是顶风边。试验不应在风速超过6m/s的条件下进行。在火熄灭后，应遵守试验机构规定的一段安全等候时间。

观察爆炸迹象，例如很响的声音和碎片从火烧区射出。

试验通常只进行一次，但是如果用于烧火的木材或其他燃料全部烧完后，在残余物中或在火烧区附近仍留有相当数量的爆炸性物质未烧毁，那么应当用更多的燃料或用另一种方法增加火烧的强度和/或持续时间，再进行一次试验。如果试验结果不能够使危险项别得以确定，应该再进行一次试验。

1.17.4. 试验标准和评价结果的方法

在本试验中发生爆炸的物质，其结果被视为“+”，亦即它不应划入1.5项。

表1-14 结果实例

物质	结果
铵油	—
铵油（含6%铝粉）	—
铵油（含6%可燃物质）	—
铵油乳胶（含1%微球）	—
铵油乳胶（含3.4%微球）	—

1.18. 系列6 试验6 (a): 单个包件试验

1.18.1. 引言

本试验适用于单个包件，用于确定其内装物是否整体爆炸。

1.18.2. 设备和材料

需要下列项目：

- (a) 引发物质或物品的雷管。
- (b) 刚好足以保证点燃物质或物品的点火器。
- (c) 适当的封闭材料。
- (d) 一片3.0mm厚的软钢板作为验证板。

可使用测量冲击波的设备。

1.18.3. 试验程序

本试验适用于在其提交运输的状况和形式下的爆炸性物质和物品包件。如果爆炸性物品不装在容器里运输，试验应适用于无包装物品。决定使用引发刺激还是点燃刺激时需根据以下考虑。

对于包装物质：

- (a) 如果物质打算用于通过爆轰起作用，应当用标准雷管进行试验（标准雷管的规格见附件A.1）。
- (b) 如果物质打算用于通过爆燃起作用，应当用刚好足以（但不超过30g黑火药）保证点燃包件内物质的点火器进行试验。点火器应放在包件内物质的中心。
- (c) 如果物质不打算用作爆炸物，但暂时被列入爆炸物，应当先用标准雷管进行试验，如果没有发生爆炸，则使用上文(b)中所述的点火器进行试验。如果物质在系列1类型(a)试验中得到“-”结果（没有传播爆轰），用雷管的试验可以免做，如果物质在系列2类型(c)试验中得到“-”结果（没有或缓慢爆燃），用点火器的试验可以免做。

对于包装物品：

- (a) 备有自身引发或点燃装置的物品：

用靠近包件中心的一个物品自身的引发或点燃装置激发该物品起作用。如果不可能这样做，则用具有所需效应的另一形式刺激物取代物品自身的引发或

点燃装置；

(b) 不备有自身引发或点燃装置的物品：

用以下两种方法中的任意一种激发物品起作用：

(一) 使靠近包件中心的一个物品按设计的方式起作用；

(二) 靠近包件中心的一个物品由可用同样效应引起作用的另一个物品取代。

包件放在地上的一块钢验证板上。最好的封闭方法是用形状和大小与试验包件相似的容器装满泥土或沙子，尽可能紧密地放在试验包件的四周，以使每个方向的最小封闭厚度对于不超过 0.15m^3 的包件为 0.5m ，对于超过 0.15m^3 的包件为 1.0m 。其他封闭方法是使用装满泥土或沙子的箱子或袋子放在包件的四周和顶部，或者使用散沙。

引发物质或物品并作下列观察：热效应、迸射效应、爆轰、爆燃或包件全部内装物爆炸的迹象。在引发后应遵守试验机构规定的一段安全等候时间。试验应进行3次，除非在更早时候出现决定性结果（例如全部内装物爆炸）。如果建议的试验次数得不出能够明确地予以解释的结果，那么应当增加试验次数。

1.18.4. 试验标准和评价结果的方法

整体爆炸表示产品可考虑划入1.1项。这种情况的迹象包括：

- (a) 试验现场出现一个坑。
- (b) 包件下面的验证板损坏。
- (c) 测量到冲击波。
- (d) 封闭材料分裂和四散。

如果产品被列入1.1项，那么不需要另外再做试验；否则应进行类型6(b)的试验。

表1-15 结果实例

物质	容器	引发系统	现象	结果
高氯酸铵 ($12\mu\text{m}$)	10kg纤维板圆桶	雷管	爆轰	可考虑划入1.1项
二甲苯麝香	50kg纤维板圆桶	雷管	局部分解	非1.1项
二甲苯麝香	50kg纤维板圆桶	点火器	局部分解	非1.1项
单基推进剂 (无孔的)	60升纤维板圆桶	点火器	无爆炸	非1.1项
单基推进剂 (多孔的)	60升纤维板圆桶	点火器	爆炸	可考虑划入1.1项

1.19. 系列6试验6(b): 堆垛试验

1.19.1. 引言

本试验适用于爆炸性物质或爆炸性物品包件或者无包装爆炸性物品,用于确定爆炸是否从一个包件传播到另一个包件或者从一个无包装物品传播到另一个物品。

1.19.2. 设备和材料

需要以下项目:

- (a) 引发物质或物品的雷管。
- (b) 刚好足以保证点燃物质或物品的点火器。
- (c) 适当的封闭材料。
- (d) 一块3.0mm厚的软钢板作为验证板。

可使用测量冲击波的设备。

1.19.3. 试验程序

本试验适用于在其提交运输的状况和形式下的爆炸性产品包件或无包装物品的堆垛。如果爆炸性物品不装在容器里运输,试验应对无包装物品进行。把可使总体积达到 0.15m^3 的足够包件或物品堆放在地上的一块钢验证板上。如果单个包件(或无包装物品)的体积超过 0.15m^3 ,那么至少要用一个接受体做试验,接受体放在最可能导致爆炸在单个产品之间传播的位置。如果不知道这个位置,就使用数个接受体。最好的封闭方法是用形状和大小类似试验包件的容器装满泥土或沙子,尽可能紧密地放在试验包件的四周以便在每个方向形成至少1m厚的封闭。其他封闭方法是使用装满泥土或沙子的箱子或袋子放在堆垛的四周和顶部,或者使用散沙。如果使用散沙进行封闭,堆垛应加覆盖或保护,以防散沙掉入相邻的包件或无包装物品之间的隙缝。不装在容器里运输的物品的封闭方式与无包装物品所用的封闭方式相似。决定使用引发刺激还是点燃刺激时需根据以下考虑。

对于包装物质:

- (a) 如果物质打算用于通过爆轰起作用,应当用标准雷管进行试验(标准雷管的规格见附件A.1);
- (b) 如果物质打算用于通过爆燃起作用,应当用刚好足以(但不超过30g黑火药)保证点燃一个别包件内物质的点火器进行试验。点火器应放在包件内物质的

中心；

- (c) 如果物质不打算用作爆炸物，但暂时被列入爆炸物，应当用在类型6(a)试验中得出“+”结果的那个引发系统进行试验。

对于包装物品和无包装物品：

- (a) 备有自身引发或点燃装置的物品：

用靠近堆垛中心的包件中心的一个物品自身的引发或点燃装置激发该物品起作用。如果不可能这样做，则用具有所需效应的另一形式刺激物取代物品自身的引发或点燃装置。

- (b) 不备有自身引发或点燃装置的物品：

用以下两种方法中的一种激发物品起作用：

- (一) 使靠近堆垛中心的包件中心的一个物品按设计的方式起作用；
- (二) 靠近堆垛中心的包件中心的一个物品由可用同样效应引起作用的另一个物品取代。

点燃或引发点应当置于靠近堆垛中心的一个包件中。不装在容器里运输的物品按类似于包装物品所用的方式进行试验。

引发物质或物品并作下列观察：热效应、迸射效应、爆轰、爆燃或包件全部内装物爆炸的迹象。在引发后应遵守试验机构规定的一段安全等候时间。试验应进行3次，除非在更早时候出现决定性结果（例如全部内装物爆炸）。如果建议的试验次数得不出能够明确地予以解释的结果，那么应当增加试验次数。

1.19.4. 试验标准和评价结果的方法

如果在堆垛试验中，一个以上包件或无包装物品的内装物实际上瞬时爆炸，那么产品应划入1.1项。发生这种情况的迹象包括：

- (a) 试验现场出现的一个坑比在单一包件或无包装物品试验中出现的要大得多。
- (b) 堆垛下的验证板损坏程度比在单一包件或无包装物品试验中造成的损坏要大得多。
- (c) 测量到的冲击波大大超过在单一包件或无包装物品试验中测量到的冲击波。
- (d) 大部分封闭材料破裂和四散得很厉害。

否则，接着进行外部火烧（篝火）试验。

1.20. 系列6 试验6 (c): 外部火烧(篝火) 试验

1.20.1. 引言

本试验适用于爆炸性物质或爆炸性物品包件或无包装爆炸性物品,用于确定它们卷入火中时是否发生整体爆炸或者有危险的迸射、辐射热和/或猛烈燃烧或任何其他危险效应的危险。

1.20.2. 设备和材料

需要以下项目:

- (a) 如果物质或物品包件或者无包装物品的体积小于 0.05m^3 , 应有足够的包件或无包装物品以便使总体积不小于 0.15m^3 。
- (b) 如果物质或物品包件或者无包装物品的体积等于或大于 0.05m^3 , 应有三个包件或无包装物品。如果一个包件或无包装物品的体积大于 0.15m^3 , 政府主管部门可以免除对三个包件或无包装物品进行试验的要求。
- (c) 用于将包件或物品架在燃料之上并使其能够充分加热的金属格栅。如果用木材堆烧火, 金属格栅应离地面 1.0m 高, 如果用一槽液态烃烧火, 金属格栅应离地面 0.5m 高。
- (d) 必要时, 能将格栅支架上的包件或无包装物品捆在一起的捆扎带或捆扎线。
- (e) 使火能够持续燃烧至少30分钟或者必要时烧到物质或物品显然有充分时间对火起反应的足够燃料;
- (f) 至少从两边点燃燃料的适当点火手段, 例如用木材烧火时, 须用煤油浸透木材和引火用的木刨花;
- (g) 三块 $2000\text{mm}\times 2000\text{mm}\times 2\text{mm}$ 的铝片(布氏硬度23, 抗张强度 90MPa)或相当材料, 作为验证屏以及使铝片垂直竖立着的适当支撑。验证屏应牢固地固定在起框架上。当使用一个以上铝片作为验证屏时, 每一片的接合部均应有支撑。
- (h) 用于记录事态发展的彩色摄像机, 最好兼具高速和常速功能。还可以使用冲击波测量仪器、辐射计和有关的记录设备。

1.20.3. 试验程序

在其提交运输的状况和形式下的所需数目包件或无包装物品尽可能互相紧靠着

放在金属格栅上。包件的放置方向应使迸射物有最大的可能性打到验证屏。必要时，可用一条钢带将这些包件或无包装物品围捆起来，并在试验过程中托住它们。燃料放在格栅下面的方式要使火能够包围包件或无包装物品。可能需要挡住边风以防热气失散。合适的加热方法有可产生火焰温度至少800℃的用堆成网格状的木板条烧火、用液体或气体燃料烧火。

一个方法是用木材烧火，这种烧火方式有平衡的空气/燃料比率，可避免烟雾太多使人看不清事态发展，并且燃烧强度和持续时间足以使许多种包装的爆炸物在10至30分钟内产生反应。可采用的一种方法如下：用风干的木头（截面大约50mm见方）在金属格栅（离地面1m高）下面堆成网格状，堆至支撑包件或无包装物品的格栅底部。木头应超出包件或无包装物品，超出的距离每个方向应至少为1.0m，木条之间的横向距离约为100mm。

装有适当液体燃料的贮槽、木材和液体燃料混合物烧火的方法可用来代替木材烧火的方法，只要这些方法烧的火同木材烧的火一样猛烈。如果用一槽液体烧火，贮槽应超出包件或无包装物品，超出的距离每个方向应至少为1.0m。格栅与贮槽之间的距离应大约为0.5m。在使用这种方法之前，应当考虑爆炸物和液体燃料之间是否会发生淬火作用或不利的相互作用，从而使人对结果产生疑问。

如果使用气体燃料，燃烧面积应超出包件或无包装物品，超出的距离每个方向应至少为1.0m。气体供应必须能确保火焰均匀地包围着包件。蓄气筒应当够大足以使火持续燃烧至少30分钟。点燃气体的方式可以是远距离点燃烟火或远距离释放靠近预先放置的点火源的气体。

在包件或无包装物品四周的三面距离其边缘4m处竖立垂直的验证屏。下风面不用屏障，因为长时间曝露于火焰可能会改变铝片对迸射物的阻挡力。铝片的放置方式应使其中心与包件或无包装物品的中心一样高，如果后者高出地面不到1m，那么铝片应与地面接触。如果在试验前验证屏上已有穿孔或凹痕，应当对这些穿孔或凹痕做记号，使它们能够与试验中造成的穿孔或凹痕明确地区分开。

把点火系统放在适当位置后从两边同时点燃燃料，一边是顶风边。试验不应在风速超过6m/s的条件下进行。在火熄灭后，应遵守试验机构规定的一段安全等候时间。

观察下列情况：

(a) 爆炸迹象；

(b) 潜在的危险迸射物;

(c) 热效应。

试验通常只进行一次,但是如果用于烧火的木材或其他燃料全部烧完后,在残余物中或在火烧区附近仍留有相当数量的爆炸性物质未烧毁,那么应当用更多的燃料或用另一种方法增加火烧的强度和/或持续时间,再进行一次试验。如果试验结果不能够使危险项别得以确定,应该再进行一次试验。

1.20.4. 试验标准和评价结果的方法

如果发生整体爆炸,包件或物品即被划入1.1项。如果爆炸的内装物比例相当大,以致在评估实际危险性时应假设包件或无包装物品的全部爆炸性内装物同时爆炸,即视为发生整体爆炸。

如果没有发生整体爆炸但出现下列任何一种情况:

(a) 任何验证屏穿孔。

(b) 一个金属迸射物按图1-30所示的距离-质量关系确定的动能超过20J。

包件或无包装物品即被划入1.2项。

如果没有发生需要把产品划入1.1项或1.2项的情况,但出现下列任何一种情况:

(a) 一个火球或火舌伸到任何验证屏之外;

(b) 从包件或无包装物品迸射出来的燃烧物被抛射到距离包件或无包装物品边缘15m以外;

(c) 测定的包件或无包装物品燃烧时间小于35s/100kg净爆炸物质量。或者,如果是物品和低能量物质,在距离包件或无包装物品边缘15m处,燃烧产品的辐射度比火烧火焰的辐射度大 4kW/m^2 以上。辐射度是在发热量最大的期间测量的,测量时间5秒钟。

包件或无包装物品即被划入1.3项。

如果没有发生需要把产品划入1.1项、1.2项或1.3项的情况,但出现下列任何一种情况:

(a) 一个火球或火舌延伸到火烧火焰1m以外。

(b) 从包件或无包装物品迸射出来的燃烧物被抛射到距离包件或无包装物品边缘5m以外。

(c) 任何验证屏有大于4mm深的凹痕。

(d) 一个金属迸射物按图1-30所示的距离-质量关系确定的动能超过8J。

(e) 测定的包件或无包装物品燃烧时间小于330s/100kg净爆炸物质量。

产品即被划入1.4项和配装组S以外的一个配装组。

如果没有发生需要把产品划入1.1项、1.2项或1.3项或者划入1.4项配装组S以外的一个配装组的情况，热效应、爆炸效应或迸射效应不会大大妨碍在邻近进行救火或其他应急工作，产品即被划入1.4项配装组S。

如果完全没有发生危险效应，包件或无包装物品即被考虑排除于爆炸物之外。有下列可能性：

(a) 如果包件或无包装物品是为产生实际爆炸或烟火效果制造的物品，那么：

(一) 如果在装置本身外部发生某些效应（迸射、火烧、冒烟、发热或巨响），装置则不被排除于爆炸品之外，经包装的产品划入1.4项和配装组S。做这一评估时通常需要根据对无容器或密封的装置进行的试验结果。有时候在试验6(c)外部火烧（篝火）试验中观察到上述效应，在这种情况下，包件或无包装物品即被归类为1.4S，而不再做进一步试验；

(二) 如果在装置本身外部没有任何效应（迸射、火烧、冒烟、发热或巨响），无包装装置应被排除于爆炸物之外，做这一评估时通常需要根据对无容器或密封的装置进行的试验结果。

(b) 如果包件或无包装物品不是为产生实际爆炸或烟火效果制造的，应被排除于爆炸物之外。

评估热通量效应时按比例测定时间的说明：

(1) 35s/100kg数值对应于15m处的平均热通量为4kW/m²并假设燃烧热为12500J/g。如果实际燃烧热相差很大，燃烧时间35s可加以校正；例如，实际燃烧热为8372J/g时，如果燃烧时间为 $(8372/12500) \times 35s = 23.4s$ ，可以得到相同的热通量。质量不等于100kg的校正可按照表1-16中的比例关系和例子作出。

(2) 330s/100kg数值对应于5m处的平均热通量为4kW/m²并假设燃烧热为12500J/g。如果实际燃烧热相差很大，燃烧时间330s可加以校正；例如，实际燃烧热为8372J/g时，如果燃烧时间为 $(8372/12500) \times 330s = 221s$ ，可以得到相同的热通量。质量不等于100kg的校正可按照表1-16中的比例关系和例子作出。

(3) 在有些燃烧试验中，将观察个别包件或物品在单独、可识别的情况下燃烧；

在这种情况下，应使用每个单独情况的燃烧时间和质量。

表1-16 不同质量的比较热通量值

质量 (kg)	1.3/1.4		1.4/1.4S	
	热通量 (kW/m ² , 15m远)	燃烧时间 (s)	热通量 (kW/m ² , 5m远)	燃烧时间 (s)
20	1.36	21.7	1.36kW/m ²	195
50	2.5	29.6	2.5	266
100	4	35	4	330
200	6.3	46.3	6.3	419
500	11.7	63.3	11.7	569

注：热通量是按 $(m/m_0)^{2/3}$ 定标。时间是按 $(m/m_0)^{1/3}$ 定标。

热通量值可以根据下式计算：

$$F = \frac{C \times E}{4\pi R^2 t}$$

式中：

F = 热通量，kW/m²，

C = 常数= 0.33，

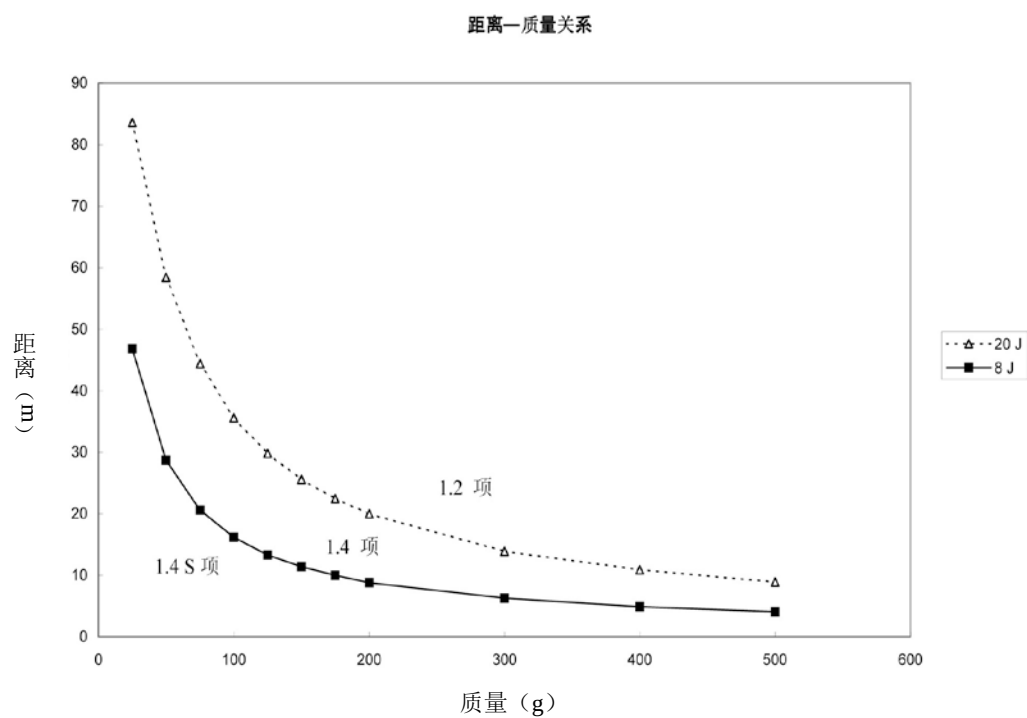
E = 总发热量，J，

R = 火源到受热位置的距离，m，

t = 观测的燃烧时间，s。

表1-17 结果实例

物质	容器	现象	结果
二甲苯麝香	3×50kg纤维板圆桶	仅缓慢燃烧	非爆炸物



质量 (g)	进射距离 (m)	
	20J	8J
25	83.6	46.8
50	58.4	28.7
75	44.4	20.6
100	35.6	16.2
125	29.8	13.3
150	25.6	11.4
175	22.43	10
200	20	8.8
300	13.9	6.3
400	10.9	4.9
500	8.9	4.1

动能 20J 和 8J 的金属进射物数据举例

图1-30 动能 20J 和 8J 的金属进射物距离-质量关系

1.21. 系列6 试验6 (d): 无约束包件试验

1.21.1. 引言

本试验适用于单一包件,用于确定内装物意外点火或引发是否会在包件外造成危险效果。

1.21.2. 设备和材料

需要以下项目:

- 雷管,用以引爆物品(或刚好能够保证引爆物品的点火器);
- 厚度3.0mm的软钢板,作为验证板。

可使用摄像设备。

1.21.3. 试验程序

本试验适用于爆炸性物品包件,以其提交运输的状况和形式进行试验。如果爆炸性物品不装在容器里运输,试验对应无包装物品进行。决定使用引发还是点火激发,需要根据以下考虑。

对于包装物品:

(a) 本身带有引发或点火装置的物品:

靠近包件中心位置的一件物品,以本身的点火起爆装置激发。如实际操作困难,物品本身的引发或点火装置可用其他激发形式取代,但须具有所要求的效果。

(b) 本身不带引发或点火装置的物品:

使用以下两种方法中的一种激发物品起作用:

(一) 按设计方式使靠近包件中心位置的一件物品起作用。

(二) 用另一件物品取代包件中心位置的一件物品,可使之起作用产生同样效果。

包件放在一块置于地上的钢验证板上,四周无障碍。

引爆施爆物品并作以下观察:包件下的验证板凹陷或穿孔,出现闪光或火焰可点燃邻近材料、包件破裂造成内装爆炸无抛出;或抛出物造成容器完全穿孔。**在引发后,应遵守试验机构规定的一段安全等候时间。**试验应取不同方向进行3次,除非更早观察到决定性结果。如果建议的试验次数不能对结果做出明确的解释,则应增加试验次

数。

1.21.4. 试验标准和评价结果的方法

划入装配组S，要求物品产生的任何危险效果限于包件内。包件以外危险效果的证据包括下列任意一种：

- (a) 包件下的验证板凹陷或穿孔。
- (b) 闪光或火焰，可点燃邻近材料，如一张距离包件25cm密度为 $80\pm 3\text{g/m}^2$ 的纸。
- (c) 包件破裂造成内装爆炸物抛出。
- (d) 抛射物完全穿透容器（抛射物或碎片留在容器内或粘在容器壁上，被认为无危险）。

如果点火器的预期作用对试验物品而言有较大影响，政府主管部门在评估试验结果时宜考虑到点火器的预期作用。如果在包件外部有危险效果，包件或无包装物品不能划入配装组S。

表1-18 结果实例

物品	容器	引发系统	现象	结果
弹药筒，动力装置	纤维板箱，内装20件单独装入塑料袋中物品（各带300g推进药）	其中一件	物品逐一点火，产生的火焰可在包件外升高2m。	不符合配装组S的要求
雷管组件，非电激发	纤维板箱，内装60个单独装入塑料袋中的组件，导爆管盘成8字形，雷管带有衰减器	其中一件	60个雷管中的一个起爆，但箱外无明显影响	符合配装组S的要求
雷管组件，电激发	纤维板箱，内装84个组件，每个与其导线捆困在一起，从而减弱起爆雷管的爆炸作用。	其中一件	84个雷管中的一个起爆，反应造成板箱开裂部分组件散出，但根据判断没有在包件外造成危险影响。	符合配装组S的要求
聚能装药（敞开式19g射孔器）	纤维板箱，内装50件装药，分两层，使每一对装药的朝向相对。	雷管带大约60mm的导爆索	进行3次试验。在每次试验中，验证板均被穿透，三至四个装药起反应。包件被炸开，其余装药散布在一较大区域内。	不符合配装组S的要求
雷管，电激发	纤维板箱，内装50个雷管，每个雷管带450mm导线。每个组件分别装在本身的纤维板盒中。盒与盒之间用纤维板隔开。	其中一件	50个雷管中的一个起爆，造成箱盖掀开。包件外无危险影响。	符合配装组S的要求

1.22. 系列 7 试验 7 (a): 极不敏感爆炸物的雷管试验

1.22.1. 引言

本冲击试验旨在确定可能的极不敏感爆炸物 (EIDS) 对强烈机械刺激的敏感度。

1.22.2. 设备和材料

本试验的实验装置与试验5(a)雷管敏感度试验相同 (见1.14.)。

1.22.3. 试验程序

试验程序与试验5(a)雷管敏感度试验相同 (见1.14.)。

1.22.4. 试验标准和评价结果的方法

如果在任何一次试验中出现下列任一情况, 结果即为 “+”, 亦即物质不应划为极不敏感爆炸物:

(a) 验证板扯裂或其他形式的穿透 (即可通过验证板见到光线): 验证板上有凸起、裂痕或弯折并不表明雷管敏感性。

(b) 铅圆筒中部从其原有长度压缩3.2mm或更多。

否则结果即为 “-”。

表1-19 结果实例

物质	结果
环四亚甲基四硝胺/隋性粘合剂 (86/14), 浇注	-
环四亚甲基四硝胺/活性粘合剂 (80/20), 浇注	+
环四亚甲基四硝胺/铝/活性粘合剂 (51/19/14), 浇注	-
黑索金炸药/梯恩梯 (60/40), 浇注	+
三氨基三硝基苯/三氟氯乙烯聚合物 (95/5), 压制	-

1.23. 系列7 试验7 (b): 极不敏感爆炸物的隔板试验

1.23.1. 引言

本试验用于测定可能的极不敏感爆炸物对规定的冲击水平, 即对规定的供体装药和隔板的敏感度。

1.23.2. 设备和材料

本试验的装置是由一种爆炸装药(供体)、一个屏障(隔板)、一个装试验炸药的容器(受体)和一块钢验证板(靶子)组成。

使用如下材料:

- (a) 联合国标准雷管(联合国标准雷管的规格见附件A.1)或等同物;
- (b) 直径95mm、长95mm的压制太梯炸药(50/50)或密度为 $1600 \pm 50 \text{ kg/m}^3$ 的黑索金炸药/蜡(95/5)弹丸;
- (c) 冷拔无缝钢管, 外直径95mm, 壁厚 $11.1 \text{ mm} \pm 10\%$ 变差, 长280mm, 具有下列机械特性:
 - 抗拉强度=420MPa ($\pm 20\%$ 变差)
 - 伸长(百分比)=22 ($\pm 20\%$ 变差)
 - 布氏硬度=125 ($\pm 20\%$ 变差);
- (d) 试样物质, 其直径机械加工到刚好比钢管直径小。试样和管壁之间的空隙应尽可能小;
- (e) 浇注聚甲基丙烯酸甲酯(有机玻璃)棒块, 直径95mm, 长70mm;
- (f) 软钢板, $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$, 具有下列机械特性:
 - 抗拉强度=580MPa ($\pm 20\%$ 变差)
 - 伸长(百分比)=21 ($\pm 20\%$ 变差)
 - 布氏硬度=160 ($\pm 20\%$ 变差);
- (g) 硬纸板管, 内直径97mm, 长443mm;
- (h) 木块, 直径为95mm, 长25mm, 中央钻空, 用于托住雷管。

1.23.3. 试验程序

如图1-31所示, 雷管、供体装药、隔板和受体装药同轴地排列在验证板的中央上面。用合适的垫圈使受体装药的悬空端和验证板之间保持1.6mm的空隙, 垫圈不同受

体装药重叠。应当注意确保雷管和供体之间、供体和隔板之间、隔板和受体装药之间接触良好。试样和传爆器在试验时应在环境温度下。

为了帮助收集验证板的残余，整个装置可以架在盛水容器的上面，水面和验证板底面之间至少有10cm的空隙，验证板只沿两边架住。

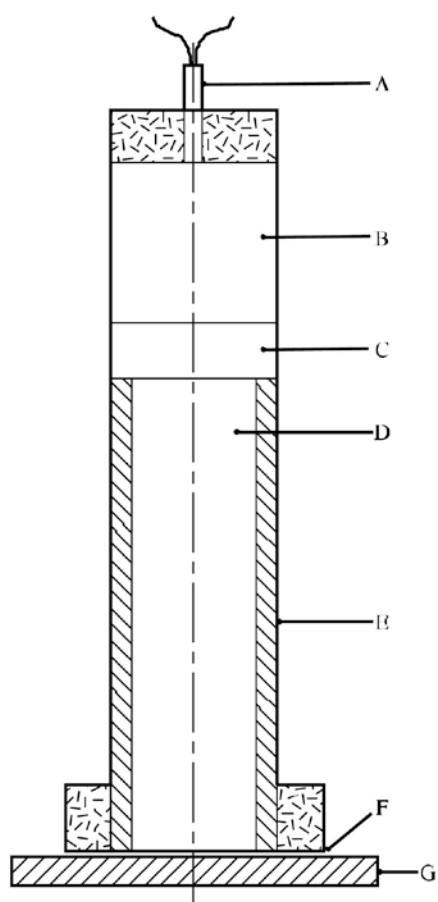
可使用其他收集方法，但是，验证板下面必须有足够的自由空间，以便不阻碍验证板击穿。试验进行3次，除非在较早时候观察到正结果。

1.23.4. 试验标准和评价结果的方法

验证板击穿一个光洁的洞表示在试样中引发了爆炸。在任何试验中引爆的物质不是极不敏感爆炸物，结果记为“+”。

表1-20 结果实例

物质	结果
环四亚甲基四硝胺/隋性粘合剂（86/14），浇注	+
环四亚甲基四硝胺/活性粘合剂（80/20），浇注	+
环四亚甲基四硝胺/铝/活性粘合剂（51/19/14），浇注	+
黑索金炸药/隋性粘合剂（85/15），浇注	+
黑索金炸药/梯恩梯（60/40），浇注	+
三氨基三硝基苯/三氟氯乙烯聚合物（95/5），压制	-
梯恩梯，浇注	+



-
- | | |
|------------|----------|
| (A) 雷管 | (B) 起爆装药 |
| (C) 有机玻璃隔板 | (D) 试验物质 |
| (F) 钢管 | (E) 空隙 |
| (G) 验证板 | |
-

图1-31 极不敏感爆炸物的隔板试验

1.24. 系列 7 试验 7 (c): 脆性试验

1.24.1. 引言

脆性试验用于确定压实的可能极不敏感爆炸物在撞击效应下严重变质的倾向。

1.24.2. 设备和材料

需要下列设备:

- (a) 一件能以150m/s的速度发射直径为18mm的圆柱形试验体的武器;
- (b) 一块Z30C13不锈钢板, 厚20mm, 正面粗糙度 $3.2\mu\text{m}$ (法国标准协会NF E 05-015标准和NF E05-016标准);
- (c) 一个在20℃时为 $108\pm 0.5\text{cm}^3$ 的测压器;
- (d) 一个点火盒, 由一根加热金属线和平均粒径0.75mm的0.5g黑火药组成。黑火药的成分是74%硝酸钾、10.5%硫和15.5%碳。含水量应少于1%;
- (e) 压实物质的圆柱形试样, 直径为 $18\pm 0.1\text{mm}$ 。将其长度加以调整以取得 $9.0\pm 0.1\text{g}$ 的重量。使试样温度达到20℃, 并保持在这个温度;
- (f) 一个碎片回收箱。

1.24.3. 试验程序

试样以足以使撞击速度尽可能接近150m/s的初速度对着钢板发射。撞击后收集的碎片的重量应至少为8.8g。把这些碎片放在测压器中点火。试验进行3次。

记录压力对时间的曲线 $p = f(t)$; 从这可绘制出 $(dp/dt) = f'(t)$ 曲线。在后一曲线上读出最大值 $(dp/dt)_{\text{max}}$ 。由此可估计对应于撞击速度150m/s的 $(dp/dt)_{\text{max}}$ 值。

1.24.4. 试验标准和评价结果的方法

如果在速度150m/s下得到的平均最大值 $(dp/dt)_{\text{max}}$ 大于15MPa/ms, 那么试验物质不是极不敏感爆炸物, 结果记为“+”。

表1-21 结果实例

物质	结果
环四亚甲基四硝胺/隋性粘合剂 (86/14), 浇注	—
环四亚甲基四硝胺/活性粘合剂 (80/20), 浇注	+
环四亚甲基四硝胺/铝/活性粘合剂 (51/19/14), 浇注	—
黑索金炸药/梯恩梯 (60/40), 浇注	+
三氨基三硝基苯/三氟氯乙烯聚合物 (95/5), 压制	—

1.25. 系列7 试验7 (d): 极不敏感爆炸物的子弹撞击试验

1.25.1. 引言

子弹撞击试验用于评估可能的极不敏感爆炸物对以规定速度飞行的特定能源(即一颗12.7mm射弹)撞击和穿透所产生的动能转移作出的反应。

1.25.2. 设备和材料

使用以普通方法制造的爆炸物试样。试样的长度应为20cm,直径要刚好能装入一根内直径为45mm($\pm 10\%$ 变差)、壁厚4mm($\pm 10\%$ 变差)和长200mm的无缝钢管。钢管用强度至少同钢管一样的钢或铸铁端盖封闭,用力扭到204 N·m。

子弹是标准的12.7mm穿甲弹,弹丸重0.046kg,从12.7mm口径的枪以大约每秒840 $\pm$ 40m的军用速度发射。

1.25.3. 试验程序

应至少制造六个物品(将爆炸性物质放入用盖封住的钢管中)用于试验。

每个试验物品放在与枪口距离适当的一个合适支座上,并且必须固定在其支座上的夹持装置内。这个夹持装置应能箝住物品使其不被子弹移动位置。

试验是把一颗子弹射入每个试验物品。应以试验物品的长轴同飞行路线垂直的方式(即撞击钢管的边)至少进行3次试验。还应以试验物品的长轴同飞行路线平行的方式(即撞击端盖)至少进行3次试验。

收集试验容器的残骸。容器完全破碎表示爆炸或爆轰。

1.25.4. 试验标准和评价结果的方法

在任何一次试验中爆炸或爆轰的物质不是极不敏感爆炸物,结果记为“+”。

表1-22 结果实例

物质	结果
环四亚甲基四硝胺/隋性粘合剂(86/14), 浇注	-
环四亚甲基四硝胺/活性粘合剂(80/20), 浇注	+
环四亚甲基四硝胺/铝/活性粘合剂(51/19/14), 浇注	-
黑索金炸药/梯恩梯(60/40), 浇注	+
三氨基三硝基苯/三氟氯乙烯聚合物(95/5), 压制	-

1.26. 系列 7 试验 7 (e): 极不敏感爆炸物的外部火烧试验

1.26.1. 引言

外部火烧试验用于确定可能的极不敏感爆炸物在封闭条件下对外部火烧的反应。

1.26.2. 设备和材料

使用以普通方法制造的爆炸物试样。试样的长度应为20cm，直径要刚好能装入一根内直径为45mm (±10%变差)、壁厚4mm (±10%变差)和长200mm的无缝钢管。钢管用强度至少同钢管一样的钢或铸铁端盖封闭，用力扭到204N·m。

1.26.3. 试验程序

除非下面内容中另作说明，否则试验程序与外部火烧(篝火)试验相同(见1.17.)。

按照下列两个方法中的一个进行试验：

- (a) 一团火吞没以三个相邻的堆垛堆在一起的15个封闭的试样，每一堆垛由2个试样放在3个试样上，并捆绑在一起的5个试样组成。
- (b) 三团火吞没平放着捆绑在一起的5个试样。

拍摄彩色照片作为每次试验后的试样情况的记录。记录陷坑以及封闭钢管的碎片大小和位置作为反应程度的证据。

1.26.4. 试验标准和评价结果的方法

起爆或反应激烈、碎片抛射到15m以外的爆炸性物质不是极不敏感爆炸物，结果记为“+”。

表1-23 结果实例

物质	结果
环四亚甲基四硝胺/隋性粘合剂 (86/14)，浇注	—
环四亚甲基四硝胺/隋性粘合剂 (86/15)，浇注	—
环四亚甲基四硝胺/活性粘合剂 (80/20)，浇注	+
环四亚甲基四硝胺/铝/活性粘合剂 (51/19/14)，浇注	—
黑索金炸药/隋性粘合剂 (85/15)，浇注	+
黑索金炸药/梯恩梯 (60/40)，浇注	+
三氨基三硝基苯/三氟氯乙烯聚合物 (95/5)，压制	—

1.27. 系列 7 试验 7 (f): 极不敏感爆炸物的缓慢升温试验

1.27.1. 引言

本试验用于确定可能的极不敏感爆炸物对逐渐升温环境的反应和找出发生反应时的温度。

1.27.2. 设备和材料

使用以普通方法制造的爆炸物试样。试样的长度应为200mm，直径要刚好能装入一根内直径为45mm ($\pm 10\%$ 变差)、壁厚4mm ($\pm 10\%$ 变差)和长200mm的无缝钢管。钢管用强度至少同钢管一样的钢或铸铁端盖封闭，用力扭到204N·m。

试样装置放入一只烘箱内，烘箱提供一个温度范围为40℃至365℃的可控热环境，并能在整个工作温度范围内以3.3℃/h的速率增加烘箱内环境的气温，并通过循环或其他方法确保试验物品处于均匀的热环境。

使用温度记录仪每隔10分钟或不到10分钟监测温度，最好是连续监测。使用在试验温度范围内精确度为 $\pm 2\%$ 的仪器来测量下列温度：

- (a) 烘箱内的空气；
- (b) 钢管的外表面。

1.27.3. 试验程序

使试验物品处于以3.3℃/h的速率逐渐升高的温度环境中，直到出现反应为止。本试验开始时可将试验物品预先置于预期的反应温度以下55℃。记录试样温度开始超过烘箱温度时的温度。

在每次试验完成后，收回试验区内的钢管或任何钢管碎片并检查有无激烈爆炸反应的迹象。可拍摄彩色照片以记录物体和试验设备在试验前和试验后的情况。还可记录陷坑和任何碎片的大小及位置，作为反应程度的证据。

对每一可能的极不敏感爆炸物进行3次试验，除非在较早时候观察到正结果。

1.27.4. 试验标准和评价结果的方法

起爆或反应激烈（一个或两个端盖破裂和钢管裂成三块以上碎片）的物质不被视为极不敏感爆炸物，结果记为“+”。

表1-24 结果实例

物质	结果
环四亚甲基四硝胺/隋性粘合剂（86/14），浇注	—
环四亚甲基四硝胺/活性粘合剂（80/20），浇注	+
黑索金炸药/梯恩梯（60/40），浇注	+
三氨基三硝基苯/三氟氯乙烯聚合物（95/5），压制	—

1.28. 系列 7 试验 7 (g): 1.6 项物品的外部火烧试验

1.28.1. 引言

外部火烧试验用于确定提交运输形式的可能 1.6 项物品对外部火烧的反应。

1.28.2. 设备和材料

本试验的实验装置与试验 6(c) 外部火烧（篝火）试验相同（见 1.19.）。

1.28.3. 试验程序

本试验的试验程序与试验 6(c) 外部火烧（篝火）试验相同（见 1.19.），但是如果单个物品的体积超过 0.15m^3 ，那么只需要一个物品。

1.28.4. 试验标准和评价结果的方法

如果有比燃烧更剧烈的反应，结果记为“+”，物品即不划为 1.6 项物品。

1.29. 系列7 试验7 (h): 1.6 项物品的缓慢升温试验

1.29.1. 引言

本试验用于确定可能的1.6项物品对逐渐升温环境的反应和找出发生反应时的温度。

1.29.2. 设备和材料

试验设备是一个烘箱，它提供一个温度范围为40℃至365℃的可控热环境，并能在整个工作温度范围内以3.3℃/h的速度增加烘箱内环境的温度，尽量减少热点，并(通过循环或其他手段)确保试验物品处于温度均一的环境。次发反应(例如，渗出物和易爆气体与加热装置接触引发的反应)会使试验无效，但是可以通过用密封的内容器把无包装运输的物品围起来的办法避免次发反应。由于加热会引起空气压力增加，因此应配备降压装置。

使用温度记录装置(长期记录型)来持续监测温度或至少每隔10分钟测量一次温度。使用在试验温度范围内精确度为±2%的仪器来测量下述部位的温度：

- (a) 与试验物品相邻的大气空隙；
- (b) 物品的外表面。

1.29.3. 试验程序

把试验物品置于气温以3.3℃/h的速度逐步上升的环境里，直到它发生反应为止。本试验可以从预先把试验物品调整到比预测的反应温度低55℃开始。温度和经过的试验时间都要测量和记录下来。

拍摄彩色静物照片以记录下物品和试验设备在试验前和试验后的状况。把炸坑和碎片大小记录下来，作为反应程度的证据。活性物质可能着火并燃烧，壳体可能熔化或变弱到足以释放出少量易燃气体。燃烧应使壳体碎片和包件部件仍留在试验区内，但壳体封闭装置可能因内压而脱落并被抛到15m外。

试验进行两次，除非在较早时候得到正结果。

1.29.4. 试验标准和评价结果的方法

如果有比燃烧更剧烈的反应，结果记为“+”，物品即不划为1.6项物品。

1.30. 系列7 试验7 (j): 1.6 项物品的子弹撞击试验

1.30.1. 引言

子弹撞击试验用于评估可能的1.6项物品对特定能源的撞击和穿透产生的动能转移作出的反应。

1.30.2. 设备和材料

使用12.7mm口径的枪发射军用12.7mm穿甲弹药, 弹丸重0.046kg, 装有标准推进剂装药量。枪用遥控发射, 并通过厚钢板上的一個洞发射以防被碎片损坏。枪口与试验物品的距离应为3至20m, 具体距离视物品中的爆炸物重量而定。试验物品应固定在一个夹持装置内, 该装置应能箝住物品使其不被射弹移动位置。试验用摄影或其他方法做直观记录。

1.30.3. 试验程序

试验是以 $840\pm 40\text{m/s}$ 的速度和600发/分的发射率对完整的装满极不敏感爆炸物的物品进行三轮连发射击。以三个不同的放置方向重复进行试验。在适当的放置方向上, 所选择的试验物品上的多重撞击打击点应使子弹能击穿没有用隔板或其他安全装置与主要爆炸物装料隔开的最敏感材料。反应程度由在试验后检查试验影片和硬件来确定。物品裂成小碎片表示发生了爆炸。

1.30.4. 试验标准和评价结果的方法

如果在任何一次试验中发生爆炸, 物品即不能被视为1.6项物品, 结果记为“+”。没有反应、燃烧或爆燃是负结果, 记为“-”。

1.31. 系列7 试验7 (k): 1.6 项物品的堆垛试验

1.31.1. 引言

本试验用于确定一个提交运输形式的可能1.6项物品的爆炸是否会引发相邻类似物品的爆炸。

1.31.2. 设备和材料

试验装置与试验6(b)堆垛试验相同（见1.18.），但不需封闭。施主物品应配备自己的引发手段或类似威力的刺激。

1.31.3. 试验程序

试验程序与试验6(b)堆垛试验相同（见1.18.）。试验进行3次，除非在更早时候观察到受主物品爆炸。碎片数据（受主物品碎片的大小和数量）、验证板的损坏程度和坑洞尺寸用来确定是否有任何受主物品爆炸。可用冲击波数据补充这一决定。

1.31.4. 试验标准和评价结果的方法

如果堆垛中的爆炸从施主物品传播到一个受主物品，试验结果记为“+”，亦即物品不能划入1.6项。受主物品的反应被确定为无反应、燃烧或爆燃时，即为负结果，记为“-”。

1.32. 系列 8 试验 8 (a): 硝酸铵乳胶、悬浮剂或凝胶的热稳定性试验

1.32.1. 引言

这项试验用来测量“硝酸铵乳胶、悬浮剂或凝胶，炸药中间物”(ANE)在高温条件下试验对象的稳定性，以便确定乳胶是否太危险，不能运输。

试验用来确定乳胶、悬浮剂或凝胶在运输过程中遇到的温度下是否稳定。以进行这类试验通常采用的方法，0.5升杜瓦瓶只对容器、中型散货箱和小型罐体有代表性。对于运输硝酸铵乳胶、悬浮剂或凝胶，可采用这一试验测量它在罐体运输中的稳定性，但试验温度须比运输过程中可能遇到的最高温度(包括装卸时的温度)高20℃以上。

1.32.2. 设备和材料

试验设备包括适当的试验室、适当的带封口的杜瓦瓶、温度传感器和测量设备。

试验应在一间耐火和耐压的试验室内进行，最好安装有减压系统，如防爆墙。记录系统应安装在单独的观测区。

可使用足够大的恒温调节干燥箱(可加装风扇)，以保证杜瓦瓶四周的空气流通。应控制干燥箱中的空气温度，以保持杜瓦瓶中液体惰性试样的理想温度10天内偏差不得超过 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。应对干燥箱内的空气温度进行测量和记录。建议干燥箱的门应安装一个磁性锁扣，或换成一个松散固定的绝缘盖。干燥箱可用适当的钢衬里加以保护，杜瓦瓶可放在金属网罩内。

使用容量500mL带封闭装置的杜瓦瓶。杜瓦瓶的封闭装置应是惰性的。封闭装置的图解见图1-32。

进行试验之前，应先确定所使用系统(如杜瓦瓶和封口)的热损失特性。由于封闭装置对热损失特性有重要影响，因此可通过改变封闭装置，在一定程度上调节热损失特性。确定热损失特性的方法，可采用测量装满具有类似物理性质的惰性物质后，瓶体冷却一半所用的时间。计算单位质量的热损失 L (W/kg·K)，可采用冷却一半所用的时间 $t_{1/2}$ (s)和物质的比热 C_p (J/(kg·K))，使用以下公式：

$$L = \ln 2 \times C_p / t_{1/2}$$

装有400mL物质的杜瓦瓶，热损失在80到100mW/(kg·K)之间者适合使用。

杜瓦瓶应装至其容量的80%。在试样粘度较高的情况下，可能需要将试样做成正好能放入杜瓦瓶的形状。这种预先定型的试样，直径应刚好略小于杜瓦瓶的内径。在

将试样装入瓶中之前，可用惰性固体物质装入杜瓦瓶下部空出的部分，以便于使用圆柱形的试样物质。

1.32.3. 试验程序

将试验室的温度定在运输过程中可能出现的最高温度之上20℃，或如果装载时的温度更高的话，定在后者温度之上20℃。将试验的物质装入杜瓦瓶中，并记录下试样的质量。注意试样应装至其高度的大约80%。将温度传感器插至试样的中心。封闭盖好的杜瓦瓶口，再将杜瓦瓶放入试验室，连接温度记录装置，关闭试验室。

对样品加温，并连续监测试样和试验室的温度。在试样温度达到低于试验室温度2℃时作记录。此后试验再继续进行7天，或直到试样温度上升到高于试验室温度6℃或以上，如这种情况出现的更早。记录下试样从低于试验室温度2℃上升到其最高温度的时间。

如果试样通过试验，应将其冷却并从试验室中取出，尽快对试样作谨慎处理。可从而确定质量损失的百分比和成分变化。

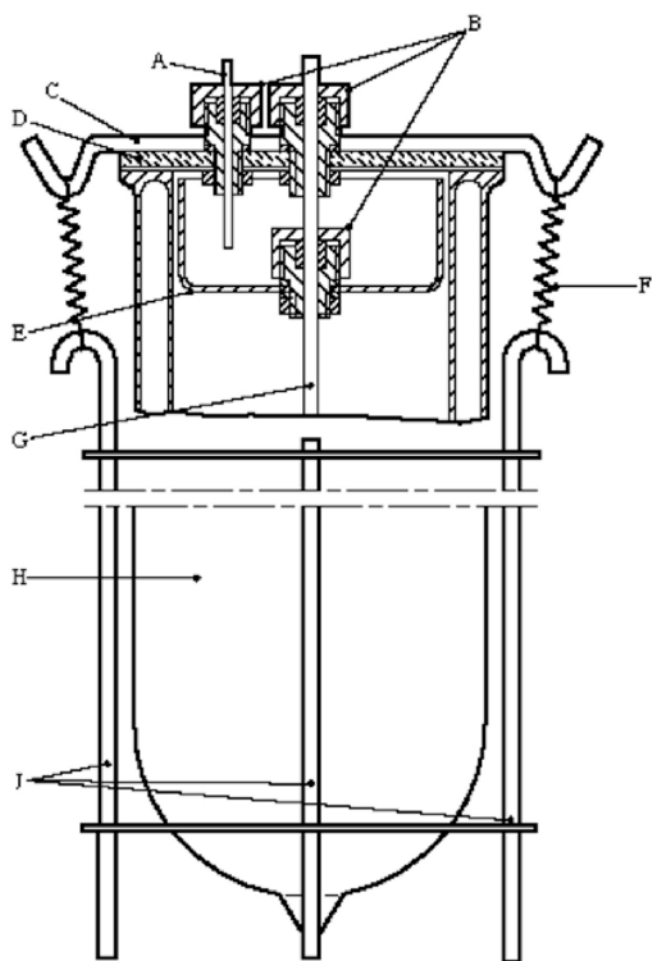
1.32.4. 试验标准和评价结果的方法

如果在任何试验中，试样温度均未超过试验室温度6℃或以上，则可认为硝酸铵乳胶、悬浮液或凝胶具有热稳定性，可进一步做“硝酸铵乳胶、悬浮剂或凝胶，炸药中间物质”的试验。

表1-25 结果举例

物质	样品质量 (g)	试验温度 (°C)	结果	备注
硝酸铵	408	102	-	轻度褪色，结成硬块，质量损失0.5%
ANE-1 (硝酸铵/水/ (燃料/乳化剂) (76/17/7))	551	102	-	油和结晶盐分离，质量损失0.8%
ANE-2 (加敏的) (硝酸铵/水/ (燃料/乳化剂) (75/17/7))	501	102	-	部分褪色，质量损失0.8%
ANE-Y (硝酸铵/水/ (燃料/乳化剂) (77/17/7))	500	85	-	质量损失0.1%
ANE-Z (硝酸铵/水/ (燃料/乳化剂) (75/20/5))	510	95	-	质量损失0.2%
ANE-G1 (硝酸铵/硝酸钠/水/ (燃料/乳化剂) (74/1/16/9))	553	85	-	质温度升高
ANE-G2 (硝酸铵/硝酸钠/水/	540	85	-	无温度升高

物质	样品质量 (g)	试验温度 (°C)	结果	备注
(燃料/乳化剂)(74/3/16/7))				
ANE-J1 (硝酸铵/水/(燃料/乳化剂)(80/13/7))	613	80	-	质量损失0.1%
ANE-J2 (硝酸铵/水/(燃料/乳化剂)(76/17/7))	605	80	-	质量损失0.3%
ANE-J4 (硝酸铵/硝酸钠/水/(燃料/乳化剂)(71/11/12/6))	602	80	-	质量损失0.1%



- | | |
|--------------|---------------------------|
| (A) 聚四氟乙烯毛细管 | (B) 带环型封口的特制螺旋装置(聚四氟乙烯或铝) |
| (C) 金属带 | (D) 玻璃盖 |
| (E) 玻璃大口杯底座 | (F) 弹簧 |
| (G) 玻璃保护管 | (H) 杜瓦瓶 |
| (J) 钢支架 | |

图1-32 带封闭装置的杜瓦瓶

1.33. 系列 8 试验 8 (b): 硝酸铵乳胶隔板试验

1.33.1. 引言

本试验用于测定试验对象“硝酸铵乳胶、悬浮液或凝胶, 炸药中间物质”对规定水平的冲击(如给定的供体装药和隔板)的敏感度。

1.33.2. 设备和材料

本试验的配置由一个爆炸装药(供体)、一个屏障(隔板)、一个装载试验炸药的容器(受体)和一块钢验证板(靶子)组成。

应使用以下材料:

- (a) 联合国标准雷管或等同物;
- (b) 直径95mm、长95mm的压制50/50太梯炸药, 或密度为 $1600 \pm 50 \text{ kg/m}^3$ 的95/5黑索金炸药/蜡弹丸;
- (c) 冷拔无缝钢管, 外直径95mm, 壁厚 $11.1 \text{ mm} \pm 10\%$ 变差, 长280mm, 具有下列机械特性:
 - 抗拉强度=420MPa ($\pm 20\%$ 变差)
 - 伸长(百分比)=22 ($\pm 20\%$ 变差)
 - 布氏硬度=125 ($\pm 20\%$ 变差);
- (d) 试样物质, 其直径刚好比钢管直径小。试样和管壁之间的空隙应尽可能小;
- (e) 浇注聚甲基丙烯酸甲酯(有机玻璃)棒块, 直径95mm, 长70mm。隔板长70mm, 对乳胶造成的冲击压, 根据使用的供体类型(见表1-27和图1-34), 大约在3.5至4GPa之间。
- (f) 软钢板, 200mm×200mm×20mm, 具有下列机械特性:
 - 抗拉强度=580MPa ($\pm 20\%$ 变差)
 - 伸长(百分比)=21 ($\pm 20\%$ 变差)
 - 布氏硬度=160 ($\pm 20\%$ 变差);
- (g) 硬纸板管, 内直径97mm, 长443mm;
- (h) 木块, 直径为95mm, 长25mm, 中央钻孔, 用于托住雷管。

1.33.3. 试验程序

如图1-33所示, 雷管、供体装药、隔板和受体装药同轴排列在验证板的中央上方。

应当注意确保雷管和供体之间、供体和隔板之间、隔板和受体装药之间接触良好。试样和传爆器在试验时应在环境温度下。

为了帮助收集验证板的残余，整个装置可以架在盛水容器的上面，水面和验证板底面之间至少有10cm的空间，验证板只沿两边架住。

可使用其他收集方法，但是验证板下面必须有足够的自由空间，以便不阻碍验证板击穿。试验进行3次，除非提前观察到正结果。

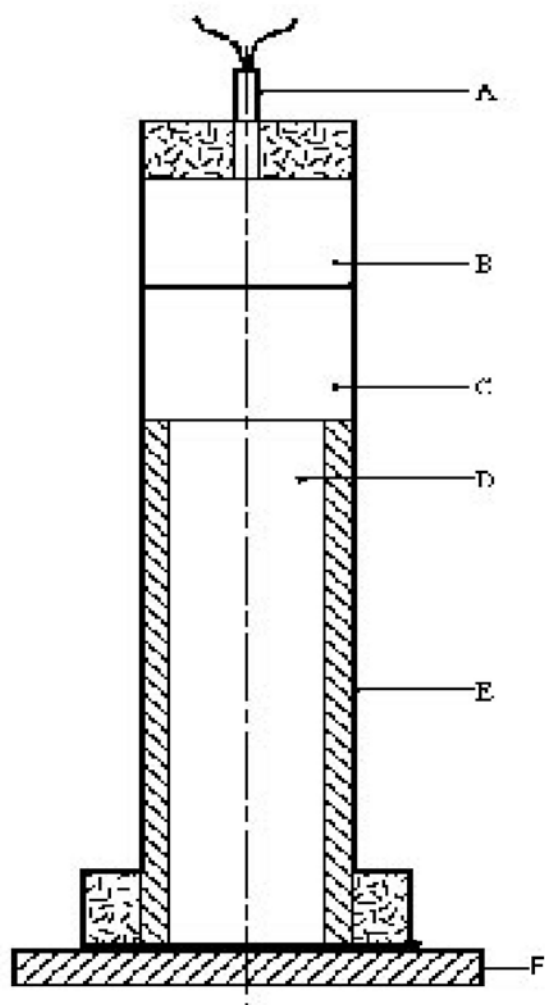
1.33.4. 试验标准和评价结果的方法

验证板击穿一个光洁的洞，表示在试样中引发了爆轰。隔板长度为70mm的任意测试中发生爆轰的物质，均不列为“硝酸铵乳胶、悬浮剂或凝胶，炸药中间物质”，结果记为“+”。

表1-26 结果举例

物质	密度 (g/mL)	隔板长度 (mm)	结果	备注
硝酸铵（低密度）	0.85	35	-	钢管碎裂（大碎片）钢板 弯曲VOD2.3~2.8km/s
硝酸铵（低密度）	0.85	35	-	钢管碎裂（大碎片）钢板 破裂
ANE-FA（硝酸铵/硝酸钠/水/ （燃料/乳化剂）（69/12/10/8））	1.4	50	-	钢管碎裂（大碎片）钢板 未穿孔
ANE-FA	1.44	70	-	钢管碎裂（大碎片）钢板 未穿孔
ANE-FB（硝酸铵/硝酸钠/水/ （燃料/乳化剂）（70/11/12/7））	ca1.40	70	-	钢管碎裂（大碎片）钢板 未穿孔
ANE-FC（加敏的）（硝酸铵/ 水/（燃料/乳化剂）（75/13/10））	1.17	70	+	钢管碎裂（细小碎片）钢 板穿孔
ANE-FD（加敏的）（硝酸铵/ 水/（燃料/乳化剂）（76/17/7））	ca1.22	70	+	钢管碎裂（细小碎片）钢 板穿孔
ANE-1（硝酸铵/水/（燃料/乳化 剂）（76/17/7））	1.4	35	-	钢管碎成大片钢板凹痕 VOD1km/s
ANE-2（加敏的）（硝酸铵/水/ （燃料/乳化剂）（76/17/7））	1.3	35	+	钢管碎成小片钢板穿孔， VOD6.7km/s
ANE-2（加敏的）（硝酸铵/水/ （燃料/乳化剂）（76/17/7））	1.3	70	+	钢管碎成小片钢板穿孔 VOD6.2km/s
ANE-G1（硝酸铵/硝酸钠/水/ （燃料/乳化剂）（74/1/16/9））	1.29	70	-	钢管碎裂钢板凹痕 VOD1968m/s
ANE-G2（硝酸铵/硝酸钠/水/ （燃料/乳化剂）（74/3/16/7））	1.32	70	-	钢管碎裂钢板凹痕

物质	密度 (g/mL)	隔板长度 (mm)	结果	备注
ANE-G3 (充气加敏) (硝酸铵 / 硝酸钠 / 水 / (燃料 / 乳化剂) (74/1/16/9))	1.17	70	+	钢管碎裂钢板穿孔
ANE-G4 (微球加敏) (硝酸铵 / 硝酸钠 / 水 / (燃料 / 乳化剂) (74/3/16/7))	1.23	70	+	钢管碎裂钢板穿孔
ANE-G5 (硝酸铵 / 硝酸钙 / 水 / (燃料 / 乳化剂) (70/8/16/7))	1.41	70	-	钢管碎裂钢板凹痕 VOD2061m/s
ANE-J1 (硝酸铵 / 水 / (燃料 / 乳化剂) (80/13/7))	1.39	70	-	钢管碎裂钢板凹痕
ANE-J2 (硝酸铵 / 水 / (燃料 / 乳化剂) (76/17/7))	1.42	70	-	钢管碎裂钢板凹痕
ANE-J4 (硝酸铵 / 硝酸钠 / 水 / (燃料 / 乳化剂) (71/11/12/6))	1.40	70	-	钢管碎裂钢板凹痕
ANE-J5 (微球加敏) (硝酸铵 / 硝酸钠 / 水 / (燃料 / 乳化剂) (71/5/18/6))	1.20	70	+	钢管碎裂钢板穿孔 VOD5.7km/s
ANE-J6 (微球加敏) (硝酸铵 / 水 / (燃料 / 乳化剂) (80/13/7))	1.26	70	+	钢管碎裂钢板穿孔 VOD6.3km/s



(A)	雷管	(B)	起爆装药
(C)	有机玻璃隔板	(D)	试验物质
(E)	钢管	(F)	验证板

图1-33 ANE 隔板试验

表1-27 隔板试验校准数据

太梯炸药（50/50）雷管		黑索金炸药/蜡/石墨雷管	
隔板长度（mm）	屏障压力（GPa）	隔板距离（mm）	屏障压力（GPa）
10	10.67	10	12.53
15	9.31	15	11.55
20	8.31	20	10.63
25	7.58	25	9.76
30	6.91	30	8.94
35	6.34	35	8.18

太梯炸药（50/50）雷管		黑索金炸药/蜡/石墨雷管	
隔板长度（mm）	屏障压力（GPa）	隔板距离（mm）	屏障压力（GPa）
40	5.94	40	7.46
45	5.56	45	6.79
50	5.18	50	6.16
55	4.76	55	5.58
60	4.31	60	5.04
65	4.02	65	4.54
70	3.53	70	4.08
75	3.05	75	3.66
80	2.66	80	3.27
85	2.36	85	2.91
90	2.10	90	2.59
95	1.94	95	2.31
100	1.57	100	2.04
		105	1.81
		110	1.61
		115	1.42
		120	1.27

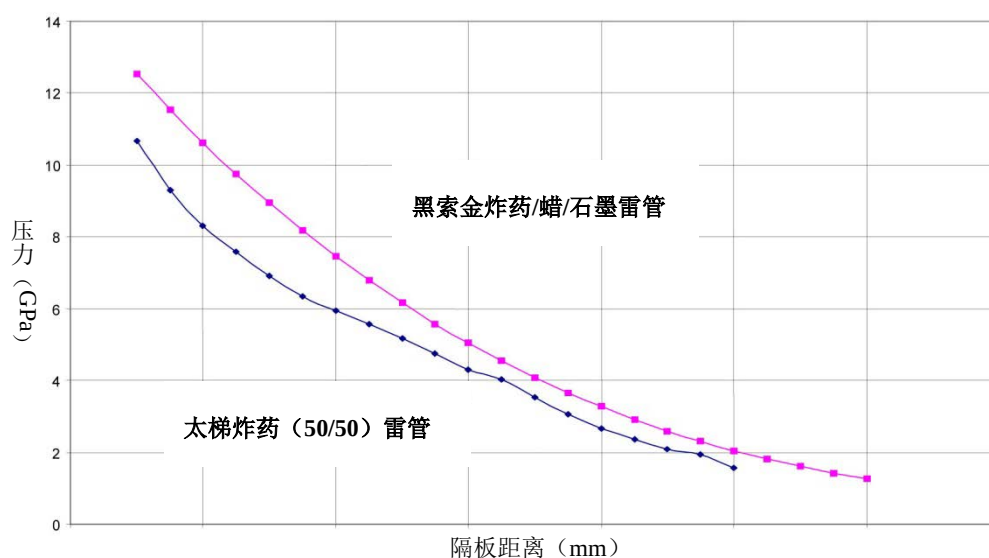


图1-34 ANE 隔板试验校准数据

1.34. 系列 8 试验 8 (c): 克南试验

1.34.1. 引言

本试验用于确定试验对象“硝酸铵乳胶、悬浮剂或凝胶, 炸药中间物质”在高度封闭条件下对强热效应的敏感度。

1.34.2. 设备和材料

设备包括一个不能再次使用的钢管及其可再次使用的封闭装置, 安装在一个加热和保护的装置内。钢管是用规格 DC04 (EN10027-1), 或与之相当的 A620 (AISI/SAE/ASTM) 或 SPCEN (JIS G 3141) 型钢板深拉制成的。尺寸如图1-35所示。

钢管的开口端做成凸缘。封口板带一小孔, 供试验物质分解产生的气体排出。封口板用耐热的铬钢制成, 有如下直径的孔板: 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、5.0、8.0、12.0、20.0mm。螺纹套筒和螺帽 (闭合装置) 的尺寸如图1-35所示。

对于钢管的质量控制, 每批产品须对1%的钢管进行质量控制, 应验证以下数据:

- (a) 钢管的重量应为 $26.5 \pm 1.5\text{g}$, 在同一试验序列中使用的钢管, 重量差不得大于 1g。
- (b) 钢管的长度应为 $75 \pm 0.5\text{mm}$ 。
- (c) 钢管的壁厚, 从距离底部 20mm 处测量, 应为 $0.5 \pm 0.05\text{mm}$ 。
- (d) 通过不可压缩的流体以静态加载确定的爆破压力, 应为 $30 \pm 3\text{MPa}$ 。

加热用丙烷, 丙烷从一个装有压力调节器的工业气瓶通过流量计和一根管道分配到四个燃烧器。可以使用其他气体燃料, 但须达到规定的加热速度。气体压力通过校准程序测量, 调至加热速度 $3.3 \pm 0.3^\circ\text{C/s}$ 。校准程序包括加热一根装有 27cm^3 邻苯二甲酸二丁酯的钢管 (配有一块带 1.5mm 圆孔的板), 记录液体温度从 135°C 上升至 285°C 所需的时间 (用放在钢管中央距离管口 43mm 处的直径 1mm 热电偶测量), 然后计算加热速度。

由于钢管可能在试验中毁坏, 加热应在焊接的保护箱中进行, 保护箱的结构和尺寸如图1-36所示。两根棒放在穿过相对的两个箱壁的洞中, 把钢管悬挂在这两根棒之间。燃烧器的排列如图1-36所示。这些燃烧器用点火舌或电点火装置同时点燃。试验设备应放在一个保护区内。应采取措施确保燃烧器的火焰不受任何气流的影响。应有

排出试验产生的任何气体或烟的设备。

1.34.3. 试验程序

将物质装至钢管的60mm高处，应特别小心防止形成空隙。在涂上一些以二硫化钼为基料的润滑油后，将螺纹套筒从下端套到钢管上，插入适当的孔板并用手将螺帽拧紧。必须查明没有物质留在凸缘和孔板之间或留在螺纹内。

用孔径为1.0mm至8.0mm的孔板时，应当使用孔径10.0mm的螺帽；如果孔板的孔径大于8.0mm，那么螺帽的孔径应当是20.0mm。每个钢管只用于做一次试验。孔板、螺纹套筒和螺帽如果没有损坏可以再次使用。

把钢管夹在固定的台钳上，用扳手把螺帽拧紧。然后将钢管悬挂在保护箱内的两根棒之间。撤离试验区，打开燃气管，并点燃燃烧器。到达反应的时间和反应的持续时间可提供用于解释结果的额外资料。如果钢管没有破裂，应继续加热至少5分钟才结束试验。在每次试验之后，如果有钢管破片，应当收集起来称重。

可辨别出下列效应：

“O”：钢管无变化；

“A”：钢管底部凸起；

“B”：钢管底部和管壁凸起；

“C”：钢管底部破裂；

“D”：管壁破裂；

“E”：钢管裂成两片；

“F”：钢管裂成三片或更多片，主要是大碎片，有些大碎片之间可能有一狭条相连；

“G”：钢管裂成许多片，主要是小碎片，闭合装置没有损坏；

“H”：钢管裂成许多非常小的碎片，闭合装置凸起或破裂。

“D”、“E”和“F”型效应的例子如图1-37所示。如果试验得出“O”至“E”中的任何一种效应，结果即被视为“无爆炸”。如果试验得出“F”、“G”或“H”效应，结果即被评为“爆炸”。

试验系列从使用20.0mm的孔板做一次试验开始。如果在这次试验中观察到“爆炸”结果，就使用没有孔板和螺帽但有螺纹套筒（孔径24.0mm）的钢管继续进行试验。如果在孔径20.0mm时“没有爆炸”，就用以下孔径12.0-8.0-5.0-3.0-2.0-1.5mm和

最后用1.0mm的孔板继续做一次性试验，直到这些孔径中的某一个取得“爆炸”结果为止。然后按照1.46.1中所给的顺序，用孔径越来越大的孔板进行试验，直到用同一孔径进行3次试验都得到负结果为止。物质的极限直径是得到“爆炸”结果的最大孔径。如果用1.0mm直径取得的结果是没有“爆炸”，极限直径即记录为小于1.0mm。

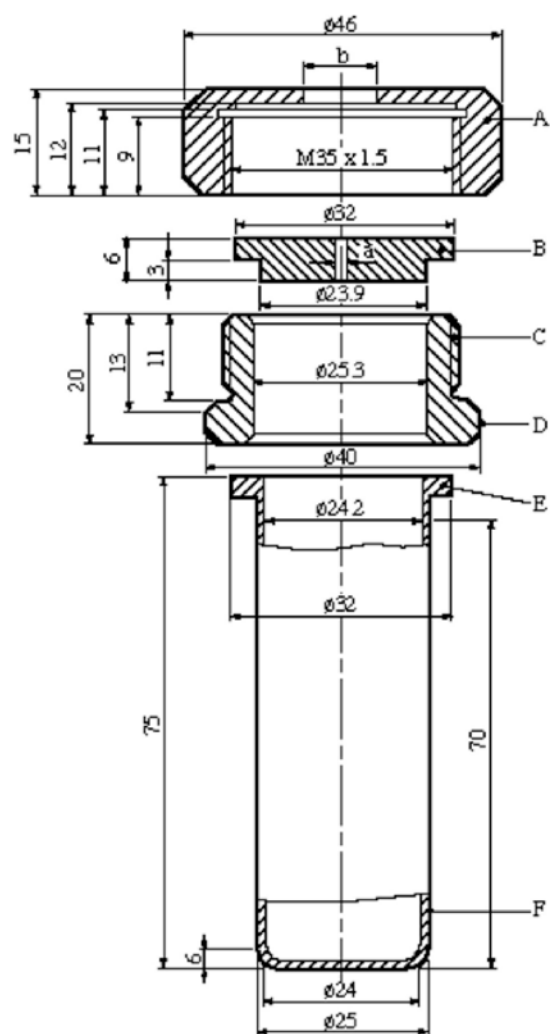
1.34.4. 试验标准和评价结果的方法

如果极限直径为2.0mm或更大，结果即为“+”，亦即物质不应划入氧化性固体或液体。如果极限直径小于2.0mm，结果即为“-”。

表1-28 结果举例

物质	结果	备注
硝酸铵（低密度）	-	极限直径：<1mm
ANE-F1（硝酸铵/水/（燃料/乳化剂）（71/21/7））	-	
ANE-F2（硝酸铵/水/（燃料/乳化剂）（77/17/7））	-	
ANE-F3（硝酸铵/硝酸钠/水/（燃料/乳化剂）（70/11/12/7））	-	
ANE-F4（硝酸铵/硝酸钙/水/（燃料/乳化剂）（42/35/16/7））	-	
ANE-F5（硝酸铵/硝酸钠/水/（燃料/乳化剂）（69/13/10/8））	-	
ANE-F6（硝酸铵/硝酸钠/水/（燃料/乳化剂）（72/11/10/6））	-	
ANE-F7（硝酸铵/水/（燃料/乳化剂）（76/13/10））	-	
ANE-F8（硝酸铵/水/（燃料/乳化剂）（77/16/6））	-	
ANE-1（硝酸铵/水/（燃料/乳化剂）（76/17/7））	-	极限直径：1.5mm
ANE-2（微球加敏）（硝酸铵/水/（燃料/乳化剂）（75/17/7））	+	极限直径：2mm
ANE-4（微球加敏）（硝酸铵/硝酸钠/水/（燃料/乳化剂）（70/11/9/5.5））	+	极限直径：2mm
ANE-G1（硝酸铵/硝酸钠/水/（燃料/乳化剂）（74/1/16/9））	-	
ANE-G2（硝酸铵/硝酸钠/水/（燃料/乳化剂）（74/3/16/7））	-	
ANE-J1（硝酸铵/水/（燃料/乳化剂）（80/13/7））	-	“O”型效应
ANE-J2（硝酸铵/水/（燃料/乳化剂）（76/17/7））	-	“O”型效应
ANE-J4（硝酸铵/硝酸钠/水/（燃料/乳化剂）（71/11/12/6））	-	“A”型效应
硝酸铵71%，硝酸钠11%，水12%，燃料/乳化剂6%	-	

注：硝酸铵乳胶、悬浮剂或凝胶，炸药中间物质（ANE）在其运输过程中是否适用于罐体运输，应按照《试验与标准手册》的8(d)试验评估其受约束但通风的条件下遇到大火的危险性。



- | | |
|--|------------------------------|
| (A) 螺帽 (b=10.0mm或20.0mm)
带有41号扳手用平面 | (B) 孔板
(a=1.0 → 20.0mm直径) |
| (C) 螺纹套筒 | (D) 36号扳手用平面 |
| (E) 凸缘 | (F) 钢管 |

图1-35 克南试验钢管组件

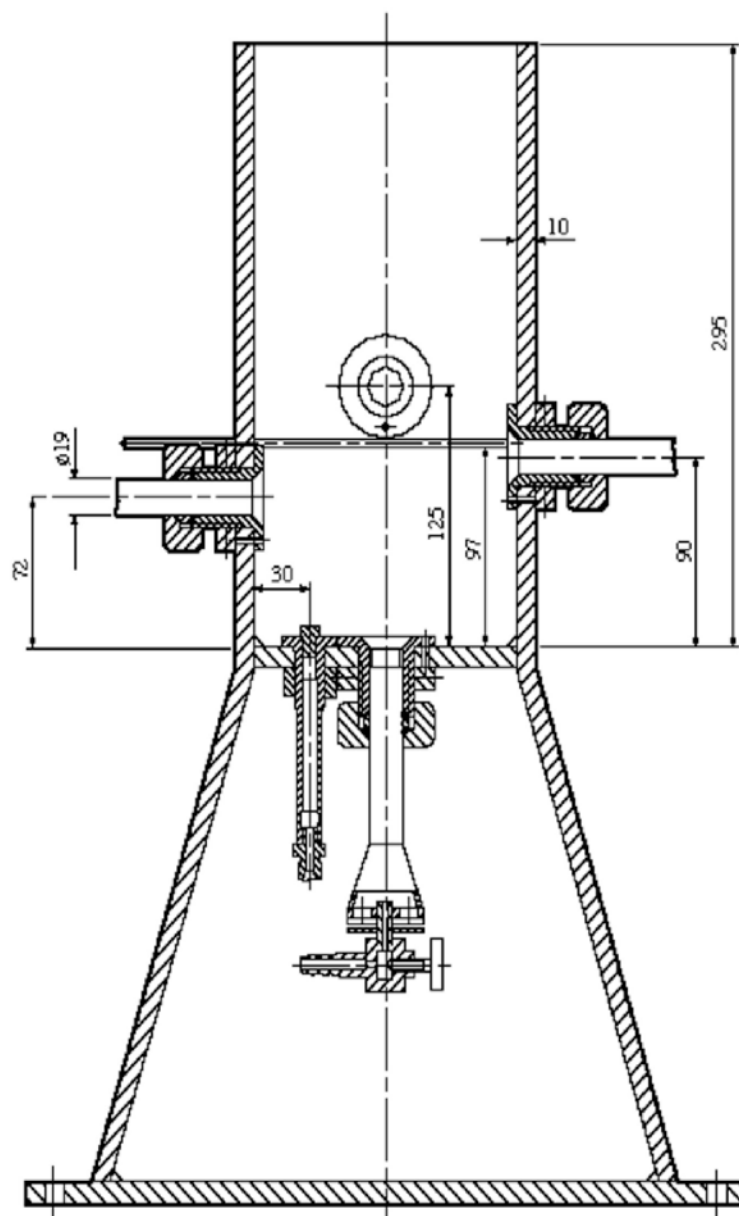


图1-36 加热和保护装置

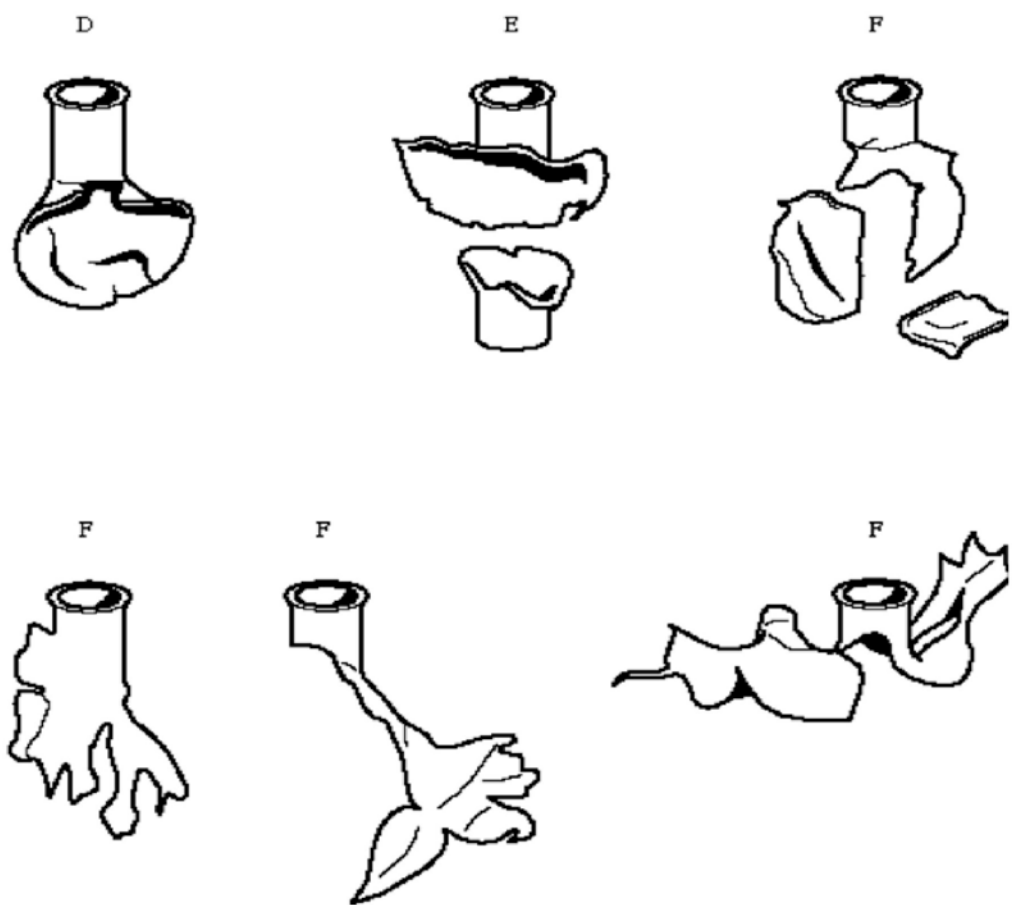


图1-37 D、E 和 F 型效应示例

2. 自反应物质和混合物与有机过氧化物

2.1. 引言

自反应物质和混合物与有机过氧化物的分类试验有8个系列，分别是试验系列A~H。为了保证试验人员的安全，在进行分类试验之前，应先用最小样品量进行四个小规模的安全评估试验：

- (a) 落锤试验，用于确定对撞击的敏感度；
- (b) 摩擦或撞击摩擦试验，用于确定对摩擦的敏感度；
- (c) 确定热稳定性和分解热的试验；
- (d) 确定点火效应的试验。

撞击和摩擦感度可用试验系列3中的3(a)(二)和3(b)(一)来评估；热稳定性和分解热可用差示扫描量热或绝热量热法估计；点火效应可用任何适当的方法评估，但应能识别在很少或没有封闭的条件下起激烈反应的物质。

试验系列A~H的排列顺序同评估结果的顺序关系较大，同试验进行的顺序关系不大。建议的实验室规模的试验顺序是试验系列E、H、F、C，然后是A。有些试验可能不需要做。试验系列B、D和G的包件试验只有在试验系列A、C和E的相应试验结果表明由此需要时才进行。

2.2. 系列 A 试验 A.6：联合国引爆试验

2.2.1. 引言

本试验用于测量物质在钢管中的封闭条件下，受到起爆药爆炸的影响后传播爆轰的能力。

2.2.2. 设备和材料

设备如图2-1所示，用于固体的和用于液体的设备相同。试验样品装在一根冷拉无缝碳钢管中，钢管的外直径为 $60\pm 1\text{mm}$ ，壁厚为 $5\pm 1\text{mm}$ ，长度为 $500\pm 5\text{mm}$ 。如果试验物质可能与钢起反应，钢管内部可以涂上碳氟树脂。钢管底部用两层 0.08mm 厚的聚乙烯薄片紧紧包着（达到塑性变形）并用橡皮带和绝缘带固定住加以密封。如果试样会对聚乙烯起作用，可以使用聚四氟乙烯薄片。起爆装药为200g的黑索金炸药/蜡（95/5）或太安炸药/梯恩梯（50/50），直径 $60\pm 1\text{mm}$ ，长度约为45mm，密度 $1600\pm 50\text{kg/m}^3$ 。

黑索金炸药/蜡装药可以压成一块或更多块，只要全部装药量在规格范围内，太安炸药/梯恩梯装药则是浇注的。钢管可安装仪器，例如连续速度探针，用于测量物质中的传播速度。试验样品爆炸性质的额外资料可通过使用验证板获得，如图2.4.1所示。钢管上端放一块150mm见方、厚3.2mm的低碳钢验证板，并用1.6mm厚的隔离层将其隔开。

2.2.3. 试验程序

将试样装至钢管的顶部。固体试样要装到敲拍钢管时观察不到试样下沉的密度。测定试样的重量，如果是固体，计算其视密度。视密度应尽可能接近运输时的视密度。钢管垂直地放着，起爆装药紧贴着封住钢管底部的薄片放置。雷管贴着起爆装药固定好后引发。试验应进行两次，除非观察到物质爆炸。

2.2.4. 试验标准和评价结果的方法

试验结果的评估根据是：

- (a) 钢管的破裂型式；
- (b) 必要时，测量到的物质中的传播速度。

得出最严重评估结果的试验应当用于分类。

试验标准如下：

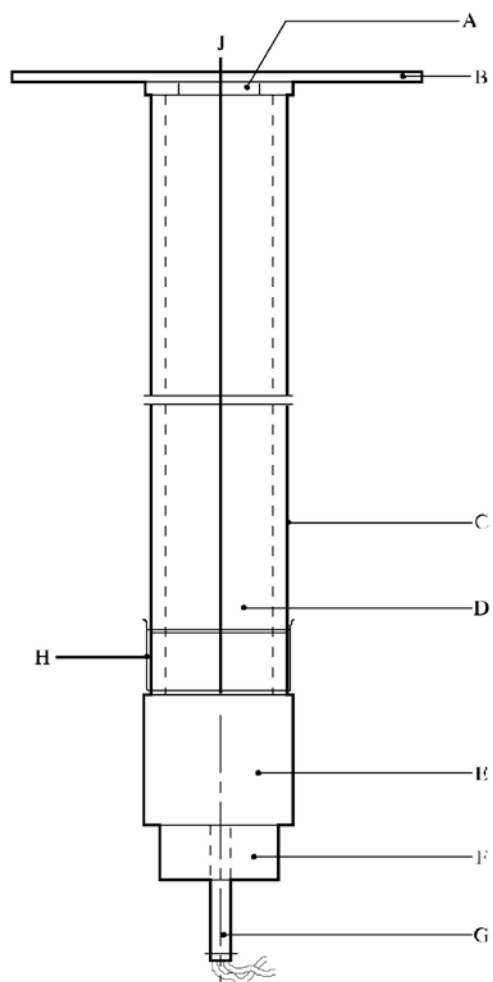
“是”：钢管全长破裂。

“部分”：钢管并未全长破裂，但平均钢管破裂长度（两次试验的平均）大于用相同物理状态的惰性物质做试验时的平均破裂长度的1.5倍。

“否”：钢管并未全长破裂，而且平均钢管破裂长度（两次试验的平均）不大于用相同物理状态的惰性物质做试验时的平均破裂长度的1.5倍。

表2-1 结果实例

物质	视密度 (kg/m ³)	破裂长度 (cm)	结果
2,2'-偶氮二异丁腈	346	50	是
过氧苯甲酸叔丁酯		28	部分
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯		23	否
过氧化二苯甲酰，75%，含水	697	22	否
2,5-二-（叔丁基过氧）-2,5-二甲基 己炔-3	870	30	部分
过氧化二月桂酰	580	32	部分



- | | |
|--------------------------|----------|
| (A) 隔离层 | (B) 验证板 |
| (C) 钢管 | (D) 试验物质 |
| (E) 黑索金炸药/蜡或太安炸药/梯恩梯起爆装药 | (F) 雷管支座 |
| (G) 雷管 | (H) 塑料薄片 |
| (J) 速度探针 | |

图2-1 联合国引爆试验

2.3. 系列 B 试验 B.1：包件中的引爆试验

2.3.1. 引言

本试验用于测量物质在运输包件中传播爆炸的能力。它涉及使包件中的物质经受起爆装药爆炸的冲击。

2.3.2. 设备和材料

需要雷管、导爆索、可塑炸药和适当的封闭材料。一块厚约1mm、每个方向的尺寸至少比包件底部的尺寸大0.2m的软钢片，用于放在包件下作为验证板。

2.3.3. 试验程序

本试验适用在其提交运输的状况和形式下的包装物质。包件放在钢验证板上，板的边缘架在砖块或其他合适材料上，以便验证板下面有足够空间使其击穿不受阻碍。两个可塑炸药装药（每个最多重100g，但合计重量不大于包件中物质重量的1%）放置在包件中物质的上面。对于液体，可能需要使用金属线支架以确保两个爆炸装药适当地放置在顶部表面两个半圆形或三角形部分的中央（见图2-2）。每一装药用雷管通过导爆索引发。两根导爆索应当一样长。最好的封闭方法是用散沙将试验包件覆盖起来，每个方向的厚度至少0.5m。其他封闭方法是使用装满泥土或沙子的箱子、袋子或圆桶放在包件的四周和顶部，厚度至少同上。试验重复做一次，除非观察到爆炸。如果从无仪器测量的两次试验不能够得出结论，那么可能需要做有仪器测量的第3次试验。

2.3.4. 试验标准和评价结果的方法

试验结果的评估根据是试验物质爆炸的迹象：

- (a) 试验现场出现一个坑；
- (b) 包件下面的验证板损坏；
- (c) 大部分封闭材料分裂和四散；
- (d) 必要时，测量到的物质中的传播速度。

试验标准如下：

“是”：试验现场出现一个坑或包件下面的验证板穿孔；加上大部分封闭材料分裂和四散；或包件下半部中的传播速度是等速，而且高于声音在物质中的速度。

“否”：试验现场没有出现一个坑，包件下面的验证板没有穿孔，速度测量（如

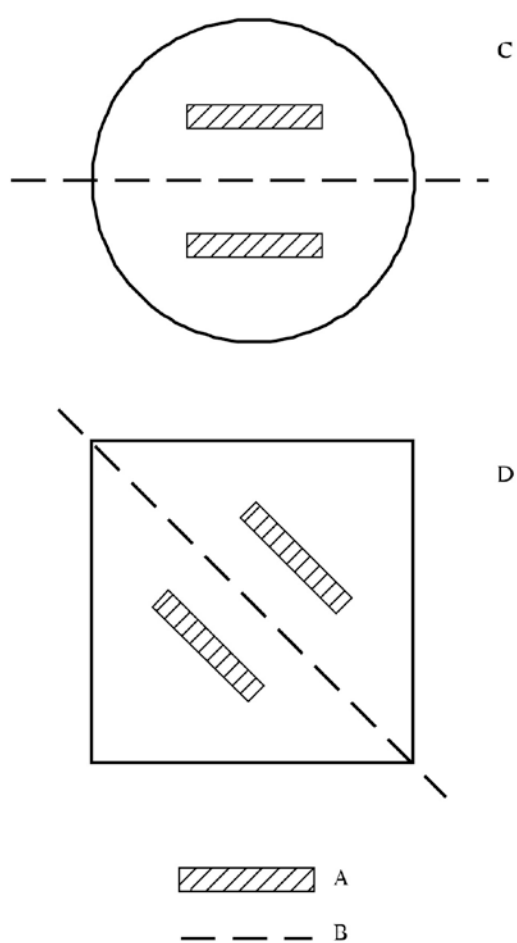
果有)显示传播速度低于声音在物质中的速度,对于固体,在试验后可收回未反应物质。

表2-2 结果实例

物质	视密度 (kg/m ³)	容器	结果
过氧化二苯甲酰	730	1G, 25kg	是 ^a
过氧重碳酸二环己酯	600	1G, 5kg	否 ^b
过氧重碳酸二环己酯, 含水10%	600	1G, 5kg	否 ^b

a: 重复做一次。通过坑的形成检测爆炸。

b: 试验重复做一次。测量传播速度而不使用验证板。



-
- (A) 爆炸装药
 - (B) 对称线
 - (C) 圆柱形包件顶视图
 - (D) 长方形包件顶视图
-

图2-2 包件中的引爆试验

2.4. 系列 C 试验 C.1: 时间/压力试验

2.4.1. 引言

系列C试验包括时间/压力试验C.1和燃爆试验C.2, 这两个试验结合起来回答自反应物质和混合物或有机过氧化物分类中的“是否传播爆燃”的问题。如果两个试验的结果都是“是, 很快”, 这个问题的答案就是“是, 很快”; 如果爆燃试验C.2的结果是“是, 很慢”, 时间/压力试验C.1的结果不是“是, 很快”, 答案即为“是, 很慢”。如果爆燃试验C.2的结果是“否”, 时间/压力试验C.1的结果不是“是, 很快”, 答案即为“否”。

在进行时间/压力试验C.1和燃爆试验C.2之前都应先进行2.1.节中的预备程序。

本试验C.1用于测量物质在封闭条件下传播爆燃的能力。

2.4.2. 设备和材料

时间/压力试验设备(见图2-3)包括一个长89mm、外直径60mm的圆柱形钢压力容器。相对的两侧削成平面(把容器的横截面减至50mm), 以便于安装点火塞和通风塞时可以固定。容器有一直径20mm的内腔, 将其任何一端的内面至19mm深处车有螺纹以便容纳1英寸的英制标准管。侧臂形状的压力测量装置拧入压力容器的曲面距离一端35mm处, 并与削平的两面成90°其插座的镗孔深12mm并车有螺纹, 以便容纳侧臂一端上的0.5英寸的英制标准管螺纹。装上垫圈以确保密封的气密性。侧臂伸出压力容器体外55mm, 并有6mm的内腔。侧臂外端车有螺纹以便安装隔膜式压力传感器。可使用任何压力测量装置, 只要它不受高温气体或分解产物的影响, 并且能够对在不超5ms的时间内压力从690kPa升至2070kPa的压力上升速率作出反应。

压力容器离侧臂较远的一端用点火塞密封, 点火塞上装有两个电极, 一个与塞体绝缘, 另一个与塞体接地。压力容器的另一端用0.2mm厚的铝防爆盘(爆裂压力约为2200kPa)密封, 并用内腔为20mm的夹持塞将防爆盘固定住。两个塞都用一个软铅垫圈以确保良好的封闭。使用时将整个装置放在支撑架(图2-4)上以保持正确的姿式。支撑架包括一个尺寸为235mm×184mm×6mm的软钢底板和一个长185mm的70mm×70mm×4mm方形空心型材。

方形空心型材一端相对的两边都切去一块, 使之形成一个由两个平边脚顶着一个长86mm的完整箱形舱的结构。将两个平边的末端切成与水平面成60°角, 并焊到底板

上。

底舱上端的一边开一个22mm宽、46mm深的切口，以便当压力容器装置以点火塞端朝下放进箱形舱支架时，侧臂落入此切口。将一块宽30mm、厚6mm的钢垫板焊到箱形舱下部的内表面上作为衬垫。将两个7mm的翼形螺钉拧入相对的两面，使压力容器稳固地就位。将两块宽12mm、厚6mm的钢条焊到邻接箱形舱底部的侧块上，从下面支撑压力容器。

点火系统包括一个低压雷管中常用的电引信头以及一块13mm见方的点火细麻布。可以使用具有相同性质的引信头。点火细麻布是两面涂有硝酸钾/硅/无硫火药烟火剂的亚麻布。

固体点火装置的准备程序开始时是将电引信头的黄铜箔触头同其绝缘体分开(见图2-5)。然后把绝缘体露出的部分切掉。利用黄铜触头将引信头接到点火塞接头上，使引信头的顶端高出点火塞表面13mm。将一块13mm见方的点火细麻布从中心穿孔后套在接好的引信头上，然后折叠将引信头包起来并用细棉线扎好。

对于液体试样，将引线接到引信头的接触箔上。然后如图2-6所示把引线穿过长8mm、外直径5mm、内直径1mm的硅橡胶管，并将硅橡胶管向上推到引信头的接触箔之上。点火细麻布包着引信头并用一块聚氯乙烯薄膜或等效物罩着点火细麻布和硅橡胶管。用一根细铁丝绕着薄膜和橡胶管将薄膜紧紧扎住。然后将引线接到点火塞的接头上，并使引信头的顶端高出点火塞表面13mm。

2.4.3. 试验程序

将装上压力传感器但无铝防爆盘的设备以点火塞一端朝下架好。将5.0g的物质放进设备中并使之与点火系统接触。装填设备时通常不压实，除非为了将5.0g试样装入容器需要轻轻压实。如果轻轻压实仍然无法将5.0g试样全部装入，那么装满容器后就点火。应当记下所用的装料重量。装上铅垫圈和铝防爆盘并将夹持塞拧紧。将装了试样的容器移到点火支撑架上，防爆盘朝上，并置于适当的防爆通风橱或点火室中。点火塞外接头接上点火机，将装料点火。压力传感器产生的信号记录在既可用于评估又可永久记录下时间/压力图形的适当系统上(例如与图表记录器耦合的瞬时记录器)。

试验进行3次，记下表压从690kPa上升至2070kPa所需的时间。用最短的时间来进行分类。

2.4.4. 试验标准和评价结果的方法

试验结果是根据表压是否达到2070kPa和如果达到的话表压从690kPa升至2070kPa所需的时间来解释的。

试验标准如下：

“是，很快”：压力从690kPa上升至2070kPa的时间小于30ms。

“是，很慢”：压力从690kPa上升至2070kPa的时间大于或等于30ms。

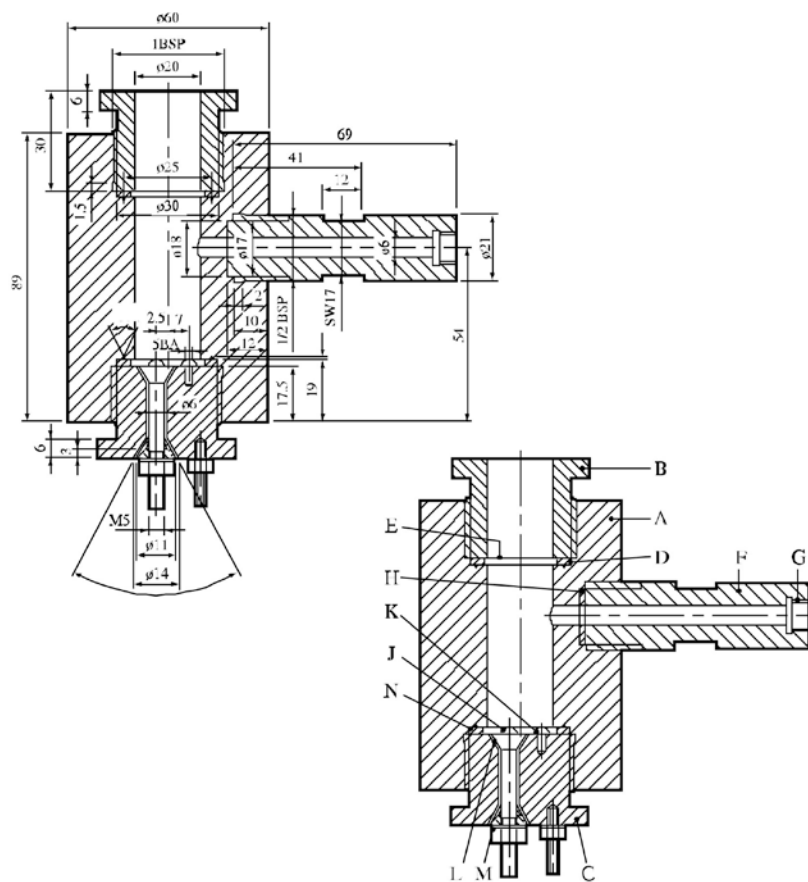
“否”：压力没有上升至比大气压高2070kPa。

注：必要时，应当进行爆燃试验来区分“是，很慢”和“否”。

表2-3 结果实例

物质	最大压力 (kPa)	压力从690kPa升至 2070kPa的时间 (ms)	结果
偶氮甲酰胺	>2070	63	是，很慢
偶氮甲酰胺，67%，含氧化锌	>2070	21	是，很快
2,2'-偶氮二异丁腈	>2070	68	是，很慢
2,2'-偶氮二(2-甲基丁腈)	>2070	384	是，很慢
叔丁基过氧化氢，70%，含水	1380	-	否
过氧苯甲酸叔丁酯	>2070	2500	是，很慢
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	>2070	4000	是，很慢
枯基过氧氢，80%，含枯烯	<690 ^a	-	否
2-重氮-1-萘酚-5-磺酰氯	>2070	14	是，很快
过氧化二苯甲酰	>2070	1	是，很快
二叔丁基过氧化物	>2070	100	是，很慢
联十六烷基过氧重碳酸酯	<690	-	否
二枯基过氧化物	<690 ^a	-	否
二枯基过氧化物，含60%惰性固体	<690 ^a	-	否
氟硼酸-2,5-二乙氧基-4-吗啉代 重氮苯，97%	>2070	308	是，很慢
过氧化二月桂酰	990	-	否
2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧) 3-己炔	>2070	70	是，很慢
单过氧化邻苯二甲酸镁六水合 物，85%，含邻苯二甲酸镁	900	-	否
4-亚硝基苯酚	>2070	498	是，很慢

a: 没有点燃。



- | | |
|------------------|------------|
| (A) 压力容器体 | (B) 防爆盘夹持塞 |
| (C) 点火塞 | (D) 软铅垫圈 |
| (E) 防爆盘 | (F) 侧臂 |
| (G) 压力传感器螺纹 | (H) 垫圈 |
| (J) 绝缘电极 | (K) 接地电极 |
| (L) 吐弗诺尔层压塑料板绝缘体 | (M) 钢锥体 |
| (N) 垫圈变形槽 | |

图2-3 时间/压力试验设备

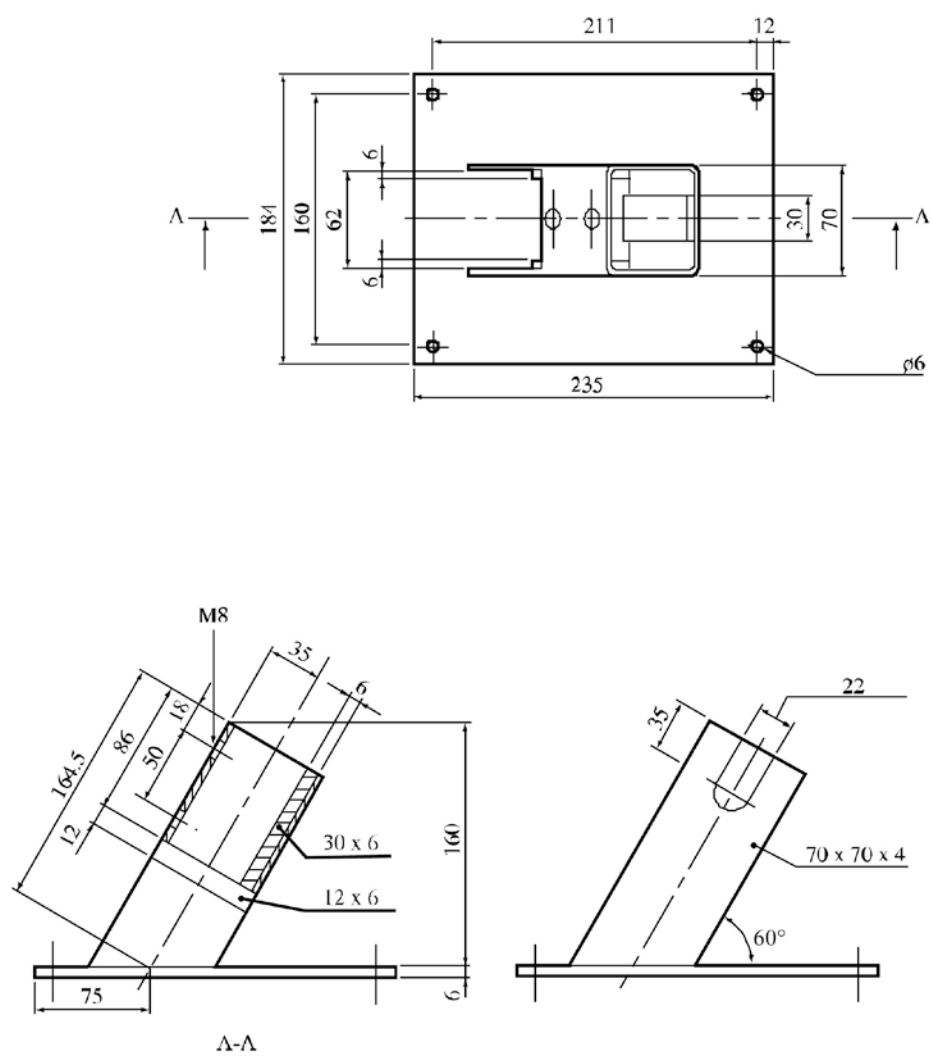
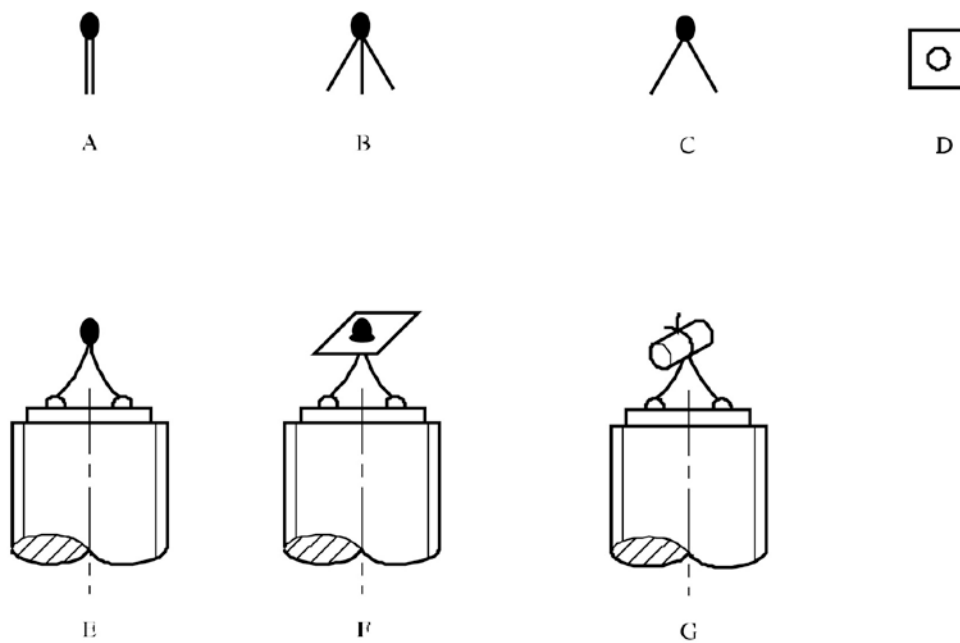
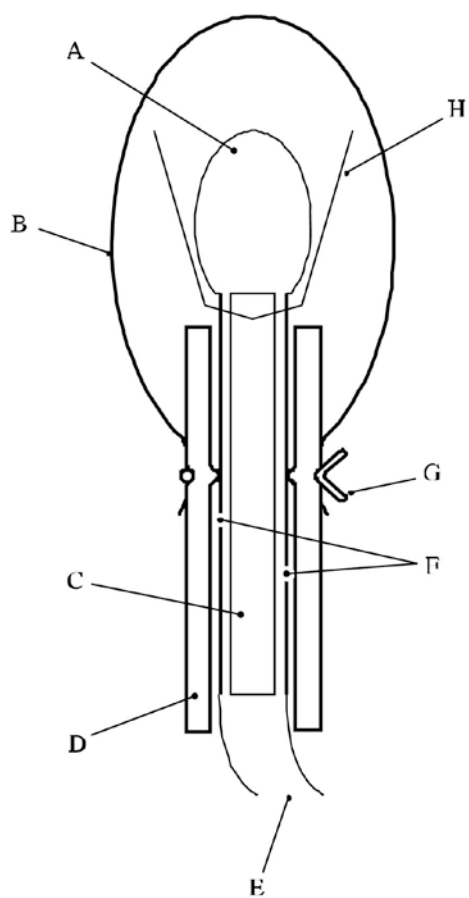


图2-4 支撑架



-
- (A) 制成的电点火引信头
 (B) 黄铜箔触头与卡片绝缘体分离
 (C) 绝缘卡片被切去
 (D) 中心有孔的13mm见方点火细麻布SR252
 (E) 引信头接到点火塞插头上
 (F) 细麻布套在引信头上
 (G) 细麻布包起来并用线扎好
-

图2-5 固体点火系统



-
- (A) 引信头
 - (B) 聚氯乙烯薄膜
 - (C) 绝缘卡片
 - (D) 硅橡胶管
 - (E) 点火引线
 - (F) 箔触头
 - (G) 用于扎紧使液体不漏出的铁丝
 - (H) 点火细麻布
-

图2-6 液体点火系统

2.5. 系列 C 试验 C.2: 爆燃试验

2.5.1. 引言

本试验用于测量物质传播爆燃的能力。

2.5.2. 设备和材料

试验用杜瓦瓶（见图2-7）进行，容器的相对两边有垂直的观察窗口。用精确度1秒的计时器测量爆燃速度。

杜瓦瓶的体积约为 300cm^3 ，内直径 $48\pm 1\text{mm}$ ，外直径60mm，长度180至200mm。在用软木塞封住的杜瓦瓶中 265cm^3 的水的冷却半时应当大于5h。在离杜瓦瓶顶端50mm和100mm处标有水平刻度。从分解锋面从50mm刻度传播到100mm刻度所需的时间可以得出爆燃速度。用精确度 0.1°C 的玻璃温度计来测量试验物质在点燃之前的温度。或者，可以用两个放在离杜瓦瓶顶端50mm和100mm处的热电偶来测量爆燃速度和试样温度。

可以用火焰长度至少20mm的任何气体火焰来点燃物质。

为了保护人员，试验应当在防爆通风柜或通风良好的试验室中进行。抽风机的功率应当大到足以将分解产物稀释至与空气的混合物不会爆炸的程度。观察者和杜瓦瓶之间应放置屏障。

2.5.3. 试验程序

如果初步的操作安全试验（例如在火焰中加热）或小规模燃烧试验（例如系列3类型(d)试验）表明可能发生迅速反应，那么在进行杜瓦瓶试验之前，应当先用硼硅玻璃管进行探测性试验，同时采取适当的安全防备措施。在这种情况下，建议先用直径14mm的管子进行试验，然后用直径28mm的管子进行试验。如果在任何一次这些探测性试验中爆燃速度超过 5mm/s ，物质可立即归类为迅速爆燃物质，使用杜瓦瓶的主要试验可以省去不做。

使杜瓦瓶和物质的温度达到联合国《关于危险货物运输的建议书-规章范本》中界定的危急温度。如果物质十分稳定以致没有危急温度要求，那么试验温度可以用 50°C 。将 265cm^3 的物质装入杜瓦瓶。颗粒物质装入杜瓦瓶的方式应使物质的容积密度类似于运输时的密度，并且没有块团。

糊状物质装入杜瓦瓶的方式应使试验样品中不存在气泡。装填高度应当在杜瓦瓶

口下约20mm。记录物质的重量和温度。将杜瓦瓶放进置于屏障后面的试验室或通风柜中，然后用气体燃烧器从顶端将物质加热。在观察到点燃时，或者如果在五分钟内没有点燃时，即将气体燃烧器移开并熄灭。用计时器测量反应区通过两个刻度之间的距离所需的时间。如果反应在达到下刻度之前停止，物质即被视为不爆燃。试验重复做一次，用最短的时间间隔来计算爆燃速度。或者，可以通过将热电偶放置在杜瓦瓶中央距离顶端50mm和100mm处的方法来测定爆燃速度。连续地监测热电偶输出值。反应锋面通过时会使输出值急剧增加。确定两个输出值剧增之间的时间。

2.5.4. 试验标准和评价结果的方法

试验结果是根据反应区是否通过物质向下传播和如果是的话其传播速度来解释的。空气中的氧在试样表面参与反应的影响在反应区传播30mm的距离之后已微不足道。如果物质在试验条件下不爆燃，反应区将会消失。反应区的传播速度（爆燃速度）是衡量物质在大气压力下对爆燃的敏感度的尺度。

试验标准如下：

“是，很快”：爆燃速度大于5.0mm/s。

“是，很慢”：爆燃速度小于或等于5.0mm/s，大于或等于0.35mm/s。

“否”：爆燃速度小于0.35mm/s，或反应在达到下刻度之前停止。

注：如果没有得到“是，很快”的结果，应进行时间/压力试验。

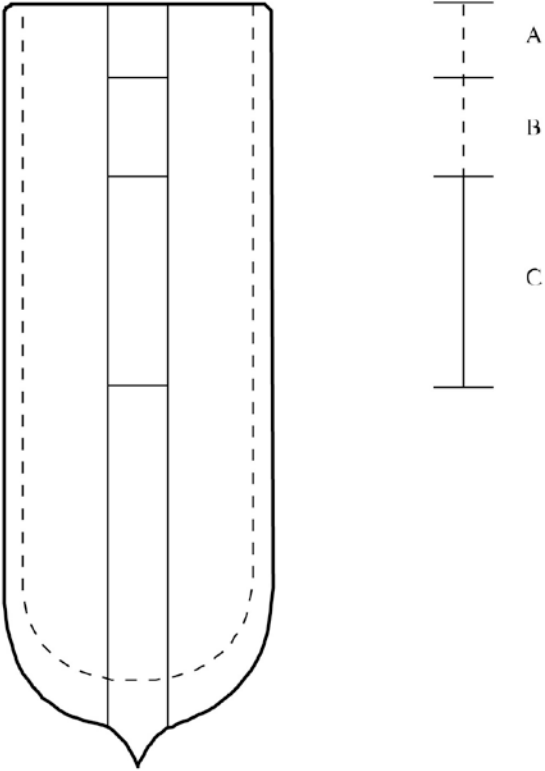
表2-4 结果实例

物质	试样重量 (g)	温度 (℃)	传播速度 (mm/s)	结果
偶氮甲酰胺	174	50	0.35	是，很慢
2,2'-偶氮二异丁腈	101	45	^a	否
过氧苯甲酸叔丁酯	276	50	0.65	是，很慢
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	237	25	0.74	是，很慢
叔丁基过氧-3,5,5-三甲基己酸酯， 75%，在溶剂中	238	50	0.27	否
枯基过氧氢，80%，含枯烯	273	50	0.12	否
过氧化二苯甲酰	158	20	100 ^b	是，很快
二叔丁基过氧化物	212	50	0.27	否
二（4-叔丁基环己基）过氧重碳酸 酯	123	35	4.3	是，很慢
联十六烷基过氧重碳酸酯	159	35	不点燃	是，很慢
二枯基过氧化物	292	50	不点燃	否

物质	试样重量 (g)	温度 (℃)	传播速度 (mm/s)	结果
过氧重碳酸二环己酯	-	26	26	是，很快
过氧重碳酸二环己酯，90%，含水	-	15	13	是，很快
过氧化二月桂酰	130	45	不点燃	否
过氧化二月桂酰，42%，在水中稳定弥散	260	45	不点燃	否
2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧)-3-己炔	235	50	2.9	是，很慢
2,5-二甲基-2,5-二(苯甲酰过氧)己烷	231	50	6.9	是，很快
4-亚硝基苯酚	130	35	0.90	是，很慢

a: 脉动火焰接着火焰熄灭；在试验条件下没有稳定的传播。

b: 用直径14mm的玻璃管在20℃下而不是在50℃下进行探测性试验。



(A) 装填高度在容器口下20mm

(B) 供爆燃形成的30mm区

(C) 供测量爆燃速度的50mm区

图2-7 带观察窗口的杜瓦瓶

2.6. 系列 D 试验 D.1：包件中的爆燃试验

2.6.1. 引言

本试验用于测量物质在运输包件中迅速传播爆燃的能力。

2.6.2. 设备和材料

需要一个刚好足以确保点燃物质的点火器（例如由用塑料薄膜包着最多2g缓慢燃烧的烟火剂构成的小型点火器）和适当的封闭材料。

2.6.3. 试验程序

试验适用于在其提交运输的状况和形式下的包装物质。包件放在地面上，点火器放在物质中央。对于液体，可能需要用金属线支架把点火器固定在合适的位置上，应防点火器与液体接触。试验在封闭条件下进行。最好的封闭方法是用散沙将试验包件覆盖起来，每个方向的厚度至少0.5m。其他封闭方法是用装满泥土或沙子的箱子、袋子或圆桶放在包件的四周和顶部，每个方向的厚度至少0.5m。试验进行3次，除非观察到爆炸。如果点火后没有观察到爆燃，应至少等30分钟才可接近包件。建议在点火器旁边安插一根热电偶以便监测其作用并确定什么时候可以安全地接近包件。

2.6.4. 试验标准和评价结果的方法

试验结果的评估根据是试验物质迅速爆燃的迹象：

- (a) 容器破裂；
- (b) 大部分封闭材料分裂和四散。

试验标准如下：

“是”：内容器或外容器裂成三块以上（容器底部和顶部除外）表明试验物质在该包件中迅速爆燃。

“否”：内容器或外容器没有破裂或裂成三块以下（容器底部和顶部除外）表明试验物质在该包件中不迅速爆燃。

表2-5 结果实例

物质	容器	碎片数目	结果
过氧化二苯甲酰	1A2, 25kg	>40	是
过氧化二苯甲酰	4G, 25kg	>40	是
过氧化二苯甲酰, 94%, 含水	1A2, 25kg	>40	是
过氧化二苯甲酰, 75%, 含水	4G, 2kg	没有破裂	否

2.7. 系列 E 试验 E.1: 克南试验

2.7.1. 引言

本试验用于确定物质在高度封闭条件下对高热作用的敏感度,它可以同另一个在封闭条件下加热的试验(荷兰压力容器试验E.2)一起用于回答有机过氧化物和自反应物质和混合物分类中的问题:“在规定的封闭条件下加热的效应如何?”自反应物质和混合物与有机过氧化物均应当进行克南试验和荷兰压力容器试验。

2.7.2. 设备和材料

设备包括安装在一个不能重复使用的钢管及其可重复使用的封闭装置,安装在一个加热和保护装置内。钢管采用规格为DC04(EN 10027-1),或与之相当的A620(AISI/SAE/ASTM)或SPCEN(JIS G 3141)型钢板深拉制成。尺寸如图2-8所示。钢管的开口端做成凸缘。封口板带一小孔,供试验物质分解产生的气体排出,封口板用耐热的铬钢制成,有如下直径的孔板:1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、5.0、8.0、12.0、20.0mm。螺纹套筒和螺帽(闭合装置)的尺寸如图2-8所示。

对于钢管的质量控制,每批产品须对1%的钢管进行质量控制,以验证以下数据:

- (a) 钢管的重量应为 $26.5 \pm 1.5\text{g}$,在同一试验序列中使用的钢管,重量差不得大于1g;
- (b) 钢管的长度应为 $75 \pm 0.5\text{mm}$;
- (c) 钢管的壁厚,从距离底部20mm处测量,应为 $0.5 \pm 0.05\text{mm}$;
- (d) 通过不可压缩的流体以准静态加载确定的爆破压力,应为 $30 \pm 3\text{MPa}$ 。

加热用丙烷,丙烷从一个装有压力调节器的工业气瓶通过流量计和一根管道分配到四个燃烧器。可以使用其他气体燃料,但须达到规定的加热速率。气体压力调至校准程序量到的加热速率为 $3.3 \pm 0.3^\circ\text{C/s}$ 。校准程序包括加热一根装有 27cm^3 邻苯二甲酸二丁酯的钢管(配有1.5mm孔板),记录液体温度(用放在钢管中央距离管口43mm处的直径1mm热电偶测量)从 135°C 上升至 285°C 所需的时间,然后计算加热速率。

由于钢管可能在试验中毁坏,加热应在焊接的保护箱中进行,保护箱的结构和尺寸如图2-9所示。两根棒放在穿过相对的两个箱壁的洞中,把钢管悬挂在这两根棒之间。燃烧器的排列如图2-9所示。这些燃烧器用点火舌或电点火装置同时点燃。试验设备应放在一个保护区内。应采取措施确保燃烧器的火焰不受任何气流的影响。应有

抽出试验产生的任何气体或烟的设备。

2.7.3. 试验程序

通常用收到的物质做试验，不过在某些情况下可能需要把物质压碎后再做试验。对于固体，每次试验所用的材料重量用分两阶段进行的准备程序来确定。在配衡钢管中装入 9cm^3 的物质，在钢管整个横截面上施加 80N 的力将物质压实。为安全起见，有些物质不需要压实，如对摩擦敏感的物质。如果试样的物理形状可能因压缩而改变，或者试样的压缩与运输条件不相关（例如纤维物质），可以采用更有代表性的装填程序。如果物质是可压缩的，那么就再添加一些物质并予以压实，直到钢管装至距离顶端 55mm 为止。确定将钢管装至 55mm 水平所用的物质总量，在钢管中再添加两次这一数量的物质，每次都用 80N 的力压实。然后视需要或者添加物质并压实或者将物质取出以便使钢管装至距离顶端 15mm 的水平。

第二阶段的准备程序开始时是将第一阶段的准备程序中确定的物质总量的三分之一装入钢管并压实。再在钢管里添加两次这一数量的物质并用 80N 的力压实，然后视需要添加或取出物质以便将钢管中的物质水平调至距离顶端 15mm 。每次试验所用的固体数量是第二阶段的准备程序中确定的数量，将这一数量分成三等份装入钢管，每一等份都用所需的力压缩成 9cm^3 ，使用间隔圈可能更容易做到这一点。液体和胶体装至钢管的 60mm 高处，装胶体时应特别小心以防形成空隙。在涂上一些以二硫化钼为基料的润滑油后，将螺纹套筒从下端套到钢管上，插入适当的孔板并用手将螺帽拧紧。必须查明没有物质留在凸缘和孔板之间或留在螺纹内。

用孔径为 1.0mm 至 8.0mm 的孔板时，应当使用孔径 10.0mm 的螺帽；如果孔板的孔径大于 8.0mm ，那么螺帽的孔径应当是 20.0mm 。每个钢管只用于做一次试验。孔板、螺纹套筒和螺帽如果没有损坏可以再次使用。

把钢管夹在固定的台钳上，用扳手把螺帽拧紧。然后将钢管悬挂在保护箱内的两根棒之间。将试验区弄空，打开气体燃料供应，将燃烧器点燃。到达反应的时间和反应的持续时间可提供用于解释结果的额外资料。如果钢管没有破裂，应继续加热至少5分钟才结束试验。在每次试验之后，如果有钢管破片，应当收集起来过秤。

可辨别出下列效应：

“O”：钢管无变化；

“A”：钢管底部凸起；

“B”：钢管底部和管壁凸起；

“C”：钢管底部破裂；

“D”：管壁破裂；

“E”：钢管裂成两片；

“F”：钢管裂成三片或更多片，主要是大碎片，有些大碎片之间可能有一狭条相连；

“G”：钢管裂成许多片，主要是小碎片，闭合装置没有损坏；

“H”：钢管裂成许多非常小的碎片，闭合装置凸起或破裂。

“D”、“E”和“F”型效应的例子如图2-10所示。如果试验得出“O”至“E”中的任何一种效应，结果即被视为“无爆炸”。如果试验得出“F”、“G”或“H”效应，结果即被评定为“爆炸”。

试验系列从使用20.0mm的孔板做第一次试验开始。如果在这次试验中观察到“爆炸”结果，就使用没有孔板和螺帽但有螺纹套筒（孔径24.0mm）的钢管继续进行试验。如果在孔径20.0mm时“没有爆炸”，就依次用以下孔径12.0、8.0、5.0、3.0、2.0、1.5mm和最后用1.0mm的孔板继续做一次性试验，直到这些孔径中的某一个取得“爆炸”结果为止。然后按照用孔径越来越大的孔板顺序进行试验，直到用同一孔径进行3次试验都得到负结果为止。物质的极限直径是得到“爆炸”结果的最大孔径。如果用1.0mm直径取得的结果是没有“爆炸”，极限直径即记录为小于1.0mm。

2.7.4. 试验标准和评价结果的方法

试验标准如下：

“激烈”：极限直径大于或等于2.0mm。

“中等”：极限直径等于1.5mm。

“微弱”：极限直径等于或小于1.0mm，在任何试验中得到的效应都不是“O”型效应。

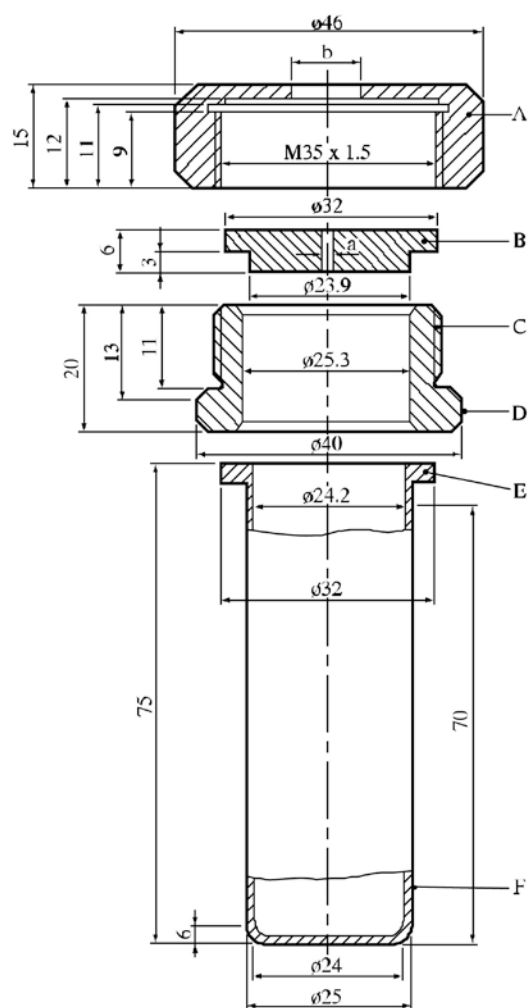
“无”：极限直径小于1.0mm，在所有试验中得到的效应都是“O”型效应。

表2-6 结果实例

物质	试样重量 (g)	极限直径 (mm)	破裂型式 ^a	结果
偶氮甲酰胺	20.0	1.5	“F”	中等
偶氮甲酰胺, 67%, 含氧化锌	24.0	1.5	“F”	中等
2,2'-偶氮二(2,4-二甲基戊腈)	17.5	<1.0	“O”	无
2,2'-偶氮二异丁腈	15.0	3.0	“F”	激烈
间苯二磺酰肼		12.0	“F”	激烈
间苯二磺酰肼, 70%, 含矿物油		2.0	“F”	激烈
苯磺酰肼	18.5	1.0	“F”	微弱
过氧苯甲酸叔丁酯	26.0	3.5	“F”	激烈
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	24.2	2.0	“F”	激烈
枯基过氧氢, 84.1%含枯烯	27.5	1.0	“F”	微弱
2-重氮-1-萘酚-5-磺酰氯	19.0	2.5	“F”	激烈
过氧化二苯甲酰	17.5	10.0	“F”	激烈
过氧化二苯甲酰, 75%, 含水	20.0	2.5	“F”	激烈
二叔丁基过氧化物	21.5	<1.0	“O”	无
联十六烷基过氧重碳酸酯	16.0	<1.0	“O”	无
过氧化-2,4-二氯苯甲酰	21.0	6.0 ^b	“F”	激烈
二枯基过氧化物	18.0	<1.0	“O”	无
过氧重碳酸二异丙酯	21.0	8.0	“F”	激烈
过氧化二月桂酰	14.0	<1.0	“O”	无
2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧)己烷	23.0	1.5	“F”	中等
二肉豆蔻基过氧重碳酸酯	16.0	<1.0	“O”	无
N,N'-二亚硝基-N,N'-二甲基对苯二甲酰胺, 70%, 含矿物油	18.0	4.0	“F”	激烈
二过氧间苯二酸	18.0	24.0	“H”	激烈
过氧化二琥珀酸	18.0	6.0	“F”	激烈
4-亚硝基苯酚	17.0	<1.0	“A”	微弱

a: 在极限直径时的破裂型式。

b: 试样重量为13g时, 极限直径<1.0mm。



(A) 螺帽 (b=10.0mm或20.0mm)

带有41号扳手用平面

(B) 孔板

(a=1.0 → 20.0mm直径)

(C) 螺纹套筒

(D) 36号扳手用平面

(E) 凸缘

(F) 钢管

图2-8 克南试验钢管组件

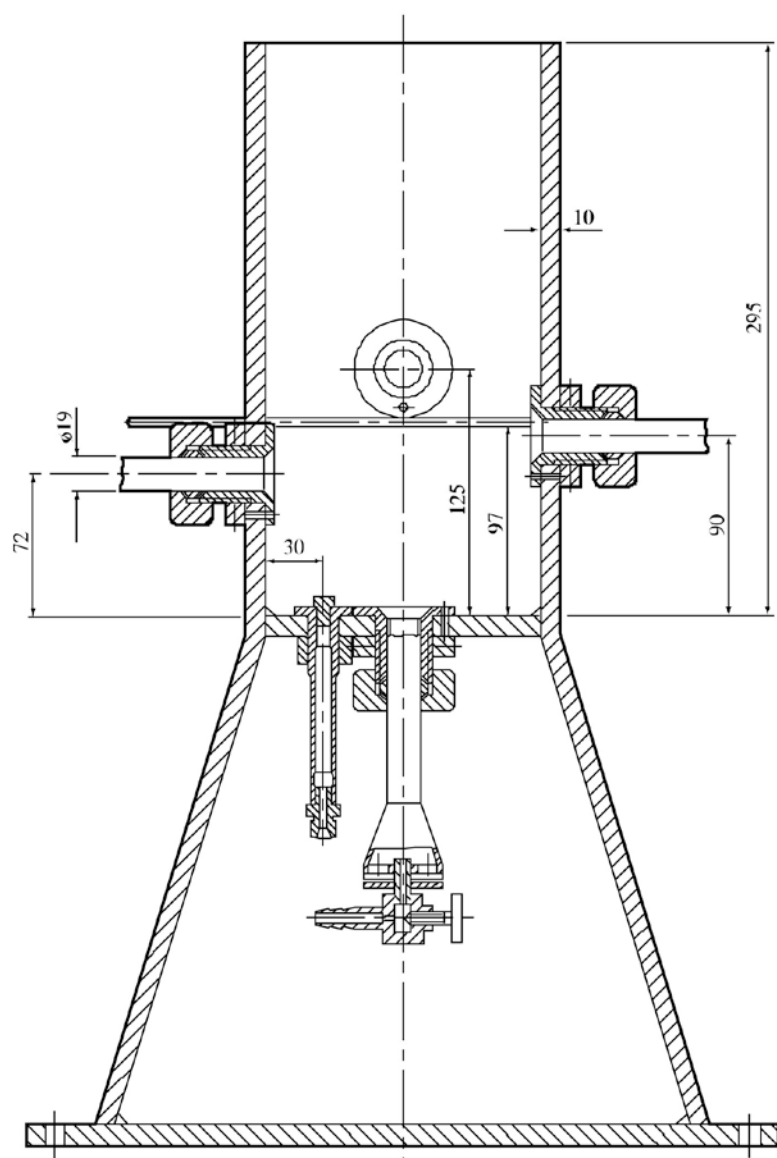


图2-9 加热和保护装置

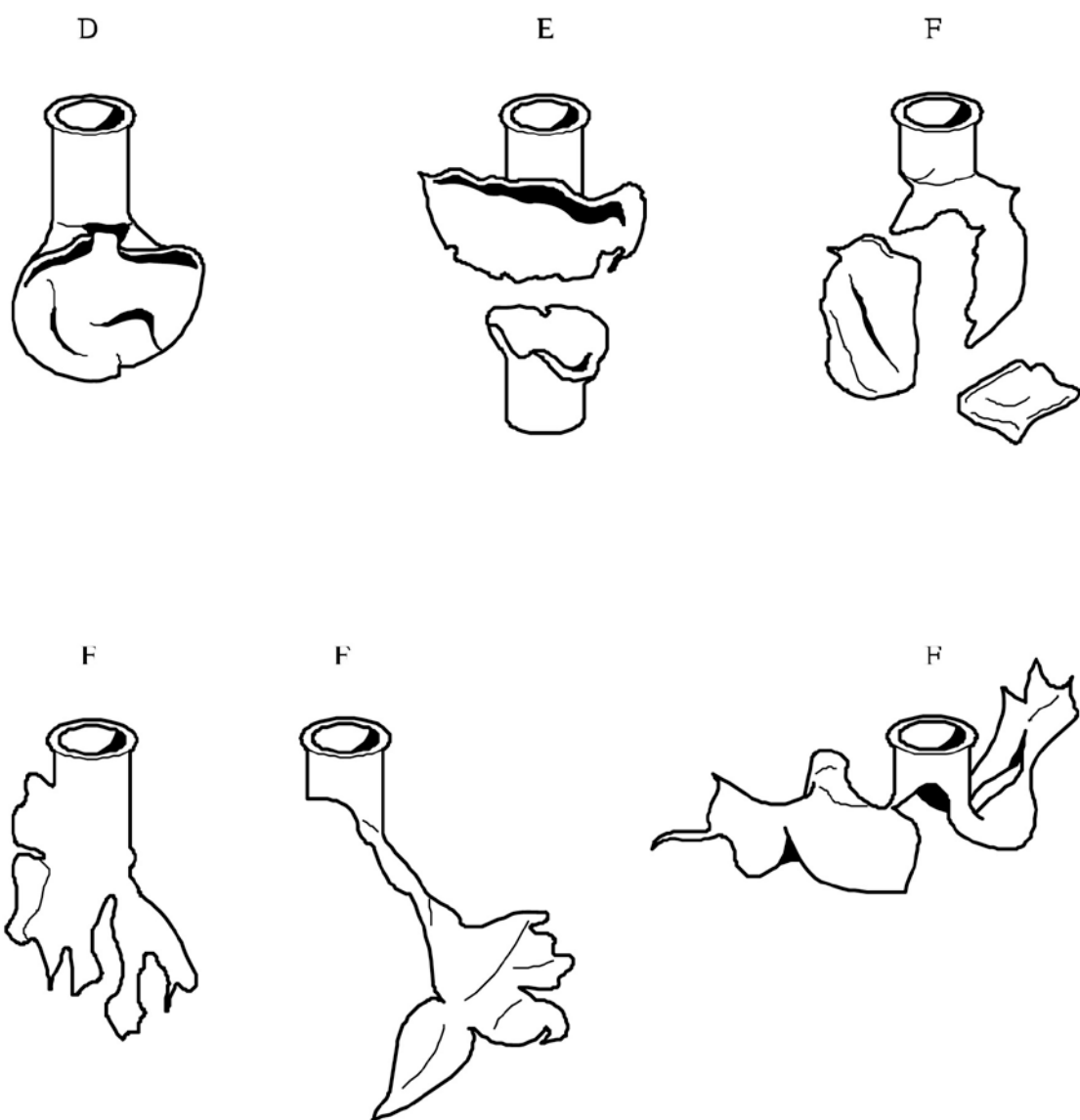


图2-10 D、E 和 F 型效应例子

2.8. 系列 E 试验 E.2: 荷兰压力容器试验

2.8.1. 引言

本试验用于确定物质在规定的封闭条件下对高热作用的敏感度。它可以同另一个在封闭条件下加热的试验（克南试验E.1）一起用于回答有机过氧化物和自反应物质和混合物分类中的问题：“在规定的封闭条件下加热的效应如何？”自反应物质和混合物与有机过氧化物均应当进行克南试验和荷兰压力容器试验。

2.8.2. 设备和材料

2.8.2.1. 压力容器说明

使用的设备如图2-11所示。容器用AISI 316型号的不锈钢制成。使用8个有孔圆板，孔的直径为：1.0、2.0、3.5、6.0、9.0、12.0、16.0和24.0mm。这些圆板的厚度为 $2.0\pm 0.2\text{mm}$ 。防爆盘是直径38mm的铝圆板，设计在 22°C 时在 $620\pm 60\text{kPa}$ 压力下爆裂（见图2-12）。

2.8.2.2. 加热装置

压力容器用从装有压力调节器的气瓶中出来的工业级丁烷加热。使用特克卢燃烧器。可使用其他气体以及适当的燃烧器，只要能够得到 $3.5\pm 0.3^{\circ}\text{C/s}$ 的加热率。应当通过加热装在压力容器中的10g酞酸二丁酯并测量其温度来核对加热率。记录油的温度从 50°C 上升到 200°C 所需的时间，然后计算加热率。

2.8.3. 试验程序

对于正常试验，容器中应放入10.0g物质。容器底部应均匀地覆盖着物质。首先使用孔径16.0mm的孔板。然后把防爆盘、中心孔板和扣环装好。用手把翼形螺帽拧紧，用扳手把外套螺帽拧紧。防爆盘用足够的水覆盖着以使其保持低温。压力容器放在保护圆筒内的三脚架（内圈直径67mm）上。容器中部的环落在三脚架上。

点燃燃烧器，将气体流量调到所需的流量，并且调整空气流量以使火焰颜色呈蓝色，火焰内层呈淡蓝色。三脚架的高度应使火焰内层刚好接触到容器底部。然后将燃烧器通过保护圆筒的开口处放在容器下面。试验区应当通风良好，并且在试验期间禁止入内。在试验区外面用镜子或者通过安有装甲玻璃的壁孔观察容器。到达反应的时间和反应持续时间可提供可用于解释结果的额外资料。最后把容器放在水里冷却并清洗。

如果用16.0mm的孔板防爆盘没有破裂，试验应依次用直径6.0、2.0和1.0mm的孔

板进行（每种直径只进行一次试验），直到防爆破裂。如果用1.0mm的孔板没有观察到防爆盘破裂，那么用1.0mm孔板进行的下一次试验应使用50.0g而不是10.0g物质。如果仍然没有观察到防爆盘破裂，那么试验应重复进行，直到连续3次试验都没有观察到防爆盘破裂。如果防爆盘破裂，试验应在更高的下一级（用10g而不是50g物质或者下一个更大直径的孔板）上重复进行，直到连续3次试验都没有破裂。

2.8.4. 试验标准和评价结果的方法

物质对在压力容器中加热的相对敏感度用极限直径表示。极限直径是用mm表示的如下孔板的最大直径：在用该孔板进行的3次试验中，防爆盘至少破裂一次，而在用下一个更大直径的孔板进行的3次试验中防爆盘都没有破裂。

试验标准如下：

“激烈”：用9.0mm或更大的孔板和10.0g的试样进行试验时防爆盘破裂。

“中等”：用9.0mm的孔板进行试验时防爆盘没有破裂，但用3.5mm或6.0mm的孔板和10.0g的试样进行试验时防爆盘破裂。

“微弱”：用3.5mm的孔板和10.0g的试样进行试验时防爆盘没有破裂，但用1.0mm或2.0mm的孔板和10.0g的试样进行试验时防爆盘破裂，或者用1.0mm的孔板和50.0g的试样进行试验时防爆盘破裂。

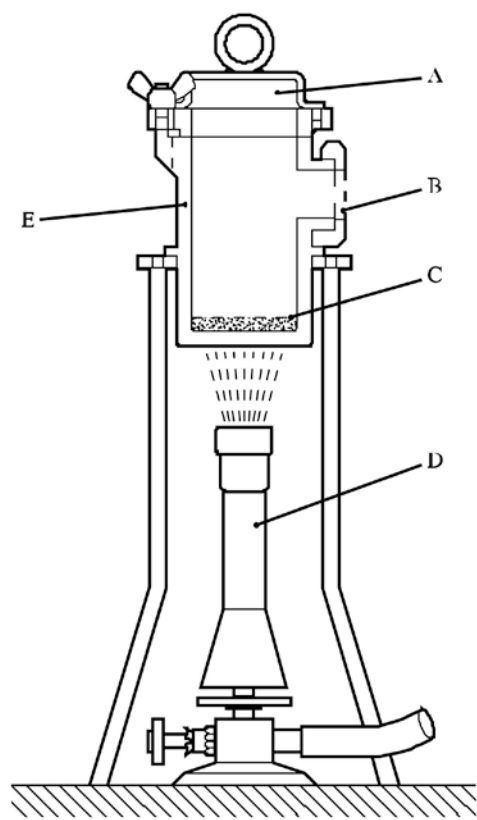
“无”：用1.0mm的孔板和50.0g的试样进行试验时防爆盘没有破裂。

表2-7 结果实例

物质	极限直径（mm）	结果
偶氮甲酰胺	1.5	微弱
2,2'-偶氮二（2,4-二甲基戊腈）	6.0	中等
2,2'-偶氮二异丁腈	5.5	中等
2,2'-偶氮二（2-甲基丁腈）	6.0	中等
过氧苯甲酸叔丁酯	9.0	激烈
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	6.0	中等
枯基过氧氢，80%，含枯烯	1.0	微弱
过氧化二苯甲酰，75%，含水	6.0	中等
二叔丁基过氧化物	3.5	中等
联十六烷基过氧重碳酸酯	1.0	微弱
二枯基过氧化物	3.5	中等
氯化锌-2,5-二乙氧基-4-吗啉代重氮苯，90%	<1.0 ^a	无
氟硼酸-2,5-二乙氧基-4-吗啉代重氮苯，97%	<1.0	无
氯化锌-2,5-二乙氧基-4-苯磺酰重氮苯，67%	<1.0 ^a	无

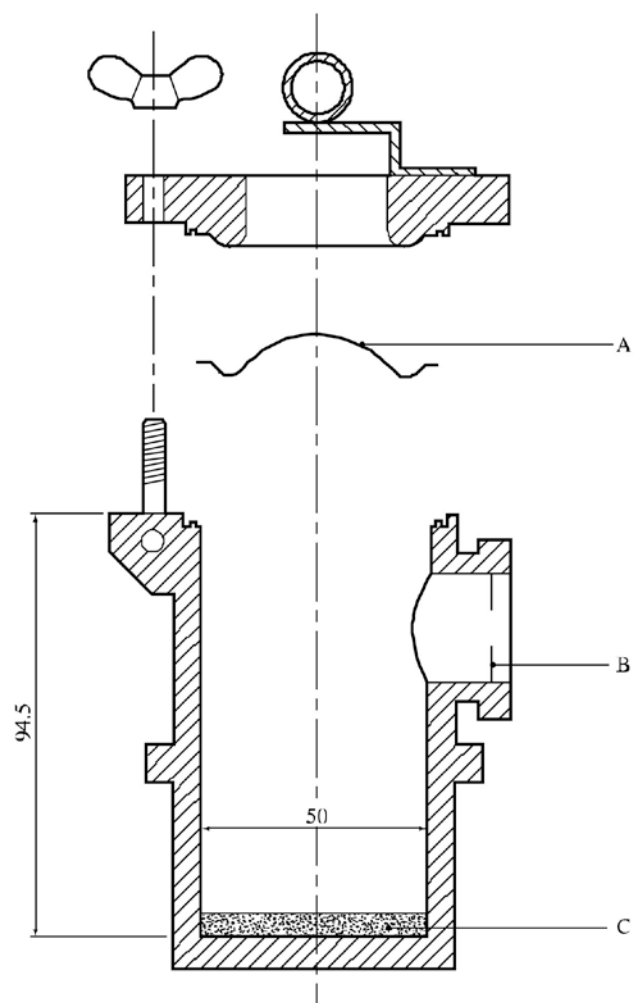
物质	极限直径 (mm)	结果
过氧化二月桂酰	2.0	微弱
过氧化二月桂酰, 42%, 在水中稳定弥散	<1.0 ^a	无
氟硼酸-3-甲基-4-(吡咯烷-1-基)重氮苯, 95%	<1.0 ^a	无
4-亚硝基苯酚	1.0 ^a	微弱

a: 用50g试样进行试验。



- (A) 防爆盘
- (B) 孔板
- (C) 试样 (10g或50g)
- (D) 特克卢燃烧器
- (E) 压力容器, 内直径50mm, 内部高度94.5mm

图2-11 荷兰压力容器试验



-
- (A) 防爆盘
(B) 孔板
(C) 试样
-

图2-12 防爆盘组件

2.9. 系列 F 试验 F.4: 改进的特劳泽试验

2.9.1. 引言

本试验用于测量物质的爆炸力。引发放在物质中的雷管，而雷管则封闭在铅块的一个洞里。爆炸力用铅块洞穴体积增加的数值高出用类似物理性质的惰性物质得到的数值的平均数表示。

2.9.2. 设备和材料

铅块用浇铸或挤压铅棒加工做成直径 $50\pm 1\text{mm}$ 、长 70mm ，有一个直径 25.4mm 、长 57.2mm 的洞穴，如图2-13所示。洞穴是用平头钻头钻成的，以防刺穿铅块。所用的起爆雷管是标准8号（美国）雷管。装置A用于液体和糊状物质，装置B用于固体物质（见图2-14）。装置A所用的试样小瓶是容量 12mL 、外直径 21mm 的工业用小瓶。装置B所用的试样小瓶是容量 16mL 、外直径 24.9mm 的工业用小瓶。聚乙烯瓶塞是与小瓶配在一起的标准瓶塞。装置A和B 中用于放置起爆雷管的玻璃管是硼硅玻璃培养管，外直径 10mm 、长 75mm 。在聚乙烯瓶塞中央钻一个直径 10mm 的洞来将玻璃管牢牢地夹住。在装置A中用两个橡皮“o”形环（内直径 16.5mm ，截面直径 2.5mm ）将试样小瓶固定在铅块洞穴中央。

2.9.3. 试验程序

将 6.0g 试样放入按要求装配并放入铅块里的试样小瓶里。将铅块放在保护区内的坚固平面上，起爆雷管完全插入，在将保护区弄空之后，将雷管点火。在试验之前和之后用水准确地测量铅块洞穴的体积，精确度至 0.2mL 。使用同一种装置对物质和惰性参考物质分别进行3次试验。

2.9.4. 试验标准和评价结果的方法

试验样品的爆炸力用铅块洞穴体积增加的数值高出惰性参考物质得到的数值的平均数表示。

试验标准如下：

“不低”：平均净铅块膨胀等于或大于 12cm^3 。

“低”：平均净铅块膨胀小于 12cm^3 ，但大于 3cm^3 。

“无”：平均净铅块膨胀等于或小于 3cm^3 。

表2-8 结果实例

物质	平均净膨胀 (cm ³)	结果
2,2'-偶氮二异丁腈	18	不低
2,2'-偶氮二(2-甲基丁腈)	14	不低
叔丁基过氧化氢, 72%, 含水	7	低
过乙酸叔丁酯, 75%, 在溶液中	25	不低
过氧苯甲酸叔丁酯	19	不低
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	10	低
枯基过氧氢, 85%, 含枯烯	5	低
过氧化二苯甲酰	16	不低
二叔丁基过氧化物	12	不低
过氧重碳酸二丁酯	23 ^a	不低
过氧重碳酸二异丙酯	45 ^a	不低
2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧)3-己炔	31	不低
2,5-二甲基-2,5-二(苯甲酰过氧)己烷	9	低
二正丙基过氧重碳酸酯	32 ^a	不低
装置A中使用惰性参考物质的膨胀		
空气	6	
邻苯二甲酸二甲酯	10	
矿物油精	10.5	
60%碳酸钙+40%邻苯二甲酸二甲酯的糊状物质	8	
水	10	
装置B中使用惰性参考物质的膨胀		
空气	5.5	
苯酸	7	
碳酸钙(粉末)	5	
高岭土	6	

a: 在环境温度下进行试验。

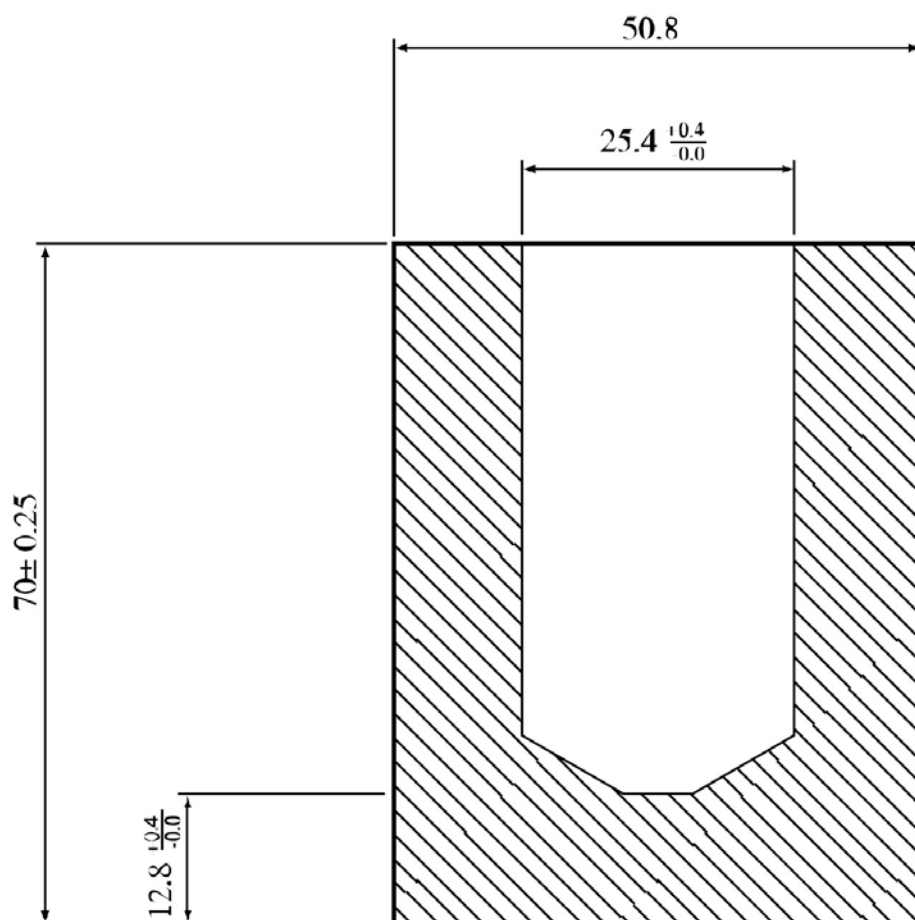
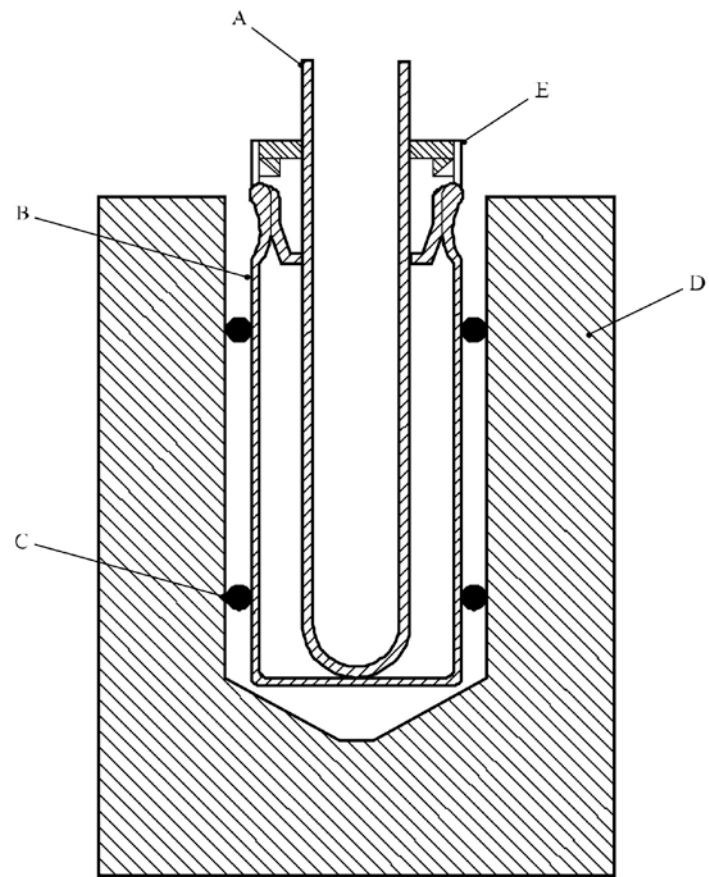


图2-13 改进的特劳泽试验



-
- (A) 玻璃管
 - (B) 玻璃小瓶（装置A为12mL，装置B为16mL）
 - (C) “O”形环（只有装置A）
 - (D) 铅块
 - (E) 瓶塞
-

图2-14 装置 A 和装置 B

2.10. 系列 G 试验 G.1: 包件中的热爆炸试验

2.10.1. 引言

本试验用于确定物质在包件中热爆炸的潜力。

2.10.2. 设备和材料

容器（不大于装50kg物质所需要的）、物质、适当的加热装置（例如25kg物质需要2kW）和测量温度的设备。

2.10.3. 试验程序

试验适用于在其提交运输的状况和形式下的包装物质。获得热爆炸的方法是将电加热线圈放在包件内尽可能均匀地加热物质。加热线圈的表面温度不能高到使物质过早地点燃。可能需要使用一个以上的加热线圈。包件应当放在架子上使它直立着。加热系统接上电源，不断地记录物质的温度。加热率应当约为60°C/h。包件顶部和底部物质之间的温差应当尽可能小。最好预先作出安排以便在加热器失灵时能够从远处销毁包件。试验进行两次，除非观察到爆炸。

2.10.4. 试验标准和评价结果的方法

从包件的破裂情况观察试验包件爆炸的迹象。得到的结果只对所试验的包件有效。

试验标准如下：

“是”：内容器和/或外容器裂成三片以上（不包括容器底部和顶部），表明试验物质能造成该包件爆炸。

“否”：没有破裂或破裂碎片在三片以下，表明试验物质在包件中不爆炸。

表2-9 结果实例

物质	容器	碎片数 ^a	结果
2,2'-偶氮二异丁腈	4G, 30kg	无	否
过氧苯甲酸叔丁酯	1B1, 15L	>30	是
过氧苯甲酸叔丁酯	6HG2, 30L	无	否
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	1B1, 25L	>5	是
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	6HG2, 30L	无	否
过氧异丙基碳酸叔丁酯	1B1, 25L	>80	是
过氧异丙基碳酸叔丁酯	6HG2, 30L	>20	是
过氧新戊酸叔丁酯, 75%, 溶液	6HG2, 30L	无	否
过氧化二苯甲酰, 75%, 含水	4G, 25kg	无	否
2,2-二(叔丁基过氧)丁烷, 50%, 溶液	3H1, 25L	无	否
2,2-二(叔丁基过氧)丁烷, 50%, 溶液	6HG2, 30L	无	否

a: “无”指没有破裂。

2.11. 系列 H 试验 H.1: 美国自加速分解温度试验

2.11.1. 引言

系列H试验包括确定自加速分解温度的三种试验方法，每种方法都可适用于固体、液体、糊状物质和分散体。建议对装载容器中运输的物质进行试验H.1，对装在容器、中型散货箱或罐体中运输的物质进行试验H.2，对装在容器、中型散货箱或小型罐体中运输的物质进行试验H.4。

试验H.1方法用于确定物质在特定包件发生自加速分解的最低恒定环境气温。220L以下的包件可用本方法进行试验。也可以得到分解反应引起爆炸危险性的迹象。

2.11.2. 设备和材料

试验物质和容器应当与用于商业用途时的物质和容器保持一致。容器是试验的一个必要组成部分。

设备是一个试验室，其中试验包件周围的空气温度能够在至少10天的期间内保持不变。

试验室的结构应当满足以下条件：

- (a) 有良好的绝缘；
- (b) 提供恒温控制的空气循环，以便使空气温度均匀地保持在预定温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 内；
- (c) 包件与墙壁之间的距离至少100mm。

可以使用任何类型的烤炉，只要它能够满足温度控制要求，并且不会点燃分解产物。以下两步中分别给出了合适的小包件烤炉和大包件烤炉实例。

小包件烤炉可以用开顶的220L钢桶制成。这将能容纳容积多达25L的包件。详细构造如图2-15所示。也可用于试验较大的包件，只要包件与炉壁之间保持100mm的距离。

使用一次的大包件烤炉可以用50mm×100mm木料做成边长1.2m的立方形框架，每一面的里边和外边都镶上6mm厚的防水胶合板并且全部包着100mm厚的纤维玻璃绝缘层。详细构造如图2-16所示。框架的一面应当是铰接活动的以便装入和取出试验桶。底面应当用50mm×100mm的木料彼此间隔200mm垫着，使试验容器离开底面并使空气能够绕着包件自由流通。系绳板条应当与门垂直以便于叉车搬动试验桶。风扇应装在与门相对的一面。气流应从烤炉上角流到放在斜对下角的排气风扇。可用

2.5kW的电加热器来加热空气。热电偶应放在空气流入和流出管道内以及烤炉的顶部、中部和底部。对于自加速分解温度低于环境温度的物质，试验应在冷却室中进行，或者用固态二氧化碳冷却烤炉。

包件中装一个热电偶套管以便把热电偶置于包件中央。热电偶套管可以用玻璃、不锈钢或其他适当材料制造，但其放入包件的方式不得降低包件的强度或排气能力。

需要防火和防爆炸危险的连续测量和记录温度设备。

试验应当在适当地防火、防爆炸危险和防毒性烟气的场所进行。建议离开公路和有人的建筑物一段安全距离，例如90m。如果可能有毒性烟气，可能需要更远的安全距离。

2.11.3. 试验程序

将包件称重。热电偶插入试验包件中测量试样中心的温度。如果所需的烤炉温度低于环境温度，那么在把包件放入烤炉之前，先将烤炉接通电源使烤炉内部冷却至所需的温度。如果所需的烤炉温度等于或高于环境温度，那么在环境温度下将包件放入烤炉，然后将烤炉接通电源。包件与烤炉每一面之间的距离至少应为100mm。

加热试样并连续测量试样和试验室的温度。记下试样温度达到比试验室温度低2℃的时间。然后试验再继续进行7天，或者直到试样温度上升到比试验室温度高6℃或更多时为止，如果后者较早发生。记下试样温度从比试验室温度低2℃上升到其最高温度所需的时间。

试验完成后，将试样冷却并取出试验室。记录温度随时间的变化。如果包件完好无损，记录质量损失百分比并确定成分有无任何变化。尽快将试样处理掉。

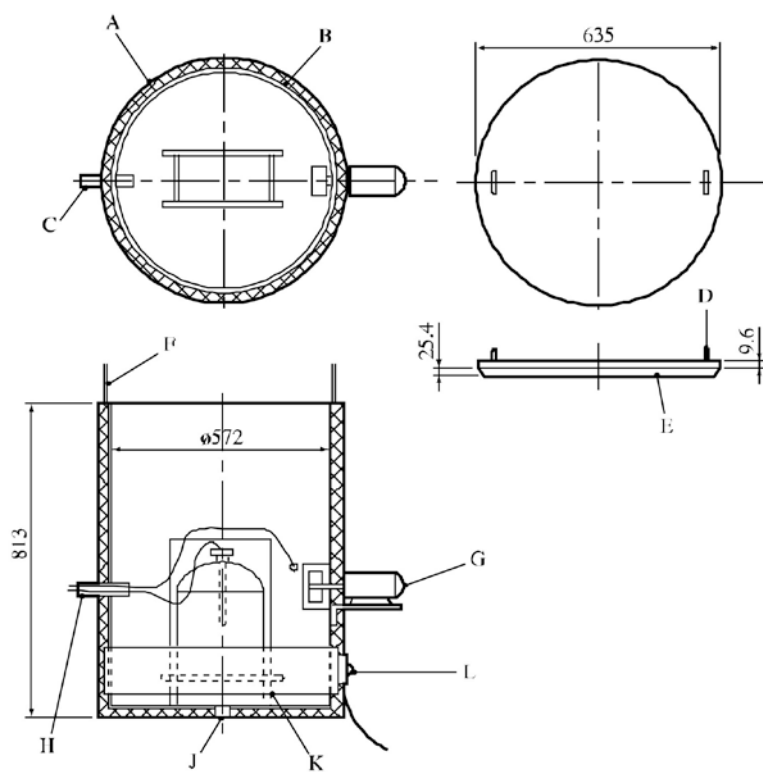
如果试样温度没有比烤炉温度高6℃或更多，那么用新的试样在温度高5℃的烤炉内再进行试验。自加速分解温度的定义是试样温度比烤炉温度高6℃或更多的最低烤炉温度。如果对物质进行试验是为了确定是否需要温度控制，那么应进行足够次数的试验以便确定自加速分解温度至最近的5℃或确定自加速分解温度是否大于或等于60℃。如果对物质进行试验是为了确定它是否符合自反应物质和混合物的自加速分解温度标准，那么应进行足够次数的试验，以便确定50kg包件的自加速分解温度是否为75℃或更低。

2.11.4. 试验标准和评价结果的方法

自加速分解温度是试样温度超过烤炉温度6℃或更多的最低烤炉温度。如果在任何一次试验中试样温度都没有超过烤炉温度6℃或更多，自加速分解温度即记为大于所使用的最高烤炉温度。

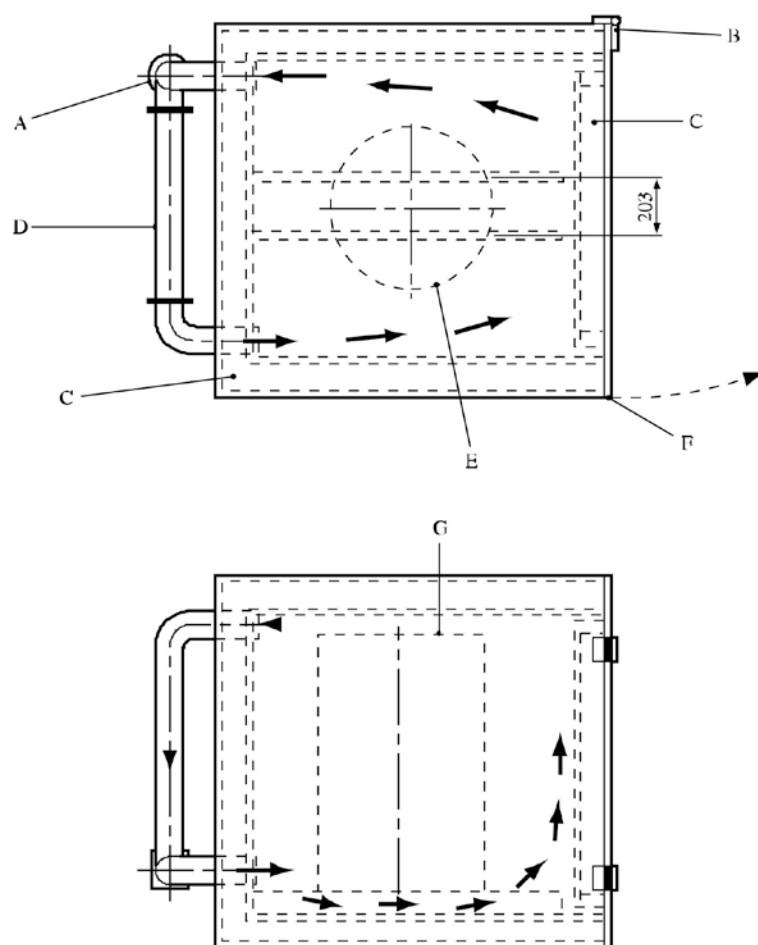
表2-10 结果实例

物质	试样重量 (kg)	容器	自加速分解温度 (°C)
叔戊基过氧苯甲酸酯	18.2	6HG2, 22.8L	65
过乙酸叔丁酯 (60%)	7.2	6HG2, 22.8L	75
过氧化二苯甲酰	0.45	1G	70
二 (叔丁基环己基) 过氧重碳酸酯	43	1G	40
氯化锌-2,5-二乙氧基-4-吗啉代重 氮苯 (66%)	30	1G, 50L	50
氯化锌-2- (N-氧羰基苯氨基) -3- 甲氧基-4- (N-甲基环己氨基) 重氮 苯 (62%)	10	6HG1, 25L	50



- | | |
|--------------|------------------|
| (A) 25mm厚绝缘层 | (B) 220L开顶圆桶 |
| (C) 19mm管子 | (D) 钢盖上的9.6mm眼螺栓 |
| (E) 钢盖上的绝缘层 | (F) 3mm控制索 |
| (G) 风扇 | (H) 热电偶和控制器 |
| (J) 排气孔 | (K) 25mm角架 |
| (L) 2kW圆桶加热器 | |

图2-15 小包件烤炉



-
- | | |
|------------------------|------------|
| (A) 风扇 | (B) 铰链 (2) |
| (C) 绝缘层 | (D) 加热器 |
| (E) 圆桶 | (F) 门闩 |
| (G) 圆桶 (例如0.58m×0.89m) | |
-

图2-16 大包件烤炉 (顶视图和侧视图)

2.12. 系列 H 试验 H.2: 绝热储存试验

2.12.1. 引言

系列H试验包括确定自加速分解温度的三种试验方法，每种方法都可适用于固体、液体、糊状物质和分散体。建议对装载容器中运输的物质进行试验H.1，对装在容器、中型散货箱或罐体中运输的物质进行试验H.2，对装在容器、中型散货箱或小型罐体中运输的物质进行试验H.4。

试验H.2方法用于确定反应物质随温度而变的发热率。所得到的发热参数与有关包件的热损失数据一起用于确定物质在其容器中的自加速分解温度。本方法适用于每一种类型的容器，包括中型散货箱和罐体。

测量可以在-20℃至220℃的温度范围内进行。可以测定的最小温度上升值相当于发热率15mW/kg。上限是由冷却系统安全地冷却物质的能力确定的（最高达500W/kg，如果用水作冷却剂）。虽然试验不是完全绝热的，但热损失小于10mW。最大误差在发热率为15mW/kg时是30%，在发热率为100mW/kg至10W/kg时是10%。

如果冷却系统在发热率超过冷却能力时开动，可能会发生爆炸。因此应当小心地选择试验场所以，减少可能发生爆炸和分解产物引起气体爆炸（次生爆炸）的危险性。

2.12.2. 设备和材料

设备包括一个用于装试样的玻璃杜瓦瓶（1.0或1.5L）、一个装有使烤炉温度保持与试样温度相差0.1℃的微分控制系统的绝缘烤炉、一个惰性杜瓦瓶盖。在特殊情况下，试样容器可能需要用其他材料制造。惰性加热线圈和冷却管穿过瓶盖插入试样内。一根2m长的聚四氟乙烯毛细管穿过绝缘瓶盖，以防止杜瓦瓶内的压力上升。一个恒定功率加热器用来将物质加热到预定的温度或用来校准。内部加热和冷却可以在预定的温度下自动停止或起动。除了冷却系统，还装有辅助安全装置，用于在预定的温度下切断通到烤炉的电源。图2-17是绝热储存试验的示意图。

物质的温度用装在钢管或玻璃管中的热电偶或铂电阻温度计在物质中心测量。周围空气的温度在与测量试样温度相同的高度上测量，也用热电偶或铂电阻温度计。需要用连续的温度测量和记录设备来测量物质和烤炉中空气的温度。这一设备应当防火和防爆炸。对于自加速分解温度低于环境温度的物质，试验应当在冷却室中进行，或者用固态二氧化碳冷却烤炉。

2.12.3. 试验程序

2.12.4. 校准程序

校准程序如下进行：

杜瓦瓶中装入氯化钠、酞酸二丁酯或合适的油，并把它放在绝热储存试验烤炉的瓶架上；

使用已知功率（例如0.333W或1.000W）的内部加热系统按间隔20℃的层次加热试样，并确定在40℃、60℃、80℃和100℃时的热损失；

根据下文所述的方法使用这些数据来确定杜瓦瓶的热容量。

2.12.5. 试验程序

试验程序如下：

杜瓦瓶中装入称重过的试样，其中包括一定的代表包装容器材料（如果是金属）的数量，并把它放在绝热储存试验烤炉的瓶架上；

开始测量温度，然后使用内部加热器把物质加热到可能检测到自加热的预定温度。物质的比热可以从温度上升值、加热时间和加热功率计算；

停止内部加热后测量温度。如果在24h内没有观察到因自加热引起的温度上升，把温度增加5℃。重复这一程序直到检测到自加热为止；

当检测到自加热时，即让试样在绝热条件下升温至发热率小于冷却能力的一个预定温度，在这个温度下开动冷却系统；

一冷却就确定是否有重量损失，并确定成分是否改变（如果需要）。

2.12.6. 试验标准和评价结果的方法

计算杜瓦瓶在用于校准程序的不同温度时的温度下降率 A （℃/h）。通过这些数值划曲线，以便确定在任何温度下的温度下降率。

用以下公式计算杜瓦瓶的热容量 H （J/℃）：

$$H = \frac{3600 \times E_1}{A + B} - (M_1 \times C_{p1})$$

式中： E_1 =用于内部加热器的功率（W）

A =在计算温度下的温度下降率（℃/h）

B =内部加热（校准物质）曲线在计算温度下的斜率（℃/h）

M_1 =校准物质的重量 (kg)

C_{p1} =校准物质的比热 (J/(kg·°C))

(a) 用以下公式确定每一预定温度下的热损失 K (W) :

$$K = \frac{A \times (H + M_1 \times C_{p1})}{3600}$$

并通过这些数值划曲线。

(b) 用以下公式计算物质的比热 C_{p2} (J/(kg·°C)) :

$$C_{p2} = \frac{3600 \times (E_2 + K)}{C \times M_2} - \frac{H}{M_2}$$

式中: E_2 =用于内部加热的功率 (W)

C =内部加热 (试样) 曲线在计算温度下的斜率 (°C/h)

M_2 =试样的重量 (kg)

用以下公式每隔5°C计算物质在每一温度下的发热率 Q_T (W/kg) :

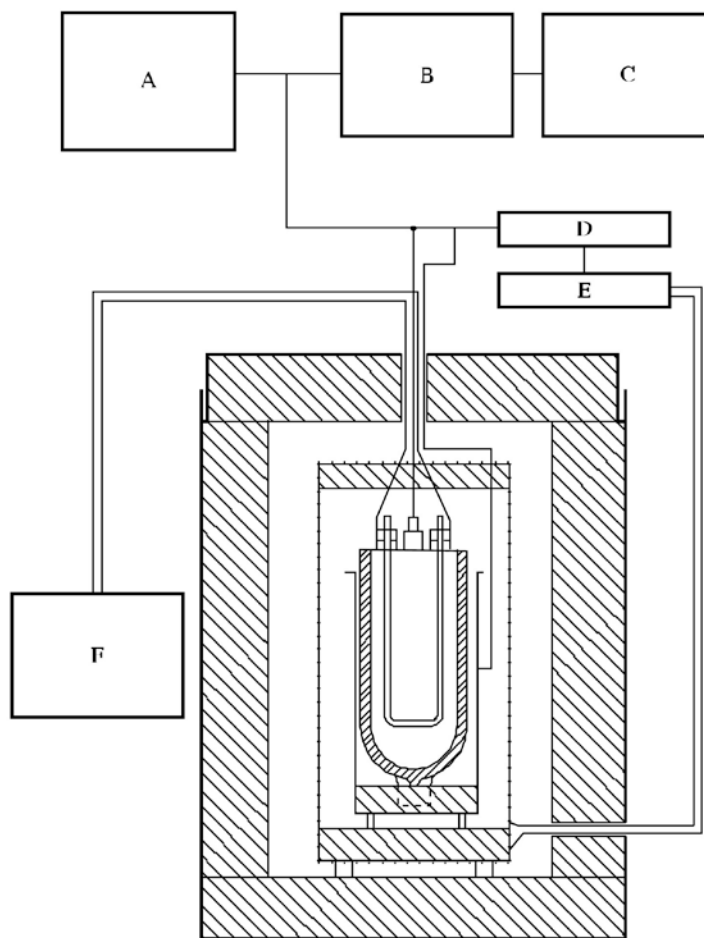
$$Q_T = \frac{(M_2 \times C_{p2} + H) \times \frac{D}{3600} - K}{M_2}$$

式中: D =自加热阶段曲线在计算温度下的斜率 (°C/h)。

将计算出的单位重量发热率作为温度的函数在线性分度图纸上标出, 并通过这些标出的点画一条最佳拟合曲线。确定特定包件、中型散货箱或罐体的单位重量热损失 L (W/(kg·°C))。画一条与发热曲线相切、斜率为 L 的直线。该直线与横坐标的交点就是临界环境温度, 即包件中物质不显示自加速分解的最高温度。自加速分解温度则是临界环境温度 (°C) 化整到下一个更高的5°C倍数的温度。图2-18给出了一个例子。

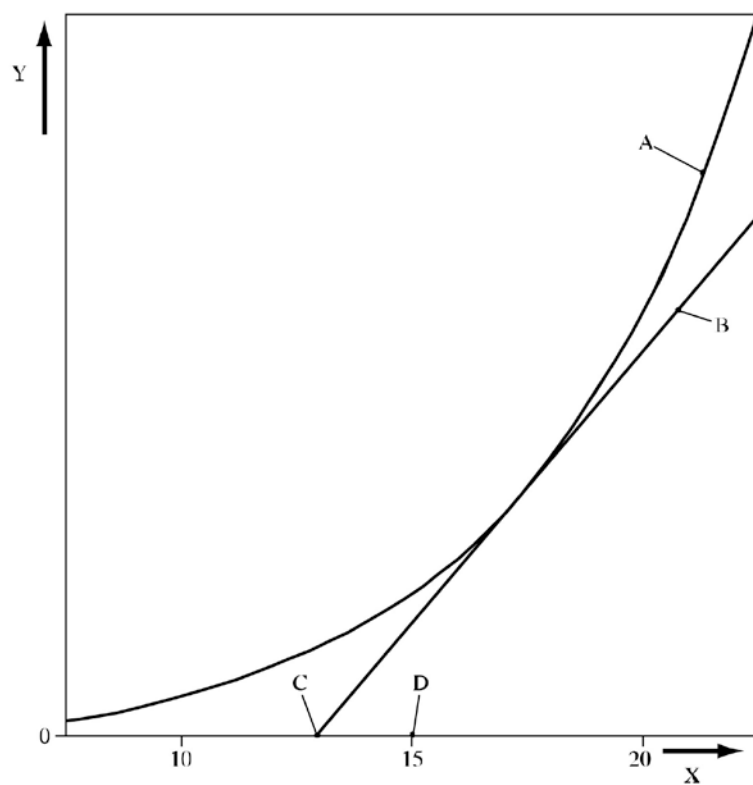
表2-11 结果实例

物质	重量 (kg)	容器	单位重量热损失 (mW/(kg·°C))	自加速分解温度 (°C)
偶氮甲酰胺	30	1G	100	>75
过氧苯甲酸叔丁酯	25	6HG2	70	55
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	25	6HG2	70	40
叔丁基过氧新戊酸酯	25	6HG2	70	25



- | | |
|------------------------|--------------|
| (A) 多点记录器和温度控制器 (10mV) | (B) 外部零位调整装置 |
| (C) 定在最大精确度的记录器 | (D) 控制器 |
| (E) 继电器 | (F) 内部预热器 |

图2-17 绝热储存试验



-
- (A) 发热曲线
 (B) 斜率等于热损失率并且与发热曲线相切的直线
 (C) 临界环境温度(热损失线与横坐标的交点)
 (D) 自加速分解温度--临界环境温度化整到下一个更高的 5℃ 倍数
 (X) 温度
 (Y) 单位重量热流量($\dot{q}$ 产生或损失)
-

图2-18 确定自加速分解温度的例子

2.13. 系列 H 试验 H.4: 热积累储存试验

2.13.1. 引言

系列H试验包括确定自加速分解温度的三种试验方法，每种方法都可适用于固体、液体、糊状物质和分散体。建议对装载容器中运输的物质进行试验H.1，对装在容器、中型散货箱或罐体中运输的物质进行试验H.2，对装在容器、中型散货箱或小型罐体中运输的物质进行试验H.4。

试验H.4方法用于确定热不稳定物质在代表该物质在运输包件中的条件下发生放热分解的最低恒定空气环境温度。本方法的根据是西门诺夫原理，即对热流的主要阻力是在容器壁。本方法可用于确定物质在其容器，包括中型散货箱和小型罐体（2m³以下）中的自加速分解温度。

本方法的有效性取决于所选择的杜瓦瓶具有的单位重量热损失特性是否类似于提交运输的包件。

2.13.2. 设备和材料

试验设备包括合适的试验室、适当的杜瓦瓶及其封闭装置、温度传感器和测量设备。

试验应当在耐火和耐压的试验室中进行，最好是试验室应当装有降压系统，例如爆裂板。记录系统应当放置在隔开的观察区内。

对于温度在75℃以下的试验，应当使用双壁金属试验室（大约内直径250mm、外直径320mm、高480mm，用厚1.5至2.0mm的不锈钢板制成），来自温度控制的循环槽的液体在预定温度下在两个壁之间流动。试验室用一个绝缘盖（例如用10mm厚的聚氯乙烯制成）松动地盖着。温度控制应使杜瓦瓶中液体惰性试样的预定温度能够在10天内保持偏差不大于±1℃。

或者，特别是对于温度高于75℃的试验，可以使用恒温控制的干燥炉（可以配备风扇），其大小足够让空气能够在杜瓦瓶四周流通。炉中空气的温度应当控制到使杜瓦瓶中惰性液体试样的预定温度能够在10天内保持偏差不大于±1℃。应当测量并记录炉中的空气温度。建议炉门安装磁性门扣或用松装的绝缘盖代替炉门。可以用适当的钢内衬保护炉子，并将杜瓦瓶放置在金属丝网笼子中。

对于低于环境温度的试验，可以使用适当大小的双壁试验室（例如冷藏箱），其

上配有松动的门或盖（例如装有磁性闭合装置）。试验室中空气的温度应当控制到预定温度的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

所使用的杜瓦瓶及其封闭装置具有的热损失特性应能代表提交运输的最大尺寸的包件。杜瓦瓶的封闭装置应当是惰性的。特别是对于固体，可以使用软木塞或橡皮塞。低挥发性或中等挥发性液体所用的封闭装置如图2-19所示。在试验温度下挥发性高的试样应当用装有降压阀的耐压金属容器进行试验。压力容器放在杜瓦瓶内，金属容器的热容量的影响将在计算中考虑到。

在进行试验之前应确定所使用系统，即杜瓦瓶及其封闭装置的热损失特性。由于封闭装置对热损失特性有很大的影响，在一定程度可以通过改变封闭装置调整这些特性。为了取得所需水平的灵敏度，不应当使用试样容量低于0.5L的杜瓦瓶。

装有400mL物质、热损失为80至100mW/(kg· $^{\circ}\text{C}$)的杜瓦瓶通常可用于代表50kg包件。对于更大的包件、中型散货箱或小型罐体，应当使用单位重量热损失较小的、更大的杜瓦瓶。例如，热损失为16至34mW/(kg· $^{\circ}\text{C}$)的球形1L杜瓦瓶可用于代表中型散货箱和小型罐体。

2.13.3. 试验程序

将试验室调至选定的储存温度。杜瓦瓶装入试验物质至其容量的80%，记下试样的重量。固体应当适度地压实。将温度传感器插入试样中央。杜瓦瓶盖密封好后将杜瓦瓶放进实验室，接通温度记录系统并关闭试验室。

加热试样，连续地测量试样温度和试验室温度。记下试样温度达到比试验室温度低2 $^{\circ}\text{C}$ 的时间。然后试验再继续进行7天，或者直到试样温度上升到比试验室温度高6 $^{\circ}\text{C}$ 或更多时为止，如果后者较早发生。记下试样温度从比试验室温度低2 $^{\circ}\text{C}$ 上升到其最高温度的时间。

如果试样存留下来，将它冷却后从试验室取出，并尽快地小心处理掉。可以确定重量损失百分率和成分的变化。

用新试样重复做试验，在间隔5 $^{\circ}\text{C}$ 的不同储存温度下进行。如果对物质进行试验是为了确定是否需要温度控制，那么应当进行足够次数的试验，以便确定自加速分解温度至最接近的5 $^{\circ}\text{C}$ 或者确定自加速分解温度是否大于或等于60 $^{\circ}\text{C}$ 。如果对物质进行试验是为了确定它是否符合自反应物质和混合物的自加速分解温度标准，那么应当进行足够次数的试验，以便确定50kg包件的自加速分解温度是否为75 $^{\circ}\text{C}$ 或更低。

2.13.4. 试验标准和评价结果的方法

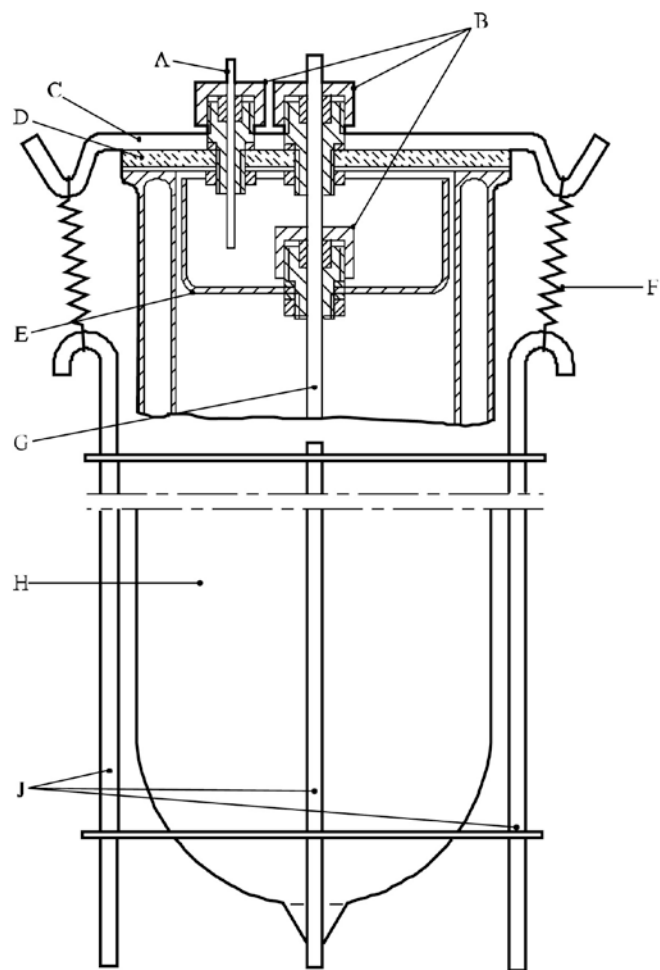
自加速分解温度是试样温度超过实验室温度6℃或更多的最低温度。如果在任何一次试验中试样温度都没有超过实验室温度6℃或更多，自加速分解温度即记为大于所使用的最高储存温度。

表2-12 结果实例

物质	试样重量 (kg)	杜瓦瓶热损失 (mW/kg · K)	加速分解温 度 (℃)
偶氮甲酰胺	0.28	74	>75
偶氮甲酰胺, 90%, 含10%活化剂	0.21	70	55
2,2'-偶氮二异丁腈	0.18	62	50
间苯二磺酰肼, 50%	0.52	81	70
叔丁基过氧化氢, 80%, 含12%二叔丁基过氧化物	0.30	72	100 ^a
叔丁基过氧新癸酸酯, 40%	0.42	65	25
过氧-3,5,5-三甲基己酸叔丁酯	0.38	79	60
过氧化二苯甲酰, 50%	0.25	91	60
二(4-叔丁基环己基)过氧重碳酸酯	0.19	79	45
2,2-二-(叔丁基过氧)丁烷, 50%	0.31	88	80
二-(2-乙基己基)过二碳酸酯	0.39	64	0
氯化锌-2,5-二乙氧基-4-吗啉代重氮苯(66%)	0.25	58	45
二异三癸基过氧重碳酸酯	0.38	80	10
过乙酸, 15%, 含14%过氧化氢(F型)	1.00	33	>50 ^b

a: 装在2L杜瓦压力容器内。

b: 装在球形的1L杜瓦瓶内。



- | | |
|--------------|-----------------------------|
| (A) 聚四氟乙烯毛细管 | (B) 带有 O 形密封圈的定制螺旋(聚四氟乙烯或铝) |
| (C) 金属条 | (D) 玻璃盖 |
| (E) 玻璃烧杯底 | (F) 弹簧 |
| (G) 玻璃保护管 | (H) 杜瓦瓶 |
| (J) 钢夹持装置 | |

图2-19 用于试验液体和水湿润固体的杜瓦瓶及其封闭装置

3. 气溶胶

3.1. 喷雾气溶胶的点火距离试验

3.1.1. 引言

本试验标准说明了确定气溶胶喷雾点火距离的方法，以评估相关的火焰危险。气溶胶向点火源方向喷洒，间距15cm，以观察是否发生喷雾点火或持续燃烧。点火和持续燃烧的定义是，稳定的火焰至少保持5秒钟。对点火源的规定是，气体燃烧器，火焰高度4到5cm、蓝色不发光。

本试验适用于喷洒距离在15cm或以上的气溶胶产品。喷洒距离小于15cm的气溶胶产品，如喷涂泡沫、凝胶或糊状物的装置，或装有计量阀的装置，不在本项试验的范围内。喷涂泡沫、凝胶或糊状物的气溶胶产品，须经过气溶胶泡沫易燃性试验。

3.1.2. 设备和材料

需要以下设备：

水浴温度保持在20℃	精确到±1℃
标定实验室天平	精确到±0.1g
计时计（秒表）	精确到±0.2s
刻度尺，支架和夹子	厘米刻度
带支架和夹子的气体燃烧器温度计	精确到±1℃
湿度计	精确到±5%
压力计	精确到±0.01MPa

3.1.3. 试验程序

3.1.3.1. 一般要求

试验前应使每个喷雾器处于试验状态，然后排放大约1秒钟做好准备。这样做的目的是为了从吸管中排除不均匀的物质。

应严格遵守使用说明，包括喷雾器应垂直还是倒置使用。在需要晃动时，应在晃动后立即试验。

试验应在通风但无气流的环境中进行，温度控制在20℃±5℃，相对湿度在30%~80%之间。

每个喷雾器均须:

- (a) 在满装的情况下, 应按全套程序进行试验, 气体燃烧器距离喷雾器致动器的距离15~90cm。
- (b) 在额定满装的10%~12% (按质量%) 时进行一次试验, 如在满装时喷雾根本未发生点火, 应在距离致动器15cm处, 或在满装时喷雾发生点火的距离加15cm处。

试验中, 喷雾器罐应按说明书的要求姿势安放。点火源也应按相应的姿势摆放。

以下程序要求喷雾试验在15~90cm的范围内, 在燃烧器火焰与喷雾器致动器之间以15cm的间距进行。最好在燃烧器火焰与喷雾器致动器之间距离60cm处开始。在60cm距离喷雾点火的情况下, 燃烧器火焰与喷雾器致动器之间的距离按15cm间距增加。在燃烧器火焰和喷雾器致动器60cm距离无点火的情况下, 距离按15cm间距缩短。这项程序的目的是, 是确定喷雾器致动器和燃烧器火焰之间产生喷雾持续燃烧的最大距离, 或确定燃烧器火焰和喷雾器致动器之间在15cm的距离上不能获得点火。

3.1.3.2. 试验程序

- (a) 每种产品应至少有三个满装的喷雾器, 在每项试验前, 将喷雾器至少95%的部分浸入 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的水中至少30分钟(如果喷雾器完全浸入水中, 30分钟即可)。
- (b) 遵守一般要求。记录环境温度和相对湿度。
- (c) 称量喷雾器的重量并作记录。
- (d) 确定在 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 条件下的内压和起始排放率(以排除次品或未完全装满的喷雾器)。
- (e) 将燃烧器支撑在一个水平的表面上, 或用夹子将燃烧器固定在一个支架上。
- (f) 点燃燃烧器; 火焰应不发光, 高度大约4cm~5cm。
- (g) 将致动器的喷口放在距离火焰要求的距离上。喷雾器应在设计使用的姿态下进行试验, 如垂直或倒置。
- (h) 将喷雾器的喷嘴与燃烧器的火焰放在同等高度上, 使喷嘴适当朝向火苗并与之看齐(见图3-1)。喷雾应通过火苗的上半部。
- (i) 遵守是否应晃动喷雾器的一般要求。
- (j) 打开喷雾器的启动阀, 释放内装物5秒钟, 除非发生点火。如果发生点火, 继续释放, 并从点火开始记录火焰时间5秒钟。

- (k) 在所提供的表中，记录下燃烧器与喷雾器之间发生点火的距离。
- (l) 如在(j)这一步中未发生点火，应取另外的方向对喷雾器进行试验，如将垂直使用的产品颠倒过来，检查是否发生点火。
- (m) 在气体燃烧器与喷雾器喷口同样的距离，再对同一罐喷雾器重复(g)到(l)的步骤两次（共3次）。
- (n) 对同一产品的另外两罐喷雾器，在燃烧器与喷雾器端口相同的距离上重复试验程序。
- (o) 根据每次试验的结果，在喷雾器罐喷口与燃烧器火焰之间15cm和90cm之间的距离上重复试验程序(g)至(n)。
- (p) 如果在15cm处未发生点火，则起始状态满装喷雾器的试验程序便已完成。如在90cm的距离发生点火并持续燃烧，试验程序也告完成。如在15cm的距离未发生点火，则记录未发生点火。在所有其他情况下，观察到燃烧器火焰与喷雾器致动器之间发生点火和持续燃烧的最大距离，作为“点火距离”记录。
- (q) 还应对3罐喷雾器在额定容量10%~12%的情况下进行一次试验。这几罐喷雾器试验时，喷雾器致动器与燃烧器火焰之间的距离，应为“满罐时的点火距离+15cm”。
- (r) 将喷雾器排放至额定容量的10%~12%（按重量），每次排放最多30秒。两次排放之间要至少间隔300秒。在这段间隔时间里，喷雾器应放在水中保持状态。
- (s) 对含额定容量10%~12%的喷雾器，重复步骤(g)至(n)，省去步骤(l)和(m)。进行这项试验，喷雾器只取一个姿势，如直立或倒置，与喷雾器满载时产生点火（如果有的话）的姿势相同。
- (t) 将所有结果均记录进下表3-1。

所有试验均在通风良好的室内在烟橱内进行。每次试验后，应至少对烟橱和试验室通风三分钟。采取一切必要安全防范措施，防止吸入燃烧物质。

含额定容量10%~12%的喷雾器，只做一次试验。结果记录表对标出的喷雾器只须填写一项结果。

在喷雾器以设计使用的姿势进行试验的结果为负时，应对喷雾器以最可能产生正结果的姿势重复进行试验。

3.1.4. 试验标准和评价结果的方法

所有结果均应作记录。下表3-1为应使用的“结果记录表”范本。

表3-1 “结果记录表”范本

日期:		温度: ℃		相对湿度: %	
产品名称					
净容量		罐 1	罐 2	罐 3	
最初装载水平		%	%	%	
喷雾器距离	试验	1 2 3	1 2 3	1 2 3	
15cm	是否点火				
30cm	是否点火				
45cm	是否点火				
60cm	是否点火				
75cm	是否点火				
90cm	是否点火				
备注—包括罐体位置					

喷雾器应按以下标准划分为易燃、极易燃和不易燃等几类:

- (a) 如气溶胶发生点火的距离等于或大于15cm但小于75cm, 且它的化学燃烧热小于20kJ/g, 则该气溶胶划为易燃。
- (b) 如气溶胶的化学燃烧热小于20kJ/g, 点火发生距离为75cm或以上, 则该气溶胶划为极易燃。
- (c) 如气溶胶的化学燃烧热小于20kJ/g, 在点火距离试验中未发生点火, 应进行3.2节中所述的封闭空间点火试验。
- (d) 如气溶胶的化学燃烧热等于或大于20kJ, 且点火距离为75cm或以上, 则该气溶胶划为极易燃。否则气溶胶划为易燃。

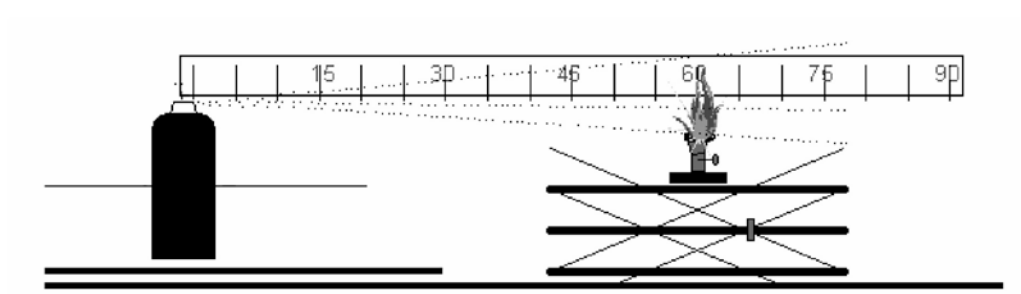


图3-1 点火距离试验

3.2. 封闭空间点火试验

3.2.1. 引言

这项试验标准说明了对喷雾器喷出的产品，由于其点火倾向，评估在封闭或受限制的空间内产品易燃性的方法。将喷雾器的内装物喷洒到放有一支点燃蜡烛的圆柱形试验器皿内。如发生可观察到的点火，记录下所用的时间和排放量。

3.2.2. 设备和材料

3.2.2.1. 需要以下设备：

计时计（秒表）	精确到 ± 0.2 秒
水浴温度保持在 20°C	精确到 $\pm 1^{\circ}\text{C}$
标定的实验室天平	精确到 $\pm 0.1\text{g}$
温度计	精确到 $\pm 1^{\circ}\text{C}$
湿度计	精确到 $\pm 5\%$
压力计	精确到 $\pm 0.01\text{MPa}$
圆柱型试验容器	如下文详述

3.2.2.2. 试验设备的准备

圆柱形器皿，容量大约200L，直径大约600mm，长大约720mm，一端开口，做以下改变：

- (a) 容器的开口端安装一个铰接盖封闭装置，或者用0.01~0.02mm厚的塑料薄膜作为封闭系统。如果试验是用塑料薄膜进行的，必须按下述方式进行：
- (b) 将薄膜在圆桶的开口端展平，用橡皮筋固定。橡皮筋的强度应保证当放好后将圆筒侧置时，在其最低点附加0.45kg质量的物质时，其延展只有25mm。从距离圆筒边缘50mm处开始将薄膜划开一条25mm的切口。注意确保薄膜处于绷紧状态；
- (c) 在圆桶的另一端在距离边缘100mm处钻一个直径50mm的孔，要求当容器放倒准备进行试验时，圆孔应在容器的最上方（图3-2）；
- (d) 在一个200mm×200mm的金属支架上，放一个直径20~40mm，高100mm的固体石蜡蜡烛。当蜡烛高度低于80mm时，应更换新的。应保护蜡烛的火焰不受喷雾的影响，采用一个150mm宽、200mm高的挡板。其中包括从挡板底部起

150mm处倾斜45度的平板（图3-2）；

(e) 放在金属支架上的蜡烛，应放在与圆筒两端等距的中间位置（图3-3）；

(f) 圆筒放在地面上或放在支架上，周围温度在15℃至25℃之间。待试验的产品应喷洒在大约200L的圆筒内，里面有一个点火源。

在通常情况下，产品与喷雾器罐的垂直轴线成90°角从罐中喷出。说明的摆放和程序，是指这类喷雾器产品。在非通常方法使用的喷雾器情况下（如垂直喷洒的喷雾器），须根据实验室规范，如ISO/IEC 17025:1999（对试验和校准实验室资格的一般要求），记录对设备和程序的改动。

3.2.3. 试验程序

3.2.3.1. 一般要求

试验前应使每个喷雾器处于试验状态，然后排放大约1秒钟做好准备。这样做的目的是为了从吸管中排除不均匀的物质。

应严格遵守使用说明，包括喷雾器应垂直还是倒置使用。在需要晃动时，应在晃动后立即试验。

试验应在通风但无气流的环境中进行，温度控制在 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度在30%~80%之间。

3.2.3.2. 试验程序

(a) 每种产品应至少应有三个满装的喷雾器，试验前将喷雾器至少95%的部分浸入 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的水中至少30分钟（如果喷雾器完全浸入水中，30分钟即可）使之处于试验状态。

(b) 测量和计算圆桶的实际容量（L）。

(c) 遵守一般要求。记录环境温度和相对湿度。

(d) 确定在 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 条件下的内压和起始排放率（以排除次品或未完全装满的喷雾器）。

(e) 称量一个喷雾器的质量并作记录。

(f) 点燃蜡烛，加盖封闭系统（盖或塑料薄膜）。

(g) 将喷雾器致动器喷嘴放在距离圆桶洞口中心35mm的位置，如果是广角喷雾产品，则可更近些。启动计时器（秒表），注意遵守产品的使用说明；将喷雾

朝向对面（盖或塑料薄膜）最里端的中心位置。喷雾器应在设计使用的姿态下进行试验，如垂直或倒置。

- (h) 继续喷洒直至发生点火。停止计时器并记录所用的时间。再次称量喷雾器并记录其质量。
- (i) 对圆桶进行通风和清理，清除任何可能影响以下试验的残留物质。必要时等待圆桶冷却。
- (j) 对同一产品的另外两罐喷雾器重复试验程序(d)到(i)（共3个，注：每个喷雾器只试验一次）。

3.2.3.3. 试验标准和评价结果的方法

起草试验报告应包括以下资料：

- (a) 试验的产品及介绍；
- (b) 喷雾器的内压和排放率；
- (c) 室内的温度和相对空气湿度；
- (d) 每次试验实现点火所需的喷雾时间（s）（如产品不发生点火，请注明）；
- (e) 每次试验喷洒的产品质量（g）；
- (f) 圆筒的实际容量（L）。

在 1m^3 内实现点火所需的时间当量（ t_{eq} ），可用以下公式计算：

$$t_{eq} = \frac{100 \times \text{排放时间(s)}}{\text{圆桶实际容量(L)}}$$

试验中实现点火所需的爆燃密度（ D_{def} ），也可用以下公式计算：

$$D_{def} = \frac{100 \times \text{喷洒的产品质量(g)}}{\text{圆桶实际容量(L)}}$$

化学燃烧热低于 20kJ/g 的气溶胶，在点火距离试验中未发生点火，如时间当量低于或等于 300s/m^3 ，或燃爆密度低于或等于 300g/m^3 ，则该气溶胶列为易燃。否则气溶胶列为不易燃。

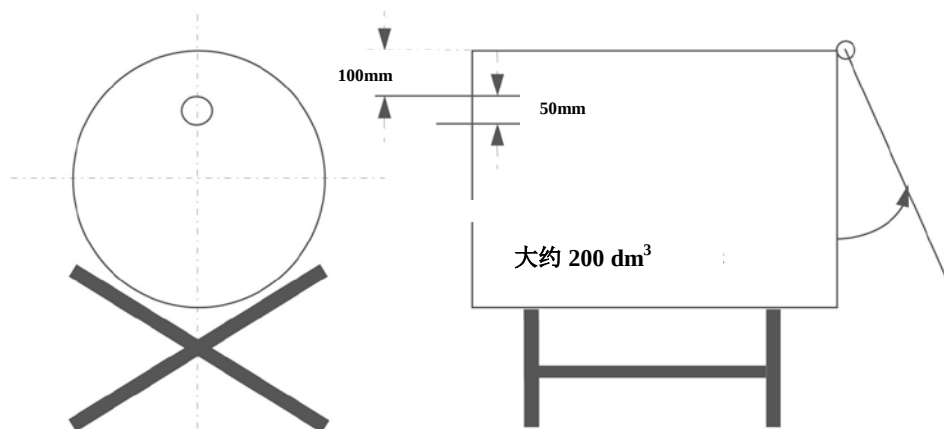


图3-2 用于封闭空间点火试验的圆筒

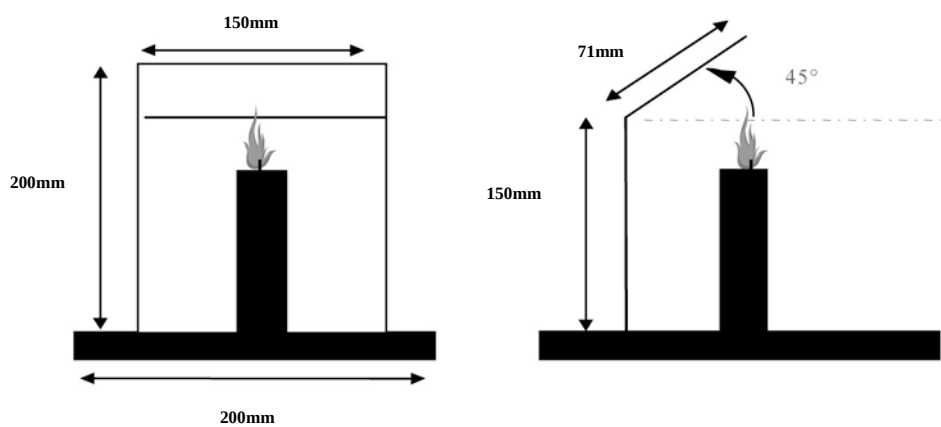


图3-3 用于封闭空间点火试验的蜡烛

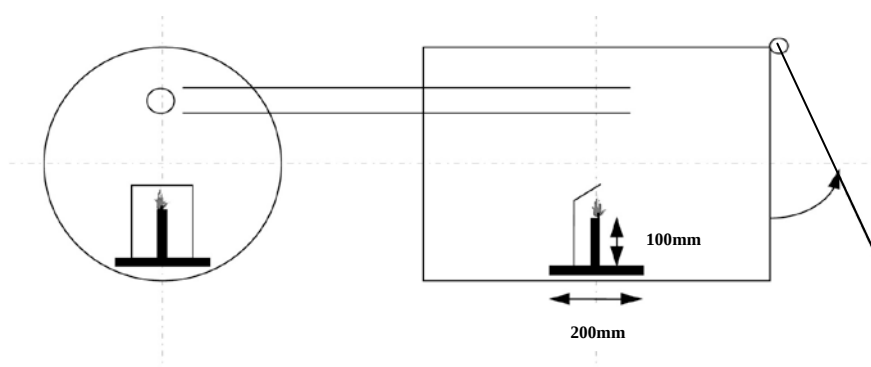


图3-4 放在金属支架上的蜡烛

3.3. 泡沫气溶胶的易燃性试验

3.3.1. 引言

这项试验标准说明了以泡沫、凝胶或糊状物喷出的气溶胶，确定其易燃性的方法。喷出泡沫、凝胶或糊状物的气溶胶，将其喷洒到表面玻璃上（大约5g），并将一个点火源（蜡烛、小蜡烛、火柴或打火机）放在表面玻璃的基座上，观察泡沫、凝胶冻或糊状物是否发生点火和持续燃烧。点火的定义是，火焰稳定，至少保持两秒钟，高度至少4cm。

3.3.2. 设备和材料

需要以下设备：

刻度尺、支架和夹子	厘米刻度
耐火表面玻璃，直径大约150mm	
记时计（秒表）	精确到 $\pm 0.2s$
蜡烛、小蜡烛、火柴或打火机	
标定实验室天平	精确到 $\pm 0.1g$
水浴温度保持在 $20^{\circ}C$	精确到 $\pm 1^{\circ}C$
温度计	精确到 $\pm 1^{\circ}C$
湿度计	精确到 $\pm 5\%$
压力计	精确到 $\pm 0.01MPa$

表面玻璃放在一块耐火的表面上，周围无空气流动，但每次试验后可进行通风。刻度尺放在表面玻璃后面与其紧紧靠在一起，用一个支架和夹子保持直立。

刻度尺的摆放，要求它的零点与表面玻璃的基座处于同一水平面上。

3.3.3. 试验程序

3.3.3.1. 一般要求

试验前应使每个喷雾器处于试验状态，然后排放大约1秒钟做好准备。这样做的目的是为了从吸管中排除不均匀的物质。

应严格遵守使用说明，包括喷雾器应垂直还是倒置使用。在需要晃动时，应在晃动后立即试验。

试验应在通风但无气流的环境中进行，温度控制在 $20\pm 5^{\circ}C$ ，相对湿度在30%~80%

之间。

3.3.3.2. 试验程序

- (a) 每种产品应至少应有四个满装的喷雾器，试验前将喷雾器至少95%的部分浸入 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的水中至少30分钟（如果喷雾器完全浸入水中，30分钟即可）使之处于试验状态。
- (b) 遵守一般要求。记录环境温度和相对湿度。
- (c) 确定在 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 条件下的内压（以排除次品或未完全装满的喷雾器）。
- (d) 测量待试验气溶胶产品的排放或流出速度，以便能够更准确地测量试验产品排出的数量。
- (e) 称量一个喷雾器的质量并作记录。
- (f) 根据测量到的排放速度或流出速度，并遵照制造商的说明，在清洁的表面玻璃中央释放大约5g的产品，使之形成一个高度不超过25mm的锥体。
- (g) 在完成排放后5秒钟内，将点火源放到试样底部的边缘，同时启动计时器（秒表）。如有必要，在大约两秒钟后，可将点火源从试样边缘移开，以便清楚地观察是否发生点火。如未发现试样点火，应将点火源再度移到试样边缘。
- (h) 如发生点火，应做以下记录：
 - (一)火焰高出表面玻璃底座的最大高度（cm）；
 - (二)火焰燃烧时间（s）；
 - (三)擦干并重新称量喷雾器的重量，算出释放产品的重量。
- (i) 每次试验后立即对试验区进行通风。
- (j) 如未获得点火，且释放出的产品在整个使用过程中始终保持泡沫或糊状，则应重复步骤(e)至(i)。使产品保持堆积状态30秒、1分钟、2分钟或4分钟，再施加点火源。
- (k) 对同一罐喷雾器再重复试验程序(e)至(j)两次（共3次）。
- (l) 对同一产品的另外两罐喷雾器（共3罐），重复试验程序(e)至(k)。

3.3.4. 试验标准和评价结果的方法

起草试验报告应包括以下资料：

- (a) 产品是否点火；

(b) 火焰最大高度 (cm) ;

(c) 火焰持续时间 (s) ;

(d) 试验的产品质量。

如果火焰高度达到20cm或以上, 火焰持续时间在两秒钟或以上, 或如果火焰持续时间达7秒钟或以上, 火焰高度达4cm或以上, 则该气溶胶产品应列为极易燃。

4. 易燃液体

4.1. 闪点测试

应采用以下方法确定易燃液体的闪点:

国际标准:

ISO 1516

ISO 1523

ISO 2719

ISO 13736

ISO 3679

ISO 3680

国家标准:

中国国家标准:

GB/T 21792-2008, 《闪燃和非闪燃的测定 闭杯平衡闭杯法》

GB/T 21775-2008, 《闪点的测定 闭杯平衡法》

GB/T 261-2008, 《闪点的测定 宾斯基-马丁闭口杯法》

GB/T 21789-2008, 《石油产品和其他液体闪点的测定 阿贝尔闭口杯法》

GB/T 21790-2008, 《闪燃和非闪燃的测定 快速平衡闭杯法》

GB/T 21615-2008, 《危险品 易燃液体闭杯闪点试验方法》

美国试验材料学会标准:

ASTM D 3828-07a, 《用小规模闭杯试验器进行的闪点标准测试方法》

ASTM D 56-05, 《用泰格闭杯试验器进行的闪点标准测试方法》

ASTM D 3278-96(2004)el, 《用Setaflash闭杯仪进行的液体闪点标准试验方法》

ASTM D 93-08, 《用Pensky-Martens闭杯试验器测定闪点的标准试验方法》

ASTM D 6450, 《连续闭杯法测试闪点的标准试验方法》

ASTM D 7094, 《改进连续闭杯法测试闪点的标准试验方法》

法国标准化协会标准:

法国标准 NF M 07-019

法国标准 NF M 07-011/NF T 30-050/NF T 66-009

法国标准 NF M 07-036

德国标准化协会标准:

DIN 51755 (闪点低于65℃)

部长会议标准化国务委员会标准:

GOST 12.1.044-84

4.2. 初沸点测试

应采用以下方法确定易燃液体的初沸点:

国际标准:

ISO 3924

ISO 4626

ISO 3405

国家标准:

中国国家标准:

GB/T 7534-2004, 《工业用挥发性有机液体 沸程的测定》

GB/T 615-2006, 《化学试剂 沸程测定通用方法》

GB/T 616, 《化学试剂沸点测定通用方法》

美国材料试验学会标准:

ASTM D 86-07a, 《在常压下蒸馏石油产品的标准试验方法》

ASTM D 1078-05, 《挥发性有机液体馏程的标准试验方法》

其他测试方法:

欧盟委员会指令EC440-2008附录A测试方法A.2

《化学品测试方法》103沸点(国家环境保护总局2004, ISBN7-80163-712-7)

5. 易燃固体

5.1. 试验 N.1：易于燃烧固体的试验

5.1.1. 引言

本试验方法用于确定物质传播燃烧的能力。

试验只适用于颗粒状、糊状或粉状物质。如果在筛分试验中，物质未点燃并以火焰或冒烟的形式传播燃烧，就不需要进行全部的燃烧速率试验。如果出现传播而且燃烧时间少于规定的时间，那么应当进行全部燃烧速率试验。

5.1.2. 设备和材料

使用一个长250mm、剖面为内高10mm和宽20mm的三角形的模具来做燃烧速率试验用的粉带。模具的纵向两侧安装两片金属板，作为侧面的界板，板比三角形剖面的上边高出2mm（图5-1）。使用不渗透、不燃烧、低导热的平板来放试样粉带。

5.1.3. 试验程序

将商业形式的物质做成连续的带或粉带，约长250mm、宽20mm、高10mm，置于冷的不渗透、低导热的底板上。用煤气喷嘴（最小直径为5mm）喷出的高温火焰（最低温度为1000℃）烧粉带的一端，直到粉末点燃，或喷烧最长时间为2分钟（金属或合金粉末为5分钟）。应注意燃烧在2分钟（或金属粉为20分钟）试验时间内是否沿着粉带蔓延200mm。如果物质未发生在2分钟（或20分钟）试验时间内点燃并以火焰或冒烟的形式传播200mm，那么该物质不应划为易燃固体，并且不要进一步试验。如果物质在不到2分钟或金属粉在不到20分钟内导燃了200mm长的粉带，则应进行以下全部试验。

将商业形式的粉状或颗粒状物质松散地装入模具。然后让模具从20mm高处跌落在硬表面上3次。然后把侧面界板拆掉，在模具的顶上安放不渗透、不燃烧、低导热的平板，把设备倒置，拿掉模具。把糊状物质铺放在不燃烧的表面，做成长250mm的绳索状，剖面约100mm²。如系潮湿敏感物质，应在该物质从其容器取出之后尽快把试验做完。把粉带物质放在排烟柜的通风处。风速应足以防止烟雾逸进实验室并在试验期间保持不变。可在设备周围树立挡风屏。

对于金属粉以外的物质，应在100mm长的时间测定段之外30~40mm处将1mL的湿

润溶液加在粉带上。把湿润溶液一滴一滴地滴在脊上，确保粉带物质的剖面全部湿润，液体没有从两边流失。液体滴在粉带上，面积要尽量的小，以免从两边流失。有许多物质，水会从粉带的两边滚下，所以可能需要加湿润剂。所使用的湿润剂应是不含可燃溶剂的，湿润溶液中的活性物质总量不应超过1%，这种液体可加在粉带顶上3mm深直径5mm的穴中。

使用任何合适的点火源，如小火焰或最低温度为1000℃的热金属线，来点燃粉带的一端。当粉带已烧了80mm的距离时，测定以后100mm的燃烧速度。对于金属粉以外的物质，记下湿润段是否阻止火焰的传播至少4分钟。试验应进行6次，每次均使用干净的凉板，除非在更早时候观察到肯定的结果。

5.1.4. 试验标准和评价结果的方法

粉状、颗粒状或糊状物质如在所述的试验方法进行的试验中有一次或多次燃烧时间不到45秒或燃烧速率大于2.2mm/s，应划为易燃固体。金属或金属合金粉末如能点燃，并且反应在10分钟以内蔓延到试样的全部长度时，应予以分类。

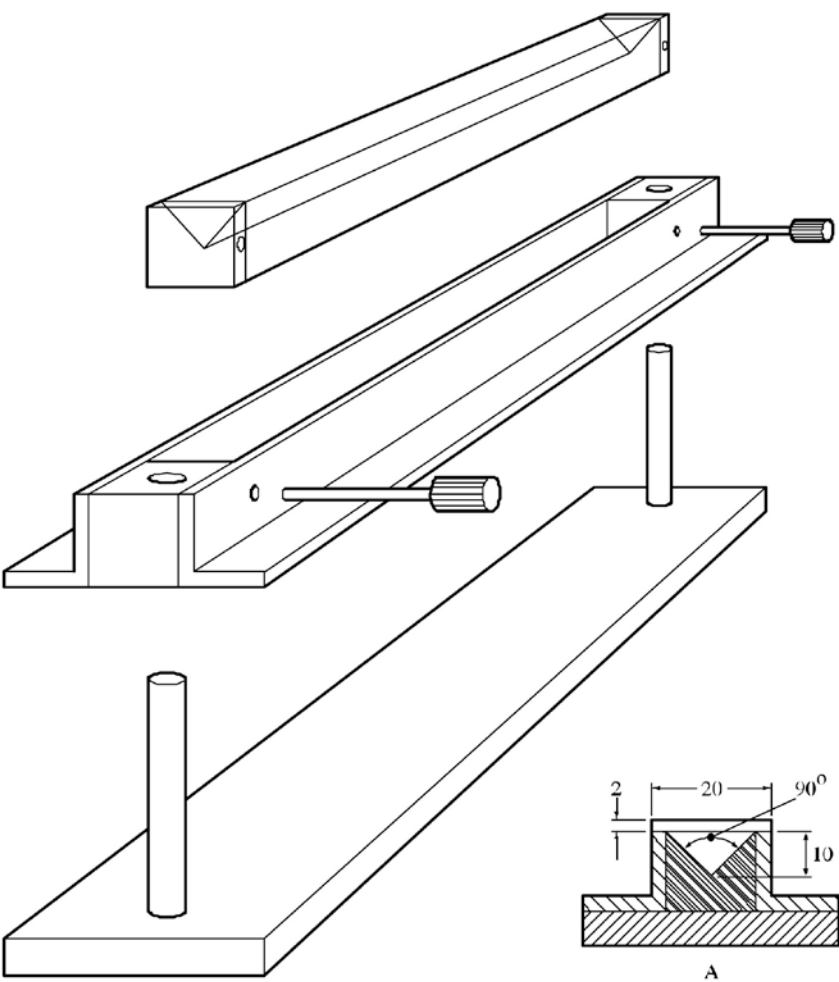
易于燃烧的固体（金属粉除外），如燃烧时间小于45秒并且火焰通过湿润段，应划入类别1。金属或金属合金粉末，如反应段在5分钟以内蔓延到试样的全部长度，应划入类别1。

易于燃烧的固体（金属粉除外），如燃烧时间小于45秒并且湿润段阻止火焰传播至少4分钟，应划入类别2。金属粉如反应在大于5分钟但小于10分钟内蔓延到试样的全部长度，应划入类别2。

表5-1 结果实例

物质	初步燃烧时间 (s)	燃烧时间 (s)	延迟时间 (s)	结果
亚乙基双（二硫代氨基甲酸） 锰与锌盐的络合物，88%（代 森锰锌）	-	102	-	非易燃固体
亚乙基双（二硫代氨基甲酸） 锰与锌盐的络合物，80%（代 森锰锌）	-	145	-	非易燃固体
亚乙基双（二硫代氨基甲酸） 锰与锌盐的络合物，75%（代	不点燃	-	-	非易燃固体

物质	初步燃烧时间 (s)	燃烧时间 (s)	延迟时间 (s)	结果
森锰锌)				



(A) 250mm长模具的剖面

图5-1 制作燃烧速率试验用的粉带的模具和附件

6. 自燃固体

6.1. 试验 N.2：自燃固体的试验

6.1.1. 引言

本试验用于确定固体与空气接触是否燃烧，方法是将固体暴露于空气中并确定达到燃烧的时间。

6.1.2. 设备和材料

不需要特别的实验室设备。

6.1.3. 试验程序

将1~2mL的所要试验的粉状物质从约1m高处往不燃烧的表面倒下，并观察该物质是否在跌落时或在落下后5分钟内燃烧。本程序应重复进行6次，除非较早取得肯定的结果。

6.1.4. 试验标准和评估结果的方法

如果试样在一次试验中燃烧，应将物质视为自燃固体，类别1。

表6-1 结果实例

物质	到达燃烧时间 (s)	结果
亚乙基双(二硫代氨基甲酸)锰与锌盐的络合物，88% (代森锰锌)	5 分钟内没有燃烧	非自燃固体
亚乙基双(二硫代氨基甲酸)锰与锌盐的络合物，80% (代森锰锌)	5 分钟内没有燃烧	非自燃固体
亚乙基双(二硫代氨基甲酸)锰与锌盐的络合物，75% (代森锰锌)	5 分钟内没有燃烧	非自燃固体

7. 自燃液体

7.1. 试验 N.3：自燃液体的试验

7.1.1. 引言

本试验用于确定液体加到惰性载体上后暴露于空气中是否会燃烧，或者与空气接触是否会使过滤纸变成炭黑或燃烧。

7.1.2. 设备和材料

第一部分试验需要一个直径约100mm的瓷杯和一些硅藻土或硅胶，第二部分试验需要小孔过滤纸。

7.1.3. 试验程序

在室温下把硅藻土或硅胶装进直径约100mm的瓷杯，装到高度约5mm为止。将5mL所要试验的液体倒入该配制好的瓷杯，并观察物质是否在5分钟内燃烧。本程序应重复进行6次，除非较早取得肯定的结果。如果取得的结果是否定的，那么应进行以下的程序。

用注射器将0.5mL的试样注射到一张凹进的干过滤纸上。试验应在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度 $50\pm 5\%$ 的环境下进行。把所要试验的液体加在过滤纸上之后观察过滤纸在5分钟以内是否燃烧，或变成炭黑。本程序应重复进行3次，每次使用新的过滤纸，除非较早取得肯定的结果。

7.1.4. 试验标准和评估结果的方法

如果液体在第一部分试验中燃烧，或在第二部分试验中使过滤纸燃烧或变成炭黑，应将该液体视为自燃液体，类别1。

表7-1 结果实例

物质	暴露于空气中的效应	对过滤纸的效应	结果
二乙基氯化铝/异戊烷 (10/90)	无燃烧	未变炭黑	非自燃液体
二乙基氯化铝/异戊烷 (15/85)	无燃烧	变炭黑	自燃液体
二乙基氯化铝/异戊烷 (95/5)	无燃烧	变炭黑	自燃液体

物质	暴露于空气中的效应	对过滤纸的效应	结果
三乙基铝/庚烷（10/90）	无燃烧	未变炭黑	非自燃液体
三乙基铝/庚烷（15/85）	无燃烧	变炭黑	自燃液体
三乙基铝/庚烷（95/5）	无燃烧	变炭黑	自燃液体

8. 自热物质

8.1. 试验 N.4：自热物质的试验

8.1.1. 引言

本试验方法通过将物质装在边长25mm或100mm立方形钢丝网容器内在温度100℃、120℃或140℃下暴露于空气中来确定物质是否会氧化自热。

8.1.2. 设备和材料

热空气循环式烘箱，内容积大于9L，并且能够把内部温度控制在 $100\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $120\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或 $140\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

边长25mm和100mm的立方形试样容器，用不锈钢网制造，网孔0.05mm，容器上面敞开。

直径0.3mm的铬铝热电偶；一个放在试样的中心，另一个放在试样容器和烘箱壁之间。

每一试样容器应放在一个立方容器罩中，罩由网孔为0.60mm的不锈钢网制成，稍大于试样容器。为了避免空气循环的影响，将这个罩装入另一个不锈钢笼内，笼由网孔为0.595mm的不锈钢网制成，尺寸为150mm×150mm×250mm。

8.1.3. 试验程序

将商业形式的粉状或颗粒状试样装进试样容器，装满至边，并将容器轻拍若干次。如试样下沉，再添加一些。如试样堆高了，把它齐边削平。将容器用罩罩住，并挂在烘箱的中心。将烘箱温度升高到140℃，并保持24h。连续记录试样和烘箱的温度。用边长100mm的立方体试样进行第一次试验。如果出现自燃或如果试样温度比烘箱温度高出60℃，即取得肯定的结果。如果取得否定的结果，就不需要进一步试验。如果取得肯定的结果，就应用25mm立方体试样在140℃下进行第二次试验，以确定是否应划为类别1。如果在140℃下进行试验，100mm立方体试样取得肯定的结果，而25mm立方体试样没有，那么应用100mm立方体试样在下列温度下再进行一次试验：

- (a) 120℃，如果物质要装在体积大于450L但不大于 3m^3 的包件内；
- (b) 100℃，如果物质要装在体积不大于450L的包件内。

8.1.4. 试验标准和评价结果的方法

如果在24h试验时间内发生自燃或者试样温度比烘箱温度高出60℃，即取得肯定的结果。否则，结果被认为是否定的。

一种物质如符合下列条件不应划为自热物质：

- (a) 用100mm立方体试样在140℃下做试验时取得否定结果；
- (b) 用100mm立方体试样在140℃下做试验时取得肯定结果，用25mm立方体试样在140℃下做试验时取得否定结果，用100mm立方体试样在120℃下做试验时取得否定结果，并且该物质将装在体积不大于3m³的容器内运输；
- (c) 用100mm立方体试样在140℃下做试验时取得肯定结果，用25mm立方体试样在140℃下做试验时取得否定结果，用100mm立方体试样在100℃下做试验时取得否定结果。并且该物质将装在体积不大于450L的容器内运输。

用25mm立方体试样在140℃下做试验时取得肯定结果的自热物质，应划为类别1。

自热物质如符合下列条件应划为自热物质，类别2：

- (a) 用100mm立方体试样在140℃下做试验时取得肯定结果，用25mm立方体试样在140℃下做试验时取得否定结果，并且该物质将装在体积大于3m³的包件内；
- (b) 用100mm立方体试样在140℃下做试验时取得肯定结果，用25mm立方体试样在140℃下做试验时取得否定结果，用100mm立方体试样在120℃下做试验时取得肯定结果。并且该物质将装在体积大于450L的包件内；
- (c) 用100mm立方体试样在140℃下做试验时取得肯定结果，用25mm立方体试样在140℃下做试验时取得否定结果，并且用100mm立方体试样在100℃下做试验时取得肯定结果。

表8-1 结果实例

物质	烘箱温度 (℃)	立方体尺寸 (mm)	达到最高温 度(℃)	结果
钴/钼催化剂颗粒	140	100	>200	自热物质，类别 2
	140	25	181	
亚乙基双（二硫代氨基甲酸）锰与锌盐的络合物，80%（代森锰锌）	140	25	>200	自热物质，类别 1
亚乙基双（二硫代氨基甲酸）锰与锌盐的络合物，	140	25	>200	自热物质，类别 1

物质	烘箱温度 (℃)	立方体尺寸 (mm)	达到最高温 度 (℃)	结果
75% (代森锰锌)				
镍催化剂颗粒, 含 70%氢 化油	140	100	140	非自热物质
镍催化剂颗粒, 含 50%白 油	140	100	>200	自热物质, 类别 2 ^a
	140	25	140	
镍/钼催化剂颗粒 (废的)	140	100	>200	自热物质, 类别 2 ^a
	140	25	150	
镍/钼催化剂颗粒(钝化的)	140	100	161	非自热物质
镍/钒催化剂颗粒	140	25	>200	自热物质, 类别 1

a: 没有在100℃或120℃下进行试验。

9. 遇水放出易燃气体的物质

9.1. 试验 N.5：遇水放出易燃气体的物质的试验

9.1.1. 引言

试验方法可适用于固态物质和液态物质。在试验自燃物质的情况下，试验应在氮气中进行。物质应以其商业形式在环境温度（20℃）下与水接触进行试验。如在试验的任何阶段放出的气体燃烧，就无需进一步试验，并且应将物质划为遇水放出易燃气体的物质。如果没有出现放出的气体自燃，那么应进行最后阶段的试验以确定易燃气体的释放速度。

本试验通过使物质在各种不同条件下与水接触来确定物质是否会遇水放出易燃气体。

9.1.2. 设备和材料

不需要特别的实验室设备。

9.1.3. 试验程序

物质应按照下述程序进行试验；如果在任何阶段出现自燃，就无需进一步试验。如果已知物质遇水不起激烈反应，那么转到下一步的程序。

将少量试验物质（直径约2mm）置于有20℃蒸馏水的水槽中。记下：

- (a) 是否产生任何气体；
- (b) 是否出现气体自燃。

将少量试验物质（直径约2mm）置于平坦地浮在装入适当器皿（如直径为100mm的蒸发皿）中的20℃蒸馏水水面上的一张过滤纸的中心。过滤纸是为了使该物质停留在一处，在这种情况下任何气体出现自燃的可能性最大。记下：

- (a) 是否产生任何气体；
- (b) 是否出现气体自燃。

将试验物质做成高约20mm直径约30mm的粉带，垛顶上做一个凹槽。在穴中加上几滴水。记下：

- (a) 是否产生任何气体；
- (b) 是否出现气体自燃。

如系固体物质，应检查包件中是否有任何直径小于500 μm 的颗粒，如果这种粉末占物质总重量1%以上，或者物质是易碎的，那么在试验前应把全部试样磨成粉，以便顾及物质在装卸和运输时降低粒度的情况。否则，如系液体，物质应按其商业形式进行试验。试验应在环境温度（20 $^{\circ}\text{C}$ ）和大气压力下进行，并重复3次。将水注入滴液漏斗，把足以产生100mL至250mL气体的物质（最大重量25g）称好并置于一锥形瓶中。将滴液漏斗排放孔打开让水流入锥形瓶，并开动秒表。用任何适当的仪器测定所释放的气体体积。记下释放全部气体所需的时间，并在可能的条件下记下中间读数。计算持续7h的气体释放速度，每隔1h计算一次。如果释放速度不稳定，或在7h之后正在增加，应延长测定时间，最长为5日。如果释放速度变得稳定或不断减少，并且已得到充分的数据可将该物质划定一个包装类别，或确定该物质不应划入遇水放出易燃气体的物质，这项5日的试验即可停止。如气体的化学特性是未知的，应对该气体进行易燃性试验。

9.1.4. 试验标准和评价结果的方法

符合下列条件之一的物质应划入遇水放出易燃气体的物质：

- (a) 在试验程序的任何一个步骤发生自燃；
- (b) 释放易燃气体的速度大于每千克该物质每小时释放1L。

任何物质如在环境温度下遇水起激烈反应并且所产生的气体通常显示自燃的倾向，或者在环境温度下遇水容易起反应，释放易燃气体的速度等于或大于每千克物质在任何一分钟内释放10L，应划为类别1。

任何物质如在环境温度下遇水容易起反应，释放易燃气体的最大速度等于或大于每千克物质每小时释放20L，并且不符合类别1的标准，应划为类别2。

任何物质如在环境温度下遇水反应缓慢，释放易燃气体的最大速度大于每千克物质每小时释放1L，并且不符合类别1和类别2的标准，应划为类别3。

表9-1 结果实例

物质	气体释放速率 (L/(kg·h))	气体自燃 (是/否)	结果
亚乙基双(二硫代氨基甲酸) 锰与锌盐的络合物，88% (代 森锰锌)	0	不适用	非遇水放出易燃 气体的物质

10. 氧化性固体

10.1. 试验 O.1: 氧化性固体的试验

10.1.1. 引言

本试验方法的目的是测定一种固体物质在与某一种可燃物质完全混合时增加该可燃物质的燃烧速度或燃烧强度的潜力。对待评价的物质与干纤维素丝的混合物进行试验，混合物是样品与纤维素的混合比率为按重量1:1和4:1。混合物的燃烧特性与标准混合物，即溴酸钾与纤维素之比为按重量3:7的混合物进行比较。如果燃烧时间等于或小于这一标准混合物，燃烧时间应与类别1或类别2参考标准，即溴酸钾与纤维素之比分别为按重量3:2和2:3的混合物进行比较。

10.1.2. 设备和材料

参考物质溴酸钾，它应过筛，但不应研磨，标称粒径0.15~0.30mm的部分用作参考物质，65℃下干燥至恒定重量（至少12h），然后放在干燥器（带干燥剂）内直到冷却后待用。

纤维素丝，长度50至250μm、平均直径25μm，把干纤维素丝做成厚度不大于25mm的一层在105℃下干燥至恒定重量（至少4h），然后放在干燥器（带干燥剂）内直到冷却后待用。含水量按干重应小于0.5%。必要时应延长干燥时间以便做到这一点。

点火源，即一根与电源联接、具有下列特性的惰性金属线（例如镍/铬）：

- (a) 长度=30±1cm
- (b) 直径=0.6±0.05mm
- (c) 电阻=6.0±0.5Ω/m
- (d) 金属线耗电功率=150±7W

金属线应该做成图10-1所示的形状。

需要一个窄的一端封闭、内直径70mm的60°的玻璃漏斗，将混合物做成底部直径70mm的截头圆锥体堆在凉的、不渗透和低导热的平板上。长150mm、宽150mm、厚6mm、导热率（温度为0℃时）0.23W/(m·K)的平板是合适的。导热率相似的其他平板也可以使用。

需要有一定程度的通风但气流速度为0.5m/s或更小的一个通风橱或其他性质的通风区。排烟系统应适合于吸收有毒的烟气。

10.1.3. 试验程序

30.0±0.1g的参考物质和纤维素混合物按溴酸钾对纤维素的重量比3:7、2:3和3:2配制。30.0±0.1g的待试验物质和纤维素混合物按氧化剂对纤维素的重量比4:1和1:1配制。每一混合物应以机械方法不过分用力地尽可能彻底混合。每一样品混合物应个别地做，尽快地使用，不从一批混合物中提取。

使用圆锥形漏斗将混合物做成底部直径70mm的截头圆锥体，覆盖在躺在低导热平板上的环形点火金属线上。平板应放在一个通风区内，并在大气压力、环境温度20℃±5℃下进行试验。

点火金属线接上电源并在试验期间内保持通电，如果混合物不发火并燃烧则保持通电三分钟。记录的燃烧时间是从电源接通到主要反应（例如火焰、灼热或无焰燃烧）结束。在主要反应之后的间歇反应，如火花或劈啪作响，不应考虑。如果加热金属线在试验期间断裂，那么试验应该重做，除非金属线断裂明确地不影响结果。应对物质进行5次试验。对为划定危险性类别或确定物质是否不应属于氧化性固体所需的每种参考混合物应进行5次试验。

10.1.4. 试验标准和评价结果的方法

结果的评估是根据：

- (a) 平均燃烧时间与参考混合物的平均燃烧时间比较；
- (b) 物质和纤维素的混合物是否发火并燃烧。

用于确定物质氧化性质的试验标准是：

类别1：任何物质以样品对纤维素的重量比为4:1或1:1进行试验时，显示的平均燃烧时间小于溴酸钾和纤维素重量比为3:2的混合物的平均燃烧时间。

类别2：任何物质以样品对纤维素的重量比为4:1或1:1进行试验时，显示的平均燃烧时间等于或小于溴酸钾和纤维素重量比为2:3的混合物的平均燃烧时间，并且未满足类别1的标准。

类别3：任何物质以样品对纤维素的重量比为4:1或1:1进行试验时，显示的平均燃烧时间等于或小于溴酸钾和纤维素重量比为3:7的混合物的平均燃烧时间，并且未满足类别1和类别2的标准。

非氧化性固体：任何物质以样品对纤维素的重量比为4:1和1:1进行试验时，都不发火并燃烧，或显示的平均燃烧时间大于溴酸钾和纤维素重量比为3:7的混合物的平

均燃烧时间。

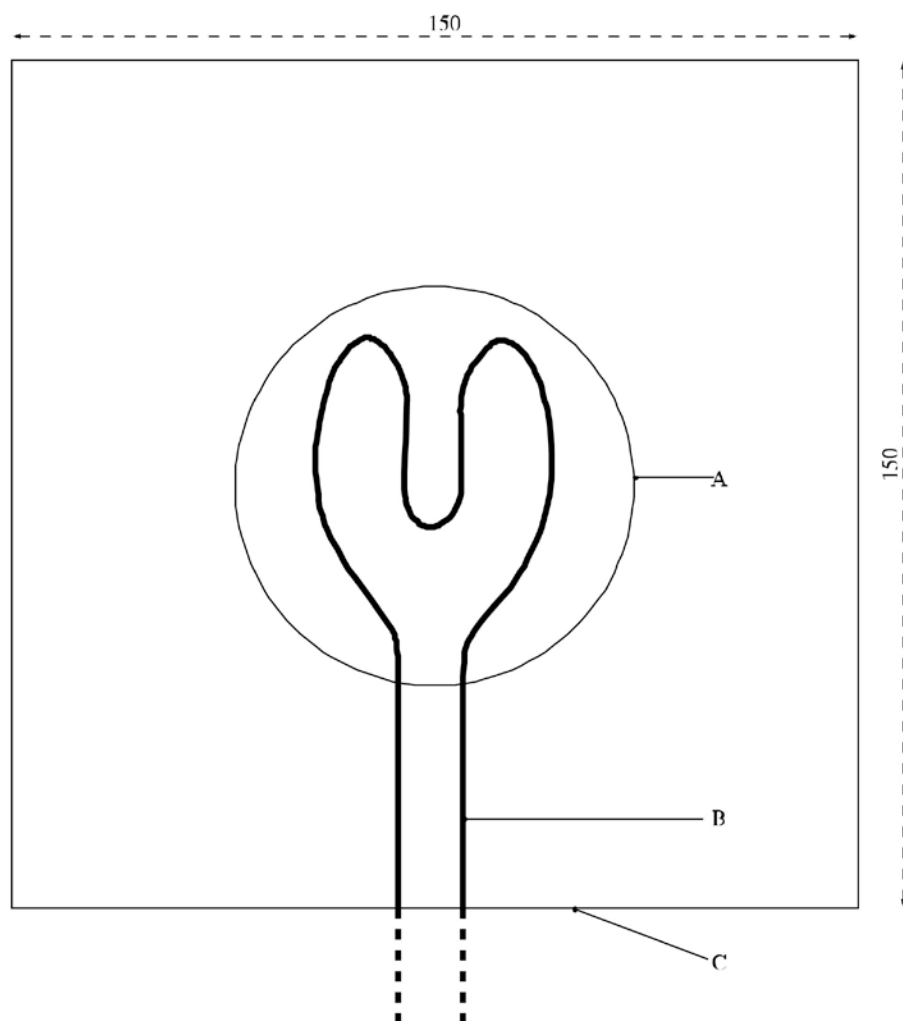
表10-1 结果实例

物质	平均燃烧时间 (s)		结果
	4:1	1:1	
重铬酸铵	55	189	类别3 ^a
硝酸铵 (结晶的)	161	74	类别3
硝酸钙 (无水的)	10	25	类别2 ^b
硝酸钙 (四水合物)	268	142	非氧化性固体
硝酸铵高铈	10	36	类别2 ^c
三氧化铬	3	33	类别1 ^a
硝酸钴 (六水合物)	205	390	非氧化性固体
硝酸镍	101	221	非氧化性固体 ^b
亚硝酸钾	8	15	类别2
高氯酸钾	9	33	类别2
高锰酸钾	17	51	类别2
氯酸钠	5	13	类别2
亚硝酸钠	15	22	类别2 ^b
硝酸钠56	56	39	类别2 ^b
硝酸锶 (无水的)	107	237	非氧化性固体 ^b
参考物质与纤维素混合物燃烧时间			
3:7溴酸钾/纤维素	100s		
2:3溴酸钾/纤维素	54s		
3:2溴酸钾/纤维素	4s		

a: 现为类别2, 但在界线上。

b: 现为类别3。

c: 目前未划定。



(A) 圆锥体样品底部（直径70mm）

(B) 加热金属线

(C) 低导热板

图10-1 试验板和点火金属线

11. 氧化性液体

11.1. 试验 O.2: 氧化性液体的试验

11.1.1. 引言

本试验方法用于测量液态物质在与一种可燃物质完全混合时增加该可燃物质的燃烧速度或燃烧强度的潜力或者形成会自发着火的混合物的潜力。将液体和纤维素丝重量比为1: 1的混合物放在压力容器中加热, 并确定压力上升速率。

11.1.2. 设备和材料

需要一个象在时间/压力试验中所用的压力容器。它是一个长89mm、外直径60mm的圆柱形钢压力容器(见图11-1)。相对的两侧削成平面(把容器的横截面减至50mm), 以便于安装点火塞和通风塞时可以固定。容器有一直径20mm的内腔, 将其任何一端的内面至19mm深处车有螺纹以便容纳1英寸的英制标准管。侧臂形状的压力测量装置拧入压力容器的曲面距离一端35mm处, 并与削平的两面成90°处。其插座的镗孔深12mm并车有螺纹, 以便容纳侧臂一端上的0.5英寸的英制标准管螺纹。必要时装上惰性垫圈以确保密封的气密性。侧臂伸出压力容器体外55mm, 并有6mm的内腔。侧臂外端车有螺纹以便安装隔膜式压力传感器。可使用任何压力测量装置, 只要它不受高温气体或分解产物的影响, 并且能够对在不超过5ms的时间内压力从690kPa升至2070kPa的压力上升速率作出反应。

压力容器离侧臂较远的一端用点火塞密封, 点火塞上装有两个电极, 一个与塞体绝缘, 另一个与塞体接地。压力容器的另一端用0.2mm厚的铝防爆盘(爆裂压力约为2200kPa密封, 并用内腔为20mm的夹持塞将防爆盘固定住。必要时点火塞用一个惰性垫圈来确保其气密性。使用时将整个装置放在支撑架(图11-2)上以保持正确的姿式。支撑架包括一个尺寸为235mm×184mm×6mm的软钢底板和一个长185mm的70mm×70mm×4mm的软钢底板方形空心型材。

方形空心型材一端相对的两边都切去一块, 使之形成一个由两个平边脚顶着一个长86mm的完整箱形舱的结构。将两个平边的末端切成与水平面成60°的角, 并焊到底板上。底舱上端的一边开一个22mm宽、46mm深的切口, 以便当压力容器装置以点火

塞端朝下放进箱形舱支架时，侧臂落入此切口。将一块宽30mm、厚6mm的钢垫板焊到箱形舱下部的内表面上作为衬垫。将两个7mm的翼形螺钉拧入相对的两面，用于使压力容器稳固地就位。将两块宽12mm、厚6mm的钢条焊到邻接箱形舱底部的侧块上，从下面支撑压力容器。

点火系统包括一根25cm长的镍/铬金属线，直径0.6mm，电阻3.85Ω/m。使用一根直径5mm的棒把金属线绕成线圈形状，然后接到点火塞的电极上。线圈形状应是图11-3所示者中的一种。压力容器底部和点火线圈下面之间的距离应为20mm。如果电极不是可调的，在线圈和容器底部之间的点火金属线端点应当用陶瓷包层绝。

金属线用能够供应至少10安培电流的直流电源加热。

纤维长度50~250μm、平均直径25μm的干纤维素丝用作可燃物质。把干纤维素丝做成厚度不大于25mm的一层在105℃下干燥4h，然后放在干燥器（带干燥剂）内直到冷却后待用。干纤维素的含水量按干重应小于0.5%。必要时应延长干燥时间以便做到这一点。

需要浓度50%的高氯酸、浓度40%的氯酸钠水溶液和浓度65%的硝酸水溶液作为参考物质。

试验物质的浓度应在报告中写明。如果做试验的是饱和溶液，应当在20℃下配制。

11.1.3. 试验程序

将装上压力传感器和加热系统但无防爆盘的设备以点火塞一端朝下架好。将2.5g试验液体与2.5g干纤维素放在玻璃烧杯里用一根玻璃搅拌棒拌合。为了安全，搅拌时应当在操作员和混合物之间放置一个安全屏蔽。如果混合物在拌合或装填时着火，即不需要再进行试验。将混合物少量分批地加进压力容器并轻轻拍打，确保混合物堆积在点火线圈四周并且与之接触良好。在装填过程中不得把线圈扭曲。防爆盘放好后将夹持塞拧紧。将装了混合物的容器移到点火支撑架上，防爆盘朝上，并置于适当的防爆通风橱或点火室中。电源接到点火塞外接头，通上10安培电流。从开始拌合到接通电源的时间应当约为10分钟。

压力传感器产生的信号记录在既可用于评估又可永久记录所得到的时间/压力图形的适当系统上（例如瞬时记录器与图表记录器耦合）。将混合物加热到防爆盘破裂或者至少过了60秒钟。如果防爆盘没有破裂，应当让混合物冷却后才小心地拆卸设备，并采取防备增压的措施。混合物和每种参考物质都进行5次试验。记下压力从表压

690kPa上升到2070kPa所需的时间。应当用平均时间来进行分类。

11.1.4. 试验标准和评价结果的方法

试验结果的评估是根据:

- (a) 物质和纤维素的混合物是否自发着火;
- (b) 压力从690kPa上升到2070kPa (表压) 所需的平均时间与参考物质的这一时间比较。

确定物质氧化性质的试验标准是:

类别1: 任何物质以该物质和纤维素重量比为1:1的混合物进行试验时自发着火; 或该物质和纤维素重量比为1:1的混合物的平均压力上升时间小于50%高氯酸和纤维素重量比为1:1的混合物的平均压力上升时间。

类别2: 任何物质以该物质和纤维素重量比为1:1的混合物进行试验时, 显示的平均压力上升时间小于或等于40%氯酸钠水溶液和纤维素重量比为1:1的混合物的平均压力上升时间, 且未满足类别1的标准。

类别3: 任何物质以该物质和纤维素重量比为1:1的混合物进行试验时, 显示的平均压力上升时间小于或等于65%硝酸水溶液和纤维素重量比为1:1的混合物的平均压力上升时间, 且未满足类别1和类别2的标准。

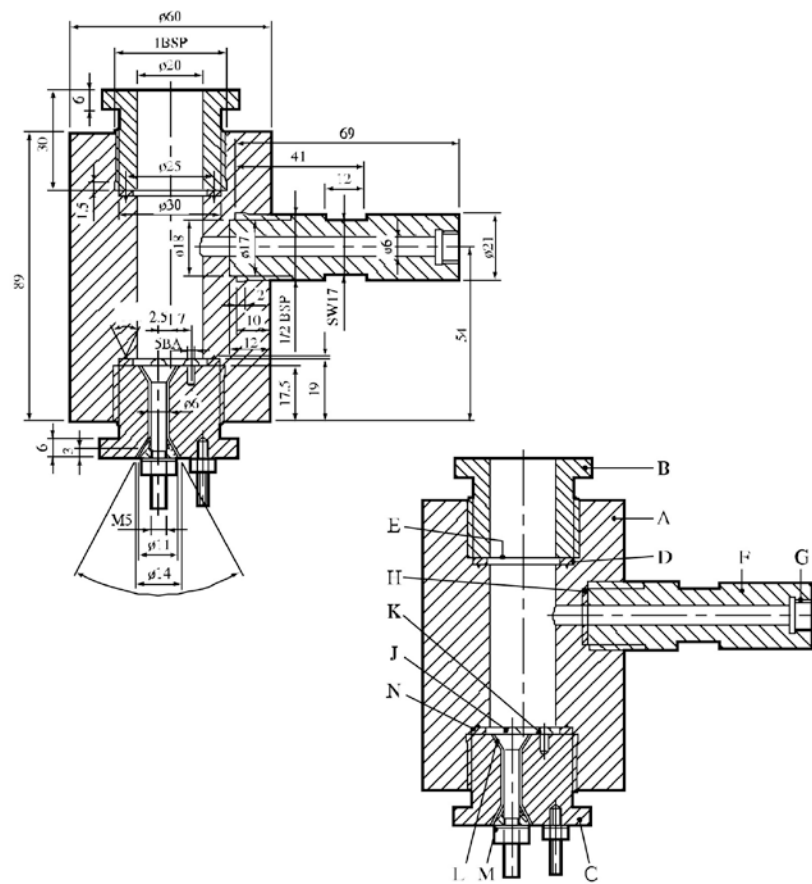
表11-1 结果实例

物质	与纤维素重量为1:1的混合物 平均压力上升时间 (ms)	结果
重铬酸铵, 饱和水溶液	20800	非氧化性液体
硝酸钙, 饱和水溶液	6700	非氧化性液体
硝酸铁, 饱和水溶液	4133	类别3
高氯酸锂, 饱和水溶液	1686	类别2
高氯酸镁, 饱和水溶液	777	类别2
硝酸镍, 饱和水溶液6250	6250	非氧化性液体
硝酸, 65%	4767 ^a	类别3
高氯酸, 50%	121 ^a	类别2
高氯酸, 55%	59	类别1
硝酸钾, 30%水溶液	26690	非氧化性液体

物质	与纤维素重量为1:1的混合物 平均压力上升时间 (ms)	结果
硝酸银，饱和水溶液 c/	b	非氧化性液体
氯酸钠，40%水溶液	2555 ^a	类别2
硝酸钠，45%水溶液	4133	类别3
惰性物质： 水：纤维素	b	

a: 实验室间比较试验的平均值。

b: 没有达到最大压力2070kPa。



- | | |
|-------------|------------|
| (A) 压力容器体 | (B) 防爆盘夹持塞 |
| (C) 点火塞 | (D) 软铅垫圈 |
| (E) 防爆盘 | (F) 侧臂 |
| (G) 压力传感器螺纹 | (H) 垫圈 |
| (J) 绝缘电极 | (K) 接地电极 |
| (L) 绝缘体 | (M) 钢锥体 |
| (N) 垫圈变形槽 | |

图11-1 压力容器

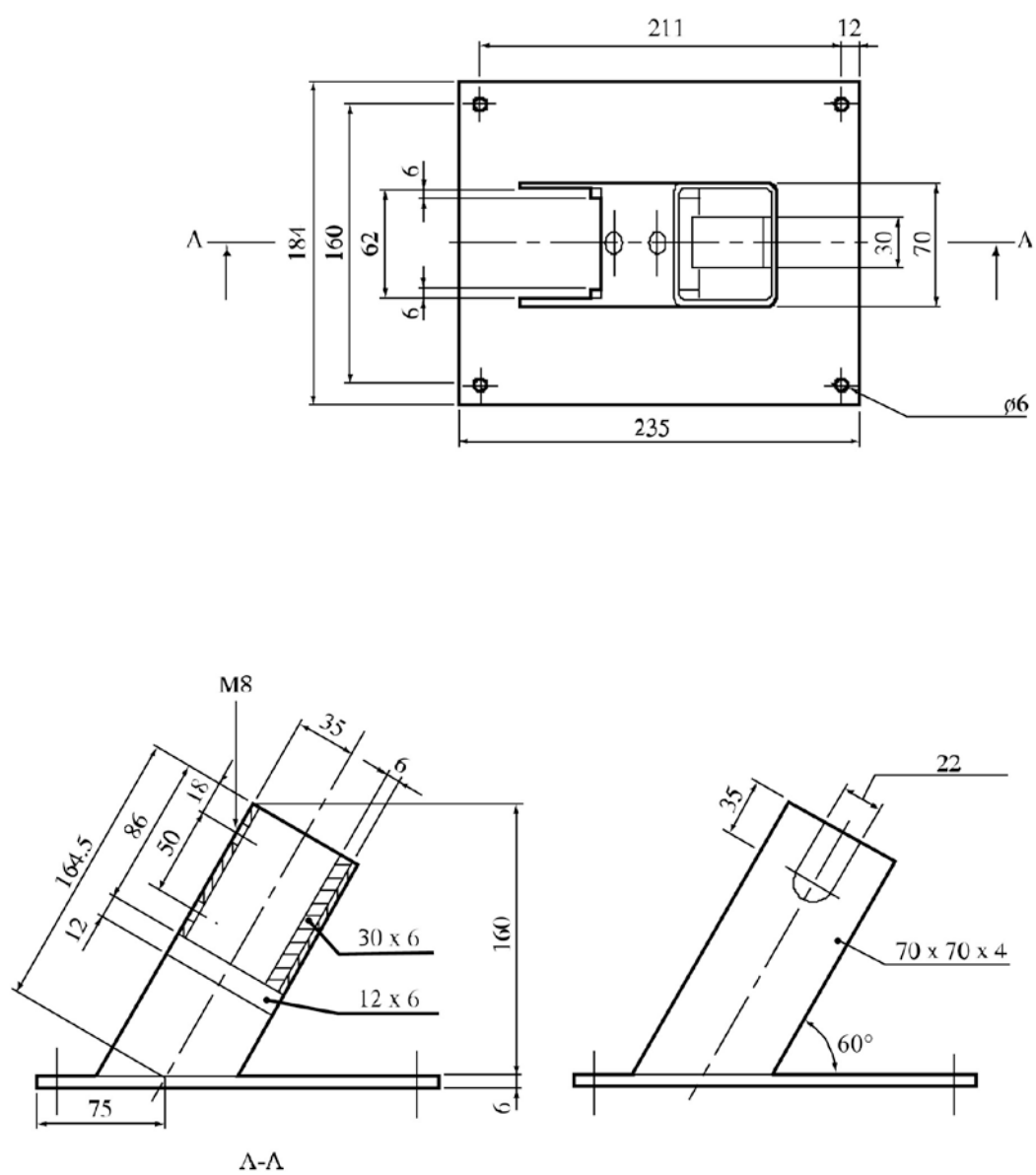
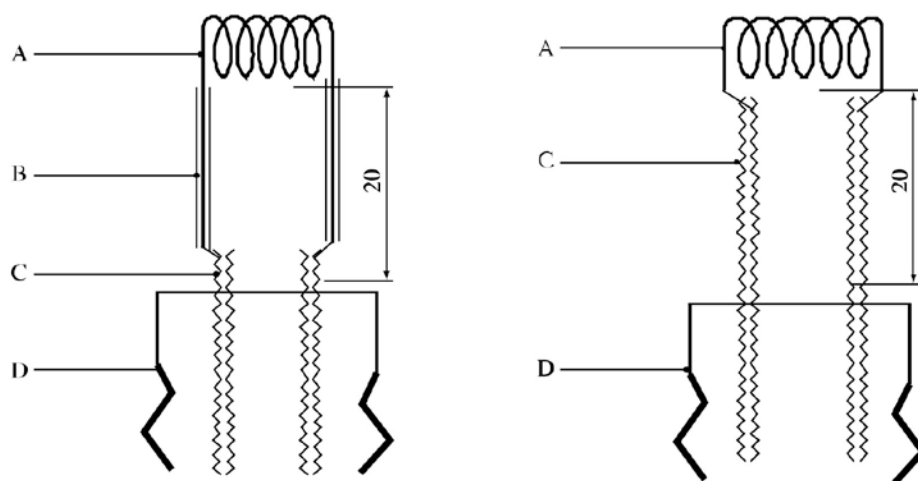


图11-2 支撑架



注：可以采用这两个图形中的一个

-
- (A) 点火线圈
 - (B) 绝缘体
 - (C) 电极
 - (D) 点火塞
-

图11-3 点火系统

12. 易燃气体

12.1. 气体和气体混合物的化学不稳定性试验

12.1.1. 引言

本节介绍对化学性质不稳定的气体和气体混合物的分类方法。

本试验方法通过点火试验，用于确定在封闭容器内，气体和气体混合物在环境温度和在高温、高压下的化学不稳定性。

在本试验方法中采用以下定义：

化学不稳定性，指气体或气体混合物即使没有任何起反应的伴生条件（如空气或氧）的情况下，仍可通过分解造成温度和/或压力升高，进而发生危险反应。

试验气体，指采用本试验方法评估的气体或气体混合物。

相应初始压力，指在65°C进行试验时的压力下完全呈气态的试验气体，相应初始压力是在环境温度下最大（装载）压力时气体在65°C时的压力。对于液化试验气体，相应初始压力是在65°C时的蒸汽压力。

12.1.2. 范围

本试验方法不包含化工厂工艺条件下气体的分解，也不包含气体混合物中不同气体之间可能发生的危险反应。

气体混合物所含的各种成分之间可能发生危险反应，如易燃气体或氧化性气体，此种气体混合物在本试验方法的意义上，不认为是化学性质不稳定的。

如果根据ISO 10156:2010的计算显示气体混合物是不易燃的，则无需为分类目的进行旨在确定化学性质不稳定的试验。

应请专家做出判断，决定易燃气体或气体混合物是否可按化学性质不稳定分类，以避免该气体或气体混合物毫无疑问属于稳定的情况下仍作不必要的试验。表明气体化学不稳定性官能团有三键、相邻双键或共轭双键、卤化双键和张力环等。

12.1.3. 浓度限值

12.1.3.1. 通用浓度限值

只含有一种化学性质不稳定气体的气体混合物，如果化学性质不稳定气体的浓度低于以下通用浓度极限的较高值，便不视为化学性质不稳定，因此也无需为分类目的

进行试验：

(a) 化学性质不稳定气体的爆炸下限；

(b) 3摩尔%。

12.1.3.2. 具体浓度限值

下表载有一些气体按化学性质不稳定分类的信息。给出了这些气体混合物的具体浓度限值。只含有一种化学性质不稳定气体的气体混合物，浓度低于具体浓度限值者，不视为化学性质不稳定，因此也无需为分类目的进行试验。

表12-1 有关化学性质不稳定的气体和在不分类为化学性质不稳定的混合物中这些气体的浓度限值资料

化学名称	分子式	有关纯气体的资料		分类	有关该气体混合物的资料
		大气科委会编号	联合国编号		具体浓度限值 ^{a, b}
乙炔	C ₂ H ₂	74-86-2	1001 3374	化学性质不稳定，A类	见表12-2
溴代三氟代乙烯	C ₂ BrF ₃	598-73-2	2419	化学性质不稳定，B类	其他混合物：分压0.1MPaA 8.4摩尔%（LEL）
1,2-丁二烯	C ₄ H ₆	590-19-2	1010	不分类为化学性质不稳定	
1,3-丁二烯	C ₄ H ₆	106-99-0	1010	不分类为化学性质不稳定	
1-丁炔， 乙基乙炔	C ₄ H ₆	107-00-6	2452	化学性质不稳定，B类	可采用乙炔的具体浓度限值，见表12-2。 其他混合物：分压0.1MPaA 4.6摩尔%（LEL）
三氟氯乙烯	C ₂ ClF ₃	79-38-9	1082	化学性质不稳定，B类	含稀有气体的混合物15摩尔%。其他混合物30摩尔% 3摩尔%
环氧乙烷	C ₂ H ₄ O	75-21-8	1040	化学性质不稳定，A类	可采用乙炔的具体浓度限值，见表12-2。
乙烯基甲基醚	C ₃ H ₆ O	107-25-5	1087	化学性质不稳定，B类	其他混合物：分压0.1MPaA 可采用乙炔的具体浓度限值，见表12-2。
丙二烯	C ₃ H ₄	463-49-0	2200	化学性质不稳定，B类	其他混合物：分压0.1MPaA 可采用乙炔的具体浓度限值，见表12-2。
丙炔	C ₃ H ₄	74-99-7	3161	化学性质不稳定，B类	其他混合物：分压0.1MPaA 10.5摩尔%（LEL）
四氟乙烯	C ₂ F ₄	116-14-3	1081	化学性质不稳定，B类	10.5摩尔%（LEL）
三氟乙烯	C ₂ HF ₃	359-11-5	1954	化学性质不稳定，B类	5.6摩尔%（LEL）
溴乙烯	C ₂ H ₃ Br	593-60-2	1085	化学性质不稳定，B类	3.8摩尔%（LEL）
氯乙烯	C ₂ F ₄	75-01-4	1086	化学性质不稳定，B类	3摩尔%（LEL）
氟乙烯	C ₂ F ₄	75-02-5	1860	化学性质不稳定，B类	

a: 应当限制最大压力以避免凝结。

b: 试验方法不适用于液化气体混合物。液化气体混合物上方的气相如在解除压力后化学性质可能变得不稳定，应在安全数据单上注明。

表12-2 含乙炔二元混合的具体浓度限值
(这些浓度限值也可适用于 1-丁炔(乙基乙炔)、丙二烯和丙炔)

乙炔的浓度限值 /摩尔%	与以下气体混合的最大(装载)压力 /0.1MPa						
	N ₂	CO ₂	NH ₃	H ₂	CH ₄	C ₃ H ₈	C ₂ H ₄
3.0	200.0				200.0		
4.0	100.0						
5.0				40.0			40.0
6.0	80.0						
8.0	60.0						
10.0	50.0	38.0	5.6	20.0	100.0	6.0	20.0
15.0	30.0	30.0		10.0			10.0
20.0	25.0	20.0	6.2	5.0	50.0	6.6	7.5
25.0	20.0	15.0					5.0
30.0	10.0	10.0	6.9		25.0	7.3	
35.0			7.3				
40.0					15.0	8.2	
45.0							
50.0					5.0	9.3	
60.0						10.8	

12.1.4. 试验方法

12.1.4.1. 引言

气体的分解倾向,在很大程度上取决于压力和温度,在气体混合物的情况下,还取决于化学性质不稳定成分的浓度。对发生分解反应的可能性进行评估,应在与装卸、使用和运输相当的条件下进行。因此,需进行两类试验:

- (a) 在环境温度和压力下;
- (b) 在65°C和相应初始压力下。

12.1.4.2. 设备和材料

试验设备(见图12-1)包括一个不锈钢的(可加热)耐压试验容器、一个点火源、用于记录点火容器内压力的测量和记录系统、供气设备、带防爆盘和附加接管的排气系统、装有遥控阀门和旋塞。

(a) 耐压试验容器

试验容器为圆柱形不锈钢容器,内容量大约为1L,内径80mm。一个起爆线点火源固定于容器底部。容器配备一个加热罩,与一个温度控制装置连接,对容器的外壁进行加热,误差不超过±2K。试验容器用耐温绝缘材料绝缘,

避免热量损失和温度的梯度变化。试验容器的耐压能力须达到50MPa。

(b) 起爆线点火器

点火源是一个类似于ASTM E 918和EN 1839所述的起爆线(导火索)点火器。点火器由两个相距3~6mm的绝缘电极组成,两端连接直径0.12mm的锡基密封合金导线。点火的能量由一个1.5kVA/230 (115)V型绝缘变压器提供,变压器与点火器短暂接通。导火索熔化,然后在电极之间形成电弧,时间最长不超过供电电压(10(8.3)ms)的半个周期。一个电子控制装置使之可以将主电压的半波以不同的时间段送到点火器。输送的相应能量应在 $15\pm 3\text{J}$ 之间。能量可通过记录点火期间的电流和电压测得。

(c) 压力和温度记录设备

测量点火容器内部的压力,应使用校准的压阻式压力传感器。测量范围应为初始压力的20倍。灵敏度应至少为全刻度的0.1%,精确度应高于全刻度的0.5%。用3mm的K型热电偶(NiCr/NiAl)测量和控制点火容器的温度,热电偶安装在高压釜内距离顶端下方50mm的位置。点火后,数字式的压力信号记录在电脑中。从原始数据中取得初始压力(p_0)和最高压力(p_{ex})。

(d) 供气

需要两种不同类型的气体供应,一个用于完全处于气相的试验气体,一个用于液化试验气体。气相的试验气体按体积计量,或计算流量,液化试验气体按重量计量。

(e) 防爆盘

防爆盘用于保护试验容器。防爆盘与一个排气管连接,用于排出气体。防爆盘直径多出的部分至少应为10mm,排气管的内径至少应为15mm。防爆盘的破裂压力须达25MPa。

(f) 附加接管和阀门

直接装在试验容器上的接管和阀门,耐压必须达到50MPa。试验容器的操作通过遥控操作的阀门进行。

12.1.4.3. 试验程序

试验气体在控制的温度和压力下注入耐压不锈钢容器。容器装有防爆盘。用起爆线点火器对试验气体点火。从产生的压力上升推断出是否发生分解反应。

试验按以下顺序进行：

(a) 试验在环境温度和压力下进行

在20°C和101.3kPa压力下进行的试验，起爆线点火器应安放在试验容器的中央。将试验容器和接管排空。试验气体通过遥控阀门注入试验容器，直至达到环境压力（初始压力）。关闭阀门，启动点火器。点火能量应为大约15J，以避免在这个较低的压力下试验容器内起爆过度。测量反应的标准是在点火后压力上升超过20%（ $f = p_{ex}/p_0 > 1.20$ ）。如果没有发生这种压力上升，还应再重复做两次试验。

如果在任何一次试验中，试验气体显示压力上升超过20%，则气体划为“在20°C和101.3kPa的标准压力下，化学性质不稳定”。无需再作进一步试验。

(b) 在高温高压下进行试验

如果在按12.1.4.3(a)所作的试验中压力升高不超过20%，则还要在温度65°C和相应初始压力下做进一步的试验。试验程序与12.1.4.3(a)相同，但对于在高压下可能属于不稳定的气体必须格外小心。点火能量应为约15J。如果压力升高不超过20%，还应再重复做两次试验。

如在任何一次试验中，试验气体的压力升高超过20%，则气体划为“在温度高于20°C和/或压力大于101.3kPa的条件下，化学性质不稳定”。

12.1.4.4. 安全措施

试验设备必须进行充分屏蔽，以防止设备发生破裂造成伤害。设备的安装应做到只要容器中还有试验气体，操作人员即可不必与之同处一室。也可用一个防爆屏障将操作人员与试验设备隔离开。启动点火源只能从与试验容器屏蔽开的位置进行。

试验容器应安装一个防爆盘，防爆盘与排气管连接，以便安全地将废气排出。因此必须考虑到废气本身也有可能是危险的（如易燃或有毒）。

装试验气体的气瓶应安装单向阀，在点火器点火之前应与试验设备分开，以避免向气瓶逆向点火。气瓶的阀门在输气结束后必须立即关闭。

有些化学性质不稳定的气体可发生非常剧烈的爆炸，特别是在较高的压力下。因此，强烈建议试验从大气压力下开始。

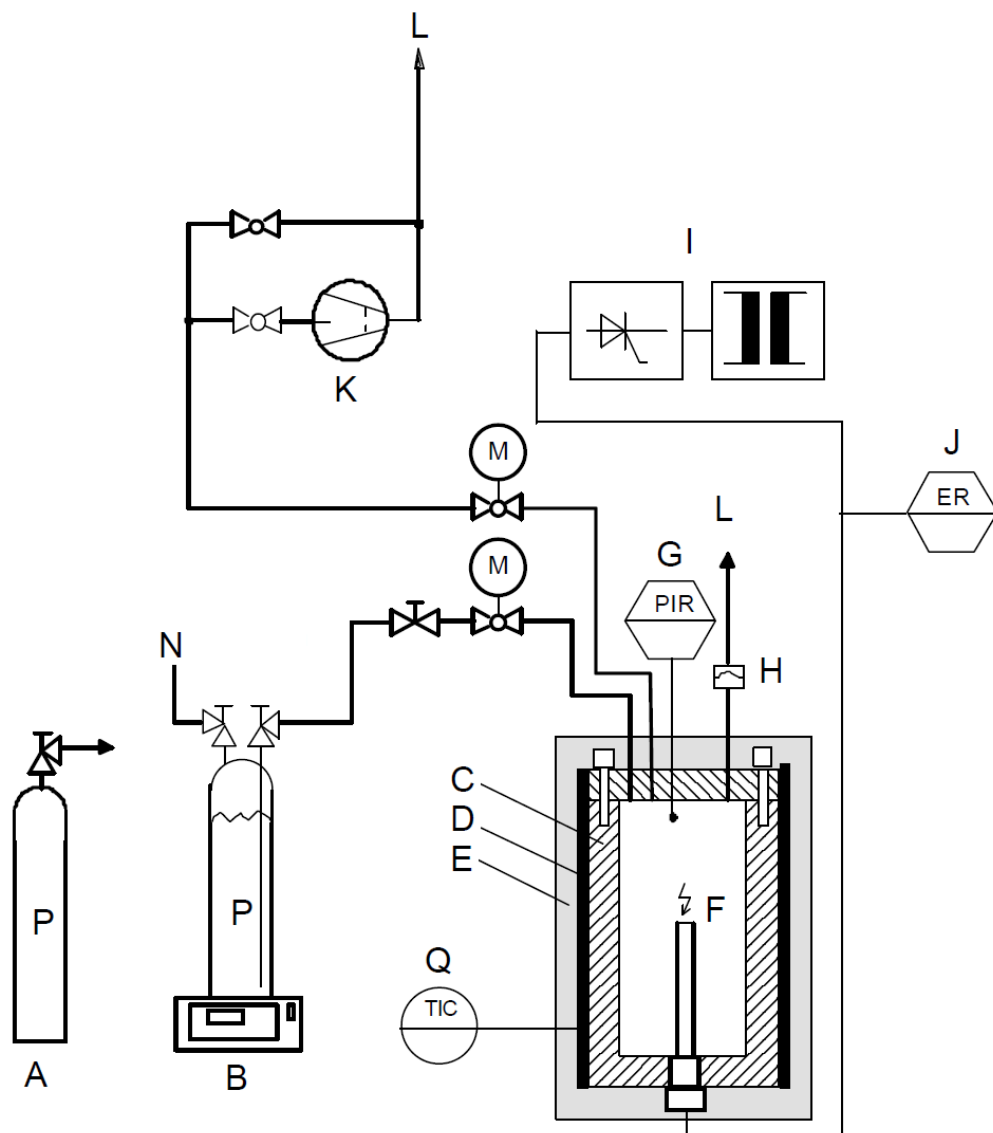
12.1.4.5. 试验标准和评估结果的方法

根据以下试验结果，化学性质不稳定的气体或气体混合物划为“在20°C和101.3千的标准压力下化学性质不稳定”，或“在温度高于20°C和/或压力大于101.3千的时化学性质不稳定”：

- (a) 如在20°C和101.3kPa条件下所作的试验显示压力上升超过初始绝对压力的20%，气体划为“在20°C和101.3kPa的标准压力下化学性质不稳定”。
- (b) 如果在65°C和相应初始压力下所作的试验显示压力上升超过初始绝对压力的20%，但在20°C和101.3kPa时未出现此种压力上升，则气体划为“在温度高于20°C和/或压力大于101.3kPa时化学性质不稳定”。

如果任何一项试验均未显示压力上升超过初始绝对压力的20%，则气体不按此项试验方法进行分类（即化学性质稳定）。

注：化学性质不稳定的气体，未按本节的分类程序进行分类者，应按“A类，化学性质不稳定”分类。



- | | |
|------------------------|--------------------------|
| (A) 试验气体供应（气相） | (B) 试验气体供应（液化） |
| (C) 耐压试验容器 | (D) 可调节电加热器 |
| (E) 热绝缘 | (F) 起爆线点火源 |
| (G) 压力传感器，压力显示和记录（PIR） | (H) 防爆盘 |
| (I) 电子点火装置 | (J) 能量记录（ER） |
| (K) 真空泵 | (L) 废气 |
| (M) 电动控制阀 | (N) 加压氮气 |
| (P) 试验气体 | (Q) 温度传感器，温度显示和温度控制（TIC） |

图12-1 试验设备

13. 金属腐蚀剂

13.1. 试验 C.1：确定对金属腐蚀性的试验

13.1.1. 引言

本试验适用于确定液态物质或在运输过程中可能会变成液态的固态物质的腐蚀性。

13.1.2. 设备和材料

接触待分类介质的试样，长50mm、宽20mm、厚2mm，并应由以下材料制成：
铝，非复合型7075-T6或AZ5GU-T6；

钢，S235JR+CR（1.0037 resp. St 37-2）或S275J2G3 + CR（1.0144 resp. St 44-3），
ISO3574，统一编号制度（UNS）G10200或SAE 1020（如图13-1）。



图13-1 试样

每种金属（铝、钢）应至少使用三套试样。应使用图11-2所示的杯状反应容器（玻璃或聚四氟乙烯），带有三个适当大小的瓶颈（如NS29/32及一个NS14的瓶颈）盛装试样，及第四个足够大的瓶颈，盛装回流冷凝器。应保证空气能够进入容器。铝和钢的试样应放在不同的反应容器中试验。为了防止液体流失，应附加一个回流冷凝器（见图13-2）。



图13-2 带回流冷凝器的接触容器

为了进行试验，待分类物质的容量应至少有1.5L，以保证在整个接触时间里有足够的反应剂。试验时间过长而不更换溶剂，有时会产生负结果。为了得到正确的结果并避免重复试验，应考虑以下几点：

- (a) 试验过程中应添加新的溶剂；
- (b) 溶剂量要足够大，以避免试验期间其腐蚀性发生明显变化。

13.1.3. 试验程序

应用120号砂粒的砂纸打磨金属板。在用酒精超声波浴清除残留的砂粒并用丙酮去除油渍后，称量金属试样的重量，误差在 $\pm 0.0002\text{g}$ 。不得对表面做化学处理（酸洗、蚀刻等），以防止对表面的“刺激”（抑制、钝化）。试样应在容器内用无突出的聚四氟乙烯线固定。不得使用金属线。经过如上处理的金属应在当天进行试验，以防止形成氧化层，除非采取了适当措施，为日后的试验对试样进行了保护。每项试验，应将一件金属试样浸入溶液，另一件只浸入一半，第三件悬挂于气相状态。完全浸入溶液的试样，其上缘与液体表面之间的距离应为10mm。应避免液体的损失。

整个试验期间，包括气相空间，应始终保持试验温度 $55\pm 1^\circ\text{C}$ 。金属板应曝露于上述稳定状态至少一星期（ $168\pm 1\text{h}$ ）。

试验完成后，应对金属试样进行冲洗，并用合成或天然鬃毛刷（不得用金属刷）

刷洗干净。机械方法无法清除的残留物（粘着腐蚀产品或沉淀物），应使用抑制性酸洗液。在这种情况下需用同样的方法（时间、温度、浓度、表面处理）对一个未经暴露的参考试样进行处理，以确定酸洗溶液造成的质量损失。在计算腐蚀率前，须减去这个值。在用酒精和丙酮超生波浴做最后清洗并干燥后，应称量金属试样的重量。试验结果取得的质量，考虑进金属的质量密度，即可得到腐蚀率。

13.1.4. 试验标准和评价结果的方法

13.1.4.1.1. 均匀腐蚀的试验评估

在均匀腐蚀的情况下，应使用腐蚀最严重的试样的重量损失进行计算。如果任何金属试样质量损失高于下表所列数据，则试验结果为“正”。

表13-1 不同暴露时间后试样的最低质量损失

暴露时间	质量损失
7天	13.5%
14天	26.5%
21天	39.2%
28天	51.5%

注：以上值是根据6.25mm/年腐蚀率计算出来的。

13.1.4.1.2. 局部腐蚀的试验评估

当表面腐蚀不均匀发生局部腐蚀时，最大洞深或减少的最大厚度应加入计算结果，或单独用来确定侵蚀程度。如果最深的侵蚀(以金相学方法确定)超过下表所列的值，则试验结果为“正”。

表13-2 定时暴露后的最低侵蚀深度

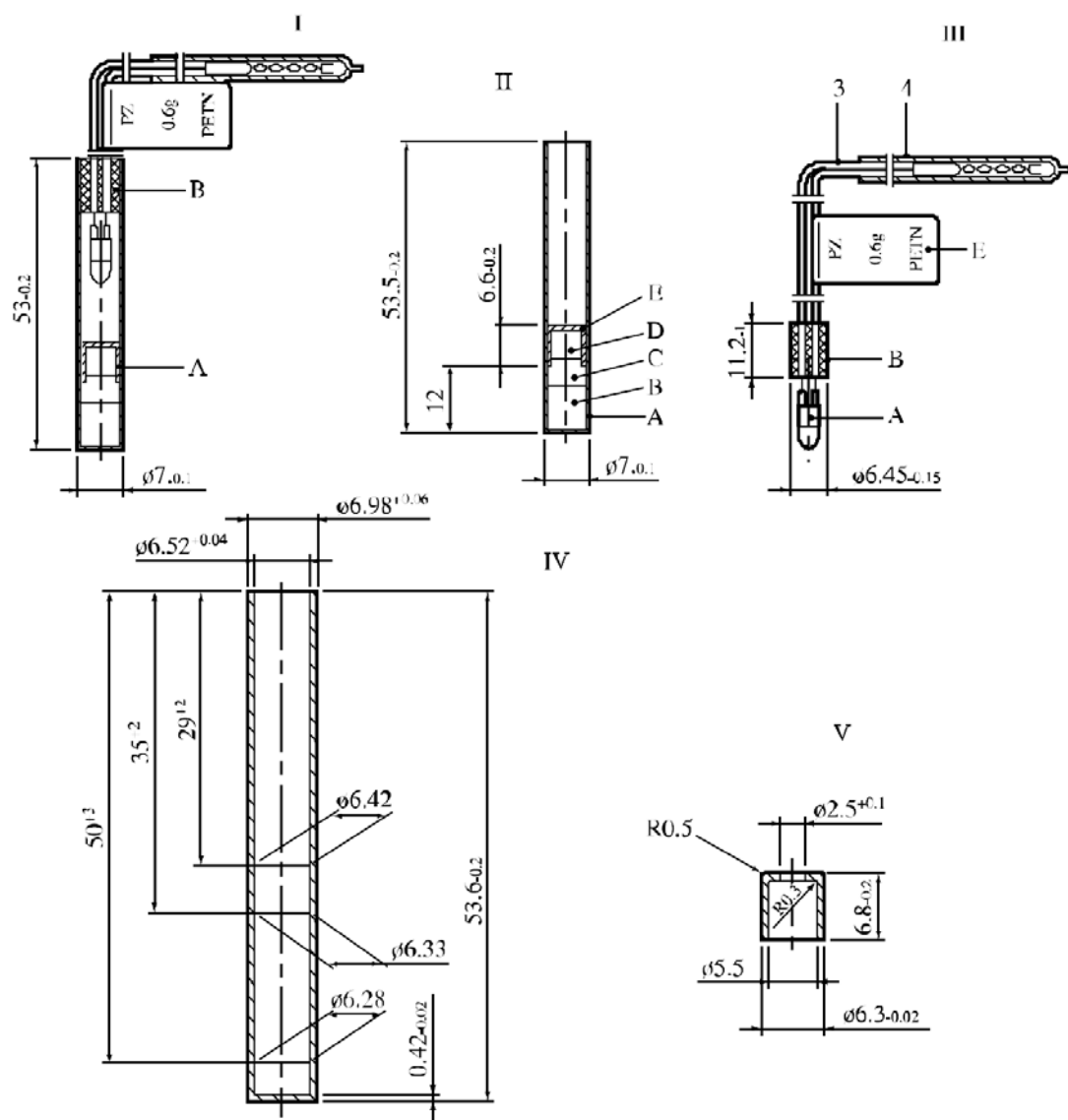
暴露时间	侵蚀深度
7天	120μm
14天	240μm
21天	360μm
28天	480μm

附录

A.1. 标准雷管的规格

表A-1 标准电起爆雷管 0.6g 太安炸药的说明

图号	部件号码	部件	说 明	备 注
I	A	起爆雷管		
	B	引火头	不得进行压缩。	例子：德国标准委员会电引火头专门委员会，T 10-U-带铝包覆层
II	A	管壳	做药头的烟火物质的建议用量：20~50mg 纯铜、含锌5%的合金或其组成介于上述合金和纯铜之间的其他合金制成的中空拉制管。管子的尺寸如图A-1所示。如果需要，选择用于制造标准雷管的管子时应当核对所使用的每根管子的确切尺寸。	
	B	(a) 二级装药	底部装药：0.4±0.01g太安炸药，用44MPa压制。	太安炸药中可含多至0.5%的含碳物质，以防止处理过程中产生静电和改善流散性。
	C		中间装药：0.2±0.01g太安炸药；用2MPa压制。	二级装药的总高度为12.3±0.6mm。
	D	起爆装药（引发装药）	可任意选择物质及其数量。不过，所用数量至少应为引爆所需的最低数量的两倍。起爆装药加上二级装药的总氧平衡不得小于-9.5%O ₂	例子：纯度88%的糊精化叠氮化铅0.3±0.01g，用44MPa压制。
	E	内杯（穿孔）	-	不需要使用穿孔的内杯。起爆装药压在二级装药压得很紧的一部分上是不可能的。
III	A	引火头	-	例子：德国标准委员会电引火头专门委员会T 10-U-带铝包覆层
	B	封闭塞	-	无特殊要求。不过应当能够绝对紧密封闭（以避免产生叠氮化亚铜和确保所需的起爆力）。一般的商业型号是适宜的。
	C	金属丝	-	可任意选择，但须考虑到电的危险性（静电、杂散电流）。不过，不得在雷管内部使用塑料的绝缘包皮。
	D	短路管	塑料管	
	E	标签		



I 电起爆雷管（标准雷管）

II 起爆雷管（标准雷管）

III 引火头

IV 管壳

V 内杯

(A) 起爆雷管

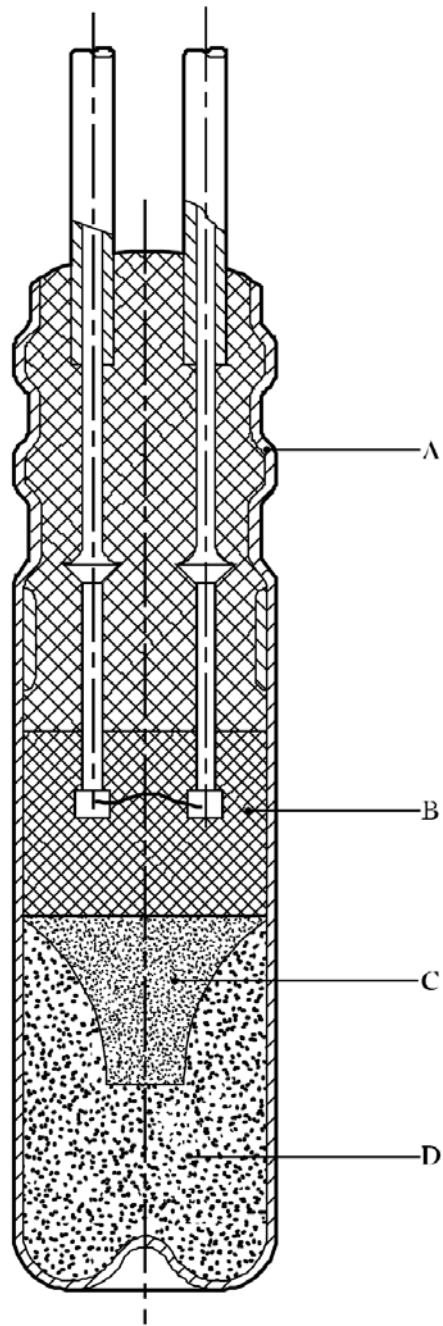
(B) 引火头

(C) 中间装药

(D) 起爆装药

(E) 内杯

图A-1 标准雷管（欧洲）



-
- (A) 铝外壳（材料-5052铝合金；长31.8 mm；外直径7.06 mm；壁厚0.19 mm）
- (B) 桥线和引火头
- (C) 起爆装药（0.195 g糊精化叠氮化铅）
- (D) 基本装药（0.447 g太安炸药，用28 MPa压制）
-

图A-2 8号（美国）雷管

A.2. 试样的空化

A.2.1. 德国方法

当液体要在空化状态下进行试验时，空化可以用使气泡不断地流过它的办法来达到。试验方法修改如下（见图A-3）：

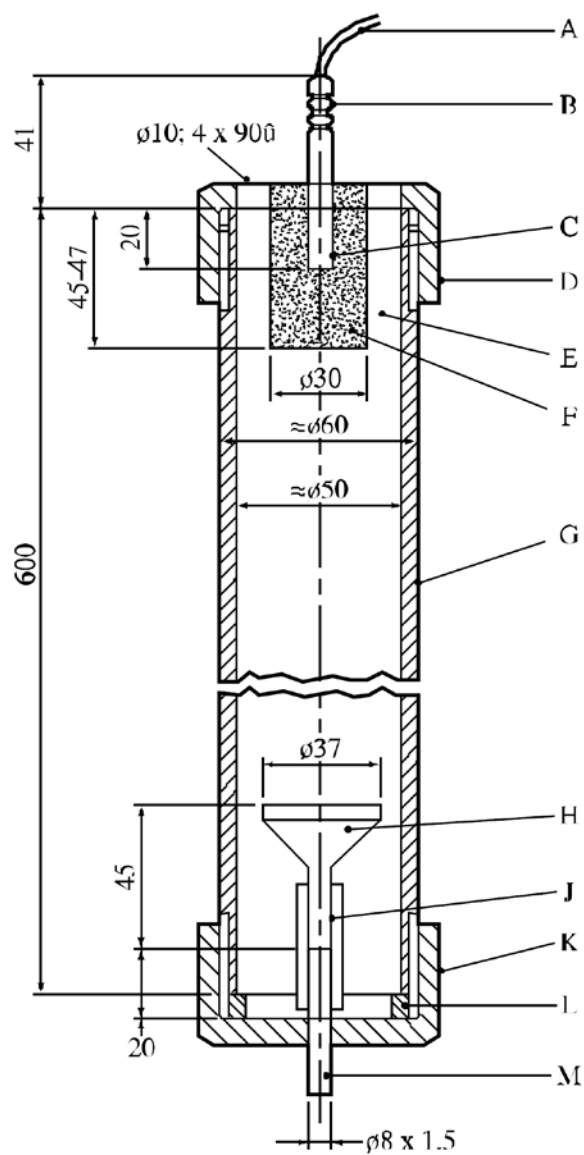
钢管底部(延长100mm)用螺帽和聚四氟乙烯垫圈封闭而不用通常的焊接板封闭。将一根内直径约5mm的短钢管焊接到在这个螺帽中央开的一个孔中。一个多孔玻璃过滤器由一根软塑料管连接在短钢管的内端上，以使它的位置正好在中央并且尽可能靠近螺帽底部。多孔圆盘的直径至少应为35mm，孔径为10至16 μm （孔隙率为4）。空气、氧气或氮气流量应为 $28\pm 5\text{L/h}$ 。为了防止压力增大，上端螺帽应当另外钻开4个直径10mm的孔。

A.2.2. 美国方法

空化液体进行引爆试验所用的装置与固体和未空化液体所用的相同，但须配备将气泡注入液体试样的方法。图A-4是试验装置的一个例子。气泡由放在试样底部的一个直径为23.5mm的环形乙烯塑料管注入，乙烯塑料管是医疗导管插入术所用的类型，外径1.8mm，壁厚0.4mm。环形塑料管相对的两边打穿两排小孔，小孔之间的距离为3.2mm。小孔是由直径1.3mm的针穿过塑料管壁形成的。由于塑料管具有弹性，小孔在针抽出后几乎完全收缩，因此实际孔径要比1mm小得多。环形塑料管的一端用环氧树脂粘合剂密封，在另一端将一段塑料管穿过钢管上的一个小孔接到外面的空气源，该小孔也用环氧树脂粘合剂密封。以30kPa至100kPa的压力输送空气，流量为1.2L/min。

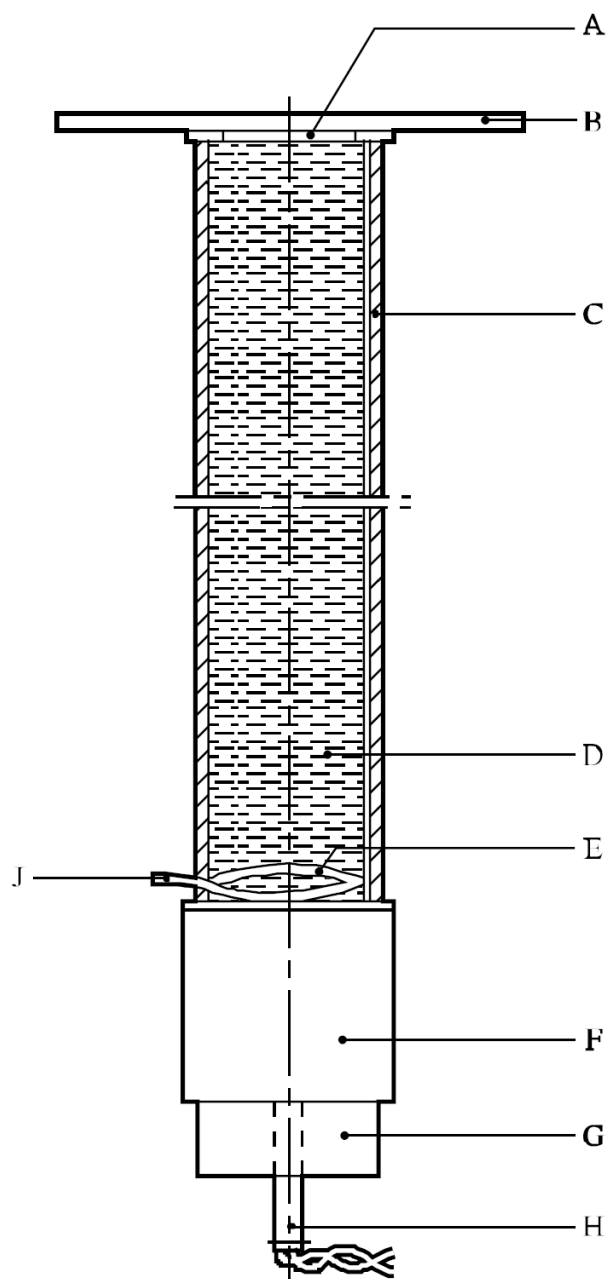
A.2.3. 法国方法

本方法使用通常用于敏化乳状爆炸物的玻璃微球（空心封闭圆球），例如钠钙硼硅玻璃泡，视密度0.15，平均直径50 μm ，最大直径200 μm ，有25%直径小于30 μm 。它可适用于液体和糊状物。玻璃微球按500mg对1L的比例加入试验物质，必要时可使用少量的与试验物质相容的分散剂。将混合物搅动到形成均匀的稳定分散体，然后装入点火管。



- | | |
|---|-------------------------|
| (A) 引线 | (B) 电点火器 |
| (C) 雷管 | (D) 可锻铸铁螺帽 |
| (E) 试验物质 | (F) 黑索金炸药/蜡 (95/5) 传爆装药 |
| (G) 钢管符合DIN2441规格, 材料St.37符合
DIN1629规格3号钢板 | (H) 多孔玻璃滤器 |
| (J) 软塑料管 | (K) St 35钢螺 |
| (L) 聚四氟乙烯垫圈 | (M) 小钢管 |

图A-3 德国空化方法



(A) 隔离层
(C) 钢管
(E) 起泡器
(G) 雷管支座
(J) 空气源

(B) 验证板
(D) 试验物质
(F) 太梯炸药柱
(H) 雷管

图A-4 美国空化方法

A.3. 甄别程序

A.3.1. 说明

工业界用甄别程序来确定原材料、活性混合物和中间产品、产品和副产品的潜在危险性。使用这类程序对于确保进行研究与发展时的安全以及确保产品和工序尽可能安全是极为重要的。这些程序通常包括理论评估和各种小规模试验的某种结合，并且在很多情况下，使人能够作出适当的危险性评估而不需要进行较大规模的分类试验。这可减少所需物质的数量、减轻对环境的任何有害影响、减少不必要的试验数目。

本附录的目的是介绍甄别程序例子，这些例子应与有关试验系列引言中所载的任何甄别程序一起使用。在规定的安全限度内，甄别程序所得出的结果可适当地预测什么时候不需要进行分类试验，因为将会得到负结果。它们可作为指南，其使用并不是强制性的。其他甄别程序如果与具有代表性的一系列物质的分类试验已取得足够的相互关系并且有适当的安全余量也可以使用。

新物质物理危险性评估开始之前，可使用本附录所载的甄别程序。如果甄别程序表明具有危险性，那么应进一步采用其他测试方法确定其危险性。

甄别程序仅适用于物质和均匀、稳定的物质混合物。如果混合物在运输等过程中会分离，那么甄别程序除了对混合物进行外，也应对混合物的每种活性成分进行。

A.3.2. 爆炸物的甄别

被怀疑具有爆炸性质的新物质可用本方法进行甄别。考虑自反应物质和混合物或有机过氧化物的爆炸性质时，可参看本导则第二章和本附录A.3.5节。为产生实际爆炸或烟火效果而制造的物质不适用该甄别程序。

爆炸性质与分子内存在某些原子团有关，这些原子团会起反应使温度或压力非常迅速地升高。甄别程序的目的是确定是否存在这些活性原子团和迅速释放能量的潜力。如果甄别程序确定物质可能具有爆炸性，那么应当适用爆炸物的认可程序。

注：如果有机物质的分解热少于800J/g，则不需要进行试验系列1类型(a)传播爆炸试验，也不需要进行试验系列2类型(a)爆炸冲击敏感度试验。

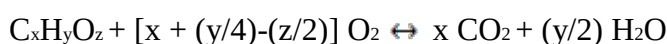
在下列情况之一，则不需要应用爆炸物的认可程序：

- (a) 分子里没有与爆炸性相关的原子团。表A-2举例列出了可能显示爆炸性的原子团：

表A-2 有机物质中显示爆炸性的原子团举例

结构特征	例 子
C-C不饱和	乙炔；乙炔化物；1,2—二烯类
C-金属；N-金属	格利雅试剂；有机锂化物
相邻氮原子	叠氮化物；脂族偶氮化物；重氮盐类；肼类；磺酰肼类
相邻氧原子	过氧化物；臭氧化物
N-O	羟胺类；硝酸盐；硝基化物；亚硝基化物；N-氧化物；1,2-恶唑类
N-卤原子	氯胺类；氟胺类
O-卤原子	氯酸盐；过氯酸盐；亚碘酰化物

- (b) 物质中含有具有爆炸性的含氧原子团，而计算出的氧平衡少于-200。氧平衡是针对如下化学反应而计算的：



采用的公式是：

$$\text{氧平衡} = -1600 \times \frac{\left(2x + \frac{y}{2} - z\right)}{\text{分子量}}$$

- (c) 有机物质或有机物质的均匀混合物含有具有爆炸性的原子团但分解热低于500J/g，放热分解起始温度低于500℃。此温度限制是为了防止将程序适用于不具有爆炸性但在500℃以上时会慢慢分解释放出超过500J/g热量的众多有机物质。可以用适当的量热方法测定分解热。

- (d) 无机氧化性物质与有机物质的混合物中，无机氧化性物质：

- 划入高危险的类别1或中危险的类别2，其浓度按重量低于15%；
- 划入低危险的类别3，其浓度按重量低于30%。

当物质是含有任何已知爆炸物的混合物时，应适用爆炸物认可程序。

A.3.3. 易燃液体的甄别

本程序仅适用于含有规定浓度的已知易燃液体的可能易燃混合物，虽然该混合物可能含有非挥发性成分例如聚合物、添加剂等。如果使用本小节下面所述的方法计算得出的混合物闪点至少比有关的分类标准高5℃，那么这些混合物的闪点就不必通过实验确定，但条件是：

- (a) 已知混合物的精确组成（如果物质具有特定的组成范围，则计算得出的闪点最低的那一种组成应用来评估）；
- (b) 已知每一种成分的爆炸下限（在将这些数据外推至试验条件以外的其他温度

时，须采用适当的关联公式）；

(c) 已知混合物中每种成分的饱和蒸气压力和活性系数的温度相关性；

(d) 液相呈均匀态。

戈梅林 (Gmehling) 和拉斯姆森 (Rasmussen) 描述了一种适当的方法 (见 Ind. Eng. Chem. Fundament, 第21页和第186页 (1982年))。对于含有非挥发性成分例如聚合物或添加剂的混合物，闪点是根据挥发性成分计算的。据认为非挥发性成分只是稍微降低了溶解剂的分压，计算的闪点只是稍微低于测定值。

A.3.4. 自反应物质和混合物的甄别

满足下列条件之一，则不必适用自反应物质和混合物的分类程序：

(a) 分子中没有与爆炸性或自反应性有关的原子团；表A-2和A-3举例列出了这样的原子团。

表A-3 有机物质中显示自反应特性的原子团举例

结构特征	例子
相互作用的原子团	氨基腈类；卤苯胺类；氧化酸的有机盐类
S=O	磺酰卤类；磺酰氰类；磺酰肼类
P=O	亚磷酸盐
绷紧的环	环氧化物；氮丙啶类
不饱和	链烯类；氰酸盐

(b) 对于单一的有机物或有机物的均匀混合物，估计的自加速分解温度大于75℃，或者分解热小于300J/g。起始温度和分解热可以用适当的量热方法来估计。

A.3.5. 自燃固体和自燃液体的甄别

如果生产或运输过程中的经验表明物质在正常温度下接触空气不会自发着火 (也就是说，已知该物质在室温下长时期 (数日内) 保持稳定)，那么不必适用自燃固体和液体的分类程序。

如果甄别试验的结果可与分类试验适当地连系起来并且采用了适当的安全系数，则不必适用自热物质的分类程序。甄别试验举例如下：

(a) 格鲁沃烘箱试验 (Grewer Oven test) (VDI guideline 2263, Part 1, 1990, Test methods for the Determination of the Safety Characteristics of Dusts)，用1L的试验物质，起始温度比参考温度高80K。

(b) 疏松粉末甄别试验 (Bulk Powder Screening Test) (Gibson, N. Harper, D. J.

Rogers, R. Evaluation of the fire and explosion risks in drying powders, Plant Operations Progress, 4(3), 181-189,1985)用1L的试验物质，起始温度比参考温度高60K。

A.3.6. 遇水放出易燃气体的物质的甄别

满足下列情况之一，则不必适用遇水放出易燃气体的物质的分类程序：

- (a) 物质的化学结构不含有金属或类金属；
- (b) 生产或运输经验表明该物质遇水不反应，即该物质是在水中生产的或经过水洗；
- (c) 已知该物质溶于水后形成稳定的混合物。

A.3.7. 氧化性固体或液体的甄别

满足下列情况之一的有机化合物不必适用氧化性固体或液体的分类程序：

- (a) 化合物不含有氧、氟或氯；
- (b) 化合物含有氧、氟或氯，但这些元素仅与碳或氢键合在一起。

不含有氧或卤素原子的无机物质不必适用氧化性固体或氧化性液体的试验程序。

A.3.8. 有机过氧化物的甄别

依据有机过氧化物的定义，可直接根据其化学结构和配制品的有效氧和过氧化氢含量进行分类。

A.4. 与国家标准的对应关系

序号	物理危险性分类	《化学品分类和标签规范》系列标准			《危险品试验方法》系列标准			《危险货物危险特性检验安全规范》系列标准		
		标准号	标准名称	引用的试验方法	标准号	标准名称	对应的试验方法	标准号	标准名称	对应的试验方法
1	爆炸物	GB 30000.2-2013	第 2 部分：爆炸物	与 GHS 相同，均引用 MTC	GB/T 21570-2008	隔板试验方法	MTC 1(a)	GB 19455-2004	民用爆炸品	与 GHS 完全相同，均引用 MTC
					GB/T 21578-2008	克南试验方法	MTC 1(b)			
					GB/T 21579-2008	时间/压力试验方法	MTC 1(c)			
					GB/T 21566-2008	爆炸品摩擦感度试验方法	MTC 3(b)			
					GB/T 21567-2008	爆炸品撞击感度试验方法	MTC 3(a)			
					GB/T 21580-2008	小型燃烧试验方法	MTC 3(d)			
					GB/T 21581-2008	液体钢管跌落试验方法	MTC 4(b)			
					GB/T 21582-2008	雷管敏感度试验方法	MTC 5(a)			
					GB/T 21571-2008	爆燃转爆轰试验方法	MTC 5(b)			
					GB/T 21572-2008	1.5 项物品的外部火烧试验方法	MTC 5(c)			
					GB/T 21573-2008	单个包件试验方法	MTC 6(a)			
					GB/T 21574-2008	堆垛试验方法	MTC 6(b)			
					GB/T 21575-2008	极不敏感爆炸物的雷管试验方法	MTC 7(a)			
					GB/T 21576-2008	极不敏感爆炸物的隔板试验方法	MTC 7(b)			
					GB/T 21577-2008	极不敏感爆炸物的脆性试验方法	MTC 7(c)			
					GB/T 21625-2008	极不敏感爆炸物的子弹撞击试验方法	MTC 7(d)			
					GB/T 21626-2008	极不敏感爆炸物的外部火烧试验方法	MTC 7(e)			
					GB/T 21627-2008	极不敏感爆炸物的缓慢升温试验方法	MTC 7(f)			
					GB/T 21628-2008	1.6 项物品的外部火烧试验方法	MTC 7(g)			
					GB/T 21629-2008	1.6 项物品的子弹撞击试验方法	MTC 7(j)			
2	易燃气体	GB 30000.3-2013	第 3 部分：易燃气体				MTC 8	GB 19456-2004	硝酸盐类	ISO 10156:1996
								GB 19521.3-2004	易燃气体	
3	气溶胶	GB 30000.4-2013	第 4 部分：气溶胶		GB/T 21614-2008	喷雾剂燃烧热试验方法	ASTM D 240			
					GB/T 21630-2008	喷雾剂点燃距离试验方法	MTC 点火距离试验			
					GB/T 21631-2008	喷雾剂封闭空间点燃试验方法	MTC 封闭空间点火试验			
					GB/T 21632-2008	喷雾剂泡沫可燃性试验方法	MTC 泡沫易燃性试验			

序号	物理危险性分类	《化学品分类和标签规范》系列标准			《危险品试验方法》系列标准			《危险货物危险特性检验安全规范》系列标准		
		标准号	标准名称	引用的试验方法	标准号	标准名称	对应的试验方法	标准号	标准名称	对应的试验方法
4	氧化性气体	GB 30000.5-2013	第 5 部分: 氧化性气体							
5	高压气体	GB 30000.6-2013	第 6 部分: 加压气体							
6	易燃液体	GB 30000.7-2013	第 7 部分: 易燃液体		GB/T 21615-2008	易燃液体闭杯闪点试验方法	ASTM D 93	GB 19521.2-2004	易燃液体	ASTM D 93 或 ASTM D 6450 GB/T 616 L.2
7	易燃固体	GB 30000.8-2013	第 8 部分: 易燃固体		GB/T 21618-2008	易燃固体燃烧速率试验方法	MTC N.1	GB 19521.1-2004	易燃固体	MTC N.1
8	自反应物质和混合物	GB 30000.9-2013	第 9 部分: 自反应物质和混合物		GB/T 21613-2008	自加速分解温度试验方法	MTC H.1			
9	自燃液体	GB 30000.10-2013	第 10 部分: 自燃液体							
10	自燃固体	GB 30000.11-2013	第 11 部分: 自燃固体		GB/T 21611-2008	易燃固体自燃试验方法	MTC N.2	GB 19521.5-2004	自燃固体	MTC N.2
11	自热物质和混合物	GB 30000.12-2013	第 12 部分: 自热物质和混合物		GB/T 21612-2008	易燃固体自热试验方法	MTC N.4			
12	遇水放出易燃气体的物质和混合物	GB 30000.13-2013	第 13 部分: 遇水放出易燃气体的物质和混合物		GB/T 21619-2008	易燃固体遇水放出易燃气体试验方法	MTC N.5	GB 19521.4-2004	遇水放出易燃气体	MTC N.5
13	氧化性液体	GB 30000.14-2013	第 14 部分: 氧化性液体		GB/T 21620-2008	液体氧化性试验方法	MTC O.2	GB 19452-2004	氧化性	MTC O.1+O.2
14	氧化性固体	GB 30000.15-2013	第 15 部分: 氧化性固体		GB/T 21617-2008	固体氧化性试验方法	MTC O.1			
15	有机过氧化物	GB 30000.16-2013	第 16 部分: 有机过氧化物					GB 19521.12-2004	有机过氧化物	与 GHS 完全相同, 均引用 MTC
16	金属腐蚀剂	GB 30000.17-2013	第 17 部分: 金属腐蚀剂		GB/T 21621-2008	金属腐蚀性试验方法	MTC C.1	GB 19521.6-2004	腐蚀性	MTC C.1+皮肤腐蚀

注: MTC代表《试验与标准手册》