

第 二 部 分

有关 4.1 项自反应物质和 5.2 项有机过氧化物的 分类程序、试验 方法和标准

第二部分目录

注 1：每个试验方法的来源国家或组织都写在每个试验名称之后的括号内。

注 2：每一试验类型建议使用的试验方法用楷体字表示和用星号标明(见概述第 1.6 节)。

节 次	页 次
20. 第二部分引言.....	191
20.1 目的.....	191
20.2 范围.....	191
20.3 预备程序.....	192
20.3.1 概要.....	192
20.3.2 试验类型	192
20.3.3 试验方法的应用.....	192
20.4 分类程序.....	195
20.4.1 概要.....	195
20.4.2 自反应物质的分类.....	195
20.4.3 有机过氧化物的分类.....	196
20.4.4 试验类型.....	197
20.4.5 试验方法的应用.....	197
20.5 试验报告实例.....	197
21. 试验系列 A.....	201
21.1 引言.....	201
21.2 试验方法.....	201
21.3 试验条件.....	201
21.4 系列 A 试验说明.....	202
21.4.1 试验 A.1 BAM 50/60 钢管试验(德国).....	202
21.4.2 试验 A.2 TNO 50/70 钢管试验(荷兰).....	206
21.4.3 试验 A.5 联合国隔板试验(联合国).....	210
21.4.4 试验 A.6 *联合国引爆试验(联合国)	213
22. 试验系列 B.....	217
22.1 引言.....	217
22.2 试验方法.....	217

第一部分目录(续)

节 次	页 次
22.3 试验条件.....	217
22.4 系列 B 试验说明.....	217
22.4.1 试验 B.1 *包件中的引爆试验(荷兰)	217
23. 试验系列 C.....	221
23.1 引言.....	221
23.2 试验方法.....	221
23.3 试验条件.....	221
23.4 系列 C 试验说明.....	221
23.4.1 试验 C.1 *时间/压力试验(英国)	221
23.4.2 试验 C.2 *爆燃试验(荷兰)	228
24. 试验系列 D.....	231
24.1 引言.....	231
24.2 试验方法.....	231
24.3 试验条件.....	231
24.4 系列 D 试验说明.....	231
24.4.1 试验 D.1 *包件中的爆燃试验(荷兰)	231
25. 试验系列 E.....	233
25.1 引言.....	233
25.2 试验方法.....	233
25.3 试验条件.....	233
25.4 系列 E 试验说明.....	233
25.4.1 试验 E.1 *克南试验(德国)	233
25.4.2 试验 E.2 *荷兰压力容器试验(荷兰)	240
25.4.3 试验 E.3 美国压力容器试验(美国).....	244
26. 试验系列 F.....	249
26.1 引言.....	249
26.2 试验方法.....	249

第一部分目录(续)

节 次	页 次
26.3 试验条件.....	249
26.4 系列 F 试验说明.....	250
26.4.1 试验 F.1 英国弹道臼炮试验(英国).....	250
26.4.2 试验 F.2 法国弹道臼炮试验(法国).....	253
26.4.3 试验 F.3 BAM 特劳泽试验(德国).....	259
26.4.4 试验 F.4 *改进的特劳泽试验(美国)	263
26.4.5 试验 F.5 高压釜试验(荷兰).....	267
27. 试验系列 G.....	271
27.1 引言.....	271
27.2 试验方法.....	271
27.3 试验条件.....	271
27.4 系列 G 试验说明.....	271
27.4.1 试验 G.1 *包件中的热爆炸试验(荷兰)	271
27.4.2 试验 G.2 包件中的加速分解试验(美国).....	273
28. 试验系列 H.....	275
28.1 引言.....	275
28.2 试验方法.....	275
28.3 试验条件.....	276
28.4 系列 H 试验说明.....	278
28.4.1 试验 H.1 *美国自加速分解温度试验(美国)	278
28.4.2 试验 H.2 *绝热储存试验(荷兰)	282
28.4.3 试验 H.3 等温储存试验(荷兰).....	287
28.4.4 试验 H.4 *热积累储存试验(德国)	292

第 20 节

第二部分引言

20.1 目 的

20.1.1 试验手册第二部分介绍联合国的 4.1 项自反应物质和 5.2 项有机过氧化物的分类方法(分别见《规章范本》第 2.4.2.3 节和 2.5.3 节)。其中描述了被认为最有助于主管当局获得为对运输的这些物质作适当分类所需资料的程序、试验方法和标准。它应与第 20.4.2 段(4.1 项)和第 20.4.3 段(5.2 项)中所载的分类原则以及图 20.1 中的流程图(也见《规章范本》第 2.4.2.3.3 和 2.5.3.3 段)一起使用。

20.1.2 自反应物质和有机过氧化物按照危险性分成 7 种类型。这些物质的分类方法如图 20.1 所示。试验分两步进行。第一步,为了实验室工作人员的安全,应当进行初步的小规模试验来确定物质的稳定性和敏感性。第二步,进行分类试验。

20.2 范 围

20.2.1 会放热分解的新物质提交运输时应经受本节规定的自反应物质分类程序,下列情况除外:

- (a) 根据第 1 类的标准,它们是爆炸品;
- (b) 根据 5.1 项的划定程序,它们是氧化性物质;
- (c) 根据 5.2 项的标准,它们是有机过氧化物;
- (d) 其分解热(见 20.3.3.3)小于 300 焦耳/克;或
- (e) 其 50 千克包件的自加速分解温度大于 75°C。

20.2.2 提交运输的新有机过氧化物应经受本节规定的分类程序,除非有机过氧化物配制品含有:

- (a) 来自有机过氧化物的有效氧不大于 1.0%,同时含有过氧化氢不大于 1.0%;或
- (b) 来自有机过氧化物的有效氧不大于 0.5%,同时含有过氧化氢大于 1.0%但小于 7.0%。

20.2.3 在这里新物质是主管当局认为具有任何一种下列情况的物质:

- (a) 符合《规章范本》第 2.4.2.3.1.1 段所述的定义的新自反应物质,或被认为同已经分类的混合物有重大区别的多种已经分类的自反应物质的混合物;
- (b) 已经分类的自反应物质(见《规章范本》第 2.4.2.3.2.1 和 2.4.2.3.2.2 段)中添加降低热稳定性或改变爆炸性质的活化剂;或
- (c) 符合《规章范本》第 2.5.1 段所述的定的新有机过氧化物,或被认为同已经分类的混合物有重大区别的多种已经分类的有机过氧化物的混合物。

20.2.4 现已划入一个类属条目的有机过氧化物配制品的混合物可以划为与最危险的成分相同的有机过氧化物类型,并按照为这一类型规定的运输条件运输。不过,由于两种成分可能形成比较不热稳定的混合物,因此应当确定混合物的自加速分解温度,并且如有必要,根据《规章范本》第 2.5.3.4 段从自加速分解温度推算控制温度和危急温度。

20.2.5 分类程序应在新产品提交运输前进行。

20.2.6 显示自反应物质性质(G 型除外)的任何物质应当划为自反应物质, 即使这一物质按照 4.2 项自热物质的试验方法(见本《手册》第 32.5.2 节和《规章范本》第 2.4 章)得到的试验结果是正的也应如此。

20.3 预备程序

20.3.1 概 要

为了实验室工作人员的安全, 在尝试处理较大数量的物质之前必须进行小规模初步试验。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度。

20.3.2 试验类型

一般可用四类小规模试验来做初步安全评估:

- (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) 确定热稳定性和放热分解能的试验; 和
- (d) 确定点火效应的试验。

20.3.3 试验方法的应用

20.3.3.1 为了安全, 通常先进行需要最少量物质的试验。

20.3.3.2 撞击和摩擦敏感度可用第 1 类认可程序的试验系列 3 中的一个试验(见第一部分)来评估。

20.3.3.3 热稳定性和放热分解能可用适当的量热方法, 例如差示扫描量热法或绝热量热法来估计。在使用这种方法时, 如有下列情况对结果的解释应特别小心:

- 对混合物进行取样和试验;
- 试样容器的材料可能影响结果;
- 吸热紧接着放热;
- 成分的蒸发会降低放热性(通常应当使用密封的试样容器);
- 存在空气可能重大地影响测量的分解能;
- 成分和产品的比热差别很大; 和
- 使用快速加热率(使用差示扫描量热法时, 加热率通常应为 2 至 5K/分)。

如果使用差示扫描量热法, 外推的开始温度界定为在波峰上升边斜率最大点所划的切线与外推基线的交点。

20.3.3.4 可使用任何适当的方法来评估点火效应, 只要这种方法能够识别出在很少或没有封闭的条件下起激烈反应的物质。

图 20.1(a):自反应物质和有机过氧化物分类流程图

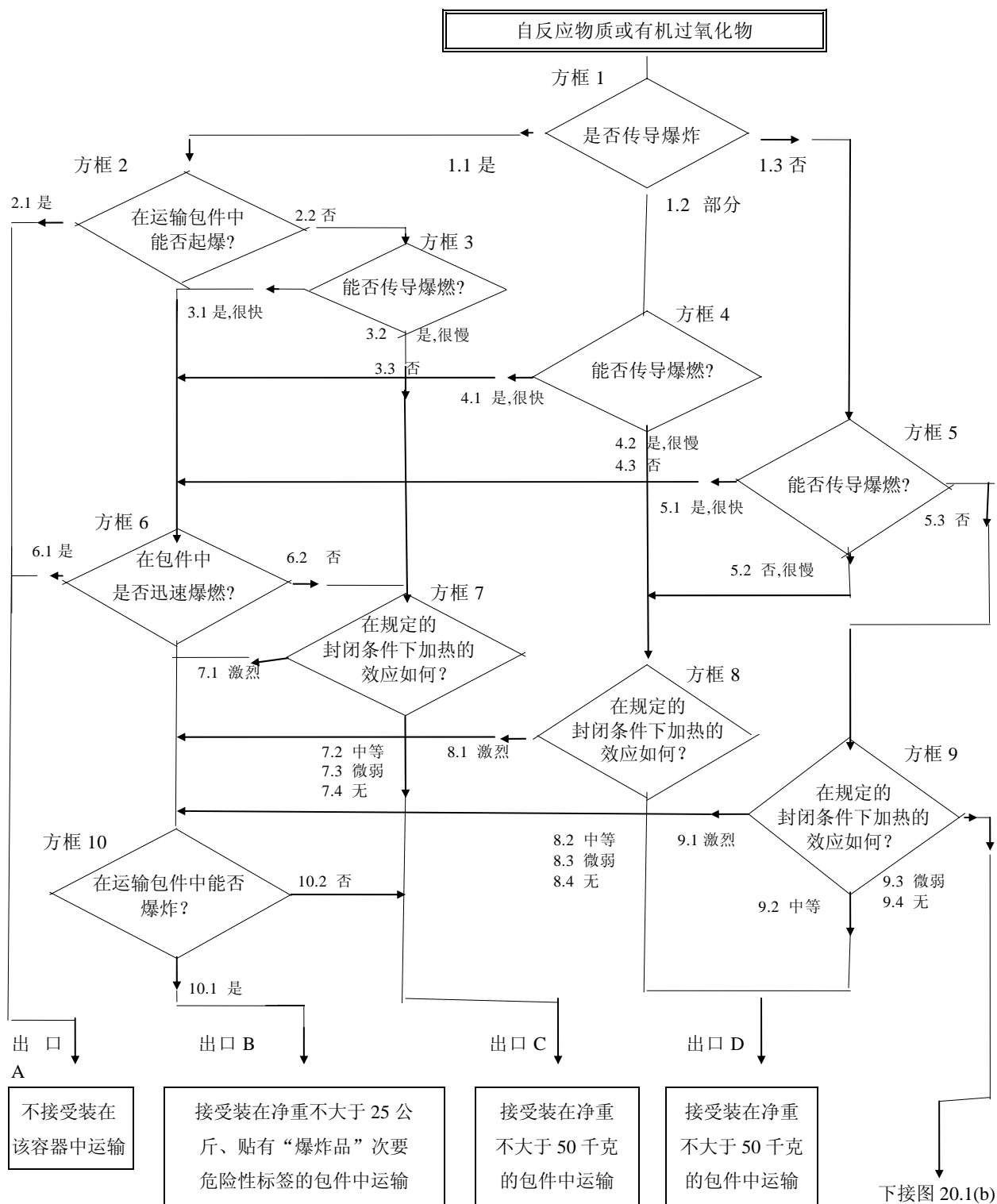
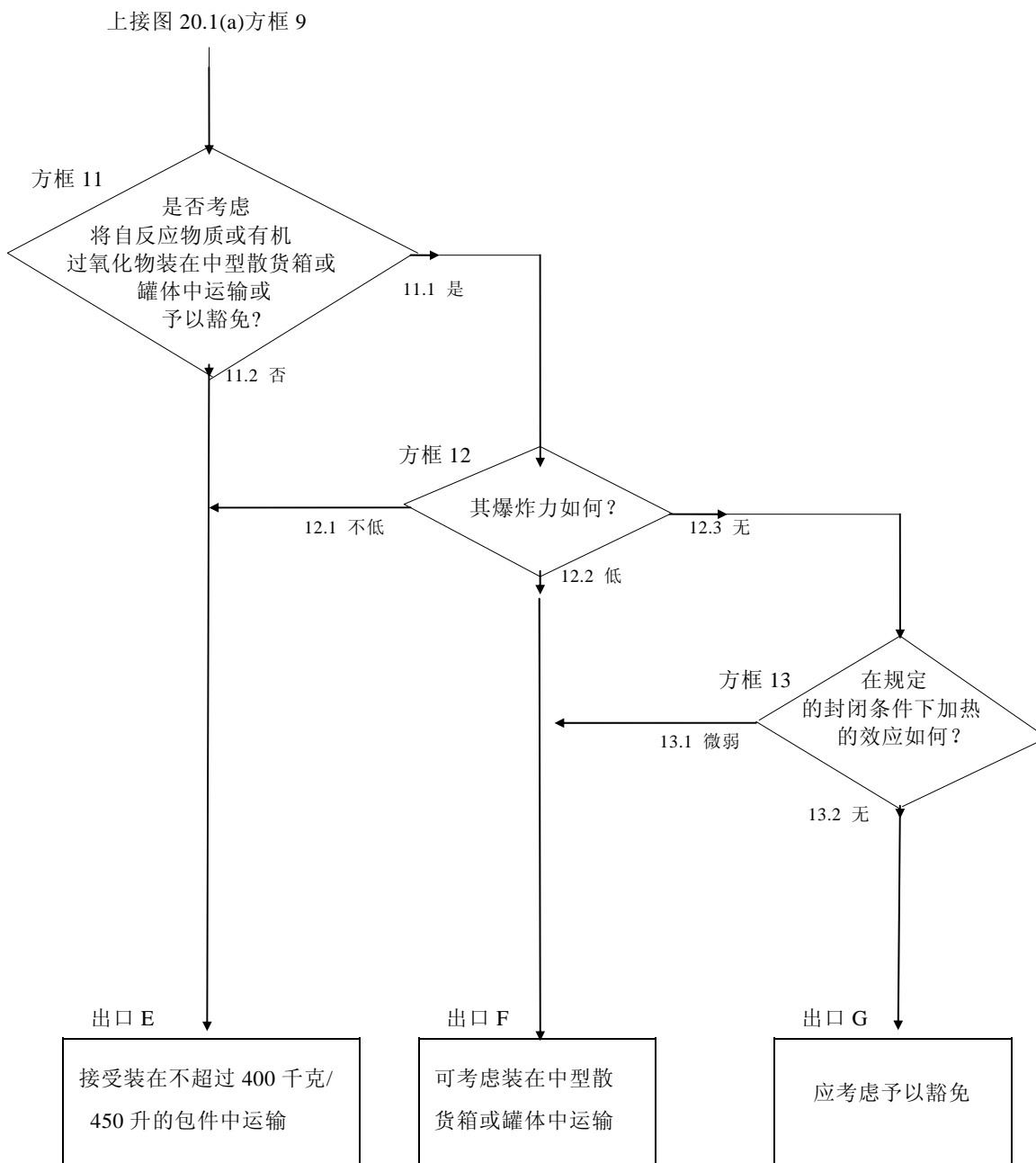


图 20.1(b): 自反应物质和有机过氧化物分类流程图 (续)



20.4 分类程序

20.4.1 概要

20.4.1.1 自反应物质和有机过氧化物的分类原则分别载于 20.4.2 和 20.4.3 节(也见《规章范本》第 2.4.2.3.3 和 2.5.3.3 段)。分类总图(流程图)如图 20.1 所示。自反应物质和有机过氧化物按照危险性分成 7 种类型。为了确定物质的类型,有必要确定流程图各方框中要求的性质和分类原则中的附加要求。这 7 种类型是从 A 型到 G 型, A 型不被接受装在进行试验时所用的容器里运输, G 型被豁免 4.1 项自反应物质或 5.2 项有机过氧化物的规定。B 型至 F 型的分类与一个容器可装载的最大数量直接有关。

20.4.1.2 自反应物质或有机过氧化物配制品如果在实验室试验中容易起爆、迅速爆燃或在封闭条件下加热时显示激烈效应,应视为具有爆炸性质。

20.4.1.3 自加速分解温度的定义是物质装在运输所用的容器里可能发生自加速分解的最低环境温度(见《规章范本》第 2.5.3.4 节)。应当确定自加速分解温度以便决定:

- (a) 物质在运输过程中是否应当控制温度;
- (b) 适用时,物质是否符合 G 型要求;或
- (c) 适用时,物质是否符合自反应物质的自加速分解温度标准。

20.4.1.4 适用时,应按照《规章范本》第 1.2.1 段的液体定义的规定确定物质的物理状态。

20.4.1.5 物质的类型、物理状态和是否需要控制温度用来将物质划入适当的类属条目。

20.4.2 自反应物质的分类

《规章范本》第 2.4.2.3.2.3 段的表中未列入的自反应物质的分类应适用下列原则:

- (a) 任何物质,如在运输包件中能起爆或迅速爆燃,应禁止装在该容器中按 4.1 项自反应物质的规定运输(定为 A 型自反应物质,图 20.1 出口框 A);
- (b) 具有爆炸性质的任何物质,如在运输包件中既不起爆也不迅速爆燃,但在该包件中可能发生热爆炸,则也应贴有“爆炸品”次要危险标签。这类物质装在容器中的数量最高可达 25 千克,但为了排除在包件中起爆或迅速爆燃而必须把最高数量限制在较低者除外(定为 B 型自反应物质,图 20.1 出口框 B);
- (c) 具有爆炸性质的任何物质,如在运输包件(最多 50 千克)中不可能起爆或迅速爆燃或发生热爆炸,运输时可不贴“爆炸品”次要危险标签(定为 C 型自反应物质,图 20.1 出口框 C);
- (d) 任何物质,如在实验室试验中:
 - (一) 部分地起爆,不迅速爆燃,在封闭条件下加热时不呈现任何剧烈效应;或
 - (二) 根本不起爆,缓慢爆燃,在封闭条件下加热时不呈现任何剧烈效应;或
 - (三) 根本不起爆或爆燃,在封闭条件下加热时呈现中等效应;
 可接受装在净重不超过 50 千克的包件中运输(定为 D 型自反应物质,图 20.1 出口框 D);
- (e) 任何物质,如在实验室试验中,既绝不起爆也绝不爆燃,在封闭条件下加热时呈现微弱或无效应,可接受装在不超过 400 千克/450 升的包件中运输(定为 E 型自反应物质,图 20.1 出口框 E);

- (f) 任何物质，如在实验室试验中，既绝不在空化状态下起爆也绝不爆燃，在封闭条件下加热时只显示微弱效应或无效应，而且爆炸力弱或无爆炸力，可考虑用中型散货箱或罐体运输(定为 F 型自反应物质，图 20.1 出口框 F)；附加规定见《规章范本》第 4.1.7.2 小节和包装规范 IBC520，第 4.2.1.13 小节和便携式罐体规范 T23；
- (g) 任何物质，如在实验室试验中，既绝不在空化状态下起爆也绝不爆燃，在封闭条件下加热时显示无效应，而且无任何爆炸力，应免于被划为 4.1 项自反应物质，但配制品须是热稳定的(50 千克包件的自加速分解温度 60°C 至 75°C)，任何稀释剂须符合《规章范本》第 2.4.2.3.5 段的要求(定为 G 型自反应物质，图 20.1 出口框 G)。如果配制品不是热稳定的，或用沸点小于 150°C 的相容稀释剂退敏，配制品应定为 F 型自反应液体/固体。

20.4.3 有机过氧化物的分类

《规章范本》第 2.5.3.2.4 段的表中未列入的有机过氧化物配制品的分类应适用下列原则：

- (a) 任何有机过氧化物配制品，如在运输包件内能起爆或迅速爆燃，应禁止装入该容器按 5.2 项运输(定为 A 型有机过氧化物，图 20.1 出口框 A)；
- (b) 任何具有爆炸性质的有机过氧化物配制品，如在运输包件内既不起爆也不迅速爆燃，但在该包件中可能发生热爆炸，应贴有“爆炸品”次要危险标签。这种有机过氧化物装在容器中的数量最高可达 25 千克，但为了排除在包件中起爆或迅速爆燃而需要把最高数量限制在较低数量者除外(定为 B 型有机过氧化物，图 20.1 出口框 B)；
- (c) 任何具有爆炸性质的有机过氧化物配制品，如在运输包件(最多 50 千克)内不可能起爆或迅速爆燃或发生热爆炸，运输时可不贴“爆炸品”次要危险标签(定为 C 型有机过氧化物，图 20.1 出口框 C)；
- (d) 任何有机过氧化物配制品，如果在实验室试验中：
 - (一) 部分地起爆，不迅速爆燃，在封闭条件下加热时不显示任何剧烈效应；或者
 - (二) 根本不起爆，缓慢爆燃，在封闭条件下加热时不显示任何剧烈效应；或者
 - (三) 根本不起爆或爆燃，在封闭条件下加热时显示中等效应；
 可以接受装在净重不超过 50 千克的包件中运输(定为 D 型有机过氧化物，图 20.1 出口框 D)；
- (e) 任何有机过氧化物配制品，如在实验室试验中，既根本不起爆也根本不爆燃，在封闭条件下加热时只显示微弱效应或无效应，可以接受装在不超过 400 千克/450 升的包件中运输(定为 E 型有机过氧化物，图 20.1 出口框 E)；
- (f) 任何有机过氧化物配制品，如在实验室试验中，既绝不在空化状态下起爆也绝不爆燃，在封闭条件下加热时只显示微弱效应或无效应，并且爆炸力很弱或没有，可考虑用中型散货箱或罐体运输(定为 F 型有机过氧化物，图 20.1 出口框 F)；附加规定见《规章范本》第 4.1.7.2 小节和包装规范 IBC520，第 4.2.1.13 小节和便携式罐体规范 T23；
- (g) 任何有机过氧化物配制品，如在实验室试验中，既绝不在空化状态下起爆也绝不爆燃，在封闭条件下加热时显示无效应以及没有任何爆炸力，应免于划入 5.2 项，条

件是该配制品是热稳定的(50 千克包件的自加速分解温度为 60°C 或更高), 液体配制品则使用 A 型稀释剂退敏(定为 G 型有机过氧化物, 图 20.1 出口框 G)。如果配制品不是热稳定的, 或者用 A 型稀释剂以外的稀释剂退敏, 该配制品应定为 F 型有机过氧化物。

20.4.4 试验类型

20.4.4.1 20.4.2 和 20.4.3 段只提到自反应物质和有机过氧化物的那些对其分类具有决定性意义的性质。这些性质应通过试验予以确定。

20.4.4.2 用于确定自反应物质或有机过氧化物类型的试验方法分成 8 个系列, 用字母 A 至 H 表示, 这些试验旨在提供回答图 20.1 所示的流程图中各种问题和适用分类原则所需的资料。

20.4.4.3 试验系列 A 包括有关流程图方框 1 所要求的是否传播爆炸问题的实验室试验和标准。

20.4.4.4 试验系列 B 包括有关流程图方框 2 所要求的物质在运输包件中能否传播爆炸问题的一个试验和标准。

20.4.4.5 试验系列 C 包括有关流程图方框 3、4 和 5 所要求的能否传播爆炸问题的实验室试验和标准。

20.4.4.6 试验系列 D 包括有关流程图方框 6 所要求的物质在运输包件中是否迅速爆燃问题的一个试验和标准。

20.4.4.7 试验系列 E 包括有流程图方框 7、8、9 和 13 所要求的确定在规定的封闭条件下加热的效应的实验室试验和标准。

20.4.4.8 试验系列 F 包括有关流程图方框 12 所要求的考虑用中型散货集装箱(中型散货箱)或罐体运输或考虑予以豁免(见流程图方框 11)的物质的爆炸力问题的实验室试验和标准。

20.4.4.9 试验系列 G 包括有关流程图方框 10 所要求的确定物质在运输包件中的热爆炸效应的试验和标准。

20.4.4.10 试验系列 H 包括有关确定有机过氧化物和自反应物质或潜在的自反应物质的自加速分解温度的试验和标准。

20.4.5 试验方法的应用

20.4.5.1 试验系列 A 至 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——见每个试验系列的引言。

20.4.5.2 试验系列 B、D 和 G 的包件试验只有在试验系列 A、C 和 E 的相应试验的结果表明有此需要时才进行。

20.5 试验报告实例

20.5.1 一个试验报告实例和一个分类实例分别载于图 20.2 和图 20.3。

20.5.2 考虑到分析误差, 待运输物质的浓度可以比进行试验的浓度高 2%。如果试验的是有机过氧化物, 有效氧含量应当在报告的一般数据一节中写明。同样地, 如果试验的是自反应物质, 应当写明活化剂的类型和浓度。

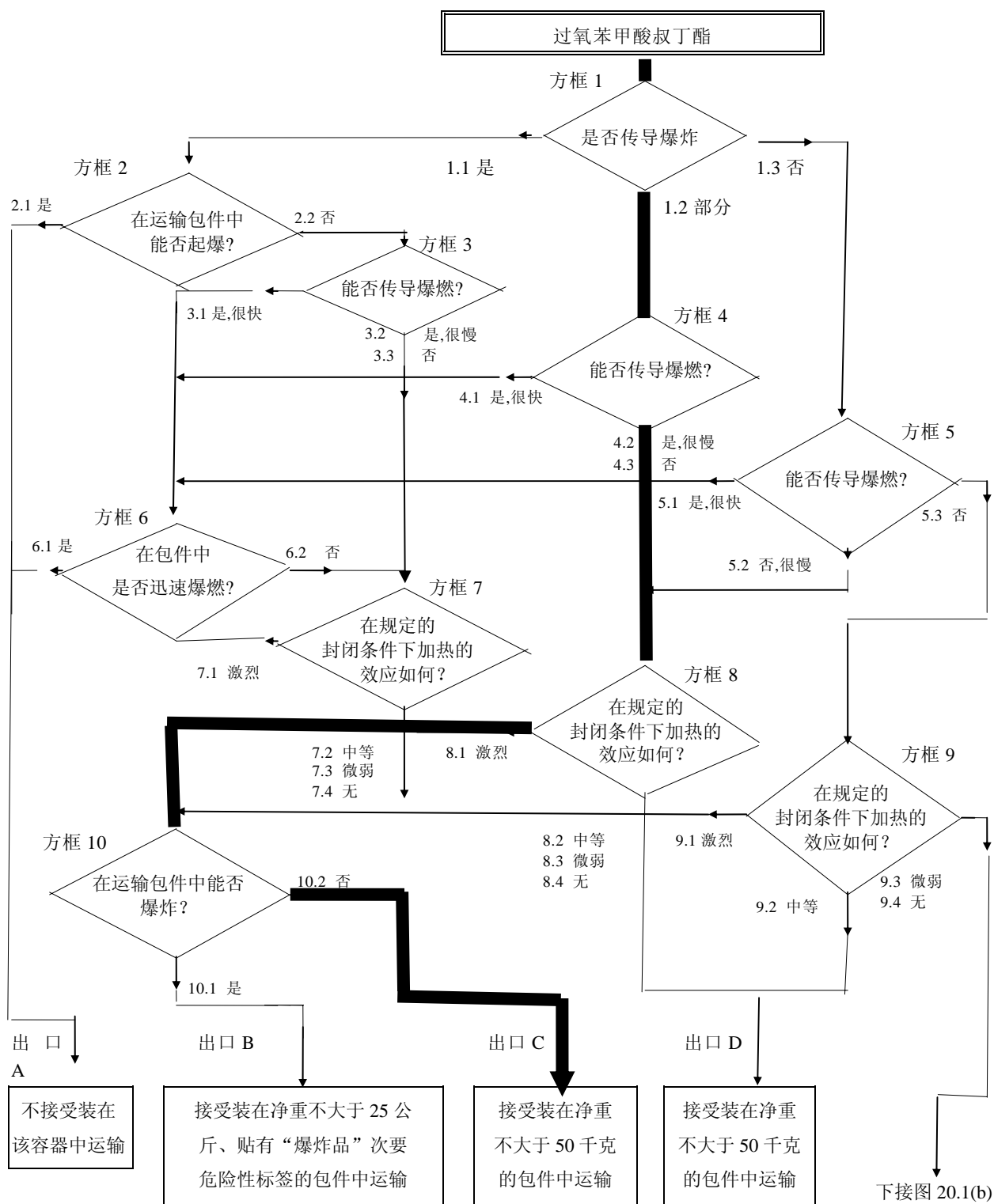
20.5.3 如果初步试验结果表明物质对引发(例如撞击、摩擦或火花)非常敏感, 这些结果应当记录在报告中。

图 20.2 试验报告实例

1. 物质名称 : 过氧苯甲酸叔丁酯, 工业纯
2. 一般数据
- 2.1 组成 : 98%过氧苯甲酸叔丁酯
- 2.2 分子式 : $C_{11}H_{14}O_3$
- 2.3 有效氧含量 : 8.24%
- 2.4 活化剂含量 : 不适用
- 2.5 物理形状 : 液体
- 2.6 颜色 : 无色
- 2.7 视密度 : 1040 千克/米³
- 2.8 粒径 : 不适用
3. 爆炸(试验系列 A)
- 流程图方框 1 : 物质是否传播爆炸?
- 3.1 方法 : BAM 50/60 钢管试验(试验 A.1)
- 3.2 试样条件 : 环境温度
- 3.3 观察结果 : 30 厘米的钢管破裂, 无反应的物质留在钢管内
- 3.4 结果 : 部分
- 3.5 出口 : 1.2
4. 爆燃(试验系列 C)
- 流程图方框 4 : 物质是否传播爆燃?
- 4.1 方法 1 : 时间/压力试验(试验 C.1)
- 4.2 试样条件 : 环境温度
- 4.3 观察结果 : 时间 2.5 秒
- 4.4 结果 : 是, 很慢
- 4.5 方法 2 : 爆燃试验(试验 C.2)
- 4.6 试样条件 : 温度 50°C
- 4.7 观察结果 : 爆燃率 0.65 毫米/秒
- 4.8 结果 : 是, 很慢
- 4.9 总的结果 : 是, 很慢
- 4.10 出口 : 4.2
5. 在封闭条件下加热(试验系列 E)
- 流程图方框 8 : 在规定的封闭条件下加热的效应如何?
- 5.1 方法 1 : 克南试验(试验 E.1)
- 5.2 试样条件 : 重量 26.0 克
- 5.3 观察结果 : 极限直径 3.5 毫米
(到达反应的时间 19 秒, 反应持续时间 22 秒)

- 5.4 结果 : 激烈
- 5.5 方法 2 : 荷兰压力容器试验(试验 E.2)
- 5.6 试样条件 : 10.0 克
- 5.7 观察结果 : 极限直径 10.0 毫米
(到达反应的时间 110 秒, 反应持续时间 4 秒)
- 5.8 结果 : 激烈
- 5.9 总的结果 : 激烈
- 5.10 出口 : 8.1
6. 在包件中爆炸(试验系列 E)
- 流程图方框 10 : 物质在运输包件中能否爆炸?
- 6.1 方法 : 包件中的热爆炸试验(试验 G.1)
- 6.2 试样条件 : 25 千克物质装在容量 30 升的 6HG2 型号容器内
- 6.3 观察结果 : 只有冒烟, 包件没有碎裂
- 6.4 结果 : 没有爆炸(包装方法 OP5)
- 6.5 出口 : 10.2
7. 热稳定性(试验系列 H)
- 7.1 方法 : 美国自加速分解温度试验(试验 H.1)
- 7.2 试样条件 : 20 升物质装在容量 25 升的 6HG2 型号容器内
- 7.3 观察结果 : 在 63°C 自加速分解, 在 58°C 无自加速分解, 自加速分解温度为 63°C
- 7.4 结果 : 不需要控制温度
8. 附加数据(见 20.5.3)
- 8.1 方法 : BAM 落锤试验(试验 3(a)(二))
- 8.2 试样条件 : 环境温度
- 8.3 观察结果 : 极限撞击能 5 焦耳
- 8.4 结果 : 对撞击敏感
9. 建议的划定
- 9.1 正式运输名称 : 液态 C 型有机过氧化物
- 9.2 联合国编号 : 3103
- 9.3 项别 : 5.2
- 9.4 技术名称 : 过氧苯甲酸叔丁酯
- 9.5 浓度 : ≤100%
- 9.6 稀释剂 : 无
- 9.7 次要危险性 : 无
- 9.8 包装类别 : II 类
- 9.9 包装方法 : OP5
- 9.10 控制温度 : 不需要
- 9.11 危急温度 : 不需要

图 20.3:过氧苯甲酸叔丁酯的分类



第 21 节

试验系列 A

21.1 引言

21.1.1 试验系列 A 包括有关图 20.1 方框 1 所要求的是否传播爆炸问题的实验室试验和标准。

21.2 试验方法

21.2.1 “是否传播爆炸？”问题(图 20.1 方框 1)是根据表 21.1 所列试验方法之一的结果回答的。如果液体考虑用容量超过 450 升的罐式集装箱或中型散货箱运输，可以使用在空化状态下进行系列 A 试验的方法(见附录 3)。

表 21.1: 试验系列 A 的试验方法

试验识别码	试验名称	节次
A.1	BAM 50/60 钢管试验	21.4.1
A.2	TNO 50/70 钢管试验	21.4.2
A.5	联合国隔板试验	21.4.3
A.6	联合国引爆试验 *	21.4.4

* 建议的试验。

所有试验被认为是等效的，因此只需要使用一种试验方法。

21.2.2 对于有机过氧化物，可以将一个确定爆炸力的试验(试验 F.5 以外的任何系列 F 试验)同确定在封闭条件下加热的效应的两个试验一起使用作为评估传播爆炸能力的甄别程序。如果符合下列条件，即不需要进行系列 A 试验：

- (a) 爆炸力试验得到的结果是“无”；和
- (b) 试验 E.2 和试验 E.1 或 E.3 得到的结果是“无”或“微弱”。

对于装在包件中运输(中型散货箱除外)，如果甄别程序表明不需要进行系列 A 试验，方框 1 问题的答案即为“否”。不过，如果物质考虑用罐式集装箱或中型散箱运输或予以豁免，那么需要进行系列 A 试验，除非对浓度较高、物理状态相同的物质配制品进行的系列 A 试验得到的结果是“否”。

21.3 试验条件

21.3.1 由于物质的视密度对系列 A 试验的结果有重大影响，因此务必将它记录下来。固体的视密度应当通过测量钢管的体积和试样的重量来确定。

21.3.2 如果混合物在运输过程中可能分离，进行试验时应使引爆器与潜在爆炸性最大的部分接触。

21.3.3 试验应在环境温度下进行，除非物质将在它可能改变物理状态或密度的条件下运输。需要温度控制的有机过氧化物和自反应物质应当在其控制温度(如低于环境温度)下进行试验。

21.3.4 在进行这些试验之前应当先进行预备程序(见 20.3 节)。

21.3.5 当使用新的一批钢管时，应当用水(用于液体试验)和惰性有机固体(用于固体试验)进行校准试验来确定平均参考破裂长度。“否”/“部分”标准应当定为平均参考破裂长度的 1.5 倍。

21.4 系列 A 试验说明

21.4.1 试验 A.1: BAM 50/60 钢管试验

21.4.1.1 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炸的能力。它可用于回答图 20.1 方框 1 的问题。

21.4.1.2 设备和材料

应当使用长 500 毫米、外直径 60 毫米、壁厚 5 毫米的无缝拉制钢管(例如符合 DIN 2448)，用抗拉强度 350 至 480 牛顿/毫米²的 St.37.0 钢制成(例如符合 DIN 1629)。钢管用展性铸铁螺帽或适当的塑料盖封住钢管的开口端。起爆药是用 1500 巴压力压缩的 50 克旋风炸药/蜡(95/5)圆柱形药柱，尺寸如图 21.4.1.1 所示。起爆药的上部有一直径 7 毫米、深 20 毫米的轴向深孔，用于放置具有足够威力能够可靠地引发起爆药的雷管。可能与 St.37.0 钢起危险作用的物质应当用带有聚乙烯内涂层的钢管进行试验。¹

21.4.1.3 程序

21.4.1.3.1 通常，将所收到的物质装入钢管，确定试样重量，如果是固体，用量到的钢管内体积计算视密度。不过，块状物要压碎，糊状或胶状物质要仔细填装以免留下空隙。在所有情况下，物质在钢管中的最后密度应尽可能接近其运输密度。起爆药放入钢管上部中央，其四周要被物质包围。如果试验的是液体，起爆药要用薄铝箔或适当的塑料包起来使它与液体隔开。包好的起爆药用穿过螺帽上另外钻出的 4 个小孔的细丝系在锻铁螺帽上。小心地将螺帽拧上钢管，雷管通过螺帽上中央的小孔插入起爆药。然后引发雷管。

21.4.1.3.2 至少进行两次可用仪器测量(例如用连续速度探测器)的试验，除非观察到物质爆炸。如果从两次无仪器测量的试验中不能得出结论，可能需要进行用仪器测量的第三次试验。

¹ 在特殊情况下，可以使用纯铝或符合 DIN 17440 的 1.4571 型钢作为钢管材料。

21.4.1.4 试验标准和评估结果的方法

21.4.1.4.1 试验结果的评估根据是：

- (a) 钢管的破裂型式；
- (b) 物质反应的完全性；和
- (c) 必要时，测量到的在物质中的传播速度。

得出最严重评估结果的试验应当用于分类。

21.4.1.4.2 试验标准如下：

- “是”： - 钢管完全破裂；或
 - 钢管两端破裂；或
 - 速度测量显示在钢管无破裂部分的传播速度是等速而且高于声音在物质中的速度。
- “部分”： - 钢管只在装起炸药的一端破裂，而且平均钢管破裂长度(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；和
 - 留下相当大部分的无反应物质,或者速度测量显示在钢管无破裂部分的传播速度低于声音在物质中的速度。
- “否”： - 钢管只在装起炸药的一端破裂，而且平均破裂长度(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；和
 - 留下相当大部分的无反应物质，或者速度测量显示在钢管无破裂部分的传播速度低于声音在物质中的速度。

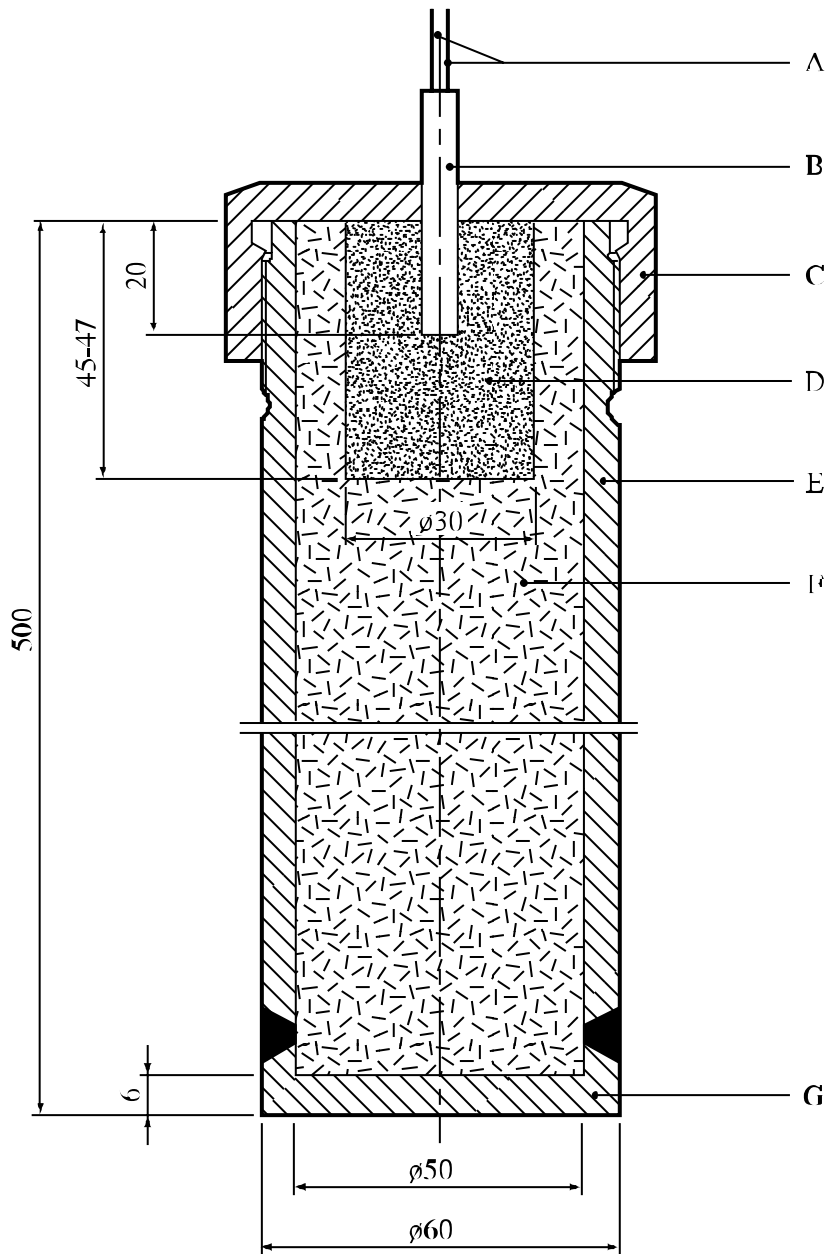
21.4.1.5 结果实例

物 质	视 密 度 (千克/米 ³)	破裂长度 (厘 米)	结 果
偶氮甲酰胺	627	15	否
2,2'-偶氮二(2,4-二甲基戊腈)	793	16	否
间苯二磺酰肼	640	50	是
苯磺酰肼	630	17	否
过氧苯甲酸叔丁酯	-	30	部分
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	-	18	否
3-氯苯过氧甲酸, 浓度不大于 86%, 含 3-氯苯甲酸	610	24,6 a/	是
枯基过氧氢, 84%, 含枯烯	-	15	否
过氧化环己酮	620	50	是
2-重氮-1-萘酚-5-磺酰氯	690	20	否 b/
过氧化二苯甲酰	730	30,12 a/	是
过氧化二苯甲酰, 75%, 含水	740	20	否
二叔丁基过氧化物	-	16	否
联十六烷基过氧重碳酸酯	590	13	否
二枯基过氧化物	520	14	否
过氧重碳酸二异丙酯	790	50	是
过氧化二月桂酰	580	25	部分
二肉豆蔻基过氧重碳酸酯	460	20	否
二肉豆蔻基过氧重碳酸酯, 42%, 在水中稳定弥散	-	15	否
N, N'-二亚硝基五甲撑四胺, 90%, 含矿物油	590	50	是 c/
N, N'-二亚硝基五甲撑四胺, 80%, 含 17%无机固体和 3% 矿物油	500	50	是
N, N'-二亚硝基五甲撑四胺, 75%, 含 15%碳酸钙和 10% 矿物油	-	26	部分
惰性物质: 空气		8	
邻苯二甲酸二甲酯		13	
糖粉	682	14	
沙		13	
水		14	

a/ 两端破裂。

b/ 物质完全起爆燃作用。

c/ 爆炸速度 3040 米/秒。



- (A) 雷管引线
- (B) 雷管插入起爆药 20 毫米深处
- (C) 锻铁螺帽或塑料盖
- (D) 直径 30 毫米、长约 46 毫米的旋风炸药/蜡(95/5)起爆药
- (E) 长 500 毫米、内直径 50 毫米、外直径 60 毫米的钢管
- (F) 试验物质
- (G) 6 毫米厚的焊接钢底板

图 21.4.1.1: BAM 50/60 钢管试验

21.4.2 试验 A.2: TNO 50/70 钢管试验

21.4.2.1 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炸的能力。它可用于回答图 20.1 方框 1 的问题。

21.4.2.2 设备和材料

21.4.2.2.1 固体

设备是一根无缝钢管(例如符合 DIN 1629/P3 的 St.35 钢材),内直径 50 毫米、壁厚 10 毫米、长 1160 毫米(A 型管)。钢管的一端(称为下端)用 20 毫米厚的钢板焊接加以封闭(见图 21.4.2.1)。钢管装有仪器,例如连续速度探针,用于测量物质中的传播速度。起爆药包括四个直径 50 毫米、重 50 克、长 16.4 毫米的旋风炸药/蜡(95/5)起爆药。

21.4.2.2.2 液体

确定液体的爆炸可能性所用的钢管类似于固体试验所用的钢管,但长度是 750 毫米。钢管的一端(称为下端)用 0.5 毫米厚的金属板封闭,金属板下放置四个起爆管(B 型管),见图 21.4.2.2。钢管用托架或焊在钢管上的三个支柱使钢管直立着。对于腐蚀性液体和与 St.35 钢接触会分解的液体,使用 316 型不锈钢管(必要时作钝化处理),长 750 毫米、内直径 50 毫米、外直径 63 毫米(C 型管)。

21.4.2.3 程序

21.4.2.3.1 固体

物质应当在环境温度下或在控制温度(如低于环境温度)下进行试验。在装上速度探针后,将试验固体从钢管的开口端放入,同时不断地轻敲钢管。在装至离钢管上缘 60 毫米后,确定试样重量并用测量到的钢管内体积计算视密度。插入四个起爆药,最后一个起爆药装有雷管,然后将起爆药引爆。试验进行两次,除非观察到物质爆炸。

21.4.2.3.2 液体

对液体的试验所用的起爆药与固体试验所用的相同。将起爆药置于金属板下,然后将钢管装满液体并确定液体的重量。随后的程序,用于液体的和用于固体的相同。

21.4.2.4 试验标准和评估结果的方法

21.4.2.4.1 试验结果的评估是根据钢管的破裂形式，在有些情况下也根据测量到的传播速度。得出最严重评估结果的试验应当用于分类。

21.4.2.4.2 试验标准如下：

- “是”： - 钢管完全破裂；或
速度测量显示在钢管无破裂部分的传播速度是等速而且高于声音在物质中的速度。
- “部分”： - 在所有试验中，物质都没有爆炸，但平均破裂长度(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”： - 在所有试验中，物质都没有爆炸，而且平均破裂长度(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。

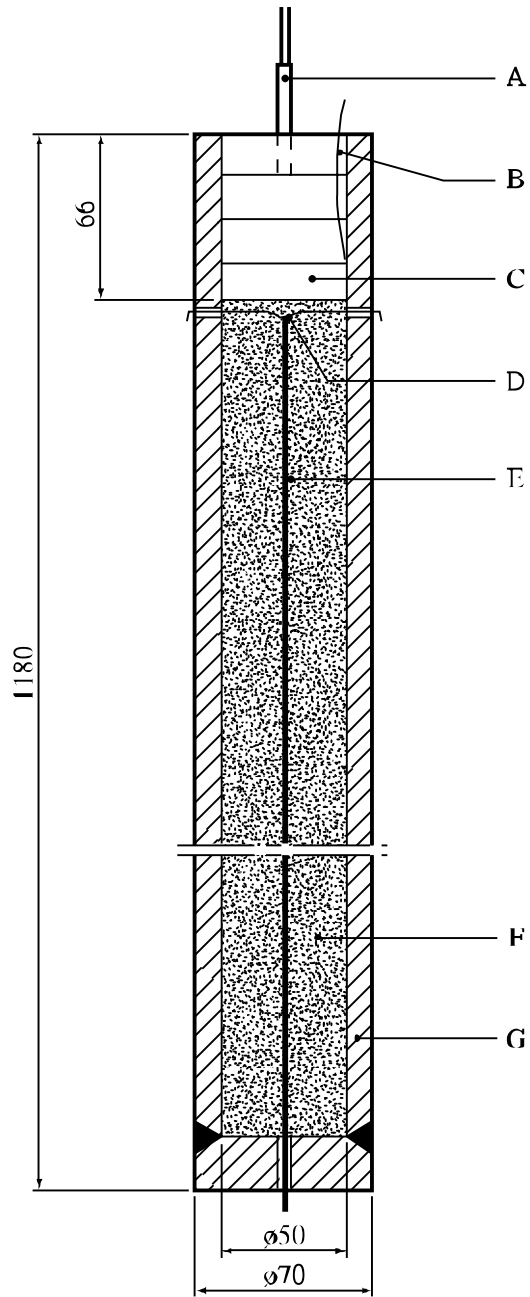
21.4.2.5 结果实例

物 质	钢 管 类 型	视 密 度 (千克/米 ³)	破 裂 长 度 (厘米)	结 果
过氧苯甲酸叔丁酯	B	-	20	部分
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	B	-	14	否
过氧异丙基碳酸叔丁酯	B	-	17	部分
过氧化二苯甲酰，75%含水	A	770	30	部分
1,1-二-(叔丁基过氧)-3,5,5-三甲基环己烷	C	-	7	否
过氧重碳酸二环己酯 ^{a/}	A	630	33 ^{b/}	是
过氧重碳酸二环己酯，含水 10% ^{a/}	A	640	33 ^{c/}	是
氯化锌-2,5-二乙氧基-4-吗啉代重苯，90%	A	-	17	否
氯化锌-2,5-二乙氧基-4-苯磺酰重氮苯，67%	A	-	25	否
过氧化二月桂酰	A	610	34	部分
氟硼酸-3-甲基-4(吡咯烷-1基)-重氮苯，95%	A	-	19	否
过氧化二正辛酰(液体)	B	-	10	否

^{a/} 在控制温度下进行。

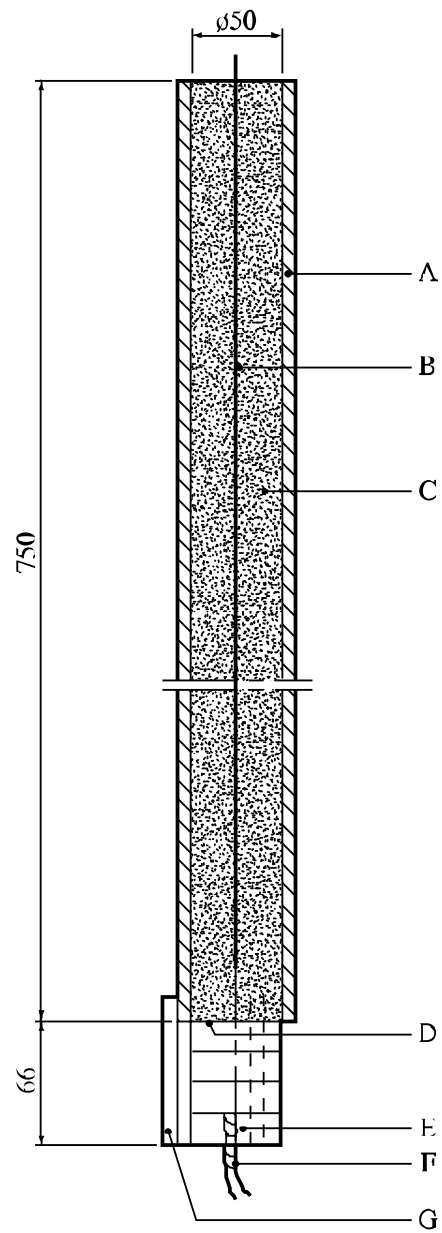
^{b/} 传播速度 660 米/秒，大于物质中的声速。

^{c/} 传播速度 690 米/秒，大于物质中的声速。



-
- | | |
|----------------|-----------|
| (A) 雷管 | (B) 离子化探针 |
| (C) 4个旋风炸药/蜡药包 | (D) 孔眼 |
| (E) 速度探针 | (F) 试验物质 |
| (G) 钢管 | |
-

图 21.4.2.1: 固体的 TNO 50/70 钢管试验(A 型钢管)



- (A) 外直径 63.5(C)或 70 毫米(B)的钢管
- (C) 试验物质
- (E) 4 个旋风炸药/蜡药包
- (G) 托架

- (B) 速度探针
- (D) 钢圆盘
- (F) 雷管

图 21.4.2.2: 液体的 TNO 50/70 钢管试验(B 型和 C 型钢管)

21.4.3 试验 A.5: 联合国隔板试验

21.4.3.1 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炸的能力。它可用于回答图 20.1 方框 1 的问题。

21.4.3.2 设备和材料

设备如图 21.4.3.1 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 ± 2 毫米，壁厚为 4.0 ± 0.1 毫米，长度为 400 ± 5 毫米。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 0.08 毫米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 160 克的旋风炸药/蜡(95/5)或季戊炸药/梯恩梯(50/50)，直径 50 ± 1 毫米，密度 1600 ± 50 千克/米³，因此长度约为 50 毫米。旋风炸药/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，季戊炸药/梯恩梯装药则是浇注的。钢管上端放一块边长 150 ± 10 毫米、厚 3.2 ± 0.2 毫米的方形低碳钢验证板，并用 1.6 ± 0.2 毫米厚的隔离层将其隔开。

21.4.3.3 程序

21.4.3.3.1 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。

21.4.3.3.2 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。

21.4.3.4 试验标准和评估结果的方法

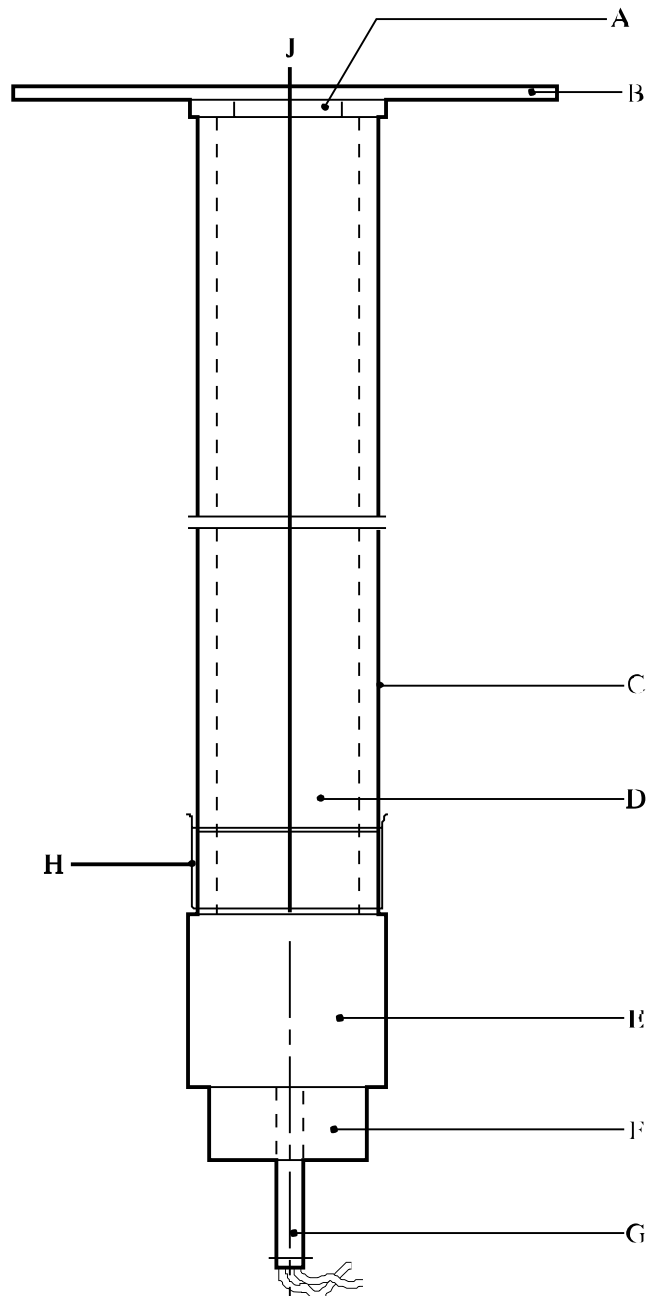
21.4.3.4.1 试验结果的评估根据是钢管的破裂型式。验证板只用于提供有关反应激烈程度的补充资料。得出最严重评估结果的试验应当用于分类。

21.4.3.4.2 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。

21.4.3.5 结果实例

物 质	视 密 度 (千克/米 ³)	破裂长度 (厘 米)	结 果
2,2'-偶氮二(异丁腈)	366	40	是
过氧苯甲酸叔丁酯		25	部分
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯		25	部分
过氧化二苯甲酰, 75%, 含水	685	40	是
2,5-二-(叔丁基过氧)-2,5-二甲 基己炔-3		34	部分
过氧化二月桂酰	564	28	否



-
- | | |
|-------------------------|----------|
| (A) 隔离层 | (B) 验证板 |
| (C) 钢管 | (D) 试验物质 |
| (E) 旋风炸药/蜡或季戊炸药/梯恩梯起爆装药 | (F) 雷管支座 |
| (G) 雷管 | (H) 塑料薄片 |
-

图 21.4.3.1: 联合国隔板试验

21.4.4 试验 A.6: 联合国引爆试验

21.4.4.1 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炸的能力。它可用于回答图 20.1 方框 1 的问题。

21.4.4.2 设备和材料

设备如图 21.4.4.1 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 ± 1 毫米, 壁厚为 5 ± 1 毫米, 长度为 500 ± 5 毫米。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 0.08 毫米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 200 克的旋风炸药/蜡(95/5)或季戊炸药/梯恩梯(50/50), 直径 60 ± 1 毫米, 长度约为 45 毫米, 密度 1600 ± 50 千克/米³。旋风炸药/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, 季戊炸药/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。关于试验样品的爆炸性质的额外资料可通过使用验证板获得, 如图 21.4.4.1 所示。钢管上端放一块 150 毫米见方、厚 3.2 毫米的低碳钢验证板, 并用 1.6 毫米厚的隔离层将其隔开。

21.4.4.3 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。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。

21.4.4.4 试验标准和评估结果的方法

21.4.4.4.1 试验结果的评估根据是:

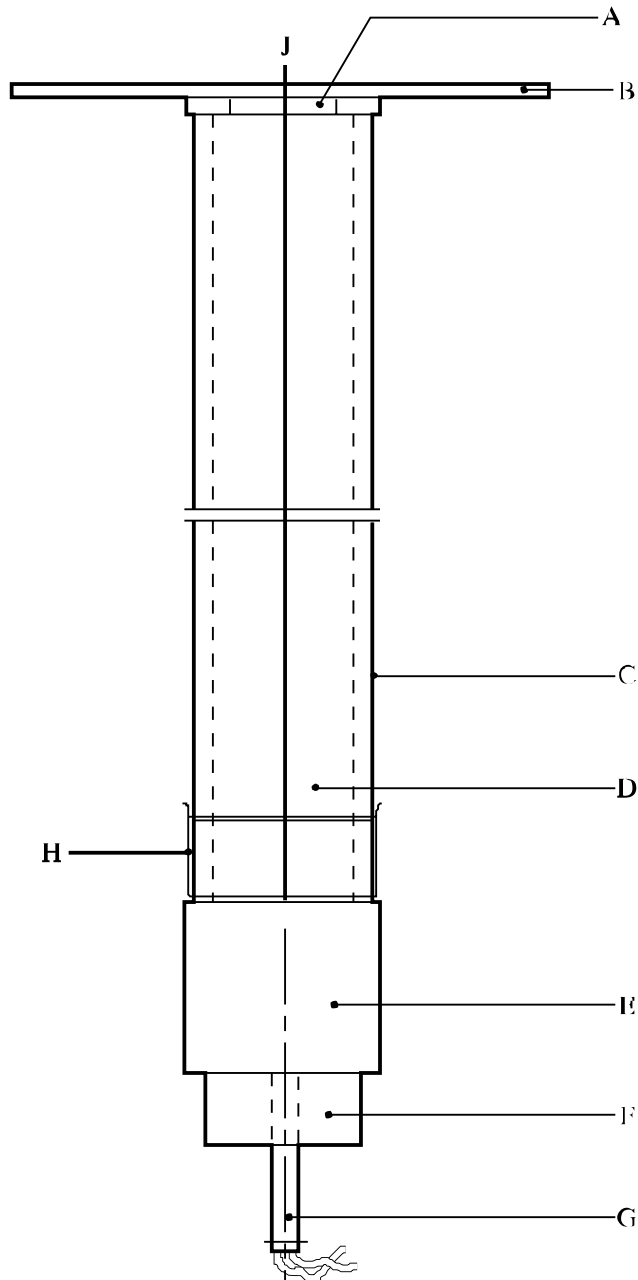
- (a) 钢管的破裂型式; 和
- (b) 必要时, 测量到的物质中的传播速度。

得出最严重评估结果的试验应当用于分类。

21.4.4.4.2 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。

物 质	视 密 度 (千克/米 ³)	破裂长度 (厘 米)	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) 旋风炸药/蜡或季戊炸药/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 21.4.4.1: 联合国引爆试验

第 22 节

试验系列 B

22.1 引言

试验系列 B 包括有关物质在运输包件中能否传播爆炸的一个试验和标准。只有传播爆炸的物质才需要进行本试验(图 20.1 方框 1)。

22.2 试验方法

22.2.1 “它在运输包件中能否起爆？”问题(图 20.1 方框 2)是根据表 22.1 中的试验方法的结果回答的。

表 22.1: 试验系列 B 的试验方法

试验识别码	试验名称	节次
B.1	包件中的引爆试验 a	22.4.1

a 建议的试验。

22.2.2 只有对图 20.1 方框 1 问题的答案是“是”的物质才需要进行本试验。

22.3 试验条件

22.3.1 系列 B 试验应当适用于在其提交运输的条件和形式下的物质包件(不大于 50 千克)。

22.3.2 在进行这些试验之前应当先进行预备程序(见第 20.3 节)。

22.4 系列 B 试验说明

22.4.1 试验 B.1: 包件中的引爆试验

22.4.1.1 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。它用于回答图 20.1 方框 2 的问题。

22.4.1.2 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 1 毫米、每个方向的尺寸至少比包件底部的尺寸大 0.2 米的软钢片，用于放在包件下作为验证板。

22.4.1.3 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 100 克，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 22.4.1.1)。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 0.5 米。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三次试验。

22.4.1.4 试验标准和评估结果的方法

22.4.1.4.1 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) 产品下面的验证板损坏；
- (c) 大部分封闭材料分裂和四散；和
- (d) 必要时，测量到的物质中的传播速度。

22.4.1.4.2 试验标准如下：

“是”：- 试验现场出现一个坑或产品下面的验证板穿孔；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。

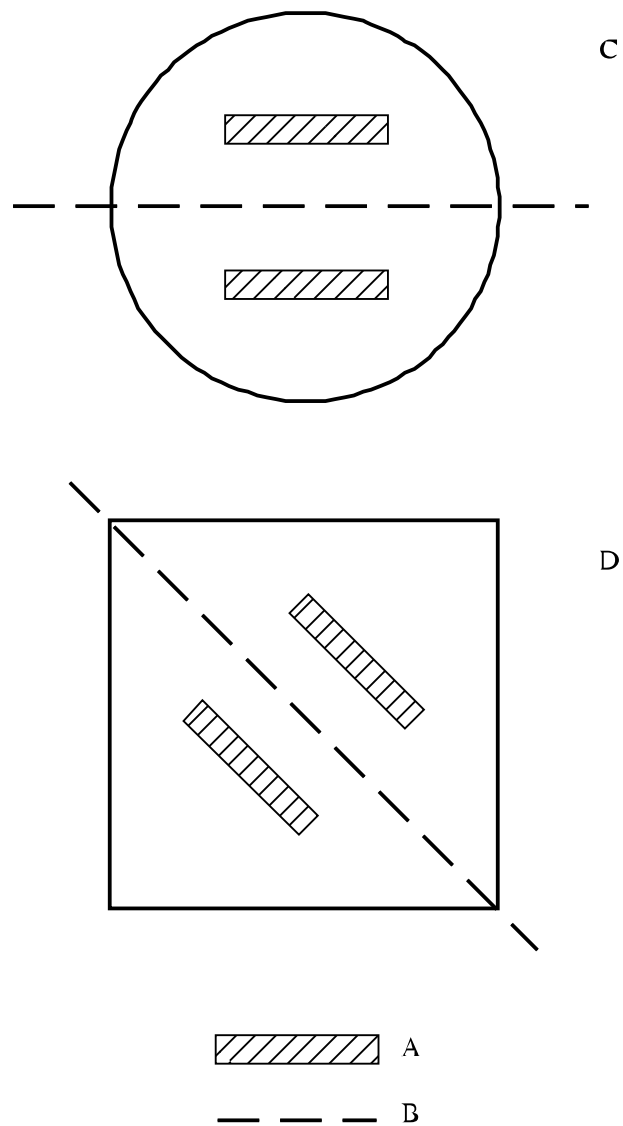
“否”：- 试验现场没有出现一个坑，产品下面的验证板没有穿孔，速度测量(如果有)显示传播速度低于声音在物质中的速度，对于固体，在试验后可收回未反应物质。

22.4.1.5 结果实例

物 质	视 密 度 (千克/米 ³)	容 器	结 果
过氧化二苯甲酰	730	1G,25 千克	是 <u>a/</u>
过氧重碳酸二环己酯	600	1G,5 千克	否 <u>b/</u>
过氧重碳酸二环己酯，含水 10%	600	1G,5 千克	否 <u>b/</u>

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 22.4.1.1: 包件中的引爆试验

第 23 节

试验系列 C

23.1 引言

试验系列 C 包括有关图 20.1 方框 3、4 和 5 所要求的是否传播爆燃的试验和标准。

23.2 试验方法

23.2.1 “它是否传播爆燃？”问题(图 20.1 方框 3、4 和 5)是根据表 23.1 中的试验方法的结果回答的。

表 23.1: 试验系列 C 的试验方法

试验识别码	试验名称	节次
C.1	时间 / 压力试验 a	23.4.1
C.2	爆燃试验 a	23.4.3

a 建议的试验。

23.2.2 如果两个试验的结果都是“是，很快”，答案即为“是，很快”。如果爆燃试验的结果是“是，很慢”，时间/压力试验的结果不是“是，很快”，答案即为“是，很慢”。如果爆燃试验的结果是“否”，时间/压力试验的结果不是“是，很快”，答案即为“否”。

23.3 试验条件

23.3.1 在进行这些试验之前应当先进行预备程序(见第 20.3 节)。

23.4 系列 C 试验说明

23.4.1 试验 C.1: 时间/压力试验

23.4.1.1 引言

本试验用于测量物质¹在封闭条件下传播爆燃的能力。它可用于回答图 20.1 方框 3、4 和 5 的问题。

¹ 在试验液体时，可能得到不同的结果，因为物质可能有两个压力峰值。

23.4.1.2 设备和材料

23.4.1.2.1 时间/压力试验设备(图 23.4.1.1)包括一个长 89 毫米、外直径 60 毫米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 50 毫米), 以便于安装点火塞和通风塞时可以固定。容器有一直径 20 毫米的内腔, 将其任何一端的内面至 19 毫米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 35 毫米处, 并与削平的两面成 90° 其插座的镗孔深 12 毫米并车有螺纹, 以便容纳侧臂一端上的 0.5 英寸英制标准管螺纹。装上垫圈以确保密封的气密性。侧臂伸出压力容器体外 55 毫米, 并有 6 毫米的内腔。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, 并且能够对在不超过 5 毫秒的时间内压力从 690 升至 2070 千帕的压力上升速率作出反应。

23.4.1.2.2 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 0.2 毫米厚的铝防爆盘(爆裂压力约为 2200 千帕)密封, 并用内腔为 20 毫米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 23.4.1.2)上以保持正确的姿态。支撑架包括一个尺寸为 235 毫米×184 毫米×6 毫米的软钢底板和一个长 185 毫米的 70×70×4 毫米方形空心型材。

23.4.1.2.3 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 86 毫米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。

23.4.1.2.4 底舱上端的一边开一个 22 毫米宽、46 毫米深的切口, 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 30 毫米、厚 6 毫米的钢垫板焊到箱形舱下部的内表面上作为衬垫。将两个 7 毫米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 12 毫米、厚 6 毫米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。

23.4.1.2.5 点火系统包括一个低压雷管中常用的电引信头以及一块 13 毫米见方的点火细麻布。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。²

23.4.1.2.6 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 23.4.1.3)。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 13 毫米。将一块 13 毫米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。

23.4.1.2.7 对于液体试样, 将引线接到引信头的接触箔上。然后如图 23.4.1.4 所示把引线穿过长 8 毫米、外直径 5 毫米、内直径 1 毫米的硅橡胶管, 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 13 毫米。

23.4.1.3 程 序

23.4.1.3.1 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 5.0 克³ 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 5.0 克试样装入容器需要

² 试验细节可向联合王国国家联系点索取(见附录 4)。

³ 如果初步的操作安全试验(例如在火焰中加热)或[燃烧]试验(例如系列 3 类型(d)试验)表明可能发生迅速反应, 那么试样量应减至 0.5 克, 直到在封闭条件下的反应严重程度已知为止。如果需要使用 0.5 克的试样, 那么试样量应逐步增加, 直到取得“是, 很快”结果或者试验是用 5.0 克的试样做的为止。

轻轻压实。如果轻轻压实仍然无法将 5.0 克试样全部装入，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)。

23.4.1.3.2 试验进行三次，记下表压从 690 千帕上升至 2070 千帕所需的时间。用最短的时间来进行分类。

23.4.1.4 试验标准和评估结果的方法

23.4.1.4.1 试验结果是根据表压是否达到 2070 千帕和如果达到的话表压从 690 千帕升至 2070 千帕所需的时间来解释的。

23.4.1.4.2 试验标准如下：

“是，很快”： - 压力从 690 千帕上升至 2070 千帕的时间小于 30 毫秒。

“是，很慢”： - 压力从 690 千帕上升至 2070 千帕的时间大于或等于 30 毫秒。

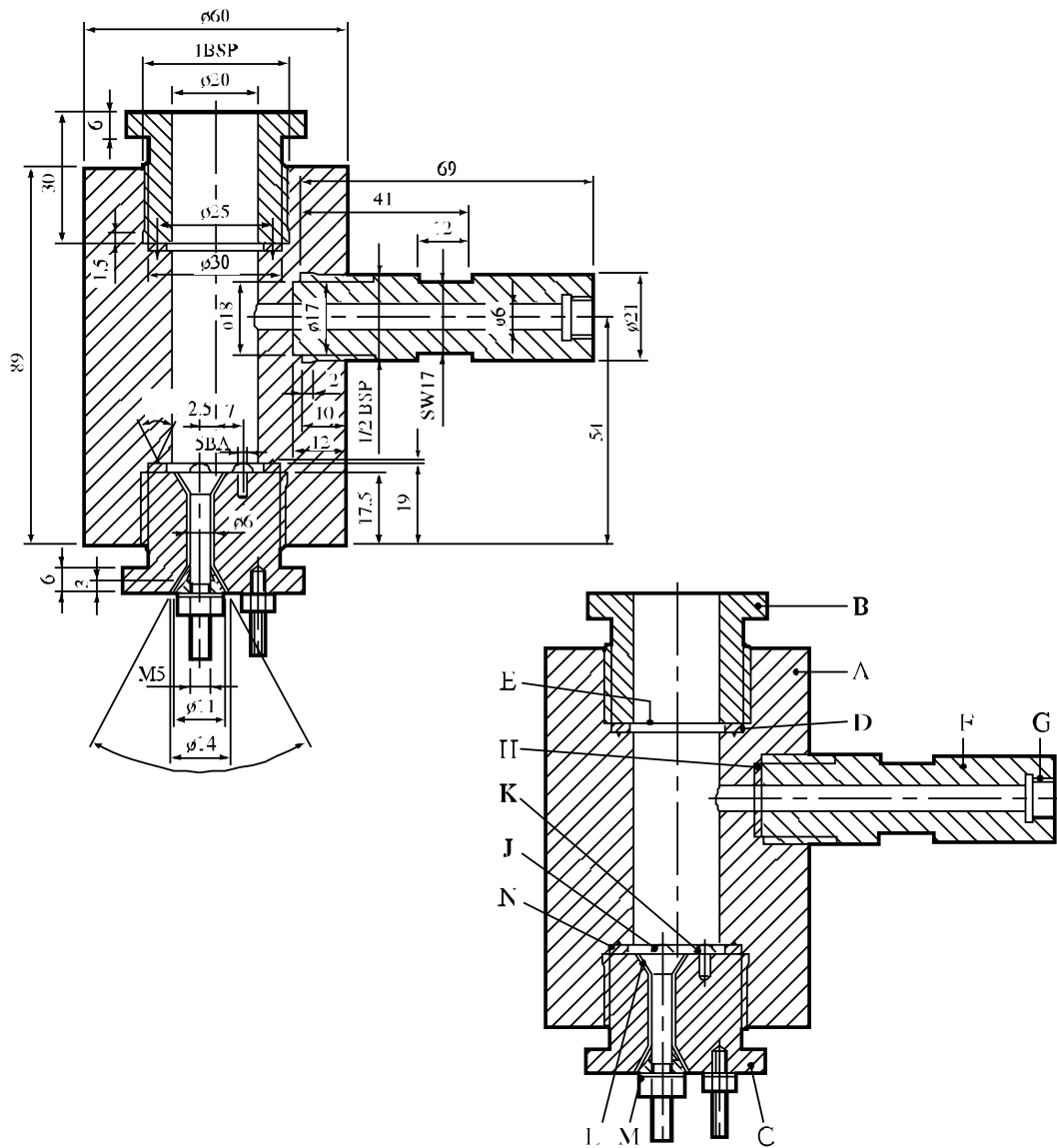
“否”： - 压力没有上升至比大气压高 2070 千帕。

注：必要时，应当进行试验 C.2：爆燃试验来区分“是，很慢”和“否”。

23.4.1.5 结果实例

物 质	最大压力 (千帕)	压力从 690 升至 2070 千帕的 时间(毫秒)	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 23.4.1.1: 设备

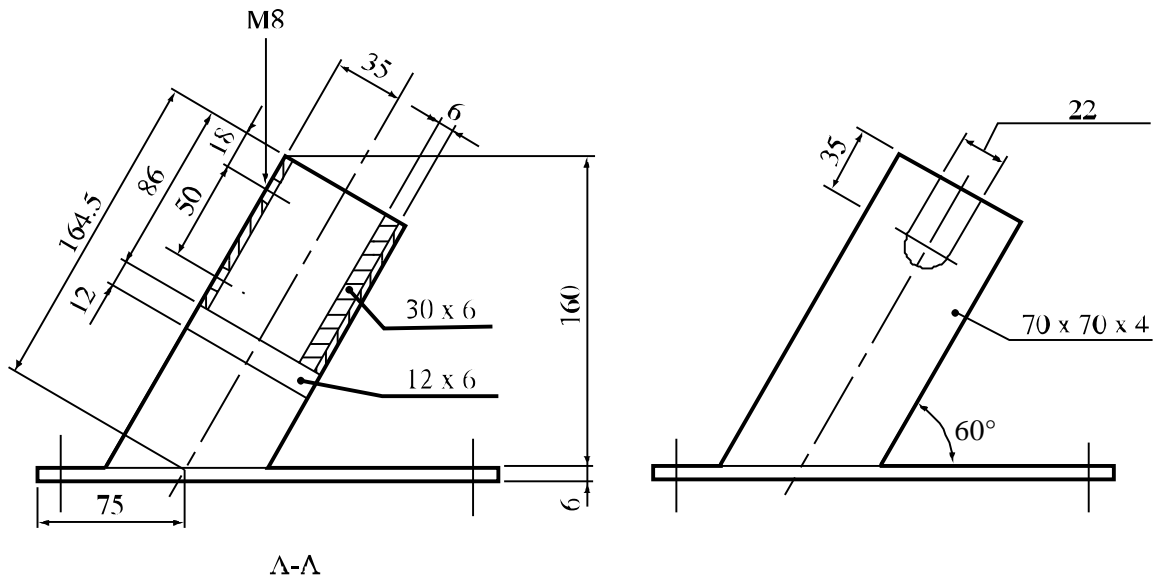
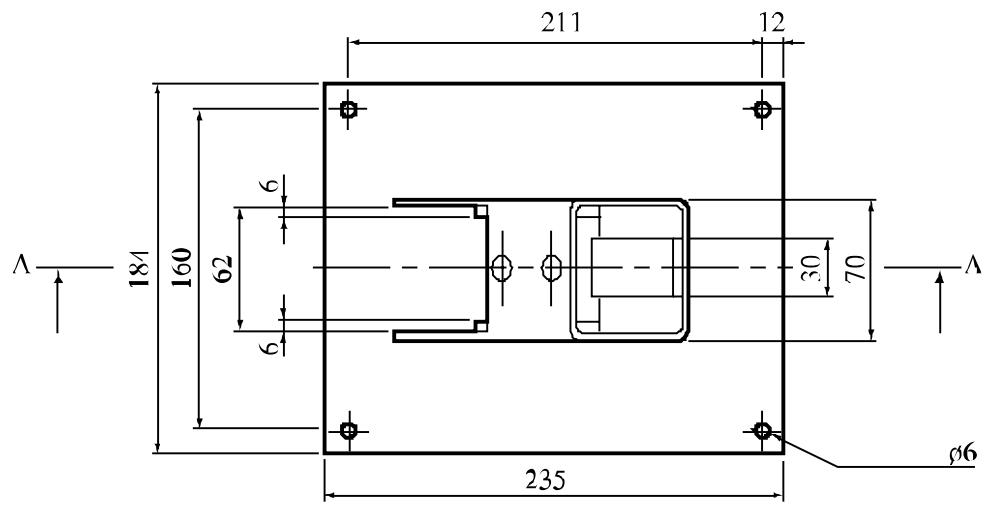
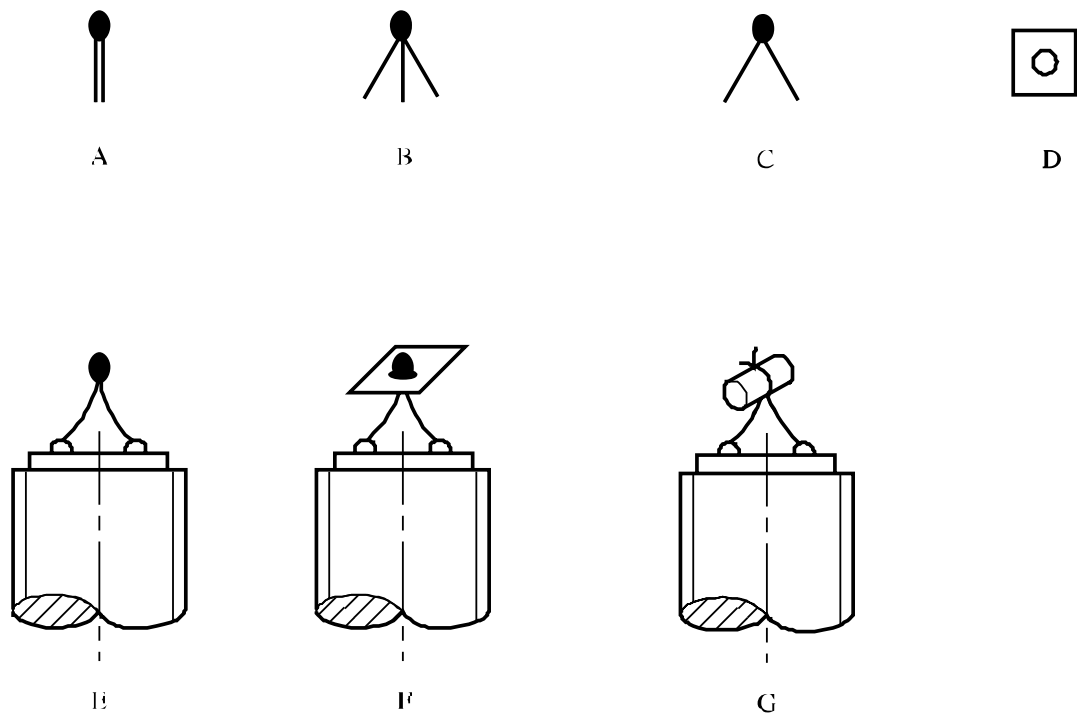
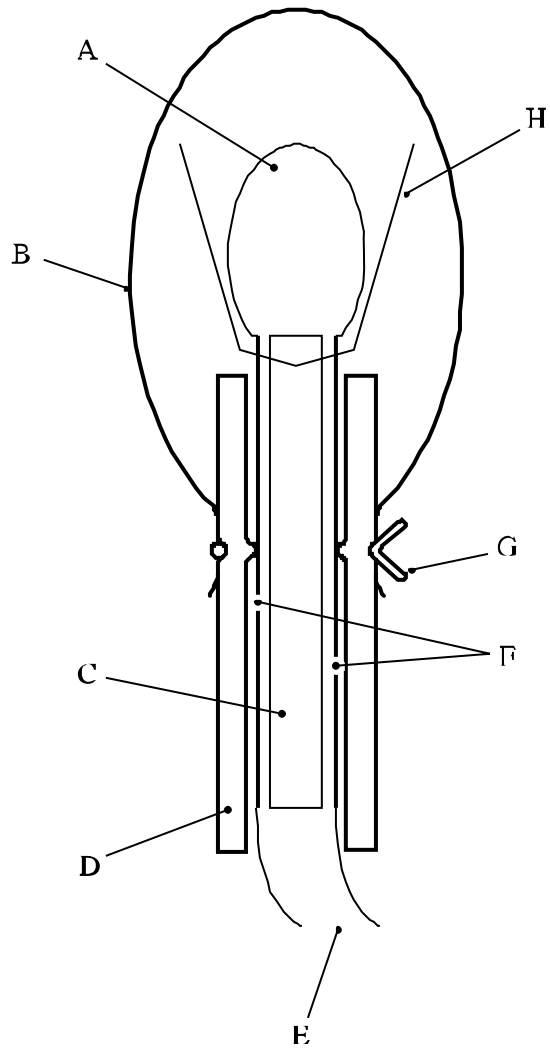


图 23.4.1.2: 支撑架



-
- (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 13 毫米见方点火细麻布 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 23.4.1.3: 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 23.4.1.4: 液体点火系统

23.4.2 试验 C.2: 爆燃试验

23.4.2.1 引言

本试验用于测量物质传播爆燃的能力。它可用于回答图 20.1 方框 3、4 和 5 的问题。

23.4.2.2 设备和材料

23.4.2.2.1 试验用杜瓦容器(见图 23.4.2.1)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。

23.4.2.2.2 杜瓦容器的体积约为 300 厘米³,内直径 48±1 毫米,外直径 60 毫米,长度 180 至 200 毫米。在用软木塞封住的杜瓦容器中 265 厘米³的水的冷却半时应当大于 5 小时。在离杜瓦容器顶端 50 毫米和 100 毫米处标有水平刻度。从分解锋面从 50 毫米刻度传播到 100 毫米刻度所需的时间可以得出爆燃速度。用精确度 0.1℃ 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容器顶端 50 毫米和 100 毫米处的热电偶来测量爆燃速度和试样温度。

23.4.2.2.3 可以用火焰长度至少 20 毫米的任何气体火焰来点燃物质。

23.4.2.2.4 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。观察者和杜瓦容器之间应放置屏障。

23.4.2.3 程序

23.4.2.3.1 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,那么在进行杜瓦容器试验之前,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 14 毫米的管子进行试验,然后用直径 28 毫米的管子进行试验。如果在任何一次这些探测性试验中爆燃速度超过 5 毫米/秒,物质可立即归类为迅速爆燃物质,使用杜瓦容器的主要试验可以省去不做。

23.4.2.3.2 使杜瓦容器和物质的温度达到《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℃。将 265 厘米³的物质装入杜瓦容器。颗粒物质装入杜瓦容器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。

23.4.2.3.3 糊状物质装入杜瓦容器的方式应使试验样品中不存在气泡。装填高度应当在杜瓦容器口下约 20 毫米。记录物质的重量和温度。将杜瓦容器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容器中央距离顶端 50 毫米和 100 毫米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。

23.4.2.4 试验标准和评估结果的方法

23.4.2.4.1 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 30 毫米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。

23.4.2.4.2 试验标准如下：

“是，很快”：- 爆燃速度大于 5.0 毫米/秒。

“是，很慢”：- 爆燃速度小于或等于 5.0 毫米/秒，大于或等于 0.35 毫米/秒。

“否”：- 爆燃速度小于 0.35 毫米/秒，或反应在达到下刻度之前停止。

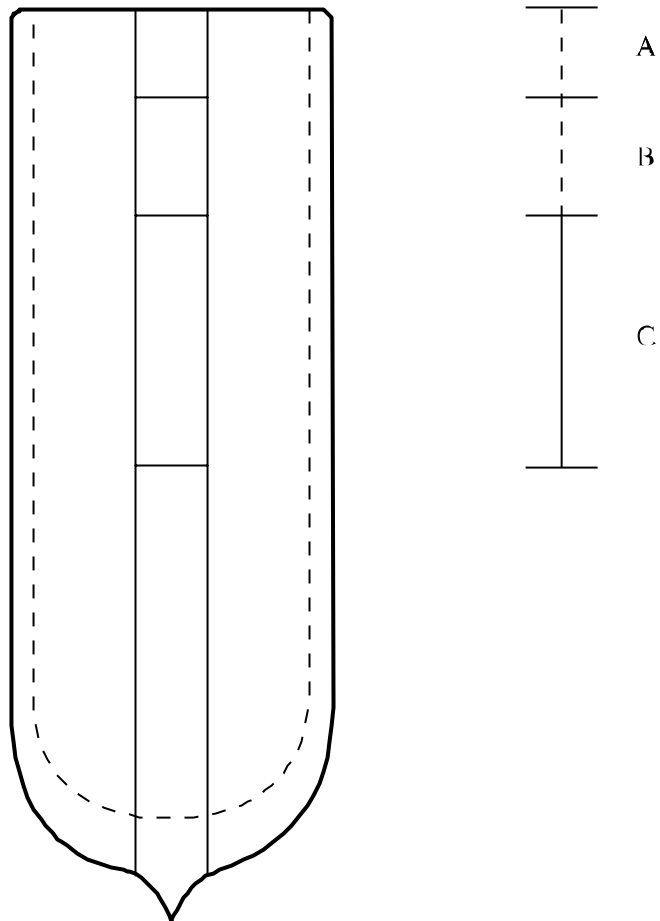
注：如果没有得到“是，很快”的结果，应进行试验 C.1：时间/压力试验。

23.4.2.5 结果实例

物 质	试样重量 (克)	温 度 (°C)	传播速度 (毫米/秒)	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
枯基过氧化氢，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
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 14 毫米的玻璃管在 20°C 下而不是在 50°C 下进行探测性试验。



-
- (A) 装填高度在容器口下 20 毫米
 - (B) 供爆燃形成的 30 毫米区
 - (C) 供测量爆燃速度的 50 毫米区
-

图 23.4.2.1: 带观察窗口的杜瓦容器

第 24 节

试验系列 D

24.1 引言

试验系列 D 包括有关物质在运输包件中是否传播迅速爆燃的一个试验和标准。在系列 C 试验中迅速爆燃的物质需要进行本试验。

24.2 试验方法

24.2.1 “在包件是否迅速爆燃？”问题(图 20.1 方框 6)是根据表 24.1 中的试验方法的结果回答的。

表 24.1: 试验系列 D 的试验方法

试验识别码	试验名称	节次
D.1	包件中的爆燃试验 a	24.4.1

a 建议的试验。

24.2.2 只有在系列 C 试验中得到“是，很快”结果的物质才需要进行本试验。

24.3 试验条件

24.3.1 试验系列 D 应当适用于在其提交运输的状况和形式下的物质包件(不超过 50 千克)。

24.3.2 在进行这些试验之前应当先进行预备程序(见第 20.3 节)。

24.4 系列 D 试验说明

24.4.1 试验 D.1: 包件中的爆燃试验

24.4.1.1 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。它可用于回答图 20.1 方框 6 的问题。

24.4.1.2 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 2 克缓慢燃烧的烟火剂构成的小型点火器)和适当的封闭材料。

24.4.1.3 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 0.5 米。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，厚度至少同上。试验进行三次，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。

24.4.1.4 试验标准和评估结果的方法

24.4.1.4.1 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；和
- (b) 大部分封闭材料分裂和四散。

24.4.1.4.2 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。

24.4.1.5 结果实例

物 质	容 器	碎片数目	结 果
过氧化二苯甲酰	1A2,25 千克	> 40	是
过氧化二苯甲酰	4G,25 千克	> 40	是
过氧化二苯甲酰, 94%, 含水	1A2,25 千克	> 40	是
过氧化二苯甲酰, 75%, 含水	4G,25 千克	没有破裂	否

第 25 节

试验系列 E

25.1 引言

25.1.1 试验系列 E 包括有关图 20.1 方框 7、8、9 和 13 所要求确定的在规定的封闭条件下加热的效应的实验室试验和标准。

25.2 试验方法

25.2.1 “在规定的封闭条件下加热的效应如何？”问题(图 20.1 方框 7、8、9 和 13)是根据表 25.1 所列试验方法的结果的各种组合回答的。

表 25.1: 试验系列 E 的试验方法

试验识别码	试验名称	节次
E.1	克南试验 a	25.4.1
E.2	荷兰压力容器试验 b	25.4.2
E.3	美国压力容器试验	25.4.3

- a 建议与其他一种试验一起进行的自反应物质试验。
- b 建议与其他一种试验一起进行的有机过氧化物试验。

25.2.2 自反应物质的试验应当使用克南试验以及荷兰压力容器试验或者美国压力容器试验。有机过氧化物的试验应当使用荷兰压力容器试验以及克南试验或美国压力容器试验。最高的危险级别应当用于分类。

25.3 试验条件

25.3.1 在进行这些试验之前应当先进行预备程序(见第 20.3 节)。

25.4 系列 E 试验说明

25.4.1 试验 E.1: 克南试验

25.4.1.1 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一起用于回答图 20.1 方框 7、8、9 和 13 的问题。

25.4.1.2 设备和材料

25.4.1.2.1 设备包括安装在一个加热和保护装置内的不能再使用的钢管及其可再使用的闭合装置。钢管是用质量合适的钢板深拉制成的。钢管的重量为 25.5 ± 1.0 克。尺寸如图 25.4.1.1 所示。钢管的开口端做成凸缘。带一小孔(供试验物质分解产生的气体由此排出)的封口板用耐热的铬钢制成, 小孔的直径如下: 1.0-1.5-2.0-2.5-3.0-5.0-8.0-12.0-20.0 毫米。螺纹套筒和螺帽(闭合装置)的尺寸如图 25.4.1.1 所示。

25.4.1.2.2 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 ± 0.3 k/秒。校准程序包括加热一根装有 27 立方厘米邻苯二甲酸二丁酯的钢管(配有 1.5 毫米孔板), 记录液体温度(用放在钢管中央距离管口 43 毫米处的直径 1 毫米热电偶测量)从 135°C 上升至 285°C 所需的时间, 然后计算加热速率。

25.4.1.2.3 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 25.4.1.2 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 11.5.1.2 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。

25.4.1.3 程序

25.4.1.3.1 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 9 立方厘米的物质, 用施加在钢管整个横截面的 80 牛顿的力将物质压实¹。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 55 毫米为止。确定将钢管装至 55 毫米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 80 牛顿的力压实。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 15 毫米的水平。

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 80 牛顿的力压实, 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 15 毫米。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 9 立方厘米。(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 60 毫米高处, 装胶体时应特别小心以防形成空隙。在涂上一些以二硫化钨为基料的润滑油后, 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。

¹ 为了安全, 例如, 物质对磨擦敏感, 就不需要将物质压实。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。

25.4.1.3.2 用孔径为 1.0 毫米至 8.0 毫米的孔板时，应当使用孔径 10.0 毫米的螺帽；如果孔板的孔径大于 8.0 毫米，那么螺帽的孔径应当是 20.0 毫米。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。

25.4.1.3.3 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。

25.4.1.3.4 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²；

“F”：钢管裂成三片²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；和

“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 25.4.1.3 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”。

25.4.1.3.5 试验系列从使用 20.0 毫米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 24.0 毫米)的钢管继续进行试验。如果在孔径 20.0 毫米时“没有爆炸”，就用以下孔径 12.0-8.0-5.0-3.0-2.0-1.5 毫米和最后用 1.0 毫米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 25.4.1.2.1 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三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 1.0 毫米直径取得的结果是没有“爆炸”，极限直径即记录为小于 1.0 毫米。

25.4.1.4 试验标准和评估结果的方法

25.4.1.4.1 试验标准如下：

“激烈”：- 极限直径大于或等于 2.0 毫米。

“中等”：- 极限直径等于 1.5 毫米。

“微弱”：- 极限直径等于或小于 1.0 毫米，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 1.0 毫米，在所有试验中得到的效应都是“O”型效应。

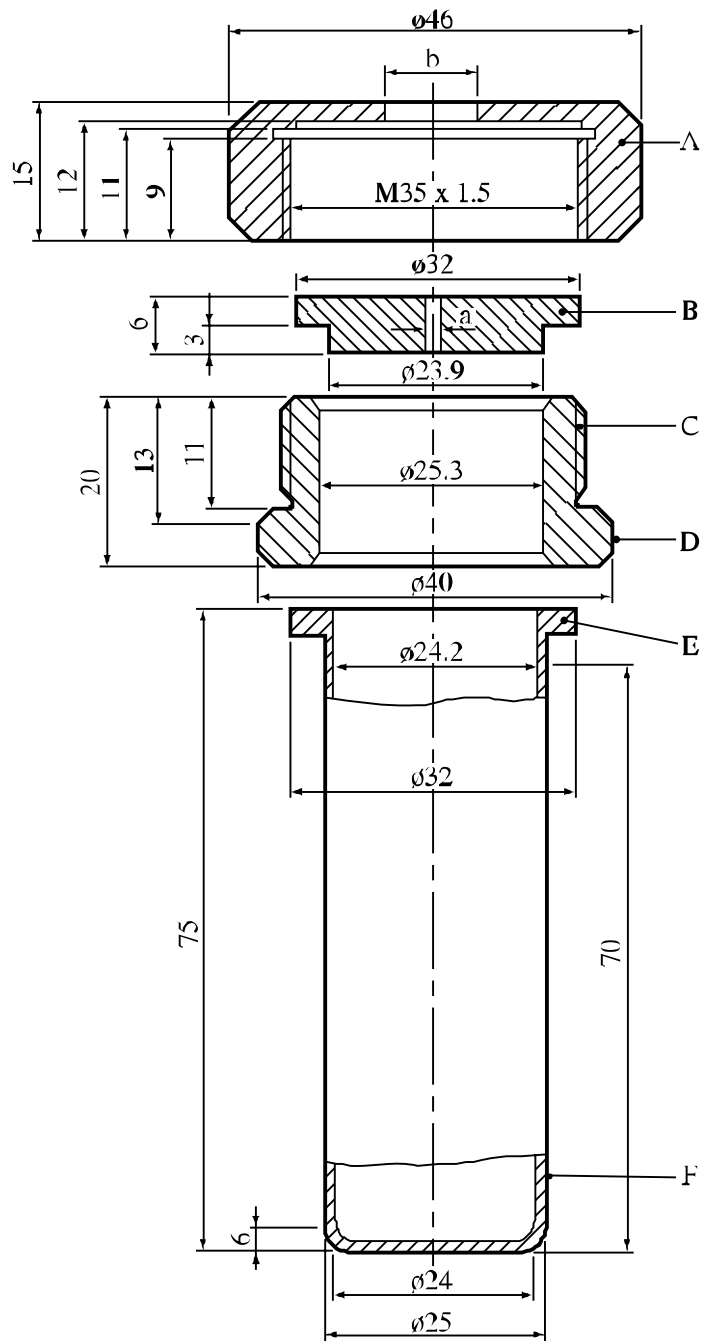
² 留在闭合装置中的钢管上半部分算是一片。

25.4.1.5 结果实例

物 质	试样重量 (克)	极限直径 (°C)	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。

^{b/} 试样重量为 13 克时, 极限直径 < 1.0 毫米。



- (A) 螺帽($b=10.0$ 或 20.0 毫米)带有 41 号板手用平面
 (C) 螺纹套筒
 (E) 凸缘

- (B) 孔板($a=1.0 \rightarrow 20.0$ 毫米直径)
 (D) 36 号板手用平面
 (F) 钢管

图 25.4.1.1: 试验钢管组件

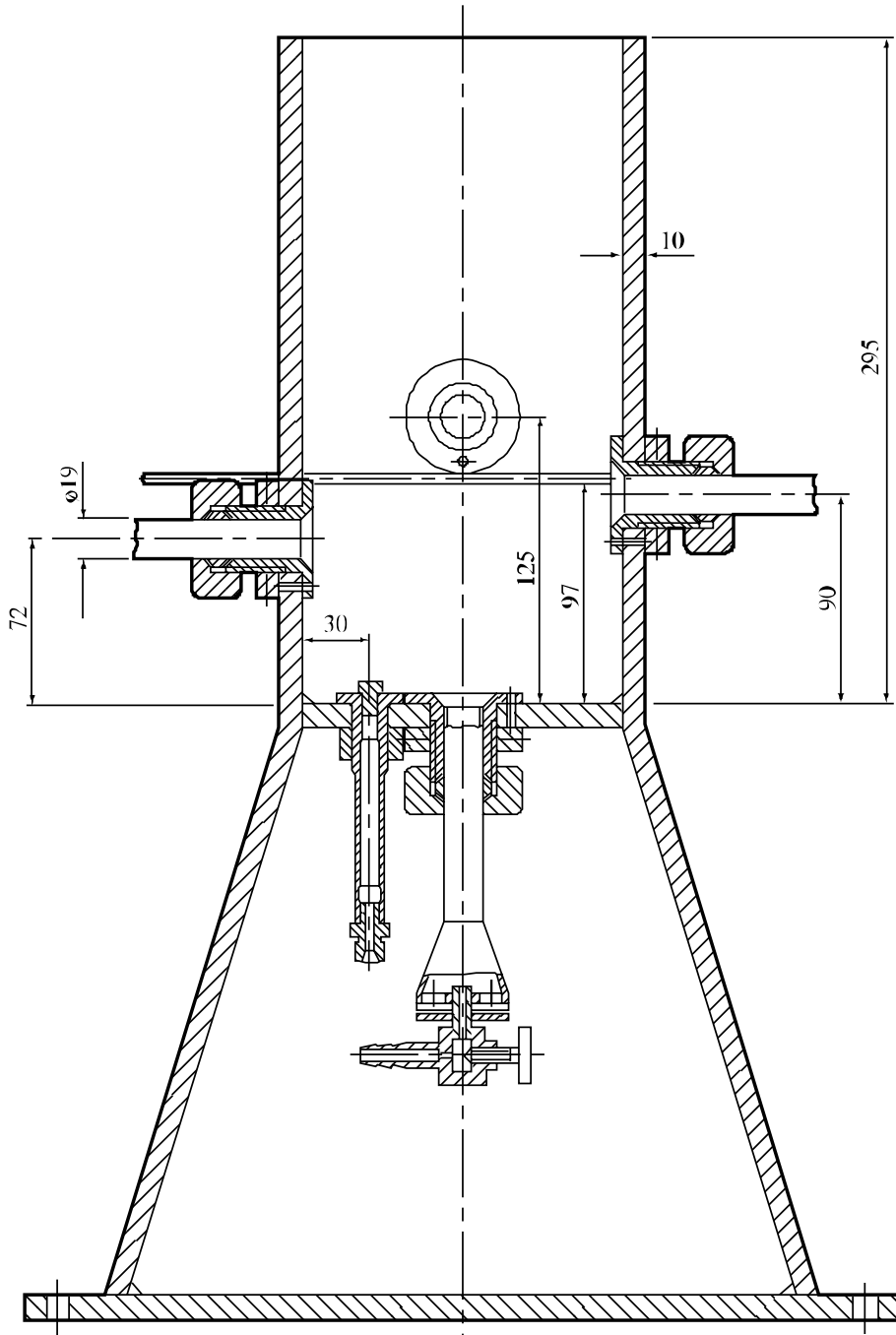


图 25.4.1.2: 加热和保护装置

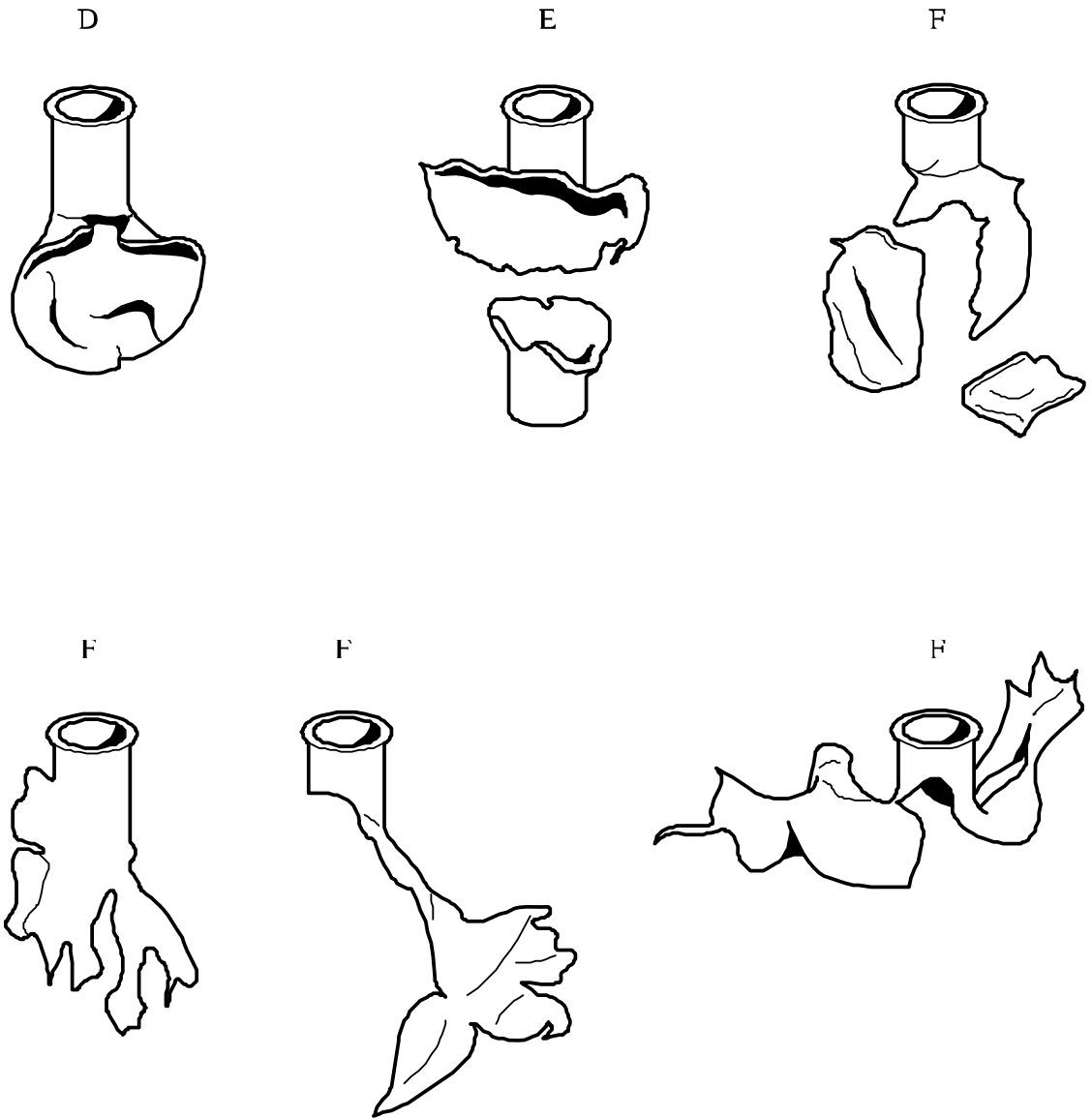


图 25.4.1.3: D、E 和 F 型效应例子

25.4.2 试验 E.2: 荷兰压力容器试验

25.4.2.1 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一起用于回答图 20.1 方框 7、8、9 和 13 的问题。

25.4.2.2 设备和材料

25.4.2.2.1 压力容器说明

使用的设备如图 25.4.2.1 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 24.0 毫米。这些圆板的厚度为 2.0 ± 0.2 毫米。防爆盘是直径 38 毫米的铝圆板，设计在 22°C 时在 620 ± 60 千帕压力下爆裂(见图 25.4.2.2)。

25.4.2.2.2 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 ± 0.3 k/秒的加热率。应当通过加热装在压力容器中的 10 克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。

25.4.2.3 程序

25.4.2.3.1 对于正常试验，容器中应放入 10.0 克物质。容器底部应均匀地覆盖着物质。首先使用孔径 16.0 毫米的孔板。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 67 毫米)上。容器中部的环落在三脚架上。

25.4.2.3.2 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。

25.4.2.3.3 如果用 16.0 毫米的孔板防爆盘没有破裂，试验应依次用直径 6.0、2.0 和 1.0 毫米的孔板进行(每种直径只进行一次试验)，直到防爆破裂。如果用 1.0 毫米的孔板没有观察到防爆盘破裂，那么用 1.0 毫米孔板进行的下一次试验应使用 50.0 克而不是 10.0 克物质。如果仍然没有观察到防爆盘破裂，那么试验应重复进行，直到连续三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 10 克而不是 50 克物质或者下一个更大直径的孔板)上重复进行，直到连续三次试验都没有破裂。

25.4.2.4 试验标准和评估结果的方法

25.4.2.4.1 物质对在压力容器中加热的相对敏感度用极限直径表示。极限直径是用毫米表示的如下孔板的最大直径：在用该孔板进行的三次试验中，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三次试验中防爆盘都没有破裂。

25.4.2.4.2 试验标准如下：

“激烈”：- 用 9.0 毫米或更大的孔板和 10.0 克的试样进行试验时防爆盘破裂。

“中等”：- 用 9.0 毫米的孔板进行试验时防爆盘没有破裂，但用 3.5 毫米或 6.0 毫米的孔板和 10.0 克的试样进行试验时防爆盘破裂。

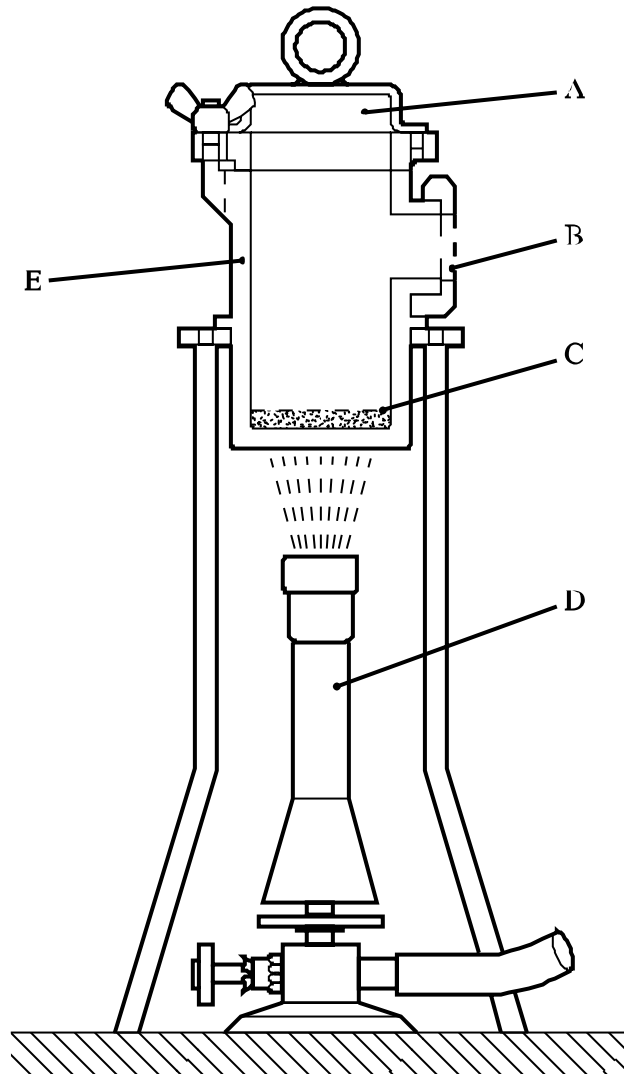
“微弱”：- 用 3.5 毫米的孔板和 10.0 克的试样进行试验时防爆盘没有破裂，但用 1.0 毫米或 2.0 毫米的孔板和 10.0 克的试样进行试验时防爆盘破裂，或者用 1.0 毫米的孔板和 50.0 克的试样进行试验时防爆盘破裂。

“无”：- 用 1.0 毫米的孔板和 50.0 克的试样进行试验时防爆盘没有破裂。

25.4.2.5 结果实例

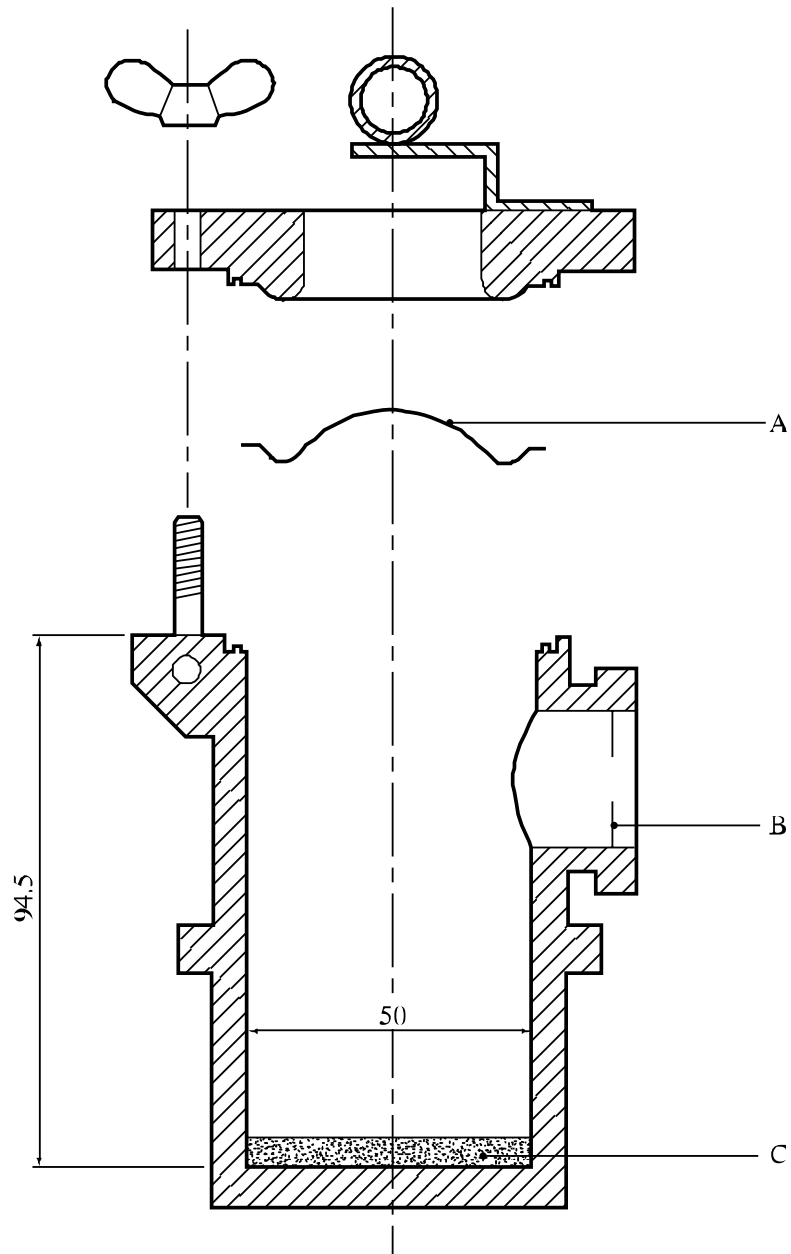
物 质	极限直径 (毫 米)	结 果
偶氮甲酰胺	1.5	微弱
2,2'-偶氮二(2,4-二甲基戊腈)	6.0	中等
2,2'-偶氮二(异丁腈)	5.5	中等
2,2'-偶氮二(2-甲基丁腈)	6.0	中等
过氧苯甲酸叔丁酯	9.0	激烈
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	6.0	中等
枯基过氧氢，80%，含枯烯	1.0	微弱
过氧化二苯甲酰，75%，含水	6.0	中等
二叔丁基过氧化物	3.5	中等
联十六烷基过氧重碳酸酯	1.0	微弱
二枯基过氧化物	3.5	中等
氯化锌-2,5-二乙氧基-4-吗啉代重氮苯，90%	< 1.0a	无
氟硼酸-2,5-二乙氧基-4-吗啉代重氮苯，97%	< 1.0	无
氯化锌-2,5-二乙氧基-4-苯磺酰重氮苯，67%	< 1.0a	无
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	< 1.0a	无
氟硼酸-3-甲基-4-(吡咯烷-1-基)重氮苯，95%	< 1.0a	无
4-亚硝基苯酚	1.0a	微弱

a 用 50 克试样进行试验。



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

图 25.4.2.1: 荷兰压力容器试验



-
- (A) 防爆盘
 - (B) 孔板
 - (C) 试样
-

图 25.4.2.2: 防爆盘组件

25.4.3 试验 E.3: 美国压力容器试验

25.4.3.1 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一起用于回答图 20.1 方框 7、8、9 和 13 的问题。

25.4.3.2 设备和材料

使用下列设备和材料:

- (a) 试验容器: 316 不锈钢圆柱形压力容器(见图 25.4.3.1)
- (b) 压力容器支架(见图 25.4.3.2)
- (c) 电热器(例如 700 瓦)
- (d) 试样容器: 28 毫米×30 毫米铝杯
- (e) 爆裂盘: 38 毫米铝爆裂盘, 在 22°C 时额定为 620±50 千帕
- (f) 2 毫米厚的孔板, 孔径(毫米)有: 1.0, 1.2, 2.0, 3.0, 3.5, 5.0, 6.0, 8.0, 9.0, 12.0, 16.0 和 24.0。

25.4.3.3 程序

25.4.3.3.1 总的设备组装如图 25.4.3.1 所示。应当通过加热放在压力容器中的试样杯内的 5.0 克酞酸二丁酯并测量酞酸二丁酯的温度来核对加热率。记录酞酸二丁酯的温度从 50°C 上升到 200°C 所需的时间, 然后计算加热率。加热率应为 0.5 ± 0.1 k/秒。挑选一个孔径比预计会造成破裂的排气孔大的孔板, 把它塞入侧口。

25.4.3.3.2 将 5.0 克的试验物质样精确地秤过后放入铝杯。然后用钳子把铝杯降下放在压力容器的中央。爆裂盘放好并用凸缘螺栓紧固。用水浇在爆裂盘上使其保持较低温。在试验开始前至少 30 分钟把电热器接通并调到正确的位置。把试验容器插进压力容器支架, 放到电热器上。这一板支架可防止试验容器倒翻, 还可防止从排气孔出来的蒸气喷到电热器上。记下到达分解的时间。

25.4.3.3.3 如果爆裂盘没有破裂, 试验用孔径较小的孔板继续进行, 直到爆裂盘破裂为止。如果爆裂盘破裂, 试验用下一个更大孔径的孔板继续进行, 直到找出在连续三次试验中爆裂盘没有破裂的孔板为止。

25.4.3.4 试验标准和评估结果的方法

25.4.3.4.1 没有造成爆裂盘在分解期间破裂的最小孔径定为 USA-PVT 数值。这一数值用于衡量物质在规定的封闭条件下加热的效应。所有物质的 USA-PVT 数值是根据相同的试验条件和加热率确定的。

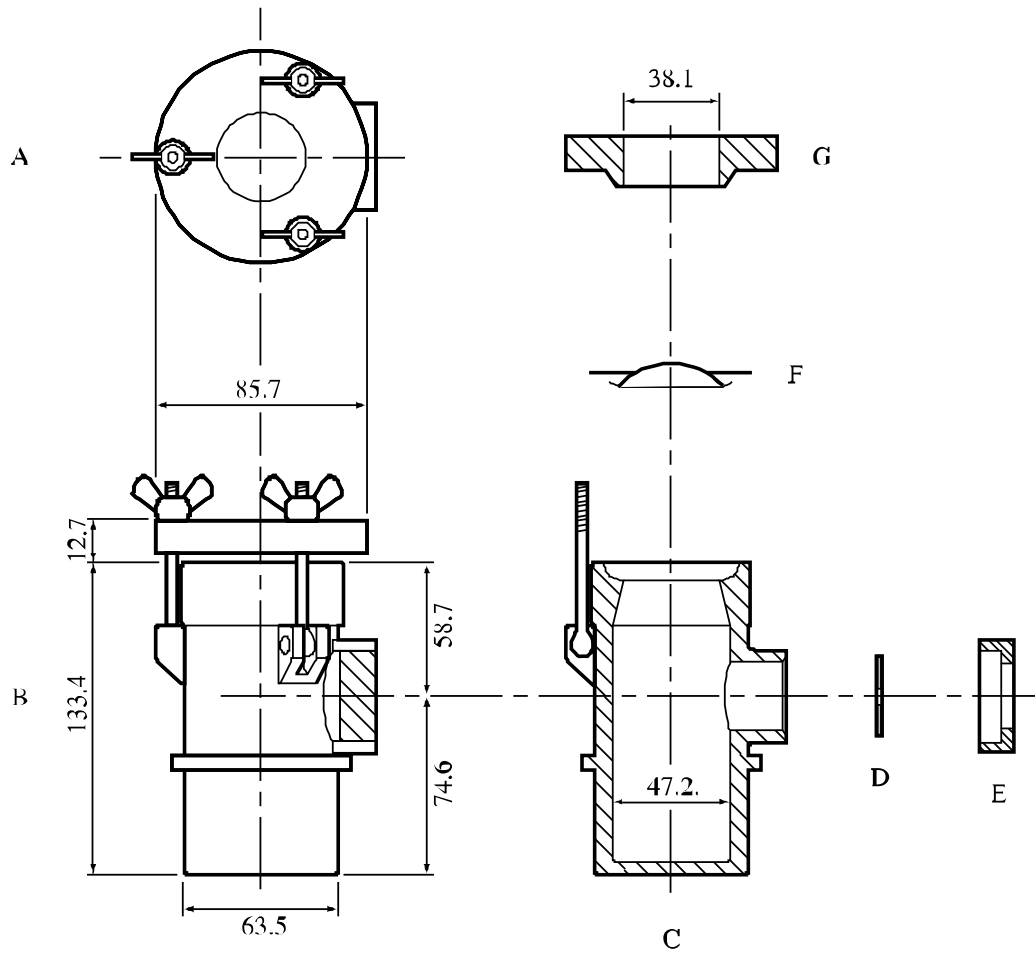
25.4.3.4.2 物质在封闭条件下加热的效应用下列标准界定:

- “激烈”: - USA-PVT 数值为 9.0 至 24.0 的物质
- “中等”: - USA-PVT 数值为 3.5 至 8.0 的物质
- “微弱”: - USA-PVT 数值为 1.2 至 3.0 的物质
- “无”: - USA-PVT 数值为 1.0 的物质。

25.4.3.5 结果实例

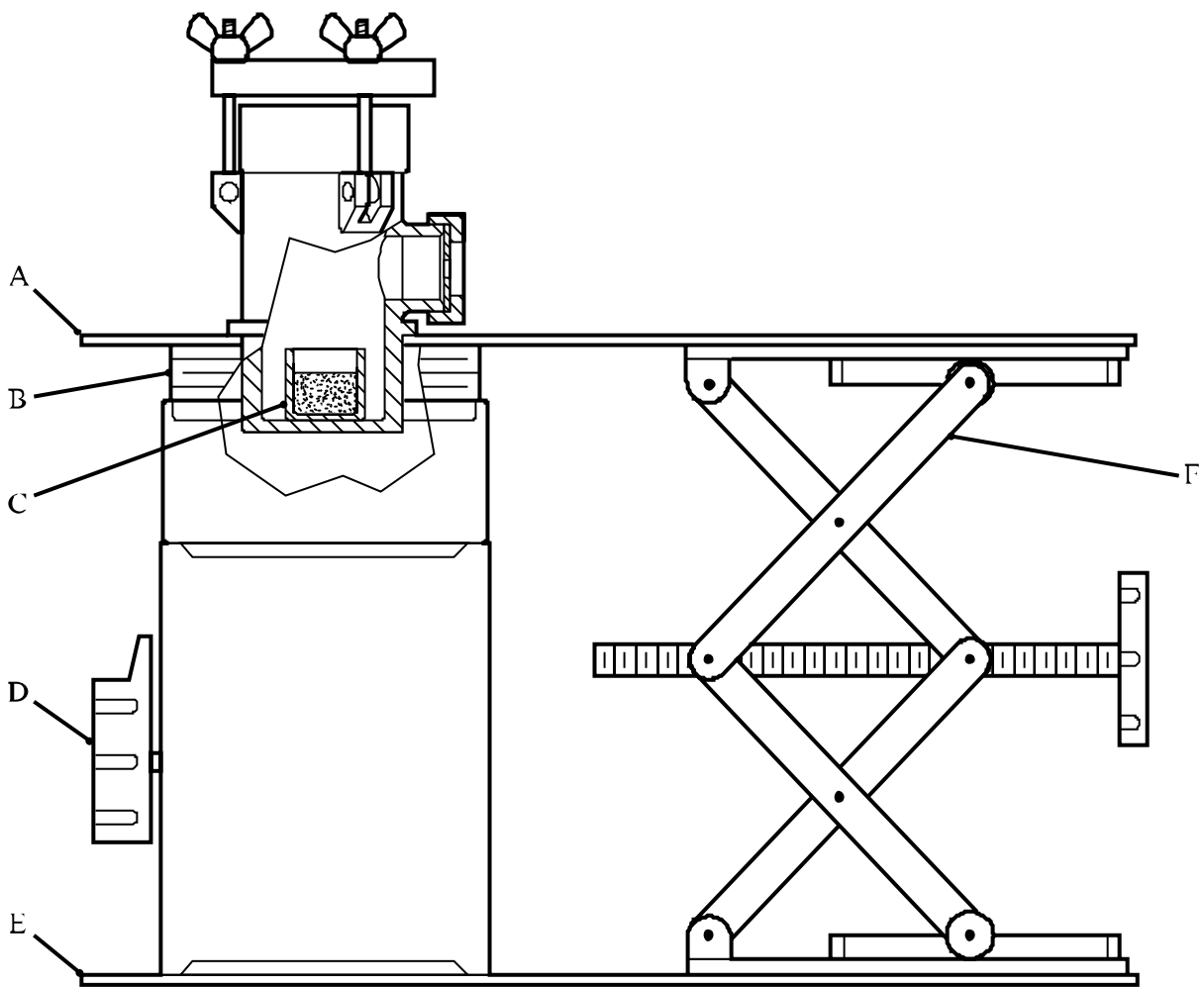
物 质	USA-PVT 数值	结 果
叔丁基过氧化氢，70%，含水	1.0	无
过乙酸叔丁酯，75%，在溶液中	8.0	中等
过氧苯甲酸叔丁酯	8.0	中等
过氧异丙基碳酸叔丁酯，75%，在溶液中	2.0	微弱
叔丁基过氧新戊酸酯，75%，在溶液中	4.5a	中等
枯基过氧化氢，85%，含枯烯	1.0	无
过氧化二苯甲酰	18.0a	激烈
二叔丁基过氧化物	1.0	无
二枯基过氧化物	2.0	微弱
二枯基过氧化物，含 60% 惰性固体	1.0	无
过氧化二月桂酰	6.0	中等
2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧)3-己炔	9.0	激烈

a 中间孔径，已不再使用。



- (A) 密封盖顶视图
- (B) 组装侧视图
- (C) 压力容器体
- (D) 孔板
- (E) 孔板扣紧螺帽
- (F) 爆裂盘
- (G) 帽盖

图 25.4.3.1: 美国压力容器试验



-
- (A) 屏蔽板
 - (B) 热绝缘体
 - (C) 试样杯
 - (D) 电热器
 - (E) 底板
 - (F) 实验室千斤顶
-

图 25.4.3.2: 试验设备和支架(侧视图)

第 26 节

试验系列 F

26.1 引言

26.1.1 试验系列 F 包括有关图 20.1 方框 12 所要求的物质爆炸力的实验室试验和标准。它适用于那些被考虑用中型散货集装箱(中型散货箱)或罐式集装箱运输或被考虑豁免 4.1 项自反应物质或 5.2 项有机过氧化物规定的物质(见图 20.1 方框 11)。不作这些考虑的物质可以不经进一步试验划为 E 型。

26.1.2 试验 F.5 除外的所有试验也可以用于甄别物质传播爆炸的能力(见 21.2.2)。

26.2 试验方法

“其爆炸力如何？”问题(图 20.1 方框 12)是根据表 26.1 所列试验方法之一的结果回答的。

表 26.1: 试验系列 F 的试验方法

试验识别码	试验名称	节次
F.1	弹道白炮 MK.IIID 试验	26.4.1
F.2	弹道白炮试验	26.4.2
F.3	BAM 特劳泽试验	26.4.3
F.4	改进的特劳泽实验 a	26.4.4
F.5	高压釜试验	26.4.5

a 建议的试验。

26.3 试验条件

26.3.1 在进行这些试验之前应当先进行预备程序(见第 20.3 节)。

26.3.2 试验 F.1 至 F.4 得到的结果与物质对爆炸冲击的敏感度和所用雷管的强度有关。如果结果比用类似物质所得的结果低得多，可以使用更强的引发系统并对试验标准作适当的调整(例如用惰性试样发射)。

26.3.3 试验应当在环境温度下进行。不过，如果控制温度比环境温度低，应当采取适当的安全预防措施。如果物质在温度控制下作为固体运输，但在环境温度下是液体，那么试验应当在比熔点稍低的温度下进行。

26.4 系列 F 试验说明

26.4.1 试验 F.1: 弹道臼炮 MK.IIID 试验

26.4.1.1 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，而物质则封闭在臼炮的炮膛内。测量臼炮的后坐距离(摆度)，在扣除雷管的效应后，计算用苦味酸--炸药标准--的百分比等值表示的爆炸力。试验可用于回答图 20.1 方框 12 的问题。

26.4.1.2 设备和材料

26.4.1.2.1 臼炮是一个长 457 毫米、外直径 203 毫米的钢管，一端封闭，有一个长 229 毫米、内直径 25 毫米的炮膛，开口端呈喇叭形。臼炮用 4 条不锈钢缆悬吊，钢缆两端各用瓶形螺丝和轴销固定，从而使臼炮可以自由摆动。总重量约为 113.2 千克，悬挂长度为 2,080 毫米。固定在臼炮上的一个铰接拖臂的末端装有一支笔，用来在水平台上划一条与臼炮的水平摆动相同的线。臼炮壳体由两个部分构成，一个软钢外壳和一个用热处理至试验应力 772 兆帕的维布拉克 V30 钢制造的内圆柱体。这个圆柱体用环形固定板固定(图 26.4.1.1)

26.4.1.2.2 填塞用的砂是清洁、干燥的白砂，过筛时通过英国标准 600 微米筛但留在英国标准 250 微米筛上。苦味酸是干燥的纯晶体，用同样方式过筛。硼酸(分析级)过筛通过英国标准 500 微米筛。装料袋为圆筒形，直径 25 毫米，用薄纸做成。内装料袋长 90 毫米，外装料袋长 200 毫米。

26.4.1.2.3 使用的雷管是平底铝铠装雷管，内装 0.6 克季戊炸药。

26.4.1.3 程序

26.4.1.3.1 通常先对物质进行撞击、摩擦和电火花试验，然后再放在臼炮中进行试验。将 10.00 ±0.01 克物质填塞进内装料袋。把雷管插入一个用磷青铜棒在物质中挖出的 6 毫米孔穴，把装料袋颈缠绕在雷管上。然后将该装料塞进外装料袋并用特别工具压到底部。将 57 克筛过的砂倒入外装料袋并轻轻拍打压实。外装料袋颈缠绕在雷管导线上，将整个装料袋塞进臼炮炮膛并用特别工具撞入。将雷管点火，测量整个水平摆度(S)。试验进行三次，计算物质的平均摆度(S_m)。

26.4.1.3.2 试验液体时使用体积约为 16 毫升的圆筒形玻璃容器¹，而不用纸装料袋。容器的开口端缩小成直径 8 毫米、长 8 毫米的细管。标准雷管封装在适当长度的聚乙烯管内成为玻璃容器颈部的推入配合密封装置。然后将玻璃容器象在固体试验中那样塞进外装料袋。

26.4.1.3.3 用纸装料袋确定的苦味酸标准值和雷管标准值可用于计算液体装在玻璃容器里发射的爆炸力等值。

26.4.1.3.4 将新的内圆柱体插入臼炮外壳时，应测量硼酸(B_m)和苦味酸(P_m)得到的平均摆度(10 次发射的平均值)。

¹ 使用玻璃容器装烈性炸药可能损坏臼炮衬里。试验发射装在玻璃容器里的苦味酸会造成严重的磨损，不过得到的结果同发射装在纸袋里的苦味酸一样。

26.4.1.4 试验标准和评估结果的方法

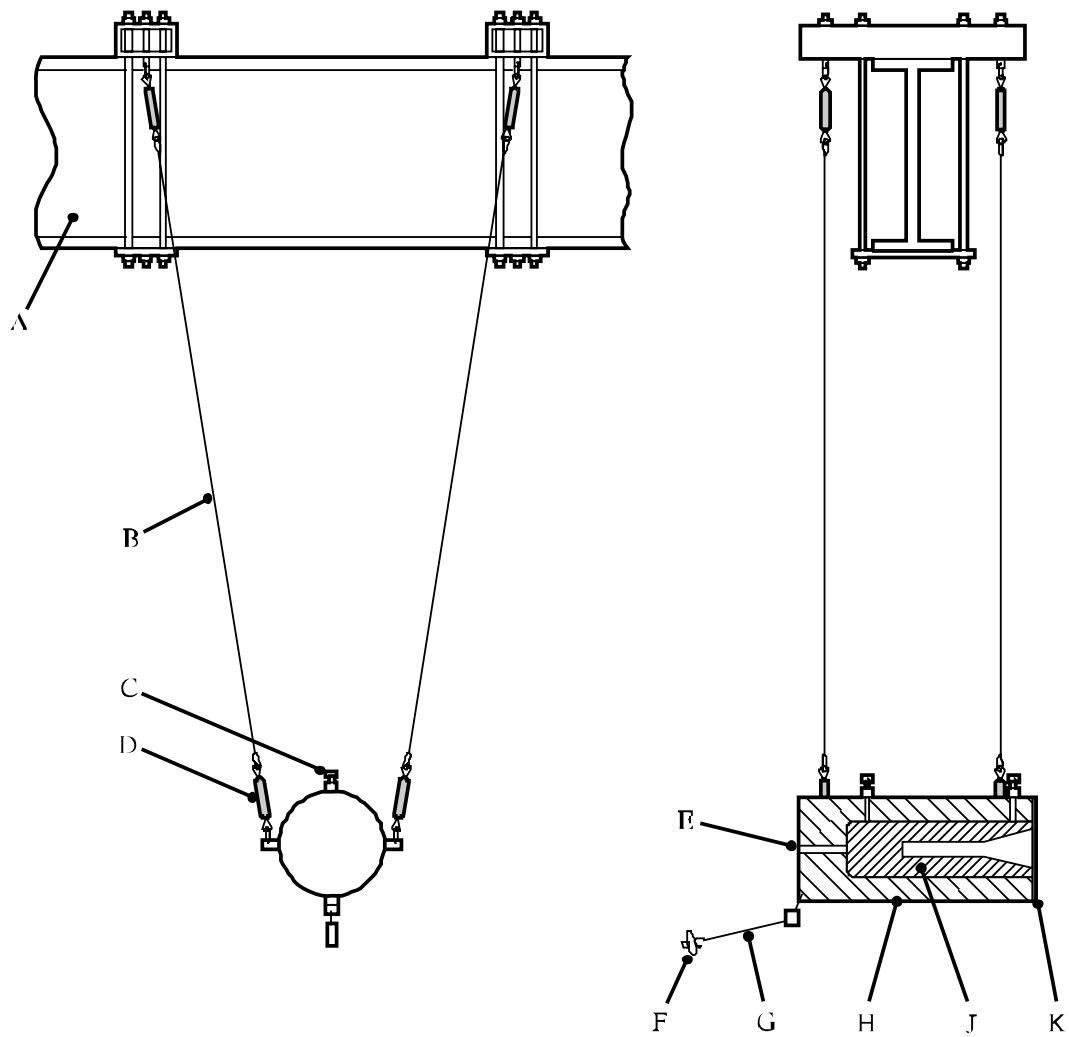
26.4.1.4.1 用苦味酸爆炸力值的百分比(四舍五入至最近的整数)表示的爆炸力(P)如下计算： $P = 100 \times (S_m^2 - B_m^2) / (P_m^2 - B_m^2)$ 。

26.4.1.4.2 试验标准如下：

- “不低”： - 爆炸力值为苦味酸爆炸力值的 7%或更大。
- “低”： - 爆炸力值小于苦味酸爆炸力值的 7%，但大于苦味酸爆炸力值的 1%。
- “无”： - 爆炸力值为苦味酸爆炸力值的 1%或更小。

26.4.1.5 结果实例

物 质	苦味酸爆炸力值 百分比平均数	结 果
叔丁基过氧化氢，70%，含水	2	低
过氧苯甲酸叔丁酯	13	不低
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	8	不低
枯基过氧氢，80%，含枯烯	4	低
过氧化二苯甲酰	8	不低
过氧化二苯甲酰，75%，含水	6	低
二叔丁基过氧化物	8	不低
联十六烷基过氧重碳酸酯	1	无
二枯基过氧化物，含 60% 惰性固体	1	无
过氧化二月桂酰	1	无
2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧)3-己炔	17	不低
单过氧化镁-邻苯二甲酸盐六水合物，85%， 含硫酸镁	1	无



- | | |
|------------|-----------|
| (A) 吊梁 | (B) 吊缆 |
| (C) 衬里定位螺丝 | (D) 瓶形螺丝 |
| (E) 取衬孔 | (F) 笔尖夹 |
| (G) 铰接笔尖拖臂 | (H) 臼炮体外壳 |
| (J) 内衬里 | (K) 环形固定板 |

图 26.4.1.1: 弹道臼炮 MK.IIID

26.4.2 试验 F.2: 弹道臼炮试验

26.4.2.1 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，而物质则用钢弹丸封闭在白炮炮膛内。测量臼炮的后坐距离，计算用苦味酸-炸药标准-的百分比等值表示的爆炸力。试验可用于回答图 20.1 方框 12 的问题。

26.4.2.2 设备和材料

26.4.2.2.1 白 炮

臼炮用铬镍钢制成，重量 248.50 ± 0.25 千克。它是圆柱形，轴向空腔从前到后由弹丸夹、点火室和雷管导线入口组成。臼炮体积在使用中会改变(特别是点火室会扩大)，从而使发射特定装料产生的反冲力减少。使用的参考装料是 10.00 克苦味酸(见 26.4.2.2.7)。当最后 10 次发射释放的平均能量小于开头 10 次发射产生的平均能量的 90%(在相同温度下使用状况良好的弹丸)时，用过的臼炮需要换成新的。

26.4.2.2.2 弹道摆

臼炮用钢臂悬挂在装有滚柱轴承的水平轴上。臼炮摆下面装有一个钢锤，使其摆动呈弹道。图 26.4.2.1 是弹道臼炮摆的示意图，它具有下列主要特点：

摆动周期	3.47 秒
摆动重量	479 千克
转动轴与臼炮轴之间的距离	2.99 米

扇形刻度尺上的游标由固定在臼炮上的一个横臂带动，用于测量后坐距离。刻度尺上的刻度与 $(1 - \cos A)$ 成正比，A 是臼炮摆的反冲角度，亦即与所做的功成正比。

26.4.2.2.3 弹 丸

弹丸是钢圆柱体。它的尺寸(直径 127 毫米、长 162 毫米)实际上按下列条件调整：

- (a) 新弹丸与它在臼炮里的支座之间的空隙应小于 0.1 毫米。
- (b) 新弹丸的重量应为 16.00 ± 0.01 千克。

如旧弹丸与它在臼炮里的支座之间的空隙超过 0.25 毫米，即应更换。发射时弹丸的推进速度通常为 100 至 200 千米/小时。使用衬有减震材料的接受器可使它停止而不受损坏。

26.4.2.2.4 试样容器

在进行液体试验时，使用重量 16 克、有一个注入孔和一个放置雷管的凹口的玻璃安瓿(见图 26.4.2.3)装试验样品。其他物质(固体、颗粒、糊状等)则装在用厚 0.03 毫米、重约 2 克的锡箔做成的直径 20 毫米的圆柱形试样容器里。例如，这适用于苦味酸装料。

26.4.2.2.5 支 架

使用一个有三只脚的钢丝圈支架(如图 26.4.2.2 所示)把装料固定在点火室中央(以减少白炮的磨损)。

26.4.2.2.6 雷 管

这些是欧洲标准雷管，装有 0.6 克季戊炸药，如附录 1 所示。

26.4.2.2.7 苦味酸(参考物质)

这是压碎的纯苦味酸，粒径小于 0.5 毫米，在 100℃下烘干，保存在紧紧塞住的烧瓶里。

26.4.2.3 程 序

26.4.2.3.1 准备装料

26.4.2.3.1.1 密实固体必须做成直径 20 ± 1 毫米的圆柱块进行试验，圆柱块的一端有一个轴向孔穴(直径 7.3 ± 0.2 毫米，深 12 毫米)，用于放置雷管。圆柱块的重量应为 10.0 ± 0.1 克。为了准备装料，将圆柱块用厚 0.03 毫米、重约 2 克的锡箔包起来。雷管放在孔穴里，锡箔包皮末端裹在雷管头上(见图 26.4.2.3)。

26.4.2.3.1.2 液体以外的物质以其正常密度包在锡箔里，每个试验装料重 10.0 ± 0.1 克。雷管插入物质的深度约为 12 毫米。锡箔包皮末端缠绕在雷管头上(见图 26.4.2.3)。

26.4.2.3.1.3 对于液体，将 10.0 ± 0.1 克的试验物质装料放在玻璃安瓿里。雷管放在雷管座里。必要时，可用金属丝将它固定好(但绝不能使用易燃材料)。

26.4.2.3.1.4 正常密度的 10.0 ± 0.1 克苦味酸装料也用锡箔包起来。雷管插入苦味酸的深度约为 12 毫米。包皮末端缠绕在雷管头上。

26.4.2.3.2 试验准备

26.4.2.3.2.1 放在装料支架(见 26.4.2.2.5)上的装料在点火室中推到底，使雷管头顶着点火室后面(见图 26.4.2.3)。

26.4.2.3.2.2 弹丸涂有一种高级固体润滑剂，将它插进其臼炮上的支座里并推到底。为了避免由于臼炮或弹丸可能变形而使结果出现散射，弹丸相对于臼炮上的支座的位置应当检查并记录。

26.4.2.3.2.3 把游标(见 26.4.2.2.2)接在移动臂上，以便测量摆的后坐距离。在点火之后，记下摆的偏差(D)，亦即摆动停止时游标停留在扇形刻度尺上的位置。

26.4.2.3.2.4 然后应当小心地将弹丸和炮膛弄干净。

26.4.2.4 试验程序

26.4.2.4.1 首先用苦味酸进行 4 次发射。计算获得的 4 个偏差的平均值。用测量摆后坐的扇形刻度尺采用的任意爆炸力单位来表示，这一平均值应当约为 100。4 次发射的结果不应当相差超过一个单位，如果是这样，数值 D_0 将是测得的 4 个偏差的平均值。如果其中一个结果与平均值相差超过一个单位，那么就丢弃它而只用其他三个结果计算平均值 D_0 。

26.4.2.4.2 将环境温度记录下来。

26.4.2.4.3 然后用试验物质重复这一程序，至少发射三次，获得的偏差为 D_1, D_2, D_3 等。用苦味酸试验结果的百分比表示的相应爆炸力按以下公式计算：

$$T_k = 100 \times D_k / D_0, \text{ 其中 } k = 1, 2, 3, \dots,$$

或者，装在玻璃安瓿里发射的液体的爆炸力按以下公式计算：

$$T_k = 200 \times D_k / D_0, \text{ 其中 } k = 1, 2, 3, \dots.$$

26.4.2.4.4 然后计算 T_k 的平均值。这一平均值(四舍五入到最近的整数)称为物质的“弹道臼炮爆炸力”(BMP)。

注：如在同一半天里连续试验几种物质时，在这一半天里用苦味酸发射 4 次的试验只进行一次。

26.4.2.5 试验标准和评估结果的方法

26.4.2.5.1 详细的试验结果包括 T_1, T_2, T_3, \dots 结果以及 BMP 数值和环境温度。概括的结果只提供 BMP 数值。

26.4.2.5.2 试验标准如下：

“不低” - BMP 数值为 7 或更大。

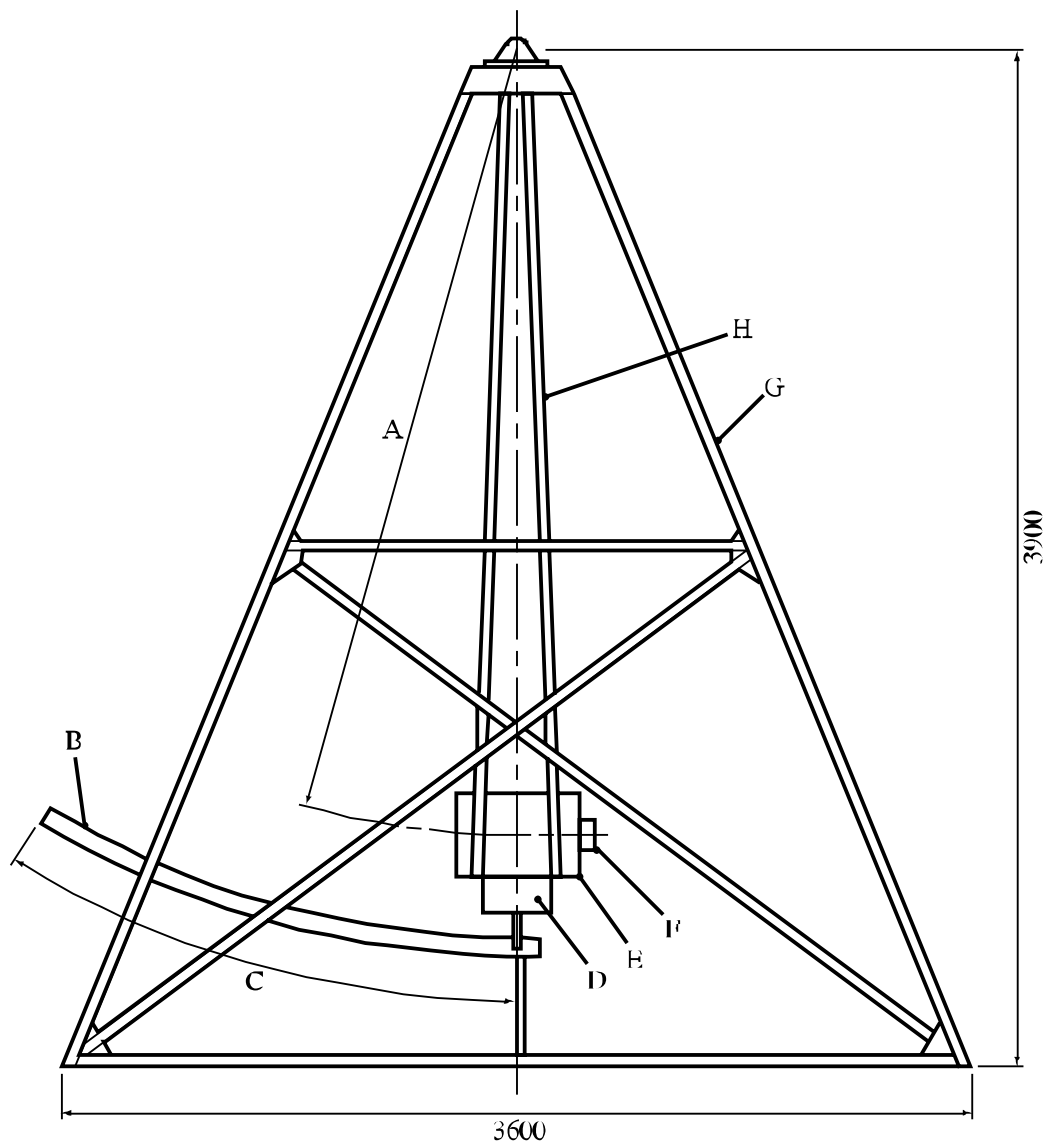
“低”： - BMP 数值小于 7 但大于 1。

“无”： - BMP 数值为 1 或更小。

26.4.2.6 结果实例

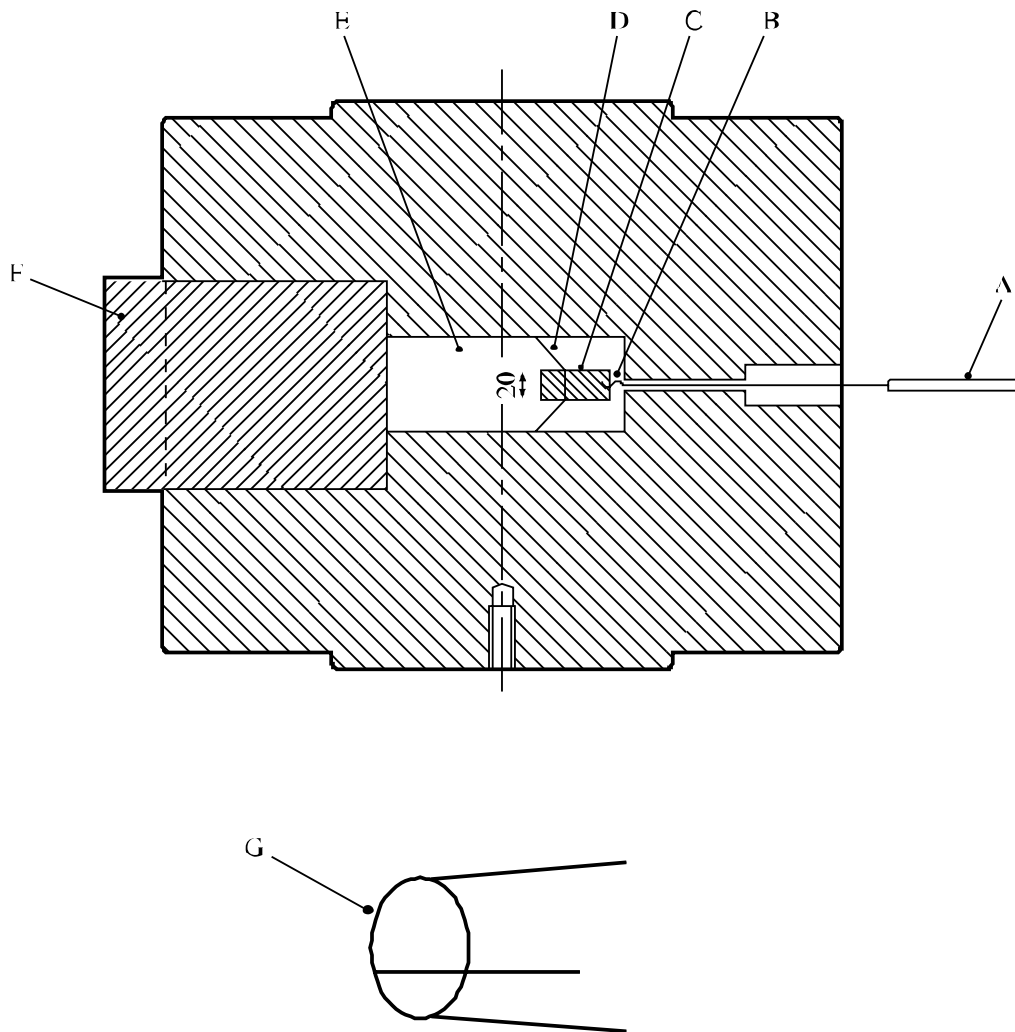
物 质	BMP 数值	结 果
2,2'-偶氮二异丁腈	13	不低
过氧苯甲酸叔丁酯	16	不低
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	7	不低
过氧化二苯甲酰	16	不低
过氧化二苯甲酰，75%，含水	8	不低
二叔丁基过氧化物	7	不低
过氧化二月桂酰	5	低
对孟基过氧氢，55%，含对孟烷	3	低
过乙酸，36%，与 19%的水、36%的乙酸和 6%的	27	不低

过氧化氢混合，加稳定剂		
蒎烷基过氧化氢，54%，含蒎烷	2	低
苦味酸	100	
三硝基甲苯	95	
沙	1	



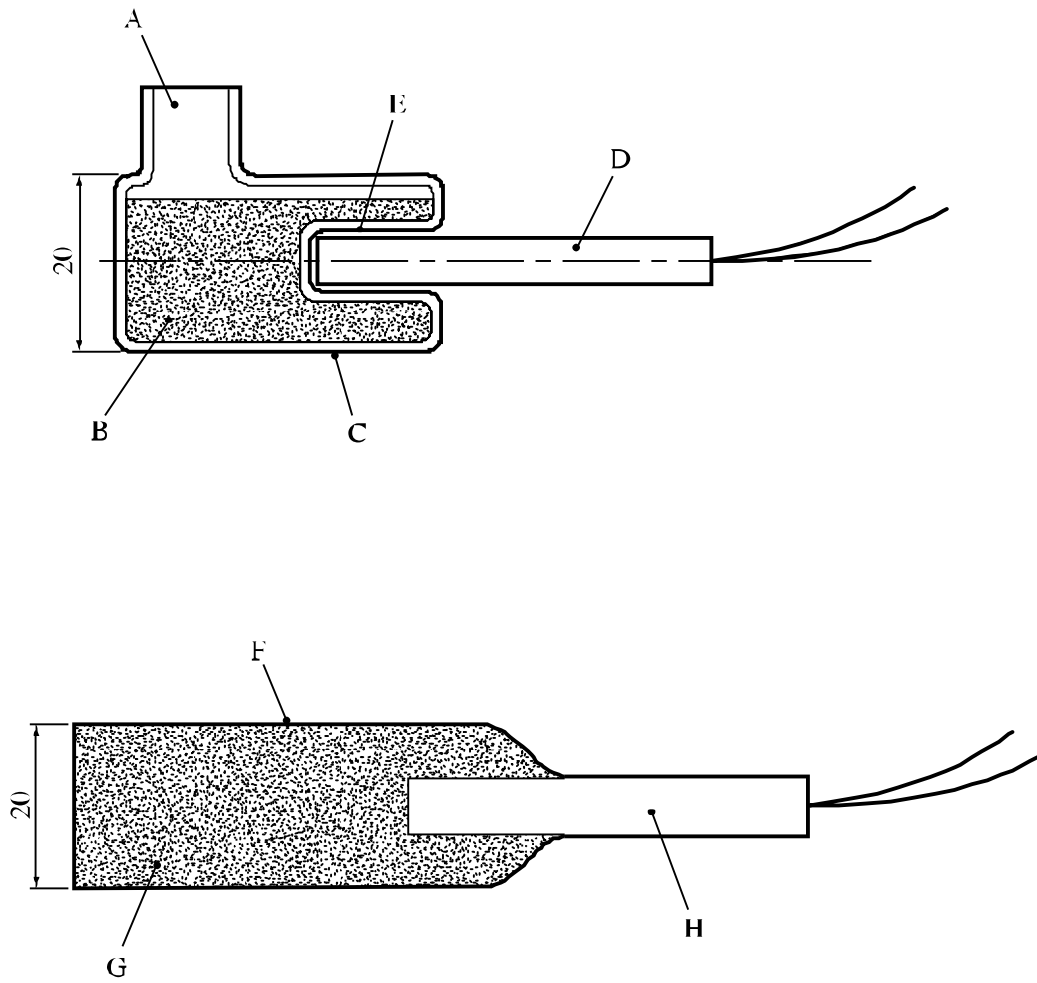
- (A) 两轴之间的距离 2905 毫米
- (B) 刻度尺
- (C) 30° 摆角
- (D) 重锤
- (E) 白炮
- (F) 弹丸
- (G) 支架
- (H) 摆臂

图 26.4.2.1: 弹道白炮试验



-
- (A) 接点火器
 - (B) 雷管
 - (C) 直径 20 毫米的装料
 - (D) 装料支架
 - (E) 点火室
 - (F) 弹丸
 - (G) 装料支架放大图
-

图 26.4.2.2: 臼炮(上图)和装料支架(下图)



-
- (A) 注入孔
 - (B) 含有 10 克物质的直径 20 毫米装料
 - (C) 玻璃安瓿(16 克)
 - (D) 0.6 克季戊炸药雷管
 - (E) 雷管座
 - (F) 2 克锡箔包皮
 - (G) 含有 10 克物质的直径 20 毫米装料
 - (H) 0.6 克季戊炸药雷管
-

图 26.4.2.3: 液体装料(上图)和液体以外物质的装料(下图)

26.4.3 试验 F3: BAM 特劳泽试验

26.4.3.1 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，而物质则封闭在铅块的一个洞里。爆炸力用每 10 克物质使铅块洞穴体积增加的数值表示。本试验可用于回答图 20.1 方框 12 的问题。

26.4.3.2 设备和材料

26.4.3.2.1 物质用装有 0.6 克季戊炸药的欧洲标准雷管(见附录 1)引爆。

26.4.3.2.2 试验使用圆柱形标准特劳泽铅块，高 200 毫米，直径 200 毫米，有一个直径 25 毫米、深 125 毫米、体积 61 厘米³的轴向凹口，见图 26.4.3.1。铅块是在 390℃至 400℃的浇铸温度下用纯软铅浇铸而成。一个浇铸系列的铅块的质量通过三次试验爆炸来检验，每次试验爆炸使用 10 厘米³的结晶苦味酸(装料密度 1.0 克/厘米³)。测得的三个净膨胀数值的平均值应当在 287 厘米³至 300 厘米³之间。

26.4.3.3 程序

26.4.3.3.1 固体物质用一块称过的锡箔包起来做成体积 10 厘米³的圆柱形试验装料，并确定装料的重量。试验装料的外直径为 24.5 毫米，高为 22.2 毫米，有一个直径 7 毫米、深 12 毫米的轴向凹口用于放置雷管。制备试验装料的装置包括一个活塞、一个分两部分的原模、一个夹紧架和一个底座(图 26.4.3.2)。将一块宽 55 毫米的梯形锡箔(厚约 0.01 毫米)缠绕在活塞上。然后把模子及其锡箔包皮放进原模直到被底座挡住。用夹紧架将原模夹紧，在使锡箔紧紧贴住底座后，将活塞慢慢地抽出锡箔管。用细木棒在锡箔管底部中央小心地穿一个孔。从夹紧架侧面将装有 0.6 克季戊炸药的雷管插入底座，将雷管导线从调节螺丝的孔中拉出一直拉到雷管碰到螺丝。调节螺丝使雷管伸出底座 12.0 毫米。将试验物质放进锡箔管，用木棒轻轻压实。将突出的锡箔边向里折，然后将活塞推入原模一直推到卡圈。在抽出活塞后，小心地将装在锡箔管里并插入雷管的制备好的试验装料从原模中取出。

26.4.3.3.2 试验液体物质所用的容器是类似形状的薄壁玻璃圆筒，其容积应能容纳体积 10 厘米³的试样和插入液体的深度为 12 毫米的雷管。容器颈部的长度应使雷管保持在中央位置。在确定试样的重量之后，将试验装料小心地放进铅块的凹口并推到底。铅块应存放在温度控制的房间内，以便在放进装料之前在凹口深处测得的温度为 10℃至 20℃。试验时，铅块应放置在一个放在地面上的扁平大块钢支架上。填塞凹口剩余空间所用的是通过每平方厘米 144 个孔眼的筛子、重力密度为 1.35 克/厘米³的干白砂。用 2 千克重的锤子敲打铅块侧面三次，将铅块上面的多余白砂除去。

26.4.3.3.3 将雷管点火，倒出铅块里的任何残余物。用水测量膨胀洞穴的体积，10 克试样造成的膨胀用下式计算：

$$10 \times \frac{\text{膨胀洞穴的体积(厘米}^3\text{)} - 61}{\text{试样重量(克)}}$$

26.4.3.3.4 通常试验进行两次，获得的最高膨胀值用来评估。

26.4.3.4 试验标准和评估结果的方法

26.4.3.4.1 爆炸力用 10 克物质使铅块洞穴体积增加的数值表示。对于给定的引爆强度，膨胀体积越大，爆炸力越大。

26.4.3.4.2 试验标准如下：

“不低”： - 每 10 克试样造成的铅块膨胀为 25 厘米³或更大。

“低”： - 每 10 克试样造成的铅块膨胀小于 25 厘米³但大于或等于 10 厘米³。

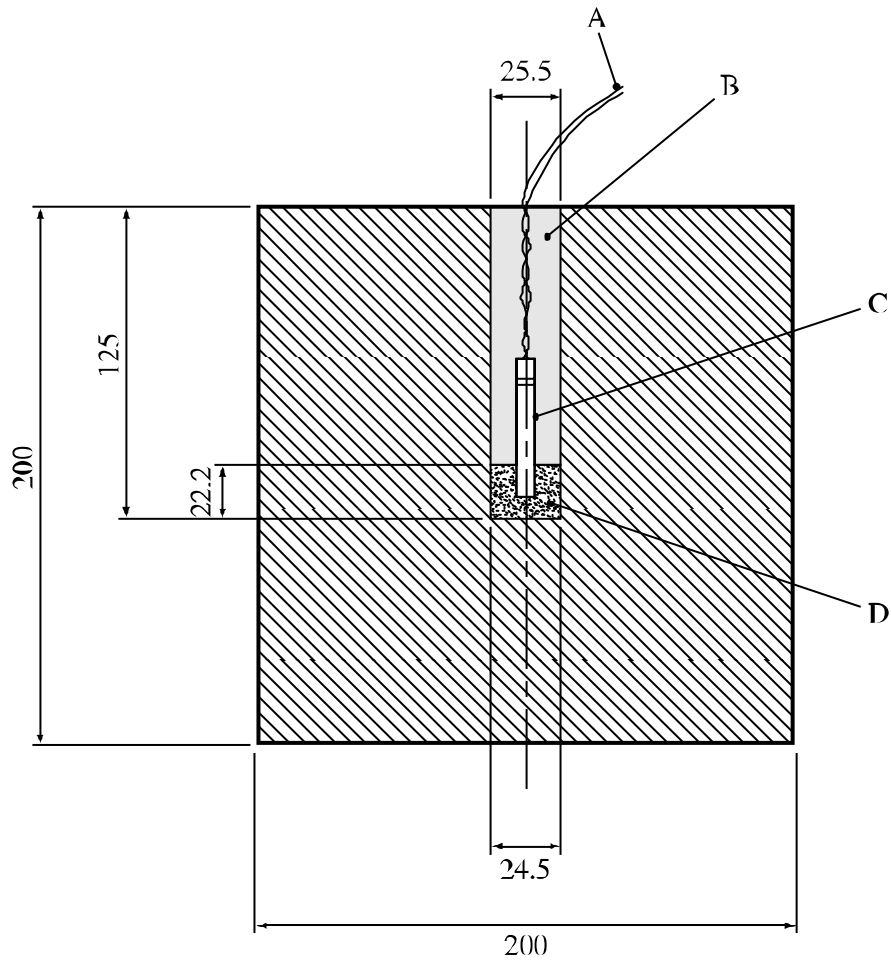
“无”： - 每 10 克试样造成的铅块膨胀小于 10 厘米³。

26.4.3.5 结果实例

物 质	试样重量(克)	膨胀(厘米 ³ /10 克)	结 果
偶氮甲酰胺		9	无
2,2'-偶氮二(异丁腈)		26 a/	不低
间苯二磺酰肼		50 a/	不低
间苯二磺酰肼, 70%, 含矿物油		11 a/	低
苯磺酰肼	8.4	8	无
过氧苯甲酸叔丁酯	9.1	32 a/	不低
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	7.2	28 a/	不低
3-氯苯过氧甲酸, 浓度不大于 86%, 含 3-氯苯甲酸	7.1	42 a/	不低
枯基过氧氢, 84%, 含枯烯	9.3	10	低
过氧化环己酮	6.4	50 a/	不低
过氧化二苯甲酰	8.0	31 a/	不低
过氧化二苯甲酰, 75%, 含水	8.0	21 a/	低
二叔丁基过氧化物	7.2	28 a/	不低
联十六烷基过氧重碳酸酯	7.3	5 a/	无
二枯基过氧化物	6.9	12 a/	低
过氧重碳酸二异丙酯	7.8	78 a/	不低
过氧化二月桂酰	8.0	11 a/	低
二肉豆蔻基过氧重碳酸酯	7.4	11	低
二肉豆蔻基过氧重碳酸酯, 42%, 在水中稳定弥散	7.8	5 a/	无
N, N'-二亚硝基五甲撑四胺		147 a/	不低
N, N'-二亚硝基五甲撑四胺, 80%, 含 17%无机固体和 3%矿物油	10.2	7 b/	无
二过氧间苯二酸	8.7	144	不低
4-亚硝基苯酚	7.3	11	低
硼酸		0	
邻苯二甲酸二甲酯		5	
水		6	

a/ 使用体积 11 厘米³的试验装料和强度稍大的起爆雷管确定的，雷管是外直径 6.85 毫米、长 45 毫米的平底铜管，内装的爆炸装药为含 10%蜡的 0.5 克季戊炸药、0.2 克特屈儿炸药和 0.5 克雷酸汞，都用 400 巴的压力压制。

b/ 用 3 个雷管引爆得到的结果是 123 厘米³/10 克，不低。



-
- (A) 雷管导线
 - (B) 干砂填充物
 - (C) 欧洲标准雷管
 - (D) 试验样品
-

图 26.4.3.1: BAM 特劳泽试验

26.4.4 试验 F.4: 改进的特劳泽试验

26.4.4.1 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。本试验可用于回答图 20.1 方框 12 的问题。

26.4.4.2 设备和材料

铅块用浇铸或挤压铅棒加工做成直径 50 ± 1 毫米、长 70 毫米，有一个直径 25.4 毫米、长 57.2 毫米的洞穴，如图 26.4.4.1 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(见附录 1)。装置 A 用于液体和糊状物质，装置 B 用于固体物质(见图 26.4.4.2)。装置 A 所用的试样小瓶是容量 12 毫升、外直径 21 毫米的工业用小瓶。装置 B 所用的试样小瓶是容量 16 毫升、外直径 24.9 毫米的工业用小瓶。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 10 毫米、长 75 毫米。在聚乙烯瓶塞中央钻一个直径 10 毫米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 16.5 毫米，截面直径 2.5 毫米)将试样小瓶固定在铅块洞穴中央。

26.4.4.3 程序

将 6.0 克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 0.2 毫升。使用同一种装置对物质和惰性参考物质分别进行三次试验。

26.4.4.4 试验标准和评估结果的方法

26.4.4.4.1 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。

26.4.4.4.2 试验标准如下：

- “不低”： - 平均净铅块膨胀等于或大于 12 厘米³。
- “低”： - 平均净铅块膨胀小于 12 厘米³，但大于 3 厘米³。
- “无”： - 平均净铅块膨胀等于或小于 3 厘米³。

26.4.4.5 结果实例

物 质	平均净膨胀(厘米 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	23a	不低
过氧重碳酸二异丙酯	45a	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	32a	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。

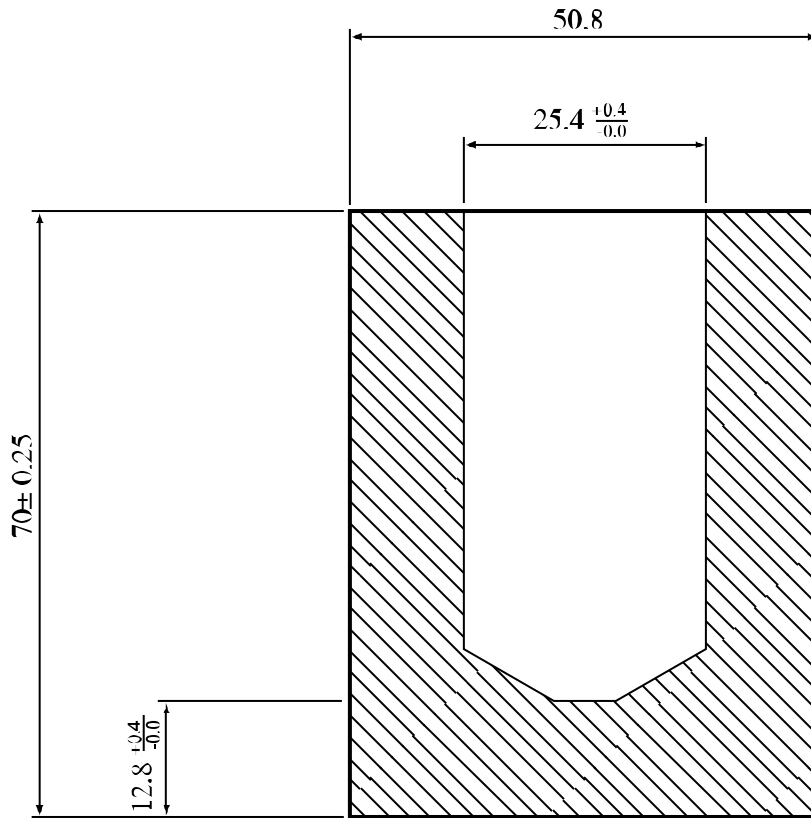
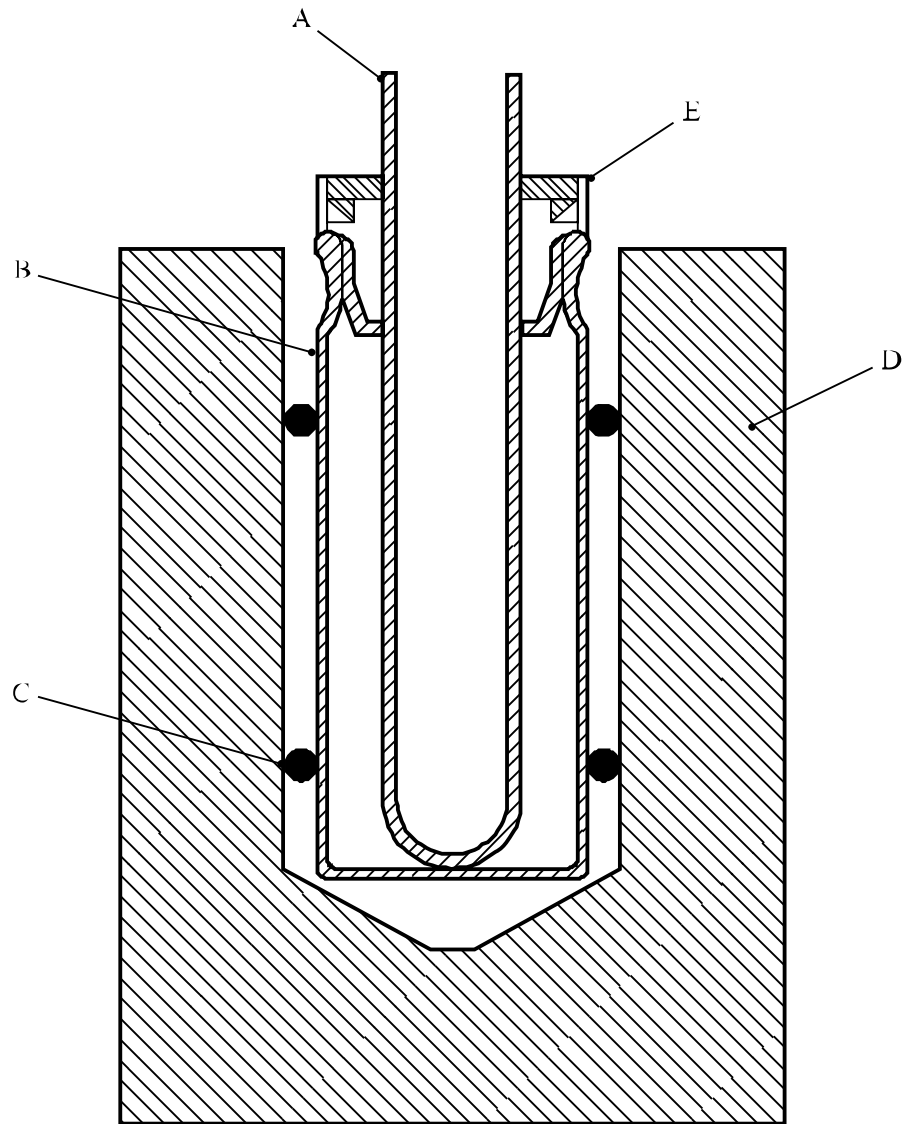


图 26.4.4.1: 改进的特劳泽试验



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

图 26.4.4.2: 装置 A 和装置 B

26.4.5 试验 F.5: 高压釜试验

26.4.5.1 引言

本试验用于测量物质的比能。在密封容器内加热不同数量的物质，测量每一试样数量得到的最大压力上升值。比能是最大压力上升值的函数。本试验可用于回答图 20.1 方框 12 的问题。

26.4.5.2 设备

高压釜(图 26.4.5.1)是圆柱形不锈钢容器，容积 96 毫升，在温度 473K 时工作压强为 150 兆帕。高压釜是用 AISI431 型号不锈钢制成，内直径 38 毫米，内高 84 毫米。高压釜里面有一个内试样容器(用 AISI316 型号不锈钢制成，内直径 32 毫米，内高 77 毫米)。将涂层的镍铬电阻丝(电阻率约为 10 欧姆/米)跳绕在一根玻璃管上，通过恒定电流供应来加热试样；供应的热量是 50-150 瓦。由于使用内容器，从物质传到高压釜的热量与不用内容器的传热情况相比是很小的。因此能够迅速加热，从而导致包括自加热和爆炸的放热反应。确定爆炸的压力-时间作用过程。使用压电式传感器记录压力。

26.4.5.3 程序

所需的物质数量称过后放入试样容器，然后将试样容器放进高压釜。加热线圈连接到高压釜盖，然后关上盖。采取措施确保整个加热线圈埋在物质里面。加热电阻丝的端点用低电阻丝接到供电电极上。然后将试样加热，直到发生爆炸。通常用 5、10、15、20 和 25 克物质进行试验，记录最大压力。不过，这些数量可能需要根据物质的体积密度和易爆性加以改变。

26.4.5.4 试验标准和评估结果的方法

26.4.5.4.1 结果是根据比能(F)评估，比能是最大压力上升值(P_m)的函数。用以下公式计算比能时需要试样的初始重量(M_0)和反应容器的体积(V)：

$$V/M_0 = F/P_m + C$$

其中 V = 压力容器的内体积-内试样容器的钢的体积；

C = 试验条件下的常数；和

F = 由 V/M_0 对 $1/P_m$ 的曲线的斜率确定。

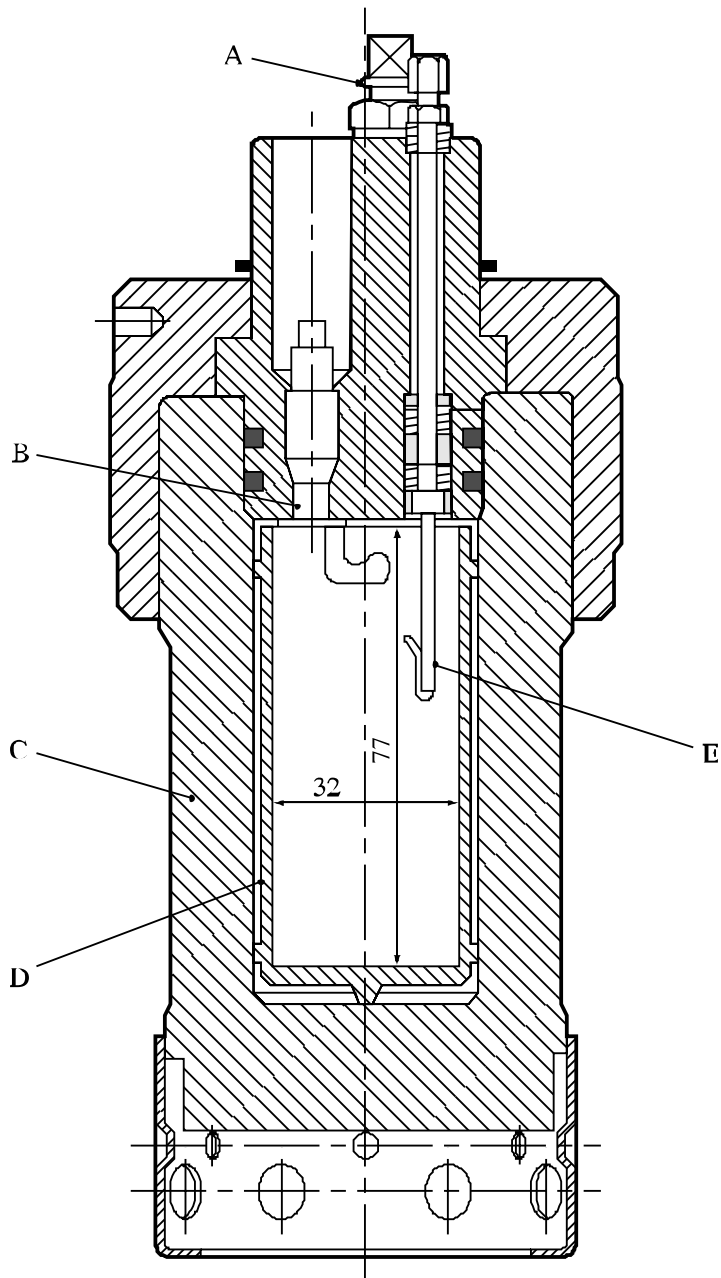
物质的爆炸力仅与比能 F 的数值有关。

26.4.5.4.2 试验标准如下：

- “不低”： - 比能大于 100 焦耳/克。
- “低”： - 比能大于或等于 5 焦耳/克，但小于或等于 100 焦耳/克。
- “无”： - 比能小于 5 焦耳/克。

26.4.5.5 结果实例

物 质	F 值(焦耳/克)	结 果
2,2'- 偶氮二(异丁腈)	101	不低
过氧苯甲酸叔丁酯	110	不低
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	56	低
枯基过氧氢, 80%, 含枯烯	60	低
过氧化二苯甲酰, 75%, 含水	41	低
二叔丁基过氧化物	140	不低
联十六烷基过氧重碳酸酯	无反应	无
二枯基过氧化物, 40%, 含惰性固体	无反应	无
过氧化二月桂酰	8	低
过氧化二月桂酰, 42%, 在水中稳定弥散	1.3	无



-
- (A) 阀门
 - (B) 压力传感器
 - (C) 高压釜
 - (D) 内试样容器
 - (E) 电极
-

图 26.4.5.1: 高压釜

第 27 节

试验系列 G

27.1 引言

27.1.1 试验系列 G 包括有关图 20.1 方框 10 所要求的确定物质在运输包件中的热爆炸效应的试验和标准。只有在涉及在规定的封闭条件下加热的试验(试验系列 E)中显示激烈效应的物质才需要进行这些试验。

27.2 试验方法

27.2.1 “在运输包件中能否爆炸”的问题(图 20.1 方框 10)是根据表 27.1 所列试验方法之一的结果回答的。

表 27.1: 试验系列 G 的试验方法

试验识别码	试验方法	节次
G.1	包件中的热爆炸试验 a	27.4.1
G.2	包件中的加速分解试验	27.4.2

a 建议的试验。

27.2.2 这两个试验对于水润湿固体以外的所有物质都是等效的。对于水润湿固体，如果两个试验的结果不一致，那么试验 G.1 的结果应优先于试验 G.2 的结果。

27.3 试验条件

27.3.1 系列 G 的试验应适用于在其提交运输的状况和形式下的物质包件(不超过 50 千克)。

27.3.2 在进行这些试验之前应先进行预备程序(见第 20.3 节)。

27.4 系列 G 试验说明

27.4.1 试验 G.1: 包件中的热爆炸试验

27.4.1.1 引言

本试验用于确定物质在包件中热爆炸的潜力。它可用于回答图 20.1 方框 10 的问题。

27.4.1.2 设备和材料

27.4.1.2.1 容器(不大于装 50 千克物质所需要的)、物质、适当的加热装置(例如 25 千克物质需要 2 千瓦)和测量温度的设备。

27.4.1.3 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/小时。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。

27.4.1.4 试验标准和评估结果的方法

27.4.1.4.1 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。

27.4.1.4.2 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。

27.4.1.5 结果实例

物 质	容 器	碎片数 ^{a/}	结 果
2,2'-偶氮二(异丁腈)	4G, 30 千克	无	否
过氧苯甲酸叔丁酯	1B1,15 升	> 30	是
过氧苯甲酸叔丁酯	6HG2,30 升	无	否
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	1B1,25 升	> 5	是
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	6HG2,30 升	无	否
过氧异丙基碳酸叔丁酯	1B1,25 升	> 80	是
过氧异丙基碳酸叔丁酯	6HG2,30 升	> 20	是
过氧新戊酸叔丁酯, 75%, 溶液	6HG2,30 升	无	否
过氧化二苯甲酰, 75%, 含水	4G,25 千克	无	否
2,2-二(叔丁基过氧)丁烷, 50%, 溶液	3H1,25 升	无	否
2,2-二(叔丁基过氧)丁烷, 50%, 溶液	6HG2,30 升	无	否

^{a/} “无”指没有破裂。

27.4.2 试验 G.2: 包件中的加速分解试验

27.4.2.1 引言

本试验用于确定物质在包件中的热爆炸潜力。它可用于回答图 20.1 方框 10 的问题。

27.4.2.2 设备和材料

本试验所用的设备是如图 27.4.2.1 所示、如第 28 节所描述的用于试验 H.1 的典型自加速分解温度试验室。

27.4.2.3 程序

试验按照第 28 节所描述的试验 H.1 的程序进行。试验室的温度可以定在大约比自加速分解温度(如果已知)高 10°C。自加速分解温度试验室的设计能够将试验物质分解过程中产生的较大压力迅速地排放。试验室的盖子仅是放着，单靠重力压住。

27.4.2.4 试验标准和评估结果的方法

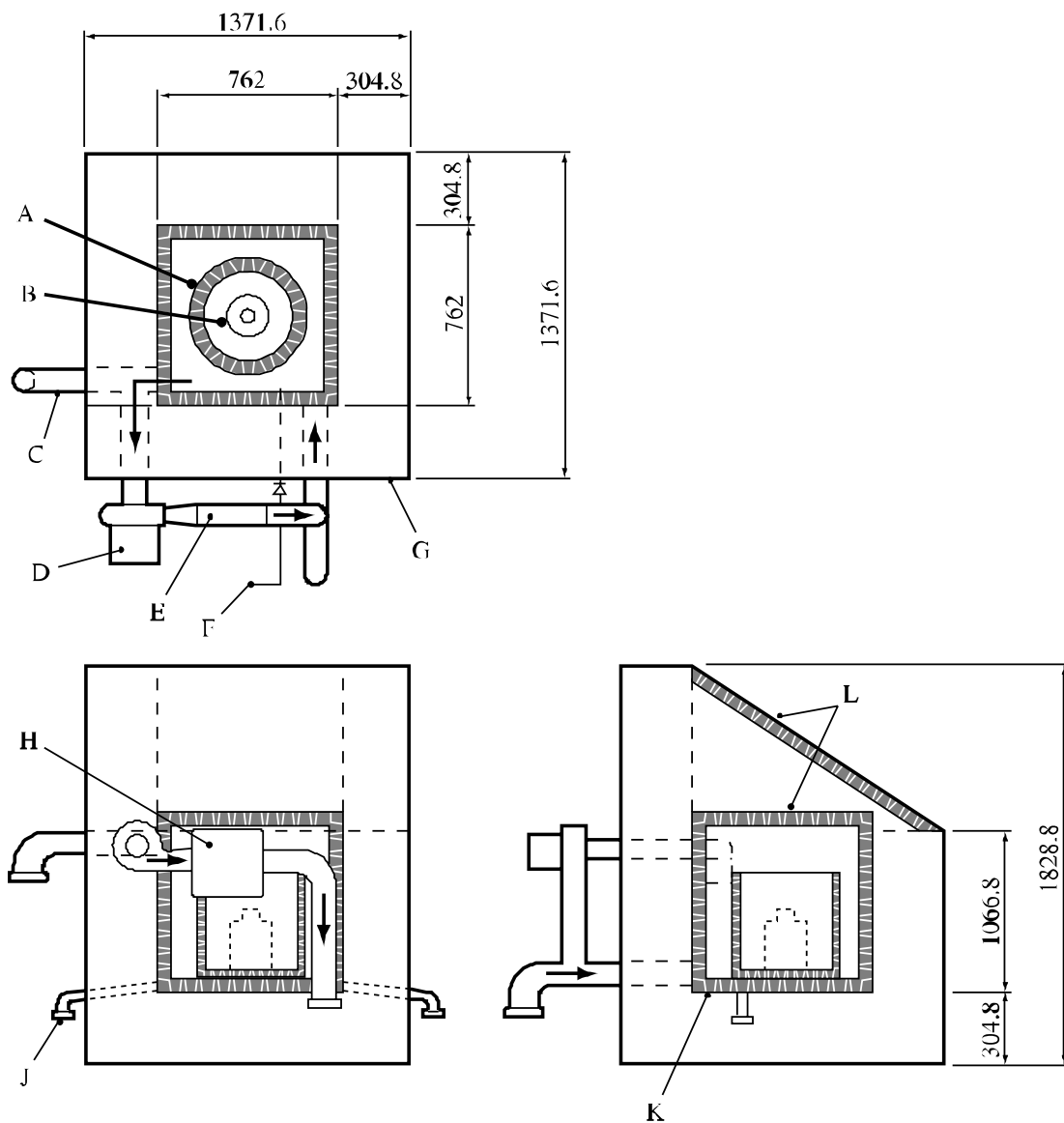
27.4.2.4.1 试样、包件、试验室和邻近环境的状况可用来衡量所试验形状的产品/包件分解反应的激烈程度。

27.4.2.4.2 试验标准是根据试验室、包件的状况和是否发生爆炸来界定的，这些标准如下：

- “是”：- 可看到试验室内部有相当大的破坏。外盖可能飞离至少两米远，表明试验室内部压力相当大。试验包件严重损坏，破裂成至少三个碎片。
- “否”：- 试验室破坏轻微或无破坏。外盖可能飞走但离开试验室不超过两米。试验包件可能破裂和损坏，例如内容器破裂，纸板箱裂开。

27.4.2.5 结果实例

物 质	包 件	结 果
过乙酸叔丁酯，75%，溶液	6HG2,20 升	是
过氧苯甲酸叔丁酯	6HG2,20 升	否
叔丁基过氧-2-乙基己酸酯	6HG2,20 升	否
过氧异丙基碳酸叔丁酯，75%，溶液	6HG2,20 升	否
过氧新戊酸叔丁酯，75%，溶液	6HG2,20 升	否
过氧化二苯甲酰	4G,0.454 千克	是
2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧)3-己炔	6HG2,20 升	是



- | | |
|-----------|----------|
| (A) 试验容器 | (B) 试验包件 |
| (C) 通风管 | (D) 风扇 |
| (E) 加热器 | (F) 二氧化碳 |
| (G) 框架 | (H) 循环器 |
| (J) 带帽排水管 | (K) 绝热层 |
| (L) 绝热盖 | |

图 27.4.2.1: 包件中的加速分解试验

第 28 节

试验系列 H

28.1 引言

本试验系列包括确定自加速分解温度的试验方法。自加速分解温度的定义是物质装在用于运输的容器内可能发生自加速分解的最低温度。自加速分解温度是衡量环境温度、分解动态、包件大小、物质及其容器的传热性质等的综合效应的尺度。为了帮助解释结果，可以使用对热流的主要阻力如下的模式：

- (a) 在边界，即容器(Semenov 模式)；
- (b) 物质内部(Frank-Kamenskii 模式)；或
- (c) 两者兼而有之(Thomas 模式)。

本案文应与《规章范本》第 2.5.3.4 小节所载的温度控制要求一起使用。

参考资料：N.N. Semenov, Z.Physik, 48,1928,571。

D.A. Frank-Kamenskii, Zhur.Fiz.Khim, 13,1939,738。

P.H. Thomas, Trans.Faraday Soc., 54,1958,60。

28.2 试验方法

28.2.1 试验系列 H 包括有关物质在运输温度下的热稳定性的试验和标准或有关确定物质是否符合自反应物质定义的试验和标准。

28.2.2 这些试验或者涉及储存在固定的外部温度下并观察是否引发任何反应，或者涉及储存在近绝热的条件下并测量发热率与温度的关系。试验系列 H 包括的试验方法载于表 28.1 中。所列的每种方法都可适用于固体、液体、糊状物质和分散体。

表 28.1：试验系列 H 的试验方法

试验识别码	试验名称	节次
H.1	美国自加速分解温度试验 <u>a/</u>	28.4.1
H.2	绝热储存试验 <u>b/</u>	28.4.2
H.3	等温储存试验	28.4.3
H.4	热积累储存试验 <u>c/</u>	28.4.4

a/ 建议对装在容器中运输的物质进行的试验。

b/ 建议对装在容器、中型散货箱或罐体中运输的物质进行的试验。

c/ 建议对装在容器、中型散货箱或小型罐体中运输的物质进行的试验。

表中所列的试验并非详尽无遗；也可以使用其他试验，只要它们能得出物质在运输包件中的正确自加速分解温度。

28.2.3 必要时(对于有机过氧化物,当 $SADT \leq 50^\circ\text{C}$ 时;对于自反应物质,当 $SADT \leq 55^\circ\text{C}$ 时),控制温度和危急温度可以利用表 28.2 从自加速分解温度推算。

表 28.2: 控制温度和危急温度的推算

贮器类型	自加速分解温度(SADT) a	控制温度	危急温度
单个容器和	$\leq 20^\circ\text{C}$	比 SADT 低 20°C	比 SADT 低 10°C
中型散货箱	$> 20^\circ\text{C} \leq 35^\circ\text{C}$	比 SADT 低 15°C	比 SADT 低 10°C
	$> 35^\circ\text{C}$	比 SADT 低 10°C	比 SADT 低 5°C
便携式罐体	$< 50^\circ\text{C}$	比 SADT 低 10°C	比 SADT 低 5°C

a 即运输包件中的物质的自加速分解温度。

28.2.4 如果对物质进行试验是为了确定它是否为 4.1 项自反应物质时,那么应当进行系列 H 的一个试验或一个适当的其他试验,来确定该物质装在 50 千克包件中运输时其自加速分解温度是否小于或等于 75°C 。

28.2.5 最大的商业包件得到的结果可适用于类似结构和材料的较小包件,只要每单位重量的传热率不小于较大包件的传热率。

28.3 试验条件

28.3.1 在进行自加速分解温度试验之前,应当先进行预备程序(见第 20.3 节)并确定在封闭条件下加热的效应(试验系列 E)。应当采取安全防护措施,以防试验容器失灵时造成灾难,并防次生燃料空气混合物点燃和放出毒性分解产物引起的危险。可能起爆的物质应当采取特别防护措施才能进行试验。

28.3.2 选定的试验的进行方式应当具有代表性,即能够反映出待运输包件的尺寸和材料。对于装在金属容器、中型散货箱或罐体中的运输,试验样品中可能需要包括具有代表性数量的金属,即能够反映出金属和接触面积。

28.3.3 处理做过试验的样品时应当格外小心,因为物质可能发生了使它更加不稳定、更加敏感的变化。试验样品应当在试验后尽快销毁。

28.3.4 在某一温度下做过试验而且显然无反应的样品可以再次使用,但只用于筛选目的并且需要格外小心。实际确定自加速分解温度时应当使用新的样品。

28.3.5 如果不是用整个包件进行试验,用于确定自加速分解温度的热损失数据应当能够代表提交运输的包件、中型散货箱或罐体。包件、中型散货箱或罐体的单位重量热损失可以如下确定:计算(考虑到物质的数量、包件的大小、物质内部的热传导和热量通过容器传到周围环境)或者测量装满物质或具有类似物理性质的另一种物质的包件的冷却半时。单位重量热损失 L (瓦/千克.K)可以利用以下公式从冷却半时 $t_{1/2}$ (秒)和物质的比热 C_p (焦耳/千克.K)计算:

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

28.3.6 冷却半时可以通过测量试样和周围环境之间的温差减少 2 倍的时间间隔来确定。例如，对于液体，容器可以装满酞酸二丁酯或酞酸二甲酯，然后加热至大约 80°C。不应当用水做试样，因为可能因蒸发/凝结而得到错误的结果。在包括预计的自加速分解温度在内的温度范围内测量包件中央的温度下降。为了定标，可能需要连续测量物质和周围环境的温度，然后用线性回归获取以下公式的系数：

$$\ln\{T-T_a\} = c_0 + c \times t$$

式中： T = 物质温度(°C)；
 T_a = 环境温度(°C)；
 c₀ = ln{初始物质温度- 初始环境温度}；
 c = L/C_p；
 t = 时间(秒)。

28.3.7 表 28.3 载有某些典型包件的热损失特性实例。实际得到的数值将取决于容器的形状、壁厚、表面涂层等。

表 28.3: 包件、中型散货箱和罐体的单位重量热损失

容器类型	标称容量 (升)	装 载 量	单位重量热损失(L) (毫瓦/K.千克)
液 体 :			
1A1	50	47.5 千克 DMP ^{a/}	63
1H1	50	47.5 千克 DMP	94
1H1	200	200 千克水	56
3H1(黑色)	60	47.5 千克 DMP	105
6HG2	30	35.0 千克 DMP	69
中型散货箱 31HA1	500	500 千克水	51
罐体	3,400	3400 千克水	18 ^{b/}
罐式集装箱(隔热)	20,000	14,150 千克异十二烷	1.7
固 体 :			
1G	38	28.0 千克 DCHP ^{c/}	35
1G	50	37.0 千克 DCHP	29
1G	110	85.0 千克 DCHP	22
4G	50	32.0 千克 DCHP	27

^{a/} DMP = 酞酸二甲酯。

^{b/} 用传热系数=5 瓦/米².K 计算。

^{c/} 邻苯二酸两个环己酯(固体)。

28.4 系列 H 试验说明

28.4.1 试验 H.1: 美国自加速分解温度试验

28.4.1.1 引言

本方法用于确定物质在特定包件中发生自加速分解的最低恒定环境气温。220 升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。

28.4.1.2 设备和材料

28.4.1.2.1 试验物质和容器应当是能够代表打算用于商业用途者。容器是试验的一个必要组成部分。

28.4.1.2.2 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。

28.4.1.2.3 试验室的结构应当：

- (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；和
- (c) 包件与墙壁之间的距离至少 100 毫米。

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。 28.4.1.2.4 和 28.4.1.2.5 中分别载有合适的小包件烤炉和大包件烤炉实例。

28.4.1.2.4 小包件烤炉可以用开顶的 220 升钢桶制成。这将能容纳容积多达 25 升的包件。详细构造如图 28.4.1.1 所示。也可用于试验较大的包件，只要包件与炉壁之间保持 100 毫米的距离。

28.4.1.2.5 使用一次的大包件烤炉可以用 50 毫米 \times 100 毫米木料做成边长 1.2 米的立方形框架，每一面的里边和外边都镶上 6 毫米厚的防水胶合板并且全部包着 100 毫米厚的纤维玻璃绝缘层。详细构造如图 28.4.1.2 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 50 毫米 \times 100 毫米的木料彼此间隔 200 毫米垫着，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 2.5 千瓦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。

28.4.1.2.6 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。

28.4.1.2.7 需要防火和防爆炸危险的连续测量和记录温度设备。

28.4.1.2.8 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 90 米。如果可能有毒性烟气，可能需要更长的安全距离。

28.4.1.3 程序

28.4.1.3.1 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 100 毫米。

28.4.1.3.2 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°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°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°C 上升到其最高温度所需的时间。

28.4.1.3.3 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，记录重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。

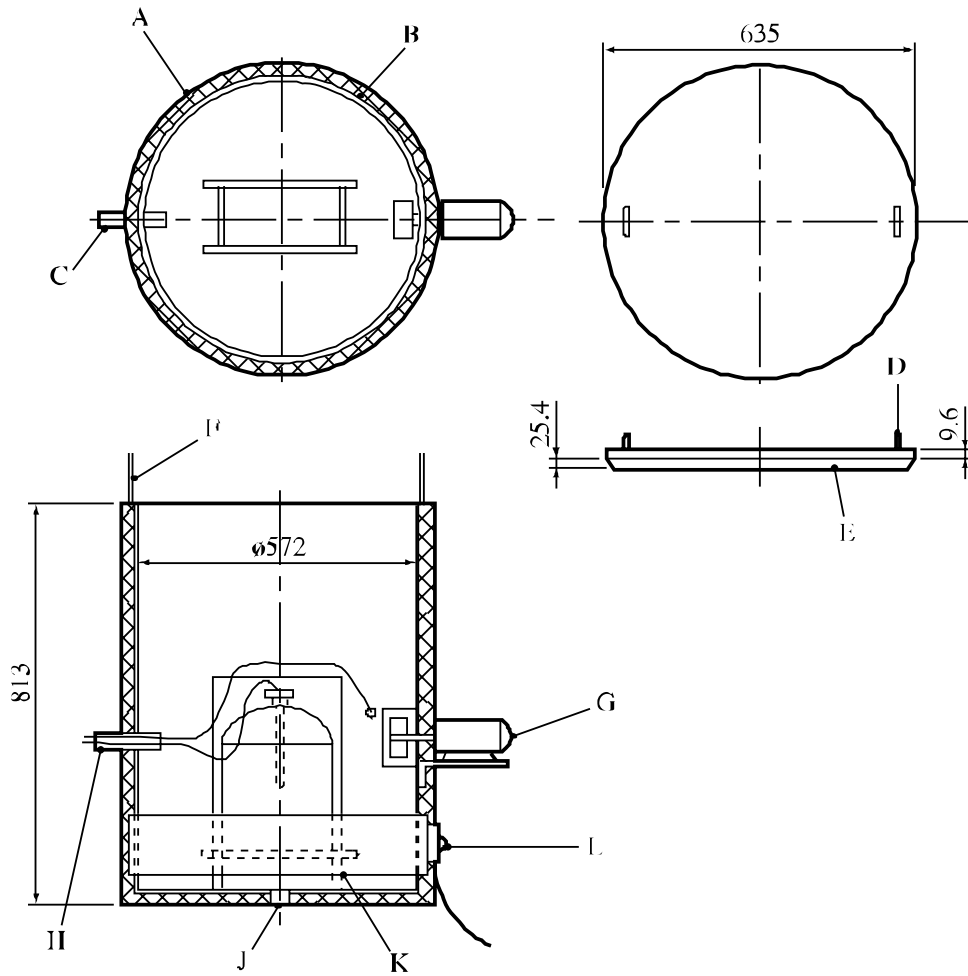
28.4.1.3.4 如果试样温度没有比烤炉温度高 6°C 或更多，那么用新的试样在温度高 5°C 的烤炉内再进行试验。自加速分解温度的定义是试样温度比烤炉温度高 6°C 或更多的最低烤炉温度。如果对物质进行试验是为了确定是否需要温度控制，那么应进行足够次数的试验以便确定自加速分解温度至最近的 5°C 或确定自加速分解温度是否大于或等于 60°C。如果对物质进行试验是为了确定它是否符合自反应物质的自加速分解温度标准，那么应进行足够次数的试验以便确定 50 千克包件的自加速分解温度是否为 75°C 或更低。

28.4.1.4 试验标准和评估结果的方法

28.4.1.4.1 自加速分解温度是试样温度超过烤炉温度 6°C 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°C 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。

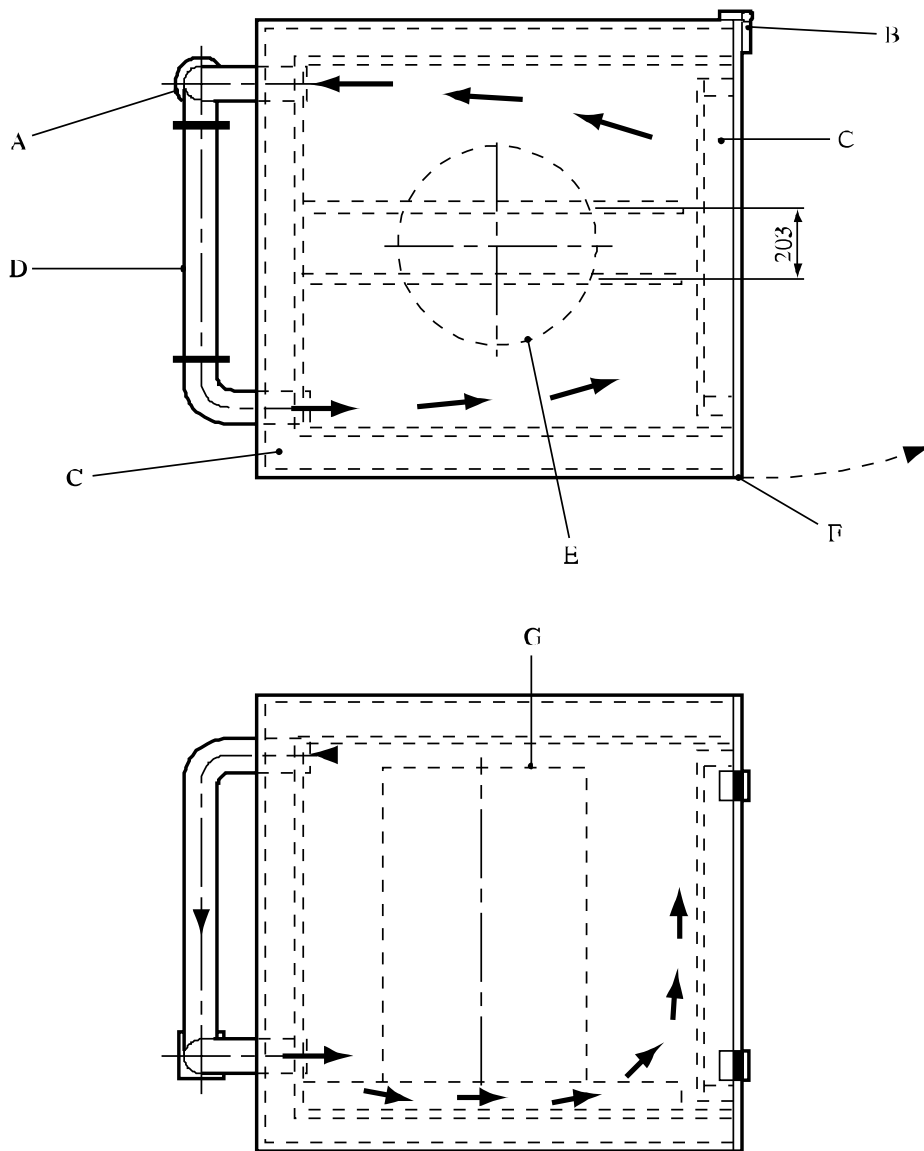
28.4.1.5 结果实例

物 质	试样重量 (千克)	容 器	自加速分解温度 (0°C)
叔戊基过氧苯甲酸酯	18.2	6HG2,22.8 升	65
过乙酸叔丁酯(60%)	7.2	6HG2,22.8 升	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,50 升	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	6HG1,25 升	50



- | | |
|---------------|--------------------|
| (A) 25 毫米厚绝缘层 | (B) 220 升开顶圆桶 |
| (C) 19 毫米管子 | (D) 钢盖上的 9.6 毫米眼螺栓 |
| (E) 钢盖上的绝缘层 | (F) 3 毫米控制索 |
| (G) 风扇 | (H) 热电偶和控制器 |
| (J) 排气孔 | (K) 25 毫米角架 |
| (L) 2 千瓦圆桶加热器 | |

图 28.4.1.1: 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 0.58 米×0.89 米) | |
-

图 28.4.1.2: 大物件烤炉(顶视图和侧视图)

28.4.2 试验 H.2: 绝热储存试验

28.4.2.1 引言

28.4.2.1.1 本试验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。

28.4.2.1.2 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 15 毫瓦/千克。上限是由冷却系统安全地冷却物质的能力确定的(最高达 500 瓦/千克，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 10 毫瓦。最大误差在发热率为 15 毫瓦/千克时是 30%，在发热率为 100 毫瓦/千克至 10 瓦/千克时是 10%。

28.4.2.1.3 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便尽量减少可能发生的爆炸危险性和分解产物引起气体爆炸(次生爆炸)的危险性。

28.4.2.2 设备和材料

28.4.2.2.1 设备包括一个用于装试样的玻璃杜瓦瓶(1.0 或 1.5 升)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。在特别情况下，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 2 米长的聚四氟乙烯毛细管穿过绝缘瓶盖来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 28.4.2.1 是绝热储存试验的示意图。

28.4.2.2.2 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。

28.4.2.3 程序

28.4.2.3.1 校准程序

校准程序如下进行：

- (a) 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；
- (b) 使用已知功率(例如 0.333 瓦或 1.000 瓦)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；
- (c) 根据 28.4.2.4 中所述的方法使用这些数据来确定杜瓦瓶的热容量。

28.4.2.3.2 试验程序

试验程序如下：

- (a) 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；
- (b) 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；
- (c) 停止内部加热后测量温度。如果在 24 小时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；
- (d) 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；
- (e) 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)。

28.4.2.4 试验标准和评估结果的方法

28.4.2.4.1 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 (℃/小时)。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。

28.4.2.4.2 用以下公式计算杜瓦瓶的热容量 H (焦耳/℃)：

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

- 式中：
- E_1 = 用于内部加热器的功率(瓦)
 - A = 在计算温度下的温度下降率(℃/小时)
 - B = 内部加热(校准物质)曲线在计算温度下的斜率(℃/小时)
 - M_1 = 校准物质的重量(千克)
 - C_{p1} = 校准物质的比热(焦耳/千克℃)

28.4.2.4.3 用以下公式确定每一预定温度下的热损失 K (瓦)：

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

并通过这些数值划曲线。

28.4.2.4.4 用以下公式计算物质的比热 C_{p2} (焦耳/千克℃)：

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

- 式中：
- E_2 = 用于内部加热的功率(瓦)
 - C = 内部加热(试样)曲线在计算温度下的斜率(℃/小时)
 - M_2 = 试样的重量(千克)

28.4.2.4.5 用以下公式每隔 5℃ 计算物质在每一温度下的发热率 Q_T (瓦/千克)：

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

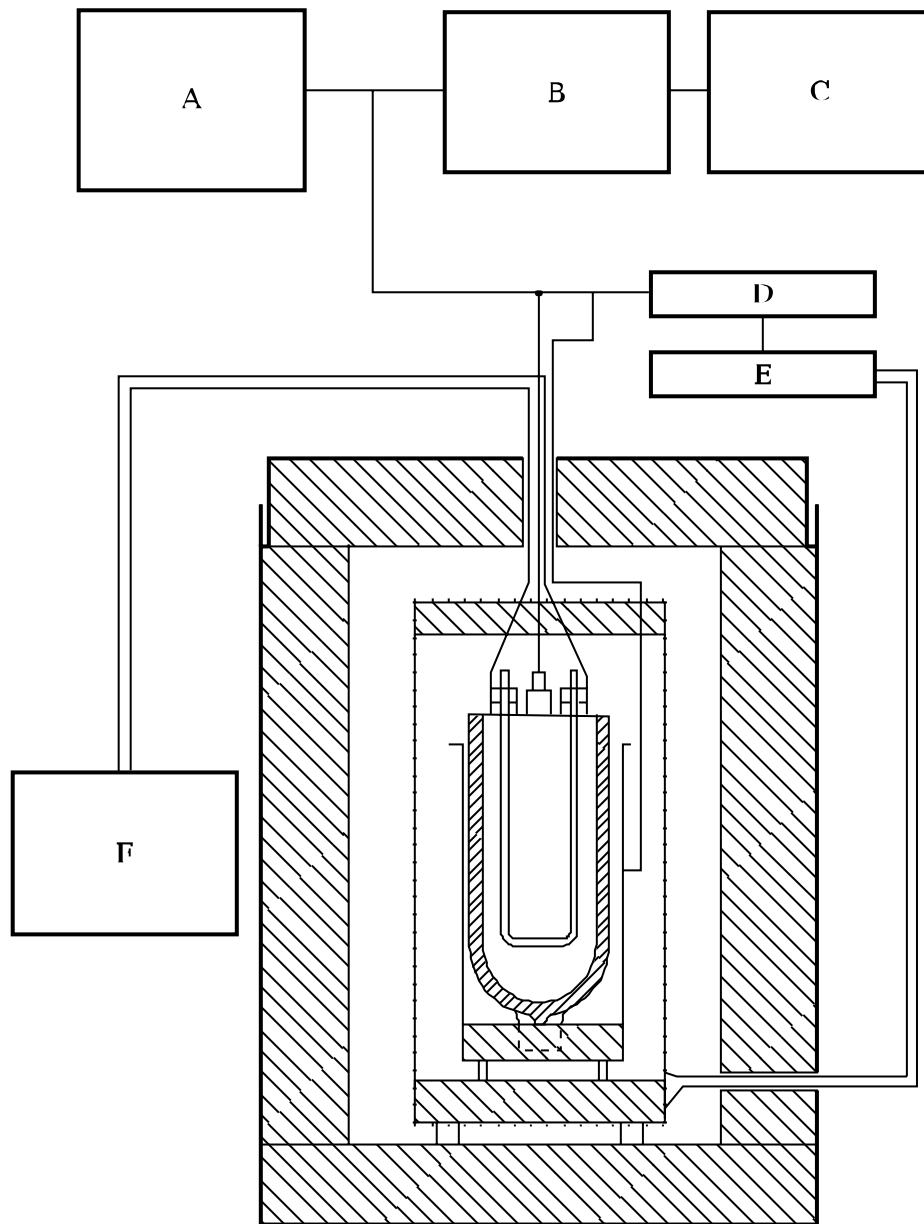
- 式中： D = 自加热阶段曲线在计算温度下的斜率(℃/小时)。

28.4.2.4.6 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 (瓦/千克)

°C)(见 28.3.3)。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 28.4.2.2 载有一个例子。

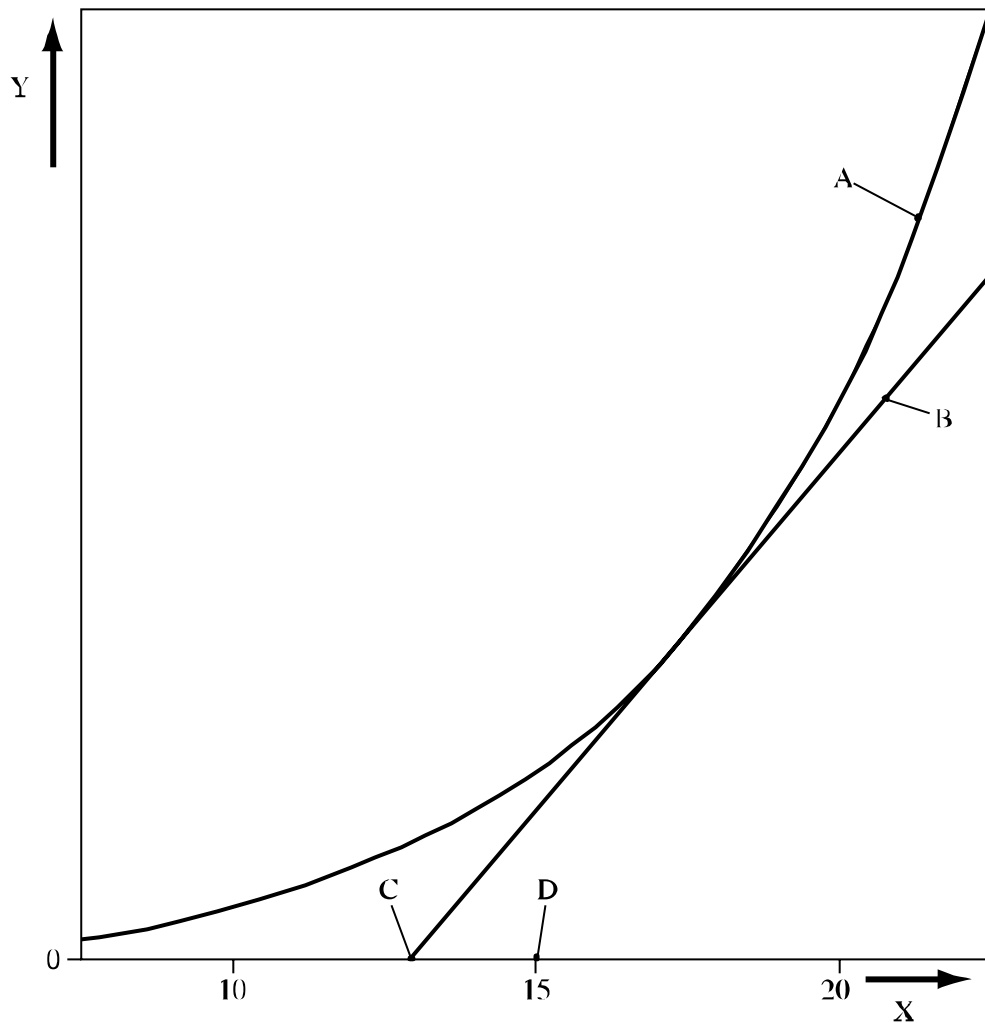
28.4.2.5 结果实例

物 质	重 量 (千克)	容 器	单位重量热损失 (毫瓦/千克.K)	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(10 毫伏)
- (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 28.4.2.1: 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°C倍数
 - (X) 温度
 - (Y) 单位重量热流量(产生或损失)
-

图 28.4.2.2: 确定自加速分解温度的例子

28.4.3 试验 H.3: 等温储存试验

28.4.3.1 引言

28.4.3.1.1 本方法用于确定反应或分解物质在恒温下随时间而变的发热率。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。有些物质的发热率可能随着分解增加(例如由于自催化作用或诱发分解)而增大。本试验方法也考虑到这一性质。

28.4.3.1.2 测量可以在-20°C至 200°C的温度范围内进行。可以测量到的发热数值为 5 毫瓦/千克至 5 瓦/千克。试样容器与铝块之间经过热流计的热阻约为 0.1 瓦/°C。设备能够测量的发热率为 15 毫瓦/千克至 1500 毫瓦/千克，最大误差在 15 毫瓦/千克时为 30%，在 100 至 1500 毫瓦/千克时为 5%。

28.4.3.1.3 由于设备结构坚固、试样数量比较少、并且操作条件明确，因此试验能够在普通实验室内进行。热爆炸效应，例如试样容器碎片和压力升高，应当封闭在设备内。

28.4.3.2 设备和材料

28.4.3.2.1 设备是一个空气绝缘的吸热装置(铝块)，用控制加热的方法使其保持恒温。低温恒温器用于使温度保持在 40°C 以下。加热控制器能够使温度保持在调定温度±0.2°C 内。吸热装置的温度用铂电阻测温计测量。铝块上钻两个孔，用于装热流计(例如珀尔帖元件)。图 28.4.3.1 载有等温储存试验的示意图。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。

28.4.3.2.2 两个热流计上都放置容器：一个装试样，一个装惰性物质。两个容器是相同的，体积是 70 厘米³。每个容器所装的物质数量约为 20 克。容器用玻璃或不锈钢制成。钢必须与试验物质相容。使用玻璃容器时，应配备一根长的毛细管以防容器内的压力升高和试样蒸发。

28.4.3.2.3 试样容器到吸热装置的热流与惰性物质容器到吸热装置的热流之间的差别引起的电压差用记录器或电脑连续地记录其随时间变化的情况(差值测量)。

28.4.3.3 程序

28.4.3.3.1 校准程序

在进行测量前，需要用以下校准程序来确定空白信号和热流计的灵敏度：

- (a) 将等温储存试验装置调定在选定的试验温度；
- (b) 将加热线圈插入试样容器。在试样容器和参考容器内装入惰性物质(例如氯化钠或磨碎的玻璃珠)，要确保加热线圈完全被物质覆盖。将两个容器放在等温储存试验装置内；
- (c) 确定空白信号(加热线圈不接电源时记录器的输出)。
- (d) 使用两个或三个不同的电加热功率来确定热流计的灵敏度，这些加热功率应在预计的试验样品发热率范围内。

28.4.3.3.2 试验程序

试验程序如下：

- (a) 将等温储存试验装置调至所需的试验温度；
- (b) 试样容器内装入称重过的试样加上某一代表包装容器材料(如果是金属)的数量，然后将容器插入试验装置中。试样数量应当足够使发热率达到每千克物质为 5 毫瓦至 1500 毫瓦；
- (c) 开始测量发热率。试验开始头 12 个小时的结果不应采用，因为这一段时间需要用于使温度达到平衡。每次试验的持续时间取决于试验温度和发热率。试验应在 12 小时温度平衡时间过后继续进行至少 24 小时，然后可以停止，如果发热率开始从最大值下降，或者发热率大于 1.5 瓦/千克；
- (d) 试验结束时应确定试样重量的变化；
- (e) 用新的试样在间隔 5℃ 的温度下重复进行试验，以便在 15 至 1500 毫瓦/千克之间取得 7 个最大发热率结果。

28.4.3.4 试验标准和评估结果的方法

28.4.3.4.1 根据以下公式计算在用于校准程序的各种不同电功率下仪器的灵敏度 S (毫瓦/毫伏)：

$$S = \frac{P}{(U_d - U_b)}$$

式中： P = 电功率(毫瓦)
 U_d = 假信号(毫伏)
 U_b = 空白信号(毫伏)

28.4.3.4.2 利用这些数值和试验数据来根据以下公式计算在不同试验温度下的最大发热率 Q (毫瓦/千克)：

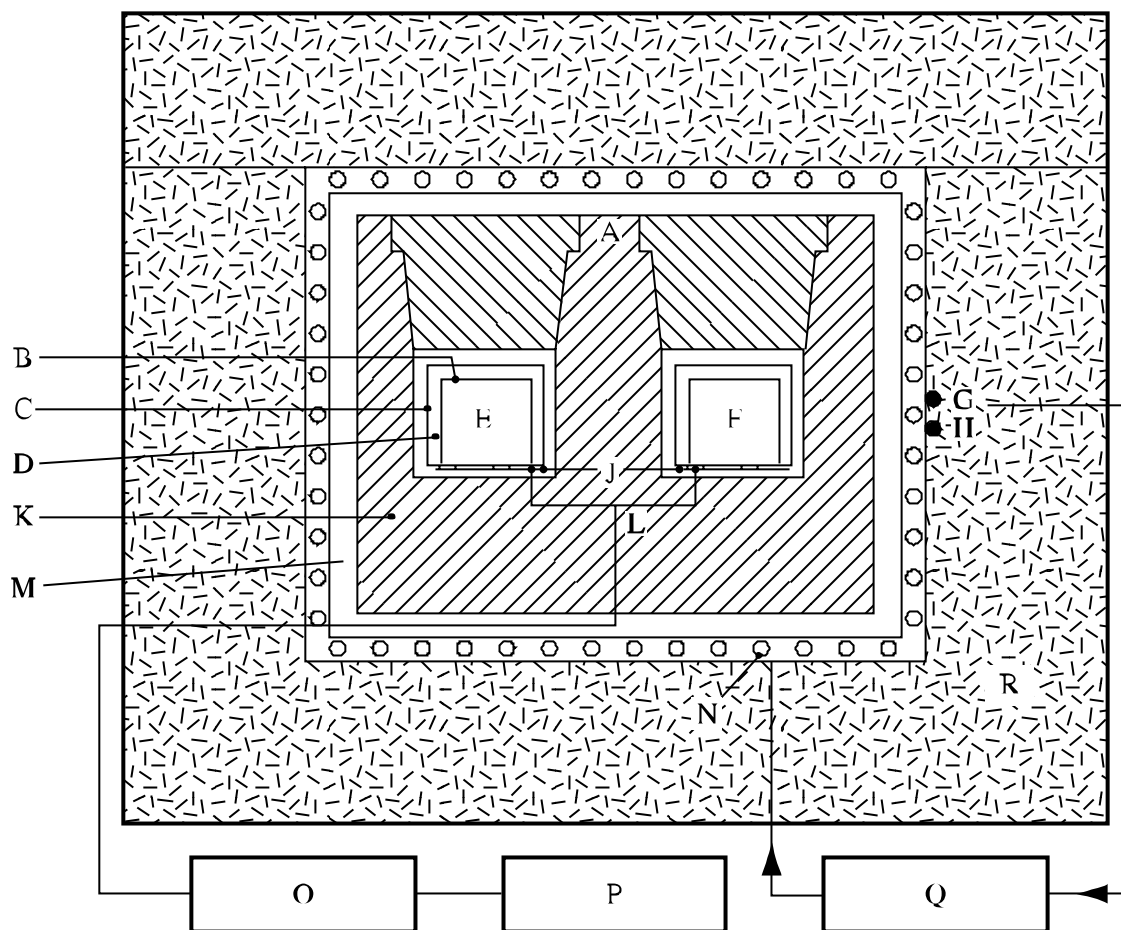
$$Q = \frac{(U_s - U_b) \times S}{M}$$

式中： U_s = 试样信号(毫伏)
 M = 重量(千克)

28.4.3.4.3 将计算出的单位重量最大发热率作为试验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 (瓦/千克℃)(见 28.3.3)。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(℃)化整到下一个更高的 5℃ 倍数的温度。图 28.4.3.2 载有一个例子。

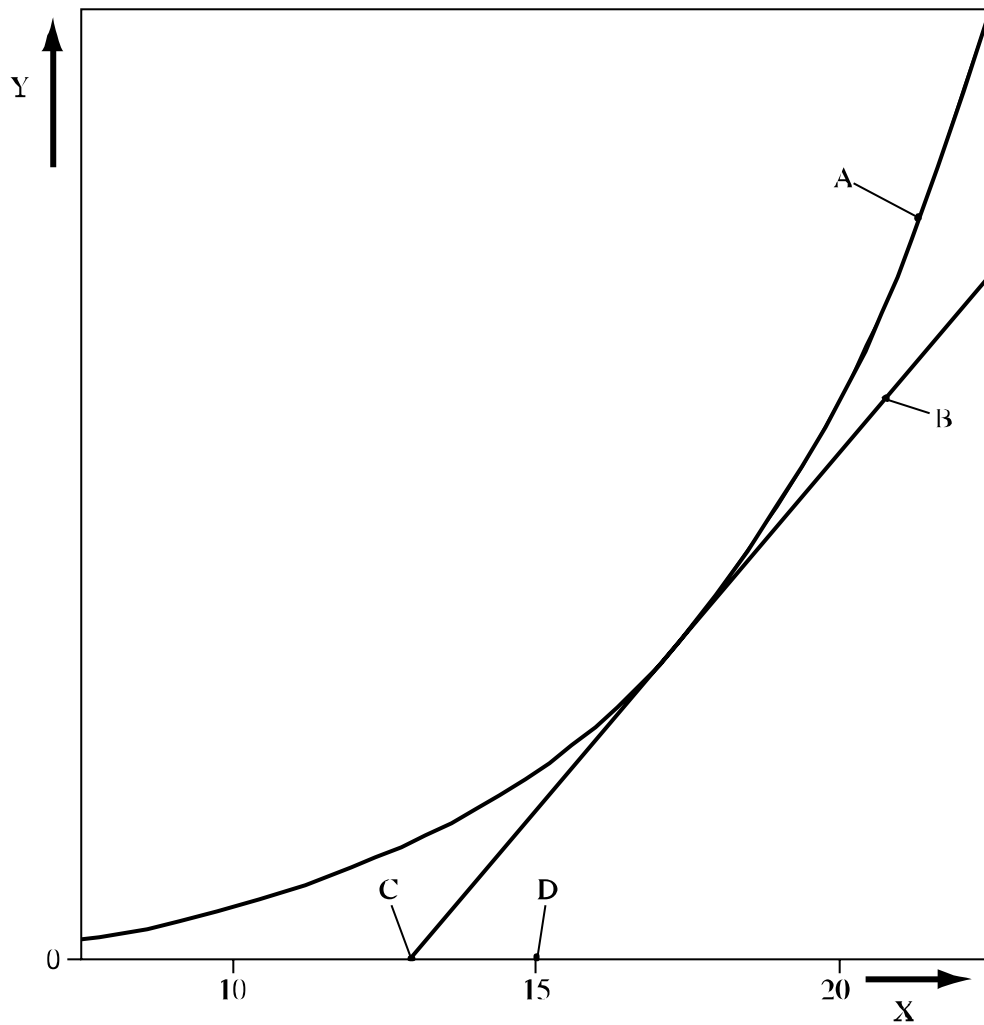
28.4.3.5 结果实例

物 质	重 量 (千克)	容 器	单位重量热 损失(毫瓦/ 千克.K)	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
氯化锌-2,5-二乙氧基-4-吗啉代重氮苯 (90%)	25	1G	150	45
氟硼酸-2,5-二乙氧基-4-吗啉代重氮苯 (97%)	25	1G	15	55
氯化锌-2,5-二乙氧基-4-苯磺酰重氮苯 (67%)	25	1G	15	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%)	25	1G	15	45
氟硼酸-3-甲基-4-(吡咯烷-1-基)重氮苯 (95%)	25	1G	15	55



- | | |
|-------------------|-------------------|
| (A) 铂电阻温度计 | (B) 试样容器 |
| (C) 圆柱形支座 | (D) 空隙 |
| (E) 试样 | (F) 惰性物质 |
| (G) 用于控制温度的铂电阻传感器 | (H) 用于安全控制的铂电阻传感器 |
| (J) 珀尔帖元件 | (K) 铝块 |
| (L) 电路 | (M) 空隙 |
| (N) 加热金属线 | (O) 放大器 |
| (P) 记录器 | (Q) 温度控制器 |
| (R) 玻璃棉 | |

图 28.4.3.1: 等温储存试验



-
- (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°C 倍数
 - (X) 温度
 - (Y) 单位重量热流量(产生或损失)
-

图 28.4.3.2: 确定自加速分解温度的例子

28.4.4 试验 H.4: 热积累储存试验

28.4.4.1 引言

28.4.4.1.1 本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(2 米³ 以下)中的自加速分解温度。

28.4.4.1.2 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。

28.4.4.2 设备和材料

28.4.4.2.1 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。

28.4.4.2.2 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。

28.4.4.2.3 对于温度在 75°C 以下的试验，应当使用双壁金属试验室(大约内直径 250 毫米、外直径 320 毫米、高 480 毫米，用厚 1.5 至 2.0 毫米的不锈钢板制成)，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 10 毫米厚的聚氯乙烯制成)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°C。

28.4.4.2.4 或者，特别是对于温度高于 75°C 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°C。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。

28.4.4.2.5 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 ±1°C。

28.4.4.2.6 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 28.4.4.1 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。

28.4.4.2.7 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，在一定程度上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 0.5 升的杜瓦瓶。

28.4.4.2.8 装有 400 毫升物质、热损失为 80 至 100 毫瓦/千克.K 的杜瓦瓶通常可用于代表 50 千克包件。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 34 毫瓦/千克.K 的球形 1 升杜瓦瓶可用于代表中型散货箱和小型罐体。

28.4.4.3 程 序

28.4.4.3.1 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。

28.4.4.3.2 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°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°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°C 上升到其最高温度的时间。

28.4.4.3.3 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。

28.4.4.3.4 用新试样重复做试验，在间隔 5°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°C 或者确定自加速分解温度是否大于或等于 60°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 50 千克包件的自加速分解温度是否为 75°C 或更低。

28.4.4.4 试验标准和评估结果的方法

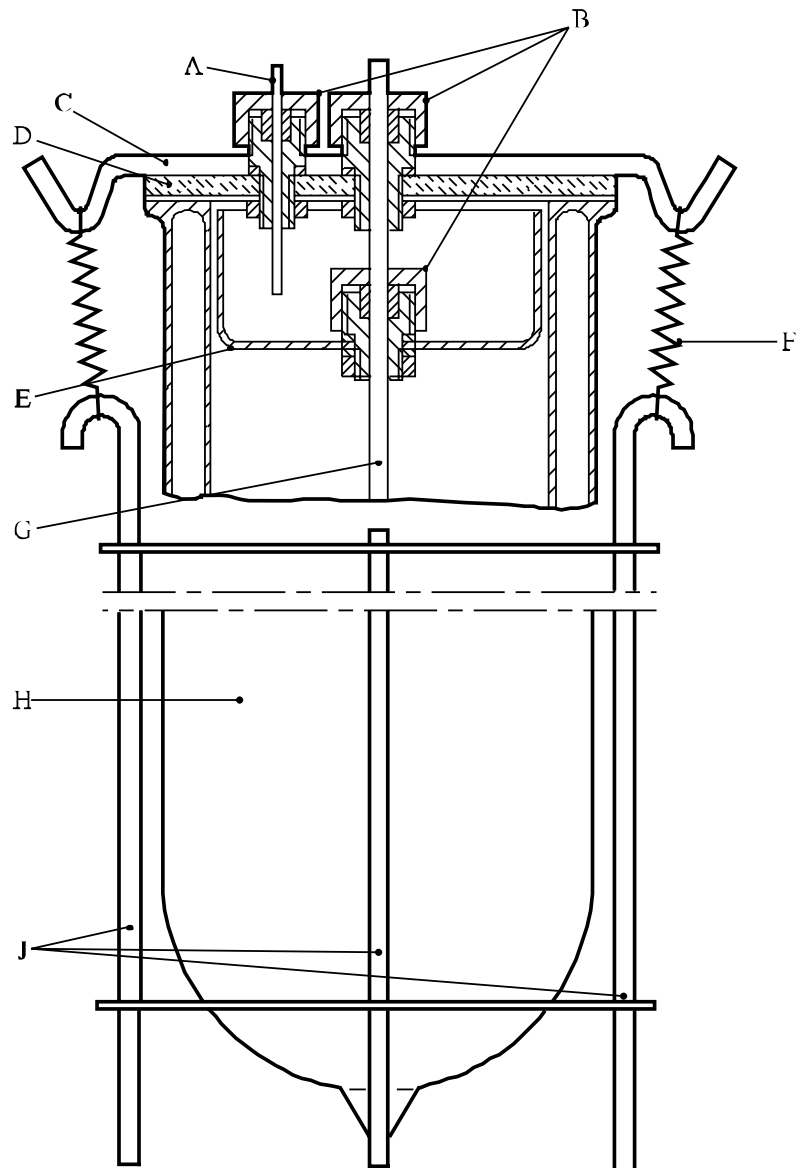
28.4.4.4.1 自加速分解温度是试样温度超过实验室温度 6°C 或更多的最低温度。如果在任何一次试验中试样温度都没有超过试验室温度 6°C 或更多，自加速分解温度即记为大于所使用的最高储存温度。

28.4.4.5 结果实例

物 质	试样重量 (千克)	杜瓦瓶热损失 (毫瓦/千克.K)	加速分解 温度(°C)
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/} 装在放入 2 升杜瓦瓶的压力容器内。

^{b/} 装在球形的 1 升杜瓦瓶内。



-
- | | |
|--------------|-----------------------------|
| (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 28.4.4.1: 用于试验液体和水湿润固体的杜瓦瓶及其封闭装置