

备案号: 7800—2000

DL

DL 740 — 2000
eqv IEC 61243—1:1993

电 容 型 验 电 器

Capacitive type voltage detectors

前 言

本标准的 5.1、5.2、5.3、6.2、6.3 为强制性的，其余条文为推荐性的。

本标准是根据原电力工业部综科教〔1998〕28 号文下达的任务制订的。

本标准等效采用 IEC61010-1《安全测试用器》标准，并参照 GB1983—1980《携带式绝缘电阻表》

IEC 前 言

1. IEC 关于技术问题的正式决议和决定是由对其感兴趣的各国委员会提出而由技术委员会准备的，将尽可能表达国际上对所涉及的问题的一致意见。

2. 本标准由技术委员会在国际上批准使用，并能由各国委员会所接受。

3. 为促进国际性合作，IEC 推荐版本与对应的国家标准之间的任何分歧，应尽可能在后者中详细地加以说明。

本标准由 IEC 78 带电作业工具技术委员会准备。本标准的版本以表中的文件为基础。

六 月 法	关于表决结果的报告
78 (CO) 30	78 (CO) 37

关于本标准通过时的所有文件可以在上述列出的表决结果的报告中找到。

目 次

前言

IEC 前言

1 范围	1
2 引用标准	1
3 定义	1
4 分类	2
5 技术要求	2
6 试验	4
7 检验规则.....	12
8 标志、包装、贮存及运输.....	13
附录 A (标准的附录) 试验类型及项目	14
附录 B (标准的附录) 机械冲击测试	15
附录 C (标准的附录) 标志符号	16

中华人民共和国电力行业标准

电容型验电器

DL 740—2000

本标准规定了用于交流 1kV~330kV 电力系统的电容型验电器的定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、贮存及运输等。

本标准适用于在额定电压 1kV~330kV 的工频交流电力系统中使用的便携式验电器。适用于与被测部件相接触的电容型验电器，不适用于感应型非接触式验电器。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- | | |
|-------------------|-------------------|
| GB13398—1992 | 带电作业用绝缘杆通用技术条件 |
| GB/T 16927.1—1997 | 高电压试验技术 第二部分：测量系统 |

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 验电器 voltage detector

一种用于检测电气设备上工作电压是否存在的便携式装置。

3.2 电容型验电器（验电器） capacitive detector

通过检测流过验电器对地杂散电容中的电流来指示电压是否存在的装置。

3.3 接触电极 contact electrode

与被测部件产生电气连接的裸露导电部分。如果要使接触电极延长，可以用有外绝缘层的导电电极加长。

3.10 额定电压 (U_N) rated voltage

验电器能正确指示和安全使用的近似电压值。验电器的额定电压应与电力系统的额定电压相符合，
对无电压区、空电压区用的验电器，额定电压范围的极限值可表示为 $1/3$ 和 $1/2$ 。

3.11 起动电压 (U_{st}) threshold voltage

在规定的试验条件下，明确给出“电压存在”显示所需的带电体与地之间的最小电压值。

3.12 干扰电压 interference voltage

被测部件上感应到的感性或容性电压。

3.13 干扰电场 interference field

影响验电器性能的电场。它可能来源于被测部件，也可能来源于其周围邻近部件，并且具有任意相

起动电压 U_{st} 应满足以下关系式

$$0.15U_N \leq U_{st} \leq 0.40U_N$$

——B类：适用于一定额定电压范围，但其范围较窄的验电器。

如 $U_{N+max} \approx 2U_{N+min}$ 时，起动电压 U_{st} 应满足以下关系式

$$0.15U_{N+max} \leq U_{st} \leq 0.40U_{N+min}$$

——C类：适用于一定额定电压范围，但其范围较宽的验电器

当 $U_{N+max} \approx 3U_{N+min}$ 时，起动电压 U_{st} 应满足以下关系式

——D类：在某些特殊的情况下，可根据用户的要求确定 U_{st} 值，并作出在特定场合应用的说明。

5.2.1.2 验电器的起动电压设定后，用户不能随便调整。

5.2.1.3 当验电器直接连接带电设备时，验电器应可连续显示。

5.2.1.4 当按照说明书使用验电器时，邻近的带电部件或接地部件的存在不应影响验电器指示的正确性。

验电器在被测设备仅带有干扰电压时，不应发出有电信号，干扰电场的存在不应影响显示的正确性。

5.2.2 清晰可辨性

在正常的光照和背景噪声下，验电器在达到起动电压后应给出清晰易辨的显示。

5.2.2.1 视觉指示

在正常的光照条件下，验电器的光显示信号对于正常操作者应是清晰可见的。

5.2.2.2 听觉指示

在正常的背景噪声下，验电器的声音信号对处于正常操作位置的人员，应是清晰可闻的。

5.2.3 指示器与温度的关系

验电器按其使用的环境温度，可分成三类：低温型、常温型、高温型。

各类验电器应在表 1 相对应的温度范围内正常工作，在该气候条件范围内，起动电压的变化不应超过本标准 6.1.1 规定气候条件下起动电压值的 $\pm 10\%$ 。

5.2.4 频率响应

在额定频率变化 $\pm 3\%$ 的范围内验电器应能给出正确指示。

5.2.5 响应时间

响应时间应小于 1s。

5.2.6 内装电源耗尽指示

电源耗尽时应给出电源耗尽的显示或自动关机。带有自检元件的验电器，可通过自检来判定电源是否耗尽。

5.2.7 自检元件

自检元件无论是内装的还是外附的，均能检测指示器的所有电路，包括电源和指示功能。如果

表 1 按气候分类

气候类型	气候条件范围（操作和贮存）	
	温度 ℃	湿度 %
低温型 (D)	-40 ~ +55	20 ~ 96
常温型 (C)	-25 ~ +55	20 ~ 96
高温型 (G)	-5 ~ +70	12 ~ 96

5.2.8 对直流电压无响应

验电器在直流电压下应无指示信号或只有瞬间的信号。

5.2.9 额定工作时间

验电器应能在额定电压下，连续无故障地工作 5min 以上。

5.3 电气绝缘要求

5.3.1 绝缘件的材料及尺寸要求

绝缘操作杆的材料性能应符合 GB13398 的要求，长度尺寸应符合表 2 的要求。参照图 1。

5.3.2 防短接性能

验电器在正常操作时，如属绝缘杆及接地和接地附件，验电器不应短接和击穿。

5.3.3 耐电火花性能

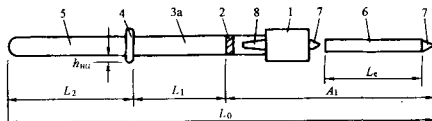
验电器在正常验电时，不应由于电火花的作用致使显示器毁坏或停止工作。

5.3.4 泄漏电流

通过绝缘件的泄漏电流不应大于 0.5mA。

5.4 机械强度要求

5.4.1 握着力和弯曲度



试验应在按使用说明书规定的装配完整的验电器上进行，必要时包括加长接触电极。

6.1.1 气象条件

除非另有规定，试验应在以下气象条件下进行：

- 环境温度为 $10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度为 $45\% \sim 75\%$ ；
- 气压为 $85\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$ 。

在进行试验之前，验电器应在上述气象条件下置放至少 4h 以上。

6.1.2 湿试验

在进行电气试验之前，每个试品应用三氟三氯乙烷清洁，然后在空气中干燥 15min。

- 湿试验所用水的平均电阻率为 $100\Omega\text{m} \pm 15\Omega\text{m}$ ；
- 平均淋雨率为 $1.0\text{mm/min} \sim 1.5\text{mm/min}$ 。

6.1.3 试验方法

- 试验用交流电源及测量装置应符合 GB/T 16927.1 的有关规定。

最高的电压值应在加压开始后 10 s 内达到。

除特殊规定外

- 所有测试值允许 $\pm 3\%$ 的波动。
- 验电器的各项试验应在干燥的气候条件下进行，雨雪型验电器应增加淋雨试验。

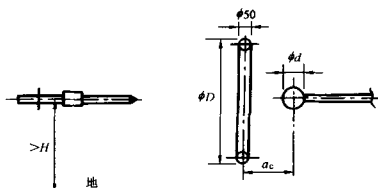
如果验电器适用于一定的电压范围，对应于此电压范围的所有试验都应进行。试验电压应根据气象条件进行校正。

6.2 功能试验

6.2.1 起动电压试验

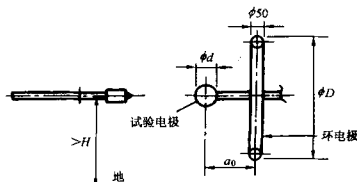
6.2.1.1 试验布置

验电器的试验布置见图 2。



U_N kV	电极间距离 a_c mm	H mm	环直径 ϕD mm	球直径 ϕd mm
10 35	100 430	>1500	550	60
66~110 220~330	650 850	>2500	1050	100

(a)



U_N kV	电极间距离 a_0 mm	H mm	环直径 ϕD mm	球直径 ϕd mm
10 35	300	>1500	550	60
66~110 220~330	1000	>2500	1050	100

(b)

图2 检测验电器功能的试验布置

(a) 带接触电极延长段的验电器；
(b) 不带接触电极延长段的验电器

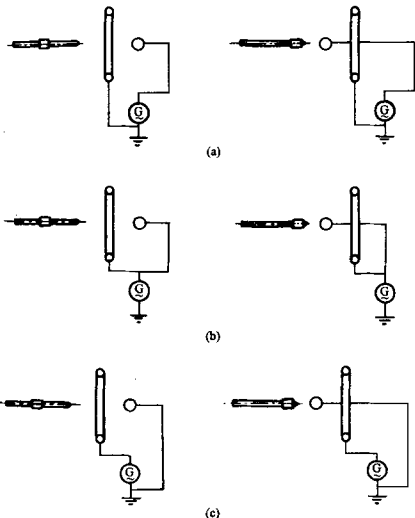


图3 功能检测的电路连接

(a) 起动电压的测量；(b) 同相干扰电场影响；
(c) 反相干扰电场的影响

逐渐升高试验电极上的电压，当“电压存在”的指示信号出现时测量起动电压。

如果测出的起动电压值在4.2.1规定的范围内，认为测试通过。

6.2.2 抗干扰性试验

试验布置与6.2.1相同。

6.2.2.1 同相干扰电场的影响

试验回路图参照图3(b)。

试验电压应为额定电压的0.4倍或0.45倍，对于适用于一定电压范围的验电器，应按最高和最低电压的0.4倍或0.45倍进行试验。

如果验电器指示“电压存在”，则试验通过。

6.2.2.2 反相干扰电场的影响

试验回路按图3(c)所示连接。

试验电压应为额定电压的0.6倍，对于适用于一定电压范围的验电器，应按最高电压的0.6倍进行试验。如果“电压存在”的显示不出现，则认为试验通过。

6.2.3 光显示信号的清晰可辨性试验

试验布置如图4所示。

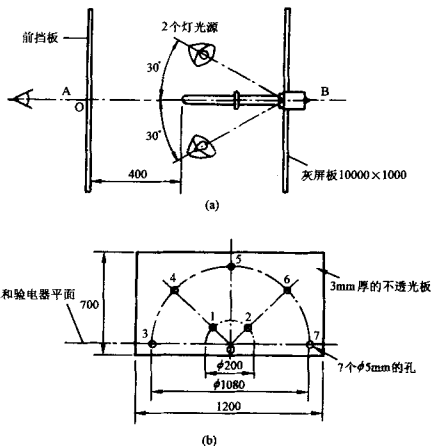


图4 检测可视指示,清晰可辨性的试验布置
(a) 俯视图; (b) 前板的正视图

试验光源投射在反射率为 18% 的粗糙灰屏板上, 光源的光强度为:

- 1) 用于户外的验电器, $50000\text{LUX} \pm 10\%$ 。
- 2) 对用于户内的验电器, $1000\text{LUX} \pm 10\%$ 。

试验时验电器位于 A—B 轴上, 光源光线汇聚在 A—B 轴上, 参见图 4 (a)。

对接触电极施加 1.1 倍的启动电压时, 进行视觉可辨性测量。通过不规则地开断切换施加在验电器上的电压, 使验电器交替显示光信号。

通过前挡板上的一些 5mm 孔洞[见图 4(b)],由 3 个具有一般视力的观察者对验电器光信号进行观察。

如甲一个面密五方寸 乙面密百尺却能至可也此二片口 可止止中取密也

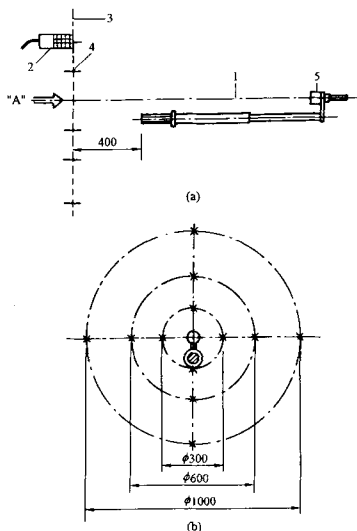


图 5 检测可听指示清晰可辨性的试验布置
(a) 侧视图；(b) 正视图

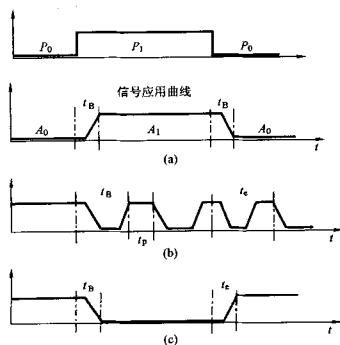


图 6 响应时间的测量曲线

(a) “电压存在”状态时的连续信号曲线；

(b) “电压存在”状态时的间歇信号曲线；

(c) “电压不存在”状态时的连续信号曲线

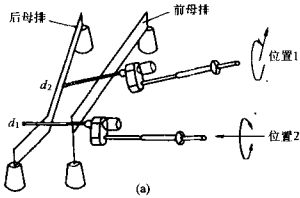
P_0 —“试验电压不存在”状态；

P_1 —“试验电压存在”状态；

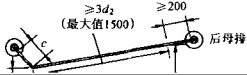
A_0 —“电压不存在”指示；

“电压存在”指示

时间



(a)



电压。

在正负极性的直流电压下各进行一次试验。

如无 1.0s 以上的连续显示信号出现，可认为试验通过。

6.2.10 额定电压试验

在验电器的接触电极上施加额定电压并保持 5min，如在该段时间内显示器能正常工作且显示信号没有间断，可认为试验通过。

6.3 电气试验

6.3.1 绝缘材料试验

绝缘杆的材料性能试验应按 GB 13302—1007 附录 A

原地旋转式地逐渐向前推进，直到限度标志到达后母排处为止（见图7，位置2）。若整个过程中没发生击穿，可认为试验通过。

6.3.3.2 雨雪型验电器

(1) 试验布置。如图8所示。在验电器的接触电极侧及距该处为 d_3 的手柄侧，各用一宽为20mm的带状电极缠绕在绝缘杆上。 d_3 的尺寸见表4。

各导电带状电极用一外径最小为200mm，截面直径最小为30mm的同心环屏蔽，该同心环与带状电极相接，在接触电极侧的带状电极上施加交流电压，手柄侧的带状电极接地。

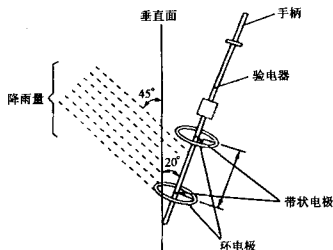


图8 户外型验电器的短路保护试验布置

淋雨条件参照6.1.2。

验电器与垂直面成 $20^\circ \pm 5^\circ$ 倾角放置，接触电极向下，雨水以与垂直面成 45° 的角度降下（也就是与验电器的夹角约为 65° ），见图8，试验段内的淋雨应力求均匀。

(2) 试验方法。先对验电器淋雨3min，然后在1min内旋转 180° ，让接触电极朝上，再淋雨2min。在淋雨状态下施加试验电压并持续1min。

试验电压为1.2倍额定电压，对于在接地故障系数 <1.4 的110kV及以上系统中使用的验电器，试验电压为0.8倍额定电压。

对于适用于一定电压范围的验电器，应取以下试验电压：

- 如果上限电压不超过下限电压的2倍，取上限和下限电压进行试验。
- 如果上限电压超过下限电压的2倍，取最高、中间和最低电压进行试验。

每对一段绝缘杆试验完毕后，带状电极向握手部分移一段距离，但两电极间总应保持同样的距离 d_3 ，且各试验段间应重叠50%。

逐段移动进行试验，直到接地带状电极与接触电极的距离为 d_4 为止

$$d_4 = A_1 + d_3$$

全部试验完成后，如果无击穿现象发生，可认为试验通过。

对于无加长接触电极的验电器，且 A_1 小于 d_3 时，试验只在与接触电极距离为 d_3 处进行，但需增做指示器外壳的绝缘试验。

6.3.4 抗电火花试验

仍采用图7所示的试验装置，试验电压为1.2倍额定电压，后母排接高压，前母排接地。验电器置于前母排上，接触电极渐渐接近后母排，直至出现最大连续电火花，在此位置保持1min。接触电极与后母排保持连接，显示器渐渐接近前母排直到出现最大电火花，在此位置保持1min。

若试验中验电器无损坏，则试验通过。

6.3.5 泄漏电流试验

6.3.5.1 非雨雪型验电器的试验

用两个宽约20mm的带状电极缠绕在验电器的绝缘杆上，一个导电极在紧靠护手的接触电极侧，另一个紧靠限度标志的手柄侧。

限度标志处的带状电极由一个同轴环屏蔽，环的外直径不少于200mm，环的截面直径不少于30mm，限度标志处的带状电极连接到高压电源上，护手处的带状电极通过一个电流表与地相接，试验电压为1.2倍额定电压。

对于仅用于接地故障系数 <1.4 的110kV及以上系统的验电器，试验电压为0.8倍额定电压，对于适用于一定电压范围的验电器，按最高额定电压进行试验。

试验电压施加1min后测量泄漏电流。

如果泄漏电流不超过 0.5mA，可认为试验通过。

6.3.5.2 雨雪型验电器的试验

淋雨条件参照 6.1.2 中的要求。

验电器与垂直面成 $20^\circ \pm 5^\circ$ 的倾角，接触电极向下，雨与垂直面成 45° 角（也就是与验电器的夹角约为 65° ），见图 8，被试段部分的降雨应尽可能保持均匀。

验电器应被淋湿 15min，然后在 1min 内旋转 180° 以使接触电极朝上，再继续淋雨 3min。

在保持淋雨的状态下，施加试验电压 1min 后测量泄漏电流。

验电器在 1min 内被旋转回初始位置（也就是接触电极向下），继续淋湿 3min。

在淋雨状态下，施加试验电压 1min 后测量泄漏电流。

如果测得的最大泄漏电流不超过 0.5mA，可认为测试通过。

6.3.6 验电器的指示器外壳绝缘试验

试验只对验电器加长接触电极与指示器总长之和大于或等于 70mm 的验电器进行。试验布置如图 9 所示。

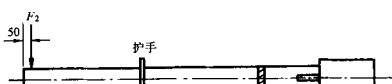


6.4.1.2 尺寸检查

检验验电器结构尺寸是否符合 4.4.2 的要求。

6.4.2 握着力和弯曲度试验

用二个支撑架将验电器置于水平位置，前支撑架置于离护环 50mm 的握柄上，后支撑架置于距手柄末端 50mm 处，两支撑架之间的距离不应超过 1000mm（见图 10）。



验电器为组装式验电器时，前端支撑架置于离连接件为 $L_1 + 50\text{mm}$ 处， L_1 为绝缘杆的长度，后支撑架置于距手柄末端 50mm 处，两支撑点的距离

在下列情况下，应进行型式试验。

- a) 新产品投产前的定型鉴定。
- b) 产品的结构、材料、工艺有重大改进时。
- c) 国家质检机构要求进行型式试验时。

型式试验所需的验电器数目不少于 3 个，每项试验均应在三个试品上进行，如试验中有一个以上的

试品通过试验，则判定该试验合格。如有一件试品未通过，应再取三个试品进行试验。如

仍有一件未通过，则判定该验电器不合格，如三件试品全部通过试验，则判定该验电器合格。

型式试验项目如附录 A 所示。

表 5 抽样检验的抽样方案及判别规则

产品数量	抽样数量	试验通过的不合格品允许数	试验不通过的不合格品允许数
<150	5	0	1
151~1200	20	1	2

7.2 出厂试验

出厂检验项目如附录 A 所示，生产厂可根据用户要求，双方协商后适当增加检验项目。

7.3 抽样检验

抽样检验项目如附录 A 所示，抽样检验的样品数，接收或拒收的标准见表 5。

8 标志、包装、贮存及运输

8.1 使用说明书的要求

出厂产品应附有使用说明书，使用说明书包括：类型说明、检查说明、维护、保管、运输、组装、功能测试和使用。

8.2 标志

验电器上应有下列内容的标志：

标志符号见附录 C；

附录 A（标准的附录）

试验类型及项目

试验类型及项目见表 A1：

表 A1 各种试验项目的选择

序 号	项 目	型式试验	出厂试验	抽样试验
1	6.4.1 外观尺寸及结构检查	✓	✓	—
2	6.4.6 标志的耐久性试验	✓	—	✓
3	6.4.2 握着力和弯曲度试验	✓	—	✓
4	6.4.3 抗跌落试验	✓	—	✓
5	6.4.4 抗冲击试验	✓	—	✓
6	6.4.5 气候环境试验	✓	—	—
7	6.2.1 起动电压试验	✓	✓	—
8	6.3.1 绝缘材料试验	✓	—	✓
9	6.3.2 工频耐压试验	✓	—	✓
10	6.3.3 防短路性能试验	✓	—	✓
11	6.3.4 抗电火花试验	✓	—	✓
12	6.3.5 泄漏电流试验	✓	—	—
13	6.2.9 对直流电压无响应试验	✓	—	—
14	6.2.10 额定电压试验	✓	✓	—
15	6.2.8 自检试验	✓	—	—
16	6.2.7 指示器内装电源的相关性试验	✓	—	—
17	6.2.6 响应时间试验	✓	—	—
18	6.2.5 频率响应试验	✓	—	—
19	6.2.4 声音指示信号的清晰可辨性试验	✓	—	—
20	6.2.3 光显示信号的清晰可辨性试验	✓	—	✓
21	6.2.2 抗干扰性试验	✓	—	✓
22	6.3.6 指示器外壳的绝缘性能试验	✓	—	✓
注：“✓”表示必须做的试验项目，“—”表示不做的试验项目。				

机械冲击测试

摆锤法:

冲击测试采用摆锤法。摆锤固定在一个摆动臂的末端,可绕着一水平轴旋转(见图 B1)。锤子由于重力的作用而在垂直平面内摆动。

锤子的臂是一根外径为 9mm、内径为 8mm 的钢管,顶部是一个有摆动轴的设备,它可以调整撞击,摆锤的轴线总是与刚性框架的支撑面相垂直;一个 1.5kg 的小锤固定在其底部,且有 1m 的旋转半径,当锤子从高处下落时,产生冲击力。

验电器的指示器应固定在刚性框架上 [见图 B1 (a)]。

摆锤尺寸见图 B1 (c) 和图 B1 (d)。

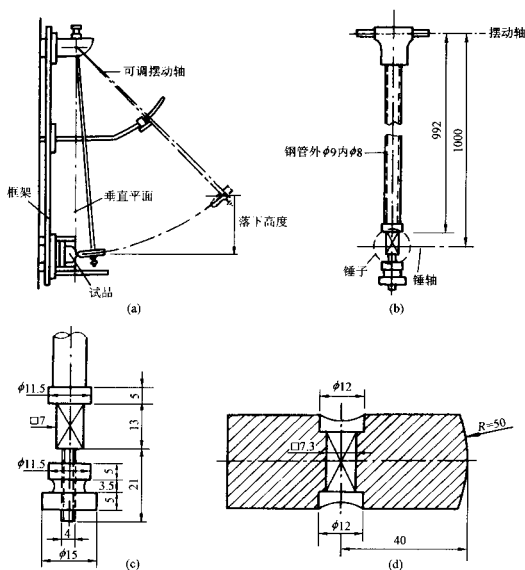


图 B1 冲击试验摆锤法

(a) 侧视图; (b) 正视图; (c) 锤子装配详图; (d) 摆锤尺寸

标志符号

标志符号见图 C1。

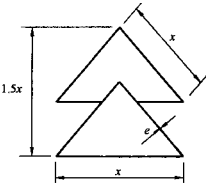


图 C1 标志符号

x —可以是 16, 25mm 或 40mm; e —线条的最小宽度为 1mm