

ICS 29.120  
K 43  
备案号: 17682-2006

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 538 — 2006  
代替 DL/T 538 — 1993

---

## 高压带电显示装置

High-voltage presence indicating systems  
(IEC 61958: 2000 High-voltage prefabricated switchgear and  
controlgear assemblies-voltage presence indicating systems, MOD)

2006-05-06 发布

2006-10-01 实施

---

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

## 前 言

本标准是根据原国家经贸委《关于下达 2002 年度电力行业标准制定和修订计划的通知》（国经贸电力〔2002〕973 号）的安排修订的。

本标准根据 IEC 61958: 2000—11 第 1 版《高压预装式成套开关设备和控制设备——带电显示装置》对 DL/T 538—1993《高压带电显示装置技术条件》进行了全面修订。本标准在编写规则、结构编排方面与 IEC 61958 一致，在技术内容上根据我国电力系统实际要求增加了部分条款，故为修改采用。

本标准与 IEC 61958: 2000—11 的主要差异如下：

- IEC 标准标题为“高压预装式成套开关设备和控制设备——带电显示装置”，而本标准除此之外，也适用于其他高压电气设备，故去掉了“高压预装式成套开关设备和控制设备”。同时考虑到本标准的技术内容与原 DL/T 538—1993 的继承性，标准标题定为“高压带电显示装置”。
- 适用范围保留了 DL/T 538—1993 要求，将适用于符合 GB 3906《3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》和 IEC 60466《额定电压 1kV 以上至 38kV 的交流绝缘封闭开关设备和控制设备》的范围扩展为：“适用于电压 3kV 及以上，频率为 50Hz 的电力系统中运行的户内和户外高压电气设备所使用的带电显示装置”。
- 根据我国电网运行情况，采用感应式带电显示装置亦很普遍，故本标准增加了对感应式带电显示装置的有关技术要求。
- 为防止电气误操作，实现联锁要求，国内很多带电显示装置可提供“带电”闭锁接点，即“联锁信号输出单元”。本标准对此技术要求做了补充。
- 根据实际运行工况，对当作支柱绝缘子使用的带电显示装置传感器，分为瓷绝缘子和复合绝缘子两种型式，在“设计和结构”中提出了相关技术要求。
- 对显示单元和联锁信号输出单元的寿命考核是 DL/T 538—1993 的技术要求，考虑到电力系统的运行需求，本标准增加了有关条款。
- 根据电力用户运行要求，本标准在“设计和结构”中补充提出“显示单元安全条件”。
- 对带电显示装置的抗干扰性能历来为电力系统运行部门所重视，除需进行电磁兼容性试验外，用户更关注在实际运行工况下带电显示装置的表现。为此本标准在型式试验中增加了抗干扰性能试验。
- 根据我国国情，将“限压装置”修改为“可选的”。
- IEC 61958 在设计和结构中提出了对带电显示装置防护等级的要求，但无试验考核，本标准在型式试验中补充了相关内容。
- 根据本标准适用范围包括户外，增加了对户外带电显示装置进行淋雨试验的内容。
- IEC 61958 出厂试验规定“带电显示装置应安装在开关设备和控制设备中”，考虑到我国制造业情况，本标准将“应”修改为“推荐”。

本标准与 DL/T 538—1993 的主要差异有：

- 增加了“连接点”、“相位识别器”和“限压装置”等新的定义和相关条款，删除了原标准术语。
- 增加了“额定值”，删除了“基本分类和主要参数”。
- 增加了“设计和结构”。将 DL/T 538—1993“技术要求”取消，有关结构的要求并入“设计和结构”（如对联锁信号输出单元的技术要求等），另一部分有关试验的要求并入“型式试验”（如对“显示和闭锁器件工作寿命的要求”等）。

- 用新的“型式试验”条款代替了原型式试验条款，增加了带电显示装置 IEC 标准要求的“相位识别”、“响应时间”、“连接点引出最大电流值”、“限压装置”、“电磁兼容性(EMC)”和“电源耗尽时的显示”等试验内容。根据使用要求增加了“防护等级检验”。删除了 DL/T 538—1993 中的“操作振动试验”、“湿热试验”、“长霉试验”和“盐雾试验”等内容。
- 删除了 DL/T 538—1993 中的“型式试验总则”及每隔五年应重做有关型式试验的内容。代之以“型式试验概述”，对试验顺序、试验样品、试验电压、试验电流、试验频率和允许偏差做了相关规定。
- “出厂试验”增加了“推荐将带电显示装置装于所配高压电气设备上进行出厂试验”的内容。
- 增加了带电显示装置的“选用导则”、“查询、投标和订货时应提供的资料”、“使用说明”和“安全”等有关章节。
- 增加了“带电显示装置型式试验顺序表”和“带电显示装置”、“测量响应时间示例”及“目测显示的清晰可见度的试验布置图。”

本标准自实施之日起代替 DL/T 538—1993。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业高压开关设备标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准主要起草单位：中国电力科学研究院。

本标准参加起草单位：北京电力公司、上海电力公司、西安高压电器研究所、北京北开电气股份有限公司、西安西开高压开关股份公司、福州天宇电气集团有限公司、天津市华电电力科技有限公司、浙江省江山江汇电气有限公司、上海国瑞自动化科技有限公司。

本标准主要起草人：袁大陆、崔景春、高天宝。

本标准参加起草人：王学军、王风雷、张国强、陆懋德、田恩文、茅建生、夏文、徐东晟、余可鸿、王剑平、关龙。

本标准所替代标准的历次发布情况：SD 334—1989、DL/T 538—1993，本次为第二次修订。

# 高压带电显示装置

## 1 范围

本标准适用于电压 3kV 及以上，频率为 50Hz 的电力系统中运行的户内和户外高压电气设备所使用的带电显示装置。

带电显示装置用于向运行人员提供高压电气设备被监测处主回路电压状态的信息。

单独依靠带电显示装置的显示还不能足以证明系统处于不带电状态，如有怀疑或影响规定的操作程序，还应使用符合 DL 740 要求的验电器验电。

本标准同时适用于和带电显示装置配合使用的“相位识别器”和“联锁信号输出单元”。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 1984—2003 高压交流断路器（IEC 62271—100：2001，MOD）

GB 1985—2004 高压交流隔离开关和接地开关（IEC 62271—102：2002，MOD）

GB/T 2423.22—2002 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 N：温度变化（idt IEC 60068—2-14：1984）

GB/T 2423.44—1995 电工电子产品环境试验 第二部分：试验方法试验 Eg：撞击 弹簧锤

GB/T 2900.50—1998 电工术语 发电、输电及配电 通用术语（IEC 60050（601）：1985，NEQ）

GB 3906 3kV~35kV 交流金属封闭式开关设备（IEC 60298：1990，NEQ）

GB 4208—1993 外壳防护等级（IP 代码）（eqv IEC 60529：1989）

GB 7674—1997 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备（eqv IEC 60517：1990）

GB 8287.1—1998 高压支柱瓷绝缘子 第 1 部分：技术条件（IEC 60168：1994，NEQ）

GB/T 11022—1999 高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求（eqv IEC 60694：1996）

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第一部分：一般试验要求（eqv IEC 60060—1：1989）

DL 740—2000 电容型验电器（eqv IEC 61243：1993）

DL/T 593 高压开关设备的共用订货技术导则（eqv IEC 60694：1980）

IEC 61952：2002 架空线路绝缘子——标称电压大于 1000V 的交流线路柱式复合绝缘子

## 3 使用条件

带电显示装置的使用条件与高压开关设备和控制设备的使用条件相同，见 GB/T 11022 第 2 章的规定。

## 4 定义

GB/T 2900.50 确立的定义以及下列术语和定义适用于本标准。

### 4.1

**带电显示装置 voltage presence indicating system (VPIS)**

用以显示设备上带有运行电压的装置。

注 1: 带电显示装置也可以与相位识别器配合使用。

注 2: 当带电显示装置显示无电时不能可靠地表明此时不存在电压。

#### 4.2

##### **传感单元 coupling element**

带电显示装置的一个部件, 通过它将相关主回路电压状态的信号传送至带电显示装置的显示单元。

#### 4.3

##### **显示单元 indicating element**

带电显示装置的一个部件, 它根据传感单元传送来的信号给出可见的显示。

#### 4.4

##### **连接点 connecting point**

显示单元上的一个接点, 该处可以接入一个合适的相位识别器。

#### 4.5

##### **相位识别器 phase comparator**

一种装置, 它能指出两个带电显示装置的连接点之间的相位关系。

#### 4.6

##### **标称电压 nominal voltage ( $U_n$ )**

用以识别系统或装置的适当的电压近似值。

注 1: 带电显示装置的标称电压是与其清晰显示相关的参数。带电显示装置可以有一个标称电压值, 也可以是一个标称电压范围, 标称电压范围的限值为  $U_{n\min}$  和  $U_{n\max}$ 。 $U_{n\min}$  为标称电压的最小值,  $U_{n\max}$  为标称电压的最大值。

注 2: 在本标准中, 三相系统的标称电压是指标称的线电压, 单相系统的标称电压是指线间的电压。

#### 4.7

##### **限压装置 voltage limiting device**

发生绝缘破坏时能限制传感单元输出端电压的保护装置。

#### 4.8

##### **联锁信号输出单元 interlocking signal output element**

带电显示装置的一个部件, 它能根据传感单元传送来的信号对开关设备的联锁装置发出联锁信号。

### 5 额定值

下列有关高压电气设备的额定值同样适用于与这些设备组合的带电显示装置。

——额定电压;

——额定绝缘水平;

——额定频率。

此外, 应确定带电显示装置能够使用的系统的标称电压或标称电压范围。

#### 5.1 额定电压

与 GB/T 11022—1999 中 4.1 的规定相同。

#### 5.2 额定绝缘水平

与 GB/T 11022—1999 中 4.2 的规定相同。

#### 5.3 额定频率

与 GB/T 11022—1999 中 4.3 的规定相同。

## 6 设计和结构

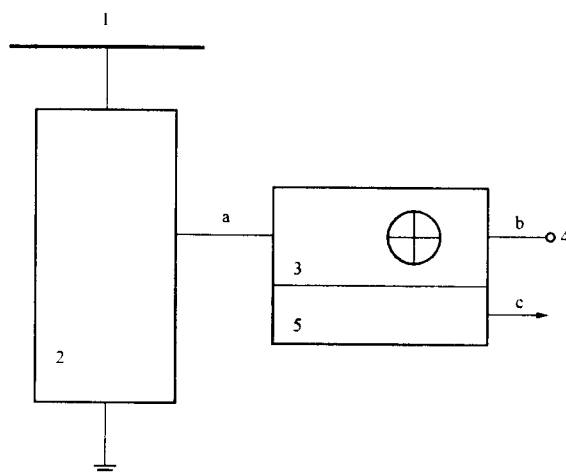
### 6.1 概述

#### 6.1.1 带电显示装置的部件

带电显示装置包括（见图 1）：

- 传感单元；
- 显示单元；
- 连接点（可选的）；
- 联锁信号输出单元（可选的）。

传感单元和显示单元安装并包含在高压电气设备内，也可以配装在高压电气设备外（如户外感应式）。



1—主回路；2—传感单元；3—显示单元；4—连接点（可选的）；5—联锁信号输出单元（可选的）

a—来自传感单元的信号；b—连接点的信号；c—与联锁装置相连

注 1：和地的连接物理上可以位于显示单元或联锁信号输出单元上。

注 2：感应式带电显示装置的 1 与 2 不直接相连。

图 1 带电显示装置结构示意图

#### 6.1.2 相位识别

带电显示装置的功能之一是用合适的相位识别器检验相位关系。带电显示装置的制造单位应规定相位识别器的特性。

#### 6.1.3 防护等级（IP 代码）

带电显示装置的部件如果作为高压电气设备外壳的一部分，它应满足这些设备所规定的防护等级。配装在高压电气设备外的带电显示装置外壳的防护等级应满足 GB/T 11022—1999 中 5.13 的要求。

如果带电显示装置在运行中含有危险部件，根据 GB 4208 所提供的防护等级至少应为 IPXXB，即使可更换的部件已被移开。

#### 6.1.4 抗机械撞击性能

带电显示装置的可接近部件应能承受机械撞击。

#### 6.1.5 试验元件

带有电源和（或）联锁信号输出单元的带电显示装置应配有试验元件，以检查运行状态是否正常。

## 6.2 带电显示装置的阈值

表 1 带电显示装置的阈值

系统的类型	对应于“带电”的显示	
	有显示	无显示
三相系统	当线对地的实际电压在标称电压的 40%至其额定电压之间时	当线对地的实际电压小于标称电压的 15%时
单极接地的单相系统	当线对地的实际电压在标称电压的 69%至其额定电压之间时	当线对地的实际电压小于标称电压的 26%时
中点接地的单相系统	当线对地的实际电压在标称电压的 35%至其额定电压的 50%之间时	当线对地的实际电压小于标称电压的 13%时

## 6.3 显示和可视性

## 6.3.1 概述

带电显示装置的显示元件应能提供电压状态清晰可见的显示。在给定的运行位置 and 实际光照条件下，其显示应使使用者清晰可见。

有些带电显示装置只限于户内或户外使用，另一些则可能户内和户外通用。

## 6.3.2 重复频率

对于重复性可见显示，其重复的频率至少为 1Hz，对于三相系统，当线对地的实际电压不小于标称电压的 40%时，应满足这一技术要求。当线对地的实际电压低于标称电压的 15%时，带电显示装置应显示“不带电”，对于没有内置电源的带电显示装置允许不显示刺激性信号。

对于单相系统，应采用 6.2 规定的电压阈值。

## 6.3.3 响应时间

带电显示装置的显示单元应在电压状态改变后的 1s 内显示。

## 6.3.4 电源耗尽时的显示

对装有内置电源的带电显示装置，一直到其电源耗尽前均应给出清晰的“有电”显示。除非内置电源的使用受到自动断开或“未准备好”显示的限制。

## 6.3.5 显示单元使用寿命

显示单元中的显示元件的连续工作寿命应不少于 50000h。显示单元应能耐受 10000 次连续接通和断开试验而不发生损坏。

## 6.4 传感单元和限压装置

## 6.4.1 传感单元

在传感单元的输出端与主回路之间应提供足够的绝缘（等电位式除外）。

配装传感单元的支柱绝缘子采用瓷绝缘子时，应满足 GB 8287.1 和 DL/T 593 的要求，采用复合绝缘子时应满足 IEC 61952 的要求。

## 6.4.2 限压装置（可选的）

应对运行人员提供保护以防止在连接点上出现运行电压，当传感单元发生任何绝缘破坏时应转变为永久性接地故障。为此，应将传感单元的输出端通过限压装置接地。

限压装置可以是一个特别的元件（例如火花间隙），也可以是与传感单元固定连接的元件之一（例如显示单元的元件）。

确定设备保护原则时，应考虑限压装置的响应特性引起的效应。

## 6.4.3 限压装置的电压阈值

限压装置的电压阈值应满足下述要求：

- 应低于电力系统标称电压的 30%；
- 应低于带电显示装置所用元件的绝缘强度的最低限值。

#### 6.4.4 接地故障条件

对于中性点绝缘或中性点谐振接地系统，单相接地故障电流应该限制在较低的数值，在此条件下，带电显示装置应能在相当长的时间内运行。

在这种情况下，应采取附加措施保证接地故障易被运行人员发现，或在单相接地故障期间连接点上不会出现危险的电压。

#### 6.4.5 连接点引出的最大电流值

在额定频率和主回路对地电压为额定电压时，如连接点对地短路，由连接点给出的电流值不应超过0.5mA。

#### 6.4.6 显示单元安全条件

显示单元应具备可靠的保护措施。在此条件下，显示单元不会出现危险的电压。

### 6.5 标志

带电显示装置的标志应清晰、耐久，它可以装在带电显示装置的外壳上，或装在高压电气设备的面板上靠近显示单元和连接点处。

在显示单元和连接点处，应以清晰可见的方式（字符高度不小于3mm）至少做出如下标志：

- 制造厂名称或商标；
- DL/T 538；
- 产品型号、名称；
- 带电显示装置的标称电压（一个或几个，或标称电压范围）；
- 闭锁电源电压及电流性质（DC 或 AC）；
- 传感器与主回路最小空气距离（mm，感应式）；
- 相序号（L1、L2、L3 或以色标表示）。

作为替代方案，前6项也可以标在高压电气设备的铭牌上。

### 6.6 相位识别器和连接点

#### 6.6.1 概述

带电显示装置制造厂应指明何种型式的相位识别器适用带电显示装置。

#### 6.6.2 相位识别器的清晰显示

当线对地电压的相位差超过30°时，相位识别器应显示“相位关系错误”；如果相位差不大于10°，则应显示“相位关系正确”。

当线对地运行电压处在 $\frac{U_n}{\sqrt{3}} \pm 8\%$ 范围内时，带电显示装置上的相位识别器应满足上述要求。

相位识别器的清晰显示不应受各连接点给出信号之间差异的影响，这些差异可能来自下列因素：

- 运行电压之间的差异达到5%；
- 带电显示装置在制造上的公差。

注：根据使用要求，经制造厂和用户双方协商，也可以采用其他的相位角阈值，例如：

- 1) 如果相位识别的目的是在线路合闸前检查不要出现各相导线交叉错位，则相位角阈值上限可以从30°增大到60°，因为相位差是120°；
- 2) 在某些特殊情况下，两个不同系统的相位差为30°时可能失步，在此情况下应将相位角阈值上限的30°减为25°。

#### 6.6.3 显示的识别

相位识别器应通过刺激性的信号显示“相位关系错误”。

具有内置电源的相位识别器应通过刺激性信号显示“相位关系正确”和“相位关系错误”。为了识别这两种信号，不能只依靠光的不同颜色来区别，应使用其他的特征，如发自不同位置、不同形式的光信号、闪光信号，或带有高强声级的音频信号。



#### 6.6.4 一侧失压时的显示

对于只能提供一个刺激性信号的相位识别器，当一侧的电压小于  $U_n$  的 15% 而另一侧大于  $U_n$  的 40% 时，应给出“相位关系错误”的显示。对于能够给出两个或更多刺激性信号的相位识别器，只要有一侧失压就应无显示或给出特定的刺激性信号。

#### 6.6.5 两侧失压时的显示

当两侧的电压均低于  $U_n$  的 15% 时，相位识别器应无显示。

#### 6.7 电磁兼容性 (EMC)

带电显示装置是高压电气设备二次系统的一部分，因此 GB/T 11022—1999 的 5.18 和 6.9 的要求适用。

高压带电显示装置应具备实际运行工况下的抗干扰性能，三相回路中一相或两相失电时，带电相应能正确显示“有电”，失电相应无显示。安装在开关设备断口两侧的带电显示装置，当开关设备处于断开位置时应能正确显示每一侧的实际带电状况。安装在相邻回路（如同杆架设的不同线路）的带电显示装置应能分别正确显示各自回路的带电状况。

#### 6.8 联锁信号输出单元

联锁信号输出单元应在传感单元发出“有电”或“无电”信号的同时对高压电气设备的联锁装置发出“闭锁”或“解锁”指令，当三相设备共用一套联锁装置时，任意一相“有电”时联锁信号输出单元仍应保持“闭锁”指令。联锁信号输出单元的电气回路发生故障时不得影响显示单元的正确显示，联锁信号单元仍应保持“闭锁”状态。

联锁信号输出单元的接点容量应满足联锁装置的有关要求。

联锁信号输出单元应能连续发出“闭锁”和“解锁”指令 10000 次不发生故障。

### 7 型式试验

#### 7.1 概述

##### 7.1.1 试验项目

带电显示装置和相位识别器的型式试验项目见表 2，各项的试验顺序应按表 2 所示的顺序进行。全部试验应在一台样品上完成，7.7.3 的试验也可以单独进行。

在下述试验中不允许对单个部件进行试验时，相关试验均应在整台装置上进行。

一般只进行单相试验，需要时规定了三相试验。

表 2 带电显示装置 (VPIS) 和相位识别器 (PC) 型式试验顺序

序号	条款	试验项目	受试部件	试验要求
1	7.2	布置、组装、标志和使用说明的核验	带电显示装置	6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.5, 6.3.1, 6.4.2, 6.5, 11.2
			相位识别器	6.6.4, 6.6.5, 11.3
2	7.5	带电显示装置的绝缘试验	带电显示装置	6.4.1
3	7.6	测量连接点引出的最大电流值	连接点	6.4.5
4	7.7	限压装置试验	限压装置	6.4.2, 6.4.3, 6.4.4
5	7.9	抗机械撞击试验	带电显示装置	6.1.4
6	7.11	电磁兼容性试验 (EMC)	带电显示装置	6.7
7	7.14	抗干扰性能试验	带电显示装置	6.7, 6.8
8	7.3	带电显示装置的清晰显示试验	带电显示装置	6.2, 6.3.2
9	7.4	带电显示装置的响应时间	带电显示装置	6.3.3
10	7.8	目测显示的清晰可见度	带电显示装置	6.3.1
11	7.12	电能耗尽时的显示试验	带电显示装置	6.3.4
12	7.10	相位识别器的清晰显示试验	相位识别器	6.6.2, 6.6.3, 6.6.4, 6.6.5
13	7.13	显示单元和联锁信号输出单元寿命试验	带电显示装置	6.3.5, 6.8
14	7.15	防护等级检验	带电显示装置	6.1.3

### 7.1.2 试验样品

型式试验应在三台样品或三台完整的装置上进行,如果三台样品中有一台未通过型式试验项目中的某项试验,则应另取三台样品按型式试验的顺序重做试验。如果追加的三台样品中有一台再次未通过型式试验项目中的某项试验,则判定该装置的试验失败。

### 7.1.3 环境条件调节程序

进行型式试验之前,作为环境条件调节程序全部样品应按照 GB/T 2423.22—2002 试验 Nb: 温度变化试验和下述参数进行两个循环的试验:

- 低温  $T_A$  应为使用条件中规定的最低周围空气温度;
- 高温  $T_B$  应超过使用条件中规定的最高周围空气温度 15K;
- 温度的变化速率应为 0.5°C/min;
- 处在该温度下的时间  $t_1$  为 3h。

户外样品应按 GB/T 11022—1999 的附录 C 进行淋雨试验。

### 7.1.4 试验电压

除另有规定外,试验电压应采用频率为额定频率且符合 GB/T 16927.1 规定的交流电压。

### 7.1.5 试验条件

除个别试验条款另有规定外,电气试验均应在下述的标准大气条件下进行:

- 周围空气温度: 15°C~35°C;
- 相对湿度: 45%~75%;
- 大气压力: 86kPa~106kPa。

对于绝缘试验,适用时应采用符合 GB/T 16927.1 的大气修正系数。

### 7.1.6 电流值和电压值

所有的交流电流值和电压值均定义为有效值,并以有效值表示。

### 7.1.7 允许偏差

除个别试验条款另有规定外,对所有数值的允许偏差为±5%。对绝缘试验应采用 GB/T 16927.1 规定的试验电压的允许偏差。

## 7.2 布置、组装、标志和使用说明的核验

用核实,或用目力、测量及其他检查方法来验证下述要求是否得到满足:

- 布置符合 6.1.1;
- 相位识别器的特性符合 6.1.2;
- 外壳的防护等级符合 6.1.3;
- 试验元件符合 6.1.5;
- 带电显示装置的类型符合 6.3.1;
- 保护原理符合 6.4.2;
- 标志符合 6.5;
- 相位识别器的显示符合 6.6.4 和 6.6.5;
- 使用说明书符合第 11 章的要求。

## 7.3 带电显示装置的清晰显示试验

如果带电显示装置用在三相电力系统中,下述试验应在三相条件下进行。

三相电压源与高压电气设备的主回路相连,将带电显示装置按实际运行工况安装,高压电气设备包括传感单元且其中性点与高压电气设备的接地连接。通向连接点的线路中不得包含相位识别器或其他测量装置。

逐步升高试验电压直到出现“有电”显示,记录所施加的线对地试验电压  $U_{VP}$  值,然后再将试验电压升高至额定电压 ( $U_r$ )。如果电压  $U_{VP}$  处于三相系统标称电压的  $0.15U_{nmax}$  至  $0.40U_{nmin}$  之间,且电压处于  $U_{VP}$  至  $U_r$  之间能给出清晰的“有电”显示,则认为通过了试验。如果带电显示具有联锁功能,当

显示装置出现“有电”显示时，联锁信号输出单元应发出“闭锁”指令。对于三相带电显示装置，当一相或两相失电后，应能继续保持闭锁信号。

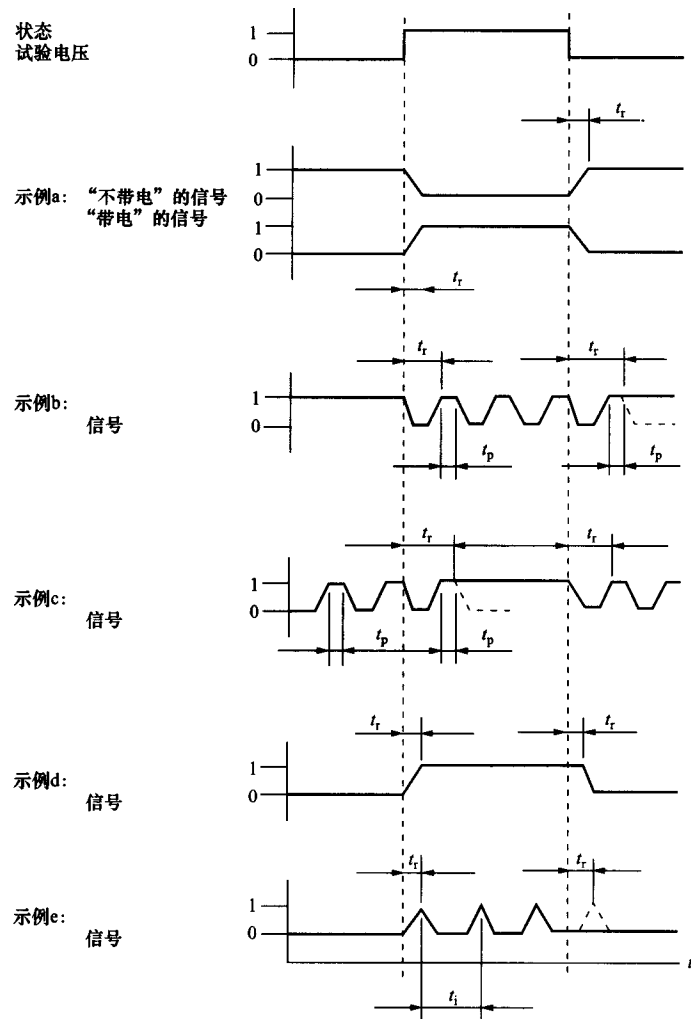
此外，在显示的重复性方面，应验证当电压处于标称电压的 40%至  $U_T$  之间时，重复显示的频率应不小于 1Hz。

注：如果不是三相系统，则应采用相对相或相对地电压来确定  $U_{VP}$  的上限，例如，对单极接地的单相系统为标称电压的 69%；对中性点接地的单相系统为标称电压的 35%。

7.4 带电显示装置的响应时间

按 7.3，将带电显示装置接到线对地电压为  $U_n$  的 40% 的电源上。将试验电压通断 5 次，接通和断开的持续时间应有所变化，且至少为 3s，按时间的函数记录电源电压状态（接通/断开）和显示情况（见图 2）。

应根据显示的类型按图 2 测定并记录响应时间  $t_r$ ，如果测定的响应时间未超过 1s，则认为通过了试验。



示例	不同信号的个数	显示的信号	
		“不带电”	“带电”
a	2	稳态	稳态
b	1	稳态	间断的
c	1	间断的	稳态
d	1	没有	稳态
e	1	没有	间断的

$t$ —时间； $t_i$ —间隔时间；

$t_p$ —中断时间； $t_r$ —响应时间

图 2 测量响应时间的示例

## 7.5 带电显示装置的绝缘试验

应对带电显示装置或包括带电显示装置的高压电气设备按 GB/T 11022 中规定的雷电冲击电压和工频电压进行耐压试验。

试验电压值及施加部位应与带电显示装置或高压电气设备的主回路和辅助、控制回路额定电压及位置分别对应。带电显示装置应与实际运行条件一致并与地相连。试验应按 GB/T 11022 的规定进行和评定。

试验时限压装置可能动作，但不应导致带电显示装置的任何损坏。

## 7.6 测量连接点引出的最大电流值

将单相电压源连接在装有带电显示装置的高压电气设备的全部主回路和高压电气设备的接地连接之间，从带电显示装置的连接点通过一个电流测量装置接地，施加带电显示装置的额定电压，如果测得的电流不超过 5.4.5 的规定值，则认为通过了试验。

## 7.7 限压装置试验

### 7.7.1 概述

应在完整的带电显示装置上进行试验。

### 7.7.2 电压阈值

对传感单元的输出端施加交流电压，然后均匀地增加试验电压直到带电显示装置发生闪络、击穿或限压装置动作。

如果发生闪络、击穿或限压装置动作时，试验电压不超过  $U_{\text{min}}$  的 30%，则认为通过了试验。

### 7.7.3 载流能力

用下述试验证明限压装置的载流能力。

将交流电压源接在传感单元的输出端和地之间，电压为  $\frac{U_n}{\sqrt{3}}$ ，预期感性电流值为 50A，功率因数小于 0.15。

完成下述试验程序：

- 电流持续时间 1s；
- 电流中断 2min；
- 电流持续时间 1s。

在上述试验程序中，如果限压装置动作正确且能承载这一电流，则认为通过了试验。试验中或试验后限压装置可能损坏，这时应重新进行 7.7.2 的试验，以验证其仍具有限压作用。

另外，对用于中性点绝缘或中性点谐振接地系统中的带电显示装置，应验证能够清楚指示接地故障状态或在故障期间连接点处的电压不超过 50V。

注：其他的试验条件，如更高的电流或不同的试验程序，可由用户和制造厂协商。

## 7.8 目测显示的清晰可见度

### 7.8.1 试验电压

按照 7.3 的要求，将带电显示装置连接到线对地电压为  $0.4U_{\text{n min}}$  的电源上（或安装到产品技术条件规定的位置）。具有内置电源的带电显示装置，在显示期间，所施加的电压应高出带电显示装置断开或显示“未准备好”时的电压 4%~6%，这一电压可由其他电源提供。

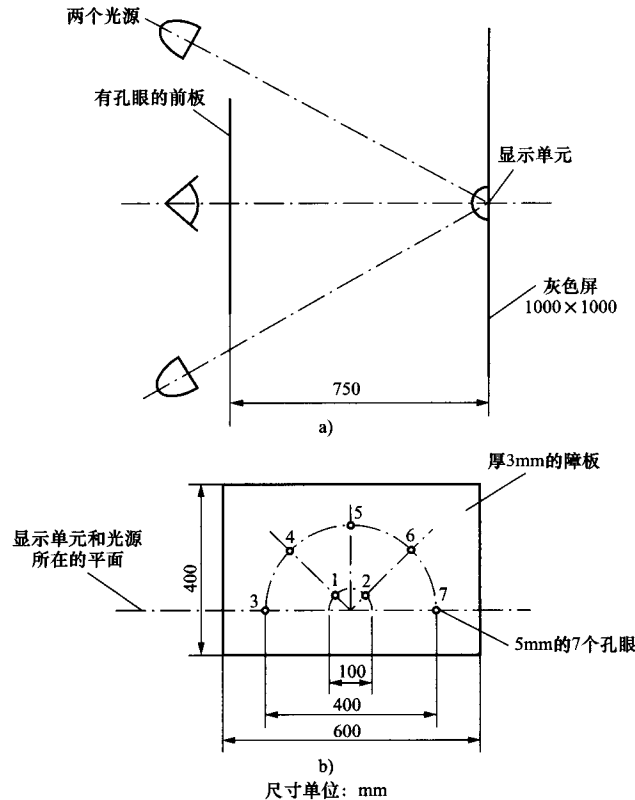
### 7.8.2 试验布置

如图 3 所示，在一个直径不小于 1000mm、反射系数为 18% 未经抛光的灰色屏板正中的前面放置显示单元，或者按实际情况将其安装在高压电气设备上。用两个光源以漫射的白光照射显示单元，这两个光源距显示单元的距离不小于 1000mm，使样品上的光照度为：

- 用于户内的带电显示装置为  $1000\text{l x} \pm 10\%$ ；
- 用于户外的带电显示装置为  $25000\text{l x} \pm 10\%$ ；

按照图 3 在距显示单元 750mm 处安置一张有孔眼的前板。

注：等电位式带电显示装置的试验布置由用户与制造厂协商。



a) 俯视图; b) 前板的正视图  
图3 目测显示的清晰可见度的试验布置

### 7.8.3 试验程序

由三个具有平均视力的观察者通过有孔眼的前板上的孔观察显示单元，以观察者不知道的和不规则的时间间隔接通或断开试验电压数次。

### 7.8.4 试验结果的评定

如果三个观察者中每个人通过每个孔均能准确无误地、毫不怀疑地看清楚所有的显示，则认为试验通过。

### 7.8.5 最高外施电压下显示的可见度

对于显示特性取决于外施电压的显示单元，应按照 7.8.1~7.8.4 的要求，以  $1.2U_{nmax}$  的试验电压再进行一次试验。

### 7.8.6 在低光照度下显示的可见度

对于只发射非刺激性光信号的显示单元，试验应按照 7.8.1 和 7.8.3~7.8.5 的要求，在符合 7.8.2 的试验布置下重复进行试验，但光照度为 10lx。

## 7.9 抗机械撞击试验

带电显示装置的可触及部件应按 GB/T 2423.44 承受机械撞击试验，规定的机械撞击能量为 1J。

应对带电显示装置上可能最薄弱的点撞击三次。推荐使用弹簧锤。

试验后样品不得破裂，以及不影响正常功能和 6.1.3 规定的防护等级。表面损伤可以忽略。

## 7.10 相位识别器的清晰显示试验

### 7.10.1 试验布置

相位识别器连接在两个带电显示装置的连接点之间，对每个带电显示装置的一次侧施加“线对地”

电压  $U_1$  和  $U_2$ 。

#### 7.10.2 相位关系不正确

第一轮试验，将  $U_1$  和  $U_2$  整定为  $0.92 \frac{U_{n\min}}{\sqrt{3}}$ ，将  $U_1$  和  $U_2$  之间的相位差调整为  $30^\circ$ ，如果出现相位关系不正确的显示，则认为通过了试验。

注：也可以考虑 6.6.2 注中所规定的不同相位差。

#### 7.10.3 相位关系正确

第二轮试验，将  $U_1$  整定为  $1.08 \frac{U_{n\max}}{\sqrt{3}}$ ，将  $U_2$  整定为  $0.95U_1$ ， $U_1$  和  $U_2$  之间的相位差调整为  $10^\circ$ 。

如果不出现“相位关系不正确”的显示，则认为通过了试验。对于具有两个刺激性信号的相位识别器，应出现“相位关系正确”的显示信号。

#### 7.10.4 一侧失压

第三轮试验，将  $U_2$  整定为  $\frac{U_{n\max}}{\sqrt{3}}$ ，连接到  $U_1$  的端子断开并接地，如果满足下述条件，则认为通过了试验：

了试验：

- 对于只有一个信号的相位识别器，允许不出现“相位关系正确”的显示；
- 对于具有两个刺激性信号的相位识别器，允许没有显示；
- 对于具有特定的刺激性信号的相位识别器，电压低于  $U_n$  的 10% 时应显示。

#### 7.10.5 两侧失压

第四轮试验，将  $U_1$  和  $U_2$  整定为 7% 的  $U_{n\max}$ ， $U_1$  和  $U_2$  之间的相位差调整为  $120^\circ$ ，如果没有显示则认为通过了试验。

#### 7.11 电磁兼容性试验 (EMC)

如果带电显示装置中含有电子设备或元件，应按照 GB/T 11022—1999 的 6.9 进行 EMC 试验。

试验电压应施加在带电显示装置传感单元的输出端子上，采用 GB/T 11022—1999 的 6.9.7 规定的判据 2，按照 GB/T 11022—1999 的 6.9.5 和 6.9.6 对试验进行评定。

#### 7.12 电源耗尽时的显示试验

本项试验只对具有内置电源的带电显示装置实施。

##### 7.12.1 试验布置

用一个不间断的可控电压源串联一个电阻（电阻值应近似等于带电显示装置内置电源在其预期使用寿命终止时的内阻）代替带电显示装置的内置电源，该可控电压源的初始电压值整定为内置电源的标称电压。

##### 7.12.2 试验电压

在下述试验中，试验电压应整定为比  $U_{VP}$  高 10%。 $U_{VP}$  是按照 7.3 所确定的电压阈值。

##### 7.12.3 试验程序

接通试验电压源，可控电压源的电压应预测量并整定到 95% 的初始电压值，然后断开试验电压。通试验电压的持续时间至少为 10s。应重复进行这一试验程序，在每一程序中降低 5% 的初始电压值，直至带电显示装置断开或发出“未准备好”的显示。

试验中应注意观察显示情况，不应有模糊不清的不确定现象。

##### 7.12.4 重复试验

按照 7.12.1 的规定，将可控电压源的电压调整为初始值，按 7.12.3 的试验程序重复进行两次试验。

### 7.12.5 多个电源

如果带电显示装置包含有多个独立的电源，则应对每一个电源单独按照 7.12.1~7.12.4 的规定进行试验，然后将所有的电源同时接通再进行上述试验。

### 7.12.6 试验评定

如果试验中所有的显示均清晰明确，则认为通过了试验。

### 7.13 显示单元和联锁信号输出单元寿命试验

带电显示装置的显示单元和联锁信号输出单元（如果有）应进行寿命试验，三相显示单元应进行三相试验，分相显示单元可进行单相试验。试验程序如下：

- a) 将与高压电气设备三相或单相电源等效的低压模拟电源连接到带电显示装置的显示和联锁信号输出单元的输入端，连接点上不得有其他设备；
- b) 将模拟电源电压调整为对应高压电气设备额定电压的 85%，连续接通和断开试验电压 1000 次，接通和断开的持续时间均不小于 3s。
- c) 将模拟电源电压调整为对应高压电气设备额定电压的 110%，连续接通和断开试验电压 1000 次，接通和断开的持续时间均不小于 3s；
- d) 将模拟电源电压调整为对应高压电气设备的额定电压，连续接通和断开试验电压 8000 次，接通和断开的持续时间均不小于 3s；

在上述试验中，显示装置应正确显示，联锁接点应正确动作，试验后不应导致带电显示装置的任何损坏。

### 7.14 抗干扰性能试验

#### 7.14.1 相间抗干扰试验

将三相带电显示装置按实际运行工况安装，试验母线按技术条件规定的最小相间距离装设（或将带电显示装置装于所配高压电气设备上），试验时依次对每相和每两相施加最高运行电压 [中性点不接地系统为额定电压 ( $U_T$ )，中性点接地系统为额定相电压 ( $\frac{U_T}{\sqrt{3}}$ )] 3min，带电相应正确显示“有电”，不带电相不得显示“有电”。闭锁接点不应发出解锁信号。

#### 7.14.2 同相断口间抗干扰试验

将带电显示装置按实际运行工况安装，试验母线按产品技术条件规定的最小断口距离装设（或将带电显示装置装于所配高压电气设备上），试验时依次对同相两段母线施加最高运行电压 [中性点不接地系统为额定电压 ( $U_T$ )，中性点接地系统为额定相电压 ( $\frac{U_T}{\sqrt{3}}$ )] 3min，带电侧装有带电显示装置时应正确显示“有电”，不带电侧装有带电显示装置时不得显示“有电”。

### 7.15 防护等级检验

GB/T 11022—1999 的 6.7.1 适用。

## 8 出厂试验

应在制造厂内对每台（套）带电显示装置进行出厂试验，以保证出厂产品与通过型式试验产品的一致性。出厂试验报告应随出厂产品一同交付。

推荐将带电显示装置装于所配高压电气设备上进行出厂试验。

出厂试验项目如下：

- 外观检查，按 8.1；
- 绝缘试验，按 8.2；
- 显示清晰度试验，按 8.3。

### 8.1 外观检查

带电显示装置应对外观进行检查，以证明符合订货方的技术要求。

## 8.2 绝缘试验

带电显示装置的传感单元、显示单元、联锁信号输出单元及其所包含的相关附件均应按 GB/T 11022—1999 的 7.1 和 7.2 进行绝缘试验。

注：感应式带电显示装置的“主回路绝缘试验”除外。

## 8.3 清晰显示试验

按照 7.3 进行试验，显示应清晰。如在型式试验中已验证带电显示装置的显示不会受到相邻相电压状态的影响，则可以在单相上进行试验。

如带电显示装置具有联锁功能，则应在本项试验中同时验证。

## 9 带电显示装置的选用导则

高压电气设备制造厂应保证其带电显示装置符合 GB 1984、GB 1985、GB 3906 和 GB 7674 有关额定值和使用条件中所提出的各项要求。此外，还应考虑到：

- 系统的标称电压；
- 系统中性点的接地方式；
- 带电显示装置的类型（户内、户外，电容式、电阻式、感应式、光学式，接触式、非接触式等）。

## 10 查询、投标和订货时应提供的资料

有关带电显示装置的资料应包括在其配套使用的高压电气设备标准所规定的提供资料中。

应特别关注带电显示装置的下述资料：

- 使用该高压电气设备的电力系统特性（标称电压和最高电压、频率，系统中性点接地方式）；
- 额定值；
- 使用条件；
- 带电显示装置的类型（户内、户外，电容式、电阻式、感应式、光学式，接触式、非接触式等）。

## 11 使用说明

### 11.1 概述

带电显示装置包括的联锁信号输出单元和相位识别器的使用说明应由制造厂提供。这些说明也可以包含在带电显示装置所配高压电气设备的使用说明中。

### 11.2 带电显示装置的使用说明

带电显示装置的使用说明中至少应包含下列说明和细则：

- 有关标志和符号的说明；
- 显示的说明；
- 在本标准规定的电压范围内能保证清晰地显示“带电”的说明；
- 在本标准规定的电压范围内和运行状态下保证其联锁功能（如果有）的说明；
- 应带有下列提示：“仅凭带电显示装置的显示还不足以证明系统已经不带电，如有怀疑或影响规定的操作程序，应使用符合 DL 740 的验电器”；
- 关于连接点用途的说明；
- 适合于与本带电显示装置配合使用的相位识别器的类型的说明；
- 适用时，允许用户自行更换的显示单元部件的说明，以及这些部件的技术要求（例如，内置电源所使用的电池类型等）；
- 对需要加强照明以增强可见度时所采用的附加措施的说明（例如，对显示单元进行遮蔽）。

### 11.3 相位识别器的使用说明

相位识别器的使用说明中至少应包含下列说明和细则：



## DL / T 538 — 2006

- 使用说明。
- 显示的说明。适用时，包括内置电源耗尽时显示的说明。
- 额定频率的说明。
- 相位识别器可适用的特定带电显示装置的说明。
- 根据本标准的要求，对其相位关系正确与否的显示范围的说明。如适用，对相位角将做出错误显示之前所允许的电压差或额定频率的偏差的说明。
- 说明环境条件对显示可能的影响（如相位关系正确、不正确，失压）。
- 对干扰电压（谐波）可能的影响的说明。
- 对具有内置电源元件所使用的电池类型的说明。
- 储存和维护的说明，如温度范围。
- 如何检验相位识别器功能正确的试验方法的说明。

## 12 安全

GB/T 11022—1999 的第 11 章中的一般要求适用。

本标准中有关安全性的要求包含在 6.4 中。

---