

ICS.29.240.10

K 43



# 中华人民共和国国家标准

GB 3906-2006

代替 GB3906—1991

## 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭 开关设备和控制设备

Alternating-current metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 3.6 kV and up to and including 40.5 kV

(IEC 62271-200:2003 Alternating-current metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV, MOD)

2006-08-25 发布

2007-03-01 实施

国家质量技术监督局 发布



## 前言

**本标准的全部技术内容为强制性的。**

本标准根据 IEC 62271-200:2003 《额定电压1 kV 以上52 kV 及以下交流金属封闭开关设备和控制设备》（第一版、即IEC 60298的第四版）的内容对GB 3906-1991 《3~35 kV 交流金属封闭开关设备》进行全面修订。本标准与IEC 62271-200 的一致性程度为修改，其主要差异如下：

- 按GB/T 1.1-2000的规定，对标准的语言表述和格式作了修改；
- 适用的电压范围，由1 kV 以上、52 kV 及以下改为3.6 kV~40.5 kV，并按照GB/T 11022（或GB 156）的规定修改其中与额定电压及其系列值相关的内容；
- 根据我国的电网实际，适用的频率范围由60 Hz 及以下改为50 Hz 及以下，并删除了与60Hz 相关的内容；
- 删除了国际标准的前言，增加了本标准的前言；
- 删除了5.10的表 1 中的“说明书”一项，该内容对我国不适用；
- 删除了5.104的注 1 及其内容，该内容对国家标准不适用。相应的注 2 改为注；
- 联锁方面增加了下述内容：接地开关不论任何情况都应与隔离开关联锁，优先采用机械联锁（本版的5.11中的部分内容）：
  - 根据我国的具体实际，增加了型式试验周期和型式试验报告有效期的要求（本版的6.1）；
  - 将“湿试验程序”由“不适用”改为“按GB/T 11022的6.2.2的规定”（本版的6.2.2）；
- 出厂试验中增加了“出厂试验报告应随产品一起出厂”的规定（本版的第7章）；
- 根据我国的具体实际，在强制性型式试验、出厂试验的机械操作试验中增加了“机械特性测量”试验（本版的6.102、7.102）。还在适用时的强制性型式试验和出厂试验中分别增加了“充气隔室的气体状态测量”项目（本版的6.103、7.103）；
- 为了方便使用，将IEC 60932：1988 《用于严酷气候条件下的1 kV~72.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备的附加要求》的内容作为附录 C 列入本标准，同时将适用电压范围由1 kV~72.5 kV 改为3.6 kV~40.5 kV。另考虑到我国的具体环境状况，还在C.4.3的2类设计的注3中增加了2类设计的爬电比距的推荐值；
- 删除了“参考资料”中的IEC 60724:2000 《1 kV 和3 kV 电缆的短路温度限值》，增加了相关内容的附录D；
- 由于本标准5.4和6.10引用的对应内容尚未包含在国标GB/T 11022-1999（eqv IEC60694：1996）中，本标准直接引用IEC 60694：2002的5.4和6.10，同时将IEC 60694：2002增加到了第2章的规范性引用文件中。

本标准代替GB 3906-1991 《3~35 kV交流金属封闭开关设备》。本标准与GB 3906-1991 《3~35kV 交流金属封闭开关设备》相比，主要变化如下：

- 将术语“金属封闭开关设备”修改为“金属封闭开关设备和控制设备”（1991年版的3.1，本版的3.102）；
- 增加了金属封闭开关设备和控制设备新的分类方法（本版的3.131和附录E），删除了旧的分类方法（1991年版的3.1）；
- 增加了“丧失运行连续性类别”概念（本版的3.131），并增加了相关的内容；
- 增加了“隔室类别”概念（本版的3.107），并增加了相关的内容；
- 增加了“隔板等级”概念（本版的3.109），并增加了相关的内容；

- 增加了“内部电弧级开关设备和控制设备（IAC）”概念（本版的3.132），并增加了相关的试验内容；
- 增加了“电磁兼容性”的相关要求和试验（本版的5.18和6.9）；
- 将“充气室”修改为“充流体室”（1991年版的3.6和本版的3.108）；并增加了相关的要求和试验（本版的5.103.2）；
- 增加了防腐蚀要求（本版的5.106）和相关的验证试验（本版的6.107）；
- “评价内部故障电弧效应的试验”和“电磁兼容性试验（EMC）”作为强制性的型式试验项目；选用的型式试验项目中增加了“电缆试验回路的绝缘试验”（本版的6.1）
- 增加了“作为状态检查的电压试验”（本版的6.2.11）
- 增加了“电缆绝缘试验的规定”（本版的6.2.101）；
- 增加了“外壳的防护等级不低于IP2X”要求（本版的6.7）；
- 增加了“辅助和控制回路的附加试验”（本版的6.10）
- 增加了“关合和开断试验”项目的具体内容（本版的6.101的b）项）；
- 型式试验项目中删除“操作振动试验”内容（1991年版的7.11和附录G）；
- “雷电冲击电压试验”的合格判据中增加了更合理的要求（本版的6.2.4）；
- 删除了“充气室零表压5 min的耐压试验”（1991年版的7.1.9）；
- 增加了“开关设备的选用导则”（本版的第8章）；
- 本标准对GB/T 11022-1999中已有规定的内容直接加以引用而不再重复（1991年版中的附录C和附录H等）；
- 删除了GB3906-1991的附录D，其内容已包括在本标准的7.105中；

本标准应与GB/T 11022-1999一起使用，本标准的章节编号基本与GB/T 11022-1999对应，对本标准新增加的内容在同一章节下从101开始编号。

本标准的附录A、附录B、附录C、附录D为规范性附录，附录E为资料性附录。

本标准自实施之日起，同时代替GB 3906-1991。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国高压开关设备标准化技术委员会归口。

本标准由全国高压开关设备标准化技术委员会负责解释。

本标准起草单位及成员：

负责单位：西安高压电器研究所：赵伯楠、李鹏、付朝娃、田恩文、严玉林。

参加单位：

电力科学研究院高压开关研究所：袁大陆、崔景春；

北京北开电气股份有限公司：卢国平、茅建生；

天水长城开关厂：于庆瑞、孙壮丽；北京科锐配电自动化技术有限公司：张重乐；

杭州欣美成套电器制造有限公司：丁心宝；宁波耐吉集团有限公司：沈忠威；

宁波天安（集团）股份有限公司：刘清春；陕西宝光集团有限公司：王典杰；

汕头正超电气有限公司：陈一卫；上海通用电气广电有限公司：陈海文；

天宇电气股份有限公司福州第一开关厂：陈雅瑞；温州市开元电气有限公司：王金方；

西电三菱电机开关设备有限公司：王志清；上海森隆源电气有限公司：王庆福、夏阜；

金华电力开关有限公司：叶树新。

## 3.6 kV~40.5 kV交流金属封闭开关设备和控制设备

### 1 概述

#### 1.1 范围

本标准规定了工厂装配的、额定电压为3.6 kV~40.5 kV，户内或户外安装的、频率为50 Hz及以下的交流金属封闭开关设备和控制设备的各项技术要求。外壳内可能装有固定式或可移开式的元件，并可能充有绝缘和 / 或开断用流体（液体或气体）。

注 1：本标准主要是针对三相系统，但也可用于单相或两相系统。

根据以下几点，本标准将金属封闭开关设备和控制设备划分为若干类：

- 维修开关设备和控制设备时，电网运行的连续性；
- 设备维修的需要和方便性。

注 2：设备的安全性取决于产品的设计、使用、调整、配合、安装和运行。

对于具有充气隔室的金属封闭开关设备和控制设备，设计压力不超过0.3 MPa（相对压力）时本标准适用。

注 3：设计压力超过0.3 MPa（相对压力）的充气隔室应按GB 7674进行设计和试验。

特殊用途的金属封闭开关设备和控制设备，例如用于易燃性气体、矿井中或船舶上，可能需要增加相应的技术要求。

装于金属封闭开关设备和控制设备中的各元件应按照各自标准的规定进行设计和试验。考虑到各个元件在开关设备和控制设备中的安装情况，本标准对单个元件的标准作了补充。

本标准不排除在同一外壳中使用其它设备，此时应考虑设备对成套开关设备和控制设备造成的影响。

注 4：具有绝缘外壳的开关设备和控制设备按IEC 60466的规定；

注 5：额定电压40.5 kV以上的空气绝缘的金属封闭开关设备和控制设备，如果满足GB/T 11022规定的绝缘水平，本标准也适用。

#### 1.2 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/T 1408.1-1999 绝缘材料的电气强度试验方法 工频下的试验(eqv IEC 60243-1:1998)

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 2423.17-1993 电工电子产品基本环境试验规程 第 17 部分 试验 Ka: 盐雾试验方法 (eqv IEC 60068-2-11)

GB/T 2900.20-1994 电工术语 高压开关设备(neq IEC 60050(441), IEC 60056等)

GB 3804-2004 3.6 kV~40.5 kV高压交流负荷开关 (IEC 60265-1:1998 MOD)

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

GB/T 7354-2003 局部放电测量 (IEC 60270:2001 IDT)

GB/T 8905-1996 六氟化硫电器设备中气体管理和检验导则 (neq IEC 60480:1974)

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

GB/T 14808-2001 高压交流接触器和基于接触器的电动机起动器 (eqv IEC 60470:2000)

GB 16926-1997 交流高压负荷开关—熔断器组合电器 (eqv IEC 60420:1990)  
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)  
IEC 60466:1987 1 kV~38 kV交流绝缘封闭开关设备和控制设备  
IEC 60909-0:2000 三相交流系统中的短路电流 第0部分 电流的计算  
IEC 61634:1995 高压交流断路器—高压开关设备和控制设备中六氟化硫的使用与处理  
ISO/IEC 导则51:1999 安全性方面—适用于标准内容的导则

## 2 正常和特殊使用条件

按GB/T 11022-1999中第2章的规定, 并做如下补充:

除本标准中另有规定外, 金属封闭开关设备和控制设备是按正常使用条件设计的。

## 3 术语和定义

GB/T 2900.20和GB/T 11022-1999规定的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.101

**开关设备和控制设备 switchgear and controlgear**

开关装置与相关控制、测量、保护和调节设备的组合、以及与相关的辅件、外壳和支持件及其内部连接所构成的设备的总称。

### 3.102

**金属封闭开关设备和控制设备 metal-enclosed switchgear and controlgear**

除外部连接外, 全部装配完成并封闭在接地金属外壳内的开关设备和控制设备。

### 3.103

**(总装的) 功能单元 functional unit (of an assembly)**

功能单元是金属封闭开关设备和控制设备的一部分, 包括为满足单一功能的主回路和辅助回路的所有元件。

注: 功能单元可以根据预定的功能来区分, 例如: 进线单元, 出线单元等。

### 3.104

**多层 multi-tier**

两个或多个功能单元垂直布置在一个外壳内。

### 3.105

**运输单元 transport unit**

不需拆开便可以运输的金属封闭开关设备和控制设备的一部分。

### 3.106

**外壳 enclosure**

金属封闭开关设备和控制设备的一部分, 它能够提供规定的防护等级, 以保护内部设备不受外界影响, 防止人员接近或触及带电部分, 防止人员触及运动部分。

### 3.107

**隔室 compartment**

金属封闭开关设备和控制设备的一部分, 除内部连接、控制或通风所必要的开孔外, 其余均封闭。

隔室分为四种类型, 其中三种可以打开, 称为可触及隔室 (见 3.107.1 到 3.107.3), 一种不能打开, 称为不可触及隔室 (见 3.107.4)

注: 隔室可以按内部安装的主要元件来进一步划分, 见5.103.1。

### 3.107.1

#### 联锁控制的可触及隔室 interlock-controlled accessible compartment

内部装有高压部件，按制造厂的规定，可以打开进行正常操作和 / 或维护，触及受开关设备和控制设备总体设计控制的隔室。

注：安装、扩展和修理等不是正常的维护。

### 3.107.2

#### 基于程序的可触及隔室 procedure-based accessible compartment

内部装有高压部件，按制造厂的规定，可以打开进行正常操作和 / 或维护，触及受适当的程序结合锁具控制的隔室。

注：安装、扩展和修理等不是正常的维护。

### 3.107.3

#### 基于工具的可触及隔室 tool-based accessible compartment

内部装有高压部件，可以打开，但不是为了进行正常操作和维护，需要专用程序和工具才能打开的隔室。

### 3.107.4

#### 不可触及隔室 unaccessible compartment

内部装有高压元件，不可以打开的隔室。打开会破坏隔室的完整性。隔室有不可打开的明显警示。

### 3.108

#### 隔板 partition

金属封闭开关设备和控制设备的一种个部件，它将一个隔室与另一个隔室隔开。

### 3.109

#### 隔板的等级 partition class

根据隔离带电部分所用的是金属隔板还是非金属隔板，将其分类如下：

#### 3.109.1

##### PM 级隔板 partition class PM

在打开的隔室和主回路的带电部件之间，金属封闭开关设备和控制设备具有的连续并接地的金属隔板和 / 或活门（如果适用时）。

#### 3.109.2

##### PI 级隔板 partition class PI

在打开的隔室和主回路的带电部件之间，金属封闭开关设备和控制设备具有的一个或多个非金属隔板和 / 或活门。

### 3.110

#### 活门 shutter

金属封闭开关设备和控制设备的一种部件，它具有两个可以转换的位置，一个位置是允许可移开部件的触头或隔离开关的动触头与固定触头接合；在另一个位置，它成为外壳或隔板的一部分，遮住固定触头。

### 3.111

#### （导体的）分隔 segregation (of conductors)

将接地的金属板插在导体之间的一种导体布置，这使得破坏性放电只能对地发生。

注：分隔可以建立在导体之间，也可以建立在开关装置打开的触头之间。

### 3.112

#### 套管 bushing

能使一根或多根导体穿过外壳或隔板并使导体与外壳或隔板绝缘的一种构件，包括固定用的附件。

### 3.113

#### 元件 component

金属封闭开关设备和控制设备主回路和接地回路中，具有特定功能的基本部件（例如，断路器、隔离开关、负荷开关、熔断器、互感器、套管、母线）。

### 3.114

#### （总装的）主回路 main circuit (of an assembly)

金属封闭开关设备和控制设备中传送电能回路中的所有导电部分。

### 3.115

#### 接地回路 earthing circuit

每个接地开关或接地点到设备用于与外部接地系统相连的端子间的连接。

### 3.116

#### 辅助回路 auxiliary circuit

金属封闭开关设备和控制设备中用于控制、测量、信号指示和调节回路（非主回路）的所有导电部分。

注：金属封闭开关设备和控制设备的辅助回路包括开关装置的控制和辅助回路。

### 3.117

#### 压力释放装置 pressure relief device

用于限制充流体隔室压力的装置。

### 3.118

#### 充流体隔室 fluid-filled compartment

金属封闭开关设备和控制设备的一种隔室，其中充有绝缘和/或开断用流体，即气体（不是周围空气）或液体。

#### 3.118.1

##### 充气隔室 gas-filled compartment

见GB/T 11022-1999的3.6.5.1。

#### 3.118.2

##### 充液体隔室 liquid-filled compartment

金属封闭开关设备和控制设备的一种隔室，其中充有液体，内部的压力为大气压力，或其压力由下列系统之一保持：

——可控压力系统；

——封闭压力系统；

——密封压力系统。

压力系统参见GB/T 11022-1999 的 3.6.6。

### 3.119

#### 相对压力 relative pressure

相对于标准大气压力101.3 kPa的压力。

### 3.120



**最低功能水平（充流体隔室的） minimum functional level (of fluid-filled compartments)**

气体压力值 [相对压力, 用Pa (或密度) 表示] 或液体的质量, 在此值及以上时, 才能保证金属封闭开关设备和控制设备的额定值。

**3.121**

**设计水平（充流体隔室的） design level (of fluid-filled compartments)**

是指用于确定充气隔室设计的气体压力值 [相对压力, 用Pa (或密度) 表示] 或充液隔室设计的液体质量。

**3.122**

**设计温度（充流体隔室的） design temperature (of fluid-filled compartments)**

在运行条件下, 充流体隔室的气体或液体所能达到的最高温度。

**3.123**

**周围空气温度（金属封闭开关设备和控制设备的） ambient air temperature (of metal-enclosed switchgear and controlgear)**

在规定的条件下测得的金属封闭开关设备和控制设备外壳周围的空气温度。

**3.124**

**可移开部件 removable part**

金属封闭开关设备和控制设备中能够被完全移出并能被替换的连接到主回路的部件, 即使功能单元的主回路带电也不例外。

**3.125**

**可抽出部件 withdrawable part**

金属封闭开关设备和控制设备的可移开部件, 它可以移到使打开的触头之间形成一个隔离断口或分隔, 此时仍与外壳保持机械联系。

**3.126**

**工作位置（接通位置） service position (connected position)**

为完成预定的功能, 可移开部件处于完全接通的位置。

**3.127**

**接地位置 earthing position**

可移开部件的位置或隔离开关的状态, 此时, 开关装置合闸操作, 使主回路短路并接地。

**3.128**

**试验位置（可抽出部件的） test position (of a withdrawable part)**

可抽出部件的位置, 在此位置, 主回路形成一个隔离断口或分隔, 辅助回路是接通的。

**3.129**

**隔离位置（可抽出部件的） disconnected position (of a withdrawable part)**

可抽出部件的位置, 在此位置, 在可抽出部件回路中形成一个隔离断口或分隔, 可抽出部件仍与外壳保持机械联系。

注: 在高压金属封闭开关设备和控制设备中, 辅助回路可以不断开。

**3.130**

**移开位置（可移开部件的） removed position (of a removable part)**

可移开部件的位置, 可移开部件在外壳外面, 且与外壳脱离了机械和电气联系。

**3.131**

### 丧失运行连续性的类别 Loss of service continuity category (LSC)

根据主回路隔室打开时其它隔室和 / 或功能单元是否可能继续带电划分的设备类别。

注1: LSC 类别描述了当需要触及主回路隔室时开关设备和控制设备可以继续带电运行的范围。打开装有带电设备的主回路隔室的范围取决于多种因素 (见8.2)。

注2: LSC 类别不规定开关设备和控制设备的可靠性类别 (见8.2)。

#### 3. 131. 1

##### LSC2 类开关设备和控制设备 category LSC2 switchgear and controlgear

有可触及隔室的金属封闭开关设备和控制设备。打开功能单元的任意一个可触及隔室, 所有其他功能单元仍旧可以继续带电正常运行的金属封闭开关设备和控制设备。一种例外的情况是: 打开单母线开关设备和控制设备的母线隔室时, 不能连续运行。

单母线开关设备和控制设备的母线隔室除外。

又可划分两个分类:

LSC2B: 打开功能单元的其它可触及隔室, 该功能单元的电缆隔室仍旧可以带电的 LSC2 类金属封闭开关设备和控制设备。

LSC2A: 除 LSC2B 外的 LSC2 类金属封闭开关设备和控制设备。

#### 3. 131. 2

##### LSC1 类开关设备和控制设备 category LSC1 switchgear and controlgear

除 LSC2 类外的金属封闭开关设备和控制设备。

#### 3. 132

##### 内部电弧级开关设备和控制设备 (IAC) internal arc classified switchgear and controlgear (IAC)

经试验验证能满足在内部电弧情况下保护人员规定要求的金属封闭开关设备和控制设备。

注: 其他内容参考附录A。

#### 3. 133

##### 防护等级 degree of protection

外壳以及适用时的隔板或活门提供的、防止接近危险部件、防止固体外物进入和/或防止水的浸入并由标准试验方法验证过的保护程度。

#### 3. 134

##### 额定值 rated value

一般由制造厂对元件、装置、设备规定的操作条件所指定的量值。

注: 具体的额定值见第4章。

#### 3. 135

##### 破坏性放电 disruptive discharge

在电场作用下伴随绝缘破坏而产生的一种现象, 此时放电完全跨接了被试绝缘, 使电极之间的电位降到零或接近于零。

注1: 该术语适用于在固体、液体和气体介质及其组合中的放电;

注2: 固体介质中的破坏性放电, 会导致永久地丧失绝缘强度 (非自恢复绝缘), 而在液体和气体介质中可能仅是暂时丧失绝缘强度 (自恢复绝缘);

注3: 破坏性放电发生在气体或液体介质中时, 叫做“火花放电”; 破坏性放电发生在气体或液体介质中的固体介质表面时, 叫做“闪络”; 破坏性放电贯穿于固体介质时, 叫做“击穿”。

## 4 额定值

金属封闭开关设备和控制设备的额定值如下：

- a) 额定电压 ( $U_r$ ) 和相数；
- b) 额定绝缘水平；
- c) 额定频率 ( $f_r$ )；
- d) 额定电流 ( $I_r$ ) (主回路的)；
- e) 额定短时耐受电流 ( $I_k$ ) (主回路的和接地回路的)，如果适用；
- f) 额定峰值耐受电流 ( $I_p$ ) (主回路的和接地回路的)，如果适用；
- g) 额定短路持续时间 ( $t_k$ ) (主回路的和接地回路的)，如果适用；
- h) 金属封闭开关设备和控制设备中各元件 (包括它们的操动装置和辅助设备) 的额定值；
- i) 额定充入水平 (充流体隔室的)。

### 4.1 额定电压 ( $U_r$ )

按GB/T 11022-1999中 4.1 和 4.1.1 的规定。

注：对于金属封闭开关设备和控制设备的各组成元件，可按其有关标准具有各自的额定电压值。

### 4.2 额定绝缘水平

按GB/T 11022-1999中4.2的规定。

### 4.3 额定频率 ( $f_r$ )

按GB/T 11022-1999中4.3的规定。

### 4.4 额定电流和温升

#### 4.4.1 额定电流 ( $I_r$ )

按GB/T 11022-1999中4.4.1的规定，并做如下补充：

金属封闭开关设备和控制设备的某些主回路 (如母线、配电线路等) 的额定电流可以有不同的值。

#### 4.4.2 温升

按GB/T 11022-1999中4.4.2的规定，并做如下补充：

金属封闭开关设备和控制设备中各元件的温升不包含在GB/T 11022-1999所规定的范围内，而是按照它们各自技术条件，则其温升不得超过该元件标准规定的限值。

当考虑母线的最高允许温度或温升时，应根据工作情况，接触头、连接及与绝缘材料接触的金属部件的最高允许温度或温升确定。

可触及的外壳和盖板的温升不应超过 30 K，对可触及而在正常运行时毋需触及的外壳和盖板，如果公众不可触及，则其温升极限可增加 10 K。

### 4.5 额定短时耐受电流 ( $I_k$ )

按GB/T 11022-1999中4.5的规定，并做如下补充：

对接地回路也应规定额定短时耐受电流，其数值可以与主回路的不同。

### 4.6 额定峰值耐受电流 ( $I_p$ )

按GB/T 11022-1999中4.6的规定，并做如下补充：

对接地回路也应规定额定峰值耐受电流，其数值可以与主回路的不同。

注：原则上，主回路的额定短时耐受电流和额定峰值耐受电流不能超过串联于该回路中最薄弱元件的相应额定值。

但每一个回路或隔室都可以采用限制短路电流的器件，例如，使用限流熔断器、电抗器等。

### 4.7 额定短路持续时间 ( $t_k$ )

按GB/T11022中4.7的规定，并做如下补充：

对接地回路也应规定额定短路持续时间，其数值可以与主回路的不同。

#### 4.8 合、分闸装置和辅助、控制回路的额定电源电压 ( $U_a$ )

按GB/T 11022-1999中4.8的规定。

#### 4.9 合、分闸装置和辅助回路的额定电源频率

按GB/T 11022-1999中4.9的规定。

#### 4.10 绝缘和/或操作用压缩气源的额定压力

按GB/T 11022-1999中4.10的规定。

#### 4.101 额定充入水平（充流体隔室的）

制造厂规定的在投入运行前充入隔室的充气压力[相对于 20 °C 和 101.3 kPa大气条件，用MPa（相对压力）或密度表示或充入液体的质量。

### 5 设计和结构

金属封闭开关设备和控制设备的设计应使得正常运行、检查和维护操作、主回路是否带电状态的确定，包括通常的相序检查、连接电缆的接地、电缆故障的定位、连接电缆或其它器件的电压试验以及消除危险的静电电荷均能够安全地进行。

类型、额定值和结构相同的所有可移开部件和元件在机械上和电气上应有互换性。

当这些可移开部件和元件以及隔室的设计在机械上允许互换时，可以安装相同或较大额定电流和绝缘水平的可移开部件和元件，以代替相同或者较小额定电流和绝缘水平的可移开部件和元件。这通常不适用于限流装置。

注：配装较高额定值的可移开部件或元件并不是必须提高功能单元的能力，或意味着功能单元能够运行在可移开部件或元件的额定值。

装于外壳内的各种元件都应满足各自的技术要求。

主回路有限流熔断器时，开关设备和控制设备制造厂可以规定熔断的短路电流。

#### 5.1 对开关设备和控制设备中液体的要求

按GB/T 11022-1999中 5.1 的规定。

#### 5.2 对开关设备和控制设备中气体的要求

按GB/T 11022-1999中 5.2 的规定，并做如下补充：可使用满足GB/T 8905规定的SF<sub>6</sub>气体。

注：六氟化硫的处理，按 IEC 61634 的规定。

#### 5.3 接地

接地回路的短时耐受电流值取决于使用设备的系统中性点的接地类型。

注1：对用于中性点直接接地系统的设备，接地回路的短时耐受电流最大值可达到主回路的额定短时耐受电流；

注2：对用于中性点非直接接地系统的设备，接地回路的短时耐受电流最大值可达到主回路的额定短时耐受电流的 87%（异相接地故障情况下的短路）。

接地回路通常设计成只能耐受一次短路故障。

##### 5.3.1 主回路的接地

为了确保维护时的人员安全，规定或需要触及的主回路中的所有部件都应能事先接地，这不包括与开关设备分离后变成可触及的可移开部件和可抽出部件。

##### 5.3.2 外壳的接地

按GB/T 11022-1999中5.3的规定，并做如下补充：

在最后安装时，应通过接地导体将运输单元相互连接，相邻运输单元之间的该连接应能承受接地回路的额定短时和峰值耐受电流。

注1：一般地，如果延伸到金属封闭开关设备和控制设备的整个长度的接地导体具有足够的截面积，则认为完全可以满足上述要求。

如果接地导体是铜质的，则在规定的接地故障条件下，当额定短路持续时间为 1 s 时，其中的电流密度不超过  $200 \text{ A/mm}^2$ ；当额定短路持续时间 3s 时，其中的电流密度不超过  $125 \text{ A/mm}^2$ ，且其截面不得小于  $30 \text{ mm}^2$ 。接地导体的末端应有合适的端子以便与设备的接地系统相连接。如果接地导体不是铜质的，则应满足等效的热效应和机械效应要求。

注2：导体横截面积的计算方法参考附录 D。

每个功能单元的外壳都应连接到这个接地导体。固定在外壳上的小部件，只要直径不超过  $12.5 \text{ mm}$  就不需要连接到这个接地导体，例如：螺母。除主回路和辅助回路外的所有要接地的金属零件都应直于或通过金属构件连接到接地导体。

通过框架、盖板、门、隔板或其它构件间的电气连续性确保功能单元内部相互之间的接地连接（例如：通过螺钉或焊接方法固定）。高电压隔室的门应采用适当的方法连接到框架。

注3：外壳和门见5.102。

### 5.3.3 接地装置的接地

当接地连接必须承受全部的三相短路电流值（如短路连接用于接地装置情况下）时，这些连接应选用相应的尺寸。

### 5.3.4 可抽出部件和可移开部件的接地

可抽出部件应接地的金属部分在试验位置和隔离位置以及所有的中间位置时均应保持接地。在所有位置，接地连接的载流能力不应小于对外壳的要求值（见5.102.1）。

插入时，通常接地的可移开部件的金属部分应在主回路的可移开部件与固定触头接触之前接地。

如果可抽出部件或可移开部件包括将主回路接地的其它接地装置，则应认为工作位置的接地连接是接地回路的一部分，具有相关的额定值（见4.5、4.6和4.7）。

## 5.4 辅助设备和控制设备

按GB/T 11022-1999中5.4的规定。

## 5.5 动力操作

按GB/T 11022-1999中5.5的规定。

## 5.6 储能操作

按GB/T 11022-1999中5.6的规定。

## 5.7 不依赖人力的操作

按GB/T 11022-1999中5.7的规定。

## 5.8 脱扣器的操作

按GB/T 11022-1999中5.8的规定。

## 5.9 低压力和高压力闭锁和监视装置

按GB/T 11022-1999中5.9的规定。

## 5.10 铭牌

按GB/T 11022-1999中5.10的规定，并做如下补充：

金属封闭开关设备和控制设备的铭牌应耐久清晰、易识别，铭牌应包括表 1 规定的内容：

在正常运行期间，应能看清楚各功能单元的铭牌。若有可移开部件，它应有标明所属功能单元有关数据的单独铭牌，但仅要求在移开位置时能看清这些铭牌。

表1 铭牌

项目	缩写	单位	<sup>a</sup>	条件：仅当需要时才标注
1	2	3	4	5
制造厂			x	
型号			x	
出厂编号			x	
制造年月			x	
适用的标准			x	
额定电压	$U_r$	kV	x	
额定频率	$f_r$	Hz	x	
额定雷电冲击耐受电压	$U_p$	kV	x	
额定短时工频耐受电压	$U_d$	kV	x	
额定电流	$I_r$	A	x	
(主回路和接地回路的) 额定短时耐受电流	$I_k$	kA	x	
(主回路和接地回路的) 额定峰值耐受电流	$I_p$	kA	Y	不是额定短时耐受电流的2.5倍时
(主回路和接地回路的) 额定短路持续时间	$t_k$	s	x	
绝缘用的额定充入水平	$P$	MPa或kg	(x)	
绝缘用的报警水平	$P_{ae}$	MPa或kg	(x)	
绝缘用的最低功能水平	$P_{mr}$	MPa或kg	(X)	
内部电弧 试验特征	内部电弧等级	IAC	(X)	
	可触及的种类(代码)	A (F,L,R) B (F,L,R) C	(X)	
	电弧试验的电流	kA	(X)	
	电弧试验电流的持续时间	s	(X)	
注1: 栏(2)中的缩写可以用来代替栏(1)中的术语。				
注2: 采用栏(1)中的术语时,“额定”一词可以不出现。				
<sup>a</sup> X 表示这些数值的标记是强制性的; (X) 表示这些数值的标记是根据适用的情况; Y 表示这些数值的标记是根据栏(5)的条件。				

### 5.11 联锁装置

按GB/T 11022-1999中5.11的规定。并做如下补充:

为了防护和便于操作,设备的不同元件间应装设联锁。在设计时,应优先考虑机械联锁。下列规定对主回路是强制性的:

a) 具有可移开部件的金属封闭开关设备和控制设备

断路器、负荷开关或接触器只有处于分闸位置时才能抽出或插入。

断路器、负荷开关或接触器只有处在工作位置、隔离位置、移开位置、试验位置或接地位置时才能操作。

断路器、负荷开关或接触器只有在与自动分闸相关的辅助回路都已接通时才可以在工作位置合闸。相反地，断路器在工作位置合闸时辅助回路不能断开。

#### b) 装有隔离开关的金属封闭开关设备和控制设备

应装设联锁以防止在规定条件（见GB 1985-2004）以外操作隔离开关。只有相关的断路器、负荷开关或接触器在分闸位置时才能操作隔离开关。

注1：在双母线系统，若母线切换时不开断电流，则上述规定可以不考虑。

只有相关的隔离开关处于合闸位置、分闸位置或接地位置（如果有）时，断路器、负荷开关或接触器才能操作。

附加或替代联锁的规定，应根据制造厂与用户的协议。制造厂应提供与联锁的特性和功能相关的所有必要的资料。

接地开关与相关的隔离开关之间应加装联锁。

对于那些因操作不正确而可能引起损坏、或在检修时用于建立隔离断口的主回路元件，应装设锁定装置（例如，加装挂锁）。

如果回路通过与接地开关串联的主开关装置（断路器、负荷开关或接触器）接地，则接地开关应与主开关装置联锁。且应采取措施以防主开关装置意外分闸。例如：通过断开脱扣回路或阻塞机械脱扣。

注：除接地开关外，也可能是隔离开关处于接地位置。

如果有非机械联锁，则设计应使得在没有辅助电源时不会出现不适宜情况。但是，对于紧急控制，制造厂可给出没有联锁设施、手动操作的其它方法。在这种情况下，制造厂应明确地指明该设施，并规定操作程序。

### 5.12 位置指示

按GB/T 11022-1999中5.12的规定。

### 5.13 外壳的防护等级

按GB/T 11022-1999中5.13的规定。

### 5.14 爬电距离

按GB/T 11022-1999中5.14的规定。

### 5.15 气体和真空的密封

按GB/T 11022-1999中5.15的规定。并做如下补充：

见5.103.2.3。

### 5.16 液体的密封

按GB/T 11022-1999中5.16的规定。并做如下补充：

见5.103.2.3

### 5.17 易燃性

按GB/T 11022-1999中5.17的规定。

### 5.18 电磁兼容性（EMC）

按GB/T 11022-1999中5.18的规定。

### 5.101 内部故障

满足本标准要求设计和制造的金属封闭开关设备和控制设备，原则上应能够防止内部故障的出现。

用户也应根据电网特征、运行程序和使用条件（见8.3）进行适当的选择。

如果按照制造厂的说明书安装、运行和维护开关设备，则在其整个使用期间出现内部电弧的概率是很小的，但不应完全忽视。

因产品缺陷、异常的使用条件或者误操作引起的外壳内部的故障可能导致内部电弧，如果现场有人员，会造成伤害。

经验表明：故障很可能出现在外壳内部的某些位置。第 8 章的表 2 列出了容易出现内部故障的部位、故障起因以及减小内部故障概率的措施。

可以采用其它措施使在内部电弧情况下对人员提供尽可能高等级的保护。这些措施的目的在于限制内部故障的对外影响。

例如以下措施：

——利用光传感器、压力传感器或热传感器或者母线差动保护快速切除故障，缩短故障时间；

——采用适当的熔断器与开关装置组合来限制允通电流和故障持续时间；

——利用快速感知、快速合闸装置（灭弧器）将电弧快速转移到金属短接回路快速限制电弧；

——遥控；

——压力释放装置；

——仅当前门关闭时，才把可抽出部件从工作位置移开到或由其它位置移到工作位置。

可用附录 A 的试验来检验设备在内部电弧情况下对人员提供规定防护等级的设计效果。成功通过试验验证的设计归为 IAC 类

## 5. 102 外壳

### 5. 102. 1 总则

除符合 5. 102. 4 的观察窗外，外壳应是金属的。只要金属隔板或活门完全封闭了高压部件，外壳也可以是绝缘材料的。金属封闭开关设备和控制设备安装完成后，其外壳至少要满足 GB/T 11022-1999 表 6 中的 IP2X 防护等级。为了确保防护，还应符合下述条件：

从外壳的金属件到规定的接地点通过 30 A(DC) 时，其电压降最大为 3 V。地板表面，虽然不是金属的，但可认为是外壳的一部分。安装说明书中应给出为了获取地板表面提供的防护等级所采取的方法。

安装房间的墙壁不能作为外壳的一部分。

界定不可触及隔壁的外壳部件应清楚地标明不可拆除。

外壳的水平表面，例如顶板，通常设计成不支撑人员和除总装部件外的其它设备。如果制造厂声明在运行或维护时有必要站在开关设备和控制设备或在其上行走时，则相关的区域应设计成可以承载运行人员的重量而不出现过度变形并仍能适于运行。在这种情况下，设备上那些不能安全地站立或行走的区域，例如压力释放板，应清晰地标明。

### 5. 102. 2 盖板和门

作为外壳一部分的盖板和门应是金属的，如果高压部件由打算接地的金属隔板或活门封闭，盖板和门也可以是绝缘材料的。

当作为外壳一部分的盖板和门关闭后，应具有与外壳相同的防护等级。

盖板和门不应使用网状的金属编制物、拉制的金属及类似的材料制成。当盖板或门上有通风通道、通风口或观察窗时，参见 5. 102. 4 和 5. 102. 5。

根据高压隔壁的可触及类型，把盖板和门分成两类：

a) 导致触及基于工具的可触及隔壁的盖板或门

在正常运行和维护时不需要打开的盖板（固定盖板）或门。若不使用工具，此类盖板和门应不能打开、拆下或移开；

注 1：仅在采取了预防措施确保电气安全后方可打开这些盖板；

注 2：应注意，作为维护程序的一部分，在门或盖板打开、主回路中没有电压/电流时，能够操作开关装置（如果需



要)。

b) 导致触及联锁控制的可触及隔室或基于程序的可触及隔室的盖板或门

按制造厂的规定, 日常工作和 / 或日常维护需要触及的隔室, 应有盖板和门。这些盖板和门应不需要工具就能打开或移开, 并有下列特征:

——联锁控制的可触及隔室

这些隔室应配有联锁装置以便使隔室里可触及的主回路部件在不带电且接地时或在隔离位置且相应的活门关闭后才可能打开该隔室;

——基于程序的可触及隔室

这些隔室应有上锁措施, 例如挂锁。

注3: 用户应提供适当的程序以保证基于程序的可触及隔室仅在隔室中可触及的主回路部件不带电且接地、或在隔离位置时且相应的活门关闭后才可能打开该隔室。该程序可以由设备的制造商或用户的安全规范规定。

### 5.102.3 作为外壳一部分的隔板或活门

如果可移开部件处于 3.127 到 3.130 规定的任意一个位置时隔板或活门都成为外壳的一部分, 则它们应是金属的并接地且能提供对外壳规定的防护等级。

注1: 如果在从3.127到3.130定义的所有位置均可触及, 且在从3.126到3.130定义的所有位置没有可以关闭的门, 则隔板或活门应成为外壳的一部分。

注2: 如果在从3.126到3.130定义的所有位置提供了能够关闭的门, 则认为门后的隔板或活门不是外壳的一部分。

### 5.102.4 观察窗

观察窗至少应达到对外壳规定的防护等级。

观察窗应该使用机械强度与外壳相近的透明板遮盖, 同时, 应有足够的电气间隙或静电屏蔽等措施(例如, 在观察窗的内侧加一个适当的接地金属编织网), 防止形成危险的静电电荷。

主回路带电部分与观察窗的可触及表面之间的绝缘, 应能耐受 GB/T 11022中 4.2 规定的对地和极间的试验电压。

### 5.102.5 通风通道、通风口

通风通道和通风口的布置或防护, 应使它具有与外壳相同的防护等级。通风通道和通风口可以使用网状编制物或类似的材料制造, 但应具有足够的机械强度。

通风通道和通风口的布置, 应考虑到在压力作用下排出的气体或蒸汽不致危及到操作人员。

## 5.103 隔室

### 5.103.1 概述

隔室应以其中的主要元件来命名, 例如, 断路器隔室, 母线隔室, 电缆隔室等。

当电缆终端和其它主要元件——断路器、母线等在同一隔室时, 则命名应首先考虑其它主要元件。

注: 隔室可以根据所封闭的几个元件进一步划分, 例如, 电缆/CT隔室等。

隔室可以是各种形式的, 例如:

——充液隔室;

——充气隔室;

——固体绝缘隔室。

只要满足 IEC 60466: 1987中规定的条件, 单独嵌入在固体绝缘材料中的主要元件可以被看成隔室。

隔室间相互连接所必须的开孔应该用套管或其它等效方法加以封闭。

母线隔室可以延伸到几个功能单元而不采用套管或其它等效方法。但是, 对于 LSC2 级开关设备和控制设备, 每组母线应有独立的隔室, 例如, 双母线系统中以及可开合或隔离的母线段。

## 5. 103. 2充流体（气体或液体）隔室

### 5. 103. 2. 1概述

隔室应能承受运行中的正常压力和瞬态压力。

当充气隔室在运行中长期持续承受压力时，它们所处的特殊的运行条件与压缩空气容器和类似的压力容器的是不同的，这些不同的条件是：

- 充气隔室通常充以非常干燥、稳定、惰性的无腐蚀性气体。由于维持这些气体的压力波动很小，所采取措施是开关设备和控制设备可靠运行的基础，且隔室的内壁不会遭受腐蚀，故在确定隔室的设计时，不需要考虑这些因素；
- 设计压力小于或等于 0.3 MPa（相对压力）。

对户外设备，制造厂应考虑气候条件的影响。见GB/T 11022-1999的第2章。

### 5. 103. 2. 2设计

应根据流体的性质、本标准定义的设计温度和设计水平（如果适用）来设计充流体隔室。

充流体隔室的设计温度通常是在周围空气温度上升时导体中流过额定电流引起流体温度升高到的上限值。对于户外设备，应考虑其它可能的影响，例如太阳辐射。外壳的设计压力应不小于外壳在设计温度时内部能达到的压力的上限值。

对于充流体隔室，应考虑产生内部故障（见 5. 101）的可能性以及下列因素：

- 隔室壁或隔板两边可能的全部压力差，包括正常充气或维护时抽真空过程中可能出现的压力差。
- 具有不同运行压力的相邻隔室间发生泄漏事件时引起的压力。

### 5. 103. 2. 3密封

制造厂应规定充流体隔室所采用的压力系统和允许泄漏率（按GB/T 11022-1999 中 5. 15 和 5. 16 的规定）。

为了能够进入封闭压力系统的或可控压力系统的充流体隔室，如果用户要求，制造厂应规定透过隔板的允许泄漏量。

最低功能水平超过 0.1 MPa（相对压力）的充气隔室，当压力（+20 °C时）下降到低于最低功能水平时，应给出指示（见3. 120）。

充气隔室与充液体隔室（例如电缆盒、电压互感器）之间的隔板，不应出现影响两种介质绝缘性能的任何泄漏。

### 5. 103. 2. 4充流体隔室的压力释放

当有压力释放装置或设计时，它们应这样布置：当操作者进行正常操作时，如果在压力作用下有气体或蒸汽逸出，应使操作者遭受到的危险降低到可接受的程度。压力释放装置在低于1.3 倍设计压力时不应动作。压力释放装置可能是设计的薄弱区域（例如：隔室的）或自爆装置（例如：爆破盘）。

## 5. 103. 3隔板和活门

### 5. 103. 3. 1概述

隔板和活门至少应达到GB/T 11022-1999中表 6 规定的 IP2X 防护等级。

当相邻隔室为常规气压时，隔板应能够提供机械防护（如果适用）。

应采用套管或其它等效方法使导体穿过隔板以满足要求的IP等级。

金属封闭开关设备和控制设备外壳上和隔室隔板上的开口（通过它可移开部件或可抽出部件和固定触头啮合）应采用在正常运行中操作的自动活门以便在 3. 126 到 3. 130 定义的所有位置确保对人员的防护。应采取措​​施确保活门的可靠动作，例如，通过机械驱动，此时活门的运动是由可移开部件或可抽出部件的运动正向驱动。

并不是在任何情况下从打开的隔室都能很容易地确定活门的状态（例如，电缆隔室打开但活门却在断路器隔室）。在这种情况下，可能需要进入第二个隔室或用可靠的指示装置或观察窗来确定活门的状态。

如果为了维护或试验需要打开活门触及一组或多组固定触头，则应有措施使每组活门能独立地锁定在关闭位置。如果维护或试验时，为了使活门保持在打开位置而使得活门不能自动关闭，则只有在活门恢复了自动动作功能后，开关装置才能够推回到工作位置。活门自动动作功能可以通过将开关装置推回到工作位置来恢复。

另外，插入临时隔板可能防止暴露带电的固定触头（见10.4）。

对于PM级，打开的隔室和主回路带电部件之间的隔板和活门应是金属的。否则，就是PI级（见3.109）。

### 5.103.3.2 金属隔板和活门

金属隔板和活门或它们的金属部件应连接到功能单元的接地点且能够在承载 30 A (DC) 电流时到规定接地点的电压降不超过 3 V。

根据IP2X的防护等级，金属隔板和关闭的活门中的间隙不应超过12.5 mm。

### 5.103.3.3 非金属隔板和活门

全部或部分由绝缘材料制成的隔板和活门应满足下述要求：

- a) 主回路带电部分和绝缘隔板、活门的可触及的表面之间的绝缘，应能耐受 GB/T 11022-1999中 4.2 规定的对地和极间试验电压；
- b) 绝缘材料同样应耐受项目a)中规定的工频试验电压。GB 1408.1-1999 所规定的试验方法适用；
- c) 主回路带电部分和绝缘隔板、活门的内表面之间，至少应能耐受150%的设备额定电压；
- d) 如果通过绝缘表面的连续路径或通过被小的气体或液体间隙截断的路径而在绝缘的隔板和活门的可触及表面产生泄漏电流，在规定的试验条件（见6.104.2）下，此泄漏电流不应超过 0.5 mA。

### 5.104 可移开部件

用以在高压导体之间形成隔离断口的可移开部件应符合GB 1985-2004 的规定，但机械操作试验（见 6.102 和 7.102）除外。该隔离装置只用于维护。

如果可移开部件打算用做隔离开关，或者与仅用于维护目的可移开部件相比，打算更加频繁地移开或更换，则试验应包括机械操作试验，并符合GB 1985的规定。

应能判定隔离开关或接地开关的操作位置，如果满足下列条件之一，则认为满足此要求：

- 隔离断口是可见的；
- 可抽出部件相对于固定部分的位置是清晰可见的，并且可以清楚辨别完全接通和完全断开位置；
- 隔离开关或接地开关的位置，由可靠的指示器指示。

注：参见GB 1985-2004。

任何可移开部件与固定部分的连接，在正常运行条件下，特别是在短路时，不会由于可能出现的力的作用而被意外地打开。

对 IAC 级开关设备和控制设备，在内部电弧情况下，可抽出部件推进到工作位置或由工作位置抽出都不应降低规定的防护等级。例如，可以通过仅在用于保护人员安全的盖板和门关闭时才能操作来实现。也可以采用防护水平等效的其它措施。所用设计的有效性应由试验验证（见A.1）。

### 5.105 电缆绝缘试验的规定

绝缘试验时，如果电缆不能与金属封闭开关设备和控制设备断开，那些仍然和电缆连接的部件应能按照相关的电缆标准要求耐受制造厂规定的电缆试验电压。也就是说，当隔离断口一侧带有正常的系统