

ICS 29.120.40

K43

备案号: 9798—2002

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 791—2001

20022477

## 户内交流充气式开关柜选用导则

Specification of indoor ac HV gas-filled switchgear panel



2001-12-26 发布

2002-05-01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

## 前 言

GB 3906《3~35kV 交流金属封式开关设备》将充气开关柜作为金属封闭式开关柜的一个品种,对采用 SF<sub>6</sub> 气体绝缘部分规定了相应条款,但内容不够具体。DL/T 404《户内交流高压开关柜订货技术条件》没有包含 SF<sub>6</sub> 气体绝缘介质的相关内容。

充气式高压开关柜与金属封闭式高压开关柜、SF<sub>6</sub> 封闭式组合电器相比,既有相同之处,也有不同之处。为选用产品有所遵循,电力行业高压开关设备标准化技术委员会制订了本标准。

为适应国际上的贸易、技术交流和经济交流的需要,本技术条件部分采用了 IEC 517 (1990)、IEC420 (1990) 的内容。

本标准由前电力工业部安生司、科技司提出。

本标准由电力行业高压开关设备标准化技术委员归口。

本标准由华东电力集团公司负责起草。

本标准主要起草人:孙煦、熊昭序、李喜桂、曹荣江、顾霓鸿。

本标准委托电力行业高压开关设备标准化技术委员会负责解释。

目 次

前言

1 范围 ..... 1

2 引用标准 ..... 1

3 使用环境条件 ..... 1

4 定义 ..... 1

5 额定值 ..... 3

6 一般技术要求 ..... 4

7 设计和结构 ..... 5

8 型式试验 ..... 8

9 出厂试验..... 11

10 安装后的现场试验 ..... 12

11 订货和投标应提供的资料 ..... 13

12 运输、贮存、安装及运行维护 ..... 14

户内交流充气式开关柜选用导则

DL/T 791—2001

Specification of indoor ac HV gas-filled switchgear panel

1 范围

本技术条件适用于额定电压为 (7.2~40.5) kV、频率为 50Hz、充气隔室的设计压力不超过 0.3MPa (表压) 的金属封闭型交流高压充气式开关柜 (以下简称充气式开关柜)。

注: 若超出本标准要求, 由用户和制造厂协商。

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。在标准出版时, 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。

- GB/T 311.1—1997 高电压输变电设备的绝缘配合
- GB/T 1408—1989 固体绝缘材料工频电气强度的试验方法
- GB/T 3804—1990 3~63kV 交流高压负荷开关
- GB/T 2900.20—1994 电工术语 高压开关设备
- GB/T 3309—1989 高压开关设备常温下的机械试验
- GB/T 3906—1991 3~35kV 交流金属封闭开关设备
- GB/T 11022—1999 高压开关设备通用技术条件
- GB/T 14808—1993 交流高压接触器
- GB/T 16926—1997 交流高压负荷开关——熔断器组合电器
- DL/T 402—1999 交流高压断路器订货技术条件
- DL/T 404—1997 户内交流高压开关柜订货技术条件
- DL/T 486—2000 交流高压隔离开关和接地开关订货技术条件
- DL/T 593—1996 高压开关设备的共用订货技术导则
- SD 318—1989 高压开关柜闭锁装置技术条件

3 使用环境条件

参见 DL/T 593—1996 中 3.1.10。

4 定义

本标准除引用 GB/T 2900 20 的术语外, 还采用下列名词术语。

4.1 充气式开关柜 (gas-filled switchgear panel)

由高压断路器、负荷开关、高压熔断器、隔离开关、接地开关、互感器, 以及控制、测量、保护、调节装置及内部连接件、辅件、外壳和支持件等组成的成套配电装置, 其内含有充 SF<sub>6</sub> 气体作为绝缘介质的空间, 用作分配频率为 50Hz、额定电压为 7.2~40.5kV 交流电网的三相电能。

4.2 运输单元 (transport unit)

充气式开关柜的一部分, 不需拆开而适合运输。



**4.3 功能单元 [functional unit (of assembly)]**

充气式开关柜的一部分，它包括能完成单一功能的所有主载流回路和辅助回路组件，可根据预定的功能来区分，如进线单元、馈线单元等。

**4.4 外壳 [enclosure (of assembly)]**

充气式开关柜的一部分，它能保护内部设备不受外界的影响，防止人体及外物接近带电部分和触及运动部分。

**4.5 充气隔室 (gas-filled compartment)**

充气式开关柜的组成部分，所有隔室呈封闭状态，内充有一定压力的  $\text{SF}_6$  气体，它具有下面的一种系统来保持气体压力：

- a) 可控压力系统；
- b) 封闭压力系统；
- c) 密封压力系统。

注：几个充气隔室可以互相连接到一个公共的气体系统。

充气隔室可由安装在里面的主要组件来命名，如断路器隔室、母线隔室等。母线贯穿若干功能单元时，连接隔室之间的孔也可以以套管或绝缘隔板密封分隔。

**4.6 充气小间 (air compartment)**

充气式开关柜中另一种形式的隔室，该小间不充  $\text{SF}_6$  气体，其空间与大气相通，能使安装的部分高、低压组件在正常使用时便于维修或更换。

**4.7 组件 (component)**

充气式开关柜主载流回路和接地回路中承担特定功能的主要部件，如断路器、负荷开关、隔离开关、接地开关、高压熔断器、互感器、套管、母线、避雷器等。

**4.8 隔板 (partition)**

充气式开关柜的一部分，将各个隔室或小间隔开。

**4.9 隔离开关合闸位置 [closed position (disconnecter)]**

充气隔室内的隔离开关，为完成预定的功能，其动触头处于完全合闸到底的位置。

**4.10 隔离开关分闸位置 [open position (disconnecter)]**

充气隔室内的隔离开关，为完成预定的功能，其动触头处于完全分闸到规定的位置，如果隔离开关的动触头断开后继续向前操作到底就能使其接地，它的动触头并不与接地极相连接且与接地极保持规定的距离。

**4.11 隔离开关接地位置 [earthing position (disconnecter)]**

充气隔室内的隔离开关，所处的位置能使高压导电回路短路并接地。

**4.12 管套 (bushing)**

导体与隔板或外壳绝缘的部件，它使导体穿过隔板或外壳。

**4.13 主回路 (main circuit)**

充气式开关柜中传送电能的所有载流导电回路（不包括与电压互感器、避雷器连接的导电回路）

**4.14 辅助回路 (auxiliary circuit)**

充气式开关柜中除高压导电回路外的所有控制、测量、信号和调节回路内的导电部分。

**4.15 额定值 (rated value)**

充气式开关柜在规定工作条件下给定的参数值。一般由制造厂提供。

**4.16 防护等级 (degree of protection)**

充气式开关柜空气小间的外壳防止人体接近带电部分或触及运动部分，并且防止固体物体侵入设备的保护程度。

**4.17 充气隔室的设计温度 [design temperature (of gas-filled compartment)]**

在额定运行条件下，充气隔室可能达到的最高温度，通常为环境温度的上限加上主回路流过额定电流所造成的外壳温升。

4.18 充气隔室的设计压力 [design pressure (of gas-filled compartment)]

充气隔室内充以 SF<sub>6</sub> 气体后应经常承受的压力值。以 MPa (表压) 表示。

4.19 充气隔室的最小功能压力 [minimum functional pressure (of gas-filled compartment)]

充气式开关柜在大气条件为 20℃ 和 0.1013MPa 时，充气隔室内能保持技术性能的 SF<sub>6</sub> 气体最低压力值。以 MPa (表压) 表示。

4.20 年漏气率 (leakage rate per year)

单位时间的漏气量与充气隔室在额定气体密度时的总充气量之比值。以 (%) / 年表示。

5 额定值

5.1 额定电压

其规定值为 7.2、12 (11.5)、24、40.5kV。

5.2 额定绝缘水平

额定绝缘水平见表 1。

表 1 加到试品上的工频及冲击耐压值 kV

电压 耐 受 值 试品额定电压	耐受电压 施加部位	柜体及开关设备组件 绝缘的工频电压耐受值		柜体及开关设备组件 绝缘的冲击电压耐受值 (峰值)	
		主绝缘对地、断路器断 口间及相间绝缘	隔离开关断 口间的绝缘	主绝缘对地、断路器 断口间及相间绝缘	隔离开关断 口间的绝缘
7.2		32	36	60	70
12 (11.5)		42 (28)	48 (35)	75 (60)	85 (70)
24		65	79	125	145
40.5		95	118	185	215

注：当 10kV 系统中性点有效接地时，绝缘水平采用括号中的数值。

辅助回路和控制回路的工频电压耐受水平：2kV、1min。

5.3 额定频率

50Hz。

5.4 额定电流

其规定数值为：200、315、400、500、630、1250、1600、2000、2500、3150、4000、5000A。

注：充气式开关柜的某些主回路（如母线、馈出线等），及其组件可以有不同的额定电流。

5.5 额定短路开断电流和关合电流

充气式开关柜在规定的技术条件下应具备的短路电流开断及关合的能力。

5.5.1 额定短路开断电流：

其规定值为：16、20、25、31.5、40、50kA。

5.5.2 额定短路关合电流值 (峰值)。

其规定值为相应额定短路开断电流值的 2.5 倍。

5.6 额定转移电流和额定交接电流

装负荷开关——熔断器组合电器的充气式开关柜，其额定转移电流（撞击器操作的）和额定交接电流（脱扣器操作的）按 GB/T 16926—1997 中 5.11、5.12 条的规定确定。

5.7 额定短时耐受电流

其规定值为：16、20、25、31.5、40、50kA。

### 5.8 额定峰值耐受电流

其规定值为额定短时耐受电流值的 2.5 倍。

### 5.9 额定短路持续时间

其规定值为 4s。

### 5.10 SF<sub>6</sub> 气体额定充气压力

由制造厂在技术条件中规定，其值以 20℃ 时的表压表示。单位 MPa。

### 5.11 操动机构分、合闸线圈和辅助回路的额定电压

在规定技术条件下加到充气式开关柜内开关设备操动机构分、合闸线圈或电磁阀线圈端子上和辅助回路线圈端子上或组件上的电压值（不包括连接导线的压降）。其规定如下：

直流：24、48、110、220V

交流：100、220、380V

### 5.12 气动机构的额定压力（表压）

在规定技术条件下，加到充气式开关柜气动机构气缸上压缩空气的压力值（不包括连接管道的压降）。其规定值为 0.5、0.7、1.0、1.5MPa（表压）。

## 6 一般技术要求

### 6.1 基本要求

6.1.1 充气式开关柜的结构，应保证人员工作的安全和便于运行、维护、检查、监视、检修和试验。

6.1.2 充气式开关柜中外露于大气部分的高压组件（如引出线的绝缘套管）外绝缘爬电比距（高压电器组件外绝缘的爬电距离与电压之比）应满足 DL/T 404 中第 6.1.2 条的规定。

6.1.3 充气式开关柜主回路在额定电流和额定频率下的温升除按 GB/T 11022 中第 4.4.2 条的规定外，并作如下补充：

- a) 柜内各组件的温升值不得超过该组件相应技术条件的规定。
- b) 可触及的外壳的温升不得超过 20K；不可能触及的外壳的温升不超过 60K。
- c) 柜中各组件及其导体的连接处的温升设计，还应考虑在夏季高温期间满负荷时应具有足够的裕度。

### 6.2 对组（部）件的要求

6.2.1 同型产品，其额定值和结构相同的组件应能互换。

6.2.2 装于充气式开关柜上的各组件，除符合铭牌规定的额定值外，还应符合它们各自的技术标准。

### 6.3 铭牌

6.3.1 充气式开关柜的铭牌，应包括以下内容：

- a) 制造厂名称和商标；
- b) 型号（包括结线方案编号）、名称和出厂序号；
- c) 使用参数（额定电压、额定电流、额定短路开断电流、额定短时耐受电流及短路持续时间、额定峰值耐受电流）；
- d) SF<sub>6</sub> 气体额定充气压力（额定充气密度）；
- e) 出厂日期。

6.3.2 充气式开关柜内安装的高压电器组件，其额定值不一致时（如额定电流、额定短时耐受电流及短路持续时间、峰值耐受电流），其铭牌则应按安装组件的最小值标定。

6.3.3 充气式开关柜上的铭牌，在正常运行时应便于识别。对于柜内所安装的高压电器组件，如：断路器、负荷开关、隔离开关、接地开关及其操动机构和互感器、高压熔断器、穿墙套管等，均应具有耐久而清晰的铭牌。

### 6.4 导体间距和内部故障

6.4.1 充气式开关柜裸露于空气部分各相导体的相间及导体对地净距，必须符合 DL/T 404—1997 中

第 6.4.1 条表 1 的要求；充气隔室内各相导体的相间及导体对地净距由各制造厂技术条件中规定。

#### 6.4.2 对于内部故障，应满足下列要求。

a) 充气式开关柜应能防止因本身缺陷、异常或误操作导致内部电弧伤及工作人员，并能限制电弧的燃烧时间和破坏范围；

b) 应采取防止人为造成内部故障的措施，如加装防止误操作闭锁装置等，还应考虑到由于内部组件的故障引起充气隔室内过压及压力释放装置喷出气体的影响；

c) 如果怀疑所采取的措施不能有效防止内部电弧，可与制造厂协商，按 DL/T 404—1997 中附录 A 进行试验，验证是否合乎商定的要求；如为分相式结构，并装有可靠的限制内部接地故障持续时间的保护装置时，一般不需作此试验。

#### 6.5 充气隔室水分含量、空气含量及年漏气率

6.5.1 充气隔室内水分含量允许值由制造厂技术条件规定，额定充气压力不大于 0.05MPa 时，不得大于  $2000 \frac{\mu L}{L}$ （体积比）。额定充气压力大于 0.05MPa 时，按  $-10^{\circ}\text{C}$  时的饱和水蒸气压力计算出其水分含量允许值  $\frac{\mu L}{L}$  体积。

6.5.2 采用空气溢出法充气的隔室，允许含有少量空气，但浓度含量不大于 5%。

6.5.3 年漏气率，应符合 DL/T 593—1996 中 6.11 的有关规定。

#### 6.6 充气隔室吸附剂的放置

充气隔室应有放置吸附剂的地方，且便于更换。

#### 6.7 低压力和高压力报警

对于充  $\text{SF}_6$  气体绝缘的充气式开关柜，当使用的  $\text{SF}_6$  气体密度降至（或升高到）制造厂指定的最小密度（或最大密度）时，应发出信号。

#### 6.8 导体截面

充气式开关柜的主回路和各单元以及各附件之间连接导体的最小截面（包括电压互感器、避雷器的导体连接）应能满足铭牌规定的额定峰值耐受电流、额定短时耐受电流和额定短路持续时间。

### 7 设计和结构

#### 7.1 特点

充气式开关柜是金属封闭式开关柜技术与  $\text{SF}_6$  封闭组合电器技术相结合的产物，结构设计兼有两者之长，可采用箱式结构，亦可采用罐式结构。充气式开关柜由若干相互直接连接在一起的单独组件构成，且只有在这种形式下才能运行。

#### 7.2 外壳

##### 7.2.1 总则

充气式开关柜的外壳必须是金属的，并具有一定的强度。

充气隔室应能耐受在使用中遇到的正常和瞬态的压力，这些隔室在使用中承受持续压力时，与压缩空气的容器或类似的压力容器是不同的，这些不同条件是：

a) 充气隔室封闭了主载流回路，不仅防止接触到带电部分和运动部分，而且结构要求在最小（或大于）功能压力时具有额定的技术性能（在确定其形状以及选用材料时，优先考虑电气性能而不是机械性能）；

b) 充气隔室通常充以干燥的  $\text{SF}_6$  气体，为了保证开关设备的可靠运行，已采取措施使得满足上述条件的气体仅有很小的压力波动，又由于隔室内壁应不会遭受腐蚀，故在确定隔室的设计时毋需考虑这些因素；

c) 运行时的压力，相对来说比较低。

##### 7.2.2 充气隔室的设计

应根据本技术条件定义的设计温度和设计压力来设计充气隔室。

充气隔室的设计温度是周围空气温度的上限加额定电流流过主载流回路时  $\text{SF}_6$  气体的温升。

充气隔室外壳的厚度和结构的计算方法可按压力容器设计规定来确定。

充气隔室外壳的设计压力，至少应是在设计温度下外壳能够出现的压力的上限。

还应考虑以下问题：

- a) 在隔室的壁或隔板的两边可能出现的最高压力差，包括应能满足在充气过程中可能采用的抽真空工艺；
- b) 具有不同运行压力的相邻隔室之间的意外泄漏所引起的压力变化；
- c) 产生本导则第 6.4.2 条所述内部故障的可能性。

### 7.2.3 充气隔室的密封

制造厂应说明充气隔室采用的是何种压力系统和充气隔室允许的漏气率、以及每个隔室的日或年漏气率的指标。

根据用户要求，需要进入封闭压力系统、可控压力系统的充气隔室，穿越隔板气体允许的漏气量及  $\text{SF}_6$  气体最小功能压力，也应由制造厂规定。

当充气隔室  $\text{SF}_6$  气体压力下降到低于最小功能压力时，要发出声、光信号指示。

### 7.2.4 充气隔室的压力释放

压力释放的设计应使操作者在正常操作时，可能遭受到的因充气隔室内释放出来的气体和蒸汽而产生的危险是最小的。

设计时，亦可使电弧在外壳某些指定的点上燃烧，被烧穿的孔使所产生的压力能够被释放。

注：压力释放装置包含以下两种：

- a) 以开启压力和闭合压力表示特征的压力释放；
- b) 不能再闭合的压力释放装置如防爆膜。

### 7.2.5 盖板和门

当盖板和门是外壳的一部分时，应由金属制成。在正常操作和维护时不需要打开的盖板，若不使用工具，应不能打开、拆下或移动；在正常操作和维护时需要打开的门，应不需要工具即可打开或移动。当排气口设在盖板和门上时，排气口应符合本导则第 7.2.7 条的要求。

### 7.2.6 观察窗

观察窗位置应能使观察者便于观察必须监视的组件及其关键部位，应在任意一工作位置下都能观察到负荷开关的隔离断口、隔离开关和接地开关的工作状态；观察窗应采用机械强度与外壳相近的耐火透明材料制成，并应与高压导电体保持有足够绝缘强度的净空距离。

### 7.2.7 排气口

充气隔室压力释放预定排气口的位置应使排出的导电气体不致危及操作者和其他正常运行组件的安全。

## 7.3 隔板

充气式开关柜内的金属隔板应接地可靠，如采用绝缘材料制成，应满足以下要求：

- a) 两个充气隔室之间或一个充气隔室与另一个空气小间之间的隔板，当相邻隔室（或小间）在正常的气体压力时，应保证有足够的机械强度；
- b) 除机械强度外，绝缘材料应能满足 GB/T 1408 的要求；
- c) 如果有泄漏电流能经过绝缘件表面的连续途径到达可触及表面时，在导体承受 150% 额定电压的试验条件下，其泄漏电流值不应大于 0.5mA；
- d) 长母线如利用隔板分成几个隔室时，应便于维护和  $\text{SF}_6$  气体管理。

## 7.4 接地

7.4.1 沿所有充气式开关柜的整个长度延伸方向，应设有专用的接地汇流母线，如果是铜质的，其电

流密度在规定的接地故障时,不应超过  $200\text{A}/\text{mm}^2$ ,但最小截面不得小于  $30\text{mm}^2$ ,该接地导体应设有与接地网相连的固定连接端子,并且有明显的接地标志。如果接地导体不是铜质的,也应满足铭牌规定的峰值耐受电和短时耐受电流的要求。

7.4.2 专用接地汇流母线所承受的峰值耐受电流和短时耐受电流,应为铭牌额定值的 87%。

7.4.3 充气式开关柜的金属骨架及其安装于柜内的高压电器组件的金属支架均应有符合技术条件的接地,并且与专门的接地体连接牢固。

7.4.4 主回路中凡能与其他部分隔离的每一个部件应能接地,可通过隔离开关的接地开关切换到接地位置来实现。

7.4.5 每一充气式开关柜之间的专用接地汇流母线均相互连接,并通过专用端子连接牢固。

## 7.5 断路器及负荷开关

7.5.1 充气式开关柜内的断路器及负荷开关,可采用  $\text{SF}_6$  的,亦可采用真空的。其本体及操动机构必须安装在牢固的支架上,本体及其操动机构的支架不得因操作力的影响而变形;不得因操作而影响柜上的仪表、继电器等的正常工作。

7.5.2 断路器或负荷开关的位置指示装置,应能正确指示出它的分闸或合闸的工作状态。

7.5.3 断路器或负荷开关操动机构操作控制回路的熔断器,为便于进行检修、维护,可设置在空气小间中。

7.5.4 装负荷开关——熔断器组合电器的充气式开关柜,其变压熔断器的安装位置设计应使其在因故障熔断、在负荷开关分断后便于更换熔断件。

## 7.6 互感器

7.6.1 互感器应固定牢靠,且应采取措施,当柜中其他高压电器组件在运行中出现异常时,不会影响互感器的正常工作。

7.6.2 互感器的伏安特性、准确度级及额定负载,均应能满足继电保护及仪表测量装置的要求。

7.6.3 电压互感器必须有防铁磁谐振的措施。否则,在高压侧应装有防止内部故障的高压熔断器,其熔断短路电流的能力应与充气式开关柜主回路开关设备的参数相匹配(包括采取限流措施后),且熔断后便于更换熔断件。

7.6.2 电流互感器的短时耐受电流及其短路持续时间、峰值耐受电流均应满足充气式开关柜铭牌的要求。

注:小变比的电流互感器,其峰值耐受电流、短时耐受电流值如达不到充气式开关柜铭牌值,由制造厂与用户协商解决。

## 7.7 隔离开关和接地开关

7.7.1 隔离开关或接地开关的分、合闸操作位置应有可靠的机械指示装置。

7.7.2 当隔离开关和接地开关组成一个整体时,必须满足以下要求:

a) 如果隔离开关在断开的过程也是接地开关合上的过程,要保证隔离开关刀刃在运动中不因带电导体与接地极距离的变更而导致气隙击穿;

b) 如果隔离开关与接地开关操作驱动,分别由一组(或两组)操动机构组合成,必须有可靠的防止误操作的联锁,要保证隔离开关的断开及接地开关的合上是按规定的操作程序分两个步骤完成操作任务的;

c) 如有“接通”(即合上)、“断开”(即分闸)、“接地”三个位置,在完成每种预定切换功能位置时,均应设置可靠的固定措施。

7.7.3 接地开关应能满足充气式开关柜铭牌规定的关合额定峰值耐受电流的能力。

## 7.8 测量仪表、继电保护装置及辅助回路。

7.8.1 测量仪表及继电保护装置与辅助回路可安装在空气小间内,为防止人体触及带电部分和运行件,此空气小间的防护等级按 IP2X、IP3X、IP4X 分类,其具体要求详见 DL/T 593—1996 中第 6.10



条的表 12。

7.8.2 测量仪表及继电保护装置应有可靠的防振动措施，不因充气式开关柜中断路器、负荷开关或隔离开关在正常操作及故障动作时产生的振动而影响它的正常工作及性能。

7.8.3 当安装测量仪表及继电器保护装置的盘面以绞链固定于充气式开关柜上时，其仪表、保护盘与盘外的二次连接导线应采用多股软铜绝缘线，端子排接线板及固定螺丝均为铜质材料制成，标志应正确、完整、清楚、牢固。

7.8.4 当测量仪表及继电保护装置盘上的二次回路接线以插头与充气式开关柜中其他组件的二次回路相连接时，其插头及插座必须接触可靠，并有锁紧设施。同样功能的充气式开关柜，其插头及插座的结线和结构必须相同，并能互换。

7.8.5 二次回路中的低压熔断器、端子和其他辅助元件，应有可靠的防护措施，使运行维护人员不会触及导电部分。

7.8.6 二次回路导线应有足够的截面，不致影响互感器的准确度，因此，应使用铜导线，且其最小截面应不小于  $4\text{mm}^2$ 。

## 7.9 防止误操作功能

充气式开关柜应具备防止误分、误合断路器（或负荷开关），防止带负荷分、合隔离开关，防止带电合接地开关等防止误操作的措施，其具体要求按 SD318 的规定执行。

## 7.10 外壳及其支架的防锈

7.10.1 可采取涂刷油漆的措施来防锈，涂漆之前，应彻底清除锈蚀物及焊渣，然后涂刷防锈底漆。

7.10.2 充气式开关柜表面油漆颜色的要求：其内部的表面，应涂反光差大的浅色；其外部表面，应涂不刺目、不反光且美观的油漆。

7.10.3 充气隔室内表面涂刷的油漆必须能耐受  $\text{SF}_6$  气体及其生成物的浸蚀，不会与  $\text{SF}_6$  气体或低氟化物接触后产生化学变化。

7.10.4 同一型号和同一批产品，其内、外表面油漆的颜色分别要求一致。

## 8 型式试验

### 8.1 总则

8.1.1 型式试验的目的是验证充气式开关柜和安装在柜中的高、低压组件及其辅助元件的各种性能是否能达到技术条件的要求，是否能定型生产。

8.1.2 由于各组件均有它的多种系列、不同的额定值，并且可以组合出很多结线方案，不可能对同型号系列产品的各种结线方案都进行型式试验。因此，只需选出具有代表性的方案且应是这个系列产品中考核最严格的进行型式试验；试验时应附有所有结线方案图及试品装配图。

8.1.3 装于充气式开关柜内的各组件，在试验中除应符合各自技术条件的要求外，还必须满足本导则 8、9 条中各条的要求。

### 8.2 试验项目及要求

#### 8.2.1 产品的型式试验项目如下：

- a) 绝缘试验；
- b) 主回路电阻测量和温升试验；
- c) 峰值耐受电流、短时耐受电流试验；
- d) 关合和开断短路电流能力试验；
- e) 机械试验；
- f) 外壳防护等级检查；
- g) 充气隔室的压力耐受试验；
- h) 泄漏电流测量；

- i) 充气隔室的气体密封试验和水分测量;
- j) 振动试验;
- k) 内部故障电弧效应的试验;
- l) 压力释放试验。

8.2.2 被试的充气式开关柜, 应与设计图纸完全一致。

8.2.3 充气式开关柜支撑结构的有关资料, 应记入型式试验报告中。试验报告中应包括所有电器组件的制造厂家、型号、额定值及其导体的截面等。

### 8.3 试验周期

8.3.1 新研制的产品, 必须进行全面的型式试验。

8.3.2 转厂试制的产品或当原设计中有部分主要工艺、组件及材质发生改变时, 其型式试验除本导则有关条款中明确规定可以免试的项目外, 其他项目均应进行。

8.3.3 正常生产的定型产品, 8 年进行一次型式试验, 但仅进行工频耐压、机械、温升试验和按本导则 8.8.1、8.8.2 中的规定进行开断和关合短路电流能力的试验。

### 8.4 绝缘试验

8.4.1 一般气候条件下高压导电回路的绝缘试验, 按以下要求进行。

- a) 试品符合制造厂所规定的技术条件;
- b) 加到试品上的工频及雷电冲击耐受电压值应能满足本导则 5.2 中表 1 的规定;
- c) 试验方法按 GB/T 311.1 的规定进行;
- d) 试验时, 必须将断路器 (负荷开关)、隔离开关闭合; 但当断路器 (负荷开关)、隔离开关在断开状态能引起更为不利的电场条件时, 则必须在该条件下再作一次, 即合闸、分闸均应按以上条件进行试验;
- e) 冲击耐受电压试验时, 被试品不得带有过电压保护元件, 电流互感器的二次侧应短路并接地;
- f) 对密封压力系统的充气隔室 (见本导则 4.5 条), 应在最小功能压力下进行试验。

8.4.2 辅助回路和控制回路应能经受 2000V, 1min 工频耐受电压试验, 并按以下要求进行:

- a) 将辅助回路和控制回路连接在一起, 试验电压加在它与接地骨架之间;
- b) 将正常使用中与其他部分绝缘的每一部分回路作为一极, 其他部分连至接地骨架作为另一极, 电压加于二者之间;
- c) 若各次试验皆无击穿放电现象, 则认为通过;
- d) 辅助回路和控制回路中有电子器件时, 可根据制造厂与用户的协议进行处理;
- e) 电流互感器的二次侧应短接, 电压互感器的二次侧应断开。

### 8.5 主回路电阻测量

按 GB/T 11022 中 6.4 的规定进行。

### 8.6 温升试验

8.6.1 温升试验按 GB/T 11022 中 6.5 的有关规定进行。

8.6.2 进行温升试验的试品应按正常使用条件安装。

8.6.3 对某一接线方案的充气式开关柜进行温升试验时, 主母线及两边相邻的开关柜应通以铭牌规定的额定电流, 该电流所产生的功率损耗应与额定情况下相同。如果无法做到与实际工作条件完全一致, 则允许以加热或绝热的方法来模拟其等价条件。温升试验后主载流回路电阻的变化不得大于温升试验前的 20%。

8.6.4 进行试验时, 充气式开关柜中各组件的温升, 不应超过各自技术标准的规定。

### 8.7 峰值耐受电流及短时耐受电流试验

8.7.1 充气式开关柜应进行铭牌所规定的峰值耐受电流及短时耐受电流的试验, 试验的方法应符合 GB/T 11022 的规定。在同一产品中所安装电器组件有两种以上峰值耐受电流及短时耐受电流值时, 如



果结构及其所有组件和导体截面（是设计的最小截面）等规格均相同，若按规定的最大值进行，并通过了试验，对规定的下限值可以不进行试验。

**8.7.2** 在同一系列产品中（包括电压互感器、避雷器柜在内），试品按规定的使用条件安装，并应符合以下要求。

- a) 试品中，如有高压熔断器，应用导体短接；
- b) 在进行馈线柜试验时，应取方案中额定电流最小的产品；
- c) 在试验中，除为达到铭牌额定值要求采取限制短路电流值和短路持续时间而装设的保护装置外，应保证其他的保护设施不动作，电流互感器和脱扣装置应按正常运行条件安装，并采取措施，使脱扣器不得动作；
- d) 试验后，试品内的组件和导体不应遭受有损于主回路正常运行的变形和损坏。

**8.7.3** 接地回路的试验必须满足以下要求：

- a) 充气式开关柜专用接地汇流母线必须按本导则 7.4.2 规定的短路电流值进行试验；
- b) 对于专用接地开关的试验，应在三相电源上按铭牌规定的额定值和时间进行；
- c) 试验后，接地导体与接地网连接的汇流母线等允许有某种程度的局部变形，但必须维持接地回路能继续正常工作。

## **8.8 关合和开断短路电流试验**

### **8.8.1 新研制的充气式开关柜**

a) 装断路器时，根据 DL/T 402 中 6.102、6.103、6.104、6.105、6.106、6.113 有关规定的技术条件，按断路器额定开断电流 87% 进行异相接地短路及 10%、30%、60%、100% 四种方式三相短路电流开断和关合能力试验；

b) 装负荷开关——熔断器组合电器时，按 GB/T 16926—1997 中 7.5 规定进行试验；

c) 装负荷开关时，按 GB/T 3804—1990 中 6.5（或 GB/T 14808—1993 中 6.4）的规定进行试验，和按负荷开关（或接触器）铭牌额定电流 5% 进行开断试验。

### **8.8.2 充气式开关柜的转厂产品及已定型生产的产品每 8 年一次的型式试验。**

a) 装断路器时，根据 DL 402 规定的技术条件；按断路器额定开断电流 87% 进行异相接地短路及 100%（方式 4）的开断和关合能力试验。

b) 装负荷开关——熔断器组合电器时，按负荷开关铭牌额定电流值的 5%、100% 进行开断和按铭牌规定值进行关合试验及转移（交接）电流试验。

c) 装负荷开关（或接触器）时，根据 GB/T 3804—1990 中 6.5（或 GB/T 14808—1993 中 6.4）的规定技术条件，按负荷开关（或接触器）额定电流值的 5%、100% 进行开断和铭牌规定值进行短路关合试验。

**8.8.3** 装真空断路器或真空负荷开关的充气式开关柜，除按本导则 8.8.1、8.8.2 进行试验外，还应按各有关规定进行电寿命试验。

**8.8.4** 无论装何种开关设备的充气式开关柜，进行开断试验后，应进行主绝缘对地、相间及断口间的工频和冲击耐受电压试验。

## **8.9 机械试验**

**8.9.1** 充气式开关柜内主载流回路所装的断路器、负荷开关、隔离开关及接地开关的机械性能试验，在规定的操作电压（气压或液压）范围内进行，应符合各自技术条件的要求。

**8.9.2** 机械操作试验、按以下要求进行：

- a) 断路器（负荷开关）、隔离开关及接地开关应各操作 50 次，以检验其操作是否良好；
- b) 联锁装置的机械操作试验，按 SD 318 有关规定进行。

**8.9.3** 充气式开关柜中各组件都必须按以下要求进行机械稳定性的考核：

- a) 断路器应按 DL/T 402 的有关规定进行；

- b) 隔离开关及接地开关按 DL/T 486 的有关规定进行;
- c) 接地开关如果与隔离开关组合成一个整体, 在进行隔离开关试验时, 同时也进行接地开关的试验, 如分别为两个组件, 亦参照 DL/T 486 分别进行机械稳定性的考核;
- d) 机械联锁部件的机械稳定性考核, 按 SD 318 有关规定进行;
- e) 进行机械稳定性试验前后的高压电器组件、部件均应测量它的回路电阻, 其值应符合各自技术条件的要求, 并应按本导则 8.6 规定进行温升试验, 其二次回路应保证性能良好。

## 8.10 防护等级验证

8.10.1 防护等级检定使用的工具要求如 DL/T 593—1996 中 6.10 表 12 所示。

8.10.2 对应于各种防护等级的试验工具插入时, 能与带电部分保持足够的间隙, 并不能触及外壳内的活动部分。

## 8.11 泄漏电流测量

按以下要求进行:

a) 试验时, 将金属箔置于防止触及带电部分可触及的绝缘表面的最不利位置。若难于确定何处最不利, 则试验应在不同的位置反复进行几次, 金属箔应近于圆形或方形, 其表面积应尽可能大些, 但不超过  $100\text{cm}^2$ , 外壳和骨架应接地;

b) 按 DL/T 404—1997 中 7.2.1c 及 8.4.3.2 的要求, 测得的泄漏电流值不大于  $0.5\text{mA}$ ;

c) 对于转厂产品的型式试验, 可不进行该项试验。

## 8.12 充气隔室压力耐受试验

充气隔室承受二倍的设计压力 1min, 试验后, 隔室允许永久性变形, 试验应尽可能在除掉压力释放装置后进行, 替代压力释放装置的部件不应使壳体的强度产生任何影响。压力释放装置的试验方法, 由供需双方协商确定。

## 8.13 充气隔室的气体密封试验和水分测量

充气隔室的气体密封试验按 GB/T 3906—1991 中附录 C 的规定进行。

密封试验的测试应在每种类型的充气隔室上进行, 检测它们在型式试验中因受热和机械的影响而产生的漏气率应符合设计要求, 但不应超过本导则 7.2.3 的规定。

充气隔室的水分含量、空气含量及漏气率应符合制造厂的技术条件, 但不大于本导则 6.5 的规定值。

## 8.14 操作振动试验

8.14.1 操作振动试验, 可结合充气式开关柜中所安装断路器、负荷开关、隔离开关的机械稳定性试验进行。

8.14.2 试验前, 将继电保护各元件进行校验, 从柜中组件机械稳定性试验开始, 就将继电保护装置的控制电源接通, 先记录继电保护盘上各继电器的原始状态, 在进行其机械稳定试验中, 观察继电保护装置是否因断路器、负荷开关、隔离开关操作产生的振动而发生误动作。

8.14.3 继电保护装置的操作振动试验, 按 15 个重合闸操作顺序进行考核。试验过程中不允许对任何元件进行调整。要求每次操作都不得误动作。

## 8.15 内部故障电弧试验

8.15.1 试验的方法按 DL/T 404 中附录 A 进行。

8.15.2 转厂产品的型式试验, 不需进行该项试验。

## 8.16 压力释放试验

具有压力释放装置的充气式开关柜, 应进行此项试验。试验方法由供、需双方协商确定。

# 9 出厂试验

## 9.1 试验项目及要求

**9.1.1 出厂试验项目**

- a) 高压导电回路的绝缘工频耐受电压试验;
- b) 辅助回路和控制回路的工频耐受电压试验;
- c) 测量主回路电阻;
- d) 机械性能、机械操作及机械防止误操作装置或电气联锁装置功能试验;
- e) 仪表、继电器元件校验及接线正确性检定;
- f) 充气隔室的压力试验;
- g) 充气隔室的密封试验和水分测量。

**9.1.2** 每一个运输单元都应在制造厂内进行出厂试验。

**9.1.3** 出厂试验情况及结论应填写在报告中, 随产品移交用户。

**9.1.4** 充气式开关柜中的有机绝缘组件、部件的局部放电试验记录应随整机出厂试验报告一并提交给用户。如果配套工厂已进行过局部放电试验, 又符合有关技术标准的要求, 其试验报告亦有效。

**9.2 高压导电回路的工频耐受电压试验**

**9.2.1** 每一产品出厂、包装前均依次经受工频耐受电压试验。

**9.2.2** 试验方法及施加电压的数值按本导则 8.4.1 的要求进行。

**9.3 辅助回路和控制回路的工频耐受电压试验**

试验按本导则 8.4.2 所规定的相同条件进行。

**9.4 主回路电阻的测量**

试验按本导则 8.5 的规定进行。

**9.5 机械性能、机械操作及机械防止误操作措施功能试验。**

**9.5.1** 充气式开关柜中所安装的断路器、负荷开关、隔离开关、接地开关的机械性能试验, 按本导则 8.9 规定进行。

**9.5.2** 充气式开关柜中所安装的高、低压组件及其附件, 按本导则 8.9.2 规定进行机械操作检验, 但试验次数均为 5 次。

**9.5.3** 机械防止误操作措施功能的检验, 按 SD 318 的有关规定进行。

**9.6 仪表、继电器元件校验及接线正确性的检定**

**9.6.1** 安装于充气式开关柜上的各测量仪表、继电器均应经过单个元件的校验。

**9.6.2** 继电保护装置及其控制回路接线正确性的检验, 应从高压侧的主回路中施加电流进行试验, 所施加的电流值应能满足继电器最小刻度的动作电流。

**9.7 充气隔室的压力试验**

压力试验应在生产出的所有的充气隔室上进行, 每一个隔室应承受 1.3 倍设计压力 1min 的试验。试验后, 隔室应无永久变形、损坏和对开关设备的操作应无任何影响。以上试验, 对于额定充气压力小于或等于 0.05MPa (表压) 的密闭型隔室允许免试。

**9.8 充气隔室的气体密封试验和水分测量**

密封试验按 GB/T 3906—1991 中附录 C 的规定进行。

水分测量应符合本导则 6.5.1 的规定。

**10 安装后的现场试验**

充气式开关柜安装后应进行现场试验, 充气隔室充以 SF<sub>6</sub> 气体并达到额定压力。SF<sub>6</sub> 气体注入前, 应检验其气体质量, 达到 GB/T 11022—1999 中 6.2 的规定。现场试验验证项目包括:

- a) 检查及操作试验;
- b) 高压导电回路的绝缘耐压试验;
- c) 辅助回路和控制回路工频耐受电压试验;

- d) 主回路电阻测量;
- e) 密封性试验;
- f) 水分测量和空气含量测量。

### 10.1 检查及操作试验

开关设备组件按各自技术条件的规定作操作性能试验,并检验其操动机构、辅助设备的功能特性。另外,应检查所有管路接头的密封,螺钉、端部的连接,以及接线和装配是否符合制造厂的图纸和使用说明书的要求。

### 10.2 高压导电回路的绝缘工频耐受电压试验

安装后,应进行高压导电回路的绝缘工频耐受电压试验,以消除在安装作业中造成的、将来可能导致内部故障的意外因素。试验方法按本导则 8.4.1 的规定进行,其施加工频电压的数值为本导则 8.4.1 规定值的 80%。

### 10.3 主回路电阻测量

主回路电阻测量在安装后的总装上进行,其主回路电阻值不应超过规定值 ( $1.2R_u$ ),此值由制造厂提供。

### 10.4 密封性试验

安装后必须用灵敏度不低于  $1 \times 10$  (体积比) 的检漏仪仔细地检漏,并按本导则 8.13 的要求进行密封性试验。

注:如某些结构在安装后难以准确地测出年漏气率,可用运行一年后的气压下降数据换算。

### 10.5 水分测量及空气含量测量

充气隔室内  $\text{SF}_6$  气体的含水量和空气含量(采用空气溢出法充气方式的充气式开关柜有此要求)不大于产品技术条件规定。

## 11 订货和投标应提供的资料

### 11.1 订货应提供的资料

#### 11.1.1 电网特点应包括:

- a) 系统标称电压;
- b) 系统中性点的接地方式。

#### 11.1.2 运行条件应包括:

- a) 最高和最低周围空气温度;
- b) 危及设备运行的各种因素,如蒸汽、潮气、烟雾、爆炸性气体、过多的尘埃或盐雾以及其他危及设备的振动等(系指不符合本技术条件所规定的内容)。

#### 11.1.3 设备和组件的特性应包括:

- a) 设备的类别及型式;
- b) 相数;
- c) 母线组数;
- d) 额定电压;
- e) 母线、进线柜和馈线柜的额定电流;
- f) 额定短时耐受电流及短路持续电流持续时间;
- g) 额定峰值耐受电流;
- h) 各组件的额定参数;
- i) 使用地点的系统结线图;
- j) 空气小间的防护等级;
- k) 对外壳油漆颜色的要求。

**11.1.4 断路器、负荷开关、隔离开关、接地开关及其操动机构的特性应包括：**

- a) 额定操作电压（应注明交、直流电源）；
- b) 额定操作压力（空气或液压储能时）；
- c) 联锁的要求及其操作程序方框图。

**11.1.5 对测量仪表、继电保护及互感器的要求：**

- a) 各个柜上的测量仪表的配置数；
- b) 要求制造厂在各馈出线柜上设置继电保护装置的展开图；
- c) 各功能单元所需配置电流互感器的相数、每台电流互感器次级绕组数及相应的准确度级；
- d) 对电压互感器的要求；
- e) 对各功能单元二次回路的要求。

**11.1.6** 除本导则 11.1.1~11.1.5 所述内容外，凡可能影响订货的一切情况均向制造厂提供。如要求进行特殊试验，在所提供的资料中应注明。

**11.2 投标时应提供的资料**

制造厂应用文字及图形的方式给出。

**11.2.1 技术条件及特性**

- a) 按用户所选型号的技术条件；
- b) 各种系列产品的额定参数（类似于本导则 11.1.3 的内容）；
- c) 制造厂所生产的各系列产品所配断路器、负荷开关、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器的特性和要求，类似于本导则 11.1.4、11.1.5 中所列举的特性及要求；
- d) 系列产品中配置各种开关设备的型式试验报告及主管部门颁发的鉴定证书。

**11.2.2 结构特征**

- a) 运输主件的最大质量；
- b) 设备的外形尺寸；
- c) 外部引入线的布置安装方式；
- d) 操动机构所采用和消耗的能源及动作时间；
- e) 运输和安装所用的器材；
- f) 安装、使用说明书；
- g) 按制造厂生产产品的特点，向用户推荐的品种及其备件清单，以及各种产品相应功能单元的价格。

**12 运输、贮存、安装及运行维护**

制造厂不可能给出充气式开关柜中各类组件安装维护的详细规则，但应在安装、使用说明书中给出下列各点。

**12.1 运输、贮存和安装过程中的必要条件**

在订货时，制造厂所规定的周围空气温度和湿度，在运输、贮存及安装不能保证时，应给出相应的说明。

**12.2 安装**

制造厂提供的安装、使用说明书至少应包括以下内容。

**12.2.1** 开箱和吊运的内容包括开箱、吊运所需的专用工具、工作程序及方法，均应详细说明。

**12.2.2** 当充气式开关柜某一、或所有功能单元需拆开运输时，所有部分应清楚加以标志，这些部分的装配图应随设备一起提供。

**12.2.3** 充气式开关柜的安装使用说明书中，应包括产品的布置和对基础的要求（其中包括动、静荷载），以便根据它完成现场安装的准备工作。这些资料应说明：

- a) 组件的总质量;
- b) SF<sub>6</sub> 气体绝缘介质的质量标准;
- c) 充气隔室充气方法的正确程序, 隔室内气体质量鉴别方法和质量标准;
- d) 超过 100kg 的单独吊运件的最大质量。

#### 12.2.4 连接应包括下列资料:

- a) 导体的连接, 通过峰值耐受电流、短时耐受电流试验的最小截面, 防止过热和可能出现的不正常应力的措施, 以及应当保证的导电体空间间隙的规定;
- b) 辅助回路的接线图;
- c) 如采用压缩空气或液压贮能的操动机构, 应有压缩空气或液压系统的连接要求, 包括管路的敷设及管子尺寸;
- d) 充气隔室 SF<sub>6</sub> 气体系统的连接要求, 包括管路的布置及管子尺寸;
- e) 接地连接要求。

#### 12.2.5 应给出整个产品安装完毕和全部接线完成后的安装工艺质量标准、检查试验项目及试验标准。

### 12.3 维护

12.3.1 制造厂应给出维护工作内容的说明、操作次数、运行时间或其他合适的判据, 即在达到上述规定的操作次数或运行时间后, 设备的某些零件应进行检修或更换。

#### 12.3.2 主回路应给出以下内容:

- a) 断路器、负荷开关弧触头允许烧损的程度及应更换的标准; 隔离开关、接地开关触头的检修和调整质量标准, 以及应更换的有关数据和说明。
- b) 断路器及负荷开关的分、合闸时间和速度特性, 以及其允许的偏差;
- c) 主回路电阻值。

#### 12.3.3 充气隔室设备检修, 对 SF<sub>6</sub> 气体处理应给出以下内容:

- a) SF<sub>6</sub> 气体排放、回收工艺过程;
- b) 充气隔室的 SF<sub>6</sub> 气体排空后, 进入人员工作的安全防护措施;
- c) SF<sub>6</sub> 气体回充前的质量标准; 充入时, 提出干燥、充入、取样及试验等整个工艺过程及施工质量要求;
- d) 各功能单元的需用量应有明确规定。

#### 12.3.4 操动机构应给出以下内容:

- a) 维护、检修周期及其需采取临时检修判据;
- b) 维护、检修的程序及检修的工艺质量标准, 以及应注意的事项;
- c) 主要部件的调整值及允许的误差范围。

#### 12.3.5 仪表、继电保护等二次回路及辅助元件应给出以下内容:

- a) 单个组件特性的出厂试验记录;
- b) 哪些部分应定期检查。

#### 12.3.6 轴承及润滑应给出以下内容:

- a) 哪些轴承应进行定期检查;
- b) 添注润滑剂(脂)应注意的事项, 产品随使用地域、环境的不同, 应采用何种牌号的润滑剂(脂)及其相应质量要求。

#### 12.3.7 电气连接应给出以下内容:

- a) 哪些电气连接部位应进行检查;
- b) 电气连接检修的工艺质量标准。

#### 12.3.8 操动机构压缩空气或液压系统应给出以下内容。

- a) 对压缩空气回路或液压油回路及其部件, 安装和维护中应注意的事项;

b) 对压缩空气或液压油的技术要求;

正常运行中应进行的维护(如压缩空气管道和贮气罐的排污、放水等)及检修中的工艺质量要求。

**12.3.9 产品对环境的适应给出以下内容:**

a) 产品必须保持在怎样的环境条件下使用;

b) 关于保持清洁和防止腐蚀方法的有关说明。

**12.3.10 零、配件应给出以下内容:**

a) 随产品带的易损易耗零、部件品种及数量的清单;

b) 维护检修中常用零、部件的图表,其内容包括零件或部件名称和应储数量、制造厂图号(或备件编号)、简单几何图形及应安装使用的部位。

**12.3.11 专用工具应给出以下内容:**

a) 应注明几台同类产品应备有一套专用工具;

b) 随产品所带专用工具的品种、数量清单,清单中还包括工具名称、简单几何图形、制造厂图号(或编号)、以及各工具的使用方法。

---

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
户内交流充气式开关柜选用导则  
DL/T 791—2001

中国电力出版社出版、发行  
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)  
北京纪元彩艺印刷厂印刷

2002年9月第一版 2002年9月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 1.25印张 33千字  
印数 0001—5000册

书号 155083·564 定价 6.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



DL/T791-2001