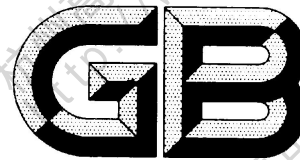


ICS 29.130.10

K 43



# 中华人民共和国国家标准

GB XXXXX-200X

## 额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备与电力变压器之间的直接连接

Direct connection between power transformers and gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72.5 kV and above

(IEC 61639:1996 Direct connection between power transformers and gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72.5 kV and above, MOD)

杭州高电  
专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

200X-XX-XX 发布

200X-XX-XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 目 次

前言	III
1 概述	1
1.1 范围	1
1.2 规范性引用文件	1
2 使用条件	1
3 术语和定义	1
4 额定值	3
4.1 额定电压 ( $U_r$ )	3
4.2 额定绝缘水平	3
4.3 额定电流 ( $I_r$ ) 和温升	3
4.4 额定短时耐受电流 ( $I_k$ )、额定峰值耐受电流 ( $I_p$ ) 和额定短路持续时间 ( $t_k$ )	3
4.5 绝缘用气体的额定充入压力 $P_{re}$ (或密度 $\rho_{re}$ )	3
5 设计和结构	3
5.1 压力耐受要求	3
5.2 作用在连接界面上的机械力	3
5.3 作用在套管法兰上的机械力	4
5.4 振动	4
5.5 标准尺寸和特殊要求	4
6 试验	5
6.1 总则	5
6.2 型式试验	5
6.3 出厂试验	5
7 随询问单、标书和订单提供的资料	6
8 运输、储存、安装、运行和维护规则	6
附录 A (规范性附录) 供应方的界限	11

表

表 1 作用在套管法兰和变压器上的力矩和力 ..... 4

表 2 标准尺寸 ..... 10

表 A.1 供应方的界限 (参见图 1) ..... 12

图

图 1 气体绝缘金属封闭开关设备和电力变压器之间典型的直接连接 ..... 7

图 2 气体绝缘金属封闭开关设备和电力变压器之间典型的直接连接的标准尺寸 ..... 8

图 3 固定孔的标准方位 ..... 9

## 前 言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准是根据 IEC 61639:1996（第 1 版）《额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备与电力变压器之间的直接连接》制订的。

本标准与 IEC 61639: 1996 的一致性程度为修改采用。

本标准与 IEC 61639: 1996 的主要差异体现在：

- 额定电压去掉了与我国电网无关的数值，按照 GB/T 11022-1999 中所列的数值，并将我国准备采用的 1 100 kV 列入其中；
- 将 IEC 61639:1996 的第 4 章中“非线性电阻的数值和特性应由开关设备制造厂确定”删去，因为它不能由开关设备制造厂单方面确定；
- 将 IEC 61639:1996 的 5.5 中确定套管绝缘设计的供绝缘用气体的最低功能压力  $P_{me}$  的规定移至本标准的 5.1 中；
- 对 IEC 61639:1996 的 6.1，将有关气体压力统一用相对压力表示，以与 GB 7674-200X 一致。并且，将确定直接连接装置的最高运行气体压力限值的设计压力界限由 0.75 MPa（表压）更正为 0.65 MPa（相对压力）；
- 将 IEC 61639:1996 图 2 中的尺寸、形位公差、基准的注法按我国机械制图标准作了编辑性修改。并且，为保证密封性能，将该图中的密封面的表面粗糙度由  $R_{max} \sqrt[6.3]{\quad}$  改为  $\sqrt[3.2]{\quad}$ ；
- 基于 IEC 61639:1996 的表 3，根据我国相关标准，对该表中的额定雷电冲击耐受电压（峰值）具体明确如下：额定电压 72.5 kV 时为 325 kV、350 kV；额定电压 126 kV 时为 450 kV、550 kV；额定电压 252 kV 时为 850 kV、950 kV、1050 kV；额定电压 363 kV 时为 1050 kV、1175 kV；额定电压 550 kV 时为 1425 kV、1550 kV。并将该表中的尺寸按我国机械制图标准的注法作了编辑性修改。

本标准列出的规范性引用文件均已采用 IEC 标准，但采用程度不同。

本标准的结构和编写规则参照 GB/T 11022-1999，与 IEC 61639:1996 不完全一致。

本标准的附录 A 是规范性附录。

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：



GB XXXXX-200X

负责起草单位：新东北电气（沈阳）高压开关有限公司：孙永恒、张铎、余良清、杨大锷、张 姝、  
吴春林、黄金锋

参加起草单位：西安高压电器研究所：田恩文、赵伯楠、李 鹏、吴鸿雁、严玉林、洪 深、  
张文兵、马 平、熊寿春

中国电力科学研究院高压开关所：崔景春、孔祥军

西安西开高压电气股份有限公司：王建西、马曾锐、李建华

河南平高电气股份有限公司：赵鸿飞、阎关星、田可新、赵文强

天水长城开关厂：冯四喜、曹文斌

机械工业高压电器产品质检中心（沈阳）：杨英杰

重庆泰高博森电气有限公司：邹景行、马 力

上海华通开关厂有限公司：虞宇飞、施文耀、范 或

上海西门子高压开关有限公司：沈 威

广州白云电器设备股份有限公司：杨成懋、吴 忠

正泰电气股份有限公司：侯平印

浙江昌泰电力开关有限公司：李小松

泰开电气集团山东泰开高压开关有限公司：汪建成

华东电网有限公司：刘兆林

长江委设计院机电处：石凤翔

金华电力开关有限公司：叶树新

江苏省如皋高压电器有限公司：王根政

本标准主要起草人：杨大锷、张姝、吴鸿雁

# 额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭 开关设备与电力变压器之间的直接连接

## 1 概述

### 1.1 范围

本标准规定了气体绝缘金属封闭开关设备与电力变压器之间的直接连接装置的使用条件、额定值、设计和结构、试验、随询问单、标书和订单提供的资料、运输、储存、安装、运行和维护规则、供应方的界限等。

本标准适用于位于满足 GB 7674 要求的额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备与满足 GB 1094 要求的电力变压器之间，配有满足 GB/T 4109 要求的，其一端浸在变压器油中，另一端处于开关设备的绝缘气体中的完全浸入式套管的单相连接装置。

本标准的目的是确立这些连接装置界面结构方面的电气和机械互换性，并确定供应方的界限。

为了便于本标准的使用，术语“开关设备”系指“气体绝缘金属封闭开关设备”。

### 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。

GB 1094.1-1996 电力变压器 第 1 部分：总则（eqv IEC 60076-1:1993）

GB 1094.2-1996 电力变压器 第 2 部分：温升（eqv IEC 60076-2:1993）

GB 1094.3-2003 电力变压器 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙（IEC 60076-3:2000，MOD）

GB 1094.5-2003 电力变压器 第 5 部分：承受短路的能力（IEC 60076-5:2000，MOD）

GB/T 2900.8-1995 电工术语 绝缘子（neq IEC 471）

GB/T 4109-1999 高压套管技术条件（eqv IEC 60137: 1995）

GB 7674-200X 额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备（IEC 62271-203:2003，MOD）

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）

## 2 使用条件

GB/T 11022 的第 2 章适用。

## 3 术语和定义

为了便于本标准的使用，下列定义适用：

GB XXXXX-200X

### 3.1

#### 套管 bushing

可以使一根导体穿过变压器箱体并使导体与变压器箱体绝缘的装置。与箱体连接的装置（法兰或固定装置）属于套管的零部件。

[GB/T 2900.8 的 2.2.1, 修改过]

### 3.2

#### 完全浸入式套管 completely immersed bushing

系指两端均浸在周围空气以外的绝缘介质（例如油或气体）中的套管。

[GB/T 2900.8 的 2.2.6, 修改过]

### 3.3

#### 外壳 enclosure

[GB 7674 的 3.103]

### 3.4

#### 主回路末端 main circuit end terminal（见图 1 中的序号 1）

形成连接界面部分的气体绝缘金属封闭开关设备的主回路的部件。

[GB XXXXX 的 3.2]

### 3.5

#### 与变压器连接的外壳 transformer connection enclosure（见图 1 中的序号 6）

容纳装在电力变压器上的完全浸入式套管的一端和主回路末端的气体绝缘金属封闭开关设备的部件。

### 3.6

#### 最高运行气体压力 maximum operating gas pressure

在最高周围空气温度下，开关设备——电力变压器连接装置承载其额定电流运行时，浸入式套管的一端的气体绝缘介质的最高压力。

### 3.7

#### (外壳)设计压力 design pressure (of the enclosure)

用来确定外壳设计的相对压力。

[GB 7674 的 3.113]

### 3.8

绝缘用气体的额定充入压力  $P_{re}$ （或密度  $\rho_{re}$ ） rated filling pressure  $P_{re}$ （or density  $\rho_{re}$ ） of gas for insulation

[GB/T 11022 的 3.6.4.1]

### 3.9

绝缘用气体的最低功能压力  $P_{me}$ （或密度  $\rho_{me}$ ） minimum functional pressure  $P_{me}$ （or density  $\rho_{me}$ ） of gas for insulation

[GB/T 11022 的 3.6.4.5]

#### 4 额定值

在确定开关设备与电力变压器连接装置的尺寸时，应采用下列额定值。

##### 4.1 额定电压 ( $U_r$ )

额定电压应为开关设备的额定电压，并从下列标准值中选择：

72.5, 126 kV, 252 kV, 363 kV, 550 kV, 800 kV, 1 100 kV。

##### 4.2 额定绝缘水平

连接装置的额定绝缘水平应符合 GB 7674 的 4.2。

注：根据相关标准，变压器和套管可以按另外的绝缘水平值进行试验。

##### 4.3 额定电流 ( $I_r$ ) 和温升

表 2 中规定的连接界面的尺寸允许额定电流的最大值为 3 150 A。GB/T 4109 的 4.2.2 已列入这个最大值。

为保证互换性，连接界面的接触表面应该镀银或镀铜，或为裸铜。

对于额定电流，开关设备和电力变压器之间的连接的设计应使与变压器连接的外壳的温度和连接界面的温度不超过 GB 7674 的 4.4.2 中给定的值。

##### 4.4 额定短时耐受电流 ( $I_k$ )、额定峰值耐受电流 ( $I_p$ ) 和额定短路持续时间 ( $t_k$ )

GB 7674 的 4.5、4.6 和 4.7 适用。

##### 4.5 绝缘用气体的额定充入压力 $P_{re}$ (或密度 $\rho_{re}$ )

绝缘用气体的额定充入压力  $P_{re}$  (或密度  $\rho_{re}$ ) 应由开关设备制造厂规定。

#### 5 设计和结构

气体绝缘金属封闭开关设备和电力变压器之间典型的直接连接见图 1。

##### 5.1 压力耐受要求

如果 SF<sub>6</sub> 用作绝缘气体，则用于确定套管绝缘设计的供绝缘用的最低功能压力  $P_{me}$ ，对于 72.5 kV 到 550 kV 整个范围内应不高于 0.25 MPa (相对压力)。

用于确定套管的机械强度的最高运行气体压力至少应为 0.75 MPa (相对压力)。

另外，作为充气过程的一部分，当与变压器连接的外壳抽真空时，套管应能耐受真空条件。

相对于由开关设备制造厂按 GB 7674 的 5.103.2 中的规定确定的设计压力，与变压器连接的外壳应满足 GB 7674 的 5.103 的要求。

直接连接装置的最高运行气体压力 (相对压力) 应不超过：

- 当设计压力低于 0.65 MPa (相对压力) 时，与变压器连接的外壳的设计压力加 0.1 MPa；
- 当设计压力等于或超过 0.65 MPa (相对压力) 时，0.75 MPa (相对压力)。

##### 5.2 作用在连接界面上的机械力

在连接界面处作用于套管的总的机械力，包括由电动力效应、元件的公差、热胀 [冷缩] 和开关设



备主回路的重量产生的力认为很小。但是，还是应该假设有 **2 kN** 的机械力径向地或轴向地作用于连接界面上。

开关设备制造厂应负责保证不超过这个规定的力。

### 5.3 作用在套管法兰上的机械力

除了要承受 5.1 中规定的最高运行气体压力外，与与变压器连接的外壳相连的套管的法兰在运行中还要承受下列负荷：

- 不由开关设备本身的支撑结构承受的开关设备的重量部分；
- 如果适用，不由开关设备本身的支撑结构承受的风力负荷部分；
- 由开关设备外壳的温度变化产生的膨胀[收缩]应力。为了评估这些应力，应该假定变压器侧的套管法兰因温度变化而产生的高度变化不超过钢制箱体的变压器箱体高度的  $\pm 0.0008$  倍。

注：不考虑因排放变压器油或抽空变压器箱体所产生的高度或位置的变化，而假定进行这些作业时开关设备和变压器不连接在一起。

这些负荷同时作用时，在套管法兰的中心处产生：

- 弯矩  $M_0$ ；
- 剪切力  $F_t$ ；
- 拉力或压力  $F_a$ 。

运行时，套管和变压器应该能够承受表 1 中规定的  $M_0$ 、 $F_t$  和  $F_a$  值，并且开关设备制造厂应负责保证不超过这些值。

注：按表 1 中给出的由开关设备外壳在变压器和套管法兰上施加的力，远大于由按照 GB/T 4109、具有相同额定值的户外浸入式套管施加的这些力。这些力取决于开关设备的布置，在开关设备或变压器侧有无补偿元件。

表 1 作用在套管法兰和变压器上的力矩和力

额定电压 ( $U_r$ ) kV	弯矩 $M_0$ kN · m	剪切力 $F_t$ kN	拉力或压力 $F_a$ kN
72.5	5	7	4
126	10	10	5
252	20	14	7
363 ~ 550	40	20	10

注：额定电压 800 kV、1 100 kV 的数值正在考虑中。

除用户另有规定外，开关设备和变压器各自的基础的相应位置和水平应认为是不变的。

### 5.4 振动

励磁的变压器内部产生的振动通过变压器的油和箱壁传递给刚性固定在该箱壁上的套管和开关设备。开关设备制造厂和变压器制造厂应就考虑的这些振动达成一致。

### 5.5 标准尺寸和特殊要求

与变压器连接的外壳、主回路末端、套管末端和套管法兰的标准尺寸见图 2、图 3 和表 2。

注：额定电压 800 kV、1 100 kV 的标准尺寸正在考虑中。

在制造、搬运和储存过程中，应由套管制造厂采取措施，以使在变压器和开关设备之间的直接连接最终装配后能满足 GB/T 11022 的 5.2 中给出的要求。

## 6 试验

### 6.1 总则

变压器、套管和开关设备的试验应分别按 GB 1094、GB/T 4109 和 GB 7674 进行，并作下列补充。

### 6.2 型式试验

#### 6.2.1 套管的绝缘试验

套管的绝缘型式试验应在充以 5.1 中规定的最低功能压力绝缘气体的外壳中进行。

如果屏蔽罩是套管设计的必备部件，则试验期间应安装在它的运行位置。

为了试验，如果套管制造厂要求，直径等于图 2 和表 2 中的  $d_2$  的圆筒形延伸件可以连接在裸露的末端顶部上。

套管末端应被接地的金属圆筒包围，圆筒的直径应不超过图 2 和表 2 中的  $d_3$ 。

#### 6.2.2 与变压器连接的外壳的绝缘试验

如果必要，与变压器连接的外壳和主回路末端可以在没有套管但有直径等于图 2 和表 2 中的  $d_2$  的试验圆筒形延伸件的情况下经受绝缘型式试验。

绝缘型式试验应在最低功能压力  $P_{me}$ （或密度  $\rho_{me}$ ）下进行，该压力应不低于 5.1 中用于确定套管绝缘设计的供绝缘用的最低功能压力，并且，在运行中，该压力应不产生比 5.1 中规定的限值高的最高运行气体压力。

#### 6.2.3 悬臂负荷耐受试验

6.2.3.1 为了验证符合 5.2 的规定，套管应按 GB/T 4109 的 6.14 进行试验，只是作用在连接界面处的试验负荷对所有额定值均应为 4 kN。

6.2.3.2 为了验证耐受表 1 规定的弯矩，应按如下进行附加试验。

套管必须按试验要求安装，但内部不充气体。套管应垂直安装，且其浸油侧法兰应刚性地固定到合适的装置上。在环境温度下，浸入气体的一端应像正常运行那样安装在箱体中。箱体应充以 0.75 MPa（相对压力）的合适的介质，并且试验负荷应施加于箱体上，以便在套管的开关设备侧法兰处产生等于表 1 的  $M_0$  两倍的弯矩，并保持 1 min。施加的剪切力应尽可能等于 2 倍  $F_1$ 。

接收准则应按照 GB/T 4109 的 6.14 中的规定。

## 6.3 出厂试验

### 6.3.1 套管的外部压力试验

该试验应在气体密封试验之前进行。在环境温度下，浸入气体的套管一端应像正常运行那样安装在箱体中。箱体应充入 1.15 MPa 压力（相对压力）的气体或液体（由供应方选择）、并保持 1 min。

如果没有机械损伤（如变形、破裂）的迹象，则认为套管通过试验。

### 6.3.2 气体密封试验

GB/T 11022 的气体密封技术要求和试验对遵循本标准要求的电力变压器和开关设备之间的直接连接适用。

GB XXXXX-200X

允许漏气率  $F_p$  (GB/T 11022 的 3.6.5.6) 应由开关设备制造厂确定, 并且, 在每个套管按 GB/T 4109 的 6.13 进行密封试验期间, 试验应在 5.1 中规定的最高运行压力的气体条件下进行, 其绝对漏气率  $F$  (GB/T 11022 的 3.6.5.5) 应不超过  $F_p$ 。

#### 7 随询问单、标书和订单提供的资料

GB 7674 的第 9 章和附录 E 的 E.8 适用。另外, 用户应指明变压器箱体和接地的开关设备外壳之间是否需要绝缘连接。

#### 8 运输、储存、安装、运行和维护规则

GB/T 11022 的第 10 章适用。

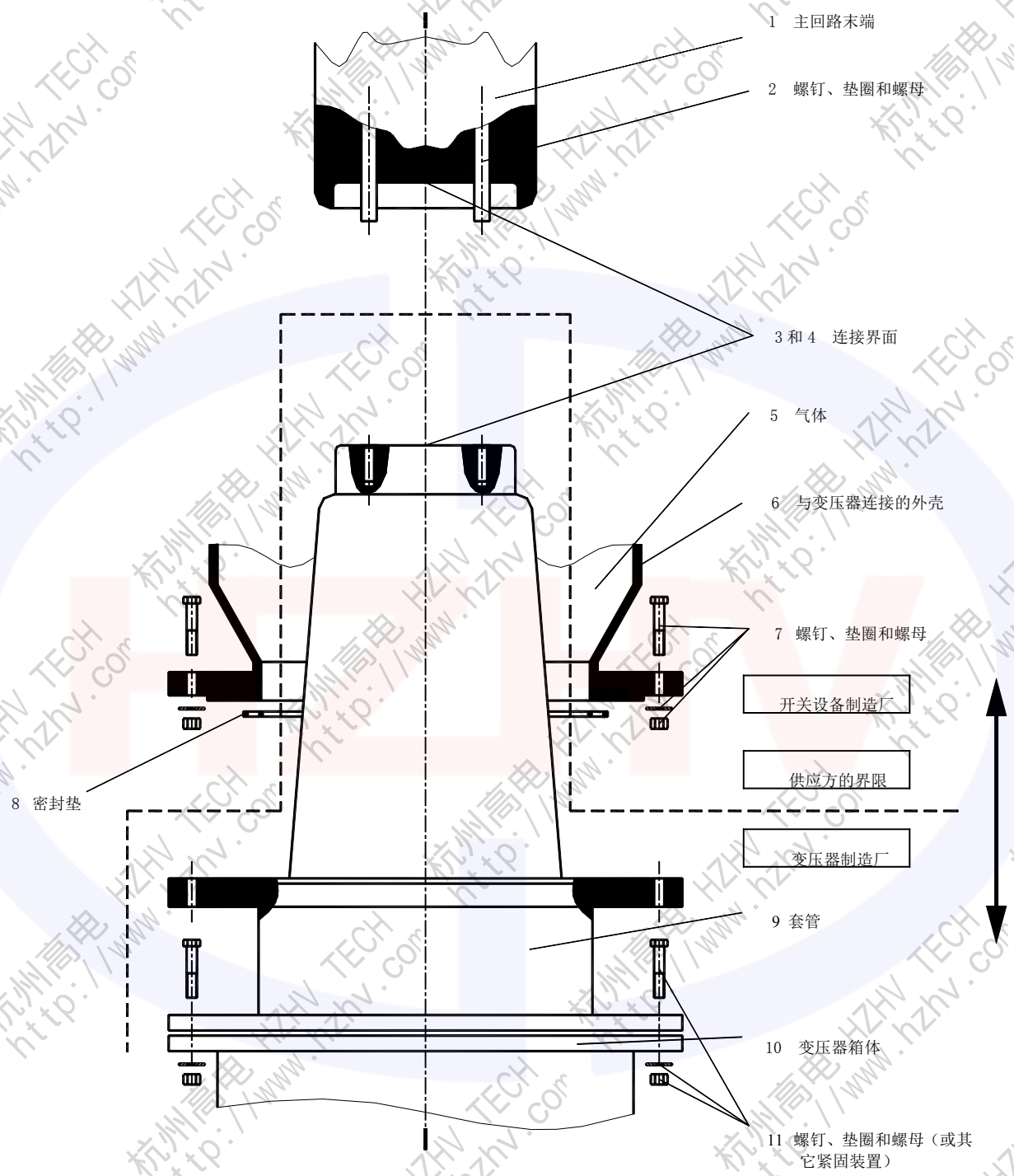


图 1 气体绝缘金属封闭开关设备和电力变压器之间典型的直接连接



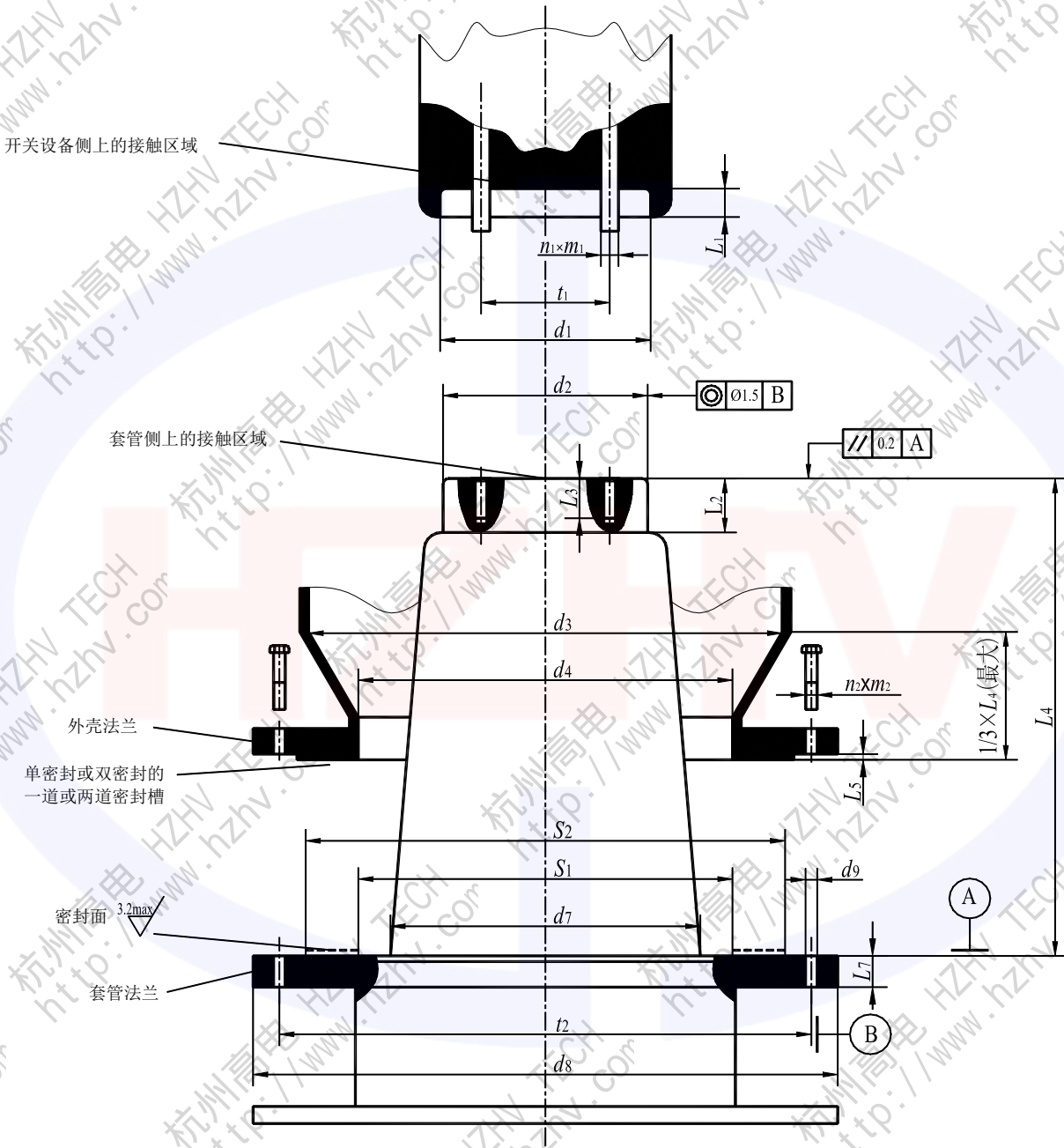
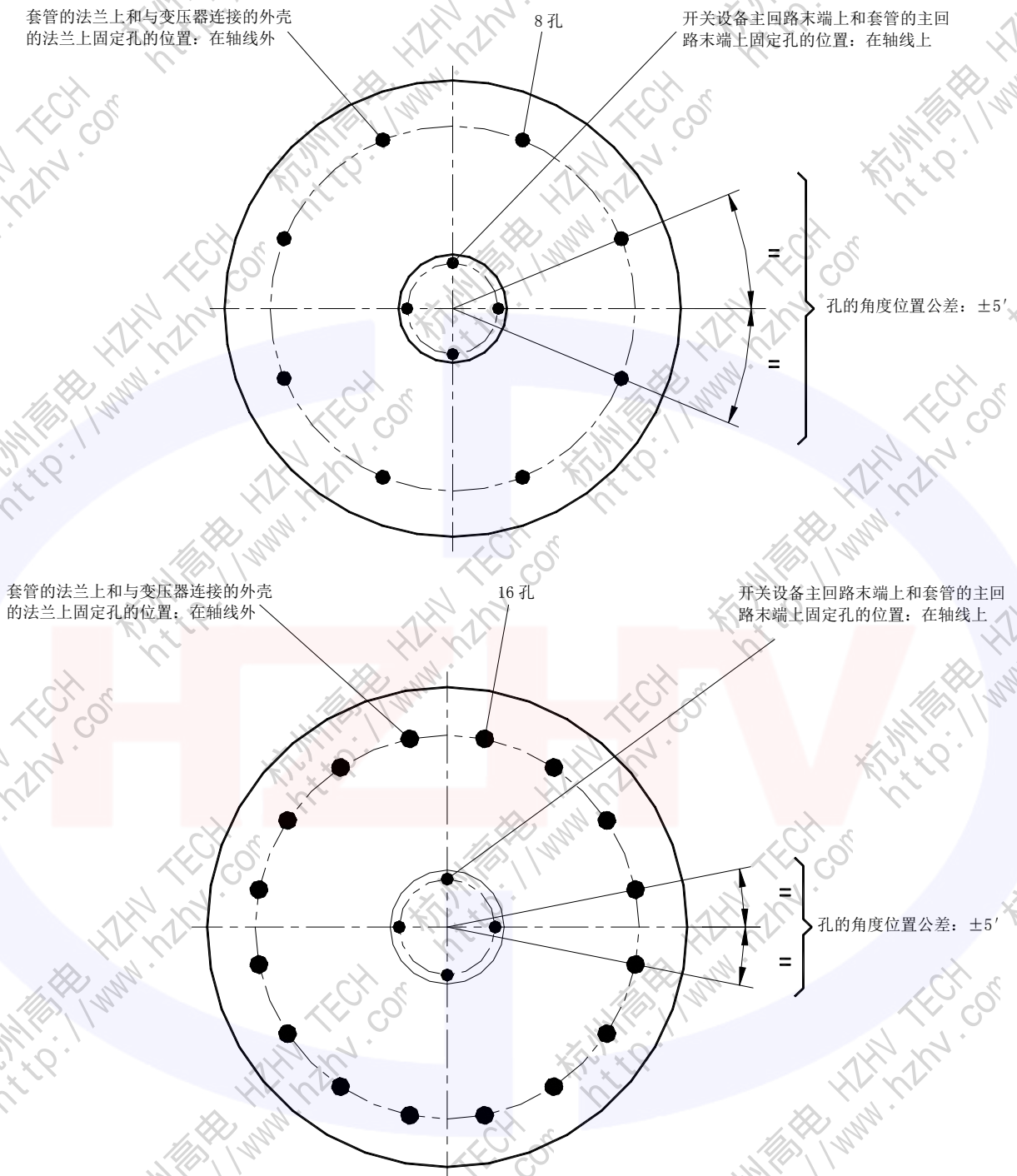


图 2 气体绝缘金属封闭开关设备和电力变压器之间典型的直接连接的标准尺寸



注 1：以下资料和必要的相关公差应由用户、变压器制造厂和开关设备制造厂协商确定；

- 每个套管法兰中心线相对于变电站的基准轴的位置；
- 图 2 中的每个套管法兰密封面 (A) 相对于变电站的零基准的高度；
- 每个套管法兰的轴线、方位；
- 每个法兰密封面 (A) 与水平面的夹角，如果有的话。

注 2：“=”表示两孔相对于水平中心线对称布置。

图 3 固定孔的标准方位

表2 标准尺寸

单位为毫米

额定电压 (有效值)	kV	72.5	126	252	363	550
额定雷电冲击耐受电压 (峰值)	kV	325, 350	450, 550	850, 950, 1050	1050, 1175	1425, 1550
$d_1$		$\phi 100^{+0.5}_0$	$\phi 100^{+0.5}_0$	$\phi 140^{+0.5}_0$	$\phi 140^{+0.5}_0$	
$d_2$		$\phi 99^0_{-0.5}$	$\phi 99^0_{-0.5}$	$\phi 139^0_{-0.5}$	$\phi 139^0_{-0.5}$	
$t_1$		$\phi 70 \pm 0.3$	$\phi 70 \pm 0.3$	$\phi 110 \pm 0.3$	$\phi 110 \pm 0.3$	
$n_1 \times m_1^a$		4×M12	4×M12	4×M12	4×M12	
$L_3$ (最小)		20	20	25	25	
$L_1$ (最大)		25	25	25	25	
$L_2$ (最小)		30	30	30	30	
$d_3$ (最小)		$\phi 250$	$\phi 300$	$\phi 450$	$\phi 540$	
$d_7$ (最大)		$\phi 196$	$\phi 215$	$\phi 440$	$\phi 500$	
$d_4$		$\phi 200^{+3}_0$	$\phi 220^{+3}_0$	$\phi 450^{+5}_0$	$\phi 540^{+5}_0$	
$L_4$		330±1	520±1	770±2	1050±2	
$S_1$ (最大)		$\phi 200$	$\phi 220$	$\phi 450$	$\phi 540$	
$S_2$ (最小)		$\phi 260$	$\phi 280$	$\phi 510$	$\phi 600$	
$L_5^b$		0~3	0~3	0~3	0~3	
$n_2 \times m_2^a$		8×M12	8×M12	16×M12	16×M16	
$t_2$		$\phi 285$	$\phi 305$	$\phi 535$	$\phi 640$	
$d_8$ (最小)		$\phi 315$	$\phi 335$	$\phi 565$	$\phi 690$	
$d_9$		$\phi 16$	$\phi 16$	$\phi 16$	$\phi 20$	
$L_7$ (最大)		25	30	40	45	
<p>a 固定孔的方位应按照图 3。</p> <p>b 根据开关设备制造厂的惯例, 可提供或不提供深至 3 mm 的凹座。</p>						

## 附录 A

(规范性附录)

## 供应方的界限

典型的直接连接见图 1。

开关设备制造厂和变压器制造厂供应的界限应按照图 1 和表 A.1。

注：开关设备制造厂应供应不同极的外壳之间的连接，以便限制变压器箱体中的环流。

为了实现变压器故障的识别并使保护方案正确实施，在变压器箱体和邻近且接地的开关设备外壳之间通常要求具有能耐受工频试验电压 5 kV（有效值）、1 min 绝缘水平的绝缘连接。绝缘连接在图 1 中未表示。

为了限制开合装置操作时可能产生的陡波前瞬态地电位升高，非线性电阻可以与绝缘连接并联。

经用户和开关设备制造厂、变压器制造厂双方协商，绝缘连接允许选择三种不同位置：

- a) 变压器箱体和附装的套管法兰之间；
- b) 与变压器连接的外壳（图 1 的序号 6）的法兰和附装的套管法兰之间；
- c) 与变压器连接的外壳（图 1 的序号 6）和紧接的开关设备外壳之间。

对于位置 a)，绝缘连接和非线性电阻应由变压器制造厂供应和安装。

对于位置 b) 和 c)，绝缘连接和非线性电阻应由开关设备制造厂供应和安装。

位置 a) 和 c) 超出本标准的范围。

当同意位置 b) 时，应按照第 5 章的标准尺寸。



表 A.1 供应方的界限（参见图 1）

图形说明	序号	制造厂	
		开关设备	变压器
主回路末端	1	×	
螺钉、垫圈和螺母	2	×	
连接界面	3	×	
连接界面	4		×
气体	5	×	
与变压器连接的外壳	6	×	
螺钉、垫圈和螺母	7	×	
密封垫	8	×	
套管	9		×
变压器箱体	10		×
螺钉、垫圈和螺母（或其它紧固装置）	11		×
×表示供应方应供应的。			