

ICS 号: &'%%\$%\$

中国标准文献分类号: \_('

# 团 体 标 准

T/31SEAMTA000005-2022

海上风力发电机组用环保气体绝缘金属封闭开关设备

Environment-friendly gas insulated metal-enclosed switchgear  
for application in offshore wind turbine generator

2022-08-17 发布

2022-08-18 实施

上海电器行业协会 发布



22082913671324

## 目 次

前言.....	4
1 范围.....	5
2 规范性引用文件.....	5
3 术语和定义.....	5
4 使用条件.....	8
5 额定值.....	8
5.1 额定电压 ( $U_r$ ) .....	8
5.2 额定绝缘水平.....	8
5.3 额定频率 ( $f_r$ ) .....	8
5.4 额定电流 (额定连续电流) ( $I_r$ ) .....	8
5.5 额定短时耐受电流 ( $I_k$ ) .....	8
5.6 额定峰值耐受电流 ( $I_p$ ) .....	8
5.7 额定短路持续时间 ( $t_k$ ) .....	8
5.8 断路器额定操作次数.....	8
5.9 额定电缆充电开断电流.....	8
5.10 隔离开关额定操作次数.....	9
5.11 接地开关额定操作次数.....	9
5.12 合分闸装置以及辅助和控制回路的额定电源电压 ( $U_a$ ) .....	9
5.13 合分闸装置以及辅助和控制回路的额定电源频率.....	9
5.14 绝缘和/或开合用的额定充入水平.....	9
5.15 电缆隔室的内部电弧级 (IAC) 的额定值.....	9
6 设计与结构.....	9
6.1 概述.....	9
6.2 对开关设备和控制设备中气体的要求.....	9
6.3 对接地要求.....	10
6.4 辅助和控制设备.....	10
6.5 动力操作.....	10
6.6 储能操作.....	10
6.7 人力操作的驱动器.....	10
6.8 脱扣器的操作.....	11
6.9 低压力和高压力闭锁和监控装置.....	11
6.10 铭牌.....	11
6.11 联锁装置.....	11
6.12 位置指示.....	11
6.13 外壳的防护等级.....	11
6.14 气体和真空的密封性.....	11
6.15 易燃性.....	11
6.16 电磁兼容性 (EMC) .....	11

6.17 X射线的辐射.....	11
6.18 腐蚀.....	11
6.19 内部电弧故障.....	12
6.20 外壳.....	12
6.21 隔板.....	12
6.22 压力释放.....	12
6.23 噪声.....	12
6.24 外锥插接式套管.....	12
7 型式试验.....	12
7.1 总则.....	12
7.2 绝缘试验.....	12
7.3 无线电干扰电压试验.....	13
7.4 回路电阻测量.....	13
7.5 连续电流试验（温升试验）.....	14
7.6 短时耐受电流和峰值耐受电流试验.....	15
7.7 防护的验证.....	15
7.8 盐雾试验.....	15
7.9 湿热试验.....	15
7.10 霉菌试验.....	15
7.11 气体密封性试验和气体状态测量.....	15
7.12 电磁兼容性试验（EMC）.....	15
7.13 辅助和控制回路的附加试验.....	15
7.14 真空灭弧室的X射线试验程序.....	16
7.15 关合和开断能力的验证.....	16
7.16 机械和环境试验.....	16
7.17 充气外壳强度试验.....	16
7.18 隔板的压力试验.....	16
7.19 内部故障电弧条件下的试验.....	16
7.20 绝缘子试验.....	16
7.21 接地连接的腐蚀性试验.....	16
7.22 抗震试验.....	16
8 出厂试验.....	16
8.1 出厂试验项目.....	16
8.2 主回路的绝缘试验.....	17
8.3 辅助和控制回路的试验.....	17
8.4 主回路电阻的测量.....	17
8.5 密封性试验.....	17
8.6 设计和外观检查.....	17
8.7 外壳的压力试验.....	17
8.8 机械操作试验.....	17
8.9 机构中辅助回路、设备和联锁的试验.....	18
8.10 隔板的压力试验.....	18
9 运输、储存、安装、运行和维护.....	18

9.1 概述.....	18
9.2 运输、储存和安装的条件.....	18
9.3 安装.....	18
9.4 运行.....	19
9.5 维护.....	19
10 安全性.....	19
11 产品对环境的影响.....	19
附录 A（规范性）.....	20
附录 B（资料性）.....	21



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由上海电器行业协会提出。

本标准由上海电器行业协会归口。

本标准起草单位：上海西门子高压开关有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、国网上海市电力公司、国网上海市电力公司电力科学研究院、广东粤电科试验检测技术有限公司、上海电气输配电集团有限公司、上海电气输配电试验中心有限公司、上海南华兰陵电气有限公司、上海勘测设计研究院有限公司、浙江运达风电股份有限公司、远景能源有限公司、明阳智慧能源集团股份公司。

本标准主要起草人：沈威、毛健、郭帅、袁海麒、周逸韵、俞庆、刘琳、宗国萍、杨建军、王克、周谷亮、徐鹏、胡正勇、卢启付、郭润田、程少勇、孔祥军、赵伯楠、李远、常德龙、许国东、刘俏倩、杨健、唐彬伟。

本标准首批承诺执行单位：上海西门子高压开关有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、上海勘测设计研究院有限公司、明阳智慧能源集团股份公司。

本标准为首次发布。

# 海上风力发电机组用环保气体绝缘金属封闭开关设备

## 1 范围

本文件规定了海上风力发电机组用环保气体绝缘金属封闭开关设备（以下简称“开关设备”）的使用条件、额定值、设计与结构、型式试验、出厂试验、运输、储存、安装、运行和维护、安全性和产品对环境的影响。

本文件适用于海上风力发电机组风机塔内变压器和集电线路电缆之间的额定频率50 Hz、额定电压72.5 kV环保气体绝缘金属封闭开关设备。

陆上风力发电机组可参照本文件。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订单）适用于本文件。

GB 311.1—2012 绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Db：交变湿热（12 h+12 h 循环）

GB/T 2423.16—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 J 及导则：长霉

GB/T 2423.18—2021 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）

GB/T 2900.8—2009 电工术语 绝缘子

GB/T 2900.20—2016 电工术语 高压开关设备和控制设备

GB/T 2900.53—2001 电工术语 风力发电机组

GB/T 3906—2020 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 7354—2018 高电压试验技术 局部放电测量

GB/T 7674—2020 额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备

GB/T 11022—2020 高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB/T 13540—2009 高压开关设备和控制设备的抗震要求

GB/T 28819—2012 充气高压开关设备用铝合金外壳

T/CERS 0002—2018 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关 设备和控制设备（环保气体）

EN 50673—2019 72.5 kV 630 A 至 1250 A 电气设备的插接式套管

## 3 术语和定义

GB/T 11022—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**环保气体** environment-friendly gas

是指一种或多种无毒无害的气体组合，应具有良好的绝缘性能和稳定性，在混合或加工的过程中、设备运行中、在电弧、水汽等因素作用下及分解转化过程中，均不产生对人和环境有毒有害的物质，并且温室效应系数不大于  $\text{CO}_2$ ，如洁净空气、氮气等。

[来源：T/CERS 0002—2018，定义 3.1，有修改]

### 3.1.1

#### 洁净空气 clean air

在本文件所适用的应用范围内，是指一种干燥的气体，经人工合成方法制成。

人工合成方法制成的洁净空气气体中，氧气 ( $\text{O}_2$ ) 所占体积比为  $20 \pm 1\%$ ，其余为氮气 ( $\text{N}_2$ )。

### 3.2

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

开关装置及与其相关的控制、测量、保护和调节设备的组合，以及这些装置和设备同相关的电气连接、辅件、外壳和支撑件的总装的总称。

[来源：GB/T 2900.20—2016，定义 3.1]

### 3.3

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

除进出线外，其余完全被接地金属外壳封闭的开关设备和控制设备。

[来源：GB/T 2900.20—2016，定义 4.4]

### 3.4

#### 风力发电机组 wind turbine generator system; WTGS (abbreviation)

将风的动能转换为电能的系统。

[来源：GB/T 2900.53—2001，定义 2.1.2]

### 3.5

#### 气体绝缘金属封闭开关设备 gas-insulated metal-enclosed switchgear

至少部分采用高于大气压的气体作为绝缘介质的金属封闭开关设备。

**注 1：**三极封闭气体绝缘开关设备适用于三极封闭在一个公共外壳内的开关设备。

**注 2：**单极封闭气体绝缘开关设备适用于每极封闭在一个独立外壳内的开关设备。

[来源：GB/T 2900.20—2016，定义 4.5]

### 3.6

#### 隔室 compartment

气体绝缘金属封闭开关设备的一部分，除了相互连接和控制需要打开外全部封闭。

**注：**隔室可以根据其内部的主要元件命名，例如，断路器隔室、母线隔室、电缆隔室。

[来源：GB/T 7674—2020，定义 3.5，有修改]

### 3.7

#### 隔板 partition

把一个隔室和其它隔室分开的支持绝缘子。

**注：**通常为两侧承压的盆式绝缘子。

[来源: GB/T 7674—2020, 定义 3.8]

### 3.8

#### 插接式套管 plug-in type bushing

一端浸入绝缘介质, 另一端设计成接插可分离绝缘电缆接头的套管, 无此接头套管不起作用。

[来源: GB/T 2900.8—2009, 定义 471-02-02]

### 3.9

#### 主回路 main circuit

用于输送电能的回路中所包含的气体绝缘金属封闭开关设备的所有导电部件。

[来源: GB/T 7674—2020, 定义 3.10]

### 3.10

#### 辅助回路 auxiliary circuit

气体绝缘金属封闭开关设备中用于控制、测量、信号和调节的回路(不同于主回路)的所有导电部件。

**注:** 包括开关装置的控制和辅助回路。

[来源: GB/T 7674—2020, 定义 3.11]

### 3.11

**内部电弧级开关设备和控制设备 internal arc classified switchgear and controlgear; IAC** 经型式试验验证、在内部电弧情况下, 为人员提供规定的保护要求的金属封闭开关设备和控制设备。

**注:** 内部电弧类别通过本文件的 3.11.1 到 3.1.4 给出的特征来描述。

[来源: GB/T 3906—2020, 定义 3.133]

#### 3.11.1

##### 可触及性的型式 type of accessibility

人员接触开关设备和控制设备外壳周围限定区域时, 其所能提供的、与保护水平相关的特征。

[来源: GB/T 3906—2020, 定义 3.133.1]

#### 3.11.2

##### 面板的类别 classified sides

在内部电弧情况下, 开关设备和控制设备外壳的可触及面板对人员提供的、与防护水平相关的特征。

[来源: GB/T 3906—2020, 定义 3.133.2]

#### 3.11.3

##### 电弧故障电流 arc fault current

在内部电弧情况下开关设备和控制设备设计的、与人员保护相关的三相以及单相对地(适用时的)内部电弧故障电流的有效值。

[来源: GB/T 3906—2020, 定义 3.133.3]

#### 3.11.4

**电弧故障持续时间 arc fault duration**

在内部电弧情况下开关设备和控制设备设计的、与人员保护相关的内部电弧故障电流的持续时间。

[来源：GB/T 3906—2020，定义 3.133.4]

**4 使用条件**

除非另有规定，海上发电机组用环保气体绝缘金属封闭开关设备和控制设备及其成为一体的操纵机构和辅助设备，规定在其额定特性和下列列出的使用条件下使用。

认为使用条件下的运行已被符合本文件和相关的产品标准的型式试验所覆盖。

金属封闭开关设备和控制设备的使用条件为：

- a) 风场环境：盐雾；
- b) 防腐：舱外区防腐等级应不低于 CX，舱内区防腐等级应不低于 C4；
- c) 运行相对湿度范围：0~95%；
- d) 运行温度：-30℃~+45℃；
- e) 抗震等级：5 m/s<sup>2</sup> (0.5g)。

**5 额定值****5.1 额定电压 ( $U_r$ )**

额定电压为 72.5 kV。

**5.2 额定绝缘水平**

额定短时工频耐受电压 ( $U_d$ ) 为 140 kV，额定雷电冲击耐受电压 ( $U_p$ ) 为 325 kV。

**5.3 额定频率 ( $f_r$ )**

额定频率为 50 Hz。

**5.4 额定电流 (额定连续电流) ( $I_r$ )**

额定电流为 630 A, 1250 A。

**5.5 额定短时耐受电流 ( $I_k$ )**

额定短时耐受电流为 25 kA, 31.5 kA。

**5.6 额定峰值耐受电流 ( $I_p$ )**

额定峰值耐受电流为 68 kA, 85 kA。

**5.7 额定短路持续时间 ( $t_k$ )**

额定短路持续时间为 1 s。

**5.8 断路器额定操作次数**

断路器额定操作次数为 M1 级：2000 次。

**5.9 额定电缆充电开断电流**

额定电缆充电开断电流为 C2 级，125 A。

#### 5.10 隔离开关额定操作次数

隔离开关额定操作次数为 2000 次。

#### 5.11 接地开关额定操作次数

接地开关额定操作次数为 2000 次。

#### 5.12 合分闸装置以及辅助和控制回路的额定电源电压 ( $U_a$ )

GB/T 11022—2020 的 5.9 适用。

#### 5.13 合分闸装置以及辅助和控制回路的额定电源频率

GB/T 11022—2020 的 5.10 适用。

#### 5.14 绝缘和/或开合用的额定充入水平

GB/T 11022—2020 的 5.12 适用。

#### 5.15 电缆隔室的内部电弧级 (IAC) 的额定值

##### 5.15.1 可触及的型式

在安装现场金属封闭开关设备和控制设备外壳的可触及性型式定义为：

A类可触及性：仅限于授权的人员。

##### 5.15.2 面板的类别

满足内部电弧试验判据的外壳面板的A类可触及性标识为：

F 前面板

L 侧面板

R 后面板

##### 5.15.3 额定三相电弧故障电流 ( $I_A$ )

额定三相电弧故障电流的标准值为 25 kA。

##### 5.15.4 额定电弧故障持续时间

额定电弧故障持续时间为 0.5 s。

## 6 设计与结构

### 6.1 概述

开关设备应设计成能够安全地正常运行、检查和维护，连接电缆的接地、电缆故障的定位、连接电缆或其它电器的电压试验以及危险静电电荷的消除，包括安装和扩展后相序的检查。

### 6.2 对开关设备和控制设备中气体的要求

按 GB/T 11022—2020 中 6.2 的规定，并做如下修改：

- a) 对充有洁净空气气体的金属封闭开关设备和控制设备，应采用符合如表 1 的洁净空气气体。
- b) 为了防止凝露，充气金属封闭开关设备和控制设备在额定充入密度( $\rho_{re}$ )下充入的用作绝缘的气体，在其使用寿命期间，20℃时测得的最大允许含水量的体积浓度应不高于 500 ppm。

表 1 洁净空气的规定成分及杂质允许含量

氧气含量为 20±1%，其余为氮气	
杂质	体积浓度 ppm
C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	< 0.1
H <sub>2</sub> O	< 3
CO	< 1
CO <sub>2</sub>	< 1
NO <sub>x</sub>	< 0.1

### 6.3 对接地的要求

#### 6.3.1 概述

GB/T 11022—2020 的 6.3 适用，并做如下补充。

#### 6.3.2 主回路的接地

为了保证维护工作的安全性，需要触及或可能触及的主回路的所有部件应可靠接地。

可以通过下述方法实施接地：

- a) 如果连接的回路有带电的可能性，应采用关合能力等于额定峰值耐受电流的接地开关；
- b) 如果能够确定连接的回路不带电，可以采用没有关合能力或关合能力小于额定峰值耐受电流的接地开关。

#### 6.3.3 外壳的接地

外壳应和地连接。所有不属于主回路和辅助回路的金属部件都应接地。对于外壳、框架等的相互连接，允许采用螺栓或焊接紧固的方式来保证电气连续性。

考虑到它们需要承载的电流引起的热的和电气负荷，应保证接地回路的电气连续性。

如果采用单极封闭的开关设备，由于感应电流的存在，应装设一个闭环回路，即三极外壳之间的相互连接。每一个闭环回路应尽可能直接通过能够承载短路电流的导体与总的接地网相连。

### 6.4 辅助和控制设备

GB/T 11022—2020 的 6.4 适用。

### 6.5 动力操作

GB/T 11022—2020 的 6.5 适用。

### 6.6 储能操作

GB/T 11022—2020 的 6.6 适用，其中 6.6.2 和 6.6.6 不适用。

### 6.7 人力操作的驱动器

GB/T 11022—2020 的 6.8 适用。

#### 6.8 脱扣器的操作

GB/T 11022—2020 的 6.9 适用。

#### 6.9 低压力和高压力闭锁和监控装置

GB/T 7674—2020 的 6.10 适用。

#### 6.10 铭牌

GB/T 11022—2020 的 6.11 适用并做如下补充：

应提供公共的铭牌来识别开关设备。它至少应详述第 5 章中列出的额定值。公共的铭牌应从就地操作的位置上清晰易读。

如果制造厂和用户达成协议，开关设备及其所有的操动装置以及主要元件均应装有铭牌。

如果开关设备的公共信息已在一个铭牌上标明，元件独立的铭牌可简化。

制造厂应在可见位置的铭牌或标签上给出有关开关设备整体设施中包含的环保气体总量方面的信息。如果需要，应在使用手册中给出更多关于环保气体总量的信息。

#### 6.11 联锁装置

GB/T 7674—2020 的 6.12 适用。

#### 6.12 位置指示

GB/T 7674—2020 的 6.13 适用。

#### 6.13 外壳的防护等级

GB/T 11022—2020 的 6.14 适用，并做如下补充：

操作机构的防护等级至少应符合 GB/T 4208—2017 中的 IP2X，环保气体气室的防护等级至少应为 IP67，电缆隔室的防护等级应为 IP3X。

#### 6.14 气体和真空的密封性

GB/T 7674—2020 的 6.16 适用，其中 6.16.102 不适用，并做如下补充：

年漏气率不大于 0.1%；对于真空的密封性，预期工作寿命应不小于 50 年。

#### 6.15 易燃性

GB/T 11022—2020 的 6.18 适用。

#### 6.16 电磁兼容性(EMC)

GB/T 11022—2020 的 6.19 适用。

#### 6.17 X射线的辐射

GB/T 11022—2020 的 6.20 适用。

#### 6.18 腐蚀

GB/T 7674—2020 的 6.21 适用。

## 6.19 内部电弧故障

内部电弧类别按下述标识表示：

——类别：IAC；

——可触及性型式：A；

——外壳的面板类别：F、L、R；

——额定三相电弧故障数值：电流（kA）和持续时间（s）。

## 6.20 外壳

GB/T 7674—2020 的 6.103 适用。

## 6.21 隔板

GB/T 7674—2020 的 6.104 适用。

## 6.22 压力释放

GB/T 7674—2020 的 6.105 适用。

## 6.23 噪声

GB/T 7674—2020 的 6.106 适用。

## 6.24 外锥插接式套管

外锥插接式套管的尺寸应满足本文件中附录 A 的要求。

## 7 型式试验

### 7.1 总则

GB/T 11022—2020 的 7.1 适用，并做如下补充：

装在开关设备内的元件，如果它们的技术要求超出 GB/T 11022—2020 的规定，则应符合各自的技术要求，并按这些要求进行试验，还应考虑到下述规定：

由于元件的类型、额定参数和它们的组合具有多样性，实际上不可能对开关设备的所有方案都进行型式试验，所以型式试验只能在典型的间隔上进行。任何一种具体布置方案的可能性可用可比布置方案的试验数据来验证。用户应检查试验过的分装能够代表用户所需的布置。

### 7.2 绝缘试验

#### 7.2.1 概述

GB/T 11022—2020 的 7.2.1 适用，并做如下补充：

根据 7.2.7 所述的试验程序，按型式试验进行的绝缘试验后应紧接着进行局部放电测量。

#### 7.2.2 试验期间的周围空气条件

GB/T 11022—2020 的 7.2.2 适用，并做如下补充：

对于开关设备的绝缘试验，不宜施加大气校正系数（套管除外）。

#### 7.2.3 绝缘试验期间开关设备和控制设备的状态

GB/T 11022—2020 的 7.2.4 适用。

#### 7.2.4 通过试验的判据

GB/T 7674—2020 的 7.2.5 适用。

#### 7.2.5 试验电压的施加和试验条件

GB/T 7674—2020 的 7.2.6 适用。

#### 7.2.6 开关设备和控制设备的试验

##### 7.2.6.1 概述

额定短时工频耐受电压为 140 kV，额定雷电冲击耐受电压为 325 kV。

##### 7.2.6.2 工频电压试验

GB/T 7674—2020 的 7.2.7.2 适用。

##### 7.2.6.3 雷电冲击电压试验

GB/T 11022—2020 的 7.2.7.3 适用。

#### 7.2.7 局部放电试验

测量方法应按照 GB/T 7354—2018 的规定，并做如下补充：

环保气体绝缘金属封闭开关设备和控制设备的局放值应小于 5 pC。局放试验时，主开关装置应分别处于各种合闸和分闸位置下测量局放值。试验时，先将外施电压升至 140 kV 并持续 60 s，然后降至  $1.3U_r$ ，测量并记录 60 s 内的最大值。

#### 7.2.8 辅助和控制回路的绝缘试验

GB/T 11022—2020 的 7.2.11 适用。

#### 7.2.9 作为状态检查的电压试验

GB/T 11022—2020 的 7.2.12 适用，并做如下补充：

对于三极外壳设计，该试验应在开关装置断口间、隔离断口间、极对地和极间进行。开关设备中的元件应满足各自标准的规定。

#### 7.3 无线电干扰电压试验

GB/T 7674—2020 的 7.3 适用。

#### 7.4 回路电阻测量

##### 7.4.1 主回路

GB/T 11022—2020 的 7.4.1 适用，并做如下补充：

回路电阻测量适用于温升试验和短路试验前后的所有开关设备元件（除接地开关外）。

温升试验前后，应进行如图 1 中的 2 种典型试验回路的回路电阻测量，其中实线部分为测量电流通过的部分。

测量所用的电流应等于或高于直流 100 A 以获取足够的准确度。

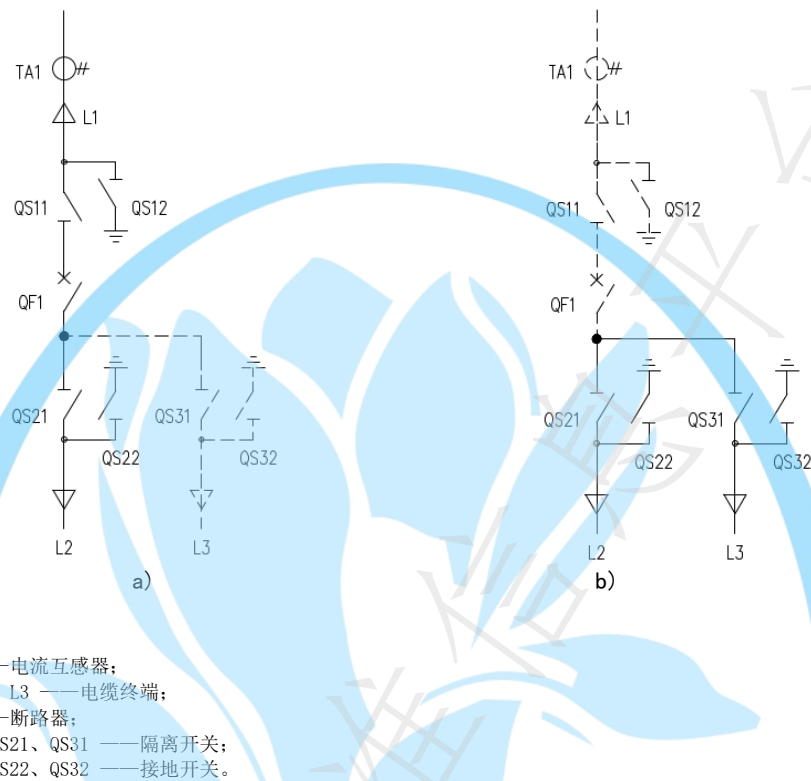


图 1 连续电流试验的典型试验回路

#### 7.4.2 辅助回路

GB/T 11022—2020 的 7.4.2 适用。

#### 7.5 连续电流试验（温升试验）

##### 7.5.1 试品的状态

GB/T 11022—2020 的 7.5.1 适用。

##### 7.5.2 试品及试验回路的布置

GB/T 11022—2020 的 7.5.2 适用，并做如下补充：

除了每极独立封闭在一个金属外壳内的情况外，试验应按额定相数进行，额定电流从回路的一端流向另一端。

如果允许并进行单相试验，流过外壳的电流应为额定电流。

试品应进行如图 1 中的 2 种典型试验回路的连续电流试验，其中实线部分为额定电流通过的试验部分。

##### 7.5.3 试品的温度

GB/T 11022—2020 的 7.5.4.2 适用。

##### 7.5.4 周围空气温度

GB/T 11022—2020 的 7.5.4.1 适用。

### 7.5.5 主回路的试验

GB/T 11022—2020 的 7.5.3.1 适用。

### 7.5.6 辅助和控制设备的试验

GB/T 11022—2020 的 7.5.3.2 适用。

### 7.5.7 通过试验的判据

GB/T 11022—2020 的 7.5.5 适用。

## 7.6 短时耐受电流和峰值耐受电流试验

### 7.6.1 概述

GB/T 11022—2020 的 7.6.1 适用。

### 7.6.2 开关设备和试验回路的布置

GB/T 11022—2020 的 7.6.2 适用。

具有三极外壳的开关设备应进行三相试验。具有单极外壳的开关设备应进行单相试验且外壳中应有全部的返回电流。

### 7.6.3 试验电流和持续时间

GB/T 11022—2020 的 7.6.3 适用。

### 7.6.4 试验后开关设备和控制设备的状态

GB/T 11022—2020 的 7.6.4 适用。

## 7.7 防护的验证

GB/T 7674—2020 的 7.7 适用。

## 7.8 盐雾试验

GB/T 2423.18—2021 适用，满足严酷等级 2（试验方法 2）。

## 7.9 湿热试验

GB/T 2423.4—2008 适用，满足高温 40℃，循环次数 6。

## 7.10 霉菌试验

GB/T 2423.16—2008 适用，满足试验方法 1。

## 7.11 气体密封性试验和气体状态测量

GB/T 7674—2020 的 7.8 适用。

## 7.12 电磁兼容性试验（EMC）

GB/T 11022—2020 的 7.9 适用。

## 7.13 辅助和控制回路的附加试验

GB/T 11022—2020 的 7.10 适用。

#### 7.14 真空灭弧室的 X 射线试验程序

GB/T 11022—2020 的 7.11 适用。

#### 7.15 关合和开断能力的验证

GB/T 7674—2020 的 7.101 适用。

#### 7.16 机械和环境试验

GB/T 7674—2020 的 7.102 适用。

#### 7.17 充气外壳强度试验

如果外壳或其部件的强度没有经过计算，则应进行验证试验。它们应在内部元件装入之前，试验条件基于设计压力的独立的外壳上进行。

根据所采用材料的适用性，验证试验可以是破坏性压力试验或非破坏性压力试验。更进一步的资料见 GB/T 28819—2018。

#### 7.18 隔板的压力试验

GB/T 7674—2020 的 7.104 适用。

#### 7.19 内部故障电弧条件下的试验

充气隔室的内部电弧试验按 GB/T 7674—2020 的 7.105 进行。

电缆隔室的内部电弧试验按 GB/T 3906—2020 的 7.106 进行。

#### 7.20 绝缘子试验

GB/T 7674—2020 的 7.106 适用。

#### 7.21 接地连接的腐蚀性试验

GB/T 7674—2020 的 7.107 适用。

#### 7.22 抗震试验

GB/T 13540—2009 适用，满足水平方向加速度  $5 \text{ m/s}^2$ ，或满足等效抗震水平。

### 8 出厂试验

#### 8.1 出厂试验项目

GB/T 11022—2020 的 8.1 适用，并做如下补充：

充入符合产品规范的环保气体。

出厂试验应在完整的开关设备上。根据试验的性质，某些试验可在元件、运输单元或完整的设备上。出厂试验应保证产品与进行过型式试验的试品一致。

应进行下述出厂试验：

- a) 主回路的绝缘试验，按 8.2；

- b) 辅助和控制回路的试验, 按 8.3;
- c) 主回路电阻的测量, 按 8.4;
- d) 密封性试验, 按 8.5;
- e) 设计和外观检查, 按 8.6;
- f) 外壳的压力试验, 按 8.7;
- g) 机械操作试验和开关装置的行程-时间特性测量, 按 8.8;
- h) 控制机构中辅助回路、设备和联锁的试验, 按 8.9;
- i) 隔板的压力试验, 按 8.10。

## 8.2 主回路的绝缘试验

### 8.2.1 概述

GB/T 11022—2020 的 8.2 适用, 并做如下补充。

### 8.2.2 主回路的工频电压试验

试验电压为 140 kV。试验时, 应依次将主回路每一相的导体与试验电源的高压端连接, 同时, 其它各相导体接地, 并保证主回路的连通 (例如, 通过合上开关装置或其它方法)。

对于充气隔室, 试验应在充以最低功能压力 (或密度) 的绝缘气体下进行。

### 8.2.3 局部放电测量

可在分装上进行局放试验。

## 8.3 辅助和控制回路的试验

GB/T 11022—2020 的 8.3 适用。

## 8.4 主回路电阻的测量

GB/T 11022—2020 的 8.4 适用, 并做如下补充:

总电阻值的测量可在工厂的分装或运输单元上实施, 同时应确保现场安装后、设施维护或维修期间的测量值之间能进行对比。

## 8.5 密封性试验

GB/T 11022—2020 的 8.5 适用, 其中 8.5.5 不适用。

## 8.6 设计和外观检查

GB/T 11022—2020 的 8.6 适用。

## 8.7 外壳的压力试验

GB/T 7674—2020 的 8.101 适用。

## 8.8 机械操作试验

GB/T 7674—2020 的 8.102 适用。

## 8.9 机构中辅助回路、设备和联锁的试验

GB/T 7674—2020 的 8.103 适用。

## 8.10 隔板的压力试验

GB/T 7674—2020 的 8.104 适用。

# 9 运输、储存、安装、运行和维护

## 9.1 概述

GB/T 11022—2020 的 11.1 适用。

## 9.2 运输、储存和安装的条件

### 9.2.1 概述

GB/T 11022—2020 的 11.2 适用，并做如下补充。

### 9.2.2 包装

部件或开关设备的基本运输、储存包装，应包括木托盘或钢支架等。放置干燥剂后，用铝箔复合膜包裹密封，并抽真空至铝箔复合膜与产品贴合。

对于客户需要长期储存的部件或开关设备，应在基本运输包装基础上增加防水罩。储存时间可为 12 个月或 24 个月。

### 9.2.3 运输

在开关设备出厂前，制造厂应为产品安装冲撞指示器或冲撞指示贴。产品应按照包装箱上标示的方向垂直向上固定及搬运，不得倾斜。

### 9.2.4 储存

按 9.2.2 包装完好的产品可以在环境温度 $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ，包装外环境湿度 $0\sim95\%$ ，在户内储存 12 个月或 24 个月。

如需户外储存，应根据厂家建议的储存条件存放。

在规定的储存期内打开包装使用时，应检查产品是否有凝露或锈蚀的现象，如有异常应联系制造厂进行现场维护或返修。

## 9.3 安装

### 9.3.1 概述

GB/T 11022—2020 的 11.3 适用。

### 9.3.2 现场安装后的试验

金属封闭开关设备和控制设备在安装后，应进行功能性检查，以检验操作的正确性。对于现场未进行装配的气室，可不进行主回路绝缘试验和密封试验。

### 9.3.3 现场充气体后的气体状态测量

应确定充环保气体隔室中的气体状态，并应符合制造厂的技术要求。

### 9.4 运行

GB/T 11022—2020 的 11.4 适用，并做如下补充：

运行中的开关设备如发现表压下降应分析原因，必要时对设备进行全面检漏，若发现有漏气点应及时处理。

运行中的开关设备若发现湿度超出标准，应对设备进行全面检漏，并将湿度超出标准的环保气体排出，重新按要求充入环保气体。

未经受电弧的环保气体可直接排放到环境中，经受电弧的环保气体应根据厂家建议处理。

### 9.5 维护

GB/T 1102—2020 的 11.5 适用。

## 10 安全性

GB/T 11022—2020 的第 12 章适用。

## 11 产品对环境的影响

文件应包含关于开关设备对环境影响的下述相关信息。

- a) 如果金属封闭开关设备和控制设备中使用了流体，应提供说明让用户注意：
  - 如果可行，将泄漏率减到最小；
  - 新的和用过的流体处理的控制。
- b) 关于拆卸和设备的不同材料的寿命终止程序以及指明回收的可能性方面的说明。

附录 A  
(规范性附录)  
外锥插接式套管的接口尺寸

为了保证插接式电缆连接能可靠配合,并可互换,外锥插接式套管与可分离电缆连接的接口尺寸应符合图 A.1 和表 A.1 所示的基本要求。

在设备内部的插接式套管尺寸,在本文件中未做规定。

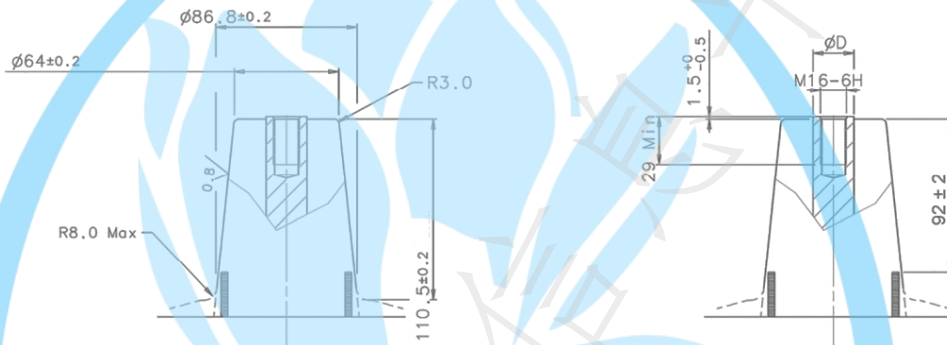


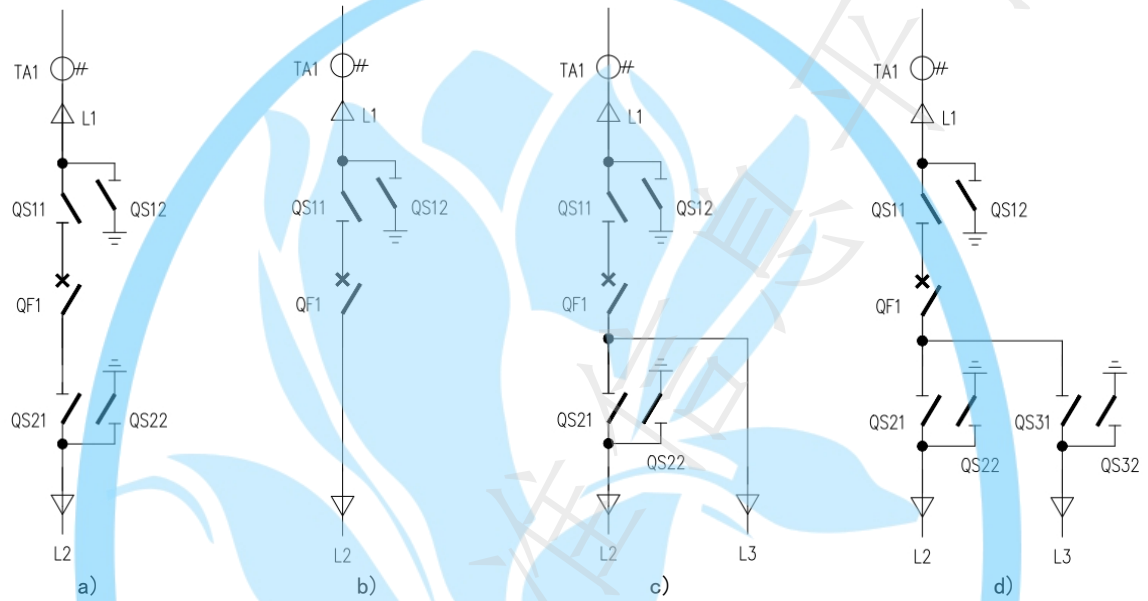
图 A.1 外锥插接式套管的接口尺寸

表 A.1 接口尺寸

接口类型	额定电流 A	$\phi D$ mm
F4	630	最小值为 22
F5	1250	32

附录 B  
 (资料性附录)  
 典型主回路

根据海上风力发电机组的常用工况，典型主回路可分为以下图 B.1 中的类型：



说明：

TA1 —— 电流互感器；

L1、L2、L3 —— 电缆终端；

QF1 —— 断路器；

QS11、QS21、QS31 —— 隔离开关；

QS12、QS22、QS32 —— 接地开关。

图 B.1 典型主回路的主接线图