
CERS

中 国 能 源 研 究 会 标 准

T/CERS XXXX-YYYY

3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）技术标准

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

（Environment-friendly gas）

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国能源研究会

发布

目录

1	概述	6
1.1	范围	6
1.2	规范性引用文件	6
2	正常和特殊使用条件	6
3	术语和定义	6
3.1	环保气体 Environment-friendly gas	7
3.2	交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体） Alternating-current metal-enclosed switchgear and controlgear（Environment-friendly gas）	7
3.3	三工位开关	7
4	额定值	7
4.1	概述	7
4.2	额定电压（ U_r ）	8
4.3	额定绝缘水平	8
4.4	额定频率（ f_r ）	8
4.5	额定电流和温升	8
4.6	额定短时耐受电流（ I_k ）	9
4.7	额定峰值耐受电流（ I_p ）	9
4.8	额定短路持续时间（ t_k ）	9
4.9	合、分闸装置和辅助、控制回路的额定电源电压（ U_a ）	9
4.10	合、分闸装置和辅助回路的额定电源频率	9
4.11	可控压力系统的压缩气源的额定压力	9
4.12	绝缘和/或操作作用的额定充入水平	9
4.13	内部电弧级（IAC）的额定值	10
4.14	额定电缆试验电压	10
5	设计和结构	10
5.1	概述	10
5.2	对开关设备和控制设备气体的要求	10

5.3	接地	11
5.4	辅助设备和控制设备	11
5.5	动力操作	11
5.6	储能操作	11
5.7	不依赖人力的操作	11
5.8	脱扣器的操作	12
5.9	低压力闭锁、高压力闭锁和监视装置	12
5.10	铭牌	12
5.11	联锁装置	12
5.12	位置指示	12
5.14	户外绝缘子的爬电距离	13
5.15	气体和真空的密封	13
5.16	液体的密封	13
5.17	火灾（易燃性）	13
5.18	电磁兼容性（EMC）	13
5.19	X-射线发射	13
5.20	腐蚀	13
5.21	内部电弧故障	13
5.22	外壳	13
5.23	高压隔室	14
5.24	充气隔室	15
5.25	隔板和活门	15
5.26	可插拔元器件	16
5.27	电缆绝缘试验的规定	16
6	型式试验	16
6.1	概述	16
6.2	绝缘试验	16
6.3	无线电干扰电压（r.i.v.）试验	16
6.4	回路电阻的测量	16
6.5	温升试验	17
6.6	短时耐受电流和峰值耐受电流试验	17
6.7	防护等级检验	17

6.8	密封试验.....	17
6.9	电磁兼容性试验（EMC）.....	17
6.10	辅助和控制回路的附加试验.....	17
6.11	真空灭弧室的X-射线试验程序.....	17
6.12	关合和开断能力的验证.....	17
6.13	机械操作试验.....	17
6.14	充气隔室的压力耐受试验和气体状态检测.....	17
6.15	防止危险电气效应的人员防护的验证试验.....	18
6.16	内部电弧试验.....	18
7	出厂试验.....	18
7.1	概述.....	18
7.2	主回路的绝缘试验.....	18
7.3	辅助和控制回路的绝缘试验.....	18
7.4	主回路电阻的测量.....	18
7.5	密封试验.....	18
7.6	设计检查和外观检查.....	19
7.7	开关设备的气体状态测量.....	19
7.8	局部放电测量.....	19
7.9	机械操作和机械特性测量试验.....	19
7.10	充气隔室的压力试验.....	19
7.11	电气辅助装置的试验.....	19
7.12	现场安装后的试验.....	19
7.13	现场充气后气体状态检查.....	19
8	选用导则.....	20
9	应随订货单、投标书和询问单一起提供的资料.....	20
10	运输、储存、安装、运行和维护规则（增加内容）.....	20
11	安全性.....	20
12	产品对环境的影响.....	20

前 言

GB 3906 标准对 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备的主要技术性能指标提出了明确要求，并对充气体的开关设备和控制设备提出了相应的要求，但对充入环保气体的 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备的设计、试验等一些差异化要求尚未给出明晰规定，为规范产品的设计、试验等方面要求，中国电力企业联合会科技开发服务中心环保气体绝缘金属封闭开关设备工作组组织科研院所、电网公司及主要研制单位共同编写“3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）”（简称“环保气体开关设备”）团体标准，以便统一对产品性能的要求，保障产品质量和运行可靠性。

本标准主要起草单位：XXX

本标准参加起草单位：XXX

本标准主要起草人：XXX

本标准参加起草人：XXX

本标准首次发布

3. 6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）

1 概述

1.1 范围

本标准规定了工厂装配的、额定电压为 3.6kV~40.5kV、户内或户外安装的、频率为 50Hz 的交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的术语、额定值、设计和结构要求、型式试验、出厂试验以及运输、储存、安装、运行和维护规则等各项技术要求。外壳内装有固定式元件，并充有绝缘用环保气体。

对充有环保气体的充气隔室，额定充入压力不超过 0.05 MPa（相对压力）时本标准适用。

特殊用途的环保气体开关设备，应增加相应的技术要求。

装于环保气体开关设备中的各元件应按照各自标准的规定进行设计和试验。

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：装于环保气体开关设备中的各元件不包括负荷开关—熔断器组合电器。

1.2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件

GB 2900.20 电工术语 高压开关设备（IEC 60054（441）：1984，MOD）

GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求（IEC 62271-1：2007，MOD）

GB/T3906 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备（IEC 62271-200：2012）

GB/T 1985 高压交流隔离开关和接地开关（IEC 62271-102：2001+A1：2011，MOD）

GB/T 13277.1 压缩空气 第1部分：污染物净化等级（ISO 8573-1：2001 MOD）

GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮

GB/T 8982 医用氧

2 正常和特殊使用条件

按 GB/T 11022—2011 中第 2 章的规定，并做如下补充：

除本标准中另有规定外，3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）是按正常使用条件设计的。

3 术语和定义

GB/T 2900.20、GB/T 11022 以及 GB3906 规定的以及下列术语和定义适用于本标准。

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 CO₂。如干燥空气、氮气等。

3.1.1 氮气 Nitrogen

一种惰性气体，分子式：N₂，相对分子质量：28.0134（按 2015 年相对原子质量）。

3.1.2 干燥空气 Dry air

一种干燥的气体，经人工合成方法制成。人工合成方法制成气体的体积分数为：氮气（N₂）78%，氧气（O₂）22%。

3.2 交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）Alternating-current metal-enclosed switchgear and controlgear（Environment-friendly gas）

将环保气体作为主绝缘介质充入全密封气箱结构的金属封闭开关设备和控制设备。

3.3 三工位开关

具有合闸、分闸、接地三个工况位置的隔离开关与接地开关组合功能的开关装置，在正常使用时可互相切换，且只能保持其中一种状态的一体式开关设备，其中隔离开关与接地开关共用一个主轴。

4 额定值

4.1 概述

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）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 I_k 和接地回路的 I_{ke} ），如果适用；

f) 额定峰值耐受电流（ I_p ）（主回路的 I_p 和接地回路的 I_{pe} ）如果适用；

g) 额定短路持续时间（ t_k ）（主回路的 t_k 和接地回路的 t_{ke} ）如果适用；

h) 环保气体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（充气隔室的）；

j) 内部电弧类别（IAC）的额定值；

k) 额定电缆试验电压（额定电缆工频试验电压 U^{ct} (a.c.) 和额定电缆直流试验电压 U^{ct} (d.c.)）；

l) 合、分闸装置和辅助、控制回路的额定电源电压（ U^a ）

m) 合、分闸装置和辅助回路的额定电源频率

n) 可控压力系统的压缩气源的额定压力

o) 内部电弧级（IAC）的额定值

4.2 额定电压（ U_r ）

按 GB/T 11022—2011 中 4.2 和 4.2.2 的规定：12kV—24kV—40.5kV。

注：对于交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的各组成元件，可按其有关标准具有各自的额定电压值。

4.3 额定绝缘水平

按 GB/T 11022—2011 中 4.3 的规定。

4.4 额定频率（ f_r ）

按 GB/T 11022—2011 中 4.4 的规定，并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的标准值为 50 Hz。

4.5 额定电流和温升

4.5.1 额定电流（ I_r ）

按 GB/T 11022—2011 中 4.5.1 的规定，并做如下补充：

从 R10 系列中选取，例如：630A-1250A-1600A-2000A-2500A-3150A-4000A 等。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的某些主回路（如母线、馈电路等）可以有不同的额定电流值。

注：对短时工作制和间断工作制的额定电流由制造厂和用户商定。

4.5.2 温升

按 GB/T 3906 中 4.5.2 的规定，并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）中的母线连接器、绝缘母线等的温升应按主回路元件考核，应不超过这些元件按相关标准规定的限值。

4.6 额定短时耐受电流(I_k)

4.6.1 额定短时耐受电流 (I_k)

按 GB/T 3906 中 4.6.101 的规定

4.6.2 额定短时相对地耐受电流 (I_{ke})

按 GB/T 3906 中 4.6.102 的规定

4.7 额定峰值耐受电流 (I_p)

4.7.1 额定峰值耐受电流 (I_p)

按 GB/T3906 中 4.7.101 的规定

4.7.2 额定峰值相对地耐受电流 (I_{pe})

按 GB/T3906 中 4.7.102 的规定

4.8 额定短路持续时间 (t_k)

按 GB/T 3906 中 4.8 的规定

4.9 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—2011 中 4.9 的规定:

4.10 合、分闸装置和辅助回路的额定电源频率

按 GB/T 11022—2011 中 4.10 的规定。

4.11 可控压力系统的压缩气源的额定压力

GB/T 11022—2011 中 4.11 的规定不适用。

4.12 绝缘和/或操作作用的额定充入水平

按 GB/T 11022—2011 中 4.12 的规定, 并做如下补充: 交流金属封闭开关设备和控制设备(环保气体)

的绝缘气体额定充入水平应不大于 0.05MPa 相对压力。

4.13 内部电弧级 (IAC) 的额定值

按 GB3906 中 4.101 的规定。

4.14 额定电缆试验电压

按 GB3906 的 4.102 条规定。

5 设计和结构

5.1 概述

GB3906 的 5.1 适用, 并补充如下:

交流金属封闭开关设备和控制设备 (环保气体) 包含负荷开关单元、断路器单元 (和/或负荷开关-熔断器组合电器单元)、PT 单元、计量单元 (可与 PT 单元共用)、站用变单元等单箱型或共箱型结构, 并可根据用户要求预留扩展功能。

交流金属封闭开关设备和控制设备 (环保气体) 的主开关装置应为真空灭弧室、采用全密封结构、以环保气体为绝缘, 以少量固体绝缘作支撑件、正常运行时充气隔室的气压不高于 0.05MPa 相对压力, 零表压下确保额定绝缘水平, 但不能持续运行, 运行连续性不低于 LSC2 的气体绝缘金属封闭开关设备。

交流金属封闭开关设备和控制设备 (环保气体) 主要元器件的局放值应小于 5pc。

5.2 对开关设备和控制设备气体的要求

按 GB3906 中 5.2 的规定, 并做如下补充:

采用干燥空气或氮气等环保气体时, 其气体质量、检测、管理应满足制造厂产品技术条件的规定。充气隔室内气体湿度应满足制造厂产品技术条件的规定。额定充气压力下测得的气体湿度值不得大于 500 μ L/L;

5.2.1 干燥空气充入

交流金属封闭开关设备和控制设备 (环保气体) 当采用干燥空气充入时, 干燥空气宜采用人工合成气体, 其合成用氮气 (N_2) 和氧气 (O_2) 的技术要求符合 GB/T 8979 表高纯氮及 GB/T 8982 表 1 医用氧的质量要求, 见下表 1 的序 1 和序 2。气室外采用非人工合成气体, 空气中的固体颗粒和含油等级应满足 GB/T 13277.1 中的 2 级要求, 微水含量及其他指标见表 1 序 3 的要求。

表 1 充入人工合成干燥空气的技术要求

指标	氮气 (N_2) 纯度 (体积分数)/ 10^{-2}	氧 (O_2) 含量 (体积分数)/ 10^{-6}	氢 (H_2) 含量 (体积分数)/ 10^{-6}	一氧化碳 (CO) 含量 (体积分数)/ 10^{-6}	二氧化碳 (CO_2) 含量 (体积分数)/ 10^{-6}	甲烷 (CH_4) 含量 (体积分数)/ 10^{-6}	水 (H_2O) 含量 (体积分数)/ 10^{-6}
氮气 (N_2)	≥ 99.999	≤ 3	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 3
指标	氧 (O_2) 纯度	水 (H_2O) 含	一氧化 碳	二氧化碳 (CO_2)	气态酸性物	臭氧及其他	气味

	(体积分 数)/10 ⁻²	量(露 点)℃	(CO)含量	含量	质和碱性物 质含量	氧化物	
氧气 (O ₂)	≥ 99.5	-43	按规定方法 试验合格	按规定方法试 验合格	按规定方法 试验合格	按规定方法 试验合格	无异味
指标	等级	每立方米最多颗粒数(颗粒尺寸 d/μm)				微水含量	含油等级
		≤0.1	0.1<d≤0.5	0.5<d≤1.0	1.0<d≤5.0	/ppm	
固化物 颗粒	2	-	10000	1000	10	≤300	2

5.2.2 氮气充入

交流金属封闭开关设备和控制设备(环保气体)当采用氮气(N₂)充入时,氮气气体的质量应符合 GB/T 8979-2008 的表 1 中高纯氮的要求,见表 2。

表 2 充入氮气的技术要求

项目	氮气(N ₂) 纯度(体积分 数)/10 ⁻²	氧(O ₂)含量 (体积分 数)/10 ⁻⁶	氢(H ₂)含 量(体积分 数)/10 ⁻⁶	一氧化碳(CO) 含量(体积分 数)/10 ⁻⁶	二氧化碳(CO ₂) 含量(体积分 数)/10 ⁻⁶	甲烷(CH ₄) 含量(体积分 数)/10 ⁻⁶	水(H ₂ O)含 量(体积分 数)/10 ⁻⁶
指标	≥99.999	≤3	≤1	≤1	≤1	≤1	≤3

5.3 接地

交流金属封闭开关设备和控制设备(环保气体)的接地应符合 GB 3906 中 5.5 的规定,并做如下补充:

交流金属封闭开关设备和控制设备(环保气体)主回路可采用两种方式实现接地功能,出线侧接地开关(下接地方式)或母线侧接地开关(上接地方式),母线侧接地开关可选用 E0 级,接地操作时需要主开关配合使用。

交流金属封闭开关设备和控制设备(环保气体)的充气隔室内接地回路应采用不小于 M12 的螺栓通过接地铜排引至设备主接地导体,主接地导体应预留 M12 接地螺栓供外部接地用,并且应有明确的接地符号。

5.4 辅助设备和控制设备

按 GB 11022 中 5.4 的规定。

5.5 动力操作

按 GB11022 中 5.5 的规定。

5.6 储能操作

按 GB 11022 中 5.6 的规定。

5.7 不依赖人力的操作

按 GB 11022 中 5.7 的规定。

5.8 脱扣器的操作

按 GB 11022-2011 中 5.8 的规定。

5.9 低压力闭锁、高压力闭锁和监视装置

按 GB 11022-2011 中 5.9 的规定。并补充如下：

充有绝缘和/或开断用环保气体的开关设备应具有压力指示和低压报警装置。

5.10 铭牌

按 GB 3906 中 5.10 的规定，并作以下补充：铭牌应为哑光不锈钢、铜材或丙烯酸树脂等不受气候影响和防腐蚀的材料制成，应用中文简体印制；设备零件及其附件上的指示牌、警告牌以及其它标记也应采用中文印制。

5.10.1 负荷开关单元铭牌补充如下：

额定有功负载开断操作次数。

5.10.2 断路器单元铭牌补充如下：

额定短路开断电流 kA。

5.11 联锁装置

按 GB 3906 中 5.13 条规定，并做如下补充：

母线侧三工位开关应与主开关装置联锁，出线侧接地方式应具有线路有压闭锁功能。

当交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的回路通过与接地开关串联的主开关装置（断路器、负荷开关）接地时，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。

5.12 位置指示

按 GB/T 11022-2011 中 5.12 条规定。并作如下补充：

此外，对于参与隔离与接地的所有装置，GB 1985-2014 的 5.104.3 适用。交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）在触头不可见的情况下应该提供主触头位置清晰而可靠的指示。在就地操作时，操作面板上应清晰地标示一次模拟连接线，并容易校核位置指示器的状态，有明显“分”、“合”和/或“已储能”位置指示。

5.13 外壳防护等级

按 GB11022-2011 中 5.13 条和 GB3906 中 5.15 条规定，并作以下补充：

户内应用交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的防护等级应不小于 IP3X，户外应用的防护等级应不低于 IP33。

5.14 户外绝缘子的爬电距离

不适用。

5.15 气体和真空的密封

按 GB 3906 中 5.15 条的规定。并做如下补充：
每个充气隔室的相对漏气率的标准值为每年 0.1%。

5.16 液体的密封

不适用。

5.17 火灾（易燃性）

按 GB/T 11022-2011 中 5.17 的规定。

5.18 电磁兼容性（EMC）

按 GB/T 11022-2011 中 5.18 的规定。

5.19 X-射线发射

按 GB/T 11022-2011 中 5.19 的规定。

5.20 腐蚀

按 GB/T 11022-2011 中 5.20 的规定。并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）应具有防凝露措施，以防凝露闪络和腐蚀。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的操作机构宜采用全密封结构，如不采用全密封结构，其金属零部件应采用防腐处理，应通过不低于 96h 中性盐雾试验。

5.21 内部电弧故障

1) 按 GB 3906 中 5.101 条的规定，并作以下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的设计和制造应防止内部电弧故障的出现。但是，如果规定了内部电弧类别，设计的交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）在正常运行条件下出现内部电弧时，应对人员提供规定的防护水平。并且应按照 GB3906 的 6.106 的要求，对所有高压隔室进行型式试验验证。

任何一个高压隔室当产生内部故障电弧时，泄压装置应自动打开，并且应有专用的泄压通道释放内部压力。12kV 及以上开关设备可向上泄压，12kV 及以下环网设备应采用电缆夹层扩容泄压方法。

5.22 外壳

按 GB 3906 中 5.102 条规定。并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的外壳应采用不小于 2mm 的覆铝锌板制造，并且具

有足够的机械强度。交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）安装完成后，其外壳至少应满足 GB/T 11022-2011 表 7 和本标准 6.13 规定的外壳防护等级要求和内部电弧耐受能力。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的接地连续性要求测量外壳上任意金属部件到规定的主接地点当通过 30A（DC）电流时，其电压降不大于 3V。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的充气隔室为不可触及隔室，其外壳部件应清楚地标明不可拆除。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的压力释放板区域应清晰地标明并应具有保护措施，防止那些不安全的站立和行走对设备这些区域造成的损坏。

5.22.1 盖板和门

按 GB 3906 中 5.102.2 条规定。并做如下补充：

作为外壳一部分的交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的盖板和门应是金属材料制造。当盖板和门关闭后，应具有与外壳相同的防护等级要求和内部电弧耐受能力。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的充气隔室为不可触及隔室，电缆或母线隔室为连接隔室，属于高压隔室。电缆隔室为可触及隔室。

5.22.2 隔板和活门

按 GB 3906 中 5.102.3 条规定。并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）各个隔室之间的隔板应达到 PM 级要求，采用金属材料制造，充气隔室之间和/或与电缆隔室之间的隔板至少达到 GB/T 11022-2011 中表 7 防护等级 IP65 的要求。其余隔室之间至少应达到防护等级 IP2X 的要求。

5.22.3 观察窗

按 GB 3906 中 5.102.4 条规定。

5.22.4 通风通道、通风口

按 GB 3906 中 5.102.5 条规定。

5.23 高压隔室

5.23.1 概述

按 GB 3906 中 5.103.1 条规定。并做如下补充：

高压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，或者通过提供的主要功能来命名，例如，连接隔室。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的高压隔室形式应为气体绝缘。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）至少应满足 LSC2 类开关设备和控制设备的运行连续性级别，每组母线应具有独立的隔室，例如单母线系统中的母线段及可开合或隔离的母线段。

充气隔室为不可触及隔室，应有不可打开的明显警示。

5.24 充气隔室

5.24.1 概述

按 GB 3906 中 5.103.2.1 的规定。

5.24.2 设计

GB 3906 中 5.103.2.2 的规定适用。并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的充气隔室应采用不小于 2mm 的不锈钢 304 及更高性能的材料经激光切割、自动焊接机器人或激光焊机焊接工艺及氦气检漏工艺加工制造，并将主开关装置及元件密封在环保气体充气隔室内，密封气箱应装配有扩展母线套管、电缆出线套管以及气体压力监控装置接口、防爆膜、干燥剂等辅助配件。必要时，经制造厂和用户协商，提供交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）每个充气隔室各自独立的气体压力表（或密度表）或其他压力监控装置，并提供设备运行时对设备进行安全补气的手段，气体压力表宜具有接入配电自动化终端功能，特别是远方报警功能。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）设计的电缆接线端子中心距地面的高度除组合电器外应不低于 650mm，组合电器不低于 500mm。电缆附件应符合 GB/T 12706.4 的规定。电缆室应设计有不锈钢材料制造的固定电缆用支架和抱箍，作为支撑件，不发生因磁滞损耗导致抱箍发热。

5.24.3 密封

GB 3906 中 5.103.2.3 的规定适用。

5.24.4 充气隔室的压力释放

按 GB 3906 中 5.103.2.3 的规定。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的充气隔室应设计压力释放装置。压力释放装置在低于 1.3 倍的设计压力时不应动作，且充气隔室的破坏压力不小于设计压力的 3 倍。

5.25 隔板和活门

5.25.1 概述

按 GB 3906 中 5.103.3.1 的规定。并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的隔板应达到 PM 级要求，采用金属材料制造。

5.25.2 金属隔板和活门

按 GB 3906 中 5.103.3.2 的规定。

5.25.3 非金属隔板和活门

不适用。

5.26 可插拔元器件

可插拔的高压元器件本体并不独立承担绝缘功能，应组合装配完整，实现充气隔室之间的绝缘功能以及电气和机械上连接和互换功能，例如，母线连接器、绝缘母线、电缆终端头、电压互感器、避雷器等。

正常运行条件下，当可插拔元器件与套管连接后，母线连接器、绝缘母线应能耐受额定绝缘水平和额定短时耐受电流及时间、额定峰值耐受电流，以及温升试验、机械插拔操作试验等。其他可插拔高压元器件都应能耐受额定绝缘水平、机械插拔操作试验等，以及符合各自产品的标准要求。

5.27 电缆绝缘试验的规定

按 GB 3906 中 5.105 条规定。并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）应设计成当电缆与开关设备和控制设备连接时允许进行电缆试验。这时，开关设备和控制设备应能同时承受施加在同电缆连接的那些部件符合 4.102 规定的额定电缆试验电压，以及电缆试验期间主回路元件正常承受的额定电压的共同作用。

6 型式试验

6.1 概述

按 GB 3906 中 6.1 条的规定。

6.2 绝缘试验

按 GB 3906 中 6.2 条规定。并做如下补充：

绝缘试验应在额定功能压力或零表压的绝缘气体下进行。

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的局放值应小于 20pc。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 $1.3U_r$ 持续时间 10s，然后降至 $1.1U_r$ 下测量。

6.3 无线电干扰电压（r.i.v.）试验

GB/T 11022-2011 的 6.3 不适用。

6.4 回路电阻的测量

按 GB/T 11022-2011 的第 6.4 条规定。并做如下补充：

当单个交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的充气隔室的主回路一端无法接近时，例如多回路环网开关设备，可通过将两个相同设计的开关设备和控制设备的主回路串联的方法测量主回路电阻值，供出厂试验时参考。

6.5 温升试验

按 GB/T 3906 的第 6.5 条规定。并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的温升试验电流应按 1.1 倍的额定电流进行温升试验。
交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）应包含母线连接器或绝缘母线的安装在内进行温升试验。

对单个功能单元进行试验时，其相邻的单元应通以电流，该电流所产生的功率损耗应与额定情况下相同。如果无法在实际条件下进行试验，则允许以加热或隔热的方法来模拟其等价条件。

6.6 短时耐受电流和峰值耐受电流试验

按 GB 3906 的第 6.6 条规定。并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）应包含母线连接器或绝缘母线的安装在内进行短时耐受电流和峰值耐受电流试验。

6.7 防护等级检验

按 GB 3906 的第 6.7 条规定。

6.8 密封试验

为简化试验，密封试验暂用 SF₆或其它气体代替，年泄漏率标准按 0.1%的规定。

注：试验样机应安装气体压力（或密度）指示装置。

6.9 电磁兼容性试验（EMC）

按 GB 3906 的第 6.9 条规定

6.10 辅助和控制回路的附加试验

按 GB/T 11022-2011 的第 6.10 条规定。

6.11 真空灭弧室的 X-射线试验程序

按 GB 3906 的第 6.11 条规定。

6.12 关合和开断能力的验证

按 GB 3906 的 6.101 规定。

6.13 机械操作试验

按 GB 3906 的 6.102 规定。

6.14 充气隔室的压力耐受试验和气体状态检测

充气隔室的每种设计应按下述程序承受压力试验：

应将相对压力升高到设计压力的 1.3 倍并保持 1 min。压力释放装置不应动作。

然后将压力升高到设计压力的 3 倍。低于此压力时，压力释放装置可能动作，只要符合制造厂的设计，这是可以接受的。使压力释放装置动作的压力应记录在型式试验报告中。试验后，隔室可能变形，但不应破裂。

注：本试验的目的是为了证明使用条件下的过压力性能；因此，相邻隔室应处于大气压力。应注意相邻隔室抽真空产生的压力差。

应测量充气隔室中的气体状态，气体湿度值应不大于本标准 5.2 条的规定。

6.15 防止危险电气效应的人员防护的验证试验

GB3906 第 6.104 条不适用。

6.16 内部电弧试验

按 GB 3906 中 6.106 条规定进行。

7 出厂试验

7.1 概述

按 GB/T 3906 中第 7 章规定。

7.2 主回路的绝缘试验

按 GB/T 11022-2011 的第 7.1 条规定。并做如下补充：

工频电压试验按规定进行。试验电压从 GB/T 11022—2011 表 1 栏(2)和栏(3)中选取。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或断开（例如，通过合上或断开开关装置或其它方法）。

对于充气隔室，试验应在充以额定压力的绝缘气体下进行。

7.3 辅助和控制回路的绝缘试验

按 GB/T 11022-2011 的第 7.3 条规定。

7.4 主回路电阻的测量

按 GB/T 11022-2011 的第 7.4 条规定。并做如下补充：

当单个交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的充气隔室的主回路一端无法接近时，例如多回路环网开关设备，可通过将两个相同设计的开关设备和控制设备的主回路串联的方法测量主回路电阻值，供交接试验时参考。

测得的电阻不应超过 $1.2R_0$ ，这里 R_0 为型式试验温升试验前测得的电阻。

7.5 密封试验

按 GB/T 11022-2011 中 7.5 条规定。

7.6 设计检查和外观检查

按 GB/T 11022-2011 中 7.6 的规定。

7.7 开关设备的气体状态测量

按 DL593-2016 中 7.7 条的规定，并做如下补充：

对于密封压力系统的交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的充气隔室，按 6.103 测量气体湿度值。

7.8 局部放电测量

按 GB 3906 中 7.101 的规定。并做如下补充：

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的充气隔室应在完整设备上进行现场局部放电试验，试验程序按照 GB3906 附录 B 的规定。

7.9 机械操作和机械特性测量试验

按 GB 3906 中 7.102 的规定，验证交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的开关装置完成预定的操作，且机械联锁工作正常，且机械特性符合产品技术要求。

7.10 充气隔室的压力试验

不适用。

7.11 电气辅助装置的试验

按 GB3906 的 7.104 的规定，对交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的电气等辅助装置，包括电气闭锁，与具有指定操作顺序的控制装置一起，在辅助电源最不利的条件下，按规定的使用和操作程序进行 5 次连续操作试验，试验中不得调整。

如果辅助装置能正常地进行操作，试验后，它们应仍处于良好的工作状态，试验前后的操作力基本相同，则认为通过了试验。

7.12 现场安装后的试验

按 GB 3906 中 7.105 的规定。并做如下补充：

当交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）不具有需要现场充气的充气隔室时，本条不适用。

对于那些需要在现场装配并充气的充气隔室，应按 GB 3906 中 7.105 的规定进行现场安装后的试验，并应以该试验取代出厂试验，进行主回路的工频电压试验、密封试验和现场充气后的气体状态检查。其中工频试验电压应为 7.1 中规定值的 100%。

7.13 现场充气后气体状态检查

交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）充气隔室中气体的状态，应按 GB3906 中 6.103 测量气体湿度值，并符合本标准第 5.2 条的气体湿度值要求。

8 选用导则

按 GB 3906 第 8 章的规定。并做如下补充：

按 GB 3906 中 8.103.3 条的规定，交流金属封闭开关设备和控制设备（环保气体）的运行连续性的最低要求为 LSC2，即保持母线带电的同时，可以打开连接隔室（单母线开关设备的母线隔室除外），可以有或没有其他可触及高压隔室（例如，主开关装置、电缆隔室等）。

9 应随订货单、投标书和询问单一起提供的资料

按 GB 3906 第 9 章的规定。

10 运输、储存、安装、运行和维护规则（增加内容）

按 GB 3906 中第 10 章的规定。

11 安全性

按 GB 3906 中第 11 章的规定。

12 产品对环境的影响

按 GB 11022-2011 中 第 12 章的规定