

T/WHDQHX

团 体 标 准

T/WHDQHX 007—2024

环保型气体绝缘金属封闭开关设备

Environmentally-friendly gas-insulated metal-enclosed switchgear

2024 – 09 – 06 发布

2024 – 09 – 09 实施

武汉电气行业协会 发 布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 1

5 试验方法 10

6 检验规则 11

7 标志 12

8 包装、运输和储存 13

前 言

本文件按照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》的规定起草。

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。

本文件由湖北拓普电力有限公司提出。

本文件由武汉电气行业协会归口。

本文件起草单位：湖北拓普电力有限公司、盛隆电气集团有限公司、武汉比邻科技发展有限公司、武汉市合力电器有限公司、中国质量认证中心武汉分中心、中国电力科学研究院有限公司武汉分院、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、武汉市标准化研究院、湖南电科院检测集团有限公司。

本文件主要起草人：黄勇、张利群、曾朕、杨洋、李静伟、李丹、陈顶、李向东、王莉芳、罗三平、蒋庆兰、黄力、翟勇彬、周伟、金建伟、熊虎、李家源、江晓光、谈立、王兰、李斌、徐艳。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——本次为首次发布。

引 言

随着城市化进程和电力系统升级改造的推进,环保型气体绝缘金属封闭开关设备市场规模持续扩大。在新建、改造电力系统过程中已经作为重要设备被广泛应用,市场需求稳步增长。随着科技的不断进步,环保型气体绝缘金属封闭开关设备产品将朝着智能化、网络化、高可靠性和节能环保等方向发展。

为了解决传统的环网柜需要充装六氟化硫气体以及熔断器动作后必须人工更换的问题,我们提出了以充装环保气体的小型断路器柜代替传统的负荷开关和负荷开关加熔断器组合电器的环保型气体绝缘金属封闭开关设备,取代传统的环网柜。

环保型气体绝缘金属封闭开关设备充装环保气体,不排放温室气体以及有毒有害气体,可以实现遥测、遥信、遥控、遥调等四遥功能,实现产品自动化和人工智能功能,促进电气制造业的产业升级,在带来显著经济效益的同时,也将为国家实现“双碳目标”作出积极贡献,是符合智能配电网发展的环保产品。

本标准依据国家标准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》结合10千伏环网柜(箱)标准化设计方案(2023版)的特点和使用情况编制,并考虑用户的实际需求,与有关标准协调一致。

环保型气体绝缘金属封闭开关设备

1 范围

本标准规定了环保型气体绝缘金属封闭开关设备的基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存。适用于环保型气体绝缘金属封闭开关设备的生产和检验，可取代原先的SF₆气体环网柜。

本标准适用于武汉电气行业协会会员企业使用。非会员企业可参照使用。

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（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 191 包装储运图示标志 (ISO 780-1997, MOD)
- GB/T 1984 高压交流断路器
- GB/T 1985 高压交流隔离开关和接地开关
- GB/T 3906 3.6 kV~40.5 kV交流金属封闭开关设备和控制设备
- GB/T 4208 外壳防护等级 (IP代码)
- GB/T 7354 高电压试验技术局部放电测量
- GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
- GB/T 11032 交流无间隙金属氧化物避雷器
- GB/T 14978 连续热镀锌铝锌合金镀层钢板及钢带
- GB 20840.2 互感器 第3部分 电流互感器的补充技术要求
- GB 20840.3 互感器 第2部分 电压互感器的补充技术要求
- DL/T 402 高压交流断路器
- DL/T 403 高压交流真空断路器
- DL/T 404 3.6 kV~40.5 kV交流金属封闭开关设备和控制设备
- DL/T 486 高压交流隔离开关和接地开关
- DL/T 538 高压带电显示装置
- DL/T 593 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
- DL/T 634 远动设备及系统 第5部分：传输规约 第101篇：基本远动任务配套标准
- Q/GDW 10742 配电网施工检修工艺规范

3 术语和定义

GB/T 3906-2020，DL/T 404-2018界定的术语和定义适用于本文件。

4 技术要求

4.1 基本要求

4.1.1 额定电压

额定电压为12 kV。

4.1.2 额定电流

主母线额定电流为630 A、分支母线额定电流为630 A。

4.1.3 额定绝缘水平

主回路的工频耐受电压：相间及对地为42 kV、隔离断口为48 kV；
雷击冲击耐受电压：相间及对地为75 kV、隔离断口为85 kV。

4.1.4 额定短时耐受电流、额定峰值耐受电流和持续时间

额定短时耐受电流为20 kA，额定峰值耐受电流为额定短时耐受电流的2.5倍是50 kA，接地回路电流值的最大值为主回路的87%。
主回路额定短路持续时间为4 s，接地回路的持续时间为2 s。

4.1.5 主回路电阻

主母回路电阻为 $\leq 150 \mu\Omega$ 。

4.1.6 内部电流故障等级、电流及时间

环保型气体绝缘金属封闭开关设备内部电弧故障等级为IAC级A。
内部电弧故障的试验电流为20 kA，短路电流持续时间为 ≥ 0.5 s。

4.1.7 防护等级

环保型气体绝缘金属封闭开关设备外壳防护等级为IP44W，隔室之间的防护等级达到IP2X及以上，气箱的防护等级为IP67。

4.1.8 绝缘介质

环保型气体绝缘金属封闭开关设备中绝缘气体为环保气体，不含温室气体，环保气体为干燥空气。

4.1.9 气体年漏气率

气体年漏气率为 $\leq 0.01\%$ 。

4.1.10 机械寿命

断路器机械寿命为10 000次，隔离开关机械寿命为5 000次，接地开关机械寿命为5 000次。

4.2 正常使用环境条件

使用环境条件见表1，特殊环境要求根据项目情况进行编制。

表 1 使用环境条件表

序号	名称		单位	标准值
1	周围空气湿度	最高气温	℃	+45
		最低气温		-25
		最大日温差	k	30
2	海拔	m	≤1 000	2
3	污秽等级	/	IV	3
4	湿度	日相对湿度平均值	%	≤95
		月相对湿度平均值		≤90
5	耐受地震能力（水平加速度）		m/s2	0.2g
6	由于主回路中的开合操作在辅助和控制回路上所感应的共模电压的幅值		kV	≤1.6
注：超出此值时为特殊使用条件，可根据工程实际使用条件进行修改。				

4.3 通用技术要求

4.3.1 环保型气体绝缘金属封闭开关设备设计

- a) 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的设计应能使设备安全的进行下述各项工作：正常运行、检查、维护操作、主回路验电、安装和（或）扩建后的相序校核和操作联锁、连接电缆的接地、电缆试验、连接电缆或其他器件的绝缘试验及消除危险的静电电荷等。

- b) 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的设计应能在允许的基础误差和热胀冷缩的热效应下不致影响设备所包装的性能，并满足与其他设备连接的要求；结构设计应预留配电自动化终端及终端电源安装为准（如有）；类型、额定值和结构相同的所有可移开部件和元件在机械和电气上应有互换性。

4.3.2 带电显示器

环保型气体绝缘金属封闭开关设备配置带电显示器（带二次核相孔）。应能满足验电、核相的要求，并具有自检功能。高压带电显示装置的显示器接线端子对地和端子之间应能承受2 000 V/1 min的工频耐压；传感器电压抽取端及引线对地应能承受2 000 V/1 min的工频耐压；感应式带电显示装置，其传感器要求与带电部位保持125 mm以上的空气净距要求。

4.3.3 故障指示器

（选配）环保型气体绝缘金属封闭开关设备按回路配置具有电缆故障报警和电缆终端测温功能的电缆故障指示器，应具有相同故障指示功能及接地故障指示功能，应具备自动、手动复归、自检和低电量报警等功能，防护等级不低于IP67；对于小电流接地系统应能通过检测注入信号或者检测状态信号等手段，实现单相接地故障区间的定位指示，并具有远方传输接点和远方复位控制接点，在未接到复位指令时故障指示器闪光指示须大于24h。

4.3.4 操作电源

环保型气体绝缘金属封闭开关设备操作电源可采用DC48 V、DC110 V或AC110 V、AC220 V等，并配置自动化接口；实施配电自动化的环保型气体绝缘金属封闭开关设备，操作电源应采用DC48 V；进出线柜可装设3只电流互感器（自产零序）或2只电流互感器、1只零序电流互感器，并设置二次小室。

4.3.5 爬电距离

环保型气体绝缘金属封闭开关设备中各组件及其支撑绝缘件爬电距离满足瓷质材料不小于18/20 mm/kV，有机材料不小于16/20 mm/kV。

4.3.6 空气间隙

- a) 单纯以空气作为绝缘介质的环保型气体绝缘金属封闭开关设备，相间和相对地的最小空气间隙应满足：12 kV相间和相对地125 mm，带电体至门155 mm。
- b) 以空气和绝缘隔板组成的复合绝缘作为绝缘介质的环保型气体绝缘金属封闭开关设备，绝缘隔板应选用耐电弧、耐高温、阻燃、低毒、不吸潮且具有优良机械强度和电气绝缘性能的材料；带电体与绝缘板之间的最小空气间隙应满足不小于30 mm。

4.3.7 使用寿命

环保型气体绝缘金属封闭开关设备内部开关、绝缘件等部件与环保型气体绝缘金属封闭开关设备使用寿命一致，均为40年。

4.3.8 警示标志

环保型气体绝缘金属封闭开关设备的泄压通道设置明显的警示标志。

4.3.9 柜体材质

环保型气体绝缘金属封闭开关设备的柜体采用 ≥ 2.0 mm的敷铝锌钢板或冷轧钢板弯折后拼（焊）接而成，气箱的材质采用 ≥ 3.0 mm的304不锈钢焊接而成；钢板厚度符合GB/T 14978公差要求，镀层厚度达到AZ150及以上，柜门关闭时防护等级不低于GB/T 4208中的IP4X，柜门打开时防护等级不低于IP2X。

4.3.10 柜体颜色

环保型气体绝缘金属封闭开关设备柜体颜色采用RAL7035。

4.3.11 示意图

环保型气体绝缘金属封闭开关设备前门应有清晰明显的主接线示意图，柜顶设有横眉可装设间隔名称标识牌，环网单元前门应标有清晰明显的主接线示意图，表面应注明操作程序和注意事项，标志和标识牌的制作应符合Q/GDW 10742的规定。

4.3.12 隔室

环保型气体绝缘金属封闭开关设备应具有高压室和电缆室、控制仪表室与自动化单元等金属封闭的独立隔室。

4.3.13 模拟母线

环保型气体绝缘金属封闭开关设备门板上的模拟母线整体高度、线宽、颜色等保持一致，使整体外观协调；母线长度与面板宽度保持一致，主母线分支母线宽度为6 mm，颜色为绛红色。

4.3.14 绝缘材料

环保型气体绝缘金属封闭开关设备中的绝缘件应采用阻燃性绝缘材料，阻燃性能不低于V-1级。

4.3.15 遥控、遥信、遥测、遥调

环保型气体绝缘金属封闭开关设备提供开关分合闸等遥控信号，提供开关位置、未储能等遥信信号，提供电流、电压等遥测信号，可对设备运行状态和参数调整于优化进行遥调。

4.3.16 功能要求

整体满足保护、测量、电能数据采集等功能要求。

4.3.17 环保型气体绝缘金属封闭开关设备尺寸

一般PT单元柜宽为600 mm，其他方案单元柜柜宽均为420 mm；所有单元的柜深均为850 mm，柜高均为2000 mm。

4.3.18 主母线扩展方式

主母线扩展方式可采用顶扩或侧扩方式，扩展母线的设计安装应抵消环保型气体绝缘金属封闭开关设备本体现场安装后形成的相关累计误差，满足运行可靠性的要求，如采用弹簧触指或具有适度柔性的扩展母线等。

4.3.19 隔室要求

环保型气体绝缘金属封闭开关设备应分为断路器室、电缆室和控制仪表室等金属封闭的独立隔室，其中断路器室、电缆室均应有独立的泄压通道；各隔室之间相互连接所需的开孔部分应采用套管或其他等效方法加以封闭，各隔室结构设计上应满足正常使用条件和限制隔室内部电弧影响的要求，并能防止因本身缺陷、异常使用条件或误操作导致的电弧伤及工作人员，能限制电弧的燃烧范围，环保型气体绝缘金属封闭开关设备应有防止人为造成内部故障的措施。

4.4 开关设备技术要求

4.4.1 技术参数特性表

表 2 技术参数特性表

序号	名称	单位	标准参数值
一	环保型气体绝缘金属封闭开关设备共用参数		
1	额定电压	kV	12
2	灭弧室类型	/	真空
3	绝缘介质（气箱）	/	干燥空气

表2 技术参数特性表（续）

序号	名称		单位	标准参数值
4	额定频率		Hz	50
5	扩展形式		/	顶扩/侧扩
6	额定电流		A	630
7	温升试验电流		A	$1.1I_r$
8	额定工频1min耐受电压（相对地）		kV	42
9	额定雷电冲击耐受电压峰值（1.2/50 μ s，相对地）		kV	75
10	额定短路开断电流		kA	20
11	额定短路关合电流		kA	50
12	额定短时耐受电流及持续时间		kA/s	20/4
13	额定峰值耐受电流		kA	50
14	燃弧持续时间		s	0.5
15	防护等级（柜体外壳）		/	IP44W
16	气体额定压力（20℃表压）		MPa	0.02
17	气体年漏气率		/	0.01%
二	断路器参数			
1	型号		/	一体化弹簧机构
2	灭弧室类型		/	真空
3	额定电流		A	630
4	主回路电阻		$\mu\Omega$	≤ 150
5	额定工频1min耐受电压	断口	kV	48
		对地		42
	额定雷电冲击耐受电压峰值（1.2/50 μ s）	断口	kV	85
		对地		75
6	额定短路开断电流	交流分量有效值	kA	20
		时间常数	ms	45
		开断次数	次	≥ 30
		首相开断系数	/	1.5
7	额定短路关合电流		kA	50
8	额定短时耐受电流及持续时间		kA/s	20/4
9	额定峰值耐受电流		kA	50
10	断路器开断时间		ms	≤ 60
11	断路器合闸弹跳时间		ms	≤ 2
12	断路器分闸时间		ms	≤ 40
13	断路器合闸时间		ms	≤ 60
14	断路器分、合闸平均速度	分闸速度	m/s	1.0~1.4
		合闸速度		0.8~1.2
15	机械寿命		次	$\geq 10\ 000$
16	额定操作顺序		/	0-0.3s-C0-180s-C0
17	辅助和控制回路短时工频耐受电压		kV	2
18	异相接地故障开断试验	试验电流	kA	17.32
		试验电压	kV	12
19	容性电流开合试验（试验室）	试验电流	A	电缆：25
		试验电压	kV	$1.4\times 12/\sqrt{3}$
		C2级： CC1：48 $\times$ 0； CC2：24 $\times$ 0和24 $\times$ C0；	/	C2级
三	隔离开关参数			
1	额定电流		A	630
2	主回路电阻		$\mu\Omega$	≤ 150
3	额定工频1min耐受电压 额定雷电冲击耐受电压峰值（1.2/50 μ s）	断口	kV	48
		对地		42

表2 技术参数特性表（续）

序号	名称		单位	标准参数值
		断口	kV	85
		对地		75
4	额定短时耐受电流及持续时间		kA/s	20/4
5	额定峰值耐受电流		kA	50
6	机械寿命		次	≥5 000
四	接地开关参数			
1	额定短时耐受电流及持续时间		kA/s	20/2
2	额定峰值耐受电流		kA	50
3	额定短路关合电流		kA	50
4	额定短路关合电流次数		次	≥2
5	机械寿命		次	≥5 000
五	电流互感器参数			
1	型式或型号		/	电磁式、电子式
2	绕组	额定电流比	A	300A/1或600A/1
		额定负荷	VA	测量/保护绕组：≥1
		准确级	/	测量/保护绕组：0.5S级，10P10级；使用穿心型，不使用卡合型
六	电压互感器参数			
1	型式或型号		/	干式电磁式、三相五柱
2	额定电压比		/	(1) 相电压：(10kV/√3)/(0.1kV/√3)；
				(2) 零序电压：(10kV/√3)/(0.1kV/√3)；
				(3) 电源：(10kV/√3)/(0.22kV/√3)；
3	准确级		/	(1) 相电压：0.5级；
				(2) 零序电压：3P级；
				(3) 电源：3级；
4	额定负荷		VA	(1) 相电压：30；
				(2) 零序电压：50；
				(3) 电源：3*300；
5	低压绕组1min工频耐压		kV	2
6	额定电压因数		/	1.2倍连续，1.9倍8h
7	熔断器型式		/	限流式
8	熔断器的额定电流（与电压互感器配合使用）		A	1
9	熔断器的额定短路开断电流		kA	50
10	局放要求		pC	1.2Um≤50，1.2Um/√3≤20
七	避雷器参数			
1	型式			复合绝缘金属氧化物避雷器
2	额定电压		kV	17
3	持续运行电压		kV	13.6
4	标称放电电流		kA	5
5	陡波冲击电流下残压峰值（5kA，1/3μs）		kV	≤51.8
6	雷电冲击电流下残压峰值（5kA，8/20μs）		kV	45/50
7	操作冲击电流下残压峰值（250A，30/60μs）		kV	≤38.3
8	直流1mA参考电压		kV	≥24

表2 技术参数特性表（续）

序号	名称		单位	标准参数值
9	75%直流1mA参考电压下的泄漏电流		mA	≤50
10	工频参考电压（有效值）		kV	≥16
11	工频参考电流（峰值）		mA	1
12	持续电流	全电流	mA	0.8
		阻性电流	mA	150
13	长持续时间冲击耐受电流		A	150（峰值）
14	4/10 μ s大冲击耐受电流		kA	65（峰值）
八	母线参数			
1	材质		/	T2铜
2	额定电流		A	630
3	额定峰值耐受电流		kA	50

4.4.2 开关设备

环保型气体绝缘金属封闭开关设备柜内开关设备可选用断路器及隔离开关等，各设备的功能和性能应满足DL/T 402、DL/T 403、DL/T 486、DL/T 538、DL/T 593、GB/T 1984、GB/T 1985、GB/T 11022、GB/T 11032及GB 20840标准的规定，开关应配置直动式分合闸机械指示，开关状态位置应有符号及中文标识。

4.4.3 断路器

- a) 断路器技术参数见4.4.1技术参数特性表。
- b) 真空断路器应采用操动机构与本体一体化的结构。
- c) 真空灭弧室应与型式试验一致的生产厂家、型号、规格。
- d) 真空灭弧室允许储存期最少应为20年，出厂时灭弧室的内部气体压力应低于 1.33×10^{-3} Pa；在允许储存期内，其真空度应满足运行要求。
- e) 真空灭弧室在出厂时应做“老炼”试验，并附有报告。
- f) 应用于投切电容器组的真空断路器必须选用C2级断路器。
- g) 真空断路器接地金属外壳上应有防锈的、导电性能良好的、直径为12 mm的接地螺钉，接地点附近应标有接地符号。

4.4.4 隔离开关

隔离开关技术参数见4.4.1技术参数特性表。

4.4.5 接地开关

- a) 接地开关技术参数见4.4.1技术参数特性表。
- b) 操动机构：可手动和电动（如有）操作。
- c) 每组接地开关应装设观察窗或可靠的分/合闸位置指示器。

4.4.6 电流互感器

- a) 电流互感器技术参数见4.4.1技术参数特性表。
- b) 对电流互感器应提供下列数据：励磁特性曲线、拐点电压、70℃时最大二次电阻值等。
- c) 环保型气体绝缘金属封闭开关设备柜内的电流互感器在出厂前应做伏安特性筛选，同一柜内的三相电流互感器伏安特性应相匹配，并有出厂报告。
- d) 采用电磁式电流互感器。采用穿芯式结构（计量柜除外）；CT要求配置单绕组（同时满足保护/测量精度），准确度要求为0.5S（5P10）；保护CT原则上不允许安装在电缆上，保护范围涵盖电缆附件，同时便于产品出厂前完成CT安装，减少现场安装。参数如表3所示。

表3 电磁式电流互感器参数表

变比	准确度	容量 (VA)	最大外形 (长×宽×高) (mm)
600/1A	0.5S (5P10)	≥1	400×180×90
600/5A	0.5S (5P10)	≥5	

e) 如采用电子式互感器，参数如表4所示。

表 4 电子式电流互感器参数表

项目	要求值
最大变比	单相电子式：600/1V 三相一体式：相：600/1V、零序：20/0.2
精度	单相电子式：计量 0.5s、保护 10P10, 三合一兼容 三相一体式：计量 0.5s、保护 5P10, 三合一兼容
容量	≥2.5VA
负载阻抗	≥20kΩ
线圈形式	不限 (LPCT 线圈或其他)
接口形式	矩形连接器

f) 零序电流互感器采用穿芯式结构，参数如表5所示。

表 5 零序电流互感器参数表

变比	准确度	容量 (VA)	备注
50/1A	一次侧输入电流为 1A 至额定电流时 比值差≤3%，一次侧电流输入 250A 时，复合误差≤10%	≥1	零序 CT，如有则安装在电 缆井
100/1A	一次侧输入电流为 1A 至额定电流时 比值差≤3%，一次侧电流输入 500A 时，复合误差≤10%	≥1	

4.4.7 电压互感器

- a) 电压互感器技术参数见4.4.1技术参数特性表。
- b) 采用电磁式电压互感器，采用支柱式结构，对于非配电自动化终端方案，电压互感器参数如表6所示。

表 6 电磁式电压互感器参数表

项目	要求值	
PT 变比	10/0.1/0.22kV	
PT 绕组数	双绕组	
PT 精度	0.5/3	0.2/3
PT 容量	测量≤50VA 供电≤2×500VA	测量≤20VA 供电≤2×500VA
安装尺寸	300 mm×265 mm (宽×深)，4-Φ13 mm，出线端子 (美式) 高度 260 mm	

c) 对于配电自动化终端方案，电压互感器结构型式为三相五柱式，参数如表7所示。

表 7 表三相五柱式电压互感器参数表

项目	要求值
变比	相电压：(10kV/√3)/(0.1kV/√3) 零序电压：(10kV/√3)/(0.1kV/√3) 供电相电压：(10kV/√3)/(0.22kV/√3)
准确级	相电压：0.5级 零序电压：3P级 供电：3级
型式	三相五柱式
单相输出容量	≥30VA
零序输出容量	≥50VA
供电容量	3×300VA，短时3000VA/1s
局放	1.2U _n ≤20pC
温度	-40℃~+40℃、-25℃~+40℃
一次连接形式	与200A美式肘型头配套使用
安装尺寸（mm）	430mm×300mm（宽×深），4-Φ13mm，出线端子高度270mm

4.4.8 避雷器

避雷器技术参数见4.4.1技术参数特性表。

4.4.9 主母线

- a) 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的主母线应采用绝缘母线或母线连接器，柜与柜间用金属隔板隔开，但不得产生涡流，两端母线应用绝缘封堵密封。
- b) 主母线接合处应有防止电场集中和局部放电的措施。
- c) 材质为T2铜，铜排导电率≥97%IACS。

4.4.10 操动机构

操动机构采用弹簧操动机构，应保证断路器能三相分、合闸以及三相跳闸和自动重合闸；且自身应具备防止跳跃的性能，应配备断路器的分合闸指示，操动机构的计数器，储能状态指示应明显清晰，便于观察，且均用中文表示；弹簧操动机构应能电动机储能并可手动储能，并配置紧急脱扣装置。

4.4.11 五防

环保型气体绝缘金属封闭开关设备应具有可靠的“五防”功能：防止误分、误合断路器；防止带负荷分、合隔离开关；防止带电合接地开关；防止带接地开关送电；防止误入带电间隔。

4.4.12 照明加热及温湿度控制

环保型气体绝缘金属封闭开关设备仪表室应有照明装置，柜内应具备驱潮及加热设施；电缆室应设有专用接地铜排，截面不小于100mm²，铜排两端应装设足够的螺栓以备接至变电站的等电位接地网上。

4.4.13 端子排及接线要求

- a) 端子排按不同功能进行划分，端子排布应考虑各插件的位置，避免接线相互交叉。
- b) 端子排列应符合标准，正、负极之间应有间隔，断路器的跳闸和合闸回路、直流(+)电源和跳合闸回路不能接在相邻端子上，并留有一定的备用端子等，端子排应编号。
- c) 按照“功能分段”的原则，环保型气体绝缘金属封闭开关设备内的端子排应按照如下的要求分别设置：电流互感器回路，电压互感器回路，交流电源回路，直流电源回路，断路器的控制、

操作、“五防”闭锁回路；其中“五防”闭锁回路由各厂家按照相关“五防”要求完成，应注意预留环保型气体绝缘金属封闭开关设备外闭锁条件接口。

- d) 环保型气体绝缘金属封闭开关设备柜内避免使用双层端子排。

4.4.14 配电自动化终端要求

- a) 集中式站所终端（以下简称终端）采用模块化可扩展设计，由核心单元、电源模块和电池组构成；各模块采取标准化设计；模块直接通过标准化线束连接；终端结构和内部组成应符合设计要求；核心单元采用集中式组屏安装型式，外形结构应符合设计要求；终端与一次设备连接采用矩形连接器形式，终端模块之间连接采用矩形连接器方式。
- b) 终端具备数据采集、远程控制、故障就地动作，线损测量、通信等功能，同时具备接收当地一次设备状态监测数据并分析处理能力。
- c) 终端与主站通信的数据传输规约应采用符合DL/T 634标准的104通信规约。
- d) 供电电源采用交流三相供电，在供电线路故障（三相供电时断任意一相电）时，交流电源可供终端正常工作。
- e) 后备电源应采用免维护阀控铅酸蓄电池或超级电容，或采用其它新能源电池；后备电源额定电压48 V。单节电池容量大于等于12 Ah。
- f) 终端配置远程无线通信模块、本地通信模块两类通信模块，并配置2路以太网口、4路串行通信接口（3路RS485，1路RS232）、1路RS-232维护串口等外部接口。其中，2路以太网口、4路串行通信接口、1路维护串口采用固化设计，两类通信模块应采用模块化可插拔设计，应满足不同厂家、相同功能模块的可互换要求。

5 试验方法

5.1 外观

以目视和手动检查的方法进行，相关项目应符合本标准的要求。

5.2 绝缘试验

试验要求按DL/T 593的规定，凝露下的耐压试验，试验方法按DL/T 404的规定进行。

5.3 局部放电试验

试验要求按GB/T 7354和DL/T 404中的规定，在 $1.2U_r$ 下，局部放电量整柜 ≤ 10 pC。

5.4 温升试验

试验要求按DL/T 593的规定，对环保型气体绝缘金属封闭开关设备通入1.1倍的额定电流进行试验，温升试验后主回路的电阻变化不得大于温升试验前的20%。

5.5 主回路的电阻测量

试验要求按DL/T 593的规定进行，其电阻值由产品技术条件规定，短路试验前后电阻变化不得大于20%；当额定电流大于或等于100 A时，应以电流、电压法测量。

5.6 短时耐受电流和峰值耐受电流

短时耐受电流和峰值耐受电流试验适用于断路器单元，试验方法应符合DL/T 593中的规定，在三相回路上进行。

5.7 关合开断与电寿命试验

断路器的短路关合和开断试验、容性电流开合试验按DL/T 402的规定进行，电寿命试验按DL/T 403的规定进行，开断试验前、后均应进行主绝缘对地、相间及断口间的工频和冲击耐压试验。

5.8 防护等级试验

试验按DL/T 593的规定进行。

5.9 内部燃弧试验

试验按DL/T 404的规定进行，燃弧持续时间应 ≥ 0.5 s。

5.10 机械特性试验

断路器、隔离开关、接地开关的机械特性试验分别按DL/T 402、DL/T 486中的相关规定进行，断路器、隔离开关、接地开关应操作50次，可插拔部件应插入、抽出各25次，以检验其操作是否良好。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为出厂试验和型式试验

6.2 出厂试验

6.2.1 一般要求

- a) 出厂试验不应给产品的性能和可靠性带来损害。
- b) 每台产品必须经出厂试验，合格后方可出厂。
- c) 出厂产品均应附有产品合格证、有关出厂试验报告等相应的技术文件，如有协议要求，任一项出厂试验项目可作为对产品的验收内容。
- d) 出厂试验应符合GB 3906、DL/T 404和DL/T 593中的规定，还应符合相应的产品标准及本标准的规定。

6.2.2 出厂试验项目

出厂试验项目见表8

表 8 出厂试验项目

序号	出厂试验项目	断路器单元
1	工频电压试验	△
2	局部放电测量	△
3	辅助回路和控制回路绝缘试验	△
4	机械特性试验	△
5	机械操作试验	△
6	防误操作装置或电气、机械联锁装置功能的试验	△
7	功能检查试验	△
8	气箱密封试验（仅限气体绝缘金属封闭开关设备）	△
9	接线正确性通电试验	△
注：“△”为必试项目		

6.3 型式试验

6.3.1 一般要求

- a) 环保型气体绝缘金属封闭开关设备应进行第三方型式试验，目的在于验各种性能要求是否符合标准的要求。
- b) 型式试验应在典型的同一环网单元上完成。
- c) 应由具备国家认可资质的的第三方检测机构进行。
- d) 型式试验应符合GB/T 3906、DL/T 404和DL/T 593中的规定，并应有主要元件的型式试验和出厂试验报告。

6.3.2 有下列情况之一者，应进行型式试验：

- a) 新产品的试制定型和老产品转厂生产。
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变影响产品性能。
- c) 正常批量生产每八年进行一次。
- d) 停产一年后再次恢复生产。
- e) 出厂试验结果与上次型式试验有较大差异。
- f) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求。

6.3.3 型式试验项目

型式试验项目见表9

表 9 型式试验项目

序号	型式试验项目	断路器单元
1	工频电压试验	△
2	雷电冲击电压试验	△
3	局部放电测量	△
4	温升试验	△
5	主回路电阻测量	△
6	额定峰值耐受电流和短时耐受电流试验	△
7	额定短路关合能力试验	△
8	额定短路开断能力试验	△
9	防护等级试验	△
10	内部燃弧试验	△
11	机械特性试验	△
12	机械寿命试验	△
13	异相接地故障试验	△
14	额定容性电流开合试验（电缆充电电流）	△
15	接地短路关合试验	△
16	电寿命试验	△
17	高低温试验	*
18	凝露试验	*
19	电磁兼容试验	△
20	充气隔室的压力耐受试验	△
21	气体状态检测（包含微水、气体成分、混合比）	△
注：“△”为必试项目；“*”为需要时进行的试验项目。		

7 标志

产品的铭牌应符合GB/T 3906的规定，应有如下内容：

- a) 产品型号
- b) 产品名称
- c) 额定电压
- d) 额定电流

- e) 额定频率
- f) 额定工频耐受电压
- g) 额定雷电冲击耐受电压
- h) 额定短时耐受电流
- i) 额定峰值耐受电流
- j) 额定短路持续时间
- k) 额定操作电压
- l) 额定辅助电压
- m) 额定短路开断电流
- n) 内部燃弧等级
- o) 出厂编号
- p) 制造年月
- q) 制造厂名称
- r) 环保气体
- s) 气体压力

8 包装、运输和储存

8.1 包装

- a) 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的包装应符合GB/T 191的规定，所需的备品备件及专用工具与仪器仪表应单独装箱并装在包装箱内，在箱上注明“专用工具”、“仪器仪表”，以与本体相区别；并标明：“防尘”、“防潮”、“防止损坏”、“易碎”、“向上”、“勿倒”等字样，同主设备一并发运。
- b) 环保型气体绝缘金属封闭开关设备的随机文件应至少包括：装箱清单、产品合格证书、土建基础图纸、出厂试验报告、操作指南、安装使用说明书、其他仪表的使用说明书及备品备件等清单（如有）。
- c) 环保型气体绝缘金属封闭开关设备应有接线端子、运输及起吊部位、中心线、连接部位、接地部位等标记，标志；标志内容应符合相关标准规定。
- d) 环保型气体绝缘金属封闭开关设备应有能承受整体总重量的起吊装置，应在运输文件中附上尺寸图和重量，并提供起吊图纸和说明，包装箱上应有起吊标志。
- e) 包装箱上应注明：产品名称及型号、出厂编号及箱号、箱体尺寸（长×宽×高）、到站及收货单位、发站及发货单位、小心轻放、不准倒置、防潮等标志。

8.2 运输

包装后的产品在避免日晒、雨雪直接浇袭，避免跌落、碰撞的条件下，可适用于公路、铁路、水路和空运等各种运输方式；环保型气体绝缘金属封闭开关设备内部结构应在经过正常铁路、公路及水路运输后相互位置不变，紧固件不得松动；变压器运输时，应保持环网单元的所有组、部件以及出厂资料不损坏和不受潮，批量运输时，应使用防撞装置。

8.3 储存

包装后的产品在环境温度 $-30^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于90%（ $+20^{\circ}\text{C}$ ），无腐蚀性气体、无易燃易爆，通风良好的仓库内储存，不得直接放在泥土的地面上。产品投运前应按出厂试验的内容进行检验。