



# 中华人民共和国安全生产行业标准

AQ/T 2073—2019

---

## 金属非金属矿山在用高压开关设备 电气安全检测检验规范

Electrical safety testing-inspecting specification of in-service high-voltage switchgear for  
metal and nonmetal mines

2019-08-12 发布

2020-02-01 实施

---

中华人民共和国应急管理部 发布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 检测检验基本条件 .....	1
5 检测检验项目及周期 .....	2
6 技术要求 .....	3
7 检测检验方法 .....	6
8 检测检验规则 .....	9
9 判定规则 .....	9

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 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。

本标准由中华人民共和国应急管理部提出。

本标准由全国安全生产标准化技术委员会非煤矿山安全分技术委员会(SAC/TC 288/SC 2)归口。

本标准起草单位：山东公信安全科技有限公司、中国矿业大学、中平能化集团中南矿用产品检测检验有限公司、山东金岭矿业股份有限公司。

本标准主要起草人：张振安、史丽萍、李旗、宋宪旺、肖巍、张峰、梁冠营、孙广。

本标准为首次发布。

# 金属非金属矿山在用高压开关设备 电气安全检测检验规范

## 1 范围

本标准规定了金属非金属矿山在用 6 kV、10 kV、35 kV 高压开关设备电气安全检测检验基本条件、检测检验项目及周期、技术要求、检测检验方法、检测检验规则和判定规则。

本标准适用于金属非金属矿山在用高压开关设备电气安全定期检测检验、新安装投运前检测检验。

## 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/T 14598.3—2006 电气继电器 第 5 部分:量度继电器和保护装置的绝缘配合要求和试验

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 继电保护 relay protection

对供电系统中发生的故障或异常情况进行监测,从而发出报警信号或者直接将故障部分隔离、切除的一种措施。

### 3.2

#### 继电保护装置 relay protection equipment

当供电系统中的电力元件或系统本身发生故障,危及供电系统安全运行时,能够向运行值班人员及时发出警告信号或直接向所控制的继电器发出跳闸命令,以终止这些事件发展的成套设备。

## 4 检测检验基本条件

4.1 检测检验用仪器设备准确度应不低于表 1 规定。

表 1 仪器设备准确度

序号	仪器设备	准确度
1	绝缘电阻测试仪器	10 级
2	回路电阻测试仪器	0.5 级
3	继电保护测试仪器	1 级
4	开关机械特性测试仪器	1 级
5	交流耐压试验设备	3 级

4.2 检测检验现场环境温度应不低于 5℃，空气相对湿度应不高于 85%。

4.3 检测检验时应针对现场实际情况制定安全技术措施。

## 5 检测检验项目及周期

5.1 定期检测检验项目及周期见表 2。

表 2 定期检测检验项目及周期

序号	检测检验项目	周期
1	外观及内部连接	1 年
2	主回路绝缘电阻	1 年
3	辅助回路和控制回路绝缘电阻	1 年
4	断路器导电回路电阻	1 年
5	操作控制电压	1 年
6	断路器合闸时间、分闸时间和分、合闸同期性	2 年
7	主回路交流耐压	2 年
8	防止误操作功能	1 年
9	继电保护	1 年

5.2 新安装投运前检测检验项目见表 3。

表 3 新安装投运前检测检验项目

序号	检测检验项目	备注
1	外观及内部连接	
2	主回路绝缘电阻	
3	辅助回路和控制回路绝缘电阻	
4	断路器导电回路电阻	
5	操作控制电压	
6	断路器合闸时间、分闸时间和分、合闸同期性	
7	主回路交流耐压	
8	辅助回路和控制回路交流耐压	
9	防止误操作功能	
10	电压抽取(带电显示)装置	
11	压力表和压力动作阀	真空断路器不检此项目
12	继电保护	

## 6 技术要求

### 6.1 外观及内部连接

高压开关设备外壳应无影响安全性能的缺陷,元器件应完好、无缺损,内部连接及外部插口应无松动、焊口无开焊,分合闸位置指示应正确。

### 6.2 主回路绝缘电阻

主回路绝缘电阻应不低于表 4 的要求。

表 4 主回路绝缘电阻限值

电压等级 kV	绝缘电阻限值 MΩ	
	新安装投运前	定期
6	1200	300
10	1200	300
35	3000	1000

### 6.3 辅助回路和控制回路绝缘电阻

辅助回路和控制回路绝缘电阻均应不低于 2 MΩ。

### 6.4 断路器导电回路电阻

断路器导电回路电阻值应不大于出厂值的 1.2 倍。不能获得出厂值时,宜不大于表 5 规定值的 1.2 倍。

表 5 导电回路电阻限值

额定电流 A	导电回路电阻 μΩ
630 及以下	95
800~2 000	75
2 500 及以上	60

### 6.5 操作控制电压

6.5.1 对于交流操作,控制电压为额定电压的 85%~110%时,断路器应可靠合闸和分闸。

6.5.2 对于直流操作,控制电压为额定电压的 80%~110%时,断路器应可靠合闸;控制电压为额定电压的 65%~120%时,断路器应可靠分闸。

6.5.3 操作控制电压为额定电压的 30%以下时,断路器应不能自行分闸。

### 6.6 断路器合闸时间、分闸时间和分、合闸同期性

断路器的合闸时间、分闸时间和分、合闸同期性应不大于出厂值。不能获得出厂值时,合闸时间应

不大于 100 ms,分闸时间应不大于 60 ms,分、合闸同期性应不大于 5 ms。

### 6.7 主回路交流耐压

试验电压按表 6 的规定。试验过程中应无异常声响及闪络放电现象,试验后绝缘电阻不应降低。

表 6 交流耐压试验电压

单位为千伏

额定电压	试验电压
6	30
10	42
35	95

### 6.8 辅助回路和控制回路交流耐压

试验电压为 2 kV。试验过程中应无异常声响及闪络放电现象,试验后绝缘电阻不应降低。

### 6.9 防止误操作功能

高压开关设备应具备防止误分(合)断路器、防止带负荷拉(合)隔离开关、防止带电挂(合)接地线(开关)、防止带接地线合断路器、防止误入带电间隔的功能。

### 6.10 电压抽取(带电显示)装置

电压抽取(带电显示)装置应工作正常。

### 6.11 压力表和压力动作阀

压力表和压力动作阀应完好,且有检验合格证。

### 6.12 继电保护

#### 6.12.1 保护装置外观

- 6.12.1.1 装置零部件应齐全,外壳应无变形、破损。
- 6.12.1.2 端子的引线压接、插接、焊接应牢固可靠。
- 6.12.1.3 导线端、端子应有标号。
- 6.12.1.4 按键、按钮、开关操作应灵活,无卡阻、能复位。
- 6.12.1.5 继电器可动部分应动作灵活,触头应接触良好、无烧损。
- 6.12.1.6 漆封部位应漆封完整。

#### 6.12.2 二次回路

6.12.2.1 新安装投运前高压开关设备的二次回路应符合下列要求:

- a) 二次接线应正确,端子排引线螺钉压接应可靠;
- b) 装置内、外部接线应正确;
- c) 电流、电压、直流控制、信号回路的所有端子各自连接在一起,其绝缘电阻均应大于 10 MΩ;
- d) 使用触点输出的信号回路,其绝缘电阻应大于 1 MΩ。

6.12.2.2 运行中高压开关设备,二次回路绝缘电阻应大于 1 MΩ。



### 6.12.3 介质强度

进行介质强度试验时,不应出现击穿或闪络。

### 6.12.4 电流、电压互感器

6.12.4.1 互感器的铭牌参数应完整,出厂合格证及试验资料应齐全。

6.12.4.2 互感器的变比、容量、准确级应与供电图一致。

6.12.4.3 互感器各次绕组的连接方式及其极性关系应与接线图一致。

### 6.12.5 上电检查

6.12.5.1 打开装置电源,装置应能正常工作。

6.12.5.2 装置的硬件和软件应有版本号、校验码等信息。

6.12.5.3 时钟应能调校。

### 6.12.6 操作箱(具有时)

6.12.6.1 防止断路器跳跃回路应满足运行要求。

6.12.6.2 交流电压的切换回路应正确。

6.12.6.3 合闸回路、跳闸回路接线应正确,且各回路不存在寄生回路。

6.12.6.4 操作箱中的出口继电器应在55%~70%额定电压范围内可靠动作,其他逻辑回路的继电器,应满足80%额定电压下可靠动作。

### 6.12.7 键盘、按钮、人机界面

6.12.7.1 按键、按钮操作灵活,功能正确。

6.12.7.2 人机界面屏显清晰、稳定,功能应与厂家说明书相同。

### 6.12.8 故障记录及信息输出

6.12.8.1 继电保护装置应具有故障指示或故障信息输出功能。

6.12.8.2 微机继电保护装置应以时间顺序记录的方式记录正常运行的操作信息。

6.12.8.3 微机继电保护装置应能输出装置本身的自检信息。

### 6.12.9 通道线性度试验及采样值打印、正确性分析

6.12.9.1 交流电流各通道电流显示值应清晰稳定,且与外加电流值相等,最大误差应小于±5%。

6.12.9.2 交流电压各通道显示值应清晰稳定,最大误差应小于±5%。

### 6.12.10 保护动作定值

6.12.10.1 继电保护装置整定值应与供电系统图中标注的定值或定值单中的数据相符。

6.12.10.2 继电保护装置动作值误差应不超过±5%。

### 6.12.11 出口、压板及信号回路的通电检查

新安装投运前的继电保护装置的出口、压板、信号回路、相别、相位、所保护的方向、互感器二次电压、电流幅值应与继电保护原理图相符。

### 6.12.12 传动试验

继电保护装置传动至断路器,断路器应动作可靠。

## 7 检测检验方法

### 7.1 外观及内部连接

目测检查设备外壳、分合闸指示、内部元器件及连接。

### 7.2 主回路绝缘电阻

7.2.1 使用电压不低于 2500 V 的绝缘电阻测试仪器测量。

7.2.2 主回路绝缘试验应按照表 7 的规定进行。

表 7 主回路绝缘试验

序号	断口状态	电压施加于	接地于
1	合闸	AaCc	BbF
2	合闸	Bb	AaCcF
3	分闸	ABC	abcF

7.2.3 交流耐压前后均应进行测量。

### 7.3 辅助回路和控制回路绝缘电阻

使用电压 500 V 的绝缘电阻测试仪器进行测量。若进行交流耐压试验,应在交流耐压前后分别进行测量。

### 7.4 断路器导电回路电阻

7.4.1 使用电流不小于 100 A 的回路电阻测试仪器进行测量。

7.4.2 在断路器合闸状态下分相测量。

### 7.5 操作控制电压

使用继电保护测试仪器对操作机构分别施加规定电压的上限值和下限值,验证操作机构是否动作。

### 7.6 断路器合闸时间、分闸时间和分、合闸同期性

使用开关机械特性测试仪器进行测量。

### 7.7 主回路交流耐压

7.7.1 使用交流耐压试验设备进行试验。

7.7.2 主回路交流耐压试验应按照表 6、表 7 的规定进行,施加规定电压时间 1 min。

### 7.8 辅助回路和控制回路交流耐压

7.8.1 使用交流耐压试验设备进行试验。

7.8.2 对被试辅助回路、控制回路施加规定试验电压,试验时非被试端子应可靠接地。

### 7.9 防止误操作功能

目测检查开关柜是否具有防止误操作功能,验证其功能是否安全可靠。

## 7.10 电压抽取(带电显示)装置

目测检查电压抽取(带电显示)装置功能是否正常。

## 7.11 压力表和压力动作阀

目测检查压力表、压力动作阀是否完好,查验压力表、压力动作阀检验合格证是否有效。

## 7.12 继电保护

### 7.12.1 保护装置外观

7.12.1.1 目测检查装置零部件、外壳、端子的引线、导线端、端子、继电器。

7.12.1.2 手动检查按键、按钮、开关。

### 7.12.2 二次回路

7.12.2.1 使用电压等级 500 V 的绝缘电阻测试仪器测量绝缘电阻。

7.12.2.2 绝缘电阻的测量按 GB/T 14598.3—2006 中 6.2.2 规定的方法进行。

7.12.2.3 其余进行目测检查。

### 7.12.3 介质强度

介质强度的试验按 GB/T 14598.3—2006 中 6.1.4 规定的方法进行。

### 7.12.4 电流、电压互感器

7.12.4.1 目测检查互感器铭牌参数,查看资料。

7.12.4.2 使用变比组别测试仪,测试互感器各次绕组间的极性关系。

### 7.12.5 上电检查

7.12.5.1 装置送电,检查记录装置的硬件和软件版本号、校验码等信息。

7.12.5.2 检查校对时钟。

### 7.12.6 操作箱

7.12.6.1 检查交流电压的切换回路、防止断路器跳跃回路。

7.12.6.2 按设计图纸检查合闸回路、跳闸回路接线,核查各回路是否存在寄生回路。

7.12.6.3 对继电器施加规定电压,验证动作可靠性。

### 7.12.7 键盘、按钮、人机界面

按说明书,对每个功能操作检查,观察界面显示的各菜单的正确性、顺序性,核对操作过程与操作键相对应的功能与显示顺序的对应性。

### 7.12.8 故障记录及信息输出

7.12.8.1 查看继电保护装置是否具有故障指示或故障信息输出功能。

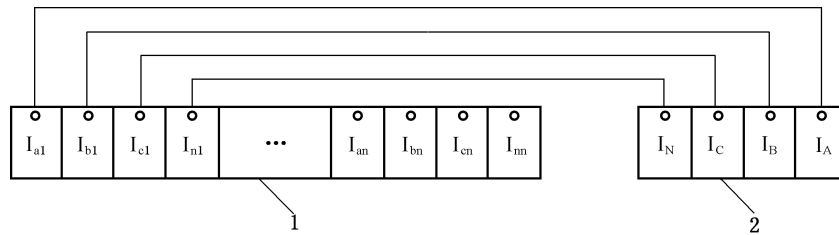
7.12.8.2 在整定值校验后,查看微机继电保护装置故障记录的内容及故障信息输出的内容。

### 7.12.9 通道线性度试验及采样值打印、正确性分析

7.12.9.1 用继电保护测试仪器进行线性度测量。

7.12.9.2 交流电流通道线性度试验方法：

a) 试验接线如图 1 所示；



说明：

1——柜后竖端子排电流端子；

2——继电保护测试仪器。

图 1 电流通道线性度试验接线

b) 操作装置界面键盘或触摸屏，调出通道有效值测试菜单；

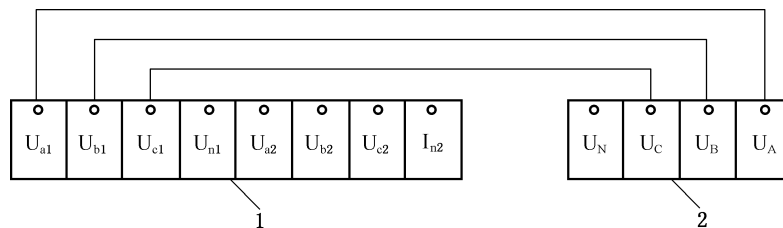
c) 操作继电保护测试仪器，对于电流互感器二次标称额定电流为 5 A 的装置，在 a 相分别通入 0.5 A、5 A、25 A 的电流，观察并记录  $I_{a1}$  电流通道显示的各电流值；对于电流互感器二次标称额定电流为 1 A 的装置，在 a 相分别通入 0.1 A、0.5 A、1 A、10 A 的电流，观察并记录  $I_{a1}$  电流通道显示的各电流值；

d) 分别加 b 相、c 相电流，重复上述试验；

e) 按上述步骤对其他各组进行试验。将继电保护测试仪器的三相输出线分别改接到  $I_{a2}$ 、 $I_{b2}$ 、 $I_{c2}$ 、 $I_{n2}$ …… $I_{an}$ 、 $I_{bn}$ 、 $I_{cn}$  及  $I_{nn}$  电流端子上，重复上述试验。

7.12.9.3 交流电压通道线性度试验方法：

a) 试验接线如图 2 所示；



说明：

1——柜后竖端子排电压端子；

2——继电保护测试仪器。

图 2 交流电压通道试验接线

b) 操作装置界面键盘或触摸屏，调出“通道有效值”显示菜单中的电压通道显示值；

c) 操作继电保护测试仪器，使输出电压为三相对称电压，三相电压输出分别为 5 V、57.7 V、70 V、80 V 时，观察并记录屏幕显示的电压值；

d) 按上述步骤对其他组进行试验。将测试仪器的三相输出线分别改接到  $U_{a2}$ 、 $U_{b2}$ 、 $U_{c2}$  端子上，重复上述试验、观察及记录。

7.12.10 保护动作定值

7.12.10.1 核对继电保护装置整定值与供电系统图中标注的定值或定值单中的数据是否相符。

7.12.10.2 使用继电保护测试仪器，遵循以下原则进行继电保护装置定值校验：

a) 应在每一元件检测检验完毕之后进行；

- b) 试验接线回路中的电源及时间测量连线均应直接接到被试保护柜的端子排上；
- c) 交流电压、电流试验接线的相对极性关系应与实际运行接线中电压、电流互感器接到屏柜上的相对相位关系一致；
- d) 除所通入的交流电流、电压为模拟故障值并断开断路器的跳、合闸回路外，其余应为实际运行状态，不得人为改变；
- e) 装置整定的动作时间为自向保护屏柜通入模拟故障分量至保护动作向断路器发出跳闸脉冲的全部时间。

#### 7.12.11 出口、压板及信号回路的通电检查

- 7.12.11.1 目测检查各回路，查阅继电保护装置设计资料。
- 7.12.11.2 拆下电压互感器、电流互感器二次侧接线，使用继电保护测试仪器在线端通入额定电压、额定电流，验证装置性能是否正常。
- 7.12.11.3 使用继电保护测试仪器在电流互感器一次侧通入不低于20%的额定电流的电流，在电压互感器一次侧加工作电压，测量互感器二次侧的电压、电流的幅值及相位关系。
- 7.12.11.4 对使用电压互感器三次电压或零序电流互感器电流的装置，利用一次电流与工作电压向装置中的相应元件通入模拟的故障量或改变被检查元件的试验接线方式，判明装置接线的正确性。
- 7.12.11.5 测量电流差动保护各组电流互感器的相位及差动回路中的差电流(或差电压)，判明差动回路接线的正确性及电流变比补偿回路的正确性。差动保护还应测量各中性线的不平衡电流、电压。

#### 7.12.12 传动试验

使用继电保护测试仪器进行传动试验。

### 8 检测检验规则

- 8.1 高压开关设备的定期检测检验应在每年的雨季前进行，新安装投运前检测检验过的高压开关设备应在次年雨季前进行定期检测检验。
- 8.2 对停止运行6个月以上的高压开关设备投入运行前应按本标准进行检测检验。

### 9 判定规则

#### 9.1 继电保护

- 9.1.1 新安装投运前检测检验时，规定项目中有一项及以上不符合本标准要求，则判定继电保护不合格。
- 9.1.2 定期检测检验时，出现下列情况之一则判定继电保护不合格：
  - a) 6.12.10、6.12.11、6.12.12中，有一项及以上不符合本标准要求；
  - b) 6.12中其他项目有两项及以上不符合本文件要求。

#### 9.2 高压开关设备

表2、表3中检测检验项目有一项及以上不合格则判定高压开关设备不合格。