



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 20990.1—2020

代替 GB/T 20990.1—2007, GB/T 28563—2012

## 高压直流输电晶闸管阀 第 1 部分：电气试验

Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission—  
Part 1: Electrical testing

(IEC 60700-1:2015, MOD)

2020-12-14 发布

2021-07-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
3.1 绝缘配合术语 .....	1
3.2 阀结构术语 .....	2
3.3 型式试验术语 .....	2
3.4 产品试验术语 .....	3
4 一般要求 .....	3
4.1 型式试验导则 .....	3
4.2 大气修正 .....	4
4.3 冗余的处理 .....	4
4.4 型式试验成功的判据 .....	4
5 型式试验列表 .....	5
6 阀支架绝缘试验 .....	7
6.1 试验目的 .....	7
6.2 试品 .....	7
6.3 试验要求 .....	7
7 多重阀单元(MVU)绝缘试验 .....	8
7.1 试验目的 .....	8
7.2 试品 .....	8
7.3 试验要求 .....	9
8 阀端子间绝缘试验 .....	11
8.1 试验目的 .....	11
8.2 试品 .....	11
8.3 试验要求 .....	11
8.4 阀非周期触发试验 .....	15
9 周期性触发和关断试验 .....	16
9.1 试验目的 .....	16
9.2 试品 .....	16
9.3 试验要求 .....	16
10 恢复期暂态正向电压试验 .....	20
10.1 试验目的 .....	20

10.2	试品	20
10.3	试验要求	20
11	阀故障电流试验	21
11.1	试验目的	21
11.2	试品	21
11.3	试验要求	22
12	阀抗电磁干扰试验	23
12.1	试验目的	23
12.2	试品	24
12.3	试验要求	24
13	特殊功能试验及故障容许试验	24
13.1	试验目的	24
13.2	试品	25
13.3	试验要求	25
14	产品试验	25
14.1	概述	25
14.2	试验目的	25
14.3	试品	26
14.4	试验要求	26
14.5	例行试验——最低要求	26
15	确定损耗的方法	27
16	型式试验结果描述	27
附录 A (规范性附录)	试验安全系数	28
附录 B (规范性附录)	局部放电测量	32

## 前 言

GB/T 20990《高压直流输电晶闸管阀》拟发布如下部分：

- 第1部分：电气试验；
- 第2部分：术语；
- 第3部分：基本额定值(限值)和特性。

本部分为 GB/T 20990 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 20990.1—2007《高压直流输电晶闸管阀 第1部分：电气试验》和 GB/T 28563—2012《±800 kV 特高压直流输电用晶闸管阀电气试验》。

本部分与 GB/T 20990.1—2007 相比，主要技术变化如下：

- 修改了规范性引用文件(见第2章,2007年版的第2章)；
- 删除了术语“内绝缘与外绝缘”“阀支架”“阀结构”和“冗余晶闸管级”(见2007年版的第3章)；
- 将“电介质试验”修改为“绝缘试验”(见3.3.1、4.3.1、第6章、第7章、第8章,2007年版的3.3.1、4.3.1、第6章、第7章、第8章)；
- 将“试验对象”修改为“试品”(见4.1.2、6.2、8.2、8.4.2、9.2、10.2、11.2、12.2、13.2、14.3,2007年版的4.1.2、6.2、8.2、8.4.2、9.2、10.2、11.2、12.2、13.2、14.2)；
- 修改了“大气修正”中列项“气压”的内容(见4.2,2007年版的4.2)；
- 将2007年版的4.4、9.3.1、9.3.3、12.3、第14章中的悬置段分别改为4.4.1、9.3.2.1、9.3.4.1、12.3.1、14.1“概述”，其后面的条的编号顺延(见4.4、9.3.2、9.3.4、12.3、第14章,2007年版的4.4、9.3.1、9.3.3、12.3、第14章)；
- 修改了型式试验期间允许的故障晶闸管级数量(见表1,2007年版的表1)；
- 修改了型式试验项目表(见表2,2007年版的表2)；
- 删除了“阀支架交流电流试验”中的“试验之前,应将阀支架短路接地至少2 h”要求(见2007年版的6.3.2)；
- 增加了“阀支架的陡波前冲击试验”一条(见6.3.6)；
- 修改了多重阀单元交流电压试验要求(见7.3.2,2007年版的7.3.2)；
- 增加了“多重阀(MVU)的陡波前冲击试验”(见7.3.5)；
- 增加了“阀的湿态直流电压试验”一条(见8.3.2)；
- 修改了阀交流电压试验要求(见8.3.3,2007年版的8.3.2)；
- 将“ $V_{DSM}$ ——额定的晶闸管正向浪涌电压非重复峰值”修改为“ $V_{DSM}$ ——额定的晶闸管断态不重复峰值电压”(见8.3.4,2007年版的8.3.3)；
- 增加了“阀的湿态操作冲击试验”(见8.3.6)；
- 修改了“阀陡波前冲击试验”中,耐受电压的表达式(见8.3.8,2007年版的8.3.6)；
- 将“ $U_{v0max}$ ——变压器阀侧最高稳态空载相间电压”修改为“ $U_{v0max}$ ——变压器阀侧最高稳态空载线电压”(见9.3.2.1,2007年版的9.3.1)；
- 将“最大持续触发电压试验”“最大持续恢复电压试验”“热运行试验”相关表达式中的“ $\alpha_{max}$ ”“ $\mu_{max}$ ”“ $\gamma_{max}$ ”分别修改为“ $\alpha$ ”“ $\mu$ ”“ $\gamma$ ”(见9.3.2.2~9.3.2.4,2007年版的9.3.1.1~9.3.1.3)；
- 修改了“最大恢复电压试验”中,恢复阶跃电压的表达式(见9.3.2.3,2007年版的9.3.1.2)；

- 修改了“最小关断角试验”中,恢复阶跃电压的表达式(见 9.3.4.3,2007 年版的 9.3.3.2);
- 将“ $U_{v0max}$ ——变压器阀侧的稳态最高空载相间电压”修改为“ $U_{v0max}$ ——变压器阀侧的最高稳态空载线电压”,将“延迟角”修改为“触发角”(见 9.3.3,2007 年版的 9.3.2);
- 将“最小交流电压试验”电压表达式中的“ $n_t$ ”“ $n_v$ ”分别修改为“ $N_{tut}$ ”“ $N_t$ ”,“ $U_{v0min}$ ——变压器阀侧的稳态最低空载相间电压”修改为“ $U_{v0min}$ ——变压器阀侧稳态最低空载线电压”(见 9.3.4.1,2007 年版的 9.3.3);
- 将“最小触发角试验”相关表达式中的“ $\alpha_{min}$ ”修改为“ $\alpha$ ”(见 9.3.4.2,2007 年版的 9.3.3.1);
- 修改了最小关断角试验要求(见 9.3.4.3,2007 年版的 9.3.3.2);
- 修改了暂态欠电压试验要求(见 9.3.5,2007 年版的 9.3.4);
- 修改了断续直流电流试验要求(见 9.3.6,2007 年版的 9.3.5);
- 增加了“保护性触发连续运行试验”(见 9.3.7);
- 增加了“阀损耗验证”(见 9.3.8);
- 修改了恢复期暂态正向电压试验的试验目的(见 10.1,2007 年版的 10.1);
- 修改了恢复期暂态正向电压试验要求(见 10.3,2007 年版的 10.3);
- 修改了阀故障电流试验的试验目的(见 11.1,2007 年版的 11.1);
- 修改了再加正向电压的单波故障电流试验要求(见 11.3.2,2007 年版的 11.3.1);
- 修改了阀抗电磁干扰试验的试验目的(见 12.1,2007 年版的 12.1);
- 修改了特殊功能试验及故障容许试验的试验目的(见 13.1,2007 年版的 13.1);
- 修改了运行试验安全系数的值(见 A.3,2007 年版的 A.5);
- 修改了局部放电测量要求(见 B.1,2007 年版的 B.1);
- 删除了附录 C(见 2007 年版的附录 C)。

本部分与 GB/T 28563—2012 相比,主要技术变化如下:

- 删除了术语“内绝缘与外绝缘”“阀支架”“阀结构”“冗余晶闸管级”“晶闸管级”“阀组件”“多重阀单元”“高(压)端 12 脉波换流桥”和“低(压)端 12 脉波换流桥”(见 2012 年版第 3 章);
- 修改了“大气修正”中列项“气压”的内容(见 4.2,2012 年版的 4.2);
- 修改了型式试验中允许损坏的晶闸管级数量(见表 1,2012 年版的表 1);
- 修改了“多重阀单元(MVU)绝缘试验”中“试品”的规定(见 7.2,2012 年版的 7.2);
- 将“多重阀单元操作冲击试验”电压表达式中的“ $SIPL_m$ ”修改为“ $U_{SIPL_m}$ ”(见 7.3.3,2012 年版的 7.3.3);
- 将“多重阀单元雷电冲击试验”电压表达式中的“ $LIPL_m$ ”修改为“ $U_{LIPL_m}$ ”(见 7.3.4,2012 年版的 7.3.4);
- 修改了阀交流电压试验要求(见 8.3.3,2012 年版的 8.3.3);
- 将“ $V_{DSM}$ ——额定的晶闸管正向浪涌电压非重复峰值”修改为“ $V_{DSM}$ ——额定的晶闸管断态不重复峰值电压”(见 8.3.4,2012 年版的 8.3.4);
- 删除了“阀冲击试验”中的列项 f)(见 2012 年版的 8.3.4);
- 修改了“周期性触发和关断试验”中“试品”的规定(见 9.2,2012 年版的 9.2);
- 修改了周期性触发和关断试验的“总则”(见 9.3.1,2012 年版的 9.3.1);
- 将“延迟角”修改为“触发角”(见 9.3.2.2,2012 年版的 9.3.2.2);
- 修改了断续直流电流试验的要求(见 9.3.6,2012 年版的 9.3.6);
- 修改了恢复期暂态正向电压试验试验目的(见 10.1,2012 年版的 10.1);
- 修改了阀故障电流试验的目的(见 11.1,2012 年版的 11.1);

- 修改了“阀故障电流试验”的“一般要求”(见 11.3.1, 2012 版的 11.3.1);
- 在“阀电磁兼容试验”中“试验目的”的第 2 段末尾增加了“这是因为, 在换流站正常运行时, 这些试验所等效的工况可能会出现, 这些工况不会导致换流站跳闸。”(见 12.1);
- 修改了“产品试验”的“概述”(见 14.1, 2012 年版的 14.1);
- 将条标题“例行试验的目的”修改为“例行试验——最低要求”(见 14.5, 2012 年版的 14.5);
- 将“附录 A”修改为“附录 B”(见附录 B, 2012 年版的附录 A);
- 将“附录 B”修改为“附录 A”(见附录 A, 2012 年版的附录 B)。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 60700-1:2015《高压直流输电晶闸管阀 第 1 部分: 电气试验》。

本部分与 IEC 60700-1:2015 相比, 在结构上增加了 6.3.6、7.3.5、8.3.2、8.3.6、9.3.7、9.3.8, 并将原 8.3.2~8.3.4、8.3.5、8.3.6 分别调整为 8.3.3~8.3.5、8.3.7、8.3.8。

本部分与 IEC 60700-1:2015 的技术性差异(这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(|)进行了标示)及其原因如下:

- 关于规范性引用文件本部分做了具有技术性差异的调整, 以适应我国的技术条件, 调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中, 具体调整如下:
    - 用修改采用国际标准的 GB/T 311.1 代替了 IEC 60071-1;
    - 用修改采用国际标准的 GB/T 7354 代替了 IEC 60270;
    - 用修改采用国际标准的 GB/T 11032 代替了 IEC 60099-4;
    - 用修改采用国际标准的 GB/T 16927(所有部分)代替了 IEC 60060(所有部分);
    - 用修改采用国际标准的 GB/T 16927.1 代替了 IEC 60060-1;
    - 用等同采用国际标准的 GB/T 20989-2017 代替了 IEC 61803;
    - 用等同采用国际标准的 GB/T 27025 代替了 IEC 17025;
    - 增加引用了 GB/T 13498—2017;
  - 删除了术语“内绝缘与外绝缘”“阀支架”“阀结构”“冗余晶闸管级”“晶闸管级”“阀组件”和“多重阀单元”(见 IEC 60700-1:2015 的 3.1、3.2);
  - 删除了“型式试验术语”和“产品试验术语”中的“注”(见 IEC 60700-1:2015 的 3.3、3.4);
  - 删除了“型式试验成功判据”的“概述”中的部分内容(见 IEC 60700-1:2015 的 4.4.1);
  - 在表 2 中增加了脚注, 区分可选项(见表 2);
  - 将“最高试验电压的 50%”修改为“1 min 试验电压的 50%”(见 6.3.2、6.3.3、7.3.1 和 8.3.1, IEC 60700-1:2015 的 6.3.2、6.3.3、7.3.1 和 8.3.1);
  - 将“最高试验电压的 50%”修改为“15 s 试验电压的 50%”(见 8.3.3, IEC 60700-1:2015 的 8.3.2);
  - 将阀直流电压试验电压表达式“ $U_{tdv} = \pm U_{dn} \pm k_7$ ”更正为“ $U_{tdv} = \pm U_{dn} \times k_7$ ”(见 8.3.1, IEC 60700-1:2015 的 8.3.1);
  - 将“ $V_{DSM}$ ——晶闸管非重复正向浪涌峰值电压额定值”更正为“ $V_{DSM}$ ——晶闸管断态不重复峰值电压额定值”(见 8.3.4, IEC 60700-1:2015 的 8.3.4);
  - 增加了对冷却剂的要求:“冷却剂应反映实际运行工况。特别是流量和温度, 应设置成试验所考虑的最不利的值。”(见 9.2);
- 本部分做了下列编辑性修改:
- 将“断续直流电流试验”列项 b) 中的“见 9.3.4.1”更正为“见 9.3.4.2”(见 9.3.6, IEC 60700-1:2015 的 9.3.6)。

——纳入了 IEC 60700-1:2015/Cor1:2017 勘误的内容。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电力电子系统和设备标准化技术委员会(SAC/TC 60)归口。

本部分起草单位:中国电力科学研究院有限公司、西安高压电器研究院有限责任公司、西安西电电力系统有限公司、国网四川省电力公司电力科学研究院、全球能源互联网研究院有限公司、国网上海市电力公司电力科学研究院、西安电力电子技术研究所、南京南瑞继保电气有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司、许继电气股份有限公司、国网经济技术研究院有限公司、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院。

本部分主要起草人:张晋华、周会高、蔚红旗、马为民、杨晓辉、马元社、刘隆晨、周建辉、孙健、高凯、李小鹏、董添华、唐金昆、胡治龙、梁家豪、傅闯、林志光、李强、孙梅、徐子萌、陈忠、王明新、姜彦涛、李凌飞、范彩云、冯宇、侯婷、常忠廷、黄永瑞、张腾、李媛、魏伟、王高勇。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 20990.1—2007;

——GB/T 28563—2012。

# 高压直流输电晶闸管阀

## 第 1 部分:电气试验

### 1 范围

GB/T 20990 的本部分规定了阀的型式试验和产品试验的项目、要求及判据。

本部分适用于高压直流输电使用的或作为背靠背系统一部分的电网换相换流器中的晶闸管阀,在阀两端直接连接有金属氧化物避雷器。本部分只限于电气型式试验和产品试验。

本部分规定的试验以空气绝缘阀为基础。其他类型的阀也可参照本部分的要求和验收标准。

### 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 311.1 绝缘配合 第 1 部分:定义、原则和规则(GB/T 311.1—2012,IEC 60071-1:2006,MOD)

GB/T 7354 高电压试验技术 局部放电测量(GB/T 7354—2018,IEC 60270:2000,MOD)

GB/T 11032 交流无间隙金属氧化物避雷器(GB/T 11032—2010,IEC 60099-4:2006,MOD)

GB/T 13498—2017 高压直流输电术语(IEC 60633:2015,MOD)

GB/T 16927(所有部分) 高电压试验技术(IEC 60060)

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分:一般定义及试验要求(GB/T 16927.1—2011,IEC 60060-1:2010,MOD)

GB/T 20989—2017 高压直流换流站损耗的确定(IEC 61803:2011,IDT)

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求(GB/T 27025—2019,ISO/IEC 17025:2017,IDT)

### 3 术语和定义

GB/T 13498—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 绝缘配合术语

##### 3.1.1

**试验耐受电压 test withstand voltage**

标准波形试验电压。一个未损坏的完整新阀在规定条件下,以规定的施加次数或规定的持续时间经受该试验电压时,不出现任何击穿放电,并符合特定试验要求的所有其他验收判据。

##### 3.1.2

**陡波前冲击 steep front impulse**

达到峰值的时间比标准雷电冲击短,但不比 GB/T 311.1 中定义的极快波前电压短的快波前电压冲击。