

# 中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3430—2015

## 机车车辆真空断路器

Vacuum circuit breaker on board rolling stock

2015-09-15 发布

2016-04-01 实施

国家铁路局 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 使用条件 ..... 2

5 产品分类 ..... 2

6 技术要求 ..... 2

7 检验方法 ..... 4

8 检验规则 ..... 6

9 RAMS 要求 ..... 8

10 标志、包装、运输和储存 ..... 8

# 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由南车株洲电力机车研究所有限公司归口。

本标准主要起草单位：南车株洲电力机车有限公司。

本标准参加起草单位：南车株洲电力机车研究所有限公司、中国北车集团大同电力机车有限责任公司、中国铁道科学研究院机车车辆研究所。

本标准主要起草人：王泰杰、廖乡萍。

本标准参加起草人：徐景秋、于海霞、周弁、郭晨曦、荣向东。

# 机车车辆真空断路器

## 1 范 围

本标准规定了机车车辆真空断路器的使用条件、产品分类、技术要求、检验方法、检验规则、RAMS要求、标志、包装、运输和储存。

本标准适用于电力机车、电动车组上使用的真空断路器(以下简称断路器)。

## 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 191 包装储运图示标志(GB/T 191—2008,ISO 780:1997,MOD)

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

GB/T 775.1—2006 绝缘子试验方法 第1部分:一般试验方法

GB 1984—2003 高压交流断路器(IEC 62271-100:2001,MOD)

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)(IEC 60068-2-30:2005,IDT)

GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ka:盐雾(IEC 60068-2-11:1981,IDT)

GB 2894—2008 安全标志及其使用导则

GB/T 2900.20 电工术语 高压开关设备[GB/T 2900.20—1994,neq IEC 60050(IEV):1984]

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2001,IDT)

GB/T 11022—2011 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/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第1部分:一般定义及试验要求(IEC 60060-1:2006,MOD)

GB/T 21413.1—2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第1部分:一般使用条件和通用规则(IEC 60077-1:1999,IDT)

GB/T 21413.2—2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第2部分:电工器件 通用规则(IEC 60077-2:1999,IDT)

GB/T 21413.4—2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第4部分:电工器件 交流断路器规则(IEC 60077-4:2003,IDT)

GB/T 21562—2008 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例(IEC 62278:2002,IDT)

GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验(GB/T 21563—2008,IEC 61373:1999,IDT)

GB/T 24338.4—2009 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分:机车车辆 设备(IEC 62236-3-2:2003,MOD)

## 3 术语和定义

GB 1984—2003、GB/T 11022—2011、GB/T 21413.1—2008、GB/T 21413.2—2008、GB/T 21413.4—

2008 界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

主触头闭合弹跳时间 **bounce time when main contact close**

真空断路器合闸主触头第一次接触时刻到完全稳定接触时刻的时间间隔。

4 使用条件

4.1 环境条件

断路器在以下环境条件下应能正常工作：

- a) 海拔不超过 2 500 m；

注：安装在更高的海拔时，应考虑介电强度降低和空气冷却效果。这样的断路器应根据制造商与用户之间的协议进行设计和使用。

- b) 使用环境温度为  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 月平均最大相对湿度不大于 95%（该月月平均最低温度为  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）；
- d) 应能承受风、沙、雨、雪、冰雹、冰及其他污染物的影响；
- e) 应能承受正常使用时的冲击和振动。

4.2 工作条件

- 4.2.1 牵引供电系统的标称电压为 AC 25 kV。
- 4.2.2 标称控制电压 ( $U_c$ ) 可为 DC 24 V、DC 100 V 或 DC 110 V。
- 4.2.3 控制电压限值范围为  $0.7U_c \sim 1.25U_c$ 。
- 4.2.4 额定工作气压为 450 kPa  $\sim$  1 000 kPa。

5 产品分类

按设计类型分为户外断路器和户内断路器。

6 技术要求

6.1 结 构

- 6.1.1 同型号断路器及其易损件应具有互换性。
- 6.1.2 断路器的结构应便于一般工具拆装，如需特殊工具，应由制造商供给。
- 6.1.3 断路器主要由高压主电路部分、支撑绝缘部分、安装底板、低压电气控制电路和电磁/气动驱动部分等组成。主触头应安装在真空灭弧室里。
- 6.1.4 断路器安装底板、低压电气控制电路等的可触及导电体应等电位连接，安装底板应直接或间接通过保护接地导体与车体或构成车体的一部分连接。保护接地应有足够的强度和载流能力。
- 6.1.5 户外断路器底板和车体间应有密封装置。

6.2 材 料

- 6.2.1 材料应有足够的机械强度。
- 6.2.2 载流部件应具有足够的载流能力。
- 6.2.3 断路器关键零部件的材料应具有可追溯性。
- 6.2.4 防火及环保要求如下：
  - a) 非金属材料应采用阻燃型材料，电线电缆应为低烟、无卤和阻燃型产品；
  - b) 电子元器件宜采用环保器件，其装配工艺宜采用无铅焊接工艺。

6.3 功 能

- 6.3.1 在正常工作时，断路器应具有接通和断开主电路的功能。
- 6.3.2 在特定故障发生时，断路器应具有保护性断开主电路的功能。



6.3.3 断路器应具有动作次数记录功能。

6.4 性能要求

6.4.1 主电路的性能和参数

6.4.1.1 基本性能参数见表 1。

表 1 性能参数

额定电压 kV	额定频率 Hz	额定电流 A	短时耐 受能力	峰值耐 受电流 kA	接通能力 kA	额定开 断电流 kA	短路条件下 功率因数	正常工作条件 下功率因数
31.5	50/60	200	4 kA,2 s	10	10	3.4	0.1	0.8
		1 000	20 kA,1 s	50	50	20		

6.4.1.2 断路器应满足 GB/T 21413.4—2008 中 9.3.4 规定的额定短路试验条件,且能连续工作。

6.4.1.3 断路器应能分断的最大短路电流为额定短路分断能力规定的短路电流。断路器应满足 GB/T 21413.4—2008 中 9.3.4 规定的额定短路分断试验要求,且能连续工作。电压低于额定工作电压时,断路器应能分断额定短路分断电流。

6.4.1.4 额定短路持续时间可为 0.5 s、1 s、2 s、3 s,标准值应为 1 s。

6.4.1.5 额定瞬态恢复电压应满足 GB/T 2900.20 的规定。

6.4.2 工作频度

工作频度为 GB/T 21413.4—2008 中 5.4 的规定的 C3(重型)。

6.4.3 机械参数和电气参数

6.4.3.1 触头允许磨损厚度为 3 mm。

6.4.3.2 分闸时间小于 60 ms。

6.4.3.3 合闸时间小于 100 ms。

6.4.3.4 允许的主触头闭合弹跳时间小于 5 ms。

6.4.3.5 主电路电阻小于或等于 100 μΩ。

6.4.4 工作限值

断路器应能在规定的使用条件下正常动作,即使环境温度、工作气压、控制电压等可能影响正常运行的所有限值同时出现,在最恶劣的限值组合情况下,断路器应能正确可靠断开、闭合。

6.4.5 温 升

断路器主电路正常工作时的温度不应达到造成器件不可恢复性变化的破坏值,不应损害其本身及相邻部分。温升限值应符合 GB/T 21413.1—2008 中表 1、表 2、表 3 和 GB/T 21413.2—2008 中表 2 的规定。

6.4.6 介电性能

6.4.6.1 绝缘电阻

主回路对地和极间的绝缘电阻不应小于 200 MΩ,电气控制电路对地的绝缘电阻不应小于 10 MΩ。

6.4.6.2 冲击耐受电压和短时工频耐受电压

应用地点海拔低于 1 000 m,户外断路器主电路对地应能耐受 185 kV 雷电冲击耐受电压(峰值)、85 kV 工频耐受电压(有效值)1 min、75 kV 湿工频耐受电压(有效值)1 min。

应用地点海拔低于 1 000 m,户内断路器主电路对地应能耐受 185 kV 雷电冲击耐受电压(峰值)、85 kV 工频耐受电压(有效值)1 min。

应用地点海拔超过 1 000 m 时,应进行海拔修正,断路器工频耐受电压和雷电冲击耐受电压的海拔修正系数 K<sub>a</sub>按 GB 311.1—2012 的要求执行。

断路器电气控制电路对地耐受电压应满足 GB/T 21413.1—2008 的规定。

6.4.6.3 爬电距离

户外断路器的爬电距离不应小于 1 m。

6.4.7 机械寿命和电气寿命

断路器的机械寿命和电气寿命应满足 GB/T 21413.4—2008 的 8.2.8 中 C3 的规定。

6.4.8 耐冲击振动能力

户外断路器应能耐受 GB/T 21563 中 1 类 A 级的冲击和振动。

户内断路器应能耐受 GB/T 21563 中 1 类 B 级的冲击和振动。

6.4.9 短路条件下的接通与分断能力

断路器应能满足下列条件下的短路试验：

- a) 在额定工作电压时的额定短路分断电流；
- b) 恢复电压等于额定工作电压；
- c) 瞬态恢复电压等于额定瞬态恢复电压；
- d) 操作顺序： $O-t_1-CO-t_2-CO$ 。

其中：

$O$  ——分断操作；

$CO$ ——在适当断开时间后的接通操作及间隔 100 ms 后的分断操作；

$t_1$  ——第一次断开操作与第一次闭合操作之间的时间间隔 180 s；

$t_2$  ——第二次断开操作与第二次闭合操作之间的时间间隔 180 s。

6.4.10 盐雾性能

若断路器在长期持续盐雾环境下使用,性能应满足 GB/T 2423.17—2008 的要求,严酷等级由供需双方协商确定。

6.4.11 交变湿热试验

按 7.6 进行交变湿热试验后,断路器应无裂纹、掉瓷、生锈等外观损坏现象。

6.4.12 防护等级

断路器应有可靠的密封,在断路器寿命期内,不应因密封不良而影响断路器的运行性能。断路器的防护等级不应低于 GB 4208—2008 中规定的 IP 57,特殊情况由供需双方协商确定。

6.4.13 风洞试验

安装在高于 200 km/h 的机车车辆上,户外断路器的硅橡胶绝缘子或套管应能通过风洞试验。

6.4.14 电磁兼容

断路器应满足 GB/T 24338.4—2009 中规定的电磁兼容要求。

6.4.15 噪 声

断路器应满足 GB/T 21413.1—2008 中 8.2.5 中规定的噪声要求。

7 检验方法

7.1 一般工作特性

7.1.1 一般检查

目检连接螺栓、标志、油漆和电镀层和绝缘子表面,用量具测量断路器外形和接口尺寸。

7.1.2 气 密 性

对具有气动操纵机构的断路器,应检查闭合及断开状态时的断路器气路的密封性能。

按 GB/T 21413.1—2008 中 9.3.4.2 的规定进行试验。在持续时间  $T$  后,与该单元连接的容器的气压每分钟降低不应超过 1%。

7.1.3 机械操作

常温状态下,在工作气压限值范围及控制电压限值范围内,主电路无电流时,断路器连续动作 20



周期,产品应能正常工作。

#### 7.1.4 工作限值

按 GB/T 21413.1—2008 中 9.3.1 进行试验。每种限值组合下,连续动作不小于 20 周期。

#### 7.1.5 温升试验

按 GB/T 21413.2—2008 中 9.3.3.2 进行试验,断路器主电路通以额定电流,温升稳定后测试主电路、部件温升。

#### 7.1.6 绝缘试验

##### 7.1.6.1 绝缘电阻的测量

使用相应等级的兆欧表测量主电路对地及主触头极间的绝缘电阻和电气控制电路对地的绝缘电阻。

##### 7.1.6.2 冲击耐受电压试验和短时工频耐受电压试验

雷电冲击电压耐受试验按 GB/T 16927.1—2011 进行,试验值见 6.4.6.2,每种极性连续施加 15 次标准雷电冲击试验电压,如果内部不发生闪络,且每 15 次冲击中外部闪络不超过 2 次时,则认为试验通过。

工频电压耐受试验按 GB/T 16927.1—2011 进行,试验值见 6.4.6.2,试验中无击穿或闪络,则认为试验通过。

湿工频试验按 GB/T 21413.1—2008 中 9.3.3.3 和 GB/T 16927.1—2011 进行,试验值见 6.4.6.2,如果内部不发生闪络,仅在外发生一次闪络,重复试验一次时不再发生闪络,则认为试验通过。

##### 7.1.6.3 爬电距离的测量

按 GB/T 775.1—2006 进行测量。

#### 7.1.7 机械寿命和电气寿命试验

按 GB/T 21413.4—2008 中 9.3.3.4 进行试验,试验后按 7.1.8 和 7.1.9 的要求进行试验验证。

#### 7.1.8 介电强度验证

按 7.1.6 的要求进行工频耐压试验,试验电压降至 75%。

#### 7.1.9 温升验证

按 7.1.5 的要求对主电路进行温升试验,试验结束时,温升值不应超过 6.4.5 的规定,也不应超过 7.1.5 温升试验结果 20 K 以上。

### 7.2 额定短路接通与分断能力

#### 7.2.1 主电路电阻测量

通以直流电流,通过测量每个极的端子间的电压降来完成电阻的测量,试验方法见 GB/T 21413.4—2008 中 9.3.4.1。

#### 7.2.2 短时耐受电流和峰值耐受电流试验

试验方法按 GB/T 11022—2011 中 6.6 的规定执行。

在断路器闭合状态时,主电路通以能承载的短路电流的有效值(其中额定短时耐受峰值电流为第一个大半波的电流峰值)。在额定频率下,额定短时峰值耐受电流应等于 2.5 倍额定短时耐受电流。额定短路持续时间的标准值为 1 s,如果需要,也可选取 0.5 s、2 s 或 3 s,但不同耐受时间发热量应相同。

在规定的持续时间后,主电路机构应无电气和机械损伤。

#### 7.2.3 短路条件下的接通与分断能力试验

按 6.4.9 和 GB/T 21413.4—2008 中 9.3.4.4 进行试验。

试验后按 7.2.4 和 7.2.5 进行试验验证。

#### 7.2.4 介电强度验证

按 7.1.6.2 进行工频耐压试验,但试验电压降至 75%。

7.2.5 主电路电阻验证

按 7.2.1 测量主电路电阻。测量值与 7.2.1 试验记录值相差不应超过 20%。

7.3 耐冲击和振动能力

7.3.1 冲击和振动试验

试验方法按 GB/T 21563 的规定执行。

试验条件：

- a) 分断和接通两种工作状态都应进行试验；
- b) 50% 是分断状态,50% 是接通状态。

冲击和振动试验中断路器工作状态不应改变,试验后,应无机械损伤,按 7.3.2 和 7.3.3 进行试验验证,断路器正常。

7.3.2 机械操作验证

按 7.1.3 进行验证。

7.3.3 介电强度验证

按 7.1.6 进行工频耐压试验,试验电压降至 75%。

7.4 瞬态恢复电压试验

瞬态恢复电压试验为研究性试验。

试验条件：

- a) 试验电压等于额定工作电压；
- b) 电流范围从额定工作电流到 0 A；
- c) 功率因数为 0.1。

试验按 GB 1984—2003 的规定进行。

7.5 盐雾试验

如断路器在长期持续盐雾环境下使用,供需双方协商进行盐雾试验。

按 GB/T 2423.17—2008 进行试验。

7.6 交变湿热试验

按 GB/T 2423.4—2008 进行。下限温度为 -40℃,上限温度为 55℃,停留时间 2 h,温度变化速度为 3 K/min,循环 6 次。

7.7 防护等级试验

断路器保护区为装有真空灭弧室又无灌胶密封的套管、法兰组成的密封腔体。试验按 GB 4208—2008 进行。

7.8 风洞试验

试验应根据制造商和用户之间协商的试验规范进行。

7.9 电磁兼容试验

按 GB/T 24338.4—2009 进行。

7.10 噪声测量

试验应根据制造商和用户之间协商的试验规范进行。

8 检验规则

8.1 检验分类

断路器的检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 对每台出厂的产品,制造商都应进行出厂检验。经质量检验部门检验合格并出具合格证后方可出厂。

8.2.2 在出厂检验过程中,若任意一项不合格,均判该产品不合格。

8.3 型式检验

8.3.1 检验样品在出厂检验的合格品中抽取。

8.3.2 型式检验全部项目应在同一次抽样的样品上进行,检验项目全部合格时,该产品合格;若发现任意一项不合格,则该产品不合格。

8.3.3 凡具有下列情况之一者,应进行型式检验:

- a) 新产品试制完成时;
- b) 产品的结构、工艺或材料的变更影响到产品的某些特性或参数变化时,应部分或全部检验;
- c) 出厂检验结果与上次型式检验结果发生不允许的偏差时;
- d) 连续生产的定型产品每满 4 年时;
- e) 转厂生产或停产 2 年及以上重新生产时。

8.4 检验项目

断路器的检验项目见表 2。

表 2 检验项目

序号	检验项目		检验分类		技术要求 对应条款	检验方法 对应条款
			型式检验	出厂检验		
1	一般工作特性	一般检查	√	√	6.1	7.1.1
2		气密性 <sup>a</sup>	√	√	6.4.12	7.1.2
3		机械操作	√	√	6.4.3	7.1.3
4		工作限值	√	—	6.4.4	7.1.4
5		温升试验	√	—	6.4.5	7.1.5
6		绝缘试验 <sup>b</sup>	√	√	6.4.6	7.1.6
7		机械寿命和电气寿命试验	√	—	6.4.7	7.1.7
8		介电强度验证	√	—	6.4.6	7.1.8
9		温升验证	√	—	6.4.5	7.1.9
10	额定短路接通 与分断能力	主电路电阻测量	√	√	6.4.3.5	7.2.1
11		短时耐受电流和峰值耐受 电流试验	√	—	6.4.1.1	7.2.2
12		短路条件下接通与分断能 力试验	√	—	6.4.9	7.2.3
13		介电强度验证 <sup>b</sup>	√	—	6.4.6	7.2.4
14		主电路电阻验证	√	—	6.4.3.5	7.2.5
15	耐振动冲击能力	冲击和振动试验	√	—	6.4.8	7.3.1
16		机械操作验证	√	—	6.4.3	7.3.2
17		介电强度验证 <sup>b</sup>	√	—	6.4.6	7.3.3
18	瞬态恢复电压试验		√ <sup>c</sup>	—	6.4.1.5	7.4
19	盐雾试验		√	—	6.4.10	7.5
20	交变湿热试验		√ <sup>c</sup>	—	6.4.11	7.6
21	防护等级试验		√	—	6.4.12	7.7



表 2 检验项目(续)

序号	检验项目	检验分类		技术要求 对应条款	检验方法 对应条款
		型式检验	出厂检验		
22	风洞试验	√	—	6.4.13	7.8
23	电磁兼容试验	√	—	6.4.14	7.9
24	噪声测量	√	—	6.4.15	7.10
注:标有“√”号的为应做的项目,标有“—”号的为不需要做的项目。					
<sup>a</sup> 电磁驱动的断路器不进行气密性试验。 <sup>b</sup> 户内断路器不进行湿工频试验(绝缘试验的一种)。 <sup>c</sup> 由供需双方协商确定。					

9 RAMS 要求

- 9.1 产品制造商应按照 GB/T 21562—2008 进行 RAMS/LCC 分析,并提供分析报告。
- 9.2 应通过建立可靠性模型,定义产品的可靠性指标,失效率( $\lambda$ )不应大于机车车辆可靠性指标分配值。
- 9.3 应制定满足机车车辆可维护性要求的产品维修性指标,规定产品的平均修复时间 MTTR(按小时或天)并提出在线可更换单元(LRU)清单。
- 9.4 产品制造商应按照 GB/T 21562—2008 的要求进行安全性分析,定义产品的危险可能性、危险后果严重性等级及风险等级,并提供产品初步危险源分析(PHA)报告、安全相关的功能和失效清单、故障树分析(FTA)。

10 标志、包装、运输和储存

10.1 标志

每台产品均应在易见部位牢固安装有耐久、不易腐蚀、标注清晰的铭牌和其他标志,在产品寿命周期内应能清楚辨识。每台产品均应有铭牌,并至少标明下列内容:

- a) 产品型号和名称;
- b) 额定电压;
- c) 额定电流;
- d) 重量;
- e) 制造商名或商标;
- f) 出厂序号;
- g) 出厂年月。

每台产品均应按照 GB 2894—2008 配备安全警告标牌。

10.2 包装

断路器的包装应保证在运输中不因包装不良而使产品损坏,进气口应加装外盖式封堵防护,电缆应布置正确且牢固固定,在包装箱上应注明:

- a) 产品名称、型号及制造厂名;
- b) 发货单位、收货单位及详细地址;
- c) 产品数量、编号和生产日期等;
- d) 有关的字样及标记应符合 GB/T 191 的要求。

随产品提供的技术文件应包括:

- a) 产品出厂合格证明书;

- b) 出厂检验报告；
- c) 产品使用维护说明书。

### 10.3 运输和储存

10.3.1 运输和储存过程中,不应碰撞、倾斜、雨淋。

10.3.2 产品储存时,应正置,在通风良好,有防潮、防腐、防尘措施的室内储存。

10.3.3 产品包装经拆装后仍需继续储存时应重新包装。

---







中 华 人 民 共 和 国  
铁道行业标准  
机车车辆真空断路器  
Vacuum circuit breaker on board rolling stock  
TB/T 3430—2015

\*

中国铁道出版社出版、发行  
(100054,北京市西城区右安门西街8号)  
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174  
三河市华业印务有限公司印刷  
版权专有 侵权必究

\*

开本:880 mm × 1 230 mm 1/16 印张:1 字数:19 千字  
2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

\*



定 价: 10.00 元