



# 中华人民共和国国家标准

GB 16926—1997  
eqv IEC 420:1990

---

## 交流高压负荷开关—熔断器组合电器

High-voltage alternating current  
switch-fuse combinations

1997-07-28 发布

1998-08-01 实施

---

国家技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
交流高压负荷开关—熔断器组合电器  
GB 16926—1997

\*

中国标准出版社出版  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 2½ 字数 72 千字  
1998年3月第一版 1998年3月第一次印刷  
印数 1—1 500

\*

书号: 455066·1-14614 定价 18.00 元

\*

标 目 330—41

## 前 言

本标准是根据国际电工委员会 IEC 420:1990 出版物《高压交流负荷开关—熔断器组合电器》制定的,在技术内容上与该国际标准等效。

这样,使本标准的技术内容和编写规则尽可能与相应的国际标准一致,以尽快适应国际贸易、技术和经济交流以及促进该类产品的发展。

依据国际标准 IEC 420 进行本标准制定时,为适合我国的国情,在某些内容上与国际标准稍有差异,例如电压等级、环境条件等,但这不妨碍从整体和实质上等效采用国际标准。

本标准规定了额定电压(即最高电压)3.6~40.5 kV,频率 50 Hz 的交流三极负荷开关—熔断器组合电器及其操动机构和辅助设备的以下内容:

- 范围;
- 引用标准;
- 正常使用条件;
- 定义;
- 额定值;
- 设计与结构;
- 型式试验;
- 出厂试验;
- 随询问书、标书和订单一起提供的资料;
- 运输、贮存、安装和维护规则;
- 附录 A:选用负荷开关—熔断器组合电器的使用导则;
- 附录 B:熔断器、负荷开关和变压器配合的例子;
- 附录 C:决定转移电流和与试验方式 4 有关的(试验)参数的方法的论证。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B、附录 C 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国高压开关设备标准化委员会归口。

本标准起草单位:西安高压电器研究所。

本标准主要起草人:韩骁勇、龙复为、田恩文、沙维华、侯仲吉、刘青春、张重乐。

## IEC 前言

1. IEC 有关技术问题的正式决议或协议,是由技术委员会代表了对这些问题特别关切的所有委员会提出的,它们尽可能地表达对所涉及的问题在国际上的一致意见。

2. 这些决议或协议以推荐标准的形式供国际上使用,并就此被各国家委员会所接受。

3. 为了促进国际上的统一,IEC 希望所有国家委员会在其本国条件许可的范围内,采用 IEC 推荐标准的内容作为他们的国家规则。IEC 推荐标准和相应的国家规则之间的任何分歧,应尽可能在国家规则中明确指出。

本标准是由 IECTC17“开关设备和控制设备技术委员会”下设的 SC17A“高压开关设备和控制设备分技术委员会”起草的。

IEC 出版物 420 第二版代替了 1973 年的第一版以及第一号修案(1973),第二号修订(1977)和第三号修订案(1978)。

本标准基于下列文件:

|            |            |
|------------|------------|
| 六个月法       | 投票报告       |
| 17A(CO)209 | 17A(CO)212 |

表决赞成本标准的全部资料可在上表指出的投票报告中找到。

目 次

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 前言 .....                                   | Ⅲ  |
| IEC 前言 .....                               | Ⅳ  |
| 1 范围 .....                                 | 1  |
| 2 引用标准 .....                               | 1  |
| 3 正常使用条件 .....                             | 2  |
| 4 定义 .....                                 | 2  |
| 5 额定值 .....                                | 4  |
| 6 设计与结构 .....                              | 6  |
| 7 型式试验 .....                               | 8  |
| 8 出厂试验 .....                               | 17 |
| 9 随询问书,标书和订单一起提供的资料 .....                  | 19 |
| 10 运输、贮存、安装和维护规则 .....                     | 19 |
| 附录 A(标准的附录) 负荷开关—熔断器组合电器运行的使用导则 .....      | 28 |
| 附录 B(提示的附录) 熔断器、负荷开关和变压器配合的例子 .....        | 30 |
| 附录 C(提示的附录) 确定转移电流的程序和试验方式 4 有关参数的论证 ..... | 32 |

# 中华人民共和国国家标准

## 交流高压负荷开关—熔断器组合电器

GB 16926—1997  
eqv IEC 420:1990

High-voltage alternating current  
switch-fuse combinations

### 1 范围<sup>1]</sup>

本标准适用于额定电压(即最高电压)3.6~40.5 kV,频率 50 Hz 配电系统中所用的三极交流高压负荷开关—熔断器组合电器(以下简称组合电器)。

组合电器的主要元件是交流高压负荷开关(包括隔离负荷开关)和限流熔断器,各元件在各相关方面应符合各自标准的规定。装入熔断器是为了扩大组合电器的短路额定值,并使其超过单独用负荷开关时的短路额定值。安装撞击器,既为了依靠熔断器的动作使负荷开关的三极自动分开,又可在故障电流小于熔断器最小开断电流时正确操作。除熔断器的撞击器外,组合电器还可安装过流脱扣器或者并联脱扣器。

组合电器能够开断:

- a) 直到负荷开关额定开断电流的任何负载电流;
- b) 通过过流起动自动开断直到组合电器额定短路开断电流的任何电流。

本标准不适用于熔断器—断路器、熔断器—接触器,电动机回路中的组合电器或包含开合单个电容器组的负荷开关的组合电器。

注<sup>2]</sup>

- 1 除了通过熔断器及其撞击器操作外,自动开断还可通过过流脱扣器或自身保护装置来完成。
- 2 考虑到熔断器的限流作用,除短时电流和短路关合要求外,负荷开关应符合 GB 3804—90。
- 3 如果组合电器中带有接地开关,接地开关应符合 GB 1985—89。
- 4 本标准亦适用于环网单元中的负荷开关—熔断器组合电器。

### 2 引用标准<sup>3]</sup>

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成为标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 156—93 标准电压

GB 311.1—1997 高压输变电设备的绝缘配合

GB/T 16927.1 高压试验技术 第1部分:一般试验要求

GB 762—83 电气设备额定电流

采用说明:

- 1] IEC 420:1990 的 1.1,额定电压范围及频率分别为 1 kV 以上 52 kV 以下和 50 Hz 或 60 Hz。本标准根据我国电力系统情况分别改为 3.6~40.5 kV 和 50 Hz。
- 2] 本标准将四个“注”集中放在该章的最后,编排上与 IEC 420 有异。
- 3] IEC 420:1990 中 1.2。本标准列出的引用标准大部分已采用了 IEC 标准,但采用程度有异。

GB 763—90 交流高压电器在长期工作时的发热  
 GB 1094.1~1094.5—85 电力变压器  
 GB 1984—89 交流高压断路器  
 GB 1985—89 交流高压隔离开关和接地开关  
 GB 2900.1—92 电工术语 基本术语  
 GB/T 2900.19—94 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合  
 GB/T 2900.20—94 电工术语 高压开关设备  
 GB 3309—89 高压开关设备常温下的机械试验  
 GB 3804—90 3~63 kV 交流高压负荷开关  
 GB 3906—91 3~35 kV 交流金属封闭开关设备  
 GB 5273—85 变压器、高压电器和套管的接线端子  
 GB 7354—87 局部放电测量  
 GB 11022—89 高压开关设备通用技术条件  
 GB/T 15166.1—94 交流高压熔断器 术语  
 GB 15166.2—94 交流高压熔断器 限流式熔断器  
 GB/T 15166.4—94 交流高压熔断器 通用试验方法

### 3 正常使用条件<sup>1)</sup>

按 GB 11022—89 中第 3 章规定。

### 4 定义<sup>2)</sup>

本标准所采用的定义除按有关标准规定外,根据组合电器的特点,定义下列术语。

#### 4.1 器件 device

##### 4.1.1 负荷开关—熔断器组合电器 switch-fuse combinations

一种组合电器,它包括一组三极负荷开关及三个带撞击器的熔断器,任何一个撞击器动作,应使负荷开关三极全部自动分闸。

##### 4.1.2 带熔断器的负荷开关 switch-fuse

一种负荷开关,其中一极或多极分别与熔断器串联于一个复合单元内。

##### 4.1.3 熔断器式负荷开关 fuse-switch

一种负荷开关,其动触头由一个熔断器或者带熔丝的载熔体构成。

##### 4.1.4 脱扣器操作的组合电器 release-operated combination

一种组合电器,它的负荷开关的自动分闸由过流脱扣器或并联脱扣器触发。

注:脱扣器可以被过流继电器或接地故障继电器来操作。

#### 4.2 特性参量 characteristic quantities

##### 4.2.1 预期电流(回路的和对置于其中的组合电器而言的) prospective-current

如果组合电器中每极用阻抗可以忽略不计的导体代替,回路中流过的电流。

##### 4.2.2 最大预期峰值电流(交流回路的) maximum prospective peak current

电流的起始是在导致最大可能值瞬间的预期峰值电流。

采用说明:

1] 即 IEC 420:1990 的第 2 章按 IEC 694 的规定,IEC 694 规定户内温度下限为-5℃、-25℃;户外温度下限为-25℃、-40℃;海拔为 1 000 m。GB 11022—89 中规定户内温度下限为-10℃、-25℃;户外温度下限为-30℃、-40℃;海拔高度为 1 000、2 000、3 000 m。

2] 即 IEC 420:1990 的第 3 章,其中在有关国标已有规定的,本标准不再列出。

注：对于多相回路中的多极装置，最大预期峰值电流是仅指单相而言。

#### 4.2.3 预期开断电流(对负荷开关或熔断器的) prospective breaking current

对应于开断过程起始瞬间的预期电流。

注：对于机械的开关装置或熔断器，开断过程起始瞬间通常定义为开断过程中电弧的起始瞬间。

#### 4.2.4 开断电流 breaking current

开断过程中，电弧起始瞬间流过负荷开关或熔断器的电流。

#### 4.2.5 最小开断电流 minimum breaking current

在规定的使用和性能条件以及规定的电压下，熔断器能开断的预期电流的最小值。

#### 4.2.6 短路关合能力 short-circuit making capacity

在规定的条件(包含开关装置端子短路)下的关合能力。

#### 4.2.7 转移电流(撞击器操作的组合电器的) transfer current

在熔断器与负荷开关转换开断职能时的三相对称电流值。当低于该值时，首开极电流由熔断器开断，而后两相电流就由负荷开关开断；大于该值时，三相电流仅由熔断器开断。

#### 4.2.8 交接电流(脱扣器操作的组合电器的) take-over current

两种过电流保护装置(负荷开关的和熔断器的)的时间-电流特性交点所对应的电流值。

#### 4.2.9 最小交接电流(脱扣器操作的组合电器的) minimum take-over current

该电流值由相应于以下条件的熔断器和负荷开关的时间-电流特性的交点而确定：

- a) 最大开断时间，如果适用，再加上外部过流继电器或者接地故障继电器的最大动作时间；
- b) 熔断器的最小弧前时间。

#### 4.2.10 最大交接电流(脱扣器操作的组合电器的) maximum take-over current

该电流值由相应于以下条件的熔断器和负荷开关的时间-电流特性的交点而确定：

- a) 负荷开关由脱扣器起动的最小分闸时间，如果适用。再加上 0.02 s 以代表外部过流继电器或接地故障继电器的最小动作时间；
- b) 具有最大额定电流值的熔断器的最大动作时间。

#### 4.2.11 最大允许功率耗散 maximum acceptable power dissipation

组合电器安装最大功率耗散的熔断器时，由温升试验决定的组合电器耗散的功率。

#### 4.2.12 熔断器限制的短路电流 fused short-circuit current

当限流装置是熔断器时的被限制的短路电流。

#### 4.2.13 外施电压 applied voltage

在组合电器中负荷开关刚关合电流之前，加在负荷开关一极端子间的电压。

#### 4.2.14 恢复电压 recovery voltage

电流被开断后，出现于组合电器中负荷开关或熔断器一极端子间的电压。

#### 4.2.15 瞬态恢复电压(TRV) transient recovery voltage

在电压恢复过程中，具有显著瞬态特性的恢复电压。

注

- 1 瞬态恢复电压可以是振荡的或非振荡的或两者的组合，取决于回路和组合电器中负荷开关或熔断器的特性。它包含多相回路中性点电压的偏移。
- 2 在三相回路中，若无另外的规定，瞬态恢复电压是指首开极上的电压，因为它高于其他两极中的任何一极上的电压。

#### 4.2.16 工频恢复电压 power frequency recovery voltage

瞬态电压现象消失后的恢复电压。

#### 4.2.17 预期瞬态恢复电压(回路的) prospective transient recovery voltage

由理想开关设备开断预期对称电流后所出现的瞬态恢复电压。

注：为获取预期瞬态恢复电压，代替负荷开关或熔断器的理想开关设备被定义为：在电流自然零点瞬间，其弧隙阻

抗由零突变至无穷大。对于多相回路,由理想开关设备进行的电流开断仅发生在所考虑的一极。

4.2.18 熔断器触发的分闸时间(负荷开关的) fuse-initiated opening time

从熔断器起弧瞬间到负荷开关所有极弧触头都分开瞬间的时间间隔。

4.2.19 脱扣器触发的分闸时间(负荷开关的) release-initiated opening time

脱扣器触发的分闸时间按下述脱扣方法来定义,这时构成负荷开关一体的任何延时装置调整到规定的整定值。

a) 对由任何形式辅助电源提供脱扣功率的负荷开关,脱扣器触发的分闸时间是从处于合闸位置的负荷开关的分闸脱扣器通电瞬间起到所有极弧触头都分离为止的时间间隔。

b) 对由主回路中电流而不是借助任何形式辅助电源进行脱扣(由撞击器触发的除外)的负荷开关,脱扣器触发的分闸时间是从处于合闸位置的负荷开关的主回路电流达到过流脱扣器动作值的瞬间起到所有极弧触头都分离为止的时间间隔。

4.2.20 脱扣器触发的最小分闸时间(负荷开关的) minimum release-initiated opening time

与负荷开关构成一体的任何延时装置的整定值是其规定值的最小值时的脱扣器触发的分闸时间。

4.2.21 脱扣器触发的最大分闸时间(负荷开关的) maximum release-initiated opening time

与负荷开关构成一体的任何延时装置的整定是其值的最大值时的脱扣器触发的分闸时间。

4.2.22 开断时间(脱扣器操作的组合电器中负荷开关的) breaking time

脱扣器触发的负荷开关的分闸时间起始瞬间到所有极电弧最终熄灭瞬间为止的时间间隔。

注:根据所采用的分闸时间和燃弧时间,可加上“最大”或“最小”前缀来限定此术语。

5 额定值<sup>1)</sup>

5.1 额定电压(即最高电压)<sup>2)</sup>

额定电压按照 GB 156 的规定,选取电气设备的最高电压,见表 1。

表 1 交流高压负荷开关—熔断器组合电器额定电压

kV

| 额 定 电 压                                                     | 3.6 | 7.2 | 12(11.5) <sup>1)</sup> | (24) <sup>2)</sup> | 40.5 |
|-------------------------------------------------------------|-----|-----|------------------------|--------------------|------|
| 1) 括号中的数值适用于老产品及试验站暂不能满足工频恢复电压规定值的试验。<br>2) 括号中的数值为用户要求时使用。 |     |     |                        |                    |      |

5.2 额定绝缘水平<sup>3)</sup>

按照 GB 311.1 和 GB 11022 的规定,组合电器的额定绝缘水平应从表 2 中选取。

5.3 额定频率

50 Hz。

5.4 额定电流

额定电流值应从下列值中选取:<sup>4)</sup>

1.6,3.15,6.3,8,10,12.5,16,20,25,31.5,40,50,63,80,100,125,160,200,250,315,400A。

注

1 额定电流用于负荷开关和所选用的熔断器的完整组合电器。

2 组合电器中安装的熔断器的额定值与温升试验中所用的熔断器的额定值不一样时,将改变组合电器的额定电流

采用说明:

1] 即 IEC 420:1990 的第 4 章。

2] 即 IEC 420:1990 的 4.1,额定电压规定到 52 kV 以下。我国电力系统仅有表 1 中的数值,无 17.5 和 36 kV 等级。

3] 即 IEC 420:1990 的 4.2 按 IEC 694 的规定。本标准表 2 规定的绝缘水平是按 GB 311.1.1 min 工频耐受电压高于 IEC 694 的规定。

4] 即 IEC 420:1990 的 4.4.1,按 IEC 694 的规定。本标准给出具体数值。

值。对于任一特定情况,负荷开关—熔断器组合电器的额定电流应由组合电器制造厂规定,详尽的资料见附录A。

表 2 交流高压负荷开关—熔断器组合电器的额定绝缘水平

kV

| 额定电压                                                                                   | 额定雷电冲击耐受电压(峰值)     |       |                    |       | 额定短时(1 min)工频耐受电压  |                     |                    |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                                                                                        | 对地、相间及普通断口         |       | 隔离断口               |       | 对地、相间及普通断口         |                     | 隔离断口               |                     |
|                                                                                        | 系列 I <sup>1)</sup> | 系列 II | 系列 I <sup>1)</sup> | 系列 II | 系列 I <sup>1)</sup> | 系列 II <sup>2)</sup> | 系列 I <sup>1)</sup> | 系列 II <sup>2)</sup> |
| 3.6                                                                                    | 20                 | 40    | 23                 | 46    | 10                 | 18/25               | 12                 | 20/28               |
| 7.2                                                                                    | 40                 | 60    | 46                 | 70    | 20                 | 23/30               | 23                 | 26/33               |
| 12                                                                                     | 60                 | 75    | 70                 | 85    | 28                 | 30/42               | 32                 | 33/48               |
| (24)                                                                                   |                    | 125   |                    | 145   |                    | 50/65               |                    | 55/72               |
| 40.5                                                                                   |                    | 185   |                    | 215   |                    | 80/95               |                    | 88/105              |
| 1) 额定电压 3.6~12 kV 所对应组合电器的系列 I 的绝缘水平,仅适用于中性点直接接地系统。<br>2) 该栏中斜线下的数值为组合电器内、外绝缘干状态之耐受电压。 |                    |       |                    |       |                    |                     |                    |                     |

5.5 温升

按 GB 763 的规定,对熔断器按 GB 15166.2 的规定。

5.6 合闸、分闸机构和辅助回路的额定电源电压

按照 GB 11022—89 中 5.8 的规定。

5.7 操作气源的额定气压

按照 GB 11022 中 5.9 的规定。

5.8 额定短路开断电流<sup>1)</sup>

额定短路开断电流是指在本标准规定的使用及性能条件下,组合电器所能开断的最大预期短路电流。关于预期短路电流参见 5.10 后的注。

额定短路开断电流用其交流分量的有效值表示。

额定短路开断电流应从下列值中选取:

6.3,8,10,12.5,16,20,25,31.5,40,50,63,80,100 kA。

5.9 额定瞬态恢复电压(TRV)<sup>2)</sup>

相应于额定短路开断电流(按 5.8)的额定瞬态恢复电压是一基准电压,它是组合电器应能开断的回路短路故障条件下,回路预期瞬态恢复电压的上限。

表 3 给出了试验方式 1 电源回路的额定瞬态恢复电压标准值。预期瞬态恢复电压往往是具有衰减的、单频振荡的、或与之相近似的形式,这种波形可由两参数定义的两段组成的包络线表示(见图 1)。

采用说明:

1) 即 IEC 420:1990 的 4.101。本标准补充了 6.3 kA 一档。

2) 即 IEC 420:1990 的 4.102,表 1 中的 17.5 kV,36 kV 等级的 TRV 值未采用,不符合国情。本标准表 3 补充了 40.5 kV 等级的 TRV 值。

表 3 额定电压 40.5 kV 及以下用两参数表示的  
预期瞬态恢复电压规定值

| 额定电压<br>$U$<br>kV                                                                      | 首开极系数<br>$K_T$ | TRV 峰值<br>$u_c$<br>kV | 时间坐标<br>$t_3$<br>$\mu s$ | 时延<br>$t_d$<br>$\mu s$ | 电压坐标<br>$U'$<br>kV | 时间坐标<br>$t'$<br>$\mu s$ | 上升率<br>$u_c/t_3$<br>kV/ $\mu s$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 3.6                                                                                    | 1.5            | 6.2                   | 40                       | 6                      | 2.1                | 19                      | 0.15                            |
| 7.2                                                                                    | 1.5            | 12.3                  | 52                       | 8                      | 4.1                | 25                      | 0.24                            |
| 12                                                                                     | 1.5            | 20.6                  | 60                       | 9                      | 6.9                | 29                      | 0.34                            |
| (24)                                                                                   | 1.5            | 41                    | 88                       | 13                     | 14                 | 42                      | 0.47                            |
| 40.5                                                                                   | 1.5            | 69.5                  | 114                      | 18                     | 23.2               | 59                      | 0.61                            |
| $u_c = K_T \cdot K_0 \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} U; U' = \frac{1}{3} u_c; t_d = 0.15 t_3$ |                |                       |                          |                        |                    |                         |                                 |
| 注：括号中的数值为用户有要求时使用。                                                                     |                |                       |                          |                        |                    |                         |                                 |

5.10 额定短路关合电流

额定短路关合电流是在本标准规定的使用和性能条件下,组合电器能够关合的最大预期峰值电流。它应是额定短路开断电流的 2.5 倍。

注：组合电器的串联阻抗,熔断器或负荷开关的快速动作可能产生下述一种或两种影响：

- a) 短路电流降低到某一值,该值显著低于没有上述作用时所能达到的值；
- b) 快速开断会使短路电流的波形偏离其正常波形。

这就是评价开断和关合性能时采用“预期电流”这一术语的原因。

5.11 额定转移电流(撞击器操作的)

试验方式 4 所采用的试验回路中的三相对称电流值。

注：试验方式 4 中,负荷开关实际开断的电流是两相电流,其电流值至少等于  $\sqrt{3}/2$ (即 87%)倍额定转移电流,因为另一相由熔断器开断或者开路。

5.12 额定交接电流(脱扣器操作的)

试验方式 5 所采用的试验回路中的三相对称电流值。

6 设计与结构

6.1 负荷开关—熔断器组合电器中液体的要求

按 GB 11022—89 中 6.1 的规定。

6.2 负荷开关—熔断器组合电器中气体的要求

按 GB 11022—89 中 6.2 的规定。

6.3 负荷开关—熔断器组合电器的接地

按 GB 11022—89 中 6.3 的规定。

6.4 辅助设备

按 GB 11022—89 中 6.6 的规定。

6.5 动力合闸

按 GB 11022—89 中 6.8.1 的规定。

6.6 储能合闸

按 GB 11022—89 中 6.8.2 的规定。

6.7 脱扣器操作

按 GB 11022—89 中 6.9 的规定。

6.8 低气压和高气压闭锁装置

按 GB 11022—89 中 6.10 的规定。

6.9 铭牌<sup>1)</sup>

按 GB 11022—89 中 6.13 的规定外,负荷开关—熔断器组合电器的铭牌还应包含表 4 所列的内容。

表 4 铭牌标注

| 项目名称<br>(1)                                                                                             | 符 号<br>(2)  | 单 位<br>(3) | 负 荷 开 关—熔<br>断 器 组 合 电 器<br>(4) | 操 动<br>机 构<br>(5) | 条件:仅当与组合电器不是整体<br>时,或制造厂不同时,需标注<br>(6)   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|---------------------------------|-------------------|------------------------------------------|
| 制造厂                                                                                                     |             |            | X                               | Y                 |                                          |
| 型 号                                                                                                     |             |            | X                               | Y                 |                                          |
| 采用标准的编号                                                                                                 |             |            | X                               |                   |                                          |
| 额定电压                                                                                                    | $U$         | kV         | X                               |                   |                                          |
| 额定雷电冲击耐受电压                                                                                              | $U_w$       | kV         | X                               |                   |                                          |
| 额定工频耐受电压                                                                                                | $U_P$       | kV         | X                               |                   |                                          |
| 额定短路开断电流                                                                                                | $I_{nk}$    | kA         | X                               |                   |                                          |
| 熔断器的最大额定电流                                                                                              | $I_{n,max}$ | A          | X                               |                   |                                          |
| 撞击器型式(输出能量)                                                                                             |             | 中型或重型      | X                               |                   |                                          |
| 额定操作气体压力                                                                                                | $P_{op}$    | MPa        |                                 | Y                 | 适用时                                      |
| 辅助回路额定电源电压                                                                                              | $U_a$       | V          |                                 | Y                 | 适用时                                      |
| 制造年月                                                                                                    |             |            | X                               |                   |                                          |
| 温度级次                                                                                                    |             |            |                                 |                   | 不同于-10℃(户内) <sup>2)</sup><br>不同于-25℃(户外) |
| 表中: X——必须标出的值,空格表示此值为零。<br>Y——根据第 6 栏条件,必须标出的值。<br>注:第(2)栏中的符号可以用来代替第(1)栏中的名称。采用第(1)栏中的名称时,可省去“额定的”这一词。 |             |            |                                 |                   |                                          |

6.10 组合电器

负荷开关—熔断器组合电器应设计成在规定的恢复电压下,能开断直到额定短路开断电流的任何电流值。

负荷开关—熔断器组合电器能够在额定电压下关合具有额定短路开断电流的回路。

6.11 仅用于组合电器中的负荷开关

组合电器专用负荷开关应满足下述试验要求:

- 机械寿命试验符合 GB 3804—90 中 6.6.3 的规定。
- 开断试验方式 1、3 和 4 符合 GB 3804—90 中 6.5 的规定。
- 短路关合试验符合本标准中 6.12 的规定。
- 负荷开关的有功负载开断能力应等于或大于组合电器的最大额定电流。

注:组合电器中的专用负荷开关不需满足短时耐受电流的要求。

采用说明:

1) 即 IEC 420:1990 的 5.9 及相应的表 I。本标准表 4 中略去“额定频率”,“熔断器型号及制造厂”等项目,同时增加“采用标准的编号”,“额定工频耐受电压”,“额定短路开断电流”等项。

2) 不同于 IEC 420:1990 的表 I 中的规定,本标准重新规定温度值以适应我国国情。

## 6.12 负荷开关短路关合电流

负荷开关应能关合组合电器中可能配用熔断器的最大截止电流。

## 6.13 熔断器撞击器与负荷开关脱扣器之间的联动装置

熔断器撞击器与负荷开关脱扣器之间的联动装置应在三相和单相两种条件下,在给定的撞击器型号(中型或重型)的最大和最小能量下及相应撞击器的动作方式(弹簧式或爆炸式的)下,应使负荷开关良好地操作。

6.14 接地开关联锁<sup>1)</sup>

装有接地开关时则接地开关与隔离负荷开关间的联锁应满足 GB 1985—89 的要求。

## 6.15 位置指标

装有位置指示装置时,指示装置应能正确地指示出负荷开关的分闸或合闸位置。

注:参见 GB 3804—90 中 5.3.8.2 的规定。

## 7 型式试验

负荷开关—熔断器组合电器的型式试验项目及要求,除应符合 GB 11022—89 的有关规定外,并做如下补充:

应明确指出,在组合电器进行型式试验前,组合电器中的负荷开关应按 GB 3804—90 进行相关项目的型式试验;组合电器中的熔断器应按 GB 15166.2—94 进行过型式试验。

型式试验项目:<sup>2)</sup>

- a) 绝缘试验;
- b) 温升试验;
- c) 主回路电阻测量;
- d) 短时耐受电流和峰值耐受电流试验;
- e) 关合开断试验;
- f) 对机构的试验。

提供的试品应符合下列条件:

- a) 试品应与产品图样、技术文件相符;
- b) 当为脱扣器操作方式时,应装设过流继电器或脱扣器,其最小电流额定值应与选用的熔断器相匹配。

- c) 试品应是新的并装有符合组合电器要求的熔断器。试品应按设计要求装配完整(如充入规定压力、规定类型及数量的液体和气体等;配用规定型号的操动机构或辅助设备)。

在下列情况下,组合电器应进行型式试验:<sup>3)</sup>

- a) 新试制的产品应进行全部型式试验;
- b) 转厂试制的产品应进行全部型式试验;
- c) 当组合电器中配用的负荷开关或熔断器、操动机构或辅助设备的型号或规格变更时,应进行相应项目的型式试验;
- d) 当产品在设计、工艺或使用的材料等做重大改变时,应进行相应项目的型式试验;
- e) 批量生产的产品每隔 8~10 年或不经常生产的产品(指停止生产间隔 5 年及以上者)再次生产时,应进行全部项目的型式试验。

采用说明:

1] IEC 420:1990 未规定该项目,考虑接地开关可能做为负荷开关的组成部分,本标准作补充规定。

2] 为便于了解型式试验内容,利于标准的贯彻实施,本标准增加“型式试验项目”。

3] IEC 420:1990 未规定,根据我国对高压开关设备型式试验管理的需要,本标准作了补充规定。

所有型式试验结果应出具在正式的型式试验报告中。型式试验报告应包括足够证明试品符合本标准及有关标准的资料,也应包括试品应符合的技术文件及图纸资料。型式试验报告还应包括有关试品的主要组合元件,操动机构或辅助设备的技术性能,结构状况及安装方式的有关资料。

制造厂只对规定值负责,而不对型式试验中获取的超出规定值范围的数据负责。

## 7.1 绝缘试验

按 GB 11022—89 中 7.1 及本标准 5.2 的规定耐压值进行。除此之外,具有充气隔室的组合电器还应按 GB 3906—91 中 7.1.9 进行充气隔室零表压 5 min 额定电压耐受试验。<sup>1]</sup>

当组合电器中的元件有局部放电试验要求时,应进行局部放电试验。局部放电试验可在元件或部件上按 GB 7354—87 的规定进行,允许放电量由其它相关标准或产品技术文件规定。

绝缘试验时,应在元件的布置能提供最不利的绝缘条件的组合电器上进行,如无法证明,应在各种可能的布置方案下进行试验。

## 7.2 温升试验

温升试验按 GB 11022—89 中 7.3 及有关标准的规定进行。

试验时,组合电器应安装最大电流额定值和/或最大功率耗散的熔断器。

试验电流为负荷开关—熔断器组合电器的额定电流值,试验后熔断器的温升应符合 GB 15166.2—94 的规定,其元件及部位的温升应符合 GB 11022—89 的规定。

试验时,应记录所用的熔断器的下列情况:

- a) 制造厂和型号;
- b) 额定电压;
- c) 额定电流;
- d) 直流电阻;
- e) 功率耗散。

熔断器使用在散热条件不良的情况下,可降低额定值使用。为了满足降额值,可进行专门的试验来确定功率耗散。

这些试验应在温升试验规定的条件下进行。

功率耗散应在所考虑的电流达到稳定值时确定。试验应在 50% 和 100% 额定电流下进行。功率耗散以 W 表示。

在温升试验结束时测得的功率耗散值,即为该组合电器可接受的最大功率耗散值。

## 7.3 主回路电阻测量

主回路电阻测量按 GB 11022—89 中 7.4 的规定进行,其电阻值由产品技术条件规定。

当为了排除熔断器固有电阻分散性对回路电阻的表征产生影响时,可用阻抗可以忽略不计的导电棒代替熔断器后,进行直流电阻测量。此时应对导电棒的直流电阻进行记录。<sup>2]</sup>

## 7.4 短时耐受电流和峰值耐受电流试验

短时耐受电流和峰值耐受电流试验对负荷开关—熔断器组合电器不适用。

但考虑到组合电器的其它功能单元或支路(如接地开关、接地回路等),要求进行短时耐受电流和峰值耐受电流试验时,按 GB 11022—89 中 7.5 或其它有关标准规定进行。<sup>3]</sup>

## 7.5 关合开断试验

### 7.5.1 通则

采用说明:

1] IEC 420 无相应规定。根据用户要求,本标准增加此段后一句的内容。

2] IEC 420:1990 以“注”提示,本标准在“注”的基础上加补充说明作为正文内容。

3] IEC 420:1990 只明确“不适用”,本标准对某些特例作具体规定。

本标准规定的关合开断试验,是对负荷开关—熔断器组合电器关合和开断各类故障电流的能力和配合性能进行试验考核。

由于本标准适用于三相电力系统中使用的三极组合电器,故任何试验方式都是基于三相电路原理。

### 7.5.2 试验前组合电器的状况

试验前组合电器应符合本标准第7章前述的一般条件外,还应满足如下要求:

a) 受试组合电器应完整地安装在自身的支架或等效支架上。

b) 其配用的操动机构应按有关规定进行操作。

如果操动机构为电动或气动操作方式时,须分别在GB 11022—89中6.8和6.9规定的最低电压或气压下进行操作。如当截流影响试验结果时,组合电器允许在GB 11022—89中6.8和6.9规定的允差范围内选取的电压或气压下操作,以便触头分离时刻获得最大刚分速度和最大灭弧性能。应表明,在上述条件下组合电器能可靠地进行空载操作。如有可能,应记录动触头的行程。

如为人力储能操作的组合电器,可以借用某种装置进行遥控操作。

c) 当组合电器的电源侧与负载侧的实际布置不同,且组合电器有两侧供电的可能时,则试验回路的带电侧应接到使组合电器的试验条件较严酷的一侧,如对此有怀疑,则应倒换电源接线,重复进行该试验。但对包含若干次同一试验的试验方式,应将电源先接到一侧,进行一次试验,然后将电源接到另一侧进行其余试验。

d) 组合电器应选用制造厂规定的适用于该组合电器的最大额定电流和/或最大动作 $I^2t$ 值的熔断器进行试验。

e) 对配有脱扣器操作的组合电器,过流继电器或脱扣器应与配用的熔断器的最小电流额定值相匹配。

f) 除非另有说明,试验应在组合电器无预加载的正常环境温度下进行。

### 7.5.3 试验回路

#### 7.5.3.1 试验频率

试验回路频率偏差应为额定频率的 $\pm 10\%$ 。

#### 7.5.3.2 功率因数

试验回路功率因数应由回路衰减时间常数计算或测量来确定,并取三相功率因数的平均值。

试验时,试验回路功率因数三相平均值,应符合本标准中7.5.5.1~7.5.5.5的规定。

#### 7.5.3.3 试验回路的布置

对试验方式1和试验方式2,组合电器最好选用电源中性点绝缘的回路,组合电器出线端头三相短路且中性点接地,如图3a所示。当试验回路电源中性点不能绝缘时,则应予以接地,而组合电器出线端头三相短路的中性点应绝缘,如图3b所示。

对于试验方式3,组合电器应接到一单相回路中,且只允许电源中性点或试品中性点一点接地,如图4a及4b所示。而以电源中性点接地方式为优选方式。

对于试验方式4及试验方式5,组合电器应接到图5a和图5b所示的回路中。其中以负载中性点接地方式为优选方式。

对于可能产生火焰或金属粒子喷射的组合电器,试验时应在带电导体附近装设金属屏,金属屏与带电导体之间间隔的大小应由制造厂规定。金属屏、底架及其它正常接地部件应对地绝缘,但通过一个合适的指示对地泄漏电流的装置接地。

### 7.5.4 关合开断试验参数

#### 7.5.4.1 开断试验的试验电压

试验电压应在组合电器开断后,立即于其所在位置测量,并且是线电压的平均值。试验电压测量点应尽可能靠近组合电器的端子,即测量点与组合电器端子间无明显的阻抗。

三相试验时,试验电压应尽可能等于组合电器的额定电压。

试验电压的允差范围是规定值的 $\pm 5\%$ 。

#### 7.5.4.2 工频恢复电压

电弧熄灭后,工频恢复电压应至少保持 0.1 s。

三相试验回路工频恢复电压是负荷开关开断后所有相测到的工频恢复电压的平均值。试验回路的工频恢复电压应在试验回路中组合电器每一极端子间测量,且应在负荷开关分闸后一个周波处测量,如图 6 所示。

#### 7.5.4.3 短路关合试验前的外施电压

在试验方式 1 和试验方式 2 中,短路关合试验前的外施电压是试验前瞬间,组合电器每极端子上电压的有效值。

对三相试验,外施电压的平均值不应小于组合电器额定电压除以 $\sqrt{3}$ ,且未经制造厂同意,不应超过该值的 10%。

外施电压的平均值与每相外施电压之差不应超过平均值的 5%。

#### 7.5.4.4 开断电流

对于试验方式 1 和试验方式 2,预期短路开断电流的交流分量有效值应在预期短路试验中短路起始后一个半波内测量。

对于试验方式 3,试验方式 4 和试验方式 5,开断电流应是在起弧瞬间测取的交流分量有效值。

对于试验方式 1,试验方式 2 和试验方式 5,任一相的开断电流交流分量有效值不能超出平均值的 10%。对于试验方式 4,用导电棒代替熔断器的两相中的开断电流交流分量有效值不能小于首开相(即装有熔断器的相)开断电流的 $\sqrt{3}/2$ (即 87%)倍。

#### 7.5.4.5 瞬态恢复电压

试验回路预期瞬态恢复电压的测定,应采用既能产生又能测量瞬态恢复电压波形,且对其无明显影响的方法。测量应在组合电器与试验回路相连的端子上进行,分压器等测量装置应包括在内。测量方法可参见 GB 1984—89 附录 D。

对于三相试验回路,瞬态恢复电压是对按照 7.5.3.3 规定的试验回路中的组合电器的首开极而言。即首开极与其闭合的两极之间的电压。

试验回路的预期瞬态恢复电压,用图 2 所示的方法来表示,其波形应满足下列要求:

a) 其包络线在任何时刻都不能低于规定的参考线。

注:必须强调,包络线超出规定参数的程度需征得制造厂的同意。

b) 有时延规定时,其起始部分不能与时延线相交。

#### 7.5.5 关合开断试验方式

关合开断试验的基本试验方式包括试验方式 1~5,主要内容及参数列于表 5 中。<sup>1)</sup>

##### 7.5.5.1 试验方式 1

如果满足 7.5.6.1 的要求,则本试验方式可以免做(除非用户要求时)。

本试验方式是为了验证负荷开关能够关合和承受熔断器的截止电流而无损伤,且在该电流下熔断器能正常开断,开断后熔断器撞击器能使负荷开关正常分开。

试验在装设三相熔断器的组合电器上进行。

在规定的试验回路条件下,必须进行一个单分和一个合分试验,三相回路的预期对称电流有效值和峰值电流值应等于组合电器的额定短路电流值,其允差范围为 $^{+10\%}_0$ 。

采用说明:

1) 即 IEC 420:1990 的 6.103.6 及表 V。本标准将表 5 的位置提前编排并在表中明确 TRV 的电源侧及负载侧参数,以便使用。

表 5 关合开断试验方式的试验参数及条件

| 试验方式 |                  | 试验电压 | 试验电流及合闸相位                          | 试验顺序        | 功率因数                                                                          | TRV  |      |
|------|------------------|------|------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 方式   | 回路               |      |                                    |             |                                                                               | 电源侧  | 负载侧  |
| 1    | 三相<br>图 3        | $U$  | 见 GB 15166.2—94 试验方式 1             | O<br>CO     | 0.07~0.15<br>(滞后)                                                             | 见表 3 | —    |
| 2    | 三相<br>图 3        | $U$  | 见 GB 15166.2—94 试验方式 2             | O<br>CO     | 0.07~0.15<br>(滞后)                                                             | 见表 6 | —    |
| 3    | 单相<br>图 4        | $U$  | $0.8I_3$<br>见 GB 15166.2—94 试验方式 3 | O<br>O      | 0.4~0.6<br>(滞后)                                                               | 不规定  | —    |
| 4    | 三相<br>二相<br>图 5a | $U$  | $I_4/0.87I_4$<br>见本标准 7.5.5.4 的规定  | O<br>O<br>O | $I_4 > 400\text{ A}$<br>0.2~0.3(滞后)<br>$I_4 \leq 400\text{ A}$<br>0.3~0.4(滞后) | 见表 3 | 见表 7 |
| 5    | 三相<br>图 5b       | $U$  | $I_5$<br>见本标准 7.5.5.5 的规定          | O<br>O<br>O | $I_4 > 400\text{ A}$<br>0.2~0.3(滞后)<br>$I_4 \leq 400\text{ A}$<br>0.3~0.4(滞后) | 见表 3 | 见表 7 |

注：试验方式 4 和 5 的功率因数指负荷回路的功率因数。

试验回路的功率因数应为 0.07~0.15(滞后)。

外施电压应符合本标准中 7.5.4.3 的要求。

工频恢复电压(见 7.5.4.2)应等于组合电器的额定电压除以  $\sqrt{3}$ , 允差范围为  $\pm 5\%$ 。

预期瞬态恢复电压符合 5.9 及 7.5.4.5 的要求。

试验方式的第一次试验应按 GB 15166.2—94 中试验方式 1 的规定, 保证任一边相熔断器的起弧相角应在该相电压过零后  $65^\circ \sim 90^\circ$  范围之内。

#### 7.5.5.2 试验方式 2

如果满足 7.5.6.2 的要求, 则本试验方式可以免做(除非用户要求时)。

本试验方式的目的在于用近似于对负荷开关产生最大  $I^2t$  的预期电流来验证组合电器的性能, 试验是在装设三相熔断器的组合电器上进行。

在规定的三相回路条件下, 进行一个单分和一个合分试验时, 其预期电流值为按照 GB 15166.2—94 验证组合电器中熔断器产生最大  $I^2t$  值所要求的预期电流, 允差范围为  $\pm 10\%$ 。

试验回路的功率因数为 0.07~0.15(滞后)。

外施电压应符合 7.5.4.3 的要求。

本试验方式的第一次试验应对回路选相合闸, 保证其中任一相电流在该相电压过零后  $0 \sim 20^\circ$  之间出现。

工频恢复电压(见 7.5.4.2)应等于组合电器的额定电压除以  $\sqrt{3}$ , 允差范围为  $\pm 5\%$ 。

预期瞬态恢复电压应符合 7.5.4.5 的要求, 并按照表 6 中的规定值。其最大峰值不应低于规定的参数  $u_c$ , 其包络线的上升段应在  $t_3$  允差规定的两条线之间。

注：时延线未做规定, 是因为 TRV 波形起始部分对熔断器性能不重要(见 GB 15166.2—94 附录 C)。