

ICS 29.180

K 41

备案号:



团 体 标 准

T/CES XXX.1-XXXX

液浸式变压器快速泄压装置第 1 部分:

防爆膜型快速泄压装置

Liquid immersed transformer fast decompression device—

Part 1: bursting disk fast decompression device

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

目 次 I

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 结构型式 2

5 技术要求 2

 5.1 外观要求 2

 5.2 使用条件 2

 5.3 防爆膜片 3

 5.4 膜片夹持器 3

 5.5 膜片装置密封性能要求 3

 5.6 排量性能 4

 5.7 减压舱 4

 5.8 膜片传感器 4

 5.9 密封垫片、密封圈 4

 5.10 隔离阀 4

 5.11 防护性能要求 4

 5.12 防潮性能 4

 5.13 防盐雾性能 4

 5.14 抗振动性能 5

 5.15 防爆性能 5

6 试验项目及试验方法 5

 6.1 试验项目 5

 6.2 试验方法 5

7 标志、包装、运输和贮存 7

 7.1 铭牌标志 7

 7.2 包装 7

 7.3 运输及储存 8

附 录 A （规范性） 防爆膜片的对夹法兰安装尺寸 9

附 录 B （规范性） 膜片泄压装置的安装要求 10

参 考 文 献 11

前 言

T/CES XXX《液浸式变压器快速泄压装置》分为2个部分：

第1部分：防爆膜型快速泄压装置；

第2部分：阀膜组合式快速泄压装置。

本部分为T/CES XXX的第1部分。

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》给出的规则起草。

本部分对液浸式变压器防爆膜型快速泄压装置的术语和定义、结构型式、技术要求、试验项目及试验方法、标志、包装、运输和贮存进行了标准化规定。

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。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会×××(**专业**)工作组归口。

本文件起草单位：北京中瑞和电气有限公司、国网经济技术研究院有限公司、中国电力科学研究院、南方电网超高压输电公司、南方电网科学研究院有限责任公司、山东电力设备有限公司、保定天威保变电气股份有限公司、西安西电变压器有限责任公司、特变电工沈阳变压器集团有限公司、特变电工衡阳变压器有限公司、吴江变压器有限公司、西安交通大学、广东电网有限责任公司、广州电力设计院有限公司、云南电网有限责任公司、深圳供电局有限公司、沈阳变压器研究院股份有限公司。

本文件主要起草人：朱述友、陈胜杰、周贤武、卢理成、武炬臻、董弘川、汪可、李嘉熙、赵义焜、孙建涛、邓军、范才进、杨伟鸿、王新兵、陈志伟、刘化南、李桂苹、邹勇、安振、闫晨光、蔡玲珑、梁振升、冯建辉、林灏凡、姜成。

本文件为首次发布。

液浸式变压器快速泄压装置

第 1 部分：防爆膜型快速泄压装置

1 范围

T/CES XXX 的本部分规定了液浸式变压器防爆膜型快速泄压装置的术语和定义、结构型式、技术要求、试验项目及试验方法、标志、包装、运输和贮存。

本部分适用于在液浸式变压器、液浸式互感器、液浸式电抗器、液浸式开关等电气产品上安装的防爆膜型快速泄压装置。

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 567	爆破片安全装置
GB/T2423.17	电工电子产品环境试验第 2 部分:试验方法 试验 Ka：盐雾
GB/T 2900.95	电工术语变压器、调压器和电抗器
GB 4208	外壳防护等级（IP 代码）
JB/T 8448.1	变压器类产品用密封制品技术条件 第 1 部分：橡胶密封制品

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

GB/T 2900.95 及 GB567 中的术语和定义，以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

液浸式变压器防爆膜型快速泄压装置

liquid immersed transformer bursting disk fast decompression device

安装在液浸式变压器或类似设备上，以防爆膜为主要泄压元件的快速泄压装置，简称为膜片泄压装置。

3.2

防爆膜片 bursting disk

在膜片泄压装置中，因超压而迅速动作的压力敏感元件，一般为较薄的圆形片状物，简称为膜片或爆破片，由爆破片层、密封膜层、托架等部件组成。

3.3

膜片夹持器 bursting disk holder

爆破片安全装置中，具有定位、支撑、密封及保证泄放面积等功能，并且能够保证爆破片准确动作的独立夹紧部件。

膜片夹持器与防爆膜片的装配体简称为膜片装置。

3.4

正拱形爆破片 conventional domed bursting disc (also referred to as: forward acting)

爆破片呈拱形，凹面处于压力系统的高压侧，动作时因拉伸而破裂。

3.5

反拱形爆破片 reverse domed bursting disk (also referred to as: reverse-acting)

爆破片呈拱形，凸面处于压力系统的高压侧，动作时因压缩失稳而翻转破裂或脱落。

3.6

背压差 differential back pressure

在正常工况下，当爆破片安全装置泄放侧的压力高于入口侧，包括入口侧为负压（即真空）状态时，在爆破片的两侧形成了与泄压方向相反的压力差，这种压力差称为背压差。

3.7

密封膜 sealing membrane

在开缝型组合式爆破片中，对爆破片起密封作用的薄膜。

3.8

爆破压力 bursting pressure

膜片在设定温度及一定增速的压力作用下，发生破裂时两侧的压力差。

3.9

设计爆破压力 specified bursting pressure

变压器及类似设备的设计单位根据设备的承载能力、工作条件和相关安全技术规范设定的，在设计爆破温度下膜片的爆破压力值。

3.10

爆破压力允差 bursting pressure tolerance

爆破片做试验的爆破压力相对于标定爆破压力的最大允许偏差

3.11

膜片开启时间 opening time

膜片所受压力以不小于规定的压力增速，达到并超过压力爆破值时，膜片从开始破裂至完全打开的时间。

3.12

减压舱 decompression chamber

一个位于膜片下游，具有比防爆膜片更大泄压直径的空容器腔体，用来快速降低来自变压器内部的瞬时高压。

3.13

膜片传感器 bursting disk sensor

用于监测膜片是否破裂的传感器装置。当膜片破裂时，向外界传出一个电信号，也称为膜片报警器。膜片传感器可以是独立的一个部件，也可以与防爆膜片集成在一起。

4 结构型式

膜片泄压装置主要由隔离阀、防爆膜片、膜片夹持器、膜片传感器、减压舱、排油管、减震器等部件组成。

防爆膜片可以采用反拱形或正拱形。

5 技术要求

5.1 外观要求

膜片泄压装置的表面涂层应耐蚀、均匀、光亮，不得有脱皮、气泡、堆积等缺陷。

铭牌应采用不锈钢制作，并固定在膜片泄压装置易于查看的位置上。

5.2 使用条件

使用环境温度：-40℃～50℃。

允许工作温度：-40℃～115℃。

当环境温度、工作温度超出上述规定范围时，应在膜片泄压装置的明显位置处标明，下述相关试验要求和试验方法做出相应调整。

5.3 防爆膜片

5.3.1 材质要求

膜片泄压装置的防爆膜片，应采用 316 不锈钢材质。

5.3.2 形状要求

膜片泄压装置的防爆膜片，可以采用正拱开缝型防爆膜片或反拱无缝型防爆膜片。

5.3.3 动作性能

本装置采用的防爆膜片，除应符合《GB567 爆破片安全装置》的规定外，还应符合以下规定。

5.3.3.1 爆破压力

防爆膜片的爆破压力应符合表 1 的规定。

表 1 爆破压力

泄压有效口径	爆破压力
φ125	75～300 kPa，或根据要求设定。 安装于不同位置时，爆破压力应根据被保护区域的 压力特征进行选择。
φ150	
φ200	
φ250	
φ300	

防爆膜片的爆破压力允差应符合表 2 的规定

表 2 爆破压力允差

防爆膜片类型	爆破压力（MPa）	爆破压力允差
正拱形或反拱形	≤0.01～<0.1	±25%
	≤0.1～<0.3	±10kPa
	≤0.3	±5%

当防爆膜片破裂后，爆破信号应能准确送出。

5.3.3.2 膜片开启时间

当作用在防爆膜片的压力达到爆破压力时，防爆膜片应快速开启，其开启时间应不大于 10ms。

5.4 膜片夹持器

膜片夹持器应采用不锈钢材质。

膜片夹持器的内孔面积不得小于设计的泄放面积。

5.5 膜片装置密封性能要求

膜片与夹持器装配好以后，整体装置要求既能正向密封，也能反向（真空）密封。

正向密封试验的压力为最小爆破压力的 80%，压力保持时间为 5 分钟。

正向密封试验按 6.2.1 规定的方法进行气密性能试验，应无气泡泄漏。

真空密封试验的绝对压力应不大于 133Pa，保持时间为 10min。

真空密封试验按 6.2.3 规定的方法进行，泄漏率不应超过 1.33Pa·L/s，且其构件不应有损坏。

5.6 排量性能

装配好的膜片泄压装置在常温下,达到爆破压力时,流体的排放量应符合设计和产品技术条件的规定值。

5.7 减压舱

5.7.1 材料

减压舱材质宜采用铝合金、碳钢或不锈钢。

5.7.2 外观

减压舱表面涂层应均匀、光亮、色泽一致,无针孔、皱纹、气泡、磕碰、污物等缺陷。

表面涂层应能耐油并能适应户外气候及工作温度的要求。

5.7.3 强度要求

封闭减压舱所有出口,按 6.2.2 规定的方法进行液压强度试验,试验压力为膜片爆破压力的 1.5 倍,保压 5min,减压舱应无渗漏、变形或损坏。

5.8 膜片传感器

膜片传感器允许通过的最大电流应不小于 0.3A。

在膜片传感器输出端子与地之间施加短时工频电压 2kV,历时 1min,不应出现闪络、击穿现象。

5.9 密封垫片、密封圈

膜片泄压装置所用的密封垫片、密封圈应符合 JB/T8448.1 的相关规定。

密封垫片、密封圈应能耐变压器油腐蚀。将样品浸入盛有变压器油的容器中,变压器油的温度控制在 125℃,浸泡 168h 后取出检验,试验样品应无腐蚀损坏。

5.10 隔离阀

5.10.1 流通面积

隔离阀的有效流通面积不应小于防爆膜片的泄放面积。

5.10.2 开闭标识

隔离阀上应明显标识出阀门的开闭方向。

5.10.3 强度要求

按 6.2.2 规定的方法进行液压强度试验,隔离阀应无渗漏、变形和损坏,试验压力为 0.15MPa,压力保持时间为 5min。

5.10.4 耐油性能

隔离阀应能耐变压器油腐蚀。将样品浸入盛有变压器油的容器中,变压器油的温度控制在 125℃,浸泡 168h 后取出检验,试验样品应无腐蚀损坏。试验后进行液压密封性能试验,应符合 5.9.3 的规定。

5.11 防护性能要求

信号接线盒的防护性能按 GB4208 的规定进行试验,防护等级应不低于 IP55。

5.12 防潮性能

防潮性能试验按 6.2.7 规定的方法进行,试验后立即检查,膜片传感器的绝缘性能应符合 5.7 的规定;膜片泄压装置的外观应符合 5.1 的规定。

5.13 防盐雾性能

根据用户要求进行防盐雾性能试验时,膜片泄压装置应符合 GB/T2423.17 的规定。

5.14 抗振动性能

将膜片泄压装置安装在振动台上，振动频率设置为 4HZ~20HZ、加速度设置为 2g~4g，在 X、Y、Z 轴三个方向上，各试 1min，膜片泄压装置各部件不应松动、变形或损坏，膜片传感器的输出信号不应出现误报。

5.15 防爆性能

膜片泄压装置应进行电弧故障条件下的高速动压释放性能试验。试验分别在模拟变压器主油箱、有载分接开关、套管升高座处进行，每处试验次数不少于 2 次。

按 6.2.8 规定的方法进行试验，膜片泄压装置应能准确动作，被保护的设备应无变形或损坏。膜片泄压装置的动作信号、膜片传感器信号应能准确输出。

6 试验项目及试验方法

6.1 试验项目

6.1.1 例行试验项目

- a) 外观检查（按 5.1）
- b) 爆破压力试验（按 5.3.3.1、6.2.4）
- c) 膜片装置密封性能试验（按 5.5、6.2.1）
- d) 减压舱强度试验（按 5.7.3、6.2.2）
- e) 膜片传感器绝缘性能试验（按 5.8）
- f) 隔离阀强度试验（按 5.10.3、6.2.2）

6.1.2 型式试验项目

膜片泄压装置型式试验项目如下：

除应进行 6.1.1 规定的例行试验项目外，还应进行下列项目的型式试验：

- a) 真空密封性能试验（按 5.5、6.2.3）
- b) 防护性能试验（按 5.11）
- c) 抗振动性能试验（按 5.14）
- d) 密封垫、密封圈耐油性能试验（按 5.9）
- e) 隔离阀耐油性能试验（按 5.10.4）

6.1.3 特殊试验项目

- a) 膜片开启时间试验（适用于用户有此项要求时，试验按 5.3.3.2、6.2.6）
- b) 防潮性能试验（适用于变压器有此项要求时，试验按 5.12、6.2.7）
- c) 防盐雾性能试验（适用于变压器有此项要求时，试验按 5.13）
- d) 排量性能试验（适用于用户有此项要求时，试验按 5.6、6.2.5）
- e) 防爆性能试验（适用于用户有此项要求时，试验按 5.15、6.2.8）

6.1.4 产品型式试验的规定

属于下列情况之一者，应进行型式试验：

- a) 新产品试制生产时；
- b) 定型的产品，在材料、结构或工艺有变更，且可能影响到性能时；
- c) 长期停产再生产时；
- d) 正常生产的产品应至少每五年进行一次型式试验。

6.2 试验方法

6.2.1 膜片装置气压密封试验

气压密封试验装置用氮气或压缩空气，压力测量仪表的准确度不低于 1.6 级，试验装置的气压源应满足升压速率在使用压力范围内可调。

检漏试验用水温度不应低于 5℃。

将被检样品进口与气压源相连，封闭样品其他出口，以每秒升压不大于试验压力 50%的速率，缓慢升压至试验压力。将样品浸入水中，在规定的压力保持时间内，检查样品渗漏情况。

6.2.2 液压强度试验

液压强度试验装置用液压源应具备消除压力脉冲的稳压功能，压力测量仪表的准确度不低于 1.6 级，试验装置的升压速率应在使用压力范围内可调。

将被检样品进口与液压强度试验装置相连，阀类样品应处于开启状态，排除连接管路和样品腔内空气后，封闭样品所有出口，以每秒升压不大于试验压力 50%的速率，缓慢升压至试验压力，保持压力 5min 后泄压，检查样品，应无渗漏、变形或损坏。

6.2.3 膜片装置真空密封性能试验

真空系统由真空泵、相应分辨率的真空计和抽真空装置组成。

真空系统本身的泄漏率应低于 0.1Pa · L/s。

将膜片装置装在抽真空装置上，启动真空泵，调整真空阀，当绝对压力不大于 133Pa 时，关闭真空阀门开始计时。记录计时开始时的绝对压力值和 10min 后的绝对压力值并计算泄漏率。

泄漏率由下式计算：

$$p = (P_2 - P_1) L / t$$

式中：

P_1 —— 计时开始时的绝对压力值(不大于 133Pa)，单位为帕(Pa)；

P_2 —— 计时 10min 后的绝对压力值，单位为帕(Pa)；

L —— 有效容积，单位为升(L)；

t —— 时间，单位为秒(s)。

6.2.4 爆破压力试验

在常温下向试验罐内充以压缩空气或液体，当罐内压力达到膜片爆破压力时，防爆膜片应破裂，膜片传感器应可靠动作。

防爆膜片在制造过程中例行试验的抽样数量按表 3 的规定执行。

表 3 爆破试验抽样数量

同批次防爆膜片成品总数（片）	爆破试验抽样数量（片）
<10	2
10~15	3
16~30	4
31~100	6
101~250	4%，但不少于 6
251~1000	3%，但不少于 10
>1000	抽样数量由制造单位、承压设备设计单位、使用单位协商确定，但不少于 20

注：抽样试验用的爆破片数量不计入该批次爆破片成品总数之内。

防爆膜片型式试验时的抽样数量为：在同一批次的防爆膜片中，随机选择三片。

用抽取的样品进行爆破试验，记录爆破压力值，爆破压力偏差应符合 5.3.3.1 中表 2 的规定。

爆破压力试验的具体步骤如下：

a)按设计要求施加预紧力，将防爆膜片装置安装于试验装置上；

b)当爆破后的试验片需进行泄放量或流阻试验，则防爆膜片进口前的容积应足够大，以便爆破后的形状开度达到要求；

c)缓慢升高试验压力，观察压力表指示的压力及与压力记录装置显示的数据的一致性。当压力升至最低爆破压力的 90%后，保压不小于 5s。随后稳定连续地增加压力，升压时应能够精确读出压力表的最小示值，且每秒升压速率不小于爆破压力的 0.1%，直至爆破片爆破，此过程不应超过 120s。

d)非常温爆破试验应将温度升至（或降至）接近标定爆破温度时开始升压，并控制爆破片爆破时的温度与标定爆破温度的允许偏差为 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

e)观察并记录爆破压力值，或使用计算机、自动记录仪表等设备记录爆破压力。

6.2.5 排量性能试验

将充分爆破的膜片，装配在专用流量试验装置上，在常温条件下，测量液体在膜片爆破压力值下的实际排量。

注：本试验所使用的膜片，可以是前面做爆破压力试验所使用的膜片。试验时，可以先将破裂部分充分打开至最大开启状态。

液体的排放量应符合产品设计和技术条件的规定值。

6.2.6 开启时间试验

在变压器油中，用模拟短路故障的方法或其他快速增压装置来进行膜片开启时间试验。作用在膜片上的压力递增速率应不小于 2.5MPa/s 。当压力达到并超过爆破压力值时，膜片应快速破裂。

3 次试验至少要有两次不大于 10ms 为合格。

6.2.7 防潮性能试验

在湿热试验箱中进行，使湿热试验箱缓慢升温至 $40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，被检样品温度平衡后，送湿至相对湿度 90%-95%，试验时间 24h，试验结束后立即检查。

6.2.8 防爆性能试验

选择 110kV 及以上电压等级的变压器油箱、有载分接开关、套管升高座，分别在主油箱、有载分接开关、套管升高座上安装膜片泄压装置，模拟故障电弧放电故障。每处电弧试验应各进行 2 次以上。

测量并记录变压器油温、电弧温度、电弧电压及电流、膜片破裂时间及爆破压力、主油箱内部平均压力、有载分接开关油室内部平均压力、套管升高座处的平均压力、瓦斯继电器的动作时间。

本试验也可采用变压器模拟油箱来试验。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 铭牌标志

膜片泄压装置应设永久性铭牌且应设置在装置的明显部位，铭牌应采用不锈钢制作，并至少标志下列内容：

- a) 制造单位
- b) 产品名称
- c) 型号
- d) 规格
- e) 重量，单位为 kg
- f) 出厂编号
- g) 制造日期

7.2 包装

- a) 在包装产品前，应当封堵膜片泄压装置的出入口，防止杂物进入腔体内部。
- b) 包装时应采用塑料袋，将膜片泄压装置套装好。
- c) 外包装应采用结实的木箱，并将膜片泄压装置固定牢固。
- d) 做好防振措施，用软质材料包裹或填充包装箱，保护好膜片泄压装置涂层，防止外力损坏。
- e) 采取适当的防潮措施，防止雨水或潮气进入。

- f) 木箱外包装上，应当印有防摔、防水、吊钩受力位置指示、放置方向等标识。
- g) 对于出口的外包装，应当满足出口及海运包装的要求。

7.3 运输及储存

- a) 产品在搬动、运输过程中，不得扔、摔、撞击，应当固定牢固，避免倾倒。
- b) 产品的储存，应当放置于干燥清洁的环境中，避免淋雨、潮湿，放置于户外时，需加遮挡物或覆盖物，防止水淹。

附 录 A
(规范性)
防爆膜片的对夹法兰安装尺寸

防爆膜片采用专用夹持器进行安装，夹持器采用两片法兰对夹式安装，法兰的安装尺寸应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 防爆膜片的对夹法兰安装尺寸

单位：毫米

喷油有效口径	连接管内径	法兰螺栓孔中心圆直径	数量×螺栓孔直径	螺栓螺纹规格
DN125	DN125	φ210	8×φ18	M16
DN150	DN150	φ240	8×φ22	M20
DN200	DN200	φ295	8×φ22	M20
DN250	DN250	φ350	12×φ22	M20
DN300	DN300	φ400	12×φ22	M20

附录 B (规范性) 膜片泄压装置的安装要求

B.1 安装位置

膜片泄压装置可以安装在变压器主油箱顶部、主油箱侧壁、套管升高座、有载调压开关顶盖等部位。膜片泄压装置及其排油管路的布置不得与变压器的其他结构发生冲突。

B.2 泄压口连接管

膜片泄压装置应尽可能靠近被保护设备。

被保护设备的泄压口连接管应短而直。

为降低泄压阻力，泄压口连接管的入口处应有足够大的圆角半径(图 1 a)，或者将泄压口连接管做成锥形通道(图 1 b)。锥形通道入口处的横截面积约为出口处横截面积的 2 倍，如下图所示：

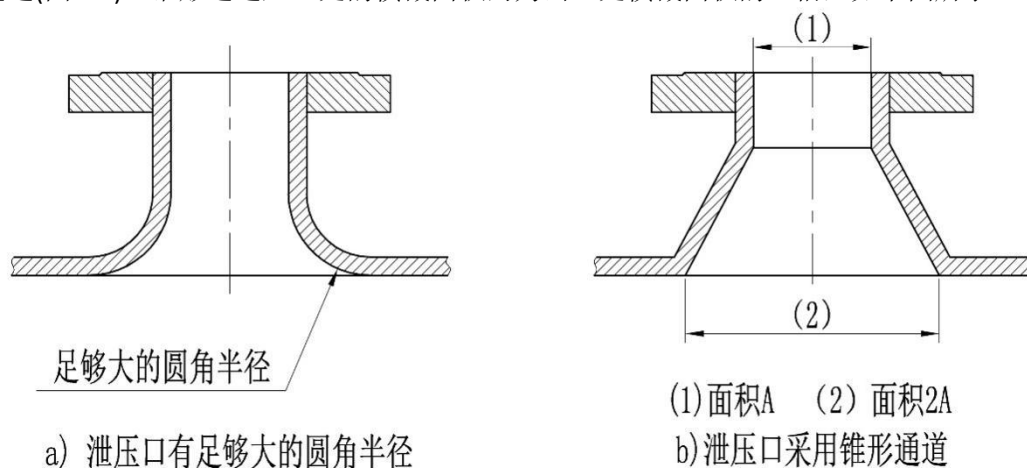


图 1 泄压口连接管

B.3 排油管路

膜片泄压装置的排放管道横截面积应不小于其减压舱的出口横截面积。

排油管路的布置不宜有太多弯头，一般不应超过 3 个。弯头的角度不应小于 90° 。

排油管路的出口，可以导向卸油池，也可以导向专门设计的储油罐。

储油罐的位置可以高于膜片泄压装置的位置，也可以放置于地上。放置于地上时，储油罐的容积应大于最大卸油量。储油罐上应设置排气口。

参 考 文 献

- [1] GB/T 191 包装储运图示标志
 - [2] GB 1094.1 电力变压器第 1 部分：总则
-