



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204424145 U

(45) 授权公告日 2015. 06. 24

(21) 申请号 201520092769. 0

(22) 申请日 2015. 02. 06

(73) 专利权人 孙毅彪

地址 116039 辽宁省大连市甘井子区辛寨子
辛萍街 58 号

(72) 发明人 孙毅彪

(51) Int. Cl.

H01H 33/04(2006. 01)

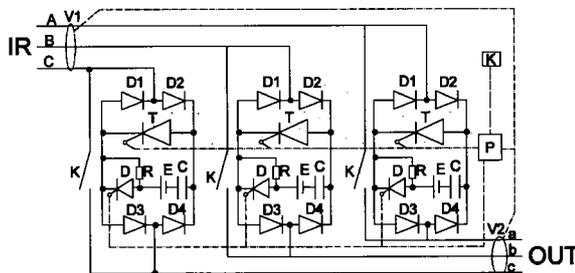
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

无电弧型桥强控式高压电力断路器

(57) 摘要

本实用新型提供一种无电弧型桥强控式高压电力断路器,由机械开关K、桥开关、控制器P、输入及输出监测仪表V1与V2构成,桥开关由二极管D1、D2、D3、D4与无触点开关T及其强控电路组成,而强控电路由电容C、电压源E、电阻R和无触点开关D组成,桥开关入端(D1 负极)与K触点入端同接电源输入(IR)端,其出端(D3 负极)与K触点出端同接电源输出(OUT)端,T和D的控制极及K的线圈或驱动装置接P,断路器分闸时K主触点先断而T后断,合闸时T先通而K触点后通,从而避免了分、合闸电弧,此类断路器节资、简单和安全,可替代现有的各类传统型高压断路器。



1. 一种无电弧型桥强控式高压电力断路器,其特征是:由机械开关 K、桥式电力电子开关、控制器 P、输入及输出监测仪表 V1 与 V2 构成,其桥开关由电力二极管 D1、D2、D3、D4 和无触点开关 T 及其强控电路组成,强控电路由电压源 E、电容 C、电阻 R 及开关管 D 组成, D1 负极为桥开关入端与 K 触点入端共点连接电源输入 (IR) 端, D3 负极为桥开关出端与 K 触点出端共点连接电源输出 (OUT) 端, T 与 D 的控制极接 P, 断路器分闸时 K 触点先断而 T 后断,合闸时 T 先通而 K 触点后通, T 和 D 的控制极接 P, K 的线圈或驱动装置受 P 控制。

2. 根据权利要求 1 所述的无电弧型桥强控式高压电力断路器,其特征是:机械开关 K, 可以是能区分为动触点和静触点的、也可以是不区分动、静触点的机械式触点开关,还可以是具有载流主触点的电磁储能或机械储能开关,其触点的入端和出端分别连接桥开关的入端和出端, K 的动作线圈或驱动装置受控于 P, 也可受控于由 P 控制的继电器、接触器。

3. 根据权利要求 1 所述的无电弧型桥强控式高压电力断路器,其特征是:桥开关,由二极管 D1、D2、D3、D4 和无触点开关 T 及其强控电路构成, D1 负极与 D2 正极连接点为桥开关入端, D3 负极与 D4 正极连接点为桥开关出端, 桥开关入端与 K 触点入端同接电源输入 (IR) 端, 桥开关出端与 K 触点出端同接电源输出 (OUT) 端, T 正极、D2 负极、D4 负极及强控电路中 C 的正极共点连接, T 负极、D1 正极、D3 正极、强控电路中 D 的负极及与之相连的 R 的一端共点连接, T 和 D 的控制极接 P, D1-D4 为高压电力二极管, 开关管 T 可以选用耐高压电力电子开关或模块, 可以是 SCR、GTR、GTO、IGBT、IGCT、IEGT、SIT、BSIT、SITH、IPM、PIG、MOSFET 或 P-MOSFET。

4. 根据权利要求 1 所述的无电弧型桥强控式高压电力断路器,其特征是:强控电路,由电压源 E、电容 C、电阻 R 及无触点开关 D 组成,其中 C 的正极与 D2 的负极、D4 的负极及 T 的正极共点连接, C 的负极接 E 的负极, E 的正极连接 D 的正极和 R 的一端, R 的另一端与 D1 的正极、D3 的正极、D 的负极及 T 的负极共点连接, D 的控制极接 P, C 可选普通高压直流电容, E 为电压源, R 为高压电阻, D 可选任意功率的高压电力电子开关或模块, 可以是 SCR、GTR、GTO、IGBT、IGCT、IEGT、SIT、BSIT、SITH、IPM、PIG、MOSFET 或 P-MOSFET。

5. 根据权利要求 1 所述的无电弧型桥强控式高压电力断路器,其特征是:控制器 P, 可以是计算机、单片机、控制板、控制仪表、智能控制模块, P 的信号线接监测仪表 V1、V2 和人工外输入信号装置,其控制线接 T 和 D 的控制极及 K 的线圈或驱动装置。

6. 根据权利要求 1 所述的无电弧型桥强控式高压电力断路器,其特征是具有监测功能的仪表 V1 和 V2, 可以是电压变换器或电流变换器、波形畸变仪、电压波动仪、电流变化率仪、电量监测仪表或监测器件,以隔离的模式分别装设在断路器的输入端和输出端,其信号线接 P。

无电弧型桥强控式高压电力断路器

技术领域

[0001] 本实用新型涉主要涉及电力领域的高压开关装置,特别是涉及 3KV 以上电压级别的高压断路器。

背景技术

[0002] 有史以来,安装在电力系统的供配电设备内的各类大功率断路器之所以可按照人的意志接通或断开各类负载电路,特别是能可靠地断开短路类故障电路,关键在于断路器灭弧系统的灭弧功能。

[0003] 众所周知,在操控非空载电路时,断路器的动触点和静触点在接通前或断开后的瞬间,因间距很小而在额定电压下形成强电场、造成介质或空气电离击穿,从而产生动、静触点之间的电弧。电路中工作电流越大、额定电压越高则电弧越严重。在 1KV(1000V) 及以下系统中,防电弧的技术相对容易,成本相对偏低。但 3KV(3000V) 及以上高压系统的防电弧技术和成本则不容忽视。对 10KV 少油断路器而言,仅在开断 20KA 级别的短路电流时,其所产生的电弧功率就可达 10 兆瓦(10000KW) 以上,断路器动、静触头之间的电弧柱温度可达 6000-7000 摄氏度,甚至超过 10000 摄氏度,电弧可以导致所在电路发生相间短路故障,而短路电弧会造成电力系统的巨大恶性事故。因此,没有灭弧技术则大功率负载电路的接通和断开是无法实现的,故障电路的切除更是不可能的。只有保证安全灭弧才能保证断路器接通或断开负载电路的动作成功,特别是断路器主触点在断开短路故障电流的瞬间,若不能可靠灭弧必然会引发毁灭性的灾难。

[0004] 迄今为止,电力系统普遍在线运行的 3KV 以上的高压断路器主要和常见的分为三大类:即“油断路器”(分“多油开关”与“少油开关”)、真空断路器和 SF6(六氟化硫)断路器。其中油断路器的密闭灭弧室内装有绝缘油,断路器主触头是浸泡在油里工作的,靠油的绝缘作用和与空气的隔绝作用加速熄灭通断电路瞬间产生的强烈电弧;真空断路器的密闭灭弧室内是高度真空的,利用真空的绝缘作用来抑制电弧;而 SF6 断路器的灭弧室内则装有用于灭弧的六氟化硫液体。油断路器存在着故障情况下随时可能引起爆炸、喷溅、燃烧等扩大事故范围的危险,因此正在逐步被真空断路器和 SF6 断路器替代;而真空断路器结构复杂、维修复杂、且分断大电流能力有限;SF6 断路器断流和灭弧效果比较理想但复杂程度和成本超过真空断路器;也有一些其他方式灭弧的断路器但由于技术或安全等原因而应用不够普及。以灭弧为前沿课题的中高压断路器产品自问世以来,不断地演绎、变化和推陈出新,其寿命已超过一个世纪,但基本原理一直没有革新,所面临的前沿课题一直没有改变,任何一代产品的设计首先必须解决好灭弧功能,任何种类的高压断路器的主触头的开或闭都必须同时具备“密闭空间、灭弧介质、吹弧气流和触点耐高温”四个条件。为此,要考虑灭弧室工艺的高度可靠,要保证弧吹系统的科学合理,开关触点要采用耐高温的贵重合金材料,要考虑灭弧介质的质量和纯度,为了灭弧,断路器的结构无法简化,成本居高不下。

[0005] 油断路器诞生于 1895 年,推广于 1930 年之前,目前主要应用于 3、6、10KV 及以上的高压系统中。真空断路器始见于 50 年代(我国独立研制真空断路器始于 70 年代),最

初常见于 $\sim 380/220\text{V}$ 系统和 $\sim 690\text{V}$ 系统,后来逐步进入 $3、6、10\text{KV}$ 系统。而 SF_6 断路器是近年来发展起来的新型断路器,最常见于 10KV 配电系统。这些断路器的成本、使用寿命、结构形式和电气性能主要决定于灭弧功能和主触头合金的质量,如何保证主触点在接通和断开有载电路(特别是断开短路故障电路)瞬间所产生的强大电弧不造成事故,始终是产品研发和设计的最关键点。虽然灭弧要求使断路器结构异常复杂,成本增加数倍,但一直在实践中延续;虽然国内外的灭弧技术一直在提高和创新,但始终没有找到最廉价的科学方法,灭弧的主题始终无法避免。

[0006] 传统断路器结构与分型复杂,外部形状各异,控制保护繁复,灭弧室内的构造却大同小异,载流动触头与静触头之间或分或合的物理动作及其简单,却危机重重,图4-图7分别为传统断路器灭弧室内的结构及四种灭弧方案示意图。

[0007] 电力电子技术的发展推动了大功率电力电子开关和模块的诞生,由于电力电子模块的导通或截止状态的改变是靠半导体材料内部的自由电子的扩散和停止扩散的结果,其过程无电弧发生,由此启发了人们用电力电子开关(即无触点开关)替代机械开关(有触点开关)的思路。无触点开关产品曾经在上世纪90年代如火如荼地发展和进步,业内人士均认为各类大功率断路器都将走进“无触点”时代。然而,实践中发现:大功率电力电子模块长时间承载负荷电流产生较大的功耗,其无法回避的热隐患给系统安全带来更大风险和隐患,故无法替代机械开关,更无法代替中、高压电力断路器。

[0008] 电力断路器诞生一百多年来,产品研发的专家们始终锁定灭弧课题苦苦攻关;而电力电子技术诞生几十年来,产品研发的专家们始终以高效、高速和低热为课题苦苦攻关,无人问津断路器基本结构和基本模式的改变,无人推出既可以规避开关电弧、又可以规避在线热损耗风险的大功率断路器方案。

发明内容

[0009] 本实用新型为解决传统高压断路器灭弧技术难题提供一种无电弧型桥强控式高压电力断路器,基本组成特征是:由机械开关 K 、桥式电力电子开关(简称“桥开关”)、控制器 P 、输入及输出监测仪表 V_1 与 V_2 构成,其桥开关由电力二极管 $D_1、D_2、D_3、D_4$ 和无触点开关 T 及其强控电路组成,强控电路由电压源 E 、电容 C 、电阻 R 及开关管 D 组成, D_1 负极为桥开关入端与 K 触点入端共点连接电源输入(IR)端, D_3 负极为桥开关出端与 K 触点出端共点连接电源输出(OUT)端, T 与 D 的控制极接 P ,断路器分闸时 K 触点先断而 T 后断,合闸时 T 先通而 K 触点后通, T 和 D 的控制极接 P , K 的线圈或驱动装置受 P 控制。

[0010] 本实用新型一种无电弧型桥强控式高压电力断路器,将无触点开关具有的可无电弧导通和截止的优良特性及机械开关在线承载电流无热隐患的特性有力结合,规避两者弊端,保证 K 触点的断开或闭合不产生电弧,用这种无电弧型高压断路器替代前述各类传统的高压断路器,可以广泛使用在 $3\text{KV}、6\text{KV}、10\text{KV}、33\text{KV}、66\text{KV}$ 等高压电力系统中,推而广之,如果研发成功超高电压型大功率电力电子开关,此类断路器还可以广泛使用在超高电压电力系统中。

[0011] 实施本专利,可彻底改变已有百年历史的传统型高压断路器的结构,引发高压断路器在基本结构、控制保护电路等方面的重大进步和变革,能快速刺激电力电子器件研发商及生产商把电力电子器件的研发兴趣和目标指向超高电压领域,从而促进超高电压领域

新型电力开关产品的诞生,并促进超高电压领域无电弧型断路器的研发和生产,从而推动电力开关领域的技术变革和飞跃。

[0012] 本专利的突出优点是彻底规避了高压断路器所面临的电弧防控难题,省去了专为灭弧设计的所有附加机构,大大简化了高压断路器的基本结构和控制保护电路,不但能节省断路器的大量成本(人力的、技术的、材料的),成倍提高其安全性、可靠性和使用寿命,还特别适用于实现智能控制,有利于未来智能电网的构建。

附图说明

[0013] 图 1 为本专利产品的单相触点结构示意图

[0014] 图 2 为本专利产品的三相主接线原理示意图

[0015] 图 3 为传统断路器灭弧室内基本结构示意图

[0016] 图 4 为传统断路器灭弧室内纵吹式系统方案示意图

[0017] 图 5 为传统断路器灭弧室内横吹式系统方案示意图

[0018] 图 6 为传统断路器灭弧室内纵横吹式系统方案示意图

[0019] 图 7 为传统断路器灭弧室内环吹式系统方案示意图

[0020] 图 1 和图 2 仅为单相和三相之分,其工作原理完全相同,但三相断路器中的机械开关 K 可以是能够同步联动三相触点的一体化机械开关,也可以是三个独立的单相机械开关。

具体实施方式

[0021] 如图 1,2 所示,无电弧型桥强控式高压断路器由机械开关 K、桥开关及其强控电路、控制器 P、及输入输出监测仪表 V1 和 V2 构成,其桥开关与 K 的主触点并联后组成无电弧型高压断路器的双开关通道,接于电源输入 (IR) 和电源输出 (OUT) 之间。

[0022] 根据桥开关中无触点的连接方式和数量的不同,无电弧型桥式高压电力断路器的无触点通道分为桥式、扩容桥式、增压桥式、扩增桥式、桥强控式、扩容桥强控式、增压桥强控式和扩增桥强控式等八种类型,统称为“桥开关”,本专利所述为桥强控式,其特征是以二极管 D1、D2、D3、D4 为桥臂,以无触点开关 T 为桥,并对 T 增加用于快速关断和抗干扰的强控电路,原理说明如下:

[0023] 分闸过程(即跳闸过程):分闸之前 K 的触点是闭合状态,桥开关中的 T 可以是截止状态,也可以是导通状态(K 触点的闭合使桥开关的入端和出端之间电压接近 0,其流过的电流也接近于 0),当监测到电路故障并判定需要分闸或收到人工手动分闸命令后, P 首先控制 T 可靠导通,然后控制 K 触点分断,流经 K 触点的负载电流或故障电流会随着 K 主触点的断开而自动转移至桥开关通道, K 触点与桥开关通道之间实现负载电流的无电弧交接后等待 K 触点断开信号,接收到 K 触点已可靠开断的信号后桥开关立刻关闭(T 截止)、而 T 在截止过程中毫无电弧发生,断路器在整个关断过程中没有电弧产生,全过程在 10ms-100ms(可调)内可完成。

[0024] 电路开断(即断路器分闸)后 P 保证 K 触点处于断开状态而桥开关始终处于关闭(T 截止)状态,强控电路确保 T 不会发生合闸误动作。

[0025] 合闸过程(即接通过程):在桥开关和 K 的主触点均处于断路状态的情况下,当监

测到合闸需求信号（备自投信号）或人工手动合闸指令后，P 首先控制桥开关导通（T 导通），监测到桥开关可靠导通的信号后立即控制 K 触点闭合，由于 K 触点闭合前桥开关已经承载全部负荷电流，因此 K 触点的入端和出端是在接近 0 电压的情况下完成闭合，因此不产生电弧，K 触点闭合后便自动接替桥开关承载负载电流（桥开关的入端和出端处于接近被 K 的主触点短接的状态），此后的桥开关通道可以继续开通（不影响 K 工作，也不会产生热量），也可以自动关闭（T 截止），控制器 P 则进入对电路电压、电流、及桥开关参数情况的监控和监测状态，做好紧急跳闸和故障报警的准备。

[0026] 强控电路的作用和原理：正常情况：在高压电力系统中，断路器处于正常分闸状态时，负荷端一般是未投入状态，即断路状态，对于本断路器而言，K 触点必处于断开状态，此时强控电路中 E 的电压通过 D1-D4 通路全部施加在 C 两端，桥开关中开关管 T 的正负极间承受的是 0 电压，T 能可靠地处于截止状态。

[0027] 特殊情况：如果实际负荷的主电路与本断路器出端处于实时连接状态，仅因为本断路器处于分闸状态而未参与供电，或者实际负荷正在靠其他断路器供电工作，则本断路器将处于准备带载合闸工况，而此时若出现干扰电压施加于 T 的控制极，则 T 可能会误导通，P 监测到 T 误通信号便立即触发 D 导通，D 导通瞬间 T 立即承受来自 E 的反偏置电压，从而立刻被强制截止，强控电路起到了防误动作的作用。

[0028] 分闸情况：在分闸时，T 进入可靠导通状态后等 K 的触点一断开则应立即截止，为了保证 T 由导通状态快速进入截止状态，P 一方面及时撤掉 T 控制极的高电平信号，另一方面还对强控电路的 D 的控制极施加高电平信号，造成 D 的导通，此时处于导通状态的 T 承受来自 E 的反偏置电压，不论其是全控件还是半控件均会被强行快速截止。

[0029] 在 C 的隔离作用下，R 和 E 只在强制关断 T 的过程中有电流流动。

[0030] 所述机械开关 K，是指普通的、无灭弧装置的、不需要特殊合金的继电器类或其他电控类机械开关，也可以是具有载流主触点的电磁储能类或机械储能类开关等，其触点受控于动作线圈或驱动装置，而线圈或驱动装置受控于 P，也可以受控于由 P 控制的继电器或接触器，其触点的入端和出端分别连接桥开关的入端和出端。

[0031] 所述桥开关，由电力二极管 D1、D2、D3、D4 和电力电子开关管 T 及强控电路构成，其 D2 正极、D1 负极及 K 触点入端共点连接电源输入（IR）端，D4 正极、D3 负极及 K 触点出端共点连接电源输出（OUT）端，D1 正极、D3 正极、T 的负极及强控电路中 D 的负极共点连接，D2 负极、D4 负极、T 的正极及强控电路中 C 的正极共点连接，T 与 D 的控制极接 P，在极性连接规则不变的情况下，桥开关中二极管 D1-D4 的位置可以互换。

[0032] 桥开关中的 D1-D4 是高压电力二极管，T 是半控型或全控型电力电子开关或模块，例如：SCR、GTR、GTO、IGBT、IGCT、IEGT、SIT、BSIT、SITH、IPM、PIC、MOSFET 或 P-MOSFET 等。

[0033] 所述强控电路，是用来快速强制关断开关管 T 和防止 T 误导通的附属电路。由电容 C、电压源 E、电阻 R 和开关管 D 构成，C 的正极接 T 的正极、C 的负极接 E 的负极，E 的正极接 D 的正极和 R 的一端，D 的负极和 R 的另一端共点连接 T 的负极，D 的控制极接 P，其中 C 可选高压直流电容、E 是耐高压的直流电压源（含有源和无源型）、R 为高压电阻、D 为任意容量的无触点开关，例如：SCR、GTR、GTO、IGBT、IGCT、IEGT、SIT、BSIT、SITH、IPM、PIC、MOSFET 或 P-MOSFET 等。

[0034] 所述控制器 P，可以是计算机、单片机、控制板、工控机（如 PLC 等）、控制仪表或智

能控制模块等。P 的信号线与电流或电压监测仪表 (V1、V2) 相连,其控制线既要与 T 和 D 的控制极相连,又要与 K 的动作线圈或驱动装置相连。

[0035] 所述监测仪表 V1 和 V2,可以是任何一种电量变换装置,可以是电压变换器或电流变换器、波形畸变仪、电压波动仪、电流变化率仪、电量监测仪表或监测器件,以隔离的模式分别装设在断路器的输入端和输出端,其信号线接 P。

[0036] 受大功率电力电子器件耐压水平现实的影响,本实用新型主要适用于 3KV、6KV、10KV、33KV、66KV 等电压级别的电力系统断路器,本领域技术人员知悉,在本实用新型的技术思路框架下,可以通过串联使用大功率电力电子器件来实现更高电压级别的电力系统的无电弧通断,而在大功率、高耐压型电力电子器件成功问世后,可以直接采用大功率高耐压级别的电力电子器件与普通机械开关配合实现更高电压领域的无电弧通断。因此,本实用新型的电压适用范围并不受限制,只要是在强电领域内以规避电弧为目的而采用电力电子器件或模块与普通机械开关联合组成无电弧电力断路器或大功率无电弧开关就是本专利的保护范围。

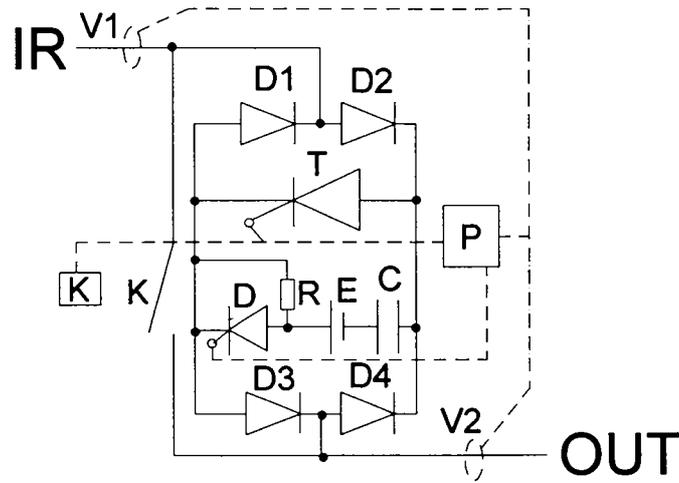


图 1

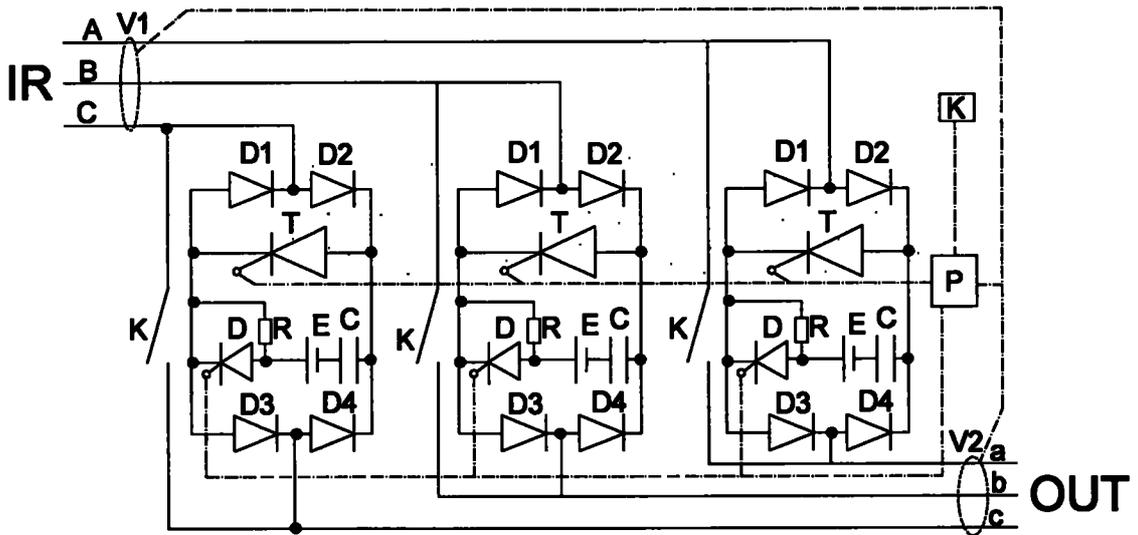


图 2

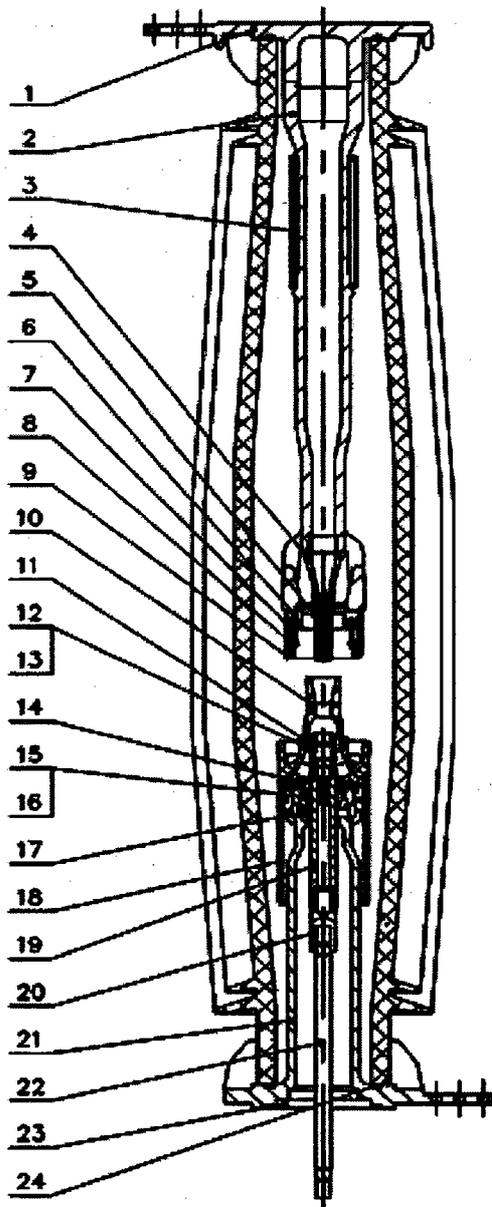


图 3

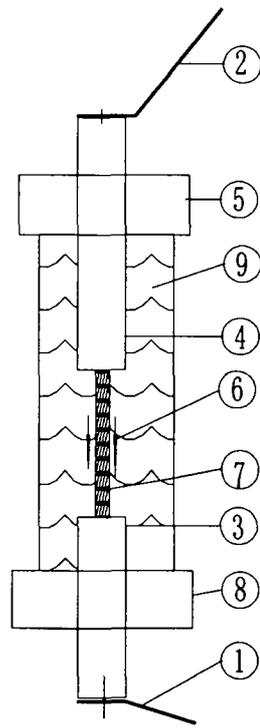


图 4

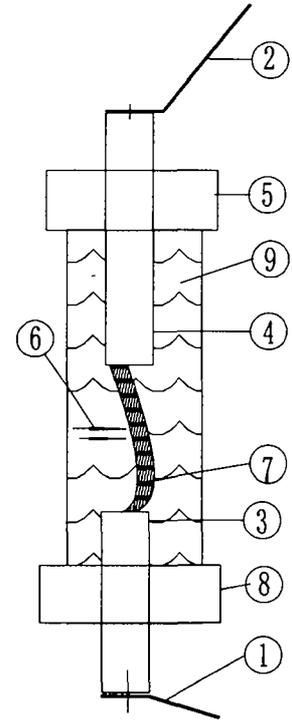


图 5

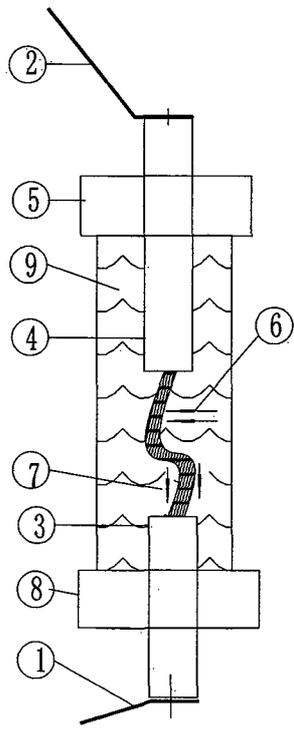


图 6

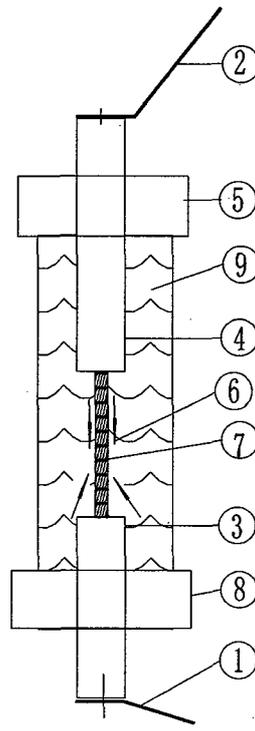


图 7