

配电解决方案

TPT3 配变防雷阻波器

额定电压：12kV, 40.5kV

额定电流：6 ~ 33A



创新研发设计的 TPT3 防雷阻波器专于户外线路配电变压器保护，可有效降低侵入波的幅值和陡度，有效保护变压器免受雷击损坏。

技术特点：

- 先进的设计，可适用于各种容量和结构的配电变压器
- 采用特制的电感，满足保护要求
- 有效融入过压限流功能
- 绝缘强度高，不受气候和外部环境的影响

行业应用：

- 电网公司配网、农网
- 陆地油田密集的配网供电



1. 技术背景

在电力系统中，10kV 配电网和配电变压器（配变）占据着极其重要的地位，据 2003 年末不完全统计，全国城乡有 10kV 配电线路约 150 万公里，配变约 400 万台，配变总容量近 5.7 亿千伏安。配变是电力系统向城乡供电的一线设备，担负着直接为用户服务的重要任务。

然 10kV 配电线路的分布地大面广，线路及设备的绝缘水平远低于高压输电线路。在雷雨季节，不仅雷电直击配电线路（直击雷）会造成事故，在线路附近出现雷云对地或对其它物体放电时，线路上会出现感应雷，配电线路线路和设备也频繁地受到感应雷的威胁。

感应雷依次由雷电先导放电过电压、迎面先导放电过电压和主放电过电压三个阶段组成。迎面先导放电过电压是波头时间很短（约为 $0.1 \sim 1.0\mu\text{s}$ ）、陡度大、幅值高的陡波过电压；雷直击线路时，线路上的雷电压骤然升高，线路上也会产生陡波过电压。

陡波过电压对配变的危害主要表现在以下方面：

- 由于雷电进波在变压器绕组中的不均匀分布，陡波过电压更容易引起配变绕组的匝/层间绝缘、高低压绕组之间的绝缘损坏；
- 陡波过电压下的绝缘击穿比之标准波下的击穿更难于恢复；
- 陡波过电压下放电间隙的放电分散性大，常引起配变内部间隙的陡波放电；
- 据日本某专项研究调查结果，在发生高压绕组损坏的配变中，93%有层间短路，均由陡波过电压所致。

故和波头时间 $1.2\mu\text{s}$ 的标准雷电波相比，陡波过电压对配变的危害更大。直击雷和感应雷所形成的陡波过电压是导致配电变压器频发雷害事故的主要祸首。

2. 当前配变防雷保护的现状

目前配电变压器的防雷保护方式对侵入近似标准雷电波时的主绝缘保护比较有效，但对入侵陡波过电压时造成配变纵绝缘损坏和内部间隙放电等防护能力不足，是配变事故率难以降低的主要原因之一。

据各地统计，雷害是引发配电网事故的主要原因，雷害事故中，约有（15~50）%为配电变压器的雷击损坏事故。如有文献报导，2003 年海南省某变电站因雷击引发多起配电设备事故[1]；某县供电局 1 年内有 30 多台配变被雷击坏[2]；

广西省某供电局 548 台配变，4 年中因雷击损坏 38 台[3]；中石油油田配网 530 台配变，1 年中因雷击损坏 12 台。配变的雷击损坏率一般约为（1~2）%，在重雷区可达 5%，在雷电日大于 100 的地区甚至可达（7.5~10）%。配变的损坏，直接给工农业生产和人民的正常生活造成重大损失。

因此，必须采取有效的解决方案，以解决配变雷击损坏的问题，从而提高电力系统供电可靠性。

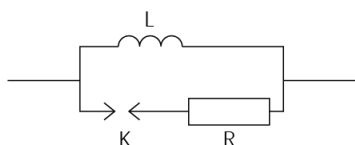


3. TPT3 配变防雷阻波器

3.1. TPT3 的工作原理

TPT3 系列配电变压器复合式防雷阻波器可有效防护陡波过电压，减少配电变压器损坏，在雷雨季节为配电变压器的安全运行保驾护航。TPT3 配变防雷阻波器由特制电感、放电间隙和限流电阻构成见图 1。

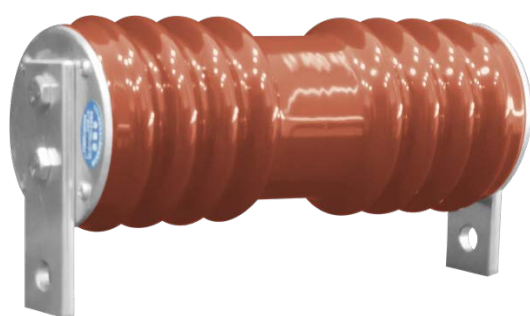
图 1 防雷阻波器工作原理



当陡波过电压侵入配电变压器时，即使变压器入口的氧化锌避雷器动作，在高压绕组的匝/层间绝缘上、或高压绕组对低压绕组的绝缘上仍然会出现约（50~60）%侵入波幅值的过电压，导致匝/层间短路、内部间隙放电及变压器损坏。故必须进一步降低侵入波的幅值，同时需有效降低侵入波的陡度。

当陡波过电压侵入时：

- 防雷阻波器使侵入波在阻波器前发生开路反射，使避雷器在较低的电压下提前动作，从而降低了侵入波的幅值；
- 陡波通过特制的电感之后，其波前陡度大大降低，使过电压在绕组内部的分布均匀化，从而有效地降低了绕组的匝/层间过电压，避免了绕组匝/层间的绝缘击穿和短路；
- 由于绕组和引线间隙在缓波头过电压下的放电特性优于陡波头放电特性，从而有效防止内部间隙和引线的放电事故。
- 当过电压幅值特别高时，防雷阻波器内部间隙 K 动作，接入限流电阻 R，进一步限制分布在变压器绕组上的过电压。



TPT3-12/800

3.2. TPT3 的保护功能解析

如图 2 所示，将该复合式防雷阻波器串接在配电变压器的 10kV 套管上，使其介于氧化锌避雷器和变压器入口之间。当陡波过电压侵入时：

- 防雷阻波器使侵入波在阻波器前发生开路反射，使避雷器在较低的电压下提前动作，从而降低了侵入波的幅值；
- 陡波通过特制的电感之后，其波前陡度大大降低，使过电压在绕组内部的分布均匀化，从而有效地降低了绕组的匝/层间过电压，避免了绕组匝/层间的绝缘击穿和短路；
- 由于绕组和引线间隙在缓波头过电压下的放电特性优于陡波头放电特性，从而有效防止内部间隙和引线的放电事故。
- 当过电压幅值特别高时，防雷阻波器内部间隙 K 动作，接入限流电阻 R，进一步限制分布在变压器绕组上的过电压。

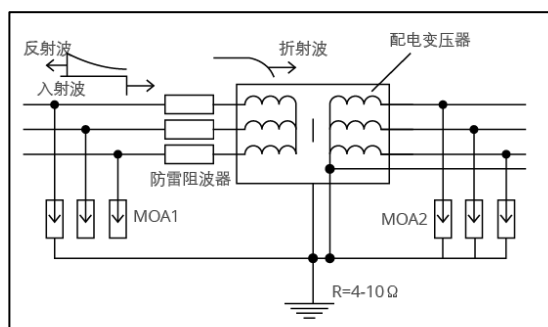


图 2 TPT3 保护原理图

图 3 为陡波过电压入侵时，阻波器和变压器端子上的实测电压波形图。由图可见：

- 入侵电压波（0.6/40μs）的波前时间为 0.6 μs,经防雷阻波器后，到变压器端子上的电压波的波前时间变为 4.5μs，即波前时间延长了 7.5 倍，波前陡度降低为入侵波陡度的 1/7.5，从而改善了变压器绕组内的过电压分布，降低了绕组首端匝/层间过电压。
- 入侵电压波的幅值为 11.2kV，该电压经线路波阻抗到达防雷阻波器时产生反射，使作用在避雷器端子上的电压升高为 20.8kV，比入侵电压升高了 1.9 倍。也就是说，和没有加防雷阻波器时相比，在入侵电压约等于避雷器 1/2 动作电压时避雷器就会动作。

从而也降低了作用在变压器上的电压幅值，使其免受损坏。

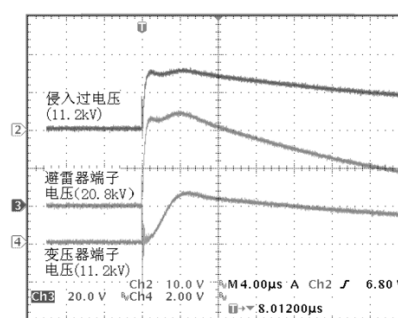


图 3 实测陡波过电压入侵时的电压波形图

4. 产品选型

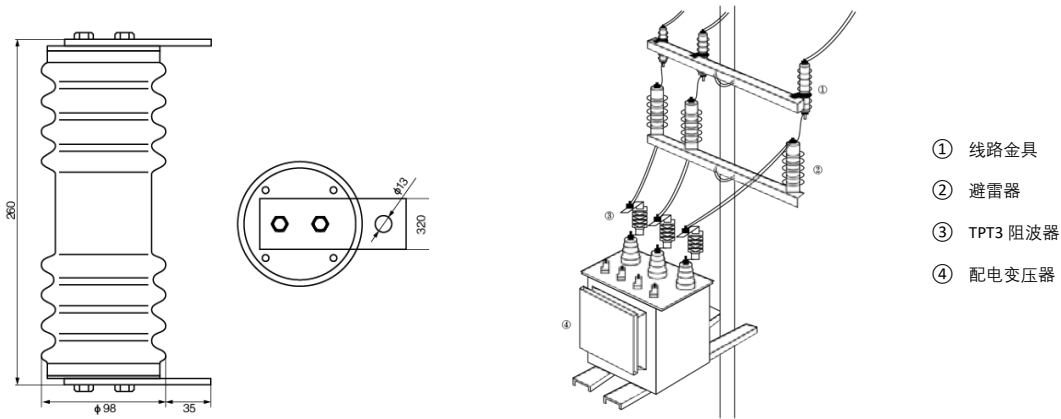
表 1 选型表

型号	额定电压(kV)	额定电流 (A)	适用配变容量 (kVA)
TPT3-12/100	12	6	100
TPT3-12/250	12	15	250
TPT3-12/500	12	30	500
TPT3-12/800	12	48	800
TPT3-12/1250	12	75	1250
TPT3-12/1600	12	93	1600
TPT3-40.5/250	40.5	5	250
TPT3-40.5/500	40.5	9	500
TPT3-40.5/800	40.5	14	800
TPT3-40.5/1250	40.5	21	1250
TPT3-40.5/1600	40.5	27	1600
TPT3-40.5/2000	40.5	33	2000

- 产品适用于户内和户外，环境周围温度-40 ~ +40C°。
- 海拔高度不超过 3000m ；

5. 产品尺寸及安装维护

- 产品安装前用万用表欧姆档测量两端的电阻，应近似为零。
- 将产品一端安装（串联）到高压套管的庄头上，另一端和高压进线相连。
- 产品应安装在变压器 10kV 套管和避雷器之间。
- 引线接头应连接可靠。





西安英诺威电气有限公司

中国西安市高新区唐延南路 11 号

www.innovit.cn

sales@innovit.cn

© INNOVIT 2010-2021,

Edition 1, 2021, 文中内容后期或可能变更，恕无奉告