

# Research on the Operation of Leakage Protector in Low Voltage Transformers Area of Rural Power Grid

Senchuan Huang

Jintang County Power Supply Branch, State Grid Sichuan Electric Power Company, Chengdu Sichuan  
Email: 443389158@qq.com

Received: Jun. 7<sup>th</sup>, 2017; accepted: Jun. 25<sup>th</sup>, 2017; published: Jun. 28<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The general leakage protection device in zone area unwanted trips frequently and recovery operation difficultly due to users' improper operation and equipment aging; for this reason, in order to guarantee reliability of power utilization, general leakage protection device has to turn off operation, which is difficult to consider safety of power utilization. Started with the reality, this paper summarizes the actual situation and causes of rural power grid leakage protector operation, analyzes composition and forming reasons of leakage current, proposes to apply the method of electric shock identification to leakage protector to improve the error rate of leakage protector in low voltage transformers area of rural power grid and improve safety of power utilization while enhancing reliability of power utilization.

## Keywords

Rural Power Network, Leakage Protector, Leakage Current, Electric Shock Recognition

---

# 农网低压配变台区漏电保护器运行研究

黄森川

国网四川省电力公司金堂县供电分公司, 四川 成都  
Email: 443389158@qq.com

收稿日期: 2017年6月7日; 录用日期: 2017年6月25日; 发布日期: 2017年6月28日

---

## 摘要

由于用户操作不规范以及用户设备老化引起台区总漏电保护装置经常性误动并难以恢复投运, 为了保证

供电可靠性, 不得不降低总漏保投运率, 但难以兼顾用电安全性。本文从实际出发分析总结农网漏保投运的实际情况及原因, 通过对泄漏电流的组成及形成原因分析, 提出了将触电识别的方法应用于漏电保护器, 改善漏电保护器在农网低压配变运行中的误动率, 在提高农网供电可靠性的同时提高用电安全性。

## 关键词

农村低压配网, 漏电保护器, 泄漏电流, 触电识别

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着经济的发展和农村居民生活用电的增加, 对农网供电的可靠性和用电安全性的要求越来越高, 要求不能因为部分用户事故而造成的全网停电, 同时也要有防止人身触电伤亡情况的发生。而广大农村地区自然和气象环境复杂, 电网装备水平相对较低, 用户用电安全意识薄弱, 造成了配网线路泄漏电流的超标, 使得总漏保投运率极低, 无法同时满足供电可靠性及安全性, 本文从实际出发分析了漏电保护器投运情况及线路泄漏电流组成情况, 并提出解决办法, 为提高农网供电可靠性及安全性提供有效的参考依据。

## 2. 低压配网泄漏电流组成

泄漏电流是造成漏保不能投运的最大因素, 也能造成电气火灾、损坏设备、人身伤害。组成农村低压配变线路的泄漏电流主要有以下几点[1]:

### 1、输电线路产生泄漏电流。

输电线路产生的泄漏电流是配变线路泄漏电流的主要组成, 如:

- 1) 低压架空线过低, 对地高度、与建筑物的距离不符合规程要求;
- 2) 低压电杆拉线固定部位不合理, 工艺不良, 又无隔离绝缘子;
- 3) 用户用废铝线或铁丝作电线, 用绝缘层破损或老化的电线作进户线或电器引线;
- 4) 广播线与电力线安装距离不符合要求造成相互搭连; 接户线、引出线绝缘老化或破损;
- 5) 电杆拉线锈蚀, 导线断股及接头老化, 造成断线倒杆等。

以下表 1 是单相及三相线路穿管埋地、沿墙敷设泄漏电流。

### 2、家用电动机设备产生泄漏电流。

目前农村地区部分家庭使用电动机设备, 如潜水泵抽水, 不合格的潜水泵绝缘是造成泄漏电流的最主要原因之一, 且不易解决。电动机泄漏电流如下表 2 所示。

### 3、农村家庭家用电器产生泄漏电流。

农村低压电网的用户设备使用环境比较恶劣, 保养维修也有限, 质量参差不齐, 绝缘有好有坏, 有些设备泄漏电流比较大, 如: 螺口灯头与灯泡不符合标准要求, 且零线、相线接错, 使灯泡金属螺口带电外露; 单向开关误接在零线上, 使灯头长期带电; 电器受潮、绝缘老化; 外壳的保护接地或接零线断开; 橡胶绝缘线护套、软电缆护套和绝缘层破裂, 软电缆接头绝缘包扎物选用不当或松散脱落; 开启式负荷开关(胶盖闸)、灯头及插座的绝缘护罩、护盖失落或破碎; 电气设备金属外壳未接地或接地不良等。

表 3 是荧光灯、家用电器、计算机等泄漏电流表。

**Table 1.** Laying wire leakage current per kilometer (Unit: mA)**表 1.** 敷设电线每千米泄漏电流(单位: mA)

	截面(mm <sup>2</sup> )												
	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
聚氯乙烯	53	52	57	65	68	72	77	90	99	109	112	116	127
橡皮	26	32	39	40	45	49	49	55	55	60	60	60	61
聚乙烯	17	20	25	26	29	33	33	33	33	38	38	38	39

**Table 2.** Motor leakage current (Unit: mA)**表 2.** 电动机泄漏电流(单位: mA)

	额定功率(KV)														
	1.5	2.2	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110
正常运行	0.15	0.18	0.29	0.38	0.5	0.57	0.65	0.72	0.87	1.00	1.09	1.22	1.48	1.65	1.95
电动机启动	0.58	0.79	1.57	2.05	2.39	2.63	3.03	3.48	4.58	5.57	6.60	7.99	10.54	12.45	15.45

**Table 3.** Leakage current in electrical and residential distribution circuits**表 3.** 电器及住宅配电回路泄漏电流

设备名称	形式	泄漏电流(mA)
灯	安装在金属构件上	0.1
	安装在木质或混凝土构件上	0.02
家用电器	手握式 I 级设备	≤0.75
	固定式 I 级设备	≤3.5
	II 级设备	≤0.25
	I 级电热设备	≤0.75~5
计算机	移动式	1.0
	固定式	3.5
	组合式	15.0
住宅配电回路	—	2~8

### 3. 农网漏保投运现状

#### 3.1. 低压配网漏保投运现状

我市县农网低压配变网基本完善了漏电保护器的三级保护,但由于季节、温度等自然因素的影响,低压网绝缘的自然下降及损坏,居民使用不合格的大功率电机等因素使得低压线路总泄露电流增大,加上部分居民住户未正常投运未级保护器,造成变压器出线侧总漏电保护器动作频繁,导致大面积停电,部分台区漏电开关被迫逐步退出运行。目前农村低压配变台区漏电保护器运行现状总结如下[2]:

##### 1、不能做到人身触电防护和供电可靠性兼得

电流型漏电保护器的保护功能是根据零序电流的工作原理来实现的,即:正常供电时,三相电流的矢量和等于零,如果电网通过任何导电的介质向大地漏电、使电网三相电流的矢量和不等于零,当不平衡电流达到设定值时,保护器则跳闸,断开电源。这一工作原理决定了,只要零序电流增大到一定值,

保护器必将跳闸，即便是系统设备突然接入或三相不平衡引起的电流增大，保护器也将因无法分辨而误动作。这将导致配电网的频繁跳闸，而严重影响供电可靠性。

## 2、漏保投运率低

目前，根据有关文件规程要求，农村低压电网普遍采用配变出线侧安装一级总保护，分支线路或集表箱再设置二级保护，居民用户接入处安装末级保护的“三级”漏保装置方案。此三级保护方案中首先用户末端保护器投运率不高，加之居民的不规范操作，在正常情况下二级漏电保护设备也无法投运，二、三级保护作用名存实亡。本文调查了某县变压器支路漏保的投运情况，结果发现漏保的投运率都不高，这样很难做到对人身防护。以下是漏电保护器投运状况的现场图 1。

## 3.2. 漏保无法投运的原因

造成台区总漏电保护器投运率低主要是由于农村复杂的用电情况造成较大的泄漏电流，使漏电保护器无法投入运行。农网改造后低压线路的绝缘情况得到了较大的改观，但由于中国农村区域广，线路较复杂，仍存在线路泄露严重的情况，并且用户家的末端保护很难投入运行，有的农户误认为变压器处已经安装了保护，家里干吗还要装一个开关，于是纷纷将家用保护退出运行甚至拆除，使得线路总漏电电流值很快达到并稳定在开关整定值附近，一遇阴天下雨、用电高峰期，或是居民使用不合格的抽水泵等电机总开关便纷纷跳闸，村电工整天提心吊胆。在这种情况下，总保护根本不能保护人身触电，很容易发生人身触电事故[3] [4]。

造成台区总漏电保护器投运率低主要是以下原因[5]:

### 1、由于分级保护配合不恰当引起越级跳闸

在选择使用剩余电流总保护时，各县均着重考虑保护器的灵敏性和快速性。网改后的低压线路的供电距离短了，绝缘状况好了，但用电农户的室内线路及家用电器仍是老面孔，故因农户家中的各种漏电，保护器缺乏动作的选择性，因此引起越级跳闸，这样就造成了因一户漏电，使之整个线路停电。

1) 少数农户用电安全意识差，室内照明线路未使用 PVC 管或瓷柱等绝缘物加以固定，其绝缘电阻远远低于国家规范要求，部分用户使用的动力电机等设备绝缘电阻达不到规范要求。

2) 少数用户擅自拆除家用漏电开关，导致台区各回路漏电开关越级跳闸。为不影响其他用户的用电，



Figure 1. Leakage protector exit operation  
图 1. 台区漏电保护器退运行

智能将台区总漏电保护器退出运行。

3) 家用潜水泵产生泄漏电流。目前农村地区部分家庭使用潜水泵抽水，不合格的潜水泵绝缘是造成泄漏电流的最主要原因之一，且不易解决。

4) 家用电器产生泄漏电流。家用电器产生的泄漏电流取决于家用电器的质量、新旧等因素，相对前几项此项数值较小。

## 2、种种原因引起剩余电流总保护误动

剩余电流总保护的越级动作和误动，是针对正常动作而言的。它是指农村低压电网在被保护范围内未发生人身触电、漏电或接地等故障，而是其他各种原因引起总保护动作的，是一种不正常动作状况。主要有保护器自身原因引起的误动、和单相电动机启动时引起误动、中频、高频、变频设备使用时引起误动，这些情况均会使总保护误动，影响该线路的正常供电。

## 4. 漏保发展现状

目前应用在农村配网的漏电保护器种类较多，主要分类如下[6]。

1、根据动作方式的不同，可将剩余电流保护装置分为电磁式和电子式，其区别在于与线路的电压关系。

2、根据剩余电流保护器的功能分为：

1) 剩余电流断路器；2) 剩余电流继电器；3) 移动式剩余电流保护器；4) 固定安装的剩余电流保护插座，其中剩余电流断路器还具有过载保护、短路保护、过电压保护功能，剩余电流继电器经常与交流接触器、低压断路器组合使用组成一个剩余电流保护系统，可为农村低压电网的总保护开关，也可以作为分支保护开关使用。

3、根据其性能可分为：

电流动作型、电流脉冲动作型、鉴幅鉴相型、智能动作型、电流分离型等几种剩余电流保护装置。其中：

1) 电流动作型：优点是动作原理比较简单、便于安装，能够克服漏阻抗对触电电流的分流作用。缺点是性能不稳定，无法区分触电电流与线路剩余电流，存在保护死区，易发生误动和拒动。

2) 电流脉冲动作型：优点是能够追踪线路中不平衡漏电流的变化。缺点是装置设计复杂，造价较高，存在很大的电流保护死区，当触电事故发生在保护死区内，即使触电电流大于动作电流基准值，保护装置也不会保护动作。

3) 电流鉴幅鉴相动作型：优点是通过鉴别触电电流幅值变化和相位变化的方法来获取信号，消除了以上两种保护方式的触电保护的死区，在一定条件下可以达到理想运行的条件，可实现触电、漏电分开保护，很大程度增加了触电保护的可靠性。缺点是当三相电流和三相电压相位不同时容易发生拒动现象。

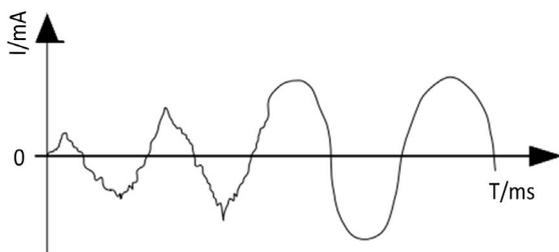
4) 智能动作型：其优点是具有远程测试、手动复位功能，可检测系统中的剩余电流、温度、电压升降等有关电气隐患，当线路监测装置参数超过报警预设值时，发出报警和控制信号，有效预防和消除剩余电流引起的电气隐患。缺点是成本昂贵、电子电路复杂、存在保护死区。

目前，市场生产的主要是以上介绍的剩余电流保护装置，但这些产品存在一个共性，在发生触/漏电事故时，不能够区分是个体触电还是线路漏电，存在一定的保护死区，使得剩余电流保护装置出现拒动和误动的现象，导致触/漏电事故的发生。

## 5. 改善措施

### 5.1. 加强管理，培养用户用电安全意识

如前章所述，造成线路泄漏电流最主要的原因是输电线路的泄漏电流及用户家用设备电动机，不合



**Figure 2.** Current waveforms through the body  
**图 2.** 电流通过人体特种波形图

格的电机设备加大了线路泄漏电流，同时因为用户的用电安全意识淡薄，未配合投运末级漏电保护设备，从而造成了总漏保无法投运的现状。对此应加强管理，增强电工责任心，加强对农村低压电网的维护；培养用户的用电安全意识，通过宣传活动，传播安全用电常识，督促用户使用合格的电机设备，投入漏电开关，规范整改室内照明线路，增强安全意识。

## 5.2. 安装具有人体触电电流典型波形识别功能的漏电保护器

为在提高总漏保及支路漏保投运率，保证供电可靠性的同时，保障用户人身安全，考虑安装具有人体触电典型波形识别功能的漏电保护器，克服漏电保护器在作为综保户时为了适应运行环境要求被迫调高漏电流动作值而降低触电保护动作灵敏度的矛盾。

### 5.2.1. 人体触电电流特征

生物触电电流在电网中可视为漏电电流中的一个特殊分量，国标规定“将流过人体的电流称为：接触电流”，当发生触电时，流过人体的触电电流作为漏电电流的一个增量汇入漏电电流中，接触电流是漏电电流的一种，但又和漏电电流不同，是一种非正弦、非线性电流波形，我国早年知名教授腾松林、杨校生在 1994 年编著出版的《触电漏电保护器及应用》一书中已描述。电网中漏电电流作为一稳定的正弦周期性电流，即使有时因受气候条件变化的影响而发生变化，但也是非常缓慢的，在一二个周期里显示不出来。而接触电流则不同，其特性受人体阻抗特性的制约，人体阻抗为一复杂的电网络，在一般条件下，主要取决于人体的皮肤阻抗。由于生理上的原因，人体接触电流在很短的时间内(约 2 个周期)，皮肤阻抗为时变网络，其电阻值由大变小，以后转变为非时变网络。皮肤阻抗的这一特性，决定了接触电流在起始的一段时间里为递增的周期性函数[7]。如图 2 所示。

### 5.2.2. 将人体触电电流特种波形应用于漏电保护器

将生命体触电特征应用于低压配变线路支路漏电保护器，利用人体触电电流起始过程的特殊非正弦性，将其从漏电电流中分离出来，用此信号去控制保护装置的动作机构，即在满足传统漏电保护器功能基础上加入生命体触电特征区别功能，能在有效保障用电户人身安全的同时，尽可能高的保证电网供电的可靠性。

## 参考文献 (References)

- [1] 马天祥, 程肖, 杜旭浩, 魏力强, 孙翠英. 剩余电流动作保护器在农村电网应用中存在的问题分析[J]. 河北电力技术, 2016(1): 56-59.
- [2] 郑少雷. 漏电保护器在农村低压电网中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2015.
- [3] 明俊, 太胜. 漏电保护器频繁动作的原因及预防[J]. 农村电工, 1994(10): 11.
- [4] 阮锡江. 农网剩余电流动作保护器运行状况初探[J]. 科技与企业, 2011(13): 106-107.

- 
- [5] 崔沙沙. 浅谈如何提高供电台区总漏电保护器投运率[J]. 科技情报开发与经济, 2011(28): 227-228.
- [6] 张亚飞. 触电信号频谱特征及提取方法的研究[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2015.
- [7] 任龙霞. 活体触电识别研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2012.

**期刊投稿者将享受如下服务:**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [jee@hanspub.org](mailto:jee@hanspub.org)