

DIANLIUHUGANQI

ERCIHUILU XIANCHANG YANSHOU JI YUNXINGWEIHU

电流互感器

二次回路现场验收及运行维护

王世祥 刘千宽 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANLIUHUGANQI

ERCIHUILU XIANCHANG YANSHOU JI YUNXINGWEIHU

电流互感器

二次回路现场验收及运行维护

王世祥 刘千宽 主编



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书详尽讲解了电流互感器二次回路现场验收及运行维护, 主要内容包括电流互感器、电流互感器二次回路现场验收、电流互感器二次回路现场维护、常见的电流互感器二次回路开路案例分析及防范、电流互感器二次回路典型事故案例回顾及电流互感器二次回路现场验收实例六部分, 由浅入深, 力求理论联系实际。

本书图文并茂、风格活泼, 内容与现场紧密结合, 有助于现场工作人员以及其他相关工作人员领会并掌握电流互感器二次回路验收及现场运行维护的工作流程和工作方法, 有利于提高新入职员工的培训效果, 可供电力职工培训和自学参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电流互感器二次回路现场验收及运行维护/王世祥, 刘千宽主编.
北京: 中国电力出版社, 2013. 3
ISBN 978 - 7 - 5123 - 4189 - 0

I. ①电… II. ①王… ②刘… III. ①电流互感器 - 二次系统 - 工程验收②电流互感器 - 二次系统 - 运行③电流互感器 - 二次系统 - 维修 IV. ①TM452

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 050247 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 5 月第一版 2013 年 5 月北京第一次印刷
850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 6.375 印张 142 千字
印数 0001—3000 册 定价 22.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

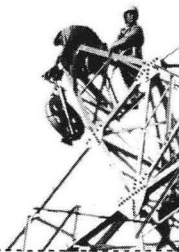
版 权 专 有 翻 印 必 究

审 定 委 员 会

顾	问	赵曼勇		
主	任	委	员	周红阳
副	主	任	委	员 黄明辉 刘之尧
审	委	委	员	王 玮 陈伟湘 吴海涛
				詹勤辉 章激扬 杨振宝
				王 炼 汪桢子 代尚林

编 写 委 员 会

主	编	王世祥	刘千宽	
参	编	高柳明	高永强	李正红
		宋 华	谷 斌	周 陵
		钱 敏	宋传盼	黄有立
		刘自华	陈祎亮	宋启威



前言

随着我国电力建设的不断推进与电网规模的持续扩大，工作在生产一线的维护人员能否快速掌握标准化操作，做好风险控制和防范工作，提高工作技能，已成为电力企业员工培训的关注点。

电流互感器是变电站必不可少的设备之一，电流互感器的完好性及其二次回路的正确性是保证继电保护、测量仪器仪表等设备正常运行的关键因素，也是变电站现场维护的重要内容。通过事故调查分析不难发现，由于对电流互感器验收不全面、维护不到位，二次回路误短接、误碰、误开路等造成的事故仍然时有发生，而且电流互感器及其相关二次回路维护工作中涉及的危险点较多，给电网安全稳定运行带来了隐患。随着二次设备种类的增多，电流互感器二次回路呈现出更加复杂的趋势，稍有不慎就会造成开路、多点接地等问题，加大了保护装置不正确动作的风险，给现场维护人员带来了很大的困难。

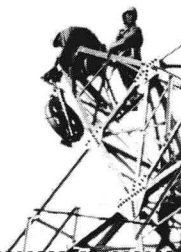
本书是编写组在总结多年现场工作及培训经验的基础上编写而成的，旨在提高电流互感器验收及维护工作的规范化水平，有效应对电流互感器及其二次回路日常验收维护中可能带来的风险，供各电力单位及现场维护人员参考。本书结合实际，论述了专业人员在现场运行维护中需要开展的工作内容和可能遇到的很多实际问题，以及需要掌握的岗位技能知识，有利于现场运行维护人员提升技能水平。

本书由深圳供电局有限公司王世祥和中国南方电网电力调

度控制中心刘千宽两位同志主编，参加编写的还有深圳供电局有限公司高柳明等 12 位同志。编写组在此谨对在本书编辑及出版过程中给予指导和支持的同志们表示衷心的感谢。由于本书仅从电流互感器二次回路验收及现场运行维护出发，来源于现场工作经验总结探索，加之编者水平有限，疏漏之处在所难免，恳请各位专家及读者批评指正。

编 者

2012 年 9 月



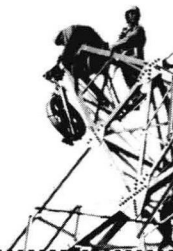
目 录

前言

1 电流互感器	1
1.1 概述	1
1.2 基本术语	2
1.3 型号说明	4
1.4 作用	5
1.5 结构	6
1.6 分类	12
1.7 极性	14
1.8 变比	15
1.9 端子标注	17
1.10 接线方式	18
1.11 配置要求	22
1.12 工程应用选择	39
1.13 工程应用注意事项	42
1.14 工程应用配置案例	46
2 电流互感器二次回路现场验收	56
2.1 概述	56
2.2 工作前准备	57
2.3 工作内容准备及人员安排	59
2.4 工器具的准备	61
2.5 危险点分析及预控措施	63

2.6	现场验收要点	68
3	电流互感器二次回路现场维护	89
3.1	概述	89
3.2	线路保护电流二次回路	89
3.3	主变压器保护电流二次回路	97
3.4	母线差动保护电流二次回路	106
4	常见的电流互感器二次回路开路案例分析及防范	115
4.1	概述	115
4.2	误拔插电流继电器或 AC 插件	116
4.3	保护定检操作不当	117
4.4	保护屏更换操作不当	119
4.5	更换电流互感器本体操作不当	121
4.6	更换端子箱操作不当	123
4.7	在运行的电流回路中误改变接线运行方式	124
4.8	使用电流端子不当	126
4.9	电流回路上工作失误	128
4.10	漏项验收电流回路	130
4.11	其他情况	132
5	电流互感器二次回路典型事故案例回顾	134
5.1	电流回路安全措施不到位导致安全稳定装置 误动作事故	134
5.2	误碰电流二次回路线引起主变压器断路器跳闸 事故	135
5.3	误短接电流互感器二次回路引起断路器跳闸 事故	137
5.4	电流互感器二次回路多点接地引起母线保护 误动事故	139

5.5	接线错误造成母差保护拒动事故	148
5.6	试验引起的保护误动事故	149
6	电流互感器二次回路现场验收实例	152
6.1	电流互感器（含隔离开关）等更换二次风险 分析及验收项目要点汇总	152
6.2	电流互感器二次接线及保护死区检查现场 作业表单	184
参考文献		192



1

电 流 互 感 器

为了现场验收及运行维护工作顺利进行,消除因对设备不了解而形成的安全隐患,在工作前有必要根据电流互感器说明书、设计图纸等了解电流互感器现场相关知识要点。为此本章将电流互感器相关知识要点进行总结,为现场工作提供参考。

1.1 概 述

电流互感器(文字符号为TA)是将一次回路的大电流成正比地变换为二次小电流,以供给测量、计量、继电保护及其他电气设备使用。电流互感器由一次部分和二次部分组成,如图1-1所示。

一个电流互感器的一次绕组和二次绕组绕在同一个磁路闭合的铁芯上。一次绕组串联在高压系统中,二次绕组的回路通过一个阻抗形成闭路,当一次侧通入电流 I_1 (简称一次电流)时,则二次回路中将产生电流 I_2 (简称二次电流)。其目的是将一次电流变换成二次电流(额定值为1A/5A)。电流变换通过电磁感应原理完成。若假定铁芯的 $B-H$ 曲线为线性,且励磁电流很小可略去不计,根据 $\sum I_N = 0$ 原理可知,电流变换比与匝数比的关系为 $I_1 N_1 = I_2 N_2$ 。因此,一次电流 I_1 与二次电流 I_2 之比值等于二次绕组匝数 N_2 与一次绕组 N_1 匝数之比,即 $I_1/I_2 = N_2/N_1$ 。

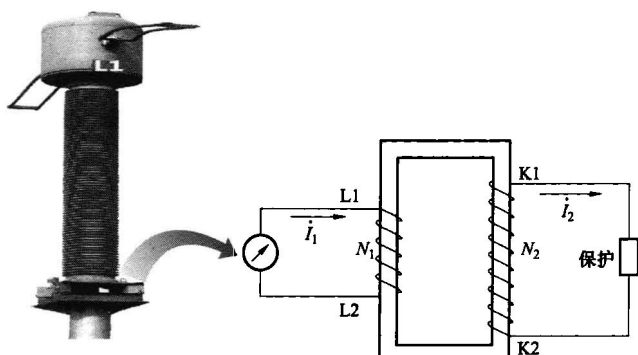


图 1-1 电流互感器示意

i_1 、 i_2 ——、二次电流； N_1 、 N_2 ——、二次线圈匝数；

L1、K1——、二次极性端接线柱；L2、K2——、二次非极性端接线柱

1.2 基本术语

在现场验收及维护工作中，需要注意电流互感器的有关参数，以满足保护等装置整定需要，因此在现场验收及设备维护前要对一些重要基本术语有所了解。

(1) 额定一次电流：一般规定电流互感器的额定一次电流 (I_{pn}) 应根据其所属一次设备的额定电流或最大工作电流选择，并应能承受该回路的额定连续热电流 (I_{eth})、额定短时热电流 (I_{th}) 及动稳定电流 (I_{dyn})。

(2) 额定二次电流：电流互感器额定二次电流 (I_{sn}) 有 1A 和 5A 两类。对于新建发电厂和变电所，有条件时电流互感器额定二次电流宜选用 1A。如有利于电流互感器安装或扩建工程，原有电流互感器采用 5A 时，额定二次电流可选用 5A。

在超高压电厂和变电站中，一次设备距离控制室较远，为

了增加电流互感器的二次允许负荷，增加连接电缆的导线截面积及提高精确等级，多选用二次侧额定电流为 1A 的电流互感器。相应地，微机型二次设备也应选用额定交流电流为 1A 的产品。

根据目前新建变电站的规模及布局，绝大多数都是选用二次侧额定电流为 1A 的电流互感器。

(3) 二次负荷。电流互感器的二次负荷可用阻抗 $Z_b(\Omega)$ 或容量 $S_b(\text{VA})$ 表示，两者之间关系为

$$Z_b = \frac{S_b}{I_{sn}^2}$$

当电流互感器额定二次电流 I_{sn} 为 5A 时，数值 $S_b = 25Z_b$ ；
当电流互感器额定二次电流 I_{sn} 为 1A 时， $S_b = Z_b$ 。

保护用电流互感器的准确级和允许极限电流都与二次负荷有关，需要合理选择二次负荷额定值并进行相关验算。

由于电子式仪表和微机继电保护的普遍应用，互感器额定二次电流广泛采用 1A，同时由于保护和控制就地下放等因素，二次回路负载大大降低，相应的电流互感器二次负荷也宜选用较低的额定值，以便降低造价和改善其结构及性能（如采用倒立式结构）。

(4) 额定电流比和实际电流比：额定一次电流与额定二次电流之比为额定电流比。实际一次电流与实际二次电流之比称为实际电流比。由于电流互感器存在误差，额定电流比与实际电流比是不相等的。

(5) 额定输出：在额定二次电流及接有额定负荷的条件下，互感器供给二次回路的功率值（在规定功率因数下以伏安表示）。根据 GB 1208—2006 规定，额定输出容量的标准值有 2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50VA。为了适应实际

需要，可选择高于 50VA 的输出值。

(6) 伏安特性：电流互感器绕组有电流通过时电压与电流二者之间的关系。伏安特性的好坏主要是通过电压与电流之间的关系所绘制的曲线是否满足电流互感器保护等级规定曲线的要求来判断。

继电保护要求电流互感器的抗饱和特性好，即在一次大故障电流的冲击下，二次电流仍能反映一次电流的变化（满足 10% 误差曲线）。而对仪表来说，正常运行情况下的准确性是第一要素，故障情况下如何降低对仪表的冲击是需解决的主要问题，故要求测量用的电流互感器铁芯快速饱和，使电流互感器的二次电流值受到限制，测量表计不因巨大的短路电流而受到损坏。

1.3 型 号 说 明

电流互感器的型号通常由 2~4 位字母及数字组成，它可以表示出电流互感器的绕组型式、绝缘结构、使用场所等。横线后面的数字表示电压等级、精确度等。电流互感器的型号含义如图 1-2 所示。

图 1-2 所示的型号含义：

第 1 个字母：L—电流互感器。

第 2 个字母：A—穿墙式；M—母线型；B—支柱式；绝缘方面，C—瓷绝缘，S—塑料注射绝缘；D—单匝贯穿式；W—户外式；F—复匝式；G—改进型；Y—低压式；Z—浇注绝缘或支柱式；Q—母线型；K—塑料外壳；J—浇注绝缘或加大容量。

第 3 个字母：V—倒立式；Q—SF₆ 气体绝缘。

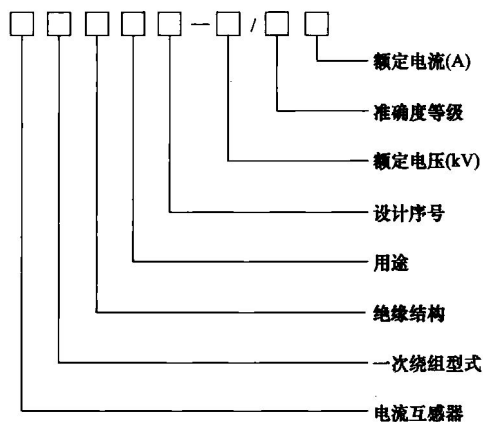


图 1-2 电流互感器型号含义示意

第 4 (或 5) 个字母: B—保护级; C—差动保护; D—D 级; J—加大容量; Q—加强型; (T) —带暂态保护。

连字符后的字母: GH—高海拔地区使用; TH—湿热地区使用。

1.4 作 用

电流互感器的作用是实现被测电流值的变换。一组电流互感器通常有 1~3 个二次绕组,而超高压电流互感器的二次绕组可能多达 6~8 个,分别提供不同的用途,如图 1-3 所示。

总之,电流互感器的作用大致可以归为以下几点:

(1) 供测量、计量用。测量电力系统各点的电流。

(2) 为继电保护装置提供一次系统信息。把强电系统的电流经过变换后传给继电保护装置,经继电保护装置对系统故障进行判断,正确切除对应开关,保证电网设备安全和稳定运行。

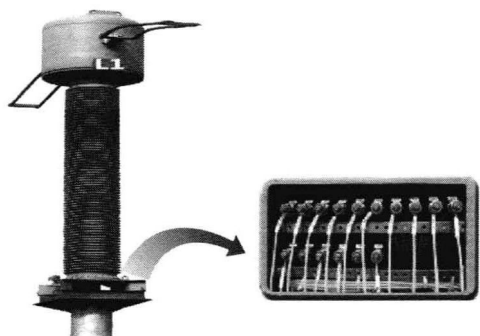


图 1-3 电流互感器二次绕组接线示意

(3) 起到绝缘隔离作用。电流互感器的一次绕组和二次绕组之间有足够的绝缘，可保证二次系统的低压设备与电网的高电压相隔离，保证人员和低压设备的安全。

(4) 标准化、小型化作用。电流互感器的二次额定电流一般标准化为 1A 或 5A，通过电流互感器的一、二次绕组匝数的适当配置，可以将不同的额定一次电流变换为标准的二次电流值。

1.5 结 构

电流互感器在实现其基本功能的同时，根据其绝缘、用途等要求有多种结构形式。显然电流互感器的结构在验收工程中值得关注。

(1) 按互感器一次绕组结构，可分为穿墙式、母线式、套管式、发夹式（U 形）、链形、倒立式和电缆式等类型。电流互感器结构型式的代号在我国用拼音字母表示，工程验收时可以用于识别。

支柱式—Z，此类互感器安装在支持平面上，有时也兼作支持绝缘子，称为支柱式电流互感器。

复匝贯穿式—F、单匝贯穿式—D、母线型贯穿式—M 以及穿墙式—A 等，此类互感器安装在墙壁孔、房顶洞或金属构架上，兼作穿墙套管用，称为贯穿式电流互感器。

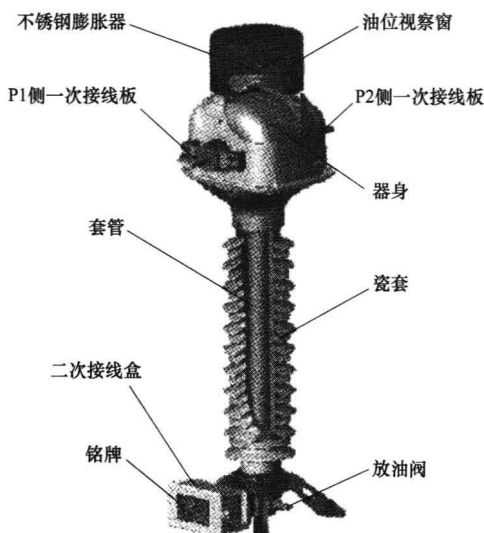


图 1-4 LVB 系列电流互感器结构示意图

倒立式—V，此类互感器按二次绕组装配位置分，可分为正立式和倒立式两种。在正立式结构中，二次绕组装在产品下部，将具有高电压的一次绕组引到下部，并对二次绕组和其他地电位零部件有足够的绝缘。这种产品重心较低，是国内高压油浸式互感器的常用结构。而倒立式结构中，二次绕组装在产品上部，二次绕组外部有足够的绝缘，使之与高压电位的一次绕组相隔离。这种产品重心较高，头部较大，但一次绕组导体

较短，瓷套较细，是近年来比较新的结构。500kV 系统 3/2 接线方式的敞开式变电站常用倒立式，如图 1-4 所示为 LVB 系列电流互感器。

户外式—W，此类互感器在户外安装使用，其额定电压一般在 35kV 以上。

套管式（装入式）—R，此类互感器本身不带一次绕组，母线式、套管式都属此类，电气设备的母线或套管的导电杆就是电流互感器的一次绕组，如图 1-5 所示。

（2）绕组外绝缘介质的代码。G—空气绝缘（干式）；Q—气体（ SF_6 ）绝缘；C—瓷绝缘；Z—浇注成型固体和 K—绝缘壳型等。

目前 220kV 敞开式变电站大部分采用的是干式电流互感器，如图 1-6 所示。

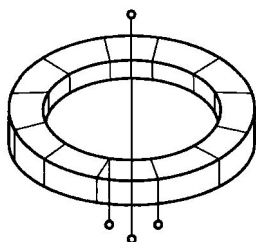


图 1-5 套管式电流
互感器结构示意

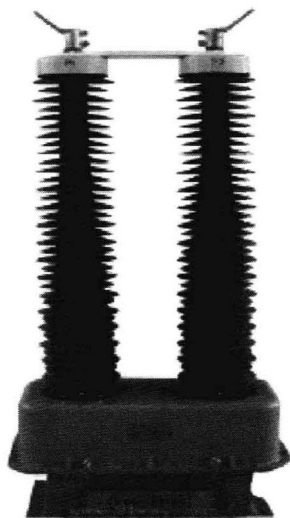


图 1-6 干式电流互感器
外观示意图