

电压抽取装置在实际工程中的应用

金鹏飞

(鞍山华瑞继保电气有限公司, 辽宁 鞍山 114041)

摘要: 电压抽取装置作为新产品越来越多地被用来取代高压线路电压互感器, 经过实际运行验证效果很理想, 已经被用户认可。尤其是在东北电网。它作为数据采集装置为同期保护装置提供精确的电压及相位信息, 来作为合闸或重合闸操作的重要依据。针对此装置的系列型号的研发、应用范围、用途、优点、原理、安装、调试及应用中应注意的一些问题作了详细的说明。其中 01 型电压抽取装置经中国电力科学研究院的型式实验目前已经获得了国家专利。

关键词: 电压抽取; 同期; 相位; 补偿; 超前

Practical application of receiving voltage equipment

JIN Peng-fei

(Huarui Relay Company in Anshan, Anshan 114041, China)

Abstract: The equipment of receiving voltage has taken place of the voltage transformer on the high-voltage, because the new product has an ideal effect during actual motion. It has been approved by the user, especially in northeast area. The new product provides the precise voltage and signal as the Data Acquisition Unit (DAU) for the synchronous protection device. This paper introduces this installment research and development, the range of application, the use, the advantage, the principle, the installment, some questions which in the debugging and the application should pay attention are proposed. The type 01 equipments have obtained the national monopoly after the Chinese Electric power Academy of Science's experiment.

Key words: receiving voltage; synchronous; phase; compensation; lead

中图分类号: TM64

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)14-0073-04

0 引言

在高压线路的正常合闸操作或事故跳闸后的重合闸时, 一般都要先检查线路有、无电压或线路电压和母线电压是否同期后, 才能进行合闸操作。为了检查线路电压和同期, 在过去的工程中, 一般都在线路侧装设单相电压互感器, 用于检查线路有、无电压或线路电压和母线电压是否同期。

检查线路电压或同期的继电器所需的功率消耗较小, 电磁型继电器一般不超过 10 VA; 数字式继电器不超过 1 VA。无论是电磁型还是电容型单相电压互感器的输出容量为 100~200 VA。因此, 装设线路电压互感器作为检查线路电压或同期, 主要缺点是, 会造成电压互感器容量上的浪费, 也增加了工程投资, 另外, 单相电压互感器在布置上也增加了配电装置的占地面积。

电压抽取装置, 是利用高压线路上已有的电流互感器绝缘套管的电容或结合电容器抽取电压, 供检查线路电压或同期之用, 节省了价格昂贵高压设备, 节省了投资, 减少了占地面积。

鞍山华瑞继保电气有限公司, 已经在 90 年代中就制造出了 ZY-4B 型电压抽取装置, 与 220 kV、110 kV 油浸式电流互感器配套使用, 抽取电压, 代替 220 kV、110 kV 线路单相电压互感器。ZY-4B 电压抽取装置已经在电力系统投入运行几百套, 取得了成功的运行经验, 为电力建设节省了大量资金。

随着电力设备制造技术的不断发展, 电流互感器的型式也不断更新, 倒立式、干式等新型的电流互感器已经在电力系统采用。与新型电流互感器配套使用的 TYC 型电压抽取装置已经研制成功, 获得了国家专利, 并在电力系统中投入运行。本文就电压抽取装置的原理及应用的若干问题介绍如下。

1 原理

目前在电力系统中与电流互感器配套使用的电压抽取装置有 ZY 型、TYC 型。他们共同的特点都是利用电流互感器高压套管的电容抽取电压, 抽取装置的一次绕组串接在电流互感器的末屏和地之间。经抽取装置转换成与电流互感器相一地间电压成比例的二次交流电压, 供线路检测有、无电压,

同期检查, 操作闭锁等用。

电压抽取装置主要由隔离变压器 T, 过电压保护器, 相位调节回路, 旁路刀闸等部分组成。隔离变压器 T 的一次绕组串接在电流互感器的末屏和地之间; 二次输出接继电器和同期装置。

那么流经电压抽取装置一次侧电流为: $I_1 = U_\phi / X_C - X_L$, 其中 U_ϕ 为电流互感器一次端子对地电压 (线路的相电压), X_C 为 CT 对地容抗, X_L 为抽取装置及负载的等效阻抗, 因为 $X_C \gg X_L$, 所以末屏电流主要是由 X_C 确定的, 且可看作为恒流源。 $I_1 \approx U_\phi / X_C = U_\phi \times \omega C = U_\phi \times 2\pi fC$ 。对于 220 kV 系统油浸式 CT 高压套管电容量为 850~900 PF, 故 I_1 计算如下:

$$I_1 = 220 / \sqrt{3} \times 1000 \times 2 \times 3.14 \times 50 \times 850 \times 10^{-12} = 33.9 \text{ mA}$$

对于 110 kV 系统油浸式 CT 高压套管电容量为 650~700 PF 计算末屏电流为 12 mA。

对于 220 kV 系统干式 CT 高压套管电容量为 350 PF 左右 计算末屏电流为 $220 / \sqrt{3} \times 1000 \times 2 \times 3.14 \times 50 \times 350 \times 10^{-12} = 13.96 \text{ mA}$; 因此对于 220 kV 系统的干式电流互感器电压抽取装置同样适用。

对于一台确定的电流互感器 X_C 是不变的, I_1 大小与 U_ϕ 成正比。适当选择隔离变压器的变比, 可以作到其二次输出电压 U_2 与 U_ϕ 成正比, 即 U_2 可以间接地反应 U_ϕ 的大小。

I_1 的相位主要由 X_C 决定, I_1 为容性电流, 超前 U_ϕ 接近 90° 。若略去抽取装置隔离变压器的励磁电流和二次负载的阻抗角, 可认为抽取装置的等效阻抗为纯电阻。隔离变压器的一次电压 U_1 与 I_1 接近同相, 适当选择隔离变压器二次输出电压 U_2 的极性, 可以作到 U_2 与 I_1 同相, U_2 超前 U_ϕ 接近 90° 。

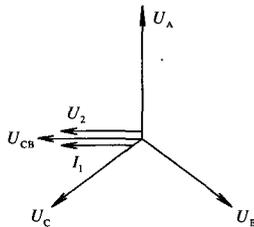


图 1 比较线电压的同期向量图

Fig 1 Compared with line voltage at the same term vector diagram

例如抽取装置接在线路 A 相 CT 的末屏上如图 1, 抽取出的电压 U_2 相位上都超前 A 相电压 U_A 90° , 基本上与母线 PT 的二次线电压 U_{CB} 同相。

但由于抽取装置的二次负载的电抗不能忽略, 为了保证输出电压的相位, 调节装置上的电容补偿器可以调节输出电压相位, 使其满足精度要求。当用作同期检查回路时, 同期继电器的一端接入从 A 相 CT 抽取出的电压, 另一端要接入母线 PT 二次线电压即 U_{CB} ; 同理 B 相抽出的要与 U_{AC} 比较; C 相抽出的要与 U_{BA} 进行比较。当前同期装置多为微机型数字式, 在数字式装置内实现这样的相位比较是非常容易的。

有的变电所或电厂设计的同期回路, 要求用比较相电压进行同期, 即要求接入同期装置的两个电压都是相电压, 如图 2 所示。

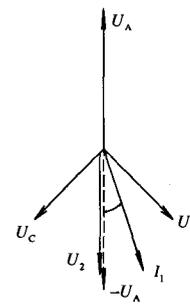


图 2 比较相电压同期的向量图

Fig 2 Compared with phase voltage at the same term vector diagram

例如抽取装置接在线路 C 相 CT 的末屏上, 那么抽出的电压 U_2 要于 I_1 同相超前 C 相 90° , 超前 -A 相 30° 那么就是线路 C 相抽出的电压与母线 PT 的二次-A 相电压进行比较。同理 A 相抽出的电压要与 -B 相进行比较, B 相抽出的电压要与 -C 相进行比较。以上比较同期的方式需要抽取出的电压需调节 30° 才能与母线相应的相电压同相。同时相位调节回路要消耗一定的功率。

目前 220 kV 电力系统改造的很多, 大部分的线路 CT 几乎全换成倒立式的型号为 IOSK245, 此种 CT 的电容量只有 200 PF 左右, 因此末屏电流只有 12 mA 左右, 或者是干式 CT 末屏电流也只有 13 mA 左右。

针对此种情况, 新研制出了 TYC 型电压抽取装置, 在末屏电流只有 12 mA 的条件下, 输出容量为 5~10 VA, 并有范围较大的调节功能, 因此完全能满足要求。可以适用于 220 kV、110 kV 系统的各种电压检查、同期检测和操作闭锁。

TYC 与 ZY 型电压抽取装置的区别在于 TYC 型最好应用于微机综合保护测控系统中, 它的调节方式是在二次进行电压的调节和在一次通过分流电

阻进行电压调节的,二次侧通过阻-容调节回路进行相位调节。由于大容量及调节的灵活多样性,所以对于倒立式 CT 或干式 CT 一样可以精确地满足现场的需要。

2 各型电压抽取装置的特点及接线

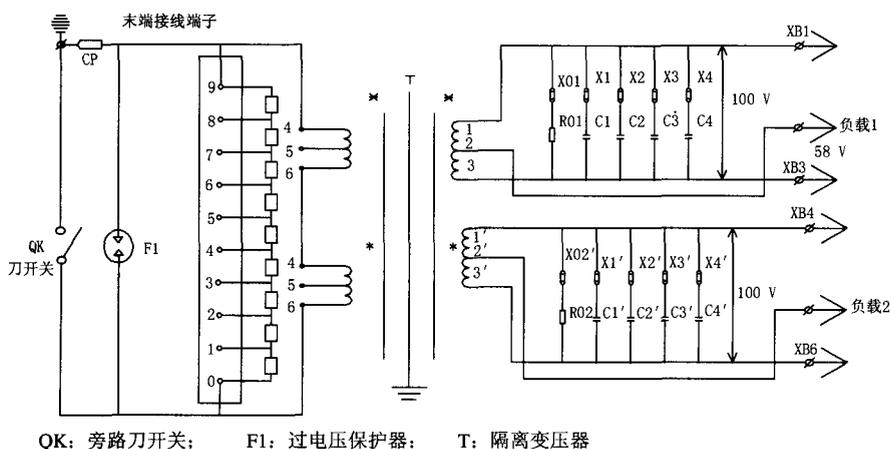
1)ZY 系列抽取装置的原理接线如图 3 所示。

它的特点是利用接在一次侧的电阻进行二次电压的调节,采用分流原理,在二次侧利用电容补偿进行相位调节的,但调试比较麻烦,需用短连线短接带

电电阻,另外调节的精度不理想,误差范围大,已经逐渐淘汰。

2)TYC-1 型原理接线如图 4 所示。

其特点是调节装置集中在一个模块内,二次电压的调节是利用三次线圈分担功率的原理进行调节的,能使二次电压实现线性调节、精度高误差小(5V 以内)。相位补偿应用同期比较方式一,同样也具有较高的精度(误差为 3° 以内)输出容量为 5VA,用于微机型保护测控装置最为理想。



QK: 旁路刀开关; F1: 过电压保护器; T: 隔离变压器

图 3 ZY 系列电压抽取装置原理接线图

Fig.3 The type ZY equipment of receiving voltage principle diagram

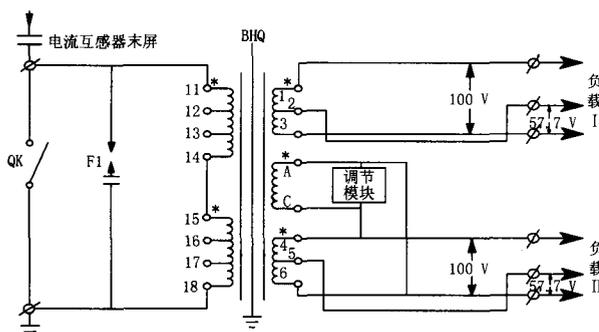


图 4 TYC-1 型电压抽取装置原理接线图

Fig.4 The type TYC-1 equipment of receiving voltage principle diagram

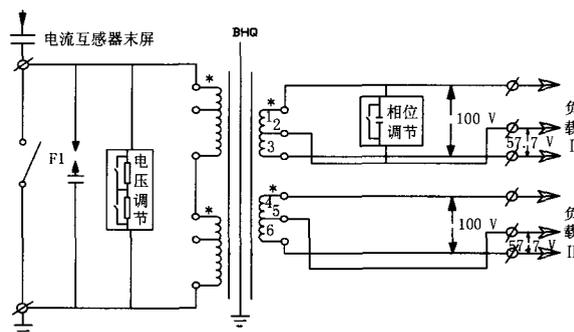


图 5 TYC-2 型电压抽取装置原理接线图

Fig 5 The type TYC-2 equipment of receiving voltage principle diagram

3)TYC-2 原理接线如图 5 所示。

它的特点是在一次侧通过电阻进行二次电压调节,二次侧进行相位调节。但其输出容量为 10 VA 适用于各种负载,而且调节功能强,调试简单方便、安全系数大大提高。适用于各种电压检查、同期检测和操作闭锁。

3 安装调试

电压抽取装置应看作是高压设备,在安装调试

时要特别注意安全。现场安装时可以直接安装在线路 CT 水泥柱的下方,高度要满足高压设备安全距离要求,现场接线及调试时应该在附近挂有警示牌。同时为了维修及调试的方便应该按图 6 进行安装接线并检查过电压保护完好性。

装置在不用时应将旁路接地刀闸合上,使 CT 末屏可靠接地。在调试和运行时接地刀应该拉开,操作时用绝缘拉杆并有人监护。安装时要保证接地点的可靠接触,如果末屏断线,末屏线上将会有高

压产生对人有危险。调试接线如图 7 所示。

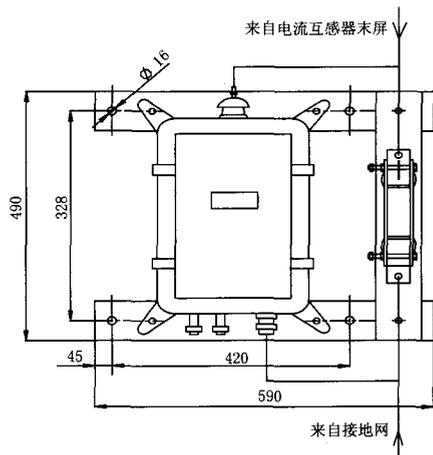
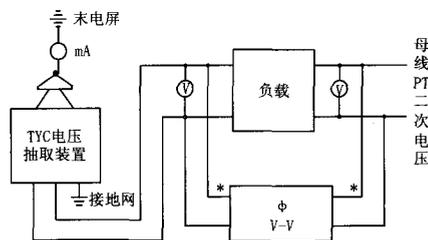


图 6 电压抽取装置安装示意图

Fig.6 Equipment of receiving voltage installment diagram



V-V 为钳型相位电压表

图 7 调试接线图

Fig 7 Debugging diagram

接好线后先将接地刀拉开（最好先不带负载），

此时抽取装置接入末屏。对于 220 kV 系统此时抽取装置一次将会有 300~400 V 的电压，对于 110 kV 系统会有 200~300 V 的电压，所以调试时不要接触接地刀的上部和抽取装置绝缘套管的裸露部位及过电压保护器的带电部位。先不带负载粗调把电压调到与系统的 PT 二次电压相接近，然后合上刀闸将负载接入再拉开接地刀进行细调使电压幅值及相位与系统的相一致即可。

4 结束语

TYC 系列电压抽取装置已经获得了国家专利，并且通过了北京电力科学研究所的各项型式试验。此系列装置已经在长春的东丰变、合心变，哈尔滨的哈南变，沈阳的沈东变、齐齐哈尔冯屯变、青铜峡水电站、清河电厂、营口、牡丹江、通辽等广泛应用，并取得了良好的经济技术效益。电压抽取装置能为保护和测控装置提供 2 组 100 V 及 58 V 的标准电压，精度满足运行要求。电压抽取装置以它的经济、可靠、方便的特点将会越来越广泛地被电力系统所应用。

参考文献

- [1] 宋继成. 220~500 kV 变电所电气接线设计 [Z]. SONG Ji-cheng. The Transformer Substation Electricity Designs in 220-500 kV System [Z].

收稿日期：2006-12-09； 修回日期：2007-01-18

作者简介：

金鹏飞（1975-），男，大专，助理工程师，从事继电保护工作。E-mail:hyjpf2006@126.com

（上接第 53 页 continued from page 53）

- [5] 葛瑞金，陈长松. 信息安全风险评估量化模型的研究 [J]. 信息安全，2005，(9).
GE Rui-jin, CHEN Chang-song. Research of Information Security Risk Assessment Measure Modeling [J]. Information Network Security, 2005, (9).
- [6] 刘恒，吕述望. 基于模型的安全风险评估方法 [J]. 计算机工程，2005，(5)：129-131.
LIU Heng, Lü Shu-wang. Research in the Models of the Security Risk Assessment Technology [J]. Computer

Engineering, 2005 [5]: 129-131.

- [7] Yacovy. Haimes. Risk Modeling, Assessment, and Management [M]. Wiley Interscience, 2004.

收稿日期：2006-12-25； 修回日期：2007-03-10

作者简介：

高会生（1963-），男，教授，硕士生导师，研究方向为通信网的管理和风险评估、电力系统通信；
李聪聪（1983-），女，硕士研究生，研究方向为电力系统安全风险评估。E-mail:sweetlcc@sohu.com

（上接第 72 页 continued from page 72）

些相对较为快速、全面、完善的功能检验方法，采用上述方法接线进行试验，不必在工作中频繁的更换测试接线，提高了工作效率、减少了错误的产生和在运行的电流回路上操作的次数，能有效地降低电流回路开路的可能性，如能在工作开始前熟悉相关图纸资料和上述方法，相对厂家提供的试验方案经对比，主要功能的检验能节省好几个小时的时间，

以便能有更多的时间处理其它事情。以保证在规定时间内保质保量地完成母差保护的检验任务。

收稿日期：2006-11-25； 修回日期：2006-12-30

作者简介：

林焱（1980-），男，助理工程师，大专，长期从事继电保护维护与管理工作。E-mail: linkui_sw@yahoo.com.cn