

# 变压器挡位远方监测探讨及技术改造

刘祖惠

(成都电业局修试所, 四川 成都 610041)

**摘要:**成都电业局新建的变电站均采用了变电站无人值班的监控方式。为保证有载调压变压器挡位监控方式的顺利实施,对变电站挡位远方监测数据的正确性提出了较高的要求。现在新建的变电站对变压器有载分接开关要求能实现遥调,其位置遥信,采用了直接接线采集和挡位变送器方式,能较好地实现主变压器挡位的非电量—电量转换监测问题。

**关键词:**变压器挡位;远方监测;变送器

**Abstract:** The newly-built substations all adopt non-attended style in Chengdu Electric Power Bureau. In order to ensure the successful implementation of tap position monitoring of load-ratio voltage transformer, the higher requirements are put forward for the correctness of remote monitoring data of transformer tap position. Now newly-built substations are all required remote control of on-load tapping switch of transformer and remote signaling of its position. It adopts direct grounding acquisition and the tap position transducer, which can realize the monitoring of conversion between electrical quantity and non-electrical quantity of transformer tap position.

**Key words:** transformer tap position; remote monitoring; transducer

**中图分类号:** TM761 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2010)06-0071-03

电压是衡量电能质量的重要指标之一,保证用户处的电压接近额定值是电力系统运行调整的基本任务之一。电压偏移过大不仅对用户的正常工作产生不利影响,还可能使电网损失增大,甚至危及系统运行的稳定性。作为变电站调压的主要手段,一般都采用有载调压变压器。有载调压变压器可以在带负荷条件下切换分解头,从而改变变压器的变压比,起到调整电压、降低损耗的作用。为了使有载调压变压器挡位的位置能在监控系统后台机上和 VQC 装置上显示出来,采用了多种多样方法,根据变压器挡位信号的采集方式,可分为两种方式:一种是通过综自站的测控装置直接接线采集挡位值;另一种是通过挡位变送器进行采集。

## 1 直接接线采集挡位方式

### 1.1 直接一对一方式

这种方式是将变压器有载调压分解头分别对应的辅助接点,利用调节所在挡位之辅助接点闭合(其余的接点分开)的关系,用电缆一对一连接,分别引入挡位单元位置,按开关量方式输入,送到变电站控制室内,接入监控系统或 VQC 装置上,实现挡位测

量。如变压器最高挡位为 19 档,则当主变压器为 1 档时,摇信 1 接通,2 档时,摇信 2 接通,19 档时,摇信 19 接通。如果有载调压机构每档二次触头只有一对时,为了同时接入到监控系统和 VQC 装置接口上,必须加装转换盒扩展接点。其优点是直观,监测准确,但缺点非常明显,需要占用很多开关量遥信通道资源,所需电缆芯数多,接线复杂,在实际生产运用中造成一定的资源浪费。

### 1.2 个位加十位方式

有的变压器有载调压机构提供了一个十位档触点,当主变压器挡位在 1~9 档时,十位档触点断开,在 10~19 档时,十位档触点接通。监控系统或 VQC 装置将个位档与十位档接点接入摇信开入回路,通过简单的计算即可算出变压器实际挡位。这种方式比一对一方式减少了将近一半的电缆芯数及摇信资源。缺点是有载调压机构挡位二次触点不够时,仍需加装开关量转换盒扩展接点。

### 1.3 BCD 编码方式

变压器有载调压机构通过有载调压挡位控制变送器,使挡位位置动转换成模拟电压、开关信号、BCD 码供监控系统和 VQC 装置遥讯、遥测、遥控。变压器挡位按照 BCD 编码规则,将挡位的“个位”0~9 十个

输入状态按“8、4、2、1”编码，“十位”仅需“0”、“1”两种状态。故个位上 4 根线，十位数上 1 根线即可表述分接头 0~19 间的挡位位置，用 1 根线作为 BCD 码输出公共端。公用一根 6 芯电缆即可完成信号的传输。BCD 编码与挡位对应关系见表 1。

监控系统和 VQC 装置将主变压器挡位的 BCD 编码接入到摇信开入回路，按照 BCD 编码规则通过译码还原即可得出变压器挡位实际位置。该方式所占摇信资源少，电缆芯数也只有 6 根，抗干扰能力强。

表 1 BCD 编码与挡位对应关系

挡位值	BCD-5	BCD-4	BCD-3	BCD-2	BCD-1
1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	0
3	0	0	0	1	1
4	0	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---
19	1	1	0	0	1

## 2 通过挡位变送器方式

### 2.1 电阻分压方式

在有载调压机构辅助刷形开关上找准实际挡位起止点，如主变压器最高挡位为 19 档，则串接入 18 个电阻为 1 kΩ 的高精密等值电阻，将直流控制母线电压  $V_{KM}$  接到其首尾端，取滑盘的抽头电阻上电压  $V_F$ ，当主变压器实际挡位变化时，抽头电压值也随之对应变化。将抽头电压  $V_F$  与直流全压同时接入到监控系统直流电压采样电路及 A/D 转换，数据送 CPU 处理，取抽头电压与直流全压之比，按站端机数据库中预定公式进行计算，而得出变压器实际挡位。

如主变压器最高挡位为 19 档，则计算公式为  
挡位  $[(18 \times V_F) / V_{KM}] + 1 + 0.3$

式中， $V_F$  表示分接头当前位置返回的调档电压； $V_{KM}$  为直流全压取样的控母电压；18 表示等值电阻个数（即分压的级数）；“+1”为有载开关挡位没有 0 档，即分压系数为 0 时，实际为 1 档；“0.3”为修正系数，鉴于分压电阻的离散性， $V_F$ 、 $V_{KM}$  测量通道亦存在误差，则每次测量后计算结果将出现带小数位的挡位，为此先将计算结果通加上 0.3 档，让其全部计算均满足正数，然后取整，将小数点后的值舍掉，修正原则是把负数误差结果能补正，但是又不能让本身就是正误差的修正后出现误进一档的极端情况。

例如当主变压器实际在 1 档时， $V_F = 0$  V， $V_{KM} =$

220 V，得出挡位为 1.3 档，取整后为 1，当主变压器实际在 10 档时， $V_F = 110$  V， $V_{KM} = 220$  V，得出挡位为 10.3 档，取整后为 10，当主变压器实际在 19 档时， $V_F = 220$  V， $V_{KM} = 220$  V，得出挡位为 19.3 档，取整后为 19。该种方式接线简单，只需要三芯电缆，占用 2 个直流遥测点。缺点是抗干扰性差。

### 2.2 4~20 mA 电流环方式

变压器有载调压机构利用辅助刷形开关选择的相应电阻变化经过智能分接位置监控器的比例运放、恒流源放大等电路处理后，形成 4~20 mA 恒流输出送至监控数采系统，再通过 I/U 转换器或直接用 250 Ω 精密电阻采样，得到 1~5 V DC 变化作为遥测输入，送模拟量数据采集，监控系统通过计算得出 1~19 档实时挡位。

此种方式的优点是接线简单、占用资源少，只需要两芯电缆，占用监控系统一个遥测点，抗干扰能力强。缺点是带负载能力有限，因工作电压偏低（9~12 V），仅带监控采样 250 Ω 尚可，再增加 VQC 上的 250 Ω 负载后，将出现高挡位数据饱和现象。

## 3 存在的问题

### 3.1 监控机上无法识别等电位档

现在变电站上主变压器挡位主要有 17 档和 19 档两种类型，二者的主要区别在于中间等电位档标识的差异。19 档类型按 1~19 档十进制进位，但是 9 档、10 档、11 档三档为等电位档。而 17 档类型则将三个等电位档分别标记为 9A 档、9B 档、9C 档。而微机监控系统却无法识别变制式的 9A 档、9B 档、9C 档等电位档，有载调压机构进退一档时，监控机上就增减一档，当有载调压机构调到 9B 档时，而监控机上却显示 10 档，当有载调压机构调到 9C 档时，而监控机上却显示 11 档，这样监控机上的挡位在高挡位上与有载调压机构箱上显示的挡位就不一致。

如果有载调压机构挡位监测是电阻分压监测方式，将 9A 档、9B 档、9C 档三个取样电阻直接短接为同一个电阻，同时修改站、控端计算机的挡位计算公式，将公式中的系数 18 改为 16。

当同一变电站若有两台以上主变压器，主变压器有载调压机构使用了不同厂家型号生产设备后，最容易出现 17、19 档两者混用的问题。将出现本体、远方挡位不一致的情况，若控制中心按监控机主接线图显示将挡位调整为一致时，将出现两台主变压器挡位实

际不一致,造成两台主变压器内部环流的严重问题。

### 3.2 电流环带负载的限制

电流环监测挡位是在较小负载的情况下,满足恒流输出。当负载超过一定量时,就不能准确反映挡位。如某某变电站在低挡位时,能正确显示挡位,当超过 13 档时开始出现输出不稳定,15 档后完全饱和,即当主变压器挡位调至 15~19 档时,监控机全部显示为 15 档的缺陷。经检查主变压器配套用的挡位测控装置带上监控装置和 VQC 两个负载后,输出电压仅 8 V,由于监控机上内阻为 500  $\Omega$ ,VQC 装置内阻为 250~500  $\Omega$ ,通过 4~20 mA 电流后产生接近 4~20 V 的压降,当把 VQC 装置取消后,监控机上就能正确显示挡位。根据这种现象,将监控机与 VQC 装置分别接入不同通道,分别降低了所带负载,同时实现了监控机测档和 VQC 的远方监控。

## 4 挡位远方监测的技术改造

目前变压器挡位远方监测的主要方式中一对一全遥信方式、电阻分压方式、电流环方式和 BCD 码传输方式都各有优缺点。一对一全遥信方式有时会产生在 17 档制和 19 档制之间的转换矛盾。电阻分压监测方式中由于变压器在调档时,若触头压紧不牢固,会有电弧发生,将串接在辅助刷形开关上高精密度电阻烧坏,影响挡位的监测。电流环方式存在带负载能力不

够强。BCD 码传输是用电信号传递,而不是用模拟量传递,没有误差,是纯遥信方式,具有抗干扰能力强、误码率低、施工方便等优点,综合比较是最佳选择。

改造方法:分解开关的分解位置信号由分解开关电动机构通过 19 芯航空插座输入到 BMQ-Y19YB2 挡位编码器内,经过隔离送 CPU 中央控制器编码,输出一一对应无源接点和 2 组 BCD 码无源接点。BCD 码传输到主控室内,监控系统和 VQC 装置上的遥信开入回路,按照 BCD 编码规则进行还原计算即可算出变压器实际挡位。无论是 17 档还是 19 档的变压器,与监控系统接口都仅需要一根 6 芯的电缆,占用 5 个遥信资源。现通过采用 BMQ-Y19YB2 挡位编码器以成功将 110 kV 三河站、110 kV 金江站、110 kV 金堂站等站挡位远方监测方式改为 BCQ 码输出方式。

### 参考文献

- [1] 有载分接开关的应用 [M]. 北京:中国电力出版社, 2003.
- [2] 刘伟,汤雨海主编. 变电站综合自动化实用技术问答 [M]. 北京:中国电力出版社, 2007.
- [3] 变电站综合自动化实用技术 1000 问 [M]. 北京:中国电力出版社, 2008.

#### 作者简介:

刘祖惠 (1965),女,工程师,从事电测计量、热工计量。

(收稿日期:2010-09-28)

(上接第 29 页)

种技术措施,如:分散接入系统;选择相对稳定的风力资源建设风电厂;通过与气象部门的合作,准确预测风力发电功率;配套建设调峰调频电源,合理安排机组备用容量进行峰谷调节;积极进行谐波治理,采用动态电压补偿和控制等技术,加快建设高电压等级联络线(750 kV 电网),实现与外部电网的联系(与西北电网联网),扩大电网规模和电网的综合调节能力,就能真正充分利用清洁能源,实现风力、水电和火电等资源的优化配置。大大推进利用可再生能源的规模,为实现节能减排、保障能源安全、实现能源工业的可持续发展发挥重要作用。

### 参考文献

- [1] 孙元章,吴俊,李国杰. 风力发电对电力系统的影响 [J]. 电网技术, 2007, 31(20): 55-62.
- [2] 耿华,杨耕,崔扬,等. 并网型风力发电系统的现状与发

展 [J]. 东方电气评论, 2006, 20(2): 1-7.

- [3] 计崔. 大型风力发电场并网接入运行问题综述 [J]. 上海电力. 2008, 21(1): 59-63.
- [4] 靳静,艾芊. 我国风电场建设及运行现状评估与发展前景研究 [J]. 华东电力. 2007, 35(8): 44-49.
- [5] 岑海堂,薛正福. 大型风电机组发展现状与关键技术 [J]. 科技创新导报. 2008(24): 78-79, 81.
- [6] 陈树勇. 大型并网风力发电场规划方法研究 [D]. 电力部电力科学研究院, 1998.
- [7] 田华,朱莉. 三门峡黄河风电场一期工程并网方案研究 [J]. 电网技术. 2009, 33(4): 98-103.

#### 作者简介:

张新伟 (1986),男,硕士,主要研究方向为电力系统调度运行和控制;

常喜强 (1976),男,高级工程师,主要研究方向为现代电力系统分析与控制,电力系统调度运行及电力系统稳定。

(收稿日期:2010-07-15)