

# 两种典型的关口差错电量退补方法实例分析

杨世涛<sup>1</sup>，杨世海<sup>2</sup>

(1.国电宿州电热有限公司,安徽 宿州 234000; 2.江苏省电力公司电力科学研究院,江苏 南京 211103)

**摘 要:**对比分析两种主要的电量差错退补方法和应用范围,结合一起关口电能计量装置故障,排查原因,界定故障时间,计算评估差错电量,给出退补方案。避免购售双方经济损失,保障贸易结算公平。

**关键词:**关口电能计量装置; 差错电量; 退补; 算法; 估算法。

## 0 引言

电能计量装置是直接于电网连接用于计量电能量的一套装置,包括电能表、计量用互感器及其二次回路、联合接线盒、电能计量柜(箱)等,用于为电量结算的不同主体提供计量依据,按周期进行检验,保证计量准确,具有法定效力。当电能计量装置正常运行时,电能表抄见电量是贸易结算的基本依据,但当电能计量装置因本体或系统外部的原因无法正确计量时,应依据规程进行差错电量分析,计算退补电量。差错电量退补计算结果同样是贸易结算的依据。差错电量计算和电量退补是计量管理的重要环节,要求方法科学、证据可信。

本文结合一起关口计量装置故障造成的电量差错,应用不同方法进行差错电量对比计算分析,

保证贸易结算准确公正。

## 1 故障发生的背景及排查分析

### 1.1 关口计量点概况

某统调电厂拥有四个 220kV 上网关口,该厂所发电能通过四条 220kV 出线送往对侧 220kV 变电站甲和乙。根据产权分界点划分原则<sup>[1]</sup>,关口计量点设于电厂升压站内靠近围墙的出线开关处,计量方式为三相四线制。正常运行时,L1 和 L3 线挂接在 220kV 正母,L2 和 L4 挂接在 220kV 副母。如图 1 所示。

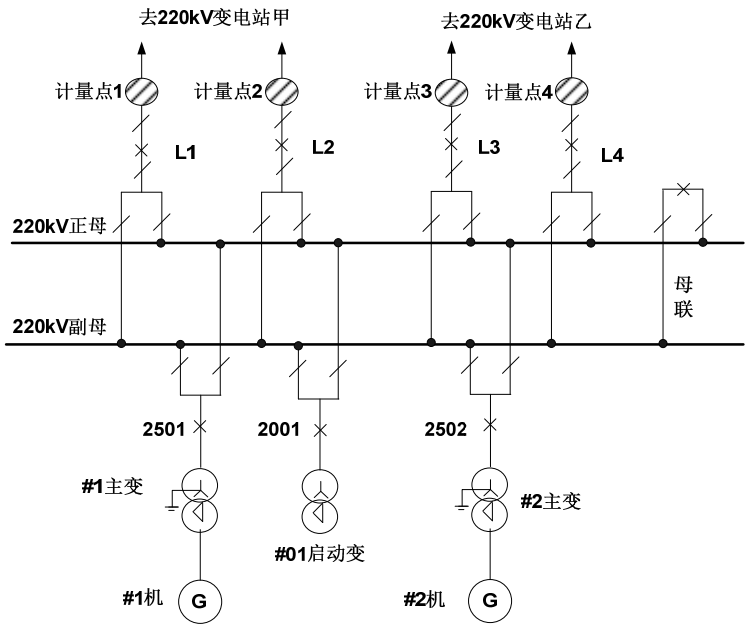


图 1 某电厂上网关口分布概况

7月19日,该厂电量报表统计人员发现自本月16日起本厂上网电量显著降低,但发电量则与之前基本持平,两者差异超过了厂用电率的可能范围。设备巡视人员随即赴现场查看,发现220kV L2线和L4线关口表报警灯闪烁,提示关口计量有严重异常发生。

### 1.2 故障排查与消缺处理

现场查询关口表故障代码,故障分类为“失压类”。报计量主管部门许可后,打开关口表铅封,测量三相电压,发现关口表C相单相失压,A相与B相电压均正常。

为查明失压的起始节点,从关口表表尾电压端子沿电压二次回路向互感器二次侧逐渐上溯排查,发现副母PT计量绕组三极联动型空开虽处于合位,但C相上桩头对地电压正常,下桩头则电压为零,A相和B相则正常。这种现象表明副母C相空开虽处合位,但内部电路不通,导致单相失压。

经核查确认,在副母C相计量回路失压之前,该厂没有任何二次系统的操作。空开在运行过程中处于合位,因空开质量问题导致合位状态下C相在某时间点突然失压,现场对该空开进行手动复位后三相电压恢复正常。

查明故障源后,7月19日17:00左右,技术人员进行现场消缺处理,更换了带隐患空开,关口计量恢复正常。

### 1.3 故障持续时间的界定

故障时间的准确界定对于提高电量退补分析准确性具有重要作用,对于已安装电能量自动采集系统的关口计量点可利用系统遥测数据将失压发生时间点和电压恢复时间点界定在一个较小的时间区间内。

由于发生关口计量失压故障的L2线和L4线计量电压均取自副母电压互感器,因此只需判定副母电压互感器的失压时间即可。调阅该厂站电能量自动采集系统的遥测数据发现,7月16日上午8:00副母C相电压降为零,由于该系统自整点时间起15分钟采集一次遥测数据,因此可判断失压时间在7:45至8:00之间。遥测数据显示7月19日17:30

电压恢复正常,说明电压恢复时间在17:15至17:30之间。根据系统提供的数据,证据确凿的失压时间区间界定在7月16日8:00至7月19日17:15。失压和恢复的时间界定误差小于15分钟,能够满足电量追补计算分析的需要。

## 2 差错电量退补计算的方法

当发生电量计量差错时,应合理评估分析故障时间段内的正确电量,与电能表计到的正确电量相比较,给出购电方向售电方补偿差额电量或售电方为购电方扣减多计电量的结论。

差错电量的评估方法可采用计算法、估算法或测算法。计算法是指根据故障类型或错接线方式分析出更正系数,从而获得退补电量数据。估算法是指参考对侧考核计量点数据、其他功率单元积分数据、正常运行时的平均功率等证据资料进行差错电量计算评估。测算法则是一种简化的黑箱原理退补方法,即暂不分析故障原因和差错类型,在发生计量差错的计量点再串入一套正确的电能计量装置,计算出正确接法与错误接法所计电量的比值,用于评估故障期间实际发生的电量。测算法应用范围较窄,且现场往往难以实施,使用较少。

## 3 基于关口点本侧数据的计算法分析

采用计算法分析,首先计算更正系数。对于三相四线制计量方式,在三相严格平衡的情况下,单相失压会导致少计电量三分之一。

设 $W'$ 为非正常时的计量电量值, $W$ 为正确值,更正系数为 $K$ ,则

$$K = W / W'$$

查询失压前后的遥测记录,发现该厂站L2线和L4线电压电流均平衡。因此对于本例单相失压情况, $K=3/2$ 。

首先累计大唐南京电厂侧关口失压期间的厂侧实际计得电量 $W'$ ,然后乘以单相失压更正系数,获得实际上网电量。

通过电能量自动采集系统获取失压期间电能表实际计得电量,如表1所示。

表1 失压关口计量点故障期间计得电量数据表

日期	7.16	7.17	7.18	7.19	
时间	8:00至24:00	全天	全天	0:00至17:15	
L2线	2754400	3933600	3923920	2851200	13463120
L4线	2477200	3475120	3712720	2678720	12343760
合计					25806880

由表1可见,失压期间L2线、L4线关口表抄见电量为25806880kWh,失压期间的正确上网电量应为

$$W=K\cdot W'=1.5\times 25806880=38710320\text{ kWh}$$

$$\Delta W=W-W'=12903440\text{ kWh}$$

关口电能计量装置失压造成少计电量12903440kWh,作为购电方的省级电力公司应向售电方发电公司增补购电差额电量12903440kWh,增加相应购电费用。

4 基于对侧关口考核计量点数据的估算法分析

4.1 考核计量点电量计算

根据DL/T 448-2000《电能计量装置技术管理

规程》要求,在发电企业上网线路、电网经营企业间的联络线路和专线供电线路的另一端应设置考核用电能计量装置。该厂站对侧220kV变电站甲和乙均按关口计量装置的要求同等配置,电厂关口电能计量装置失压期间对侧考核关口计量点电能计量装置运行正常。故可以提取对侧关口考核电能表在故障期间的电量数据,考虑线路损耗后作为退补电量的依据。但经检测,L2线对侧考核点电压互感器误差超差,电流互感器、关口表、二次压降检测结果均合格。L4线对侧考核点电能计量装置经检测均合格。因此对于L2线的对侧考核计量点,还应根据实际工作状况下的电压互感器合成误差扣减超差部分的电量,方可作为应结算电量。发生失压故障的L2线和L4线位于对侧变电站的考核电能表在失压期间计得电量见表2。

表2 L2线和L4线关口对侧考核计量点抄见电量统计(单位:kWh)

日期	7.16	7.17	7.18	7.19	
时间	8:00至24:00	全天	全天	0:00至17:15	
L2线	4134346	5909165	5885722	4262966	20192199
L4线	3689620	5175830	5528930	3968690	18363070

鉴于该厂站L2线对侧电压互感器在实际二次负荷情况下超差,应根据电压互感器现场检定数据以零误差为基准对L2线电量进行修正,且应以电压互感器的合成误差为计算依据。电压互感器误差取额定一次电压、实际二次负荷时的检定误差值。

L2线对侧变电站计量用电压互感器在额定一次电压、实际二次负荷下的误差数据见表3。

表3 L3线计量用电压互感器检定误差数据节选

	比差f(%)	角差δ(′)
L2线A相	0.305	2.36
L2线B相	0.225	2.68
L2线C相	0.286	3.05

将表5数据代入合成误差<sup>[3]</sup>计算公式(1)计算电压互感器合成误差γ为0.194%。

$$\gamma_{HU}=\frac{1}{3}(f_{UA}+f_{UB}+f_{UC})-0.0097(\delta_{UA}+\delta_{UB}+\delta_{UC})\tag{1}$$

$$\gamma=\frac{W'-W}{W}\tag{2}$$

$$W=\frac{1}{1+\gamma}\cdot W'\tag{3}$$

关口失压故障期间L2线变电站侧考核计量点的实际电量应为

$$W=\frac{20192199}{1+0.194\%}=20153101\text{ kWh}\tag{4}$$

L4线变电站侧考核计量点的电能计量装置合格,无需进行电量修正,失压故障期间流入的实际电量仍为18363070kWh。

4.2 线损率估算

考虑线损率后可推算出始端发电厂侧关口点在失压期间的实际上网电量,为此需估算失压故障期间的线损率。线损功率的计算方法见式(4)。

$$\Delta P=\frac{P^2+Q^2}{U^2}\cdot R_L\tag{5}$$

上式中P为流过的有功功率,Q为流过的无功功率,U为节点电压,R<sub>L</sub>为线路电阻值,以上参数应取同一个节点的参数参与运算,例如一次线路的始

端或末端参数。

查阅失压故障期间该厂站的调度运行方式发现关口计量失压故障期间四条出线一次运行正常、送出潮流基本持平，且一次线路参数不变，根据公式（5）推知线损功率在失压故障期间近似相等，从而失压故障期间线损率近似相等。

取 L2 线和 L4 线在故障前一天和故障后一天线损率的平均值作为两线在失压故障期间各自的线损率，计算过程见表 4 和表 5。

表 4 L2 线线损率计算数据表

日期	电厂侧	变电站侧	线损率 $\lambda/\%$	平均线损率/%
7 月 15 日	4101680	4098442	0.10	0.15
7 月 20 日	5766640	5755200	0.20	

表 5 L4 线线损率计算数据表

日期	电厂侧	变电站侧	线损率 $\lambda/\%$	平均线损率/%
7 月 15 日	4033920	4020830	0.32	0.38
7 月 20 日	5842320	5816470	0.44	

根据对侧变电站考核关口计量点的电量数据计算始端电厂侧电量，采用式（6）计算。

$$W_{\text{始端}} = \frac{W_{\text{末端}}}{1 - \lambda} \quad (6)$$

失压故障期间 L2 线始端即位于电厂侧的关口点电量为

$$W_{L2} = \frac{20153101}{1 - 0.15\%} = 20183376 \text{ kWh} \quad (7)$$

初步计算失压故障期间 L2 线始端即位于电厂侧的关口点电量为

$$W_{L2} = \frac{19363070}{1 - 0.39\%} = 18433116 \text{ kWh} \quad (8)$$

#### 4.3 差错电量计算

根据表 1 计算结果，该厂站 L2 线和 L4 线在单相失压期间关口表抄见电量为 25806880kWh，因此需退补给电厂的电量为

$$\Delta W = 20183376 + 18433116 - 25806880 = 12809612 \text{ kWh} \quad (9)$$

## 5 计算法和估算法的应用对比

计算法主要应用于故障原因和差错类型清楚、时间界定准确的情况，准确性相对较高。估算法主要应用于故障情况复杂、时间界定模糊、难以准确计算更正系数的电量差错情况，借用间接数据推导估算出差错电量。因此在可以给出确切更正系数的情况下优选计算法。

本算例采用计算法需退补电量 12903440kWh，采用估算法需退补电量 12809612kWh，比较接近，说明退补电量公平可信。

## 6 结束语

本次故障持续时间达 81 小时，关口失压故障期间发电量较大，导致少计电量过千万千瓦时。起因系二次设备质量问题，但因没有及时发现单相失压报警，导致故障持续时间过长。凸显出该厂站二次回路监控管理不够、抄表巡视工作安排不合理、设备质量管理和预控意识不够，应从管理、技术、设备质量方面提升水平，确保关口计量装置运行安全、稳定、准确。

采用计算法和估算法进行差错电量退补，对比分析后采纳计算法，即增加该发电公司的上网电量 12903440kWh。

#### 参考文献：

- [1] DL/T 448/2000, 电能计量装置技术管理规程[S].
- [2] DB32/991-2007, 江苏省地方标准 电能计量超差（差错）退补电量计算[S].
- [3] 杨世海,程彦华.电测仪表及其应用[M]. 北京:中国电力出版社,2008.

#### 作者简介：

杨世涛（1979-），男，安徽淮北人，助工，从事发电厂电气部分的运行检修工作；

杨世海（1976-），男，安徽淮北人，工学硕士，高级工程师，从事计量检测与管理工作。