

# 基于 VBA 的关口电能表现场检验报告编制方案

高利明 徐二强 杨乃贵 史三省 赵岩  
(国网河南省电力公司电力科学研究院 郑州 450052)

**摘要:**介绍了一种基于 VBA 技术的关口电能表现场检验报告编制方案。首先,按照关口电能表现场检验流程设计报告编制方案流程图,并分析流程中涉及的相量图绘制、数值修约、告警功能业务模块的自动化实现原理,然后,并在此基础上开发了能实现自动执行误差计算和向量图绘图的关口电能表现场检验报告实例,并列出了实例的核心程序代码。利用 VBA 技术实现关口电能表现场检验报告的自动生成,有效地提高了检验工作效率及降低了报告差错率,实际应用效果良好。

**关键词:**Excel VBA;关口电能表;现场检验;报告

**中图分类号:** TP399 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.6099

## Compilation scheme of gateway energy meter field inspection report based on VBA

Gao Liming Xu Erqiang Yang Naigui Shi Sansheng Zhao Yan  
(State Grid Henan Electric Power Research Institute, Henan, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** In this paper, a compilation scheme of gateway energy meter field inspection report based on VBA technology is introduced. First of all, according to the gateway energy meter field inspection process, design the flow chart of report preparation, and analyze the principle of automatic realization of the phasor diagram drawing, data rounding, alarm function module business, then, on the basis of this, the report of the field test report of the gateway energy meter, which can realize the automatic error calculation and phasor diagram drawing is developed and the core program code is listed. Using the VBA technology to realize the automatic generation of the gateway energy meter field inspection report which effectively improves the inspection efficiency and reduces the error rate.

**Keywords:** Excel VBA; gateway energy meter; field inspection; report

### 1 引言

关口电能表对于电网企业的关口计量工作意义重大,由于关口计量的电量非常大,所以定期或不定期开展现场关口电能表实负荷校验,是保障关口电能表准确可靠运行的重要技术管理措施<sup>[1-2]</sup>。

由于电能表现场校验仪品牌众多,利用其数据管理软件生成的报告,格式不统一,河南关口电能表现场检验的检验记录仍采取手记方式,运行状态相量图绘制采用手绘方式,数据处理中特别是计量专业要求的校验结果数值修约仍采用人工计算方式,报告编制存在耗时、重复、易错、美观性差等问题。

VBA(visual basic for applications)是 Microsoft Office 系列的内置编程语言,可以使常用的程序自动化,可以创建自定义解决方案<sup>[3-7]</sup>。利用 VBA 语言在 Excel 兼容的特点,介绍一种基于 VBA 的关口电能表现场检验报告编

制方案,可以有效解决上述问题。

### 2 技术原理

#### 2.1 相量图坐标系

编制能自动生成符合实际要求的相量图是 VBA 应用的关键技术之一。坐标系是绘图的基础,对象坐标系以像素为单位。默认的坐标原点为对象的左上角,横向向右为 X 轴的正向,纵向向下为 Y 轴的正向,坐标系如图 1 所示。

以 A 相电压  $U_a$  为相量基准,  $U_b$  相角为  $120^\circ$ ,  $U_c$  相角为  $240^\circ$ ,  $I_a$  相角  $\phi_a$ ,  $I_b$  相角  $\phi_b + 120^\circ$ ,  $I_c$  相角  $\phi_c + 240^\circ$ ,  $U_{\max}$ ,  $I_{\max}$  为最大电压、电流值,因此电压端点坐标  $V(x, y)$  为:

$$\begin{cases} x = (x_1 + x_m)/2 + Q\sin\varphi \\ y = (y_1 + y_m)/2 - Q\cos\varphi \end{cases} \quad (1)$$

式中:电压定比值  $Q = U_a/U_{\max} \times H/2$ 。

收稿日期:2017-03

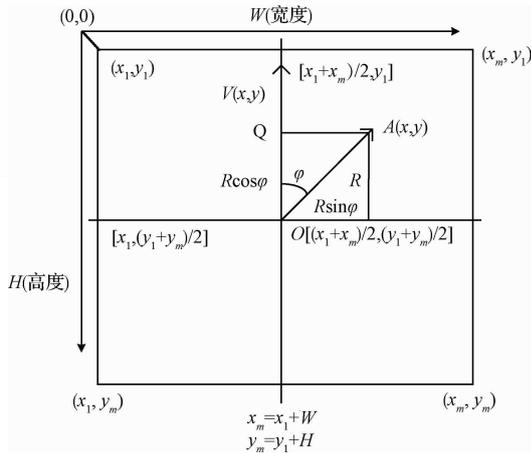


图1 相量的坐标系统

电流端点坐标  $A(x, y)$  为:

$$\begin{cases} x = (x_1 + x_m)/2 + R\sin\varphi \\ y = (y_1 + y_m)/2 - R\cos\varphi \end{cases} \quad (2)$$

式中: 电流定比值  $R$  设定为  $I_a/I_{\max} \times H/2 \times 60\%$ 。

### 2.2 数值修约

在大多数计量检定规程、校准规范中都明确要求计量检定结果应按计量器具准确度等级的 1/10 进行修约, 判断计量器具合格与否, 一律以修约后的结果为准。数值修约已是计量人员必须掌握的一项基本功。Excel 内置函数虽然丰富, 但没有提供符合要求的数值修约函数, 需要自定义编制。校验结果数据修约, 是编制自动证书的另一关键技术。

具体的数据修约方法参考《GB8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示与判定》、JJG596-2012《电子式电能表检定规程》6.5.1 条款<sup>[8]</sup>。

### 2.3 告警功能

关口电能表现场运行时, 会出现各种各样的缺陷和故障, 例如电能表参数设置错误、电能表超差和接线错误、电压回路失压和电流回路断流、不合理的计量方式、通信中断等故障, 任何错误或故障都会影响关口计量的准确性和贸易结算的公正性<sup>[9-10]</sup>。其中, 二次电压、电流等运行参数的轻微异常, 一般不作为电能表事件记录, 在现场检验时也不易察觉, 且目前电能表现场校验仪通常不具备这样的判断功能, 但这种不正常状态对关口计量不可忽视。在 VBA 程序编制方案中, 根据有关电网电能质量标准设定了可随需求调整的电流、电压不平衡度阈值, 待录入数据后, 若超过设定阈值, 程序会自动弹出告警提示, 弹出框如图 1 所示, 提醒校验人员对互感器、计量二次回路作深入核查。增加告警功能后, 关口电能表现场检验报告模板应用得到了进一步扩展和丰富。

## 3 技术方案

如图 2 所示给出了关口电能表现场校验报告编制的设计方案。

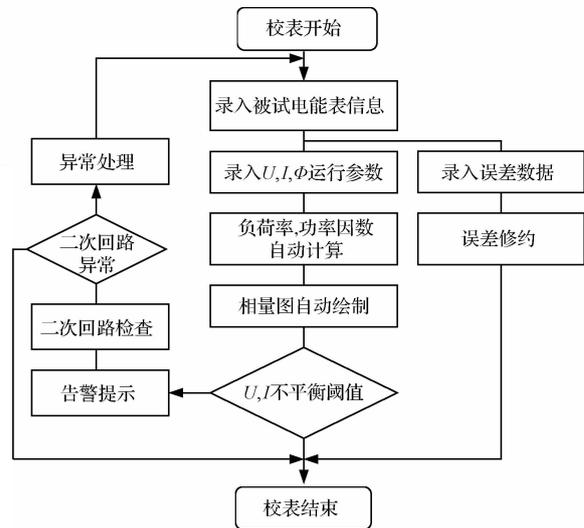


图2 报告编制方案流程

## 4 应用实例分析

图 3 所示为关口电能表现场检验报告编制应用的实例。当校表人员现场录入被测电能表相关信息及测试数据后, “负荷率”、“功率因数”、“修约后误差”项目值将会自动完成计算, 按下“绘图”按钮后, 完成相量图绘制, 点击“清空”按钮, 相量图删除, 点击“绘图”按钮再次绘制, 相量图中的符号、数值标识实现动态定位, 增强了报告的直观性。报告中的单元格计算函数代码全部设计为 VBA 内置方式, 避免了非授权人的修订或无意改动, 提高代码的安全性。

由于 VBA 寄生于 Excel, 如图 4 所示, VBA 代码中的变量定义与 Excel 单元格相关, 因此读者需结合图 3 阅读, 以便更好地理解代码含义。相量图代码分析如下。

以下给出了绘制相量图坐标系统以及电压相量的代码(电流相量绘制与电压类似):

```
Sub huaxiangliangtu() '定义“画相量图”过程
Dim voltage(3), vdegree(3), umax As Single
'定义 3 个电压、电压相位角数组变量, 电压最大值变量
voltage(1) = ActiveSheet.Range("o13").Value '取电压数值
voltage(2) = ActiveSheet.Range("o14").Value
voltage(3) = ActiveSheet.Range("o15").Value
vdegree(1) = 0 : vdegree(2) = 120 : vdegree(3) = 240
'以 A 相电压角度为基准“0”
umax = Application.WorksheetFunction.Max(voltage(1), voltage(2), voltage(3))
Dim x1, y1, xm, ym, x0, y0, w, h As Single
'定义圆坐标系统以及绘制圆
```

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
<b>国网河南省电力公司计量中心</b>																											
<b>关口电能表现场检验报告</b>																											
编号: GKB2017-0008																											
检验依据的规程: SD109-83《电能计量装置检验规程》、DL/T448-2000《电能计量装置技术管理规程》、Q/GDW1799.1-2013《国家电网公司电力安全工作规程(变电部分)》																											
开关名: I密武1主表      站(厂)名: 密东电厂      公司名: 郑州供电公司      检验时间: 2017年3月8日																											
被 试 表	厂名	兰吉尔	电压	3×57.7/100V	频率	50Hz	标 准 表	厂名	郑州三晖																		
	型号	ZMQ202C	电 流	3×1A	电压相序	正序		厂号	E4D029																		
	常数	5000imp/kWh	相 别	三相四线	功率因数	0.93		型式	MT3000D																		
		等级	0.2S	负荷率%	50.2	等 级		0.05																			
电 流 互 感 器						电 压 互 感 器						相 位 (°)															
变 比	一次电流 (A)	二次电流 (A)	变 比	二次电压 (V)																							
2000 A / 1 A	1003	Ia	0.50	Ua						61.5	Ua Ia						338.7										
		Ib	0.50	Ub						60.3	Ub Ib	338.5															
		Ic	0.50	Uc	61.6	Uc Ic	338.9																				
校验次数	修约前误差%	修约后误差%	备 注					生 压 计 时 位																			
1	-0.014	-0.02	省计量中心现场检验部—限值(D>1%, I>10%): 电压不平衡率为1.34%, 请核计量二次电压是否正常!					<input type="button" value="确定"/>																			
2	-0.028																										
3	-0.021																										
结论	接线正确, 误差合格。																										
校验员: _____													审核: _____														

图3 报告编制应用实例

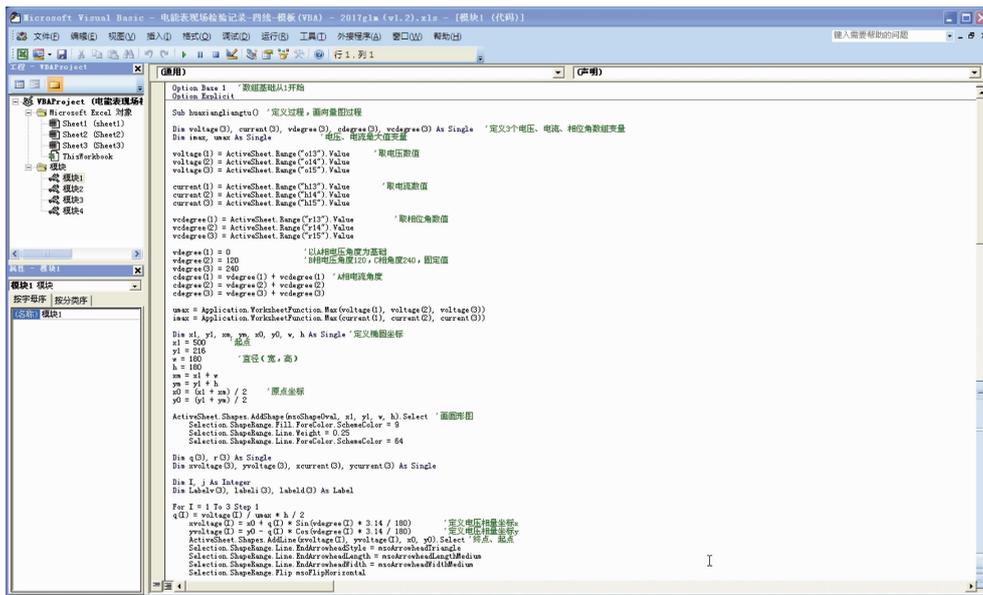


图4 Excel VBA 代码环境

```

x1 = 500: y1 = 216      起点
w = 180: h = 180      直径(宽,高)
xm = x1 + w
ym = y1 + h
x0 = (x1 + xm) / 2      原点坐标
y0 = (y1 + ym) / 2
ActiveSheet.Shapes.AddShape(msoShapeOval, x1,
y1, w, h).Select      画圆形图
Selection.ShapeRange.Fill.ForeColor.SchemeColor
= 9
    
```

```

Selection.ShapeRange.Line.Weight = 0.25
Selection.ShapeRange.Line.ForeColor.SchemeColor
= 64
Dim q(3) As Single
Dim xvoltage(3), yvoltage(3) As Single
Dim i As Integer
Dim Labelv(3) As Label
For i = 1 To 3 Step 1
q(i) = voltage(i) / umax * h / 2
xvoltage(i) = x0 + q(i) * Sin(vdegree(i) * 3.14 /
    
```

```

180)
    定义电压相量坐标 x
    yvoltage(i) = y0 - q(i) * Cos(vdegree(i) * 3.14 /
180)
    定义电压相量坐标 y
    ActiveSheet.Shapes.AddLine(xvoltage(i), yvoltage
(i), x0, y0).Select          '电压相量的
    终点、起点并绘制
    Selection.ShapeRange.Line.EndArrowheadStyle =
msoArrowheadTriangle
    Selection.ShapeRange.Line.EndArrowheadLength
= msoArrowheadLengthMedium
    Selection.ShapeRange.Line.EndArrowheadWidth
= msoArrowheadWidthMedium
    Selection.ShapeRange.Flip msoFlipVertical
    Set Labelv(i) = ActiveSheet.Labels.Add(xvoltage
(I) - 12, yvoltage(i) - 3, 15, 15)          '确定电压
    标签位置和大小
    Select Case i
    Case 1
    Selection.ShapeRange.Line.ForeColor.SchemeColor
= 14
    Labelv(i).Caption = Range("n13")          '显示“Ua”
    电压标签
    Case 2
    Selection.ShapeRange.Line.ForeColor.SchemeColor
= 11
    Labelv(i).Caption = Range("n14")
    Case 3
    Selection.ShapeRange.Line.ForeColor.SchemeColor
= 10
    Labelv(i).Caption = Range("n15")
    End Select
    Next i
    Sub

```

#### 4.2 数据修约代码分析

按照 2.2 介绍的数值修约方法, 编制的 VBA 代码如下:

```

Sub shujuxiuyue()          '定义“数值修
    约”过程
    Dim e(3), ep, qq, ep1, ww As Single
    Dim z As Single
    Dim S As String
    S = ActiveSheet.Range("N9") '单元格 N9 内容“0.
    2S”
    z = Mid(S, 1, 3) / 10          '定义修约间隔
    e(1) = ActiveSheet.Range("f18").Value
    e(2) = ActiveSheet.Range("f19").Value

```

```

    e(3) = ActiveSheet.Range("f20").Value
    '单元格 f18, f19, f19 内容为连续三个误差测量值
    ep = (e(1) + e(2) + e(3)) / 3
    ep1 = ep / z '按 1 取整
    If ep1 >= 0 Then          '正数处理, 对平均值
    进行判断
    If (ep1 - Int(ep1)) = 0.5 And (Int(ep1) = 1 Or
    Int(ep1) = 3 Or Int(ep1) = 5 Or Int(ep1) = 7 Or Int
    (ep1) = 9) Then
    qq = z * Int(ep1 + 1)
    ww = Format(qq, "0.00")
    ActiveSheet.Range("g18").Value = ww
    '单元格 g18 内容为修约后误差值
    ElseIf ep1 - Int(ep1) > 0.5 Then
    qq = z * (Int(ep1) + 1)
    ww = Format(qq, "0.00")
    ActiveSheet.Range("g18").Value = ww
    Range("f30").NumberFormat = "0.00 "
    Else
    qq = z * (Int(ep1))
    ww = Format(qq, "0.00")
    ActiveSheet.Range("g18").Value = ww
    End If
    Else
    '* * * * * 正数处理 * * * * *
    * * * * *
    Dim c As Single
    c = Abs(ep1)
    If (c - Int(c)) = 0.5 And (Int(c) = 1 Or Int(c)
    = 3 Or Int(c) = 5 Or Int(c) = 7 Or Int(c) = 9) Then
    qq = z * Int(c + 1)
    ww = Format(qq, "0.00")
    ActiveSheet.Range("g18").Value = -ww
    Range("f30").NumberFormat = "0.00 "
    ElseIf c - Int(c) > 0.5 Then
    qq = z * (Int(c) + 1)
    ww = Format(qq, "0.00")
    ActiveSheet.Range("g18").Value = -ww
    Else
    qq = z * (Int(c))
    ww = Format(qq, "0.00")
    ActiveSheet.Range("g18").Value = -ww
    End If
    '* * * * *
    * * * * *
    End If
    End Sub

```

## 5 结 论

利用常用办公软件 Office Excel 中内嵌的 VBA 编程语言,成功开发了自动执行误差计算和绘图相量图功能的应用程序,编制了符合实际应用需求并可灵活调整的关口电能表实负荷检验报告模板,实现了报告一次性电子化存档,方便关口计量管理信息系统进一步提取和做统计分析。基于 VBA 的关口电能表现场检验报告编制方案,在实际工作得到了推广应用,大大提高了办公软件在关口电能表现场检验中的自动化应用水平和编制报告的效率。

### 参 考 文 献

- [1] DL/T448-2000. 电能计量装置技术管理规程[S].
- [2] 谭清,张军,贾海波,等. 关口电能表现场校验方法分析[J]. 内蒙古电力技术,2013,31(4):7-12.
- [3] 贺晋宁,杜伟伟,高静. 软件自动化测试的探索实践[J]. 国外电子测量技术,2016,35(7):1-4.
- [4] 徐美婷,杨士颖. 结合轮廓和纹理特征的铅笔画自动生成系统[J]. 电子测量技术,2015,38(6):48-53.

(上接第 80 页)

反潜巡逻机浮标搜潜相关战术的演练以及相应的效能评估,在此基础上还可以对战术指挥长,声纳职手等相关人员进行虚拟训练以及在实战中进行辅助决策等功能,同时还可以与其他反潜兵力进行一体化协同反潜作战的兵力推演和战术演练。这对于反潜巡逻机乃至航空反潜体系的战术使用具有一定的参考意义。

### 参 考 文 献

- [1] 翟厚曦,江泽林,张鹏飞,等. 一种合成孔径声呐图像目标分割方法[J]. 仪器仪表学报,2016,37(4):887-894.
- [2] 李晓婉,曹志敏,韩瑜. 海战场自然环境建模与仿真研究[J]. 电子测量技术,2016,39(3):4-13.
- [3] 吴杰,孙明太,吴福初. 基于改进 AHP 和 GSD 的舰载反潜直升机作战效能评估[J]. 中国测试,2016,42(1):134-137.
- [4] 吕富勇,周瑞卿,阮世阳,等. 基于虚拟仪器的空间磁场分布检测装置设计[J]. 电子测量技术,2015,38(11):79-84.
- [5] 田璟,郭智,黄宇,等. 一种基于概率距离尺度学习的图像标注方法[J]. 国外电子测量技术,2015,34(7):19-23.

- [5] 汪雪君. 基于 VBA 的矿用产品检验报告编制方案[J]. 工矿自动化,2011,37(11):93-96.
- [6] 刘忠奎,葛俊锋,张羽鹏,等. 示温漆温度自动判读技术研究[J]. 中国测试,2015,41(9):20-23.
- [7] 胡函武,卢海明. 基于 VBA 的三相电机定子谐波磁场转向分析程序设计[J]. 微特电机,2016,44(7):93-96.
- [8] JG596-2012. 交流电子式电能表[S].
- [9] 孟卓,温和,李华,等. 电压不平衡度的准同步采样快速测量方法[J]. 仪器仪表学报,2015,36(3):574-583.
- [10] 陈文瑛,陈雁,邱林,等. 应用大数据技术的反窃电分析[J]. 电子测量与仪器学报,2016,30(10):1558-1567.

### 作 者 简 介

高利明,2002年于武汉大学获得学士学位,现为国网河南电力公司电力科学研究院高级工程师,主要研究方向为电能计量检测技术。

E-mail:hndlgaoliming@163.com

- [6] 刘自然,王律强,李爱民,等. 改进 Apriori 算法对试车台监测数据的关联挖掘[J]. 中国测试,2015,41(4):106-109.
- [7] 刘绍锦,王志乾,王春霞,刘玉生. 舰船间水平间距及舷偏角测量[J]. 电子测量与仪器学报,2015,38(4):483-488.
- [8] 董早鹏,刘涛,万磊,等. 基于 Takagi-Sugeno 模糊神经网络的欠驱动无人艇直线航迹跟踪控制[J]. 仪器仪表学报,2015,36(4):863-870.
- [9] 罗光成,张丹. 反潜直升机多段往返检查搜潜建模与仿真技术研究[J]. 国外电子测量技术,2011,30(10):34-36.
- [10] 金惠明,李建勋. 反潜直升机吊放声纳搜潜策略分析[J]. 电光与控制,2011,18(8):26-28,39.

### 作 者 简 介

南银波,高级工程师,主要研究方向为综合电子信息系统。

E-mail:nanyb@sina.com

曾广荣,高级工程师,主要研究方向为综合电子信息系统。