[电能质量]

用于重点实验室的电压监测报警装置设计与应用

文/中国计量科学研究院　廖福剑　陈　川　关　心　刘靖辉　王　卓

研究了一种用于监测电源电压的报警装置，包括控制箱体、启动和试验监测系统、监测调节系统以及显示报警系统。同时监测双路400 V电源每一路的每一相电压，实现不间断监测，不间断电源为本装置供电，在常用电波动及断电时，不间断电源经过内部切换，仍然持续输出电能，触发相应报警元件，保证正常运行。

某科研院所承担着建立和保持国家计量基准，院所采用双路供电，由于外网供电线路电能质量波动频繁，时常因各种原因发生波动、闪络故障，导致院内用电设备发生失电停机现象，根据现阶段后勤人员的运行模式，无法及时处理，导致仪器设备长时间处于断电和停机的状态，将会对一些实验数据、计量基准造成不可估量的损失。因此，设计了一种用于监测电源电压的报警装置，对双路电源同时进行不间断监测，发生故障及时报警。

现状

近年来，国家电网的供电质量有很大的提高和改善，基本能够满足一般用户的用电需求。电源电压是电能质量的重要指标，国家对安全用电有更高的要求，供电的连续性和稳定性也被人们所重视，尤其对于国内的一些科研院所，在基础研究的保障上，供电的质量尤其重要，一些精密仪器、实验设备和基准装置对供电质量的要求非常严格。院内现有一座35 kV变电站，双路供电，经两台变压器变压成10 kV分别送往6座10 kV电站和10座外式箱式变电站，变压成400 V供院内用电。现阶段，由于外网35 kV输电线路较长，遇到异常天气和特殊情况，可能会造成电压波动和闪络事故，导致院内科研仪器和辅助设备的停机，不能第一时间进行处理，损失难以估量。现有的测量设备由于众多原因及条件的限制无法及时有效地输出警报，导致院内一些精密仪器、辅助设备停运时间延长，对基础科研实验影响很大。

必要性和设计思路

现有的智能电能表能查看电压、频率、功率因数和功率等数据，但当外网电压瞬间波动或发生闪络故障，造成供电质量下降及用电设备停机时，不能第一时间发出报警提示，相关人员无法得知并及时处理，导致一些无法挽回的损失，对于国内基础科研实验影响更是不可估量。另外，一些检测设备（指针式电压表、电子智能表等）能够满足大多数用户，但对于特殊用户如双路供电的科研院所的使用要求还不够完善。根据现阶段院区供电质量情况，从电网稳定性、安全性、人员巡检运行方式、供电设备稳定性和掌握的电路控制技术等方面进行讨论和分析，对技术方案进行比较和反复论证，最终设计出一种用于监测电源电压的报警装置，及时发现异常，驱动报警，快速处理。

装置概述

用于监测电源电压的报警装置外观示意图如

图1所示，包括控制箱体、启动和试验监测系统、监测调节系统以及显示报警系统。同时监测双路电源每一路的每一相电压的供电质量，其中控制箱体是由一个500 mm×600 mm×200 mm的配电箱组成，安装在24 h有人的值班室；启动和试验监测系统由启动按钮、试验按钮组成；监测调节系统由可调电位器与继电器组成相关电路；显示报警系统由转化开关、监测指示灯、监测按钮、试验按钮、可调电位器、继电器、不间断电源和声光报警器组成。同时监测双路电源的每一路的每一相电压，及L11-N11、L12-N11、L13-N11、L21-N21、L22-N21、L23-N21。控制箱体安装在距地面1.3 m处。启动和试验按钮分别安装在控制箱上，每一组分别控制其监测相的启动与试验监测功能。可调节电阻器分别安装在控制箱上，与继电器、启动和试验按钮组成监测回路，用来调节监测的灵敏度。指示灯、声光报警器分别安装在控制箱上，有总电源指示灯和监测、故障指示灯，每相电源监测驱动的声光报警器指示。不间断电源放在支架上，为本装置提供电源。

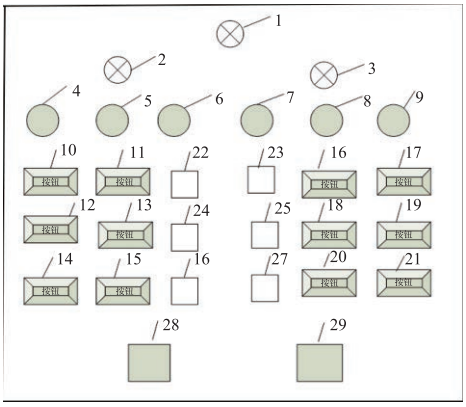

图1　外观示意图

1—H1电源指示灯　2—H2监测指示灯　3—H3故障指示灯
4—RP1调节钮　5—RP2调节钮　6—RP3调节钮
7—RP4调节钮　8—RP5调节钮　9—RP6调节钮
10—SB1监测按钮　11—SB2试验按钮　12—SB3监测按钮
13—SB4试验按钮　14—SB5监测按钮　15—SB6试验按钮
16—SB7监测按钮　17—SB8试验按钮　18—SB9监测按钮
19—SB10试验按钮　20—SB11监测按钮　21—SB12试验按钮
22—HD1声光报警器　23—HD4声光报警器　24—DH2声光报警器
25—DH5声光报警器　26—DH3声光报警器　27—DH6声光报警器
28—AK电源开关　29—BK报警开关

系统设计

1. 控制电路

由图2可以看出，当AK电源开关28接通时，H1电源指示灯1点亮，为控制系统提供电能，根据逻辑控制H3故障指示灯3点亮，JX为第一路电源中间继电器，当4A1常开触点闭合、4B2常开触点闭合，4C3常开触点闭合时，JX线圈得电吸合，第一路电源总监测继电器工作。CX为第二路电源中间继电器，当5A1、5B2和5C3常开触点闭合时，CX线圈得电吸合，第二路电源总监测继电器工作。JC为一路、二路电源中间继电器，当JX1、CX1常开触点闭合时，JC线圈得电吸合，JC的常开触点JC1闭合，监测指示灯H2得电点亮，同时JC的常闭触点JC2断开，故障指示灯H3失电熄灭。当BK报警开关29接通时，为声光报警器DH1-6提供电源，在监测控制系统正常工作状态下，常闭触点4A2、4B2、4C2、5A2、5B2和5C2断开，声光报警器DH1～6处于失电不工作状态，当监测到哪相电压故障时，相应的常闭触点由断开转换为闭合，驱动相应的声光报警器发出警报，同时监测指示灯H2熄灭，故障指示灯H3点亮。

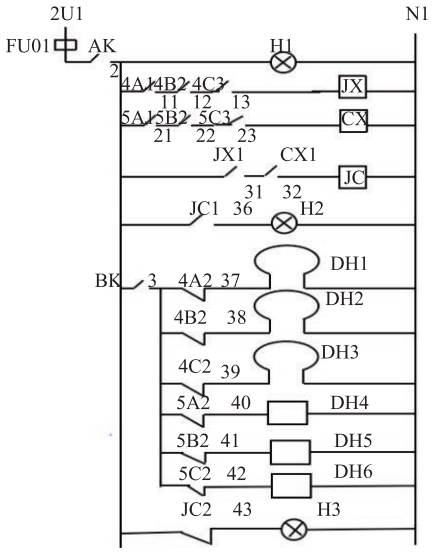

图2　控制电路原理图

JX、CX、JC—中间继电器4 A、4 B、4 C——路监测继电器5 A、5 B、5 C—二路监测继电器FU01是保险

2. 一路监测电路

第一路电源相电压L11-N11、L12-N11和L13-N11通过断路器Q_{F11}、Q_{F12}和Q_{F13}串联在相应的监测回路中。当Q_{F11}闭合，按下启动按钮SB2，4A监测继电器线圈得电吸合，其辅助常开触点4A6接通与RP1可调电位器串联实现自保回路，电路接通顺序为601→SB1→602→RP1→604→4A6→603→4A→N11，4A的吸合完成对L11的

监测任务，调整RP1改变4 A线圈两端电压，根据需要调至相应阻值，随之改变监测电路灵敏度的高低；当按下试验按钮SB1时，601-602断开，4A线圈失电断开，自保触点4A6断开，4A辅助触点驱动相应控制电路完成报警。当Q_{F12}闭合时，按下启动按钮SB4，4B监测继电器线圈得电吸合，其辅助常开触点4B6接通与RP2可调电位器串联实现自保回路，电路接通顺序为611→SB3→612→RP2→614→4B6→613→4B→N11，4B的吸合完成对L12的监测任务，调整RP2改变4B线圈两端电压根据需要调至相应阻值，随之改变监测电路灵敏度的高低；当按下试验按钮SB3时，611-612断开，4B线圈失电断开，自保触点4B6断开，4B辅助触点驱动相应控制电路完成报警。当QF13闭合时，按下启动按钮SB6，4C监测继电器线圈得电吸合，其辅助常开触点4C6接通与RP3可调电位器串联实现自保回路，电路接通顺序为621→SB5→622→RP3→624→4C6→623→4C→N11，4C的吸合完成对L13的监测任务，调整RP3改变4C线圈两端电压，根据需要调至相应阻值，随之改变监测电路灵敏度的高低；当按下试验按钮SB5时，621-622断开，4C线圈失电断开，自保触点4C6断开，4C辅助触点驱动相应控制电路完成报警。

3. 二路监测电路

第二路电源相电压L21-N21、L22-N21和L23-N21通过断路器Q_{F27}、Q_{F22}和Q_{F23}串联在相应的监测回路中。当Q_{F21}闭合，按下启动按钮SB8，5A监测继电器线圈得电吸合，其辅助常开触点5A6接通与RP4可调电位器串联实现自保回路，电路接通顺序为701→SB6→702→RP4→704→5A6→703→5A→N21，5A的吸合完成对L21的监测任务，调整RP4改变5A线圈两端电压，根据需要调至相应阻值，随之改变监测电路灵敏度的高低；当按下试验按钮SB5时，701-702断开，5A线圈失电断开，自保触点5A6断开，5A辅助触点驱动相应控制电路完成报警。当QF22闭合时，按下启动按钮SB10，5B监测继电器线圈得电吸合，其辅助常开触点5B6接通与RP5可调电位器串联实现自保回路，电路接通顺序为711→SB9→712→RP5→714→5B6→713→5B→N21，5B的吸合完成对L22的监测任务，调整RP5改变5B线圈两端电压，根据需要调至相应阻值，随之改变监测电路灵敏度的高低；当按下试验按钮SB9时，711-712断开，5B线圈失电断开，自保触点5B6断开，5B辅助触点驱动相应控制电路完成报警。当QF23闭合时，按下启动按钮SB12，5C监测继电器线圈得电吸合，其辅助常开触点5C6接通与RP6可调电位器串联实现自保回路，电路接通顺序为721→SB11→722→RP6→724→5C6→723→5C→N21，5C的吸合完成对L23的监测任务，调整RP6改变5C线圈两端电压，根据需要调至相应阻值，随之改变监测电路灵敏度的高低；当按下试验按钮SB11时，721-722断开，5C线圈失电断开，自保触点5C6断开，5C辅助触点驱动相应控制电路完成报警。

4. 不间断电源

由图3可以看出，不间断电源UPS为本装置控制系统提供电能，常用电源连接L11、N11，经过QF_1断路器，使UPS得电正常运行，输出2U1、N1至控制系统，当常用电源故障断电时，UPS经过内部切换，仍然能够持续输出电能，为本装置的正常运行提供保障。

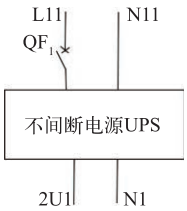

图3　不间断电源示意图

应用效果

监测电源电压的报警装置运行至今已有约一年半，根据统计数据，该系统已成功报警5次，其中夜间报警2次，白天报警3次，均在第一时间通知到运行巡检人员并前去解决故障，起到了监测和报警的作用。

结束语

提出了一种用于重点实验室监测电源电压报警装置的控制方法，在设计、制作到应用过程中，利用所掌握的技术与技能完成本装置的制作，在应用中经过多次调试，多次监测到故障并及时地发出报警，取得良好效果。EA

（收稿日期：2021-09-26）