

Problems and Countermeasures in Voltage Monitoring at 35 kV and above

Mingxing Gu¹, Liping Ding², Weizhong Jiang³

¹Changshu Power Supply Company, Changshu Jiangsu

²Zhangjiagang Power Supply Company, Zhangjiagang Jiangsu

³Suzhou Power Supply Company, Suzhou Jiangsu

Email: gumingx@126.com

Received: Apr. 4th, 2018; accepted: Apr. 19th, 2018; published: Apr. 26th, 2018

Abstract

The voltage management is an important foundation of power supply; it usually uses the voltage qualification rate to characterize. There are two kinds of evaluation standards in the relevant national standard. The fixed limits are applied for voltage levels below 20 kV, but a floating limit is adopted for voltage levels above 35 kV. In the actual voltage monitoring, the method of quasi-realtime calculation is adopted for the voltage monitoring points with fixed limits. And this method is also used for the voltage monitoring points with floating limits. Due to the uncertainty of voltage limits and the influence of human factors, the statistics of voltage qualification rate can not reflect the state of the grid voltage properly. Therefore, the method of day zero settlement is put forward by analyzing the fluctuation of voltage levels above 35 kV. The case proves that this method can better calculate and analyze the voltage qualification rate of voltage levels above 35 kV, and meet the objective requirements of voltage management.

Keywords

Voltage Monitoring Point, Voltage Limits, Voltage Qualification Rate Statistics, Day Zero Settlement Method, Threshold Adaptive

35千伏及以上电压监测中存在的问题及对策

顾明星¹, 丁丽萍², 江卫中³

¹常熟市供电分公司, 江苏 常熟

²张家港市供电分公司, 江苏 张家港

³苏州供电分公司, 江苏 苏州

Email: gumingx@126.com

收稿日期: 2018年4月4日; 录用日期: 2018年4月19日; 发布日期: 2018年4月26日

摘要

电压管理是供电企业的一项重要基础,通常以电压合格率指标进行表征。国家相关标准中统计电压合格范围时,对于20 kV及以下电压等级采用了固定限值,对于35 kV及以上电压等级采用了浮动限值两种评价标准。在实际电压监测工作中,对固定限值的电压监测方法,采用了准实时计算法。对浮动限值的电压监测也沿用了这种方法,但由于电压门限的设置受人为因素的影响较大,导致电压合格率统计失真,不能真实反映电网电压的合格状况。为此,通过对35 kV及以上电网电压的波动分析,提出了日零点结算法,并通过案例论证了该方法能更好地统计与分析35 kV及以上电压等级的电压合格率,满足电压管理的客观要求。

关键词

电压监测方法,电压限值,电压合格率统计,日零点结算法,门限自适应

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

电压管理是供电企业电力产品质量管理的主要内容,同时也是供电服务内涵的重要载体。然而,根据国家标准《电能质量供电电压偏差》对于供电电压偏差限值的定义,20 kV及以下电压等级和35 kV及以上电压等级分别采用了固定限值和浮动限值两种方式作为衡量依据。目前的电压监测装置均采用基于固定限值的监测统计方法,并没有针对35 kV及以上电压等级的特殊性,进行专门的功能研究与开发,导致对于35 kV及以上电压等级用电客户的电压合格率监测,受人工进行电压限值整定的因素影响很大,在一定程度上影响了电压合格率统计的真实性。因此,本文就这一问题展开分析,提出电压门限的自适应算法,探讨采用电压合格率零点计算方法评价35 kV及以上电压监测点合格率的合理性。

2. 电网电压监测现状分析

2.1. 相关标准的规定

2.1.1. 《电能质量供电电压偏差》(GB/T123250-2008) [1]的规定

电压合格率:实际运行电压偏差在限值范围内累计运行时间与对应的总运行时间的百分比。

供电电压偏差的限值:

35 kV及以上供电电压正、负绝对值之和不超过标称电压的10%。并注明,如供电电压上下偏差同号(均为正或负)时,按较大的偏差绝对值作为衡量依据。

20 kV及以下三相供电电压偏差为标称电压的 $\pm 7\%$ 以下。

220 V单相供电电压偏差为标称电压的 $+7\%$, -10% 。

2.1.2. 《电压监测装置技术规范》(Q/GDW1819-2012) [2]的规定

国家电网公司《电压监测装置技术规范》(Q/GDW1819-2012)规定:电压监测装置根据实际运行电压(1 min平均值)及被监测电压额定值、整定电压上限值和整定电压下限值来统计日(月)电压监测数据,包

括总运行统计时间、越上限累计时间、越下限累计时间、电压合格率、电压越上限率、电压越下限率、电压最大值及其发生时间、电压最小值及其发生时间(以下统称电压监测统计数据)。

国家电网公司《电压监测装置技术规范》(Q/GDW1819-2012)规定的电压监测方法,本文定义为电压合格率准实时算法。

2.2. 电压合格率准实时评价法适应性分析

《电能质量供电电压偏差》(GB/T123250-2008)对于电压限值的规定,存在不同两种方式,即固定限值和浮动限值。

对于固定限值的电压监测,采用电压合格率准实时算法,是十分有效,也是合理的。但是对于浮动限值是否有效呢?下面结合图例进行分析。

如图 1 所示,电网中某 110 kV 线路中有两个用户变 A 和 B,正常运行方式由 P1 电源供电,此时 A 用户侧电压水平高于 B 用户。

假设 A 用户侧电压正常供电电压在 110 kV~118 kV 之间, B 用户侧电压正常供电电压在 108 kV~115 kV 之间,如图 2 所示。

按照《电能质量供电电压偏差》(GB/T123250-2008)的规定,用户 A 和用户 B 处的电压均处在正、负绝对值之和不超过标称电压的 10% 以内,也可以说其电压合格率均为 100%。但是,如果按照电压合格率准实时算法,只有用户 A 电压限值分别设置为上限 10%、下限 0%,用户 B 电压限值分别设置为上限 8%、下限-2%,才能保证电压合格率均达到 100%。

当运行方式调整为 P2 供电时,假设 P2 点与 P1 点电压水平相当,用户 A 和用户 B 正好互换,如果电压限值不作调整,尽管电压波动范围在 10% 以内,依然会使用户 A 出现电压越下限、用户 B 出现电压越上限的现象,使监测点电压合格率大幅下降。

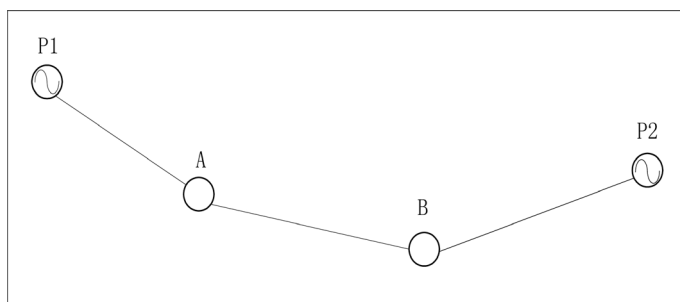


Figure 1. Power grid diagram

图 1. 电网运行图

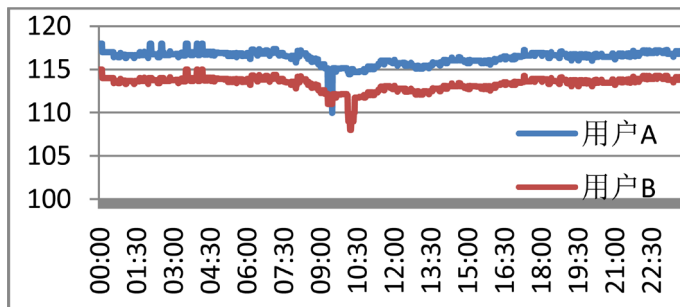


Figure 2. User side voltage curve

图 2. 某日用户侧电压曲线

显然, 35 kV 及以上电压等级用户受上级电源电压波动、用户自身负荷变化、运行方式变化等影响, 在采用电压合格率准实时计算法进行统计时, 与人为设定的电压限值有密切的关系。按照有关规定的要求, 35 kV 及以上电压等级的电压监测采用了负控终端中的交流采样模块来实现这一功能, 电压限值由负控主站下发参数确定。若未及时根据电压水平调整门限, 就必然会出现电压合格率并不能真正反映用户侧的电压合格水平的现象, 在应用上存在一定的局限性[3] [4] [5] [6] [7]。

因此, 《电能质量供电电压偏差》(GB/T123250-2008)对于 35 kV 及以上电压偏差浮动限值的规定, 使原有电压合格率的评价规则面临着评价方法和评价时域的双重困扰。针对这一问题, 本文提出电压合格率零点计算法。

3. 35 kV 及以上电压等级的电压监测统计措施与对策

3.1. 电压合格率零点计算法

按照国家电网公司《电压监测装置技术规范》(Q/GDW1819-2012)规定, 35 kV 及以上电压等级的电压监测采用负控终端中的交流采样模块来记录实际运行电压(1 min 平均值), 每日记录 1440 个电压值, 每日零点按照正、负绝对值之和不超过标称电压的 10% 的要求, 对上一日电压合格率进行计算, 得到上一日电压合格率。依次类推, 得到每日的电压合格率日数据。

1) 电压中值法——确定电压监测初始门限

以日平均电压为基准, 向上、向下各下浮 5% U_n , 作为电压监测的初始门限。其最大值不大于 $1.1U_n$, 最小值不小于 $0.9U_n$ 。适用于新安装且没有设置电压监测门限的设备或系统。

用公式可表示为:

$$U_{\text{上限}} = \begin{cases} U_n & U_{av} \leq 0.95U_n \\ U_{av} + 5\%U_n & 0.95U_n \leq U_{av} \leq 1.05U_n \\ 1.1U_n & U_{av} \geq 1.05U_n \end{cases}$$

$$U_{\text{下限}} = \begin{cases} 0.9U_n & U_{av} \leq 0.95U_n \\ U_{av} - 5\%U_n & 0.95U_n \leq U_{av} \leq 1.05U_n \\ U_n & U_{av} \geq 1.05U_n \end{cases} \quad (1)$$

$$U_{av} = (U_{\text{max}} + U_{\text{min}}) / 2$$

2) 增量平移法——实现电压监测门限自适应

判断上一日最大最小电压是否在门限范围内, 是则门限范围不作调整; 否则根据上一日平均电压与原上下限电压中间值的增量, 平移电压门限, 实现电压监测门限自适应, 上、下限电压之差 不大于 10% U_n 。

增量平移符合以下规则:

a) 日平均电压比原上下限电压中间值高时

$$U'_{\text{上限}} = \begin{cases} U_{\text{上限}} + \Delta U & U_{\text{上限}} + \Delta U < 1.1U_n \\ 1.1U_n & U_{\text{上限}} + \Delta U \geq 1.1U_n \end{cases}$$

$$U'_{\text{下限}} = \begin{cases} U_{\text{下限}} + \Delta U & U_{\text{上限}} + \Delta U < 1.1U_n \\ U_n & U_{\text{上限}} + \Delta U \geq 1.1U_n \end{cases} \quad (2)$$

$$\Delta U = [(U_{\text{max}} + U_{\text{min}}) / 2 - (U_{\text{上限}} + U_{\text{下限}}) / 2] > 0$$

b) 日平均电压比原上下限电压中间值低时

$$\begin{aligned}
 U'_{\text{上限}} &= \begin{cases} U_{\text{上限}} + \Delta U & U_{\text{下限}} + \Delta U > 0.9U_n \\ U_n & U_{\text{下限}} + \Delta U \leq 0.9U_n \end{cases} \\
 U'_{\text{下限}} &= \begin{cases} U_{\text{下限}} + \Delta U & U_{\text{下限}} + \Delta U > 0.9U_n \\ 0.9U_n & U_{\text{下限}} + \Delta U \leq 0.9U_n \end{cases} \\
 \Delta U &= \left[(U_{\text{max}} + U_{\text{min}}) / 2 - (U_{\text{上限}} + U_{\text{下限}}) / 2 \right] < 0
 \end{aligned} \tag{3}$$

3.2. 基于零点计算法的日电压合格率统计流程

改进智能电能计量装置，可实现计量装置及用电信息采集系统在电压合格率监测方面的应用，其电压数据采集处理如图3所示。计量装置利用采样电路将监测点输入的交流电压模拟信号进行模-数转换。DSP对输入的数字电压信号进行运算处理，计算出电压有效值、单位时间电压平均值。MCU读取DSP生成的电压数值，并根据电压合格率零点算法得到当日电压上下限值，然后对电压值所在区间接电压越上限、合格、越下限、失压四种类型进行比较和分类计时累加，按统计周期定时进行电压合格率统计(图4)，将形成的统计数据输出到数据存储器进行存储并定时上传到用采主站系统[8]。

4. 实例分析

图5是某用户110 kV母线7月份每分钟的电压曲线。

由于电网负荷的增长，使该用户的电压呈现下降的趋势，但该用户电压监测点原设定电压限值为0~10% ($U_{\text{上限}} = 121 \text{ kV}, U_{\text{下限}} = 110 \text{ kV}$)，导致在有效运行时间44,640分钟内，累计合格时间为37,405分钟，监测统计7月份电压合格率仅为83.79%。

按照电压合格率零点算法，以1日0点0分到23点59分测量到的日平均电压为基准，确定起始电压限值，并按照增量平移法浮动限值，通过仿真计算，电压合格率达到100%。表1为摘录的部分零点计算数据。

以上实例验证了在35 kV及以上用户电压监测中，采用了零点算法后，可以实现电压门限的自适应，更真实客观的反映了监测点实际电压水平，有效地克服了采用电压合格率准实时计算法存在的不足，完善了电压监测的方法，填补了电压监测技术中的空白。

5. 结语

本文分析了35 kV及以上用户电压监测点合格率统计中存在的问题，提出了电压合格率零点计算方法，通过电压门限的自适应算法取代人工对电压门限的设定，避免了人工设定不合理和采用电压合格率

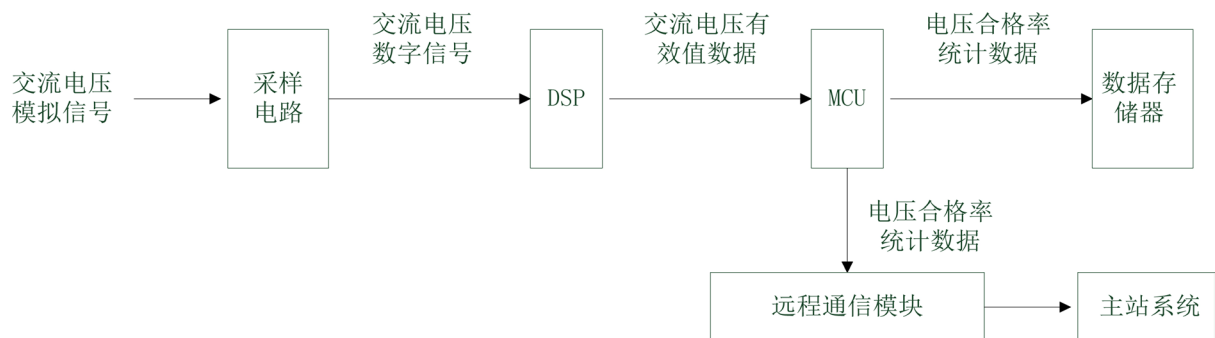


Figure 3. Schematic diagram of voltage data acquisition and processing
图3. 电压数据采集处理示意图

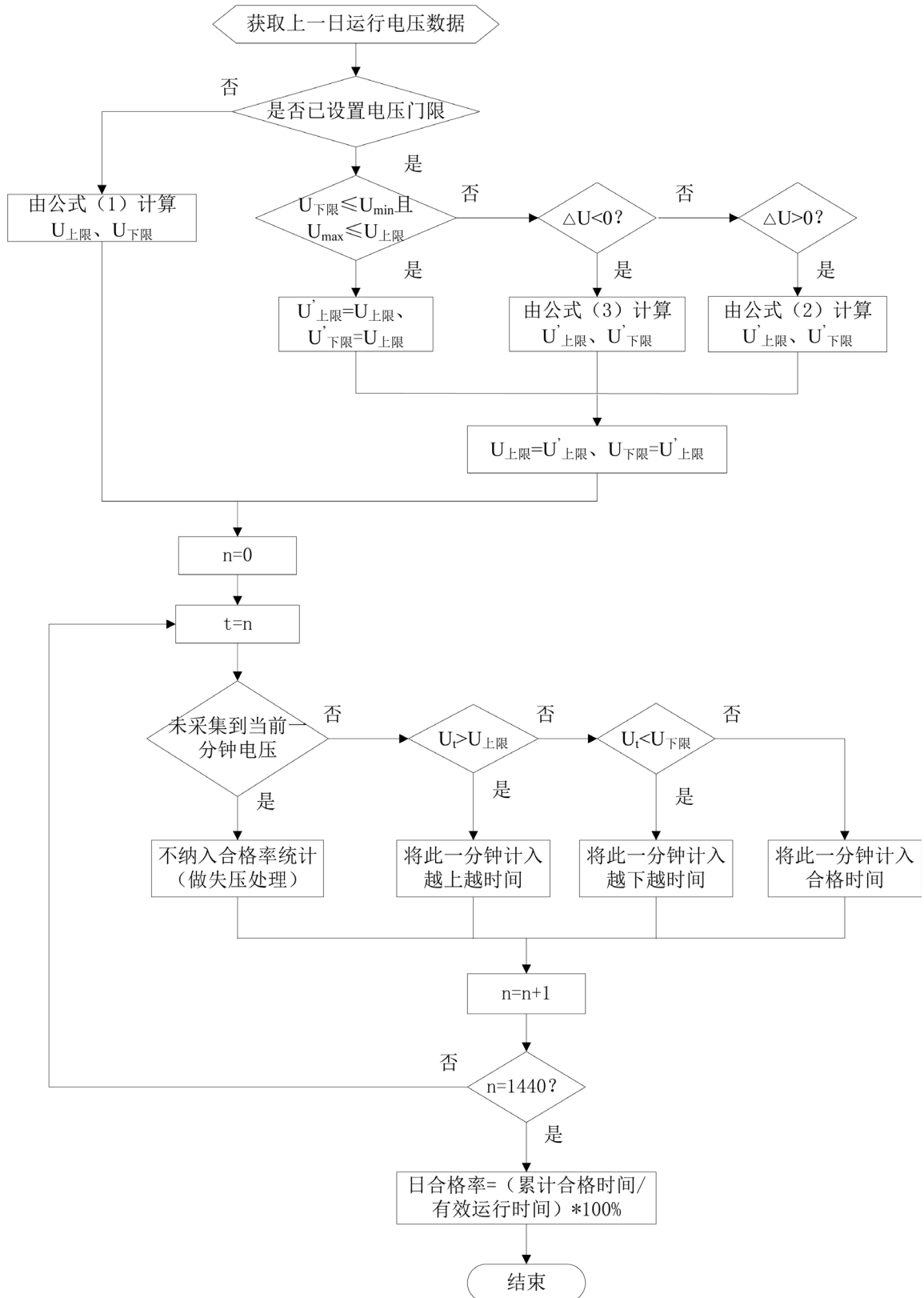


Figure 4. Statistical flow of daily rate of voltage monitoring
图 4. 电压监测日合格率统计流程

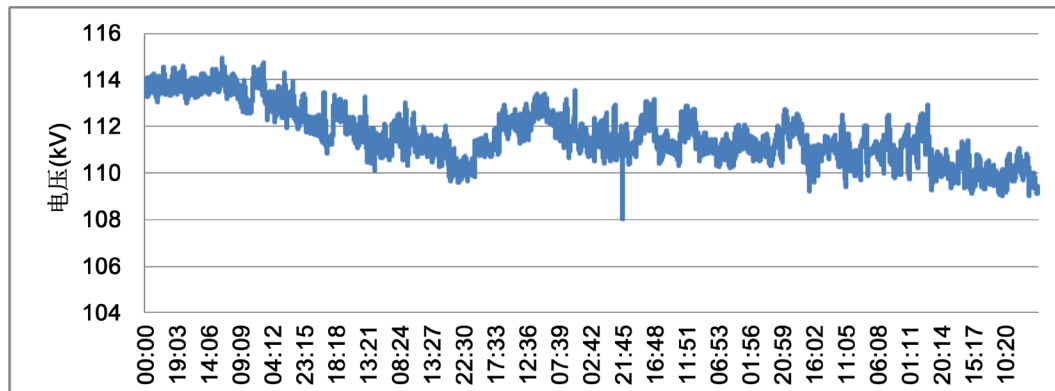


Figure 5. The voltage curve of a 110 kV user in July

图 5. 某 110 kV 用户 7 月份电压曲线图

Table 1. Data table of a partial zero point calculation

表 1. 部分零点计算数据表

日期	日平均电压(kV)	日最大电压(kV)	日最小电压(kV)	上限(%)	下限(%)	合格时间	超上时间	超下时间
1	113.85	114.64	113.05	+9	-1	1440	0	0
3	113.61	114.77	112.55	+9	-1	1440	0	0
5	112.10	113.47	110.82	+9	-1	1440	0	0
7	111.49	113.05	110.29	+9	-1	1440	0	0
9	111.19	112.96	109.62	+9	-1	1440	0	0
11	111.91	113.55	110.66	+9	-1	1440	0	0
12	111.40	112.95	107.99	+6	-4	1440	0	0
13	111.69	113.32	110.35	+6	-4	1440	0	0
15	111.14	112.09	110.21	+6	-4	1440	0	0
17	111.18	112.57	109.21	+6	-4	1440	0	0
19	111.01	112.49	109.77	+6	-4	1440	0	0
21	110.08	111.39	109.12	+6	-4	1440	0	0
23	109.80	110.62	109.01	+6	-4	1440	0	0
25	109.98	111.15	108.34	+6	-4	1440	0	0
27	109.62	110.93	108.05	+6	-4	1440	0	0
29	110.97	112.06	109.91	+6	-4	1440	0	0
31	111.54	113.04	109.80	+6	-4	1440	0	0

备注：因目前负控主站下发参数时只能取-10~10之间的整数，因此本例中调整门限值按取整来计算。

准实时算法造成对电压合格率的失真反映，实现对电压监测点合格率的真实统计，为供电企业统计和掌握真实的电压合格率水平提出了切实可行的统计方法。

参考文献

- [1] GB/T12325-2008, 电能质量供电电压偏差[S]. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2008.
- [2] (Q/GDW1819-2012)《电压监测装置技术规范》[S]. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2012.

-
- [3] (DL/T1053-2007)《电能质量技术监督规程》[S]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [4] 国家电网公司. 国家电网公司供电电压监测管理系统功能规范[S]. 北京: 国家电网公司, 2008.
- [5] 李玎, 陈文娟, 马明, 杨颖, 熊纽, 谭甜源. 面向电压管理业务的电压合格率指标体系[J]. 电测与仪表, 2016, 53(19): 55-61.
- [6] 唐寅生, 段振国, 李先怀, 钟锦群. 对电压合格率定义的商榷[J]. 供用电, 2010, 27(3): 64-65.
- [7] 罗忠游, 李东升, 陈龙. 电压监测仪自动测试系统的研究与应用[J]. 电气技术, 2017(8): 101-109.
- [8] 王成楷, 杨子钦, 李广平, 黄自习. 利用电能计量装置实现电压合格率监测[J]. 电测与仪表, 2014, 51(16A): 38-42.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8763, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: sg@hanspub.org