[继电保护]

继电保护装置定值自动校核方法

文/卢佳丽[1]，宋巍[1]，赵伟[1]，刘启蒙[1]，杨凡[1]，龚博鑫[2]
1. 国网冀北电力有限公司超高压分公司；2. 武汉凯默电气有限公司

继电保护装置的定值校核是确保电力系统安全运行的关键环节，但传统方法效率低、风险高。为提高校核效率，降低变电站运维风险，提出了一种继电保护装置定值自动校核方法，融合了蓝牙传输与OCR文字识别技术。通过对不同方式获取的定值数据进行实时比对和处理，系统能够及时发现异常定值并提醒用户。

电力系统中的保护设备是保证电力安全和稳定的重要设备，它们的定值数据是影响保护动作的关键参数。因此，定值数据的获取和比对是电力系统的重要工作，可以及时发现和纠正异常定值，避免造成电力事故。目前，已有一些学者开展继电保护定值比对技术研究。文献[3]提出基于大数据分析的配电网继电保护定值校核方法，该方法以5G通信技术为基础，分析配电网的拓扑结构，并通过K-means聚类算法挖掘出配电网继电保护运行大数据。从选择性与敏感性两方面，对不同相间距离保护线路进行分段校核，以此提高了配电网故障的检测准确度和继电保护定值校核效率。文献[4]提出基于数据融合的配电网继电保护定值校核方法。该方法借助D500基础平台获得保护定值数据，并进行格式统一，然后再利用数据融合技术对定值数据进行处理，采用选择性校核方式对保护定值与临界定值比较，最后实现了基于数据融合的配电网继电保护定值校核。文献[5]基于多Agent协作体系结构，研究并设计了涉网保护定值智能校核系统。该系统借助代理的智能化与自发性的特点，实时采集电厂数据及运行方式，通过对数据变化的监测与分析启动定值校核功能。采用后备保护校核和发变组定值与励磁系统校核计算双线程，同时处理的方式提高了校核速度。然而，尽管前人在多方式定值数据获取比对的研究方面取得了一定的成果，但仍然存在一些问题。首先，现有的研究大多集中在算法和模型的提出，缺乏对实际应用场景的考虑。其次，对于不同类型的数据，现有方法的适用性仍有待提高。此外，数据的隐私保护和信息安全也是现有研究中较为忽视的问题。

因此，本文针对现有研究中存在的问题，提出一种更加综合和实用的多方式定值数据获取比对方法。结合实际应用场景，考虑不同类型的数据，注重数据的隐私保护和信息安全。通过综合多种数据获取方式，提高数据的质量和可靠性，为实际应用提供有效的数据支持。

继电保护装置定值自动校核方法

为了提高定值数据的准确性和可靠性，本文研究了一种多方式继电保护定值数据获取比对方法，实现方法如图1所示。该软件可以通过三种方式获得定值，分别是通过定值采集器装置将装置定值传输至平板，通过图像识别服务器获取纸质定值单的定值数据以及通过文件提取定值单数据。具体流程为先使用定值采集器将屏柜的定值数据通过蓝牙传输至定值校核终端。如定值单有Word或PDF等电子文档，则直接解析文档，提取定值数据。如现场只有纸质定值单，则拍摄纸质定值单后，通过图像识别获取定值数据。将获取到的数据处理之后，在定制校核终端进行校核。

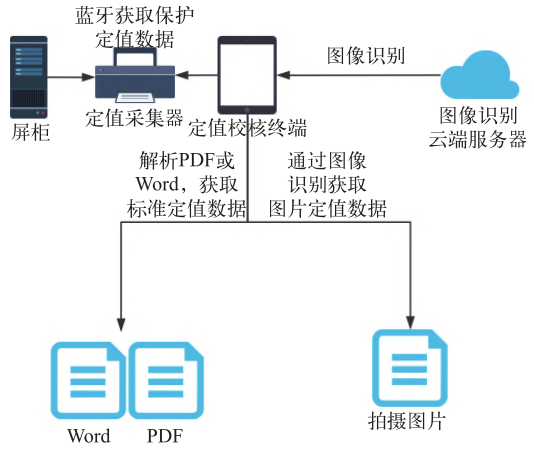

图1　系统架构

蓝牙是一种短距离无线通信技术，通过蓝牙传输技术，可以将保护设备的定值数据快速传输到移动设备中，便于后续的数据处理和比对。蓝牙技术的应用可以大大提升数据获取的效率，降低人工读取和输入的错误率，为电力系统的稳定运行提供准确可靠的数据支持。

光学字符识别技术（Optical Character Recognition，OCR）是一种将图像中的文字转换为可编辑文本的技术，可以应用于电力系统中的保护设备、票据及报表等数据的获取和比对。

数据匹配与比对是实现多方式定值数据获取比对的关键环节，采用了先进的算法和技术，对获取的定值数据与标准数据进行比对和分析，以发现异常定值。本系统使用常规的字符串匹配算法，在匹配之前使用单位归一化算法对数据进行处理，用于将数据转换为统一的尺度范围，以消除不同特征或属性之间的量纲和取值范围差异。能够使不同特征之间具有可比性，避免某些特征对模型训练和评估的影响过大。

通过数据匹配与比对方法，可以实现定值数据的准确比对和分析，及时发现异常情况，为电力系统的稳定运行提供有力保障。同时，数据匹配与比对方法还可以对获取的定值数据进行处理和解析，提取出有用的信息，为电力系统的运行和维护提供更加准确和可靠的数据支持。

继电保护装置定值自动校核关键技术

1. 电力专用词库提高OCR识别的正确率

由于电力系统中的文字具有一些特殊性，如专业术语、缩写和符号等，常规的OCR技术无法准确地识别和解析这些文字。本文通过建立电力专用词库，提高OCR文字识别的准确率。电力专用词库是一种针对电力系统的专业词汇库，包含了电力系统中常用的专业词汇和特殊符号。利用电力专用词库，可以准确地识别和解析电力系统中的文字，避免了常规文本识别技术对电力专业词汇识别不准确的问题。同时，电力专用词库还可以处理电力系统中常用的缩写、简写等特殊情况，进一步提高了文字识别的准确率。

首先，收集电力行业相关词汇，包括设备名称、参数和符号等，建立电力专用词库。这些词汇可以从电力行业的标准、规范、文献和手册等来源获取，也可以通过专家咨询、用户反馈等方式补充。其次，在OCR识别过程中，将待识别的字符与电力专用词库进行比对，找出匹配度最高的词汇，然后根据匹配度最高的词汇，确定识别结果，并通过设置匹配度门槛提高识别结果的正确性。对于无法匹配的通过人工方式确认，并将词汇更新到电力专用词库，通过动态学习和定期更新的方式，保证词库的适用性，提高识别的正确率。

2. 数据的实时比对和处理

多方式定值数据获取比对系统是一种能够从不同渠道获取电力设备的定值数据并进行实时比对和处理的系统。该系统的核心功能是数据的实时比对和处理，其目的是保证定值数据的一致性和正确性，避免因为定值数据的错误而导致设备故障或安全事故。

首先，当系统接收到新的定值数据时，需要进行数据清洗，去除无效和错误的数据。数据清洗的方法包括数据格式的检查、数据范围的检查和数据逻辑的检查等，以确保数据的有效性和合理性。其次，需要对数据进行单位归一化处理，数据单位是用来表示数据的量纲和量级的，不同的数据单位可能会影响数据的分析和处理。因此，有时候需要对数据进行单位转换，使其统一为同一种单位。本文使用的是直接换算法，根据不同单位之间的换算关系，直接将数据乘以或除以一个换算系数，得到统一的单位。例如，将kV转换为V，只需将数据除以1 000，即可得到V为单位的数据。将处理后的数据与已有的定值数据进行比对，找出差异。数据比对

的方法包括数据一致性的比对、数据完整性的比对和数据准确性的比对等，以确保数据的一致性和正确性。接着，对差异进行分析和处理，判断差异是否在允许的范围内。数据差异的分析和处理的方法包括数据差异的原因分析、数据差异的影响评估和数据差异的处理方案制定等，以确保数据的合理性和可靠性。最后，如果差异超出允许范围，则发出异常提示，通知运维人员进行处理。异常提示的方法包括异常数据的标记、异常数据的报告和异常数据的告警等，以确保数据的及时性和安全性。

通过以上流程，多方式定值数据获取比对系统能够实现数据的实时比对和处理，保证系统的正常运行，并及时发现和解决可能出现的问题。

多方式定值数据获取比对系统设计与实现

基于现场使用需求分析开展多方式定值数据获取比对系统设计，系统主要由四个模块组成，分别是数据采集模块、数据清洗模块、数据纠正模块和数据校核模块。在系统运行过程中，各模块之间通过数据流进行信号传递。数据采集模块将采集到的数据传递给数据清洗模块，数据清洗模块将清洗后的数据传递给数据纠正模块，数据纠正模块将纠正结果传递给数据校核模块，数据校核模块将校核数据展示并将异常数据提取出来。通过这种方式，实现了多方式定值数据获取比对系统的正常运行。

数据采集模块负责从不同数据源获取定值数据，蓝牙通信设备接入屏柜中的装置串口接口，并通过无线方式提取装置的定值数据，或者通过图像识别模块提取纸质定值单数据。串口蓝牙获取定值数据是从装置中获取的16进制数据，保存在本地文件中，通过将16进制数据更改编码格式为GBK，将其转换成中文，再将中文数据按照序号、定值和单位数据等进行划分，方便后续程序使用。如果定值单中存在Word或PDF电子文件等，则直接读取文件定值内容，并与蓝牙获取的装置定值直接进行匹配。如果只存在纸质定值单的样本，则通过图像识别技术，从纸质定值单中提取定值单上的序号、描述以及实际值等信息经过数据清洗与数据纠正后再与蓝牙获取的装置定值进行匹配校核。

数据清洗模块的任务是在对数据进行分析、建模或可视化之前，对数据进行检查、处理和修正。其目的在于确保数据的准确性、完整性、一致性和可靠性，从而提高后续数据分析的质量和准确性。在数据清洗之前，原始数据如图2所示。经过数据清洗模块的处理，数据清洗后数据如图3所示。由于图像识别将1A识别为TA，所以经过数据清洗后，会将TA这个错误的数据清洗掉，形成空值，随后，经过人工介入核对流程，对数据进行修正。

序号	描述	实际值
01	定值区号	1
02	被保护设备	设备编号
03	PT—次额定值	220.00 kV
04	支路1CT-次值	1 000 A
05	支路1CT二次值	TA

图2　数据清洗前

序号	描述	实际值
01	定值区号	1
02	被保护设备	设备编号
03	PT—次额定值	220.00 kV
04	支路1CT —次值	1 000 A
05	支路1CT二次值	

图3　数据清洗后

数据纠正模块对差异进行分析和处理，判断差异是否在允许的范围内。该模块需要进行数据格式的转换、数据范围的校验和数据逻辑的检验等，以确保数据的有效性和合理性。该模块还需要对数据进行预处理，如数据的归一化和标准化等，以提高数据的质量、可用性。本系统中主要用于对单位进行归一化处理，方便程序进行后续校核。单位归一化后的数据如图4所示。

序号	描述	实际值
01	定值区号	1
02	被保护设备	设备编号
03	PT—次额定值	220 000 V
04	支路1CT —次值	1 000 A
05	支路1CT二次值	

图4　展示数据

数据校核模块将识别定值数据或解析定值数据中的定值名称与蓝牙定值数据中的定值名称进行关联，关联后再进行校核。如果差异超出允许范围，则发出异常提示，将结果进行标红，通知运维人员处理。该模块需要进行异常数据的标记以确保数据的及时性和安全性。

实例验证

选择一组实际运行中的保护设备，并记录其定

值数据。同时，构建标准数据集，用于比对实验结果。利用蓝牙传输技术，从保护设备中获取定值数据，并将其存储到移动设备中。利用OCR文字识别技术，通过拍照识别的方式获取纸质定值单数据，并通过电力专用词库校正后，将数据存储至移动设备中。

将获取的定值数据与标准数据进行比对，分析异常定值，并记录比对结果。同时，对异常定值进行分类和统计。根据比对结果和分析结果，评估多方式定值数据获取比对方法的效果和性能。通过蓝牙获取装置的定值数据准确率为100%，不存在数据丢失等情况，然而，图像识别获取纸质定值单数据则可能因为拍照时的角度，光线、距离以及文字清晰度等因素的影响，造成数据失真。通过与电力专用词库结合，并进行修正，可显著提高定值名称的匹配率，降低人工处理的工作量。

在实验中，设置了一些异常定值情况，包括定值错误、定值缺失等。通过多方式定值数据获取比对方法，成功地发现了这些异常情况，并将这些数据标注出来进行反馈。校核结果如图5所示，装置CT二次额定值为1，对应定值单数据修改为1，则比对结果显示错误。装置PT一次额定值为500，删除对应定值单，比对结果显示错误，表明该方法具有较好的异常定值发现能力。

设备参数定值

序号	定值名称	定值单定值	打印定值	单位	比对结果
1	CT一次额定值	2 500	2 500	A	正确
2	CT二次额定值	5	1	A	错误
3	PT一次额定值	500		kV	错误
4	通道一类型	复用光纤	复用光纤		正确
5	通道二类型	复用光纤	复用光纤		正确

图5　校核结果

在实验中，还采用了多方式定值数据获取比对方法与传统校核方法进行了对比。该方法利用了多种数据源，实现了对保护设备定值数据的快速获取和比对。结果表明，该方法可以在短时间内获取并比对大量保护设备的定值数据，校核效率提高了近5倍。有效地缩减了校核时间，提升了校核质量。同时，该方法也降低了校核过程中的人为误差，提高了校核的准确性和可靠性。

结束语

本文验证了多方式定值数据获取比对方法的有效性和可靠性，能够准确地获取和识别定值数据，具有较好的异常定值发现能力，能够提高校核效率，并且具有操作简便、适用范围广的优点。虽然存在一些局限性，但通过采用更先进的蓝牙技术和OCR识别算法，以及优化异常定值的分类和统计方法等措施，可以进一步改进和完善该方法。随着科技的不断进步和电力系统对定值数据管理需求的不断提升，相信多方式定值数据获取比对软件将有更广阔的应用前景和发展空间。**EA**

（收稿日期：2024-2-28）

参考文献

[1] 薛晨．基于二次设备在线监视的继电保护运行定值校核技术及实现[J]．电气技术与经济，2022(5)：96-99．

[2] 陈能思，姚辉昌，李江洋．基于SCD文件的继电保护装置定值核对系统设计[J]．电工技术，2022(6)：125-126．

[3] 龙瑞华，张希，吴重沛，等．基于大数据分析的配网继电保护定值校核方法[J]．电气开关，2023，61(5)：53-56．

[4] 王怀璧．基于数据融合的配电网继电保护定值校核方法[J]．机械工程与自动化，2023(5)：184-185+188．

[5] 梁辰，胡磊，何天磊，等．基于多Agent协作的涉网保护定值校核系统[J]．电气应用，2022，41(12)：58-63．

[6] 万燕，李丽丽．基于Android与BLE的蓝牙通信系统的实现[J]．科技创新与应用，2018，(16)：15-17．

[7] 钱志鸿，刘丹．蓝牙技术数据传输综述[J]．通信学报，2012，33(4)：143-151．