

计算方法与实现期末论文

**(2021级)**



|  |  |
| --- | --- |
| 论文题目 | 电压检测算法设计 |
| 学生姓名 | 张济威 |
| 学生学号 | 202103151228 |
| 学科 | 软件工程2103班 |
| 所在学院 | 计算机科学与技术学院 |
| 提交日期 | 2023/5/24 |

**基于最小二乘法的电压检测算法设计**

张济威1

(1.浙江工业大学)

**摘要:**电压检测是工业自动化中一个重要的任务。传统的电压检测方法通常依赖于硬件电路和模拟信号处理,这些方法往往需要专业的硬件设计和调试,同时也难以实现灵活的变化。为了解决这些问题,本文提出一种基于最小二乘法的电压检测算法。该算法使用微控制器采集模拟信号,并将信号数字化为离散数据。通过最小二乘法过滤噪声和拟合正弦波,精确检测信号的幅值和相位。与传统电压检测方法相比,该算法只依赖通用的微控制器和数字信号处理技术,硬件设计简单,软件实现灵活。实验结果表明,该算法可以检测各种波形和频率的信号,测量精度高,噪声抗扰度强,满足工业电压检测的要求。该研究为电压检测和其他类似检测任务提供一种灵活简单的解决方案

**关键字:**电压检测 最小二乘法 残差

电压作为电力系统的一个最重要的参数,其值的变化直接影响着系统的运行状态、设备的工作情况以及电能质量。因此,电压检测一直都是电力系统中最基本也是最关键的一项技术手段。通过检测各个节点的电压幅值、相位以及波形,可以实现对系统运行状态的实时监控,发现电力系统中的故障与异常,保护与控制重要电气设备,并为系统的经济运行与优化提供依据。

采取本文提出的最小二乘法思想，利用线性回归模型建立电流和电压之间的映射关系,并根据测量电流推算电压值。这种方法可以避免互感器引入的误差,从理论上可以获得更高的检测精度。

**1 最小二乘法理论**

最小二乘法是一种统计学的回归分析方法。它通过找到一条直线或者曲线最佳地拟合数据点集,来建立自变量和因变量之间的定量关系。

本文对检测的电压数据进行分析，采用了一元线性回归方程，其表达式为

其中，b为斜率参数，a为截距参数，e是y与bx+a之间的随机误差。电流电压检测设备自身误差、电力系统中的噪声、传感线路的干扰以及环境参数变化等都会造成电压检测过程中的随机误差。最小二乘法通过建立大量数据点的映射模型来弱化单点随机误差的影响,这也是我们采用这种方法来提高电压检测精度的原因之一。

对于n个数据点，由(1)式可得

而总体误差Q可由随机误差e的平方和表示

(3)式子可化为

若要使Q最小，可以推出

则回归方程为

**2 数据分析以及算法设计**

一般地，标准电压有0.38kV，6kV，10kV，35kV，66kV，110kV。本文采取的标准电压为10kV左右，每组取十个数据点，数据点1至5的纵坐标设置为9.95kV，数据点6至10的数据点的纵坐标设置为10kV。假设所取的数据均在设备的承受范围之内。

若样本所得数据如下表：

表2-1 样本数据(单位:kV)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 编号 | x(检测值) | y(设定值) |
| 1 | 9.6 | 9.95 |
| 2 | 10.1 | 9.95 |
| 3 | 10.3 | 9.95 |
| 4 | 9.7 | 9.95 |
| 5 | 9.9 | 9.95 |
| 6 | 10.3 | 10.00 |
| 7 | 10.0 | 10.00 |
| 8 | 10.2 | 10.00 |
| 9 | 9.8 | 10.00 |
| 10 | 10.2 | 10.00 |

将以上的数据代入公式（5）（6）可以得到

用检测值x减去预测值得到的值称为残差c。为删除电压波动相对较大的数据点，保留电压相对稳定的数据点，将残差平方的均值d作为参考，删除超出均值范围的数据点。

为统计不满足条件的数据，另设置一个警报系数k，被删除数据的波动值计算公式为

其中，为超出均值范围数据点的检测值，是当前选取的标准电压值，本组数据中。若h超过当前标准电压的k%的平方，即，采取警报，若没有超出则不采取警报。假如k=3，则被删除数据的波动值，所以采取警报处理。

**3 算法效果及其评估**

以标准电压为10kV为例，采取一组更大的数据。

表3-1 样本数据(单位:kV)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 编号 | x(检测值) | y(设定值) |
| 1 | 9.66 | 9.98 |
| 2 | 9.94 | 9.98 |
| 3 | 9.93 | 9.98 |
| 4 | 9.89 | 9.98 |
| 5 | 10.07 | 9.98 |
| 6 | 10.13 | 9.98 |
| 7 | 10.09 | 9.98 |
| 8 | 9.95 | 9.98 |
| 9 | 9.88 | 10.00 |
| 10 | 10.13 | 10.00 |
| 11 | 10.06 | 10.00 |
| 12 | 10.11 | 10.00 |
| 13 | 10.09 | 10.00 |
| 14 | 9.86 | 10.00 |
| 15 | 10.19 | 10.00 |
| 16 | 10.02 | 10.00 |

通过计算，可得。

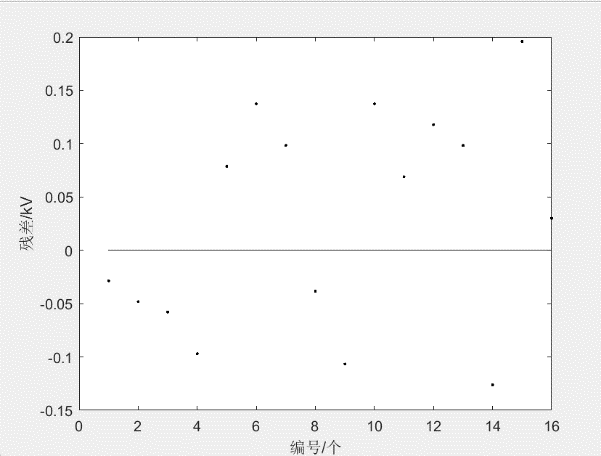
表3-2 计算结果(单位:kV)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 编号 | (预测值) | c(残差) |
| 1 | 9.98861 | -0.0286062 |
| 2 | 9.98813 | -0.0481317 |
| 3 | 9.98789 | -0.0578945 |
| 4 | 9.98695 | -0.0969455 |
| 5 | 9.99122 | 0.0787841 |
| 6 | 9.99264 | 0.137361 |
| 7 | 9.99169 | 0.0983097 |
| 8 | 9.98837 | -0.038369 |
| 9 | 9.98671 | -0.106708 |
| 10 | 9.99264 | 0.137361 |
| 11 | 9.99098 | 0.0690214 |
| 12 | 9.99216 | 0.117835 |
| 13 | 9.99169 | 0.0983097 |
| 14 | 9.98623 | -0.126234 |
| 15 | 9.99406 | 0.195937 |
| 16 | 9.99003 | 0.0299703 |

残差平方均值d= 0.0103681

被删除数据的波动值h= 0.000193333

图3-3 残差的分布图



在上述数据中，最小二乘法拟合结果可以满足实际需要,准确地归纳了数据变化情况，为电压检测提供了一定的依据

**4 参考文献**

[1]李志鹏.基于最小二乘法的电压检测算法设计[J].电视技术,2022,46(11):22-25.DOI:10.16280/j.videoe.2022.11.007.