



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105137310 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201510652142. 0

(22) 申请日 2015. 10. 10

(71) 申请人 沈阳工业大学

地址 110870 辽宁省沈阳市经济技术开发区  
沈辽西路 111 号

(72) 发明人 厉伟 王俭 蔡志远 成广生  
马利东

(74) 专利代理机构 沈阳智龙专利事务所(普通  
合伙) 21115

代理人 周楠 宋铁军

(51) Int. Cl.

G01R 31/12(2006. 01)

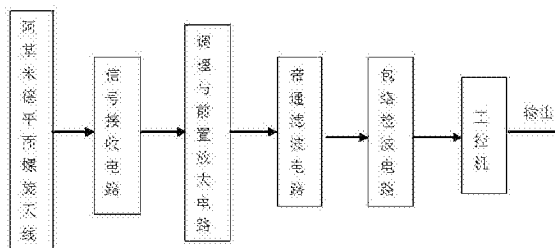
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

GIS 局部放电在线检测系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种 GIS 局部放电在线检测系统及方法,针对局部放电信号的接收,设计了阿基米德平面螺旋天线。针对来至测量现场的干扰,采用了硬件滤波与小波变换相结合的方法滤波与消噪处理,硬件滤波采用带通滤波与包络检波电路,消除周期频率成分干扰;小波变化,消除混杂在局部放电信号中的背景白噪声干扰。针对 GIS 内部局部放电及诊断,采用局部放电脉冲信号的时域特征参数提取,利用提取的样本数据训练 BP 神经网络,实现放电类型识别,预测可能发生的故障,用于合理安排检修,保证 GIS 安全运行。



1. 一种 GIS 局部放电在线检测系统,其特征在于:所述系统主要包括:工业控制计算机、阿基米德平面螺旋天线、信号接收电路、调理与前置放大电路、带通滤波电路、包络检波电路;其中阿基米德平面螺旋天线接收 GIS 内部局部放电产生的超高频电磁波后被信号接收电路接收,该电路的输出连接到调理与前置放大电路上;调理与前置放大电路对 GIS 内部局部放电信号进行调理与放大后连接到带通滤波电路上;带通滤波电路输出连接到包络检波电路上;包络检波电路输出连接到工业控制计算机。

2. 一种如权利要求 1 所述 GIS 局部放电在线检测系统的检测方法,其特征在于:经过上述检测系统处理后的 GIS 局部放电信号进入工控机,利用小波阈值滤波算法滤波去噪、BP 神经网络的状态评估与故障诊断得出其绝缘状况;具体步骤如下:

步骤(1)采用小波阈值滤波算法对测量并处理后的 GIS 内部局部放电信号进行滤波,去除白噪声干扰;

步骤(2)对去除白噪声干扰的 GIS 内部局部放电信号,进行时域特征参数提取;

步骤(3)采用将特征参数作为输入参数,训练 BP 神经网络,建立识别局部放电类型、故障诊断和状态评估的模型,完成 GIS 内部绝缘故障在线诊断。

## GIS局部放电在线检测系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于计算机技术及其应用到高电压试验与测量技术领域；涉及高电压环境下的高频信号接收、波形分析与滤波消噪、绝缘性能检测与诊断技术领域。

### 背景技术

[0002] GIS (气体绝缘金属封闭组合电器)是电力系统中的重要设备,该设备将断路器、接地开关、隔离开关、电压互感器、电流互感器、避雷器、母线等放置在金属容器内,内部充满SF<sub>6</sub>气体,实现带电体间的绝缘。GIS起到对电力系统的控制与保护作用,因此应用广泛。为了确保电力系统安全可靠地运行,GIS工作必须可靠。由于GIS结构复杂,内部充满有毒SF<sub>6</sub>气体,定期检查工作繁琐且处理不当将会带来严重的后果。因此。如果能够在GIS发生故障之前,通过在线检测获知GIS内部局部放电及程度,评估GIS内部绝缘状况,有针对性地检修对保证电力系统安全意义重大。

[0003] 传统的GIS局部放电检测方法多为离线检测,采用电脉冲检测法或非电信号检测法。如果GIS内部发生局部放电,通过离线检测能够非常有效检测到。然而,离线检测的最大弱是检测过程中必须停电,影响供电的连续性,限制着检测的次数;最重要的是在相邻两次检测中,若GIS内部发生局部放电,甚至可能发展到绝缘击穿,造成损失。对于GIS局部放电的在线检测技术,国内外专家和学者们做了大量工作,在局部放电检测、状态分析和事故预测等方面积累了不少经验。但是,由于局部放电信号很微弱且干扰信号频率成分复杂,故对其信号提取困难,易导致误测、误报,即发生局部放电时可能没有测到,未发生局部放电时测量系统可能误测,限制了GIS局部放电在线检测系统的广泛应用。因此,从检测系统实际应用的角度来看,还有很多实际的问题有待于解决,综合来看GIS局部放电在线检测技术还处于不断发展优化的阶段。

### 发明内容

#### [0004] 发明目的

为了克服上述现有技术的不足,实现对GIS局部放电在线检测与故障诊断,本发明提供了一种GIS局部放电在线检测系统,解决了GIS内部局部放电信号的接收、滤波与消噪、时域特征参数提取与诊断问题;局部放电类型识别、预测等问题。

#### [0005] 技术方案

一种GIS局部放电在线检测系统,其特征在于:所述系统主要包括:工业控制计算机、阿基米德平面螺旋天线、信号接收电路、调理与前置放大电路、带通滤波电路、包络检波电路;其中阿基米德平面螺旋天线接收GIS内部局部放电产生的超高频电磁波后被信号接收电路接收,该电路的输出连接到调理与前置放大电路上;调理与前置放大电路对GIS内部局部放电信号进行调理与放大后连接到带通滤波电路上;带通滤波电路输出连接到包络检波电路上;包络检波电路输出连接到工业控制计算机。

[0006] 一种如上所述GIS局部放电在线检测系统的检测方法,其特征在于:经过上述检

测系统处理后的 GIS 局部放电信号进入工控机,利用小波阈值滤波算法滤波去噪、BP 神经网络的状态评估与故障诊断得出其绝缘状况;具体步骤如下:

步骤(1)采用小波阈值滤波算法对测量并处理后的 GIS 内部局部放电信号进行滤波,去除白噪声干扰;

步骤(2)对去除白噪声干扰的 GIS 内部局部放电信号,进行时域特征参数提取;

步骤(3)采用将特征参数作为输入参数,训练 BP 神经网络,建立识别局部放电类型、故障诊断和状态评估的模型,完成 GIS 内部绝缘故障在线诊断。

#### [0007] 优点及效果

本发明的这种 GIS 局部放电在线检测系统及方法,具有如下优点和有益效果:

GIS 的绝缘即使在投入运行时满足国家试验标准和运行要求,但是由于现有绝缘设计理论的局限、电介质绝缘性能的分散性、不利自然环境的侵蚀、工作电压的长期作用、过电压的短时冲击,其绝缘能力将逐渐降低,严重时发生贯穿性击穿,危害供电的可靠性,有时甚至会引起电力系统的崩溃,造成巨大的经济损失和社会影响。传统 GIS 局部放电采用离线方式定期检测和故障诊断。在 GIS 局部放电的在线检测方面,国内外专家和学者们做了大量工作,但是综合来看 GIS 局部放电在线检测技术还处于不断发展优化的阶段。

[0008] 本发明针对传统检测方法具有以下优势:

(1)检测时不需要停电,保证了供电的连续性。

[0009] (2)在线检测具有等价性,检测结果客观,符合实际。

[0010] (3)绝缘劣化、性能下降是一个渐变过程,在线检测能及时发现隐患及绝缘变化的趋势,避免绝缘击穿事故发生。

[0011] (4)检测系统以计算机为控制中心,具有智能化,能够根据从现场获得的信息进行分析、处理、诊断、评估,识别局部放电的类型、程度、绝缘状态,提出预报与处理意见,避免绝缘结构的击穿,保证电力系统的安全。

[0012] (5)检测系统以计算机为控制中心,适应当今我国智能电网建设需要。由于通过对 GIS 局部放电的准确测量、故障诊断和状态评估,可以有效地减少和避免其绝缘击穿,更重要的是 GIS 可靠工作才能确保电力系统可靠,避免停电,及经济效益、社会效益巨大。

#### 附图说明

[0013] 图 1 为阿基米德平面螺旋天线示意图。

[0014] 图 2 为阿基米德平面螺旋天线反射腔结构图。

[0015] 图 3 为阻抗渐变式巴伦结构图。

[0016] 图 4 为本发明 GIS 局部放电在线检测系统结构图。

[0017] 图 5 为基于 ATF54143 的低噪声宽频段放大器原理图。

[0018] 图 6 为带通滤波器原理图。

[0019] 图 7 为检波电路原理图。

[0020] 图 8 为 BP 神经网络训练与绝缘故障诊断结构图。

#### 具体实施方式

[0021] 本发明涉及计算机技术及其应用到高电压试验与测量技术领域;涉及高电压环

境下的高频信号接收技术领域；涉及波形分析与滤波消噪技术领域；涉及绝缘性能检测与诊断技术领域。

[0022] 本发明提供一种 GIS 局部放电在线检测系统，整个系统由工业控制计算机测量、控制、分析、诊断和管理。如图 4 所示，所述系统主要包括：工业控制计算机、阿基米德平面螺旋天线、信号接收电路、调理与前置放大电路、带通滤波电路、包络检波电路；其中阿基米德平面螺旋天线接收 GIS 内部局部放电产生的超高频电磁波后被信号接收电路接收，该电路的输出连接到调理与前置放大电路上；调理与前置放大电路对 GIS 内部局部放电信号进行调理与放大后连接到带通滤波电路上；带通滤波电路输出连接到包络检波电路上；包络检波电路输出连接到工业控制计算机。

[0023] 一种如上所述的 GIS 局部放电在线检测系统的检测方法，经过上述检测系统处理后的 GIS 局部放电信号进入工控机，利用小波阈值滤波算法滤波去噪、BP 神经网络的状态评估与故障诊断得出其绝缘状况；具体步骤如下：

步骤(1) 采用小波阈值滤波算法对测量并处理后的 GIS 内部局部放电信号进行滤波，去除白噪声干扰；

步骤(2) 对去除白噪声干扰的 GIS 内部局部放电信号，进行时域特征参数提取；

步骤(3) 采用将特征参数作为输入参数，训练 BP 神经网络，建立识别局部放电类型、故障诊断和状态评估的模型，完成 GIS 内部绝缘故障在线诊断。

[0024] 为了实现对 GIS 局部放电信号的提取，本发明所采用的技术方案是设计了阿基米德平面螺旋天线，接收 GIS 内部局部放电产生的超高频电磁波，具体包括：阿基米德螺旋天线几何尺寸设计、反射腔设计、巴伦结构设计及传感器接收电路设计。其阿基米德螺旋天线结构如图 1 所示。图 1 中，螺旋天线内径为 20mm，外径为 240mm，螺旋增长率为 0.0159，缝隙宽度为 2.5mm。阿基米德螺旋天线反射腔如图 2 所示。采用平底腔结构，反射腔的腔深  $h$  为 150mm，腔体直径  $D$  与螺旋天线外径等长，即  $D=240\text{mm}$ 。阿基米德平面螺旋天线巴伦结构如图 3 所示，采用阻抗渐变方式。图 3 中，始端阻抗  $Z_0=50\Omega$ ，终端阻抗  $Z_1=140\Omega$ ，渐变线总长度  $l=0.3\text{m}$ 。本设计主要包括阿基米德平面螺旋天线、信号接收电路、调理与前置放大电路、带通滤波电路、包络检波电路，其结构如图 4 所示。图 4 中的调理与前置放大电路如图 5 所示。前置放大电路对接收到的局部放电信号进行调理与放大处理，选用安捷伦(Agilent) 公司生产 E-PHEMT ATF54143 增强型高电子迁移率晶体管做为放大器。本设计采用带通滤波电路，其原理如图 6 所示。图 6 中带通设计为 0.5GHz~1.5GHz，在 0.5GHz 处的衰减为 3.15dB，在 1.5GHz 处的衰减为 2.35dB，通带起伏最大值为 0.982dB。本设计的包络检波电路如图 7 所示，以 AD 公司生产的 AD8313ARM 芯片为核心实现检波设计。

[0025] 本设计针对经过带通滤波电路处理阿基米德螺旋天线接收的局部放电信号后还混有白噪声干扰问题，采用小波阈值滤波算法进行信号滤波、去除白噪声干扰。

[0026] 本设计针对 GIS 内部局部放电信号的时域特征参数提取与诊断问题、局部放电类型识别和预测问题，也就是 GIS 内部绝缘故障在线诊断问题，采用将特征参数作为输入参数训练 BP 神经网络，建立识别局部放电类型、故障诊断和状态评估的模型，完成 GIS 内部绝缘故障在线诊断。BP 神经网络的训练学习及诊断过程如图 8 所示。

[0027] 本发明的工作过程如下：

本发明的测量过程是：阿基米德平面螺旋天线发出 GIS 局部放电信号被信号接收电路

接收后,送至调理与前置放大电路调理放大后送带通滤波电路滤除交流成分干扰后,送包络检波电路进一步滤波处理后进入工控机进行小波处理去除白噪声。然后工控机进行分析、处理、诊断、评估,识别局部放电的类型、程度、绝缘状态,提出预报与处理意见。

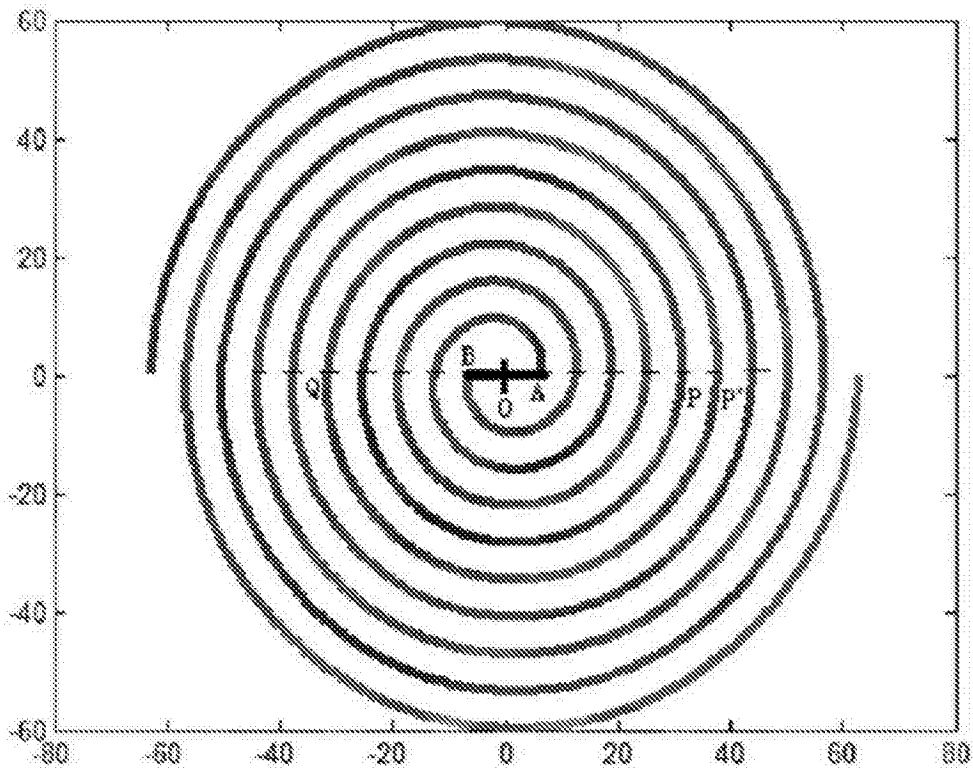


图 1

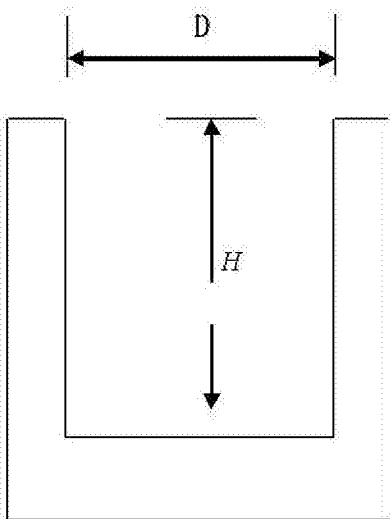


图 2

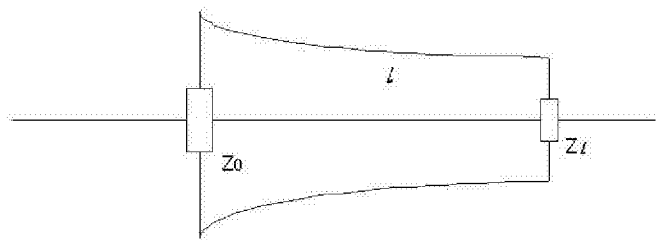


图 3

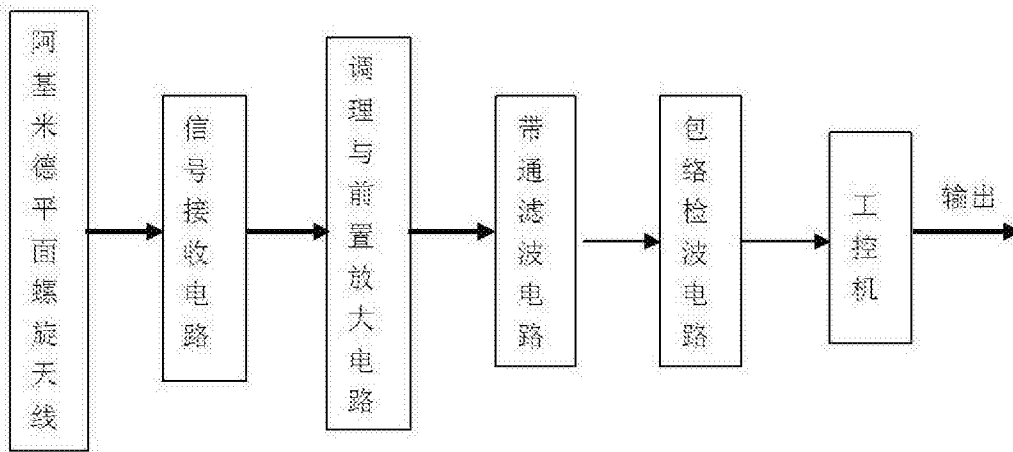


图 4

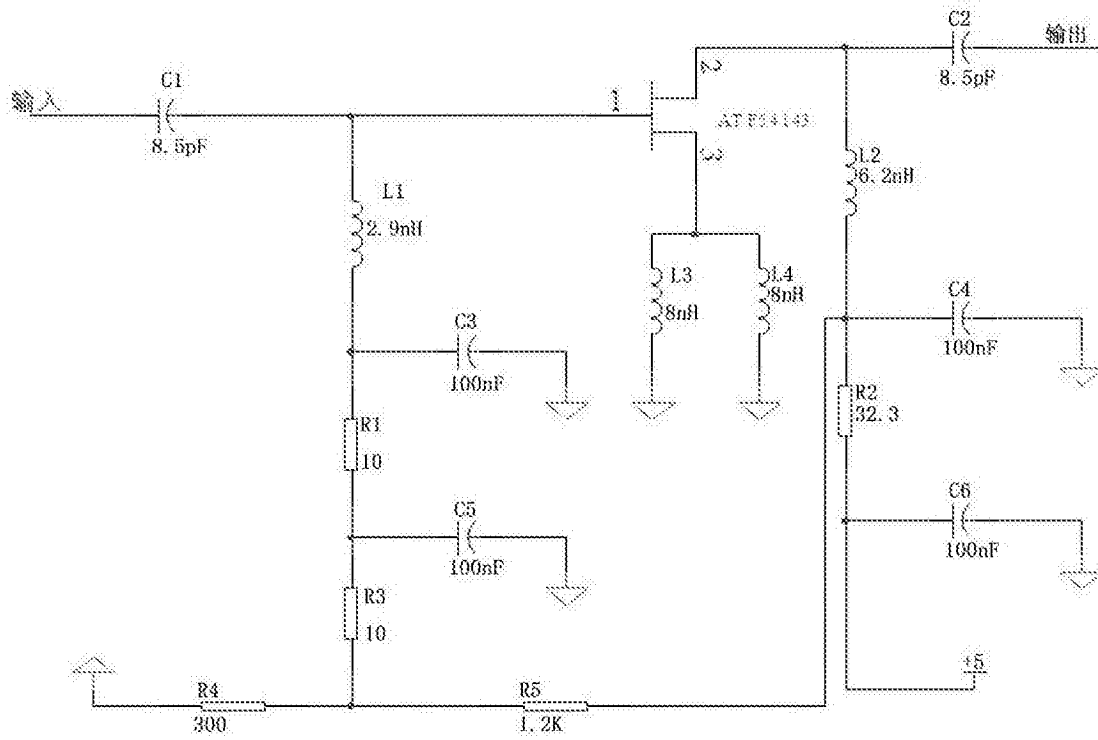


图 5



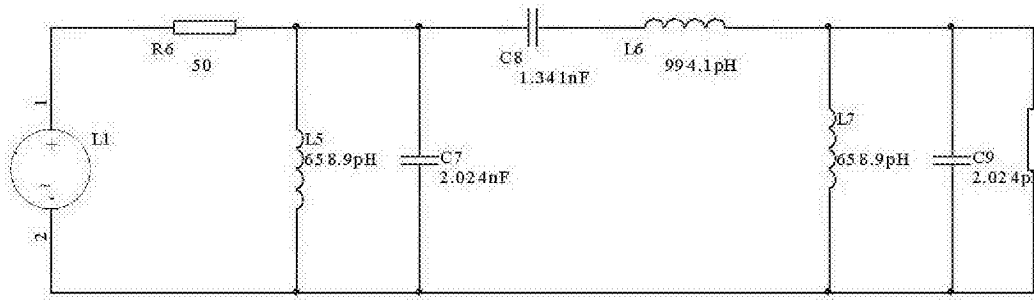


图 6

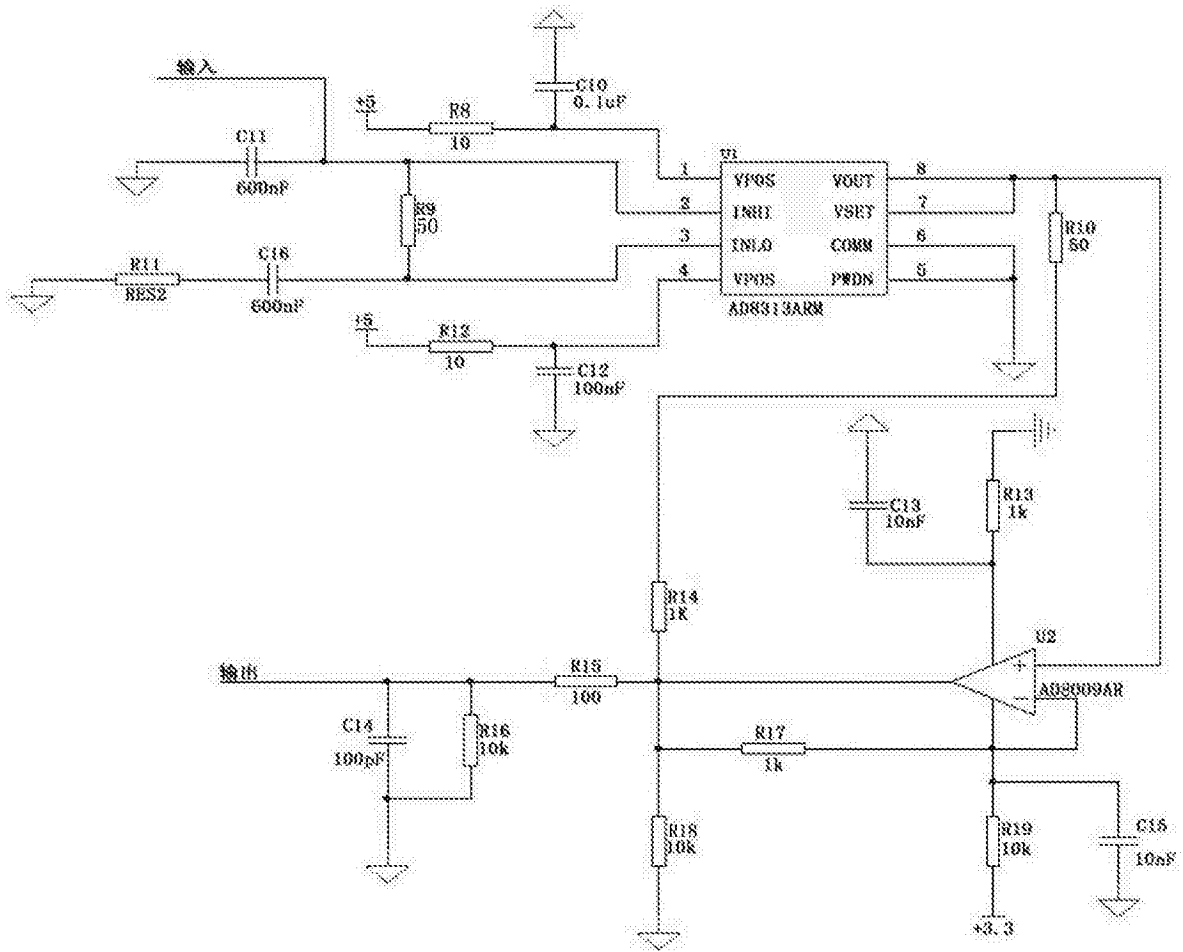


图 7

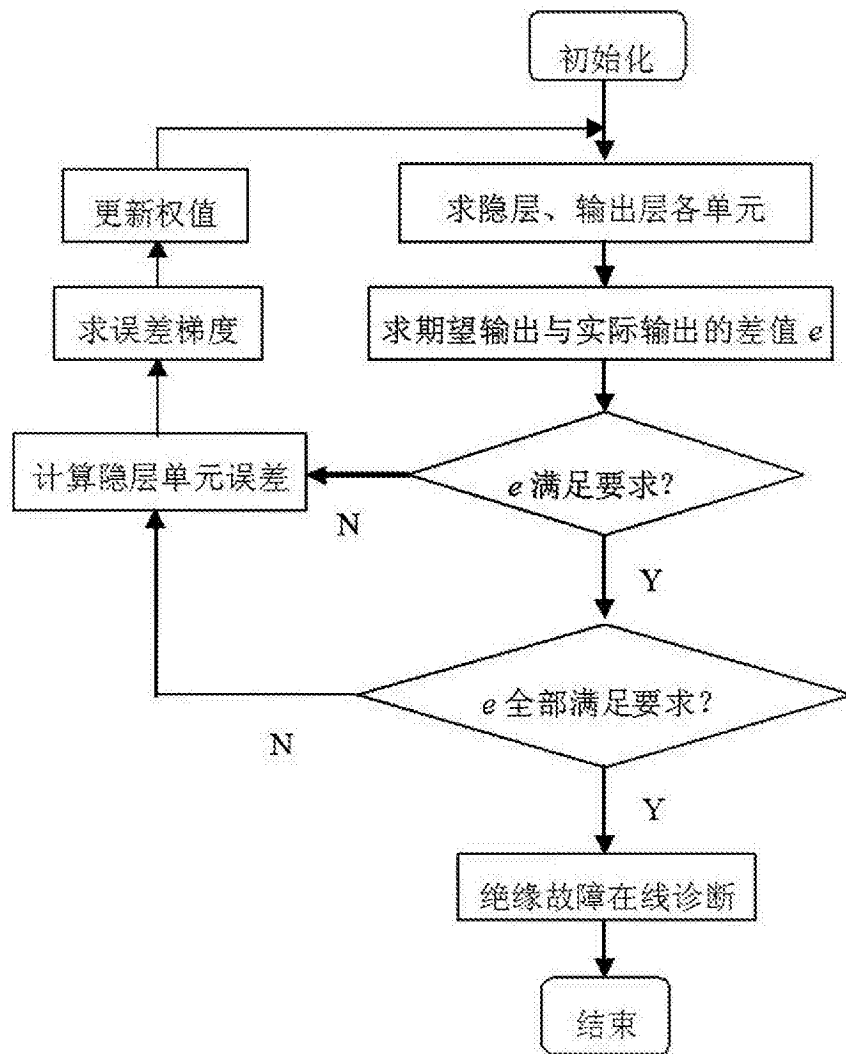


图 8