

# RC、RL 惰性电路在衡器、传感器制造中的应用

重庆市计量质量检测研究院 陈万元

**【摘要】** 本文介绍了 RC、RL 惰性电路及其构成相应 R、L 传感器的原理，系统组成及技术特点，重点介绍了作为 RL 惰性电路 L 元件的螺旋弹簧电感线圈在衡器、传感器制造中的应用。介绍了螺旋弹簧电感线圈《数字显示人体身高体重测量仪》应用产品。探讨了螺旋弹簧电感线圈在称重传感器制造中的应用前景。

**【关键词】** RC 惰性电路；RL 惰性电路；螺旋弹簧电感线圈；人体身高测量仪；弹簧电感线圈传感器芯片

## 一、引言

笔者在 2001 年授权的实用新型专利《一种传感器》中设计的利用 RC、RL 惰性电路制造电阻、电容、电感传感器的技术方案，其中 RC 惰性电路近十年来在家用衡器制造中得到广泛应用。RL 惰性电路在传感器制造中的应用原理，笔者已在发明专利《绕制用于弹簧线圈传感器的螺旋弹簧电感线圈的方法》中公开；作为 RL 惰性电路中 L 元件的螺旋弹簧电感线圈在长度（位移）测量方面的一个应用，已开发出数字人体身高测量仪科研样品，现正寻求和有关企业协商生产事宜。螺旋弹簧电感线圈作为称重（测力）传感器的应用还处于探讨、研究、试验阶段。

## 二、电路原理

R、C、L 是电子电路中三个基本的无源元件，由 RC 或 RL 串联构成的电路，在方波脉冲信号作用下产生的惰性电路波形即周期暂态电路波形，经由 R、C 构成的积分电路积分后变为直流电压输出，直流电压的变化与敏感元件 R（如电阻应变计）、C 或 L（如螺旋弹簧电感线圈）所感受的被测物理量的变化成比例关系，通过测量该电压达到测量被测物理量的目的。

## 三、系统组成

由方波脉冲信号源、固定电阻、电感和电容中的一个元件与电阻、电感和电容敏感元件中的一个敏感元件串联构成的惰性电路、脉冲变换电路组成，方波脉冲信号源的输出端与惰性电路的一端及脉冲变换电路的控制端连接，惰性电路的另一端接地，惰性电路的共接点为输出端与脉冲变换电路的输入端连接，其输出端与其它显示部件或数据处理器连接。图 1、图 2 为组成本系统的电路图。

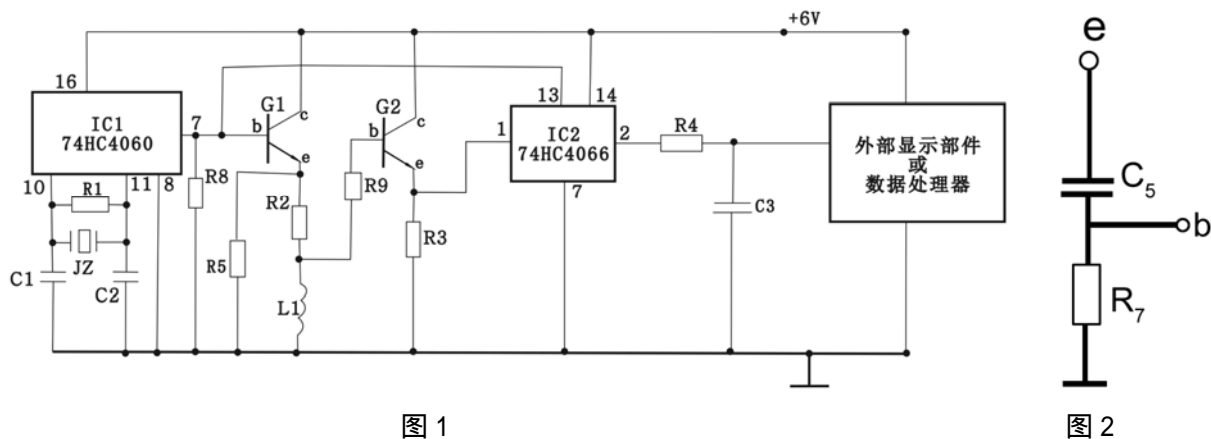


图 1

图 2

图 1 为由固定电阻 R2、敏感元件电感 L1 构成的惰性电路的传感器的电路原理图。

传感器由方波脉冲信号源、固定电阻、敏感元件电感、脉冲变换电路组成。方波脉冲信号源由方波振荡发生器 IC1、电阻 R1、R5、晶体 JZ、电容 C1、C2、三级管 G1 组成，惰性电路由敏感元件电感 L1、固定电阻 R2 串联组成。脉冲变换电路由三级管 G2、模拟开关 IC2、电阻 R3、R4、电容 C3 组成，方波脉冲信号源的输出由 IC1 的 7 脚上的 G1 的发射极 e 与惰性电路的一端连接，惰性电路的输出端固定电阻 R2 与敏感元件电感 L1 的共接点与脉冲变换电路的输入端 G2 的基极 b 连接，惰性电路的另一端接地，IC2 的控制输入端 IC2 的 13 脚与方波脉冲信号源中的 IC1 的 7 脚连接，脉冲变换电路的输出端 R4、C3 的共接点与其它显示部件或数据处理器连接。

在由方波脉冲信号源 IC1 的周期方波脉冲信号触发下，它把敏感元件 L1 所感受到的被测物理量的变化转换为周期暂态电路变化信号，即周期微分信号或积分信号，并将这种变化的信号送入脉冲变换电路 G2。脉冲变换电路 G2 将惰性电路送来的周期暂态电路信号进行变换，被其模拟开关 IC2 取出暂态波形中储能波形即充电波形部分，由脉冲变换电路中的 R4、C3 构成的积分电路积分后变为直流电压输出，该直流电压的变化与敏感元件 L1 所感受到的被测物理量的变化成比例关系，通过测量电压达到测量被测物理量的目的。直流电压可用被连接的显示部件直流电压表读出，也可经 A—D 转换为数字量后，可供直接显示或供计算机作数字处理。如将图 1 中的 R2 改换成固定电容 C5，L1 改换成敏感电阻 R7，如图 2 所示，则该图为由固定电容 C5、敏感元件电阻 R7 构成的惰性电路的传感器的电路原理图。

#### 四、技术特点

电路结构简单、组合灵活、生产成本低，用同一种转换电路配用不同的敏感元件如电阻、电感或电容及其组成的相应惰性电路就能组成相应的电阻、电感或电容传感器。为传感器的集成化、小型化、智能化和多功能化提供了可能。

#### 五、应用效果

以上介绍的实用新型专利《一种传感器》，笔者于 2000 年 5 月 26 日申请，2001 年 2 月 17

日授权。后因 2004 年又申请了发明专利《绕制用于弹簧线圈传感器的螺旋弹簧电感线圈的方法》并在专利中发明了螺旋弹簧电感线圈而放弃了该专利权。根据有关资料介绍和我在有关企业的有限了解，近十年来 RC 惰性电路，包括以 R（电阻应变计）为敏感元件和以 C 为敏感元件的 RC 惰性电路在家用衡器制造中得到了广泛应用。

RL 惰性电路的应用和前景：笔者 2004 年在发明专利《绕制用于弹簧线圈传感器的螺旋弹簧电感线圈的方法》中发明的螺旋弹簧电感线圈（作为 RL 惰性电路的敏感元件 L）具有广阔的应用前景。由螺旋弹簧电感线圈构成的弹簧线圈传感器利用机械螺旋弹簧本身所具有的机械和电子的双重属性，把它既作为机械零件同时又作为电子元件（可变电感线圈）使用，构成输出与被测量成比例关系的数字量的弹簧线圈传感器。赋予了机械螺旋弹簧新的功能和应用领域。作为机——电转换新型实用的基础接口器件，可直接或通过其制造成不同用途的系列应用产品，应用于相应的控制或测量场合。

由于弹簧线圈传感器的弹簧电感线圈是一个对几乎所有的机械量和部分热工量都具有敏感效应的敏感元件，因而弹簧线圈传感器原则上能够对例如位移、力、振动、加速度、噪声、角度、流量、流速等被测量进行转换和测量。通过改变弹簧线圈绕制的尺寸和性能就能改变弹簧线圈传感器的功能和用途。广泛应用于衡器、以汽车为代表的交通工具、现代装备业、传统工业、物流、测量及仪器仪表等诸个领域。

## 六、弹簧线圈传感器的应用

### 1. 弹簧线圈传感器芯片

目前已完成传感器通用芯片电路的研制设计，该芯片集敏感、测量、调节、显示为一体，具有称重、测力和测位移（长度）功能。芯片配上不同功能的弹簧电感线圈，就能组成相应用途的终端应用产品。

### 2. 数字显示人体身高测量仪

成人身高 量程 62cm—195cm，分度值 2mm；

婴儿身长 量程 2cm—60cm，分度值 2mm。

数字显示人体身高测量仪是弹簧线圈传感器在长度（位移）测量领域的一个具体应用产品，结构简单、体积小、生产成本低。能够和家用体重秤合为一体成为家庭常用健康测量设备，通过身高体重的测量值计算并显示出人的健康（肥胖）指数，售价定位在 200 元左右是进口超声原理身高体重仪的 1/20，是进口激光原理身高体重仪的 1/40。像这种能进入家庭的《数显人体身高体重测量仪》尚属空白，适用于家庭、幼儿园、中小学、基层医疗保健、健身、养老机构。图 3 为弹簧线圈传感器数字显示人体身高测量仪科研样品图、图 4 为身高测量示意图。



图 3



图 4

### 3. 关于螺旋弹簧电感线圈称重（测力）传感器的设计探讨

众所周知弹簧度盘秤、弹簧数字秤其精度都不高，一般不能作为商业用秤和工业用秤。究其原因笔者认为主要有：一是弹簧本身的性能，包括弹簧材料的特性、弹簧的形状等，二是使用弹簧的方法，往往让弹簧变形过大，例如弹簧度盘秤必须让弹簧长度的变量达到一定的量才能满足度盘分度的需要。如将弹簧电感线圈用特殊弹性金属材料做成如图 5 所示的柱体螺旋弹簧电感线圈，调整柱体螺旋弹簧电感线圈的刚度使柱体螺旋弹簧电感线圈在称重（测力）时只产生微小的形变，柱体螺旋弹簧电感线圈的电感量也相应只产生微小的变化，将这一微小变化的电感量送入测量和调节电路进行“处理”，就能提高螺旋弹簧电感线圈称重（测力）传感器的精度级别。

这种柱体螺旋弹簧电感线圈既是承载被称重量的基座，又是一个在被称重量的作用下能产生电感量变化的电感线圈，这种电感量的变化反映了被称重量。

承载被称重量的基座，相当于应变式传感器的基座；电感量变化相当于应变式传感器的应变电阻值的变化；电感线圈相当于应变式传感器的电阻应变计。

这种柱体螺旋弹簧电感线圈在制造工艺上可以通过在线圈中心加入介质以增加其电感量，可以在线圈的表面涂屏蔽漆，以屏蔽外界电或磁的干扰。

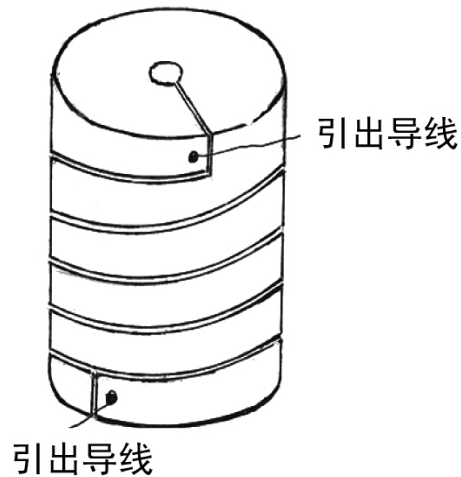


图 5

将图 5 的柱体螺旋弹簧电感线圈替代图 1 中的 L1，便成为柱体螺旋弹簧电感线圈称重（测力）传感器。分析方法同前图 1 的分析方法，此处省略。

本设计方案提出来与各位专家探讨，方案的可行性请各位专家不吝指教。本人热诚希望得到企业界的支持和帮助，共同研究、试验、开发。

#### 参考文献

1. 实用新型专利《一种传感器》 设计人：陈万元  
专利号：ZL 00235244.3 专利权人：陈万元
2. 发明专利《绕制用于弹簧线圈传感器的螺旋弹簧电感线圈的方法》 发明人：陈万元  
专利号：ZL 200410060117.5 专利权人：陈万元

#### 作者简介

陈万元，1945 年生，男，汉族，重庆市人，毕业于成都电讯工程学院（现电子科技大学）无线电测量及仪表专业。

重庆市计量质量检测研究院高级工程师，无线电室从事时间频率计量工作，1999 年退休。

期间，主持研究完成重庆市科委重点科研项目《8502 多功能时间间隔发生器》，1987 年获重庆市政府计算机应用二等奖及国家质量技术监督局计算机应用三等奖。1994 年主持研究完成国家质量技术监督局重点科研项目《9001 时间综合器》，该成果由重庆市计量质量检测研究院前身重庆市计量技术研究所申报国家质量技术监督局科研成果一等奖（因未生产无经济效益的原因而暂缓评奖），本人为第一完成者。