

# 电子测量中的工频干扰 及 屏 蔽

陶时澍 著

中国计量出版社

## 内 容 提 要

本书系统地介绍了在电子测量中常见的工频干扰现象,工频干扰的来源,工频干扰信号干扰测量的方式及途径,工频干扰信号引起测量误差的机理,常见的工频干扰的屏蔽方法。最后,用几个在工程测量实践中对工频干扰屏蔽获得成功的实例,介绍了定量分析和测试工频干扰的具体方法,为防止在电子测量和电子仪器的设计中工频电网产生的干扰,指出了解决问题的途径。

本书可供从事电子测量以及电子仪器、仪表设计制造的工程技术人员,大专院校有关专业师生参考。

## 电子测量中的工频干扰及屏蔽

陶时澍 著

责任编辑 刘宝兰

—♦—

中国计量出版社出版

北京和平门内大街2号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—♦—

开本 787×1092/32 印张 7.125 字数 155 千字

1991年7月第1版 1991年7月第1次印刷

印数 1—7 000

ISBN 7-5026-0419-7/TB·335

定价 4.00 元

# 目 录

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| 绪论 .....                            | ( 1 )  |
| 第一章 工频干扰的基本概念 .....                 | ( 1 )  |
| § 1-1 常见的工频干扰现象及特征 .....            | ( 1 )  |
| 一 工频干扰现象及特征 .....                   | ( 1 )  |
| 二 工频干扰与噪声的区别 .....                  | ( 2 )  |
| 三 纹波 .....                          | ( 3 )  |
| § 1-2 工频干扰产生的基本条件与消除的<br>基本方法 ..... | ( 3 )  |
| 一 干扰产生的基本条件 .....                   | ( 3 )  |
| 二 屏蔽保护的基本方法 .....                   | ( 5 )  |
| § 1-3 常见的工频干扰源 .....                | ( 11 ) |
| 一 高压工频电力线产生的工频电场 .....              | ( 12 ) |
| 二 大电流工频电力线产生的工频磁场 .....             | ( 12 ) |
| 三 实际工频电力线产生的工频电场、工频磁场 .....         | ( 13 ) |
| 四 似稳场、辐射场(电磁波) .....                | ( 13 ) |
| 五 电源变压器产生的工频磁场 .....                | ( 17 ) |
| 六 电源变压器的容性漏电 .....                  | ( 17 ) |
| 七 工频地电流 .....                       | ( 17 ) |
| 八 工频电网电压的冲击及高频干扰 .....              | ( 20 ) |
| 九 纹波 .....                          | ( 21 ) |
| 第二章 工频干扰的基本途径及其产生的误差 .....          | ( 22 ) |
| § 2-1 工频电场容性漏电产生的误差 .....           | ( 22 ) |
| 一 工频电场产生干扰的机理 .....                 | ( 22 ) |

|       |                           |        |
|-------|---------------------------|--------|
| 二     | 工频电网容性漏电的等效电路             | ( 24 ) |
| 三     | 容性漏电产生干扰的一般情况             | ( 29 ) |
| 四     | 电网电压容性漏电产生误差的特点           | ( 32 ) |
| 五     | 电网电压容性漏电干扰的实例             | ( 32 ) |
| § 2-2 | 工频磁场感应耦合产生的误差             | ( 35 ) |
| 一     | 感应耦合产生误差的机理               | ( 35 ) |
| 二     | 工频磁场引起的误差                 | ( 37 ) |
| 三     | 工频磁场产生误差的特点               | ( 37 ) |
| § 2-3 | 电子仪器电源变压器容性漏电<br>产生的误差    | ( 37 ) |
| 一     | 电源变压器容性漏电产生干扰的概念          | ( 37 ) |
| 二     | 工频电网的等效电路                 | ( 38 ) |
| 三     | 电源变压器的分布电容                | ( 39 ) |
| 四     | 电源变压器工作时分布电容的等效电路         | ( 41 ) |
| 五     | “U”型铁芯变压器工作时分布电容的<br>等效电路 | ( 42 ) |
| 六     | 变压器容性漏电产生干扰的等效电路          | ( 45 ) |
| 七     | 漏电电流的测量                   | ( 46 ) |
| 八     | 工频漏电产生的测量误差               | ( 50 ) |
| § 2-4 | 工频电网电压冲击及其对电子<br>测量的干扰    | ( 53 ) |
| 一     | 负载接通和断开时引起的电压冲击           | ( 53 ) |
| 二     | 电压冲击产生干扰的机理及干扰信号的通路       | ( 59 ) |
| 三     | 火花放电引起的辐射干扰               | ( 63 ) |
| § 2-5 | 工频地电流引起的共模干扰及其<br>产生的误差   | ( 63 ) |
| 一     | 信号接地、仪表浮地时共模干扰源引起的测量误差    | ( 64 ) |
| 二     | 信号、仪表均接地共模干扰引起的误差         | ( 65 ) |
| 三     | 信号浮地、仪表接地时共模干扰引起的误差       | ( 66 ) |
| § 2-6 | 稳压电源的纹波及其对测量的影响           | ( 67 ) |

|       |                             |         |
|-------|-----------------------------|---------|
| 一     | 直流稳压电源的主要指标 .....           | ( 67 )  |
| 二     | 纹波 .....                    | ( 68 )  |
| 三     | 稳压电源失控 .....                | ( 71 )  |
| 四     | 纹波对测量的影响 .....              | ( 72 )  |
| § 2-7 | 工频差拍现象及其影响 .....            | ( 73 )  |
| 一     | 差拍现象产生的机理 .....             | ( 73 )  |
| 二     | 工频交流电源的差拍干扰 .....           | ( 75 )  |
| 第三章   | 工频干扰的屏蔽措施 .....             | ( 77 )  |
| § 3-1 | 分析干扰现象和采取屏蔽保护措施的            |         |
| 一     | 一般原则 .....                  | ( 77 )  |
| 一     | 分析测量中可能存在的干扰源 .....         | ( 77 )  |
| 二     | 干扰信号的基本形式 .....             | ( 78 )  |
| 三     | 干扰信号进入被干扰对象的可能通路 .....      | ( 79 )  |
| 四     | 从干扰现象判断干扰源 .....            | ( 79 )  |
| 五     | 选择屏蔽保护措施的原则 .....           | ( 80 )  |
| § 3-2 | 工频电场容性漏电的屏蔽方法 .....         | ( 80 )  |
| 一     | 屏蔽干扰源 .....                 | ( 81 )  |
| 二     | 屏蔽被干扰对象 .....               | ( 83 )  |
| 三     | 屏蔽的实施方法及接地点的选择 .....        | ( 85 )  |
| 四     | 能减少容性漏电产生干扰的其他措施 .....      | ( 91 )  |
| § 3-3 | 工频磁场感应耦合的屏蔽方法 .....         | ( 92 )  |
| 一     | 无定向结构的定义及理想的无定向结构 .....     | ( 92 )  |
| 二     | 同轴电缆和平行平板构成的无定向结构及其应用 ..... | ( 95 )  |
| 三     | 近似无定向结构及其应用 .....           | ( 99 )  |
| 四     | 用短路扼流圈法消除磁感应耦合引起的误差 .....   | ( 103 ) |
| 五     | 磁屏蔽 .....                   | ( 106 ) |
| 六     | 调整某些电路平面的法线方向减小磁耦合 .....    | ( 110 ) |
| § 3-4 | 电源变压器容性漏电的屏蔽方法 .....        | ( 110 ) |
| 一     | 在变压器原、副绕组之间加屏蔽 .....        | ( 111 ) |
| 二     | 仪器低端接地 .....                | ( 112 ) |

|        |                              |       |
|--------|------------------------------|-------|
| 三      | 仪器低端接大电容减小干扰 .....           | (113) |
| 四      | 用隔离变压器减小干扰 .....             | (113) |
| § 3-5  | 电网电压冲击的屏蔽方法 .....            | (114) |
| 一      | 用 RC 网络减小干扰源 .....           | (114) |
| 二      | 用压敏电阻减小干扰源 .....             | (115) |
| 三      | 切断干扰信号的通路 .....              | (120) |
| § 3-6  | 共模干扰的屏蔽方法 .....              | (122) |
| 一      | 仪表、被测信号的低端均接地 .....          | (122) |
| 二      | 仪表浮地、信号接地的系统对共模干扰的抑制作用 ..... | (123) |
| 三      | 信号浮地、仪表接地的系统对共模干扰的抑制作用 ..... | (126) |
| 四      | 用双层屏蔽来减小共模干扰 .....           | (123) |
| 五      | 用差分放大器减小共模干扰 .....           | (130) |
| 六      | 用中和变压器减小共模干扰 .....           | (131) |
| 七      | 用输入隔离变压器抑制共模干扰 .....         | (134) |
| 八      | 光电隔离技术 .....                 | (135) |
| § 3-7  | 串模干扰的屏蔽方法 .....              | (136) |
| 一      | 采用测量平均值的原理抑制工频干扰 .....       | (136) |
| 二      | 用工频滤波器消除工频干扰 .....           | (137) |
| § 3-8  | 差拍现象的抑制 .....                | (143) |
| 一      | 在工频电源中电网工频干扰信号产生的原因 .....    | (143) |
| 二      | 抑制差拍现象的措施 .....              | (144) |
| § 3-9  | 接地的概念、接地方法及其屏蔽作用 .....       | (145) |
| 一      | 地的概念 .....                   | (145) |
| 二      | 接地的目的 .....                  | (146) |
| 三      | 地点的分类 .....                  | (146) |
| 四      | 用接地方法消除干扰的几个实例 .....         | (149) |
| 五      | 从屏蔽保护的观点选择接地点的原则 .....       | (151) |
| § 3-10 | 几种电缆的连接方法及其抗干扰性能 .....       | (152) |
| 第四章    | 屏蔽保护的实例 .....                | (157) |

|       |                            |       |
|-------|----------------------------|-------|
| § 4-1 | 用稳压电源供电的直流电位差计系统           |       |
|       | 工频干扰现象及屏蔽方法实例 .....        | (157) |
| 一     | 用稳压电源供电的电位差计系统工频干扰现象 ..... | (157) |
| 二     | 干扰的等效电路 .....              | (159) |
| 三     | 干扰电流的测试与计算 .....           | (162) |
| 四     | 屏蔽方法 .....                 | (167) |
| § 4-2 | 某动态应力测试系统的工频干扰现象及其         |       |
|       | 屏蔽方法实例 .....               | (170) |
| 一     | 系统的组成及其特点 .....            | (170) |
| 二     | 系统干扰信号的大小及其频谱 .....        | (173) |
| 三     | 干扰源的分析 .....               | (184) |
| 四     | 干扰源的测量 .....               | (185) |
| 五     | 屏蔽方法 .....                 | (189) |
| 六     | 屏蔽效果的比较 .....              | (198) |
| 七     | 系统共模抑制比的测试 .....           | (202) |
| 八     | 系统对工频电网容性漏电抑制能力的测试 .....   | (202) |
| § 4-3 | 某流量测试系统受到的工频干扰及其           |       |
|       | 屏蔽方法实例 .....               | (203) |
| 一     | 系统的组成及其运行特点 .....          | (203) |
| 二     | 原测试系统的屏蔽方案 .....           | (204) |
| 三     | 系统受到的干扰及其现象 .....          | (205) |
| 四     | 干扰的来源及屏蔽方法 .....           | (208) |
| 五     | 屏蔽效果的测试 .....              | (210) |
|       | 参考文献 .....                 | (213) |

# 第一章 工频干扰的基本概念

## § 1-1 常见的工频干扰现象及特征

### 一 工频干扰现象及特征

电子测量仪器和测量系统工作时，可能受到各种干扰而产生测量误差。从众多的随机干扰现象中判断出干扰的来源决非易事。但是，如果对于干扰的来源没有足够的认识而盲目地套用某些屏蔽保护措施只能是事倍功半，很难达到预期稳定的屏蔽效果。根据测量中出现的干扰现象及它们的特征，把工频干扰与其他干扰区别开来是消除工频干扰的首要任务。

工频干扰在电子测量中属于低频干扰，在音频范围的测量中它的影响显得比较突出。相比之下，在高频测量中由于测量电路和仪器本身的特点而使工频干扰对测量的影响不十分明显。

测量结果中出现异常现象或有较大的误差是发现测量受到干扰的主要手段。测量仪器和线路不同，工频干扰现象表现的形式也不一样。例如，工频干扰能使指针式仪表或检流计的指针在某一范围内抖动，

如图 1-1 所示；使数字仪表的

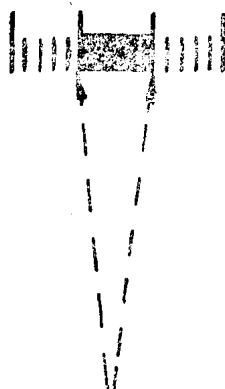


图 1 1 指针的抖动

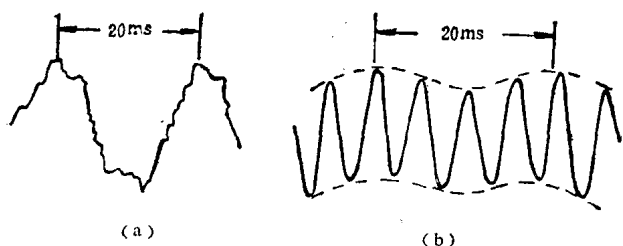


图 1-2 含有工频干扰的放大器输出波形

读数不稳定；使数字频率计的输出有一个工频或工频整数倍的初始值；使放大器的输出端有图 1-2 所示的波形。图 1-2

(a) 是放大器输入端短路的情况下输出的干扰信号，它的基波是 50 Hz，上面叠加了噪声信号。图 1-2 (b) 是含有工频干扰的放大器输出信号，显然，输出的波形是受到工频干扰的结果。上述干扰现象的主要特征是：人体靠近或触摸测量仪器或线路的某一部件时，干扰信号的幅值有较大的变化；测量引线的相对位置改变或仪器外壳接地与否，干扰信号的大小也发生变化；调换工频电源插头的方向（即调换仪器接 220 V 工频电源火线和地线的位置），干扰现象增加或减小；若把系统的电源改为直流蓄电池供电，工频干扰可能立即消失。

工频干扰信号的来源是工频电网。工频干扰信号干扰测量的方式不同，而使干扰现象具有上述特征的一种或几种。工频干扰现象和它的特征是判断工频干扰的主要依据。

## 二 工频干扰与噪声的区别

在灵敏度较高的测量中，噪声是经常遇到的干扰现象。它可以使指针式仪表的指针作无规则的摆动而不是振动或抖动，它的波形是无规则的随机现象。它的种类虽然很多，但是，产生的基本原因是电子线路中元、器件内部载流子的运

动（热运动、跃迁、产生和复合）所致。它的大小和环境温度，元、器件的质量，电路结构及组成有关，与电子仪器的外部联接，工频电网等没关系。它的频率范围较宽而不是单一频率。根据上述现象和特征，不难把它们与工频干扰区别开来。

### 三 纹 波

有人把工频干扰理解成纹波，这是不全面的。稳压电源的纹波产生的原因之一是稳压电源的质量不佳而使其稳定度不够，之二是由于工频电网电压向下波动或稳压电源的负载过大而使稳压电源失控而致。它们的波形是频率为 50 Hz（单相半波整流）或 100 Hz（单相全波整流）的三角波，如图 1-3 所示。纹波对测量的影响和工频干扰不完全相同，消除的办法也不一样。必须把纹波产生的干扰与工频干扰区别开来。



(a) 稳压电源失控产生的纹波 (b) 稳压电源质量不好产生的纹波

图 1-3 稳压电源的纹波

## § 1-2 工频干扰产生的基本条件 与消除的基本方法

工频干扰是干扰的一种特例。分析产生干扰的条件和消除干扰的一般方法对工频干扰也适用。

### 一 干扰产生的基本条件

测量受到干扰以测量误差的形式表现出来。测量受到干

扰后能够产生误差时必须具备三个基本条件，它们分别是：

### （一）存在干扰源并产生干扰信号

干扰源是产生干扰信号的根源。干扰信号的形式多种多样，常以电流、电压、电场、磁场、电磁波、漏阻抗、温度、湿度等形式出现。但是，对电测量来说，在分析干扰引起的测量误差时，各种形式的干扰信号最终都需要变成电压或电流这样两种基本形式<sup>[1]</sup>。

维持干扰信号不断产生必须有能量消耗。寻找能源往往是发现干扰源的捷径。显然，工频干扰源是工频电网。

### （二）干扰信号必须通过某一途径进入被干扰对象

干扰信号必须以某种途径进入被干扰对象才能引起测量误差。常见的途径有三种形式：

1. 干扰信号以电磁辐射的形式，从空间进入被干扰对象。例如，电磁波对测量的干扰就是以这种形式进行的。

2. 干扰信号以漏电和耦合的形式，以绝缘或支承物等（包括空气）为媒介，通过阻抗进入被干扰对象。例如电阻性和电容性漏电或感应耦合就属于这种方式。

3. 通过测量仪器的端钮与被测量一起混入测量仪器形成干扰。例如工频串模干扰或共模干扰就属于此种类型。

### （三）测量仪器或线路具备把干扰信号转换成测量误差的内在因素<sup>[2]</sup>

干扰信号进入被干扰对象后，被干扰对象必须具备把干扰信号转换成测量误差的内在条件，否则干扰信号虽然进入了被干扰对象，也不能构成干扰。例如，接触热电势是直流测量中的误差源之一，产生接触电势的条件是电路中有两种金属相接，并在两个接点处温度不一样。两个接点之间的温度差是干扰信号，而两种金属相接是测量仪器把干扰信号（温差）转换成误差（接触电势）的内在条件。仪器中若没

有两种金属相接，就是有温差也不会产生接触电势，不能构成干扰。

不同的仪器把不同的干扰信号转换成测量误差的形式和能力各不相同，这是使干扰现象变得“神秘化”的主要原因。在测量中找出把干扰信号转换成误差的条件是屏蔽保护技术要解决的主要问题之一。

## 二 屏蔽保护的基本方法

屏蔽保护的目的是消除干扰引起的测量误差。产生干扰的三个基本条件中的任何一个受到破坏，都可以防止测量受到干扰而达到屏蔽保护的目的。可见，屏蔽保护的对象不一定是被干扰对象，屏蔽干扰源可以消除干扰信号，称“主动屏蔽”。破坏干扰信号进入被干扰对象的途径可以使测量不受干扰。干扰信号进入被干扰对象后，采取适当措施降低干扰信号转换成测量误差的转换效率，也可以大大减小干扰引起的测量误差。防止干扰信号进入被干扰对象和减小干扰信号转换成误差所采取的措施统称为“被动屏蔽”。

干扰信号引起的相对误差可以写成：

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x} \quad (1-1)$$

式中  $\Delta x$  —— 干扰信号引起的绝对误差；

$x$  —— 与被测量成正比的中间变量，有时是被测量本身；

$\gamma$  —— 干扰引起的相对误差。

根据式 (1-1)，减小干扰引起误差的方法有如下几种：

(一) 增加中间变量  $x$ ，减小  $\Delta x$  的影响

增加中间变量  $x$  就是用增大有用信号的办法来“淹没”干扰信号的影响。但是，这种方法往往会使测量的灵敏度降低，增加线路的功率损耗。有时  $x$  就是被测量本身，而无法

增加。所以，这种方法的使用受到很大限制。

## (二) 减小干扰信号引起的绝对误差 $\Delta x$

干扰信号  $x_0$  进入被干扰对象中，由于受条件的限制，不一定全部转换成绝对误差  $\Delta x$ ，若设法阻止干扰信号的一部分或全部，使其不进入被干扰对象，也不能产生误差。 $x_0$  和  $\Delta x$  的关系是  $\Delta x = \beta x_0$ ， $\beta$  是表示干扰信号转换成绝对误差的效率的系数（ $\beta$  值小于或者等于 1），如果  $x_0$  一定，降低  $\beta$  值，也可以达到减小干扰引起的测量误差的目的。减小  $\beta$  值有以下几种方法：

### 1. 用隔离的办法减小干扰信号 $x_0$ 进入被干扰对象

设法切断干扰信号进入被干扰信号的通路或不让干扰信号由干扰源中出来（即使  $\beta = 0$ ），这样可以使测量不受干扰。这实际上是用“阻截”的办法减少干扰。

在测量实践中，被测信号是通过端钮引入测量仪器，或从被测量的对象中引出的。若把端钮的概念扩展一下，即把仪器的内、外联系均理解成端钮，那么干扰信号也是通过端钮进入被干扰仪器的，不同的是引入干扰信号的端钮不一定是引入被测量的测量端钮。

若构成测量仪器和干扰源之间联系的端钮数  $n = 0$ ，可以防止干扰信号进入被干扰对象。用绝缘材料把测量仪器（或干扰源）包围起来，如图 1-4 所示，可以达到使端钮数  $n = 0$  的目的，能够阻止干扰信号进入被干扰对象。可见，绝缘隔离的物理意义是端钮数  $n = 0$ 。

若构成测量仪器和干扰源之间联系的端钮数  $n = 1$ ，也可以达到阻止干扰信号进入被干扰对象的目的。因为在电测量中干扰信号的最终形式是电流和电压<sup>(1)</sup>，电流是连续的电子流，干扰电流若能存在，它必须有流入和流出被干扰对象的两个端钮。电压是两点之间的电压，所以也必须有端钮

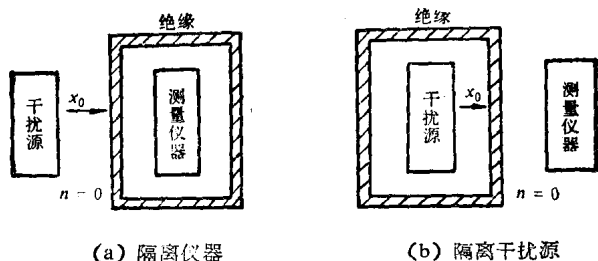


图 1-4 绝缘隔离的示意图

才能存在电压。显然，若干扰源和测量仪器之间只有一个端钮相联，干扰电流不能形成回路，也不能构成干扰电压，所以不能形成干扰。

把测量仪器（或干扰源）用金属屏蔽体包围起来，如图 1-5 所示。设金属材料的电阻等于零，则屏蔽体等电位，仪器（或干扰源）内、外联系的唯一通路是屏蔽体，而屏蔽体相当一个端钮，也可以阻止干扰信号进入测量仪器（或漏出干扰源）。可见，屏蔽隔离的物理概念是端钮数  $n = 1$ 。

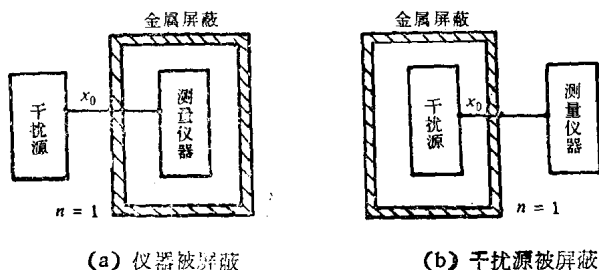


图 1-5 屏蔽隔离的示意图

在测量实践中被测量的信号也是通过端钮引入测量仪器的，若被测量的量是一个变量组成的量，例如被测量的量是电流或是电压，这时要求测量仪器有两个端钮就可以了，例如测

量电流或电压的电流表和电压表就只有两个端钮。若被测量是两个变量组成，例如功率  $P = IU$ ，是电流和电压的乘积，要求功率表有三个端钮。但是，一般的指针式功率表有四个端钮，即两个电流端  $I^*$  和  $I$ ，两个电压端  $U^*$  和  $U$ ，如图 1-6 所示。但是，使用时要求电流和电压的星号端  $I^*$  和  $U^*$  必须接在一起而成为三个端钮。对一般情况而言，若被测量有  $n$  个独立的信号组成，则测量该量的仪表必须有  $n+1$  个

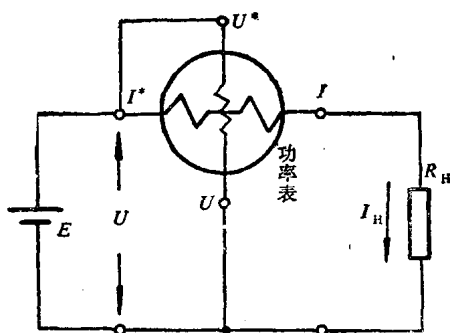


图 1-6 测量功率的接线图

端钮；如果仪表有  $n+2$  个端钮时，必然要引入一个干扰信号。同样道理，有  $n$  个端钮的仪表，它只能测量有  $n-1$  个独立变量组成的被测量。如果设计仪表和组成测量电路时不遵守这一原则，必然引入干扰<sup>[1]</sup>。例如，功率表在测量时两个星号端不接在一起，有四个端钮，按上述原则，功率表的偏转应反映三个独立变量，除了产生被测功率的电流和电压而外的第三个变量就是干扰信号，在功率表的具体仪器中这第三个变量是仪表中电压线圈（可动线圈）和电流线圈（固定线圈）之间不等电位而形成的电压。仪表中电流线圈和电压线圈相当于静电系电压表的两个极板，在干扰电压的作用

下产生附加转矩，附加转矩产生的偏转就是干扰信号引起的测量误差。这项误差在张丝结构的仪表中是相当严重的〔2〕。

用端钮的观点可以检查测量仪器的合理性，并可以由此判断是否有干扰信号存在〔2〕。

任何绝缘材料的电阻都不等于无限大，任何金属材料的电阻也不绝对等于零，导致绝缘隔离和屏蔽隔离是不彻底的，在某些具体应用中还要采用其他措施予以补救。例如，把绝缘和屏蔽措施交替使用来提高隔离的效果就是补救的措施之一。

2. 用减小干扰信号  $x_0$  转换成绝对误差  $\Delta x$  的转换效率来减小  $\Delta x$

有些干扰信号无法用隔离的办法阻止它进入被干扰对象。但是，可以采用适当的措施把干扰信号分路掉，使它不进入产生误差的关键部位，也就是降低  $\beta$  值，从而减小测量误差。例如图 1-7 所示，被测的直流电势  $E$  中含有工频干扰电势  $e$ ，可在仪表输入端并联滤波器。因为滤波器对 50 Hz 电势的阻抗比仪器的输入阻抗  $R_i$  低很多，50 Hz 的干扰信号被滤波器分流而不能进入测量仪器，减小了 50 Hz 干扰信号引起的测量误差。实际上这是采用“疏导”的办法减小干扰，也就是人为的给干扰信号造成一条捷径，使其不流入仪

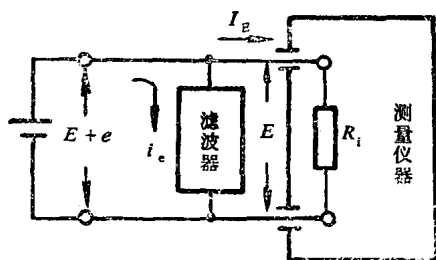


图 1-7 采用滤波器分路干扰信号

器能产生误差的关键部位。

### 3. 使干扰引起的误差互相抵消

同一干扰源在被干扰对象的不同部位，可能引起性质相同的误差。若使被干扰对象的电路具有特殊结构或采用特殊的测量方法，可以使干扰信号在各部位上引起的误差大小相等，方向相反而互相抵消。图 1-8 所示的电路是测量电压的电路，输入端导线所围成的面积  $abb'a'$  中有磁感应强度  $B$  的交流干扰磁场穿过，其方向如图。由  $B$  在  $abb'a'$  中引起的感应电势

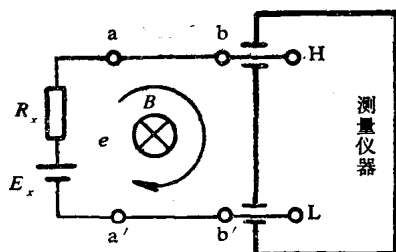


图 1-8 交流磁场在输入端引起的干扰

$$e = S \frac{dB}{dt}$$

式中  $S$  —— 导线  $abb'a'$  围成的面积。

$e$  —— 叠加在被测量  $E_x$  上的，由交流干扰磁场引起的绝对误差。

若把输入引线绞合一下，采用如图 1-9 所示的结构，空间的干扰磁场方向不变，在输入引线围成的两个回路中干扰电势分别是  $e_1$  和  $e_2$ ，

$$e_1 = S_1 \frac{dB}{dt}$$