

8 数字电桥的使用

在科研和生产中，经常要测量电子元件的参数，即电阻的阻值、电容器的电容、电感器的电感以及品质因数 Q 等。使用 8501 型 LCR 数字电桥，可十分方便地测量上述参量。下面介绍这种电桥的使用方法。

8.1 8501 型 LCR 数字电桥面板介绍

8501 型 LCR 数字电桥面板如图 A-35 示：

- 1. 测试夹：被测元件由此接入；
- 2. 读数显示器：测量值由 4 位 7 段 LED 显示器显示；
- 3. 量程指示：显示被测量的单位（单位右侧的小方块为红色 LED 指示灯），如图 A-36 所示；
- 4. 功能控制按键：测量控制按键由 6 个功能键组成（每个按键内的小方块为红色 LED 指示灯），如图 A-37 所示；
- 5. 电源输入插座；
- 6. 电源开关。

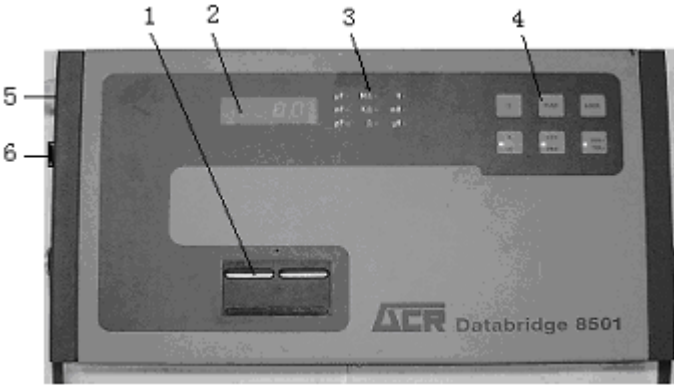


图 A-35 8501 LCR 数字电桥

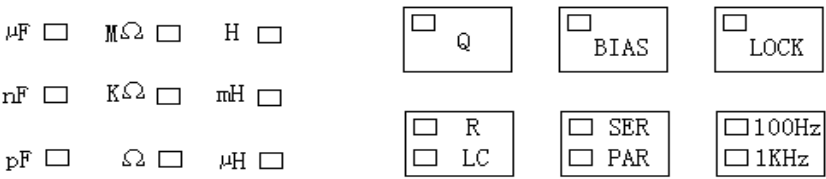


图 A-36 数字电桥量程指示

图 A-37 数字电桥功能控制按键

8.2 主要技术性能

- 1. 可测参数： R 、 L 、 C 、 Q ；
- 2. 测量方式：等效串联或等效并联；
- 3. 测量频率：100Hz 或 1KHz；
- 4. 测量频率准确度：标称值的 $\pm 0.025\%$ ；
- 5. 元件最高端电压：0.3V 有效值；
- 6. 测量速度：每秒 2 次；

7. 入元件后准确读数最大等待时间：1 秒；
8. 显示器：4 位 LED 显示、小数点自动移位；
9. 测量范围：

- (1)R : 0.000 Ω ——100M Ω
(2)L : 0.0 μ H——9999H
(3)C : 0.0pF——9999 μ F
(4)Q : 0.00——99

10.基本准确度： $\pm 0.25\%$ （读数） ± 1 个数字；

11.极限分辨率：R: 0.001 Ω ; L: 0.1 μ H; C: 0.1pF;

12.基本准确度条件：

- | | | |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| (1)测量频率： | 100HZ | 1KHZ |
| (2)电感范围（Q>10）： | 2mH——2000H | 200 μ H——200H |
| (3)电容范围（Q>10）： | 2nF——2000 μ F | 200pF——200 μ F |
| (4)电阻范围（Q<0.1）： | 1 Ω ——2M Ω | 1 Ω ——2M Ω |

13.输入保护：容量为 1000 μ F 以内，充电不大于 50V 的电容接入时，输入端可受到保护；

14. 消耗功率： ≤ 25 W。

8.3 基本操作

1. 加电

首先将电源线带 IEC 一端接到电桥左后方的 IEC 插座上，另一端插入合适的电源插座上，搬动电桥左后方的船形开关，即使电桥通电。通电后，显示器、量程及功能指示器随之变亮。电桥可自动置于电感、电容测量档，并联等效及 1KHz 频率状态。正常情况下，内部电路加电几秒钟后即能稳定，便可进行测量。

2. 被测元件的接入方法

(1)通常径向引线的元件可直接插入组合测试夹夹板内，而接入特殊柔性引线的元件时，应借助夹板离合器进行，该离合装置位于测试夹的正下方。

(2)接入轴向引线元件时，为避免扭折引线，可采用轴向转接头，先把这两个配件分别插入测试夹的两端，再将其间距调到适合元件测量的位置，然后便将轴向引线元件插入两端的配件夹内。

(3)在轴向转接头必需相当牢固固定的场合，如在测量大量的同类元件时，需采用支撑板。

安装支撑板：首先把轴向转接头调整到适当的位置上，然后将支撑板悬置于轴向转接头上方，让每个轴向转接头穿过支撑板上的槽缝，放好支撑板，将固定螺钉对准电桥面板上的螺孔，最后上紧螺钉。注意：安装时不易将螺钉拧得过紧。

注意：本电桥虽能够对充电电容接入测试进行防护，但最好应将充电电容经适当电阻放电后才进行测量。

3.控制按键的操作

控制装置由 6 个按键构成，分上下两排于仪器面板右上方，图 1-37 所示。上排每个按键配有一支红色（LED）发光二极管，按动一下发出红光表示该功能有效。

下排每个按键配有两支红色（LED）发光二极管，这些红色发光二极管分别用来指示各功能按键控制状态。按动任一按键，如果是上方的 LED 亮，要改变此状态，需重新再按一下，就换为下方的 LED 亮。下面对各按键功能作说明：

- (1) LC—R 按键

此键用来决定显示电抗还是电阻元件测量值，若按亮“LC”左侧的LED，电桥即可测量电感或电容。电桥可自动判定被测元件属于感性或容性，并将其测量值显示在读数显示器上，同时量程指示相应的单位LED亮。若按亮R符号下的LED，电桥将测量电阻，此时量程指示面板中间一排电阻单位LED将发亮。

(2)SER—PAR 按键

测量时，某一元件的等效电路可在给定的频率上用串联或并联等效值来表示。显示串联等效时，应按亮SER指示器的LED，显示并联等效值时则应按亮PAR指示器的LED。注意：对于高Q值的电感和电容，以及低Q值的电阻，主项等效值即：电感元件的电感量、电容器的电容量、电阻器的电阻值在串、并联两种方式下实际是相同的。

(3)100Hz—1KHz 按键

本按键用于选择测量频率，测量频率的选择取决于测量元件的类型。值得注意的是：为了充分利用电桥对电感和电容的量程扩展能力，必需选用正确的测量频率。量值高时应在100Hz频率上测量，低量值应在1KHz频率上测量。选择不当时，电桥的自动提示系统将通过闪亮频率“100Hz”或“1KHz”指示LED来建议更改测量频率。

(4)Q 按键

选用Q值测量时，应按亮Q指示器，此时量程指示面板上所有LED将全熄灭。

(5)BIAS 按键

测量电解电容器时要用到2V直流偏压。这可通过按动BIAS键获得。注意：在启用或消除偏压电压后，电桥需要约40秒钟方可恢复。恢复期间，读数显示器上显示出BIAS字符，一旦BIAS字符消失，便可进行正常的测量，不再发生恢复延迟现象。

(6)LOCK 按键

按动LOCK按键，可使电桥丧失自动量程选择功能，并将量程锁定在按动LOCK键时的某一状态上，此功能在测量大批具有相同称值的元件是特别有用。使用自动量程系统时，元件接入测试夹后至第一次显示准确读数的时间总计为0.5秒。如果事先知道确切的量程，则可消除使用自动量程时的这段时间延时，从而可在测量大量元件时节省相当多的时间。

使用LOCK装置的方法是，首先把某一典型的测试元件接入测试夹，一旦出现读数显示，便按动LOCK键，注意此时LOCK指示器LED将亮，至此所有后续测量便可在同一量程上进行，直到再次按动LOCK键或断电才能取消该功能。

4.使用中注意读数显示器与量程指示

(1)测量值在4位7段LED显示器上显示。小数点可自动移位，在某些测量中测量值将不用全部4位显示。这是因为电桥具有鉴别显示位是否稳定，对于那些确认不稳定位将不予显示。

(2)在电桥能提供 $\pm 0.25\% \pm 1$ 个字的基本准确度的测量条件下，读数通常常用全部4位显示。

量程指示器在读数显示器的右侧（图A-36所示），电桥可根据被测元件的实际值，自动显示在某一单位上。注意：因Q值是无量纲的，因此在显示Q值时，量程指示LED不会发亮。

(3)低准确度提示

当电桥显示不能达到基本准确度的数值时，电桥仍进行测量，但将通过量程指示器中相应的单位LED每秒闪一次来指示测量为低精度。此时如果适当改变控制功能，便能够改进测量准确度，这种情况仪器将自动通过闪亮相应的控制按键上的LED来提示。

(4)串—并联提示

虽然电桥具有显示串联或并联等效值的选择性，但在不利的Q值情况下，用上述两种方式均不可能获得基本准确度。当需要改动某一显示方式以便提高基本准确度时，电桥将通过

过闪亮串联或并联指示发光二极管，来提示这一变化。若出现这种情况，按一下“SER—PAR”键，便可改变显示方式，从而提高测试准确度。

(5)频率提示

200μF~2000μF 的电容，200H~2000H 的电感，测量频率在 100Hz 只能获得基本准确度。同样，200pF~2nF 的电容和 200μH~2mH 的电感，只有在 1KHz 测量频率上才能获得基本准确度，若用户在不能取得最佳精度的频率上，对上述范围的元件进行测量，电桥将通过闪亮频率指示 LED 来指示用户应改变测试频率。电桥在不适当的频率上测量，不能获得基本准确度。

5. 建议采用的测量条件参考表 A-10

表 A-10 测量条件参考

元件名称	测量频率	串——并联
电容<1μF	1KHz	并联(PAR)
电容≥1μF(非电解电容)	100Hz	并联(PAR)
电容≥1μF（电解电容）	100Hz	串联（SER）
电感<1H	1KHz	串联（SER）
电感≥1H	100Hz	串联（SHR）
电阻<10KΩ	100Hz	串联（SHR）
电阻≥10KΩ	100Hz	并联(PAR)

当电桥在 100Hz 和 1KHz 频率上，能同时提供串联和并联等效元件值时建议：一定型号和数值的元件应采用一定的方式进行测量。这样做是为了获得既最适合于元件的结构形式，又最适合于元件常用的工作方式的测量。如大容量的电解电容器，常作为电源波滤元件，测量时会发现，1KHZ 频率上的电容值明显低于 100Hz 频率上的电容值。这种现象是由于这类元件的几何结构有关诸因素所构成。因此，电解电容在 100Hz 频率上测量的电容值是最有用的，电解电容的损耗项通常在串联等效电阻（ESR）上显示，因此，应该测量其串联电容和串联电阻值。