

V. 数据处理

V-1 模块简介

这里所谓的数据处理就是由 DB（即 $\partial B_z/\partial T$ ）和 B_z 计算全程视电阻率。原始数据经过转换后将自动产生下列文件：

- （1）磁场的时间变化率 DB（ $\partial B_z/\partial T$ ），文件为：*.DB
- （2）如果计算了磁场 B_z ，则产生另一个文件为：*.BZ

V-2 模块的进入

在功能选择模块点击“数据处理与解释”进入该模块（图 V-1）。

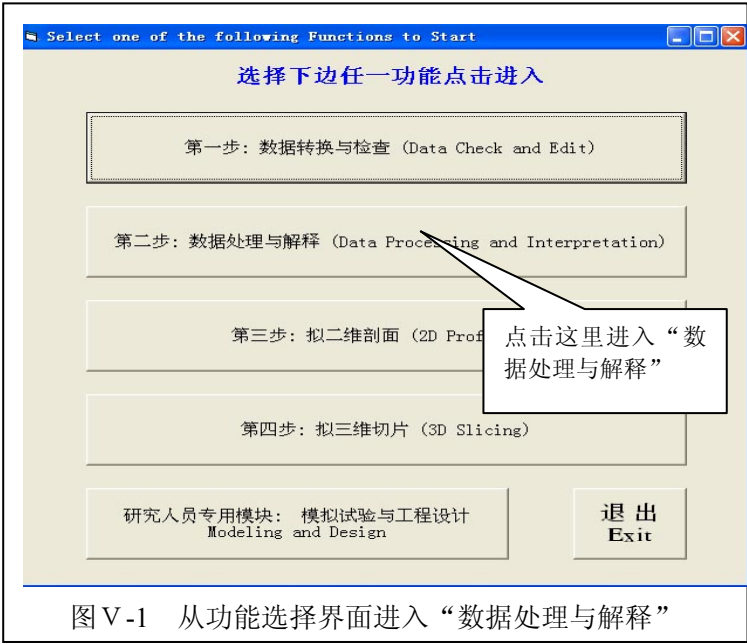


图 V-2 数据处理与解释模块主界面及各部分的功能

进入“数据处理与解释”模块后出现主界面，主界面包括五个主要部分，各部分的功能见图 V-2 中的说明。主界面中的其它部件的功能见图 V-3 中的说明。

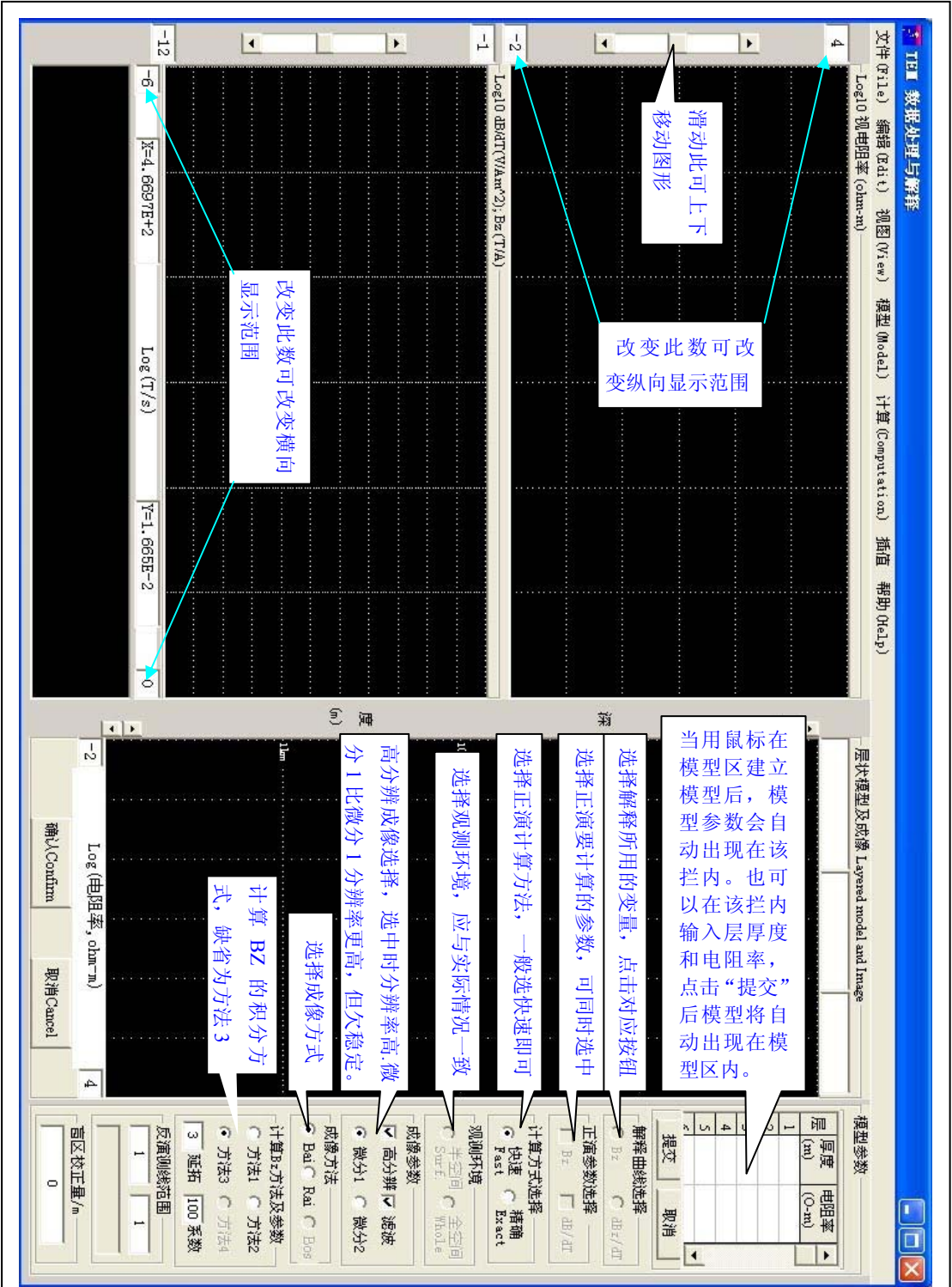


图 V-3 “数据处理与解释”主界面中的功能简介

V-3 数据处理流程

V-3-1. 数据的读入

点击文件菜单→出现下列选项 (图 V-4):

- (1) 新文件：清除已经打开的数据，刷新窗体。
- (2) 打开一条测线的 DB、BZ、DBR、BZR 文件

在地面面积测量时可利用下述功能同时打开所有测线的数据，这对于相邻测线的对比、提高处理效率很有用。

- (3) 打开一个测区所有测线的 DB 文件
- (4) 打开一个测区所有测线的 BZ 文件
- (5) 打开一个测区所有测线的近似 DBR 文件
- (6) 打开一个测区所有测线的近似 BZR 文件
- (7) 打开一个测区所有测线的精确 DBR 文件
- (8) 打开一个测区所有测线的精确 BZR 文件
- (9) 打开 MT 曲线：如果同时观测了 MT，则可以读入进行对比解释。



图 V-4 文件菜单

- (10) 文本编辑
- (11) 保存当前测线数据
- (12) 保存所有测线数据
- (13) 保存成像结果
- (14) 保存成像结果为
- (15) 调出已有模型：如果前一次解释时保存了建立的模型，那么下次解释时可调出该模型继续进行工作。
- (16) 调出已有成像结果
- (17) 模拟实验：该功能可以从功能选择界面进入，也可以从这里进入。

例如，当选择了“打开一条测线的 DB、BZ、DBR、BZR 文件”，出现文件目录界面，进入数据所在子目录，所有*.DB、*.BZ、*.DBR、*.BZR 文件自动出现在文件栏内，用鼠标选择所要计算的数据文件（图 V-5）。

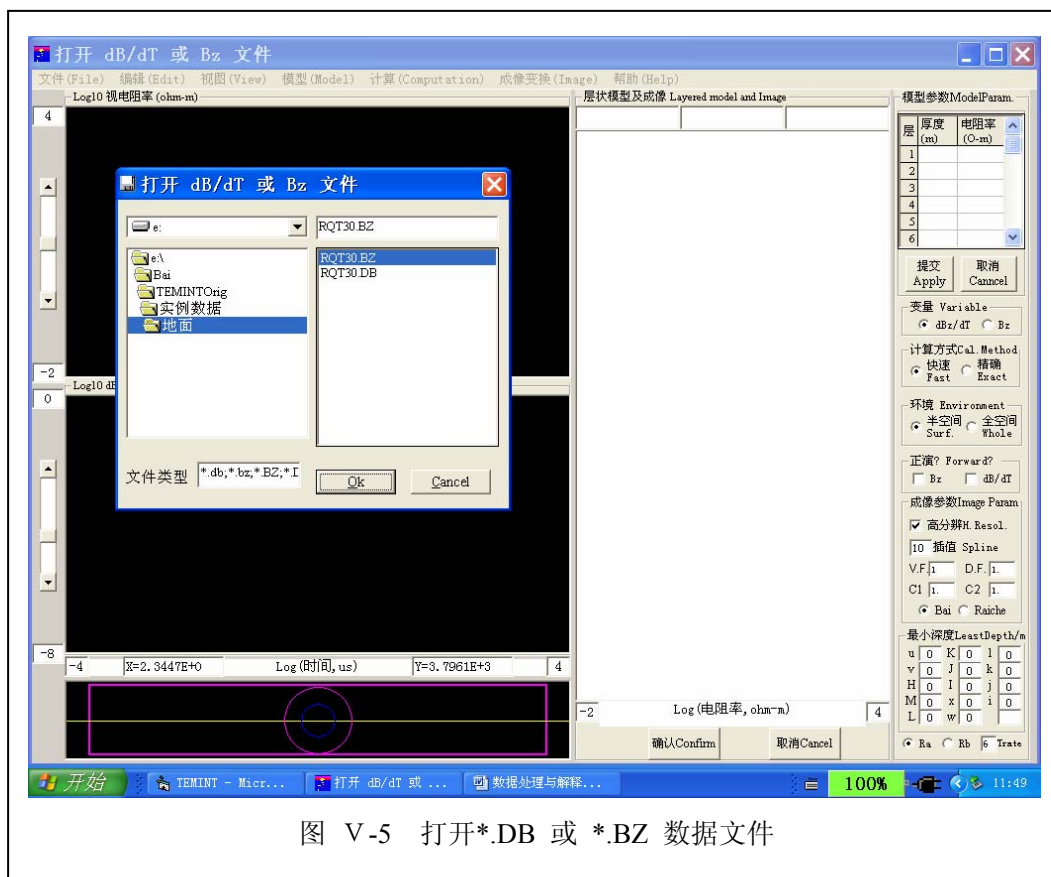


图 V-5 打开*.DB 或 *.BZ 数据文件

选中所需文件后，双击该文件，或点击“确认 OK”键，读入的数据曲线出现在左中栏中（图 V-6）。注意，这里读入的是一条测线的所有测点的数据。

V-3-2. 全程视电阻率的计算

(1) 读入*.DB 或*.BZ 数据后，即可进行全程视电阻率的计算。点击“计算”菜单（图 V-6），选择：

- 计算全程视电阻率（计算一条测线）：只计算当前选中的测线。
- 计算全程视电阻率（计算多条测线）：如果读入了多条测线的数据，则可以选择该功能。这一功能对于面积测量的大批量数据很有用，由于全程视电阻率计算较慢，特别对于精确计算，选择该功能后，就可以给计算机提交批处理任务。

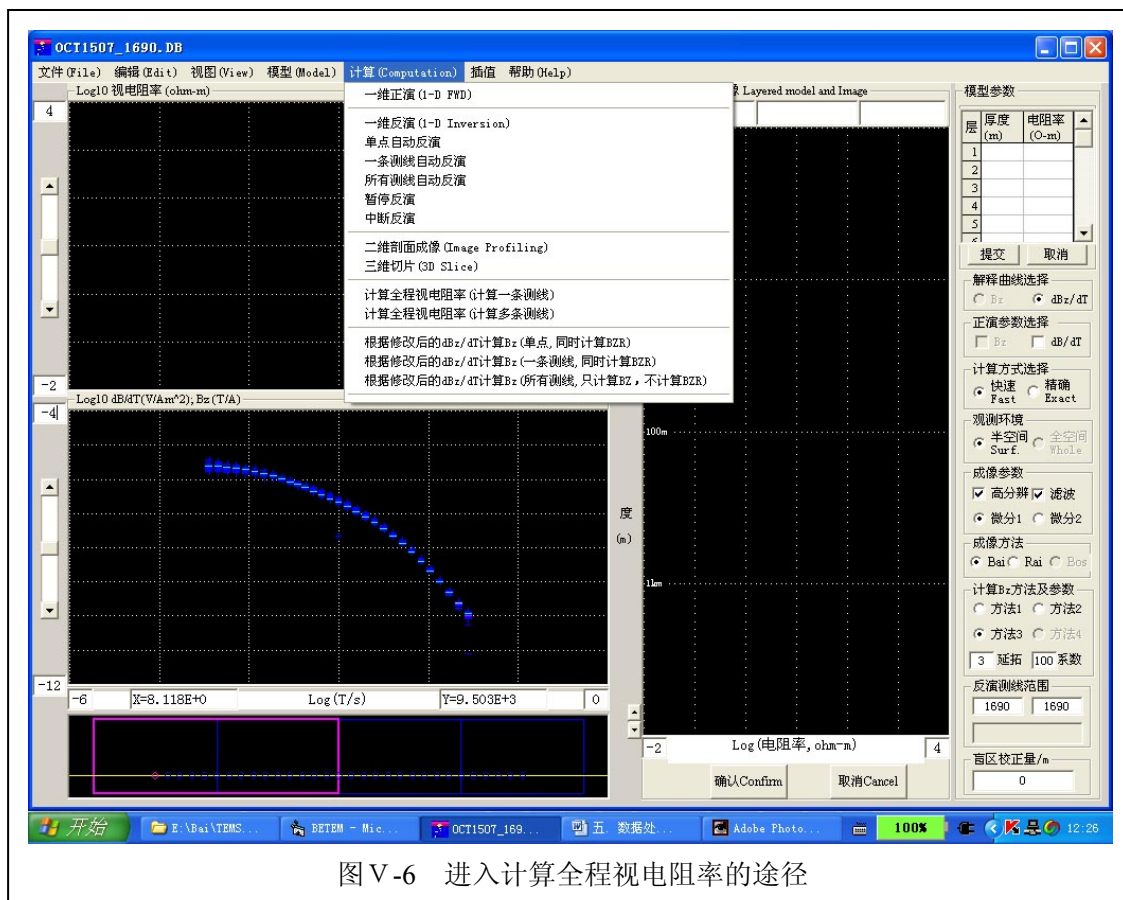


图 V-6 进入计算全程视电阻率的途径

(2) 选择了上述任一功能后，出现一个子窗口（图 V-7）。

(3) 在图 V-7 的子窗口中选择适当的选项，点击“开始计算”开始计算全程视电阻率。已经计算的测点的全程视电阻率自动出现在左上角的视电阻率栏内（图 V-7）。计算完成后图 V-7 的计算参数子窗口自动消失，计算结果自动存盘，存盘的视电阻率文件为：

如果采用*.DB 计算，则全程视电阻率为*.DBR。

如果采用*.BZ 计算，则全程视电阻率为*.BZR。

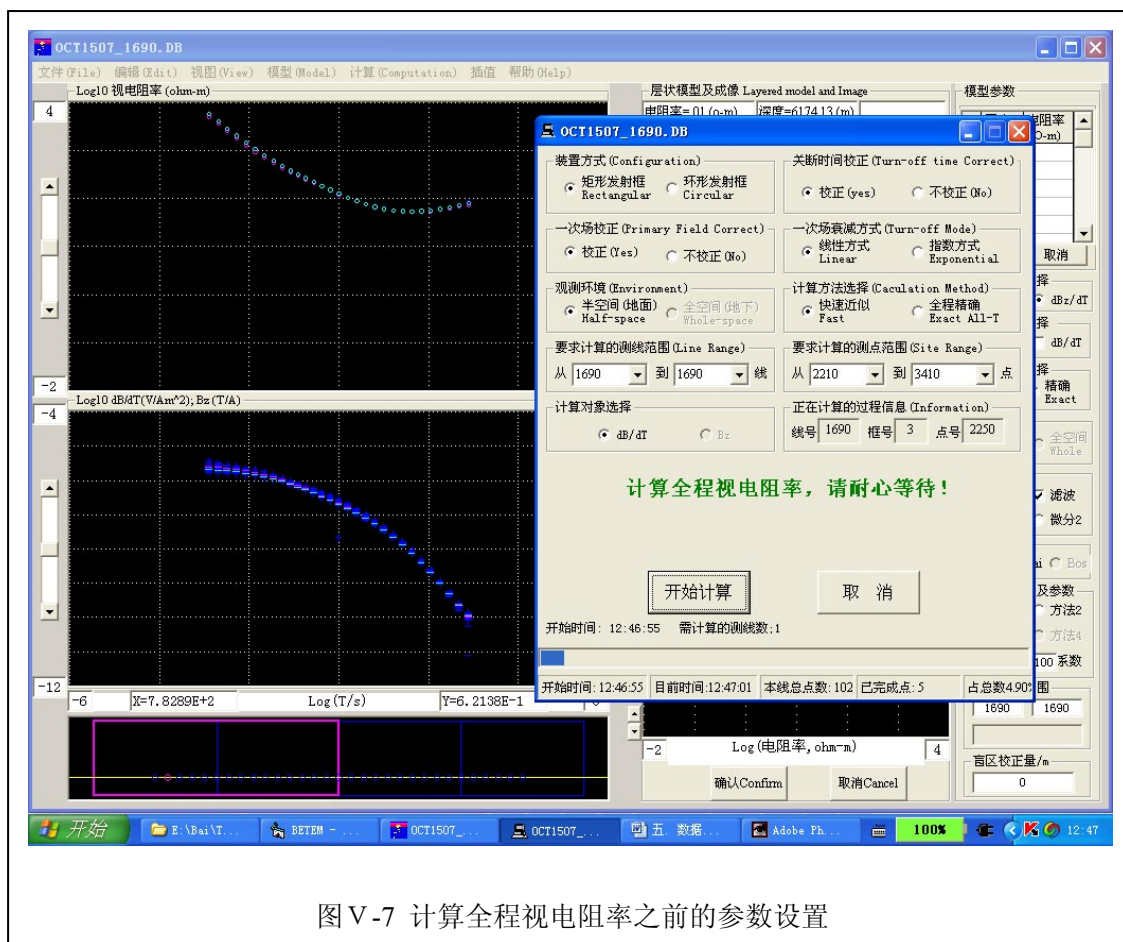


图 V-7 计算全程视电阻率之前的参数设置

注：该计算过程采用了近似和精确两种方式，在现场进行处理时可采用近似方式快速处理，室内处理时可采用精确方式。精确计算是 BETEM 软件中最费时的一步，需要耐心等待。根据计算机内存和速度的不同，每个测点需要大约一分多到几分钟。计算过程中可随时点击“取消”停止计算，下次计算时可打开已经保存的视电阻率文件*.DBR 或*.BZR 继续接着计算，而不必重新从*.DB 或*.BZ 开始。

V-3-3. Bz 的计算

BZ 以及 BZR 的计算是数据处理中非常重要的一环。原则上讲，地下介质的电性结构是确定的，不管用 DB 还是 BZ，所得到的电阻率分布应该一致。但实际上 DBR 和 BZR 往往存在差别，特别是早期阶段差别较大，其原因已经有人进行了分析（如 SPIES 等），目前认为主要有两种因素：（1）DB 是一多值函数，而 BZ 是单值函数；（2）磁场 BZ 本身和其时间的变化率 DB ($\partial B/\partial T$) 在地下不同介质的界面处的表现不同。一般来说，DBR 对地下界面的反映比较敏感，但容易引起假薄层，尤其对于某些层状结构根据 DB 无法得到全程视电阻率；BZR 对地下界面反应平缓，但由此得到的地下结构比较可靠，尤其对于早期阶段 BZR

要明显优于 **DBR**。所以，建议使用者在解释时分别用 **DBR** 和 **BZR** 进行反演，得到两个不同的模型，结合实际情况和其他资料，判断那个模型更好。

计算 BZ 是一个复杂的过程，这里进行一些详细地说明：

1. 计算 Bz:

- (1) 首先根据 DB 采用快速方式计算 DBR（图 V-7）；
- (2) 然后在“计算”菜单中选择“根据修改后的 dBz/dT 计算 Bz(一条测线，同时计算 BZR)”（图 V-8）；



图 V-8 计算一条测线的 BZ

- (3) 等一段时间后，计算完成，得到的 BZR 和 Bz 分别出现在左边的上、下两个栏中（图 V-9）。

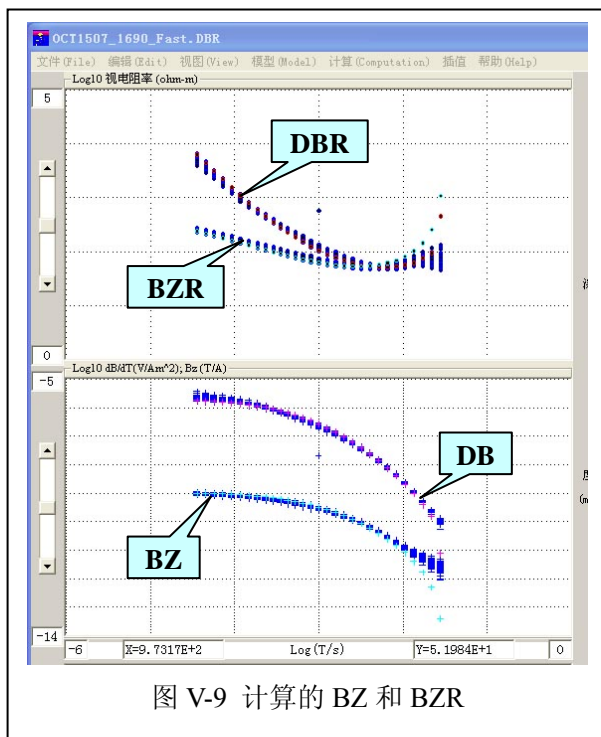


图 V-9 计算的 BZ 和 BZR

2. 调整 DB 后重新计算 BZ 和 BZR

第 1 步的计算属于盲算，计算 BZ 的公式如下

$$B_z(T) = \int_T^{\infty} \frac{\partial B_z}{\partial t} dt \quad (5-1)$$

由 (5-1) 式可知，T 时刻的 BZ (T) 是 $\frac{\partial B_z}{\partial t}$ 在 T— ∞ 时间区间的积分，所以当 T 时刻以后的某些时间门的 DB 存在较大误差（跳点、极性改变等）时，积分后的 BZ 将存在更大的误差，甚至 BZ 曲线发生错误。这种情况下，需要对 DB 进行一些必要的调整，然后重新计算 BZ 和 BZR。

判断 BZ 好坏的标准是 BZR 与 DBR 在晚期阶段重合或接近。

一般来说，影响 BZ 计算的主要因素有：

(1) 跳点的影响：

如图 V-10 所示，由于 DB 曲线最后一个门跳点的影响，根据积分后的 BZ 计算的全程视电阻率 BZR 在晚期严重偏离 DBR。对此可采用两种方式处理：A. 删除跳点；B. 给跳点一个估计值。

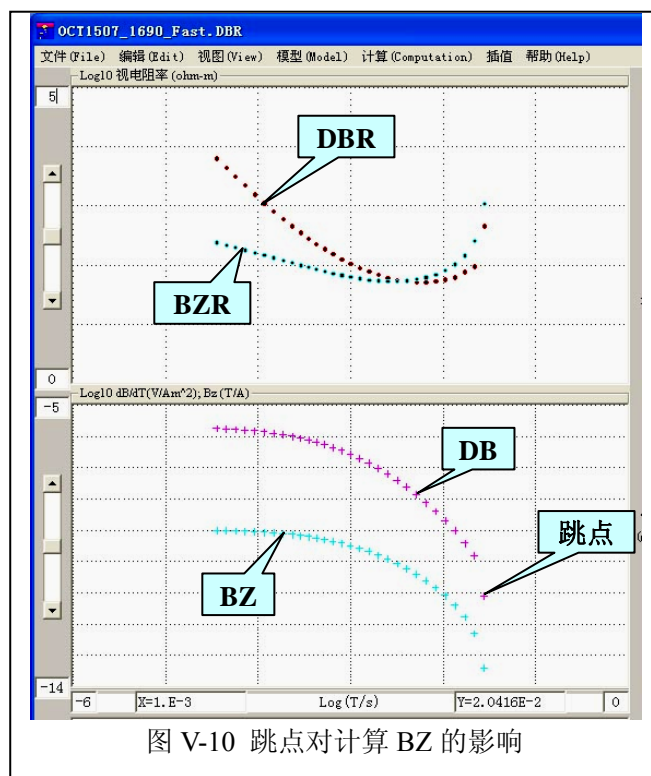


图 V-10 跳点对计算 BZ 的影响

图 V-11 是给跳点一个估计值后重新计算 BZ 和 BZR 的情况。由图 V-11 可见，校正了 DB 的跳点后，重新计算的 BZR 与 DBR 在晚期基本接近。

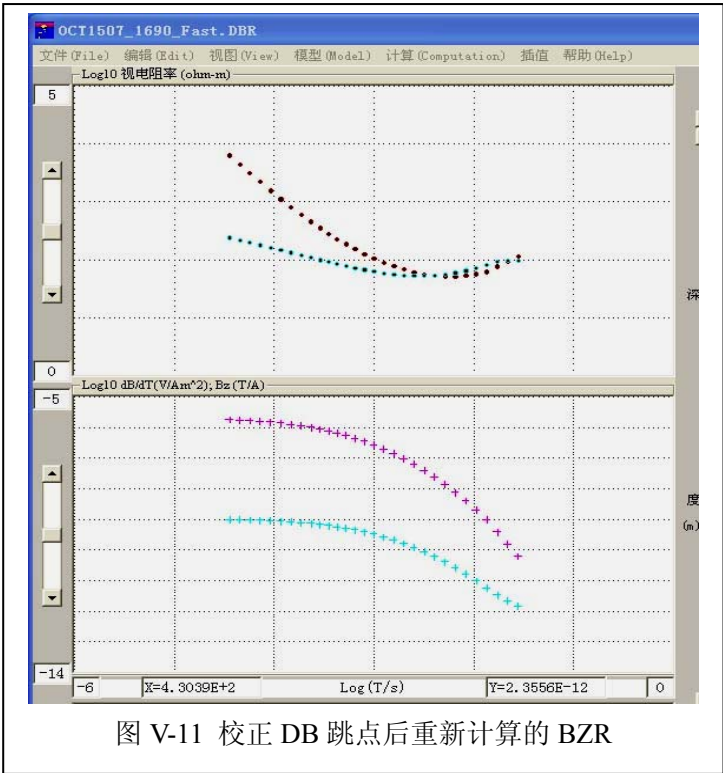


图 V-11 校正 DB 跳点后重新计算的 BZR

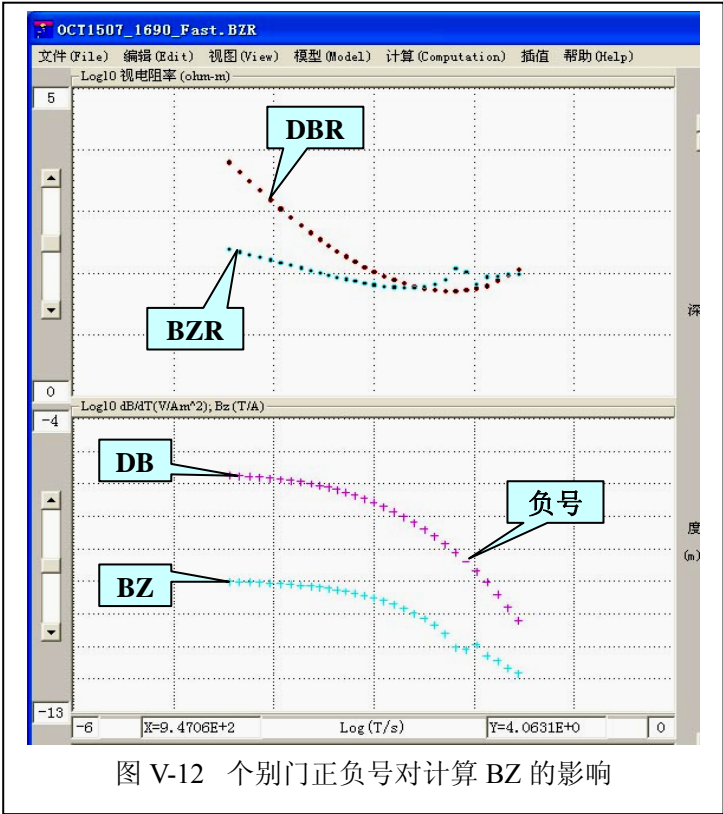


图 V-12 个别门正负号对计算 BZ 的影响

(2) 正负数的影响：

当 DB 曲线中个别点由于噪音的影响而发生正负变号时，会对 BZ 的计算产生严重影响，如图 V-12。在图 V-12 中，DB 有一个门的数据为负，而其它门均为正，结果积分后的 BZ 出现一个局部下凹，由此得到的 BZR 则出现一个局部

上凸，如果不注意，很可能造成一个局部薄层。这种情况下，可通过改变极性的办法予以修正。图 V-13 是把图 V-12 中负号门的极性改变后计算的 BZ 和 BZR。

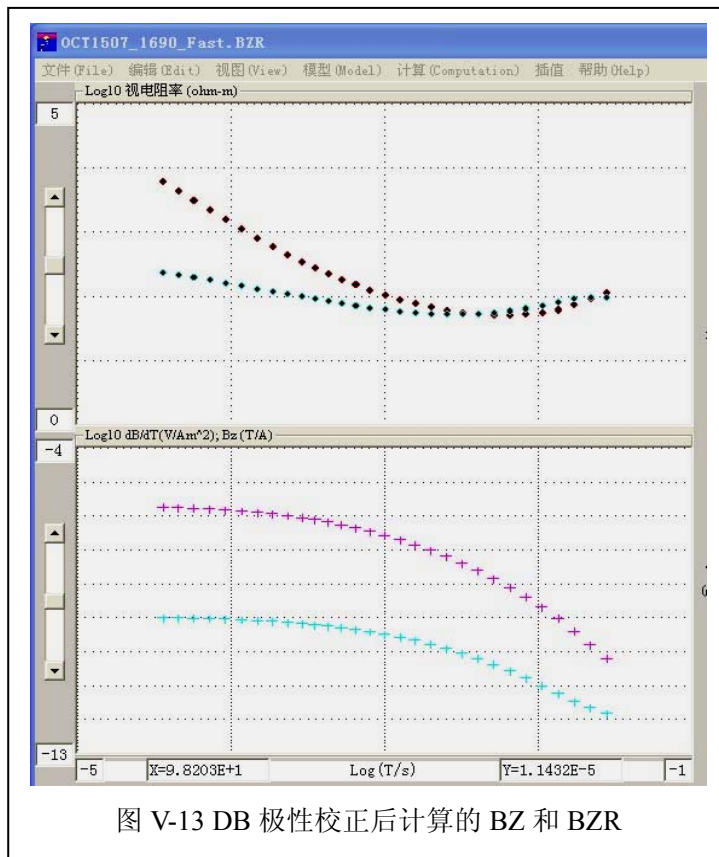


图 V-13 DB 极性校正后计算的 BZ 和 BZR

(3) DB 曲线延拓的影响

计算 BZ 的积分 (5-1 式) 的上限时间为无穷，而实际中观测的时间总是有限的，这就会产生一个截断误差。把 (5-1) 式改写为：

$$B_z(T) = \int_T^{T_1} \frac{\partial B_z}{\partial t} dt + \int_{T_1}^{\infty} \frac{\partial B_z}{\partial t} dt \quad (5-2)$$

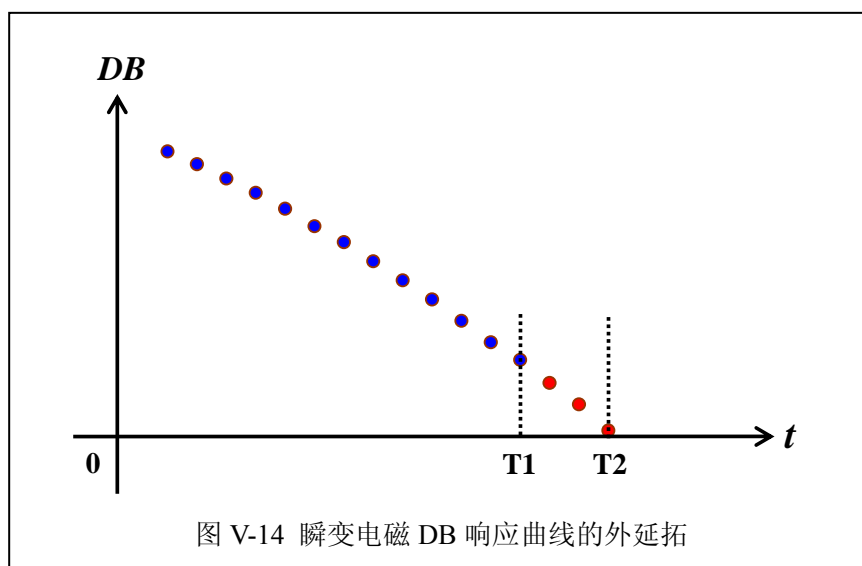
式 (5-2) 中的 T_1 为记录的最后一个门的时间， T_1 时刻以前的 DB 值是知道的，也就是说，式 (5-2) 中等号右边第一项是可知的。 T_1 以后的 DB 值是未知的，所以式 (5-2) 中等号右边第二项是不可知的，设为 X ，则 (5-2) 可改写为

$$B_z(T) = \int_T^{T_1} \frac{\partial B_z}{\partial t} dt + X \quad (5-3)$$

上式中的 X 叫残余误差或残余积分， BZ 计算的主要误差来自于 X 。如果 DB 在观测时间最后衰减完了，即 $T1$ 时间以后的 DB 基本为 0，那么残余积分 X 也趋近于 0，这时积分的 BZ 误差较小。但实际上， DB 的衰减到后期是一个非常缓慢的过程，不可能完全衰退，一般是进入噪音区，如果噪音较大的话， DB 的衰减就变得不稳定，从而很难评价衰减的程度，这时残余误差 X 的求取就很困难。

残余积分 X 的求取：

为了能够有效的求取残余积分 X ，我们在数学上采取了一种外延拓的办法，如图 V-14 所示，在 $T1$ 时间以后，用数学的手段人为增加几个门到 $T2$ ，用以弥补 DB 没有完全衰退的剩余量。 $T2$ 之后我们认为 DB 已经完全衰退，所以 $T2$ 之后就不再考虑了，这样 (5-2) 式就变成 (5-4) 的形式。



$$Bz(T) = \int_T^{T1} \frac{\partial Bz}{\partial t} dt + \int_{T1}^{T2} \frac{\partial Bz}{\partial t} dt \quad (5-4)$$

$T1$ 时间以前的 DB 是观测值， $T1-T2$ 之间的 DB 是延拓的估计值，都是可知的，所以 (5-4) 式是可计算的。

在数学上，一条曲线的外延拓有多种办法，这里我们采用了三种方法，这些方法在主窗体右侧的参数选择栏中可以找到（图 V-15）。因为 DB 曲线在不同的地质结构上的衰减有所不同，应用时可分别采用 3 种方法进行试，哪种方法效果好就采用那种方法。一般情况下，方法 3 基本上都能满足需要，所以作为缺省选择。



根据以上程序把每个测点的 DB 和 BZ 都调整好后，再选择精确方式重新计算 DBR 和 BZR。至此，数据处理就算全部结束。

数据处理小结：下边把数据处理的全过程作以总结，以便使用者有一个总体轮廓。

- (1) 读入 DB 数据；
- (2) 快速计算 DBR；
- (3) 快速计算 BZ 和 BZR；
- (4) 检查每个测点的 BZR 是否与 DBR 在晚期重合；
- (5) 如果 DB 存在跳点或正负变号，则对 DB 进行调整，消除这些影响，重新计算 BZ 和 BZR。
- (6) 每个测点都检查完后，存盘。
- (7) 选择精确方式重新计算 DBR 和 BZR。