脑电数据预处理基本步骤（九步走）

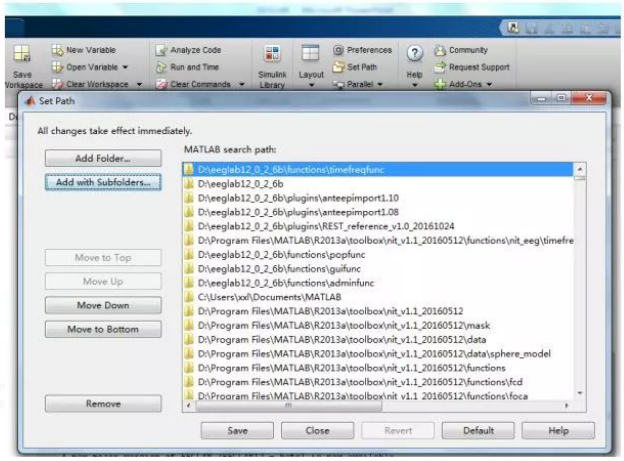
- 1.导入数据
- 2.定位电极
- 3.剔除无用电极
- 4.重参考（即重新选择参考电极，位置随意）
- 5.滤波
- 6.分段（可在此步骤保存数据）
- 7.插值坏导和剔除坏段
- 8.Run ICA （可在此步骤保存数据）
- 9.剔除眼动成分等（保存）。如：眨眼，眼瞟，明显的噪声（乱动）。

来源：彭薇薇老师

准备工作

启动EEGLAB

- 拷贝eeglab12_0_2_6b.zip. 也可以在EEGLAB的网站上下载最新版本
- 解压缩
- 打开matlab
- Set path→Add with subfolders，然后选择已经解压缩的文件夹
- 在matlab的任务窗口输入：eeglab



解读：eeglab 是基于 MATLAB 的一个工具包，一般加载的时候都从添加子文件夹导入。在添加多个工具包，记得只保留必要的工具包，避免兼容报错的问题。

一、导入数据

步骤 1： File - Import data - 不同的数据格式不同的导入方法

解读： 其中 BP 设备和 ANT 设备的数据，都是从.vhdr 中导入。

步骤 2： File - Load exiting dataset - eeglab_data.set

解读： 若是导入 eeglab 保存的数据，则直接按照步骤 2 导入即可。

来源：**AffectiveNeuroscience**

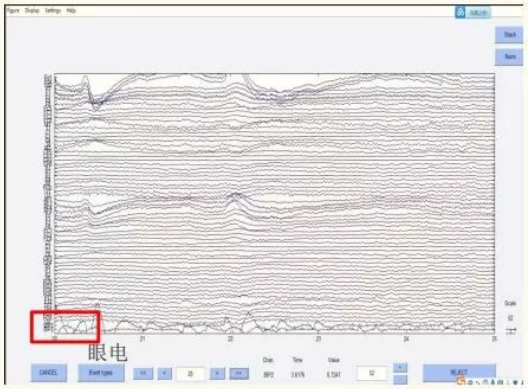
二、定位电极（时间）

步骤： Plot - Channel data(scroll) - settings - time range to display -setting - number of channels to display value(调整幅度）

解读： 可以在数据分析之前，浏览一下原始数据，自己对数据的好坏有一个评估。

Channel data (scroll)（位置任意）

- Plot→Channel data (scroll)
- Settings→Time range to display
- Settings→Number of Channels to display
- Value（调整幅度）



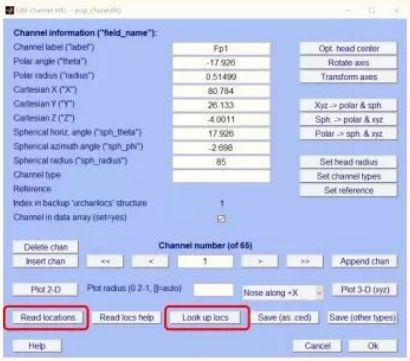
三、定位电极（空间）

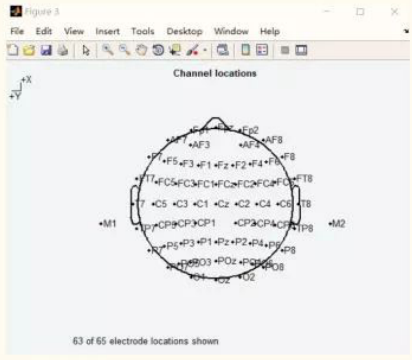
步骤： Edit - Channel locations - read locations (look up locs) - eeglab_chan64.locs(plot 2D)

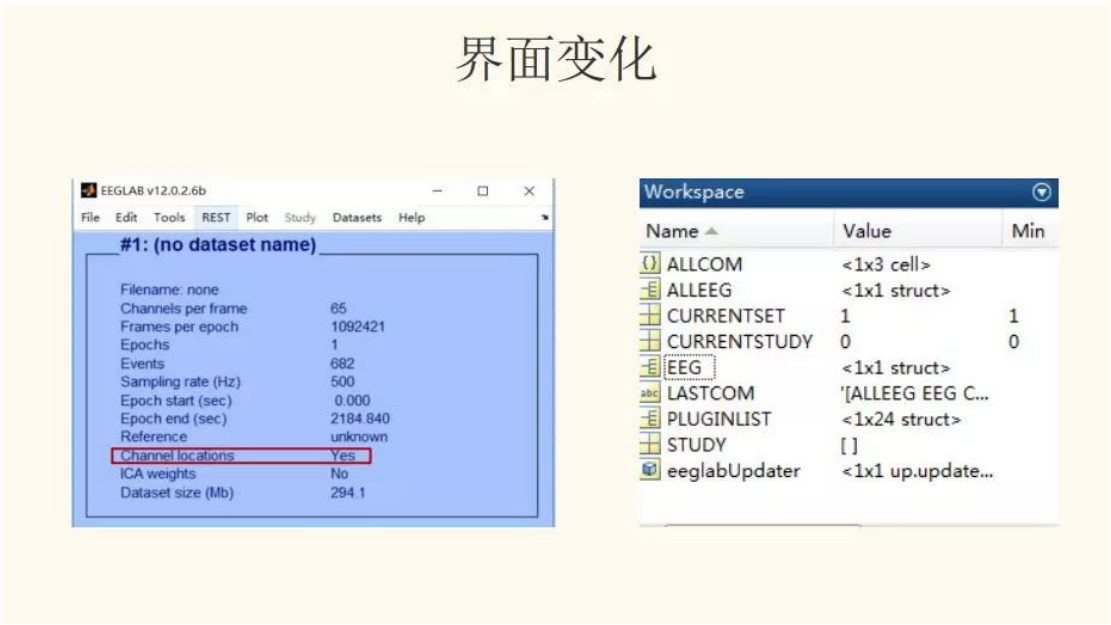
解读：在数据分析之前，查看电极点的分布图，方便后期进行使用插值法进行坏点替换。

Channel locations（空间视角）

- Edit→Channel locations→Read locations（Look up locs）→eeglab_chan64.locs (plot 2D)



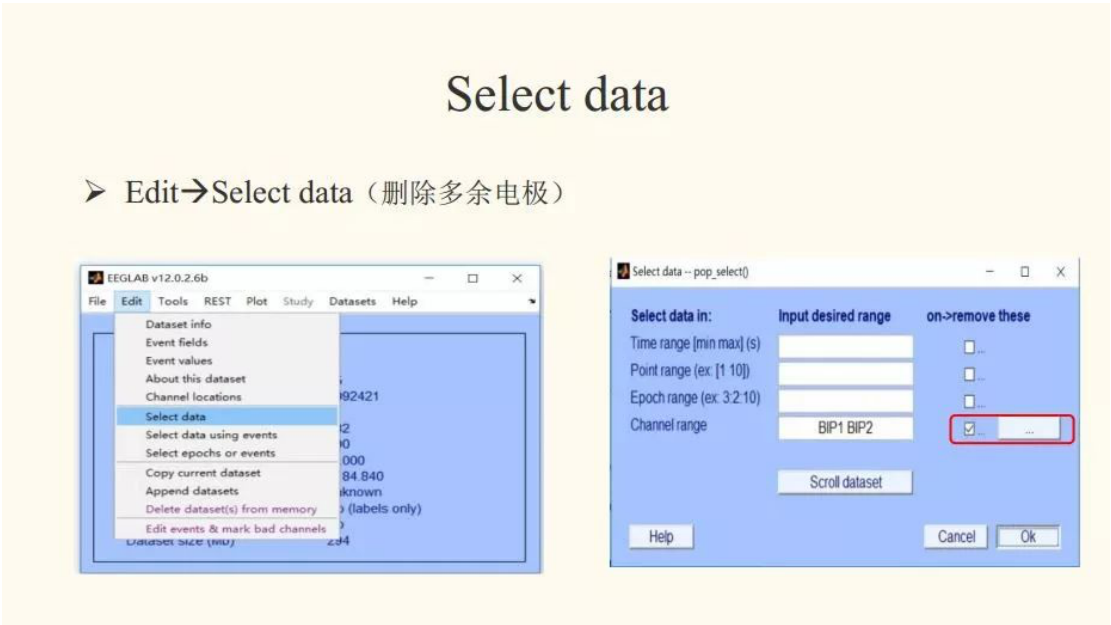




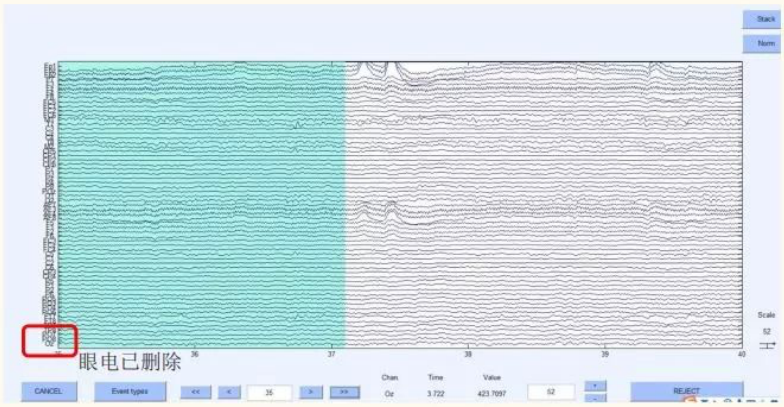
四、删除无用电极

步骤： Edit - Select data - 点上√，即删除选取的电极；不点√，则是删除剩余的电极。

解读：删除记录多余的电极，只选取自己需要的电极。



界面变化



四、重参考

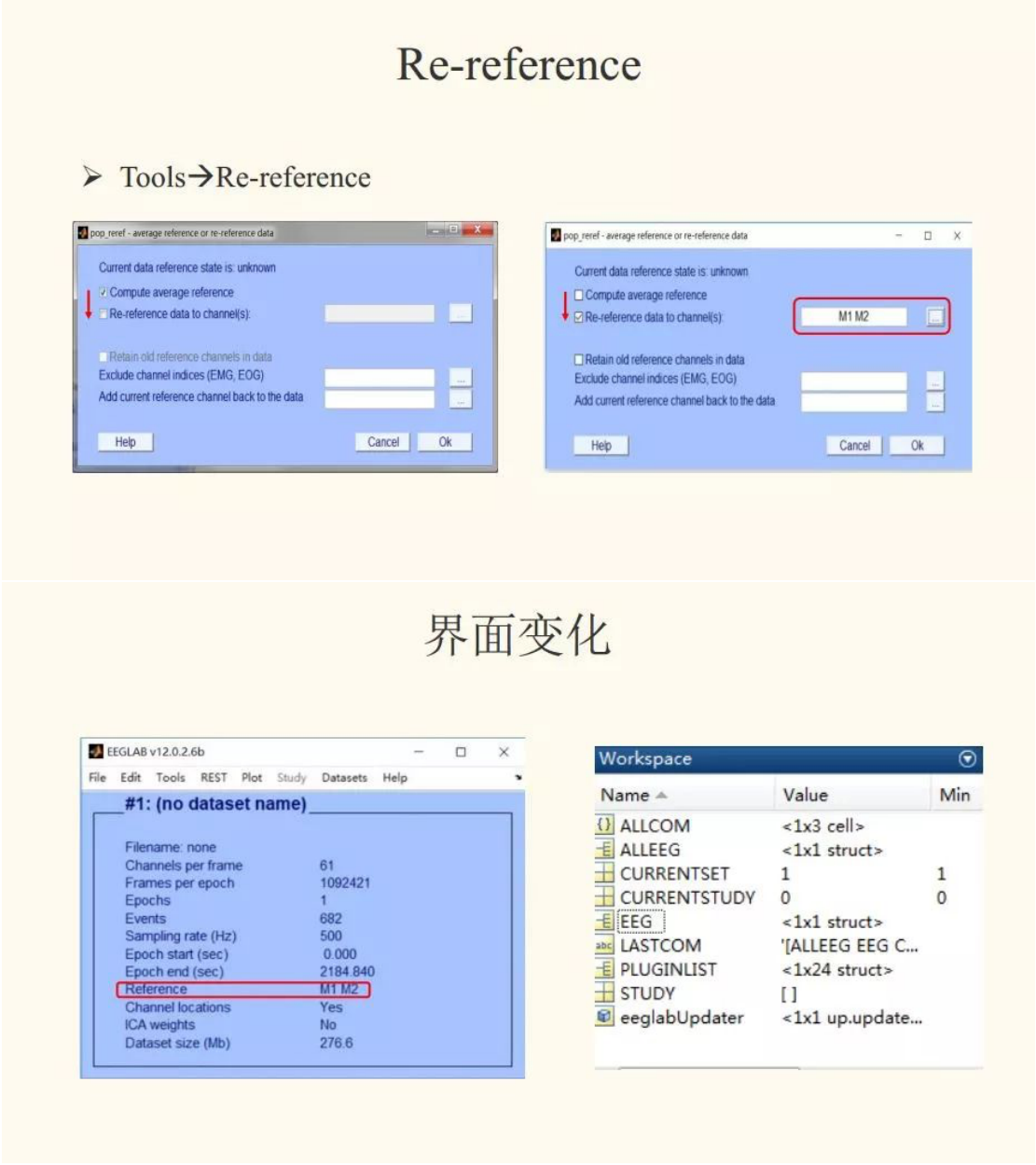
步骤 1： Edit - Re-reference - re-reference data to channel(s) - 电极点 M1 M2 (TP9 TP10) （双侧乳突）

步骤 2： Edit - Re-reference - compute average reference（全脑平均）

步骤 3： 使用姚德忠老师的 re-reference 插件（零参考）

解读：重参考的方法常用的有双侧乳突、全脑平均、零参考，具体选取那种方法根据以往的参考文献和自己的需要来进行选择。

重参考也是一种空间滤波，主要是通过另外一个角度来看问题。所以不同的在线参考其实对于离线参考没有太大影响。



五、滤波

步骤 1： Tools - Filter the data - basic FIR filter - (1 Hz high pass filter first) - Overwrite it in memory(根据需要获取目标频段）

步骤 2： Tools - Filter the data - Basic FIR filter - (30 Hz low pass filter second) - Overwrite it in memory

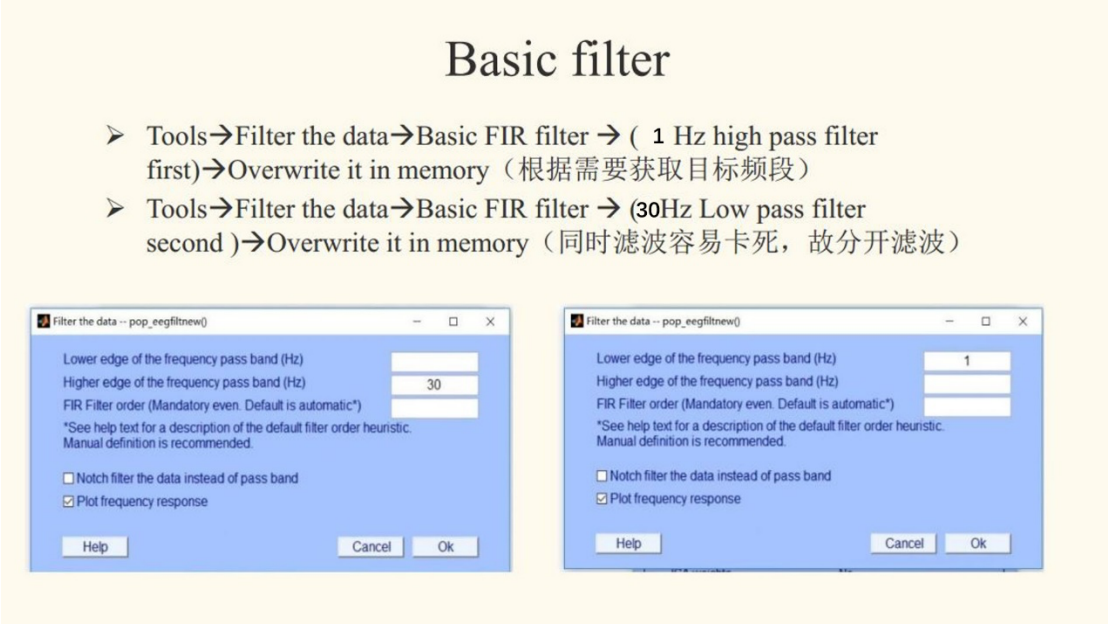
解读：高通滤波，是指高频信号能正常通过，而低于设定临界值的低频信号则被阻隔、减弱。因而是进行 1Hz 的高通滤波，而选择的时候，1Hz 是频率通过的下限。

低通滤波，是指低频信号能正常通过，而超过设定临界值的高频信号则被阻隔、减弱。因而是进行 30Hz 的低通滤波，而选择的时候，30Hz 是频率通过的上限。

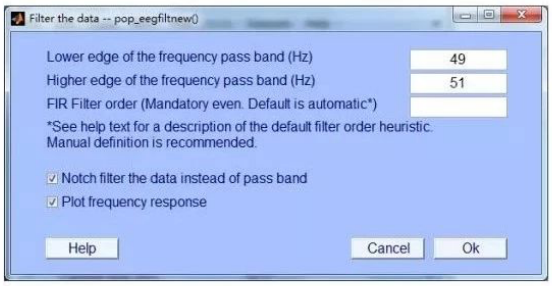
早期的 eeglab 版本，不能够同时滤波，容易卡死；最新版本的 eeglab 是可以同时进行空间滤波的。

若是后期要做时频分析，可以滤波的范围选择更宽一点，选择 0.1-100。若是只进行传统的 ERP 分析，可以选择 1-30 左右。

此外，若是进行 0.1-100Hz 的滤波，为了消除市电的干扰，可以进行 50Hz 的凹陷滤波。



• 凹陷滤波（消除特定频率的干扰，如50Hz工频干扰）



六、分段和基线矫正

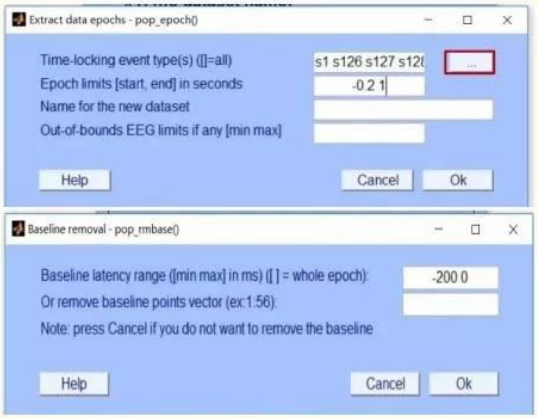
步骤： Tools - Extract epochs(分段 marker 全选）- Automatic baseline correction

解读：分段的步骤，可以在去除眼电之前，也可以在去除眼电之后。其实最好是在去除眼电之后，因为连续的数据在跑 ICA 时更好，只是数据量比较大，跑的速度比较慢。

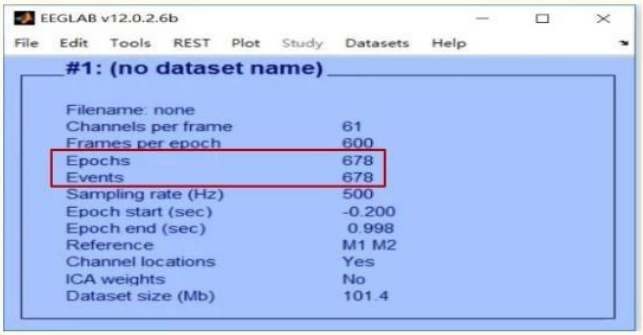
但是若是实验设计当中有出声、身体动，造成伪迹较多，数据杂乱，可以先分段，只是可以在分段的时候，尽量分段长一点。

Epoch and remove baseline

- Tools →Extract epochs (分段marker全选)
- Automatic baseline correction



界面变化



七、伪迹去除

步骤 1： Plot - Channel data(scroll）（删除坏的 trial）- 差值坏导（代码）

步骤 2： File - Save as - 保存文件

解读：伪迹去除是去除眼电之外的其他杂乱的伪迹，使得在 Run ICA 之前的数据比较干净，容易找到眼电成分。

Artifact rejection

- Plot →Channel data (scroll) （删除坏的trial）
- 插值坏导（代码）：

EEG.data(a,:,:)=mean(EEG.data([b c d e],:,:)) ;

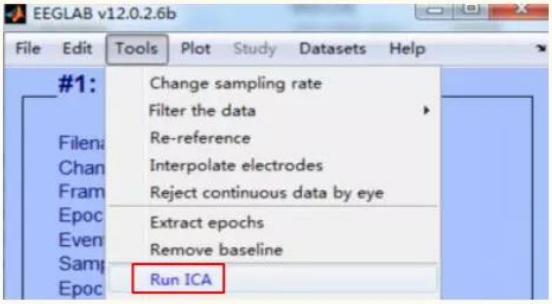
八、Run ICA

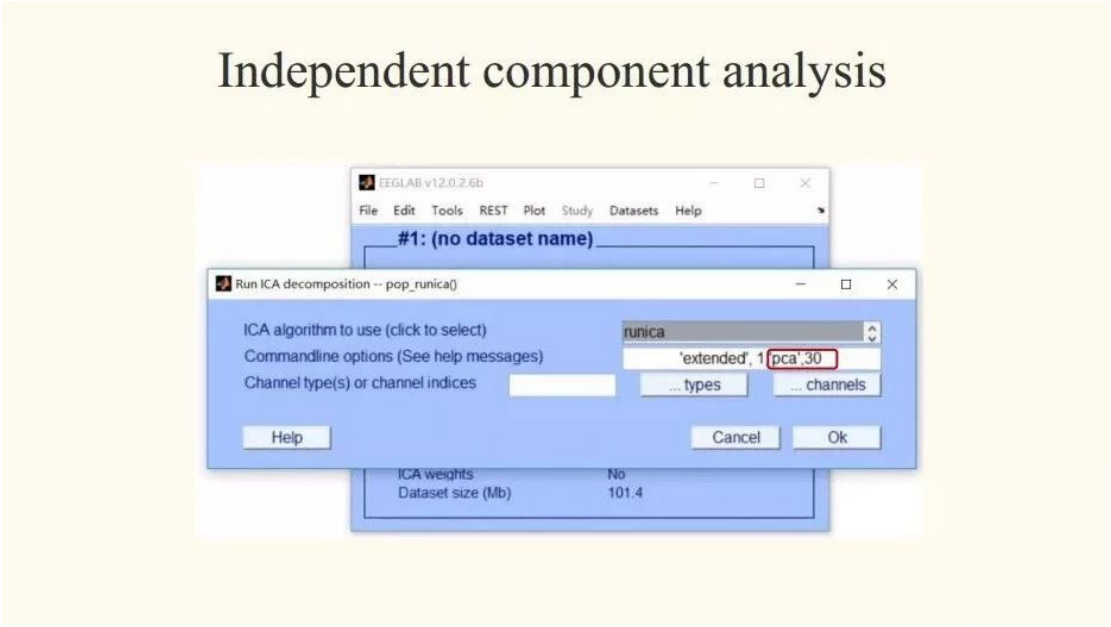
步骤： Tools - Run ICA - 'extended',1'pca',30 - OK

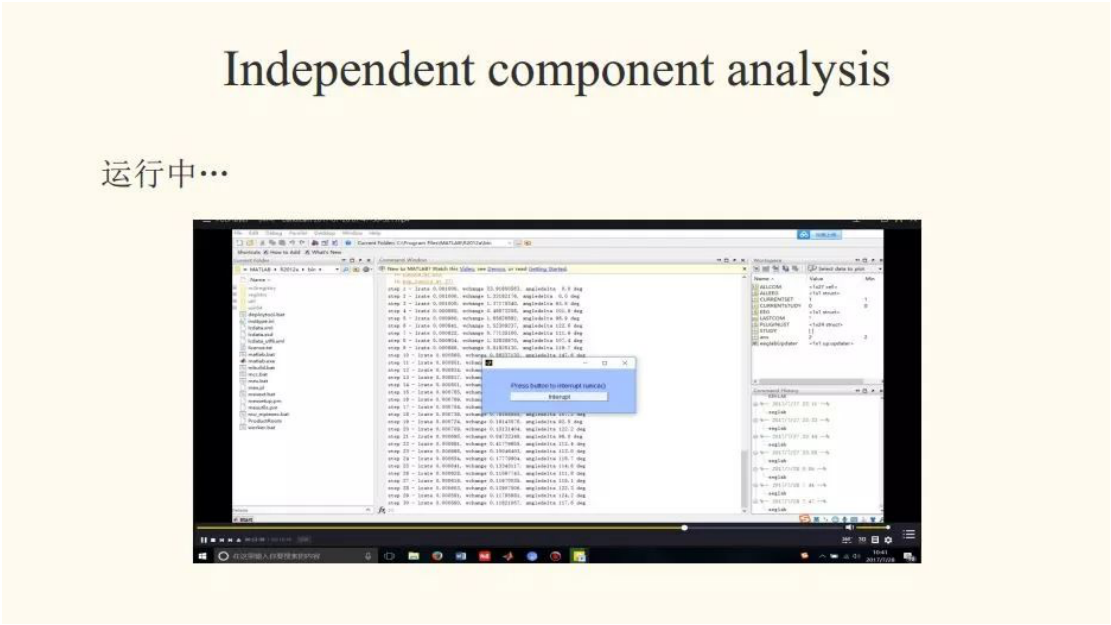
解读：Run ICA 的时候，可以写 30 个，也可以写 60 个主成分。去除的时候，需要去除自己最肯定的成分，一般都是去除眼电成分。

Independent component analysis

- 进一步去除脑电中的噪声（主要是眼电），可以多次使用。
- Tools→ Run ICA







九、眼电去除

步骤 1：Tools - Reject data using ICA - Reject component by map

步骤 2：Select each IC and observe

步骤 3：Tools - remove components - 填写删除电极的数字 - OK

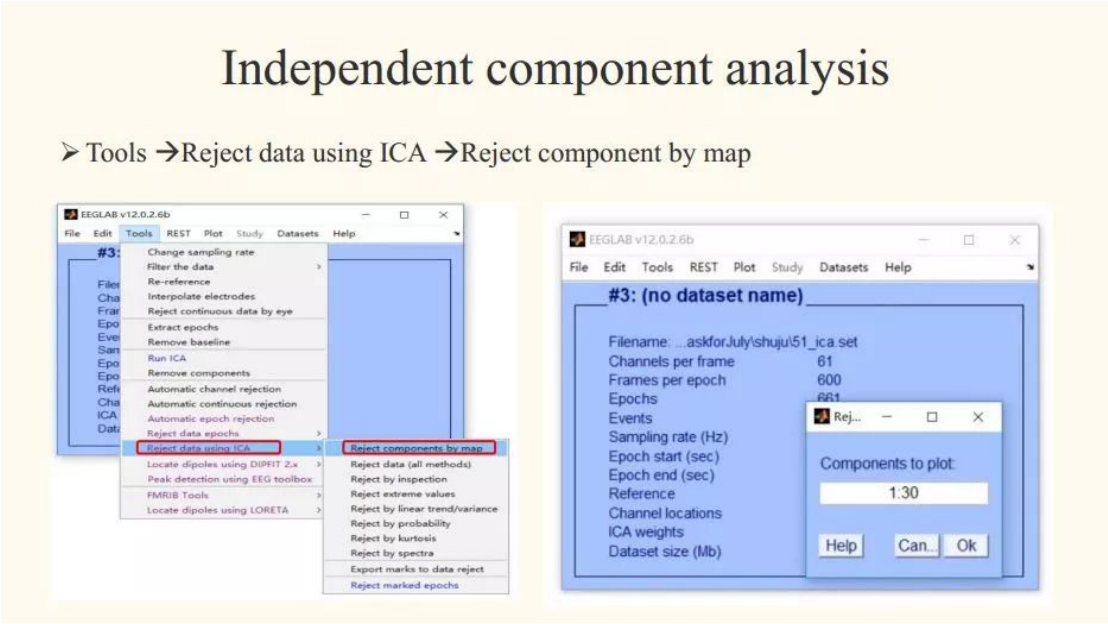
解读：眼电判断的时候，除了看地形图，也可以看频率分布图、每个成分的波形图，以及矫正之后的脑电图是否有差异，进行综合的评估。

只有自己很确定的伪迹主成分才删除，不然可能会删除自己想要的成分。

若是出来的成分，没有出现明显的伪迹成分，可以多跑几次 ICA；或者不分段重新跑一次；再或者再看看原始数据，删除杂乱的成分，重新再跑一次。

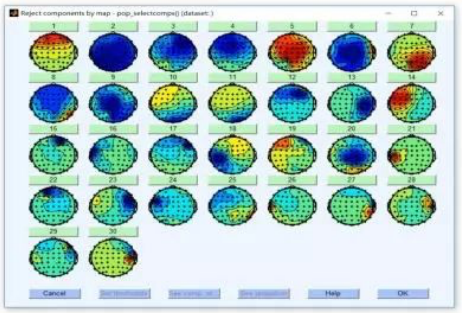
这是一步是很需要经验的步骤，若是前期自己把握不准，可以让有经验的人帮忙看看。

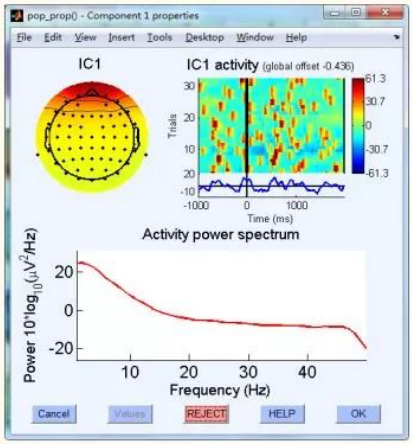
通过 **Adjust 插件**，也可以进行一个简单的伪迹成分的评估，不过最终的确定还是需要自己来进行评估。



Independent component analysis

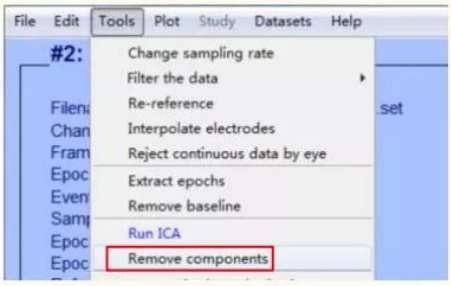
- Select each IC and observe

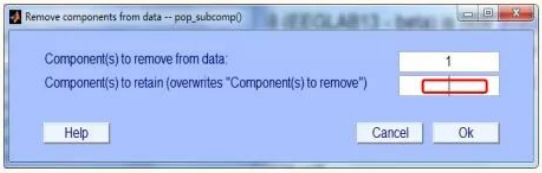




Independent component analysis

- Tools → Remove components





眼电去除的标准

来源：彭薇薇老师

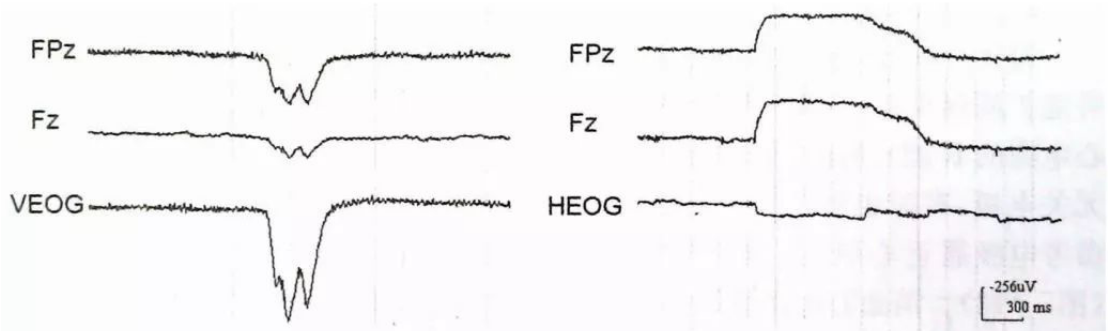


图 5－11　眼动伪迹举例

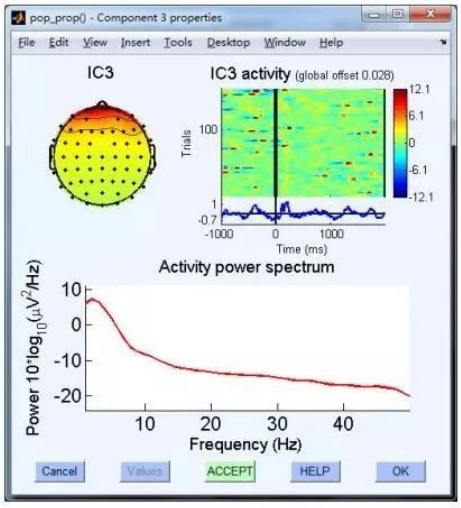
左：垂直眼电（VEOG）；右：水平眼电（HEOG）

- 经典成分-眨眼

- 判断依据：

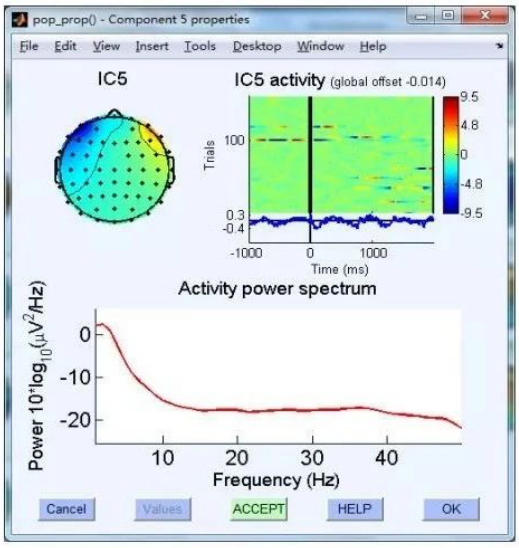
1　前端分布
2　小方块
3　随机分布
4　低频能量高
5　成分排序靠前

- 注意：颜色的深浅有意义，但是红蓝无所谓，大红大蓝都可以。



- 经典成分-眼漂
- 判断依据：

1　前端两侧分布，红蓝相对
2　长条状，红蓝相间
3　随机分布
4　低频能量高
5　成分排序靠前，但一般排在眨眼后面



- 经典成分：头动

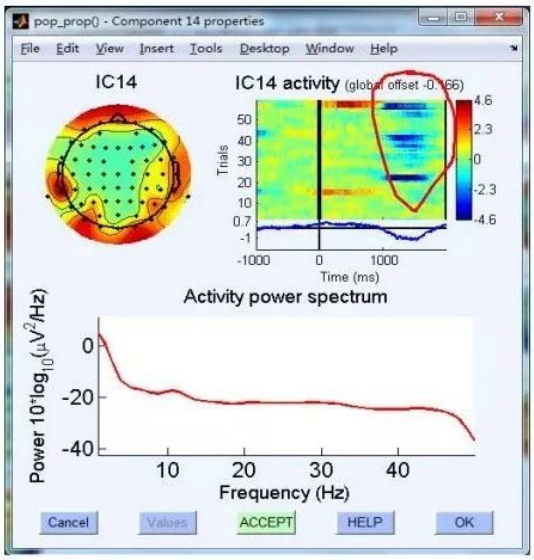
1 周围分布

2 长条状

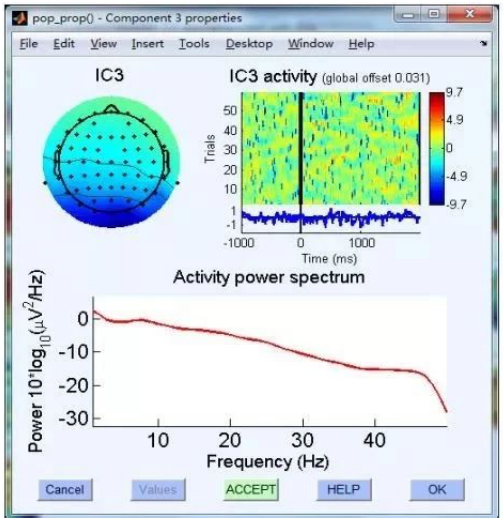
3 随机分布

4 在单个trial里有非常明显的漂移

非常长的飘移



- 其他成分
- 心电
- 呈雨点般散落状。

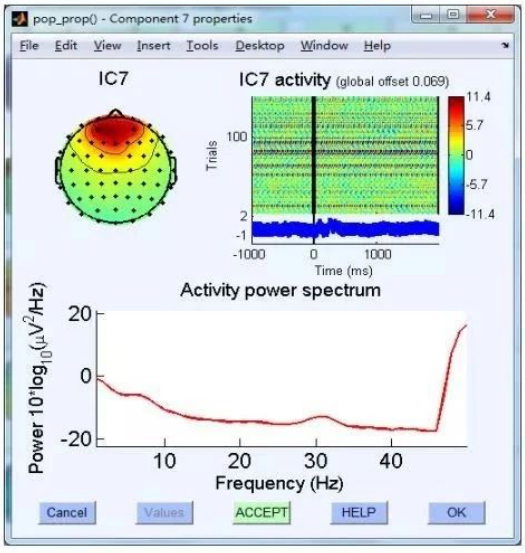


- 其他成分：工频干扰

1 分布在地线周围

2 单个Trial上的分布非常有规律

3 50Hz左右能量最高



十、预处理的批处理

步骤：eeg.history - 出现之前处理的代码 - 进行每个被试的批处理 - 然后处理完之后再手动去除眼电成分 - 保存为处理干净的脑电信号 - 进行下一步的分析

解读：脑电数据的预处理是为了提高信噪比，去除噪音，得到比较干净的数据。从而进行下一步的分析。