

脑电信号基础知识

主要参考文献：稳态视觉诱发电位脑 - 机接口的改进 王毅军

脑电信号的分类

- **是否需要外界刺激：**
 - 自主调节信号：不需外界刺激
 - 诱发信号：需要外界刺激产生

脑电信号的位相

脑波的位相又被称为脑波的极性

通常的规定是，以**基线为标准**，**波顶朝上**的脑波称为**负相（阴性）波**，**波顶朝下**的脑波称为**正相（阳性）波**。这里需要说明的是，在脑波的记录中，**通常把负电位记录在基线以上而正电位记录在基线以下**。按照相位的情况，脑波就有**单相、双相或多相**之分。在同时观察和比较两个部位的脑波时，两者之间的位相关系是一个很重要的指标。当两个部位的脑波在同一时间点上具有完全相同的周期和位相则称它们是**同相**的，当两个部位的脑波在同一时间向基线相反的方向偏转时则称它们是**反相**的。

判断脑电信号是否适用于BCI的依据

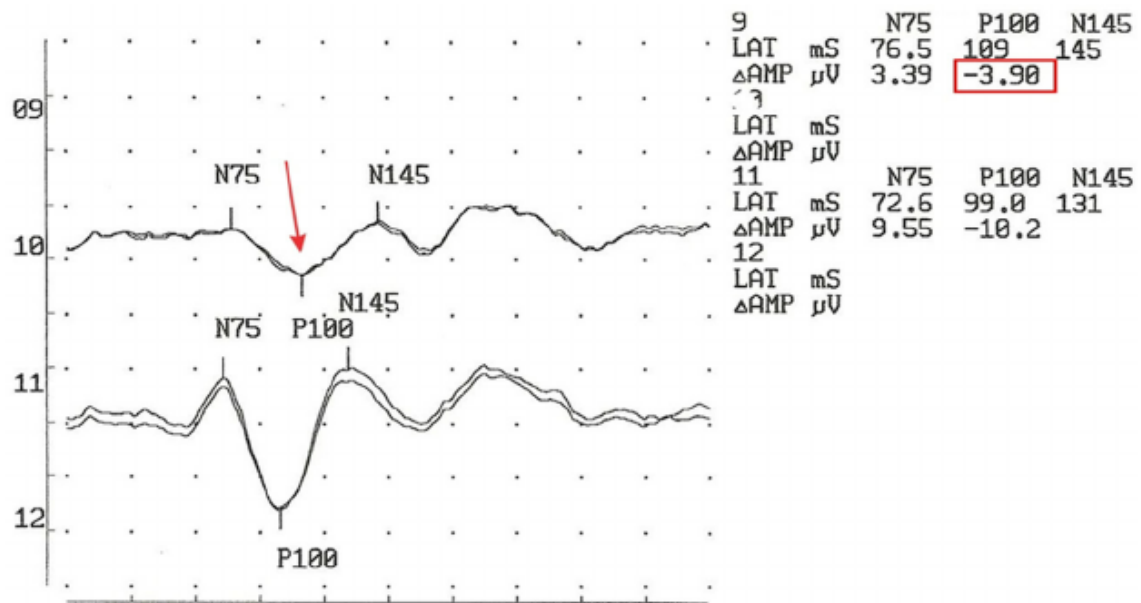
1. 使用 BCI 系统是否需要用到残余的肌肉控制
2. 是否需要经过训练才能生成用于控制的大脑信号，需要什么形式的训练
3. 有多大比例的使用者能通过这一信号来实现 BCI 控制
4. 信号的稳定性如何？是否会随时间的改变而发生较大的变化？

BCI常用信号

VEP 视觉诱发电位

- 外源性诱发
- 常用：**枕区Oz或枕外粗隆**->模式翻转视觉诱发电位
为三相复合波：P100, N75, N145

- P100:
刺激后100ms(90~250ms)



能在所有健康人身上记录到，且变异较小，稳定可靠

- 常用刺激方式
闪光、颜色交替、图形翻转等

• 分类 根据视觉刺激频率

Ideally, a TVEP is a true **transient** response to a stimulus when the relevant brain mechanisms are in **resting states**. It does **not depend on any previous trial**. If the visual stimulation is **repeated** with **intervals shorter than the duration of a TVEP**, the responses evoked by each stimulus will **overlap** each other, and an SSVEP is generated. In this circumstance, the brain is considered in a steady state of excitability.

(Brain-Computer Interfaces Based on Visual Evoked Potentials

YIJUNWANG,XIAORONGGAO,BOHONG,CHUANJIA,SHANGKAIGAO)

◦ tVEP (瞬态VEP)

通常需要经过多次叠加平均才能提取到，分析的参数多选择为潜伏期和波幅

◦ SSVEP (稳态VEP)

对稳态 VEP 的分析通常是在频域进行的，经常做的是频谱的分析。

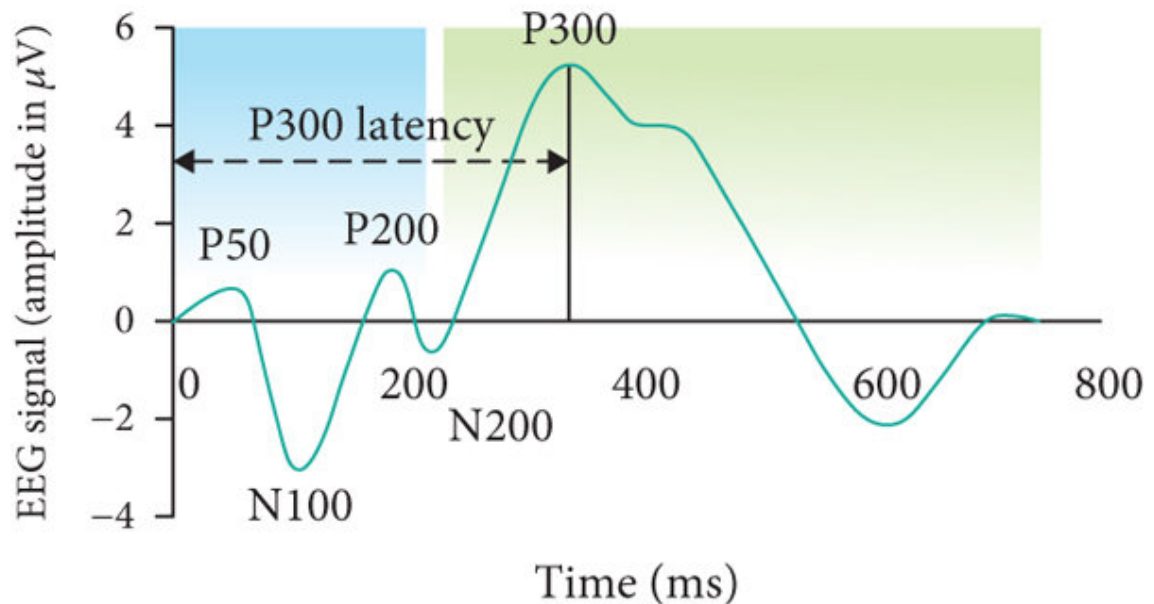
◦ Pseudorandom code VEP (???)

- 视觉诱发电位**不需要经过训练**就能诱发得到，但需要用到眼部肌肉来控制**眼球转动**，因而基于 VEP 的 BCI 系统是一种**非独立**的系统，不适用于那些眼部肌肉也完全瘫痪的病人
- 应用案例：利用SSVEP确定使用者注视方向

ERP 事件相关电位

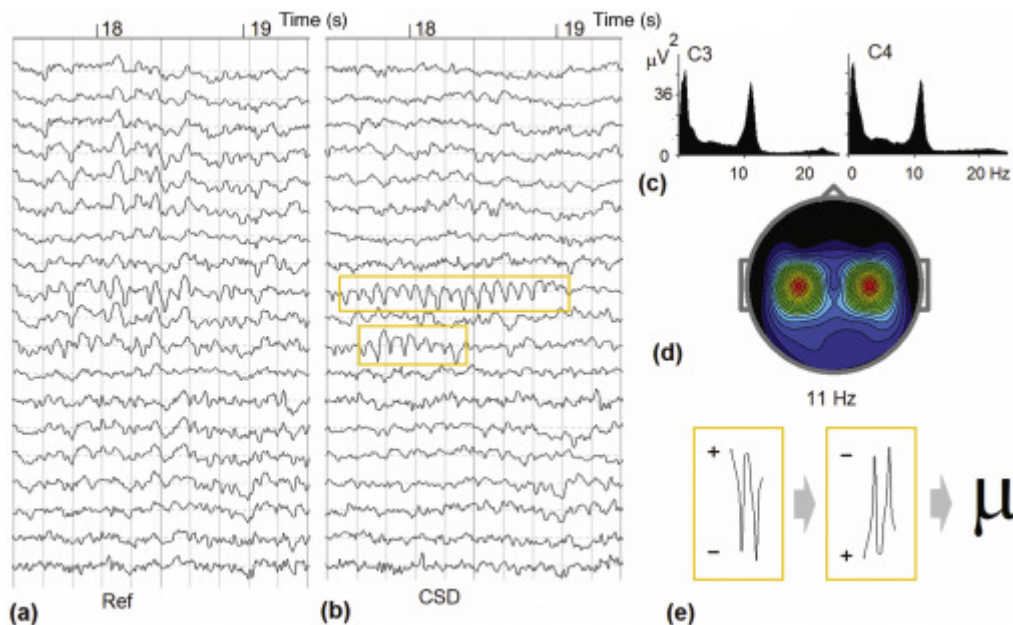
- Nature
对某种新异刺激事件进行信息加工时所诱发的一系列脑电位活动并在头皮记录到的相关电位变化
- 有**心理**或**语言**因素参与

- 常用信号 P300



- 激励事件后250ms~450ms
- 大正相慢波
- 内源性，心理因素，外界刺激不必需
- 提取方法：相干平均算法
- 通常做时域分析，指标有：波形、波峰潜伏期、波峰间期、波幅、波幅比值、波峰间期比值、波面积等
- 应用案例：Illinois Group, Donchin等，基于P300脑电的BCI，光标移动到目标选项时使用者产生心理活动，检测之

μ节律 (中央前区α波)



- 感觉运动皮层
- 形如 μ ，8~12Hz，与 α 波频段大致相同
- 存在于几乎所有成年人的脑电信号中
- 与肢体运动关系密切
可被感觉刺激、主动的肢体运动阻断，准备运动时也会有衰减

- 只存在于清醒放松的状态，于睡眠时消失
- 做为BCI信号的**优点**
 - 与运动功能密切相关
 - 可通过训练**自主改变**其幅度
 - 在成年人中普遍存在
- 应用案例：Wolpaw 基于 μ 节律幅度的BCI，控制 μ 节律幅度传递信息

事件相关同步化(ERS)与事件相关去同步化(ERD)

- 事件相关去同步化(ERD)表现为在某些频带范围内，脑电中同特定的神经活动事件相关的振动幅值的衰减过程，与之相对应的是事件相关同步化(ERS)，表现为幅值的增强
- ERD/ERS现象是指人在进行单边的肢体运动或想象运动时，对侧脑区产生事件相关去同步（ERD）电位，同侧脑区产生事件相关同步（ERS）电位。
- ERD/ERS 可以发生在真实运动或者想象运动中，**运动前 μ 和 β 节律的事件相关去同步化过程是一个明显的特征，它具有侧偏性，主要出现在大脑对侧的运动皮层和体感皮层区域。而在真实运动后，最为明显的是 beta 波的事件相关同步化过程，也就是 beta 节律的去同步化后的反弹过程。**
- 应用案例：Pfurtscheller 基于想象运动的BCI，想象左右手等部位的运动，引起不同的ERD/ERS空间分布特征，判断选择

慢皮层电位(SCP)

- EEG中缓慢变化的低频分量
- Duration: 0.5~10s
- 负相->皮层活动，正相->皮层兴奋
- 可通过**长期训练实现自主控制**
- 应用案例：Thought Translation Device(TTD)，每次通过调整SCP幅度传递1bit信息