

北京航空航天大学  
第二十二届“冯如杯”学生参赛作品

改进版脑电图机在防止  
驾驶员疲劳驾驶上的应用

## 摘要

随着汽车的普及，由驾驶员疲劳驾驶引起的车祸也呈增长趋势，国内外主动预防疲劳驾驶的产品也应运而生。但是国内的产品因为效果不好并不受广大司机朋友的喜爱，而国外的产品因为出口限制或者价格太贵等原因也一直没有进入到中国市场。于是在图书馆翻阅了大量有关生物医学、人体机能等方面的书籍后，本人发现“脑电波”可以成为一个指示驾驶员疲劳度的参数。但是测量脑电波的脑电图机因为结构复杂、体积庞大等原因并不适合在车内使用。所以本人提出了一个设想：将脑电图机所需要的电极都集中在一个类似帽子的装置里面，由于并不需要脑电波的波形，所以脑电图机的显示装置可以省掉，从而把焦点集中在 CPU 自带的报警器上。

关键词：疲劳驾驶，脑电波，脑电图机

## Abstract

With the popularity of the automobile, the traffic accidents caused by driver fatigue also show a growth trend. At home and abroad the active prevention of fatigue driving product also emerge as the times require. But the domestic products, because of bad effect, are not affected by the majority of drivers, and foreign products, for export restrictions or too expensive or other reasons, have not entered into China market. So having read a lot about biomedical, body function and other aspects of the books, I found the "brain waves" can be an indicator of driver fatigue parameter. But EEG machine measuring brain wave is not suitable for use in cars because of complicated structure, large volume and other reasons. So I come up with a conception: EEG machine required that electrodes are concentrated in a device like hat, because we do not need a brain wave waveform, so we can dispense EEG machine display device and focus on CPU built-in alarm.

Key words: fatigue driving, brain wave, electroencephalograph

# 目录

绪论.....	1
疲劳驾驶极易引起交通事故.....	1
国内预防疲劳驾驶的产品.....	1
正文.....	2
脑电波类型与疲劳度的关系.....	2
脑电图导联.....	2
抗干扰的措施.....	4
脑电图机.....	5
报警器.....	6
结论.....	7
优点.....	7
参考文献.....	7

## 绪论

### 疲劳驾驶极易引起交通事故

驾驶疲劳，是指驾驶人在长时间连续行车后，产生生理机能和心理机能的失调，而在客观上出现驾驶技能下降的现象。驾驶人睡眠质量差或不足，长时间驾驶车辆，容易出现疲劳。驾驶疲劳会影响到驾驶人的注意、感觉、知觉、思维、判断、意志、决定和运动等诸方面。疲劳后继续驾驶车辆，会感到困倦瞌睡，四肢无力，注意力不集中，判断能力下降，甚至出现精神恍惚或瞬间记忆消失，出现动作迟误或过早，操作停顿或修正时间不当等不安全因素，极易发生道路交通事故。因此，疲劳后严禁驾驶车辆。

### 国内预防疲劳驾驶的产品

1、挂耳朵的，一般驾驶员不愿意挂在耳朵上，功能非常简单，低头就报警，首先打瞌睡不一定就低头，等低头才报警估计已经晚了。

2、喝咖啡或喷兴奋药到嘴巴里，这个只有短时间的效果，且一旦过了时间人更疲惫，如果连续使用一个月，以后不再有任何效果。

3、手表式和眼镜式，手表式利用脉搏的跳动来估测人是否疲劳，没有权威的科学依据，眼镜式则是强迫带一幅厚重的眼镜来判断眨眼频率，基本上许多人都不适应，同时有一定的偶然性和滞后性。

4、方向盘触摸式，利用在方向盘上安装一些传感器来感知驾驶员是否握住方向盘，这和疲劳其实也没有直接关系，有些人睡着了手里还是紧握着东西，等人松弛了才报警估计也已经晚了，并且有安装传感器会使方向盘操作不方便。

5、车道偏移报警系统，技术上实现很容易，但不适合中国的路况，且在超车等情况下会存在误报，误报一多在该报警的时候人就不再敏感了。

## 正文

### 脑电波类型与疲劳度的关系

大脑皮质的神经元具有生物电活动，因此大脑皮质经常有持续的节律性的电位改变，称为自发电活动。临床上在头皮用双极或单极记录法来观察皮层的电位变化，记录到的脑电波称为脑电图。正常脑电图波形有如下几种：

波形名称	频率（Hz）	出现特征
$\alpha$	8~13	清醒、安静、闭目
$\beta$	14~30	睁眼、思考问题
$\theta$	4~7	困倦、睡眠
$\delta$	0.5~3.0	深睡、麻醉、缺氧

表-1

由上表可以发现，人在疲倦甚至熟睡时脑电波呈  $\theta$ 、 $\delta$  波，频率低于 8 赫兹，可以以此为依据来判断驾驶员是否疲劳驾驶。与之前提到的国内已有的检测方法相比，脑电波检测具有迅速、灵敏、准确等特点。

### 脑电图导联

与心电图记录一样，记录脑电信号首先必须解决电极在大脑表面如何放置，以及电极与脑电放大器输入端如何连接问题，即脑电图导联问题。

本人设想的车载脑电图机与临床使用的脑电图机相比的改进之处主要就在于在大脑表面放置电极的同时又不会给驾驶员带来太多不方便。

于是我想到把电极附在帽子上，与电极相连的导线埋在帽子的夹层中，输入盒（头皮电极的导线一般不直接与脑电图机输入端相连接，而是通过输入盒与主机相连，输入

盒为金属屏蔽盒，上有电极插孔，包括 20 个以上的脑电极插孔）微小化附在帽子的外侧（外形可根据市场需求进行设计）。

如图-1 所示是电极在头皮表面的分布图（圆圈即表示电极放置的位子）：

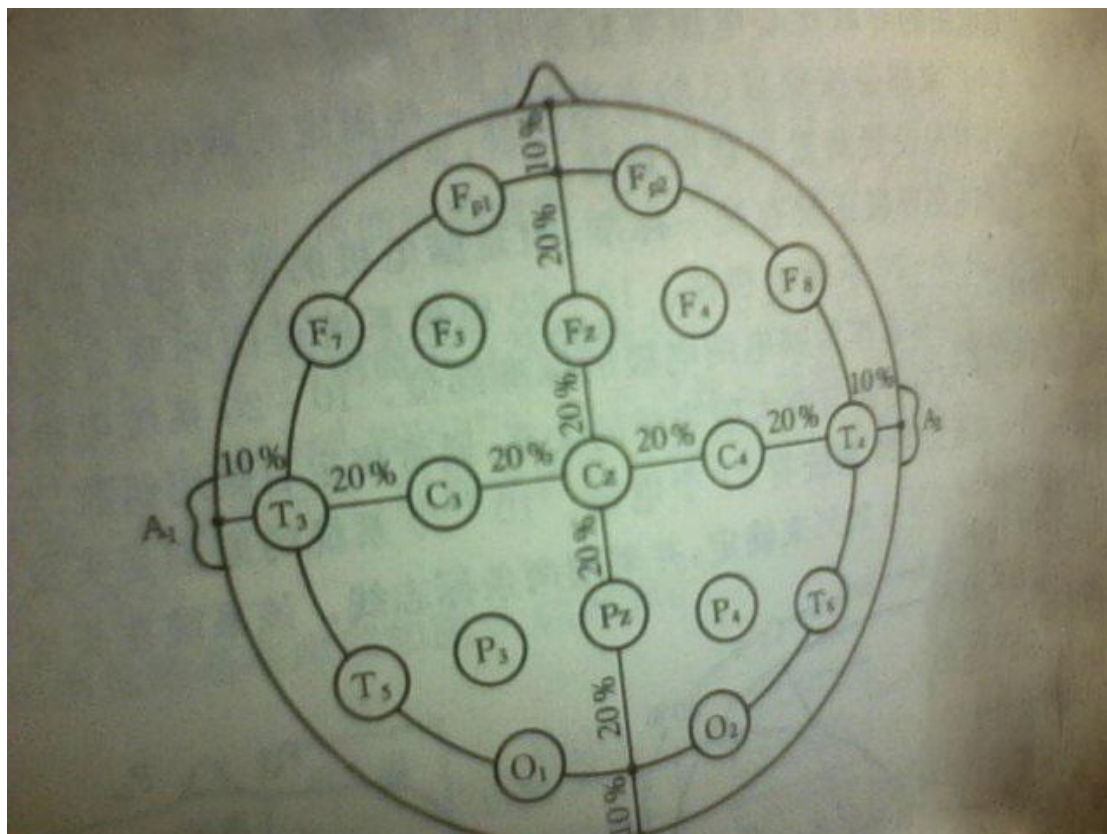


图-1

$F_{p1}$ —左额极， $F_{p2}$ —右额极， $F_3$ —左额， $F_4$ —右额， $F_7$ —左前颞， $F_8$ —右钱颞；

$C_3$ —左中央， $C_4$ —右中央；

$T_3$ —左中颞， $T_4$ —右中颞， $P_3$ —左顶， $P_4$ —右顶， $T_5$ —左后颞， $T_6$ —右后颞；

$O_1$ —左枕， $O_2$ —右枕；

$F_z$ —额中线， $C_z$ —中央中线， $P_z$ —顶中线；

$A_1$ —左耳， $A_2$ —右耳， $A_1$ 、 $A_2$  为参考电极。

## 抗干扰的措施

抑制干扰的措施很多，主要包括屏蔽、隔离、滤波、接地和软件处理等方法。

### 一、屏蔽

屏蔽是利用导电或导磁材料制成的盒状或壳状屏蔽体，将干扰源或干扰对象包围起来从而割断或削弱干扰场的空间耦合通道，阻止其电磁能量的传输。按需屏蔽的干扰场的性质不同，可分为电场屏蔽、磁场屏蔽和电磁场屏蔽。

### 二、隔离

隔离是指把干扰源与接收系统隔离开来，使有用信号正常传输，而干扰耦合通道被切断，达到抑制干扰的目的。常见的隔离方法有光电隔离、变压器隔离和继电器隔离等方法。

### 三、滤波

滤波是抑制干扰传导的一种重要方法。由于干扰源发出的电磁干扰的频谱往往比要接收的信号频谱宽得多，因此，当接受器接收有用信号时，也会接收到那些不希望有的干扰。这时，可以采用滤波的方法，只让所需要的频率成分通过，而将干扰频率成分加以抑制。

由于脑电波信号比较微弱，测量时需要仪器有良好的抗干扰能力。而在汽车内，因为众多仪器之间的互相影响，所以对车载脑电图机的抗干扰能力要求更高。所以除了采用银-氯化银制的极化电极，以提高极化电压的稳定性，以上三种抗干扰措施应该综合使用来进一步增加车载脑电图机的抗干扰能力。当然，临床使用的脑电图机必然在抗干扰上已经做的非常完美了，所以换一个角度，我们可以采用抑制干扰源，即对车内其他原有仪器（在不影响其使用功效的前提下）进行屏蔽、滤波处理。

首先，通过实验测量出汽车内所有设备发出的电磁干扰的频谱，因为此频谱宽于脑电波信号的频谱，所以滤波这种方法可以有效地滤去汽车设备绝大部分的电磁干扰。

其次，对能发出与脑电波信号频率相近的设备进行屏蔽处理，可在其外部罩上屏蔽体，通常用铜和铝等导电性能良好的金属材料作屏蔽体。

脑电图机

临床使用的脑电图机：

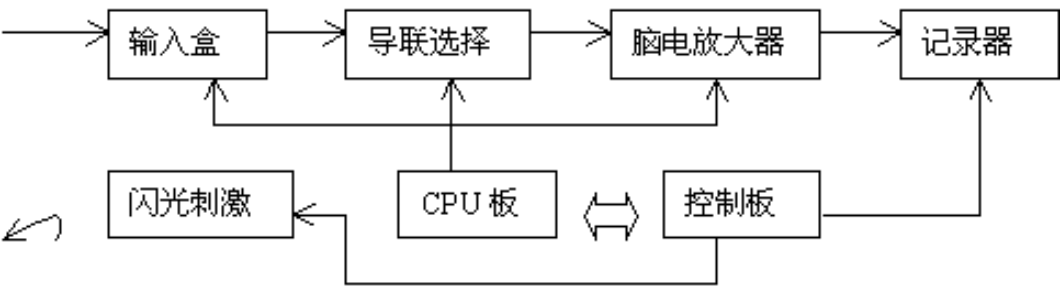


图-2

脑电信号被电极拾取后送至输入盒，然后经过导联选择器和放大器后送到记录器进行描记。现代脑电图机常用 CPU 控制各项操作，操作过程由存储于 ROM 中的监控程序来完成。

车载脑电图机在普通脑电图机内部结构上需要做的改进主要集中在 CPU 板上。图-2 所示脑电图机的内部构件其实可以看为一个可编程序控制器（PLC），可编程序控制器的组成如下：

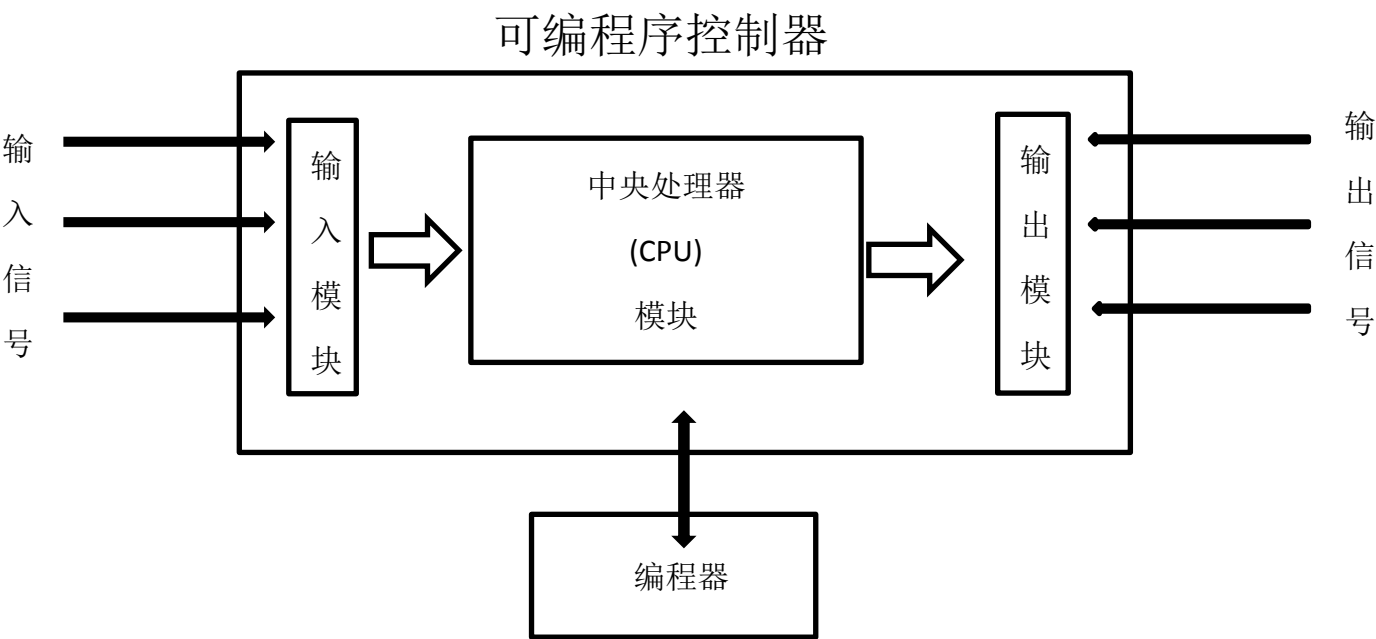




图-3

中央处理器（简称 CPU），整个 PLC 的工作是在 CPU 统一调度下进行的。CPU 主要由微处理器和存储器组成，系统程序固化在只读存储器（ROM）中，随机存储器（RAM）把从编程器输入的用户程序和数据存放在该存储器中。

输入和输出模块将 PLC 与输入信号、被控设备连接起来。输入模块除了接收和采集输入信号外，还要将这些信号转换成中央处理器能接收和处理的数字信号。PCL 通过输出模块向现场执行装置输出相应的控制信号。

PLC 的主要功能如下：

- 1) 开关量逻辑控制
- 2) 闭环控制
- 3) 运动控制
- 4) 数据处理
- 5) 通信与联网

普通脑电图机 PLC 主要运用了前四个功能，车载脑电图机在此基础上在 2) 闭环控制上更加着重。具体含义是：由于 PCL 具有运算能力和处理模拟信号的能力，因此，可以用于连续量的闭环控制。车载脑电图机就需要对放大后的脑电波信号电位差进行数据分析，并且以  $\alpha$  波和  $\theta$  波之间的分界作为下限来设定信号报警器（一般 PLC 自带）。

## 报警器

报警器(alarm) ，分为机械式报警器和电子报警器，经常应用于系统故障、安全防范、交通运输、医疗救护、应急救援、感应检测等领域。

大多数报警器是以声音、光、气压等形式发出警告。改进版脑电图机的报警方式可以随着输出模块接口所接执行装置的类型的不同而变化，因为每个人对声音、光线、触觉的敏感程度不一样，所以具体报警方式是个性化、多样化的。

## 结论

### 优点

构思的这个车载脑电图机与现在市场上已有的防疲劳装置相比，有以下几处优点：

1. 脑电波这个参数在检测人体机能时并不常用，主要是因为它变化太过迅速和突然。  
例如远程监护技术在空间计划上的运用，对宇航员的检测参数包括：心率、体温变化、呼吸、两导联心电图、氧消耗和二氧化碳分压。其中并没有脑电波这一参数，说明脑电波在指示人员生理状态时并不实用。但是换句话说，脑电波在检测驾驶员疲劳度这个灵敏度要求很高的工作上应该可以取得不错的效果。
2. 车载脑电图机在普通脑电图机上的精简和改进使它在应用时不会太多影响驾驶员的驾驶习惯，并且驾驶员可以有选择地“戴帽子”：当驾驶员确定自己头脑清醒，绝对不会出现疲劳驾驶的情况时，可以不使用这个改进版脑电图机；而当驾驶员在跑长途或者连续驾驶很长时间以后，则可以提前把帽子戴上以防在自己没防备的时候出现疲劳驾驶。
3. 车载脑电图机在内部结构上与普通脑电图机相比并没有什么很大的区别，也就是说车载脑电图机从设想具化为实物时并不需要其他过多的科技添加，在投入应用时在技术开发上并不用花费很多时间。

## 参考文献

- 【1】《人体机能学》，张克纯 主编，中国中医药出版社，2006
- 【2】《生物医学测量与仪器——原理与设计》，李天钢 马春排，西安交通大学出版社，2009
- 【3】《远程医疗概论》，白净 张永红 主编，清华大学出版社，2000
- 【4】《计算机控制原理与应用》，陈炳和 编著，北京航空航天大学出版社，2008