

日期：03/20/2006

講員：孫士育

講題：Biopotential amplifier 生理電訊號放大器及其設計

摘要：

常見的生理電訊號依不同的器官可分為 EOG、EEG、ECG、EMG、AAP 等等，可分別依其頻率範圍及訊號強度來設計電路觀察量測。以 ECG 為例，其發現到的頻率範圍約在 200Hz 以下，強度則可從 100 $\mu$ V 到 1mV 等範圍間變化；因此，設計電路時需根據不同訊號特性設計放大倍率和濾波頻段等特性。

通常生理電信號強度很弱，我們需要高增益、高信雜比放大後才能供量測分析使用。一般是用差動放大電路放大差模訊號，並且將共模訊號濾除；也就是說，用在生理電訊號的放大電路必須具有足夠高的 CMRR 值。另外，因應不同種類不同頻段的訊號，可使用濾波器將其他不想要的波段濾除以減少雜訊影響，因此量測電路的頻率響應特性也是要列入設計考量。當有來自電源線交流信號的干擾時，可使用硬體濾波器及軟體處理方式減低影響。舉例來說，電源線交流信號耦合到人身上和電路上的影響大約是在 100 $\mu$ V 的數量級，和 ECG 的信號相比之下影響約是 10%；但和 EEG 通常在幾百 $\mu$ V，或是 EOG 約 100 $\mu$ V 的訊號強度相比，電源線的干擾就不可以忽略了。

除此之外，還有很多因素會影響收到的訊號。例如有開路的電極會有類似天線的功能，可以接收到和想量的信號無關的電磁波；空氣中的電磁波也會經由迴路產生感應電動勢加在待測信號上；還有最基本的電子熱擾動雜訊等。有些情形下，經過特別設計的濾波器可以減少此類電雜訊影響；雙絞線或是有屏蔽的線路則可以消除掉環境電磁波干擾；還可以將受試者移至電磁屏蔽屋進行量測，不過這需要較高的成本。然而，在一些其他的情形下這些干擾是很難排除的：像是信號之間的干擾。譬如說量測 ECG 信號的同時，受試者同時會有呼吸的 EMG 信號產生，兩種信號會疊加在一起被觀察到。或者因為濾波器或傳輸線的頻率響應會使信號有變形的情形發生，這些都是設計量測電路時應注意的。

另一方面，量測電信號的電路通常是和受試者直接接觸，因此需要設計保護電路以免受試者觸電；電路接地點如果沒有連接，會造成受試者身上有靜電荷累積而觸電；生物體是一個不良導體，所以需設計足夠大的輸入阻抗；以及受試者的動作讓電極不容易固定在同一個位置等等。

還有其他種的生理電訊號，像是細胞膜電位等可以研究神經細胞上的訊號傳輸，通常其頻譜很寬。這類電訊號大小的數量級在 100mV 左右，對於放大器的要求就沒有前述幾種信號嚴苛。但是膜電位量測上相當於串接一很大的電容，會過濾調高頻的信號。因此可以用正迴饋電路產生等效負電容已去除其影響。但是增益一般來說不會是常數，且可能會造成更多的雜訊甚至不穩定電路的問題，需要謹慎設計。