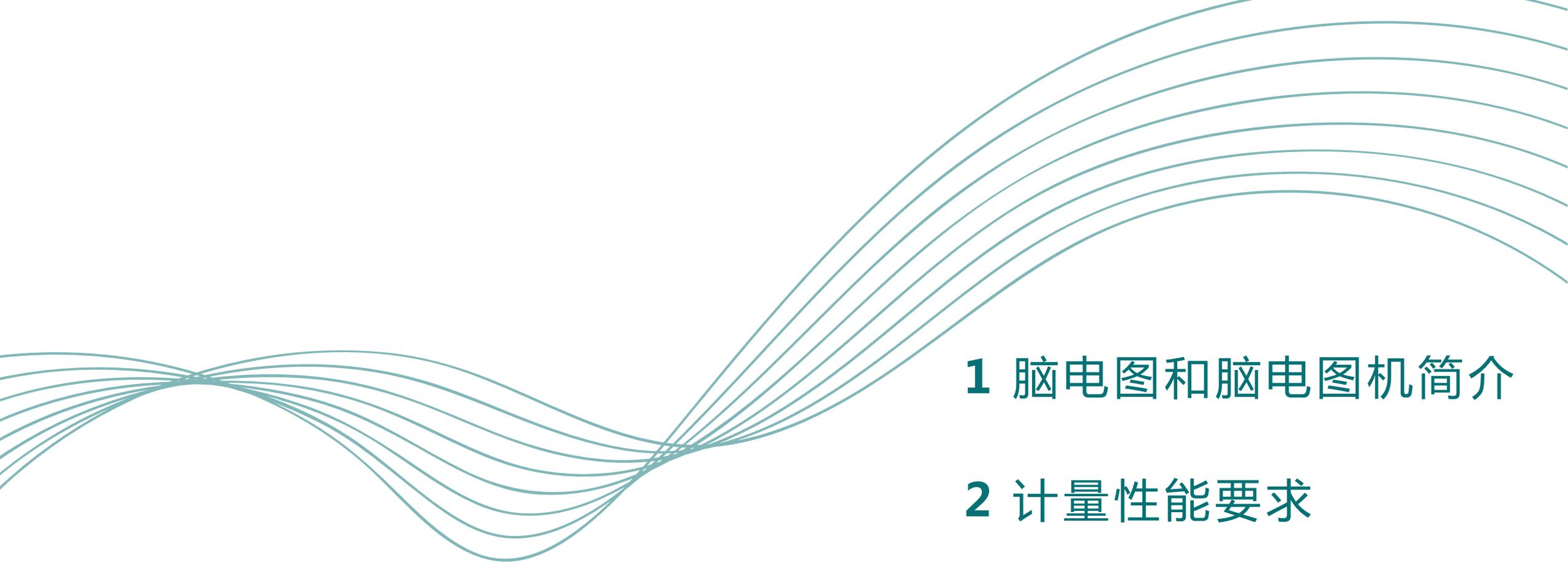


JJG 1043-2008 脑电图机

医疗室 刘嘉鑫

2024年7月8日



目录

Contents

1 脑电图和脑电图机简介

2 计量性能要求

3 计量器具控制

4 其他

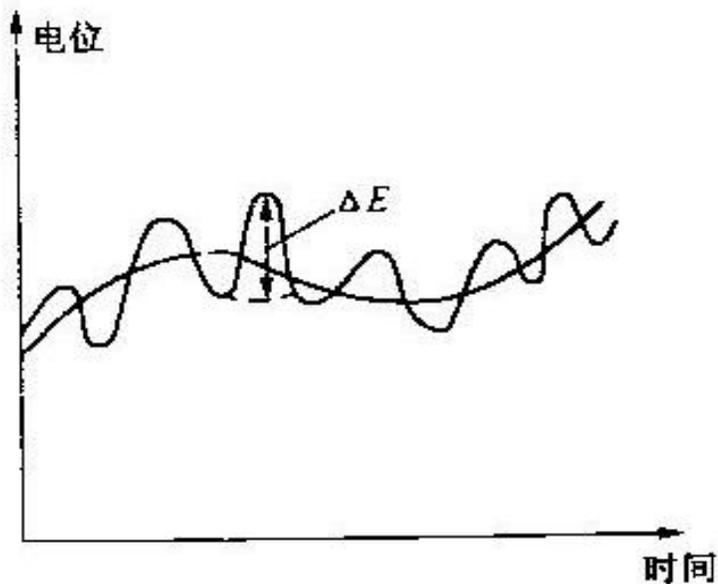
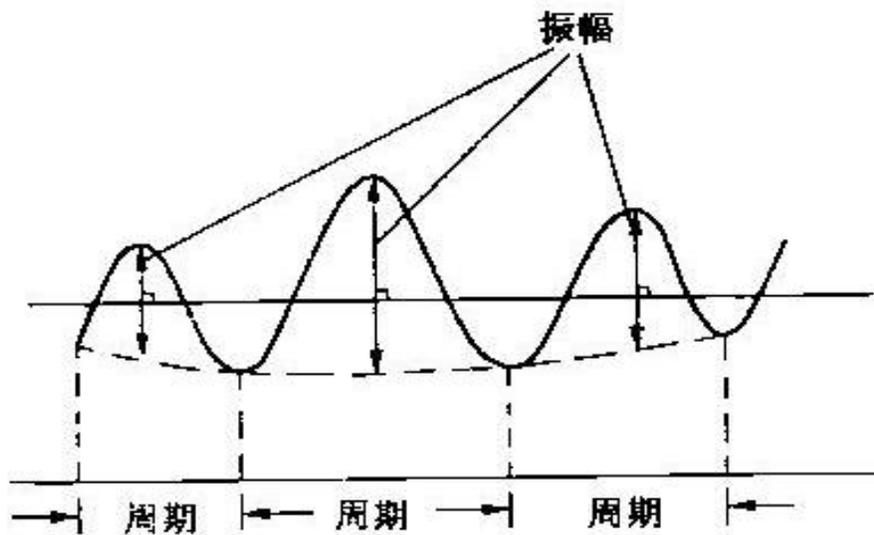


1

脑电图和脑电图机简介

脑电图

- 如图所示脑电波形，在记录纸上纵坐标的高低反映波幅的大小，即两个电极间的电位差值，单位为 μV 、横坐标表示时间，单位为 ms 。根据该坐标可计算出波的周期、频率、相位。波顶的方向叫极性、波的周期、振幅、相位为波的基本特征。脑电图的分析就是要分析这些基本特征以及它们之间的相互关系。



脑电图机

- 脑电图机是描记脑神经细胞活动所产生的生物电信号的精密仪器。它的核心部件脑电放大器的工作原理与心电图机的放大器基本相同，但由于脑电信号的幅值范围为比标准**心电信号要小两个数量级**，因此要求脑电放大器的放大增益要高得多。由于信号太微弱，因此要求脑电放大器要有更高的共模抑制比和更高的输入阻抗、对电源的纹波系数亦有更高的要求。

脑电图机

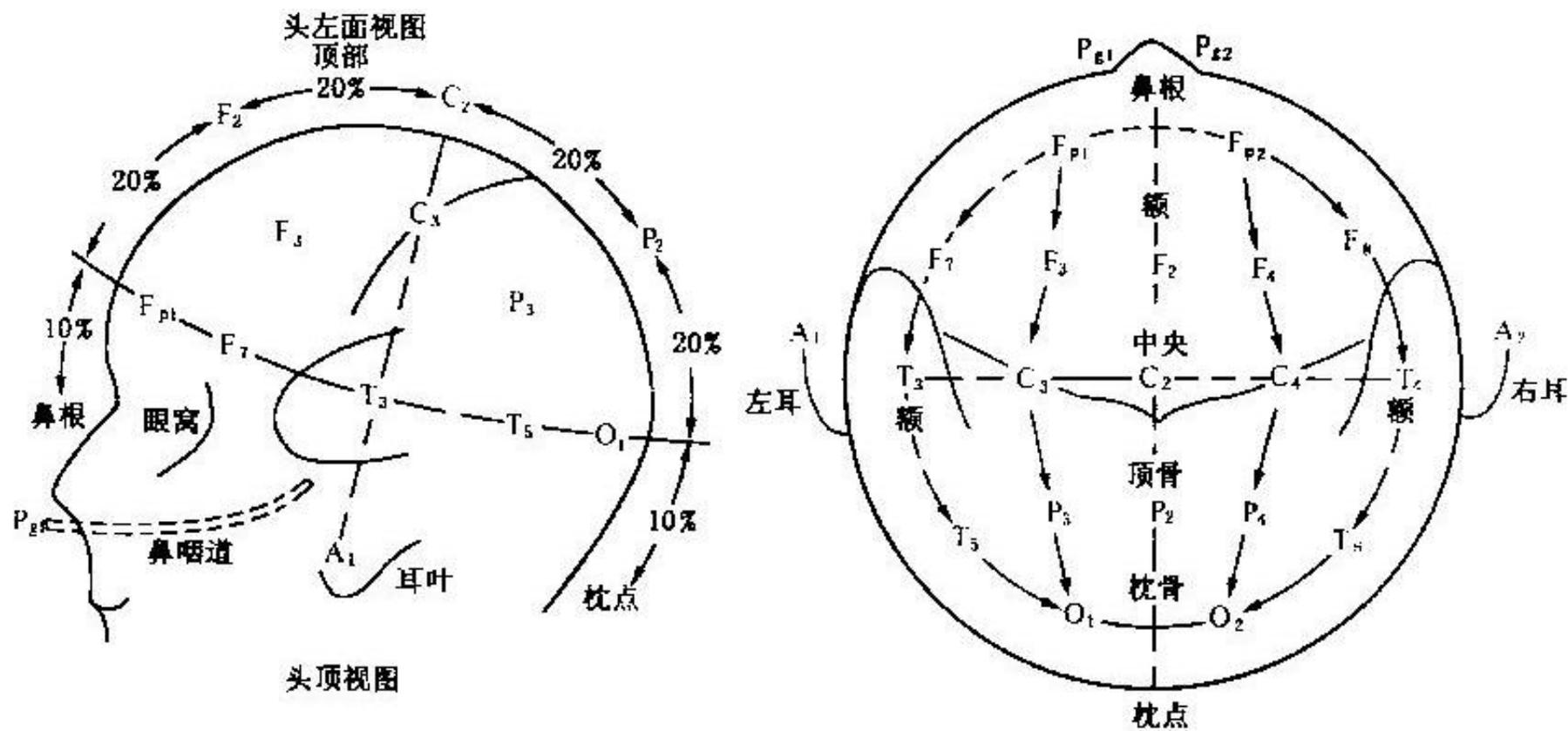
- 脑电信号是由若干个头部电极从统一规定的部位引出，引出的电极线就有若干根，因此经常采用中间接线盒，又称输入盒。电极引出线直接与输入盒相连，通过输入盒连接线再将脑电信号送到脑电图机中。由于导联数较多，而且为了观察脑电场分布的对称情况和瞬时变化。**一般要求进行同步记录，因此必须有多个通道**的放大器和记录器同时工作，常见的一般有8道、14道、18道等。

脑电图机的电极

- 头皮上电极的放置方法大多采用国际联合会的10~20电极系统。它应用确定的解剖学标志作为脑电图电极的标准部位。为了便于区分电极与两大脑半球的关系通常规定右侧用偶数，左侧用奇数。以从鼻根至枕骨正中矢状线为准。在此线左、右等距离的相应部位定出左、右前额点（Fp1、Fp2）额点（F3、F4）、中央点（C3、C4）顶点（P3、P4）和枕点（O1、O2）。前额点位置在鼻根上相当于鼻根至枕骨的10%处。额点在前额点之后，相当于鼻根至前额点距离两倍，即鼻根正中线距离20%处。向后中央、顶、枕诸点的间隔为20%。10~20电极系统的命名即源于此。

脑电图机的电极

- 图示为10 - 20系统在一个平面上所示出的所有电极和外侧裂、中央沟的位置。外圈是枕骨粗隆和鼻根的高度，内圈代表电极的颞线。

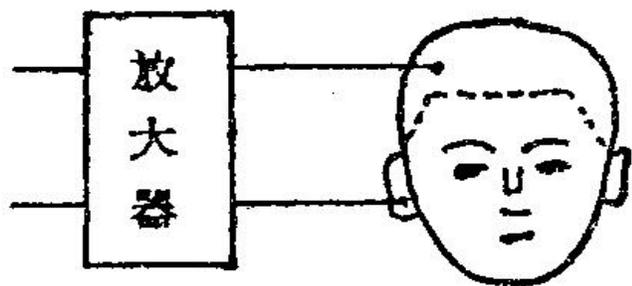


电极的连接方式

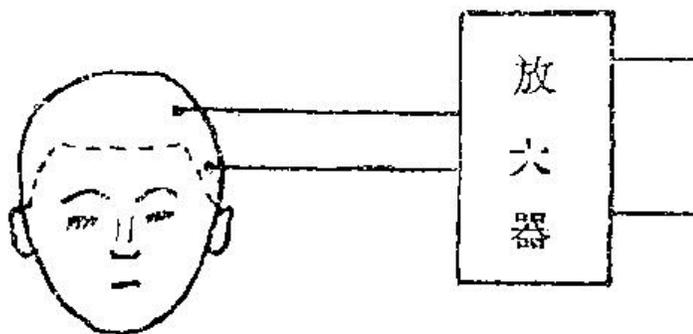
- 脑电图就是要摘记头皮上两电极间电位差的波形，因此**每一导联必须有两个电极**、其中的一个电极连接在脑电图机放大器的一个输入端G1，另一个电极连接放大器的另一个输入端G2。如果人体上存在零电位点，放在这点的电极和放在头皮上的另一个电极之间的电位差，就是后一个电极电位变化的绝对值。我们把放于零电位点的电极称为参考电极或无关电极；把放于非零电位的电极称为作用电极或活动电极。因此，**脑电图的导联方法分为两类：单极导联法（一个为参考电极，另一个为作用电极）和双极导联法（两个极均为作用电极）。**

电极的连接方式

- 人体上的零电位点应当怎样选取？理论上规定位于电解质液中的机体，以距离该机体限远处的点为零电位点。这种点是难以利用的，我们只能在人体上找一个距离脑尽可能远的点定为零电位点，合乎“远距离”标准的，首先是四肢，但是不能选用，因为那将在脑电图中混进心电图（心电图幅度一般比脑电图幅度大两个数量级），因而只能在头部选择离头应尽可能远的点为零电位点，现在临床中一般选取耳垂。



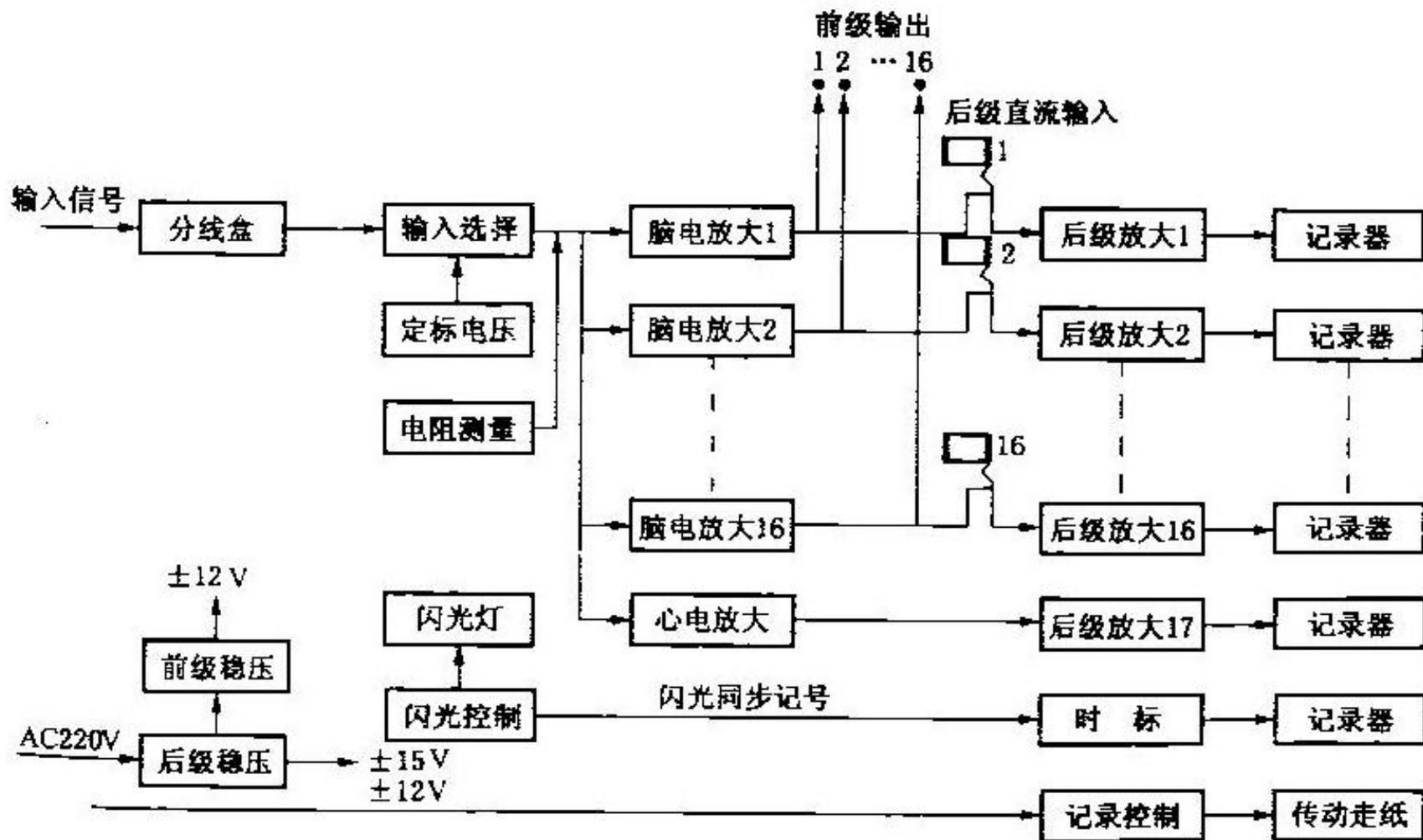
单极导联



双极导联

脑电图机

• 脑电图机的组成



《脑电图机》 检定规程修订

- 国家计量检定规程JJG1043-2008 《脑电图机》已于2008年5月23日由国家质量技术监督检验检疫总局发布，2008年11月23日在全国实施。该规程等效采用国际法制计量组织国际建议OIML R89，替代JJG543-96《心脑电图机》国家计量检定规程的脑电图机部分。



2

计量性能要求

计量性能要求

- 1. 定标电压(内部幅度校准器):最大允许相对偏差 $\pm 5\%$ 或 $\pm 2\mu V$ 。
- 2. 电压测量:最大允许相对误差按 $\pm 10\left(1 + \frac{U_1}{U_{in}}\right)\%$ 计算(式中 U_1 :为电压测量范围的最小值,该值为最小灵敏度的5倍。例如:被检脑电图机最小灵敏度为 $1\mu V/mm$ 时,电压测量范围的最小值为 $5\mu V$)。
- 3. 灵敏度(增益):最大允许相对误差 $\pm 5\%$ 。
- 4. 时间间隔:最大允许相对误差按 $\pm 5\left(1 + \frac{T_1}{T_{in}}\right)\%$ 计算(式中 T_1 为时间间隔测量范围的最小值,等于 0.05 s)。

计量性能要求

- 5. 记录速度：最大允许相对偏差 $\pm 5\%$ 。
- 6. 记录滞后：记录系统滞后不大于0.5 mm。
- 7. 时标：最大允许相对偏差 $\pm 5\%$ 。
- 8. 过冲：不大于10%。
- 9. 时间常数：0.03 s ~ 0.1s，最大允许相对误差 $\pm 20\%$ 。
大于0.1s, 最大允许相对误差 $\pm 40\%$ 。
- 10. 幅频特性：(1 ~ 60)Hz, 最大允许相对偏差 $+5\% \sim -10\%$

计量性能要求

- 11. 基线宽度：不大于0.5mm。
- 12. 基线漂移：60s 内不大于1mm。
- 13. 噪声：不大于 $3\mu V$ （峰峰值）。
- 14. 共模抑制比：各通道不小于 1×10^4 (80dB)。
- 15. 耐极化电压：加 $\pm 300\text{mV}$ 的直流极化电压，幅度最大允许相对偏差 $\pm 5\%$ 。
- 16. 输入阻抗：不小于 $1\text{ M}\Omega$ 。



3

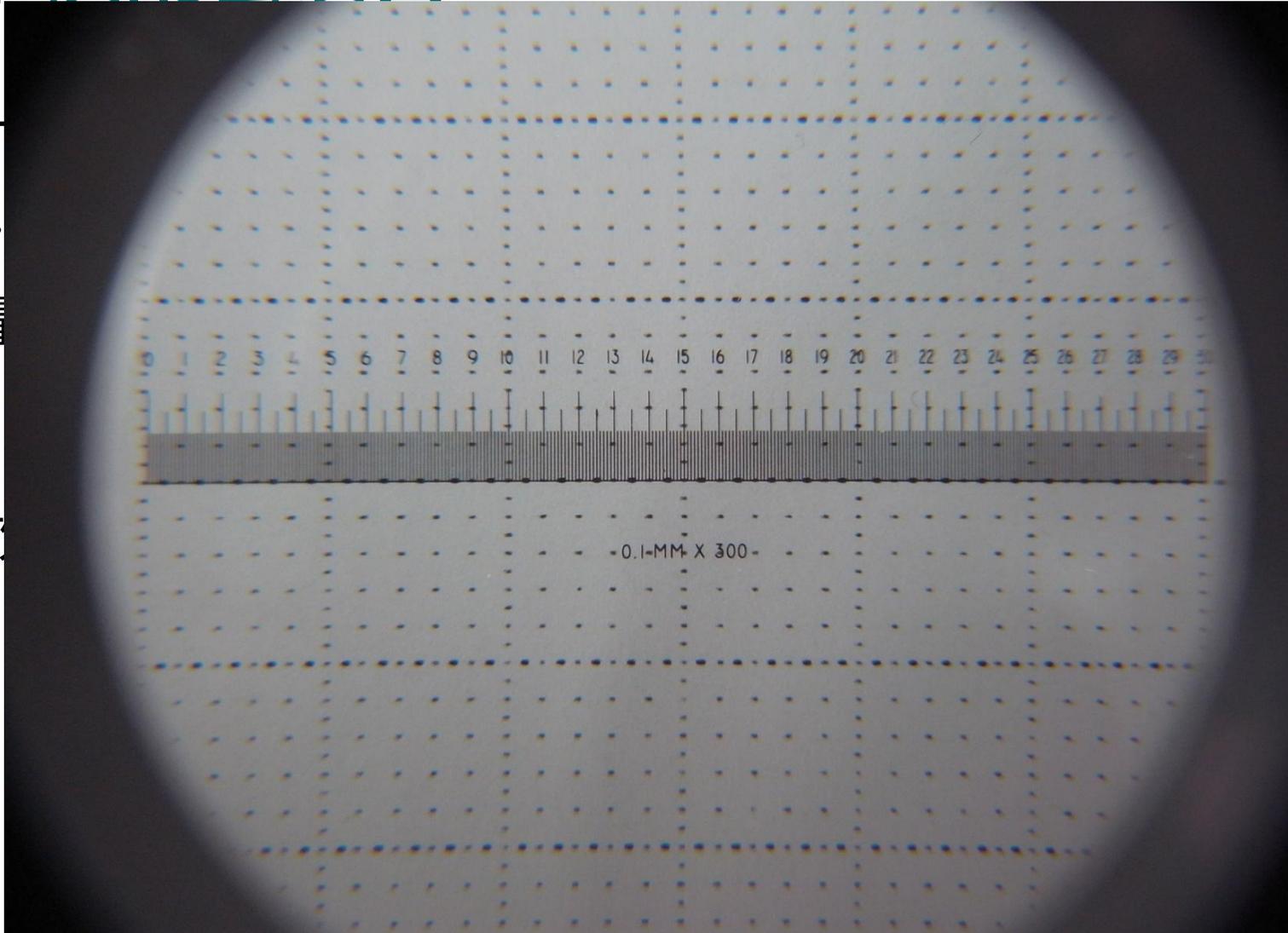
计量器具控制

检定条件

- 1. 环境温度： $(20\pm 10)^{\circ}\text{C}$ 。
- 2. 相对湿度：小于80%。
- 3. 供电电源电压： $220(1\pm 10\%) \text{ V}$ 。
- 4. 供电电源频率： $50(1\pm 2\%) \text{ Hz}$ 。
- 5. 周围环境无影响脑电图机正常工作的电磁场干扰及震动。
- 6. 应具备良好的接地装置。

计量标准及配套设备

- 检定仪：1
- 5.
- 钢直尺：量
- 分规
- 放大镜：放



- 4.极化电压；
- 7.衰减器
- mm

检定项目

检定项目	首次检定	后续检定
外观和工作正常性检查	+	+
定标电压(内部幅度校准器)	+	+
电压测量	+	+
灵敏度	+	-
时间间隔	+	+
记录速度	+	-
记录滞后	+	-
时标	+	+
过冲	+	-

表中“+”表示要检定；“-”表示不检定

检定项目

检定项目	首次检定	后续检定
时间常数	+	-
幅频特性	+	+
滤波器	+	-
基线宽度	+	-
基线漂移	+	-
噪声	+	+
共模抑制比	+	-
耐极化电压	+	-
输入阻抗	+	-

表中“+”表示要检定；“-”表示不检定

检定方法

- 1. 外观和工作正常性检查

脑电图机不得有影响其电气性能正常工作的腐蚀和机械损伤。导联电缆不应有任何形式的损伤。

- 2. 检定前的准备及注意事项

- (1) 检定中被检脑电图机和检定仪必须良好接地。
- (2) 被检脑电图机应按照生产厂规定的预热时间预热。
- (3) 检查被检脑电图机记录器描记是否清晰。

检定方法

- 3. 定标电压(内部幅度校准器)
 - a) 将脑电图机导联线插入心脑电图机检定仪，被检脑电图机记录速度置15mm/s。
 - b) 设置被检脑电图机的定标电压和灵敏度，在被检脑电图机上描记定标电压输出的波形，任选一通道测量所描记波形幅度为 h' 。
 - c) 使检定仪输出与被检脑电图机定标电压标称值相同、周期接近(通常为1s)的方波到被检脑电图机，调整检定仪输出方波幅度，使被检脑电图机所选通道上描记的方波信号幅度与所描记波形的幅度 h' 相等，在检定仪上读取此时的方波幅度为 U_{cm} 。

检定方法

d) 按下列公式计算定标电压相对偏差：

$$\delta_{U_c} = \frac{U_{cm} - U_{cn}}{U_{cn}} \times 100\%$$

式中： U_{cm} ——内部校准器幅度测量值， μV

U_{cn} ——定标电压标称值， μV 。

按照上述的方法，完成下表所列的全部定标电压的检定。

定标电压/ μV	1000	500	200	100	50	20	10	5	2
灵敏度/ $(\mu V/mm)$	100	50	50	10	5	5	1	1	1

检定方法

• 4. 电压测量

a) 将被检仪器记录速度置15 mm/s。

b) 检定仪输出周期为0.1s 方波到被检脑电图机。按下表设定被检脑电图机灵敏度 S_n 和检定仪输出电压。在被检脑电图机上描记方波信号，找出幅度偏离最大者进行测量，测量值为 h_m 。

检定仪输出标准方波幅度 / μV	被检脑电图机灵敏度设置 / $(\mu\text{V}/\text{mm})$	检定仪输出标准方波幅度 / μV	被检脑电图机灵敏度设置 / $(\mu\text{V}/\text{mm})$
5 10 20	1	100 200 400	20
25 50 100	5	250 500 1000	50
50 100 200	10	500 1000 2000	100

检定方法

c) 按下列公式计算电压测量值 U_m 及电压测量相对误差 δ_m 。

$$U_m = h_m \times S_n$$

式中： h_m ——波形幅度测量值，mm；

S_n ——灵敏度标称值， $\mu V/mm$ 。

$$\delta_m = \frac{U_m - U_i}{U_i} \times 100\%$$

式中： U_i ——输入电压， μV ；

U_m ——电压测量值， μV 。

检定方法

• 5. 灵敏度

a) 将被检脑电图机记录速度置15 mm/s。

b) 检定仪输出频率为10Hz 的正弦波信号输至被检脑电图机。按下表设定被检脑电图机灵敏度S和检定仪输出电压。在被检脑电图机上描记方波信号，找出幅度偏离最大者进行测量，测量值为 h_m 。

灵敏度设置/ $(\mu\text{V}/\text{mm})$	1	5	10	20	50	100
检定仪输出标准正弦波幅度/ μV	10	50	100	200	500	1000

检定方法

c) 按下列公式计算灵敏度及灵敏度的相对误差 δ_s 。

$$S_m = \frac{U_i}{h_m}$$

式中： h_m ——波形幅度测量值，mm；

U_i ——被检脑电图机输入电压， μV 。

$$\delta_s = \frac{S_n - S_m}{S_m} \times 100\%$$

式中： S_n ——灵敏度标称值， $\mu V/mm$ ；

检定方法

- 6. 时间间隔

a) 按下表选择检定仪方波信号输至被检脑电图机，并设定被检脑电图机记录速度和检定仪输出方波。在被检脑电图机上描记方波信号，找出时间间隔偏离最大者进行测量，测出2个周期连续波形的距离 L_m 。

被测的时间间隔/s	5 1 0.5	0.5 0.3 0.2	0.2 0.1 0.05
检定仪输出方波周期/s	2.5 0.5 0.25	0.25 0.15 0.1	0.1 0.05 0.025
记录速度/(mm/s)	15	30	60

检定方法

b) 按下列公式计算时间间隔 T_m 及时间间隔相对误差 δ_{T_m} 。

$$T_m = \frac{L_m}{V_n}$$

式中： V_n ——被检脑电图机记录速度标称值，mm/s;

L_m ——2 个连续波形的距离测量值，mm.

$$\delta_{T_m} = \frac{T_m - T_{in}}{T_{in}} \times 100\%$$

式中： T_m ——时间间隔测量值，s;

T_{in} ——2倍输入信号周期，s.

检定方法

• 7. 记录速度

a) 检定仪输出频率 f 为被检记录速度 V_n 数值 $1/10$ 的正弦波(如 $V_n=30\text{mm/s}$, f 取 3.0Hz) , 在被检脑电图机测出记录速度稳定后10个连续波形所对应的距离 L_m 。

b) 按下列公式计算记录速度 V_m 和记录速度的相对误差 δ_v 。

$$V_m = L_m \times \frac{f}{10}$$

式中： L_m ——10个连续波形所对应的距离测量值，mm;

f ——输入信号频率，Hz.

$$\delta_v = \frac{V_n - V_m}{V_m} \times 100\%$$

式中： V_m ——记录速度测量值，mm/s;

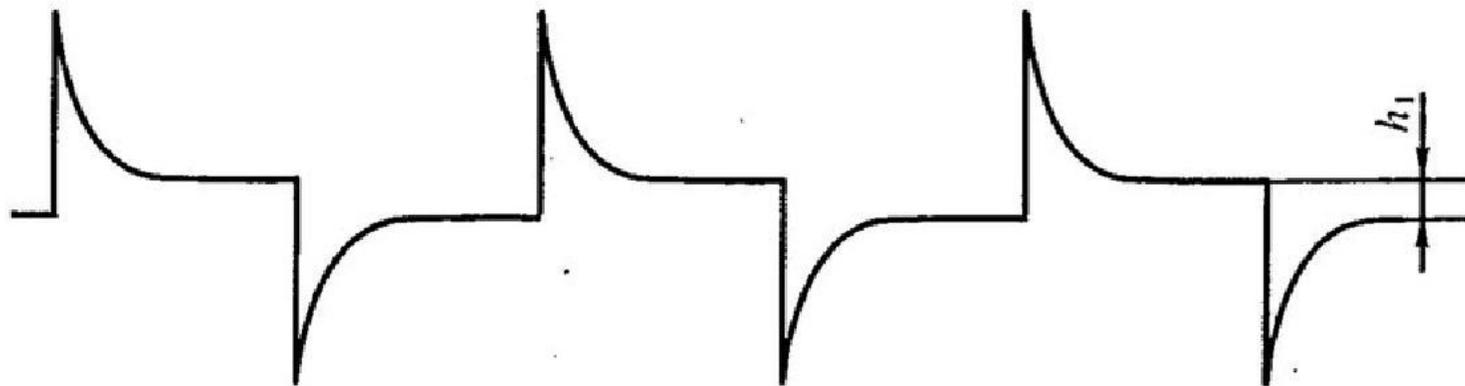
V_n ——记录速度标称值，mm/s.

检定方法

• 8. 记录滞后

a) 将被检脑电图机灵敏度置 $50\mu V/mm$ 、记录速度置 15 mm/s 。

b) 检定仪把输出频率为 1 Hz 、 $500\mu V$ 微分信号输至被检脑电图机所有通道，找出记录滞后最大者进行测量，测出记录滞后 h_1 (见下图),应符合4.6的要求：记录系统滞后不大于 0.5 mm 。



检定方法

- 9. 时标

- a) 在被检脑电图机上描记时标输出波形，描记波形周期 T' 。

- b) 使检定仪输出周期为1s 的方波到被检脑电图机，调整检定仪输出方波周期，使被检脑电图机上描记的方波周期与描记波形的周期 T 长度相等，在检定仪上读取此时的方波周期为 T_m 。

检定方法

c) 按下列公式计算时标的相对误差 δ_{tm} 。

$$\delta_{tm} = \frac{T_m - T_n}{T_n} \times 100\%$$

式中： T_m ——时标的测量值，s；

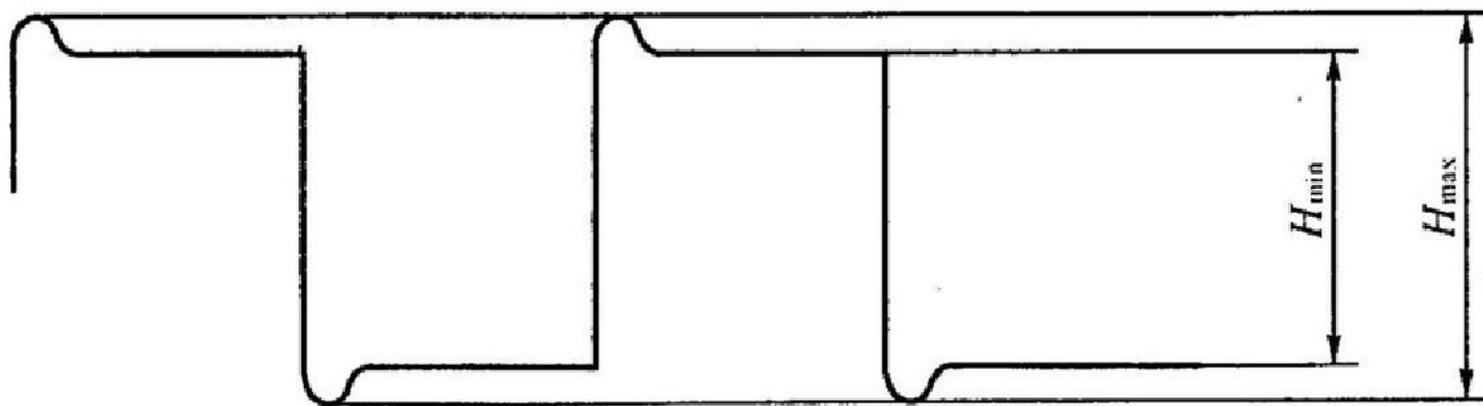
T_n ——时标的标称值，s。

检定方法

- 10. 过冲

a) 将被检心电图机记录速度置15 mm/s、灵敏度置 $10\mu\text{V}/\text{mm}$ 。

b) 检定仪把输出周期为0.1 s、 $100\mu\text{V}$ 的方波信号输至被检心电图机各通道。测出被检心电图机各通道所描记的记录幅值中过冲最大者，测量其波形的最大值 H_{max} 和最小值 H_{min} (见下图)。



检定方法

c) 按下列公式计算过冲的相对误差 δ_0 。

$$\delta_0 = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{2H_{\min}} \times 100\%$$

式中： H_{\max} ——记录幅值的最大值，mm；

H_{\min} ——记录幅值的最小值，mm。

检定方法

- 11. 幅频特性

- a) 被检脑电图机记录速度在检定10Hz 以下的频率响应时置15mm/s，其他频率时置30 mm/s。
- b) 检定仪把输出频率为10Hz 的正弦波输至被检脑电图机各通道，调节各通道放大器增益，使描记的幅值 h_{10} 均达10mm。
- c) 保持检定仪输出电压幅值不变，改变输出频率为1Hz、1.5Hz、5Hz、15Hz、30Hz、60Hz，找出幅频特性最差的通道，测出各道频率点的记录波形幅值 h_i 。

检定方法

d) 按下列公式计算各频率点的幅度偏差 A_f 。

$$A_f = \frac{h_i - h_{10}}{h_{10}} \times 100\%$$

式中： h_i ——所测得的不同频率信号幅度，mm；

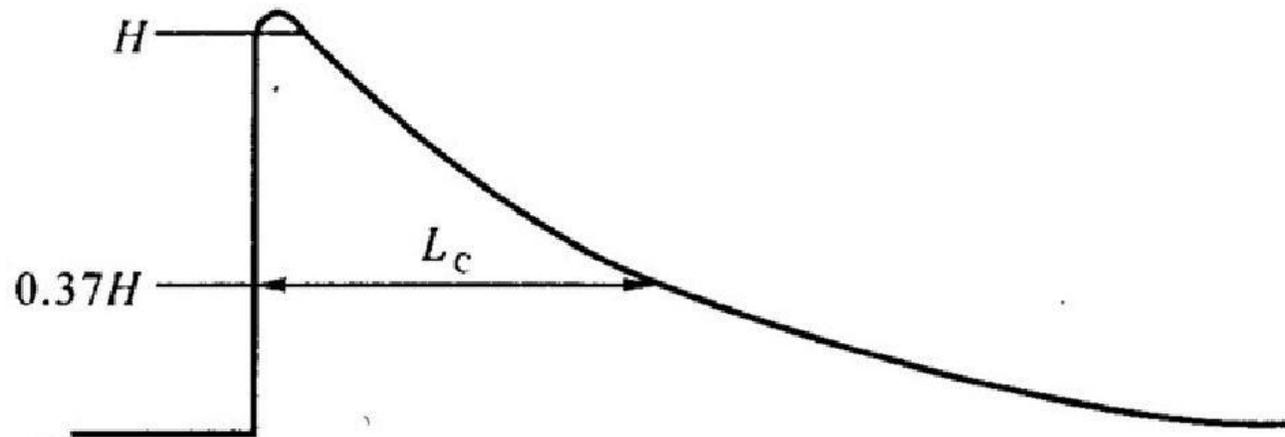
h_{10} ——频率为10Hz 时的信号幅度，mm.

检定方法

- 12. 时间常数

a) 被检脑电图机记录速度置30 mm/s。

b) 检定仪输出周期为 10s 的方波信号输至被检脑电图机各通道，描记波形，测出记录波形中时间常数偏离最大者，测出该波形幅值下降到起始值 H 的37%所对应的走纸距离 L_c (如下图所示)。



检定方法

c) 按下列公式计算时间常数及相对误差 δ_{Tt} 。

$$T_c = \frac{L_c}{V_n}$$

式中： L_c ——从起点与下降到起始值 H 的37%的距离测量值，mm;

V_n ——记录速度标称值，mm/s。

$$\delta_{Tt} = \frac{T_0 - T_c}{T_c} \times 100\%$$

式中： T_c ——时间常数测量值，s;

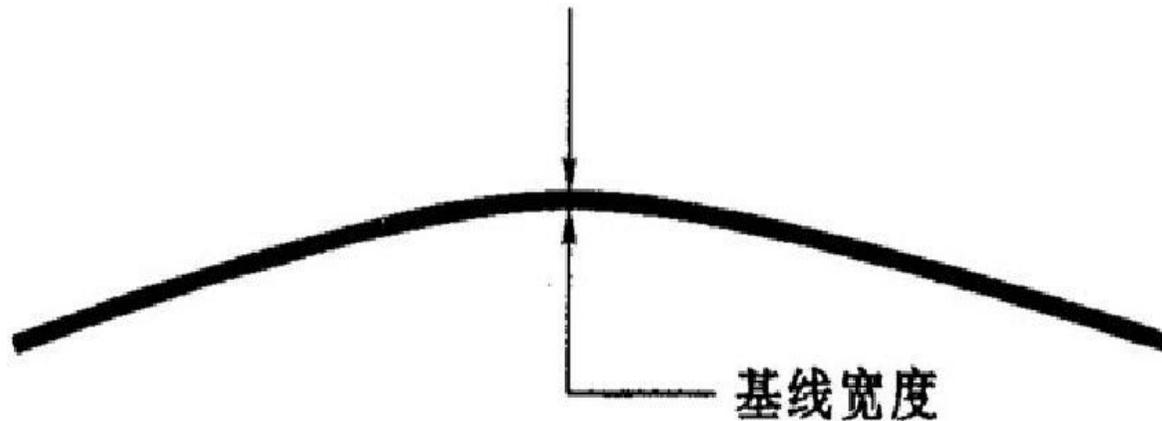
T_0 ——时间常数标称值，s。

检定方法

- 13. 基线宽度

a) 被检脑电图机输入端均接地，灵敏度置 $100\mu\text{V}/\text{mm}$ ，记录速度为 $15\text{mm}/\text{s}$ 。

b) 在被检脑电图机各通道上描记，在基线最宽通道测量所描记的线宽(见下图)，应符合要求：不大于 0.5 mm 。

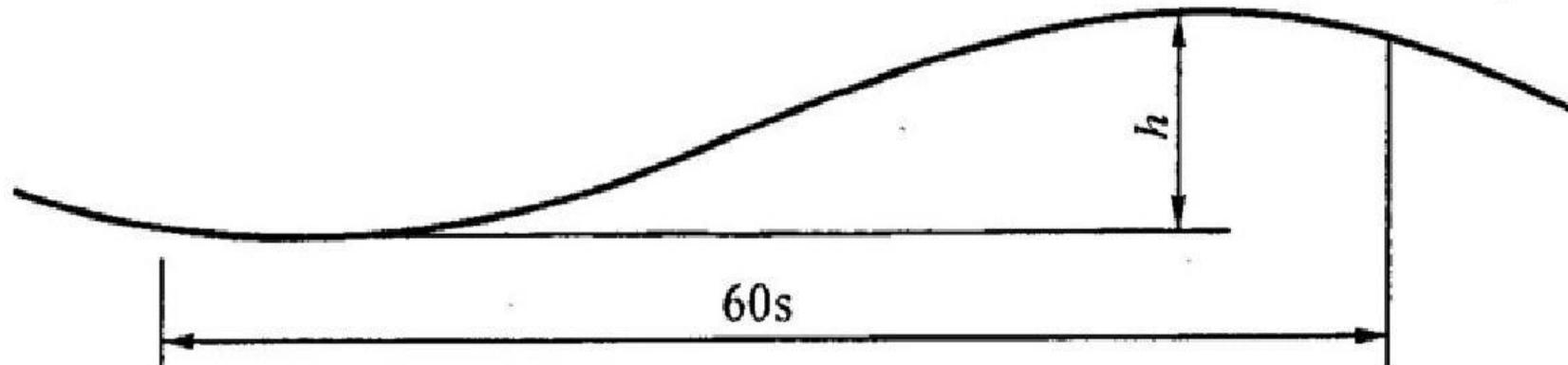


检定方法

• 14. 基线漂移

a) 被检心电图机输入端均接地，灵敏度置 $5\mu\text{V}/\text{mm}$ ，记录速度为 $15\text{mm}/\text{s}$ 。

b) 在被检心电图机上描记60s，测量基线漂移最大通道的基线漂移值 h (见下图)，应符合要求：不大于 1 mm 。

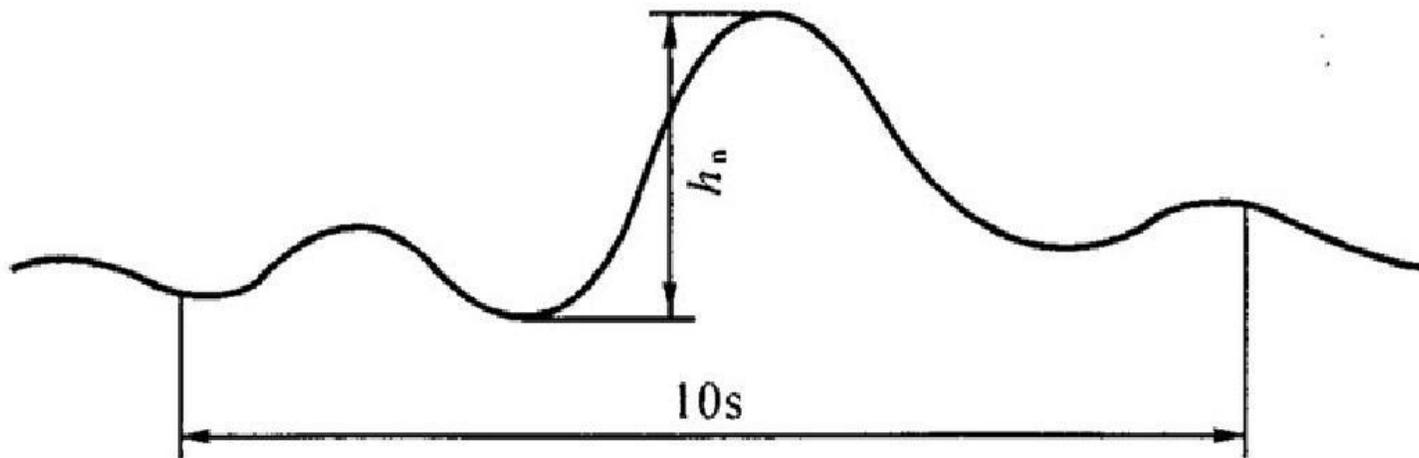


检定方法

- 15. 噪声

a) 将被检脑电图机灵敏度置最高(如 $1\mu\text{V}/\text{mm}$)、记录速度置 $15\text{mm}/\text{s}$ 。

b) 将检定仪置噪声检定功能，设置被检脑电图机电极选择器(输入端接入皮肤阻抗 Z_1)并描记波形 10s 以上。改变被检脑电图机电极选择器，描记所有通道波形，测量各通道中噪声最大通道的幅度 h_n (见下图)。



检定方法

c) 按下列公式计算噪声，应符合要求:不大于 $3\mu V$ 。

$$U_N = h_n \times S_n$$

式中： h_n ——噪声幅度测量值，mm;

S_n ——灵敏度标称值， $\mu V/mm$ 。

检定方法

- 16. 共模抑制比

- a) 将被检脑电图机记录速度置15 mm/s、灵敏度置 $10\mu\text{V}/\text{mm}$ 。

- b) 检定仪置共模抑制比差模状态，输出 $100\mu\text{V}$ 、50Hz 正弦波差模信号到被检脑电图机，描记、测量各通道中差模信号幅值 H_0 ；然后使检定仪置输出幅度增大K 倍的共模信号至被检脑电图机，描记、测量各通道共模信号幅值 H_c 。

检定方法

c) 按下列公式计算共模抑制比 CMRR, 其中最小者应符合要求：不小于80dB。

$$\text{CMRR} = 20 \lg K + 20 \lg \frac{H_0}{H_c} \quad (\text{dB})$$

式中： H_0 ——差模信号幅值的测量值；

H_c ——共模信号幅值测量值；

K ——抑制量。

检定方法

- 17. 耐极化电压

- a) 将被检脑电图机记录速度置15 mm/s、灵敏度置于 $10\mu\text{V}/\text{mm}$ 。

- b) 检定仪把输出周期为1s、 $100\mu\text{V}$ 的方波信号输至被检脑电图机各通道。在被检脑电图机的所有通道上描记方波信号，并分别测量各通道描记波形幅度值 h_0 。

- c) 检定仪依次输出+300mV及-300mV的极化电压至被检脑电图机各通道后，分别描记、测量波形幅度 h_+ 及 h_- ，取其中偏离 h_0 大者为 h_E 。

检定方法

d) 按下列公式计算耐极化电压的相对偏差 δ_E ，应符合要求：最大允许相对偏差 $\pm 5\%$ 。

$$\delta_E = \frac{h_E - h_0}{h_0} \times 100\%$$

式中： h_0 ——未加入极化电压时的波形幅度测量值；

h_E ——加入极化电压时的波形幅度测量值。

检定方法

- 18. 输入阻抗
 - a) 将被检脑电图机记录速度置15 mm/s、灵敏度置 $10\mu\text{V}/\text{mm}$ 。
 - b) 检定仪将频率为10Hz的正弦波输至被检脑电图机。在被检脑电图机上描记波形，并测量描记波形幅度值 H_1 。
 - c) 使检定仪接入阻抗器 Z_2 ，再测出所描记的记录幅值 H_2 。

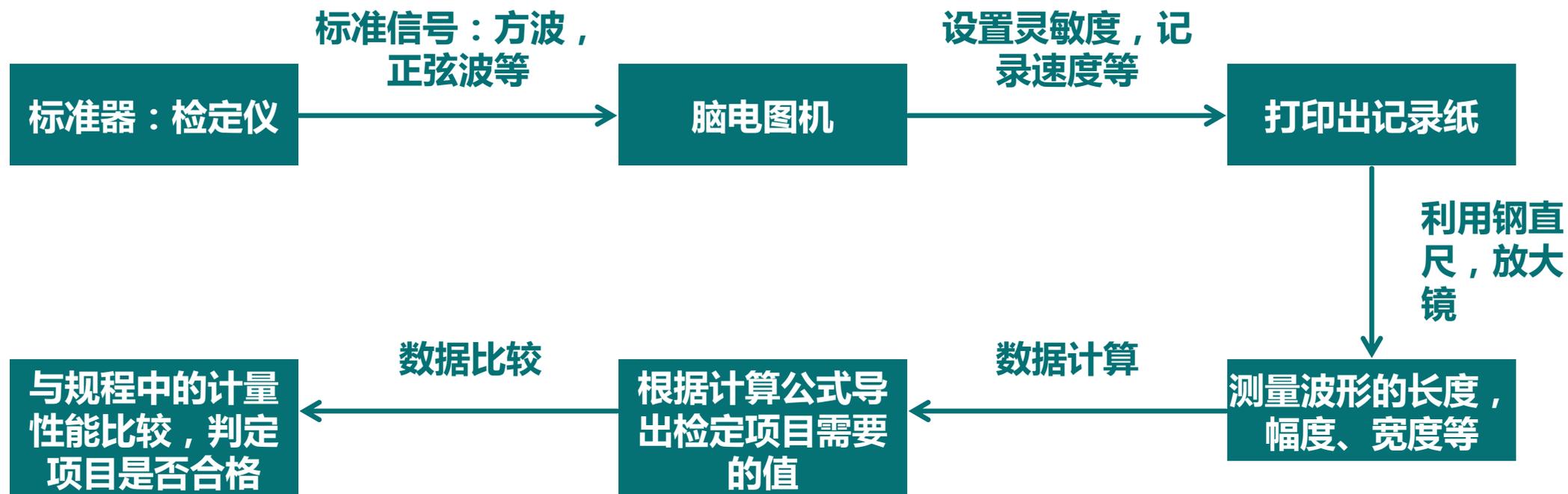
检定方法

d) 按下列公式计算输入阻抗 Z_{in} ，应符合要求：不小于1 M Ω 。

$$Z_{in} = Z_2 \frac{H_2}{H_1 - H_2} \text{ (k}\Omega\text{)}$$

总结

上述各个检定项目的原理可以大致概括为以下流程：



检定结果的处理

- 按本规程的规定和要求，检定合格的发给检定证书；不合格的发给检定结果通知书，并指明不合格项目。

检定周期

- 脑电图机的检定周期不得超过1年。

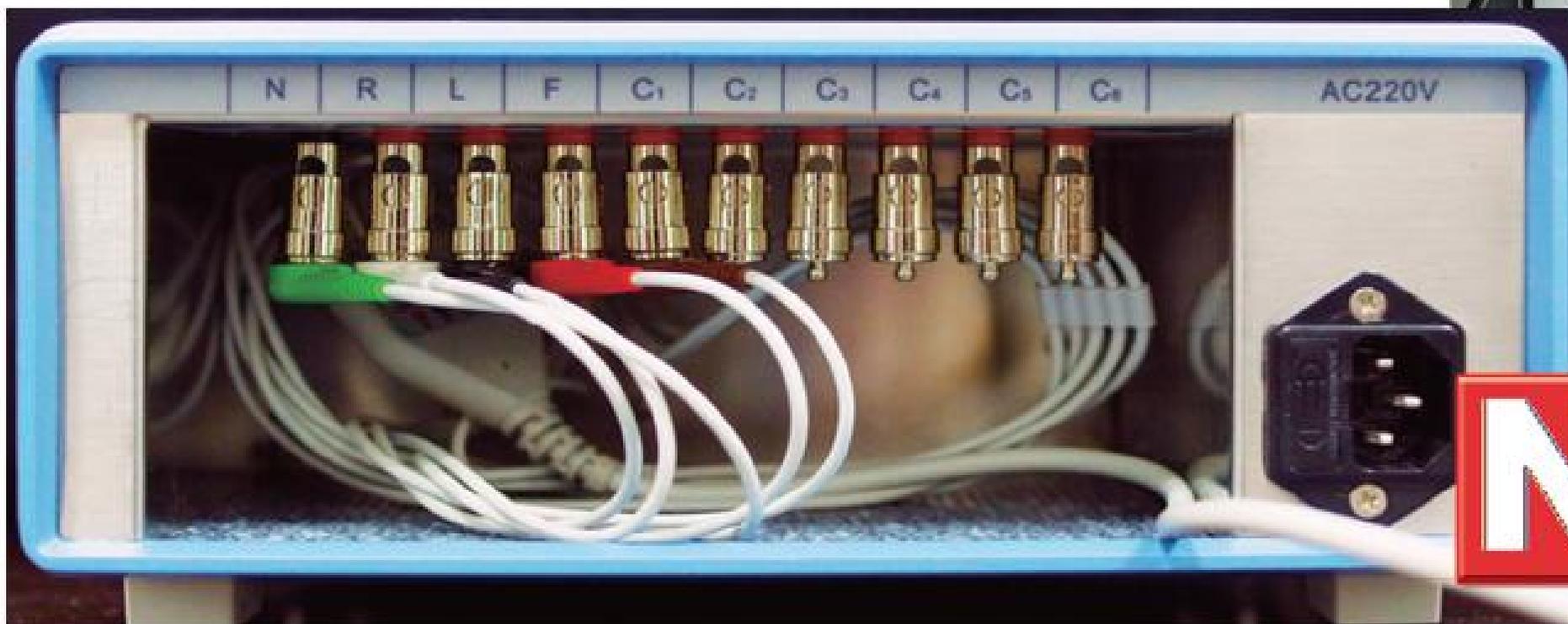
4

其他

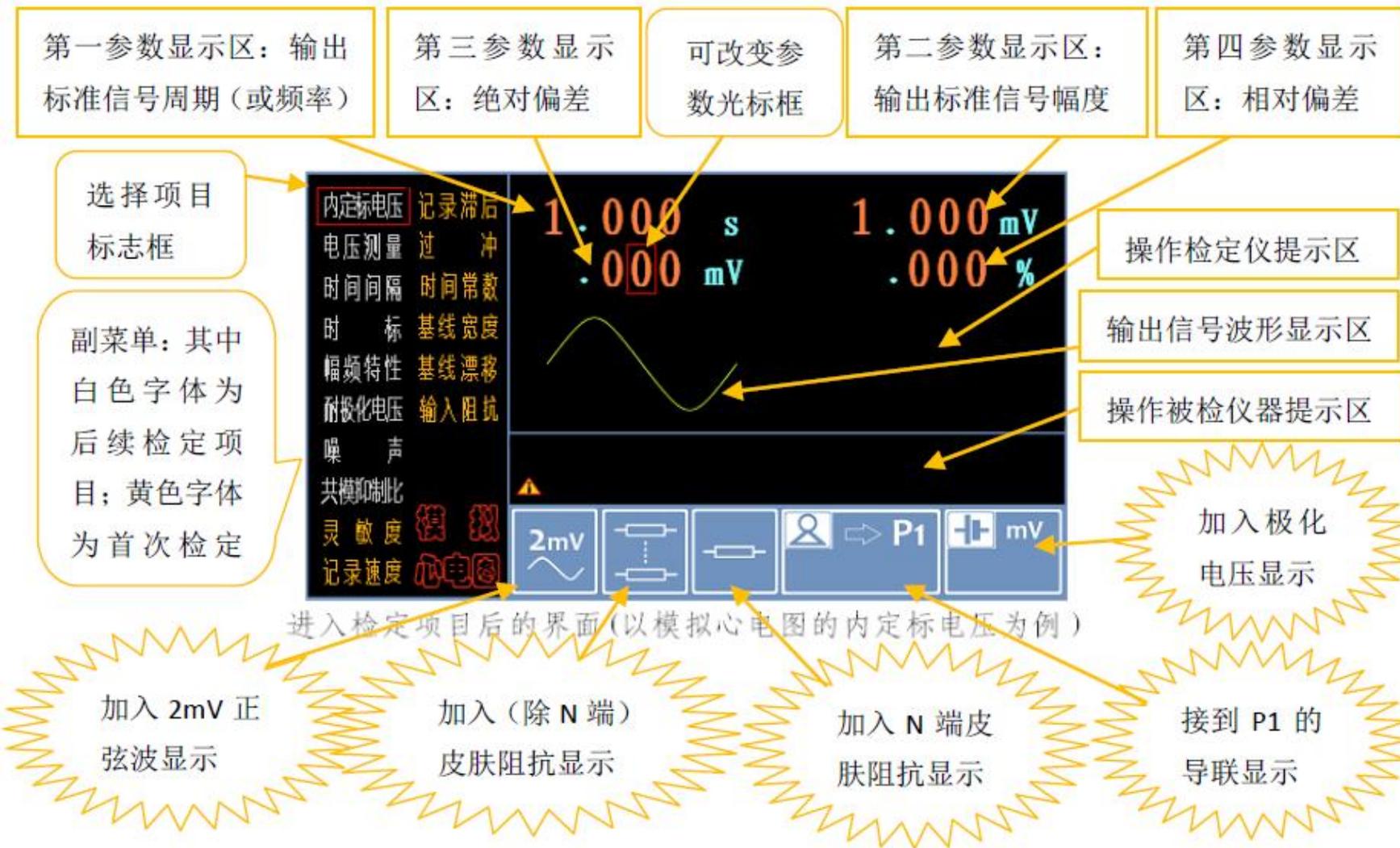


心、脑电图机检定仪

- 型号：EGC-2011



心、脑电图机检定仪



心、脑电图机检定仪

- 检定所需的交流信号发生器选件集成到检定仪内，检定中用到时可自动加入。
- 信号源功能可提供正弦波、方波、三角波、模拟心电波形、ECG 仿真信号、HR心率信号、监护仪心率信号和起搏脉冲信号，并可以非常方便加入各种附加电路，供测试及实验用。

心、脑电图机检定中的干扰防范

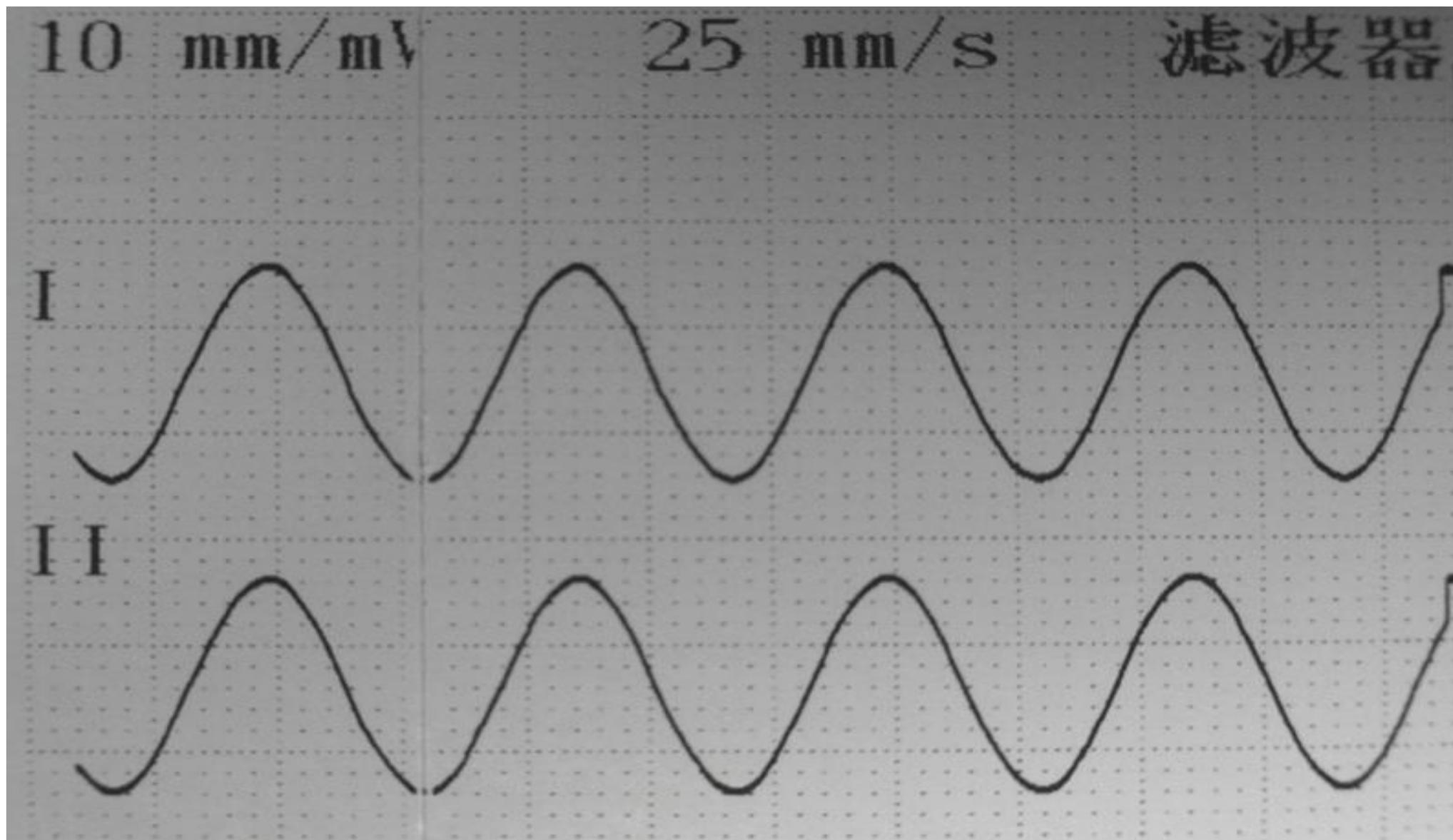
- **干扰类型及判断:**

- 1.存在电场干扰：用手摸心脑电图机及检定仪的金属部分，往往干扰幅值发生化；
- 2.存在磁场干扰：用手摸心脑电图机及检定仪的金属部分，干扰幅值不发生化。

心、脑电图机检定中的干扰防范

- **干扰的防范:**
 - 1.电场干扰：减小电场干扰的方法—良好接地；
 - 2.磁场干扰：减小磁场干扰的方法—合理摆放，使心脑电图机的导联线分线盒及以后的分支部分远离磁场干扰源（检定仪的交流电源盒及心脑电图机自身的交流变压器）；
 - 3.提高信噪比可有效降低干扰对测量的影响。

采集的信号图像



脑电图机测量不确定度评定

- **不确定度来源:**
- 1.标准器引入的不确定度分量：标准器的主要指标是幅度和时间的准确度，规程提出的幅度和时间最大允许误差是 $\pm 1\%$ (实际情况：目前使用的检定仪时间间隔(周期)误差不会超过 $\pm 0.1\%$ ，幅度误差不会超过 $\pm 0.5\%$)。可以按接近正态分布考虑，对于被检仪器最大允许误差 $\pm 5\%$ 来说，该项对测量结果不确定度的贡献可忽略。

脑电图机测量不确定度评定

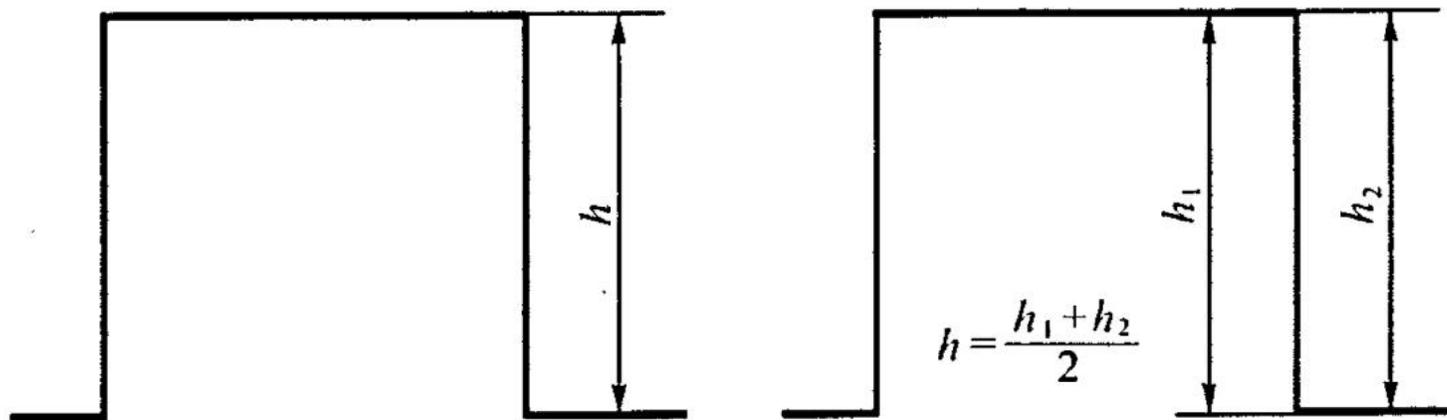
- **不确定度来源:**
- 2.被测脑电图机不稳定引入的不确定度：从电路分析可知，脑电图机自身在重复条件下的分散性很小，至少比测量长度引入的不确定度小近一个量级。该项对测量结果不确定度的贡献可忽略。

脑电图机测量不确定度评定

- **不确定度来源:**
- 3.测量长度用分规取样引入的不确定度分量：脑电图机检定中，测量结果的不确定度主要来源于检定员在被检脑电图机记录纸上测量描记的标准信号长度不准所致。测量时用分规及5倍放大镜在记录纸上取样，并用钢直尺及5倍放大镜测量。此部分不确定度分量可分解为：

脑电图机测量不确定度评定

- 由记录纸取样引入的标准不确定度 $u(h)$ ：波形的线宽约为0.3 mm (经5倍放大约为1.5mm)(共两条)。取样时按下图，一般采用(a)所示方法测量，对极少数两线宽度有明显差异者采用(b)所示方法测量。判断引入的不确定度分量优于1/6线宽(0.05mm)，按均匀分布。



$$u(h) = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 0.05 \text{ mm} = 0.03 \text{ mm}$$

脑电图机测量不确定度评定

- 由钢直尺分辨力引入的标准不确定度 $u(\delta)$: 钢直尺分辨力最小分度为0.5mm (经5倍放大约为2.5mm), 估读的最小分辨力优于1/10, 最小分度(0.05mm), 按均匀分布。

$$u(\delta) = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 0.05 \text{ mm} = 0.03 \text{ mm}$$

脑电图机测量不确定度评定

- 由钢直尺最大允许误差引入的标准不确定度 $u(b)$ ：钢直尺的最大允许误差 0.1mm，按均匀分布。

$$u(b) = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 0.1 \text{ mm} = 0.06 \text{ mm}$$

脑电图机测量不确定度评定

- 测量不确定度分析:
- 在脑电图机检定规程中规定的测量大致可分为3类：
- 1.直接测量波形长度：如时间间隔、电压测量直接用钢板尺测量。被测长度10mm时，最大允许误差=±10%（即±1mm）。此种情况下测量结果的扩展不确定度（ $k=2$ ）为0.16mm，比允许误差小1/3，可满足要求。

$$\begin{aligned}U &= 2 \times u_c = 2 \times \sqrt{2 \times [u(h)]^2 + [u(\delta)]^2 + [u(b)]^2} \\ &= 2 \times \sqrt{2 \times (0.03 \text{ mm})^2 + (0.03 \text{ mm})^2 + (0.06 \text{ mm})^2} \\ &= 2 \times 0.08 \text{ mm} = 0.16 \text{ mm}\end{aligned}$$

脑电图机测量不确定度评定

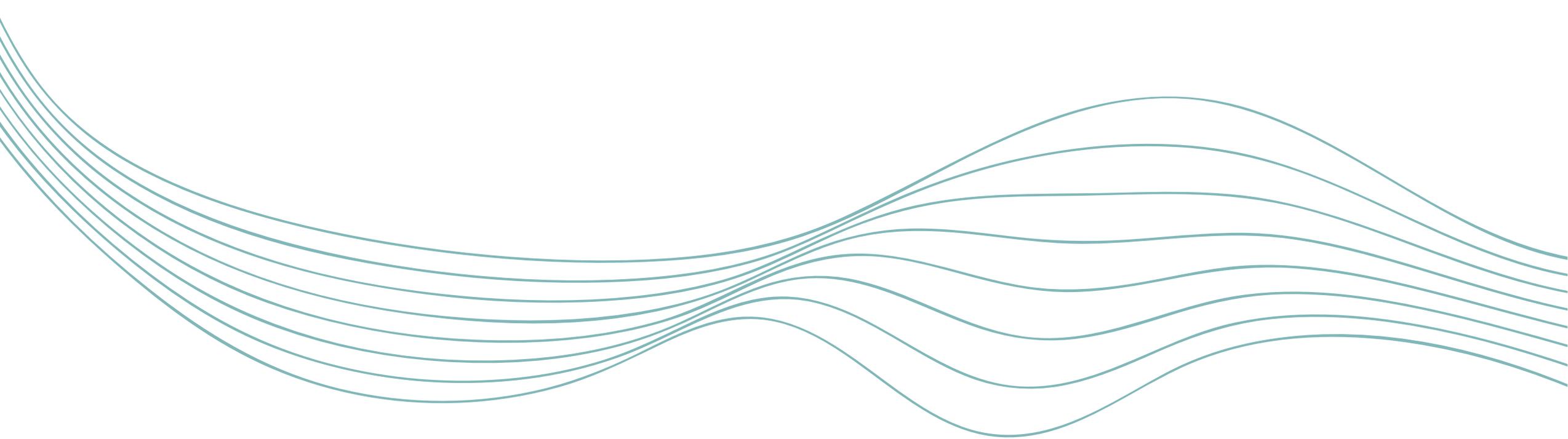
- 测量不确定度分析:
- 2.与长度调整到10mm的参考波形进行比较测量：如：灵敏度、幅频特性、耐极化电压等，此类指标最大允许误差为 $\pm 5\%$ (即 $\pm 0.5\text{mm}$)。此种情况下，用同一钢直尺的相同位置测量，先将参考波形长度调整到10mm，再测量另一波形(相当于比例测量)。这种情况下：取样增加一次，但钢直尺的误差(系统误差)可抵偿，所以钢直尺的最大允许误差对测量结果不确定度的贡献可忽略。测量结果的扩展不确定度 ($k=2$)为0.14mm, 比允许误差小1/3,可满足要求。

$$\begin{aligned}U &= 2 \times u_c = 2 \times \sqrt{2 \times [u(h)]^2 + 2 \times [u(h)]^2 + [u(\delta)]^2} \\ &= 2 \times \sqrt{2 \times (0.03 \text{ mm})^2 + 2 \times (0.03 \text{ mm})^2 + (0.03 \text{ mm})^2} \\ &= 2 \times 0.07 \text{ mm} = 0.14 \text{ mm}\end{aligned}$$

脑电图机测量不确定度评定

- 测量不确定度分析:
- 3. 将两波形长度调整到一样大，从标准器上读数：由于标准器的读数分辨力一般可达0.1%，分辨力引入的不确定度分量可忽略。测量结果的扩展不确定度 ($k=2$)为0.12 mm, 比允许误差小1/3,可满足要求。

$$\begin{aligned}U &= 2 \times u_c = 2 \times \sqrt{2 \times [u(h)]^2 + 2 \times [u(h)]^2} \\ &= 2 \times \sqrt{2 \times (0.03 \text{ mm})^2 + 2 \times (0.03 \text{ mm})^2} \\ &= 2 \times 0.06 \text{ mm} = 0.12 \text{ mm}\end{aligned}$$



感谢观看