

WHALETEQ

单信道脑电测试系统

SEEG 100E

使用手册



手册版本 2024-11-24
PC 软件版本 V1.0.10.1

Copyright (c) 2013–2024, All Rights Reserved.
WhaleTeq Co. LTD

No part of this publication may be reproduced, transmitted, transcribed, stored in a retrieval system, or translated into any language or computer language, in any form, or by any means, electronic, mechanical, magnetic, optical, chemical, manual or otherwise, without the prior written permission of WhaleTeq Co. LTD.

Disclaimer

WhaleTeq Co. LTD. provides this document and the programs "as is" without warranty of any kind, either expressed or implied, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability or fitness for a particular purpose.

This document could contain technical inaccuracies or typographical errors. Changes are periodically made to the information herein; these changes will be incorporated in future revisions of this document. WhaleTeq Co. LTD. is under no obligation to notify any person of the changes.

The following trademarks are used in this document:



is a registered trademark of WhaleTeq Co. LTD

All other trademarks or trade names are property of their respective holders.

目录

1	介绍	5
1.1	基本观念	5
1.2	标准/应用	6
1.3	框图/SEEG 100E 模块概观	7
1.4	主要规格	8
1.5	注意事项	10
2	设置	11
2.1	软件安装	11
2.1.1	系统需求	11
2.1.2	安装及使用 SEEG 软件	11
2.1.3	第一次使用鲸扬设备——安装 USB 驱动程序	12
2.1.4	第一次使用鲸扬设备——安装 Microsoft .Net Framework 4.5.2	12
2.2	连接至脑电图机	13
2.3	降低环境噪声	14
2.4	主屏幕	15
2.5	功能群组描述	16
2.5.1	主功能（主波形）	16
2.5.2	主参数	18
2.5.3	直流偏移设定	19
2.5.4	输入阻抗测试	19
2.5.5	输出电极	20
2.5.6	输出图形显示	20
2.5.7	特殊功能	21
2.5.8	特殊波形跟加载波形	22
2.6	SEEG 标准辅助	23
2.7	校正、验证	23
2.7.1	校正程序	24
3	软件开发工具包	26
4	除错	26
5	订购信息	27
5.1	标准组合	27
5.2	选购配件及服务	27
6	版本信息	28
7	联络信息	28

表格目录

表 1: SEEG 100E 支持之标准	6
表 2: 技术规格	8
表 3: 波形参数规格	8
表 4: 进阶参数规格	9
表 5: 波形设定	16
表 6: 校正程序	24
表 7: 除错	26
表 8: SEEG 100E 标准组合	27
表 9: 选购配件	27
表 10: 选购校验服务及延伸保固	27
表 11: 版本信息	28

图片目录

图 1: 单通道的概念	5
图 2: SEEG 100E 内部简化框图	7
图 3: SEEG 100E 硬件检视	7
图 4: 开启 SEEG 100E 软件	11
图 5: 脑电接线盒	13
图 6: 低噪声测试环境架设	14
图 7: SEEG 100E 软件画面	15
图 8: 振幅、频率、脉冲宽设定	18
图 9: 直流偏移设定	19
图 10: 输入阻抗测试	19
图 11: 输出电极设定	20
图 12: 输出图形显示	20
图 13: 特殊功能	21
图 14: 特殊波形	22
图 15: 标准辅助	23
图 16: SEEG 100E 校正项目	24

1 介绍

1.1 基本观念

鲸扬单信道脑电测试系统（SEEG 100E），提供一个单一波形给 EEG 的一个或多个输出电极，用来测试 IEC 标准。下面的简图，表示单通道的概念：

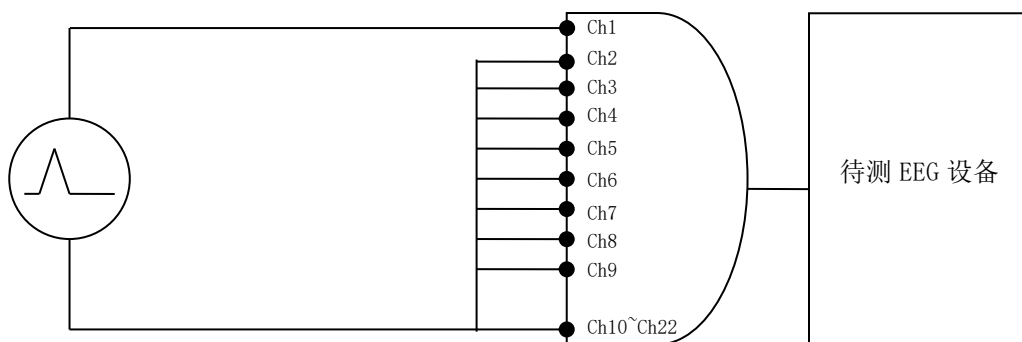


图 1：单通道的概念

经过 SEEG 100E，系统产生最大振幅为 $\pm 1V$ 的任意波形（数据从 PC 传出，经过数字转模拟的转换），然后经一精确的 500:1 分压器进行降压，来产生 $\pm 1mV$ 位准（ $2mV_{pp}$ ）的电压。SEEG 100E 模块包含电阻、电容、直流偏移、继电器等标准电路，用来提供 IEC 标准内所描述的所有单信道功能测试。

在标准内的基本测试包括：

- 灵敏度（ $\mu V/mm$ 的精确指示）
- 频率响应（正弦波及脉冲测试）
- 输入阻抗
- 噪声

关于全系列测试，可参阅相关标准及本手册的 1.2 节。

本系统的限制如下：

- 不包含输入噪声和共模抑制比 CMRR 测试，这需要特殊低噪声设备，请参考鲸扬科技的 CMRR 系列测试系统。
- 接线盒上的 22 个接孔（Ch1~Ch22），只有 9 个接孔（Ch1~Ch9）可以输出波形，其余 13 个接孔（Ch10~Ch22）等同于接地（详情请参考 2.2）。

1.2 标准/应用

下表显示 SEEG 100E 系统能支持、量测的标准，及其限制：

表 1：SEEG 100E 支持之标准

标准	章节	限制 /批注
IEC 80601-2-26:2019	201.12.1	201.12.1 里所有性能测试，除了 201.12.1.104 输入噪声和 201.12.1.106 共模抑制比测试。

一般限制：

- (1) 本设备是设计给具备隔离电路的脑电图机使用，一般用于医疗级脑电图机；如果非隔离电路使用本设备，噪声可能会过大。
- (2) 本产品接线盒上有 22 个接孔，但只有 9 个可以输出波形，其余 13 个接孔等同于接地。

1.3 框图/SEEG 100E 模块概观

下面是 SEEG 100E 内部模块架构的简化框图：

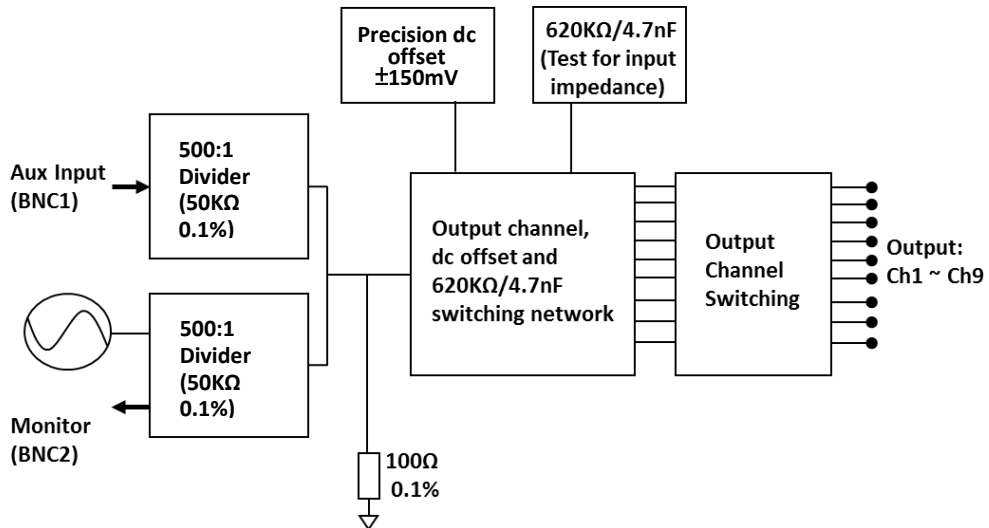


图 2：SEEG 100E 内部简化框图

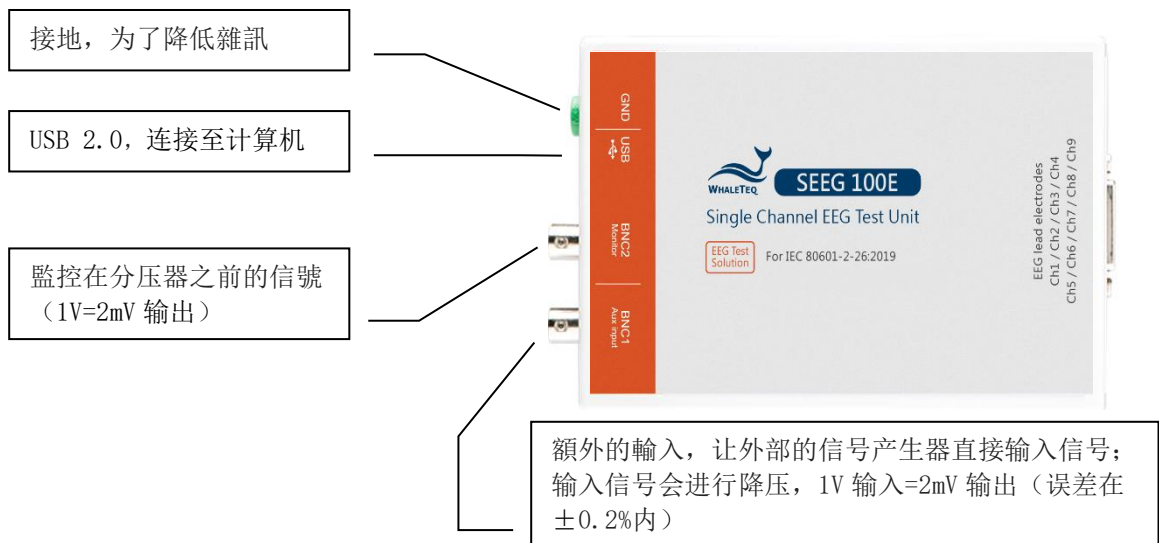


图 3：SEEG 100E 硬件检视

1.4 主要规格

除了 1.2 节所列之限制外，SEEG 100E 系统的设计皆符合 IEC 80601-2-26:2019 标准。以下为 SEEG 100E 规格：

- 技术规格

表 2：技术规格

参数	规格
主输出电压精确度	$\pm 1\%$ （在 $50\mu\text{V}_{\text{pp}}$ 或更高的振幅）
主输出电压分辨率 （DAC 分辨率）	$0.5\mu\text{V}$
频率/脉冲精确度	$\pm 1\%$
脉冲间期/时间精确度	$\pm 1\text{ms}$
电阻精确度	$\pm 1\%$
电容精确度	$\pm 5\%$
精密 500:1 分压器	$\pm 0.2\%$
取样率	$5\text{kHz} \pm 0.1\%$
直流偏移 （内部超级电容提供的固定电压、 无噪声偏移）	$150\text{mV} \pm 1\%$
直流偏移 （细调，最多可包含 $50\mu\text{V}_{\text{pp}}$ 噪声）	设定 $\pm 1\%$ 或 $\pm 3\text{mV}$
电源供应	USB+5V 直流电源（不需要再外加其他电源） 0.5A （高功率模式）
环境	$15-30^{\circ}\text{C}$ （理论值） $30-80\%\text{RH}$ （理论值）
安全性 电磁兼容性（EMC）	没有适用的安全标准（最大内部电压 12V_{dc} ）尚未进行 EMC 测试。符合 CE 标志，并有作 USB IC 的保护，及特殊的滤波器，以减少来自微处理器（ 8MHz ）和 DC/DC 转换器（ 200kHz ）的噪声。

- 波形参数

表 3：波形参数规格

参数		设定范围	默认值	最小可调 刻度
正弦波	频率（Hz）	$0.05-500\text{Hz}$	10Hz	0.01

参数		设定范围	默认值	最小可调刻度
	振幅	$(-2000) - 2000\mu\text{V}$	$100\mu\text{V}$	1
三角波	频率 (Hz)	0.05—500Hz	10Hz	0.01
	振幅	$(-2000) - 2000\mu\text{V}$	$100\mu\text{V}$	1
方波	频率 (Hz)	0.05—500Hz	10Hz	0.01
	振幅	$(-2000) - 2000\mu\text{V}$	$100\mu\text{V}$	1
矩形脉冲	频率 (Hz)	0.05—5Hz	5Hz	0.01
	振幅	$(-2000) - 2000\mu\text{V}$	$100\mu\text{V}$	1
	脉冲宽	2—300ms	100ms	1
三角脉冲	频率 (Hz)	0.05—5Hz	5Hz	0.01
	振幅	$(-2000) - 2000\mu\text{V}$	$100\mu\text{V}$	1
	脉冲宽	2—300ms	100ms	1
滞后 (Hysteresis)	频率 (Hz)	0.05—500Hz	5Hz	0.01
	振幅	$(-2000) - 2000\mu\text{V}$	$100\mu\text{V}$	1
	脉冲宽	2—300ms	100ms	1

- 进阶参数

表 4: 进阶参数规格

参数		设定范围	默认值	最小可调刻度
直流偏移		$(-1000) - 1000\text{mV}$	0mV	1
620k Ω / 4.7nF (开启为短路)		on / off	Off	—
噪声	工频噪声	50Hz、60Hz、80Hz、100Hz (80Hz 和 100Hz 的设置只用于电容校正, 并非用于测试脑电图。)	50Hz	—
频率扫描 (正弦波)	开始频率	0.67—500Hz	0.67Hz	0.01
	结束频率	0.67—500Hz	150Hz	0.01
	间期	10—180s	30s	0.01

参数	设定范围	默认值	最小可调刻度
导联电极输出	Ch1—Ch9 (Ch10—Ch22 等同于接地)	Ch1	—

1.5 注意事项

- 使用产品之前，请使用防静电手环，或接触安全接地的物体或金属物体（例如电源供应器的金属壳）以避免静电导致产品损坏。
- 鲸扬科技不建议测试设备连接待测物（DUT）来执行静电放电（ESD）测试，这可能会对测试设备造成不可预期的损坏。在进行 ESD 测试之前，请与鲸扬科技连络以了解替代方案。
- 产品上的 QC PASS 贴纸如遭人为撕开或破坏，则保固无效。
- 此为专业使用之测试仪器，非医疗器材。仅为测试用，不会涉及人体或临床使用。

2 设置

2.1 软件安装

2.1.1 系统需求

单信道脑电测试系统透过计算机的 USB 接口来控制本产品。

用户的 PC 应满足以下要求：

- Windows PC (Windows 7 或更高版本，建议使用正版微软操作系统)
- 微软 .Net Framework 4.5.2 或更高版本
- 系统管理者权限 (安装软件、驱动程序及微软 .Net Framework 时需要)
- 1.5 GHz CPU 或更高
- 1GB RAM 或更高
- 可用的 USB 端口

2.1.2 安装及使用 SEEG 软件

请依照以下步骤下载及执行 SEEG 安装软件。

- 从鲸扬科技网站上下载 SEEG 安装软件至你的计算机
- 浏览到下载位置
- 解压缩文件案到目标文件夹
- 点击目标文件夹里的安装文件，执行 SEEG 的安装程序
- 安装完成后，SEEG 软件会自动开启；
或者至「开始→所有程序→WhaleTeq→WhaleTeq SEEG」下开启软件

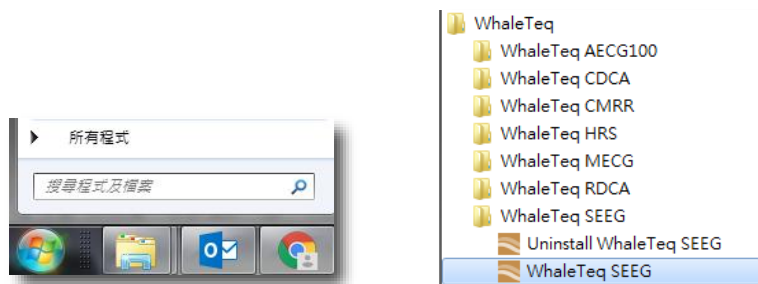


图 4：开启 SEEG 100E 软件

若无法顺利使用 SEEG，请参考下两节（2.1.3 及 2.1.4），确认 USB 驱动程序及 Microsoft .Net Framework 4.5.2 已正确安装到计算机。

2.1.3 第一次使用鲸扬设备——安装 USB 驱动程序

当设备管理器无法辨识鲸扬设备时，请遵照以下内容安装 Microchip® 的驱动程序。

对于 Microsoft Windows 10 的用户：

Windows 10 具有内置的 Microchip® USB 驱动程序，在使用鲸扬设备之前无需安装任何驱动程序，只需稍待一阵等 Windows 10 自动装完驱动程序。

对于 Microsoft Windows 8 及 8.1 的用户：

1. 请先从鲸扬科技网站下载「[mchpcdc.inf](#)」，这个驱动程序是由 Microchip 提供，用于具有内置 USB 功能的 PIC 微处理器。
2. 由于 Microchip® 提供的 mchpcdc.inf 不包含数字签名，因此在安装 USB 驱动程序之前，必须在 Windows 8 和 8.1 中关闭数字签名的功能。请点击[这里](#)观看关闭数字签名教学影片。
3. 选择手动更新驱动程序，并选到含有 mchpcdc.inf 的文件夹，并继续跟随系统指令。当系统显示此驱动程序没有通过 Windows 的认证，请忽略这个警告。请点击[这里](#)观看手动更新驱动程序教学影片。

对于 Microsoft Windows 7 的用户：

1. 请先从鲸扬科技网站下载「[mchpcdc.inf](#)」，这个驱动程序是由 Microchip 提供，用于具有内置 USB 功能的 PIC 微处理器。
2. 选择手动更新驱动程序，并选到含有 mchpcdc.inf 的文件夹，并继续跟随系统指令。当系统显示此驱动程序没有通过 Windows 的认证，请忽略这个警告。请点击[这里](#)观看手动更新驱动程序教学影片。

2.1.4 第一次使用鲸扬设备——安装 Microsoft .Net Framework 4.5.2

由于鲸扬软件是基于 Microsoft .Net Framework 4.5.2 来开发，请确定您的操作系统已经安装 Microsoft .Net Framework 4.5.2 或其更高版本。

若您的计算机尚未安装 Microsoft .Net Framework 4.5.2 或其更高版本，请至 Microsoft 官网下载。请点击[这里](#)观看下载及安装 Microsoft .Net Framework 教学影片（从 2:03）。

备注：若无法安装 .NET Framework 4.5.2 版本，请尝试先安装 4.0 版本，再安装 4.5.2 版本。

2.2 连接至脑电图机

为了让脑电图机方便使用本产品，本产品包含提供了一个 22 通道（Ch1~Ch22）的「脑电接线盒」；此 22 信道中，只有 9 个通道（Ch1~Ch9）可播放波形，剩下的 13 个通道（Ch10~Ch22）等同接地。接线盒请参考下图：



图 5：脑电接线盒

待测的 EEG 设备可替换的使用一个公 D15 接头直接连接到 SEEG 100E。该 pin 脚输出分别为：



1-Ch1	4-GND	7-Ch6	10-Ch9
2-Ch2	5-Ch4	8-Ch7	
3-Ch3	6-Ch5	9-Ch8	

备注：Ch10~Ch22 接至 Pin4（GND）。

2.3 降低环境噪声

无噪声的环境是测试脑电设备必要的条件。采用下面的方式可以达到降低噪声的目的：

（a）放置金属工作台或金属片在待测脑电设备及鲸扬 SEEG 测试单元下方（b）连接 SEEG 100E GND 端子和待测脑电设备的框架接地（或 EP 终端）到金属片。

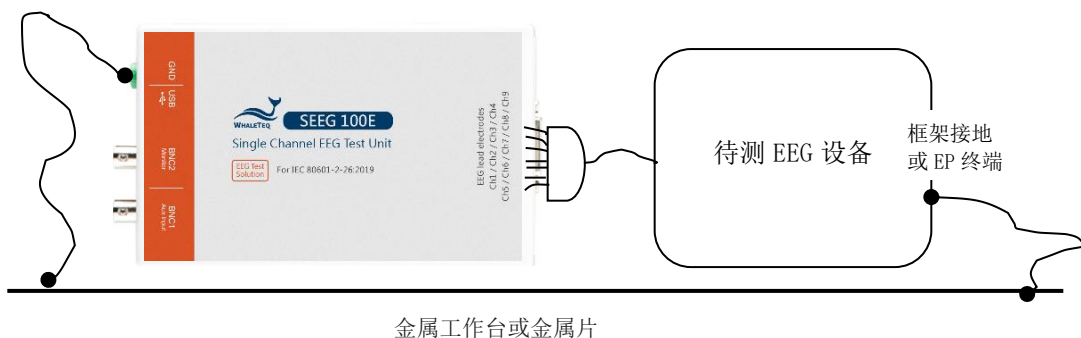


图 6：低噪声测试环境架设

有了上方(a)或(b)的设置后，打开待测 EEG 设备到最大灵敏度，关闭 AC 滤波器（如果能够关闭的话），并确认噪声位准是可以接受的，再进行测试。对于多数的测试，这种设置是令人满意的；然而，对于串联 $620k\Omega$ 阻抗的不平衡输入阻抗测试可能会导致高噪声。所以对于这一测试，可以打开 AC 滤波器。如果噪声仍然过大，移动到一个电器较少的环境中，或增加下方和周围设置的金属片尺寸。

2.4 主屏幕

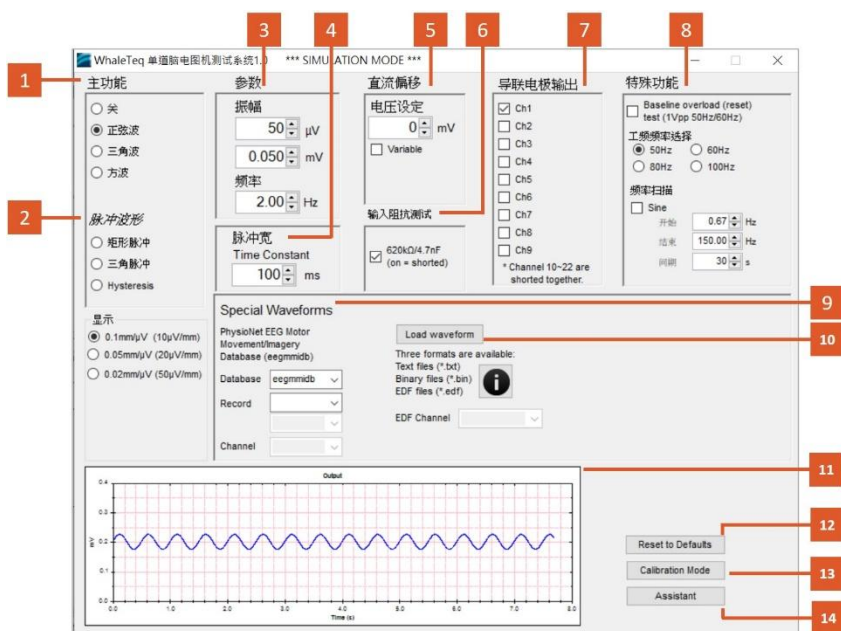


图 7: SEEG 100E 软件画面

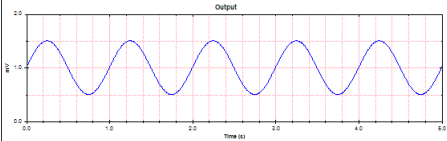
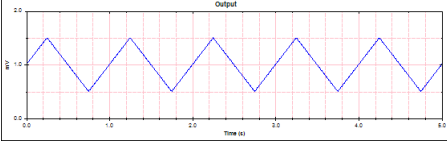
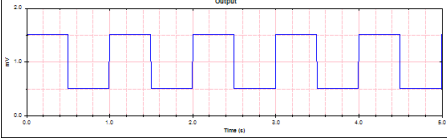
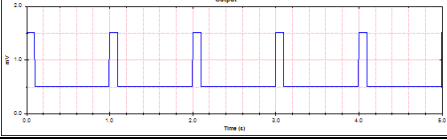
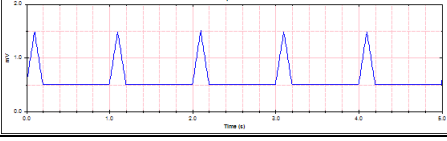
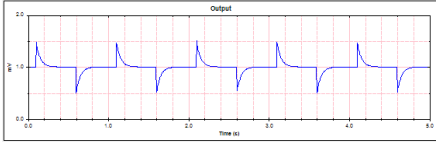
- 01- 选择主函数（波形）的类型，如正弦波、三角波、方波
- 02- 选择脉冲函数（波形）的类型，如方形脉冲、三角脉冲、滞后
- 03- 参数设置
- 04- 选择脉冲宽度仅适用于矩形和三角形脉冲，时间常数适用于滞后（Hysteresis）
- 05- DC 偏移设置
- 06- 选择是否使用 620k Ω /4.7nF 电路（输入阻抗测试）
- 07- 选择哪个输出被切换到导程电极（Ch1~Ch9）
- 08- 特殊功能
- 09- 选择从 PhysionNet 下载特定脑电数据库
- 10- 从计算机加载 TXT、BIN 格式的波形
- 11- 提供当前输出信号的实时仿真波形
- 12- 参数设定还原默认值
- 13- 校正模式
- 14- IEC 80601-2-26:2019 的标准辅助

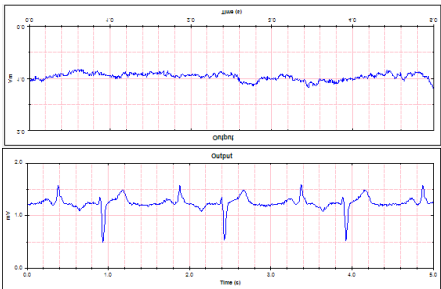
2.5 功能群组描述

2.5.1 主功能（主波形）

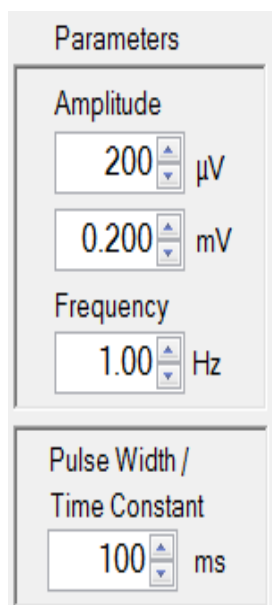
操作者可在此群组中，选择测试的主要波形；以下为各波形的内容：

表 5：波形设定

波形名称 (中)	波形名称 (英)	描述	波形样本
正弦波	Sine	基本的正弦波，设定振幅（mVpp）和频率（Hz）。	
三角波	Triangle	基本的三角波，设定振幅（mVpp）和频率（Hz）。	
方波	Square	基本的方波，设定振幅（mVpp）和频率（Hz）。	
矩形脉冲	Rectangle pulse	一个矩形脉冲，设定振幅、脉冲宽度和频率。	
三角脉冲	Triangle pulse	三角形脉冲，设定振幅、脉冲宽度和频率。	
滞后	Hysteresis	指数波形，用来测试滞后（原始设置幅度为±0.5mV，时间常数为50ms，可调整）。	

波形名称 (中)	波形名称 (英)	描述	波形样本
特殊波形 和加载波形	Special Waveforms 、 Load Waveforms	一系列储存波形，包括(1)任意加载波形和(2)从PhysioNet下载的EEG Database。 振幅和频率的设置不会影响这些波形。	

2.5.2 主参数



The image shows a software window titled "Parameters". It contains three main sections, each with a label and a numeric input field with up/down arrows and a unit:

- Amplitude:** The first section has two input fields. The top one is set to "200" with the unit "μV". The bottom one is set to "0.200" with the unit "mV".
- Frequency:** The second section has one input field set to "1.00" with the unit "Hz".
- Pulse Width / Time Constant:** The third section has one input field set to "100" with the unit "ms".

图 8：振幅、频率、脉冲宽设定

振幅：

可以以 mV 或 μV 进行设定，这两个设定会连动并自动转换，只需更改一个即可。调整波形幅度从 -2mV ($-2000\mu\text{V}$) 到 $+2\text{mV}$ ($2000\mu\text{V}$) 以 0.001mV ($1\mu\text{V}$) 的分辨率。对于所有波形的振幅表示为峰值到峰值。例如，对于一个 1mV 的正弦波实际波形的变化为 $+0.5\text{mV}$ 和 -0.5mV 之间。这符合相关的标准测试要求。

频率：

以 Hz 进行设定，连续波形（正弦波、三角波、方波）最高至 500Hz 。脉冲波形（矩形、三角形）频率也可以被称为脉冲重复率。为了防止重迭的脉冲，有限制脉冲的设定频率（最高至 5Hz ）。

脉冲宽：

只适用于矩形脉冲，三角形脉冲及滞后波形。矩形脉冲宽定义为跨越 50% 上升和下降的脉冲边沿之间的时间¹。三角形脉冲宽被定义为三角形脉冲的基底宽度。对于滞后波形，设定脉冲宽为时间常数。脉冲宽最低可以设置至 2 毫秒²。

¹为了尽量减少脑电图机内滤波器所造成的振铃，矩形脉冲具有 1ms 的上升时间。这意味着，一个 20ms 的矩形脉冲，实际上有一个 21ms 的底部和一个 19ms 脉冲的顶部。这个定义保证了脉冲的设置为整数匹配，如一个 3mV 的 100ms 的脉冲将具有 $300\mu\text{Vs}$ 的整数组成。

²注意，取样率被限制为 0.2ms 。因此，一个 2ms 的脉冲将有有限的时间分辨率。

2.5.3 直流偏移设定

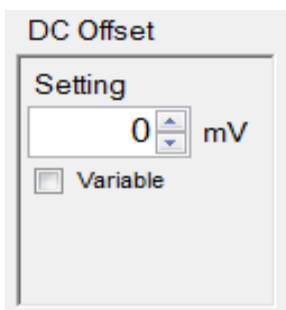


图 9：直流偏移设定

此功能允许操作者在直流偏移切换。在预设情况下（非细调），只有+150mV、0 或-150mV 的设定。在这种模式下，直流偏移是由内部「超级电容器」提供，此方式至少能提供 3 分钟精确且稳定的 150mVdc 偏移，直接加在主波形上，且不会影响该主波形的质量。在不使用时（即设置为零），该超级电容会进行充电。

在细调（Variable）模式下，直流偏移是由另一信号产生信道提供。此模式最大电压被限制为 1000mV。

2.5.4 输入阻抗测试

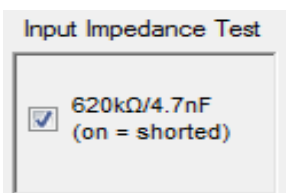


图 10：输入阻抗测试

此选框允许用户在主功能切换 620kΩ//4.7nF 的串联阻抗，用于测试待测的脑电图设备的输入阻抗。当该选框被勾选，此段线路短路。±150mVdc 偏移可以与此测试一起使用。

2.5.5 输出电极

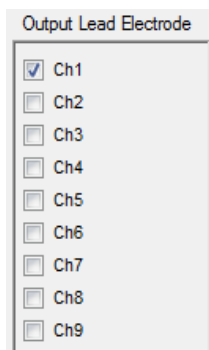


图 11: 输出电极设定

这部分允许用户选择哪个输出电极连接到输出端（即端子 P1 在 IEC 80601-2-26:2019, 图 201.104）。未选择的电极被连接到系统接地（在图 201.104 端子 P2）。

多个输出电极可同时被选择。

2.5.6 输出图形显示

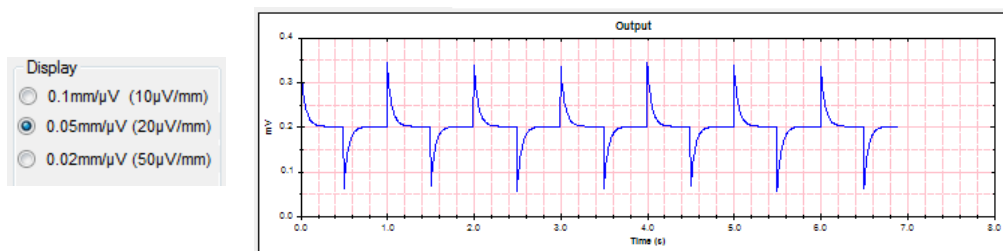
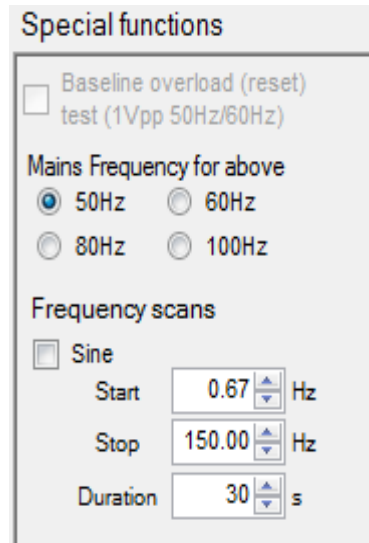


图 12: 输出图形显示

输出显示提供类似于由脑电图的图像。由系统提供的波形覆盖全范围，显示范围的灵敏度可设置在 $0.1\text{mm}/\mu\text{V}$ 、 $0.05\text{mm}/\mu\text{V}$ 或 $0.02\text{mm}/\mu\text{V}$ 。时间速率是固定的。输出显示与 DAC 输出相同的数据，作为交叉检查波形使用。

2.5.7 特殊功能



Special functions

☐ Baseline overload (reset)
test (1Vpp 50Hz/60Hz)

Mains Frequency for above

☒ 50Hz ☐ 60Hz
☐ 80Hz ☐ 100Hz

Frequency scans

☐ Sine

Start Hz

Stop Hz

Duration s

图 13: 特殊功能

基线过载测试（只适用于正弦波）：

选取此项目时，会输出一大信号 1Vpp (0.354Vrms)，其它参数则被忽略。它的目的是测试过载时脑电图的反应，特别是基线自动复位（由于高通滤波）。取消选取此项目时，系统将恢复到以前的设置（例如 1mVpp、10Hz 的信号）。测试的电源频率可以选择 50Hz 或 60Hz。

频率扫描：

正弦扫描：可使用于测试或测试延伸频率响应系统。本系统采用 5kHz 的固定取样率，可以减少从其他数字源产生的差频（beating）问题。如果仍然出现差频，一个单独的模拟输入 BNC1，允许用模拟函数产生器测试。

2.5.8 特殊波形跟加载波形

在主画面的右下角，有两个功能：「Special Waveforms（特殊波形）」和「Load waveform（加载波形）」。由这两个功能产生的波形是固定的，不会受振幅和频率的设置影响。

Special Waveforms（特殊波形）：

鲸扬科技 SEEG 100E 一次只能播放单导连的数据库。使用此功能，将自动从 PhysioNet 下载波形；使用时请保持网络顺畅。

SEEG 100E 目前内建的数据库为：

- *EEG Motor Movement/Imagery Database (eegmmidb) :*
此数据库请每位受测者做特定动作，再录下动作当下 64 通道的脑电图；详情参考[这里](#)。
- *CHB-MIT Scalp EEG Database (chbmit) :*
此为儿童医院提供的癫痫（seizures）数据库，此数据库内保有癫痫的笔记；详情参考[这里](#)。

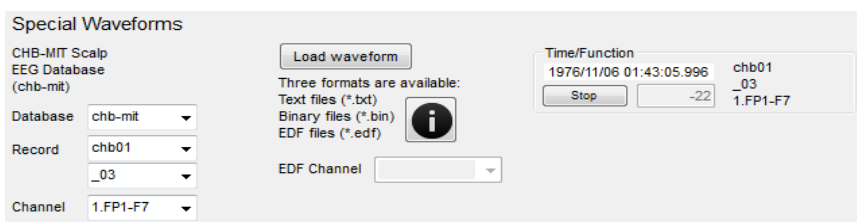


图 14：特殊波形

Load waveform（载入波形）：

若用户加载支持格式所写成的数据文件，SEEG 100E 便可播放档案内的波形。

「加载波形」功能支持三种文件格式：TXT、BIN 及 EDF 档。

Text (*.txt)

- 文本文件，Windows 分行（LF、CF）
- 首行为取样率（Hz）
- 次行为取样数
- 之后每行为一单位，进行取样；数值大小的单位为 μV

Binary files (*.bin)

- 第 1~2 字节为取样率（Hz）
- 第 3~6 字节为取样数
- 之后每两个字节为一单位，进行取样；数值大小的单位为 μV

- 所有数据为 bigendian（高位优先），2 进位补码

EDF files (*.edf)

此为一流通性高但较为复杂的格式；查看此格式的详细数据请至[这里](#)。

2.6 SEEG 标准辅助

SEEG 标准辅助，支持最新的 IEC 80601-2-26:2019 脑电图机标准。标准中的测试项目、测试步骤、通过准则都涵盖在软件中，可辅助用户简化各测试项目的繁杂步骤，节省大量的测试操作时间。

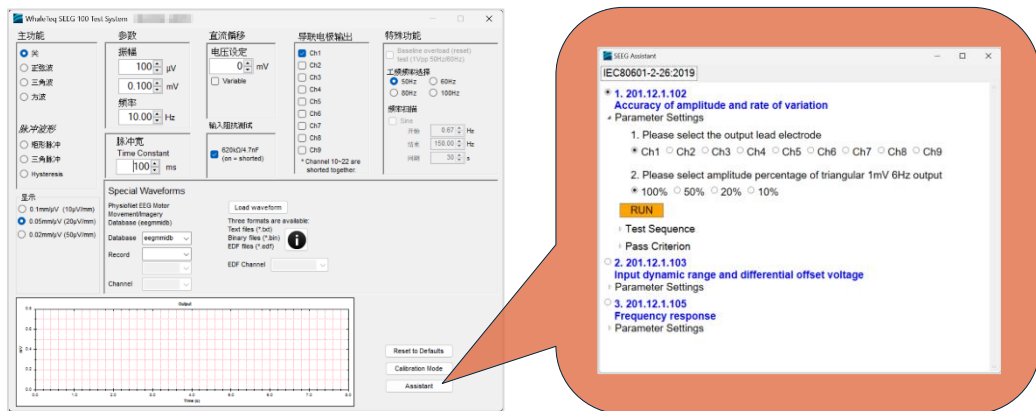


图 15：标准辅助

2.7 校正、验证

鲸扬 SEEG 100E 进行过详细的系统验证；若需报告可以提出取得。

出货前，系统内各单元的组件值和输出电压皆经过测试；测试时，使用校正过的精密多功能电表。由于鲸扬科技无法提供 ISO17025 认证的校正，需要遵循 ISO17025 的实验室，按正常程序和惯例，应定期于使用前进行校正。使用此种方式校正程度仍有所限制，这取决于实验室是否有额外的需求。

由于校正过程相当复杂，我们提供了软件辅助的校正模式；软件设置了 SEEG 100E 所需的特定测试，并指示用户测量项目。

#1	*Test location:	---	---	WHALETEQ, Taipei, Taiwan	
#2	*Date (yyyy/mm/dd):	---	---	2015/10/27	
#3	*Reference equipment:	---	---		
#4	*Room temperature, °C:	---	---	25	
#5	*Room humidity, %RH:	---	---	50	
#6	*Tests by:	---	---	Joseph Liu	
#7	*SEEG Serial No.	---	---	WEE1501111	
#8	Input imp. rest., kΩ:	640.0	1%	641	0.2% Pass
#9	Input imp. cap., nF:	4.70	5%	4.6	-2.1% Pass
#10	* Change to mVdc	---	---	None required	---
#11	Output voltage, mVpp:	0.200	1%	0.201	0.5% Pass
#12	Output voltage, mVpp:	0.400	1%	0.401	0.2% Pass
#13	Output voltage, mVpp:	0.500	1%	0.501	0.2% Pass
#14	Output voltage, mVpp:	0.800	1%	0.801	0.1% Pass
#15	Output voltage, mVpp:	1.000	1%	1.001	0.1% Pass
#16	Output voltage, mVpp:	1.200	1%	1.201	0.1% Pass
#17	Output voltage, mVpp:	1.500	1%	1.501	0.1% Pass
#18	Output voltage, mVpp:	2.000	1%	2.000	0.0% Pass
#19	Fixed DC offset, mV:	300.0	1%	300	0.0% Pass
#20	Variable DC offset, mV:	+200	5%	200	0.0% Pass
#21	Variable DC offset, mV:	+600	5%	600	0.0% Pass
#22	Variable DC offset, mV:	+1000	5%	1000	0.0% Pass
#23	Variable DC offset, mV:	-200	5%	-200	0.0% Pass
#24	Variable DC offset, mV:	-600	5%	-605	0.8% Pass
#25	Variable DC offset, mV:	-1000	5%	-1000	0.0% Pass
#26	*Pre-divider out, Vdc	2.000	---	1.999	---
#27	Divider ratio:	1000	0.1%	1000.5	0.0% Pass
#28	Frequency, Hz:	10.00	1%	10.00	0.0% Pass
#29	Frequency, Hz:	40.00	1%	40.02	0.1% Pass
#30	Overall Result:	20	---	20	---

图 16: SEEG 100E 校正项目

此外，用户透过软件提供的格式，可以检查结果是否在允许范围内。校正完成后，校正结果会自动复制到记事本，并保存在 TXT 文件中，保存位置为：

「C:\WHALETEQ\SEEG_Cal_yyyymmdd.txt」。

其中「YYYYMMDD」是计算机系统上的日期。如果使用固定宽度的字体，如「Courier New」，数据将对齐显示。

下面章节为手动程序，以供参考和说明。

2.7.1 校正程序

表 6: 校正程序

参数	正常值，容许范围	方法
输入阻抗 电阻	620k Ω ±1%	这可以透过下面方式量测： • 设置主函数为「关」 • 将输出设置为 Ch1

参数	正常值，容许范围	方法
		- 打开输入阻抗开关（不勾选「620kΩ/4.7nF」） - 测量 Ch1 和 Ch2 之间的电阻
输入阻抗电容	4.7nF $\pm$ 5%	测量上述所使用的 620k Ω ，用电容测量仪以 1kHz 进行量测。 注意：在量测电路中包括了 100pF 的杂散电容；尽管这样，测量结果仍应在范围内。
精密分压器 (50k Ω :100 Ω)	500:1 $\pm$ 0.1%	电阻值应在 50k Ω 和 100 Ω $\pm$ 0.1%，但电路中无法验证。另一种替代方案用于验证分压的准确度： - 设置 2mVpp、0.1Hz 的方波，输出至 ch1 - 使用 Fluke 8845A 或同等精密仪表，在 BNC2 通过负周期归零后测量，并记录峰对峰的电压值，并在正循环（标称 1Vpp）下测量。 - 在 ch1 和 ch2 之间的输出处重复此测量（正常值为 2mV） - 计算比率并确认为 500:1 在$\pm$0.2%内
输出电压	设置 $\pm$ 1%	方法： - 设置 0.2mVpp、0.1Hz 的方波，输出到 Ch1 - 测量 Ch1 和 Ch2 之间输出的峰对峰值，使用 Fluke 8845A 或同等精度电表（Picotest M3500A），记录 mVpp 的输出 - 重复 0.4、0.5、0.8、1、1.2、1.5 和 2mVpp - 确认所有的值都在设定值的 1%或 5μV 内 注：Fluke 8845A 具有合适的精度为 10mVpp，但有边界线（borderline）精度 1mVpp 或更低。另一种方法是测量 BNC2 的输出，然后使用上面的分压比。
直流偏移 (固定 $\pm$ 150mV)	150mV $\pm$ 1%	方法： - 设置主函数为「关」 - 选择+150mV - 测量 Ch1 和 Ch2 之间的电压 注意：DC 偏移是从内部超级电容器供电，此电容约 10 分钟后将没有电。标准的测试时间通常远小于 2 分钟。
直流细调	设置 $\pm$ 5mV 或 1%	请使用以下程序： - 设置主函数为「关」 - 勾选「细调」 - 设置+200mV 的直流偏移 - 确认该值为 200$\pm$5mV - 重复+600、+1000、-200、-600 和-1000mV
输出频率	设置 $\pm$ 1%	方法：

参数	正常值，容许范围	方法
		• 设置 1mVpp, 10/40Hz 的正弦波 • 使用任何适当的仪器测量 BNC2 的频率 注意：此方式验证系统时钟是准确的。其他频率或时序验证并不被软件验证所涵盖，虽然用户可以自由地测量其他频率和时序。建议使用 40Hz，以避免电源频率产生差频。

3 软件开发工具包

鲸扬科技提供 SEEG 100E 软件开发工具包（SDK），所有操作参数及选项在 SDK 中都有相对应指令，SDK 内含 DLL（Dynamic-link library，动态链接函数库），提供高效的程序绑定和版本升级，并支持 C/C++ header 和 C# interface，可与第三方工具及脚本语言（Script Language）整合。

4 除错

表 7：除错

问题	解决方式
SEEG 100E 模块（测试单元）无法识别（正确安装 USB 驱动程序）	识别 USB 设备必须按顺序完成： 1. 如果已打开鲸扬软件，关闭软件。 2. 移除 SEEG 100E 模块约 2 秒。 3. 重新连接 SEEG 100E 模块。 4. 等待确认音。 5. 开启鲸扬软件。
SEEG 100E 模块停止回应	将主功能模式设置为「关」，然后返回到正在使用的功能。若仍没有反应，关闭鲸扬软件，移除 SEEG 100E 模块，再重新连接 SEEG 100E 模块并重新启动 SEEG 100E 软件。

5 订购信息

5.1 标准组合

表 8: SEEG 100E 标准组合

产品料号	产品叙述	数量
100-EE00102	产品型号: SEEG 100E 单信道 EEG 脑电测试系统搭配 EEG 接线盒 (breakout box) 和 IEC 80601-2-26:2019 标准辅助软件。 包装明细: • SEEG 100E 主机 x 1 • EEG 接线盒 (breakout box) x 1 • 导线扣 x 22 • USB 线材 x 1 • 接地线材 x 1	1

5.2 选购配件及服务

- 选购配件

表 9: 选购配件

产品料号	产品叙述	数量
100-OT00001	USB 隔离器，用于降低来自 PC 的电源噪声。推荐搭配使用 SECG 4.0、MECG 2.0、HRS200、HRS100+、SEEG 100 和 SEEG 100E。	1

- 选购校验服务及延伸保固

表 10: 选购校验服务及延伸保固

产品料号	产品叙述
YY0007	产品型号: C3 提供鲸扬原厂 (3) 年校验服务，鲸扬测试仪可基于 (1) 年期间进行校验，确保校验后符合出厂性能规格。
YY0008	产品型号: R3 产品保固由 (1) 年延长至 (3) 年。

6 版本信息

表 11: 版本信息

说明书版本	修改内容	发行日期
2021-03-31	新增 第三章 软件开发工具包 第五章 采购信息 第六章 版本信息	2021-03-31
2021-07-01	新增 第一章 第五节 注意事项	2021-07-01
2024-11-25	更新 1.4 主要规格 2.1.1 系统需求 2.1.2 安装及使用 SEEG 软件 2.1.4 第一次使用鲸扬设备	2024-12-13

7 联络信息

WHALETEQ Co., LTD
service@whaleteq.com (0) +886 2 2517 6255
104474 台湾台北市中山区松江路 125 号 8 楼