

用户手册

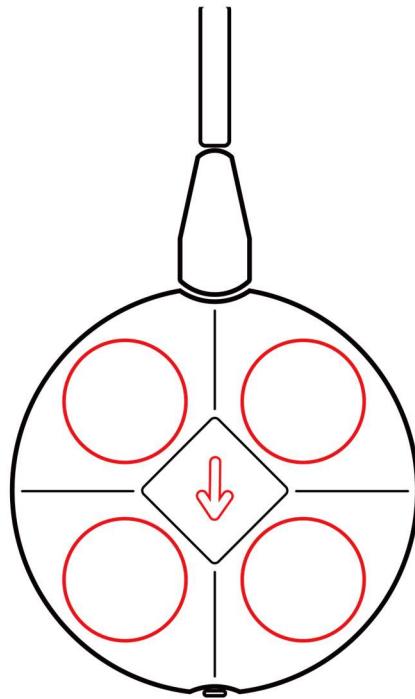
USER MANUEL

Hover 1000

多普勒计程仪用户手册

Ver 1.1

2022-09



保利天同水下装备科技有限公司

海底鹰深海科技股份有限公司

目录

1. Hover 1000 DVL.....	1
2. 快速入门.....	5
3. 安装.....	7
4. 显控软件.....	11
4.1 参数设置区.....	11
4.2 信息返回与命令行交互区.....	14
4.3 功能区.....	15
4.4 文本数据显示区.....	17
4.5 曲线数据显示区.....	18
4.6 脱离显控软件使用设备.....	20
4.7 其它功能.....	33
5. 注意事项.....	35
5.1 使用.....	35
5.2 维护.....	35
6. 接口.....	37
7. 故障排除.....	39
8. 发货清单.....	41

1. Hover 1000 DVL

多普勒计程仪（Doppler Velocity Log-DVL）基于多普勒效应原理，通过四个呈一定角度的换能器发射声信号，并测量各自反射回波相对发射信号的传播时延（Time Of Flight-TOF）频偏（Frequency Shift）。根据每个换能器波束计算出来的频偏，以及声波在水中的传播速度，以及当前发射信号载波频率等信息，可以计算出该波束方向上 DVL 相对水底的径向运动速度。结合四个波束的计算结果，以及四个波束的安装角度，即可以精确计算出自身相对反射物的距离和三维运动速度。

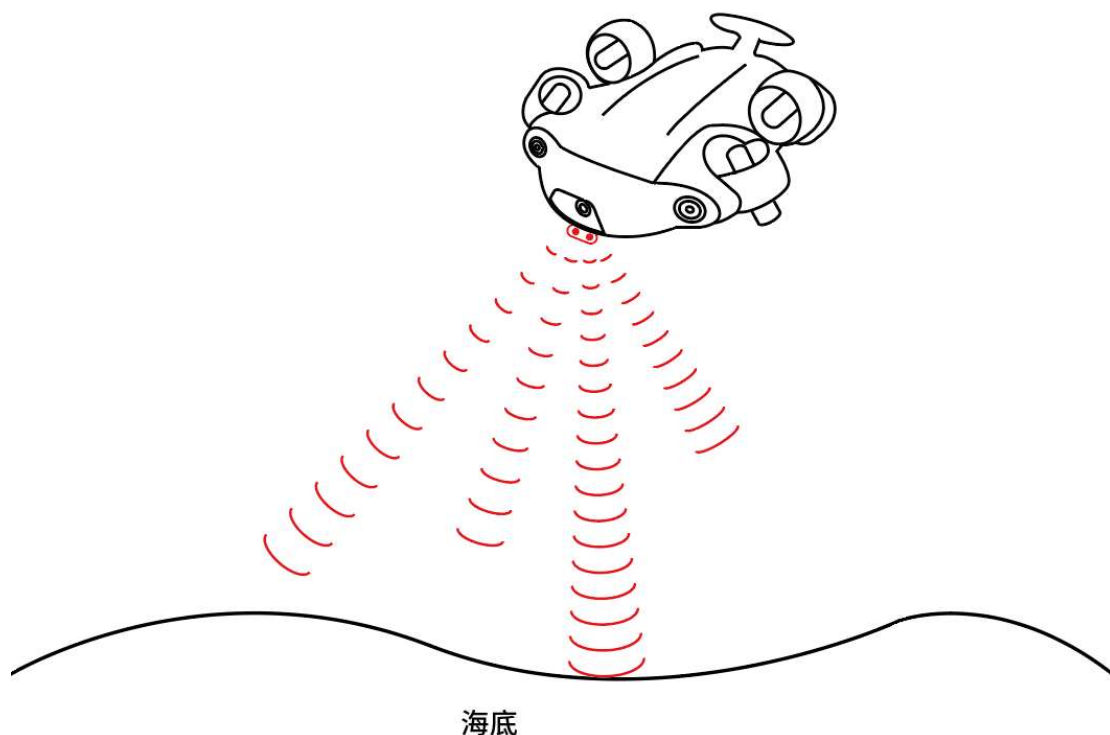


图 1 多普勒计程仪工作原理示意

多普勒计程仪可以为水下运动平台的运动控制、悬停、避障等操作提供重要数据支撑，同时作为各种水下移动平台以及水面船只导航系统的重要组成部分，多普勒计程仪可通过与多种传感器搭配，为用户提供一种经济有效、功能强大、满足独特任务需求的精确导航定位系统。

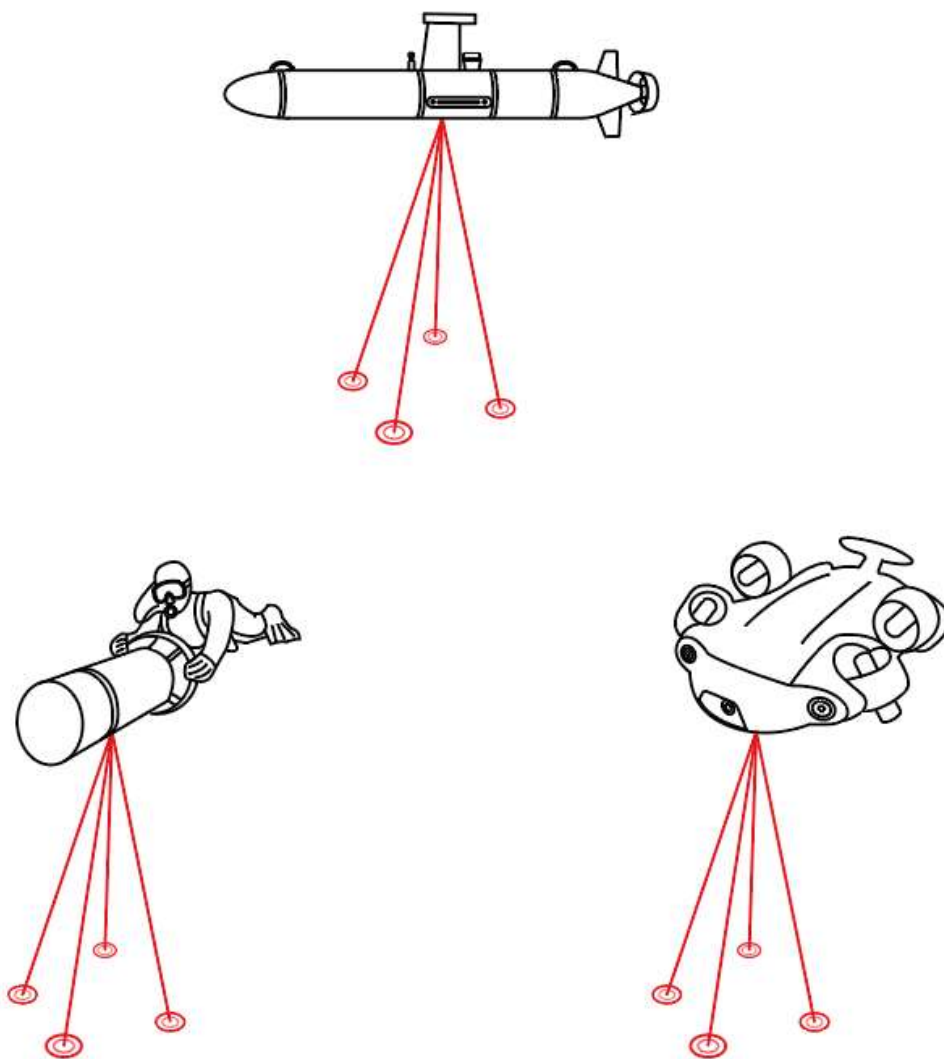


图 2 DVL 典型应用场景

H1000 多普勒计程仪产品是一款超小体积、超高精度、低成本、低功耗多普勒测速设备。H1000 集成了目前国际领先的宽带信号处理技术、模拟与数字电

路技术以及声学换能器技术，可以为用户提供一种性能、预算、尺寸功耗等方面俱佳的完美选择。

H1000 可上电自动开始测量，亦可以通过命令开启/关闭测量；可以根据环境自适应调节工作参数，从而实现一键式、“傻瓜式”测量，亦可以根据工作环境手动控制诸多工作参数，从而实现可控式测量。

H1000 可快速便捷地集成至 AUV、ROV、载人潜水器等各种水下平台，为其水下运动控制、导航定位、悬停避障等功能持续提供高精度高可靠性的运动速度、对底高度等关键信息，在水下搜救打捞、工程结构维护、水下安防等诸多领域有着十分广泛的应用。

H1000 使用 PEEK 外壳和金属后盖，采用整体灌胶密封工艺，最大限度地降低产品尺寸重量。在外壳上具有艏向指示箭头标识，便于集成安装设计。

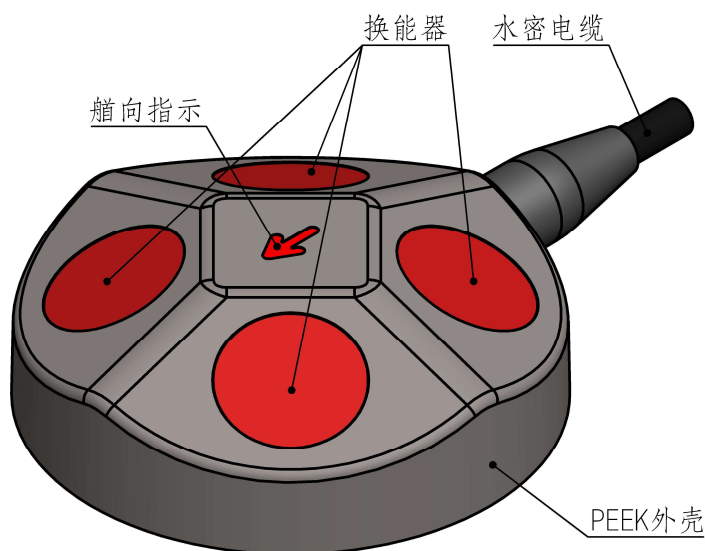


图 3 H1000 多普勒计程仪外观

H1000 的主要技术指标如表 1 所示。

表1 H1000主要技术指标

声学指标	
工作频率	1000kHz
测速精度	0.4%±2 毫米/秒
最大对底高度	45 米（水质条件极好情况下可达 50 米）
最小对底高度	20 厘米
测速范围	±10 米/秒
最大数据更新率	20Hz
航向传感器精度	±2°
俯仰及横滚角精度	精度 <1°；测量范围：横滚±180°，俯仰±90°
电气接口	
供电	DC24V（DC12V - DC32V）
平均功耗	2 瓦
接口	UART、百兆网口
数据格式	PD6、EPD6、自定义
机械参数	
尺寸	90 毫米×30 毫米（直径×高）
空气重量	355 克
水中重量	165 克
材质	换能器端盖 PEEK、底盖不锈钢
耐压	300 米
线缆	护套材质：防水 PUR。长度：1.5 米

2. 快速入门

当收到 H1000 后，可以通过以下操作步骤快速检查设备是否正常。

1、准备一个输出电压额定值为 DC24V 的电源适配器、稳压电源或电池组，供电设备需要能够提供 2A 以上的瞬时电流（设备大功率运行状态会有瞬时大电流）。

2、根据第 6 章关于设备接口的描述，连接好 H1000、测试电脑以及供电电源，产品连接示意图如图 4 所示。

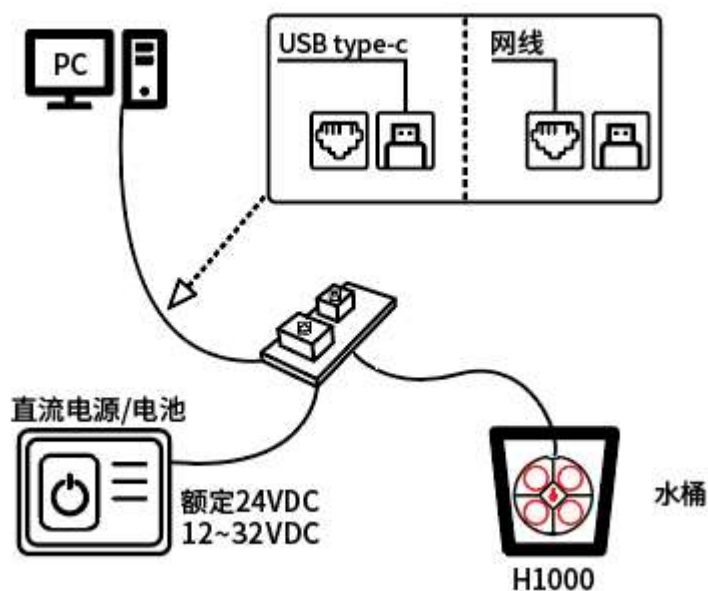




图 4 产品测试连接示意图




3、连接到 H1000

该设备支持串口或者网口两种连接方式，可点击显控软件上的“连接”图标，并在弹出的连接设置对话框中进行选择。在连接测试前，需确保换能器头完全浸没在水中，然后再打开供电电源。


(1) 串口连接方式

选择串口连接方式时,先用一根 USB 线连接设备输出电缆的 USB 接口与测试电脑的 USB 口。在测试电脑上打开 H1000 显控软件,点击软件上“连接”图标,在弹出的连接设置对话框中选择串口连接方式,并在下拉菜单中选择对应的端口号,波特率选择默认的 115200 即可,然后点击“连接”按钮,直至连接图标变成连接状态即可。

(2) 网口连接方式

选择网口连接方式时,用一根网线连接测试电脑的网口,另一端连接 H1000 的水密缆。在测试电脑上打开 H1000 显控软件,点击软件上“连接”图标,在弹出的连接设置对话框中选择“TCP”连接,在 IP 地址设定框中填写设备的 IP 地址 (192.168.2.102),并在端口号设定框中设定端口号 (10000),最后将测试电脑的本地 IP 设置到与设备 IP 在同一网段上,然后点击软件上的“连接”按钮,直至图标变成连接状态即可。

4、连接成功后,大约在 5 秒钟内,显控软件将在信息返回和命令行交互区打印设备启动信息“Welcome to Hover 1000K vxx.xx” (vxx.xx 为当前固件版本号)。

5、点击显控软件上的“开始测量”图标,设备将开始工作。用户可在软件“单呼信息”部分看到设备输出的文本数据,并在界面右侧部分看到相关数据的绘图曲线。注意此时只有姿态数据是有效的,速度数据以及水深数据只有当水体足够开阔时才会有效。当设置的发射功率档位足够高时,可以看到每次发射时水面产生的振动波纹。

6、至此已经完成了 H1000 设备的快速测试,如果需要进行其它设置或者测

试，请参阅本文档的其它章节。



图 5 显控软件截图

3. 安装

H1000 可以轻松地通过外壳背面的 4 个螺纹孔 (M3) 安装到用户平台上, 安装螺纹孔的尺寸如图 6 所示。

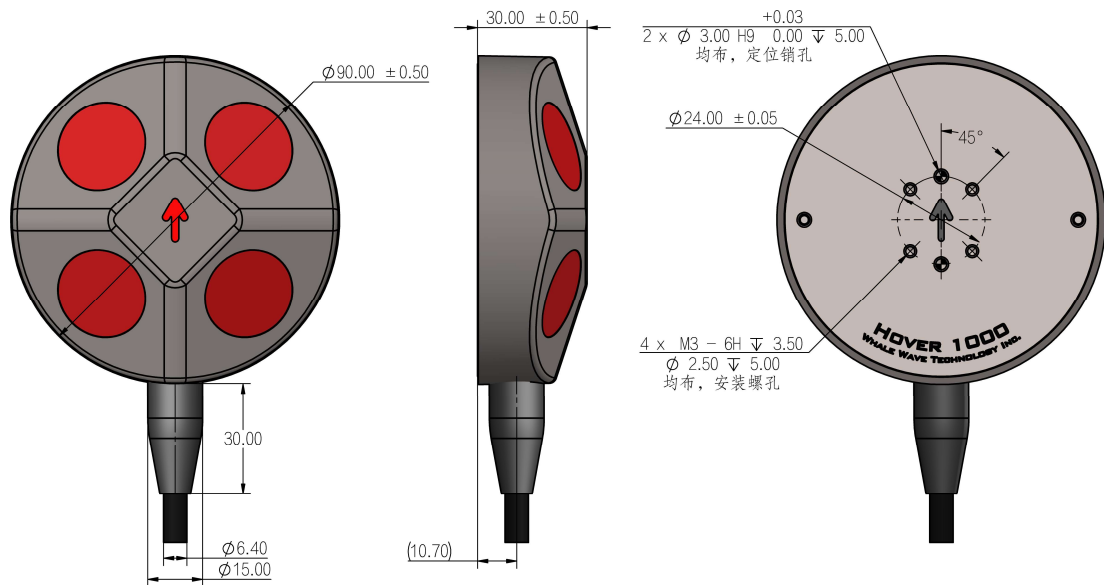


图 6 安装孔位置示意及尺寸图

如果是需要频繁拆装 H1000，建议采用适配结构，先通过螺丝将 H1000 与适配结构组装在一起，然后将装配体安装在平台上。这样在拆卸的时候可以将整个装配体拆卸下来，从而避免频繁地使用 H1000 后盖背面的四个螺纹。长期频繁使用螺纹可能导致螺纹失效。

在安装时，请确保设备外壳上的艏向指示箭头朝向平台艏向，此时显控软件的“安装偏角”可设置为 0。如果无法做到箭头符号朝艏向，请根据最终的安装角度在显控软件上设置对应的“安装偏角”参数。图 7 中箭头左下角为波束 1，四波束在此视图下呈顺时针分布。

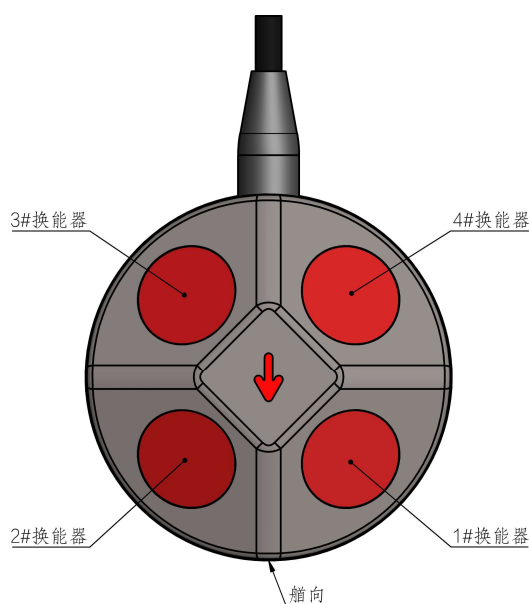


图 7 波束排列

H1000 设备坐标系以箭头方向为 X 轴，第二第三波束之间为 Y 轴，设备背面为 Z 轴，H1000 在 PD6 和 EPD6 格式数据中的 BI（设备坐标系下三维对底速度）字段均是参照此坐标系。

而导航控制中的参考坐标系一般是指大地坐标系，也就是北向—东向—天向坐标系。H1000 在 PD6 和 EPD6 格式数据中的 BE（大地坐标系下三维对底速度）字段，是根据设备坐标系下三维速度，结合横滚、纵倾和航向三维姿态信息，计算出来的对大地坐标系下的三维对底速度。

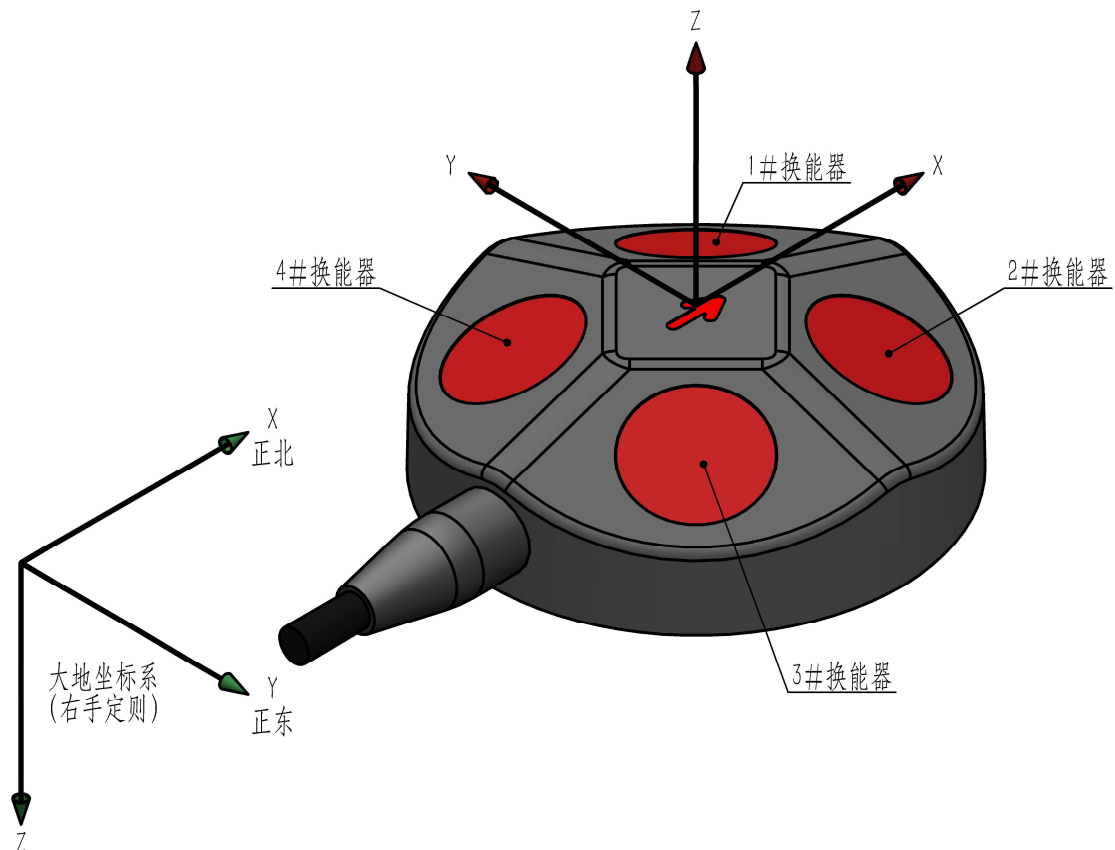


图 8 设备坐标系（红色）和大地坐标系（绿色）

请务必确保 H1000 的四个波束不被遮挡。坚硬的遮挡物会阻挡信号传播至水底，并且自身会产生较强的反射回波，从而影响该波束的底回波信号提取和速度估计，进而可能使设备失效。

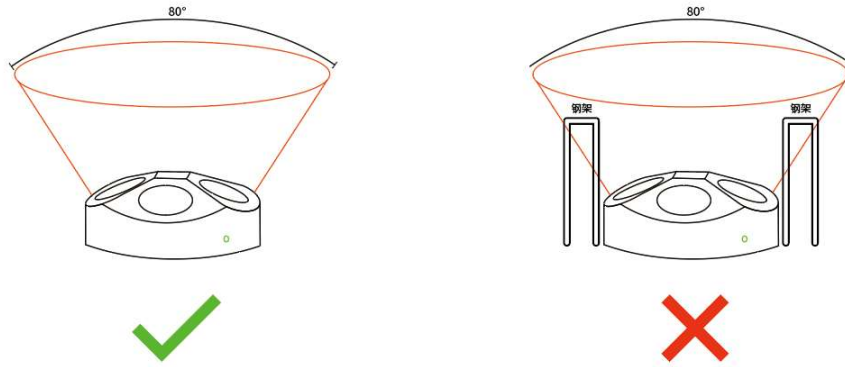


图 9 H1000安装时波束不得受遮挡

请务必确保平台运动时不会在设备换能器表面产生较多气泡, 这些气泡可能会降低设备性能, 甚至使其无法工作。

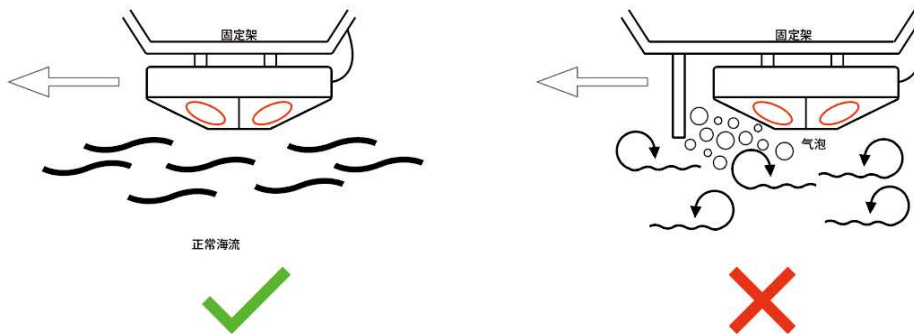


图 10 H1000 在平台运动中不得受到气泡干扰

4. 显控软件

H1000 配有专门的显控软件，主要用来在用户自身软件未开发之前，快速进行水池演示，确认设备状态，熟悉设备操作。通过显控软件可以快速配置设备工作参数，实时查看设备数据。

显控软件的界面功能区块划分如图 11 所示。其中 1 为功能菜单以及常用功能设置区，2 为设备参数设置区，3 为文本数据显示区，4 为信息返回和命令行交互区，5 为数据曲线绘图区。

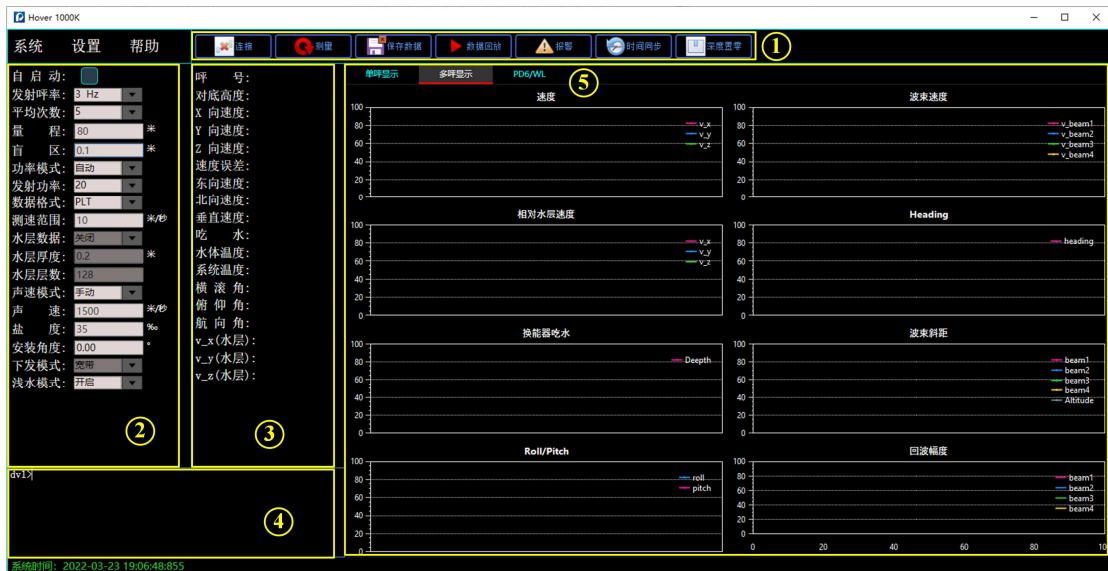


图11 显控软件功能区块划分

4.1 参数设置区

参数设置区用以设置 H1000 的工作参数，如图 12 所示。点击相应的参数框切换参数后敲击回车即可将参数成功下发，此时将在信息返回和命令行交互区打印命令下发反馈，若设备断电后再次启动想以之前下发的参数配置工作，可在

参数下发后，在信息返回和命令行交互区输入 SV 0 指令，可将下发的参数保存在设备的非易失存储器中，设备再次上电后将以保存的参数运行。

设备参数设置区的参数除特殊测试需要外，无需更改，设备上电后，点击“开始测量”按钮，H1000 将以自动参数工作。

自启动:	<input type="checkbox"/>	
发射呼率:	10 Hz	▼
平均次数:	5	▼
量程:	80	米
盲区:	0.1	米
功率模式:	自动	▼
发射功率:	20	▼
数据格式:	PLT	▼
测速范围:	10	米/秒
水层数据:	关闭	▼
水层厚度:	0.2	米
水层层数:	128	
声速模式:	手动	▼
声速:	1500	米/秒
盐度:	35	‰
安装角度:	0.00	°
下发模式:	宽带	▼
浅水模式:	开启	▼

图 12 参数设置区

“发射呼率”控制设备回报数据的频率，范围为 1 Hz ~ 20 Hz。需要注意的是，量程的大小会影响设备输出数据的呼率，当量程过大而导致设定的发射呼率无法满足时，设备将以当前能实现的最快呼率输出数据。

“平均次数”控制设备输出数据的平均方式，范围为 1~20。设备将以设定的平均次数做滑动平均后输出数据。注意平均次数不会改变设备发射呼率以及数据输出呼率。

“量程”设置设备各波束最远接收回波斜距，范围为 0.2 m ~ 80 m。注意此参数所指并非设备对底高度。

“盲区”指的是设备底跟踪算法数据处理起始斜距，范围为 0.1 m ~ 80 m。在盲区以内的数据将在处理中被忽略，请根据设备工作环境合理设置盲区。

“功率模式”包括“自动”与“手动”两种模式。在自动模式下，DVL 将根据当前测量结果自动调整发射功率档位；在手动模式下，DVL 将以用户设定的固定发射功率档位进行发射。发射功率控制设备发射声源级，发射功率档位的范围为 1 ~ 31。建议深度在 1.5 m 以内的水环境内采用 5 档以下发射功率，并随着设备对底高度的增加逐步提高发射功率。

“数据格式”控制设备输出数据的方式。目前 H1000 支持三种数据格式，一是 PLT 二进制格式，主要用以显控软件显示；二是 PD6 的 ASCII 码格式；三是 EPD6 的 ASCII 码格式。注意数据格式只能三选一，不能同时输出。

“测速范围”控制设备计算的单个波束相对运动的速度范围，参数设定时取其绝对值，范围 0 ~ 10.28 m/s。

“水层数据”控制水体流速反演呼的开启与关闭。ON 表示开启，OFF 表示关闭。

“水层厚度”设置水体流速反演每一层的厚度。水层层数设置水体流速反演层数，范围 1~256。水层厚度与水层层数参数的设置需满足“水层厚度×水层层数≤(量程/cos(25))”。

“声速模式”包括“手动”和“自动”两种。在手动模式下，显控软件会把用户在“声速”设定框中设定的声速值下发给设备；在自动模式下，声速会按照 1500 m/s 来进行计算。

“安装角度”设置“X”符号偏离平台艏向的角度，请根据最终安装结果设置合适的参数。

4.2 信息返回与命令行交互区

信息返回与命令行交互区用以显示 H1000 回报的信息以及下发命令的应答信息，以确认设备工作状态或指示命令是否下发成功。每次设备上电连接成功后，返回区内会打印“Welcome to Hover 1000K vxx.xx!”（vxx.xx 为当前固件版本号）字样，表示设备已经完成了初始化，等待配置、测量命令。

对于每条下发的命令，如果 H1000 响应正常，会将命令原样返回，显控软件会提示设置成功。如果 H1000 判断参数非法，会返回提示信息。在命令行输入待下发的指令，完成后按回车键，即可将命令下发至设备。输入“clear”回车清空显示文本，或者在该区域点击鼠标右键，点击弹出的“清除数据”清空显示。关于目前设备支持的手动输入命令集，请参阅本文档“脱离显控软件使用设备”章节。





图 13 信息返回与命令行交互区窗口

4.3 功能区

功能区包括七个按键图标，从左至右分别为“连接”、“测量”、“数据保存”、“数据回放”、“报警”、“时间同步”以及“深度置零”，如图 14 所示。



图 14 功能区按键分布



“连接”图标用以设定连接设备的方式，建立 PC 与设备间的连接。当图标显示为时，指示当前显控软件未与设备建立连接，点击该图标可以建立连接。当图标显示为时，指示当前显控软件与设备处于连接状态，点击该图标可以断开当前连接。请注意，所有对 H1000 的操作都必须在已经建立连接的前提下进行。



需要连接产品时，首先点击“连接”按钮，然后在弹出的“连接设置”对话框中选择所需的连接方式，如图 15 所示。当选择串口连接方式时，用户可以在“端口号”对应的下拉菜单中选择对应的端口号，并在“波特率”对应的下拉菜单中选择所需的波特率（默认 115200）；当选择网口连接方式时，选择



TCP，在“IP 地址”处输入设备 IP，并在端口处设定指定的端口（说明：设备默认 IP: 192.168.2.102，默认端口号：10000）。连接设置完成后，点击“连接”按钮即可连接设备。



图 15 连接设置

“测量”图标用以开始或结束测量。当图标显示为（红色）时，表示设备处于空闲状态，点击该按钮可以开启测量；当图标显示为（绿色）时，表示正在测量，点击该按钮可以结束测量（注意：在开始测量状态下若需要断开连接，请先点击结束测量后断开连接）。

“保存数据”图标用以控制是否将显控软件接收的数据保存至 PC 上。当图标显示为（带红色 X）时，表示当前没有保存数据，点击图标可以开启数据保存，当图标显示为时，表示正在保存数据，点击图标可以结束保存。每次点击数据保存时，显控软件将会在工作目录下的“Data”文件夹下创建一个后缀为“.dat”的数据文件，并以当前系统的日期和时间命名。

“数据回放”图标用以回放在 PC 上保存的数据。当图标显示为（红色）时，表示当前未进行数据回放，点击图标并选择回放文件即可进入数据回放模式；当图标显示为（绿色）时，表示正在回放数据。在回放数据时，显控软件左下

角会有回放进度显示，用户可以拖动进度条，选择数据回放的时间段，或者点击最右边的图标以暂停回放进度，如图 16 所示。



图 16 数据回放进度条

“时间同步”用于将当前电脑的系统时间同步至设备，同步后设备的 RTC 会按照当前时间继续工作计时。

“深度置零”用于将换能器的吃水归零。在任何时候点击该图标，会将当前压力传感器所测的换能器吃水作为 0 深度。

4.4 文本数据显示区

该区域用以文本的形式显示当前呼的设备输出数据，如图 17 所示。

```

呼 号: 4193
对底高度: 0.344m
X 向速度: -0.006m/s
Y 向速度: -0.001m/s
Z 向速度: 0.001m/s
速度误差: -0.005m/s
东向速度: 0.006m/s
北向速度: 0.000m/s
垂直速度: 0.000m/s
吃 水: 0.000m
水体温度:
系统温度: 43.000°C
横 滚 角: -0.113°
俯 仰 角: -5.867°
航 向 角: 262.335°
  
```

图 17 文本数据显示区输出数据具体信息如下:

“呼号”表示当前呼的序号。呼号自上电后从 1 开始，之后每呼递增 1。

“对底高度”表示设备对底高程，单位为米。

“X/Y/Z 向速度”表示设备体坐标系下前向、横向以及上下三维速度，单位为米/秒。

“速度误差”表示 Z 方向速度误差，单位为米/秒。

“东向速度”、“北向速度”、“垂直速度”表示根据设备姿态、航向传感器数据投影后的东向、北向以及天向等三维速度，单位米/秒。

“吃水”表示换能器吃水深度，单位米。注意 H1000 系统目前没有安装压力传感器，因此该数据无效。

“水体温度”表示设备所处水环境温度，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。注意 H1000 系统目前没有安装水温传感器，因此该数据无效。

“系统温度”表示设备电子仓内温度，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

“横滚角”、“俯仰角”以及“航向角”分别表示设备当前的姿态航向信息。

4.5 曲线数据显示区

该区域以曲线的形式显示设备的输出数据。主要分为“单呼显示”页面以及“多呼显示”页面。

“单呼显示”页面用来显示当前呼的水层速度反演结果（此绘图在水层开关打开的情况下进行曲线绘制。）从左至右三个窗口分别显示每个波束各水层的速度、相关性以及幅度数据。

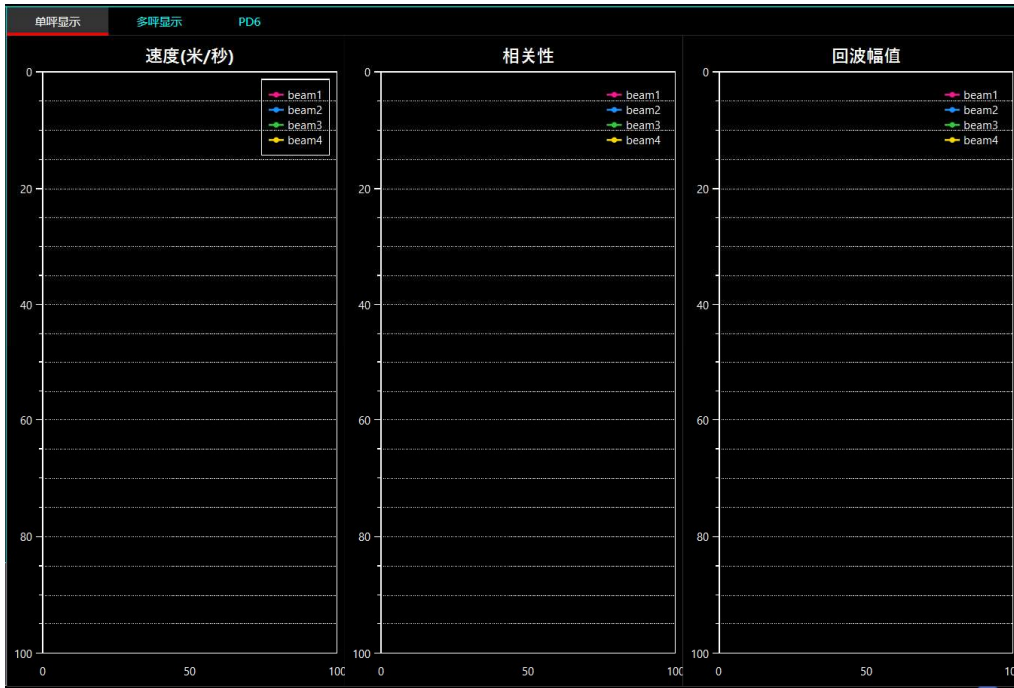


图 18 “单呼显示” 页面

而“多呼显示”页面则以呼号（或者理解为时间）为横轴，显示体坐标系三维速度、大地坐标系三维速度、水温、系统温度、对底高度、换能器吃水、设备姿态航向等各数据随着时间的变化情况。

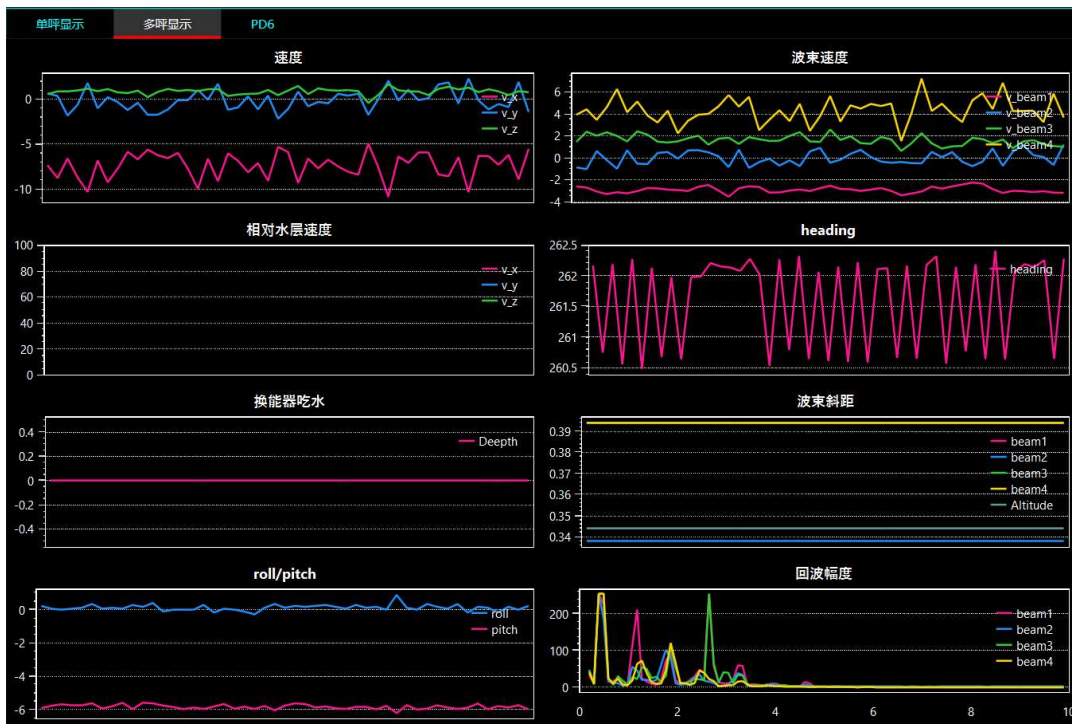


图 19 “多呼显示” 页面

此外，“帮助”页面可以显示软件版本信息。

4.6 脱离显控软件使用设备

在脱离显控软件的情况下使用 H1000 设备，比如各种水下无人平台，需要了解设备的下行命令协议、上行数据格式，以及设备连接方式。上行数据格式主要包括 PD6 和 EPD6 两种数据格式，设备连接方式包括网络和串口两种连接方式。

(1) PD6 数据格式

当需要使用 PD6 数据格式时，需首先在显控软件参数设置区将“数据格式”设定为 PD6 格式（注意此时显控软件已无法解析或显示数据）。PD6 数据格式的语句定义见表 2。

当水层呼关闭时，目前 H1000 仅输出 6 条语句，分别是 SA, TS, BI, BS, BE 和 BD。而当水层呼开启时，会增加 WI, WS, WD 和 WE 等 4 条语句。

表2 H1000 PD6 输出格式定义

序号	描述
1	系统姿态数据 :SA,±PP.PP,±PP.PP,PPP.PP <CR><LF> PP.PP = 纵摇 (°) PP.PP = 横摇 (°) PPP.PP = 艏向 (°)

2 时间与参数数据

:TS,YYMMDDHHmmssh,SS.S,±

TT.T,DDDD.D,CCCC.C,BBB<CR><LF>

YYMMDDHHmmssh = 年、月、日、小、分、秒、毫秒×10

SS.S = 盐度 (PPT)

TT.T = 水温 (°C)

DDDD.D = 换能器入水深度 (m)

CCCC.C = 声速 (m/s)

BBB = 系统自检信息及协议版本，第一个字符为故障码，后两个字符为协议版本号

故障码说明：

0：系统正常；1：一个波束通道存在问题；2：两个波束通道存在问题；3：三个波束通道存在问题；4：四个波束通道存在问题

3 底跟踪，设备坐标系下速度数据

:BI,±XXXXX,±YYYYY,±ZZZZZ,±EEEE,S<CR><LF>

±XXXXX = X 轴速度 (mm/s)，前向为正

±YYYYY = Y 轴速度 (mm/s)，右向为正

±ZZZZZ = Z 轴速度 (mm/s)，向下为正

±EEEE = 速度误差 (mm/s)

S = 速度标志位，A 为有效，V 为无效

4 底跟踪，船体坐标系下速度数据

:BS,±XXXXX,±YYYYY,±ZZZZZ,S<CR><LF>

±XXXXXX = X 轴速度 (mm/s) , 船头为正

±YYYYYY = Y 轴速度 (mm/s) , 右舷为正

±ZZZZZ = Z 轴速度 (mm/s) , 向下为正

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

5 底跟踪, 大地坐标系下速度数据

:BE,±XXXXX,±YYYYY,±ZZZZZ,S<CR><LF>

±XXXXX = 东向速度 (mm/s)

±YYYYY = 北向速度 (mm/s)

±ZZZZZ = 向上速度 (mm/s)

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

6 底跟踪, 大地坐标系下距离数据

:BD,+EEEEEEEE.EE, +NNNNNNNN.NN, +

UUUUUUUU.UU,DDDD.DD,

TTT.TT<CR><LF>

+EEEEEEEE.EE = 东向距离 (m)

+NNNNNNNN.NN = 北向距离 (m)

+UUUUUUUU.UU = 向上距离 (m)

DDDD.DD = 设备离底距离 (m)

TTT.TT = 距离上一呼速度有效估计的时间

7 水团, 仪器参考速度数据

:WI,±XXXXX,±YYYYY,±ZZZZZ,±EEEE,S <CR><LF>

±XXXXX = X 轴速度 (mm/s)

±YYYYY = Y 轴速度 (mm/s)

±ZZZZZ = Z 轴速度 (mm/s)

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

8 水团, 以船为基准的速度数据

:WS,±XXXXX,±YYYYY,±ZZZZZ,S<CR><LF>

±XXXXX = 横向速度 (mm/s)

±YYYYY = 纵向速度 (mm/s)

±ZZZZZ = 正常的速度数据 (mm/s)

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

9 水团, 对地速度数据

:WE,±XXXXX,±YYYYY,±ZZZZZ,S<CR><LF>

±XXXXX = 东向速度 (mm/s)

±YYYYY = 北向速度 (mm/s)

±ZZZZZ = 向上速度 (mm/s)

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

10 水团, 对地距离数据

:WD,+EEEEEEEE.EE, +NNNNNNNN.NN, +

UUUUUUUU.UU,DDDD.DD,

TTT.TT<CR><LF>

+EEEEEEEE.EE = 东向距离 (m)

+NNNNNNNN.NN = 北向距离 (m)

+UUUUUUUU.UU = 向上距离 (m)

DDDD.DD = 到水团中心的距离 (m)

TTT.TT = 距离上一呼速度有效估计的时间

下面给出了一条 PD6 格式输出示例（水层呼开启），注意每条语句中间的空白部分为空格符号。

请注意：目前 H1000 给出的 PD6 格式为经典 PD6 格式，每条语句的长度均是固定的，每个数据长度也是固定的，当有效位数不够时会在前面添加空格。如果需要改版后的 PD6 格式，也就是不添加空格，请与我司联系。

```
:SA, -1.76, 0.07,322.57
:TS,20062812352000,35.0, 25.13, 2.4,1500.0,000
:WI, 1103, 227, 272, 33,A
:BI, 2443, 391, 118, 37,A
:WS, 1126, -8, 272,A
:BS, -1532, 1945, 37,A
:WE, 1006, -485, 306,A
:BE, -1532, 1945, -42,A
:WD, 0.00, 0.00, 0.00, 8.00, 0.00
:BD, 0.00, 0.00, 0.00, 39.08, 0.00
```

(2) EPD6 数据格式

当需要使用 EPD6 数据格式时，需首先在显控软件参数设置区将“数据格式”设定为 EPD6 格式（注意此时显控软件已无法解析或显示数据）。EPD6 格式具体的语句定义如表 3 所示。

表 3 H1000EPD6输出格式定义

序号	描述
1	<p>系统姿态数据</p> <p>:SA,±PP.PP,±PP.PP,PPP.PP <CR><LF></p> <p>PP.PP = 纵摇 (°)</p> <p>PP.PP = 横摇 (°)</p> <p>PPP.PP = 艏向 (°)</p>
2	<p>时间与参数数据</p> <p>:TS,YYMMDDHHmmssh, SS.S,±TT.T,DDDD.D,CCCC.C,BBB <CR><LF></p> <p>YYMMDDHHmmssh = 年、月、日、小、分、秒、毫秒×10</p> <p>SS.S = 盐度 (PPT)</p> <p>TT.T = 水温 (°C)</p> <p>DDDD.D = 换能器入水深度 (m)</p> <p>CCCC.C = 声速 (m/s)</p> <p>BBB = 系统自检信息及协议版本，第一个字符为故障码，后两个字符为协议版本号</p> <p>故障码说明:</p>

0: 系统正常; 1: 一个波束通道存在问题; 2: 两个波束通道存在问题; 3: 三个波束通道存在问题; 4: 四个波束通道存在问题

3 底跟踪, 设备坐标系下速度数据

:BI,±XXXXX,±YYYYY,±ZZZZZ,±EEEE,S<CR><LF>

±XXXXX = X 轴速度 (mm/s), 前向为正

±YYYYY = Y 轴速度 (mm/s), 右向为正

±ZZZZZ = Z 轴速度 (mm/s), 向下为正

±EEEE = 速度误差 (mm/s)

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

4 底跟踪, 船体坐标系下速度数据

:BS,±XXXXX,±YYYYY,±ZZZZZ,S<CR><LF>

±XXXXX = X 轴速度 (mm/s), 船头为正

±YYYYY = Y 轴速度 (mm/s), 右舷为正

±ZZZZZ = Z 轴速度 (mm/s), 向下为正

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

5 底跟踪, 大地坐标系下速度数据

:BE,±XXXXX,±YYYYY,±ZZZZZ,S<CR><LF>

±XXXXX = 东向速度 (mm/s)

±YYYYY = 北向速度 (mm/s)

±ZZZZZ = 向上速度 (mm/s)

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

6 底跟踪, 大地坐标系下距离数据

:BD,+EEEEEEEEE.EE, +NNNNNNNNN.NN, +

UUUUUUUUU.UU,DDDD.DD,

TTT.TT<CR><LF>

+EEEEEEEEE.EE = 东向距离 (m)

+NNNNNNNNN.NN = 北向距离 (m)

+UUUUUUUUU.UU = 向上距离 (m)

DDDD.DD = 设备离底距离 (m)

TTT.TT = 距离上一呼速度有效估计的时间

7 水团, 仪器参考速度数据

:WI,±XXXXXX,±YYYYYY,±ZZZZZ,±EEEE,S <CR><LF>

±XXXXXX = X 轴速度 (mm/s)

±YYYYYY = Y 轴速度 (mm/s)

±ZZZZZ = Z 轴速度 (mm/s)

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

8 水团, 以船为基准的速度数据

:WS,±XXXXXX,±YYYYYY,±ZZZZZ,S<CR><LF>

±XXXXXX = 横向速度 (mm/s)

±YYYYYY = 纵向速度 (mm/s)

±ZZZZZ = 正常的速度数据 (mm/s)

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

9 水团, 对地速度数据

:WE,±XXXXXX,±YYYYYY,±ZZZZZ,S<CR><LF>

±XXXXXX = 东向速度 (mm/s)

±YYYYYY = 北向速度 (mm/s)

±ZZZZZ = 向上速度 (mm/s)

S = 速度标志位, A 为有效, V 为无效

10 水团, 对地距离数据

:WD,+EEEEEEEE.EE, +NNNNNNNN.NN, +

UUUUUUUU.UU,DDDD.DD,

TTT.TT<CR><LF>

+EEEEEEEE.EE = 东向距离 (m)

+NNNNNNNN.NN = 北向距离 (m)

+UUUUUUUU.UU = 向上距离 (m)

DDDD.DD = 到水团中心的距离 (m)

TTT.TT = 距离上一呼速度有效估计的时间

11 波束 1 信息

:UA, ±XXXXXX, DDDD.DD, RRRR.RRR, NNNN.NNN, S

±XXXXXX = 波束速度 (mm/s), 前向为正

DDDD.DD = 波束斜距 (m)

RRRR.RRR=波束信号强度 RSSI

NNNN.NNN=波束噪声强度 NSD

S = 波束有效标志位, A 为有效, V 为无效

12 波束 2 信息

:UB, ±XXXXXX, DDDD.DD, RRRR.RRR, NNNN.NNN, S

±XXXXXX = 波束速度 (mm/s) , 前向为正

DDDD.DD = 波束斜距 (m)

RRRR.RRR=波束信号强度 RSSI

NNNN.NNN=波束噪声强度 NSD

S = 波束有效标志位, A 为有效, V 为无效

13 波束 3 信息

:UC, ±XXXXXX, DDDD.DD, RRRR.RRR, NNNN.NNN, S

±XXXXXX = 波束速度 (mm/s) , 前向为正

DDDD.DD = 波束斜距 (m)

RRRR.RRR=波束信号强度 RSSI

NNNN.NNN=波束噪声强度 NSD

S = 波束有效标志位, A 为有效, V 为无效

14 波束 4 信息

:UD, ±XXXXXX, DDDD.DD, RRRR.RRR, NNNN.NNN, S

±XXXXXX = 波束速度 (mm/s) , 前向为正

DDDD.DD = 波束斜距 (m)

RRRR.RRR=波束信号强度 RSSI

NNNN.NNN=波束噪声强度 NSD

S = 波束有效标志位, A 为有效, V 为无效

15 扩展时间

:TD, PPPPPP, VVVVVVVVVVVVVV, RRRRRRRRRRRRRR,

<CR><LF>

PPPPPP = 当前与上一次上报时间的周期 (ms)

VVVVVVVVVVVVVVV= 回波反射的时间戳 (Unix 时间戳, 单位: ms)

RRRRRRRRRRRRRRR = 数据上报时间戳 (Unix 时间戳, 单位: ms)

(3) 下行控制命令格式

在脱离显控软件的情况下, 用以上两种数据格式使用设备时, 请平台主控按照表 4 的说明, 以 ASCII 码的方式下发命令至设备, 每次下发命令均为 16 个字符, 如果命令体长度不够 16 字符, 可以用任意字符 (以下用 0) 填充。如前文所述, 设备会在正常响应时将下发命令原样返回, 这可以作为平台主控判断命令是否成功下发的依据。

表 4 下发命令协议

命令功能	命令示例	说明
呼率	PR 10\r0000000000 PR 1\r0000000000	范围为 1~20, 整形 (2d),
平均次数	PM 10\r0000000000	范围为 1~20, 整形 (2d)
量程	BX 68.00\r000000	范围为 0.5~80 m, 浮点形 (5.2f)
盲区	WF 0.51\r000000	范围为 0.8~70m, 并满足小于量程 浮点形 (5.2f)
数据格式	DF 1\r0000000000	“0”为 PD6 格式, “1”为 PLT 格式, “3” 为 EPD6 格式, 整形 (1d)

测速范围	PV 10.00\r000000	10 m/s, 浮点形 (5.2f)
声速模式	PF 1\r000000000000	“1”为自定义格式, “0”为自动计算格式 整形 (1d)
声速值	PC 1500.00\r0000	范围为 1400~1600 m/s 浮点型 (7.2f)
盐度值	PS 35.00\r00000	范围为 10~50 PPT 浮点型 (5.2f)
时间同步	ST+年+月+日+时+分+秒+ 毫秒+毫秒+\r+00000	时间采用先转换 BCD 码, 再下发其所对应的 ASCII 码字符: ST+0x20 (年) +0x07 (月) +0x03 (日) +0x14 (时) +0x29 (分) +0x05 (秒) +0x90 (毫秒百位十位) +0x08 (毫秒个位) +\r+补齐位 例如: 19 年对应 ‘%’。
启动	CS \r0000000000000	
关闭	CZ \r0000000000000	

注:

- (1) 参数值位数不足特定位数, 数值前补空格;
- (2) 每条命令长度必须为 16 个字符。
- (3) 每个命令 16 个字符的组成如下所示

序号（左端为高）	16-15	14	13-??	??	??-1
说明	命令头	空格	命令参数	回车	补充字符
示例	PS		35.00	\r	00000

（4）设备连接方式

DVL 设备可以通过网络或者串口的方式进行连接。当使用串口方式连接 DVL 设备时，根据使用的串口设备进行接线并进行相应的设定即可；当使用网络连接 DVL 设备时，需要根据 DVL 设备的 IP 地址以及端口号进行连接，DVL 设备默认的 IP 地址为 192.168.2.102（用户可以通过指令更改 IP 地址，详细介绍可参考 4.7 节）。为方便客户进行调试，DVL 设备提供三个网络端口号进行连接，其中 10000 端口用于下行命令控制，10001 和 10002 端口用于上传上行数据。需要注意的是，脱离上位机使用时，10001 和 10002 两个端口均可以用于数据上传，任意连接一个端口即可；连接上位机使用时，上位机会同时使用 10000 端口和 10001 端口，只有 10002 端口可用于给用户提供数据。

4.7 其它功能

H1000 支持在线修改串口波特率、在线修改 IP 地址以及通过网络升级固件。

(1) 在线修改波特率

当用户需要修改产品串口波特率时,可以在命令行窗口输入 BR 指令来完成,指令格式为“BR+空格+波特率”,如:“BR 9600”(注意 BR 与数字之间的空格)。当按下回车后,若上位机反馈“Set baud rate successfully!”并返回 SV 0 提示,代表波特率设置成功,此时给设备断电,重启后设备将以新的波特率工作。

注意:若上位机提示无效波特率语句“Set baud rate failed, unsupported baud rate!”,应该检查所下发的波特率是否为设备所支持的值,当前设备支持的波特率包括:2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 115200, 128000。

(2) 在线修改设备 IP 地址

当需要修改产品网络 IP 时,可以在命令行窗口输入 IP 指令来完成,指令格式为:“IP+空格+新 ip 地址”,如:“IP 192.168.2.14”。当按下回车后,若上位机反馈“Set IP address successfully!”和 SV 0 提示,代表 IP 地址设定成功。此时给设备断电,重启后设备将以新的 IP 地址工作。

注意,若修改后的 IP 跨网段,需要修改所用电脑的 IP,确保其与设备 IP 在同一网段上;若上位机提示 IP 非法“Set IP address failed, IP is invailid!”,应检查所下发的 IP 是否满足 IP 格式;若 IP 下发后网络 ping 不通,首先检查电脑的 IP 是否与设备 IP 在同一网段,IP 是否冲突等;若在测试过程中忘记下

发的 IP 地址，可将设备切换至串口连接，然后重新设置 IP 地址。

(3) 在线升级固件

当需要更新产品固件时，请严格按照以下步骤进行操作：

1. 打开设备电源并启动显控软件，用网口连接设备并确认当前设备处于停止状态，若处于工作状态则点击“测量按钮”直至图标变成红色状态。

2. 点击菜单“设置”-“固件升级”，在弹出的文件选择窗口中找到要烧写的固件，并点击打开，此时上位机返回 FL+文件大小，并开始传输烧写文件。

3. 待文件传输完成，上位机打印“File receive finished!”。然后在命令窗口输入“NF 1”（注意中间的空格），上位机将返回“Updating firmware, please wait about 15 seconds!”，此时程序正在烧写。

4. 等待大概 30 秒左右，上位机返回“Firmware upgrade successful! Please reset the device.”，此时烧写完成，给设备断电后再上电即可。

注意：当步骤 3 开始后，建议在步骤 4 完成之前不要断电，否则可能导致系统异常，若出现异常，请重新上电后再次尝试更新固件。

注意：若在传输文件时上位机返回“file receive err!”，此现象多为重复下发烧写文件所致，此时不可下发 NF 1，应该给设备断电，重新上电后重新传输烧写文件，待文件传输完成后，再下发 NF 1 命令进行烧写。

5. 注意事项

5.1 使用

在正常使用或者在室内 H1000 进行功能测试之前，请注意以下事项：

- 请避免设备在空气中以大功率档位持续工作，这样可能对换能器造成不可逆的损伤。
- H1000 的外壳和换能器等属于易碎部件，安装或储存时请注意对设备做好防护，避免发生跌落、磕碰等造成损伤。
- 请注意使用条件，只有在水体足够开阔时，H1000 才能够输出有效的对底高度以及速度数据，在狭小空间中（如小水桶），H1000 无法输出有效数据。

5.2 维护

为了确保 H1000 的使用安全，延长其使用寿命，建议用户定期对设备进行保养维护。

定期采用兑水清洁剂擦拭设备外壳，以去除淤泥、杂质或者浮游生物积累。请勿用清洁剂擦拭换能器表面，如有必要建议用清水清洗换能器。

当所有清洁工作完成后，建议进行一次设备功能检查。可按照本文档“快速入门”章节所述方式进行功能检查，并对每次的维护和功能检查结果进行详细记录。

请务必确认外壳上所有螺纹的完好。由于采用金属后盖，部分螺纹在多次使用后可能存在磨损。由于此后盖无法更换，请在安装结构设计方面，尽量避免频

繁使用此螺纹。

在设备存放运输时，请确保线缆不要被过度折弯、扭曲，以免使线缆产生接触不良甚至折断。

6. 接口

H1000 采用 9 芯水密电缆对外进行连接。9 芯水密电缆的线序定义如图 20



图 20 9芯线缆线序

所示，对应的说明如表 5 所示。

表 5 9芯电缆信号定义

线序	颜色	定义	电压范围
1	红色 截面 0.5 mm ²	VCC	12-32V
2	黑色 截面 0.5 mm ²	GND	
3	绿色 截面 0.15 mm ²	RX-	3V-10V
4	白绿 截面 0.15 mm ²	RX+	3V-10V
5	蓝色 截面 0.15 mm ²	TX-	3V-10V
6	白蓝 截面 0.15 mm ²	TX+	3V-10V
7	红色 截面 0.35 mm ²	TTL_TX	3.3V
8	黄色 截面 0.35 mm ²	TTL_RX	3.3V
9	黑色 截面 0.35 mm ²	GND	

注意：H1000 串口输出为 UART TTL(3.3V)电平，请在连接之前特别注意

您的平台串口电平!

为便于用户集成，H1000 出厂时在 9 芯水密电缆一端自带一个接口板，如图 21 所示。接口板上带有一个 RJ45 以太网接口、一个 USB 接口 (type C) 以及一个电源接口。

建议用户在集成时，根据所需的长度裁剪 9 芯水密电缆，并按照图 21 所示的颜色定义重新焊接至接口板上。然后将接口板放在水密电子仓内，利用电源线、网线/USB 线连接平台与接口板。

用户也可以去掉接口板，根据所需的长度裁剪 9 芯水密电缆，然后在水密电缆上自行制作电源接口、网线/USB 线接口。

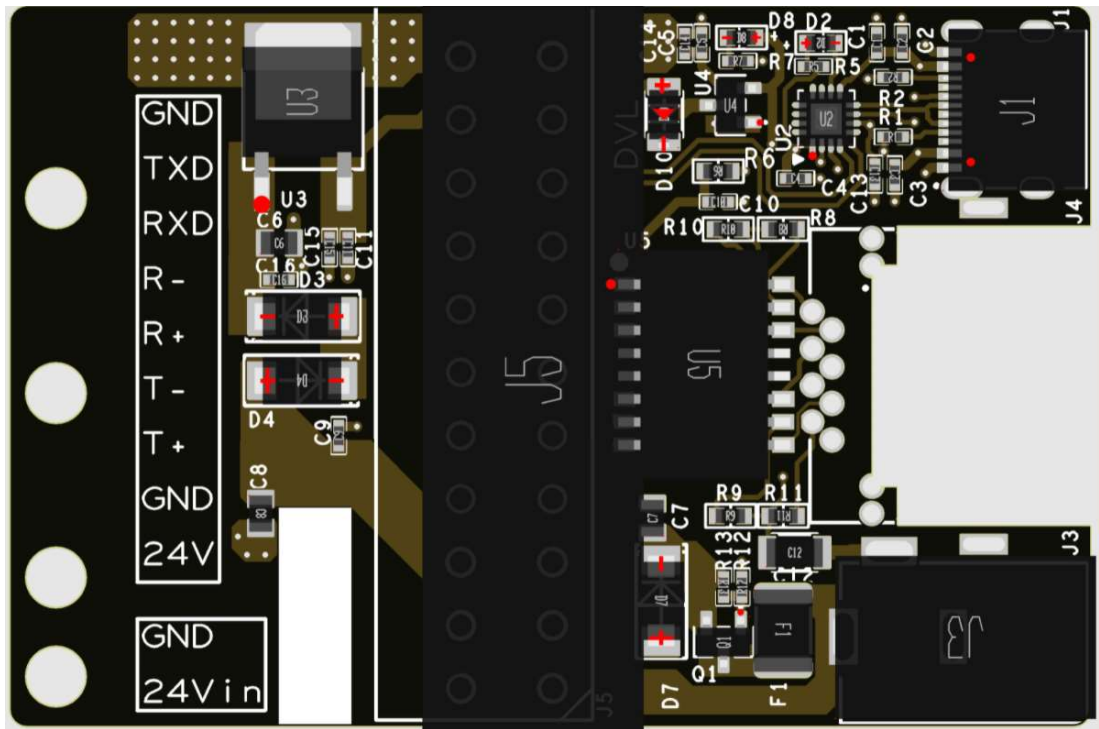


图 21 H1000接口板

7. 故障排除

本章将给出 H1000 在使用过程中可能存在的故障现象、原因以及排除方法，如果您在实际使用中仍然不能解决故障，或者遇到了其它问题，请联系我们的售后解决。

表 6 故障现象及排除方法

故障现象	可能原因	排除方法
设备无法连接 PC	供电异常	请确认外部 DC 供电电压范围在 12~32V 之间，正常情况下上电后电源电流应该为 0.08 A&24 V。 请确保电源线接触良好。
	网口链接异常	请确认输入的 IP 地址和输入的端口是否正确，确认网络通路网线线缆连接是否正常。确认设备已上电且供电正常，确认测试电脑的 IP 与设备的本地 IP (192.168.2.102) 在同一网段上。
	串口链接异常	请确认选择了正确的 COM 口，并确认串口线缆各信号接触良好。
设备输出数据异常	数据格式选择错误	在使用显控软件时，请选择 PLT 数据格式。而当需要 PD6/EPD6 格式数据时，请提前在显控软件内设置数据格式为 PD6 或 EPD6。
	串口波特率设置错误	如果不使用显控软件接收数据，请确认在串口中断内，或数据读取程序中，波特率被设置为

		115200。
供电电源不稳	电源输出能力不足	请确认电源在 24 V 输出时，平均输出电流能达到 80 mA，峰值输出电流能达到 400 mA。
	换能器距底太近	请确认设备处于开阔水环境中(长宽高不小于 1 m × 1 m × 0.5 m)，而不是在小水桶或其它容器中。
	发射功率不合适	发射功率应当随着换能器距底高度增加而提升。 在强混响环境下，应当适当降低发射功率，以减少混响影响。
底跟踪异常	水底回波太弱	请确认水底非淤泥或存在大量水草。
	水底斜率过大	此时四个波束检测出的水底斜距差异过大，可能导致算法误认为数据无效。
	量程设置不合理	请确认水底回波在量程之内。
	盲区设置不合理	请确认水底在所设置的盲区之外。
	存在其它设备干扰	当周围存在其它声呐设备同时发射信号时，如果所发射的信号或其谐波在 H1000 带宽之内，可能导致设备受到干扰。
	声传播路径存在遮挡	请确认换能器表面不存在较多气泡，平台或其它物体不会阻挡信号传播路径。
	与“底跟踪异常”类似原因	请参照上面的内容
速度数据异常	平台运动速度过快	请确认平台运动速度在 H1000 测量范围以内。

8. 发货清单

序号	名称	单位	数量	生产厂家
1	多普勒计程仪	台	1	云南保利天同水下装备科技有限公司
2	电缆	根	1	
3	产品用户手册	套	1	
4	软件安装 U 盘	张	1	
5	设备包装盒	个	1	