

水平式声学多普勒流速剖面仪

使用说明书

版本 V4.0

感谢您选择我们公司的产品，使用前请仔细阅读本使用说明书

目 录

第一章 准备/序言	1
1.1 准备工作	1
1.2 开箱、拆包.....	1
第二章 产品系列的介绍	4
2.1 什么是产品系列	4
2.2 产品系列的应用领域	5
2.3 产品系列仪器的功能与特点	5
2.4 产品系列的常见问题	6
第三章 产品系列的安装及使用	7
3.1 产品系列仪器如何安装.....	7
3.2 产品系列仪器的典型安装案例	9
3.3 仪器连接、参数设置及数据调试	14
3.3.1 仪器硬件连接	14
3.3.2 仪器基本参数的设置.....	15
3.3.3 流量及断面参数设置.....	18
3.3.4 压力传感器的校准.....	19
3.3.5 仪器上传数据定义.....	20
3.3.6 常用系统设置命令	21
3.3.7 MODBUS 协议数据调试	21
3.3.8 外置水位计的配置	23
第四章 仪器保养及系统维护.....	24
4.1 安全防护措施及注意事项.....	24
4.2 日常维护保养	24

4.3 一般故障分析及排除	25
附录I MODBUS 通信协议	27
附录II 命令汇总一览表	29
附录III ADCP 工作原理	31
附录IV 仪器尺寸	32

第一章 准备/序言

1.1 准备工作

感谢您使用该产品系列仪器（见图1-1）。尽管我们希望您在进行测量之前阅读并且熟悉整个手册，可我们知道许多用户在一收到新仪器后就希望能够立即使用。因此，我们现在就教您如何快速使用仪器。

本章节假定您是一位新用户，或者您刚购买了一台新型的产品系列仪器。

遇到任何一种情况，我们在这儿所能做的就是解释如何正确连接并且测试您的产品系列仪器，可以给您充足的信心证明仪器是运行正常的。

随后，产品系列系统手册的其它章节会为您提供需要知晓的仪器应用、特性、操作，以及维护的具体信息。

注意：本使用说明书是为计算机在线浏览设计的。手册的PDF文件作为仪器操作程序的一个整体部分被提供。



图 1-1 600K 系列（左）；1200K 系列（右）

1.2 开箱、拆包

显而易见，在您收到仪器后需要开箱拆包。在开箱过程中您需要：

- 1) 检查运输包装以及里面的物品是否有明显的损坏。
- 2) 核对收到的所有购买的物品。这可以通过核对运输包装箱中的送货单而完成。然而核对送货单有时候也并不管用（一些所列条目，例如存储器就是安装在仪器内部的）。可能对照原始订单，与您所收到的物件相比较这种方法更简单一点。标准产品系列设备及附件等物件显示在图1-2 或者图1-3 中，设备装箱清单见表1。



图 1-2 标准配置的600K 系列



图 1-3 标准配置的1200K 系列

序号	设备名称	规格型号	数量 (单位)	备注
1	多普勒测流仪 (主机)	600K/ 1200K	1 台	
2	通信及供电线缆 (水密线缆)	定制	1 根	20 米
3	ADCP 通信转换器	LS-FT422	1 个	标配
4	升压模块	定制	1 个	选配
5	安装螺丝及附件	定制	1 套	标配
6	供电电源	定制	1 个	选配
7	电源连接线	定制	1 根	选配

表 1 设备装箱子清单

我们强烈推荐您保留好运输包装箱以及所有的包装材料。这在您的仪器返厂的时候都是必须的，原始运输包装箱和包装材料会确保您的仪器安全返厂。

第二章 产品系列的介绍

第二章主要包含以下主题：

[2.1 什么是产品系列？](#)

[2.2 产品系列的应用领域？](#)

[2.3 产品系列仪器的功能与特点？](#)

[2.4 产品系列的常见问答？](#)

2.1 什么是产品系列

产品系列是一台（水平式）声学多普勒流速剖面仪，发射超声波沿着水平方向穿过水体（例如，河流、水道、渠道），可以测量流速、水位和流量、总水量。产品系列可以很方便地安装在河岸、桥墩，或者其它垂直建筑物上（见图2-1）。

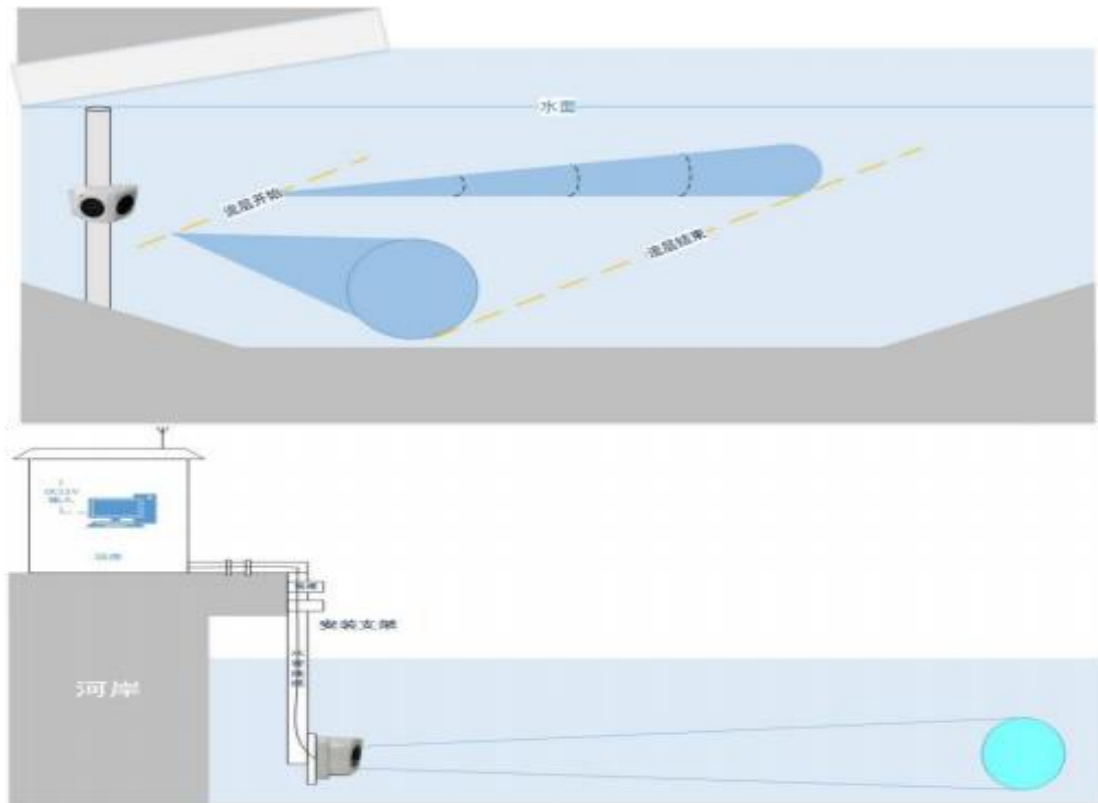


图2-1 产品系列的典型安装

产品系列可以根据用户的要求设置单元的长度，最多可测量延伸到离仪器120米水平位置的流速（最大测量范围根据频率的不同而有所变化）。可以通过设置将测量的单元设置在会遇到影响声波的遮挡物的前面，以避免由于遮挡物引起测流误差。

产品系列仪器，可以测量水位，实测的水位及流速数据和用户提供的河道断面信息结合，由内置的计算程序，得出过水断面的瞬时流量。

产品系列仪器一般由以下几部分组成：

外壳、超声波换能器、压力传感器、温度传感器、姿态传感器、电路板、水密电缆（供电及数据传输）等。

2.2 产品系列的应用领域

产品系列仪器的应用场景包括：

- 1) 水文站流速、流量在线监测；
- 2) 水质监测站水流量和污染物通量在线监测；
- 3) 明渠流速、流量在线监测，为智慧农业提供服务；
- 4) 水利工程（闸口）流量数据核验；
- 5) 港口码头水流监测；
- 6) 桥梁桥墩的水流冲击监测。

2.3 产品系列仪器的功能与特点

a) 产品系列仪器的主要功能是：

- 1) 流速剖面测量；
- 2) 设备入水深度测量；
- 3) 设备安装倾斜度测量；
- 4) 测流断面面积的计算；
- 5) 河道断面瞬时流量和累计流量（总水量）的计算。

b) 产品系列仪器的技术特点：

- 1) 采用宽带信号处理技术，提高了测量的精度和准确度；
- 2) 仪器内置 5 种指标流速公式，并可根据实际水位自动校准流速率定系数，保证流量数据的准确度；
- 3) 具备外接浮子水位计、雷达水位计功能；
- 4) 具备大容量内置存储和数据超时补发功能，可存储一年以上流速流量数据；
- 5) 具有良好的防水耐压等级，支持在水下 50 米正常工作；
- 6) 具备电源及通讯防雷功能，达到三级防雷标准（标配）；
- 7) 支持标准 MODBUS 通讯协议和 HJ/T212-2017 通讯协议（标配）；
- 8) 支持宽电压供电，适应直流 12-36v，满足无市电情况下的遥测需求；
- 9) 仪器所有软件功能和软件界面均为中文系统；调试软件兼容 Windows 超级终端，无需单独配置客户端调试软件，使用方便。

2.4 产品系列的常见问答

(1) 产品系列安装在河道的何处可以测量流速？

当产品系列沿着河道断面的轴线正确安装，一个波束指向河流上游方，另一个波束则指向下游方，产品系列会通过用户设定来测量安装位置所在水平层部分剖面的平均流速。

(2) 产品系列是否可以测量剖面流速？

可以，通过用户设定可以测量最多达 128 层剖面流速。

(3) 产品系列是否可以测量逆流？

可以，用户设定一个流向为正向，那么测得负值时就是逆流。

(4) 水体的清晰程度（泥沙含量）与产品系列流速测量的关系？

用 ADCP 测流，水体泥沙含量高会影响声波发射距离，并影响到仪器量程，但过度清澈的水体由于缺乏散射体也不能得到良好的测量效果。

(5) 产品系列内部是否可以记录数据？

可以，但需要与数据采集器配合使用。

(6) 产品系列内部是否有电池？

有，但不是供仪器工作的电池，主要用于计时和程序控制。

(7) 是否可以采用外置电池和太阳能电池板给产品系列供电？

可以，仪器功耗较低，太阳能板加蓄电池就可以满足正常工作。

(8) 支持什么样的通讯协？

RS-232、RS-422、RS-485 和MODBUS 等。

(9) 电源/通讯电缆线可以有多长？

延长至100-150 米可以正常运行，但需要配置升压模块。

如何安装产品系列，见后面章节。

第三章 产品系列的安装及使用

在第三章中包含了以下标题：

[3.1 产品系列仪器如何安装](#)

[3.2 产品系列仪器典型安装案例](#)

[3.3 仪器连接、参数设置及数据调试](#)

3.1 产品系列仪器如何安装

在产品系列测量中，尤其是关于流量计算和影响精确度的最重要因素，是测量地点的选择和安装方式的确定。在安装产品系列的时候，考虑到以下事项是非常重要的：安装地点和位置的选择、水平声学波束的方向、仪器安装的深度、水流条件、以及电源/通讯电缆线的布设和传输。

由于在自然河道中测流时各断面水文环境差别较大，断面的实际情况复杂，因此在确定详细的声学多普勒测流仪安装建设方案之前，需进行仔细的勘察和分析，获得一系列必需的水文基础资料，才能设计出真正适合测流断面的测量方案。

所需要的基础资料主要包括：

- ADCP 测流断面的河床剖面图；
- 该断面历史最高水位和最低水位；
- 该断面最大流速和最大流量；
- 该断面是潮汛河道还是山溪性河流；
- ADCP 安装所在岸边的地形结构情况；
- 河道的通航情况等等。

一般情况下，进行ADCP 测流的河道断面需位于平直河段，无较大湍流，河道无断流情况（以确保仪器安全性），河水中泥沙含量不宜太大（否则影响声波穿透力），河水也

不宜太清（否则影响声波反射），流速范围不宜太小（大于ADCP测流仪的精度）。

ADCP流速仪是断面流量在线监测系统的核心设备，但测流地点的选择和施工安装方式的规范直接影响到断面指标流速的获取和断面流量的计算。

a) 安装地址的选择：

- 1) 河道顺直，尽量避开弯道或交叉点（建议顺直河道长度最好是河面宽度的五倍以上）；
- 2) 上下游尽可能远离水闸等水利建筑（保证测流区域无漩涡）；
- 3) 通常河流的主槽最具代表性，仪器的有效测距最好覆盖河流主槽，测量范围不应包含岸边回水、紊流部分；
- 4) 保证波束在其发射通道上通畅，无遮挡；
- 5) 测流断面尽量规则，避免浅滩和暗礁，具有一定水深；

考虑到环保水站设点具有其选址原则及特殊性，因此可以根据断面具体情况选择灵活的安装方式及不同设备的搭配使用（后面会介绍）；如果水站断面确实不合适安装测流系统，也可以考虑在水站上下游合适位置安装测流遥测站（RTU站），数据通过RTU单独传输到数据中心。

b) ADCP测流仪安装的一些基本要求及注意事项：

- 1) 为了保证多普勒流速剖面仪安装姿态正确，仪器发射正面所在的X轴与河岸走向保持平行，Y轴与河岸走向保持垂直，两束测流波束以河岸垂线为中心对称均匀分布。安装时，可以参考设备内置的姿态传感器的输出进行适当调整，保证纵摇、横摇的角度均接近0度，并不能超过 $\pm 2^\circ$ 。
- 2) 为了能够保证进行正确测量所需的剖面测量范围，建议设备安装在离最低水面深度在1-5m之间，河道越宽仪器安装深度越深。
- 3) 流量计安装点位在合理的情况下应尽可能靠近终端（工控机或RTU）位置，通讯、供电使用的电缆不宜过长（一般在80m以内，否则电缆太长，电流损耗或导致仪器不能正常工作，需在仪器端加装升压模块且要做好防水措施）。

c) 水密电缆连接需注意以下内容：

-
- 1) 水密电缆裸露部分可与保险链条捆绑固定在一起，避免线缆被水中异物缠绕拉扯断；
 - 2) 连接仪器的水密头端，电缆固定时需留有一定余量，避免仪器重力拉扯；
 - 3) 当水密电缆长度不够需外接电缆时，外接电缆宜采用与原电缆相同型号、相同色号，连接处做好防水工作。同时连接点宜做好标记，方便后期检查维护；
 - 4) 走线必须预埋线管做好防护。
- d) 安装支架及结构需注意以下内容：**
- 1) 安装支架应具有一定的灵活性，使仪器可以通过机构上、下移动升降或便于翘离水面，易于仪器维护保养。
 - 2) 安装支架尽量简单、可靠，做成稳固的结构体，确保在洪水或潮涌期间保持稳定可靠。
 - 3) 安装支架具有防碰撞，防杂物缠绕设计。
 - 4) 安装支架采用不锈钢材焊接，安装采用不锈钢螺丝，包括固定的膨胀螺丝。不锈钢材料的尺寸可根据实际情况而定，不锈钢材壁厚最好为3mm 及以上。
 - 5) 可借助自动站房的取水平台立柱或站房基础支柱等结构体固定安装支架及基座。
 - 6) 为避免流量仪被漂浮物撞击，在流量仪两旁相应位置应设置防撞杆。
 - 7) 安装之前必须进行水文调查，具有山溪性洪水的地方必须对仪器进行保护，以免来洪水时仪器设备被冲走。
- e) 安装深度尽量满足以下基本原则：**
- 1) 大致位于历年上断面平均水位的60%处；在历史最枯水位之下；如水位过低也可以考虑在站房附近设置橡胶坝（淹坝），以抬高测流点的水位；
 - 2) 高于河底的淤积层，避免流量仪被掩埋；
 - 3) 水平固定式ADCP 安装时要求断面平均水位不低于1.5 米，水位变化大的断面建议采用水平式和座底式ADCP 级联方式测流。



图3-3 利用栈桥结构固定



图3-4 仪器设备固定在支架上



图 3-5 利用站房桩基固定滑轨支架



图 3-6 利用站房（桥墩）桩基固定

2) 在靠近河岸的水中打桩固定安装。



图 3-7 靠近河岸边打桩固定安装



图 3-8 靠近河岸边打桩固定安装的遥测测流系统

3) 在岸边安装滑轨设施，在滑轨上固定安装。



图 3-9 升降滑轨上的安装板上固定安装



图 3-10 站房旁边的斜坡滑轨

4) 在岸壁或近岸河水中建设测量井，防止洪水时仪器被撞击或冲走；



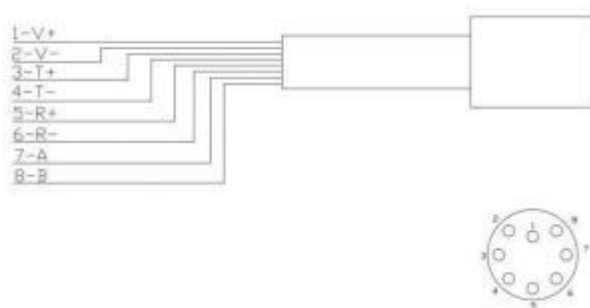
图3-11 仪器设备安装固定在测井中

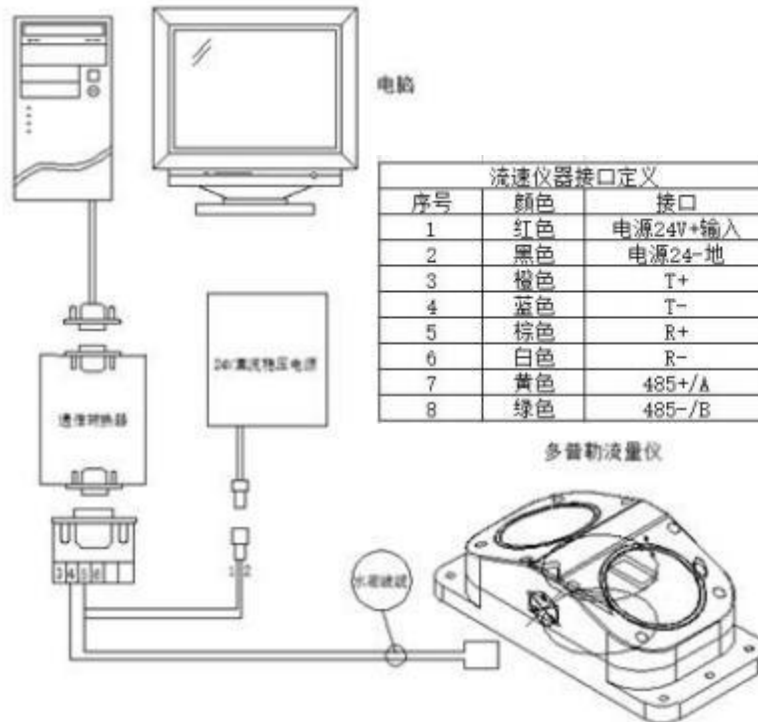
3.3 仪器连接、参数设置及数据调试

3.3.1 仪器硬件连接

将仪器连接到计算机上相应的串行（com）端口，给仪器接上电源。

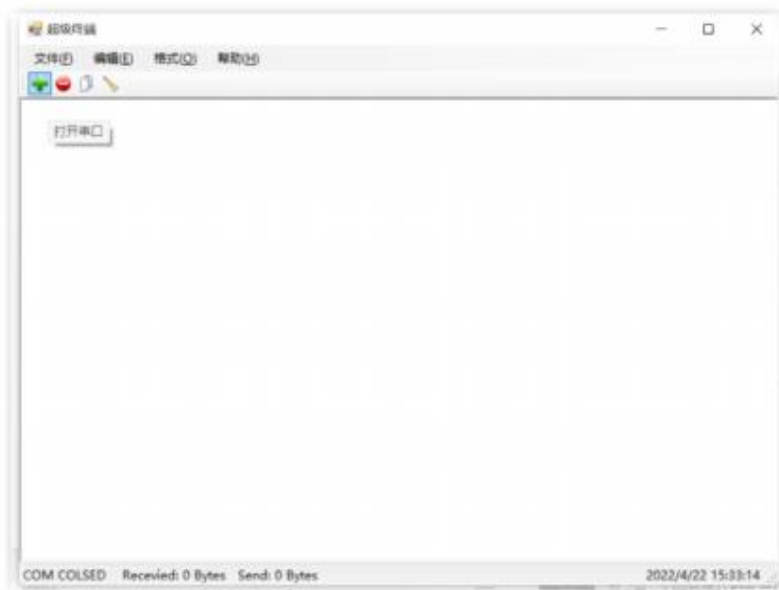
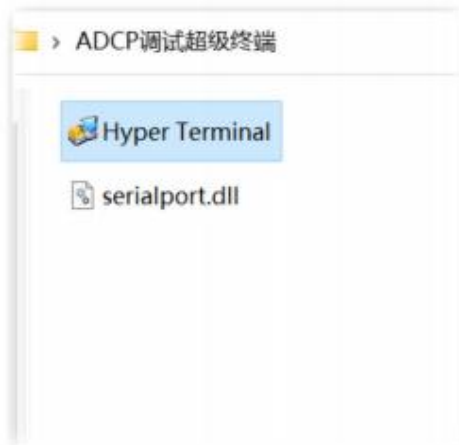
如下图：连接通信接口RS-422。（注意：供电电压是DC24V）





3.3.2 仪器基本参数的设置

- 1) 仪器连接后，打开计算机自带的应用程序：超级终端（Hyper Terminal.exe）。点击左上角菜单下的“+”（打开串口），在“串口设置”菜单中，选择仪器与计算机连接的串口（COM*）、波特率（19200）（出厂默认）、数据位（8）、停止位（One）、校验位（None），点击“打开串口”。（见下图）：



(注：仪器的调试软件，同时兼容BBTalk)

2) 连接完成后，超级终端页面为空白。给仪器上电后，键入“===”并回车，显示仪器型号、版本号、仪器序列号等基本信息（见下图所示）：



```
超级终端
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 帮助(H)
HADCP
SV=LS_v1.2_20_01
SN=19785
>|
COM2 OPENED 19200bps, DataBits:8 StopBits:One Parity:None Received: 36 Bytes Sent: 0 Bytes 121-08-04 19:24:35
```

3) 键入LS命令并回车，可以查询仪器基本配置参数的信息（注意如果无法输入，可以考虑重新上电，看是否有开机信息，如果出现乱码是因为需要重新设置波特率，或者选择更合适的波特率通信）。仪器提供并支持两种波特率（19200和9600）。分别通过命令CB1 19200)和CB0 9600)进行配置，配置后需要重新上电，才能用新设置的波特率通信。



```
超级终端
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 帮助(H)
LS
Configuration Parameter
SM=1
MH=20
WS=100
WP=20
TE=60
VP=0
IB=0
LC=0
LW=0.30
QA=0
>|
COM2 OPENED 19200bps, DataBits:8 StopBits:One Parity:None Received: 99 Bytes Sent: 7 Bytes 121-08-04 15:52:00
```

4) 设置仪器基本参数

根据需求修改仪器基本配置参数，格式如下：

SM0：切换模式，0 为手动控制模式，1 为自动上传模式，建议配置参数前设置0。

WN020：分层，最高128层，本例：设置为20层，红色固定数3位。

WS0200：层厚，数字表示层厚，单位：厘米；本例：0200 为2米，红色固定数4位。

WP00003：发射ping数，为测量的采样次数，本例：发送3ping，红色部分固定数5位。

TE00:00:20.00：数据上传间隔，单位：秒，自动模式有效；本例：设置为20秒，设置时TE须大于WP；红色部分固定格式时：分：秒.百分秒。

TS 21/08/04, 19:56:00：设置仪器时钟；固定格式：年/月/日，时：分：秒。

VP0：垂直波束测水深开启和关闭，开启为1（选用带垂直波束型号的仪器有效）。

IB1：左右岸设置；仪器安装左岸时IB=0，安装右岸时IB=1。

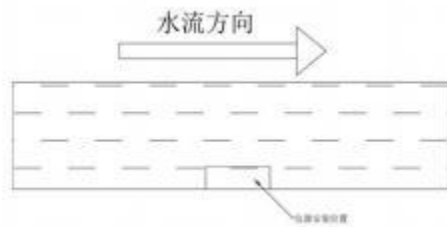


图 3-12 仪器安装在右岸时，IB设为 1



图 3-13 仪器安装在左岸时，IB设为 0

LC0: 开启低水位停止测量功能; 0 表示关闭, 1 表示开启功能

LW30: 与LC 命令配合使用, 设置低于多少水深时, 可开启停止测量功能; 设置的单位: 厘米, 显示单位: 米

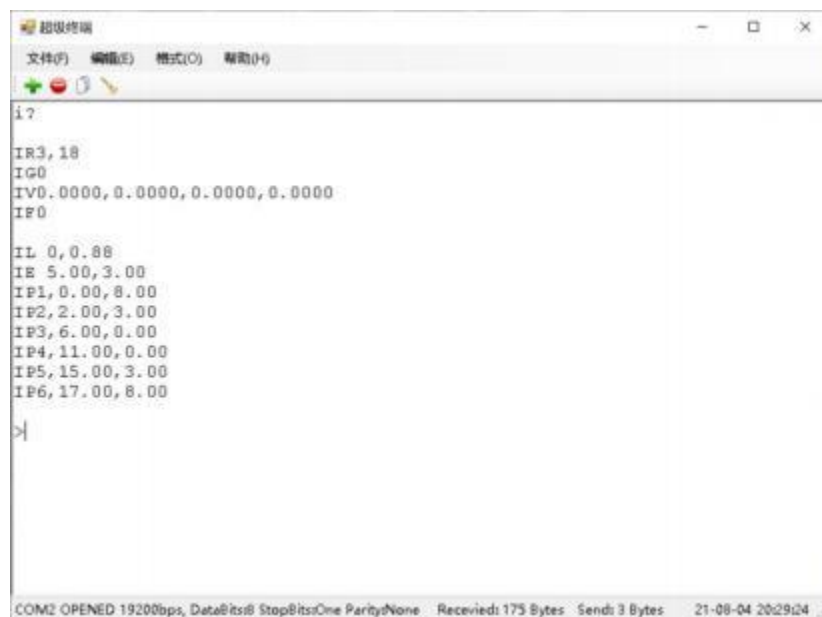
QA0: 流量的累计功能, 0 表示关闭, 1 表示开启 (使用仪器输出流量需要配置)

QA 命令表示累计流量开始累计(之后因为基本是Modbus来查询数据, 所以仪器主动输出数据关闭, 需要输出数据必须输入PD1), QS 命令表示累计流量停止累计

CK: 保存参数; 针对WN、WP、WS、TE 这4 个命令参数的保存。

3.3.3 流量及断面参数设置

输入“!?”并回车, 查询现在(流量及断面)配置参数



上图中, 显示的参数分别为:

IR3, 18: 表示选择了第3层到第18层, 求平均后作为指标流速, 并计算: (输入的方法是: “IRN1, N2”, N1为起始分层, N2为结束分层, 如需要选择第4层到第16层的分层流速, 则输入“IR4, 16)

IG0: 计算断面平均流速, 选用的率定公式。IG0代表断面平均流速和指标流速相等。率定公式取值范围是0-5, 如选用一元线性, 则输入“IG1”。具体公式如下:

序号	函数关系	回归方程名称
1	$V = b_1 + b_2 V_1$	一元线性
2	$V = b_1 + b_2 V_1 + b_3 V_1^2$	一元二次
3	$V = b_1 V_1^{b_2}$	幂函数

4	$V = b_1 + b_2V_1 \quad V_1 \leq V_c$ $V = b_3 + b_4V_1 \quad V_1 \geq V_c$	复合线性
5	$V = b_1 + (b_2 + b_3H)V_1$	二元线性

IV0.000, 0.000, 0.000, 0.000: 率定公式系数设置, IV 设置的是以上公式的 b_1 - b_4 的值; IV b_1 , b_2 , b_3 , b_4 依次设置, b_1 - b_4 未选用的部分仍需输入“0.000”。

IF0: 开启过船过滤等, 0 关闭, 1 开启 (减小水流的脉动和干扰, 采用平滑或插补的模型) 注意: 需选择指标流速分层之后, 再开启该功能。(请谨慎使用。)

IL0, 0.88: 0, 表示是内置水位还是外置, 默认0 就是内置水位。0.88 表示水位的补偿值。是内置水位计与外部水尺水位的差值补偿。当外部水尺读数大于仪器显示的读数时, 差值键入正值; 反之, 差值键入负值。

IE5.00, 3.00: 仪器安装高程坐标设置方法: 输入“IE X , Y ”, X 为仪器安装位置的起点距, Y 为仪器安装高程; 单位: m。

IP1, 0.00, 8.00: 断面参数设置方法: 输入“IP N , X , Y ”其中, N 表示输入断面参数序号, 最大支持99; X 表示断面起点距; Y 表示断面高程。输入最后一组之后, 再输入“IP N , 9999, 9999”, N 为断面参数最后一组的序号+1, 输入该命令后保存参数。

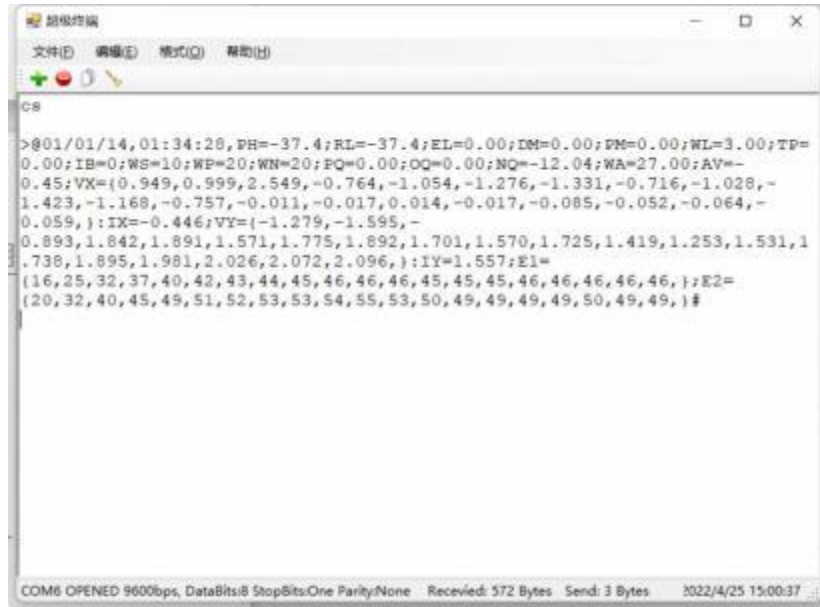
设置过程中需要查询确认“设置是否正确”, 还是通过I?来查询, 如果不正确的, 直接重新输入对应的正确的参数。

3.3.4 压力传感器的校准

仪器安装好入水工作前, 将仪器固定在略高于水面位置, 用软件超级终端连通, 输入“CS”命令后, 等有数据上来, 再输入命令“SZ”校准水位, 输入校准命令后等待约1分钟, 输入命令“SPF”查询水位, 重复操作直至显示“CP”值即水位值为0 或接近0 时, 即完成压力传感器水面为零的校准, 可继续仪器的入水安装调试。

3.3.5 仪器上传数据定义

键入PD1并回车，再键入CS并回车，等候片刻（与WP的大小有关），即可看到如下图所示的信息和数据：



图中显示了仪器上传的各个数据，信息和数据的定义见下面的说明：

数据上传是以“@”开头，以“#”结束，“@”后面是数据上传时间，精确到秒。各个数据含义如下：

命令	含义	单位
“01/01/14, 01:34:28”	实时时钟	
“PH= ”	仪器纵摇角度	°
“RL= ”	仪器横摇角度	°
“EL= ”	外部水位计读取水位	m
“DM= ”	第三波束测仪器到水面的高度	m
“PM= ”	压力水位计到水面距离	m
“WL= ”	水位，包含了安装高程和仪器到水面距离	m
“TP= ”	测量水温温度	°C
“IB= ”	左右岸; IB=0，仪器安装在左岸； IB=1，仪器安装在右岸	

“WS= ”	层间距	dm
“WP= ”	测量ping数	呼数
“WN= ”	分层数	个
“PQ= ”	正向累计流量	m ³
“OQ= ”	反向累计流量	m ³
“NQ= ”	本组数据测量流量（瞬时流量）	m ³ /s
“WA= ”	过水面积	m ²
“AV= ”	断面平均流速	m/s
“VX= ”	分层的每层X方向流速V _x	m/s
“IX= ”	指标流速，X方向流速V _x	m/s
“VY= ”	分层的每层Y方向流速V _y	m/s
“IY= ”	指标流速，Y方向流速V _y	m/s
“E1= ”	一号探头回波强度	个数
“E2= ”	二号探头回波强度	个数

3.3.6 常用系统设置命令

CB0: 波特率设置; 0 表示波特率为9600 1 表示波特率为19200。

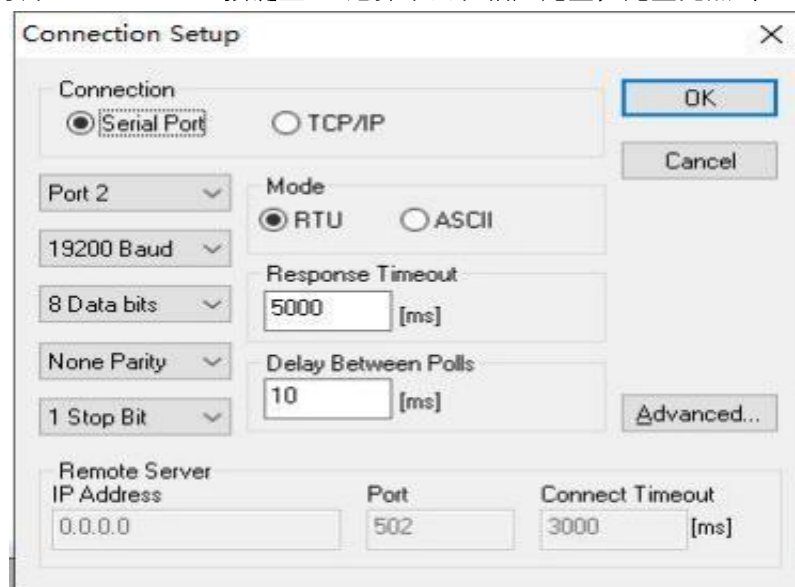
PD1: 输出数据格式（协议），1 表示标准协议，2 表示TRDI 的PD23，PD3 旧版本协议;（不支持PD0）。

QC: 清除累计流量值（谨慎用），正反向累计流量都会被清零。

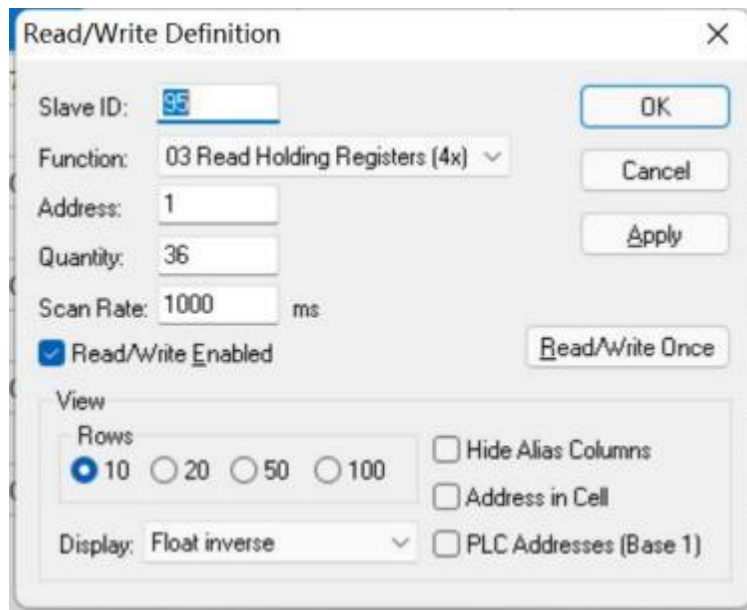
CR1: 恢复出厂设置（谨慎用）所有配置参数、流量断面配置参数都会被初始化。

3.3.7 MODBUS 协议数据调试

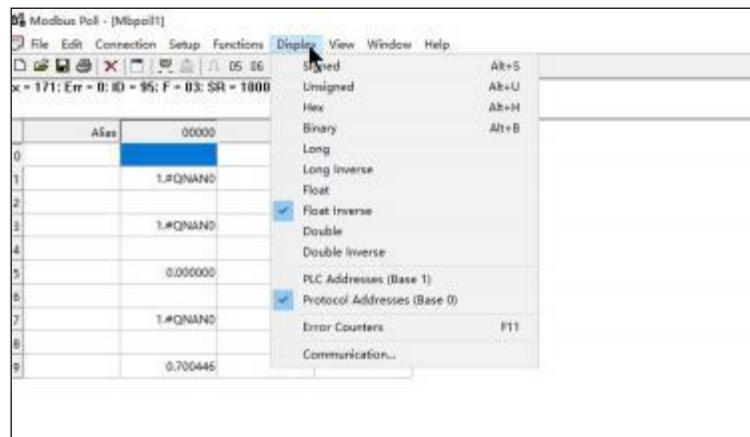
(1) 打开modbus Poll 按键盘F3 选择串口和相应配置，配置完点击OK。



(2) 按键F8 配置选择，按钮Apply，然后OK。



(3) 切换到浮点显示



(4) 显示数据



查看数据时，首先按照说明，清空累流量。

第四章 仪器保养及系统维护

在通常的情况下，产品系列仪器本身几乎不需要什么维护而仍然保持可靠的性能。外壳一般的磨损也不会改变仪器的性能。产品系列仪器本身不需要因为流速数据而进行校正。仪器防护及保养主要包括以下两方面：

4.1 安全防护措施及注意事项

- 1) 注意用电安全；选用带保护的电源插座；
- 2) 处理故障问题需要更换或重新拔插部件时，先关闭功率发射，再切断电源；
- 3) 尽量保证当设备在水中时，才进行功率发射，否则会导致换能器损坏；
- 4) 仪器使用现场应做好防雷措施；
- 5) 为避免流量计被漂浮物撞击，在流量计两旁相应位置应设置防撞杆；
- 6) 通航河道为避免被过往船只撞击，仪器固定位置应尽可能靠近岸边，且设置警示灯或警示牌。

4.2 日常维护保养

- 1) 如果长期不使用时，应该拆下多普勒流量计并且将其用淡水清洗干净；清理掉换能器阵表面的附着物；盖好电缆插头盖子；晾干后放置。
- 2) 多普勒流量计保存时应避免日晒、高温、强电场辐射、雨淋及严寒。连接电缆盖好电缆接头盖子，盘好放在通风干燥的地方保存。

为了保证ADCP测流系统稳定、正常运行，并保证测量数据准确有效，需要对整个测流系统进行适当维护。我们建议的ADCP测流系统日常维护工作描述如下：

检查项目	检查内容
------	------

基础设施设备 检查与维护	安装平台	<p>1.检查 ADCP 流量计安装平台、支架与引桥，进行除渣、除锈、上漆等保养保护。</p> <p>2. 检查平台稳定性，更换生锈螺丝、垫片等零件，消除设备掉落安全隐患。</p> <p>3. 检查整体连接装置、压接固定、钢丝断丝、磨损、锈蚀等情况，排除所有可能存在的各种安全隐患。</p>
	电源及通讯	1. 检查与测试电源、通讯设施设备，及时更换

检查项目	检查内容
	<p>性能出现衰减的零部件。</p> <p>2.检测 RTU 主板工作电压、电流，并预测主板使用期及主板的故障率评估。</p> <p>3. 保持太阳能电池板镜面的清洁，并检查其密封和采光是否完好。</p> <p>4. 检查并处理周边环境可能影响太阳光照的树枝或其他遮挡物，必要时调整太阳能板位置。</p> <p>5. 测定与评估蓄电池的蓄电能力及故障率，保持蓄电池表面整洁。</p>
电缆线及其套管	<p>1. 检查岸上电缆线套管及防雷接口，如有松动、脱落，立即加固或重新焊接。</p> <p>2. 检查水下电缆线套管，采取措施使之紧贴河底，以免洪水期挂渣拉断。</p> <p>3.通过软件检测电源、信号线的通联情况,若电缆线超过50m，应测定电压衰减量（不同时期的电源供电电压与ADCP流量计工作电压的差值）是否正常，并建档记录。</p>

	ADCP 流量计 防雷系统	全面检查、维护ADCP 流量计防雷地网及各级电源、信号防雷设备，测定接地地阻，并建档记录。
ADCP 流量计主机检查与维护		<p>1.现场检测ADCP 流量计主机工作状态，包括安装高程、横摇、纵摇、工作电压、监测信号质量、数据成果质量等，完成系统性能自检，并建档记录。</p> <p>2.每年至少进行一次ADCP 流量计探头表面清洁综合现场检测情况与日常监控情况，排查与处理各种可能影响测验质量的问题。</p>

4.3 一般故障分析及排除

a) 不能正常开机

- 1) 检查设备的供电是否正常；
- 2) 检查电源插头是否连接好，电源开关是否损坏。

b) 调试软件故障

如果调试软件不能正常工作，可能是由以下几个原因造成的：

- 1) 机器是否正常开机；
- 2) 串口连接线是否松动；
- 3) RS422->RS232 转换器是否完好；
- 4) 检查转换器输出端及水密电缆仪器端电压是否满足要求；
- 5) 检查波特率是否设定正确；
- 6) 运行过程中，调试软件出现错误。在任务管理器中关闭该进程，重启后软件重新恢复到出错前的设置。

c) 其它故障

对于无法排除的故障，记录下发生故障的时间、故障现象、处理方法等，请联系技术责任单位。

附录I MODBUS 通信协议

MODBUS 协议(版本：V1.2)

适用范围：本协议适用于ADCP 流量计。

协议描述：

- 物理链路采用RS-232 串行通信，传输模式为RTU。
- 波特率19200（默认），无校验，8 位数据位，1 位停止位。
- 使用MODBUS—RTU 通讯协议。
- 数据帧格式：

Address	Function	Data	Check
8-Bits	8-Bits	N×8-Bits	16-Bits

- 地址（Address）域：95（5fh）。
- 错误校验（Check）域：采用16 位循环冗余方法（CRC16 低字节在前）。

(1) 功能码03H 读寄存器值参量地址表

地址	描述	数据类型	字节数	单位
01H	瞬时流量	浮点型 (单精度)	4	立方米/秒
03H	正向累计流量	浮点型 (单精度)	4	立方米/秒
05H	负向累计流量	浮点型 (单精度)	4	立方米/秒
07H	过水面积	浮点型 (单精度)	4	平方米
09H	平均流速	浮点型 (单精度)	4	米/秒
0BH	水位	浮点型 (单精度)	4	米
0DH	前倾角	浮点型 (单精度)	4	度
0FH	斜倾角	浮点型 (单精度)	4	度
11H	安装深度	浮点型 (单精度)	4	米
13H	供电电压	浮点型 (单精度)	4	V
15H	水温	浮点型 (单精度)	4	摄氏度
17H	指标流速	浮点型 (单精度)	4	米/秒
19H	率定系数A1	浮点型 (单精度)	4	无
1BH	率定系数A2	浮点型 (单精度)	4	无
1DH	率定系数A3	浮点型 (单精度)	4	无
1FH	单元长度	浮点型 (单精度)	4	米
21H	单元分层数量	整型	2	层
22H	率定公式	整型	2	无

(2) 分层数据的读取：

从41（29h）寄存器开始读取，分层流速数据读取数量是分层数量*2 的数量，占地址空间是2*分层数量，回波强度：接在流速后面，分别是1号波速强度和2号波速强度。

地址 16 进制	描述	数据类型	字节数	单位
29H	第一层的流速	浮点型（单精度）	4	米/秒
2BH	第二层的流速	浮点型（单精度）	4	米/秒
	以此类推			
N*2+1H	1号波速回波强度	浮点型（单精度）	4	DB
	以此类推			
N*3+1H	2号波速回波强度	浮点型（单精度）	4	DB
	以此类推			

(3) 配置功能码06H写寄存器值参量地址表

地址	描述	数据类型	字节数	属性
01H	启动流量累计	整形	2	写
02H	累计流量和间隔流量都清零	整形	2	写
03	停止流量累计	整型	2	写

写功能返回是原码返回，表示已经收到正常执行。

实例 16 进制：

启动流量累计：5F 06 00 01 00 01 14 B4

累计流量清零：5F 06 00 02 00 01 E4 B4

停止累计流量：5F 06 00 03 00 01 b5 74

备注：调试工具建议使用modbus poll 调试，具体见MODBUS 调试说明。

附录II 命令汇总一览表

“超级终端”软件命令汇总一览表（注：与BBTalk软件兼容）

序号	命令字符	命令解释
1	CS	手动执行一次测量
2	CQ	查询最近一次测量数据
3	LS	查询基本配置参数
4	CK	保存测量参数
5	CR	恢复出厂设置
6	CZ	停止测量
7	CB	波特率设置CB0 9600 CB1 19200
8	LC	低水位停止测量功能；0 表示关闭 1 表示开启功能
9	LW	与LC 配合使用，配置低于多少水位停止测量
10	IB	左右岸选择0 是左岸 1 是右岸
11	IL	水位计内置或者外置选择，如果选择外置，并对内置补偿
12	IR	指标流速范围选择
13	IE	仪器安装高程设置
14	IP	大断面坐标设置
15	IG	率定方程选择
16	IF	IF0 关闭过滤功能 IF 1 开启过滤功能
17	IV	率定系数设置
18	SM	SM0 手动模式 SM1 自动模式
19	SN	查询产品序列号
20	SPF	查询压力值

21	SZ	内置压力水位自校准（仪器不在水中，做3次测量后再校准）
22	TE	设置测量间隔时间
23	TS	配置实时时钟
24	PD	输出协议格式PD1协议格式 PD2 RDI PD23 格式 PD8 关闭自动输出
25	PO	姿态校准
26	QS	手动清除累计流量
27	QA	手动开启累计流量
28	VP	VP1 开启 VP0 关闭 垂直波速测量
29	WN	设置分层数
30	WP	设置测量次数（PING）
31	WS	设置分层间距

附录III ADCP 工作原理

ADCP（水平声学多普勒流速剖面仪）其工作原理是用超声波多普勒原理测量流速。仪器沿水平方向发射两束超声波，超声波遇到水中的颗粒物会发生反射，反射波的频率 F_2 与发射声波频率 F_1 之间存在一定的偏移，该偏移的大小与声源和颗粒物之间的相对速度有关。利用测量得到的反射波频率和发射波频率即可求得反射颗粒的运动速度，即为水流流速。

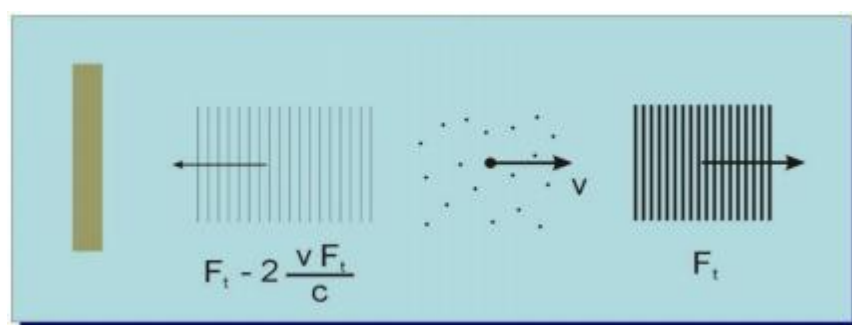


图 附录III-1 多普勒频移原理示意图

将ADCP 探头固定安装在水面下某一水深处使用，使探头上的两个声学传感器位于同一平面上，两个超声波传感器成一定角度向对岸发射，可以测得仪器所安装位置处水流水平层部分的流速，只要测验范围达到断面主流区域（主槽），就能建立稳定的部分层流速（又称：指标流速）与断面平均流速的关系。另外利用测深传感器测得实时水深转为水位数据，由内置的“水位-过水面积关系表”计算得到断面面积。利用仪器实测的流速数据、水位数据，由内置的计算程序，采用“指标流速法”或“流速-面积法”实时计算流量。

附录IV 仪器尺寸

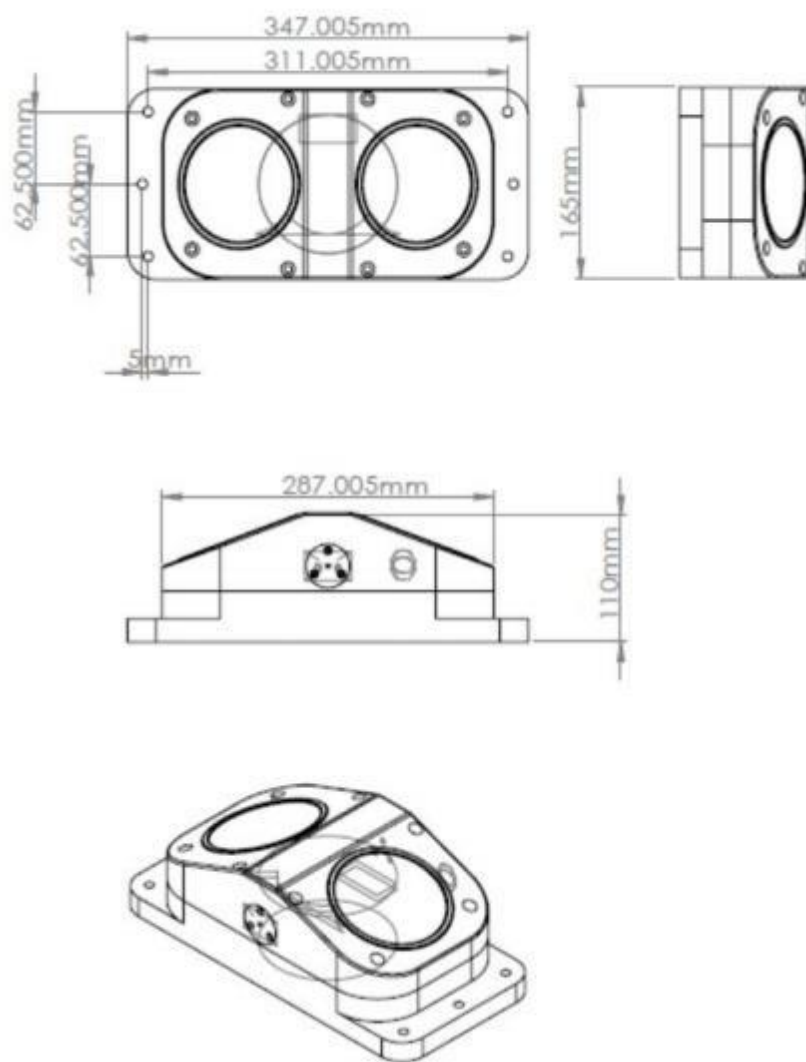
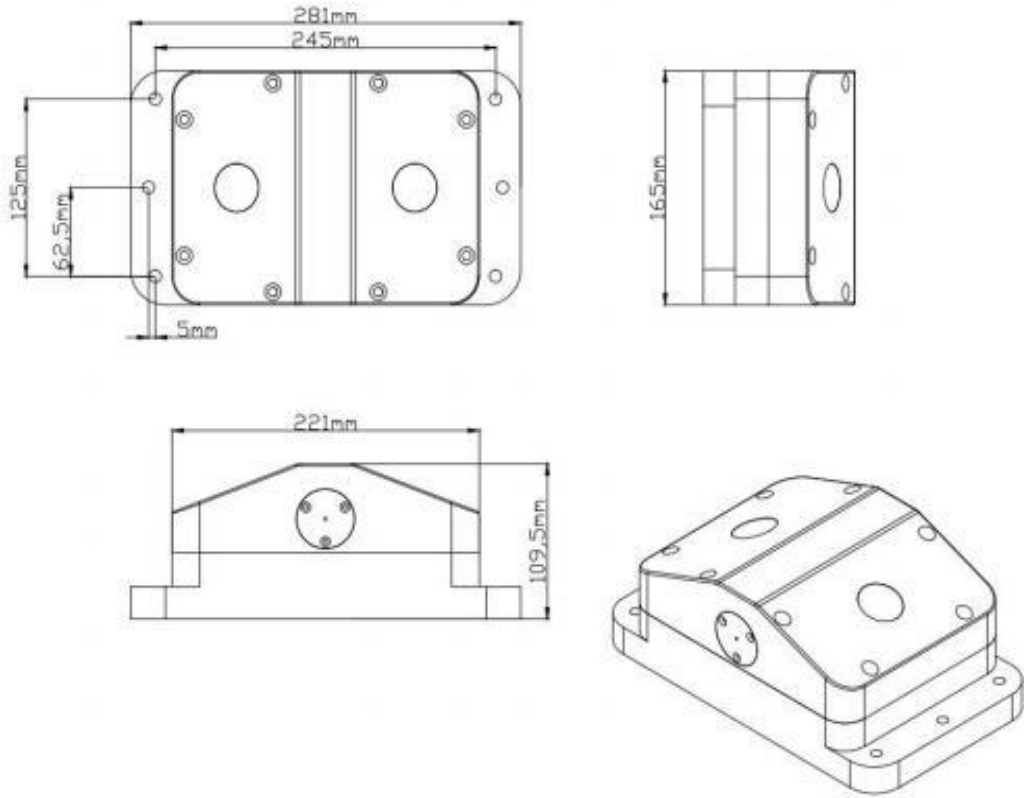


图 附录IV-1 600K 型



图附录IV-2 1200K型

部件名称	限制性物质表					
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 (Cr (VI))	多溴联苯 (PBB)	多溴二苯醚 (PBDE)
金属部件	×	×	×	×	×	×
塑胶部件	×	×	×	×	×	×
印制电路板	×	×	×	×	×	×
连接件/紧固件/散热件	×	×	×	×	×	×
电源/适配器 (如果有)	×	×	×	×	×	×
线缆/线材	×	×	×	×	×	×
附件	×	×	×	×	×	×

本表格依据SJ/T 11364的规定编制。

○：表示该限制物质在该部件所有均质材料中的含量均在GB/T 26572规定的限量要求以下；

×：表示该限制物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出GB/T 26572规定的限量要求，且目前业内无成熟的替代方案，此产品符合中国RoHS达标管理目录限用物质应用例外清单和欧盟RoHS指令环保要求；（注：不同产品，限制物质或元素存在差异）