

6331

校准恒温槽

用户手册

Rev. 361601

*Rev. 361601*

*Copyright © 2003. All Rights Reserved*

*Hart Scientific, Inc.*

*799 E. Utah Valley Drive*

*American Fork, Utah 84003-9775*

*Telephone: (801) 763-1600 • Fax: (801) 763-1010*

*Internet: <http://www.hartscientific.com>*

*Rev. 361601*

## 目录

1	使用须知	1
1.1	标识	1
1.2	安全信息	2
1.2.1	 警告	2
1.2.2	 注意	3
1.3	Hart Scientific Authorized Service Centers	4
2	概述	7
3	技术指标和环境条件	9
3.1	技术指标	9
3.2	环境条件	10
3.3	质保	10
4	快速指南	13
4.1	拆箱	13
4.2	设置	14
4.3	电源	15
4.4	设置温度	16
5	安装	19
5.1	移动或从包装中取出恒温槽	19
5.2	恒温槽的工作环境	19
5.3	防倾斜支架的安装	19
5.3.1	木地板上的安装	20
5.3.2	水泥地面的安装	20
5.3.3	恒温槽的安装	21
5.4	“干燥”周期	21
5.5	恒温槽的准备和加注	21
5.6	电源	21
6	使用恒温槽	23
6.1	概要	23
6.2	比较法校准	23

6.3	多个探头的校准	24
7	部件和控制	25
7.1	前面板	25
7.2	恒温槽筒和上盖	25
7.3	背板	27
7.3.1	蓄液池	27
8	一般操作	29
8.1	传热液	29
8.1.1	温度范围	29
8.1.2	黏度	29
8.1.3	比热	30
8.1.4	热阻系数	30
8.1.5	热膨胀	30
8.1.6	电阻系数	31
8.1.7	液体寿命	31
8.1.8	安全特性	31
8.1.9	费用	32
8.1.10	通常使用的液体	32
8.1.10.1	水	32
8.1.10.2	乙二醇	32
8.1.10.3	矿物油	33
8.1.10.4	硅油	33
8.1.11	液体特性图表	33
8.1.11.1	时效和免责声明	33
8.1.11.2	关于图表	34
8.2	Stirring 搅拌	36
8.3	电源	36
8.4	加热器	37
8.5	温度控制器	37
9	控制器的操作	39
9.1	恒温槽温度	39

9.2 复位保险.....	39
9.3 温度设置点.....	41
9.3.1 编程设置点.....	41
9.3.2 设置点的值.....	42
9.3.3 设置点游尺.....	42
9.4 扫描.....	43
9.4.1 扫描控制.....	43
9.4.2 扫描速度.....	43
9.5 温标单位.....	44
9.6 跳跃和浸泡程序.....	45
9.6.1 编程的设置点的数量.....	45
9.6.2 设置点.....	46
9.6.3 编程浸泡时间.....	46
9.6.4 编程功能模式.....	47
9.6.5 编程控制参数.....	47
9.7 二级菜单.....	48
9.8 加热器功率.....	48
9.9 比例带.....	48
9.10 保险.....	51
9.11 控制器的配置.....	52
9.12 探头参数.....	52
9.12.1 R0 53	
9.12.2 ALPHA.....	53
9.13 工作参数.....	53
9.13.1 保险复位模式.....	53
9.13.2 补偿加热器模式.....	53
9.14 串行接口参数.....	54
9.14.1 波特率.....	54
9.14.2 采样周期.....	55
9.14.3 双工模式.....	55
9.14.4 换行 56	

9.15 IEEE-488 参数.....	56
9.15.1 Address 地址.....	56
9.15.2 传输终止符.....	57
9.16 校准参数.....	57
9.16.1 CTO 58	
9.16.2 CO 和CG .....	58
9.16.3 H 和L .....	58
10 Digital Communication Interface.....	59
10.1 Serial Communications.....	59
10.1.1 Wiring.....	59
10.1.2 Setup 59	
10.1.2.1 Baud Rate .....	60
10.1.2.2 Sample Period.....	60
10.1.2.3 Duplex Mode.....	60
10.1.2.4 Linefeed .....	60
10.1.3 Serial Operation.....	60
10.2 IEEE-488 Communication (optional) .....	61
10.2.1 Setup 61	
10.2.1.1 Address .....	61
10.2.1.2 Transmission Termination .....	61
10.2.2 Operation .....	61
10.3 Interface Commands .....	62
11 校准程序.....	67
11.1 校准点.....	67
11.2 测量设置点误差.....	67
11.3 计算R0 和ALPHA.....	67
11.4 校准实例.....	68
12 维护.....	71
13 排除故障.....	73
13.1 排除故障.....	73
13.2 说明.....	75
13.2.1 电磁兼容指令 (EMC Directive) .....	75

13.2.1.1 抗干扰测试.....	76
13.2.1.2 辐射测试.....	76
13.2.2 低电压指令(安全性).....	76
13.3 配线图.....	77

## 图示索引

<b>图1</b>	液体加注 .....	15
<b>图2</b>	防倾斜支架的安装 .....	20
<b>图3</b>	前面板 .....	25
<b>图4</b>	各种液体的适用范围 .....	35
<b>图5</b>	控制器操作流程图 .....	40
<b>图6</b>	不同的比例带设置下恒温槽的温度起伏 .....	49
<b>Figure 7</b>	<i>Serial Communications Cable Wiring</i> .....	59
<b>图8</b>	校准实例 .....	69
<b>图9</b>	配线图 .....	77



## 表格索引

表 1	国际上通用的电气标识.....	1
表 2	恒温槽液体表.....	34
表 3	程序模式设置的动作.....	47
表 4	比例带 - 液体表.....	50
Table 5	Interface Command Summary.....	63
Table 5	Interface Command Summary continued.....	64
Table 5	Interface Command Summary continued.....	65



# 1 使用须知

## 1.1 标识

表 1 列出了在仪器或本手册中可能会使用到的国际通用电气标识。

表 1 国际上通用的电气标识

标识	意义
	AC (交流电)
	AC-DC
	Battery 电池
	CE 认证标识 (符合欧洲联邦指令)
	DC DC (直流)
	双重绝缘
	电击
	保险丝
	保护地
	高温表面 (有灼伤危险)
	请参考用户手册 (重要信息)
	关闭
	打开

**标识****意义**

加拿大标准协会

CAT II

遵循 IEC1010-1 所提供的冲击耐压保护为过压(安装)类别 II, 污染等级 2。过压类别 II 设备为能源消耗设备, 固定安装。例如家用、办公室和实验室设备等。



C-TIC 澳大利亚 EMC (电磁兼容) 标识

**1.2****安全信息**

请严格按照手册说明使用本仪器。否则, 仪器所提供的保护措施有可能被削弱。

以下部分适用于术语“警告”和“注意”。

“警告”表示可能会对使用者造成伤害。

“注意”表示可能会损坏设备。

**1.2.1****警告**

为避免人身伤亡, 请严格遵守以下指导:

**一般指导**

**请勿**将仪器用于除校准之外的其它用途。该仪器专门设计用于温度校准。任何其它用途都可能会对使用者造成不可预期的伤害。

请勿在不符合《用户手册》所规定的环境下使用仪器。

**请勿**使恒温槽内的液体溢出。溢出的过热或过冷的液体可能会伤害操作者。详细的操作说明请参见 5.5 “恒温槽的准备和加注”部分。

请严格遵循《用户手册》所提供的安全指导。

只有专业人员才可使用校准仪器。

如果在不符合制造商规定的环境下使用仪器, 则仪器所提供的保护措施可能会削弱。

在首次使用仪器, 或者仪器经过搬运、在潮湿或半潮湿的环境下储存, 或者超过 10 天的时间没有使用仪器时, 需要将仪器打开, 经过 2 小时的“干燥”周期, 才能保证满足 IEC 1010-1 标准的安全要求。若该产品为湿的, 或者曾经处于潮湿的环境中, 请在上电之前, 务必采取必要措施除去水分, 比如将仪器放置在低湿度的房间里, 在 50 摄氏度下工作 4 小时或更长时间。

放置时需要顶部余隙。请勿将仪器放置在橱柜或其它物品下方。为安全起见, 请留出足够的空间, 也方便插入和拔出探头。

该仪器仅供室内使用。

该仪器为精密设备。尽管在设计时已考虑了耐用性和无故障运行, 但仍需要小心

操作。在向筒内注入液体之前，请将设备放置平稳。请勿携带恒温槽。请勿移动加注有液体的设备（请参见 5.1 “移动或取出恒温槽”部分）。

### 灼伤危险

在仪器中可能会出现极冷的温度。如果操作者不遵守安全预防措施，可能会被灼伤或冻伤。

在仪器中可能会出现高温。如果操作者不遵守安全预防措施，可能会导致火灾或被严重灼伤。

液体池的排放管和防尘罩温度可能会特别高。请小心操作，并确保防尘罩牢固插入到防尘罩弯管接口内。

液体池的排放管并非设计用于处理恒温槽筒溢出的大量液体，而仅用于由于加热而膨胀的液体。将液体加注到达到折流板的顶部即可（请参见第 17 页的图 1）。

### 电气伤害

请严格遵守这些指导，以确保设备内的安全装置正常工作。该设备必需使用 115 VAC, 60Hz (230 VAC, 50Hz 可选) 的电源。设备的电源线插头为三爪的接地插头，为防止电击，必需将其插入到具有保护地的三端插座内。插座必需按照当地的规范进行安装。请向有资质的电工了解详情。请勿使用延长电源线或适配器插头。

请务必使用预防接地故障的设备。该设备内存有液体。当液体流到电力系统时，会引起电击，而防止接地故障的设备可以起到预防作用。

请务必使用符合标称和类型的电源线替代电源线。如有任何问题，请咨询 Hart Scientific 授权的服务中心（请参见 1.3 部分）。

在设备中存在高电压。如果操作者不遵守安全预防措施，可能会引起严重的人身伤亡事故。在操作设备内部件时，请务必关闭电源，并断开电源线。

### 恒温槽液体

在特定的环境下，该设备使用的液体可能会产生有害或有毒的气体。详细信息请阅读液体制造商的 MSDS (Material Safety Data Sheet - 材料安全数据表)。必需遵守通风和安全预防措施。

在高温下，需要使用通风橱或其它通风系统。

该设备装有软件保险装置（用户可设置的固件）和硬件保险装置（工厂设置）。请检查适用于设备工作环境的燃点、沸点或其它液体特性。请确保将软件保险的参数设置为与所使用的液体相一致。

## 1.2.2



### 注意

请在 41°F 到 104°F (5°C 到 40°C) 的室内温度下使用该设备。在设备的周围要留出至少 6 英寸 (15cm) 的空间，以使有足够的空气流通。

在向筒内加注液体时，请确保淹没全部的加热管。请勿使液体超过折流板（请参见第 17 页的图 1）。

请勿使槽内液体溢出。液体溢出可能会损坏电气系统。确保在恒温槽温度上升，

液体膨胀时留有一定空间。详细的操作说明，请参见 5.5 “恒温槽的准备和加注”部分。

在使用设备之前，请仔细阅读第 6 章“使用恒温槽”部分。

当恒温槽筒内没有液体、加热管没有被全部淹没时，**请勿**打开恒温槽。关于液体池的用法，请参阅 7.3.1 “液体池”部分。

**请勿**更改工厂设置的恒温槽校准常数。参数的正确设置对于安全和设备的正常工作非常重要。

在制冷功能被手动打开时，如果将设置点设置为 60°C 以上超过一个小时，则可能会损坏制冷系统或缩短寿命。

在修复故障时，如果没有其它措施可以奏效，则只能由经授权的人员使用工厂重设序列 (Factory Reset Sequence)。必需备份最近的测试报告来恢复测试参数。

**请勿**在极端潮湿、充满油污、灰尘或恶劣的环境下使用该设备。

正常工作情况下，硅油会凝结在恒温槽内。关于清洁的方法，请参见第 12 章“维护”部分。

大多数探头都具有工作温度限制。请确保设备上边的气体温度不超过探头的工作温度限制。

该设备及其所使用的所有温度探头都属于敏感性设备，非常容易损坏，请小心操作。**请勿**对其造成跌落、碰撞、挤压或过热。

### 1.3

## **Hart Scientific Authorized Service Centers**

*Please contact one of the following authorized Service Centers to coordinate service on your Hart product:*

**Hart Scientific, Inc.**

799 E. Utah Valley Drive  
American Fork, UT 84003-9775  
USA

Phone: +1.801.763.1600  
Telefax: +1.801.763.1010  
E-mail: [support@hartscientific.com](mailto:support@hartscientific.com)

**Fluke Nederland B.V.**  
Customer Support Services  
Science Park Eindhoven 5108  
5692 EC Son  
NETHERLANDS

Phone: +31-402-675300  
Telefax: +31-402-675321  
E-mail: ServiceDesk@fluke.nl

**Fluke Int'l Corporation**  
Service Center – Instrimpex  
Room 2301 Sciteck Tower  
22 Jianguomenwai Dajie  
Chao Yang District  
Beijing 100004, PRC  
CHINA

Phone: +86-10-6-512-3436  
Telefax: +86-10-6-512-3437  
E-mail: xingye.han@fluke.com.cn

**Fluke South East Asia Pte Ltd.**  
Fluke ASEAN Regional Office  
Service Center  
83 Clemenceau Avenue  
#15-15/06 Ue Square  
239920  
SINGAPORE

Phone: +65-737-2922  
Telefax: +65-737-5155  
E-mail: antng@singa.fluke.com

*When contacting these Service Centers for support, please have the following information available:*

*Model Number*

*Serial Number*

*Voltage*

*Complete description of the problem*



## 2

## 概述

Hart Scientific Model 6331 是一款紧凑的恒温槽，用于温度校准及其它需要稳定的温度的应用。在恒温槽内集成了采用最新的创新性技术的固态温度控制器，它能以极高的稳定度维持恒温槽的温度。温度控制器使用了微控制器来执行许多操作功能。

通过 8 位的 LED 显示屏和四个切换开关提供用户界面。标配数字远程通信功能，通过 RS - 232 和可选的 IEEE-488 接口实现数字通信。

6331 恒温槽的设计紧凑，且成本低，但并不损失性能。6331 恒温槽的温度范围从 35°C 到 300°C。

6331 恒温槽具有如下主要特点：

快速加热和制冷

RS-232（标配）和 IEEE-488（可选）接口

温度扫描速度控制

跳跃和浸泡功能

紧凑的尺寸

8 个设置点存储器

读数单位可选为 °C 或 °F

自动加热控制



## 3

## 技术指标和环境条件

## 3.1

## 技术指标

<b>范围</b>	35°C 至 300°C
<b>稳定度 (2 sigma)</b>	在 100°C (oil 5012) 时为±0.007°C 在 200°C (oil 5017) 时为±0.010°C 在 300°C (oil 5017) 时为±0.015°C
<b>一致性</b>	在 100°C (oil 5012) 时为±0.007°C 在 200°C (oil 5017) 时为±0.017°C 在 300°C (oil 5017) 时为±0.025°C
<b>加热时间<sub>1</sub> (使用补偿加热器)</b>	140 分钟, 从 35°C 到 300°C (oil 5017)
<b>制冷时间</b>	900 分钟, 从 300°C 到 100°C (oil 5017)
<b>稳定时间</b>	15–20 分钟
<b>温度设置</b>	数字显示, 用按钮输入数据
<b>设置点分辨率</b>	0.01°C; 高分辨率模式下, 0.00018°C
<b>显示分辨率</b>	0.01°C
<b>数字设置精度</b>	±1°C
<b>数字设置可重复性</b>	±0.01°C
<b>控制加热器</b>	700 Watts
<b>补偿加热器</b>	900 Watts
<b>Access Opening 开口尺寸</b>	6.8" x 4.7" (172 x 119 mm)
<b>深度</b>	18" (457 mm), 不包括玻璃管液体校准套件 19" (482 mm), 不包括玻璃管液体校准套件
<b>接液材质</b>	304 不锈钢
<b>电源<sub>1</sub></b>	115 VAC (±10%), 50/60 Hz, 14.8 Amps [230 VAC (±10%), 50/60 Hz, 3.5 Amps], 1700 W
<b>容积</b>	4.2 gallons (15.9 liters)
<b>重量</b>	90 lb. (41 kg)
<b>外形尺寸</b>	14" W x 31" D x 42" H (356 x 788 x 1067 mm), 从底部到 恒温槽筒开口为 37" (940 mm)
<b>安全</b>	OVERVOLTAGE (Installation) CATEGORY II, pollution Degree 2 per IEC 1010-1

†为 115 V (或可选的 230 V) 下的指标

## 3.2 环境条件

尽管仪器的设计考虑到了最大的耐用性和无故障的工作,但仍需小心操作。不可在充满灰尘、恶劣或潮湿的环境下使用仪器。在本手册的“维护”部分,可以查找到详细的维护和清洁介绍。

在以下条件下,仪器能安全工作:

温度范围: 5–40°C (41–104°F)

环境相对湿度: 温度低于 31°C 时最大 80%, 在 40°C 时线性下降至 50%

压力: 75kPa - 106kPa

电源电压超出标称值 $\pm$  10%范围之内

尽量避免振动

海拔高度低于 2,000 米

仅供室内使用

## 3.3 质保

Hart Scientific, Inc. (Hart)为正常使用条件下材料或工艺上的缺陷提供一定时间周期的保修和服务,周期在当前的产品目录中申明,从运输之日起开始计算。保修仅适用于原始购买者,而不适用于被误用、改造、不正当操作,或在不正常的条件下使用的任何产品。

软件保证符合相关的 Hart 产品的编程指令。但并不保证没有错误。

Hart 公司在该质保条款下的义务仅限于修理或更换在保修期内被返回到 Hart 的、并经 Hart 检查确认存在缺陷的产品。若经 Hart 公司检查,确认缺陷或故障是由于误用、改造或不正当操作造成的, Hart 将收取合理费用进行维修。

为享受保修,用户必需在与 Hart 授权服务中心(请参见 1.3 部分)联系之后,将产品送修。服务中心认为产品在运输中没有受到损坏。

THE FOREGOING WARRANTY IS PURCHASER'S SOLE AND EXCLUSIVE REMEDY AND IS IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY IMPLIED WARRANTY OR MERCHANTABILITY, OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR USE. HART SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT, INCIDENTAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS WHETHER IN CONTRACT, TORT, OR OTHERWISE.





## 4

## 快速指南



**注意：**在使用恒温槽之前，请仔细阅读第 6 章“使用恒温槽”部分。操作不当可能会损坏恒温槽并失去保修资格。

本章简要的介绍恒温槽的基本设置和操作。该部分可以作为一般了解和参考，但不能替代本手册的其它章节。在操作恒温槽之前，请仔细阅读第 5 章“安装”到第 8 章“一般操作”之间的部分内容。

## 4.1

### 拆箱

请小心的打开恒温槽的包装，检查在运输途中是否发生损坏。如有损坏现象，请立即联系运货人。确认包装内包括如下部件：

6331 恒温槽

检查孔盖

液体膨胀蓄液池，带盖（卡在恒温槽的背面）

用户手册

RS-232 电缆

测试报告

排水阀（装在恒温槽上）

9930 Interface-it 软件 and 用户手册

防倾斜支架（包括用于安装于木头或水泥地板的安装硬件）

2019-DCB Kit、液体玻璃管（LIG）适配器和传送盘（可选）

2069 Scope，液体玻璃管（LIG）（可选）

如发现有物品短缺现象，请就近联络 Hart 授权服务中心。关于授权服务中心的信息，请参见第 5 页的 1.3 部分。

## 4.2

## 设置



**警告：**设备装备有软件保险装置(用户可设置的固件)和硬件保险装置(工厂设置)。请检查适用于设备工作环境的燃点、沸点或其它液体特性。请确保将软件保险的参数设置为与所使用的液体相一致。作为参考，软件保险应该设置为低于恒温槽液体的燃点 10°C 到 15°C。关于恒温槽液体的详细信息，请参阅 8.1 “传热液”部分，以及 9.10 “保险”部分。

在设置恒温槽时，要小心的拆箱、防止恒温槽、加注液体和连接电源。关于正确安装恒温槽的信息，请仔细阅读第 5 章“安装”部分。请将恒温槽放置于安全、干净的水平位置。请参阅“防倾斜支架的安装”部分。

请向恒温槽筒内加注适当的液体。若在中等温度下工作，清洁的蒸馏水即可。通过液体槽顶部的大方形开口将液体倒入，防止液体泄漏。





注意：在向恒温槽筒内加注液体时，请确保完全淹没加热管。请勿使液体超过折流板。请参见图1。

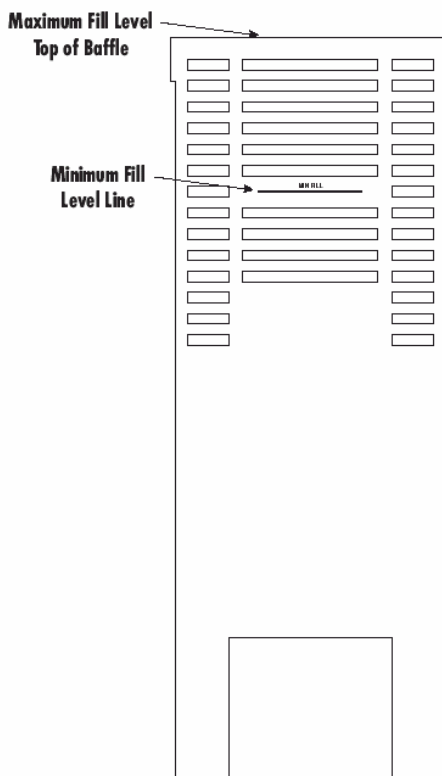


图 1 液体加注

一个溢出排水管用来自排洩由于膨胀而溢出的液体槽的液体，将液体排放到液体池以进行重复利用。关于使用液体池的详细信息请参见 7.3.1 “液体膨胀池”。

注：当恒温槽的温度上升时，液面也会上升，请参见第 25 页的第 6 章。

## 4.3 电源

将恒温槽的电源线插入电源插座，电源的电压、频率和电流必需符合规定的技术指标。详细信息请参阅 3.1 “技术指标”部分。利用前面板的“POWER”（电源）开关，打开恒温槽。

恒温槽即开始进行加热或制冷，以达到先前编程的温度设置点。前面板的LED指示灯将显示恒温槽的实际温度。

## 4.4 设置温度

在以下部分以及本手册中，标有SET、UP、DOWN或EXIT字样的实心方框表示要按下的前面板按钮，而虚线矩形框则表示前面板现实的读数。在方框的右侧的文字，是对按钮功能或读数的解释。

请按以下步骤观察或设置恒温槽的温度设置点。前面板的LED指示灯通常会显示恒温槽的实际温度。

 恒温槽温度显示

当按下“SET”键时，显示屏上将显示当前使用的设置点存储器及其值。有8个设置点存储器可以使用。

 操作设置点选项

 当前使用的是设置点1，设置的温度为25.0°C

按下“SET”键选择该存储单元，并访问设置点的值。

 访问设置点的值

 设置点1的当前值为25.00°C

按“UP”或者“DOWN”键改变设置点的值。

 增大设置点的值

 设置点的新值

按SET键接受新值，并显示游尺的值。恒温槽开始加热或制冷到新的设置点。

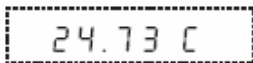
 保存新的设置点，访问游尺

 当前游尺的值

按“EXIT”，会再次显示恒温槽的温度。



返回到温度显示状态



显示的恒温槽温度

恒温槽进行加热或冷却，直到达到新的设置点温度。

在设置设置点温度时，请小心不要超过恒温槽液体的温度限制。为安全起见，请正确设置过温切断功能。请参见 9.10 “保险” 部分。

为了获得最佳的控制稳定性，请按 9.9 “比例带” 部分调整适当的带宽。



## 5 安装



**注意：**在使用恒温槽之前，请仔细阅读第6章“使用恒温槽”部分。

### 5.1 移动或从包装中取出恒温槽

恒温槽装有脚轮，可以移动。但恒温槽没有把手，并且没有被举起的设计。

在从包装中取出恒温槽时，要从恒温槽周围的泡沫塑料中拿出所有附件，然后拿出成型的泡沫塑料。利用恒温槽的脚轮，小心地将恒温槽从包装中挪出来。如果必需将恒温槽从包装中抬高举起，需要两个人小心的插入到恒温槽的底部，然后轻轻的抬起，抬起的高度使能够挪开泡沫塑料，从包装箱中取出恒温槽即可。恒温槽中放置压缩机的一测要比其它部位重。

如果在安装后需要挪动恒温槽，请清除恒温槽内的液体。**切勿**移动装有液体的恒温槽。挪动时请松开脚轮，然后在地板上滚动恒温槽。请勿搬动恒温槽。恒温槽又高又重，并且没有把手，若不按照规定操作，可能会造成人身伤亡或损坏恒温槽。

### 5.2 恒温槽的工作环境

Model 6331 恒温槽属于精密仪器，应该放置在适当的环境之中。放置的环境应该整洁，温度适中，没有剧烈的温度变化。放置恒温槽的平面必需是水平的。在设备的周围要留出至少6英寸（15cm）的空间，使空气充分流通。

由于恒温槽可能工作于高温下，所以要将恒温槽周围的易燃、易熔的物品拿开。尽管恒温槽是隔热的，但顶部的表面仍然会很热。请小心放置液体溅出。

如果恒温槽工作于高温下，则应该使用一个通风橱，将热的液体产生的蒸气排出。

### 5.3 防倾斜支架的安装

为确保使用安全，恒温槽配置有一个防倾斜支架。支架的安装要符合国际安全标准IEC 1010-1 的7.3 节“稳定性”部分，该部分适用于在正常工作条件下的恒温槽。

### 5.3.1 木地板上的安装

木地板安装套件包括木螺栓。利用支架在地板上标出三个钻孔的位置，然后钻三个  $1/8$  inch x 1 inch (大约 3 mm x 25.5 mm) 的引导孔。请确保所安装位置能保证恒温槽周围至少留有 6 英寸的空气流通空间 (参见图 2)。将支架安全地固定到地板上。

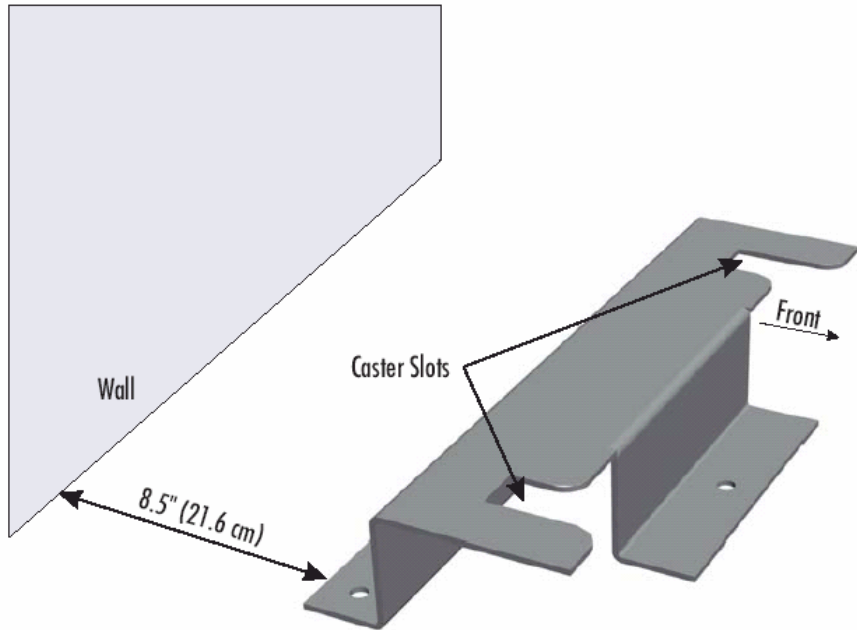


图 2 防倾斜支架的安装

### 5.3.2 水泥地面的安装

利用支架在地板上标出三个钻孔的位置，然后用水泥电钻和钻头在水泥地面上钻三个  $1/4$  inch x  $1 1/4$  inch (大约 6.5 mm x 32 mm) 的引导孔。将开口的低脚螺栓插入到已钻好的孔中，拧紧螺钉使孔中的螺栓膨胀，固定支架。请确保所安装位置能保证恒温槽周围至少留有 6 英寸的空气流通空间 (参见图 2)。将支架安全的固定到地面上。

### 5.3.3 恒温槽的安装

推动恒温槽，使其后轮完全滑入到支架上的脚轮槽中（参见图 2）。锁定恒温槽的前轮。轻轻地推动恒温槽，检查是否被紧固的固定在了支架上。仔细阅读用户手册，向恒温槽内加注适当的液体。

若对于支架的安装有任何问题，请联系 Hart 授权服务中心。

## 5.4 “干燥”周期

如果不按照制造商规定的方式使用该设备，则设备所提供的保护措施可能会削弱。

在首次使用仪器，或者仪器经过搬运、在潮湿或半潮湿的环境下储存，或者超过 10 天的时间没有使用仪器时，需要将仪器打开，经过 2 小时的“干燥”周期，才能保证满足 IEC 1010-1 标准的安全要求。若该产品为湿的，或者曾经处于潮湿的环境中，请在上电之前，务必采取必要措施出去水分，比如将仪器放置在低湿度的房间里，在 50 摄氏度下工作 4 小时或更长时间。

## 5.5 恒温槽的准备和加注

所订购的 Model 6331 恒温槽并不包括液体。可以从 Hart Scientific 或其它制造商处获得各种液体。根据所希望的温度范围的不同，可以在恒温槽中使用以下液体：

水  
乙二醇/水  
矿物油  
硅油

我们在“传热液”部分详细介绍所使用的液体。

从恒温槽上拿开检查孔的盖子，检查恒温槽筒内是否有杂质（泥垢、残留的包装材料等等）。

请使用未受污染的清洁液体，通过方形的大加注孔小心加注液体，所加注的量要使液体能够搅拌和热膨胀。关于液体膨胀的详细说明，请参阅 8.1.5 “热膨胀”部分。

## 5.6 电源

在恒温槽的电源开关处于关闭状态时，将电源线插入交流电源插座，电源的电压、频率和电流必需符合规定的技术指标。

关于电源的详细信息，请参看3.13.1“技术指标”部分。

请参阅本手册前面的“注意”中关于停电和过压保护的部分。在给恒温槽上电之前，请检查背面的标签，确认电压和频率正确。



## 6 使用恒温槽



**注意：**在使用恒温槽之前，请仔细阅读本部分。

本章中的信息仅作为一般信息，并不作为校准实验室程序的基础。每一实验室都需要制定其自身的技术程序。

### 6.1 概要

请根据校准的温度范围选择正确的液体。所选择的恒温槽液体必需具有适当的热性质，能够满足应用要求，保证安全工作。另外要注意，液体被加热时会膨胀，请参见 7.3.1 “液体膨胀蓄液池”部分。关于液体选择的信息请参阅第 8 章“一般操作”，关于所选择材料的特性，请参阅厂家的 MSDS。一般情况下，恒温槽是被设置到某个温度点，并仅在单一温度下校准探头。这意味着并不是必需改变恒温槽的类型。另外，可以使恒温槽处于打开状态，降低系统的压力。

恒温槽会产生极端温度，必需采取措施防止人身伤亡或损坏设备。当从恒温槽中取出探头时，它的温度可能非常高，请小心处理探头，防止烫伤。请将探头小心地放置于隔热冷的表面或支架上，直到其达到室温。在将探头插入另一恒温槽之前，建议用干净的软布或纸巾擦拭探头。这能防止恒温槽间的液体的混合。如果探头在液态盐中经过校准，则在将其插入到另一液体之前，请用温水小心清洗一下，并待其彻底干燥。某些高温液体会和水或其它液态介质起强烈反应。要注意到在探头还没有冷却至室温时对其进行清洁是非常危险的。另外，如果探头还未冷却，高温可能会点燃纸巾。

为达到最佳的精度和稳定度，在恒温槽达到设置点温度后，要使其具有足够的稳定时间。

### 6.2 比较法校准

比较法校准就是按照参考探头来测试一个探头（被测设备 - UUT）。在将被校准的探头插入到恒温槽之后，要留有足够的时间使探头固定下来，并使恒温槽的温度达到稳定。

使用恒温槽而不是使用干式炉来校准多个探头的一个明显优势就是探头的结构不必完全相同。恒温槽内的液体使得可以在同时校准不同类型的探头。但是，来自不同类型的探头的吸管效应并没有完全消除。即使所有的恒温槽都具有水平和垂直的温度梯度，这些梯度在恒温槽的工作区也得到了最小化。尽管如此，探头插入的恒温槽液体的深度应该一致。要确保所有的探头要插入到液体足够深，以防吸管效应。据 Hart Scientific 的研究，根据经验，能将吸管效应降至最小的探头浸没深度为：20 倍的 UUT 的直径 + 传感器长度。**千万不可淹没探头的手柄。**如果探头手柄在校准的高温下被加热，则需要探头手柄的下方使用一个挡热板。这个挡热板可以非常简单，如在探头插入液体之前，穿入到探头上的铝箔；也可以非常复杂，如专门设计的反射热量的金属设备。

在很宽的温度范围内进行校准时，一般从最高的温度开始，然后逐步下降到最低的温度，会获得较好的效果。

可以使用探头钳或恒温槽上的钻孔来固定探头。也可以设计其它固定探头的设备。目的是使参考探头和被校准探头在恒温槽的工作区尽可能地接近。如果将恒温槽的工作区盖住的话，恒温槽的稳定度就能达到最好。

在准备使用恒温槽进行校准时，首先：

将参考探头放在恒温槽的工作区。

将被校准探头( 被测设备 - UUT )放入恒温槽工作区内尽量接近参考探头的地方。

## 6.3 多个探头的校准

多个探头使恒温槽负载增加时，将增大插入探头后温度达到稳定所需要的时间。使用参考探头作为标准，确保在开始校准之前温度达到稳定。

## 7 部件和控制

### 7.1 前面板

在控制器前面板有如下的控制开关和指示灯(参见下列的图3):(1) 数字式LED 显示屏、(2) 补偿加热器开关、(3) 恒温槽电源开关、(4) 控制按钮,以及(5) 控制指示灯。

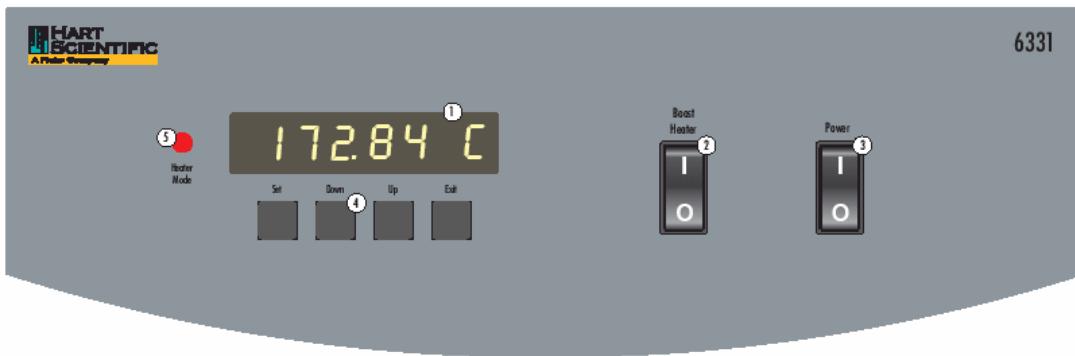


图 3 前面板

数字显示屏是温度控制器的一个重要部分,它显示设置点温度和恒温槽温度,以及其它各种恒温槽功能、设置和常数。所显示的温度根据选择可以是 $^{\circ}\text{C}$ 或 $^{\circ}\text{F}$ 。

利用补偿加热器开关,可以提供额外900瓦特的加热功率,减少加热时间。补偿加热器开关有两种模式,可以在控制器工作参数菜单中进行选择(参见第9章“控制器的操作”部分)。默认的模式为Auto(自动),加热器在需要的时候会自动打开或关闭。

电源开关控制着包括搅拌马达在内的整个恒温槽的电源。

控制按钮(SET、DOWN、UP和EXIT)被用来设置恒温槽的温度设置点、存取和设置其它工作参数,以及存取和设置恒温槽校准参数。

A brief description of the functions of the buttons follows:

以下是每个控制按钮功能的简短描述:

**SET** – 用来显示菜单中的下一个参数、将参数设置到所显示的值。

**DOWN** – 用来减小参数的显示值。

**UP** – 用来增大显示的值。

**EXIT** – 退出菜单。当按下EXIT时,将忽略对显示值所做的任何改变。

控制指示灯为双色发光二极管(LED)。该指示灯使用户观察到是在加热还是在制冷。当指示灯为红色时,表示正在加热;当指示灯为绿色时,表示恒温槽在制冷。

### 7.2 恒温槽筒和上盖

恒温槽筒和上盖包括:恒温槽筒、控制探头、搅拌马达和保护罩、检查孔和检查孔

**盖。**

恒温槽筒为不锈钢结构,在很宽的温度范围内对大多数化学成份存在的环境中具有很强的抗氧化性。

控制探头为控制器提供了温度反馈信号,使得控制器可以维持恒温。控制探头为精确的铂电阻温度计(PRT),它属于精密器件,必需小心操作。探头被放置在搅拌马达防护罩内恒温槽顶部的小孔内,这样探针就能完全沉浸在恒温槽的液体中。

搅拌马达被安装在恒温槽筒盖子上,它驱动螺旋桨使恒温槽液体充分混合。液体的适当混合对于良好的温度稳定性是非常重要的。马达防护罩包围着马达和探头区域。一个风扇将空气吹过防护罩来冷却马达。

在恒温槽盖有一个大的开口,这个开口被用来向恒温槽内加注液体或者将恒温槽内的液体倒空、将温度计和设备放置到恒温槽内。应该尽量将开口盖住。

应该使用一个开口盖将恒温槽顶部的开口盖住,这样能提高恒温槽的温度稳定性,防止液体蒸发或汽化,并提高热液体的安全性。用户可以在盖子中通过开口来校准设备,或将设备浸没在恒温槽中。Hart Scientific 提供备用开口盖。

在恒温槽筒内有一个不锈钢隔板,保证了液体的适当流动,同时也防止了探头和温度计接触到螺旋桨。在隔板接近底部的地方有插槽,用来插入液体玻璃管适配器。

## 7.3 背板

在恒温槽的背板有两个系统保险丝、电源线、排液管、串口、IEEE-4888 接口（如果已安装的话），以及液体膨胀蓄液池。

### 7.3.1 蓄液池

蓄液池被安装在恒温槽的后面板，其作用是接收在恒温槽加热过程中因液体膨胀而溢出的液体。当温度升高时，任何液体都会产生膨胀。为防止液体从恒温槽内溢出，必需在加热之前将其排出，或者使其可以从恒温槽筒内流出（注：液体不可低于加热器件）。恒温槽具有一个溢流管，从恒温槽筒延伸到恒温槽背面，将溢出的液体导至蓄液池。蓄液池具有足够的容量接收各种热膨胀率的液体。请勿试图堵塞溢流管来阻止液体排放。添加液体时请勿超过溢流管位置。

蓄液池为不锈钢材质，具有铅热屏蔽层，防止接触到热的恒温槽筒。在蓄液池上有个不锈钢的防尘罩，在其上边有一段弯管，排液管可以插进去。蓄液池挂在一个钩子上，利用一个翼形螺钉固定到恒温槽上。



**警告：**排液管和防尘罩可能会很烫。请确保排液管完全插入到防尘罩的弯管中。

在从蓄液池中排放液体时，首先将防尘罩摘下放在一边。然后拧开翼形螺钉，并利用背面的两个把手轻轻将其拿起，稍微冷却之后则可以将其倒回到恒温槽筒内，或者倒入到其它容器内。注意：请小心处理热的液体，处理不当可能会被烫伤。在清理了溢出的液体之后，按照相反的顺序将蓄液池和防尘罩放回去。如果出现滴漏，请将滴漏的液体擦拭干净。



**警告：**排液管可能不足以排放溢出恒温槽筒的大量液体，它仅仅用于排放由于热膨胀溢出的液体。在加注液体时，液面达到折流板顶部即可（请参见第 17 页的图 1）。



## 8 一般操作

### 8.1 传热液

6331 恒温槽可以使用许多种液体。在选择液体时要考虑液体的许多重要特性，其中包括温度范围、黏度、比热、热阻系数、热膨胀、电阻系数、液体寿命、安全性，以及费用等。

#### 8.1.1 温度范围

要考虑的重要特性之一就是液体的温度范围。只有少数液体可工作于恒温槽的整个温度范围。恒温槽所工作于的温度必须在所使用的液体的可用且安全的温度范围之内。液体的低温范围是由其冰点或其黏度变得太大的温度点所决定的；上限温度受液体的汽化特性、燃烧特性和化学分解特性的限制。由于冷凝液体会从顶上滴入恒温槽中，所以液体在较高温度下的汽化不利于温度的稳定性。

恒温槽的温度应该通过设置安全保险来限制，这样，恒温槽的温度就不会超过液体的安全工作温度。请参见 9.10 “保险”部分。

#### 8.1.2 黏度

黏度是用来衡量液体的浓度，或者衡量液体流动或混和的难易程度的。液体的黏度影响着恒温槽内温度的一致性和稳定性。液体具有较低的黏度时，就能混和的更加充分，整个恒温槽的温度一致性就更好。这就提高了恒温槽的响应时间，能够维持更加一致的温度。较好的黏度应该控制在 10 厘托以下，50 厘托是可接受的黏度上限。高于此黏度，就会因为搅拌不匀导致稳定性很差，可能会温度太高，或者损坏搅拌马达。黏度可能会随温度的变化也变化很大，尤其对于油类液体。

在使用较高黏度的液体时，需要提高控制器的比例带，以补偿降低的响应时间。否则的话，温度就会产生起伏。

### 8.1.3 比热

比热是用来衡量液体储存热量的能力的。比热在小的程度上影响着控制的稳定性，它也影响着加热或冷却的速度。一般情况下，比热较低时，加热和冷却速度就更快。根据液体的比热，可能需要调整比例带宽度。

### 8.1.4 热阻系数

热阻系数是用来衡量液体传导热量的能力的。液体的热阻系数影响着控制的稳定性、温度一致性和温度的建立时间。具有较高的热阻系数的液体可以更快、更均匀的散发热量，提高恒温槽的性能。

### 8.1.5 热膨胀

热膨胀描述在温度变化时液体的体积如何变化。由于在恒温槽的温度升高时，液体的体积会变大，可能会造成液体流入到蓄液池，所以必须要考虑液体的热膨胀（关于如何使用蓄液池，请参见 7.3.1 “蓄液池”部分）。

表 2 “恒温槽液体表”中列出了几种液体的热膨胀系数。液体制造商也会提供这样的信息。热膨胀的系数为  $cm/cm/^\circ C$ ，但是对于任何单位，该值都应该是一致的，用 1.8 除以该值即可得到  $^\circ F$  下的系数。用以下公式可以得到所希望的深度。

$$D_E = D_S [K(T_E - T_S) + 1]$$

或者

$$D_S = D_E / [K(T_E - T_S) + 1] \quad , \quad \text{当 } D_E \text{ 最大加注深度时}$$

这里:

$K$ =膨胀系数

$T_E$ =最高温度

$T_S$ =初始温度

$D_E$ =最大深度

$D_S$ =初始深度

最大加注深度一般为恒温槽筒顶部（并非恒温槽盖的顶部）的垫圈以下 0.5 到 0.8 英寸处。必须根据不同的搅拌动作做出判断，防止液体溅泼在垫圈上或恒温槽盖上。



例如：

使用道康宁 (Dow Corning) 710 硅油，当温度从 25 上升到 300°C 时，最后的深度为 9.2 英寸。那么初始深度应该时多少呢？

710 硅油的膨胀系数见表 2， $K = 0.00077 \text{ inch/inch/}^\circ\text{C}$

最大温度， $T_E = 300^\circ\text{C}$

初始温度， $T_S = 25^\circ\text{C}$

最大深度， $D_E = 9.2 \text{ 英寸}$

$$D_S = 9.2 / [0.00077 (300 - 25) + 1] = 7.59 \text{ inches}$$

$$D_S = 9.2 / [0.00077 (300 - 25) + 1] = 7.59 \text{ 英寸}$$

## 8.1.6 电阻系数

电阻系数是指液体对电流的绝缘程度。在一些应用中，例如测量无屏蔽的温度传感器时，液体不产生或产生很少的电漏泄是非常重要的。在这种情况下，应该选择高电阻系数的液体。

## 8.1.7 液体寿命

由于汽化、吸水性、胶凝或化学分解等因素，许多液体会随时间而降解。当接近液体的温度上限时，降解就变得非常明显，大大降低了液体的寿命。

## 8.1.8 安全特性

在选择液体时，要考虑到相关的安全特性。由于存在极端温度，所以对人员和设备都存在有危险。由于某些原因，液体也可能是非常危险的，某些液体可以认为是有毒的。液体接触到眼睛、皮肤，或者吸入液体的蒸汽都会产生危害。如果产生了具有危害的或者不利的蒸汽，就应该使用通风橱。



**警告：**高温下的液体可能会产生烫伤、火灾和毒气等。请小心操作，使用安全的设备。

所使用的液体可能是非常易燃的，需要特定的防火设备和操作程序。需要考虑的一个重要特性就是液体的闪点。闪点就是液体充分汽化，当具有足够的氧气时，如果具有燃烧源，蒸汽就会被点燃时的温度。这并不是说在闪点时所产生的燃烧是相同的。闪点可以是闭杯（密封性）或开杯（非密封性）类型。在恒温槽中两种情况都可能发生。开杯闪点是在蒸汽溢出恒温槽筒的条件下测得的；闭杯闪点是在蒸汽被密封在恒温槽筒内的条件下测得的。由于在恒温槽筒内更加不容易得到氧气和燃烧源，所以闭杯闪点比开杯闪点要低。

对环境有害的液体，需要按照当地的法规在使用之后妥善处理。

### 8.1.9 费用

恒温槽液体的费用可能是非常大的，既有几美分一加仑的水，又有数百美金一加仑的合成油。在选择液体时，费用可能是要考虑的一项重要因素。

### 8.1.10 通常使用的液体

以下介绍一些经常使用的液体及其特性。

#### 8.1.10.1 水

由于水的成本低，及其稳定性和及其优越的温度调控特性，所以被经常采用。水具有非常低的黏度、良好的热传导性和热容量，是较低温度下具有好的调控性能的最佳液体。在较高的温度下，由于水会在凝结于盖子上，冷却后滴入恒温槽，所以温度稳定性很差。水是非常安全的，相对来说不活跃。水的导电性妨碍了其在某些应用中的使用。水的受限温度范围从 0°C 以上几度到 100°C 以下几度。在较高的温度下，水的汽化比较明显。恒温槽所使用的水应该是蒸馏水或脱离子水，以防止矿物质沉淀。应该考虑使用灭藻剂来防止污染。

#### 8.1.10.2 乙二醇

如果使用一部分水、一部分乙二醇（防冻剂），则水的温度范围就会扩大。乙二醇 - 水混合物的特性类似于水，但黏度更大。由于乙二醇有毒，所以要特别小心。必须妥善处理乙二醇。

### 8.1.10.3 矿物油

在水的温度范围之上的中等温度范围内，经常使用矿物油或石蜡油。矿物油的成本相对较高。在较低的温度范围内，矿物油的黏度较大，并且调控性差；在较高的温度下，蒸发就变得比较明显。矿物油的蒸汽是危险的，强烈建议使用通风橱。和其它油类一样，当温度升高时，矿物油也会膨胀。关于液体膨胀蓄液池的详细信息请参见 7.3.1 “蓄液池”部分。由于矿物油的难度和热特性比水要差，所以温度稳定性没有那么好。矿物油具有非常低的电导率。由于矿物油非常易燃，并且如果吸入或吞咽的话会产生非常危险的后果，所以一定要小心操作。

### 8.1.10.4 硅油

硅油的工作温度范围比矿物油要宽。象大多数油类一样，硅油的温度调控特性也比水要差。当温度变化时，黏度变化明显，并且也发生热膨胀现象。这些油类具有非常高的电阻系数。硅油时比较安全的，无毒。硅油的费用也比较高。

## 8.1.11 液体特性图表

第 36 页和第 37 页的表 2 和图 4 用来帮助您选择恒温槽的导热液介质。这些图表列出了从数字和图示上列出了在选择液体时要考虑的液体的重要物理特性。列表并没有包括所有液体，可能还有一些用到的液体没有列出。

图标中包括了经常被恒温槽用作传热液的液体。由于温度范围的限制，某些液体可能并不适用于您的恒温槽。

### 8.1.11.1 时效和免责声明

本手册中的信息仅仅做为选择液体的一般指导，我们尽量提供正确的信息，但并不保证数据的精确性或某种液体对特殊应用的适应性。技术参数可能会改变，原始资料会提供不同的信息。Hart Scientific 并不承担由于使用这些液体产生的人身伤害或损坏仪器、产品或设备的责任。恒温槽的使用时为了收集正确的信息、进行正确的判断和保证安全工作。在接近某些特性限制 如闪点或黏度 的范围内工作，安全特性或性能可能会降低。必需遵循您单位关于闪点、毒性之类的安全操作规范。

表 2 恒温槽液体表

液体 (# = Hart Part No.)	Lower Temperature Limit 温度下限*	Upper Temperature Limit 温度上限*	Flash Point 闪点	Viscosity (centistokes) 黏度 (厘托)	Specific Gravity 比重	Specific Heat (cal/g/°C) 比热 (cal/g/°C)	Thermal Conductivity (cal/g/°C) 导热系数 (cal/g/°C)	Thermal Expansion (cal/g/°C) 热膨胀系数 (cal/g/°C)	Resistivity (10 <sup>12</sup> -cm) 电阻系数 (10 <sup>12</sup> -cm)
卤碳油 0.8 #5019	-100°C (v)**	70°C (e)	NONE 无	5.7 @ -50°C 0.8 @ 40°C 0.5 @ 70°C	1.71 @ 40°C	0.2	0.0004	0.0011	
甲醇	-96°C (fr)	10°C (fl,cc)	12°C	1.3 @ -35°C 0.66 @ 0°C 0.45 @ 20°C	0.810 @ 0°C 0.792 @ 20°C	0.6	0.0005 20°C	@ 0.0014 25°C	@
水	0°C (fr)	95°C (b)	NONE 无	1 @ 25°C 0.4 @ 75°C	1.00	1.00	0.0014	0.0002 25°C	@
乙二醇-50% #5020	-30°C (fr)	90°C (b)	NONE 无	7 @ 0°C 2 @ 50°C 0.7 @ 100°C	1.05	0.8 @ 0°C	0.001		
矿物油 No.7 #5011	10°C (v)	166°C (fl)	168°C	15@75°C 5@125°C	0.87@25°C 0.84@75°C 0.81@125°C	0.48@25°C 0.53@75°C 0.57@125°C	0.00025@25° C	0.0007@50°C	5@25°C
硅油 Type 200.05 #5010	-40°C (v)**	130°C (fl, cc)	133°C	5@25°C	0.92@25°C	0.4	0.00028@25° C	0.00105	1000@25°C 10@150°C
硅油 Type 200.10 #5012	-30°C (v)**	209°C (fl, cc)	211°C	10@25°C 3@135°C	0.934@25°C	0.43@40°C 0.45@100°C 0.482@200°C	0.00032@25° C	0.00108	1000@25°C 50@150°C
硅油 Type 200.20 #5013	10°C (v)	230°C (fl, cc)	232°C	20@25°C	0.949@25°C	0.370@40°C 0.393@100°C 0.420@200°C	0.00034@25° C	0.00107	1000@25°C 50@150°C
硅油 Type 200.50 #5014	30°C (v)	278°C (fl, cc)	280°C	50@25°C	0.96@25°C	0.4	0.00037@25° C	0.00104	1000@25°C 50@150°C
硅油 Type 550 #5016	70°C (v)	230°C (fl, cc) 300°C (fl, oc)	232°C	50@70°C 10@104°C	1.07@25°C	0.358@40°C 0.386@100°C 0.433@200°C	0.00035@25° C	0.00075	100@25°C 1@150°C
硅油 Type 710 #5017	80°C (v)	300°C (fl, oc)	302°C	50@80°C 7@204°C	1.11@25°C	0.363@40°C 0.454@100°C 0.505@200°C	0.00035@25° C	0.00077	100@25°C 1@150°C
硅油 Type 210-H	66°C (v)	313°C (fl, oc)	315°C	50@66°C 14@204°C	0.96@25°C	0.34@100°C	0.0003	0.00095	100@25°C 1@150°C
传热盐 #5001	180°C (fr)	550°C	NONE 无	34@150°C 6.5@300°C 2.4@500°C	2.0@150°C 1.9@300°C 1.7@500°C	0.33	0.0014	0.00041	1.7 /cm <sub>3</sub>

\*限制因素 - b - 沸点 e - 高挥发性 fl - 闪点 fr - 冰点 v - 黏度 - 闪点测试方法 oc = 开杯 cc = 闭杯

\*\*水溶性非常低, 当在冰点以下产生浓缩时将形成冰。

应该仔细阅读 MSDS (材料安全数据表) 并采取相应措施。

### 8.1.11.2

#### 关于图表

图表中图示了所示液体的一些重要性质。

**温度范围:** 温度刻度是以摄氏度表示的。液体的一般应用范围以阴影表示。性质包括倾点、冰点、重要的黏度点、闪点、沸点和其它特性。

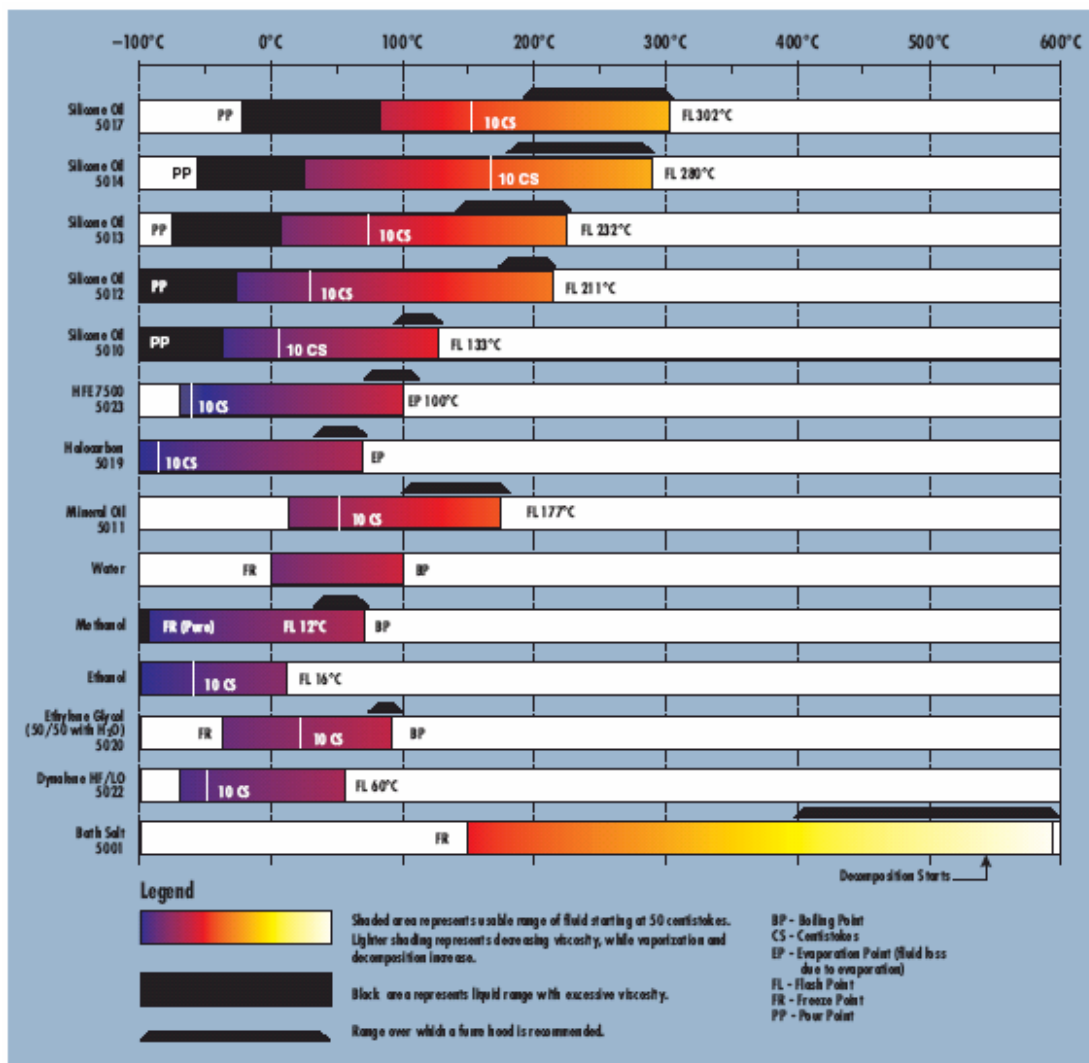


图 4 各种液体的适用范围

**凝固点:** 液体的凝固点是其活动性的一个明显的限制条件。当接近凝固点时，高的黏度也限制了性能。

**倾点:** 表示液体的流动性限制。

**黏度:** 所示的为 50 和 10 厘托点的黏度。当黏度大于 50 厘托时，活跃性能非常差，并且液体对于恒温槽应用是不安全的。最佳的黏度应该为 10 厘托及其以下的黏度。

**发烟点:** 应该使用通风橱。从本质上讲,发烟点是主观判断的,并且受每个人对不同的烟雾和气味的忍受程度、恒温槽如何封口、恒温槽内液体的表面积、恒温槽放置的位置的设备大小和通风间隙以及其它条件的影响。我们假设在发烟点恒温槽封口良好。同样也要遵守您单位的操作规范。

**闪点:** 能够发生燃烧的温度点。所标识的闪点为闭杯或开杯的闪点。请参考 8.1.8 “安全” 特性部分关于闪点的介绍。

**沸点:** 在沸点或接近沸点的温度下,温度的稳定性很难维持。发烟或蒸发非常厉害。蒸发可能会需要大量的热量。

**分解:** 达到一定的温度点时,液体就会开始分解。继续升高温度,就会加速液体的分解,会达到非常危险的温度点,或者根本就不可能达到某温度点。

## 8.2 **Stirring** **搅拌**

*Stirring of the bath fluid is very important for stable temperature control. The fluid must be mixed well for good temperature uniformity and fast controller response. The stirrer is precisely adjusted for optimum performance.*

液体的搅拌对于稳定的调控温度是非常重要的。液体必需达到充分混和,达到良好的温度一致性和快速的控制器响应。为了达到最佳的性能,需要精确的调整搅拌器。

## 8.3 **电源**

恒温槽的电源是由具有接地的交流市电提供的。关于详细的电源信息,请参考 3.1 “技术指标” 部分的内容。利用一个滤波器对电源进行滤波,防止切换脉冲信号被传输到其它设备。

将控制面板的电源开关拨到 ON (I) 位置,即可打开恒温槽。搅拌马达开始运转,LED 指示器也开始显示恒温槽的温度,加热器被打开,当恒温槽的温度达到所编程的设置点后加热器就会关闭。

当电源被打开时,控制面板会短时间地显示一个四位数的数字。该数字标识恒温槽被加电的次数。还会短时间的显示控制器硬件的配置数据。该数据被用来在某些条件下进行诊断。

## 8.4 加热器

恒温槽加热器的电源由温度控制器精确控制，维持稳定的恒温槽温度。利用一个固态继电器将加热器的电源接通一定的时间，从而精确控制功率。

前面板的红/绿控制指示灯表示加热器的。当加热器出于打开状态时，控制指示灯为红色；当加热器被关闭时，控制指示灯的颜色为绿色。当恒温槽保持在一个稳定的温度点时，指示灯则不断的闪亮。

## 8.5 温度控制器

恒温槽的温度是由 Hart Scientific 所独有的数字/模拟混和温度控制器所控制的。控制既具有模拟温度控制器所具有的紧密的控制稳定性，又具有数字控制所具有的灵活性和可编程能力。

恒温槽的温度通过控制探头内的一个铂电阻传感器进行监控。信号和可编程的参考信号进行比较、放大，然后被传送到控制着恒温槽加热器功率的脉宽调制电路。

恒温槽可在技术指标给定的温度范围内进行工作。为了防止固态继电器或其它电路的故障，当恒温槽的温度高于设置点达到一定量时，微控制器就会利用一个辅助的机械继电器自动关闭加热器。做为辅助性的保护器件，控制器装配有一个独立的热电偶温度监控电路，如果温度超过保险设置点，它就会关断加热器。

微控制器使用户能够以高分辨率设置恒温槽的温度、设置保险、调整比例带、监控加热器的输出功率、编程控制器的配置和校准参数。控制的温度单位可以是摄氏度或华氏度。利用前面板的四个按键开关和数字 LED 显示屏即可对控制器进行编程。可以通过标配的 RS-232 串行接口对控制器进行遥控的数字操作。控制器还可以选配一个 IEEE-488 GPIB 数字接口。关于前面板的控制器操作在第 9 章“控制器的操作”中讨论；通过数字接口的操作在第 10 章“数字通讯接口”中讨论。

当将控制器设置到新的设置点时，恒温槽就会进行加热或制冷到新的温度点。达到新的温度点之后，恒温槽需要 10 到 15 分钟的时间来达到温度的稳定。在此过程中可能会有大约  $0.5^{\circ}\text{C}$  的过冲或下冲。





## 9

## 控制器的操作

本部分详细讨论利用前面板如何操作恒温槽温度控制器。利用前面板的按键开关和 LED 显示屏，用户可以监控恒温槽的温度、以摄氏度或华氏度为单位设置温度设置点、监控加热器的输出功率、调整控制器比例带、设置保险设置点、编程探头校准参数、操作参数、串行和 IEEE-488 接口配置，以及控制器的校准参数。第一功能的操作在第 42 页的图 5 中进行了总结。

## 9.1

### 恒温槽温度

利用前面板的 LED 显示屏，可以直接观察实际的恒温槽温度。该温度值也是显示屏上通常所显示的内容。温度值的单位为摄氏度或华氏度，被显示在显示屏的右侧。例如，



以摄氏度为单位的恒温槽温度

在任何其它功能中时，只要按下“EXIT”按钮，即可访问温度显示功能。

## 9.2

### 复位保险

如果过温保险被触发，温度显示屏会轮流闪显 cutout。



显示保险状态

该消息会连续不停的闪动，直到降低温度，保险复位。

保险具有两种模式 - 自动复位和手动复位。模式决定了保险如何复位，使恒温槽重新开始加热。在自动模式下，一旦温度低于保险设置点，保险就会自己复位；在手动复位模式下，当温度低于设置点之后，必需手动对保险进行复位。

当保险处于激活状态，并且保险模式被设置为手动（“复位”）时，显示屏会闪动显示“cutout”，直到用户手动复位保险。按下“SET”按钮，即可访问复位保险功能。



访问保险复位功能

显示屏显示复位功能。

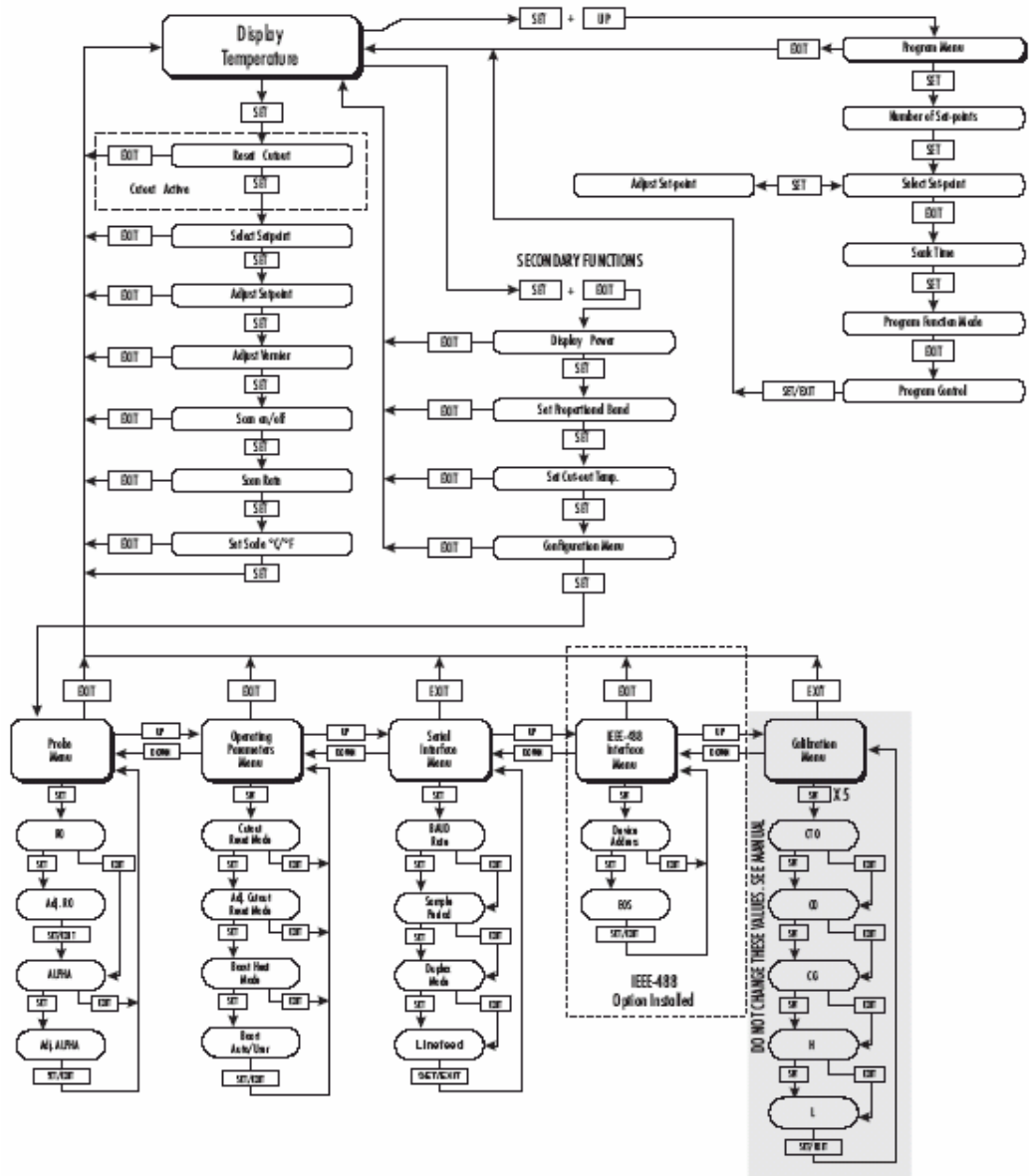


图 5 控制器操作流程



保险复位功能

再次按下“SET”复位保险。



复位保险

该动作也将显示屏切换至设置温度功能。按下“EXIT”按钮，可返回显示温度。如果保险仍然处于超温故障状态，显示屏会继续闪烁显示“cutout”。只有恒温槽的温度低于保险设置点几度后，才能对保险进行复位。

## 9.3 温度设置点

恒温槽的温度能够以高分辨率被设置为技术指标给定的温度范围内的任何温度值。操作者必需了解恒温槽所适用的液体的温度范围，并且在液体的上限温度之下适用恒温槽。另外，保险温度也应该设置为低于液体的温度上限。

恒温槽温度的设置包括三个步骤：(1)选择设置点内存；(2)调整设置点的值；(3)如有必要，调整游尺。

### 9.3.1 编程设置点

控制器可以在内存中保存 8 个设置点的温度。可以快速的调用设置点将恒温槽设置至预编程的温度。

在设置恒温槽温度时，必需首先选择设置点内存。按下“SET”按钮，即可从温度显示功能中访问该功能。所使用的设置点内存的编号一般显示在显示屏的左侧，后边是当前的设置点的值。



以摄氏度为单位的恒温槽的温度



访问设置点内存

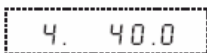


设置点内存 1，当前使用的值为 25.0°C

按下“UP”或“DOWN”，改变设置点内存。



增大内存编号



新的设置点内存 4, 40.0°C

按下“SET”，访问新选项，并访问设置点的值。



接受所选择的设置点内存

### 9.3.2 设置点的值

在选择了设置点内存之后，按下“SET”，可以调整设置点的值。设置点值的单位可以是摄氏度或华氏度，单位符号被显示在左侧。

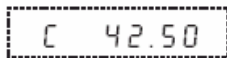


以°C 为单位的设置点 4 的值。

如果无需改变设置点的值，按下“EXIT”按钮即可恢复到显示恒温槽温度的状态。按下“UP”或“DOWN”可以调整设置点的值。



增大显示值



新的设置点的值

当达到所希望的设置点的值后，按下“SET”，接受新的值，并访问设置点游尺。如果按下“EXIT”，将忽略掉对设置点所做的任何改变。



接受新的设置点值

### 9.3.3 设置点游尺

能够以 0.01°C 的分辨率对设置点的值进行设置。用户可能会希望轻微的调节设置点，以达到更加精确的恒温槽温度。利用设置点游尺，用户能够以非常高的分辨率，在设置点之下或之上以小的增量调整温度。所保存的 8 个设置点中，每个设置点都具有相关的游尺设置。按下“SET”键，即可从设置点访问游尺。游尺设置以 6 位数的数字表示，其中小数点后有 5 位数字。这是以选定的摄氏度或华氏度为单位的偏移值。



以°C 为单位的当前游尺值。

按下“UP”或“DOWN”，可以调节游尺。游尺设置不象其它大多数功能，它的调整结果会立即起作用，而无需按下“SET”键。这就使得用户可以在显示游尺时连续调节恒温槽温度。



增大显示值

0.00090

新的游尺设置

接着按“EXIT”键，返回到温度显示功能，或者按下“SET”键，访问温度标度单位选择功能。



访问比例单位

## 9.4 扫描

可以设置并激活扫描速度，这样的话，当改变了设置点后，设备就能够以一定的速度（度/分钟）进行加热或制冷，直到达到新的设置点。当关闭了扫描功能后，设备将以最大可能的速度进行加热或制冷。

### 9.4.1 扫描控制

扫描是由主菜单中设置点功能之后的扫描开/关功能控制的。

ScRn=OFF

扫描功能关闭

按下“UP”或“DOWN”键，即可切换扫描功能的打开或关闭状态。

ScRn=On

扫描功能打开

按下“SET”接受当前的设置并继续。



接受扫描设置

### 9.4.2 扫描速度

主菜单中的下一功能为扫描速度。可将扫描速度设置为从 0.001 到 5.0 °C/min。实际上，最大的扫描速度受设备正常的加热或制冷速度的限制，一般情况下小于 2.5°C/min，尤其是在制冷时。扫描速度功能位于主菜单中扫描控制功能之后。扫描速度的单位为度/分钟，根据所选择的单位不同，度可以时摄氏度或华氏度。

Sr=0.010

以°C/min 为单位的扫描速度

按下“UP”或“DOWN”键改变扫描速度。

Sr=2.0

新的扫描速度值

按下“SET”接受新的扫描速度值并继续。

## 9.5

### 温标单位

用户可以将控制器的温度扫描单位设置为摄氏度(°C)或华氏度(°F)。所设置的单位被用来显示恒温槽温度、设置点、游尺、比例带和保险设置点。

在游尺调整功能之后按下“SET”键，即可访问温标单位选项。从温度显示功能中，按4下“SET”键即可访问单位选项。

25.00 C

恒温槽温度

SET

访问设置点内存

1. 25.0

设置点内存

SET

访问设置点的值

1. 25.0

设置点的值

SET

访问游尺

0.00000

游尺设置

SET

访问标度单位选项

Un = C

当前所选的标度单位

按下“UP”或“DOWN”键切换单位

UP

改变温标单位

Un = F

新选择的单位

按下“SET”接受新的选项，并返回至显示恒温槽的温度。



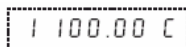
设置新的单位，恢复至显示温度值

## 9.6

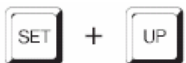
### 跳跃和浸泡程序

利用跳跃和浸泡程序功能，用户可以编程一系列设置点，使设备在温度点之间自动循环，在每一温度点保持一定的时间长度。用户可以从四个不同的循环功能中选择其中一个。

依次按下“SET”和“UP”键，即可访问编程参数菜单。



温度



访问编程菜单



编程菜单

按下“SET”，进入编程菜单

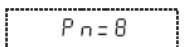


进入编程菜单

### 9.6.1

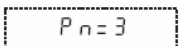
#### 编程的设置点的数量

在编程菜单中，第一个参数是循环中设置点的数量。在跳跃和浸泡程序中，最多可使用8个设置点。这些设置点独立于“可编程设置点”部分中介绍的可编程设置点。



编程的设置点的数量

使用“UP”或“DOWN”按键，可以将数量从2改为8。



编程设置点的新的数量

按下“SET”继续。按下“EXIT”键将忽略掉任何改变，并继续。



保存新的设置

## 9.6.2 设置点

下一参数是程序的设置点

 第一个设置点


使用“UP”或“DOWN”键，可以选择任意一个设置点。

 第三个设置点

按下“SET”键，来改变设置点。

 设置点的值

使用“UP”和“DOWN”键改变设置点的值。

 设置点的新值

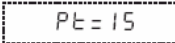
按下“SET”键保存设置点的新值。

按照同样的方法，可以设置其它设置点。在编程完设置点之后，按下“EXIT”键继续。

 继续下一功能

## 9.6.3 编程浸泡时间

在编程菜单中，下一参数为浸泡时间。该时间为在某个设置点下温度达到稳定之后继续移动到下一设置点之前在该点所停留的时间，单位为分钟。时间是从温度达到设置点之后开始计算的。

 以分钟为单位的浸泡时间

使用“UP”或“DOWN”键改变时间值。

 新的浸泡时间

按下“SET”继续。

 保存新的设置



## 9.6.4 编程功能模式

下一参数为编程功能或循环模式。有四种模式，模式决定了程序是仅向上扫描（从设置点 1 到 n）还是既向上扫描也向下扫描（从设置点 n 到 1），以及程序是在一个循环后停止还是无限制的进行循环。下列的表 3 所示的是四个模式中每一模式设置的动作。

功能	动作
1	向上 - 停止
2	向上 - 向下 - 停止
3	向上 - 重复
4	上 - 向下 - 重复

表 3 程序模式设置的动作

PF=1

程序模式

使用“UP”或“DOWN”键改变模式。

PF=4

新的模式

按“SET”键继续。

SET

Enter program menu  
进入编程菜单

## 9.6.5 编程控制参数

编程菜单中的最后一个参数是控制参数。可以从三个选项中选择参数来控制跳跃和浸泡程序。这些选项是：从开始启动程序（GO）；从程序停止的位置继续执行（Cont）；停止执行程序（OFF）。

Pr=OFF

程序当前处于关闭状态

使用“UP”或“DOWN”键改变状态。

Pr=Cont

从开始启动循环

按下“SET”激活新的程序控制命令，并返回到温度显示状态。

SET

激活新的命令

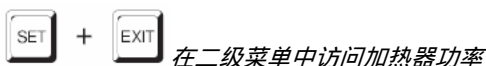
## 9.7 二级菜单

从二级菜单中可以访问那些不经常使用的功能。同时按下“SET”和“EXIT”键，然后释放，即可访问二级菜单。二级菜单中的第一个功能是加热器功率显示功能。

## 9.8 加热器功率

温度控制器通过脉冲信号将加热器打开和关闭，控制着恒温槽的温度。加热器的总功率是由占空比或加热器打开的时间和脉冲周期时间之比决定的。可以通过观察红/绿控制指示灯估计该值，或者可以直接从数字显示屏上读得。直到了加热总量，用户就可以知道恒温槽是在被加热到设置点、冷却，还是被控制在恒温下。通过监控加热功率的百分比，用户就可以知道恒温槽温度的稳定性。为了达到好的调控稳定性，百分比加热功率在一分钟内的波动不应该超过 $\pm 1\%$ 。

加热器功率显示功能是从二级菜单中反问的。同时按下“SET”和“EXIT”键，然后释放。加热器功率被显示为全部功率的百分比。



按下“EXIT”键，即可退出二级菜单。按下“SET”键，继续访问比例带设置功能。



## 9.9 比例带

在象这样的比例控制器中，在设置点附近的有限温度范围之内，加热器的输出功率和恒温槽的温度成比例。该温度范围被称为比例带。在比例带的底端，加热器输出100%；在比例带的顶端，加热器的输出为0。当恒温槽温度上升时，加热器的功率则降低，从而产生较低的温度振荡。按照这种方法，温度会被被维持在一个常量。

不同的比例带下的恒温槽温度稳定性（请参见图 6）

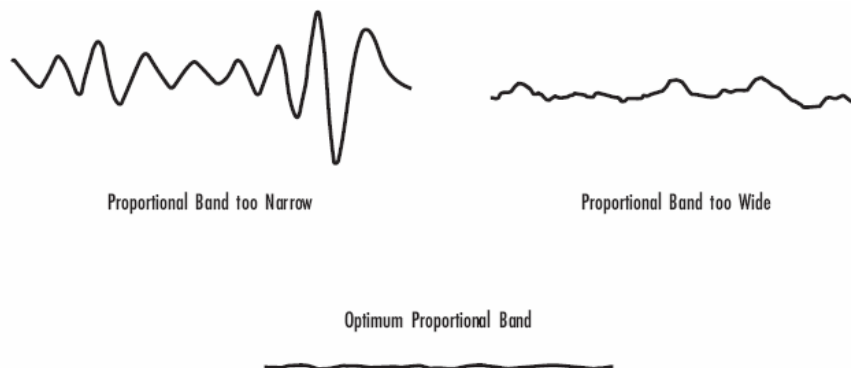


图 6 不同的比例带设置下恒温槽的温度起伏

如果比例带太宽，由于各种外部条件的影响，恒温槽温度偏离设置点的程度就比较大。这是因为输出功率随温度的变化很小，控制器不能很好的响应系统中各种条件或噪声的变化。

如果比例带太窄，就会因为控制器对温度的变化的发作用太强，导致恒温槽温度来回振荡。

为了获得最佳的调控稳定性，必需设置最佳的比例带宽度。最佳的比例带宽度取决于几个因素，包括液体体积、液体特性（黏度、比热、导热性等）、工作温度，以及搅拌状况等。所以，当任何条件发生变化时，为了达到最佳的恒温槽稳定性，就必需调整比例带宽度。在这些因素中，影响最佳比例带宽度的最明显因素就是液体的黏度和由于液体和环境温度之间的差异产生的热噪声。当液体的黏度较大时，响应时间就会增大，所以比例带应该更宽；当热噪声较大时也如此。

从前面板可以很容易地调整比例带宽度。可以将比例带设置为离散值，单位可以是摄氏度或华氏度，这取决于所选择的标度单位。通过利用高分辨率的温度计或控制器百分比输出功率显示屏监控稳定性，可以确定最佳的比例带宽度设置。将比例带的宽度变窄，使恒温槽的温度开始出现振荡现象，然后从该点增大比例带的宽度至 3 或 4 倍。表 4 中列出了在选定的温度下使用不同的液体时，要得到最佳的性能所需的典型比例带设置。

表 4 比例带 - 液体表

液体	温度	比例带	稳定度
水	30.0°C	0.2°C	±0.003°C
水	60.0°C	0.2°C	±0.003°C
乙二醇 50%	35.0°C	0.05°C	±0.001°C
乙二醇 50%	60.0°C	0.05°C	±0.001°C
乙二醇 50%	100.0°C	0.1°C	±0.007°C
油 200.10	35.0°C	0.6°C	±0.004°C
油 200.10	60.0°C	0.6°C	±0.004°C
油 200.10	100°C	0.6°C	±0.005°C
油 710	200°C	0.4°C	±0.01°C

比例带调整功能是从二级菜单中访问的。按下“SET”和“EXIT”键，进入二级菜单，并显示加热器功率。然后按下“SET”键访问比例带功能。



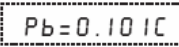
在二级菜单中访问加热器功率功能



以百分比表示的加热器功率



访问比例带功能

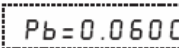


比例带的设置

按下“UP”或“DOWN”键，改变比例带设置。



降低显示值



新的比例带设置

按下“SET”键，接受新的设置值，并访问保险设置点功能。按下“EXIT”键退出二级菜单，忽略掉对比例带设置所做的任何改变。



接受新的比例带设置

## 9.10

### 保险

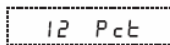
为了防止软件或硬件故障、加热器可控硅短路或用户操作错误，恒温槽配备有可调节的加热器保险装置，如果恒温槽温度超过设定的值，它会切断加热器的电源。这可以保护加热器和恒温槽材料过温，最重要的是，能够保护恒温槽液体不被加热至超过安全的工作温度，从而避免产生有害的蒸汽或点燃液体。切断温度是用户从控制器的前面板进行编程的。必需将切断温度设置为低于液体的温度范围上限，并不得超过恒温槽的温度范围上限 10 度。

如果保险处于激活状态，当恒温槽温度过高时，加热器的电源就会被切断，使恒温槽冷却。此时，显示屏会闪烁显示“Cut-out”，并通过通讯口发送该消息。恒温槽会进行冷却，直到达到保险设置点温度下几度。在该点，保险的动作将取决于设置模式参数的设置。保险具有两种模式 - 自动复位和手动复位模式。如果将模式设置为自动，当恒温槽温度低于复位温度时，保险将自动复位；如果模式被设置为手动，只有用户手动复位保险，加热器才会继续工作。

保险设置点是从二级菜单中进行访问的。按下“SET”和“EXIT”键，进入二级菜单，并显示加热器功率。然后按两下“SET”键，访问保险设置点功能。



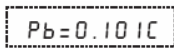
访问二级菜单中的加热器功率功能



以百分比表示的加热器功率



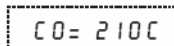
访问比例带功能



比例带设置



访问保险设置点

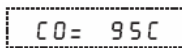


保险设置点

按下“UP”或“DOWN”，改变保险设置点。



减小显示值



新的保险设置点

按下“SET”键，接受新的保险设置点。



接受保险设置点

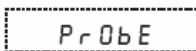
下一功能为配置菜单。按下“EXIT”键，返回至显示恒温槽的温度。

## 9.11 控制器的配置

控制器具有各种配置、工作选项和校准参数，这可以通过前面板进行编程。在二级菜单中，保险设置点功能之后，按下“SET”键，即可访问该功能。会显示“CONFIG”进行提示。再按“SET”键一下。有五种配置参数 - 探头参数、工作参数、串行接口参数、IEEE-488 接口参数和控制器校准参数。利用“UP”和“DOWN”键选择菜单，然后按“SET”。

## 9.12 探头参数

探头参数由以下字符表示，



探头参数菜单

按下“SET”键进入菜单。探头参数菜单包括参数、R0 和 ALPHA，这些参数代表了铂控制探头的阻抗 - 温度关系。可以调整这些参数来提高恒温槽的精度。在第 11 章“校准程序”中，详细介绍该过程。

当显示了参数的名字后，按下“SET”键，即可访问探头参数功能。使用“UP”或“DOWN”键，可以改变参数的值。当达到了所希望的值后，按下“SET”键，即可将参数设置为新的值。按“EXIT”键将跳过参数，并忽略掉所做的所有改变。

### 9.12.1 R0

这一探头参数指控制探头在 0°C 时的电阻值。这通常是 100.000 ohm。

### 9.12.2 ALPHA

该探头参数指探头在 0 和 100°C 之间的平均灵敏度。通常为  $0.00385^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

## 9.13 工作参数

The operating parameters menu is indicated by,  
工作参数菜单由以下字符表示，

`PAR` 工作参数菜单

按下“UP”键，进入菜单。工作参数菜单包括保险复位模式参数。

### 9.13.1 保险复位模式

保险复位模式决定了当恒温槽温度降到安全值后保险是自动复位还是必需由用户手动复位。

参数由以下字符表示，

`ctorst` 保险复位模式参数

按下“SET”键，访问参数设置功能。通常将保险设置为自动模式。

`cto=Auto` 自动复位模式的保险设置

按下“UP”，然后再按下“SET”键，改变为手动模式。

`cto=rst` 手动复位的保险设置

### 9.13.2 补偿加热器模式

通过前面板的“Boost Heater”开关，可以激活补偿加热器。在任一用户模式到功能下，该开关必需打开，可工作于自动或手动模式，默认状态为自动(auto)。在自动模式下，如果设置点增加至低于新的设置点温度 5°C，加热器将自动启动。

当选择了手动模式时，用户可以根据温度利用前面板的补偿加热器开关手动打开或关闭加热器。补偿加热器和控制加热器使用相同的电路供电，当达到设置点后，会周期性的打开和关闭。一般情况下，当控制器在进行控制时，最好将补偿加热器关闭。

可以在参数菜单中选择加热器模式。

参数用以下字符表示：

`BooSt` 补偿加热器模式

按下“SET”键来选择模式，此时会显示当前的模式。

`b=RuLo` 当前的模式设置

利用“UP”或“DOWN”键选择模式，然后按下“SET”键接受选择的模式。

`b=USEr`

## 9.14 串行接口参数

串行RS-232 接口参数菜单由以下字符表示，

`SErIAL` RS-232 接口参数菜单

串行接口参数菜单包括了那些决定串行接口的操作的参数。菜单中的参数包括：波特率、采样周期、双工模式和换行。

### 9.14.1 波特率

波特率是菜单中的第一个参数。波特率的设置决定了串行通信的传输速率。

以下字符表示波特率参数，

`BAUD` 串行波特率参数

按“SET”键来设置波特率。将显示当前的波特率设置。

`1200 b` 当前的波特率



恒温槽串行通信的波特率可以设置为 300、600、1200 或 2400 BAUD。使用“UP”或“DOWN”键来改变波特率的值。

2400 b

新的波特率

按“SET”将波特率设为新的值，或按“EXIT”键退出操作，并跳到菜单中的下一参数。

### 9.14.2 采样周期

采样周期是串行接口参数菜单中的下一参数。采样周期是指从串行接口传输测量温度的时间间隔周期，单位为秒。如果将采样率设置为 5，则恒温槽大约每 5 秒钟通过串行接口传输一次当前的测量值。如果采样周期为 0，则不能使用自动采样。采样周期由以下字符表示：

SAMPLE

串行采样周期参数

按“SET”设置采样周期。将显示当前的采样周期值。

SA= 1

当前的采样周期（秒）

利用“UP”或“DOWN”键调整该值，然后使用“SET”键将采样率设置为所显示的值。

SA= 60

新的采样周期

### 9.14.3 双工模式

下一参数为双工模式。可以将双工模式设置为全双工或半双工。在全双工模式下，恒温槽通过通信接口接收到的任何命令都将立即回显或传回到启动端设备，并执行命令；在半双工模式下，仅执行命令，但不回显。双工模式由以下字符表示，

dUPL

串行通信双工模式参数

按“SET”接受模式设置。

dUP=FULL

当前的双工模式设置

使用“UP”或“DOWN”键，然后按下“SET”键，可以改变模式。

dUP=HALF

新的双工模式设置

### 9.14.4 换行

串行接口菜单中的最后一个参数为换行模式。该参数可以允许 (on) 或不允许 (off) 在发送完回车符后发送换行符 (LF, ASCII 10)。换行参数由以下字符表示，

**LF** 串行通信换行参数

按“SET”键访问换行参数。

**LF= On** 当前的换行设置

利用“UP”或“DOWN”键，然后按“SET”键，改变模式。

**LF= OFF** 新的换行设置

## 9.15 IEEE-488 参数

恒温槽可以选装一个 IEEE-488 GPIB 接口。在这种情况下，用户可以在 IEEE-488 参数菜单中设置接口的地址和终止符。在没有安装该接口的恒温槽中，不会出现该菜单。菜单表示如下，

**IEEE** IEEE-488 参数菜单

按“SET”键进入菜单。

### 9.15.1 Address 地址

必需将 IEEE-488 接口设置为与外部通信设备使用相同的地址。地址表示如下，

**Address** IEEE-488 接口地址

按“SET”访问地址设置。

**Add= 22** 当前的 IEEE-488 接口地址

利用“UP”或“DOWN”键调剂地址值，然后使用“SET”键将地址设为所显示的值。

**Add= 15** IEEE-488 接口地址

## 9.15.2 传输终止符

可以将终止符设置为仅回车符、仅换行符、回车符和换行符。无论选项如何，在接收期间，设备都将回车符或换行符解释为命令的结束。

终止符参数表示如下，

`EOS` IEEE-488 终止符

按“SET”键访问终止符设置。

`EOS=Cr` 当前的 IEEE-488 终止符

使用“UP”或“DOWN”改变选项。

`EOS=LF` 新选择的终止符

使用“SET”键保存新的选项

## 9.16 校准参数

恒温槽控制器的操作者可以访问各种恒温槽校准参数，也就是 CTO、C0、CG、H 和 L。这些值都是在工厂设置好的，不得改变。正确的参数值对于恒温槽的精度以及正确、安全的工作是非常重要的。

**注意：**请勿改变工厂设置的恒温槽校准常数的值。这些参数的正确设置对恒温槽的正确、安全的工作是非常重要的。

校准参数菜单由以下字符表示，

`CAL` 校准参数菜单

按 5 下“SET”键，进入菜单。

### **9.16.1 CTO**

参数 CTO 设置过温保险的校准。不能利用软件调整该参数，但是可以通过内部的电位计进行调节。对于 6331 恒温槽来说该值应该为 310。

### **9.16.2 CO 和 CG**

这些参数用来校准恒温槽设置点的精度。这些参数都是在工厂校准时编程设定的。请勿改变这些参数的值。如果用户希望校准恒温槽以提高精度，则应该根据第 11 章“校准程序”部分的程序校准 R0 和 ALPHA 参数。

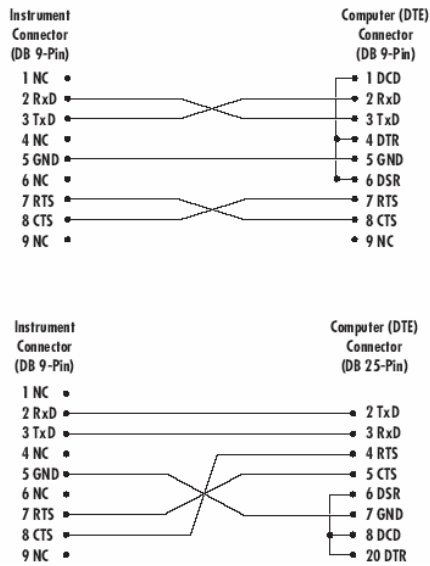
### **9.16.3 H 和 L**

这两个参数设置恒温槽设置点上限和下限。请勿改变这些工厂已经设置好的参数值。如果改变了这些值，可能会出现恒温槽过热，导致危险或火灾。

# 10 Digital Communication Interface

## 10.1 Serial Communications

### 10.1.1 Wiring



**Figure 7** Serial Communications Cable Wiring

### 10.1.2 Setup

**10.1.2.1      *Baud Rate***

**10.1.2.2      *Sample Period***

**10.1.2.3      *Duplex Mode***

**10.1.2.4      *Linefeed***

**10.1.3        *Serial Operation***

**10.2 IEEE-488 Communication (optional)**

**10.2.1 Setup**

**10.2.1.1 Address**

**10.2.1.2 Transmission Termination**

**10.2.2 Operation**

10.3      *Interface Commands*



**Table 5 Interface Command Summary**

**Table 5 Interface Command Summary continued**

**Table 5 Interface Command Summary continued**



## 11 校准程序

在一些具体应用中，用户可能希望校准恒温槽，以提高温度设置点的精度。校准是通过调节控制器探头的校准常数  $R_0$  和  $ALPHA$  来完成的，这样的话，当用标准的温度计测量恒温槽的温度时就更加接近恒温槽的设置点。所使用的温度计必需能够以高精度测量恒温槽液体温度，精度要比所希望的恒温槽的精度要高。使用好的温度计，并小心遵循校准程序，可以将恒温槽的精度校准为在100度的范围内优于 $0.02^{\circ}C$ 。

### 11.1 校准点

在校准时，要调节  $R_0$  和  $ALPHA$ ，使两个恒温槽温度点的设置点误差达到最小。可以使用任意两个适当独立的恒温槽温度点。但是，使用在恒温槽工作温度范围之内的两个温度点时获得的结果最好。两个校准温度点距离越大，校准温度的范围就越大；但是，该范围内的校准误差也就越大。例如，选择  $50^{\circ}C$  和  $150^{\circ}C$  作为校准温度点，在  $40$  到  $160^{\circ}C$  的温度范围内，恒温槽的精度可能会达到  $\pm 0.03^{\circ}C$ ；如果选择  $80^{\circ}C$  和  $120^{\circ}C$  作为校准点，则恒温槽在  $75$  到  $125^{\circ}C$  的温度范围的精度可以达到更好的  $\pm 0.01^{\circ}C$ ，但是在该范围之外，精度可能只能达到  $\pm 0.05^{\circ}C$ 。

### 11.2 测量设置点误差

校准程序的第一步是分别在选定的校准温度点测量温度误差（包括符号）。首相将恒温槽设置为较低的设置点  $t_L$ ，在恒温槽达到设置点之后，等15分钟，使其达到稳定。然后使用一个温度计来检查恒温槽的稳定性。当恒温槽和温度计都稳定之后，使用温度计测量恒温槽温度，并计算温度误差，实际的恒温槽温度渐趋设置点温度，即为  $err_L$ 。如果恒温槽较低的设置点为  $t_L = 50^{\circ}C$ ，而测得恒温槽达到的温度为  $49.7^{\circ}C$ ，则误差为  $-0.3^{\circ}C$ 。

接下来，将恒温槽设置为较高的设置点  $t_H$ ，并在其达到稳定之后测量恒温槽温度并计算误差。例如，将恒温槽的设置点设为  $150^{\circ}C$ ，而温度计测得的温度为  $150.1^{\circ}C$ ，则误差为  $+0.1^{\circ}C$ 。

### 11.3 计算 $R_0$ 和 $ALPHA$

在计算新的  $R_0$  和  $ALPHA$  值之前，必需知道这两个参数的当前值。从控制器的前面板访问探头校准菜单，或者通过数字接口查询，都可以获得当前值。用户应该将这些参数值做一备份，以备将来恢复之用。在以下公式中，填入  $R_0$  和  $ALPHA$  原来的值、校准温度设置点  $t_L$  和  $t_H$ 、温度误差  $err_L$  and  $err_H$ ，即可计算出新的  $R_0$  和  $ALPHA$  值。

$$R0' = \left[ \frac{err_H t_L - err_L t_H}{t_H - t_L} ALPHA + 1 \right] R0$$

$$ALPHA' = \left[ \frac{(1 + ALPHA t_H)err_L - (1 + ALPHA t_L)err_H}{t_H - t_L} + 1 \right] ALPHA$$

例如,如果 R0 和 ALPHA 原来的值分别为 100.000 和 0.0038500,  $t_L$ 、 $t_H$ 、 $err_L$  和  $err_H$  分别取上边例子中的值,则计算得到的 R0' 和 ALPHA' 分别为 100.193 和 0.0038272。将新的 R0 和 ALPHA 编程到控制器。分别将温度设置为  $t_L$  和  $t_H$ , 然后再次测量误差, 检查校准效果。如果有必要, 可以重复该过程, 获得更好的精度。

## 11.4 校准实例

在 75 到 125°C 的温度范围内使用恒温槽, 希望在该范围内将恒温槽校准到最好的精度。R0 和 ALPHA 的当前值分别为 100.000 和 0.0038500。选择校准点为 80.00 和 120.00°C。测得的恒温槽温度分别为 79.843 和 119.914°C。参照图 8, 将这些数据应用到公式, 并计算探头的新常数。

$$R_0 = 100.000$$

$$ALPHA = 0.0038500$$

$$t_L = 80.00^\circ\text{C}$$

$$\text{测得 } t = 79.843^\circ\text{C}$$

$$t_H = 120.00^\circ\text{C}$$

$$\text{测得 } t = 119.914^\circ\text{C}$$

计算误差：

$$err_L = 79.843 - 80.00^\circ\text{C} = -0.157^\circ\text{C}$$

$$err_H = 119.914 - 120.00^\circ\text{C} = -0.086^\circ\text{C}$$

计算  $R_0'$ ：

$$R_0' = \left[ \frac{(-0.086) \times 80.0 - (-0.157) \times 120.0}{120.0 - 80.0} \times 0.00385 + 1 \right] 100.000 = 100.115$$

计算  $ALPHA'$ ：

$$ALPHA' = \left[ \frac{(1 + 0.00385 \times 120.0)(-0.157) - (1 + 0.00385 \times 80.0)(-0.086)}{120.0 - 80.0} + 1 \right] 0.00385 = 0.0038387$$

**图 8** 校准实例





## 维护

校准仪器在设计时已经做过充分的考虑，在产品开发阶段，容易操作和便于维护是一个主要问题。所以，只要使用得当，仪器仅需要很少的维护工作。请避免在油腻、潮湿、恶劣或充满灰尘的环境中使用仪器。

如果恒温槽的外壳有污垢，可以使用湿润的布和中性清洁剂进行擦拭干净。请勿在表面使用腐蚀性的化学药品，否则会损坏漆面。

如果使用的液体为硅油，需要定期维护恒温槽。在正常的工作条件下，由于硅油的汽化作用，硅油会浓缩在恒温槽上。恒温槽在高温下工作的频率和时间决定了要进行维护的频率。用中性的去污剂，如 409<sup>®</sup>，擦拭恒温槽的油腻区域。请勿在恒温槽上直接喷洒去污剂。将去污剂喷在布上，然后用布块擦拭恒温槽。如有必要，重复擦拭，确保恒温槽上无积聚的油污。如果恒温槽上有油污，油污会进入恒温槽，聚集在恒温槽内部，损坏内部，从而影响设备的使用寿命。

定期检查恒温槽内的液体量，确保液面没有下降。液面下降会影响恒温槽的稳定性。液面的变化受设备工作的环境因素的影响。并没有那个计划表能满足各种条件。所以，应该每周检查恒温槽，并采取适当的措施。

传热液的使用寿命取决于介质的类型和所使用的环境。在第一年，应该至少每月都检查液体，在此之后也进行周期性的检查。通过检查，可以了解恒温槽使用干净、合适的液体的基线。一旦液体变质，就可能会很快发生分解。要尤其注意液体的黏度。黏度的明显变化标明液体已经变质、温度范围已经超出其极限、含有冰粒子，并且接近于化学分解。获得数据之后，就可以制定出设备的维护计划。关于校准恒温槽所使用的不同类型的液体的详细信息，请参见第 8 章“一般操作”部分。

如果有危险物质溅到仪器上或其内部，使用者必需采取适当的方法进行处理。请参阅当地的安全法规。应该将适用于恒温槽所用液体的 MSDS 表放在接近设备的地方。

如果电源线受到损坏，请使用满足恒温槽电流规格的电源线替换掉受损的电源线。如有任何问题，请向 Hart 授权的服务中心（请参见 1.3 部分）咨询。

在使用非 Hart 推荐的清洁或净化方法之前，用户应该联系 Hart 授权服务中心（请参见 1.3 部分）进行确认，确保不损坏设备。

若使用方式不符合仪器的设计，则恒温槽的工作性能可能会降低，或可能会产生危险。

应该每 6 个月检查一次过温保险，确保其工作正常。为了检查用户所选的保险，请按照控制器的使用方法（9.10 部分）设置保险。手动和自动复位选项都要检查。将恒温槽的温度设置为高于保险，检查显示屏是否会闪动显示，以及温度是否会下降。

**注：**在检查过温保险时，请确保勿超过恒温槽液体的温度极限。如果超过恒温槽液体的温度限制，可能伤害到操作者，损坏实验室和设备。

## 13 排除故障

本章中包括排除故障的信息、CE 说明和配线图。这些信息适用于各种恒温槽类型，某些信息可能不适用于您的恒温槽幸好。

### 13.1 排除故障

当设备工作不正常时，该章的内容可以帮助您发现并解决问题。下表列出了几种可能出现的问题，并列出了可能的原因和解决方法。如果出现哦问题，请仔细阅读本章内容，并争取理解和解决问题。如果有可能时探头损坏或不能排除故障，请联系 Hart 授权的服务中心（参见 1.3 部分）请求帮助。联系服务中心时，请提供设备的幸好和序列号。

故障	原因和解决方法
加热器指示灯 LED 为红色，但是温度并不升高	显示屏没有显示“cutout”，也不显示不正确的恒温槽温度，但是控制器好象工作正常。故障的原因可能是加热不足或根本就没有加热，或者是过度制冷。加热器的功率设置太低，尤其在高温下工作时，可能会导致加热不足。如果可以的话，切换到更高的加热器功率设置，可以解决问题。将制冷电源开关切换至“LOW”，或关闭制冷功能，升高制冷温度，从而减小制冷量。加热器损坏也会出现相同的故障。如果可能是加热器被烧坏，请联系 Hart 授权服务中心（请参见 1.3 部分）请求帮助。

---

## 故障

## 原因和解决方法

控制器显示屏闪动显示“cutout”，  
加热器不工作

显示屏交替显示“cutout”和温度。如果所显示的温度看起来明显是错误的，请参见故障现象“显示屏闪动显示‘cutout’和不正确的温度”。

一般情况下，当恒温槽温度超过保险设置点时，保险就会切断加热器的电源，使温度降至安全值。如果保险模式被设置为“AUTO”，当温度下降了之后，加热器电源会被再次接通。如果模式被设置为“RESET”，只有当温度下降，并且用户手动复位之后，加热器才能继续工作，请参见 9.10 “保险”部分。请将保险设置点设置为高于恒温槽的最大工作温度 10 或 20°C，并设置为所希望的模式。

当恒温槽温度正好低于保险设置点时，如果保险动作，或当恒温槽温度下降，并且手动复位之后，保险并不复位，则可能时保险电路或保险的热电偶传感器损坏了或断开了。请联系 Hart 授权服务中心（请参见 1.3 部分）请求帮助。

---

显示屏闪动显示“cutout”和不正确的温度

故障可能是控制器的电位计电路工作不正常。有可能是内存的电池有问题。如果电池的电压不足以维持内存，可能会造成数据混乱，导致故障。仪器附近大的静电也会影响内存中的数据。

在控制器上电时，按下“SET”和“EXIT”键，可以复位内存。显示屏会显示“-init-”，标明内存正在初始化。在这种情况下，控制器的参数和校准常数都必需被编程到内存中。您可以从“测试报告”中获得校准常数。如果再次出现故障，则应该更换电池。请联系 Hart 授权服务中心（请参见 1.3 部分）请求帮助。如果初始化内存不能解决问题，则可能是有器件失效了。请联系 Hart 授权服务中心（请参见 1.3 部分）请求帮助。

---

显示的温度错误，在任意设置点，  
控制器都保持制冷或加热状态

问题可能是控制探头坏了或内存中的数据错误。探头可能是断开了、被烧坏或短路。请检查探头是否连接正确。可以使用欧姆表检查探头，看是否开路或短路。探头为 4 线的 Din 43760 类型的铂探头，探头连接器上插脚 1 和 2 之间的阻抗应该为 0.2 到 2.0 欧姆，插脚 3 和 4 之间的阻抗应该为 0.2 到 2.0 欧姆。根据温度的不同，插脚 1 和 4 之间的阻抗应该为 100 到 300 欧姆。如果探头有故障，请联系 Hart 授权服务中心（请参见 1.3 部分）请求帮助。。如果探头没有问题，则有可能是内存中数据错误。按照故障现象“显示屏闪动显示“cutout”和不正确的温度”介绍的方法复位内存。如果没有解决问题，则有可能是有器件失效，显示屏闪动显示“cutout”和不正确的温度。

---

故障	原因和解决方法
控制器控制出现了不正确的温度	<p>控制器除了在某个设置点外都工作正常。在该设置点，温度和用户的参考温度计测得的温度不一致。故障可能是由控制探头和温度计探头测得的实际温度差、恒温槽校准参数错误，或控制探头损坏造成的。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 请检查恒温槽筒内是否有足够的液体，以及搅拌器是否工作正常。</li> <li>• 检查温度计探头和控制探头是否均被完全插入到了恒温槽，使温度误差最小。</li> <li>• 参照“测试报告”，检查校准参数是否全部正确。如果不是，重新编程校准常数。内存的备用电池电量不足会导致内存数据错误，正象故障现象“显示屏闪动显示“cutout”和不正确的温度”中所述。</li> <li>• 检查控制探头是否受到挤压、折弯或损坏。如果尚不能确定故障的原因，请联系 Hart 授权服务中心（请参见 1.3 部分）请求帮助。</li> </ul>
控制器显示输出功率稳定，但是温度不稳定	<p>在使用温度计测量时，恒温槽温度不能达到所希望的温度值，试着将比例带调窄，如 9.9 “比例带”部分所述。</p>
控制器交替的加热和制冷	<p>比例带太窄一般会导致这种振荡现象。增大比例带宽度，直到温度达到稳定。如 9.9 “比例带”部分所述。</p>
加热器无规律的加热和制冷，控制不稳定	<p>恒温槽温度和输出功率没有规律，方式非常古怪，故障可能是由系统中的噪声引起的。控制传感器造成的噪声应该低于 0.001°C。但是，如果探头已经损坏，或者产生了间歇性的短路，也会产生不稳定的现象。检查探头和恒温槽之间是否接触不良或探头损坏。加热器或控制器电子电路间歇性的短路也会导致这种现象。请联系 Hart 授权服务中心（请参见 1.3 部分）请求帮助。</p>

## 13.2 说明

### 13.2.1 电磁兼容指令 (EMC Directive)

该仪器为测试和测量设备。符合 EMC 指令 IEC 61326-1 Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements (1998)。

如 IEC 61326-1 所属，该仪器具有不同的配置。仪器在典型的配置下经过测试，配有屏蔽的 RS-232 电缆。

### **13.2.1.1 抗干扰测试**

仪器经过试验室环境的测试。使用 Radiated RF (IEC 61000-4-3) 和电压骤降、短时中断和电压抗干扰测试(IEC 61000-4-11)的规范B。使用 Electrostatic Discharge (ESD, IEC 61000-4-2)的规范C。如果仪器受到ESD 条件，可能需要用户重新开机，恢复到正常工作。

### **13.2.1.2 辐射测试**

该仪器完全满足 A 类设备的限制要求，但不满足 B 类设备的限制要求。该仪器不适用于家庭设施。

## **13.2.2 低电压指令（安全性）**

为了满足于欧洲低电压指令(73/23/EEC)，Hart Scientific 的仪器的设计满足 IEC 1010-1 (EN 61010-1)和IEC 1010-2-010 (EN 61010-2-010)标准。

13.3

配线图

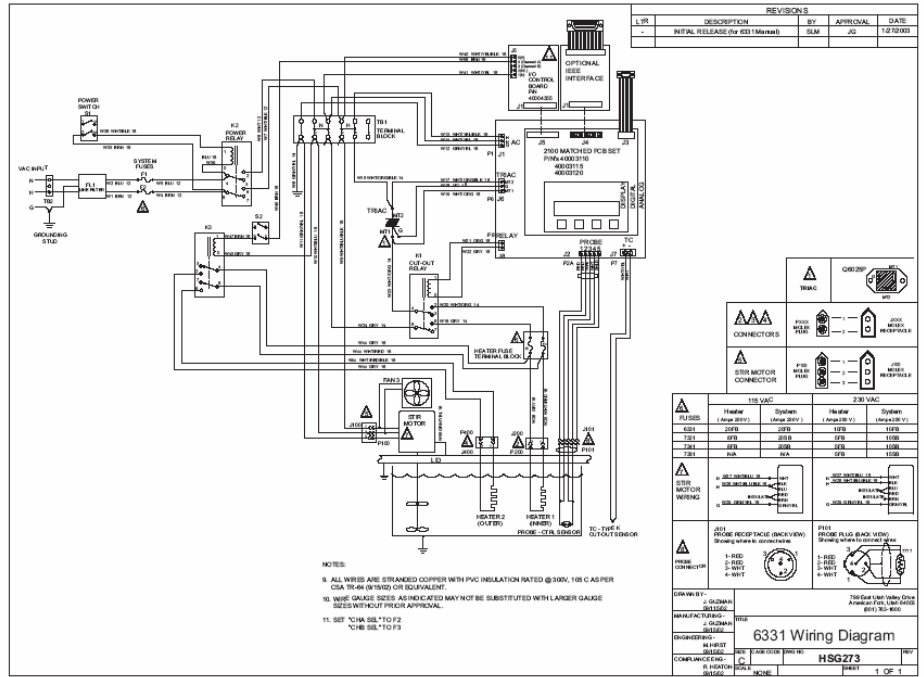


图 9 配线图