



# C-500

测量型单层扫描激光雷达

## 使用手册

北京飞思迈尔光电科技有限公司

Beijing Freemasure Optoelectronic Technology Co., Ltd.

**飞思迈尔**  
**FREEMEASURE**

### 产品类型

#### C-500 (通用测量型单层扫描激光雷达)

### 制造商

北京飞思迈尔光电科技有限公司

Beijing Freemeasure Optoelectronic Technology Co., Ltd.

北京市海淀区上地信息路 1 号金远见大楼 B 座 800

[www.freemeasure.cn](http://www.freemeasure.cn)

### 版权声明

北京飞思迈尔光电科技有限公司对其发行的作品享有版权，受各国版权法及国际版权公约的保护。对于上述版权内容，超越合理使用范畴、并未经本公司书面许可的使用行为，我公司均保留追究法律责任的权利。

### 商标声明

北京飞思迈尔光电科技有限公司对“飞思迈尔”、“FREEMEASURE”及其组合图案均进行了商标注册保护，未经北京飞思迈尔光电科技有限公司的许可而使用上述商标，可能会侵犯北京飞思迈尔光电科技有限公司的注册商标权。

## 目录

目录 .....	I
1 文档说明 .....	1
1.1 提示信息 .....	1
1.2 内容说明 .....	1
1.3 图案符号说明 .....	2
1.4 延伸阅读 .....	3
1.5 客户服务 .....	4
2 基本操作与注意事项 .....	5
2.1 正确的使用方法 .....	5
2.2 不正确的使用方法警示 .....	5
2.3 联网说明 .....	5
2.4 设备受损免责声明 .....	5
2.5 激光辐射说明 .....	6
2.6 供电和快速起停 .....	7
2.7 维修 .....	7
3 产品说明 .....	8
3.1 交付物 .....	8
3.2 产品特性 .....	9
3.3 工作原理 .....	10
3.3.1 距离测量 .....	10
3.3.2 二维扫描 .....	11

3.3.3 场景测量和区域监测 .....	12
3.4 设备序列号 .....	13
3.5 设备接口 .....	13
3.6 设备控制和运行状态显示 .....	15
3.6.1 设备控制方式 .....	15
3.6.2 指示灯 .....	15
4 产品应用 .....	16
4.1 技术应用专题 .....	16
4.1.1 实际量程 .....	16
4.1.2 光斑直径和目标尺寸的关系 .....	17
4.1.3 雨雾烟尘穿透 .....	17
4.1.4 伪边缘点 .....	18
4.1.5 镜面目标 .....	19
4.1.6 透明介质 .....	19
4.1.7 强光干扰 .....	20
4.2 应用系统开发综述 .....	21
4.3 网络配置和设备侦测 .....	24
4.3.1 网络出厂配置 .....	24
4.3.2 设备配置信息广播 .....	24
4.4 区域监测功能使用说明与应用开发 .....	25
4.4.1 工作原理 .....	25
4.4.2 区域组与监测区域组 .....	27
4.4.3 背景自学习和区域组背景剪裁 .....	29
4.4.4 监测模式 .....	30
4.4.5 正常目标自学习和排除 .....	31
4.4.6 强制控制 .....	32
4.4.7 监测信号输出 .....	33
4.4.8 室外应用的气象条件 .....	34
4.5 I/O接口使用说明与应用开发 .....	36
4.5.1 I/O端子功能定义 .....	36
4.5.2 I/O接口网络报文 .....	37
4.6 设备自检和设备就绪信号 .....	38
4.6.1 设备自检项目 .....	38
4.6.2 设备就绪信号 .....	39

4.7 本质安全配置 .....	40
4.7.1 区域监测信号关联 .....	40
4.7.2 I/O输出端口设置超时自动释放 .....	41
4.8 节电模式 .....	42
4.9 设备控制和功能开关 .....	43
5 设备安装 .....	45
5.1 安装准备 .....	45
5.1.1 安装基本要求 .....	45
5.1.2 安装材料 .....	45
5.1.3 安装位置选择 .....	46
5.1.4 特别提醒 .....	46
5.2 安装高度与俯仰角度 .....	47
5.2.1 安装高度与有效工作距离的关系 .....	47
5.2.2 多台雷达同时工作时的高度和角度调整 .....	47
5.3 直接安装 .....	49
5.4 使用安装支架 .....	50
5.5 使用防护罩 .....	51
5.6 调整扫描范围 .....	51
6 电气安装 .....	54
6.1 安装步骤 .....	54
6.2 安装准备 .....	54
6.2.1 供电电源 .....	54
6.2.2 自动加热的电源要求和温度特性 .....	55
6.2.3 接地要求 .....	56
6.2.4 导线要求 .....	56
6.2.5 连接PC .....	56
6.3 设备插座信号定义 .....	57
6.3.1 电源插座信号定义 .....	57
6.3.2 以太网插座信号定义 .....	57
6.3.3 I/O插座信号定义 .....	58

6.4 插座配线 .....	58
6.4.1 电源电缆 ( CB11 @ M12AF5LD ) 引线信号定义 .....	59
6.4.2 I/O电缆 ( CB31 @ M12AF8LD ) 引线信号定义 .....	59
6.5 I/O接口外接参考电路 .....	60
7 设备配置与试运行测试 .....	61
7.1 配置和测试步骤 .....	61
7.2 软件和设备准备 .....	61
7.3 设备配置 .....	62
7.4 试运行测试步骤 .....	63
8 设备维护 .....	65
8.1 运行维护 .....	65
8.2 更换设备 .....	65
9 疑难解答 .....	66
10 技术规范 .....	67
10.1 数据手册 .....	67
10.2 测量坐标系/扫描范围/量程 .....	70
10.3 设备外形图纸 .....	71
10.4 配件外形图纸 .....	72
11 附录 .....	76
11.1 插图目录 .....	76
11.2 表格目录 .....	77

## 1 文档说明

### 1.1 提示信息

本手册提供了正确使用飞思迈尔 C-500 激光雷达产品的方法和注意事项。为了能够安全使用本产品，用户还应注意：

- 服从必须的安全生产指导原则；
- 遵循 C-500 工作场合的安全操作规定和一般性安全规范。

本手册的阅读对象为电气和电子专业人员。

在操作 C-500 前，请认真阅读本手册，熟悉 C-500 的特性和功能。

#### 重要提示

本手册未涉及安装和使用 C-500 的应用系统中其他设备和器材的使用信息，如需这方面的信息，请阅读此类设备和器材的相关文档。

### 1.2 内容说明

本手册旨在为技术人员提供 C-500 的安装、电气连接、设备配置和维护方面的信息，请按顺序阅读本手册的各章节。本手册的内容（按顺序）包括：

- 2 基本操作与注意事项
- 3 产品说明
- 4 产品应用
- 5 设备安装
- 6 电气安装
- 7 设备配置
- 8 设备维护
- 9 疑难解答
- 10 技术规范



表 1.1 产品基本信息

工作环境	室内 / 室外
光源	红外激光(905nm)
激光安全等级	一类(GB 7247.1-2012, 人眼安全)
扫描角度范围	270° (-45° - 225° )
扫描频率	25Hz
扫描角度分辨率	0.5°
测量范围	0.07m - 100m
10%反射率量程	50m
内置应用	区域监测
工作电压	DC 20V — 28V
功耗	5W ( 非加热 ) / 30W ( 加热 )
外壳防护等级	IP67(GB 4208-2008)
重量	1.5Kg
尺寸(L × W × H)	126 × 126 × 179(mm)
工作温度范围	-25°C - +50°C
储存温度范围	-30°C - +70°C
环境照度范围	0lux - 70,000lux

完整的技术信息请阅读“10 技术规范”。

### 相关阅读

请使用“激光雷达诊断和配置软件 ( FILPS )”对 C-500 进行诊断和配置, 如何使用 FILPS 请阅读“激光雷达诊断和配置软件 ( FILPS ) 使用手册”。

## 1.3 图案符号说明

本手册使用如下的图案符号对各种重要的注意事项进行标识, 阅读时需要特别注意, 以免造成人身伤害和设备损坏。



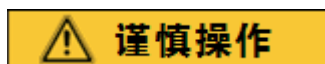
含义:

紧迫的危险情况, 如未防范, 可能会造成严重的人身伤害。



含义:

潜在的危险情况, 如未防范, 可能会造成严重的人身伤害。



含义:

潜在的危险情况, 如未防范, 可能会造成一般性的人身伤害。

**注意**

含义：  
潜在的有害情况，如未防范，可能会造成设备损坏。

**重要提示**

含义：  
便于高效和顺利使用设备的有用建议和提示。

**要点**

含义：  
有关设备重要特性的信息。

**解释**

含义：  
技术问题的背景知识。

**相关阅读**

含义：  
可以提供更多信息的相关文档。

**软件操作**

含义：  
需使用 FILPS 软件完成的设备检查和配置。

## 1.4 延伸阅读

**要点**

关于 C-500 的完整资料可以从如下网址在线下载：  
<http://www.freemeasure.cn/products/C-500>

可以下载的资料包括：

- **飞思迈尔激光雷达产品指南**：用户可以获得飞思迈尔激光雷达产品的对照信息，帮助用户完成产品选型；
- **C-500 产品手册**：用户可以获得关于 C-500 的技术及应用方面的完整信息；
- **C-500 简明使用手册**：用户可以获得关于 C-500 的基本信息，以及如何快速对 C-500 进行试用；
- **激光雷达诊断和配置软件 (FILPS)**：FILPS 软件的 Windows 安装包及使用手册；
- **激光雷达应用开发 SDK**：激光雷达应用开发所需的基础 C++ 代码库、Windows 动态库、Demo 程序及 SDK 使用手册。

### 1.5 客户服务

如果有关于 C-500 的任何问题，欢迎您随时向我们询问。我们的技术支持联系方式如下：

- 电话：( 86 ) 010-82897150  
( 86 ) 18612030951
- QQ：飞思迈尔 ( 2053133659 )
- 电子邮件：[supports@freemeasure.cn](mailto:supports@freemeasure.cn)

## 2 基本操作与注意事项

本章对涉及人身安全和设备安全的基本操作及注意事项进行说明,在使用 C-500 之前,请务必认真阅读。

### 2.1 正确的使用方法

C-500 是一种进行非接触式距离测量的光学传感器,可以单独使用,也可以联网使用,主要用于对周边环境和目标轮廓进行精确测量,也可以用于组建安全防范、安全防护、形状识别、定位引导等应用系统。

C-500 只能由专业人士操作,并且在符合要求的环境中使用。

#### 重要提示

关于对 C-500 使用环境的要求,请阅读“10.1 数据手册”。

### 2.2 不正确的使用方法警示

- C-500 仅能用于安全警示目的,无法在危险环境下对人身安全进行物理保护;
- C-500 不能在存在爆炸性危险的有害环境下使用;
- 使用不由飞思迈尔提供的配件的风险由使用者承担。

### 2.3 联网说明

C-500 使用标准的 TCP/IP 技术实现设备联网。实际组网时,需确保如下的先决条件:

- 用户需自行保证在网络上传输的设备数据的完整性和保密性;
- 必要的网络安全措施,例如网络隔离、防火墙、防病毒软件等,需要由用户自行规划和实施。

### 2.4 设备受损免责声明

飞思迈尔对因如下原因造成的设备损坏不承担责任:

- 未认真阅读使用手册;

- 未按要求正确使用设备；
- 由不合格的人员操作；
- 未经飞思迈尔认可的设备拆解行为；
- 未经飞思迈尔认可的设备改装行为；
- 对设备进行技术性改造行为；
- 使用自行制作的配件。

### 2.5 激光辐射说明

C-500 使用波长为 905nm 的红外激光进行测量，激光光束肉眼不可见。

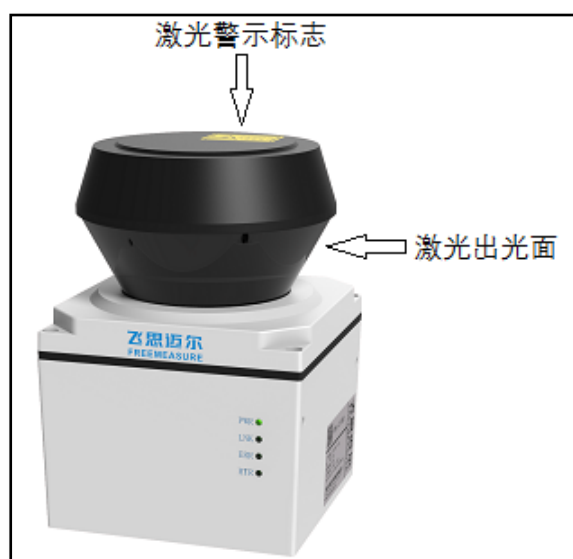
C-500 符合 GB 7247.1-2012 所规定的一类激光安全等级的要求，正常使用条件下对人眼和皮肤无害，但是不正确的使用方式可能会带来安全风险，主要注意事项如下：

#### 谨慎操作

- 不要打开 C-500 的外壳，加电运行的 C-500 在外壳被打开时不会停止激光发射；
- 不要长时间直视 C-500 的激光出光面，尤其是儿童，可能会造成失明。

C-500 的激光出光面为光学透光罩，激光警示标志位于设备顶盖上，如“图 2.1 激光出光面和激光警示标志”所示。

图 2.1 激光出光面和激光警示标志



## 2.6 供电和快速起停

C-500 通过设备后部的圆形 M12 电源插座供电，如所“图 2.2 电源插座”所示；电源电压要求为 **DC20V - 28V**，运行状态下的测量电源功耗为 **5W**，低温工作条件下内部加热器启动时加热电源的功耗为 **25W**，使用时请按照上述标准提供电源。

图 2.2 电源插座



请详细阅读“10.1 数据手册”以了解 C-500 对供电电源的完整要求。用户应遵循当地的规定，对 C-500 的供电电缆进行必要的保护，以避免出现短路，或导致电源过载；此外，应当在供电电缆上安装紧急断路开关，用来在紧急情况下快速切断供电电源。

### 重要提示

- 停机方法：关闭电源，或者拔下电源插座的供电电缆；
- 开机方法：连接电源插座的供电电缆并打开电源开关。

C-500 的设备配置信息保存在非挥发性的存储介质中，起停设备不会导致这些信息的丢失。

## 2.7 维修

### 注意

C-500 必须由飞思迈尔或飞思迈尔指定机构的员工维修。如由其他人员维修，可能会造成设备损坏，此种情况下飞思迈尔不承担后续的维修责任。


## 3 产品说明

### 3.1 交付物

C-500 的产品交付物如“表 3.1 产品交付物清单”所示。

表 3.1 产品交付物清单

交付物	数量	单位	说明
简明使用手册	1	本	
合格证	1	个	
保修卡	1	个	
 C-500	1	台	激光雷达
 DP11@M12	3	个	随机附带
 CB11@M12AF5LD	1	条	电源电缆，长度 1.5 米 A 端：M12 端子(A 型) Female，5 芯 B 端：引线，4 芯
 CB21@M12BF5RJ45	1	条	RJ45 网线，长度 1.5 米 A 端：M12 端子(B 型) Female，5 芯 B 端：RJ45 插头

 CB31@M12AF8LD	1	条	I/O 电缆，长度 1.5 米 A 端：M12 端子(A 型) Female，8 芯 B 端：引线，8 芯
安装螺丝、垫片及简易安装工具	1	套	M4×12

关于 C-500 的详细产品文档、配件信息、诊断和配置软件（FILPS）使用手册、应用开发 SDK 等可从如下网址获得：

<http://www.freemeasure.cn/products/C-500>

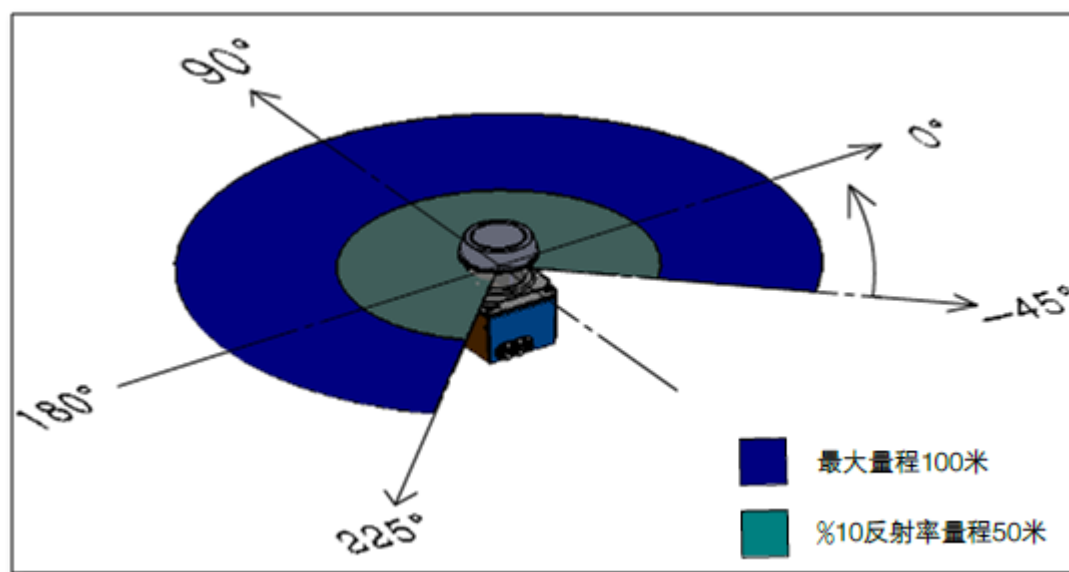
## 3.2 产品特性

表 3.2 产品特性

工作环境	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 供电电压范围：DC 20V - 28V；</li> <li>➤ 功耗：5W(测量)，25W(加热)；</li> <li>➤ 全面的户外工作能力：抗脏污，抗阳光，支持雨雾烟尘穿透；</li> <li>➤ IP67 级外壳防护等级；</li> <li>➤ -25℃ - +50℃的工作温度范围；</li> </ul>
距离测量	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 脉冲式飞行时间测量技术体制；</li> <li>➤ 905nm 红外激光测量，一类安全激光(GB 7247.1-2012，人眼安全)；</li> <li>➤ 最大量程 100 米，10%反射率量程 50 米；</li> </ul>
扫描	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 采用机械扫描方式；</li> <li>➤ 270° 扫描范围，扫描角度分辨率：0.5° ；</li> <li>➤ 扫描频率：25Hz；</li> </ul>
设备接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 以太网接口，功能：设备配置 / 测量数据输出 / 区域监测信号输出</li> <li>➤ I/O 接口 功能：设备就绪指示，区域监测功能运行控制和监测信号输出，外设控制</li> </ul>
内置应用	<b>区域监测</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 监测模式：点监测 / 目标宽度监测 / 轮廓线监测；</li> <li>➤ 16 个可修改的预设区域组，支持背景轮廓自学习；</li> <li>➤ 最多 16 个并发工作区域组；</li> <li>➤ 可检测任意形状的目标，支持正常目标自学习功能；</li> <li>➤ 通过 I/O 输入端子执行撤防和强制报警；</li> <li>➤ 通过 I/O 输出端子和以太网(TCP 报文)输出区域监测信号；</li> <li>➤ 通过以太网和 ONVIF 协议引导网络摄像机(IPC)对报警位置和报警目标进行视频定位和追踪。</li> </ul>
可用性 可靠性	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 抗阳光，抗脏污，具有雨雾烟尘穿透能力(可选)；</li> <li>➤ 设备故障自检能力，包括透光罩脏污、近距离遮挡、温度超标、被浓雾遮挡；</li> <li>➤ 通过指示灯和 TCP 报文输出设备自检信息。</li> </ul>



图 3.1 测量坐标系/扫描范围/量程

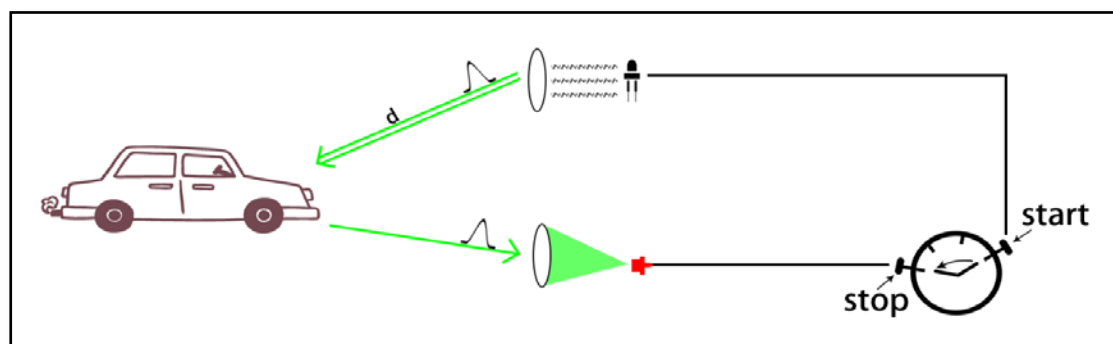


### 3.3 工作原理

#### 3.3.1 距离测量

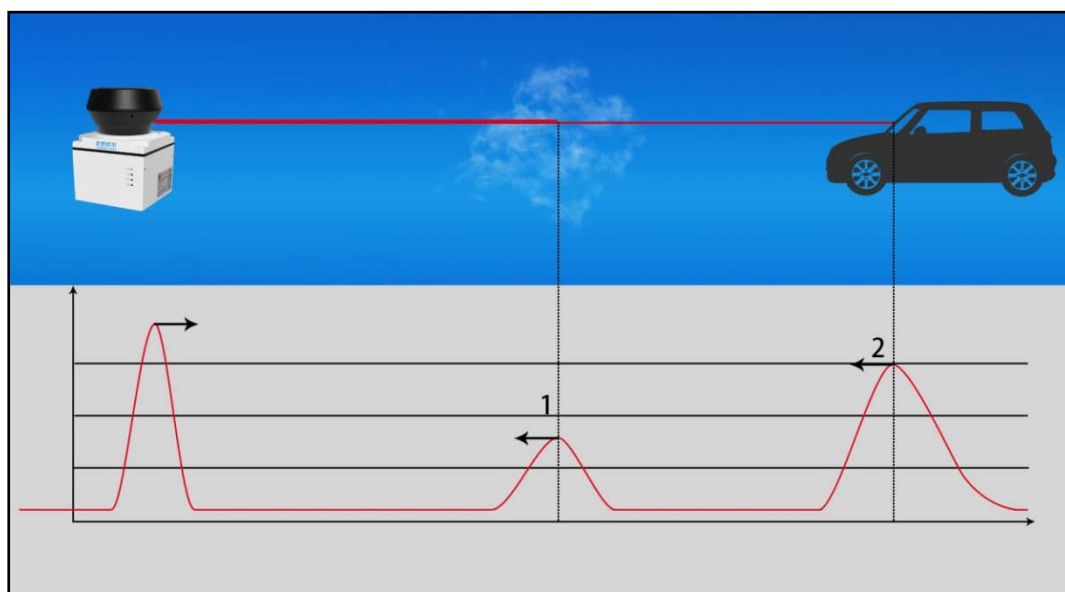
C-500 距离测量的基本工作原理是基于飞行时间测量的激光测距。C-500 发射激光脉冲，并测量此脉冲经被测目标表面反射后返回的时间，然后换算成距离数据，如“图 3.2 飞行时间测量工作原理”所示。

图 3.2 飞行时间测量工作原理



C-500 具备多次回波分析能力。在雨雾、烟尘工作环境下，大气杂质也会反射测距激光脉冲，形成反射回波脉冲，与被测目标的反射回波脉冲一起到达光电接收系统。C-500 通过对所有接收到的反射回波脉冲进行分析，剔除干扰脉冲，输出真实的被测目标距离数据，如“图 3.3 反射回波过滤”所示。

图 3.3 反射回波过滤



### 3.3.2 二维扫描

C-500 通过一个与原始发射光路的夹角为  $45^\circ$  的反射镜对测距激光脉冲进行  $90^\circ$  偏转，这个反射镜被电机带动旋转，旋转轴与原始发射光路平行，这样实际的测距光路分布在与旋转轴垂直的扫描平面上，且测距方位角与电机旋转方位角相同，从而实现了二维光学扫描，能够得到外部环境在测距扫描平面的截面上各点的距离，如“图 3.4 扫描测量机构”、“图 3.5 二维截面扫描”所示。C-500 使用特定的 TCP 网络报文通过以太网口向用户提供固定扫描频率的二维测量数据。

图 3.4 扫描测量机构

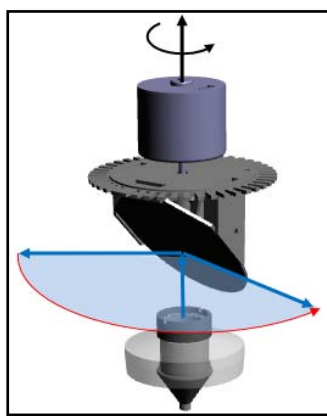
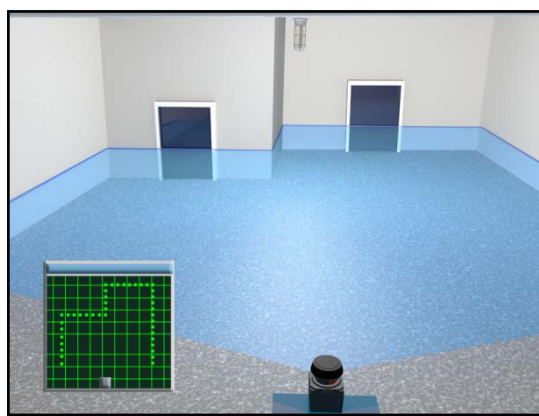


图 3.5 二维截面扫描



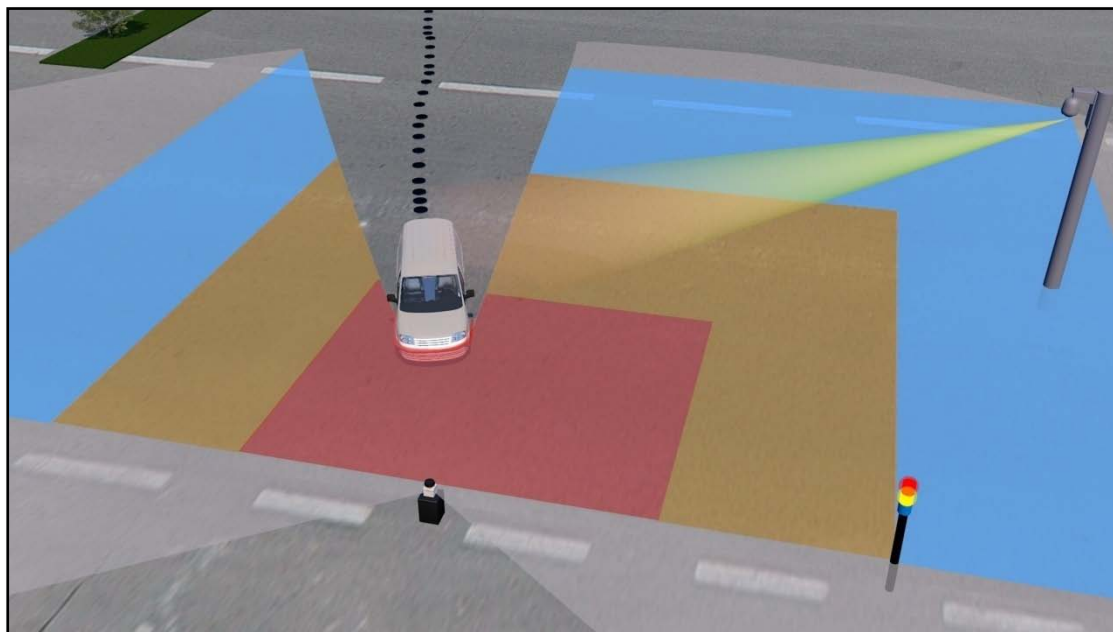
### 3.3.3 场景测量和区域监测

通过对二维扫描得到的距离数据进行分析 and 处理,应用系统能够对场景进行测量和监测,对场景中的各种目标进行探测和定位,对其外形进行测量,并通过智能算法实现场景分析,对目标进行时空域跟踪、类型识别和行为分析,最后根据应用需求输出分析结果,例如报警、分拣和引导。

C-500 内置了区域监测功能,能够实现周界防范、入侵监测、轮廓监测、遗留物检测、目标看护等功能,如“图 3.6 区域监测功能”所示。可以通过“激光雷达诊断和配置软件 (FILPS)”对区域监测功能进行配置,或通过 I/O 输入端子设定监测布防条件,监测结果通过 TCP 网络报文输出,同时也通过 C-500 的 I/O 输出端子进行实时输出。

C-500 内置了支持 ONVIF 协议的网络摄像机 (IPC) 控制模块,能够通过以太网口直接控制网络摄像机,对报警位置或被监测目标进行视频追踪。

图 3.6 区域监测功能



### 3.4 设备序列号

每台 C-500 都有唯一的、不可修改的设备序列号，印刷在 C-500 侧面的设备标签上，如所“图 3.7 设备序列号”所示。

图 3.7 设备序列号



C-500 设备序列号的构成及各字段含义为：

- 序列号：LD-C-500-F<sub>1</sub> F<sub>2</sub>N<sub>1</sub> N<sub>2</sub> N<sub>3</sub> N<sub>4</sub>X<sub>1</sub>X<sub>2</sub>；
- LD：设备类型，激光雷达；
- C-500：设备型号；
- F<sub>1</sub>F<sub>2</sub>：工厂编号；
- N<sub>1</sub>N<sub>2</sub>N<sub>3</sub>N<sub>4</sub>X<sub>1</sub>X<sub>2</sub>：流水号。

#### 要点

### 3.5 设备接口

C-500 有三个外部接口，包括“电源接口”、“以太网接口”和“I/O 接口”，全部采用 M12 圆形防水插座的形式，分别为“电源插座”、“以太网插座”和“I/O 插座”，如“图 3.8 设备插座”所示，各插座的类型如所“表 3.3 设备插座”所示，接口信号定义如“表 3.4 设备接口信号定义”所示。

图 3.8 设备插座

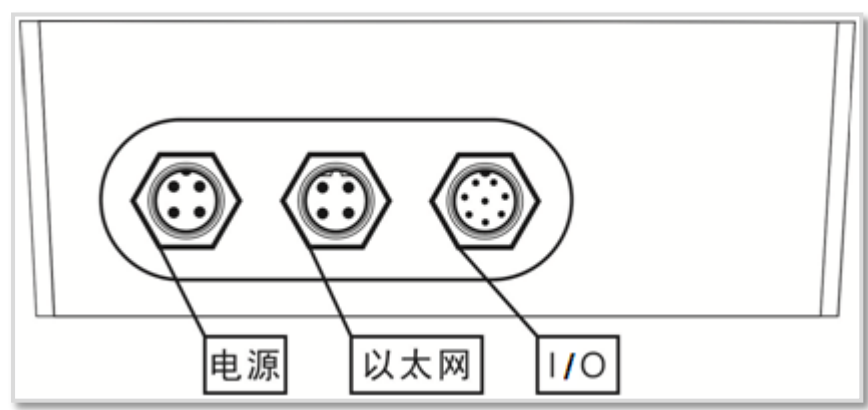


表 3.3 设备插座

插座	类型	端子数量
电源插座	M12(A 型), Male	4
以太网插座	M12(B 型), Male	4
I/O 插座	M12(A 型), Male	8

相关阅读

各插座的电气特性请阅读“10.1 数据手册”。

表 3.4 设备接口信号定义

接口	信号	说明
电源接口	Vs	测量电源
	GND S	测量电源地
	Vh	加热电源
	GND H	加热电源地
以太网接口	RX+	数据接收正端
	RX-	数据接收负端
	TX+	数据发送正端
	TX-	数据发送负端
I/O 接口	IN1	通用输入 1#正端
	IN2	通用输入 2#正端
	GND IN	通用输入公共地
	OUT1A	通用输出 1#
	OUT2A	通用输出 2#
	OUT3A	通用输出 3#
	OUT B	通用输出公共正端
	OUT R	通用输出接电阻公共端

相关阅读

各插座的信号定义请阅读“6.3 设备插座信号定义”。

3.6 设备控制和运行状态显示

3.6.1 设备控制方式

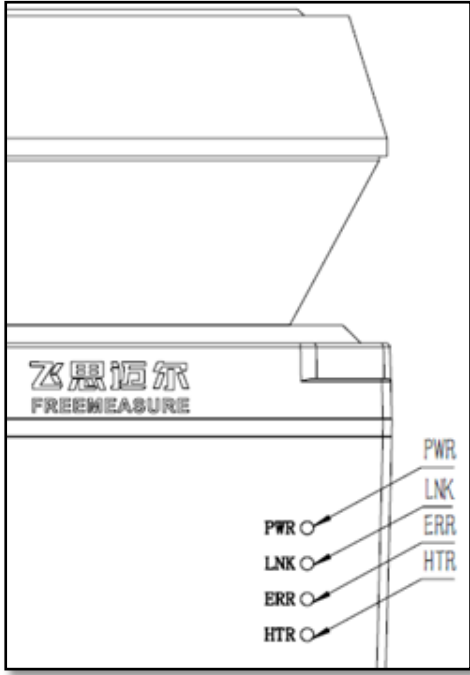
C-500 在接通电源后，根据系统当前的配置自动进入运行状态，不需要干预。如果需要  
要对 C-500 进行控制、配置，或对运行状态进行查询，有以下两种方式：

- **诊断和配置软件 ( FILPS )**: FILPS 通过以太网接口使用 TCP 报文与 C-500 交互，  
对 C-500 进行全面的配置和运行控制，详情请阅读“7 设备配置与试运行测试”；
- **I/O 输入端子**: 通过对 I/O 输入端子输入有效的控制电平，实现区域监测撤防和强  
制告警等控制功能，详情请阅读“4.5 I/O 接口使用说明与应用开发”；

3.6.2 指示灯

C-500 开始工作后，通过前面板上的指示灯显示基本的工作状态，各指示灯的含义如  
“表 3.5 指示灯说明”所示。

表 3.5 指示灯说明

	名称	说明
	PWR	电源指示灯 ✧ 常灭：无电源 / 电源无效 ✧ 常亮：电源接通
	LNK	以太网指示灯 ✧ 常灭：无网络连接 ✧ 常亮：有网络连接
	ERR	工作故障指示灯 ✧ 启动状态：亮（约 24 秒） ✧ 常灭：无故障 ✧ 常亮：内部故障 / 测量异常 ✧ 长闪烁（0.5Hz）：高温 / 低温报警 ✧ 短闪烁（1Hz）：透光罩脏污 / 遮挡 <sup>1</sup>
	HTR	正常测量指示灯 ✧ 启动状态：灭 ✧ 常灭：设备未开始测量 ✧ 常亮：设备正常测量

1：包括被浓雾遮挡和监测区域被遮挡。

## 4 产品应用

### 4.1 技术应用专题

在实际应用中，C-500 的量程和测量效果受到诸多环境因素的影响，对这些因素及影响需要特别关注，并采取恰当的措施进行应对。

#### 4.1.1 实际量程

C-500 的对特定目标的实际量程受到如下因素的影响：

- **实际漫反射率**：指目标表面受到 C-500 发射的测量激光光斑照射的部分的实际漫反射率。实际漫反射率不但与材质有关，也与表面朝向有关。实际漫反射率越高，实际量程就越远；
- **反射面积**：目标表面被激光光斑覆盖的面积。覆盖面积越大，实际测量距离越远；
- **透光罩脏污程度**：C-500 的透光罩脏污会造成透光性能下降，透光性能下降得越多，测量能力越差，透光率下降至 60% 时，测量能力可能完全失效；
- **大气条件**：C-500 的实际测量能力同时受到大气条件的影响，特别是在户外工作时。大气的光传播能力越差，C-500 的实际测量能力越低。在极端天气条件（例如浓雾）下，测量能力会完全失效。

使用 C-500 组建应用系统时，需要在综合考虑各种应用需求因素的基础上对 C-500 的工作量程进行设定，这些因素包括：

#### 要点

- 需要被发现的目标的最低实际漫反射率及最小尺寸；
- C-500 工作环境的洁净程度，以及是否可以被及时维护，例如清洁透光罩。

### 4.1.2 光斑直径和目标尺寸的关系

C-500 发射的激光光束有一定的发散角，在特定的测量距离上，C-500 的光斑直径  $r$  与测量距离  $d$  之间的关系为：

$$r = r_0 + \alpha \cdot d$$

其中：

$r_0$  为光斑出口口径，对于 C-500， $r_0 = 0.012\text{m}$ ；

$\alpha$  为光斑发散角，对于 C-500， $\alpha = 0.006$ 。

#### 解释

测量距离越远，光斑直径越大，对于特定的目标而言，光斑完全打中目标表面的可能性就越低，目标表面有效反射面积占比就越低。因此，对于具有相同的表面实际漫反射率的目标，目标尺寸越小，实际量程会越近。

### 4.1.3 雨雾烟尘穿透

开启雨雾烟尘穿透功能时，C-500 会对一定距离范围内的弱反射测量数据进行过滤，避免因雨雾烟尘触发的测量结果替代更远距离上真实目标的测量结果，如“图 3.3 反射回波过滤”所示，但是这同时也会使 C-500 对近距离（例如 2~4 米）以内的综合反射率很低（例如低于 5%）的目标或小型目标（例如飞虫、线状目标）的测量能力下降或失效。

#### 软件操作

雨雾烟尘穿透功能的开启和关闭方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 6.3 节“运行配置参数”。

#### 要点

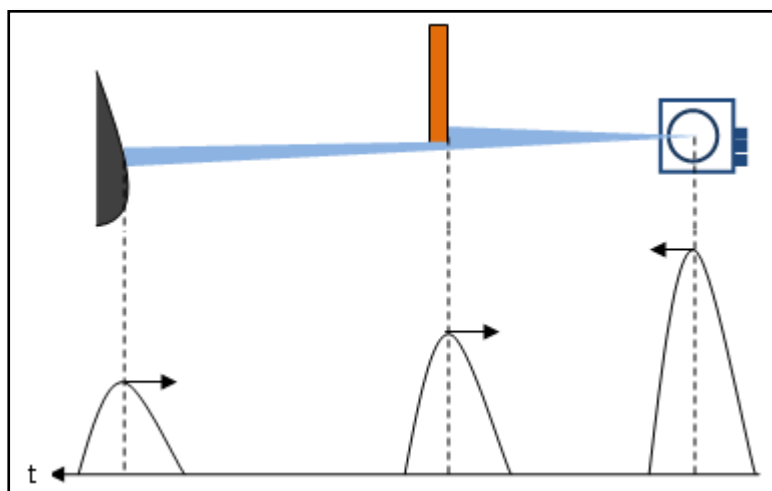
是否开启雨雾烟尘穿透功能，需根据应用需求谨慎做出选择。



#### 4.1.4 伪边缘点

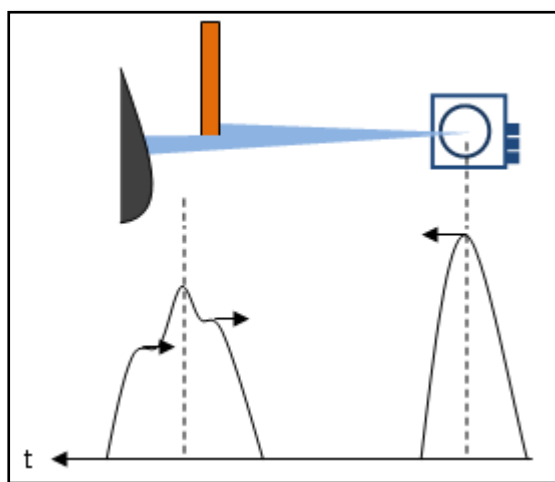
当激光光斑打中目标边缘时，C-500 也会收到两个反射回波，一个来自于目标表面，另一个来自于同角度上的背景，如“图 4.1 边缘点测量”所示。

图 4.1 边缘点测量



如果目标与背景的距离比较接近，两个反射回波会互相重叠，此时会导致测量不准确，会产生比目标边缘的实际距离更远的“伪边缘点”，如“图 4.2 伪边缘点”所示。伪边缘点的距离测量值与真实值的差异最大可能达到 15cm。

图 4.2 伪边缘点



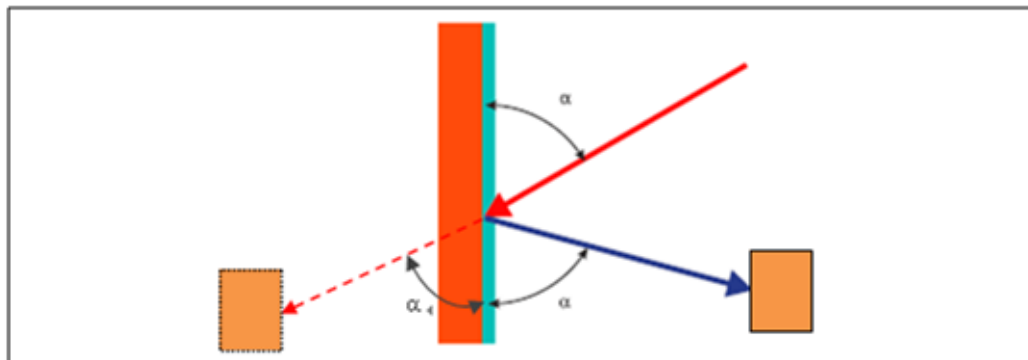
#### 要点

伪边缘点对目标的准确定位会产生一定影响，在需要进行目标精确定位的一类应用中，对目标边缘点应进行特殊处理。

#### 4.1.5 镜面目标

对镜面目标进行测量时，仅当目标表面与入射激光垂直时才能有效测量，如果激光入射角不垂直，其实际漫反射率很低，导致无法有效测量，实际测量到的结果是镜面反射光路上的镜像目标距离，如“图 4.3 镜面测量”所示。

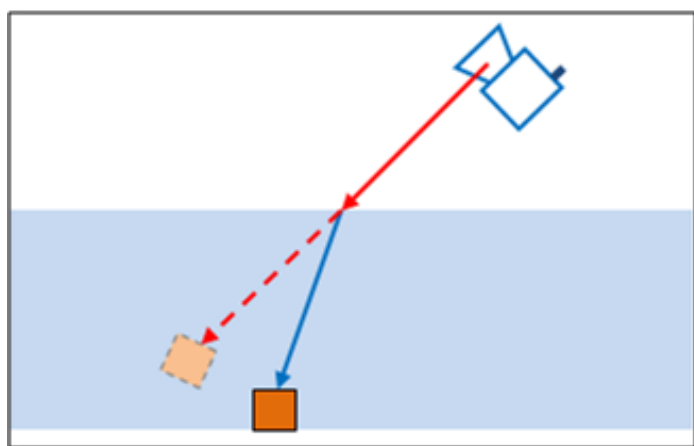
图 4.3 镜面测量



#### 4.1.6 透明介质

当周边环境存在透明介质（如洁净水体）时，位于透明介质内部或后方的目标能够被测到。由于光线在透明介质中会发生折射，被测目标实际上位于折射光路上，而测量结果则位于直线光路上，测量出的目标位置会发生偏差，如“图 4.4 透明介质测量”所示。

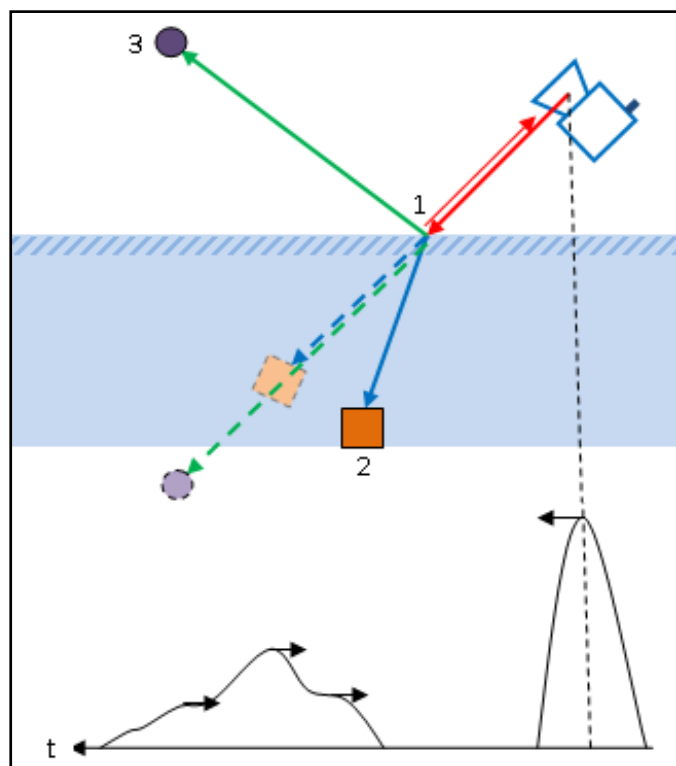
图 4.4 透明介质测量



此外，C-500 也可能会收到两个反射回波，一个来自于透明介质内部或后方的实际目标表面的反射，另一个来自于不完全洁净的透明介质表面的漫反射，此时的测量结果不确定，有可能是介质表面，也可能是实际目标。如果透明介质的表面接近镜面（例如玻璃），由于

C-500 发射的测量激光脉冲会发生反射并打中在反射光路上的其他目标，还可能产生第三个反射回波，这些回波可能会根据实际光路的长度形成复杂的相互重叠关系，产生不确定的测量结果，如“图 4.5 镜面透明介质测量”所示。

图 4.5 镜面透明介质测量



在实际使用中，对环境中的透明介质，特别是表面接近镜面的透明介质，需要做特殊处理，避免产生不稳定或错误的测量结果。具体的处理方式可以是对介质表面做漫反射半透明处理，降低透明度和反射能力，或者在处理测量数据时对这些位置做屏蔽。

### 要点

#### 4.1.7 强光干扰

如果 C-500 的透光罩持续受到与扫描面平行的强光源照射，被照射的扫描范围内的目标反射回波可能会被入射强光淹没，且入射的强光也可能触发测量，产生不稳定、不正确的测量结果，导致测量失效，还可能引发“透光罩脏污”的设备误报警。实际部署时，应避免此类情况。

### 要点

## 4.2 应用系统开发综述

C-500 是一款兼顾技术性能和产品价格的测量型单层扫描激光雷达，主要针对静态安装条件下的区域监测、安全防范、形状识别、体积测量、定位引导等应用。

在使用 C-500 开发应用系统时，应用系统与 C-500 之间主要通过以太网接口以 [UDP 广播报文](#)和 [TCP 报文](#)的方式进行交互，使用获取的信息进行后续处理，并对 C-500 进行控制，完成应用需求。能够完成的功能包括：

- 获得 C-500 的配置信息；
- 获取距离测量数据和设备运行状态；
- 对 I/O 端口进行读取和控制；
- 区域监测功能的监测信息等；
- 对设备进行实时控制；
- 根据应用需求通过应用算法对测量数据和监测信息进行处理。

C-500 所使用的网络报文如“表 4.1 应用开发网络报文”所示，这些报文在“激光雷达应用开发 SDK”中进行了详细定义。

### 相关阅读

网络报文的详细信息请阅读“激光雷达应用开发 SDK 使用手册”第 4 节“LIM 综述”。

### 要点

对于实时性要求较高的应用，可以直接使用 C-500 的 I/O 接口输入输出端子来完成报警控制、报警警示和外设控制。关于 I/O 接口的功能和应用开发，请阅读“4.5 I/O 接口使用说明与应用开发”。

表 4.1 应用开发网络报文

功能	报文类型代码	发起方	应答报文
心跳	LIM_CODE_HB	应用端	LIM_CODE_HBACK
心跳回复	LIM_CODE_HBACK	C-500	无
测量数据	LIM_CODE_LMD	C-500	无
请求测量数据	LIM_CODE_START_LMD	应用端	LIM_CODE_LMD
停止测量数据	LIM_CODE_STOP_LMD	应用端	无
查询测量数据 扫描角度表	LIM_CODE_NATBL_QUERY	应用端	LIM_CODE_NATBL
测量数据 扫描角度表	LIM_CODE_NATBL	C-500	无
查询 设备就绪信号	LIM_CODE_DEVICE_STATUS_QUERY	应用端	LIM_CODE_DEVICE_STATUS
设备就绪信号	LIM_CODE_DEVICE_STATUS	C-500	无
查询 区域监测信号	LIM_CODE_FMSIG_QUERY	应用端	LIM_CODE_FMSIG
区域监测信号	LIM_CODE_FMSIG	C-500	无
查询 I/O 状态	LIM_CODE_IOREAD	应用端	LIM_CODE_IOSTATUS
设置 I/O 输出状态	LIM_CODE_IOSET	应用端	LIM_CODE_IOSTATUS
解除 I/O 设置	LIM_CODE_IOSET_RELEASE	应用端	LIM_CODE_IOSTATUS
I/O 状态	LIM_CODE_IOSTATUS	C-500	无
设备报警查询	LIM_CODE_ALARM_QUERY	应用端	LIM_CODE_ALARM LIM_CODE_DISALARM
设备报警	LIM_CODE_ALARM	C-500	无
设备消警	LIM_CODE_DISALARM	C-500	无
设备配置信息	LIM_CODE_LDBCONFIG	C-500	无
启动设备配置 信息广播	LIM_CODE_START_LDBCONFIG	应用端	LIM_CODE_LDBCONFIG
停止设备配置 信息广播	LIM_CODE_STOP_LDBCONFIG	应用端	无
获取 设备配置信息	LIM_CODE_GET_LDBCONFIG	应用端	LIM_CODE_LDBCONFIG
查询 设备固件版本	LIM_CODE_FIRMWARE_VER_QUERY	应用端	LIM_CODE_FIRMWARE_VER
设备固件版本	LIM_CODE_FIRMWARE_VER	C-500	无

功能	报文类型代码	发起方	应答报文
系统重启	LIM_CODE_SYS_REBOOT	应用端	LIM_CODE_HBACK
系统重启回复	LIM_CODE_SYS_REBOOT_ACK	C-500	无
雨雾过滤开关状态	LIM_CODE_RAINDUST_FLT_SWICHTH	C-500	无
查询雨雾过滤开关状态	LIM_CODE_RAINDUST_FLT_SWICHTH_STS_QUERY	应用端	LIM_CODE_RAINDUST_FLT_SWICHTH
设置雨雾过滤开关状态	LIM_CODE_RAINDUST_FLT_SWICHTH_STS_SET	应用端	LIM_CODE_RAINDUST_FLT_SWICHTH
静态应用开关状态	LIM_CODE_STATIC_APP_SWICHTH	C-500	无
查询静态应用开关状态	LIM_CODE_STATIC_APP_SWICHTH_STS_QUERY	应用端	LIM_CODE_STATIC_APP_SWICHTH
设置静态应用开关状态	LIM_CODE_STATIC_APP_SWICHTH_STS_SET	应用端	LIM_CODE_STATIC_APP_SWICHTH
空域滤波开关状态	LIM_CODE_SPATIAL_FLT_SWICHTH	C-500	无
查询空域滤波开关状态	LIM_CODE_SPATIAL_FLT_SWICHTH_STS_QUERY	应用端	LIM_CODE_SPATIAL_FLT_SWICHTH
设置空域滤波开关状态	LIM_CODE_SPATIAL_FLT_SWICHTH_STS_QUERY	应用端	LIM_CODE_SPATIAL_FLT_SWICHTH
区域监测开关状态	LIM_CODE_FIELD_MNT_SWICHTH	C-500	无
查询区域监测开关状态	LIM_CODE_FIELD_MNT_SWICHTH_STS_QUERY	应用端	LIM_CODE_FIELD_MNT_SWICHTH
设置区域监测开关状态	LIM_CODE_FIELD_MNT_SWICHTH_STS_SET	应用端	LIM_CODE_FIELD_MNT_SWICHTH
测量开关状态	LIM_CODE_MEASURE_SWICHTH	C-500	无
查询测量开关状态	LIM_CODE_MEASURE_SWICHTH_STS_QUERY	应用端	LIM_CODE_MEASURE_SWICHTH
设置测量开关状态	LIM_CODE_MEASURE_SWICHTH_STS_SET	应用端	LIM_CODE_MEASURE_SWICHTH
浓雾遮挡检测开关状态	LIM_CODE_FOGCHK_SWICHTH	C-500	无
查询浓雾遮挡检测开关状态	LIM_CODE_FOGCHK_SWICHTH_STS_QUERY	应用端	LIM_CODE_FOGCHK_SWICHTH
设置浓雾遮挡检测开关状态	LIM_CODE_FOGCHK_SWICHTH_STS_SET	应用端	LIM_CODE_FOGCHK_SWICHTH

## 4.3 网络配置和设备侦测

### 4.3.1 网络出厂配置

C-500 的以太网出厂配置由产品序列号 LD-C-500-F<sub>1</sub> F<sub>2</sub>N<sub>1</sub> N<sub>2</sub> N<sub>3</sub> N<sub>4</sub>X<sub>1</sub>X<sub>2</sub>确定,规则为:

- IP: 192.168.1.2AB, 其中A = N<sub>3</sub>, B = N<sub>4</sub>;
- MAC: 00:00:YY:DD:02: AB;
- Mask: 255.255.255.0;
- Gate: 192.168.1.1;
- DNS: 192.168.1.1;
- TCP 端口: 2112;

其中 IP / MAC / Mask / Gate / DNS 可以使用 FILPS 进行修改。

### 4.3.2 设备配置信息广播

C-500 启动后,会自动向如下的多播地址和 UDP 端口号对自身的配置信息进行广播:

237.1.1.200:2111

设备配置信息广播报文的类型代码为: [LIM\\_CODE\\_LDBCONFIG](#)

应用系统可以在这个地址和端口上对设备配置信息广播报文进行侦听,获取已经上线的 C-500 的配置信息并与之建立 TCP 连接;建立 TCP 连接之后,可以向 C-500 发送“停止设备配置信息广播”报文(类型代码为 [LIM\\_CODE\\_LDBCONFIG\\_STOP](#)),此时 C-500 停止配置信息广播,也可以向 C-500 发送“启动设备配置信息广播”报文(类型代码为 [LIM\\_CODE\\_LDBCONFIG\\_START](#)),此时 C-500 再次启动配置信息广播。

#### 相关阅读

配置信息广播报文详情请阅读“激光雷达应用开发 SDK 使用手册”第 9 节“设备配置报文”。

#### 软件操作

FILPS 会对在线的 C-500 进行自动侦听,并在“在线设备”窗体中列出所有在线的飞思迈尔激光雷达设备。  
双击设备条目与 C-500 建立 TCP 连接后,可以在“设备配置”页签中对以太网配置进行修改。

## 4.4 区域监测功能使用说明与应用开发

C-500 内置了区域监测功能，可以独立完成一些常用的区域监测应用，例如 AGV 避障、入侵检测、目标看护等。正确地使用 C-500 的内置区域监测功能，可以有效降低系统复杂度，减少系统的组建成本。本节对区域监测功能的相关概念、工作原理、使用方法和应用开发做出说明。

### 4.4.1 工作原理

区域监测功能的基本方式是“**区域组+监测模式**”：在一个区域组上绑定一种监测模式，形成一个“**监测区域组**”；监测区域组被“**激活**”后开始工作，对场景测量数据进行处理，产生不同的“**监测信号**”，通过 TCP 报文和 I/O 输出端口输出；多个被激活的监测区域组可以同时工作；最终输出的监测信号还可以进行强制控制，如“图 4.6 区域监测功能工作原理”所示。

#### 软件操作

可以使用 FILPS 软件对 C-500 的区域监测功能进行配置，使用方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 8 章“区域监测配置”。

#### 要点

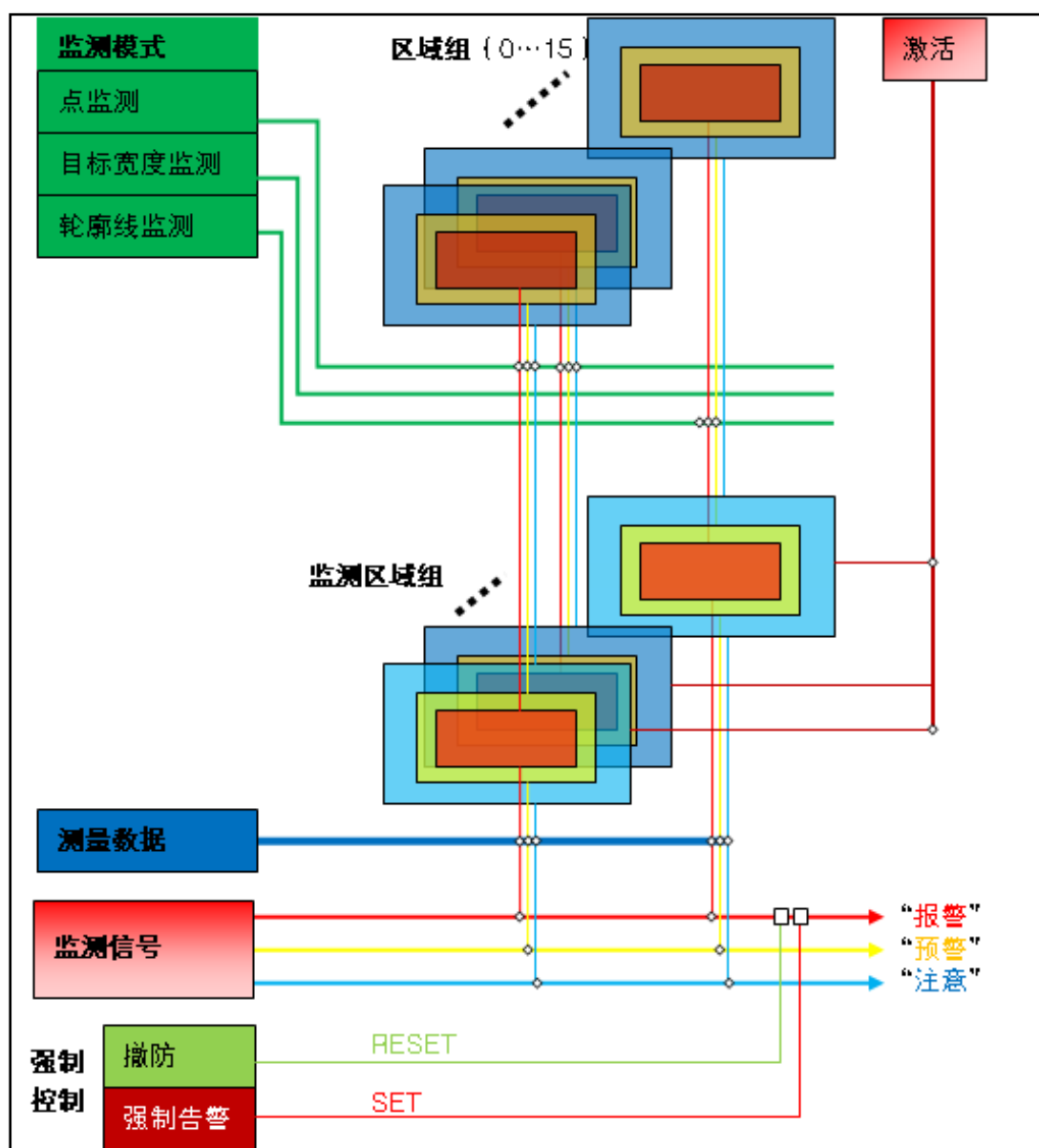
➤ 出厂设置中，区域监测功能为**停止**状态。

#### 相关阅读

区域监测功能的 TCP 报文的详细信息请阅读“激光雷达应用开发 SDK 使用手册”第 6 节“区域监测报文”。



图 4.6 区域监测功能工作原理



## 4.4.2 区域组与监测区域组

## 解释

C-500 的区域监测功能基于区域组工作，每个区域组包括三个区域，分别是“注意区”、“预警区”和“报警区”，分别产生“注意”、“预警”和“报警”监测信号，并通过 TCP 报文和 I/O 输出端子输出。一般情况下，“注意区”包含“预警区”，“预警区”包含“报警区”，如“图 4.7 区域组”所示。

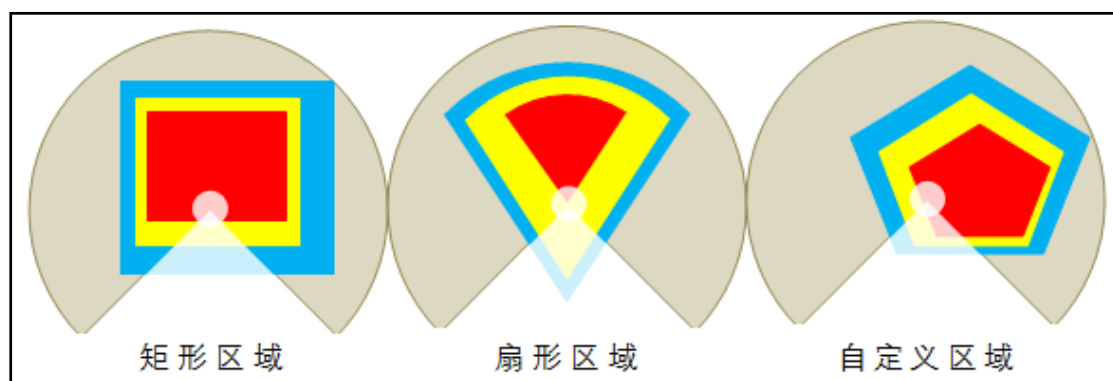
在“图 4.7 区域组”所示的区域组中，矩形区域组和扇形区域组是系统内置形状的区域组，用户可以使用 FILPS 软件对其形状参数进行调整并进行边缘精调，得到所需的区域组；自定义区域组是由用户使用 FILPS 软件的自定义区域组功能通过手工绘制的多边形区域组，绘制完毕后也可以进行边缘精调。

## 相关阅读

区域组的编辑和绘制方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 8.5 节“区域组形状编辑”。

C-500 内置了 4 组预设的不同形状、不同大小和不同位置的区域组，如“表 4.2 预设区域组”、“表 4.3 预设区域组基本参数”所示。实际使用时，可以根据需要从这 4 组区域组中挑选，使用 FILPS 的区域组形状编辑功能进行编辑修改，也可以新建所需的区域组。

图 4.7 区域组



## 解释

在每一个区域组上绑定一种监测模式后，就形成了一个监测区域组，可以被激活并投入运行，C-500 最多可以有 16 个并发工作的监测区域组。

## 软件操作

可以使用 FILPS 软件对 C-500 的监测区域组进行激活，使用方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 8.6 节“区域监测功能运行配置”。

表 4.2 预设区域组

区域组序号	形状	报警区形状参数		
		中心位置	报警区长宽 / 半径	角度范围
1	矩形	(0, 50)	100cm×100cm	
2	扇形		100cm	[0° , 180° ]
3	圆形		100cm	
4	多边形	五边形		

表 4.3 预设区域组基本参数

参数名		设置值	说明
屏蔽区半径		20cm	近距离屏蔽区最小半径，小于此距离的目标不产生监测信号。
预警区 缓冲距离	矩形（0#）	50cm(上) / 0(下) / 20cm(左) / 20cm(右)	预警区边缘距离报警区边缘的缓冲距离。
	扇形（1#）	50cm	
	圆形（3#）	50cm	
注意区 缓冲距离	矩形（0#）	100cm(上) / 0(下) / 40cm(左) / 40cm(右)	注意区边缘距离报警区边缘的缓冲距离。
	扇形（1#）	100cm	
	圆形（3#）	100cm	

要点

在一个区域组中，如果不需要某个区域起作用，可以使用 FILPS 软件将这个区域设置为“无效”状态，“无效”状态的区域不产生对应的区域监测信号，设置方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 8 章“区域监测配置”。

### 4.4.3 背景自学习和区域组背景剪裁

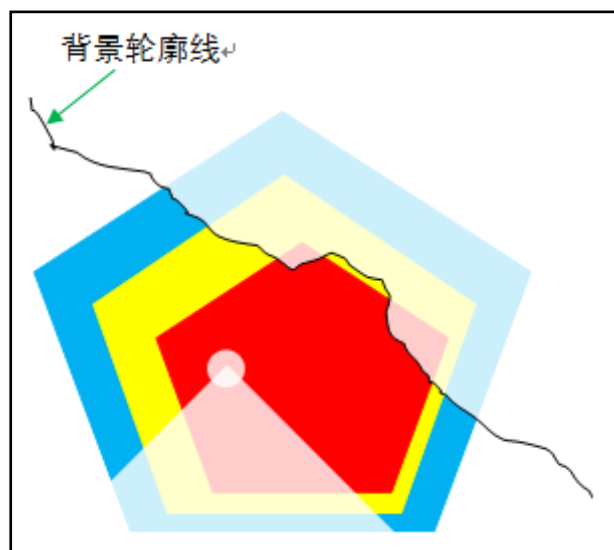
在区域监测功能的实际应用中，需要根据使用场景对特定形状的区域组进行编辑绘制，避免进入监测区的固定的背景目标触发监测信号，此项工作是区域监测功能配置工作量最大的部分，也对区域监测的使用效果有很大影响。

C-500 的区域监测功能具有“背景自学习”功能和“区域组背景剪裁”功能，使用这两项功能可以显著降低绘制区域组的工作量，提高系统的配置效率。

#### 解释

- **背景自学习**：对当前场景进行一段时间的测量，根据累积的测量数据生成稳定的、可参照的背景轮廓；已生成的背景可以删除；
- **背景剪裁**：已激活的监测区域组可以启用“背景剪裁”功能，用背景轮廓对已编辑好形状的区域组进行剪裁，生成最终使用的区域组，如“图 4.8 背景自学习和区域组背景剪裁”所示；
- “背景自学习”完成后，所有被激活的监测区域组都可以启用“背景剪裁”功能。

图 4.8 背景自学习和区域组背景剪裁



#### 相关阅读

“背景自学习”、“删除背景”及“背景剪裁”功能的使用方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 8.7 节“背景自学习”和 8.6 节“区域监测功能运行配置”。

#### 4.4.4 监测模式

C-500 内置了三种监测模式，其各自的功能、使用条件、输出的监测信号和使用的参数如“表 4.4 监测模式和参数”所示。

表 4.4 监测模式和参数

监测模式	功能说明	监测信号	参数说明		
			参数	单位	缺省值
点监测	统计进入区域的目标点个数，如果目标点个数超过设定的个数阈值，且存在时间超过设定的响应时间阈值，则输出监测信号。	注意 预警 告警	点个数	个	6
			持续时间	扫描周期	0
目标宽度监测	检测进入区域的目标，如果存在宽度超过设定的宽度阈值的目标，且存在时间超过设定的响应阈值，则输出监测信号。	注意 预警 告警	目标宽度	cm	6
			存在时间	扫描周期	0
轮廓线监测	检测监测区域组区内自学习得到的背景轮廓线的完整性和稳定性。如果背景轮廓线发生超过设定的变动距离阈值的变化，变动总长度超过设定的变动长度阈值，且持续时间超过设定的响应阈值，则输出报警信号。	报警	变动距离	cm	20
			变动长度	cm	6
			持续时间	扫描周期	0

#### 要点

C-500 的出厂设置中，各区域组的预设监测模式为“目标宽度监测”。

#### 软件操作

监测模式的选择和参数调整方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 8.6 节“区域监测功能运行配置”。

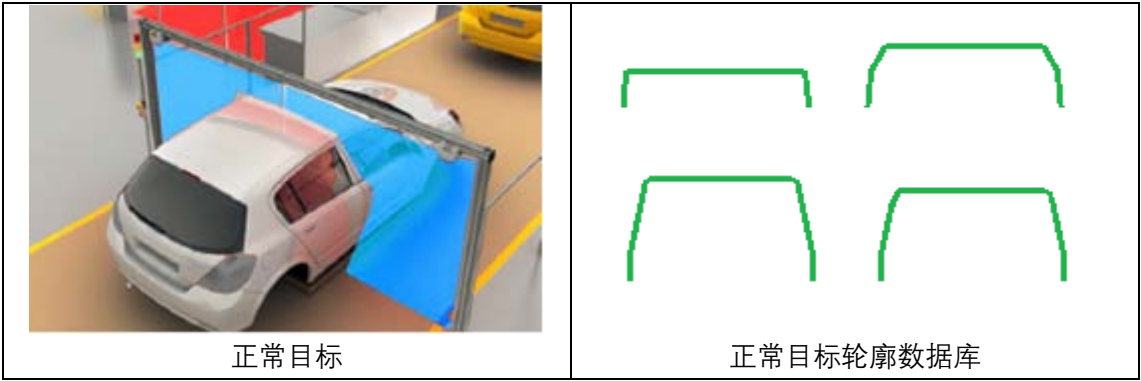
4.4.5 正常目标自学习和排除

如果某个监测区域组的监测模式为“目标宽度监测”，对于在“注意”监测区特定位置上出现的特定形状的正常目标，可以启用区域监测功能的“正常目标自学习”功能，对这些正常目标进行排除，避免产生不必要的监测和控制动作。

解释

- “正常目标自学习”：对当前场景进行一段时间的测量，对进入监测区的特定位置、特定形状的正常目标进行检测，根据累积的正常目标轮廓测量数据生成正常目标轮廓数据库，如“图 4.9 正常目标自学习”所示；
- “正常目标排除”：在“正常目标自学习”结束后，每当在监测区检测到入侵目标时，都会将入侵目标的位置和轮廓与正常目标数据库进行比对，如果发现是正常目标，则不生成监测信号；
- 所有被激活的监测区域组都可以启用“正常目标自学习”和“正常目标排除”功能。

图 4.9 正常目标自学习



#### 4.4.6 强制控制

可以通过 C-500 的 I/O 输入端子对区域监测功能进行控制，控制方式包括：

- **强制取消**：禁止某些区域监测信号的生成和输出，I/O 端子为 IN1，高电平有效，此时区域监测功能的某些监测信号被屏蔽，不对外输出；当 IN1 转为低电平后，这些监测信号的产生和输出被恢复。可用于通过外部识别设备（如 RFID 读卡器）来屏蔽安全情况下的监测信号输出；
- **强制生效**：强制产生和输出某些区域监测信号，I/O 端子为 IN2，高电平有效，此时区域监测功能的这些监测信号被强制产生并处于有效状态；当 IN2 转为低电平后，这些监测信号的产生和输出被恢复到正常状态。可用于连接紧急报警按钮，或实现监测级联。

#### 相关阅读

与强制控制相关的 I/O 端口 TCP 报文请阅读“4.5 I/O 接口使用说明与应用开发”。

#### 要点

- 出厂设置中，全部区域监测信号都受强制控制；
- 强制生效的优先级高于强制取消；
- 受“强制取消”和“强制生效”控制的区域监测信号可以使用 FILPS 软件分别设置，设置方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 10 章“高级配置”。

4.4.7 监测信号输出

被激活的监测区域组在线工作时，产生的监测信号除通过 TCP 报文输出外，还通过 I/O 接口的输出端向外输出，用于直接控制外部控制设备（如声光报警器、刹车机构等），与 TCP 报文输出方式相比，有着较强的实时性。

监测信号的 TCP 报文，以及通过 I/O 端子的输出端进行输出时的信号定义如“表 4.5 监测信号网络报文”所示。在 TCP 报文中，监测信号的状态（0/1）分别在 Data[1]的 bit0 - bit5 中给出。每当某种监测信号的状态发生变化时，包括因强制控制被启动或被解除造成监测信号的状态发生变化时，C-500 都会主动向应用系统发送监测信号 TCP 报文。

表 4.5 监测信号网络报文

监测区	监测信号	网络报文			I/O 输出端子
		报文代码	区域组编号	状态 <sup>2</sup>	
告警区	告警	LIM_CODE_FMSIG	Data[0] <sup>1</sup>	Data[1]:bit0 Data[1]:bit1 <sup>3</sup>	OUT2A
预警区	预警	LIM_CODE_FMSIG	Data[0] <sup>1</sup>	Data[1]:bit2 Data[1]:bit3 <sup>3</sup>	OUT3A
注意区	注意	LIM_CODE_FMSIG	Data[0] <sup>1</sup>	Data[1]:bit4 Data[1]:bit5 <sup>3</sup>	

- 1：区域组编号从 0 开始；
- 2：“0”表示信号无效，“1”表示信号有效；
- 3：为全部被激活的监测区域组的对应监测信号的总状态（全部状态的“或”）。

相关阅读

通过 I/O 输出端子输出监测信号的定义请阅读“4.5.1 I/O 端子功能定义”。

可以通过 TCP 报文读取 I/O 接口的 IN1 / IN2 的状态来确定监测信号状态发生变化的原因是否为强制控制，此外，应用系统在任何时候都可以向 C-500 发送 LIM\_CODE\_FMSIG\_QUERY 报文来查询监测信号的状态，C-500 以“表 4.5 监测信号网络报文”中定义的 LIM\_CODE\_FMSIG 报文进行应答。

相关阅读

读取 I/O 接口状态的 TCP 报文请阅读“4.5 I/O 接口使用说明与应用开发”。监测信号的 TCP 报文的详情请阅读“激光雷达应用开发 SDK 使用手册”第 6 节“区域监测报文”。



4.4.8 室外应用的气象条件

C-500 的区域监测功能能够在室外环境下有效工作。当室外气象条件较为恶劣时，区域监测功能的输出特性会受到一定程度影响，此类气象条件主要包括降雨和雾/霾，量化条件如“表 4.6 降雨雨量定义”和“表 4.7 雾/霾能见度定义”所示，实际使用时应根据应用对气象条件的要求对 C-500 的区域监测功能做出合理配置。

表 4.6 降雨雨量定义

降雨程度	小时雨量典型参考值
小雨	0.4mm/h
中雨	2.0mm/h
大雨	4.0mm/h
暴雨	10.0mm/h
大暴雨	50.0mm/h

C-500 区域监测功能能够稳定工作的小时降雨量参考上限是 20mm/h，降雨量超过此值，在特定的区域监测配置下误报概率会明显上升。

要点

- 强降雨条件下，空气中密集的近距离雨点会对 C-500 的测量激光脉冲构成有效反射，产生有效测量数据，此类测量数据一般分布在 4 米的范围以内；
- 在特定的区域监测配置条件下，雨点测量数据会触发区域监测信号，引发误报；
- 消除此类误报的方法是调整区域监测配置的“点个数”、“目标宽度”、“存在时间”、“持续时间”等参数，但是会影响 C-500 区域监测功能对小目标的发现能力，并延迟监测信号的输出。

表 4.7 雾/霾能见度定义

雾/霾程度	能见度 <sup>1</sup> 典型参考值
轻微霾	10Km
轻度霾	5Km
中度霾/薄雾	3Km
重度霾	1Km
浓雾	100m

1：能见度是指视力正常的人，在当时的天气条件下，能够从天空背景中看到和辨认的目标物的最大水平距离。

雾/霾条件下 C-500 区域监测功能能够稳定工作的能见度参考下限是 2Km，能见度低于此值，会存在漏报可能，在浓雾和重度霾条件和特定的区域监测配置下还会发生误报。

要点

- 雾/霾条件下，空气中的颗粒物会对 C-500 的测量激光脉冲和目标反射光构成散射，降低光能量，降低 C-500 对远距离目标的测量能力，在特定区域监测配置下会引发漏报；
- 在重度霾或浓雾条件下，空气中的颗粒物会对 C-500 的测量激光脉冲有效反射并形成有效测量数据，此类测量数据一般分布在 2~4 米的范围以内，形状为不稳定的圆形或椭圆形；
- 在特定的区域监测配置条件下，重度霾或浓雾测量数据会触发区域监测信号，引发误报；
- 如果 C-500 开启了“浓雾检测”功能开关，重度霾或浓雾还会触发“被浓雾遮挡”设备自检信号，详情请参阅“4.6.1 设备自检项目”和“4.9 设备控制和功能开关”。

## 4.5 I/O 接口使用说明与应用开发

### 4.5.1 I/O 端子功能定义

I/O 输入端子的预置功能定义为区域监测功能的撤防和强制报警控制，如“表 4.8 输入端子预置功能定义”所示；I/O 输出端子的预置功能定义为“设备就绪”和区域监测功能的监测信号输出，如“表 4.9 输出端子预置功能定义”所示。

表 4.8 输入端子预置功能定义

功能	IN1	IN2	信号要求
强制取消	高电平		立即生效
强制生效		高电平	立即生效

表 4.9 输出端子预置功能定义

	OUT1A	OUT2A	OUT3A
信号	设备就绪	告警	预警
有效输出状态 (缺省设置)	通	通	通
有效输出状态保持时间 <sup>2</sup> (缺省设置)	无	2 秒	2 秒

1. 设备就绪信号的有效输出状态固定为通，不可更改；
2. 含义为：当信号转为有效时，OUT 端口的输出状态的最小持续时间，在此期间，即使信号转为无效，OUT 端口的输出状态也保持不变。

### 要点

- 设备就绪后，可以通过 TCP 报文对 I/O 端子的状态进行读取，或对 OUT 端口的输出状态进行控制；
- OUT 端口的区域监测信号有效输出状态和保持时间可以使用 FILPS 软件分别设置，设置方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 10 章“高级配置”；
- 如果不需要通过 OUT 端口输出设备就绪信号或区域监测信号，可以使用 FILPS 软件取消信号与对应 OUT 端口的关联，此时 OUT 端口的输出状态就不再受信号状态的影响，设置方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 10 章“高级配置”。

4.5.2 I/O 接口网络报文

可以通过 TCP 报文对 I/O 端子进行读取和设置，报文类型代码分别为：

- 读取 I/O 端子状态：LIM\_CODE\_IOREAD
- 设置 I/O 端子状态：LIM\_CODE\_IOSET（仅限输出端子）

C-500 收到上述报文后，会完成 I/O 端子的读取或设置，并回复应答报文，报文类型代码为 LIM\_CODE\_IOSTATUS。

I/O 接口所使用的 TCP 报文如“表 4.10 I/O 接口网络报文”所示。

表 4.10 I/O 接口网络报文

功能	网络报文			发起方	应答报文
	类型代码	Data[0]	Data[1]		
读取	LIM_CODE_IOREAD	0	0	应用端	LIM_CODE_IOSTATUS
设置	LIM_CODE_IOSET	0/1 <sup>1</sup>	0: OUT1A <sup>1</sup> 1: OUT2A <sup>1</sup> 2: OUT3A <sup>1</sup>	应用端	LIM_CODE_IOSTATUS
解除设置	LIM_CODE_IOSET_RELEASE	0	0	应用端	LIM_CODE_IOSTATUS
I/O 状态	LIM_CODE_IOSTATUS	bit0: OUT1A <sup>1</sup> bit1: OUT2A <sup>1</sup> bit2: OUT3A <sup>1</sup> bit3: IN1 <sup>2</sup> bit4: IN2 <sup>2</sup>	0	C-500	无

1：“0”表示“断”，“1”表示“通”；  
2：“0”表示低电平，“1”表示高电平。

要点

区域监测功能被启用的情况下，使用 LIM\_CODE\_IOSET 报文对输出端子的输出状态进行设置时，其操作优先级高于区域监测信号，在随后的时间里，区域监测信号输出被屏蔽。如果要恢复区域监测信号的输出，需要向 C-500 发送“解除设置 I/O 端子状态”报文，报文代码为 LIM\_CODE\_IOSET\_RELEASE，C-500 的回复报文代码为 LIM\_CODE\_IOSTATUS。

当 C-500 收到 LIM\_CODE\_IOSET\_RELEASE 报文并恢复区域监测功能的监测信号输出时，如果 I/O 输出端子的状态发生变化，C-500 也会向应用系统发送 LIM\_CODE\_FMSIG 报文。

相关阅读

I/O 接口 TCP 报文的详情请阅读“激光雷达应用开发 SDK 使用手册”第 7 节“I/O 报文”。

## 4.6 设备自检和设备就绪信号

### 4.6.1 设备自检项目

作为一种面向安全应用的传感器，C-500 能够对自身的工作状态进行自检，发现可能影响正常测量功能和区域监测功能的内部和外部因素，并通过设备告警信号对外输出，设备告警信号的 TCP 报文代码为 `LIM_CODE_ALARM`，报文中的 Data[0] 为告警代码。告警项目恢复正常时，C-500 会向应用端发送对应的设备告警解除信号，TCP 报文代码为 `LIM_CODE_DISALARM`。

设备自检项目包括：

- **内部错误**：因机械或电路失效导致的设备故障；
- **测量失效**：无法产生正确的测量数据，可能由于光电器件失效，也可能由于周边环境过于空旷；
- **测量停止**：应用系统由于节电、使用寿命等方面的原因向 C-500 发送停止测量命令，使 C-500 进入节电模式，激光发射和距离测量被暂停；
- **遮挡/脏污**：C-500 被近距离遮挡，或透光罩清洁度过低，导致 C-500 无法完成正常的测量，或有效量程无法保证；
- **高温和低温**：C-500 内部温度过高或过低，导致 C-500 无法完成正常的测量，或有效量程无法保证；
- **被浓雾遮挡**：C-500 被激光无法穿透的浓雾遮挡，浓雾形成的反射回波能量较强，产生错误的测量数据，一般为半径 2~4 米的不稳定、不规则圆或椭圆圆弧；
- **监测区域被遮挡**：C-500 的某些被激活的监测区域组中的区域被遮挡，导致区域监测功能无法正常执行，存在漏报危险。

表 4.11 设备自检项目

自检项目	告警代码	使用说明
内部错误	LIM_DATA_ALARMCODE_INTERNAL	
测量失效	LIM_DATA_ALARMCODE_Occluded	周边环境较空旷时可能会误报警。
测量停止	LIM_DATA_ALARMCODE_High_Temperature	
遮挡/脏污	LIM_DATA_ALARMCODE_Low_Temperature	
温度过高	LIM_DATA_ALARMCODE_Measurement_Failure	内部温度高于 65°C 时触发
温度过低	LIM_DATA_ALARMCODE_Measurement_Stopped	内部温度低于 10°C 时触发
被浓雾遮挡	LIM_DATA_ALARMCODE_Fog_Occluding	在室内狭小空间内使用可能会产生误报警，应在室外环境下启用。
监测区域被遮挡	LIM_DATA_ALARMCODE_MNT_Field_Occluded	

\*：浓雾遮挡检测的启用和停用方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 10 章“高级配置”。

#### 4.6.2 设备就绪信号

设备就绪信号与设备自检项目相关联，反映 C-500 的基本工作状态，为应用系统监测 C-500 的运行情况提供一种便捷的途径。当设备自检项目的状态发生变化时，C-500 会根据设备配置更新设备就绪信号的状态，当设备就绪信号状态发生改变时，会通过 TCP 报文和 I/O 输出端口向应用系统输出。设备就绪信号的 TCP 报文代码为 [LIM\\_CODE\\_DEVICE\\_STATUS](#)，报文中的 Data[0]:bit0 为设备就绪状态，Data[0]:bit1~bit8 为按位定义的设备自检项目的当前状态。

设备就绪信号的生成逻辑为：与设备就绪信号关联的全部设备自检项目的状态为**无效**时，设备就绪信号的状态为**有效**；当与设备就绪信号关联的某种或某些设备自检项目的状态为**有效**时，设备就绪信号的状态为**无效**。

与设备就绪信号关联的设备自检项目可以通过 FILPS 软件进行配置；设备就绪信号对应的 I/O 输出端口为 [OUT1](#)，当设备就绪信号有效时，OUT1 对应的输出状态为**通(高电平)**；是否通过 OUT1 输出设备就绪信号也可以通过 FILPS 软件进行配置。在实际使用中，应根据应用需求选择正确的关联内容和 I/O 配置。

#### 要点

与设备就绪信号相关的设置方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 10 章“高级配置”。

## 4.7 本质安全配置

### 4.7.1 区域监测信号关联

将 C-500 的区域监测功能用于对安全性有着较高要求的安全防护和安全防范应用中的时候，需要充分考虑各种异常因素带来的安全风险，确保在发生这些异常情况时，系统能自动进入安全保护模式，避免安全事故的发生。C-500 的区域监测功能和设备就绪信号在确保系统的本质安全方面做了相应的设计，包括以下两方面的内容：

- **区域监测信号的 I/O 输出端口有效状态可设置**：既可以将区域监测信号的 I/O 输出有效状态设置为“通”，也可以设置为“断”；
- **区域监测信号与设备就绪信号相关联**：各区域监测信号都可以与设备就绪信号相关联，设备就绪信号转为“无效”时，相关联的区域监测信号自动转为“有效”状态。

以下是与本质安全相关的一些重要使用建议：

- 应用系统应根据实际使用环境的要求正确配置设备就绪信号与设备自检项目之间的关联方式，确保设备就绪信号能够及时、全面地反映 C-500 的工作状态；
- 对 C-500 通过 TCP 报文和 I/O 输出端口输出的设备就绪信号，应用系统应设计必要的处理机制，例如通过指示灯或蜂鸣器进行报警，确保一旦 C-500 的工作状态发生异常时，能够被及时发现并做出必要的反应；
- 区域监测信号的 I/O 输出端口有效状态一般应设置为“断”，确保在发生了接触不良或线缆折断等异常情况时，系统实际收到的区域监测信号电气状态与有效状态一致；
- 区域监测信号与设备就绪信号应根据需要做必要的关联配置，确保一旦设备就绪信号转为**无效**，相关的区域监测信号能自动转为**有效**，使系统自动进入**安全保护模式**，等待维护和检修。

#### 重要提示

区域监测信号的本质安全配置方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 6 章“设备配置”和第 10 章“高级配置”。

## 4.7.2 I/O 输出端口设置超时自动释放

以系统集成方式将 C-500 用于对安全性有着较高要求的安全防护和安全防范应用中的时候，如果应用系统通过 LIM 报文方式控制 C-500 的 I/O 输出端口并将其作为有着本质安全要求的报警控制信号，同样需要充分考虑各种异常因素带来的安全风险，确保在发生这些异常情况时，系统能自动进入安全保护模式，避免安全事故的发生。

这类异常因素中最典型的情况是当系统处于安全状态时网络线缆中断，导致 C-500 的 I/O 输出端口随后始终处于安全输出状态，丧失报警输出能力。为应对此类安全风险，C-500 的 I/O 输出端口设计了[设置超时自动释放](#)功能，确保在应用系统失去对 C-500 的控制时，C-500 的 I/O 输出端口能够自动进入安全保护模式。

I/O 输出端口设置超时自动释放功能的使用方法说明如下：

- 作为报警控制信号的 I/O 输出端口的信号状态应采用本质安全设计，即“通/高电平”表示安全状态，“断/低电平”表示报警状态；
- 启用 C-500 的“[I/O 输出端口设置超时自动释放功能](#)”，并设定自动释放时限，一般为 2~5 秒；
- 应用系统在安全状态下，应周期性地使用 LIM 报文将输出端口的状态设置为“通/高电平”，并且设置周期不超过自动释放时限；
- 如果设置超时，C-500 自动将输出端口的状态设置为“断/低电平”，系统进入安全保护模式；
- 应用系统在报警状态下使用 LIM 报文将输出端口的状态设置为“断/低电平”时，I/O 输出端口设置超时自动释放功能不起作用。

### 重要提示

I/O 输出端口设置超时自动释放功能的配置方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册第 10 章“高级配置”。



## 4.8 节电模式

针对车载应用等以电池作为供电电源、存在节电要求的应用系统，C-500 具备节电控制功能，可以进入节电模式。在节电模式下，C-500 的激光发射和接收将停止工作，整机功耗（不含加热功耗）将下降 35%左右，同时能够快速恢复到正常工作模式，避免对应用造成延迟影响。进入节电模式的方法是：

- TCP 报文：向 C-500 发送测量控制开关设置报文（报文代码为 LIM\_CODE\_MEASURE\_SWICTH\_STS\_SET），并将 Data[0]置为 0。

恢复正常测量的方法是：

- TCP 报文：向 C-500 发送测量控制开关设置报文（报文代码为 LIM\_CODE\_MEASURE\_SWICTH\_STS\_SET），并将 Data[0]置为 1。

### 要点

- 进入节电模式后，C-500 将会产生“测量停止”设备告警，其前面板 ERR 指示灯将会进入常亮模式；如果设备就绪信号与“测量停止”自检相关联，则设备就绪信号也会转为无效状态；
- 从节电模式退出并恢复正常测量的延迟时间为 0~40ms。

## 4.9 设备控制和功能开关

C-500 内置了一批设备控制和数据处理功能，数据处理功能可以针对应用需求选择性打开或关闭，既可以通过 FILPS 软件的运行控制功能使控制选项实时生效，也可以通过 FILPS 软件的设备配置功能使控制选项持续生效，还可以通过向 C-500 发送 TCP 报文进行实时控制。

这些设备控制功能包括：

- **设备重启**：重启 C-500，对应的 TCP 报文代码为 `LIM_CODE_SYS_REBOOT`；
- **停/启测量**：停止或启动测量，使 C-500 进入或退出节电模式，详情请参阅“4.8 节电模式”，对应的 TCP 报文代码为 `LIM_CODE_MEASURE_SWICHTH_STS_SET`；

数据处理功能包括：

- **雨雾烟尘穿透**：是否开启雨雾烟尘穿透功能，对雨雾烟尘产生的近距离测量数据进行过滤，尽可能发现远距离的目标。此功能项的详情请参阅“4.1.3 雨雾烟尘穿透”，对应的 TCP 报文代码为 `LIM_CODE_RAINDUST_FLT_SWICHTH_SET`；
- **静态应用**：C-500 的测量数据输出有两种模式，分别是**静态应用模式**和**移动应用模式**。在静态应用模式下，原始测量数据在输出之前会使用一个**时域滤波器**进行滤波，此时场景中保持静止的目标的测量数据有着较小的统计误差，同时能够确保运动目标的测量数据的实时性；在移动应用模式下，原始测量数据会直接输出，以确保整个场景的测量数据的实时性；对应的 TCP 报文代码为 `LIM_CODE_STATIC_APP_SWICHTH_SET`；
- **空域滤波**：C-500 内置了空域滤波功能，用于将测量数据中的不可靠测量结果进行过滤，例如“伪边缘点”（请参阅“4.1.4 伪边缘点”），降低测量数据中的噪声，对应的 TCP 报文代码为 `LIM_CODE_SPATIAL_FLT_SWICHTH_SET`；
- **区域监测功能**：是否启用区域监测功能，对应的 TCP 报文代码为 `LIM_CODE_FIELD_MNT_SWICHTH_SET`；
- **浓雾检测功能**：是否对场景中存在浓雾遮挡的可能进行检测，并生成“被浓雾遮挡”设备报警，对应的 TCP 报文代码为 `LIM_CODE_FOGCHK_SWICHTH_SET`。

## 要点

- 出厂设置中，C-500 的应用模式为“静态应用模式”。
- 使用 FILPS 的实时控制功能或通过 TCP 报文对功能开关进行启停控制时，仅对 C-500 的本次运行周期有效，C-500 重启后，各功能开关的初始状态由设备配置决定；
- 如果希望对 C-500 的功能开关的控制持续生效，应使用 FILPS 软件的“设备配置”和“高级配置”功能对功能开关的配置进行相应修改，并上传至 C-500。

## 相关阅读

- 使用 FILPS 软件对 C-500 进行设备控制和配置的方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件 (FILPS) 使用手册”第 6 章“设备配置”、第 9 章“运行状态监控”和第 10 章“高级配置”；
- 对 C-500 进行设备控制和功能开关控制的 TCP 报文请参阅“激光雷达应用开发 SDK 使用手册”第 10 节“设备控制和功能开关报文”。

## 5 设备安装

### 注意

C-500 的设备外壳接缝处有封印标签，如果此标签被损坏，或外壳被拆开，飞思迈尔不再承担对产品的保修责任。C-500 的外壳只能由飞思迈尔认可的人员进行拆解。

### 5.1 安装准备

#### 5.1.1 安装基本要求

C-500 的整机重量为 1.5Kg。安装 C-500 时，基本的要求是：

- 安装紧固；
- 远离振动源或采取减震措施；
- 避免遭到撞击。

对于在室外工作的 C-500，应加装必要的防护设施，尽可能避免透光罩被污染、损伤或被阳光直射。可以安装 C-500 的标准防护罩 PT21@C-500，也可以自行设计防护罩。

#### 5.1.2 安装材料

- 飞思迈尔提供的侧装支架 HD21@C-500 或坐装支架 HD31@C-500 一套，以及必要的安装器材；
- 或者/和飞思迈尔提供的防护罩 PT21@C-500 一套，以及必要的安装器材；
- 或者用户自行设计的具备安装角度旋转调节能力的安装支架，以及 4 个长度合适的 M4 螺丝。

## 5.1.3 安装位置选择

### 注意

- 应避免 C-500 被阳光直射,这可能会导致 C-500 内部温度过高并失效;
  - 应避免 C-500 被直接碰撞,这可能导致透光罩被直接磨损或破裂;
  - 应避免 C-500 被直接暴露在泥水、油脂、粉尘等脏污源之下,这会导致透光罩被不透明物质覆盖,引起测量失效。
- 如果存在上述可能性,应为 C-500 安装适当的防护罩。

## 5.1.4 特别提醒

### 注意

- 安装 C-500 时,需特别注意:
- 要确保在 C-500 的 270° 扫描范围内整个透光罩的视野不被安装部件所遮挡;
  - 如果受到安装条件的限制,无法确保 C-500 的 270° 扫描范围不被安装部件或安装面遮挡,需要调整 C-500 的有效扫描角,具体方式请阅读“5.6 调整扫描范围”;
  - 要能较方便地看到 C-500 的 4 个指示灯;
  - 在 C-500 的后方应留有足够的空间,便于在防水插座上完成电缆连接;
  - 避免 C-500 受到过度的振动;
  - 如果在有明显振动的环境中安装 C-500,应对安装螺丝采取防松动措施;
  - 定期检查安装螺丝的紧固情况;
  - 定期检查透光罩的脏污情况。

## 5.2 安装高度与俯仰角度

### 5.2.1 安装高度与有效工作距离的关系

C-500 发射的测距激光光斑为圆形，在竖直方向上的发散角与水平发散角相同，都是 6mrad，随着探测距离的增加，光斑逐步增大，其下沿逐步向下延伸，如果打中地面或安装表面，就无法测到更远的目标了。因此，C-500 的有效工作距离与安装高度之间存在一定的关系，如“图 5.1 有效工作距离与安装高度的关系”所示。

以水平地面安装方式为例，C-500 的底面安装高度  $h$  与有效工作距离  $d'_{\max}$  的关系为：

$$d'_{\max} = 2(h + h_0 - r_0) / \alpha$$

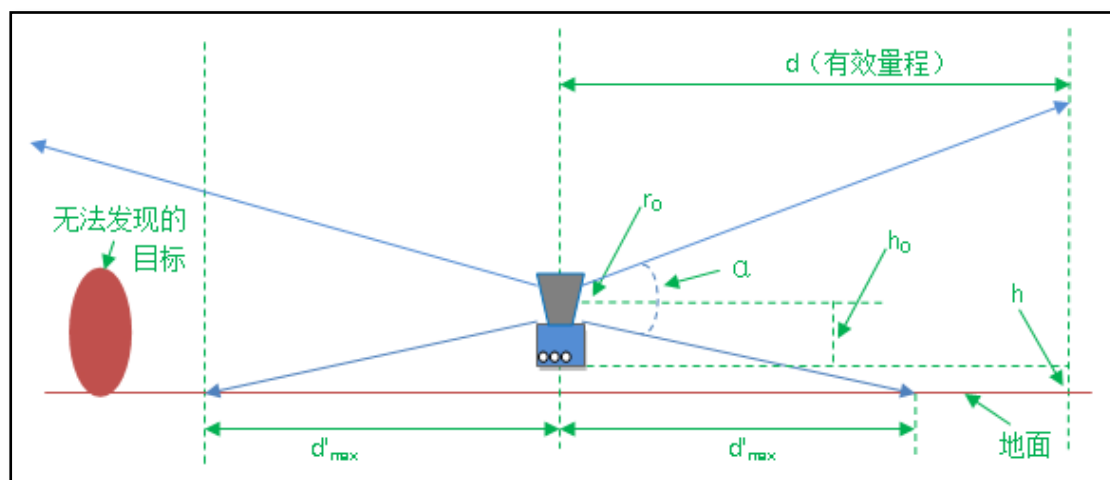
其中：

$h_0$  为 C-500 的出光光轴相对于底面的高度， $h_0 = 0.128\text{m}$ ；

$r_0$  为光斑出口直径， $r_0 = 0.012\text{m}$ ；

$\alpha$  为光斑发散角， $\alpha = 0.006$ 。

图 5.1 有效工作距离与安装高度的关系



#### 重要提示

要根据工作现场的地面或基准工作面与安装位置之间的相对高度，以及工作量程的要求，来确定 C-500 的实际安装高度。

### 5.2.2 多台雷达同时工作时的高度和角度调整

如果在使用环境中存在多台同时工作的飞思迈尔激光雷达，应避免一台激光雷达发射的激光直接入射另一台激光雷达的透光罩，否则，可能导致两台激光雷达的测量受到相互干扰，

在各自特定的扫描角度上产生误测量数据。如果存在这种的可能性，应调整激光雷达的激光扫描面高度或俯仰角度，来避免相互干扰的发生，如“图 5.2 扫描面高度调整”和“图 5.3 扫描面俯仰角度调整”所示。

图 5.2 扫描面高度调整

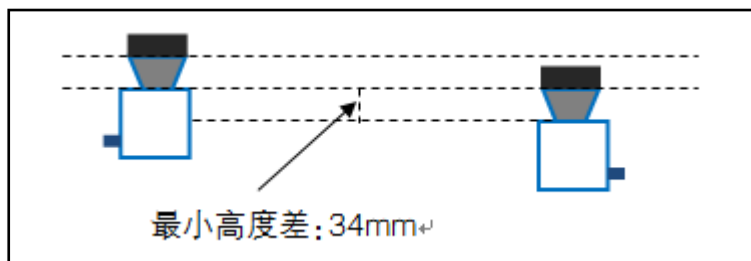
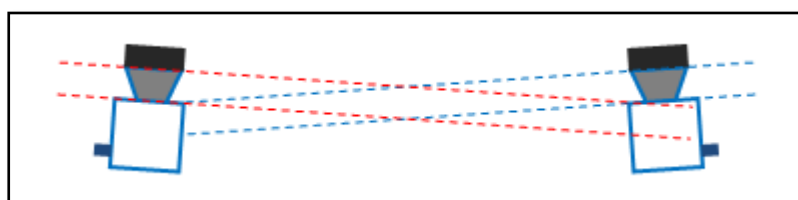


图 5.3 扫描面俯仰角度调整



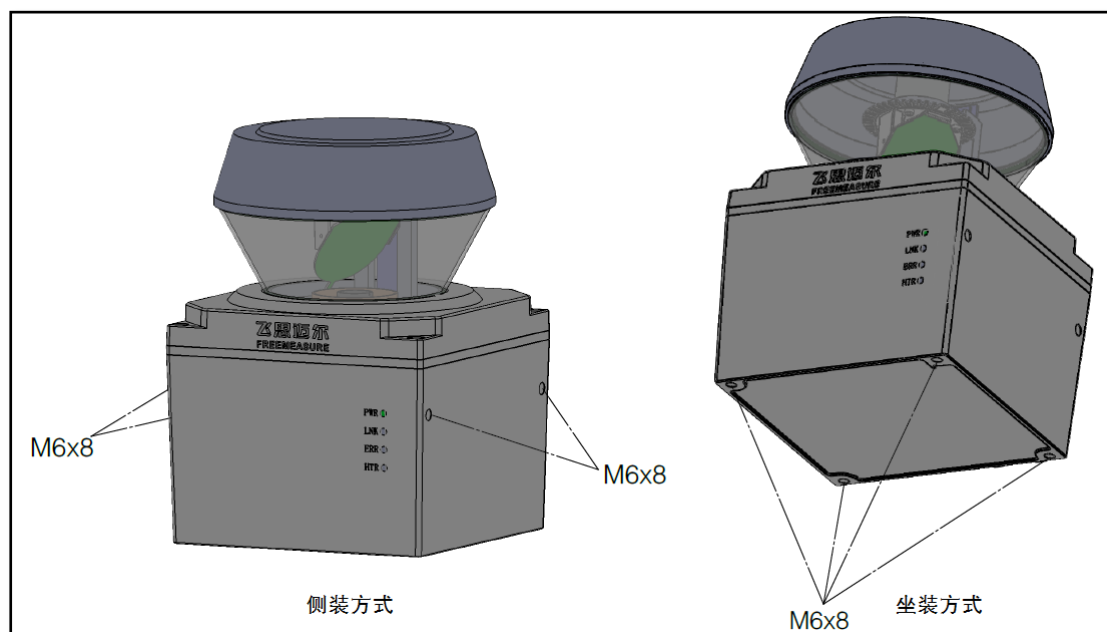
## 重要提示

如果上述安装调整无法实现，可以尝试对产生误测量的激光雷达断电并重新加电，直到误测量数据消失。误测量一旦消失，短时间内不会再重新出现。

### 5.3 直接安装

C-500 支持侧装和坐装两种直接安装方式。对于侧装方式，可以使用两个侧面上的 4 个安装螺孔；对于坐装方式，可以使用底面的 4 个安装螺孔，如“图 5.4 直接安装示意图”所示。

图 5.4 直接安装示意图



#### 相关阅读

采用直接安装方式时，安装面上的螺丝通孔设计请阅读“10.3 设备外形图纸”。



## 5.4 使用安装支架

图 5.5 使用 HD21@C-500 安装示意图

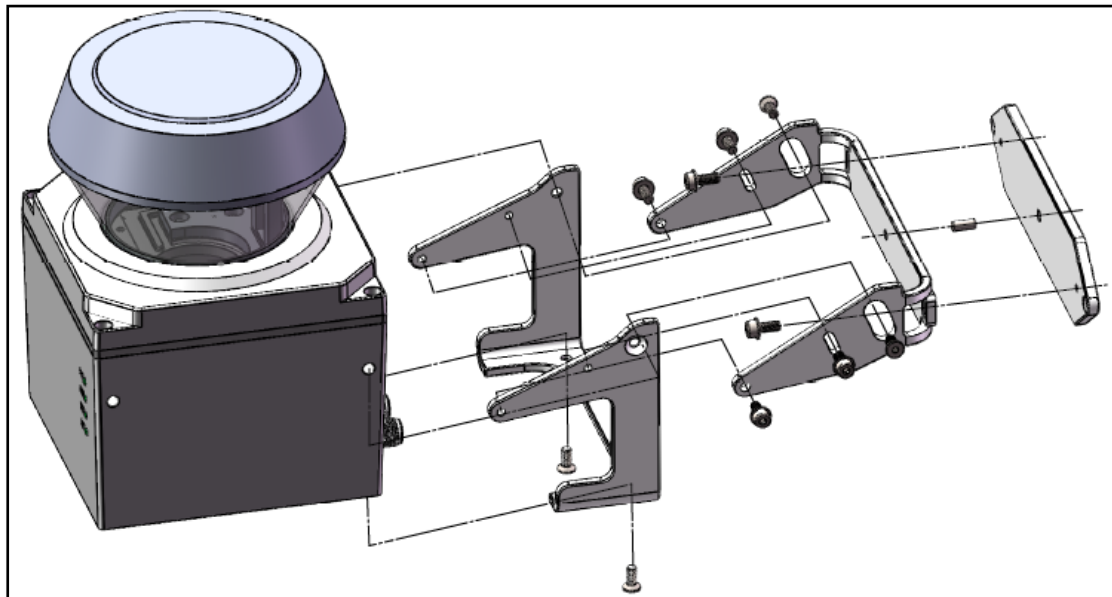
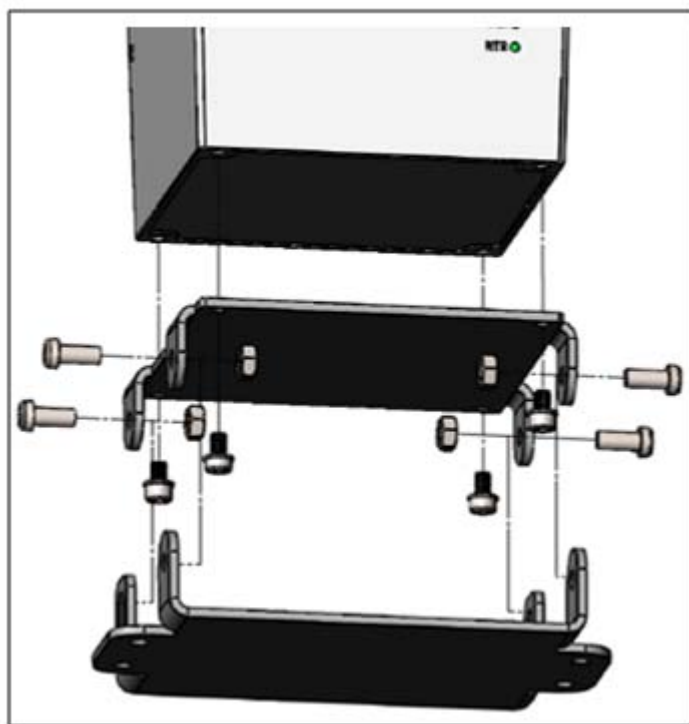


图 5.6 使用 HD31@C-500 安装示意图

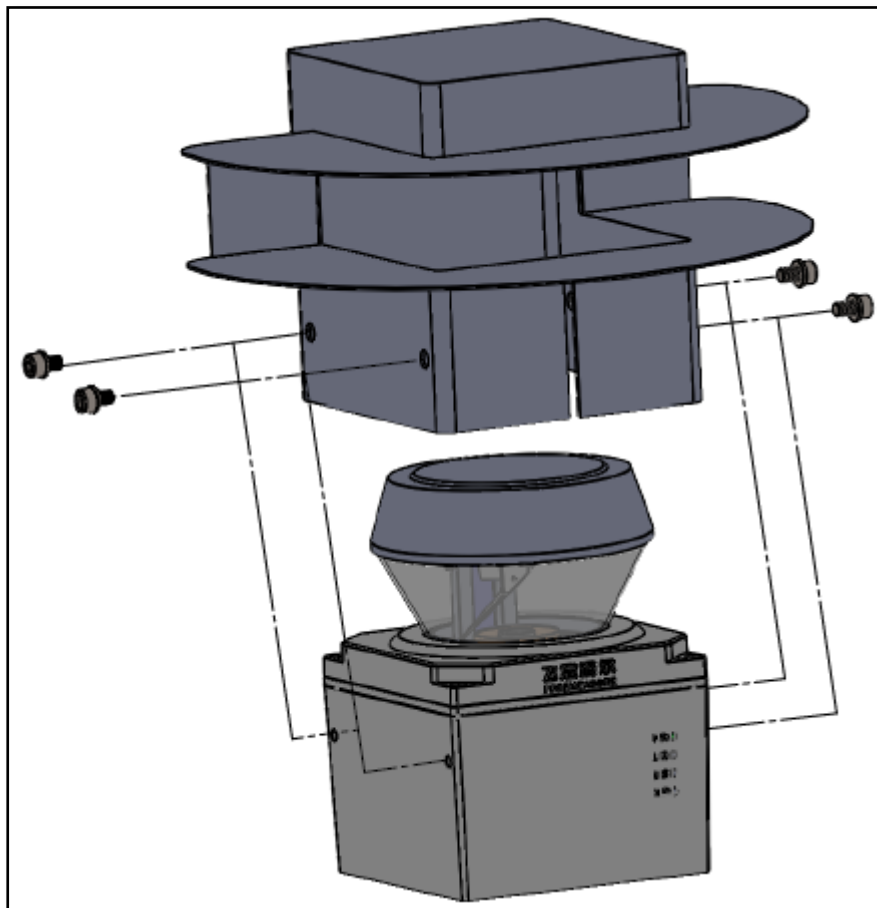


### 相关阅读

请阅读“10.4 配件外形图纸”来设计 HD21@C-500 和 HD31@C-500 在安装面上的安装方式。

## 5.5 使用防护罩

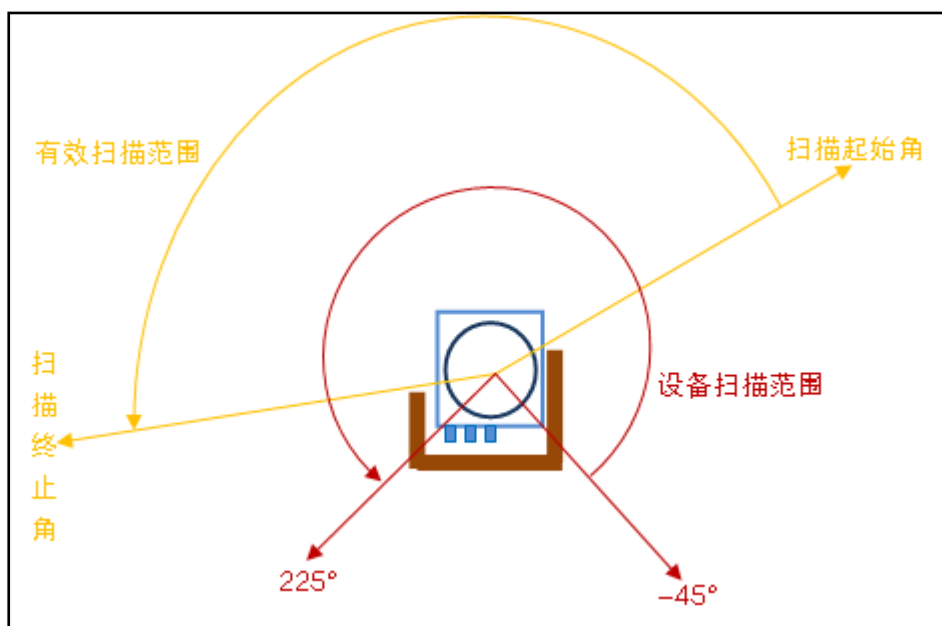
图 5.7 使用 PT21@C-500 安装示意图



## 5.6 调整扫描范围

出厂设置中，C-500 的原始工作扫描范围即为  $270^\circ$  的设备扫描范围，扫描起始角为  $-45^\circ$ ，扫描终止角为  $225^\circ$ ，如“图 10.1 测量坐标系/扫描范围/量程”所示。安装使用 C-500 时，在原始的工作扫描范围内的激光扫描面高度上，如果距离透光罩不超过 5cm 的位置上有物体存在，例如用户自行设计的防护罩结构体，或安装环境中不可拆卸的物体或墙面，会引起设备遮挡报警，还可能会触发区域监测功能输出区域监测信号。为避免此种情况的发生，需要根据 C-500 在工作环境中的实际有效扫描范围对扫描起始角和扫描终止角进行调整，如“图 5.8 有效扫描范围”所示。

图 5.8 有效扫描范围



可以使用 FILPS 软件对 C-500 的扫描起始角和扫描终止角进行调整，方法如下：

- 使用 FILPS 通过以太网连接 C-500，对 C-500 进行设备配置，具体的操作过程请阅读“7.3 设备配置”；
- 在设备窗口中打开“运行状态”页签，这时可以观察 C-500 对使用现场的测量数据。使用鼠标将实测的场景深度图像放大至最大级别，然后使用“特定角度测量数据”功能检查遮挡物的遮挡角度，确定 C-500 的有效扫描范围，如“图 5.9 通过测量数据确定有效扫描范围”所示；
- 在设备窗口的“设备配置”页签中“运行配置参数”一栏内，在“有效扫描角度范围”编辑框内输入正确的起始角度值和终止角度值，如“图 5.10 有效扫描范围调整软件操作界面”所示，FILPS 会根据 C-500 当前的扫描角度分辨率对输入值进行调整；
- 按“上传到设备”按钮将配置数据下发到 C-500，这时 C-500 会自动重启。

C-500 重启后，新设置的工作扫描范围参数开始起作用，此时 C-500 仅输出工作扫描范围内的测量数据，区域监测功能也只处理工作扫描范围内的数据。

### 相关阅读

与扫描角度范围调整相关的详细内容请阅读“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 7.11 节“特定角度测量数据”和第 6.3 节“运行配置参数”。

图 5.9 通过测量数据确定有效扫描范围

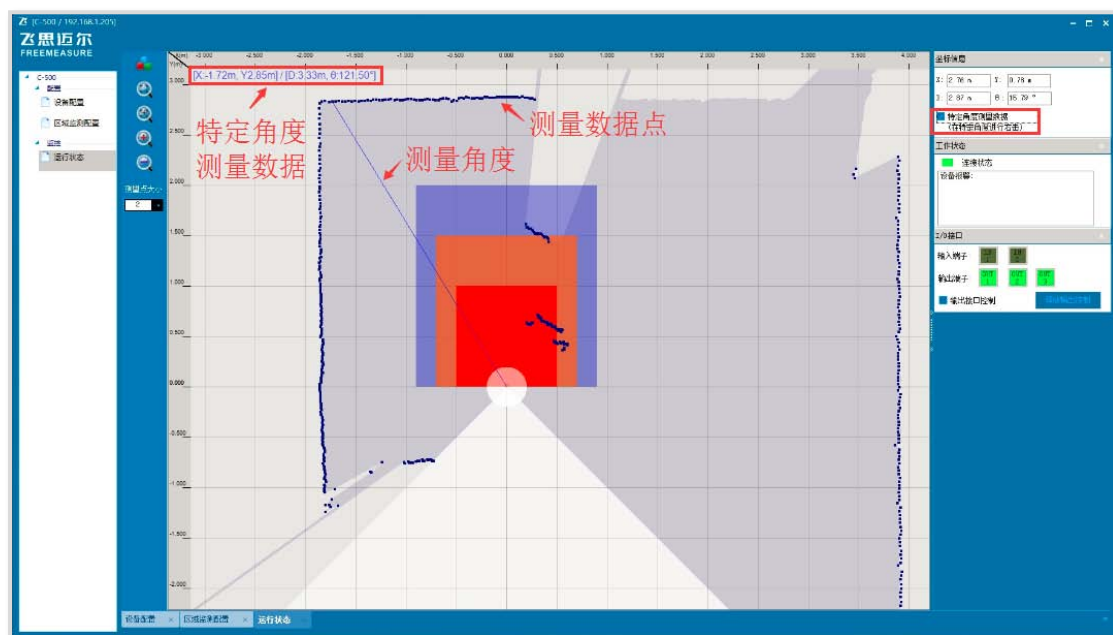
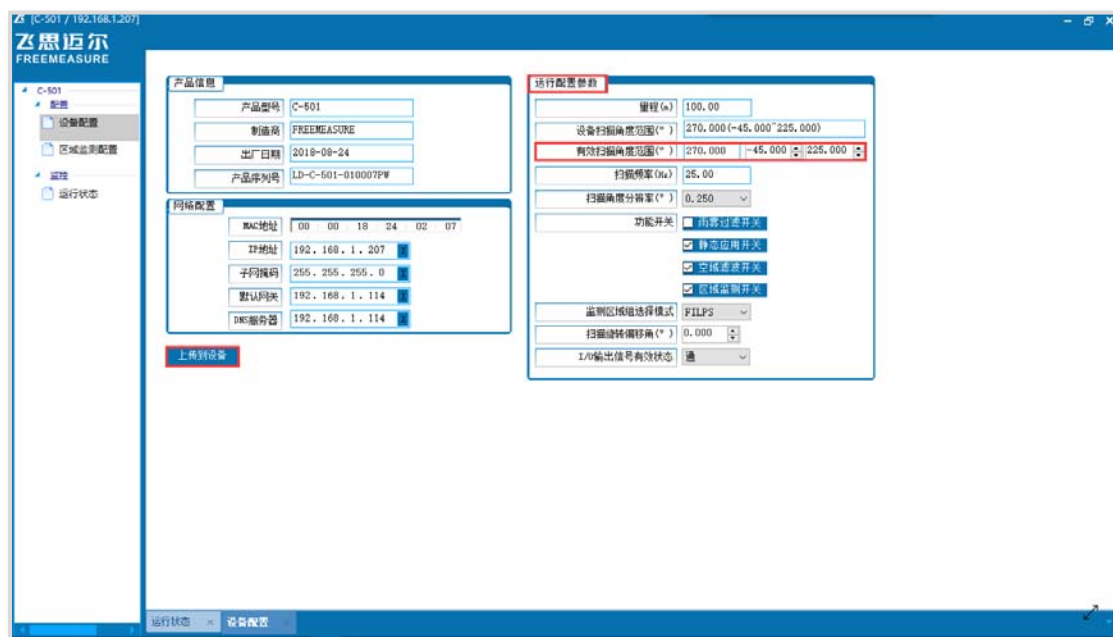


图 5.10 有效扫描范围调整软件操作界面



## 6 电气安装

在对 C-500 进行电气安装时，要特别注意：

### 注意

- 选择具备电气安装资质的人员进行操作；
- 避免带电安装，否则可能损坏设备。

### 6.1 安装步骤

C-500 的电气安装请遵循如下的基本步骤：

- 为 C-500 准备适当的电源并完成电源接口的接线；
- 根据应用的需要完成 I/O 接口的接线；
- 通过以太网接口与 PC 连接，准备对 C-500 进行配置；
- 连接电源接口，准备加电运行。

### 6.2 安装准备

#### 6.2.1 供电电源

C-500 的供电电源电压要求为 **DC20V - 28V**，运行状态下的测量电源功耗为 **5W**，低温工作条件下内部加热器启动时加热电源的功耗为 **25W**，使用时请按照上述标准提供电源。

### 重要提示

请详细阅读“10.1 数据手册”以了解 C-500 对供电电源的完整要求。用户应遵循当地的规定，对 C-500 的供电电缆进行必要的保护，以避免出现短路，或导致电源过载；此外，应当在供电电缆上安装紧急断路开关，用来在紧急情况下快速切断供电电源。

## 6.2.2 自动加热的电源要求和温度特性

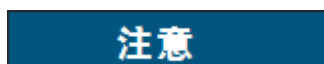
为保证设备在低温条件下的正常工作,以及避免因环境温度导致设备内部温度变化幅度过大,引起测量结果的温度漂移超标,C-500 内置了加热模块,当机内温度低于 20℃时内置的加热模块会自动启动,高于 30℃时会自动停止加热。



C-500 内部的加热模块使用单独的供电电源,信号名称为“Vh / GND H”,DC24V 供电电压下加热模块启动时的电流约为 1.05A,如果用户不使用 CB11@M12AF5LD 电缆,而是自行选用供电电缆,务必注意确保加热电源的线径满足要求,否则,当环境温度较低,加热模块自动启动时,可能会导致电源引线的电流超过引线负荷,引起设备损坏或起火。

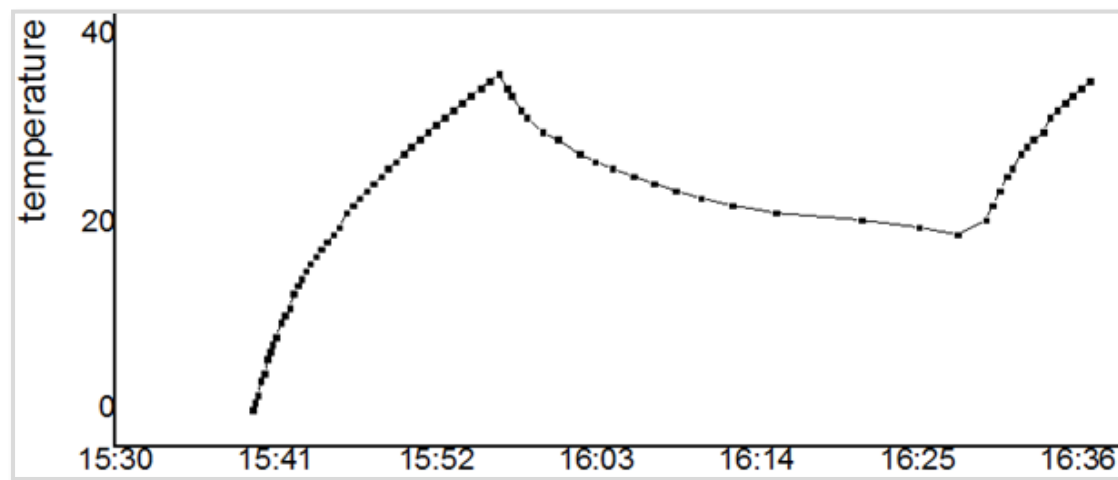
当环境温度较低时,由于设备散热较为迅速,机内温度下降较快,加热模块会发生周期启动的现象,启动的周期与环境温度和供电电压都有关系。图 6.1 示出了环境温度为 0℃时 DC24V 供电电压下设备的自动加热模块的启动周期,可以看到,加热周期为 45 分钟左右。

低温环境下的应用系统为 C-500 供电时需考虑加热周期因素。



在图 6.1 中,在 DC24V 的供电条件下,由于加热片升温较快,其实际温度会高于温控开关的温度;当温控开关的温度达到 30℃并切断加热片电源后,在加热片的余温作用下,机内温度的峰值最终会高于 30℃。

图 6.1 0℃/DC24V 条件下的加热启动周期



## 6.2.3 接地要求

必须确保 C-500 的安装面的大地与远程设备的大地处于等电位状态，否则，大地的电位差产生的电流会流过 C-500 的外壳，并产生如下的潜在危险：



- 在 C-500 的外壳上产生接触电压并造成人身伤害；
- 导致 C-500 不能正常工作；
- 对电缆造成加热效应并产生失火隐患。

## 6.2.4 导线要求

请全部使用铜材质的导线完成接线，导线的截面要求如“表 6.1 导线要求”所示。

表 6.1 导线要求

插座	导线截面面积要求
电源插座	电源就近安装：最小 0.25mm <sup>2</sup> 电源非就近安装：对于 20 米传输距离的 DC24V 电源，最小 1mm <sup>2</sup>
以太网插座	CAT5 标准网线
I/O 插座	最小 0.25mm <sup>2</sup> 50 米传输距离时，最小 0.5mm <sup>2</sup>

## 6.2.5 连接 PC

可以使用 C-500 交付物中的 CB21@M12BF5RJ45 电缆通过以太网口与 PC 连接。

6.3 设备插座信号定义

6.3.1 电源插座信号定义

表 6.2 电源插座信号定义

	序号	信号名称	功能
	1	Vh	加热电源
	2	GND S	测量电源地
	3	Vs	测量电源
	4	GND H	加热电源地

6.3.2 以太网插座信号定义

表 6.3 以太网插座信号定义

	序号	信号名称	功能	网线线色	网线线序
	1	TX-	数据发送负端	橙	2
	2	RX+	数据接收正端	白绿	3
	3	RX-	数据接收负端	绿	6
	4	TX+	数据发送正端	白橙	1



6.3.3 I/O 插座信号定义

表 6.4 I/O 插座信号定义

	序号	信号名称	功能
	1	IN2	通用输入 2#正端
	2	IN1	通用输入 1#正端
	3	OUT R	通用输出接电阻公共端
	4	OUT2A	通用输出 2#
	5	OUT1A	通用输出 1#
	6	OUT B	通用输出公共正端
	7	GND IN	通用输入公共地
	8	OUT3A	通用输出 3#

说明：

- 通用输入正端“IN1...2”的输入信号为电平输入（vs. 通用输入公共地“GND IN”），逻辑状态为“高电平”和“低电平”；
- 通用输出端“OUT1...3A”为开关输出（vs. 通用输出公共正端“OUT B”），逻辑状态为“通”和“断”。

相关阅读

I/O 信号的电气特性请阅读“10.1 数据手册”。

6.4 插座配线

注意

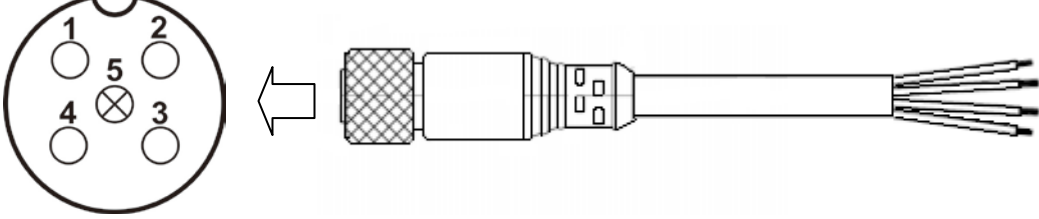
C-500 的外壳防护级别为 IP67，用户自行制作与 C-500 的 M12 防水插座匹配的外接电缆时，应满足如下要求：

- 所选的电缆和 M12 插头必须满足 IP67 的防护等级要求；
- 连接 C-500 的 M12 插座的外接电缆的 M12 插头必须拧紧，不能有松动；
- C-500 上没有使用的 M12 插座必须按交付时的状态拧紧防尘塞，不能裸露；不使用的防尘塞请注意保存。

C-500 的交付物中有三根带有 M12 插头的成品电缆，通常情况下可以直接使用它们完成设备配线。这三根成品电缆中，CB21@M12BF5RJ45 为带有 RJ45 插头的以太网接口电缆，可以直接使用；CB11@M12AF5LD 和 CB31@M12AF8LD 分别为电源电缆和 I/O 电缆，带有引线，需要按引线的信号定义和参考电路完成引线配线，引线定义如“表 6.5 电源电缆（CB11@M12AF5LD）引线信号定义”和“表 6.6 I/O 电缆（CB31@M12AF8LD）引线信号定义”所示。

6.4.1 电源电缆（CB11@M12AF5LD）引线信号定义

表 6.5 电源电缆（CB11@M12AF5LD）引线信号定义

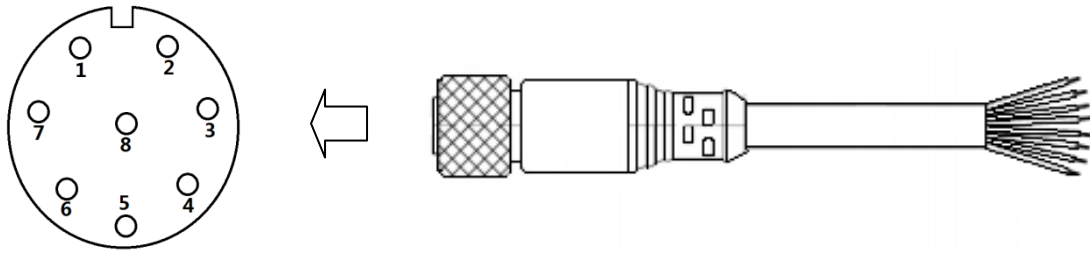
			
电源插座序号	信号名称	功能	引线颜色
1	Vh	加热电源	蓝
2	GND S	测量电源地	黑
3	Vs	测量电源	棕
4	GND H	加热电源地	白
5	Reserved	保留	—

注意

必须严格按照正确的引线线序完成电源接口的接线，否则可能会对设备造成永久性损伤。

6.4.2 I/O 电缆（CB31@M12AF8LD）引线信号定义

表 6.6 I/O 电缆（CB31@M12AF8LD）引线信号定义

			
I/O 插座序号	信号名称	功能	引线颜色
1	IN2	通用输入 2# 正端	白
2	IN1	通用输入 1# 正端	棕
3	OUTR	通用输出接电阻公共端	绿
4	OUT2A	通用输出 2#	黄
5	OUT1A	通用输出 1#	灰
6	OUTB	通用输出公共正端	粉
7	GND IN	通用输入公共地	蓝
8	OUT3A	通用输出 3#	红

## 6.5 I/O 接口外接参考电路

图 6.2 I/O 接口输入端子外接电路（参考 GND 电位）

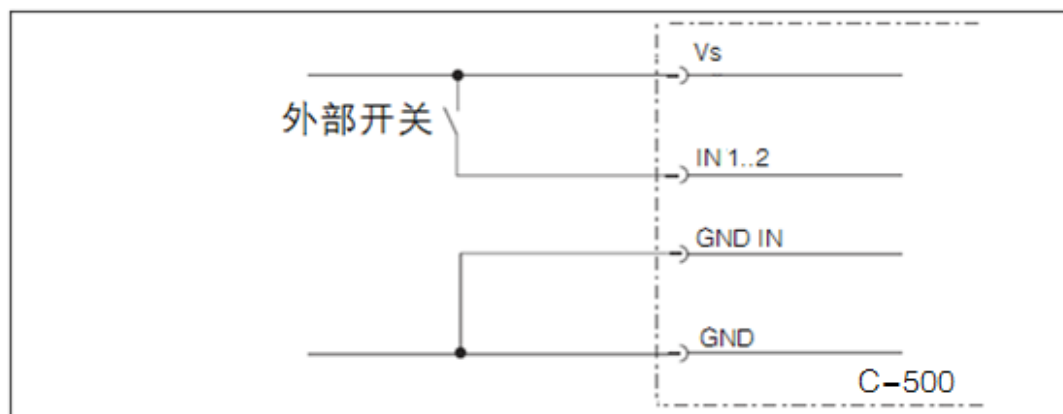
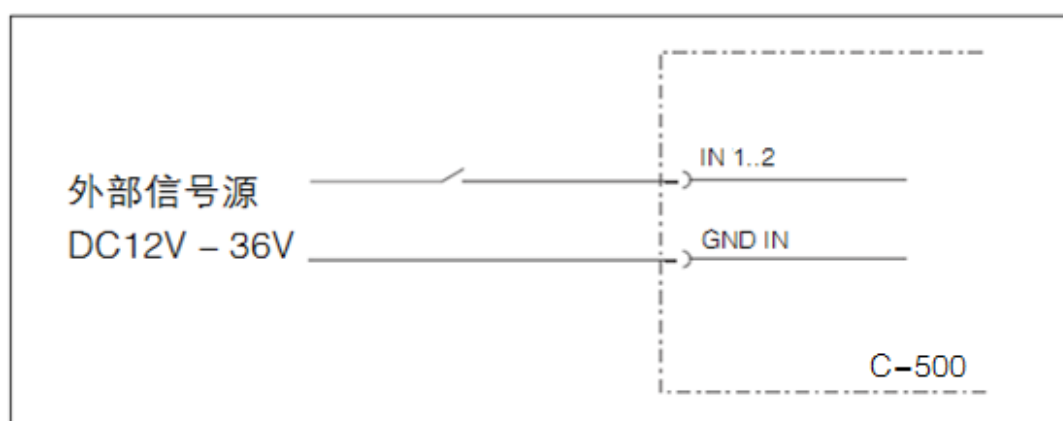


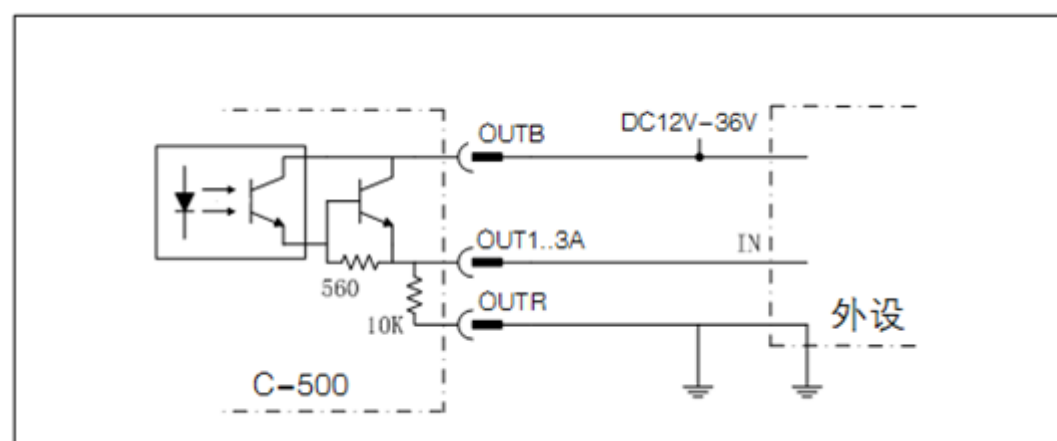
图 6.3 I/O 接口输入端子外接电路（浮空）



### 重要提示

上图的输入端接线方式中，外接信号电源的电压必须为 DC12V - 36V。

图 6.4 I/O 接口输出端子外接电路



## 7 设备配置与试运行测试



### 警告

不正确的设备配置可能导致设备损坏或工作异常。在对 C-500 进行配置之前，务必确保设备已经进行了充分检查。请认真阅读“2 基本操作与注意事项”，做好必要的准备工作。

C-500 的设备配置和试运行测试需要使用“激光雷达诊断与配置软件 (FILPS)”。FILPS 用来根据应用需求配置 C-500 的运行参数，获取和展示测量数据，并对区域监测功能和 I/O 接口输入输出功能进行测试。

### 相关阅读

FILPS 的详细使用方法请阅读“激光雷达诊断和配置软件 (FILPS) 使用手册”。

### 7.1 配置和测试步骤

- 在 PC 上安装 FILPS 软件；
- 通过以太网口建立 PC 与 C-500 之间的 TCP 连接；
- 根据应用的需求，对 C-500 的设备参数和功能参数进行调整和保存；
- 对 C-500 进行功能测试。

### 7.2 软件和设备准备

- 从 [www.freemeasure.cn/downloads/software](http://www.freemeasure.cn/downloads/software) 下载“激光雷达诊断和配置软件 (FILPS)”；
- 在 PC 上使用“激光雷达诊断和配置软件 (FILPS)”中的“FILPS 安装包”安装 FILPS 软件；
- **关闭 C-500 的电源；**
- 用直连方式连接 PC 与 C-500 之间的以太网口，推荐使用 C-500 交付物中的以太网电缆(CB21@M12BF5RJ45)；
- 在 PC 上，除连接 C-500 的网络适配器之外，禁用其他的网络适配器，同时为连接 C-500 的网络适配器配置“192.168.1.25x / 255.255.255.0”的 IP 地址，x 取 1...4

都可以，不与其他的网络适配器的 IP 地址冲突即可；

- 将 I/O 电缆（CB31@M12AF8LD）的 M12 插头插接在 C-500 的 I/O 插座上，按 I/O(CB31@M12AF8LD)引线的配线定义和 I/O 接口输入输出端外接电路要求连接开关、指示灯等外部设备，准备对区域监测功能和 I/O 接口控制功能进行测试。

## 7.3 设备配置

- 对 C-500 加电，设备进入初始化状态，大约 24 秒后“HTR”指示灯亮灯，此时设备已经开始正常测量；
- 在 PC 上运行 FILPS；
- 在 FILPS 界面上的“在线设备”窗体中找到正在配置的 C-500，如“图 7.1 在线设备窗体”所示；双击 C-500 设备图标，将 C-500 加入“新建项目”窗体中，在项目窗体中再次双击 C-500 设备图标，建立与 C-500 之间的 TCP 连接，这时被配置的 C-500 的设备窗体会出现，如“图 7.2 设备窗体和设备配置页签”所示；
- 在 C-500 的设备窗体中，打开“设备配置”页签，如“图 7.2 设备窗体和设备配置页签”所示，根据应用系统的需求修改 C-500 的以太网配置、开启区域监测功能，按“上传到设备”按钮将配置数据下发到 C-500，这时 C-500 会自动重启。

图 7.1 在线设备窗体

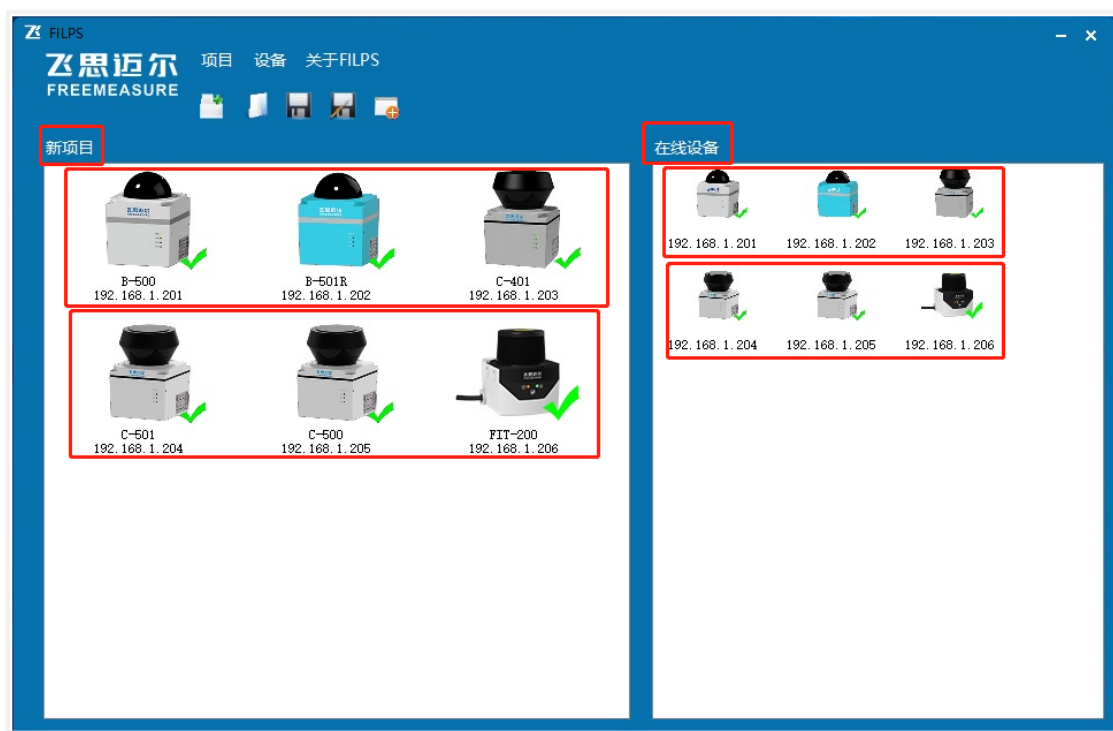


图 7.2 设备窗体和设备配置页签



## 7.4 试运行测试步骤

C-500 重启，且“HTR”指示灯转入常亮状态后，使用 FILPS 重新连接 C-500，可以开始对设备进行试运行测试，步骤如下：

- 在设备窗口中打开“运行状态”页签，如“图 7.3 运行状态页签”所示，这时可以观察 C-500 对使用现场的测量结果，并观察监测信号的输出结果，同时可以通过外接指示灯观察 C-500 的 I/O 接口输出端的输出结果，也可以通过外接开关对强制控制功能（撤防 / 强制报警）进行测试；
- 打开“运行状态”页签，在“I/O 接口”栏内，如“图 7.4 I/O 接口状态”和“图 7.5 输出端子状态控制”所示，使用外接开关和指示灯对 I/O 读取、I/O 输出设置、解除 I/O 输出设置等功能进行测试。

### 相关阅读

请阅读“C-500 简明使用手册”的“试运行测试”一节，了解测试准备和基本测试流程，并根据需要设计其他的测试方式。

图 7.3 运行状态页签

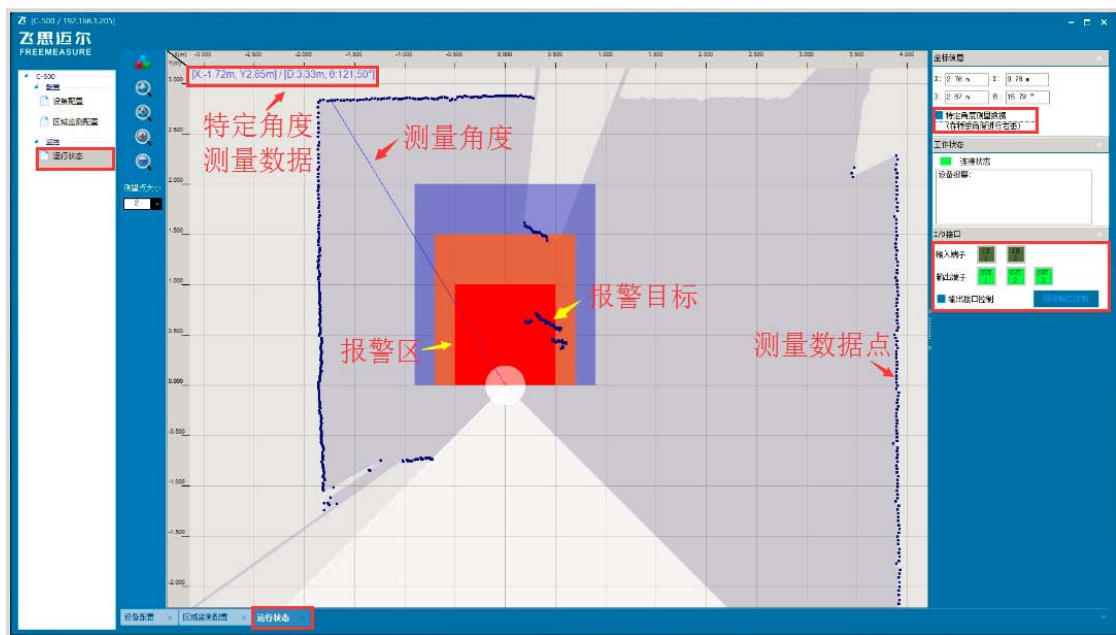


图 7.4 I/O 接口状态

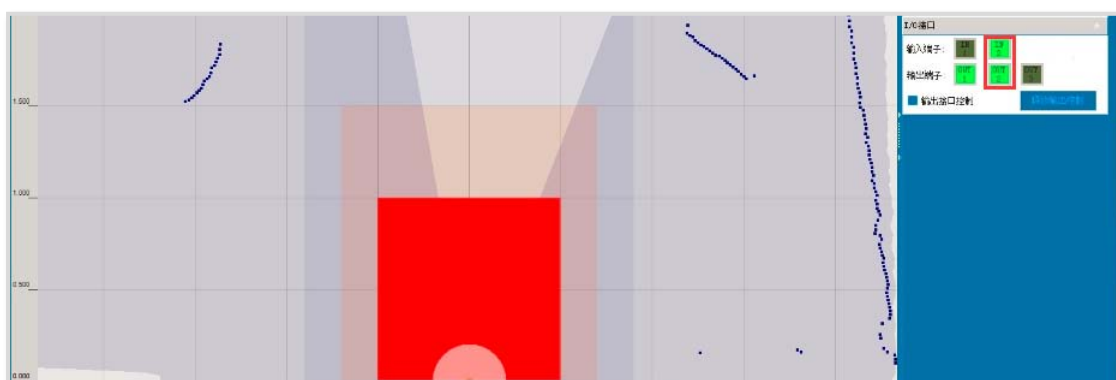
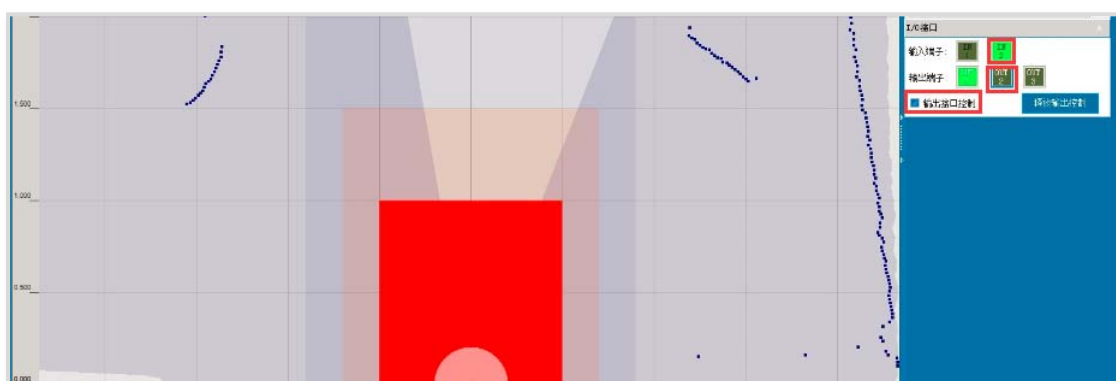


图 7.5 输出端子状态控制



## 8 设备维护

### 注意

C-500 的设备外壳接缝处有封印标签，如果此标签被损坏，或外壳被拆开，飞思迈尔不再承担对产品的保修责任。C-500 的外壳只能由飞思迈尔认可的人员进行拆解。

### 8.1 运行维护

洁净环境下工作的 C-500 基本不需要维护。在可能被脏污污染的环境下工作时，主要的维护工作是清洁透光罩。清洁透光罩时需要注意：

- 不要使用腐蚀性的或含有固体物质的清洗剂；
- 不要使用硬质清洁材料。

透光罩上的静电会导致灰尘颗粒易于附着，造成测量能力下降，此时应使用具有消除静电能力的镜头布来擦拭透光罩。

### 8.2 更换设备

对失效的 C-500 进行更换时，原设备的电缆和插头如果没有损坏，就不需要更换，只需要更换失效的 C-500 即可，更换步骤如下：

- 关闭被更换的 C-500 的电源开关；
- 拧松并拔下全部的连接电缆；
- 安装用来更换的 C-500（参阅“5 设备安装”和“6 电气安装”）；
- 连接全部电缆；
- 打开电源开关；
- 通过 PC 对更换上的 C-500 进行配置（参阅“7.3 设备配置”）。

待更换上的 C-500 重启后，系统即可重新投入使用。



## 9 疑难解答

### 注意

C-500 的设备外壳接缝处有封印标签，如果此标签被损坏，或外壳被拆开，飞思迈尔不再承担对产品的保修责任。C-500 的外壳只能由飞思迈尔认可的人员进行拆解。

1. “HTR” 指示灯一直熄灭：

对 C-500 断电后加电重启，如果多次重启仍不能恢复正常，则需要返厂维修；

2. “ERR” 指示灯常亮或持续闪烁：

表 9.1 “ERR” 指示灯故障处置

指示灯状态	原因	处置方式
常亮	内部错误 测量失效	断电后加电重新启动，如果多次加电仍不能恢复正常，则需要返厂维修。
	测量停止	用 FILPS 重新启动测量。
短闪烁(1Hz)	透光罩脏污 / 遮挡	清洁透光罩或移开遮挡物。
	被浓雾遮挡	如果确认不是浓雾遮挡，使用 FILPS 关闭“浓雾遮挡检测”。
长闪烁(0.5Hz)	高低温报警	高温：断电冷却，加装隔热设施或防护罩； 低温：继续运行，如果长时间不能恢复正常，需要为设备外加加热装置。

3. FILPS 无法发现被配置的 C-500 / 无法用 PC 直连 C-500：

参阅“激光雷达诊断和配置软件（FILPS）使用手册”第 10 章“疑难解答”。

## 10 技术规范

### 10.1 数据手册

表 10.1 数据手册

功能参数	最小值	典型值	最大值
扫描角度范围	270°		
扫描角度	-45°		225°
扫描角度分辨率	0.5°		
扫描频率	25Hz		
目标反射率	3%		600%(反射器)
测量范围	0.07m		100m
18%反射率量程			70m
10%反射率量程			50m
测量延迟 <sup>1</sup>	5ms	40ms	75ms
测量误差			
系统误差		± 5cm(1m~20m) ± 10cm(20m~50m)	± 12cm(1m~20m) ± 20cm(20m~50m)
统计误差(1σ)		± 2cm(1m~20m) ± 4cm(20m~50m)	± 4cm(1m~20m) ± 5cm(20m~50m)
温度漂移	0cm/°C		0.4cm/°C
加电启动延迟	22s	24s	27s
区域监测功能			
监测模式	点监测 / 目标宽度监测 / 轮廓线监测		
区域组个数	16		
可并发工作 区域组个数	1		16
TCP 报文响应延迟 <sup>2</sup>	15ms	60ms	105ms
I/O 响应延迟 <sup>3</sup>	15ms	50ms	85ms

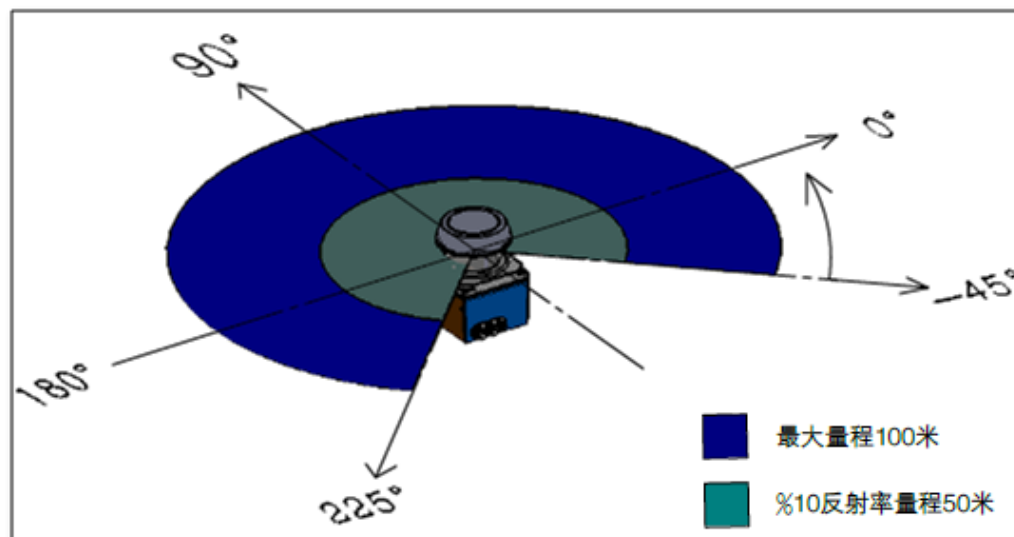
一般性参数	最小值	典型值	最大值
激光发射器	脉冲激光二极管		
激光波长	895nm	905nm	915nm
激光等级	一类(GB 7247.1-2012, 人眼安全)		
激光出口口径	12mm		
激光发散角	5.6mrad	6mrad	6.2mrad
发射光轴距后侧面距离	66mm		
扫描面光轴距底面高度	128mm		
环境光强度	0lux		70,000lux
外壳防护等级	IP67(GB 4208-2008)		
安全保护等级			
绝缘电阻	1M $\Omega$ (GB 16796-2009, 5.4.4)		
抗电强度	0.5KV(GB 16796-2009, 5.4.3)		
EMC 测试			
静电放电	6KV(GB/T17626.2-2006, 等级 3)		
快速脉冲群	1KV(GB/T17626.4-2008, 等级 2)		
电磁场辐射抗扰度	GB/T17626.3-2006, 等级 2		
浪涌抗扰度	GB/T17626.5-2008 电源接口: 1.2/50us, 2KV/1KA(等级 3) 以太网接口: 10/700us, 1KV/25A(等级 2) I/O 接口: 1.5/50us, 0.5KV/0.25KA(等级 1)		
冲击	GB/T 2423.5		
单次冲击	15g, 11ms		
连续冲击	10g, 16ms		
振动	GB/T 2423.10		
频率范围	10Hz		150Hz
幅度	5g		
温度	GB/T 2423.1, GB/T 2423.2		
工作温度	-20℃		+50℃
储存温度	-30℃		+70℃
湿度	93%, +40℃, 2h(GB/T 2423.3)		
海拔高度			5000m
外壳			
材料	铝(GD-AISi12 3.2582.05)		
颜色	白色(PANTONE 11-0601TCX)		
透光罩			
材料	PC		
表面涂层	耐磨涂层		
外形尺寸 <sup>4</sup>			
长	126mm		
宽	126mm		
高	179mm		
重量	1.5Kg		

电气参数	最小值	典型值	最大值
测量电源			
类型	直流供电		
供电电压	20V	24V	28V
启动电流 <sup>5</sup>			0.25A
工作电流 <sup>5</sup>	0.2A	0.21A	0.25A
功耗	4.8W	5W	6W
加热电源			
类型	直流供电		
供电电压	20V	24V	28V
启动电流 <sup>5</sup>			1.2A
工作电流 <sup>5</sup>	1A	1.05A	1.2A
功耗	24W	25W	28W
电源接口	M12(A 型)圆形插座, Male, 4 芯		
以太网接口	M12(B 型)圆形插座, Male, 4 芯		
速率	10/100 Mbps		
I/O 接口	M12(A 型)圆形插座, Male, 8 芯		
I/O 接口输入端子	IN1 / IN2		
数量	2		
类型	开关电平输入(vs. 通用输入公共地 “GND IN” )		
高电平输入阻抗		10K $\Omega$	
高电平	12V	24V	36V
低电平	0V	0V	5V
输入电容		10nF	
静态输入电流	1.2mA	2.4mA	3.6mA
预置功能	区域监测信号强制取消(IN1)/强制生效(IN2), 有效电平: 高电平		
I/O 接口输出端子	OUT1A / OUT2A / OUT3A		
数量	3		
类型	开关输出(vs. 通用输出公共正端 “OUT B” )		
开机状态	断		
开关电压		DC24V	DC36V
输出电流(单路)			200mA
输出电流(总和)			500mA
输出电容			10pF
预置功能	设备就绪 ( OUT1A ), 有效状态: 通 区域监测信号输出 ( OUT2A...3A ), 有效状态: 可配置		

- 1: 与被测目标的出现位置和时机有关, 不含 TCP 网络传输延迟;
- 2: 灵敏参数模式条件下的延迟, 与区域监测配置复杂度相关, 不含 TCP 网络传输延迟;
- 3: 灵敏参数模式条件下的延迟, 与区域监测配置复杂度相关;
- 4: 不含接口插座;
- 5: DC24V 供电条件下的工况参数。

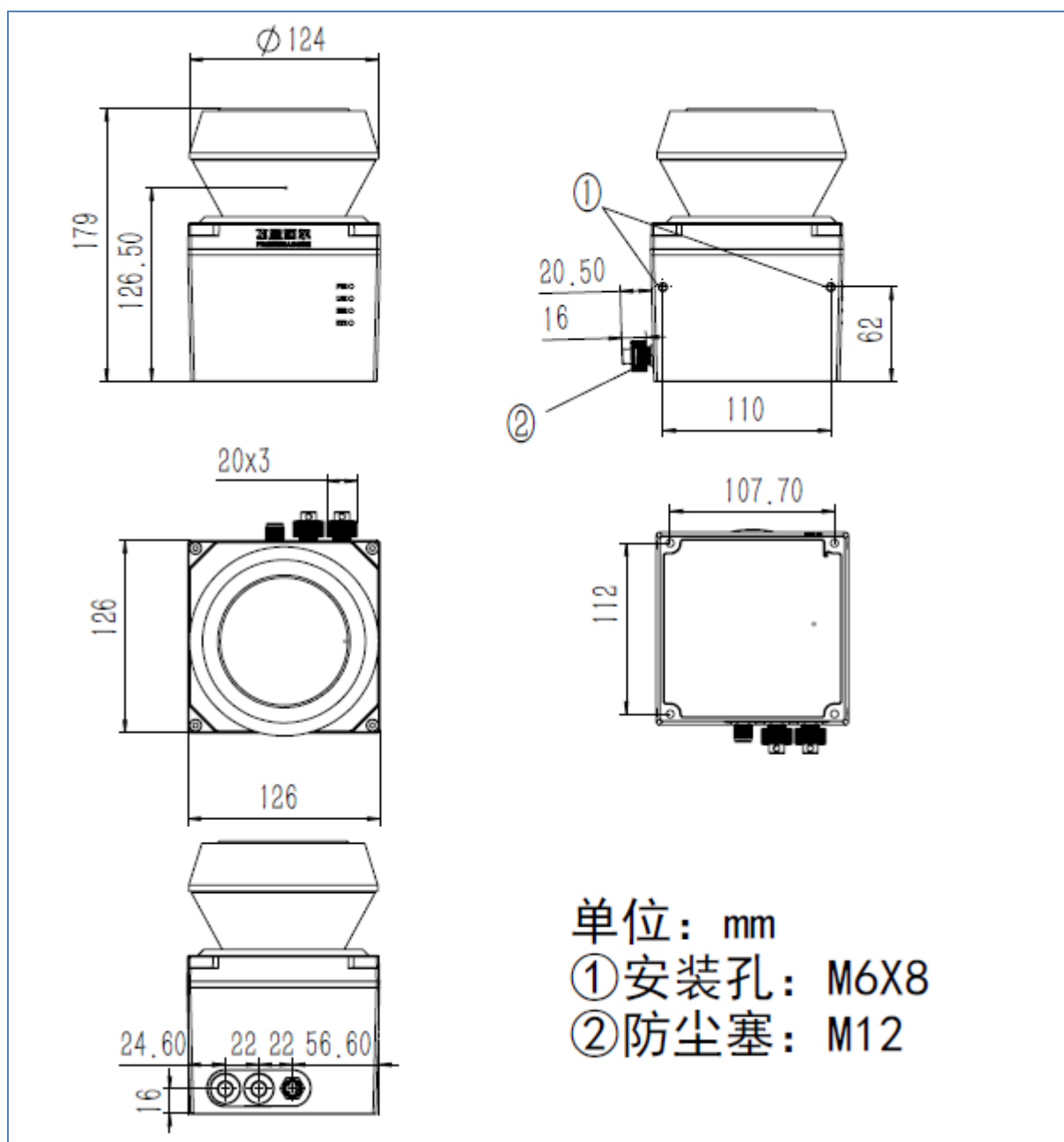
## 10.2 测量坐标系/扫描范围/量程

图 10.1 测量坐标系/扫描范围/量程



### 10.3 设备外形图纸

图 10.2 设备外形图纸



## 10.4 配件外形图纸

图 10.3 HD21@C-500 外形图纸 (A)

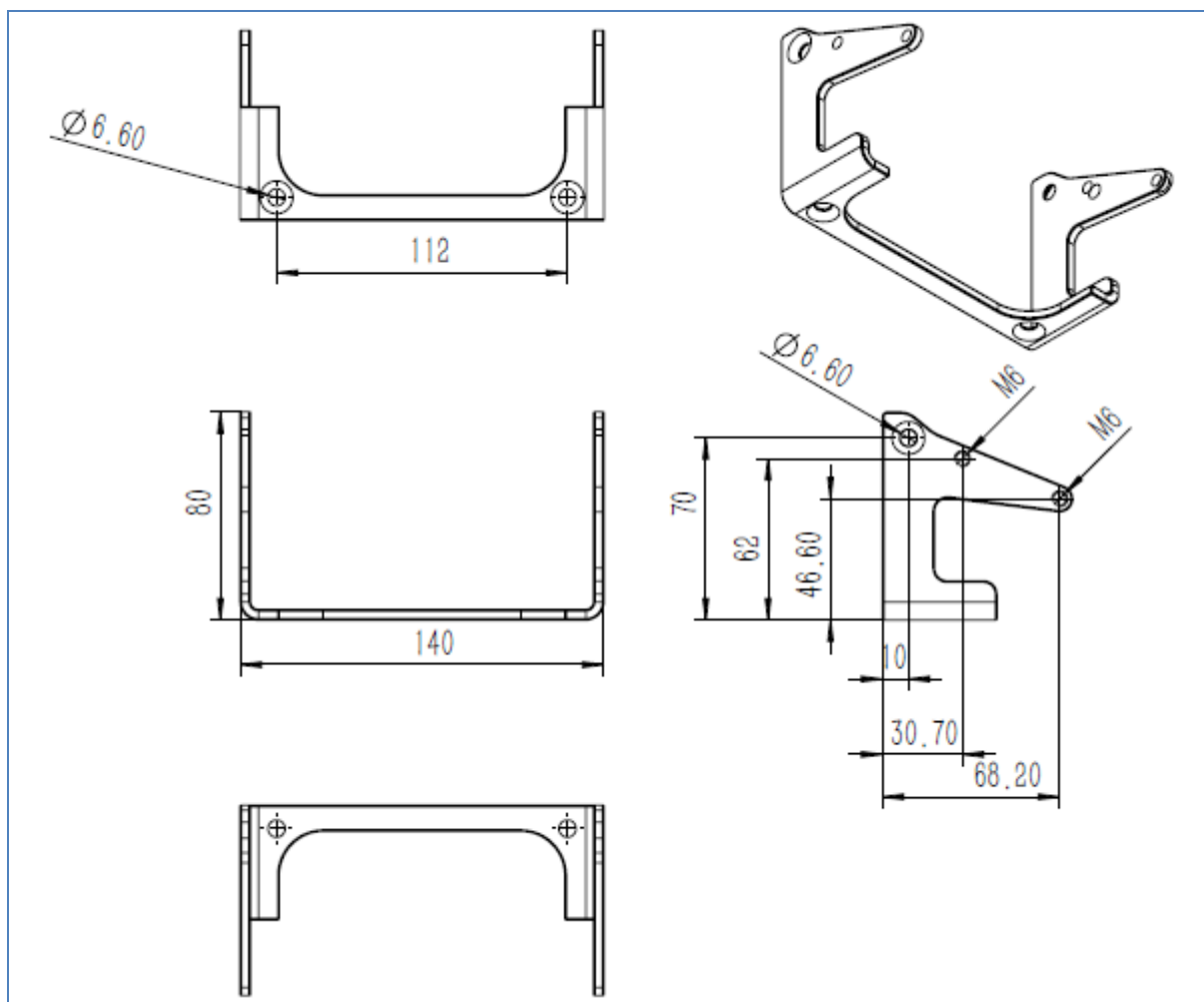


图 10.4 HD21@C-500 外形图纸 (B)

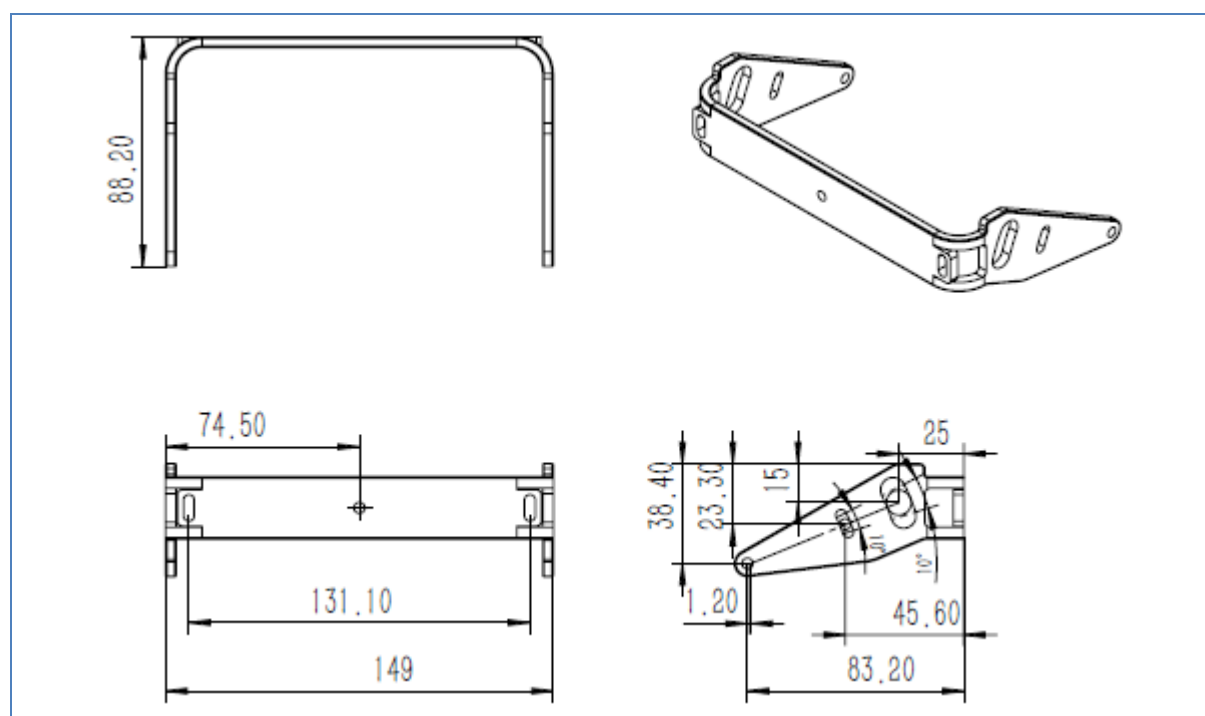
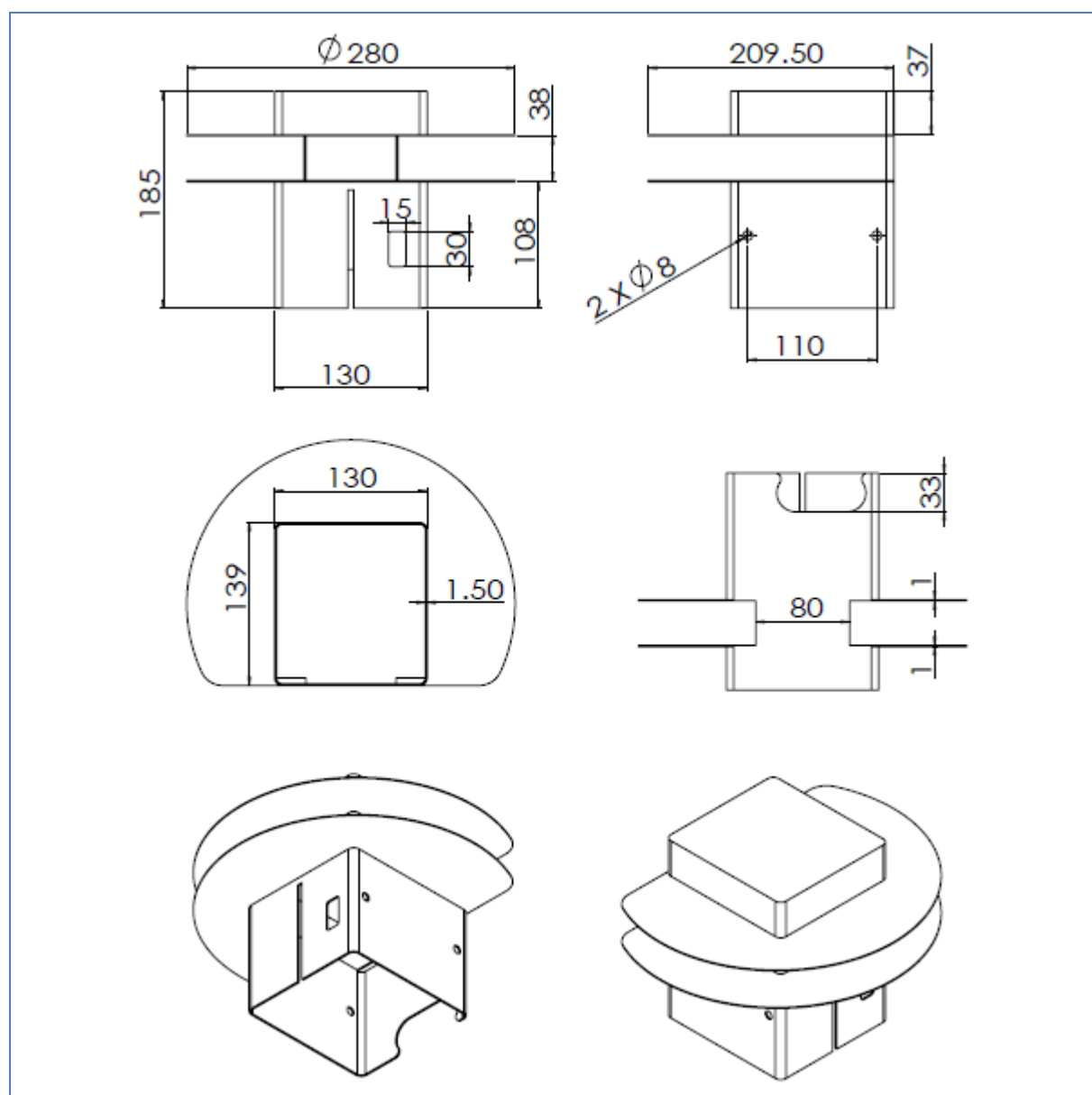






图 10.7 PT21@C-500 外形图纸



## 11 附录

### 11.1 插图目录

图 2.1 激光出光面和激光警示标志 .....	6
图 2.2 电源插座 .....	7
图 3.1 测量坐标系/扫描范围/量程 .....	10
图 3.2 飞行时间测量工作原理 .....	10
图 3.3 反射回波过滤 .....	11
图 3.4 扫描测量机构 .....	11
图 3.5 二维截面扫描 .....	11
图 3.6 区域监测功能 .....	12
图 3.7 设备序列号 .....	13
图 3.8 设备插座 .....	14
图 4.1 边缘点测量 .....	18
图 4.2 伪边缘点 .....	18
图 4.3 镜面测量 .....	19
图 4.4 透明介质测量 .....	19
图 4.5 镜面透明介质测量 .....	20
图 4.6 区域监测功能工作原理 .....	26
图 4.7 区域组 .....	27
图 4.8 背景自学习和区域组背景剪裁 .....	29
图 4.9 正常目标自学习 .....	31
图 5.1 有效工作距离与安装高度的关系 .....	47
图 5.2 扫描面高度调整 .....	48
图 5.3 扫描面俯仰角度调整 .....	48
图 5.4 直接安装示意图 .....	49
图 5.5 使用HD21@C-500 安装示意图 .....	50
图 5.6 使用HD31@C-500 安装示意图 .....	50
图 5.7 使用PT21@C-500 安装示意图 .....	51
图 5.8 有效扫描范围 .....	52
图 5.9 通过测量数据确定有效扫描范围 .....	53
图 5.10 有效扫描范围调整软件操作界面 .....	53
图 6.1 0°C/DC24V条件下的加热启动周期 .....	55
图 6.2 I/O接口输入端子外接电路（参考GND电位） .....	60
图 6.3 I/O接口输入端子外接电路（浮空） .....	60
图 6.4 I/O接口输出端子外接电路 .....	60
图 7.1 在线设备窗体 .....	62
图 7.2 设备窗体和设备配置页签 .....	63
图 7.3 运行状态页签 .....	64

图 7.4 I/O接口状态.....	64
图 7.5 输出端子状态控制 .....	64
图 10.1 测量坐标系/扫描范围/量程 .....	70
图 10.2 设备外形图纸 .....	71
图 10.3 HD21@C-500 外形图纸 ( A ) .....	72
图 10.4 HD21@C-500 外形图纸 ( B ) .....	73
图 10.5 HD31@C-500 外形图纸 ( A ) .....	74
图 10.6 HD31@C-500 外形图纸 ( B ) .....	74
图 10.7 PT21@C-500 外形图纸 .....	75

## 11.2 表格目录

表 1.1 产品基本信息 .....	2
表 3.1 产品交付物清单 .....	8
表 3.2 产品特性 .....	9
表 3.3 设备插座 .....	14
表 3.4 设备接口信号定义 .....	14
表 3.5 指示灯说明 .....	15
表 4.1 应用开发网络报文 .....	22
表 4.2 预设区域组 .....	28
表 4.3 预设区域组基本参数 .....	28
表 4.4 监测模式和参数 .....	30
表 4.5 监测信号网络报文 .....	33
表 4.6 降雨雨量定义 .....	34
表 4.7 雾/霾能见度定义 .....	35
表 4.8 输入端子预置功能定义 .....	36
表 4.9 输出端子预置功能定义 .....	36
表 4.10 I/O接口网络报文.....	37
表 4.11 设备自检项目 .....	39
表 6.1 导线要求 .....	56
表 6.2 电源插座信号定义 .....	57
表 6.3 以太网插座信号定义 .....	57
表 6.4 I/O插座信号定义 .....	58
表 6.5 电源电缆 ( CB11@M12AF5LD ) 引线信号定义 .....	59
表 6.6 I/O电缆 ( CB31@M12AF8LD ) 引线信号定义 .....	59
表 9.1 “ERR” 指示灯故障处置 .....	66
表 10.1 数据手册 .....	67

## 关于飞思迈尔

飞思迈尔 (Freemeasure Optoelectronics) 是一家专业的激光传感器制造商，致力于为行业用户提供具有充分竞争力和灵活性的产品系列。

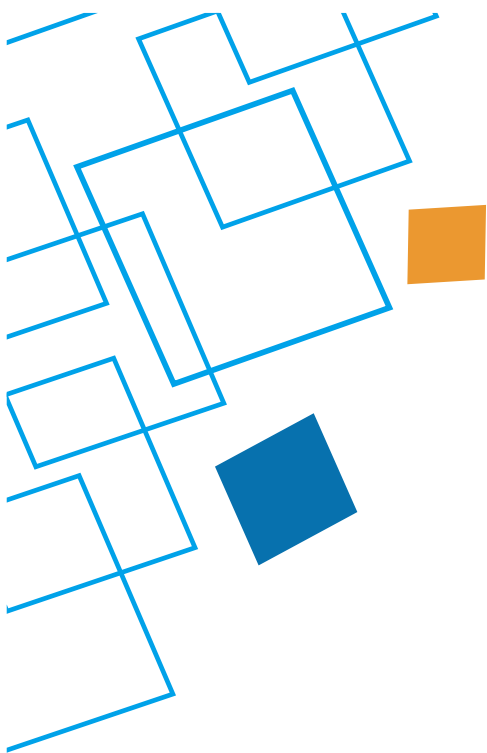
在激光雷达领域，我们向包括安防、工业自动化、交通运输、物流、军事、能源等行业提供兼具技术先进性、成本竞争力和应用针对性的产品系列。即使是在复杂严酷的应用环境下，用户也能以飞思迈尔激光雷达构建可靠和高效的应用系统，满足安全保卫、安全生产、物流自动化、工业自动化和测量定位方面的应用需求。

面对日益广泛和多样化的客户群体，我们同时向用户提供研发技术支持和产品定制化服务，努力降低应用系统开发的技术门槛和研发支出，提高应用系统的成熟度，缩短用户的开发周期，推动应用系统快速投放市场并创造效益。

—— 为客户创造价值就是飞思迈尔的价值

官 网: [www.freemeasure.cn](http://www.freemeasure.cn)  
电子邮件: [sales@freemeasure.cn](mailto:sales@freemeasure.cn)  
销售热线: (86) 010-82897150  
(86) 18612030951

**飞思迈尔**  
FREEMEASURE



# 飞思迈尔

FREEMEASURE



北京飞思迈尔光电科技有限公司

Beijing Freemeasure Optoelectronic Technology Co., Ltd.

北京市海淀区上地信息路1号金远见大楼B座800

[www.freemeasure.cn](http://www.freemeasure.cn)