

使用说明手册

E52705_Car

UM01010101 V0.91 Date: 2020/03/13

产品用户手册

类别	内容
关键词	E52705_Car
摘要	介绍 E52705_Car 使用说明



修订历史

版本	日期	原因
V0.90	2020/03/03	创建文档
V0.91	2020/3/13	修改 N 值之间参数关系

目 录

1. 产品简介.....	1
1.1 概述.....	1
1.2 产品图片.....	1
1.3 部件说明.....	2
2. 开发环境介绍.....	4
3. UART 通信协议描述.....	5
3.1 环境测量功能.....	9
3.2 温度测量功能.....	9
4. 操作说明.....	10
4.1 供电方式.....	10
4.2 主机 MCU 通信方式.....	10
4.3 上位机调试方式.....	11
5. 免责声明.....	12

1. 产品简介

1.1 概述

E52705_Car 是用于检测玻璃表面水滴变化情况并识别下雨大小的功能模块，并通过 LIN 总线将雨量状态（无雨、小雨、中雨、大雨）发送给主机，主机控制雨刮刮掉玻璃表面的雨滴，保证雨水环境下驾驶员视野的持续清晰。E52705_Car 主要有以下特性：

- 基于光学系统，能准确检测玻璃表面的雨量状态，并通过 LIN 总线发送给主机；
- 使用 HALIOS®-SD 测量方法，超强抗太阳光干扰能力；
- 模块安装在玻璃内部，不与外界自然环境接触，减少环境干扰，增长使用寿命；
- 使用带校验的 LIN 总线通信协议，提高通信抗干扰能力；
- 可通过 LIN 总线配置部分可调参数；
- 模块错误自检测，可以通过 LIN 总线向主机发送自身错误状态；
- 光学系统自校准；
- 支持 UART、CAN 通信接口。

1.2 产品图片

E52705_Car 如图 1.1 和图 1.2 所示。

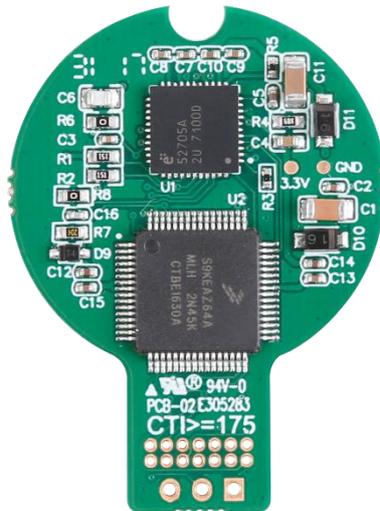


图 1.1 E52705_Car DEMO-PCBB

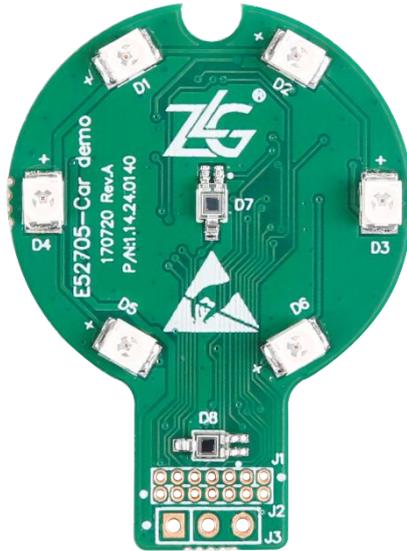


图 1.2 E52705_Car DEMO-PCBA

1.3 部件说明

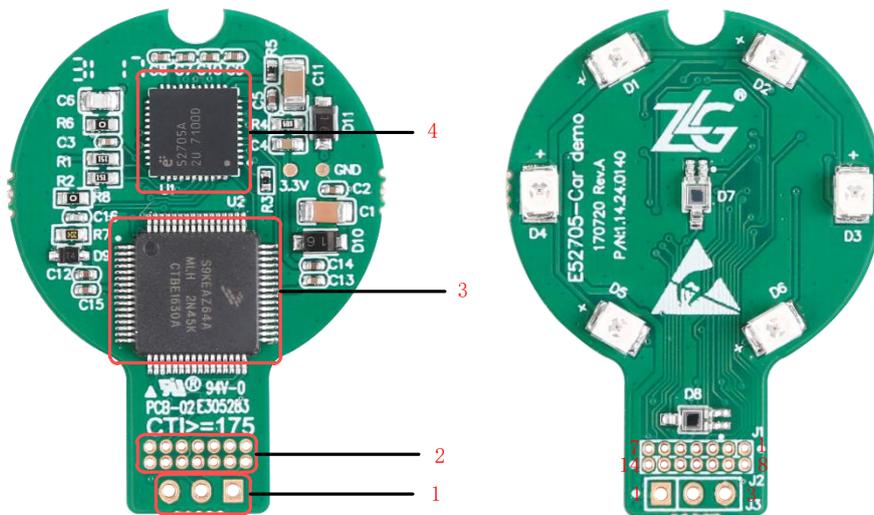


图 1.3 部件编号图

E52705_Car 样机部件编号如图 1.3 所示，红色标号 1~4 和 PCBA 的 D1~D8 丝印对应的具体功能描述如 表 1.1 所示。

表 1.1 部件说明

标号	名称	说明	
1	LIN 接口	1	12V 电源输入
		2	LIN
		3	电源地

续上表

标号	名称	说明	
2	扩展接口	1	PTA0 引脚
		2	MOSI
		3	SCLK
		4	MISO
		5	CSB
		6	3.3V 电源
		7	电源地
		8	SWD_CLK
		9	SWD_DIO
		10	UART_RX
		11	UART_TX
		12	CAN_RX
		13	CAN_TX
		14	RST
3	S9KEAZ64	主控 MCU	
4	E527.05	光学&雨量传感器	
D1~D3	LEDA	红外发射灯 A	
D4~D6	LEDB	红外发射灯 B	
D7	光电二极管	雨量光电接收管	
D8	光电二极管	光学光电接收管	

2. 开发环境介绍

E52705_Car 使用 S32 Design Studio for ARM Version 2018.R1 软件进行开发,可使用 NXP 推出的 FSL_LIN_2.x_STACK_Package_4.5.9 协议栈进行 LIN 总线开发。

3. UART 通信协议描述

E52705_Car 内含 CAN、LIN 和 UART 三种通信接口，可供客户端灵活开发使用，以下介绍 E52705_Car DEMO 通过 UART 通信接口实现雨量数据交互和参数信息配置。UART 配置参数如表 3.1 所示。

表 3.1 串口配置参数

波特率	115200
数据位	8bit
停止位	1bit
校验位	NONE

每一帧数据的格式见表 3.2。帧头固定为 0x3A，见表 3.3；帧标识和帧数据共同代表了一帧数据的意义，见表 3.4。E52705_Car 和主机在发送或接收一帧数据的时候都要通过 CRC-8 校验，帧校验为帧标识和帧数据的 CRC-8 校验值，见表 3.5。

表 3.2 串口数据帧结构图

帧头	帧标识	帧数据	帧校验 CRC-8
1Byte	1Byte	2Byte（16 进制，低位在前）	1Byte

表 3.3 帧头定义

帧头[7:0]	帧头定义
0x3A	每一帧 5 Byte 数据固定以 0x3A（ASCII 对应的字符为冒号“:”）开头

表 3.4 帧标识与帧数据定义

帧标识 [7]: 数据 读写属性	帧标识[6:0]: 数据编号	帧数据 [15:0]: 数据值	说明	
0(读) 1(写)	0 (固件版本)	X	帧数据[15:8]主版本号 帧数据[7:0]副本号	
	1 (雨量状态)	0	0	无雨
		1	1	小雨
		2	2	中雨
		3	3	大雨
	2 (系统状态)	0	0	系统正常
		1	1	E52705_Car 内通信错误
		2	2	LEDA 损坏
		3	3	LEDB 损坏
		4	4	光学系统校准不理想
		5	5	参数配置失败
	3 (光学系统)	6	6	串口通信异常（串口校验错误）
		0	0	执行光学系统校准
	4 (进入实时雨量)	1	1	发送光学系统校准值
		0	0	退出实时雨量模式
		1	1	进入实时雨量模式

续上表

帧标识 [7]: 数据 读写属性	帧标识[6:0]: 数据编号	帧数据 [15:0]: 数据值	说明
0(读) 1(写)	5 (雨量状态输出使能)	0	禁止输出雨量状态
		1	使能输出雨量状态, 默认使能输出
	6 (无雨与小雨的阈值 V1)	0~65535	无雨与小雨的阈值 V1
	7 (小雨与中雨的阈值 V2)	0~65535	小雨与中雨的阈值 V2
	8 (中雨与大雨的阈值 V3)	0~65535	中雨与大雨的阈值 V3
	9 (无雨与小雨的阈值 S1)	0~65535	无雨与小雨的阈值 S1
	10 (小雨与中雨的阈值 S2)	0~65535	小雨与中雨的阈值 S2
	11 (中雨与大雨的阈值 S3)	0~65535	中雨与大雨的阈值 S3
	12 (10 次中判定为大雨的次数阈值 N1)	0~10	10 次中判定为大雨的次数阈值 N1
	13 (10 次中判定为中雨的次数阈值 N2)	0~10	10 次中判定为中雨的次数阈值 N2
	14 (10 次中判定为小雨的次数阈值 N3)	0~10	10 次中判定为小雨的次数阈值 N3
	15 (环境光测量模式)	0	E52705_Car 退出环境光测量模式
		1	E52705_Car 进入环境光测量模式
	16 (主机读取 E52705_Car 温度)	0	主机读取一次 E52705_Car 模块温度
	17 (E52705_Car 光学睡眠模式)	0	E52705_Car 退出睡眠, 进入雨量测试
		1	E52705_Car 进入睡眠模式

表 3.5 帧校验定义

帧校验[7:0]	多项式 (HEX)	数据反转	初始值 (HEX)	异或值 (HEX)
CRC-8	$x^8+x^5+x^4+1$ (0x31)	MSB First	0xFF	0x00

表 3.6 各功能帧定义

帧标识[7]	帧标识[6:0]	帧数据[15:0]	说明	Hex 格式指令码
0	0	X	主机命令 E52705_Car 发送固件版本	3A 00 00 00 4B
1	0	X	E52705_Car 向主机发送固件版本	3A 80 xx xx xx
1	1	0	E52705_Car 向主机发送雨量状态: 无雨	3A 81 00 00 D8
1	1	1	E52705_Car 向主机发送雨量状态: 小雨	3A 81 01 00 2C
1	1	2	E52705_Car 向主机发送雨量状态: 中雨	3A 81 02 00 01
1	1	3	E52705_Car 向主机发送雨量状态: 大雨	3A 81 03 00 F5
0	1	X	主机从 E52705_Car 读取雨量状态	3A 01 00 00 0D
1	2	0	E52705_Car 向主机发送系统状态: 系统正常	3A 82 00 00 12
1	2	1	E52705_Car 向主机发送系统状态: E52705_Car 内通信错误	3A 82 01 00 E6
1	2	2	E52705_Car 向主机发送系统状态: LEDA 损坏	3A 82 02 00 CB
1	2	3	E52705_Car 向主机发送系统状态: LEDB 损坏	3A 82 03 00 3F

续上表

帧标识[7]	帧标识[6:0]	帧数据[15:0]	说明	Hex 格式指令码
1	2	4	E52705_Car 向主机发系统状态: 光学系统校准不理想	3A 82 04 00 91
1	2	5	E52705_Car 向主机发送状态: 光学系统参数写入失败	3A 82 05 00 65
1	2	6	E52705_Car 向主机发状态: 接收的串口数据校验错误	3A 82 06 00 48
0	2	X	主机从 E52705_Car 读取系统状态	3A 02 00 00 C7
1	3	X	主机命令 E52705_Car 执行光学系统校准	3A 83 00 00 54
0	3	X	主机从 E52705_Car 读取光学系统校准值	3A 03 00 00 81
1	3	X	E52705_Car 向主机发送光学系统校准值	3A 83 xx xx xx
1	4	0	主机命令 E52705_Car 退出实时雨量模式	3A 84 00 00 B7
1	4	1	主机命令 E52705_Car 进入实时雨量模式	3A 84 01 00 43
1	5	X	主机命令 E52705_Car 设置雨量状态是否输出	3A 85 xx xx xx
0	5	X	主机从 E52705_Car 读取雨量状态输出状态	3A 05 00 00 24
1	5	X	E52705_Car 向主机发送雨量状态输出状态	3A 85 xx xx xx
1	6	X	主机命令 E52705_Car 设置无雨与小雨的 V1	3A 86 xx xx xx
0	6	X	主机从 E52705_Car 读取无雨与小雨的 V1	3A 06 00 00 EE
1	6	X	E52705_Car 向主机发送无雨与小雨的 V1	3A 86 xx xx xx
1	7	X	主机命令 E52705_Car 设置小雨与中雨的 V2	3A 87 xx xx xx
0	7	X	主机从 E52705_Car 读取小雨与中雨的 V2	3A 07 00 00 A8
1	7	X	E52705_Car 向主机发送小雨与中雨的 V2	3A 87 xx xx xx
1	8	X	主机命令 E52705_Car 设置中雨与大雨的 V3	3A 88 xx xx xx
0	8	X	主机从 E52705_Car 读取中雨与大雨的 V3	3A 08 00 00 19
1	8	X	E52705_Car 向主机发送中雨与大雨的 V3	3A 88 xx xx xx
1	9	X	主机命令 E52705_Car 设置无雨与小雨的 S1	3A 89 xx xx xx
0	9	X	主机从 E52705_Car 读取无雨与小雨的 S1	3A 09 00 00 5F
1	9	X	E52705_Car 向主机发送无雨与小雨的 S1	3A 89 xx xx xx
1	10	X	主机命令 E52705_Car 设置小雨与中雨的 S2	3A 8A xx xx xx
0	10	X	主机从 E52705_Car 读取小雨与中雨的 S2	3A 0A 00 00 95
1	10	X	E52705_Car 向主机发送小雨与中雨的 S2	3A 8A xx xx xx
1	11	X	主机命令 E52705_Car 设置中雨与大雨的 S3	3A 8B xx xx xx
0	11	X	主机从 E52705_Car 读取中雨与大雨的 S3	3A 0B 00 00 D3
1	11	X	E52705_Car 向主机发送中雨与大雨的 S3	3A 8B xx xx xx
1	12	X	主机命令 E52705_Car 设置 10 次中判定为大雨的 N1	3A 8C xx xx xx
0	12	X	主机从 E52705_Car 读取 10 次中判定为大雨的 N1	3A 0C 00 00 30
1	12	X	E52705_Car 向主机发送 10 次中判定为大雨的 N1	3A 8C xx xx xx

续上表

帧标识[7]	帧标识 [6:0]	帧数据 [15:0]	说明	Hex 格式指令码
1	13	X	主机命令 E52705_Car 设置 10 次中判定为中雨的 N2	3A 8D xx xx xx
0	13	X	主机从 E52705_Car 读取 10 次中判定为中雨的 N2	3A 0D 00 00 76
1	13	X	E52705_Car 向主机发送 10 次中判定为中雨的 N2	3A 8D xx xx xx
1	14	X	主机命令 E52705_Car 设置 10 次中判定为小雨的 N3	3A 8E xx xx xx
0	14	X	主机从 E52705_Car 读取 10 次中判定为小雨的 N3	3A 0E 00 00 BC
1	14	X	E52705_Car 向主机发送 10 次中判定为小雨的 N3	3A 8E xx xx xx
1	15	0	主机命令 E52705_Car 退出环境光测量模式	3A 8F 00 00 2F
1	15	1	主机命令 E52705_Car 进入环境光测量模式	3A 8F 01 00 DB
1	15	X	E52705_Car 向主机发送环境光值	3A 8F xx xx xx
0	16	X	主机命令 E52705_Car 发送芯片温度	3A 10 00 00 EF
1	16	X	E52705_Car 向主机发送芯片温度	3A 90 xx xx xx
1	17	0	主机命令 E52705_Car 光学退出睡眠状态	3A 91 00 00 7C
1	17	1	主机命令 E52705_Car 光学进入睡眠状态	3A 91 01 00 88

E52705_Car 模块对检测雨量状态定义为四种：无雨、小雨、中雨以及大雨。详见指令列表信息。同时支持对 4 种雨量状态的参数设定，以满足不同的灵敏度和实际需要。E52705_Car 相关灵敏度参数出厂值如表 3.7 所示。

三个参数代表的特性分别是：

V 参数：玻璃表面动态雨滴流动的活跃程度，雨滴流动越迅速，则 V 值越大。

S 参数：玻璃表面静态雨滴分布的“不均匀程度，雨滴分布越不均匀，则 S 值越大。

N 参数：RS200 模块先通过 V、S 参数得出雨量大小的即时状态，当 10 次内累计小雨、中雨、大雨状态的次数达到阈值时，得出最终的雨量状态，并通过 UART 输出。

表 3.7 雨量检测参数说明

参数类别	出厂/复位值（十进制）	可设置范围	参数间关联说明
无雨与小雨的 V1 阈值	30	0~65535	V1<V2<V3
小雨与中雨的 V2 阈值	1023	0~65535	
中雨与大雨的 V3 阈值	2047	0~65535	
无雨与小雨的 S1 阈值	2047	0~65535	S1<S2<S3
小雨与中雨的 S2 阈值	3839	0~65535	
中雨与大雨的 S3 阈值	4863	0~65535	
大雨的 N1 阈值	2	0~10	N1>=N2 N2>=N3
中雨的 N2 阈值	2	0~10	
小雨的 N3 阈值	2	0~10	

3.1 环境测量功能

E52705_Car 支持环境光（白光）检测功能，该功能与雨量测试资源复用，需要使用指令控制 E52705_Car 进入环境光检测功能。E52705_Car 进入环境光检测功能后，会按固定频率输出环境光值。

环境光反馈值范围为（十进制）0~1024。光强越强，反馈值越低；反之反馈值越高。暂无光强与反馈值关联曲线。

3.2 温度测量功能

E52705_Car 支持环境温度检测功能，该功能使用片内集成温度传感器实现。如图 3.1 所示，测量数据从环境温度-40℃到 85℃，步进 5℃获得，线性度良好。计算公式中 y 代表 E52705_Car 反馈的温度值（E52705_Car 反馈为 16 进制，计算公式为 10 进制）；x 代表环境温度。

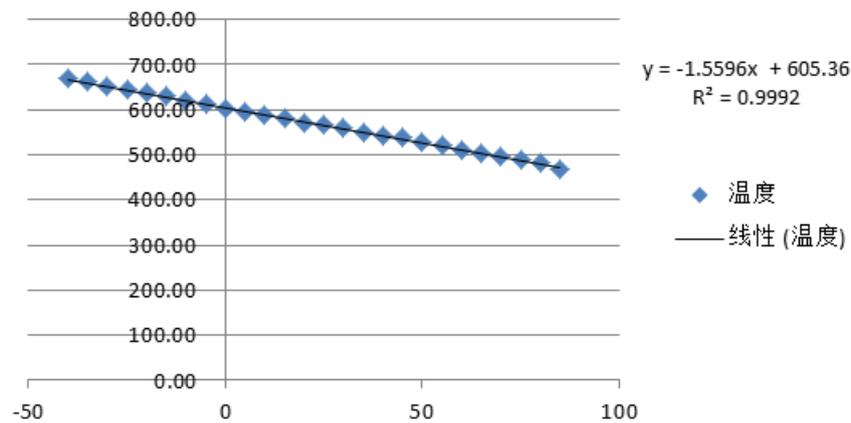


图 3.1 温度测量线性分析

4. 操作说明

4.1 供电方式

参考 1.3 章节内容，给 E52705_Car 正确连接电源线，并且要求电源能最小输出 12V/100mA。

4.2 主机 MCU 通信方式

主机 MCU 通过 UART 与 E52705_Car 连接，连接方式如下：

- TXD 连接 UART_RX；
- RXD 连接 UART_TX；
- GND 连接 GND。

注：UART 电平为 3.3V。

E52705_Car 在收发一帧数据的时候都要通过 CRC-8 校验，函数源码见程序清单 4.1，此函数可以移植到主机的源码中。

E52705_Car 或主机在发送一条指令时，将帧标识和帧数据的 3Byte 数据作为函数 xCal_crc() 的输入参数，计算出校验值，填入帧校验的位置，组成一帧数据。

E52705_Car 或主机在接收到一帧数据时，需要对接收到的数据进行校验，保证接收数据的正确性。将帧标识、帧数据和帧校验 4Byte 数据作为函数 xCal_crc() 的输入参数，计算出校验值，若计算出的校验值为 0，则说明接收到的数据无误；非 0，则表示接收到的数据有误。

程序清单 4.1 CRC-8 校验函数源码

```

/*****
** Function name:      xCal_crc
** Descriptions:      CRC-8 校验。多项式：0x31；数据反转：MSB First；初始值：0xFF；异或值：0x00
** input parameters:  ptr: 指向需要校验的数据的指针
**                   len: 需要校验的数据的字节数
** Returned value:    CRC-8 校验值
*****/
uint8_t xCal_crc(uint8_t *ptr, uint32_t len)
{
    uint8_t crc;
    uint8_t i;
    crc = 0xFF;
    while(len--) {
        crc ^= *ptr++;
        for(i = 0; i < 8; i++) {
            if (crc & 0x80) {
                crc = (crc << 1) ^ 0x0131;
            } else {
                crc = (crc << 1);
            }
        }
    }
}

```

```
    }  
  }  
  return crc;  
}
```

E52705_Car 模块使用了 ARM Cortex-M0+内核的 MCU,默认小端模式,所以帧数据[15:0]在 UART 通信中,低 8 位在前,高 8 位在后。例如:帧数据[15:0]的值为十进制的 5,则在 UART 数据流中的表示为: 0x05, 0x00。

E52705_Car 除了可以向主机发送数据外,还可以接收并执行主机指令。为检测 E52705_Car 与主机之间的 UART 通信线路是否正常,主机可以命令 E52705_Car 发送雨量状态或系统状态,若收到 E52705_Car 的回复信息,则可以判定通信线路状态正常,否则通信线路有故障。

主机发送的每条指令必须为连续的 5Byte 数据,5Byte 数据中任意两个字节之间的空闲时间超过 10bit 数据的传输时间,则判定为字节间超时,前面接收的数据将作废,重新从一条指令的第一个字节接收。

4.3 上位机调试方式

E52705_Car 可以通过 USB-TTL 工具与 ZLG 雨量调试工具上位机连接,进行参数的配置与雨量状态的参考等操作。E52705_Car 与 USB-TTL 连接方式如下:

- TXD 连接 UART_RX;
- RXD 连接 UART_TX;
- GND 连接 GND。

注: UART 电平为 3.3V。

5. 免责声明

本着为用户提供更好服务的原则，广州立功科技股份有限公司（下称“立功科技”）在本手册中将尽可能地向用户呈现详实、准确的产品信息。但鉴于本手册的内容具有一定的时效性，立功科技不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。立功科技有权在没有通知的情况下对本手册上的内容进行更新，恕不另行通知。为了得到最新版本的信息，请尊敬的用户定时访问立功科技官方网站或者与立功科技工作人员联系。感谢您的包容与支持！

销售与服务网络

广州立功科技股份有限公司

地址：广州市天河区龙怡路 117 号银汇大厦 16 楼
邮编：510630
网址：www.zlgmcs.com



全国服务热线电话:400-888-2705

华南地区

广州总部

广州市天河区龙怡路 117 号银汇大厦 16 楼

华南汽车

深圳市坪山区比亚迪路大万文化广场 A 座 1705

厦门办事处

厦门市思明区厦禾路 855 号英才商厦 618 室

深圳分公司

深圳市福田区深南中路 2072 号电子大厦 1203 室

华东地区

上海分公司

上海市黄浦区北京东路 668 号科技京城东座 12E 室

苏州办事处

江苏省苏州市广济南路 258 号（百脑汇科技中心 1301 室）

南京分公司

南京市秦淮区汉中路 27 号友谊广场 17 层 F、G 区

合肥办事处

安徽省合肥市蜀山区黄山路 665 号汇峰大厦 1607

杭州分公司

杭州市西湖区紫荆花路 2 号杭州联合大厦 A 座 4 单元 508

宁波办事处

浙江省宁波市高新区星海南路 16 号轿辰大厦 1003

华北、东北地区

北京分公司

北京市海淀区紫金数码园 3 号楼（东华合创大厦）8 层 0802 室

天津办事处

天津市河东区十一经路与津塘公路交口鼎泰大厦 1004 室

山东办事处

山东省青岛市李沧区青山路 689 号宝龙公寓 3 号楼 701

沈阳办事处

沈阳市浑南新区营盘西街 17 号万达广场 A4 座 2722 室

华中地区

武汉分公司

武汉市武昌区武珞路 282 号思特大厦 807 室

西安办事处

西安市高新区科技二路 41 号高新水晶城 C 座 616 室

郑州办事处

河南郑州市中原区百花路与建设路东南角锦绣华庭 A 座 1502 室

长沙办事处

湖南省长沙市岳麓区奥克斯广场国际公寓 A 栋 2309 房

西南地区

重庆办事处

重庆市渝北区龙溪街道新溉大道 18 号山顶国宾城 11 幢 4-14

成都办事处

成都市一环路南二段 1 号数码科技大厦 403 室

请您用以上方式联系我们，我们会为您安排样机现场演示，感谢您对我公司产品的关注！