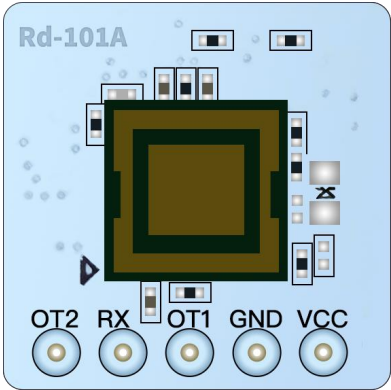


Rd-101A / Rd-103A 串口通讯协议

1. 通讯接口简介

1.1 管脚定义与接线

Rd-101A、Rd-103A 均接出供电与 UART 相关管脚，通过 USB 转 TTL（3.3 V 电平）与上位机或 MCU 通信。Rd-101A 正面从左往右：OT2、RX、OT1、GND、VCC。



Rd-103A 正面从上往下：3.3V、GND、OT1、RX、OT2。

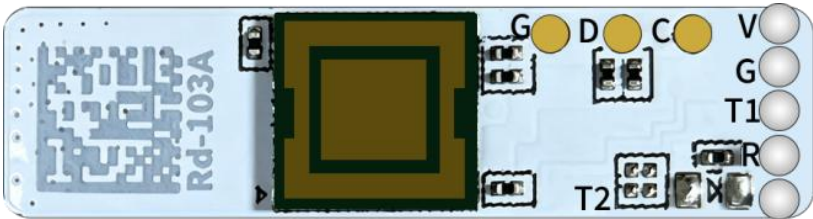


图 1 管脚示意图

表 1 Rd-101A / Rd-103A 接线表

Rd-101A / Rd-103A	USB 转 TTL	说明
VCC / 3.3V	3.3V	供电 3.0~3.6 V，典型 3.3 V，禁止接 5 V
GND	GND	必须共地
RX	TXD	模组 UART_RX，接收主机命令
OT1	RXD	模组 UART_TX，输出检测结果 / ACK
OT2	不接线	根据检测结果输出高低电平：有人高、无人低；需要 GPIO 指示时再接

UART 交叉连接：模组 OT1 → TTL RXD，模组 RX → TTL TXD。

实物接线示例：

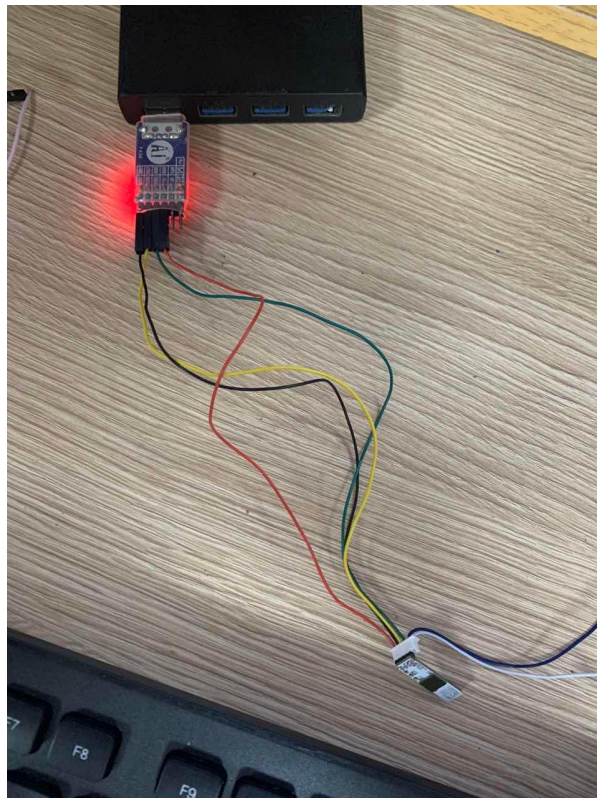


图 2 模组与 USB 转 TTL 接线示例

1.2 配置参数及参数说明

用户可通过串口修改配置参数，以适应不同应用需求。可配置的雷达探测参数如表 2 所示。

表 2 Rd-101A / Rd-103A 配置参数

参数名称	可配范围	说明
最大探测距离门	0~108	用于设置最远有效探测距离。 1 个距离门 = 0.1 m ，例如 0x0A = 1.0 m。
目标消失延迟时间	0~65535	从有人切到无人需延时 T 秒：期间若再次检测到有人则重新计时；无人状态持续满一个完整 T 后才上报无人。单位：秒
安装方式	0、1	上位机「参数 7」： 0 挂顶， 1 挂壁
生命检测起始距离门	0~16	上位机「参数 1」
运动检测门限系数	10~500	上位机「参数 2」
生命检测门限系数	10~500	上位机「参数 3」
参数 4 / 5 / 6	0~65535	预留
微动 & 静止门限	0~2^32	模值平方，16 个距离门。上位机按 dB 显示，范围 0~96.32、精确到 0.01，可通过「生成门限」计算。换算见 2.2.5
电源干扰报警	见说明	只读 。低 16 bit： 0 未进行， 1 无干扰， 2 有干扰；高 16 bit：干扰频率 0~256 kHz，仅在低 16 bit 为 2 时有效
上报模式	无	串口打印输出状态（无人 OFF ，有人 distance: + 目标距离）
调试模式	无	串口上报各距离门能量值和检测结果（由上位机解析）

2. 通讯协议

本通信协议主要供需脱离可视化工具的用户使用。Rd-101A / Rd-103A 通过串口（TTL 电平）与外界通信。雷达的数据输出与参数配置命令均在本协议下进行。

雷达串口默认波特率为 **115200**，1 停止位，无奇偶校验位（8N1）。

2.1 协议格式

2.1.1 协议数据格式

Rd-101A / Rd-103A 的串口数据通信使用**小端**格式，以下表格中所有数据均为十六进制。

2.1.2 命令协议帧格式

协议定义的雷达配置命令和 ACK 命令格式如表 3 至表 6 所示。

表 3 发送命令协议帧格式

帧头	帧内数据长度	帧内数据	帧尾
FD FC FB FA	2 字节	见表 4	04 03 02 01

表 4 发送帧内数据格式

命令字 (2 字节)	命令值 (N 字节)
------------	------------

表 5 ACK 命令协议帧格式

帧头	帧内数据长度	帧内数据	帧尾
FD FC FB FA	2 字节	见表 6	04 03 02 01

表 6 ACK 帧内数据格式

发送命令字 (2 字节)	命令执行状态 (2 字节)	返回值 (N 字节)
--------------	---------------	------------

2.2 发送命令与 ACK

除特别说明外，对雷达下发的任何其他命令必须在使能配置命令下发后方可执行，否则无效。

读光敏 0x0028、读 ChipID 0x0029 为普通命令，不强制进入配置模式。

命令一览：

功能	命令字
读取固件版本	0x0000
配置传感器寄存器	0x0001
读取传感器寄存器	0x0002
配置传感器参数	0x0007
读取传感器参数	0x0008
写入序列号	0x0010
读取序列号	0x0011
配置系统参数	0x0012
上报自动门限干扰	0x0014
读光敏 ADC	0x0028
读 ChipID	0x0029
读版本和编译信息	0x002A
读设备 ID	0x0075
保存传感器参数	0x00FD
结束配置	0x00FE
使能配置	0x00FF

2.2.1 打开命令模式

对雷达下发的任何其它配置命令必须在此命令下发后方可执行，否则无效。

- 命令字: **0x00FF**
- 命令值: **0x0001**
- 返回值: 2 字节 ACK 状态 (0 成功, 1 失败) + 2 字节协议版本 (**0x0002**) + 2 字节缓冲区大小 (**0x0020**)

发送数据:

帧头	帧内数据长度	命令字	命令值	帧尾
FD FC FB FA	04 00	FF 00	01 00	04 03 02 01

雷达 ACK (成功, 数据为示例):

帧头	帧内数据长度	命令字	ACK	协议版本	缓冲区大小	帧尾
FD FC FB FA	08 00	FF 01	00 00	02 00	20 00	04 03 02 01

协议版本 = 2, 发送/接收缓冲区 = 32 字节。

2.2.2 关闭命令模式

结束配置命令, 执行后雷达恢复工作模式。如需再次下发其它命令, 需要先发送打开命令模式。

- 命令字: **0x00FE**
- 命令值: 无
- 返回值: 2 字节 ACK 状态 (0 成功, 其它值为失败)

发送数据:

帧头	帧内数据长度	命令字	帧尾
FD FC FB FA	02 00	FE 00	04 03 02 01

雷达 ACK (成功):

帧头	帧内数据长度	命令字	ACK	帧尾
FD FC FB FA	04 00	FE 01	00 00	04 03 02 01

2.2.3 读取固件版本命令

此命令读取毫米波传感器 SDK 固件版本信息。

- 命令字: **0x0000**
- 命令值: 无
- 返回值: 版本号长度 (2 字节) + 版本号字符串

发送数据:

帧头	帧内数据长度	命令字	帧尾
FD FC FB FA	02 00	00 00	04 03 02 01

ACK (成功, 数据为示例):

帧头	帧内数据长度	命令字	ACK	版本号长度	版本号	帧尾
----	--------	-----	-----	-------	-----	----

FD FC FB FA	0C 00	00 01	00 00	06 00	76 34 2E 32 2E 30	04 03 02 01
-------------	-------	-------	-------	-------	----------------------	-------------

其中 76 34 2E 32 2E 30 为 ASCII v4.2.0。

2.2.4 读取固件版本和编译信息命令

此命令读取软件版本与编译时间，OTA 后可用于核对版本包信息。

- 命令字：0x002A
- 命令值：无
- 返回值：信息长度（2 字节）+ ASCII 字符串

发送数据：

帧头	帧内数据长度	命令字	帧尾
FD FC FB FA	02 00	2A 00	04 03 02 01

ACK（成功，数据为示例）：

FD FC FB FA 29 00 2A 01 00 00 23 00 72 65 6C 65 61 73 65 2F 76 31 2E 30 2E 30 20 41 75 67 20 31 33 20 32 30 32 36 20 31 35 3A 30 30 3A 34 38 04 03 02 01
--

字段	原始字节	解析	
帧内数据长度	29 00	41 = 命令字 2 + 状态 2 + 长度 2 + 字符串 35	
应答命令	2A 01	0x002A	0x0100
状态	00 00	ACK_OK	
字符串长度	23 00	35 字节	
字符串	72 65 6C ... 34 38	ASCII release/v1.0.0 Aug 13 2026 15:00:48	

其中 release/v1.0.0 为软件版本，Aug 13 2026 15:00:48 为编译时间。

2.2.5 参数配置命令

此命令设置毫米波传感器参数。具体参数字见表 7。

- 命令字：0x0007
- 命令值：（2 字节参数 ID + 4 字节参数值）× N
- 返回值：2 字节 ACK 状态（0 成功，1 失败）

表 7 传感器参数表

参数名称	参数字	参数范围	说明
最大距离门	0x0001	0~108, 1 门 = 0.1 m	示例 0C 00 00 00 表示 1.2 m
目标消失延迟	0x0004	0~65535	单位秒

电源干扰报警	0x0005	见右	只读。低 16 bit: 0 未进行, 1 无干扰, 2 有干扰; 高 16 bit: 干扰频率 0~256 kHz, 仅低 16 bit 为 2 时有效
生命检测起始距离门	0x0008	0~16	上位机参数 1
运动检测门限系数	0x0009	10~500	上位机参数 2
生命检测门限系数	0x000A	10~500	上位机参数 3
参数 4 / 5 / 6	0x000B~0x000D	0~65535	预留
安装方式	0x000E	0、1	上位机参数 7: 0 挂顶, 1 挂壁
微动 & 静止门限	0x0030~0x003F	0~2 ³²	16 个距离门, 模值平方。上位机 dB = 10lg(X)

发送数据: 最大探测距离门 12 (1.2 m, 掉电不保存)

帧头	帧内数据长度	命令字	参数 ID	参数值	帧尾
FD FC FB FA	08 00	07 00	01 00	0C 00 00 00	04 03 02 01

雷达 ACK (成功):

帧头	帧内数据长度	命令字	ACK	帧尾
FD FC FB FA	04 00	07 01	00 00	04 03 02 01

配置目标消失延时为 12 s:

FD FC FB FA 08 00 07 00 04 00 0C 00 00 00 04 03 02 01

配置挂顶:

FD FC FB FA 08 00 07 00 0E 00 00 00 00 00 04 03 02 01

配置挂壁:

FD FC FB FA 08 00 07 00 0E 00 01 00 00 00 04 03 02 01

微动 & 静止门限设置指南

门限值为信噪比, 协议输入值为模值平方 X。上位机显示 dB, 换算:

dB = 10 lg(X)

例如输入值为 S/N, 计算公式为取 10lg (S/N), 范围为 0~(2³²)-1 如需取最终门限值为 47.74, 则计算方式为 47.74=10lgX, X=10^{4.774}, X 计算结果为 59,429, 最终取 16 进制为 E825。

修改第 2 个距离门的微动 & 静止门限门限为 47.74 (微动 & 静止门限门限从参数字 0x0030 起, 对应距离门 0):

帧头	帧内数据长度	命令字	参数 ID	参数值	帧尾
FD FC FB FA	08 00	07 00	31 00	25 E8 00 00	04 03 02 01

掉电保存设置的参数配置

在完成最大距离门 / 无人延时 / 安装方式 / 门限等需要配置的参数之后发送此命令，传感器会保存当前参数。

- 命令字: 0x00FD
- 命令值: 无
- 返回值: 2 字节 ACK 状态 (0 成功, 1 失败)

发送数据:

帧头	帧内数据长度	命令字	帧尾
FD FC FB FA	02 00	FD 00	04 03 02 01

ACK (成功):

帧头	帧内数据长度	命令字	ACK	帧尾
FD FC FB FA	04 00	FD 01	00 00	04 03 02 01

不发送 0x00FD，则参数掉电丢失。

2.2.6 读取参数命令

此命令可以读取传感器当前的配置参数。

- 命令字: 0x0008
- 命令值: (2 字节参数 ID) × N
- 返回值: (4 字节参数值) × N

发送数据: 读取最大距离门配置参数

FD FC FB FA 04 00 08 00 01 00 04 03 02 01

雷达 ACK (成功, 最大距离门 12):

FD FC FB FA 08 00 08 01 00 00 0C 00 00 00 04 03 02 01

读取安装方式:

FD FC FB FA 04 00 08 00 0E 00 04 03 02 01

参数值 00 00 00 00 为挂顶, 01 00 00 00 为挂壁。

2.2.7 配置系统参数

此命令可以配置雷达的系统参数。

- 命令字: 0x0012
- 命令值: (2 字节参数 ID + 4 字节参数值) × N
- 返回值: 2 字节 ACK 状态 (0 成功, 其它值失败)

参数值对应模式如下:

表 8 系统模式

序号	参数值	说明
1	04 00 00 00	调试模式: 上报各距离门能量值和检测结果, 供 XenD101HSTool 解析

2	64 00 00 00	上报模式：串口打印输出状态，无人 OFF，有人 distance: + 目标距离
---	-------------	--

发送数据（示例：调试模式，参数 ID = 0x0000）：

FD FC FB FA 08 00 12 00 00 00 04 00 00 00 04 03 02 01

发送数据：设置为上报模式

FD FC FB FA 08 00 12 00 00 00 64 00 00 00 04 03 02 01

雷达 ACK：

FD FC FB FA 04 00 12 01 00 00 04 03 02 01

产品对接 MCU 时使用上报模式；连接 XenD101HSTool 时工具会自动切到调试模式。

2.2.8 读取光敏 ADC 命令

此命令读取光敏 ADC（4 次平均采样）。硬件默认未贴光敏电阻，接口预留。不强制进入配置模式。

- 命令字：0x0028
- 命令值：无
- 返回值：raw（u16 LE）+ mV（u16 LE）

换算： $mV = raw \times 3300 / 4095$

发送数据：

FD FC FB FA 02 00 28 00 04 03 02 01

ACK（成功，数据为示例）：

FD FC FB FA 08 00 28 01 00 00 FA 0F DF 0C 04 03 02 01

字段	原始字节	解析	
应答命令	28 01	0x0028	0x0100
状态	00 00	ACK_OK	
raw	FA 0F	0x0FFA = 4090（12-bit，满量程 4095）	
mV	DF 0C	0x0CDF = 3295 mV $\approx$ 3.295 V	

$4090 \times 3300 / 4095 \approx 3295$ mV。电压接近 3.3 V 时，对典型「上拉 + 光敏对地」电路通常表示偏暗或未贴装。

2.2.9 读取 ChipID 命令

此命令读取 96-bit UID。不强制进入配置模式。不同模组 ID 不同。

- 命令字：0x0029
- 命令值：无
- 返回值：12 字节 UID（小端 3×u32：UID_w0 | UID_w1 | UID_w2）

发送数据：

FD FC FB FA 02 00 29 00 04 03 02 01

ACK（成功，数据为示例）：

FD FC FB FA 10 00 29 01 00 00 50 34 50 41 0A 31 38 35 48 47 B2 00 04 03 02 01

字段	原始字节	解析
UID_w0	50 34 50 41	0x41503450
UID_w1	0A 31 38 35	0x3538310A
UID_w2	48 47 B2 00	0x00B24748

完整 96-bit ChipID: 0x41503450_3538310A_00B24748。

与 IAP 设备 ID 对比时，设备 ID 应等于 UID_w0。

2.2.10 读取设备 ID 命令

此命令读取 IAP 设备 ID（ChipID 前 32 位），对应 XenD101HSTool「更新固件」页的设备 ID。需先进入配置模式。

- 命令字：0x0075
- 命令值：无
- 返回值：4 字节设备 ID（小端）

发送数据：

FD FC FB FA 02 00 75 00 04 03 02 01

ACK（成功，数据为示例）：

FD FC FB FA 08 00 75 01 00 00 50 34 50 41 04 03 02 01

返回 50 34 50 41，与 0x0029 的 UID_w0 一致。

2.2.11 读取 / 写入序列号命令

读取序列号

- 命令字：0x0011
- 命令值：无
- 返回值：2 字节 ACK 状态（0 成功，1 失败）+ SN 长度（2 字节）+ SN

发送数据：

帧头	帧内数据长度	命令字	帧尾
FD FC FB FA	02 00	11 00	04 03 02 01

ACK（成功，SN 为示例）：

帧头	帧内数据长度	命令字	ACK	SN 长度	SN	帧尾
FD FC FB FA	08 00	11 01	00 00	02 00	CD AB	04 03 02 01

未烧录序列号时，返回数据区为 FFFFFFFF，上位机 SN 显示 FFFFFFFF。SN 长度也可能为 8 字节（08 00 + 46 46 46 46 46 46 46 46）。

写入序列号

- 命令字: **0x0010**
- 命令值: SN 长度 (2 字节) + SN 字节串
- 返回值: 2 字节 ACK 状态 (0 成功, 1 失败)

发送数据 (示例 SN = **AB CD**) :

帧头	帧内数据长度	命令字	SN 长度	SN	帧尾
FD FC FB FA	06 00	10 00	02 00	CD AB	04 03 02 01

ACK (成功) :

帧头	帧内数据长度	命令字	ACK	帧尾
FD FC FB FA	04 00	10 01	00 00	04 03 02 01

2.2.12 读取传感器寄存器命令

此命令读取毫米波传感器寄存器。

- 命令字: **0x0002**
- 命令值: 2 字节芯片地址 + (2 字节寄存器地址) × N
- 返回值: (2 字节寄存器数据) × N

发送数据 (示例) :

帧头	帧内数据长度	命令字	芯片地址	寄存器地址	帧尾
FD FC FB FA	06 00	02 00	40 00	40 00	04 03 02 01

ACK (成功, 数据为示例) :

帧头	帧内数据长度	命令字	ACK	寄存器数据	帧尾
FD FC FB FA	06 00	02 01	00 00	07 02	04 03 02 01

2.2.13 配置传感器寄存器命令

此命令写入毫米波传感器寄存器。

- 命令字: **0x0001**
- 命令值: 2 字节芯片地址 + (2 字节寄存器地址 + 2 字节寄存器数据) × N
- 返回值: 2 字节 ACK 状态 (0 成功, 1 失败)

发送数据 (示例) :

帧头	帧内数据长度	命令字	芯片地址	寄存器地址	寄存器数据	帧尾
FD FC FB FA	08 00	01 00	40 00	40 00	07 42	04 03 02 01

ACK (成功) :

帧头	帧内数据长度	命令字	ACK	帧尾
FD FC FB FA	04 00	01 01	00 00	04 03 02 01

注意：命令字 **0x0001** 是**写寄存器**，参数字 **0x0001** 是**最大距离门**，二者不要混淆。

2.2.14 上报自动门限干扰

此命令上报毫米波传感器自动门限运动人体干扰警报。

发送数据：

帧头	帧内数据长度	命令字	帧尾
FD FC FB FA	02 00	14 00	04 03 02 01

ACK：

帧头	帧内数据长度	命令字	参数值	帧尾
FD FC FB FA	06 00	14 01	2 字节状态 + 2 字节 距离门状态	04 03 02 01

状态字节：

- **0000**：成功，无干扰
- **0001**：失败，有干扰

距离门状态示例：**0x8402** 转换为二进制 **1000_0100_0000_0010**，对应第 1、10、15 距离门存在干扰。

2.3 雷达数据输出协议

Rd-101A / Rd-103A 出厂固件正常工作模式下通过串口输出检测结果，输出模式有两种：**调试模式**和**上报模式**。

配置为上报模式时，无目标输出 **OFF** 字符串，有目标输出 **distance:** + 目标距离字符串。配置为调试模式时，数据格式如表 10。雷达数据按照规定帧格式输出。

2.3.1 上报模式数据格式

协议定义的雷达**上报模式**（参数值 **0x64**）下，数据格式如表 9 所示。

表 9 上报模式

目标状态	运动距离
distance:	目标距离
OFF	无

2.3.2 调试模式数据格式

表 10 调试模式的数据帧格式

字段	内容
帧头	F4 F3 F2 F1
长度	2 字节，检测结果、目标距离和各距离门能量值的总字节数

检测结果	1 字节: 00 无人, 01 有人
目标距离	2 字节
光敏值	2 字节 (预留, 默认硬件未贴光敏)
运动能量	16 个距离门 × 4 字节
运动触发门限	16 个距离门 × 4 字节
静止能量	16 个距离门 × 4 字节
2DFFT 数据头	1 字节, 0xAA
2DFFT 数据	4 个距离门 × 4 字节
帧尾	F8 F7 F6 F5

2.4 雷达命令配置方式

2.4.1 雷达命令配置步骤

设置参数的过程:

1. 上位机发送「打开命令模式」, 使 MCU 进入命令模式。此时 MCU 不进行人体检测, 只等待上位机的命令。
2. 上位机发送参数设置、参数读取等命令。
3. 如需掉电保存, 发送保存命令 0x00FD。
4. 上位机发送「关闭命令模式」, 此时 MCU 进入正常工作模式, 进行人体检测。

最短示例 (挂壁、最大距离门 10、消失延时 12 s, 保存后恢复上报模式):

```
FD FC FB FA 04 00 FF 00 01 00 04 03 02 01
FD FC FB FA 08 00 07 00 0E 00 01 00 00 04 03 02 01
FD FC FB FA 08 00 07 00 01 00 0A 00 00 04 03 02 01
FD FC FB FA 08 00 07 00 04 00 0C 00 00 04 03 02 01
FD FC FB FA 02 00 FD 00 04 03 02 01
FD FC FB FA 08 00 12 00 00 00 64 00 00 04 03 02 01
FD FC FB FA 02 00 FE 00 04 03 02 01
```

每条均应收到状态 00 00 的 ACK。人靠近应出现 distance:, 离开并满延时时应出现 OFF。

2.4.2 雷达配置注意事项

1. 串口命令单次最大数据长度不超过缓冲区大小 (打开命令模式 ACK 中返回, 当前固件为 32 字节)。读写多个寄存器时, 如果超过该长度, 需要分成多次命令下发。
2. 字节序: 小端。
3. 因为串口默认会输出雷达数据, 所以在下命令前需要先切换到命令模式。通常做法分为三步:
 1. 发送「打开命令模式」 (芯片可能还在输出数据, 串口收到的数据会包含波形或 OFF/distance: 字符串, 所以可不分析第一次返回结果)
 2. 清空串口缓存数据 (一般 delay 100 ms 左右, 确保串口数据都被清空)
 3. 再次发送「打开命令模式」, 并分析返回结果
4. 命令模式结束后, 发送「关闭命令模式」, 恢复检测与数据输出。
5. 自定义命令 ID 区间建议放在 0x0060~0x00A0。
6. 0x0028 / 0x0029 可不进入配置模式; 0x0075、读写参数、读写寄存器、系统模式等需先 0x00FF。

7. 上位机工具和第三方串口工具不能同时使用。
8. 命令字 **0x0001** 为配置传感器寄存器，参数 ID **0x0001** 为最大距离门，解析时注意区分。