上海神剑铁路通信信号有限公司

轨道交通PA控制接口协议

版本： V1.0

修订日期：2022-8-30

版 本：V1.0

上海神剑铁路通信信号有限公司

**修订记录**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **版本** | **日期** | **修订内容** | **修订人** |
| V1.0 | 2022-8-30 | 版本发布 | 袁鹏 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**签 署**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **职责** | **姓名/职务** | **签字和日期** |
| 编制 |  |  |
| 批准 |  |  |

**目 录**

[1. 文件目的 5](#_Toc112749769)

[2. 接口概述 5](#_Toc112749770)

[2.1 通信接口 5](#_Toc112749771)

[2.2 通信次序 5](#_Toc112749772)

[2.2.1 冗余： 5](#_Toc112749773)

[2.3 MODBUS TCP/IP协议 5](#_Toc112749774)

[2.4 报文格式组成（标准MODBUS TCP/IP） 6](#_Toc112749775)

[3. 报文详述 7](#_Toc112749776)

[3.1 读输入寄存器 (功能码04H) 7](#_Toc112749777)

[3.2 预置多寄存器 (功能码10H) 8](#_Toc112749778)

[4. 寄存器分配 9](#_Toc112749779)

[4.1 车站/车辆段读寄存器 (功能码04H) 9](#_Toc112749780)

[4.2 车站/车辆段写寄存器 (功能码10H) 10](#_Toc112749781)

[4.3 控制 12](#_Toc112749782)

[4.3.1 预录制广播 12](#_Toc112749783)

[4.3.2 话筒广播 13](#_Toc112749784)

[4.3.3 广播监听 13](#_Toc112749785)

[4.3.4 背景音乐广播 13](#_Toc112749786)

[5. 异常处理 14](#_Toc112749787)

# 文件目的

本文档适用于本公司数字系统轨道交通PA工程，详细描述了外系统如何控制PA系统和获取PA系统状态。

# 接口概述

## 通信接口

外系统与PA系统通信接口采用基于TCP/IP的MODBUS 协议。

## 通信次序

外系统的FEP（前端处理器）配置为主机，PA系统的通讯设备配置为从机。

PA作为MODBUS服务器接收来自外部客户端应用程序的连接，并响应数据请求。外系统做为客户端对PA的信息进行周期扫描。MODBUS服务器的端口号为1502，双方通讯采用大端（Big-endian）字节顺序。

设备状态信息传输过程：

1. 外系统每隔500ms向PA 发送一次轮询报文；
2. PA向外系统传送设备状态信息。

控制命令的传输过程是：

1. 外系统向PA发送命令报文；
2. PA执行该命令，并向外系统发送应答报文；
3. 外系统必须在收到PA的应答后，才能再次发出写数据命令。

### 冗余：

PA 设计为主备方式运行， PA为外系统提供两个不同网段的IP地址作为通讯用，PA两个IP都接受数据查询命令，但同一时刻只有一个接受控制命令。

## MODBUS TCP/IP协议

MODBUS TCP/IP 协议在应用层采用MODBUS 信息定义，在传输层和网络层采用TCP/IP，用于以太网通讯。MODBUS TCP/IP 协议和OSI 各层之间的对应关系由下图表示：



图1 参考OSI 模型的应用层模型

MODBUS/TCP 就是简单地将MDOBUS 帧嵌入到TCP 帧中。TCP/IP 的请求/应答机制能和MODBUS 本身的主/从机制很好的配合工作。

## 报文格式组成（标准MODBUS TCP/IP）

报文格式组成：



报头描述：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 字段 | 客户端（Client） | 服务端（Server） |
| Transaction Identifier  业务识别符 | 由客户端初始化 | 服务端从接收到的请求中拷贝 |
| Protocol Identifier  协议识别符 | 由客户端初始化 | 服务端从接收到的请求中拷贝 |
| Length  长度 | 由客户端初始化 | 服务端初始化 (应答) |
| Unit Identifier  单元识别符 | 由客户端初始化 | 服务端从接收到的请求中拷贝 |

**业务标识符（Transaction Identifier）**

用于业务配对。MODBUS 服务端在回应时，复制请求的业务标识符。请求和应答通过业务标识符相对应。因此，在同一时间，TCP 连接的业务标识必须是唯一的。有几种方式应用业务标识。比如简单计数“TCP 顺序号”，每次请求时加1。

**协议识别符（Protocol Identifier）**

用于系统内的多元标识。MODBUS协议用“0”标识

**长度**（**Length**）

长度字段以字节计数，包括单元标识和数据字段。

**单元识别符（Unit Identifier）**

该字段用于系统内路由。其典型应用通过一个以太网TCP/IP 网络和一个MODBUS 串行线路之间的网关，实现和一个MODBUS 或一个MODBUS + 串行线路从机的通信。该字段由MODBUS 请求进行设置，并必须由从机以相同的值作为返回。这时，“单元标识符”携带远程设备的MODBUS 从机地址。但在TCP/IP 层，MODBUS 服务端用其IP 地址寻址，因此MODBUS 单元标识就没有实际意义了。此时该字段值为0xFF。

注意：

顺序号的应用：

•对于每个信息, MODBUS MASTER (外系统) 会给MODBUS SLAVE (PA)初始化/制造顺序号;

•MODBUS SLAVE的响应信息应使用从MODBUS MASTER (外系统)发出的相同的顺序号;

•外系统应确认从PA收到的顺序号与之前发送给PA的顺序号相同.

外系统增加顺序号数值的原则：

•顺序号应用两个字节来储存;

•顺序号的范围应是(0-65535)或(0x0000 to 0xFFFF);

•顺序号的原来数值应是0;

•对于每个发出的信息,包括用于正常轮巡、故障轮巡、重试信息或控制,外系统应把顺序号数值增加1;

•如果外系统发现PA的响应信息的顺序号有错误,应不理会该信息,并宣布通讯状态欠佳.

# 报文详述

## 读输入寄存器 (功能码04H)

外系统通过04功能码获取PA设备状态和报警信息。外系统向PA系统发送查询帧，获取PA系统设备状态和相关数据。

注意：一般来说，功能码04所支持的最大字节数不会超过255，在实际通讯中，需根据PA通讯设备的特性确定最大字节数。

外系统向PA轮询服务器状态报文：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Description描述 | Size(Byte)  长度(字节) | Definition定义 |
| Header  报头 | Transaction Identifier 事务标识 | 2 | TCP sequence number  TCP顺序号 |
| Protocol Identifier协议标识 | 2 | 0x0000 |
| Length长度 | 2 | 0x0006 |
| Unit Identifier单元标识 | 1 | 0xFF |
| Modbus Data  Modbus数据 | Function Code 功能码 | 1 | 0x04 |
| Starting Address 起始地址 | 2 | 0x0001（根据具体寄存器分配定） |
| Number of Registers 寄存器个数 | 2 | N（同上） |

PA向外系统返回响应：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Description描述 | Size(Byte)  长度(字节) | Definition定义 |
| Header报头 | Transaction Identifier 事务标识 | 2 | TCP sequence number  TCP顺序号 |
| Protocol Identifier协议标识 | 2 | 0x0000 |
| Length长度 | 2 | 0xXXXX（字节个数+3） |
| Unit Identifier 单元标识 | 1 | 0xFF |
| Modbus Data  Modbus数据 | Function Code 功能码 | 1 | 0x04 |
| Byte Count 字节个数 | 1 | N\*2（当N>125,字节个数为0） |
| Data (as requested)请求的数据 | N\*2 | 0xXX….XX（请求的寄存器具体内容） |

## 预置多寄存器 (功能码10H)

外系统向PA系统发送控制信息 ：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Description 描述 | Size(Byte)  长度（字节） | Definition含义 |
| Header报头 | Transaction Identifier 事务标识 | 2 | TCP sequence number  TCP顺序号 |
| Protocol Identifier 协议标识 | 2 | 0x0000 |
| Length 长度 | 2 | 0xXXXX（字节个数+7） |
| Unit Identifier 单元标识 | 1 | 0xFF |
| Modbus Data  Modbus数据 | Function Code 功能码 | 1 | 0x10 |
| Write Starting Address 写起始地址 | 2 | 0x0001 |
| Number of Registers 寄存器个数 | 2 | N（根据具体寄存器分配定） |
| Byte Count 字节个数 | 1 | N\*2（当N>125时，字节个数设为0） |
| Data 数据 | N\*2 | 0xXX……….XX （根据具体寄存器分配定） |

PA向外系统返回响应：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Description 描述 | Size(Byte)  长度（字节） | Definition 含义 |
| Header报头 | Transaction Identifier 事务标识 | 2 | TCP sequence number  TCP顺序号 |
| Protocol Identifier 协议标识 | 2 | 0x0000 |
| Length 长度 | 2 | 0x0006 |
| Unit Identifier 单元标识 | 1 | 0xFF |
| Modbus Data  Modbus数据 | Function Code 功能码 | 1 | 0x10 |
| Write Starting Address 写起始地址 | 2 | 0x0001（同发送端一致） |
| Number of Registers 寄存器个数 | 2 | N（同上） |

# 寄存器分配

## 车站/车辆段读寄存器 (功能码04H)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | High Byte/高字节 | | | | | | | | Low Byte/低字节 | | | | | | | |
| 寄存器编号 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | 预留 | | | | | | | | | | | | | | | a |
| 2 | (b1-2) 两个字节表示一个广播区 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 |
| 4 | b3 :（15-8） | | | | | | | | b3:7 | b3 :(6-4) | | | b3 :(3-1) | | | b3:0 |
| 5 | b4-语音ID | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | (b3) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 |
| 8 | (b4) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 |
| 10 | (b7) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 |
| 12 | (b9) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 |
| 14 | (b11) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 |
| 16 | … | | | | | | | | | | | | | | | |
| … | … | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | (b31) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 |

2个寄存器代表1个PA广播区的状态，每个车站有64个寄存器，最多表示32个广播区。以ax表示某个寄存器，如a1表示广播区1对应的寄存器。

1. a服务器的状态

1个位表示服务器的状态。

=0 异常

=1 正常

1. bx的第0位表示广播区是否占用

bx:0 =0 空闲

=1 占用

1. bx的第1-3位表示广播区的播音状态

bx:(3-1) =000 空闲

=001 预录制语音广播

=010 话筒广播

=011 线路广播或背景音乐

=100 TTS广播（语音合成广播）

=101 换乘广播

1. bx的第7位表示广播区的报警状态

bx:0 =0 正常

=1 故障

1. bx的 第15-8位的十进制值表示广播区播音的优先级

广播区播音的优先级由广播发起者和发起的广播内容决定。根据项目实际情况，确认该点位的内容。

1. b4的第15-0位的十进制值表示广播区正在播出的语音段编号（仅当bx:(3-1)=01时有效）

例如bx:(15-8)=00000000 00000011=3（十进制）表示正在播出第3号语音段广播。

## 车站/车辆段写寄存器 (功能码10H)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | High Byte/高字节 | | | | | | | | Low Byte/低字节 | | | | | | | |
| 寄存器编号 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | (f)线路或话筒编号 | | | | | | (e) | | (d) | | (c) | | (b) | | (a) | |
| 2 | (g) 语音ID或者TTS编号 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | (i) Audio Priority | | | | | | | | (h) Operator ID | | | | | | | |
| 4 | (k) 音量值 | | | | | | | | (j)播放次数 | | | | | | | |
| 5 | 15 | 14 | 13 | 12 | (l) 广播区域选择 Zone Selection | | | | | | | | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 6 | 32 | 31 | 30 | 29 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 20 | 19 | 18 | 17 |
| 7 | （m）语音合成字符串 | | | | | | | | | | | | | | | |
| … |
| 108 |

1. 预录制广播/ Pre-recorded Message Boardcast

00 : 不用N/A

01 : 打开

10 : 关闭

11 : 不用N/A

1. 话筒广播/ Live Message Start/Stop

00 : 不用N/A

01 : 打开

10 : 关闭

11 : 不用N/A

1. 广播监听/ Message Listen Start/Stop

00 : 不用N/A

01 : 打开

10 : 关闭

11 : 不用N/A

1. 线路广播广播/ Line Start/Stop

00 : 不用N/A

01 : 打开

10 : 关闭

11 : 不用N/A

1. TTS广播/ TTS

00 : 不用N/A

01 : 打开

10 : 关闭

11 : 不用N/A

1. 线路或话筒编号

6位信息代表话筒或线路广播的音源(信源)，每个工程的具体内容在点表中定义。

参考内容：

1 车控室主用话筒

2 车控室备用话筒

3 控制中心主用话筒

4 控制中心备用话筒

5 换乘站话筒

1. 语音ID或者TTS编号

1个字表示语音ID或者TTS编号。语音ID，它代表预定义的广播信息（注意：广播信息ID = 0 代表PA对应的广播内容为空)。

1. 操作员ID/ Operator ID

8位信息代表操作员ID

每个工程该内容由PA和外系统协商定义。

1. 语音优先级/ Audio Priority

8位信息代表操作员优先级

每个工程该内容由PA和外系统协商定义。

1. 播放次数

8位表示播放次数。若要无限次播放，该内容设置为0。

1. 音量值

8位表示音量值，有效范围1-254。若不进行音量控制，该内容设置为0。

1. 广播区域/ Zone Selection

32 位信息代表广播区域，某位被置1时表示该位代表的广播区被选择。

1：选中

0：未选中

1. 语音合成字符串，共102个寄存器，100个中文字或100个英文字或100个中英文字的组合。2个字来代表完结符，现用2个 " \\ " 代表。字码采用UNICODE (UCS-2) 。

## 控制

### 预录制广播

外系统 向PA发送的控制信息如下

开始预录制广播：

(a) 设置为“01”

(g) 设置语音ID

(h) 设置操作员优先级

(i) 设置语音优先级

(j) 设置播放次数

(k) 设置音量

(l) 设置广播区域选择，广播区位不能全为0

关闭预录制广播：

(a) 设置为“10”

(g) 设置语音ID为0

(h) 设置操作员优先级

(i) 设置语音优先级

(j) 设置播放次数为0

(k) 设置音量为0

(l) 设置广播区域选择，广播区位全为0

### 话筒广播

外系统 向PA发送的控制信息如下

开始话筒广播（打开音频输入口)：

(b) 设置为“01”

(f) 设置话筒编号

(h) 设置操作员优先级

(l) 设置广播区域选择，广播区位不能全为0

关闭话筒广播（关闭音频输入口)：

(b) 设置为“10”

(f) 设置话筒编号

(h) 设置操作员优先级

(l) 设置广播区域选择，广播区位全为0

### 广播监听

外系统 向PA发送的控制信息如下

开始广播监听：

(c) 设置为“01”

(h) 设置操作员优先级

(l) 设置广播区域选择，只能选择1个广播区

停止广播监听：

(c) 设置为“10”

(h) 设置操作员优先级

(l) 设置广播区域选择，广播区位全为0

### 背景音乐广播

外系统 向PA发送的控制信息如下

开始背景音乐广播（打开音频输入口)：

(d) 设置为“01”

(h) 设置操作员优先级

(f) 设置线路编号

(j) 设置广播区域选择，广播区位不能全为0

停止背景音乐广播（关闭音频输入口)：

(d) 设置为“10”

(h) 设置操作员优先级

(f) 设置线路编号

(j) 设置广播区域选择，广播区位全为0

# 异常处理

异常处理的目的是：当通讯故障时，向客户端提供与故障相关的信息。

响应功能码 = 请求功能码 + 0x80，响应报文提供异常码显示出错原因。

目前使用的异常码是：01，02，03，04。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 异常码CODE | 名称NAME | 含义MEANING |
| 01 | 不合法功能ILLEGAL FUNCTION | 服务端不支持请求报文所要求的功能。  原因可能是：此功能仅仅适用于新型设备，当前使用的设备不具备此功能。  此功能码也表明：服务端(从站)处于故障状态，无法处理客户端请求。比如，服务端尚未被初始化，就被要求返回数据。The function code received in the query is not an allowable action for the server (or slave). This may be because the function code is only applicable to newer devices, and was not implemented in the unit selected. It could also indicate that the server (or slave) is in the wrong state to process a request of this type, for example because it is un-configured and is being asked to return register values. |
| 02 | 不合法地址ILLEGAL ADDRESS | 服务端不支持请求报文中数据地址。  在某些特定条件下，数据个数和数据长度有可能不对应，从而产生此错误。  如果一个控制器总共有100个寄存器。客户端请求数据包中，如果寄存器的起始地址是96，数据长度为4，这是允许的。但是，如果寄存器的起始地址是96，数据长度是5，异常发生。因为，96＋5 ＝ 101，已经超过了控制器最大寄存器的数量。The data address received in the query is not an allowable address for the server (or slave). More specifically, the combination of reference number and transfer length is invalid. For a controller with 100 registers, a request with offset 96 and length 4 would succeed, a request with offset 96 and length 5 will generate exception 02. |
| 03 | 不合法数值ILLEGAL DATA VALUE | 服务端发现 ：客户端发送的数据中，包含有无效数据。  此异常表明：服务端接收到的数据包含错误。  此异常并不一定意味着：服务端接收的数据包中的，某个数据越限。因为，Modbus协议对特定寄存器的含义不作处理。A value contained in the query data field is not an allowable value for server (or slave). This indicates a fault in the structure of the remainder of a complex request, such as that the implied length is incorrect. It specifically does NOT mean that a data item submitted for storage in a register has a value  outside the expectation of the application program, since the MODBUS protocol is unaware of the significance of any particular value of any particular register. |
| 04 | 从机失误SLAVE DEVICE FAILURE | 当服务端执行相应的功能时：发生了无法恢复的错误。An unrecoverable error occurred while the server (or slave) was attempting to perform the requested action. |