**上海锐铎自动化智能工厂系统**

**A2接口技术规范**

**V1.0**

上 海 锐 铎 自 动 化 有 限 公 司

2016 年 7 月

目录

[1 概述 4](#_Toc458165422)

[1.1 文档使用范围 4](#_Toc458165423)

[1.2 术语、定义和缩略语 4](#_Toc458165424)

[1.3 系统架构 4](#_Toc458165425)

[2 工作流程说明 5](#_Toc458165426)

[2.1 设备状态同步流程 5](#_Toc458165427)

[2.2 设备控制流程 6](#_Toc458165428)

[2.3 通信管理流程 7](#_Toc458165429)

[3 接口协议内容 7](#_Toc458165430)

[3.1 连接通信控制系统CCS 8](#_Toc458165431)

[3.1.1 接口说明 8](#_Toc458165432)

[3.1.2 报文格式定义 8](#_Toc458165433)

[3.2 返回连接结果 9](#_Toc458165434)

[3.2.1 接口说明 9](#_Toc458165435)

[3.2.2 报文格式定义 9](#_Toc458165436)

[3.3 发送设备状态信息 10](#_Toc458165437)

[3.3.1 接口说明 10](#_Toc458165438)

[3.3.2 报文格式定义 10](#_Toc458165439)

[3.4 确认收到设备状态信息 11](#_Toc458165440)

[3.4.1 接口说明 11](#_Toc458165441)

[3.4.2 报文格式定义 11](#_Toc458165442)

[3.5 发送设备控制指令 11](#_Toc458165443)

[3.5.1 接口说明 11](#_Toc458165444)

[3.5.2 报文格式定义 11](#_Toc458165445)

[3.6 确认收到设备控制指令 12](#_Toc458165446)

[3.6.1 接口说明 12](#_Toc458165447)

[3.6.2 报文格式定义 12](#_Toc458165448)

[3.7 发送心跳数据包 13](#_Toc458165449)

[3.7.1 接口说明 13](#_Toc458165450)

[3.7.2 报文格式定义 13](#_Toc458165451)

[3.8 确认收到心跳数据包 13](#_Toc458165452)

[3.8.1 接口说明 13](#_Toc458165453)

[3.8.2 报文格式定义 13](#_Toc458165454)

[3.9 与CCS断开连接 14](#_Toc458165455)

[3.9.1 接口说明 14](#_Toc458165456)

[3.9.2 报文格式定义 14](#_Toc458165457)

[4 附录 15](#_Toc458165458)

[4.1 附录一：可变长度的数据部分字节长度编解码算法 15](#_Toc458165459)

[4.2 附录二：扩展数据部分参数定义 16](#_Toc458165460)

1. 概述
   1. 文档使用范围

本文档定义了上海锐铎自动化智能工厂系统中A2接口的功能、工作流程、接口协议内容，为AGV与智能工厂系统对接提供技术参考依据。

本文档适用于A2接口相关功能的开发、研制、建设、运行和管理。

* 1. 术语、定义和缩略语

**定义：**

智能工厂系统：特指上海锐铎自动化有限公司规划设计的智能工厂软硬件系统。

通信控制系统：特指智能工厂系统中，为实现各子系统智能设备间信息通讯而设计的软硬件系统。

**缩略语**

CCS：Communication and Control System，特指智能工厂系统中的通信控制系统

AGV：Automated Guided Vehicle，即：自动导引运输车

UDP：User Datagram Protocol，即：用户数据报协议

JSON：JavaScript Object Notation，是一种轻量级的数据交换格式

XML：Extensible Markup Language，即：可扩展标记语言

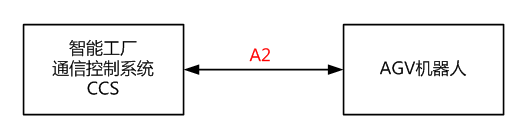
MES：Manufacturing Execution System，即：制造执行系统

* 1. 系统架构

AGV机器人是智能工厂系统的重要组成部分，装备有自动导引装置、机械手臂，可以在工厂车间内部提供物料自动搬运服务。

通信控制系统是智能工厂系统的核心控制系统，为智能工厂各子系统提供基础的通信与控制服务。

它们间的系统逻辑结构如下图所示：



智能工厂通信控制系统与AGV机器人之间通过A2接口实现设备状态同步、设备控制。

1. 工作流程说明

在智能工厂系统的实际业务工作过程中，主要涉及到以下3类常见工作流程（或通信过程）：

设备状态同步：AGV机器人将当前的设备状态、位置等信息发送到通信控制系统。

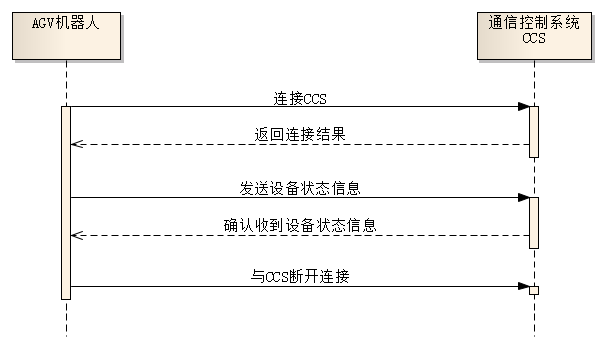
设备控制：控制系统系统根据实际生产需要，向AGV机器人发出控制指令，要求AGV机器人完成位置移动、机械手臂控制等行为。

通信管理：通信控制系统为管理AGV机器人而进行的必要通信管理行为。

**上述所有工作流程均在AGV机器人与通信控制系统连接完成后进行，在一次连接周期内，可同时进行上述3类工作流程。**

* 1. 设备状态同步流程

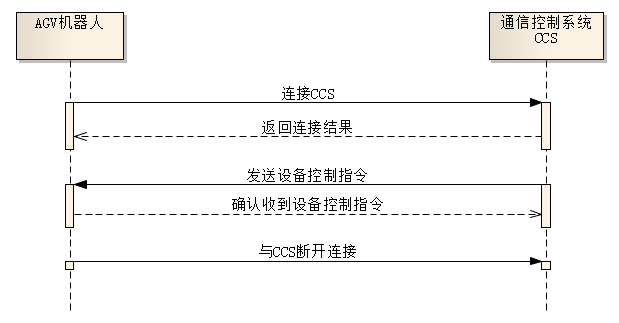
所有设备状态同步流程主要用于AGV机器人将当前的设备状态、位置等信息发送到通信控制系统。其完整的工作流程如下图所示：



在上述流程中，“发送设备状态信息”主要包含：

* 状态信息：如：设备运行状态、电量等；
* 位置信息：如：当前坐标位置、向位等；
* 机械手臂状态：如机械手臂姿态、当前手爪编号等；
  1. 设备控制流程

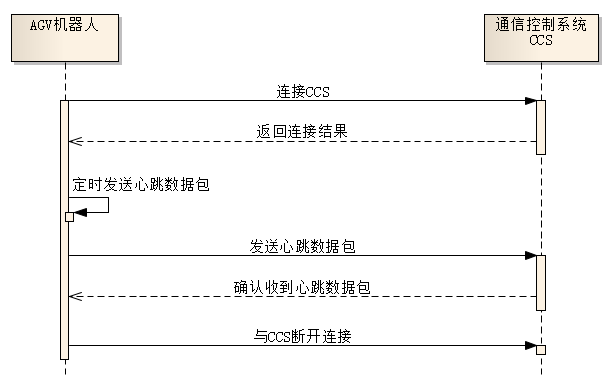
控制系统系统根据实际生产需要，向AGV机器人发出控制指令，要求AGV机器人完成位置移动、机械手臂控制等行为。其完整工作流程如下图所示：



在上述流程中，“发送设备控制指令”主要包含：

* 状态控制指令：如：休眠、唤醒、复位、暂停等；
* 位置移动指令：如：从当前位置向目标位置移动等；
* 机械手臂控制指令：如：复位、运行机械手臂控制程序等；
  1. 通信管理流程

通信管理流程主要用于监测AGV机器人的在线状态。其完整的工作流程如下图所示：



在上述流程中，“定时发送心跳数据包”的时间间隔通常可设置为10-300秒之间，具体设置可根据业务需求及实际生产环境测试结果确定最佳数值。

1. 接口协议内容

接口协议的内容一般格式如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 第1字节 | 第2-5字节（长度可变） | 剩余字节 |
| 命令字 | 数据部分字节长度 | 数据部分 |

命令字：长度1个字节，用来标识特定功能的协议报文。目前，A2接口共定义了7种命令字，用于实现A2接口中9种通信功能；

剩余字节长度：位于协议报文的第2-5字节，长度可变，用于表示表示协议报文中数据部分的长度。即：接口协议报文总长度＝1字节的命令字+共1-4字节的数据部分字节长度+数据部分字节数。数据部分字节长度的编解码算法参考本文档的“附录一”；

数据部分：包含与协议报文功能相关的数据，如：用户名、密码、设备状态数据等。数据部分可能包含基础数据、扩展数据两大类，基础数据部分采用字节级方式定义，扩展数据部分可以采用JSON/XML/字节流等形式另行约定。

* 1. 连接通信控制系统CCS
     1. 接口说明

承载协议：UDP

接口方向：AGV机器人-->通信控制系统CCS

接口功能：AGV机器人向CCS发起连接请求，连接成功后，方可进行各类信息收发。

* + 1. 报文格式定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 字节 | 报文实例  (16进制) | 备注 |
| 头部 | Byte 1 | 13 | 固定值。命令字标识 |
| Byte 2-5 | 32 | 至少1字节。参考附录一算法进行编码 |
| 基础数据部分 | Byte 1  |  Byte 10 | 0006534449  50413203C4 | 系统内部定义固定值 |
| Byte 11 | 02 | 连接失效时长（单位：秒）。在该时长期限内AGV机器人与CCS无任何有效通信，CCS将认为AGV机器人已断开连接。2字节整型数0x0258代表连接失效时长600秒 |
| Byte 12 | 58 |
| 扩展数据部分 | Byte 1 | 00 | AGV机器人标识字符串长度。2字节整型数0x0004表示AGV机器人标识字符串长度为4 |
| Byte 2 | 04 |
| Byte 3  |  Byte 6 | 41475631 | AGV机器人标识字符串。UTF编码。0x41475631代表“AGV1” |
| Byte 7  |  Byte N | 00044155544F000C64  6973636F6E6E65637465  64000473687264000430  303030 | 系统内部定义固定值 |

完整报文实例如下：

1332000653444950413203C4025800044147563100044155544F000C646973636F6E6E6563746564000473687264000430303030

**以上报文实例表示：**

标识为“AGV1”的AGV机器人请求连接到CCS，连接自动失效时长为10分钟。

* 1. 返回连接结果
     1. 接口说明

承载协议：UDP

接口方向：通信控制系统CCS-->AGV机器人

接口功能：CCS收到连接请求后，将连接请求结果返回给AGV机器人。AGV机器人在收到连接成功（返回码为0）的回复信息后，才可能与CCS进行其它正常的通信。

* + 1. 报文格式定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 字节 | 报文实例  (16进制) | 备注 |
| 头部 | Byte 1 | 20 | 固定值。命令字标识 |
| Byte 2 | 02 | 固定值。 |
| 基础数据  部分 | Byte 3 | 00 | 系统内部定义固定值 |
| Byte 4 | 00 | 连接请求回复返回码。0表示连接成功，其它数字表示连接错误代码 |

* 1. 发送设备状态信息
     1. 接口说明

承载协议：UDP

接口方向：AGV机器人-->通信控制系统CCS

接口功能：AGV机器人将当前设备的实时状态信息发送到CCS。

* + 1. 报文格式定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 字节 | 报文实例  (16进制) | 备注 |
| 头部 | Byte 1 | 32 | 固定值。命令字标识 |
| Byte 2-5 | 15 | 至少1字节。参考附录一算法进行编码 |
| 基础数据部分 | Byte 1 | 00 | AGV机器人标识字符串长度。2字节无符号整型数0x0004表示AGV机器人标识字符串长度为4 |
| Byte 2 | 04 |
| Byte 3  |  Byte 6 | 41475631 | AGV机器人标识字符串。UTF编码。0x41475631代表“AGV1” |
| Byte 7 | 00 | 系统内部定义固定值 |
| Byte 8 | 01 |
| 扩展数据部分 | Byte 1 | 00 | 扩展数据部分字节数。2字节无符号整型数0x0004表示扩展数据部分字节数4 |
| Byte 2 | 0B |
| Byte 3  |  Byte N | 7B2276616C7565223A317D | 根据实际业务通信需要，使用JSON/XML/字节流方式描述。此部分可以在系统开发阶段细化。详细的扩展数据部分参数名称、类型等定义参考附录二。 |

完整报文实例如下：

32150004414756310001000B7B2276616C7565223A317D

**以上报文实例表示：**

标识为“AGV1”的AGV机器人向CCS发送设备状态信息，状态信息的内容为：

{"value":1}

* 1. 确认收到设备状态信息
     1. 接口说明

承载协议：UDP

接口方向：通信控制系统CCS-->AGV机器人

接口功能：CCS收到AGV机器人发送的设备状态信息后，回复确认数据包。

* + 1. 报文格式定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 字节 | 报文实例  (16进制) | 备注 |
| 头部 | Byte 1 | 40 | 固定值。命令字标识 |
| Byte 2 | 02 | 固定值。 |
| 基础数据  部分 | Byte 3 | 00 | 系统内部定义固定值 |
| Byte 4 | 01 |

* 1. 发送设备控制指令
     1. 接口说明

承载协议：UDP

接口方向：通信控制系统CCS-->AGV机器人

接口功能：CCS向AGV机器人发送控制指令，要求AGV机器人完成位置移动、机械手臂控制、休眠等行为

* + 1. 报文格式定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 字节 | 报文实例  (16进制) | 备注 |
| 头部 | Byte 1 | 32 | 固定值。命令字标识 |
| Byte 2-5 | 2B | 至少1字节。参考附录一算法进行编码 |
| 基础数据部分 | Byte 1 | 00 | AGV机器人标识字符串长度。2字节无符号整型数0x0004表示AGV机器人标识字符串长度为4 |
| Byte 2 | 04 |
| Byte 3  |  Byte 6 | 41475631 | AGV机器人标识字符串。UTF编码。0x41475631代表“AGV1” |
| Byte 7 | 00 | 系统内部定义固定值 |
| Byte 8 | 01 |
| 扩展数据部分 | Byte 1 | 00 | 扩展数据部分字节数。2字节无符号整型数0x0004表示扩展数据部分字节数4 |
| Byte 2 | 0B |
| Byte 3  |  Byte N | 7B2276616C7565223A317D | 根据实际业务通信需要，使用JSON/XML/字节流方式描述。此部分可以在系统开发阶段细化。详细的扩展数据部分参数名称、类型等定义参考附录二。 |

完整报文实例如下：

322B000441475631000100217B22616374696F6E223A226D6F7665222C2278223A3132332C2279223A3435367D

**以上报文实例表示：**

CCS向标识为“AGV1”的AGV机器人发送设备控制指令，控制指令的详细内容为：

{"action":"move","x":123,"y":456}

* 1. 确认收到设备控制指令
     1. 接口说明

承载协议：UDP

接口方向：AGV机器人-->通信控制系统CCS

接口功能：AGV机器人收到CCS发送的设备控制指令后，回复确认数据包。控制指令的执行结果，将通过“发送设备状态信息”接口通知CCS。

* + 1. 报文格式定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 字节 | 报文实例  (16进制) | 备注 |
| 头部 | Byte 1 | 40 | 固定值。命令字标识 |
| Byte 2 | 02 | 固定值。 |
| 基础数据  部分 | Byte 3 | 00 | 系统内部定义固定值 |
| Byte 4 | 01 |

* 1. 发送心跳数据包
     1. 接口说明

承载协议：UDP

接口方向：AGV机器人-->通信控制系统CCS

接口功能：AGV机器人向CCS发送心跳数据包，确认当前在线。此接口由AGV机器人内部设置定时器反复调用，时间间隔通常可设置为10-300秒之间，具体设置可根据业务需求及实际生产环境测试结果确定最佳数值。

* + 1. 报文格式定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 字节 | 报文实例  (16进制) | 备注 |
| 头部 | Byte 1 | C0 | 固定值。命令字标识 |
| Byte 2 | 00 | 固定值。 |

* 1. 确认收到心跳数据包
     1. 接口说明

承载协议：UDP

接口方向：通信控制系统CCS-->AGV机器人

接口功能：CCS收到AGV机器人发送的心跳数据包后，回复确认数据包。

* + 1. 报文格式定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 字节 | 报文实例  (16进制) | 备注 |
| 头部 | Byte 1 | D0 | 固定值。命令字标识 |
| Byte 2 | 00 | 固定值。 |

* 1. 与CCS断开连接
     1. 接口说明

承载协议：UDP

接口方向：AGV机器人-->通信控制系统CCS

接口功能：AGV机器人向CCS发送连接断开通知。CCS收到该数据包后，关闭本次连接会话。

* + 1. 报文格式定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 字节 | 报文实例  (16进制) | 备注 |
| 头部 | Byte 1 | E0 | 固定值。命令字标识 |
| Byte 2 | 00 | 固定值。 |

1. 附录
   1. 附录一：可变长度的数据部分字节长度编解码算法

编解码基本思想：

1、使用4个字节模拟128进制数；

2、使用每字节的最高位标识下一字节是否存在进位；

3、最大数值可表示 2^28-1 = 268435455 = 256M

**/\*编码算法C语言描述：\*/**

int len; //数据包剩余部分长度

char buff[];//用于保存编码结果

int x, d;

x=len;

int i;

do{

    d = x % 0x80;

    x = x / 0x80;

    if ( x > 0 ) {

        d = d | 0x80;

    }

    buff[i] = d;

    i++;

}while( x > 0 );

**/\*解码算法C语言描述：\*/**

char buff[];//已编码的数据包剩余部分长度

int m=1;

int len=0; //用于保存解码结果

int d;

int i=0;

do{

    d = buff[i];

    len += ( d & 0x7F ) \* m;

    m \*= 0x80;

}while(( d & 0x80 ) != 0 )

* 1. 附录二：扩展数据部分参数定义

**本附录为初稿，详细参数定义在接口开发阶段可以另行约定。以下提供扩展数据部分参数定义供参考，最终参数定义以接口开发实施结果为准。**

“发送设备状态信息”报文扩展数据部分参数JSON定义示例：

{

"state":0, //运行状态

"power":100, //电量

"direction":0, //方向

"x":100, //X坐标

"y":200, //Y坐标

"IR.state":0, //机械手臂状态

"IR.hand":1 //机械手臂手爪编号

}

“发送设备控制指令”报文扩展数据部分参数JSON定义示例：

{

"action":"move", //位置移动指令

"x":200, //目标位置X坐标

"y":300 //目标位置Y坐标

}