

ICS 25.160.30

CCS J64

# T/CSHB

河北省版权协会团体标准

T/CSHB 0021—2024

## 全自动真空焊接炉设备软件技术规范

Technical specification for device software of fully automatic vacuum welding  
furnace

2024 - 12 - 17 发布

2024 - 12 - 17 实施

河北省版权协会 发布

# 目 次

前言 .....	11
1. 范围 .....	1
2. 规范性引用文件 .....	1
3. 术语和定义 .....	1
4. 通用要求 .....	2
5. 软件技术要求 .....	3
5.1 一般要求 .....	3
5.2 用户登录要求 .....	4
5.3 生产界面要求 .....	4
5.4 工艺编辑 .....	5
5.5 调试界面 .....	6
5.6 参数设置 .....	6
5.7 信息查询 .....	7
6 数据要求 .....	7
6.1 一般要求 .....	7
6.2 数据基础要求 .....	7
6.3 参数的数据交互 .....	9
6.4 数据存储 .....	10
6.5 数据权限管理 .....	10
6.6 数据解析 .....	10
6.7 消息类型实现 .....	11
7. 状态模型 .....	14
7.1 通讯状态模型 .....	14
7.2 控制状态模型 .....	15
7.3 设备处理状态 .....	16

# 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由诚联恺达科技有限公司提出。

本文件由河北省版权协会归口。

本文件起草单位：诚联恺达科技有限公司、北京理工大学、燕山大学、四川华源恒智科技有限公司、中德信息技术（天津）有限公司、首科（河北）企业管理咨询有限公司、华科企元（北京）标准化技术发展有限公司、北京理工大学、北京理工大学唐山研究院、河北省产品质量监督检验研究院、华北理工大学。

本文件主要起草人：崔会猛、陈新、段圣、史立超、马永龙、郭子昂、李晓亮、傅雄军、卢继华、艾超、陈立娟、廖波、靳千、张鹏、张孟佑、李茹、胡君。

# 全自动真空焊接炉设备软件技术规范

## 1. 范围

本文件规定了全自动真空焊接炉应用软件的控制功能、数据处理及人机交互等技术要求。

本文件适用于全自动真空焊接炉应用软件的设计、开发、测试、应用。本文件不涉及系统软件和支撑软件的设定和使用。

## 2. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 15126 - 2017 信息技术 开放系统互连 网络服务定义

GB/T 25000.51-2016 软件工程 软件产品质量要求和评价（SQuaRE）第 51 部分：就绪可用软件产品（RUSP）的质量要求和测试细则

GB/T 29765 - 2021 信息安全技术 数据备份与恢复产品技术要求与测试评价方法

GB/T 30149 电网通用模型描述规范

GB/T 32907 - 2016 信息安全技术 SM4 分组密码算法

## 3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**通讯协议** communication protocols

一种网络通用语言，为连接不同操作系统和不同硬件体系结构的互联网络提供通信支持。

### 3.2

**CSV** comma-separated values

一种计算机文件格式，以纯文本形式存储表格数据。

### 3.3

**驼峰命名法** camelcase

又称驼峰式命名，一种用于编程语言中变量命名的写法规范。它的命名规则是将多个单

词合并成一个单词，通过将每个单词的首字母大写或者小写来区分每个单词的边界，例如：  
firstName、lastName。

### 3.4

**响应时间** response time

测试量变化一个步进值后，传感器达到最终数值 90%所需要的时间。一般将反应时间分为两个部分：（Rise time）和下降时间（Fall time），而表示时以两者之和为准。单位为 s（秒）。

### 3.5

**吞吐量** throughput

对网络、设备、端口、电路或其他设施，单位时间内成功地传送数据的数量（以比特、字节、分组等测量）。

### 3.6

**物理接口** physical interface

是系统中不同设备与部件之间的硬件接口。

### 3.7

**弱密码** weak passwords

容易破译的密码，多为简单的数字组合、账号相同的数字组合、键盘上的临近键或常见姓名，例如“123456”、“abc123”、“Michael”、“admin”等。终端设备出厂配置的通用密码等都属于弱密码范畴。

### 3.8

**SECS/GEM**

SECS（Semiconductor Equipment Communication Standard）即半导体设备通信标准，Generic Equipment Model 即通用设备模型，SECS/GEM 是用于半导体设备和晶圆厂主机之间通信的通信接口协议。符合 SECS/GEM 协议的设备可以使用 TCP/IP 或 RS-232 与晶圆厂主机进行通讯。

## 4. 通用要求

4.1 软件应通过与下位机通信，实时获取各种传感器和设备的数据。

4.2 软件应可以对获取的数据进行处理和分析。

4.3 软件应可以向 PLC 发送控制指令或参数设置。

- 4.4 软件应记录操作日志和运行日志，方便用户查找。
- 4.5 软件应设有报警系统，实时预警生产过程中的异常点，以便及时干预、处理。
- 4.6 软件应具备工艺编辑功能，可实现设备自动运行并控制。
- 4.7 软件应具有不间断的实时监控和数据记录系统。
- 4.8 软件应具有精准控温功能。
- 4.9 软件应支持数据上传至生产管理系统。
- 4.10 对于用户操作指令（如界面按钮点击、数据查询请求等），响应时间应不大于 0.5 s。
- 4.11 在处理大量数据时，软件应具备足够的数据吞吐量，能够在规定时间内完成数据处理任务，避免数据积压导致系统性能下降。
- 4.12 数据加密和解密操作应满足设备实时运行的需求，加密和解密速度应足够快，以避免因加密过程导致系统运行缓慢，影响设备的正常生产流程。
- 4.13 设备应支持多种常见的物理接口类型，如 USB 接口（应符合 USB2.0 及以上版本标准）、以太网接口（应符合 IEEE 802.3 的要求）等，以确保能够与不同的外部设备进行连接。
- 4.14 设备应支持多种通讯协议，包括但不限于 TCP/IP 协议（用于网络通讯）、Modbus 协议（用于工业控制领域的设备通信）等，确保设备能够与不同厂商、不同型号的相关设备顺利进行数据交换和控制指令传输。

## 5. 软件技术要求

### 5.1 一般要求

5.1.1 按照 GB/T 25000.51-2016 规定，软件应具备生产界面、工艺界面、调试界面、参数界面和信息界面等选项。

5.1.2 软件应具有管理不同组别、不同人员、不同权限的界面。

#### 5.1.3 可视化操作界面的设计要求

5.1.3.1 界面元素应按照功能模块进行合理布局，例如将生产界面的工艺相关按钮（工艺名称显示、曲线显示、工艺下载等）集中放置在一个区域，便于用户操作和查找。同时，不同功能模块之间应通过明显的分隔线或空白区域进行区分，避免用户误操作。

5.1.3.2 界面颜色应选择符合人眼视觉特性的色彩组合，避免使用过于刺眼或对比度过高的颜色，以免造成用户视觉疲劳。背景色可选用柔和色系，文字和按钮颜色应与背景色形成鲜明对比，便于用户识别。

5.1.3.3 操作按钮的大小应适中，根据用户操作习惯和手指触摸区域进行设计。按钮位

置应符合人体工程学原理，常用按钮应放置在用户操作区域的中心位置或易于触及的位置。

5.1.4 软件应显示设备名称，可实现用户登录、生产界面、工艺界面、调试界面、参数界面和信息相关界面的打开或切换，同时可退出可视化系统。

## 5.2 用户登录要求

5.2.1 软件进入可视化操作界面后系统默认的用户名应是访问者，访问者只能观看，不能操作。

5.2.2 设备出厂前可视化操作系统的用户组至少包含：管理员、工程师、技术员、访问者等。对应用户的权限依次缩减。

5.2.3 软件应支持用户组下增加或删除子账号，并对密码进行设定和修改。

5.2.4 软件应能够识别、拒绝弱密码。

5.2.5 用户密码在数据库中应以加密形式存储，采用符合 GB/T 32907 - 2016 规定的加密算法，如哈希函数（如 SHA - 256）对密码进行加密处理，确保密码在数据库中以密文形式存在，即使数据库被非法获取，也无法直接获取用户密码。

5.2.6 在网络传输过程中，应采用安全的加密协议（如 SSL/TLS）对密码进行保护。当用户登录时，客户端与服务器之间建立安全连接，密码在该连接中进行传输，防止密码在传输过程中被窃取或篡改。

## 5.3 生产界面要求

5.3.1 生产界面应有工艺名称显示、实时工艺画面、工艺下载、设备控制、工艺运行监控和历史曲线查看等选项。

5.3.2 曲线显示应能够显示对应工艺舱的运行数据曲线。

5.3.3 实时工艺界面应显示设备运行过程中的实时数据。

5.3.4 工艺下载应可以选择、加载和浏览、下传工艺。

5.3.5 设备控制应可以启停设备。

5.3.6 工艺运行监控应可查看设备运行过程中各舱的工艺步序和时序。

5.3.7 历史曲线查看应可查看以前运行的历史曲线。

5.3.8 生产界面还可能涉及以下方面：

5.3.8.1 温度曲线显示：实时显示焊接过程中的温度变化曲线，帮助操作人员了解温度的变化趋势。

5.3.8.2 冷却系统状态显示：如果设备具备冷却功能，界面上应能展示冷却系统的工作状态，如冷却介质的流量、温度等。

5.3.8.3 真空度曲线显示：直观呈现真空焊接炉内真空度的变化情况。

5.3.8.4 焊接进度显示：明确显示焊接工作的进度，例如已完成的焊接时间或焊接步骤的百分比。

5.3.8.5 加热区域显示：若设备的加热区域有多个或可调节，界面上需标示出当前的加热区域分布。

5.3.8.6 气体流量显示：在焊接过程中需要通入保护气体或其他气体时，显示气体的流量信息。

5.3.8.7 承托板或夹具状态：如果设备中的承托板或夹具具有特殊的状态或位置信息，也应在界面上有所体现。

5.3.8.8 设备维护提示：根据设备的运行时间或其他条件，显示设备需要维护的提示信息。

5.3.9 生产界面不应出现卡顿、崩溃等现象，数据显示应准确无误。

## 5.4 工艺编辑

5.4.1 工艺编辑页面应有新建工艺、打开工艺、删除工艺、时序检测、保存工艺和曲线拟合等选项。

5.4.2 设备运行前应编辑好生产工艺，可通过新建工艺或下载已有工艺文件来实现。

5.4.3 工艺设计或编辑完成后，应进行时序检测。

5.4.4 工艺设计或编辑完成后，应执行工艺保存操作。

5.4.5 工艺设计或编辑完成后，应进行曲线拟合操作。

5.4.6 设置工艺的参数包括但不限于：舱体对象选择、主控对象选择、工艺段执行序号、温度值设定、段时长设定、压力值设定、温度调节板台接触距离设定、温度达到板台分离距离设定、真空设定、充氮气/甲酸设定、工艺结束标识。

5.4.7 参数范围：对于芯片焊接工艺中的关键参数，应根据不同材料和焊接工艺要求，设置合理的温度范围。

5.4.8 参数精度：工艺参数的设置应具有足够的精度，以满足工艺要求。确保工艺编辑过程中能够精确控制设备运行参数。

5.4.9 参数关联性：工艺编辑过程中，不同参数之间应存在合理的关联性。在焊接工艺

中，温度和压力参数可能相互影响，当温度升高时，需要相应地调整压力参数，以确保焊接质量。软件应能够识别这种参数关联性，并在用户编辑工艺时提供相应的提示或自动调整功能，避免因参数设置不合理导致运行异常。

## 5.5 调试界面

5.5.1 调试可以分为阀门调试、传动调试、加热调试、周转调试以及外部报警信号状态。各个部分功能不同其调试的页面内容也不同。

5.5.2 阀门调试应涉及设备包括电子锁、门阀、真空泵组、真空阀、氮气阀、甲酸阀。

5.5.3 传动调试应包括预热/焊接/冷却传输、预热/焊接/冷却平台的升降。

5.5.4 加热调试应包括前预热舱、后预热舱、焊接舱加热电源。

5.5.5 周转调试应具有自动和手动调试两种工作模式，主要分为入口区、风冷区、出口区、传输区。

5.5.6 外部报警信号显示应当在某个报警的背景颜色为黄色时报警。

5.5.7 功能完整性：调试界面应具备完整的调试功能，包括阀门调试、传动调试、加热调试、周转调试以及外部报警信号状态的监测和调整。对于每个调试部分，应提供详细的调试参数设置和状态显示功能，如阀门调试应显示阀门的开合状态、流量等参数，加热调试应显示加热电源的功率、温度上升速率等参数。

5.5.8 操作流程规范化：明确调试过程中各种参数的调整顺序和方法，以及如何获取和分析调试数据。例如，在进行阀门调试时，应先检查阀门的机械结构是否正常，然后按照一定的顺序调整阀门的开合度，并实时观察阀门的流量变化，根据流量变化情况进一步调整阀门参数，确保阀门调试过程规范、有序。

## 5.6 参数设置

参数设置界面应至少包括：报警参数设置、功能参数设置、运行参数设置、加热参数设置、其他参数设置。

5.6.1 参数设置加密：在设置敏感参数时，应采用加密技术对参数值进行加密处理。例如，对于报警参数中的阈值设置，采用符合 GB/T 32907 - 2016 规定的加密算法对阈值进行放大，确保只有授权用户在解密后才能查看和修改参数值。

5.6.2 参数存储加密：敏感参数在存储过程中也应采用加密形式，确保参数在数据库中的安全性。例如，采用数据库加密技术，如透明数据加密（TDE），对存储敏感参数的数据库表进行加密，防止参数被非法获取或篡改。

## 5.7 信息查询

5.7.1 信息查询功能：信息查询应至少包含系统信息查询、报警信息查询、历史数据查询等功能。

5.7.2 数据完整性：确保历史数据在存储过程中不被损坏，软件应具备数据校验和修复功能。例如，在数据存储过程中，定期对数据进行校验和，如采用 CRC（循环冗余校验）算法对数据进行校验，当发现数据错误时，应根据预先设定的修复策略进行修复，如从备份数据中恢复原始数据。

5.7.3 可恢复性：在需要查询历史数据时，应能够完整恢复和准确显示。这要求软件应具备完善的备份策略和恢复机制，根据 GB/T 29765 - 2021 规定的备份和恢复方法，确定合理的备份周期，并确保备份数据的完整性和可用性。当用户查询历史数据时，应能够从备份数据中快速恢复所需数据，并准确显示给用户。

## 6 数据要求

### 6.1 一般要求

6.1.1 数据的生成、采集、传输、处理、显示、保存应符合设计要求。

6.1.2 数据的生成、采集、保存应采用可变长度字符编码（UTF-8）。

6.1.3 数据的输入、输出应在可视化图形界面下完成。

6.1.4 数据的生成与修改应与时间、人员、设备相关，并具有可追溯性。

6.1.5 数据的传输应符合 SECS/GEM 协议。

### 6.2 数据基础要求

#### 6.2.1 数据的命名规范

6.2.1.1 简洁明了，使用驼峰命名法或下划线命名法，并在规范中明确规定。

6.2.1.2 避免使用缩写或不明确术语避免使用特殊字符或空格。

6.2.1.3 对于经常更新或修改的数据，可以考虑在命名中包含版本信息，以便于管理和追踪不同版本的数据。

#### 6.2.2 数据的验证要求

##### 6.2.2.1 数据完整性验证：

a) 确保数据在生成、采集、传输、处理、显示和保存的各个环节中没有丢失或损坏；

b) 验证数据的关键元素或字段是否存在，如工艺参数、设备状态数据等必要信息

不应缺失。

#### 6.2.2.2 数据准确性验证：

- a) 对采集到的数据进行合理性检查。如对于温度数据，其值应在合理的范围内，如不能超过材料的熔点；对于压力数据，需符合设备的正常工作压力范围；
- b) 将采集的数据与已知的标准值、参考值或预期范围进行比较。例如，通过与标准温度传感器或经过校准的设备获取的数据进行对比，验证采集的温度数据的准确性；
- c) 检查数据的逻辑一致性。例如，在特定工艺阶段，某些相关数据之间应存在一定的逻辑关系，如加热功率与温度上升速率之间的对应关系。

#### 6.2.2.3 数据格式验证：

- a) 验证数据的格式是否符合规范要求。如数据的编码方式、字段分隔符、数据长度等应与规定的格式一致；
- b) 确保数据的命名规范符合要求，采用驼峰命名法等规范的数据命名方式，方便数据的识别和管理。

#### 6.2.2.4 数据时效性验证：

- a) 检查数据的时间戳，确保数据是在规定的时间范围内采集或生成的，能够反映设备当时的真实状态；
- b) 对于实时性要求较高的数据，验证其更新频率是否满足要求，以保证操作人员能够及时了解设备的最新情况。

#### 6.2.2.5 数据加密验证：

- a) 验证敏感数据在加密过程中的完整性和正确性，确保加密后的数据在存储和传输过程中没有被篡改或损坏；
- b) 检查解密后的敏感数据是否与原始数据一致，保证数据加密和解密的过程正确无误。

#### 6.2.2.6 数据关联性验证：

- a) 对于存在关联关系的数据，如工艺参数之间的相互影响关系，验证其关联性是否正确。例如，当调整温度参数时，相应的压力参数或其他相关参数是否按照预期的方式变化；
- b) 确保不同数据集之间的关联正确，例如设备状态数据与对应的工艺参数数据之

间的匹配关系。

#### 6.2.2.7 数据存储验证：

a) 验证数据在数据库中的存储是否正确，包括数据的写入、读取和查询操作的准确性；

b) 检查数据库的备份和恢复机制，确保在需要时能够完整地恢复数据，并验证恢复后的数据与原始数据的一致性。

#### 6.2.2.8 数据权限验证：

a) 验证用户对数据的访问权限是否符合规定，只有授权用户能够访问相应的数据；

b) 检查数据的修改和删除操作是否经过授权，防止未经授权的数据篡改行为。

### 6.2.3 数据的访问权限：

6.2.3.1 设定不同级别的数据访问权限。

6.2.3.2 遵循最小权限原则，即每个用户只被授予完成工作所需的最低权限。

6.2.3.3 强化身份验证和授权机制，采用数据加密算法、数据脱敏工具等技术手段保护数据的隐私和机密性。

### 6.2.4 完整性：

在数据的整个生命周期内，从生成到删除，应确保数据不丢失、不损坏。除了上述加密措施保证数据安全性外，还应建立数据备份和恢复机制，如按照 GB/T 29765 - 2021 规定的方法，定期备份数据，并确保备份数据的完整性和可用性。

### 6.2.5 一致性

数据之间应保持逻辑上的一致性。例如，在工艺编辑过程中，如果设置了某个工艺参数的上限值，那么在实际生产过程中，采集到的数据不应超过该上限值。软件应具备数据验证机制，在数据更新、插入或删除时，检查数据的一致性，防止出现数据冲突。

## 6.3 参数的数据交互

6.3.1 数据交互应包含系统参数、用户参数、功能参数、报警参数等内容。

6.3.2 参数交互格式应遵循 GB/T 30149 中 CIM/E 格式，缺省的参数应为无效 (NULL)。

6.3.3 参数数据应用制表符进行分割。

6.3.4 数据交互宜采用实时方式，并具备接口扩展能力。

6.3.5 设备间数据交互的接口兼容性要求：

6.3.5.1 格式规范：参数的数据交互应遵循 GB/T 30149 中规定的格式，如采用 CIM/E

格式，确保数据交互的标准化。同时，参数数据应用制表符进行分割，以提高数据处理效率。

6.3.5.2 内容准确：在参数的数据交互过程中，应确保传递的数据内容准确无误。

6.3.5.3 接口兼容：设备间的数据交互应满足 GB/T 15126 - 2017 规定的接口兼容性要求。如，设备应支持 TCP/IP 协议等常见通讯协议，确保能够与其他相关设备进行数据交换。

## 6.4 数据存储

6.4.1 可靠性：数据库应具备高可靠性，能够在各种意外情况下（如硬件故障、软件崩溃等）保持数据的完整性和可用性。例如，选择具有事务处理能力的数据库，通过事务处理机制保证数据的一致性和完整性。

6.4.2 扩展性：考虑到设备运行过程中数据量可能不断增加，数据库应具备良好的扩展性。例如，选择支持分布式存储的数据库系统，能够轻松应对数据量的增长。

## 6.5 数据权限管理

6.5.1 对数据权限管理中的加密技术手段进行细化，如采用更高级别的加密算法对敏感数据进行加密，以及加强身份验证机制的安全性。

6.5.2 加密算法升级：对于敏感数据，如工艺参数、用户密码等，采用更高级别的加密算法进行加密，提高数据的安全性。

6.5.3 身份验证强化：加强身份验证机制的安全性，应采用密码、指纹识别、面部识别等多因素身份验证方法，确保只有授权用户能够访问敏感数据。

6.5.4 建立权限管理机制，限制用户对数据的访问和操作权限，确保数据的机密性和完整性。对敏感数据进行加密存储，采取访问控制、操作记录等措施。

## 6.6 数据解析

6.6.1 主机上传的工艺文件按照 CSV 文件的存储方式进行解析，其中 CSV 文件的存储方式如下所示：

6.6.1.1 一行的数据之间以逗号“,”进行分割；

6.6.1.2 各行的数据之间以换行符“\n”进行分割；

6.6.1.3 首行表示工艺数据的英文名称；

6.6.1.4 从第二行开始，就是工艺数据。

6.6.2 数据解析的一致性要求

数据解析过程应确保解析结果准确无误。例如，在解析工艺文件时，应准确解析出工艺段执行序号、温度值、压力值等关键参数，避免因解析错误导致运行异常。

### 6.6.3 数据解析的响应时间要求

数据解析应在相对短的时间内完成。对于大规模的工艺文件解析，应采用高效的解析算法和数据结构，提高解析速度，避免因解析过程过长影响设备运行效率。工艺参数解析具体参照表 1。

#### 1 工艺参数解析

序号	名称	类型	描述
1	Step	U2	执行序号
2	Chamber_Number	U1	舱体选择
3	Control_Mode	U1	主控对象
4	Step_Time	U4	段时间
5	Step_Temperature	U4	段温度
6	Step_Pressure	U4	段压力
7	Plate_Contact_Distance	F4	接触距离
8	Plate_Depart_Distance	F4	分离距离
9	Vaccum_Speed	U4	真空速率
10	Vaccum_Open	U4	抽真空
11	Chamber4_Vaccum_Valve_Select	U4	冷却真空阀号
12	FlowGasInlet_N2_On	U4	充氮气
13	FlowGasInlet_N2_Speed	U4	预热氮气速率
14	FlowGasInlet_HCOOH_Open	U4	充甲酸
15	FlowGasInlet_HCOOH_Speed	U4	甲酸速率.
16	Process_End	U4	工艺结束

## 6.7 消息类型实现

### 6.7.1 SECS-II 消息子集参照表 2。

表 2 SECS-II 消息子集

组别	功能	名称	描述
S1	F1	Are You There Request	H←→E
	F2	On Line Data	H←→E
	F3	Selected Equipment Status Request	H →E
	F4	Selected Equipment Status Data	H← E
	F11	Status Variable Namelist Request	H →E
	F12	Status Variable Namelist Reply	H← E
	F13	Establish Communications Request	H←→E
	F14	Establish Communications Request Acknowledge	H←→E
	F15	Request OFF-LINE	H →E
	F16	OFF-LINE Acknowledge	H← E
	F17	Request ON-LINE	H →E
	F18	ON-LINE Acknowledge	H← E
	F21	Data Variable Namelist Request	H →E
	F22	Data Variable Namelist	H← E
	F23	Collection Event Namelist Request	H →E
	F24	Collection Event Namelist	H← E
S2	F13	Equipment Constant Request	H →E
	F14	Equipment Constant Data	H← E
	F15	New Equipment Constant Send	H →E
	F16	New Equipment Constant Acknowledge	H← E
	F17	Date and Time Request	H →E
	F18	Date and Time Data	H← E
	F23	Trace Initialize Send	H →E
	F24	Trace Initialize Acknowledge	H← E
	F29	Equipment Constant Namelist Request	H →E
	F30	Equipment Constant Namelist	H← E
	F31	Date and Time Set Request	H →E
	F32	Date and Time Set Acknowledge	H← E
	F33	Define Report	H →E
	F34	Define Report Acknowledge	H← E
F35	Link Event Report	H →E	
F36	Link Event Report Acknowledge	H← E	

组别	功能	名称	描述
	F37	Enable/Disable Event Report	H →E
	F38	Enable/Disable Event Report Acknowledge	H← E
	F41	Host Command Send	H →E
	F42	Host Command Acknowledge	H← E
S5	F1	Alarm Report Send	H← E
	F2	Alarm Report Acknowledge	H →E
	F3	Enable/Disable Alarm Send	H →E
	F4	Enable/Disable Alarm Acknowledge	H← E
	F5	List Alarms Request	H →E
	F6	List Alarm Data	H← E
	F7	List Enabled Alarm Request	H →E
	F8	List Enabled Alarm Data	H← E
S6	F1	Trace Data Send	H← E
	F2	Trace Data Acknowledge	H →E
	F11	Event Report Send	H← E
	F12	Event Report Acknowledge	H →E
	F13	Annotated Event Report Send	H← E
	F14	Annotated Event Report Acknowledge	H →E
	F15	Event Report Request	H →E
	F16	Event Report Data	H← E
	F17	Annotated Event Report Request	H →E
	F18	Annotated Event Report Data	H← E
	F19	Individual Report Request	H →E
	F20	Individual Report Data	H← E
	F21	Annotated Individual Report Request	H →E
	F22	Annotated Individual Report Data	H← E
S7	F1	Process Program Load Inquire	H←→E
	F2	Process Program Load Grant	H←→E
	F3	Process Program Send	H←→E
	F4	Process Program Acknowledge	H←→E
	F5	Process Program Request	H←→E
	F6	Process Program Data	H←→E
	F17	Delete Process Program Send	H →E
	F18	Delete Process Program Acknowledge	H← E
	F19	Current EPPD Request	H →E
	F20	Current EPPD Data	H← E
S9	F1	Unrecognized Stream Type	H← E
	F3	Unrecognized Device ID	H← E
	F5	Unrecognized Function Type	H← E
	F7	Illegal Data	H← E
	F9	Transaction Timer Timeout	H← E
	F11	Data Too Long .	H← E

组别	功能	名称	描述
	F13	Conversation Timeout	H← E
S10	F1	Terminal Request Acknowledge	H← E
	F2	Terminal Request Acknowledge	H →E
	F3	Terminal Display, Single	H →E
	F4	Terminal Display, Single Acknowledge	H← E
S14	F1	GetAttr Request	H← E
	F2	GetAttr Data	H →E

6.7.2 消息格式。描述 SECS 的格式参照表 3。

表 3 描述 SECS 的格式

八进制代码	DMS 类型代码
00	B
10	BOOLEAN
11	A
20	I8
30	I1
31	I2
32	I4
34	F4
40	F8
44	U8
50	U1
51	U2
52	U4
54	B

## 7. 状态模型

### 7.1 通讯状态模型

#### 7.1.1 通讯状态模型中的设备接口通信情况

7.1.1.1 接口状态：设备接口应能够稳定地传输数据，数据传输速率应符合设备设计要求。

7.1.1.2 状态转换规则：应明确不同通讯状态之间的转换规则，当设备从 DISABLED 状态转换到 ENABLED 状态时，应进行设备初始化操作，包括检查设备接口连接情况、初始化通讯协议等。通讯状态模型参照表 4。

表 4 通讯状态模型

状态	描述
DISABLED	在此状态下，SECS II 与主机不存在通信。如果操作员从 ENABLED 切换到 DISABLED，则所有 SECS II 通信立即停止。
ENABLED	ENABLED 状态是可能的系统默认值。
NOT COMMUNICATING	ENABLED 状态有两个子状态，COMMUNICATING 和 NOT。
COMMUNICATING	当设备不通信时，这两个子状态都是有效的。
EQUIPMENT-INITIATED CONNECT	NOT COMMUNICATING 状态有两个 AND 子状态，HOST INITIATED ONNECT 和 EQUIPMENT INITIATED CONNECT，当设备不通信时，这两个子状态都是有效的。
HOST- INITIATED CONNECT	
WAIT CR FROM HOST	WAIT CR FORM HOST 状态是 HOST-INITIATED CONNECT 的子状态。
WAIT DELAY	该状态有两个子状态， WAIT CRA 和 WAIT DELAY。一旦进入 NOT COMMUNICATING 状态，只要 EQUIPMENT INITIATED CONNECT 首次变为活动状态，就会转换到 WAIT CRA CommDelay 定时器设置为“过期”。
WAIT CRA	

## 7.2 控制状态模型

### 7.2.1 控制状态模型中的设备控制性能要求

7.2.1.1 响应时间要求：在不同控制状态下，设备对主机指令的响应时间应符合设计要求。例如，在 ON - LINE 状态下，设备对主机指令的响应时间可根据实际设备性能和需求确定具体数值，以确保设备能够及时执行主机指令，实现高效的自动化控制。

7.2.1.2 准确性要求：设备对主机指令的执行应准确无误，当主机发送启动设备的指令时，设备应准确地启动相关部件并按照预定的工艺参数运行，避免出现误操作或运行异常。

### 7.2.2 控制状态模型参照表 5。

表 5 控制状态模型

状态	描述
OFF-LINE	离线时，设备将以 Sx、F0 响应来自主机的除 S1、F13 或 S1、F17 以外的任何主要消息。它将处理并响应 S1、F13 和 S1、F17。S1、F17 被主机用来请求设备转换到在线状态。
EQUIPMENT OFF-LINE	此状态处于活动状态时，系统将保持离线状态。它等待操作员指令尝试联机。
AT TEMPT ON-LINE	当“在线尝试”状态处于活动状态时，设备已响应操作员指令，尝试进入在线状态。激活此状态后，设备尝试向主机发送 S1、F1。
HOST OFF-LINE	当主机脱机状态处于活动状态时，操作员的意图是使设备联机。然而，主持人没有同意。进入此状态可能是由于尝试联机失败或主机要求设备从联机脱机（有关更多详细信息，请参阅转换表）。当此状态处于活动状态时，设备应积极响应任何主机的联机请求（S1、F17）。当主机离线状态未激活时，应拒绝此类请求。
ON-LINE	设备的在 LOCAL 有效时，主机能够在整个过程中操作设备以实现自动方式。当 LOCAL 处于当前状态时，设备不会限制任何主机功能。
ON-LINE REMOTE	设备的在 REMOTE 有效时，主机能够在整个过程中操作设备以实现自动方式。当 REMOTE 处于当前状态时，设备不会限制任何主机功能。

### 7.3 设备处理状态

#### 7.3.1 设备处理状态中的数据处理和存储情况：

7.3.1.1 数据处理过程：在设备处理过程中，数据应按照预定的算法和流程进行处理。对于采集到的温度数据，应根据设定的温度补偿算法进行处理，以获得更准确的温度值。同时，在数据处理过程中，应确保数据的加密状态不被破坏，如果需要对加密数据进行处理，应采用相应的加密处理技术，如动态加密技术。

7.3.1.2 数据存储策略：在设备处理过程中，应确定数据的存储策略，对于实时采集的工艺参数数据，应根据其重要性和更新频率确定存储方式。重要且更新频繁的数据可以采用实时存储到数据库的方式，而对于一些辅助数据，可以采用定期存储或只在需要时存储的方式。

7.3.1.3 应确保数据存储的安全性和可靠性，按照 GB/T 29765-2021 规定的方法，定期备份数据，并确保备份数据的完整性和可用性。

#### 7.3.2 设备处理状态参照表 6。

表 6 设备处理状态

序号	当前状态	触发器	触发后状态	动作	内容
1	INIT	设备初始化完成	IDLE	-	-
2	IDLE	完成通讯	SETUP	-	-
3	SETUP	所有设置都已经完成，设备准备好接收 START 命令。	READY	特定设备动作	-
4	READY	设备收到主机或操作员控制台发出的启动命令	EXECUTING	特定设备动作	-
5	EXECUTING	处理任务完成	IDLE	-	-
6	PROCESSING ACTIVE	设备收到主机停止命令	IDLE	-	-
7	PROCESSING ACTIVE	设备收到主机或操作员控制台发出的中止命令	IDLE	特定设备动作	-
8	PROCESS	报警导致的设备暂停	PAUSE	特定设备动作	需操作员操作
9	PROCESS	设备收到主机或操作员控制台发出的暂停命令	PAUSE	-	-
10	PAUSE	设备收到主机或操作员控制台发出的继续命令	Previous PROCESS substate	特定设备动作	-