目 录

[一、 汉顺信息对项目需求的理解 1](#_Toc27657664)

[二、 项目业务解决方案 4](#_Toc27657665)

[2.1 模型建立 4](#_Toc27657666)

[2.2 机器人在产线内的运动控制 4](#_Toc27657667)

[2.2.1 三坐标操控 4](#_Toc27657668)

[2.2.2 机床操控 4](#_Toc27657669)

[2.2.3 货架操控 4](#_Toc27657670)

[2.2.4 清洗烘干机操作 5](#_Toc27657671)

[2.3 生产准备（产线与MES系统交互） 5](#_Toc27657672)

[2.4 RFID绑定 5](#_Toc27657673)

[2.5 生产 5](#_Toc27657674)

[2.6 货架信息绑定 6](#_Toc27657675)

[2.6.1 机器人与其内部货架的交互 6](#_Toc27657676)

[2.6.2 机器人与外部货架的交互 6](#_Toc27657677)

[2.7 展示界面 6](#_Toc27657678)

[2.7.1 制造产线全景图 6](#_Toc27657679)

[2.7.2 产线工件加工状态图 6](#_Toc27657680)

[2.7.3 系统历史记录查询 7](#_Toc27657681)

[三、 项目技术解决方案 7](#_Toc27657682)

[3.1 应用集成建议方案 7](#_Toc27657683)

[3.2 系统安全设计以及硬件、网络架构方案 7](#_Toc27657684)

[四、 实施方案 7](#_Toc27657685)

[4.1 项目实施策略以及实施计划 7](#_Toc27657686)

[4.2 项目顾问资源配置方案 7](#_Toc27657687)

[4.3 项目实施过程中的职责分工 8](#_Toc27657688)

[4.4 质量管理与风险控制方案 8](#_Toc27657689)

[4.5 项目培训与知识转移方案 8](#_Toc27657690)

[4.6 数据准备方案 8](#_Toc27657691)

[4.7 项目交付内容 8](#_Toc27657692)

[4.8 客户化开发管理方案 8](#_Toc27657693)

[4.9 项目变更管理与控制方案 8](#_Toc27657694)

[4.10 运维保障方案 8](#_Toc27657695)

[五、 系统其它要求解决方案 8](#_Toc27657696)

[5.1 系统安全性解决方案 9](#_Toc27657697)

[5.2 系统安装及调试解决方案 9](#_Toc27657698)

[5.3 系统运行与验收解决方案 9](#_Toc27657699)

[5.4 技术培训解决方案 10](#_Toc27657700)

[5.5 知识产权解决方案 10](#_Toc27657701)

[5.6 系统运维解决方案 10](#_Toc27657702)

1. 汉顺信息对项目需求的理解
2. **项目背景**

中国制造2025，德国工业4.0等已成为当今世界各国占领工业制造制高点的重要战略。传统的装备制造业向符合行业大背景的数字化，网络化，智能化方向发展已成为必然选择。作为典型的小批量多批次的离散型制造型企业，上海烟草机械有限责任公司（以下简称“上海烟机”）也在积极跟进这个发展趋势，将智能制造提至战略高度。

物联网应用涉及国民经济和人类社会生活的方方面面，其爆发随着NB-IOT（窄带物联网，Narrow Band Internet of Things）等新技术和标准的推行，物联网的产业大潮在2017年已开始全面启动，全球物联网技术与应用呈现创新潮、应用潮、融合潮同兴起的态势，物联网技术与应用空前活跃、应用场景不断丰富、跨国公司竞相布局、开源生态快速构建、产业规模持续扩大成为其显著特征。在不远的将来，万物互联将成为智能社会的重要载体。物联网作为智能制造的基础连接，为智能制造提供底层数据接入。

上海烟机是典型的小批量多品种的离散型制造企业，物料搬运流转、零件装夹准备等时间在整个生产加工过程中占的比重大，节假日等休息时间也浪费了大量的机床设备可利用时间，机床的实际利用率不高。同时企业在开拓非烟业务的过程中，某些行业尤其是航空航天领域需要管控和追溯每单个零件的生命周期（单件流），现有的生产形式和管理模式难以满足这些要求。为此，上海烟机拟在智能制造方面进行加工产线集控试点应用，确保上海烟机在智能时代来临时，能够有较多的智能技术积累，为智慧工厂的发展及智慧烟厂的开拓打下坚实的基础。

**（二）项目目标**

上海烟机拟选择一个加工产线进行集控试点应用，搭建起制造产线控制系统，管控制造产线内的设备流程、管理流程和生产流程，从而实现自动无人生产。设备流程主要包括机床、三坐标检测仪、清洗烘干设备、货架和机器人的管理控制流程；管理流程包括排产流程和人机界面定义的其他展示和操作流程；生产流程分为二大类，即零件生产流程和工位流程。零件生产流程是零件的与生产工艺、检测工艺和生产计划相关的生产流程，一个典型的零件流程包括进入计划队列、等待加工、机器人取件、机床加工、清洗烘干、检验、交付等过程；而工位流程是零件生产过程中在每个工位需要的操作流程等工作。通过制造产线的流程控制，实现零件从运输、上下料到加工、清洗、检测等各工艺环节的自动无人生产。

最后，在完成智能产线的基础上，再将这个管控一体化系统整体搭建于一个在车间内部的大脑——边缘计算云服务器中。集中地实现设备的集中控制、与MES等管理系统连接等功能。实现多种生产要素在同一处生成调配需求，从而做到统一处理，统一控制，从而实现柔性智能产线的全称自动化。

本项目划分为以下三部分内容

1. 设备接入部分：
   * 设备连接
   * 设备控制
   * 单设备流程设计
   * 单设备流程控制
   * 多设备流程协作
2. 与管理系统的连接与协作部分：
   * MES接口
   * 系统内拆单、派单
   * 触发单设备流程
3. 智能产线管控系统
   * 用户操作界面
   * 智能产线数据展示入口

1. 项目业务解决方案

制造产线控制系统将实现系统级操控，包括启动产线、停止产线、急停产线等功能，能实现与产线上各子系统之间的连接功能、操控功能、展示等功能（展示各子系统或子设备的可用状态、故障状态、就绪状态等状态信号）。具体实现方案主要分为生产要素数字化、模型化；数字化模型控制；实体设备接入层实施这三个部分。

## 2.1 生产要素数字化

我们认为，在工业领域,CPS技术是智能制造的关键技术,能够连接虚拟数字世界和现实物理世界的利器。它可以被视为一个由嵌入式系统网络软件数据平台等信息要素与生产设备传感器件操作人员等物理实体所构成的"智能联网闭环系统"。其本质是借助先进的传感通信计算和控制技术实现生产过程中信息单元和物理实体在网络环境下的高度集成和交互,构建从数据感知到数据处理的自下而上的信息流和从分析决策到精准执行的自上而下的控制流,最终达到自主协调效率提升性能优化和安全保障的智能制造目标。

建立智能产线的过程中，第一步需要做到对智能产线中涉及到且需要控制、记录、查询的所有生产要素进行数字化并建立对应模型。其中生产要素包括设备模型、设备控制模型、流程模型、流程控制模型、零件模型、各种接口模型（如与管理系统的接口）以及用户模型等。第二步则是建立各个数字模型间的连接，从而实现各个数字模型间的交互、协同。第三步则是根据实际业务流程，用特定的数字模型组合形式来实现具体的特定功能。

需要说明的是，以下方案主要基于本公司以前实施的项目情况考虑，智能产线上设备的具体情况，尤其是细节部分需要现场研究后具体分析。

## 2.2 机器人在产线内的运动控制

### 2.2.1 机器人模型建立

本项目采用KUKA的AGV以及七轴机械臂iiwa。该机器人的控制分为AGV(Automated Guided Vehicle)与机械臂iiwa两部分。所以对这两部分分别建立数字模型：

**AGV：**

* 位置信息(x, y,θ)
  + X，AGV空间坐标系的x坐标值
  + Y，AGV空间坐标系的y坐标值
  + θ,AGV姿态的角度，即AGV的方向参数值
* 零件缓冲盘区域信息(1, <uuid>, <status>)
  + 托盘号
  + 零件号(唯一标识uuid)
  + 零件状态(“空盘”，“待加工盘”，“已加工-脏盘”)
* AGV其他状态信息( 33%, < AlarmInfo >, < speed >, < acceleration > )
  + AGV电量
  + AGV报警信息
  + 速度值
  + 加速度值

**机械臂iiwa：**

* 七轴转角信息
* 机械臂转轴限位信息

### 2.2.2 机器人控制指令联调

本项目组拟采用xxx工控机与机器人进行socket通讯。该过程需要机器人厂家提供通讯协议、操作接口，并与项目组联调，最终达到对已建立模型的完全控制以及各项实时数据回传的效果。

机器人控制所需实现的操作接口主要有：

**AGV：**

给定(speed, acceleration,A点,B点)后，以<speed>速度<acceleration>加速度，从<A位置>到<B位置>移动

**机械臂：**

给定动作编号<action\_num>后，开始做<action\_num>动作

其中，AGV的点位、机械臂所能做的动作，每一个点位和动作需要单独校准，以供调用。

### 2.2.3 机器人业务流程调试

该过程以实际业务流程为基础，将业务流程中需要机器人做出的动作，分解成上一步提供的控制接口直接能够执行的最小动作后执行。

## 2.3 三坐标操控

### 2.3.1 三坐标模型建立

本项目组按照市面上较常使用的三坐标仪来考虑本需求。

三坐标仪具有一个零件固定位置，供清洗烘干后的零件放置。三坐标仪本身具有的信号主要含有：

* 启动
* 暂停
* 取消
* 急停
* 检测程序名

于是要控制三坐标需要数字化模型具有(<start>, <pause>, <cancel>, <stop>, <TestingPprogramName>)这五个属性。

### 2.3.2 三坐标控制指令联调

项目组在本过程跟中需完成与三坐标厂家的联调工作。三坐标仪的自动化往往依靠读写PLC中维护的变量实现，项目组拟采用底层为C语言的针对西门子PLC读写的软件与三坐标实现直接通讯。

### 2.3.3 三坐标业务流程联调

在业务流程的联调过程中，首先需要完成三坐标上的零件固定动作。三坐标上的零件固定位置应有气动装置控制零件的加紧与松开，并应同时具有气密性检查的功能。

零件加紧后，机器人处于安全位置后，方可对三坐标仪进行控制。

检测程序执行完毕后将会生成本次检测的报告文件，项目组拟将检测报告文件解析后上传服务器。

## 2.4 机床操控

### 2.4.1 机床模型建立

以项目涉及到的iTNC530哈默数控机床为例，该型号机床为五轴机床，并具有三个轮转交换盘。机床模型包含机床模型以及交换盘模型两大部分：

**机床模型：**

* 主轴信息(x,y,z,,)
* 刀具信息
* 机床状态(正在加工、待加工、空盘等、不可用)
* 加工程序信息及加工程序目录

**交换盘模型：**

* 交换盘号码
* 交换盘上的零件信息(若为空盘则为“无”)
* 交换盘位置(加工区、上料区等)

### 2.4.2 机床控制指令调试

机床控制指令分为加工盘处上料、加工盘交换等与托盘相关的操作指令以及数控机床的执行/暂停/取消加工程序等与机床加工程序相关的操作指令两大部分。

#### 2.4.2.1 交换盘控制指令

主要需要调试的**交换盘**相关指令有：

* 给定交换盘号<PlateNum>, 将该托盘换至加工区
* 给定交换盘号<PlateNum>, 将该托盘换至上料区

#### 2.4.2.2 加工程序控制

主要需要调试的**数控机床**相关指令有**：**

* 机床下载加工程序
* 机床选择加工程序
* 机床取消正已选定的加工程序
* 机床开始执行加工程序
* 机床暂停执行加工程序
* 机床继续执行加工程序
* 机床软急停

### 2.4.3 机床业务流程调试

在业务流程的联调过程中，机器人将物料运送到上料区后首先需要在上料区完成机床的零件固定动作。机床上的零件固定位置应有气动装置控制零件的加紧与松开，并应同时具有气密性检查的功能。同样的在加工结束机器人准备取料时也应有气动装置松开零件以备机器人取回的操作流程。

机器人上料完成后回到安全位置，将上料区的交换盘换至加工区加工，加工完成后记录本次加工过程的详细信息，最后等待机器人取回零件。

## 2.5 货架操控

### 2.5.1 货架以及货架单元存储空间模型建立

本项目拟使用两个3x5的货架存储毛坯件，每个货架包括15个可用位置。货架模型应包含货架编号以及当前可用单元存储空间信息，而单元存储空间的模型则需包含：

* 货架编号
* 行号
* 列号
* 状态信息
  + 是否为空
  + 零件信息(RFID)
  + 状态码

### 2.5.2 货架状态更改指令调试

实现人工或机器人对货架上的物料进行存取操作时，控制系统同时更新货架数字化模型的状态信息。在更新货架储存单元状态时需识别是人为操作还是机器人操作。

货架部分的指令只有货架状态更改指令：

* 给定存储单元位置(货架编号、行号、列号)，改变该储存单元的零件信息以及状态码信息。

## 2.6 清洗烘干机操作

清洗烘干设备由PLC控制，本项目组拟采用工控机与PLC通过网口通讯实现控制指令。清洗烘干设备只具有启动、开机、停机与暂停操作。主要工作在于机器人点位校准。

## 2.7 生产准备（产线与MES系统交互）

该过程需要与甲方配合完成。项目双方应约定与MES交互的信息内容、信息格式。本项目组将在此基础上实现控制系统与MES的接口，实现与MES的系统级对接。

本过程包括接收MES派发的订单，接收后做数据解析。最终获得的内容至少包括：

* 订单信息
* 工件信息
* 排产信息
* 加工程序信息
* 检测程序信息
* 检测流程信息
* 回传零件检测报告数据

零件进入智能产线后，应进行齐备性检查，若不满足齐备性，则需将本订单暂时挂起，等待人工干预，若通过了齐备性检查则正式开始执行智能产线的业务流程。

流程开始时需要工人将新生成的RFID号与零件绑定并同时将零件与工单绑定。

流程结束时需要将智能产线过程中MES需要回传的信息搜集、存储完毕再以约定好的数据格式回传至MES处。

## 2.8 零件的RFID绑定与货架信息绑定

本项目涉及零件的RFID绑定操作。项目拟采用全局唯一的uuid码作为RFID芯片内存储的信息内容。在生产准备工作完成后，操作工将开始完成RFID绑定工作。

使用我方编写的RFID读写程序控制RFID读写头的行为，操作指令主要有：

* 读取RFID信息
* 生成RFID信息
* 写入RFID信息
* 将本次需绑定的RFID信息上传系统进行RFID与工单的绑定操作
* 绑定成功之后，操作员将带有RFID标签的底座和工件放置在货架空的货位上。

以上操作完成后，开始进入全自动化流程，正常运行时，不再需要人工操作。

## 2.9 生产

系统在接收到MES系统里的工单信息后，经过内容解析，信息转换为本智能产线所使用的数据格式。产线系统能将这些数据按照单个设备所能执行的最大子任务进行二次派单并执行。

### 2.10 机器人与其内部货架的交互

机器人内部货架，以下称为物料储存位。机器人自身的移动平台上带有6个物料存储位。存储位模型需包含以下属性：

* 存储位编号
* 存储位上零件信息
* 存储位上状态码信息

机器人上的物料存储位信息由机器人处设置的工控机维护，机器人自身不存储该信息。

### 2.11 机器人与外部货架的交互

机器人在与外部货架交互的过程中，引起外部货架的状态变化信息，存储在总系统中，机器人自身不存储该信息。

该过程由本方案2.5中建立的货架模型以及2.2中的机器人模型共同体现。

## 2.12 展示界面

### 2.12.1 制造产线全景图

本项目拟采用2.5D产线全景图展示本智能产线上全部的生产加工设备，即即机床、三坐标检测仪、清洗烘干一体机、机器人等。

首先项目组拿到厂区模型图后，使用模型编辑软件编辑，生成静态的2.5D智能产线图景，该全景图上设备的变化信息通过鼠标点击查看机床状态、三坐标状态、机器人状态等实时状态信息。同时，机器人的位置在图上每秒更新一次。

### 2.12.2 产线工件加工状态图

用户界面上的工单管理界面处能查看所有智能产线上订单的详细信息，包括

**事件信息：**

* MES派单时间
* 智能产线准备完毕时间
* 加工开始/完毕时间等事件信息
* 检测道序开始/完毕时间等事件相关信息

**工单实时状态信息：**

* 工单处于生产准备/准备完毕/待加工/已加工/待检测/已检测…等等状态
* 工单顺序的显示(同时应支持在界面上修改工单的优先级或者直接修改工单的执行顺序)。并且在每次修改后实时同步并刷新工单信息

### 2.12.3 系统历史记录查询

由于每一个零件都有全局唯一身份信息，并且该信息不仅在一开始进入智能产线就与MES下发的订单进行了绑定动作，还在生产过程中处处都与设备直接执行的工单也做了绑定动作，所以在智能产线中存储的一切事件记录与状态变化都转化为可追溯的历史记录。这些历史数据将存入数据库，以后可灵活地根据用户需求重新组织、重新进行数据分析等操作。

1. 项目技术解决方案

## 3.1 应用集成建议方案

~~投标人在技术方案中体现基于加工产线集控试点应用与招标人现有信息系统集成方和设计思路。~~

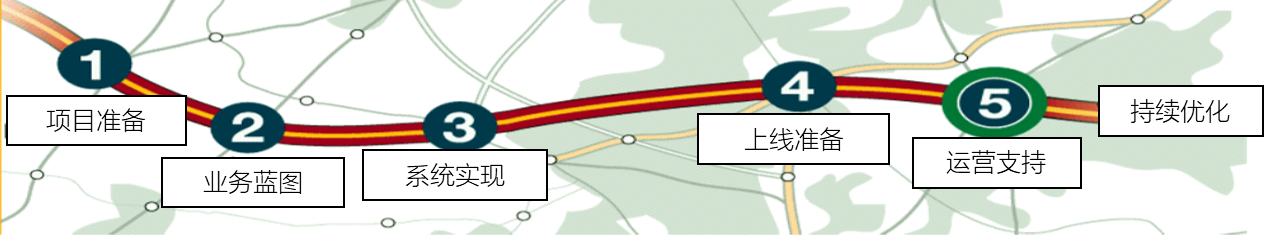
## 3.2 系统安全设计以及硬件、网络架构方案

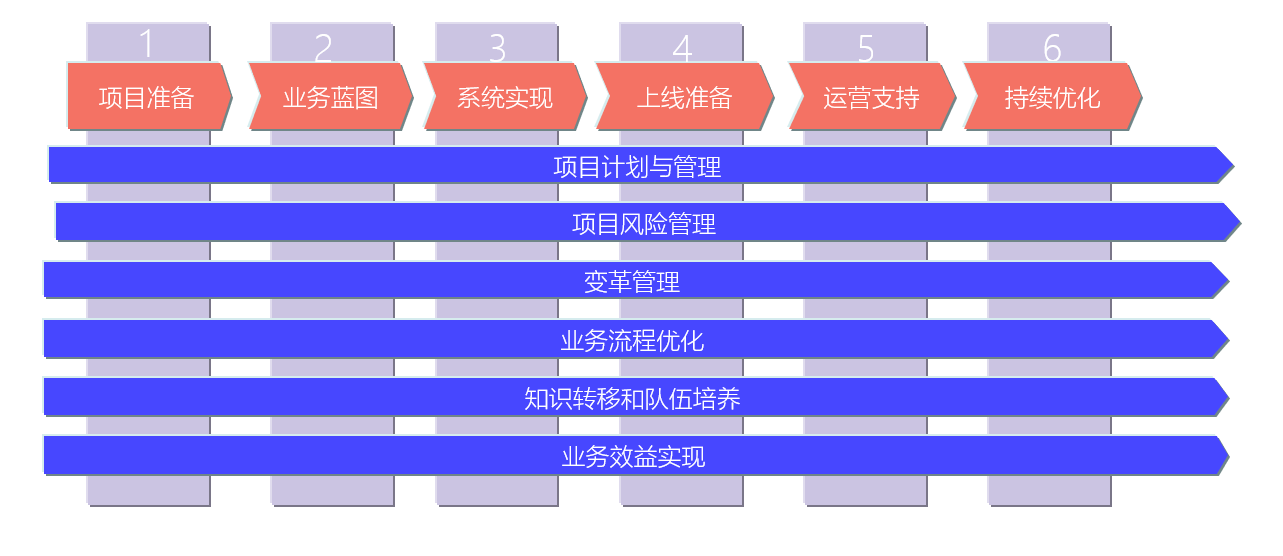
~~投标人须针对本期系统实施范围和需求提供系统安全设计以及硬件、网络架构或租用云平台等建议方案。~~

1. 实施方案

## 4.1 项目实施策略以及实施计划

### 4.1.1 项目实施策略

建议采用ASAP的快速实施方法，争取在最短的时间内实现管理效益



### 4.1.2 项目组织方式

本项目拟指定一位项目经理负责本项目的项目管理工作，并配备一名技术主管负责本项目的技术研发流程把控。在这之下有多名软件工程师负责软件的开发。在设备接入层有一名经验丰富的设备实施顾问，在系统资源调配方面由一名算法实施顾问负责，机器人所需的改装则有一名机械实施顾问设计方案并由一名机械工程师实施方案。

### 4.1.3 项目实施计划

本项目建议分为以下步骤执行，如图：

其中有四个关键节点：

1. 建立数字化模型

2. 建立设备连接(通讯、实现所有最小粒度控制)

3. 按业务流程调试

4. 全设备全流程联调

这四个关键节点，前两个建议并行，前两点完成后需进行一次联调以完成数字化模型和实际操作的连接，最后再依次完成第三点和第四点。

## 4.2 项目顾问资源配置方案

~~投标人须基于所建议的项目实施策略和实施计划提供详细的项目顾问资源配置方案以及核心顾问资源的简历。~~

## 4.3 项目实施过程中的职责分工

~~投标人须结合项目组织方式陈述在项目实施过程中各方的职责分工。~~

## 4.4 质量管理与风险控制方案

~~投标人须提供在项目实施过程中如何进行有效的项目质量管理、项目实施过程中面临的主要实施风险以及对应的控制方案。~~

## 4.5 项目培训与知识转移方案

~~投标人须提供在项目实施过程中提供的主要培训内容、培训计划以及知识转移方案。~~

## 4.6 数据准备方案

~~投标人须提供在项目实施过程中建议的数据准备方案，包括需要准备的基础数据类型、数据准备的方式以及在数据准备过程中投标人与甲方的分工方式。~~

## 4.7 项目交付内容

~~投标人须提供在项目实施各阶段为业主提供的具体交付成果。~~

## 4.8 客户化开发管理方案

~~投标人须陈述在项目实施过程中可能涉及到的客户化开发类型以及相应的管理方式。~~

## 4.9 项目变更管理与控制方案

~~投标人须陈述有关项目变更的管理和控制方案。~~

## 4.10 运维保障方案

~~投标人须结合系统实施范围以及企业内部IT维护力量，提供系统上线后的系统运维方案。甲方应该配备什么样的系统维护人员，以及投标人可以提供的后续支持和服务方案。~~

1. 系统其它要求解决方案

## 5.1 系统安全性解决方案

~~上海烟机已经建立了符合国家等级保护要求的信息安全体系，构建了比较完整的计算机网络，局域网建设也比较完备。在信息安全体系建设方面，部署了互联网边界防火墙、日志审计、入侵检测系统、防病毒系统和桌面安全管理软件等信息安全管理工具，信息系统和互联网访问均实现了按用户名和口令进行管理，制定了信息安全管理制度。网络和信息安全体系可支撑上海烟机当前部署的信息系统的运行。投标人开发的~~~~软件系统必须符合中烟机集团信息安全保障体系框架以及国家信息系统安全等级三级保护标准。~~

## 5.2 系统安装及调试解决方案

~~本项目投标方须对所提供的系统上线需要的软硬件、网络带宽及调测所需工具、仪表及安装材料等做出详细规划说明及报价。~~

~~由投标人提供的软件，其安装、调测至最终上线运行，全部由投标人负责，招标人予以协助配合。~~

~~系统测试将由投标人提供调测方案，经招标人确认后，在投标人的督导指导下进行，招标人安排资源参加调测。投标人要提供测试方案并通过书面形式向招标人报告测试进展（包括遇到的实际问题）以及所有的工程文档。~~

~~在安装工作开始前，投标人必须提供安装技术资料和相关的规范。投标人应提供详细的条款、测试方法、测试目标和系统测试的必需仪器，并经招标人确认。在细心严格的系统测试后，投标人认为系统的质量和稳定性达到要求时，投标人要向招标人提供汇总的测试记录。~~

## 5.3 系统运行与验收解决方案

~~系统开发实施完成，并通过用户交付测试后，要求投标人在运行环境进行安装、部署和调试达工作。并按照投标书的计划进行相应的用户培训，然后开始系统运行。系统平稳运行业务后，可进行系统初验。验收规范（包括项目、指标、方式和测试工具等）应由投标人在前一个月提交给招标人。~~

~~招标人可根据合同及技术规范书进行修改和补充，经双方确认后形成验收文件作为验收依据。验收合格后，双方签署验收协议。~~

~~要求投标人提供从验收完成之后的免费运维保障时间为一年。~~

## 5.4 技术培训解决方案

~~在试运行前时，必须对运维人员进行培训，培训内容必须能够满足系统维护人员能够顺利完成日常的维护工作，培训后必须有培训结果的书面确认。在工程实施结束后1个月之内，投标人必须提供整个项目实施的所有文档，并对在系统测试与试运行时遇到的问题进行汇总作为资料移交。~~

~~投标人应负责工程实施后的招标人技术人员和管理的技术培训，培训内容包括使用培训和规范培训。~~

~~使用培训应使得系统维护人员能够顺利地完成日常的维护工作，保证系统的正常运行，内容包括系统配置、使用、维护知识，使运维人员有清晰明确的认识并能够高效及时地解决系统突发运行故障。~~

~~除了上述最基础的培训之外，要求投标人详细开列所能提供其它可能的各种培训的具体情况（包括培训时间、培训地点、培训内容、培训进度、培训人员数量以及是否涉及培训费用等）。~~

## 5.5 知识产权解决方案

~~投标人应保证，招标人在获得其产品与服务时，不存在任何已知的不合法的情形，也不存在任何已知的与第三方专利权、著作权、商标权或工业设计权相关的任何争议。如果有任何因招标人使用投标人提供的产品与服务而提起的侵权指控，投标人应依法承担责任。~~

## 5.6 系统运维解决方案

~~本项目需提供一年系统运行维护保障，在此期间内，投标人应提供灵活、多样的通信手段，提供5\*8小时的用户现场运维服务。项目过保后，需要提供5\*8小时的运维响应服务，如招标人认为需要，投标人的技术人员应在4小时提供现场支持。若所供软件出现问题时，其响应时间（指投标人安排人员解决问题的时间）不得大于8小时。~~

~~投标人应承诺在保修期后可继续提供技术服务，并在应答文件中给出保修期后的技术服务的服务方案和服务价格，该部分费用不计入总价。~~