

华恒 WCS 仓储控制系统

说明书

V1.0

目 录

1. 引言.....	1
2. 系统的结构.....	1
3. 模块 1 WCSUI 层 设计说明	2
4. 模块 2 仓储访问模块(Dao)设计说明.....	3
5. 模块 3 日志模块 (Log)设计说明.....	4
6. 模块 4 LED 控制模块设计说明	4
7. 模块 5 仓库信息模块设计说明	4
8. 模块 6 用户权限模块(User)设计说明.....	5
9. 模块 7 设备管理模块设计说明	5
10. 模块 8 接口模块(Interface)设计说明	6
11. 模块 9 任务模块(Task).....	6
12. 模块 10 WCS-电气信息交换模块（OPC）设计说明	7
13. 模块 11 调度算法模块(Cal).....	7
14. 系统的功能.....	8
15. 系统的使用（或测试）	10

1.引言

1.1 编写目的

设计自动化立体仓库的设备控制软件，实现自动化仓储内设备的调度，与电气系统、各个软件系统（如 ERP、MES 等）的信息交互；

1.2 背景

- a. 华恒 WCS 仓储控制系统
- b. 著作权人：长沙华恒机器人系统有限公司
- c. 用户：仓库工作人员

1.3 定义

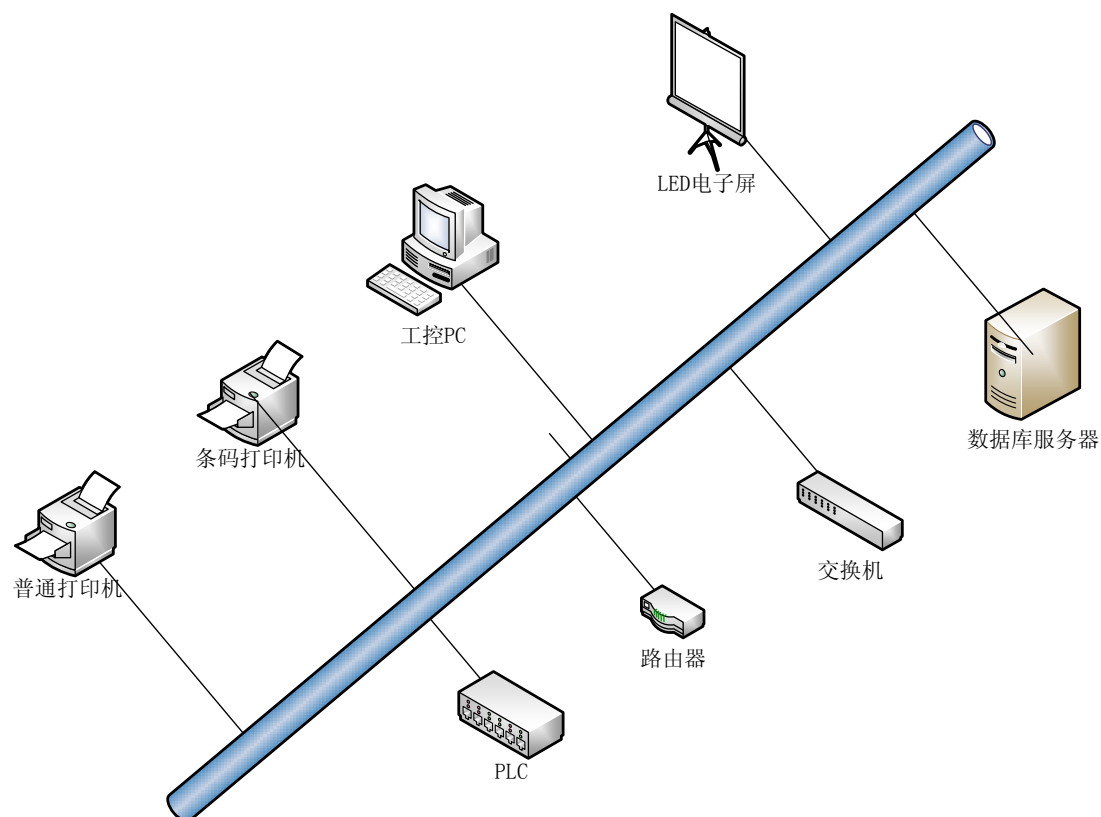
术语	原词组	定义
WMS	WarehouseManageSystem	仓库管理系统
WCS	WarehouseControlSystem	仓库控制系统
.net	.Net Framework	微软软件开发平台
WPF	WindowsPresentationFoundation	微软推出的 UI 框架
Mysql	Mysql	一种开源数据库
Mysql.Data	Mysql.Data	ADO.net 的 Mysql 实现版本
堆垛机	Stacker	用于在货架间搬运托盘的设备
输送线	ConveyorLine	用于运输托盘的设备

2. 系统的结构

2.1 软件结构图



2.2 硬件结构图



3. 模块 1 WCSUI 层 设计说明

3.1 模块描述

此模块层是整个系统的 UI 层，用于展示系统界面，比如仓库信息的管理页面、系统监控画面等，同时接受用户的输入，响应用户输出。

3.2 功能

系统界面展示

3.3 性能

能及时响应用户输入，展示系统运行信息。

3.4 输入项

用户键盘和鼠标输入。

3.5 输出项

界面响应。

3.6 设计方法（算法）

- 将同类信息归类，比如任务窗口专门处理任务相关。
- 统一界面风格，将各个界面的元素样式统一，比如文本框、按钮、列表等等；样式资源集中管理。
- 界面层与其他层交互采用委托事件的方式。

3.7 流程逻辑

由菜单项来发起对其他窗体的调用。

3.8 接口

UI 层与其他模块的连接以委托事件的方式传递。

3.9 存储分配

UI 层会占用操作系统内存，必要时会阻止系统休眠、显示器黑屏等。

3.10 注释设计

菜单、按钮等各个界面的元素均注释其用途、最后更新时间和内容；

3.11 限制条件

WPF 框架设计的程序，目前只能在 Windows 操作系统上运行。

3.12 测试计划

输入	预期结果	进度	结果
登录	登录跳转主窗体	完成	测试通过
任务	由菜单跳转任务窗体	完成	测试通过
仓库信息	由菜单跳转仓库管理窗体	完成	测试通过
设备管理	由菜单跳转设备管理	完成	测试通过
退出	由菜单发起系统退出	完成	测试通过
接口	由菜单发起接口连通测试	完成	测试通过
监控界面响应	由底层数据驱动界面设备监控	完成	测试通过

3.13 尚未解决的问题

无。

4. 模块 2 仓储访问模块(Dao)设计说明

4.1 模块描述

此模块负责与 Mysql 数据的读写交互；

4.2 功能

接受其他模块发起的读写数据库请求，将相应数据写入数据库或读取出来反馈给调用方；

4.3 性能

读写数据应在毫秒级，对个别大数据量的读写达到秒级别的，应使用异步编程来提供程序响应能力；

4.4 输入项

各个调用方的读写请求；

4.5 输出项

返回调用方数据库写入成功标志或读取到的数据。

4.6 设计方法（算法）

- a.统一数据库连接获取方法；
- b.使用 using 语句确保连接能及时得到释放；
- c.通用连接字符串保存在全局类中；

5. 模块 3 日志模块 (Log)设计说明

5.1 模块描述

用于记录系统运行时日志；

5.2 功能

记录系统运行时日志，并输出到指定目录；

5.3 性能

日志记录不影响主程序性能，可采取异步写日志的方式；

5.4 输入项

需要记录的日志内容；

5.5 输出项

指定磁盘路径的日志文件；

5.6 流程逻辑

调用方传递数据→日志帮助类写入数据→磁盘文件存储数据。

6. 模块 4 LED 控制模块设计说明

6.1 模块描述

用于与 LED 硬件交互，在 LED 电子屏上展示指定内容。

6.2 功能

用于与 LED 硬件交互，在 LED 电子屏上展示指定内容。

6.3 性能

LED 电子屏能实时展示接收到的数据。

6.4 输入项

待展示内容。

6.5 输出项

LED 内容显示。

6.6 设计方法（算法）

a.将 LED 发送程序单独写成一个帮助类，以便调用。

6.7 流程逻辑

调用方传递数据→LED 帮助类发送数据→LED 显示数据。

6.8 接口

a.LED 帮助类对外调用函数。

7. 模块 5 仓库信息模块设计说明

7.1 模块描述

用于管理仓库基本信息。

7.2 功能

用于管理仓库基本信息，本系统管理仓库巷道、货架、托盘等基本信息。

7.3 性能

对基本信息的修改响应应在毫秒级。

7.4 输入项

对于仓库信息的增删改查指令。

7.5 输出项

操作成功与否，以及界面信息展示。

7.6 设计方法（算法）

a.托盘引入状态管理，分为半盘、空盘；半盘表示此托盘上有货物，空盘表示此托盘上无货物；

b.货架采用行、列、层定位设计，引入状态管理，可禁用和启用货架；

c.货架都有所在的巷道；

8. 模块 6 用户权限模块(User)设计说明

8.1 模块描述

用于管理用户以及用户的权限。

8.2 功能

用于管理用户以及用户的权限。

8.3 性能

对于用户的更改以及权限的修改，响应应在毫秒级。

8.4 输入项

对用户信息的增删查改，对权限的赋值与取消。

8.5 输出项

操作成功与否。

8.6 设计方法（算法）

a.采用用户对应角色、角色对应权限的方式管理权限分配；

9. 模块 7 设备管理模块设计说明

9.1 模块描述

用于抽象仓库内的自动化设备；

9.2 功能

用于抽象仓库内的自动化设备，比如堆垛机，出入库站台，拣选站台，称重机，超限检测机等等；

9.3 性能

对设备信息的增删查改应为毫秒级。

9.4 输入项

对设备信息的增删查改指令。

9.5 输出项

指令操作成功与否。

9.6 设计方法（算法）

a.对仓库设备抽象。

10. 模块 8 接口模块(Interface)设计说明

10.1 模块描述

与其他系统（如 ERP、MES 等）交互模块；

10.2 功能

主要是接受外部系统传递给 WCS 的任务信息，反馈任务的执行情况。

10.3 性能

应异步接收和反馈任务信息，对主程序的运行无影响。

10.4 输入项

外部系统的任务信息。

10.5 输出项

任务的执行情况。

10.6 设计方法（算法）

- 采用多种交互方式，比如中间表、http 接口、webservice 接口等；
- 统一标准的任务格式。

11. 模块 9 任务模块(Task)

11.1 模块描述

WCS 通过执行任务的方式来执行外部系统的出入库请求；

11.2 功能

对任务信息的增删改查，对任务状态的手动更改；

11.3 性能

对任务信息的增删改查，对任务状态的手动更改应是毫秒级的。

11.4 输入项

对任务信息的增删查改指令。

11.5 输出项

反馈指令执行成功与否。

11.6 设计方法（算法）

- 任务信息包含任务来源系统；
- 任务信息包含来源地址与去向地址；
- 任务信息使用任务状态来进行任务追踪；

11.7 流程逻辑

以任务状态标识任务执行情况，具体如下：

状态值	说明
0	生成任务
10	下达任务
20	开始执行
25	到达堆垛机接出站台(堆垛机执行出库完成)
28	已经完成堆垛机接出站台任务响应
30	已经到站台
31	模拟电气拣选确认按钮
35	到达堆垛机接入站台（表示堆垛机可以对其进行入库）
38	堆垛机进行了入库响应

40	已经完成
----	------

11.8 接口

- a.任务接受接口
- b.任务状态反馈接口

12. 模块 10 WCS-电气信息交换模块（OPC）设计说明

12.1 模块描述

WCS 需要与电气系统进行信息交互以便对自动化设备进行调动。

12.2 功能

- a.统一读写 PLC 接口；
- b.反馈读写成功与否；

12.3 性能

- a.对 PLC 地址数据的读写应是毫秒级的；

12.4 输入项

PLC 地址、读写指令、读写值；

12.5 输出项

读写成功与否；

12.6 设计方法（算法）

- a.抽象一个 OPCHelper 类，封装 PLC 读写函数；

12.7 流程逻辑

调用方→调用 OPCHelper 类读写函数→OPCHelper 类写入或读取值→OPCHelper 类反馈执行结构给调用方；

13. 模块 11 调度算法模块(Cal)

13.1 模块描述

依据任务数据，实现对设备的调度。

13.2 功能

监控设备状态、任务状态、当设备状态符合任务执行条件的时候，调度设备执行任务。

13.3 性能

- a.调度算法能实时监控设备状态
- b.调度算法实时监控任务状态，对任务取消、更改能及时响应
- c.调度算法的执行不能阻塞 UI；

13.4 输入项

设备状态和任务数据；

13.5 输出项

设备调度指令；

13.6 设计方法（算法）

- a.采用轮询 PLC 地址数据的方式，获取 PLC 地址数据，赋值给设备实体类；
- b.检测设备实体类的各个属性，结合任务状态来判断是否达到调度条件；

c.对于达到调度条件的发送调度指令，未达到条件的放到下一次轮询判断；

14. 系统的功能

14.1 仓库信息管理

用于对仓库人员信息、货架信息、托盘信息、作业信息、单据信息、任务信息、设备信息、基础数据信息进行管理；

14.2 任务管理

用于管理任务执行情况，可手动更改任务执行状态

14.3 设备管理

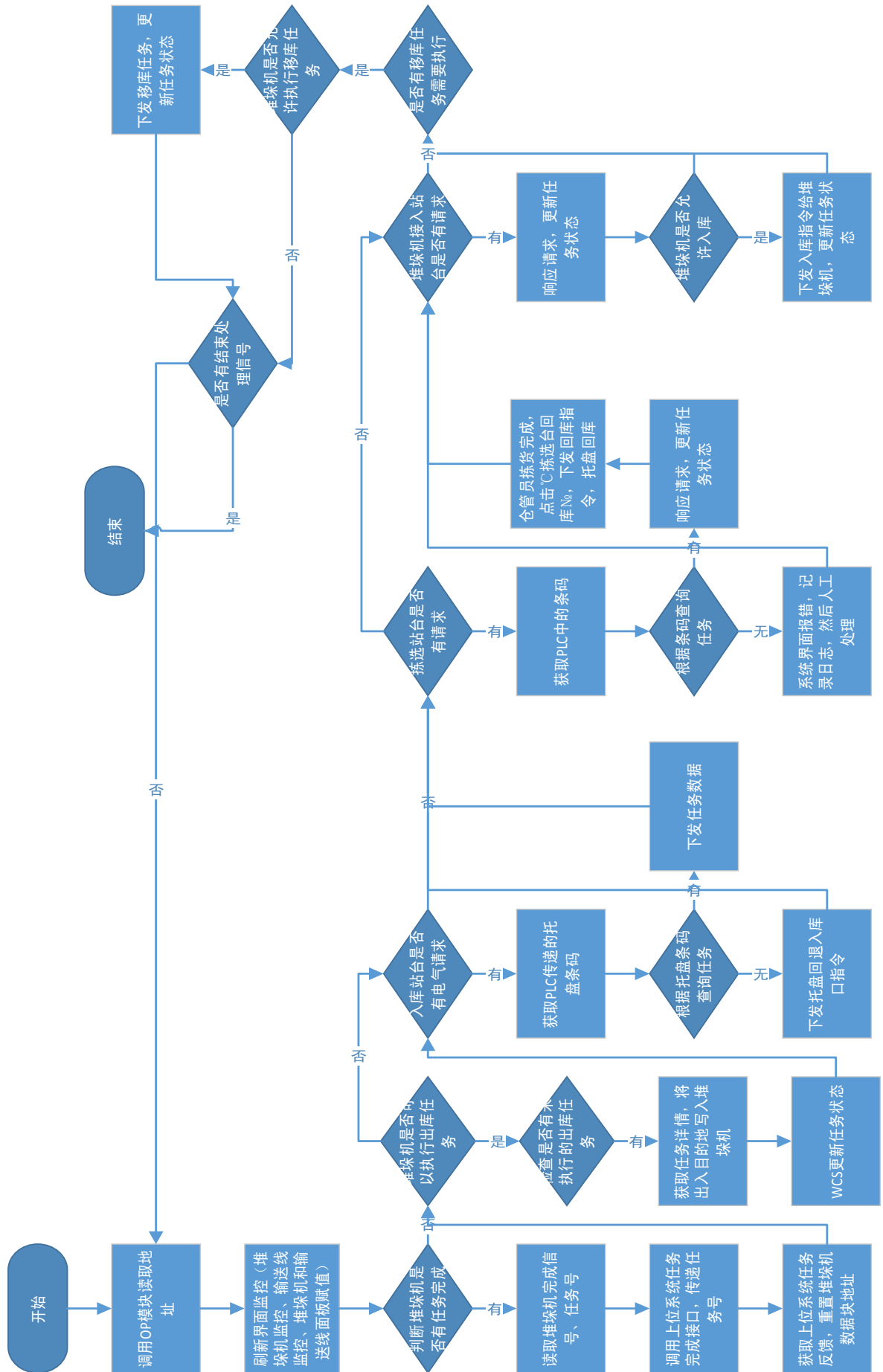
用于对仓库自动化设备进行统一管理，如新增设备类型，管理设备属性；

14.4 系统配置

系统关键项配置，如上位机接口 IP，电气系统接口，WMS 接口地址，运行参数设定等；

14.5 设备调度

WCS 设备调度算法是 WCS 的核心，本程序调度算法流程如下：



14.6 接口

目前采用中间表与本公司的 WMS 系统进行数据交互；

15. 系统的使用（或测试）

15.1 系统安装

本系统可免安装运行。

15.2 参数设置

系统配置全在文件 APPConfig 中，在软件运行目录下可以找到，内容如下：

```
<appSettings>
  <add key="OPCServerIP" value="192.168.10.100" />
  <add key="warehouseId" value="1" />
  <add key="warehouseCode" value="CS0001" />
  <add key="printerName" value="ZDesigner ZT230-300dpi ZPL" />
  <add key="printerReport" value="Barcode3.frx" />
  <add key="ledIP" value="192.168.10.110" />
  <add key="ledPort" value="5005" />
  <add key="ledTimer" value="1" />
  <add key="ServerUrl" value="http://172.16.29.88:8016" />
  <add key="ClientSettingsProvider.ServiceUri" value="" />
</appSettings>
```

OPCServerIP: 表示 OPC 服务器地址；

warehouseId: 当前仓库 Id

warehouseCode: 当前仓库编码

printerName: 配置的打印机名称

printerReport: 报表名

ledIP: led 电子屏地址

ledPort: led 电子屏端口

ledTimer: 默认 1 即可

ServerUrl: WMS 地址

15.3 系统使用

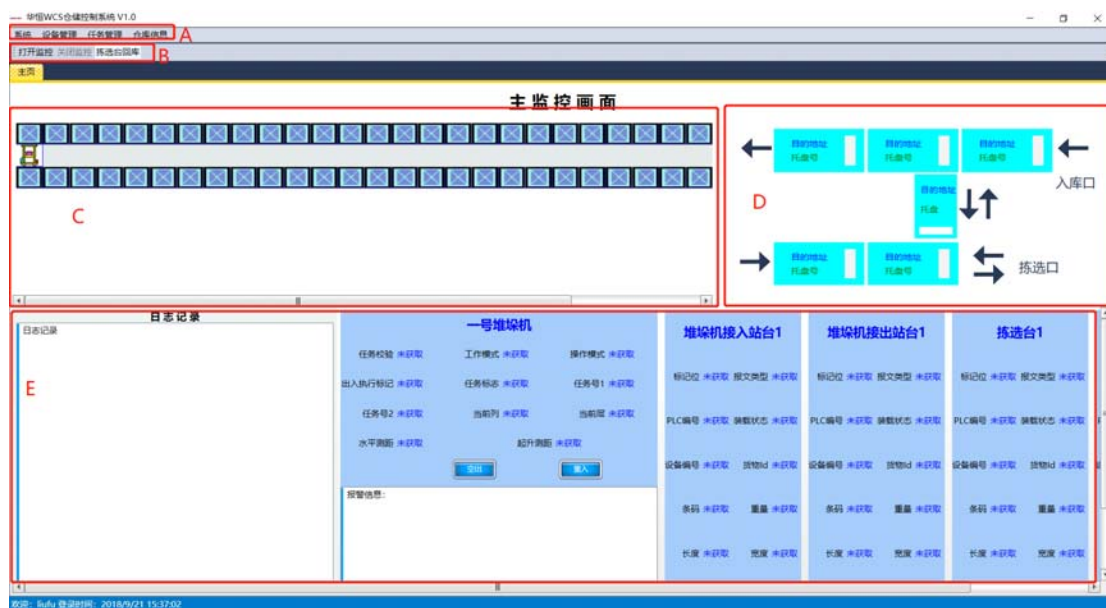
15.3.1 系统登陆



- 双击左面上的“华恒 WCS”图标  启动系统；
- 输入用户名和密码，然后单击“验证登陆”，系统校验用户名密码无误后进入系统主界面；



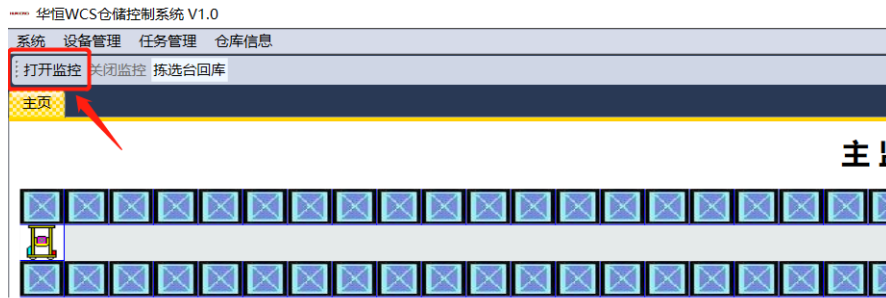
15.3.2 系统主界面介绍



- A. 系统菜单
- B. 系统工具栏，用于常用功能按钮
- C. 堆垛机实时监控画面
- D. 输送线实时监控画面
- E. 系统运行时监控，包括日志、各个硬件设备的相关参数

15.3.3 开始/结束处理进程

在进入主程序后，程序并没有开始执行 WMS 下发的任务；只有当点击“打开监控”后，程序才开始处理 WMS 系统下发的任务；如图：



单击“关闭监控”，WCS 系统会停止任务处理；

15.3.4 托盘信息管理

单击菜单栏中“仓库信息”→“托盘”，弹出窗体如下：



单击左侧“查询”，右侧会加载出当前系统中存在的托盘容器；选中一条或多条，然后单击“打印”可以打印出托盘条码，同时系统会更新打印次数；

如果是运行单机版 WCS，可以自行新增托盘，否则从 WMS 中新增托盘；

单击“新增”按钮，弹出窗体如下：

可录入自定义编码进行单个添加；或是录入参数进行批量添加：

15.3.5 库位管理

单击菜单栏中“仓库信息”→“库位”，弹出窗体如下：

Id	库位编码	托盘编码	行	列	层	巷道	状态
74	A010101		1	1	1	1	empty
75	A010102	M00002	1	1	2	1	empty
76	A010103		1	1	3	1	empty
77	A010104		1	1	4	1	empty
78	A010105	M00004	1	1	5	1	empty
79	A010201		1	2	1	1	empty
80	A010202		1	2	2	1	empty
81	A010203		1	2	3	1	empty
82	A010204		1	2	4	1	empty
83	A010205	M00001	1	2	5	1	empty
84	A010301		1	3	1	1	empty
85	A010302		1	3	2	1	empty
86	A010303		1	3	3	1	empty
87	A010304		1	3	4	1	empty
88	A010305	M00008	1	3	5	1	empty
89	A010401		1	4	1	1	empty
90	A010402		1	4	2	1	empty
91	A010403		1	4	3	1	empty
92	A010404		1	4	4	1	empty
93	A010405		1	4	5	1	empty
94	A010501		1	5	1	1	empty

单击“查询”，右侧加载查询结果；注意，如果是单机版 WCS 在库位状态异常后，可以进行更改状态；如果是在与 WMS 联网运行的情况下，更改状态“不可用”；

15.3.6 任务管理

单击菜单栏中“任务管理”→“查看任务信息”，弹出窗体如下：

任务号	仓库	优先级	任务类型	站台	托盘号	源地址	目标地址	首状态	尾状态	创建人
6	CS0001	10	100		M00008		A010305	40	40	huhai
5	CS0001	10	100		M00005		A020205	40	40	huhai
4	CS0001	10	100		M00007		A020105	40	40	huhai
3	CS0001	10	100		M00004		A010105	40	40	huhai
2	CS0001	10	100		M00003		A020305	40	40	huhai
1	CS0001	10	100		M00001		A010205	40	40	liufu

a. 单击左侧查询，右侧加载从 WMS 接收的任务信息；

任务状态对应如下：

0	生成任务
10	下达任务
20	开始执行
25	到达堆垛机接出站台(堆垛机执行出库完成)
28	已经完成堆垛机接出站台任务响应
30	已经到站台
31	模拟电气拣选确认按钮
35	到达堆垛机接入站台（表示堆垛机可以对其进行入库）
38	堆垛机进行了入库响应
40	已经完成

b. 如果与 WMS 对接，此处删除不可用；

c. 除整入任务外，其他所有任务都需要进行“下发”操作才能被执行，单击“下发”即可将任务变为待执行状态；

d. 单击新增可以新增任务，WCS 支持所有类型任务新建，但在与 WMS 配合使用时，WCS 只允许创建“出库查看任务”；

新增任务

×

托盘

优先级

1

源库位

目标库位

任务类型

出库查看

站台

1

创建

15.3.7 系统日志

WCS 系统在打开监控后，会将系统运行时信息写入到下图中：

日志记录

日志记录

红色：代表错误；有时需要人工处理；
 黄色：代表警告，一般和 WMS 系统对接有关；
 白色：正常日志输出；

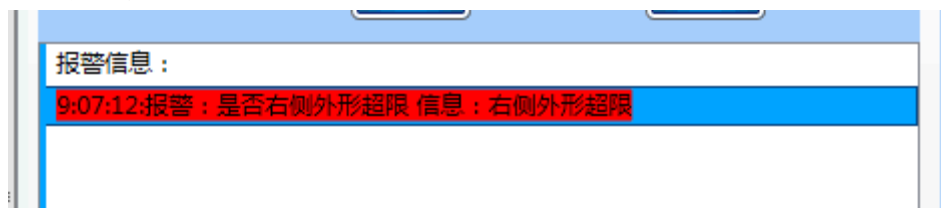
注：系统日志可在 D:/log 中查看；

15.3.8 堆垛机面板

如下：



当堆垛机出现异常时，会在报警信息中显示对应异常信息：



只有在异常被解决之后，此信息才会消失；

当堆垛机报“空出”异常时，单击“空出”进行处理；

当堆垛机报“重入”时，单击“重入”，在弹出的窗体中选择一个新的库位，然后堆垛机将这个托盘送入新的库位；

15.3.9 站台面板

如图：



此面板展示电气系统与 WCS 系统的信息交互，一般不用处理；

15.3.10 WMS 重新连接

有时由于网络原因，WCS 与 WMS 失去连接，此种情况下，WCS 会停止处理任务；需要手动单击“系统”→“重新连接 WMS”进行解决；