

· 四川大学精品立项教材 ·

# 钢铁冶金过程仿真实训

*G*ANGTIE YEJIN GUOCHENG FANGZHEN SHIXUN

顾武安 编



四川大学出版社

· 四川大学精品立项教材 ·

# 钢铁冶金过程仿真实训



ANGTIE YEJIN GUOCHENG FANGZHEN SHIXUN

顾武安 编



四川大学出版社

责任编辑:唐 飞  
责任校对:李思莹  
封面设计:墨创文化  
责任印制:王 炜

### 图书在版编目(CIP)数据

钢铁冶金过程仿真实训 / 顾武安编. —成都: 四川  
大学出版社, 2014. 12  
ISBN 978-7-5614-8209-4

I. ①钢… II. ①顾… III. ①钢铁冶金—冶金过程—  
计算机仿真 IV. ①TF4-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 285573 号

### 书名 钢铁冶金过程仿真实训

---

编 者 顾武安  
出 版 四川大学出版社  
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)  
发 行 四川大学出版社  
书 号 ISBN 978-7-5614-8209-4  
印 刷 四川永先数码印刷有限公司  
成品尺寸 185 mm×260 mm  
印 张 4.75  
字 数 112 千字  
版 次 2014 年 12 月第 1 版  
印 次 2014 年 12 月第 1 次印刷  
定 价 15.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。  
电话:(028)85408408/(028)85401670/  
(028)85408023 邮政编码:610065  
◆本社图书如有印装质量问题,请  
寄回出版社调换。  
◆网址:<http://www.scup.cn>

---

版权所有◆侵权必究

## 前 言

从广义上讲，钢铁冶金过程仿真实训就是数学模拟。然而，从狭义来说，钢铁冶金过程仿真实训就是综合利用计算机图形学、光电成像技术、传感技术、计算机仿真、人工智能等，结合钢铁冶金工艺创建一个具有视、听、触等感知的、逼真的虚拟现实平台，同时借助交互设备与虚拟环境中的实体进行交互，产生等同于真实物理环境的体验和感受，达到熟悉钢铁冶金过程的目的。

本书采用山东星科智能科技有限公司钢铁冶金过程仿真实训软件，是虚拟现实和增强现实技术在钢铁冶金教育培训方面的具体应用，适应现代钢铁企业和院校培训的一套虚拟仿真实训系统，能够帮助钢铁企业培训和培养人才，持续提高从业人员素质，是名副其实的钢铁冶金工艺教育和培训工具。

本书包括 3 章内容。第 1 章铁水预处理仿真实训，重点介绍铁水预处理仿真实训系统功能、系统运行、系统操作说明和操作流程四方面的内容；第 2 章转炉炼钢仿真实训，重点介绍转炉炼钢仿真实训系统功能、系统运行、系统操作说明和操作流程四方面的内容；第 3 章连铸仿真实训，重点介绍连铸仿真实训系统功能、系统运行、系统操作说明和操作流程四方面的内容。

在本书的编写过程中，参考了国内外有关书籍和资料，尤其是山东星科智能科技有限公司铁水预处理、转炉炼钢和连铸仿真实训说明书和软件，在此谨向有关作者致以深深的谢意。

编 者

2014 年 9 月

## 目 录

<b>第 1 章 铁水预处理仿真实训</b> .....	( 1 )
1.1 铁水预处理仿真实训系统功能简介 .....	( 1 )
1.2 铁水预处理仿真实训系统运行 .....	( 2 )
1.3 铁水预处理仿真实训系统操作说明 .....	( 2 )
1.4 铁水预处理仿真实训操作流程 .....	( 12 )
<b>第 2 章 转炉炼钢仿真实训</b> .....	( 14 )
2.1 转炉炼钢仿真实训系统功能简介 .....	( 14 )
2.2 转炉炼钢仿真实训系统运行 .....	( 14 )
2.3 转炉炼钢仿真实训系统操作说明 .....	( 15 )
2.4 转炉炼钢仿真实训操作流程 .....	( 39 )
2.5 转炉炼钢辅助物料 .....	( 40 )
2.6 热平衡 .....	( 43 )
2.7 物料平衡 .....	( 45 )
<b>第 3 章 连铸仿真实训</b> .....	( 48 )
3.1 连铸仿真实训系统功能简介 .....	( 48 )
3.2 连铸仿真实训系统运行 .....	( 48 )
3.3 连铸仿真实训系统操作说明 .....	( 49 )
3.4 连铸仿真实训操作流程 .....	( 67 )
<b>参考文献</b> .....	( 69 )

## 第 1 章 铁水预处理仿真实训

### 1.1 铁水预处理仿真实训系统功能简介

铁水预处理仿真实训系统配合声音、图像、动画及互动视景设备，帮助学员在实际操作转炉前熟悉铁水预处理工艺流程。通过反复练习铁水预处理模拟操作，缩短培训时间，有效弥补无法真实操作、实际操作铁水预处理时容易出现事故等缺陷，达到熟能生巧、提高培训效率的目的。

如图 1.1 所示的铁水预处理仿真实训系统，根据培训内容进行虚拟处理，再现实际工作中无法观察到的设备现象或设备动作的变化过程，提供生动、逼真的感性学习，通过将抽象的概念、理论直观化和形象化，解决学习中的知识难点。无论知识学习、能力创新，还是经验积累、技能训练，学员都能获得良好效果。

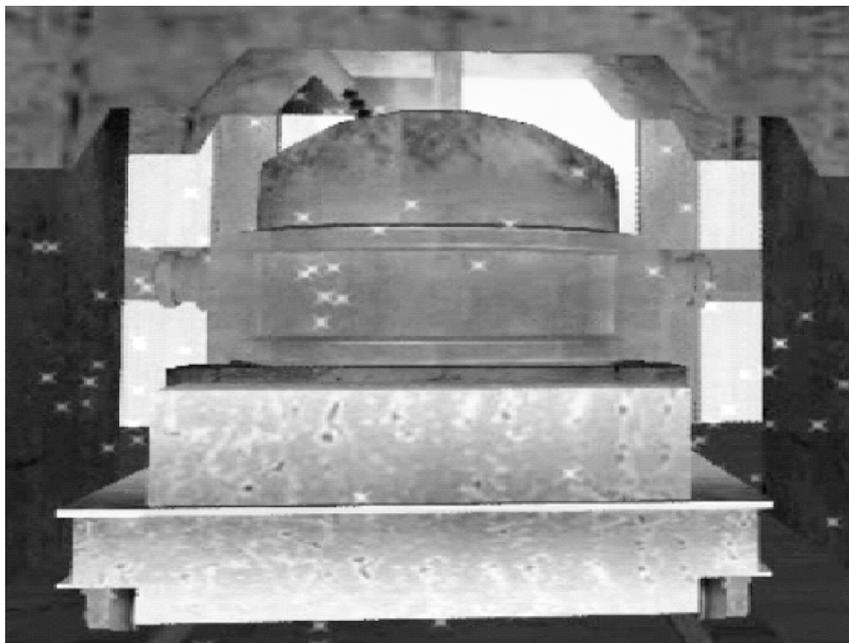


图 1.1 铁水预处理示意图

## 1.2 铁水预处理仿真实训系统运行

### 1.2.1 软件运行环境

操作系统 Windows 2000/XP/2003，内存 1G，Pentium 4 CPU 3.0GHz，硬盘空间 80G，独立显卡 256MB 显存，显卡支持 Microsoft DirectX 9.0C SDK 软件。

### 1.2.2 软件运行

先检查所有线路是否接好，网络通信是否畅通，加密狗是否安装好，待一切正常后，再打开铁水预处理仿真实训系统虚拟界面，然后打开铁水预处理仿真实训系统操作界面。

### 1.2.3 软件运行注意事项

本系统只适合在 1024×768 的分辨率下运行，其他分辨率下系统运行不正常。

## 1.3 铁水预处理仿真实训系统操作说明

### 1.3.1 虚拟设备

铁水预处理涉及的主要设备包括鱼雷罐车、铁水运输车及铁水罐、扒渣机和搅拌器，分别如图 1.2~图 1.5 所示。



图 1.2 鱼雷罐车



图 1.3 铁水运输车及铁水罐



图 1.4 扒渣机



图 1.5 搅拌器

### 1.3.2 虚拟界面键盘操作说明

虚拟界面键盘操作功能见表 1.1。

表 1.1 虚拟界面键盘操作功能

按 键	功 能
F1	视角 1
F2	视角 2
F3	视角 3
Up (↑)	视线向上
Down (↓)	视线向下
Left (←)	视线向左
Right (→)	视线向右

### 1.3.3 设备操作

从登录系统界面登录进入主界面后，可以醒目地看到主功能的模块按钮。通过点击各界面按钮，进入不同的界面，然后进行相应的操作。

### 1.3.4 登录系统

双击执行程序的图标或者右击鼠标点击“打开”，启动本系统。输入正确的学号、姓名及密码，进入本程序。

#### 1.3.4.1 计划选择

计划选择界面如图 1.6 所示。进入主程序后，点击【实训练习项目】→【炼钢项目】→【铁水预处理控制】，会弹出如图 1.6 所示的计划选择窗口，选择要练习的项目，点击【确定】按钮进入铁水预处理主界面，点击【关闭】按钮退出铁水预处理程序。



图 1.6 计划选择窗口

#### 1.3.4.2 计划选择注意事项

(1) 如果运行可执行程序前未打开数据库，或者网络连接有问题，则会出现如图

1.7 所示的数据库连接失败的提示。通过检查网络连接是否正确，数据库是否已经打开，来排除故障。

(2) 如果加密狗没有启动，或配置不正确，则会出现如图 1.8 所示的加密狗读取失败的提示，点击【确定】按钮后，退出程序。

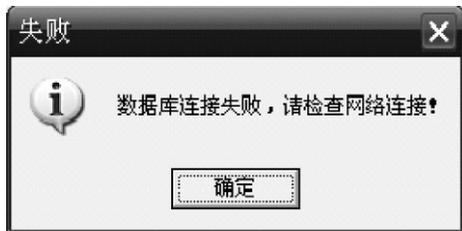


图 1.7 数据库连接失败提示界面



图 1.8 加密狗读取失败提示界面

(3) 如果手柄没有连接或连接不正确，或是所用的串口已经打开，则会出现如图 1.9 所示的串口打开失败的提示。

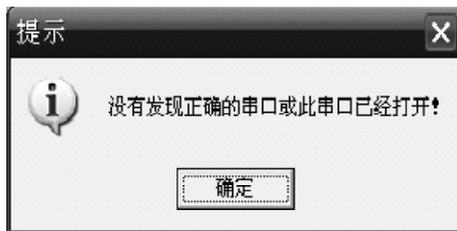


图 1.9 串口打开失败提示界面

### 1.3.5 铁水预处理操作界面

#### 1.3.5.1 主操作画面

点击【主操作画面】按钮，即进入如图 1.10 所示的软件主操作界面。

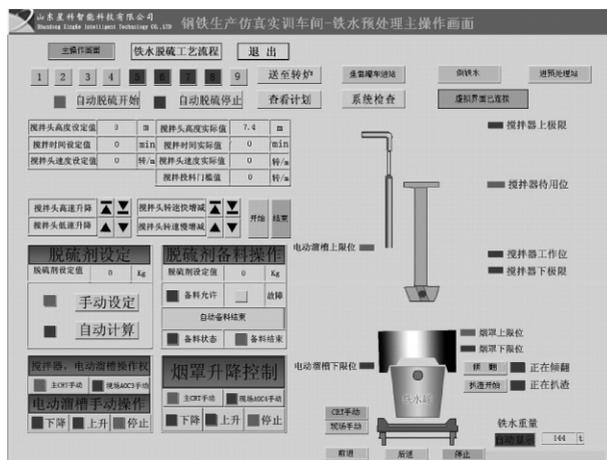


图 1.10 软件主操作界面

### 1.3.5.2 虚拟界面连接操作

(1) 虚拟界面连接中：如果虚拟界面连接中，可看到在【系统检查】按钮右边，有一个为 **虚拟界面连接中** 的标志，若点击其按钮，则会出现如图 1.11 所示的虚拟界面连接中的提示。

(2) 虚拟界面已连接：如果虚拟界面已连接，可看到在【系统检查】按钮右边，有一个为 **虚拟界面已连接** 的标志，若点击其按钮，则会出现如图 1.12 所示的虚拟界面已连接的提示。

(3) 虚拟界面未连接：如果虚拟界面未连接，可看到在【系统检查】按钮右边，有一个为 **虚拟界面未连接** 的标志，此时，可点击 **虚拟界面未连接**，进入虚拟界面连接中。如果连接一段时间后仍未连接上，则会出现如图 1.13 所示的虚拟界面连接失败的提示，点击【重试】按钮，将再次进入虚拟界面连接中，点击【取消】按钮，则不再连接虚拟界面，直到配置好环境后，自己手动点击 **虚拟界面未连接**，进行虚拟界面连接。



图 1.11 虚拟界面连接中提示界面



图 1.12 虚拟界面已连接提示界面



图 1.13 虚拟界面连接失败提示界面

### 1.3.5.3 脱硫系统

(1) 脱硫开始：进入软件主界面后，脱硫系统就为开始状态。

(2) 脱硫停止：点击自动脱硫停止按钮，则弹出如图 1.14 所示的提示，点击【确定】按钮，脱硫系统停止，弹出如图 1.15 所示的成分报告窗口，本炉次脱硫结束。



图 1.14 脱硫结束提示界面



图 1.15 成分报告窗口

### 1.3.5.4 准备操作

(1) 系统检查：点击【系统检查】按钮，弹出如图 1.16 所示的窗口，选中检查项目，点击【确定】按钮，进行检查结果提交。

(2) 鱼雷罐车进站：点击【鱼雷罐车进站】按钮，鱼雷罐车进站。

(3) 倒铁水：点击【倒铁水】按钮，倒铁水，如果此时未进行检查，未通过，则会弹出如图 1.17 所示的提示；如果此时鱼雷罐车未进站，则会弹出如图 1.18 所示的提示。

(4) 进预处理站：点击【进预处理站】按钮，钢包车将进预处理站，如果此时未倒铁水，则会弹出如图 1.19 所示的提示。

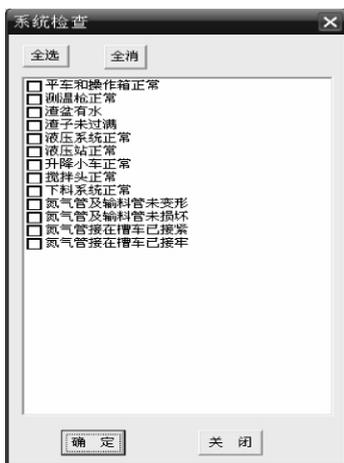


图 1.16 系统检查窗口

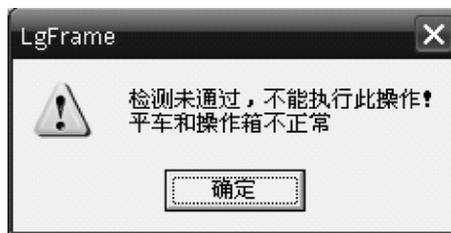


图 1.17 检查未通过提示界面

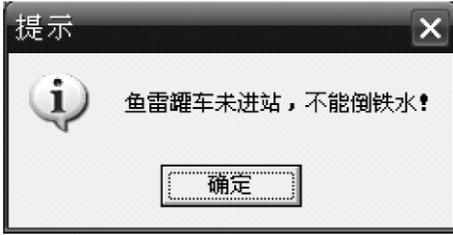


图 1.18 鱼雷罐车未进站提示界面



图 1.19 未倒铁水提示界面

### 1.3.5.5 烟罩操作

(1) 操作模式：点击【主 CRT 手动】按钮，切换到 CRT 手动控制中，显示状态为  主CRT手动  现场AOC4手动，通过下面的按钮进行控制。点击【现场 AOC4 手动】按钮，切换到现场控制中，显示状态为  主CRT手动  现场AOC4手动，不能通过下面的按钮进行控制，只能通过手柄进行控制。

(2) 上升：点击【上升】按钮，烟罩开始上升，同时显示状态为  下降  上升  停止，上升到限位后，显示为  下降  上升  停止，同时烟罩上限位显示为绿色。

(3) 下降：点击【下降】按钮，烟罩开始下降，同时显示状态为  下降  上升  停止，下降到限位后，显示为  下降  上升  停止，同时烟罩下限位显示为绿色。

(4) 停止：点击【停止】按钮，烟罩停止所运行的动作，同时显示状态为  下降  上升  停止。

### 1.3.5.6 电动溜槽操作

(1) 操作模式：点击【主 CRT 手动】按钮，切换到 CRT 手动控制中，显示状态为  主CRT手动  现场AOC3手动，通过下面的按钮进行控制。点击【现场 AOC3 手动】按钮，切换到现场控制中，显示状态为  主CRT手动  现场AOC3手动，不能通过下面的按钮进行控制，只能通过手柄进行控制。

(2) 上升：点击【上升】按钮，电动溜槽开始上升，同时显示状态为  下降  上升  停止，上升到限位后，显示为  下降  上升  停止，同时电动溜槽上限位显示为绿色。

(3) 下降：点击【下降】按钮，电动溜槽开始下降，同时显示状态为  下降  上升  停止，下降到限位后，显示为  下降  上升  停止，同时电动溜槽下限位显示为绿色。

(4) 停止：点击【停止】按钮，电动溜槽停止所运行的动作，同时显示状态为

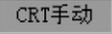
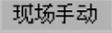


### 1.3.5.7 铁水罐车操作

(1) 操作模式：点击【CRT 手动】按钮，切换到 CRT 手动控制中，显示状态为



，这时可以通过下面的按钮进行控制。点击【现场手动】按钮，切换到现场

控制中，显示状态为   ，不可以通过下面的按钮进行控制，只能通过手柄进行控制。

(2) 前进：点击【前进】按钮，铁水罐车开始前进，同时前进状态显示为绿色，达到限位后停止，前进状态显示为红色，停止状态显示为绿色。

(3) 后退：点击【后退】按钮，铁水罐车开始后退，同时后退状态显示为绿色，达到限位后停止，后退状态显示为红色，停止状态显示为绿色。

(4) 停止：点击【停止】按钮，铁水罐车停止所做的动作，同时停止状态显示为绿色，前进与后退状态显示为红色。

### 1.3.5.8 搅拌器操作

(1) 参数设定：分别点击搅拌器高度设定、速度设定、投料门槛值右边的输入框，弹出如图 1.20 所示的提示，录入相应的值。



图 1.20 数据输入提示界面

(2) 开始：点击【开始】按钮，搅拌头开始搅拌，且搅拌时间开始计时，可以通过点击搅拌头高速升降、低速升降来调节搅拌头的高度，通过点击搅拌头的快增减、慢增减来调节搅拌头的转速。

(3) 结束：点击【结束】按钮，搅拌头停止搅拌，搅拌时间停止计时。

(4) 高度调节：点击【搅拌头高速升降】右边的  按钮可以使搅拌头高速上升，

点击  按钮可以使搅拌头高速下降；点击【搅拌头高速升降】右边的  按钮可以使搅拌头低速上升，点击  按钮可以使搅拌头低速下降。

(5) 转速调节：点击【搅拌头转速快增减】右边的  按钮可以使搅拌头的转速快速增加，点击  按钮可以使搅拌头的转速快速减小；点击【搅拌头转速快增减】右边的  按钮可以使搅拌头的转速慢速增加，点击  按钮可以使搅拌头的转速慢速减小。

(6) 扒渣：点击【扒渣开始】按钮，显示变为扒渣开始，可操作手柄来完成扒渣操作；点击【扒渣结束】按钮，显示变为扒渣结束，此时，操作手柄无效。

### 1.3.5.9 脱硫剂设定操作

(1) 手动设定：在手动设定模式中，可点击脱硫剂设定值右边的输入框进行设定。注意：脱硫剂设定值要小于备料值，否则会出现如图 1.21 所示的错误提示。



图 1.21 错误提示界面

(2) 自动计算：在自动计算模式中，程序会根据设定硫与目标硫自动计算出所需加料值。

### 1.3.5.10 脱硫剂设定操作注意事项

(1) 如果在现场 AOC3 控制中，操作电动溜槽中的【上升】、【下降】、【停止】按钮，则会出现如图 1.22 所示的提示。

(2) 如果在现场 AOC4 控制中，操作烟罩的【上升】、【下降】、【停止】按钮，则会出现如图 1.23 所示的提示。

(3) 如果烟罩不在下限位，点击搅拌器的【开始】按钮，则会出现如图 1.24 所示的提示。

(4) 如果在投料中，点击搅拌器的【结束】按钮，则会出现如图 1.25 所示的提示。

(5) 如果在现场控制中，操作铁水罐车的【前进】、【后退】、【停止】按钮，则会出现如图 1.26 所示的提示。

(6) 如果搅拌未开始，要调节搅拌头的转速，则会出现如图 1.27 所示的提示。

(7) 如果搅拌头的实际高度大于设定高度，在对搅拌进行上升操作时，则会出现如图 1.28 所示的提示。

(8) 如果搅拌头的实际高度小于设定高度，在对搅拌进行下降操作时，则会出现如

图 1.29 所示的提示。



图 1.22 现场 AOC3 控制不允许操作提示界面



图 1.23 现场 AOC4 控制不允许操作提示界面



图 1.24 烟罩不在下限位操作提示界面



图 1.25 投料中不能操作提示界面



图 1.26 现场控制不允许操作提示界面



图 1.27 搅拌未开始不能操作提示界面



图 1.28 实际高度大于设定高度不能上升操作提示界面



图 1.29 实际高度小于设定高度不能下降操作提示界面

### 1.3.6 铁水脱硫工艺流程界面

点击【铁水脱硫工艺流程】按钮，即可进入如图 1.30 所示的铁水脱硫工艺流程界面。

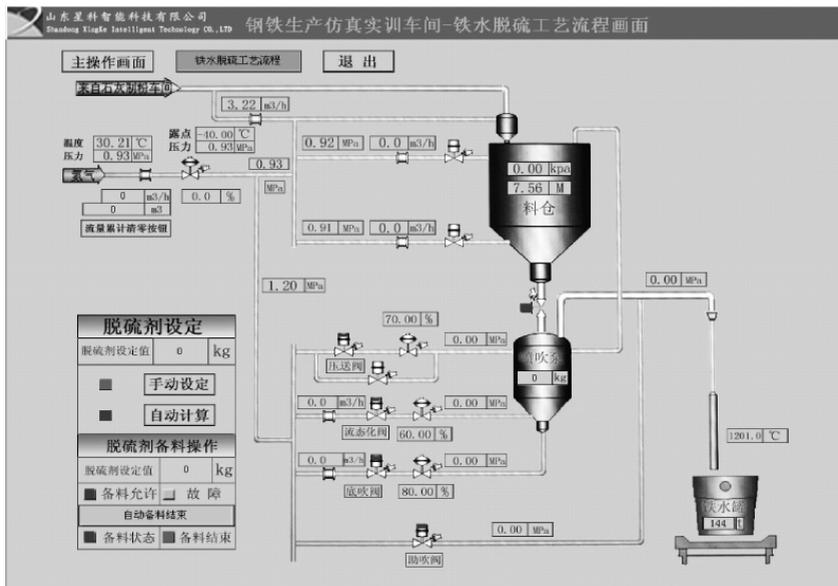


图 1.30 铁水脱硫工艺流程界面

### 1.3.6.1 投料操作

(1) 脱硫剂备料操作：点击脱硫剂设定值右边的框，可以设定所需的值。点击备料

开始  按钮，开始进行备料，看到喷吹泵的值不断增加，直到达到设定的值 。

(2) 投料操作。

★投料开始：投料开始时，打开顺序依次为【助吹阀】→【底吹阀】→【流态化阀】→【压送阀】。如果顺序不对，会有前一阀门未打开的错误提示信息，如【助吹阀】未打开，如果点击打开【底吹阀】，则会出现如图 1.31 所示的提示。

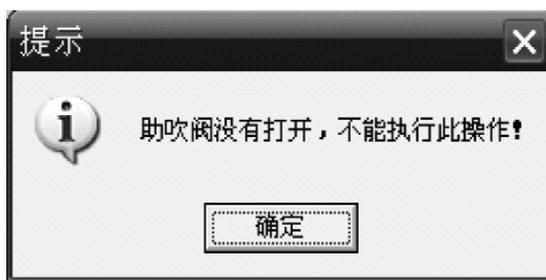


图 1.31 助吹阀没有打开提示界面

★投料结束：投料结束时，关闭顺序与打开顺序正好相反，为【压送阀】→【流态化阀】→【底吹阀】→【助吹阀】。如果前一阀门未关闭，也会出现错误提示，如【压送阀】未关闭，如果点击关闭【流态化阀】，则会出现如图 1.32 所示的提示。在关闭【压送阀】时，如果有未投完的料，会出现如图 1.33 所示的提示，点击【确定】按钮，投料结束，点击【取消】按钮，继续投料。



图 1.32 压送阀没有关闭提示界面

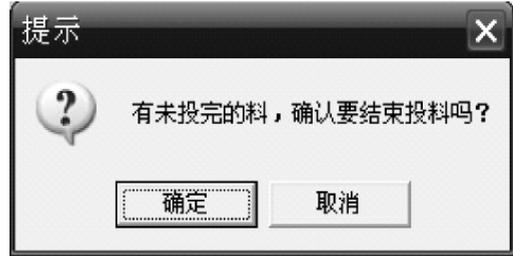


图 1.33 有未投完的料提示界面

### 1.3.6.2 投料操作注意事项

如果搅拌速度小于门槛速度，要进行投料，则会出现如图 1.34 所示的提示。

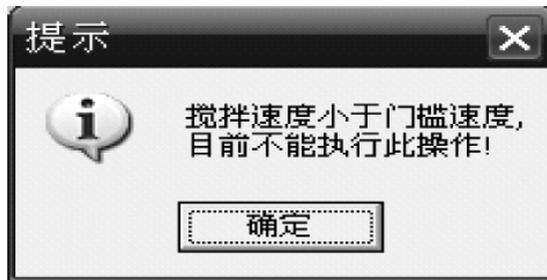


图 1.34 搅拌速度小于门槛速度提示界面

### 1.3.7 退出

点击【退出】按钮，则会出现如图 1.35 所示的提示；点击【确定】按钮，退出程序；点击【取消】按钮，则继续运行程序。



图 1.35 退出提示界面

## 1.4 铁水预处理仿真实训操作流程

### 1.4.1 登录

双击可执行程序的图标或者右击鼠标点击“打开”，可以启动本系统。输入正确学号、姓名及密码，进入本程序。