

高职高专系列教材

化工单元仿真 与单元操作实训

李薇 王宏 主编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

高职高专系列教材

化工单元仿真与 单元操作实训

李 薇 王 宏 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书是化工单元过程基本技能培训教材。内容分为两部分：第一部分通过利用北京东方仿真软件公司的化工单元仿真软件，对学生进行化工基本单元的操作技能训练；第二部分通过利用《化工原理》实验装置，对学生进行化工基本单元设备的实际操作技能训练。

通过计算机仿真与实际设备的多层次的操作技能训练，以期使学生熟练掌握化工基本单元设备的开车、停车、控制调节以及处理常见事故能力，培养学生的化工职业基本操作技能。

图书在版编目(CIP)数据

化工单元仿真与单元操作实训/李薇,王宏主编.

—北京:中国石化出版社,2007

(高职高专系列教材)

ISBN 978-7-80229-411-0

I. 化… II. ①李…②王… III. 化工单元操作-高等学校:
技术学校-教材 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 131842 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京密云红光制版公司排版

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 12.25 印张 306 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

定价:22.00 元

前 言

本书为化工单元过程操作技能培训教材，在进行操作技能培训过程中，注重培养理论知识的应用能力，培养化工生产操作人员应当具有的基本素质。

由于化工生产的特殊性，学校的实践教学容易受到硬件条件的限制。针对这种情况，本书从实际出发，以化工生产操作为背景，引入北京东方仿真软件技术有限公司的化工单元仿真软件，利用计算机模拟真实的化工操作控制环境，使学生在安全、经济、逼真的操作环境下，进行操作技能的训练。同时，利用多数学校现有的化工原理实验装置，模拟生产过程，设计出一些基本的生产操作项目，通过操作技能训练，使学习者对化工生产操作的基本程序、操作要求、操作规范、安全知识等有一个概括的了解，并掌握基本的操作技能，初步养成化工生产操作人员应当具有的基本职业素质。计算机仿真操作和化工单元过程典型设备操作的联合训练，使操作技能的培训手段得到拓宽，为各学校进行操作技能培训提供了方便。

本书共分为三章，第一章主要介绍化工仿真系统的使用方法以及 DCS 培训系统的操作方法；第二章介绍各化工仿真培训单元及操作培训要点，包括离心泵、换热器、液位控制、加热炉、压缩机、脱丁烷塔、吸收解吸、锅炉、固定床反应器、流化床反应器、间歇釜反应器共 11 个单元；第三章为化工单元操作实训，主要安排了离心泵、换热器、精馏、吸收等 7 个操作项目的实训。

本书第一、三章由李薇编写，第二章由王宏编写，李薇全书统稿。本书的编写得到了高永利、孟宁、王舜平等同志的大力支持和帮助；北京东方仿真软件技术有限公司提供了部分插图，在此一并表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，编者水平有限，错漏之处在所难免，恳请同仁和广大读者批评指正。

编 者
2007 年 8 月

目 录

第一章 单元仿真基础知识	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 仿真培训系统学员站的使用方法	(1)
第三节 集散控制系统的画面体系结构	(14)
第二章 单元仿真操作实训	(18)
实训一 离心泵单元	(18)
实训二 换热器单元	(30)
实训三 液位控制单元	(40)
实训四 单级压缩机单元	(51)
实训五 管式加热炉单元	(61)
实训六 精馏塔单元	(77)
实训七 吸收解吸单元	(88)
实训八 锅炉单元	(107)
实训九 间歇釜反应器单元	(128)
实训十 固定床反应器单元	(138)
实训十一 流化床反应器单元	(150)
第三章 单元操作实训	(163)
实训一 流体流动类型与雷诺数的测定	(163)
实训二 流体机械能的变化	(165)
实训三 流体流动阻力的测定	(167)
实训四 离心泵操作	(172)
实训五 换热器操作	(175)
实训六 精馏操作	(180)
实训七 吸收操作	(183)

第一章 单元仿真基础知识

第一节 概 述

仿真是对代替真实物体或系统的模型进行实验和研究的一门应用技术科学,按所用模型分为物理仿真和数字仿真两类。物理仿真以真实物体或系统,按一定比例或规律进行微缩或放大后的物理模型为实验对象,如飞机研制过程中的风洞实验。数字仿真是以真实物体或系统规律为依据,建立数学模型后,在仿真机上进行的研究。与物理仿真相比,数字仿真具有更大的灵活性,能对截然不同的动态特性模型做实验研究,为真实物体或系统的分析和设计提供了十分有效而且经济的手段。

过程系统仿真是指过程系统的数字仿真,它要求描述过程系统动态特性的数学模型,能在仿真机上再实现该过程系统的实时特性,以达到在该仿真系统上进行实验研究的目的。过程系统仿真由三个主要部分组成,即过程系统、数学模型和仿真机。这三部分由建模和仿真两个关系联系在一起,如图1-1所示。

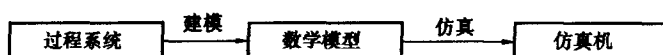


图 1-1 过程系统仿真的三个组成部分和两个关系

过程系统仿真技术的工业应用大约始于 20 世纪 60 年代,并于 20 世纪 80 年代中期随着计算机技术的快速发展和广泛普及取得很大进展。过程系统仿真技术在工业领域中的应用已涉及辅助培训与教育、辅助设计、辅助生产和辅助研究等方面,其社会效益日趋显著。

采用过程系统仿真技术辅助培训,就是人用仿真机运行数学模型建造的一个与真实系统相似的操作控制系统(如模拟仪表盘、仿 DCS 操作站等),模拟真实的生产装置,再现真实生产过程(或装置)的实时动态特性,使学员可以得到非常逼真的操作环境,进而取得非常好的操作技能训练效果。

近年来,过程系统仿真技术在操作技能培训方面的应用在世界许多国家得到普及。大量统计结果表明,这种仿真培训系统能逼真地模拟工厂开车、停车、正常运行和各种事故状态的现象。它没有危险性,节省培训费用,可以使学员在数周内取得现场 2~5 年的经验,大大缩短了培训时间。

化工仿真培训系统是过程系统仿真应用的一个重要分支,主要用于化工生产装置操作人员的操作方法和操作技能培训,是一种为绝大多数化工企业和职教部门认同的、先进的、高效的现代化培训手段。

第二节 仿真培训系统学员站的使用方法

一、仿真培训软件的启动

(一) 单机运行

仿真培训软件单机运行是指学员在学员操作站上自行启动仿真培训软件,学员操作站不

受教师站管理系统授权控制。

1. 启动仿真软件

启动计算机，单击“开始”按钮，弹出上拉菜单，将光标移到“程序”，并在随后弹出的菜单中单击“东方仿真”，弹出的菜单中再单击 STS 化工仿真实习软件。点击单机运行，见图 1-2、图 1-3。



图 1-2 仿真软件启动界面

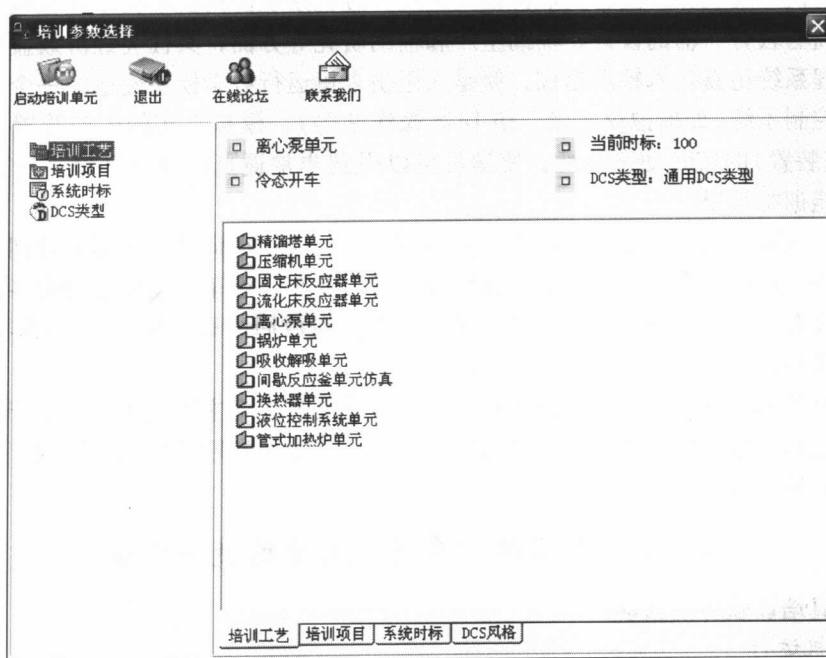


图 1-3 培训单元选择界面

2. 运行要求培训单元的仿真培训软件(如离心泵)
双击离心泵单元,如图1-4所示。

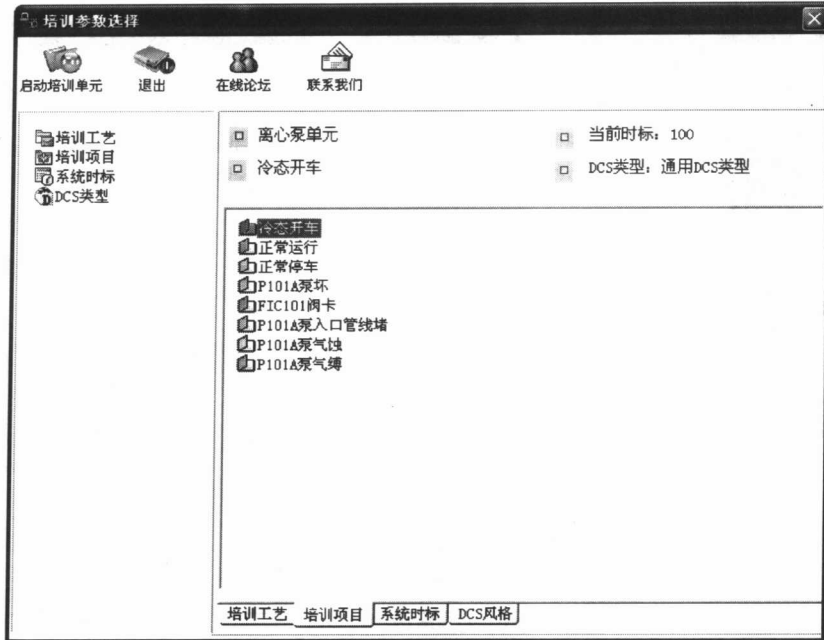


图1-4 工况选择界面

3. 工况选择

按要求双击冷态开车、正常运行、正常停车或其他事故处理项目。如冷态开车,见图1-5所示。

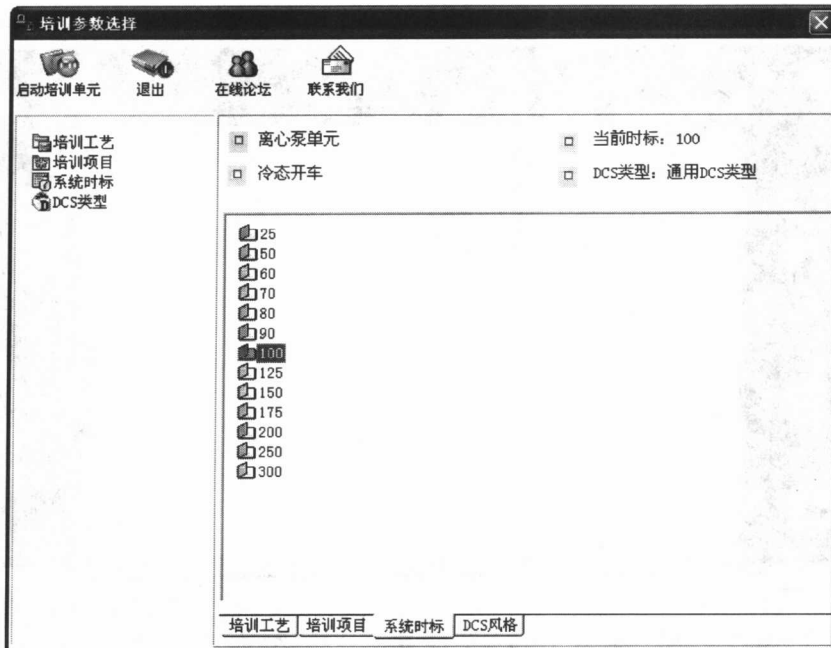


图1-5 仿真时钟选择界面

4. 仿真时钟设置

双击 25 到 300 选择需要的时钟设置，如图 1-6 所示。

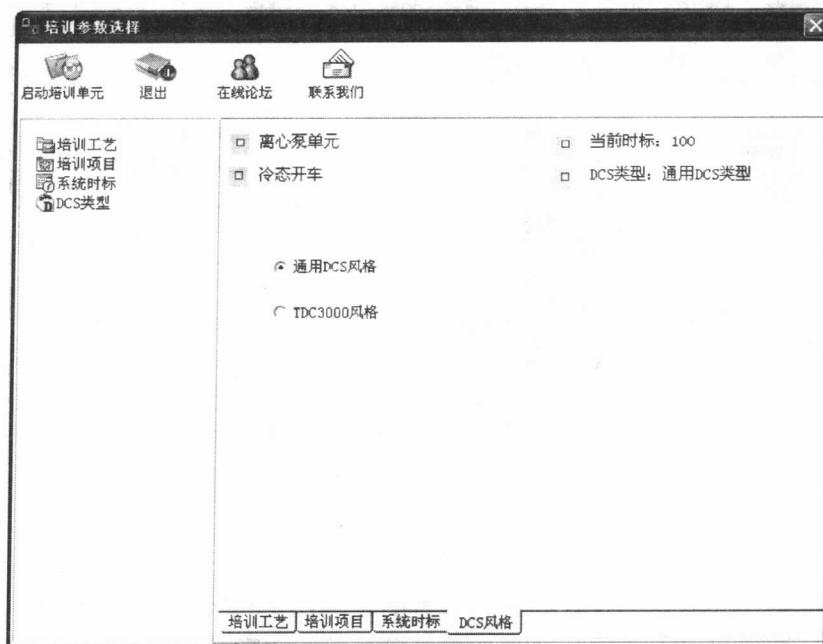


图 1-6 DCS 类型选择界面

5. DCS 类型选择

选择通用 DCS 风格或 TDC3000 风格，单击启动培训单元，如图 1-7 所示。



图 1-7 培训单元启动界面

(二) 网络运行

与单机运行不同的是：教师指令台在启动的同时指定启动单元、培训工况等，或者考试时指定使用的试卷。

1. 启动仿真软件

启动计算机，单击“开始”按钮，弹出上拉菜单，将光标移到“程序”，并在随后弹出的菜单中单击“东方仿真”，弹出的菜单中再单击 STS 化工仿真实习软件。点击网络运行，如图 1-8 所示。

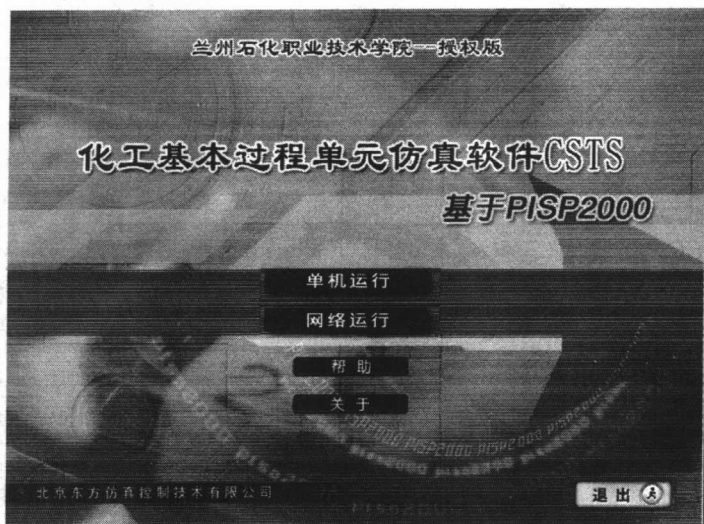


图 1-8 启动网络运行界面

2. 网络连接

输入学号、姓名后，点击 Server，如图 1-9 所示。

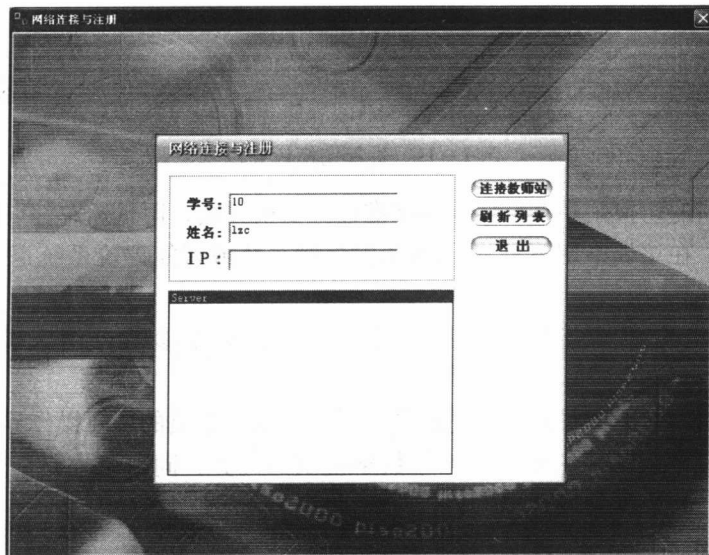


图 1-9 网络连接界面

3. 连接教师站

点击连接教师站，等待教师站命令，如图 1-10 所示。

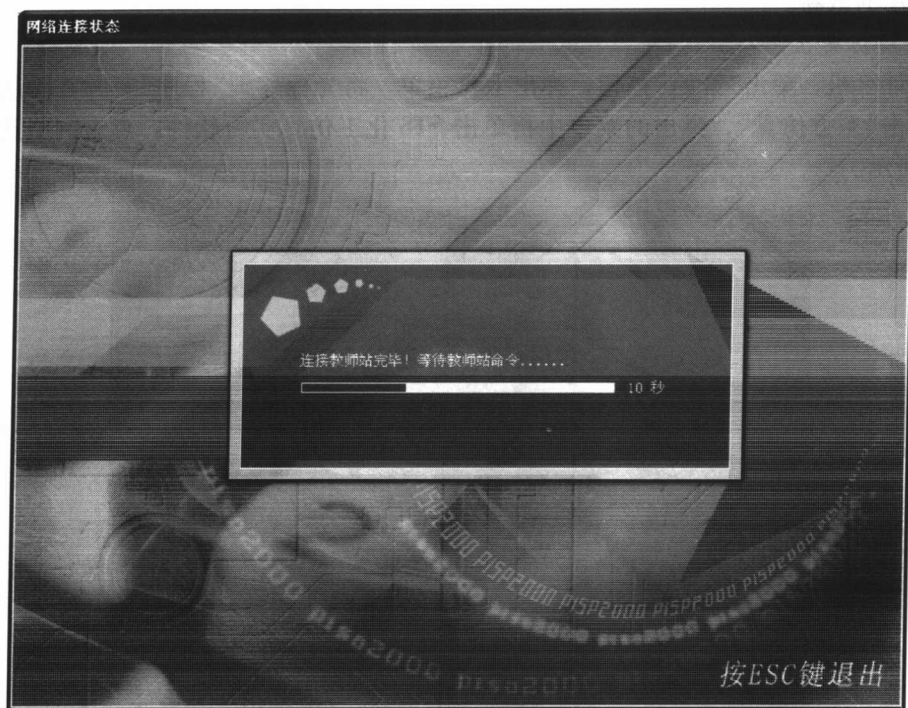


图 1-10 连接教师站完毕画面

二、学员操作站的操作方法

(一) 进程切换

进入仿真培训系统后，在 Windows 的任务栏中可以见到 DCS 集散控制系统、智能评价系统。如图 1-11 所示。



图 1-11 进程切换任务栏

两个软件之间的切换采用 Windows 的标准任务切换方式，用鼠标左键点任务图标即可在两个任务间切换。在培训中切不可将 DCS 集散控制系统或智能评价系统退出，否则系统无法正常工作。

智能评价系统主要功能包括：工艺操作指导和操作诊断评定。操作方法在后面介绍。

DCS 集散控制系统是学员进行工艺操作的界面，也是学员的主要操作界面。

DCS 集散控制系统软件主要进行工艺数学模型的计算，同时它也是学员操作站上的核心软件，它控制和协调其他软件的运行。

(二) 学员操作站的退出

在工艺菜单中选择系统退出命令或点击关闭按钮。如图 1-12 所示。

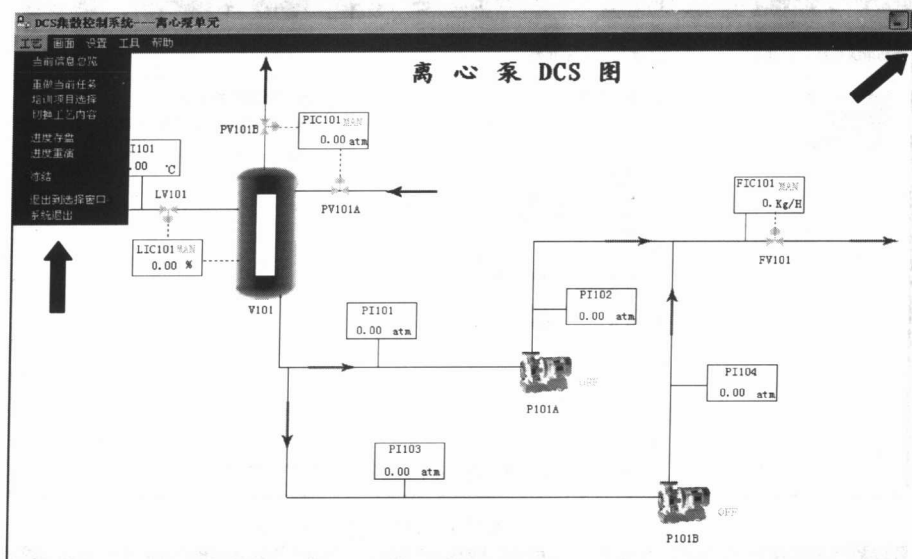


图 1-12 工艺菜单的系统退出命令选择界面

(三) 工艺仿真软件的操作方法

1. 状态恢复

在工艺菜单中选择重做当前任务命令。如图 1-13 所示。

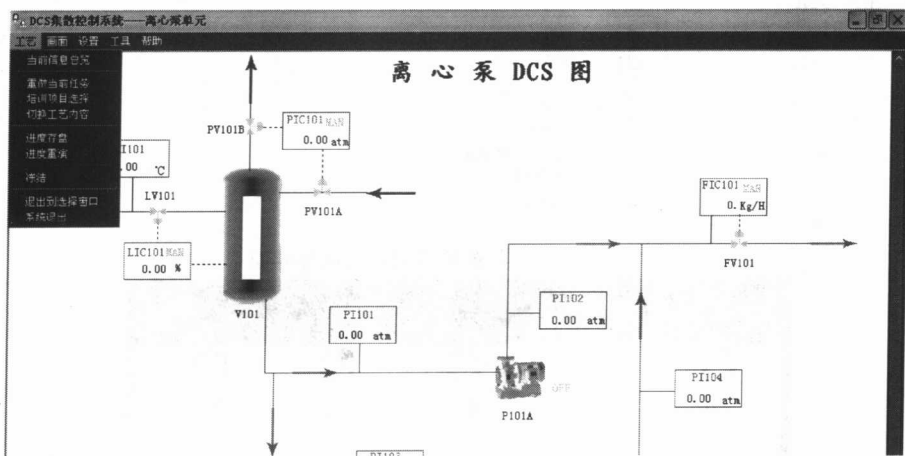


图 1-13 工艺菜单的重做当前任务命令选择界面

2. 切换工艺内容

在工艺菜单中选择切换工艺内容命令，选择需要的其他工艺单元。如图 1-14 所示。

3. 培训项目选择

在工艺菜单中选择培训项目选择命令，选择需要的其他培训项目。如图 1-15 所示。

4. 时标设置

在设置菜单中选择仿真时钟设置命令，选择需要的时标。如图 1-16 所示。

或者在培训参数选择窗口选择系统时标选项卡进行设置。如图 1-17 所示。

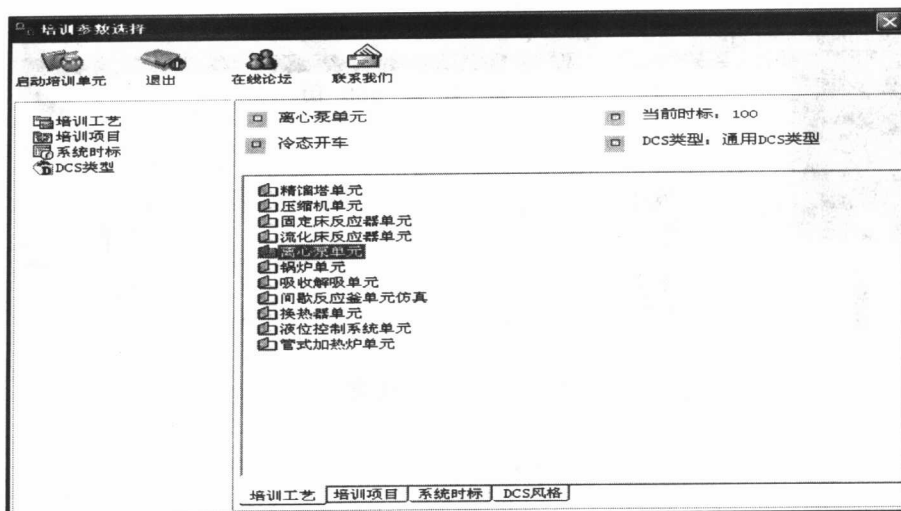


图 1-14 工艺菜单的切换工艺命令界面

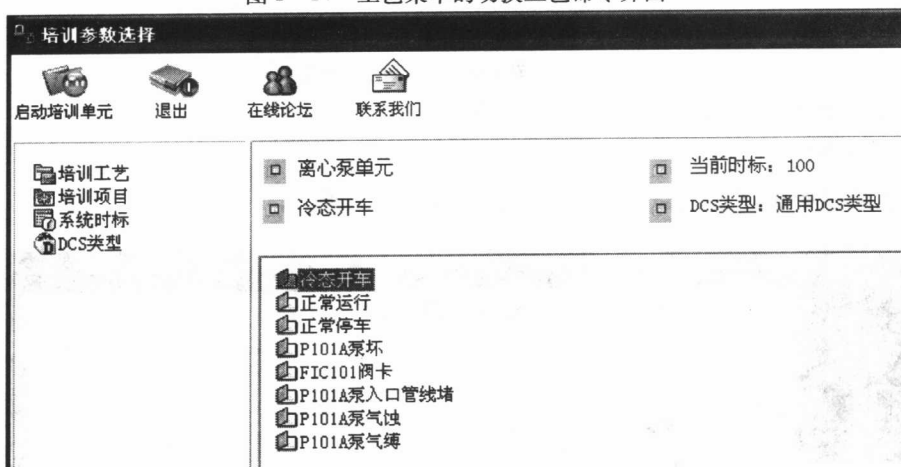


图 1-15 工艺菜单的培训项目选择界面

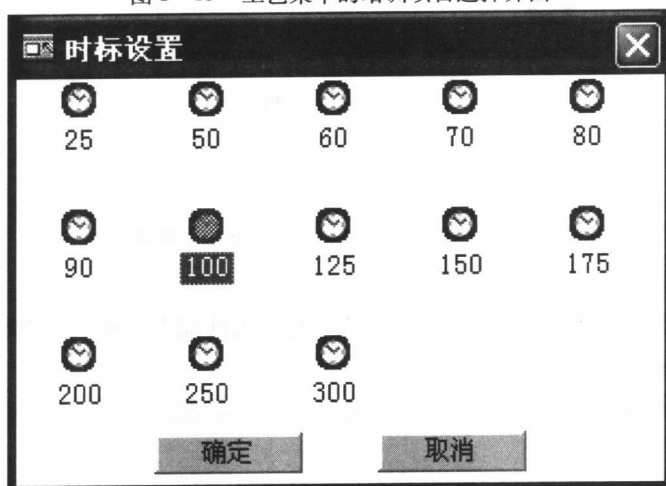


图 1-16 设置菜单的仿真时钟选择界面

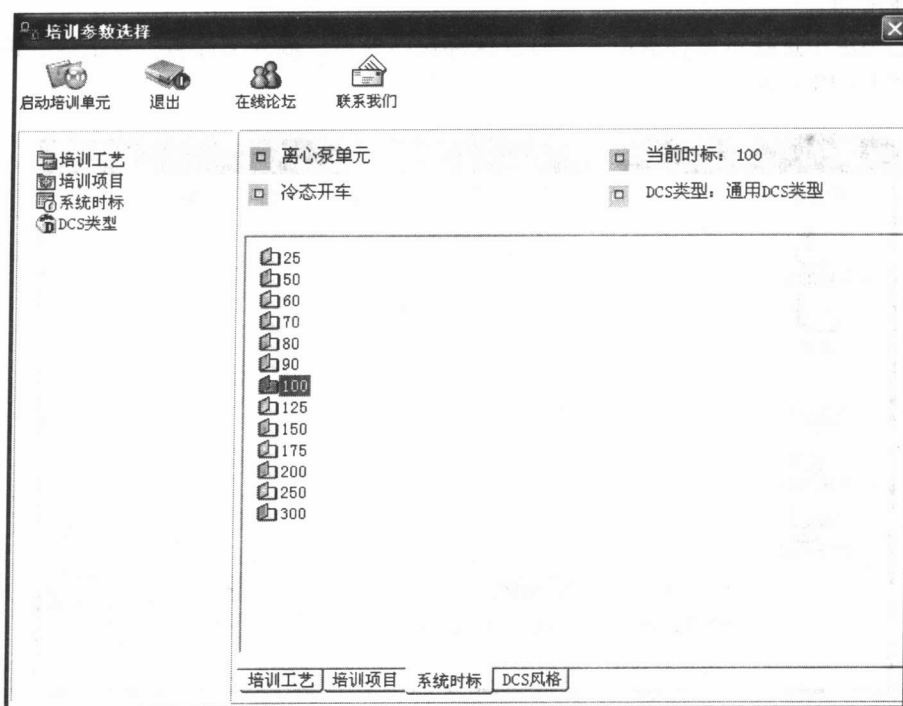


图 1-17 培训参数选择窗口时标选项设置界面

5. 信息总览

在工艺菜单中选择当前信息总览命令，查询当前工艺、当前工况、当前 DCS 类型、当前时标、当前操作成绩、当前系统时钟、当前站号等信息。如图 1-18 所示。

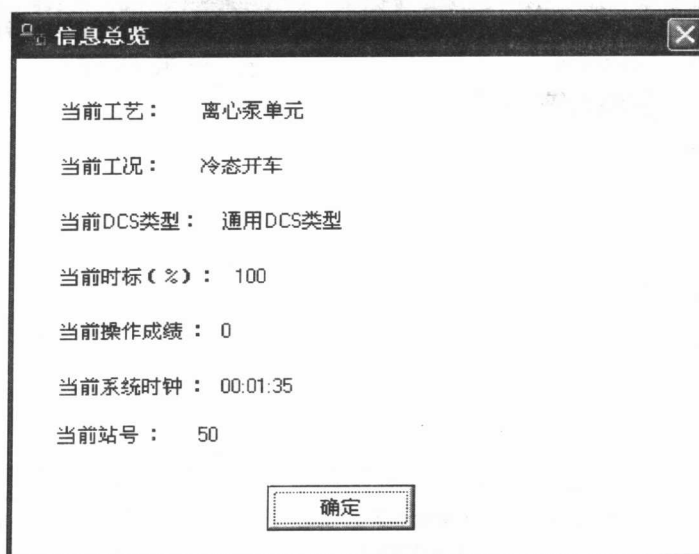


图 1-18 信息总览界面

6. 进度存盘

在工艺菜单中选择进度存盘命令，打开保存快门窗口，输入文件名，点击保存进行进度存盘。如图 1-19 所示。

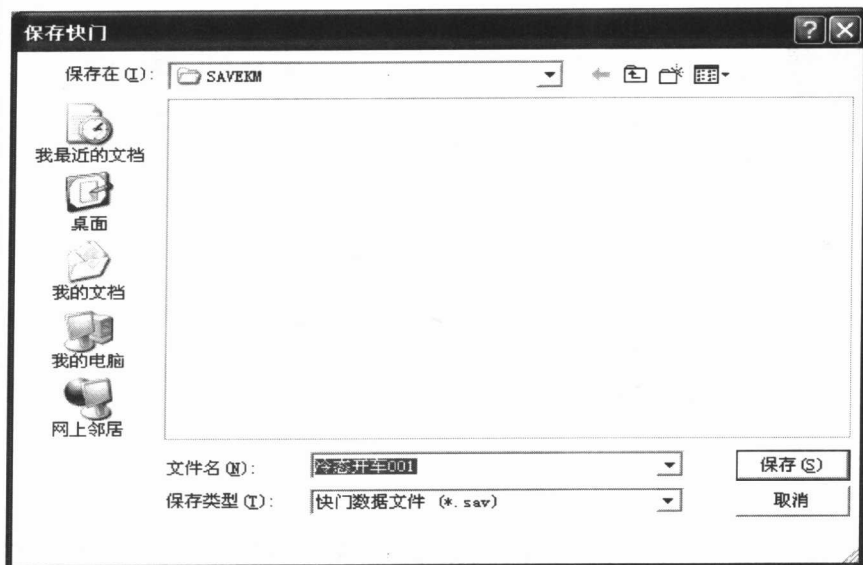


图 1-19 进度存盘界面

7. 进度重演

在工艺菜单中选择进度重演命令，打开读取快门窗口，选择保存文件，点击打开进行进度重演。如图 1-20 所示。

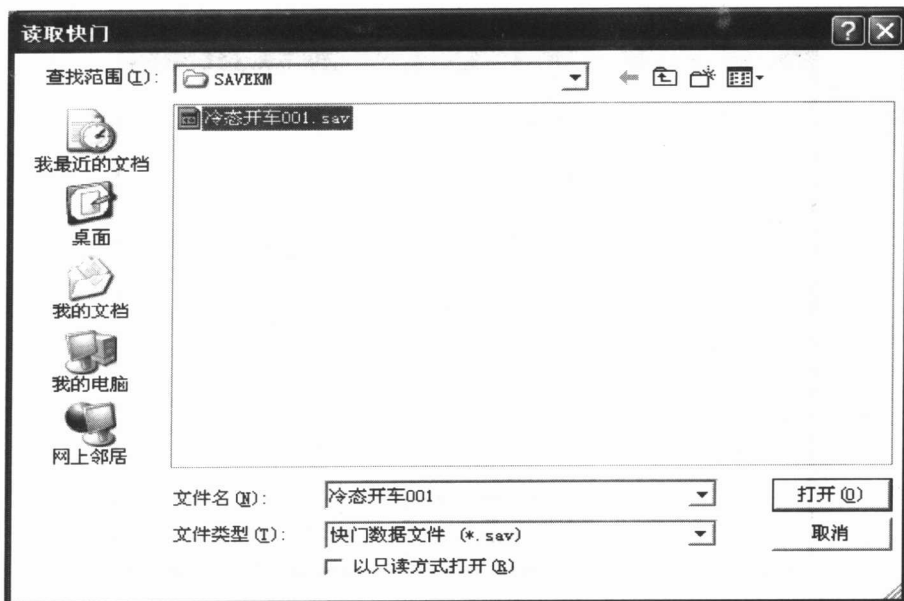


图 1-20 进度重演界面

8. 变量监视

在工具菜单中选择变量监视命令，打开变量监视窗口，变量监视的内容包括变量名、位号、描述、当前值、上限值、下限值等。如图 1-21 所示。



ID	位号	变量	描述	当前值	上限	下限
1	AS	AS	010005	00000.000000	1.000000	0.000000
2	CV(1)	CV(1)	010003	114.852333	1.000000	0.000000
3	CV(2)	CV(2)	010004	114.852333	1.000000	0.000000
4	DT	DT	020000	1.000000	1.000000	0.000000
5	ERR(1)	ERR(1)	010006	0.000000	1.000000	0.000000
6	ERR(2)	ERR(2)	010007	0.000000	1.000000	0.000000
7	ERR(3)	ERR(3)	010008	0.000000	1.000000	0.000000
8	ERR(4)	ERR(4)	010009	0.000000	1.000000	0.000000
9	ERR(5)	ERR(5)	010010	0.000000	1.000000	0.000000
10	ERROR	ERROR	010052	0.000000	1.000000	0.000000
11	F(1)	F(1)	020001	0.000000	1.000000	0.000000
12	F(10)	F(10)	020010	0.000000	1.000000	0.000000
13	F(11)	F(11)	020011	0.000000	1.000000	0.000000

图 1-21 变量监视界面

9. 思考题

在画面菜单中选择思考题命令，可进行思考题练习。如图 1-22 所示。



图 1-22 思考题界面

10. 学员成绩显示

在智能评价系统的浏览菜单中选择成绩命令(或 Ctrl + C)，调出学员成绩单窗口。如图 1-23 所示。

学员成绩单窗口中，可查询总分、实际得分、百分制得分、普通步骤操作得分、质量步骤操作得分、趋势步骤操作得分、操作失误导致扣分、各过程操作明细得分等。

学员成绩单			
学员姓名:		学员 (17:21:05)	
操作单元:		离心泵冷态开车	
总分: 175.00		测评历时 921 秒	
实际得分: 162.22		测评历时 1800 秒	
百分制得分: 92.70			
其中			
普通步骤操作得分: 75.00			
质量步骤操作得分: 87.22			
趋势步骤操作得分: 0.00			
操作失误导致扣分: 0.00			
以下为各过程操作明细:			
	应得	实得	操作步骤说明
步骤 101 的操作: 对泵正在评分	40.00	37.50	该步骤历时 921 秒

图 1-23 学员成绩显示界面

11. 报警设置

在设置菜单中选择报警设置命令，打开报警设置窗口。可以查看各报警点的点纸上限和下限，查看并修改各报警点的 PV 高高报值、PV 高报值、PV 低报值、PV 低低报值。如图 1-24 所示。

报警设置	
点名列表:	FIC101
	单位: PUMP OUTLET VALVE
	描述: DRAIN VALVE
FIC101	点值上限: 40000
PIC101	点值下限: 0
LIC101	PV 高高报值: 38000
LI101	PV 高报值: 34000
PI101	PV 低报值: 20
FI101	PV 低低报值: 2000
TI101	
PI102	
PI103	
PI104	
LV101	
FV101	
PV101A	
PV101B	
P101_1	
P101_2	
VB03	
VB04	
确定 取消	

图 1-24 报警设置界面

12. 程序冻结(或解冻)

在工艺菜单中选择冻结命令，经确认程序冻结，同时菜单项变为解冻；在工艺菜单中选择解冻命令，经确认程序解冻，同时菜单项变为冻结。