

★ 中等职业教育化学工艺专业规划教材 ★

全国化工中等职业教育教学指导委员会审定

# 化工装置仿真操作

朱伟 主编 薛叙明 主审



化学工业出版社

中等职业教育化学工艺专业规划教材  
全国化工中等职业教育教学指导委员会审定

# 化工装置仿真操作

朱 伟 主编  
薛叙明 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材围绕均苯四甲酸二酐、醋酸、丙烯酸甲酯等化工生产装置，介绍了这些生产装置的工艺原理、工艺流程，以及这些生产装置的仿真操作方法。为了提高学生的实际操作能力和分析解决问题的能力，书中配有在进行仿真操作之前及完成仿真操作后对学生进行引导、思考、训练的习题和思考题，以帮助学生对这些生产装置更好地理解和进行操作控制。

本教材可作为中等职业学校化工类专业生产实习的实训教材，也可作为化工企业操作工人的实训培训教材。

## 仿真操作装置类工业

编 者 朱 伟

审 定 周 遥

### 图书在版编目 (CIP) 数据

化工装置仿真操作/朱伟主编. —北京: 化学工业出版社, 2009.1

中等职业教育化学工艺专业规划教材. 全国化工中等职业教育教学指导委员会审定

ISBN 978-7-122-04409-9

I. 化… II. 朱… III. 化工设备-计算机仿真-操作-专业学校-教材 IV. TQ05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 207832 号

责任编辑: 旷英姿 窦 臻

文字编辑: 咎景岩

责任校对: 吴 静

装帧设计: 周 遥

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 8½ 字数 196 千字 2009 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 15.00 元

版权所有 违者必究

# 序

“十五”期间，我国化学工业快速发展，化工产品和产量大幅度增长，随着生产技术的不断进步，劳动效率不断提高，产品结构不断调整，劳动密集型生产已向资本密集型和技术密集型转变，化工行业对操作工的需求发生了较大的变化。随着近年来高等教育的规模发展，中等职业教育生源情况也发生了较大的变化。因此，2006年中国化工教育协会组织开发了化学工艺专业新的教学标准。新标准借鉴了国内外职业教育课程开发成功经验，充分依靠全国化工中职教学指导委员会和行业协会所属企业确定教学标准的内容，注重国情、行情与地情和中职学生的认知规律。在全国各职业院校的努力下，经反复研究论证，于2007年8月正式出版化学工艺专业教学标准——《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》。

在此基础上，为进一步推进全国化工中等职业教育化学工艺专业的教学改革，于2007年8月正式启动教材建设工作。根据化学工艺专业的教学标准以核心加模块的形式，将煤化工、石油炼制、精细化工、基本有机化工、无机化工、化学肥料等作为选用模块的特点，确定选择其中的十九门核心和关键课程进行教材编写招标，有关职业院校对此表示了热情关注。

本次教材编写按照化学工艺专业教学标准，内容体现行业发展特征，结构体现任务引领特点，组织体现做学一体特色。从学生的兴趣和行业的需求出发安排知识和技能点，体现出先感性认识后理性归纳、先简单后复杂，循序渐进、螺旋上升的特点，任务（项目）选题案例化、实战化和模块化，校企结合，充分利用实习、实训基地，通过唤起学生已有的经验，并发展新的经验，善于让教学最大限度地接近实际职业的经验情境或行动情境，追求最佳的教学效果。

新一轮化学工艺专业的教材编写工作得到许多行业专家、高等职业院校的领导和教育专家的指导，特别是一些教材的主审和审定专家均来自职业技术学院，在此对专业改革给予热情帮助的所有人士表示衷心的感谢！我们所做的仅仅是一些探索和创新，但还存在诸多不妥之处，有待商榷，我们期待各界专家提出宝贵意见！

邬宪伟

2008年5月

# 前 言

本教材是根据中国化工教育协会编制的《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》编写的。

随着现代化工生产技术的快速发展,以及化工生产装置的连续化自动化程度的不断提高,对于化工生产操作人员操作技能的要求越来越高。随之对化工生产操作人员操作技能的教育和培训也显得越来越重要。但是化工生产的特殊性,如工艺过程复杂、工艺条件要求严格以及在生产过程中常伴有高温、高压、易燃、易爆、有毒有害、腐蚀等不安全因素,使得常规的课堂教育和培训方法已不能满足化工生产操作人员的培训要求。而化工仿真培训系统能与化工生产实际相似的仿 DCS 控制系统,模拟真实的化工生产装置,再现生产过程(或装置)的实时动态特性,使学生在逼真的操作环境下,取得良好的操作技能训练效果,为受训人员提供安全经济的离线培训条件。本书采用了北京东方仿真控制技术有限公司的仿真培训系统和培训软件,目的是为化工职业教育的实习实训教学服务。

本书简要介绍了 TDC3000 和 CS 仿真系统的操作方法,围绕均苯四甲酸二酐、醋酸、丙烯酸甲酯等化工生产装置,介绍了这些生产装置的工艺原理、工艺流程,以及这些生产装置的仿真操作方法。为了提高学生的实际操作能力和分析解决问题的能力,书中配有在进行仿真操作之前及完成仿真操作后对其进行引导、思考、训练的习题及思考题,以帮助学生对这些生产装置更好地理解 and 进行操作控制。本书采用的仿真软件由北京东方仿真控制技术有限公司提供。

本书第一章、第三章由赵刚编写,第二章、第四章、第五章由朱伟编写,全书由朱伟统稿并担任主编。常州工程职业技术学院的薛叙明副教授担任主审。

在本书编写过程中,全国化工中等职业教育教学指导委员会、化学工业出版社给予了大力支持,北京东方仿真控制技术有限公司提供了大量的资料和宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢!

由于化工仿真培训涉及面广、实践性强,加之编者水平所限,编写时间仓促,教材中不足之处在所难免,恳请广大读者批评和指正。

编者

2008 年 12 月

## 中等职业教育化学工艺专业规划教材编审委员会

主任 邬宪伟

委员 (按姓名笔画排列)

丁志平	王小宝	王建梅	王绍良	王新庄	王黎明
开俊	毛民海	乔子荣	邬宪伟	庄铭星	刘同卷
苏勇	苏华龙	李文原	李庆宝	杨永红	杨永杰
何迎建	初玉霞	张荣	张毅	张维嘉	陈炳和
陈晓峰	陈瑞珍	金长义	周健	周玉敏	周立雪
赵少贞	侯丽新	律国辉	姚成秀	贺召平	秦建华
袁红兰	贾云甫	栾学钢	唐锡龄	曹克广	程桂花
詹镜青	潘茂椿	薛叙明			

# 目 录

<b>第一章 仿 DCS 系统的操作方法</b> .....	1
<b>第一节 仿 TDC3000 系统的操作方法</b> .....	1
一、键盘操作 .....	1
二、画面操作 .....	4
<b>第二节 仿 CS3000 系统的操作方法</b> .....	11
一、键盘操作 .....	11
二、画面操作 .....	12
<b>第三节 智能评分系统的操作应用</b> .....	18
一、窗口栏 .....	19
二、菜单栏 .....	19
三、智能评分内容栏 .....	20
四、状态提示栏 .....	22
<b>第二章 均苯四甲酸二酐装置</b> .....	23
<b>第一节 装置概述</b> .....	23
一、工艺原理简述 .....	23
二、工艺流程简述 .....	24
三、主要设备一览表 .....	25
四、主要仪表、调节器及控制参数 .....	26
<b>第二节 均苯四甲酸二酐装置的仿真操作</b> .....	27
一、氧化单元 .....	27
二、水解单元 .....	32
三、浓缩单元 .....	35
四、干燥单元 .....	37
五、脱水单元 .....	39
六、升华单元 .....	41
七、附图 .....	43
八、练习思考 .....	55
九、仿真操作实训小结 .....	55
十、课外阅读材料 .....	55
<b>第三章 乙醛氧化制醋酸装置（氧化工段）</b> .....	57
<b>第一节 装置概述</b> .....	57
一、工艺原理简述 .....	57

二、工艺流程简述 .....	57
三、主要设备一览表 .....	59
四、主要仪表、调节器及控制参数 .....	59
五、操作控制要点 .....	59
<b>第二节 氧化工段仿真操作 .....</b>	<b>60</b>
一、正常运行 .....	60
二、冷态开车 .....	61
三、正常停车 .....	64
四、紧急停车 .....	65
五、事故处理 .....	65
六、附图 .....	67
七、练习思考 .....	74
八、仿真操作实训小结 .....	74
九、课外阅读材料 .....	74
<b>第四章 乙醛氧化制醋酸装置（精制工段） .....</b>	<b>76</b>
<b>第一节 装置概述 .....</b>	<b>76</b>
一、工艺原理简述 .....	76
二、工艺流程简述 .....	76
三、主要设备一览表 .....	77
四、主要仪表、调节器及控制参数 .....	77
五、操作控制要点 .....	78
<b>第二节 精制工段仿真操作 .....</b>	<b>79</b>
一、正常运行 .....	79
二、冷态开车 .....	82
三、正常停车 .....	83
四、紧急停车 .....	84
五、产品质量与操作参数的关系 .....	85
六、事故处理 .....	85
七、附图 .....	87
八、练习思考 .....	93
九、仿真操作实训小结 .....	93
<b>第五章 丙烯酸甲酯装置 .....</b>	<b>94</b>
<b>第一节 装置概述 .....</b>	<b>94</b>
一、工艺原理简述 .....	94
二、工艺流程简述 .....	95
三、主要设备 .....	96
四、主要仪表、调节器及控制参数 .....	97



第二节 丙烯酸甲酯装置仿真操作 .....	99
一、正常运行 .....	99
二、冷态开车 .....	103
三、正常停车 .....	106
四、事故处理 .....	108
五、附图 .....	111
六、练习思考 .....	120
七、仿真操作实训小结 .....	120
八、课外阅读材料 .....	120
参考文献 .....	123

# 第一章 仿 DCS 系统的操作方法

## 第一节 仿 TDC3000 系统的操作方法

### 一、键盘操作

#### 1. TDC3000 键盘布置图

TDC3000 有新旧两种键盘，在 TDC3000 仿真系统中对两种键盘都支持。两种键盘及其常用键的分区见图 1-1、图 1-2。

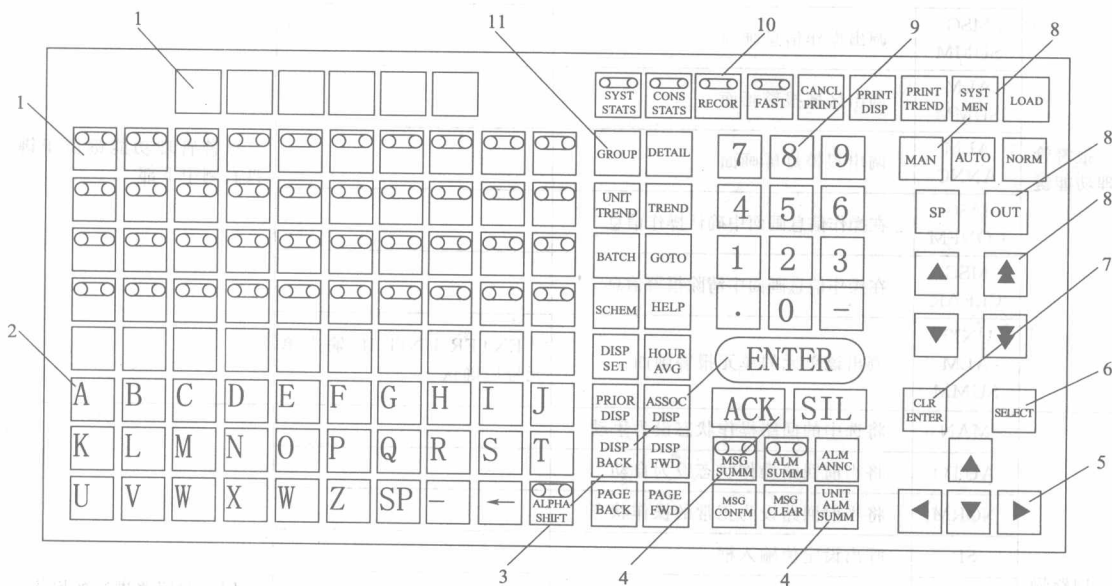


图 1-1 TDC3000 旧键盘布置图

1—可组态功能键；2—字符键；3—输入确认键；4—报警管理功能键；5—光标键；6—选择键；  
7—输入清除键；8—回路操作键；9—数字输入键；10—系统功能键；11—画面调用键

#### 2. TDC3000 键的作用说明

详见表 1-1。

表 1-1 TDC3000 键盘键的作用说明

类型	键名	功能	按键后的屏幕提示及操作方法	备注
可组态功能键		调出所定义的组态图		键盘左上部最上面的六个不带灯的键及下面四排带报警灯的 40 个功能键，带报警灯的键可以反映出该画面的报警状态，黄灯亮表示该画面有高报，红灯亮表示该画面有紧急报警

续表

类型	键名	功能	按键后的屏幕提示及操作方法	备注
字符键	SP	输入空格		键盘左侧下部四排键为字符键,可输入相应的 ASCII 码字符
	←	返回键		
	ALPHA SHIFT	字符键/功能键的切换键	ALPHA SHIFT 灯亮时字符键用于输入字符,灯灭时字符键变为功能键,与可组态的功能键作用一样	
数字键及输入确认键		用于输入数字		
	ENTER	确认键		用作输入方式下
报警管理功能键	ACK	单元报警确认		报警管理功能键位于键盘右侧中下部
	SIL	报警消声		
	MSG SUMM	调出操作信息画面		
	ALM SUMM	调出区域报警画面		
	ALM ANNC	调出报警灯屏画面		
	MSG CONFM	在操作信息画面中确认操作信息		
	MSG CLEAR	在操作信息画面中清除报警信息		
	UNIT ALM SUMM	调出该单元的单元报警画面	ENTER UNIT ID 输入单元号后确认	
回路操作键	MAN	将选中的回路操作状态设为手动		用于对回路进行的操作
	AUTO	将当前回路操作状态设为自动		
	NORM	将当前回路设为正常的操作状态		
	SP	呼出设定值输入框		
	OUT	呼出输出值输入框		
	▲	将正在修改的值增加 0.2%		
	▼	将正在修改的值减少 0.2%		
	▲▲	将正在修改的值增加 4%		
▼▼	将正在修改的值减少 4%			
输入清除键	CLR ENTER	清除当前输入框中的内容		
光标键及选择键		光标移动键		按这些键可以使光标在画面中的各触摸区之间移动
	SELECT	选择当前光标所在的触摸区		
系统功能键				为键盘右侧最上面一排键,在仿真培训系统中这些键无意义

续表

类型	键名	功能	按键后的屏幕提示及操作方法	备注
画面调用键	GROUP	调控制组画面	ENTER GROUP NUMBER 输入控制组号后确认	在键盘右侧最左边的两列键
	DETAIL	调细目画面	ENTER POINT ID 输入点名后确认	
	UNIT TREND	调出单元趋势图	ENTER UNIT ID 输入单元名后确认	
	TREND	调出所选点的趋势曲线		在控制组图和趋势组图中才有效
	BATCH	未定义		
	GOTO	选择仪表	ENTER SLOT NUMBER 输入仪表位置号后确认	在控制组画面中用
	SCHEM	调出流程图	ENTER SCHEM NAME 输入流程图名后确认	
	HELP	调出当前画面的帮助画面		由组态时决定
	DISP SET	未定义		
	HOUR AVG	控制组画面切换到相应的小时平均值画面		只在控制组画面中有效
	PRIOR DISP	调出在当前画面调入前显示的一幅画面		
	ASSOC DISP	调出当前画面的相关画面		由组态时决定
	DISP BACK	调出当前所在控制组画面的上一幅控制组画面		如果当前控制组为第一组,则按此键无效
	DISP FWD	调出当前所在控制组画面的下一幅控制组画面		如果当前控制组为最后一组,则按此键无效
	PAGE BACK	调出具有多页显示画面的下一页		在细目画面、单元趋势画面、单元和区域报警信息画面中才有效
PAGE FWD	调出具有多页显示画面的上一页		在细目画面、单元趋势画面、单元和区域报警信息画面中才有效	

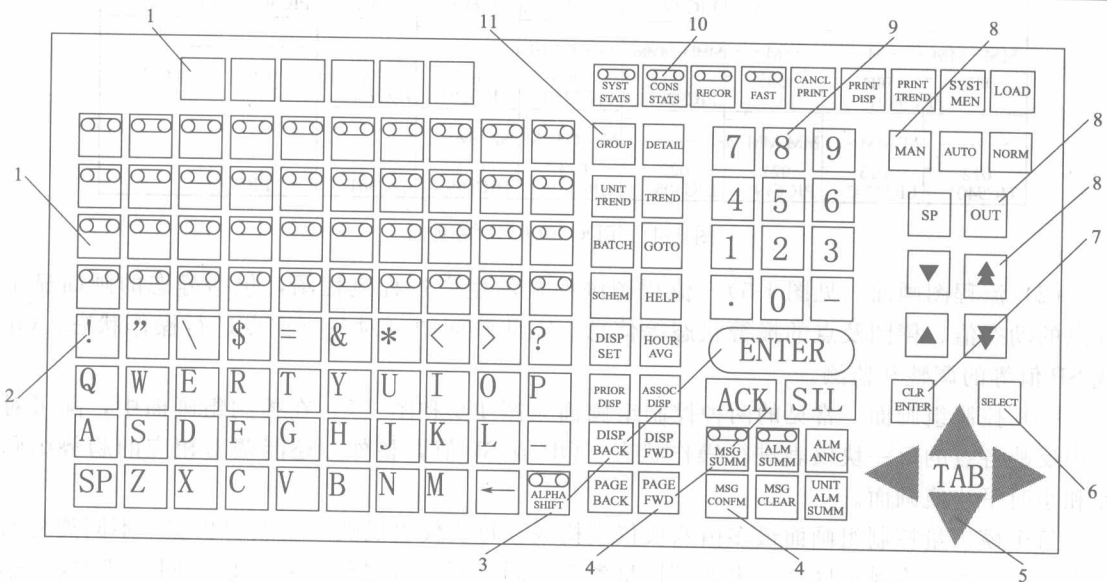


图 1-2 TDC3000 新键盘布置图

- 1—可组态功能键；2—字符键；3—输入确认键；4—报警管理功能键；5—光标键；6—选择键；  
7—输入清除键；8—回路操作键；9—数字输入键；10—系统功能键；11—画面调用键

## 二、画面操作

### 1. TDC3000 系统的画面类型

TDC3000 系统包括的画面类型有：总貌画面、控制组画面、趋势组画面、小时平均值

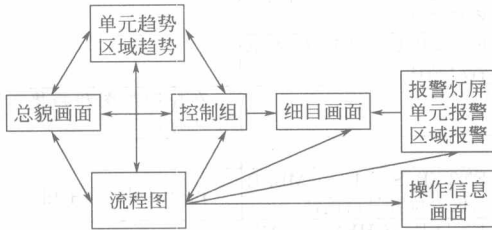


图 1-3 TDC3000 画面关联图

画面、细目画面、报警灯屏画面、区域报警信息画面、单元报警信息画面、趋势总貌画面、单元趋势画面、流程图画面、操作信息画面。TDC3000 系统中这些画面可以相互切换，有些是在系统中实现的，另一些是通过组态实现的。图 1-3 所示为 TDC3000 主要画面的关联情况，图中的双箭头表示可通过定义实现相关画面之间的相互调用。

### 2. TDC3000 系统常用画面的图示及说明

(1) 总貌画面 (见图 1-4) 总貌画面由 36 个小单元构成，每个小单元可定义为一个控制组，显示该控制组中各点与设定值的偏离情况及报警状态。由相邻的若干个小单元可组成一个块，每个块可定义一个相关画面。双击小单元可调出相应定义的画面。

TDC3000  
Size Options

21 Nov 2008 18:07:25 1

OVERVIEW DESC FOR MTBE

U8001	U8002	U8003	U9101	U9102	U9201	U9301	U9401	U9501
PRC8116	PIC8224		SI9101	SI9104	PRC9207	PRC9305	PIC9403	PRC9502
U9701	U9801	U9601	U9602	U9603	U9604	U9605	MM-M	MMMMMMMM
			LIC9801	PIC619	LIC603	FIC623	001 PIC301	002 F1605
MM-MM	M		MM-MMM	MMMMMM				
003	004 PRC9701	005	006 PIC9203	007 PIC9210	008 TIC9301	009 LIC9305	010	011
012 TIC9401	M-MM 013 LIC9702	MM-MMM 021 PIC619	022 LIC605	M-MM-M 023 HIC605	M-M 024 HIC609	TIC301	LIC9302	

图 1-4 TDC3000 总貌画面

(2) 流程图画面 (见图 1-5) 流程图画面显示生产过程流程图，包括静态的画面显示及点的动态值、棒图及点的报警状态等信息。在此画面中可对各可控点进行操作状态、OP 或 SP 值等的调整和监测。

(3) 控制组画面 常见的两种控制组画面见图 1-6 和图 1-7。在控制组画面中，除可对其中反映各点的每一块仪表进行操作状态、OP 或 SP 值调整外，还能调出相应的趋势组画面和小时平均值画面。

每个模拟量控制组画面最多由八块仪表构成，每块仪表反映一个点的状态，不同类型的仪表有不同的操作触摸区，仪表的模拟量类型不同，所包含操作的种类也不同。其中，“选中仪表”为各类仪表共同有的操作。用棒图动态地显示模拟量当前的 PV 值和 OP 值，而开关量则用颜色块指示其当前所处的状态。

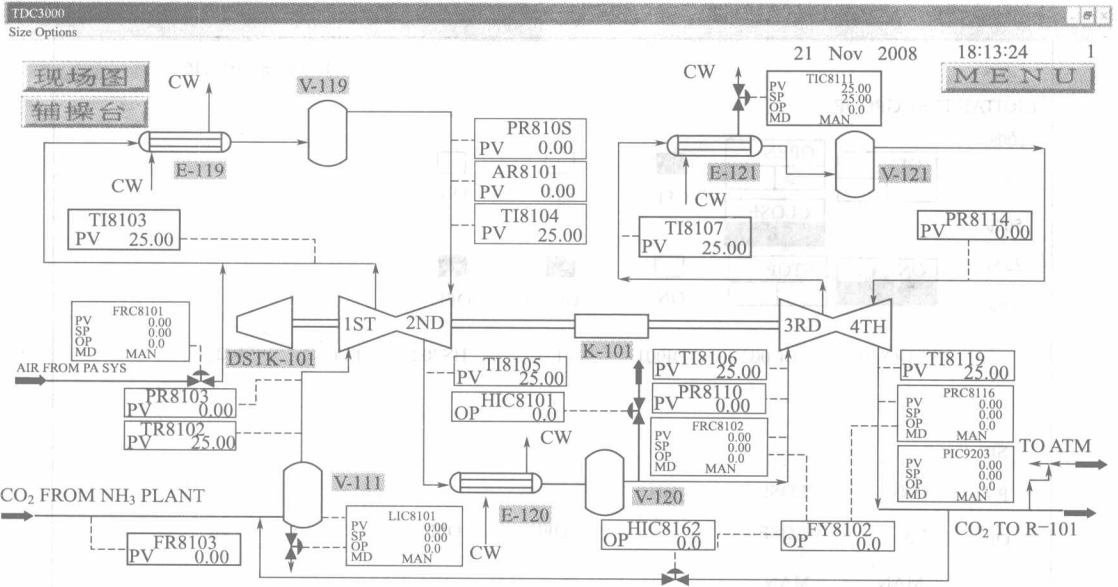


图 1-5 TDC3000 流程图画面

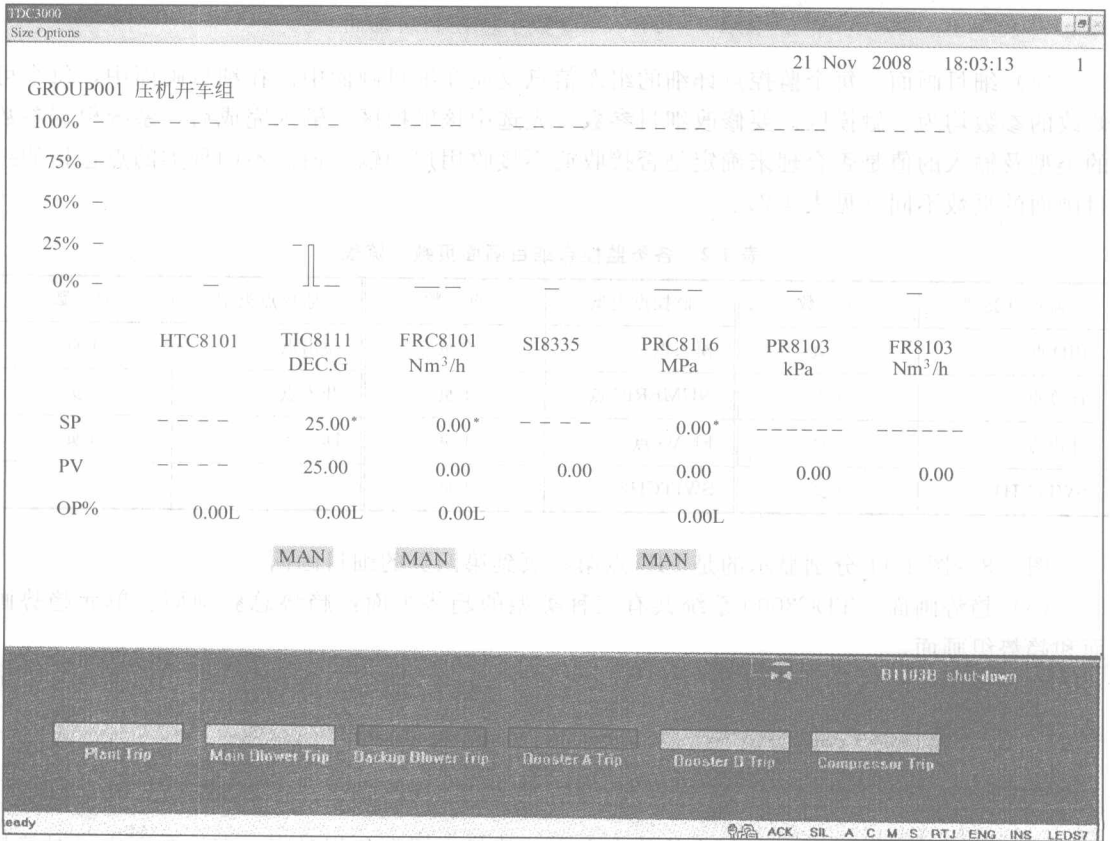


图 1-6 TDC3000 模拟量控制组画面

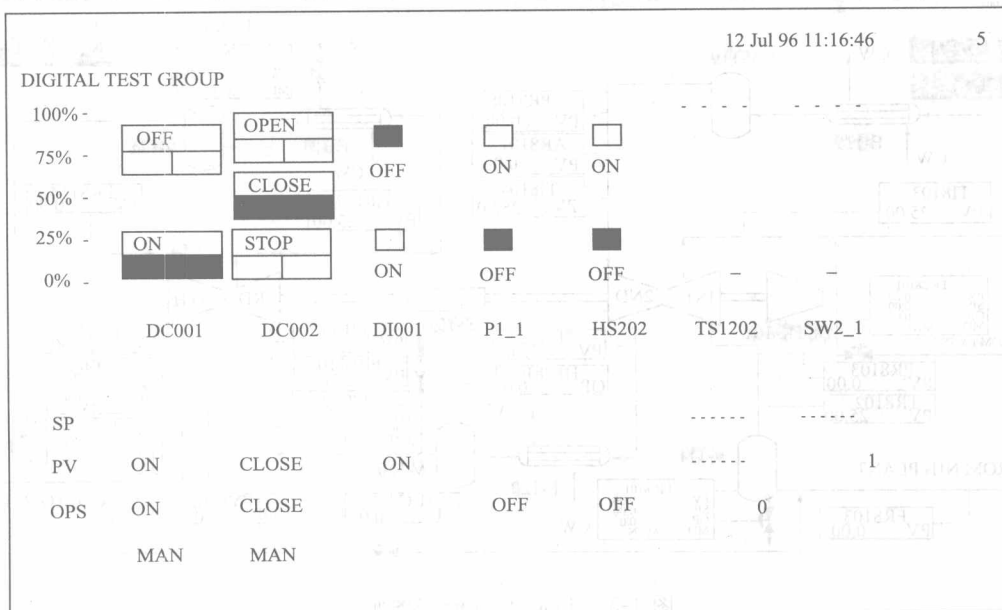


图 1-7 TDC3000 数字量控制组画面

(4) 细目画面 每个监控点详细的组态信息反应在细目画面中。在细目画面中，每个可修改的参数均为一触摸区。要修改细目参数，先选中该触摸区，输入完成后，系统根据参数的类型及输入的值是否合理来确定是否接收或不接收用户的输入值。不同种类的点包括的细目画面的页数不同（见表 1-2）。

表 1-2 各类监控点细目画面页数一览表

监控点类型	页 数	监控点类型	页 数	监控点类型	页 数
PID 点	4 页	模入点	2 页	模出点	1 页
计算点	4 页	NUMERIC 点	1 页	开入点	1 页
开出点	1 页	FLAG 点	1 页	DC 点	3 页
SWITCH1	1 页	SWITCH2	1 页		

图 1-8~图 1-11 分别显示的是 PID 点第一页到第四页的细目画面。

(5) 趋势画面 TDC3000 系统共有三种类型的趋势画面：趋势总貌画面、单元趋势画面和趋势组画面。

每个趋势总貌画面最多可由 12 个趋势图构成（见图 1-12）。每个单元趋势画面最多也可由 12 个趋势图构成。单元趋势与趋势总貌画面的显示方式完全相同。

趋势组画面反映的是当前控制组画面中的“可趋势点”的实时（RT）或历史（HM）趋势（见图 1-13），可以由一个或两个趋势图组成。每个趋势图中最多可有四条趋势线，分别用四种不同的颜色表示，与每个趋势点上方的趋势标记颜色相对应。在该画面中可对趋势图进行各种操作。

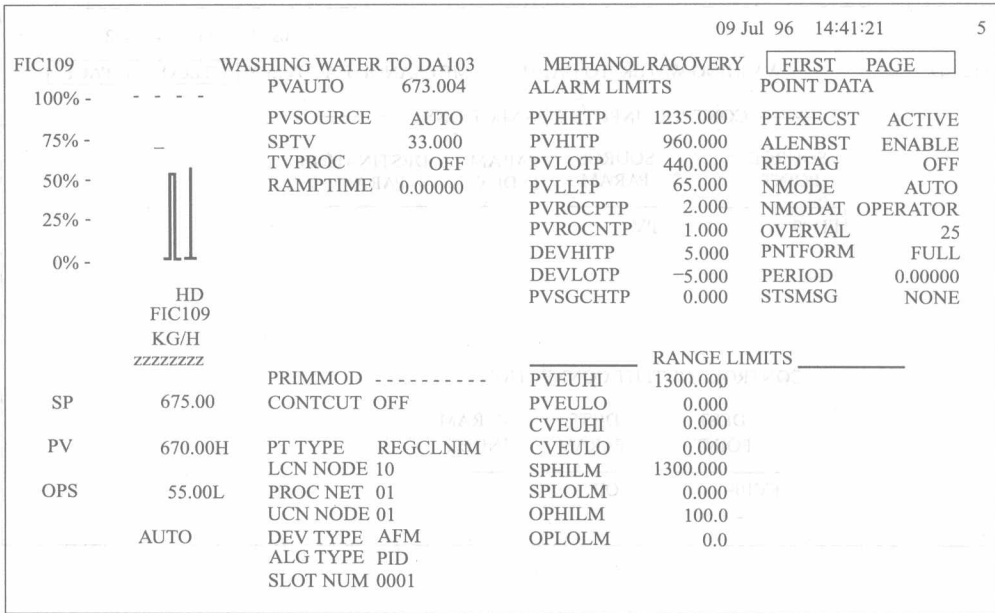


图 1-8 TDC3000PID 点第一页细目画面

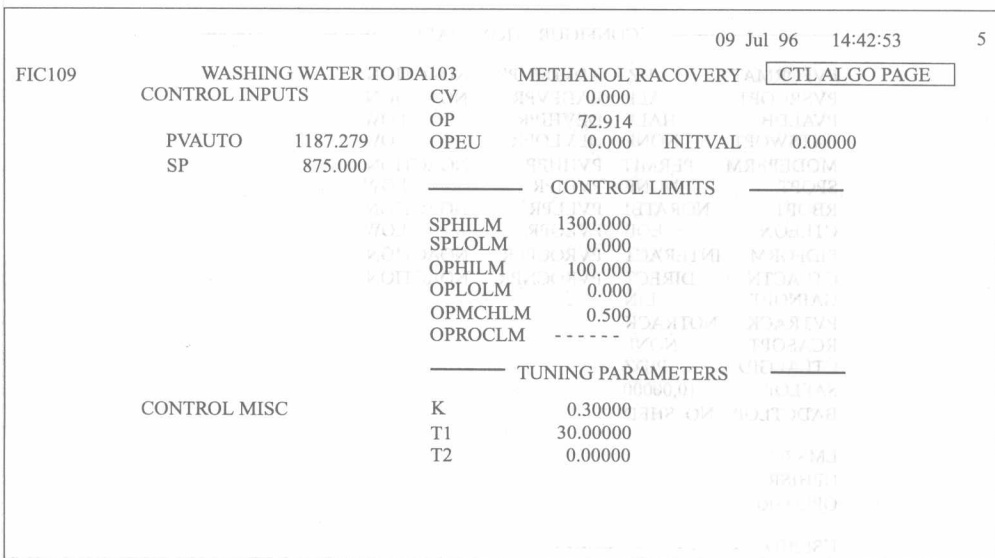


图 1-9 TDC3000PID 点第二页细目画面



09 Jul 96 14:43:52 5

FIC109      WASHING WATER TO DA103      METHANOL RACOVERY      CTLCONCT PAGE

CONTROL INPUTS CONNECTIONS

SOURCE POINT	SOURCE PARAM	PARAM INDEX	DESTINATION PARAM
FI109	PV		

CONTROL OUTPUT CONNECTIONS

DEST POINT	DEST PARAM	PARAM INDEX
FV109	OP	

图 1-10 TDC3000PID 点第三页细目画面

09 Jul 96 14:44:56 5

FIC109      WASHING WATER TO DA103      METHANOL RACOVERY      CONFIG PAGE

CONFIGURATION DATA

PVFORMAT	DZ	ADVDEVPR	NOACTION
PVRCOPT	ALL	BADPVPR	NOACTION
PVALDB	HALF	DEVHIPR	LOW
EXTSWOPT	NONE	DEVLOPR	LOW
MODEPERM	PERMIT	PVHHPR	NOACTION
SPOPT	NONE	PVHIPR	LOW
RBOPT	NORATBI	PVLLPR	NOACTION
CTLEQN	EQB	PVLOPR	LOW
PIDFORM	INTERACT	PVROCPPR	NOACTION
CTLACTN	DIRECT	PVROCNPR	NOACTION
GAINOPT	LIN		
PVTRACK	NOTRACK		
RCASOPT	NONE		
CTLALGID	PIDZ		
SAFEOP	10.00000		
BADCTLOP	NO_SHED		
LMSRC			
OPHSRC			
OPLOSRC			
USERID	-----		

图 1-11 TDC3000PID 点第四页细目画面