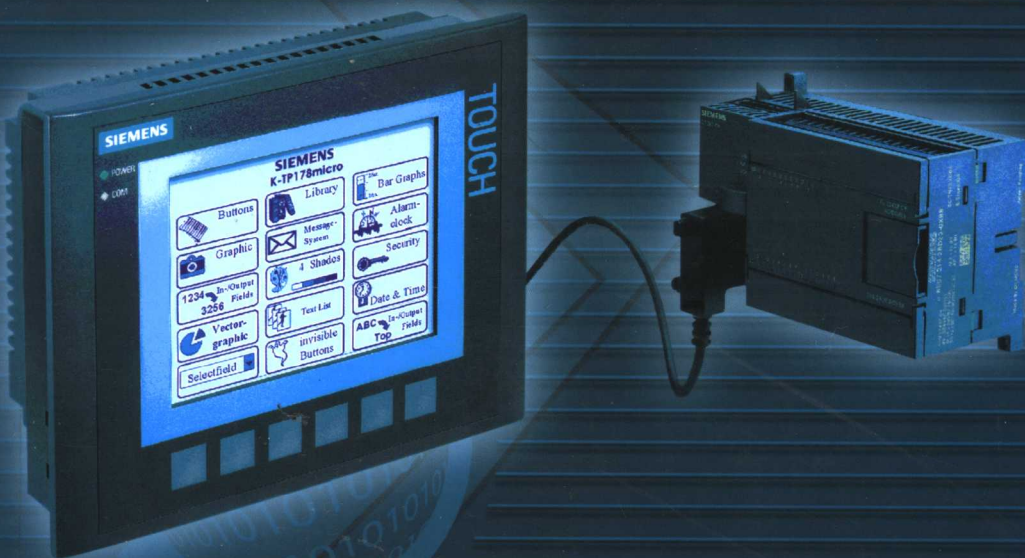


电气信息工程丛书

西门子人机界面 (触摸屏)组态与应用技术

廖常初 主编
陈晓东 副主编

 附光盘



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电气信息工程丛书

TP331.1

2D

2007

西门子人机界面（触摸屏） 组态与应用技术

廖常初 主 编

陈晓东 副主编



机械工业出版社

本书介绍了人机界面与触摸屏的工作原理和应用技术,通过大量的实例,深入浅出地介绍了使用组态软件 WinCC flexible 对西门子的人机界面进行组态和模拟调试的方法,包括对变量、画面、动画、报警、用户管理、数据记录、趋势图、配方、报表、运行脚本、以太网通信的组态方法,以及文本显示器 TD 200 的使用方法。介绍了在控制系统中应用人机界面的工程实例和用 WinCC flexible 对人机界面的运行进行离线模拟和在线模拟的方法,以及用 WinCC flexible 和 STEP 7 来模拟人机界面和 S7-300/400 组成的控制系统的运行的方法。随书光盘提供了大量西门子人机界面产品和组态软件的用户手册,还提供了作者编写的与教材配套的例程,读者用例程在计算机上做模拟实验,可以较快地掌握人机界面组态的方法。本书各章配有思考题,附录中有实验指导书。

本书可以作为大专院校电类、机电一体化专业和培训班的教材,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子人机界面 (触摸屏) 组态与应用技术/廖常初主编. —北京:机械工业出版社, 2006.10

(电气信息工程丛书)

ISBN 7-111-19896-4

I. 西... II. 廖... III. 触摸屏 IV. TP334.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 109531 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 李馨馨

责任印制: 杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2007 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18 印张 · 441 千字

0 001—5 000 册

定价: 35.00 元 (含 1CD)

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

编辑热线电话 (010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

前 言

PLC 是以微处理器为基础的通用工业自动控制装置，被称为现代工业自动化的支柱之一。人机界面是操作人员与 PLC 之间进行对话和相互作用的接口设备。近年来人机界面的价格大幅下降，应用越来越广泛，已经成为现代工业控制系统不可缺少的设备之一。

人机界面要用专用的组态软件组态，由于人机界面品种的日益丰富和功能的不断增强，学习和掌握组态软件的使用方法需要花费大量的时间，但目前基本上还没有有关人机界面组态和应用的教材和书籍。

西门子公司的人机界面品种非常丰富，既有高性能的多功能面板，又有许多价廉物美的人机界面产品。本书介绍了该公司近年来推出的人机界面的组态软件 WinCC flexible。该软件的功能强大、使用方便。本书重点介绍应用最广的触摸屏的组态方法。

WinCC flexible 可以对人机界面的运行进行离线模拟和在线模拟（后者需要连接与计算机通信的 PLC）。如果安装了 STEP 7 V5.3、仿真软件 PLCSIM 和 WinCC flexible，可以用计算机来模拟人机界面和 S7-300/400 组成的控制系统的运行。本书详细地介绍了实现各种模拟的方法。

第 1 章介绍液晶显示器、人机界面和触摸屏的工作原理。第 2 章介绍西门子的人机界面产品。第 3~5 章是基础部分，通过大量的实例，深入浅出地介绍了用 WinCC flexible 对人机界面进行组态和模拟调试的基本方法和技巧。第 6~12 章对报警、用户管理、数据记录、趋势图、配方、报表、运行脚本、以太网通信的组态进行了专题介绍。第 13 章综合前面各章的内容，通过 3 种不同型号的人机界面产品，介绍了在控制系统中应用人机界面的工程实例。第 14 章介绍了与 S7-200 配套的文本显示器 TD 200 的使用方法。

随书光盘提供了大量西门子人机界面产品和组态软件的用户手册，还有作者编写的与教材配套的例程，如果安装了上述的软件，读者可以一边看书一边在计算机上用例程做模拟实验，可以收到事半功倍的效果。各章配有思考题，附录中有实验指导书和常用缩写词解释。

本书的编写得到了西门子(中国)有限公司的大力支持，该公司的冯晋中、王志杰和裴渊斗先生对本书的编写提供了很多帮助和很好的建议，在此表示衷心的感谢。

本书可以作为大专院校电类、机电一体化专业和培训班的教材，也可以供工程技术人员参考，对西门子人机界面的用户也有很大的参考价值。

本书由廖常初主编，陈晓东为副主编，陈曾汉、廖亮、王云杰、孙明秀、左源洁、万莉、杨太平、刘道芳、漆巨冰、唐永红、左渊林、杨斌参加了编写工作。

因作者水平有限，书中难免有错漏之处，恳请读者批评指正。

重庆大学电气工程学院 廖常初
2006 年 7 月

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 人机界面概述	1
1.1.1 人机界面的基本概念	1
1.1.2 人机界面的分类	2
1.1.3 液晶显示器	4
1.1.4 人机界面的工作原理	5
1.1.5 人机界面的维护	6
1.2 触摸屏的工作原理	7
1.2.1 触摸屏的基本工作原理	7
1.2.2 电阻式触摸屏	7
1.2.3 表面声波触摸屏	8
1.2.4 电容式触摸屏	9
1.2.5 红外线触摸屏	10
1.3 思考题	10
第 2 章 西门子人机界面设备简介	11
2.1 按钮面板	11
2.2 文本显示面板与微型面板	15
2.3 触摸屏与移动面板	17
2.4 操作员面板	20
2.5 多功能面板	22
2.6 K-TP 178micro 触摸屏	25
2.6.1 K-TP 178micro 触摸屏的特性	25
2.6.2 K-TP 178micro 的控制面板	27
2.7 思考题	30
第 3 章 WinCC flexible 入门	31
3.1 WinCC flexible 概述	31
3.1.1 WinCC flexible 简介	31
3.1.2 WinCC flexible 的组件	33
3.1.3 WinCC flexible 的编程用户接口	33
3.1.4 鼠标的使用方法与技巧	37
3.2 一个简单的例子	39
3.2.1 创建项目	39
3.2.2 变量的生成与组态	41
3.2.3 画面的生成与组态	41

3.2.4	指示灯与文本域的生成和组态	42
3.2.5	按钮的生成与组态	44
3.3	项目的运行与模拟	46
3.3.1	WinCC flexible 运行系统简介	46
3.3.2	模拟调试的方法	47
3.3.3	项目的离线模拟	47
3.3.4	项目的在线模拟	48
3.3.5	项目文件的下载与运行	49
3.4	WinCC flexible 与 STEP 7 的集成	52
3.4.1	集成的基本原理	52
3.4.2	建立 STEP 7 与 WinCC flexible 项目的连接	54
3.4.3	在 WinCC flexible 中使用 STEP 7 中的变量	58
3.4.4	用 WinCC flexible 和 PLCSIM 模拟控制系统	61
3.5	K-TP 178micro 的组态与运行	62
3.5.1	连接与画面的组态	62
3.5.2	功能键组态	63
3.5.3	S7-200 的编程与参数设置	64
3.5.4	项目文件的下载与运行	65
3.6	思考题	66
第 4 章	项目组态的方法与技巧	68
4.1	创建项目	68
4.1.1	用项目向导创建项目	68
4.1.2	创建画面	71
4.1.3	组态画面浏览系统	72
4.2	变量的组态	75
4.2.1	内部变量与外部变量	75
4.2.2	变量的限制值	76
4.2.3	变量的其他属性	76
4.2.4	在运行时更新变量值	77
4.2.5	数组变量	78
4.3	库的使用	78
4.3.1	库的分类	78
4.3.2	生成新的库对象的方法	79
4.3.3	用图形 IO 域生成指示灯	79
4.4	组态的技巧	82
4.4.1	表格编辑器的使用技巧	82
4.4.2	鼠标的使用技巧	84
4.4.3	动画功能的实现	85
4.4.4	组态的其他技巧	87

4.5 思考题	88
第5章 画面对象组态	90
5.1 IO 域组态	90
5.1.1 IO 域的分类与组态	90
5.1.2 IO 域的模拟运行	92
5.2 按钮组态	93
5.2.1 用按钮修改变量的值	93
5.2.2 文本列表的按钮组态	95
5.2.3 不可见按钮组态	96
5.2.4 图形模式的按钮组态	96
5.3 开关组态	99
5.3.1 切换模式的开关组态	99
5.3.2 通过图形切换的开关组态	100
5.3.3 通过文本切换的开关组态	101
5.4 图形输入输出对象组态	102
5.4.1 棒图组态	102
5.4.2 量表组态	104
5.4.3 滚动条组态	106
5.4.4 离线模拟运行	107
5.4.5 在线模拟运行	108
5.5 时钟与日期时间域组态	109
5.6 间接寻址与符号 IO 域组态	110
5.7 图形列表与图形 IO 域组态	112
5.7.1 多幅画面切换的动画显示	113
5.7.2 电动机运行状态的动画显示	114
5.7.3 旋转物体的动画显示	116
5.8 面板的组态与应用	117
5.8.1 创建面板	117
5.8.2 定义面板的属性	118
5.8.3 面板的应用	119
5.9 思考题	120
第6章 报警与用户管理	122
6.1 报警的基本概念	122
6.1.1 报警的分类	122
6.1.2 报警的状态与确认	123
6.1.3 报警的显示	123
6.1.4 报警属性的设置	123
6.2 组态报警	125
6.2.1 组态离散量报警	125

6.2.2	组态模拟量报警	126
6.3	报警视图的组态与模拟运行	127
6.3.1	报警视图的组态	127
6.3.2	报警视图的模拟运行	129
6.4	报警窗口与报警指示器	131
6.4.1	报警窗口与报警指示器的组态	131
6.4.2	报警组的使用	133
6.5	用户管理	134
6.5.1	用户管理的基本概念	134
6.5.2	用户管理的组态	134
6.5.3	用户视图在用户管理中的应用	137
6.5.4	模拟运行	138
6.5.5	在运行系统中管理用户	138
6.6	思考题	139
第7章	数据记录与趋势视图	140
7.1	数据记录	140
7.1.1	数据记录的基本原理	140
7.1.2	创建与组态数据记录	140
7.1.3	组态变量的记录属性	142
7.1.4	数据记录应用举例	143
7.2	趋势视图	145
7.2.1	趋势的分类	145
7.2.2	趋势视图的组态	145
7.2.3	趋势视图的模拟运行	149
7.3	报警记录	149
7.3.1	报警记录的基本原理	149
7.3.2	报警记录的组态	150
7.3.3	报警记录的模拟运行	151
7.4	思考题	153
第8章	配方管理系统	154
8.1	配方概述	154
8.1.1	配方的基本原理	154
8.1.2	配方数据的传送	155
8.2	配方的组态	157
8.3	配方视图的组态与运行	159
8.3.1	高级配方视图的组态	159
8.3.2	高级配方视图的运行	161
8.3.3	简单配方视图的组态与运行	164
8.4	配方画面的组态与运行	165

8.4.1	配方画面的组态	165
8.4.2	配方画面的运行	167
8.5	思考题	169
第 9 章	报表系统	170
9.1	报表系统概述	170
9.1.1	报表的作用与结构	170
9.1.2	报表编辑器	170
9.2	配方报表	173
9.2.1	组态配方报表	173
9.2.2	输出配方报表	175
9.3	报警报表	176
9.4	项目报表	178
9.5	思考题	179
第 10 章	运行脚本	180
10.1	创建与调用运行脚本	180
10.1.1	运行脚本的基本概念	180
10.1.2	组态函数类型的脚本	180
10.1.3	组态子程序类型的脚本	183
10.2	脚本组态与应用的深入讨论	185
10.2.1	脚本编辑器	185
10.2.2	脚本应用中的其他问题	188
10.3	思考题	189
第 11 章	WinCC flexible 的通信选件	190
11.1	Sm@rtAccess 选件	190
11.1.1	Sm@rtAccess 简介	190
11.1.2	Sm@rtAccess 的组态过程简介	192
11.2	使用 Sm@rtService 选件进行远程维护	196
11.2.1	Sm@rtService 的基本功能	196
11.2.2	Sm@rtService 的组态	196
11.3	通过 OPC 采集操作数据	198
11.4	思考题	199
第 12 章	传送与 HMI 设备的参数设置	200
12.1	传送	200
12.1.1	传送的基本概念	200
12.1.2	反向传送	201
12.1.3	更新操作系统	202
12.1.4	其他传送操作	204
12.2	HMI 设备的参数设置	205
12.2.1	设备设置	205

12.2.2	HMI 设备控制面板的操作	206
12.2.3	HMI 设备控制面板的参数设置	207
12.3	思考题	212
第 13 章	触摸屏与操作员面板应用实例	213
13.1	物料混合控制系统简介	213
13.2	触摸屏的画面设计	215
13.2.1	画面的总体规划	215
13.2.2	自动画面与手动画面的设计	216
13.2.3	其他画面的设计	218
13.3	系统的模拟调试	220
13.3.1	离线模拟调试	221
13.3.2	PLC 程序设计	222
13.3.3	在线模拟调试	225
13.4	操作员面板的组态	227
13.4.1	操作员面板的键盘	227
13.4.2	操作员面板软键的组态	229
13.4.3	操作员面板的模拟运行	233
13.5	K-TP 178micro 与 S7-200 应用例程	233
13.6	思考题	237
第 14 章	文本显示器 TD 200 与 TD 200C	238
14.1	TD 200 与 TD 200C 概述	238
14.1.1	TD 200 与 TD 200C 的功能	238
14.1.2	TD 200 与 TD 200C 的硬件与连接	239
14.2	使用文本显示向导	240
14.2.1	用文本显示向导组态 TD 设备	241
14.2.2	组态用户菜单和画面	245
14.2.3	组态报警信息	247
14.3	TD 200 与 TD 200C 的操作	251
14.3.1	TD 200 与 TD 200C 的菜单与显示	251
14.3.2	操作员菜单	253
14.3.3	诊断菜单	254
14.4	思考题	256
附录	258
附录 A	实验指导书	258
A.1	WinCC flexible 入门实验	258
A.2	WinCC flexible 与 STEP 7 的集成实验	259
A.3	画面组态实验	260
A.4	画面对象的组态实验	262
A.5	符号 IO 域与图形 IO 域的组态实验	263

A.6 用户管理实验	265
A.7 报警管理实验	266
A.8 数据记录与趋势图实验	268
A.9 配方管理实验	269
附录 B 配套光盘说明	270
附录 C 常用缩写词解释	273
参考文献	275

第 1 章 概 述

1.1 人机界面概述

1.1.1 人机界面的基本概念

PLC 是一种以微处理器为基础的通用工业自动控制装置，它综合了现代计算机技术、自动控制技术和通信技术，具有体积小、功能强、程序设计简单、维护方便、可靠性高等优点，特别适于在恶劣的工业环境中使用，被称为现代工业自动化的支柱之一。

人机界面装置是操作人员与 PLC 之间双向沟通的桥梁，很多工业被控对象要求控制系统具有很强的人机界面功能，用来实现操作人员与计算机控制系统之间的对话和相互作用。人机界面装置用来显示 PLC 的 I/O 状态和各种系统信息，接收操作人员发出的各种命令和设置的参数，并将它们传送到 PLC。人机界面装置一般安装在控制屏上，必须能够适应恶劣的现场环境，其可靠性应与 PLC 的可靠性相同。

过去用按钮、开关和指示灯等作人机界面装置，它们提供的信息量少，而且操作困难，需要熟练的操作人员来操作。如果用七段数字显示器来显示数字，用拨码开关来输入参数，占用的 PLC 的 I/O 点数多，硬件成本高，有时还需要自制印制电路板。

在环境条件较好的控制室内，可以用计算机作人机界面装置。早期的工业控制计算机用 CRT 显示器和薄膜键盘作工业现场的人机界面，它的体积大，安装困难，对现场环境的适应能力差。现在基本上都使用基于液晶显示器（LCD）的操作员面板和触摸屏。

人机界面（Human Machine Interface）又称人机接口，简称为 HMI。从广义上说，HMI 泛指计算机（包括 PLC）与操作人员交换信息的设备。在控制领域，HMI 一般特指用于操作人员与控制系统之间进行对话和相互作用的专用设备。西门子公司的手册将人机界面装置统称为 HMI 设备，本书一般将它们简称为 HMI 设备。

人机界面是按工业现场环境应用来设计的，正面的防护等级为 IP65，背面的防护等级为 IP20，坚固耐用，其稳定性和可靠性与 PLC 相当，能够在恶劣的工业环境中长时间连续运行，因此人机界面是 PLC 的最佳搭档。

人机界面用于承担下列任务：

- 过程可视化：在人机界面上动态显示过程数据（即 PLC 采集的现场数据）。
- 操作员对过程的控制：操作员通过图形界面来控制过程。例如，操作员可以用触摸屏画面上的输入域来修改控制系统的参数，或者用画面上的按钮来起动机。
- 显示报警：过程的临界状态会自动触发报警，例如当变量超出设定值时。
- 记录（归档）功能：顺序记录过程值和报警信息，用户可以检索以前的生产数据。
- 输出过程值和报警记录：例如可以在某一轮班结束时打印输出生产报表。

- 过程和设备的参数管理：将过程和设备的参数存储在配方中，可以一次性将这些参数从人机界面下载到 PLC，以便改变产品的品种。

在使用人机界面时，需要解决画面设计与与 PLC 通信的问题。人机界面生产厂家用组态软件很好地解决了这两个问题。组态软件使用方便、易学易用。使用组态软件可以很容易地生成人机界面的画面，还可以实现某些动画功能。人机界面用文字或图形动态地显示 PLC 中开关量的状态和数字量的数值。通过各种输入方式，将操作人员的开关量命令和数字量设定值传送到 PLC。

各种品牌的人机界面一般都可以和各主要生产厂家的 PLC 通信。用户不用编写 PLC 和人机界面的通信程序，只需要在 PLC 的编程软件和人机界面的组态软件中对通信参数进行简单的设置，就可以实现人机界面与 PLC 的通信。

各主要的控制设备生产厂商，例如西门子、AB、施耐德、三菱和欧姆龙等公司，均有它们的人机界面系列产品，此外还有一些专门生产人机界面的厂家。不同厂家的人机界面（包括它们的组态软件）之间互不兼容。

过去人机界面的价格较高，限制了它的应用和普及，近年来人机界面的价格已经大幅下降，一个大规模应用人机界面的时代正在到来，现在人机界面已经成为现代工业控制系统必不可少的设备之一。

1.1.2 人机界面的分类

现在的人机界面几乎都使用液晶显示屏，小尺寸的人机界面只能显示数字和字符，称为文本显示器，大一些的可以显示点阵组成的图形。显示器颜色有单色、8 色、16 色、256 色或更多的颜色。

1. 文本显示器

文本显示器（Text Display, TD）是一种廉价的单色操作员界面，一般只能显示几行数字、字母、符号和文字（包括中文）。

西门子的 TD 200（见图 1-1）和 TD 200C 与该公司的小型 PLC S7-200 配套使用，可以显示两行信息，每行 20 个数字或字符，或每行显示 10 个汉字。



图 1-1 文本显示器 TD 200

可以用 S7-200 的编程软件 STEP7-Micro/WIN 中的文本显示向导为 TD 200 和 TD 200C 组态。只需要进行一些简单的设置，就可以用它们来显示文本和动态信息。

TD 200 和 TD 200C 的价格低，功能强，是一种性能价格比很高的 S7-200 的简易人机接口装置。

2. 操作员面板

西门子将操作员面板（Operator Panel, OP）使用液晶显示器和薄膜按键，有的操作员

面板的按键多达数十个。操作员面板的面积大，直观性较差。图 1-2 是西门子的操作员面板 OP 270，其显示器对角线的尺寸为 5.7in（5.7 英寸）。

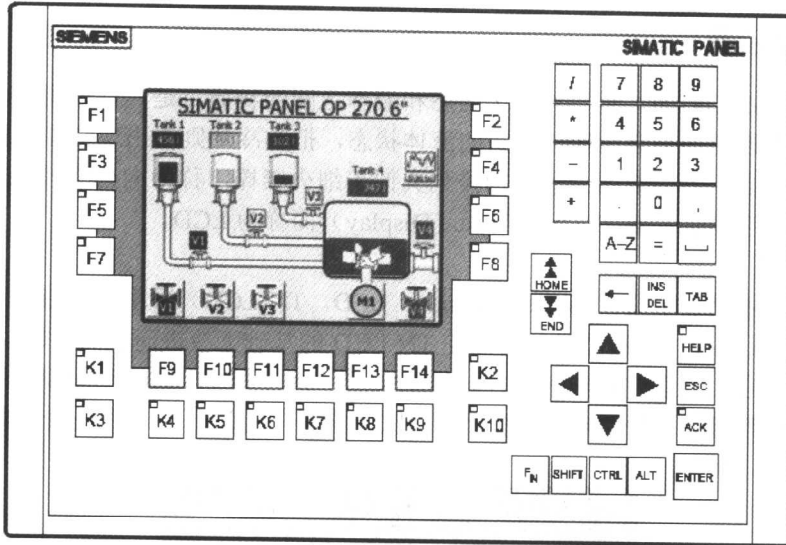


图 1-2 操作员面板 OP 270

3. 触摸屏

西门子将触摸面板（Touch Panel, TP）俗称为触摸屏（见图 1-3），触摸屏是人机界面的发展方向。可以由用户在触摸屏的画面上设置具有明确意义和提示信息的触摸式按键。触摸屏的面积小，使用直观方便。

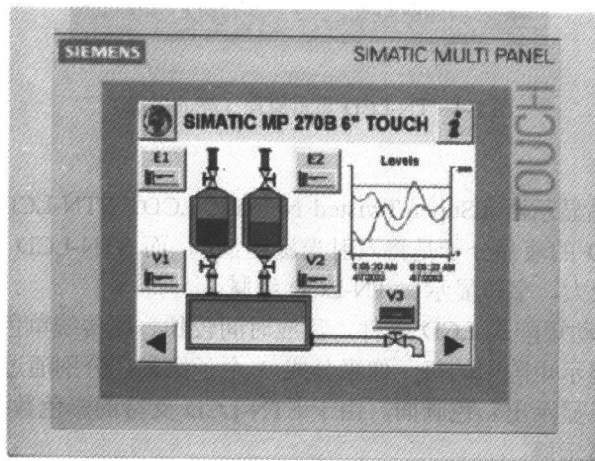


图 1-3 触摸屏 MP 270B

用户可以用触摸屏上的组合文字、按钮、图形和数字信息等，来处理或监控不断变化的信息。过去的人机界面设备操作困难，需要熟练的操作员才能操作。使用触摸屏和计算机控制后，机器设备目前的状况能够明确地显示出来，并给出操作的提示，使操作变得简单，可以减少操作失误，即使是新手也可以很轻松地学会操作整个机器设备。

触摸屏还可以用画面上的按钮和指示灯等来代替相应的硬件元件，以减少 PLC 需要的 I/O

点数，使机器的配线标准化、简单化，降低了系统的成本。显示面板的小型化及高性能，使整套设备的附加价值得到了提高。

1.1.3 液晶显示器

液晶 (Liquid Crystal) 是一种介于固态和液态之间的物质，是具有规则性分子排列的有机化合物，如果把它加热会呈现透明状的液体状态，把它冷却则会出现结晶颗粒的混浊固体状态。用于液晶显示器的液晶分子结构排列类似于细火柴棒，称为向列型 (Nematic) 液晶，采用液晶制造的液晶显示器 (Liquid Crystal Display) 简称为 LCD。

1. TN-LCD

扭曲向列型液晶显示器 (Twisted Nematic LCD, TN-LCD) 采用的是液晶显示器中最基本的显示技术，其他种类的液晶显示器是在 TN-LCD 的基础上改进而成的。图 1-4 是 TN-LCD 的结构示意图，它由垂直方向与水平方向的偏光板、具有细纹沟槽的配向膜、液晶材料以及导电的玻璃基板等组成。TN-LCD 无法显示细腻的字符，通常用于电子表和计算器中。

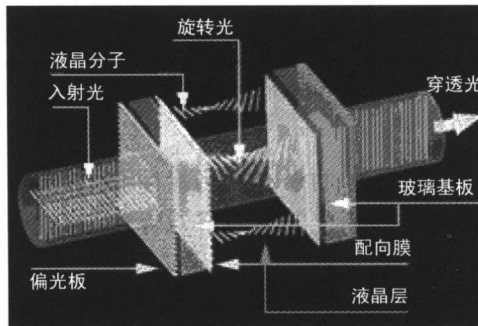


图 1-4 TN-LCD 显示原理 (亮的情况)

2. STN-LCD

超扭曲向列型液晶显示器 (Super Twisted Nematic LCD, STN-LCD) 的显示原理与 TN-LCD 相类似。TN-LCD 的液晶分子是将入射光旋转 90° ，而 STN-LCD 将入射光旋转 $180^\circ \sim 270^\circ$ 。由于扭转角度较大，字符显示比 TN-LCD 细腻。

STN-LCD 属于被动矩阵式 LCD 器件，反应时间较长。在传统单色 STN-LCD 上加一彩色滤光片，并将单色显示矩阵中的每一像素分成 3 个子像素，分别通过彩色滤光片显示红、绿、蓝三原色，就可以显示出彩色画面。由于 STN-LCD 支持的彩色数有限 (8 色或 16 色)，所以也称为“伪彩”显示器。

STN-LCD 的图像质量较差，在较暗的环境中清晰度很差，需要配备外部光源。但是具有功耗小、价格低的优点，STN-LCD 多用于液晶电视、摄像机的液晶显示器和掌上游戏机等。

3. DSTN-LCD

双层超扭曲向列型液晶显示器 (Double layer STN LCD, DSTN-LCD) 是由 STN-LCD 发展而来的，DSTN-LCD 通过双扫描方式来扫描 TN-LCD，相对于 STN-LCD 来说，显示效果有大幅度提高。

TN-LCD、STN-LCD 和 DSTN-LCD 的基本显示原理相同，只是液晶分子的扭曲角度不同而已。

4. TFT-LCD

薄膜晶体管型液晶显示器（Thin Flim Transistor LCD，TFT-LCD）又称为“真彩”显示器。TFT-LCD 与 TN 系列 LCD 的显示方式截然不同，但是在构造上有相似之处，同样采用两夹层间填充液晶分子的设计，只不过把 TN-LCD 上部夹层的电极改为 FET（场效应晶体管），而下层改为共同电极。

TFT-LCD 为每个像素设有一个半导体开关，属于有源矩阵液晶显示器。它可以“主动地”对屏幕上的各个独立的像素进行控制，每一液晶像素点都用集成在其后的薄膜晶体管来驱动，每个像素都可以通过脉冲直接控制，这样不仅提高了显示屏的反应速度，同时可以精确控制显示色阶，所以 TFT-LCD 的显示色彩逼真。

TFT-LCD 较为复杂，主要是由荧光管、导光板、偏光板、滤光板、玻璃基板、配向膜、液晶材料、薄膜晶体管等构成。

在光源设计上，TFT-LCD 的显示采用“背透式”照射方式，即在液晶的背部设置类似日光灯的光管，光源先经过一个偏光板，然后再经过液晶，液晶分子的排列方式会改变穿透液晶的光线角度，通过遮光和透光来达到显示信息的目的。这些光线还必须经过前方的彩色滤光膜与另外一块偏光板，因此只要改变加在液晶上的电压值，就可以控制最后出现的光线强度与色彩，这样就能在液晶面板上显示出有不同色调的颜色组合。

由于 FET 具有电容效应，能够保持电位状态，先前透光的液晶分子会一直保持这种状态，直到 FET 电极下一次再加电改变其排列方式。相对而言，TN 就没有这个特性，其液晶分子一旦没有施压，立刻就会返回原始状态，这是 TFT-LCD 和 TN-LCD 显示的最大不同之处。

TFT-LCD 的特点是亮度好、对比度高、层次感强、颜色鲜艳、反应时间较短，且其可视角度大，可达到 130°左右。与 STN-LCD 相比，TFT-LCD 有出色的色彩饱和度、还原能力和更高的对比度，但是也有耗电较多和成本较高的缺点。TFT-LCD 主要用于笔记本电脑和台式计算机等高端产品。

1.1.4 人机界面的工作原理

人机界面最基本的功能是显示现场设备（通常是 PLC）中开关量的状态和寄存器中数字变量的值，用监控画面向 PLC 发出开关量命令，并修改 PLC 寄存器中的参数（见图 1-5）。

1. 对监控画面组态

“组态”（Configuration）一词有配置和参数设置的意思。人机界面用个人计算机上运行的组态软件来生成满足用户要求的监控画面，用画面中的图形对象来实现其功能，用项目来管理这些画面。

使用组态软件可以很容易地生成人机界面的画面，用文字或图形动态地显示 PLC 中的开关量的状态和数字量的数值。通过各种输入方式，将操作人员的开关量命令和数字量设定值传送到 PLC。画面的生成是可视化的，一般不需要用户编程，组态软件的使用简单方便，很容易掌握。

在画面中生成图形对象后，只需要将图形对象与 PLC 中的存储器地址联系起来，就可以实现控制系统运行时 PLC 与人机界面之间的自动数据交换。

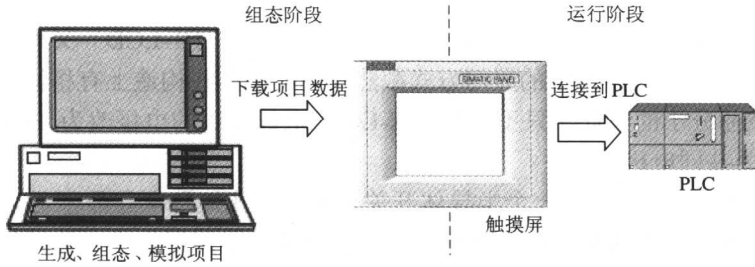


图 1-5 人机界面的工作原理

画面由背景的静态对象和动态对象组成。静态对象包括静态文字、数字、符号和静态图形，图形可以在组态软件中生成，也可以用其他绘图软件生成。

动态对象用与 PLC 内的变量相连的数字、图形符号、条形图或趋势图等方式显示出来。在运行人机界面程序时，可以用功能键来切换画面，还可以定义人机界面监视 PLC 的报警条件和报警画面，以及报警发生时需要打印的信息。

2. 人机界面的通信功能

人机界面具有很强的通信功能，配备有多个通信接口。使用各种通信接口和通信协议，人机界面能与各主要生产厂家的 PLC 通信，还可以与运行组态软件的计算机通信。通信接口的个数和种类与人机界面的型号有关。用得最多的是 RS-232C 和 RS-422/RS-485 串行通信接口（简称串口），有的人机界面配备有 USB 或以太网接口，有的可以通过调制解调器进行远程通信。西门子人机界面的 RS-485 接口可以使用 MPI/PROFIBUS-DP 通信协议。有的人机界面还可以实现一台触摸屏与多台 PLC 通信，或多台触摸屏与一台 PLC 通信。

3. 编译和下载项目文件

编译项目文件是指将建立的画面及设置的信息转换成人机界面可以执行的文件。编译成功后，需要将组态计算机中的可执行文件下载到人机界面的 Flash EPROM（闪存）中，这种数据传送称为下载。为此首先应在组态软件中选择通信协议，设置计算机侧的通信参数，同时还应通过人机界面上的 DIP 开关或画面上的菜单设置人机界面的通信参数。

4. 运行阶段

在控制系统运行时，人机界面和 PLC 之间通过通信来交换信息，从而实现人机界面的各种功能。不用为 PLC 或人机界面的通信编程，只需要在组态软件中和人机界面中设置通信参数，就可以实现人机界面与 PLC 之间的通信。

1.1.5 人机界面的维护

HMI 设备具有免维护操作的功能，尽管如此，触摸屏或键盘保护膜和显示器都必须定期清洁。在清洁前，应关闭 HMI 设备，以避免意外触发功能。

可以使用蘸有清洁剂的湿布来清洁设备，只能使用少量液体皂水或屏幕清洁泡沫，不要将清洁剂直接喷在 HMI 设备上，不要使用有腐蚀性的溶剂或去污粉，清洁时不要使用压缩空气或喷气鼓风机。