

# 人机界面设计与应用

李方园 编



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

人机界面设计与应用/李方园编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 2

ISBN 978-7-122-01401-6

I. 人… II. 李… III. 人-机系统 IV. TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 167110 号

---

责任编辑: 刘 哲 宋 辉

文字编辑: 高 震

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 史利平

---

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 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 379 千字 2008 年 2 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: 36.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

人机界面是系统和用户之间进行交互和信息交换的媒介，它实现了生产或生活信息的内部形式与操作人员之间的可以接受的形式转换。凡参与人机信息交流的领域都存在着人机界面，在工业企业中尤其如此。人机界面主要包括触摸屏、编程面板和组态软件，在现代化的科学技术、工农业生产和人类日常生活中起着不可替代的作用，在国民经济中具有极其重要的作用。因此，在各行各业中，使用者有必要了解常用人机界面的工作原理以及应用技术的基本知识，以便更好地为生产或生活服务。

根据预测，近年来中国的人机界面产值年增幅达 10%~20% 左右。正是基于人机界面快速增长的前景，有必要为各行业人机界面的用户、生产者、自动化研究所和设计院、高校架起一个产、学、用、研四方相互沟通的桥梁。

作者长期从事人机界面等自动化系统的设计、应用和科研工作，通过不断跟踪国内外人机界面技术的最新应用案例，已经在人机界面的设计和应用方面获得了一定的经验。作为自动化产品应用的实践者和推广者，作者一直希望能将此方面的文章和案例结集成册，编写一本人机界面在自动化工程中的应用实践图书，为广大从事人机界面产品的代理商和经销商、厂矿企事业单位的自动化技术人员和相关院校的师生提供实用的技术参考，拓展在人机界面自动化和工程应用中的一些思路和视野。

为方便读者了解人机界面的一些应用案例，本书共分九章。第一章介绍了人机界面的产生、原理、设计法则和发展趋势。第二章主要介绍了专用人机界面，阐述了触摸屏和操作面板的编程软件、多功能接口和参数设置、一机多屏与一屏多机、网络与通讯连接，最后介绍了专用人机界面的安装和使用方法。第三章主要介绍开放式人机界面——组态软件的组态过程、脚本程序、配方过程、远程监控等功能。第四章~第八章主要介绍人机界面在轻工业、机械工业、流程工业、公用设备和电子仪器上的应用案例，内容涵盖了冶金、石油、石化、天然气、电力、能源、采矿与金属加工、造纸、印刷与包装、纺织、印染、医药、食品、塑料、橡胶、水泥建材、水工业和智能建筑等行业。最后在第九章进行了人机界面的技术答疑，内容包括 EView、西门子、台达和三菱人机界面的技术问题和调试案例。

本书最大的特点就是突出实践和工程案例，并对生产工艺等人机界面应用背景进行了详细介绍，以方便用户理解。本书在编写过程中，得到了张永惠、陈隆慈教授的大力支持。深圳人机、西门子、中达电通、富士、MCGS 等厂家提供了相当多的典型案例和调试经验。作者在此表示一并致谢！

由于作者水平有限，在编写过程中难免存在不足，希望广大读者能够给予批评、指正。

编著者

# 目 录

第一章 绪论 .....	1	第二节 人机界面在压力机械中的应用 .....	108
第一节 人机界面的产生 .....	1	第三节 人机界面在橡胶机械中的应用 .....	117
第二节 人机界面的主要产品 .....	3	第六章 人机界面在流程工业中的	
第三节 人机界面的十大设计法则 .....	7	应用 .....	131
第四节 人机界面的选型 .....	10	第一节 触摸屏在全自动灌装封尾机上的	
第五节 人机界面产品的发展趋势 .....	11	应用 .....	131
第二章 专用人机界面 .....	14	第二节 人机界面在炼铁轧钢流程中的	
第一节 专用人机界面的编程软件 .....	14	应用 .....	134
第二节 多功能接口与参数设置 .....	18	第三节 人机界面在建材工业中的应用 .....	144
第三节 一机多屏与一屏多机 .....	25	第七章 人机界面在公用设备中的	
第四节 通讯与网络连接 .....	30	应用 .....	154
第五节 安装与使用 .....	31	第一节 人机界面在水工业中的应用 .....	154
第三章 开放式人机界面 .....	35	第二节 触摸屏在智能化可控硅整流装置中的	
第一节 组态软件介绍 .....	35	应用 .....	167
第二节 组态过程 .....	41	第三节 人机界面在暖通空调中的应用 .....	171
第三节 组态脚本程序 .....	46	第八章 人机界面在电子与仪器产品中	
第四节 组态配方处理 .....	50	的应用 .....	176
第五节 MCGS 远程监控 .....	54	第一节 人机界面在电子生产中的应用 .....	176
第六节 组态网络功能 .....	60	第二节 人机界面在试验仪器中的应用 .....	196
第四章 人机界面在轻工业中的应用 .....	70	第三节 人机界面在医疗电子设备中的	
第一节 人机界面在印刷工业中的应用 .....	70	应用 .....	211
第二节 人机界面在造纸工业中的应用 .....	75	第九章 人机界面故障处理及使用	
第三节 人机界面在塑料工业中的应用 .....	81	技巧 .....	219
第四节 人机界面在纺织印染中的应用 .....	87	第一节 EView 触摸屏 .....	219
第五节 人机界面在其他轻工业中的		第二节 西门子人机界面 .....	223
应用 .....	93	第三节 台达人机界面 .....	229
第五章 人机界面在机械工业中的应用 .....	100	第四节 三菱人机界面 .....	233
第一节 人机界面在电工机械中的应用 .....	100	参考文献 .....	236

# 第一章

## 绪 论

### 第一节 人机界面的产生

#### 一、人机界面的定义

人机界面通常简称为界面。界面定义的表述有多种。卓越的计算机科学家、杰出的认知心理学家 Jef Raskin 认为，用一个产品完成任务的方式（人所做的事情和该产品做出的响应）就是界面。

##### 1. 人机界面产品的定义

所谓人机界面产品就是指连接可编程序控制器（PLC）、变频器、直流调速器、仪表等现场控制设备，利用显示屏显示，通过输入单元（如触摸屏、键盘、鼠标等）写入工作参数或输入操作命令，来实现人与机器信息交互的数字设备。

人机界面的英文为 Human-Machine Interface，通常以 HMI 来表示。

##### 2. 人机界面产品的组成及工作原理

人机界面产品通常由硬件和软件两部分组成。

人机界面产品的硬件部分包括处理器、显示单元、输入单元、通讯接口、数据存储单元等（如图 1-1 所示），其中处理器的性能决定了人机界面产品的性能高低，是人机界面产品的核心单元。根据人机界面产品的等级不同，处理器可分别选用 8 位、16 位、32 位的处理器。

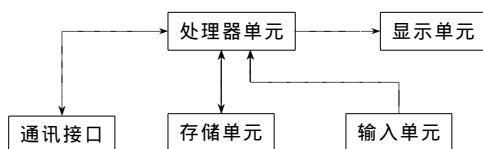


图 1-1 人机界面硬件构成

人机界面产品的软件一般分为两部分，即运行于人机界面硬件中的系统软件和运行于 PC 机 Windows 操作系统下的画面编程或组态软件。使用者都必须先使用人机界面的画面组态软件制作“工程文件”，再通过 PC 机和人机界面产品的串行通讯口，把编制好的“工程文件”下载到人机界面的处理器中运行（如图 1-2 所示）。

##### 3. 人机界面的通讯接口

人机界面的通讯接口采用串行通讯的方式，即人机界面与现场控制设备之间使用两根数据信号线（可能还需要控制线）一位一位地进行传输，传输每一位数据都占据一个固定的时间长度，这种通讯方式使用的数据线最少、成本最低。

图 1-3 所示给出非同步传输模式下一个字节的资料框架，它通常由起始位、数据位、校验位与结束位所组成。一般而言，逻辑“1”的电压位于 $-3\sim-15\text{V}$ 之间，逻辑“0”的电压位于 $+3\sim+15\text{V}$ ，每帧数据（7 位或 8 位）都包含一个高电压的起始位，一个低电压的结束位和一个校验位，而数据的传输波特率一般为 $9600\sim 115200\text{bit/s}$ 。

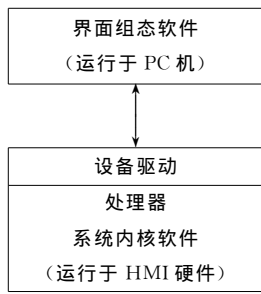


图 1-2 人机界面软件构成

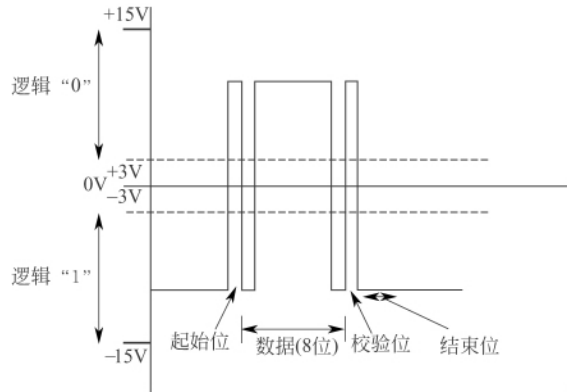


图 1-3 非同步传输模式

## 二、人机界面的基本功能和使用方法

### 1. 基本功能

人机界面的基本功能包括：

- ① 设备工作状态显示，如指示灯、按钮、文字、图形、曲线等；
- ② 数据、文字输入操作，打印输出；
- ③ 生产配方存储，设备生产数据记录；
- ④ 简单的逻辑和数值运算；
- ⑤ 连接多种工业控制设备组网。

### 2. 使用方法

人机界面的使用方法如下：

- ① 明确监控任务要求，选择适合的人机界面产品；
- ② 在 PC 机上用画面组态软件编辑“工程文件”；
- ③ 测试并保存已编辑好的“工程文件”；
- ④ PC 机连接人机界面硬件，下载“工程文件”到人机界面中；
- ⑤ 连接人机界面和工业控制器（如 PLC、仪表等），实现人机交互。

### 3. 应用方式

(1) 一般应用 人机界面提供多种 PLC 等硬件设备的驱动程序，能与绝大多数 PLC 进行通讯，与 PLC 通讯无需转接器。

(2) 多口通讯 有些人机界面可以提供两个通讯口，且可以同时使用，可以和任何具有开放协议的设备进行通讯，且大部分人机界面支持 Modbus 总线协议，可非常简单地与 Modbus 设备通讯。

(3) 网络通讯 人机界面丰富灵活的组网功能，可以接入现场总线和 Internet 网络，使用户设备的成本降到最低，这样就便于将不同协议的多种设备共同接入到同一总线中去。

(4) 集中监控 可在上位 PC 机中使用编程软件或组态软件，或用户按照人机界面开放的协议自行编写监控软件，实现对整个车间、不同设备的集中监控。

## 2 人机界面设计与应用

## 第二节 人机界面的主要产品

### 一、触摸屏

#### 1. 触摸技术

触摸屏技术使界面能够访问计算机的数据库，而不依赖于传统的键盘-鼠标界面。它可以帮助用户通过菜单系统逐步查找信息，也可以帮助用户控制和监测生产现场的设备和工艺流程。

触摸屏是实现用户和计算机之间互动的最简单、最直接的方式。各行各业的公司都已成功地将触摸屏的效用发挥到各自的应用中。

在所有行业的应用中，触摸屏技术带来很大的益处，主要表现为以下几点：

- ① 触摸屏使用户无需经过任何培训就能马上使用计算机；
- ② 触摸屏几乎完全消除了操作员误操作的可能性，因为供用户选择的菜单设置非常明确；
- ③ 触摸屏结实耐用，可以承受使键盘和鼠标易受损坏的恶劣环境；
- ④ 简化了人机界面。

#### 2. 触摸屏工作原理

多数触控技术的工作原理都是将屏幕图像区域划分为预先确定的网格（取决于屏幕尺寸和分辨率），触摸菜单选项的一个网格会执行一个子程序，效果和使用鼠标或在提示行输入命令相同。

触摸屏最初的制作方法是在触敏图形数字转换器上添加一层透明表面，然后使其大小符合电脑显示器的尺寸，制作它的目的是提高向计算机输入数据的速度。如今，触摸屏已经成为计算机键盘和鼠标的替代品。

涉及触摸屏技术的部件共有五个。

- (1) 触摸感应器 又称触摸检测装置，包括电容型、电阻型、表面声波型、红外线型等。
- (2) 显示器 可以安装感应器的阴极射线管（CRT）、液晶显示器（LCD）或等离子显示器。
- (3) 控制器 可以使感应器像其他外部设备一样工作。
- (4) 软件驱动程序 实现控制器和计算机操作系统之间的通讯并协助控制器对输入进行识别。
- (5) 和触摸屏相连的计算机 通常为 PC 或者单片机，可以运行终端用户在访问时选择的选项。

当然，编程软件应用程序也是必不可少的，它使用户能够针对特定应用，开发新的或定制已有的触控应用程序。

#### 3. 触摸屏的分类

触摸屏随着技术的进步经历了从低档向高档逐步升级和发展的过程，并逐步形成了不同类型的产品。触摸屏可以按照安装方式和技术原理两种方式进行分类。

根据安装方式，可以将触摸屏分为外挂式触摸屏、内置式触摸屏和整体式触摸屏三种。其中外挂式触摸屏就是将触摸屏系统的触摸检测装置直接安装在显示设备的前面，它常用于商用查询系统；内置式触摸屏是把触摸检测装置安装在显示设备的上层、显像管的前面或者

LCD 的钢化保护层前面；而整体式触摸屏则是在制造显示设备时，将触摸检测装置制作在 CRT 或 LCD 上，使显示设备直接具有触摸功能。

根据技术原理，可以将触摸屏分为四大类：电阻式触摸屏、电容式触摸屏、红外线式触摸屏和表面声波触摸屏。

(1) 电阻式触摸屏 电阻式触摸屏的屏体部分是一块多层复合薄膜，由一层玻璃或有机玻璃作为基层，表面涂有一层透明的导电层（ITO 膜），上面再覆盖一层外表面经过硬化处理、光滑防刮的塑料层。它的内表面也涂有一层 ITO 膜，在两层导电层之间有许多细小（小于千分之一英寸）的透明隔离物质把它们隔开。

当手指触摸屏幕时，两导电层在触摸点处接触。触摸屏的两个金属导电层是触摸屏的两个工作面，在每个工作面的两端各涂有一条银胶，称为该工作面的一对电极，若在一个工作面的电极对施加电压，则在该工作面上就会形成均匀连续的平行电压分布。根据这个电压值就可以测算出手指所在位置的  $X$  坐标和  $Y$  坐标。即当对  $X$  方向的电极对施加一确定的电压，而  $Y$  方向电极对不加电压时，在  $X$  平行电压场中，触点处的电压值可以在  $Y_+$ （或  $Y_-$ ）电极上反映出来，通过测量  $Y_+$  电极对地的电压大小，便可得知触点的  $X$  坐标值；同理，当对  $Y$  电极对加电压，而  $X$  电极对不加电压时，通过测量  $X_+$  电极的电压，便可得知触点的  $Y$  坐标。

(2) 电容式触摸屏 电容式触摸屏的四边均镀上了狭长的电极，其内部形成一个低电压交流电场。触摸屏上贴有一层透明的薄膜层，它是一种特殊的金属导电物质。当用户触摸电容屏时，用户手指和工作面形成一个耦合电容，因为工作面上接有高频信号，于是手指会吸走一个很小的电流，这个电流分别从屏的四个角上的电极中流出；理论上，流经四个电极的电流的大小与手指到四角的距离成比例，控制器通过对四个电流比例的精密计算，即可得出接触点位置。

电容式触摸屏具有以下几个明显的特点和优势：触摸感应执行时间可以根据用户的要求自由调节；功耗小，电压范围宽，适合各种产品；按键个数多，分布区域广。由于电容的稳定性受周边环境影响，所以在使用电容式触摸屏时必须保证适宜的温度、湿度和接地条件。

(3) 红外线触摸屏 红外线触摸屏是在紧贴屏幕前密布  $X$ 、 $Y$  方向上的红外线矩阵，通过不停地扫描是否有红外线被物体阻挡，检测并定位用户的触摸位置。这种触摸屏的最大优点是可用手指、笔或任何可阻挡光线的物体来触摸。

红外线触摸屏也同样不受电流、电压和静电干扰，适宜于某些恶劣的环境。其主要优点是价格低廉、安装方便，可以用在各档次的计算机上。此外，由于没有电容充放电过程，响应速度比电容式快，但分辨率较低。

(4) 表面声波触摸屏 表面声波是超声波的一种，它是在介质（例如玻璃或金属等刚性材料）表面浅层传播的机械能量波。通过楔形三角基座（根据表面波的波长严格设计），可以做到定向、小角度的表面声波能量发射。表面声波性能稳定、易于分析，并且在横波传递过程中具有非常明显的频率特性，近年来在无损探伤、造影等方面得到广泛应用。

在工业应用中，表面声波触摸屏表现出了以下两个特点：表面声波触摸屏的工作面是一层看不见、打不坏的声波能量，触摸屏的基层玻璃没有任何夹层和结构应力，非常适合室外环境使用；反应速度特别快，是所有触摸屏中反应速度最快的，用户使用时感觉非常顺畅。当然，这种类型触摸屏的缺点就是触摸屏表面的灰尘和水滴也阻挡表面声波的传递，当尘土积累到一定程度，信号也就衰减得非常厉害，此时表面声波触摸屏变得迟钝甚至不能工作。

#### 4 人机界面设计与应用

表 1-1 所示是四种触摸屏的基本技术对照情况。

表 1-1 四种触摸屏基本技术对照表

项 目	电阻式触摸屏	电容式触摸屏	红外线触摸屏	表面声波触摸屏
透光率	85%	85%	100%	92%
分辨率	4096×4096	1024×1024	977×737	4096×4096
感应轴	X、Y	X、Y	X、Y	X、Y、Z
漂移	无	有	无	无
耐磨损性	好	好	很好	很好
反应速度	<10ms	<3ms	<20ms	<10ms
干扰性	无	电磁干扰	光扰	无
污物影响	无	较小	无	小
稳定性	好	差	高	一般

#### 4. 触摸屏的基本技术

(1) 绝对坐标系统 触摸屏是一种绝对坐标系统，其特点是当前定位坐标与上一次定位坐标没有关系，每次触摸的数据通过校准直接转化为屏幕上的坐标。不管在什么情况下，触摸屏这套坐标体系对同一点的输出数据都是稳定的。不过，它并不能保证每一次对同一点触摸的采样都相同，即不能保证绝对坐标定位，也就是有所谓的漂移问题。

(2) 定位 各种触摸屏都是依靠传感器来工作的，甚至有的触摸屏本身就是一套传感器。它们各自的定位原理和各自所用的传感器决定了触摸屏的反应速度、可靠性、稳定性和寿命。

#### 5. 触摸屏的性能和应用比较

(1) 电阻式触摸屏 它工作在与外界完全隔离的环境中，不怕灰尘、水汽和油污，可以用任何物体来触摸，比较适合工业控制领域使用。缺点是由于复合薄膜的外层采用塑料，太用力或使用锐器触摸可能划伤触摸屏。

电阻式触摸屏中，四线电阻类型的触摸屏可以用于油污环境的工业场合；而五线电阻类型的则可以用在高精度的工业控制场所，如机床控制触摸屏等。

(2) 电容式触摸屏 电容式触摸屏的分辨率很高，透光率也不错，可以很好地满足各方面的要求，在公共场所常见的就是这种触摸屏。不过，电容式触摸屏把人体当作电容器的一个电极使用，当有导体靠近并与夹层 ITO 工作面之间耦合出足够大的电容时，流走的电流就会引起电容式触摸屏的误动作；另外，戴着手套或手持绝缘物体触摸时会没有反应，这是因为增加了绝缘的介质。

电容式触摸按钮在工业控制中能够实现多种图案的可重配置，并具有最大限度的灵活性与用户定制能力。同时，每一次触摸还可以控制任意数量的动作，并且甚至能重新编程来用不同方式响应短暂的轻拍与长时间的按压。也就是说，用电容式触摸屏来控制电机转速时可以直接触摸同一个位置来调节，不再需要额外的触摸键。

(3) 红外线触摸屏 红外线触摸屏是靠测定红外线的通断来确定触摸位置的。并选用透光性能好的挡板，并加以抗反光处理，可以得到很好的视觉效果。

红外线触摸屏在工业控制应用中具有独特的稳定性，无漂移、防油污、防刮、防水、抗干扰等一系列其他触摸屏无法比拟的优点。红外线触摸屏的工业环境温度最低可达 $-40^{\circ}\text{C}$ ，

最高可达 70℃，还可承受烟烫及飞溅造成的高温损害和一般状况下的腐蚀侵害等。实践证明，在工业系统集成应用中，安装红外线触摸屏无需繁琐的日常维护工作，还能为系统集成商节省大量售后服务的人力和费用。

(4) 表面声波触摸屏 表面声波技术非常成熟，而且表面声波触摸屏的控制器靠测量衰减时刻在时间轴上的位置来计算触摸位置，所以其精度非常高。表面声波触摸屏还具有第三轴（Z 轴），也就是压力轴——通过计算接收信号衰减处的衰减量可得到用户触摸屏幕的力量大小，力度最多可分为 256 级。力量越大，接收信号波形上的衰减缺口也就越宽、越深。在所有的触摸屏中，只有表面声波触摸屏具有感知触摸压力的性能。

在显示器可视区的尘埃不会对表面声波触摸屏有任何影响，但在触摸屏四周的反射条纹覆盖了太多的灰尘，触摸屏会逐渐降低触摸响应速度。这时，清洁掉触摸屏四周的灰尘即可恢复正常。同时，它还具有高透明度、无失真和很强的抗暴能力，适用于室外工业环境。

## 二、按键操作面板

### 1. 按键操作面板介绍

按键操作面板（下面简称“操作面板”）是将按键开关、液晶面板、标记、符号显示及衬板密封在一起的光、机、电一体化的新型电子元器件，能更加可靠地执行操作系统任务。它具有良好的防水、防尘、防油、防有害气体侵蚀的特点及性能稳定可靠、重量轻、体积小、寿命长、面板可洗涤、字符不受损伤、色彩丰富、美丽大方等优点。

操作面板一般采用背光液晶显示，即使在逆光情况下也易看清。

操作面板的一个主要部分是薄膜开关，又称轻触式键盘，通常采用平面多层组合而成的整体密封结构。其主要品种有平面轻触键盘、平面手感键盘、凹凸立体键盘及高性能防水型键盘、带发光二极管（LED）型键盘。新一代的产品有带 EL 背光源的键盘、带蓄光的键盘、PCB 同薄膜开关相结合的键盘。

(1) 带 EL 背光源的键盘 适用夜间或长时间光线比较黑暗的环境，能够长时间清晰地将文字、图案、键盘显示出来。

(2) 带蓄光的键盘 它能借助白天的自然光源或比较亮的灯光，将光吸收并存储在键盘上，待在夜间或黑暗环境中发出亮度。

(3) PCB 同薄膜开关相结合的键盘 电阻值极小，按键反应灵敏，操作力均匀，寿命长，无短路现象，并可代替衬板。

### 2. 应用领域

操作面板可以应用在各种工业场合，尤其是在油污、水雾等恶劣工业环境。

## 三、组态软件——工业控制中的“操作平台”

关于组态软件的内容将在第三章中作详细介绍。

## 四、关于人机界面产品的几个问题

### 1. 工业触摸屏与人们常说的“触摸屏”有什么区别？

从严格意义上来说，两者是有本质上的区别的。因为“触摸屏”仅是人机界面产品中可能用到的硬件部分，是一种可替代鼠标及键盘部分功能，安装在显示屏前端的输入设备；而工业触摸屏则是一种包含硬件和软件的人机交互设备。

## 6 人机界面设计与应用

## 2. 编程软件与组态软件有什么区别？

编程软件一般是指触摸屏和操作面板的画面编辑软件，包含人机界面硬件和相应的专用画面编制软件。一般情况下，不同厂家的人机界面硬件使用不同的画面编程软件，连接的主要设备种类是 PLC 等。

而组态软件是运行于 PC 硬件平台、Windows 操作系统下的一种通用工具软件产品，和 PC 机或工控机一起也可以组成人机界面产品。通用的组态软件支持的设备种类非常多，如各种 PLC、PC 板卡、仪表、变频器、模块等设备。由于 PC 的硬件平台性能强大（主要反映在速度和存储容量上），通用的组态软件的功能也强很多，适用于大型的监控系统中。

## 3. 人机界面产品中是否有操作系统？

任何人机界面产品都有系统软件部分。系统软件运行在人机界面的处理器中，支持多任务处理功能，处理器中需有小型的操作系统管理系统的运行。基于平板计算机的高性能人机界面产品中，一般使用 WinCE、Linux 等通用的嵌入式操作系统。

## 4. 人机界面只能连接 PLC 吗？

不是这样的。人机界面产品是为了解决 PLC 的人机交互问题而产生的，但随着计算机技术和数字电路技术的发展，很多工业控制设备都具备了串口通讯能力，所以只要有串口通讯能力的现场控制设备，如变频器、直流调速器、温控仪表、数据采集模块等，都可以连接人机界面产品，来实现人机交互功能。

## 5. 人机界面只能通过标准的串行通讯接口与其他设备相连接吗？

多数情况下是这样的。但随着计算机和数字电路技术的发展，人机界面产品的接口能力越来越强。除了传统的串行通讯接口（RS-232、RS-422、RS-485）外，有些人机界面产品已具有网口、并口、USB 口等数据接口，它们就可与具有网口、并口、USB 口等接口的工业控制设备相连接，来实现设备的人机的交互。

## 6. 是否有通讯功能的设备一定能和人机界面产品连接？

应该是这样的。因为通用的人机界面产品都提供了大量的、可供选择的常用设备通讯驱动程序。一般情况下，只要在人机界面的画面组态软件中选择与连接设备相对应的通讯驱动程序，就可以完成人机界面和设备的通讯连接。如果所选人机界面产品的组态软件中没有要连接设备的通讯驱动程序，用户可以把要连接的设备的通讯口类型和协议内容告知人机界面产品的生产商，请人机界面厂商代为编制该设备的通讯驱动程序。

# 第三节 人机界面的十大设计法则

## 一、以通讯功能作为界面设计的核心

人机界面的关键是使人与机器之间能够准确地交流信息。一方面，人向机器输入时应当尽量采取自然的方式；另一方面，机器向人传递的信息必须准确，不致引起误解或混乱。另外，不要把内部的处理、加工与人机界面混在一起（人机界面程序只是通讯），以免互相干扰，影响速度。

人机界面设计时，针对每一个功能，都要按照“I-P-O”输入-处理-输出的模块化思想，使输入、处理与输出“泾渭分明”，充分体现人机界面的通讯功能。这样设计出来的人机界面不但不易出错，而且易于维护，即使有了错误也很容易纠正。图 1-4 所示为人机界面的通讯交互模型。

由图 1-4 所示可以对人机交互进行如下分析。

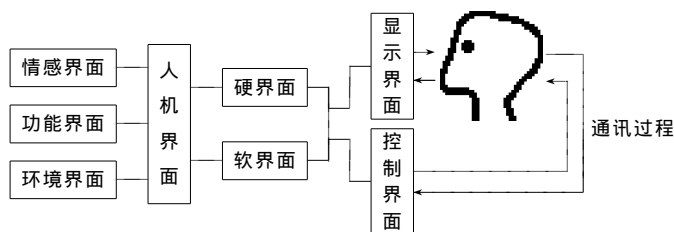


图 1-4 人机界面的通讯交互模型

(1) 使用环境的分析 环境条件是影响人机关系的外界因素，如产品的使用场所、气候、季节、时间等。因为使用环境不同，使用的条件就不同。例如，冶金工业和公用事业的人机界面因为使用环境不同，设计要求也不一样。

(2) 使用者的分析 使用者的分析主要包括使用对象、使用者生理状态和条件以及使用者行为方式等的分析。因为使用对象不同，操作的尺寸、用力大小、对色彩的喜好等就不一样。在人机分工时，要根据使用者的生理状态和工作时的状态确定任务分析。使用行为是动作习惯，它的形成受使用者的年龄、性别、地区、种族、职业、生活习惯、受教育程度等因素的影响。

(3) 使用过程的分析 使用过程分析是一项深入细致的工作。一些产品中人机问题不是靠常识可以发现的，甚至短时间使用也体会不到。因此必须对使用过程进行认真分析。

通过建立用户通讯模型，可以明确人机系统是否合理，人机分工是否恰当，是否体现了人本主义思想等。

## 二、提供操作者帮助菜单和搜寻工具

有些操作者在现场工艺调整、配方更改或器材移动后，就搞不清楚刚才费力找出的信息又跑到哪里去了。造成这种结果的原因是操作者根本不了解此人机界面机构的结构。

因此建议在设计中注意以下内容：

- ① 在主菜单、次菜单或标题上置放显著而有意义的标题，像“帮助”、“查询”、“设定”或“回到主画面”等简单易懂的语句；
- ② 可将查询内容编页，像 15 之 1、15 之 2 等，让使用者知道大约有多少信息；
- ③ 至于搜寻选项或控件，应该放置在明显且固定的位置上，以便操作者需要时，可以很快找到所需的工具，同时减少测试的时间，并降低使用失误率。

对于帮助菜单而言，需要进行建议操作性设计，减少要求使用者遵循规范和记忆操作程序的情况，让使用者在第一次阅读使用说明书后，能永远脱离对说明书的依赖，仅仅依靠“顾名思义”即能正确操作或及时使用帮助菜单和搜寻工具，同时确保操作程序有较大的容错性。

一个优秀的人机界面画面同时还应该提供在线求助功能，甚至提供使用向导，这无疑会给用户带来极大的方便。

## 三、设计合理的文字区规划

有些设备或器材的显示屏看起来像个棋盘，毫无秩序可言。当然有时候别出心裁的界面设计或许会使操作者眼前一亮，产生赏心悦目的视觉感。但无论如何，井然有序的文字区规划，才易达成最有效、最舒适的效果。

要设法使说明具有阅读连贯性。如一个向中对齐与一个向左对齐的文字区块，明显地，向左对齐的区块读起来顺畅多了，因为使用者在读完一行字后，自然而然往左下方继续读下

去，不需要重新找寻开头。相较之下，向中对齐的区块看起来混乱多了。因此，有规矩的文字区规划可大幅度提高使用者界面的质量。

#### 四、增加视觉平衡感

显示界面的平衡性相当重要，尤其在垂直轴的两侧，轻重感的一致性对操作者而言，心理感受影响更大。不对称的视觉平面，会让人觉得整个画面是倾斜的，或者好像少了什么东西；而对称的视觉平面，看起来既整洁又完整，识别性高，又符合操作者的心理。

至于如何增加视觉平衡感，有以下方法：

- ① 注重空白区间与文字区块的使用比例；
- ② 减少过度花哨的强调方式，如过多地画底线、粗体或 3D 图形；
- ③ 将所有内容区块（包括空白区间）置于一完整方块中，使之有整体感。

#### 五、色彩和字型的合理应用

一个人机界面中（包括背景和操作组件），最好不要超过 3~5 种颜色，最好大区域使用浅灰阶色调，如浅灰、白色等；重要操作组件则以红、蓝、绿等色彩度较高的颜色来表达，但颜色不宜过多，且区域不可以太大，否则看起来过于混乱，反而失去当初欲强调重点的用意了。

在色彩应用中，还有一个特殊的现象：如果色彩显示是红色的，对管道或化学工程师，它是关闭的，而显示绿色表明其在运行；但对电力工程师来说，显示红色表明其是带电的，它是火线，不要碰它；如果是绿色，它是关闭且安全的。这样，显示界面应该使用大家都能接受的色彩标准，并在人机界面使用前告诉给用户。

一个界面中，最好不要有太多的字型，更不宜选用字型太复杂或软弱无力的字体，如斜体字等。越简洁清楚则辨识性越佳。

#### 六、减小显示器的视觉密度

一般机器、设备和器材所需表达的信息很多，易造成显示和操作界面看起来非常拥挤。所有信息挤在一团，别说是最终用户，连专业的电气设计人员也未必一眼就能获得所需的信息或知道如何正确操作。因此，设计人机界面时，务必要考虑到内容的设置与空间裕度的保留，适当的留白将使整个界面看起来清楚而美观。有几种适当保留空间的方法可供参考：

- ① 把次要信息用选项功能或连接功能置于选项中，需要时再选取即可；
- ② 降低品牌识别图像大小，像品牌标示、名称等，无需为了彰显品牌形象而刻意放大；
- ③ 使用简单的图形，尽量平面化，不要使用过于复杂的图像；
- ④ 使用空白空间，而不要用线条去区分文字内容，尽量使整个界面简易化；
- ⑤ 使用简洁的语句表达信息，避免内容过多。

#### 七、必须使用户随时掌握任务的进展情况

人机界面应该能够告诉用户软件运行的进度。特别是在需要较长时间的等待时，必须让用户了解工作进展情况，如已经完成了百分之几等。切不可让用户面对一个没有反应的屏幕，以致怀疑出现了死机现象。

#### 八、使用简明扼要的词句和精简图像

操作界面中按钮、图标以及其他功能键的设计要符合用户的认知习惯。当用户使用产品时，尽量不需要太多的学习，通过按钮的形态、色彩以及上面的图标就可以进行操作。

对于触摸屏、组态软件来说需要避免使用复杂的图像，以象形符号的表示为最佳，只要能引起使用者的共识，越简单越好。

对于操作面板来说，在增加功能时，要尽量采用复用按键，加强在屏显示提示等方法。一般说，按键多，可能有些消费者会认为产品档次高，但太多的按键会增加操作的难度。

软件菜单的设计也必须符合用户的认知习惯，以使用户根据界面的引导或者图标的含义就可以自然地进行操作。

## 九、避免界面设计的不一致性

无论以色彩或字体来表示某项含义，一定要前后一致，红色代表危险，粗体代表强调，决不可随意应用，否则会造成使用者混乱。

一致的人机界面不致增加用户的负担，让用户始终用同一种方式思考与操作。最忌讳的是每换一个屏幕用户就要换一套操作命令与操作方法。就如同 Windows 下的应用软件之所以备受青睐，与其界面的一致性不无关系。因此，在人机界面画面设计中也可以不妨用问号图标表示帮助，以磁盘图标表示存盘，以打印机图标表示打印等。

## 十、安全提示、报警和故障

机器、设备和器材的使用安全性也与人机界面设计的好坏有关，因此设计上的缺失将会直接或间接地造成操作时的失误，严重时还可能造成使用者的伤害或死亡。

比如在输入过程控制中的工艺数据时，由于误操作、按键连击等均有可能导致数据误录。巧妙地进行程序设计，可以避免此类因素造成的错误。例如，输入电机转速时，我们可以对其范围进行限定，使用户无法输入  $0\sim 1500\text{r}/\text{min}$  以外的数据，这样就可以确保电机的正常运行了。

还有一个经常会被忽略的人机工程学问题，即如何设置报警。尽可能使相同的报警不能用于每一个故障事件，声音必须引起操作人员的警觉，但不能达到干扰人们反应能力的程度。不少人机界面给出太多的脉冲和闪烁信号，这都是不符合人机工程学的设计。

# 第四节 人机界面的选型

## 一、选择人机界面平台

用户需要根据具体的应用要求，决定采用专用设备还是开放平台，以及具体的设备。专用人机界面平台设备包括操作面板和触摸屏，开放式平台包括 Windows CE 和 Windows 2000/XP 等。

表 1-2 所示为专用人机界面平台和开放式平台的比较。

表 1-2 专用人机界面平台和开放式平台的比较

专用平台	开放式平台	专用平台	开放式平台
简单、易用	灵活性	安全、专门用途	可提供增值服务
专门为设备级 HMI 进行优化	可以胜任除 HMI 之外的多种应用	经久耐用、稳定可靠	采用最先进的技术

专用人机界面平台通过图形、文本或者两者皆有的方式，为操作员提供相关信息。该设备无论是硬件和软件，还是通讯网络部分，都要具有高度的整体稳定性，能够经受住工业现

场运行的严峻考验。用户只需要将应用项目文件下载到该设备中，正确设置通讯参数，连接通讯电缆，就能够立即投入使用。

专用人机界面设备已经为设备级的应用进行了优化，能够完全与现有的控制系统集成在一起，它取代了大量输入、输出硬接线对单个或多个设备进行控制的传统方式。专用人机界面设备可以通过网络与其他人机界面设备连接，甚至可以与整个车间的管控级系统建立连接。

开放式平台具有高度的灵活性，它可以按照用户的要求安装多种应用软件，还能与第三方的硬件设备集成在一起，从而满足特殊应用的需求。然而，这种灵活性也带来相应的问题，用户必须确保所安装的硬件设备和软件保持兼容并具有互操作性。如果用户不能确保硬件设备与软件兼容，可以选择常见的预安装软件产品。厂家一般会在出厂前完成互操作性和整体性能测试。当然，如果用户在该产品上不正确地安装了其他的硬件或软件，将会影响到产品的整体性能。

与专用人机界面平台相比，开放式平台能够提供远远超越传统人机界面产品的功能。比如，基于个人计算机的开放式平台，可以集成有逻辑处理软件的控制系統；或者通过第三方的 ActiveX 控件、Visual Basic 程序以及其他基于 Windows 操作系统的软件包提供特殊的增值解决方案。此外，任何开放性系统，还必须面临安全性、未经测试或有害的程序给它带来的考验。

开放式平台产品通常采用最新的商用技术，例如微处理器和主板，以满足应用软件和用户对整体性能的要求。基于商用 Windows 操作系统的计算机每隔 3~18 个月就会更新，而专用人机界面平台不会这么频繁地更新，专用人机界面产品生命周期通常为 3 年或更久。所以，采用什么样的计算机系统取决于用户所需要安装的应用软件和用户所要求的系统性能。

## 二、选择人机界面产品

当选择人机界面系统时，需要考虑人机工程学因素：屏幕是否抗强光？是否容易操作？界面是否友好？

对于人机界面设备，应考虑两个有关人机工程学的问题：抗强光外罩和容易操作的按钮。抗强光外罩等器件可降低光线对眼睛的压力；当它积满尘埃或被脏污时很容易卸除或更换。很多操作员使用触摸屏是因为触摸屏使用得心应手。一些人之所以优先选择按钮，是因为当压下按钮时，他们能听到和感受到反馈信息，从而减小对心理的压力，操作者不需要反复地压下触摸屏和担心触摸屏是否已接触。

当确定人机界面平台时，应根据用户的工艺流程考虑如下要求，以选择合适的产品：

- ① 显示屏尺寸、色彩；
- ② 操作员输入方式；
- ③ 通讯接口或通讯网络类型；
- ④ 输入电源部分。

最后还需要根据系统配置情况来选择适当的电缆，包括程序下载电缆和运行时的通讯电缆。

## 第五节 人机界面产品的发展趋势

### 一、触摸屏的发展趋势

触摸屏技术方便了人们对计算机的操作使用，是一种极有发展前途的交互式输入技术。随着数字电路和计算机技术的发展，未来的触摸屏产品在功能上的高、中、低级划分将越来越

越不明显，人机界面的功能将越来越丰富；5.7in（1in=25.4mm）以上的人机界面产品将全部是彩色显示屏，显示屏的寿命也将更长。

另外，大公司将对触摸屏越来越重视，并会投入大量的人力物力进行研发，新型触摸屏不断涌现。触摸笔和触摸板等技术将会成为主流配置。

（1）触摸笔 利用触摸笔进行操作的触摸屏，除显示界面、窗口、图标外，还具有签名、标记的功能。这种触摸笔的功能比早期只提供选择菜单的光笔的功能大大增强。

（2）触摸板 触摸板采用了压感电容式触摸技术，屏幕面积最大。它由三部分组成：最底层是中心传感器，用于监视触摸板是否被触摸，然后对信息进行处理；中间层提供了交互用的图形、文字等；最外层是触摸表层，由强度很高的塑料材料制成，当手指点触外层表面时，在千分之一秒内就可以将此信息送到传感器并进行登录处理。除与 PC 兼容，触摸板还具有亮度高、图像清晰、易于交互等特点，因而被应用于指点式信息查询系统（如电子公告板），并产生了非常好的效果。

总之，触摸屏的发展呈现专业化、多媒体化、立体化和大屏幕化等趋势。随着信息社会的发展，工业生产中管控一体化将会以触摸屏技术为契机，将交互窗口的生产信息通过采用先进的计算机技术，运用文字、图像、音乐、解说、动画、录像等多种形式，直观、形象地把各种信息介绍给现场操作人员，给用户带来极大的方便。

可以预见，随着触摸屏技术的迅速发展，性能会越来越越好，触摸屏的应用领域也会越来越广。

## 二、操作面板的发展趋势

跟触摸屏不同，小尺寸的（显示尺寸小于 5.7in）人机界面产品将会以操作面板为主，这是由于其在体积和价格上有优势。随着其功能的进一步增强（如增加 I/O 功能），操作面板将在小型机械设备的人机交互应用中得到广泛应用。

操作面板将会朝以下两个方面发展。

### 1. 带内置以太网

带有内置以太网和 Web 服务器的操作面板可以支持多种互联网功能，包括远程视图、访问和远程编程，访问 Web 页面和 FTP 站。操作面板的 Web 服务器允许生成客户 Web 页，使用 Web 浏览器软件，用户能访问所需的信息。

### 2. 带 CF 卡存储数据

未来的操作面板将会有有一个内置的 CF 插槽，用户可以方便地为控制器更新程序和参数。这对于 OEM 商和现场支持人员有绝对的优势，因为终端用户能简单、安全地插拔 CF 卡，以更新程序。

## 三、组态软件的发展趋势

随着计算机硬件成本的降低，开放式人机界面产品将以人机界面硬件的高端产品——平板 PC 计算机为主，因为这种高端的产品在处理器速度、存储容量、通讯接口种类和数量、组网能力、软件资源共享上都有较大的优势，是未来人机界面产品的发展方向。

组态软件系统在发展过程中将不断增强其功能，同时压缩总体成本，随着 PC 市场的发展，可能会有如下几个发展方向。

### 1. 三维可视化

为了克服机器可视化图形设计所需的高昂费用，今后的人机界面系统可能会直接共享机

器设备在设计阶段的参数数据。人们将不再需要花费大量的时间去制作二维的视图，而可以将机器设备的参数数据导入，在人机界面系统中生成更为直接的三维画面。

## 2. 逻辑控制与人机界面系统的集成

目前，自动化设计过程只关注最初的设计。在人机界面发展的下一个阶段，将会提供贯穿于整个系统生命周期的自动化设计工具。当前，人机界面系统和逻辑控制系统之间已经存在密不可分的联系，两者今后很有可能集成在一起。

## 3. 使用 Web 集成技术

人机界面系统不断的革新，使其与其他设备的连接性增强。有一天，人机界面用户可以通过浏览器来观看其他设备状态，甚至能够进行控制。车间主管也能够使用嵌入 Web 技术的人机界面系统获取整个车间设备的信息，以便进行集中管理。

## 4. 应用项目动态传输

在使用过程中，浏览器的功能终究难以满足客户端的需求。为了不至于将整个客户端应用项目嵌入到人机界面中，应用项目还可以直接在设备端提供对人机界面的支持。面向 XML Web 服务的平台，NET 技术为项目动态传输应用奠定了基础，大大减少了不同平台、不同硬件设备之间沟通的障碍。

## 5. e-Manufacturing 技术

组态软件系统演变过程的下一个阶段是 e-Manufacturing 技术，其重点在制造执行系统 (MES)。对人机界面的要求不是执行 MES 或企业资源规划 (ERP) 应用程序，而是要求它整合到这些应用程序中。

## 6. ODBC 方向

对于数据的移动和表达，人机界面采用了 Microsoft 标准。如今的人机界面都构建在开放式数据库上，很多人机界面通过 ODBC (开放式数据库连接) 访问数据。人机界面可以方便地与 MS Excel、MS Word、MS Access 等办公室软件共享数据，分别用于报表、嵌入式帮助文档以及配方系统等。

未来的开放式人机界面系统为我们展现出了美好的前景，但是今天，用户在选择人机界面系统时所考虑的首要问题还是成本和可靠性，有时甚至可能把那些功能强大的高端系统排除在外。随着技术的发展——无论是小规模试用还是正处于测试阶段，厂商势必都将为用户提供价格更为合理、功能更强大、性能更稳定的人机界面系统，从而满足未来生产力提高的需要。