

国家高职骨干院校重点专业建设教材

人机界面(HMI)系统设计、安装与调试

张 强 王 赛 黄应强 主编



科学出版社

国家高职骨干院校重点专业建设教材

人机界面（HMI）系统设计、 安装与调试

主 编 张 强 王 赛 黄应强

副主编 谢贤军

参 编 谭仁人 张怀宇 周桃文 颜玉玲

主 审 袁 泓

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以培养高素质技术技能人才为目标,从应用的角度介绍了西门子触摸屏技术和组态软件 WinCC 技术。全书分为两大模块,即触摸屏模块和 WinCC 模块,每个模块按照从简单到复杂的知识 and 能力递进关系分别设有两个项目。项目包括:基于触摸屏实现电动机启停控制、基于触摸屏实现灌装生产线控制、基于 WinCC 实现彩灯循环控制、基于 WinCC 实现烤箱温度控制。

本书可作为高等职业院校电气自动化技术、发电厂及电力系统、机电一体化技术及相关专业的教学用书和培训教材,也可作为广大工程技术人员和技能操作人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

人机界面(HMI)系统设计、安装与调试/张强,王赛,黄应强主编. —北京:科学出版社,2014.12

国家高职骨干院校重点专业建设教材

ISBN 978-7-03-042880-6

I. ①人… II. ①张… ②王… ③黄… III. ①人机界面-系统设计-高等教育-教材②人机界面-安装-高等教育-教材③人机界面-调试方法-高等教育-教材 IV. ①TP11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 310026 号

责任编辑:朱晓颖 张丽花 / 责任校对:桂伟利
责任印制:霍 兵 / 封面设计:华路天然工作室

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 12 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 12 月第一次印刷 印张:10 1/4

字数:262 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

触摸屏是一种全新的多媒体智能化操作部件,用户只需要用手指或其他物体触摸安装在显示器上的触摸屏,被触摸位置的坐标便会被触摸屏控制器检测到,并且触摸信息通过通信接口被传送到 PLC 等控制器,从而实现对设备的操作。触摸屏可以显示设备运行状况和运行参数,还可以随时修改设备运行模式、设定运行参数。组态软件是数据采集监控系统的软件平台,是工业应用软件的一个组成部分,由其构建的工业控制系统,既提高了系统的成套速度,又保证了系统软件的成熟性和可靠性,使用起来灵活方便,而且便于修改和维护。触摸屏和组态软件已广泛应用于工业自动化各个领域。

本书是在广泛调研电气自动化技术及相关专业岗位(群)上岗人员能力要求的基础上,在企业技术人员、技术骨干的共同指导和参与下,精心编写而成的,旨在使读者能够掌握电气自动化技术及相关专业岗位(群)所需的人机界面(HMI)知识、技能和相关职业素质。

本书编写遵循以职业岗位需求为原则,以培养学习者的动手能力、开发其思维能力为目的,以工作过程系统为指导,采用“模块-项目”模式。全书由四个具体的工作项目组成,每个项目承载了对应工作岗位所需的人机界面知识和技能,内容安排由简单到复杂,符合学习者职业学习规律,内容以实践为主,并详细介绍操作步骤,操作性强,体现出职业工作的特点,同时在培训中嵌入素质教育,培养岗位所需的职业素质。

本书项目一为触摸屏基础部分,主要包括触摸屏的基本知识、系统组态的基本方法和技巧等;项目二为触摸屏提高部分,主要包括触摸屏系统设计、报警组态、数据记录组态、系统通信等;项目三为 WinCC 基础部分,主要包括 WinCC 的基本知识、项目组态的基本方法和步骤等;项目四为 WinCC 提高部分,主要包括 WinCC 的系统设计、过程值归档组态、消息系统组态、OPC 通信等。

本书由张强、王赛、黄应强任主编,谢贤军任副主编,谭仁人、张怀宇、周桃文、颜玉玲参编。其中,宜宾职业技术学院的王赛、颜玉玲编写了项目一,宜宾职业技术学院的张强编写了项目二,宜宾职业技术学院的黄应强、张强、张怀宇编写了项目三,宜宾五粮液集团的谢贤军、宜宾职业技术学院的周桃文和谭仁人编写了项目四。全书的统稿和最后的审核工作由宜宾丝丽雅集团的袁泓完成。

本书的编写得到了西门子(中国)有限公司工业自动化与驱动技术集团和宜宾丝丽雅集团的大力支持,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2014 年 8 月

目 录

前言

项目一 基于触摸屏实现电动机启停控制	1
【项目描述】	1
【项目能力目标】	1
【完成项目的计划决策】	1
【实施过程】	1
一、系统电路设计	1
二、触摸屏监控组态	5
三、TP177A 触摸屏与计算机通信组态	29
四、PLC 控制程序编写下载	32
五、项目运行	34
【项目检查与评估】	36
【项目总结】	37
【练习与训练】	37
项目二 基于触摸屏实现灌装生产线控制	38
【项目描述】	38
【项目能力目标】	38
【完成项目的计划决策】	38
【实施过程】	39
一、系统电路设计	39
二、触摸屏监控组态	40
三、TP177A 触摸屏与计算机通信组态	64
四、PLC 控制程序编写下载	66
五、项目运行	70
【项目检查与评估】	71
【项目总结】	72
【练习与训练】	72
项目三 基于 WinCC 实现彩灯循环控制	73
【项目描述】	73
【项目能力目标】	73
【完成项目的计划决策】	73
【实施过程】	73
一、系统电路设计	73
二、WinCC 项目组态	75
三、WinCC 与 PLC 通信组态	114
四、PLC 控制程序编写下载	115

五、项目运行	117
【项目检查与评估】	120
【项目总结】	121
【练习与训练】	121
项目四 基于 WinCC 实现烤箱温度控制	123
【项目描述】	123
【项目能力目标】	123
【完成项目的计划决策】	123
【实施过程】	123
一、系统电路设计	123
二、WinCC 项目组态	124
三、WinCC 与 PLC 通信组态	151
四、PLC 控制程序编写下载	152
五、项目运行	155
【项目检查与评估】	156
【项目总结】	157
【练习与训练】	157
参考文献	158

项目一 基于触摸屏实现电动机启停控制

【项目描述】

在现代化工业生产过程中，为了实现各种生产工艺过程，需要使用各种各样的生产机械。拖动各种生产机械运转，可以采用气动、液压传动和电力拖动，由于电力拖动具有控制简单、调节性能好、损耗小、经济、能实现远距离控制和自动控制等一系列优点，所以大多数生产机械采用电力拖动。

人机界面（HMI）装置是操作人员与 PLC 之间双向沟通的桥梁，许多工业被控对象要求控制系统具有很强的人机界面功能。通过人机界面装置与 PLC 对电动机控制，可实现操作人员与计算机控制系统之间的对话与相互作用，实现对电动机及生产机械的有效监控。

【项目能力目标】

- (1) 了解人机界面在控制系统中的功能及作用；
- (2) 熟悉触摸屏的特点、结构及作用；
- (3) 会正确进行触摸屏控制系统的接线；
- (4) 能初步对触摸屏项目进行正确创建和组态；
- (5) 能初步设置触摸屏与 PLC 通信参数，并实现相互通信；
- (6) 能初步对整个监控系统进行运行及调试；
- (7) 具备资料收集、整理和自我学习的能力；
- (8) 具备顺利地与相关人员进行沟通、协调和交流的能力。

【完成项目的计划决策】

触摸屏具有面积小、使用直观、方便的特点，是人机界面的发展方向。本项目选择西门子触摸屏作为人机界面，选择西门子的 S7-200 作为控制器，通过单击触摸屏上的“启动”和“停止”按钮，实现对电动机的启停控制，通过触摸屏上的“系统指示灯”和“电机状态显示”等对象实现对生产现场电动机工作状态的监控。

【实施过程】

一、系统电路设计

1. PLC 选型

该控制系统有两个输入点、一个输出点，选用西门子 S7-200 系列 PLC，具体型号为 CPU224 XP CN AC/DC/RLY。

2. HMI 选型

TP177A 是用于 S7 系列 PLC 的经济的、优化的触摸屏，该控制系统选择西门子触摸屏 TP177A 作为人机界面。

知识点学习：

1) 人机界面的认识

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间进行对话和相互作用的专用设备。

人机界面主要承担以下任务：

- (1) 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）。
- (2) 操作员对过程的控制。操作员通过图形界面来控制过程。
- (3) 显示报警。过程的临界状态会自动触发报警，如当变量超出或低于设定值时。
- (4) 记录功能。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。
- (5) 输出过程值和报警记录。如可以在某一轮班结束时打印输出生产报表。

(6) 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，人机界面生产家用组态软件很好地解决了这两个问题。使用组态软件可以很容易地生成人机界面画面，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字，通过各种输入方式，将操作人员的命令和设定值传到 PLC。

近年来，人机界面的价格已大幅下降，一个大规模应用人机界面的时代正在到来，现在的人机界面已成为现代工业控制系统必不可少的设备之一。

现在的人机界面几乎都使用液晶屏，小尺寸的人机界面能显示数字和字符，还可以显示点阵组成的图形。显示器的颜色有单色、8 色、16 色、256 色或更多的颜色。人机界面的分类如下：

(1) 文本显示器

文本显示器（Text Display，TD）是一种廉价的单色操作界面，一般只能显示几行数字、字母、符号和文字。西门子的 TD200（图 1-1）、TD200C 和 TD200C 与小型的 S7-200 配套使用，可以显示 4 行信息，每行显示 24 个数字或字符，或 12 个汉字。

(2) 操作员面板

西门子的操作员面板（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。操作员面板面积大，直观性较差。图 1-2 所示为西门子的操作员面板 OP270。

(3) 触摸屏

西门子的触摸屏面板（Touch Panel，TP），一般俗称为触摸屏，可以由用户在其画面上设置具有明确意义和提示信息的触摸式按键，面积小，使用直观、方便。触摸屏是人机界面的发展方向。图 1-3 所示为西门子的操作员面板 TP270。

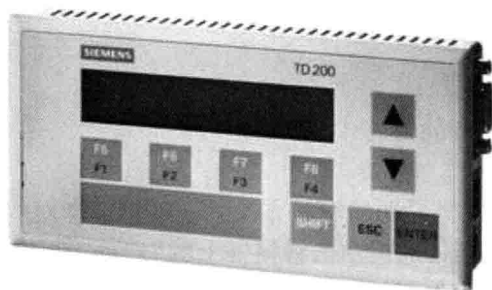


图 1-1 文本显示器 TD200

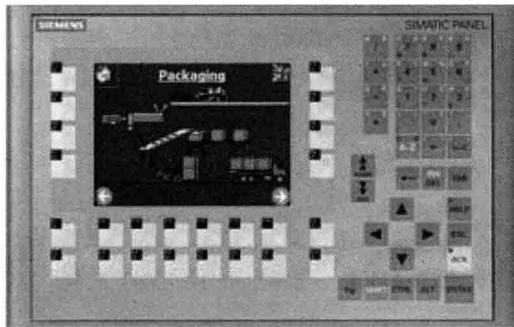


图 1-2 操作员面板 OP270



图 1-3 触摸屏 TP270

人机界面基本的工作原理是显示现场设备（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。人机界面的工作原理如图 1-4 所示。

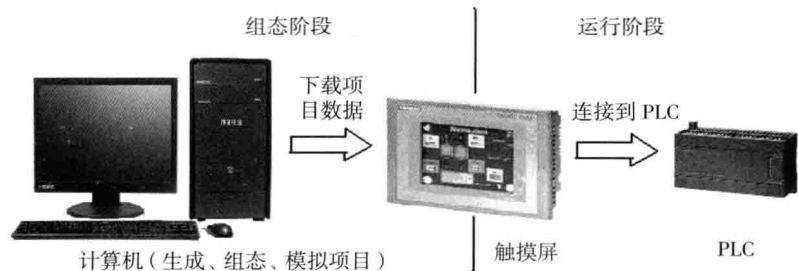
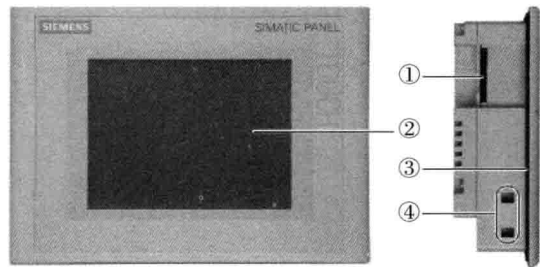


图 1-4 人机界面的工作原理

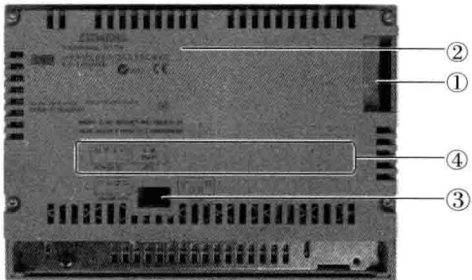
2) TP177A 触摸屏外观的认识

TP177A 是用于 S7 系列 PLC 的经济的、优化的触摸屏，采用 5.7in、蓝色 4 级灰度的 STN（超扭曲向列型）液晶显示器，用户存储容量为 512KB，可纵向或横向安装。支持位图、图标和背景图形。可使用棒图。TP177A 只有一个 RS-422/485 接口。TP177A 触摸屏外观结构如图 1-5 和图 1-6 所示。



正视图与侧视图
①与结构相关的开口——非存储卡的插槽
②显示 / 触摸屏
③安装密封垫
④卡紧凹槽

图 1-5 TP177A 正视图与侧视图



后视图
①与结构相关的开口——非存储卡的插槽
②标牌
③DIP 开关
④接口名称

图 1-6 TP177A 后视图

3) TP177A 触摸屏接线端子的认识

TP177A 触摸屏接线端子如图 1-7 所示。

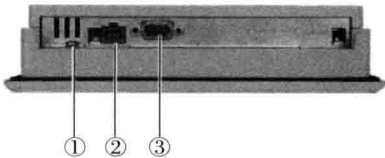
(1) TP177A 与电源的连接

TP177A 电源连接器如图 1-8 所示。

TP177A 与电源连接如图 1-9 所示。

(2) TP177A 与控制器的连接

TP177A 与控制器连接如图 1-10 所示。



TP 177A HMI 设备上的接口
①机壳等电位连接端子
②电源插座
③RS 422/485 接口（IF 1B）

图 1-7 TP177A 触摸屏接线端子

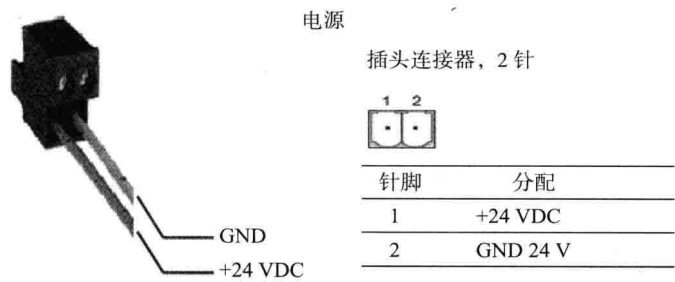


图 1-8 TP177A 电源连接器

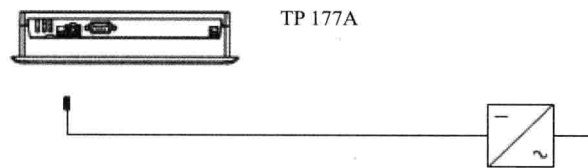


图 1-9 TP177A 与电源连接

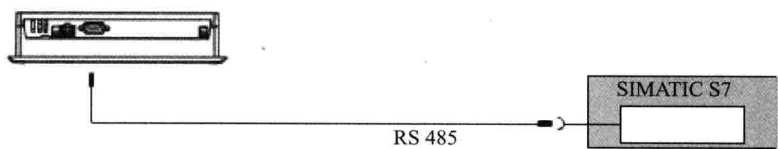


图 1-10 TP177A 与控制器连接

(3) TP177A 与组态计算机的连接

TP177A 与组态计算机连接如图 1-11 所示。

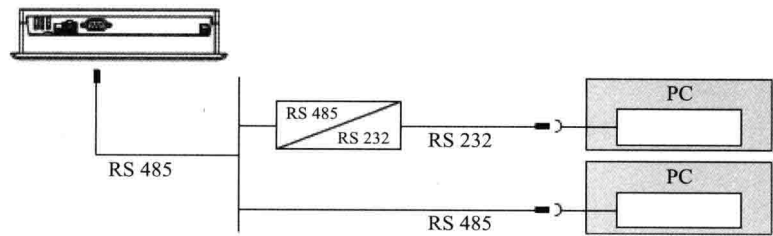


图 1-11 TP177A 与组态计算机连接

RS-485-RS-232 适配器如图 1-12 所示。

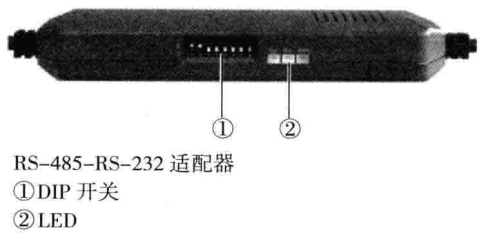


图 1-12 RS-485-RS-232 适配器

RS-485-RS-232 适配器 DIP 开关设置如表 1-1 所示。

表 1-1 RS-485-RS-232 适配器 DIP 开关设置

比特率 / (Kbit/s)	DIP 开关 1	DIP 开关 2	DIP 开关 3
115.2	1	1	0
57.6	1	1	1
38.4	0	0	0
19.2	0	0	1
9.6	0	1	0
4.8	0	1	1
2.4	1	0	0
1.2	1	0	1

3. 系统接线图

1) PLC 地址分配

PLC 地址分配如表 1-2 所示。

表 1-2 PLC 地址分配

序号	地址	含义	序号	地址	含义
1	I0.0	系统启动 (PLC)	4	M0.0	系统启动 (触摸屏)
2	I0.1	系统停止 (PLC)	5	M0.1	系统停止 (触摸屏)
3	Q0.0	电动机			

2) 系统接线

触摸屏、PLC 与其他设备连接的系统图，如图 1-13 所示。

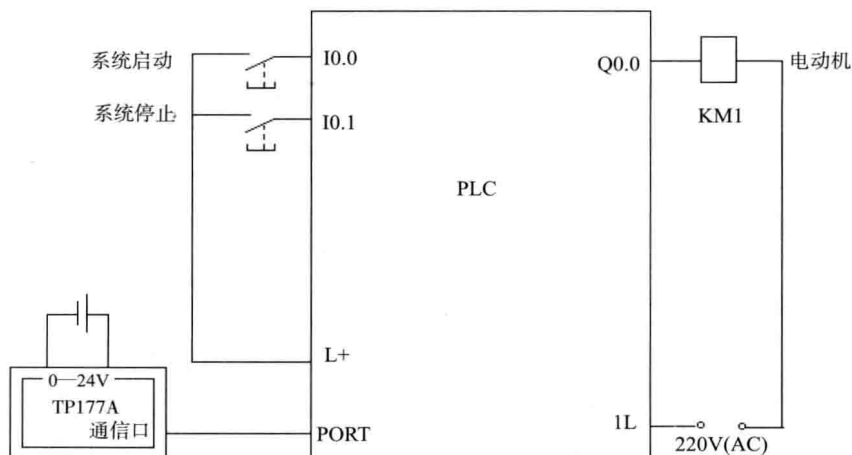


图 1-13 系统接线图

二、触摸屏监控组态

系统选用 WinCC flexible 2008 (中文版) 组态软件进行触摸屏系统组态。

知识点学习:

触摸屏是通过个人计算机上的组态软件来生成满足用户需要的监控画面, 从而实现对生产现场的管理和监控。西门子的触摸屏目前广泛使用的是 SIMATIC WinCC flexible 组态软件, 该软件是在 ProTool 组态软件基础上发展起来的, 并与 ProTool 保持了一致性。

ProTool 适用于单用户系统, WinCC flexible 可以满足各种需求, 从单用户、多用户到基于网络的工厂自动化控制与监控。

WinCC flexible 具有开放简易的扩展功能, 带有 VB 脚本功能, 集成了 ActiveX 控件, 可以将人机界面集成到 TCP/IP 网络。

WinCC flexible 带有丰富的图库, 提供了大量的对象供用户使用, 其缩放比例和动态性能都是可变的。使用图库中的元件, 可以快速方便地生成各种美观的画面。

WinCC flexible 的组件包括以下三个部分。

1) WinCC flexible 工程系统

WinCC flexible 工程系统是用于处理组态任务的软件。WinCC flexible 采用了模块化设计, 为各种不同的 HMI 设备量身定做了不同价格和档次的版本。WinCC flexible 分为功能不同的微型版、压缩版、标准版和高级版, 高级版用于组态面板 PC 和标准 PC。西门子先后推出了 WinCC flexible2004、WinCC flexible2005、WinCC flexible2007 和 WinCC flexible2008 版。

2) WinCC flexible 运行系统

WinCC flexible 运行系统是用于过程可视化的软件。运行系统在过程模式下执行项目, 实现与自动化之间的通信、图像在屏幕上的可视化、各种操作过程、记录过程值和报警事件。运行系统支持一定数量的过程变量 (Power Tags), 该数量由许可证确定。

3) WinCC flexible 选件

WinCC flexible 选件可以扩展 WinCC flexible 的标准功能, 每个选件需要一个许可证。

WinCC flexible 操作界面如图 1-14 所示, 主要由以下几个部分组成:

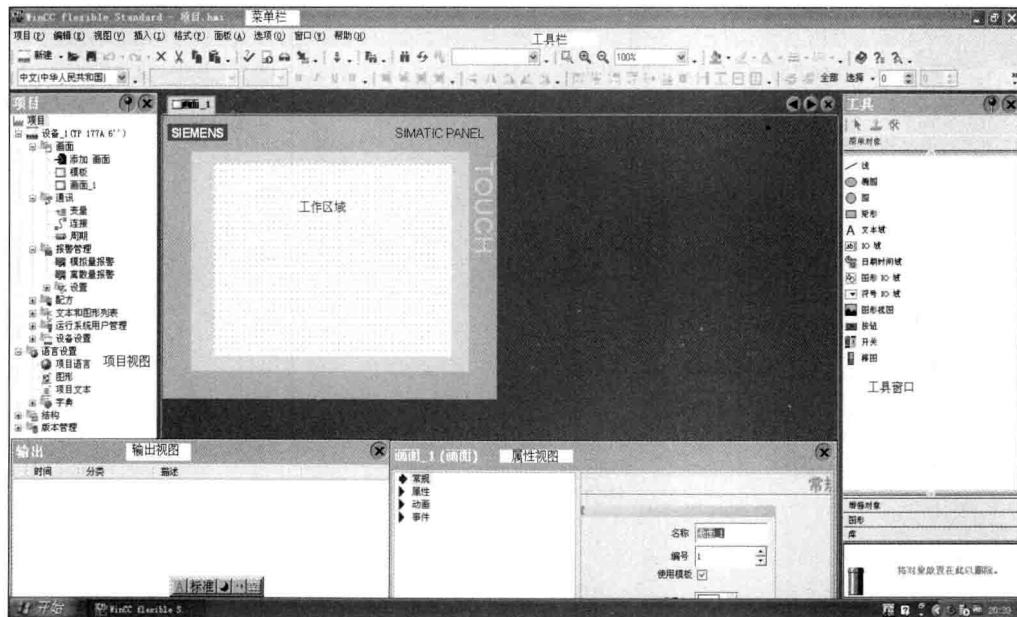


图 1-14 WinCC flexible 操作界面

1) 菜单栏和工具栏

菜单栏和工具栏包括组态常用的工具，如编译、下载、模拟运行、新建和打开等。

2) 工作区域

工作区域用于进行各种具体的组态工作和编辑项目对象的操作，如编辑画面、定义通讯和创建变量等。

3) 项目视图

项目视图包括整个组态项目需要用到的所有编辑器和项目设置，如组态通讯、组态变量等。在项目视图中，用户还可以访问 HMI 设备的设置、语言设置和版本管理等子项。

4) 属性视图

属性视图用于显示在工作区中当前的每一个对象具体属性设置，并编辑对象属性，如画面对象的颜色。

5) 工具窗口

工具窗口集成了组态所需要用到的常用工具和对象，包括组态画面所用到的线条、图形对象、按钮和棒图等常用控件。用户可通过简单的鼠标拖放，将对象添加给画面。工具窗口还提供了许多库，这些库包含许多对象模板和各种不同的面板。

工具箱中可使用的对象与 HMI 设备的型号有关。

6) 对象视图

对象视图显示项目视图中选定区域的所有元素。当用户在项目视图中选中某一编辑器后，将光标移动到对象视图区域中，对象视图会自动弹出并显示该对象编辑器的内容。在对象视图中双击一个对象即可打开对应的编辑器。

7) 输出视图

输出视图用于显示当前项目编译、下载和移植等各种动作的实时输出情况。例如，在项目测试运行中所生成的系统报警。

项目组态步骤如下：

【step1】如图 1-15 所示，单击“开始”→“所有程序”→“SIMATIC”→“WinCC flexible2008”→“WinCC flexible”或双击桌面上的“WinCC flexible2008”快捷图标，打开 WinCC flexible，创建一个空项目。

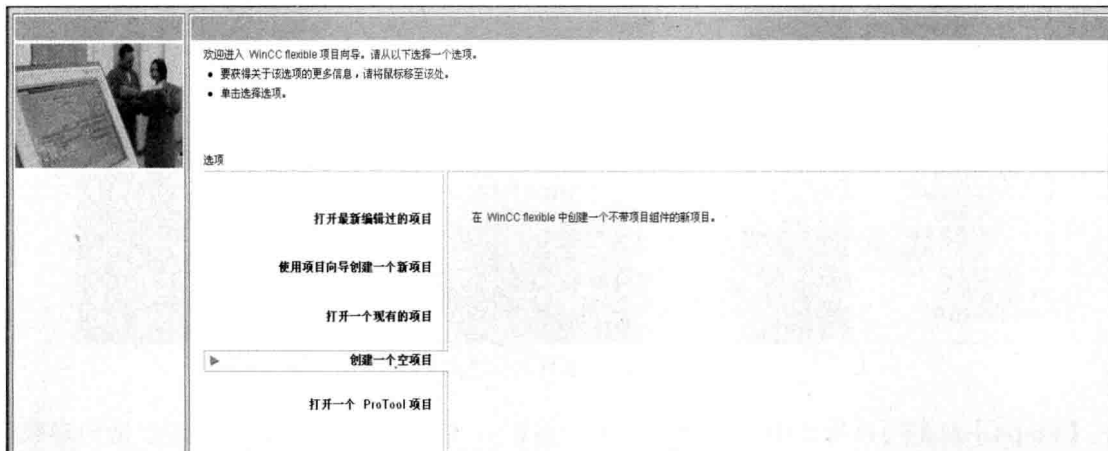


图 1-15 项目创建

【step2】选择本项目所需的 TP177A 6 寸触摸屏，步骤为“Panels”→“170”→TP177A，如图 1-16 所示，然后单击“确定”。

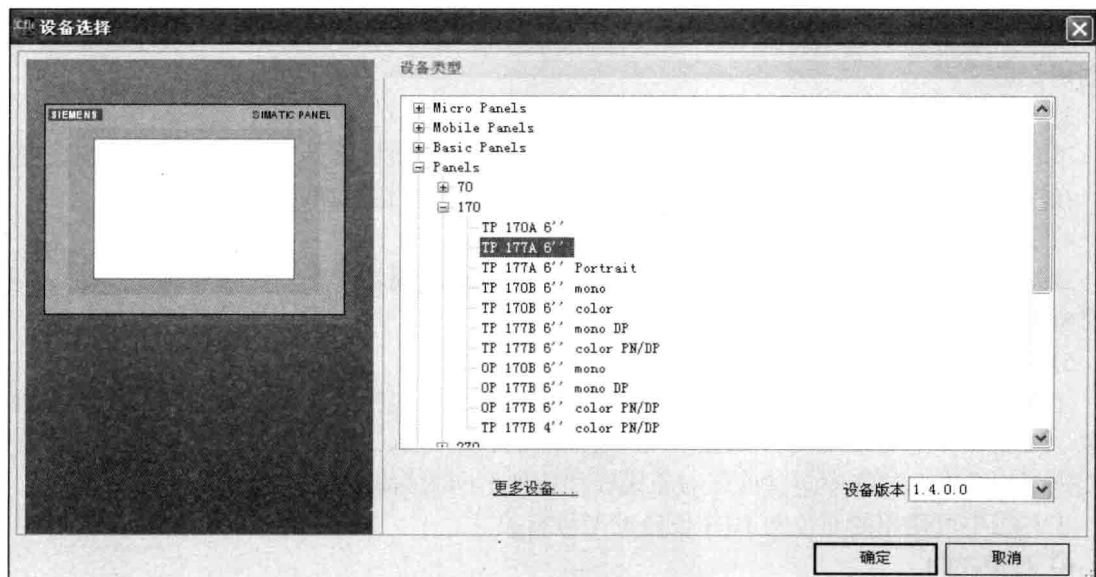


图 1-16 触摸屏选择

【step3】进入项目画面，在项目视图中，将项目名称重命名为“电机启停控制”，如图 1-17 所示。

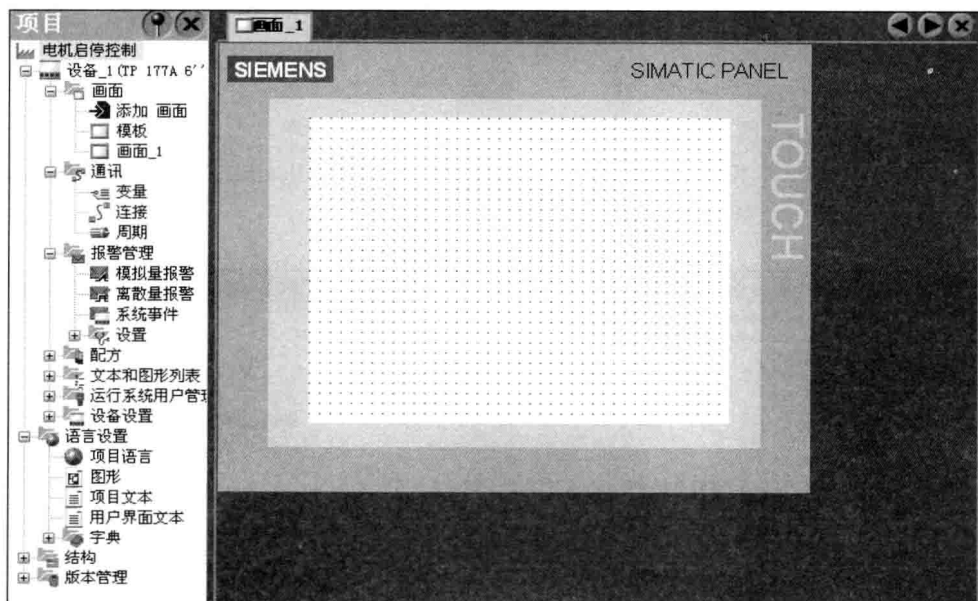


图 1-17 项目名称更改

【step4】双击项目视图中的“通讯”→“连接”，建立与 S7-200 连接并组态通信参数。在工作区域中，可更改名称为“PLC1”，选择“通信驱动程序”为“S7-200”，选择“在线”

为“开”，并如图 1-18 所示组态通信参数。

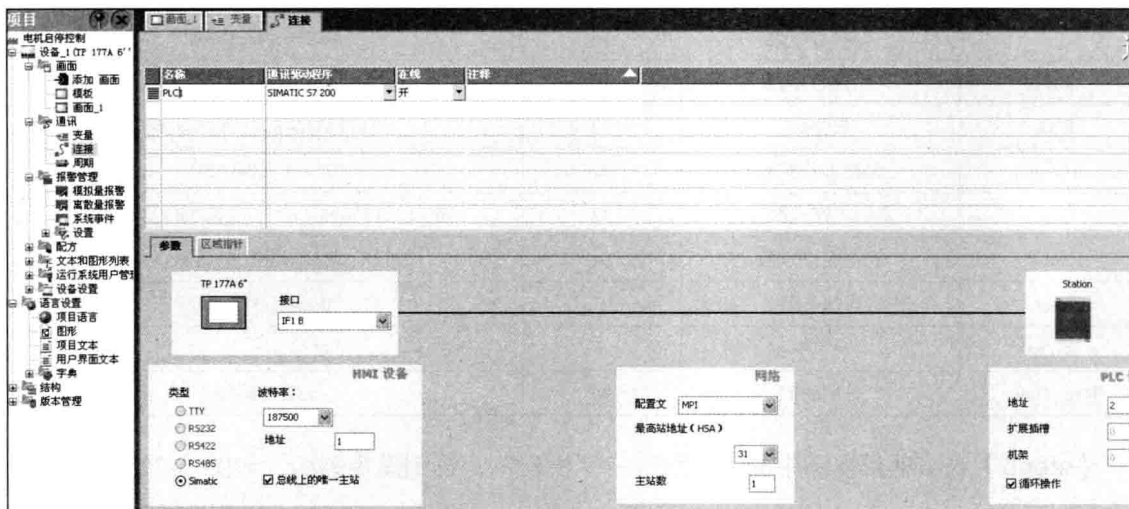


图 1-18 建立与 S7-200 连接

组态时，注意触摸屏的通信速率应与 PLC 的通信速率一致，触摸屏的站地址与 PLC 的站地址不一致。

【step5】双击项目视图中的“通讯”→“变量”，建立“启动”、“停止”和“电机”等变量，三个变量的“连接”选择“PLC1”，数据类型为“Bool”，“地址”分别为“M0.0、M0.1、Q0.0”，变量组态如图 1-19 所示。

名称	连接	数据类型	地址	数组计数	采集周期
启动	PLC1	Bool	M 0.0	1	500 ms
停止	PLC1	Bool	M 0.1	1	500 ms
电机	PLC1	Bool	Q 0.0	1	500 ms

图 1-19 建立变量

知识点学习：

1) HMI 变量的分类

HMI 变量分为内部变量和外部变量。

内部变量是指 HMI 与 PLC 不进行连接的变量，它存储在 HMI 设备中的存储器中，只有 HMI 设备能访问。

外部变量是指 HMI 与 PLC 进行连接的变量，可在 PLC 和 HMI 设备访问。

2) HMI 变量的数据类型

HMI 变量的基本数据类型如表 1-3 所示。

表 1-3 HMI 变量的基本数据类型

变量符号	变量类型	位数	取值范围
Char	字符	8	—
Byte	字节	8	0 ~ 255

续表

变量符号	变量类型	位数	取值范围
Int	有符号整数	16	-32768 ~ 32767
Unit	无符号整数	16	0 ~ 65535
Long	长整数	32	-2147483648 ~ 2147483647
Ulong	无符号长整数	32	0 ~ 4294967295
Float	实数（浮点数）	32	正负 1.175495e-38 ~ 正负 3.402823e+38
Double	双精度浮点数	64	—
Bool	布尔变量	1	True(1), False(0)
String	字符串	—	—
Date Time	日期时间	64	日期 / 时间

【step6】双击项目视图中的“画面”→“模板”，得到模板画面，如图 1-20 所示。

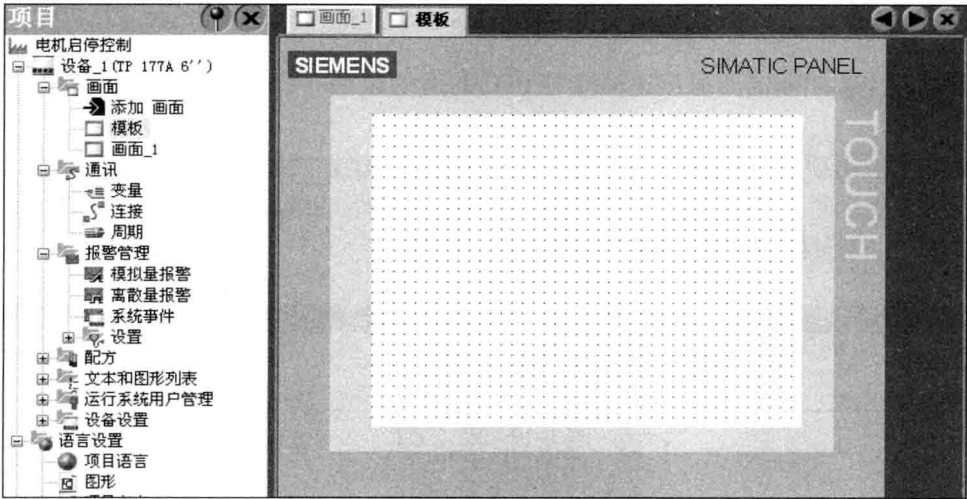


图 1-20 画面模板组态（一）

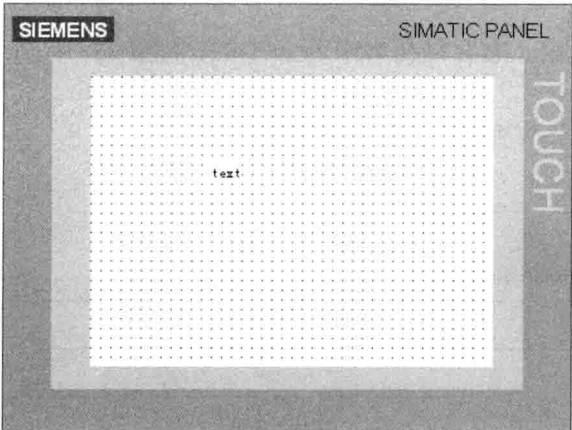


图 1-21 画面模板组态（二）

单击工具窗口的“简单对象”→“文本域”，将其放入模板工作区域适当位置，单击文本域或“视图”→“属性”菜单，出现文本域属性设置界面，如图 1-21 所示，在“常规”中输入“项目一：基于触摸屏的电机启停控制”，在“属性”→“文本”中设置“样式”为“宋体，12pt”，设置“对齐”为“水平居中，垂直中间，方向水平”，如图 1-22 所示，画面模板组态，结果如图 1-23 所示。

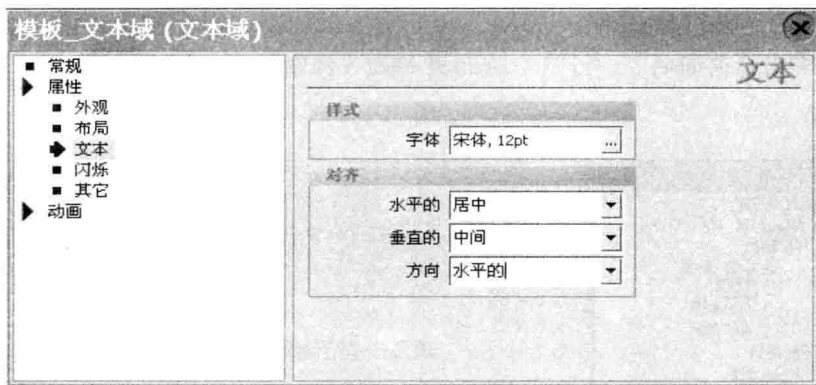


图 1-22 画面模板组态 (三)

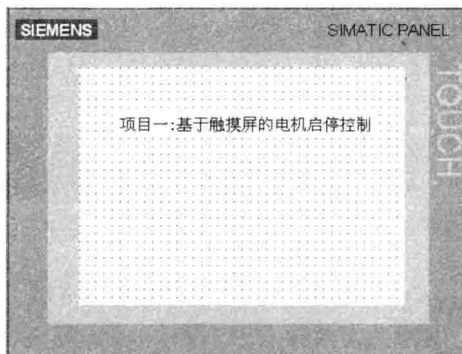


图 1-23 画面模板组态 (四)

知识点学习:

创建画面的步骤如下:

1) 画面的总体设计

根据系统的要求,规划需要创建哪些画面,各画面的主要功能和相互关系。这一步是项目设计的基础。

2) 组态画面模板

一般在画面模板中组态报警窗口和报警指示器,也可以将需要在所有画面中显示的画面对象放置在模板中。如果在组态某个画面时不想显示画面模板的对象,则可在画面工作区下方的“常规”属性窗口中的“使用模板”复选框的“√”。

3) 永久性窗口

永久性窗口用来存放所有的画面都需要的对象(如公司标志或项目名称),可以在任何一个画面中对永久性窗口的对象进行修改。

4) 创建画面

可使用工具箱中的“简单对象”、“高级对象”和“库”中的对象来生成画面对象,也可以在“画面浏览”编辑器中创建画面结构,即画面之间的切换关系。

5) 画面管理

用鼠标右键单击项目视图中某一画面的图标,可执行“重命名”、“复制”、“剪切”、“粘贴”和“删除”等命令操作。