

电气工程师速成系列教程

组态软件 及触摸屏综合应用技术速成



深入内涵 全盘分析 一步到位

姚福来 孙鹤旭 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电气工程师速成系列教程

组态软件及触摸屏综合应用技术速成

姚福来 孙鹤旭 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

前 言

在当前的自动化类相关参考书中,大多数为针对单一类别设备或几个主要类别设备的讲解性图书,如专讲 PLC、变频器、组态软件类,或是对这几类设备的混合讲解,尚缺乏对整个自动化工程进行完整、系统地讲解的图书,而学校也没有针对自动化工程进行系统的培训,所以造成当前毕业生虽然学了很多理论知识,也做了不少课堂试验,但是一接触到实际工作,可能连如何配线或使用什么工具配线都不知道,更不知如何进行器件选型,基于此,我们组织编写了本套丛书——《电气工程师速成系列教程》。本套丛书的目的就是要搭建这样一座桥梁:只要读者学习完本套书,基本上可以对绝大部分自动化类工程有一个完整、清晰的整体性概念,并能独立完成从最基本的系统设计、元件选型、生产组装、软件编程到最后的调试。

组态软件和触摸屏是目前应用最广泛的人机界面,它是实现操作者与控制装置之间进行数据输入输出和设备开关控制与监控的重要设备,对于很多新手来说,可能由于不知如何下手而觉得掌握起来很麻烦,这里最主要的问题是因为它不像变频器或 PLC 那样自己也可以独立运行,人机界面不是独立运行的设备或软件,所以它的掌握有赖于对其他知识的掌握,但事实上掌握它的方法非常简单,主要是要有它与其他设备如何连接的概念,掌握人机界面和组态软件大概需要 2 天左右的时间,关键是学习方法和学习内容。

本分册对广大读者在实际工作中最常用的组态软件和触摸屏进行了深入浅出的讲解,给出了用组态软件和触摸屏在大型水厂、多机同步控制系统、过程优化节能控制系统中的应用案例,并给出了同步控制、过程控制、电气自动化控制、无线通信控制、远程维护和监控等一些典型实际应用案例,力图使读者在短期内基本掌握实际工作中最常用的一些实用知识。

本分册由姚福来研究员、孙鹤旭教授等编著,其中第 1 章 1.1、1.2 节和第 5 章 5.1、5.2 节由孙鹤旭教授编写;第 2 章的部分内容由刘胜彬高级工程师、张艳彬和姚泊生工程师编写;第 3 章的部分内容由张艳芳高级工程师、王红霞工程师编写;第 14 章由刘福才教授编写;第 11 章 11.3 节由田英辉高级项目经理编写;刘朝英教授编写了第 4 章的 4.1、4.2 节;姚雅明编写了第 3 章 3.5~3.10 节、第 4 章 4.3~4.9 节和第 17 章的部分内容,其余章节由姚福来研究员编写。

对于本书有任何建议和意见可发邮件至 kangxia0411@163.com,欢迎批评指正。

编著者

2011 年 5 月

目 录

第 1 章 人机界面及组态软件的通用知识	(1)
1.1 人机界面	(1)
1.2 组态软件	(4)
第 2 章 西门子 TD200 文本显示器	(6)
2.1 西门子 TD200 主要功能	(6)
2.2 西门子 TD200 文本显示器的外形	(6)
2.3 西门子 TD200 文本显示器与西门子 S7-200 的接线	(7)
2.4 西门子 TD200 文本显示器的编程	(7)
第 3 章 MT506 触摸屏	(21)
3.1 Eview 系列触摸屏的外形	(21)
3.2 与 PC 及 PLC 的接口	(21)
3.3 Eview 触摸屏的编程软件运行	(23)
3.4 选择需要连接的 PLC 型号、通信设置和语言类型	(24)
3.5 添加数据显示单元	(27)
3.6 添加数据输入单元	(29)
3.7 添加位状态指示灯	(32)
3.8 添加位状态切换开关	(37)
3.9 添加文字	(40)
3.10 编译、模拟运行、下载和运行	(42)
第 4 章 “组态王” 组态软件	(45)
4.1 组态王的运行与通信设置	(46)
4.2 建立“变量”与 PLC 的连接	(51)
4.3 建立新画面	(54)
4.4 添加文本显示	(55)
4.5 模拟量显示	(56)
4.6 模拟量及数据的输出	(57)
4.7 控制按钮输出	(59)
4.8 设备运行状态指示	(64)
4.9 程序下载	(66)

第 5 章 西门子 WinCC 组态软件	(68)
5.1 WinCC 组态软件运行及通信设置	(69)
5.2 添加与 PLC 连接的“变量”	(73)
5.3 添加新画面	(77)
5.4 添加静态文本	(77)
5.5 添加模拟量及数据显示	(78)
5.6 输出模拟量及数据	(80)
5.7 添加按钮控制	(81)
5.8 添加设备状态显示	(83)
5.9 通信卡及运行设置	(85)
5.10 减少组态软件变量标签数量的技巧	(86)
第 6 章 用 PLC 实现步进控制	(87)
6.1 用高速计数器测量增量型编码器的旋转脉冲	(87)
6.2 步进电动机的控制方法	(91)
6.2.1 脉冲输出指令 PLS	(91)
6.2.2 利用“PTO/PWM 向导”配置步进电动机的运行速度和位置	(95)
6.2.3 配置 Q0.0 为线性脉冲输出	(96)
6.2.4 配置起停速度	(96)
6.2.5 配置加减速时间	(97)
6.2.6 配置运动包络线	(97)
6.2.7 配置运动“步 0”	(98)
6.2.8 配置运动“步 1”	(98)
6.2.9 配置运动“步 2”	(99)
6.2.10 配置脉冲输出存储区	(99)
6.2.11 编程运行	(101)
第 7 章 用 PLC 实现间歇式反应釜的顺序控制	(103)
7.1 化工流程的间歇式反应釜系统	(103)
7.2 用顺序控制指令实现间歇式反应釜的控制	(104)
7.2.1 启动循环 S0.0	(104)
7.2.2 启动循环 S0.1	(105)
7.2.3 启动循环 S0.2	(106)
7.2.4 启动循环 S0.3	(106)
7.3 间歇式反应釜的综合控制	(107)

第 8 章 用 RS-232/RS-485 通信口实现有线和无线通信	(109)
8.1 用 PLC 和电台组成的无线遥控遥调自动控制系统	(109)
8.1.1 用 S7-300 PLC 组成的无线遥控遥调网络	(109)
8.1.2 STEP7 的硬件组态	(111)
8.1.3 STEP7 编程	(119)
8.2 用 CP340 模块实现两台设备有线数据通信	(127)
8.3 用 S7-200 PLC 组成的无线遥控遥调网络	(130)
8.4 用 MD720-3 模块组成的 GPRS 无线数据监控网络	(133)
第 9 章 通过 DP 总线实现多台变频器的同步控制	(136)
9.1 通过 Profibus-DP 总线实现多台变频器的同步运行	(136)
9.2 STEP7 硬件组态	(137)
9.3 STEP7 编程方法 (1)	(147)
9.4 STEP7 编程方法 (2)	(149)
9.5 变频器中的硬件设置和参数设置	(153)
9.6 高速闭环同步控制系统	(154)
9.7 PLC 与变频器通信的参数说明	(154)
9.8 利用 RS-485 和 USS 协议实现 S7-200 对多台 MM440 变频器的速度控制	(157)
第 10 章 实际应用案例	(163)
10.1 变频恒压控制	(163)
10.2 恒温控制	(167)
10.3 恒流量控制	(168)
10.4 成分控制	(169)
10.5 张力控制	(170)
10.5.1 张力测量	(170)
10.5.2 用于张力控制的离合器和制动器	(171)
10.5.3 有张力测量的张力控制	(172)
10.5.4 无张力测量传感器的张力控制	(173)
10.6 负荷分配控制	(175)
10.7 开环同步控制	(176)
10.8 闭环同步控制	(177)
10.9 传统的套准控制及一种全新型的套准控制	(177)
10.10 一种简单的闭环模拟控制方法	(179)

第 11 章 控制系统的抗干扰	(182)
11.1 抗干扰措施	(182)
11.1.1 共模干扰	(182)
11.1.2 其他方式的信号传输干扰	(184)
11.1.3 通信干扰	(185)
11.1.4 4 线制传感器与 2 线制传感器的信号连接与转换	(186)
11.1.5 隔离模块的电源隔离及共用问题	(188)
11.1.6 变频器干扰	(189)
11.1.7 电源干扰	(190)
11.1.8 传感器输出信号的抗干扰	(190)
11.1.9 控制器的开关量输入	(191)
11.1.10 电气电路控制失灵	(191)
11.2 信号线的选择与屏蔽接地问题	(192)
11.3 自动化系统安全运行的几个重要指标	(192)
11.3.1 防爆区域划分	(193)
11.3.2 防护等级划分	(193)
11.3.3 防雷	(193)
11.4 电子控制设备大面积损坏的原因分析	(195)
第 12 章 软件的加密及产权保护	(199)
12.1 S7-300 禁止进入程序的保护	(199)
12.2 S7-300 部分程序加密	(200)
12.3 S7-200 禁止进入程序的保护	(203)
12.4 S7-200 部分程序加密	(204)
第 13 章 通过电话、GPRS 和互联网进行远程诊断和维护	(207)
13.1 利用“远程协助”功能实现远程监控、编程与诊断的方法	(207)
13.2 通过调制解调器拨号方式实现远程监控、编程与诊断的方法	(209)
13.3 通过以太网 ADSL 方式实现远程监控、编程与诊断的方法	(210)
13.4 通过无线上网卡方式实现远程监控、编程与诊断的方法	(215)
13.5 通过 GPRS 无线路由卡方式实现远程监控、编程与诊断的方法	(215)
13.6 通过 Windows 的虚拟专用网络方式实现远程监控、编程与诊断的方法	(216)
第 14 章 触摸屏、变频器在拉丝机中的应用	(217)
14.1 概述	(217)
14.2 拉丝机工艺及主要电气构成	(217)

14.2.1	拉丝机工艺	(217)
14.2.2	主要电气构成	(219)
14.3	水箱拉丝机控制系统的硬件设计	(219)
14.3.1	控制系统的总体组成	(219)
14.3.2	变频器主回路及控制回路设计	(220)
14.4	水箱拉丝机控制系统的软件设计	(222)
14.4.1	触摸屏程序流程图	(222)
14.4.2	人机界面的设计	(223)
第 15 章	创新思维的简化	(225)
15.1	异想天开——17 个案例分析	(225)
15.1.1	最节能的海水淡化技术	(226)
15.1.2	低成本的电磁式海水淡化及除尘装置	(227)
15.1.3	利用空气中的水分和太阳能灌溉沙漠植物的装置	(227)
15.1.4	可在长距离宽压力下使用的均匀滴灌装置	(228)
15.1.5	温度控制光敏变色方向的节能涂料	(228)
15.1.6	利用体温发电的永久性手表电池	(229)
15.1.7	便携式太阳灶	(229)
15.1.8	盲人阅读器	(230)
15.1.9	电子立体浮雕	(231)
15.1.10	可以快速转换的显微镜与望远镜	(232)
15.1.11	全方向声光传感器	(232)
15.1.12	巷道塌方探测方法	(233)
15.1.13	可以卷曲的低成本太阳能电站、监听站或无线接收站	(233)
15.1.14	摸不着的立体成像装置	(234)
15.1.15	能控制落地面概率的六面体玩具	(235)
15.1.16	能消除空间尘埃的天文望远镜	(235)
15.1.17	“原汤原汁”型的自学习模糊控制器	(236)
15.2	未来最具挑战性的 7 个研究领域	(236)
15.2.1	生物计算机	(236)
15.2.2	智慧的合成	(237)
15.2.3	安装有生物大脑的各种智慧机器人	(238)
15.2.4	战争新形式	(238)
15.2.5	未来的食物	(242)

15.2.6 单向传输物质	(243)
15.2.7 未来的人类工程	(243)
参考文献	(245)

第 1 章 人机界面及组态软件的通用知识

1.1 人机界面

(1) 人机界面的主要用途

人机界面（HMI、MMI）一般用于同 PLC（变频器、PID）等控制器进行通信时，显示和记录 PLC 等控制器中采集或计算出的数据，并把需要控制的设定数值或设备的开关信号送入 PLC 等控制器中，带有触摸功能的人机界面可以在液晶显示屏上直接开关显示屏画面上的按钮和输入数据，带薄膜按键的人机界面需要按下显示屏上的按键输入数据，大多数人机界面的画面如图 1-1 所示。

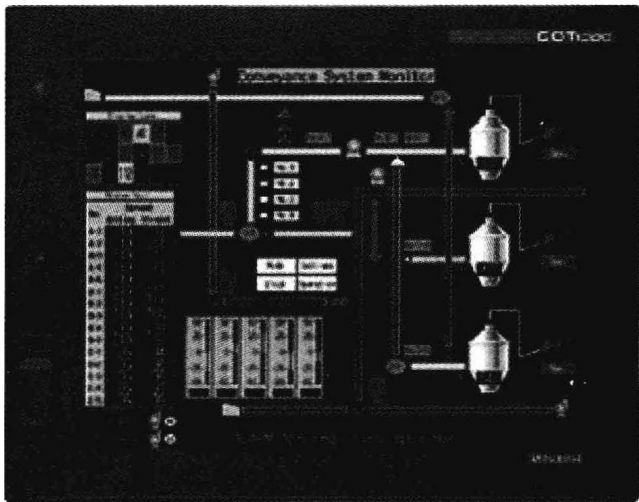


图 1-1 人机界面的画面

(2) 人机界面的接线

人机界面的一般外接线如图 1-2 所示。

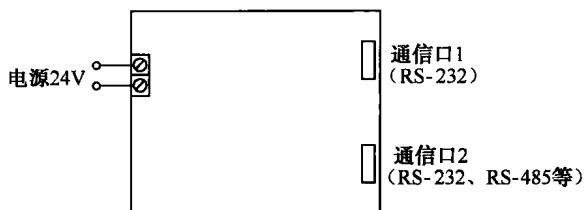


图 1-2 人机界面的一般接线

多数触摸屏人机界面为+24V 供电，有两个通信口，其中一个为编程口，用于连接安装了编程软件的 PC；另一个用于连接其他设备（如 PLC），通信口一般为 RS-232 和 RS-485。

（3）人机界面的通信连接

在给人机界面编程的 PC 中，打开人机界面编程软件，首先选择该人机界面的类型、该人机界面对应的 PLC 类型、哪个通信口、什么通信协议等，这是最重要的一步，初学者一定要先解决这一问题。

（4）人机界面的数据显示

选择显示组件，单击该组件，选择该显示所对应 PLC 中的数据块、内存或输入/输出寄存器，一般人机界面中没有直接的小数功能，所以通常要在 PLC 内通过加、减、乘、除计算出不带小数的数，在人机界面上定义小数点的位置即可，例如：需要显示压力值，压力在 PLC 上的模拟输入量为 AIW0，假设压力最大值 1MPa 对应 PLC 上的值为 27 648，那么对于任一压力输入 AIW0，要在人机界面上显示带两位小数点的 X.X X MPa，需在 PLC 上做如下计算。

$$(AIW0 \times 100) / 27\,648 = DB1.DBW0$$

为了防止数值计算溢出，上述计算应在双字节运算或浮点运算中进行，先进行乘法是为了减少数值运算误差，这样在人机界面上直接显示 DB1.DBW0，并将小数点显示位数定为 2 位即可。例如 AIW0 是 13 824，则 DB1.DBW0 等于 50，人机界面上显示 0.50MPa，人机界面显示的值即对应了实际的压力值。

（5）设定数值

加入一个数值输入组件（如数值框或拨码开关），单击该组件，选择要设定的数据块或内存。通过人机界面进行参数设定，同数据显示的方法相反。假设生产过程的压力要进行恒压控制，设定压力为 0.4MPa 并存放在 DB1.DBW2 中，即 DB1.DBW2=40，对应 PLC 上的值放在 DB1.DBW4 中，则在 PLC 上做如下计算。

$$(DB1.DBW2 \times 27\,648) / 100 = DB1.DBW4$$

则 DB1.DBW4 即为 PLC 中对应 0.4MPa 的值，在 PLC 中进行压力判断的程序可按照如图 1-3 所示方式编写。

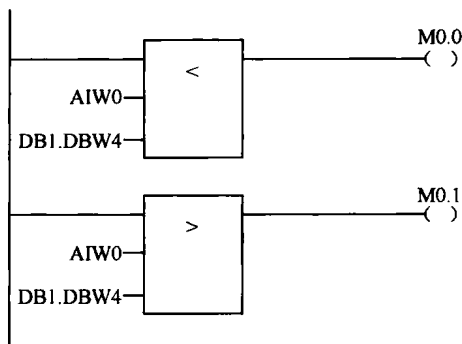


图 1-3 压力判断的程序

在图 1-3 中，M0.0 高说明实际压力小于设定压力；M0.1 高说明实际压力大于设定压力。根据 M0.0 和 M0.1 的状态，控制模拟输出（例如 AQW256）的增减，使对应变频器的速度增加或减小。

（6）开关量显示

加入一个显示组件（如指示灯），单击该组件，选择要显示的开关量对应的 DB 块、内存 M 或输入/输出寄存器区，并选择要显示数据的哪一位，例如在 PLC 中将数据输入块 IW16 先用 MOV 送入 DB1.DBW16，人机界面的开关量显示选择 DB1.DBW16，并选择要显示的位数，例如第 7 位。在实际应用中要注意 PLC 的 DI 输入卡低 8 位和高 8 位的区别，一般在前面的是高 8 位，在后面的是低 8 位，在本例中 DB1.DBB16 是高 8 位，DB1.DBB17 是低 8 位。

（7）开关量控制

选择开关量动作键，单击该组件，将 PLC 中的数据块或内存对应到该人机界面中的开关量动作键上，然后再定义该键压下（或抬起）时，置位或是复位该数据的哪一位。置位代表一种状态（高），复位代表另一种状态（低）。过程同开关量显示有点类似，在 PLC 程序中，检测该状态位变化，并使开关量输出模块做出开或关的动作，这样即可实现对设备的开关。

（8）曲线图显示

加入一个曲线图组件，单击该组件，选择要显示的数据块或内存。在 PC 的人机界面编程软件中，直接选择相应的曲线显示组件并对应到相应的数据块（如 DB1.DBW16）或内存中即可。

（9）棒图的显示

加入一个棒图组件，单击该组件，选择要显示的数据块或内存。在 PC 的人机界面编程软件中，直接选择相应的棒图显示组件并对应到相应的数据块（如 DB4.DBW0）或内存中即可。



(10) 人机界面的外形及生产厂家

人机界面在自动化领域应用越来越多，在机床、自动化生产线、过程控制等领域大量存在，人机界面的外形一般如图 1-4 所示。

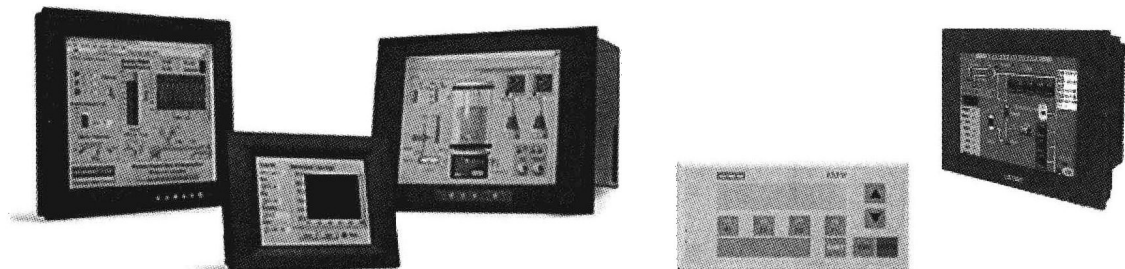


图 1-4 人机界面的外形

1.2 组态软件

(1) 组态软件的用途

人们为了使控制过程直观并保存大量的历史数据，常常需要在计算机上用编程语言编制特定的软件，使该软件可以与下面的现场控制设备（如 PLC、专用控制设备、PID 等）进行通信，这样就可以实现用计算机来显示和控制生产过程并保存生产数据，但是这样的软件需要针对不同的工程编制不同的软件，工作量极大，并且要求编程人员对编程语言必须熟练，这对于大量的工程应用是复杂而烦琐的，组态软件就是为解决这一要求而产生的，它不再需要编程人员懂计算机编程语言，组态人员只需要把各种现成的组件组合一下就可以完成非常复杂的数据显示、控制和数据处理。

随着计算机的普及，为了提高控制过程的直观性及编程的快速性，目前在工控机上利用组态软件直接对工业控制过程进行显示、存储、控制并在网络上进行数据共享已变得非常流行，并且也十分简单。国内外可供选择的通用组态软件种类很多，由于组态软件是安装在计算机上的，所以它的功能比 1.1 节讲述的人机界面中的软件功能要强大得多，小数的处理、量程范围的迁移、计算值的校正等都变得十分方便。

图 1-5 为组态软件在某生产过程中的应用界面。

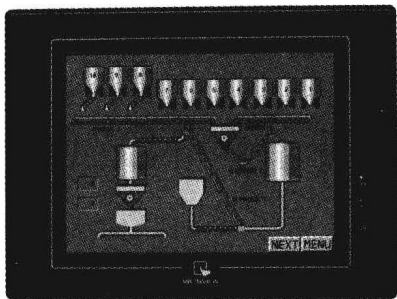


图 1-5 组态软件在某生产过程中的应用界面

(2) 组态软件的一般使用方法

1) 先在工控机上安装组态软件的开发版和运行版（或开发运行共用版），有时还需要安装驱动程序（如目前的组态王软件对西门子的 PLC）。

2) 给 PC 安装通信板卡，如西门子的 MPI 通信卡 CP5611，使用厂家提供的专用电缆，连接通信卡和 PLC。

3) 打开组态软件，新建一个工程项目。

4) 选择 PC 同下面通信所用板卡的类型（或通信口、通信格式）及下面连接的 PLC（或其他控制器）类型，这一步至关重要，初学者一定要高度重视这一环节。

5) 定义 PLC 上需要显示、控制、记录的内存、数据块、输入/输出（I/O）寄存区等作为数据标签。

6) 添加显示数据的组件，单击该组件，并与上述的数据标签相对应。

7) 添加设定参数用的数据输入组件，单击该组件，并与 PLC 中的数据块、内存相对应。

8) 添加开关量显示组件，单击该组件，并与上述的数据标签相对应，并定义要显示的是第几位。

9) 添加控制按键组件，单击该组件，并与上述的数据标签相对应，并定义是使第几位产生置位或复位动作。

10) 添加棒图组件，单击该组件，并与上述的数据标签相对应。

11) 添加趋势图组件，单击该组件，并与上述的数据标签相对应，并定义该数据更新和记录的频率及数据的总长度等。

12) 运行该组态软件，PC 自动与下连的 PLC 建立起上述组态的数据显示、数据输入、开关显示、开关控制、数据趋势显示、存储等关系。

(3) 常见的组态软件

常见的组态软件有组态王、Wincc、Intuch、Fix 等。

第 2 章 西门子 TD200 文本显示器

2.1 西门子 TD200 主要功能

西门子 TD200 文本显示器有下列主要功能。

- 1) 文本信息的显示：可显示最多 80 条信息，每条信息最多可包含 4 个变量。
- 2) 设定实时时钟。
- 3) 强制 I/O 点诊断。
- 4) 提供密码保护功能。
- 5) 过程参数的显示和修改，参数在显示器中显示，并可用输入键进行修改，例如温度设定或速度改变。
- 6) 可编程的 8 个功能键可以替代普通的控制按钮作为控制键，这样还可以节省 8 个输入点。
- 7) 可选择通信速率。
- 8) 输入和输出的设定：8 个可编程功能键的每一个键都分配了一个存储器位。这些功能键可在系统启动、测试时进行设置和诊断，不用其他的操作设备即可实现对电动机的控制。

2.2 西门子 TD200 文本显示器的外形

西门子 TD200 文本显示器的外形如图 2-1 所示。

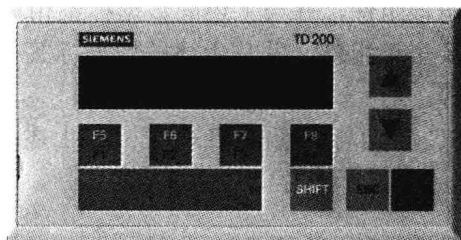


图 2-1 西门子 TD200 文本显示器外形



2.3 西门子 TD200 文本显示器与西门子 S7-200 的接线

西门子 TD200 文本显示器与西门子 S7-200 通过 TD/CPU 电缆连接,不需要再外接 DC 24V 的电源,如图 2-2 所示。

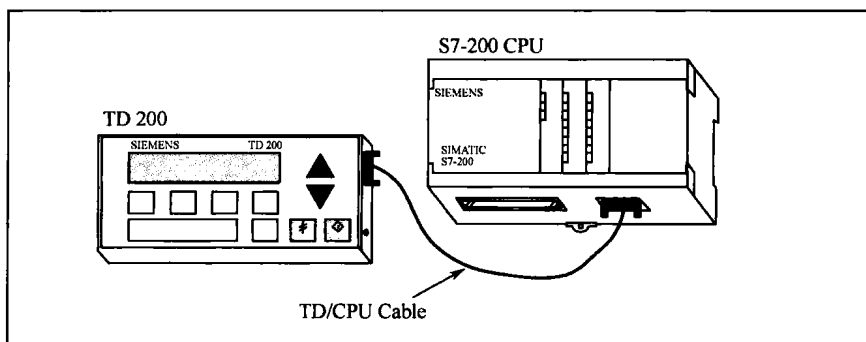


图 2-2 西门子 TD200 与西门子 S7-200 的电缆连接

如果用户想自己制作 TD/CPU 连接电缆,可以按图 2-3 所示的引脚序号接线。

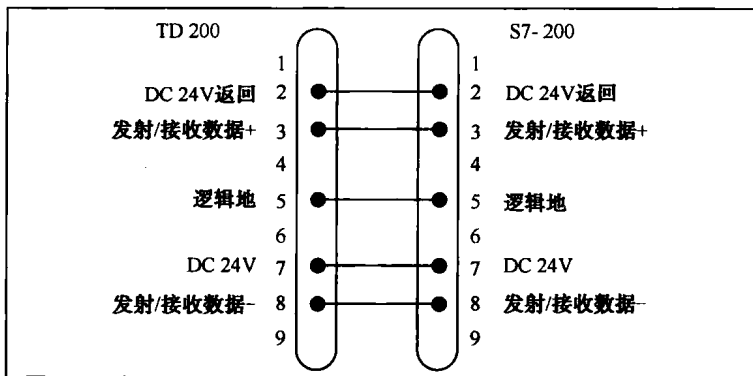


图 2-3 TD/CPU 连接电缆的引脚接线

2.4 西门子 TD200 文本显示器的编程

西门子 TD200 文本显示器与西门子 S7-200 的数据显示及输入不需要其他编程工具,直接接在 S7-200 的编程软件 STEP7-Micro/WIN 上即可实现。单击“工具”菜单下的“文本显示向导”选项,如图 2-4 所示。

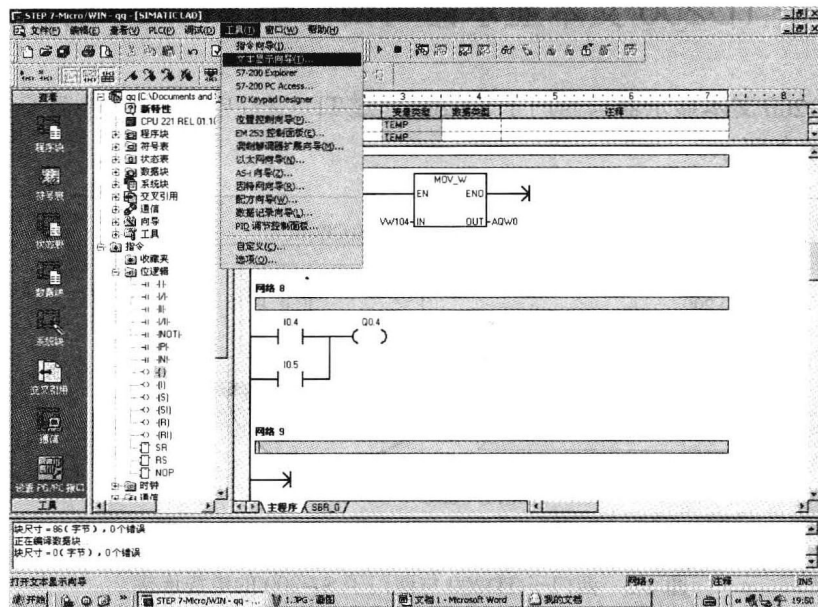
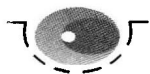


图 2-4 单击“文本显示向导”选项

打开“文本显示向导”界面，如图 2-5 所示，单击“下一步”按钮。

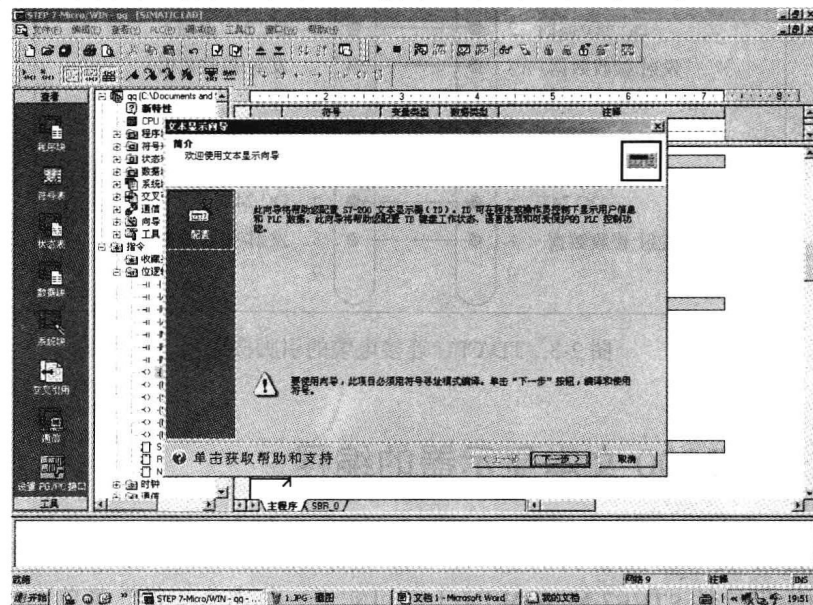


图 2-5 打开“文本显示向导”界面