

一种钻杆焊缝热处理温度采集记录实现方法

李鲁平

(上海海隆石油管材研究所, 上海 宝山 200949)

摘要: 在钻杆生产过程中焊缝热处理是极为重要的一道工序, 该工序用来实现钻杆焊缝的热处理工艺, 通过热处理使钻杆达到预期的强度; 如果该工位没有热处理温度的采集和记录, 对热处理工艺检查会造成很大困难, 同时也不能保证加工工艺的实施, 对钻杆质量和事故分析产生很大影响; 经过现场调研研究, 钻杆焊缝热处理工序增加温度采集和记录功能, 可以实现温度监控和历史数据的追溯, 对产品质量的保证和使用过程中产品问题的追溯具有重大意义; 针对钻杆焊缝热处理温度监控和数据的可追溯性问题, 经过对温度信号的分析研究, 提出使用 PID 调节器实现温度焊缝热处理温度的控制, 同时采用 PLC 技术实现各个温度信号的采集和处理功能, 结合 WinCC 和 SQL-server 实现温度信号的实时显示和数据记录, 该方法很好的实现了钻杆焊缝热处理温度的采集和记录。

关键词: 焊缝热处理; 钻杆; 温度采集; 温度曲线

Method for Acquiring and Recording Heat Treatment Temperature of Drill Pipe Welding Seam

Li Luping

(Shanghai HILONG Petroleum Tubular Goods Research Institute, Shanghai 200949, China)

Abstract: In the production process of the drill pipe, the heat treatment of the welding seam is a very important process. The process is used to realize the heat treatment process of the drill pipe welding seam, and the heat treatment is used to achieve the expected strength of the drill pipe. If the station does not collect and record the temperature of heat treatment will cause great difficulties in the heat treatment process of inspection, but also can't guarantee the implementation process, have a great impact on the quality of drill pipe and accident analysis. After the scene investigation, the drill pipe weld heat treatment process to increase the temperature collecting and recording function, can realize the back temperature monitoring and historical data, is of great significance to ensure traceability of product problems and the use of the process on the quality of the products in the. According to the temperature monitoring and data of drill pipe weld heat treatment of the traceability problem, through analysis and study of the temperature signal, put forward using PID controller to realize the temperature control of the weld heat treatment temperature at the same time, realize the acquisition and processing function of each temperature signal by using PLC technology, combining WinCC and SQL-server to achieve the real-time display of temperature signal and data record, this method can realize the acquisition and recording of drill pipe welding heat treatment temperature.

Keywords: welding seam heat treatment; drilling pipe; temperature acquisition; temperature curve

0 引言

随着信息技术的发展, 温度和流量等工业过程量的控制显得更加重要, 对这些变量的控制要求也不断提高, PLC 技术作为现代工业自动化的主要技术得到了广泛的应用。

钻杆在使用过程中必须能够承受巨大的内外压, 这使得钻杆必须要有足够高的强度、硬度和耐磨性。而在钻头扭曲改变钻探方向时又不能使管体发生弯曲变形, 所以钻杆又要有足够高的塑性和韧性。对于地质钻杆来说, 既要有足够的强度, 又要有足够高的塑性和韧性。一般通过调质处理得到的回火索氏体可以满足这样的要求。想要获得较好的回火索氏体组织, 必须得到马氏体, 这就要求钻杆要有相当好的淬透性^[1]。

目前, 钻杆生产线的热处理工位, 主要进行接头和管体焊缝处的热处理调质, 包括淬火和回火两个工序。目前没有一套较好的温度采集记录系统, 无法保证管子焊缝的热处理工艺质量。

石油钻杆作为石油开采工业中的重要装备, 在加工制造过

程中对其工艺要求和工艺质量要求非常严格, 如果质量不过关, 钻杆在下井作业时产生故障将造成严重的钻井事故, 最坏可能造成该油井报废, 直接经济损失不可估量。

本文主要是针对钻杆热处理温度采集存在问题展开研究, 从理论上分析了温度采集记录的实现过程, 深入研究焊缝热处理工艺流程以及质量要求, 并对各种方法进行了比较, 采用现代信号处理技术和人机交互技术进行研究。主要从以下几个方面进行研究:

1) 由于焊缝热处理是专门针对钻杆管体和钻杆接头对焊处焊缝的天然气管开采和集输站场一般处于地热处理, 加热区域局限, 温度采集面较窄, 为了保证焊区热处理质量, 焊区温度采集和记录十分必要, 方便对焊区热处理温度进行查看和记录。

2) 通过对温度信号特点的分析, 包括温度传感器原理, 还需要对传感器的布点做出分析, 找出适用于温度采集的最优方法。

3) 信号采集与处理单元, 有用信号的提取等。主要是利用传感器对现场信号进行采集, 然后对采集来的信号在 PLC 进行处理, 通过对特征信息的提取和分析进行温度采集和记录功能。

4) 监测系统的开发。本文采用雷诺的高精度温度传感器为采集设备, 并利用 WinCC 软件进行人机交互界面的制作。

5) 通过 profibus 实现上位机 WinCC 与下位 PLC 的通讯。

收稿日期: 2017-08-01; 修回日期: 2017-12-04。

作者简介: 李鲁平(1985-), 男, 山东菏泽人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事油田装备电气控制系统的设计与开发, 工业自动化设计方向的研究。

系统的结构设计主要应该从现场数据采集、数据传输和控制台这三个模块进行考虑。各部分的作用是：现场数据采集模块主要是通过传感器拾取现场信号；控制台主要是对采集到的信号进行分析和处理。系统构成如图 1。

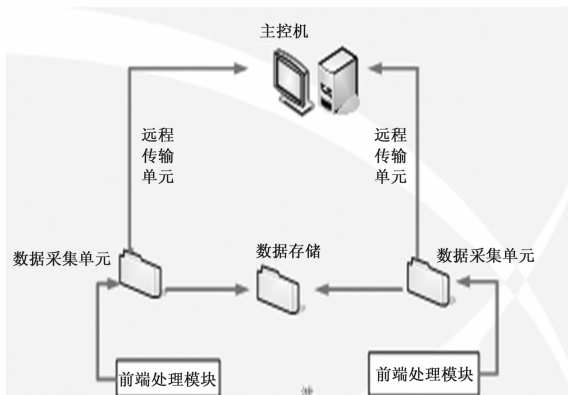


图 1 系统构成示意图

1 PLC 组态以及控制程序编写

PLC 的全称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC)，它采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程^[3]。

在组态概念出现之前，要实现某一任务，都是通过编写程序（如使用 BASIC, C, FORTRAN 等）来实现的。编写程序不但工作量大、周期长，而且容易犯错误，不能保证工期。组态软件的出现，解决了这个问题。对于过去需要几个月的工作，通过组态几天就可以完成。

1.1 PLC 组态

在使用工控软件过程中，我们经常提到组态一词，组态英文是“Configuration”，其意义究竟是什么呢？简单的讲，组态就是用应用软件中提供的工具、方法，完成工程中某一具体任务的过程。

“组态 (Configure)”的含义是“配置”、“设定”、“设置”等意思，是指用户通过类似“搭积木”的简单方式来完成自己所需要的软件功能，而不需要编写计算机程序，也就是所谓的“组态”。它有时候也称为“二次开发”，组态软件就称为“二次开发平台”^[2]。

该文采用 Step7 V5.5 组态软件实现软件组态，该款软件为西门子经典软件，功能强大，编程语言多样，具有较全面的库函数，能够很好的实现数据处理功能。

1.1.1 硬件组态

硬件组态是指根据硬件的安装标准和规格进行硬件配置。先把安装板固定在控制柜内，然后依次安装 PS (电源) 模块、CPU 模块、数字量 I/O 模块、模拟量 I/O 模块。其中数字量 I/O 模块和模拟量 I/O 的数量根据项目需要进行安排，但每个导轨最多安装 8 个模块，其他模块可以通过从站扩展。

1.1.2 软件组态

在 STEP 7 中，用项目来管理一个自动化系统的硬件和软件。STEP 7 用 SIMATIC 管理器对项目进行集中管理，它可以方便地浏览 SIMATIC S7、M7、C7 和 WinCC 的数据。实现

STEP 7 各种功能所需的 SIMATIC 软件工具都集成在 STEP 7 中^[3]。

首先新建项目，右键单击项目名称出现如图所示选择插入新对象，选择所需的 PLC 站点，这里选择 SIMATIC300 站点，点击进入站点出现硬件表示，双击硬件进入软件中的组态界面，可以看到我们所需的所有模块（包括 CPU、电源、I/O 等）。

打开硬件配置后就可以依次配置 PLC 各个模块，背板的第一个插槽必须放置电源模块，依次放置 CPU 模块和 I/O 模块。

1.2 模块属性配置

在 STEP7 中组态好 PLC 各个模块后，还需要根据项目需要对各个模块进行属性设置，如地址分配和数据类型设置等。

首先对 CPU 进行设置，右击 CPU 模块，找到对象属性选项，双击打开，CPU 属性对话框就打开了，在这里根据需要对 CPU 属性进行配置就可以。本项目数字量 I/O 模块采用默认地址设置。

如图 2 是对模拟量输入模块的属性所进行的配置，现场温度信号经温度传感器采集后转化成 4~20 mA 的模拟量信号，这里设置测量范围为 4~20 mA，根据配置在硬件上对量程卡进行相应设置。



图 2 AI 模块属性对话框

1.3 温度信号的采集实现

如图 3 所示，通过红外测温设备将现场钻杆焊缝温度转化为 4~20 mA 模拟量电流信号，信号经过中继分成两路，一路信号传输到现场 PID 调节器的输入端用于加热温度的 PID 闭环控制。另一路信号通过传输线传输到西门子模拟量输入模块 (AI) 的通道中，通过 AI 模块的 A/D 转换功能将模拟量信号转换成机器可以识别的数字量信号，然后通过 PLC 程序编译实现所需信号的标定，标定后将实际测到的温度传输到 DB 数据块进行存储，并将实际测到的温度信号以可读取的方式显示在人机交互界面上。

查阅资料得到，实现信号的标定，需要明确以下量的关系，假设实际测试物理量为 A，物理量测试仪的量程为 A0~Am，转化为机器语言的实际量为 D，量程对应的数字量的范围为 D0~Dm，则实际测试值可以从式 (1) 得出。

$$A = (A_m - A_0) * \frac{D - D_0}{D_m - D_0} + A_0 \quad (1)$$

假设选择的测温仪量程为 400~1200 ℃，西门子 300 模拟量输入模块将电信号经 A/D 转换后的数值范围为 0~27648 假设 PLC 读取值为 X，带入式 (1) 可得对应温度 T (单位 ℃)

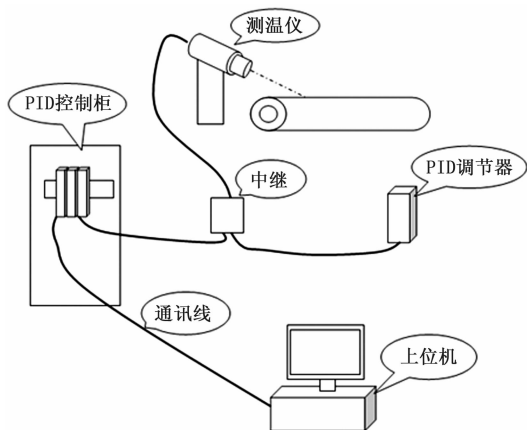


图 3 信号采集和传输

为式 (2) 所示:

$$T = 800 * \frac{X}{27648} + 400 \quad (2)$$

根据式 (2) 可以再程序中实现温度的标定和读取。将经过标定后的温度值保持在对应的 DB 数据块中, 这样在人机交互界面中可以通过读取相应的 DB 块的地址实现温度数据的实时显示^[5-8]。

2 基于 WinCC7.0 的人机交互界面设计

SIMATIC WinCC——视窗控制中心, 它是第一个使用最新的 32 位技术的过程监视系统, 具有良好的开放性和灵活性。

通用的应用程序, 适合所有工业领域的解决方案; 多语言支持, 全球通用; 可以集成到所有自动化解决方案内; 内置所有操作和管理功能, 可简单、有效地进行组态; 可基于 Web 持续延展, 采用开放性标准, 集成简便; 集成的 Historian 系统作为 IT 和商务集成的平台; 可用选件和附加件进行扩展; “全集成自动化”的组成部分, 适用于所有工业和技术领域的解决方案。

WinCC7.0 是 SIMATIC PCS 7 过程控制系统及其它西门子控制系统中的人机界面组件。WinCC7.0 提供了所有最重要的通讯通道, 用于连接到 SIMATIC S5/S7/505 控制器 (例如通过 S7 协议集) 的通讯, 以及如 PROFIBUS-DP/FMS、DDE (动态数据交换) 和 OPC (用于过程控制的 OLE) 等非专用通道^[9]。

2.1 人机交互界面设计

钻杆焊缝热处理温度采集记录系统主要目的是实现热处理温度的实时有效的采集和准确的记录。人机交互要求具有简便、安全、可靠等特点, 根据项目需求做了参数设置、温度曲线实时显示、历史查询、报警监视等多组画面。通过按钮各个画面可以相互切换。

2.1.1 项目配置

打开 WinCC7.0 软件, 创建单用户项目。创建项目完成后对各个选项进行设置, 首先进行计算机属性设置, 单击计算机可以看到右侧出现服务器, 双击服务器进入属性对话框, 在服务器属性对话框中对服务器名称、启动项、参数等根据需要进行相应设置。

内部变量主要是对加热时间进行了配置。在进行外部变量配置时需要传输路径的驱动进行配置, 本项目采用 PROFIBUS 总线通讯, 单击属性, 进入连接对话框, 根据 PLC 的地

址进行配置^[2-3]。变量管理配置好后, 进行变量创建和关联。

该项目使用研华工控机作为上位机, 配置西门子 CP5611 卡作为通讯接口, 采用 PROFIBUS-DP 通讯方式实现上位机和 PLC 的通信, 上位机地址设置为 3, 传输速率 1.5 Mbps。

2.2 监控画面设计

打开图形编辑器, 新建画面, 输入画面名称, 根据画面内容进行排版和布局。

画面如图 4 所示, 其中包括流水编号和工位温度实时显示窗口, 还有超温报警灯、参数设置窗口、状态监视等内容。



图 4 人机界面布局

2.3 数据归档与 SQL 服务器设置

将现场采集的数据进行归档处理, 以便实现历史记录的可追溯性。通过在 WinCC7.0 中添加脚本动作, 实现数据的归档和调用。

2.3.1 WinCC7.0 数据归档

在 WinCC7.0 管理器中打开“变量记录”选项卡, 选择“归档组态”条目。打开数据窗口, 选择需要归档的变量, 并选择归档周期为 500 ms, 归档类型为变量触发。

WinCC7.0 中全局动作中添加 VBS 动作, 对各个工位的温度采集进行数据归档保存, 连接 SQL-server2005 数据库, 通过访问数据库实现各个工位的数据存储和历史数据的调用。

2.3.2 SQL-server2005 配置

配置好 WinCC7.0 后进行 SQL-server2005 的配置, 打开 SQL Server Management Studio, 选择服务器类型为“Database Engine”, 选择服务器名称为“PC-1\WINCC”, 认证选择为 SQL Server Authentication, 输入用户名和密码进入数据库管理窗口, 新建查询窗口, 编辑语句建立 db-heat 数据库, 通过语句建立数据字段名和定义^[10-11]。语句表如图 5。

```

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
USE [db_heat]
GO
/***** Object: Table [dbo].[gongxu]      Script Date: 0
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
SET ANSI_PADDING ON
GO
CREATE TABLE [dbo].[gongxu](
    [Date] [varchar] (10) NULL,
    [Batch] [nvarchar] (10) NULL,
    [Tno] [nvarchar] (50) NULL,
    [STime] [datetime] NULL,
    [EDTime] [datetime] NULL,
    [GWAno] [nvarchar] (50) NULL,
    [GWASTime] [varchar] (20) NULL,
    [GWAEDTime] [varchar] (20) NULL,
    [GWAwd] [varchar] (10) NULL,
    [GWAwdcx] [varchar] (10) NULL,
    [GWAwdcx] [varchar] (10) NULL,
    [GWAwdsj] [varchar] (10) NULL,
    [GWAwdsd] [varchar] (10) NULL,
    [GWAwdpc] [varchar] (10) NULL,
    [GWAjrsj] [varchar] (10) NULL,

```

图 5 语句文档

3 温度采集记录方法应用

3.1 系统安装调试

根据热处理工位现场情况进行测温点的布局和硬件电气线

路连接,系统安装调试。

3.1.1 温度记录系统安装

1) 根据热处理工位分布布置温度采集传感器,退火工位布置一个传感器,在加热炉上开出温度采集孔,淬火和回火各布置两个温度采集点,每个工位均布置一个温度传感器。

2) 配置一台工控机用于监控软件的安装和调试。

3) 根据电气原理图纸对电控柜进行配盘并做好连接线路的连接。现场温度采集到的模拟量信号一路传输到PID调节器用于控制加热功率,保证加热的均匀性和保温的恒定性。一路信号经信号分配器传输到PLC模拟量输入模块被PLC读取并处理。

3.1.2 系统调试

调试方案:

- 1) 用废管进行加热并调整系统程序。
- 2) 好管测试并用标准测温枪进行温度比较并做好记录。
- 3) 实时温度曲线查看,以及历史温度曲线查询。
- 4) 报警界面的调试。

在系统调试过程中,根据不同的工位将该工位采集到的温度在PLC程序中进行标定和监控,通过调整PID参数达到对现场温度较好的控制效果,测试现场的真实温度,采样周期为250 ms,采样精度较高。

经过调试,该方法能够很好的实现热处理温度的实时显示和历史数据的调取并显示。

3.2 系统的应用

系统调试结束后需要对系统进行一段时间的试运行,经过1个月时间的试运行,试运行期间该系统能够很好的将采集到的温度信号进行显示,并能够实现温度曲线历史记录查询试运行效果良好正式投入使用。

该温度采集记录系统在运行中系统比较稳定可靠,测试的温度经标准测温枪比对满足生产工艺要求,能够很好的保证产品质量。淬火工位温度曲线如图6。

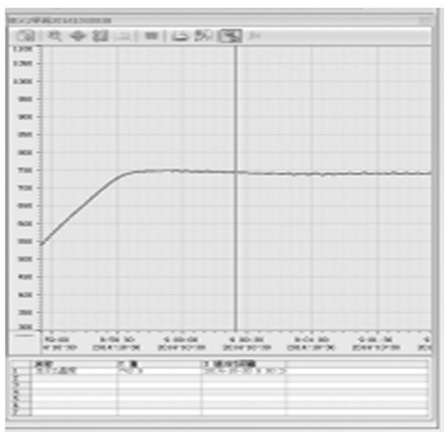


图6 淬火工位温度曲线

工位查询温度曲线如图7。

每个工位完成后可以自动导出报表自动保存为Excel文档,找到存储路径打开数据记录,查看各个数据字段名和各个记录的数据与现场手动记录数据进行对比,完全符合工艺要求。

4 结语

这篇文章主要介绍了一种基于PLC的焊缝热处理温度采集记录监测系统的实现方法,主要采用西门子PLCS7-300、

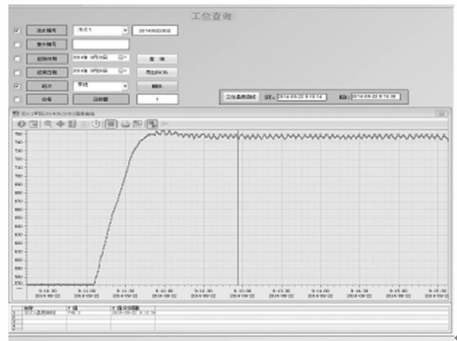


图7 工位查询温度曲线

WinCC7.0和SQL2005数据库完成数据的采集和记录,并通过语句实现数据的交互功能。该系统具有以下功能:

- 1) 实现了焊缝热处理温度PID控制和温度的实时采集并显示在界面上。
- 2) 通过在人机交互界面上添加功能按钮可以实现单工位温度曲线的查看和多工位温度曲线的查看功能。
- 3) 实现温度曲线报警阈值的设置,并做出报警画面和报警记录。
- 4) 满足温度曲线的在线实时查看和历史温度曲线的在线查看和离线查看功能。
- 5) 该系统具备友好的班次切换功能,满足三班倒班和两班倒班上下班切换功能。

该系统通过温度采集和记录方法的实现,满足钻杆焊缝热处理温度曲线的实时查看和历史数据的可追溯性,对钻杆焊缝热处理工艺做好了各个温度点的数据采集和存储,采样多记录准,对生产工艺的比对和调整能够提供很好的参考,同时通过温度曲线的查看能够更直观的反应工艺的执行,具有很好的推广价值。

参考文献:

- [1] 安继儒,刘耀恒等. 热处理工艺规范技术手册 [Z]. 2008.
- [2] Step 7. http://baike.baidu.com/link?url=0dAWljUDGaCV10iKp67TiS0enjWZcZHK9MhynaS4yoJzrllf6fY72usbF8riRpuwLLY6BQSFzJlcXCw-ziWR8_step7 [Z/OL].
- [3] 张运刚,宋小春,郭武强. 从入门到精通 西门子S7-300/400 PLC技术与应用 [M]. 北京:人民邮电出版社,2007.
- [4] Jun Zhang, Enea Di Mauro. Implementing a Reliable Leak Detection System on a Crudeoil Pipeline—Advances in Pipeline Technology [J]. 1998, Dubai, UAE.
- [5] 李文方,李海霞. 基于LabVIEW的温度采集报警系统 [J]. 电子设计工程,2011,23(5):71-73
- [6] 贾世春. 数字温度显示仪的干扰和抗干扰计量与测试技术 [J]. 2002,29(3):13-15.
- [7] 余德亮,魏威,蒋涌,黄兆富. 高精度温度采集系统设计 [J]. 气象科技,2015,43(3):440-443.
- [8] 程江涛,董秀萍. 基于CAN总线的远程温度采集系统设计 [J]. 机电工程技术,2016,45(2):14-18.
- [9] 苏昆哲. 深入浅出WinCC6.0 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社出版,2004.
- [10] 刘彬彬,高春艳,孙秀梅,等. Visual Basic从入门到精通 [M]. 北京:清华大学出版社,2010.
- [11] 明日科技. SQLserver从入门到精通 [M]. 北京:清华大学出版社,2012.