

DOI:10.19651/j.cnki.emt.1802372

基于 SHCAN 现场总线的 LNG 燃气站 监控系统的设计及实现

姚晓峰 贾 熙

(大连交通大学 电气信息工程学院 大连 116028)

摘要: LNG 燃气站作为天然气输配系统的重要工业场所,保障其安全运行、降低安全隐患等问题变得尤为重要。以液化气站实际工程项目为背景,为了提高中小型 LNG 燃气站控制系统的安全性能,降低生产成本,设计一套基于 FIX 组态软件及 SHCAN 现场总线的智能监控系统方案,实现人机交互界面,完成实时数据采集显示、远程监控控制、数据记载,报警等功能,满足 LNG 燃气站生产监控需求。测试结果表明,可在 300 ms 内刷新完成数据的实时显示,记录数年的历史数据,实现报警管理,运行效果证明了该监控系统的设计方案正确有效。

关键词: LNG 燃气站;监控系统;FIX 组态软件;SHCAN 现场总线;人机交互

中图分类号: TP29;TN919.3 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.99

Design and implementation of LNG gas station monitoring system based on SHCAN fieldbus

Yao Xiaofeng Jia Xi

(School of Electrical Information Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, China)

Abstract: As an important industrial site of natural gas transmission and distribution system, it has become particularly important for LNG gas station to ensure safe operation and reduce potential safety hazards. The article takes the actual project of a liquefied gas station as the background. In order to improve the safety performance of small and medium-sized LNG gas station control system, a cost-effective intelligent monitoring system was designed. It implements a human-computer interaction interface and real-time data acquisition monitoring alarming and interlocking functions in order to meet the production monitoring needs of LNG gas stations based on FIX configuration software and SHCAN fieldbus. The system test results show that the real-time display of the completed data can be refreshed within 300 ms, several years' historical data can be recorded and it can realize alarm management. The operation results that the monitoring system designed by this project is correct and effective.

Keywords: LNG gas station; monitoring system; FIX configuration software; SHCAN fieldbus; human-computer interaction interface

0 引言

天然气已经成为生产生活中必不可少能源物质,国办发[2014]16号文件《关于建立保障天然气稳定供应长效机制的若干意见》明确提出,我国天然气供应能力,在2020年要达 $4\ 000\times 108\text{ m}^3$,力争 $4\ 200\times 108\text{ m}^3$,同时持续推进“煤改气”,2020年“煤改气”用气达 $1\ 120\times 108\text{ m}^3$ 。由此可见,发展天然气产业已经成为我国的一项重要任务^[1]。天然气主要成分为甲烷,正常情况下天然气占用存储空间大,不便运输,一般情况下通过将常温常压的气态天然气低

温液化后运输。液态天然气(liquefied natural gas,LNG)是一种非常危险的液体,其需求日益见长,所以存储和运输已成2大关键问题,而燃气站的安全保障更是重中之重^[2]。生产过程中燃气站的监控系统对于安全保障属于重要组成部分。从早期组合仪表的简单控制,发展到与计算机控制技术、传感器技术、现场总线技术相互融合,从而使生产过程愈加稳定、高效。目前国内外主要采用SCADA系统进行控制^[3],是以计算机为基础的监控与调度管理自动化系统,能实现远程数据采集、设备控制、测量、参数调节以及信号报警等功能,其广泛地应用于电力、水利、石油、化工、环

保及市政等领域^[4]。SCADA 系统安全性能优越,但是由于成本造价高更适用于大型 LNG 燃气站。目前中小型 LNG 燃气站通常采用现场仪表人工巡检的方法,巡检可分为单人单区、单人双区,从而覆盖接收站区域内所有需要监控的设备状态和仪表参数^[5],巡检耗时大,由于运维人员经验、能力差异,质量不能保证,而且实时性差,因此对于中小型 LNG 燃气站来说更需一切切实经济的控制系统。因此,本文基于实际燃气站工程项目提出一套基于 SHCAN 现场总线的智能控制监控系统方案。

1 LNG 燃气站工作流程及系统功能需求

LNG 燃气站从进到出的工作流程主要包括卸车、增压存储、汽化、再通过调压计量加臭送出。槽车在卸车台通过增压,利用压力差将天然气卸入储罐^[6]。利用压力差液位差通过汽化器形成气态天然气,为避免气化后压力大再经过调压处理,使调节到适当的压力值,最后经过计量加臭输出。对监控系统设计思路如下。

1) 监控系统通过传感器在现场采集储罐压力、储罐液位、各处温度、管道内流量、站内各区可燃气体浓度、火焰信号等现场数据。

2) 将采集到的现场数据上传至系统主控制器,进行分析处理,与设定值进行比较,数值不符系统预设值完成系统报警与联锁,并对现场各个执行器进行操作控制。

3) 采用监控软件实现人机交互界面,通过监控软件组态,完成实时数据曲线显示、历史数据曲线显示、系统报表显示以及报警参数设置,并且各级操作人员可以通过触摸屏对系统进行手动或自动控制^[7]。

2 现场总线控制系统构成

本文 LNG 燃气站现场总线测控系统由 SHCAN2000 型现场总线控制系统经组态完成。SHCAN2000 的主要组成部分包括智能仪表 (SHCAN)、监控软件 (FIX) 和组态与调试工具 (SHCANCFG) 等。遵循 FCS 体系结构,整个系统控制功能由 SHCAN 完成, FIX 主要实施对工艺过程的监督管理^[8]。控制系统原理如图 1 所示,上位机采用装有 FIX、SHCAN5601 网卡的工控机,实现对现场的监视和控制。FIX 是 Intellution 公司开发的多任务、多平台、实时性好、开放性好的大型组态软件,它以其强大、可靠的自动化解决方案而成为工业标准。该软件集数据采集与控制、报警、安全、绘图、显示、报表、历史趋势分析等功能为一体,采用开放的全分布式网络结构,具有结构简单、扩展方便等特点^[9]。下位机采用 CAN 总线连接的 SHCAN 系列 SHCAN6102 型现场测控组件,实现对现场数据的采集和控制。CAN 网络通过网桥、串行口、I/O 驱动程序与 FIX 进行通信。SHCAN6102 型测控组件可实现模拟量(主要为 4~20 mA 电流)和数字量信号进行转换输入输出内含多种控制算法,完成分析处理,并且可组态。

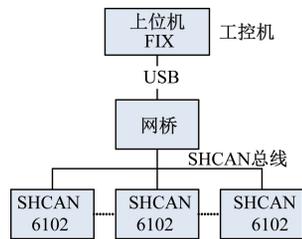


图 1 控制系统原理

3 控制系统硬件体系

如图 2 所示,硬件系统主要包括操作台、仪表柜和现场设备^[10]。操作台上安装有 1 台上位机、1 台 SHCAN5601 网卡。上位机(计算机名为 FIX1)安装有监控软件, SHCAN5601 网卡完成从 CAN 总线网络到上位机数据格式的转换。仪表柜内安装有测控组件和 24 V 直流电源箱等。其中 7 台 SHCAN6302 型测控组件分别负责现场信号的采集,可在 300 ms 内进行一次数据采集,线性地转换为标准的电流或电压信号输出,并通过 CAN 总线将数据送到上位机显示。总线系统采用 100 kps 波特率可在 500 m 范围内通信,传感器、变送器和数显表等均安装在现场。完成硬件的选型后,接着进行硬件资源的分配。本系统主要包括各处的温度信号、压强信号、液位信号、气体浓度信号、及各处火焰检测信号等输入量,输出量方面主要包括阀门的输出信号、报警信号等,从而列出通信变量表,部分变量表如表 1 所示。表 1 中点名是指过程数据库中的数据点名,将所有需要监控的点(如储罐温度等)和所需要设计的控制参数(如 PID 参数等),赋之以具有一定含义的名称标识,这些名称即过程数据库的数据点名。描述是对所对应点的补充说明,数据类型规定了这个数据块在过程数据库中是 AI 或 AO,还是 DI 或 DO。工程量类型与工程量范围是相互对应的,不同的取值范围对应着不一样的量程。每个带有工程量的数据点在下位机数据中运算都是 0 到 1 之间的小数,在传送过程中则是以工程量在上位机上实时显示,上、下位机保持一致后,通信才能顺利进行。网卡地址是由向网卡发送数据模块所确定的,即上传数据。下位机地址是由接受数据的模块所确定的,即下传数据。数据库地址具有唯一性,它是指下位机数据寄存单元的地址指针,分别表示行号和列号。

完成硬件资源分配后,通过 CAD 软件设计双线回路图,阐明模块之间的连线和各个回路的控制对象及原理,方便工程连线,便于对下位机的组装。双线回路图分为 4 部分:现场、机柜、下位机以及 FCS-上位机。现场的信号通过端子与控制柜连接,再由控制柜与上位机通信。如图 3 所示为 LNG 燃气站监控系统所设计的双线回路,以及与之相对应的下位机智能控制组件 SHCAN6102(下位机编号为 T101)。

表 1 FIX 通信变量表

位号	监控软件点名 (变量)	点名描述	下位机位号(T101);下位机装置号(11);网桥装置号(64)						端子号
			数据 类型	工程 量 编 号	工程 量 范 围	网桥 地 址	下位机 地 址	数据 库 地 址	
TE101	V0101A	储罐旁温度	AI	1		2		13,9	
TE102	V0101B	储罐旁温度	AI	2		4		13,10	
TE103		卸车增压处温度	AI	3		6		13,11	
TE104		汽化器旁温度	AI	4		8		13,12	
TE105		BOG 出口温度	AI	5		10		13,13	
TE108		汽化器出口温度	AI	6		12		13,14	

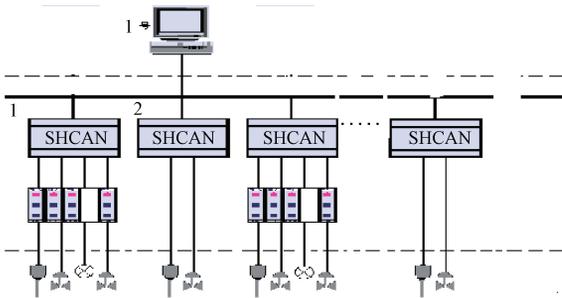


图 2 现场总线控制系统结构

4 控制系统软件体系

针对该项目提出的软件部分研究内容主要包括设计现场总线控制系统监控软件,配置 SHCAN/I/O—I/O 驱动程序,SHCANCFG—SHCAN 下载与调试工具、测控组件的组态软件设计,从而为对现场数据的采集和控制,数据的传输与调试,对生产现场的监视和控制提供软件保障。

4.1 下位机组态序列的设计

组态序列是在每个采样周期中,软件系统所需完成的

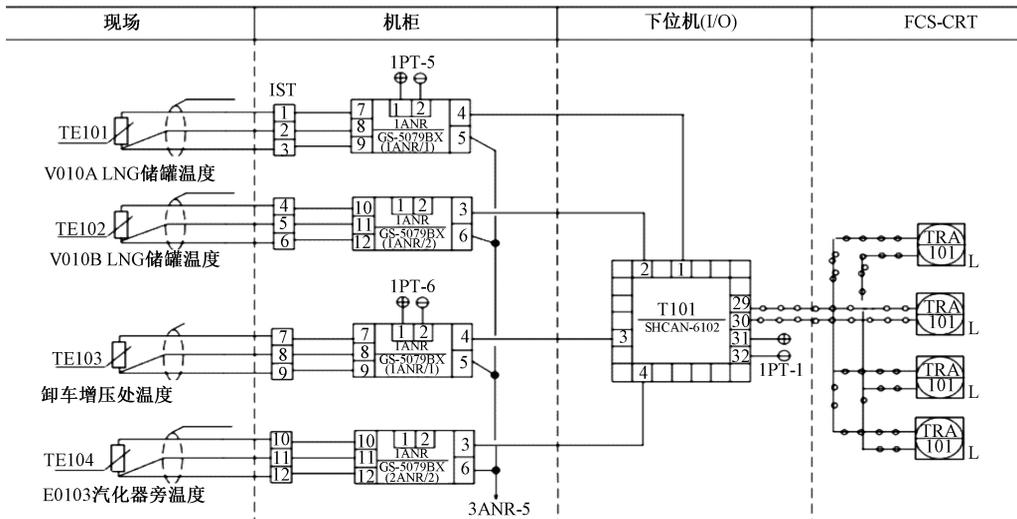


图 3 T101 组件部分双线回路

服务功能集合,也是组件模块之间的消息传送序列^[11]。组态序列反映了模块之间的相互作用,具有消息序列的本质特征。组态序列用 Excel 表格形式给出,每行共 16 列,第 1 列为功能模块号,后面是模块参数和数据库的地址指针。编译好的组态以 Excel 表格形式存在相应的文件夹中,等待组态下载的命令。1 个组件的组态表如表 2 所示,其中第 10、12 行所示为利用 35、36 号功能模块实现浮点数低值监视(位开量),完成对该点处温度低值监控连锁报警功能。

组态下载方面,系统选用的下载工具是自行开发的 SHCANCFG。首先登陆设置波特率,配置设备参数,然后下载组态。它把 Excel 表格中编辑的组态序列,通过 CAN 总线接口下载到智能测控组件中,实现了对 CAN 网络上每一个测控组件的远程组态、参数设置、操作和实时数据监测^[12]。

4.2 计算机监控系统设计

4.1 节内容主要是下位机现场软件配置。上位机软件系统主要为操作人员提供人机界面,实时反映数据^[13]。

3) 历史曲线及报表

历史曲线的历史数据采集随着本监控软件的启动而开始,并随其关闭而停止,历史曲线主要包括温度历史曲线、压力历史曲线、流量及液位历史曲线和火焰检测信号历史曲线^[15]。温度历史曲线如图 7 所示,图中显示了 2018 年 7 月 18 日 03:34~06:34 时间段内储罐旁、卸车增压处等检测点的温度历史曲线。另外系统提供了 Excel 电子表格形式的数据报表,如图 8 所示,表中对各监测点的温度、压力等数值以及对对应时间点有详细记录。在生产过程中这些报表所记录的重要数据,为操作人员对现场工作情况进行数据记录提供了保障。

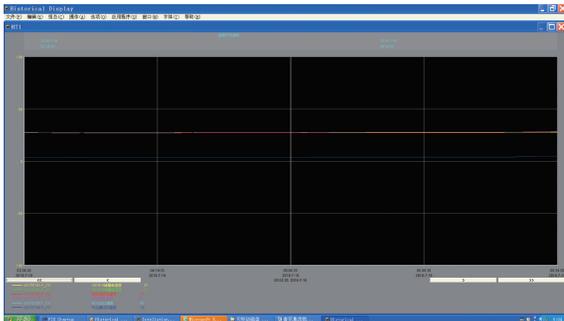


图 7 监控系统-温度历史曲线

日期	时间	罐旁温度	罐顶温度	卸车台温度	汽化器出口温度	BOG出口温度	汽化器进口温度	VOG出口温度	VOG进口温度	气化器出口压力	气化器进口压力	BOG出口压力	VOG出口压力	VOG进口压力
7/19/2018	03:06:45	34	34.0	34.0	35.0	60.0	35.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	10:06:45	34	34.0	34.0	36.0	60.0	36.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	11:06:45	35	35.0	35.0	37.0	60.0	37.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	12:06:45	36	36.0	36.0	37.0	60.0	37.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	13:06:45	36	37.0	37.0	36.0	60.0	36.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	14:06:45	37	37.0	37.0	34.0	60.0	34.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	15:06:45	35	37.0	38.0	34.0	60.0	37.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	16:06:45	34	34.0	35.0	34.0	60.0	34.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	17:06:45	34	32.0	33.0	33.0	60.0	33.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	18:06:45	30	31.0	31.0	31.0	60.0	31.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	19:06:45	29	29.0	29.0	29.0	60.0	29.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	20:06:45	28	28.0	28.0	28.0	60.0	28.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	21:06:45	27	27.0	27.0	27.0	60.0	27.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/19/2018	22:06:45	27	27.0	27.0	27.0	60.0	27.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/20/2018	03:06:45	26	27.0	26.0	27.0	60.0	27.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/20/2018	04:06:45	26	26.0	26.0	26.0	60.0	26.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/20/2018	05:06:45	26	26.0	26.0	26.0	60.0	26.00	0	0.00	1.00	0.00			
7/20/2018	06:06:45	26	26.0	26.0	26.0	60.0	26.00	0	0.00	1.00	0.00			

图 8 监控系统-数据报表

5 结论

本系统能够进行良好的人机交互,能够实现实时数据采集显示、远程监控控制、数据记载、报警等功能。测试结果表明,可在 300 ms 内刷新完成数据的实时显示,记录数年(根据硬盘大小而定)的历史数据,实现报警管理,满足中小型 LNG 燃气站的生产需求。相对于传统中小型 LNG 燃气站的巡检与大型 LNG 燃气站 SCADA 系统,该系统在保障安全生产,提高工作效率的同时降低生产成本。该系统于 2017 年 1 月在辽宁营口大石桥青花集团实际投入正常使用至今,LNG 燃气站安全生产,运行效果证明了该监控系统的设计方案正确有效。在后续工作中针对实际工

程的复杂性,完善控制策略,设计出自动化程度更高的控制方案,增强系统控制的鲁棒性等方面需要进一步研究和实现。

参考文献

- [1] 岑康,涂昆,姚婷,等. LNG 卫星站安全仪表系统功能安全评价[J]. 中国安全生产科学技术,2016,12(S1):70-77.
- [2] 王伦,余焱,翁玉祥,等.水上 LNG 加气站 LNG 控制系统设计[J].煤气与热力,2015,35(5):19-23.
- [3] 苏敏. SCADA 系统在燃气管理中的应用[J].中国新技术新产品,2011(7):19.
- [4] 秦克景,王显明. 天津开发区燃气管网 SCADA 系统的设计与实现[J]. 仪器仪表学报,2004(S2):558-561,600.
- [5] 孙庆东.LNG 接收站巡检设计[J].中国石油和化工行业标准与质量,2017,37(17):148-150.
- [6] 姚贵昌,胡旭杰,顾曙光,等. 基于 DL8000 的自动灌装技术在 LNG 装车中的应用[J].机械工程师,2018(9):113-115,118.
- [7] 王巍巍. 基于 S7-400 冗余的 LNG 气化站监控系统的设计[D].天津:天津科技大学,2016.
- [8] 唐明新,杨国勋,袁爱进,等. 一种现场总线控制系统组态调试工具的设计[J]. 仪器仪表学报,2004,25(4):485-487,544.
- [9] 陈丽华. 基于 iFIX 组态软件的电气化铁道监控系统[J].仪器仪表学报,2004,25(S2):581-583.
- [10] 姚晓峰,袁爱进,乔毅,等. 一种锅炉现场总线监控系统的设计与研究[J].微计算机信息,2003,19(3):1-2.
- [11] 赵俊朋. 基于 CAN 总线的液化天然气站监控系统的设计与实现[D]. 大连:大连交通大学,2015.
- [12] 李进. 基于 CAN 总线的 2,4-酚精制过程监控系统的设计与实现[D].大连:大连交通大学,2015.
- [13] 郭治永,唐明新,姚晓峰. 基于 FIX 和现场总线废乳化液治理自动控制系统的实现[J]. 太原科技,2010,(1):97-98,101.
- [14] 王兴强. 基于 SHCAN 的现场总线智能仪表测控试验台的研制[D]. 大连:大连交通大学,2014.
- [15] 沈东博. 基于现场总线的 Ether-2 催化剂生产监控系统的设计[D]. 大连:大连交通大学,2017.

作者简介

姚晓峰,副教授,主要研究方向为综合自动化与先进控制技术。

E-mail: YXF811@163.com

贾熙,工学硕士,主要研究方向为综合自动化与先进控制技术。

E-mail: 1152348061@qq.com