

# 一种三层网络架构的分布式GDS系统的设计、建设与应用

李秋明

国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司广西输油一部 广西 南宁 530000

**摘要:**介绍了石油化工行业可燃气体报警GDS系统设计相关的国家规范要求、必要性和GDS系统基本功能需求。结合国家石油天然气管网集团华南分公司的GDS系统的设计、应用实例,介绍了一种三层网络架构分布式GDS系统的设计、建设及应用的可行性。阐述了基于罗克韦尔公司FactoryTalk View Site Edition软件集成框架体系,提出了一种适用于分散控制、集中管理的分布式可燃气体报警(GDS)系统的可行性方案及该方案在国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司广西输油一部的的设计、建设与应用。讲述了利用FactoryTalk View Site Edition软件构建分布式GDS系统的方法和步骤,通过实际应用验证了基于FactoryTalk View Site Edition软件开发的分布式GDS系统的功能及可靠性。

**关键词:**可燃气体探测; GDS系统; 分布式; 三层网络架构

## 引言

在石油化工行业难免会发生可燃气体和有毒气体泄露。为及时有效发现可燃气体和有毒气体泄露,避免火灾爆炸及人身伤害事故,保障企业生产安全,需在可能泄漏或聚集可燃气体、有毒气体的地方(释放源),设置气体探测器,并将信号上传至显示报警控制单元,当生产区域发生泄露时可以及时预警。这一整套系统即可燃气体和有毒气体检测报警系统(简称GDS系统)。特别是对于易发生可燃气体、有毒气体泄漏的石油化工领域,运用GDS系统可以及时发现生产区域发生泄漏,可为应急抢险处置抢得宝贵时间。2019年《应急管理部科技和信息化工作领导小组办公室关于印发地方应急管理信息化2020年建设任务书的通知》要求各级地方政府落实属地管理职责,统筹各级地方重大危险源企业将重大危险源的监控数据(含GDS检测数据)接入政府危险化学品安全生产风险监测预警系统。国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司作为一家长输管道运营的成品油储运公司涉及多个重大危险源站库,响应国家安全监管要求,建设具备人机交互功能的独立GDS系统以满足国家对安全监管的要求。

## 1 GDS系统设计的基本要求

根据《石油化工安全仪表系统设计规范》(GB/T 50770-2013)、《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB 50493-2019)、《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116-2013)及安监总管三(2014)116号文等有关规定及要求,GDS系统需实现现场检测、集中监控、报警提醒、历史记录等功能,能够及时发现现场各类可燃、有毒有害气体泄漏,通过声光报警等多级警

示预防企业安全事故的发生,保障安全生产。

GDS系统应满足如下功能:(1)系统应独立设置,GDS系统应由室内报警控制单元、现场区域报警器和可燃气体或有毒气体探测器等组成。(2)现场可燃气体探测器:有毒气体探测器宜带一体化声光报警器,可燃气体探测器可带一体化声光报警器。(3)报警控制单元:应采用独立设置的以微处理器为基础的电子产品(包括独立设置的PLC、专用气体报警控制器、DCS控制器等)。控制器的功能应符合现行国家标准《可燃气体报警控制器》GB 16808的规定,具备:自检功能;操作权限级别;可燃气体浓度显示功能;主、备电源的自动转换功能;故障报警功能;备用电源连线故障报警功能;配接部件连线故障报警功能;总线制可燃气体报警控制器的短路隔离功能;可燃气体报警功能;消音功能;控制器负载功能;复位功能。(4)GDS系统作为装置的安全独立保护层,其可靠性是确保生产安全的基本要求。事故一旦发生,GDS系统能使工作人员及时处理,防止事故扩大,由于停电是事故发生的主要常见诱因,因此GDS系统应尽量配置UPS电源<sup>[1]</sup>。(5)报警控制单元应设置两级报警,二级报警信号应触发安装在现场相应报警分区的区域报警器。(6)消防控制室应具备控制单元的故障和可燃气体二级报警信号的图形显示和报警功能。GDS系统可以设置一台独立的显示器。(7)参与消防联动的可燃气体探测器信号不能直接接入火灾报警控制器,应先送至取得消防检测认证报告的可燃气体报警控制器。消防控制室的火灾报警控制器接收到可燃气体报警控制器的消防联动信号后,火灾报警控制器触发消防联动功能。(8)安全仪表系统(SIS)需要接入可燃气体

体或有毒气体检测信号时,由SIL回路定级结果来确定探测器的配置数量,且探测器应独立设置,并满足《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T 50770有关规定。

## 2 GDS 系统的设计

国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司广西输油一部(简称:广西输油一部)的重大危险源站场散布多个地市且需要区域集中管理的需求,GDS系统宜采用分布式控制系统的系统架构,分散监测、集中管理,便于属地输油站落实主体管理职责和区域调控中心对GDS系统进行双重监控。根据分布式控制系统的网络架构,广西输油一部GDS系统需对涉及重大危险源的输油站百色站、北海站、南宁站、黎塘站设置独立分布式站点,并归集到区域调度中心(黎塘站)进行集中管理。黎塘站GDS系统作为分布式子系统的同时兼充当中心监控站。综上所述,广西输油一部GDS系统需在百色站、北海站、南宁站建立3套分布式子系统,在区域调度中心(黎塘站)建立1套中心监控系统(区域调度监控工作站)。

参照分布式控制系统的架构及数据采集通讯需要,广西输油一部分布式GDS系统网络架构需由底层现场(工厂)网络、中间数据采集层网络、顶层应用层系统网络所组成的三层网络构成。其中底层网络实现现场(工厂)设备的实时数据采集工作,中间层数据采集层网络实现顶层网络与底层网络间的通讯协议转换,顶层应用层系统网络负责顶层应用软件数据库间的通讯、调用及数据处理。

**2.1 GDS系统现场(工厂)网络:** GDS系统下位机可燃体控制器通过仪表电缆以点对点的方式对可燃气体探测器的4-20mA模拟量电流信号进行采集。所采集的生产区域实时可燃气体检测数据在控制器内部完成模拟量信号转换成数字信号,存储在可燃气体控制器内<sup>[2]</sup>。可燃气体控制器以Modbus RS-485方式与上层采集层网络设备进行数据交互。

**2.2 GDS系统数据采集层网络:**结合广西输油一部分现有可燃气体报警系统控制器仅具备Modbus 485通讯功能的情况。(1)采用工业级MOXA NPort系列串口服务器,对下位机可燃气体控制器进行数据读取,依据各站可燃体探测器的数量不同,可选用不同串口数量的串口服务器。单个串口接入数据量不宜过多,避免数据通讯不稳定,配置每个串口读取30台可燃气体探测器数据。(2)单台或多台MOXA串口服务器通过Modbus RS-485通讯完成下位机系统可燃气体控制器的数据采集,并将数据进一步转换成TCP/IP协议。TCP/IP协议数据经串口服务器分发进入数据采集层局域网路由设备最终汇总进

入GDS子系统工作站主机。(3)子系统主机读取到的数据进入数据采集软件并存储在系统缓存中。系统缓存中的数据为数据采集软件所调取:一是进入数据库进行存储和归档保存;二是进入组态软件,组态软件从数据库提取数据进行在线实时数据处理。处理后的数据及报警信息等显示在HMI人机界面,实现系统的时候检测和报警功能。同时,处理后的数据进入历史数据库进行历史数据存档。

**2.3 GDS系统应用层系统网络:**充分利用了公司自有的光纤长传输网络(企业内网)作为GDS分布式系统的上位机系统的系统网络,安全、便捷的解决分布式GDS系统的中央系统与子系统间的长距离网络通讯。利用现有企业内网做系统顶层网络可利用现有的网络资源免除网络配套设施的重复采购、布置、安装、调试等一系列工作<sup>[3]</sup>。如:利用现有网管关防火墙实现各系统间的安全性,可通过现有网关防火墙的端口准入设置,指定特定设备的访问权限等。

## 3 广西输油一部 GDS 系统的开发与应用

广西输油一部采用FactoryTalk View Site Edition组态软件作为软件系统开发平台,其具有的分布式架构及多用户、分布式服务器应用的特点,满足分布式GDS系统的实际要求,辅之以KEPServer数据采集软件可解决原有设备兼容性问题。以广西输油一部百色站为例,简述分布式GDS系统的搭建、设置与软件开发。

### 3.1 系统工作站主机硬件配置

**3.1.1 服务器(工作站):**惠普HP Z620(Xeon E5-1620/4GB/500GB/Q2000),配置双网卡,便于搭建三层网络搭建。

**3.1.2 工业级串口服务器:**MOXA NPort 5320、2个RS-422/485串口1个TCP/IP接口。

**3.1.3 可燃气体控制器及可燃气体探测器:**深圳诺安智能股份有限公司可燃气体探测器及控制器,已具备工厂(生产区域)数据采集、报警功能,具备Modbus RS-486通讯功能。

### 3.2 系统软件配置

**3.2.1 操作系统:**Windows 7及以上系统

**3.2.2 组态软件:**FactoryTalk View Site Edition

**3.2.3 数据采集软件:**KeepServer OPC服务器数据采集软件、MOXA串口服务器配置软件

### 3.3 GDS系统软件安装、配置、组态

**硬件检查工作:**检查报警控制器正常,检查可燃气体报警系统控制器与MOXA串口服务器、MOXA串口服务器与GDS工作站间、GDS工作站间与公司办公内网间

的接线正常、设备电源正常，设备运行状态指示正常。可燃气体控制器配置修改，修改控制器从站地址、点位地址等。

### 3.3.1 MOXA串口服务器的调试

(1) 安装MOXA串口服务器调试软件并启动软件。软件操作界面中通过软件自带的扫描功能扫描系统连接的MOXA串口服务器，并将MOXA串口服务器添加进管理列表。(2) 软件管理列表中查看MOXA串口服务器的IP地址(默认: 192.168.127.253)、串口名称及串口映射信息。(3) 根据实际需要修改IP地址及串口信息。

### 3.3.2 KEP Server OPC服务器数据采集软件安装与配置

(1) 安装并启动数据采集软件KEP Server，进入软件界面。(2) 打开文件选项，选择新建项目，修改项目名称为“BaiSe\_GDS”。(3) BaiSe\_GDS项目下选择连接性，新建通道并修改通道名称。通道名称与MOXA串口服务器的串口号尽量保持一致，例如Server1#\_1，可知为1号串口服务器的P1口，方便日后检查。配置通道信息，通讯协议类型可选择Modbus RTU Serial或TCP/IP等。通道IP地址及端口号需与MOXA串口服务器配置软件显示的IP地址和端口地址一致。(4) 通道下新建标签，双击标签图标或右键下来菜单选择新建标签，进入标签属性设置弹窗。修改标签名称为现场可燃气体探头的位号，例如BS\_AE001,表示百色站AE001可燃气体探头。属性窗口中选择Modbus RTU Serial并配置串口、地址、通讯波特率、奇偶校验位等。地址由40001顺序编号，地址保持与现场设备位号一致，后续软件组态方便调用。每个标签对应一个400XX地址，每个地址对应一台现场设备。如是类推，新建标签写入标签地址等参数，依次配置标签的名称、PLC地址、标签描述、数据类型、读写模式、扫描周期。点击应用之后，完成标签的配置。(5) 测试KEP Server OPC服务器数据是否正常，启动KEP Server QC功能在线测试数据读取，可直观看到数据是否正常读取。

### 3.3.3 FactoryTalk View Site Edition软件组态配置

(1) 创建新项目。启动FactoryTalk View Studio，选择site Edition(本地)。选择新建，输入应用程序名称“百色站GDS系统”，语言选择英语，单击创建，新建一个新项目。(2) 添加OPC服务器。右侧导航栏右键选择项目，下拉菜单选择OPC服务器。重命名OPC服务器名称为“百色站GDS系统”，配置OPC服务器IP地址、端口等参数。IP地址、端口需与KEP Server中OPC服务器地址一致。(3) 添加HMI标签。在OPC服务器下双击新建的标

签弹标签属性对话框：修改标签名称，类型，安全，描述以及设备地址，单击接受完成标签的新建，勾选报警选项。此处需注意设备标签的地址为KEP Server OPC服务器中标签名称，如OPC服务器中BS\_AE001，而非现场设备位号或通讯地址40001。(4) 创建HMI画面显示：在图形显示上单击右键，选择新建，在新建的画面上单击右键选择显示设置。弹出对话框：设置好显示类型、像素大小、像素位置以及更新速率，单击确定完成设定，单击保存按钮，输入画面名称百色站GDS系统总图，完成画面存档。(5) 在新建的画面中添加按钮、图片、数据显示、数据输入等，完成画面编辑。HMI画面中可燃气体探测器图标添加判断逻辑及报警颜色，选择报警点，进入动画编辑，修改条件判断逻辑、相应报警的颜色、报警是否闪烁等，实现HMI画面动态颜色监控。

(6) 添加数据记录。在数据记录数据记录模型上单击右键，新建，弹出对话框：输入记录描述，输入记录保存路径。(7) 启动报警和记录。在工程名上单击右键选择属性，弹出对话框：勾选报警、数据记录选项，输入数据记录名称，确定完成。使用报警服务器进行数据库存档。添加标签报警和事件服务器。输入名称后确定，建立报警服务器。在新建的报警服务器下单击Alarm and Event Setup，弹出下图所示对话框：输入名称、类型、数据库用户名称、数据库密码、数据库名称，确定完成数据库的新建。在报警服务器属性中，勾选启用历史，选择刚定义的数据库，将报警记录到新建的数据库中。

(8) 显示标签报警。在画面中添加“HMI标签报警汇总”，此控件将实时显示工程的标签报警。(9) 显示报警数据库记录在画面中添加“报警和事件记录查看器”控件，如下图所示：双击控件弹出控件属性对话框，选择要查看的记录。(10) 启用历史趋势。在画面中添加趋势控件，双击控件，弹出趋势属性对话框，选择轮询数据库。在笔来源中选择“数据记录模型”，单击添加笔，弹出对话框，选择要显示趋势的模型，单击全部添加，确定完成。设置好默认的时间跨度，完成趋势显示设置。(11) 工程项目启动设置。系统菜单中单击“工具，启动“SE Client”或工作站桌面快捷方式启动“SE Client”，弹出对话框，单击新建，在弹出对话框：输入工程项目文件名称如：百色站GDS系统，单击下一步，选择“本地”，单击下一步，选择连接到的应用程序名称，单击下一步，选择初始显示画面，选择启动宏，单击下一步，勾选全部去掉，一直单击下一步完成配置，启动工程运行显示。至此完成百色站GDS(子)系统的开发。

3.3.4 参照上述步骤,完成北海站、南宁站GDS(子)系统的开发测试。黎塘站中心监控GDS系统,基本配置步骤与子系统基本一致,仅需将百色站、南宁站、北海站GDS系统视为远程OPC服务器,采用公司自有的光纤网络远程将3个分布式子系统的配置拷贝到中心监控GDS系统,并添加相应监控页面切换按钮即可在中心监控GDS系统(区域调度监控工作站)实现监控功能。

至此,分布式站点GDS系统的设计、安装、组态、调试完成,正常启动运行。

#### 4 结论

广西输油一部GDS系统自2020年11月投用并完成接入政府危险化学品安全生产风险监测预警系统至今,投入使用已有2年,期间稳定、可靠运行。以Factory Talk

View Site Edition软件集成框架为系统架构,公司自有光纤长输网络系统为主网络基础,设计、开发的三层网络架构分布式GDS系统在广西输油一部得到成功应用,验证了三层网络架构分布式GDS系统方案的可行性。此方案为布局分散、需集中管理的石油化工企业提供了一种开发便捷、运行可靠的分布式GDS系统的解决方案。

#### 参考文献

[1] 裴炳安.《石油化工可燃和有毒气体检测报警设计标准》修编内容解读[DB/OL].中石化广州工程有限公司.2020.

[2] 罗克韦尔自动化(中国)有限公司.FactoryTalk View SE中文用户手册[DB/OL].百度文库.

[3] 深圳库马克杨小贤.factorytalk\_view\_入门培训课程[DB/OL].360文档中心.