

丙烯腈装置 GDS 系统选型研究及应用

丙烯腈装置 GDS 系统需求和功能，重点在于监测、报警和防范可燃和有毒气体泄漏——针对丙烯腈装置 GDS 系统的特殊需求，本文从功能安全的角度，提出了对于具有安全回路的 GDS 系统，应综合引用 GB/T50493—2019《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警系统设计标准》和 GB/T 50770—2013《石油化工安全仪表系统设计规范》的选型原则，确保在现场有毒气体浓度过高时，GDS 系统能及时启动风机排出有毒气体，避免危及现场操作和巡检人员的安全。并以完整案例，介绍了丙烯腈装置 GDS 系统的基本功能、网络结构、报警及联锁逻辑等功能。

文 / 轩忠民 潘东

随着安全生产形势越来越严峻和国家对安全生产的监督管理的加强，以及新版《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》的要求，某丙烯腈联合装置设置了一套独立的 GDS 系统。丙烯腈联合装置是一个复杂的含有剧毒物质的化工工艺过程装置，装置内有氢氰酸、丙烯腈、氨等有毒物料和丙烯、乙腈等可燃物料存在，在已建成投产的装置中曾发生多起因丙烯腈和氢氰酸泄漏导致的人员伤害事故，故在易燃易爆及有毒气体泄漏处安装了可燃及有毒气体检测报警器、区域报警器以及联动的排风设备。下面以丙烯腈厂的 GDS 项目选型和应用为案例，说明 GDS 系统部

署的方式和结构。

丙烯腈及其生产工艺简介

丙烯腈是丙烯系列重要的有机化工原料，主要用于生产聚丙烯纤维、腈纶、ABS 共聚物和 SAN 共聚物等合成树脂、丁腈橡胶等，也是丙烯酰胺、己二腈、丁腈橡胶及精细化工产品的原料。

丙烯腈装置为高度集成的一体化装置，纵观整个生产工艺流程，自动化程度较高，工艺流程比较复杂，所使用的主要设备反应器内温度较高，塔类、换热设备、储罐等涉及高压压力容器、压力管道，装置危险性较高。丙烯腈生产过程工艺介质存在易燃易爆及有毒有害物质如：丙烯、丙烯腈、乙腈、氢氰酸以及氨等；在生产过程中存在火灾爆炸危险性，此外还涉及一些强腐蚀性化学品，如硫酸、碱液等。丙烯腈装置生产时还会排出大量影响环

境及健康的有害污水及废气。在丙烯腈装置整个生产过程中都存在安全、健康、环境等方面的问题。

本装置生产过程中可能接触到的毒物中，氢氰酸因沸点低（26℃），毒性大，是毒物危害中最为严重的一种物质。氢氰酸是生产过程中的副产品，在反应器区、急冷塔区、吸收塔区、收塔区、脱氢氰酸塔区、丙烯腈反应泵房、回收精制泵房、丙烯腈污水泵房、废水、废液槽、污水收集槽间、焚烧炉氢氰酸喷嘴和火炬周围等处以及丙烯腈精制工段和氢氰酸输送管线附近容易发生氢氰酸中毒。在生产、输送、贮存等过程中若发生泄漏或喷溅，就会引发事故，应特别加以重视。

吸入高浓度氢氰酸可引起骤死。非骤死者临床表现为黏膜刺激、呼吸加快加深、乏力、头痛，口服者有舌尖、口腔麻木；呼吸困

本文作者轩忠民供职于海洋石油富岛有限公司，潘东供职于北京康吉森自动化科技有限公司。

难期有呼吸困难、血压升高、皮肤黏膜出现鲜红色；惊厥期出现抽搐、昏迷、呼吸衰竭。麻痹期全身肌肉松弛，呼吸心跳停止而死亡。可致眼、皮肤灼伤，吸收引起中毒。氢氰酸属Ⅰ级极度危害毒物，按《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2—2002)中规定，最高容许浓度为1mg/m³。

丙烯腈装置 GDS 系统选型系统需求

本案例应用的丙烯腈装置属于一个联合装置，包括丙烯腈主装置、MMA（甲基丙烯酸甲酯）装置、SAR（硫酸回收）装置以及配套的罐区及公用工程装置。该项目下设3个现场机柜间和1个中央集中控制室，其中丙烯腈装置单设1个丙烯腈现场机柜间、MMA和SAR装置共用1个SAR/MMA机柜间、罐区及公用工程单设1个罐区及公用工程机柜间，中央控制室远离丙烯腈装置近2 km。

丙烯腈联合装置共采用了一整套 GDS 系统，主要包括可燃、有毒气体检测报警系统。可燃气体和有毒气体检测报警系统 GDS (GasDetectionSystem) 是由多台设备所构成，包括：气体探测器、GDS 系统控制柜、交换机、工程师站/操作站等，主要为工厂控制系统中报警和连锁部分，对控制系统中检测的结果实施触发区域报警动作或连锁启动风机控制。

选型分析

按 GB/T50493—2019《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警系统设计标准》，对于报警控制单元要求不高，只要求应采用独立设置的以微处理器为基础的电子产品，并应具备下列基本功能：

1. 能为可燃气体探测器、有

毒气体探测器及其附件供电。

2. 能接收气体探测器的输出信号，显示气体浓度并发出声、光报警。

3. 能手动消除声、光报警信号，再次有报警信号输入时仍能发出报警。

4. 具有相对独立、互不影响报警功能，能区分和识别报警场所位号。

5. 报警控制单元应能发出与可燃气体和有毒气体浓度报警信号有明显区别的声、光故障报警信号。

6. 具有记录、存储、显示功能。

从以上要求可以看出，GB/T50493—2019 定义的 GDS 系统只需实现采集信号和实现报警的功能，而不需要连锁动作，所以不构成一个安全回路，也就没有对报警控制单元提出安全可靠等级的要求。

但丙烯腈装置的 GDS 系统包

含了连锁启动风机的控制，确保在现场有毒气体浓度过高时，能及时排出，避免危及现场操作和巡检人员的安全。所以丙烯腈装置的 GDS 中存在完整的安全回路。故从风险分析角度考虑，应确保 GDS 的可靠性，系统能利用通断检测能力，确保现场信号正常传输，控制器及 IO 卡件的正常运行，现场设备正常运转。对于这样的 GDS 应用，其参考标准不应简单引用 GB/T50493—2019《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警系统设计标准》，而应当同时参考 GB/T50770—2013《石油化工安全仪表系统设计规范》。

考虑到丙烯腈装置的 SIS 系统采用的是具有 SIL3 等级的安全仪表系统，因此，对于 GDS 的安全回路，宜采用同样 SIL3 的安全性等级，确保现场风机在异常状态下能及时启动、运行，确保现场操作环境的安全。

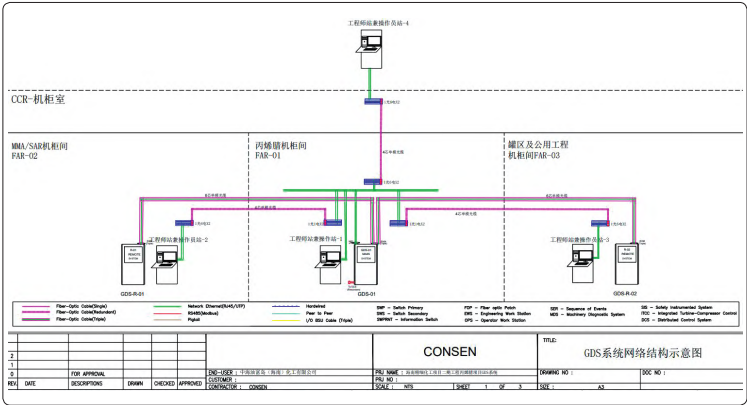


图1 GDS 系统网络示意

序号	现场区域报警位号	监控危险气体检测器位号							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	23DLA-9001	23GDT-9108	23GDT-9109a	23GDT-9109b	23GDT-9110a	23GDT-9110b	23GDT-9111a	23GDT-9111b	
2	23DLA-9002	23GD-9201	23GD-9202	23GD-9203	23GD-9204	23GDT-9101	23GDT-9102	23GDT-9103	23GDT-9104
3	23DLA-9003	23GDT-9105	23GDT-9106	23GDT-9107	23GD-9205	23GD-9206	23GDT-9112	23GDT-9113	23GDT-9114
4	23DLA-9004	23GD-9207	23GD-9208	23GD-9209	23GDT-9116	23GDT-9117	23GDT-9118		

图2 吉林院区域报警器逻辑

<div></div> <div>中石油工程集团有限公司 SINOPEC ENGINEERING GROUP LIMITED</div>			项目名称 Project Name 塔里木盆地二井区二组及三组及公共工程			工程编号 Project No. 0001			设计单位 Design Unit 2532			设计阶段 Stage 详细工程设计			专业 Discipline 自控			业主编号 ENG NO.			公司组织机构代码 (2002)			图号 ENG NO.			版本 REV.																							
																		0001-S-2532-A-CH0693-0001A						0001-S-2532-A-CH0693-0001A			A 第 2 次 共 4 次																							
GDS SYSTEM			AREA 1 (2511)																								AREA 2 (2512)																							
CAUSE & EFFECT MATRIX			CAUSES																								CAUSES																							
G= GAS INTERLOCK			A - ALARM																								A - ALARM																							
EFFECTS			Effects 1																								Effects 2																							
			25-GAL-110001 (H/AL) A																								25-GCT-110001 (H/AL) A																							
			25-GCT-110002 (H/AL) A																								25-GCT-110003 (H/AL) A																							
			25-GCT-110004 (H/AL) A																								25-GCT-110005 (H/AL) A																							
			25-GCT-110006 (H/AL) A																								25-GCT-110007 (H/AL) A																							
			25-GCT-110008 (H/AL) A																								25-GCT-110009 (H/AL) A																							
			25-GCT-110010 (H/AL) A																								25-GCT-110011 (H/AL) A																							
			25-GCT-110012 (H/AL) A																								25-GCT-110013 (H/AL) A																							
			25-GCT-110014 (H/AL) A																								25-GCT-110015 (H/AL) A																							
			25-GCT-110016 (H/AL) A																								25-GCT-110017 (H/AL) A																							
			25-GCT-110018 (H/AL) A																								25-GCT-110019 (H/AL) A																							
			25-GCT-110020 (H/AL) A																								25-GCT-110021 (H/AL) A																							
			25-GCT-110022 (H/AL) A																								25-GCT-110023 (H/AL) A																							
			25-GCT-110024 (H/AL) A																								25-GCT-110025 (H/AL) A																							
			25-GCT-110026 (H/AL) A																								25-GCT-110027 (H/AL) A																							
			25-GCT-110028 (H/AL) A																								25-GCT-110029 (H/AL) A																							
			25-GCT-110030 (H/AL) A																								25-GCT-110031 (H/AL) A																							
			25-GCT-110032 (H/AL) A																								25-GCT-110033 (H/AL) A																							
			25-GCT-110034 (H/AL) A																								25-GCT-110035 (H/AL) A																							
			25-GCT-110036 (H/AL) A																								25-GCT-110037 (H/AL) A																							
			25-GCT-110038 (H/AL) A																								25-GCT-110039 (H/AL) A																							
			25-GCT-110040 (H/AL) A																								25-GCT-110041 (H/AL) A																							
			25-GCT-110042 (H/AL) A																								25-GCT-110043 (H/AL) A																							
			25-GCT-110044 (H/AL) A																								25-GCT-110045 (H/AL) A																							
			25-GCT-110046 (H/AL) A																								25-GCT-110047 (H/AL) A																							
			25-GCT-110048 (H/AL) A																								25-GCT-110049 (H/AL) A																							
			25-GCT-110050 (H/AL) A																								25-GCT-110051 (H/AL) A																							
			25-GCT-110052 (H/AL) A																								25-GCT-110053 (H/AL) A																							
			25-GCT-110054 (H/AL) A																								25-GCT-110055 (H/AL) A																							
			25-GCT-110056 (H/AL) A																								25-GCT-110057 (H/AL) A																							
			25-GCT-110058 (H/AL) A																								25-GCT-110059 (H/AL) A																							
			25-GCT-110060 (H/AL) A																								25-GCT-110061 (H/AL) A																							
			25-GCT-110062 (H/AL) A																								25-GCT-110063 (H/AL) A																							
			25-GCT-110064 (H/AL) A																								25-GCT-110065 (H/AL) A																							
			25-GCT-110066 (H/AL) A																								25-GCT-110067 (H/AL) A																							
			25-GCT-110068 (H/AL) A																								25-GCT-110069 (H/AL) A																							
			25-GCT-110070 (H/AL) A																								25-GCT-110071 (H/AL) A																							
			25-GCT-110072 (H/AL) A																								25-GCT-110073 (H/AL) A																							
			25-GCT-110074 (H/AL) A																								25-GCT-110075 (H/AL) A																							
			25-GCT-110076 (H/AL) A																								25-GCT-110077 (H/AL) A																							
			25-GCT-110078 (H/AL) A																								25-GCT-110079 (H/AL) A																							
			25-GCT-110080 (H/AL) A																								25-GCT-110081 (H/AL) A																							
			25-GCT-110082 (H/AL) A																								25-GCT-110083 (H/AL) A																							
			25-GCT-110084 (H/AL) A																								25-GCT-110085 (H/AL) A																							
			25-GCT-110086 (H/AL) A																								25-GCT-110087 (H/AL) A																							
			25-GCT-110088 (H/AL) A																								25-GCT-110089 (H/AL) A																							
			25-GCT-110090 (H/AL) A																								25-GCT-110091 (H/AL) A																							
			25-GCT-110092 (H/AL) A																								25-GCT-110093 (H/AL) A																							
			25-GCT-110094 (H/AL) A																								25-GCT-110095 (H/AL) A																							
			25-GCT-110096 (H/AL) A																								25-GCT-110097 (H/AL) A																							
			25-GCT-110098 (H/AL) A																								25-GCT-110099 (H/AL) A																							
			25-GCT-110100 (H/AL) A																								25-GCT-110101 (H/AL) A																							
			25-GCT-110102 (H/AL) A																								25-GCT-110103 (H/AL) A																							
			25-GCT-110104 (H/AL) A																								25-GCT-110105 (H/AL) A																							
			25-GCT-110106 (H/AL) A																								25-GCT-110107 (H/AL) A																							
			25-GCT-110108 (H/AL) A																								25-GCT-110109 (H/AL) A																							
			25-GCT-110110 (H/AL) A																								25-GCT-110111 (H/AL) A																							
			25-GCT-110112 (H/AL) A																								25-GCT-110113 (H/AL) A																							
			25-GCT-110114 (H/AL) A																								25-GCT-110115 (H/AL) A																							
			25-GCT-110116 (H/AL) A																								25-GCT-110117 (H/AL) A																							
			25-GCT-110118 (H/AL) A																								25-GCT-110119 (H/AL) A																							
			25-GCT-110120 (H/AL) A																								25-GCT-110121 (H/AL) A																							
			25-GCT-110122 (H/AL) A																								25-GCT-110123 (H/AL) A																							
			25-GCT-110124 (H/AL) A																								25-GCT-110125 (H/AL) A																							
			25-GCT-110126 (H/AL) A																								25-GCT-110127 (H/AL) A																							
			25-GCT-110128 (H/AL) A																								25-GCT-110129 (H/AL) A																							
			25-GCT-110130 (H/AL) A																								25-GCT-110131 (H/AL) A																							
			25-GCT-110132 (H/AL) A																								25-GCT-110133 (H/AL) A																							
			25-GCT-110134 (H/AL) A																								25-GCT-110135 (H/AL) A																							
			25-GCT-110136 (H/AL) A																								25-GCT-110137 (H/AL) A																							
			25-GCT-110138 (H/AL) A																								25-GCT-110139 (H/AL) A																							
			25-GCT-110140 (H/AL) A																								25-GCT-110141 (H/AL) A																							
			25-GCT-110142 (H/AL) A																								25-GCT-110143 (H/AL) A																							
			25-GCT-110144 (H/AL) A																								25-GCT-110145 (H/AL) A																							
			25-GCT-110146 (H/AL) A																								25-GCT-110147 (H/AL) A																							
			25-GCT-110148 (H/AL) A																								25-GCT-110149 (H/AL) A																							
			25-GCT-110150 (H/AL) A																								25-GCT-110151 (H/AL) A																							
			25-GCT-110152 (H/AL) A																								25-GCT-110153 (H/AL) A																							
			25-GCT-110154 (H/AL) A																								25-GCT-110155 (H/AL) A																							
			25-GCT-110156 (H/AL) A																								25-GCT-110157 (H/AL) A																							
			25-GCT-110158 (H/AL) A																								25-GCT-110159 (H/AL) A																							
			25-GCT-110160 (H/AL) A																								25-GCT-110161 (H/AL) A																							
			25-GCT-110162 (H/AL) A																								25-GCT-110163 (H/AL) A																							
			25-GCT-110164 (H/AL) A																								25-GCT-110165 (H/AL) A																							
			25-GCT-110166 (H/AL) A																								25-GCT-110167 (H/AL) A																							
			25-GCT-110168 (H/AL) A																								25-GCT-110169 (H/AL) A																							
			25-GCT-110170 (H/AL) A																								25-GCT-110171 (H/AL) A																							
			25-GCT-110172 (H/AL) A																								25-GCT-110173 (H/AL) A																							
			25-GCT-110174 (H/AL) A																								25-GCT-110175 (H/AL) A																							
			25-GCT-110176 (H/AL) A																								25-GCT-110177 (H/AL) A																							
			25-GCT-110178 (H/AL) A																								25-GCT-110179 (H/AL) A																							
			25-GCT-110180 (H/AL) A																								25-GCT-110181 (H/AL) A																							
			25-GCT-110182 (H/AL) A																								25-GCT-110183 (H/AL) A																							
			25-GCT-110184 (H/AL) A																								25-GCT-110185 (H/AL) A																							
			25-GCT-110186 (H/AL) A																								25-GCT-110187 (H/AL) A																							
			25-GCT-110188 (H/AL) A																								25-GCT-110189 (H/AL) A																							
			25-GCT-110190 (H/AL) A																								25-GCT-110191 (H/AL) A																							
			25-GCT-110192 (H/AL) A																								25-GCT-110193 (H/AL) A																							
			25-GCT-110194 (H/AL) A																								25-GCT-110195 (H/AL) A																							
			25-GCT-110196 (H/AL) A																								25-GCT-110197 (H/AL) A																							
			25-GCT-110198 (H/AL) A																								25-GCT-110199 (H/AL) A																							
			25-GCT-110200 (H/AL) A																								25-GCT-110201 (H/AL) A																							
			25-GCT-110202 (H/AL) A																								25-GCT-110203 (H/AL) A																							
			25-GCT-110204 (H/AL) A																								25-GCT-110205 (H/AL) A																							
			25-GCT-110206 (H/AL) A																								25-GCT-110207 (H/AL) A																							
			25-GCT-110208 (H/AL) A																								25-GCT-110209 (H/AL) A																							
			25-GCT-110210 (H/AL) A																								25-GCT-110211 (H/AL) A																							
			25-GCT-110212 (H/AL) A																								25-GCT-110213 (H/AL) A																							
			25-GCT-110214 (H/AL) A																								25-GCT-110215 (H/AL) A																							
			25-GCT-110216 (H/AL) A																								25-GCT-110217 (H/AL) A																							
			25-GCT-110218 (H/AL) A																								25-GCT-110219 (H/AL) A																							
			25-GCT-110220 (H/AL) A																								25-GCT-110221 (H/AL) A																							
			25-GCT-110222 (H/AL) A																								25-GCT-110223 (H/AL) A																							
			25-GCT-110224 (H/AL) A																								25-GCT-110225 (H/AL) A																							
			25-GCT-110226 (H/AL) A																								25-GCT-110227 (H/AL) A																							
			25-GCT-110228 (H/AL) A																								25-GCT-110229 (H/AL) A																							
			25-GCT-110230 (H/AL) A																								25-GCT-110231 (H/AL) A																							
			25-GCT-110232 (H/AL) A																								25-GCT-110233 (H/AL) A																							
			25-GCT-110234 (H/AL) A																								25-GCT-110235 (H/AL) A																							
			25-GCT-110236 (H/AL) A																								25-GCT-110237 (H/AL) A																							
			25-GCT-110238 (H/AL) A																								25-GCT-110239 (H/AL) A																							
			25-GCT-110240 (H/AL) A																								25-GCT-110241 (H/AL) A																							
			25-GCT-110242 (H/AL) A																								25-GCT-110243 (H/AL) A																							
			25-GCT-110244 (H/AL) A																								25-GCT-110245 (H/AL) A																							
			25-GCT-110246 (H/AL) A																								25-GCT-110247 (H/AL) A																							
			25-GCT-110248 (H/AL) A																								25-GCT-110249 (H/AL) A																							
			25-GCT-110250 (H/AL) A																								25-GCT-110251 (H/AL) A																							
			25-GCT-110252 (H/AL) A																								25-GCT-110253 (H/AL) A																							
			25-GCT-110254 (H/AL) A																								25-GCT-110255 (H/AL) A																							
			25-GCT-110256 (H/AL) A																								25-GCT-110257 (H/AL) A																							
			25-GCT-110258 (H/AL) A																								25-GCT-110259 (H/AL) A																							
			25-GCT-110260 (H/AL) A																								25-GCT-110261 (H/AL) A																							
			25-GCT-110262 (H/AL) A																								25-GCT-110263 (H/AL) A																							
			25-GCT-110264 (H/AL) A																								25-GCT-110265 (H/AL) A																							
			25-GCT-110266 (H/AL) A																								25-GCT-110267 (H/AL) A																							
			25-GCT-110268 (H/AL) A																								25-GCT-110269 (H/AL) A																							
			25-GCT-110270 (H/AL) A																								25-GCT-110271 (H/AL) A																							
			25-GCT-110272 (H/AL) A																								25-GCT-110273 (H/AL) A																							
			25-GCT-110274 (H/AL) A																								25-GCT-110275 (H/AL) A																							
			25-GCT-110276 (H/AL) A																								25-GCT-110277 (H/AL) A																							
			25-GCT-110278 (H/AL) A																								25-GCT-110279 (H/AL) A																							
			25-GCT-110280 (H/AL) A																								25-GCT-110281 (H/AL) A																							
			25-GCT-110282 (H/AL) A																								25-GCT-110283 (H/AL) A																							
			25-GCT-110284 (H/AL) A																								25-GCT-110285 (H/AL) A																							
			25-GCT-110286 (H/AL) A																								25-GCT-110287 (H/AL) A																							
			25-GCT-110288 (H/AL) A																								25-GCT-110289 (H/AL) A																							
			25-GCT-110290 (H/AL) A																								25-GCT-110291 (H/AL) A																							
			25-GCT-110292 (H/AL) A																								25-GCT-110293 (H/AL) A																							
			25-GCT-110294 (H/AL) A																								25-GCT-110295 (H/AL) A																							
			25-GCT-110296 (H/AL) A																								25-GCT-110297 (H/AL) A																							
			25-GCT-110298 (H/AL) A																								25-GCT-110299 (H/AL) A																							
			25-GCT-110300 (H/AL) A																								25-GCT-110301 (H/AL) A																							
			25-GCT-110302 (H/AL) A																								25-GCT-110303 (H/AL) A																							
			25-GCT-110304 (H/AL) A																								25-GCT-110305 (H/AL) A																							
			25-GCT-110306 (H/AL) A																								25-GCT-110307 (H/AL) A																							
			25-GCT-110308 (H/AL) A																								25-GCT-110309 (H/AL) A																							
			25-GCT-110310 (H/AL) A																								25-GCT-110311 (H/AL) A																							
			25-GCT-110312 (H/AL) A																								25-GCT-110313 (H/AL) A																							
			25-GCT-110314 (H/AL) A																								25-GCT-110315 (H/AL) A																							
			25-GCT-110316 (H/AL) A																								25-GCT-110317 (H/AL) A																							
			25-GCT-110318 (H/AL) A																								25-GCT-110319 (H/AL) A																							
			25-GCT-110320 (H/AL) A																								25-GCT-110321 (H/AL) A																							
			25-GCT-110322 (H/AL) A																								25-GCT-110323 (H/AL) A																							
			25-GCT-110324 (H/AL) A																								25-GCT-110325 (H/AL) A																							
			25-GCT-110326 (H/AL) A																								25-GCT-110327 (H/AL) A																							
			25-GCT-110328 (H/AL) A																								25-GCT-110329 (H/AL) A																							
			25-GCT-110330 (H/AL) A																								25-GCT-110331 (H/AL) A																							
			25-GCT-110332 (H/AL) A																								25-GCT-110333 (H/AL) A																							
			25-GCT-110334 (H/AL) A																								25-GCT-110335 (H/AL) A																							
			25-GCT-110336 (H/AL) A																								25-GCT-110337 (H/AL) A																							
			25-GCT-110338 (H/AL) A																								25-GCT-110339 (H/AL) A																							
			25-GCT-110340 (H/AL) A																								25-GCT-110341 (H/AL) A																							
			25-GCT-110342 (H/AL) A																								25-GCT-110343 (H/AL) A																							
			25-GCT-110344 (H/AL) A																								25-GCT-110345 (H/AL) A																							
			25-GCT-110346 (H/AL) A																								25-GCT-110347 (H/AL) A																							
			25-GCT-110348 (H/AL) A																								25-GCT-110349 (H/AL) A																							
			25-GCT-110350 (H/AL) A																								25-GCT-110351 (H/AL) A																							
			25-GCT-110352 (H/AL) A																								25-GCT-110353 (H/AL) A																							
			25-GCT-110354 (H/AL) A																								25-GCT-110355 (H/AL) A																							
			25-GCT-110356 (H/AL) A																								25-GCT-110357 (H/AL) A																							
			25-GCT-110358 (H/AL) A																								25-GCT-110359 (H/AL) A																							
			25-GCT-110360 (H/AL) A																								25-GCT-110361 (H/AL) A																							
			25-GCT-110362 (H/AL) A																								25-GCT-110363 (H/AL) A																							
			25-GCT-110364 (H/AL) A																								25-GCT-110365 (H/AL) A																							
			25-GCT-110366 (H/AL) A																								25-GCT-110367 (H/AL) A																							
			25-GCT-110368 (H/AL) A																								25-GCT-110369 (H/AL) A																							
			25-GCT-110370 (H/AL) A																								25-GCT-110371 (H/AL) A																							
			25-GCT-110372 (H/AL) A																								25-GCT-110373 (H/AL) A																							
			25-GCT-110374 (H/AL) A																								25-GCT-110375 (H/AL) A																							
			25-GCT-																																															

图3 宁波院区域报警器逻辑

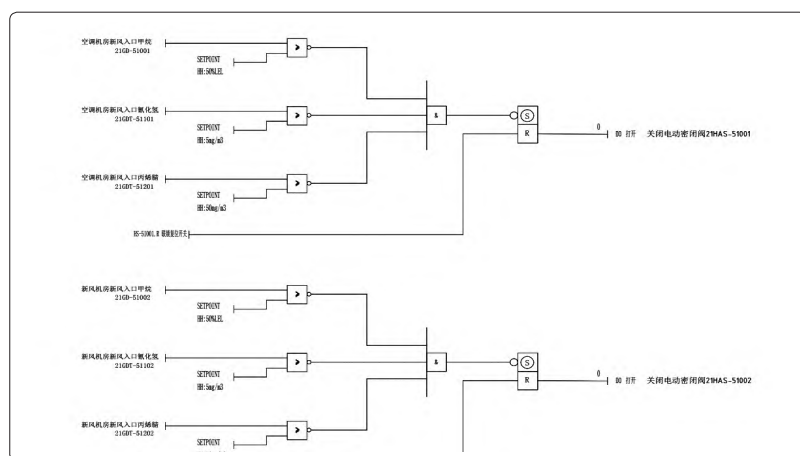


图4 机柜间新风密闭阀联锁逻辑

[illegible]

图 5 地坑风机联锁逻辑

<div> 中石化宁波工程有限公司</div> <div>SINOPEC NINGBO ENGINEERING COMPANY LIMITED</div>				I/O索引表 (气体检测系统GDS)				SNEC文档号 SNEC DOC. NO.: 0881-D-2532-IN-I0993-0001A							
				I/O INDEX (GDS)				业主文档号 OWNER DOC. NO.:							
位 号	用 述	测量范围	工程单位	输入信号	报警(A)/联锁(S)/停车(Z)值 ALARM/INTERLOCK/TRIP VALUE		控制回路功能数 CONTROLLER	控制阀 CONTROL VALVE	控制要求 FUNCTION	供电 POWER	输出 OUTPUT	备注			
				INPUT	高值	低值	正/反 作用	积分 时间	微分 时间	FC FO	执行机构 ACTUATOR	趋势 累计	记录	信号 输出	
TAG No.	SERVICE	RANGE	UNIT	SIGNAL	HIGH	LOW	D/R	P	I	D	F/L	FL	TREND/TOTAL/RECORD	SUPPLY SIGNAL	REMARKS
25-GAP-32001	机相炉可燃气体报警至FDS			DO(R)											信号接至FDS
25-GDA-32001	GDS数据报警信号至FDS			DO(R)											信号接至FDS

图 6 消防联动 GDS 侧 IO 表

经综合对比分析,本案例的 GDS 系统选用了康吉森 TSxPlus 三重冗余系统和 Architect 系列软件,作为系统控制单元的实施平台。TSxPlus 硬件采用三重化架构,含主处理器、输入、输出、通信等模块,通过 FTA 端子板实现与现场可燃有点检测器和区域报警器的连接,其降级模式为 3-2-1-0,可以满足丙烯腈装置 GDS 系统的特殊设计要求。

设备配置

丙烯腈联合装置 GDS 系统规模 I/O 点数为 611 点, 其中丙烯腈装置 361 点, MMA/SAR 装置 148 点, 罐区及公用工程装置 102 点。GDS 系统选用了三重冗余的控制器, 控制器和 I/O 模块采用三取二表决, 基于 3-2-1-0 逐渐降级的原则进行容错, 大大提高了系统的可靠性和容错能力。为保证扩展机架和主机架之间通信的稳定, 通信模块均采用了三重化结构, 通信光纤采用了“一天一地”的冗余敷设, 从物理条件上给通信稳定奠定了良好的基础。

自机柜引入两路 UPS，每套机架供电均采用冗余供电。在系统运行过程中，当其中某一台电源发生故障时，不必停机就可以在线更换。

网络拓扑

在丙烯腈机柜间设置 1 套独立控制器的 GDS 系统（以下简称 GDS-01），在 SAR/MMA 机柜间设置 1 套远程 I/O 站（以下简称 GDS-R-01）、在罐区及公用工程机柜间设置 1 套远程 I/O 站（以下简称 GDS-R-02），GDS-01 与 GDS-R-01、GDS-R-02 之间通过三重化冗余总线接口光模块光纤连接（星行连接）；在各机柜间及中央控制室设置工程师站，之间通过冗余光电交换设备连接在一个控制网络，实现全厂 GDS 的组态、监控、报警及报表等操作控制，所有工程师站具备操作员站功能。GDS 系统网络示意，如图 1 所示。

本项目设置 4 台工程师站，1 台放在中央控制室（CCR），其余 3 台分别放置在 3 个现场机柜间（FAR）内。工程师站具备操作员站及 SOE 站功能。通过冗余的通信方式与各控制器通信，用于控制器的组态、除错、修改、测试、软件装载及维护等。

工程师站能对系统进行诊断并显示系统故障信息。配备过程控制和监测软件,具有完善的报

警功能，具备数据记录和趋势显示的功能，配备用于保存过程数据记录的软件。操作员站用于仪表维护旁路的操作，并显示所有系统的状态，联锁逻辑状态，逻辑图等信息。工程师站具备打印组态数据和图形的能力、顺序事件记录（SOE/SER）站的功能，配备整套顺序事件记录的软件。

丙烯腈装置 GDS 系统控制功能

在丙烯腈装置现场存在着各种各样易燃易爆和有毒气体，例如：丙烯腈、氰化氢、乙腈以及甲烷等；易燃易爆气体一旦发生泄漏，在空气中具有达到一定浓度后，遇到点火源或热源便会发生火灾，严重的则发生爆炸；有毒性气体发生泄漏轻则出现环保事故，重则导致人身伤害等可怕的严重事故。为保障人身财产安全、避免环境污染，实时监测生产装置中泄漏的可燃气体和有毒气体的含量并在超标时触发报警和联锁，预防人身伤害以及火灾与爆炸事故的发生，在石油化工企业中设置 GDS 系统是十分必要的。

区域报警器联锁逻辑功能

图 2、图 3 分别吉林设计院、宁波设计院所设计的有关区域报警器的联锁触发逻辑。根据 GB/T50493—2019《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警系统设计标准》“5.3.1 区域报警器的启动信号应采用二级报警设定值信号”，均在系统底层组态进行了设定。

风机联锁逻辑功能

图 4 为丙烯腈现场机柜间空调机房新风入口的电动密闭阀联锁逻辑，当现场可燃有毒气体测量值高于联锁设定值时，自动关闭新风电动阀，机柜间外的有毒有害气体无法进入机柜间内。图 5 为地坑风机联锁逻辑，当地坑内的可燃有毒气体测量值高于联锁设定值时，自动启动地坑风机，将地坑内的有毒有害气体抽至安全处，可有效降低现场毒气浓度，保证现场人员的人身安全。

消防联锁动作逻辑

当现场可燃有毒气体测量值高于联锁设定值（一般达到二级报警）时，触发 GDS 系统输出一个 DO（开关量）信号至火灾探测系统 FDS，如图 6、图 7 所示。

图形化显示效果

采用了 Architect 系列软件进行图形化显示的 GDS 系统，不仅能够满足现场人员的日常监控和警示，而且为维护人员提供了报警记录查询、SOE 和硬件在线诊断等多种维护工具，使整个故障分析功能十分完整可靠。

GDS SYSTEM		AREA 3 (2511)										AREA 4 (2522)										AREA 5 (2512512)											
CAUSE & EFFECT MATRIX		Cause										Cause										Cause											
EFFECTS		Effect										Effect										Effect											
Cause		25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)
Effect		25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)
Cause	25-GF-11001 (Area 1)	Gas																															
	25-GF-11001 (Area 2)	Gas																															
	25-GF-22001 (Area 4)	Gas																															
	25-GF-33001 (Area 5)	Gas																															
Effect	25-GF-11001 (Area 1)	Gas																															
	25-GF-11001 (Area 2)	Gas																															
	25-GF-22001 (Area 4)	Gas																															
	25-GF-33001 (Area 5)	Gas																															

图 7 消防联动逻辑

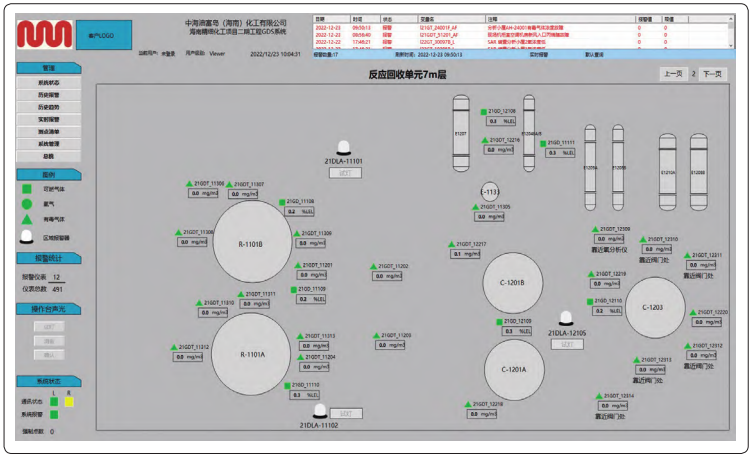


图 8 可燃有毒检测器现场分布

GDS SYSTEM		AREA 3 (2511)										AREA 4 (2522)										AREA 5 (2512512)											
CAUSE & EFFECT MATRIX		Cause										Cause										Cause											
EFFECTS		Effect										Effect										Effect											
Cause		25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)
Effect		25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)	25-GF-11001 (Area 1)	25-GF-11001 (Area 2)	25-GF-22001 (Area 4)	25-GF-33001 (Area 5)
25-GF-11001 (Area 1)	Gas																																
25-GF-11001 (Area 2)	Gas																																
25-GF-22001 (Area 4)	Gas																																
25-GF-33001 (Area 5)	Gas																																

图 9 可燃有毒检测器测点清单

结束语

基于丙烯腈联合装置的工艺介质的多样性、复杂性、剧毒性等特点，我们可以看出在此类装置中的 GDS 系统的技术要求远比标准规范高。故我们得出，针对可燃气体的 GDS 可以按照标准规范进行设计，但对于有毒气体甚至剧毒介质的场合，尤其需要带排风系统的环境，宜使用带 SIL 等级认证的控制系