

# 石油化工自控设计中冗余容错技术的实践应用经济效果

孙丹苹 李泽瑞 (中海油石化工程有限公司, 山东 青岛 266000)

**摘要:** 在石油化工自控设计中运用冗余容错技术, 可以使石油化工自控系统具备容错性能, 使系统应用价值获得显著的提升。在具体的设计过程中, 可以结合不同的设计需要, 采用相应的冗余容错形式, 确保其技术价值与核心价值的有效发挥。在本文中, 首先阐述了容错, 之后分别针对硬件冗余容错、DCS、ESD 组态冗余容错以及软件冗余容错的具体应用进行了重要研究与分析, 还针对设计过程中的冗余容错技术注意事项及其应用效果进行相关探究, 希望能够给大家带来有价值的参考, 推动我国石油化工产业的健康发展。

**关键词:** 石油化工自控设计; 冗余容错技术; 实践路径; 经济性

## 0 引言

为了进一步提升石油化工自控系统的运行质量, 确保各项系统设备的安全、平稳、连续、经济运行, 在石油化工自控设计中引进了冗余容错技术, 生成了冗余系统和容错系统。

其中, 冗余系统属于一个备份系统, 其主要功能是热备份和无扰动切换。容错系统负责针对系统设备内部元器件故障进行识别与补偿。也就是说, 一旦石油化工自控系统中某个设备元件出现故障时, 凭借冗余容错系统的支持, 一方面可以确保系统设备继续运行, 完成指定控制任务, 另一方面, 可对故障问题进行诊断与修复, 确保不间断生产, 为企业生产效益及安全生产提供有效保障。基于冗余容错技术的重要价值, 有必要针对这项技术在石油化工自控设计中的运用进行深入系统的研究。

## 1 冗余容错技术实际应用价值

如果在自控系统中融入容错技术, 即便系统在运行过程中出现故障问题, 甚至存在多个故障部位, 只要不超出容错技术所能接受性的范围, 便可以在容错技术的支持下, 确保整个系统的正常运行, 从而使整套自控系统的稳定性、安全性以及经济性获得有效保障。

将冗余容错技术应用到石油化工自控系统当中, 一旦某个系统装置发生故障, 便可以通过正常测点、标准算法等措施, 使系统保持正常运行的状态, 达到人员及设备安全保障的目的。借助于容错技术, 不仅可以对故障问题进行科学诊断, 降低故障影响, 使设备故障得到快速有效的解决, 还可以针对自动控制系统进行重构, 可见, 冗余容错技术在实际应用中发挥出重要作用, 使石油化工自控系统整体性能和生产效果获得全面提升<sup>[1]</sup>。

## 2 石油化工自控设计中软件、硬件冗余容错实际应用情况

### 2.1 硬件设计中的冗余容错技术应用

将 DCS 系统应用于石油化工自控生产当中, 可以使整套自控系统在自长期运行过程中, 获得连续测量以及自动化操作控制。现场控制站作为大规模处理系统, 可直接与各系统设备之间进行交互, 并且根据实际生产需求, 针对主控单元、重要输入/输出信号转换单元、电源单元以及网络通信单元进行冗余配置, 建立起一个集成化控制系统。针对每一个单元的具体控制方式为:

首先, 当主控单元配备具有冗余和故障自检功能的电路之后, 主控单元便可以自动完成热备份以及网络数据的接收与控制运算。如果主控单元在运行过程中发生故障, 便可以自动启用备份单元, 在主控单元与备份单元相互的切换的过程中, 不会对自控系统造成任何扰动<sup>[2]</sup>;

其次, 冗余容错技术会针对常规输入/输出信号转换单元与冗余通道的输入/输出信号之间进行比较。如果后者优于前者, 可在无扰动的情况下完成二者的相互切换;

再者, 如果电源单元发生故障, 将自动启用备用电源, 由备用电源承担所有负载用电。在 DCS 系统通信当中, 设有两套网络接口, 一旦通信主线路出现故障, 系统会自动启用备用通信线路, 以免信息传输过程因故障而中断。ESD 系统负责针对整套自控系统运行状态进行跟踪监视, 如果某个生产装置发生异常情况, 将第一时间启动紧急停车联锁系统, 从而现场人员和生产装置的安全性获得有效保障<sup>[3]</sup>。

### 2.2 DCS、ESD 组态设计中的冗余容错技术应用

由于 DCS、ESD 组态本身具有较强的系统性, 一

且某个部位出现故障,容易对其他关联部件造成连锁反应,甚至容易出现大规模停车,这显然不利于生产效率与安全管理水平的提升。将冗余容错技术应用到DCS、ESD组态设计当中,可针对一个完整的工艺过程进行合理分解,使其成为若干个组,再针对不同组进行容错控制。在针对硬件组态进行分解时,既要保证各组之间的合理性与独立性,还要确保各组信号之间的有效连接。避免某一组部件出现故障时,对其他无关组造成影响,并且保证系统的不间断运行。系统设计人员针对不同采样周期的信号进行组态之后,便可以使输入/输出部件微处理器单元的总负荷便获得合理分解,使通信吞吐量大幅下降,而系统运行效率将获得显著提升<sup>[4]</sup>。为了满足石油化工生产需求,存在多台设备同时并行的情况。针对此类工况,需要在各项设备同时运行的过程中,对其温度、压力、流量及液位进行动态跟踪检测,在设计DCS、ESD组态时,为了最大限度提高自控系统的容错能力,需要从权衡利弊的角度出发,力争呈现出最合理的配置。在当前的检测信息输入形式中,主要存在设备为单元、以同类输入信号为单元、以不同设备上不同检测信号为单元这三种形式。其中,前两种检测信号输入形式在实际应用过程中,无法充分展现出冗余容错技术的核心价值,采用不同设备上不同检测信号为单元完成信号输入工作,这种方式最为合理,能够充分展现出冗余容错技术在提高自控系统运行效率中的整体优势。在这种检测信息输入模式下,一旦某个输入部件出现故障,操作人员可在不停车的状态下,依据设备其他工艺参数对其进行不间断操作,以免因某个设备故障对其他生产环节造成不利影响<sup>[5]</sup>。需要注意的是,在实际进行石油化工自控系统设计的过程中,还需要依据具体的生产需求在几种设计思路当中做出合理选择,确保设计方案的实用价值与应用效果。

### 2.3 软件设计中的冗余容错技术应用

将冗余容错技术应用到自控系统软件设计中,需要对DCS和ESD所提供的软件功能进行综合运用,具体包括以下几个方面:

①根据SIL确定主要连锁回路传感器的数量,之后在DCS或ESD当中完成三取二表决。在此后的组态过程中,仅需要编写一套使用程序即可;

②由于受到电压波动或者电磁干扰,会产生瞬间错误信号。为了避免此现象,需要依据被保护对象的特点,利用DCS或者ESD计时器功能对连锁回路延

时继电器进行相应的设置,防范错误信号的出现<sup>[6]</sup>;

③针对一些重要的流量测量,需要进行温压补偿设计。但是,由于温压补偿无法对温度、压力信号进行特殊处理,一旦温度或压力测量信号出现异常,就会对流量测量结合的准确性造成影响,甚至会因为控制回路失效导致设备骤然停车。为了防范此类问题,需要在组态之前,确保温度、压力信号均处于正常范围以内,然后再进行补偿运算。此后,如果温度或者压力超出测量范围,或者发生其他异常,流量计的设计温度和压力值将成为补偿信号。同时,系统会发出报警,提示工作人员进行故障处理,避免引发其他关联问题;

④在DCS中,如果将逻辑开关控制和PID控制进行结合运用,便可以使控制偏差得到有效控制。而且一旦控制偏差超出允许范围,将自行启动开关控制模式,并且自动切换到常规PID控制模式。此后,便可以在最短时间内将偏差减小至极限范围以内,使故障问题得到快速解决;

⑤在石油化工生产设备中,有些化工装置可以存在易燃易爆的特性。为了消除相关安全隐患,可以采用冗余容错技术对易燃易爆设备进行控制,使相关安全事故得以提前防范;

⑥通过应用自动调节回路,可以防止因人为输入错误或者数据偏差过大所引发停车故障;

⑦在流量测量过程中,有必要增设滤波环节,达到减小流量信号波动的目的。尤其在压缩机出口流量测量中,通过增设滤波,可以使测量数据的可靠性获得有效保证;

⑧所有设备运行参数进行的修改,均需要赋予相应的操作权限,还要设置上级领导审核确认环节,以免因误操作引发设备运行问题<sup>[7]</sup>。

### 3 设计过程中冗余容错技术优化设置

将冗余容错技术应用到石油化工自控系统当中,存在诸多需要注意的事项,需要系统设计人员给予高度关注。否则,一旦模拟量信号不可靠时,就会导致冗余容错作用无法得到有效发挥,甚至会引发保护误动作现象。因此,只有针对测量信号定值进行合理设计,方可使轴承温度获得有效控制,保障相关设置的长期平稳运行。另外,在温度测量回路中,存在较高的热电阻接触不良故障机率,此类故障极易引发保护误动作,进而造成更加严重的后果。为了避免出现此类问题,需要在优化逻辑时,采用特定的冗余容错控

制技术,使容错逻辑得到优化设计,使设备保护误动作现象得到有效防范<sup>[8]</sup>。具体而言,将冗余容错技术应用于石油化工自控系统设计当中,需要关注以下设置问题:

①在选择输入/输出卡时,要确保其带有光电或者电磁隔离功能。只用这样,才能保证各通道相互隔离,以免对输入、输出信号造成干扰,最终取得良好的容错效果;

②在电磁阀冗余配置中,存在并联连接和串联连接两种方式。并联连接的优点在于可用性好,而串联连接则具较高的安全性。鉴于二者各具优势,需要系统设计人员依据实用使用需要进行合理选择;

③当完成联锁动作之后,采用手动方式使其恢复到正常工况,避免因设备自启动带来危险隐患;

④仪表供电应采用并联方式,必要时,需要给重要仪表配备独立开关,防止仪表发生故障对其他正常仪表造成不良影响;直流稳压电源适合采用并联运行方式,确保供电系统具有较强的平衡性;

⑤在针对重要用电设备进行供电设计时,要充分考虑到设备自身的特点。如果必要,需增设防晃闪装置;

⑥当二次仪表发生故障时,容易造成联锁功能失效或误动作。所以,在设计过程中需要将二次仪表输出替换成架装仪表(报警设定仪)输出;

⑦在仪表和控制系统接地设计中,如果采用的是齐纳式安全栅,如果将接地导线设计成两根,可以使接地系统的可靠性获得更好的保障<sup>[9]</sup>。

#### 4 冗余容错技术和实践应用经济效益分析

现如今,我国石油化工自控生产水平实现了大幅度提升。这一成就的取得,冗余容错技术应用功不可没。伴随着冗余容错技术在石油化工自控系统设计中使用率的不断提升,已经涌现出众多生产典型自控应用的成功案例,很多石油化工企业在生产和经济发展方面由此而受益,这充分说明了冗余容错技术在石油化工生产中的重要应用价值。另外,在冗余容错技术的支持下,当设备发生故障时,可以实现备用设备或者备用系统的自动化切换,避免生产过程因设备故障而被迫中断。比如在实际生产过程中,针对硝酸装置氨空比进行调节时,通过应用滤波、可识别补偿信号等功能,实现补偿流量的目的。在针对锅炉汽包水位进行调节时,可在三冲量可变调节、单回路调节当中进行合理选择,或者依据设备实际运行情况在两种

调节方式当中进行无扰动自由切换,确保大型压缩机转速信号、油压信号等均呈现出较强的稳定性<sup>[10]</sup>。鉴于冗余容错技术可以大幅提高石油化工自控系统的整体性能,降低故障频率,使故障停车问题获得有效控制,值得对其进行大力推广。并且通过持续性技术创新,不断提高其技术价值与应用水平。

#### 5 结语

通过冗余容错技术的合理运用,使石油化工自控系统的潜在性能得到有效开发以及最大限度的利用,从而使整个自控系统运行效率获得大幅度提升。同时,通过冗余容错技术在石油化工自控系统中的合理运用,还可以使故障参数得到快速处理与优化,确保故障问题的及时、有效排除,使石油化工生产效益以及安全系数获得大幅提升。

#### 参考文献:

- [1] 桂宏飞,孙虎.石油化工自控设计中冗余容错技术的实践[J].化工管理,2021(10):59-60.
- [2] 张亮.石油化工自控设计中冗余容错技术分析[J].化工设计通讯,2020,46(02):42+152.
- [3] 贾安.石油化工自控设计中冗余容错技术实践[J].化工管理,2018(24):90.
- [4] 任喜金,蒋瑞,魏烈元.石油化工自控设计中冗余容错技术实践[J].化工自动化及仪表,2014,41(04):434-436.
- [5] 阮意东,许英奎,韩丹,焦天驹.基于冗余容错技术的铁道罐车测量系统的设计[J].铁道车辆,2012,50(08):16-18+47.
- [6] 姜慧竹,李蕊,史鹏博,等.容错冗余技术监控抽水蓄能电站电能计量误差[J].水利水电技术,2020,51(10):96-103.
- [7] 龙开红,戴连贵,周玲.基于相邻ETC门架系统冗余的自由流交易成功率提高方案[J].中国交通信息化,2020(02):112-114.
- [8] 高原,张勇,宁剑,等.适用于电网调控系统的细粒度多机冗余机制的设计与实现[J].计算技术与自动化,2019,38(04):25-30.
- [9] 陆璐,贾峰,周庆强,等.基于双网冗余的CR200J型动力集中动车组人机交互界面设计[J].机车电传动,2020(01):132-135.
- [10] 李丹,胡晓光.武器装备紧凑型PCI总线测控系统热插拔冗余容错技术研究[J].兵工学报,2015,36(07):1247-1255.