

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 4822—2024

PID 回路性能评估与优化 实施技术规范

Implementation technical specification for performance evaluation and optimization of PID loop

地方标准信息服务平台

2024-07-08 发布

2024-08-08 实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 总体要求	2
6 实施技术流程	2
7 系统功能要求	5
8 考核要求	5
附录A(资料性) 企业实施建议	7
附录B(资料性) 控制回路评估与诊断明细结果表	8

地方标准信息服务平台

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省应急管理厅提出并组织实施。

本文件由江苏省安全生产标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：江苏省化工本质安全研究院、南京工业大学、中控技术股份有限公司。

本文件主要起草人：姜岷、张泉灵、薄翠梅、李俊、张登峰、朱桂明、费兆阳、张宁、王家栋、童不凡、朱倩、张奎奎、周通、刘灿灿、王梦丹、王村松、常璐璐、魏翠、刘蕴文、喻果、赵涛、何文敏、朱明。

地方标准信息服务平台

PID 回路性能评估与优化 实施技术规范

1 范围

本文件规定了单回路 PID 性能评估与优化实施的总体要求、实施技术流程、系统功能要求和考核要求。

本文件适用于已采用 DCS 控制系统实施生产过程控制的化工连续生产过程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 32854.1 工业自动化系统与集成 制造系统先进控制与优化软件集成 第 1 部分:总述、概念及术语

GB/T 32854.2 自动化系统与集成 制造系统先进控制与优化软件集成 第 2 部分:架构和功能

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

控制回路 control loop

通过测量和调节关键参数来实现对生产过程控制的闭环系统。

注:包括但不限于传感器、执行机构、控制器和被控对象。

3.2

PID 回路 PID loop

采用 PID 算法的负反馈闭环控制回路。

3.3

装置自控率 device automatic control rate

装置实际投用自控回路数与在用回路数的比值。

注:以 % 表示。

3.4

回路自控率 loop automatic control rate

评估时段内回路处于自控状态的总时长与投用总时长的比值。

注:以 % 表示。

3.5

平稳状态 steady state

被控参数的测量值与设定值的偏差满足工艺要求。

3.6

装置平稳率 **device stable rate**

装置满足平稳状态的控制回路数与参与统计的控制回路数比值。

注：以%表示。

3.7

回路平稳率 **loop stable rate**

评估时段内回路处于平稳状态的总时长与投用总时长的比值。

注：以%表示。

3.8

参数优化 **control parameter optimization**

通过优化改变控制单元参数,以改善控制回路的动态、静态特性,求取较佳的控制效果的过程。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APC:先进过程控制(Advanced Process Control)

DCS:集散控制系统(Distributed Control System)

OLE:对象链接和嵌入(Object Linking and Embedding)

OPC:过程控制的对象链接与嵌入(OLE for Process Control)

OPC AE:基于 OLE 技术的报警和事件管理规范(OPC Alarms and Events)

OPC DA:基于 OLE 技术的数据访问规范(OPC Data Access)

PID:比例-积分-微分(Proportional-Integral-Derivative)

5 总体要求

5.1 实施目标

5.1.1 搭建企业 PID 回路性能评估与优化系统。企业实施建议见附录 A。

5.1.2 评估 PID 回路的性能,包括但不限于自控率、平稳率。

5.1.3 诊断 PID 回路性能不达标的原因,形成“控制回路评估与诊断明细结果表”(见附录 B),确定参数可优化的 PID 回路。

5.1.4 优化 PID 回路的参数。

5.2 优化目标

5.2.1 装置自控率 $\geq 95\%$,装置平稳率 $\geq 95\%$ 。

5.2.2 回路自控率 $\geq 95\%$,回路平稳率 $\geq 95\%$ 。

6 实施技术流程

6.1 通则

PID 回路性能评估与优化实施过程,如图 1 所示,包括系统部署、性能评估、问题诊断和参数优化。

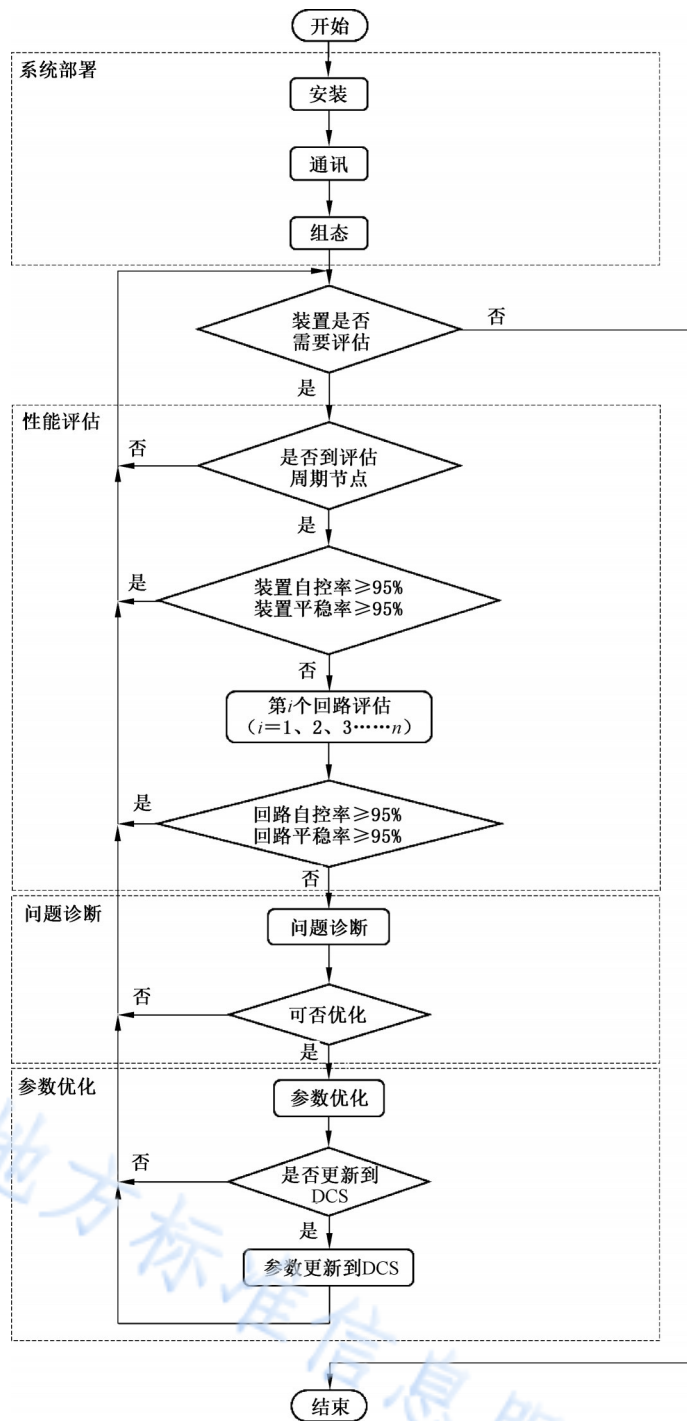


图1 PID回路性能评估与优化实施技术流程图

6.2 系统部署

系统软硬件宜按照如下过程进行安装、配置：

- a) 安装PID回路性能评估与优化系统的硬件设备,采用如图2中架构；
- b) 在PID工作站内安装PID回路性能评估与优化系统的软件；
- c) 配置OPC服务器及防火墙,实现PID回路性能评估与优化系统的软件与DCS系统通信,并禁止从PID工作站向DCS自动下写数据；

d) 配置PID回路性能评估与优化系统的组态,采集DCS系统中所需的运行数据。

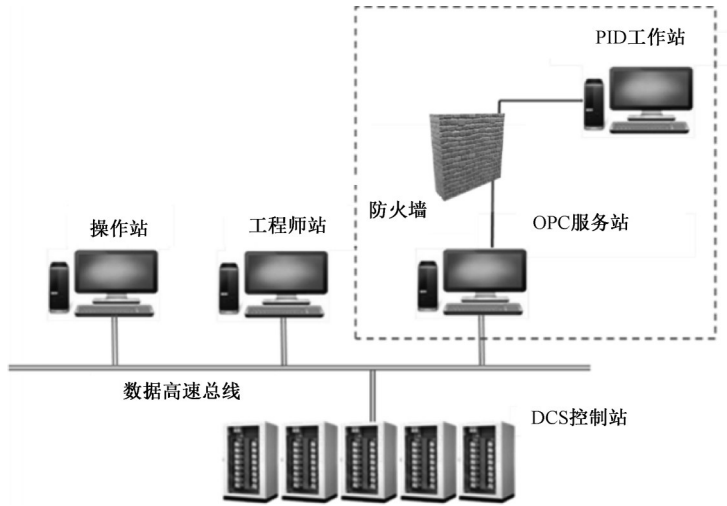


图2 PID回路性能评估与优化系统网络架构图

6.3 性能评估

6.3.1 概述

性能评估包括装置评估与回路评估。

6.3.2 装置评估

每个周期内对待评估装置计算装置自控率、装置平稳率、装置周期自控率和装置周期平稳率。

a) 实时统计PID回路总数(n_m)、投自动的PID回路总数(n_a)(不包括不参与统计但是处于自动状态的PID回路)、不参与统计的PID回路数(n_e),实时计算装置自控率 η_1 ,如式(1)所示。

$$\eta_1 = \frac{n_a}{n_m - n_e} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

b) 实时统计处于平稳状态的PID回路数(n_s)(不包括不参与统计的PID回路),实时计算装置平稳率 η_2 ,如式(2)所示。

$$\eta_2 = \frac{n_s}{n_m - n_e} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

c) 统计评估时段内回路自控率不低于95%的回路数($n_{a95\%}$),计算装置周期自控率 η_3 ,如式(3)所示。

$$\eta_3 = \frac{n_{a95\%}}{n_m - n_e} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

d) 统计评估时段内回路平稳率不低于95%的回路数($n_{s95\%}$),计算装置周期平稳率 η_4 计算,如式(4)所示。

$$\eta_4 = \frac{n_{s95\%}}{n_m - n_e} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

6.3.3 回路评估

每个周期内对所有待评估回路依次计算回路自控率与回路平稳率:

a) 确定回路评估时段(T_l),统计在 T_l 时段内回路处于自控状态的时长(T_a),实时计算回路自控率 η_5 ,如式(5)所示。

$$\eta_5 = \frac{T_a}{T_t} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

b) 统计在 T_t 时段内回路处于平稳状态的时长 (T_s), 实时计算回路平稳率 η_6 , 如式(6)所示。

$$\eta_6 = \frac{T_s}{T_t} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

6.4 问题诊断

根据评估结果、手/自动状态并结合工艺需求给出回路诊断结果, 包括“可优化”“无需优化”和“不计入统计”, 依据上述诊断结果更新回路组态信息, 给出执行机构、仪表维护及 PID 参数优化的性能提升建议。

6.5 参数优化

6.5.1 对诊断结果为可优化的 PID 回路, 采用 PID 参数优化整定功能开展参数优化, 给出优化后的 PID 参数值。经工艺工程师和仪表控制工程师确认后, 由仪表控制工程师手动更新到 DCS 系统中。

6.5.2 参数优化过程中应考虑安全性问题, 包括但不限于对 PID 回路进行短时间执行机构安全限位, 修改 PID 参数后至少观察 2 个振荡周期以上。

7 系统功能要求

7.1 系统部署

系统部署时应保证系统的完整性、实用性和可靠性。硬件应包括但不限于 OPC 服务器、防火墙、PID 工作站, 应满足用户数据至少存储 5 年的时间要求, 应支持包括但不限于 OPC DA、OPC AE 行业主流的通信协议。

7.2 性能评估功能

性能评估功能应包括自动识别 PID 回路组态信息, 实时统计各类指标信息并形成报表, 包括但不限于装置平稳率、装置自控率、回路平稳率、回路自控率、装置周期自控率和装置周期平稳率。

7.3 问题诊断功能

问题诊断功能应包括但不限于对 PID 回路的执行机构、变送器的故障诊断, 回路之间的耦合情况, 控制偏差和过程闭环响应频谱分析, 定位控制性能下降的原因。

7.4 参数优化功能

参数优化功能应包括基于历史数据和实时数据的离线、在线参数优化整定, 应支持根据不同控制对象的被控要求, 选择不同的整定类型进行 PID 参数优化整定, 整定类型在默认配置下可手工更改, 不应使用批处理方式自动更新 PID 参数, 应采用经审核后的人工更新方式。

8 考核要求

8.1 一般考核要求

8.1.1 通过性能评估功能, 企业应定期核查不参与统计的 PID 回路情况, 在一定统计周期内非工艺原因不能修改不参与统计的 PID 回路, 分析存在的问题并制定解决方案。

8.1.2 应明确统计和评估周期,且在该周期内不更改回路组态信息。在统计和评估周期内,如因工艺原因,组态信息更改的 PID 回路,应从统计中去除。

8.1.3 企业宜根据统计数据定期发布评估报告,包括但不限于装置周期自控率、装置周期平稳率,不达标的装置限期整改。

8.1.4 重点企业应组建 PID 回路性能评估与优化系统运维的专门机构开展运维服务,一般企业可委托运营商提供运维服务。

8.2 特殊情况说明

以下几类情况的 PID 回路可不参与统计:

- a) 具有报废手续的管线、单元或装置上的回路;
- b) 随开停工、物料或季节变化、生产计划安排而间歇性停运的回路;
- c) 按 GB/T 32854.1 和 GB/T 32854.2 的要求执行了 APC 或顺序控制的回路;
- d) 控制阀等执行机构长期全开或者全关的回路。

地方标准信息服务平台

附 录 A
(资料性)
企业实施建议

A.1 企业应建立包括但不限于工艺、仪表、电气、设备部门参与的专门机构,开展PID回路性能评估与优化,并具备:

- a) 项目实施人员应熟悉化工工艺流程、现场仪表,以及主流DCS系统组态;
- b) 项目实施经理宜具有高级职称或同等资格证书,丰富的PID性能评估与优化项目管理与实施经验,有较强的沟通协调能力,具备预见项目风险及应对能力,至少具有担任过类似项目的实际经验。

A.2 运营商宜具备至少3年化工企业PID回路性能评估与优化项目经历,且具有良好的服务和长期维护能力。

地方标准信息服务平台

附 录 B

(资料性)

控制回路评估与诊断明细结果表

表B.1 给出了控制回路评估与诊断明细结果表。

表 B.1 控制回路评估与诊断明细结果表

序号	回路名称	手/自动状态	评估与诊断结果
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

注：评估与诊断结果项在“可优化”“无需优化”和“不计入统计”中选择其一。

地方标准信息服务平台