



油气管道工程技术丛书

油气管道仪表与自动化

YOUQI GUANDAO
YIBIAO YU ZIDONGHUA

黄春芳 等 编著

中國石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



油气管道工程技术丛书

油气管道选材

油气管道设计与施工

油气管道防腐蚀工程

油气管道检测与评价

油气管道维护与抢修

○ 油气管道仪表与自动化

油气管道安全与风险评估

油气管道标准

责任编辑：龚志民
责任校对：李 伟
封面设计：七星工作室

ISBN 978-7-80229-989-4



9 787802 299894 >

定价：38.00元

油气管道工程技术丛书

油气管道仪表与自动化

黄春芳 等 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书阐述了油气管道仪表与自动化的基本原理和实用技术。主要介绍油气管道常用的压力仪表、温度仪表、液位仪表、油气管道计量设备与仪表,油气成分分析与管道安全监控仪表,油气管道事故紧急自动切断阀和水击保护原理,油气管道自动控制系统的组成与分类及自动控制系统的性能指标,自控系统各部分如变送器、执行器、控制器的特性与原理,油气管道常用典型控制系统的原理分析及设计应用,油气管道 SCADA 系统等。

本书适用于石油和天然气长输管道、石油和天然气集输管道、燃气管道技术人员、管理人员和操作人员阅读,亦可作为职业技术学院(校)、大中专院校的油气储运专业、油气集输专业、燃气工程专业及企业培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

油气管道仪表与自动化/黄春芳等编著. —北京:中国石化出版社, 2009
(油气管道工程技术丛书)
ISBN 978 - 7 - 80229 - 989 - 4

I. 油… II. 黄… III. ①石油管道 - 仪表②天然气管道 - 仪表③石油管道 - 自动控制系统④天然气管道 - 自动控制系统 IV. TE973

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 107416 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec - press.com>

E - mail: press@sinopec.com.cn

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 15 印张 346 千字
2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷
定价:38.00 元

前言

随着西气东输管道一线、二线，陕京天然气管线一线、二线，川气东送天然气管道，西部原油成品油管道、中亚石油天然气管道等一大批长距离油气管道的建设与投产，管道的自动化水平也得到飞速发展，目前新建的油气长输管道基本上全部采用远程操作与控制的设计，实现了站场有人值守、无人操作。因此，掌握油气管道仪表与自动化操作已成为油气管道运行管理的基本技能。《油气管道仪表与自动化》正是适应我国石油天然气管道自控水平的飞速发展而诞生的。

《油气管道仪表与自动化》主要面向工作在油气长输管道、油气田集输管道和城市燃气管道中的操作、管理和技术人员。努力做到现场用什么，书中讲什么，管道控制与管理需要什么，本书介绍什么的原则。对国内外油气管道的常用仪表和控制系统争取做到：看了教材可以进行简单操作；经过培训，可以上岗；经过系统学习，可以胜任油气管道自控管理工作；现场遇到的常见问题，可以在书中找到答案。

本书力求通俗易懂，联系实际。把重点放在培养具有实践能力的自控操作和管理人员身上，主要介绍实际操作技术和技能。多数仪表和控制系统的原理、结构、操作方法均来自实际和操作规范。本书理论部分以通俗语言讲解，同时保持部分章节有一定深度，不同层次人员可根据需要选修。

本书各章节互成系统，读者根据需要可选择不同章节学习。本书适合下列读者群：1. 油气长输（集输）管道、燃气管道仪表自动化岗位的新工人，经过培训可以上岗；2. 有一定实践经验的油气长输（集输）管道、燃气管道操作人员，经过学习，可以深入地掌握岗位上的主要仪表和控制系统的技术技能和技术理论；3. 可作为职业技术学院（校）、大中专院校自动化专业、油气储运专业和燃气工程专业的专业课教材；4. 新到油气管道仪表和自动化岗位的各类大学生利用本书可以迅速地将学校学到的理论知识和油气管道生产实际结合起来，很快地熟悉和胜任油气管道管理和操作。

本书由中国石油管道学院副教授黄春芳和任黎娟、张智老师共同编著。其中第一章~第七章、第十一章由黄春芳编写，第八章~第十章由任黎娟和张智编写。全书由黄春芳整理统稿，由中国石油新疆销售公司副总经理、高级工程师王文彦和中国石油管道公司副总经理、高级工程师王惠智审定。在编写过程中解放军总医院（军医进修学院）黄炎、中国石油管道学院退休老师孟凡平也作了大量的文字和校对工作。

由于编者水平有限，现场仪表和自动控制技术日新月异，书中缺点错误在所难免，诚恳使用本书的读者和教师给予批评指正。

目 录

第一章 油气管道仪表基本知识	(1)
第一节 仪表的分类	(1)
第二节 测量精度与误差	(1)
第三节 仪表常用名词与 PID 图	(5)
第二章 压力测量仪表	(11)
第一节 压力概念	(11)
第二节 弹性式压力测量仪表	(13)
第三节 电气式压力计	(17)
第四节 压力计的选择、校验与安装	(25)
第三章 温度检测及仪表	(29)
第一节 概述	(29)
第二节 膨胀式与压力式温度计	(30)
第三节 热电偶温度计	(33)
第四节 热电阻温度计	(41)
第四章 液位测量仪表	(48)
第一节 直接式和磁翻转液位计	(48)
第二节 浮力式液位计	(49)
第三节 静压式液位计	(52)
第四节 雷达液位计	(56)
第五节 磁致伸缩液位计	(58)
第五章 流量测量仪表	(64)
第一节 腰轮流量计	(64)
第二节 椭圆齿轮流量计	(71)
第三节 刮板流量计	(74)
第四节 标准孔板差压式流量计	(75)
第五节 涡轮流量计	(87)
第六节 超声波流量计	(94)
第七节 涡街流量计	(103)
第八节 质量流量计	(106)
第六章 油气管道分析与安全监控仪表	(109)
第一节 石油在线含水分析仪	(109)
第二节 石油在线密度检测计	(116)
第三节 烟气分析仪	(121)
第四节 可燃气体报警仪和燃烧检测监控仪	(123)

第五节	机泵振动检测仪表	(132)
第七章	油气管道紧急切断阀和水击保护系统	(134)
第一节	干线紧急切断阀的电液联动和气液联动	(134)
第二节	密闭输送管道的水击保护与泄漏检测	(143)
第八章	管道自动控制系统概述	(154)
第一节	自动控制的类型及组成	(154)
第二节	自动控制系统的过渡过程及性能指标	(156)
第三节	自动控制系统各部分特性	(158)
第九章	典型控制系统分析	(171)
第一节	简单控制系统	(171)
第二节	串级控制系统	(177)
第三节	其他控制系统	(182)
第十章	油气管道设备控制	(189)
第一节	泵和压缩机的控制方案分析	(189)
第二节	传热设备控制	(192)
第十一章	油气管道 SCADA 系统	(198)
第一节	SCADA 系统概述	(198)
第二节	长输管道 SCADA 系统功能	(200)
第三节	SCADA 系统硬件配置	(203)
第四节	SCADA 系统软件配置	(209)
第五节	油气管道 SCADA 系统控制逻辑	(213)
第六节	SCADA 系统的安全性要求	(221)
第七节	SCADA 系统维护	(227)
参考文献		(232)

第一章 油气管道仪表基本知识

第一节 仪表的分类

检测与过程控制仪表(通常称为自动化仪表)分类方法很多,如按仪表在测量与控制系统中的作用划分,一般分为检测仪表、显示仪表、调节控制仪表和执行器四大类。如图 1-1-1 所示。

(1) 检测仪表 测量某些工艺参数如压力、温度、电压、频率、振动等。如压力变送器、压力表、差压开关、双金属温度计、铂电阻、热电偶、分析仪表等。

(2) 显示仪表 指针式、数字式记录仪及指示器、电位差计、工业电视、图像显示器等。

(3) 集中控制装置 包括巡回调节仪、程序控制仪、可编程序调节器、可编程序控制器。

(4) 调节仪表 根据需要对信号进行运算如放大、积分、微分等,也包括各种气动、电动调节器及用来代替调节器的微处理机。调节仪表包括:组合式、可编程控制器 PMK、PLC、自力式调节阀等。

(5) 执行器 接受调节系统来的信号或直接来自操作人员的指令,对生产过程进行操作和控制。包括各种电、液、气动执行机构和调节阀、开关等。

计量设备也可以叫作流量仪表,如涡轮流量计、腰轮流量计、孔板阀、超声波流量计等。

检测与过程控制仪表(通常称自动化仪表)的分类方法很多,根据能源可分为电动、气动、液动;按仪表组合形式,可以分为基地仪表、组合仪表等。

目前油气管道使用的检测仪表,按所测量变量的不同,大致可以分为压力、温度、物位、流量检测、分析仪表。由于油气生产自动化程度的提高,目前使用的检测仪表品种不断增加,产品不断更新。

了解和掌握油气管道常用测量仪表常识以及它们的用途、主要特点、基本工作原理、结构,合理选择和正确使用这些仪表,是油气管道操作人员达到安全、平稳的操作,搞好输油输气生产的必要基础。

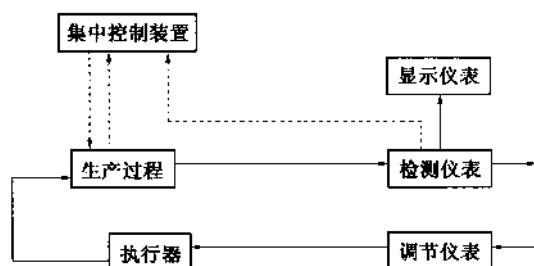


图 1-1-1 仪表的分类

第二节 测量精度与误差

就测量过程的实质而言,其共性在于被测变量都需经过一次或多次的信号能量形式的变换,最后获得便于测量的信号能量形式,通过指针位移或数字符号显示出来。所以各种检测仪表的测量过程,实质上就是被测变量信号能量的不断变换和传递,并将它与其相应的测量

单位进行比较的过程,而检测仪表正是实现这种比较的工具。例如对炉温的检测,常常是利用热电偶的热电效应,把被测温度(热能)变换成直流毫伏信号(电能),然后经过毫伏检测仪表转换成仪表指针位移,再与温度标尺相比较而显示被测温度的数值。

一、测量及测量误差

由于所使用的测量工具本身的性能以及测量者的主观性和环境条件等原因,任何测量过程都存在测量误差。鉴于变量的真实值无法测知,所以用适合该特定情况的标准仪表和方法测得的数值来代表真实值,称约定真值。被测变量仪表指示值(测量值)与其约定真值的差值就称测量误差。

1. 绝对误差(Δ)

令被测量的真值为 A , 仪表的指示值为 Y , 则绝对误差表示为

$$\Delta = Y - A \quad (1-2-1)$$

绝对真值是不可能得到的,所以一般均以基准仪器的量值代表真值,叫作约定真值,它与真值之差可以忽略不计。为了简化有时用“真值”这个词代替约定真值。而在实际测量中又常用上一级标准仪表的量值当作近似真值。

2. 相对误差(γ)

它是指绝对误差与被测量实际值(或示值)的百分比值。即

$$\gamma_A = \frac{\Delta}{A} \times 100\% \quad (1-2-2)$$

它是一个无量纲值。由于真值不易取得,有时用仪表示值代表真值求相对误差(称为标称相对误差),用 γ_y 表示。

$$\gamma_y = \frac{\Delta}{y} \times 100\% \quad (1-2-3)$$

而 γ_A 与 γ_y 是相近的,常用 γ 表示相对误差,它是一个无量纲的百分数值,且远小于 1。

绝对误差不能作为不同量程的同类仪表和不同类仪表之间精度的比较尺度。同一台仪表在整个测量范围内一般相对误差不是一个常数,它随被测量的大小而变化。因此相对误差也不宜于用来作为仪表之间彼此的比较,即不便于用来划分仪表的精度等级。为了解决这个问题,采用引用误差的概念。它主要是对分子、分母都规定了一个特定值。

3. 引用误差或精度等级(γ_m)

它是指绝对误差与测量范围 B 的比值的百分数。即

$$\gamma_m = \frac{\Delta}{B} \times 100\% \quad (1-2-4)$$

当公式中绝对误差 Δ 取仪表标尺范围内可能出现的最大绝对误差 $\Delta_{\max}$ 时,式(1-2-4)表示仪表的精度等级。仪表的精度等级是衡量仪表测量数值精确度的重要指标。精度等级是由国家规定的一系列数字表示的,根据不同标准还有不同的划分方法。油气管道常用压力表精度等级序列为: 0.1、0.16、0.25、0.4(GB/T 1227—2002 精密压力表); 1.0、1.6、2.5、4.0(GB/T 1226—2001 一般压力表)等。通常在仪表的刻度盘上,用一个带圆圈的数字标明该仪表的精确度等级。例如 1.6 级,就用①表示。

精确度等级标明了该仪表的最大引用误差不能超过的界限。如果某仪表为 A 级精确度,则表明该仪表最大引用误差不能超过 A%。在选表和重新定级时应予注意。例如,某温度表的测量范围是 0~300℃,校验后发现其最大绝对误差为 +4℃,按引用误差计算得

$$\gamma_m = \frac{4}{300 - 0} \times 100\% = 1.3\%$$

则此表的精确度级别实际上是在 1 级与 1.6 级之间，只达到 1.6 级，故定为 1.6 级。

如果是工艺上提出选表要求：测量范围在 $0 \sim 300^\circ\text{C}$ ，最大绝对误差不能大于 $\pm 4^\circ\text{C}$ ，鉴此，所选仪表的精确度必须要比计算所得的 1.3% 高才行，所以应选用 1.0 级。

根据式(1-2-3)、式(1-2-4)，可得

$$\gamma_y = \frac{B}{y} \times \gamma_m$$

可见为了减小测量中的示值误差，在选择量程时，应使指针尽可能接近于满度值，最少应工作于满度值的 $1/3$ 以上 $3/4$ 以下区域。

γ_m 越小，测量误差越小，但仪表价格越贵。但是并非精度高的仪表就一定会得到较好的测量结果。

【例 1-2-1】要测稍低于 100°C 的温度，现有 0.4 级的 $0 \sim 300^\circ\text{C}$ 的和 1.0 级的 $0 \sim 100^\circ\text{C}$ 的两个温度计，试问采用哪一个温度计好？

解 用 0.5 级表测量时最大相对误差为

$$\gamma_1 = \frac{300}{100} \times 0.4\% = 1.2\%$$

而用 1.0 级的表测量时最大相对误差为

$$\gamma_2 = \frac{100}{100} \times 1.0\% = 1.0\%$$

计算结果说明：用 1.0 级表比用 0.5 级表更合适。所以在仪表时应兼顾精度等级和量程。

应当指出，仪表的测量误差还与其使用条件有关，要使仪表正常工作，必须有一定的环境要求，如温度、振动等不能超过要求。如果仪表不在规定的环境条件下工作，则会产生额外的附加误差，而且可能是很大的。因此使用时必须注意。

二、测量仪表的基本性能

1. 灵敏度

表征仪表对被测量变化灵敏程度的指标，称灵敏度。取仪表达到稳定后，输出增量 $\Delta\alpha$ (指针位移量) 与输入增量 Δx (被测变量的变化量) 之比来表示，即

$$\text{灵敏度} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta x} \quad (1-2-5)$$

如果仪表的输出信号与被测量具有相同的量纲，灵敏度又称为放大倍数。对同一类仪表而言，标尺刻度确定后，仪表的测量范围越小，灵敏度越高。但灵敏度高的仪表精确度不一定高。

2. 灵敏限和死区

仪表的灵敏限是指能引起仪表的指示值发生变化的被测量的最小改变量。单位与被测量的单位相同。一般灵敏限的数值不应大于仪表最大允许绝对误差的一半。

死区是指被测量的变化不致引起仪表指示有所改变的最大区间。单位与被测量的单位相同。

3. 分辨率

如果输入量从某个任意非零值缓慢地变化，我们将发现：在输入变化值没有超过某一数值之前，仪表示值是不会变化的。使仪表输出量变化(如指针发生动作)的被测量的最小变

化量叫作仪表的分辨率。一般模拟式仪表的分辨率规定为最小刻度分格值的一半，数字式仪表的分辨率是最后一位的一个字。

4. 线性度

线性度用来说明仪表输出量与被测量的实际关系曲线偏离理想直线性刻度特性的程度。无论是模拟式仪表还是数字式仪表，都希望输出量与被测量是线性关系。这样模拟式仪表的刻度就可做成均匀刻度，而数字式仪表就可以不必采用线性化环节。但线性刻度的测量仪表往往会由于各种因素的影响，使其实际特性偏离其理论上的线性特性，即非线性现象。如图 1-2-1 所示，图中曲线 a 为仪表输入输出实际特性曲线， b 为理论线性特性。

线性度是衡量偏离线性程度的指标，用字符 E 表示。它以实际示值与理论值之间差值的最大值 Δy_m 和仪表量程范围 B 之比的百分数表示。即

$$E = \frac{\Delta y_m}{B} \times 100\% \quad (1-2-6)$$

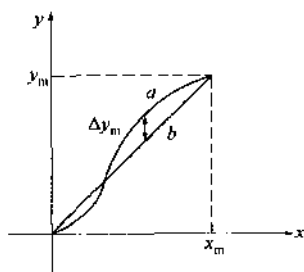


图 1-2-1 非线性现象

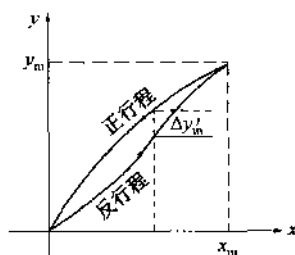


图 1-2-2 仪表的变差

5. 变差

在用同一仪表对相同变量值进行正、反行程测量时(即被测变量从小到大和从大到小全行程范围)，其指示值不相等，两者之间的最大差值称为该仪表在该点的回差(也称变差)，用输出量程的百分数表示。它是反映仪表恒定度的指标。如图 1-2-2 所示。以同一被测量值下正反行程间仪表的指示值的最大差值 $\Delta y'_m$ 与仪表量程范围 B 之比的百分数表示变差，即

$$\varepsilon = \frac{\Delta y'_m}{B} \times 100\% \quad (1-2-7)$$

仪表的变差不能超过其精度，否则不能继续使用，必须进行更换和修理。

6. 工作条件与误差修正

仪表正常工作环境温度为 $5 \sim 40^\circ\text{C}$ ；仪表正常工作环境振动条件应不超过 GB/T 4439 规定的 V、H 2 级。

仪表的基本误差、回差、零点误差、轻敲位移及指针偏转的平稳性应符合国家标准有关的规定：①环境温度： 0.1 级、 0.16 级仪表为 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ； 0.25 级仪表为 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ； 0.4 级仪表为 $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ ；②仪表应处于正常工作位置；③负荷变化均匀。

当使用环境温度偏离 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ (0.1 级、 0.16 级)、 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ (0.25 级)、 $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ (0.4 级)时，仪表的示值误差(包括零点)分别不应超过下式规定的范围：

$$\Delta = \pm (\delta + K\Delta t) \quad (1-2-8)$$

式中 δ ——表 2-2-3 规定的基本误差限绝对值，%；

Δt —— $|t_2 - t_1|$ ， $^\circ\text{C}$ ；

t_2 ——仪表正常工作环境温度，标准规定在 $5 \sim 40^\circ\text{C}$ 之间；

t_1 ——对于 0.1 级、0.16 级的仪表，当 t_2 高于 21℃ 时，为 21℃，当 t_2 低于 19℃ 时，为 19℃；

对于 0.25 级的仪表，当 t_2 高于 22℃ 时，为 22℃，当 t_2 低于 18℃ 时，为 18℃；

对于 0.4 级的仪表，当 t_2 高于 23℃ 时，为 23℃，当 t_2 低于 17℃ 时，为 17℃；

K ——0.04%/℃；

Δ ——环境温度偏离 20℃ ±1℃ (0.1 级、0.16 级)、20℃ ±2℃ (0.25 级)、20℃ ±3℃ (0.4 级) 时的示值误差允许值，表示方法与基本误差相同，%。

7. 指针偏转的平稳性

在测量过程中，仪表的指针不应有跳动和停滞现象。

8. 零点误差

仪表按正常位置安装，弹簧管内无外加负荷时，零点误差的绝对值应不大于示值基本误差限的绝对值。无调零装置的仪表，不应设有抑制零位的装置。装有调零装置的仪表，零点调节范围应不小于其量程的 2%。

9. 轻敲位移

在测量范围内的任何位置上，用手指轻敲（使指针能自由摆动）仪表外壳时，指针指示值的变动量应不大于基本误差限绝对值的 1/2。

第三节 仪表常用名词与 PID 图

一、其他常用名词和定义

(1) 计量仪表 将被测量值转换成可直接观察的示值或等效信息的器具。如压力表、温度计、传感器、记录仪和调节器等。

(2) 传感器 直接作用于被测量对象，并能按一定规律将测量结果转换成同种或别种量值输出的器件。如热电偶、热电阻和氧化锆等。

(3) 变送器 输出为标准信号的传感器。如压力变送器、温度变送器和电流变送器等。

(4) 数字信号 具有两种状态的电信号，如“开”或“关”、“高”或“低”、“正”或“负”。这里数字的含义是指二进制或两种状态。数字信号也称开关信号。

(5) 模拟信号 具有连续变化状态的电信号，它可以从各种模拟传感器中获得。

二、检测仪表的构成

检测仪表品种繁多，结构各异，但是它们的基本构成都是相同的，一般都包括以下几个组成部分：

(1) 检测部分 检测部分一般直接与被测介质相关联，通过它感受被测变量的变化，并变换成便于测量的相应的位移、电量或其他物理量。所以这部分也称检测元件或传感器。

(2) 传送及放大部分 传送及放大部分也起信号能量的变换作用，通过它将经检测部分检测变换后的信号进行传送和放大，以驱动显示部分的指示、记录等机构动作。

(3) 显示部分 显示部分的作用是将测量结果用指针、记录笔的位移、数字值、文字符号（或图像）形式显示出来。显示装置有直读式、自动记录式和打印式之分。有时为了实现控制、越限报警、信号远传或其他显示等功能，而带有相应的附加装置。

(4) 反馈部分 反馈部分也称平衡或补偿机构，用以改善仪表的性能，如提高仪表的稳定性和测量的精确程度，改善仪表线性特性等。

上述各基本部分按一定的方式组合就构成了检测仪表,根据其信号联接方式不同,检测仪表可分为直接变换型和平衡变换型两种结构形式,如图 1-3-1 所示。

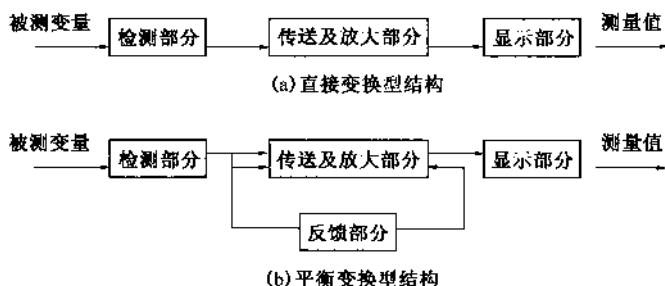


图 1-3-1 检测仪表的构成

直接变换型仪表的特点是各组成部分之间的信号能量变换只沿着一个方向前进,它是一个开环系统。大多数直接动作的指示式仪表(如弹簧管压力表)属于这种结构,这类仪表结构简单,性能稍差些。

平衡变换型仪表有两个信号能量变换回路,一个为正向变换回路(即直接变换型),另一个为反向变换回路(即通过反馈部分引入负反馈信号与测量信号相比较),它是一个闭环系统。当测量信号与负反馈信号达到平衡时,则显示出测量的结果。大多数自动平衡式显示仪表及变送器(如电子自动平衡电位差计、气动差压变送器)都属于这种结构。虽然这种仪表结构复杂些,但仪表的性能却大大提高了。

三、仪表在 PID 图上的表示方法

1. 图形符号

1) 测量点

测量点是由工艺设备轮廓线或者工艺管线引到仪表圆圈的连接线的起点。一般没有特定的图形符号。必要时,检测元件可以用象形或图形符号表示。如图 1-3-2 所示。

2) 连接线

通用的仪表信号线都是采用细实线来表示。连接线表示交叉或相连,是按照图 1-3-3 的形式表达。必要时可以加箭头表示信号传递的方向。在需要时,信号线也可按气信号、电信号或导压毛细管等采用不同的表示方式加以区分。



图 1-3-2 测量点的表示方法

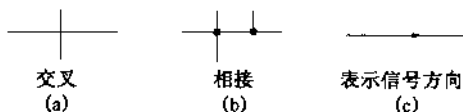


图 1-3-3 连接线的表示方法

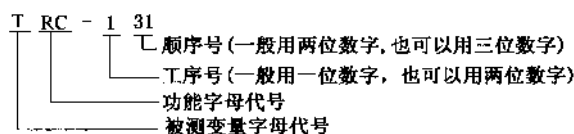
3) 仪表

仪表的图形符号是一个细实线的圆圈。常规仪表图形符号是直径为 12mm(或 10mm)的细实线圆圈。对于处理两个或两个以上被测变量,具有相同或不同功能的复式仪表,可以采用两个相切的圆或一个细实线圆或一个细虚线圆相切来表达。

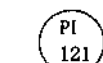
2. 仪表位号

有时在一张图中同类型仪表很多,为了区别,在检测、控制系统中,构成回路的仪表

(或元件)也用仪表位号来标识。仪表位号由字母代号组合和回路编号两部分组成。仪表位号中的第一个字母表示被测变量,后继字母表示仪表的功能;回路的编号由工序号和顺序号组成,一般用3~5位阿拉伯数字表示,如下例所示:



在管道及仪表流程图中,仪表位号的标注方法是:字母代号填写在仪表圆圈的上半圆中;回路编号填写在下半圆中,如图1-3-4所示。仪表安装位置的图形符号请参考其他资料。



(a)就地安装



(b)集中盘面安装

3. 字母代号

在控制流程图中,表示仪表的圆圈中上半部标有两位(或两位以上)的字母,首位字母表示该仪表检测或控制的变量,后继字母表示仪表的功能。仪表信号中表示被测变量和仪表功能的字母代号见表1-3-1。

表 1-3-1 PID 图上仪表的字母代号

	首 位 字 母		后 续 字 母	
	测量或初始变量	修 饰 符	功 能	修 饰 符
A	分析	—	报警	—
B	火焰	—	—	—
C	电导率	—	控制	关
D	密度或相对密度	差值	—	—
E	电压	—	传感器	—
F	流量	比率	—	—
G	—	—	观察设施	—
H	手动	—	—	高
I	电流	—	指示	—
J	功率	—	—	—
K	时间	—	—	—
L	液位,料位	—	灯	低
M	湿度	瞬间	—	—
N	—	—	—	—
O	—	—	孔板	开
P	压力或真空	—	—	—
Q	数量	累计	综合	—
R	放射性	—	记录	—
S	速度或频率	安全	开关	—
T	温度	—	传送	—
U	多重变量	—	—	—
V	机械振动	—	阀门	—
W	重量或力	—	井	—
X	特殊变量	—	特殊功能	—
Y	状态	—	延迟计算	—
Z	位置	—	驱动器	—

四、油气管道 PID 图示例

- (1) LNG 管道 PID 图(图 1-3-5)。
- (2) 分输站工艺流程图(图 1-3-6)。
- (3) ESD 阀控制回路工艺流程图(图 1-3-7)。

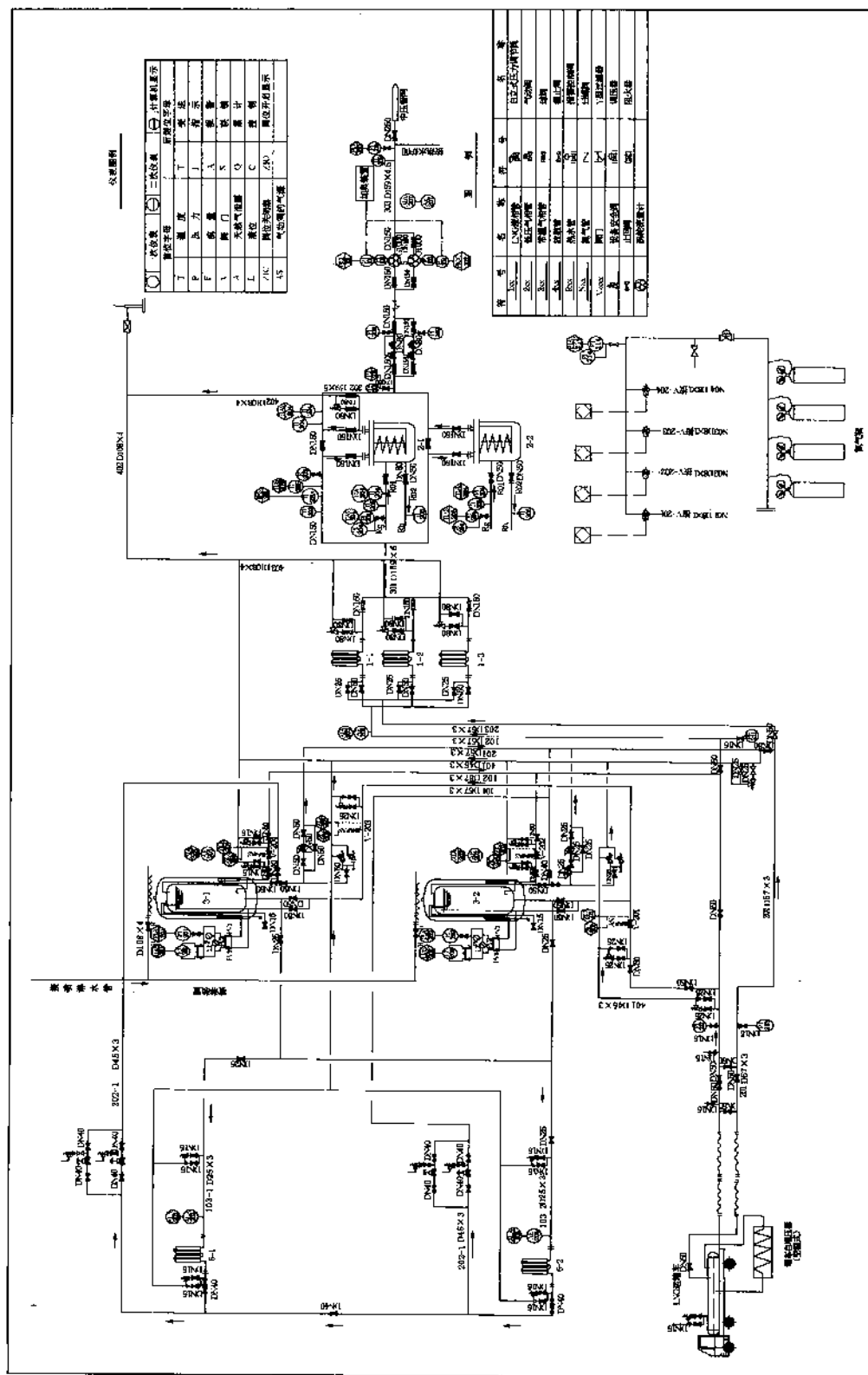


图 1-3-5 LNG 管道 P&ID 图

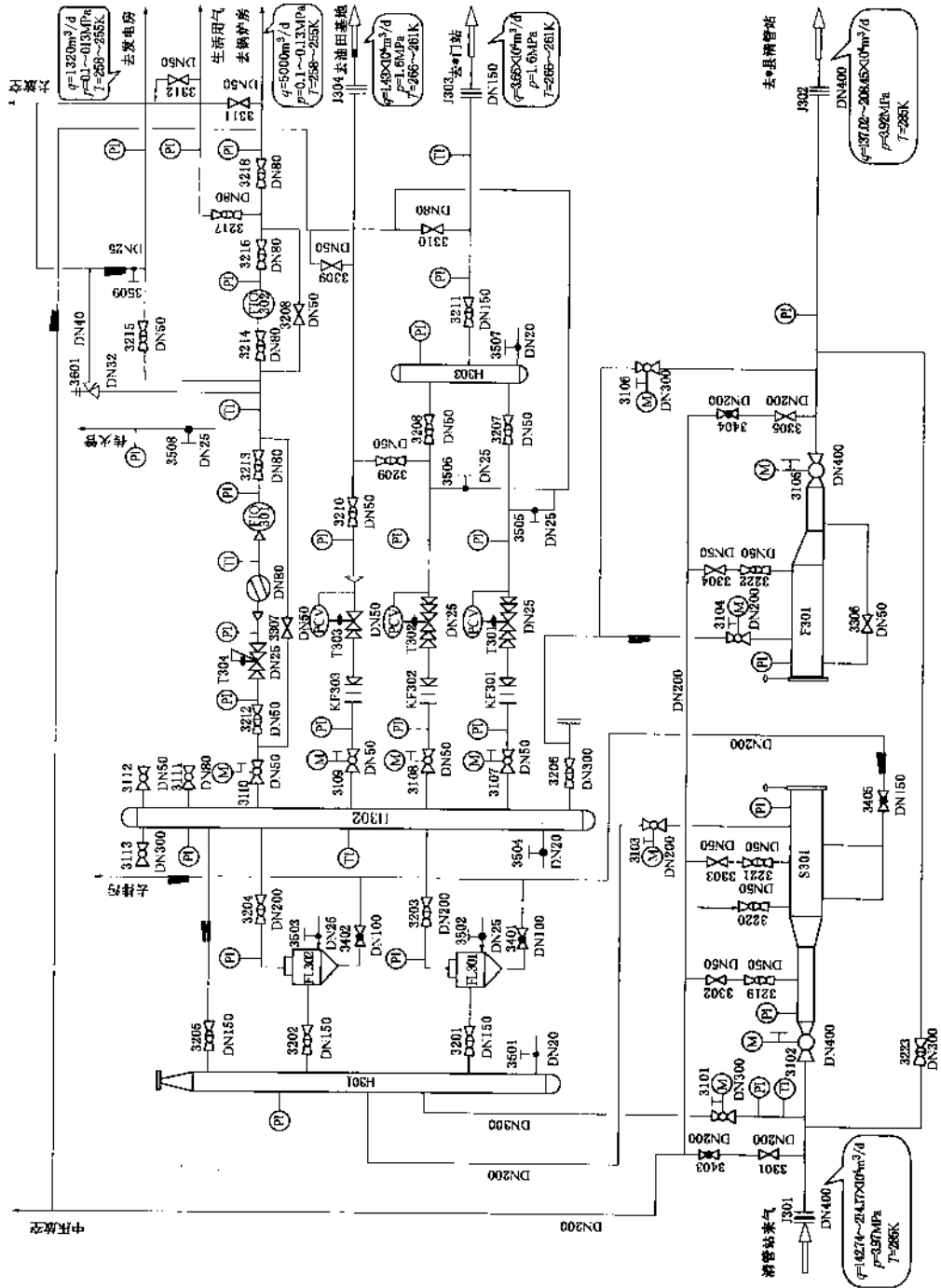


图 1-3-6 分输站工艺流程图

