



仪表工试题集

第 一 册

化工自动化及仪表 编辑部

序 言

我国化工自动化开始得还比较早，一九五六年就在大学里开办了这一专业，相继中专也成立了类似专业，有计划地培养化工自动化方面的专业技术人才。在生产上也于五十年代后期开始筹建车间的、甚至全厂的综合自动化试点，还有目的地从外国引进自动化水平较高的典型示范工厂。接着又提倡计算机控制，不少工厂都积极开展这方面的工作。总的来说，起步不晚、计划不小、方向也是正确的。若能健康发展，我们今天的化工自动化应当与国际先进水平差距不会很大。但是由于种种原因，不仅进展不快，有的试点还半途而废，使我们与国际水平的差距拉大了。在造成这一现状的原因中，重要一点似为重视基础工作不够，重视培养基层技术力量不够。从我们今天所开展的高级一点的自动化工作来看，极大多数项目中都要花费百分之八十的人力、物力、财力在基础性的准备及初级技术人员的训练上，真正用在关键上的力量是很有限的。因而要缩短我们与国际先进水平的差距，必须首先大力广泛开展自动化方面的基础建设及技术力量的培养。

《仪表工试题集》是针对初级技术人员培养工作而编写的，对帮助广大技术工人的成长是有益的。但是仅仅一本包括参考答案的试题集还是不够的，这种形式很容易养成死背硬记、不求甚解的习惯。希望通过试题集的出版，广泛举办学习班、训练班，推动技术培训工作进一步开展，同时也促进更多的辅导材料、普及读物的编写，逐步形成一套比较完整的自学和教学资料，使工作在第一线的同志们迅速壮大成长。他们将会为巩固和建立基础自动化工作、为进一步开展高级的和计算机的管理和控制做出贡献，为实现四个现代化做出贡献。

周春晖

一九八五年二月

编写说明

为了配合各工厂企业做好仪表工培训、考核工作,根据广大仪表工人和读者的迫切要求,我们组织编写了这本《仪表工试题集》。

本试题集主要读者对象是化工、石油化工、炼油、冶金、电力、轻工、纺织、医药等行业的仪表工人,对仪表及自动化专业的工程技术人员和院校师生也有参考价值。

全集分一、二两册,共十个部分,计收录试题约二千例,每题均附有参考答案。这些试题是从全国三百多个工厂、企业、院校和科研、设计、化建单位提供的六千多例试题中挑选出来的,其中多数来自工厂企业,有些就是各单位历年的考题。初稿完成后,又经各方面人员逐题认真审定。可以说,这本试题集是实践经验的总结和集体智慧的产物。

在选编过程中,我们依照科学性、针对性、实用性、通俗性的要求,力求使之内 容丰富、重点突出、结合实际、生动活泼。

由于各行业技术等级标准不一,实际情况各异,试题未按技术等级分类,书末附有技术等级标准,以便复习、出题参考。考虑到内容上的系统性和近期内的发展,收录了少量超出现有技术等级标准范围的试题,可供进一步学习提高之用。此外,书末还附有仪表维修工应会参考试题。

参加试题集选编的有:李腾扬、左国庆、程萍(第一部分一、四)、刘绳祖(第一部分二、三、第三部分)、李民(第一部分五、六)、汤明元(第二、八部分)、王志宏(第二部分)、王森(第四、五、六部分)、金明霞(第七部分)、高淑云(第九、十部分)、卢万仪(第九部分)。

全集由化学工业部自动化研究所胡有光主审,参加进一步选编和审定的工厂人员有:上海吴泾化工厂胡永健、天津石油化工公司化工厂李宝俊、泸州天然气化工厂马志勇、上海天原化工厂张基立、上海溶剂厂纪纲、兰州炼油厂孙贤禹、长岭炼油厂朱炳兴、兰州化学工业公司石油化工厂李腾扬;院校和研究单位人员有:浙江大学黄楨地、乐嘉华、华东化工学院沈关梁、北京轻工业学院何彦志、泸州化工学校熊德仙、化工部自动化研究所李民、汤明元、王森。

编写这样一本多方面与教材配合并结合实际的仪表及自动化试题集还是首次,由于国内同类型的参考资料很少,加之时间紧迫、经验不足,书中难免存在一些缺点乃至错误,欢迎大家批评指正。

在本试题集征题、选编、审定、出版过程中,曾得到广大读者、作者、各有关单位的大力支持和热情赞助,谨在此表示深切感谢并致以崇高敬意。

《化工自动化及仪表》编辑部

一九八五年二月

目 录

第 一 册

序言

编写说明

第一部分 化工测量及仪表	(1)
一、测量误差与仪表质量指标	(1)
测量误差的估计和处理	(1)
仪表的质量指标	(6)
二、压力	(12)
压力测量与压力单位	(12)
液柱式压力计	(19)
弹性式压力计	(25)
电测式压力计	(29)
活塞式压力计	(31)
三、物位	(33)
玻璃液位计	(33)
静压式液位计	(33)
浮力式液位计	(47)
电容式物位计	(53)
放射性同位素物位计	(55)
四、流量	(59)
流量单位与常用物理参数	(59)
差压式流量计	(62)
转子流量计	(77)
涡轮流量计	(82)
容积式流量计	(84)
电磁流量计	(87)
靶式流量计	(89)
旋涡流量计	(91)
流量标准装置	(92)
五、温度	(95)
温标及其换算	(95)
热电偶温度计	(96)
热电阻温度计	(108)
其他温度计	(112)

六、显示仪表·····	(114)
动圈式显示仪表·····	(114)
电子电位差计·····	(120)
电子平衡电桥·····	(132)
第二部分 流程分析仪器·····	(134)
样品预处理·····	(134)
热导式分析器·····	(139)
磁性氧分析器·····	(144)
氧化锆氧分析器·····	(148)
红外线分析器·····	(151)
气相色谱仪·····	(159)
pH值测定仪·····	(178)
工业电导仪·····	(186)
可燃气体检测器·····	(190)
第三部分 气动调节仪表·····	(193)
一、基础知识·····	(193)
二、变送单元·····	(195)
三、调节单元·····	(200)
四、运算单元及其他·····	(207)
五、显示单元·····	(209)
六、集装式调节仪表·····	(211)
第四部分 电动调节仪表·····	(216)
一、基础知识·····	(216)
二、变送单元·····	(218)
三、调节单元·····	(225)
四、运算单元·····	(233)
五、显示单元·····	(235)
六、安全栅·····	(238)
七、动圈式调节仪表·····	(240)
第五部分 新型控制装置·····	(242)
组装式电子综合控制装置·····	(242)
工业控制机·····	(242)
集中分散型综合控制系统·····	(243)
微型计算机·····	(244)
可编程调节器·····	(253)

第 二 册

第六部分 执行器·····	(257)
一、结构与类型·····	(257)

二、选用与计算	(260)
结构型式的选择	(260)
气开、气关的选择	(261)
流量特性的选择	(262)
流通能力和口径计算	(265)
不平衡力计算	(270)
三、辅助装置	(271)
四、安装与使用	(272)
第七部分 自动控制系统	(277)
一、基础知识	(277)
对象特性	(277)
传递函数和方块图	(279)
系统的过渡过程	(282)
二、简单调节系统	(283)
调节系统的组成	(283)
调节规律	(287)
系统投运与参数整定	(291)
系统的故障判断和处理	(297)
三、复杂调节系统	(300)
串级调节系统	(300)
均匀调节系统	(303)
比值调节系统	(304)
选择性调节系统	(307)
前馈调节系统	(309)
分程调节系统	(311)
四、典型设备调节系统	(312)
流体输送设备	(312)
传热设备	(314)
精馏塔	(315)
化学反应器	(317)
锅炉	(317)
五、报警与联锁系统	(321)
继电线路基本元件	(321)
基本继电线路	(325)
逻辑分析方法	(329)
基本报警线路	(331)
基本联锁线路	(335)
六、图例识别	(338)
第八部分 仪表电路基础	(341)

一、直流电路	(341)
二、交流电路	(347)
三、简单放大器	(355)
四、运算放大器	(365)
五、数字电路	(381)
第九部分 常用仪器、工具和材料	(389)
一、常用电工仪器	(389)
电流表、电压表	(389)
标准电阻、电阻箱	(392)
电桥	(393)
万用表	(397)
直流电位差计	(401)
检流计	(402)
标准电池	(404)
直流分压箱	(405)
兆欧表	(406)
二、常用电子仪器	(407)
电子管电压表	(407)
数字电压表	(408)
示波器	(409)
稳压电源	(412)
三、常用工具和材料	(412)
测电笔	(412)
手电钻	(413)
电烙铁	(414)
螺丝刀、扳手、丝锥、扳牙、游标卡尺	(415)
常用材料	(416)
第十部分 其他	(418)
一、仪表供气供电	(418)
二、管线敷设	(419)
三、保温伴热	(420)
四、防火、防爆	(423)
五、防腐、防毒	(427)
六、机械识图知识	(433)
附录一 仪表维修工人技术等级标准	(437)
一、化学工业部标准	(437)
二、石油工业部标准	(440)
三、上海市标准	(443)
附录二 仪表维修工应会参考试题	(447)

第一部分 化工测量及仪表

一、测量误差与仪表质量指标

测量误差的估计和处理

1——1 填空:

1. 用某一压力表测量 1.0kgf/cm^2 的压力, 其测量值为 1.01kgf/cm^2 , 则绝对误差为(), 修正值为(), 相对误差为()。

2. 检定 $0\sim 1.6\text{kgf/cm}^2$ 的标准压力表, 发现其最大绝对误差为 0.0056kgf/cm^2 。因此, 该表的最大引用误差为(), 仪表实际的准确度等级为()。

3. 已知仪表的读数为 495°C , 修正值为 $+5^\circ\text{C}$, 那么测量温度的绝对误差为(), 被测介质的实际温度为(), 测量温度的相对误差为()。

4. 按误差本身的因次(单位)不同, 误差可分为()误差、()误差和()误差。

5. 按仪表是否在规定条件下使用来分, 误差可分为()误差和()误差。

6. 按误差出现的规律来分, 误差可分为()误差、()误差和()误差。

答案: 1. 0.01kgf/cm^2 , -0.01kgf/cm^2 , 1% 2. 0.35% , 0.35 3. -5°C , 500°C , -1% 4. 绝对、相对、引用 5. 基本, 附加 6. 系统, 偶然, 疏失

1——2 试指出下列情况属于何种误差。(系统误差, 随机误差, 疏忽误差)

1. 用一只普通万用表测量同一个电压,

每隔十分钟测一次, 重复测量十次, 数值相差造成误差。

2. 用普通万用表测量电阻值时, 如果没有反复调整零点而造成的误差。

3. 看错刻度线造成误差。

4. 使用人员读数不当造成视差。

5. 仪表安装位置不当造成误差。

6. 差压变送器承受静压变化造成误差。

7. 因精神不集中而写错数据, 造成误差。

8. 仪表受环境条件(温度、电源电压)变化造成误差。

9. 选错单位或算错数字, 造成误差。

10. 标准电池的电动势值随环境温度变化造成误差。

答案: 1——随机误差 2、4、5、6、8、10——系统误差 3、7、9——疏忽误差

1——3 在节流装置的流量测量中进行温度、压力等修正是修正什么误差?

1. 疏忽误差

2. 偶然误差

3. 系统误差

答案: 3

因为在节流装置的流量测量中由于温度、压力的变化所引起的误差是有一定的规律, 可以通过一定的修正公式进行校正, 故为系统误差。(淮南化肥厂 盛维华)

“第一部分 化工测量及仪表”试题中, 凡未注明作者姓名的, 均由兰州化学工业公司石油化工厂李腾扬编写。

1——4 判断(是打√,非打×,下同):

1. 测量值小数点后的位数愈多,测量愈精确。

2. 选定的单位相同时,测量值小数点后位数愈多,测量愈精确。

3. 计算结果中保留的小数点后位数愈多,精确度愈高。

4. 测量数据中出现的一切非零数字都是有效数字。

5. 在非零数字中间的零是有效数字。

6. 在非零数字右边的零是有效数字。

7. 在整数部分不为零的小数点右边的零是有效数字。

答案: 2、4、5、6、7——√

1、3——×

1——5 试指出下列量值的有效数字位数:

1. 4.8mA, 2. 4.80mA, 3. 2705kΩ,
4. $2.705 \times 10^3 \Omega$, 5. $1.36 \times 10^{-3} \text{kgf/cm}^2$,
6. 1.0kgf/cm^2 , 7. 0.2kgf/cm^2 , 8. 2500
mmH₂O, 9. 1.0332kgf/cm^2 , 10. 735.56
mmHg, 11. $10.000 \text{mmH}_2\text{O}$, 12. 0.0703kgf/cm^2 。

答案: 1、6——两位 3、4、8
——四位 2、5、12——三位 9、10、
11——五位 7——一位

1——6 生产过程的数据记录、试验数据记录以及数据处理应当遵循的最基本的原则是什么?请应用这一原则,计算如下题目。

用五位数字电压表测一只20%精度的150Ω电阻上的电压,显示值为10.523V,试算出该电阻的耗散功率和流过的电流?

答:有效数字原则

电阻值和电压值应分别记录为

$$1.5 \times 10^2 \Omega$$

$$1.05 \times 10 \text{V}$$

计算得功率、电流分别为 $7.4 \times 10^{-2} \text{W}$

$$7.0 \times 10 \text{mA}$$

(重庆分析仪器研究所 金义忠)

1——7 什么叫测量误差?为什么会产生测量误差?

答:测量值与“真值”之间的差异叫测量误差。人们进行测量的目的,是要求得被测量的“真值”。尽管“真值”客观存在,但在实际测量中,由于被测量、测量原理和方法、测量仪表(或设备)、测量环境及测量者本身都要受许多主、客观因素的影响,因而很难测得被测量的“真值”。这就是为什么会产生测量误差的主要原因。这种情况在测量中是普遍存在的。

(泸州化工学校 熊德仙)

1——8 测量值、真值、误差、修正值之间有何关系?如何表示测量误差?

答:测量值、真值、误差、修正值之间的关系如下:

$$\text{误差} = \text{测量值} - \text{真值}$$

$$\text{修正值} = \text{真值} - \text{测量值}$$

$$\text{误差} = -\text{修正值}$$

测量误差的表示方法有

$$\text{绝对误差} = |\text{测量值} - \text{真值}|$$

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{真值}} \approx \frac{\text{绝对误差}}{\text{测量值}}$$

式中 | | 表示取绝对值 (熊德仙)

1——9 按测量误差出现的规律来分类,它可分为哪几类?各类有何特点?产生该类误差的主要原因是什么?

答:按测量误差出现的规律来分类,它可分为系统误差、偶然误差、疏失误差。

系统误差又称规律误差,因其大小和符号均不改变或按一定规律变化。其主要特点是容易消除或修正。产生系统误差的主要原因是:仪表本身的缺陷,使用仪表的方法不正确,观测者的习惯或偏向,单因素环境条件的变化等。

偶然误差又称随机误差,因它的出现完全是随机的。其主要特点是不易发觉、不好

分析难于修正,但它服从于统计规律。产生偶然误差的原因很复杂,因为它是许多复杂因素微小变化的共同作用的结果所致。

疏忽误差又叫粗差。其主要特点是无规律可循,且明显地与事实不符。产生这类误差的主要原因是观察者的失误或外界的偶然干扰。

1——10 为什么要以“均方根误差”作为衡量测量精度的标准?在实际生产条件下,均方根误差如何计算?

答:因为一个测量参数的一组测量值的随机误差会有“正”,也有“负”。根据无数次的实验和误差理论的分析证明,当测量次数达到“相当多次”或“无限多次”的情况下,随机误差的平均值趋向于“0”,因而不能以随机误差的代数平均值来评价一组测量值的精度。根据研究结果,提出了“以各个随机误差的平方的平均数的平方根”作为衡量精度的标准,即

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (X-L)^2}{n}}$$

$$\Delta = X - L$$

式中 σ ——均方根误差

L ——被测量参数的真值

X ——测量值

$\sum (X-L)^2$ ——表示 n 次测量误差的平方之总和

Δ ——真误差

由于在实践中,被测参数的真值是不知道的,因而“ Δ ”也是求不出来的。在实际工作中,按下式计算均方根误差:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (X-\bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

式中 $\bar{X}$ 为算术平均值

(湖北大悟县化肥厂 熊行宪)

1——11 下列数据是七台压缩机在某同一时刻的三段入口的压力测量值(单位:

kgf/cm²),各台压缩机三段入口接同一气体总管。试计算这一时刻进入各台压缩机三段入口气体压力的平均值及均方根误差。

$P_{3\lambda} = 11.0, 11.0, 10.5, 10.5, 10.7, 10.2, 10.5$ 。

$$\begin{aligned} \text{解: } \bar{P}_{3\lambda} &= \frac{1}{7} \times (11.0 + 11.0 + 10.5 \\ &+ 10.5 + 10.7 + 10.2 + 10.5) \\ &= 10.63 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

计算出各测量值的误差为

$$+0.37, +0.37, -0.13, -0.13, +0.07, -0.43, -0.13。$$

$$\begin{aligned} \sum (P_{3\lambda} - \bar{P}_{3\lambda})^2 &= 0.37^2 + 0.37^2 + (-0.13)^2 + (-0.13)^2 + 0.07^2 + (-0.43)^2 \\ &+ (-0.13)^2 = +0.5143 \end{aligned}$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{0.5143}{7-1}}$$

$$= \pm 0.29 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$\therefore$ 三段入口气体压力的平均值是 10.63 kgf/cm², 均方根误差是 ± 0.29 kgf/cm²。

(熊行宪)

1——12 某厂有 8 台压缩机并联运行, 8 台压缩机的二段出口为同一气体总管。表 1 所记录的是该厂在同一天 24 小时内, 8 台压缩机的二段出口压力测量数据共 162 个。二段出口压力表的型号、规格为 Y150, 0~25 kgf/cm², 2.5 级精度, 最小刻度值为 0.5 kgf/cm²。试分析在这一天内 8 块压力表的工作状况是否正常?

解: 由于 8 台压缩机的二段出口是同一气体总管, 因此我们可以把表 1 中的 162 个数据视为同一测量点的 162 次测量结果, 把它们的平均值当作二段出口压力的准确值:

$$\bar{X} = 13.67 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

计算出的 162 个测量结果的偏差如表 2 所示。

每个测量结果允许带有的最大测量误差:

(1)、压力表的允许误差

表 1

记 录 时 间	高 压 机 二 段 出 口 压 力 (kgf/cm ²)								平 均
	1 号 机	2 号 机	3 号 机	4 号 机	5 号 机	6 号 机	7 号 机	8 号 机	
0:00'	13.5	13.0	13.5	14.0		14.0	14.0	13.0	13.57
1:00'	13.5	13.5	13.5		14.0	14.0	14.0	13.0	13.64
2:00'	13.5	13.5				13.0	14.0	13.0	13.40
3:00'	13.5	13.0		14.0		13.0	14.0		13.50
4:00'	13.5	13.5	14.0	14.0	14.0	13.0	14.0		13.71
5:00'	13.5	13.5	14.5	14.0	14.0	13.0	14.0		13.79
6:00'	13.5	13.5	14.5	14.0	14.0	13.0	14.5		13.86
7:00'	13.5	13.5	14.5	14.0	14.0		14.5		14.00
8:00'	13.0	13.5		14.0	13.7		13.8	13.0	13.50
9:00'	13.0	13.5		13.8	14.5	14.0	14.0	13.5	13.76
10:00'	13.0	14.5		13.8	14.5	13.5	14.0	13.5	13.83
11:00'	13.0	13.5		13.5	14.0	13.5	14.0	13.5	13.57
12:00'	13.0	13.5		13.8	14.5	13.5	14.0	13.5	13.69
13:00'	13.0	14.0		13.8	14.0	13.7	14.0	13.5	13.71
14:00'	13.0	14.0		13.8	13.7	13.7	14.0	13.5	13.67
15:00'	13.0	14.0		14.0	14.0	13.7	14.0	13.5	13.74
16:00'	13.0	14.0		14.0	14.0	13.0	14.0	13.5	13.64
17:00'	13.0	13.5		13.5	13.5	13.5	14.0	13.5	13.50
18:00'	13.0	13.5		13.5	13.5	13.5	13.8	13.5	13.47
19:00'	13.0	14.0		13.5	13.5	13.5	13.8	13.5	13.64
20:00'	13.0	14.0		13.5	13.5	13.5	13.6	13.0	13.44
21:00'	13.0	14.0		14.0	14.0	14.0	14.0	13.5	13.79
22:00'	13.0	14.0		14.0	14.0	13.5	14.0	13.5	13.71
23:00'	13.0	14.0		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.86
Σ									13.666

$\sigma_{表} = \pm (25 - 0) \times 2.5\% = \pm 0.625 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$

(2)、由于设备振动、工质压力的脉冲和人的视觉误差等原因所引起的附加误差按压力表的一个刻度估计,即

$$\sigma_{附} = \pm 0.5 \text{ kgf/cm}^2$$

每个测量结果所含有的最大测量误差为

$$\begin{aligned}\sigma &= \pm \sqrt{\sigma_{表}^2 + \sigma_{附}^2} \\ &= \pm \sqrt{(\pm 0.625)^2 + (\pm 0.5)^2} \\ &= \pm 0.80 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}\end{aligned}$$

或然理论指出,测量误差的绝对值不超过 1 倍均方根误差的概率是 68.27%,不超过 2 倍均方根误差的概率是 95.45%,不超过 3 倍均方根误差的概率是 99.73%。根据或然理论和计算出来的均方根误差去检验表 2 中的 162 个误差数据,可以看出有 153 个误

差在 1 倍的均方根误差范围内,只有 9 个误差在 2 倍的均方根误差的范围内,可见这 162 个测量数据是可信的,这 8 块压力表的工作状况是正常的。

(熊行宪)

1——13 等精度测量某压力 100 次,其算术平均值 $\bar{X}$ 为 250.06 mmHg,其中测量出最大压力为 250.15 mmHg。试估计在这 100 次测量中落在 $250.06 \pm \sigma$ mmHg 之间的有几次,在 $250.06 \pm 2\sigma$ 之间有几次,在 $250.06 \pm 3\sigma$ 之间有几次?

解: $\because$ 极限误差 (最大误差) $\Delta_{\max} = 250.15 - 250.06 = 0.09$

$$\therefore 3\sigma = 0.09 \text{ 均方根误差 } \sigma = 0.03$$

由正态分布规律可知

落在 250.06 ± 0.03 mmHg 的有 68 次

表 2

记 录 时 间	高 压 机 二 段 出 口 压 力 测 量 误 差 (kgf/cm ²)							
	1 号 机	2 号 机	3 号 机	4 号 机	5 号 机	6 号 机	7 号 机	8 号 机
0:00'	-0.17	-0.67	-0.17	+0.33		+0.33	+0.33	-0.67
1:00'	-0.17	-0.17	-0.17		+0.33	+0.33	+0.33	-0.67
2:00'	-0.17	-0.17				-0.67	+0.33	-0.67
3:00'	-0.17	-0.67		+0.33		-0.67	+0.33	
4:00'	-0.17	-0.17	+0.33	+0.33	+0.33	-0.67	+0.33	
5:00'	-0.17	-0.17	+0.33	+0.33	+0.33	-0.67	+0.33	
6:00'	-0.17	-0.17	+0.33	+0.33	+0.33	-0.67	+0.33	
7:00'	-0.17	-0.17	+0.33	+0.33	+0.33		+0.33	
8:00'	-0.67	-0.17		+0.33	+0.33		+0.33	-0.67
9:00'	-0.67	-0.17		+0.33	+0.33	+0.33	+0.33	-0.17
10:00'	-0.67	+0.33		+0.33	+0.33	-0.17	+0.33	-0.17
11:00'	-0.67	-0.17		-0.17	+0.33	-0.17	+0.33	-0.17
12:00'	-0.67	-0.17		+0.33	+0.33	-0.17	+0.33	-0.17
13:00'	-0.67	+0.33		+0.33	+0.33	+0.33	+0.33	-0.17
14:00'	-0.67	+0.33		+0.33	+0.33	+0.33	+0.33	-0.17
15:00'	-0.67	+0.33		+0.33	+0.33	+0.33	+0.33	-0.17
16:00'	-0.67	+0.33		+0.33	+0.33	-0.67	+0.33	-0.17
17:00'	-0.67	-0.17		-0.17	-0.17	-0.17	+0.33	-0.17
18:00'	-0.67	-0.17		-0.17	-0.17	-0.17	+0.33	-0.17
19:00'	-0.67	+0.33		-0.17	-0.17	-0.17	+0.33	-0.17
20:00'	-0.67	+0.33		-0.17	-0.17	-0.17	-0.07	-0.67
21:00'	-0.67	+0.33		+0.33	+0.33	+0.33	+0.33	-0.17
22:00'	-0.67	+0.33		+0.33	+0.33	-0.17	+0.33	-0.17
23:00'	-0.67	+0.33		+0.33	+0.33	+0.33	+0.33	+0.33

落在 $250.06 \pm 0.06 \text{ mmHg}$ 的有95次

$= \pm 10.2 (^\circ\text{C})$

落在 $250.06 \pm 0.03 \text{ mmHg}$ 的有 $\frac{1}{2}$ (68

(熊行宪)

+95) = 81次 (泸州天然气化工厂 叶伟)

1——14 有一测温点, 采用WREU—210型镍铬—镍硅热电偶, 基本误差 $\sigma_1 = \pm 4^\circ\text{C}$; 采用铜—康铜补偿导线, 基本误差 $\sigma_2 = \pm 4^\circ\text{C}$; 采用温度记录仪表为XWC—300型, EU₂, 电子电位差计, 记录基本误差 $\sigma_3 = \pm 6^\circ\text{C}$; 由于线路中的接触电阻、热电偶冷端温度补偿不完善、仪表桥路电阻值的变化、仪表工作环境电磁场的干扰等原因所引起的附加误差为 $\sigma_4 \approx \pm 6^\circ\text{C}$ 。试计算这一温度测量系统的误差是多少?

解: 这一测温系统的误差

$$\sigma = \pm \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2}$$

$$= \pm \sqrt{4^2 + 4^2 + 6^2 + 6^2}$$

1——15 某测量系统由测量元件、变送器和指示仪表组成, 要求系统的允许误差 (相对额定误差) 为 $\pm 1\%$ 。试问, 选用精度分别为0.1级、0.5级和1级的测量元件、变送器和指示仪表能否满足系统对误差的要求? 请用数据说明之。如不能满足, 此矛盾又该如何解决?

答: 选用元件、仪表组成测量系统的系统误差为

$$E_s = \pm \sqrt{0.1^2 + 0.5^2 + 1^2} \%$$

$$= \pm \sqrt{1.26} \% = \pm 1.12\%$$

此值大于系统允许误差 ($\pm 1\%$), 因此不能满足系统对误差的要求。从选用的元件、仪表的精度等级不难看出, 由于指示仪

表的精度为1级,所以,即使把测量元件和变送器的精度无限提高,也不能使系统误差 $\leq \pm 1\%$ 。因此,只有把指示仪表的精度提高一级,即改用0.5级的指示仪表,就可满

足要求。此时,

$$E_s = \pm \sqrt{0.1^2 + 0.5^2 + 0.5^2} \% = \pm \sqrt{0.51} \% = \pm 0.71\% < \pm 1\%。$$

(吴泾化工厂 胡永健)

仪 表 的 质 量 指 标

1——16 填空:

1.测温范围为0~100℃的0.5级温度表,其允许的最大引用误差为(),其允许的最大示值误差为(),其允许的最大相对基本误差为(),其允许的最大绝对基本误差为()。

2.有一测量范围为0~60kgf/cm²、1.5级普通弹簧管压力计。在环境条件符合规定时校验其50kgf/cm²刻度的示值误差。当逐渐增大压力而趋于这一刻度时标准压力表的示值为50.5kgf/cm²,当逐渐减小压力而趋于这一刻度时标准表的示值为50.4kgf/cm²。因此,示值变差为()kgf/cm²或()%。

3.有一流量测量范围为0~100升/分的1级流量计,在流量为100升/分时其允许的绝对基本误差为(),在流量为10升/分时其允许的绝对基本误差为()。

4.通常规定仪表标尺上的分格值不能小于仪表的()。

5.测压范围为0~100公斤力/厘米²、2.5级的压力表,其标尺最多能分()格。

6.一台温度表指针每移动1毫米代表1℃,另一台温度表指针每移动2毫米代表1℃,这说明前一台仪表的()比后一台仪表()。

7.有一测压范围为0~60kgf/cm²、1.5级压力表。使其指针发生动作的最小变化量为0.4kgf/cm²,则该仪表的灵敏限为()。

答案: 1. $\pm 0.5\%$, $\pm 0.5^\circ\text{C}$, $\pm 0.5\%$, $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 2. 0.1, 0.17 3. ± 1 升/分, ± 1 升/分 4. 基本误差 5. 40 6. 灵敏度、低 7. 0.7%左右

1——17 填空:

1.仪表的测量结果的准确度不仅与仪表的准确等级有关,还与仪表的()有关。

2.仪表的零点和指示随着时间而变化的性质叫(),主要是由()和()等引起的。

3.衡量造成动态误差的因素,用()和()来表示。

答案: 1. 量程 2. 不稳定, 磨损, 劣化 3. 时间常数, 滞后时间。

(摘录)

1——18 填空:

按照国家经委关于《企业能源计量器具配备和管理通则》的规定:

1. 各种静态计量的衡器精确度为 $\pm$ ()%;

2. 各种动态计量的衡器用于进出厂计量精确度为 $\pm$ ()%,用于内部计量精确度为 $\pm$ ()%;

3. 交流电度表用于进出厂计量精确度为 $\pm$ ()%,用内部计量精确度为 $\pm$ ()%;

4. 大于100A直流电计量仪表精确度为 $\pm$ ()%;

5. 水流量计精确度为 $\pm$ ()%;

6. 蒸汽流量计(成套)精确度为 $\pm$ ()%;

7. 煤气等气体流量计精确度为 $\pm$ ()%;

8. 油流量计用于国际贸易核算的计量精确度为 $\pm$ ()%, 用于国内贸易核算计量的精确度为 $\pm$ ()%, 用于内部计量的精确度为 $\pm$ ()%;

9. 其他含能工质的计量精确度不超过 $\pm$ ()%。

答案: 1. 0.1 2. 0.5, 0.5~2 3. 0.5~1, 1~2 4. 2 5. 2 6. 2.5 7. 2 8. 0.2, 0.35, 2 9. 2

(上海天原化工厂 张基立)

1——19 何谓仪表的示值绝对误差? 示值相对误差? 示值引用误差? 何谓仪表的基本误差? 附加误差?

答: 仪表的示值绝对误差 Δ 、示值相对误差 δ 、示值引用误差 δ_m 如下列各式所示:

$$\Delta = |X - L|$$

$$\delta = \frac{\Delta}{L} \times 100\% \approx \frac{\Delta}{X} \times 100\%$$

$$\delta_m = \frac{\Delta}{A_{上} - A_{下}} \times 100\%$$

式中 X ——仪表的示值;

L ——被测量的真值(因真值很难求得, 故用标准仪表的示值代替);

$A_{上}$ 、 $A_{下}$ ——分别为仪表刻度标尺的上限值和下限值。

仪表的基本误差是指仪表在规定的使用条件下使用时, 在其全量程范围内可能产生的最大的引用误差。

仪表的附加误差是指仪表的使用条件不满足规定的条件时, 除基本误差外, 另外产生的误差。此时应将附加误差叠加到基本误差上后, 再计算仪表的误差。

(熊德仙)

1——20 什么叫仪表的允许误差? 仪表的精度是如何表示的? 允许误差与仪表的精度等级有何关系?

答: 根据仪表设计、制造的质量, 国家或主管部或生产厂都要求出厂仪表要保证基本误差不超过某一规定值, 此规定值就叫允许误差。仪表的精度, 是表征仪表测量结果准确程度的重要标志, 为了便于仪表之间相互比较, 故仪表的精度是以仪表在全标尺范围内的最大绝对误差与其标尺范围相比来表示的。允许误差去掉百分号后, 其数字便是仪表的精度等级。

(熊德仙)

1——21 为什么要限制仪表的灵敏限的数值不得大于仪表允许误差对应的绝对误差值的一半?

答: 因为仪表刻度标尺上的最小分格值不能小于仪表允许误差所对应的绝对误差值, 因此, 如果灵敏限的数值大于仪表允许误差对应的绝对误差值的一半时, 就可能会产生输入量变化已超过半刻度值, 而仪表指示不发生变化。即是说, 仪表上相邻的两格指示值就可能因被测量上、下波动而出现示值高的实际值可能比示值低的实际值还低。或者说在相邻两格间将不存在“四舍五入”的关系。所以, 仪表的灵敏限需要有前述的限制。

(熊德仙)

1——22 什么是仪表的变差? 什么是仪表的不灵敏区? 它们二者间有何关系? 仪表校验中可否用不灵敏区来代替变差?

答: 在外界条件不变的情况下, 用同一仪表对某一参数进行正、反行程测量时, 仪表的示值之差叫变差, 用仪表输出量程(即刻度范围)的百分数表示。仪表的不灵敏区是指不能引起输出变化的输入量的最大变化范围, 它用输入量程的百分数表示。它们二者在数值上大致相等, 因此, 在仪表校验中就常用类似于不灵敏区的概念来计算变差。如校表时以被校表指准某刻度点, 然后在标准表上读取正、反行程示数以计算变差即属

此种情形。 (熊德仙)

1——23 有人说:仪表的“灵敏度”就是仪表的“灵敏限”。你说这种说法对吗?

答:灵敏度是表达仪表对被测参数变化的灵敏程度。它是指仪表在达到稳定状态以后,仪表输出信号变化 $\Delta\alpha$ 与引起此输出信号变化的被测参数(输入信号)变化量 Δx 之比,即

$$\text{灵敏度} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta x}$$

因此,仪表的灵敏度可以用一个比值和输出、被测量(输入)两个量的单位来表示。

仪表的灵敏限是指能够引起仪表指示值(输出信号)发生变化(动作)的被测参数(输入信号)的最小(极限)变化量。一般,仪表的灵敏限的数值应不大于仪表允许误差绝对值的一半。

因此,仪表的灵敏度就是仪表的灵敏限的说法是不对的。

(天津石化公司化工厂 李宝俊)

1——24 仪表的重复性和再现性(亦称复现性)都是指仪表对同一输入值从上升和下降重复测量所得的输出值(或指示值)之间相互一致的程度。那么,它们之间有什么区别?

答:仪表的重复性是在一段较短的时间内,用规定的同一方法,在相同的工作条件下,使仪表的输入(变)量由小到大和由大到小连续多次变化,并测得相对应的仪表输出值数组。对同一输入值在同一方向(即上升或下降)上测得的多个输出值之间相互一致的程度,就称为仪表的重复性。实际上测量的是不重复性。它用仪表全范围内各输入值所得的最大不重复的输出值占仪表量程的百分数来表示。

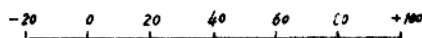
仪表的再现性是在一段时间内,用规定的同一方法,在相同的工作条件下,使仪表

的输入(变)量由小到大和由大到小两个方向上变化,并测得相对应的仪表输出值数组。过一段时间,再重复一次……。这种在一段时间内,对同一输入值从两个方向上重复测量所得的输出值之间相互一致的程度就称仪表的再现性。它用仪表全范围内各同一输入值重复测量相应上升和下降的输出值之间的最大差值占仪表量程的百分数来表示。

因此,仪表的重复性和再现性的区别在于:(1)测量时间的长短,即重复性是在较短的时间内检测完毕,而再现性是在一段稍长的时间内检测完成的;(2)取数方向上有区别,即重复性是取同一输入值在同一方向上的输出值,而再现性是取同一输入值在上升和下降两个方向上输出值之间的最大差值。

(李宝俊)

1——25 某一仪表刻度盘的刻度如下图所示:



该仪表的“范围”、“下限值”、“上限值”、“量程”是多少?仪表的“范围”和“测量范围”有没有区别?

答:仪表“范围”是由上限值和下限值所限定的一个量的两个极限之间的区域。因此,该仪表的“范围”是 $-20 \sim 100$ 。

仪表的“上限值”和“下限值”是指仪表调整好以后能够按照规定的精度进行测量的被测(变)量的最高和最低值。因此,该仪表的上限值为 $+100$,下限值为 -20 。

仪表的“量程”是指范围的上限值和下限值之间的代数差。因此,该仪表的量程为 120 。

仪表的“测量范围”是指该仪表可以按规定精度对被测(变)量进行测量的范围。也就是说,在这个范围内所测得的被测(变)量的精度,都符合该仪表的规定精度等级。因此,仪表的范围和仪表的测量范围并不是

一个概念。在数值上来讲,它们有时相同,有时是不相同的。(李宝俊)

1—26 怎样检验仪表的稳定性?

答:在相同的外界条件,仪表对同一测量值的正反行程多次示值的最大指示误差若都不大于仪表的允许指示误差时。表示被校验仪表的稳定性符合要求。

(胜利炼油厂 杨铭春 王大众)

1—27 1.5级10公斤力/厘米²的压力表,在4公斤力/厘米²和8公斤力/厘米²这两点上允许的绝对误差是多少?

解: $10 \times 1.5\% = 0.15 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$

在压力表上每一点允许的绝对误差都为0.15公斤力/厘米²。

1—28 用一只标准压力表检定甲、乙两只压力表时,读得标准表的指示值为10kgf/cm²,甲、乙两表的读数各为10.10kgf/cm²和9.95kgf/cm²,求它们的绝对误差和修正值。

解:甲表的绝对误差 $\Delta x_1 = x - x_0$
 $= 10.10 - 10 = +0.10 \text{ kgf/cm}^2$

乙表的绝对误差

$\Delta x_2 = 9.95 - 10 = -0.05 \text{ kgf/cm}^2$

甲表的指示值比实际值偏大,且偏离较大;乙表的指示值偏小,且偏离较小。显然,乙表的指示比甲表更为准确。

对仪表读数的修正值:

甲表, $C_1 = -\Delta x_1 = -0.10 \text{ kgf/cm}^2$

乙表, $C_2 = -\Delta x_2 = +0.05 \text{ kgf/cm}^2$

1—29 某压力表刻度0~10kgf/cm²,在5kgf/cm²处计量检定值为4.95kgf/cm²,求在5kgf/cm²处仪表表示值误差、示值相对误差和示值引用误差。

解:仪表表示值误差 $= 5 - 4.95 = 0.051 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$

仪表表示值相对误差 $= \frac{0.05}{5} \times 100\% = 1\%$

仪表表示值引用误差 $= \frac{0.05}{10} \times 100\% = 0.5\%$

1—30 若被测介质的实际温度为500℃,仪表的示值为495℃,试确定测量温度的绝对误差、相对误差和对仪表表示值的修正值。

解:测量的绝对误差 $\Delta x = x - x_0$

$= 495 - 500 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$

对仪表表示值的修正值 $C = x_0 - x$

$= 500 - 495 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$

示值相对误差 $\delta = \frac{\Delta x}{x_0} \times 100\%$

$= \frac{5}{500} \times 100\% = 1\%$

1—31 1.5级量程10kgf/cm²压力表,经检定最大示值误差为0.08kgf/cm²。试问该表是否合格?

解:压力表允许的最大引用误差为1.5%。允许的最大示值误差为 $10 \times 1.5\% = 0.15 \text{ kgf/cm}^2$ 。

$0.08 < 0.15$

所以该压力表合格。

1—32 检定一个1.5级100kgf/cm²的压力表,发现在50kgf/cm²处的误差最大,为1.4kgf/cm²,其它刻度处的误差均小于1.4kgf/cm²,问这块压力表是否合格?

解:该表的最大引用误差为

$$\gamma_{\max} = \frac{\Delta x_{\max}}{x_m}$$

式中 $\gamma_{\max}$ ——最大引用相对误差

$\Delta x_{\max}$ ——最大绝对误差

x_m ——仪表满量程值

$$\gamma_{\max} = \frac{1.4}{100} = 1.4\% < 1.5\%$$

可见,这块压力表合格。

1—33 一台精度为0.5级的电桥,下限刻度值负值为全量程的25%,其表允许绝对误差是1℃,试求该表刻度的上下限?

答:量程范围为 $\frac{1}{0.005} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$

下限值为 $200 \times 25\% = 50^\circ\text{C}$

因为下限值为负值, 所以该表刻度上下限为 $-50^\circ\text{C} \sim +150^\circ\text{C}$ (岳阳化工总厂)

1——34 有一块精度为2.5级, 测量范围为 $0 \sim 1000$ 千帕的压力表, 它的刻度标尺最多可分多少格?

解: 此表的最大绝对误差为:

$$\Delta_{\max} = 2.5\% \times (1000 - 0) = 25 (\text{千帕})$$

因仪表的刻度标尺的分格值不应大于其允许误差所对应的绝对误差值, 故其刻度标尺最多可分为

$$\frac{1000 - 0}{2.5} = 40 (\text{格})$$

∴ 此块压力表的刻度标尺最多可分40格。 (熊德仙)

1——35 某台差压计的最大差压为1600毫米水柱, 精度等级为1级, 试问该表最大允许的误差是多少? 若校验点为800毫米水柱, 那么该点差压允许变化的范围是多少?

解: $1600 \times 1\% = 16 (\text{mmH}_2\text{O})$

这就是仪表的最大允许误差大小。

在800毫米水柱高的校验点, 差压允许变化的范围为 800 ± 16 毫米水柱, 就是说差压允许在784到816毫米水柱范围内变化。

1——36 有一台最大差压为600毫米水柱的差压计, 在校验流量刻度50%时标准差压值应为150毫米水柱。上行程校验时, 标准表的读数为145毫米水柱; 下行程校验时, 标准表的读数为152毫米水柱。试求上、下行程的误差和变差。

解: 上行程的误差为

$$\frac{150 - 145}{600 - 0} \times 100\% \approx 0.8\%$$

下行程的误差为

$$\frac{150 - 152}{600 - 0} \times 100\% \approx -0.3\%$$

变差为

$$\frac{152 - 145}{600 - 0} \times 100\% = 1.2\%$$

1——37 有两台测温仪表, 其测量范围分别是 $0 \sim 800^\circ\text{C}$ 和 $600 \sim 1100^\circ\text{C}$, 已知其最大绝对误差均为 $\pm 6^\circ\text{C}$, 试分别确定它们的精度等级。

解: 据基本误差 $\delta_{\max} = \frac{\Delta_{\max}}{A_E - A_F} \times 100\%$

可得

$$\delta_{\max 1} = \frac{\pm 6}{800 - 0} \times 100\% = \pm 0.75\%$$

$$\delta_{\max 2} = \frac{\pm 6}{1100 - 600} \times 100\% = \pm 1.2\%$$

答: 根据常用工业仪表的精度等级系列, 上述测量范围为 $0 \sim 800^\circ\text{C}$ 的测温仪表应定为1级精度; 测量范围为 $600 \sim 1100^\circ\text{C}$ 的测温仪表应定为1.5级精度。 (熊德仙)

1——38 有一个变化范围为 $320 \sim 360 \text{ kgf/cm}^2$ 的压力。若用下列A、B两台压力变送器进行测量, 那么在正常情况下哪一台的测量准确度高些? 压力变送器A: 1级, $0 \sim 600 \text{ kgf/cm}^2$ 。压力变送器B: 1级, $250 \sim 500 \text{ kgf/cm}^2$ 。

解: 用压力变送器A时, 测量结果的最大误差

$$\delta_{A_{\max}} = \pm 1\% \times (600 - 0) = \pm 6 (\text{kgf/cm}^2)$$

若用B, 则

$$\delta_{B_{\max}} = \pm 1\% \times (500 - 250) = \pm 0.5 (\text{kgf/cm}^2)$$

显然, 用B台时测量准确度高些。

1——39 工厂里用标准表有几种精度级? 现场使用仪表有几种精度级?

答: 工厂里无特殊要求, 一般应用Ⅱ级标准仪表就可满足要求。其精度等级为: 0.1、0.2、0.3、0.5级。

现场仪表精度等级为: 0.5、1、1.5、2.5、4级。 (杨铭泰 王大众)

1——40 采用直接比较法校验仪表时