

---

## 《石油仪表及自动化》（第三版）云资料

### 【考考你】

《石油仪表及自动化》（第三版）是为高职高专院校石油工程、炼油化工、燃气工程等专业量身打造的核心课程教材。聚焦石油化工行业智能化转型需求，服务“岗课赛证融通”人才培养目标，旨在培养具备智能仪表安装调试、工业控制系统运维等岗位核心能力的复合型技术人才。

此云资料“考考你”是为《石油仪表及自动化》配套的网上教学资源，通过广泛调研及多年教学实践总结，结合近年来石油行业仪表自动化系统的新技术、新应用、新设备，精心组织了为12个教学项目配套的习题思考题以【考考你】的形式，按《石油仪表及自动化》（第三版）教学项目体系编写，供读者在学习过程中参考，以支持“教、学、做”一体化训练任务。

“考考你”内容形式有选择题、判断题、填空题、简答题、计算题五种题型，选题内容和形式融入《仪表维修工国家职业技能标准》、《国家职业技能鉴定试题集-仪表维修工》和“1+X”证书要求，实现“岗课赛证”融通。编排格式新颖，各题基于岗位工作任务，与企业现场调试需求高度契合，实践性、可操作性、针对性强，有效提升技能操作和实践能力。

各高职院校、培训机构和学习者个人可以结合石油仪表及自动化科目教学进程，自主选择相应的习题思考题进行教学训练，以达到提高学习效果，解决实际生产问题的目的。

# 教学项目一：石油仪表及自动化基础知识学习

## 选择题

1. 防爆标志 Exib II CT5 属于什么防爆要求。( B )  
[A] 隔爆型、II C 类 ( 氢气等 ) 爆炸性气体、引燃温度  $100\sim 135^{\circ}\text{C}$  ;  
[B] 本安型、II C 级 ( 氢气等 ) 爆炸性气体、引燃温度  $100\sim 135^{\circ}\text{C}$  ;  
[C] 本安型、用于矿井甲烷性气体, 引燃温度属于 T5 组 ;  
[D] 本安型、可用于 0 区、II 类、 $T > 450^{\circ}\text{C}$  危险气体。
2. II 类气体爆炸危险场所分为 ( A ) 区域。  
[A] 0 区、1 区、2 区 ; [B] 1 区、2 区、3 区 ; [C] 10 区、11 区 ; [D] 1 区、2 区。
3. 采用本质安全防爆法, 可安装在 0 区, 涉及 II C 爆炸性气体, 仪表表面温度不超过  $85^{\circ}\text{C}$ 。防爆标志为 ( A )  
[A] Exia II CT6 ; [B] Exib II CT6 ; [C] Exib II CT4 ; [D] Exic II CT2。
4. DDZ-III 型电动单元组合仪表, 所采用的标准信号制式, 可以概括为。( A )  
[A] 电源 24V. DC、现场传输  $4\sim 20\text{m}$ 、控制室  $1\sim 5\text{V. DC}$  ;  
[B] 电源 220V. AC、现场传输  $0\sim 10\text{m}$ 、控制室  $0\sim 5\text{V. DC}$  ;  
[C] 电源 24V. DC、现场传输  $0\sim 20\text{m}$ 、控制室  $1\sim 5\text{V. DC}$  ;  
[D] 电源 220V. AC、现场传输  $4\sim 20\text{m}$ 、控制室  $1\sim 5\text{V. DC}$ 。
5. 如何减小系统误差? ( A )  
[A] 人工修正 ; [B] 多次测量求平均值 ; [C] 消除人为因素 ; [D] 保证仪表正常工作条件。
6. 如何减小随机误差? ( B )  
[A] 人工修正 ; [B] 多次测量求平均值 ; [C] 消除人为因素 ; [D] 保证仪表正常工作条件。
7. 下列情况中 ( C ) 不属于疏忽误差。  
[A] 算错数造成的误差 ; [B] 记录错误造成的误差 ;  
[C] 安装错误造成的误差 ; [D] 看错刻度造成的误差
8. 精度等级为 0.5 的 25MPa 压力表的 最大误差范围是  $\pm$  ( A ) MPa。  
[A] 0.125 ; [B] 0.5 ; [C] 0.05 ; [D] 1.25
9. 精度表示仪表的什么性能 ( A )  
[A] 准确性 ; [B] 灵敏性 ; [C] 稳定性 ; [D] 可靠性
10. 一量程为 16MPa 的压力表, 实测其最大测量误差为 0.31MPa, 其实际精度等级应符合多少级? ( D )  
[A] 2.0 级 ; [B] 1.5 级 ; [C] 1.94 级 ; [D] 2.5 级。
11. 某测量仪表的测量范围是  $+200\sim +500^{\circ}\text{C}$ , 精度等级为 1.0, 当其示值为  $300^{\circ}\text{C}$  时, 被测点的真实温度可能是多少? ( B )  
[A]  $300^{\circ}\text{C}$  ; [B]  $297\sim 303^{\circ}\text{C}$  ; [C]  $303^{\circ}\text{C}$  ; [D]  $297^{\circ}\text{C}$ 。

---

12. 某温度计测量温度范围为  $-50\sim 350^{\circ}\text{C}$ ，其精度为 1.5 级，当温度计指示温度为  $200^{\circ}\text{C}$  时，此测量结果的相对误差最坏是多少？（ D ）

[A]3%；[B]1.5%；[C]2.91%；[D]3.09%

13. 自动控制系统主要由全套自动化装置和（ B ）两大部分组成。

[A]工艺设备；[B]被控对象；[C]现场仪表；[D]工控计算机。

14. 自动控制系统按照工艺过程需要控制的被控变量的（ B ）是否变化和如何变化分为定值控制系统、随动控制系统和程序控制系统。

[A]测量值；[B]给定值；[C]偏差值；[D]干扰值。

15. 在自动控制系统中，（ A ）作为反馈信号送给控制器。

[A]测量值；[B]被控变量；[C]干扰信号；[D]偏差信号

16. 在单回路控制系统中，干扰主要是针对（ D ）环节。

[A]测量变送；[B]控制器；[C]控制阀；[D]被控对象

17. 在自动控制系统中，将工艺希望保持的被控变量的数值称为（ A ）。

[A]给定值；[B]测量值；[C]输出值；[D]工艺指标

18. 在自动控制系统中，（ A ）作为反馈信号送给控制器。

[A]测量值；[B]被控变量；[C]干扰；[D]操纵变量。

19. 在自动自动控制系统方框图中 Pv 表示什么参数（ B ）

[A]给定信号；[B]测量信号；[C]被控变量；[D]操纵变量

20. 在控制流程图上 TCRA 的意义为（ A ）。

[A]温度调节、记录与报警；[B]温度测量、显示与记录；

[C]变送、调节、记录与报警；[D]温度调节、联锁与记录

21. 欲实现加热炉出口温度调节，并具有纪录报警功能，在控制流程图上的表达符号是什么？（ C ）

[A]TTIR；[B]TCIA；[C]TCRA；[D]LCTR

22. 余差反映调节过程什么特性（ C ）

[A]稳定性；[B]灵敏性；[C]控制精度；[D]控制速度

23. 若衰减比  $\lambda=1$ ，则此控制过程为（ A ）。

[A]等幅振荡；[B]发散振荡；[C]衰减振荡；[D]非周期衰减。

24. 表示对象“惯性”特性的参数为（ D ）

[A]K；[B]C；[C] $\tau$ ；[D]T

25. 衰减振荡过渡过程的理想“衰减比”为（ B ）。

[A]2:1；[B]4:1；[C]8:1；[D]10:1

26. 下列哪种控制器可以消除余差？（ C ）

[A]比例控制器；[B]比例微分控制器；[C]比例积分控制器；[D]两位式控制器。

27. 具有“超前”调节作用的控制规律是（ C ）。

---

[A]P; [B]PI; [C]PD; [D]两位式

28. 控制器的积分作用是依据 ( C ) 动作。

[A]偏差的变化速度; [B]偏差的正负; [C]偏差是否存在; [D]以上都不是

29. 控制器中加入积分是为了 ( B )。

[A]稳定系统; [B]消除余差; [C]超前调节; [D]以上都是。

30. 微分作用主要是依据 ( A ) 动作的。

[A]偏差变化速度; [B]偏差大小; [C]偏差是否存在; [D]以上都是。

31. 积分时间越小, 则 ( D )

[A]积分速度越慢; [B]积分作用越弱; [C]消除余差越慢; [D]积分作用越强。

32. PID 控制规律的特点是 ( D )。

[A]能消除余差; [B]动作比较迅速及时; [C]具有超前调节功能; [D]以上都是。

33. 由于微分调节规律有超前作用, 因此控制器加入微分作用主要是用来 ( C )。

[A]克服调节对象的容量滞后和纯滞后; [B]克服调节对象的纯滞后;

[C]克服调节对象的容量滞后; [D]克服对象的惯性滞后。

34. 串级控制系统的主要结构特征是: ( B )

[A]有 2 个控制器、1 个调节阀; [B]具有主副两个控制回路; [C]有 2 个变送器; [D]具有中间被测参数。

35. 串级控制系统中, 主变量是 ( A );

[A]工艺控制指标; [B]工艺随动指标; [C]主干扰量; [D]副干扰量。

36. 串级控制系统可以用于改善 ( A ) 时间较大的对象, 有超前作用。

[A]容量滞后; [B]测量滞后; [C]惯性滞后; [D]纯滞后

37. 串级控制系统主控制器的输出作为副控制器的 ( A )。

[A]测量值; [B]给定值; [C]输出值; [D]偏差值

38. 串级控制系统的主回路是定值控制系统、副回路是 ( B ) 控制系统。

[A]简单; [B]随动; [C]复杂; [D]定值。

39. 前馈控制系统的主要特点是: ( D )

[A]属于超前控制; [B]控制输出按干扰大小变化; [C]属于非反馈控制系统; [D]A 和 B 和 C

40. 分程控制系统的主要特征是: ( C )

[A]有 2 个控制器; [B]有 2 个变送器; [C]有 2 个执行器; [D]有 1 个比值器

41. 分程控制系统的主要目的是 ( B )。

[A]改善系统的抗干扰能力; [B]扩大执行器的可调范围; [C]实现前馈控制; [D]提高系统的稳定性。

42. 比值控制系统中副流量回路是一个 ( B ) 控制系统。

[A]定值; [B]随动; [C]前馈; [D]反馈

43. 比值控制系统一般是( D )的比值调节。

[A]温度; [B]压力; [C]液位; [D]流量。

44. 比值控制最终要实现从动量与主动量按一定的( C )关系变化。

[A]平方; [B]固定; [C]比例; [D]倒数。

45. 前馈控制系统中, 工程上常见的控制形式是( B )。

[A]多变量前馈控制; [B]前馈—反馈控制; [C]动态补偿; [D]静态前馈

### 判断题

(√) 1. 本安防爆系统即安全火花防爆系统。

(×) 2. 隔爆型防爆措施就是保证在任何时候现场仪表都不会有超过安全能量限制的电火花。

(√) 3. 相对误差表示测量参数的不准确程度, 引用误差表示仪表的不准确程度。

(√) 4. 合格仪表在规定工作条件下, 产生的示值绝对误差, 不大于允许最大绝对误差。

(×) 5. 灵敏度数值越大, 则仪表的反应速度越快、越灵敏。

(√) 6. 仪表的变差不能超过仪表等级所规定的允许误差。

(×) 7. 一台测温范围为 0~400℃的数显仪表, 其最大绝对误差为±4℃, 则该表的精度等级为 1.5 级。

(√) 8. 保证仪表正常工作条件能减小附加误差

(√) 9. 随机误差产生的原因是无法预见的偶然因素;

(√) 10. 变差表示仪表在正反行程下的一致性;

(√) 11. 系统误差是一种大小基本固定的误差, 可通过对测量结果人为修正消除之。

(√) 12. 随机误差是以不可预计方式变化的误差, 可通过对多次测量结果求平均值的方法消除之。

(√) 13. 粗大误差是一种显然与事实不符的误差, 一般是由于人为因素造成的。

(√) 14. 测量仪表的基本误差是仪表在规定条件下产生的误差, 其允许值叫允许最大绝对误差。

(√) 15. 合格仪表在规定工作条件下, 产生的示值绝对误差的最大值不大于允许最大绝对误差。

(√) 16. 自动自动控制系统的工作过程简言之就是检测偏差、纠正偏差的过程, 就是一负反馈过程。

(×) 17. 一个基本控制系统由调节对象、变送器、控制器三大部分组成。

(√) 18. 自动控制系统方框图中, Pv 表示测量值, Sv 表示给定值。

(×) 19. 由于操纵变量的改变对被控变量有较大的影响, 所以操纵变量也可以称为干扰。

(√) 20. 被控变量是被控对象需要稳定的参数, 干扰是影响被控变量的外界因素。。

(√) 21. 自动控制系统是具有负反馈的闭环控制系统。

(√) 22. 衰减振荡过渡过程其“衰减比”品质指标的最佳值为 4:1;

(√) 23. 分析自动自动控制系统常用的典型干扰是阶跃干扰, 它是一种突发地、持续地、最严重的干扰。

(√) 24. 表示对象“惯性”特性的参数为时间常数 T, 表示对象静态特性的参数为放大倍数。

- 
- (×) 25. 比例调节过程的余差与控制器的比例度成反比。
- (√) 26. 在相同比例度下，偏差越大，比例作用越强。
- (×) 27. 积分时间越长积分作用越弱。
- (√) 28. 微分控制主要用来克服容量滞后和时间常数大的影响，对纯滞后不起控制作用。
- (√) 29. 自动控制中，PID 控制器主要靠比例作用避免过分振荡，靠积分作用消除静态偏差，靠微分作用减少动态偏差。
- (√) 30. 当过渡过程不稳定时，可增大积分时间或加大比例度，使其稳定。
- (√) 31. 比例积分控制的特点是反应快、无滞后、可消除余差、控制作用与偏差成正比。
- (√) 32. 控制器正作用是指测量信号增加时控制器输出增加。
- (×) 33. 控制系统中，各类测量变送器都具有反作用特性。
- (×) 34. 具有两个反馈回路的控制系统称为简单控制系统。
- (√) 35. 复杂控制系统可能存在多个输入信号和多个输出信号。
- (√) 36. 串级控制系统在结构上的主要特征是具有主副两个控制回路。
- (√) 37. 在串级控制系统中，副控制器进行“细调”，主控制器进行“粗调”。
- (√) 38. 串级控制系统适用于工艺要求高、对象容量和时间常数大、干扰作用频繁、负荷变化大的场合。
- (×) 39. 单闭环比值控制能实现总量不变的比值控制。
- (×) 40. 开环比值控制系统没有闭环回路，物料测量只测量从动量，控制器输出控制主动量。
- (×) 41. 单闭环比值控制系统由一个闭环回路、两个控制器构成，闭环回路用于控制主动量的大小。
- (√) 42. 双闭环比值控制系统有两个闭环回路，当主参数受干扰变化时，副参数跟踪变化，当副参数受干扰变化时，主参数不变化。
- (√) 43. 比值控制系统中，仪表的比值系数就是两个物料的流量比。
- (√) 44. 分程控制系统是一个控制器的输出控制两个或两个以上的调节阀动作的控制系统。
- (√) 45. 分程调节一定要通过阀门定位器或电气阀门定位器来实现。
- (√) 46. 分程调节主要应用于扩大调节阀的可调范围。
- (√) 47. 单纯前馈控制对干扰只有补偿作用，但对补偿的结果没有检验。
- (×) 48. 前馈控制是根据偏差的大小进行控制的。
- (×) 49. 本质上前馈控制属于闭环控制系统。
- (√) 50. 前馈控制系统的控制其实是一种超前控制。

### 填空题

1. 在自动化系统中，( 自动检测系统 ) 是实现自动化的基础，( 自动控制系统 ) 是生产过程自动化的核心。
2. 组成本安防爆系统，不仅在危险场所使用 ( 本安 ) 型仪表，而且在控制室仪表与危险场所仪表

---

之间设置（安全栅）。

3. 误差的形式有：（绝对误差、相对误差、引用误差）。
4. 合格仪表在规定工作条件下，产生的示值绝对误差的最大值不大于（允许最大绝对误差）。
5. 测量仪表的结构一般可以分为（检测部分、变换部分、显示部分）。
6. 仪表的品质指标有（量程、精度、变差、线性度、动态特性）等。
7. 精度是表示仪表的（指示值）与被测参数（真实值）的一致程度，常用（精度等级）表示。
8. 常用的精度等级有：（0.1, 0.2, 0.35, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5）。
9. 仪表的动态特性指标主要有：（时间常数、稳定时间、上升时间、过冲量）。
10. 模拟仪表采用国际标准信号制式，传输信号为：（4~20）mA；供电电源为：（24）V。
11. 自动控制系统由生产对象、（变送器、执行器、控制器）等组成。
12. 自动控制系统方框图中，Pv表示（测量信号），Sv表示（给定信号），Mv表示（控制信号）。
13. 所谓的基本控制系统是指由（一）个变送器、控制器、执行器及对象组成的控制系统。
14. 必须通过改变控制器的正反作用，使控制系统为（负反馈）。
15. 以下仪表位号意义是：TCRA-102（温度调节、记录、报警控制）
16. 分析自动自动控制系统常用的典型干扰是（阶跃干扰），它是一种突发地、持续地、最严重的干扰。
17. 自动自动控制系统的工作过程简言之就是（检测偏差）、（纠正偏差）的过程，就是一负反馈过程。
18. 自动控制系统过渡过程的品质指标有（最大偏差）、（衰减比）、（调节时间）、（余差）。
19. 衰减比n表示被调参数恢复、衰减程度。一般n=（4-10）为宜。
20. 对象特性是指调节对象的输入—输出关系。可以分为（单容对象和多容对象）两大类。
21. 被控对象的放大倍数是（对象输出变化量与其输入改变量之比），是对象静态性能的指标。
22. 被控对象的时间常数是表示其（惯性）特性的指标，与对象“容量”及“阻力”的因素有关。
23. 实用控制规律除了两位控制，有（4）种，可以分别用字母（P、PI、PD、PID）来表示。
24. 理想的调节过程衰减比为（4:1）。
25. 串级控制系统的主要结构特征是（具有主副两个控制回路）。
26. 串级控制系统的主回路属于（定值控制系统）、副回路属于（随动控制系统）
27. 比值控制系统是要实现副流量与主流量之间（成比例变化）。
28. 比值控制系统有（开环）、（单闭环）和（双闭环）比值控制系统3种。

## 简答题

1. 什么是生产过程自动化？

答：生产过程自动化，就是在流程型连续性生产过程中，采用自动化仪表及装置，来检测、控制生产过程中的工艺参数，以代替操作人员的直接操作。这种用自动化仪表来控制生产过程的方法，就称为生产过程自动化。

2. 测量仪表由哪几部分组成？

答：测量仪表由测量、传送和显示（包括变送）等三部分组成。

3. 测量仪表有哪些品质指标？各反映仪表的什么性能？

答：仪表的品质指标有精度、灵敏度、分辨率、变差和动态特性等。分别反映了仪表的准确性、幅度灵敏性、分辨力、稳定性、速度敏感性。

4. 自控系统的过渡过程有哪几种基本形式？各有什么特点？

答：自控系统过渡过程的基本形式以及各自的特点如下：

(1) 非振荡的单调过渡过程 被控变量在给定值的某一侧作缓慢变化，没有来回波动，最后稳定在某一数值上；

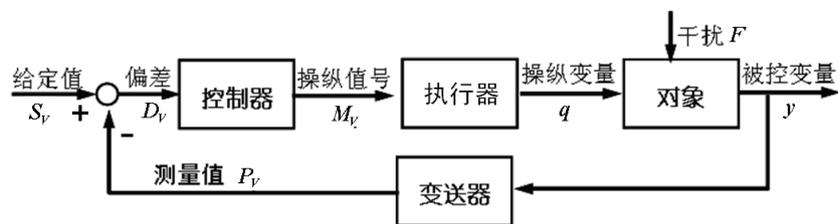
(2) 衰减振荡过程 被控变量上下波动，但幅度逐渐减小，最后稳定在某一数值上；

(3) 等幅振荡过程 被控变量始终在某一幅值的上下波动；

(4) 发散振荡过程 被控变量上下波动，幅度逐渐变大。

5. 自动控制系统的组成有哪些，画出图 1-26 (a) 加热炉温度控制系统方框图。并说明个参数。

答：自动控制系统一般由变送器、控制器、执行器和受控对象四部分组成。温度自动控制系统的方框图如下：



其中，对象（也称被控对象）指的是与被加热介质出口温度  $T$  有关的工艺参数和设备结构、材质等因素；被控变量是加热炉物料的出口温度；操纵变量是加热炉燃油流量；干扰因素有加热炉的负荷大小、结构尺寸、材质以及换热器结垢程度等。

6. 被控对象特性是什么？

答：被控对象特性就是指对象在受到输入作用（干扰作用或控制作用）后，其输出信号（亦即被控变量）随时间变化的特性。

7. 描述对象特性的参数有哪些？它们对控制过程有何影响？

答：描述被控对象特性的参数有放大系数  $K$ 、滞后时间  $\tau$  和时间常数  $T_c$ 。其中，增大控制通道的放大倍数，会减小被控变量相对于给定值的偏离幅度；相反，增大干扰通道的放大倍数，会增大被控变量相对于给定值的偏离幅度。减小滞后时间和时间常数，会提高控制系统的调节速度；相反，会降低控制系统的调节速度。

8. 控制器的控制规律有哪些？它们的特点有什么？

答：控制器最基本的控制规律有：位式控制、比例控制、比例积分控制和比例微分控制、PID 控制 5 种。

位式控制只有两个输出值，相应的执行机构也只有两个极限位置，不是开就是关，所以调节速度极快。

比例控制依据的是偏差的大小，调节迅速、及时，但调节结果存在余差。

比例积分控制依据的是偏差是否存在，在比例控制的基础上，能够消除余差。

比例微分控制依据的是偏差的变化速度，具有超前调节功能，有利于克服容量滞后，但增加了系统的不稳定性，容易震荡。

PID 控制既有比例也有积分微分控制，其特点综合性较好。

9. 什么是基本控制系统？

答：基本控制系统是指由一个变送器、一个控制器、一个控制阀和一个控制对象构成的闭环控制系统，都是单参数、单回路的控制系统，所以也称为单回路控制系统。

10. 在基本控制系统中如何保证负反馈？

答：构成负反馈系统的原则是：通过改变控制器的作用方向，使系统的执行器、被控对象、变送器和控制器这四个环节的作用方向组合成“三正一反”或“三反一正”的总作用方向，则系统就构成了负反馈系统。

11. 如图 1-44 是一反应器温度控制系统示意图。试画出这一系统的方块图，并说明各方块的含义，指出它们具体代表什么？并确定执行器的气开气关型式和控制器的正反作用。

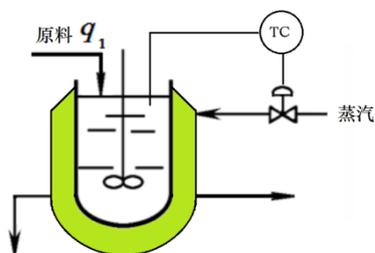
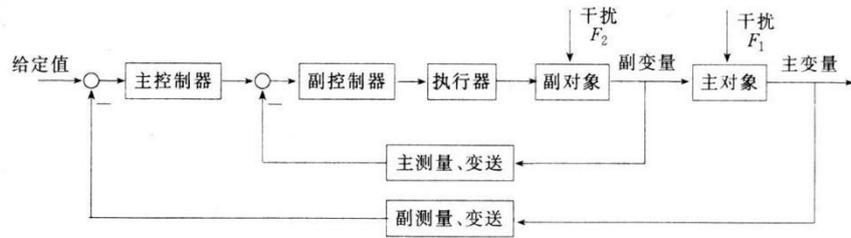


图 1-44 反应器温度控制系统

12. 串级控制系统的特征是什么？

答：从系统的结构来看，在两个或者多个的回路控制系统中，采用两个控制器串接，一个控制器的输出作为另一个控制器的设定值，两个控制器都有各自的测量输入，但只有主控制器具有自己独立的设定值，只有副控制器的输出信号送给被控制过程，这样组成的系统称为串级控制系统。一般串级控制系统的典型方块图为：



13. 简述串级控制系统的特点及应用场合。

答：串级控制系统的特点有：

- (1) 主回路是个定值控制系统，副回路是随动控制系统；
- (2) 主变量的选择原则与简单控制系统中被控变量选择原则相同；
- (3) 串级控制系统具有超前控制的作用；
- (4) 由于增加了副回路作用，因此具有一定的自适应能力，可用于负荷和操作条件有较大变化的场合。

串级控制系统主要用于生产过程中干扰较多、干扰波动剧烈、被控对象滞后较大的场合，以提高控制系统的调节速度和质量。

14. 某聚合釜温度控制系统如图 1-45 所示，问：

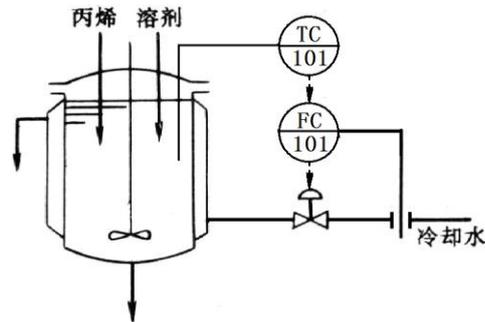
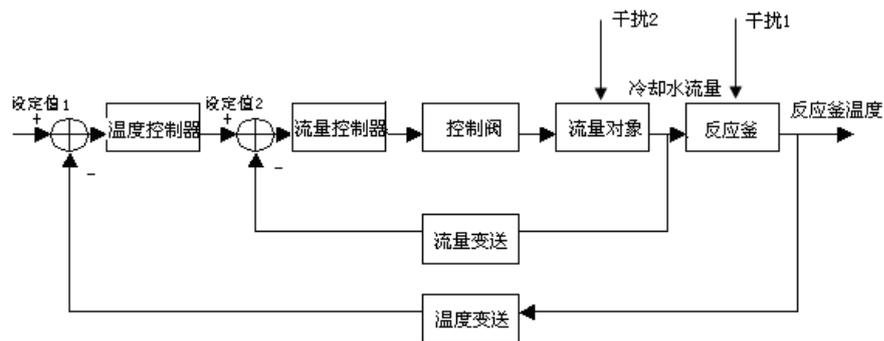


图 1-45 聚合釜温度控制系统

- (1) 这是个什么类型的控制系统？试画出它的方框图；
- (2) 若聚合釜的温度不允许过高，否则易发生事故，试确定执行器的气开、气关型式；
- (3) 确定主、副控制器的正、反作用；
- (4) 简述当冷却水的温度经常波动时，上述系统该如何改进？

答：(1) 串级控制系统，方框图如下：



(2) 气关型；

(3) 流量控制器和温度控制器均为正作用；

(4) 当冷却水的温度经常波动时，系统应改为以聚合釜内温度为主变量，以夹套内冷却水温度为副变量，以冷却水流量为操纵变量的串级控制系统。

15. 均匀控制系统的目的和特点是什么？

答：均匀控制系统的目的是指两个工艺参数在规定的范围内能缓慢地、均匀地变化，使前后设备在物料供求上相互兼顾，均匀协调工作。

均匀控制系统的特点如下：

(1) 前后供求矛盾地两个参数，在控制过程中是变化的；

(2) 控制过程是缓慢变化的；

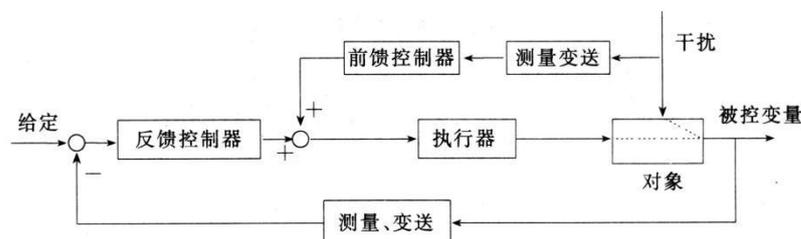
16. 与开环比值控制系统相比，单闭环比值控制系统有什么优点？

答：实现两个或两个以上参数符合一定比例关系的控制系统，称为比值控制系统。

与开环比值控制系统相比，单闭环比值控制系统不但能使从物料随主物料的变化而变化，而且能克服从物料本身扰动对比值的影响，从而实现主物料和从物料的精确比值。

17. 试画出前馈—反馈控制系统的方框图，并指出在该系统中前馈和反馈各起什么作用？

答：当对象的控制通道滞后较大，干扰较多，反馈控制不及时，单纯的前馈控制又不能很好的补偿干扰，这时可采用前馈—反馈控制系统。其方框图如下：



其中，前馈控制用来克服主要干扰，反馈控制用来克服其他的多种干扰，两者协同工作，从而提高控制质量。

18. 什么是分程控制系统？一般应用在哪些场合？

答：一个控制器带动两个执行器的系统是分程控制系统

分程控制系统的主要应用场合如下：

(1) 改善控制品质，扩大控制阀的可调范围；

(2) 需要控制两种不同的介质的场合；

(3) 作为生产安全的防护措施。

### 计算题

1. 现有一台精度为 0.5 级的温度测量仪表，量程为 0~1000℃。在正常情况下进行校验，其最大绝对误差为 6℃，求该仪表的最大引用误差、最大允许绝对误差，判断仪表是否合格。

---

答：最大引用误差

$$E_{q\max} = \frac{e_{a\max}}{S_p} \times 100\% \quad E_{q\max} = \frac{6}{1000-0} \times 100\% = 0.6\% > 0.5\%$$

最大允许绝对误差

$$e_{\max} = E_{q\max} \times S_p = 0.5 \times (1000 - 0) = 5(^{\circ}\text{C})$$

故此温度测量仪表不合格，应该进行校正或者降低精度使用。

2. 检定一块 1.5 级、量程为 0~100KPa 的压力表，发现在 50KPa 处的误差最大，为 1.4KPa，其它刻度处的误差均小于 1.4KPa，问这块表是否合格？

$$\text{答：} E_{q\max} = \frac{e_{a\max}}{S_p} \times 100\% = \frac{1.4}{100-0} \times 100\% = 1.4\% < 1.5\%$$

故此压力表合格。

3. 有两台测温仪表，其测量范围分别是 0~800°C 和 600~1000°C，已知其最大绝对误差为 6°C，试分别确定它们的精度等级。

答：对于测量范围是 0~800°C 的测温仪表

$$A_C = \frac{e_{a\max}}{S_p} \times 100 = \frac{6}{800-0} \times 100 = 0.75 \quad \text{它的精度等级应该为 1.0 级。}$$

答：对于测量范围是 600~1000°C 的测温仪表

$$A_C = \frac{e_{a\max}}{S_p} \times 100 = \frac{6}{1000-600} \times 100 = 1.5 \quad \text{它的精度等级应该为 1.5 级。}$$

## 项目二：转油（增压）站温度、压力测量：

### 选择题

- 国内统一设计的最常用的铜电阻器为（ A ）。  
[A] Cu50 和 Cu100； [B] Cu100 和 Cu1000； [C] Cu500 和 Cu1000； [D] 以上都不对。
- 国内统一设计的最常用的铂电阻器为（ A ）。  
[A] Pt100； [B] Pt1000； [C] Pt100 和 Pt1000； [D] Pt50 和 Pt100。
- 影响金属导电材料应变灵敏系数 K 的主要因素是（ A ）。  
[A] 导电材料电阻率的变化； [B] 导电材料几何尺寸的变化；  
[C] 导电材料物理性质的变化； [D] 导电材料化学性质的变化。
- 温度越高，铂、镍、铜等材料的电阻值越（ A ）。  
[A] 大； [B] 小； [C] 不变。
- 在相同的温度变化范围内，分度号 Pt100 铂热电阻比 Pt10 铂热电阻变化范围大，因而灵敏度较（ A ）。  
[A] 高； [B] 低； [C] 一样。
- 给扩散硅压力变送器提供的直流 24V 电源的正负极接反，变送器会（ B ）。  
[A] 烧毁； [B] 没有输出； [C] 正常输出； [D] 输出最大。
- 在国际单位制中，压力的法定计量单位是（ A ）。  
[A] Pa； [B] MPa； [C] mmH； [D] mmHg。
- 热电阻测温元件一般应插入管道（ B ）。  
[A] 5~10mm； [B] 越过中心线 5~10mm； [C] 100mm； [D] 任意长度。
- 一般情况下，铜热电阻的测温范围比铂热电阻的测温范围要（ B ）。  
[A] 宽； [B] 窄； [C] 一样。
- 一压力表指示 150kPa，当地大气压为 100kPa，若用一绝压表去测量应该指示多少？（ A ）  
[A] 250kPa； [B] 50kPa； [C] 150kPa； [D] 100kPa。
- 热电阻温度计是根据（ B ）原理来测量温度的？  
[A] 物体受热时体积膨胀的性质； [B] 金属导体的电阻值随温度升高而升高的特性；  
[C] 金属导体的热电效应； [D] 半导体的电阻值随温度升高而升高的特性。
- 为了保证铜热电阻工作的稳定性，一般其测温范围为（ B ）。  
[A] -20~+200℃； [B] -50~+150℃； [C] 20~+150℃； [D] 50~+200℃。
- 下列不是铠装热电阻特点的是（ C ）。  
[A] 体积小，响应快； [B] 耐振动和冲击； [C] 耐高温； [D] 可以弯曲。
- 一台压力变送器在现场使用时发现量程偏小，将变送器量程扩大，而二次显示仪表量程未做修改，则所测压力指示值比实际的压力值要（ B ）。

[A] 偏大；[B] 偏小；[C] 不定；[D] 不变。

15、 $R_0=100\Omega$ 的铂热电阻的分度号为（ C ）。

[A] Pt50；[B] Cu100；[C] Pt100；[D] Cu50。

16、测量粘度较大流体的压力时，在取压点与压力仪表之间应加装（ C ）。

[A] 沉降器；[B] 排污阀；[C] 隔离器；[D] 冷凝器。

17、热电阻测温采用“三线制”接法，其目的是（ C ）。

[A] 使回路电阻为定值；[B] 获得线性刻度；

[C] 消除连接导线电阻造成的附加误差；[D] 使工作电流为定值。

### 判断题

(×) 1. 热电阻必须由两种不同材料组成。

(×) 2. 热电阻 Cu50 在接线时，要区分正负不要接反了。

(×) 3. 现在压力使用国际单位制，那么  $1\text{KPa}=1000\text{ mmH}_2\text{O}$ 。

(×) 4. 铜热电阻的测温范围比铂热电阻测温范围宽。

(×) 5. 热电阻测温时，若热电阻断路，温度指示最小。

(×) 6. 温度变送器的输出信号是毫伏信号。

(√) 7. 热电阻温度计指示值偏低，则热电阻有可能短路。

(√) 8. 热电阻温度变送器采用两线制连接。

(×) 9. 调节压力变送器零点，对量程没有影响。

(×) 10. 在安装变送器时，在压力变送器和取压点之间的截止阀通常加不加装都是可以的。

(√) 11. 与热电偶温度计相比，热电阻温度计所测量的温度较低。

(×) 12. 温度是衡量液体冷热程度的物理量。

(×) 13. 制作热电阻的材料要求有较小的电阻率。

(×) 14. 热电阻属于接触式测温元件，在安装时要求热电阻的保护管顶端位于管道中心线上。

(×) 15. 热电阻与二次仪表的连接方法有两种：两线制与三线制。这两种接法对测量的影响是一样的。

(√) 16. 工业上用热电阻测温时，一般采用三线制连接，主要是为了消除环境温度对测量结果的影响。

### 填空题

1. 温度测量仪表有（ 接触式 ）和（ 非接触式 ）两类测温方式。

2. 华氏温标  $t_F$  与摄氏温标  $t_C$  的换算关系是（  $t_F = 32 + \frac{9}{5}t_C$  ）。

3. 热电阻温度变送器与热电阻配套使用，将温度转换成（ 4~20mA 直流电流 ）统一标准信号，然后与显示仪表或控制仪表配合，实现对温度的显示或控制。

- 
- 4、温度为  $11.45^{\circ}\text{C}$ ，换算成绝对温度是  $(284.6\text{K})$ ，换算成华氏温标是  $(52.61^{\circ}\text{F})$ 。
  - 5、常用于温度检测的金属热电阻有铜热电阻和（铂热电阻）。
  - 6、金属热电阻材料越纯，温度系数越（大），测量灵敏度越（高）。
  - 7、某扩散硅压力变送器，测量范围调整为  $0.5\sim 3\text{MPa}$ ，则变送器输出电流为  $10.4\text{mA}$  时，被测压力是  $(1.5)\text{MPa}$ 。

### 简答题

1. 热电阻温度计的测温原理是什么？常用热电阻种类有哪些？

答：热电阻温度计是中低温区常用的一种温度测量仪表，主要是利用一些对温度变化很敏感的金属材料，这些金属材料的电阻随温度而变化的性质，通过测量热电阻的电阻值来确定被测温度。一般金属的电阻值随着温度的升高而增加，且近于线性关系。

热电阻温度传感器有普通型和铠装型两种形式。普通型热电阻常用有铂热电阻和铜电阻。我国工业用铂热电阻常用的有两种。R0 分别为  $10\Omega$  和  $100\Omega$ ，分度号分别为 Pt10 和 Pt100，测温在  $-200\sim 850^{\circ}\text{C}$  范围内。铜电阻也是工业上经常使用的热电阻，在  $-50\sim +150^{\circ}\text{C}$  的范围内，具有很好的稳定性。所以在一些测量精度要求不高且温度较低场合，多采用铜电阻。铠装型铠装热电阻外径一般为  $2\sim 8\text{mm}$ 。其特点是体积小，热响应快，耐振动和冲击性能好，热电阻除感温元件部分外，其他部分可以弯曲，适合于在复杂条件下安装。

2、简述扩散硅压力传感器的工作原理。

答：扩散硅压力传感器是利用压阻效应原理工作的。利用特殊工艺在硅杯表面上形成四个阻值相同的扩散电阻，并通过适当得方式连接扩散电阻构成惠斯登电桥。当被测介质的压力直接作用在传感器硅膜片上时，当膜片受压时，产生向上凸起的变形，使其背面的扩散电阻发生变化。利用这种变化，使电桥失去平衡状态，输出电压与膜片所受压力成线性对应关系。并通过信号处理电路处理，将转换为  $4\sim 20\text{mA}$  标准信号输出。这样就达到了测量压力的目的。

3、简述压力变送器安装的主要事项。

答：安装前仔细阅读产品说明书。压力变送器可直接安装在测量点上，也可以通过导压管安装。合理选择取压点位置，避免产生取压误差。在变送器和取压点之间加装截止阀，以便检修，防止取压口堵塞而影响测量精度。尽量避开高温、强振动和腐蚀、潮湿场合。室外安装时，尽可能放置于保护盒内。

压力变送器在安装和拆卸时，须使用扳手拧动变送器压力接头，严禁直接拧动表头，避免损坏相关联结部件。严禁敲打、撞击、摔跌变送器，严禁用尖硬物、螺丝刀、手指直接按压膜片试压。

### 计算题

1. 某铜电阻在  $20^{\circ}\text{C}$  时的阻值是  $R_{20}=160.28\Omega$ ，其电阻温度系数  $\alpha=4.25\times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ ，该电阻在  $100^{\circ}\text{C}$  时的阻值为多少？

---

解：由  $R_t = R_0(1 + \alpha t)$  得

$$R_{20} = R_0(1 + \alpha t) = R_0 \times (1 + 4.25 \times 10^{-3} \times 20) = 160.28 \Omega$$

得分度号值  $R_0 = 147.72 \Omega$

$$\text{该电阻在 } 100^\circ\text{C} \text{ 时阻值为 } R_{100} = R_0(1 + \alpha t) = 147.72 \times (1 + 4.25 \times 10^{-3} \times 100) = 210.5 \Omega$$

2、用分度为 Cu50 的热电阻，测得某介质温度为  $84^\circ\text{C}$ ，但检定该热电阻时发现实际该电阻值为  $50.4 \Omega$ ，电阻温度系数为  $\alpha = 4.28 \times 10^{-3}/^\circ\text{C}$ ，求其测量误差是多少  $^\circ\text{C}$ ？

已知查表得该铜热电阻在  $0 \sim 100^\circ\text{C}$  范围有  $R_t = R_0(1 + \alpha t)$ ，电阻温度系数  $\alpha = 4.25 \times 10^{-3}/^\circ\text{C}$

解：由  $R_t = R_0(1 + \alpha t)$

$$\text{得 } R_t = R_0(1 + \alpha t) = 50 \times (1 + 4.25 \times 10^{-3} \times 84) = 67.85 \Omega$$

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) = 50.4 \times (1 + 4.28 \times 10^{-3} \times t) = 67.85 \Omega$$

$t = 80.89^\circ\text{C}$  为实际温度

测温误差为  $84^\circ\text{C} - 80.89^\circ\text{C} = 3.11^\circ\text{C}$

## 教学项目三：联合站分离器液位测量及压力控制

### 选择题

1. 物位检测以下说法正确的是（ B ）。  
[A] 静压式液位计不受介质密度的影响；[B] 浮筒式液位计可以检测界面；  
[C] 磁翻板液位计不能测量不透明液体；[D] 选择物位测量仪表时，可以不考虑介质特性。
2. 静压式液位计是根据流体（ A ）原理工作的。  
[A] 静压平衡；[B] 动压平衡；[C] 能量平衡；[D] 动量平衡。
3. 浮筒的最大测量范围为浮筒的长度，下面哪个不是国标规定的浮筒长度（ B ）。  
[A] 300mm；[B] 700mm；[C] 500mm；[D] 2000mm。
4. 电容式液位变送器，一般采用（ C ）式结构的传感器。  
[A] 平板电容；[B] 同轴电容；[C] 差动电容；[D] 固定电容
5. 用差压变送器测量液位，当液位  $H=0$  时，变送器上压差  $\Delta P>0$ ，差压变送器应作何迁移（ A ）  
[A] 正迁移；[B] 负迁移；[C] 不迁移。
6. 浮筒式液位计中对测量元件“浮筒”的要求是（ B ）  
[A] 能浮在液面上；[B] 形状为圆柱形筒；[C] 形状为圆锥形筒；[D] 必须是空心筒。
7. 用差压变送器测量高位水塔液位，水塔底部距变送器垂直距离 10m，当时温度下水的密度为  $1000\text{kg/m}^3$ ，差压变送器迁移量为多少？（ A ）  
[A] 正迁移 100kPa；[B] 负迁移 100kPa；[C] 负迁移 10kPa；[D] 正迁移 10kPa；
8. 静压式液位计测敞口容器液位，压力计安装位置高于  $H=0$  水平面时，压力计需要作何迁移（ B ）？  
[A] 正迁移；[B] 负迁移；[C] 不迁移。
9. 浮筒式液面计的空心浮筒破裂时，仪表指示如何变化（ A ）？  
[A] 指示为0%；[B]指示为50%；[C]指示为100%；[D]指示不变。

### 判断题

- （×）1. 用差压变送器测量液体的液面时，差压计的安装高度可不作规定，只要维护方便就行。
- （√）2. 由于法兰式差压变送器的特殊性，可以用于测量有腐蚀性、易结晶、粘度大的液体液位等特殊场合。
- （×）3. 普通数字控制器的功能比较灵活，可通过编程实现各种控制算法。
- （×）4. 当液面由最低到最高时，浮筒所受的浮力减少。
- （√）5. 电动浮筒液位变送器转换部分可和测量部分安装为一体，也可分体式安装
- （√）6. 两种液体的密度有变化的界面可以选用浮筒式液位计。
- （√）7. 用差压计测量液位时，其量程与介质密度有关，与封液密度无关。
- （×）8. 浮筒液面计的浮筒脱落，仪表指示最小。

- 
- (×) 9. 压力变送器不能用于测量敞口容器的液位。
- (×) 10. 高结晶、高粘性、结胶性和沉淀性液体，宜选用平法兰式差压仪表。
- (√) 11. 在现场调校浮筒的零点和量程是否准确时，可用水校法。
- (√) 12. 差压变送器测液位时，若输出过大，可能是负引压管堵。

### 填空题

1. ( 液位 )、( 界位 ) 和 ( 料位 ) 总称为物位。
2. 用压力表测量液位时，仪表安装的高度应与液位零位的高度 ( 在同一水平面上 ) ，否则，应进行修正。
3. 变浮力式液位计的检测元件—沉筒；其形状一般是 ( 圆柱形金属筒 )。液位计的测量范围等于其长度。
4. 磁翻板式液位计由 ( 连通器 )、( 磁性浮子 )、( 磁翻转面板 ) 三部分组成。
5. 电容式差压 ( 液位 ) 变送器中  $P_1$ 、 $P_2$  作用在两侧 ( 隔离 ) 膜片上，通过硅油传压作用到 ( 测量 ) 膜片上。
6. 磁翻板式液位计特点是结构牢固，工作可靠，显示醒目。精度较低)，可测 ( 高温 )、( 高压 )、( 不透明 ) 液体。
7. 测量粘性较大、压力较高的不透明介质的液位时，应选用 ( 磁翻板式 ) 式液位计。
8. 静压式液位计是依据 ( 静压 ) 原理测量液位的，液位与液底压力的关系为 (  $H = \Delta P / \rho g$  )。
9. ( 卧式三相分离器 ) 是目前油田联合站应用最广泛的一种油、气、水分离器。

### 简答题

1. 按工作原理，物位测量仪表可以分为哪些类型？它们的工作原理各是什么？

答：

- (1) 直读式液位计。直读式液位计是利用连通器的原理工作的。
- (2) 浮力式液位计。这类液位计是利用浮力原理工作的。它可分为两种：一种是恒浮力式液位计；另一种为变浮力式液位计。
- (3) 静压式液位计。静压式液位计利用一定高度的液柱产生的液体静压力 ( 压差 )，用压力 ( 差压 ) 计或差压变送器进行测量。
- (4) 电气式物位计。根据某些物理效应，将物位的变化转换为一些电量的变化，如电阻、电容、电磁场等的变化，通过测出这些电量的变化间接测量物位。
- (5) 辐射式物位计。这种物位检测仪表是依据放射线透射物料时，透射强度会随物料厚度而减弱的原理工作的。

(6) 反射式物位计。利用超声波、微波在气体、液体或固体的反射折射特性进行物位测量。

2. 什么是零点迁移？为什么会产生零点迁移？

---

答：

(1) 液位测量系统在实际应用时，由于受安装条件的限制和周围环境的影响，变送器的安装位置通常与液位零位不在同一水平面上，这都会使得液位最低点  $H=0$  时，差压  $\Delta p \neq 0$ ，其指示不为零。为了使差压变送器能够正确地指示液位高度，需对差压变送器进行零点调整，使它在液位为零时输出“零”信号(4mA)，这种方法称为“零点迁移”。

(2) 零点迁移的原因是由于受安装条件的限制和周围环境的影响，变送器的安装位置与液位零位不在同一水平面上，有时会因为负压室引压管中会有液体冷凝，有时会因为引压管上需加装隔离罐等。

3. 简述电容式差压传感器的测压原理及特点。答：

电容式差压(液位)变送器采用差动电容作为检测元件。输入差压作用于测量部分——电容式压力传感器的中心感压膜片，从而使感压膜片(即可动电极)与两固定电极所组成电容量发生变化，差动电容可将受压力影响产生的形变转换为电容量的变化，从而测得液位。这类液位计具有结构简单、适应性强、分辨度高、在高温、辐射等恶劣的环境下适应速度快等特点。

4. 试说明控制器在自动控制系统中的作用。

答：

控制仪表(也称为控制器)是过程控制系统的核心环节，是实现生产过程自动化的重要技术工具。如果将检测仪表比作控制系统的感觉器官，控制仪表就是控制系统的大脑。检测仪表将被控参数转换成测量信号后，除了送显示仪表进行指示和记录外，还需送至控制仪表，由控制仪表根据控制规律产生控制信号输出给执行器，控制生产过程的正常进行，使被控参数达到预期的要求。

5. 数字控制器有哪些优点？

答：

由于采用了通用微处理器和大规模集成电路进行信号的输入输出处理，因而仪表功能专一、结构简单、成本较低，可靠性高、运算功能丰富、编程组态方式灵活、通信联网方便，很适合在小型控制系统或设备自控制系统上使用。

6. 自力式调节器有哪些类型？主要的用途有哪些？

答：

根据作用形式的不同，自力式压力执行器分为直接作用式(弹簧负载式)和间接作用式(指挥器作用式)；按取压方式不同，可分为阀前压力执行器(又称“背压阀”)和阀后压力执行器(又称“减压阀”)两种。

执行器有如下几个主要方面的用途：

(1) 用作减压调节器，给下游提供压力较低而稳定的流体。

(2) 用作气压给定器，为气动单元组合仪表气源稳压。

(3) 作为分析仪器流入试样的压力稳定调节器。

(4) 用于城市供热或供气的管网压力稳定以分配流量。

7. 为什么带指挥器的压力调节器的控制精度高些？在什么情况下适用？

答：

带指挥器的压力调节器因为增加了一个指挥器（先导阀），它起到对反馈信号的放大作用，然后通过执行机构，驱动主阀阀瓣运动达到改变阀开度的目的。指挥器相当于一个一级调压器，先将压力调到一个设定值再将信号传给主调压器进行压力调节。因此，带指挥器的压力调节器的控制精度高些。

带指挥器操作型自力式压力调节阀无需外加能源，利用被调介质自身能量为动力源，自动控制阀门介质流量，使阀后压力保持恒定的压力稳定装置，特别适合微压气体控制。现已广泛应用于连续送气的天然气采输，城市煤气以及储罐氮封系统和冶金、石油、化工等工业生产部门。

8. 磁翻板液位计是如何实现液位指示的？有哪几种安装方式？

答：当被测容器中的液位升降时，连通器中的磁性浮子也随之升降，浮子内永久磁钢的磁场通过磁耦合传递到磁翻柱指示器，驱动红、白翻柱翻转  $180^\circ$ 。当液位上升时翻柱由白色转变为红色，当液位下降时翻柱由红色转变为白色，指示器的红白交界处为容器内部液位的实际高度，从而实现液位指示。安装形式有侧装式和顶装式。

9. 简述浮筒液位计的工作原理

答：当浮筒被液体浸没的高度不同时，浮筒上的浮力  $F$  也不同， $F$  的变化压缩弹簧，弹簧的弹性力和浮筒的重力  $w$ 、浮力  $F$  三个力相平衡时，浮筒处于平衡位置。弹簧位移量  $\Delta X$  与液位变化  $\Delta H$  成比例关系。如果在浮筒的连杆上安装一铁芯，通过差动变压器便可以输出相应电动势变化量，从而输出  $4\sim 20\text{mA}$  的标准电流信号，指示出液位的数值。

10. 三相分离器的监控需求主要有哪些？

答：主要包括以下内容：

- ① 天然气压力测控：
- ② 油气液位控制：
- ③ 油水界面控制：
- ④ 油、气、水流量计量。
- ⑤ 自动冲砂控制。

11. 谈一谈，二十大以来，仪表自动化在“大国重器”方面的应用？

答：略

### 计算题

1. 图 3-28 (a) (b) 所示的安装方法，有无迁移？何种迁移？

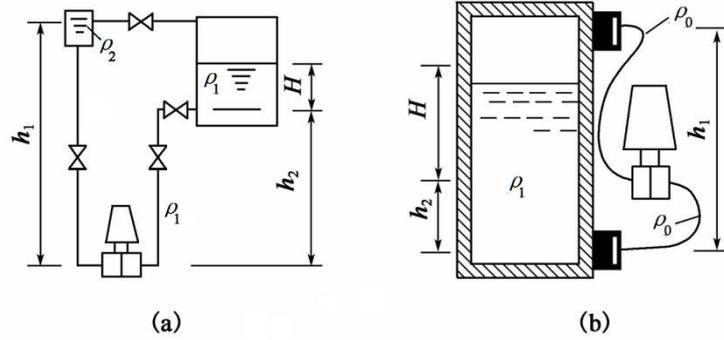


图 3-28 迁移量计算

答：假设容器上方气体的压力为  $p_0$

(1)

$$\text{正压室压力: } p_+ = p_0 + \rho_1 g H + \rho_1 g h_2$$

$$\text{负压室压力: } p_- = p_0 + \rho_2 g h_1$$

$$\text{正负两压室压差: } \Delta p = p_+ - p_- = \rho_1 g H + \rho_1 g h_2 - \rho_2 g h_1$$

由图可知，当液位  $H=0$  时，有  $\Delta p = \rho_1 g h_2 - \rho_2 g h_1 < 0$

因此，本系统需要负迁移，迁移量为  $\rho_2 g h_1 - \rho_1 g h_2$ 。

(2)

$$\text{正压室压力: } p_+ = p_0 + \rho_1 g H + \rho_1 g h_2 - \rho_0 g h_2$$

$$\text{负压室压力: } p_- = p_0 + \rho_0 g (h_1 - h_2)$$

$$\text{正负两压室压差: } \Delta p = p_+ - p_- = \rho_1 g H + \rho_1 g h_2 - \rho_0 g h_2 - \rho_0 g h_1 + \rho_0 g h_2 = \rho_1 g H + \rho_1 g h_2 - \rho_0 g h_1$$

由图可知，当液位  $H=0$  时，有  $\Delta p = \rho_1 g h_2 - \rho_0 g h_1 < 0$

因此，本系统也需要负迁移，迁移量为  $\rho_0 g h_1 - \rho_1 g h_2$ 。

2. 现用一电动浮筒液位变送器测量某分馏塔的液位。其浮筒长度为  $L=1600\text{mm}$ ，被测介质密度为  $800\text{kg/m}^3$ 。试计算当输出为 20%、40%、60%、80%、100% 时，浮筒内校验加水的高度 ( $\rho_w=1000\text{kg/m}^3$ )。

解：当液位最高时（100%），仪表输出为 20mA，此时灌水高度为

$$h_{100} = \frac{\rho_x}{\rho_w} L \times 100\% = \frac{800}{1000} \times 1600 \times 100\% = 1280(\text{mm})$$

$$h_{80} = \frac{\rho_x}{\rho_w} L \times 80\% = \frac{800}{1000} \times 1600 \times 80\% = 1024(\text{mm})$$

同理，当液位分别为 20%、40%、60% 时，灌水的高度分别为 256mm、512mm、768mm。

---

3. 浮筒长度  $L$  为 500mm, 水的密度  $\rho_w=1.0\text{g/cm}^3$ , 被测液体的密度  $\rho_x=0.85\text{g/cm}^3$ , 用水代校时, 浮筒应被水浸没的最大长度是多少?

解: 
$$h = \frac{\rho_x}{\rho_w} L = \frac{0.85}{1.0} \times 500 = 425(\text{mm})$$

答: 应被水浸没的最大长度是 425mm。

## 教学项目四：联合站油气水外输计量

### 选择题

1. 流量是指（ B ）内流过管道某一截面积的流体数量。  
[A] 单位体积；[B] 单位时间；[C] 单位面积。
2. 安装时对直管段长度要求较高的流量计是（ B ）。  
[A] 科里奥利力流量计；[B] 电磁流量计；[C] 容积式流量计。
3. 腰轮流量计适合测量（ A ）。  
[A] 高粘度流体流量；[B] 低粘度流体流量；[C] 含有杂质流体流量。
4. 由于孔板使用日久，入口边缘受到磨损变形，流量计指示将（ C ）。  
[A] 正常；[B] 偏高；[C] 偏低。
5. 差压流量计正压管线泄露，则仪表指示值将（ B ）。  
[A] 偏大；[B] 偏小；[C] 不变。
6. 用孔板测量流量，孔板应装在调节阀的（ A ）。  
[A] 前面；[B] 后面；[C] 任意位置。
7. 相同差压下，压力损失最大的节流装置是（ B ）。  
[A] 喷嘴；[B] 孔板；[C] 文丘里管。
8. 当天然气通过不同管道时，流速越大则（ B ）。  
[A] 管径越大；[B] 管径越小；[C] 管道材质越好；[D] 管道材质越差。
9. 安装流量计时，下列做法正确的是（ C ）。  
[A] 在流量计信号输出口处直接接入交流 220 伏或交流 380 伏的电源；  
[B] 在流量计出入口法兰处直接进行电焊施工；  
[C] 新安装或检修后的管道进行吹扫，去除管道中的杂物后再安装流量计。
10. 天然气以 4m/s 的速度流过直径为 100mm 的管线，该天然气的流量为（ D ）。  
[A] 314m<sup>3</sup>/h；[B] 320m<sup>3</sup>/h；[C] 116.38m<sup>3</sup>/h；[D] 113.04m<sup>3</sup>/h。
11. 与标准孔板相比，标准喷嘴的测量准确度（ B ）、压力损失（ ）、所需的直管段也较（ ）。  
[A] 低、大、长；[B] 高、小、短；[C] 高、大、长；[D] 低、小、短。
12. 标准节流元件的直径比  $\beta$  越小，则（ D ）。  
[A] 流量测量越准确；[B] 流体的压力损失越小；[C] 要求水平直管段越长；[D] 流体的压力损失越大。

### 判断题

- (×) 1. 流经节流元件的流量与节流元件两端的差压成正比。

- 
- (√) 2. 涡街流量计和科里奥利力质量流量计，在使用中都应注意避免机械振动。
- (√) 3. 电磁流量计不能测量气体介质的流量。
- (√) 4. 涡街流量计是一种速度式流量计。
- (×) 5. 孔板测流量时，若将孔板装反，变送器指示将偏大。
- (√) 6. 流体介质的粘度增大，腰轮流量计的泄漏量将减小。
- (×) 7. 对于含有固体颗粒杂质的流体，也可以用凸轮刮板流量计测量其流量。
- (×) 8. 容积式流量计可以做得很小巧玲珑，压力损失小。
- (√) 9. 管道安装完毕进行密封试压时，应注意流量计的压力传感器所能承受的最高压力，以免损坏流量计压力传感器部件。
- (√) 10. 累积流量是指一段时间内流过管道横截面积流体的总和，等于该时间段内瞬时流量对时间的积分。
- (×) 11. 流量计安装好后发现法兰面焊接不好，可对法兰处直接进行焊接处理。
- (×) 12. 多普勒式超声波流量计适合测量较洁净流体的流量。
- (×) 13. 电磁流量计可以水平、垂直或者倾斜安装，也可以安装在泵的前面。
- (√) 14. 插入式超声波换能器与被测介质直接接触，存在腐蚀、粘结和沉淀等问题，夹装式换能器装在管道外面，不与被测介质接触，不会产生上述问题。
- (√) 15. 当流体通过电磁流量计时，不会引起一些附加的压力损失，因此它是流量计中运行能耗最低的流量计之一。
- (√) 16. 电磁流量计没有机械惯性，反应灵敏，可以测量脉动流量，也可以测量正反两个方向的流量。
- (×) 17. 文丘里管的压力损失相对较低，有比较高的测量准确度，对流体中的悬浮物不敏感，可用于脏污流体的流量测量，在工业现场应用较多。
- (×) 18. 标准孔板测量大管径高温高压介质时容易变形，除此之外，可用于测量任何流体的流量。
- (×) 19. 标准节流装置的取压装置就是指取压的位置。
- (×) 20. 流装置的压力损失随差压的增加而减小。
- (×) 21. 节流装置成熟程度较高，均已标准化，所以又被称作标准节流装置。
- (×) 22. 标准节流装置只要按照标准文件进行设计和制造，就无须实流校准和单独标定，即可确定差压和流量的关系。
- (√) 23. 节流件是节流装置中造成流体收缩，并且在其上下游两侧产生差压的元件。
- (√) 24. 流体流经节流件时，由于涡流、撞击及摩擦等原因而造成压力的损失是不可恢复的。
- (√) 25. 电磁流量计只需经水标定后，就可以用来测量其他导电性液体的流量测量。

### 填空题

1. 最常用的节流装置有（孔板）、（喷嘴）和（文丘里管）。

2. 安装孔板时，有喇叭口的一面应朝（下）游侧安装。
3. 差压式流量计通常由（节流装置）、（引压管路）、（三阀组）和（差压变送器）等组成。
4. 电磁流量计应用（电磁感应）原理测量流体流量，适合测量具有（导电）性液体的流量。
5. 根据“卡门涡街”现象测量流体流量的仪表称为（涡街）流量计。
6. 腰轮流量计的腰轮每转一周，就输出（四）倍计量室体积的流体。
7. 涡街流量计是利用自然震荡的卡门涡街原理工作的，涡列稳定的条件是（ $\frac{h}{l} = 0.281$ ）。

### 简答题

1. 原来测水的差压流量计，现用来测量密度不同的油的流量，读数是否正确？为什么？

答：读数不准确。

由差压式流量计的流量公式：
$$q_v = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \varepsilon \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}$$

可得流量不仅与差压大小有关，还与流体密度  $\rho$  和流出系数  $C$  有关，油的密度和流出系数都与水的不同，所以直接读出的流量数值一定不正确。

2. 腰轮流量计和双螺杆流量计有什么不同？

答：腰轮流量计有一对截面呈“8”字形的腰轮，工作时必有一个主动轮通过外部齿轮带动另外一个从动轮转动，运行中有一定的振动噪音和排量脉动。

双螺杆（双转子）流量计的内部采用的是一对特殊齿型的螺旋转子直接啮合，没有相对滑动，不需要同步齿轮，靠进出口处较小的压差推动转子旋转。双转子流量计工作时两个转子都是主动轮，两个转子各自作等速等转矩旋转，排量均衡无脉动，运转平稳、噪音低、磨损少、流量大，双转子比腰轮的精度更高、可靠性更高，并且双转子比腰轮对液体的粘度变化适应性更强，允许被测液体中的微细颗粒通过。

3. 容积式流量计的泄漏量与哪此因素有关？安装时有哪些要求？

答：容积式流量计泄漏量的大小除了与间隙、运动部件前后压差有一定关系，还与流体的粘度、流体密度有关。通常一定条件下，进出口压差增大，泄露量增大；流体密度变小，泄露量增大；流体粘度增大，泄露量变小。

容积式流量计在安装时需要注意以下几点：

- （1）如果流体内含有固体杂质，应在容积式流量计前面应安装过滤器，并定期清洗过滤器。
- （2）被测液体中若含有气体，则应在流量计前安装消气器，分离出液体中的气体，以便精确测量液体的流量。
- （3）对连续生产不能断流的场合，为便于仪表的维修校验，流量计必须安装旁通管路。对不允许停止计量的场合，可以设置两台流量计并联安装，互为备用。
- （4）不论管路是垂直还是水平安装，流量计的转子轴都必须安装成水平位置（即表度盘应与地面垂

直)。

#### 4. 旋进旋涡流量计和涡街流量计相比，有什么不同？

答：(1) 结构不同：涡街流量计和旋进旋涡流量计都没有可动部件，其发生体通常都可称之为漩涡发生体，但具体形状结构不同，涡街流量计的漩涡发生体是非流线型柱状体（三角柱、圆柱、T形柱等），而旋进旋涡流量计的漩涡发生体是由螺旋形叶片组成的漩涡发生器。

(2) 测量原理不同：涡街流量计是流体流经柱状漩涡发生体时，会在柱状体下游两侧交替产生旋转方向相反的旋涡列，满足一定条件时，所产生的单列旋涡的频率  $f$  与柱状体处两侧流体的平均速度  $v_1$  成正比，想办法测得漩涡产生频率，就可计算出流体平均流速从而测得流体流量。旋进旋涡流量计是当流体流经由螺旋形叶片组成的漩涡发生器时，流体被迫绕着发生体轴剧烈旋转形成漩涡。当流体又进入扩散段时，旋涡流受到回流的作用，开始做二次旋转，形成陀螺式的涡流进动现象，漩涡进动频率与流速成正比，测得旋涡流的旋进频率即可测得流体流量。

(3) 管径不同：涡街流量计的测量范围大量程比宽，压力损失较小，可适合大管径高流速的流量测量。旋进旋涡流量计的测量范围小量程比窄，压力损失大，故一般不适合大管径压力管道。

(4) 适用介质不同：涡街流量计可测量气体、液体和蒸汽的流量，旋进旋涡流量计理论上可以适合气体和液体流量的测量，但生产中一般只用作气体的流量测量。

#### 5. 时差式、多普勒式超声波流量计测量原理有何异同？适宜测量的介质相同吗？

答：时差法超声波流量计的工作原理：在流体中超声波信号由于受到介质流速的影响，顺流时传播速度快，逆流时超声波信号的传播速度慢。具体做法是一个探头发射信号，穿过管壁、介质到达另一侧管壁后，被另一个探头接收，同时，第二个探头同样发射信号被第一个探头接收。通过测量超声波信号在流体中顺流和逆流时传播的时间差，就可以间接测出流体流速，从而计算出流体流量。超声波在传播路径上，如果遇到有较多气泡或固体杂质颗粒会被散射，会阻碍超声波的正常传播，造成测量结果不准确。因此时差法只能用来测量比较洁净的流体。

多普勒法正是利用超声波被散射这一特点工作的，所以多普勒法正适合测量含有固体颗粒或气泡的浑浊流体，其测量原理是基于声学上的多普勒效应，即当声源和观察者之间有相对运动时，观察者所感受到的声频率将不同于声源所发出的频率，频率的变化与两物体的相对速度成正比。具体做法是从配管外部发射超声波，超声波被流体中的杂质反射以后，作为接收信号被接收。利用多普勒效应发射波与接收波信号的频率差与流体流速之间的比例关系，计算流速从而测得流体流量。

#### 6. 电磁流量计的工作原理是什么？它对被测介质有什么要求？

答：电磁流量计是根据电磁感应定律工作的。当导体在磁场中作切割磁力线运动时，在导体中会产生感应电势，感应电势的大小与导体在磁场中的有效长度及导体在磁场中作垂直于磁场方向运动的速度成正比。同理，导电的液体在测量管中流动时就相当于以垂直磁场方向流动而切割磁力线，就会在管道两边的电极上产生感应电势。此电势大小正比于流体流速，即正比于流体流量。测得感应电势的大小就可以知道流量大小。

电磁流量计只能适合具有一定导电性的液体的流量测量。

### 计算题

1. 用一台 DDZ-III 型差压变送器与节流装置配合测量流量，差压变送器的测量范围为 0~16kPa，对应流量为 0~400m<sup>3</sup>/h，问差压是 9kPa 时，输出电流是多少 mA？对应的流量是多少？

解：电流  $I = \frac{9 \times (20 - 4)}{16} + 4 = 13\text{mA}$

$$\text{流量 } Q^2 \propto P \quad \left(\frac{400}{Q}\right)^2 = \frac{16}{9} \quad Q = 300\text{m}^3/\text{h}$$

2. 三角柱形旋涡发生体的宽度  $d=0.28D$ ，工艺管道的直径  $D=51.1\text{mm}$ ，当旋涡发生体处流体平均流速为  $6.8\text{m/s}$  时，产生的旋涡频率为多少？

解：由公式  $f = S_t \frac{v_1}{d}$

三角柱旋涡发生体的斯特罗哈尔数  $S_t = 0.16$

得旋涡频率为  $f = 0.16 \times \frac{6.8}{0.28 \times 51.1 \times 10^{-3}} = 76\text{Hz}$

3、欲测量绝对压力为 350kPa，温度为 303.16K 的氢气流量，最大流量为 2m<sup>3</sup>/h，问，应选用多大量程的气体转子流量计？已知空气、氢气在标准状态下的密度分别为 1.205kg/m<sup>3</sup>和 0.084kg/m<sup>3</sup>。

解：由气体转子流量计的计算公式  $q_{v,0} = q_v \sqrt{\frac{T_0 p}{T p_0} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_{a0}}}$

得天然气在标况下的指示流量为

$$q_{v,0} = 2 \times \sqrt{\frac{(20 + 273.15) \times 350}{303.15 \times 101.325} \times \frac{0.084}{1.2046}} = 0.965(\text{m}^3/\text{h})$$

工况下实际最大流量为 2m<sup>3</sup>/h 的氢气流量，应该选用量程为 1m<sup>3</sup>/h 的气体转子流量计才能正常工作，另外还要注意常用流量应尽量在最大流量的 70~80% 之间。

## 教学项目五：炼油厂油气成分及物性检测

### 选择题

1. 石油生产、加工过程中，需要经常测量的成分及物性参数有哪些（ D ）？  
[A] 原油密度、含水率；[B] 天然气和成品油的组份；  
[C] 易燃、有毒气体的浓度；[D] 以上全是。
2. 以下哪个不是分析仪表（ D ）。  
[A] 密度计；[B] 色谱分析仪；[C] 可燃分析报警仪；[D] 质量流量计。
3. 振动式密度计中，当被测介质密度增加时其振动频率如何变化（ B ）？  
[A] 增加；[B] 减小；[C] 不变；[D] 不定。
4. 单振动管密度计测量精度高、灵敏度高、测量范围窄，能连续在线测量。最大测量误差（ B ）。  
[A]  $0.005\text{g}/\text{cm}^3$ ；[B]  $0.001\text{g}/\text{cm}^3$ ；[C]  $0.001\text{kg}/\text{m}^3$ ；[D]  $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ 。
5. 双振动管密度变送器中，被测介质密度与脉冲输出信号的关系为（ D ）。  
[A]  $\rho_x$  正比于  $T_x$ ；[B]  $\rho_x$  正比于  $f_x$ ；[C]  $\rho_x$  正比于  $f_x$  的平方；[D]  $\rho_x$  正比于  $T_x$  的平方。
6. 音叉式密度计在被测介质（ A ）变化时，会影响谐振频率，需要补偿。  
[A] 温度；[B] 压力；[C] 含水；[D] 密度。
7. 电容式原油含水分析仪是根据原油和水的（ B ）差异较大的性质，测量原油中水的含量。  
[A] 粘度系数；[B] 介电常数；[C] 磁导率；[D] 密度。
8. 电容式原油低含水分析仪中，计量电容采用何种电容器（ B ）？  
[A] 平板式电容器；[B] 同轴式电容器；[C] 可调式电容器；[D] 筒式电容器。
9. 微波是一种高频电磁波，微波式原油含水分析仪所用的微波频率（ D ）。  
[A] 1MHz；[B] 10MHz；[C] 1GHz；[D] 0.5~3GHz。
10. 微波式原油含水分析仪是利用微波在含水原油中产生的不同反射工作的，含水升高时反射微波的强如何变化（ A ）？  
[A] 增加；[B] 减小；[C] 不变；[D] 不定。
11. 辐射型原油含水分析仪是基于油、水介质对（ A ）射线的吸收不同，通过检测射线穿过油、水混合物后的透射强度，实现对原油含水率的在线测量的目的。  
[A]  $\gamma$  射线；[B]  $\beta$  射线；[C] X 射线；[D] 光线。
12. 氧化锆分析器在以下那一范围下才能正常工作（ B ）？  
[A]  $600^\circ\text{C}$  以下；[B]  $600\text{--}800^\circ\text{C}$ ；[C]  $850^\circ\text{C}$  以下；[D]  $1000^\circ\text{C}$  以上。
13. 直插定温式氧化锆检测器主要由碳化硅陶瓷过滤器、氧化锆管（ A ）、恒温加热器、氧化铝陶瓷气体导管和接线盒等组成。  
[A] 热电偶；[B] 热电阻；[C] 霍尔元件；[D] 除法器。
14. 催化燃烧式气敏元件，可燃气体在（ B ） $^\circ\text{C}$  的温度下，经钯触媒催化作用，与氧气发生氧化反

---

应，产生无焰燃烧。

[A] 100~200;; [B] 200~400; [C] <200; [D] >400。

15. 可燃气体探测器、报警器的指示是以可燃气体爆炸下限浓度的百分比为单位的，其缩写是( C )。

[A] LCD; [B] LED; [C] LEL; [D] LOL 。

### 判断题

(√) 1. 振动管中介质密度增加时振动频率减小，因而由此可以间接测量被测介质密度的大小。

(√) 2. 双振动管密度计，其振动频率在理想情况下与介质温度、压力、粘度均无关。(×) 3. 振动管维持振动是经检测线圈检测、放大移相后，经激振线圈驱动铁芯合拍地吸动振动管、补充振动的能量损耗。这是一种自激振荡，负反馈的结果。

(√) 4. 单振动管（直管）密度计的特点是结构更加简单、易于加工、重量轻、易清洗。

(×) 5. 振筒式密度计也是一种双管振动式密度计

(√) 6. 音叉振动式密度变送器最大的特点是由于振动音叉处于无边界的被测液体中，音叉振动时，带动液体一起振动，液体密度改变了音叉的振动频率。

(√) 7. 电容含水分析法中所用同轴电容器的电容量 C 与含水原油的介电常数成正比关系。

(×) 8. 电容含水仪的结构形式有插入式、通过式、旁通式三种，其中插入式还有带压安装形式。。

(√) 9. 电磁波谐振式含水分析仪也是一种电容式含水分析仪，其特点是其电容的测量采用电磁波谐振式原理。

(√) 10. 微波式原油含水分析仪是利用微波在含水原油中产生的不同反射工作的，含水升高时反射微波的强增加。

(√) 11. 微波含水分析仪的补偿电极，用来检测原油的电阻率，以确定水在原油中的分布状态是油包水、还是水包油。

(×) 12. 辐射型原油含水分析仪是基于油、水介质对β射线的吸收不同，通过检测穿过油、水混合物后的透射强度，实现对原油含水率的在线测量的目的。

(√) 13. 辐射型原油含水分析仪增加了一个散射探测器，可以同时测量原油含水率和含气率。

(×) 14. 氧化锆分析仪的基本工作原理基于温差电池原理。

(√) 15. 氧化锆敏感元件是一种陶瓷样氧化锆管。是在氧化锆中掺入一定量的氧化钙或氧化钇等低价稀土氧化物，在高温下烧结制成的。

(√) 16. 氧浓差电池是利用氧化锆固体电解质作成检测器检测混合气体中氧气的含量

(√) 17. 氧化锆分析器在 600-800℃ 范围下才能正常工作：

(√) 18. 直插定温式氧化锆测温系统由氧化锆探头、温度控制器、加热器、显示记录表组成。

(×) 19. 可燃气体传感器性能会随着使用时间的增加而逐渐下降，定期对探测器进行校准是十分必要的。标定间隔时间一般为一年。

(×) 20. 传感器使用寿命一般为 5 年 (典型值)。

### 填空题

1. (成份分析)是指在由多种物质构成的混合物中,测量某一种物质所占比率的过程。
2. (物性分析)是指测量某种物质(不管是单一成份的还是混合物)的物质特性,如密度、粘度、酸度、电导率等。
3. 双振动管密度变送器由(振动管)、(检测线圈)、(激振线圈)、(维持放大器)、(减振器)等组成。
4. 双振动管外径约为(24)mm,壁厚为(1)mm,长约(510)mm,两管自然谐振频率完全相同而且振动方向相反,这样可抵消管端的反作用力。
5. 振筒式密度计最大特点是被测液体从振动管内、外侧流过,故压力效应对它(几乎没有)影响。
6. 振动管密度计的安装方式,有(水平安装)、(垂直安装)、(旁路安装)三种,而音叉式密度计只能(水平安装)。
7. 通常情况下人们认为原油乳化液的介电常数只与含水率有关,而实际上介电常数与原油的( )、(烃类组成)、(压力和温度)、(密度)、(含气量)等因素都有关系,因此这种含水仪必须进行现场标定。
8. 辐射型原油含水分析仪是基于油、水介质对( $\gamma$ 射线)的吸收不同,通过检测穿过油、水混合物后的透射强度,实现对原油含水率的在线测量的目的。
9. 氧化锆分析器由(氧化锆探头)(变送器)组成。
10. 在炉烟道上安装氧化锆氧分析器的作用是(节能)(减少环境污染)(延长炉龄)。
11. 氧化锆分析器是利用(氧浓差电池原理)工作的。氧化锆探头有(直插定温式)、(直插补偿式)两种。
12. 氧浓差电池是利用(氧化锆固体电解质)作成检测器检测混合气体中氧气的含量。
13. 在色谱柱中流动的是气体,即流动相为气体的色谱分析仪称为(气相色谱)。
14. 氢火焰离子化检测器只适用在对(含碳有机物、含氢有机物、无机化合物、 $H_2$ )检测中。
15. 可燃气体报警仪,有手持式、固定式两类,工业现场一般采用固定式。由(探测器)、(报警器)组成。
16. 可燃气体探测器检测天然气、甲烷等比空气轻的可燃气体,其安装高度宜高出释放源(0.5~2)m,且与释放源的水平距离宜小于(5)m。

### 简答题

1. 分析仪表作用是什么?

答:分析仪表主要用于以下几个方面:

① 产品质量监督

② 工艺监督

③ 安全生产

④ 节约能源

2. 振动式密度计是根据什么原理测量密度的？

答：充满被测液体的振动管振动时，管内的液体一起做弹性自由振动。流体密度的变化将改变振动管的总体质量，使振动管的固有振动频率改变。若流体密度增大，则振动频率将减小；反之亦然。因此，测定振动管振动频率的变化，可以间接地测定被测流体的密度。当振动管两端固定时，振动管横向自由振动频率与被测介质密度的关系为：

$$\rho_x = \rho_0 \cdot \left( \frac{f_0^2}{f_x^2} - 1 \right) = \rho_0 \cdot \left( \frac{T_x^2}{T_0^2} - 1 \right)$$

3. 振动管是如何维持振动的？

答：当振动管有一微小振动时，经检测线圈转换成同频率的交流电信号送到放大器后，经过放大器移相放大，信号电流又送入激振线圈。使激振线圈的铁芯合拍地吸动振动管、补充振动的能量损耗。两个振动管受到磁力作用，按其自然频率产生谐振。这是一种自激振荡，正反馈的结果。

4. 电容式原油含水分析仪的基本测量原理是什么？

答：电容式原油含水分析仪是根据原油和水的介电常数  $\epsilon$  差异较大的性质，测量原油中微量水的含量。由于原油和水的介电常数相差 40 多倍，会使不同含水量原油的等效介电常数发生很大变化，从而引起电极尺寸和形状一定的电容器的电容量发生变化。含水分析仪所使用的同轴电容器的电容量与  $\epsilon$  成正比。所以只要测出 C，就可得到原油的含水率。

除了含水率， $\epsilon$  还与原油中的烃类组成、压力、密度、含气量、测量频率和温度等的影响，需要进行现场标定。

5. 移相式微波式原油含水分析仪的基本组成是什么？有几种形式？

答：相动微波含水分析仪由测量部分（探测器）、转换部分（二次表）、系统电缆三部分组成。探测器是一个细的心杆和套着中心杆的测量管组成，形成一个同轴波导管，用于产生并测量微波强度。转换部分通过连接电缆给微波振荡器模块供电，同时电缆又将来自振荡器的频率、温度和反射功率等信号传递给转换部分并计算出含水量。

相动微波含水分析仪有旁通式、插入式、流通式三种外形。

6. 辐射式原油含水分析仪的组成有哪些？

答：FGH、FGW 型辐射型原油含水率自动监测仪由传感器（一次仪表）和微机数据处理系统（二次仪表）两大部分构成，一次仪表包括：测量管道、射线源、及碘化钠闪烁体探测器。测量管道是用钢材加工而成，两端与标准法兰焊接。

二次仪表为含水监测仪的主机，主要包括高、低压电源、信号放大电路、计算机数据处理系统。

7. 氧化锆氧分析仪的组成有哪些？

---

答：氧化锆探头（陶瓷过滤器、氧化锆管检测元件、加热电阻丝、通气导管、测温热电偶）：将氧含量转化为氧浓差电势信号。

变送器：探头温度控制及氧浓差电势放大、温度不偿、显示、输出 4~20mA 电流。

8. 为什么氧化锆氧分析器不能用于可燃性气体含量较大的混合气含氧量分析？

答：氧化锆氧化分析器需要在 650 摄氏度以上的高温下才能进行工作，当待测气体中的可燃性组分，如碳氢化合物、氢气、一氧化碳、甲烷和氧共存时，在高温条件下在铂电极的催化下易发生燃烧反应而耗氧，得到的氧量是不准确的

9. 简述催化燃烧气敏元件的测量原理，可燃气体报警仪的组成是什么？为什么要定期校验？

答：催化燃烧式气敏电阻，是用氧化铝、氧化硅粉末与金属钯盐裹覆金属铂丝高温烧结制成。可燃气体在 200-400℃ 的温度下，经钯金属触媒钯盐催化作用，与氧气发生氧化反应，产生无焰燃烧而放热，其放热量与可燃气体的浓度有关。空气中可燃气体浓度愈大，所产生的燃烧热愈多、温度越高，其内铂丝的电阻越大，桥路输出电压与可燃气体的浓度成正比。

## 教学项目六：输油管道泄漏监测

### 选择题：

1. 输油管道泄漏监测方法中以下哪个不是（ C ）。  
[A] 负压波法；[B] 输差分析法；[C] 回声波法；[D] 检漏电缆、光纤法。
2. 具体检测负压波的测量仪表属于泄漏监测系统的那一部分（ A ）。  
[A] 数据采集仪表；[B] 现场数据采集站；[C] 通信系统；[D] 上位机软件。
3. 横河公司 EJA 智能变送器中的敏感元件是一种（ D ）式传感器。  
[A] 硅电容差压传感器；[B] 硅谐振差压传感器；  
[C] 电容膜盒差压传感器；[D] 扩散硅压力传感器。
4. 硅谐振压力变送器是根据谐振子的（ C ）随膜片变形而变化来进行压力测量的。  
[A] 电压；[B] 电容；[C] 频率；[D] 电流。
5. 在智能电容差压变送器的检测部件中，除了差压传感元件外，一般还有（ A ）传感元件。  
[A] 温度；[B] 湿度；[C] 流量；[D] 粘度。
6. 如果模拟变送器采用了微处理器，而且具有（ D ）功能，可称为智能变送器。  
[A] 双向通信能力；[B] 完善的自诊断功能；[C] 技术性能提升；[D] 以上三种。
7. 只要遵循 HART 通信协议，（ A ）手持终端就可以对智能变送器进行编程组态。  
[A] 罗斯蒙特 275；[B] 富士 FXW；[C] 富士 HHC；[D] 横河 BT200。
8. 智能电容差压变送器不具有（ C ）功能。  
[A] A / D、D / A 转换；[B] 线性化处理；[C] 参数自整定；[D] 故障自诊断
9. EJA110A 智能差压变送器的精度为（ A ）。  
[A]  $\pm 0.075\%$ ；[B]  $\pm 0.1\%$ ；[C]  $\pm 0.02\%$ ；[D]  $\pm 0.5\%$ 。
10. 质量流量计的特点之一是可直接测量（ D ），与被测介质的温度、压力、粘度、密度的变化无关。  
[A] 瞬时流量；[B] 累积流量；[C] 体积流量；[D] 质量流量。
11. 双 U 形管科氏力质量流量计的（ A ）用以激励测量管的振动，并将测量管的变形转换为电信号输出。  
[A] 质量流量传感器；[B] 放大器；[C] 质量流量；[D] 质量流量变送器。
12. 科氏力质量流量计传感器中激励线圈的直接作用是（ A ）。  
[A] 使测量管产生振动；[B] 使测量管扭曲；  
[C] 使测量管受到科氏力；[D] 将测量管的扭曲转变成电信号
13. 用科氏力质量流量计测流量，流动的液体在振动的测量管内产生科氏力。测量管进出侧所受的科氏力方向（ B ）。  
[A] 相同；[B] 相反；[C] 互相垂直；[D] 难以确定
14. 以下（ C ）不会影响质量流量计的测量精度。

- [A]传感器附近有较大振动；[B]传感器附近有产生较强磁场的设备；  
[C]流体密度发生变化；[D]传感器和连接管道之间有应力存在。

### 判断题

- (×) 1. 当长输管道发生泄漏时，会从泄漏点向上、下游连续产生无数个负压波。  
(×) 2. 负压波的传速度等于工作状态下管道原油中的声速，约为 340m/s。  
(√) 3. 泄漏监测系统之所以要用 GPS 采集卫星的标准时间信号，主要是用于测漏系统的校时。保证首末站监测数据的时间标准一致，防止产生较大的距离计算误差。  
(√) 4. 智能变送器不仅具备 4—20 mA DC 标准电流信号输出，同时具有数字信号输出功能。  
(√) 5. 智能变送器的最大优点之一是可以手持终端上或 DCS 上设定零点和量程。  
(√) 6. 智能变送器的安装要求与普通变送器的安装要求基本相同  
(×) 7. 智能差压变送器的零点和量程都可以在手持器上进行修正和修改，所以智能差压变送器不需要通过压力信号进行校验。  
(×) 8. HART 协议采用移频键控 (FSK) 技术，通过在 4~20mA 电流上叠加幅度为 0.5mA 两种频率的正弦交流信号来实现数字通讯。频率 2200 交流信号代表数字 1，频率 1200 交流信号代表数字 0。  
(×) 9. 流体的质量与密度有关，所以，流体密度的变化会使质量流量计的测量结果产生误差。  
(√) 10. 用科氏力质量流量计测量流量时，温度变化对产生的科氏力的大小无影响。  
(×) 11. 质量流量计检定合格后，不需要进行零点标定了。  
(√) 12. 输油长输管道内外的泄漏测量与控制对维护国家能源安全和公共安全十分重要。(对)

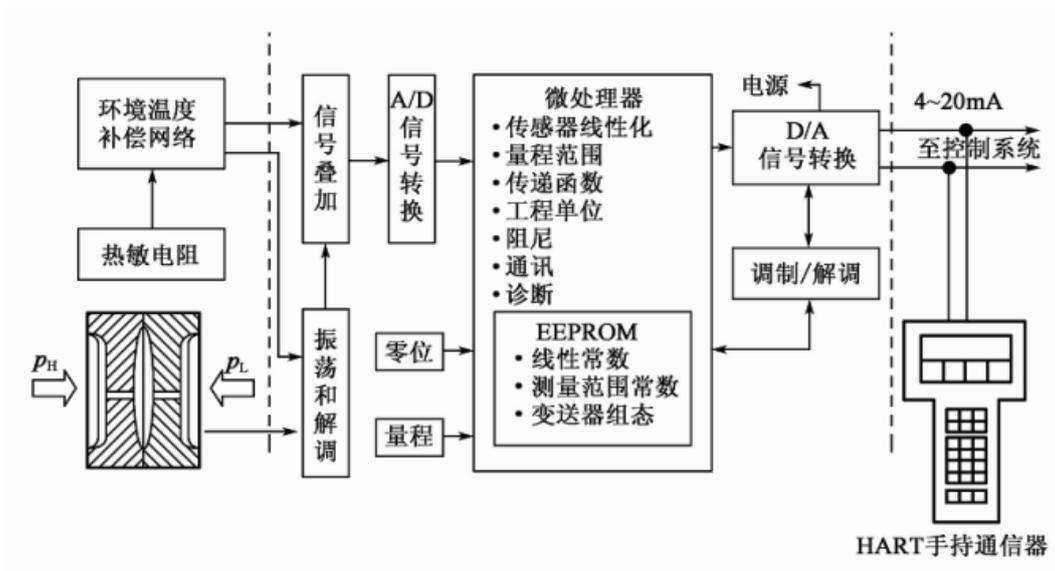
### 填空题

1. 输油管道测漏系统主要由四部分构成：( 数据采集仪表 )、( 现场数据采集站 )、( 通信系统 )、( 上位机软件 )。  
2. 软件主要实现对本机( 系统的初始化 )、( 参数实时采集及传输 )、( 网络校时 )、( 数据分析 )、( 报警提示和动态显示 ) 以及 ( 系统参数设置 ) 等任务。  
3. 谐振式压力变送器是将 ( 压力 ) 的变化转换为物体 ( 谐振频率 ) 特性变化的装置  
4. 3051C 智能差压变送器由 ( 传感器模块 ) 和 ( 电子组件 ) 两部分组成。  
5. 手持通信器可以完成如下功能：( 组态 )、( 抄表 )、( 诊断 )。  
6. 科里奥利质量流量计一般由 ( 流量传感器 ) 和 ( 流量变送器 ) 组成。流量传感器是一种基于 ( 科里奥利力 ) 效应的谐振式传感器。  
7. 质量流量计在安装时对上下游直管段的长度 ( 无 ) 要求。( 填“有”或“无” )  
8. 由于质量流量计测得的流量是 ( 质量 ) 流量，所以相对来说它的测量精度比较 ( 高 )。

### 简答题

1. 请画出智能差压变送器的基本组成框图，并说出各部分的作用。

答：组成框图如下图所示。智能差压变送器由传感器模块和电子组件两部分组成其核心是一个差动电容式传感器，包括充油电容传感器、一个温度传感器、储存器。被测压力差通过电容传感器转换为与之成正比的差动电容信号。传感器内的热敏电阻还同时感受被测介质的温度，由环境温度补偿网络转换为补偿电压信号。上述电容和温度信号先通过 A/D 转换器转换为数字信号，然后再通过微处理器进行数据的处理（线性化、量程转换、温度补偿、通讯）。最后输出部分将数字信号转换成 4~20mA 电流信号，并与手持通信器进行通信。电子组件包括微处理器、储存模块和 D/A 信号转换器、通讯模块。



## 2. 简述 EJA 硅谐振式传感器的基本工作原理。

答：硅谐振传感器是采用微电子机械加工技术直接在单晶硅测压膜片上制作出两个 H 型梁（谐振子），在电磁场激励下自由振动，其谐振频率随膜片变形而变化。两个谐振子一个处于膜片中心，一个处于膜片的边缘。当给膜片施加以被测压力时，中心谐振子受到拉应力作用，H 型梁因张力增大而振动频率增加；而边缘谐振子受到压应力作用，H 型梁振动频率因张力减小而降低。两个谐振频率的差值与被测压力成正比。利用测量两个谐振梁的频率之差，即可得到被测介质的压力大小。

## 3. 科氏力质量流量计安装注意事项有哪些？

答：（1）传感器应远离大的振动源（如工艺管线上的泵能引起管道振动），并安装在被牢固支撑的管道系统中，且传感器外壳需为悬空状态。

（2）传感器应实现无应力安装。如不能安装在工艺管线的膨胀节附近，测量管应与管道同轴安装等，防止受管道应力作用而使传感器零点发生变化，影响测量精度。

（3）传感器应防止磁场干扰，远离变压器、大功率电动机等磁场较强的设备。

（4）传感器的安装位置应使管道内流体始终充满测量管。

（5）需要在传感器上游安装过滤器或气体分离器等装置以滤除杂质。

（6）流量计不要安装在管线的最高位置，否则容易导致气泡聚集和滞留引起测量误差。

## 4. 智能差压变送器启动后如果输出不变化，该如何检查？

答：（1）连接手持器，让它进行自诊断。手持器对组态参数、通信状态、变送器的运行状态错误都

---

可以诊断出来。(2) 检查引压导管连接情况，包括导管的连接、阀门的连接和开断是否正确，以及有没有泄露、堵塞等情况。

## 教学项目七：油库储油罐区监测及控制

### 选择题

1. 根据化工标准 SH/T3007—2014《石油化工储运系统罐区设计规范》，关于储罐仪表选用及安装规定，压力储罐应设（ B ）套高高液位报警及连锁系统。

[A]1套；[B]2套；[C]3套；[D]4套。

2. 浮子钢带式液位计，浮子上升时，钢带被收带轮收紧，导向轮的收紧力由（ D ）提供，起作用很像钟表的发条。

[A]导向钢丝；[B]导向轮；[C]钉轮；[D]恒力弹簧（盘簧）。

3. 浮子钢带式液位计最适合（ A ）的液位测量。

[A]大型储罐清洁液体；[B]脏污、粘性液体；[C]低温环境下易结冰的液体；[D]油水界面。

4. 提高浮子钢带式液位计精度的有效方法是（ C ）。

[A]加重平衡锤；[B]增加浮标厚度

[C]增大浮标面积；[D]减小滑轮摩擦

5. 编码钢带液位计的钢带上标有刻度，并打有按（ C ）码编码的小孔。这种编码的特点是相邻的两组编码只有一位取值不同。

[A]BCD码；[B]二进制码；[C]格雷码；[D]8421码。

6. 伺服式测量方法可以应用在原油储罐上，测量量程、精度可以达到（ C ），一直被广泛地用于储罐液位的高精确度测量。

[A]量程10m、误差1mm；[B]量程40m、误差5mm；

[C]量程40m、误差1mm；[D]量程30m、误差2mm。

7. 伺服式液位计的外轮鼓和内轮鼓都嵌有磁钢，内、外轮鼓间虽然有隔离罩隔开，但它们依靠磁钢的磁力传动，让电机驱动外轮鼓转动。这种传动方式叫（ D ）。

[A]机械传动；[B]直接传动；[C]间接传动；[D]磁耦合。

8. 伺服式液位计测量油水界面时必须设置两个重要的参数，分别是（ B ）？

[A]油密度、水密度；[B]上层密度、下层密度；[C]气相密度、液相密度。

9. 超声波式液位计基本测量原理是（ A ）。

[A]回声测量原理；[B]静压测量原理；[C]节流测量原理；[D]辐射测量原理

10. 超声波物位计是通过测量超声波发射和反射回来的（ A ）来测量物位高度的。

[A]时间；[B]速度；[C]频率；[D]强度

11. 下列关于超声波物位计安装的说法，正确的是（ D ）？

[A]液位计安装时，探头和容器壁不可靠得太近，以防止回波产生干扰；

[B]液位计的探头必须垂直安装，以保证收到最强的回波；

[C]安装位置附近不应有较大的振动；

[D] 以上都是。

12. FMCW 式（线性调频）雷达式液位计，通过天线发射线性调频微波，测量反射波与发射波的（ A ）间接测量回波时间，以确定液位。

[A] 频率差；[B] 速度差；[C] 强度差；[D] 时间差。

13. 雷达物位计可以测量液位和油水界面吗（ C ）？

[A] 可以；[B] 不可以；[C] 导波雷达物位计可以；[D] FMCW 雷达式液位计可以。

14. 磁致伸缩物位计基于什么原理测量液位（ C ）？

[A] 材料的磁致伸缩效应；[B] 材料的压电效应；

[C] 材料的热电效应；[D] 材料的弹性应变。

15. 磁致伸缩物位计可以测量液位和油水界面吗（ C ）？

[A] 只可以测量液位；[B] 只可以测量油水界面；[C] 都可以；[D] 都不可以。

16. 磁致伸缩物位计测量液位和油水界面时需要几个磁性浮子（ B ）？

[A] 1 个；[B] 2 个；[C] 最多 1 个；[D] 至少 2 个。

17. 普通电容式物位计产生虚假液位的说法哪个是错的（ C ）？

[A] 测量导电液体时，挂料相当于增加了液位的高度，会产生虚假液位；

[B] 测量非导电液体时，挂料很薄不会改变内外电极间电容，不会产生虚假液位；

[C] 测量导电液体油水界面时，挂料不会产生虚假液位；

[D] 电容式物位计内外电极直径  $d$ 、 $D$  差别越大越小，仪表灵敏度越高。

### 判断题

(√) 1. 对于容量大于  $100\text{m}^3$  的储罐应设液位连续测量远传仪表。

(√) 2. 浮子钢带式液位计也是属于有动力驱动工作的。其动力来源于恒力盘簧。

(×) 3. 伺服式液位计的测量精度可以达到  $1\text{cm}$  以内。

(√) 4. 伺服式液位计浮子本身的重量大于它在液体中的浮力。

(×) 5. 伺服式液位计不能测量油水界面。

(√) 6. 超声液位计是一种非接触的测量方法。比较适用于腐蚀性介质、高粘度及含有颗粒杂质的液位测量。

(×) 7. 超声液位计不能用于料位测量，因为固体颗粒表面不平整，声波散射严重，不能有效接收回波。

(√) 8. 由于微波传播的速度很大，雷达波往返的时间极小，TDR 雷达液位计无法达到高的测量精度和灵敏度。一般采用连续调频法（FMCW）进行测量。

(√) 9. 连续调频雷达式液位计 FMCW 发射线性调频微波，与反射信号在同一时刻上的频率差  $\Delta f_0$ （正）比于延迟时间  $\Delta t$ ，也正比于空高。

(√) 10. 雷达液位计的微波传播速度决定于传播媒介的相对介电常数和磁导率，所以测量精度不受

温度变化的影响。

(×) 11. 磁致伸缩液位计在工作时并不是连续工作的，因为询问脉冲为 10Hz，所以每间隔 1 秒测一次。

(×) 12. 射频导纳物位计不能用于测量原油液位。

(√) 13. 射频导纳界面仪是在电容式物位计的基础上发展起来的，其防挂料性能更好、工作更可靠、测量更准确、适用性更广。

(√) 14. 射频导纳界面仪只有测量导电液体时，其防挂料、消除虚假液位的性能才能体现出来。

### 填空题

1. 一般油库按作业要求分为（ 储运 ）区、（ 装卸 ）区、（ 辅助生产 ）区。
2. 集输站库原油库存量的计量称为（ 盘库 ）。
3. （ 液位 ）、（ 界位 ）、（ 料位 ）总称为物位。
4. 伺服式液位计基于（ 浮力 ）平衡的原理，浮子本身的重量（ 大于 ）它在液体中的浮力。
5. 考虑为了保护测量钢丝不受浮盘卡损或罐内液体流动的影响，储罐中安装伺服式液位计的时候，建议安装（ 稳液管 ）。
6. 超声液位计声速受（ 温度、压力 ）的影响较大，因此需要采取相应的修正补偿措施，以避免声速变化所引起的误差。
7. 雷达式、超声波式液位计是利用（ 回声 ）测量原理工作的。通过测量入射波和反射波的（ 时间 ）差，从而计算出液位高度。
8. 导波雷达液位计的天线是经过特殊设计尺寸的（ 金属管 ）、（ 金属杆 ）或（ 钢丝绳 ），微波在其中可以反复反射传播，能量损失较小。
9. 雷达式液位计由于微波反射延时  $\Delta t$  极其微小，直接测量非常困难。一般采用（ 连续调频 ）法（ FMCW ）。发射线性调频微波，与反射信号在同一时刻上的频率差（ 正比 ）于延迟时间。
10. 雷达液位计不是任何情况下都能正常使用。当（ 相对介电常数 ）小到一定值时，会使微波有效信号衰减过大，导致雷达式液位计无法正常工作。
11. 磁致伸缩液位计具有高精度（ 1mm ）、高稳定性（ 0.002% ）、宽量程（ 可达 30m ）等优良性能。
12. “射频导纳”中的“导纳”指（ 电阻、电容、电感 ）阻抗的倒数。
13. 柴油缓冲罐氮封分程控制系统，补气阀 A 选（ 气开 ）式，排气阀 B 为（ 气关式 ）。

### 简答题

1. 油库自动化的主要内容是？

答：油库自动化的主要内容有：

- ① 油库来油、外输与库存量计量。
- ② 油罐区自动化：包括油罐液位及温度测量；液位超高、超低保护；流程自动切换与倒罐控制；油

---

罐气密闭控制等。

③ 装卸区自动化：实现流程自动切换控制。根据原油外输方式不同，自动化内容有所区别。铁路、公路及水路装运自动化有类同之处。

④ 加热炉、锅炉自动化。

⑤ 消防系统自动化。

2. 油库外输计量系统主要包括那些仪表装置，说出 3-5 样。

答：主要有：流量计、温度计、压力计、密度计、低含水分析仪、流量标定装置等。还有计算机系统。

3. 物位测量仪表的分类有哪些？盘库计量主要用那些液位计？

① 直读式液位计。

② 浮力式液位计。

③ 静压式液位计。

④ 电气式物位计。

⑤ 辐射式物位计。

⑥ 反射式物位计等。

盘库计量主要用伺服浮子钢带式、雷达式、磁致伸缩液位计和光纤物位计。

4. 伺服式液位计与浮子钢带式液位计相比，原理上有什么区别？

答：伺服式液位计的浮子是由伺服电动机驱动，自动跟踪液位的变化的。通过测量悬挂浮子钢丝的张力，控制伺服电机正、反转，实现精密测量液位的目的。

5. 简述伺服式液位计的组成。

答：以 854ATG 伺服式液位计为例，组成：浮子、钢丝、外轮鼓、外磁钢、隔离罩、内轮鼓、内磁钢、支座及轴承、驱动系统框架、拉力杆、精密力传感器、CPU 及控制器、传动主轴、伺服电机、显示仪表等。

6. 超声波液位计与雷达式液位计测量原理与结构有何异同之处？

答：超声波液位计和雷达式液位计的测量原理同属于回声测量距离方法，这是他们相同之处。不同之处在于他们所用的“波”不同，一个是超声波是机械波，频率一般在 4kHz~60kHz 之间。雷达波是微波，是一种电磁波，频率一般在 5~6GHz 之间。当然波的产生和测量方式也不同。

7. 雷达液位计有哪些部分组成？

答：由变送器和显示器组成。变送器安装在设备顶部，由电子部件、波导连接器、安装法兰及喇叭型天线组成。电子部件包括振荡器、调频器、混频电路、差频放大器、A/D 转换器等。显示器由计算单元、显示单元及电源部分组成。

8. 导波雷达液位计为什么可以测量油水界面？

答：导波雷达液位计它的天线是经过特殊设计尺寸的金属管、金属杆或钢丝绳，微波在其中可以反复反射传播，能量损失较小。液位计的电磁脉冲以光速沿钢缆或导波杆传播，可以集中雷达波的能量。

---

遇到液面后一部分反射，剩余能量会继续传播到液面以下，遇到明晰的油水界面时，如果油、水密度差异较大，仍会有反射波沿导波杆（缆）向上反射，变送器根据气相和液相微波传播速度，可以计算出液位和油水界面。

9. 简述磁致伸缩液位计原理

答：磁致伸缩管中的铜导线的询问电流脉冲，产生的环形磁场，以光速向下传播。此磁场与浮子磁钢的磁场相互作用，导致磁致伸缩管在液面处产生扭转，并以固定的速度（约 2830m/s）沿波导管上、下传播。到达液位计处该扭转变形被检测出来。通过精确测量询问脉冲与感应脉冲间的时间即可确定液位高度。

10. 哪些仪表适于测量油水界面？

答：油水界面测量方式目前主要有工检尺式、浮子式、伺服式、电容式、射频导纳式、磁致伸缩式、导波雷达式、超声波式、光纤式、电磁微波式红外成像式、电容层析成像式等油水界面测量技术。

11. 射频导纳物位计的工作原理是如何消除挂料造成的虚假液位的？

答：一是射频导纳物位计是基于测量内外电极间的导纳而不是电容。二是如果挂料足够长，则射频下挂料部分的阻抗  $R_g$  和容抗  $\frac{1}{\omega C_g}$  数值相等，因此测量挂料电阻  $R_g$  即可确定挂料电容  $C_g$ ，由此可计算有效电容  $C_w = C_x - C_g$ 。消除挂料电容的影响。

12. 柴油缓冲罐氮封分程控制系统，为什么在分程区间设置死区？

答：为了防止缓冲罐中压力在给定值附近变化时 A、B 两阀频繁动作，其目的是为了防止在给定值附近时补气阀 A 和排气阀 B 同时打开。

---

## 教学项目八：联合站脱水系统状态监测及控制

### 选择题

1. 经过电脱水工艺，原油的含水率一般要求降到（ D ）。  
[A] 30%以下；[B] 3%以下；[C] 1%以下；[D] 0.5%以下。
2. 电脱水器工作电压范围一般是多少（ B ）？  
[A] 220V~380V；[B] 11~40 kV；[C] 110~220 kV；[D] 1~10 kV。
3. 由于微分调节规律有超前作用，因此控制器加入微分作用主要是用来（ C ）。  
[A] 克服调节对象的容量滞后和纯滞后；  
[B] 克服调节对象的纯滞后；  
[C] 克服调节对象的容量滞后
4. 某比例积分控制系统，出现了较严重的振荡，但振荡周期较长，说明（ B ）。  
[A] 比例作用太弱；[B] 积分作用太强；[C] 比例度太大；[D] 积分时间太长
5. 新开车的自动控制系统启动时先投（ B ）。  
[A] 自动控制；[B] 手动控制；[C] 手自动控制皆可
6. 临界比例度法整定控制器参数，是控制器处于（ C ）作用时，通过试验，得到临界比例度  $\delta_k$  和临界振荡周期  $T_k$ ，然后根据经验公式求出各参数值。  
[A] 比例积分；[B] 比例微分；[C] 纯比例；[D] 比例积分微分
7. 衰减曲线法整定控制器参数，是力图将过渡过程曲线整定成（ D ）的衰减振荡曲线。  
[A] 4:1 或 1:10；[B] 1:4 或 10:1；[C] 1:4 或 1:10；[D] 4:1 或 10:1
8. 对于温度控制系统，用经验试凑法进行参数整定时，积分时间  $T_i$  的经验取值范围为（ B ）。  
[A] 0.4~3 分；[B] 3~10 分；[C] 0.1~1 分
9. 自动控制系统中控制器正、反作用的确定是依据（ B ）。  
[A] 实现闭环回路的正反馈；[B] 实现闭环回路的负反馈；  
[C] 系统放大倍数恰到好处；[D] 生产的安全性
10. 西门子 S7-200 SMART PLC 的变量 QBO 是（ A ）数据类型。  
[A] 字节型；[B] 字型；[C] 双字型；[D] 实数型
11. 下列指令中，（ D ）是传送指令。  
[A] TON；[B] CTU；[C] CTD；[D] MOVD。
12. 下列（ D ）是 S7-200 SMART PLC 模拟量输入存储区的符号。  
[A] I；[B] V；[C] Q；[D] AI。
13. S7-200 SMART ST20 PLC 主机的 I/O 点数为（ C ）。  
[A] 6 入/4 出；[B] 8 入/6 出；[C] 12 入/8 出；[D] 24 入/16 出。

## 判断题

- (×) 1. 普通数字控制器的功能比较灵活, 可通过编程实现各种控制算法。
- (×) 2. 比例积分调节中, 比例度  $\delta$  越小, 调节作用越弱, 不会引起振荡。
- (√) 3. 对于同一个对象, 减小积分时间, 可能将使闭环系统振荡倾向加强, 稳定性下降。
- (√) 4. 控制系统投运时, 只要使控制器的测量值与给定值相等(即无偏差)时, 就可进行手、自动切换操作。
- (√) 5. 在采用衰减曲线法进行比例作用整定时, 应由大到小地改变比例度。
- (×) 6. 采用经验法整定控制器参数时, 其原则是“先比例、再微分、后积分”。
- (√) 7. 采用临界比例度法整定控制器参数时, 要求使过程曲线出现 4: 1 或 10: 1 的衰减为止。
- (√) 8. 在自动调节中, PID 控制器主要靠比例作用避免过分振荡, 靠积分作用消除静态偏差, 靠微分作用减少动态偏差。
- (√) 9. 当调节过程不稳定时, 可以考虑采取增大积分时间或加大比例度的方法, 使其稳定。
- (√) 10. 可编程序控制器程序运行采用循环扫描方式。
- (×) 11. PLC 仅能实现逻辑控制, 不能实现 PID 控制。
- (×) 12. 可编程序数字控制器只有 PLC 一种。
- (×) 13. S7-200 SMART 标准型 PLC 主机最多可以连接 7 个扩展模块。
- (√) 14. 过程控制系统中所使用的执行器主要为调节阀。

## 填空题

1. 电脱水器将原油乳状液置于 ( 高压电场 ) 中, 促使小水滴聚结, 在原油中沉降分离出来。
2. 控制器按调节规律来分, 通常有 ( P )、( PI )、( PD )、( PID ) 四种。
3. 控制器的积分时间越小, 积分作用越 ( 强 )。
4. 工程上常用的控制器参数整定方法有 ( 临界比例度法 )、( 衰减曲线法 )、( 经验试凑法 ) 等三种。
5. 理想的调节过程衰减比为 ( 4:1 )。
6. S7-200 SMART PLC 的主机型号有 ( ST (R) 20 )、( ST (R) 30 )、( ST (R) 40 ) 和 ( ST (R) 60 ) 四种。
7. S7-200 SMART PLC 提供的三种定时器指令是 ( TON )、( TOF ) 和 ( TONR )。
8. S7-200 SMART PLC 提供的三种计数器指令是 ( CTU )、( CTD ) 和 ( CTUD )。

## 简答题

1. 选择被控变量的总体原则有哪些?

答:

- (1) 尽量采用直接指标作为被控变量。
- (2) 当无法获得直接指标信号, 或其测量变送信号滞后很大时, 可选择与直接指标有单值对应关系,

对直接指标的变化有足够大的灵敏度、反应也较快的间接指标作为被控变量。

(3) 选择被控变量时，必须考虑工艺的合理性和国内仪表产品的现状。

(4) 被控变量应是独立的、可调的。

2. 整定方法有哪些，并作一下比较？

答：经验试凑法方法简单，易掌握，适用于各种控制系统，尤其是记录曲线不规则、外界是干扰频繁的系统，最为合适。但此法主要靠经验，对熟悉系统的人可能很快就试凑出合适的参数，而对不熟悉系统的人，则所花时间较长，有时要用几天的时间。此法对 PID 三作用的控制器参数整定不易找到最佳数值。

临界比例度法比较简单方便，容易掌握和判断，适用于一般控制系统。但对临界比例度很小的系统不适用。因为临界比例度小，控制器输出就很大，被控变量容易超出允许范围，为工艺所不许可。

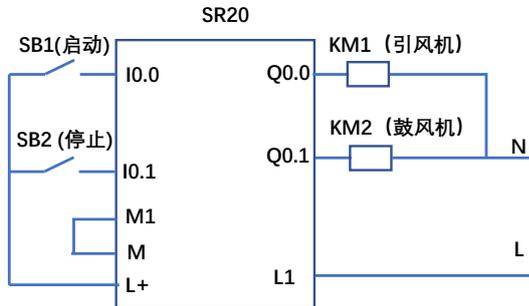
衰减曲线法适用各种参数的控制系统，但对于干扰频繁、记录曲线不规则且呈锯齿形的控制系统不适用，因为得不到正确的衰减比例度  $\delta_s$  和衰减周期  $T_s$ 。

3. 设计一个对锅炉鼓风机和引风机进行控制的梯形图。控制要求：开机时首先启动引风机，10 秒后自动启动鼓风机；停止时，立即关闭鼓风机，经 20 秒后自动关闭引风机。

答：

(1) 画出控制图纸

选用 SR20 型号 PLC，未画供电电源，此处略去引风机和鼓风机的主电路



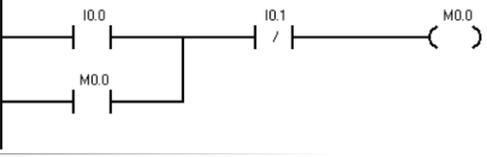
(2) I/O 表

名称	符号	地址
启动按钮	SB1	I0.0
停止按钮	SB2	I0.1
引风机线圈	KM1	Q0.0
鼓风机线圈	KM2	Q0.1

(3) 程序

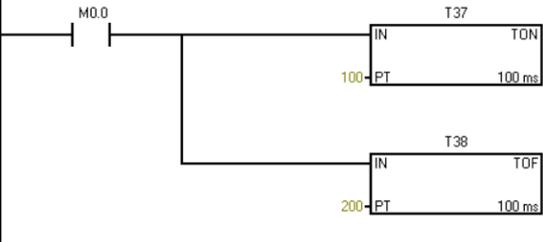
1

程序段注释



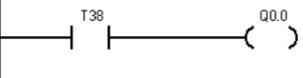
2

输入注释



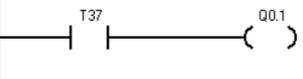
3

输入注释



4

输入注释



## 教学项目九：化工厂加热炉温度测量及复杂控制

### 选择题

1. 镍铬-镍硅热电偶的分度号是（ C ）。  
[A] S；[B] R；[C] K；[D] N。
2. 热电偶开路将使仪表指示（ A ）。  
[A] 最小；[B] 偏小；[C] 最大；[D] 不变化。
3. 下列（ D ）不是气动执行器的优点。  
[A] 结构简单；[B] 维修方便；[C] 防火防爆；[D] 信号传递迅速。
4. 铂铑 10-铂热电偶的分度号为（ A ）。  
[A] S；[B] R；[C] K；[D] N。
5. （ C ）是通过火焰或高温烟气进行辐射传热的部分，它是加热炉热交换的主要场所。  
[A] 对流室；[B] 燃烧器；[C] 辐射室；[D] 通风系统。
6. 串级控制系统的副回路一般采用的调节规律是（ A ）调节。  
[A] 比例；[B] 比例微分；[C] 比例积分；[D] 比例积分微分。
7. 对串级控制系统副回路的要求是（ C ）。  
[A] 消除所有干扰；[B] 消除余差；[C] 快速克服主要干扰；[D] 快速克服次要干扰。
8. 串级控制系统中的主回路是（ B ）控制系统，副回路是（ ）控制系统。  
[A] 随动、定值；[B] 定值、随动；[C] 定值、定值；[D] 随动、随动。
9. 电动执行机构的组成不包括（ C ）。  
[A] 伺服放大器；[B] 伺服电机；[C] 阀门定位器；[D] 减速器
10. 角行程电动执行机构和直行程电动执行机构的结构区别在于（ D ）。  
[A] 伺服放大器；[B] 伺服电机；[C] 位置发送器；[D] 减速器
11. 下列调节机构流量特性中，（ B ）适于两位控制的场合。  
[A] 直线；[B] 快开；[C] 等百分比；[D] 抛物线

### 判断题

- （√）1. 热电偶冷热两端温度相同时不产生热电势。
- （×）2. 热电偶的测温原理是基于热电效应，它的热电势大小，不仅取决于热电偶材料的材质和两端的温度，而且与热电偶的直径和长短也有关系。
- （×）3. 补偿导线没有正负极之分，可反接。
- （×）4. 热电偶校验合格后使用中不需要再校验。
- （√）5. 串级控制系统中的主控制器应该选择PI 或者PID 作用的。
- （√）6. 串级控制系统中，副回路的控制目的就是稳定副变量。

(×) 7. 由于串级控制系统副回路具有快速性的特点, 所以应将所有干扰包含在副回路中, 以使干扰被快速克服。

(√) 8. 串级控制系统有主副两个控制回路, 两个回路都是具有负反馈的闭环系统。

(√) 9. 温度检测对于保证化工厂的设备安全、经济运行, 提高产品质量, 以及维护国家能源安全等都具有极其重要的意义。

(√) 10. 对于小口径调节阀, 通常是改变调节机构的正反作用来实现气开和气关的。

(√) 11. 当压降比  $s$  大于 0.6 时, 调节阀应选理想流量特性与所需工作流量特性一致。

(×) 12. 智能电动执行机构内置微处理器, 但没有实现一体化结构。

### 填空题

1. “K”型热电偶的补偿导线分为 ( 补偿线 ) 和 ( 延长线 ) 两种。
2. 铂铑 10-铂热电偶的正极成分含义是含铂 ( 90 ) %、含铑 ( 10 ) %。
3. 补偿导线的作用是将 ( 冷端 ) 延伸到温度较低且比较稳定的地方。
4. 执行器按照驱动能源分为 ( 气动执行器 )、( 电动执行器 ) 和 ( 液动执行器 ) 三大类。
5. 气动执行器的作用形式分为 ( 薄膜式 ) 和 ( 活塞式 ) 两种。
6. 执行器由 ( 执行机构 ) 和 ( 调节机构 ) 两部分组成。
7. 电动执行器按照输出位移的形式可分为 ( 角行程 ) 和 ( 直行程 ) 两种。
8. 流量特性是指经过调节阀的 ( 相对流量 ) 和 ( 阀的相对开度 ) 之间的函数关系。

### 简答题

1. 热电偶测温时为什么需要进行冷端补偿?

答案: (1) 热电偶热电势的大小与其两端的温度有关, 其温度-热电势关系曲线是在冷端温度为  $0^{\circ}\text{C}$  时分度的。

(2) 在实际应用中, 由于热电偶冷端暴露在空间受到周围环境温度的影响, 所以测温中的冷端温度不可能保持在  $0^{\circ}\text{C}$  不变, 也不可能固定在某一个温度不变, 而热电势既决定于热端温度, 也决定于冷端温度。所以如果冷端温度自由变化, 必然会引起测量误差。为了消除这种误差, 必须进行冷端温度补偿。

2. 热电偶输出不稳定, 试说出至少三条可能原因。

答案:

- (1) 热电极将断未断。
- (2) 热电偶接线柱与热电极接触不良。
- (3) 热电偶测量线路引起断续短路或接地。
- (4) 外界干扰 ( 电磁感应等 )。

3. 热电偶的基本特性有哪些? 工业上常用的测温热电偶有哪几种?

答案：热电偶的基本特性有以下几种：

(1) 均质材料制成的热电偶，其热电势大小只与热电极材料及两端温度有关，与热电极的粗细和长短无关，与冷热两端中间温度分布无关。

(2) 在热电偶回路中接入第三种材料的导体后，只要中间导体两端的温度相同，对热电偶回路的总热电势值没有影响。

工业上常用的测温热电偶有：铂铑-铂类热电偶和廉价金属热电偶（如镍铬-镍硅热电偶、镍铬硅-镍硅热电偶、镍铬-康铜热电偶等）。

4. 为什么串级控制系统中的主控制器一般应选择PI 或者PID 作用的，而副控制器选择P 作用的？

答：串级控制系统的目的是为了高精度地稳定主变量。一般来说，主变量不允许有余差。所以，主控制

器通常都选用PI 控制规律，以实现主变量的无余差控制。有时，主对象控制通道容量滞后比较大（例如温度对象或成分对象等），可以选择PID 分控制规律。在串级控制系统中，稳定副变量并不是目的。在干扰作用下，为了维持主变量的不变，副变量就要变。所以，在控制过程中，对副变量的要求一般都不很严格，允许它有波动。因此，副控制器一般采用P 控制规律。

5. 物料进入聚合釜后发生放热反应，釜内温度会升高，但釜内温度过高会发生事故，为此采用夹套水带走热量进行冷却。由于对釜温的控制要求较高，故设置温度控制系统如下图 9-33 所示。

(1) 这是什么类型的控制系统？

(2) 指出被控对象、主变量、副变量和操纵变量，并画出该系统的方框图。

(3) 该系统受到的主要干扰有哪些？

(4) 确定控制阀的气开气关类型和主、副控制器的正反作用。

(5) 若进料量增加导致釜内反应温度突然升高，分析系统的自动调节过程。

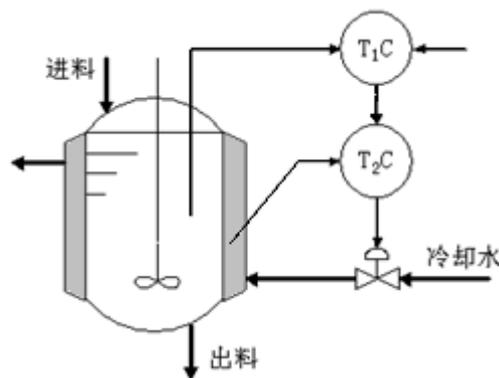


图 9-33 聚合釜温度控制系统

答：(1) 串级控制系统。

(2) 被控对象是聚合釜，主变量是釜温，副变量是夹套温度，操纵变量是冷却水流量。方框图略。

(3) 可能的主要干扰有冷却水的压力波动、进料量的多少发生变化等。

(4) 控制阀为气关型。主控制器选“反”作用；副控制器选“反”作用。

(5) 进料量增加时，使温度升高，由于控制器是“反”作用，控制器偏差增大，输出减小，阀为气

---

关型，故阀开度增加，通过阀的冷却水流量相应增加，聚合釜温度降低。

6. 试叙述智能电动执行机构相比普通电动执行机构具有哪些优点？

答：智能电动执行机构内置伺服模块和阀门反馈组件，无需另外配置伺服放大器，实现了电动执行机构各组成部分的一体化。相对于普通电动执行机构具有体积小、重量轻，控制精度和性能高等优点。此外，一般智能电动执行机构具有阀门输出特性补偿、PID 控制、阀门特性自检验和自诊断等功能。由于智能执行机构备有微机通信接口，它可与其他智能化仪表一起联网构成计算机控制系统。

### 计算题

1. 应用 S 型热电偶测温，冷端温度为  $20^{\circ}\text{C}$ ，热电偶产生的热电势为  $10.754\text{mV}$ ，试求热电偶热端温度为多少  $^{\circ}\text{C}$ ？

解：由题意可知

$$E_S(T, 20) = 10.754\text{mV}$$

因为  $E_S(T, 0) = E_S(T, 20) + E_S(20, 0)$

查分度表得  $E_S(20, 0) = 0.113\text{mV}$

有  $E_S(T, 0) = 10.754 + 0.113 = 10.867\text{mV}$

再反查分度表得  $T = 1109.5^{\circ}\text{C}$

2. 已知 K 型热电偶热端温度为  $300^{\circ}\text{C}$ ，冷端温度为  $20^{\circ}\text{C}$ ，查热电偶分度表得热电势  $300^{\circ}\text{C}$  时为  $12.209\text{mV}$ ， $20^{\circ}\text{C}$  时为  $0.798\text{mV}$ 。这样该热电偶回路内所产生的电动势为多少  $\text{mV}$ ？

解：由题意可知

$$E_K(300, 0) = 12.209\text{mV} \quad \text{且} \quad E_K(20, 0) = 0.798\text{mV}$$

因为  $E_K(300, 0) = E_K(300, 20) + E_K(20, 0)$

$$\begin{aligned} E_K(300, 20) &= E_K(300, 0) - E_K(20, 0) \\ &= 12.209 - 0.798 = 11.411\text{mV} \end{aligned}$$

## 教学项目十：轻烃站脱硫工艺 DCS 控制系统

### 选择题

1. DCS 系统的最主要特点是（ A ）。  
[A] 集中管理，分散控制；[B] 通讯能力强；[C] 易于组网；[D] 全数字化。
2. JX300XP DCS 系统的数据转发卡型号是（ D ）。  
[A] XP244；[B] XP362；[C] XP335；[D] XP233
3. SCADA 系统的中文名称是（ B ）。  
[A] 监测控制与数据采集系统；[B] 集散控制系统；[C] 视频监控系統；[D] 全球定位系统。
4. 1975 年 Honeywell 公司推出了第一套集散控制系统（ A ）。  
[A] TDC-2000；[B] JX300XP；[C] TDC-3000；[D] TDC-1000
5. 操作站一般显示画面的生成，包括：（ B ）、趋势画面、分组画面、一览画面。  
[A] 流程图制作；[B] 总貌画面；[C] 报表制作；[D] 图形化组态

### 判断题

- (×) 1. JX300XP 系统机笼中除 CPU 卡件需插入最前端的两个插槽，其余卡件插入没有特定的顺序。
- (×) 2. DCS 又叫现场总线控制系统。
- (×) 3. DCS 系统组态工作应先进行控制站 I/O 组态。
- (√) 4. DCS 的设计思想可以概括为：采用标准化、模块化、系列化设计。
- (×) 5. DCS 系统软件分为可以脱机运行的组态软件和实时运行的配置软件两大类。

### 填空题

1. JX-300XP 的基本组成包括（ 工程师站 ）、（ 控制站 ）、（ 操作员站 ）和（ 通信网络 ）。
2. JX300XP 系统主控制机笼最前端的两个插槽必须插入（ CPU ）卡件。
3. JX-300XP 的基本硬件包括（ 工程师站 ）、（ 操作员站 ）、（ 控制站 ）和（ 通信网络 ）。
4. JX300XP 系统主控制机笼紧挨着 CPU 卡件的两个插槽必须插入（ 数据转发卡 ）卡件。
5. 数据转发卡是每个机笼必配的卡件，是连接（ I/O ）和（ 主控制卡 ）的智能通道。

### 简答题

1. 什么是 DCS？

答：DCS 是集散控制系统，基于分散控制、集中监督、操作与管理，而将集中控制的危险性分散的思想构成的计算机分级控制系统。

2. 简述 JX300XP 系统组态内容。

答：系统组态的基本内容如下：

- (1) 控制系统的硬件配置，一是总体信息组态，包括：控制站，操作站总体情况的说明、地址及类

---

型。二是控制站 I/O 组态，包括：卡件的配置说明、地址及类型；信号点特性的设置；控制站常规回路组态。

(2) 操作站一般显示画面的生成，包括：总貌画面、趋势画面、分组画面、一览画面。

(3) 提供工程设计的相关组件接口，包括：流程图制作软件、报表制作软件、图形化组态软件、二次计算软件。

(4) 配置信息的编译、下载、传送。

---

## 教学项目十一：油气生产信息化与 SCADA 系统

### 选择题：

1. 传输自动采集数据和控制信号的网称为（ C ）。  
[A]办公网；[B]视频网；[C]工控网
2. 三级生产指挥系统指的是局级生产指挥平台、厂级生产指挥平台和（ A ）。  
[A]管理区生产指挥平台；[B]中四化生产指挥平台；[C]社区指挥平台
3. 油田公司局级生产指挥平台 6 大功能模块包括：生产监控、（ C ）、生产动态、调度运行、生产管理、应急处置。  
[A]智能管道；[B]石油工程；[C]报警预警；[D]社区服务
4. PCS 的中文全名是（ A ）。  
[A]油气生产运行指挥系统；[B]生产运行指挥系统；[C]油气生产指挥系统；[D]油气生产运行系统。
5. 数据采集与监控远程终端单元的英文简称是（ D ）。  
[A]RTU；[B]DCS；[C]PLC；[D]SCADA。
6. 数字量输入的英文缩写为（ A ）。  
[A]DI；[B]DO；[C]AI；[D]AO
7. 数字量输出的英文缩写为（ B ）。  
[A]DI；[B]DO；[C]AI；[D]AO
8. 模拟量输入的英文缩写为（ C ）。  
[A]DI；[B]DO；[C]AI；[D]AO
9. 油气生产信息化的网络传输系统为保证稳定可靠和高传输质量,通常采用（ A ）传输方式为主。  
[A]光纤网络；[B]数传电台；[C]无线网桥；[D]卫星通讯.
10. 监视与数据采集系统的英文简称是（ D ）。  
[A]PCL； [B]DCS； [C]PLC； [D]SCADA
11. 远程测控终端的简称是（ A ）。  
[A]RTU ； [B]DCS； [C]PLC； [D]SCADA
12. 要实现 RTU 与无线载荷通讯之前,需要先配置参数（ A ），并于本井 RTU 的一致。  
[A]ZigBee 网络号、通道号；[B]IP 地址；[C]RTU 内部子网掩码；[D]以上都不是
13. 油田 RTU 电源可采用 AC220V,也可采用（ D ）。  
[A]AC380V；[B]AC660V；[C]DC48V；[D]DC24V
14. 看到 RTU “运行”灯闪烁时,代表 RTU 处于以下哪种状态（ C ）  
[A]通讯故障；[B]电压不稳；[C]正常运行；[D]都不对
15. 油田标准 RTU 有（ C ）路数字量输入。

[A]8; [B]10; [C]12; [D]16

16. 油田标准 RTU 有 ( B ) 路模拟量输入。

[A]4; [B]5; [C]10; [D]12

17. 油田标准 RTU 有 ( C ) 路数字量输出。

[A]6; [B]8; [C]10; [D]12

18. 油田标准 RTU 能完成 ( D ) 功能。

[A]实时数据采集; [B]远程参数配置; [C]远程控制; [D]以上均可以。

### 判断题:

(√) 1. 标准化井场监控的数据参数主要包括: 井口油温、井口油压、井口套压、载荷、位移、电量参数、变频器参数、单井加热炉数据等。

(√) 2. 油田标准 RTU 通讯接口包括 ZigBee 接口、RS485 接口、RS232 接口、以太网接口。

(×) 3. 油田标准 RTU 支持光纤传输。

(√) 4. 与常用的可编程控制器 PLC 相比, RTU 适用于更恶劣的温度和湿度环境。

(√) 5. 三级生产指挥系统指的是: 局级生产指挥平台、厂级生产指挥平台、管理区生产指挥平台。

(×) 6. 厂级生产指挥系统包括 5 大功能模块, 即: 生产监控、报警预警、生产动态、调度运行、生产管理。

(√) 7. 前端数据无线采集设备与 RTU 通讯协议统一采用 Zigbee 无线通讯协议。

(√) 8. 信息化项目组网方式是针对不同的环境, 网络构建采取有线、有线加无线、无线等不同的传输方式。

(√) 9. 相比于有线网络, 无线网络的主要优点是可以摆脱有线的束缚, 支持移动性。

(√) 10. 生产指挥系统中数据来源具有多样性, 通常有 SCADA 系统、功图系统、动液面系统、视频服务系统等。

(×) 11. 井场 RTU 只能采集油井油压、油温和载荷。

(×) 12. 井场 RTU 通过 RS232 信号与变频器通讯。

(√) 13. 井场 RTU 通过 TCP/IP 协议与网桥通讯。

(√) 14. 井场 RTU 除能通过无线 ZigBee 通讯外, 也能采集有线仪表 4~20mA 模拟信号。

(√) 15. 与常用的可编程控制器 PLC 相比, RTU 适用于更恶劣的温度和湿度环境。

(×) 16. 井场 RTU 的 DI2 端子接抽油机“启动”开关信号。

(√) 17. 井场 RTU 的 DI5 端子接本地控制信号。

### 填空题:

1. 油气生产信息化系统架构主要由 ( 数据采集与监督控制系统 SCADA )、( 网络传输系统 )、( 生产指挥系统 PCS ) 三部分组成。

2. 油气田 SCADA 系统的中文名称全称是 ( 数据采集监控系统 )。

---

3. 计算机通信分为（ 有线通信 ）和（ 无线通信 ）。

4. 油气生产信息化是通过通过对油气生产管理实施可视化改造、自动化升级、（ 智能化建设 ），为提高生产效率和管理水平提供支撑。

5. 加快推进油田板块“两化”深度融合，利用信息化手段助推油田企业提质增效、转型发展。“两化”是指（ 工业化和信息化 ）。

**简答题：**

1. 简述三级生产指挥系统。

答：局级生产指挥平台、厂级生产指挥平台、管理区生产指挥平台。

2. 简述局级、厂级、区级生产指挥系统功能模块。

答：局级生产指挥平台包括 8 大功能模块：调度运行、生产监控、智能管道、应急处置、油气生产、石油工程、公用工程、社区服务。

厂级与管理区生产指挥系统包括 6 大功能模块即：生产监控、报警预警、生产动态、调度运行、生产管理、应急处置。

3. 画图说明胜利油田标准 RTU 的接线规定。

答：参考图 11-6。

---

## 教学项目十二：抽油井工况数据采集及远传

### 选择题

- 抽油机井理论示功图是描绘载荷随（ D ）的变化关系。  
[A] 减速箱扭矩； [B] 冲程； [C] 冲速； [D] 光杆位移
- 井场无线仪表及传感器的网络 ID 号、物理信道是通过（ B ）计算所得  
[A] 自己内部规定； [B] 井名； [C] 位置信息； [D] 井名加位置信息
- 为了省电，前端井场仪表与传感器通常处于（ A ）状态  
[A] 休眠； [B] 活动； [C] 通讯； [D] 配置。
- 无线载荷传感器通过“手操器”配置参数时，必须将无线载荷传感器（ C ），进入配置状态。  
[A] 打开电源； [B] 将电池拔下； [C] 用磁铁激活复位； [D] 进入标定状态
- 无线载荷传感器安装时，安装方向为载荷弹性应变体（承力点）向（ B ），且尽可能保证 2 个承力点受力均匀，不能出现有悬空的情况，否则影响载荷测量数据的准确性。  
[A] 上； [B] 下； [C] 左； [D] 右
- 角位移传感器配置时，除了配置：无线网络号，信道号，分节点网络号、采集间隔外，另一个重要参数就是要配置（ A ）。  
[A] 抽油机前臂长； [B] 游梁架高度； [C] 光杆行程； [D] 冲次。
- 如果角位移传感器实测光杆冲程与实际不相符时，可以通过调整（ A ）来修正。  
[A] 游梁前臂长； [B] 安装位置； [C] 配置； [D] 通信
- 无线角位移传感器，最大传输距离（空旷距离）（ A ）m。  
[A] 90； [B] 150； [C] 300； [D] 1200
- 角位移传感器用磁铁复位后，角位移会响 3 声，约 30s 后又响 1 声说明已进入（ C ）状态。  
[A] 设置； [B] 休眠； [C] 激活； [D] 正常工作
- 角位移传感器采集间隔设置时要（ B ）RTU 的功图采集间隔。  
[A] 大于； [B] 小于； [C] 等于； [D] 无要求
- 压力变送器安装时仪表和取压点之间要加装（ B ），以便检修。  
[A] 丝堵； [B] 截止阀； [C] 绝缘胶垫； [D] 隔离罐
- 无线温度-压力变送器，测量精度为（ C ）级。  
[A] 0.1； [B] 0.25； [C] 0.5； [D] 1
- 无线温压一体化变送器，被测介质温度允许范围（ B ）℃。  
[A] 0~80； [B] -20~85； [C] -40~+125； [D] -20~+150

## 判断题

- (√) 1. 抽油机井示功图有理论示功图与实测示功图之分。
- (√) 2. 抽油机井的实测示功图是由专门测试仪器在抽油机井口悬绳器处测得。
- (√) 3. 抽油机前臂长是指井口光杆至抽油机中心轴的水平直线距离。
- (√) 4. 载荷传感器的测量精度为 $\pm 0.5\%F.S$
- (√) 5. 无线载荷传感器,可以互换外壳和电池,电子单元部分及测力元件不能在不同的井间互换。
- (×) 7. 角位移的测量范围一般为 $-30^{\circ} \sim +30^{\circ}$
- (√) 8. 角位移传感器需要按照标识方向安装,箭头指向驴头方向。
- (√) 9. 角位移传感器安装时保证底板水平基准线与游梁下边缘平行,垂直基准线与轴心对齐,误差 $\leq 5$ 度。
- (√) 10. 角位移角位移传感器装反时,会造成功图异常,上下冲程颠倒。
- (×) 11. 角位移传感器采集间隔设置时要大于 RTU 的功图采集间隔。
- (√) 12. 如果实测冲程与实际不符,可以通过调整角位移传感器游梁臂长修正。
- (√) 13. 无线温压一体化变送器用磁铁激活时,红色 LED 指示灯闪亮 3 次后常亮表示进入设置模式。
- (√) 14. 无线温压一体变送器的原装电池使用寿命为 3 年。如果无线通讯间隔小于 4s,或长期运行在 $-25^{\circ}\text{C}$ 以下的环境中,会大幅度降低电池的使用寿命。
- (√) 15. 无线温压变,禁止为电池充电,电池电量不足时必须更换规定配置 3.6V、19000mAh 锂电池。
- (√) 16. 验收温压一体化变送器时要检查仪表外观完整、附件齐全,合格证、说明书、检验报告等随机文件齐全。
- (√) 17. 无论是有线还是无线压力变送器,都严格禁止使用尖头工具伸入引压孔内清理油污,这样有可能损坏压力传感器感压膜片,造成变送器失效。

## 简答题

1. 井场工况监控系统功能及作用有哪些?

参考答案:

- (1) 实现油、汽、水井生产数据(油、套管压力、温度)采集
- (2) 抽油机井功图(力功图、电功图)测量,算产量油、平衡率监测
- (3) 抽油机、混输泵电机电参数(电压、电流、功率)监测
- (4) 抽油井远程启停控制、远程调冲程
- (5) 注水井远程调配、掺水阀组自动掺水控制
- (6) 井场视频实时监控、闯入报警;井场远程语音警示等

2. 标准化井场监控哪些数据参数?

参考答案:

---

主要包括：井口油温、井口油压、井口套压、载荷、位移、电量参数、变频器参数、单井加热炉数据等。

3. 无线载荷传感器由那些部分组成？

参考答案：

载荷传感器由载荷弹性体、电阻应变片、大容量锂电池、数据采集板、ZigBee 通讯模块、外壳、天线等组成。

4. 无线位移传感器是如何测量光杆位移的？

参考答案：

目前，油田最常用的游梁式抽油机光杆位移传感器是角位移传感器。无线角位移传感器安装在抽油机游梁上(见图 13-9)，通过测量抽油机游梁倾斜角  $\alpha$ ，间接测量光杆位移： $y = R\alpha$

由最大、最小倾角可以确定光杆的上死点、下死点，由经过上、下死点的时间间隔就可以确定光杆的冲程周期  $T$ 。计算出的最大位移就是光杆冲程。位移传感器与载荷传感器配合，由 RTU 控制定时测量油井的示功图。

5. 简述无线温度压力一体化变送器组成原理。

参考答案：

组装式无线温度压力一体化变送器原理框图如图 13-13 所示。主要由扩散硅式压力传感器、热电阻温度传感器，主电路板（程控电子开关、信号处理模块、微处理器 CPU、精密电源管理模块、无线通讯模块），液晶显示器 LCD 组成。温度、压力信号处理及通讯电路共用一套，通过程序切换压力/温度传感器信号，信号处理电路按相应的计算软件计算压力、温度。轮换测量、显示压力、温度两个参数，并通过 zigBee 无线模块传送到 RTU。

6. 井场无线仪表、传感器都设置哪些参数？例举一种说明之。

参考答案：

无线温压一体化变送器的设置参数意义如下：

- ① 通道号：设定 ZigBee 通讯物理频率信道编号（11-26）。
- ② 网络号（ID）：区分油井的唯一电子地址（通道号、网络号由井名计算得到）。
- ③ 仪表组号：当 RTU 监控其它井口设备时，用于区分其它同类仪表（RTU 只监控一口井时，可设为 0）。
- ④ 仪表编号：区分同井的仪表类型（温压一体为 13）。
- ⑤ 地址号：就是分节点网络号（无需设置）。
- ⑥ 最大休眠时间：为唤醒仪表周期（一般设置 60 秒上传一次）。

---