第一天

蓄势待发

2H310000　机电工程施工技术

测查应试人员对非金属风管分类、电线电缆分类、工程测量的程序和方法、机电工程起重技术、焊接工艺评定、焊接质量的检测方法、机械设备安装的施工程序和要求、电气装置安装的施工程序和要求、管道工程的施工程序和要求、压力容器安装许可规则、容器的检验试验要求、防腐蚀涂层施工技术、建筑电气工程施工程序、通风空调风管系统的技术要求、洁净空调工程施工技术、消防工程验收的组织及验收程序的掌握。

2H311000　机电工程常用材料及工程设备

考试目的

本章主要介绍了机电工程常用材料与常用工程设备的相关内容，其中金属材料的类型及应用与通用工程设备的分类和性能为考试重点内容，考生在学习过程中应重点掌握。

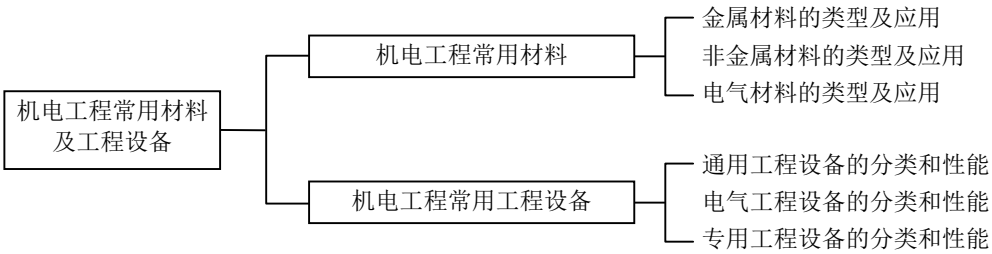
主要考点

考点	学时数（共计 2 学时）
机电工程常用材料（掌握）	1
机电工程常用工程设备（掌握）	1

考情分析

本章主要考试题型为单选题和多选题，出题概率 100%，单选题占比重较多，占考试卷面分数约 3 分左右。

学习导览图



2H311010 机电工程常用材料（掌握）（1 学时）

2H311011 金属材料的类型及应用

金属材料分为黑色金属和有色金属两大类。其中，黑色金属主要是铁和以铁为基的合金（钢、铸铁和铁合金），广义的黑色金属还包括锰、铬及合金。有色金属种类较多，常用的有铝及铝合金、铜及铜合金、钛及钛合金、镁及镁合金和镍及镍合金等。

1. 黑色金属材料

黑色金属材料又称钢铁材料，它是工业中应用最广、用量最多的金属材料，它们都是以铁和碳为主要元素组成的合金。

（1）生铁

碳的质量分数大于 2%的铁碳合金称为生铁。按用途分为：炼钢生铁、铸造生铁。按化学成分分为：普通生铁、特种生铁。

（2）铸铁

碳的质量分数超过 2%（一般为 2.5%～3.5%）的铁碳合金称为铸铁。

（3）钢

碳的质量分数不大于 2%的铁碳合金称为钢。

1）按化学成分和性能分类

①碳素结构钢：按其含碳量的不同，可分为低碳钢（含碳量 Wc≤0.25%）、中碳钢（含碳量 Wc>0.25%～0.60%）和高碳钢（含碳量 Wc>0.60%）。按照碳素钢屈服强度的下限值将其分级别，

其对应的牌号为 Q195、Q215、Q235、Q255 和 Q275 等。其中 Q 代表屈服强度，数字为屈服强度的下限值。

专家点拨：在机电工程中常见的各种型钢、钢筋、钢丝等部属于碳素结构钢，优质的碳素钢还可以制成钢丝、钢绞线、圆钢、高强螺栓及预应力锚具等。

②合金结构钢：按其合金元素的总含量，可分为低合金结构钢、中合金结构钢和高合金结构钢。在机电工程中，低合金结构钢最为常用，按照国家标准《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591－2008），根据屈服强度划分，其共有 Q345、Q390、Q420、Q460、Q500、Q550、Q620 等强度等级。

例如，某 600MW 超临界电站锅炉汽包使用的就是 Q460 型钢；机电工程施工中使用的起重机就是 Q345 型钢制造的，因为该种钢不仅韧度好，而且缺口敏感性也较碳素结构钢大。

例如，我国压力容器规范推荐使用的低合金高强度钢板为 16MnR、15MnVR、18MnMoNbR、13MnMoNbR 和 07MncrMoVR 等，我国第一套 30 万 t 合成氨装置中的氨合成塔的简体就是采用二层各 50mm 的 18MnMoNbR 钢板进行热卷，并作热套，组成Φ53200mm 直径和Φ5150mm 厚的高压合成塔简体。

③特殊性能低合金高强度钢。特殊性能低合金高强度钢也称特殊钢，主要包括：耐候钢、耐海水腐蚀钢、表面处理钢材、汽车冲压钢板、石油及天然气管线钢、工程机械用钢与可焊接高强度钢、钢筋钢、低温用钢以及钢轨钢等。

2）按钢的用途分类

按钢的用途分为：结构钢、工具钢、特殊用钢、专用钢、铸钢、锻钢、热轧钢、冷轧钢、冷拔钢。

（4）钢材

在机电工程中，钢材应用最为广泛。钢材就其使用可划分为：型材、板材、管材、线材和钢制品。

考情提醒：金属材料的类型及应用为本章考试重点内容。

2. 有色金属

有色金属及其合金具有钢铁材料所没有的许多特殊的机械、物理和化学性能，在机械、仪器仪表、飞机制造等工业中广泛使用的有铝、铜、钛、镁、镍合金。

（1）铝及铝合金

1）纯铝

①纯铝的密度只有 2.7g/cm^3，仅为铁的 1/3。铝的导电性好，其磁化率极低，接近于非铁磁性材料。在电气工程、航空及宇航工业、一般机械和轻工业中广泛应用。

②纯铝按纯度可分为高纯铝和工业纯铝两类。高纯铝主要用于科学研究及制作电容器等。以纯度高低分别用于制作铝箔、包铝和电线、电缆、器皿、焊条、装饰材料、反光板、热交换器等。

2）铝合金

①铝合金热处理后可显著提高强度。铸造铝合金铸造性能极好。

②锅合金按照成分和工艺特点不同分为变形铝合金和铸造铝合金。

（2）铜及铜合金

1）纯铜

①纯铜常称紫铜，主要用于制作电导体及配制合金。纯铜、铜合金的导电、导热性很好，对大气和水的抗蚀能力很高。铜是抗磁性物质。

②根据杂质含量的不同，工业纯铜牌号分为四种：T1、T2、T3、T4。编号越大，纯度越低。T1 主要用于导电材料和配高纯度合金；T2 主要用于电力输送用导电材料，制作电线、电缆等；T3、T4 主要用于电机、电工器材、电气开关、垫圈、铆钉、油管等。

2）铜合金

铜中加入合金元素后，可获得较高的强度和硬度，同时保持纯铜的某些优良性能。铜合金一般分黄铜、青铜和白铜三大类。

①黄铜：**黄铜**是以锌为主要合金元素的铜合金。黄铜分普通黄铜和复杂黄铜两种。复杂黄铜：铅黄铜、锡黄铜、铝黄铜等。

②青铜：含铝、硅、铅、铍、锰等的铜基合金习惯称为青铜，包括：锡青铜、铝青铜、铍青铜等。

③白铜：白铜是以镍为主要合金元素的铜合金。

专家点拨：白铜主要用于制造船舶仪器零件、化工机械零件及医疗器械等。锰含量高的锰白铜可制作热电偶丝。

（3）钛及钛合金

①钛的熔点高，热膨胀系数小，导热性差。纯钛塑性好、强度低，容易加工成型，可制成细丝和薄片。钛的抗氧化能力优于大多数奥氏体不锈钢。

②工业纯钛中含有氢、碳、氧、铁、镁等杂质元素，工业纯钛可制作在 350℃以下工作、强度要求不高的零件。

③钛合金可分为三类：α 钛合金、β 钛合金和(α+β)钛合金。

（4）镁及镁合金

①纯镁的室温密度仅为 1.74g/cm^3，是所有金属结构材料中最低的。

②镁合金按照形成的工艺特点不同分为变形镁合金和铸造镁合金两类。

（5）镍及镍合金

①纯镍：具有优异的耐腐蚀和抗高温氧化性能，是重要的工程金属材料。工业纯镍有良好的强度和导电性，可用于电子器件；同时由于其耐蚀性好，还可用于食品加工设备。

②镍合金。其耐蚀性和力学性能进一步提高，还可具有特殊物理性能。镍合金按其特性和应用领域分为耐腐蚀镍合金、耐高温镍合金和功能镍合金三类。

专家点拨：耐腐蚀镍合金可用于化工、石油、船舶等领域，如阀门、泵、船舶紧固件、锅炉热交换器等；耐高温镍合金广泛用于航空发动机和运载火箭发动机涡轮盘、压气机盘等。

2H311012 非金属材料的类型及应用

1. 非金属材料的类型

（1）高分子材料

高分子材料是以高分子化合物为基材的一大类材料的总称。按照来源可分为天然高分子材料和合成高分子材料，按特性可分为普通高分子材料和功能高分子材料，最常用的分类方法是按性能和用途分类，可分为塑料、橡胶、纤维、胶粘剂、涂料和高分子基复合材料等。

（2）无机非金属材料

无机非金属材料是除有机高分子材料和金属材料以外的所有材料的统称。

2. 机电工程中常用的非金属材料使用范围

（1）砌筑材料

在机电工程中，常用的砌筑材料包括耐火黏土砖、普通用高锅砖、轻质耐火砖、耐火水泥、硅藻土质隔热材料、轻质黏土砖、石棉绒（优质）、石棉水泥板、矿渣棉、蛭石和浮行等，一般用于各类型炉窑砌筑工程等，如各种类型的锅炉炉墙砌筑；各种类型的冶炼炉砌筑；各种类型的窑炉砌筑等。

（2）绝热材料

在机电安装工程中，常用的绝热材料种类很多，通常有膨胀珍珠岩类、离心玻璃棉类、超细玻璃棉类、微孔硅酸壳、矿棉类、岩棉类、泡沫塑料类等，常用于保温、保冷的各类容器、管道、通风空调管道等绝热工程。

（3）防腐材料及制品

防腐材料大致可分为高分子材料、无机非金属材料、复合材料和涂料等，广泛用于机电安装工程中。

（4）非金属风管

非金属风管材料有酚醛复合板材、聚氨酯复合板材、玻璃纤维复合板材、无机玻璃钢板材、硬聚氯乙烯板材。

（5）塑料及复合材料水管

1）聚乙烯塑料管

无毒，可用于输送生活用水。常使用低密度聚乙烯水管（简称塑料自来水管），这种管材的外径与焊接钢管基本一致。

2）涂塑钢管

具有优良的耐腐蚀性能和比较小的摩擦阻力。环氧树脂涂塑钢管适用于给水排水、海水、温水、油、气体等介质的输送，聚氯乙烯（PVC）涂塑钢管适用于排水、海水、油、气体等介质的输送。

专家点拨：根据需要可在涂塑钢管的内外表面涂塑或仅涂敷外表面。

3）ABS 工程塑料管

耐腐蚀、耐温及耐冲击性能均优于聚氯乙烯管，它由热塑性丙烯腈丁二烯一苯乙烯三元共聚体黏料经注射、挤压成型加工制成，使用温度为–20～70℃，压力等级分为 B、C、D 三级。

4）聚丙烯管（PP 管）

聚丙烯管系聚丙烯树脂经挤出成型而得，用于流体输送。按压力分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型，其常温下的工作压力为：Ⅰ型为 O.4MPa、Ⅱ型为 0.6MPa、Ⅲ型为 0.8MPa。

5）硬聚氯乙烯排水管及管件

硬聚氯乙烯排水管及管件用于建筑工程排水，在耐化学性和耐热性能满足工艺要求的条件下，此种管材也可用于工业排水系统。

2H311013　电气材料的类型及应用

1．电线电缆

（1）仪表电缆

1）仪表用电缆

如 YVV、YVVP 等，适用于仪表、仪器及其他电气设备中的信号传输及控制线路。

2）阻燃型仪表电缆

如 ZRC-YVVP、7RC-YYJVP、ZRC-YEVP 等，阻燃仪表电缆具有防干扰性能高，电气性能稳定，能可靠地传送交流 300V 及以下的数字信号和模拟信号，兼有阻燃等特点，所以此类电缆广泛应用于电站、矿山和石油化工等部门的检测和控制用计算机系统或自动化控制装置上。常固定敷设于室内、隧道内、管道中或户外托架，敷设时环境温度不低于 0℃，弯曲半径不小于电缆外径的 10 倍的阻燃场所。

3）仪表用控制电缆

如 KJYVP、KJYVPR、KJYVP2 等，适用于交流额定电压 450/750V 及以下仪表用控制电缆产品，巡回检测装置屏蔽电缆采用对绞铝塑复合膜屏蔽和铜丝屏蔽，抗干扰性能优越，常用于计算机测控装置。

（2）电气装备电线、电缆

1）裸导线

裸导线是指导线表面没有绝缘材料的金属导线，裸导线按结构可分为圆单线、裸绞线和型线等。

2）绝缘导线

绝缘导线是在裸导线表面裹以不同种类的绝缘材料构成的。依据用途和导线的结构，可分为：

- 固定敷设绝缘线。
- 绝缘软电线，安装电线。
- 户外用绝缘电线。

- 农用绝缘塑料护套线等。

3）电力电缆

按绝缘材料可分为油浸纸绝缘、塑料绝缘、橡胶绝缘及气体绝缘等。

（3）控制电线电缆

专家点拨：控制电缆常用于电气控制系统和配电装置内，固定敷设。

一般控制电路中负荷间断电流不大，因此芯线截面较小，通常在 $10mm^2$ 以下，控制电缆线芯多采用铜导体。

按其绝缘层材质，分为聚乙烯、聚氯乙烯和橡胶。其中以聚乙烯电性能为最好，也可应用于高频线路。控制电缆的绝缘芯主要采用同心式绞合，也有部分控制电缆采用对绞式。控制电缆线芯长期允许的工作温度为 65℃。

2．绝缘材料

在机电工程中，常用的绝缘材料种类繁多。

①按其物理状态来分，可以分为气体绝缘材料、液体绝缘材料和固体绝缘材料。

②按其化学性质不同，可分为无机绝缘材料、有机绝缘材料和混合绝缘材料。

2H311020 机电工程常用工程设备（掌握）（1学时）

2H311021 通用工程设备的分类和性能

1．泵的分类和性能

（1）泵的分类

①按输送介质分为清水泵、杂质泵、耐腐蚀泵、潜水泵。

②按吸入方式分为单吸式和双吸式。

③按叶轮数目分为单级泵、多级泵。

④按介质在旋转叶轮内部流动方向分为离心式、轴流式、混流式。

⑤按工作原理分为离心泵、井用泵、立式轴流泵、导叶式混流泵、机动往复泵、蒸汽往复泵、计量泵、螺杆泵、水环真空泵。

（2）泵的性能

常用的参数：流量、扬程、功率、效率、转速。

考情提醒：通用工程设备的分类和性能为本章考试常考点。

2．风机的分类和性能

（1）风机的分类

①按气体在旋转叶轮内部流动方向分为离心式、轴流式、混流式。

②按结构形式分为单级风机、多级风机。

③按照排气压强度的不同分为通风机、鼓风机、压气机。

（2）风机的性能参数

流量（又称风量）、风压、功率、效率、转速、比转速。

3．压缩机的分类和性能

（1）压缩机的分类

①按压缩气体方式分容积型、速度型；按结构形式和工作原理，容积型压缩机（往复式、回转式）；速度型压缩机（轴流式、离心式、混流式）。

②按压缩次数分为：单级压缩机、两级压缩机、多级压缩机。

③按汽缸的排列方式分：立式压缩机、卧式压缩机、L 形压缩机、V 形压缩机、W 形压缩机、扇形压缩机、M 形压缩机、H 形压缩机。

④按照排气压力大小分：低压、中压、高压和超高压；按照容积流量分为：微型、小型、中型、大型。

⑤按润滑方式分：无润滑压缩机和有润滑压缩机。

（2）压缩机的性能参数

容积、流量、吸气压力、排气压力、工作效率。

4．连续输送设备的分类和性能

（1）连续输送设备的分类

按其有无牵引件（链、绳、带）分为：

- 具有挠性牵引件的输送设备（带式输送机、板式输送机、刮板式输送机、提升机、架空索道）。
- 无挠性牵引件的输送设备（螺旋输送机、滚柱输送机、气力输送机）。

（2）连续输送设备的性能

专家点拨：连续输送设备只能沿着一定路线向一个方向连续输送物料，可进行水平、倾斜和垂直输送，也可组成空间输送线路。

连续输送设备输送能力大，运距长，设备简单，操作简便、生产率高，还可在输送过程中同时完成若干工艺操作。

5．金属切削机床的分类和性能

（1）金属切削机床的分类

①按加工方式或加工对象，可分为车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、花键加工机床、铣床、刨床、插床、拉床、特种加工机床、锯床和刻线机等。

②按工件大小和机床重量，可分为仪表机床、中小型机床、大型机床、重型机床和超重型机床。

③按加工精度，分为普通精度机床、精度机床和高精度机床。

④按自动化程度，分为手动操作机床、半自动机床和自动机床。

⑤按机床的自动控制方式，分为仿形机床、程序控制机床、数字控制机床、适应控制机床、加工中心和柔性制造系统。

⑥按机床的适用范围，分为通用机床和专用机床。

（2）金属切削机床的性能

加工精度和生产效率加以评价。

6．锻压设备的分类和性能

（1）锻压设备的分类

按传动方式的不同分为锤、液压机、曲柄压力机、旋转锻压机和螺旋压力机。

（2）锻压设备的性能

力大，多为重型设备。

7．铸造设备的分类和性能

（1）铸造设备的分类

按造型方法分为普通砂型铸造设备（湿砂型、干砂型、化学硬化砂型）和特种铸造设备（天然矿产砂石、金属）。

（2）铸造设备的性能

铸造设备可将熔炼成符合一定要求的金属液体，浇进铸型里，经冷却凝固、清整处理后，形成预定形状、尺寸和性能的铸件。

2H311022　电气工程设备的分类和性能

1．电动机的分类和性能

（1）电动机的分类

直流电动机、交流同步电动机和交流异步电动机。

（2）电动机的性能

1）同步电动机

专家点拨：同步电动机常用于拖动恒速运转的大、中型低速机械。它具有转速恒定及功率因数可调的特点，同步电动机的调速系统随着电力电子技术的发展而发展。

缺点：结构较复杂、价格较贵、启动麻烦。

2）异步电动机

①优点：结构简单、制造容易、价格低廉、运行可靠、维护方便、坚固耐用。

②缺点：启动性和调速性能较差、功率因数不高。

2．变压器的分类和性能

（1）变压器的分类

①根据变换电压的不同分为升压变压器和降压变压器。

②根据冷却方式分为干式、油浸式。

（2）变压器的性能

主要技术参数：容量、额定原副边电压、额定原副边电流、阻抗、连接组别、绝缘等级和冷却方式等。

3．高压电器及成套装置的分类和性能

（1）高压电器及成套装置的分类

常用高压电器设备包括：高压断路器、高压接触器、高压隔离开关、高压负荷开关、高压熔断器、高压互感器、高压电容器、高压绝缘子及套管、高压成套设备等。

（2）高压电器及成套装置的性能

通断、保护、控制和调节四大性能。

4．低压电器及成套装置的分类和性能

（1）低压电器及成套装置的分类

常用低压电器设备包括：刀开关及熔断器、低压断路器、接触器、控制器与主令电器、电阻器与变阻器、低压互感器、防爆电器、低压成套设备等。

（2）低压电器及成套装置的性能

通断、保护、控制和调节四大性能。

5．电工测量仪器仪表的分类和性能

（1）电工测量仪器仪表的分类

1）指示仪表

①按工作原理分为磁电系、电磁系、电动系、感应系、静电系等。

②按使用方式分为安装式、便携式。

2）比较仪器

把被测量与度量器进行比较后确定被测量的仪器。

（2）电工测量仪器仪表的性能

参数设置、界面切换、数据通信等性能。

专家点拨：电工测量仪器仪表的性能由被测量对象来决定，其测量的对象不同，性能有所区别。

2H311023　专用工程设备的分类和性能

1．专用设备的分类

（1）发电设备

火力发电设备、水力发电设备、核电设备、其他发电设备等。

1）火力发电设备

汽轮发电机组、汽轮发电机组辅助设备、汽轮发电机组附属设备。

2）水力发电设备

水轮发电机组、抽水蓄能机组、水泵机组、启闭机等。

3）核电设备

压水堆设备、重水堆设备、高温气冷堆设备、石墨型设备、动力型设备和试验反应堆设备。

4）其他发电设备

风电发电设备、太阳能发电设备等。

（2）冶金设备

轧制设备、冶炼设备等。

1）轧制设备

拉坯机、结晶器、中间包设备、板材轧机、轧管机、无缝钢管自动轧管机、型材轧机和矫直机等。

2）冶炼设备

炼铁设备、炼钢设备、铸钢设备、有色冶炼设备等。

（3）矿业设备

采矿设备、选矿设备等。

1）采矿设备

提升设备、输送设备等。

2）选矿设备

破碎设备、筛分设备、磨矿设备、选别设备等。

（4）石油化工设备

工艺塔类设备、反应设备、换热设备、分离过滤设备、储存设备、橡胶塑料机械等。

①反应设备（代号 R）。如反应器、反应釜、分解锅、聚合釜等。

②换热设备（代号 E）。如管壳式余热锅炉、热交换器、冷却器、冷凝器、蒸发器等。

③分离设备（代号 S）。如分离器、过滤器、集油器、缓冲器、洗涤器等。

④储存设备（代号 C，其中球罐代号 B）。如贮槽、贮罐等。

（5）轻工、纺织设备

压榨设备、包装罐装设备、卷烟设备、造纸设备、纺丝织布设备等。

（6）建材设备

水泥生产设备、玻璃生产设备、陶瓷生产设备、耐火材料设备、新型建筑材料设备、无机非金属材料及制品设备等。

（7）其他专用设备

环保设备、节能设备、可再生能源设备等。

2．专用设备的性能

专家点拨：专用设备往往只完成某一种或有限的几种零件或产品的特定工序或几个工序的加工或生产。

针对性强。适合于单品种大批量加工或连续生产。

重要习题及解析

一、单项选择题

1．分解锅属于石油化工设备中的（　　）。

A．换热设备　　B．反应设备　　C．分离设备　　D．储存设备

2．下列参数中，属于风机的主要性能参数的是（　　）。

A．流量、风压、比转速　　B．流量、容量、转速

C．功率、容量、比转速　　D．功率、扬程、转速

3．以下电缆种类中，（　　）可适用于潮湿场所。

A．YFLV 型　　B．VLV32 型　　C．VLV22 型　　D．VV22 型

4．（　　）常用于制造容器、通用机械零件、管道和绝缘材料等。

A．低压聚乙烯　　B．中压聚乙烯　　C．高压聚乙烯　　D．超高压聚乙烯

5．冷凝器是石油化工设备中的（　　）。

A．反应设备　　B．分离设备　　C．换热设备　　D．储存设备

6．机电工程常用材料中，以下工程结构采用的是特殊性能低合金高强度钢的是（　　）。

A．型钢　　B．压力容器　　C．耐候钢　　D．轻轨

7．下列构件或结构通常不采用碳素钢的是（　　）。

A．钢筋　　B．预应力锚具　　C．螺栓　　D．起重机轨道

8．下列参数中，不属于泵的性能参数的有（　　）。

A．流量　　B．功率　　C．容积　　D．效率

9．下列设备中，不属于通用设备范围的是（　　）。

A．龙门刨床　　B．空气锤　　C．桥式起重机　　D．空气压缩机

10．电站锅炉汽包使用的 Q460 型钢属于（　　）。

A．优质碳素钢　　B．高合金结构钢　　C．高碳钢　　D．低合金结构钢

11．下列钢种中，（　　）为碳素结构钢。

A．Q420　　B．Q235　　C．Q345　　D．Q460

12．下列耐火材料中，属于酸性耐火材料的是（　　）。

A．镁砖　　B．碳砖　　C．高铝砖　　D．硅砖

13．（　　）适用于洁净室含酸碱的排风系统。

A．酚醛复合风管　　B．玻璃纤维复合风管

C．硬聚氯乙烯风管　　D．聚氨酯复合风管

14．机电工程常用的黑色金属是（　　）。

A．铝　　B．型钢　　C．黄铜　　D．钛合金

15．下列属于黑色金属材料的是（　　）。

A．低合金结构钢　　B．重金属

C．轻金属　　D．钛合金

16．适用于洁净室含酸碱的排风系统的非金属风管是（　　）。

A．硬聚氯乙烯风管　　B．聚氨酯复合风管

C．玻璃纤维复合风管　　D．酚醛复合风管

17．主要用于建筑管道、电线导管、化工耐腐蚀零件及热交换器的材料是（　　）。

A．陶瓷制品　　B．橡胶制品

C．玻璃钢及其制品　　D．塑料制品

18．铸铁的含碳量一般为（　　）。

A．0.5%～1.5%　　B．1.5%～2.5%

C．2.5%～3.5%　　D．3.5%～4.5%

19．可用于输送生活用水的塑料及复合材料水管是（　　）。

A．聚乙烯塑料管　　B．涂塑钢管

C．聚丙烯管　　D．硬聚氯乙烯水管

20．机电工程施工中使用的起重机是用（　　）钢制造的。

A．Q345　　B．Q460　　C．Q390　　D．Q420

二、多项选择题

1．不能承受机械外力作用，适用于室内、隧道内及管道内敷设，这种性能的电缆是（　　）。

A．YLV　　B．VV22　　C．KVV　　D．VV

E．VJV32

2．变压器的主要技术参数包括（　　）。

A．容量　　B．连接组别　　C．绝缘等级　　D．冷却方式

E．功率

3．现场中电焊机至焊钳的连线一般不采用（　　）型的导线。

A．YJV　　B．BX　　C．KVV　　D．RV

E．BVV

4．按工作原理分类的泵有（　　）。

A．清水泵　　B．离心泵　　C．计量泵　　D．螺杆泵

E．多级泵

5．在机电安装工程中常用的钢管有（　　）等。

A．无缝不锈钢管　　B．螺旋缝钢管

C．低压无缝钢管　　D．高压无缝钢管

E．焊接钢管

6．交流同步电动机的主要缺点包括（　　）。

A．结构较复杂　　B．转速恒定　　C．价格较贵　　D．功率因数可调

E．启动麻烦

7．能承受机械外力作用，可承受相当大的拉力，可敷设在竖井内，且适用于潮湿场所。这种性能的电缆是（　　）。

A．VLV32　　B．VLV22　　C．VV22　　D．VV32

E．YFLV22

8．下列压缩机中，属于速度型压缩机的有（　　）压缩机。

A．轴流式　　B．离心式　　C．混流式　　D．活塞式

E．螺杆式

9．办公室照明通常采用（　　）聚氯乙烯绝缘铜芯线作为电源连接线。

A．RV 型　　B．BV 型　　C．BX 型　　D．BLX 型

E．BVV 型

10．按照工作原理分类，泵可以分为（　　）。

A．离心泵　　B．单级泵　　C．多级泵　　D．井用泵

E．双吸泵

11．按性能和用途划分高分子材料可分为（　　）等。

A．碳素材料　　B．橡胶　　C．纤维　　D．塑料

E．胶粘剂

12．压缩机性能参数包括（　　）。

A．容积　　B．转速　　C．流量　　D．功率

E．吸气压力

13．高分子材料按来源分为（　　）。

A．天然高分子材料　　B．普通高分子材料

C．合成高分子材料　　D．功能高分子材料

E．高分子基复合材料

14．泵按介质在旋转叶轮内部流动方向分为（　　）。

A．离心式　　B．轴流式　　C．往复式　　D．混流式

E．螺旋式

15．锅炉水冷壁和省煤器使用的无缝钢管一般采用（　　）。

A．优质碳素钢管　　B．低合金钢管

C．15CrMo　　D．15CrlMoV

E．12CrlMoV

16．阻燃型仪表电缆除阻燃特点外，还有（　　）等优点。

A．耐高压　　B．防干扰

C．电气性能稳定　　D．适宜移动
E．耐低温

17．在专用设备的分类中，发电设备包括（　　）。
A．火力发电设备　　B．风电发电设备
C．水力发电设备　　D．核电设备
E．反应设备

18．压缩机按照汽缸的排列方式分为（　　）。
A．K 形压缩机　　B．L 形压缩机
C．H 形压缩机　　D．M 形压缩机
E．N 形压缩机

19．下列属于特殊性能低合金高强度钢的有（　　）。
A．高强度螺栓　　B．汽车冲压钢板
C．天然气管线钢　　D．钢轨
E．耐候钢

20．机电工程的通用设备一般包括（　　）。
A．发电设备　　B．切削设备　　C．泵设备　　D．风机设备
E．压缩机设备

21．电工测量用的指示仪表中，属于按工作原理分类的有（　　）。
A．磁电系　　B．交流系　　C．直流系　　D．感应系
E．静电系

22．阀门可以根据（　　）进行分类。
A．工作压力　　B．构造形式　　C．公称尺寸　　D．阀芯
E．介质状况

23．风机按气体在旋转叶轮内部流动方向分为（　　）。
A．离心式　　B．轴流式　　C．单级式　　D．混流式
E．多级式

24．镍合金制品的突出优点有（　　）。
A．绝缘性能好　　B．耐腐蚀　　C．耐高温　　D．强度高
E．可塑性强

25．高压电器及成套装置的性能主要包括（　　）。
A．通断　　B．保护　　C．通信　　D．控制
E．调节

三、案例分析题

A 甲安装公司承包了某六层商业中心的空调工程，工程内容是空调工程的施工图深化设计、设

备材料采购与安装施工。合同规定热泵机组使用国外品牌，工程结算采用工程量清单综合单价计价，工期为 3 个月。合同签订后，甲公司编制了空调工程的施工组织设计，热泵机组使用汽车吊装，该吊装工作分包给乙安装公司。乙公司按照空调工程的施工组织设计与国家规范标准编制了热泵机组的吊装方案。

工程开工后，因为业主装饰设计变更，导致空调工程施工图修改，工程停工一段时间，影响了计划工期，同时也增加了工程量与新的项目。

【问题】

1．乙公司编制热泵机组吊装方案的依据是否完整？如果不完整请补充。

2．甲公司可以采取哪些措施来弥补因装饰工程设计变更造成的工期损失。

3．乙公司在热泵机组的吊装中主要的直接成本是什么？应该采取何种措施来控制直接成本？

4．由于装饰工程设计变更增加的新项目，在结算时甲公司向业主索赔费用应该按照什么方法确定？

答案与解析

一、单项选择题

1.【答案】B

【解析】本题考查的是专用工程设备的分类和性能。

2.【答案】A

【解析】本题对风机的性能参数进行考核。风机的性能参数主要包括：流量（又称为风量）、风压、功率、效率、转速、比转速。

3.【答案】B

【解析】本题对电缆的适用范围进行考核。VLV、VV 型电力电缆：无法受机械外力作用，适用于室内、隧道内以及管道内敷设。VIN22、VV22 型电缆：能承受机械外力作用，但无法承受大的拉力，可以敷设在地下。VLV32、VV32 型电缆：能够承受机械外力作用，并且可承受相当大的拉力，可敷设在竖井内、高层建筑的电缆竖井内，并且适用于潮湿场所。YFLV、YJV 型电力电缆：主要是高压电力电缆。

4.【答案】A

【解析】本题对非金属材料的类型及应用进行考核。聚乙烯按照生产方式不同可分为高压、中压与低压聚乙烯三类。例如低压聚乙烯（压力小于 5MPa）常用于制造容器、通用机械零件、管道和绝缘材料等。

5.【答案】C

【解析】本题对专用工程设备的分类和性能进行考核。

6.【答案】C

【解析】本题对机电工程常用钢材的使用范围进行考核。特殊性能低合金高强度钢也称特殊钢，指的是具有特殊化学成分、采用特殊工艺生产、具备特殊的组织和性能、能够满足特殊需要的钢类；其中工程结构用特殊钢，主要有：耐候钢、耐海水腐蚀钢、表面处理钢材、汽车冲压钢板、石油及天然气管线钢、工程机械用钢和可焊接高强度钢、钢筋钢、低温用钢及钢轨钢等。

7.【答案】D

【解析】机电工程中常见的各种型钢、钢筋、钢丝等都是碳素结构钢，优质的碳素钢还能够制成钢丝、钢绞线、圆钢、高强螺栓及预应力锚具等。

8.【答案】C

【解析】泵的性能由其工作参数加以表述，常使用的参数有：流量、扬程、功率、效率、转速等。

9.【答案】C

【解析】从通用设备的“通用”二字进行分析，只有桥式起重机属于需报批并且需持证上岗的特种设备。

10.【答案】D

【解析】低合金结构钢根据屈服强度进行划分，可以分为 Q345、Q390、Q420、Q460、Q500、Q550、Q620 等强度等级。

11.【答案】B

【解析】Q235 是碳素结构钢，其他是合金结构钢。

12.【答案】D

【解析】酸性耐火材料的突出特性是耐酸性，从以上四种砖名称的突出元素镁、碳、铝、硅进行分析，它们的化学酸碱性即可以判断出正确选项，镁、铝明显是碱性材料，只有比较碳和硅，而硅的酸性明显强于碳，故选 D。另外从酸性耐火材料的种类中，只含硅砖，而无其他三种。

13.【答案】C

【解析】本题对机电工程常用的非金属材料使用范围进行考核。

14.【答案】B

【解析】本题对金属材料的类型及应用进行考核。选项 A、C、D 是有色金属。

15.【答案】A

【解析】金属材料可以分为黑色金属与有色金属两大类。其中，黑色金属主要是铁与以铁为基础的合金（钢、铸铁与铁合金），广义的黑色金属还包括锰、铬以及合金。有色金属种类比较多，常用的有铝及铝合金、铜及铜合金、钛及钛合金、镁及镁合金与镍及镍合金等。

16.【答案】A

【解析】硬聚氯乙烯风管是适用于洁净室含酸碱的排风系统的非金属风管。

17.【答案】D

【解析】本题对非金属材料的类型及应用进行考核。

18.【答案】C

【解析】碳的质量分数（Wc）超过 2%（一般是 2.5%～3.5%）的铁碳合金称为铸铁。碳的质量分数（Wc）大于 2%的铁碳合金称为生铁。碳的质量分数（Wc）不大于 2%的铁碳合金称为钢。

19.【答案】A

【解析】本题对机电工程常用的非金属材料使用范围进行考核。

20.【答案】A

【解析】在机电工程中，低合金结构钢经常使用，按照国家标准《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591－2008），根据屈服强度进行划分，共有 Q345、Q390、Q420、Q460、Q500、Q550、Q620 等强度等级。比如，机电工程施工中使用的起重机就是 Q345 型钢制造的，因为这种钢不仅韧度好，而且缺口敏感性也较碳素结构钢大。

二、多项选择题

1.【答案】AD

【解析】本题对电气材料的类型及应用进行考核。

2.【答案】ABCD

【解析】变压器的主要技术参数包括：容量、额定原副边电压、额定原副边电流、阻抗、连接组别、绝缘等级与冷却方式等。

3.【答案】ABCE

【解析】本题对电气材料的类型及应用进行考核。现场中电焊机至焊钳的连线多采用 RV 型聚氯乙烯绝缘平形铜芯软线。

4.【答案】BCD

【解析】本题采用排除法，泵的分类方法包括：按输送介质分、按吸入方式分、按叶轮数目分以及按工作原理分。清水泵显然是输送水属按介质分类的泵，可以排除；多级泵属按叶轮分类也可以排除，最后分析剩余三个均属按工作原理分类。

5.【答案】ABDE

【解析】管材在机电工程中经常使用的有普通无缝钢管、螺旋缝钢管、焊接钢管、无缝不锈钢管、高压无缝钢管等。

6.【答案】ACE

【解析】同步电动机经常用在拖动恒速运转的大、中型低速机械。它具备转速恒定以及功率因数可调的特点，同步电动机的调速系统随着电力电子技术的发展而发展；其缺点为：结构较复杂、价格较贵、启动麻烦。

7.【答案】AD

【解析】本题对电工线材的种类及使用范围进行考核。VLV32、VV32 能承受机械外力作用，可承受相当大的拉力，可敷设在竖井内，且适用于潮湿场所。

8.【答案】ABC

【解析】“速度”二字就限定了所要选项，从压缩机的工作形式能够看出，活塞式和螺杆式的速度显然不及前三个，故选 A、B、C 为宜。

9.【答案】BC

【解析】一般家庭与办公室照明通常使用 BV 型或者 BX 型聚氯乙烯绝缘铜芯线作为电源连接线。

10.【答案】AD

【解析】本题对通用工程设备的分类和性能进行考核。

11.【答案】BCDE

【解析】高分子材料按照特性分为普通高分子材料与功能高分子材料。按照性能与用途分类，可分为橡胶、纤维、塑料、胶粘剂、涂料和高分子基复合材料。

12.【答案】ACE

【解析】分析题意，可知要选择“性能”参数，而非所有参数；然后分析哪些参数和性能参数没有直接关系，从而判断出功率和转速不在之列。

13.【答案】AC

【解析】本题对非金属材料进行考核。高分子材料按来源分为天然高分子材料与合成高分子材料。

14.【答案】ABD

【解析】本题对通用工程设备的分类和性能进行考核。

15.【答案】AB

【解析】锅炉水冷壁与省煤器使用的无缝钢管一般使用优质碳素钢管或低合金钢管。

16.【答案】BC

【解析】根据阻燃型仪表电缆的特性，使用排除法来分析此题。首先，阻燃型一定是耐高温，而耐高温材料的分子结构形式和耐低温材料是不一样的，因此 E 选项被排除；其次，该电缆是仪表用电缆，是低压电缆，耐高压错误，因此排除 A 选项；第三，该电缆的敷设，在电缆沟一般使用架设固定，在室内一般使用固定排放，移动显然不合适，所以 D 选项也应该排除；第四，既然是仪表电缆，要仪表显示准确必然要防干扰，因此 B 项可选；最后，电气性能稳定这也是仪表电缆所必需的，否则仪表性能也不稳定，因此 C 选项也是正确的。

17.【答案】ABCD

【解析】本题对专用工程设备的分类和性能进行考核。

18.【答案】BCD

【解析】本题对通用工程设备的分类和性能进行考核。

19.【答案】BE

【解析】特殊性能低合金高强度钢又叫作特殊钢，主要有耐候钢、耐海水腐蚀钢、表面处理钢材、汽车冲压钢板、石油以及天然气管线钢、工程机械用钢和可焊接高强度钢、钢筋钢、低温用钢

以及钢轨钢等。

20.【答案】BCDE

【解析】本题对通用工程设备的分类和性能进行考核。

21.【答案】ADE

【解析】按照工作原理分为有磁电系、电磁系、感应系、静电系等。

22.【答案】ABDE

【解析】在机电安装工程中，经常使用的钢制品主要包括焊条、管件、阀门等。其中，阀门根据工作压力、温度、介质状况、阀体、阀芯、密封垫材质不同以及构造形式可以分为许多种类型。管道工程常用阀门大类上可以分为闸阀、截止阀、球阀、针形阀、蝶阀、止回阀、调节阀、角阀、减压阀、安全阀、旋塞、柱塞阀、隔膜阀、浮球阀、疏水器等。

23.【答案】ABD

【解析】本题对通用工程设备的分类和性能进行考核。风机按气体在旋转叶轮内部流动方向分为离心式、轴流式、混流式；按照结构形式分为单级风机、多级风机；按照排气压强的不同分为通风机、鼓风机、压气机。

24.【答案】BCD

【解析】纯镍具有优异的耐腐蚀与抗高温氧化的性能，是重要的工程金属材料。工业纯镍具有良好的强度和导电性，可以用于电子器件；同时由于其耐蚀性好，还可以用于食品加工设备。而镍合金的耐蚀性与力学性能进一步提高，还可以具有特殊物理性能。镍合金按其特性与应用领域分为耐腐蚀镍合金、耐高温镍合金和功能镍合金三类。

25.【答案】ABDE

【解析】高压电器以及成套装置的性能：通断、保护、控制和调节四大性能。

三、案例分析题

【答案】

1．乙公司编制的热泵机组吊装方案的依据是不完整的。编制依据还应该包括空调工程的施工图深化设计（施工现场情况），热泵设备的技术文件以及合同规定的规范标准。

2．甲公司可以采取以下措施来弥补因为装饰工程设计变更造成的工期损失：按装饰工程的进度计划，采取调整工期，压缩关键工作时间，重新编制进度计划；调整资源，增加劳动力等措施。

3．乙公司在热泵机组吊装中主要的直接成本为吊车的台班费（机械费）。应该合理安排吊车的进出场时间，采取措施，降低施工机械费来控制直接成本。

4．由于装饰工程设计变更增加的新项目，在结算时甲公司向业主索赔费用应该采用工程量清单综合单价法，按照实际发生的人工、材料、机械台班数量，根据工程造价管理机构发布的市场价格确定索赔费用。

2H312000 机电工程专业技术

考试目的

本章主要介绍了机电工程测量、起重和焊接技术，其中测量要求和方法为考试重中之重，需考生重点掌握，其他考试要点还包括测量仪器的功能与使用、主要起重机械与吊具的使用要求、焊接工艺的选择与评定以及焊接质量的检测方法。

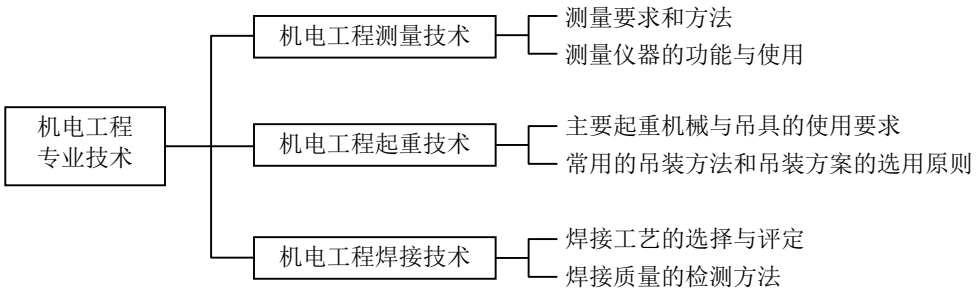
主要考点

考点	学时数（共计 4 学时）
机电工程测量技术（掌握）	2
机电工程起重技术（熟悉）	1
机电工程焊接技术（熟悉）	1

考情分析

本章出题概率 100%，考试题型主要为单选题、多选题与案例分析题，约占卷面 9 分左右。

学习导览图



2H312010 机电工程测量技术（掌握）（2 学时）

2H312011 测量要求和方法

1. 工程测量的原理

施工测量包括对建（构）筑物施工放样、建（构）筑物变形监测、工程竣工测量等。施工测量

的首要工作是做好控制点布测，保证将设计的建（构）筑物位置正确地测设到地面上，作为施工的依据。

（1）水准测量原理

水准测量原理是利用水准仪和水准标尺，根据水平视线原理测定两点高差的测量方法。测定待测点高程的方法有高差法和仪高法两种。

（2）基准线测量原理

基准线测量原理是利用经纬仪和检定钢尺，根据两点成一直线原理测定基准线。测定待定位点的方法有水平角测量和竖直角测量，这是确定地面点位的基本方法。每两个点位都可连成一条直线（或基准线）。

考情提醒：机电工程的测量要求和方法为考试重点内容。

2．工程测量的程序和方法

（1）工程测量的程序

无论是建筑安装还是工业安装的测量，其基本程序都是：建立测量控制网、设置纵横中心线、设置标高基准点、设置沉降观测点、安装过程测量控制、实测记录等。

（2）平面控制测量

1）平面控制测量的要求

①平面控制网布设的原则：应因地制宜，既从当前需要出发，又适当考虑发展。

②平面控制网建立的测量方法有三角测量法、导线测量法、三边测量法等。

③平面控制网的等级划分：三角测量、三边测量依次为二、三、四等和一、二级小三角、小三边；导线测量依次为三、四等和一、二、三级。各等级的采用，根据工程需要，均可作为测区的首级控制。

④平面控制网的坐标系统，应满足测区内投影长度变形值不大于 2.5cm/km。

⑤平面控制网的基本精度，应使四等以下的各级平面控制网的最弱边边长中误差不大于 0.1mm。

2）平面控制网布设的要求

①导线测量法的主要技术要求：

- 当导线平均边长较短时，应控制导线边数。
- 导线宜布设成直伸形状，相邻边长不宜相差过大。
- 当导线网用作首级控制时，应布设成环形网，网内不同环节上的点不宜相距过近。
- 各等级三边网的起始边至最远边之间的三角形个数不宜多于 10 个。

②边测量的主要技术要求：各等级三边网的边长宜近似相等，其组成的各内角宜符合规定。

③三角测量的网（锁）布设，应符合下列要求：

- 各等级的首级控制网，宜布设为近似等边三角形的网（锁），其三角形的内角不应小于 30°；当受地形限制时，个别角可放宽，但不应小于 25°。

- 加密的控制网，可采用插网、线形网或插点等形式，各等级的插点宜采用加强图形布设，一、二级小三角的布设，可采用线形锁，线形锁的布设宜近于直伸。

（3）高程控制测量

1）高程控制点布设的原则

①测区的高程系统，宜采用国家高程基准。在已有高程控制网的地区进行测量时，可沿用原高程系统。

专家点拨：当小测区联测有困难时，亦可采用假定高程系统。

②高程测量的方法有水准测量法、电磁波测距三角高程测量法、常用水准测量法。

③高程控制测量等级划分；依次为二、三、四、五等。各等级视需要，均可作为测区的首级高程控制。

2）高程控制点布设的方法

①水准测量法的主要技术要求：

- 各等级的水准点，应埋设水准标石。水准点应选在土质坚硬、便于长期保存和使用方便的地点：墙水准点应选设于稳定的建筑物上，点位应便于寻找、保存和引测。
- 一个测区及其周围至少应有 3 个水准点。水准点之间的距离，应符合规定。
- 水准观测应在标石埋设稳定后进行。两次观测高差较大，超限时应重测。当重测结果与原测结果分别比较，其较差均不超过限值时，应取三次结果的平均数。

②设备安装过程中，测量时应注意：最好使用一个水准点作为高程起算点。当厂房较大时，可以增设水准点，但其观测精度应提高。

③水准测量所使用的仪器，水准仪视准轴与水准管轴的夹角，应符合规定。水准尺上的米间隔平均长与名义长之差应符合规定。

3．工程测量竣工图的绘制

（1）工程测量竣工图的作用

①机电工程测量竣工图是进行交竣工验收时的重要资料之一。

②测量竣工图绘制的内容及深度反映出机电工程施工质量是否符合设计和规范的要求。竣工图既是机电工程施工过程及结果的真实记录，也是机电工程投产后是否能达产达标的重要保障内容之一。

专家点拨：某汽轮发电机组在负荷运行时，其振幅严重超标导致无法正常运行，对比情况进行分析时，将依据安装测量竣工图及数据来复测汽轮机底座及发电机底座的纵横中心线和标高以及联轴器的径向和轴向的同心度，以此来判定安装质量是否符合设计和规范的要求。

（2）测量竣工图的绘制

1）测量图的绘制

机电工程测量竣工图的绘制包括安装测量控制网的绘制、安装过程及结果的测量图的绘制。

例如，长输给水管线测量竣工图的绘制；长输动力管线（热力管线、燃气管线等）测量竣工图的绘制；工艺管线（各种化学液体管道、气体管道）测量竣工图的绘制等。

2）绘制测量竣工图的要求

①实测数据与竣工图上的坐标点必须是一一对应的关系。

②竣工图中所采用的坐标、图例、比例尺、符号等一般应与设计图相同，以便设计单位、建设单位使用。

4．机电工程中常见的工程测量

（1）设备基础施工的测量

设备基础的测量工作大体包括以下步骤：

①测量设置大型设备内控制网。

②进行基础定位，绘制大型设备中心线测设图。

③进行基础开挖与基础底层放线。

④进行设备基础上层放线。

（2）设备安装基准线和标高基准点测设

①安装基准线的测设：中心标板应在浇灌基础时，配合土建埋没，也可基础养护期满后再埋设。放线就是根据施工图，按建筑物的定位轴线来测定机械设备的纵、横中心线并标注在中心标板上，作为设备安装的基准线。设备安装平面基准线不少于纵、横两条。

②安装标高基准点的测设：标高基准点一般埋设在基础边缘且便于观测的位置。标高基准点一般有两种：一种是简单的标高基准点；另一种是预埋标高基准点。采用钢制标高基准点，应是靠近设备基础边缘便于测量处，不允许埋设在设备底板下面的基础表面。

专家点拨：简单的标高基准点一般作为独立设备安装的基准点；预埋标高基准点主要用于连续生产线上的设备在安装时使用。

（3）管线工程的测量

①测量内容：

管线工程测量包括：给水排水管道、各种介质管道、长输管道等的测量。

②测量步骤：

- 根据设计施工图纸，熟悉管线布置及工艺设计要求，按实际地形作好实测数据，绘制施工平面草图和断面草图。
- 按平、断面草图对管线进行测量、放线并对管线施工过程进行控制测量。
- 在管线施工完毕后，以最终测量结果绘制平、断面竣工图。

③测量方法：

- 管线中心定位的测量方法：定位时可根据地面上已有建筑物进行管线定位，也可根据控制点进行管线定位。

例如，管线的起点、终点及转折点称为管道的主点。其位置已在设计时确定，管线中心定位就

是将主点位置测设到地面上去，并用木桩标定。

- 管线高程控制的测量方法：为了便于管线施工时引测高程及管线纵、横断面测量，应设管线敷设临时水准点。其定位允许偏差应符合规定。

例如，水准点一般都选在旧建筑物墙角、台阶和基岩等处。如无适当的地物，应提前埋设临时标桩作为水准点。

- 地下管线工程测量：地下管线工程测量必须在回填前，测量出起、止点，窖井的坐标和管顶标高，应根据测量资料编绘竣工平面图和纵断面图。

（4）长距离输电线路钢塔架（铁塔）基础施工的测量

①长距离输电线路定位并经检查后，可根据起、止点和转折点及沿途障碍物的实际情况，测设钢塔架基础中心桩，其直线投点允许偏差和基础之间的距离丈量允许偏差应符合规定。

专家点拨：中心桩测定后，一般采用十字线法或平行基线法进行控制，控制桩应根据中心桩测定，其允许偏差应符合规定。

②当采用钢尺量具时，其丈量长度不宜大于 80m，同时，不宜小于 20m。

③考虑架空送电线路钢塔之间的弧垂综合误差不应超过确定的裕度值，一段架空送电线路，其测量视距长度，不宜超过 400m。

④大跨越挡距测量。在大跨越挡距之间，通常采用电磁波测距法或解析法测量。

2H312012　测量仪器的功能与使用

在机电工程项目施工中，常用的测量仪器有：水准仪、经纬仪、全站仪、激光准直仪等。测量仪器必须经过检定且在检定合格周期内方可投入使用。

1．水准仪

（1）水准仪的功能

①水准仪广泛用于控制、地形和施工放样等测量工作，是测量两点间高差的仪器。

由望远镜、水准器（或补偿器）和基座等部件组成。

②按构造分为：定镜水准仪、转镜水准仪、微倾水准仪、自动安平水准仪。中国水准仪的系列标准有：DS05、DS1、DS3、DS1O、DS20 等型号（“DS”表示“大地测量水准仪”，“05、1、3……”分别为该类仪器以毫米为单位表示的每公里水准测量高差中数的偶然中误差）。在水准仪上附有专用配件时，可组成激光水准仪。

（2）水准仪的应用

①用来测量标高和高程。主要应用于建筑工程测量控制网标高基准点的测设及厂房、大型设备基础沉降观察的测量。

②用于连续生产线设备测量控制网标高基准点的测设及安装过程中对设备安装标高的控制测量。

③标高测量主要分两种：绝对标高测量和相对标高测量。

2．经纬仪

（1）经纬仪的功能

①经纬仪广泛用于控制、地形和施工放样等测量，是测量水平角和竖直角的仪器。由望远镜、水平度盘与垂直度盘和基座等部件组成。

②按读数设备分为游标经纬仪、光学经纬仪和电子（自动显示）经纬仪。

（2）经纬仪的应用

①用来测量纵、横轴线（中心线）以及垂直度的控制测量等。

②光学经纬仪（如苏光 J2 经纬仪等），主要应用于建立安装测量控制网并在安装全过程进行测量控制。

3．全站仪

（1）全站仪的功能

全站仪是一种采用红外线自动数字显示距离的测量仪器。它与普通测量方法不同的是采用全站仪进行水平距离测量时省去了钢卷尺。

（2）全站仪的应用

采用全站仪进行水平距离测量，主要应用于建筑工程平面控制网水甲距离的测量及测设、安装控制网的测设、建安过程中水平距离的测量等。

4．其他测量仪器

（1）电磁波测距仪

①应用电磁波运载测距信号测量距离的仪器。测程在 5～20km 的称为中程测距仪，测程在 5km 之内的为短程测距仪。

专家点拨：电磁波测距仪精度一般为 5mm+5ppm，具有小型、轻便、精度高等特点。

②电磁波测距仪的应用。已广泛用于控制、地形和施工放样等测量中，成倍地提高了工作效率和量距精度。

（2）激光测量仪器

①装有激光发射器的各种测量仪器。这类仪器较多，其共同点是将一个氦氖激光器与望远镜连接，把激光束导入望远镜筒，并使其与视准轴重合。利用激光束方向性好、发射角小、亮度高、红色可见等优点，形成一条鲜明的准直线，作为定向定位的依据。

②激光测量仪器的应用。在大型建筑施工，沟渠、隧道开挖，大型机器安装，以及变形观测等工程测量中应用甚广。

③常见的激光测量仪器：激光准直仪和激光指向仪、激光垂线仪、激光经纬仪、激光水准仪、激光平面仪。

- 激光准直仪和激光指向仪。两者构造相近，用于沟渠、隧道或管道施工、大型机械安装、建筑物变形观测。目前激光准直精度已达 10^{-5}～10^{-6}。
- 激光垂线仪。将激光束置于铅直方向以进行竖向准直的仪器。用于高层建筑、烟囱、电

梯等施工过程中的垂直定位及以后的倾斜观测。精度可达 0.5×10^{-4}。

- 激光经纬仪。用于施工及设备安装中的定线、定位和测设已知角度。通常在 200m 内的偏差小于 1cm。
- 激光水准仪。除具有普通水准仪的功能外，还可做准直导向之用。如在水准尺上装自动跟踪光电接收靶，即可进行激光水准测量。
- 激光平面仪。激光平面仪是一种建筑施工用的多功能激光测量仪器，其铅直光束通过五棱镜转为水平光束；微电机带动五棱镜旋转，水平光束扫描，给出激光水平面，可达 20° 的精度。适用于提升施工的滑模平台、网形屋架的水平控制和大面积混凝土楼板支模、灌注及抄平工作，精确方便、省力省工。起重技术的基础是起重机械，科学合理选择和使用起重机械是保证设备安装安全顺利进行的前提。

2H312020 机电工程起重技术（熟悉）（1 学时）

2H312021 主要起重机械与吊具的使用要求

1．起重机械的分类和载荷

（1）起重机械的分类

轻小型起重设备、起重机、升降机、工作平台和机械式停车设备五大类。

①轻小型起重设备分类：千斤顶、滑车、起重葫芦和卷扬机。

②起重机分类：桥架型起重机（梁式起重机、桥式起重机、门式起重机、半门式起重机）、臂架型起重机（门座起重机、半门座起重机、塔式起重机、流动式起重机<履带起重机、汽车起重机、轮胎起重机、全地面起重机、随车起重机>、铁路起重机、桅杆起重机、悬臂起重机）、缆索型起重机（门式缆索起重机）三大类。

（2）载荷

1）吊装载荷

起重机的吊装载荷指被吊物（设备或构件等）在吊装状态下的重量和吊索具重量的总和。

专家点拨：履带起重机的吊装载荷包括：起重机的净起重量即被吊设备和吊索（绳扣）重量、吊钩滑轮组重量和从臂架头部垂下的起升钢丝绳重量的总和。

2）吊装计算载荷

①动载荷系数：$k_1=1.1$。

②吊装计算载荷：动载系数乘以吊装载荷。

3）多台起重机联合起吊的计算载荷

①不均衡载荷系数：$k_2=1.1\sim1.25$。

②计算载荷：$Q_j=k_1\times k_2\times Q$。

式中 Q_j——起重机的计算载荷；

Q——分配到起重机的吊装载荷，包括所承受的设备重量及起重机索、吊具重量。

2．钢丝绳和轻小型起重设备

（1）钢丝绳的规格与选用

1）起重吊装中常用的钢丝绳

1570MPa、1670MPa、1770MPa、1870MPa、1960MPa。

2）钢丝绳的规格

①钢丝绳的规格较多，起重吊装常用 6×19（缆风绳）、6×37、6×61 规格的钢丝绳。

②吊索俗称千斤绳或绳扣，用于连接起重机吊钩和被吊装设备。

③在起重吊装中，钢丝绳用作缆风绳，安全系数不小于 3.5；做滑轮组跑绳，安全系数不小于 5。做吊索的安全系数一般不小于 8；如果用于载人，则安全系数不小于 10～12。

（2）轻小型起重设备的主要使用要求

1）千斤顶的主要使用要求

①千斤顶应垂直使用，并使作用力通过承压中心。当水平使用时应采取可靠的支撑措施。

②千斤顶底部应有足够的支撑面积，以防受力后千斤顶发生倾斜。顶部应有足够的工作面积。

③使用千斤顶时，应随着工件的升降随时调整保险垫块的高度。

④使用多台千斤顶同时顶升同一工件时，应采用规格型号相同的千斤顶，且须采取使载荷分配合理的措施。

专家点拨：千斤顶工作时动作应协调，以保证升降平稳、无倾斜及局部过载现象。

2）起重滑车的主要使用要求

①起重吊装中常用的是 HQ 系列起重滑车（通用滑车）。滑车应按出厂铭牌和产品使用说明书使用，不得超负荷使用。多轮滑车仅使用其部分滑轮时，滑车的起重能力应按使用的轮数与滑车全部轮数的比例进行折减。

②滑车组动、定（静）滑车的最小距离不得小于滑轮轮径的 5 倍；跑绳进入滑轮的偏角不宜大于 5°。

③滑车组穿绕跑绳的方法有顺穿、花穿、双抽头穿法。当滑车的轮数超过 5 个时，跑绳应采用双抽头方式。若采用花穿的方式，应适当加大上、下滑轮之间的净距。

3）卷扬机的主要使用要求

①起重吊装中一般采用电动慢速卷扬机。选用卷扬机的主要参数有钢丝绳额定静张力（或额定牵引托力）和卷筒容绳量。卷扬机不得超负荷使用。

②卷扬机应固定牢靠，受力时不应横向偏移。地锚设置后应按其使用负荷进行预拉。

③卷扬机卷筒上的钢丝绳不能全部放出，余留在卷筒上的钢丝绳不应少于 4 圈，以减少钢丝绳在固定处的受力。

④卷扬机工作时，由卷筒到最后一个导向滑车的水平直线距离不应小于卷筒长度的 25 倍，该

导向滑车应设在卷筒的中垂线上。

⑤卷扬机上缠绕多层钢丝绳时，应使钢丝绳始终顺序地逐层紧缠在卷筒上，钢丝绳最外一层应低于卷筒两端凸缘一个绳径的高度。

3．流动式起重机的参数及使用要求

（1）流动式起重机基本参数

额定起重量、最大工作半径（幅度）、最大起升高度等。

（2）流动式起重机的特性曲线

反映流动式起重机的起重能力随臂长、工作半径的变化而变化的规律和反映流动式起重机的最大起升高度随臂长、工作半径变化而变化的规律的曲线称为起重机的特性曲线。

专家点拨：目前，大型吊车特性曲线已图表化。例如，吊车各种工况下的作业范围（或齐声高度工作范围）图和载荷（起重能力）表等。

（3）流动式起重机的选用步骤

吊车的选择应依照吊车说明书规定的特性曲线图、表进行。一般的选择程序步骤是：

①根据被吊设备或构件的吊装重量（或计算重量）、就位高度、位置和已确定的吊车使用工况，初定吊车的站位位置。

②根据设备尺寸、设备吊装高度、吊索高度和吊车站位位置（即由此确定的吊车工作半径），查吊车作业范围曲线图，初定吊车臂杆长度。

③根据吊车工况和已定的吊车工作半径、臂长，查吊车的起重能力表，查出吊车在此配置下的额定起重量。若额定起重量大于设备的吊装重量，本项选择合格，否则重选。

④计算吊臂与设备之间、吊钩与设备及吊臂之间的安全距离，若符合规范要求，选择合格，否则重选。

⑤按上述步骤进行优化，最终确定吊车臂长、工作半径等参数。

（4）流动式起重机的地基要求

①流动式起重机必须在水平坚硬地面上进行吊装作业。吊车工作位置（包括吊装站位置和行走路线）的地基应根据其他地质情况或测定的地面耐压力为依据，采用合适的方法（一般施工场地的土质地面可采用开挖同填夯实的方法）进行处理。

②处理后的地面应做耐压力测试，地面耐压力应满足吊车对地基的要求。特大型履带吊车应铺设转配路基板。

4．桅杆起重机的使用要求

（1）桅杆起重机的结构

桅杆本体（桅杆、基座及其附件）、动力起升系统（卷扬机、钢丝绳、起重滑车组、导向滑车）、稳定系统（缆风绳、地锚）组成。

（2）桅杆起重机的使用要求

①桅杆使用应具备质量和安全合格的文件：

- 制造质量证明书。
- 制造图、使用说明书；载荷试验报告。
- 安全检验合格证书。

②桅杆应严格按照使用说明书的规定使用。若不在使用说明书规定的性能范围内（包括桅杆使用长度、倾斜角度和主吊滑车张角角度三项指标中的任何一项）使用，则应根据使用条件对桅杆进行全面核算。

③桅杆的使用长度应根据吊装设备、构件的高度确定。对中心线偏差不应大于长度的 1/1000，总偏差不应大于 20mm。

④使用连接螺栓时，螺栓不得有不满扣现象。拧紧螺栓时应逐次对称交叉进行。不得使用质量不合格或材质不清的螺栓，安装螺栓前应对螺纹部分加润滑脂润滑。

考情提醒：主要起重机械与吊具的使用要求为本章考试重点内容。

（3）地锚的结构形式及使用范围

结构形式：全埋式地锚、半埋式地锚、压重式活动地锚。下面简单介绍全埋式地锚和压重式地锚。

①全埋式地锚适用于有开挖条件的场地。全埋式地锚可以承受较大的拉力，多在大型吊装中使用。

②压重式活动地锚适用于地下水位较高或土质较软等不便深度开挖的场地。小型压重式活动式地锚承受的力不大，多在改、扩建工程的吊装作业中使用。

2H312022　常用的吊装方法和吊装方案的选用原则

1．常用的吊装方法

（1）按吊装工艺方法分类的吊装方法

包括：滑移法、吊车抬送法、旋转法、无锚点推吊法、集群液搓千斤顶整体提升（滑移）吊装法、高空斜承索吊运法、万能杆件吊装法、液压顶升法。

（2）按吊装机具、设备分类的吊装方法

包括：塔式起重机吊装、桥式起重机吊装、流动式起重机（汽车吊、履带吊等）吊装、桅杆系统吊装、缆索起重机吊装、液压提升吊装、直升机吊装、坡道法提升吊装以及利用构筑物吊装方法等。

2．吊装方案编制要求与方案选用

（1）吊装方案编制

1）吊装方案的主要编制依据

①国家有关法规、有关施工标准、规范、规程。

②施工组织设计或施工组织总设计。

③施工技术资料：主要包括被吊装设备（构件）的设计制造图、设备基础施工图、设备平立面布置图、相关专业施工图、设计会审文件、施工现场地质资料等。

④施工现场条件：包括场地、道路、地下地上障碍物等。

⑤机具情况及技术装备能力：包括自有的和可租赁机具的情况，以及租赁的价格、机具进场的道路、桥涵情况等。

2）吊装方案的主要内容

①编制说明与编制依据。

②工程概况：主要包括待吊设备的主要工艺特点、到货形式、设计单位、制造单位等。

③主要吊装参数：宜编制吊装参数表，内容包括：设备位号、名称、规格尺寸、材质、金属总重量、吊装总重量（包括平台梯子、附塔管线、保温衬里、加同、吊耳等的重量）、重心标高、吊点方位及标高、基础标高。若采用分段吊装，应注明设备分段尺寸、分段重量。

④吊装工艺方法：双桅杆滑移法、吊车滑移法。

⑤吊装技术措施和施工步骤：

- 起重吊装机具选用、机具安装拆除方法和要求，吊装机、索具设置。
- 待吊设备卸车方法、设备摆放状态、组装深度要求，设备局部或整体加固方法。
- 吊点位置及其结构。
- 吊装作业步骤及技术要求。
- 地基处理要求，吊装场地占地要求，影响其他不能施工的工程内容等。
- 吊装计算书：载荷计算，设备（构件）重心计算；设备（构件）在各种吊装位置状态下受力计算或受力分析图。
- 起重机具（如桅杆、吊车等）最大受力、吊车最大负载率；吊耳、自行设计的吊具（如平衡梁等）的设计与核算。

⑥按最大受力选择机索具并进行安全性校核，编制起重机具受力与机索具选用一览表；地锚结构与核算；必要时，核算细长或薄壁设备、构件最不利受力状态下的强度及挠度，薄弱处采取的加固措施。

专家点拨：使用起重桅杆吊装超出使用说明书规定的参数范围使用时，则应根据桅杆的使用条件对桅杆的强度及稳定性进行全面核算。

⑦劳动组织：人力资源计划、施工人员的岗位职责。

⑧机具、材料计划：起重机、索具汇总表，施工手段用料表。

⑨进度计划或工序安排。

⑩安全技术措施。

⑪吊装风险评价与应急反应措施。

⑫吊装平面布置图。应包括下列内容：

- 设备组装、吊装位置。
- 设备运输路线。
- 吊车站立位置及移动路线。
- 吊装过程中机具与设备的典型相对位置。

- 电源位置。
- 吊装周围环境。
- 地下工程。
- 需要做特殊处理的吊装场地范周。
- 吊装警戒区。

若采用桅杆起重机吊装，应有：

- 桅杆安装（竖立、拆除）位置、移动路线与吊装位置。
- 拖拉绳、缆风绳的平面分布。
- 地锚位置或平面坐标。
- 卷扬机摆放位置及主跑绳的走向。

（2）吊装方案的评价和选择

吊装方案应进行评价，并根据评价结论综合择优选用。评价主要论证方案的科学性、可行性、安全性、经济性等方面。

（3）起重吊装方案管理

起重吊装是一项风险大的特殊的工程，对吊装方案的编审，各行业通常都有要求。在房屋建筑和市政基础设施工程（统称建筑工程）中，起重吊装包括起重机械设备自身的安装、拆卸，属于危险性较大的分部分项工程，应执行《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（建质[2009]87 号）的要求。

1）吊装方案的编制与审批

①属于危险性较大的分部分项工程范围的吊装工程，施工单位应编制专项方案，技术部门组织本施工单位施工技术、安全、质量等部门的专业技术人员审核，由施工单位技术负责人签字。审核合格后报监理单位，由项目总监理工程师审核签字。

专家点拨：实行施工总承包的建筑工程，专项方案由施工总承包单位组织编制。

②超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围的吊装工程专项方案，还应组织专家对专项方案进行论证。

③这类工程包括：采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 10kN 及以上的起重吊装工程。采用起重机械进行安装的工程。起重机械设备自身的安装、拆卸。

2）组织专家对专项方案进行论证

①实行施工总承包的，由施工总承包单位组织召开专家论证会。

②专家组应提交论证报告。施工单位应根据论证报告修改完善专项方案，并经施工单位技术负责人（实行施工总承包的，应当由施工总承包单位、相关专业承包单位技术负责人）、项目总监理工程师、建设单位项目负责人签字后，方可组织实施。

③应提交论证报告的工程包括：采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程。起重量 300kN 及以上的起重设备安装工程；高度 200m 及以上内爬起重设备的

拆除工程。

2H312030 机电工程焊接技术（熟悉）（1学时）

2H312031 焊接工艺的选择与评定

1．焊接工艺的选择

（1）焊接工艺的种类

现有碳极电弧焊、铝热焊、气焊、手工电弧焊、自动电弧焊、埋弧焊、钨极和熔化极惰性气体保护焊、电渣焊、二氧化碳气体保护焊、混合气体保护焊、药芯焊丝气渣联合保护焊、自保护电弧焊、等离子弧焊、电子束焊、激光焊、电阻焊、闪光对焊、超声波焊、摩擦焊、爆炸焊、真空扩散焊等。

（2）焊接工艺主要考虑的因素

主要考虑的因素有：母材的物理特性、母材的化学特性、焊缝的受力状况、待焊部件的几何形状、焊接位置。

（3）焊接工艺参数的选择

1）焊接工艺参数的种类

焊接工艺参数的种类各不相同，如电弧焊主要包括：焊条型号（或牌号）、直径、电流、电压、焊接电源种类、极性接法、焊接层数、道数、检验方法等。

2）主要焊接工艺参数的选择

①焊条直径。焊条直径的选择主要取决于焊件厚度、接头形式、焊缝位置和焊接层次等因素。

②焊接电流。焊接电流的过大或过小都会影响焊接质量，所以其选择应根据焊条的类型、直径、焊件的厚度、接头形式、焊缝空间位置等因素来考虑，其中焊条直径和焊缝空间位置最为关键。

③电弧电压。根据电源特性，由焊接电流决定相应的电弧电压。电弧电压还与电弧长有关。电弧长则电弧电压高，电弧短则电弧电压低。

④焊接层数。焊接层数应视焊件的厚度而定：除薄板外，一般都采用多层焊。

专家点拨：焊接层数过少，每层焊缝的厚度过大，对焊缝金属的塑性有不利的影响。

⑤电源种类及极性。直流电源由于电弧稳定，飞溅小，焊接质量好，一般用在重要的焊接结构或厚板大刚度结构上。其他情况下，应首先考虑交流电焊机。

3）正确选择焊接工艺参数

正确的焊接工艺参数主要是在保证质量的前提下还要有最高的生产率，消耗最少的电能和焊接材料。

4）灵活选择各种焊接参数

由于影响焊缝质量的因素很多，各种焊接工艺参数在不同情况的组合下，会对焊缝成形产生不

同或类似的效果，因此，不能将焊接工艺参数的选择视为一成不变的，必须按照前述原则，灵活选择各种焊接参数。

2．焊接工艺评定

（1）焊接工艺评定的定义

焊接工艺评定为验证所拟订的焊件焊接工艺的正确性而进行的试验过程及结果评价。

（2）焊接工艺评定的目的

①评定施焊单位是否有能力焊出符合相关国家或行业标准、技术规范要求的焊接接头。

②验证施焊单位拟订的焊接工艺指导书是否正确。

③为制定正式的焊接工艺指导书或焊接工艺卡提供可靠的技术依据。

（3）焊接工艺评定的一般过程

①拟订焊接工艺指导书。

②施焊试件和制取试样。

③检验试件和试样。

④测定焊接接头是否具有所要求的使用性能。

⑤提出焊接工艺评定报告对拟订的焊接工艺指导书进行评定。

（4）标准选用原则

①按照相关的国家和行业技术标准规范对焊接工艺评定的规定和要求。

②按照设计文件选用的标准的要求做焊接工艺评定。

（5）焊接工艺评定要求

1）一般要求

①焊接工艺评定应以可靠的钢材焊接性能为依据，并在工程施焊之前完成。

专家点拨：焊接工艺评定所用的焊接参数，原则上是根据被焊钢材的焊接性试验结果来确定的，尤其是热输入、预热温度及后热温度。施工企业应收集相关资料，并进行焊接性试验，以作为确定焊接工艺评定参数的依据。

②焊接工艺评定所用的设备、仪表应处于正常工作状态，钢材、焊接材料必须符合相应标准，由本单位技能熟练的焊接人员使用本单位焊接设备焊接试件。

③主持评定工作和对焊接及试验结果进行综合评定的人员应是焊接工程师。

④完成评定后资料应汇总，由焊接工程师确认评定结果。

⑤经审查批准后的评定资料可在同一质量管理体系内通用。

2）评定规则

①改变焊接方法必须重新评定；当变更焊接方法的任何一个工艺评定的重要因素时，须重新评定；当增加或变更焊接方法的任何一个工艺评定的补加因素时，按增加或变更的补加因素增焊冲击试件进行试验。

②任一钢号母材评定合格的，可以用不同组别号的其他钢号母材；同类别号中，高组别号母材

评定合格的，也适用于该组别号与低组别号的母材组成的焊接接头。

③改变焊后热处理类别，须重新进行焊接工艺评定。

④首次使用的同外钢材，必须进行工艺评定。

⑤常用焊接方法中焊接材料、保护气体、线能量等条件改变时，需重新进行工艺评定。

3）评定资料管理

①评定的所有原始资料应全部收集、进行系统整理、建档、作为技术资料保存。

②企业应明确各项评定的适用范围。

③评定资料应用部门根据已批准的评定报告，结合施焊工程或焊工培训需要，按工程或培训项目，分项编制《焊接工艺（作业）指导书》，也可以根据多份评定报告编制一份《焊接工艺（作业）指导书》。

④《焊接工艺（作业）指导书》的编制，必须由应用部门焊接专业工程师主持进行。

⑤《焊接工艺（作业）指导书》应在工程施焊或焊工培训考核之前发给焊工，并进行详细技术交底。

2H312032 焊接质量的检测方法

1．焊前检验

（1）焊前检验内容

从人、机、料、法、环、检六个方面进行核查。

（2）焊接前检验方法

1）焊工资格检查

检查焊工资格是否在有效期限内，考试项目是否与实际焊接相适应。

2）焊接设备检查

焊接设备质量检查包括焊接设备型号、电源极性是否符合工艺要求，焊炬、电缆、气管和焊接辅助工具，安全防护等是否齐全。

3）原材料检查

原材料检查包括对母材、焊条（焊丝）、焊剂、保护气体、电焊等进行检查，是否与合格证及国家标准相符合，及检查包装是否破损、过期等。

4）技术文件的检查

对焊接结构设计及施焊技术文件的检查要审查焊件结构是否设计合理、便于施焊、易保证焊接质量；检查工艺文件上工艺要求是否齐全、表达清楚。

专家点拨：新材料、新产品、新工艺施焊前应检查是否进行了焊接工艺试验。

5）焊接环境检查

对焊接场所可能遭遇的环境温度、湿度、风、雨等不利条件，检查是否采取可靠防护措施。

6）焊接过程的检查

为了确保焊接工艺指导书规定的各项参数的正确执行，由专职或兼职质检员对人、机、料、法、环等各因素进行检查，主要检查装配质量是否符合图样要求，坡口表面是否清洁、装夹具及点固焊是否合理，装配间隙和错边是否符合要求，是否要考虑焊接收缩量。有效的检查能显著提高焊接质量和合格率。

2. 焊接中检验

（1）焊接中检验内容

1）焊接工艺

焊接中是否执行了焊接工艺要求，包括焊接方法、焊接材料、焊接规范（电流、电压、线能量）、焊接顺序、焊接变形及温度控制。

2）焊接缺陷

多层焊层间是否存在裂纹、气孔、夹渣等缺陷，缺陷是否已清除。

3）焊接设备

焊接设备运行是否正常，包括焊接电源、送丝机构、滚轮架、焊剂托架、冷却装置、行走机构等。

（2）焊接中检验方法

①焊接中检验很重要，焊接时应根据焊接工艺的程序进行焊接中检验。

②大型石油储罐边板与边板对接缝焊接时，为了减少对接缝焊接的底板表面变形，焊接中检验尤其重要。

焊接时应按以下程序进行焊接中检验：

- 先进行焊道局部处理，若发现由于焊接变形产生的应力使对接焊道根部产生裂纹，应用碳弧气刨或磨光机进行彻底处理，并进行 PT 检验，合格后才可进行下一步工作安排。

专家点拨：PT 检验工作对于大型储罐尤其重要。

- 点焊：在以上焊接工作结束后，边板对接口处会不同程度的产生翘曲变形，使本来接合严密的边板与垫板之间产生间隙，在点焊之前必须进行检查处理。
- 焊接：全部边板对接缝点焊后，再进行焊接。

3. 焊后检验

（1）焊后检验的内容

焊后检验主要有：外观检验、致密性试验、强度试验、无损检测。

（2）焊后检验的方法

1）外观检验

①利用低倍放大镜或肉眼观察焊缝表面是否有咬边、夹渣、气孔、裂纹等表面缺陷。

②用焊接检验尺测量焊缝余高、焊瘤、凹陷、错口等。

③检验焊件是否变形。

2）致密性试验

①液体盛装试漏：不承压设备，直接盛装液体，试验焊缝致密性。

②气密性试验：用压缩空气通入容器或管道内，焊缝外部涂肥皂水检查是否有鼓泡渗漏。

③氨气试验：焊缝一侧通入氨气，另一侧焊缝贴上浸过酚酞——酒精、水溶液的试纸，若有渗漏，试纸上呈红色。

④煤油试漏：在焊缝一侧涂刷白垩粉水，另一侧浸煤油。如有渗，煤油会在白垩上留下油渍。

⑤氦气试验：通过氦气检漏仪来测定焊缝致密性。

⑥真空箱试验：在焊缝上涂肥皂水，用真空箱抽真空，若有渗漏，会有气泡产生。

专家点拨：真空箱试验适用于焊缝另一侧被封闭的场所，如储罐罐底焊缝。

3）强度试验

①液压强度试验常用水进行，试验压力为设计压力的 1.25～1.5 倍。

②气压强度试验用气体为介质进行强度试验，试验压力为设计压力的 1.15～1.20 倍。

（3）常用焊缝无损检测方法

1）射线探伤方法（RT）

目前应用较广泛的射线探伤方法是利用（x、y）射线源发出的贯穿辐射线穿透焊缝后使胶片感光，焊缝中的缺陷影像便显示在经过处理后的射线照相底片上，能发现焊缝内部气孔、夹渣、裂纹及未焊透等缺陷。

2）超声波探伤（UT）

利用压电换能器件，通过瞬间电激发产生脉冲振动，借助于声耦合介质传入金属中形成超声波，超声波在传播时遇到缺陷就会反射并返回到换能器，再把声脉冲转换成电脉冲，测量该信号的幅度及传播时间就可评定工件中缺陷的位置及严重程度。

超声波比射线探伤灵敏度高，灵活方便，周期短、成本低、效率高、对人体无害，但显示缺陷不直观，对缺陷判断不精确，受探伤人员经验和技术熟练程度影响较大。

3）渗透探伤（PT）

当含有颜料或荧光粉剂的渗透液喷洒或涂敷在被检焊缝表面上时，利用液体的毛细作用，使其渗入表面开口的缺陷中，然后清洗去除表面上多余的渗透液，干燥后施加显像剂，将缺陷中的渗透液吸附到焊缝表面上来，从而观察到缺陷的显示痕迹。

液体渗透探伤主要用于检查坡口表面、碳弧气刨清根后或焊缝缺陷清除后的刨槽表面、工卡具铲除的表面以及不便磁粉探伤部位的表面开口缺陷。

4）磁性探伤（MT）

利用铁磁性材料表面与近表面缺陷会引起磁率发生变化，磁化时在表面上产生漏磁场，并采用磁粉、磁带或其他磁场测量方法来记录与显示缺陷的一种方法。磁性探伤主要用于检查表面及近表面缺陷。

专家点拨：磁性探伤方法与渗透探伤方法比较，不但探伤灵敏度高、速度快，而且能探查表面一定深度下的缺陷。

5）超声波衍射时差法（TOFD）

依靠从待检试件内部结构（主要是指缺陷）的“端角”和“端点”处得到的衍射能量来检测缺陷，用于缺陷的检测、定量和定位。

TOFD 技术优越性：

- 一次扫查几乎能够覆盖整个焊缝区域（除上下表面盲区），可以实现非常高的检测速度。
- 能够发现各种类型的缺陷，但对缺陷的走向不敏感。
- 近表面存在盲区，对该区域检测可靠性不够。

6）其他检测方法

包括：

- 大型工件金相分析。
- 铁索体含量检验。
- 光谱分析。
- 手提硬度试验。
- 声发射试验等。

重要习题及解析

一、单项选择题

1．施工中常用于基础画线的仪器是（　　）。

A．经纬仪　　B．水准仪　　C．全站仪　　D．激光平面仪

2．安装标高基准点时，相邻安装基准点高差应在（　　）mm 以内。

A．0.5　　B．0.1　　C．1.0　　D．0.05

3．机电工程测量竣工图的绘制包括安装（　　）的绘制，安装过程及结果的测量图的绘制。

A．测量控制网　　B．测量基准点

C．测量感测点　　D．过程测量点

4．平面控制网布设时，当导线平均边长较短时，应控制（　　）。

A．导线长度　　B．导线截面　　C．导线边数　　D．导线材质

5．采用水准测量法进行高程控制点布设，要求一个测区及其周围至少应有（　　）。

A．2 个水准点　　B．3 个水准点　　C．2 对水准点　　D．3 对水准点

6．起重工程中，用做缆风绳的安全系数不小于（　　）。

A．2　　B．2.5　　C．3　　D．3.5

7. 某项目部安装钳工小组在同一车间同时测量的多台设备基础的高程，他们应该选用（　　）。

A．高差法　　B．仪高法

C．水准仪测定法　　D．经纬仪测定法

8．起重机吊装载荷是指（　　）。

A．吊物重量　　B．吊物重量乘载荷系数

C．吊物重量加吊索及附件重量　　D．吊物重量加吊索重量之和乘载荷系数

9．水准测量原理是利用水准仪和水准标尺，根据水平视线原理测定两点（　　）的测量方法。

A．高差　　B．仪高　　C．标高　　D．高程

10．选用流动式起重机时，主要是根据（　　）。

A．起重机的吊装特性曲线图表　　B．起重机卷扬的最大功率

C．起重机的行走方式　　D．起重机吊臂的结构形式

11．安装工程中，常用来测量标高的测量仪器是（　　）。

A．经纬仪　　B．全站仪　　C．水准仪　　D．激光平面仪

12．大型储罐罐底焊缝的致密性试验，应采用的方法是（　　）。

A．充水试验　　B．氨气试验

C．真空箱试验　　D．煤油试漏

13．一般情况下，焊条直径可按焊件厚度进行选择。某储罐罐底板厚度为 6mm，宜选用直径为（　　）mm 的焊条。

A．2　　B．3.2　　C．4　　D．5

14．焊接工艺评定应在工程施焊前完成，并应以可靠的（　　）为依据。

A．焊接工艺　　B．焊接技术

C．钢材焊接性能　　D．焊接材料性能

15．用三边测量法测量时，各等级三边网的起始边至最远边之间的三角形个数不宜多于（　　）个。

A．3　　B．5　　C．10　　D．12

二、多项选择题

1．导线测量法的主要技术要求包括（　　）。

A．当导线平均边长较短时，应控制导线边数

B．可采用线形锁，线形锁的布设宜近于直伸

C．导线宜布设成直伸形状，相邻边长不宜相差过大

D．加密的控制网，可采用插网、线形网或插点等形式

E．当导线网用作首级控制时，应布设成环形网，网内不同环节上的点不宜相距过近

2．三角测量的网（锁）布设，应符合的要求中，加密的控制网可采用（　　）等形式。

A．插网　　B．三边网　　C．插点　　D．插线

E．线形网

3．管线测设时其主点有（　　）。

A．起点　　B．终点　　C．窖井点　　D．转折点

E．支撑点

4．高程控制点布设的原则有（　　）。

A．高程控制测量的各个等级，视需要均可作为测区的首级高程控制

B．测区的高程系统，宜采用国家高程基准

C．已有高程控制网的地区，应重新测量校核

D．当小测区联测有困难时，不可采用假定高程系统

E．高程测量常用水准测量法

5．绘制测量竣工图时，竣工图中所采用的（　　）等一般应与设计图相同，以便设计单位、建设单位使用。

A．坐标　　B．纸张大小　　C．图例　　D．符号

E．比例尺

6．千斤顶的使用要求包括（　　）。

A．垂直使用、水平使用时应支撑牢固

B．顶部应有足够的支撑面积

C．作用力应通过承压中心

D．升降时不得随意调整保险垫块高度

E．多台同时顶升时，可采用各种规格型号的千斤顶

7．管线工程测量时，在管线施工完毕后，以最终测量结果绘制（　　）。

A．平面草图　　B．平面竣工图　　C．断面草图　　D．断面竣工图

E．总平面图

8．管线测设时，其主点有（　　）。

A．起点　　B．终点　　C．窖井点　　D．转折点

E．支撑点

9．下列技术要求中，属于导线测量法主要技术要求的有（　　）。

A．当导线平均边长较短时，应控制导线边数

B．导线宜布设成直伸形状

C．相邻边长不宜相差过小

D．用作首级控制时，应布设成环形

E．各等级三边网的始、终点之间的三角形的个数不得少于 10 个

10．根据被焊钢材的焊接性试验结果来确定的焊接工艺评定所用的焊接参数有（　　）。

A．焊接环境温度　　B．热输入

C．预热温度　　D．后热温度

E．层间温度

11．焊接工艺评定时，应按（　　）等方式制备试板。

A．对接焊缝　　B．角焊缝　　C．环焊缝　　D．堆焊焊缝

E．纵焊缝

12．多台吊车联合吊装时，其计算载荷取决于（　　）。

A．吊装载荷　　B．各吊车的额定载荷

C．动载荷系数　　D．各吊车的回转半径

E．不均衡载荷系数

13．下面所列焊接工艺评定因素发生改变时，必须重新进行工艺评定的有（　　）。

A．常用焊接方法中焊接材料改变　　B．首次使用国外钢材

C．改变焊接方法　　D．改变焊后热处理类别

E．首次使用的某钢号母材，其同组别号中有一种钢号母材评定合格

14．《焊接工艺指导书》应根据（　　）编制。

A．已批准的焊接工艺评定报告　　B．钢材焊接性试验结果

C．焊工的实际操作技能水平　　D．施焊工程需要

E．焊工培训需要

15．焊接中对焊接工艺要求的检验主要是从（　　）方面进行。

A．焊接顺序　　B．焊接材料

C．焊接设备的正常运行　　D．焊接方法

E．焊接变形

三、案例分析题

案例一

某甲机电工程施工单位承包了一项设备总装配厂房钢结构安装工程。合同中约定，钢结构主体材料 H 型钢由建设单位供货。依据住建部关于《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》的规定，本钢结构工程是危险性比较大的分部分项工程。施工单位按该规定的要求，对钢结构安装工程进行了专项方案的编制，并且按照规定程序进行了审批。

钢结构屋架是桁架，跨度 30m，上弦是弧线形，下弦是水平线，下弦安装标高是 21m。

单片桁架吊装重量是 28t，使用地面组焊后整体吊装。施工单位项目部使用 2 台起重机抬吊的方法，选用 60t 汽车式起重机与 50t 汽车式起重机各一台。依据现场的作业条件，60t 起重机最大吊装能力是 15.7t，50t 起重机最大吊装能力是 14.8t。项目部认为起重机的总吊装能力大于桁架总重量，满足要求，并且为之编写了吊装技术方案。

施工过程中发生以下事件。

事件 1：监理工程师审查钢结构屋架吊装方案时，认为如果不计索吊具重量，吊装方案亦不可行。

事件 2：监理工程师在工程前期质量检查中，发现钢结构使用 H 型钢没有出厂合格证与材质证

明，也无其他检查检验记录。建设单位现场负责人表示，材料质量由建设单位负责，并且要求尽快进行施工，施工单位认为 H 型钢是建设单位供料，又有其对质量的承诺，因此仅进行数量清点与外观质量检查后就用于施工。

事件 3：监理工程师在施工过程中发现项目部在材料管理上出现失控现象，钢结构安装作业队存在材料错用的情况。追查原因是作业队领料时，钢结构工程的部分材料被承担外围工程的作业队领走，所需材料存有较大缺口。为了赶工程进度，领取了项目部材料库无标识的材料，经过检查，项目部无材料需用计划。为此监理工程师要求整改。

【问题】

1．除厂房钢结构安装外，至少还有哪项工程属于危险性比较大的分部分项工程？专项方案实施前应该由哪些人审核签字？

2．通过计算吊装载荷，说明钢结构屋架起重吊装方案为何不可行？

3．事件 2 中，施工单位对建设单位供应的 H 型钢放宽验收要求的做法正确与否？说明理由。施工单位对这批 H 型钢还应该做出哪些检验工作？

4．针对事件 3 所述的材料管理失控现象，项目部在材料管理上应该做出哪些改进？

案例二

某施工单位承担 1 台大型压缩机与 1 台配套的燃气轮机的吊装任务，压缩机单重为 82t，燃气轮机单重为 37.41t，整体到货。在施工现场可以提供 200t、170t 的大型汽车式起重机各 1 台。200t、170t 汽车式起重机吊索具重量都是 2t。由于现场条件限制，两台汽车式起重机的最佳使用工况见下表。

两台汽车式起重机的最佳使用工况

汽车式起重机/t	起重机臂长/m	作业半径/m	额定负荷/t
200	24.4	9	71
170	22.7	1	75.5

注：如果用抬吊时，不均衡荷载系数取 1.1。

项目技术负责人组织编制了吊装方案并且经过项目经理审核、批准。

【问题】

1．选择现场合适的汽车式起重机车完成压缩机的吊装任务，并且做荷载核算。

2．选择现场合适的汽车式起重机车完成燃气轮机的吊装任务，并且做荷载核算。

3．吊装方案的编制依据有哪些？

4．吊装方案除了项目经理审批外，还需要报谁审批？在吊装方案实施前还应该征求谁的意见？

5．简述吊装方法的选用原则。

答案与解析

一、单项选择题

1.【答案】A

【解析】经纬仪广泛用在控制、地形和施工放样等测量，是测量水平角和竖直角的仪器。

2.【答案】A

【解析】本题对安装标高基准点的设置进行考核。根据设备基础附近水准点，用水准仪测出的标志具体数值，相邻安装基准点高差应该在 0.5mm 以内。

3.【答案】A

【解析】机电工程测量竣工图的绘制主要有安装测量控制网的绘制、安装过程以及结果的测量图的绘制。

4.【答案】C

【解析】本题对平面控制网布设的要求进行考核。导线测量法的主要技术要求为：当导线平均边长较短时，应该控制导线边数；导线宜布设成直伸形状，相邻边长不应相差过大；当导线网用做首级控制时，应该布设成环形网，网内不同环节上的点不宜相距过近。

5.【答案】B

【解析】本题对工程测量的程序和方法进行考核。

6.【答案】D

【解析】本题对起重工程缆风绳的安全系数进行考核。在起重工程中，用做缆风绳的安全系数不小于 3.5，用做滑轮组跑绳的安全系数通常不小于 5，用做吊索的安全系数一般不小于 8，如果用于载人，则安全系数则不应小于 10～12。

7.【答案】B

【解析】本题考核的是工程测量的原理。

8.【答案】C

【解析】理解吊装载荷的含义，即吊装时吊车在没有任何因素影响下所应吊起的重量。这不仅是吊物的重量，还应该加吊索和其他被吊的附件重量。B 和 D 都考虑了外部因素的影响取了安全系数，显然不符合吊装载荷的含义。因此选 C。

9.【答案】A

【解析】本题对测量要求和方法进行考核。水准测量原理是利用水准仪与水准标尺，根据水平视线原理测定两点高差的测量方法。测定待测点高程的方法包括高差法和仪高法两种。①高差法：采用水准仪与水准尺测定待测点和已知点之间的高差，通过计算得到待定点的高程的方法。②仪高法：采用水准仪和水准尺，只需计算一次水准仪的高程，就能够简便地测算几个前视点的高程。

10.【答案】A

【解析】起重机最主要的功能与用途就是吊装物体，所以无论选用哪种起重机，首先要考虑的是其性能，当然行走式的也不例外。分析以上四条选项，只有选项 A——起重机的吊装性能曲线表最符合行走吊车选择的要求。

11.【答案】C

【解析】从选项中四种仪器的测量原理与用途分析，只有水准仪可测量标高。

12.【答案】C

【解析】充水试验、氨气试验与煤油试漏检验方法必须在焊缝背面进行检查，而大型储罐罐底焊缝的背面即是罐基础垫层，无法进入检查，因此以上几种致密性试验方法都无法对大型储罐罐底焊缝进行检验。真空箱试验的操作与检查都在焊缝同一侧，是可行的办法。

13.【答案】C

由多种因素决定，但在一般情况下，可以按焊件厚度选择焊条直径。本题储罐罐底板厚度就是焊件厚度为 6mm，可选择 4～5mm 直径的焊条。虽然选项中的 C、D 选项都符合要求，但基于储罐罐底板厚度在该档区是较薄厚度，题中的 C 选项为 4mm，最符合题意。

14.【答案】C

【解析】焊接工艺评定不是对钢材可焊性的评定。焊接工艺评定所使用的焊接参数，原则上是根据被焊钢材的焊接性试验结果来确定的，特别是热输入、预热温度及后热温度。钢材的焊接性能是在钢材研制时需要解决的问题，只有在钢材可焊性能良好的情况下，该钢材才能用在焊接工程，因此，可靠的钢材焊接性能是焊接工艺评定的依据。否则，即使有先进的焊接工艺，高超的焊接技术，好性能的焊接材料，而没有依据被焊钢材的焊接性试验结果来选择工艺参数，是无法进行焊接工艺评定的，也无法获得良好的焊接接头。

15.【答案】C

【解析】根据三边测量的主要技术要求，各等级三边网的起始边到最远边之间的三角形个数不宜多于 10 个；各等级三边网的边长最好近似相等，其组成的各内角应该符合规定。

二、多项选择题

1.【答案】ACE

【解析】导线测量法的主要技术要求有：

①当导线平均边长较短时，应该控制导线边数。

②导线宜布设成直伸形状，相邻边长不应相差过大。

③当导线网用作首级控制时，应该布设成环形网，网内不同环节上的点不宜相距过近。

④各等级三边网的起始边到最远边之间的三角形个数不宜多于 10 个。

2.【答案】ACE

【解析】三角测量的网（锁）布设，应符合以下要求：

①各等级的首级控制网，最好布设为近似等边三角形的网（锁），其三角形的内角不应该小于

30°；当受地形限制时，个别角可以放宽，但不应小于 25°。

②加密的控制网，可以采用插网、线形网或插点等形式，各等级的插点宜使用加强图形布设，一、二级小三角的布设，可以采用线形锁，线形锁的布设，宜近于直伸。

3.【答案】ABD

【解析】仔细审题可以发现，管线测设而不涉及其他，这样就能够排除窨井点，其次分析四个点哪些是主要点，从而得出 A、B、D 是主要点。

4.【答案】ABE

【解析】高程控制点布设的原则包括：

①测区的高程系统，宜采用国家高程基准。在已经有高程控制网的地区进行测量时，可以沿用原高程系统。当小测区联测出现困难时，亦可采用假定高程系统。

②高程测量的方法包括水准测量法、电磁波测距三角高程测量法、常用水准测量法。

③高程控制测量等级划分：依次为二、三、四、五等。各等级视需要，都可以作为测区的首级高程控制。

5.【答案】ACDE

【解析】绘制测量竣工图的要求有：

①实测数据应该和竣工图上的坐标点必须是一一对应的关系。

②竣工图中所使用的坐标、图例、比例尺、符号等一般应该和设计图相同，以便设计单位、建设单位使用。

6.【答案】AC

【解析】逐条分析是否满足千斤顶的使用要求，A、C 都没有问题，但是 D 升降时不得随时调整保险垫块的高度，这不符合安全操作的要求；E 选项中多台同时顶升时，可以采用各种规格型号的千斤顶，多台同时顶升时要求各台同步，而各种规格型号的千斤顶很难做到同步，必定会造成安全隐患。因此只能选 A、C。

7.【答案】BD

【解析】管线工程的测量步骤主要有：

①根据设计施工图纸，熟悉管线布置以及工艺设计要求，按照实际地形作好实测数据，绘制施工平面草图和断面草图。

②按照平、断面草图对管线进行测量、放线并且对管线施工过程进行控制测量。

③在管线施工完毕后，以最终测量结果绘制平、断面竣工图。

8.【答案】ABD

【解析】长距离输电线路定位并且经过检查后，可以根据起、止点和转折点及沿途障碍物的实际情况，测设钢塔架基础中心桩，其直线投点允许偏差与基础之间的距离丈量允许偏差应该符合规定。

9.【答案】ABD

【解析】本题主要考核导线测量法的主要技术要求。A、B、D 三条都符合技术要求。选项 C，

相邻边长不宜相差过小，而技术要求却与之相反；E，各等级三边网之间的三角形个数不能少于 10 个，而技术要求则是三角形的个数不能多于 10 个，一字之差却差别很大。因此本题选 A、B、D。

10.【答案】BCD

【解析】焊接工艺评定所使用的焊接参数，原则上是根据被焊钢材的焊接性试验结果来确定的，特别是热输入、预热温度以及后热温度。施工企业应该收集相关资料，并且进行焊接性试验，用来作为确定焊接工艺评定参数的依据。

11.【答案】ABD

【解析】对压力容器焊接工艺评定的基本要求包括，从焊缝处的部位来讲，受压壳体上的纵、环焊缝，法兰、接管、管板上的焊缝与受压元件上的点固焊、吊装焊、组装焊点以及耐蚀堆焊层等都要求进行焊接工艺评定。评定时分别按照对接焊缝、角焊缝与堆焊焊缝三种方式制备试板。其中对接焊缝试板要进行外观检查、射线探伤（无损探伤）、拉伸试验以及冲击试验等；耐蚀堆焊层试板要进行渗透探伤、弯曲试验与化学成分分析。

12.【答案】ACE

【解析】从计算载荷的含义来看，分析哪些与计算载荷有关，哪些与计算载荷无关。计算载荷：$Q_j=K_1\times K_2\times Q$，$K_1$ 为动载荷系数；K_2 是不均衡载荷系数；Q 是吊装载荷。显然本题正确答案是 ACE。

13.【答案】ABCD

【解析】焊接工艺评定规则主要是：

①改变焊接方法必须重新评定；当变更焊接方法的任何一个工艺评定的重要因素时，必须重新评定；当增加或者变更焊接方法的任何一个工艺评定的补加因素时，按照增加或者变更的补加因素增焊冲击试件进行试验。

②任一钢号母材评定合格的，可以用在同组别号的其他钢号母材；同类别号中，高组别号母材评定合格的，也适合用在该组别号和低组别号的母材组成的焊接接头。

③改变焊后热处理类别，必须重新进行焊接工艺评定。

④第一次使用的国外钢材，必须进行工艺评定。

⑤常用焊接方法中焊接材料、保护气体、线能量等条件改变时，需重新进行工艺评定。

14.【答案】ADE

【解析】《焊接工艺指导书》是根据已评定合格并且批准的焊接工艺评定按照工程或培训项目分项编制的，是指导焊接施工与焊工培训的技术文件。施焊焊工必须严格遵照执行《焊接工艺指导书》的要求，和焊工个人的操作水平无关；钢材的焊接性试验结果是焊接工艺评定的依据，不可以作为《焊接工艺指导书》编制的直接依据。

15.【答案】ABDE

【解析】焊接中对焊接工艺的检验主要包括：焊接中是否执行了焊接工艺要求，包括焊接方法、焊接材料、焊接规范（电流、电压、线能量）、焊接顺序、焊接变形以及温度控制。焊接缺陷包括多层焊层间是否存在裂纹、气孔、夹渣等缺陷，缺陷是否已清除。

三、案例分析题

案例一

【答案】

1．除厂房钢结构安装外，至少还应有起重吊装以及安装拆卸工程属于危险性比较大的分部分项工程。专项方案实施前应该由施工单位技术负责人与项目总监理工程师审核签字。

2．如果不计索吊具重量，其最小计算载荷=k_1k_2Q=1.1×1.1×28t=33.88t。而两台汽车式起重机的最大吊装能力分别是 15.7t 与 14.8t，合计吊装能力=(15.7+14.8)t=30.5t，小于最小计算载荷，因此，钢结构屋架起重吊装方案不可行。

3．在事件 2 中，施工单位对建设单位供应的 H 型钢放宽验收要求的做法错误。

理由：在材料进场时必须根据进料计划、送料凭证、质量保证书或者产品合格证，进行材料的数量与质量验收；验收要做好记录、办理验收手续；要求复检的材料应该有取样送检证明报告；对不符合计划要求或者质量不合格的材料应拒绝接收。

4．针对事件 3 所描述的材料管理失控现象，项目部材料管理上应该做出以下改进：凡有定额的工程用料，凭限额领发材料；施工设施用料也实行定额发料制度，以设施用料计划进行总控制；超限额的用料，在用料前应该办理手续，填制限额领料单，注明超额原因，经过签发批准后实施；建立领发料台账，记录领发与节超状况。

案例二

【答案】

1．由于现场的任何一单台汽车式起重机都无法吊起 82t 的压缩机，因此压缩机的吊装应该考虑采用两台汽车式起重机进行抬吊。

根据 $Q_i=k_1k_2Q$，取 $k_1=1.1\times k_2=1.1$。

Q=(82+4)t=86t。

Q=1.1×1.1×86t=104t。

两台轮式起重机分别承受的荷载：

$Q_1=Q_2=104t/2=52t$。

200t 汽车式起重机臂杆长度是 24.4m，作业半径是 9m 的情况下，最大起重量 71t，大于 52t；170t 汽车式起重机臂杆长为 22.7m，作业半径为 7m 的情况下，最大起重量 75.5t，大于 52t。故一台 200t 和一台 170t 汽车式起重机抬吊作业能够满足压缩机吊装的要求。

2．对燃气轮机，由于 $Q_1=1.1\times(37.41+2)t=43t$。

因此使用一台 170t 或者一台 200t 汽车式起重机均可以满足起吊燃气轮机的要求。

3．编制吊装方案主要依据包括：

①有关规程（规范）。

②施工组织总设计。

③被吊装设备的设计图纸以及有关参数、技术要求。

④施工现场情况。

4．还需报监理工程师（业主）审批。在吊装方案实施前还应该征求塔式起重机司机的意见。

5．①技术可行。

从先进可行、安全可靠、经济适用、因地制宜等方面进行技术可行性论证。

②安全。

对每一种技术可行的方法从技术上进行安全分析。

③保证进度。

必须考虑所使用的吊装方法不能影响整个工程的进度。

④成本经济。

进行吊装方法的最低成本核算。