

一建《机电工程》新增考点归纳及备考策略

【新增考点 1】p16

2.石油化工设备

6)粉碎设备

粉碎设备包括研磨机、破碎机、磨碎机、粉碎机、球磨机、砂磨机和超微粉碎设备、振动磨、气流磨、流能微粒磨、流能缩粒磨等。

7)混合设备

混合设备包括搅拌器(机)、均质设备、混合机、混合器和捏合机等。

8)分离设备

分离设备包括沉降式离心机、压滤机、叶滤机、转筒真空式连续过滤机、离心过滤机等。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 2】p18-22

1.2.3 电气设备的类型和性能

机电工程电气设备是用于电力传输、分配、受电、控制和保护的各种设备，常用的有发电设备、变电设备、配电设备、电动机、控制设备和电力电子设备等。

1.发电设备

(1)发电设备是指用于将机械能转化为电能的设备，建筑机电工程中常用柴油发电机组作为应急或备用电源，柴油发电机组是一种小型的发电设备。

(2)柴油发电机组的性能参数有：功率输出、电压、频率、电流、冷却量及冷却方式、燃烧空气量、排风量、允许排气背压等。

4)负荷开关

用于控制电路中的负荷，实现负载的接通和断开。

(1)负荷开关类型：包括手动负荷开关和自动负荷开关。

(2)负荷开关性能特点：额定电压、额定电流、操作方式等。

5)隔离开关

(1)隔离开关类型：常见的隔离开关包括刀闸、负荷开关、接地刀闸等。

(2)隔离开关性能特点：额定电压、额定电流、接通能力、断开能力等。

6)接地开关

用于在电路出现故障时接地，确保人员和设备的安全。

(1)接地开关类型：包括手动接地开关和自动接地开关。

(2)接地开关性能特点：接通电流、断开电流、接地能力等。

4)伺服电动机

(1)伺服电动机主要由伺服驱动器、电动机和其他相关部件组成。分为交流和直流两大类，交流伺服电动机主要由定子和转子构成，直流伺服电动机结构与普通直流电动机的结构基本相同。有刷电动机成本低、结构简单、启动转矩大、调速范围宽、控制容易，但可产生电磁干扰，对环境有影响。

(2)伺服执行电动机是一种能够精确控制角度位置的旋转或线性执行器。伺服电动机的功能是将输入的电压控制信号转换为轴上输出的角位移和角速度，驱动控

制对象。伺服电动机可控性好，反应迅速，是自动控制系统和计算机外围设备中常用的执行元件。

(3)伺服电动机性能特点：有控制电压时转子立即旋转，无控制电压时转子立即停止。转轴转向和转速是由控制电压的方向和大小决定的。目前广泛应用于机械制造、自动化设备、机器人等领域，它通过内置的反馈系统，能够根据控制信号实时调整输出力矩和转速，从而实现精确的运动控制。

5.控制设备

控制设备是指用于控制电力系统运行的设备，包括自动化控制系统、保护装置、监测仪表等，是电力系统中的大脑和神经系统，其性能直接影响到电力系统的安全稳定运行。

1)接触器

(1)接触器类型：通常分为交流接触器、直流接触器等。由电磁系统、触头系统、灭弧系统、释放弹簧及基座等几部分构成。

(2)基本参数：主触点的额定电流、主触点允许切断电流、触点数、线圈电压、操作频率、机械寿命和电寿命等。

2)继电器

(1)继电器类型：

① 按输入信号的性质可分为电压继电器、电流继电器、时间继电器、温度继电器、速度继电器和压力继电器等。

② 按输出形式可分为有触点继电器和无触点继电器。

③ 按用途可分为控制用继电器和保护用继电器等。



④ 按动作原理可分为电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、热继电器和 电子式继电器。

(2)继电器性能特点：工作电压、接触电阻、机械寿命、电气寿命、过载能力、动作特性、接点负载能力、响应速度等。用于控制电路的开关动作，实现远程控制和保护 功能。

3)互感器

(1)互感器类型：分为电压互感器和电流互感器。电压互感器可在高压电力系统中用于电压和功率的测量等。电流互感器可用在电流测量、功率测量和线路保护等。

(2)互感器性能特点：将高电压、大电流变换成低电压、小电流；与测量仪表配合，可以测量电压、电流、电能，与控制设备配合能确保操作人员和设备的安全。

4)电抗器

可依靠线圈的感抗阻碍电流变化，具有保证断路器能切断短路电路，保证电气设备的动、热稳定性，通过提高阻抗来限制短路电流等性质。例如：电抗器具有限制电机启动电流、提高其工作可靠性、保护电动机平稳运行、延长电动机使用寿命等 性能。

6.电力电子设备

电力电子设备是指用于电力系统中电能的调节、变换和控制的设备，以提高电力系统的效率和稳定性，包括变频器、整流器、逆变器、软启动器、无功补偿装置、滤波器等，性能特点包括工作频率、效率、响应速度、谐波抑制能力、功率因数调节范围等。

1)变频器



变频器是一种改变交流电源频率的电器，主要由整流单元、滤波单元、逆变单元、控制单元四部分组成。其原理是基于电子器件对电源电压进行高频率开关控制，通过脉宽调制技术(PWM)将直流电压转换成可变频率的交流电源。例如：通过变频器改变电源的电压和频率，调整电动机的运行速度，实现无级调速。

(1)整流单元：将输入的交流电源转换为直流电源，通常采用整流桥等电子元件进行整流。

(2)滤波单元：对整流后的直流电进行滤波，去除杂散的高频成分，得到稳定的直流电源。

(3)逆变单元：将滤波后的直流电源进行逆变，通过高频开关管控制脉宽，改变电压和频率形成交流电。

(4)控制单元：控制变频器的开关器件和 PWM 信号频率，根据输入控制信号调整输出电压和频率，以实现电动机无级调速。

2)逆变器

逆变器是一种电源转换装置，可以将直流电源转换为交流电源，以供应各种需要交流电能的电器设备。逆变器由逆变电路、逻辑控制电路、滤波电路三大部分组成。

(1)开关元件：是构成逆变器的核心部件，通过有规则地让开关元件重复通、断，可将直流电转变为交流电输出。

(2)PWM 控制器：控制 IGBT 管的导通或截止，从而控制逆变器输出交流电的电压和频率。

(3)反馈回路：用于监测输出电压和电流，并将其反馈给 PWM 控制器，以调整



输出电压和电流的波形。

例如：通过逆变器，可以控制电动机运行方式，改变电动机速度、扭矩和方向，以提供对系统的精确控制并实现节能。逆变器还可分为多种类型，如太阳能逆变器、汽车逆变器等不同类型的逆变器。

3)整流器

(1)整流器是一种将交流电转换为直流电的装置或元件。它的基本工作原理是基于半导体器件的特性和电流方向的控制。

(2)整流器有很多类型，包括二极管整流器、晶闸管整流器等；不同类型的整流器适用于不同的应用场景，例如直流供电装置。

4)软启动器

(1)软启动器是电动机在不调速拖动控制中使用的一种性能优异的拖动设备。主要有电子式(晶闸管调压式)、磁控式和自动液体电阻式等类型。

(2)软启动器是软启动、软停车、轻载节能和多种保护功能于一体的控制装置；是实现整个启动过程中无冲击而平滑的启动电动机。

(3)软启动器启动方式有：限流启动、斜坡电压启动、转矩控制启动、转矩加突跳控制启动、电压控制启动等。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题,也可以考察案例题。

【新增考点 3】 p41

3.吊装方案的实施



2)吊装组织机构

(1)建立与吊装规模相适应的吊装组织机构，是实施顺利吊装的组织保证。

(2)项目部领导和指挥人员负责全面指挥、决策和协调。项目部工程技术、安全管理、质量监督、设备和材料管理人员等按分工负责各方面的业务工作。操作人员如起重工、钳工、电气维修工、气电焊工、吊装机械司机等，按照吊装方案的施工程序和吊装方法进行吊装作业，完成起重吊装工作。

3)吊装方案交底

(1)吊装方案经批准后应下发给有关单位和人员，在初步了解方案内容后，一般在施工准备阶段进行技术交底。

(2)吊装技术负责人或方案编制人向参与吊装的有关人员进行技术交底。

(3)方案交底以吊装方案的内容和设计图纸为依据，重点是工程特点、吊装程序、工艺方法、技术关键和安全措施。

(4)技术交底后，做好交底记录，经有关部门签证后，保存、归档、备查。

4)吊装过程检查

(1)从吊装准备工作开始到吊装结束，重要的施工作业均应在检查人员的监督下进行。

(2)检查工作贯彻吊装全过程，对重要的技术环节和涉及吊装安全的重大技术措施，应按有关要求逐项检查，项项通过。隐蔽工程如埋置式地锚的施工，吊装场地的地基处理、夯实、加固等，应在检查人员的监督下实施，并填写隐蔽工程记录。

(3)吊装机械和机索具应在对其进行检查并确认合格后方可进入安装位置。吊装

机械和机索具除检查其完好状态外，还应对其设置是否规范进行检查。

5) 试验和试吊

(1) 在重大的设备吊装前，应对新设计制作的桅杆等吊装机械、自制的吊梁、吊具等机具进行起重能力试验，以确定其最大负荷能力。如埋置式地锚的拉力试验、基础的承压试验、卷扬机的运转和制动试验等。

(2) 试吊既能检验所使用的机索具的安全性和设置的正确性，又是对吊装组织工作的全面考核，还可验证信号和指挥系统的灵活可靠性。应把试吊当成吊装的总演习，全体吊装人员，均须按分工就位，各负其责。在试吊中对一些重要的吊装环节、部位均须设专人进行观察和监护，特别要注意一些异常情况的发生。试吊的时间不宜过长，一般控制在 10min 左右。试吊时设备离开地面的距离不应超过 100mm。试吊后要对各吊装机索具进行一次全面的检查。对所发生的异常情况，应采取措施加以解决，必要时应再进行一次试吊装。

6) 吊装就位和收尾

(1) 对于重大的设备吊装工程应在得到吊装指令后方可进行正式吊装。

(2) 在开始吊装前还应对有关的供电部门提出保证供电的要求，必要时应采取一些保险措施，以防突然停电而引发事故。在吊装现场进行吊装作业的过程中有触电危险时，如架空线等应联系停电，并派人监护。对需要中断的道路应在路口处按规定设置警示牌、警示灯，并派专人看守。还要在吊装现场设置警戒区域，发放吊装工作证，禁止无关人员进入，以防不测。

(3) 设备就位后，应立即进行设备找正定位及地脚螺栓的紧固。

(4) 在拆除吊装机具时，如大型桅杆系统的拆除等，仍应按吊装方案的工艺方法进行。

行，保证收尾阶段的安全。

【备考策略】：该考点主要出题方向为案例题，也可以考察选择题

【新增考点 4】 p46

7)焊条保管、烘干

① 焊条入库时需按照其质量证明书进行验收，并检查其包装无破损、无受潮和雨淋现象。焊条必须存放在干燥通风、整洁的库房中，摆放在距离地面、墙面 300mm 以上的架子上，应保持上下、左右空气通畅，以免受潮。焊条在库房中应按照种类、牌号、批次、规格及入库时间等分类存放，每种焊条应有明确的标识，避免混放。焊条库房中应装有温度计和湿度计，库房内温度不得低于 5℃，湿度不得大于 60%。

② 焊条药皮的水分主要有吸附水(温度超过 100℃时蒸发)、结晶水(温度为 200~400℃时蒸发)及化合水(更高温度下去除),使用前应按照说明书规定进行烘干。一般酸性焊条，烘干温度为 70~150℃,保温时间为 1~1.5h; 碱性焊条烘干温度为 300~400℃,保温时间为 1~2h。烘干后的焊条应随烘随用，并应存放在保温桶内，以免再次受潮。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 5】 p67

8)柜内电器检测与试验

(1)检测内容：测量开关主回路直流电阻和绝缘电阻、检测绝缘拉杆的绝缘电阻；

检测每相导电回路直流电阻；检测断路器的分、合闸时间；检测断路器主触头分、合闸的同期性；检测断路器合闸的触头弹跳时间；检测分、合闸线圈的绝缘电阻和直流电阻；检查 SF₆ 气体断路器的漏气率及含水率等。

(2)试验内容：断路器交流耐压试验；断路器分、合闸能力试验；断路器操作机构动作试验；互感器、电容器性能试验；备用自投试验；操作联动试验；避雷器试验等。

(3)整定内容：过电流保护整定，过负荷告警整定，三相一次重合闸整定，零序过电流保护整定，过电压保护整定。

9)配电装置送电运行验收

(1)送电前准备工作

成立试运行组织，明确试运行指挥者、操作者和监护人。备齐验电器、绝缘靴、绝缘手套、临时接地编织铜线、绝缘胶垫和灭火器材等。

(2)送电前的检查检查配电柜安装接线是否符合要求，试验项目是否合格，并有试验报告单。检查设备上无遗留下的工具、金属材料及其他物件。检查所安装的电气设备接触是否良好，检查抽出式组件动作是否灵活。检查机械联锁的可靠性，检查开关柜的接地是否牢固，有无明显标志。检查并试验所有表计及继电器动作是否正确。

(3)送电验收

由供电部门检查合格后将电源送进室内，经过验电、校相无误，合高压进线开关，检查高压电压是否正常；合变压器柜开关，检查变压器是否正常，合低压柜进线开关，查看低压电压是否正常。分别合其他柜的开关，空载运行 24h，无异常，

办理验收移交；同时提交施工图纸、施工记录、产品合格证、使用说明书等技术资料。

【备考策略】：该考点主要出题方向为案例题，也可以查考选择题

【新增考点 6】 p75

2.接闪杆(带、网、线)的施工要求

1)接闪杆的施工要求

(1)接闪杆一般用不锈钢(或热镀锌)圆钢或不锈钢管(或热镀锌钢管)制成。

(2)建筑物上的接闪杆应和接闪网连接成一个整体。接闪杆设置独立的接地装置时，其接地装置与其他接地网的地中距离不应小于 3m。

(3)对装有接闪杆的金属筒体。当金属筒体的厚度不小于 4mm 时，可作接闪杆的引下线，筒体底部应有两处与接地体连接。

2)接闪带(网)的施工要求

(1)接闪带一般使用尺寸为 40mm×4mm 的镀锌扁钢或φ12mm 镀锌圆钢制作。

接闪带固定支架高度不宜小于 150mm。采用镀锌扁钢支架的间距为 0.5m，采用镀锌圆钢支架的间距为 1m。每个固定支架应能承受 49N 的垂直拉力。接闪带在过建筑物变形缝处的跨接应采取补偿措施。

(2)建筑物屋顶上的金属物应与接闪网连接成一体，如铁栏杆、钢爬梯、金属旗杆、透气管、金属柱灯、冷却塔等。

4.接地体的施工要求

1)人工接地体的施工要求

(1)垂直接地体采用镀锌钢管的壁厚应不小于 2.5mm, 镀锌角钢的厚度应不小于 4mm, 镀锌圆钢的直径不小于 14mm。垂直接地体的长度一般为 2.5m。埋设后垂直接地体的顶部距地面不小于 0.6m, 垂直接地体的水平间距应不小于 5m。

(2)水平接地体的镀锌扁钢的厚度应不小于 4mm, 截面积应不小于 100mm^2 ; 镀锌圆钢的截面积应不小于 100mm^2 。水平接地体距地面至少为 0.6m。接地体施工完成后应填土夯实, 以降低接地电阻。

2)自然接地体的施工要求

(1)利用工程桩钢筋做垂直接地体, 应按设计要求找好工程桩的位置, 把工程桩内的钢筋(不少于 2 根)进行搭接焊接, 再与底板主钢筋(不少于 2 根)焊接牢固, 用色漆做标记, 及时做好隐蔽工程验收记录。

(2)利用建筑底板钢筋做水平接地体, 应按设计要求将底板内主钢筋(不少于 2 根)进行搭接焊接, 用色漆做好标记, 以便于引出和检查, 及时做好隐蔽工程验收记录。自然接地体应在不同两点及以上与接地干线或接地网相连接。

(3)在接地体施工结束后, 应及时测量接地电阻值。独立接地体的接地电阻值应小于 4Ω , 共用接地体的接地电阻值应小于 18。

5.接地线的施工要求

1)接地干线的施工要求

(1)室内接地干线多为明敷, 一般敷设在电气井或电缆沟内。接地干线也可利用建筑中的钢管、金属框架、金属构架, 但要在钢管、金属框架、金属构架连接处做接地跨接。

(2)利用钢结构作为接地线时, 与接地干线的连接应采用电焊连接。当不允许在钢

结构上电焊时，可采用柱焊或钻孔、攻丝，然后用螺栓和接地线跨接。跨接线一般采用扁钢或两端有铜接头的导线，跨接线应有 150mm 的伸缩量。

2)接地支线的施工要求

(1)室内的接地支线多为明敷，水平或垂直敷设在墙壁上，或敷设在桥架或支架上。

在室内墙壁水平敷设时，离地面距离宜为 250 ~ 300mm，与墙壁的间隙宜为 10~15mm。

(2)接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处时，应设置补偿器，补偿器可用接地线本身弯成弧状代替。

(3)接地线不宜焊接时，可用螺栓连接。接地支线与电气设备连接时，接头应采用接线端子螺栓连接，并用防松螺帽或防松垫片。

(4)每个电气装置的接地应以单独的接地线与接地干线相连接，不得在一个接地线中串接几个需要接地的电气装置

【备考策略】：该考点主要出题方向为案例题，也可以考察选择题

【新增考点 7】 p140

5.典型设备单机试运行要求

1)离心通风机试运行要求

(1)启动前关闭进气调节门。

(2)点动电动机，电动机旋转方向应正确，各部位应无异常现象和摩擦声响。

(3)风机启动达到正常转速后，在调节门开度为 $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 时进行带小负荷试运行。

(4)带小负荷试运行正常后,应逐渐开大调节门,但电动机电流不得超过额定值,直至规定的负荷,轴承达到稳定温度后,连续运行时间不应少于 20min。

(5)具有滑动轴承的大型风机,带负荷试运行 2h 后应停机检查轴承,轴承应无异常现象;当合金表面有局部研伤时应进行修整,再连续运行不应少于 6h。

(6)高温离心通风机进行高温试运行时,其升温速率不应大于 $50^{\circ}\text{C}/\text{h}$; 进行冷态试运行时,其电动机不得超负荷运行。

(7)试运行中,在轴承表面测得的温度不得高于环境温度 40°C ,轴承振动速度有效值不得超过 $6.3\text{mm}/\text{s}$; 矿井用离心通风机振动速度有效值不得超过 $4.6\text{mm}/\text{s}$ 。

(8)风机的安全和联锁报警与停机控制系统应经模拟试验,其动作应灵敏、正确、可靠,并应记录实测数值备查。

2)离心鼓风机试运行要求

(1)离心鼓风机试运行时,应先试驱动机、增速器,后试整机。整机的试运行应先将进气节流阀开至 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 进行带小负荷试运行,然后进行带负荷试运行。

(2)启动润滑、密封和控制油系统,应符合随机技术文件的规定。无规定时,应符合下列要求:

① 轴承润滑油的进油温度宜为 $(40\pm 5)^{\circ}\text{C}$,启动时的油温不应低于 25°C ;轴承的进油压力宜为 $0.1\sim 0.15\text{MPa}$,当油压小于 0.08MPa 时应报警,并应启动辅助油泵;当油压下降到 0.05MPa 时应停机。

② 浮环密封油参与整机试运行的正常进油温度应为 $(40\pm 5)^{\circ}\text{C}$;油压高于气封压力的压差应为 50kPa ;当采用高位罐压差的系统时,高位罐液面高于或低于正常液位 150mm 时应报警,低于 250mm 时应过低报警,低于 300mm 时应停机。

- ③ 轴承和轴承箱的油温温升不应超过 28℃,轴承出口温度不应超过 82℃。
- (3)电动机带动的主机，点动检查转子与定子，其应无摩擦和异常声响。
- (4)带小负荷连续运行后，应停机检查各轴承、轴颈的润滑情况，当有磨损时应及时修整；对有齿轮变速器的机组，应检测齿轮的接触斑点，当不符合要求时，应按规 定进行调整。运行的时间，应符合随机技术文件的规定。
- (5)在带负荷试运行的开始阶段，主机的排气应缓慢升压，并应逐步达到工况；轴承润滑油温度和轴承振动稳定后，应连续运行 2h。不得在喘振区域内运行；启动时，不得在临界转速附近运行。
- (6)试运行中应检查：轴承温度和轴承排油温度应符合随机技术文件的规定；无 规定时，应符合表 4.1-1 的规定。

表 4.1-1 轴承温度和轴承排油温度

轴承形式	滚动轴承	滑动轴承
轴承体温度	$\leq$ 环 境 温 度 +40℃	$\leq 70^{\circ}\text{C}$
轴承的排油温度	—	$\leq$ 进 油 温 度 +28℃
轴承合金层温度	—	$\leq$ 进 油 温 度 +50℃

- (7)停机后 20min 或轴承回油温度降到低于 40℃后，应停止油泵工作；停机后的盘车，应符合随机技术文件的规定。

(8)试运行完毕后，应将各有关装置调整到准备启动状态。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题，也可以考察案例题

【新增考点 8】p144

7)桥式起重机试运行要求

(2)静载试验

①起重机应停放在厂房柱子处。

② 将小车停在起重机的主梁跨中或有效悬臂处，无冲击地起升额定起重量 1.25 倍的荷载，距地面 100 ~ 200mm 处悬吊停留 10min 后，应无失稳现象③ 卸载后，起重机的金属结构应无裂纹、焊缝开裂、油漆起皱、连接松动和影响起重机性能与安全的损伤，主梁无永久变形。

④ 主梁经检验有永久变形时，应重复试验，但不得超过 3 次。

⑤ 小车卸载后开到跨端或支腿处，检测起重机主梁的实有上拱度或悬臂实有上翘度，其值不应小于相关规定。

⑥ 起重机静载试验后，应以额定起重量在主梁跨中和有效悬臂处检测起重机的静刚度，静刚度值应符合随机技术文件的规定。

(3)动载试验

① 各机构的动载试运行应分别进行；当有联合动作试运行要求时，应符合随机技术文件的规定。

② 各机构的动载试运行应在全行程上进行；试验荷载应为额定起重量的 1.1 倍；

累计启动及运行时间，电动的起重机不应少于 1h，手动的起重机不应少于 10min；各机构的动作应灵敏、平稳、可靠，安全保护、联锁装置和限位开关的动作应灵敏、准确、可靠。

③门式起重机大车运行时，荷载应在跨中。

④柱式悬臂起重机在任何工况下，不应有悬臂自主回转和小车失控运行。

⑤卸载后，起重机的机构、结构应无损坏、永久变形、连接松动、焊缝开裂和油漆起皱，液压系统和密封处应无渗漏

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题,也可以考察案例题

【新增考点 9】p163

2.气体绝缘金属封闭开关(GIS) 设备安装技术

1)运输与保管

(1)GIS 设备在运输和装卸工程中不得倒置、倾翻、碰撞和受到剧烈振动。

(2)GIS 设备运到现场后，应对充有干燥气体的单元或部件进行检查，其压力值应符合技术文件要求。

(3)对于有防潮要求的附件、备件、专用工器具及设备专用材料应置于干燥的室内，特别是组装用“O”形圈、吸附剂等。

2)安装与调整

(1)GIS 设备基础混凝土强度应达到设备安装要求，预埋件接地应良好。

(2)装配工作应在无风沙、无雨雪、空气相对湿度小于 80%的条件下进行，并应采取

取防尘、防潮措施。

(3)套管采用瓷外套时，瓷套与金属法兰胶装部位应牢固密实并涂有性能良好的防水胶；套管采用硅橡胶外套时，外观不得有裂纹、损伤、变形。

(4)密度继电器与设备本体六氟化硫气体管道的连接，应满足可与设备本体管路系统隔离，以便对密度继电器进行校验。

(5)在每次内检、安装和试验工作结束后，应清点用具、用品，检查确认无遗留物后方可封盖。

3)六氟化硫气体充注

(1)新六氟化硫气体应有出厂检验报告及合格证明文件。运到现场后，每瓶均应做含水量检验(2)六氟化硫气瓶的安全帽、防震圈应齐全，搬运时严禁抛掷溜放。

(3)气体充入前应按技术文件要求对设备内部进行真空处理。

4)交接试验

(1)六氟化硫气体绝缘金属封闭开关设备交接试验项目主要包括：测量主回路的导电电阻；密封性试验；测量六氟化硫气体含水量；主回路交流耐压试验；操动试验以及气体密度继电器、压力表和压力动作阀的检查。

(2)密封试验应在封闭式组合电器充气 24h 后，且在组合电器操动试验后进行。

(3)气体含水量的测量应在封闭式组合电器充气 24h 后进行。

(4)进行组合电器的操动试验时，联锁与闭锁装置动作应准确可靠。

5)交接验收

(1)GIS 设备中的断路器、隔离开关、接地开关及其操动机构的联动应正常、无卡

阻现象；分、合闸指示应正确；辅助开关及电气闭锁应动作正确、可靠。

(2)GIS 设备室内通风、报警系统应完好。

(3)六氟化硫气体漏气率和含水量应符合技术文件要求。

3. 断路器安装技术

1)运输与保管

(1)运输过程中不得倒置、强烈振动和碰撞。灭弧室的运输应按易碎品的规定 进行。

(2)灭弧室、瓷套与铁件间应粘合牢固、无裂纹及破损。

(3)定期检查灭弧室内压力，并做好记录，有异常情况应及时采取措施。

2)真空断路器安装

(1)安装应垂直，固定应牢固，相间支持瓷套应在同一水平面上。

(2)三相联动连杆的拐臂应在同一水平面上，拐臂角度应一致。

(3)具备慢分、慢合功能的，在安装完毕后，应先进行手动缓慢分、合闸操作，手动操作正常，方可进行电动分、合闸操作。

3)六氟化硫断路器安装

(1)均压电容、合闸电阻应经现场试验，应符合技术文件要求。

(2)操动机构零件应齐全，轴承应光滑、无卡涩，铸件应无裂纹或焊接不良。

(3)罐式断路器安装前，应核对电流互感器二次绕组排列次序及变比、极性、级次等。

(4)灭弧室组装时，空气相对湿度应小于 80%,并应采取防尘、防潮措施。

(5)断路器支架或底架与基础的垫片不宜超过 3 片，其总厚度不应大于 10mm。

4)真空断路器交接试验

(1)真空断路器交接试验项目主要包括：测量绝缘电阻；测量每相导电回路的电阻；交流耐压试验；测量断路器的分、合闸时间，测量分、合闸的同期性，测量合闸时触头的弹跳时间；测量分、合闸线圈及合闸接触器线圈的绝缘电阻和直流电阻以及断路器操动机构的试验等。

(2)测量每相导电回路的电阻应采用电流不小于 100A 的直流压降法。

(3)应在断路器合闸及分闸状态下分别进行交流耐压试验(4)测量断路器主触头的分、合闸时间，测量分、合闸的同期性，测量合闸时触头的弹跳时间时，应在断路器额定电压下进行。

5)六氟化硫断路器交接试验

(1)六氟化硫断路器交接试验项目主要包括：测量绝缘电阻；测量每相导电回路电阻；交流耐压试验；测量断路器分、合闸时间；测量断路器分、合闸速度；测量断路器分、合闸同期性及配合时间；测量断路器分、合闸线圈绝缘电阻及直流电阻；断路器操动机构试验；六氟化硫气体含水量以及密封性试验等。

(2)交流耐压试验在六氟化硫气体为额定值时进行，试验电压应按出厂试验电压的 80%确定。

(3)110kV 以下电压等级应进行合闸对地和断口间耐压试验。

(4)测量断路器分、合闸线圈的绝缘电阻值，不应低于 10MΩ。

6)交接验收

(1)断路器与操动机构联动应正常、无卡阻；分、合闸指示应正确；辅助开关动作

应准确、可靠。

(2)密度继电器的报警、闭锁值应符合技术文件的要求，电气回路传动应正确。

(3)设备引下线连接应可靠且不应使设备接线端子承受超过允许的应力。

4.隔离开关、负荷开关安装技术

1)运输与保管

(1)设备运输箱应按其不同保管要求置于平整、无积水且坚硬的场地。

(2)装有触头及操动机构金属传动部件的箱子应有防潮措施。

(3)瓷件应无裂纹、破损；瓷瓶与金属法兰胶装部位应牢固密实，并应涂有性能良好的防水胶。

2)安装与调整

(1)设备支架安装后，检查支架柱轴线，行、列的定位轴线允许偏差为 5mm，同相根开允许偏差为 10mm。

(2)隔离开关相间连杆应在同一水平线上。

(3)隔离开关的各支柱绝缘子安装时可用金属垫片校正其水平或垂直偏差，使触头相互对准、接触良好。

(4)操动机构的零部件应齐全，固定连接部件应紧固，转动部分应涂以适合当地条件的润滑脂。

(5)电动操作前，应先进行多次手动分、合闸，机构动作应正确。

(6)限位装置应准确可靠，到达规定分、合极限位置时，应可靠切除电源。

(7)机构箱应密闭良好、防雨防潮性能良好，箱内安装有防潮装置时，加热器与 各

元件、电缆及电线的距离应大于 50mm。

(8)具有引弧触头的隔离开关由分到合时,在主动触头接触前,引弧触头应先接触;从合到分时,触头的断开顺序应相反。

(9)触头应接触紧密,表面应平整、清洁,并应涂以薄层中性凡士林。

(10)设备连接端子应涂以薄层电力复合脂,连接螺栓应齐全、紧固。

(11)带有接地刀的隔离开关,接地刀与主触头间的机械或电气闭锁应准确可靠(12)在负荷开关合闸时,主固定触头应与主刀可靠接触;分闸时,三相的灭弧刀片应同时跳离固定灭弧触头。

3)交接试验

(1)隔离开关、负荷开关交接试验项目主要包括:测量绝缘电阻;测量负荷开关导电回路电阻;交流耐压试验;检查操动机构线圈的最低动作电压以及操动机构的试验等。

(2)测量绝缘电阻时,应测量隔离开关与负荷开关的有机材料传动杆的绝缘电阻。

(3)三相同一箱体的负荷开关,应按相间及相对地进行耐压试验,还应按产品技术条件规定进行每个断口的交流耐压试验。

(4)35kV 及以下电压等级的隔离开关可在母线安装完毕后一起进行交流耐压试验。

4)交接验收

(1)相间距离及分闸时触头打开角度和距离,应符合技术文件的要求。

(2)垂直连杆应无扭曲变形。

(3)开关底座、垂直连杆、接地端子箱以及操动机构箱应可靠接地。

5.避雷器安装技术

1)运输与保管

(1)避雷器在运输存放过程中应正置立放,不得倒置和受到冲击与碰撞,复合外套的避雷器不得与酸碱等腐蚀性物品放在同一车厢内运输。

(2)避雷器不得随意拆开,破坏密封。

2)避雷器安装

(1)带自闭阀的避雷器宜进行压力检查,压力值应符合技术文件要求。

(2)避雷器的绝缘底座安装应水平。

(3)避雷器各连接处的金属接触表面应洁净、无氧化膜和油漆、导通良好。

(4)并列安装的避雷器三相中心应在同一直线上,相间中心距离允许偏差为10mm,铭牌应位于易于观察的一侧。

(5)避雷器的排气通道应通畅,排气口不得朝向巡检通道,排出的气体不致引起相间或对地闪络,并不得喷及其他电气设备。

(6)监测仪安装位置应一致、便于观察,接地应可靠,监测仪计数器应调至同一值。

3)交接试验

(1)金属氧化物避雷器的交接试验项目主要包括:测量金属氧化物避雷器及基座绝缘电阻;测量金属氧化物避雷器的工频参考电压和持续电流;测量金属氧化物避雷器直流参考电压和0.75倍直流参考电压下的泄漏电流;检查放电计数器动作情况及监视电流表指示;工频放电电压试验。

(2)测量金属氧化物避雷器及基座绝缘电阻：1kV 以下电压等级，应采用 500V 兆欧表，绝缘电阻值不应小于 $2\text{M}\Omega$ ；35kV 及以下电压等级，应采用 2500V 兆欧表，绝缘电阻值不应小于 $1000\text{M}\Omega$ ；35kV 以上电压等级，应采用 5000V 兆欧表，绝缘电阻值不应小于 $2500\text{M}\Omega$ 。

(3)工频放电电压试验时，放电后应快速切除电源，切断电源时间不应大于 0.5s，过流保护动作电流应控制在 0.2 ~ 0.7A 之间。

4)交接验收

(1)避雷器密封应良好，外表应完整、无缺损。

(2)避雷器应安装牢固，均压环应水平。

(3)放电计数器和在线监测仪密封应良好，绝缘垫及接地应良好、牢固。

6.互感器安装技术

1)运输与保管

(1)互感器在运输、保管期间应防止受潮、倾倒或遭受机械损伤。

(2)互感器整体起吊时，吊索应固定在规定的吊环上，并不得损伤伞裙。

2)互感器安装

(1)互感器支架封顶板安装面应水平；并列安装的应排列整齐，同一组互感器的极性方向应一致。

(2)电容式电压互感器应根据产品成套供应的组件编号进行安装，不得互换。组件连接处的接触面应除去氧化层，并涂以电力复合脂。

(3)安装在环境 0°C 及以下地区的均压环应在最低处打放水孔。

(4)零序电流互感器的安装不应使构架或其他导磁体与互感器铁芯直接接触，或与其构成磁回路分支。

(5)互感器的外壳应可靠接地。

(6)电流互感器的备用二次绕组端子应先短路后接地。

3)交接试验

(1)互感器交接试验项目主要包括：测量绝缘电阻；测量 35kV 及以上电压等级的互感器的介质损耗因数及电容量；局部放电试验；交流耐压试验；绝缘介质性能试验；测量绕组的直流电阻；检查绕组组别和极性；误差及变比测量；电流互感器励磁特性曲线测量。

(2)测量一次绕组间的绝缘电阻，电阻值不宜低于 1000MQ，由于结构原因无法测量时可不测量。

(3)测量一次绕组对二次绕组及外壳、各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻，电阻值不宜低于 1000MQ。

(4)局部放电测量宜与交流耐压试验同时进行。

(5)互感器交流耐压试验应按出厂试验电压的 80%进行，并应在高压侧监视施加电压。

(6)用于关口计量的互感器应进行误差测量；用于非关口计量的互感器应检查互感器变比。

(7)当继电保护对电流互感器的励磁特性有要求时，应进行励磁特性曲线测量。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题或者考察案例题

【新增考点 10】 p180

10)仪表电源设备安装

(1)继电器、接触器和开关的触点，接触应紧密可靠，动作应灵活，并应无锈蚀、损坏。

(2)现场仪表供电箱的箱体中心距操作地面的高度宜为 1.2 ~ 1.5m。

(3)电源设备位号、端子标号、用途标识、操作标识等应完整无缺。

(4)配电箱内强、弱电的端子应分开布置。

(5)金属供电箱应有明显的接地标识，接地线连接应牢固可靠。

(6)供电系统送电前，系统内的开关应置于断开位置，并应检查熔断器容量。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 11】 p180

3. 自动化仪表设备及系统接地要求

1)热工仪表设备接地一般要求

(1)供电电压高于 36V 的现场仪表的外壳，仪表柜(盘、箱)、支架、底座等正常不带电的金属部分，均应做保护接地。

(2)各仪表回路应只有一个信号回路接地点。信号回路的接地点应在显示仪表侧，当采用接地型热电偶和检测元件已接地的仪表时，在显示仪表侧不应再接地。

(3)在中间接线箱内，主电缆分屏蔽层应用端子将对应的二次电缆屏蔽层进行连接，不同的屏蔽层应分别连接，不应混接，并应绝缘。

(4)仪表及控制系统的工作接地、保护接地应共用接地装置。

(5)仪表保护接地系统应接到低压电气设备的保护接地网上，连接应牢固可靠，不应串联接地

(6)接地系统的连线应采用铜芯绝缘电线或电缆，并应采用镀锌螺栓紧固。仪表柜(盘、箱)内的接地汇流排应采用铜材，并应采用绝缘支架固定。接地总干线与接地体之间应采用焊接。

(7)当控制室、机柜室内的接地干线采用扁钢时，应进行绝缘，并应绝缘到接地装置连接点。

2)DCS 系统接地要求

DCS 系统的接地有三部分：系统电源接地、信号屏蔽接地、机柜安全接地，在 DCS 机柜内安装有 3 根接地铜排，分别与 3 个接地对应。3 根铜排在 DCS 系统内互相绝缘。每根铜排要求各自独立连接到电气全厂接地网上，中间无其他系统的地线接入。

(1)计算机监控系统在全厂电气接地网上的接地点应与大型电气设备的接地点之间保持足够的距离并符合制造单位要求。

(2)每个机柜的系统电源地、信号屏蔽地、机柜安全地分别汇总接至电源柜或接地柜 3 根铜排上，分别引至总接地点，总接地电阻符合设计要求。

(3)DCS 机柜要求浮空，底座与机柜间铺设绝缘材料，机柜与底座连接螺栓应绝缘套管。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 12】p232 新增⑥在框架结构件安装的同时，平台、栏杆、梯子以

及管道、设备等，应同步安装。

新增④炉壳拼装应同步安装炉壳附件。

新增④焊接检验应按现行国家标准《炼铁机械设备工程安装验收规范》GB50372—2006、设计文件及焊接工艺作业指导书进行全面检查和监督。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 13】p264

(4)压力管道元件

元件组合装置是指由管子、管件、阀门、法兰、补偿器、密封元件等压力管道元件组合(焊接、法兰连接等)在一起具备某种功能的装置，包括井口装置和采油树、节流压井管汇、燃气调压装置、减温减压装置、阻火器、流量计(壳体)、工厂化预制管段。不需要制造许可的元件组合装置仍需要进行制造监督检查或者通过型式试验。根据特种设备目录，压力管道元件类别及品种见表 5.3-4。

表 5.3-4 压力管道元件类别及品种

类别	品种
压力 管道管子	无缝钢管、焊接钢管、有色金属管、球墨铸铁管、 复合管、非金属材料管
压力 管道管件	非焊接管件(无缝管件)、焊接管件(有缝管件)、锻制 管件、复合管件、非金属管件
压力	金属阀门、非金属阀门、特种阀门

管道阀门	
压 力 管道法兰	钢制锻造法兰、非金属法兰
补 偿 器	金属波纹膨胀节、旋转补偿器、非金属膨胀节
元 件 组合装置	—

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 14】 p268

6)可以从事压力容器、压力管道的安装生产单位资质规定

安装生产单位资质规定见表 5.3-11

所 持 有的许可 资质	从事压力容器安装	从事压力管道安装
锅 炉 安 装 许 可 证	可以安装压力容器 (氧舱除外),不受级 别 限制	可以安装与所安装 锅炉直接相连接的压力 管道
所 持 有的许可	从事压力容器安装	从事压力管道安装

资质		
压 力 容 器 制 造 许 可 证	可以安装相应制造 许可级别范围内的压力 容器	可以安装与所安装 压力容器直接相连接的 压力管道
压 力 管 道 安 装 许 可 证	可以安装压力容器 (氧舱除外),不受级 别 限制	可以安装许可证书 范围内的压力管道

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 15】 p273

2) 《建筑照明设计标准》GB/T 50034-2024

(1)照明光源的选择要求：

- ① 灯具安装高度较低的房间宜采用 LED 光源、细管径直管形三基色荧光灯。
- ② 灯具安装高度较高的场所宜采用 LED 光源、金属卤化物灯、高压钠灯或大功率 细管径形直管荧光灯。
- ③ 重点照明宜采用 LED 光源、小功率陶瓷金属卤化物灯。
- ④ 室外照明场所宜采用 LED 光源、金属卤化物灯、高压钠灯。
- ⑤ 照明设计不应采用普通照明白炽灯，对电磁干扰有严格要求，且其他光源无法 满足的特殊场所除外。

(2)灯具选择应根据供电条件,对配用光源、镇流器、LED 驱动电源等的效率、效能、寿命等进行综合技术经济分析后确定。

(3)灯具选择应满足场所环境的要求:

① 特别潮湿场所应采用有相应防护措施的灯具。

② 有腐蚀性气体或蒸汽场所应采用有相应防腐蚀要求的灯具。

③ 高温场所宜采用散热性能好、耐高温的灯具。

④多尘埃的场所应采用防护等级不低于 IP5X 的灯具。⑤在室外的场所应采用防护等级不低于 IP54 的灯具。

(4)建筑一体化灯具的选用与安装要求:安装在人员可触及场所的灯具,其输入电压应为安全特低电压(SELV); 正常工作条件下,人员可触及灯具表面的温度不应超过 45℃;安装于地面及潮湿场所的灯具,其防护等级不应低于 IP67。

(5)对人员可触及的室外照明设备,应对其表面温度进行限制,当表面温度高于 70℃时,应按现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB 55016—2021 的要求进行隔离保护。

(6)LED 驱动电源的选择要求:

① LED 驱动电源的性能应符合现行国家标准《LED 模块用直流或交流电子控制装置性能规范》GB/T 24825—2022 的规定。

② 当 LED 驱动电源外置时,应满足使用场所环境的要求,且与 LED 模组的安装距离应满足现场使用的要求。

③ 人员可触及灯具的场所采用非安全特低电压供电时,应采用隔离式 LED 驱动电源。

④ 调光变色要求高的场所，宜采用调电流占空比型 LED 驱动电源。

(7)室内夜间长期工作或停留的房间或场所，相关色温不宜高于 4000K；室外照明相关色温不宜高于 5000K。

(8)室内长期工作或停留的房间或场所，照明光源的一般显色指数(Ra) 和特殊显色指数(R9) 应符合现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB 55016—2021 的规定。灯具安装高度大于 8m 的工业建筑场所，一般显色指数可低于 80,但必须能够 辨别安全色。

(9)照明节能：

①照明节能应在满足规定的照度和照明质量要求的前提下，进行综合评价。

②照明节能应采用一般照明的照明功率密度(LPD) 作为评价指标。

③ 选用的照明光源、灯具、镇流器或驱动电源的能效不应低于国家现行相关能效 标准的节能评价价值或 2 级值。

④一般照明在满足照度均匀度的条件下，宜选择单灯功率较大、光效较高的光源。

(10)照明灯具采用交流(AC) 电源供电时的要求：

① 光源额定功率 1500W 以下宜采用 AC220V 供电，1500W 及以上的高强度气体放 电灯的电源电压宜采用 AC380V 供电。

② 安装在有人接触的水下灯具应采用安全特低电压(SELV) 供电，其电压值不应 大于 AC12V。

③ 当移动式 and 手提式灯具采用防电击类别为Ⅲ类的灯具时，应采用安全特低电压 供电，在干燥场所不大于 AC50V，在潮湿场所不大于 AC25V。

(11)照明灯具采用直流(DC) 电源供电时的要求：

① 直流回路功率 500W 及以下时宜采用 DC48V,500W 以上时宜采用 DC220V (或 $DC\pm 110V$)。

②使用单灯功率 1500W 及以上的大功率灯具的电源电压宜采用 DC375V。

③ 安装在有人接触的水下灯具应采用安全特低电压供电，其电压值不应大于 DC30V④ 当移动式 and 手提式灯具采用防电击类别为Ⅲ类的灯具时，应采用安全特低电压 供电，在干燥场所不大于 DC120V，在潮湿场所不大于 DC60V。

(12)交流照明配电系统要求：

① 三相配电干线的各相负荷宜平衡分配，最大相负荷不宜大于三相负荷平均值的 115%,最小相负荷不宜小于三相负荷平均值的 85%。

② 正常照明单相分支回路的电流不宜大于 16A，所接光源数或 LED 灯具数不宜超过 25 个；当连接建筑装饰性组合灯具时，回路电流不宜大于 20A，光源数不宜超过 60 个；连接高强度气体放电灯的单相分支回路的电流不宜大于 25A。

③电源插座不宜和照明灯接在同一分支回路。

④ 主要供给气体放电灯的三相配电线路，其中性线截面应满足不平衡电流及谐波 电流的要求，且不应小于相线截面。

⑤ 当 3 次谐波电流超过基波电流的 33%时，应按中性线电流选择线路截面，并应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054—2011 的规定。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 16】p277

3) 《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981-2014

(1)建筑机电工程重要机房不应设置在抗震性能薄弱的部位；对于有隔振装置的设备，当发生强烈振动时不应破坏连接件，并应防止设备和建筑结构发生谐振现象。

(2)建筑机电工程设施的支吊架应具有足够的刚度和承载力，支吊架与建筑结构应有可靠的连接和锚固。

(3)建筑机电工程设施的基座或连接件应能将设备承受的地震作用全部传递到建筑结构上。建筑结构中用以固定建筑机电工程设施的预埋件、锚固件，应能承受建筑机电工程设施传给主体结构的地震作用。

(4)建筑机电工程设施抗震设计应以建筑结构设计为基准，对与建筑结构的连接件应采取措施进行设防。对重力不大于 1.8kN 的设备或吊杆计算长度不大于 300mm 的吊杆悬挂管道，可不进行设防。

3) 《绿色建筑评价标准》(2024 年版)GB/T50378—2019

(1)绿色建筑评价应在建筑工程竣工后进行。在建筑工程施工图设计完成后,可进行预评价。绿色建筑评价划分应为基本级、一星级、二星级、三星级 4 个等级。

(2)绿色建筑评价指标体系应由安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居 5 类指标组成，且每类指标均包括控制项和评分项；评价指标体系应统一设置加分项。

(3)使用较高用水效率等级的卫生器具，评价总分为 15 分。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题或者案例题

【新增考点 17】 p328 页

(3)投标人踏勘现场及招标文件答疑。 招标人通知所有招标文件收受人并组织现场踏勘，对招标文件接收人就招标文件的任何疑问做出解答，并将解答内容书面通知所有招标文件收受人

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 18】p331 页

5 .投标文件内容

(1)投标函及附录。

(2)法定代表人身份证明或附有法定代表人身份证明的授权委托书。

(3)联合体协议书(招标文件未表明不接受联合体报价的情况下)。

(4)投标保证金。

(5)商务报价。

(6)施工组织设计。

(7)项目管理机构。

(8)拟分包项目情况表。

(9)资格审查资料。

(10)投标人须知前附表规定的其他材料。

6.投标文件的修改、撤回和送达

(1)投标人在招标文件所要求提交投标文件的截止时间前,可以修改、补充或撤回已提交的投标文件，并书面通知招标人。补充、修改的内容为投标文件的组成部分。

(2)投标人在招标文件所要求提交投标文件的截止时间前，将按要求密封的投标文件送达投标地点。

(3)招标人应当签收在招标文件所要求提交投标文件的截止时间前收到的投标文件，妥善保管，且不得在开标前开启。

(4)在招标文件所要求提交投标文件的截止时间后送达的投标文件不予接收。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 19】p348 页

2.施工进度计划的表示方法

施工进度计划表示的方法有横道图、网络图(双代号、单代号)、流水作业图表等。

机电工程常用的有横道图和网络图(双代号)施工进度计划。

1)横道图施工进度计划

(1)用横道图表示的施工进度计划。表的左侧是工作名称及其工作的持续时间等基本数据，右侧用横道线表示施工进度计划时间。

例如，用横道图表示的某机电工程施工进度计划见表 9.1-1。

(2)横道图施工进度计划编制方法直观清晰，容易看懂施工进度计划编制的意图，便于工程施工的实际进度与计划进度的比较，便于工程劳动力、设备、材料、施工机械 和资金需要量的计算及安排。

(3)横道图施工进度计划不能反映工作所具有的机动时间，不能反映影响工期的关键工作和关键线路，也就无法反映整个施工过程的关键所在，因而不便于施工进度控制人员抓住主要矛盾，不利于施工进度动态控制。

(4)工程项目规模大、工艺关系复杂时,横道图施工进度计划就很难充分暴露施工中的矛盾。由此可见,利用横道图计划控制施工进度有较大的局限性。横道图施工进度计划适用于中、小型项目或大型工程的子项目。

2)流水施工横道图进度计划

当机电工程采用多种专业施工队伍、作业面可以划分为多个均衡流水段时,各专业施工队伍在时间和空间上连续、均衡、有节奏地施工,且相邻专业施工队伍能最大限度地搭接作业时,机电工程可采用流水施工组织方式。机电工程流水施工进度计划常采用横道图表示。

例如:某数据中心工程 F2~F4 为机房包间标准层,管道工程按楼层划分流水段组织施工,流水施工横道计划见表 9.1-2。表中左半部分表示施工过程,右半部分横坐标表示流水施工时间安排及施工过程或专业施工队伍的施工进度安排,编号①②...表示不同的施工流水段(楼层)。

采用横道图形式表达流水施工进度计划,施工过程及其先后顺序表达清楚,时间和空间状况形象直观,专业施工队伍能尽可能利用工作面连续施工,工期较短,且单位时间内投入的劳动力、施工机具等资源均衡,绘图也简便。

4)双代号时标网络图施工进度计划

双代号时标网络图施工进度计划是按各项工作的最早开始时间编制的双代号网络计划的基础上,添加了时间坐标尺度(图 9.1-2),时间坐标可以是:小时、天、周、月等。双代号时标网络图施工进度计划兼具双代号网络图施工进度计划和横道图施工进度计划的优点,能直观判断网络计划的关键线路和时间参数,包括计算工期和相邻两项工作之间的时间间隔、各项工作的最早开始时间、最早

完成时间等六个时间参数。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题或案例题

【新增考点 20】p393

3.施工预算

施工预算是为了加强施工企业内部经济核算，在施工图预算的控制下，根据施工图纸、施工定额、施工及验收规范、安装标准图集、施工组织设计、施工方案等编制的 机电工程施工所需要的人工、材料、施工机械台班用量等的技术经济文件，是施工企业 进行劳动力调配，物资供应的依据。

1)施工预算与施工图预算

施工预算与施工图预算对比，能反映施工企业劳动成本与社会平均劳动成本之间的差异，可体现降低工程成本计划的要求。施工预算是机电工程施工所需的人工、材料 和施工机械台班消耗数量的标准，是控制劳动力和物资消耗量，控制成本开支，进行成本分析和班组经济核算的依据。

两者之间的区别：

(1)两者使用目的不同，施工预算一般是施工单位为了盈利而进行的施工成本预算，只用于施工单位进行施工成本控制的预算，属于施工企业内部核算，主要计算工料 用量和直接费，而施工图预算却要确定整个单位(分部)工程造价。

(2)两者使用定额不同，施工图预算指招标投标交易阶段甲乙双方根据施工图纸计算的工程造价。施工预算必须在施工图预算价值的控制下进行编制，施工预算的编制 依据是施工定额，施工图预算使用的是预算定额，两种定额的项目划分

不同。即使是同一定额项目，在两种定额中各自的工、料、机械台班耗用数量都有一定的差别。

(3)两者之间工程项目划分粗细程度不同，施工预算比施工图预算的项目划分更细、更多。

2)施工预算编制内容

施工预算编制内容包括：分部分项工程量；材料明细用量；各专业用工数量；机械种类和需用台班数量；设备、构件及制品等的加工订货数量等。

3)施工预算编制步骤

(1)编制施工预算的资料。包括施工图纸、施工组织设计、施工方案、施工现场平面布置图等。

(2)计算工程实物数量。可采用施工图预算的各项计算结果，避免重复计算。

(3)工程量汇总。工程量计算完毕核对无误后，根据施工定额内容和计量单位，按分部分项工程的顺序分层分段逐项进行工料分析汇总。

(4)套定额。一般可按所在地区的材料消耗定额及全国统一施工(劳动)定额套用，但套用的施工定额必须与施工图纸要求的内容相适应。

(5)施工预算的编制说明。

4)施工预算编制方法

(1)实物法：根据施工图纸和施工定额，结合施工组织设计、施工方案所确定的施工技术要求，计算出工程量后，套用施工定额，分析汇总人工、材料数量，但不进行计价，通过实物消耗数量来反映其经济效益。实物法只计算实物消耗量，使用这些实物消耗量可向施工班组签发施工任务单和限额领料单。

(2)实物金额法：其是通过实物数量来计算人工费、材料费和直接费的一种方法，根据实物法算出的人工和各种材料的消耗量，分别乘以所在地区的工资标准和材料单价，求出人工费、材料费和直接费，以各项费用的多少来反映其经济效果。实物金额法 是先分析、汇总人工和材料实物消耗量，再进行计价。

(3)单位估价法：根据施工图和施工定额的有关规定，结合施工技术措施，列出 工程项目，计算工程量，套用施工定额单价，逐项计算后汇总直接费，并分析汇总人工 和主要材料消耗量，同时列出明细表，最后汇编成册。单位估价法是按分项工程分析进 行计价。

施工预算编制方法分类多种，不同的企业之间也有差异，除上述方法外还有历史成本分析法、施工分解法等多种方法。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 21】p440

3.人力资源节约和保护要点

1)人力资源节约和保护管理要点

绿色施工策划文件中应包含人力资源节约和保护内容，并建立相关制度；施工现场人员实行实名制管理并按规定要求持证上岗；施工现场应按规定配备消防、防疫、医 务、安全、健康等设施 and 用品；人员健康保障、劳动保护及劳务节约。

2)劳务节约

(1)优化绿色施工组织设计和绿色施工方案，合理安排工序。

(2)因地制宜制订各施工阶段劳务使用计划，合理投入施工作业人员。

(3)建立施工人员培训计划和培训实施台账。

(4)建立劳务使用台账，统计分析施工现场劳务使用情况。

(5)使用高效施工机具和设备。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 21】P495

(5)机电工程项目运行人员的工作内容：

① 设备的检查。设备的运行操作人员应该在日常工作中对设备的运行状况和参数、 振动、润滑、是否有异味、温度和声音等方面进行检查和记录。

② 设备的润滑和清洁。在检查润滑情况时，首先要检查润滑油脂的压力、温度、液面是否已经变质，再检查油路的通畅性。定期给设备补充或者更换润滑油脂。对设备 及其周边环境进行清扫，保持清洁状态，还要对相关的物品进行清洁和摆放。

③ 设备的紧固。对设备非转动部分的紧固螺栓进行检查，有松动现象的，应立即进行紧固。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题

【新增考点 21】P496

(4)大型复杂系统宜通过建筑信息模型(BIM)、 系统设备运维平台进行管理。

① 利 用 BIM 平台进行信息动态显示与查询分析，为运维人员提供设备故障发生后的应急管理平台，省去重复的查找图纸和校对图纸工作。

② 运维人员可以通过此功能模块，快速扫描和查询设备的详细信息、定位故障设备的上下游构件，指导运维人员快速准确地排除设备故障。此外，该功能还能为运维人员提供预案分析，如总阀控制后将影响其他哪些设备，基于知识库智能提示运维人员应该辅以何种措施，解决当前问题。

【备考策略】：该考点主要出题方向为选择题