

大立 2018 二级建造师学霸笔记分享

《机电工程管理与实务》

2H310000 机电工程施工技术

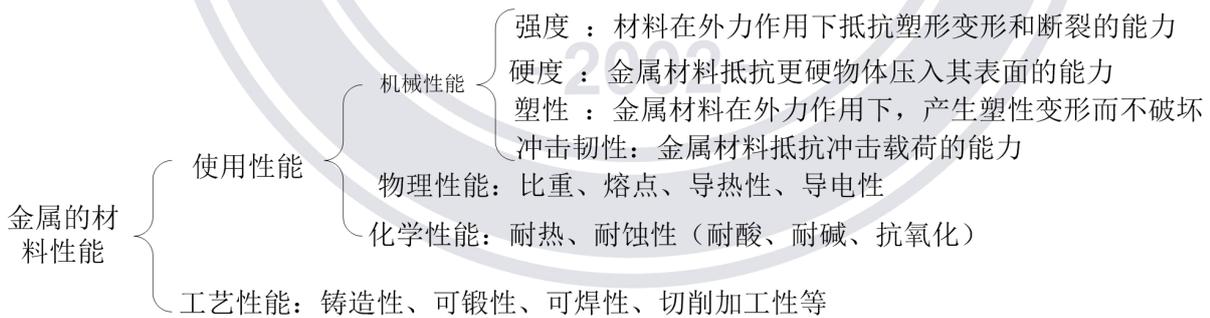
2H311000 机电工程常用材料及工程设备

2H311010 机电工程常用材料

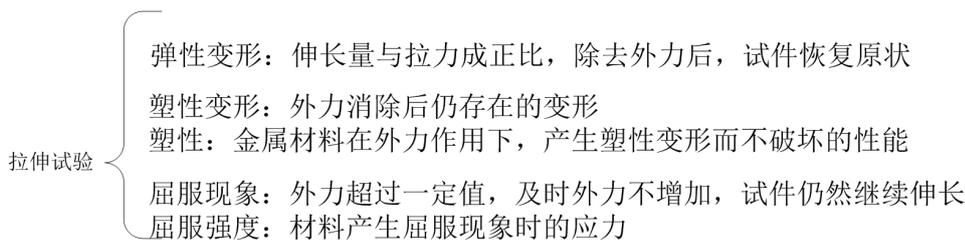
一、黑色金属的材料及应用

	分类	类型及使用范围
铁	生铁	炼钢生铁、铸造生铁
	铸铁	在火电站中，灰铸铁多用于制造低中参数汽轮机的低压缸和隔板。
钢 (按化学成分和性能分)	碳素结构钢	碳素结构钢 \leq Q275; 型钢、钢筋、钢丝——碳素结构钢， 优质的碳素钢——钢丝、钢绞线、圆钢、高强螺栓及预应力锚具等。
	合金结构钢	合金结构钢 \geq Q345。 600MW 超临界电站锅炉汽包—Q460 型钢；起重机—Q345 型钢制造
	特殊性能 低合金高强度钢	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

学霸笔记



强度：根据外力作用性质不同可分为：抗拉强度、抗压强度、抗弯强度



二、钢材：

钢材	分类	用途
型材	H 型钢	立柱
	工字钢	刚性梁
板材	锅炉碳素钢	中低压锅炉汽包
	低合金钢	高压锅炉汽包
管材	无缝优质碳素钢管、低合金钢管	水冷壁、省煤器
	结构用焊接钢管	管桩、脚手架、桥梁...
钢制品	焊条、管件、阀门	

学霸笔记

H 型钢与工字钢外形相似，H 型钢结构强度好，用于做立柱；工字钢上翼缘内表面有倾斜度，适合做梁。



H 型钢



工字钢

三、非金属材料

非金属材料	分类、性能、应用					
有机高分子	塑料	通用塑料	聚乙烯 PE:	优良的耐蚀性和电绝缘性，耐低温冲击、易加工	自来水管	
			聚氯乙烯 (PVC)	硬:	化工耐蚀 (工业排水)、电绝缘、洁净室酸碱排风	
				软:	电线电缆套管、密封件; 防、排烟	
				涂塑:	排水、海水、温水、油、气体	
			酚醛 (复合)	低、中+潮 (风管)		
	工程塑料	ABS	耐蚀、耐温、耐冲击性能优于聚氯乙烯			
		聚氨酯 (复合)	低、中、高压+潮湿 (风管); 防潮层 (卷材)			
功能高分子		物质、能量和信息转换、磁性、传递和存储等特殊功能				
	橡胶	密封件、橡胶衬里 (粘贴法施工); 防、排烟系统 (高温~耐热、腐蚀~耐酸);				
无机非金属	玻璃纤维	低压风管 (板)、防潮层 (布)				

	玻璃钢	管道、防腐衬里、保护层、风管
--	-----	----------------

学霸笔记

聚乙烯塑料管无毒，可用于生活用水，低密度聚乙烯可用于自来水；燃气，高密度聚乙烯；热水均用氯化聚乙烯或聚丁烯制造；通用塑料的明显标志是带有“烯”字。除“丁腈橡胶”外，带有“丁”的是普通橡胶。

按首字母排列顺序记忆“B（玻璃纤维）→F（酚醛复合风管）→J（聚氨酯复合风管）→Y（硬聚氯乙烯风管）”字母排列越靠后适用范围越广。

四、电线、电缆

绝缘导线：

绝缘导线	类型	型号	使用范围
固定敷设	橡胶绝缘导线	BXW、BLXW	户外和户内明敷设，特别是寒冷地区
	聚氯乙烯绝缘线	BV、BLV、BVR、BVV、BLVV、BVBV	交流 450/750 及以下动力装置固定敷设
绝缘软电线	橡胶绝缘软线	RX、RXS、RXH	家用电气、小型电力工具、仪器仪表及动力照明
	聚氯乙烯绝缘软线	RV、RVB、RVV、RVVB	室内照明灯具、家用电气和工具

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。

电工线材	适用范围
ZLL、ZL	干燥的室内、沟管中不能承受机械外力作用
ZQ30、ZLQ30	室内、矿井内，能 承受机械损伤 及较大拉力
VLV、VV 型；YJLV、YJV	不能受机械外力作用，适用于室内、隧道内及管道内敷设。
VLV ₂₂ 、VV ₂₂ 型	能承受机械外力作用，但不能承受大的拉力，可敷设在地下。
VLV ₃₂ 、VV ₃₂ 型	能承受机械外力作用，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，且适用于潮湿场所。
YFLV、YJV 型电力电缆	主要是高压电力电缆。
KVV 型控制电缆	适用于室内各种敷设方式的控制电路中。

学霸笔记

电线与电缆并没有严格的界限，通常将芯数少，直径小，结构简单的产品成为电线，其他的称为电缆。电缆下标代号越大，抗力越大。电缆符号代表的含义教材中有介绍，弄清字母表示的含义有利于记忆。

字母	含义	适用场所
L	铝	架空

X	橡胶	寒冷地区
R	软	柔性连接（移动）
Y	聚乙烯	室内、隧道、管道（通用）
VV	聚氯乙烯（绝缘+护套）	防腐
ZR	阻燃	
NH	耐火	
22	钢带铠装，pvc 外护层	能压不能拉，埋地
32	细圆钢丝铠装，pvc 外护层	能拉能压，竖井内

2H311010 机电工程常用工程设备

一、通用工程设备

1. 机电工程设备的通用工程设备，一般是指切削设备、锻压设备、铸造设备、输送设备、风机设备、泵设备、压缩机设备等，设备的性能一般以其参数表示。

设备	性能
泵	流量、扬程、功率、效率、转速、比转速、
风机	流量、风量、全风压、动压、静压、功率、效率、转速、比转速
压缩机	容积、流量、吸气压力、排气压力、工作效率
金属切削机床	尺寸参数、运动参数、动力参数

5. 连续输送设备

有挠性牵引件的输送设备，如带式输送机、板式输送机、刮板式输送机、提升机、架空索道等；
无挠性牵引件的输送设备，如螺旋输送机、辊子输送机、振动输送机、气力输送机等。

学霸笔记

物体受力变形，作用力失去之后不能恢复原状的性质称为挠性

有挠性——牵引构件往复循环运动；无挠性——工作构件旋转或震动

两类只需要记一类即可，考试中采用排除法。

二、电气工程的分类和性能

电动机性能描述		优点	缺点
（交流） 同步电动机	拖动恒速运转的 大中型低速机械	转速恒定功率因素可调	结构较复杂、价格较贵、启动麻烦
（交流） 异步电动机	是现代生产和生活使用最广泛的电动机	结构简单、制造容易价格低、运行可靠、维护方便、坚固耐用	与直流电动机相比：启动性和调速性能较差；与同步电动机相比：功率因素不高

直流电动机	常用于拖动 调速要求较高 的生产机械	较大的启动转矩 良好的启动、制动性能在较宽的范围内平滑调速	结构复杂、价格高
-------	---------------------------	--------------------------------------	----------

学霸笔记

1.电动机：是把电能转换成机械能的一种设备。它是利用通电线圈（也就是定子绕组）产生旋转磁场并作用于转子形成**磁电动力**旋转扭矩。

电动机的工作原理：磁场对电流受力的作用，使电动机转动

功率因数：功率因数是衡量电气设备效率高高低的一个系数。功率因数低，说明电路用于**交变磁场转换**的无功功率大，从而降低了设备的利用率，增加了线路供电损失。



鼠笼型异步电动机主要部件拆分图

2H312000 机电工程专业技术

2H312011 机电工程测量技术

-2002-

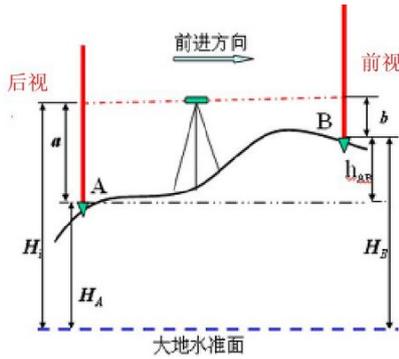
一、水准测量和基准线测量

1. 水准测量和基准线测量

	测量仪器	测量原理	测量内容	测量方法
水准测量	水准仪、水准标尺	水平视线原理	高程、高差	高差法、仪高法
基准线测量	经纬仪、检定钢尺	两点成一线	基准线	水平角测量、竖直角测量

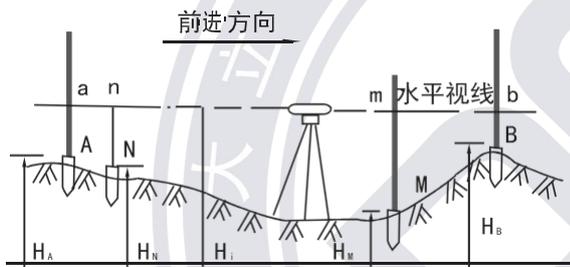
学霸笔记

高差法：一对一，复杂；仪高法：一对多，简便；



$$H_A + a = H_B + b$$

高差法：如图所示，若A点的高程已知为 H_A ，（一般为建设单位提供给施工单位的高程，该高程为绝对高程，即A点至大地水准面（黄海海平面）的距离）欲测定B点的高程 H_B 。施测时在A、B两点上分别竖立一根水准标尺（简称水准尺），并在A、B两点间安置水准仪，照准A点标尺，利用水准仪提供的水平视线读出标尺上的读数为 a ，再照准B点的标尺，用水准仪的水平视线读出读数为 b ，则B点对于A点的高差为： $h_{AB} = a - b$ 所以B点的高程为： $H_B = H_A + h_{AB} = H_A + (a - b)$



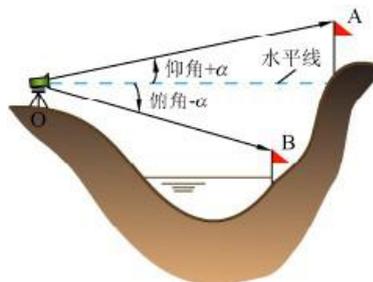
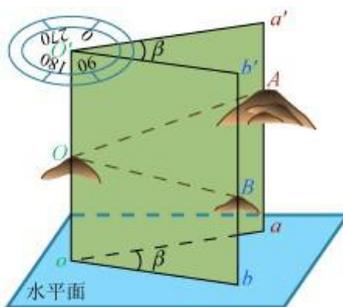
仪高法：如图所示， H_i 是仪器水平视线的高程，通常叫视线高程或仪器高程，简称仪高。仪高法的观测方法与高差法完全相同。计算时，先算出仪高 H_i 。如图所示，仪高等于后视点高程加后视读数，即： $H_i = H_A + a$ 则B点、M点、N点的高程可用下式分别计算： $H_B = H_i - b$ 、 $H_M = H_i - m$ 、 $H_N = H_i - n$

基准线测量原理：

水平角：水平角就是空间三个目标组成的角度的平面投影

水平角测量原理：

安置经纬仪于地面O点，转动望远镜分别照准不同的目标（例如A、B二点），就可以在水平度盘上得到方向线OA、OB在水平面上投影的读数 a 、 b ，由此即得OA、OB之间的水平角 β 为： $\beta = b - a$



竖直角：空间两个目标组成的角度投影到一个竖直面内的角度

竖直角测量的原理：

竖直角是同一竖直面内水平方向转向目标方向的夹角。目标方向高于水平方向的竖直角称为仰角， α 为正值，取值范围为 $0^\circ \sim +90^\circ$ ；目标方向低于水平方向的竖直角称为俯角， α 为负值，取值范围为 $0^\circ \sim -90^\circ$ 。经纬仪在测量竖直角时，只要照准目标，读取竖盘读数，就可以通过计算得到目标的竖直角。

二、设备安装基准线和标高基准点测设

安装基准线的测设：中心标板应在浇灌基础时，配合土建建设，也可待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。

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。

例如，**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**。

学霸笔记

标高基准点埋设在基础边缘是因为防止设备安装时将其遮盖，设备安装都要参考标高基准点，所以应该埋设在基础边缘。

中心标板是在浇灌基础时，在设备两端的基础表面中心线上埋设的两块一定长度的型钢，并标上中心线点，作为安装放线时找正设备位置用的一种标定点。

定位轴线是用以确定主要结构位置的线；



图13-3-1 基准点保护

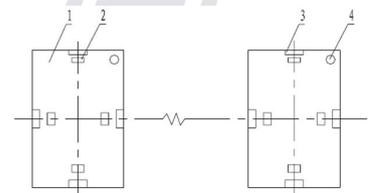
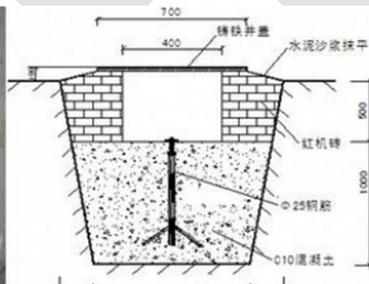
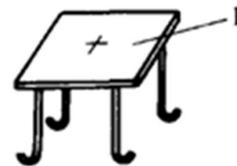
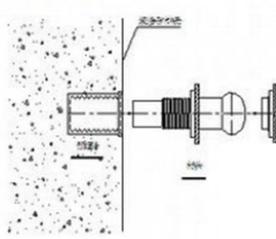


图 2.1.2 基础划线
1—基础；2—预埋中心标板；3—放线架；4—标高点



图13-3-2 沉降观测点保护



中心标板

三、长距离输电线路铁塔架（铁塔）基础施工的测量

1. 中心桩测定后，一般采用**十字线法**或**平行基线法**进行控制

2. 采用钢尺量距时，丈量长度不宜大于 80m，不宜小于 20m。

学霸笔记

十字线法：在中心桩位置沿中线和中线垂直方向打四个定位桩

平行基线：在中心桩一侧测设一条与中心线相平行的轴线



2H312011 机电工程起重技术

一、载荷

1. 吊装载荷：（被吊起的物件）

起重机的吊装载荷（设备或构件等）在吊装状态下的重量和吊索具重量的总和。

履带起重机的吊装载荷包括：

被吊设备和吊索（绳扣）重量+吊钩滑轮组重量+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：吊装计算载荷等于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： $k_2=1.1\sim 1.25$ 。

（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 —分配到一台起重机的吊装载荷，包括所承受的设备重量及起重绳索、吊具重量。

学霸笔记

单台起重不要考虑 K_2 ，有 k_2 必须有 k_1 。

多台起重机同时起吊同一设备，作业方法比较复杂，制定吊装方案，要考虑站车位置，捆绑点的位置和参与抬吊机械的负载分配等问题。教材中给出的计算公式较简单，我们计算时一般要求每台起重机的额定载荷都要大于计算载荷（此时计算载荷是以分配到一台起重机的吊装载荷计算的）；注：此时不考虑吊点以及平衡梁等对载荷的分配问题。如果题目中提到吊点和平衡梁分配载荷的情况下，将所有起重机在吊装状态时的吊装能力相加大于计算载荷（此时计算载荷是以所有的设备的吊装载荷（包括设备重量及每台

起重机的吊索具重量) 计算的) 即认为可以胜任吊装任务。

二、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主要有**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

起重能力随臂长、工作半径的变化而变化;

起升高度随臂长、工作半径的变化而变化;

流动式起重机的选用步骤

①**定幅度**=根据设备位置等工况条件, 初步确定机车站立位

②**定臂长**=幅度+设备尺寸+吊装高度+吊索高度→查曲线

③**定承载(载荷)**=幅度+臂长→查曲线

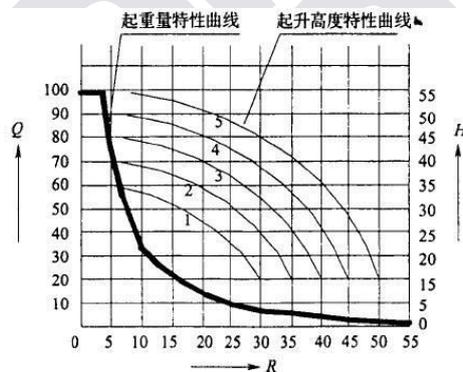
④(曲线表上查得的) 载荷>被吊设备重量(含吊具)

(需要考虑载荷系数, 即: 大于计算载荷) 则可吊, 反之则重选(重新调整机车站车位置)

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

学霸笔记

幅度: 吊车与被吊物的距离(运动半径)



注: 1表示36m臂长, 2表示42m臂长, 3表示48m臂长, 4表示54m臂长, 5表示60m臂长。

图 2.3.2 自行式起重机的特性曲线

三、吊装方案编制要求与方案选用

1、吊装方案的编制与审批

编制专项方案	需要专家论证
(一) 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。 (二) 采用起重机械进行安装的工程。 (三) 起重机械设备自身的安装、拆卸。	(一) 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。 (二) 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。
审批: 施工单位(总包)编制→	审批: 施工单位(总包)组织专家论证→

技术部门组织审核，技术负责人签字→ 项目总监审核签字	施工单位（总、分包）技术负责人签字→ 项目总监签字→ 建设单位项目负责人签字
-------------------------------	--

学霸笔记

危险性较大的分部分项工程是指建筑工程在施工过程中存在的、可能导致作业人员群死群伤或造成重大不良社会影响的分部分项工程。

考试中除出现起重吊装外，机电工程其他类型危险性较大的工程范围也列入考查范围，具体见下表：

类型	危险性较大的分部分项工程范围	超过一定规模危险性较大的分部分项工程范围
基坑支护、土方开挖降水工程	开挖深度超过 3m（含 3m）或虽未超过 3m 但地质条件和周边环境复杂的基坑（槽）土方开挖、支护、降水工程。	（一）开挖深度超过 5m（含 5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。 （二）开挖深度虽未超过 5m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建筑（构筑）物安全的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。
脚手架工程	（一）搭设高度 24m 及以上的落地式钢管脚手架工程。 （二）附着式整体和分片提升脚手架工程。 （三）悬挑式脚手架工程。 （四）吊篮脚手架工程。 （五）自制卸料平台、移动操作平台工程。 （六）新型及异型脚手架工程。	（一）搭设高度 50m 及以上落地式钢管脚手架工程。 （二）提升高度 150m 及以上附着式整体和分片提升脚手架工程。 （三）架体高度 20m 及以上悬挑式脚手架工程。
其他	（一）建筑幕墙安装工程。 （二）钢结构、网架和索膜结构安装工程。 （三）人工挖扩孔桩工程。 （四）地下暗挖、顶管及水下作业工程。 （五）预应力工程。 （六）采用新技术、新工艺、新材料、新设备及尚无相关技术标准的危险性较大的分部分项工程。	（一）施工高度 50m 及以上的建筑幕墙安装工程。 （二）跨度大于 36m 及以上的钢结构安装工程；跨度大于 60m 及以上的网架和索膜结构安装工程。 （三）开挖深度超过 16m 的人工挖孔桩工程。 （四）地下暗挖工程、顶管工程、水下作业工程。 （五）采用新技术、新工艺、新材料、新设备及尚无相关技术标准的危险性较大的分部分项工程。

2H312011 机电工程焊接技术

一、常用焊接方法：

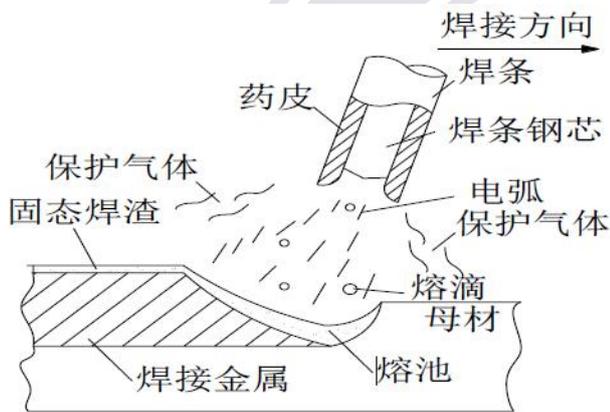
焊接方法	优点	缺点
------	----	----

手工焊	设备简单、操作方便、全方位焊接	施工效率低、劳动强度大、对操作人员要求高
埋弧自动焊	焊缝质量好、效率高、无弧光辐射	只适应水平面俯位、长缝焊接
CO ₂ 气体保护焊	操作方便、不易产生气孔、变形小、成本低、效率高、全位置焊接	弧光辐射强、抗风差、飞溅大、美观度差、设备复杂

学霸笔记

手工电弧焊是利用焊条与工件间产生的电弧热，将工件熔化而进行焊接的。焊接时，焊工手握夹着焊条的焊钳进行焊接，在电弧高热的作用下，被焊金属局部熔化，在电弧的吹力作用下，被焊金属上形成了凹坑。这个凹坑称为熔池。焊条作为一个电极，其端部在电弧的作用下不断被熔化，形成熔滴，焊条金属熔滴借重力和电弧气体吹力的作用逐渐过渡到熔池当中，随着电弧的向前移动，熔池尾部液态金属逐步冷却结晶，最终形成焊缝。电弧热还使焊条的药皮熔化或燃烧。药皮燃烧后与液体金属起物理化学作用，所形成的熔渣和气体可防止空气中氧、氮的侵入，其保护熔化金属的作用。

埋弧焊是指电弧在焊剂层下燃烧进行焊接的方法。埋弧自动焊是埋弧焊的一种自动化焊接方法。



手工电弧焊原理示意图



焊接 H 型钢生产线配备埋弧自动焊

-2002-

二、焊接工艺评定

定义	验证焊接工艺正确性而进行的试验过程及结果评价	
目的	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施焊单位是否有能力焊接出合格的焊接接头 2. 验证拟定的焊接工艺指导书是否正确 3. 为制定正式焊接工艺指导书和焊接工艺卡提供依据 	
评定要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依据：可靠的钢材焊接性能，施焊前完成 2. 本单位熟练的焊接人员使用本单位焊接设备焊接试件 3. 评定及确认：焊接工程师 4. 评定资料统一质量管理体系通用 	
评定规则	需重新进行评定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改变焊接方法，按增加或变更的补加因素增焊冲击试件进行试验 2. 改变焊后热处理类别 3. 首次使用的国外钢材

		4. 重要焊接工艺改变（焊接材料、保护气体、线能量等）
	不需要重新评定	1. 任一钢号母材评定合格，可用于同组别其他钢号母材； 2. 同类别号，高组别评定合格适用于该组别号及低组别
资料管理		1. 原始资料作为技术文件管理（评定报告作为竣工资料） 2. 一份评定报告→多份《焊接工艺（作业）指导书》（焊接工程师组织编制） 多份评定报告→一份《焊接工艺（作业）指导书》 3. 《焊接工艺（作业）指导书》作业或培训前发给焊工，并交底

学霸笔记

焊接工艺。焊接时，为保证焊接质量而选定的诸物理量（如焊接电流、电弧电压、焊接速度、线能量等）的总称，叫焊接工艺参数。

焊接有时要进行焊前和焊后的热处理，是为了降低内部拉压应力值。改变焊后热处理类别，原本评定合格的焊接产品有可能内应力会增大，评定就不一定合格。焊接材料这里指焊条或焊丝，焊条性质（酸、碱性）改变、保护气体（二氧化碳保护焊，焊接安全性低；氩弧焊，焊接性能好，成本高）、线能量（ $Q=IU/V$ ，线能量过大易烧穿）等条件改变时必须重新进行工艺评定。

三、焊接质量的检测方法

	内容	检测
焊前	人	持证（有效性，符合性）、未严格执行焊接工艺、疲劳作业
	机	焊机故障、仪表不准
	料	材料：不合格、错用，焊条受潮
	法	焊接工艺（不正确、未执行）
	环	风（电弧焊 $\geq 8m/s$ ，气体保护焊 $\geq 2m/s$ ）、雨、雪、潮湿（相对湿度 $>90\%$ ）
焊中	焊接工艺	焊接方法、材料、规范、顺序、变形及温度
	焊接缺陷	裂纹、气孔、夹杂
	焊接设备	故障
焊后	外观	放大镜：咬边、夹渣、气孔、裂纹 焊接检验尺：余高、焊瘤、凹陷、错口
	致密性试验	
	强度试验	水压=设计压力 1.25~1.5；气压=设计压力 1.15~1.20
	无损探伤	内部：射线，超声（快，不精确）；表面：渗透、磁性、超声衍射时差（快）

学霸笔记

案例常考点，案例背景中给出不符合项，例如，北方室外露天作业，要考虑气体保护焊风速不大于 2m/s，

采取防风措施；南方雨季，注意湿度不大于 90%；下雨下雪，焊条干燥，放保温桶。还要注意焊接弧光污染，采取遮光措施。

相对湿度大于 90%，下雨或下雪时会使焊接时氢含量过高，会产生焊接气孔等质量问题。

致密性试验是一种无压力试验，主要用于压力容器、管道、结构**焊接后**严密性检测。

压力试压分为气压试验和液压试验，也是为了检测承压管道、容器的强度和严密性。

真空箱试验适用于焊缝只有一侧可以试验的情况，像储罐罐底，一面朝向地基，只能从朝上的一面做试验。

射线探伤是利用 (x, γ) 射线，这两种射线波长很短，所以可以穿透焊缝，使胶片感光，材料内部结构和缺陷相对应黑度不同的图像，依此判断内部缺陷，该方法对人体有害，须做隔离。超声波探伤是利用频率超过 20000hz 的超声波传入金属材料深处，并在不同的介质面进行反射回换能器，在转换为电脉冲，依据脉冲幅值判断缺陷，这种方法比射线探伤灵敏度高，灵活方便，周期短，效率低，对人体无害，但是显示缺陷不直观，对缺陷判断不精确，受探伤人员经验和技術熟练程度影响较大。

2H313000 工业机电工程施工技术

2H313010 机械设备安装工程施工技术

一、基础测量放线：

机械设备就位前，应按工艺布置图并依据相关**建筑物轴线、边缘线、标高线**，划定设备安装的**基准线和基准点**。所有设备安装的**平面位置和标高**，应以确定的**基准线和基准点为基准**进行测量。

学霸笔记

决定一个物体的空间位置，需要三个坐标数值。所以，安装基准线一般由平面位置基准线（纵向和横向）和标高基准线。

平面位置安装基准线的放线方法

(1) 确定基准中心点。安装基准线一般都是直线，因此要划定一条安装基准线，只需要确定两个基准点就可以了。

(2) 基准线的形式。确定了基准中心点后，就可以根据点划线，划线方式一般有：①用墨斗细线画墨线②用点代替线③用光线代替线（准直仪、经纬仪等的光线代替画墨线和拉线等方法。）④拉线（钢丝）

二、基础检查验收

检测项目	内容	检测方法
混凝土强度	质量证明文件：混凝土配合比、养护、强度	回弹法、钻芯法；重要设备：预压、沉降
位置、几何尺寸	基础：坐标位置、标高（超差）尺寸、水平度、垂直度 预留地脚螺栓孔：中心位置、深度（超差）、孔壁垂直度、露筋、凹凸 预埋地脚螺栓：中心距、位置、标高（超差）	

学霸笔记

设备基础的验收：因为设备基础一般是由土建单位负责浇筑，因此在施工完成后，设备安装单位必须

根据设计要求和技术规范进行检查验收。主要检查内容有：

1. 混凝土强度检查，如果对设备基础的强度有怀疑时，用到的方法一般有：



回弹法是用一弹簧驱动的重锤（**回弹仪**），通过弹击杆（传力杆），弹击混凝土表面，并测出重锤被反弹回来的距离，以回弹值（反弹距离与弹簧初始长度之比）作为与强度相关的指标，来推定混凝土强度的一种方法。由于测量在混凝土表面进行，所以应属于一种表面硬度法，是基于混凝土表面硬度和强度之间存在相关性而建立的一种检测方法。

钻芯法是利用**专用钻机**，从结构混凝土中**钻取芯样**以检测混凝土强度或观察混凝土内部质量的方法。由于它对结构混凝土造成局部损伤，因此是一种半破损的现场检测手段。

一般情况下，设备安装的基础是由设备生产厂家根据设备的使用性能要求和底座的结构形状，在所提供的设备使用说明书中给定的。

2.外观检查：基础表面无蜂窝、麻面、**裂纹及露筋**等质量缺陷。

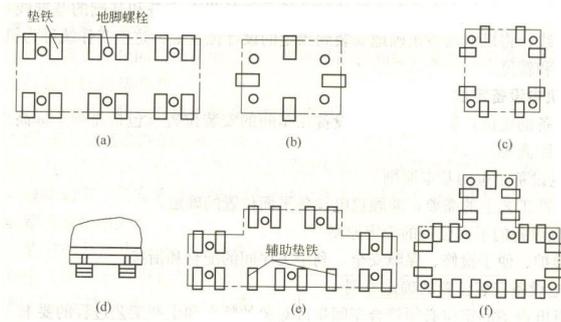
3.位置和尺寸检查 **4.预埋地脚螺栓的验收要求（要把外观检查内容和位置、尺寸检查内容区分开）**

预压试验：基础预压试验采用的方法是用重量等于设备自重及其允许承载物最大重量总和的1.25-2倍的钢材、沙子或石子等预压重物，均匀压在基础上，观察设备在一定时间里的下沉可能性和下沉情况。一般为3-5天，昼夜连续进行，每隔两小时观察并记录基础的下沉情况。

三、垫铁设置

位置	①地脚螺栓旁②底座接缝两侧；各一组，主要受力位置下方
距离	500~1000mm
数量	≤5
紧固方式	各垫铁间定位焊焊牢（铸铁除外）
作用	传递荷载、找平（水平仪，调整垫铁高度）、找标高（水准仪）

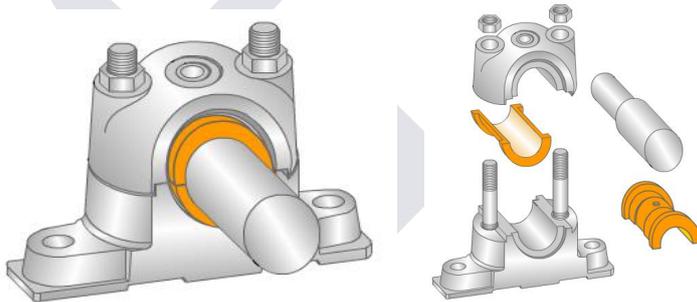
学霸笔记



四、滑动轴承装配

	安装要求	
轴瓦	厚壁：0.05mm 外侧检查轴瓦结合面，塞入深度 $\leq 1/3$ 结合面宽度	
	薄壁：装配后中分面 0.02mm 塞尺不应塞入	
轴承间隙	顶间隙（轴颈与轴瓦）：	侧间隙（轴颈与轴瓦）：
检测及调整	压铅法，铅丝直径 $\leq 3 \times$ 顶间隙	单侧间隙应为 $1/2 \sim 1/3$ 顶间隙

学霸笔记



-2002-

五、影响设备安装精度的因素：

1. **设备基础**：设备基础对安装精度的影响主要是**强度**和**沉降**。
2. **垫铁埋设**：垫铁埋设对安装精度的影响主要是**承载面积**和**接触情况**。
3. **设备灌浆**：设备灌浆对安装精度的影响主要是**强度**和**密实性**。
4. **地脚螺栓**：地脚螺栓对安装精度的影响主要是**紧固力**和**垂直度**。
5. **测量误差**：测量误差对安装精度的影响**仪器精度**、**基准精度**。
6. **设备制造**：设备制造对安装精度的影响主要是**加工精度**和**装配精度**。
7. **环境因素**：环境因素对安装精度的影响主要是**基础温度变形**、**设备温度变形**和**恶劣环境场所**。
8. **操作误差**：操作误差对安装精度的影响主要是**技能水平**和**责任心**。

学霸笔记

常考点，一般案例背景给出安装精度出现偏差，判断可能是哪些因素引起的。

设备基础强度不够会使地脚螺栓拔出使设备松动，沉降不均匀会使设备水平度产生偏差。

一次灌浆是在设备初找正后对地脚螺栓预留孔进行的灌浆。二次灌浆是在设备精找正、地脚螺栓紧固、检查项目合格后对设备底座和基础间进行的灌浆。

二次灌浆的目的是使基础和设备之间充满混凝土，一方面起到固定垫铁和稳固设备的作用，另外也承受一部分设备重量，所以要求灌浆量能最大限度充满设备底座和基础之间间隙，所以，使用的混凝土应该是无收缩性质的，如：细石混凝土、无收缩混凝土、微膨胀混凝土和其他灌浆料。

2H313020 电气装置安装工程施工技术

一、电气装置安装的一般施工程序（有改编过）

埋管、埋件→设备安装→电线、电缆敷设→回路接通→检查、试验、调试→通电试运行→交付使用

二、交接试验注意事项

- (1) 高压试验设备和高压引出线周围，装设遮拦、悬挂警示牌
- (2) 高电压试验（6~10kV），不设护栏时，最小安全距离0.7m
- (3) 高压试验结束，对直流试验设备及大电容被测设备多次放电，放电时间>1min
- (4) 断路器交流耐压试验在分、合闸状态下分别进行
- (5) 成套设备进行耐压试验时，宜将连接在一起的各种设备分离开来单独进行
- (6) 直流耐压试验，

学霸笔记

高压 试验	设备和高压引出线周围，装设遮拦、悬挂警示牌	
	6~10kV，不设护栏时，最小安全距离0.7m	
	结束后，对直流试验设备及大电容被测设备多次放电，放电时间>1min	
耐压 试验	断路器交流耐压	分合闸状态下分别进行
	成套设备	分开进行
	直流耐压	0.5×额定电压，分阶段升高，每阶停留1min，记录泄露电流

三、试运行

安全防范要求：

1) "五防连锁"：①防止误合、误分断路器；②防止带负荷分、合隔离开关；③防止带电挂地线；④防止带电合接地开关；⑤防止误入带电间隔。

2) 电气操作人员必须经过专门培训，具备电工特种作业操作证资格。

1H3130224 输配电线路的施工技术

一、架空线路施工程序及内容

（一）架空线路施工的一般程序

线路测量→基础施工→杆塔组立→放线架线→导线连接→线路试验→竣工检查验收

（二）导线连接要求

1. 每根导线在每一个档距内只准有一个接头，但在跨越公路、河流、铁路、重要建筑物、电力线和通信线等处，导线和避雷线均不得有接头。
2. 不同材料、不同截面或不同捻回方向的导线连接，只能在杆上跳线内连接。
3. 接头处的机械强度不低于导线自身强度的 90%。电阻不超过同长度导线电阻的 1.2 倍。
4. 耐张杆、分支杆等处的跳线连接，可以采用 T 形线架和并沟为线夹连接。
5. 架空线的压接方法，可分为钳压连接、液压连接和爆压连接。

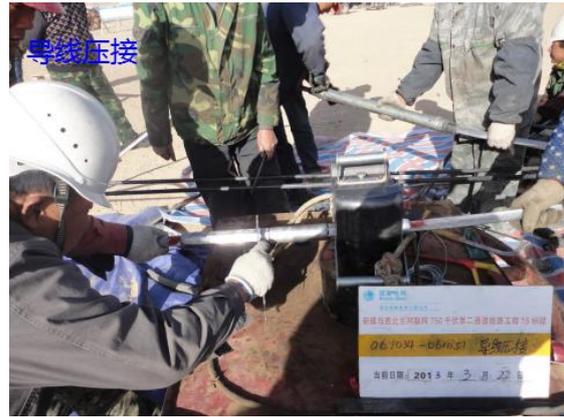
二、电缆线路的敷设

排管施工	交流单芯线不得单独穿管
电缆沟（隧道内）敷设	电力电缆和控制电缆：不得在同一层支架，之间设防火隔板
	交流单芯电缆：应在同侧支架
	高压、强电在上；低压、弱电在下 与热力管道设备、管道平行敷设时，间距 $\geq 1\text{m}$ 注意：严禁平行敷设于管道上部，（通用）
电缆本体敷设	<ol style="list-style-type: none"> ①由中心（配电室）向四周（设备）； ②先长后短，先大后小； ③切断后，4h 封头；油浸纸，铅封； ④并列敷设，接头错开；直埋接头加保护盒 ⑤三相四线，不应采用三芯加一芯，金属护套不应做中性线

学霸笔记

-2002-





电力电缆和控制电缆布置在同一支架上会干扰控制电缆信号造成信号的不稳定和 inaccurate，应分开布置。电缆沟内，电缆隧道内是没有其它管道设备共隧道敷设的，需要注意此规定要求。

2H313030 工业管道工程施工技术

一、压力管道的分类：



用数轴记，分界点往低一级，如： $=1.6\text{mpa}$ ，为低压

学霸笔记

工业管道：GC类压力管道。工业管道是指企业、事业单位所属的用于输送工艺介质的工艺管道、公用工程管道及其他辅助管道。划分为GC1、GC2、GC3级；压力管道等级应在压力管道设计文件中注明。

GC1级管道的管子、管件在使用前采用**外表面磁粉**或**渗透无损检测抽样检验**

GC3级管道，经设计和建设单位同意，可在试车时用管道输送的流体进行压力试验。输送的流体是气体或蒸汽时，压力试验前按照气体试验的规定进行预实验。

气压实验前，应用空气进行预实验，预实验压力宜为 0.2MPa

二、阀门检验及安装

安装 前 检 验	①核对型号	阀体完好；开启机构灵活；阀杆无歪斜、变形、卡涩；标牌齐全
	②壳体压力和密封试验， (安全阀：整定压力试压→密封试验)； 试验介质：水，氯离子含量≤25ppm	壳体压力试验=1.5倍最大允许工作压力； 密封试验=1.1倍最大允许工作压力； 注：最大允许工作压力即公称压力
	③检查阀门填料函，压盖螺栓留有余量	
	④按介质确定安装方向	
阀门 安 装	法兰、螺纹连接：关闭	安全阀：垂直安装，出口接安全地点； 设截止阀时，加铅封，锁定在安全状态
	焊接、热熔：开启	

学霸笔记

工业管道阀门进行壳体压力和密封试验，建筑管道阀门进行强度和严密性试验。两者表达意思相同，不同规范中试验名称不同而已。答题时按照教材回答。

三、工业管道施工技术要求

1. 管道与设备的连接

(1) 应在设备安装定位并紧固地脚螺栓后进行。

(2) 管道与不得承受附加载荷的动设备连接前应在自由状态下检验法兰的平行度和同轴度，其偏差应符合规定要求。

(3) 管道与动设备最终连接时，应在联轴节上架设百分表监测机器的位移。

(4) 管道试压、吹扫与清洗合格后，应对该管道与动设备的接口进行复位检查。

(5) 管道安装合格后，不得承受设计以外的附加载荷。

2. 大型储罐的管道与泵或其他有独立基础的设备连接，应在储罐液压（充水）试验合格后安装。或在储罐液压（充水）试验及基础初阶段沉降后，再进行储罐接口处法兰的连接。

3. 支、吊架安装

(1) 支吊架与管子应接触紧密。固定支架应在**补偿器拉伸之前**固定

(2) 无热位移管道，吊杆应垂直安装；有热位移，吊点在位移值相反方向，位移值 1/2 偏位安装

(3) 导向支架或滑动支架滑动面应整洁平整，安装位置：位移值相反方向，位移值 1/2 偏位安装

(4) 弹簧支、吊架应调整至冷态值，临时固件，系统安装、试压、绝热完毕后拆除

四、管道系统试验和吹洗要求

系统试验内容	试验介质	试验压力	注意事项
--------	------	------	------

液压试验	洁净水 (氯离子含量 ≤ 25ppm)	内压钢管及有色金属管——1.5 倍设计压力; 埋地钢管——1.5 倍设计压力, 且 ≥ 0.4MPa	实验前, 排尽气体; 环境温度不低于 5℃ 管道 ≤ 设备, 按管道, 试验压力试压 管道 > 设备 > 77% 管道, 按设备
气压试验 (设计压力 > 0.6Mpa, 经设计、建设同意可用气压替代液压)	气体 (空气、氮气)	承受内压钢管及有色金属管——1.15 倍设计压力; 压力泄放装置设定压力 ≤ 1.1 × 设计试验压力 真空管道、预试验——0.2MPa	缓慢升至试验压力的 50%, 未发现异常或泄漏, 继续按试验压力的 10% 逐级升压 每级稳压 3min, 直至试验压力, 稳压 10min 降至设计压力进行检查, 以发泡剂检验不泄漏为合格
泄漏性试验	空气	设计压力	(1) 输送极度和高度危害介质以及可燃介质的管道, 必须进行泄漏性试验。(GC1) (2) 泄漏性试验应在压力试验合格后进行, (3) 泄漏试验重点检查的部位: 阀门填料函、法兰或螺纹连接处、放空阀、排气阀、排水阀等

2. 管道真空度试验的实施要点

真空系统在压力试验合格后, 进行 24 小时的真空度试验。系统增压率不应大于 5%。

3. 管道的吹扫与清洗

1. 管道吹扫与清洗方法应根据以下因素确定

(1) 对管道的使用要求 (2) 工作介质 (3) 系统回路 (4) 现场条件 (5) 管道内表面的脏污程度;

2. 吹洗方法

管道类型	吹洗方法	吹洗流速	注意事项
液体管道	≥ DN600 水冲洗	≥ 1.5m/s	(1) 吹洗前: 1) 检查支吊架牢固程度, 加固
气体管道	人工清理 空气吹洗 ≤ 设计压力	≥ 20m/s	2) 不允许吹扫的设备及管道隔离 3) 拆除管道组成件, 以模拟体、临时短管代替 4) 焊接阀门仪表, 采取流经旁路等保护措施 (2) 吹洗顺序: 主管 → 支管 → 疏排管
蒸汽管道	蒸汽吹洗	≥ 30m/s	非热力不得蒸汽吹扫 吹扫前先进行暖管、及时疏水、检查管道热位移
油管道	油循环清洗 合格后, 封闭或充氮保护。		设备管道酸洗 → 油清洗 不锈钢油管: 蒸汽吹净 → 油清洗

学霸笔记

工业管道要进行压力、泄露性、真空度三种试验，建筑管道要进行压力试验、灌水试验、排水干管通球试验、通水试验、消火栓试射试验五大实验。压力试验是工业管道和建筑管道都要进行的试验，是为了检查管道的强度和严密性。工业管道系统试验有液压试验和气压试验两种，对比记忆，液压试验使用洁净水，水中氯离子含量不超过25ppm，氯离子过高会腐蚀管道。液压和气压试验压力应为设计压力的1.5倍，埋地钢管道液压试验不得低于1.4Mpa，真空管道气压试验压力应为0.2Mpa。

气压试验危险性大，应缓慢升压，升至试验压力50%时，没有异常状况和泄露，按试验压力的10%逐级升压。实验前，应用空气进行预试验，试验压力宜为0.2MPa。

因为工业管道经常输送的是有毒有害介质，所以要进行泄露性试验；

真空试验要进行24小时，系统增压不应大于5%。

膨胀节是防止因输送介质热胀冷缩而破坏管道，要参与管道试验，但是要设置临时约束。

2H313040 动力设备工程安装施工技术

2H313041 汽轮发电机系统的主要设备

一、汽轮机的分类和组成

1. 汽轮机的分类

(1) 按照工作原理：冲动式和反动式

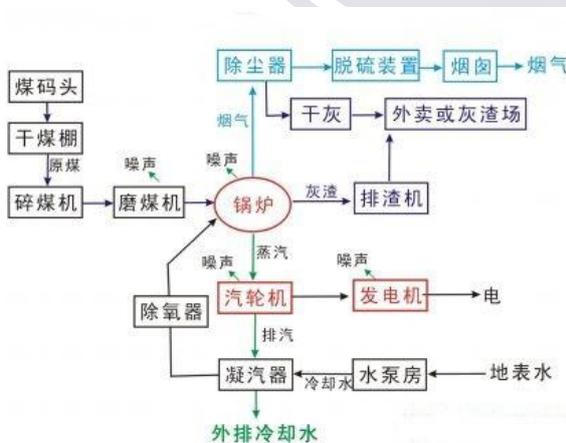
(2) 按照热力特性：凝汽式、背压式、抽气式、抽气背压式和多压式

注：电站汽轮机多采用轴流式、凝汽式（或抽气式）机组

2. 汽轮机的组成

汽轮机主要由汽轮机本体设备、蒸汽系统设备、凝结水系统设备、给水系统设备和其他辅助设备组成。

学霸笔记



原煤由制粉系统研磨成煤粉、煤粉和加热后的空气被送入到锅炉炉膛，煤粉剧烈燃烧产生大量热，热量将锅炉受热面内高压的水加热成500多度的高温蒸汽，高温高压蒸汽通过管道送入汽轮机的气缸、推动

汽轮机的转子高速旋转，发电机转子与汽轮机转子同轴连接，在汽轮机的驱动下同汽轮机同步旋转，旋转的转子磁场切割定子绕组，从而使定子绕组中产生感应电动势，发电机产生的电能通过升压变压器输电线路向电网输送，在汽轮机中做完工的蒸汽温度和压力降至很低，他们在凝汽器中放出预热，凝结成水，经加热器加热水泵升压后再送入锅炉，汽水往复循环。这就是火力发电厂基本生产过程。

汽轮机工作原理：

打开气缸，可以看到汽轮机内主要部件是一系列的隔板和装在转子上的叶轮，叶轮上装有动叶栅；沿隔板圆周装有喷嘴叶栅。每列动叶栅和喷嘴叶栅和对应的动叶栅组成汽轮机的基本结构单元，即汽轮机的级，汽轮机的能量转换在叶栅中进行，具有一定温度压力的蒸汽首先在喷嘴叶栅前后压力差的作用下流过具有特定形状的喷嘴流道，流动中蒸汽膨胀，压力和温度逐渐降低，速度增加，部分热能转化为动能，从喷嘴叶栅喷出的高速气流进入动叶流道，在流动过程中对动叶栅产生作用力推动它做圆周运动，带动叶轮和轴旋转，在机轮轴上可得到对外输出的机械功，从动叶流出的蒸汽仍具有动能，进入下一级喷嘴。

大型汽轮机按照气流方向的蒸汽压力大小通常分为高压缸、中压缸、低压缸几个部分。来自锅炉的主蒸汽首先在锅炉高压缸里做功。从高压缸排除后进入锅炉再热器中再加热，加热后的蒸汽进入中压缸中做功，排除后再进入低压缸中做功，最后排入凝汽器。有的将高中压缸制成一体，叫高中压缸。气缸是汽轮机的外壳，将汽轮机的通流部分与大气隔开，为了便于制作安装和检修，气缸沿水平中分面分为上汽缸和下水缸两个半缸，两者通过水平法兰用螺栓装配紧固。隔板嵌装在上下气缸的环形凹槽内。

二、发电机安装：

汽轮发电机由**定子和转子**两部分组成。其中定子主要由**机座、定子铁芯、定子绕组、端盖**等部分组成；转子主要由转子锻件、激磁绕组、护环、中心环和风扇等组成。

1000MW型发电机定子重量可达400t以上，卸车方式主要采用液压提升装置卸车或液压顶升平移方法卸车。

学霸笔记

发电机工作原理：

发电机是根据电磁感应原理工作的，当励磁系统提供的直流电通入转子线圈后，转子就会产生磁场，转子不停旋转形成旋转磁场，和定子线圈形成相对运动，相当于定子线圈做切割磁力线运动，由于磁极方向不断变化和定子三相绕组120度，所以当转子旋转时，三相定子绕组就会感应出三相交流电势，若外部接上负载，定子绕组就有三相交流电流通过，发出的三相交流电由其定子引线端三根封闭母线送到厂房外的主变压器。

三、汽轮机安装应设置哪些为主要的质量控制点？

(1) 基础检验，划线垫铁安装：测量检查标高、平面尺寸、孔洞尺寸和基础强度，保证基础表面平整，无缺陷及垫铁设置合理

(2) 台板、气缸、轴承座安装：气缸纵横中心线，标高等，二次灌浆的强度，密实情况，机器精找正、找平和联轴器对中后机器底部与基础之间的灌浆强度

(3) 油润滑、油循环系统；保证油系统无泄漏，投用后管道清洁、畅通、并无振动现象。

(汽轮机)主要设备的安装技术要点，

(1)凝汽器安装技术要点

凝汽器与低压缸排汽口之间的连接，采用具有**伸缩性能**的**中间连接段**，其目的是使汽轮机组运行时其排汽部分不受凝汽器负荷变化的影响。

(2) 下汽缸安装技术要点

下汽缸纵向水平以**转子根据洼窝找好中心后的轴颈扬度**为准，调整好穿上地脚螺栓完成安装。

(3) 轴封安装技术要点

轴向间隙检测是用**楔形塞尺**在下轴封两侧进行的

(4) 转子安装技术要点

(5) 汽缸扣盖安装技术要点

汽轮机安装完毕在第一次试启动前要完成那些试运转和调整？

答：要完成辅机部分的试运转和调速保护系统静置位置的调整。

学霸笔记

汽轮机的安装容易考设备震动的内容，可考案例。设备振动从以下几个方面去解决，①**地基**（包括设备基础和灌浆），②**结合面**（包括垫铁埋设，地脚螺栓），③**测量误差**，④**设备精度**，⑤**环境因素**，⑥**操作误差**具体内容参考影响机械设备安装精度的因素。

四、发电机主要设备的安装技术要求

1. 发电机安装程序

定子就位→定子及转子水压试验→发电机穿转子→氢冷器安装→端盖、轴承、密封轴瓦调整安装→励磁机安装→对轮复找中心并连接→整体气密性试验

2. 发电机转子安装技术要点

(1) 程序：转子单独气密性试验→消除泄漏→漏气量试验→转子穿装

(2) 发电机转子穿装常用的方法：

①滑道式方法②接轴的方法③用后轴承作平衡重量的方法④用两台跑车的方法。

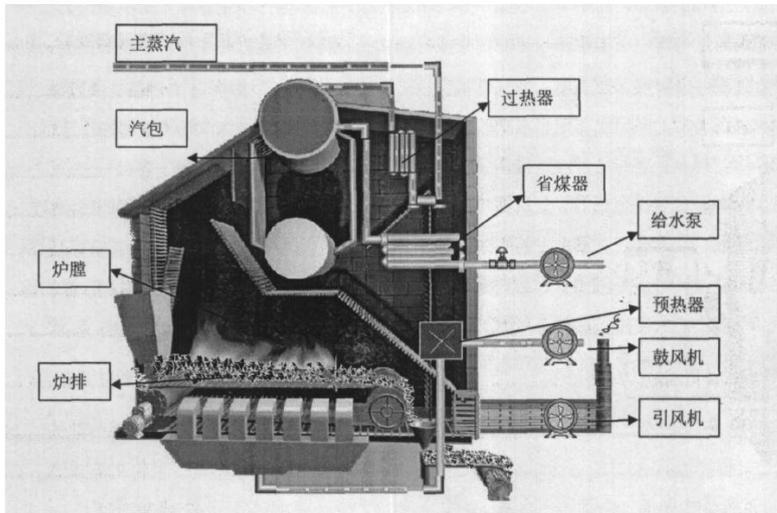
2H313042 锅炉系统主要设备的安装技术要求

一、锅炉系统主要设备

1. 锅炉系统组成

本体设备	锅	汽包；作用：1) 储热 2) 将各部分受热面连接在一起 吊装方法：水平、转动、倾斜。大型锅炉多采用：倾斜起吊
		水冷壁；作用：热交换、保护炉墙 分类：分为膜式（大容量高温高压）和光管式（小容量、中低压）；
		下降管、集箱、过热器、再热器、省煤器、汽温调节装置、排污装置
	炉	煤斗、炉排（炉箅）、燃烧器、预热器、除渣板、分配送风装置、烟道
辅助设备	燃料供应系统设备、送引风设备、汽水系统设备、除渣器、烟气净化设备、仪表和自动控制 系统设备	

学霸笔记



(1) 锅炉的锅筒又称**汽包**，是锅炉的主要受热面，蒸汽过热器、省煤器和空气预热器则是锅炉的辅助受热面。目前生产的工业锅炉大多都有两个锅筒，一个上锅筒和一个下锅筒，两个锅筒用对流管束连接起来，起着汇集、储存、净化蒸汽和补充给水的作用。

(2) 水冷壁及集箱：水冷壁又称水冷墙，一般用 $\phi 51$ - $\phi 76$ 的锅炉钢管制成。它布置在燃烧室四周，以**保护炉墙，防止结焦，吸收炉内的辐射热量，是水管锅炉的重要受热面**。水冷壁的上端一般与上锅筒相连接，或与接至上锅筒的集箱连接；下端与下锅筒连接，或与下锅筒连接的下集箱连接。上锅筒的给水经下降管到下集箱，然后到水冷壁受热，受热后成为汽水混合物，再回到上锅筒，组成水循环系统

(3) 蒸汽过热器：蒸汽过热器一般由 $\phi 32$ - $\phi 38$ 的锅炉钢管弯制而成。它的作用是**加热饱和蒸汽**，使之成为过热蒸汽。蒸汽过热器通常布置在烟道的高温区，如燃烧室的出口或装在燃烧室顶部。

(4) 省煤器：省煤器是**锅炉尾部的辅助受热面**，设置在对流管束后面的烟道中。它是利用**低温烟气热量加热锅炉给水**的一种换热装置。省煤器按材料和形状可分为钢管式和铸铁式两种。

(5) 空气预热器：**空气预热器是预热空气的装置**。它装设在省煤器后面的烟道内，是利用**烟气的余热**加热供燃料燃烧所需的空气。它分为板式、管式和再生式等，使用较多的为管式空气预热器。

二、锅炉本体受热面安装技术要点

(1) 锅炉本体受热面安装一般程序

- 1) **设备清点检查-通球试验-联箱找正划线-管子就位对口和焊接。**
- 2) **锅炉受热面组合形式。根据设备的结构特征及现场的施工条件来决定。**在组合场，组件的组合形式包括：**直立式和横卧式。**
- 4) **锅炉组件吊装原则。**锅炉钢架安装验收合格后，锅炉组件吊装原则是：**先上后下，先两侧后中间，先中心再逐渐向炉前、炉后进行。**

学霸笔记

组合方式	优点	缺点
直立式	占地面积小	钢材消耗大、安全状况较差
横卧式	克服了直立式的点	占地面积多竖立时会造成设备永久变形或损伤

2H313050 静置设备及金属结构制作安装工程施工技术

一、静置设备的分类

静置设备按设计压力分级



用数轴记，分界点往高一级，如：=1.6mpa，为中压

学霸笔记

本节内容与第三章《特种设备安全法》结合记忆，**I类压力容器为非易燃或无毒的低压容器。II类压力容器为中压容器；低压容器：极度和高度毒性介质的低压容器；易燃和中度毒性低压反应容器和低压储存容器。III类：高压，超高压容器；剧毒和高度危害介质的中压容器等。**

I类	低压（无毒、非易燃）
II类	低压（剧毒、易燃）、中压、低压管壳式余热锅炉、低压搪玻璃容器
III类	中压（剧毒、易燃）、高压、超高压

二、塔、容器的安装

1. 塔、容器安装前准备

(1) 塔、容器安装对施工环境的要求（既有起重作业，也有焊接作业）

- 1) 风力达到 10.8m/s（六级风）不允许进行吊装作业；
- 2) 温度低于-5℃，不得进行吊装作业；
- 3) 空气流速超过 2m/s，不得进行二氧化碳气体保护焊作业；空气流速超过 8m/s，不得进行电弧焊作业；

三、球罐常用的组装方法

1. 散装法：施工程序为：支柱上、下段组装→赤道带安装→下温带安装→下寒带安装→上温带安装→上寒带安装→上、下极安装。

2. 分带法：可用于公称容积不大于 1500m³ 的球罐组装

学霸笔记

球形压力容器（简称球罐）是储罐的一种，容器等级为三类，多数用于盛装液态烃等介质。球罐从结构上可分为橘瓣式和混合式，可分为3带、4带、5带、7带等几种。以7带球罐为例，从上到下依次为上极、上寒带、上温带、赤道带、下温带、下寒带和下极，其它几种相应的减少上下温带和上下寒带，随着球壳板制造工艺的发展，现在安装的球罐多为3带和4带的混合式球罐。球罐焊缝分环焊缝和纵焊缝两种，与地面平行的焊缝称为环焊缝，其余的焊缝称为纵焊缝。

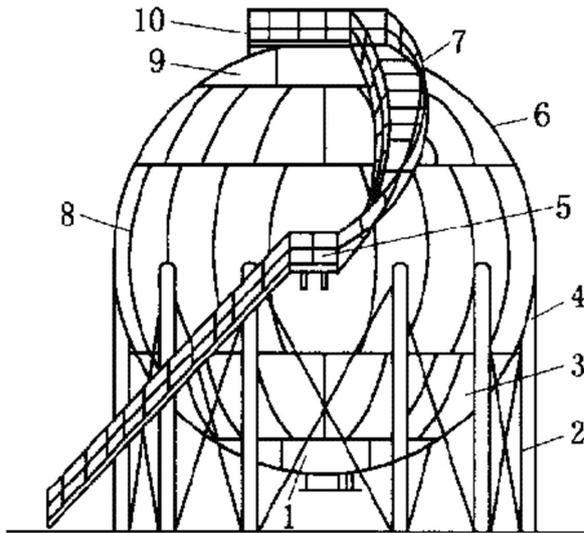


图 1C-1-7 球罐结构外形示意图

1-奇极板；2-拉杆；3-下温带板；4-支柱；5-中间平台；6-上温带板；
7-螺旋盘梯；8-赤道带板；9-北极板；10-顶部平台



球罐支柱组对

四、钢制储罐安装方法

1. 安装顺序：

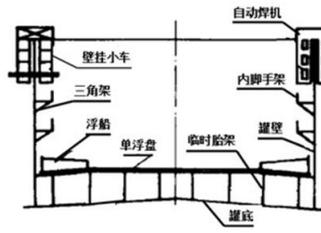
- (1) 大型浮顶罐——正装法；（焊接顺序：先纵后环）
- (2) 拱顶罐——倒装法（避免了高空作业）
- (3) 充气顶升法，倒装法的一种，在我国拱顶罐施工中得到了广泛的应用

学霸笔记

钢制储罐正装施工法



图 5.10 大型储罐吊车就位壁板

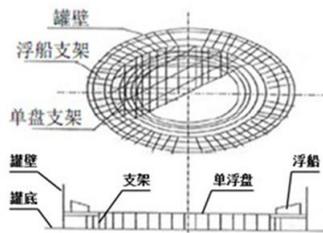


(a) 内挂壁式脚手架法示意图

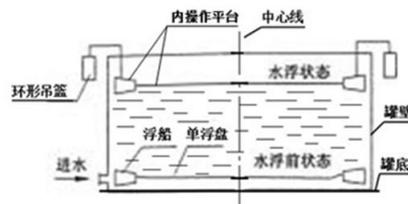


(b) 工人上移操作平台

图 5.12 内脚手架法



(a) 水浮前浮盘、浮船组装示意图



(b) 水浮施工示意图

图 5.11 单盘浮船结构及施工示意图

钢制储罐倒装施工法

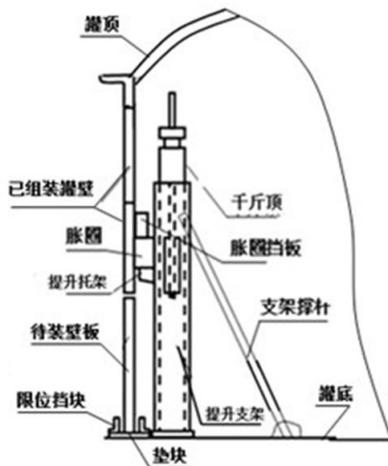
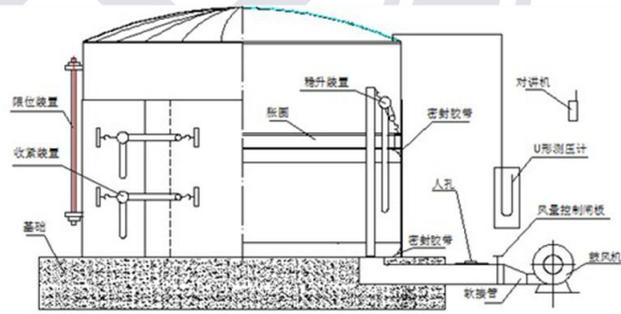


图 5.18 液压提升装置



(b) 等压气吹顶升

图 5.20 气吹顶升示意图

五、压力容器焊接试件要求

(1) 为检验产品焊接接头和其它受压元件的力学性能和弯曲性能，应制作产品焊接试板，制取试样，进

行拉力、冷弯和必要的冲击试验。

(3) 产品焊接试板由焊接产品的焊工焊接

(4) 圆筒形压力容器的产品焊接试件，应当在筒节纵向焊缝的延长部分；采用与施焊压力容器相同条件和焊接工艺同时焊接。

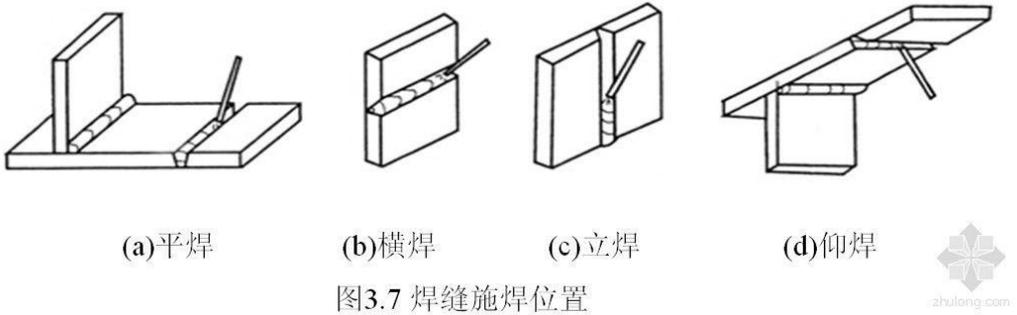
(5) 现场组焊的球形储罐应制作立、横、平加仰三块产品焊接试板

【2012年10月、2013年单选】

(8) 需要进行热处理的，应同炉、同工艺随容器一起进行热处理

学霸笔记

纵向焊缝应力是横向焊缝的两倍，所以筒形压力容器的产品焊接试件，应当在筒节纵向焊缝的延长部分。



六、几何尺寸检查验收要求

储罐	罐壁	高度、垂直度、焊缝棱角度、罐壁凹凸变形 底圈壁板：内表面半径偏差
	罐底、顶	凹凸变形
球罐	本体	①壳板焊后棱角检查 ②两极间内直径③赤道截面的最大内直径检查 ④支柱垂直度检查
	零部件检查	人孔、接管的位置、外伸长度、法兰面与管中心轴线垂直度

2H313025 钢结构制作与安装技术要求

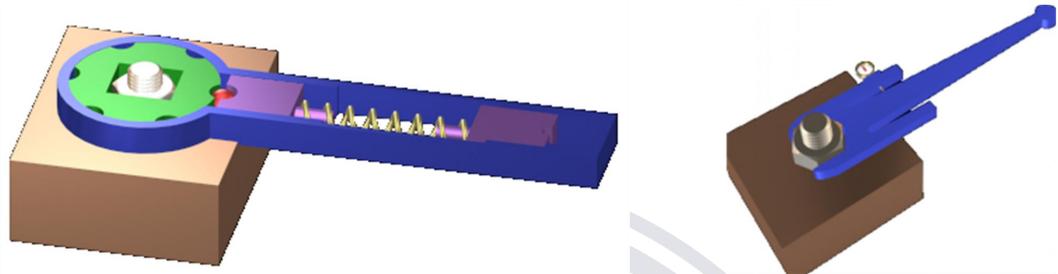
一:高强螺栓连接的相关要求

- 扭矩扳手使用前应进行校正，其扭矩相对误差不得大于±5%；
- 高强螺栓安装应能自由穿入螺栓孔；不得采用气割扩孔；扩孔数量应征设计同意。
- 按一定顺序施拧，由螺栓群中央向外拧紧；
- 初拧和终拧要在 24 小时内完成
- 扭剪型高强螺栓连接副应采用专业电动扳手施拧，终拧以拧掉尾部梅花头为准

•高强度大六角头螺栓连接副施拧可采用**扭矩法或转角法**。安装完毕，应用约 0.3kg 重的手锤采用锤击法对高强度螺栓**逐个**进行检查。

学霸笔记

螺栓孔应使用钻床钻孔，先冲孔后扩孔。钻孔越多对材料力学性能影响越大，因此应征得设计单位同意。



测力矩扳手

定力矩扳手

2H313060 自动化仪表工程施工技术

一、自动化仪表安装施工的原则

- (1) 自动化仪表**施工的原则**：**先土建后安装；先地下后地上；先安装设备再配管布线；先两端**（控制室、就地盘、现场和就地仪表）**后中间**（电缆槽、接线盒、保护管、电缆、电线和仪表管道等）
- (2) 仪表**设备安装**应遵循的**原则**：**先里后外；先高后低；先重后轻**。
- (3) 仪表调校应遵循的**原则**：**先取证后校验；先单校后联校；先单回路后复杂回路；先单点后网络**。

学霸笔记

施工原则前两条分别在 2011 年和 2012 年考过单选题

二、自动化仪表设备取源部件的安装要求

【内容详解】

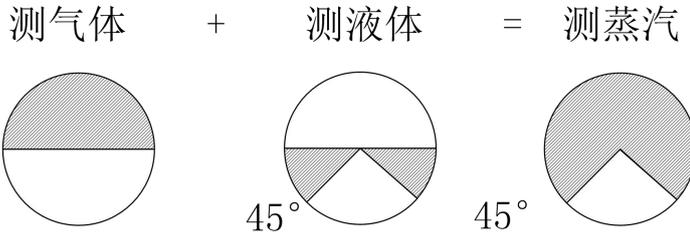
1. 自动化仪表设备的安装要求

- (1) 现场仪表的安装位置应按设计文件规定施工。检测元件应安装在能真实反映输入变量的位置。
- (2) 安装过程中不应敲击、震动仪表、承受非正常的外力。
- (3) 直接安装在管道上的仪表，应随同设备或管道进行压力试验
- (4) 仪表上接线箱（盒）应采取密封措施，引入口不宜朝上。
- (5) 对仪表和仪表电源设备进行绝缘电阻测量时要有防损措施。
- (6) 测量气体介质压力时，变送器安装位置宜高于取压点，测量液体或蒸汽时，变送器安装位置宜低于取压点。
- (7) 节流件必须在管道吹洗后安装。孔板的锐边或喷嘴的曲面侧应迎着被测流体的流向。
- (8) 涡轮流量计和涡街流量计的信号线均应使用屏蔽线。
- (9) 浮筒液位计的安装应使浮筒呈垂直状态，浮筒中心应位于正常操作液位或分界液位（说的是内浮筒形式）雷达物位计不应安装在进料口上方，传感器应垂直于物料表面。

(10) 可燃、有毒气体检测器安装位置：①应根据被测气体的密度确定；②被测气体密度大于空气时，检测器应安装在距地面 200-300mm 处③当密度小于空气时，安装在泄漏域的上方位置。

三、取源部件的安装部位

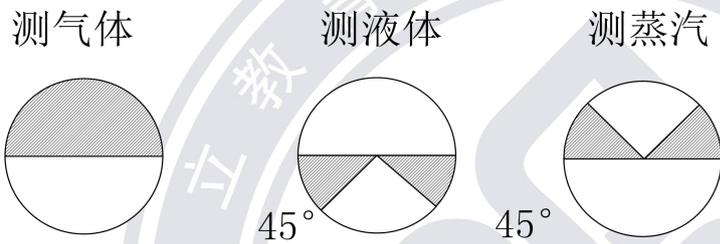
(1) 压力取源部件、分析取源部件在水平和倾斜的管道上安装可安装的部位分别为：



【2013 单选】

(2) 压力取源部件与温度取源部件在同一管段上：压力取源部件安装在温度取源部件的上游

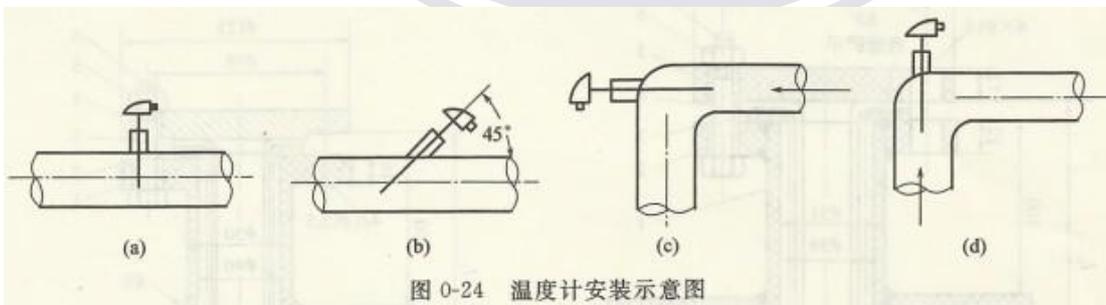
(3) 节流件（测流量）在水平和倾斜的管道上安装可安装的部位分别为：



(4) 温度取源部件与管道垂直安装时，取源部件轴线应与管道轴线相垂直；与管道呈倾斜角度安装时，宜逆着物料流向，取源部件轴线应与管道轴线相交；在管道的拐弯处安装时，宜逆着物料流向，取源部件轴线应与管道轴线相重合。

学霸笔记

此知识应理解记忆，选择安装位置时应考虑安装在哪个位置测量的是最准确的，同时方便观测和检修。温度取源部件与管道垂直安装时取源部件轴线应与管道轴线垂直相交；在管道拐弯处安装时，应逆着物料流向，取源部件轴线都与管道轴线相重合。倾斜安装时，也应逆着物料流向，取源部件轴线都与管道轴线相交。



2H313070 防腐蚀与绝热工程施工技术

一、金属表面预处理技术

1. 金属表面预处理方法（理解）

除锈方法		特性及适用范围	
手工、动力工具除锈		质量要求不高，工作量不大的除锈作业：焊缝除锈	
喷射 除锈	抛射（抛丸）	优点：粉尘小、效率高、质量好；缺点：前期投入大	磨料选择依据： ①锈蚀情况 ②锚纹深度
	喷砂除锈	优点：前期投入少，缺点：粉尘大	
化学除锈		自行车车架	
火焰除锈		适用：①旧的防腐层②油浸过的金属表面 不适用：①薄壁金属设备、管道②退火钢、可淬硬钢	

2. 金属表面预处理方法的选择和质量要求依据：①管道、设备材质②表面状况③施工工艺要求

3. 金属表面预处理技术要求

(1) 质量决定因素：①除锈质量等级②粗糙度。

(2) 用工具除锈时不应造成钢材表面损伤或使之变形，不得将钢材表面磨得过光或过于粗糙。

(3) 当相对湿度大于 85% 时，应停止金属表面预处理作业。当进行除锈作业时，规定基体表面温度应高于露点温度 3℃。注：适用于防腐涂层施工。

二、防腐蚀涂层施工方法

防腐蚀涂层常用的施工方法有刷涂、刮涂、浸涂、淋涂和喷涂等涂装方法。

防腐蚀涂层施工方法	
刷涂	涂布外观欠佳（最传统的手工涂装方法）
刮涂	用于黏度较高的涂料，涂膜厚度也难均匀
浸涂 【2012（6月）】	一般用于结构复杂的器材或工件；不适用于挥发性涂料 【浸镀铝钢管用于：管式炉管、热交换器、分馏塔管】
淋涂	涂膜厚度不均匀
喷涂	优点：涂膜厚度均匀、外观平整、生产效率高 缺点：耗材大 防止大气和水腐蚀——喷镀锌 含硫化物的腐蚀环境——喷镀铝

二：防腐蚀衬里施工技术

衬里名称	施工方法	应用
聚氯乙烯塑 料衬里	松套衬里、螺栓固定衬里、 粘贴衬里	适用：耐酸碱、海水腐蚀环境
铅衬里	搪钉固定法、螺栓固定法、 压板固定法（焊接式）	适用：常压、或压力不高、温度较低、静载 荷作用下工作的设备；输送硫酸的泵、管道 和阀。不适用：真空操作的设备、受振动有

		冲击力的设备
玻璃钢衬里	手糊法、模压法、缠绕法、喷射法 酚醛玻璃钢必须采用间断法（手糊法）施工	受气相腐蚀、腐蚀性较弱的液体介质作用的设备
橡胶衬里	粘贴法(2012年10月单选)	
块材衬里	胶泥砌衬法 常用的胶泥①水玻璃胶泥 ②树脂胶泥	有耐热需要的场合，起到隔离作用耐腐蚀、耐磨性良好

学霸笔记

各种防腐蚀涂层施工技术的优缺点理解记忆，玻璃钢衬里施工环境宜为15~30℃。相对湿度不宜大于80%。玻璃布贴衬顺序为，先立面后平面，先上后下，先里后外，先壁后底。

2H313072 绝热工程施工技术要求

一、金属表面预处理技术

1. 金属表面预处理方法（理解）

除锈方法		特性及适用范围	
手工、动力工具除锈		质量要求不高，工作量不大的除锈作业：焊缝除锈	
喷射除锈	抛射（抛丸）	优点：粉尘小、效率高、质量好；缺点：前期投入大	磨料选择依据： ①锈蚀情况 ②锚纹深度
	喷砂除锈	优点：前期投入少，缺点：粉尘大	
化学除锈		自行车车架	
火焰除锈		适用：①旧的防腐层②油浸过的金属表面 不适用：①薄壁金属设备、管道②退火钢、可淬硬钢	

2. 金属表面预处理方法的选择和质量要求依据：①管道、设备材质②表面状况③施工工艺要求

3. 金属表面预处理技术要求

(1) 质量决定因素：①除锈质量等级②粗糙度。

(2) 用工具除锈时不应造成钢材表面损伤或使之变形，不得将钢材表面磨得过光或过于粗糙。

(3) 当相对湿度大于85%时，应停止金属表面预处理作业。当进行除锈作业时，规定基体表面温度应高于露点温度3℃。注：适用于防腐蚀涂层施工。

二、防腐蚀涂层施工方法

1. 防腐蚀涂层施工方法

防腐蚀涂层施工方法	
刷涂	涂布外观欠佳（最传统的手工涂装方法）
刮涂	用于黏度较高的涂料，涂膜厚度也难均匀



浸涂 【2012（6月）】	一般用于结构复杂的器材或工件；不适用于挥发性涂料 【浸镀铝钢管用于：管式炉管、热交换器、分馏塔管】
淋涂	涂膜厚度不均匀
喷涂	优点：涂膜厚度均匀、外观平整、生产效率高 缺点：耗材大 防止大气和水腐蚀——喷镀锌 含硫化物的腐蚀环境——喷镀铝

2. 防腐蚀衬里施工技术

衬里名称	施工方法	应用
聚氯乙烯塑料衬里	松套衬里、螺栓固定衬里、粘贴衬里	适用：耐酸碱、海水腐蚀环境
铅衬里	搪钉固定法、螺栓固定法、压板固定法（焊接式）	适用：常压、或压力不高、温度较低、静载荷作用下工作的设备；输送硫酸的泵、管道和阀。不适用：真空操作的设备、受振动有冲击力的设备
玻璃钢衬里	手糊法、模压法、缠绕法、喷射法 酚醛玻璃钢必须采用间断法（手糊法）施工	受气相腐蚀、腐蚀性较弱的液体介质作用的设备
橡胶衬里	粘贴法（2012年10月单选）	
块材衬里	胶泥砌衬法 常用的胶泥①水玻璃胶泥 ②树脂胶泥	有耐热需要的场合，起到隔离作用耐腐蚀、耐磨性良好

3. 聚氯乙烯塑料衬里施工技术要求

- (1) 聚氯乙烯塑料软板下料应准确，尽量减少焊缝，不宜采用十字焊缝以及在焊缝上开口。
- (2) 聚氯乙烯塑料软板接缝应采用热风焊枪熔融本体并加压焊接法，不宜采用烙铁烫焊法和焊条焊接法。
- (3) 聚氯乙烯塑料软板粘结面应打毛至无反光。

4. 块材衬里施工技术要求

- (1) 当施工温度低时，可采取加热保温措施，但不得用明火或蒸汽直接加热。
- (2) 水玻璃不得受冻，受冻的水玻璃应加热。
- (3) 水玻璃胶泥在施工或固化期间不得与水或水蒸气接触，并防止暴晒。
- (4) 水玻璃类材料和树脂类材料施工配合比应经现场试验后确定。
- (5) 设备接管部位衬管的施工，应在设备本体衬砌前进行。

三、绝热工程施工技术要求

1. 防潮层施工技术要求

- (1) 设备或管道的保冷层和敷设在地沟内管道的保温层，其外表面均应设置防潮层
- (2) 立式设备和垂直管道的环向接缝，应为上下搭接。卧式设备和水平管道的纵向接缝位置，应在

两侧搭接，并应缝口朝下。

(3) 防潮层外不得设置钢丝、钢带等硬质捆扎件。

2. 金属保护层施工技术要求

(1) 保冷结构纵向接缝：金属抱箍固定；保温结构：自攻螺钉或抽芯铆钉固定。

(2) 垂直管与水平直通管在水平管下部相交，先包垂直管，再包水平管；垂直管与水平直通管在水平管上方相交，先包水平管，后包垂直管。

(3) 垂直管道或设备金属保护层的敷设，应由下往上进行施工，接缝上搭下。

(4) 金属保护层接缝形式：搭接、咬接、插接、嵌接。

2H313080 工业炉窑砌筑工程施工技术

一、施工前的工序交接：

1. 工序交接的主要内容（2011. 16；2012. 16）

测量记录	炉子中心线、控制标高、沉降观测点
复测记录	钢结构和炉内轨道等安装位置的主要尺寸
合格证明	隐蔽工程验收 炉体冷却装置、管道和炉壳的试压记录、焊接严密性试验验收 炉内托砖板和锚固件等的位置、尺寸及焊接质量
试运转合格的证明	可动炉子或炉子的可动部分

二、静态炉窑的施工程序

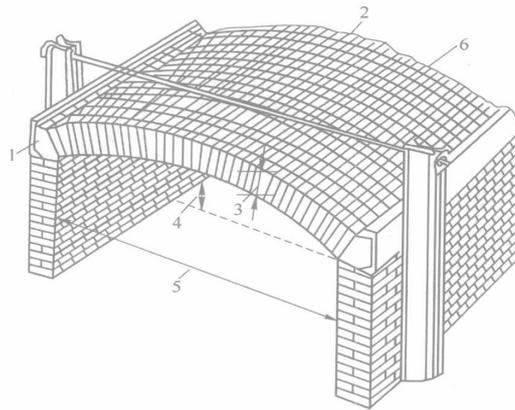
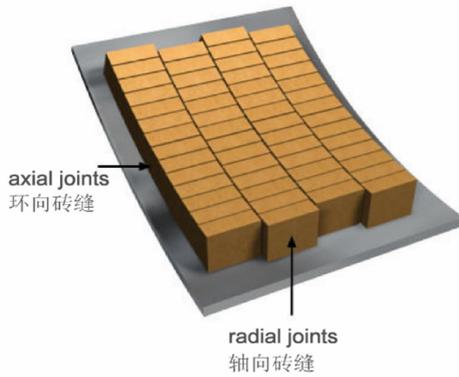
静态炉窑的施工程序与动态炉窑基本相同，不同之处在于：

1. 不必进行无负荷试运行即可进行砌筑；
2. 砌筑顺序**必须自下而上**进行；
3. 炉窑静止不能转动，每环砖均可一次完成；动态炉窑砌筑，干砌、湿砌时需分段完成的，用砌砖机砌筑可一次完成
4. 起拱部位应从两侧向中间砌筑，并需采用拱胎压紧固定，锁砖完成后，拆除拱胎。

耐火浇注料砌筑的施工程序

材料检查验收→施工面清理→锚固钉焊接→模板制作安装→防水剂涂刷→浇注料搅拌并制作试块→浇注料浇注并振捣→拆除模板→膨胀缝预留及填充→成品养护。

学霸笔记



动态炉窑砌筑

拱顶的各部位名称1—拱脚；2—锁砖；3—拱厚；4—拱高；5—跨度；6—拱顶

三、耐火砖砌筑施工技术要求

1. 耐火砖砌筑的主要施工技术要求

(1) 圆形炉墙应按中心线砌筑，当炉壳的中心线误差和直径误差符合炉内形的要求时，可以炉壳为导面进行砌筑。

(2) 拱和拱顶施工技术要点

- 1) 必须从两侧拱脚同时向中心线砌筑，砌筑时严禁将大小头倒置
- 2) 锁砖应按拱和拱顶的中心线对称均匀分布。跨度 $<3\text{m}$ ，1块； $3\sim6\text{m}$ ，3块； $>6\text{m}$ ，5块
- 3) 锁砖砌入拱和拱顶内的深度宜为砖长的 $2/3\sim3/4$ 。
- 4) 两侧对称的锁砖应同时均匀打入。宜采用木锤打
- 5) 不得使用砍掉厚度 $1/3$ 以上的锁砖或砍凿长侧面使大面成楔形的锁砖

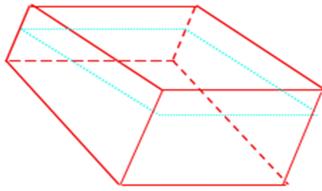
(3) 吊挂砖施工技术要点

- 1) 吊挂平顶的吊挂砖从中间向两侧砌筑
- 2) 斜坡炉顶从下面的转折处向两端砌筑
- 3) 吊挂拱顶应环砌
- 4) 镁质砖吊挂砖，砖与砖之间要插销钉和夹钢片

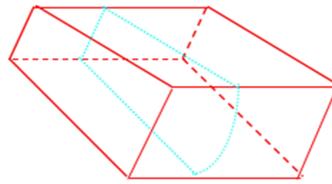
学霸笔记



把最后一块火砖插入：
如果尺寸恰当，没有敬开砖缝，可用铁锤垫木方打入，铁锤决不能直接打击火砖。



大面成楔形，不得从这个方向切



正确的切割方向

2H314000 建筑机电工程施工技术

2H314010 建筑管道工程施工技术

一、管道安装

- (1) 管道安装一般应本着先主管后支管、先上部后下部、先里后外的原则进行安装，对于不同材质的管道应**先安装钢质管道，后安装塑料管道**。
- (2) 当管道穿过地下室侧墙时应在室内管道安装结束后再进行安装，安装过程应注意
- (3) 干管安装的连接方式有螺纹连接、承插连接、法兰连接、粘接、焊接、热熔连接。
- (4) 冷热水管道**上下平行安装时热水管道应在冷水管道上方，垂直安装时热水管道在冷水管道左侧**。排水管道应严格控制坡度和坡向，当设计未注明安装坡度时，应按相应施工规范执行。
- (5) 室内生活污水管道应按铸铁管、塑料管等不同**材质及管径**设置排水坡度，铸铁管的坡度应高于塑料管的坡度。
- (6) 室外排水管道的坡度必须符合设计要求，严禁无坡或倒坡。
- (7) 埋地管道、吊顶内的管道等在安装结束，隐蔽之前应进行隐蔽工程的验收，并做好记录。

学霸笔记

-2002-

安装原则是：

管道穿过地下室侧墙时应在室内管道安装结束后再进行安装，是因为建筑物会有沉降破坏穿过地下室侧墙的管道。

螺纹连接又叫丝扣连接，先是在钢管端部用套丝机套丝，之后利用丝口连接管件将套好丝的钢管插入旋紧即可。适用于**≤100mm 的小管径钢管**；

法兰连接就是把固定在两个管口上的一对法兰，中间放入垫片，然后用螺栓拉紧使其结合起来的一种可拆卸的接头。适用于**大直径管道**；

焊接适用于**不镀锌钢管**，多用于**暗装管道和直径较大管道**，高层建筑物应用较多。

沟槽连接（卡箍连接）适用于**直径≥100mm 的镀锌钢管**。

卡压连接：**保护水质**，取代螺纹、焊接、胶结等传统给水管道连接技术。

二、系统试验

试验内容	试验对象	试验方法
------	------	------

压力试验	承压管道和设备系统	①管道检验→管道试验；②编专项方案；③高层：分区分段
灌水试验	非承压管道(隐蔽前)	室外：按检查井；室内：按材质和建筑高度分区分段
通球试验	排水干管	球径≥2/3 管径；通球率：100%
通水试验	排水、雨水管道	
消火栓试射	消火栓管道	首层两处，屋顶一处

学霸笔记

通水试验指给排水中管道及卫生器具在交工前为检查排水是否通畅而进行的试验。比如建筑排水管、雨水管；通风空调中的冷凝水管。

满水试验指的是给水排水构筑物的主要功能性试验，一般是对水池池壁的防渗漏情况及其预留洞、预留管口、进出水口的封堵等防渗漏情况的功能性检验。通风空调中的开式水箱要做满水试验。

灌水试验一般是指排水管道在隐蔽前以及室内雨水管在交工前为检查管道及其接口是否渗漏而进行的试验。例如：汽轮机凝汽器安装完毕后，汽侧应进行灌水试验；室内隐蔽或埋地的排水管道在隐蔽前进行灌水试验；安装在室内的雨水管道，根据管材和建筑高度选择整体方式或分段方式进行灌水试验。

三、高层建筑管道工程施工要求

1. 高层建筑管道工程的要求

(1) 高层建筑给排水系统必须对给水系统和热水系统进行合理的竖向分区并加设减压设备。

(2) **给排水必须设置室内消防给水系统及室外补水系统**，管道保温及管道井、穿墙套管的封堵应使用阻燃材料。

(3) 高层建筑给水排水系统防震、降噪措施：

①管道安装牢固、坡度合理，②采取必要的减震隔离③加设柔性连接

2. 高层建筑管道施工技术要点，

1. 安装原则：先排水、后给水；先管井内侧，后管井外侧。

2. 排水管道安装要求

(1) 排水管道坡度要求：塑料管坡度=0.6÷管径【2009 多选】

位置	安装方法
排水管穿墙下返	45°三通和45°弯头连接
检查井	引入管应高于排出管或两管顶相平；水流转角>90°
水平管道与水平/立管连接	45°三/四通；90°斜三/四通
立管与排出管端部	两个45°弯头；曲率半径≥4×管径90°弯头

3. 供暖管道安装要求

(1) 安装程序：安装准备→预制加工→卡架安装→干管安装→立管安装→支管安装→供暖器具安装→试压→冲洗→防腐→保温→调试。

学霸笔记

高层建筑管道因建筑高度较高，如果要保证顶部供水水压充足，低层水压就会过大，造成管道和设备损坏。所以高层给水系统和热水系统进行合理的竖向分区并加设减压设备。**试压和冲洗也必须分区分区系统进行。**

四、高层建筑管道施工应注意的问题

1. 给水排水及室内雨水管道安装：结构封顶并经初沉后进行施工。

赶工期：先安装建筑物内管道，结构封顶初沉后，穿墙出户

2. 雨水系统

管道类别	高层雨水系统	超高层雨水系统	高层、超高层重力流雨水系统
使用管材	镀锌焊接钢管（给水铸铁管）	镀锌无缝钢管	球墨铸铁管

学霸笔记

结构封顶初沉后做管道穿墙出户处理是为了防止管道因建筑沉降剪力破坏。高层建筑虹吸水管因排水时管道是满流承压状态，应该使用强度较高的管道。重力流管道排水时管道不满流，管道内有空气，管道只承受雨水重力影响，可以用球墨铸铁管道。

2H314020 建筑电气工程施工技术

2H314021 建筑电气工程的组成和施工程序

一、建筑电气工程施工程序

1. 成套配电柜（开关柜）安装顺序：开箱检查→二次搬运→安装固定→母线安装→二次小线连接→试验调整→送电运行验收

2. 动力设备的施工程序：开箱检查→动力设备安装→电动机检查（如受潮需干燥处理）→电动机接线→控制设备安装、接线→送电前检查→送电运行。

3. 防雷、接地装置的施工程序：接地体安装—接地干线安装—引下线敷设—均压环安装—避雷带（避雷针、避雷网）安装。

二、供电干线及室内配电线路施工技术要求

1. 母线槽的施工技术要求

(1) 插接箱外壳应与母线槽外壳连通，接地良好

(2) 水平安装时每节母线槽应不少于 2 个支架，垂直过楼板时要选用弹簧支架。

(2) 每节母线槽的绝缘电阻不小于 20MΩ

2. 线槽配线的施工技术要求

金属线槽应可靠接地或接零（不能接地后又接零），不能作为设备的接地导体。

3. 导管配线施工技术要求

(1) 管内导线应采用绝缘导线，A、B、C 相线黄、绿、红，保护接地线为黄绿双色，零线为淡蓝色

(2) 导线敷设后，应用 500V 兆欧表测试绝缘电阻，线路绝缘电阻应大于 0.5MΩ。

考点点读：此条对动力设备及线路通用

(3) 不得穿在同一管内的：不同回路、不同电压等级、交流与直流的导线

可以穿在一个管内的：①电压为 50V 及以下的回路；②同一台设备的电动机的回路；③无干扰要求的控制回路；④照明花灯的所有回路⑤同类照明的几个回路可穿入同一根管内，但管内导线总数不应多于 8 根。

(4) 同一交流回路的导线应穿同一根钢管内。导线在管内不应有接头，接头应设在接线盒（箱）内。

学霸笔记

无论是三相交流裸母线还是三相交流电线电缆，一般用 A、B、C 三相线用黄、绿、红区分，保护接地线为黄绿双色，零线为淡蓝色。裸母线一般是刷不同颜色的绝缘漆或者是套绝缘套管（热缩套管）来区分。

绝缘层用颜色区分是为了方便安装和检查。对穿管敷设的要求是为了安全考虑。

几个容易记乱的数据汇总：

配线方式：	导管配线	线槽配线	桥架配线
电缆截面积占比：	≤40%	≤60%	电力电缆≤60%；控制电缆：75%

三、电气照明施工技术要求

1. 灯具安装技术要求

- (1) 灯具安装应牢固，采用预埋吊钩、膨胀螺栓等安装固定，严禁使用木榫。
- (2) 螺口灯头的接线，相线应接在中心触点端子上，零线接在螺纹的端子上
- (3) I 类灯具的金属外壳必须用铜芯软线与保护导体可靠连接，连接处应有接地标识。
- (4) 当吊灯灯具重量超过 3kg 时，应采取预埋吊钩或螺栓固定。
- (5) 质量大于 10kg 的灯具的固定及悬吊装置应按灯具重量的 5 倍做恒定均布载荷强度试验，持续时间不得少于 15min。

学霸笔记

灯具安装技术 16/17 年均以案例题的形式考查，18 年此处内容教材又做修订，所以 18 年依然需要关注和复习。

二、电动机检查、接线和空载试运行的技术要求：

1. 用 500V 兆欧表测量电动机绝缘电阻。额定电压 **500V 及以下** 的电动机绝缘电阻应大于 **0.5MΩ**。
2. 电动机的干燥处理

(1) 电动机干燥	灯泡干燥法、电流干燥法
(2) 电机接线	380V~△；220V~Y
(3) 通电前检查	①接线方式，电源电压、频率 ②转轴转动灵活 ③接地良好 ④启动设备良好，负载良好

学霸笔记

电动机的内容在“工业电气工程安装技术”也有详细的介绍，结合记忆。

1. 电机绝缘电阻不能满足下列要求时，必须进行干燥。

(1) 1kV 及以下电机使用 500~1000V 摇表，绝缘电阻值不应低于 $1M\Omega/kV$ ，1kV 以上使用 2500V 摇表，定子绕组绝缘电阻不应低于 $1M\Omega/kV$ ，转子绕组绝缘电阻不应低于 $0.5M\Omega/kV$ ，并做吸收比 (R60/R15) 试验，吸收比不小于 1.30。

2. 干燥方法

(1) 外部加热干燥法

采用大功率的外部热源，如红外线灯泡、发热管、加热板等设备对电机内部进行烘烤。此种方法操作方便、安全可靠。操作时热源不可太靠近线圈，以防烧坏线圈。

(2) 电流加热干燥法

电流干燥法是将电机通入低压直流或交流电流，利用电机本身的铜损来加热。每相绕组的最大电流都不宜超过额定电流的 50%~60%，直流则可稍高，为 60%~80%。在通电的情况下电机用其自身电阻发热，使线圈均匀受热，干燥效果比较好。

电流加热干燥法有：

铁损干燥法：在电动机定子上缠上 16~25mm 的橡皮绝缘导线，接交流电源，磁芯内产生铁损发热使电动机干燥。

铜损干燥法：在电机定子绕组或转子线圈上接上单向交流或直流电源。电流在线圈内产生热量烘干电机，所加电压应使电流不超过额定电流的 50%~80%。

短路干燥法：将电动机的转子短路，在定子绕组上加交流或直流电压，或在转子绕组上加电压，定子短路，使电流在线圈中产生热量。电流不超过额定电流的 50%~70%。一般电压为额定电压的 10%~15%。

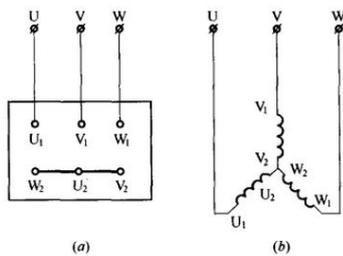


图 11-7 电动机星形联结法

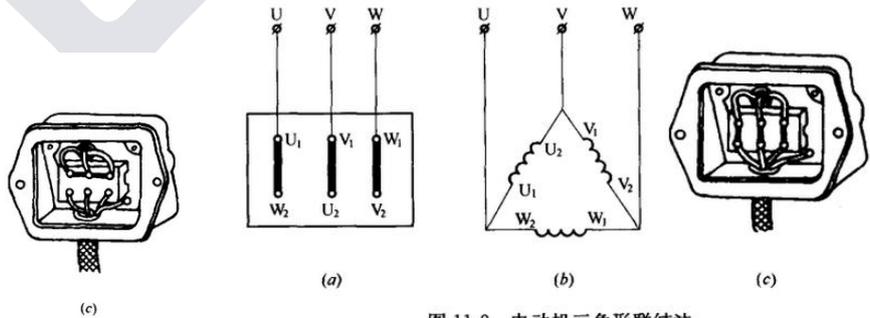


图 11-8 电动机三角形联结法

三相异步电动机接线

电动机的绕组是三相异步电机的电路部分，由三相对称绕组组成。

降压启动：

降压启动方式很多，有自耦变压器启动、Y— Δ 降压启动、软启动器启动、变频器启动。

Y— Δ 降压启动，定子电压降低 $\sqrt{3}$ 倍，从而降低了启动电流。

2H314022 防雷和接地装置的施工技术要求

一、防雷装置的施工技术要求

1. 均压环的施工技术要求

建筑物高度 $\geq 30\text{m}$ 时，**30m 以上**：层高 $\leq 3\text{m}$ ，每两层设置一圈均压环；层高 $> 3\text{m}$ ，每层设置一圈。

2. 避雷器施工技术要求

(1) 电气试验

- 1) 用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻，一般应不小于 $2500\text{M}\Omega$ 。
- 2) FS 型避雷器需做工频放电试验，额定电压是 10kV 的，工频放电电压应为 $26\sim 31\text{kV}$ 。
- 3) FZ 型避雷器一般可不做工频放电试验，但应做避雷器泄漏电流的测量。

(2) 安装要求

- 1) 避雷器在运输存放过程中应立放，不得倒置和碰撞。
- 2) 并列安装的避雷器三相中心应在同一直线上，铭牌应位于易于观察的同一侧。
- 3) 避雷器应垂直安装，倾斜不得大于 15° ，若有歪斜，可在法兰间加金属片校正，但要保其导电良好。

电良好。

二、接地装置的施工技术要求

接地装置	分类	技术要求		搭接要求
接 地 体 (极)	人工接地体： ①水平②垂直	镀锌扁钢/角钢：厚 度=4mm 埋深 $\geq 0.6\text{m}$ ； 水平间距 $\geq 5\text{m}$	独立接地体 电阻 $< 4\Omega$ 公用接地体 电阻 $< 1\Omega$	接地体+接地线： 扁+扁 两倍宽度 三面焊 圆+圆 六倍直径 双面焊 接地线： 圆+扁 六倍直径 双面焊 扁+管 3/4 外径面 上下两侧焊 扁+角 外侧两面 上下两侧焊
	自然接地体： ①建筑物底板钢筋 ②工程桩钢筋	不同的两点以上 与接地干线或接 地网相连接		
接地线				

学霸笔记

1. 避雷器的保护原理

避雷器实质上是一种放电器，并联连接在被保护设备附近。避雷器的击穿电压要比被保护设备的低。当过电压波沿线路入侵并超过避雷器的放电电压时，避雷器首先放电把入侵波导入大地，限制了作用于设备上的过电压数值，从而保护了设备绝缘免遭击穿破坏。当入侵波消失后，避雷器应能自行恢复绝缘能力，以免造成工频接地短路事故

(1) 阀型避雷器

阀型避雷器是由火花间隙和非线性电阻这两种基本元件组成的。间隙与非线性电阻相串联。

我国目前生产的阀型避雷器主要分为普通阀型避雷器和磁吹阀型避雷器两大类。普通阀型避雷器有 FS 和 FZ 两种系列；磁吹阀型避雷器有 FCD 和 FCZ 两种系列。

(2) 氧化锌避雷器

氧化锌避雷器也称金属氧化物避雷器，是 20 世纪 70 年代初出现的一种新型避雷器。这种避雷器的阀

片以氧化锌 (ZnO) 为主要原料, 辅以少量能产生非线性特性的金属氧化物, 经混料、选粒、成型, 在高温下烧结而成。它的结构非常简单, 仅由相应数量的 ZnO 阀片密封在瓷套内组成。

ZnO 的伏安特性可分为三个区域, 具有及其理想的伏安特性曲线。因而具有一系列的优点: 通流容量大、无间隙、无续流、保护性能优越

2. 接地体施工的注意事项

(1) 接地体要有足够的机械强度, 接地体与接地干线的连接, 应采用可拆卸的螺栓连接点, 以便测量电阻。在接地体施工结束后, 应及时测量接地电阻, 其值应符合规定要求。**接地电阻一般用接地电阻测量仪测量。**

(2) 当设计规定用埋地金属管道作为接地体和接地线时, **必须选用不输送可燃或可爆液体或气体的管道**, 例如压缩空气管道和水管。金属管道与接地干线间应焊金属连接线, 焊接不得影响管道的质量。



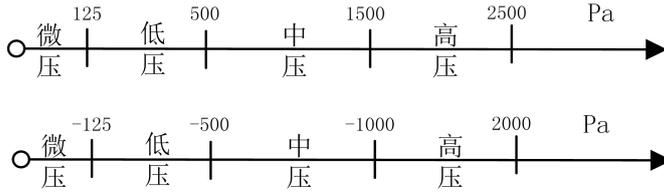
2H314030 通风与空调工程施工技术

一、空调系统的类别:

1. 空调系统的类别

空调系统类别		
(1)按空气处理设备分	集中式	大面积, 热负荷变化类似: 商场 (中央空调)
	半集中式	大面积, 各房间单独调节: 酒店 (风机盘管系统)
	全分散式	家庭空调器
(2)按承担室内空气负荷介质分	全空气、空气-水、全水、制冷剂	
(3)按集中系统处理的空气来源分	封闭式	全部为再循环空气
	直流式	全部为新风
	混合式	回风+新风

(4) 按风管工作压力分



注：分界点往低一级，例如： $=500\text{Pa}$ 为低压

2. 通风系统的组成

(1) 通风系统的组成	
进气处理设备	空气过滤器、热湿处理设备、空气净化设备等
送风机或排风机	
风道系统	风管、阀部件、送排风口、排气罩等
排气处理设备	除尘器、有害物体净化设备、风帽

3. 空调系统的组成

(1) 组成：①空气处理设备②冷源热源及其附属设备③空调风系统④空调水系统⑤控制调节装置

学霸笔记

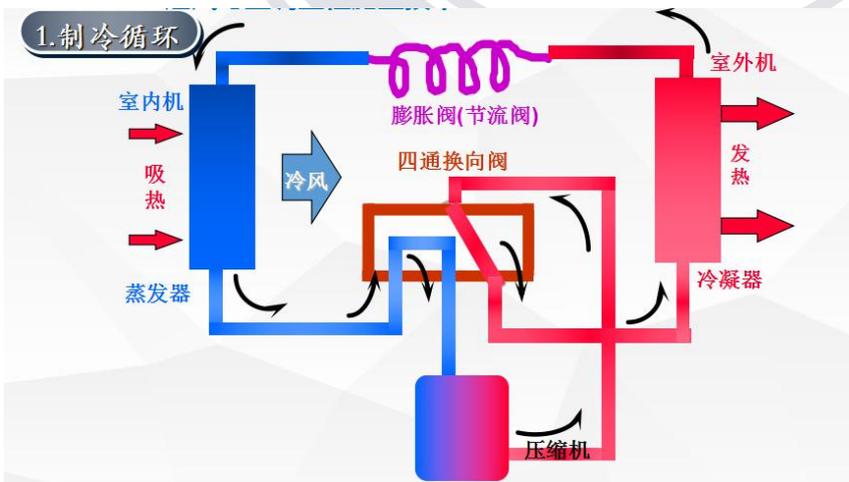
1. 按集中处系统处理的空气来源分

(1) 直流式空调：由室外引入新风，经过温湿度处理，送入室内，由于室内的环境，部分空气，温湿度发生变化，不能满足室内环境的要求，再把这部分空气排出室内。即从室外引入新风，最后排到室外。

(2) 封闭式空调：即反复的用室内的空气进行循环。由室内的空气进入空调系统进行温湿度的处理，然后送入室内，当满足不了室内的要求时，再进行处理。即室内的空气反复的进行循环。

(3) 混合式空调：前两种的结合。即一部分是新风，一部分是室内的循环空气。也就是一次回风。是最合理的方式。

2. 空调系统按风管工作压力分类是18年教材**新增加**内容，注意复习。



二、通风与空调工程的施工程序

1. 通风与空调工程施工程序

施工准备→风管及部件加工→风管及部件的中间验收→风管系统安装→风管系统严密性试验→空调设备安装→空调水系统安装→管道严密性及强度试验→管道冲洗→管道防腐与绝热→风管系统测试与调整→空调系统试运行及调试→竣工验收→空调系统综合效能测定（建设单位组织进行）

2. 空调系统的运行和调试

	分类	负责单位	检验调试内容
系统的运行和调试	单机试运行	施工单位	水泵、风机、冷却塔、机组、风机盘管、阀门
	无负荷联动试运行→（竣工验收）	施工单位	①检测与控制系统 ②系统风量的测定与调整 ③空调水系统的测定与调整 ④室内空气参数的测定与调整：温度、湿度、压力、洁净度
综合效能试验的测定与调整（具备生产运行条件下进行）		建设单位负责，设计、施工配合	依据：工程性质、生产工艺 夏季带冷源，冬季带热源

学霸笔记

1. 通风与空调设备的安装注意问题：振动、噪声。解决方法：放置减震器：①表面平整②均匀承载；安装精度控制。

2. 保修和回访的内容整合记忆，**供热和供冷系统保修期限为2个采暖期和供冷期。季节性回访，冬季回访锅炉房及供暖系统运行情况；夏季回访通风空调制冷系统运行情况。**

风管系统调试主要内容类比记忆：风管系统调试的主要内容包括：**风量测定和调整、单机试运转、系统无生产负荷联动试运转。**空调系统带冷热源的正常联合试运转应视竣工季节与设计条件作出决定。例如：夏季仅做带冷源试运转，冬季仅作带热源试运转。施工单位通过系统无生产负荷联动试运转与调试后，即可进入竣工验收。

通风与空调工程带生产负荷的综合效能试验与调试，应在已具备生产试运行的条件下进行，由建设单位负责。

三、风管系统的安装要点

安装前检查	①机械加工开孔，不得气割开孔 ②吊架不宜设置在风口、阀门、检查门及自控装置处
风管组对、连接	①长度：依据施工现场情况和吊装设备确定 ②防排烟系统、>70℃气体风管：耐热橡胶板、不燃的耐温防火材料 ③输送腐蚀介质：耐酸橡胶板或软聚氯乙烯板
程序	先上后下，先主后支，先立后平
防护	①穿防火防爆楼板及墙体：设板厚≥1.6mm预埋管或防护套管，不燃材料封堵 ②穿越建筑变形缝空间：设柔性短管；穿变形缝墙体：设钢制套管，柔性防水材料填实
风阀	独立设置支吊架：①边长（直径）≥630mm防火阀 ②消声器、静压箱 ③消声弯头、边长（直径）≥1250mm弯头、三通

学霸笔记

和管道安装原则基本一致，管道安装，先主管后支管，先上部后下部，先里后外的原则进行安装。

复合风管的覆面材料；消防防排烟系统中防火风管的本体、框架和固定材料、柔性短管、密封垫料；工业管道与套管之间的填料和防排烟系统一样也必须为不燃材料

2H314040 建筑智能化工程施工技术

一、建筑智能化工程的组成和施工程序

1. 建筑智能化工程的组成

(1) 安全防范系统

1) 在线巡查系统：利用入侵报警系统和出入口控制系统的设备实现巡查功能

(2) 建筑设备监控系统

1) 建筑设备监控系统包括：暖通空调监控系统、变配电监测系统、公共照明监控系统、给排水监控系统、电梯和自动扶梯监测系统、能耗监测系统

2) 监控系统设备组成：计算机（中央监控设备）、现场控制器、传感器、执行器及其相应的软件

3) 执行元件主要技术指标：①控制精度②管阀压力③输入信号

(3) 智能化集成系统

1) 建筑智能化系统集成以建筑设备自动监控系统为基础。采用接口和协议的方式，把火灾报警系统、安全技术防范系统等集成在建筑设备监控系统进行管理。

2) 系统集成管理模式选择考虑因素：①使用单位组织管理模式②建筑设备控制方式③现场施工条件④设备安装工艺

二、建筑智能化工程的施工程序

1. 建筑智能化工程一般施工程序

施工准备→施工图深化→设备材料采购及验收→线路敷设→设备、元件安装→系统调试→系统试运行→系统检测→系统验收

2. 设备、材料采购和验收

(1) 工程设备承包方提供通信协议和接口。

(2) 设备的控制采用非标准通信协议时，设备承包方提供数据格式，建筑设备监控系统承包方转换。

(3) 建筑智能化系统关键问题：各系统间互联和互操作性。解决途径：采用统一的通信协议。

三、探测器、测量元件安装技术

1. 传感器安装技术要求

(1) 风管保温完成后进行传感器安装。

(2) 水管压力试验、清洗、防腐、保温前进行传感器开孔、焊接

2. 压力、压差传感器和压差开关安装技术要求

(1) 压力、压差传感器可将流体压力转换为0~10VDC（4~20mA）电气信号。

(2) 压力、压差传感器类型：电容式压差传感器、液体压差传感器，薄膜型液体压力传感器等。

3. 流量计安装技术

		流体流向	安装位置要求	
电磁流量计	垂直安装	自下而上	流量调节阀 上游	流量计上游应有 10 倍管径长度直管段，下游应有 4~5 倍（涡轮 5 倍）管径长度直管段
	水平安装	电极处在水平方向		
涡轮流量计	水平安装	与传感器壳体所示流向一致	测压点上游	

4. 电动调节阀安装技术

- (1) 电动风门驱动器技术参数：输出力矩、驱动速度、角度调节范围、驱动信号类型
- (2) 风阀控制器安装前检查：①线圈和阀体间绝缘电阻、供电电压、输入信号；②模拟动作检查

四、建筑智能化系统检测技术

1. 公共广播系统检测

(1) 紧急广播中包含火灾应急广播功能时应检测的内容

1) 紧急广播最高级别优先权 2) 响应时间 3) 音量自动调节功能 4) 声压不均匀度、漏出声衰减、系统设备信噪比

2. 建筑设备监控系统检测

系统名称	分类	检测比例	检测内容举例
暖通空调	冷热源	100%	锅炉出口热水温度、压力、流量、功能检测
	空调、新风机组	20%且≥5台	新风量、送风量大小，送回风温度、湿度等
	传感器、执行器	10%且≥5只	
公共照明	回路总数	10%且≥10路	
给排水	给水、中水	100%	液位、压力参数、运行状态；自动调节水泵转速、水泵投运切换；故障报警及保护
	排水	50%且≥5	

2H314050 消防工程施工技术

一、消防工程的组成和施工程序

1. 水灭火系统组成

- (1) 消火栓灭火系统组成：消火栓、水泵、水箱、水泵接合器、管网
- (2) 自动喷水灭火系统分类：闭式自喷、雨淋喷水、水喷雾、水幕灭火系统

2. 水灭火系统施工程序

(1) 消火栓系统施工程序

施工准备→干管安装→支管安装→箱体稳固→附件安装→管道试压、冲洗→系统调试。

二、消防工程验收要求

1. 消防设计审核规定

(1) 人员密集场所的规定（建设单位需向公安消防部门申请消防验收）

建筑面积	建筑用途
> 500 m ²	网吧、酒吧、夜总会等娱乐场所
> 1000 m ²	老幼病残；中小学教学楼、图书馆、食堂；集体宿舍（学校+劳动密集型企业）
> 2500 m ²	医院门诊楼；大学教学楼、图书馆、食堂；车间（劳动密集企业）

>10000 m ²	宾馆、饭店、商场、市场
>15000 m ²	民用机场航站楼、客运车站候车室、客运码头候船厅
>20000 m ²	体育场馆、会堂、公共展览馆、博物馆展厅

2. 消防工程验收的条件

(1) 施工单位提交的资料：竣工图、设备开箱记录、施工记录（包括隐蔽工程验收记录）、设计变更记录、调试报告、竣工报告

(2) 建设单位申请消防验收应当提供的材料：

- 1) 建设工程消防验收申报表；
- 2) 工程竣工验收报告和有关消防设施的工程竣工图纸；
- 3) 消防产品质量合格证明文件；
- 4) 具有防火性能要求的建筑构件、建筑材料、装修材料符合国家标准或者行业标准的证明文件、出厂合格证；
- 5) 消防设施检测合格证明文件；
- 6) 施工、工程监理、检测单位的合法身份证明和资质等级证明文件；
- 7) 建设单位的工商营业执照等合法身份证明文件；
- 8) 法律、行政法规规定的其他材料。

三、消防工程验收的组织及验收程序

1. 消防工程验收的组织形式

消防工程验收由建设单位组织，监理单位主持，公安消防部门指挥，施工单位（土建、装饰、管道、电气、通风空调、消防检测、调试等）具体操作，设计单位等参与。

2. 施工过程中的消防验收

- (1) 在建筑物主体完成精装修之前消防工程的设备和干线管网应就位并调试，
- (2) 精装修消防验收：消防工程的主要设施验收，消防设施的功能性验收验收，验收合格后，建筑物尚不具备投入使用的条件。

精装修消防验收：对安装的探测、报警、显示和喷头等部件的消防验收

(3) 消防工程竣工验收备案（不在消防设计审核和消防验收范围+规模的）

- 1) 建设单位在取得施工许可之日起的7天内，进行消防设计的备案；
- 2) 建设单位在工程竣工验收合格之日起的7天内，进行竣工验收的备案；

学霸笔记

（公安机关消防机构 30 天内要给出备案公告）

备案方式：网站系统或送资质备案资料

如果备案后被抽查到要进行消防验收的，建设单位在收到备案凭证之日起 5 日内按照备案项目向公安机关消防机构提供规定的材料。

2H314060 电梯工程施工技术

一、电梯的组成

1. 电梯的主要参数：①额定载重量②额定速度

2. 电梯的组成

四大部位	机房、井道、轿厢、层站
八大系统	曳引、导向、轿厢、门、重量平衡、驱动系统、控制系统、安全保护系统
三大子分部	电力驱动曳引式、强制式电梯安装；液压电梯安装；自动扶梯、人行道安装

二、电梯的施工程序

1. 电梯安装的施工程序

设备进场验收→土建交接检验→设置安全防护→井道放基准线→导轨支架→导轨→机房设备安装→井道内配管配线→轿厢组装→安装层门→试运行→验收

2. 电梯准用程序

(1) 安装单位自检→制造单位负责校验调试并对其结果、电梯安全性能负责→报检（国务院特种设备监督及管理部门核准的检验检测机构）→办理交工验收手续

3. 电梯技术资料要求

电梯制造资料（出厂随机文件）	安装单位提供的安装资料
(1) 制造许可证明 (2) 整机型式试验合格证书或报告书 (3) 产品质量证明文件 (4) 安全保护装置和主要部件型式试验合格证 (5) 土建布置图 (6) 电气原理图 (7) 安装使用维护说明书 注：(3)(4) 包括：门锁装置、限速器、安全钳缓冲器、安全电路、轿厢上行超速保护装置、驱动主机、控制柜。 限速器、渐进安全钳（型式试验合格证+调试证书）	(1) 安装许可证和安装告知书 (2) 审批手续齐全的 施工方案 (3) 施工现场作业人员持有的 特种设备作业证 (4) 施工过程记录和自检报告 (5) 变更设计证明文件 (6) 安装质量证明文件

三、电梯工程的验收要求

1. 电力驱动的曳引式或强制式电梯安装工程验收要求

(1) 土建交接检验的验收要求

机房井道、安全技术措施：厅门预留孔设有高度不少于 1200mm 的安全保护围封，保护围封下部应有不小于 100mm 的踢脚板。

(2) 电梯整机验收的要求

1) 对瞬时式安全钳，轿厢应载有均匀分布的额定载重量；对渐进式安全钳，轿厢应载有均匀分布的 125% 额定载重量。

2) 层门与轿门的试验时每层层门必须能够用三角钥匙正常开启，当一个层门或轿门（在多扇门中任何一扇门）非正常打开时，电梯严禁启动或继续运行。

2. 自动扶梯、自动人行道安装工程验收要求

(1) 整机安装验收

1) 无控制电压 2) 电路接地故障 3) 过载，自动停止运行，其他情况要靠安全电路来完成停止运行。

(2) 自动扶梯、自动人行道应进行空载制动试验，制停距离应符合标准规范的要求。

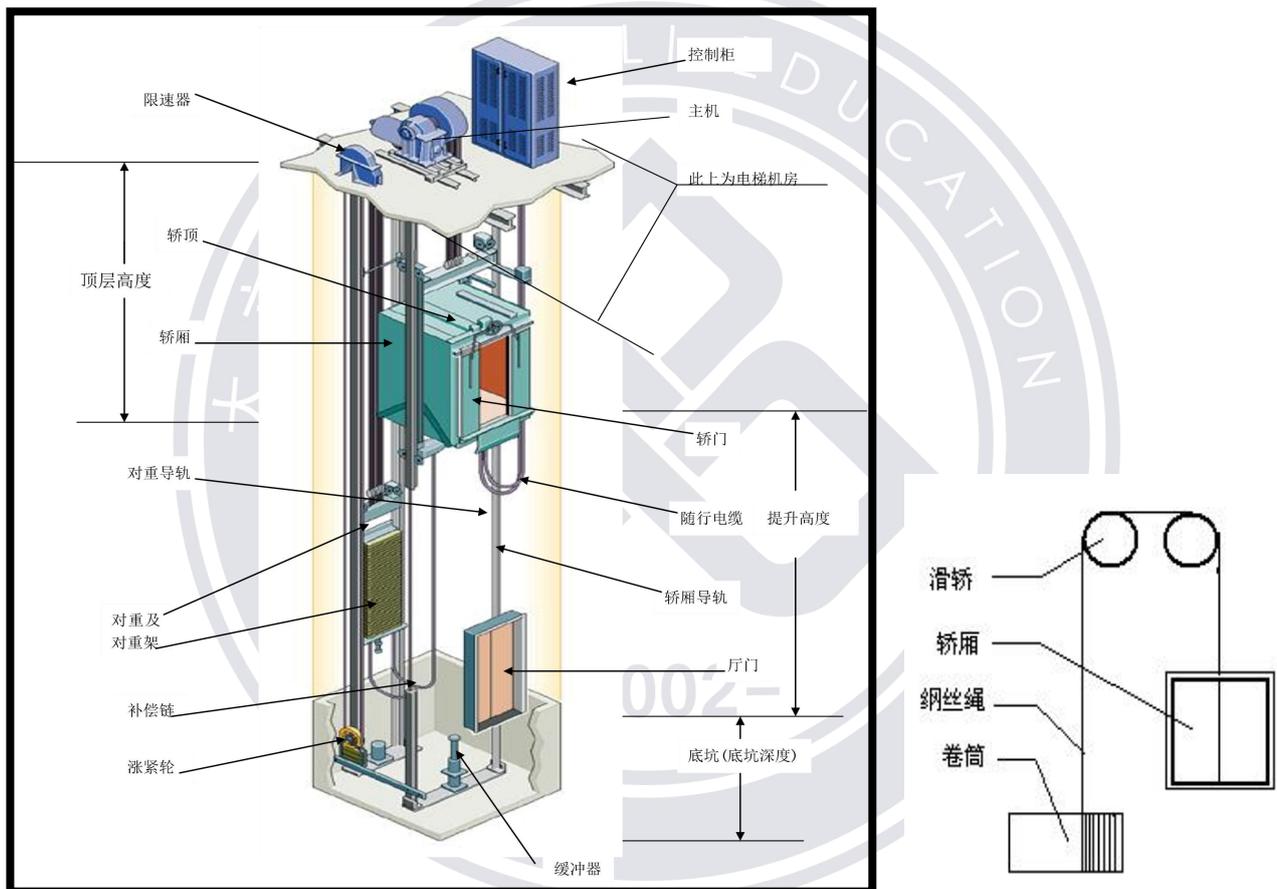
(3) 自动扶梯、自动人行道应进行载有制动载荷的下行制停距离试验（除非制停距离可以通过其他方法检验），制动载荷、制停距离应符合标准规范的规定。

学霸笔记

现代电梯广泛采用曳引驱动方式。曳引机作为驱动机构，钢丝绳挂在曳引机的绳轮上，一端悬吊轿厢，另一端悬吊对重装置。曳引机转动时，由钢丝绳与绳轮之间的摩擦力产生曳引力来驱使轿厢上下运动。

强制式电梯：由电机带动卷筒旋转，将钢丝绳缠绕到卷筒上，通过滑轮来提升轿厢的运动。

液压电梯：液压梯的轿厢运行靠液压油缸顶升，不需要上置式机房。主要应用在低层站或大吨位场所。



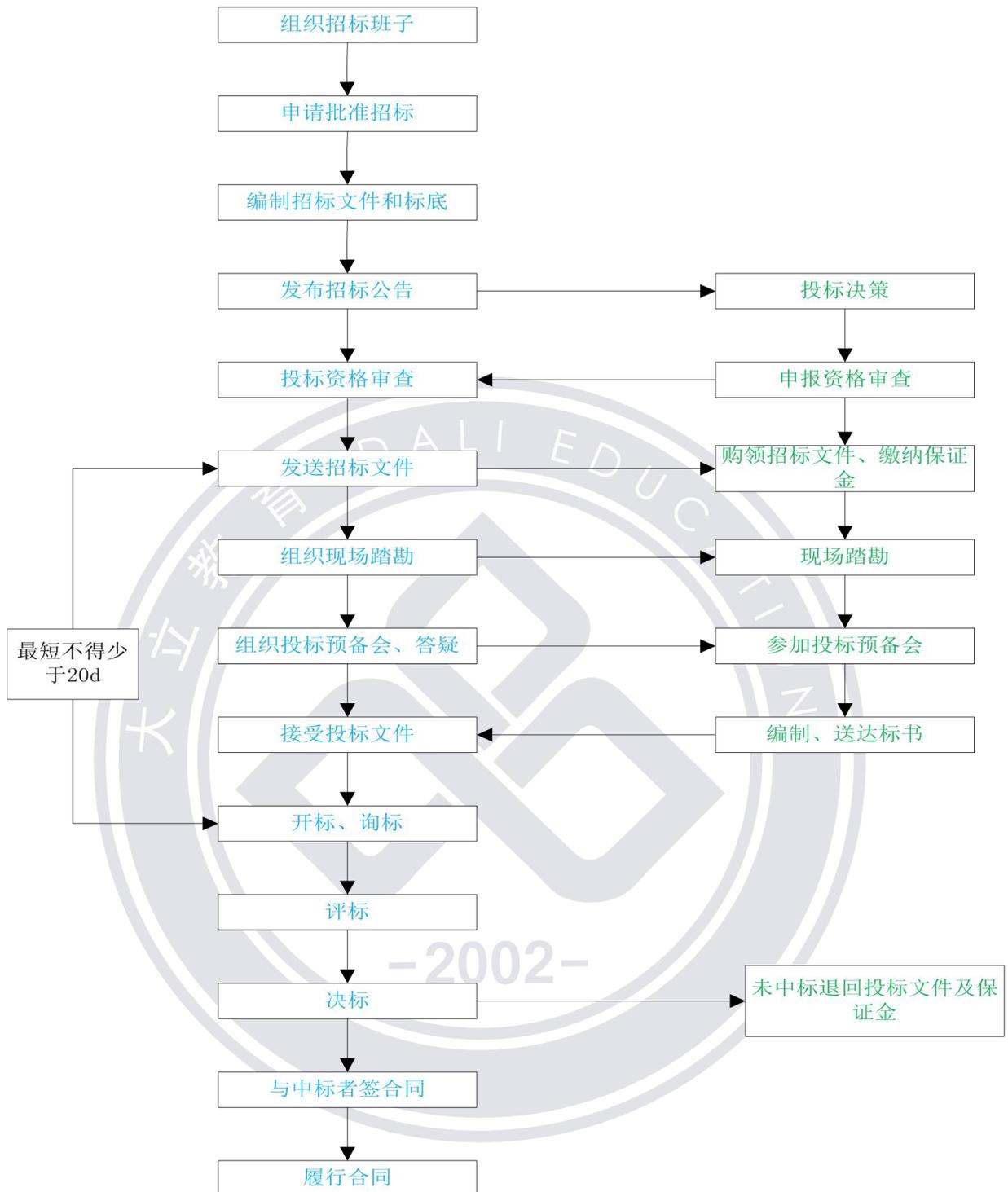
2H320000 机电工程项目施工管理

2H320010 机电工程施工招标投标管理

2H320011 施工招标投标管理要求

一、机电工程项目招投标流程

学霸笔记



二、机电工程项目强制招标的范围

1. 机电工程项目强制招标的范围

公共项目	大型基础设施、公用事业等
国有资金项目	全部或者部分使用国有资金投资或国家融资
外资项目	使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金

2. 机电工程招标方式的分类

机电工程项目招标的方式为公开招标、邀请招标。

三、机电工程招标投标管理要求

(1) 招标人对已发出的文件进行必要的澄清或者修改的，应当在招标文件要求提交投标文件截止时间至少十五日前，以书面形式通知所有招标文件收受人。

(2) 评标委员会：

- 1) 由招标人负责组建；
- 2) 由招标人代表及经济、技术专家组成；
- 3) 5人以上单数，其中技术、经济等方面的专家不得少于成员总数的 2/3。

四、施工招标的条件与程序

(1) 投标资格预审

- 1) 基本资格审查：申请人合法地位和信誉
- 2) 专业资格审查：①施工经历②人员状况③施工方案④财务状况

(2) 应当作为废标处理的情况：

- 1) 弄虚作假、串通投标及贿赂等违法行为。
- 2) 报价低于其个别成本
- 3) 投标人不具备资格条件或者投标文件不符合形式要求。
- 4) 未能在实质上响应的投标。
- 5) 招标联合体未能提交共同投标协议

2H320020 施工合同管理

2H320021 施工分包合同的实施

一、总分包合同管理

合同双方	<p>总包：(1) 职责：创造施工条件：临时设施、设计图纸、技术文件、规章制度</p> <p>(2) 全过程管理：1) 五过程：施工准备、进场施工、工序交验、竣工验收</p> <p>2) 六方面：质量、安全、环保、进度、工程款支付</p> <p>考点点读：审核分包单位进度、质量、安全、技术等文件资料</p>
	<p>分包职责：</p> <p>(1) 质量、安全、工期及环境保护满足总承包合同要求</p> <p>(2) 编制分包工程施工方案</p> <p>(3) 编制施工进度计划、预算、结算</p> <p>(4) 及时提交计划、统计、技术、质量、安全、环境保护和验收有关资料</p>
违法分包合同	<p>(1) 分包不具备相应资质</p> <p>(2) 未经总包合同约定或业主认可</p> <p>(3) 主体、关键工作</p> <p>(4) 分包工程再分包</p>
合同分析	<p>(1) 合同责任、工程范围 (2) 价款 (3) 工期 (4) 合同变更、争执解决</p>

重点内容	
双方关系	分包对总包负责，总包对建设单位负责，双方承担连带责任

二、劳务管理

1. 劳务工的管理

(1) 分包方应加强对劳务工安全意识和技能、环境意识、质量意识培训和提高，并为他们的安全和健康负责。

(2) 劳务外包队伍的考评体系，主要从：执行合同能力、技术水平、人员素质、安全及环保意识、质量意识等全方位考虑。

2. 劳务分包合同

劳务分包合同的主要内容：劳务分包人员资质情况；劳务分包工作及提供劳务内容；分包工作期限；质量标准；双方义务和责任；材料设备供应；保险；劳务报酬及支付；工时及工程量的确认；施工配合等。

2H320022 施工合同变更与索赔

一、机电工程项目索赔

1. 索赔的一般情况：

施工→业主	
可以索赔（有合同关系）	(1) 发包人原因：工期+费用：1) 设计变更 2) 赶工 (①非承包人原因②影响总工期) 3) 发包人风险：地下文物、化石、不利物资条件 4) 发包人提供材料、机械、设备 5) 工程款延期支付 6) 监理错误 7) 停水、停电（一周之内累积 8h） (2) 不可抗力、恶劣气候条件：工期顺延，损失各自承担
不可索赔	(1) 没有合同关系，例如分包与业主 (2) 自身原因 (①进度延迟②自有机具损坏③工程质量不达标④自购材料不合格、损坏) (3) 隐蔽工程未经检查私自覆盖 (4) 固定总价合同 (①原料涨价②资金贬值③税率提高)
不可抗力	工期顺延，损失各自承担

2. 机电工程项目索赔成立的前提条件（有损失+无责任+走程序）

- (1) 与合同对照，事件已造成了承包商工程项目成本的额外支出，或直接工期损失。
- (2) 造成费用增加或工期损失的原因，按合同约定不属于承包商的行为责任或风险责任
- (3) 承包商按合同规定的程序和时间提交索赔意向通知和索赔报告。

2H320030 机电工程施工组织设计

2H320031 施工组织设计策划

一、施工组织设计类型

施工组织设计类型	编制对象	编制单位（谁实施，谁编制）	审批（修改和审批的施工组织设计应按原审批手续重新审批）
施工组织总设计	群体、特大型工程	总承包单位	总包技术负责人→监理

施工组织设计	单位工程	施工单位	施工单位技术负责人→总包→监理
施工方案	分部、分项、专项工程	施工单位	项目技术负责人→总包→监理

二、施工方案

编制依据	1) 施工组织总设计和单位工程施工组织设计 2) 相关法律、法规和文件 3) 合同规定的标准规定 4) 施工图 5) 设计变更 6) 施工经验 7) 施工环境条件 8) 技术素质及创造能力 9) 施工机械性能手册
主要施工方案	1) 大型设备起重吊装方案 2) 重要焊接方案 3) 试运行方案 4) 调试方案
专项施工方案	结构复杂; 容易出现质量安全问题; 施工难度大; 技术含量高; 雨期和冬期; 高空及立体交叉作业
交底 (包括四新交底)	编制人员向施工作业人员交底
	内容: 施工程序和顺序、施工工艺、操作方法、施工要点、质量控制、安全措施

2H320040 机电工程施工资源管理

2H320041 人力资源管理的要求

一、机电工程项目特种作业人员和特种设备作业人员要求

分类	人员类型	管理要求
特种作业人员	焊工、起重工、电工、场内运输工(叉车工)、架子工	持证上岗, 三年进行一次复审, 中断作业六个月, 重新考核上岗
特种设备作业人员	焊工、探伤工、司炉工、水处理工	

学霸笔记

本部分主要以案例题形式考查, 给出案例背景特种作业人员从事相关工作超出其资质范畴, 或者无证作业。

2H320042 材料管理的要求

一、材料采购策划与采购计划

1. 材料采购合同的履行环节包括: 材料的交付、交货检验的依据、产品数量的验收、产品的质量检验、采购合同的变更等。

2. 制订货物采购计划。货物采购计划要涵盖施工全过程。

(1) 采购计划要与设计进度和施工进度合理搭接, 处理好他们之间的接口管理关系。

(2) 要从贷款成本、集中采购与分批采购等全面分析其利弊去排采购计划。

3. 分析市场现状: 1) 供货商的供货能力 2) 生产周期 3) 确定采购批量或供货的最佳时机 4) 考虑材料运输距离及运输方法和时间

二、材料库存管理及领发料要求

1. 进场验收

(1) 验收依据: 进料计划、送料凭证、质量保证书、相关验收规范及标准

- (2) 验收内容： 1) 品种、规格、型号、数量、质量、证件（产品合格证、质量证明书等）
2) 要求复检的材料由取样送检报告
3) 不符合计划要求和质量不合格的材料拒绝接受

2. 库存管理要求

- (1) 专人管理 (2) 建立台账 (3) 易燃易爆、有毒有害危险品专门库房存放 (4) 定期盘点

3. 材料领发、使用和回收要求

- (1) 领发要求： 1) 限额领料 2) 定额发料 3) 超限额领料，办理审批手续 4) 建立领发料台帐

2H320042 机具管理的要求

一、施工机具管理要求

1. 施工单位要制定与实施施工机具装备规划、购置年计划、管理制度

- (1) 施工装备档案内容：购置时间、使用记录、事故及维修记录、装备现状检定记录

2. 现场施工机具使用及管理

(1) 进入现场的施工机械应进行安装验收，保持性能、状态完好，做到资料齐全、准确。属于特种设备的应履行报检程序。

- (2) 施工机具的使用应贯彻“人机固定”原则，实行定机、定人、定岗位责任的“三定”制度。

- (3) 坚持机具进退场验收制度，以确保机具处于完好状态

(4) 严格执行施工机械设备操作规程和保养规程，制止违章指挥、违章作业防止机械设备带病运转和超负荷运转

- (5) 建立施工装备使用、保养台账及奖罚制度

3. 施工机械设备操作人员要求

- (1) 严格按照操作规程作业

- (2) 持证上岗，审查证件有效性和作业范围

- (3) 四懂三会：（四懂：懂性能、懂原理、懂结构、懂用途；三会：会操作、会保养、会排除故障）

2H320050 机电工程施工技术管理

2H320051 施工技术交底

一、施工技术交底

1. 施工技术交底类型

包括：设计交底、设计变更交底、施工组织设计交底、施工组织交底、安全技术交底

2. 施工技术交底要求

建立技术交底制	工程开工前、施工前进行交底；
明确相关人员责任	重要技术交底，技术负责人在场
分层次、分阶段交底	分层次：直至交底到施工作业人员 分阶段：单位工程、分部分项工程、检验批施工前，技术交底
交底内容体现工程特点	变更后，停工开工后重新进行交底
完成技术交底记录	形成书面技术交底记录（交底人与被交底人签字，妥善保管，作为竣工资料归档）
确定施工技术交底次数	根据实际情况确定交底次数，长期大工程多次交底（除开工前交底外，至少每月

2H320052 设计变更程序

一、承包商提出设计变更申请的变更程序

1. 承包商提出变更申请→监理工程师或总监理工程师审核→建设单位工程师审核→建设单位项目经理（总经理）→设计单位出具设计图纸（变更说明）→建设单位→监理工程师→承包商

2H320053 施工技术资料与竣工档案管理

一、建设工程项目资料的分类

1. 建设工程项目资料。主要包括：工程准备阶段资料、监理资料、施工资料、竣工图与竣工验收资料。

2. 机电工程项目施工技术资料。

（1）施工技术资料内容。包括单位工程施工组织设计、施工方案及专项施工方案、技术交底记录，图纸会审记录、设计变更文件，工程洽商记录、技术联系（通知单）等。

二、机电工程项目竣工档案的主要内容

1. 机电工程项目施工单位需要归档的竣工档案主要内容：

（1）一般施工记录。包括：施工组织设计、技术交底、施工日志。

（2）图纸变更记录。包括：图纸会审记录、设计变更记录、工程洽商记录。

（3）设备、产品质量检查、安装记录。包括：设备、产品质量合格证、质量保证书；设备装箱单、商检证明和说明书、开箱报告；设备安装记录；设备试运行记录，设备明细表。

（4）预检记录。

（5）隐蔽工程检查记录。

（6）施工试验记录。包括电气接地电阻、绝缘电阻等测试记录以及试运行记录等。

（7）质量事故处理记录。

（8）工程质量检验记录。包括：检验批质量验收记录、分项工程质量验收记录、分部（子分部）工程质量验收记录。

2H320060 机电工程施工进度管理

2H320061 单位工程施工进度计划实施

一、双代号网络图

1. 双代号网络图的组成

（1）节点

双代号网络图中（圆圈）节点表示前面工作的结束，后面工作的开始。

（2）工作

在双代号网络图中，工作是用箭线表示的。箭尾表示工作的开始，箭头表示工作的完成。对于某项工作来说，紧排在其前面的工作，称为该工作的紧前工作，紧接在其后面的工作称为该工作的紧后工作，

和它同时进行的工作称为平行工作。双代号网络图中工作是用箭线表示的。单代号网络图中工作是用结点表示的。

(3) 虚工作（逻辑箭线）

虚工作是一项虚拟的工作，实际并不存在。它仅用来表示工作之间的先后顺序，无工作名称，既不消耗时间，也不消耗资源。

2. 网络图参数计算：

(1) 参数含义

最早开始：ES	最迟开始：LS	总时差：TF
最早完成：EF	最迟完成：LF	自由时差：FF

1) 最早开始 (ES)：是指在各紧前工作全部完成后，本工作有可能开始的最早时刻。**顺着加取最大**：工作最早时间参数受到紧前工作的约束，故其计算顺序应从起点节点开始顺着箭线方向依次逐项计算，最早开始时间等于各紧前工作的最早完成时间的最大值。

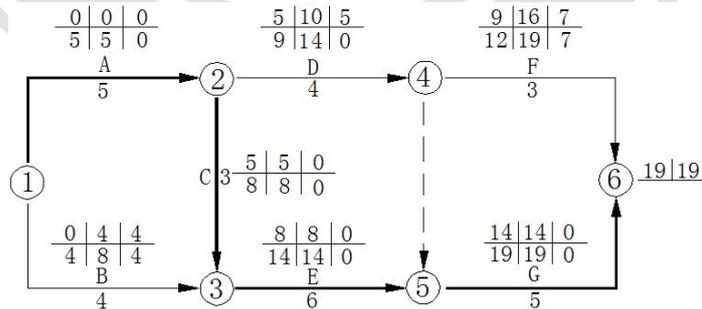
2) 最早完成 (EF)：是指在各紧前工作全部完成后，本工作有可能完成的最早时刻。**等于最早开始 (ES) + 持续时间**

3) 最迟完成 (LF)：是指在不影响整个任务按期完成的前提下，本工作必须完成的最迟时刻。**逆着减取最小**：最迟完成时间等于各紧后工作的最迟开始时间的最小值。

4) 最迟开始 (LS)：是指在不影响整个任务按期完成的前提下，本工作必须开始的最迟时刻。**等于最迟完成 (LF) - 持续时间**

5) 总时差 (TF)：是指在不影响总工期的前提下，本工作可以利用的机动时间。等于其最迟开始时间减去最早开始时间，或等于最迟完成时间减去最早完成时间，**即=LS-ES 或=LF-EF**

6) 自由时差 (FF)：是指在不影响其紧后工作最早开始的前提下，本工作可以利用的机动时间。等于各紧后工作的最早开始时间减去本工作最早完成时间的最小值，**即=min (所有紧后 ES-本工作 EF)**



2H320063 施工进度偏差分析与调整

一、机电工程项目施工进度偏差的分析

1. 施工进度偏差的分析

(1) 进度偏差的工作为关键工作 → 影响后续工作及总工期 → 采取调整措施

非关键工作 → 分析偏差值与总时差和自由时差的大小关系

- (2) 进度偏差 > 该工作的总时差 → 影响后续工作和总工期 → 采取相应的调整措施
 进度偏差 ≤ 该工作的总时差 → 总工期无影响
- (3) 进度偏差 > 该工作的自由时差 → 对后续工作产生影响
 进度偏差 ≤ 该工作自由时差 → 对后续工作无影响 → 进度计划可不作调整。

二、施工进度计划的调整方法

1. 改变某些工作间的衔接关系
2. 缩短某些工作的持续时间（调整有压缩潜力、费用低的关键工作）

2H320070 机电工程施工质量管理

2H320071 施工质量预控

一、机电安装施工过程质量控制

事前控制	(1) 施工准备质量控制 (2) 技术交底质量控制（图纸交底、施组交底、分项工程交底，不包括变更类交底）
事中控制	(1) 施工过程质量控制（工序、交接检验、隐蔽工程、调试检测、试验） (2) 设备监造控制 (3) 中间产品控制 (4) 分部分项质量验收评定控制 (5) 变更控制（设计变更、图纸变更、工程洽商、施工变更）
事后控制	(1) 竣工质量检验控制（联动试运行、竣工验收、竣工总验收、总交工） (2) 工程质量评定及质量文件审核建档 (3) 保修和回访

二、机电工程施工质量的预控

1. 工序质量控制

质量预控	质量计划预控	质量计划预控和施工组织设计
	施工准备预控	人（管理+施工）、物资（材料+机械）、现场准备、技术准备
	施工生产要素预控	人、材、机、法、环
质量预控方案	工序名称、可能出现的质量问题、提出质量预控措施	
工序分析	书面分析（因果分析图）→ 试验核实（优选法）→ 制定标准（系统图、矩阵图）	
质量控制点确定原则	施工过程中关键工序合或环节	电气装置安装：高压电气、电力变压器；钢结构：梁柱板节点 关键设备：设备基础、压力试验、垫铁敷设
	关键工序的关键质量特性	焊缝的无损检测，设备安装的水平度和垂直度偏差等
	质量特性的关键因素	管道安装的坡度、平行度的关键因素是施工人员，冬季焊接：环境温度

施工中的薄弱环节或质量不稳定的工序	焊条烘干，坡口处理
	对后续工程（后续工序）施工质量或安全有重大影响的工序部位或对象
	隐蔽工程
	采用新工艺、新技术、新材料的部位或环节

三、现场质量检验的内容和方法

1. 三检制

(1) 自检：操作人员对自己的施工作业或已完成的分项工程进行自我检验，实施自我控制、自我把关、及时消除异常因素，以防止不合格品进入下道作业。

(2) 互检：操作人员之间对所完成的作业或分项工程进行的互相检查，是对自检的一种复核或确认，起到相互监督的作用。互检的形式：同组操作人员之间的相互检验；班组质量检查员对本组操作人员的抽检；下道作业对上道作业的交接检验

(3) 专检：质量检验员对分部、分项工程进行检验，用以弥补自检互检的不足。

2. 现场质量检验的方法：目测法、实测法、试验法

2H320073 施工质量问题和质量事故的处理

一、质量事故的划分及处理方式

分类	区别	处理方式
质量不合格	达不到工程要求的质量	返修：修补后可以达标，不影响使用功能和外观 返工：修补后不达标，不具备补救可能
质量问题	直接经济损失不大（<100万）	限制使用：修补后无法保证使用和安全要求，又无法返工 不做处理：对使用和安全影响小，经原设计单位审核认可，可不做处理
质量事故	直接经济损失较大（≥100万）	报废处理：采用上述方法后，仍不能满足要求

2H320080 机电工程项目试运行管理

2H320081 项目试运行条件

一、机电工程项目试运行程序与责任分工

	组织实施单位	试运行方案编制	参加单位
水、电、油等物资供应	建设		施工、 监理 建设 重要设备生产厂家
单机试运行	施工	施工（项目总工程师编制→企业总工审定）→监理批准	
联动试运行	建设（若委托施工单位，需签订合同）		
负荷试运行	建设	建设单位组织：生产、设计、总包（施工）共同编制	

考点二、机电工程项目联动试运行前应具备的条件

1. 中间交接

中间交接只是工程（装置）保管、使用责任（管理权）的移交，但不解除施工单位对交接范围内的工程质量、交工验收应付的责任。

2. 试运行前应具备的条件

- (1) 试运行范围内工程完工并检验合格（包括应进行的试验），前一阶段试运行合格
- (2) 试运行方案和生产操作规程已批准；

内容：1) 工程概况或试运行范围 2) 编制依据和原则 3) 目标与采用标准 4) 试运行前必须具备的条件 5) 组织指挥系统 6) 试运行程序和操作要求 7) 进度、安全、环保要求 8) 资源配置 9) 技术难点和应对措施

- (3) 试运行组织已建立，参与人员培训和考核合格（联动试运行人员完成安全生产考核）
- (4) 试运行所需物资到位，仪表检测合格
- (5) 制定应急预案，做好安全防护措施
- (6) 试运行无关系统已进行隔离，环境整洁。

2H320082 项目试运行要求

一、机电工程项目单机试运行要求

1. 单机试运行结束后，应及时完成的工作

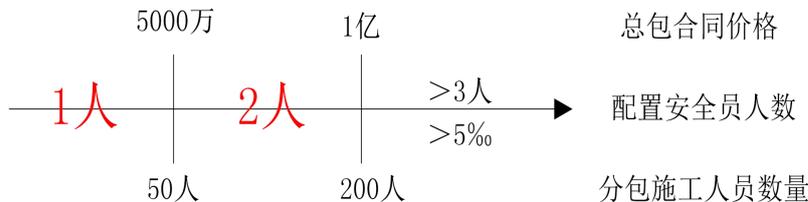
- (1) 切断电源和其他动力源
- (2) 放气、排水、排污、泄压和防锈涂油。
- (3) 润滑剂检查，清洗过滤器；必要时更换新的润滑剂。
- (4) 临时设施拆除、几何精度复查，紧固部件复紧。
- (5) 清理和清扫现场，盖防护罩。
- (6) 整理试运行记录，参加单位共同签字确认。

2H320090 机电工程施工安全管理

2H320091 施工现场职业健康安全管理的要求

一、职业健康和安全管理实施要点

1. 专职安全员配置数量



2. 施工安全管理职责的划分

- (1) 项目经理：全面领导责任。
- (2) 项目总工程师：技术责任。
- (3) 工长（施工员）：直接领导责任。

3. 安全技术交底制度

(1) 工程开工前，工程技术人员要将工程概况、施工方法、安全技术措施等向全体职工详细交底。

(2) 分项、分部工程施工前，工长（施工员）向所管辖的班组进行安全技术措施交底。

(3) 两个以上施工队或工种配合施工时，工长（施工员）要按工程进度向班组长进行交叉作业的安全技术交底。

(4) 班组长要认真落实安全技术交底，每天要对工人进行施工要求、作业环境的安全交底。

(5) 安全技术交底可以分为施工工种安全技术交底；分项、分部工程施工安全技术交底；采用新技术、新设备、新材料施工的安全技术交底。

二、安全检查

1. 安全检查可以定期性、经常性、季节性、专业性、综合性、和不定定期进行

2. 安全检查的内容：查思想、查管理、查隐患、查整改、查事故处理

3. 安全检查重点：违章指挥和违章作业

2H320094 施工安全应急预案

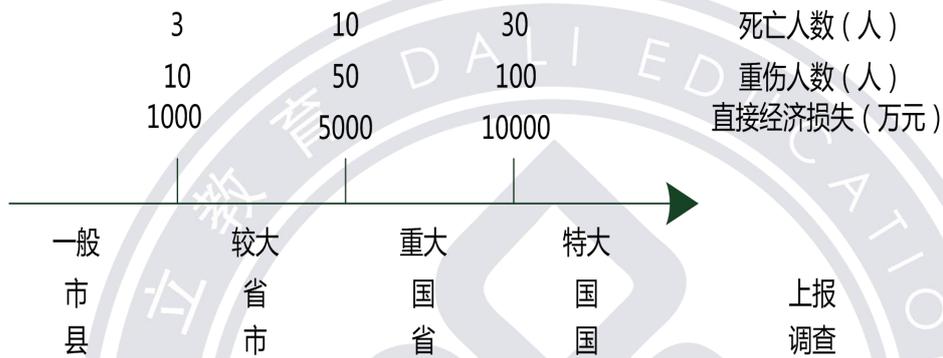
一、施工安全技术措施的制定

施工类别	风险识别	安全技术措施
施工现场及生活区平面布置	易燃易爆物品 电气设备、材料存放 加工场地 消防通道	1) 与生活区、建筑物等距离符合要求 2) 设置安全标志（警示牌） 3) 危险物质专门仓库、专人看管 4) 配比必要的消防设施、装备 5) 加工场地做好声、光污染预防措施（遮光板，降噪：昼<70dB，夜<55dB）
高处作业（≥2m）	高处坠落	1) 职工身体状况（不允许带病作业、疲劳作业、酒后作业） 2) 防护措施：佩戴安全帽、安全带；设置安全网、防护栏；四口、五临边按规定防护
起重吊装	吊装失稳： 物体打击 高处坠落	1) 设警戒线、挂警示牌，专人警戒 2) 风速≥10.8m，停止作业 3) 作业人员（信号工、司索工、起重工）持证上岗，证书在有效期范围内 4) 地基加固，起重机械监督检查、试运转（塔式、桅杆式安装监检）
焊接作业 无损检测	烫、灼伤 火灾、触电 射线伤害	1) 作业人员持证上岗（证书与作业类别相符，在有效期范围内） 2) 检查电线、焊接设备绝缘良好，做好接地
密闭容器作业	爆炸 窒息、中毒	1) 强制通风 2) 照明使用 12V 安全电压且行灯电源不得采用塑料软线 3) 有毒有害气体检测
电气作业	触电、火灾	1) 编制“临时用电施工组织设计”施工总工程师审定→监理、业主审批→协助业主向当地电业部门申报用电方案，临电设施验收合格（自检、电业部门检验）。验收内容：变配电设备、线路，防雷、接地，电气设备安装、调试等

		2) 电工作业持证上岗 3) 三级配电，两级保护 ：一机一闸一保护。有效接地、接零 4) 照明适应安全电压，电线电缆绝缘完好
明火作业 (焊割作业)	烫、灼伤 爆炸、火灾	1) 办理“动火证” 2) 易燃易爆场所严禁动火 3) 配备专门的消防设施和消防人员 4) 制定应急预案

2H320095 施工现场安全事故处理

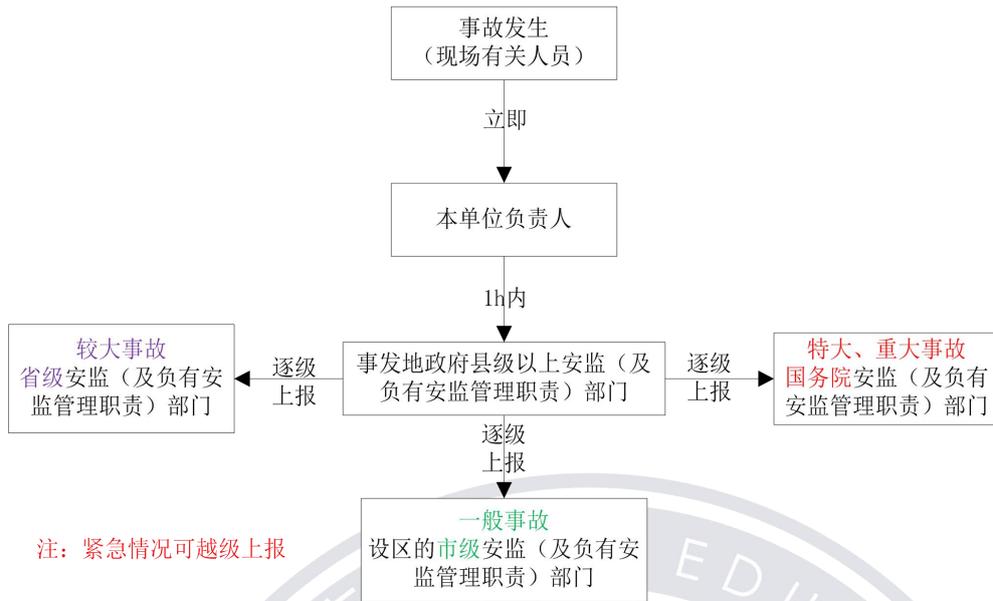
一、生产安全事故的等级划分



二、事故报告

1. 事故报告程序及内容

-2002-



事故报告内容：
 (1) 事故发生时间、地点及现场情况
 (2) 事故发生单位概况
 (3) 事故简要经过
 (4) 事故已造成或可能造成的人员伤亡人数及初步估计的直接经济损失
 (5) 已采取的措施
 (6) 其他应报告的情况

2H320100 机电工程施工现场管理

2H320101 施工现场的沟通协调

一、内部沟通协调

1. 协调对象：项目经理部所设置各部门
2. 协调内容：进度、资源配备、质量、安全卫生及环境管理

二、外部沟通协调

1. 协调对象：

- (1) 有直接或间接合同关系的单位
 业主（建设单位）、监理单位等、材料设备供应单位。
- (2) 有洽谈协商记录的单位
 设计单位、土建单位、其他安装工程承包单位、供水单位、供电单位。
- (3) 工程监督检查单位
 安监、质监、特检、消防、海关（若有引进的设备、材料）、劳动和税务等单位。
- (4) 项目驻地生活相关单位
 居民（村民）、公安、医疗等单位。

2H320101 施工现场分包队伍的管理

一、项目部对分包队伍的管理

1. 管理的原则：分包向总包负责，一切对外有关工程施工活动的联络传递，如向发包方、设计、监

理、监督检查机构等的联络，除经总包方授权同意外，均应通过总包方进行。

2. 管理的重点：特种作业人员培训取证、施工进度计划安排、质量安全监督考核、文明施工管理、甲供物资分配、进度款审核支付、竣工验收考核、竣工结算编制和工程资料移交以及重大质量事故和重大工程安全事故的处理。

二、项目部对分包队伍协调管理的内容

1. 劳务分承包单位

协调管理范围	劳务分包承担：作业质量、作业安全 总包承担：其他施工活动
协调管理原则	分包向总包负责
协调管理重点	作业计划的安排、作业面的调整、施工物资的供给、质量管理体系和安全管理体系的执行、劳务费用的支付、分项工程的验收及其资料的形成和生活设施的安排

2H320103 施工现场绿色施工措施

一、绿色施工原则及要点

1. 绿色施工措施：施工管理、环境保护、节材与材料资源利用、节水与水资源利用、节能与能源利用、节地与施工用地保护

2. 绿色施工要点

(1) 扬尘控制

1) 运送土方、垃圾、设备及建筑材料等时，不应污损道路。运输容易散落、飞扬、流漏的物料的车辆，应采取措施封闭严密。施工现场出口应设置洗车设施，保持开出现场车辆的清洁。

2) 现场道路、加工区、材料堆放区宜及时进行地面硬化。

3) 土方作业阶段，采取洒水、覆盖等措施，达到作业区目测扬尘高度小于 1.5m，不扩散到场区外。

4) 对易产生扬尘的堆放材料应采取覆盖措施；对粉末状材料应封闭存放。

5) 建（构）筑物机械拆除前，拆除爆破作业前应做好扬尘控制计划。

6) 不得在施工现场燃烧废弃物。

7) 管道和钢结构预制应在封闭的厂房内进行喷砂除锈作业。

二、绿色施工评价

评价要素	环境保护、节材与材料资源利用、节水与水资源利用、节能与能源利用、节地与土地资源保护			
评价程序	随机检查	批次评价	阶段评价	单位工程评价
组织单位	项目部	施工单位	监理单位	建设单位
参与单位		建设、监理单位	建设单位、项目部	项目部、监理单位

2H320130 机电工程施工成本管理

2H320111 施工成本计划

一、机电工程费用项目组成

1. 按工程费用组成划分



建筑安装工程费包括：人工费、材料费、施工机械使用费、企业管理费、利润、规费、税金

2. 按工程量清单组成划分

建筑安装工程费包括：分部分项工程费、措施项目费、其他项目费、规费、税金

二、机电工程项目施工成本计划

1. 编制施工成本计划的方法

- (1) 施工图预算与施工预算比较法
- (2) 中标价调整法
- (3) 成本见习法
- (4) 按实计算法
- (5) 定率估算法

2H320112 施工成本控制

一、项目施工成本控制的方法

1. 安装工程费的动态控制

人工成本控制	(1) 严密劳动组织，合理安排生产工人进出场的时间； (2) 严格劳动定额管理，实行计件工资制； (3) 强化生产工人技术素质，提高劳动生产率。
材料成本控制	(1) 加强材料采购成本的管理，从量差和价差两个方面控制； (2) 加强材料消耗的管理，参照定额，从限额发料和现场消耗两个方面控制。
工程设备成本控制	工程设备采购：设备采购成本、设备交通运输成本和设备质量成本

2H320120 机电工程施工结算与竣工验收

2H320121 施工结算

一、工程计价的依据

项目	计算依据
分部分项工程量	项目建议书、可行性研究报告、设计文件
人材机实物消耗量	投资估算指标、概算定额、预算定额
工程单价	人工单价、材料价格、机械台班费
设备单价	设备原价、设备运杂费、进口设备关税

二、工程竣工结算

1. 工程竣工结算价款

工程竣工结算价款=合同价款+施工过程中调整预算或合同价款调整数额-预付及结算工程价款-质量保证金

2H320122 竣工验收

一、竣工验收依据的文件和必须符合的条件

1. 竣工验收必须符合的条件

- (1) 设计文件和合同约定的各项施工内容已经施工完毕

- (2) 有完整并经核定的工程竣工资料
- (3) 有勘察、设计、施工、监理等单位签署确认的工程质量合格文件。
- (4) 工程中使用的材料和构配件的进场证明及现场检验报告。
- (5) 有施工单位签署的工程保修书。

1. 主要的工程技术资料有：

- (1) 工程前期及竣工文件材料。
- (2) 工程项目合格证，施工试验报告。
- (3) 施工记录资料。包括图纸会审记录、设计变更单、隐蔽工程验收记录；定位放线记录；质量事故处理报告及记录；特种设备安装检验及验收检验报告；分项工程使用功能检测记录等。
- (4) 单位工程、分部工程、分项工程质量验收记录。
- (5) 竣工图：

2H320130 机电工程保修与回访

2H320131 保修的实施

一、保修的责任范围

1. 质量问题：施工单位的施工责任或施工质量不良造成的，施工单位负责修理并承担修理费用。
2. 质量问题是由双方的责任造成的，应协商解决，商定各自的经济责任，由施工单位负责修理。
3. 质量问题是由于建设单位提供的设备、材料等质量不良造成的，应由建设单位承担修理费用，施工单位协助修理。
4. 质量问题发生时因建设单位（用户）责任，修理费用或者重建费用由建设单位负担。
5. 涉外工程的修理按合同规定执行，经济责任按以上原则处理。

二、保修期限

1. 建设工程的保修期自竣工验收合格之日起计算。
2. 电气管线、给水排水管道、设备安装工程保修期为2年。
3. 供热和供冷系统为2个采暖期或供冷期。
4. 其他项目的保修期由发包方与承包方约定。

2H320132 回访的实施

一、工程回访的方式

- (1) 季节性回访：冬季回访、夏季回访。
- (2) 技术性回访
- (3) 保修期满前的回访

2H333000 机电工程施工相关法规

2H331010 计量法相关规定

一、计量检定

检定类型	检定时间、地点	检定范围举例
强制检定	定期定点由法定或授权的计量检定机构	用电计量装置、兆欧表、绝缘电阻表、接地电阻测量仪、声级计等、X射线探伤机
非强制检定	单位依法自主自行定期检定 经济合理、就地就近	电压表、电流表、电阻表

学霸笔记

强制检定与非强制检定对比记忆，两者都要进行周期检定，周期检定是按**时间间隔和规定程序**进行的后续检定。主要是为保证使用中计量器具的**量值准确**。一般**A类计量器具（兆欧表、接地电阻测量仪）**为强制检定范围。

二、分类管理计量器具

分类	范围	管理办法
A类	(1) 施工企业最高计量标准器具和用于量值传递的工作计量器具 例：一级平晶、零级刀口尺、XXX 检具 (2) 国家强检目录的工作计量器具 例：兆欧表、接地电阻测量仪、X射线探伤机	法定计量检定机构，定期检定
B类	用于工艺控制，质量检测及物资管理的计量器具。 例：电压表、电流表、压力表、温度计、>5m 卷尺	所属企业中心试验室定期检定校准
C类	(1) 钢直尺、弯尺、5m 以下的钢卷尺 (2) 设备配套，平时不允许拆装指示用计量器具 (3) 非标计量器具 例：垂直检测尺、游标塞尺、对角检测尺、内外角检测尺	验收合格使用 损坏及时更换

2H331020 《电力法》相关规定

2H33121 电力用户用电的规定

考点一、用电手续的规定

【内容详解】

1. 用户办理用电手续的规定

(1) 自备电源（如柴油发电机组）先行解决用电问题。此时，总承包单位要告知供电部门并征得同意，同时要妥善采取安全技术措施，防止自备电源误入市政电网

2H33121 电力设施保护区内施工作业的规定

考点一、电力设施保护区内或附近施工作业的规定

【内容详解】

1. 电力设施保护范围和保护区内规定

电压等级	塔杆范围内不得取土
35KV	4 米
110-220KV	5 米
330-500KV	8 米
取土坡度	≤45°

考点二、电力线路与其他工程纠纷的处理原则

【内容详解】

1. 电力设施与公用工程、绿化工程和其他工程互相妨碍时应按以下原则处理

(1) 协商原则 (2) 优先原则 (3) 安全措施原则 (4) 一次性补偿原则 (5) 签订后续管理责任协议原则

2. 违反电力设施保护区规定的处罚

2H331030 《特种设备安全法》相关规定

违规形式	负责部门	处理措施
违规作业	电力部门	停止作业、回复原状、赔偿损失
违规修建构筑物、种植植物、堆放物品	当地政府	强制拆除、砍伐、或者清除

2H33131 特种设备的规定范围

考点一、压力容器、压力管道的分类

【内容详解】

1. 压力容器

(1) 压力容器分类

I 类	低压（无毒、非易燃）
II 类	低压（剧毒、易燃）、中压、低压管壳式余热锅炉、低压搪玻璃容器
III 类	中压（剧毒、易燃）、高压、超高压

(2) 压力容器安装许可（整体移位、整体就位）

1) 《特种设备安装改造维修许可证》1 级（压力容器安装）许可资格

2) 相应等级压力容器制造（现场组焊）资格

2. 压力管道的分类

压力管道按安装许可类别及其级别划分为：

(1) 长输（油气）管道：GA 类压力管道。划分为 GA1，GA2 级。

(2) 公用管道：GB 类压力管道。划分为燃气管道（GB1 级）、热力管道（GB2 级）。

(3) 工业管道：GC 类压力管道。划分为 GC1、GC2、GC3 级；

(4) 动力管道：GD 类压力管道。动力管道指火力发电厂用于输送蒸汽、汽水两项介质的管道。分为 GD1、GD2 级。

等级	输送介质	设计压力
GC1 级	剧毒、高温高压、易燃易爆	易燃液体 $P \geq 4.0$ MPa（氧气）

		流体 $P \geq 10\text{Mpa}$; $P \geq 4.0\text{Mpa}$ 且 $\geq 400^\circ\text{C}$
GC2 级	GC3 级 \leq GC2 级 \leq GC1 级	GC3 级 \leq GC2 级 \leq GC1 级
GC3 级	无毒、不燃流体	$P \leq 1.0\text{Mpa}$; $-20^\circ\text{C} \leq$ 设计温度 ≤ 185

2H33131 特种设备制造、安装、改造的许可制度

一、特种设备开工许可

1. 施工前向直辖市或设区的市级质量技术监督部门履行告知手续;
2. 书面告知应提交的材料包括:
 - (1) 《特种设备安装改造维修告知书》;
 - (2) 施工单位及人员资格证件;
 - (3) 施工组织与技术方案 (包括项目相关责任人员任命、责任人员到岗质控点位图);
 - (4) 工程合同;
 - (5) 安装改造维修监督检验约请书;
 - (6) 特种设备制造单位的资质证件。

二、特种设备的生产与施工要求

1. 特种设备生产单位对其生产的特种设备的安全性负责;
2. 电梯的制造单位对电梯质量以及安全运行涉及的质量问题负责;
 - (1) 电梯制造单位按照安全技术规范的要求对电梯进行校验和调试。电梯制造单位对校验和调试的结果、电梯安全性能负责。
3. 安装、改造、修理的施工单位应当在验收后 30 天内将相关技术资料移交特种设备的使用单位。移交的技术档案应当至少包括以下内容
 - (1) 特种设备的设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维护保养说明、监督检验证明等相关技术资料和文件, 以及安装技术文件和资料。
 - (2) 高耗能特种设备的能效测试报告

学霸笔记

按案例要求学习, 注意考前一周复习巩固:

特种设备安装、改造及重大修理过程中及竣工后, 应当经相关检验机构监督检查, 未经检验或检验不合格者, 不得交付使用。修理竣工后, 安装、改造、修理的施工单位应当在验收后 30 天内将相关技术资料移交特种设备的使用单位。

移交的技术档案应当至少包括以下内容——

- (1) 特种设备的设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维护保养说明、监督检验证明等相关技术资料和文件, 以及安装技术文件和资料。
- (2) 高耗能特种设备的能效测试报告

2H432000 机电工程施工相关标准

2H432010 工业安装工程施工质量验收统一要求

一、分项工程的划分

单位工程	分部工程	分项工程划分原则
工业厂房、 车间或区域	工业设备安装	按设备的台（套）、机组划分
	工业管道安装	按管道类别
	电气装置安装	按电气设备、电气线路
	自动化仪表	按仪表类别和安装试验工序
	工业设备及管道防腐蚀	按设备台（套）或主要防腐蚀材料的种类，金属基层处理可单独构成分项工程
	工业设备及管道绝热	设备绝热：以相同的工作介质按台（套）进行划分 管道绝热：按相同的工作介质
	工业炉窑砌筑	按工业炉的结构组成或区段划分

学霸笔记

分项工程是分部工程的组成部分，可按**主要工种、材料、施工工艺、设备类别**等进行划分。

分项工程应在施工单位**自检**的基础上，由建设单位**专业技术负责人**（监理工程师）组织施工单位**专业技术质量负责人**进行验收。

验收记录应有施工单位**质量检验员**填写，**验收结论**由**建设（监理）单位**填写。

考点二、工业安装工程施工质量验收的组织（也适用建安）

【内容详解】

项目划分	工程验评组织人	参与人员
(建安) 检验批	监理工程师、 建设单位专业技术负责人	项目专业质检员
分项工程	监理工程师、 建设单位专业技术负责人	专业技术负责人
分部工程	建设单位项目负责人、 总监理工程师	施工、监理、设计 项目/技术负责人
单位工程	建设单位项目负责人	施工、监理、设计、质量监督部门等项目 负责人

考点三、工业安装工程施工质量验收评定

【内容详解】

1. 分项工程质量验收评定

(1) 主控项目。如：管道的焊接材质、压力试验、风管系统测定、电梯的安全保护及试运行等

2. 关于质量验收记录表的填写汇总

质量验收记录表的填写				
项目划分	检查记录填	验收结论	填写内容	记录表盖章、签字人

	写者	(填写)		
单位(子单位)工程	施工单位	建设(监理)单位	分部工程验收记录 质量控制质量验收记录	建设单位及项目负责人 监理单位总监理工程师 施工单位及项目负责人 设计单位及项目负责人
分部(子分部)工程 【2015 案例】	施工单位 (质量检验员)	建设(监理)单位	分项工程名称 检验项目数 施工、建设(监理)验收 收评定结论	建设单位项目/技术负责人 总监理工程师 施工单位项目/技术负责人 设计单位项目负责人
分项工程 【2014 案例】	施工单位质量 检验员	建设(监理)单位	检验项目 施工、建设(监理)检 验结果	建设单位专业技术负责人 施工单位专业技术质量负责人 监理工程师

2H332020 建筑安装工程施工质量验收统一要求

考点一、建筑工程项目验收划分

【内容详解】

划分	单位工程	分部工程	分项工程划分原则	检验批划分原则
分	具备独立施工条件并能形成独立使用功能的建筑物及构筑物	建筑给排水及供暖工程	工种、材料、施工工艺、设备类别	一个设计系统或设备类别
		建筑电气工程		
		通风与空调工程		
		电梯工程		
		智能建筑工程		

-2002-