



2019年汇英教育二级建造师《学霸笔记》

《机电工程管理与实务》

2H310000 机电工程施工技术

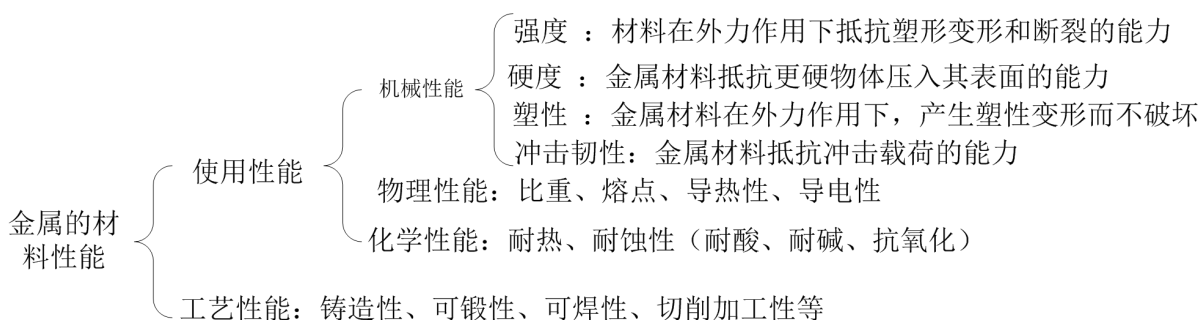
2H311000 机电工程常用材料及工程设备

2H311010 机电工程常用材料

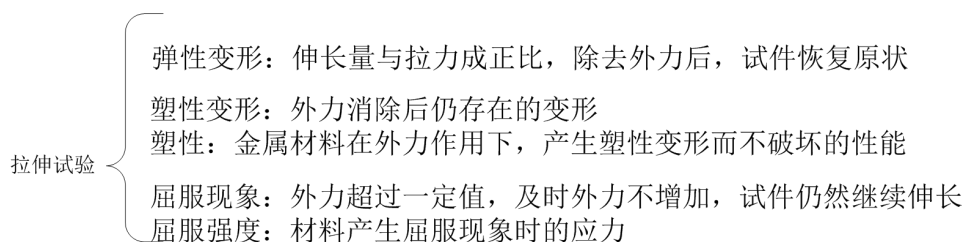
一、黑色金属的材料及应用

	分类	类型及使用范围
铁	生铁	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。
	铸铁	分类：按断面颜色分为：灰铸铁、白口铸铁、麻口铸铁 按生产方法和组织性能分为：普通灰铸铁、孕育铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、特殊性能铸铁。 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) 14. 21	碳素结构钢	碳素结构钢 \leq Q275;
	合金结构钢	合金结构钢 \geq Q345; 2017. 1 起重机—Q345 型钢制造；韧性好、缺口敏感性较碳素钢好。
	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：

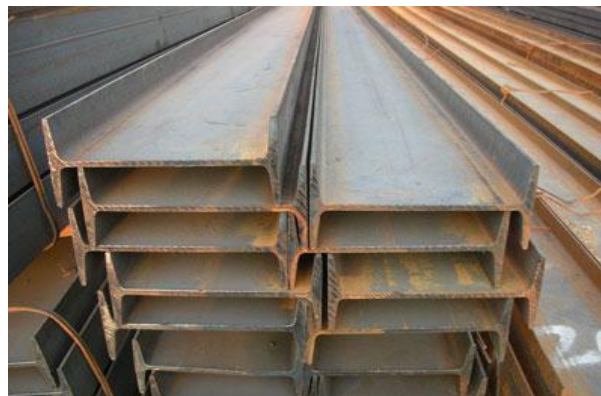
钢材	分类	用途
型材	H 型钢	立柱
	工字钢	刚性梁
板材	锅炉碳素钢	中低压锅炉汽包
	低合金钢	高压锅炉汽包
管材	无缝优质碳素钢管、低合金钢管	水冷壁、省煤器
	结构用焊接钢管	管桩、脚手架、桥梁...
钢制品	焊条、管件、阀门	

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：自来水管(无毒)
			硬：化工耐蚀(工业排水)、电绝缘 16. 21；10. 4
			软：电线电缆套管、密封件；
			涂塑：排水、海水、油、气体 区分：环氧树脂涂塑钢管：给水、温水
		工程塑料	ABS 耐蚀、耐温、耐冲击性能优于聚氯乙烯 2015. 2
			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





世界上唯一一只赚不赔的投资就是学习，学习让人生更为体面，考证让职业更具尊严。

	橡胶	通用橡胶：天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶 特种橡胶：硅橡胶、氟橡胶、聚氨酯橡胶、丁腈橡胶
--	----	---

非金属风管：

非金属风管	适用范围	不适用范围
玻璃纤维复合风管	中压以下的空调系统	洁净空调、酸碱环境、湿度 90% 系统
酚醛复合风管	低、中压空调系统及潮湿环境	高压及洁净空调、酸碱性和防排烟系统
聚氨酯复合风管	低、中、高压洁净空调及潮湿环境	酸碱环境及防排烟系统
硬聚氯乙烯风管	洁净室含酸碱的排风系统	

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	BX、BLX	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	交流 450/750 及以下动力装置固定敷设
绝缘软电线(柔性连接可动部位)	聚氯乙烯绝缘软线	RV、RVB、RVV、RVVB	家用电气、小型电动工具、仪器仪表及动力照明
	橡胶绝缘软线	RX、RXS、RXH	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
------	------



电 力 电 缆	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。
	VLV22、VV22 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。
	VLV32、VV32 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。
	KVV 型控制电缆	适用于室内各种敷设方式的控制电路中。
	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

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**：风机设备、泵设备、压缩机设备、输送设备等

设备	分类	性能(不同)	相同
泵	离心、轴流、混流	扬程	流量、功率、效率、转速
风机		全风压、动压、静压、比转数	
压缩机		容积、流量、吸气压力、排气压力、工作效率、噪声	

2. 连续输送设备的分类：

有挠性牵引件：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：螺旋输送机、辊子输送机、振动输送机、气力输送机(物品与推动件分别运动)

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，物品与推动件一起运动；无挠性——工作构件旋转或震动，物品与推动件分别运动

两类只需要记一类即可，考试中采用排除法。

二、电气设备的分类和性能

电动机性能描述	优点	缺点
(交流)同步电动机	转速恒、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	结构简单、制造容易价格低、运行可靠、维护方便、坚固耐用	与直流电机相比：启动性和调速性能较差； 与同步电机相比：功率因素不高
直流电动机	启动、制动性能、平滑调速性能好	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

一、水准测量和基准线测量

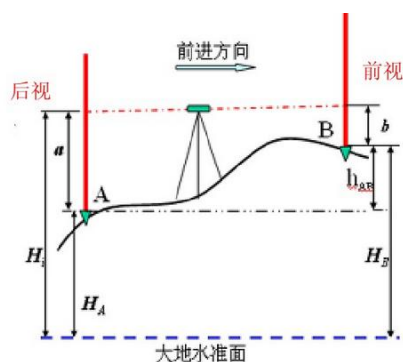


1. 水准测量和基准线测量

	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

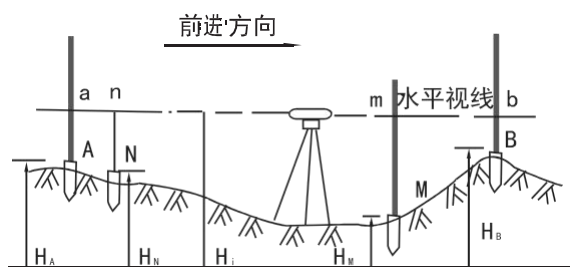
学霸笔记

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： $H_B = H_i - b$ 、 $H_M = H_i - m$ 、 $H_N = H_i - n$

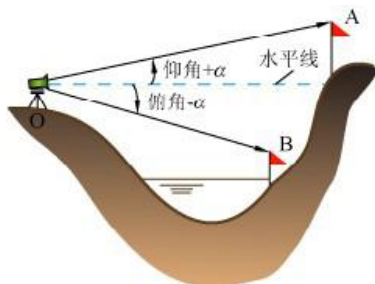
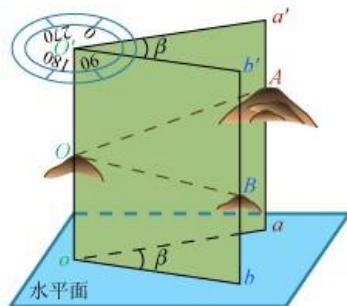
基准线测量原理：

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

(一)连续生产设备安装的测量

1. 安装基准线的测设 【2013. 1】

中心标板应在**浇灌基础时**，配合土建埋设，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。【2011. 2】

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。【2010. 2 福建】

3. 连续生产设备只能共用一条纵向基准线和一个预埋标高基准点。

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；

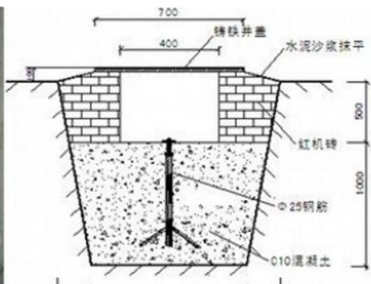


图13-3-1 基准点保护

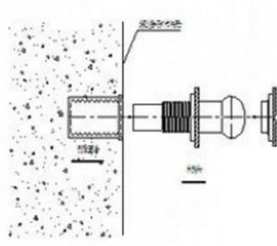


图13-3-2 沉降观测点保护

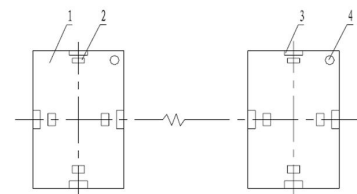


图 2.1.2 基础划线

1—基础；2—预埋中心标板；3—放线架；4—标高点



中心标板

三、长距离输电线路钢塔架(铁塔)基础施工的测量

铁塔基础施工测量【2012. 2/2017. 2】

基础中心桩测设依据：起止点、转折点、沿途障碍物实际情况

中心桩控制方法：十字线法、平行基线法

钢尺量距：20m~80m；测量视距：≤400m

大跨越档距测量方法：电磁波测距法、解析法

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



一、起升载荷

1. 额定起升载荷 (PQ)

(1) 最大起重量。在起重机的正常工作范围内，额定起重量的最大值。

(2) 额定起重量。在正常工作条件下，对于给定的起重机类型和载荷位置，起重机设计能起升的最大净起重量。(工况下的起重量)

1) 对于流动式起重机，为吊挂在起升钢丝绳或起升链条下端起升的重物质量。包括：固定吊具质量、可分吊具(或无此类吊具)质量和吊挂在吊具上起升的重物质量之和。

2) 对于其他起重机，为吊挂在固定吊具上起升的重物质量。

3) 由于安装用的桅杆式起重机多以自行设计制造为主，其额定起重量应根据具体设计确定。

2. 起升计算载荷

(1) 起升动载系数(简称动载系数)

动载系数： ϕ_2 ；常规下 $\phi_2=1.1$

(2) 起升计算载荷(简称计算载荷)

(3) 起升计算载荷的应用

1) 在选用起重机和滑车的定型产品时，可不考虑起升动载系数 ϕ_2 的影响，直接按实际静载荷选用即可。

3. 多台起重机联合起吊的额定起升载荷

(1) 起升载荷的分配

(2) 额定起重量的折减

在采用多台起重机联合起吊时，必须按照强制性国家标准《起重机械安全规程 第一部分：总则》GB 6067.1-2010 中的规定，对起重机械的额定起重量进行折减。

学霸笔记

起重机铭牌标注的起重量为起重机最大起重量。起重机在实际使用中，起重能力会一般随着臂长和幅度增加而降低。也就是在使用中，起重机的实际起重能力达不到铭牌标注的起重机最大起重量。在起重过程中，受风载荷及被吊物捆扎不稳等因素影响，被吊物对起重机的负载一般会超过被吊物本身的重量。所以计入一个动载系数，即 $\phi_2=1.1$ ，一般以被吊物重量 $Q \times \phi_2$ ，作为计算载荷。起重机工况下的起重量要大于计算载荷。(定型产品可不考虑 ϕ_2 的影响)

多台起重机起升同一重物，受不同起重机抬升速度不均衡的影响。重物对起重机的实际负载可能会增加，起重机的起重量要进行折减来保证起重安全。



二、流动式起重机的参数及使用要求

1. **基本参数：**额定起重量、最大工作半径(幅度)、最大起升高度 2010/2012. 21

2. **特性曲线：**起重能力、起升高度随臂长、工作半径变化而变化的规律的曲线

3. 流动式起重机的选用步骤

(1) 根据设备或构件的重量、吊装高度和吊装幅度收集吊车的性能资料，收集可能租用的吊车信息。

(2) 根据吊车的站位、吊装位置和吊装现场环境，确定吊车的使用工况及吊装通道。

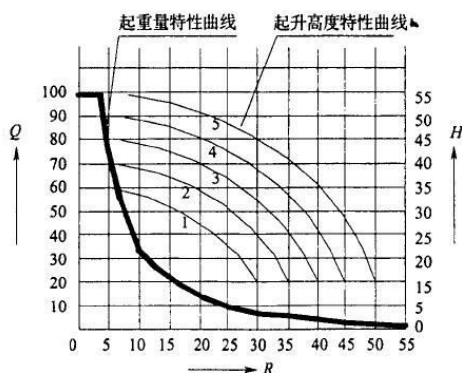
(3) 根据吊装的工艺重量、吊车的站位、安装位置和现场环境、进出场通道等综合条件，按照各类吊车的外形尺寸和额定起重量图表，确定吊车的类型和使用工况。保证在选定工况下，吊车的工作能力涵盖吊装的工艺需求。

(4) 验算在选定的工况下，吊车的支腿、配重、吊臂，和吊具、被吊物等与周围建筑物的安全距离。

(5) 按上述步骤进行优化，最终确定吊车工况参数。

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

由上图可知，确定起重机的站车位置，首先应保证尽可能的靠近设备就位位置，以减少起重机的幅度，同时应考虑地基的承载能力和起重机驾驶员的视线。

确定起重机的站车位置，应充分考虑起重机的进退场路线和设备的卸车位置，特别应考虑吊装后，可能由于设备就位后的阻挡，起重机是否能顺利退出。

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
(1)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。	(1)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。 (2)起重量 300kN 及以上，或搭设总高度 200m 及以



(2)采用起重机械进行安装的工程。	上，或搭设基础标高在 200m 及以上的起重机械安装
(3)起重机械安装和拆卸工程。	和拆卸工程
审批：施工单位(总包)编制→技术部门组织审核，(分、总包)技术负责人签字→总监审查签字、盖章	审批：施工、总监理工程师审核→施工单位(总包)组织专家论证(5 人)→施工单位(总、分包)技术负责人签字→总监审查签字、盖章

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

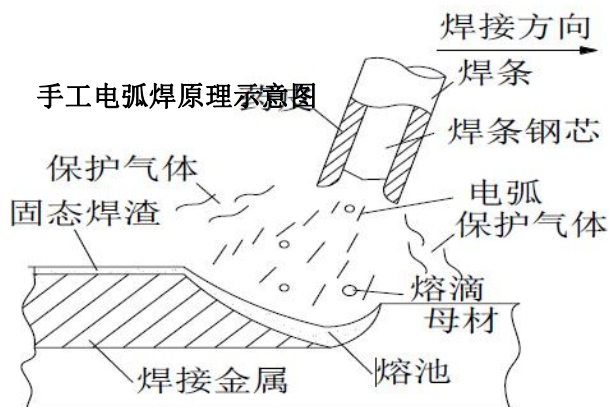
一、常用焊接方法：



焊接方法	优点	缺点
焊条电弧焊 (SMAW)	设备简单、操作方便、全方位焊接	效率低、劳动强度大、技术要求高
钨极气体保护焊 (GTAW)	变形小、薄板材料，焊接无飞溅、无气孔、焊后可不去焊渣、焊接材料广、焊接质量高	工作效率低、成本高、易受钨极污染，特殊场合需增加防风措施。
熔化极气体保护焊 (GMAW)	效率高、成本低、焊缝抗锈蚀能力强，焊接形成过程易于控制焊接质量	焊接表面不平滑、飞溅较多、设备复杂、施工场合有限。

学霸笔记

焊条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，在电弧高温的作用下，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。



焊接 H 型钢生产线配备埋弧自动焊

二、焊接工艺评定

(一)焊接工艺基本知识

1. 焊接工艺

焊接工艺是指制造焊件所有有关的加工方法和实施要求，包括焊接准备、材料选用、焊接方法选定、焊接参数、操作要求。

焊接参数：焊接时，为保证焊接质量而选定的各项参数(例如：焊接电流、焊接电压、焊接速度、焊接线能量等)的总称。





学霸笔记

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。

2H313000 工业机电工程施工技术焊接检验

一、焊接前检验；二、焊接过程检验

	内容	检测
焊前	人	持证、获得焊接工艺指导书，并接受交底
	机	焊接设备及辅助设备正常、安全可靠；仪表定期检查
	料	材料：不合格、错用，焊条受潮
	法	焊前预热：加热方法、加热宽度、保温要求、测温要求
	环	符合规范：风(电弧焊 $\geq 8\text{m/s}$ ，气体保护焊 $\geq 2\text{m/s}$)、雨、雪、潮湿(相对湿度 $> 90\%$)
焊中	焊接工艺	焊接方法、焊接材料、焊接电流、焊接电压、焊接速度、电流种类、极性、焊接层(道)数、焊接顺序【2016. 案】

三、焊接后检测

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【08、10 单 14 案】
	无损探伤	内部：射线，超声(快，不精确)； 【2008】表面：渗透、磁粉
	热处理	、理化和力学性能试验→强度试验
	其他	焊接施工检查记录包括： 焊工资格认可记录、焊接检查记录、焊缝返修检查记录。

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。

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术熟练程度影响较大。

2H313010 机械设备安装工程施工技术

一、机械设备安装的一般程序

1. 机械设备安装的一般施工程序： 2010/2012

施工准备→设备开箱检查→基础测量放线→基础检查验收→垫铁设置→设备吊装就位→设备安装调整 →设备固定与灌浆→零部件清洗与装配→润滑与设备加油→设备试运转→工程验收

2. 设备开箱检查

参加单位	施工单位、建设单位、监理单位	
内容	核对验证	(1)箱号、箱数以及包装情况；
	外观检查	(2)设备名称、规格和型号，重要部件还需按质量标准进行检查验收； (3)有无缺损件，表面有无损坏和锈蚀；
	技术资料验收	随机技术文件(如，使用说明书、合格证明书，装箱清单)及专用工具；
	运转调试检验	

二、基础测量放线：

(一)基础测量放线

1. 设备安装的定位依据

①基准线(平面)②基准点(高程)

2. 基准线和基准点的设置要求

(1)划定依据： ①工艺布置图 ②测量控制网 ③相关建筑物轴线及边缘线、标高线

(2)对于有关联的机械设备，应划定共同的安装基准线和基准点

3. 永久基准线和基准点的设置



- (1)最好采用铜材或不锈钢材制作【2014. 4】
- (2)通常是在主轴线和重要设备的中心线部位
- (3)必须先做出布置图
- (4)重要、重型、特殊设备需设置沉降观测点(汽轮发电机组、透平压缩机组、大型储罐)

学霸笔记

设备开箱检查结合材料进场验收一起记忆，都从核对验证、外观检查、技术资料验收等方面分析。

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用墨斗绷线画墨线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)

重要、重型设备对基础沉降要求较高，需设置沉降观测点观测基础在设备安装过程中沉降有没有超出规范要求。重要、重型设备安装前还应对设备基础进行预压，预压要合格并且要有预压和沉降观测记录。

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。

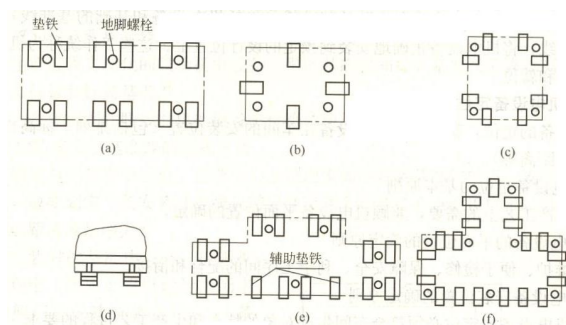
3.位置和尺寸检查 4.预埋地脚螺栓的验收要求(**要把外观检查内容和位置、尺寸检查内容区分开**)

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

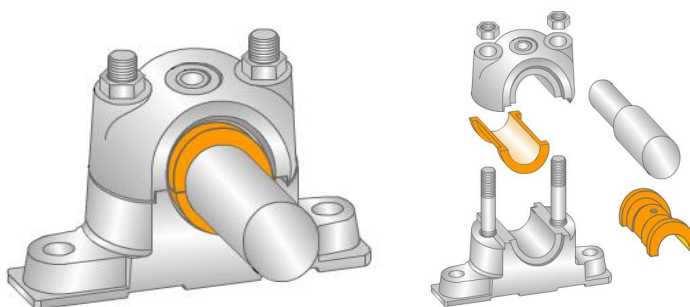


四、滑动轴承装配

	安装要求	
轴瓦	厚壁：0.05mmw 外侧检查轴瓦结合面，塞入深度≤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 检测及调整	顶间隙(轴颈与轴瓦)： 压铅法，铅丝直径≤3×顶间隙	侧间隙(轴颈与轴瓦)： 单侧间隙应为 1/2~1/3 顶间隙

学霸笔记





五、影响设备安装精度的因素：

影响设备安装精度的因素			
设备基础	强度和沉降		
垫铁埋设	承载面积和接触情况		
设备灌浆	强度和密实性		
地脚螺栓	紧固力和垂直度		
测量误差	仪器精度、基准精度		
设备制造与解体设备装配	设备制造	加工精度和装配精度	
	解体设备装配精度	各运动部件之间相对运动精度	直线、圆周运动精度，传动精度
		配合面之间配合精度和接触质量	
	设备基准件安装精度	标高差、水平度、铅垂度、直线度、平行度	
环境因素	基础温度变形、设备温度变形和恶劣环境场所		
操作误差	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)

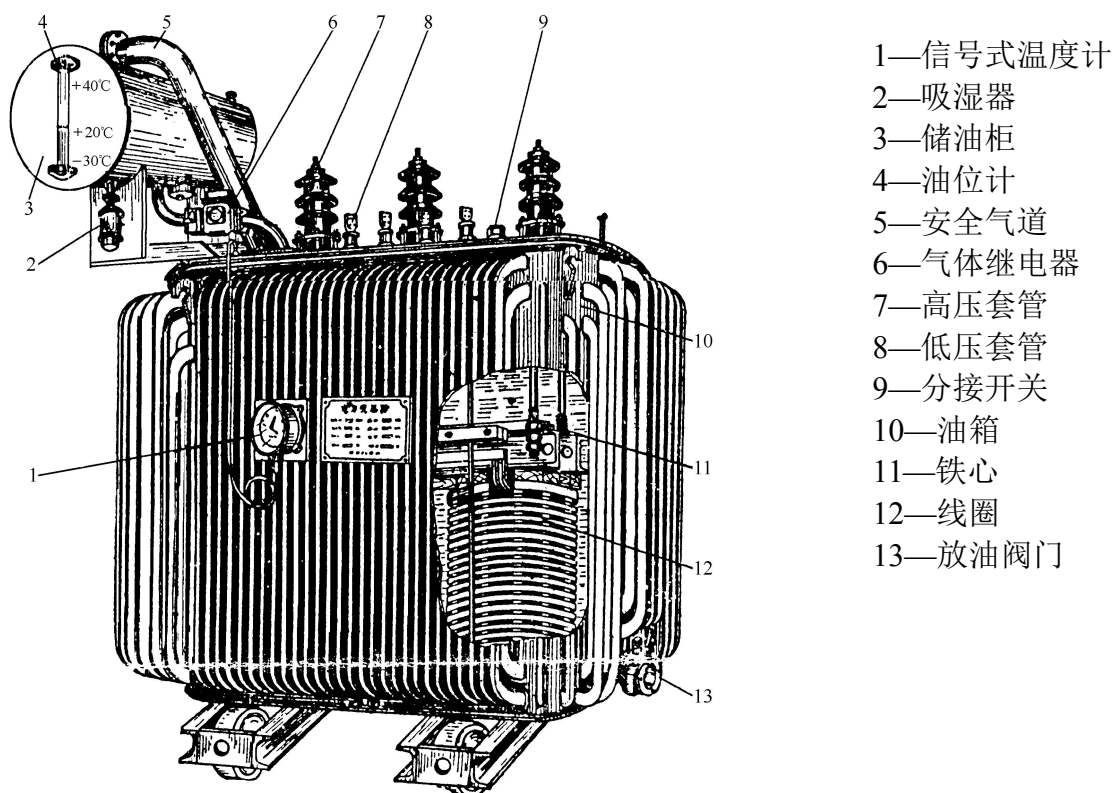


埋管、埋件→设备安装→电线、电缆敷设→回路接通→检查、试验、调试→通电试运行→交付使用

(2)电力变压器的施工程序

油浸式	开箱检查→二次搬运→设备就位→吊芯检查→附件安装→ 滤油、注油 → 绝缘测试 →交接试验→验收【2012/2017 案】
是否需要吊芯检查	①变压器大小②制造厂规定③存放时间④运输过程有无异常而确定。
干式	开箱检查→二次搬运→变压器安装→附件安装→交接试验→送电前检查→送电运行验收

学霸笔记



铁芯：变压器的主磁路，为了提高导磁性能和减少铁损，用 0.35mm 厚、表面涂有绝缘漆的硅钢片叠成。

绕组：变压器的电路，一般用绝缘铜线或铝线绕制而成。

油箱：油浸式变压器的器身浸在变压器油的油箱中。油是冷却介质，又是绝缘介质。油箱侧壁有冷却用的管子(散热器或冷却器)

绝缘套管：将线圈的高、低压引线引到箱外，是引线对地的绝缘，担负着固定的作用。

二、电气装置安装的施工技术要求

(1)绝缘油试验：①电气强度②介质损失角正切值③色谱分析

(2)交接试验内容【2012/2017 案例】





三试验	①直流耐压②交流耐压③绝缘油
三测量	①绝缘电阻②直流电阻③泄漏电流
一检查	线路相位

(3) 交接试验注意事项

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，记录泄漏电流

学霸笔记

介质损耗：绝缘材料在电场作用下，由于介质电导和介质极化的滞后效应，在其内部引起的能量损耗。也叫介质损失，简称介损。在交变电场作用下，电介质内流过的电流相量和电压相量之间的夹角(功率因数角 Φ)的余角 δ 称为介质损耗角。

三、电气装置通电检查及调整试验(了解)

(1)检查有关一、二次设备安装接线应全部完成，所有的标志应明显、正确和齐全。**要先进行二次回路通电检查，然后再进行一次回路通电检查。**

(2)一次回路经过绝缘电阻测定和耐压试验，绝缘电阻值均符合规定。二次回路中弱电回路的绝缘电阻测定和耐压试验按制造厂的规定进行。

(3)已具备可靠的操作(断路器等)、信号和合闸等二次各系统用的交、直流电源。

(4)电流、电压互感器已经过电气试验，**电流互感器二次侧无开路现象，电压互感器二次侧无短路现象。**

2. 安全防范要求

(1)防止电气开关误动作的可靠措施。

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防止误入带电隔离间。

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。

学霸笔记

互感器是一种特殊的变压器。互感器分为电流互感器和电压互感器。

1. 电流互感器安装

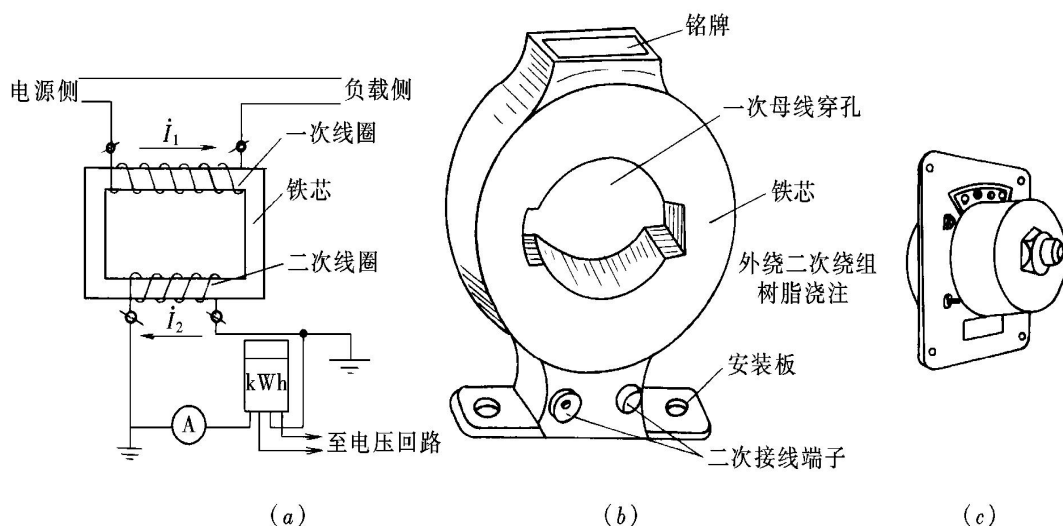


电流互感器的作用是将一次回路的大电流变换为二次回路的小电流，提供测量仪表和继电保护装置用的电流电源。

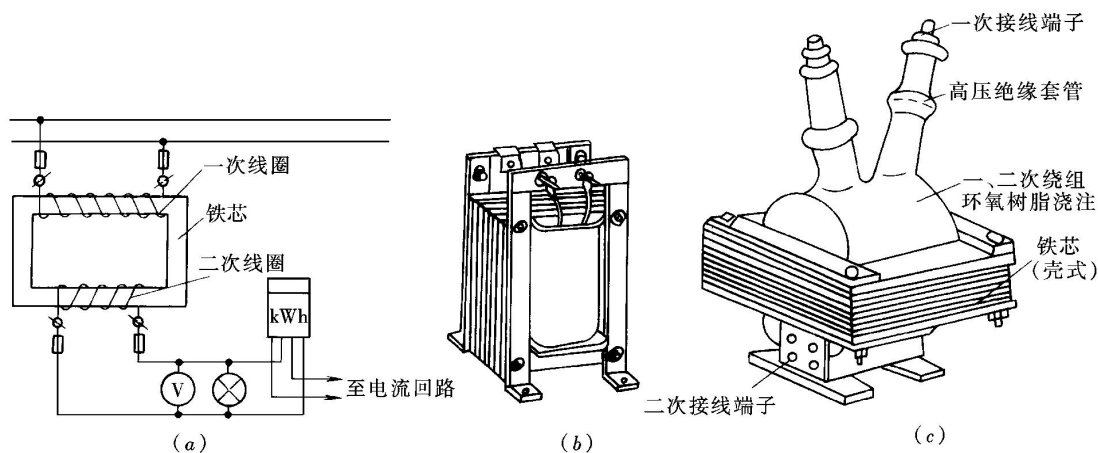
电压互感器的作用是将一次回路的高电压变换为二次回路的低电压，提供测量仪表和继电保护装置用的电压电源。

电流互感器二次侧开路时，电流等于零。一次侧完全变成激磁电流，在二次侧将产生高电压，不仅损坏绝缘，而且可能对设备和人员造成伤害。电压互感器内阻抗很小，若二次回路短路时，会出现很大的电流，将损坏二次设备甚至危及人身安全。

电流互感器：



电压互感器：



2H3130224 输配电线路的施工技术

(一)、电力架空线路施工程序【2008/2013】

施工准备→线路测量→基础施工→杆塔组立→放线架线→导线连接→线路试验→竣工验收

1. 电力架空线路的组成(了解)		
1	电杆基础	底盘、卡盘、拉线盘
2	电杆	
3	导线	大都采用钢芯铝绞线



		低压架空的导线一般采用塑料铜芯线
4	横担	用于固定绝缘子架设导线的
5	绝缘子	支持固定导线，使导线对地绝缘
6	金具	连接所用的金属附件， 如：抱箍、挂板、线夹、心型环
7	拉线	平衡电杆各方向的拉力，防止电杆弯曲或倾倒

学霸笔记

输电线路杆塔地下部分的总体统称为基础。

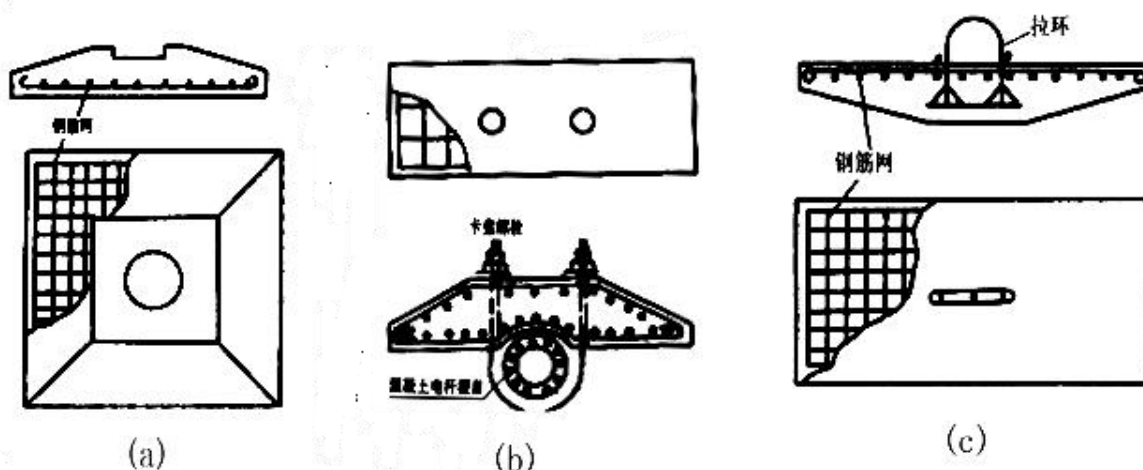
二、基础的作用：

承担杆塔重量及线路受力，使杆塔牢靠和稳定地直立于基础上，不倾覆、不下沉、抗上拔。

绝缘子：绝缘子是中高压输配电系统使用最广泛的基础元件，用于支持导线并起到绝缘作用的机械支撑装置。

绝缘子作用：一是为传输电流的导线提供机械支撑；二是防止电流与大地形成通道接地。

通常用一定数量的标准化的盘形绝缘子片连接成串，以适应线路电压等级的绝缘要求，称绝缘子串。



电杆的基础的“三盘”结构图

(a)地盘；(b)卡盘；(c)拉线盘





某输电线路绝缘子串耐张组合布置实景图例

400KV 倒三角绝缘子串组合布置实景图例（南非）



Q 型、QP 型球头挂环
W 型、WS 型碗头挂板

Q 型球头挂环（代孔）

专用联结金具实物图（部分）



双悬垂线夹实物外形图例

【考点展示】：

电杆线路的组成及材料要求【修改】

1. 水泥杆材料要求：

(1) 表面光洁平整，内外壁厚度均匀，不应有露筋、跑浆现象；

(2) 水泥杆按规定检查时，不应出现纵向裂纹，横向裂纹的宽度不应超过 0.1mm，长度不应超过电杆的 1/3 周长；



(3) 杆长弯曲值不应超过杆长的 1/1000。

补充：分段水泥杆对接焊接后，整杆弯曲度不超过全长 2/1000

(三) 导线架设

1. 导线连接要求

导线接头	接触电阻 ≤ 1.2 同长导线电阻
	机械强度 $\geq 95\%$ 导线强度
	任一档距，只能有一个接头
	不同金属、截面导线，跳线处连接

2. 导线在绝缘子上固定方法

顶绑法、侧绑法、终端绑扎法、耐张线夹固定导线法

学霸笔记

接触电阻过大，就会造成接头处温度升高，长时间就有可能烧断电缆，引起火灾

原教材 90%，现在要求提高。主要是为了防止接头受压断裂，

一个档距就是指两个相邻钢塔架之间，一般有 3~5 百米 的距离，电缆重量很大，所以中间接头最多只能有一个



耐张线夹 (部分)实物图例





【考点展示】：

(四) 架空线路与 10/0.4kV 变电所的连接

1. 室内型和半室外型变电所
2. 室外型变电所

(1) 室外双杆式露天型变电所由高压架空线路、低压架空线路、杆上变压器和电气设备组成。

高压侧包括高压线、自动跌落式熔断器、避雷器及防雷引下线安装；

低压侧包括低压线、配电箱及电度表箱安装；

变压器安装在电杆上，与高压线、低压线和工作接地线连接。

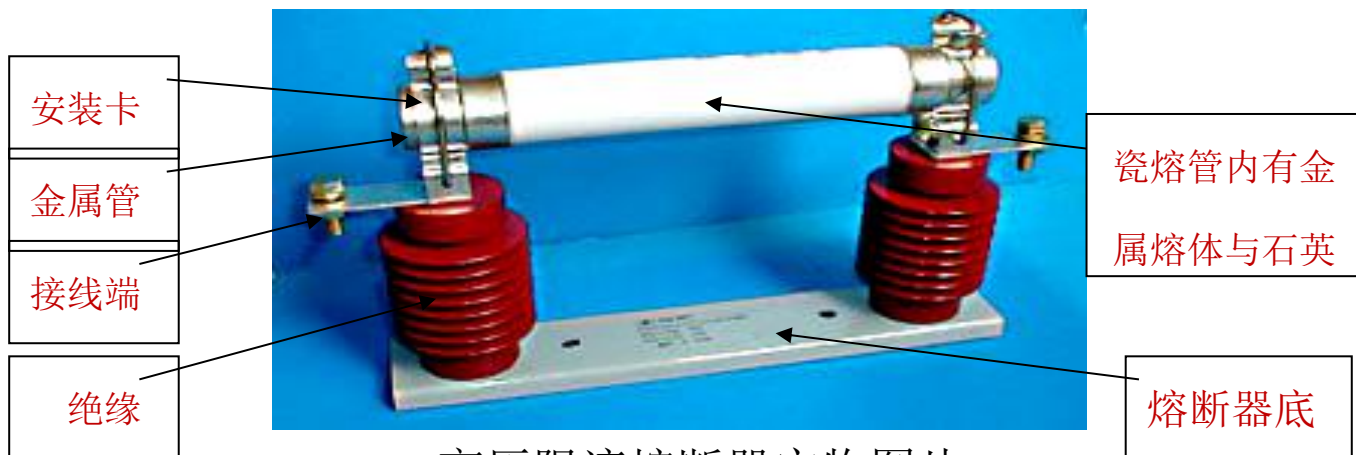
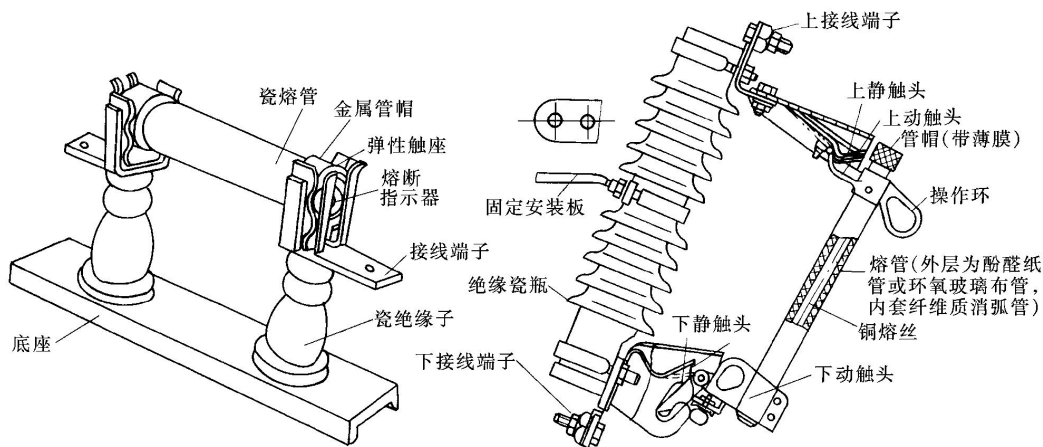
学霸笔记



高压熔断器

(a) 户内式；

(b) 户外式(跌落保险)



高压限流熔断器实物图片

二、电力电缆线路施工要求

电缆保护管施工	<p>2) 电缆保护管内径大于电缆外径的 1.5 倍。</p> <p>3) 电缆引入和引出建筑物、隧道、沟道、电缆井等处，一般应采取防水套管；硬塑料管与热力管交叉时应穿钢套管；金属管埋地时应刷沥青防腐。</p> <p>4) 电缆保护管宜敷设于热力管的下方；</p>
排管施工	<p>排管顶部至地面的距离：人行道为 500mm；一般地区为 700mm。</p> <p>应采用铠装电缆；交流单芯线不得单独穿管</p>

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：严禁平行敷设于上部，(通用)
电缆本体敷设	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

管径细不容易穿电缆；空气不流通，电缆运行中产生的热量不容易挥发

引入、引出口，加防水套管，防止雨水顺电缆流进建筑物。隧道等金属管埋地做刷沥青防腐。

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不准确，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。

(二) 电缆(本体)敷设的要求：

1. 电缆敷设前检查：

电缆封端应严密，按要求做绝缘试验

6kV 以上的电缆，应做交流耐压试验或直流耐压试验及泄漏试验；

1kV 及以下的电缆用 2500V 兆欧表测试绝缘电阻，并做好记录

2. 电缆施放要求

(1) 电缆应从电缆盘上端拉出施放。

(2) 人工施放时必须每隔 1.5~2m 放置滑轮一个，电缆从电缆盘上端拉出后放在滑轮上，再用绳子扣住向前拖拉，不得把电缆放在地上拖拉。

(3) 用机械牵引敷设电缆时，应缓慢前进，一般速度不超过 15m/min，牵引头必须加装钢丝套。长度在 300m 以内的大截面电缆，可直接绑住电缆芯牵引。

(三) 电缆终端头和电缆接头制作的一般要求

1. 绝缘不受潮、密封不失效

4. 电缆终端头和电缆接头制作必须连续进行，

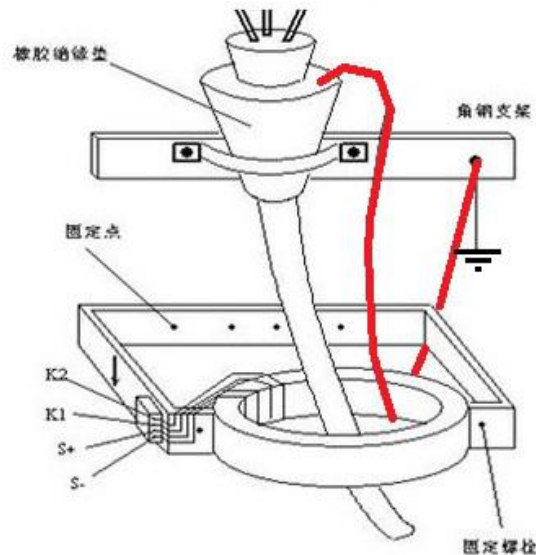
5. 电缆头的外壳、金属护套、铠装层、屏蔽层良好接地，接地线应采用铜绞线或铜编织线。

6. 电缆的屏蔽层和铠装层应锡焊接地线。

电缆通过零序电流互感器时，电缆的屏蔽层或铠装层及接地线应直接接地，接地点在互感器以上时，接地线应穿过互感器接地。

学霸笔记





1、如果单纯用于电缆接地，电缆的接地线是可以不经过电流互感器，而直接接地的。

2、如果该路出线(进线)设有零序保护，则要求取零序电流信号，该信号源就是这个电流互感器，为了准确测量这个零序电流，就要求被测的电流导体通过这个电流互感器，于是就出现了电缆的接地线通过零序电流互感器的情况。

零序电流互感器与接地线的关系应掌握一个原则：电缆两端端部接地线与电缆金属保护层、大地形成的闭合回路不得与零序电流互感器匝链(穿过)。即当电缆接地点在零序电流互感器以下时，接地线应直接接地；接地点在零序电流互感器以上时，接地线应穿过零序电流互感器接地。以上做法是为了防止电缆接地时的零序电流在零序电流互感器前面泄漏，造成误判断；经电缆金属护层流动的杂散电流由接地线流入大地，也不与零序电流互感器匝链，杂散电流也不会影响正确判断。

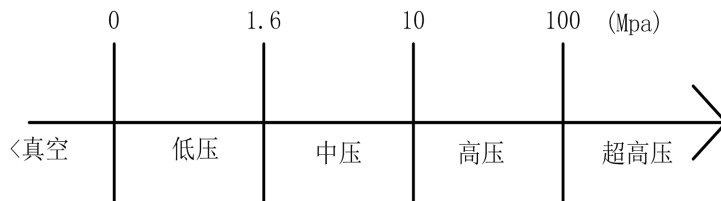
2H313030 工业管道工程施工技术

【考点展示】：



一、压力管道的分类：

管道设计压力分级



用数轴记，分界点往低一级，如： $\geq 1.6\text{Mpa}$ ，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。

【考点展示】：

二、工业管道的施工程序

1. 工业管道工程的施工程序

施工准备→配合土建 预留、预埋、测量→管道、支架预制→附件、法兰加工、检验→管段预制→管道安装→管道系统检验→管道系统试验→防腐绝热→系统清洗→资料汇总、绘制竣工图→竣工验收

三、工业管道施工的技术要求

(一)管道施工前应具备的条件

1 施工图纸和相关技术文件应齐全，并已按规定程序进行设计交底和图纸会审。

2 施工组织设计或施工方案已经批准，并已进行技术和安全交底。

3. 施工人员已按有关规定考核合格。

4. 已办理工程开工文件。

5 用于管道施工的机械、工器具应安全可靠；计量器具应检定合格并在有效期内。

6. 已制定相应的职业健康安全与环境保护应急预案。

7. 压力管道施工前，应向工程所在地的质量技术监督部门办理书面告知，并应接受监督检验单位的监督检验。

学霸笔记

工业管道，大部分属于压力管道，有些管道输送的还是剧毒、易燃易爆介质，属于特种设备范畴，所以安装前第一步必须向质量监督管理部门进行书面告知，接受监督

第二步办理开工文件，办理开工文件就必须要有设计图纸和技术文件。有施工组织设计和施工方案。仅仅有施工图纸和技术文件不够，还必须要进行设计交底和图纸会审

仅仅有施工方案和施工组织设计不行，还必须经过批准，并且要进行技术和安全交底。



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 $\leq 25\text{ppm}$	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。

学霸笔记

支架有固定支架、导向支架和滑动支架三种类型：固定支架，管道不能发生纵向和横向位移，导向支架，管子只能发生纵向位移，不能横向位移，滑动支架，管子既可以纵向位移，也可以横向位移。

所以，支架应和管道紧密接触，特别是固定支架，用丝杠将管道紧固在支架上。

在管道安装时，及时调整支吊架。不是安装前，也不是安装后。安装时管道会发生位移，支吊架随时



调整。另外要注意的是有热位移的管道，管道热负荷试运行，也要对支吊架进行检查和调整。因为管道受热膨胀位移。

四、管道系统试验和吹洗要求

2. 管道系统真空度试验的实施要点

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 \leq 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 $\geq 0.4\text{MPa}$	实验前，排尽气体；环境温度不低于 5°C 管道 \leq 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 $> 0.6\text{MPa}$ ，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 $\leq 1.1 \times$ 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

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	\geq	$< \text{DN}600$, 水冲洗	$\geq 1.5\text{m/s}$	(1)吹洗前： 1)检查支吊架牢固程度，加固 2)不允许吹扫的设备与管道隔离 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 \rightarrow 支管 \rightarrow 疏排管
气体管道	DN600 人工清理	$< \text{DN}600$, 空气吹洗 \leq 设计压力	$\geq 20\text{m/s}$	
蒸汽管道	蒸汽吹洗		$\geq 30\text{m/s}$	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. 汽轮机分类(P67)	
按工作原理分	冲动式、反动式
按热力特性(11.28)	凝气式、背压式、抽气式、抽气背压式、多压式
按主蒸汽压力划分	低、中、高、超高、亚临界、超临界、超超临界
按结构型式分	单级汽轮机、多级汽轮机
按气流方向分	轴流式、辐流式、周流(回流)式
按用途分	工业驱动(大型风机、水泵、压缩机)
	电站汽轮机(多采用轴流式、凝气式(抽气式)机组)

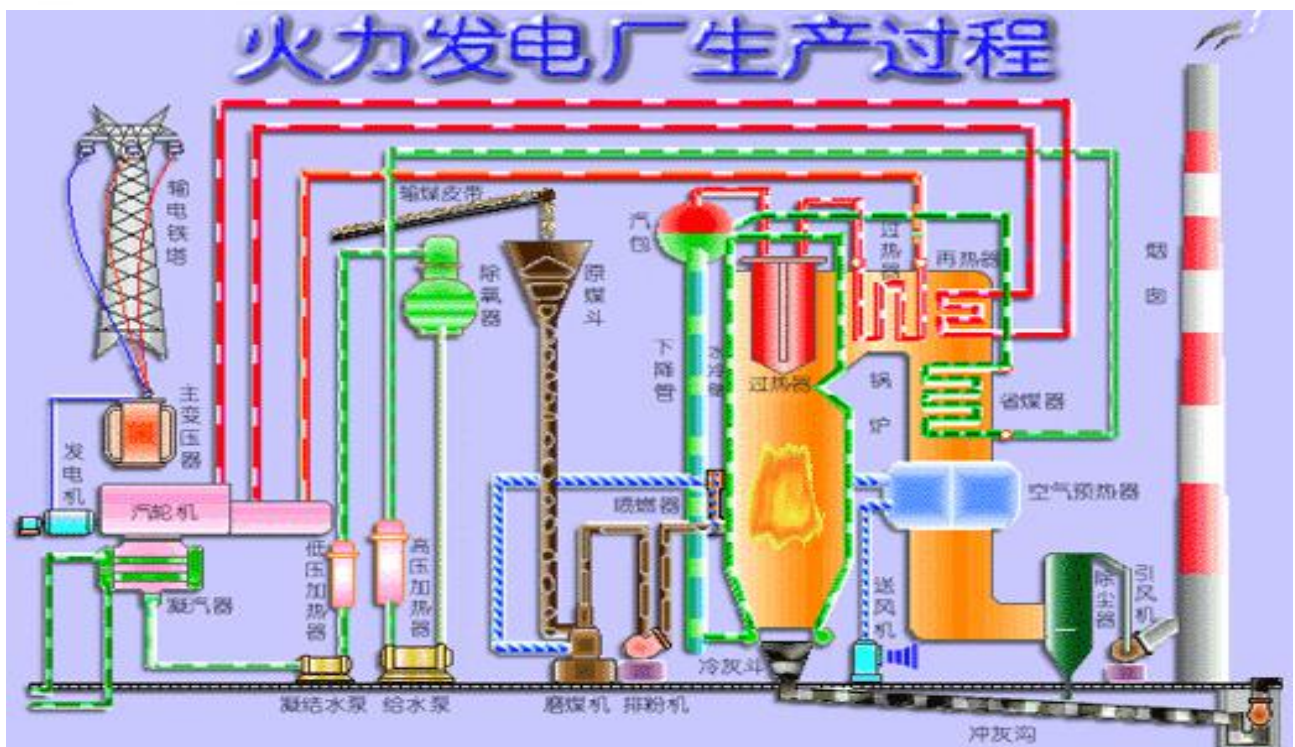
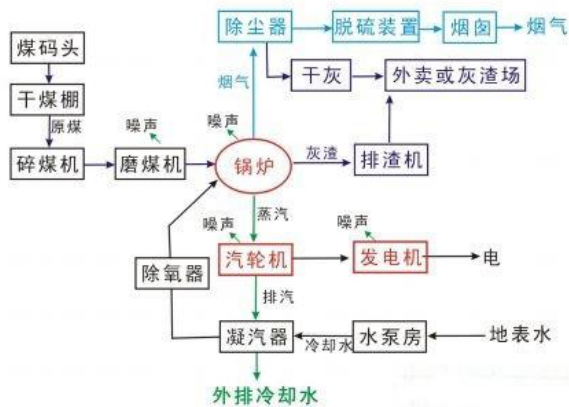
2. 汽轮机的组成

2. 汽轮机的组成		
汽轮机本体设备	静止部分	汽缸、喷嘴组、隔板、隔板套 汽封、轴承及紧固件等



转动部分	动叶栅、叶轮、联轴器、 盘车器、止推盘、危急保安器等
蒸汽系统设备、凝结水系统设备、给水系统设备	

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：

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，在机轮机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。

对于冲动式汽轮机而言，蒸汽只在汽机的静叶栅中降压膨胀加速，在动叶栅内不降压膨胀，动叶栅只把蒸汽动能转换成机械能，同时改变气流方向。

对于反动式汽轮机而言，蒸汽在汽机静叶栅中被降压、膨胀、加速，在动叶栅中也被进一步降压、膨胀、加速，动叶不但将蒸汽的动能，同时也将蒸汽的部分内能转换成机械能，同时改变气流方向。

背压式 排气压力高于大气压，直接用于供热

抽气背压式：中间级抽取部分蒸汽供给需要较高压力等级的热用户，同时保持一定背压的排气

凝汽式：中间级抽取部分蒸汽供给需要较高压力等级的热用户，排气压力低于大气压。

二、发电机安装：

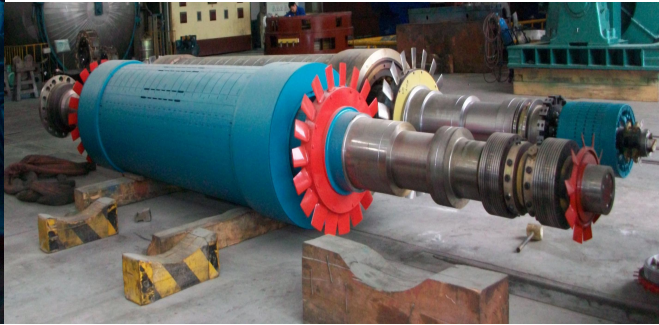
1. 发电机组组成	
定子	机座、定子铁心、定子绕组、盖端
转子	转子锻件、激磁绕组、护环、中心环、风扇

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；
- (2) 台板、气缸、轴承座安装；
- (3) 油润滑、油循环系统；
4. (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。

凝汽器管板、低压加热器安装→低压缸就位→管束穿管和连接。

(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，调整后穿上地脚螺栓完成安装。

5. 轴系对轮中心找正

(1) 轴系对轮中心找正主要是对高中压对轮中心找正、中低压对轮中心、低压对轮中心和低压转子——电转子对轮中心的找正。

(2) 轴系对轮中心找正基准：低压转子

(3) 多次复查找正：

凝汽器灌水前	轴系初找
凝汽器灌水后	气缸扣盖前复找；二次灌浆前复找；二次灌浆后复找；轴系联接时复找

学霸笔记

质量控制点是指对于工程的安全、性能、可靠性有严重影响的关键部位或对下道工序有严重影响的关键工序，可以划分为 A/B、C 三级。参考教材 P225~226。

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。

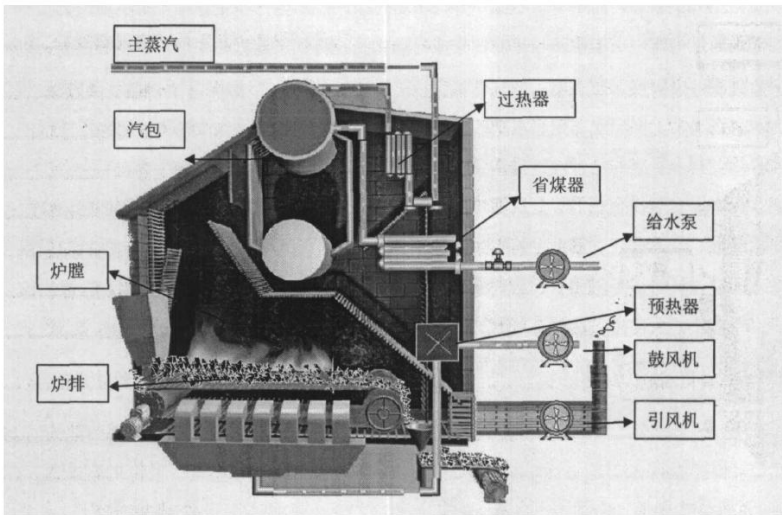
2H313042 锅炉系统主要设备的安装技术要求

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(炉箠)、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、锅炉主要设备安装技术要点

1. 整装锅炉的技术安装要点

(1)在锅炉安装前进行锅炉实物与技术资料核对检查的内容主要有哪些？

- 1)核对锅炉结构，参数。
- 2)焊缝质量直观抽检，必要时用 X 射线探伤抽检。
- 3)测量锅壳焊缝错开量。
- 4)检查前、后管板与管束的连接形式是否符合要求。
- 5)查阅分汽包及主要管道材质，受压元件强度计算等技术资料是否符合要求。

(2)省煤器为整装组件出厂，安装前应进行水压试验

2. 散装锅炉本体的安装程序

设备的清点检查和验收→基础验收→基础放线→设备搬运及起重吊装→钢架及梯子平台的安装→汽包安装→锅炉**本体受热面**的安装→**尾部受热面**的安装(空气预热器、省煤器)→燃烧设备的安装→附属设备安装→热工仪表保护装置安装。

3. 受热面安装的技术要点

- 1)受热面管子应进行**通球试验**，合金材质应进行**光谱复查**。
- 2)使用胀接工艺的受热面管，安装前要对管子进行 1 : 1 的放样校管，管口进行退火处理，退火温度一般控制在 600-650℃，退火长度为 100-150mm，管子胀接使用胀管器进行，胀管率一般控制在 1.3%-1.5%。

3)使用焊接工艺的受热面，应严格执行**焊接工艺评定**，受热面组件吊装选择好中心和吊装方法，确定好绑扎位置，不得将绳子捆在管束上，防止吊装时管子变形和损伤。

4.锅炉受热面组件吊装顺序。水冷壁上部组件及管排吊装→水冷壁中部组件及管排吊装→炉膛上部过热器组件及管排吊装→炉膛出口水平段过热器或再热器组件及管排吊装→尾部包墙过热器组件及管排吊装→尾部低温再热器、低温过热器、省煤器吊装等。



学霸笔记

管板，就是在圆形钢板上钻出比管子外径一样略大一些的孔，是换热器中起到固定管子以及密封介质作用的圆钢。将管子穿入焊住固定，起这样作用的一种配件。

将胀管器插入管子头，使管子头发生塑性变形，直至完全贴合在管板上，并使管板孔壁周围发生变形，然后拔出胀管器。由于管子发生的是塑性变形，而管板仍然处在弹性变形状态，扩大后的管径不能缩小，而管板孔壁则要弹性恢复而使孔径变小(复原)，这样就使管子与管板紧紧地连接在一起了。利用管端与管板孔沟槽间的变形来达到紧固和密封的连接方法。用外力使管子端部发生塑性变形，将管子与管板连接在一起，又叫胀管，多采用胀管器胀接。



2H313043 光伏与风力发电设备的安装技术要求

锅炉热态调试与试运转

二、光伏与风力发电设备的安装程序

1 光伏发电设备的安装程序

施工准备→基础检查验收→设备检查→光伏支架安装→光伏组件安装→汇流箱安装→逆变器→电气设备安装→调试→验收。

2. 风力发电设备的安装程序

施工准备→基础环平台及变频器、电器柜→塔筒安装→机舱安装→发电机安装→叶片与轮载组合→叶轮安装→其他部件安装→电气设备安装→调试试运行→验收

三、风力发电设备安装技术要求

安装前应制定风力发电风机的**专项施工方案**。



基础、塔筒

• 叶轮：叶片和轮毂

吸收风能的单元，用于将空气的动能转换为叶轮转动的机械能。叶轮的转动是风作用在叶片上产生的升力导致。

轮毂的作用是将叶片固定在一起，并且承受叶片上传递的各种载荷，然后传递到发电机转动轴上。

变桨系统：变桨电机、减速器、轴承等。

• 机舱

- 偏航系统：偏航电机、减速器、轴承等

- 主轴

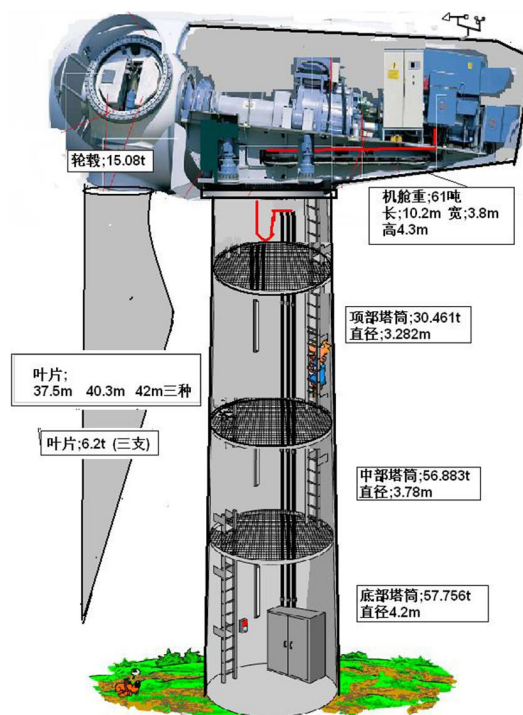
- 齿轮箱

- 发电机：定子、转子、轴承等。

- 制动系统、液压系统等

• 电控系统：

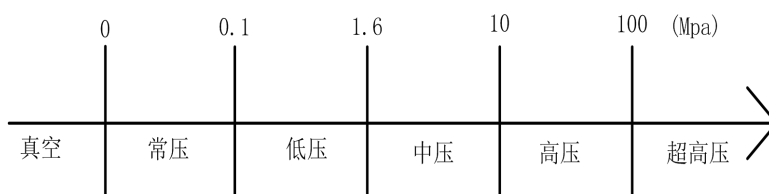
- 主控系统、变流系统、变桨系统、监控系统



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

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

(二) 球罐焊接和焊后整体热处理

1. 球罐的焊接顺序

(1) 焊接程序原则：先焊纵缝，后焊环缝；先焊短缝，后焊长缝；先焊坡口深度大的一侧，后焊坡口深度小的一侧。

(2) 焊条电弧焊时，焊工应对称分布、同步焊接，在同等时间内超前或滞后的长度不宜大于 500mm。焊条电弧焊的第一层焊道应采用分段退焊法；多层多道焊时，每层焊道引弧点宜依次错开 25 - 50mm。

2. 球罐的焊后整体热处理

球形罐根据设计图样要求、盛装介质、厚度、使用材料等确定是否进行焊后整体热处理。球形罐焊后整体热处理应在压力试验前进行。

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撬装式和混合式，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。

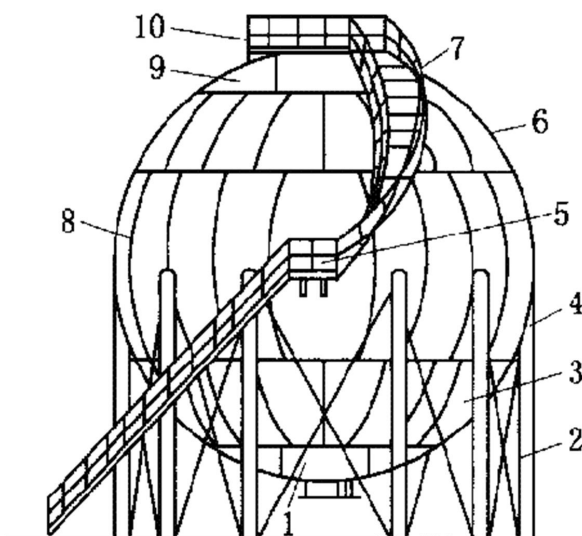


图 1C-1-7 球罐结构外形示意图

1-南极板；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

2. 常见钢制储罐的焊接方法

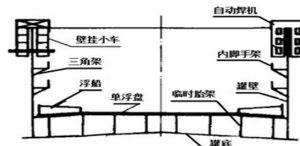
焊接位置	焊接方法选用
目前应用最广泛的	焊条电弧焊(手工焊)
底板角焊缝、顶板角焊缝	半自动焊接(半自动 CO ₂ 气体保护焊)；双丝埋弧自动焊
正装法施工的环缝焊	环缝埋弧自动焊接
正装法施工的立缝焊	立缝气电焊(熔化极气体保护焊)
罐壁板与底板的内外环大角缝焊接	磁性角焊缝埋弧焊

学霸笔记

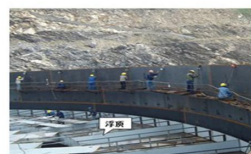
钢制储罐正装施工法



图 5.10 大型储罐吊车就位壁板

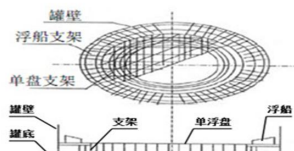


(a) 内挂壁式脚手架法示意图

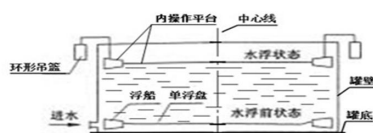


(b) 工人上移操作平台

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

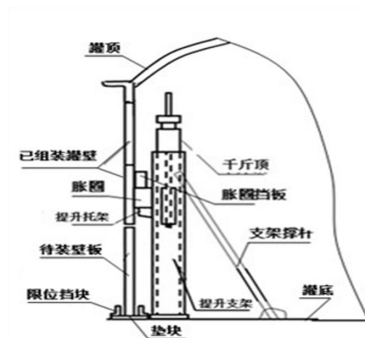
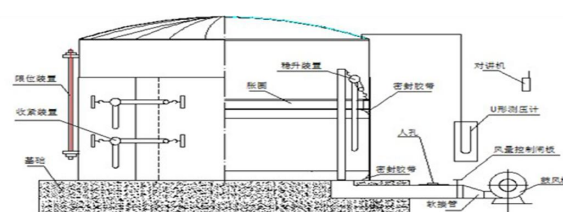


图 5.18 液压提升装置



(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

焊接人员	焊接产品的焊工
焊接工艺	与施焊压力容器相同(同条件、同工艺，同时热处理)
位置	筒节纵向焊缝的延长部分；球罐：立焊、横焊、平加仰焊位置各一块
试验内容	焊缝：外观、射线(或超声)检测；不合格，允许返修，允许避开缺陷部位 试板：拉力、弯曲、冲击试验

六、几何尺寸检查验收要求

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
	零部件安装后的检查	人孔、接管的位置、外伸长度、法兰面与管中心轴线垂直度
储罐	罐壁 【2018. 2-4】	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

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。

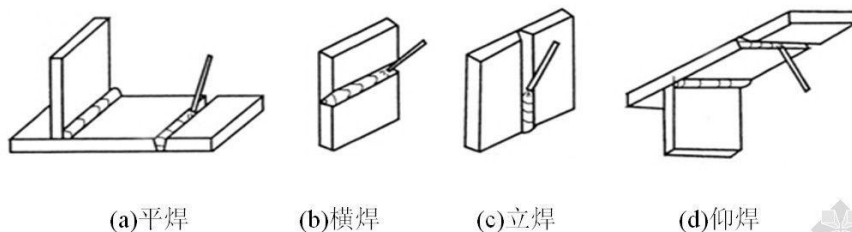
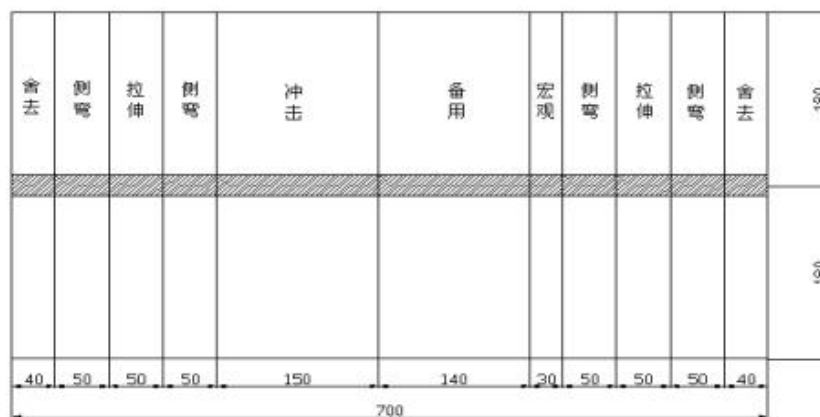


图3.7 焊缝施焊位置



焊接试板试验图样：



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

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。

2. 仪表管道安装施工程序

管材管件出库检验→管材及支架的除锈、一次防腐→阀门压力试验→管路预制、安装→管道的压力试验与吹扫(清洗)→管材及支架的二次防腐。

二、自动化仪表安装施工要求

1. 中央控制室安装(2) 主要工作内容：回路试验和系统试验(包括检测回路试验、控制回路试验、报警系统、程序控制系统和联锁系统的试验)。

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) 温度取源部件的安装位置。

要选在介质温度变化灵敏和具有代表性的地方，不宜选在阀门等阻力部件的附近和介质流束呈现死角处以及振动较大的地方。

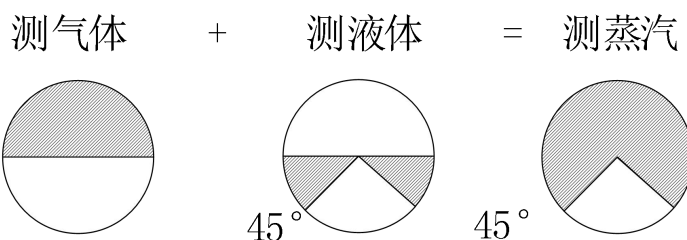
(2) 温度取源部件与管道安装要求。【2015/2017 单】

1) 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；

2) 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；

3) 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。

(3) 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：



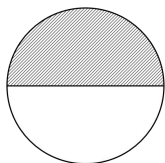
【2013 单选】



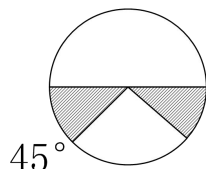
1)压力取源部件与温度取源部件在同一管段上：压力取源部件安装在温度取源部件的上游

2)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：

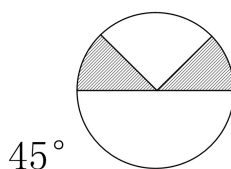
测气体



测液体



测蒸汽



10. 孔板安装要求。

(1)采用不同取压方式时取压孔直径要求不一样，但都要求取压孔的轴线与管道的轴线垂直相交，并且上下游侧取压孔的直径应相等。

12. 内浮筒液位计和浮球液位计采用导向管或其他导向装置要求。

(1)导向管或导向装置必须**垂直安装**，并应保证导向管内液流畅通；

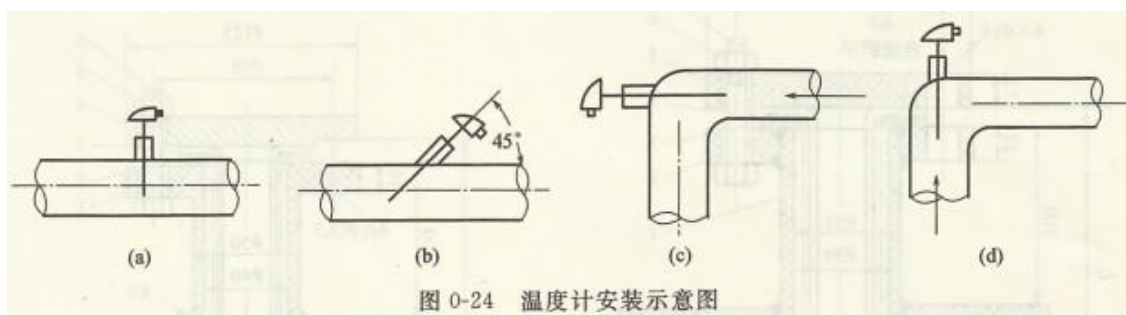
(2)安装浮球式液位仪表的法兰短管必须保证浮球能在全量程范围内自由活动；

(3)电接点水位计的测量筒应垂直安装，筒体零水位电极的中轴线与被测容器正常工作时的零水位线应处于同一高度。

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. 表面处理方法(理解)

除锈方法	特性及适用范围	钢材表面处理等级
------	---------	----------





工具除锈 (手动、动力工具)		表面粗糙度应符合规定，不得将钢材表面磨得过光或过于粗糙。	St2: 彻底 St3: 非常彻底，有金属光泽
喷射除锈	喷砂除锈	施工现场设备和管道	Sa1: 轻度 Sa2: 彻底，可有牢固残留
	抛射(抛丸)	车间工件金属表面	Sa2.5: 非常彻底 Sa3: 洁净，有金属光泽

3. 表面处理要求

(1) 清洁程度要求

1) 达到处理等级要求。

序号	覆盖层类别	表面处理质量等级
1	金属热喷涂层	Sa3 级
2	橡胶衬里、搪铅、纤维增强塑料衬里、树脂胶泥衬砌砖板衬里、涂料涂层、塑料板粘结衬里、玻璃鳞片衬里、喷涂聚脲衬里	Sa2.5 级
3	水玻璃胶泥衬砌砖板衬里、涂料涂层、氯丁胶乳水泥砂浆衬里	Sa2 级或 St3 级
4	衬铅、塑料板非粘结衬里	Sa1 级或 St2 级

学霸笔记

注意顺序：从 1 级到 3 级，洁净度等级逐渐提升。

不同防腐蚀覆盖层对基体的处理质量等级要求不同：金属涂层→Sa3 级；高分子覆盖层→Sa2.5 级；无机非金属覆盖层→Sa2 级或 St3 级。

设备及管道防腐蚀施工要求

1. 涂料涂层

(1) 施工环境温度宜为 10℃~30℃，相对湿度不宜大于 85%，或被涂覆的基体表面温度应比露点温度高 3℃。

2. 金属热喷涂层

(3) 设计厚度等于或大于 0.1mm 的涂层应分层喷涂。分层喷涂时，喷涂的每一涂层均应平行搭接，搭接尺寸符合要求；同层涂层的喷涂方向宜一致；上下两层的喷涂方向应纵横交叉。

(4) 难以施工的部位应先喷涂。喷涂操作时，宜降低热源功率，提高喷枪的移动速度，并应预留涂层的阶梯形接头。

2H313072 绝热工程施工技术要求

一、绝热层施工技术要求

1. 分层施工





当采用一种绝热制品，保温层厚度 $\geq 100\text{mm}$ 或保冷层厚度 $\geq 80\text{mm}$ 时，应分为两层或多层逐层施工，各层厚度宜接近。

3. 拼缝宽度

硬质或半硬质绝热制品用作保温层时，拼缝宽度 $\leq 5\text{mm}$ ；

5. 绝热层施工时，同层应错缝，上下层应压缝，其搭接的长度不宜小 100mm。

(4) 接缝位置

1) 水平管道的纵向接缝位置，不得布置在管道下部垂直中心线 45° 范围内。

二、伸缩缝及膨胀间隙的留设

1. 伸缩缝留设规定

(1) 设备或管道采用硬质绝热制品时，应留设伸缩缝。

(2) 两固定管架间水平管道的绝热层应至少留设一道伸缩缝。

(3) 立式设备及垂直管道，应在支承件、法兰下面留设伸缩缝。

(4) 弯头两端的直管段上，可各留一道伸缩缝；当两弯头之间的间距较小时，其直管段上的伸缩缝可根据介质温度确定仅留一道或不留设。

三、防潮层施工技术要求

1. 室外施工不宜在雨雪天或阳光暴晒中进行。施工时的环境温度应符合设计文件和品说明书的规定。

2. 当防潮层采用玻璃纤维布复合胶泥涂抹施工时，应符合下列规定：

(1) 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。

4. 设备筒体、管道上的防潮层应连续施工，不得有断开或断层等现象。防潮层封处应封闭。

四、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。(先下后上)

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)

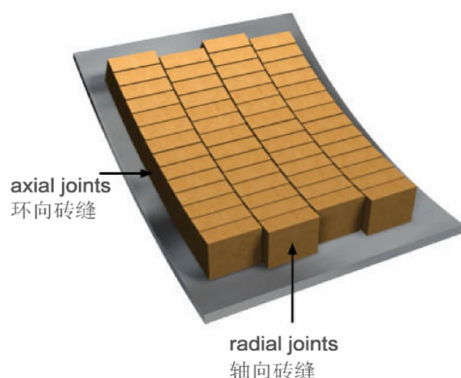
测量记录	炉子中心线、控制标高、沉降观测点
复测记录	钢结构和炉内轨道等安装位置的主要尺寸
合格证明	隐蔽工程验收 炉体冷却装置、管道和炉壳的试压记录、焊接严密性试验验收 炉内托砖板和锚固件等的位置、尺寸及焊接质量
试运转合格的证明	可动炉子或炉子的可动部分

二、静态炉窑的施工程序

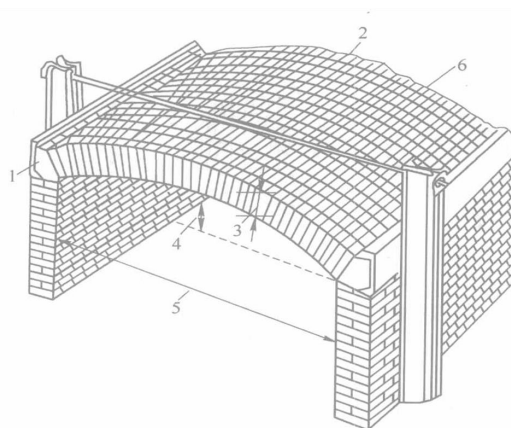
静态炉窑的施工程序与动态炉窑基本相同，不同之处在于：

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。

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

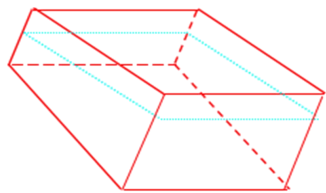


- 5) 不得使用砍掉厚度 1/3 以上的锁砖或砍凿长侧面使大面成楔形的锁砖
- (3) 吊挂砖施工技术要点
- 1) 吊挂平顶的吊挂砖从中间向两侧砌筑
 - 2) 斜坡炉顶从下面的转折处向两端砌筑
 - 3) 吊挂拱顶应环砌
 - 4) 镁质砖吊挂砖，砖与砖之间要插销钉和夹钢片

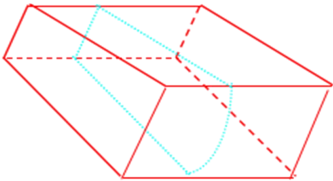
学霸笔记



把最后一块火砖插入：
如果尺寸恰当，没有敞开砖缝，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

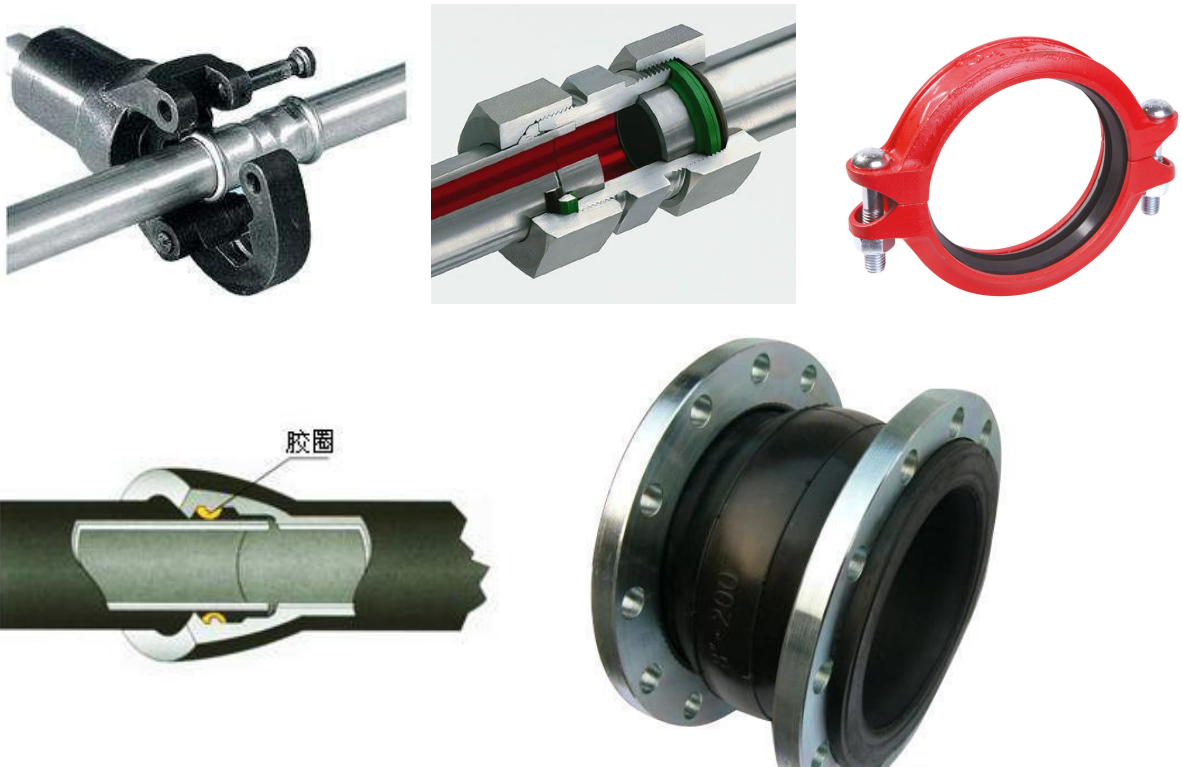
2H314010 建筑管道工程施工技术

一、高层建筑管道常用连接方法

适用的连接方式	管道类型
螺纹连接	明装管道、钢塑复合管、直径≤100mm 镀锌钢管
法兰	直径较大的管道；需要经常拆卸维修的部位
焊接	暗装的管道、直径较大的管道；不镀锌管道；铜管
沟槽式(卡箍)连接	直径≥100mm 的镀锌钢管；操作简单、施工安全、系统稳定性好、维修方便、省时省工
螺纹卡套(卡套式)	铝塑复合管、铜管
卡压连接	水质卫生要求；使用寿命长、安装便捷、连接可靠、经济合理
热熔连接	PP-R 管道
承插连接	给、排水的铸铁管①柔性连接——橡胶密封圈密封【2014 单】②刚性连接——采用石棉水泥或膨胀性填料密封



学霸笔记



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 $\leq 100\text{mm}$ 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 $\geq 100\text{mm}$ 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、建筑管道施工技术要点

【内容详解】

1. 材料设备管理

(1) 阀门安装前应按规定进行：①强度试验②严密性试验；【2013 案例】

每批中抽查 10%，且不少于 1 个；主干管上其切断作用的闭路阀门，100%；

(2) 管道所用流量计及压力表应进行校验检定，设备及管道上的安全阀应按设计文件要求由具备资质的单位进行整定压力调整和密封试验，当有特殊要求时，还应进行其他性能试验。安全阀校验应做好记录、铅封，并应出具校验报告。

2. 配合土建工程预留、预埋





(2)地下室或地下构筑物外墙有管道穿过的，应采取**防水措施**。对有严格防水要求的建筑物，必须采用柔性防水套管。

(3)管道穿过楼板时应**设置金属或塑料套管**。安装在楼板内的套管，其顶部高出装饰地面 20mm，安装在卫生间及厨房内的套管，其顶部应高出装饰地面 50mm，底部应与楼板底面相平，套管与管道之间缝隙宜用阻燃密实材料和防水油膏填实，且端面应光滑。

(4)管道穿过墙壁时应设置金属或塑料套管。套管两端应与饰面相平，套管与管道之间缝隙宜用阻燃密实材料填实，且端面应光滑。

7. 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**

(3)机房、泵房管道安装前，应详细检查设备本体进出口管径、标高、连接方法等情况，经验证无误后方可配管。

(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**。

(5)室内生活污水管道坡度设置依据：材质、管径。**铸铁管的坡度应高于塑料管的坡度**。

(6)排水塑料管必须按设计要求及位置装设伸缩节。如设计无要求时，伸缩节间距不得大于 4m。高层建筑中明设排水塑料管道应按设计要求设置**阻火圈或防火套管**。【2018. 21】

(7)排水通气管不得与风道或烟道连接，通气管应高出屋面 300mm，且必须大于最大积雪厚度；在通气管出口 4m 以内有门、窗时，通气管应高出门、窗顶 600mm 或引向无门、窗一侧；在经常有人停留的平屋顶上，通气管应高出屋面 2m 并应根据防雷要求设置防雷装置；

管道类别	高层雨水系统	超高层雨水系统 (>100m)	高层、超高层重力流雨水系统
使用管材	镀锌焊接钢管	镀锌无缝钢管	球墨铸铁管

学霸笔记

安装原则：管道穿墙穿楼板时均需设置防护套管，一般要求用不燃柔性材料封堵。主要考虑管道在套管内的热胀冷缩。本条要求对水电、暖通管道通用。

铸铁管粗糙，摩擦力大，安装时较塑料管道坡度要大；塑料管道热膨胀系数大，需装设伸缩节；塑料材质易燃，明设时按设计要求设置阻火圈或防火套管。

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。

高层、超高层雨水系统一般是采用虹吸水系统，虹吸水系统在雨量较大的情况下，雨水管道是满管承压状态，所以要用镀锌焊接钢管和镀锌无缝钢管这类能承压的管道。**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。**





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 $\geq 2/3$ 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。

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系统进行。**

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、供电干线及室内配电线路施工技术要求

2. 室内配线施工技术要求

(2)管内穿线施工技术要求

- (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 $0.5\text{M}\Omega$ 。

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。[2016案例]

(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。穿管敷设的要求是为了安全考虑。

三、电气照明施工技术要求

【内容详解】

1. 照明配电箱安装技术要求

(1)照明配电箱应安装牢固，配电箱内应标明用电回路名称。

(2)照明配电箱内应分别设置中性线(N 线)和保护接地(PE 线)汇流排，中性线和保护地线应在汇流排上连接，不得绞接。

(3)照明配电箱内每一单相分支回路的电流不宜超过 16A，灯具数量不宜超过 25 个。大型建筑组合灯具每一单相回路电流不宜超过 25A，光源数量不宜超过 60 个(当采用 LED 光源时除外)。

(4)插座为单独回路时，数量不宜超过 10 个。用于计算机电源插座数量不宜超过 5 个。

2. 灯具安装技术要求【2016/2017 案例】

(1)灯具安装应牢固，采用预埋吊钩、膨胀螺栓等安装固定，严禁使用木楔、尼龙塞或塑料固定。

(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，铜芯软导线的截面积应与进入灯具的电源线截面积相同。

(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。

3. 开关安装技术要求

(2)相线应经开关控制。

(3)开关安装的位置应便于操作，开关边缘距门框的距离宜为 0.15~0.2m，开关距地面高度宜为 1.3m。

(3)在易燃、易爆和特别潮湿的场所，开关应分别采用防爆型、密闭型或采取其他保护措施。

4. 插座安装技术要求

(1)接线：面对插座板，左零右火

4)保护接地导体(PE) 在插座之间不得串联连接。

5)相线与中性导体(N) 不应利用插座本体的接线端子转接供电。

6)在潮湿场所，应采用密封良好的防溅水插座。

学霸笔记



一类灯具比如路灯、景观灯；以前家里用的两插头的灯具基本是0类，三插头的一般是一类，0类灯具现在国家已经废止。一类灯具单层绝缘，绝缘层破坏就可能造成触电，所以一类灯具必须接地。

二类灯具如轨道灯、手提灯，台灯，需要经常移动的灯具。二类灯具采用双层绝缘，不需要接地。

三类灯具：比如12V、24V、36等低电压灯具。三类灯具不允许接地。

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1MΩ/kV，1kV以上使用2500V摇表，定子绕组绝缘电阻不应低于1MΩ/kV，转子绕组绝缘电阻不应低于0.5MΩ/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%。



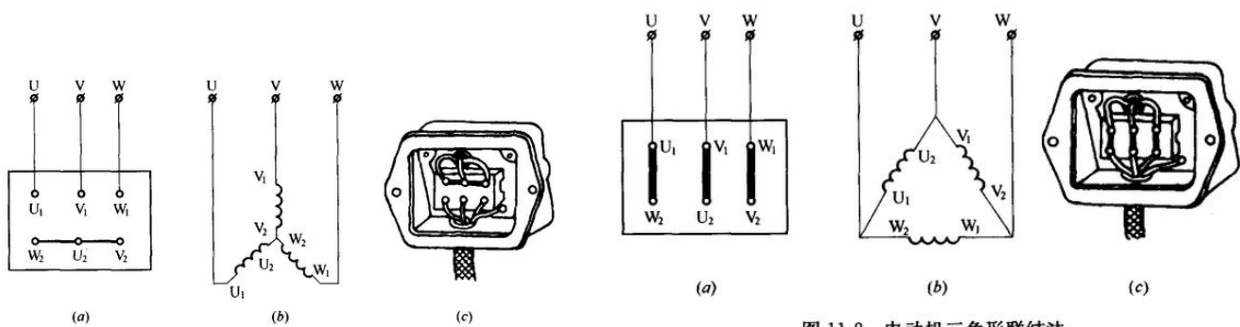


图 11-7 电动机星形联结法

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—△降压启动、软启动器启动、变频器启动。

Y—△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

(二) 建筑接地工程施工技术要求

1. 接地体的施工技术要求

(1) 人工接地体(极)的施工技术要求

1) 金属接地体(极)的施工技术要求

①垂直埋设的金属接地体一般采用镀锌角钢、镀锌铜管、镀锌圆钢等。镀锌钢管的壁厚不小于 2.5mm，镀锌角钢的厚度为 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。

人工接地体一般直接埋入地下，埋设后接地体的顶部距地面不小于 0.6m，且应在冻土层以下。为减小相邻接地体的屏蔽效应，接地体的水平间距应不小于 5m。

(2) 接地体的施工的注意事项

1) 接地体要有足够的机械强度。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。电气设备独立接地体的接地电阻应小于 4Ω ，共用接地体的接地电阻应小于 1Ω 。

2) 接地体应远离高温影响以及使土壤电阻率升高的高温地方。在土壤电阻率高的地区，可在接地坑内填入化学降阻剂降低土壤电阻率。降阻剂的操作应按生产厂家的使用说明书进行。

3) 当设计规定用埋地金属管道作为接地体时，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。



2. 接地线的施工技术要求

(2) 接地支线的施工技术要求

(1) 接地支线通常采用铜线、铜排、扁钢、圆钢等，室内的接地支线多为明敷。与建筑物结构平行敷设，按水平或垂直敷设在墙壁上，或敷设在母线或电缆桥架的支架上

(2) 有的设备连接支线需经过地面，也可埋设在混凝土内。在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) 接地线的连接应采用焊接，焊接必须牢固无虚焊。若不宜焊接，可用螺栓连接，但应进行除锈处理。接地支线与电气设备接地点连接时，接头应采用接线端子螺栓连接，并用防松螺帽或防松垫片。有色金属接地线不能采用焊接时，可用螺栓连接。螺栓连接处的接触面应按现行国家标准的规定处理。

(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。

学霸笔记

防雷和接地装置主要是为了将雷电产生的电流和电气及线路产生的漏电流通过导体引入到地下，也就是常说的接地。我们一般采用各种型钢、圆钢或者钢管作为导体接地。

2H314030 通风与空调工程施工技术

一、通风与空调系统的类别

1. 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

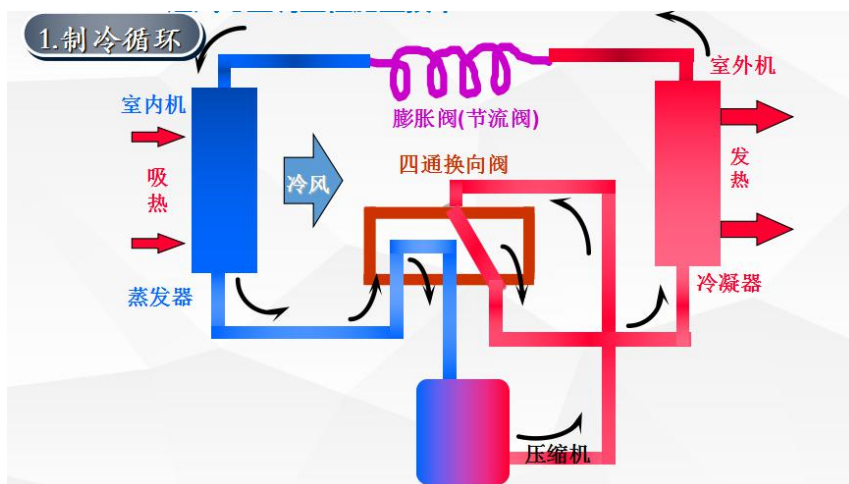
2. 空调系统的组成

(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

冷源分类	组成
蒸汽压缩式制冷机	蒸发器、压缩机、冷凝器、膨胀阀
吸收式制冷机	发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器

学霸笔记

分散式空调器由室内机和室外机两部分构成，现在大部分空调器采用氟利昂作为制冷剂，因为它具有在低温低压下快速蒸发吸热的特点，和水一样，水在标准大气压下 100°C 会沸腾，蒸发吸热。如果想把水的沸点降低，让它在低温下也能沸腾蒸发的话，就需要降低它的压力。空调就是利用这个特点，液态氟利昂在低压状态下可以以很低的温度蒸发吸热，甚至在 4°C 就可以蒸发，为了加速和空气热交换，一般用风机吹动空气和蒸发器进行热交换。蒸发吸热成气态的氟利昂通过管道输送到压缩机压缩成高温高压的氟利昂，高温高压的氟利昂到冷凝器里面和冷却，主要还是利用风机吹动室外空气冷却。冷却后制冷剂变成液态 通过膨胀阀回到蒸发器空间增大，压力减小继续蒸发吸热。



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)

三、系统的运行和调试

1. 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 【2011. 24/ 2014. 13 2017. 25 2018. 1-4】	单机试运行	施工单位	水泵、风机、冷却塔、各机组、风机盘管、阀门 风机、水泵：2h
	系统非设计满负荷条件下的联合试运行及调试。通风>2h; 空调带冷热源>8h	施工单位	①检测与控制系统检验、调整与联动运行 ②系统风量的测定与调整：总：-5%~10% 新风量：0~+10% 2)变风量末端：0~+15% ③空调水系统的测定与调整：总10% ④室内空气参数的测定与调整(温度、湿度、压力、洁净度) ⑤防排烟系统：。防排烟系统测定风量、风压及疏散楼梯间等处的静压差，并调整至符合设计与消防的规定。
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	依据：工程性质、生产工艺【2011 案例】 夏季带冷源，冬季带热源

学霸笔记

系统运行和调试知识点新教材做了更改：

风系统总风量调试的允许偏差范围由原来的±10%调整为-5%~+10%，新风风量调试的允许偏差调整为0~+10%；单向流洁净系统总风量调试的允许偏差由原来的0~20%，调整为0~+10%。这些指标的改动是一个进步，更适用于系统的实际情况有利于空调的节能，和环境保护。

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。

三、通风与空调系统的检测与试验

通风与空调工程安装过程中应进行检测与试验，包括风管系统、水管系统、设备等。

1. 风管批量制作前对风管制作工艺进行检验时，应进行风管强度与严密性试验。

风管系统安装完成后，应时安装后的主、干风管分段进行严密性试验。

2. **水系统阀门**进场后，应进行**强度与严密性试验**。水系统管道安装完毕，外观检查合格后，应进行水压试验。

3. **冷凝水**管道系统安装完毕，外观检查合格后，应进行**通水试验**

4. 水系统管道试验合格后，在**制冷机组、空调设备连接前，应进行管道系统冲洗试验**

5. **开式水箱(罐)**在连接管道前，应进行**满水试验**，换热器及密闭容器在连接管道前，应进行水压试验

6. **风机盘管**进场前应进行**水压试验**。

7. 制冷剂管道系统安装完毕，外观检查合格后，应进行吹污、气密性和抽真空试验

8. 通风与空调设备进场验收时，应进行电气检测和试验。

学霸笔记

水管，空调系统水管道包括冷冻水(风机盘管)、冷却水和冷凝水及制冷剂管道，冷冻、冷却水承压，要进行水压试验和冲洗，冷凝水不承压，只需要通水检查。制冷剂管道比较特殊，制冷剂在里面膨胀蒸发吸热，有一段管道是负压管道，由气管道部分也有液管道部分，要进行强度、气密性与真空试验必须合格。这属于制冷管路系统施工验收中一个最基本的主控项目，合格后才能投入使用。试验压力应符合不同制冷剂的压力要求。

2H314040 建筑智能化工程施工技术

一、建筑智能化工程的划分和施工程序

一、建筑智能化工程的划分

智能化工程的主要子分部工程是：智能化集成系统、用户电话交换系统、信息网络系统、综合布线系统、有线电视及卫星电视接收系统、公共广播系统、会议系统、建筑设备监控系统、火灾自动报警系统、安全技术防范系统和机房工程等。

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→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。

(5)进口设备应提供质量合格证明、检测报告及安装、使用、维护说明书等文件资料(中文文本或附中文译文)，还应提供原产地证明和商检证明。

二、系统检测

(1)系统检测前应提交资料

1)工程技术文件；

2)设备材料进场检验记录和设备开箱检验记录；

3)自检记录；

4)分项工程质量验收记录；

5)试运行记录。【2018. 24】

三、建筑智能化分部(子分部)工程验收

(1)工程验收文件

1)竣工图纸；

2)设计变更记录和工程洽商记录；

3)设备材料进场检验记录和设备开箱检验记录；

4)分项工程质量验收记录；

5)试运行记录；

6)系统检测记录；

7)培训记录和培训资料。

2H314050 消防工程施工技术

一、消防工程施工技术要求

1.水灭火系统施工要求

(5)自动喷水灭火系统的**喷头安装应在系统试压、冲洗合格后进行**。

安装时不得对喷头进行拆装、改动，并严禁给喷头附加任何装饰性涂层。

喷头安装应使用专用扳手，**严禁利用喷头的框架施拧**；

喷头的框架、溅水盘产生变形或释放原件损伤时，应采用规格、型号相同的喷头更换。

(6)消防给水管网安装完毕后，应对其进行**强度试验、冲洗和严密性试验**。

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

五、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. 建设单位应当在建设工程取得**施工许可、工程竣工验收合格之日起 7 日内**，通过省级消防机构网站的消防设计、竣工验收备案
2. 消防机构收到消防设计、竣工验收备案申报后，对备案材料齐全的出具备案凭证，并通过消防设计和竣工验收备案受理系统随机确定抽查对象；被**抽查到的建设单位在收到备案凭证之日起 5 日内**，向消防机构提供规定的材料。
3. 消防机构收到**消防设计、竣工验收备案材料之日起 20 日内**，依照消防法规和国家工程建设消防技术标准**完成图纸检查**。
4. 消防机构对消防设计、竣工验收备案申报材料不齐全或者不符合法定形式的，在 **5 日内一次书面告知建设单位补正全部内容**。
5. 建设工程的消防设计、竣工验收未依法报消防机构备案的，消防机构责令建设单位在 5 日内备案，并确定为检查对象；对逾期不备案的，责令其停止施工或使用。

学霸笔记

两个 7，施工前，取得施工许可证，7 天内，向消防部门备案；竣工验收合格后，七天内向消防部门备案。

3 个 5，第一个 5，建设单位未依法报备，消防部门责令五天内备案

第二个 5，备案申报材料不齐，或不合规。5 天内一次告知建设单位补全

第三个 5，抽查的消防验收的单位，5 天内提供相关资料。

一个 20，收到备案资料，20 天内完成审查

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、电梯安装前应履行的手续和安全管理

1. 电梯安装的施工单位应在许可证范围内承担业务，并应当在施工前将拟进行安装的电梯情况**书面告知**工程所在的直辖市或设区的市的特种设备安全监督管理部门，告知后即可施工。

2. 书面告知应提交的材料包括：《特种设备安装改造维修告知单》；施工单位及人员资格证件；施工组织与技术方案；工程合同；安装监督检验约请书；电梯制造单位的资质证件。

电梯的施工程序

1. 电力驱动的曳引式或强制式电梯施工程序

清理底坑、搭脚手架、井道测量、验收交接→设备进场验收→开箱点件→安装样板架、放线→轨道安装→轿厢组装→曳引机和机房其他设备安装→缓冲器和对重装置安装→曳引绳安装→厅门安装→电气装置安装步调试验收→试运转。

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) 电梯安装之前，所有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) 当相邻两层门地坎间的距离大于 11m 时，其间必须设置井道安全门，井道安全门严禁向井道内开启，且必须装有安全门处于关闭时电梯才能运行的电气安全装置。

(3) 井道内应设置永久性电气照明，井道照明电压宜采用 36V 安全电压，井道内照度不得小于 50Lx，井道最高点和最低点 0.5m 内应各装一盏灯，中间灯间距不超过 7m，并分别在机房和底坑设置一控制开关。



2. 电气装置安装验收要求

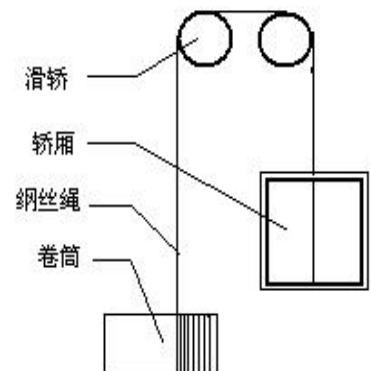
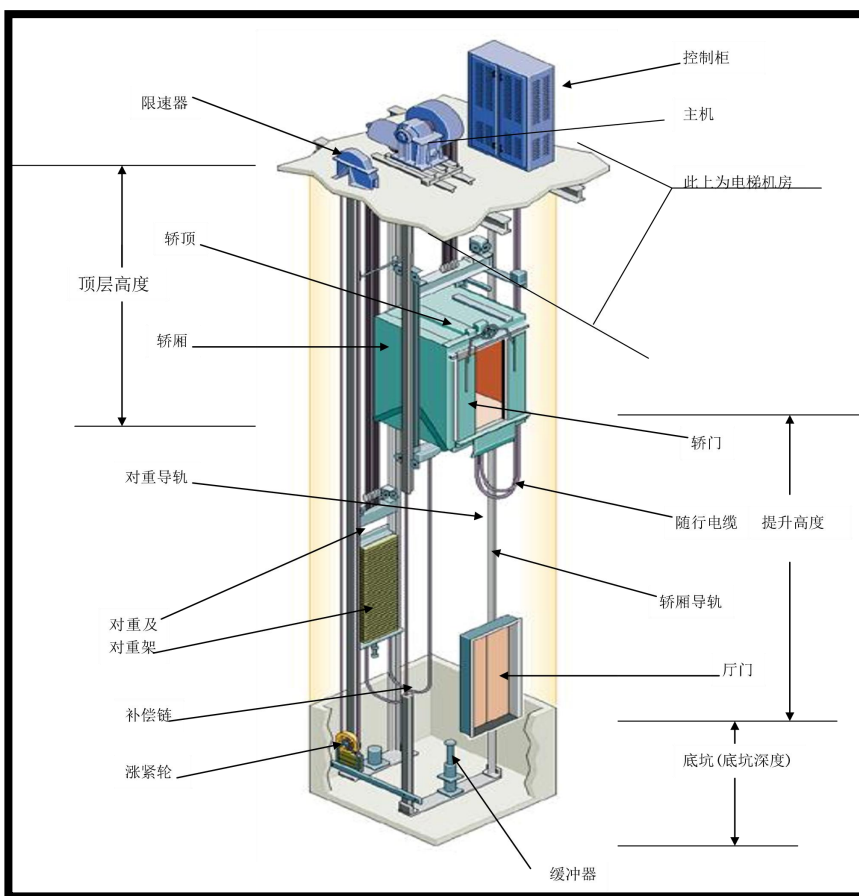
(1) 所有电气设备及导管、线槽的外露可以导电部分应当与保护线(PE)连接，接地支线应分别直接接至接地干线的接线柱上，不得互相连接后再接地。

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、机电工程项目强制招标的范围

一、必须招标的机电工程项目

根据《招标投标法》《招标投标实施条例》《必须招标的工程项目规定》等规定，在中华人民共和国境内进行机电工程建设项目，必须按下述规定招标：





范围+规模：同时满足才需采购		
范围	规模	
	总投资<3000 万	总投资>3000 万
大型基础设施、公用事业等	施工>400 万	施工、重要设备采购、勘察设计、监理无论单相合同额大小，均需采购
全部或者部分使用国有资金投资或国家融资： 预算资金>200 万，且占投资额 10%以上 国有事业单位资金，且占控股或主导地位	重要设备材料采购>200	
使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金	勘察、设计、监理采购>100 万	

2. 机电工程招标方式的分类

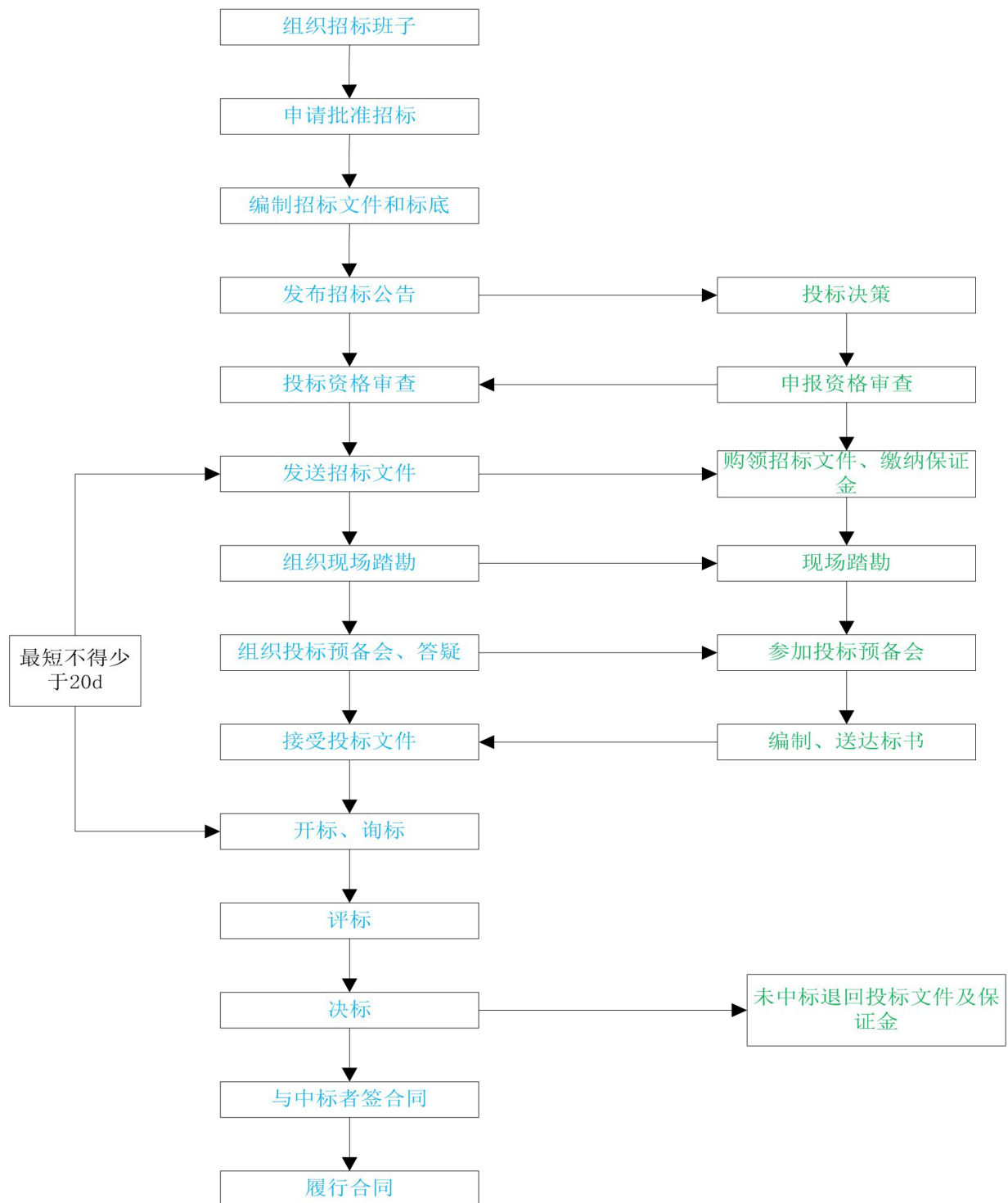
机电工程项目招标的方式为公开招标、邀请招标。

豁免招标	豁免公开招标
招标→直接发包	公开招标→要求招标
1.涉及国家安全、国家秘密、抢险救灾或者属于利用扶贫资金实行以工代赈、需要使用农民工等特殊情况 2.需要采用 不可替代 的专利或者专有技术； 3.采购人依法能够 自行建设、生产或者提供 ； 4.已通过招标方式选定的特许经营项目投资人依法能够自行建设、生产或者提供； 5.需要向原中标人采购工程、货物或者服务，否则将影响施工或者功能配套要求； 6.国家规定的其他特殊情形。	1.技术复杂、有特殊要求或者受自然环境限制，只有 少量潜在投标人可供选择 。 2.采用公开招标方式的费用占项目合同金额的 比例过大 。 3.国务院发展计划部门确定的国家重点项目和省、自治区、直辖市人民政府确定的地方重点项目不适宜公开招标的，经国务院发展计划部门或者省、自治区、直辖市人民政府批准，可以进行邀请招标。

学霸笔记

投标人提交投标文件截止之日，就是投标有效期起算之日，也是开标时间。





二、机电工程招投标管理要求

(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。





三、机电工程投标程序

(1)编制投标文件的注意事项

1)对招标文件的**实质性要求**作出响应。对**工期、质量、安全、环境保护**的要求及对投标文件加盖公章和密封的要求。

2)审查施工方案。**施工方案是报价基础和前提。**

3)复核或计算工程量。

4)确定正确的投标策略。

5)按招标文件要求，密封投标文件。

四、应当作为废标处理的情况

(1)逾期送达的或者未送达指定地点的；

(2)未按招标文件要求密封的；

(3)无单位盖章并无法定代表人签字或盖章的；

(4)未按规定格式填写，内容不全或关键字迹模糊、无法辨认的；

(5)投标人递交两份或多份内容不同的投标文件，或在一份投标文件中对同一招标项目报有两个或多个报价，且未声明哪一个有效(按招标文件规定提交备选投标方案的除外)；

(6)投标人名称或组织机构与资格预审时不一致的；

(7)未按招标文件要求提交投标保证金的；

(8)联合体投标未附联合体各方共同投标协议的。

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

违法分包合同	(1)分包不具备相应资质(2)未经总包合同约定或业主认可 (3)主体、关键工作(4)分包工程再分包
跟踪与调整	总分包合同发生分歧，以总包合同为准； 分包合同不能接触总包单位责任和义务。 分包对总包负责，总包对建设单位负责， 双方承担连带责任

合同双方	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 (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 2)六方面：质量、安全、环保、进度、工程款支付 考点点读：审核分包单位进度、质量、安全、技术等文件资料
------	---





	<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>
合同分析重点内容	(1)合同责任、工程范围 (2)价款 (3)工期 (4)合同变更、争执解决
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

学霸笔记：

注意**承包人的“双重身份”**。《施工合同示范文本》讲的是业主与总包签合同，总包来干活；《施工专业分包合同》是总包与分包签合同，“专业分包”来干活。对于分包人，承包人就是“发包人”。

实质上，一个项目之所以发包出去，就是因为业主自己做不了，承包出去的任务自然由承包人负责，而没能承包出去的杂活还要发包人自己做。另外，**分包人与发包人无合同关系**，他们严禁有任何工作联系。劳务分包人只来干活，他的任务就是把劳务做好，其余全部由承包人承担。

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)	<p>(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)</p> <p>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)</p> <p>(2)不可抗力、恶劣气候条件：工期顺延，损失各自承担</p>
不可索赔	<p>(1)没有合同关系，例如分包与业主</p> <p>(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)</p> <p>(3)隐蔽工程未经检查私自覆盖</p> <p>(4)固定总价合同(①原料涨价②资金贬值③税率提高)</p>
不可抗力	工期顺延，损失各自承担

学霸笔记

时间能否索赔，第一判断是不是自己的责任、第二判断有哪些损失。不是自己的责任，一般考 2 中情况：1.发包人责任：可索赔工期(如未超过总时差不可索赔)，可索赔费用；2.不可抗力：可索赔工期(如未超





过总时差不可索赔)，损失各自承担。

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	项目负责人主持 总承包单位	总包技术负责人→监理
单位工程 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
分部分项工程施工组织设计	分部、分项、专项工程	施工单位	项目技术负责人→总包→监理

二、施工组织设计编制依据和内容

1.编制依据

施工组织设计	施工方案
编制依据	
1. 与工程建设有关的法律法规和文件； 2. 国家现行有关标准和技术经济指标； 3. 工程所在地区行政主管部门的批准文件，建设单位对施工的要求； 4. 工程施工合同或招标投标文件； 5. 工程设计文件； 6. 工程施工范围的现场条件，工程地质及水文地质、气象等自然条件； 7. 与工程有关的资源供应情况； 8. 施工企业的生产能力、机具装备、技术水平等。	1. 工程建设有关的法律法规、 2. 标准规范、 3. 施工合同、 4. 施工组织设计、 5. 设计技术文件如施工图和设计变更、 6. 供货方技术文件如施工机械性能手册或设备随机资料 7. 施工环境条件 8. 同类工程施工经验、 9. 技术素质及创造能力等
施工组织设计	施工方案
编制内容	



1. 工程概况、编制依据、施工部署； 2. 主要施工方法、施工进度计划、施工准备与资源配置计划、施工现场平面图； 3. 主要施工管理计划 (如进度、质量、安全、环境、成本及其他管理计划)等。	工程概况、编制依据、施工安排、施工进度计划、施工准备与资源配置计划、施工方法及工艺要求、质量安全保证措施：等基本内容。
--	---

学霸笔记：

注意关键词，施组有部署，方案有安排，方案有工艺要求。和管理课有差别的地方，不需要单独记忆。实务案例题可多答。

2H320040 机电工程施工资源管理

2H320041 人力资源管理的要求

一、特种作业人员和特种设备作业人员要求

分类	人员类型	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	1、资格条件要求：具备相应工种的安全技术知识；参加国家规定的安全技术理论和实际操作考核并成绩合格， 取得特种作业操作证 。 2、培训要求：在独立上岗作业前，必须进行与本工种相适应的、专门的安全技术 理论学习和实际操作训练 。
特种设备作业人员	焊工、探伤工、司炉工、水处理工	3、管理要求：特种作业人员必须持证上岗。特种作业操作证每 三年进行一次复审 。对离开特种作业岗位 6个月以上 的特种作业人员，上岗前必须重新进行考核，合格后方可上岗作业。

学霸笔记

本部分主要以案例题形式考查，给出案例背景问需要哪些特种作业人员，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

- 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。
- 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。
- 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，至少每月交底一次)

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。

学霸笔记：

施工技术管理资料	工程质量控制资料	施工质量验收资料
----------	----------	----------



图纸会审/技术交底/施工组织设计/设计变更/洽商记录	出厂合格证明及进场检验报告/施工试验记录和见证检验报告/隐蔽工程验收记录	质量管理检查记录/单位工程质量竣工验收记录/分部工程质量验收记录/分项工程质量验收记录/
----------------------------	--------------------------------------	--

竣工档案的主要内容包括：工程施工技术管理资料、工程质量控制资料、工程施工质量验收资料。机电实务考试会给出一部分内容，补充剩下的内容。和管理内容稍有不同、可多写。

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。

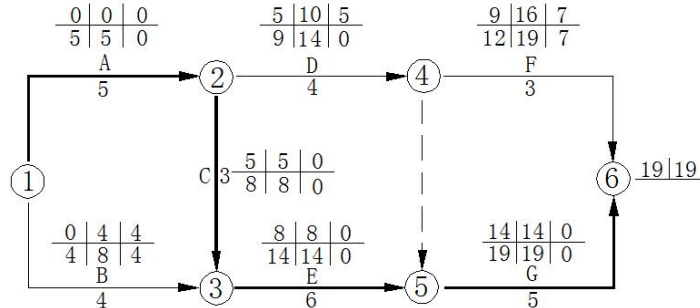
4)最迟开始(LS)：是指在不影响整个任务按期完成的前提下，本工作必须开始的最迟时刻。**等于最迟完成(LF)-持续时间**





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	

3. 质量控制点的划分 【2015/2018 案例】

等级	影响程度	确认签证
A 级	影响装置、设备的安全运行、使用功能或运行后出现质量问题时必须停车	施工、监理、业主三方质检人员
B 级	影响下道工序质量的质量控制点	施工、监理双方质检人员
C 级	对工程质量影响较小或开车后出现问题可随时处理的次要质量控制点	施工方质检人员

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

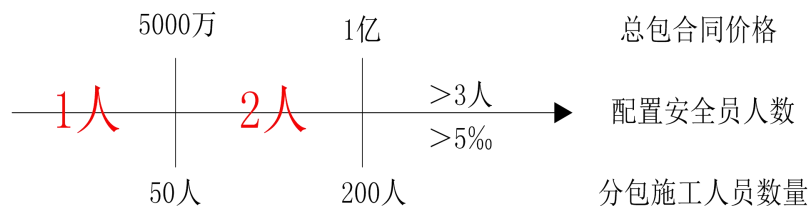
分类	区别	处理方式
质量不合格	达不到工程要求的质量	返修：修补后可以达标，不影响使用功能和外观 返工：修补后不达标，不具备补救可能
质量问题	直接经济损失不大(<100 万)	限制使用：修补后无法保证使用和安全要求，又无法返工 不做处理：对使用和安全影响小，经原设计单位审核认可，可不作处理
质量事故	直接经济损失较大(≥100 万)	报废处理：采用上述方法后，仍不能满足要求

2H320080 机电工程施工安全管理

2H320081 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. 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、综合性和不定期性进行

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

2H320083 施工安全技术措施

2H320084 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 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/s，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	烫、灼伤 爆炸、火灾	1)办理“动火证” 2)易燃易爆场所严禁动火



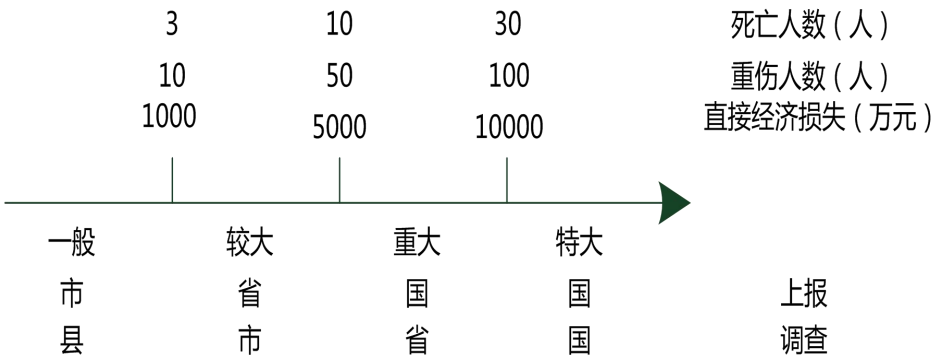


世界上唯一一只赚不赔的投资就是学习，学习让人生更为体面，考证让职业更具尊严。

业)		3)配备专门的消防设施和消防人员 4)制定应急预案
----	--	------------------------------

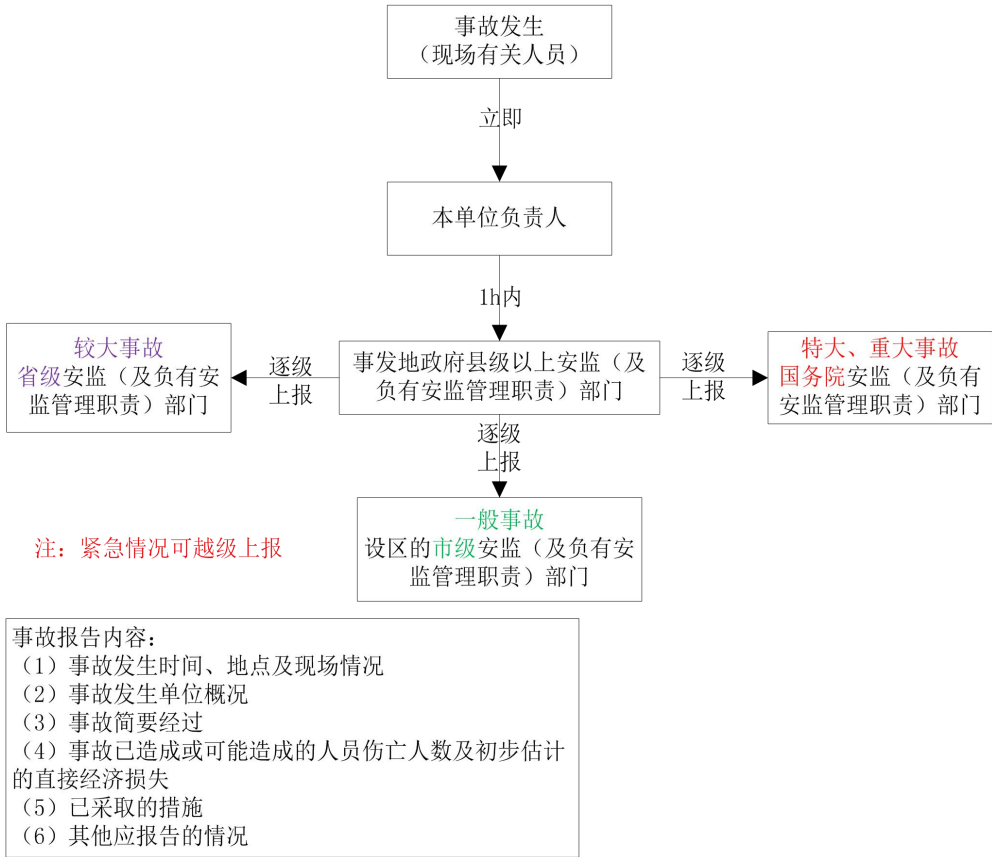
2H320085 施工现场安全事故处理

一、生产安全事故的等级划分



考点二、事故报告

1. 事故报告程序及内容



学霸笔记:

安全事故相关考点三门课都要考，在各门课中，都会有这种“及格”理论的考点，如较大事故死亡 3





人就算及格。其他相关考点如专职安全员配置、试用期的规定等都适用。

2H320090 机电工程施工现场管理

2H320091 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制度



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

2H320093 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

2H320100 机电工程施工成本管理

2H320101 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

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

施工项目成本计划工作主要是在项目经理负责下，在成本预测、决策基础上进行的。编制的关键



前提是确定目标成本。目标成本通常以项目成本总降低额和降低率来定量地表示。项目成本目标的方向性、综合性和预测性，决定了必须选择科学的成本计划编制方法。

2H320102 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	加强劳动定额管理，提高劳动生产率，降低工程耗用人工工日，是控制人工费支出的主要方法。
材料成本控制	(1)加强材料采购成本的管理，“量价分离”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
施工机具费控制	(1)按施工方案和施工技术措施中规定的机种和数量安排使用 (2)提高施工机械的利用率和完好率 (3)严格控制对外租赁施工机械，严格控制机械设备进出场时间

2. 施工成本偏差控制及成本降低率

实际偏差=计划成本-实际成本

计划偏差=预算成本-计划成本

成本降低率=(计划成本—实际成本)/计划成本

2H320103 降低施工成本的措施

一、降低机电工程项目施工成本的主要措施

1. 降低项目成本的**组织措施**：结构、分工、流程
2. 降低项目成本的**技术措施**
3. **经济措施**：人、材、机、间接费及其他直接费
4. 降低项目成本的**合同措施**
 - (1)选用适当的合同结构模式
 - (2)采用严谨的合同条款
 - (3)全过程的合同控制

2H320110 机电工程项目试运行管理

2H320111 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	

二、机电工程项目单机试运行前应具备的条件

1. 机械设备及其附属装置、管线等已按设计文件的内容和有关规范的质量标准全部安装完毕并验收合格。

2. 施工过程资料齐全，包括：

(1) 各种产品的合格证书或复验报告；

(2) 施工记录、隐蔽工程记录和各种检验、试验合格文件；

(3) 与单机试运行相关的电气和仪表调校合格资料等。

3. 试运行所需要的动力、材料、机具、检测仪器等符合试运行的要求。

4. 润滑、液压、冷却、水、气(汽)和电气等系统符合系统单独调试和主机联合调试的要求。

5. 编制的试运行方案或试运转操作规程已经批准。

6. 试运行组织已经建立，操作人员经培训、考试合格，熟悉试运行方案和操作规程，能正确操作。

记录表格齐全，保修人员就位。

7. 对人身或机械设备可能造成损伤的部位，相应的安全实施和安全防护装置设置完善。

8. 试运行机械设备周围的环境清扫干净，不应有粉尘和较大的噪声。

9. 消防道路畅通，消防设施的配置符合要求。

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。

“三查四定”(三查：查设计漏项、未完工程、工程质量隐患；四定：对查出的问题定任务、定人员、定时间、定措施)的问题整改消缺完毕，遗留尾项已处理完

2H320082 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。

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、工程预付款和工程竣工结算

1. 进度款审核与支付

(1) 发包人应在收到承包人进度款支付申请后的 **14 天内**，根据计量结果和合同约定对申请内容予以核实，确认后向承包人出具**进度款支付证书**。

(2) 若发包人**逾期未签发**进度款支付证书，则**视为**承包人提交的进度款支付申请已被发包人**认可**，承包人可向发包人发出**催告**付款的通知，发包人应在收到通知的 **14 天内**，按照承包人支付申请的金额向承包人**支付进度款**。

(3) 发包人应在**签发**进度款支付证书后的 **14 天内**，**向承包人支付进度款**。

(4) 发包人未按前款规定支付进度款的，承包人可催告发包人支付，并有权获得延迟支付的利息；发包人在付款期满后的 7 天内仍未支付的，承包人可在付款期满的第 8 天起暂停施工。发包人应承担由此增加的费用和延误的工期，向承包人支付合理利润，并承担违约责任。

2. 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、工程交付竣工验收的范围与分类

1. 某些特殊情况工程

工程施工虽未全部按设计要求完成，也可以进行验收。例如，因**少数非主要设备**或某些**特殊材料短期内不能解决**，虽然工程内容尚未全部完成，但已经**可以投产或使用的**工程项目。

二、竣工工程技术资料

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

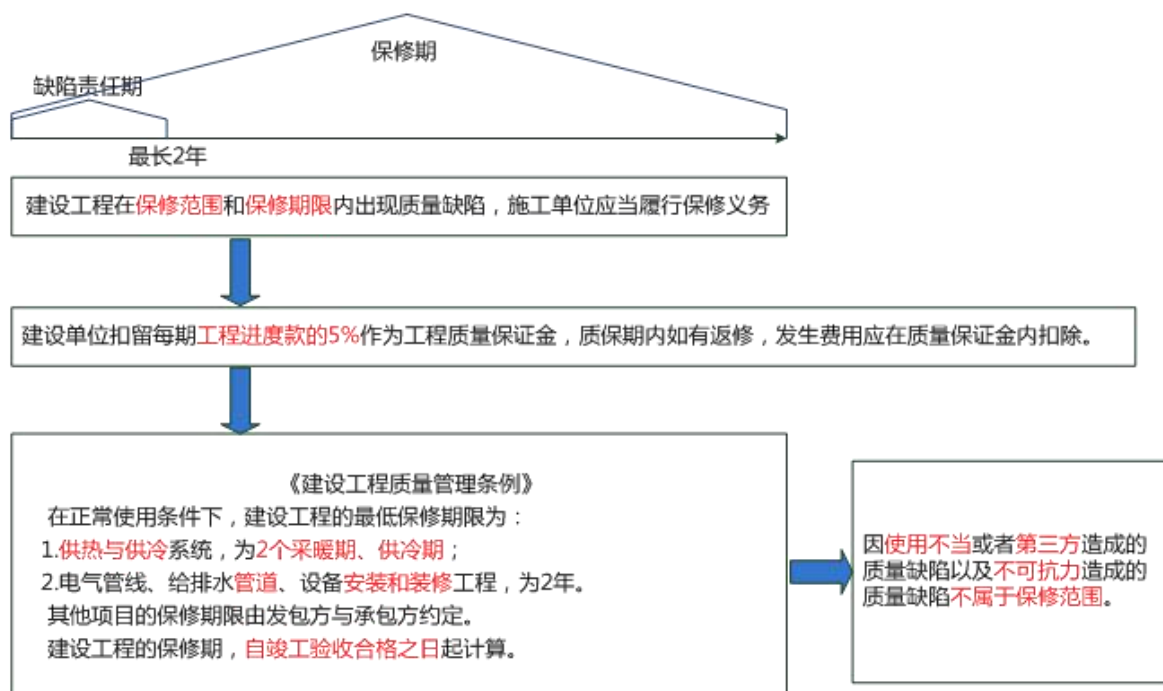
一、工程回访的方式

(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



2H330000 机电工程项目施工相关法规与标准

2H331000 机电工程施工相关法规

2H331010 《计量法》相关规定

一、施工计量器具管理规定

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	电能表、测量互感器、绝缘电阻测量仪、接地电阻测量仪、声级计等
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、欧姆表、相位表

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。	所属企业中心试验





	例：电压表、电流表、压力表、温度计、>5m 卷尺	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

三、项目部对计量器具的管理

1. 《计量检测设备配备计划书》编制依据

(1)项目质量计划(2)施工组织设计(3)施工方案

2. 专(兼)职计量管理员工作内容

(1)建立现场使用计量器具台账

(2)负责现场使用计量器具定期送检

(3)负责巡视计量器具完好状态

3. 计量检测设备应有明显的“合格”、“禁用”、“封存”等标志标明计量器具所处的状态。

(1)合格：为周检或一次性检定能满足质量检测、检验和试验要求的精度。

(2)禁用：经检定不合格或使用中严重损坏、缺损的。

(3)封存：根据使用频率及生产经营情况，暂停使用的。重新启用时，要经检定合格后方可使用

2H331020 《电力法》相关规定

2H33121 电力用户用电的规定

一、用电手续的规定

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

施工临时用电结束或施工用电转入建设项目电力设施供电，则总承包单位应及时向供电部门办理终止用电手续。

(2)临时用电的准用程序

施工单位编制“临时用电施工组织设计”→企业总工审定→业主(监理)审批→协助业主申报用电方案→电业部门批复方案→用电设备、材料采购施工→临电检查验收→申请送电→供电部门检查、验收、试验→送电开通

2. 临时用电安全技术要求





(1)临时用电工程专用的电源中性点直接接地的 220V/380V 三相四线制低压电力系统,必须符合下列规定: 采用三级配电系统, 采用 TN-S 接零保护系统, 采用二级漏电保护系统。

(2)在施工现场专用变压器供电的 TN-S 接零保护系统中, 电气设备的金属外壳必须与保护零线 PE 连接。

(3)当施工现场与外电路共用同一供电系统时, 电气设备的接地、接零保护必须与原系统一致。

(4) PE 线材质与相线应相同

(6) TN-S 系统中, PE 线必须在配电室、总配电箱等处重复接地, 接地电阻不应大于 10Ω 。

(7) 配电柜或配电线路停电维修时, 应挂接地线, 并悬挂"禁止合闸、有人工作"停电标志牌。停送电必须由专人负责。

2H33121 电力设施保护区内施工作业的规定

一、电力设施保护区内或附近施工作业的规定

(一) 电力设施保护范围和保护区内作业准许规定

根据《电力法》和《电力设施保护条例实施细则》规定, 任何单位或个人在电力设施保护范围和保护区内不得进行以下施工作业:

(1)在电力电缆沟内禁止同时埋设其他管道

(2)任何单位和个人不得在距电力设施周围 500m 范围内(指水平距离)进行爆破作业。

(3)任何单位或个人不得在距架空电力线路杆塔、拉线基础外缘的下列范围内进行取土、打桩、钻探、开挖或倾倒酸、碱、盐及其他有害化学物品的活动。

2H331030 《特种设备安全法》相关规定

2H33131 特种设备的规定范围

一、压力容器、压力管道的分类

(二) 压力容器

4. 压力容器的范围包括压力容器本体、安全附件及仪表。例如, 压力容器本体中的主要受压元件, 包括壳体、封头、膨胀节、设备法兰等; 压力容器安全附件及仪表, 包括安全阀、爆破片装置、紧急切断装置、安全联锁装置、压力表、液位计、测温仪表等。

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

2H33131 特种设备制造、安装、改造的许可制度

一、特种设备的许可制度

2. 锅炉安装单位必须经单位所在地的省级特种设备安全监督管理部门批准，取得相应级别锅炉的安装资格。

3. 从事压力容器安装(即压力容器整体就位和整体移位安装)的单位必须取得《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；或是已取得相应等级的压力容器制造(包括现场组焊)资格的单位。

4. 电梯制造单位(企业)承担自己制造电梯的安装业务时，应当申请并取得相应的资格证书。

5. 特种设备安装过程中涉及的土建工程，可以委托给具备相应资格的单位承担

二、特种设备的生产要求

1. 特种设备安装、改造、修理的开工告知

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。

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。





2H332000 机电工程施工相关标准

2H332010 工业安装工程施工质量验收统一要求

一、工业安装工程划分原则

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

二、工业安装工程施工质量验收的组织(也适用建安)

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

三、工业安装工程施工质量验收评定

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

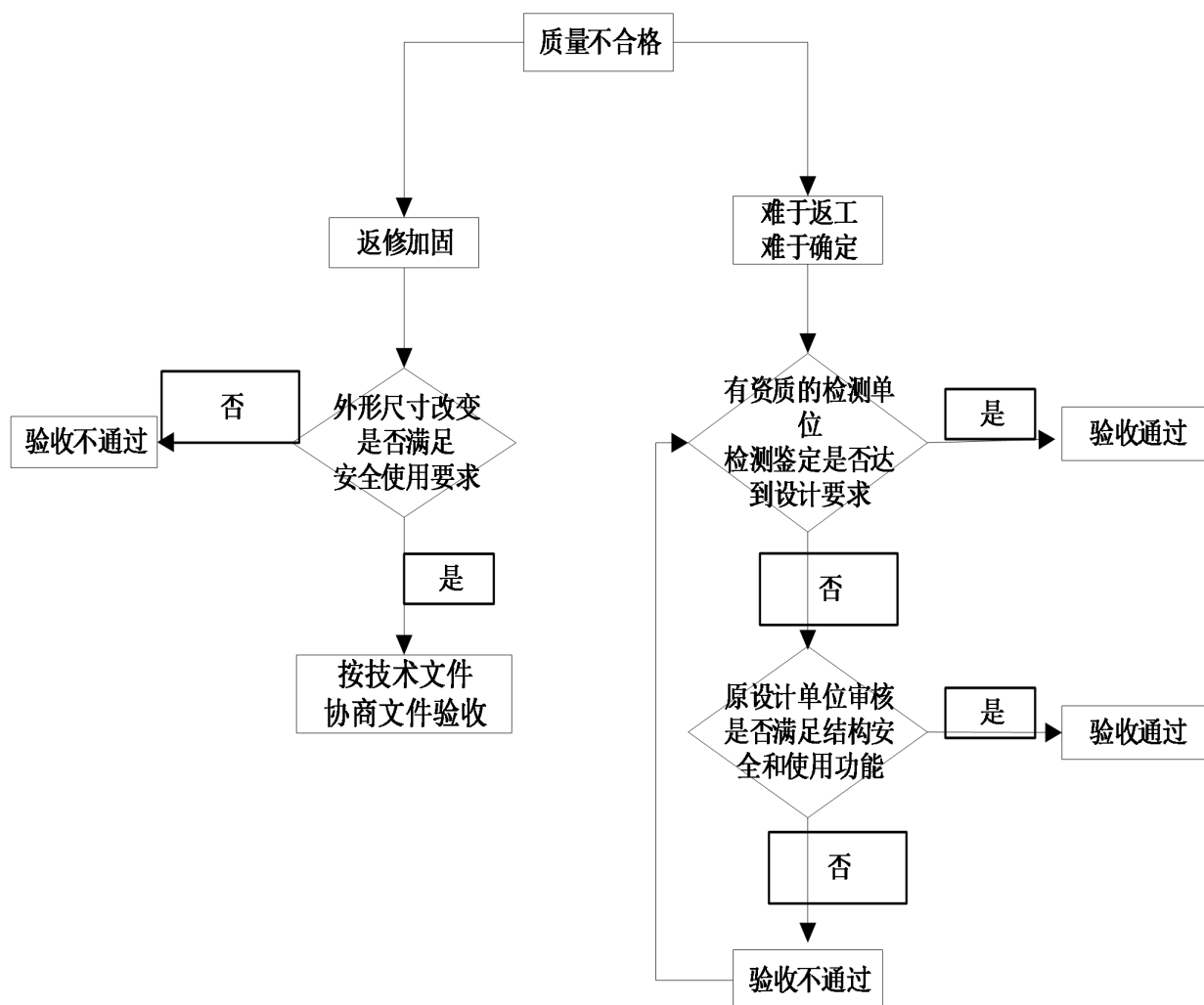
2. 关于质量验收记录表的填写汇总

质量验收记录表的填写				
项目划分	检查记录填写者	验收结论(填写)	填写内容	记录表盖章、签字人
单位(子单位)	施工单位	建设(监理)	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



工程		单位		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 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

四、工业工程质量验收评定为“不合格”时的处理办法



2H332020 建筑安装工程施工质量验收统一要求

一、建筑工程项目验收划分

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
	具备独立施工 条件并能形成	建筑给排水及供暖工程 建筑电气工程	工种、材料、施工工艺、 设备类别	一个设计系统或设 备类别



独立使用功能的建筑物及构筑物	通风与空调工程		
	电梯工程		
	智能建筑工程		

二、建筑工程项目验收程序与组织

项目划分	工程验评组织人	参与人员
检验批、分项工程	专业监理工程师或建设单位项目技术负责人	施工单位专业质量检验员、专业工长、项目专业技术负责人
分部工程	建设单位项目负责人、总监理工程师	①施工项目/技术/质量负责人 ②地基与基础、主体结构分部工程的勘察、设计单位项目负责人和施工单位技术、质量部门负责人也应参加相关分部工程验收
单位工程 (竣工验收)	建设单位负责人	施工、监理、设计、质量监督部门等单位负责人

三、检验批的施工质量验收合格的规定

1. 检验批质量验收合格规定

(1) 主控项目和一般项目的质量经抽样检验合格。

例如，管道的压力试验；电气的绝缘与接地测试等均是主控项目。

(2) 具有完整的施工操作依据、质量检查记录。

2. 检验批的施工质量验收

(1) 资料检查验收

检查的资料主要有图纸会审、设计变更、洽商记录；材料、构配件、设备的质量证明书及进场检验报告；工程测量记录；隐蔽工程检查记录；施工记录；质量管理资料等。

四、单位(子单位)工程质量验收合格规定

1. 单位(子单位)工程质量验收合格规定

(1) 单位(子单位)工程所含分部(子分部)工程的质量均应验收合格。

(2) 质量控制资料应完整。

(3) 单位(子单位)工程所含分部工程的有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的检测资料应完整。

(4) 主要功能项目的抽查结果应符合相关专业质量验收规范的规定。

(5) 观感质量验收应符合要求。

