

下载 233 网校 APP

随时随地在线做题  
章节题/模拟题/真题/易错题在线刷

加入 233 网校备考群

备考路上你不是一个人在战斗  
这里有 500+位好友与你并肩同行!

## 2021年一级造价工程师《土建计量》核心笔记

### 第一章 工程地质

#### 1、岩石

##### (1) 岩石的主要矿物

- ① 岩石中的石英含量越多, 钻孔的难度就越大, 钻头、钻机等消耗量也就越多。
- ② 每种矿物都有自己特有的物理性质, 如颜色、光泽、硬度等。物理性质是鉴别矿物的主要依据。

矿物的颜色分为自色、他色和假色, 自色可以作为鉴别矿物的特征, 而他色和假色则不能。例如, 依据颜色鉴定矿物的成分和结构, 依据光泽鉴定风化程度, 依据硬度鉴定矿物类别。

#### 2、土

- (1) 整个土体构成上的不均匀性包括: 层理、夹层、透镜体、结核、组成颗粒大小悬殊及裂隙特征发育程度等。
- (2) 土的分类: 根据颗粒级配和塑性指数分为碎石土、砂土、粉土和黏性土。碎石土是粒径大于2mm的颗粒含量超过全重50%的土; 砂土是粒径大于2mm的颗粒含量不超过全重50%, 且粒径大于0.075mm的颗粒含量超过全重50%的土; 黏性土是塑性指数大于10的土。粉土是粒径大于0.075的颗粒不超过全重50%, 且塑性指数小于或等于10的土。

#### 3、地质构造

##### (1) 褶皱构造

- ① 褶皱构造是受构造力的强烈作用, 使岩层形成一系列波状弯曲而未丧失其连续性的构造, 它是岩层产生的塑性变形。
- ② 对于深路堑和高边坡来说, 当路线垂直岩层走向, 或路线与岩层走向平行但岩层倾向与边坡倾向相反时, 对路基边坡的稳定性是有利的。不利的情况是路线走向



考证就上233网校APP

报考指导、学习视频、免费题库一手掌握

与岩层的走向平行,边坡与岩层的倾向一致,最不利的情况是路线与岩层走向平行,岩层倾向与路基边坡一致,而边坡的倾角大于(陡于)岩层的倾角。③对于隧道工程来说,褶皱构造的轴部是岩层倾向发生显著变化的地方,是岩层应力最集中的地方,因而,隧道一般从褶皱的翼部通过是比较有利的。

(2) 构造裂隙: ①张性裂隙: 主要发育在背斜和向斜的轴部; ②扭(剪)性裂隙: 一般出现在褶皱的翼部和断层附近。

(3) 断层: ①正断层是上盘沿断层面相对下降,下盘相对上升的断层。受水平张应力或垂直作用力使上盘相对向下滑动而形成的。

②逆断层是上盘沿断层面相对上升,下盘相对下降的断层。由于岩体受到水平方向强烈挤压力的作用,使上盘沿断面向上错动而成。

③平推断层是由于岩体受水平扭应力作用,使两盘沿断层面发生相对水平位移的断层。

#### 4、特殊地基

##### (1) 松散、软弱土层

类型		方法
松散、 软弱 土层	地址问题	强度、刚度低,承载力低,抗渗性差
	处理 方法	①砂和砂砾石地层
		②淤泥及淤泥质土
	(1) 不满足承载力要求	a.可挖除; b.可固结灌浆、预制桩或灌注桩、地下连续墙或沉井等加固。
	(2) 不满足抗渗要求	a.浅层: 挖除 b.深层: 采用振冲等方法用砂、砂砾、碎石或块石等置换
(3) 影响边坡稳定	可灌水泥浆或水泥黏土浆或地下连续墙 可喷混凝土护面和打土钉支护	

##### (2) 风化、破碎岩层

类型		方法
地质问题		岩体松散、强度低、整体性差、抗渗性差
(1) 不满足承载力	①风化、破碎岩层较浅	挖除
	②断层破碎带	用水泥浆灌浆加固或防渗



考证就上233网校APP

报考指导、学习视频、免费题库一手掌握

风化、 破碎 岩层	处 理 方 法	(2) 影响边坡 稳定	可采用喷混凝土或挂网喷混凝土护面, 必要时配合灌浆和锚杆加固, 甚至采用砌体、混凝土和钢筋混凝土等格构方式的结构护坡	
		(3) 地下工程 围岩	支撑	由柱体、钢管排架发展为钢筋或型钢拱架
			支护	喷混凝土、挂网喷混凝土、随机锚杆和系统锚杆
			衬砌	用混凝土和钢筋混凝土, 或钢板衬砌
(4) 影响抗渗	水泥浆灌浆加固或防渗			

## 5、边坡稳定

类型		防治措施	
不稳 定边 坡的 防治 措施	1. 防渗 和排水	(1) 截水	在滑坡体外围布置截水沟槽, 以截断流至滑坡体上的水流
		(2) 排水	在大的滑坡体上布置一些排水沟, 针对已渗入滑坡体的水, 通常是采用地下排水廊道
	2. 削坡	削减下来的土石可填在坡脚, 起反压作用, 更有利于稳定	
	3. 支挡 建筑	是在不稳定岩体的下部修建挡墙或支撑墙(或墩), 材料用混凝土、钢筋混凝土或砌石。支挡建筑物的基础要砌置在滑动面以下	
4. 锚固 措施	(1) 锚杆 (或锚索)	适用于加固岩体边坡和不稳定岩块	
	(2) 混凝土 锚固桩	①适用于浅层或中厚层的滑坡体 ②一般垂直于滑动方向布置一排或两排, 桩径通常为1~3m, 深度一般要求滑动面以下桩长占全桩长的1/4~1/3	

## 6、围岩稳定

### ➤ 地下工程位置选则的影响因素

#### (1) 褶皱的影响

- ①在背斜核部, 岩层呈上拱形, 有利于洞顶的稳定。向斜核部岩层呈倒拱形, 易于塌落。
- ②在布置地下工程时, 原则上应避免褶皱核。
- ③若必须在褶皱岩层地段修建地下工程, 可以将地下工程放在褶皱的两侧。

#### (2) 断裂的影响

- ①地下工程开挖如遇较大规模的断层, 基本上都会产生塌方甚至冒顶(洞顶大规模突然坍塌破坏)。



考证就上233网校APP

报考指导、学习视频、免费题库一手掌握

②应避免地下工程轴线沿断层带布置。

### (3) 岩层产状的影响

①对于地下工程轴线与岩层走向垂直的情况, 围岩的稳定性较好, 特别是对边墙稳定有利。

②应尽量使地下工程位于均质厚层的坚硬岩层中。

③顺倾向一侧的围岩易于变形或滑动造成很大的偏压, 逆倾向一侧围岩侧压力小有利于稳定。

### (4) 地下水

最好选在地下水位以上的干燥岩体内。

#### 地应力

初始应力状态是决定围岩应力重分布的主要因素。

#### ➤ 提高围岩稳定性的措施, (喷锚支护)喷射混凝土的作用:

①能紧跟工作面, 速度快, 因而缩短了开挖与支护的间隔时间, 及时地填补了围岩表面的裂缝和缺损, 阻止裂隙切割的碎块脱落松动, 使围岩的应力状态得到改善;

②由于有较高的喷射速度和压力, 浆液能充填张开的裂隙, 起着加固岩体的作用, 提高了岩体的强度和整体性。

③喷层与围岩紧密结合, 有较高的粘结力和抗剪强度, 能在结合面上传递各种应力, 可以起到承载拱的作用。

#### ➤ 各类围岩的具体处理方法

类型	处理方法
坚硬的整体围岩	①喷混凝土的作用主要防止围岩表面风化, 消除开挖后表面的凹凸不平及防止个别岩块掉落: ②喷层厚度一般3~5cm: ③当地下工程围岩中出现拉应力区时, 应采用锚杆稳定围岩。
块状围岩	①坍塌总是从个别石块——“危石”掉落开始: ②喷混凝土支护即可, 但对于边墙部分岩块可能沿某一结构面出现滑动时, 应该用锚杆加固。
层状围岩	以锚杆为主要的支护手段。
软弱围岩	①围岩在地下工程开挖后一般都不能自稳: ②必须立即喷射混凝土, 有时还要加钢筋网, 然后打锚杆才能稳定围岩。

## 第二章工程构造

### 1、装配式混凝土结构



考证就上233网校APP

报考指导、学习视频、免费题库一手掌握

装配式混凝土结构是建筑工业化最重要的方式,它具有提高质量、缩短工期、节约能源、减少消耗、清洁生产等许多优点。

(1)全预制装配式结构,是指所有结构构件均在工厂内生产,运至现场进行装配。全预制装配式结构通常采用柔性连接技术。所谓柔性连接是指连接部位抗弯能力比预制构件低。因此全预制装配式结构的恢复性能好,震后只需对连接部位进行修复即可继续使用,具有较好的经济效益。

预制装配整体式结构,是指部分结构构件均在工厂内生产。预制构件运至现场后,与主要竖向承重构件通过叠合层现浇楼板浇筑成整体的结构体系。预制装配整体式结构通常采用强连接节点,由于强连接的装配式结构在地震中依靠构件面的非弹性变形耗能能力,因此能够达到与现浇混凝土现浇结构相同或相近的抗震能力,具有良好的整体性能,具有足够的强度、刚度和延性,能安全抵抗地震力。

## 2、民用建筑按承重体系分类

(1) 框架结构,其主要优点是建筑平面布置灵活,可形成较大的建筑空间,建筑立面处理也比较方便;缺点是侧向刚度较小,当层数较多时,会产生较大的侧移,易引起非结构性构件(如隔墙、装饰等)破坏,而影响使用。

(2) 剪力墙体系是利用建筑物的墙体(内墙和外墙)来抵抗水平力。剪力墙一般为钢筋混凝土墙,厚度不小于160mm,剪力墙的墙段长度一般不超过8m,适用于小开间的住宅和旅馆等。在180m高的范围内都可以适用。剪力墙结构的优点是侧向刚度大,水平荷载作用下侧移小;缺点是间距小,建筑平面布置不灵活,不适用于大空间的公共建筑,另外结构自重也较大。

(3) 框架-剪力墙结构有较大空间的优点,又具有侧向刚度较大的优点。框架-剪力墙结构中,剪力墙主要承受水平荷载,竖向荷载主要由框架承担。在170m高的范围内都可以适用。一般情况下,整个建筑的剪力墙至少承受80%的水平荷载。

(4) 筒体结构,在高层建筑中,特别是超高层建筑中,水平荷载愈来愈大,起着控制作用,筒体结构是抵抗水平荷载最有效的结构体系。筒体结构可分为框架-核心筒结构、筒中筒和多筒结构等,筒中筒结构的内筒一般由电梯间、楼梯间组成。这种结构体系适用于高度不超过300m的建筑。

(5) 悬索结构是比较理想的大跨度结构形式之一。目前,悬索屋盖结构的跨度已达160m,主要用于体育馆、展览馆中。悬索结构的主要承重构件是受拉的钢索,钢索用高强度钢绞线或钢丝绳制成。悬索结构包括三部分:索网、边缘构件和下部支承结构。索的拉力取决于跨中的垂



考证就上233网校APP

报考指导、学习视频、免费题库一手掌握

度,垂度越小拉力越大。索的垂度一般为跨度的1/30。

(6) 薄壁空间结构属于空间受力结构,主要承受曲面内的轴向压力,弯矩很小。薄壳常用于大跨度的屋盖结构,如展览馆、俱乐部、飞机库等。薄壳结构多采用现浇钢筋混凝土,费模板、费工时。

### 3、民用建筑构造--基础(地下室防潮与防水构造)

(1) 当地下室地坪位于常年地下水位以上时,地下室须做防潮处理。地下室的所有墙体都必须设两道水平防潮层。一道设在地下室地坪附近;另一道设置在室外地面散水以上

150~200mm的位置,以防地下潮气沿地下墙身或勒脚渗入室内。

当地下室地坪位于最高设计地下水位以下时,地下室四周墙体及底板均受水压影响,应有防水功能。

根据防水材料与结构基层的位置关系,有内防水和外防水两种。外防水方式中,由于防水材料置于迎水面,对防水较为有利。将防水材料置于结构内表面(背水面)的防水做法,对防水不太有利,但施工简便,易于维修,多用于修缮工程。

### 4、民用建筑构造--墙

(1) 加气混凝土墙:①不得在建筑物土0.00以下,或②长期浸水、③干湿交替部位,以及④受化学侵蚀的环境;⑤制品表面经常处于80°C以上的高温环境。

(2) 舒乐舍板墙:具有强度高、自重轻、保温隔热、防火及抗震等良好的综合性能,适用于框架建筑的围护外墙及轻质内墙、承重的外保温复合外墙的保温层、低层框架的承重墙和屋面板等。

### 5、墙体细部构造

① 防潮层。作用是提高建筑物的耐久性,保持室内干燥卫生。①当室内地面均为实铺时,外墙墙身防潮层在室内地坪以下60mm处;②当建筑物墙体两侧地坪不等高时,在每侧地表下60mm处,防潮层应分别设置,并在两个防潮层间的墙上加设垂直防潮层;③当室内地面采用架空木地板时,外墙防潮层应设在室外地坪以上,地板木搁栅垫木之下。

② 散水和暗沟(明沟)。降水量大于900mm的地区应同时设置暗沟(明沟)和散水。暗沟(明沟)沟底应做纵坡,坡度为0.5%~1%,坡向窖井。外墙与暗沟(明沟)之间应做散水,散水宽度一般为600~1000mm,坡度为3%~5%。降水量小于900mm的地区可只设置散水。暗沟(明沟)和散水可用混凝土现浇,也可用有弹性的防水材料嵌缝,以防渗水。

③ 圈梁。宿舍,办公楼等多层砌体民用房屋,且层数为3M层时,应在底层和檐口标高处各设置一道圈梁,当层数超过4层时,除应在底层和檐口标高处各设置一道圈梁外,至少应在所



考证就上233网校APP

报考指导、学习视频、免费题库一手掌握

有纵,横墙上隔层设置。其宽度一般同墙厚,当墙厚不小于240mm时,其宽度不宜小于墙厚的2/3,高度不小于120mm。纵向钢筋数量不少于4根,直径不应小于10mm,箍筋间距不应大于300mm-当圈梁遇到洞口不能封闭时,应在洞口上部设置截面不小于圈梁截面的附加梁,其搭接长度不小于1m,且应大于两梁高差的2倍,但对有抗震要求的建筑物,圈梁不宜被洞口截断。

#### ④ 变形缝。

①伸缩缝又称温度缝,主要作用是防止房屋因气温变化而产生裂缝。基础因受温度变化影响较小,不必断开。②沉降缝,基础部分也要断开,即使相邻部分也可自由沉降、互不牵制。③



考证就上233网校APP

报考指导、学习视频、免费题库一手掌握

防震缝,一般从基础顶面开始,沿房屋全高设置。

## 6、现浇钢筋混凝土楼板

① 梁板式肋形楼板,当房屋的开间、进深较大,楼面承受的弯矩较大,常采用这种楼板。梁板式肋形楼板的主梁沿房屋的短跨方向布置,其经济跨度为 $5\sim 8\text{m}$ ,梁高为跨度的 $1/14\sim 1/8$ ,梁宽为梁高的 $1/3\sim 1/2$ ,且主梁的高与宽均应符合有关模数规定。

② 井字形密肋楼板,没有主梁,都是次梁(肋),且肋与肋间的跨度较小,通常只有 $1.5\sim 3.0\text{m}$ ,肋高也只有 $180\sim 250\text{mm}$ ,肋宽 $120\sim 200\text{mm}$ 。当房间的平面形状近似正方形,跨度在 $10\text{m}$ 以内时,常采用这种楼板。井字形密肋楼板常用于门厅、会议厅等处。

③ 无梁式楼板,以方形柱网较为经济,跨度一般不超过 $6\text{m}$ ,板厚通常不小于 $120\text{mm}$ 。适用于荷载较大、管线较多的商店和仓库。

7、预制钢筋混凝土板的细部构造,板的侧缝有V形缝、U形缝、凹槽缝三种形式。当缝差在 $60\text{mm}$ 以内时,调整板缝宽度;当缝差在 $60\sim 120\text{mm}$ 时,可沿墙边挑两皮砖解决;当缝差超过 $120\text{mm}$ 且不超过 $200\text{mm}$ 时,局部现浇混凝土板带;当缝差超过 $200\text{mm}$ 时,则需重新选择板的规格。

## 8、装配整体式钢筋混凝土楼板

① 叠合楼板是由预制板和现浇钢筋混凝土层叠合而成的装配整体式楼板。预制板既是楼板结构的组成部分,又是现浇钢筋混凝土叠合层的永久性模板,现浇叠合层内应设置负弯矩钢筋,并可在其中敷设水平设备管线。叠合楼板的预制部分,可以采用预应力实心薄板,也可采用钢筋混凝土空心板。

② 密肋填充块楼板的密肋小梁有现浇和预制两种。密肋填充块楼板底面平整,隔声效果好,能充分利用不同材料的性能,节约模板,且整体性好。

## 9、平屋顶

① 平屋顶排水方式。可分为有组织排水和无组织排水两种方式。有组织排水时,宜采用雨水收集系统。

② 高层建筑屋面宜采用内排水;多层建筑屋面宜采用有组织外排水;低层建筑及檐高小于 $10\text{m}$ 的屋面,可采用无组织排水。多跨及汇水面积较大的屋面宜采用天沟排水,天沟找坡较长时,宜采用中间内排水和两端外排水。

## 10、坡屋顶的构造

(1) 坡屋顶的承重结构



考证就上233网校APP

报考指导、学习视频、免费题库一手掌握

1) 砖墙承重(硬山搁檩),是将房屋的内外横墙砌成尖顶状,在上面直接搁置檩条来支承屋面的荷载。砖墙承重结构体系适用于开间较小的房屋。2) 屋架承重。屋架的形式较多,有三角形、梯形、矩形、多边形等。当坡屋面房屋内部需要较大空间时,可把部分横向山墙取消,用屋架作为横向承重构件。坡屋面的屋架多为三角形。3) 梁架结构,又称为穿斗结构。

4) 钢筋混凝土梁板承重。钢筋混凝土承重结构层按施工方法有两种:一种是现浇钢筋混凝土梁和屋面板,另一种是预制钢筋混凝土屋面板直接搁置在山墙上或屋架上。对于空间跨度不大的民用建筑,钢筋混凝土折板结构是目前坡屋顶建筑使用较为普遍的一种结构形式。这种结构形式无须采用屋架、檩条等结构构件,而且整个结构层整体现浇,提高了坡屋顶建筑的防水、防渗性能;在这种结构形式中,屋面瓦可直接用水泥砂浆粘贴于结构层上。

## (2) 坡屋面的细部构造。

1) 檐口。一是挑出檐口,挑出部分的坡度与屋面坡度一致;另一种是女儿墙檐口,要做好女儿墙内侧的防水,以防渗漏。

①砖挑檐。一般不超过墙体厚度的1/2,且不大于240mm。每层砖挑长为60mm,砖可平挑出,也可把砖斜放,用砖角挑出,挑檐砖上方瓦伸出50mm。

②椽木挑檐。当屋面有椽木时,可以用椽木出挑,以支承挑出部分的屋面。挑出部分的椽条,外侧可钉封檐板,底部可钉木条并油漆。

③屋架端部附木挑檐或挑檐木挑檐。对于不设屋架的房屋,可以在其横向承重墙内压砌挑檐木并外挑,用挑檐木支承挑出的檐口。

④钢筋混凝土挑天沟。当房屋屋面集水面积大、檐口高度高、降雨量大时,坡屋面的檐口可设钢筋混凝土天沟,并采用有组织排水。

2) 烟囱泛水构造。烟囱四周应做泛水,以防雨水的渗漏。一种做法是镀锌铁皮泛水,将镀锌铁皮固定在烟囱四周的预埋件上,向下披水。在靠近屋脊的一侧,铁皮伸入瓦下,在靠近檐口的一侧,铁皮盖在瓦面上。

## 11、填方路基

填土路基	填土路基宜选用级配较好的粗粒土作填料。用不同填料填筑路基时,应分层填筑,每一水平层均应采用同类填料。
填石路基	填石路基是指用不易风化的开山石料填筑的路堤。易风化岩石及软质岩石用作填料时,边坡设计应按土质路堤进行。
砌石路基	砌石路基是指用不易风化的开山石料外砌、内填而成的路堤。砌石顶宽采用0.8m,基底面以1:5向内倾斜,砌石高度为2-15m,砌石路基应每隔15-20m设伸缩缝一



	道。当基础地质条件变化时，应分段砌筑，并设定降缝。当地基为整体岩石时，可将地基做成台阶形。
护肩路基	坚硬岩石地段陡山坡上的半填半挖路基，当填方不大，但边坡伸出较远不易修筑时，可修筑护肩。护肩应采用当地不易风化片石砌筑，高度一般不超过2m，其内外坡均直立，基底面以1:5坡度向内倾斜。
护脚路基	山坡上的填方路基有沿斜坡下滑的倾向或为加固、收回填方坡脚时，可采用护脚路基。护脚由干砌片石砌筑，断面为梯形，顶宽不小于1m，内外侧坡坡度可采用1:0.5-1:0.75，其高度不宜超过5m。

## 12、路面基层的类型

水泥稳定土基层	①水泥稳定粗粒土、中粒土可适用于各种交通类别的基层和底基层；②但水泥稳定细粒土（水泥土）不能用作二级以上路高级路面的基层；
石灰稳定土基层	①适用于各级公路路面的底基层，可作二级和二级以下的公路的基层；②不应用作高级路面的基层。
石灰工业废渣稳定土基层	①适用于各级公路的基层与底基层；②但其中的石灰工业废渣稳定细粒土（二灰土）不应用作高级沥青路面及高速公路和一级公路上的基层。
级配碎石（砾）石基层	①级配碎石用于各级公路的基层和底基层；②级配砾石可用于二级和二级以下公路的基层及各级公路的底基层。
填隙碎石基层	用于各级公路的底基层和二级以下公路的基层。

## 13、桥梁上部结构的承载结构

### （1）梁式桥

1) 简支梁式桥：①简支板桥主要用于小跨度桥梁。跨径在4-8m时，采用钢筋混凝土实心板桥；跨径在6-13m时，采用钢筋混凝土空心倾斜预制板桥；跨径在8-16m时，采用预应力混凝土空心预制板桥。

②肋梁式简支梁桥（简称简支梁桥）主要用于中等跨度的桥梁。中小跨径在8-12m时，采用钢筋混凝土简支梁桥；跨径在20-50m时，多采用预应力混凝土简支梁桥。

③箱形简支梁桥。主要用于预应力混凝土梁桥。尤其适用于桥面较宽的预应力混凝土桥梁结构和跨度较大的斜交桥和弯桥。

2) 连续梁式桥和悬臂梁式桥。连续梁桥是大跨度桥梁广泛采用的结构体系之一，一般采用预应力混凝土结构。



考证就上233网校APP

报考指导、学习视频、免费题库一手掌握

①预应力混凝土连续梁按其截面变化可分为等截面连续梁和变截面连续梁；按其各跨的跨长可分为等跨连续梁和不等跨连续梁；按其截面形式可分为板式截面连续梁、肋梁式截面连续梁和箱形截面连续梁。

②悬臂梁桥其结构特点是悬臂跨与挂孔跨交替布置，通常为奇数跨布置。

③T形刚架桥是由桥跨梁体与桥墩（台）刚接形成的具有悬臂受力特点的无支座T形梁式桥结构。通常全桥由两个或多个T形刚架通过铰或挂梁相连所组成。

（2）拱式桥：在竖向荷载作用下。两拱脚处不仅产生竖向反力，还产生水平反力（推力）。

1) 简单体系拱桥。桥上的全部荷载由主拱单独承受，它们是桥跨结构的主要承重构件。拱的水平推力直接由墩台或基础承受。

2) 组合体系拱桥。根据构造方式及受力特点，可分为桁架拱桥、刚架拱桥、桁式组合拱桥和拱式组合体系桥等四大类。

（3）刚架桥。刚架桥是由梁式桥跨结构与墩台（支柱、板墙）整体相连而形成的结构体系，其梁柱结点为刚结。

（4）悬索桥

(1) 桥塔	是悬索桥最重要的构件。桥塔的高度主要由桥面标高和主缆索的垂跨比 $f/L$ 确定，通常垂跨比 $f/L$ 为 $1/9-1/12$ 。大跨度悬索桥的桥塔主要采用钢结构和钢筋混凝土结构。其结构形式可分为桁架式、刚架式和混合式三种。刚架式桥塔通常采用箱形截面。
(2) 锚碇	
(3) 主缆索	是悬索桥的主要承重构件，可采用钢丝绳钢缆或平行丝束钢缆，大跨度吊桥的主缆索多采用后者。
(4) 吊索	吊索也称吊杆，是将加劲梁等恒载和桥面活载传递到主缆索的主要构件。吊索与主缆索连接有两种方式：鞍挂式和销接式。吊索与加劲梁连接也有两种方式：锚固式和销接固定式。
(5) 加劲梁	是承受风载和其他横向水平力的主要构件。大跨度悬索桥的加劲梁均为钢结构，通常采用桁架梁和箱形梁。预应力混凝土加劲梁仅适用于跨径500m以下的悬索桥，大多采用箱形梁。
(6) 索鞍	

（6）组合式桥。斜拉桥是典型的悬索结构和梁式结构组合的，由主梁、拉索及索塔组成的组

合结构体系。

**14、柔性墩。**柔性墩是桥墩轻型化的途径之一，它是在多跨桥的两端设置刚性较大的桥台，中墩均为柔性墩。典型的柔性墩为柔性排架桩墩，多用在墩高5-7m，跨径一般不宜超过13m的中、小型桥梁上。柔性排架桩墩分单排架和双排架墩。单排架墩一般使用高度不超过5m，桩墩高度大于5m时，为避免行车时可能发生的纵向晃动，宜设置双排架墩。

**15、重力式桥台。**常用的类型有U形桥台、埋置式桥台、八字式和耳墙式桥台。埋置式桥台将台身埋置于台前溜坡内，不需要另设翼墙，仅由台帽两端耳墙与路堤衔接。

### 16、地下市政管线工程

(1) 按管线覆土深度分类：一般以管线覆土深度超过1.5m作为划分深埋和浅埋的分界线。在北方寒冷地区，由于冰冻线较深，给水、排水以及含有水分的煤气管道，需深埋敷设；而热力管道、电力、电信线路不受冰冻的影响，可以采用浅埋敷设。在南方地区，由于冰冻线不存在或较浅，给水等管道也可以浅埋，而排水管道需要有一定的坡度要求，排水管道往往处于深埋状况。

(2) 市政管线工程布置方式与布置原则：①建筑线与红线之间的地带，用于敷设电缆；②人行道用于敷设热力管网或通行式综合管道；③分车带用于敷设自来水、污水、煤气管及照明电缆；④街道宽度超60m时，自来水和污水管道都应设在街道内两侧；⑤在小区范围内，地下工程管网多数应走专门的地方。

### 17、城市地下贮库工程的布局与要求

(1) 城市地下贮库工程的布局—贮库的分布与居住区、工业区的关系  
一般危险品贮库应布置在离城10km以外的地上与地下；一般贮库都布置在城市外围。一般食品库布置的基本要求是：应布置在城市交通干道上，不要在居住区内设置；地下贮库洞口(或出入口)的周围，不能设置对环境有污染的各种贮库；性质类似的食物贮库，尽量集中布置在一起；冷库的设备多、容积大，需要铁路运输，一般多设在郊区或码头附近。

(2) 城市地下贮库工程布局的基本要求

1) 地下贮库应设置在地质条件较好的地区。2) 靠近市中心的一般性地下贮库，出入口的设置，除满足货物的进出方便外，在建筑形式上应与周围环境相协调。3) 布置在郊区的大型贮能库、军事用地下贮存库等，应注意对洞口的隐蔽性，多布置一些绿化用地。4) 与城市无多大关系的转运贮库，应布置在城市的下游，以免干扰城市居民的生活。5) 由于水运是一种最经济的运输方式，因此，有条件的城市，应沿江河多布置一些贮库，但应保证堤岸的工程稳定性。

### 第三章工程材料

**1、钢材的性能。**钢材的主要性能包括力学性能和工艺性能。力学性能是钢材最重要的使用性能，包括：①抗拉性能；②冲击性能；③硬度；④疲劳性能等。工艺性能表示钢材在各种加工过程中的行为，包括：①弯曲性能；②焊接性能等。

钢材抗拉性能

屈服强度	屈服现象明显钢	在结构计算时以下屈服点作为材料的屈服强度的标准值
	屈服现象不明显钢	以产生残余变形达到原始标距长度 $L_0$ 的0.2%时所对应的应力作为规定的屈服强度极限 ( $R_{p0.2}$ )
抗拉强度	强屈比 ( $R_m/R_d$ )	强屈比越大，反映钢材受力超过屈服点工作时的可靠性越大，因而结构的安全性越高。但强屈比太大，则反映钢材不能有效地被利用
伸长率	伸长率表征了钢材的塑性变形能力。伸长率的大小与标距长度有关。塑性变形在标距内的分布是不均匀的，颈缩处的伸长较大，离颈缩部位越远变形越小。因此原标距与试件的直径之比愈大，颈缩处伸长值在整个伸长值中的比重愈小，计算伸长率愈小。	

#### 2、其他水泥

(1) 铝酸盐水泥属于快硬水泥。代号CA。将铝酸盐水泥分为四类：CA50、CA60、CA70、CA80，其中CA60分为CA60-I（以铝酸一钙为主）、CA60-II（以铝酸二钙为主）。

①凝结时间：a.CA60-II水泥初凝时间不得早于60min，终凝时间不得迟于18h；b.其余铝酸盐水泥均要求初凝时间不得早于30min。终凝时间不得迟于6h。

②特性：铝酸盐水泥早期强度高，凝结硬化快，具有快硬、早强的特点，水化热高，放热快且放热量集中，同时具有很强的抗硫酸盐腐蚀作用和较高的耐热性，但抗碱性差。

③适用：铝酸盐水泥可用于配制不定型耐火材料；与耐火粗细集料（如铬铁矿等）可制成耐高温的耐热混凝土；用于工期紧急的工程，如国防、道路和特殊抢修工程等；也可用于抗硫酸盐腐蚀的工程和冬季施工的工程。

④不适用：铝酸盐水泥不宜用于大体积混凝土工程；不能用于与碱溶液接触的工程；不得与未硬化的硅酸盐水泥混凝土接触使用，更不得与硅酸盐水泥或石灰混合使用；不能蒸汽养护，不宜在高温季节施工。

(3) 道路硅酸盐水泥代号P.R，按照28d抗折强度分为7.5和8.5两个等级。其初凝时间不得

早于1.5h，终凝时间不得迟于12h。道路硅酸盐水泥主要用于公路路面、机场跑道等工程结构，也可用于要求较高的工厂地面和停车场等工程。重交通以上等级道路、城市快速路、主干路应采用42.5级以上的道路硅酸盐水泥或硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；其他道路可采用矿渣水泥，其强度等级不宜低于32.5级。

### 3、改性石油沥青

分类		应用
橡胶改性沥青	氯丁橡胶改性沥青	可用于路面的稀浆封层和制作密封材料和涂料等
	丁基橡胶改性沥青	多用于道路路面工程和制作密封材料和涂料
	SBS改性沥青	主要用于制作防水卷材和铺筑高等级公路路面
橡胶和树脂改性沥青	橡胶改性沥青	主要有卷材、片材，密封材料，防水涂料等
	树脂改性沥青	
矿物填充料改性沥青	滑石粉	可用于具有耐酸、耐碱、耐热和绝缘性能的沥青制品中
	石灰石粉	较好的矿物填充料
	硅藻土和膨胀珍珠岩粉	是制作轻质、绝热、吸声的沥青制品的主要填料
	石棉	掺入后可提高沥青的抗拉强度和热稳定性

### 4、普通混凝土组成材料

(1) 水泥：对于泵送混凝土应选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥，不宜采用火山灰质硅酸盐水泥。道路工程一般应采用强度高、收缩小、耐磨性强、抗冻性好的水泥。

(2) 砂：按细度模数分为粗、中、细三种规格：3.7~3.1为粗砂，3.0~2.3为中砂，2.2~1.6为细砂。粗、中、细砂均可作为普通混凝土用砂，但以中砂为佳。砂按技术要求分为I类、II类、III类。

(3) 石子：①对于泵送混凝土应根据粗骨料品种、泵送高度、输送管径确定最大粒径，碎石的最大粒径应不大于输送管径的1/3，卵石的最大粒径应不大于输送管径的1/2.5。

②泵送混凝土的粗骨料应采用连续级配，粗骨料的级配影响孔隙率和砂浆用量，对混凝土泵送影响较大。水泥混凝土路面混凝土板用粗骨料，应采用连续粒级5~40mm。

### 5、外加剂

1) 减水剂。混凝土掺入减水剂的技术经济效果：①保持坍落度不变，掺减水剂可降低单位混

凝土用水量，从而降低了水灰比，提高混凝土强度，同时改善混凝土的密实度，提高耐久性；②保持用水量不变，掺减水剂可增大混凝土坍落度宜动坦；③保持强度不变，掺减水剂可节约水泥用量。

分类		适用范围（宜用于）	不适用范围（不宜用于）
减水剂	普通减水剂	宜用于最低气温5°C以上强度等级为C40以下的混凝土	不宜单独用于蒸养混凝土
	高效减水剂	①缓凝型高效减水剂可用于大体积混凝土，宜用于最低气温5°C以上施工的混凝土；②标准型高效减水剂宜用于日最低气温0°C上施工的混凝土，也可用于蒸养的混凝土。	—
	高性能减水剂	①缓凝型聚羧酸系高性能减水剂宜用于大体积混凝土。	不宜用于日最低气温5-C以下施工的混凝土
		②早强型聚羧酸系高性能减水剂宜用于有早强要求或低温季节施工的混凝土。	不宜用于日最低气温-5°C以下施工的混凝土，且不宜用于大体积混凝土。

2) 早强剂。早强剂多用于抢修工程和冬季施工的混凝土。早强剂宜用于蒸养、常温、低温和最低温度不低于-5。环境中施工的有早强要求的混凝土工程。炎热条件以及环境温度低于-5°C时不宜使用早强剂。早强剂不宜用于大体积混凝土。

①氯盐早强剂：不能用于预应力混凝土结构。

②硫酸盐早强剂。不宜使用无机盐类早强剂的情形有：①处于水位变化的结构；②露天结构及经常受水淋、受水流冲刷的结构；③相对湿度大于80%环境中使用的结构；④直接接触酸、碱或其他侵蚀性介质的结构；⑤有装饰要求的混凝土，特别是要求色彩一致或表面有金属装饰的混凝土。

③三乙醇胺早强剂。是一种有机化学物质，对钢筋无锈蚀作用。三乙醇胺等有机胺类早强剂不宜用于蒸养混凝土。单独使用三乙醇胺，早强效果不明显。

3) 引气剂及引气减水剂。

①引气剂是在混凝土搅拌过程中，能引入大量分布均匀的稳定而密封的微小气泡，以减少拌合物泌水离析、改善和易性，同时显著提高硬化混凝土抗冻融耐久性的外加剂。

②兼有引气和减水作用的外加剂称为引气减水剂。以松香树脂类的松香热聚物的效果较好，最常使用。引气减水剂常在道路、桥梁、港口和大坝等工程上采用。

③引气剂和引气减水剂，除用于抗冻、防渗、抗硫酸盐混凝土外，还宜用于泌水严重的混凝土、贫混凝土以及对饰面有要求的混凝土和轻骨料混凝土，不宜用于蒸养混凝土和预应力混凝土。4)

缓凝剂：兼有缓凝和减水作用的外加剂称为缓凝减水剂。缓凝剂用于大体积混凝土、炎热气候条件下施工的混凝土或长距离运输的混凝土。最常用的是糖蜜和木质素磺酸钙，糖蜜的效果最好。

## 6、混凝土的和易性

概念	(1) 流动性	指混凝土拌合物在自重或机械振捣作用下，产生流动并均匀密实地充满模板的能力
	(2) 黏聚性	指混凝土拌合物具有一定的黏聚力，在施工、运输及浇筑过程中不致出现分层离析，是混凝土保持整体均匀性的能力
	(3) 保水性	指混凝土拌合物在施工中不致发生严重的泌水现象
	注	混凝土拌合物和易性通常采用坍落度及坍落扩展度试验和维勃稠度试验进行评定
影响因素	(1) 水泥浆	是普通混凝土和易性最敏感的影响因素
	(2) 骨料品种与品质	一般采用卵石（河砂）拌制的混凝土拌合物比采用碎石（山砂）拌制的流动性好
	(3) 砂率	最佳砂率使混凝土拌合物获得最大的流动性，且保持黏聚性和保水性
	(4) 其他因素	①水泥与外加剂；②温度和时间

7、混凝土的耐久性包括混凝土的①抗冻性、②抗渗性、③抗蚀性、④抗碳化能力等。

①抗冻性。提高混凝土抗冻性的最有效的方法是采用加入引气剂、减水剂和防冻剂的混凝土或密实混凝土。

②抗渗性。抗渗等级不低于P6的混凝土为抗渗混凝土。影响混凝土抗渗性的因素有水灰比、水泥品种、骨料的粒径、养护方法、外加剂及掺和料等，其中水灰比对抗渗性起决定性作用。

## 8、特种混凝土

(1) 高性能混凝土特性：①自密实性好；②体积稳定性高；③强度高；④水化热低；⑤收缩量小；⑥徐变少；⑦耐久性好；⑧耐高温(火)差。高性能混凝土能更大限度地延长混凝土结

构的使用年限，降低工程造价。

(2) 高强混凝土的特点。

1) 优点。①可减少结南断面，降低钢筋用量，增加房屋使用面积和有效空间，减轻地基负荷；②致密坚硬，其抗渗性、抗冻性、耐蚀性、抗冲击性等诸方面性能均优于普通混凝土。③对预应力钢筋混凝土构件，高强混凝土由于刚度大、变形小，故可以施加更大的预应力和更早地施加预应力，以及减少因徐变而导致的预应力损失。2) 不利条件。①容易受到施工各环节中环境条件的影响，所以对其施工过程的质量管理水平要求高；②延性比普通混凝土差。

### 9、保温隔热材料

纤维状绝热材料	岩棉及矿渣棉	①最高使用温度约600℃；②可用于建筑物的墙体、屋顶、天花板等处的保温隔热和吸声材料，以及热力管道的保温材料；③燃烧性能为不然材料。
	石棉	①最高使用温度可达500~600℃；②由于石棉中的粉尘对人体有害，民用建筑很少使用，目前主要用于工业建筑的隔热、保温及防火覆盖等。
	玻璃棉	①最高使用温度400℃；②广泛用在温度较低的热力设备和房屋建筑中的保温隔热，同时也是良好的吸声材料；③燃烧性能为不然材料。
	陶瓷纤维	①最高使用温度1100~1350℃；②可用于高温绝热、吸声；专门用于各种高温，高压，宜磨损的环境中。
多孔状绝热材料	膨胀蛭石	①最高使用温度1000-1100℃；②铺设于墙壁、楼板、屋面等夹层中，作为绝热、隔声材料，也可与水泥、水玻璃等胶凝材料配合，浇注成板，用于墙、楼板和屋面板等构件的绝热；③使用时注意防潮。
	膨胀珍珠岩	①其安全使用温度与最高使用温度相同，不大于600℃；②以膨胀珍珠岩为主，配合适量胶凝材料，可制成的一定形状的板、块、管壳等制品称为膨胀珍珠岩制品。
	玻化微珠	①用于外墙内外保温的一种新型无机保温砂浆材料；②具有优良的保温隔热性能和防火耐老化性能、不空鼓开裂、强度高特性。
	泡沫玻璃	①最高使用温度500℃；②是一种高级保温绝热材料，可用于砌筑墙体或冷库隔热。

## 第四章工程施工技术

### 1、降水与排水

(1)明排水施工。明排水法宜用于粗粒土层，也用于渗水量小的黏土层。但当土为细砂和粉砂时，地下水渗出会带走细粒，发生流沙现象，导致边坡坍塌、坑底涌砂，难以施工，此时应采用井点降水法。集水坑应设置在基础范围以外，地下水走向的上游。根据地下水量大小、基坑平面形状及水泵能力，集水坑每隔20~40m设置一个。集水坑的直径和宽度为0.6-0.8m。

(2)井点降水施工

1)轻型井点——②轻型井点布置

轻型井点可采用单排布置、双排布置以及环形布置；当土方施工机械需进出基坑时，也可采用U形布置。单排布置适用于基坑、槽宽度小于6m，且降水深度不超过5m的情况。井点管应布置在地下水的上游一侧，两端延伸长度不宜小于坑、槽的宽度。双排布置适用于基坑宽度大于6m或土质不良的情况。环形布置适用于大面积基坑。如采用U形布置，则井点管不封闭的一段应设在地下水的下游方向。

2)喷射井点。当降水深度超过8m时，宜采用喷射井点，降水深度可达8~20m。喷射井点的平面布置：当基坑宽度小于等于10m时，井点可作单排布置；当大于10m时，可作双排布置；当基坑面积较大时，宜采用环形布置。井点间距一般采用2~3m，每套喷射井点宜控制在20~30根井管。

3)管井井点。管井井点就是沿基坑每隔一定距离设置一个管井，每个管井单独用一台水泵不断抽水来降低地下水位。在土的渗透系数大、地下水量大的土层中，宜采用管井井点。管井的间距，一般为20~50m。

## 2、土石方工程机械化施工

(1)推土机施工

①下坡推土法：推土机顺地面坡势进行下坡推土，可增大推土机铲土深度和运土数量，提高生产效率。

②分批集中，一次推送法：在较硬的土中，推土机的切土深度较小，一次铲土不多，可分批集中，再整批地推送到卸土区。应用此法，可提高生产效率12%~18%。

③并列推土法：在较大面积的平整场地施工中，采用2台或3台推土机并列推土，能减少土的散失。铲刀间距15~30cm。并列台数不宜超过4台，否则互相影响。

④沟槽推土法：就是沿第一次推过的原槽推土，前次推土所形成的土埋能阻止土的散失，从而增加推运量。能够更有效地利用推土机，缩短运土时间。

⑤斜角推土法：将铲刀斜装在支架上，与推土机横轴在水平方向形成一定角度进行推土。一般

在管沟回填且无倒车余地时可采用这种方法。

## (2) 铲运机铲土的施工方法

①下坡铲土。应尽量利用有利地形进行下坡铲土。

②跨铲法。预留土埂，间隔铲土的方法。土埂高度应不大于300mm，宽度以不大于拖拉机两履带间净距为宜。

③助铲法。在地势平坦、土质较坚硬时，可采用推土机助铲以缩短铲土时间。一般每3~4台铲运机配1台推土机助铲。

## (3) 单斗挖掘机施工

①正铲挖掘机特点：前进向上，强制切土。其挖掘力大，生产率高，能开挖停机面以上的I~IV级土，开挖大型基坑时需设下坡道，适宜在土质较好、无地下水的地区工作。

②反铲挖掘机特点：后退向下，强制切土。其挖掘力比正铲小，能开挖停机面以下的I~III级的砂土或黏土，适宜开挖深度4m以内的基坑，对地下水位较高处也适用。

③拉铲挖掘机特点：后退向下，自重切土。能开挖停机面以下的I~II级土，适宜开挖大型基坑及水下挖土。

④抓铲挖掘机特点：直上直下，自重切土。其挖掘力较小，只能开挖I~II级土，可以挖掘独立基坑、沉井，特别适于水下挖土。

## 3、土石方填筑与压实

### (1) 填筑压实的施工要求

①填方宜采用同类土填筑，如采用不同透水性的土分层填筑时，下层宜填筑透水性较大、上层宜填筑透水性较小的填料，或将透水性较小的土层表面做成适当坡度，以免形成水囊。②填方应按设计要求预留沉降量，如无设计要求时，可根据工程性质、填方高度、填料类别、压实机械及压实方法等，同有关部门共同确定。③填方压实工程应由下至上分层铺填，分层压(夯)实，分层厚度及压(夯)实遍数，根据压(夯)实机械、密实度要求、填料种类及含水量确定。

(2) 土料选择与填筑方法：碎石类土、砂土、爆破石渣及含水量符合压实要求的黏性土可作为填方土料。淤泥、冻土、膨胀性土及有机物含量大于5%的土，以及硫酸盐含量大于5%的土均不能作填土。填方土料为黏性土时，填土前应检验其含水量是否在控制范围以内，含水量大的黏土不宜做填土用。

## 4、夯实地基法

(1) 重锤夯实法。适用于地下水距地面0.8m以上的稍湿的黏土、砂土、湿陷性黄土、杂填土

和分层填土，但在有效夯实深度内存在软黏土层时不宜采用。

(2) 强夯法。是我国目前最为常用和最经济的深层地基处理方法之一。强夯不得用于不允许对工程周围建筑物和设备有一定振动影响的地基加固，必需时，应采取防振、隔振措施。强夯处理范围应大于建筑物基础范围。

### 5、砂桩、碎石桩和水泥粉煤灰碎石桩

①碎石桩和砂桩合称为粗颗粒土桩；是指用振动、冲击或振动水冲等方式在软弱地基中成孔，再将碎石或砂挤压入孔，形成大直径的由碎石或砂所构成的密实桩体，具有挤密、置换、排水、垫层和加筋等加固作用。

②水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)是在碎石桩基础上加进一些石屑、粉煤灰和少量水泥，加水拌和制成的具有一定黏结强度的桩。桩的承载能力来自桩全长产生的摩阻力及桩端承载力，桩越长承载力越高，桩土形成的复合地基承载力提高幅度可达4倍以上且变形量小，适用于多层和高层建筑地基。

③褥垫层是保证桩和桩间土共同作用承担荷载，是水泥粉煤灰碎石桩形成复合地基的重要条件。褥垫层材料宜用中砂、粗砂、级配砂石和碎石，最大粒径不宜大于30mm。不宜采用卵石，由于卵石咬合力差，施工时扰动较大、褥垫厚度不容易保证均匀。褥垫层的位置位于CFG桩和建筑物基础之间，厚度可取200~300mm。褥垫层不仅仅用于CFG桩，也用于碎石桩、管桩等，以形成复合地基，保证桩和桩间土的共同作用。

**6、土桩和灰土桩：**土桩和灰土桩挤密地基是由桩间挤密土和填夯的桩体组成的人工“复合地基”。适用于处理地下水位以上，深度5~15m的湿陷性黄土或人工填土地基。土桩主要适用于消除湿陷性黄土地基的湿陷性，灰土桩主要适用于提高人工填土地基的承载力。地下水位以下或含水量超过25%的土，不宜采用。

**7、深层搅拌桩地基。**深层搅拌法适宜于加固各种成因的淤泥质土、黏土和粉质黏土等。

**8、柱锤冲扩桩。**适用于处理杂填土，粉土，黏性土，素填土，黄土等地基，对地下水位以下饱和松软土层应通过现场试验确定其适用性。地基处理深度不宜超过6m，复合地基承载力特征值不宜超过160kPa。

### 9、钢筋混凝土预制桩施工

(1) 桩的制作、起吊、运输和堆放

①桩的制作	a.长度10m以下的短桩	多在工厂预制
	b.较长的桩	在打桩现场附近露天预制

	c.现场预制桩多采用重叠法制作	重叠层数不宜超过4层，层与层之间应涂刷隔离剂，上层桩或邻近桩的灌注，应在下层桩或邻近桩混凝土达到设计强度等级的30%以后方可进行
②起吊和运输	达到设计强度70%方可起吊；达到设计强度100%方可运输和打桩。	
③堆放	桩堆放时应设置垫木，堆放层数不宜超过4层。不同规格的桩应分别堆放。	

## (2) 沉桩

- 1) 锤击沉桩：要求锤重应有足够的冲击能，锤重应大于等于桩重。实践证明，当锤重大于桩重的1.5~2倍时，能取得良好的效果，但桩锤亦不能过重，过重易将桩打坏；当桩重大于2t时，可采用比桩轻的桩锤，但亦不能小于桩重的75%。宜采用“重锤低击”。打桩顺序：先内后外，先难后宜。
- 2) 静力压桩：适用于软土地区、城市中心或建筑物密集处的桩基础工程，以及精密工厂的扩建工程。
- 3) 射水沉桩：适用于砂土和碎石土。在砂夹卵石层或坚硬土层中，一般以射水为主，锤击或振动为辅；在亚黏土或黏土中，一般以锤击或振动为主，以射水为辅，并应适当控制射水时间和水量；下沉空心桩，一般用单管内射水。

## 10、钢筋安装

- 1) 墙钢筋绑扎。①墙钢筋的绑扎，也应在模板安装前进行。②墙的垂直钢筋每段长度不宜超过4m(钢筋直径不大于12mm)或6m(直径大于12mm)或层高加搭接长度，水平钢筋每段长度不宜超过8m，以利绑扎。钢筋的弯钩应朝向混凝土内。③采用双层钢筋网时，在两层钢筋间应设置撑铁或绑扎架，以固定钢筋间距。
- 2) 梁、板钢筋绑扎。
  - ①连续梁、板的上部钢筋接头位置宜设置在跨中1/3跨度范围内，下部钢筋接头位置宜设置在梁端1/3跨度范围内。
  - ②当梁的高度较小时，梁的钢筋架空在梁模板顶上绑扎，然后再落位；当梁的高度较大(大于等于1.0m)时，梁的钢筋宜在梁底模上绑扎，其两侧模板或一侧模板后装。板的钢筋在模板安装后绑扎。
  - ③梁纵向受力钢筋采用双层排列时，两排钢筋之间应垫以直径不小于25mm的短钢筋，以保持其设计距离。箍筋的接头(弯钩叠合处)应交错布置在两根架立钢筋上，其余同柱。

④板的钢筋网绑扎，四周两行钢筋交叉点应每点扎牢，中间部分交叉点可相隔交错扎牢，但必须保证受力钢筋不位移。双向主筋的钢筋网，则须将全部钢筋相交点扎牢。采用双层钢筋网时，在上层钢筋网下面应设置钢筋撑脚，以保证钢筋位置正确。绑扎时应注意相邻绑扎点的钢丝扣要成八字形，以免网片歪斜变形。

⑤应注意板上部的负筋，要防止被踩下；特别是雨篷、挑檐、阳台等悬臂板，要严格控制负筋位置，以免拆模后断裂。

⑥板、次梁与主梁交叉处，板的钢筋在上，次梁的钢筋居中，主梁的钢筋在下；当有圈梁或垫梁时，主梁的钢筋在上。

⑦框架节点处钢筋穿插十分稠密时，应特别注意梁顶面主筋间的净距要有30mm，以利浇筑混凝土。

⑧梁板钢筋绑扎时，应防止水电管线影响钢筋位置。

## 11、模板工程

### (1) 模板类型与基本要求

①木模板：在现浇混凝土结构施工中使用率已大大降低；

②组合模板：是工程施工中用的最多的一种模板；

③大模板：目前我国剪力墙和筒体体系的高层建筑施工用得较多的一种模板；

④滑升模板：适用于现场浇筑高耸的构筑物和高层建筑物，如烟囱、筒仓、电视塔、竖井、沉井、双曲线冷却塔和剪力墙体系及筒体体系的高层建筑等。模板一次性投资多、耗钢量大，对建筑的立面造型和构件断面变化有一定的限制。

⑤爬升模板：是施工剪力墙体系和筒体体系的钢筋混凝土结构高层建筑的一种有效的模板体系；

⑥台模：主要用于浇筑平板式或带边梁的楼板；

⑦隧道模板：用于同时整体浇筑墙体和楼板的大型工具式模板；

⑧永久式模板：是指一些施工时起模板作用而浇筑混凝土后又是结构本身组成部分之一的预制板材。

(2) 对跨度不小于4m的钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱；当设计无具体要求时，其拱高度宜为跨度的1/1000-3/1000。

## 12、混凝土的浇筑—混凝土振动密实成型。

用于振动捣实混凝土拌和物的振动器按其工作方式可分为内部振动器、外部振动器、表面振动器和振动台四种。①内部振动器适用于基础、柱、梁、墙等深度或厚度较大的结构构件的

混凝土捣实。②外部振动器又称附着式振动器。适用于振捣断面较小或钢筋较密的柱、梁、墙等构件。③表面振动器又称平板振动器，是放在混凝土表面进行振捣，适用于振捣楼板、地面和薄壳等薄壁构件。④振动台用于振实预制构件。

### 13、混凝土冬期与高温施工

#### (1) 混凝土冬期施工措施

①宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；采用蒸汽养护时，宜采用矿渣硅酸盐水泥。②降低水灰比，减少用水量，使用低流动性或干硬性混凝土。③搅拌时，加入一定的外加剂，加速混凝土硬化、尽快达到临界强度，或降低水的冰点，使混凝土在负温下不致冻结。采用非加热养护方法时，混凝土中宜掺入引气剂、引气型减水剂或含有引气组分的外加剂，混凝土含气量宜控制在3.0%~5.0%。

#### (2) 高温施工

①高温施工宜采用低水泥用量的原则，并可采用粉煤灰取代部分水泥。宜选用水化热较低的水泥；②混凝土坍落度不宜小于70mm。③混凝土宜采用白色涂装的混凝土搅拌运输车运输，对混凝土输送管应进行遮阳覆盖，并应洒水降温；④混凝土浇筑入模温度不应高于35℃；⑤混凝土浇筑宜在早间或晚间进行，且宜连续浇筑。当水分蒸发速率大于 $1\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 时，应在施工作业面采取挡风、遮阳、喷雾等措施；⑥混凝土浇筑前，施工作业面宜采取遮阳措施，并应对模板、钢筋和施工机具采用洒水等降温措施，但浇筑时模板内不得有积水；⑦混凝土浇筑完成后，应及时进行保湿养护，侧模拆除前宜采用带模湿润养护。

### 14、装配式混凝土施工

① 材料要求。装配整体式结构中，预制构件的混凝土强度等级不宜低于C30；预应力混凝土预制构件的混凝土强度等级不宜低于C40，且不应低于C30；现浇混凝土的强度等级不应低于C25。预制构件吊环应采用未经冷加工的HPB300钢筋制作。

② 构件预制。脱模起吊时，预制构件的混凝土立方体抗压强度应满足设计要求，且不应小于 $15\text{N}/\text{mm}^2$ 。

③ 连接构造要求。装配整体式结构中，节点及接缝处的纵向钢筋连接宜根据接头受力、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接等连接方式。直径大于20mm的钢筋不宜采用浆锚搭接连接，直接承受动力荷载构件的纵向钢筋不应采用浆锚搭接连接。

④ 构件储运。当采用靠放架堆放或运输构件时，靠放架应具有足够的承载力和刚度，与地

面倾斜角度宜大于80°，构件应对称靠放，每层不大于2层。

⑤ 结构施工一构件吊装与就位。吊索水平夹角不宜小于60°，且不应小于45°；对尺寸较大或形状复杂的预制构件，宜采用有分配梁或分配桁架的吊具。预制构件吊装就位后，应及时校准并采取临时固定措施，每个预制构件的临时支撑不宜少于2道，对预制柱、墙板构件的上部斜支撑，其支撑点距离板底的距离不宜小于构件高度的2/3，且不应小于构件高度的1/2。

## 15、预应力混凝土工程施工

### (1) 先张法

1) 混凝土的浇筑与养护。采用重叠法生产构件时，应待下层构件的混凝土强度达到5.0MPa后，方可浇筑上层混凝土。混凝土可采用自然养护或湿热养护。但必须注意，当预应力混凝土构件进行湿热养护时，应采取正确的养护制度以减少由于温差引起的预应力损失。

2) 预应力筋放张。预应力筋张拉时，混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，不应低于设计的混凝土立方体抗压强度标准值的75%。先张法预应力筋放张时不应低于30MPa。

(2) 后张法宜用于现场生产大型预应力构件、特种结构和构筑物，可作为一种预应力预制构件的拼装手段。

1) 孔道的留设。灌浆孔的间距：对预埋金属螺旋管不宜大于30m；对抽芯成形孔道不宜大于12m；在曲线孔道的曲线波峰部位应设置排气管兼作泌水管，必要时可在最低点设置排水孔；灌浆孔及泌水管的孔径应能保证浆液畅通。

2) 预应力筋张拉。张拉预应力筋时，构件混凝土的强度应按设计规定，如设计无规定，则不低于设计的混凝土立方体抗压强度标准的75%。对后张法预应力梁和板，现浇结构混凝土的龄期分别不宜小于7d和5d。3) 孔道灌浆。孔道灌浆所用水泥浆拌和后至灌浆完毕的时间不宜超过30min。

## 16、路堤的填筑

① 基底的处理。填筑路堤前，应根据基底的土质、水文、坡度、植被和填土高度采取一定措施对基底进行处理。①当基底为松土或耕地时，应先清除有机土、种植土、草皮等，清除深度应达到设计要求，一般不小于150mm，平整后按规定要求压实。当基底土质湿软而深厚时，应按软土地基处理。②基底应在填筑前进行压实，基底原状土的强度不符合要求时，应进行换填，换填深度应不小于300mm，并予以分层压实到规定要求。高速公路、一级公路、二级公路路堤基底的压实度应不小于90%，当路堤填土高度小于路床厚度(0.8m)时，基底的压实度不宜小于路床的压实度标准。③基底土密实稳定，且地面横坡缓于1:10，填方高大于0.5m

时，基底可不处理；路堤填方高低于0.5m的地段，应清除原地表杂草。横坡为1:10~1:5时，应清除地表草皮杂物再填筑；横坡陡于1:5时，应按设计要求挖台阶，或设置成坡度向内并大于2%、宽度大于1m的台阶。

② 填料的选择。①碎石、卵石、砾石、粗砂等具有良好透水性，且强度高、稳定性好，因此可优先采用。②亚砂土、亚黏土等经压实后也具有足够的强度，故也可采用。③粉性土水稳定性差，不宜作路堤填料。④重黏土、黏性土、捣碎后的植物土等由于透水性差，作路堤填料时应慎重采用。

## 17、路基石方施工

(1) 炮位选择。炮位选择十分重要，炮眼的方向和深度都会直接影响爆破效果。

(2) 凿孔。浅孔爆破通常用手提式凿岩机凿孔，深孔爆破常用冲击式钻机或潜孔钻机凿孔。

(3) 装药。装药的方式根据爆破方法和施工要求的不同而异，通常有以下几种：

①集中药包。炸药完全装在炮孔的底部，爆炸后对于工作面较高的岩石崩落效果较好，但不能保证岩石均匀破碎。

②分散药包。炸药沿孔深的高度分散安装，爆炸后可以使岩石均匀地破碎，适用于高作业面的开挖段。

③药壶药包。适用于结构均匀致密的硬土、次坚石和坚石、量大而集中的石方施工。

④坑道药包。适用于土石方大量集中、地势险要或工期紧迫的路段，以及一些特殊的爆破工程。

(4) 堵塞。中小型爆破的药孔，一般可用干砂、滑石粉、黏土和碎石等堵塞，并用木棒等将堵塞物捣实，切忌用铁棒。

(5) 起爆。可用火花起爆、电力起爆、导爆线(又称传爆线)起爆和塑料导爆管起爆。

(6) 清方。当石方爆破后，必须按爆破次数分次清理。在选择清方机械时应考虑以下技术经济条件：

①工期所要求的生产能力；

②工程单价；

③爆破岩石的块度和岩堆的大小；

④机械设备进入工地的运输条件；

⑤爆破时机械撤离和重新进入工作面是否方便等。就经济性来说，运距在30~40m以内，采用推土机较好；40~60m用装载机自铲运较好；100m以上用挖掘机配合自卸汽车较好。

## 18、桥梁上部结构施工

(1) 预制安装法。预制安装法是指在预制工厂或在运输方便的桥址附近设置预制场进行梁的预制工作，然后采用一定的架设方法进行安装。预制安装施工的主要特点：

①由于是工场生产制作，构件质量好，有利于确保构件的质量和尺寸精度，并尽可能多的采用机械化施工。

②上下部结构可以平行作业，因而可缩短现场工期。

③能有效利用劳动力，并由此而降低了工程造价。

④由于施工速度快可适用于紧急施工工程。

⑤将构件预制后由于要存放一段时间，因此在安装时已有一定龄期，可减少混凝土收缩、徐变引起的变形。

(2) 悬臂施工法。是大跨径连续梁桥常用的施工方法，属于一种自架设方式。悬臂施工法是从桥臂开始，两侧对称进行现浇梁段或将预制节段对称进行拼装。前者称悬臂浇筑施工，后者为悬臂拼装施工。

悬臂施工的主要特点：

①悬臂施工宜在营运状态的结构受力与施工阶段的受力状态比较近的桥梁中选用，如预应力混凝土T形刚构桥、变截面连续梁桥和斜拉桥等。

②非墩梁固接的预应力混凝土梁桥，采用悬臂施工时应采取措施使墩、梁临时固结。

③悬臂浇筑施工简便，结构整体性好，施工中可不断调整位置，常在跨径大于100m的桥梁上选用；悬臂拼装法施工速度快，桥梁上下部结构可平行作业，但施工精度要求比较高，可在跨径100m以下的大桥中选用。

④ 移动模架逐孔施工法，主要特点：①移动模架法不需设置地面支架，不影响通航和桥下交通，施工安全、可靠。②有良好的施工环境，保证施工质量，一套模架可多次周转使用，具有在预制场生产的优点。③机械化、自动化程度高，节省劳力，降低劳动强度，上下部结构可以平行作业，缩短工期。④通常每一施工梁段的长度取用一孔梁长，接头位置一般可选在桥梁受力较小的部位。⑤移动模架设备投资大，施工准备和操作都较复杂。⑥移动模架逐孔施工宜在桥梁跨径小于50m的多跨长桥上使用。

③ 横移法施工。由于混凝土桥具有较大的自重，横移法施工常在钢桥上使用。横向位移施工多用于正常通车线路上的桥梁工程的换梁。横移施工也可与其他施工方法配合使用。

④ 提升与浮运施工。这是一种采用竖向运动施工就位的方法。提升施工在未来安置结构

物以下的地面上预制该结构并把它提升就位。浮运施工时将桥梁在岸上预制，通过大型浮船移运至桥位，利用船的上下起落安装就位的方法。

## 19、地下连续墙的优缺点

(1) 地下连续墙的优点：①施工全盘机械化，速度快、精度高，并且振动小、噪声低，适用于城市密集建筑群及夜间施工。②具有多功能用途，如防渗、截水、承重、挡土、防爆等；采用钢筋混凝土或素混凝土，强度可靠，承压力大。③对开挖的地层适应性强，在我国除熔岩地质外，可适用于各种地质条件，无论是软弱地层或在重要建筑物附近的工程中，都能安全地施工。④可以在各种复杂的条件下施工。⑤开挖基坑无须放坡，土方量小，浇混凝土无需支模和养护，并可在低温下施工，降低成本，缩短施工时间。⑥用触变泥浆保护孔壁和止水，施工安全可靠，不会引起水位降低而造成周围地基沉降，保证施工质量。⑦可将地下连续墙与“逆作法”施工结合起来，地下连续墙为基础墙，地下室梁板作支撑，地下部分施工可自上而下与上部建筑同时施工，将地下连续墙筑成挡土、防水和承重的墙，形成一种深基础多层地下室施工的有效方法。

(2) 地下连续墙的缺点：①每段连续墙之间的接头质量较难控制，往往容易形成结构的薄弱点。②墙面虽可保证垂直度，但比较粗糙，尚须加工处理或做衬壁。③施工技术要求高。④制浆及处理系统占地较大，管理不善易造成现场泥泞和污染。

地下连续墙广泛应用在建筑物的地下基础、深基坑支护结构、地下车库、地下铁道、地下城、地下电站及水坝防渗等工程中。

## 20、地下连续墙施工工艺—开挖槽段

(1) 单元槽划分。单元槽段的最小长度不得小于挖土机械挖土工作装置的一次挖土长度(称为一个挖掘段)。单元槽段宜尽量长一些，以减少槽段的接头数量和增加地下连续墙的整体性，又可提高其防水性能和施工效率。但在确定其长度时除考虑设计要求和结构特点外，还应考虑以下各方面因素：①地质条件：当土层不稳定时，为防止槽壁坍塌，应减少单元槽段的长度，以缩短挖槽时间。②地面荷载：若附近有高大的建筑物、构筑物，或邻近地下连续墙有较大的地面静载或动载时，为了保证槽壁的稳定，亦应缩短单元槽段的长度。③起重机的起重能力：由于一个单元槽段的钢筋笼多为整体吊装，所以应根据起重机械的起重能力估算钢筋笼的重量和尺寸，以此推算单元槽段的长度。④单位时间内混凝土的供应能力：一般情况下一个单元槽段长度内的全部混凝土，宜在4h内一次浇筑完毕，所以可按4h内混凝土的最大供应量来推算单元槽段的长度。⑤泥浆池(罐)的容积：泥浆池(罐)的容积应不小于每一单元槽段挖土量的2

倍，所以该因素亦影响单元槽段的长度。

## 21、喷射混凝土干喷施工要点

① 工作风压。选择适宜的工作风压，是保证喷射混凝土顺利施工和较高质量的关键。当输送距离变化时，工作风压可参考以下数值：水平输送距离每增加100m，工作风压应提高0.08~0.10MPa；倾斜向下喷射，每增加100m，工作风压应提高0.05~0.07MPa；垂直向上喷射每增加10m，工作风压应提高0.02~0.03MPa。

② 喷嘴处水压。工程实践证明，喷嘴处的水压必须大于工作风压，并且压力稳定才会有良好的喷射效果。水压一般比工作风压大0.10MPa左右为宜。

③ 一次喷射厚度。一次喷射厚度主要与喷射混凝土层与受喷面之间的黏结力和受喷部位有关。一次喷射厚度太薄，喷射时骨料易产生大的回弹；一次喷射的太厚，易出现喷层下坠、流淌，或与基层面间出现空壳。

## 第五章 工程计量

### 1、在工程计量中消耗量定额与工程量计算规范的区别

① 两者的用途不同。工程量计算规范的工程量计算规则主要用于计算工程量，编制工程量清单，结算中的工程计量等方面。而消耗量定额的工程量计算规则主要用于工程计价，工程量清单中的工程量不能直接用来计价，在计价时可以根据消耗量定额计算清单项目所包含的定额项目的定额工程量。

② 项目划分和综合的工作内容不同。消耗量定额项目划分一般是基于施工工序进行设置的，体现施工单元，包括的工作内容相对单一；而工程量计算规范清单项目划分一般是基于“综合实体”进行设置的，体现功能单元，包括的工作内容往往不止一项。

③ 计算口径的调整。消耗量定额项目计量考虑了不同施工方法和加工余量的实际数量，即消耗量定额项目计量考虑了一定的施工方法、施工工艺和现场实际情况，而工程量计算规范规定的工程量主要是完工后的净量〔或图纸(含变更)的净量〕。

④ 计量单位的调整。工程量清单项目的计量单位一般采用基本的物理计量单位或自然计量单位，如 $m^2$ 、 $m^3$ 、 $m$ 、 $kg$ 、 $t$ 等，消耗量定额中的计量单位一般为扩大的物理计量单位或自然计量单位，如 $100m^2$ 、 $1000m^3$ 、 $100m$ 等。

### 2、用统筹法计算工程量

(1) 统筹图以“三线一面”作为基数，连续计算与之有共性关系的分部分项工程量，而与基数共性关系的分部分项工程量则用“册”或图示尺寸进行计算。

(2) 统筹图的主要内容。统筹图主要由计算工程量的主次程序线、基数、分部分项工程量计算式及计算单位组成。主要程序线是指在“线”、“面”基数上连续计算项目的线，次要程序线是指在分部分项项目上连续计算的线。

### 3、建筑面积计算规则与方法

取定建筑面积的顺序为：①有围护结构的，按围护结构计算面积；②无围护结构、有底板的，按底板计算面积(如室外走廊、架空走廊)；③底板也不利于计算的，则取顶盖(如车棚、货棚等)；④主体结构外的附属设施按结构底板计算面积。即在确定建筑面积时，围护结构优于底板，底板优于顶盖。所以，有盖无盖不作为计算建筑面积的必备条件，如阳台、架空走廊、楼梯是利用其底板，顶盖只是起遮风挡雨的辅助功能。

### 4、工程量计算规则与方法：土石方工程

#### (1) 土方工程

包括平整场地、挖一般土方、挖沟槽土方、挖基坑土方、冻土开挖、挖淤泥(流砂)、管沟土方等项目。挖土方如需截桩头时，应按桩基工程相关项目列项。

#### 1) 工程量计算规则

①平整场地，按设计图示尺寸以建筑物首层建筑面积“ $m^2$ ”计算。项目特征包括描述：土壤类别、弃土运距、取土运距。

②挖一般土方，按设计图示尺寸以体积“ $m^3$ ”计算。挖土方平均厚度应按自然地面测量标高至设计地坪标高间的平均厚度确定。项目特征描述：土壤类别、挖土深度、弃土运距。

③挖沟槽土方、挖基坑土方，按设计图示尺寸以基础垫层底面积乘以挖土深度按体积“ $m^3$ ”计算。基础土方开挖深度应按基础垫层底表面标高至交付施工场地标高确定，无交付施工场地标高时，应按自然地面标高确定。项目特征描述：土壤类别、挖土深度、弃土运距。

④管沟土方以“ $m$ ”计量，按设计图示以管道中心线长度计算；以“ $m^3$ ”计量，按设计图示管底垫层面积乘以挖土深度计算。无管底垫层按管外径的水平投影面积乘以挖土深度计算。不扣除各类井的长度，井的土方并入。

#### 2) 相关说明

##### 1) 土方工程项目划分的规定。

土方工程项目	划分规定
平整场地	建筑物场地厚度 $\leq\pm 300\text{mm}$ 的挖、填、运、找平
一般土方	厚度 $>\pm 300\text{mm}$ 的竖向布置挖土或山坡切土，及超过沟槽、基坑范围规定的土

	方
沟槽	底宽 $\leq 7\text{m}$ ，底长 $\geq 3$ 倍底宽
基坑	底长 $\leq 3$ 倍底宽、底面积 $\leq 150\text{m}^2$

## (2) 土方工程

### 1) 工程量计算规则

①挖沟槽（基坑）石方，按设计图示尺寸沟槽（基坑）底面积乘以挖石深度以体积“ $\text{m}^3$ ”计算。

②管沟石方以“ $\text{m}$ ”计量，按设计图示以管道中心线长度计算；以“ $\text{m}^3$ ”计量，按设计图示截面积乘以长度以体积计算。

## (3) 回填

### 1) 工程量计算规则

①回填方，按设计图示尺寸以体积“ $\text{m}^3$ ”计算：1) 场地回填：回填面积乘以平均回填厚度。2) 室内回填：主墙间净面积乘以回填厚度，不扣除间隔墙。3) 基础回填：挖方清单项目工程量减去自然地坪以下埋设的基础体积（包括基础垫层及其他构筑物）。回填土方项目特征描述：密实度要求、填方材料品种、填方粒径要求、填方来源及运距。

②余方弃置，按挖方清单项目工程量减利用回填方体积（正数）“ $\text{m}^3$ ”计算。项目特征包括废弃料品种、运距（由余方点装料运输至弃置点的距离）。

### 2) 相关说明

①填方密实度要求，在无特殊要求情况下，项目特征可描述为满足设计和规范的要求。

②填方材料品种可以不描述，但应注明由投标人根据设计要求验方后方可填入，并符合相关工程的质量规范要求。

③填方粒径要求，在无特殊要求情况下，项目特征可以不描述。

④如须买土回填应在项目特征填方来源中描述，并注明买土方数量。

## 5、工程量计算规则与方法：地基处理与边坡支护工程

### (1) 地基处理

#### 1) 工程量计算规则

归类	清单项目	计量规则
纯天然	①铺设土工合成材料	以“ $\text{m}^2$ ”计量，按设计图示尺寸以面积计算
	②预压地基	以“ $\text{m}^2$ ”计量，按设计图示处理范围以面积计算

	③强夯地基			
	④振冲密实（不填料）			
放填 料(不 防 水 泥和 石灰)	①换填垫层	以“m <sup>3</sup> ”计最，按设计图示尺寸以体积计算		
	②振冲桩（填料）	a.以“m <sup>3</sup> ”计量，按设计桩截面乘以桩长以体积计算 b.以“m”计量，按设计图示尺寸以桩长计算		
	③砂石桩	a.以“m <sup>3</sup> ”计量，按设计桩截面乘以桩长（包括桩尖）以体积计 b.以“m”计量，按设计图示尺寸以桩长（包括桩尖）计算		
桩(填 水 泥 和 石 灰)	①水泥粉煤灰碎石桩	以“m”计量，按设计图示尺寸以桩长（包括桩尖）计算	⑤深层搅拌桩	以“m”计量，按设计图示尺寸以桩长计算
	②夯实水泥土桩		⑥粉喷桩	
	③石灰桩		⑦高压喷射注浆桩	
	④灰土（土）挤密桩		⑧柱锤冲扩桩	
注浆地基	a.以“m”计量以钻孔深度计算		b.以“m <sup>3</sup> ”计量以加固体积计算	
褥垫层	a.以“m <sup>2</sup> ”计量以铺设面积计算		b.以“m <sup>3</sup> ”计量以体积计算	

## 2) 基坑与边坡支护

### ①工程量计算规则

归类	清单项目	计量规则		
挡墙 系统	混凝土 桩	地下连续墙	体积 (m <sup>3</sup> )	墙中心线长×厚度×槽深
		咬合灌注桩	①以“m”计量，按设计图示尺寸以桩长计算； ②以“根”计量，按设计图示数量计算。	
	预制钢筋混凝土板桩			
钢	型钢板	①计“t”计量，按设计图示尺寸以质量计算； ②以“根”计量，按设计图示数量计算。		

		钢板桩	①以“t”计量，按设计图示尺寸以质量计算； ②以“m <sup>2</sup> ”计量，按设计图示墙中心线长乘以桩长以面积计算。
	木	圆木桩	①以“m”计量，按设计图示尺寸以桩长计算； ②以“根”计量，按设计图示数量计算。
支撑系统	混凝土	钢筋混凝土支撑	以“m <sup>3</sup> ”计量，按设计图示尺寸以体积计算
	钢	钢支撑	以“t”计量，按设计图示尺寸以质量计算
拉锚系统	锚杆（锚索）		①以“m”计量按设计图示尺寸以钻孔深度计算；
	土钉		②以“根”计量，按设计图示数量计算
喷射混凝土（水泥砂浆）			以“m <sup>2</sup> ”计量，按设计图示尺寸以面积计算

## ②相关说明

土钉置入方法包括钻孔置入、打入或射入等。在清单列项时要正确区分锚杆项目和土钉项目。锚杆是指由杆体（钢绞线、普通钢筋、热处理钢筋或钢管）、注浆形成的固结体、锚具、套管、连接器所组成的一端与支护结构构件连接，另一端锚固在稳定岩土体内的受拉杆件。杆件采用钢绞线时，亦可称为锚索。土钉是设置在基坑侧壁土体内的承受拉力与剪力的杆件。例如，成孔后植入钢筋杆体并通过孔内注浆在杆体周围形成固结体的钢筋土钉；将设有出浆孔的钢管直接击入基坑侧壁土中并在管内注浆的钢管土钉。

**混凝土种类：**指清水混凝土、彩色混凝土等，如在同一地区既使用预拌（商品）混凝土，又允许现场搅拌混凝土时，也应注明（下同）。

地下连续墙和喷射混凝土（砂浆）的钢筋网、咬合灌注桩的钢筋笼及钢筋混凝土支撑的钢筋制作、安装，按“混凝土及钢筋混凝土工程”中相关项目列项。基坑与边坡支护的排桩按“桩基工程”中相关项目列项。水泥土墙、坑内加固按“地基处理”中相关项目列项。砖、石挡土墙、护坡按“砌筑工程”中相关项目列项。混凝土挡土墙按“混凝土及钢筋混凝土工程”中相关项目列项。

## 6、工程量计算规则与方法：砌筑工程

- 1) 框架间墙工程量计算不分内外墙按墙体净尺寸以体积计算。围墙的高度算至压顶上表面（如有混凝土压顶时算至压顶下表面），围墙柱并入围墙体积内计算。
- 2) 墙长度的确定。外墙按中心线，内墙按净长线计算。
- 3) 墙高度的确定。

①外墙：a.斜（坡）屋面无檐口天棚者算至屋面板底；有屋架且室内外均有天棚者算至屋架下弦底另加200mm,无天棚者算至屋架下弦底另加300mm,出檐宽度超过600mm时按实砌高度计算；与钢筋混凝土楼板隔层者算至板顶。b.平屋顶算至钢筋混凝土板底。

②内墙：位于屋架下弦者，算至屋架下弦底；无屋架者算至天棚底另加100mm；有钢筋混凝土楼板隔层者算至楼板顶；有框架梁时算至梁底。

③女儿墙：从屋面板上表面算至女儿墙顶面（如有混凝土压顶时算至压顶下表面）。

④内、外山墙：按其平均高度计算。

⑤砖检查井、散水、地坪、地沟、明沟、砖砌挖孔桩护壁，砖检查井，按设计图示数量“座”计算；砖散水、地坪按设计图示尺寸以面积“ $m^2$ ”计算；砖地沟、明沟按设计图示以中心线长度“ $m$ ”计算；砖砌挖孔桩护壁按设计图示尺寸以体积“ $m^3$ ”计算。

⑥零星砌砖，以“ $m^3$ ”计量，按设计图示尺寸截面积乘以长度计算；以“ $m^2$ ”计量，按设计图示尺寸水平投影面积计算；以“ $m$ ”计量，按设计图示尺寸长度“ $m$ ”计算；以个计量，按设计图示数量计算。

## 2.相关说明

(1) 基础与墙（柱）身的划分：

①基础与墙（柱）身使用同一种材料时，以设计室内地面为界（有地下室者，以地下室室内设计地面为界），以下为基础，以上为墙（柱）身。

②基础与墙身使用不同材料时，位于设计室内地面高度 $\leq \pm 300mm$ 时，以不同材料为分界线，高度 $> \pm 300mm$ 时，以设计室内地面为分界线。

(2) 附墙烟囱、通风道、垃圾道应按设计图示尺寸以体积（扣除孔洞所占体积）计算并入所依附的墙体体积内。当设计规定孔洞内需抹灰时，应按“墙、柱面装饰与隔断、幕墙工程”中零星抹灰项目编码列项。

## 7、石砌体

(1) 工程量计算规则

①石基础，按设计图示尺寸以体积“ $m^3$ ”计算，包括附墙垛基础宽出部分体积，不扣除基础砂浆防潮层及单个面积 $\leq 0.3m^2$ 的孔洞所占体积，靠墙暖气沟的挑檐不增加。

②石勒脚，按设计图示尺寸以体积“ $m^3$ ”计算，扣除单个面积 $> 0.3m^2$ 的孔洞所占体积。

③石挡土墙，按设计图示尺寸以体积“ $m^3$ ”计算。石梯膀应按石挡土墙项目编码列项。

④石栏杆，按设计图示以长度“ $m$ ”计算。石栏杆项目适用于无雕饰的一般石栏杆。

⑤石护坡，按设计图示尺寸以体积“m<sup>3</sup>”计算。

⑥石台阶，按设计图小尺寸以体积“m<sup>3</sup>”计算。石台阶项目包括石梯带（垂带），不包括石梯膀。

⑦坡道，按设计图示尺寸以水平投影面积“m<sup>2</sup>”计算。

⑧石地沟、明沟，设计图示以中心线长度“m”计算。

## （2）相关说明

①石基础、石勒脚、石墙的划分：基础与勒脚应以设计室外地坪为界。勒脚与墙身应以设计室内地面为界。石围墙内外地坪标高不同时，应以较低地坪标高为界，以下为基础；内外标高之差为挡土墙时，挡土墙以上为墙身。

②石砌体中工程内容包括了勾缝。

## 8、工程量计算规则与方法：混凝土及钢筋混凝土工程

在计算现浇或预制混凝土和钢筋混凝土构件工程量时，不扣除构件内钢筋、螺栓、预埋铁件、张拉孔道所占体积，但应扣除劲性骨架的型钢所占体积。

### （1）现浇混凝土基础

1) 工程量计算规则：现浇混凝土基础，按设计图示尺寸以体积“m<sup>3</sup>”计算。不扣除构件内钢筋、预埋铁件和伸入承台基础的桩头所占体积。

### 2) 相关说明

有肋带形基础、无肋带形基础应分别编码列项，并注明肋高；箱式满堂基础及框架式设备基础中柱、梁、墙、板按现浇混凝土柱、梁、墙、板分别编码列项；箱式满堂基础底板按满堂基础项目列项，框架设备基础的基础部分按设备基础列项。

独立基础分普通、杯口、独立承台基础；条形基础有板式、梁板式条形基础；筏形基础有平板式、梁板式筏形基础。基础截面形式分为坡形、阶形等。

### （2）现浇混凝土柱

#### 1) 工程量计算规则

现浇混凝土柱，按设计图示尺寸以体积“m<sup>3</sup>”计算。构造柱嵌接墙体部分并入柱身体积。依附柱上的牛腿和升板的柱帽，并入柱身体积计算。项目特征描述：混凝土种类、混凝土强度等级；异型柱还需说明柱形状。

#### 2) 相关说明

①柱高的规定：有梁板的柱高，应自柱基上表面（或楼板上表面）至上一层楼板上表面之间的

高度计算。无梁板的柱高，应自柱基础上表面（或楼板上表面）至柱帽下表面之间的高度计算。框架柱的柱高，应自柱基上表面至柱顶高度计算。构造柱按全高计算。

②异型柱截面形状有T形、L形、Z形、十字形、梯形等。异形柱各方向上截面高度与厚度之比的最小值大于4时，不再按异型柱列项。

### (3) 现浇混凝土梁

#### 1) 工程量计算规则

现浇混凝土梁，按设计图示尺寸以体积“m<sup>3</sup>”计算，不扣除构件内钢筋、预埋铁件所占体积，伸入墙内的梁头、梁垫并入梁体积内。

#### 2) 相关说明

①梁长的确定（断梁不断柱，断次梁不断主梁）：梁与柱连接时，梁长算至柱侧面；主梁与次梁连接时，次梁长算至主梁侧面。

②圈梁与过梁相连时，应分别列项。当梁与混凝土墙连接时，梁的长度应计算到混凝土墙的侧面。

### (4) 预制混凝土

①体积（m<sup>3</sup>）；②自然计量单位（必须描述单件体积）；③扣除空心；④不扣除单个面积≤300mm×300mm的孔洞所占体积（面积）。

### (5) 钢筋工程

#### 1) 工程量计算规则

后张法预应力钢筋、预应力钢丝、预应力钢绞线按设计图示钢筋（丝束、绞线）长度乘以单位理论质量“t”计算。

		类型	计量规则		
钢 筋 长 度	低合金钢 筋	①两端螺杆	按孔道长度减0.35m		
		②一端墩头插片、一端螺杆	按孔道长度		
		③一端墩头插片、一端帮条	加0.15m		
		④两端帮条	按孔道长度加0.3m		
		⑤后张自锚时	按孔道长度加0.35m		
	碳素钢丝	⑥JM、XM、QM锚具	孔道长度≤20m时，钢	孔道长度>20m时，钢	
		①锥形锚具	筋长度增加1m	筋长度增加1.8m	
	②墩头锚具	按孔道长度加0.35m			

## 2) 钢筋长度一般计算方法

### ①纵向钢筋图示长度的计算

钢筋弯钩增加长度。钢筋的弯钩主要有半圆弯钩（180°）、直弯钩（90°）和斜弯钩（135°）。对于HPB300级光圆钢筋受拉时，钢筋末端作180°弯钩时，钢筋弯折的弯弧内直径不应小于钢筋直径d的2.5倍，弯钩的弯折后平直段长度不应小于钢筋直径d的3倍。按弯弧内径为钢筋直径d的2.5倍，平直段长度为钢筋直径d的3倍确定弯钩的增加长度为：半圆弯钩增加长度为6.25d,直弯钩增加长度为3.5d,斜弯钩增加长度为4.9d

### ②箍筋长度的计算：

a. 箍筋单根长度=箍筋的外皮尺寸周长+2×弯钩增加长度；

b. 双肢箍单根长度=箍筋的外皮尺寸周长+2×弯钩增加长度=构件截面周长—8×混凝土保护层厚度+2×弯钩增加长度；

c. 箍筋根数=  $\frac{\text{箍筋分部长度}}{\text{箍筋间距}} + 1$

## 9、工程量计算规则与方法：金属结构工程

金属构件的切边，不规则及多边形钢板发生的损耗在综合单价中考虑；工作内容中综合了补刷油漆，但不包括刷防火涂料，金属构件刷防火涂料单独列项计算工程量。

清单项 目	计量单 位	计量规则（不扣除）	计量规则（不增加）	计量规则（并入）
钢网架	t	不扣除孔眼的质量	焊条、铆钉等不另增加质量	—
钢屋架	①榀②t	不扣除孔眼的质量	焊条、铆钉、螺栓等不另增加质量	—
钢托架、 钢桁架、 钢架桥	t	不扣除孔眼的质量	焊条、铆钉、螺栓等不另增加质量	—
实腹柱、 空腹柱	t	不扣除孔眼的质量	焊条、铆钉、螺栓等不另增加质量	依附在钢柱上的牛腿及悬臂梁等并入钢柱工程量内
钢管柱	t	不扣除孔眼的质量	焊条、铆钉、螺栓等不另增加质量	钢管柱上的节点板、加强环、内衬管、牛腿等并入钢

				管柱工程量内
钢梁、钢 吊车梁	t	不扣除孔眼的质量	焊条、铆钉、螺栓等不 另增加质量	制动梁、制动板、制动桁架、 车挡并入钢吊车梁工程量 内。
钢漏斗、 钢天沟 板	t	不扣除孔眼的质量	焊条、铆钉、螺栓等不 另增加质量	依附漏斗的型钢并入漏斗 工程量内。

## 10、钢构件

### (1) 工程量计算规则

1) 钢支撑、钢拉条、钢檩条、钢天窗架、钢挡风架、钢墙架、钢平台、钢走道、钢梯、钢栏杆、钢支架、零星钢构件，按设计图示尺寸以质量“t”计算。不扣除孔眼的质量，焊条、制钉、螺栓等不另增加质量。

## 11、金属制品工

### 程量计算规则

- 1) 成品空调金属百页护栏、成品栅栏、金属网栏，按设计图示尺寸以面积“m<sup>2</sup>”计算。
- 2) 成品雨篷以“m”计量时，按设计图示接触边以长度“m”计算；以“m<sup>2</sup>”计量时，按设计图示尺寸以展开面积“m<sup>2</sup>”计算。
- 3) 砌块墙钢丝网加固、后浇带金属网按设计图示尺寸以面积“m<sup>2</sup>”计算。

## 12、工程量计算规则与方法：屋面及防水工程

### (1) 屋面防水及其他

#### 工程计算规则

清单项目	计量单位	计量规则	
屋面卷材防水， 屋面涂膜防水	m <sup>2</sup>	按设计 图示尺 寸以面 积计算	①斜屋顶（不包括平屋顶找坡）按斜面积计算，平屋顶按水平投影面积计算
			②不扣除房上烟囱、风帽底座、风道、屋面小气窗和斜沟所占面积
			③屋面的女儿墙、伸缩缝和天窗等处的弯起部分，并入屋面工程量内不扣除房上烟囱、风帽底座、风道等所占面积

屋面刚性层			不扣除房上烟囱、风帽底座、风道等所占面积
屋面排水管	m	按设计图示尺寸以长度计算	如设计未标注尺寸，以檐口至实际室外散水上表面垂直距离计算
屋面排（透）气管		按设计图示尺寸以长度计算	——
屋面（廊、阳台）泄（吐）水管	根（个）	按设计图示数量计算	
屋面天沟、檐沟	m <sup>2</sup>	按设计图示尺寸以展开面积计算	
屋面变形缝	m	按设计图示尺寸以长度计算	

### 13、工程计算规则与方法：措施项目

外/里脚手架，整体提升架，外装饰吊篮	m <sup>2</sup>	按所服务对象的垂直投影面积计算
满堂脚手架，悬空脚手架	m <sup>2</sup>	按搭设的水平投影面积计算
挑脚手架	m	按搭设长度乘以搭设层数以延长米计算
混凝土模板	m <sup>2</sup>	按模板与现浇混凝土构件的接触面积计算
垂直运输	m <sup>2</sup> ；天	垂直运输可按建筑面积计算也可以按施工工期日历天数计算。
超高施工增加	m <sup>2</sup>	单层建筑物檐口高度超过20m，多层建筑物超过6层时（不包括地下室层数），可按超高部分的建筑面积计算超高施工增加。
大型机械设备进出场及安拆	台.次	按使用机械设备的数量计算
施工排水、降水	m	成井，按设计图示尺寸以钻孔深度计算
	昼夜	排水、降水，按排、降水日历天数“昼夜”计算