



2021年一级造价工程师《交通计量》考前重点（一）熟记&背诵

第一章 概述

1. 公路建设工程项目的划分

(1) 技术等级：

高速 专供汽车分向、分车道行驶，**全部控制出入**的多车道公路，15000 辆【20 年】

一级	供汽车分向、分车道行驶， 可根据需要控制出入 的多车道公路，15000 辆
二级	供汽车行驶的 双车道 公路，5000～15000 辆【15 年】
三级	供汽车、非汽车交通 混合行驶 的双车道公路，2000～6000 辆
四级	供汽车、非汽车交通 混合行驶 的双车道或 单车道 公路，400 辆以下

(2) 行政等级：国道、省道、县道、乡道、村道和专用。

(3) 经济性质：经营性；非经营性：收费公路，不收费社会公益性公路。

2. 公路建设基本程序

政府投资：项目建议书→可行性研究报告→初步设计文件→施工图设计文件→项目招标→施工许可→项目实施→交竣工验收→项目后评价

企业投资：可行性报告研究→确定投资人→项目申请报告→初步设计文件→施工图设计文件→招标→申报施工许可→项目实施→交、竣工验收→项目后评价

3. 公路工程设计

一阶段 施工图设计

两阶段 初步设计、施工图设计

三阶段 初步设计、**技术设计**、施工图设计

4. 公路建设工程造价的确定、控制和监督

(1) 公路建设工程各阶段的造价文件

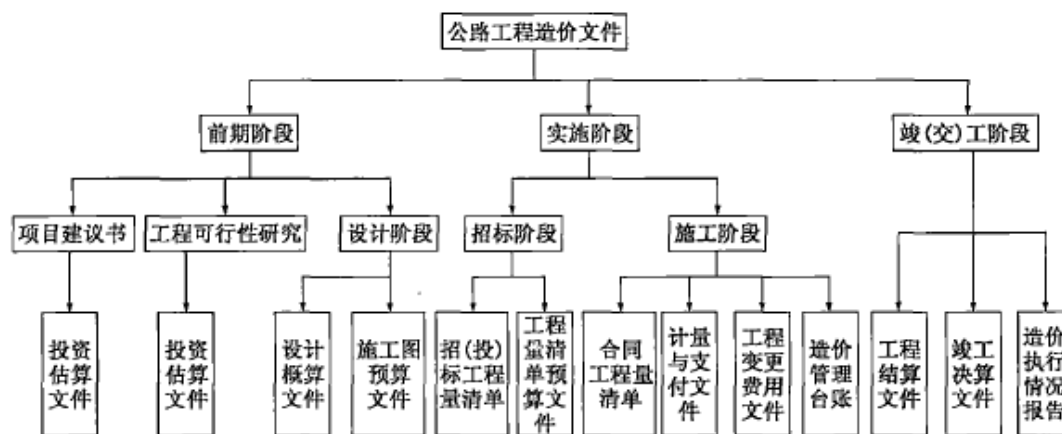


图 1.0.2 公路工程造价文件构成框架

(2) 初步设计阶段

经批准的概算是基本建设项目投资的最高限额，设计概算的静态投资部分不得超过经审批或者核准的投资估算的**静态投资部分的 110%**。

实际投资调增幅度**超过静态投资估算 10%**的，应当报项目可行性研究报告审批或者核准部门调整投资估算后，再由原初步设计审批部门审查调整设计概算；

实际投资调增幅度**不超过静态投资估算 10%**的，由原初步设计审批部门直接审查调整设计概算。



第二章 工程地质、水文与气象

第一节 工程地质

1. 单矿岩：石灰岩（方解石）；复矿岩：花岗岩（正长石、石英、云母）。

2. 按成因分类：

(1) 岩浆岩（火成岩、 SiO_2 ）；

(2) 沉积岩（黏土矿物、方解石、白云石、有机质等，是沉积岩所特有的）：

1) 碎屑物质（胶结物有硅质、铁质、钙质、泥质）；

2) 黏土矿物；

3) 化学沉积矿物；

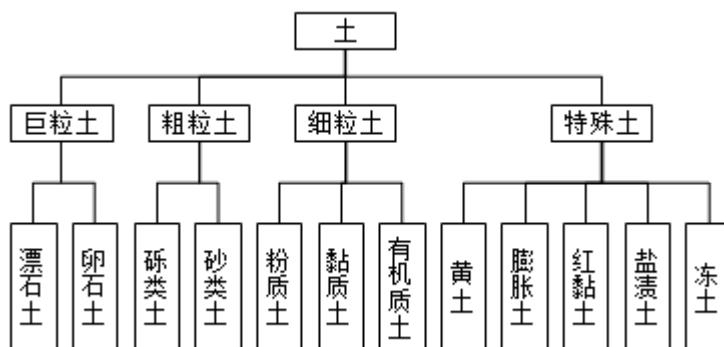
4) 有机质及生物残骸。

(3) 变质岩：特有的矿物，如石墨、滑石、蛇纹石、石榴子石、绿泥石、绢云母、硅灰石、蓝晶石、红柱石等。

3. 岩石的工程地质性质

物理性质	密度、相对密度、孔隙率
水理性质	吸水性、透水性、溶解性、软化性和抗冻性
力学性质	岩石的强度指标即抗压强度、抗拉强度、抗剪强度（抗剪断强度、抗切强度）和岩石的变形指标（弹性模量、变形模量、泊松比）

4. 土的分类



粒组划分表

表 2.1.1

粒径(mm)	200	60	20	5	2	0.5	0.25	0.075	0.002	
巨粒组			粗粒组						细粒组	
漂石 (块石)	卵石 (小块石)	砾(角砾)			砂			粉粒	黏粒	
		粗	中	细	粗	中	细			

5. 不良地质：崩塌、滑坡、泥石流、岩溶。

6. 特殊性岩土：软土（黏粒）、黄土（粉粒）、膨胀土（黏粒）、盐渍土。

7. 按滑坡体规模

(1) 小型滑坡（滑坡体小于 $4 \times 10^4 \text{m}^3$ ）；

(2) 中型滑坡（滑坡体介于 $4 \times 10^4 \sim 3 \times 10^5 \text{m}^3$ ）；

(3) 大型滑坡（滑坡体介于 $3 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6 \text{m}^3$ ）；

(4) 巨型滑坡（滑坡体大于 $1 \times 10^6 \text{m}^3$ ）。

8. 按滑坡体的厚度大小

(1) 浅层滑坡（滑坡体厚度小于 6m）；



(2) 中层滑坡（滑坡体厚度为 6~20m）；

(3) 深层滑坡（滑坡体厚度大于 20m）。

9. 按滑坡的力学特征，可分为牵引式滑坡和推移式滑坡。

10. **形成泥石流**有三个基本条件：

(1) 流域中有丰富的固体物质补给泥石流。

(2) 有陡峭的地形和较大的沟床纵坡。

(3) 流域的中、上游有暴雨或冰雪强烈消融等形成的充沛水源。

11. 具有以下工程地质特性的土，应判定为软土：(1) 天然含水率 $w \geq w_L$ ；(2) 天然孔隙比大于或等于 1.0；(3) 压缩系数 $a_{0.1-0.2} > 0.5 \text{MPa}^{-1}$ ；(4) 标准贯入试验锤击数 $N < 3$ 击；(5) 静力触探比贯入阻力 $P_s \leq 750 \text{kPa}$ ；(6) 十字板抗剪强度 $C_u < 35 \text{kPa}$ 。

12. 膨胀土试验

常规试验	密度、相对密度、含水率、界限含水率（液限、塑限、缩限）试验，岩土矿物成分化学分析，土的黏粒含量
特性指标试验	自由膨胀率及不同应力下的膨胀率、膨胀力、收缩系数试验
力学强度试验	压缩试验、剪切试验、浸水后剪切试验

13. 地下水

地下水的 埋藏条件	上层滞水、潜水、承压水
含水层空隙性质	孔隙水、裂隙水（风化裂隙水、成岩裂隙水和构造裂隙水）和岩溶水

第二节 工程水文

1. **坡面细流**的侵蚀作用是**边坡坡面冲刷**的主要动因，坡面细流的堆积物则常常成为山区公路边坡的坡体，其稳定性直接关系到边坡稳定。

2. 河流的侵蚀作用，按照**河床不断加深和拓宽**的发展过程，可分为下蚀作用和侧蚀作用。

(1) 下蚀作用：作用强度取决于河水的流速和流量，同时，也与河床的岩性和地质构造有密切的关系。

(2) 侧蚀作用：**侧蚀作用是山区公路水毁的重要动因**。

第三节 工程气象

1. 湿度与温度变化对路基产生的共同影响，称为路基的水温状况。

2. 对于**渗透性较高的砂类土以及渗透性很低的黏质土**，水分都不容易积聚，因此不易发生冻胀与翻浆；而相反，对于粉质土和极细砂，则由于毛细水活动力强，极易发生冻胀与翻浆。

3. 气象条件对工程建设及造价的影响

(1) 对路基施工的影响：路基施工过程中遇暴雨、连续降雨、降雪等，不仅影响施工工期，还会直接影响施工质量，容易出现纵向裂纹、路基不均匀沉降，甚至引起路基边坡失稳，造成经济损失。填方路基尤其是高填方路基在较长时间的降雨、降雪等形成的地表积水渗透作用下，使路基中土体孔隙水压力增大，有效应力和摩擦力减少，出现路基开裂、沉陷，甚至滑塌失稳。冰冻地区由于季节性冻融作用，造成路基开裂和不均匀沉陷。挖方边坡在连续降雨作用下，土体抗剪强度急剧降低，容易引起边坡滑塌失稳，增加工程投资。填方路基在雨季填筑时，土体湿度过大，不能充分碾压密实，也容易引起路基沉降。

(2) 对路面施工的影响：路面施工中，如遇**大于 10mm 的降水**，会导致路面基床含水饱和，强度降低，碎石、砾石湿度超标，造成路面施工停止。

(3) 对桥梁施工的影响。



第三章 工程构造

第一节 公路的基本组成

1. 线形组成：公路线形是指公路中线的空间几何形状和尺寸，包括平面线形和纵面线形，科学、合理地布设路线平纵面线形，对控制工程造价、降低公路对沿线自然环境和社会环境的影响有着至关重要的作用。
2. 结构组成：公路的结构是承受荷载和自然因素影响的构造物，包括路基、路面、桥涵、隧道、排水系统、防护工程、交叉工程、特殊构造物、监控设施、通信设施、收费设施、服务设施等。

第二节 路基工程的组成、分类及构造

1. 路基应满足下列基本要求：具有足够的整体稳定性；具有足够的强度；具有足够的水温稳定性。

2. 路基工程的组成

分部工程	分项工程
路基土石方工程	土方路基、填石路基、软土地基处治、土工合成材料处治层
排水工程	管节预制、混凝土排水管施工、检查（雨水井）砌筑、土沟、浆砌水沟、盲沟、跌水、急流槽、水簸箕、排水泵站沉井、沉淀池等
防护支挡工程	砌体挡土墙、墙背填土、边坡锚固支护、土钉支护、砌体坡面防护、石笼防护、导流工程等
大型挡土墙、组合挡土墙	钢筋加工及安装、砌体挡土墙、悬臂式挡土墙、扶壁式挡土墙、锚杆、锚定板和加筋挡土墙、墙背填土等

3. 路堤在结构上分为上路堤和下路堤，上路堤是指路床以下 0.7m 厚度范围的填方部分，下路堤是指上路堤以下的填方部分。路面结构层以下 0.8m 或 1.2m 范围内的路基部分叫路床。

4. 地表排水设施主要有路堑和路堤边沟、截水沟、急流槽、排水沟等类型。地下排水设施主要有盲沟、暗沟、渗沟、渗井、仰式排水斜孔等。

5. 路基标准横断面

（1）高速公路、一级公路的路基标准横断面分为整体式和分离式两类。整体式路基的标准横断面由车道、中间带（中央分隔带、左侧路缘带）、路肩（右侧硬路肩、土路肩）等部分组成。分离式路基的标准横断面应由车道、路肩（右侧硬路肩、左侧硬路肩、土路肩）等部分组成。

（2）二级公路路基的标准横断面由车道、路肩（硬路肩、土路肩）等部分组成。

（3）三级公路、四级公路路基的标准横断面应由车道、路肩等部分组成。

6. 车道（定义、标准）：变速车道、爬坡车道、避险车道、紧急停车带、错车道、平曲线加宽。

（1）加速车道和减速车道统称为变速车道。

（2）爬坡车道是指设置在上坡路段，供慢速上坡车辆行驶的专用车道。爬坡车道的宽度应为 3.5m。

（3）避险车道是指在长陡下坡路段行车道外侧增设的供速度失控（制动失灵）车辆驶离正线安全减速的专用车道。

（4）紧急停车带：

- 1) 高速公路和作为干线的一级公路的右侧硬路肩宽度小于 2.50m 时，应设紧急停车带。紧急停车带宽度应不小于 3.50m，有效长度不应小于 40m，间距不宜大于 500m，并应在其前后



设置不短于 70m 的过渡段。

2) 高速公路、一级公路的特大桥、特长隧道，根据需要可设置紧急停车带，其间距不宜大于 750m。

3) 二级公路根据需要可设置紧急停车带，其间距宜按实际情况确定。

7. 路堑边坡

(1) 土质路堑边坡

当土质边坡地质条件较简单时，边坡高度不宜超过 20m。当土质路基边坡高度超过 20m，以及为黄土、红黏土、高液限土、膨胀土等特殊土质的挖方边坡，应特殊处理。

(2) 岩石路堑边坡

影响岩石路堑边坡稳定的因素有岩石性质、岩体结构、水的作用、风化作用、地震、地应力、地形地貌及人为因素等。当岩石路堑边坡高度超过 30m 时，应按高边坡进行设计。

8. 公路土、石分类对照表 3.2.3

公路工程定额分类	松土	普通土	硬土	软石	次坚石	坚石
十六级分类	I ~ II	III	IV	V ~ VI	VII ~ IX	X ~ XVI

9. 交通运输部发布的《公路工程标准施工招标文件》(2018 年版)对土石划分的规定为：“在公路路基土石挖方中如用不小于 112.5kW 推土机单齿松动器无法松动，须用爆破或用钢楔大锤或用气钻方法开挖的，以及体积大于或等于 1m^3 的孤石为石方，余为土方。”

10. 路基排水分地表排水和地下排水两大类。排除地表水一般可采用边沟、截水沟、排水沟、跌水、急流槽及拦水带等设施，排除地下水一般可采用明沟、暗沟、渗沟等设施。

11. 路基支挡与加固工程

(1) 普通重力式挡土墙

为避免地基不均匀沉降引起墙体开裂，应在地质条件变化处设置沉降缝；为防止圬工硬化收缩及温度变化产生裂缝，应设置伸缩缝。沉降缝和伸缩缝可合并设置，一般墙长 10~15m 设置一道。

(2) 衡重式挡土墙

(3) 加筋土挡土墙

(4) 锚杆挡土墙

锚杆挡土墙是由钢筋混凝土墙面和锚杆组成的支挡构造物，依靠锚固在稳定地层的锚杆所提供的拉力维持挡土墙平衡，多用于具有较完整岩石地段的路堑边坡支挡。

(5) 锚定板挡土墙

(6) 钢筋混凝土悬臂式与扶壁式挡土墙

(7) 桩板式挡土墙

(8) 护肩及砌石

护肩和砌石一般设置于石方路段或距生产石料地点较近处，分析工程造价时，可应用砌石挡土墙定额区分干砌、浆砌并分别计价。计价时，应特别分析其所用石料与一般构造物所用石料的价格构成因素差异（如只需检清，不需开炸，运距较近等），进行区别对待。

(9) 垒石、填石、石垛

垒石、填石、石垛按设计的断面尺寸，以堆砌体积 (m^3) 为单位计量与支付。

(10) 边坡锚固

12. 滑坡防治设计 (注意各种特殊路基处理方式和防治措施的不同)

(1) 排水措施

(2) 减载与反压

削方减载是通过清除滑坡后缘部分滑体，减小滑体自重的方式来增加滑坡稳定性；



反压在滑坡坡脚的土体，必须设置在抗滑地段，且反压填土不能堵塞地下水渗水通道。

(3) 支挡加固措施

根据滑坡性质和规模，常用的支挡加固措施包括重力式抗滑挡墙、抗滑桩（含预应力锚索抗滑桩）、预应力锚固等。

13. 崩塌地段路基

(1) 清除坡面危石。

(2) 修筑明洞、棚洞等遮挡建筑物。

(3) 坡面加固。

(4) 危岩支顶。如用石砌或用混凝土做支垛、护壁、支柱、支墩、支墙等，以增加斜坡的稳定性。

(5) 拦截防御。如修筑落石平台、落石网、落石槽、拦石堤、拦石墙等。

(6) 调整水流。如修筑截水沟、堵塞裂隙、封底加固附近的灌溉引水、排水沟渠等，防止水流大量渗入岩体而恶化斜坡的稳定性。

14. 泥石流地段路基

(1) 水土保持；(2) 跨越；(3) 排导；(4) 滞流与拦截。

15. 岩溶地区路基

(1) 路线应绕避大型、复杂的岩溶发育地区。

(2) 由于暗河多平行于岩层构造线发育，所以路线方向不宜与岩层构造线方向平行，而应与之斜交或垂直通过。

(3) 路线应尽量避免开河流附近或较大断层破碎带，不能绕避时，宜垂直或斜交通过，以免由于岩溶发育或岩溶水丰富而威胁路基的稳定。

(4) 路线应尽可能避开可溶岩与非可溶岩或金属矿床的接触带，这些地带往往岩溶发育强烈，甚至岩溶泉成群出露。

(5) 岩溶发育地区选线，应尽量在土层覆盖较厚的地段通过，覆盖土层一般能起到防止岩溶继续发展、增加溶洞顶板厚度和使上部荷载扩散的作用。但应注意覆盖土层内有无土洞的存在。

(6) 位于岩溶地段路基，根据岩溶发育状况和路基填挖情况，可采取回填、跨越、注浆加固等措施。

(7) 岩溶路基段应设置完善的排水措施，在岩溶水发育地段，路基填筑不应切断岩溶水的径流通道，不得造成阻水、滞水或农田缺水。

16. 软土地段路基

公路软土路基加固处理主要有浅层处理、排水固结、粒料桩、加固土桩、水泥粉煤灰碎石桩（CFG桩）、刚性桩复合地基、强夯与强夯置换等方法。

17. 湿陷性黄土地段路基常用的处理措施包括：换填垫层、冲击碾压、表面重夯、强夯、挤密法、桩基础等。

18. 膨胀土地段路基

膨胀土路暂边坡设计应遵循“缓坡率、宽平台、固坡脚”的原则，边坡应设置完善的排水系统，开挖后应及时封闭，对路堑路床 0.8m 范围应超挖换填符合规定的填料。

零填路堤应采取换填措施。高度小于 1.5m 的路堤填料采用非膨胀土或无机结合料土。

强膨胀土稳定性差，不能作为路基填料，中～弱膨胀土应进行处理后方可用作路基填料。

19. 盐渍土地段路基

盐渍土路基处理应根据地基盐胀率和湿陷性等指标，采取换填砂砾、换填非盐胀土并提高路基高度、冲击压实、浸水预溶、地基置换、强夯、砾（碎）石桩、设置隔断层等措施。盐渍



土地段路基应充分重视排水，保持排水通畅，使路基两侧无积水。积水无法避免时，应采取隔水、防渗措施。

第三节 路面工程的分类、组成及构造

1. **路面的基本要求：**具有足够的承载能力；具有足够的稳定性；具有足够的平整度；具有足够的抗滑性；具有足够的耐久性。

2. **路面的分类**

路面面层类型及适用范围

面层类型	适用范围
沥青混凝土路面	高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路
水泥混凝土路面	高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路
沥青贯入、沥青碎石、沥青表面处治路面	三级公路、四级公路
碎、砾石路面	四级公路

3. 按基层材料分类

(1) 沥青结合料类基层沥青路面（通常称为柔性基层沥青路面）该类沥青路面适用于各种交通荷载等级公路。

(2) 水泥混凝土基层沥青路面（通常称为刚性基层沥青路面）

该类沥青路面适用于重及以上交通荷载等级公路。刚性基层沥青路面是指用水泥混凝土做基层、沥青混凝土做面层的路面结构。水泥混凝土具有强度高、稳定性好等特点，沥青混凝土行车舒适、噪声小，这种复合式路面可以结合各自的优点，具有良好的使用性能和耐久性。

(3) 无机结合料稳定类基层沥青路面（通常称为半刚性基层沥青路面）

该类沥青路面适用于各种交通荷载等级公路。半刚性基层沥青路面是指用水泥、石灰、粉煤灰等无机结合料稳定类材料（常称半刚性材料）作为基层、底基层的沥青路面。这种半刚性基层材料使用前期的力学特性呈柔性，而后期趋近于刚性，其刚性介于柔性路面和刚性路面之间，**如水泥或石灰粉煤灰稳定粒料类基层的沥青路面。**

(4) 粒料类基层沥青路面

粒料类基层沥青路面包括**级配碎石、级配砾石、未筛分碎石、天然砾石、填隙碎石**等基层的沥青路面。级配碎石基层沥青路面适用于重及以下交通荷载等级的公路，其他适用于中等及以下交通荷载等级公路。

4. 功能层

(1) 防冻层

季节性冻土地地区路面厚度不满足防冻要求时，应增设防冻层。防冻层宜采用粗砂、砂砾、碎石等粒料类材料。

(2) 粒料路基改善层

粒料排水层可起到排水作用，一方面避免潮湿路基或裂隙水、地下毛细水等影响路面湿度状态；另一方面可及时排除路面内部水，避免下渗影响路基。

(3) **封层**

路面结构中用于阻止水下渗的功能层称为封层。无机结合料稳定类或冷再生类材料结构层与沥青结合料类结构层之间宜设置封层，封层可采用单层沥青表面处治或稀浆封层等。当设置改性沥青应力吸收层时，可不再设置封层。

(4) **黏层**为加强路面各结构层之间的结合，提高路面结构的整体性，避免产生层间滑移，



沥青层之间、新旧沥青层之间、沥青层与旧水泥混凝土路面之间等应设置黏层。

(5) 透层

粒料类基层和无机结合料稳定类基层顶面宜设置透层，透层应具有良好的渗透性。

5. 中央分隔带

为保障高速公路、一级公路高速行驶安全，在双向车道中间设置中央分隔带，其宽度根据设计速度确定，设计速度为 120km/h 时宽度一般为 3m，其余一般为 2m。中央分隔带下部需要设置排水设施及通信管道，外露部分需要绿化和设置防眩、防撞设施。中央分隔带开口一般 2km 设置一处，开口长度一般为 50m。

6. 路面排水

(1) 路面表面排水：漫流排水方式、集中排水方式。包括路肩沟、超高路段排水中沟、集水井、横向排水管等。

(2) 中央分隔带排水：包括盲沟、渗水管、集水井、横向排水管等。

(3) 路面结构内部排水：包括排水性基层、排水性土工织物中间层、开级配透水性沥青混凝土表层、路肩边缘排水等。

(4) 桥面铺装体系排水。

7. 沥青路面：热拌沥青混合料路面、冷拌沥青混合料路面、沥青贯入式路面、沥青表面处治等。

8. 沥青面层的适用范围

热拌沥青混凝土可用作各级公路的面层。

沥青表面处治适用于三级及三级以下公路的面层。

沥青贯入式路面适用于三级及三级以下公路的面层，也可作为沥青路面的联结层。

冷拌沥青混合料适用于三级及三级以下的公路的沥青面层、二级公路的罩面施工以及各级公路沥青路面的基层或整平层。

9. 沥青表面处治是用沥青裹覆矿料，铺筑厚度小于 3cm 的一种薄层路面面层。计算路面厚度时，不作为单独受力结构层。

10. 贯入式路面的强度和稳定性主要由矿料的相互嵌挤和锁结作用而形成，属于嵌挤式类路面。

11. 热拌沥青混合料路面

沥青面层的集料最大粒径宜从上至下逐渐增大；

中粒式及细粒式用于上层；

粗粒式只能用于中、下层；

砂粒式仅适用于通行非机动车及行人的路面工程。

12. 水泥混凝土路面

(1) 基层宽度应比混凝土面板每侧宽出 30cm（采用小型机具或轨道式摊铺机施工）或 50cm（采用轨模式摊铺机施工）或 65cm（采用滑模式摊铺机施工）。

(2) 路肩采用混凝土面层，其厚度与行车道面层相同时，基层宽度宜与路基同宽。

(3) 新建公路的水泥混凝土路面基层的最小厚度一般为 15cm。岩石路基上铺筑水泥混凝土面板时，应根据需要设置整平层，其厚度一般为 6~10cm。

13. 接缝设计

(1) 纵缝

混凝土面板的纵缝必须与路线中线平行，纵缝一般分为纵向缩缝和纵向施工缝。一次铺筑宽度大于 4.5m 时，应增设纵向缩缝。纵向缩缝采用假缝，并应设置拉杆。一次铺筑宽度小于路面宽度时，应设置纵向施工缝。纵向施工缝采用平缝，并应设置拉杆。



(2) 横缝

横缝一般分为横向缩缝、胀缝和横向施工缝。横向缩缝采用假缝。在特重交通的公路上，横向缩缝宜加设传力杆，其他交通荷载等级的公路上，在邻近胀缝或路面自由端部的 3 条缩缝内，均宜加设传力杆。

在邻近桥梁或其他固定构筑物处、与柔性路面相接处、板厚改变处、隧道口、小半径平曲线和凹形竖曲线纵坡变换处，均应设置胀缝。

每日施工结束，或浇筑混凝土过程中因故中断浇筑时，必须设置横向施工缝。其位置宜设在胀缝或缩缝处。

(3) 拉杆与传力杆

拉杆应采用螺纹钢筋。传力杆应采用光面钢筋。

第四节 隧道工程的分类、组成及构造

1. 公路隧道分类

隧道分类	特长隧道	长隧道	中隧道	短隧道
隧道长度 (m)	$L > 3000$	$1000 < L \leq 3000$	$500 < L \leq 1000$	$L \leq 500$

2. 隧道分部分项工程表

分部工程	分项工程
总体及装饰装修	隧道总体、装饰装修工程
<u>洞口工程</u>	洞口边仰坡防护、洞门和翼墙的浇（砌）筑、截水沟、洞口排水沟、明洞浇筑、明洞防水层、明洞回填
洞身工程	洞身开挖
洞身衬砌	喷射混凝土、锚杆、钢筋网、钢架、仰拱、仰拱回填、衬砌钢筋、混凝土衬砌、超前锚杆、超前小导管、管棚
防排水	防水层、止水带、排水
路面	基层、面层
辅助通道	洞身开挖、喷射混凝土、锚杆、钢筋网、钢架、仰拱、仰拱回填、衬砌钢筋、混凝土衬砌、超前锚杆、超前小导管、管棚、防水层、止水带、排水

3. 隧道的横断面（识图）

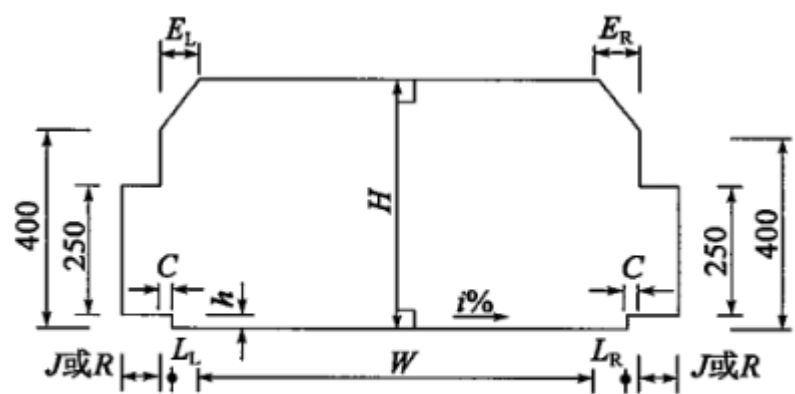


图 3.4.3 隧道建筑限界(尺寸单位:cm)

图中 H 为建筑限界高度，高速公路、一级公路、二级公路为 5.0m，三、四级公路为 4.5m；
W 为行车道宽度；
 L_L 为左侧向宽度；



L_R 为右侧向宽度；

C 为余宽，当设置检修道或人行道时，检修道或人行道宜包含余宽；当不设置检修道或人行道时，应设不小于 25cm 的余宽；

J 为检修道宽度；

R 为人行道宽度，高速公路、一级公路隧道应在两侧设置 1.0m 或 0.75m 检修道，二级、三级公路隧道应在两侧设置人行道兼作检修道，其宽度为 1.0m 或 0.75m，连拱隧道行车方向左侧、四级公路隧道可不设检修道或人行道，但应保留不小于 0.25m 的余宽；

h 为检修道或人行道高度，可按 250~800mm 取值；

E_L 为建筑限界左顶角宽度，包含余宽，当 $L_L \leq 1m$ 时， $E_L = L_L$ ，当 $L_L > 1m$ 时， $E_L = 1m$ ；

E_R 为建筑限界右顶角宽度，包含余宽，当 $L_R \leq 1m$ 时， $E_R = L_R$ ，当 $L_R > 1m$ 时， $E_R = 1m$ 。

4. 隧道主体建筑物包括洞口和洞身。

(1) 洞口：洞口工程是隧道出入口部位的建筑物，包括隧道洞门、边仰坡支挡、洞口排水设施和洞口管沟等。

(2) 洞身：暗洞洞身、明洞洞身和棚洞洞身。

5. 洞顶仰坡与洞顶回填顶面的交线至洞门端墙墙背的水平距离不应小于 1.5m；洞顶排水沟沟底至拱顶衬砌外缘的最小厚度不应小于 1.0m；洞门端墙墙顶应高出墙背回填面 0.5m。

6. 根据地质条件的不同，隧道衬砌按功能分为承载衬砌、构造衬砌和装饰衬砌，按组成可分为喷锚衬砌、整体式衬砌和复合式衬砌。

7. 棚洞主要作用为：

(1) 靠山一侧地形陡峻，防止可能发生的山坡风化碎落、少量塌方和落石危害行车安全。

(2) 为保护环境、减少边坡开挖范围和高度、减少公路建设对山体植被的破坏，维护山坡稳定和自然景观。

(3) 防止雪崩、溜雪、积雪和风吹雪堆积路面，阻塞交通，危害行车安全。

8. 横通道及平行通道

(1) 对于上、下行分离式独立双洞隧道，为了使紧急情况下驾乘人员逃生、救援人员能快速到达事故地点、方便隧道养护人员检测和维修，上、下行隧道之间设人行横通道和车行横通道。

(2) 人行横通道限界宽度不得小于 2.0m、限界高度不得小于 2.5m，设置间距宜为 250m，并不应大于 350m；车行横通道限界宽度不得小于 4.5m、限界高度不得小于 5.0m，设置间距宜为 750m，并不应大于 1000m，中、短隧道可不设。

(3) 对于单洞双向行车的特长隧道宜设平行通道，平行通道宜平行主隧道通长设置，当条件受限时，可局部设置；平行通道断面不应小于车行横通道断面，与主隧道之间设置人行横通道相连。

9. 辅助通道

辅助坑道主要包括竖井、斜井、平行导坑、横导坑、风道及泄水洞等形式。

(1) 横导坑多用于傍山线路靠河的一侧，其纵坡向外下坡，出口有河槽或谷地便于排水和堆渣，且有利于正洞的施工通风。

(2) 斜井适用于隧道覆盖层较薄，或覆盖层虽厚但在适宜处旁侧有低洼地形时。

当隧道较长且无法设置横导坑和斜井的条件，但在洞顶某些地段覆盖层较薄，且地质条件允许时，可设竖井。通常竖井都设在主隧道的一侧。竖井横断面有矩形和圆形两种形式，由井颈、井身、井窝和马头门组成。

(3) 对于单洞隧道，当隧道较长且覆盖层较厚，不宜采用其他形式辅助坑道时，尤其是在远期规划需增建第二线平行隧道时，采用平行导坑方案具有良好的经济效益。



(4) 平行导坑可在主隧道一侧或两侧设置，一般都是独头导坑。平行导坑应先于主洞开工，根据工期和施工方法确定由平行导坑开向主洞的横通道数量。平行导坑在施工期间作为增加工作面的进出口和施工通风道，在涌水量大的主隧道运营期间，可作为排水通道起排水沟的作用。

第五节 桥涵工程的组成、分类及构造

1. 桥梁的组成

桥梁主要由上部构造、下部构造及基础、支座系统和附属工程等四大部分组成。

(1) 上部结构：

承重结构主要指梁、拱圈，斜拉桥的拉索、悬索桥的主缆及吊索、墩台等，在路线中断时跨越障碍的承载结构。

(2) 下部结构：

重力式桥台由台身、台帽（拱座）、侧墙或八字墙及台背排水等组成。

柱式、框架式、肋形埋置式等轻型台则包括台身、盖梁和耳背墙等。

(3) 支座系统：

常用的支座形式包括切线式（又称为弧形）和辊轴钢支座、板式和钢盆式橡胶支座、四氟板式橡胶组合支座等。

(4) 附属工程：

桥面铺装、伸缩缝、人行道、防撞护栏及栏杆、排水设施、桥头搭板、锥坡、保持桥位处河道稳定的护岸、导流堤等调治水流的构造物等。

2. 桥梁涵洞按跨径分类

桥涵分类	特大桥		中桥	小桥	涵洞
多孔跨径总长 L (m)	L>1000	100≤L≤1000	30<L<100	8≤L≤30	—
单孔跨径 L _k (m)	L _k >150	40≤L _k ≤150	20≤L _k <40	5≤L _k <20	L _k <5

3. 桥梁结构按照受力体系划分，主要分为梁、拱、索三大体系；梁桥以受弯为主、拱桥以受压为主、悬索桥以受拉为主，刚构桥和斜拉桥为组合体系。

4. 其他分类

分类标准	桥梁主要类型
用途	公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、城市桥、渡水桥（渡槽）、人行天桥，以及其他专用桥梁（如通过管道、电缆）等
承重结构材料	有圬工桥（包括砖、石、混凝土桥）、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥和木桥等
跨越障碍性质	跨河桥、跨线桥（立体交叉桥）高架桥
上部结构行车道位置	上承式桥、下承式桥、中承式桥

5. 桥梁工程专业术语：设计洪水位；计算跨径；**净跨径**；总跨径；**标准跨径**；桥梁全长（总长度）；桥梁多孔跨径总长；**桥梁净空**；建筑高度；矢跨比；设计荷载（永久、可变、偶然）。

6. 涵洞的组成：涵洞由洞身、洞口建筑、基础和附属工程组成。

7. 涵洞分类

无压力式涵洞	入口水流深度小于洞口高度，并在涵洞全长范围内水面都不触及洞顶，具有自由水面
半压力式涵洞	入口水深大于洞口高度，水仅在进水口处充满洞口，而在涵洞全长



	范围内的其余部分都具有自由水面
压力式涵洞	入口水深大于洞口高度，在涵洞全长范围内都充满水流，无自由水面
倒虹吸式涵	沟渠底高于路堤

8. 桥梁基础

(1) 扩大基础

其埋置深度较浅，一般为从地表面至地基的深度在 **5m 以内**；

开挖基坑，基坑的大小应满足基础施工作业的要求，**一般基底应比设计的平面尺各边增宽 50~100cm。**

(2) 桩基础（分类、施工）

1) 按桩的受力条件分类：支承桩和摩擦桩；竖直桩和斜桩。

2) 按施工方法分类：钻（挖）孔灌注桩（构造要求，技术要点）；沉入桩。

(3) 沉井基础

沉井主要由井壁、刃脚、隔墙、封底、填心和顶盖板等几部分组成。

(4) 地下连续墙（分类）

地下连续墙按槽孔形式可分为壁板式、桩排式和组合式；

按墙体材料可分为钢筋混凝土、素混凝土、塑性混凝土（由黏土、水泥和级配砂石合成的一种低强度混凝土）和黏土等。

按挖槽方式可分为抓斗、冲击钻和回旋钻等。

9. 桥梁下部构造

桥墩和桥台，包括墩台身和墩台帽或盖梁等两项工程内容，通常称为下部构造。

(1) 重力式墩、台

1) 墩、台帽及拱座

在支座下面，**墩帽和台帽内应设置钢筋网。**

在同一桥墩上，当支承相邻两孔桥跨结构的支座高度或建筑高度不相同时，常在桥墩上设置**支承垫石**来调整。

拱式桥则是在其墩、台顶部的起拱线高程上，设置与拱轴线成正交的拱座，直接承受拱圈传来的压力。

当桥墩两侧的孔径不等，恒载水平推力不平衡时，常将拱座设置在不同的起拱线高程上。

2) 墩、台身。

单向推力墩是指在它的一侧的桥孔因某种原因遭到毁坏时，能承受住单向水平推力，以保证其另一侧的桥孔不致因此而倒塌，故又称为**制动墩**。

(2) 轻型墩、台

它只适宜用于跨径不大于 13m 的梁（板）式上部构造，当台高不超过 4m 时，可采用块石砌筑，其顶宽不宜小于 60cm，一般都采用直坡，是一种直立薄壁墙。

为了节省圬工，轻型桥台可以不做八字翼墙或一字翼墙，改在轻型台上设置耳墙。这样，桥台由**台墙、耳墙和边柱**三部分组成。

(3) 柱式墩、台

公路桥梁中的柱式墩、台结构，有圆柱式和方柱式两种，都是采用钢筋混凝土就地浇筑而成，

高度可达 30~45m，是公路桥梁建设中采用较多的一种墩、台结构形式。

若为较高的立柱式墩，为了加快施工进度，减少模板的安装拆卸工作，**应采用提升模架的方式进行施工**。这种提升模架，是将模板沿着所施工的混凝土结构四周截面组配，并固定在提升架上，模板的高度根据墩身分节浇筑的高度确定，**一般在 4m 左右**，逐节浇筑，然后往上



提升。这样，就无须设置施工接缝，也提高了工程质量。因此，在编制工程造价时，应另行计算其提升模架的金属设备费用。

(4) 埋置式桥台

台身上设置背墙和短小的耳墙与路堤衔接，耳墙伸入路堤的长度应不小于 50cm。

1) 肋形埋置式桥台

肋板高度一般不易超过 7m，台高在 10m 及以上者要设置系梁。台身和基础可用 C15 混凝土，台身与帽梁和基础之间，要布置少量的接头钢筋，它适用跨径 40m 以内的梁桥。

2) 框架式埋置式桥台

适用于跨径 20m 以内的梁板式桥及台身高度在 10m 以下的桥台。

3) 后倾式埋置式桥台

它适用于 10m 以上高度的桥台。

4) 双柱式埋置式桥台

双柱式埋置式桥台适用于各种土壤的地基，还可根据桥宽和地基的承载能力采用三柱或者多柱的结构形成。如果不采用钻孔灌注桩而将立柱嵌在天然基础之上的则称为立柱式埋置式桥台。

(5) U 形桥台

侧墙尾墙应有不小于 75cm 的长度插入路堤内，以保证与路堤有良好的衔接。

(6) 空心墩

空心墩一般用于高桥墩和大跨径的桥梁，故墩身顶宽及墩帽的平面尺寸应视上部构造的类型而定。为加快施工进度，应采用滑模或提升模架的方式组织施工，当墩高超过 30m 时，宜选用塔式起重机作材料提升设备；当墩高超过 40m 时，宜设置施工电梯，以利施工人员进出施工现场，确保施工安全。

(7) Y 形墩和薄壁墩

(8) 索塔

一般由立柱、横梁、顶梁及腹系杆组成。

它是悬索桥和斜拉桥的主要支承结构，通过固定的钢索承托着上部构造的全部荷载。

从立面看有单柱式、A 形和倒 Y 形；

从横向看有门形塔、斜腿门形塔、双柱式塔、独柱式塔、A 形塔以及可减小桥墩尺寸的宝石形（拐脚式）塔等多种形式。

悬索桥索塔顶部安放主索鞍，主索鞍有的设鞍罩、有的设鞍室，鞍室内可设除湿机及一些机电设备等。

索塔内部一般设置检修用的永久钢爬梯或者升降电梯。索塔一般较高，施工时应采用提升模架，并设置施工电梯，以确保施工的顺利进行。

10. 桥梁上部构造

(1) 空心板：

1) 钢筋混凝土空心板的跨径为 10~13m，其板厚为 40~80cm，一般采用混凝土。

2) 预应力混凝土空心板的跨径为 10~20m，厚度为 50~100cm，一般采用 C40 混凝土。

3) 在编制施工图预算中，一般应计列张拉台座的费用，其钢绞线等预应力筋的张拉工作长度，一般可按板的设计长度另加 1.5m 计算确定预应力筋的消耗数量。

(2) T 形梁

1) 跨径在 20m 及以下的 T 形梁，一般采用钢筋混凝土结构，跨径在 25~50m 的则用预应力混凝土结构；

2) T 形梁和工形梁安装方法较多，一般常用的是采用导梁和跨墩门架；较多的是用架桥机



进行安装。导梁分为单导梁和双导梁两种，跨径 25m 以上的则采用双导梁及架桥机安装。

(3) 预应力混凝土连续梁

1) 除了中等跨径的梁桥采用 T 形或工形截面外，对大跨径的连续梁桥和采用顶推法或悬臂法施工的连续梁桥，都采用箱形截面。

2) 预应力连续梁跨越能力大，常用的施工方法有顶推法、悬臂法、预制吊装（先简支后连续）及支架现浇等。

11. 拱式桥的上部构造（分类）

(1) 拱桥按主拱圈的截面形式，分为板拱（包括石拱、钢筋混凝土薄壳拱）、肋拱、双曲拱、箱形拱、桁架拱和刚架拱等；

(2) 按照拱上部结构形式，则可分为实腹式和空腹式两类拱桥；

(3) 按结构受力可分为无铰拱、两铰拱及三铰拱桥；

(4) 按材料分，可分为圬工拱桥、钢筋混凝土拱桥、钢拱桥、钢管混凝土拱桥等。

12. 桁架拱适宜用于 50m 以下跨径的桥梁。

13. 刚架拱桥：适用于 50m 以内跨径的桥梁。

14. 斜拉桥由索塔、斜索和主梁三部分组成。

15. 预应力混凝土斜拉桥的主梁，一般采用π形断面和箱形截面结构，一般采用 C50 混凝土。

16. 预应力斜拉桥，按其索塔、斜拉索和主梁三者的不同结合方法，可以分为漂浮、支承、塔梁固结和刚构四种体系（定义）。

17. 现代悬索桥一般由索塔、主缆索、锚碇（重力式锚碇、隧道式锚碇）、吊索、索夹、加劲梁及索鞍等主要部分组成。

18. 梳形钢板伸缩缝。由梳形板、锚栓、垫板、锚板、封头板及排水槽等组成，有的还在梳齿之间填塞合成橡胶，以起防水作用，它适用于变形量达 20~40cm 的桥梁。

19. 镀锌铁皮沥青麻絮伸缩缝适用于变形量在 20~40mm 的低等级公路的中、小跨径桥梁及人行道上，系用镀锌铁皮弯成 U 形并在其内填塞沥青和麻絮。

20. 橡胶条伸缩缝。构造简单、伸缩性好、防水防尘、安装方便、价格低廉等优点，伸缩量为 30~50mm，一般用于低等级公路的中、小桥梁。

21. 异型钢单缝式伸缩装置，由单缝钢和橡胶密封带组成的单缝式伸缩装置，适用于伸缩量不大于 60mm 的公路桥梁工程；由边钢梁和橡胶密封带组成的单缝式伸缩装置，适用于伸缩量不大于 80mm 的公路桥梁工程。

第六节 交叉工程的组成、分类及构造

1. 按相交道路的路越方式分类：上跨式和下穿式。

2. 按立体交叉的交通功能分类：分离式立体交叉；互通式立体交叉。

3. 互通式立体交叉又分为枢纽互通式立体交叉和一般互通式立体交叉两类（定义）。

4. 互通式立体交叉的基本形式根据交叉处车流轨迹线的交错方式和几何形状的不同，又可分为部分互通式、完全互通式和环形立体交叉三种。

环形立体交叉：相交道路的车流轨迹线因匝道不足而共同使用，且有交织段的交叉，称为环形立体交叉。

第七节 交通工程及沿线设施

1. 交通安全设施、服务设施和管理设施（分类）

交通安全设施	交通标志、交通标线（含突起路标）、护栏和栏杆、视线诱导设施、隔离栅、防落网、防眩设施、避险车道和其他交通安全设施，其他交通安全设施有防风栅、防雪栅、积雪标杆、限高架、减速丘、凸
--------	--



	面镜
服务设施	服务区、停车区和客运汽车停靠站
管理设施	监控、收费、通信、供配电、照明和管理养护

2. 交通标线:

按功能分为指示标线、禁止标线和警告标线;

按设置方式分为纵向标线、横向标线、其他标线;

按形态分为线条、字符、突起路标、轮廓标。

3. 安全护栏: 按护栏构造形式分为半刚性护栏、刚性护栏、柔性护栏; 按护栏设置位置分为路侧护栏、中央分隔带护栏、桥梁护栏、防撞垫等

4. 隔离栅: 隔离栅的结构设计参数主要包括结构高度、隔离栅的稳定性、网孔尺寸。隔离栅的高度主要以成人高度为参考标准, 其取值范围为 1.5~1.8m。在动物身高不超过 50cm 等人烟稀少的荒漠地区, 经交通安全综合分析后, 可降至 1.3~1.5m。

5. 防落网: 向路外延长 10~20m。

6. 防眩设施的高度, 一般为 1.6m, 高度不宜超过 2m, 防眩板的板间距为 50~100cm。在连续设置时, 应每隔一定的距离使其在纵向断开, 成为一独立结构段的制造和安装单元, 每一结构段的长度宜为 4~12m。

在凸形竖曲线上设置时, 应避免防眩设施的下缘漏光。在凹形竖曲线上设置时, 则应适当增加防眩设施的高度。

7. 避险车道主要由引道、制动床、救援车道及辅助设施(路侧护栏、防撞设施、施救锚栓、呼救电话、照明)等组成。

8. 信息采集子系统

(1) 交通流信息。如车辆流状况、交通量、车辆速度、车流密度、车辆占有率、车重等。交通流信息的采集设备主要是视频监控设备、车辆检测设备。

(2) 气象信息。如风力、风向、降雨、降雪、冰冻、雾区等。这些信息的检测主要靠气象检测器。

(3) 道路环境信息。如路面状况、隧道内的噪声、有害气体浓度等, 这些信息靠环境检测器等检测。

(4) 异常事件信息。如火灾、交通事故、车辆抛锚、物品散落、道路设施损坏、道路施工现场等。这些信息主要靠火灾报警系统、紧急电话、闭路电视、巡逻车等设备和装备进行搜集提供。

9. 收费系统制式有全线均等收费制(简称“均一制”), 按路段收费制(简称“开放式”), 客车按车型或货车按计重与实际行驶里程收费制(简称“封闭式”)。有人工收费、半自动收费、全自动收费三种方式。ETC 门架收费为全自动收费方式。

10. 计重系统主要由称重台、轮胎识别器、红外线车辆分离器、称重数据采集处理器等组成。

第八节 绿化工程及环境保护

1. 各分部工程所含的单项工程表

分部工程	分项工程
分隔带绿地, 边坡绿地, 护坡道绿地, 碎落台绿地, 平台绿地, 互通式立体交叉区与环岛绿地, 管理养护设施区绿地, 服务设施区绿地, 取、弃土场绿地(每处)	绿地清理、树木栽植、草坪、草本地被及花卉种植、喷播绿化

2. 公路项目的环境保护可以分为公路建设期的环境保护和公路运营期的环境保护, 其主要



项目包括：初步设计阶段项目环境影响评价；施工图设计阶段的环境保护设计；招投标阶段在招标文件、工程合同及监理合同中纳入环境保护条款；施工期的环境保护设施的施工及监理；竣工和交付使用阶段的环境保护设施验收与环境后评价；公路运营期的环境保护设施的运行及维护。

第四章 工程材料与工程机械

第一节 工程主要材料的分类

1. 按材料来源分

(1) 外购材料：承包人在市场上采购的材料，如钢材、水泥、化工材料、五金、燃料、沥青、木材等。

(2) 自采加工材料：主要是指由承包人自行组织人员进行采集加工的砂、石、黏土等自采材料。

2. 按材料在设计和施工生产过程中所起的作用分

(1) 主要材料：钢材、水泥、石油沥青、石灰、砂、石料等。

(2) 次要材料：电焊条、铁钉、铁丝等。

(3) 周转性材料：模板、脚手架、支架、拱盔、钢轨、钢丝绳以及配套的附件等。

(4) 辅助材料：油燃料、氧气、脱模剂、减水剂及机械的各种零配件等。

第二节 主要材料的特性及标准

1. 钢材分类

(1) 按冶炼方法分：平炉钢、氧气转炉钢和电炉钢。

(2) 按脱氧程度分：镇静钢（代号 Z）及特殊镇静钢（代号 TZ）（脱氧充分）和沸腾钢（代号 F）（脱氧不充分），以及半镇静钢（代号 b）（介于脱氧充分和脱氧不充分之间）。

(3) 按化学成分分：碳素钢（含碳量小于 0.25% 的为低碳钢、0.25%~0.60% 的为中碳钢、大于 0.60% 的为高碳钢）和合金钢（合金元素总含量小于 5% 的为低合金钢、5%~10% 的为中合金钢、大于 10% 的为高合金钢）。

(4) 按用途分：结构钢、工具钢和特殊钢（如不锈钢、耐热钢、耐酸钢等）。

(5) 按形状分：板材、管材、线材、型材等。

2. 表征抗拉性能的主要技术指标有：屈服点、抗拉强度及伸长率。

3. 在一定范围内，屈服比小则表明钢材在超过屈服点工作时可靠性高，较为安全。

4. 伸长率：试件在拉断后，其标距部分增加的长度与原标距长度的百分比，称为伸长率。

5. 冷弯性能是指钢材在常温下承受弯曲变形的能力。

6. 冲击韧性是指钢材抵抗冲击荷载的能力。

7. 建筑用冷拔低碳钢丝按力学性能分为甲、乙两级。甲级钢丝又按其抗拉强度分为 I、II 两组。甲级钢丝主要用于小型预应力构件；乙级钢丝一般用于焊接或绑扎骨架、网片或箍筋。

8. 水泥的基本性能

(1) 重度：水泥在自然状态下单位体积的重量；松散状态下重度为 $8.82 \sim 12.74 \text{ kN/m}^3$ ，紧密状态下重度为 $13.72 \sim 16.66 \text{ kN/m}^3$ ，通常采用 12.74 kN/m^3 。

(2) 细度指水泥颗粒的粗细程度；

(3) 凝结时间：普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥等的初凝时间不得早于 45min，终凝时间不得迟于 10h；

(4) 体积变化的均匀性称为水泥的安定性；

(5) 水泥强度是指胶砂的强度。



9. 乳化沥青适用于沥青表面处治路面、沥青贯入式路面、冷拌沥青混合料路面，修补裂缝，喷洒透层、黏层与封层等。

10. 道路用液体石油沥青技术要求的指标：黏度、蒸馏体积、蒸馏后残留度、闪点（TOC 法）、含水率。

11. 砂石材料

（1）岩石的技术性质

岩石的技术性质主要包括物理性质、力学性质、耐久性和化学性质等。

物理性质：物理常数、吸水性、膨胀性、耐崩解性等。

力学性能：抗压、抗折和抗剪强度等，此外还须具备抵抗冲击、抗磨光、耐磨耗等性能，其中岩石的抗压强度和抗磨耗性是考察路用石料性能的两个主要指标。

根据石料的饱和单轴抗压强度，岩石按其坚硬程度可以分为坚硬岩、软硬岩、较软岩、软岩和极软岩。

岩石的耐久性表现为承受干湿、冻融等环境条件、交通条件的变化而不老化、不劣化的抵抗能力，评价方法采用抗冻性试验和坚固性试验。石料的化学性质包括石料的酸碱性以及石料的黏附性。

（2）集料分类

1) 按粒径大小分类：粗集料、细集料、矿粉。

2) 按成因及加工方式分类：砾石；碎石；天然砂：包括河砂、海砂和山砂等；人工砂：从广义上分类，机制砂、矿渣砂和锻烧砂都属于人工砂；石屑；工业冶金矿渣。

第三节 主要混合料材料的特性及标准

1. 和易性是新拌水泥混凝土能够形成质量均匀、密实、稳定的混凝土的性能，包含“流动性”“可塑性”“稳定性”和“易密性”。

2. 混凝土外加剂

（1）减水剂：在保持混凝土稠度不变的条件下，具有减水增强作用的外加剂。

（2）早强剂：早强剂多用于抢修工程和混凝土的冬季施工。

（3）引气剂：减少拌和物的泌水离析，改善和易性，提高抗渗性、抗冻性和耐久性。

（4）膨胀剂：主要用于补偿混凝土收缩，常与减水剂一起配制地脚螺栓灌浆料，设备安装时的坐浆材料及混凝土接头等，还可用于防水工程，防止大体积混凝土的收缩裂缝，也可用于预应力混凝土，调整掺量以控制膨胀值。

（5）速凝剂：主要用于冬季滑模施工及喷射混凝土等需要速凝的混凝土工程。

（6）缓凝剂：主要用于大体积混凝土、炎热条件下施工的混凝土、长距离运输的混凝土和某些在施工操作上需要保持较长处理混凝土时间的项目。

3. 根据初步配合比按规定试拌一定量混凝土，先测定混凝土坍落度，同时观察黏聚性和保水性。如不符合要求，按下列原则进行调整。

（1）当坍落度小于设计要求时，可在保持水灰比不变的情况下，增加用水量和相应的水泥用量（即增加水泥浆）。

（2）当坍落度大于设计要求时，可在保持砂率不变的情况下，增加砂、石用量（相当于减少水泥浆用量）。

（3）当黏聚性和保水性不良时（通常是砂率不足），可适当增加砂用量，即增大砂率。

（4）拌和物的砂浆量过多时，可单独加入适量石子，即降低砂率。

4. 砂浆的分类

（1）按组成材料，砂浆可分为：石灰砂浆；水泥砂浆；混合砂浆。

（2）按用途不同分为：砌筑砂浆；抹面砂浆。



5. 砂浆的基本性能

砂浆的和易性是指砂浆是否容易在砖石等表面铺成均匀、连续的薄层，且在基层紧密黏结的性质。砂浆的和易性包括流动性和保水性两方面要求。

(1) 流动性

影响砂浆流动性的因素主要有胶凝材料的种类和用量、用水量以及细集料的种类、颗粒、形状、粗细程度与级配，除此之外，也与掺入的混合材料以及外加剂的品种、用料有关。

(2) 保水性

影响砂浆保水性的主要因素是胶凝材料的种类和用量、砂的品种、细度和用水量。

在砂浆中掺入石灰膏、粉煤灰等粉状混合材料，可提高砂浆的保水性。

6. 沥青混凝土的分类

(1) 按混合料最大颗粒尺寸不同，可分为粗粒（35~40mm 以下）、中粒（20~25mm 以下）、细粒（10~15mm 以下）、砂粒（5~7mm 以下）等数类。

(2) 按矿料级配组成及空隙率大小可分为密级配（空隙率 3%~6%）、半开级配（空隙率 6%~12%）、开级配混合料（排水式、空隙率 18%以上）。

(3) 按矿料的组成不同，可分为密实-悬浮结构（如 AC-I）、骨架-空隙结构（如 OGFC）和密实-骨架结构（SMA）。

(4) 按制造工艺可分为热拌沥青混合料、冷拌沥青混合料和再生沥青混合料等。

7. 沥青混凝土的基本性能：高温稳定性；低温抗裂性；水稳定性；耐疲劳性。

第四节 常用施工机械适用范围

1. 推土机：主要进行 50~100m 短距离推运土方、石渣等作业。

2. 铲运机：适用于 中等运距(100~600m)和道路坡度不大条件下的大量土方转移工程。

3. 单斗挖掘机：主要用来进行 挖掘土方、剥除采石的覆盖层及在料场进行装载作业等。

4. 装载机：常用于公路工程施工中土石方转运，以及推土、起重等多种作业。根据经验总结，如果 整个采装运作业循环时间少于 3min，则把装载机作为自铲运设备使用，是经济合理的。

5. 平地机主要用于修筑路基横断面、帮刷边坡、开挖边沟及路槽、平整场地等，还可用来在路基上拌和路面材料、摊铺材料、修整和养护土路、推土、疏松土壤、清除杂草、石块和积雪等。

6. 压路机的单位直线压力较小，压实深度也浅，而且压实不均匀。因此不适用于对水工建筑物如土坝、河堤、围堰等的碾压，主要用于筑路工程。

7. 凿岩机适用于钻凿小直径炮孔，穿孔机适用于穿凿大直径的炮孔。

8. 正转式稳定土拌和机适用于拌和松散的稳定材料，反转式稳定土拌和机适用于 量大且又密集的稳定材料。

9. 液态沥青运输车是运输液态沥青、乳化沥青、煤焦油的专用设备。该车具有保温、加热、机械抽吸、排放、内部循环等功能。

10. 沥青洒布机械是一种以喷洒液态沥青为主，并具有运输液态沥青能力的沥青路面修筑机械。它 用于贯入法或表面处治法修筑沥青路面。还可在路面基层上喷洒液态沥青结合料的透层油，在沥青混合料路面、水泥混凝土路面上喷洒液态沥青结合料黏层油。

11. 混凝土搅拌站在 混凝土工程量大、浇筑强度高、施工周期长、施工地点集中的大中型工程中被广泛应用。

12. 混凝土输送泵车功率大、机动性好、效率高、省劳力，适用于现场狭窄和有障碍物的施工现场以及大体积混凝土结构和高层建筑物施工，该车与混凝土搅拌输送车配套使用。



第五章 公路工程施工组织与施工技术

第一节 公路工程施工组织设计

1. 施工组织设计的概念

施工组织设计是指导工程投标、签订承包合同、施工准备和施工全过程的全局性的技术、经济和管理的综合性文件。施工组织设计的含义包括：

(1) 施工组织设计是根据工程承包组织的需要编制的技术经济文件。它是一种管理文件，具有组织、规划（计划）和据以指挥、协调、控制的作用。

(2) 施工组织设计是全局性的文件。“全局性”是指工程对象是整体的，文件内容是全面的，发挥作用是全方位的（指管理职能的全面性）。

(3) 施工组织设计是指导承包全过程的，从投标开始，到交工验收结束。

2. 两类施工组织设计的区别

种类	服务范围	编制时间	编制者	主要特征	追求主要目标
标前设计	投标与签约	开标前	经营管理层	规划性	中标和经济效益
标后设计	施工准备至验收	签约后开工前	项目管理层	作业性	施工效率和效益

3. 适用于合理低价法和经评审的最低投标价法，投标人应按以下要点编制施工组织设计（文字宜精炼、内容具有针对性）。

- (1) 施工总体组织布置及规划；
- (2) 重点、关键和难点工程的施工方案；
- (3) 工期关键线路图及保证措施；
- (4) 关键工程质量保证措施；
- (5) 安全保证措施；
- (6) 环境保护、水土保持、文明施工、文物保护保证措施；
- (7) 项目风险预测与防范，事故应急预案；
- (8) 其他应说明的事项。

4. 适用于技术评分最低标价法和综合评分法，投标人应按以下要点编制施工组织设计（文字宜精炼、内容具有针对性）：

- (1) 施工总体组织布置及规划；
- (2) 主要工程项目的施工方案、施工方法与技术措施（尤其对重点、关键和难点工程的施工方案、方法及其措施）；
- (3) 工期保证体系及保证措施；
- (4) 工期质量管理体系及保证措施；
- (5) 安全生产管理体系及保证措施；
- (6) 环境保护、水土保持保证体系及保证措施；
- (7) 文明施工、文物保护保证体系及保证措施；
- (8) 项目风险预测与防范，事故应急预案；
- (9) 其他应说明的事项。

5. 临时工程主要包括汽车便道、临时便桥、临时码头、轨道铺设、架设输电线路和人工夯打小圆木桩 6 项。

6. 便道有双车道和单车道两种标准，双车道的路基宽度为 7.0m，单车道为 4.5m，一般根据运输任务的大小来确定。如果是常年使用的便道，为保证晴雨畅通，还应加铺路面。

7. 凡预制场、拌和场及生活区内部通行的汽车便道，均不能计入汽车便道数量。因其费用已被综合在专项费用中的施工场地建设费中，不能再重复计算。

8. 临时便桥指便道在跨沟涉河处必须修建的桥梁，有时在修建大型桥梁时，为满足两岸运输



建筑材料需要，需修建临时用桥，若达不到通行汽车的标准，则不能列入便桥项目内计入工程造价，是属于现场经费中的临时设施费范围的内容。

9. 临时电力线路架设是指在公路工程施工过程中，当工程用电使用工业电源时，需要架设由高压输电线路到工地变电站之间的电力线路。

10. 接高压线路或变电站接线处至工地变压器之间的距离作为输电线路计算长度。变压器或自备发电机房至现场用电点的距离不得计入输电线路内。

11. 路基工程有以下几项应予增加的数量，并计入填方内计算。

(1) 清除表土或零填方地段的基底压实，耕地填前夯实；

(2) 进行路堤预压需增加的填料数量；

(3) 为保证路基边缘的压实度需要增加的土石方数量，清单预算中加宽填筑增加填方数量计价不计量，即按所需数量计算该部分辅助工作的费用，但这些费用因不构成实体所以不能单独计量，需将该部分费用摊入填方单价内。

12. 桥梁索塔的高度较高或当墩高超过 40m 时，为确保施工安全，加快施工进度，方便施工，宜选用施工电梯作为人员上升下降的设备。结合建设工程的实际情况，在编制工程造价时，可以另行计列这种施工电梯的费用。

第二节 路基、路面工程施工技术

1. 土方开挖可根据具体情况采用横向挖掘法、纵向挖掘法或混合式挖掘法。

(1) 横向挖掘法

从路堑的一端或两端按横断面全宽向前开挖，称为横挖法，适用于短而深的土质路堑。横向挖掘可采用人工作业或机械作业，具体方法有：

1) 单层横挖法：从开挖路堑的一端或两端按断面全宽一次性挖到设计高程，逐渐向纵深挖掘，挖出的土方一般都是向两侧运送。该方法适用于挖掘浅且短的路堑。

2) 多层横挖法：从开挖路堑的一端或两端按断面分层挖到设计高程。该方法适用于挖掘深且短的路堑。

(2) 纵向挖掘法

土质路堑纵向挖掘多采用机械作业，具体方法有：

1) 分层纵挖法：沿路堑全宽，以深度不大的纵向分层进行挖掘。该方法适用于较长的路堑开挖。

2) 通道纵挖法：先沿路堑纵向挖掘一通道，然后将通道向两侧拓宽以扩大工作面，并利用该通道作为运土路线及场内排水的出路。该层通道拓宽至路堑边坡后，再挖下层通道，如此向纵深开挖至路基高程。该法适用于较长、较深、两端地面纵坡较小的路堑开挖。

3) 分段纵挖法：该法适用于过长，弃土运距过远，一侧堑壁较薄的傍山路堑开挖。

(3) 混合式挖掘法

多层横向挖掘法和通道纵挖法混合使用，即先沿路线纵向挖通通道，然后沿横向坡面挖掘，以增加开挖坡面。在较大的挖方地段，还可沿横向再开劈工作面。该方法适用于路线纵向长度和挖深都很大的路堑开挖。

2. 石质路堑开挖的常用爆破方法有：光面爆破、预裂爆破、微差爆破、定向爆破、洞室爆破。

3. 土质路堤的填料要求

(1) 卵石、碎石、砾石、粗砂等透水性良好的填料，只要分层填筑、压实，可以不控制含水率；用黏性土等透水性不良的填料，应在接近最佳含水率的情况下分层填筑与压实。

(2) 含草皮、生活垃圾、树根、腐殖质的土严禁作为填料。

(3) 泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含量的土，不得直接用于



填筑路基；

(4) 湿黏土宜采用石灰进行改良，经检验满足设计要求后方可使用。

(5) 粉质土不宜直接填筑于路床，不得直接填筑于冰冻地区的路床及浸水部分的路堤。当采用细粒土填筑时，宜掺用石灰、水泥、粉煤灰等无机结合料进行改良。

(6) 膨胀土除非表层用非膨胀土封闭，一般也不宜用作高等级公路路基填料。工业废渣可用作路基填料，但应先进进行试验及检验有害物质含量，以免污染环境。含盐量超过规定的强盐渍土和过盐渍土不能用作高等级公路路基填料。

4. 填石路堤的填筑方法：竖向填筑法、分层压实法、冲击压实法、强力夯实法。

5. 排水沟的施工应符合以下规定：

- (1) 排水沟线形要平顺，转弯处宜为弧线形；
- (2) 排水沟的出水口，应设置跌水和急流槽将水流引出路基或引入排水系统；
- (3) 排水沟长度不宜过长，通常不超过 500m；
- (4) 排水沟距路基坡脚不宜小于 2m

6. 截水沟

- (1) 截水沟应先施工，与其他排水设施应衔接平顺；
- (2) 路基上方有弃土堆时，截水沟应离开弃土堆脚 1~5m，弃土堆坡脚离开路基挖方坡顶不应小于 10m，弃土堆顶部应设 2%倾向截水沟的横坡。
- (3) 山坡上路堤的截水沟离开路堤坡脚至少 2m，并用挖截水沟的土填在路堤与截水沟之间，修筑向沟倾斜坡度为 2%的护坡道土台，使路堤内侧地面水流入截水沟排出；
- (4) 截水沟长度一般不宜超过 500m，超过 500m 时应设置出水口；
- (5) 截水沟应按设计要求进行防渗及加固处理。

7. 渗井施工应符合下列规定：

距离坡脚不小于 10m，顶部四周用黏土填筑围护，井顶应加盖封闭；

渗井开挖应随挖随支撑、及时回填；渗井直径 50~60cm，填充料含泥量应小于 5%，按单一粒径分层填筑，不得将粗细材料混杂填塞。

下层透水层范围内宜填碎石或卵石，上层不透水范围内宜填砂或砾石。

井壁与填充料之间应设反滤层。

8. 软土地基

(1) 浅层处置

浅层处置包括：换填、垫层和抛石挤淤等，适用于表层软土厚度小于 3m 的浅层软弱地基处理。

- (2) 土工合成材料；
- (3) 预压与超载预压；
- (4) 竖向排水法

竖向排水体可采用砂井、袋装砂井、塑料排水板等。

9. 粒料桩法可采用振冲置换法或振动沉管法成桩。粒料桩的施工工艺流程为：整平地面→振冲器就位对中→成孔→清孔→加料振密→关机停水→振冲器移位等。

粒料桩宜从中间向外围或间隔跳打。邻近结构物施工时，应沿背离结构物的方向施工。

10. 强夯及强夯置换

强夯前应采取降水措施，将地下水位降至加固层深度以下。施工前进行试夯，确定最佳夯击能、间歇时间、夯间距等参数；强夯应采取隔振、防振措施消除强夯对附近建筑的影响；强夯和强夯置换施工前应在地表铺设一定厚度的垫层。强夯施工垫层材料宜采用透水性好的砂、砂砾、石屑、碎石土等，强夯置换施工垫层材料宜与桩体材料相同。



11. 热拌沥青稳定碎石的施工工艺（压实及成型）

（1）压实后的沥青混合料应符合压实度及平整度的要求，沥青混合料的分层压实厚度不得大于10cm。

（2）应选择合理的压路机组合方式及碾压步骤，以达到最佳结果。沥青混合料压实宜采用钢筒式静态压路机与轮胎压路机或振动压路机组合的方式。压路机的数量应根据生产率决定。

（3）沥青混合料的压实应按初压、复压、终压（包括成型）3个阶段进行。压路机应以慢而均匀的速度碾压，压路机的碾压速度应符合规定。

（4）初压应在混合料摊铺后较高温度下进行，应采用轻型钢筒式压路机或关闭振动装置的振动压路机碾压2遍。压路机应从外侧向中心碾压。相邻碾压带应重叠1/3~1/2轮宽，最后碾压路中心部分，压完全幅为一遍。

（5）复压应紧接在初压后进行，复压宜采用重型的轮胎压路机，也可采用振动压路机或钢筒式压路机。碾压遍数应经试压确定，不宜少于4~6遍，直到达到要求的压实度并无显著轮迹为止。

（6）终压应紧接在复压后进行。终压可选用双轮钢筒式压路机或关闭振动压路机碾压，不宜少于两遍，并无轮迹。路面压实成型的终了温度应符合规范要求。

12. 水泥混凝土面层铺筑的技术方法通常有：滑模摊铺机铺筑、三辊轴机组铺筑、混凝土振捣、碾压混凝土四种方法。（

第三节 公路隧道施工技术

1. 公路隧道的开挖方式主要有全断面法、台阶法、环形开挖预留核心土法、中隔壁法（CD法）、双侧壁导坑法及中导洞法等其他施工方法。应根据地质条件、隧道长度、断面大小、结构形式、工期要求、机械设备等选择适宜的开挖方案。

（1）全断面法：按设计断面一次基本开挖成形的施工方法。一般适用于Ⅰ~Ⅲ级围岩的中小跨度隧道。

（2）台阶法：先开挖上半断面，待开挖至一定距离后再同时开挖下半断面，上下半断面同时并进的施工方法。一般适用于Ⅲ~Ⅵ级围岩的中小跨度隧道，Ⅴ级围岩的中小跨度隧道在采用了有效的预加固措施后，也可采用台阶法。单车道隧道及围岩地质条件较好的双车道隧道可采用二台阶法施工；隧道断面较高、单层台阶断面尺寸较大时可采用三台阶法。

（3）环形开挖预留核心土法：先开挖上台阶成环形，并进行支护，再分部开挖中部核心土、两侧边墙的施工方法。一般适用于Ⅴ~Ⅵ级围岩或一般土质围岩的中小跨度隧道或洞口浅埋地段隧道施工。

（4）中隔壁法（CD法）：在软弱围岩大跨隧道中，先开挖隧道的一侧，并施作中隔壁墙，然后再分步开挖隧道的另一侧的施工方法。一般适用于围岩较差、跨度大、浅埋、地表沉降需要控制的地段。

（5）双侧壁导坑法：先开挖隧道两侧的导坑，并进行初期支护，再分部开挖剩余部分的施工方法。一般适用于浅埋大跨度隧道及地表下沉量要求严格而围岩条件很差的情况。

（6）中导洞法：在连拱隧道或单线隧道的喇叭口地段，先开挖两洞之间立柱（或中隔墙）部分，并完成立柱（或中隔墙）混凝土浇筑后，再进行左右两洞开挖的施工方法。适用于连拱隧道。

2. 小净距隧道是指隧道间的中间岩墙厚度小于分离式独立双洞的最小净距的特殊隧道布置形式。

3. 连拱隧道主要适用于洞口地形狭窄，或对两洞间距有特殊要求的中、短隧道。连拱隧道按中墙形式不同分为整体式中墙和复合式中墙两种形式。

4. 隧道仰拱或二次衬砌到掌子面的安全距离称为隧道安全步距，安全步距主要由隧道围岩级



别决定。《公路工程施工安全技术规范》(JTGF90) 中公路隧道施工安全步距要求:

- ①仰拱与掌子面的距离, III级围岩不得超过 90m, IV 级围岩不得超过 50m, V 级及以上围岩不得超过 40m。
- ②软弱围岩及不良地质隧道的二次衬砌应及时施作, 二次衬砌距掌子面的距离, IV 级围岩不得大于 90m, V 级及以上围岩不得大于 70m。

第四节 桥涵工程施工技术

1. 钢筋的连接宜采用焊接接头或机械连接接头。绑扎接头仅当钢筋构造施工困难时方可采用, 直径不宜大于 28mm, 对轴心受压或偏心受压构件中的受压钢筋可不大于 32mm; 轴心受拉和小偏心受拉构件不应采用绑扎接头。受力钢筋焊接或绑扎接头应设置在内力较小处, 并错开布置。
2. 大体积混凝土的温度控制宜按照“内降外保”的原则, 对混凝土内部采取设置冷却水管通循环水冷却, 对混凝土外部采取覆盖蓄热或蓄水保温等措施进行。
3. 预应力钢筋进场时, 应分批验收, 钢丝每批不大于 60t, 钢绞线每批不大于 60t (任取 3 盘截取一组), 螺纹钢每批不大于 100t; 预应力钢筋应避免锈蚀, 存放时应支垫并遮盖, 存放时间不宜超 6 个月; 预应力筋制作时下料, 应通过计算确定, 下料应采用切断机或砂轮锯切断, 严禁采用电弧切割。
4. 护筒宜采用钢板卷制, 一般其内径应大于桩径至少 200mm, 护筒中心与桩中心平面位置偏差应不大于 50mm, 竖直向倾斜度不大于 1%。护筒顶宜高于地面 0.3m 或水面 1~2m, 潮汐影响水域应高出施工期最高潮水 1.5~2m, 桩孔内有承压水时应高于稳定后的承压水面 2m 以上。护筒埋置深度在旱地或筑岛处宜为 2~4m, 对有冲刷影响的河床, 护筒宜沉入局部冲刷线以下 1~1.5m, 且采取防止冲刷的防护措施。
5. 各类围堰参考适用范围

序号	围堰类型	适用条件
1	草土围堰	水深 1.0m 以内, 流速 0.5m/s 以内, 河床土质渗水性较小
2	草、麻袋围堰	水深 2.5m 以内, 流速 1.5m/s 以内, 河床土质渗水性较小
3	竹笼围堰	水深 4.0m 以内, 流速较大, 河床土质渗水性较小
4	竹、铅丝笼围堰	水深 1.5~4.0m 以内, 流速较大
5	钢板桩围堰	各类土 (包括强风化岩) 的深水基础 (<20m)
6	双壁钢围堰	深水基础 (>20m)
7	钢筋混凝土板桩围堰	黏性土、砂类土及碎石类河床
8	钢套筒 (吊箱) 围堰	浅水、深水基础均可, 可作为深水基础的高桩承台施工

6. 砌体砌筑施工一般要求

- (1) 砌块在使用前必须浇水湿润, 表面如有泥土、水锈, 应清洗干净。
- (2) 砌筑基础的第一层砌块时, 如基底为岩层或混凝土基础, 应先将基底表面清洗、湿润, 再坐浆砌筑; 如基底为土质, 可直接坐浆砌筑。
- (3) 砌体应分层砌筑, 砌体较长时可分段分层砌筑, 但两相邻工作段的砌筑差一般不宜超过 1.2m; 分段位置尽量设在沉降缝、伸缩缝处, 各段水平砌缝应一致。各砌层的砌块应安放稳固, 砌块间应砂浆饱满, 黏结牢固, 不得直接贴靠或脱空。
7. 预制安装可分为预制梁安装、预制节段式块件拼装和整跨箱梁预制吊装三种类型。

8. 跨墩龙门安装法

在墩台两侧顺桥向设置轨道, 其上安置跨墩的门式起重机, 将梁体在吊起状态下运到架设地



点并安装在预定位置，但要求架设地点的地形应平坦且良好，梁体应能沿顺桥向搬运，桥墩不能太高。一般只适宜用于桥墩高度不大于 15m、无常流水、河床干涸又平坦的梁板式桥梁安装工作，因为需要在桥的两侧铺设轨道，作为移动跨墩门架和预制混凝土构件之用。它适用于跨径 30m 及以下的梁板式桥梁的安装，常采用万能杆件等钢构件组拼而成。

9. 架桥机安装法

这是预制梁的典型架设安装方法。在孔跨内设置安装导梁，以此作为支承梁来架设梁体，这种作为支承梁的安装梁结构称为架桥机。按形式的不同，架桥机又可分为单导梁、双导梁、斜拉式和悬吊式等。

10. 悬臂现浇法

适用于大跨径的预应力混凝土悬臂梁桥、连续梁桥、T 形刚构桥、连续刚构桥。其特点是无须建立落地支架，无须大型起重与运输机具，主要设备是一对能行走的挂篮。

11. 裸塔现浇施工的方法主要包括：翻模法、滑模法、爬模法。

(1) 翻模法：应用较早，施工简单，能保证几何尺寸（包括复杂断面），外观整洁。但模板高空翻转，操作危险，沿海地区不宜用此法。

(2) 滑模法：施工速度快，劳动强度小，但技术要求高，施工控制复杂，外观质量较差，且易污染。一般倾斜度较大，预留孔道及埋件多的索塔不宜用此法。

(3) 爬模法：爬模兼有滑模和翻模的优势，使用斜拉桥一般索塔的施工。施工安全，质量可靠，修补方便。国内外大多采用此法。

第五节 交通工程施工技术

1. 突起路标根据其是否具备逆反射性能分为 A、B 两类：具备逆反射性能的为 A 类突起路标；不具备逆反射性能的为 B 类突起路标。

2. 喷涂施工应在白天进行，雨天、雪天、强风天、沙尘暴、温度低于 10℃时应暂时停止施工。

3. 突起路标设置高度，顶部不得高出路面 25mm。在降雨雪天、强风天、沙尘暴或温度过高、过低时，不应进行施工。

4. 常用的护栏有：路基护栏（钢筋混凝土护栏、波形梁护栏、缆索护栏）、桥梁护栏、活动护栏等。

5. 光缆、电缆敷设要求如下：

(1) 敷设光缆时的牵引力应符合设计要求，在一般情况下不宜超过 2000kN。敷设电缆时的牵引力应小于电缆允许拉力的 80%。

(2) 敷设管道之前必须清刷管孔，敷设管道光缆、电缆时应以液状石蜡、滑石粉等作为润滑剂，严禁使用有机油脂。

(3) 光缆的曲率半径必须大于光缆直径的 20 倍，电缆的曲率半径必须大于电缆直径的 15 倍。

(4) 以人工方法牵引光缆时，应在井下逐段接力牵引，一次牵引长度一般不大于 1000m。

(5) 光缆绕“8”字敷设时其内径应不小于 2m。

(6) 光缆牵引端头应根据实际情况现场制作，牵引端头与牵引索之间应加入转环以防止在牵引过程中扭转、损伤光缆。

(7) 布放光缆时，光缆由缆盘上方放出并保持松弛弧形，敷设后的光缆、电缆应平直、无扭转、无明显刮痕和损伤。

(8) 敷设后的光缆、电缆应紧靠人孔壁，并以扎带绑扎于搁架上，且留适当余量，光缆在人孔内的部分采用蛇形软管或软蟹料管保护。

(9) 按要求堵塞光缆、电缆管孔，光缆、电缆端头应做密封防潮处理，不得浸水。



(10) 光缆、电缆在每个人孔内应及时标注光、电缆牌号。

第六章 公路养护工程技术

第一节 概述

1. 日常养护按照作业内容，分为日常巡查、日常保养、日常维修。
2. 养护工程按照养护目的和养护对象，分为预防养护、修复养护、专项养护和应急养护。

第二节 公路技术状况评定

1. 公路技术状况评定标准

评价等级	优	良	中	次	差
MQI 及各级分项指标	≥90	≥80, <90	≥70, <80	≥60, <70	<60

2. 公路技术状况评定指标

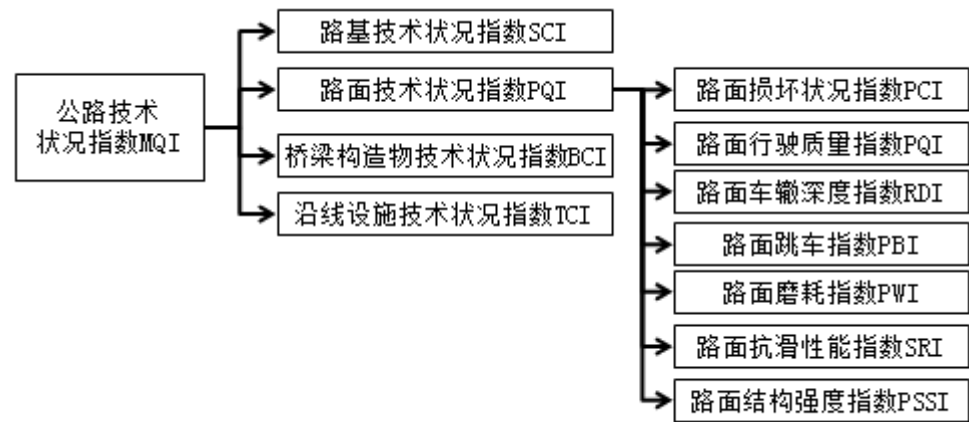


图6.2.1 公路技术状况评价指标

3. 桥梁总体技术状况评定表

技术状况评定等级	桥梁技术状况描述
1 类	全新状态功能完好
2 类	有轻微缺损，对桥梁使用功能无影响
3 类	有中等缺损，尚能维持正常使用功能
4 类	主要构件有大的缺损，严重影响桥梁使用功能或影响承载能力，不能保证正常使用
5 类	主要构件存在严重缺损不能正常使用，危及桥梁安全，桥梁处于危险状态

4. 公路隧道技术状况评定

技术状况评定类别	评定类别描述		养护对策
	土建结构	机电设施	
1 类	完好状态。无异常情况，或异常情况轻微，对交通安全无影响	机电设施完好率高，运行正常	正常养护
2 类	轻微破损。存在轻微破损，现阶段趋于稳定	机电设施完好率高，运行基本正常，部分易耗	应对结构破损部位进行检测或检查，必要时实施保养维护；机



	定，对交通安全不会 有影响	部件或损坏部件需要 更换	电设施进行正常养护，应对关键 设备及时修复
3 类	中等破损。存在破坏， 发展缓慢，可能会影 响行人、行车安全	机电设施尚能运行，部 分设备、部件和软件需 要更换或改造	应对结构破损部件进行重点检 测，并对局部实施保养维护；机 电设施需进行专项工程
4 类	严重破损。存在较严 重破坏，发展较快， 已影响行人、行车安 全	机电设施完好率较低， 相关设施需要全面改 造	应尽快实施机构病害处治措施； 对机电设施应进行专项工程，并 应及时实施交通管制
5 类	危险状态，存在严重 破坏，发展迅速，已 危及行人、行车安全	—	应及时关闭隧道，实施病害处 治，特殊情况需进行局部重建或 改建

第三节 路基养护

1. 路基养护工程作业内容

序号	类别	具体作业内容
1	预 防 养护	增设或完善 路基防护，如柔性防护网、生态防护、网格防护等； 增设或完善 排水系统，如边沟、截水沟、排水沟、拦水带、泄水槽等； 集中清理 路基两侧山体危石等
2	修 复 养护	处治 路堤路床病害，如沉降、桥头跳车、翻浆、开裂滑移等； 增设或修复 支挡结构物，如挡土墙、抗滑桩等；维修加固失稳边坡；集中更换安装路缘石、硬化路肩、修复排水设施等； 局部路基加高 、加宽、裁弯取直等；防雪、防石、防风沙设施的修复养护等
3	专 项 养护	针对阶段性重点工作实施的专项公路养护治理项目
4	应 急 养护	应 急对自然灾害或其他突发事件造成的障碍物的清理；公路突发损毁的抢通、保通、抢修；突发的经判定可能危及公路通行安全的重大风险的处治

第四节 路面养护

1. 公路养护工程分类细目

序号	类别	具体作业内容
1	预 防 养护	针对整段沥青路面面层轻微病害采取的防损、防水、抗滑、抗老化等表面处治；整段水泥混凝土路面防滑处治、防剥落表面处理、板底脱空处治、接缝材料集中清理更换等；其他
2	修 复 养护	改善沥青路面结构强度，如直接加铺、铣刨加铺、翻修加铺或其他各类集中修复等；水泥路面结构形式改造、破碎板或其他路面病害修复等；整路段砂石、块石、条石路面的结构修复及改善等；配套路面修复完善相关附属设施，如调整标志标线、护栏、路缘石，路口及分隔带开口等；其他
3	专 项 养护	针对阶段性重点工作实施的专项公路养护治理项目
4	应 急 养护	与路基要求相同

2. 沥青路面病害和水泥混凝土路面病害的分类



沥青路面病害	龟裂，块状裂缝，纵向裂缝，横向裂缝，沉陷，车辙，波浪雍包，坑槽，松散，泛油，修补
水泥路面病害	破碎板、裂缝、板角裂缝、错台、拱起、边角剥落、接缝料损坏、坑洞、唧泥、露骨、修补

第五节 桥梁养护

1. 桥梁养护工程作业内容

类型	具体作业内容
预防养护	桥梁周期性预防养护，如防腐、防锈、防侵蚀处理等；桥梁构件的集中维护或更换，如伸缩缝、支座等
修复养护	桥梁加固、病害修复，如墩台、锥坡翼墙、护栏、拉索、调治构造物、径流系统等的维修完善；桥梁加宽、加高
专项养护	针对阶段性工作实施的专项桥梁养护治理项目，如桥梁灾毁修复工程、 桥梁美化工程 等
应急养护	同路基应急养护

2. 桥梁检查：桥梁检查分为经常检查、定期检查和特殊检查。

（1）经常检查：主要是指对桥面设施、上部结构、下部结构及附属构造物的技术状况进行的检查。检测周期一般每月不得少于一次。

（2）定期检查：为评定桥梁使用功能，制定管理养护计划提供基本数据，对桥梁主体结构及其附属构造物的技术状况进行的全面检查，为桥梁养护管理系统搜集结构技术状态的动态数据。

（3）检查周期最长不得超过三年，新建桥梁交付使用一年后，进行第一次全面检查。临时桥梁每年检查不少于一次。

（4）特殊检查：特殊检查是查清桥梁的病害原因、破损程度、承载能力、抗灾能力，确定桥梁技术状况的工作，分为专门检查和应急检查。

第六节 隧道养护

1. 隧道养护

类型	具体作业内容
预防养护	隧道 周期性 预防处治，如防腐、防侵蚀、防火阻燃处理等；针对隧道渗水、剥落等的预防处治
修复养护	对隧道严重结构病害的加固处理及病害修复
专项养护	针对阶段性工作实施的专项隧道养护治理项目，如隧道灾毁修复工程、隧道灾害防治工程等
应急养护	同路基应急养护

2. 隧道检查

（1）经常检查：以定性判断为主，破损状况判定分三种情况：情况正常、一般异常、严重异常。

（2）定期检查：一般安排在春季或秋季进行，新建隧道在交付使用 1 年后进行首次定期检查。检查周期根据隧道技术状况评定确定，宜每年 1 次，最长不得超过 3 年 1 次。当经常检查中发现重要结构分项技术状况评定状况值为 3 或 4 时，应立即开展一次定期检查。

（3）应急检查：在隧道遭受自然灾害、发生交通事故或出现其他异常事件后，对遭受影响的结构进行详细检查。

（4）专项检查：专项检查是根据经常检查、定期检查和应急检查的结果，对于需要进一步查明缺损或病害的详细情况的隧道，进行更深入的专门检测、监测、分析等工作，完整掌握



缺损或病害的详细资料，为其是否实施处治以及采取何种处治措施等提供技术依据。

第七节 交通工程及沿线设施养护

1. 公路沿线设施种类繁多，主要包括安全设施、管理设施（监控系统、收费系统、通信系统、供配电与照明系统及养护房屋等）、服务设施。

交通工程及沿线设施养护，按其工程性质、技术复杂程度和规模大小，分为小修保养、中修工程、大修工程、改建工程四类。

小修保养属于日常养护；中修工程、大修工程、改建工程属于养护工程。

2. 高速公路、一级公路、二级公路均应设置路面标线，其他等级公路可根据需要设置。

第八节 绿化养护

1. 公路绿化应贯彻“因地制宜、因路制宜、适地适树”的方针。

2. 对于新、改建公路的绿化工程应与公路主体工程设计、施工、验收同步进行，由公路养护部门一并接养。

3. 隧道进出口两侧 30~50m 范围内，宜栽植高大乔木，尽可能形成隧道内外光线的过渡段，以利车辆安全行驶。

4. 桥头或涵洞两头 5~10m 范围内，不宜栽植乔木，以免根系破坏桥（涵）台。

第七章 公路工程计量与计价

第一节 公路工程造价依据及计算方法

1. 编制办法适用于编制新建和改（扩）建的公路工程项目投资估算、设计概算和施工图预算，是公路工程建设前期各阶段造价文件编制的纲领性文件，它规定了估算、概算、预算在编制过程中各项费用的组成、计算方法及费率标准。

2. 公路工程估算、概算、预算编制办法是公路工程行业强制性标准，编制估算、概算、预算时均应按照此标准执行。

3. 公路工程的消耗量定额分为施工定额、预算定额、概算定额、估算指标四种。

4. 公路工程施工机械每台（艘）班一般按 8h 计算；潜水设备每台班按 6h 计算；变压器和配电设备每昼夜按一个台班计算。

5. 定额的费用项目划分为不变费用和可变费用两类。不变费用包括折旧费、检修费、维护费、安拆辅助费；可变费用包括人工费、动力燃料费、车船使用税等。

6. 建筑安装工程费包括直接费、设备购置费、措施费、企业管理费、规费、利润、税金和专项费用。

7. 材料预算价格 = (材料原价 + 运杂费) × (1 + 场外运输损耗率) × (1 + 采购及保管费率) - 包装品回收价值。

8. 设备购置费：渡口设备，隧道照明、消防、通风的动力设备，公路收费、监控、通信、路网运行监测、供配电及照明设备。

9. 设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费、采购及保管费，各种税费按编制期有关部门规定计算。

10. 措施费包括冬季施工增加费、雨季施工增加费、夜间施工增加费、特殊地区施工增加费、行车干扰工程施工增加费、施工辅助费、工地转移费。

11. 企业管理费由基本费用、主副食运费补贴、职工探亲路费、职工取暖补贴和财务费用五项组成。

12. 企业管理费基本费用内容：

(1) 管理人员工资；(2) 办公费；(3) 差旅交通费；(4) 固定资产使用费；(5) 工具用具使用费；(6) 劳动保险费；(7) 职工福利费；(8) 劳动保护费；(9) 工会经费；(10) 职工



教育经费；(11) 保险费；(12) 工程排污费；(13) 税金；(14) 其他。

13. 专项费用包括施工场地建设费和安全生产费。

14. 安全生产费包括完善、改造和维护安全设施设备费用，配备、维护、保养应急救援器材、设备费用，开展重大危险源和事故隐患评估和整改费用，安全生产检查、评价、咨询费用，配备和更新现场作业人员安全防护用品支出，安全生产宣传、教育、培训费用，安全设施及特种设备检测检验费用，施工安全风险评估、应急演练等有关工作及其他与安全生产直接相关的费用。

15. 土地使用及拆迁补偿费内容包含永久占地费、临时占地费、拆迁补偿费、水土保持补偿费、其他费用。

16. 工程建设其他费包含建设项目管理费、研究试验费、建设前期工作费、专项评价(估)费、联合试运转费、生产准备费、工程保通管理费、工程保险费、其他相关费用。

17. 预备费由基本预备费和价差预备费两部分组成。

(1) 项目建议书投资估算按 11% 计列。

(2) 工程可行性研究报告投资估算按 9% 计列。

(3) 设计概算按 5% 计列。

(4) 修正概算按 4% 计列。

(5) 施工图预算按 3% 计列。

18. 公路工程造价文件按不同的需要分为甲、乙两组：

甲组	编制说明；项目前后阶段费用对比表；建设项目属性及技术经济信息表(00 表)；总概(预)算汇总表(01-1 表)；总概(预)算人工、主要材料、施工机械台班数量汇总表(02-1 表)；总概(预)算表(01 表)；人工、主要材料、施工机械台班数量汇总表(02 表)；建筑安装工程费计算表(03 表)；综合费率计算表(04 表)；综合费计算表(04-1 表)；设备费计算表(05 表)；专项费用计算表(06 表)；土地使用及拆迁补偿费计算表(07 表)；工程建设其他费计算表(08 表)；人工、材料、施工机械台班单价汇总表(09 表)
乙组	分项工程概(预)算计算数据表(21-1 表)；分项工程概(预)算表(21-2 表)；材料预算单价计算表(22 表)；自采材料料场价格计算表(23-1 表)；材料自办运输单位运费计算表(23-2 表)；施工机械台班单价计算表(24 表)。辅助生产人工、材料、施工机械台班单位数量表(25 表)

19. 临时工程包括电力、电信、汽车便道、便桥等，要根据工程项目所确定的施工方案和路线所经现场的实际情况，确定预制厂、沥青混合料、水泥混凝土集中拌和的拌和场，现场管理机构、施工点等的位置和范围，以此确定临时占地数量和各种临时工程数量。

20. 土石方机械选择

作业种类与筑路机械选择表

作业种类	供选择的机械种类	作业种类	供选择的机械种类
伐树、挖根	推土机、挖掘机	运输	自卸汽车、拖拉机、翻斗车
挖掘	挖掘机、松土机	摊铺、整平	推土机、平地机
装载	挖掘机、装载机	压实	轮胎式压路机、振动压路机、羊足碾
挖掘、运输	推土机、铲运机	洒水	洒水汽车

根据运输距离选择机械

机械类型	经济运距 (m)	机械类型	经济运距 (m)
推土机	0~60	装载机+自卸汽车	>600
铲运机	100~600	手扶拖拉机、翻斗车	100~500



挖掘机+自卸汽车	>600		
----------	------	--	--

21. 建安工程费计算

- (1) 确定费率标准。
- (2) 确定单价文件，包括：人工费单价的确定、材料预算单价计算、机械台班单价计算。
- (3) 直接费计算。
直接费 = Σ (人工消耗量 \times 人工单价) + Σ (材料消耗量 \times 材料预算单价) + Σ (机械台班消耗 \times 机械台班预算单价)
- (4) 设备购置费 = Σ (设备购置数量 \times 预算单价)
- (5) 措施费、企业管理费、规费、利润、税金计算。
- (6) 专项费用计算。

第二节 公路工程定额工程量计算规则

1. **清单工程量**是招标人编制工程量清单时，依据施工图纸、招标文件、技术规范确定的工程数量。
2. **合同工程量**是在公路工程发、承包活动中，发、承包双方根据合同法、招（投）标文件及有关规定，以约定的工程量清单计价方式，签订工程承包合同时确定的工程量清单中填报的工程数量，合同工程量的实质是对项目实际需完成数量的预期。合同工程量与清单工程量数量是一样的，只是二者单价取定的主体和确定原则不同而已。
3. **计量工程量**是在公路工程实施阶段按照合同约定的招（投）标文件及有关规定所确定的方法，对承包人符合上述要求的已完工程进行测量、计算、核查并确认已完工程的实际数量。

4. **支付工程量**是在公路工程实施阶段，对已完工程进行计量后，按合同约定确认进行支付的计量工程量。

5. 定额工程量与清单工程量的区别

(1) 两者的用途不同

定额工程数量主要用于各阶段的工程计价（组价），简而言之就是计价过程中使用定额时填写的工程数量，其数量需根据相应阶段的定额工程量的计算规则计算；**而清单工程量主要用于工程量清单的编制，以及工程计量、支付等方面，是按工程量清单计量规则计算。**

(2) 两者参考的计算依据不同

清单工程量的计算主要按《公路工程标准施工招标文件》中的“工程量清单计量规则”规则或是根据公路建设项目的实际情况，以现行《公路工程标准施工招标文件》中技术规范为基础补充修改的“项目专用技术规范”中的计量与支付规则确定。

(3) 两者项目划分和综合的工作内容不同

定额工程量的计算规则需根据定额的项目划分和每个定额所包含的工作内容确定。清单工程量基于清单计量规则，按照“实体、净量”的原则进行划分，体现功能单元，所包含的工作内容较为综合，往往不止一项（即一个清单项目的组价通常包括多个定额）。因此就综合程度而言，清单工程量通常大于或等于定额工程量。

(4) 两者计算口径不同

定额工程量在计算过程中考虑了一定的施工方法、施工工艺和现场实际情况，而清单工程量在计算中主要计算工程实体的净量。

(5) 两者工程量计算覆盖的范围不一致

清单工程量的计算范围通常为工程的**实体**，而定额工程量除了涉及实体工程数量的计算外，还需计算为修建实体而必须消耗的**辅助工程的工程数量**。

(6) 两者计量单位的选择不一致



清单工程量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 、kg、t 等。定额工程量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 $1000m^2$ 、 $10m^3$ 、10m 等。

第三节 工程量清单计量规则

1. 工程量清单的分类：招标工程量清单、投标工程量清单、合同工程量清单、结算工程量清单。
2. 工程量清单由说明、工程量清单表、计日工明细表、暂估价表、工程量清单汇总表组成。

第四节 工程量清单计价

1. 工程量清单计价属于项目实施阶段的造价文件编制，其组成如下：

- (1) 招（投）标工程量清单
- (2) 工程量清单预算
- (3) 合同工程量清单

合同工程量清单是指在公路工程发、承包活动中，发、承包双方根据合同法、招（投）标文件及有关规定，以约定的工程量清单计价方式，签订工程承包合同时确定的工程量清单。合同工程量清单包括拟建工程量、单价、合计及总额。

- (4) 计量与支付文件

计量与支付文件应根据合同文件、工程变更、签认的质量检验单和计量工程量等资料编制。

- (5) 工程变更费用文件

- (6) 造价管理台账

造价管理台账是指在公路工程实施阶段，总体反映公路工程自初步设计至工程竣工过程中的造价变化、工程变更、合同支付以及预估决算等造价管理动态信息的台账式文件。

工程实施阶段，建设单位应组织编制造价管理台账。造价管理台账是合理控制工程投资的有效手段，其内容应反映公路工程建设项目实施期工程投资动态变化的总体情况。

造价管理台账应根据批准的初步设计概算、施工图预算、合同价、工程变更、投资进度及其他相关的造价管理信息等资料编制，并动态更新。

2. 基础标价的构成

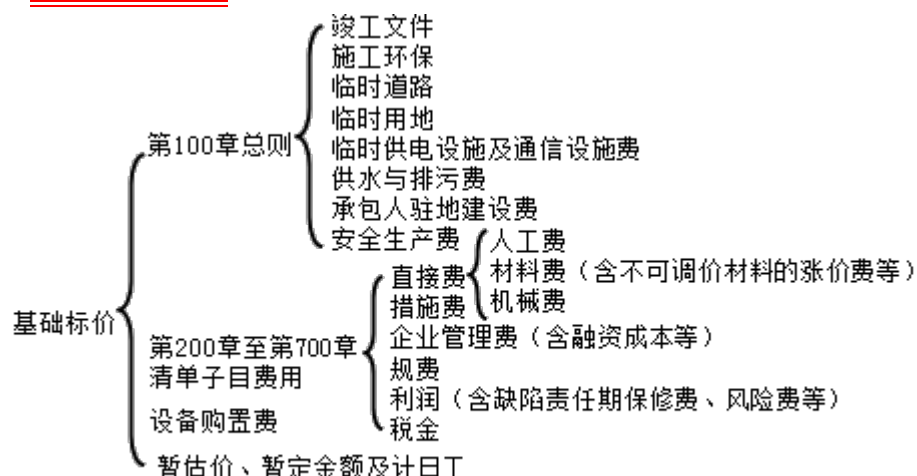


图7.4.2 基础标价的构成

3. 投标报价的盈亏分析

低价 = 基础标价 - (挖潜盈余 × 修正系数)

高价 = 基础标价 + (估计亏损 × 修正系数)