

第一章 绪论

知识点 1：公路工程建设项目的划分

- 1.按建设规模划分：对于公路建设项目，新、扩建的国防、边防和跨省干线长度 $>200\text{km}$ 以及独立公路大桥长度 $>1000\text{m}$ 的，为大、中型项目；新、改建公路长度 200km 以下；长度虽超过 200km ，但总投资不足 1000 万元及独立公路大桥长度 1km 以下，为小型项目。
- 2.按技术等级划分分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路五个等级。
- 3.按公路的行政隶属关系，分为国道、省道、县道、乡道、村道和专用。
- 4.公路按经济性质，分为经营性公路和非经营性公路。

知识点 2：公路工程设计

- 1.一阶段设计：一阶段设计即一阶段施工图设计。
- 2.两阶段设计：即初步设计和施工图设计两个阶段。初步设计文件一经主管部门批准，其概算就是建设项目投资的最高限额，不得随意突破。
- 3.三阶段设计：即在初步设计和施工图设计之间，增加一个设计阶段，称为技术设计。技术设计文件一经批准，其修正概算就是建设项目投资的最高限额，不得随意突破。

知识点 3：各阶段公路工程造价的监督内容及程序

- 1.项目建设前期造价监督内容及程序：经批准的概算是基本建设项目投资的最高限额，若概算突破批准的投资估算 10% 时，应修编可行性研究报告并报请原批准部门重新审批。
- 2.项目实施阶段造价监督是指项目开工后至交工验收前有关工程造价的监督管理。
- 3.项目决算阶段造价监督内容及程序：工程决算是建设项目竣工验收工作的重要组成部分。未编制工程决算的建设项目，不得组织竣工验收。

第二章 工程地质、水文与气象

知识点 1：岩石的工程地质性质

- 1.自然界有各种各样的岩石，按成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。
- 2.岩石的工程地质性质包括物理性质、水理性质和力学性质三个主要方面。

- 3.岩石的物理性质：密度、相对密度、孔隙率等。
- 4.岩石的水理性质：吸水性、透水性、溶解性、软化性和抗冻性。
- 5.岩石的力学性质：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、抗剪强度、抗切强度）和岩石的变形指标（弹性模量、变形模量、泊松比）。

知识点 2：土的分类

1.土分类总体系

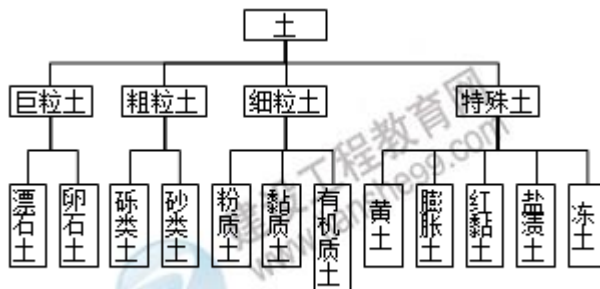


图2.1.1 土分类总体系

2.粒组划分表

粒 组 划 分 表 表 2.1.1

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

知识点 3：不良地质和特殊性岩土

- 1.崩塌的防治：（1）清除坡面危石。（2）坡面加固。（3）危岩支顶。（4）拦截防御。（5）调整水流。
- 2.影响滑坡的因素：岩性；构造；水；地震。（地震是激发滑坡发生的重要因素）
- 3.典型的泥石流流域，一般可以分为形成、流通和堆积三个动态区。
- 4.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、上游有强大的暴雨或冰雪强烈消融等形成的充沛水源。
- 5.泥石流的发育特点：区域性和间歇性。
- 6.软土、黄土（有 6 项特征，其中湿陷性为 2019 年考点）、膨胀土、盐渍土的特性。

知识点 4：水文的基本概念

- 1.地表流水可分为暂时流水和经常流水两类。暂时流水是一种季节性、间歇性流
- 建设工程教育网（www.jianshe99.com），正保远程教育旗下品牌网站

水，它主要以大气降水以及积雪冰川融化为水源，所以一年中有时有水，有时干枯。

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。

3.侧蚀作用：侧蚀作用是山区公路水毁的重要动因。

第三章 工程构造

知识点 1：排水工程

1.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。

2.当路基挖方上侧山坡汇水面积较大时，应于挖方坡顶 5m 以外设置截水沟。

3.边沟、截水沟、取土坑或路基附近的积水，均可采用排水沟排至桥涵或路基以外的洼地或天然河沟。排水沟距路基坡脚不宜小于 2m。高速公路取土场边缘与路基的距离原则上应不小于 30m。

4.截水沟长度一般不宜超过 500m，超过 500m 时应设置出水口将水引入河沟，平、纵转角处应设曲线连接，沟底纵坡应不小于 0.3%。当流速大于土壤容许冲刷的流速时，应对沟面采取加固措施或设法减小沟底纵坡。

知识点 2：防护与加固工程

1.路基防护与加固工程，按其作用不同，可以分为坡面防护、沿河路基防护和支挡构造物等。

2.坡面防护包括植物防护和工程防护。防护工程应按照“安全稳定、植物防护为主、圬工防护为辅”的原则实施。

3.沿河路基防护：直接防护措施；间接防护措施。

4.支挡构造物：普通重力式挡土墙；衡重式挡土墙；加筋土挡土墙；锚杆挡土墙；锚定板挡土墙；钢筋混凝土悬臂式与扶壁式挡土墙；护肩及砌石；垒石、填石、石垛。

知识点 3：路面工程的组成

1.路面工程作为“单位工程”，按照一定的长度可划分为多个“分部工程”，包括路面结构（垫层、基层、面层）、结构层处治措施（封层、透层、黏层）、中

中央分隔带、路面排水、路缘石、路肩等分项工程。

2.为保障高速公路、一级公路高速行车安全，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。

3.刚性路面在荷载作用下的弯沉变形极小，路面的破坏取决于荷载作用下所产生的疲劳弯拉应力。刚性路面主要指水泥混凝土路面。

知识点 4：隧道主体建筑物

1.隧道主体建筑物包括洞口和洞身。

2.洞口工程是隧道出入口部分的建筑物，包括洞门、洞口通风及排水设施、边仰坡支挡构造物和引道等。

3.洞身是隧道工程的主要组成部分，按其所处地形、地质条件及施工方法的不同，分为隧道洞身、明洞洞身和棚洞洞身。

知识点 5：隧道附属建筑物

1.隧道的防水排水要求为拱部不滴水，边墙不漏水，路面不冒水、不积水，设备箱洞处不渗水，冻害地区隧道衬砌背后不积水、排水沟不冻结。

2.对于能通视、交通量较小和行人密度不大的短隧道，可以不设白天照明设施。但长度超过100m的高速公路及一、二级公路的隧道，则仍应设置白天照明设施。

3.救援设施包括避人洞及行人横洞和行车横洞。

4.辅助坑道有横洞、竖井、斜井和平行导坑几种形式。

知识点 6：桥梁的组成及分类

1.桥梁主要由上部构造、下部构造、基础和调治构造物等四大部分组成。

2.按桥梁结构类型分类：梁式桥、拱式桥、刚构桥、悬索桥、组合体系桥。

3.桥梁工程中常用的技术术语：（1）设计洪水位；（2）计算跨径；（3）净跨径；（4）总跨径；（5）标准跨径；（6）桥梁全长（总长度）；（7）桥梁多孔跨径总长；（8）桥梁净空；（9）建筑高度；（10）矢跨比；（11）设计荷载。

4.桥面的宽度、桥上的净空高度（高速公路、一级公路和二级公路应为5.0m，三、四级公路应为4.5m）。

知识点 7：立体交叉

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.互通式立体交叉的基本形式根据交叉处车流轨迹线的交叉方式和几何形状的不同，又可分为部分互通式、弯曲互通式和环形立体交叉三种。
- 4.立体交叉还可以按以下几种方式分类。
 - (1)按几何形状分类，分为T形立体交叉、Y形立体交叉、十字形立体交叉等。
 - (2)按交汇道路的条数分类，分为三路立体交叉、四路立体交叉、多路立体交叉等。
 - (3)按层数分类，分为双层式立体交叉、三层式立体交叉、多层式立体交叉等。
 - (4)按用途分类，分为公路立体交叉、城市道路立体交叉、铁路立体交叉、人行立体交叉等。

第四章 工程材料与工程机械

知识点 1：砂石

- 1.天然石材主要有花岗岩、石灰岩、砂岩、大理岩等，公路工程中用的主要有粗料石、细料石和片、块石等。
- 2.碎石一般采用花岗岩、砂岩、石英岩、玄武岩等，经人工或机械破碎而成。
- 3.在编制定额时，对于天然砂、天然净砂、净干砂的概念不得混淆。
- 4.天然砂系指从砂坑开采的未经加工(过筛)而运至施工现场的砂，含有少量的泥土、石子、杂质和水分。
- 5.天然净砂系指将天然砂过筛后，筛掉石子、杂质含量的砂。
- 6.净干砂系指将天然净砂经过烘干后的砂。
- 7.砂的密度一般为 $2.6 \sim 2.7 \text{g/cm}^3$ ；干燥状态下的堆密度一般约为 1500kg/m^3 ；处于干燥状态下的空隙率一般为 $35\% \sim 45\%$ 。

知识点 2：混凝土

- 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：减水剂；早强剂；引气剂；膨胀剂；速凝剂；缓凝剂。
- 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。

知识点 3：土石方机械

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料、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。

第五章 公路工程施工组织与施工技术

知识点 1：路基施工技术

1.土方路堑开挖方法（横向挖掘法、纵向挖掘法或混合式挖掘法）、石方路堑开挖方式（钻爆、机械、静态破碎）。

2.爆破：炮眼布置在整体爆破时采用“梅花形”或“方格形”，预裂爆破时采用“一字形”。

3.钻爆开挖：薄层开挖、分层（梯段）开挖、全断面一次开挖和特高梯段开挖等。

4.综合爆破施工技术：用药量 1t 以下为中小炮，1t 以上为大炮。一般包括小炮和

洞室炮两大类。

5.常用爆破方法（掌握定义）：光面爆破、预裂爆破、微差爆破、定向爆破。

知识点 2：坡面排水

1.边沟应分段设置出水口，多雨地区梯形边沟每段长度不宜超过 300m，三角形边沟不宜超过 200m。

2.排水沟长度不宜过长，通常不超过 500m。

3.暗沟沿沟槽底每隔 10~15m 或在软硬岩层分界处应设置沉降缝和伸缩缝。

4.渗沟有填石渗沟、管式渗沟和洞式渗沟，三种渗沟均应设置排水层（或管、洞）、反滤层和封闭层。

知识点 3：路面工程

1.厂拌法：摊铺时混合料的含水率宜高于最佳含水率 1%~2%（石灰类）。

3.沥青稳定类基层又称柔性基层，包括热拌沥青碎石、贯入式沥青碎石、乳化沥青碎石混合料基层等。

4.沥青稳定类基层配合比设计：目标配合比设计阶段、生产配合比设计阶段、生产配合比验证阶段。

5.沥青混合料的分层压实厚度不得大于 10cm。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。

6.透层：在基层上浇洒乳化沥青、煤沥青或液体沥青；一般要求透入深度 0.5~1cm；在铺筑沥青层前 1~2 天；一次均匀洒布透层。

7.黏层：用快裂或中裂乳化沥青、改性乳化沥青，也可采用快、中凝液体石油沥青；当天洒布完成。

8.封层可分为上封层和下封层。下封层的厚度不宜小于 6mm。

知识点 4：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。

2.小净距隧道：“先治水、短开挖、弱爆破、强支护、早衬砌、勤检查、稳前进”。

3.连拱隧道：“弱爆破、短进尺、少扰动、强支护、勤量测、紧封闭”的原则。

4.隧道支护

超前支护：超前锚杆、插板、超前小导管、管棚及围岩预注浆加固；

衬砌：喷射混凝土、二次衬砌。

5.安全步距

(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。

6.隧道防排水：防、截、排、堵相结合，因地制宜、综合治理的原则。

知识点 5：大跨径桥梁施工

1.斜拉桥主要由索塔、主梁、斜拉索组成。

2.裸塔施工宜用爬模法。横梁较多的高塔宜用劲性骨架挂模提升法。

3.裸塔现浇施工的方法主要包括：翻模法、滑模法、爬模法。

4.主梁可分为：混凝土主梁、钢主梁、钢-混凝土组合梁。

5.拉索按材料和制作方式的不同可分为以下形式：平行钢筋索、平行（半平行）钢丝绳索、平行（半平行）钢绞线索、单股钢绞索、封闭式钢索。

6.锚碇是悬索桥的主要承重构件，主要抵抗来自主索的拉力，并传递给地基基础，按受力形式的不同可分为重力式锚碇、隧道式锚碇和岩锚等。

7.塔顶钢框架的安装必须在索塔上系梁施工完毕后方能进行。索塔完工后，须测定裸塔倾斜度、跨距和塔顶高程，作为主索线形计算调整的依据。

第六章 公路养护工程技术

知识点 1：路基养护

1.路基病害可分为路肩病害、路堤与路床病害、边坡病害、防护及支挡结构物病害、排水设施病害五大类，具体可分为路肩边沟不洁、路肩损坏、边坡坍塌、水沟冲毁、路基构造物破坏、路缘石缺损、路基沉降、排水系统淤塞八种。

2.边坡养护处治的主要病害包括滑坡、局部坍塌、表层剥落、冲刷、水毁等。

3.支挡构筑物病害形式按损坏程度可分为表观损坏、局部损坏、功能性损坏、结构失效。

4.对排水暗管进行疏通、改建等养护处治时，应符合下列规定：

(1) 暗管堵塞时，宜采用刮擦法、冲洗法、真空吸附法等方法进行疏通。

(2) 暗管排水进出口应定期清除杂草和淤积物。检查井和竖井式暗管门应盖严，

发现损坏或丢失应及时换补。

(3)暗管排水量达不到排水要求时应进行改建,暗管的直径应根据排水量确定。

(4)当边沟排水暗管由于边坡位移等原因发生变形开裂时,应及时采取加固或更换措施。

知识点 2: 路面养护措施

1.沥青路面养护措施包括病害处治技术、封层技术、功能性罩面技术、结构性补强技术等。

2.水泥路面养护技术包括路面破损处理技术(裂缝维修、板块脱空处治、唧泥处理等)、路面改善技术(表面功能恢复、路面加铺层等)、路面修复技术(面板翻修、路段修复等)、预制块路面养护与维修技术(局部损坏维修、路面翻修等)。

第七章 公路工程计量与计价

知识点 1: 公路工程造价依据

1.费用组成是对造价总金额按建筑安装工程费、土地征用及拆迁补偿费、工程建设其他费、预备费和建设期贷款利息五部分进行分解,同时规定每一部分的具体内容。

2.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。

3.以预算定额为例,将定额划分为九章,分别为路基工程、路面工程、隧道工程、桥涵工程、交通工程及沿线设施、绿化及环境保护工程、临时工程、材料采集及加工、材料运输。

4.估算指标是一种比概算定额、预算定额更综合、更扩大,适用于建设项目前期工作阶段估算工程投资的计价依据。

5.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。

知识点 2: 建筑安装工程费

1.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。

2.直接费是指施工过程中耗费的构成工程实体和有助于工程形成的各项费用,包括人工费、材料费、施工机械使用费。

3.人工费是指列入概算、预算定额或估算指标的直接从事建筑安装工程施工的生

产工人开支的各项费用。

4.材料预算价格由材料原价、运杂费、场外运输损耗、采购及仓库保管费组成。

5.机械台班单价由不变费用和可变费用组成。不变费用包括折旧费、检修费、维护费、安拆辅助费等；可变费用包括机上人员人工费、动力燃料费、车船税。

6.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。

7.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。

8.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。

9.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：企业按规定缴纳的城市维护建设税、教育费附加、地方教育附加、房产税、车船使用税、土地使用税、印花税等。（14）其他。

10.专项费用包括施工场地建设费和安全生产费。

知识点 3：工程建设其他费

1.工程建设其他费包含建设项目管理费、研究试验费、建设项目的期工作费、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。

2.建设项目的管理费包含建设单位（业主）管理费、建设项目的信息化费、工程监理费、设计文件审查费、竣（交）工验收试验检测费。

3.建设项目的信息化费是指建设单位（业主）和各参建单位用于建设项目的质量、安全、进度、费用等方面的信息化建设、运维及各种税费等费用，包括建设项目的全寿命周期的建筑信息模型等相关费用。

4.研究试验费不包括：（1）应由期工作费（为建设项目的提供或验证设计数据、资料等专题研究）开支的项目。（2）应由科技三项费用（即新产品试制费、中间试验费和重要科学研究补助费）开支的项目。（3）应由施工辅助费开支的施工作业企业对建筑材料、构件和建筑物进行一般鉴定、检查所发生的费用及技术革新

研究试验费。

5.建设前期工作费指委托勘察设计、咨询单位对建设项目进行可行性研究、工程勘察设计、专项设计等，按规定应支付的费用。建设前期工作费以定额建筑安装工程费为基数，分段选用费率，以累进办法计算。

6.联合试运转费包括联合试运转期间所需的材料、燃料和动力的消耗，机械和检测设备使用费，工具用具和低值易耗品费，参加联合试运转的人员工资及其他费用等。

7.生产准备费系指为保证新建、改（扩）建项目交付使用后满足正常的运行、管理发生的工器具购置、办公和生活用家具购置、生产人员培训、应急保通设备购置等费用。

知识点 4：工程量清单计价的概念

1.工程量清单计价活动涵盖施工招（投）标、合同管理，以及交工结算全过程，主要包括编制招标工程量清单、工程量清单预算、投标报价、确定合同价，进行工程计量与价款支付、合同价款的调整以及工程变更等一系列活动。

2.招标工程量清单是投标人编制投标工程量清单、进行投标报价的依据。

3.根据工程管理的实际，工程变更费用文件可采用工程量清单形式或施工图预算形式编制。

4.采用施工图预算形式编制的工程变更费用文件，应依据现行《公路建设工程项目概算预算编制办法》，采用公路工程预算定额及相应的补充造价依据编制。

5.采用工程量清单形式编制的工程变更费用文件，应依据合同约定编制。

6.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。

7.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，其内容应反映公路建设工程项目实施期工程投资动态变化的总体情况。

8.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。