- 工程构造
  - 公路的基本组成
    - 结构组成
      - 平面线形
      - 纵面线形
    - 线形组成
  - 路基工程的组成、分类及构造
    - 路基的基本要求（足强够稳够水稳）
      - 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
    - 路基工程的组成
      - 路基本体
        - 路堤
          - 上路床 — 路面以下0.3m
          - 下路床 — 上路床以下0.5m
          - 上路堤 — 下路床以下0.7m
          - 下路堤
        - 路堑 — 低于原路面，由开挖所形成的路基。
        - 半填半挖路基 — 一部分路基由填筑而成，另一部分路基由开挖形成的路基结构。
      - 排水设施
        - 地表排水设施
          - 边沟 — 于路基挖方地段和高度小于边沟深度的填方地段。
          - 截水沟
            - 应于挖方坡顶5m以外设置截水沟。
            - 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%。
          - 排水沟 — 排水沟距路基坡脚不宜小于2m。高速公路取土坑边缘与路基的距离原则上应不小于30m。
          - 跌水和急流槽 — 跌水与急流槽设于水沟通过陡坡地段
          - 蒸发池 — 与路基边沟距离不应小于5m，面积较大的蒸发池应不小于20m。高速公路蒸发池距离路基原则上应不小于30m，且必须设置梯形盖板。
        - 地下排水设施
          - 明沟、暗沟、排水槽、暗管 — 高等级公路的中央分隔带也需要采用纵向、横向的暗沟及暗管将集水排出路基之外。
          - 渗沟 — 填石渗沟（盲沟）、管式渗沟和洞式渗沟
          - 渗井 — 将地表水或地下水经渗井通过不透水层流入下层透水层中排出，以疏干路基。
          - 隔离层 — 隔离层应设在最高地下水位之上，同时应高出边沟水位0.2m
      - 防护设施
        - 坡面防护
          - 植物防护 — 包括种草、铺草皮、植树等
          - 网格防护 — 可采用混凝土、浆砌片（块）石、卵（砾）石等做骨架，网格内宜采用植物防护或其他辅助防护措施。
          - 封面防护 — 包括抹面、捶面、喷浆、喷射混凝土等形式。
          - 勾缝防护 — 是防止雨水沿裂缝侵入岩层内部而造成病害的一种有效方法。
          - 护面墙 — 除自重外不承受墙后的侧压力，故被防护的挖方边坡不宜陡于1：0.5
        - 冲刷防护
          - 直接防护 — 加固岸坡：砌石防护、抛石防护和石笼防护
          - 间接防护 — 采用导流构造物以改变水流性质：有丁坝和顺坝两种。
      - 加固工程
      - 附属设施
      - 特殊路基及不良地质处理工程
    - 路基的分类
      - 路基标准横断面
        - 高速公路、一级公路的路基标准横断面
          - 整体式 — 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 — 由车道、路肩（右侧硬路肩、左侧硬路肩、土路肩）等部分组成。
        - 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。
      - 车道
        - 变速车道 — 加速车道和减速车道统称为变速车道。
        - 爬坡车道 — 爬坡车道的宽度应为3.5m，紧靠车道的外侧设置
        - 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。
        - 错车道 — 设错车道路段的公路宽度不应小于6.50m，错车道的有效长度不应小于20m。为了便于错车车辆的驶入，在错车道的两端应设不小于10m的过渡段。
        - 平曲线加宽 — 对于平曲线半径≤250m时，平曲线路段的行车道部分和路基都应给予加宽。
    - 挖方路基及填方路基
      - 挖方路基
        - 挖方路基典型断面
          - 直线形边坡 — 适用于边坡为均质的岩土，且路基开挖不深的路段
          - 折线形边坡 — 适用于上部分边坡为土质覆盖层，下部分边坡为岩石的路段
          - 挡土墙 — 适用于当路基挖方为软弱土质、易风化岩层时，需要采取挡土墙或护面墙等支挡措施，以确保坡面稳定
          - 台阶型 — 适用于边坡由多层土质组成且边坡较高的路段。边坡平台设为2%～4%向内侧倾斜的排水坡度，平台宽度不小于2m。
        - 路堑边坡
          - 土质路堑边坡 — 砂类土、细粒土的挖方边坡高度不超过20m，粗粒土挖方边坡高度不超过20～30m。
          - 岩石路堑边坡
      - 填方路基
        - 填方路基典型断面
          - 低路堤 — 当填筑高度小于路基临界高度或小于1.0m
          - 一般路堤 — 填筑高度大于路基临界高度或未超过6～8m
        - 路基土石分类 — 土、石分类的主要因素是“爆破与否”，需要爆破的称石方，不需要爆破的称土方。
    - 排水工程
      - 基本要求 — 水是危害公路的主要自然因素
      - 地表排水设施
        - 边沟 — 设于路基挖方地段和高度小于边沟深度的填方地段
        - 截水沟
          - 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
          - 截水沟长度一般不宜超过500m
        - 排水沟 — 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。
        - 跌水与急流槽 — 一般应设置跌水井等消能设施
        - 蒸发池
          - 取土坑作蒸发池时，与路基边沟距离不应小于5m，面积较大的蒸发池应不小于20m。
          - 高速公路蒸发池距离路基原则上应不小于30m，且必须设置梯形盖板。
        - 油水分离池
      - 地下排水设施
        - 明沟、暗沟、排水槽、暗管
          - 当地下水位高、潜水层埋藏不深时，可采用明沟或排水槽
          - 为排除泉水或地下集中水流，可采用暗沟或暗管
        - 渗沟、渗井 — 为降低地下水或拦截地下含水层中的水流可设置渗沟
        - 隔离层 — 隔离层应设在最高地下水位之上，同时应高出边沟水位0.2m
    - 防护及加固工程
      - 坡面防护
        - 植物防护 — 是一种施工简单、费用经济、效果较好的坡面防护措施
        - 工程防护
          - 坡面处治
            - 高度小于20m的石质边坡，防护时宜选用主动柔性防护形式
            - 高度大于20m的石质边坡，防护时宜选用被动柔性防护形式
            - 土高边坡应按“多台阶、陡边坡、宽平台、固坡脚”的原则进行防护
            - 土高边坡应按“多台阶、陡边坡、宽平台、固坡脚”的原则进行防护
          - 护坡及护面墙
            - 护坡有满铺式、条式及网格式等多种铺筑形式
            - 为使墙面美化，亦可采用拱形
      - 沿河路基防护
        - 直接防护措施 — 石笼可做成多种形式，常见的为箱形、扁长形及圆柱形等。
        - 间接防护措施 — 设置顺坝、丁坝等导治构造物时应注意坝身、坝头、坝根及坝基的冲刷
      - 支挡构造物
      - 改移河道
    - 特殊路基处理
  - 路面工程的组成、分类及构造
    - 路面6个基本要求
      - 具有足够的强度
      - 具有足够的稳定性
      - 具有足够的平整度
      - 具有足够的抗滑性
      - 具有尽可能低的扬尘性
      - 具有足够的防水性
    - 路面工程的组成
      - 路面结构
        - 面层 — 直接承受车轮荷载反复作用和自然因素影响的结构层
        - 基层 — 起主要承重作用的层次
        - 垫层 — 起排水、隔水、防冻、防污等作用
    - 路面的分类
      - 按面层结构分类
        - 沥青路面 — 如沥青混凝土路面、沥青贯入式路面、沥青表面处治路面等。
        - 水泥混凝土路面 — 普通混凝土路面、钢筋混凝土路面、连续配筋混凝土路面、预应力混凝土路面、钢纤维混凝土路面和碾压混凝土路面等。
        - 碎、砾石路面 — 泥（灰）结碎石路面、级配碎石路面、级配砾石路面及天然砂砾路面、粒料改善土路面等。
      - 按路面力学特征分类
        - 柔性路面 — 路面的破坏取决于荷载作用下产生的极限垂直变形和弯拉应力。
        - 刚性路面 — 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。
        - 半刚性路面
    - 沥青路面
      - 沥青面层材料
        - 沥青品种 — 道路石油沥青、改性沥青、乳化沥青、煤沥青、液体石油沥青等。
        - 粗集料 — 包括碎石、破碎砾石、筛选砾石、矿渣等。
        - 细集料 — 可采用天然砂、机制砂及石屑
        - 填料（矿粉） — 宜采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉
      - 沥青混合料分类
        - 材料及结构
          - 连续级配沥青混合料
          - 间断级配沥青混合料
        - 矿料级配组成及空隙率大小
          - 密级配沥青混合料 — 空隙率3%～6%
          - 半开级配沥青混合料 — 空隙率6%～12%
          - 开级配沥青混合料 — 排水式、空隙率18%以上
        - 公称最大粒径的大小
          - 特粗式沥青混合料 — 公称最大粒径大于或等于31.5mm
          - 粗粒式沥青混合料 — 公称最大粒径为26.5mm
          - 中粒式沥青混合料 — 公称最大粒径为16mm或19mm
          - 细粒式沥青混合料 — 公称最大粒径为9.5mm或13.2mm
          - 砂粒式沥青混合料 — 公称最大粒径小于9.5mm
        - 制造工艺
          - 热拌沥青混合料
          - 冷拌沥青混合料
          - 再生沥青混合料
        - 沥青碎石
空隙率、集料最大粒径、添加矿粉数量的多少
          - 密级配沥青碎石（ATB）
          - 开级配沥青碎石（OGFC表面层及ATPB基层）
          - 半开级配沥青碎石（AM）
      - 沥青面层处置路面 — 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。
      - 沥青贯入式路面 — 沥青贯入式面层之下应做下封层。
      - 热拌沥青混合料路面 — 黏结力是沥青混凝土强度构成的重要因素，而骨架的摩阻力和嵌挤作用仅占次要地位
      - 乳化沥青碎石混合料路面 — 在多雨潮湿地区必须做上封层或下封层。
      - 透层、封层、黏层
        - 黏层
          - 双层或三层式热拌热铺沥青混合料路面的沥青层之间
          - 水泥混凝土路面、沥青稳定碎石基层或旧沥青路面层加铺沥青面层
          - 路缘石、雨水口、检查井等构造物与新铺沥青混合料接触的侧面
        - 封层
          - 上封层
            - 沥青面层的空隙较大，透水严重
            - 有裂缝或已修补的旧沥青路面
            - 需加铺磨耗层改善抗滑性能的旧沥青路面
            - 需铺筑磨耗层或保护层的新建沥青路面
          - 下封层
            - 位于多雨地区且沥青面层空隙率较大，渗水严重
            - 在铺筑基层后，不能及时铺筑沥青面层，且须开放交通
    - 水泥混凝土路面
      - 路基 — 要求路基应处于干燥或中湿状态
      - 基层与垫层
        - 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）
        - 50cm（采用轨模式摊铺机施工）
        - 65cm（采用滑模式摊铺机施工）
      - 混凝土面板 — 最小厚度为18cm
      - 接缝设计
        - 纵缝
          - 一次铺筑宽度≥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≤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.
        - 横缝
          - 横向缩缝 — 在特重交通的公路上，横向缩缝宜加设传力杆
          - 胀缝 — 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
          - 横向施工缝 — 其位置宜设在胀缝或缩缝处。
    - 路面排水设施
  - 隧道工程的分类、组成及构造
    - 隧道的分类
      - 所处的位置不同 — 山岭隧道、水下隧道（河底和海底）以及城市隧道
      - 横断面形状 — 圆形、椭圆形、马蹄形、连拱形
      - 用途 — 交通隧道（公路隧道、铁路隧道、城市地铁、人行隧道等）和运输隧道（输水隧道、输气隧道、输液隧道等）
    - 隧道的位置选择与线性要求
      - 特长隧道 — L＞3000
      - 长隧道 — 1000＜L≤3000
      - 中隧道 — 500＜L≤1000
      - 短隧道 — L≤500
    - 隧道的横断面 — 主要是指隧道的净空断面，即衬砌内轮廓线所包围的空间，也称为内轮廓限界
    - 隧道主体建筑物
      - 洞口 — 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。
      - 洞身
        - 隧道洞身
          - 地质条件
            - 承载衬砌 — 一般由拱顶、边墙和仰拱（无仰拱时做铺底）组成。边墙根据水平压力的大小可做成直墙式或曲墙式。
            - 构造衬砌 — 在围岩压力很小，但为了防止岩石局部松动塌落和防止岩石风化而建造的衬砌，无须进行受力计算
            - 装饰衬砌 — 系在山体岩石整体性很好，且在III级围岩（I～III级围岩）以上时，为防止表面岩石风化而做的衬砌
          - 功能
            - 整体式衬砌
            - 复合式衬砌 — 通常适用于IV级及以下的软弱破碎围岩
        - 明洞洞身
          - 明洞拱圈外模拆除、拱圈混凝土达到设计强度的50%后，应及时按设计规范要求施作防水层及拱脚纵向排水沟、环向盲沟
          - 防水板应向隧道内延伸不小于0.5m，并与暗洞防水板连接良好
        - 棚洞洞身 — 当棚洞立柱的基础置于路面3m以下时，立柱可在路基平面处加设纵撑和横撑。
    - 隧道附属建筑物
      - 防水排水系统 — “防、截、排、堵”综合治理
      - 通风、照明与供电系统 — 采用机械通风时，常采用纵向通风形式，配以射流风机，并按正常通风量的50%配置备用通风机。
      - 隧道运营管理设施 — 救援设施包括避人洞及行人横洞和行车横洞
      - 辅助坑道 — 辅助坑道有横洞、竖井、斜井和平行导坑几种形式。
    - 隧道洞内路面 — 公路隧道洞内行车道路面宜采用水泥混凝土路面
    - 隧道防水与排水 — 洞口和明洞顶，应设置截水沟、排水沟等排水设施
    - 隧道照明与通风、供电
      - 隧道照明 — 停车处的亮度应按基本照明亮度的1.5～2倍设计确定。
      - 隧道通风 — 有机械通风和自然通风两种。
    - 隧道通风设施
    - 隧道救援及消防设施
    - 隧道装饰
  - 桥涵工程的组成、分类及构造
    - 桥梁的组成、分类及构造
      - 桥梁的组成
        - 上部结构 — 承重结构、桥面部分、人行道三部分
        - 下部结构 — 包括桥台和桥墩或索塔
        - 基础 — 有扩大基础、桩基础和沉井基础等不同的结构
        - 调制构造物
        - 桥梁分部分项工程
      - 桥梁的分类
        - 按建设规模（表3-1）
        - 按桥梁结构类型（表3-2）
        - 按用途
        - 按主要承重结构
        - 按跨越障碍物性质
        - 按上部结构行车道所处的位置 — 有上行式、中承式、下承式
      - 桥梁工程中常用的技术术语（表3-3）
    - 涵洞的组成及分类
      - 涵洞的组成与分类
        - 涵洞由洞身、洞口建筑、基础和附属工程组成
        - 分类（表3-4）
      - 涵洞的设计
        - 凡路线与一条明显沟形的干沟、小溪相交，且上游汇水面积大于0.1km2时，应设置涵洞
        - 一般每隔200～400m，设置一道涵洞，以排除路基内侧边沟雨水
        - 涵身一般每隔4～6m设沉降缝一道
    - 桥梁结构形式选择
      - 上部结构的选型（表3-5）
      - 墩台的选型 — 公路桥梁中的墩台形式，分为重力式和轻型两大类，前者依靠自身的质量来平衡外力的作用而保持其稳定。
      - 基础的选型
        - 地基的持力层埋深≤5.0m — 一般选用天然地基上的浅基础，即石砌或混凝土圬工
        - 地基承载力不足，而各土层的摩阻力和桩尖土的承载力能够承受由桩传来的上部荷载 — 选用摩擦桩，否则应将桩尖嵌入岩层，使之成为柱桩
        - 上部荷载特别大，而地基承载力又不足，覆盖层虽不太深，但明挖基坑工作困难 — 采用沉井基础
    - 桥梁基础
      - 扩大基础 — 若上部为超静定结构的桥梁，而地基为冻胀性土时，则基础的基底应埋入冻结线以下不小于25cm处。
      - 桩基础（表3-6）
      - 沉井基础 — 但其顶面应高出刃脚根部（即刃脚斜面的顶点处）不小于50cm。
      - 地下连续墙基础及组合基础 — 地下连续墙按槽孔形式可分为壁板式、桩排式和组合式。
      - 围堰 — 围堰的顶高宜高出施工期间最高水位（包括浪高）50～70cm。
    - 桥梁下部结构
      - 埋置式桥台 — （1）肋形埋置式桥台（2）框架式埋置式桥台（3）后倾式埋置式桥台（4）双柱式埋置式桥台
      - 空心墩 — 当墩高超过30m时，宜选用塔吊作材料提升设备；当墩高超过40m时，宜设置施工电梯
    - 桥梁上部结构
      - 板式桥的上部构造
        - 矩形板上部构造（表3-7）
        - 空心板上部构造
          - 后张法适宜于配置曲线预应力筋的大型预制构件。
          - 待混凝土达到了规定的强度（不得低于设计强度的70%）时，逐渐将预应力筋放松。
      - 梁式桥的上部构造
        - 主梁由梁肋、横隔梁（横隔板）、行车道板（T形梁为翼板）组成
        - 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。
      - 预应力斜拉桥的上部构造
        - 索塔
        - 斜索 — ①辐射形斜拉索②竖琴形斜拉索③扇形斜拉索
        - 主梁 — 分为悬浮、支承、塔梁固结和刚构四种体系
      - 悬索桥的上部构造 — 悬索桥的跨越能力是目前所有桥梁体系中最大的
  - 交叉工程的组成、分类及构造
    - 平面交叉
      - 十字形 — 具有形式简单、交通组织方便、外形整洁、行车视线好等特点。
      - X形 — 一方面，交叉口太小会导致行车视距不良，对交通安全和交通组织不利；另一方面，交叉口太小会增加交叉面积，从而增加通行时间而降低通行能力。
    - 立体交叉（表3-8）
  - 交通工程及沿线设施的组成及构造
    - 公路设施的主要内容 — 包括交通安全设施、服务设施和管理设施三种
    - 交通安全设施
      - 交通标志（表3-9）
      - 交通标线 — 按功能可分为指示标线、禁止标线和警告标线三类。【指示禁止警告】
      - 安全护栏（表3-10）
      - 隔离栅 — 隔离栅的高度主要以成人高度为参考标准，其取值范围在1.50～2.10m。在城市及其郊区人口密度较大的路段，特别是青少年较为集中的地方，如学校、运动场、体育馆、影（剧）院等处，隔离栅高度应取上限。
      - 防眩设施
      - 视线诱导设施 — 按功能可分为：轮廓标、分流、合流诱导标、指示性或警告性线形诱导标三类。
      - 避险车道 — 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
      - 其他交通安全设施（表3-11）
    - 服务设施
    - 管理设施
      - 监控设施 — ①信息采集。②信息的分析处理功能。③信息提供功能。
      - 收费设施 — 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”），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、全自动收费三种收费方式。
      - 通信设施 — 道路照明是防止夜间交通事故最为有效的手段之一。
  - 绿化工程及环境保护
    - 公路绿化工程
      - 路堤边坡防护绿化
        - 一种用硬质材料（混凝土、石料）砌成圆窗形网格，空格中种草，这种方式可大大减少雨水对边坡的冲刷，增强固坡能力，但投资较大，常用于坡度较陡的路段
        - 另一种是对边坡全栽植物，不做硬化处理，常用于普通路段或坡度小、路基低的路段
      - 行道树种植绿化 — 高路堤路段栽植高大乔木，低路堤路段栽植中小乔木或大灌木。
    - 生态环境保护 — 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