第四章 工程材料与工程机械

- 工程主要材料的分类
  - 按材料来源分
    - 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。
    - 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。
  - 按所起作用分
    - 主要材料：主要是指公路基本建设工程中使用的构成产品或工程实体的各种量大或昂贵的材料，如钢材、水泥、石油沥青、石灰、砂、石料等
    - 次要材料：主要是指相对于主要材料而言用量较少的各种材料，如电焊条、铁钉、铁丝等。
    - 周转性材料：主要是指在施工生产作业过程中，可以反复多次地周转使用的材料，如模板、脚手架、支架、拱盔、钢轨、钢丝绳以及配套的附件等。
    - 辅助材料：要是指有助于产品和工程实体的形成或便于施工生产的顺利进行而使用的材料，它对不构成公路基本建设工程的实体，如油燃料、氧气、脱模剂、减水剂及机械的各种零配件等。
- 主要材料的特性及标准
  - 钢
    - 钢材的力学性能
      - 抗拉性能
        - 屈服点：规定以产生0.2%残余变形时的应力σ0.2作为屈服强度。
        - 抗拉强度：在一定范围内，屈强比小则表明钢材在超过屈服点工作时可靠性高，较为安全。
        - 伸长率：δ表征了钢材的塑性变形能力。δ还与试件的L1/d0有关（d0为试件直径）。常用L0/d0=5及L0/d0=10两种试件。
      - 冷弯性能：试件按规定条件弯曲，若弯曲处的外表面无裂痕、裂缝或起层，即认为冷弯性能合格。
      - 冲击韧性：当温度下降到某一范围时，呈脆性断裂，这种现象称为冷脆性。发生冷脆时的温度为脆性临界温度，其数值越低，说明钢材的低温冲击韧性越好。
      - 抗疲劳性：试件在交变应力下工作，在规定的周期基数内不发生断裂的最大应力。
      - 可焊性：影响钢材可焊性的主要因素是化学成分及含量。
  - 水泥
    - 重度：水泥在自然状态下单位体积的重量
    - 细度：水泥的细度直接影响水泥的活性和强度。
    - 凝结时间：硅酸盐水泥的初凝时间不得早于45min，终凝时间不得迟于6.5h；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。
    - 安定性：安定性的测定方法可以用试饼法，也可用雷氏法。
    - 强度：水泥强度的等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分
    - 水化热：水化热对大体积混凝土工程是不利的。
  - 沥青
    - 地沥青
      - 石油沥青：石油沥青是石油原油提炼出汽油等之后的残渣，经过加工而得的副产品
      - 天然沥青：石油在地壳中经过长时间天然因素的影响而形成的产物
    - 焦油沥青：由各种有机物（如煤、页岩等）干馏而得到的焦油，经过再加工而获得的副产品，因为有机物的不同，分为煤沥青和页岩沥青等
    - 乳化沥青：将黏稠的石油沥青加热至流动态，经机械力作用形成细小的微粒，分散在有乳化剂和稳定剂的水中，形成均匀稳定的乳状液。
    - 改性沥青：指掺加了橡胶、树脂类高分子聚合物等改性剂，或采用对沥青轻度氧化加工等措施改善沥青的力学性能，增强其在高温下稳定、耐疲劳和低温抗裂性后得到的沥青
  - 砂石
    - 碎石：碎石的颗粒形状对混凝土的质量影响甚为重要，最好的颗粒形状是接近正方形的小立方体石块
    - 砂
      - 细度模数区分（MX）
        - 粗砂：3.1～3.7
        - 中砂：2.3～3.0
        - 细砂：1.6～2.2
        - 特细砂：0.7～1.5
      - 天然砂系：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。
      - 天然净砂：将天然砂过筛后，筛掉石子、杂质含量的砂。
      - 净干砂系：将天然砂过筛后，筛掉石子、杂质含量的砂。
  - 混凝土
    - 混凝土混合料的性质
      - 流动性：新拌水泥混凝土在自重或机械振捣作用下，易于产生流动并能均匀密实填满模板的性质。
      - 可塑性：新拌水泥混凝土内部材料之间有一定的黏聚力，在自重和一定的外力作用下而不会产生局间脆性断裂，能保持整体完整和稳定的性质
      - 稳定性：新拌水泥混凝土在施工过程中，能保持各组成材料间的相互联系和相对稳定的性能。
      - 易密性：指新拌水泥混凝土在浇捣过程中，易于形成稳定密实的结构，可以按设计要求布满整个模具和钢筋间隙，而不会留下空洞和缺陷。
    - 混凝土混合料的凝结时间
      - 水灰比的大小会明显影响其凝结时间，水灰比越大，凝结时间越长。
      - 混凝土拌和物的凝结时间通常是用贯入阻力法进行测定的，所使用的仪器为贯入阻力仪。
    - 水泥混凝土的力学性质
      - 立方体抗压强度：制作边长为150mm的立方体试件，在标准条件（温度20℃，相对湿度90%以上）下，养护到28d龄期，测得的抗压强度值为混凝土立方体试件抗压强度（简称"立方抗压强度"），以fcu表示。
      - 立方体抗压强度标准值
        - 方体抗压强度标准值是用标准试验方法测定的抗压强度总体分布中的一个值，强度低于该值的百分比不超过5%（即具有95%保证率的抗压强度）
      - 强度等级
        - 强度等级表示方法是用符号"C"（Concrete的缩写）和立方体抗压强度标准值两项内容表示。
      - 轴心抗压强度：都是采用混凝土的轴心抗压强度fcp作为依据。
      - 劈裂抗拉强度：混凝土的抗拉强度只有抗压强度的1/20～1/10，且随着混凝土强度等级的提高，比值有所降低，即当混凝土强度等级提高时，抗拉强度不及抗压强度提高得快。
    - 混凝土的耐久性
      - 抗渗性：混凝土的抗渗性主要与其密实度及内部孔隙的大小和构造有关。
      - 抗冻性：在寒冷地区，特别是在接触水又受冻环境下的混凝土，要求具有较高的抗冻性能。
      - 抗侵蚀性：密实和孔隙封闭的混凝土，环境水不易侵入，则其抗侵蚀性较强。
      - 混凝土的碳化（中性化）：碳化引起水泥石化学组成及组织结构的变化，从而对混凝土的化学性能和物理力学性能有明显的影响，主要是对碱度、强度和收缩的影响。
      - 碱-集料反应：碱-集料反应引起混凝土开裂后，还会大幅度加剧冻融、钢筋锈蚀、化学腐蚀等因素对混凝土的破坏作用，这些多因素的综合破坏，会导致混凝土迅速劣化。因此，应综合考虑这些因素的影响。
    - 混凝土外加剂
      - 减水剂：减水剂是指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。它是一种表面活性剂，加入混凝土中能对水泥颗粒起分散作用，从而把水泥凝聚体中所包含的水释放出来，使水泥达到充分水化。
      - 早强剂
        - 早强剂多用于抢修工程和混凝土的冬季施工。
      - 引气剂：在混凝土搅拌过程中加入引气剂，能引入大量分布均匀的微小气泡，阻塞有害的毛细孔通道，从而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。
      - 膨胀剂：主要用于补偿混凝土收缩
- 常用施工机械适用范围
  - 土石方机械
    - 推土机
      - 分类
        - 行走装置的不同
          - 履带式
          - 轮胎式
        - 推土板（或称"铲刀"）安装方式的不同
          - 固定式
          - 回转式
        - 发动机额定功率的不同
          - 小型
          - 中型
          - 大型
          - 特大型
      - 应用：主要进行50～100m短距离推运土方、石渣等作业
      - 主要作业方式
        - 直铲作业：坡推土时采用最小经济运距，下坡推土时则采用最大经济运距。在经济运距内，推土机比铲运机有着更高的生产效率。
        - 斜铲作业：斜铲作业的经济运距，比直铲作业时短，生产率也低。
        - 侧铲作业：主要用于在坡度不大的坡上铲削硬土以及掘沟作业。推土铲刀可在垂直面内上下倾斜90°。
        - 松土器的劈松作业：除了能疏松硬土、冻土外，还可劈松具有风化和有裂缝或节理发达的岩石。
    - 铲运机
      - 它能综合地完成铲土、装土、运土和卸土四个工序。
      - 铲运机适用于中等运距（100～600m）
    - 单斗挖掘机
      - 按行走装置的不同：分为履带式、轮胎式、汽车式三种
      - 按动力装置不同：分为内燃机驱动、电力驱动和复合驱动三种
      - 按传动方式的不同：可分为机械传动、液压传动和混合传动三种
      - 按工作装置的不同(见4-1)
    - 装载机
      - 分类
        - 工作装置作业形式的不同：单斗式、挖掘装载式、斗轮式
        - 动臂形式的不同：全回转式、半回转式、非回转式
        - 本身结构特点的不同：刚性式、铰接式
        - 行走机构特点的不同：轮胎式、履带式
      - 应用：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。
    - 平地机：按行走方式的不同，可分为拖式和自行式两类
    - 拖拉机：按行走装置不同，可分为履带式拖拉机和轮胎式拖拉机两种
    - 压路机
      - 压实力的作用原理：可分为静作用碾压机械、振动碾压机械和夯实机械三类
      - 按照碾压轮的材料和表面形状不同：静作用碾压机械和振动碾压机械都可分为钢制光轮和钢制带羊脚碾轮两种
      - 应用
        - 光轮压路机
          - 自行式：不适用于对水工建筑物如土坝、河堤、围墙等的碾压，主要用于筑路工程。
          - 拖式：一般还用来压实设计干容重要求较低的黏性土、高含水率黏土、砂砾料、风化料、冲积砾质土等
        - 羊脚压路机：在土坝施工中常常用来碾压不透水黏性土料。羊脚碾对于非黏性土料和高含水率黏土的压实效果不好，不宜采用。
        - 轮胎压路机：轮胎碾适于压实黏性土及非黏性土，如壤土、砂壤土、砂土、砂砾料等
        - 振动压路机
          - 光轮：但对黏土和黏性较强的土壤压实效果不好。提振式振动碾还可用于大体积干硬性混凝土的捣实作业。
          - 羊脚轮：羊脚振动碾是一种新型的碾压机械。既可以压实非黏性土壤，又可以压实含水率不大的黏性土壤和粗颗粒砂砾石，以及碎石与土壤的混合料。
        - 夯实机械：夯实机械主要适宜于黏土、砂质黏土和灰土的夯实。
    - 凿岩穿孔机械：凿岩机适用于钻部小直径炮孔。穿孔机适用于穿凿大直径的炮孔。
  - 路面工程机械
    - 沥青混合料摊铺设备：公路施工中常用燃油加热的摊铺机。
    - 水泥混凝土摊铺机施工方法不同：可分为轨道式和滑模式
  - 混凝土及灰浆机械：卸料方式的不同：散装水泥车可分为倾卸式、机械卸料式、气压卸料式三种类型