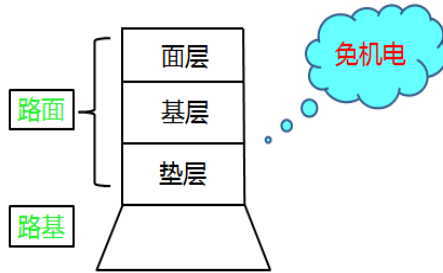


2023 一级造价工程师《建设工程技术与计量（土木建筑工程）》知识点精讲

第二节 道路、桥梁与涵洞工程施工技术

【知识点】道路工程施工技术



(一) 路基施工

1. 一般路基土方施工

(1) 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。

<b>松土或耕地</b>		①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 <b>不小于 150mm</b> ，平整后按规定要求压实。 ②当基底土质 <b>湿软而深厚</b> 时，应按 <b>软土地基</b> 处理。	
密实 稳定	横坡 <b>缓于 1:10</b>	填方高 > 0.5m	基底 <b>可不处理</b> 。
		填方高 < 0.5m	清除原地表杂草。
	横坡为 <b>1:10~1:5</b>	应清除地表草皮杂物再填筑。	
	横坡 <b>陡于 1:5</b>	按设计要求 <b>挖台阶</b> ，或设置成 <b>坡度向内并大于 2%、宽度不小于 1m 的台阶</b> 。	
基底应在填筑前进行压实，基底原状土的 <b>强度不符合要求</b> 时，应进行 <b>换填</b> ， <b>换填深度应不小于 300mm</b> ，并予以分层压实到规定要求。 <b>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%</b> 。			

【例题·单选】填筑路堤前是否需要基底处理不取决于（ ）。【2013】

- A. 地面横坡陡缓
- B. 基地土层松实
- C. 填方高度大小
- D. 填料土体性质

【答案】D

【解析】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。基底土是否密实，地面横坡的陡缓，填方高度的大小，都决定基底是否需要处理。D 选项正确的说法应该是基底的土质，不是填料土质。

【例题·单选】路基基底原状土开挖换填的主要目的在于（ ）。【2020】

- A. 便于导水
- B. 便于蓄水
- C. 提高稳定性
- D. 提高作业效率

【答案】C

【解析】基底原状土的强度不符合要求时，应进行换填。换填的主要目的在于提高基底的稳定性。

2) 填料的选择

<b>碎石、卵石、砾石、粗砂</b>	可 <b>优先</b> 采用
<b>亚砂土、亚黏土</b> 等经压实后也具有足够的强度	<b>也可</b> 采用
<b>粉性土</b> 水稳定性差	<b>不宜</b> 作路堤填料
<b>重黏土、黏性土、捣碎后的植物土</b>	应 <b>慎重</b> 采用

【例题·单选】路堤填筑时应优先选用的填筑材料为（ ）。【2018】

【2017 一般路基土方施工时，可优先选作填料的是（ ）】

【2014 下列土类中宜选用作路堤填料的是（ ）】

【2012 道路工程施工时，路堤填料优先采用（ ）】



- A. 卵石
- B. 粉性土
- C. 重黏土
- D. 亚砂土

【答案】A

【解析】一般情况下，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。亚砂土、亚黏土等经压实后也具有足够的强度，故也可采用。粉性土水稳定性差，不宜作路堤填料。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。

【例题·单选】关于一般路基土方施工，下列说法正确的是（ ）。【2019】

- A. 填筑路堤时，对一般的种植土、草皮可不作清除
- B. 高速公路路堤基底的压实度不应小于 90%
- C. 基底土质湿软而深厚时，按一般路基处理
- D. 填筑路堤时，为便于施工，尽量采用粉性土

【答案】B

【解析】松土或耕地应先清除有机土、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。密实稳定且横坡缓于 1:10、填方高 < 0.5m，清除原地表杂草。横坡为 1:10~1:5 应清除地表草皮杂物再填筑。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%。基底土质湿软而深厚时，按软土地基处理。粉性土水稳定性差，不宜作路基填料。

3) 填筑方法

水平分层	填筑路堤的 <b>基本方法</b> 。
纵向分层	常用于地面 <b>纵坡大于 12%</b> 、用推土机从路堑取料、 <b>填筑距离较短</b> 的路堤。
竖向填筑法	①地面纵坡 <b>大于 12%的深谷陡坡地段</b> 采用。 ②因为填土过厚不易压实，施工时需采取下列措施： <b>选用高效能压实机械</b> ；采用沉陷量较小的砂性土或附近开挖路堑的废石方，并一次填满路堤全宽；在底部进行拨土夯实。
混合填筑法	①因 <b>地形限制或堤身较高</b> 时可采用。 ② <b>避免将不同性质的土任意混填</b> 。

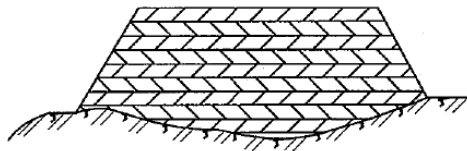


图 4.2.1 水平分层填筑法

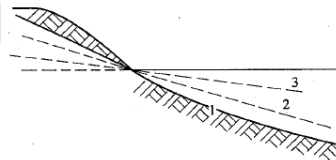


图 4.2.3 纵向分层填筑法

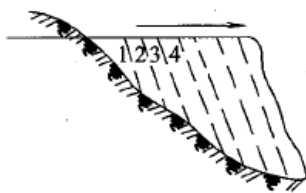


图 4.2.4 路基竖向填筑方法

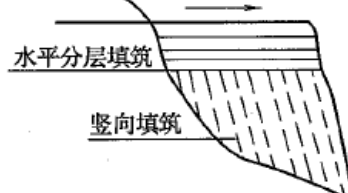


图 4.2.5 混合填筑法

【例题·单选】路基填土施工时应特别注意（ ）。【2015】

- A. 优先采用竖向填筑法
- B. 尽量采用水平分层填筑
- C. 纵坡大于 12%时不宜采用混合填筑
- D. 不同性质的土不能任意混填

【答案】D

【解析】在施工中，沿线的土质经常在变化，为避免将不同性质的土任意混填而造成路基病害，应确定正确的填筑方法。

【例题·多选】路堤工程施工中，正确的路堤填筑方法有（ ）。【2011】

【2010 堤身较高或受地形限制时，建筑路堤的方法通常采用（ ）】

- A. 不同性质的土应该混填
- B. 弱透水性的土置于透水性的土之上



- C. 不同性质的土有规则的分层填
- D. 堤身较高时，采用混合填筑
- E. 竖向填筑时应采用高效能的压实机械

【答案】BCDE

【解析】在施工中，沿线的土质经常在变化，为避免将不同性质的土任意混填而造成路基病害，应确定正确的填筑方法。

(2) 路堑的开挖

横向挖掘法	单层横向全宽挖掘	适用于挖掘浅且短的路堑。
	多层横向全宽挖掘	适用于挖掘深且短的路堑。
纵向挖掘法 (多采用机械作业)	分层纵挖法	适用于较长的路堑开挖。
	通道纵挖	适合于路堑较长、较深、两端地面纵坡较小的路堑开挖。
	分段纵挖法	适用于路堑过长，弃土运距过长的傍山路堑，其一侧堑壁不厚的路堑开挖。
混合式挖掘法	① 多层横向全宽挖掘法和通道纵挖法混合使用。 ② 适用于路线纵向长度和挖深都很大的路堑开挖。	

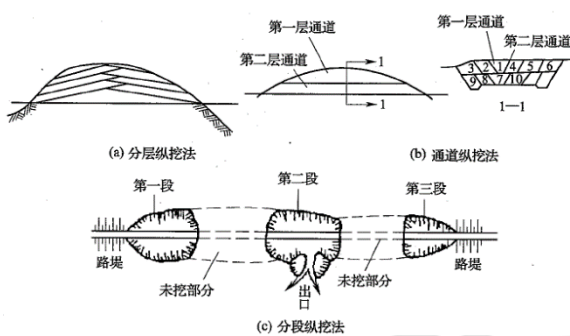


图 4.2.6 纵向挖掘法

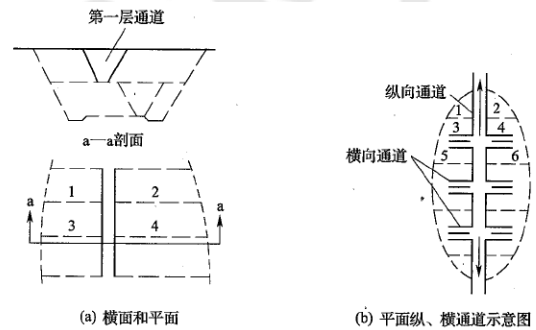


图 4.2.7 混合式挖掘法

【例题·单选】下列地质路堑开挖方法中，适用于浅且短的路堑开挖方法是（ ）。【2022】  
【2021 在路线纵向长度和挖深均较大的土质路堑开挖时，应采用的开挖方法为（ ）。】  
【2015 路堑开挖宜采用通道纵挖法的是（ ）】

- A. 单层横向全宽挖掘法
- B. 多层横向全宽挖掘法
- C. 通道挖掘法
- D. 分层挖掘法

【答案】A

【解析】单层横向全宽挖掘法是从开挖路堑的一端或两端按断面全宽一次性挖到设计标高，逐渐向纵深挖掘，挖出的土方一般都是向两侧运送，适用于挖掘浅且短的路堑。

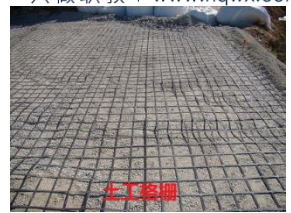
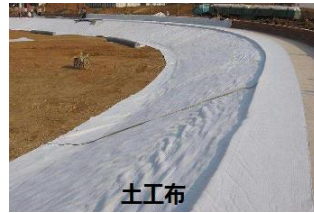
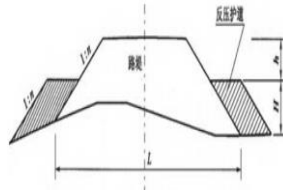
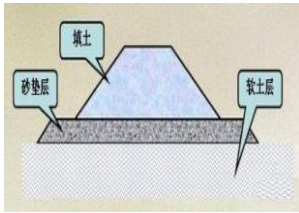
2. 软土路基施工

(1) 表层处理法

砂垫层	①砂垫层主要用于路堤高度小于2倍极限高度软土层及其硬壳较薄，或软土表面渗透性很低的硬壳等情况。 ②适用于施工期限不紧迫、材料来源充足、运距不远的施工环境。
反压护道	①反压护道用于路堤高度不大于1.5~2.0倍的极限高度，非耕作区和取土不太困难的地区。 ②采用反压护道加固地基，不需特殊的机具设备和材料，施工简易方便，但占地多，土用量大，后期沉降大，以后的养护工作量也大。
土工聚合物处治	①土工布 a. 土工布连接一般采用搭接法或缝接法。缝接法有一般缝法、丁缝法和蝶形法。 b. 当铺设两层以上时，层与层之间要夹100~200mm的砂或沙砾垫层，以提高基底透水性。 ②土工格栅。土工格栅加固土的机理在于格栅与土的相互作用。一般可归纳为格栅表面与土的摩擦作用、格栅孔眼对土的锁定作用和格栅肋的被动抗阻作用。三种作用均能充分约束土的颗粒侧向位移，从而大幅增加了土体的自身稳定性。







【例题·单选】软土路基施工时，采用土工格栅的主要目的是（ ）。【2019】

- A. 减少开挖
- B. 提高施工机械化程度
- C. 约束土体侧向位移
- D. 提高基底防渗性

【答案】C

【解析】土工格栅加固土的机理在于格栅与土的相互作用。一般可归纳为格栅表面与土的摩擦作用、格栅孔眼对土的锁定作用和格栅肋的被动抗阻作用。三种作用均能充分约束土的颗粒侧向位移，从而大幅增加了土体的自身稳定性，对土的加固效果，明显高于其他土工织物，可迅速提高地基承载力，加快施工进度，控制软基地段沉降量发展，缩短工期，使公路及早投入使用。

(2) 换填法。换填法一般适用于地表下 **0.5~3.0m** 之间的软土处治。【2022 考】

开挖换填	按软土层的分布形态与开挖部位，有 <b>全面开挖换填</b> 和 <b>局部开挖换填</b> 两种。
抛石挤淤法	适用于 <b>常年积水</b> 的洼地， <b>排水困难</b> ，泥炭呈流动状态， <b>厚度较薄，表层无硬壳，片石能沉达底部的泥沼或厚度为3~4m的软土</b> ；在特别软弱的地面上施工由于机械无法进入，或是表面存在大量积水无法排除时；石料丰富、运距较短的情况。
爆破排淤法	利用爆炸时的张力作用，把淤泥或泥沼扬弃，然后回填强度较高的渗水性土壤，如 <b>砂砾、碎石</b> 等。

【例题·多选】软土路基处治的换填法主要有（ ）。【2018】

- A. 开挖换填法
- B. 垂直排水固结法
- C. 抛石挤淤法
- D. 稳定剂处置法
- E. 爆破排淤法

【答案】ACE

【解析】换填法包括：1) 开挖换填法；2) 抛石挤淤法；3) 爆破排淤法。

(3) 重压法

堆载预压法	①在软基上修筑路堤，通过填土堆载预压，使地基土压密、沉降、固结，从而提高地基强度， <b>减少路堤建成后的沉降量</b> 。 ②堆载预压需要一定的时间，适合 <b>工期要求不紧的项目</b> 。
真空预压法	适用于 <b>含水量高、孔隙比大、强度低、渗透系数和固结系数均较小的黏土</b> 。
真空预压加堆载预压法	原理与真空预压相同，但加载更大， <b>预压时间缩短了一半</b> 。

(4) 垂直排水固结法。垂直排水法常用于解决**软土地基的沉降问题**，可使地基沉降在加载预压期间基本完成或大部分完成。

(5) 稳定剂处置法

①稳定剂处置法是利用**生石灰、熟石灰、水泥**等稳定材料，掺入软弱的表层黏土中，以改善地基的**压缩性**和**强度**特征，保证机械作业条件，提高路堤填土稳定及压实效果。

②压实后若能获得足够的强度，可不必进行专门养生，但由于土质与施工条件不同，处置土强度增长不均衡，则应做**约一周时间的养生**。

【例题·单选】用水泥和熟石灰稳定剂处置法处理软土路基，施工时关键应做好（ ）。【2020】

【2016 关于软土路基施工中稳定剂处置法施工，说法正确的是（ ）。】

- A. 稳定土的及时压实工作
- B. 土体自由水的抽排工作
- C. 垂直排水固结工作
- D. 土体真空预压工作



【答案】A

【解析】稳定剂处置法是利用生石灰、熟石灰、水泥等稳定材料，掺入软弱的表层黏土中，以改善地基的压缩性和强度特征，保证机械作业条件，提高路堤填土稳定及压实效果。施工时应注意以下几点：1) 工地存放的水泥、石灰不可太多。2) 压实要达到规定压实度。

(6) 振冲置换(或称砂桩、碎石桩加固法)

该方法适用于**软弱黏性土**地基，但对于**抗剪强度较低的软黏土采用本方法务必慎重**。

【例题·多选】根据加固性质，下列施工方法中，适用于软土路基的有( )。【2022】

- A. 分层压实法
- B. 表层处理法
- C. 竖向填筑法
- D. 换填法
- E. 重压法

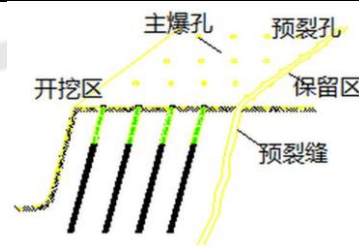
【答案】BDE

【解析】软土路基施工：表层处理法、换填法、重压法。分层压实法和竖向填筑法属于填石路堤施工的填筑方法。

### 3. 路基石方开挖施工

(1) 路基爆破施工常用爆破方法

光面爆破	在 <b>有侧向临空面</b> 的情况下，用 <b>控制抵抗线和药量</b> 的方法进行爆破，使之形成一个光滑平整的边坡。
预裂爆破	在 <b>没有侧向临空面和最小抵抗线</b> 的情况下，用控制药量的方法，预先炸出一条裂缝， <b>使拟爆体与山体分开</b> ，作为隔震减震带。
微差爆破	两相邻药包或前后排药包以若干毫秒的时间间隔(一般为 <b>15~75ms</b> )依次起爆，也称 <b>毫秒爆破</b> 。
定向爆破	将大量土石方按照拟定的方向，搬移到一定的位置并 <b>堆积成路堤</b> 的一种爆破施工方法。
洞室爆破	为使爆破设计断面内的岩体大量抛掷(抛坍)出路基， <b>减少爆破后的清方工作量</b> ，保证路基的稳定性，可根据地形和路基断面形式，采用 <b>抛掷爆破、定向爆破、松动爆破</b> 方法。



【例题·多选】关于路基石方爆破施工，下列说法正确的有( )。【2019】

【2017 同等爆破方量条件下，清方量较小的爆破方式为( )】

- A. 光面爆破主要是通过加大装药量来实现
- B. 预裂爆破主要是为了增大一次性爆破石方量
- C. 微差爆破相邻两药包起爆时差可以为 50ms
- D. 定向爆破可有效提高石方的堆积效果
- E. 洞室爆破可减少清方工程量

【答案】CDE

【解析】光面爆破是在开挖限界的周边，适当排列一定间隔的炮孔，在有侧向临空面的情况下，用控制抵抗线和药量的方法进行爆破，使之形成一个光滑平整的边坡。预裂爆破是在开挖限界处按适当间隔排列炮孔，在没有侧向临空面和最小抵抗线的情况下，用控制药量的方法，预先炸出一条裂缝，使拟爆体与山体分开，作为隔震减震带。

(2) 爆破作业的施工程序

**对爆破人员进行技术学习和安全教育** → **对爆破器材进行检查** → **试验** → **清除表土** → **选择炮位** → **凿孔** → **装药** → **堵塞** → **敷设起爆网路** → **设置警戒线** → **起爆** → **清方**等。【2016 考施工程序】

1) 炮位选择：**炮眼的方向和深度都会直接影响爆破效果**。

2) 凿孔：通常按炮孔的直径和深度分为浅孔爆破和深孔爆破两种。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：

<b>集中药包</b>	爆炸后对于工作面较高的岩石崩落效果较好，但 <b>不能保证岩石均匀破碎</b> 。
<b>分散药包</b>	爆炸后可以使岩石 <b>均匀地破碎</b> ，适用于 <b>高作业面的开挖段</b> 。
<b>药壶药包</b>	适用于结构均匀致密的硬土、次坚石和坚石、 <b>量大而集中的石方施工</b> 。
<b>坑道药包</b>	适用于 <b>土石方大量集中、地势险要或工期紧迫</b> 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。

<b>导爆线起爆</b>	<b>爆速快</b> ，主要用于 <b>深孔爆破</b> 和 <b>药室爆破</b> ，使几个药室能同时起爆，可以 <b>提高爆破效果</b> 。
<b>塑料导爆管起爆</b>	具有抗杂电、操作简单、使用安全可靠、 <b>成本较低</b> 等优点，有逐渐取代导火索和导爆线起爆的趋势。

6) 清方。当石方爆破后，必须按爆破次数分次清理。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**。

【例题·单选】石方爆破清方时应考虑的因素是（ ）。【2017】

【2015 路基石方爆破开挖时，选择清方机械主要考虑的因素有（ ）。】

【2013 采用爆破作业方式进行路基石方施工，选择清方机械时应考虑的因素有（ ）。】

- A. 根据爆破块度和岩堆大小选择运输机械
- B. 根据工地运输条件决定车辆数量
- C. 根据不同的装药形式选择挖掘机械
- D. 运距在 300m 以内优先选用推土机

【答案】A

【解析】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。

【例题·多选】关于路基石方施工，说法正确的是（ ）。【2016】

- A. 爆破作业时，炮眼的方向和深度直接影响爆破效果
- B. 选择清方机械应考虑爆破前后机械撤离和再次进入的方便性
- C. 为了确保炮眼堵塞效果通常用铁棒将堵塞物捣实
- D. 运距较远时通常选择挖掘机配自卸汽车进行清方
- E. 装药方式的选择与爆破方法和施工要求有关

【答案】ADE

【解析】B 错误，在选择清方机械时应考虑爆破时机械撤离和重新进入工作面是否方便。C 错误，用木棒等将堵塞物捣实，切忌用铁棒。

【例题·多选】关于路基石方施工中的爆破作业，下列说法正确的有（ ）。【2021】

- A. 浅孔爆破适宜用潜孔钻机凿孔
- B. 采用集中药包可以使岩石均匀地破碎
- C. 坑道药包用于大型爆破
- D. 导爆线起爆爆速快、成本较低
- E. 塑料导爆管起爆使用安全、成本较低

【答案】CE

【解析】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。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。坑道药包，药包安装在竖井或平洞底部的特制的储药室内，装药量大，属于大型爆破的装药方式。导爆线起爆爆速快，主要用于深孔爆破和药室爆破。塑料导爆管起爆具有抗杂电、操作简单、使用安全可靠、成本较低等优点。

#### 4. 路基石方填筑施工

竖向填筑法（倾填法）	主要用于 <u>二级及二级以下</u> ，且铺设 <u>低级路面</u> 的公路。
分层压实法（碾压法）	自下而上水平分层，逐层填筑，逐层压实，是普遍采用并能保证填石路堤质量的方法。 <u>高速公路、一级公路</u> 和铺设 <u>高级路面</u> 的其他等级公路的填石路堤采用此方法。
冲击压实法	具有分层法连续性的优点，又具有强力夯实法压实厚度深的优点。缺点是 <u>在周围有建筑物时，使用受到限制</u> 。
强力夯实法	有效解决了大块石填筑地基厚层施工的夯实难题。

【例题·多选】填石路堤施工的填筑方法主要有（ ）。【2018】

- A. 竖向填筑法
- B. 分层压实法
- C. 振冲置换法
- D. 冲击压实法
- E. 强力夯实法

【答案】 ABDE

【解析】填石路堤施工的填筑方法主要有：（1）竖向填筑法（倾填法）。（2）分层压实法（碾压法）。（3）冲击压实法。（4）强力夯实法。

