

公路工程管理与实务

1B410000 公路工程施工技术

1B411000 路基工程

1B412000 路面工程

1B413000 桥梁工程

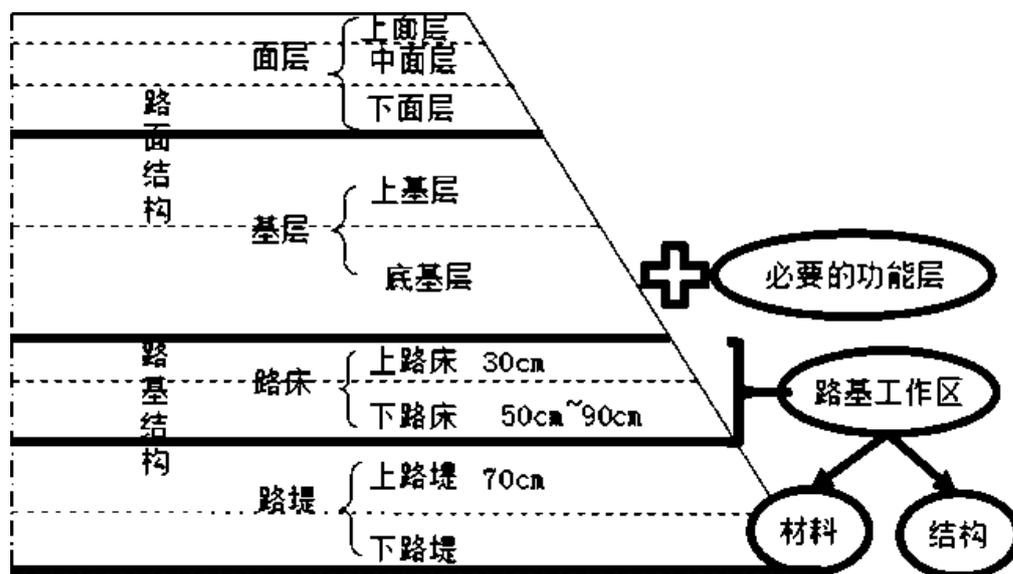
1B414000 隧道工程

1B415000 交通工程

1B420000 公路工程项目施工管理

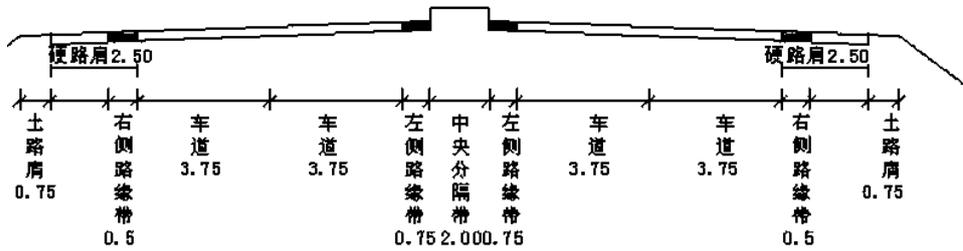
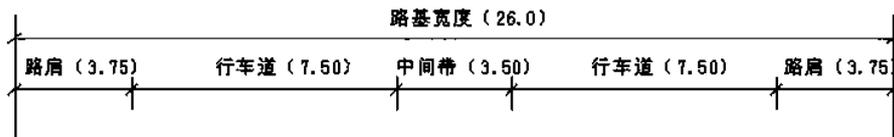
1B430000 公路工程项目施工相关法规及标准

1B411000 路基工程

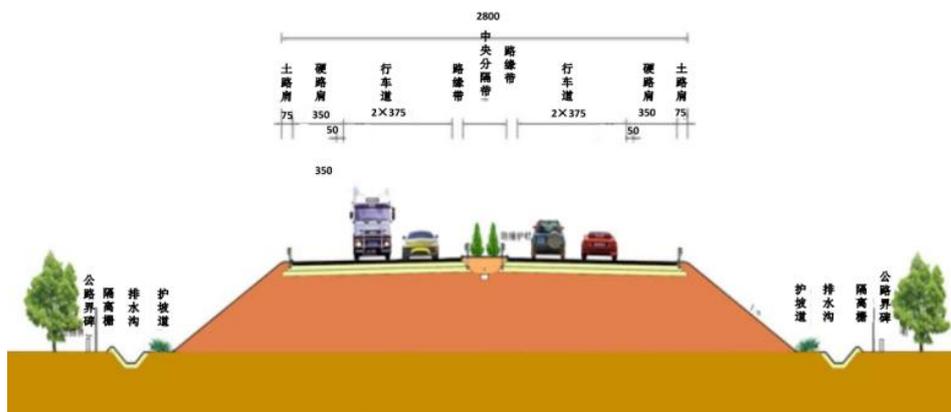


下路床厚度在轻、中及重交通公路为 0.5m

特重、极重交通公路为 0.9m。



公路路基标准横断面示意图



排水沟指的是将边沟、截水沟和路基附近汇集的水引向路基以外的水沟。

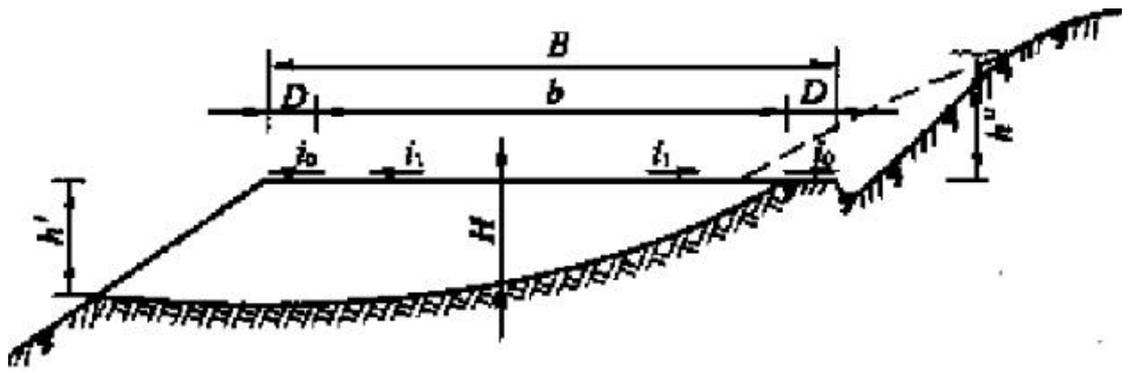
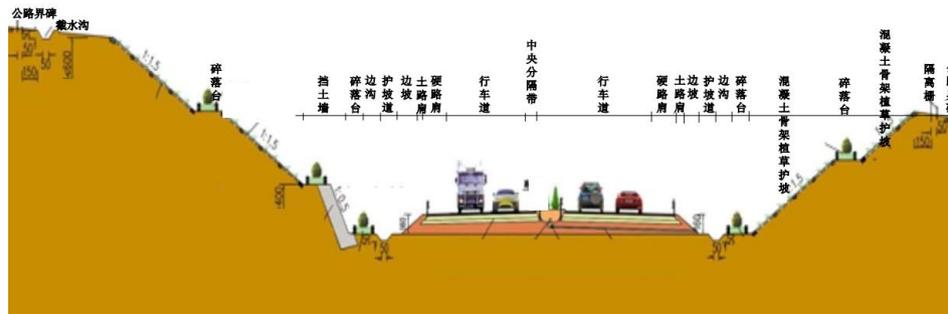


图 2.2.3 路基基本构造图

B : 路基宽度 D : 路肩宽度 b : 路面宽度

h' 边坡高度 H : 路基填方高度





碎落台指的是在路堑边坡坡脚与边沟外侧边缘之间或边坡上,为防止碎落物落入边沟而设置的有一定宽度的纵向平台。

1B411010 路基施工技术

1B411020 公路路基防护与支挡

1B411030 公路工程施工综合排水

1B411040 公路工程施工测量技术

1B411050 路基工程质量通病及防治措施

1B411010 路基施工技术

1B411011 路基施工技术准备

路基施工前应做好组织、物资和技术三大准备。技术准备工作的内容主要包括熟悉设计文件、现场调查核对、设计交桩（建设单位组织设计、勘测单位向施工单位）、复测与放样、试验及试验路段施工等。

二、试验

2.路基填前碾压前,应对路基基底原状土进行取样试验。每公里应至少取2个点,并应根据土质变化增加取样点数。

3.应及时对拟作为路堤填料的材料进行取样试验。土的试验项目应包括天然含水率、液限、塑限、颗粒分析、击实、CBR等,必要时还应做相对密度、有机质含量、易溶盐含量、冻

胀和膨胀量等试验。(18 I 多)(17 II 单)

口诀：水爷喜吃素鸡

CBR (加州承载比): 美国加利福尼亚州提出的一种评定基层材料承载能力的试验方法。



三、试验路段



试验路段应选择在地质条件、路基断面形式等具有代表性的地段，长度宜不小于 200m。下

列情况应进行试验路段施工:(19 II 案)

- 1.二级及二级以上公路路堤。
- 2.填石路堤、土石路堤。
- 3.特殊填料路堤。
- 4.特殊路堤。

5.拟采用新技术、新工艺、新材料、新设备的路基。

口诀：二石特新

根据我国现行的《公路工程技术标准》(JTGB01-2014),公路按使用任务、功能和适应的交通量分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路五个等级。

1.高速公路为专供汽车分向分车道行驶并应全部控制出入的多车道公路。

2.一级公路为供汽车分向分车道行驶并可根据需要控制出入的多车道公路。

3.二级公路为供汽车行驶的双车道公路。

4.三级公路为主要供汽车行驶的双车道公路。

5.四级公路为主要供汽车行驶的双车道或单车道公路。

填石路堤：用粒径大于40mm且含量超过总质量70%的石料填筑的路堤。

土石路堤：用石料含量占总质量30%~70%的土石混合材料填筑的路堤。

高路堤：路基填土最大边坡高度大于20m的路堤。

陡坡路堤：地面斜坡陡于1:2.5的路堤。

路堤试验路段施工总结宜包括下列内容:(20分)

(1) 填料试验、检测报告等。

(2) 压实工艺主要参数：机械组合；压实机械规格、松铺厚度、碾压遍数、碾压速度；最佳含水率及碾压时含水率范围等。

(3) 过程工艺控制方法。

松铺系数：材料的松铺厚度与达到规定压实度的压实厚度之比。

(4) 质量控制标准。

(5) 施工组织方案及工艺的优化。

(6) 原始记录、过程记录。

(7) 对施工图的修改建议等。

(8) 安全保障措施。

(9) 环保措施。

【2018 一建多选】拟作为路堤填料的材料应取样，土的试验项目有（ ）。

A . 液限

B . 塑限

C . CBR 值

D . 弯沉

E . 天然含水率

【答案】 ABCE

【2020 一建多选】路堤实验路段施工总结的内容包括（ ）。

A . 过程工艺控制

B . 安全保证措施

C . 环保措施

D . 质量控制标准

E . 对初步设计文件的修改建议

【答案】 ABCD

1B411012 原地基处理要求

路基范围内的原地基应在路基施工前按下列要求进行处理：

1.地基表层碾压处理压实度控制标准为：二级及二级以上公路一般土质应不小于 90%；三、四级公路应不小于 85%。低路堤应对地基表层土进行超挖、分层回填压实，其处理深度应不小于路床厚度。

1B411013 挖方路基施工

一、土质路堑施工技术

1.土质路堑施工工艺流程（如图 1B411013 所示）

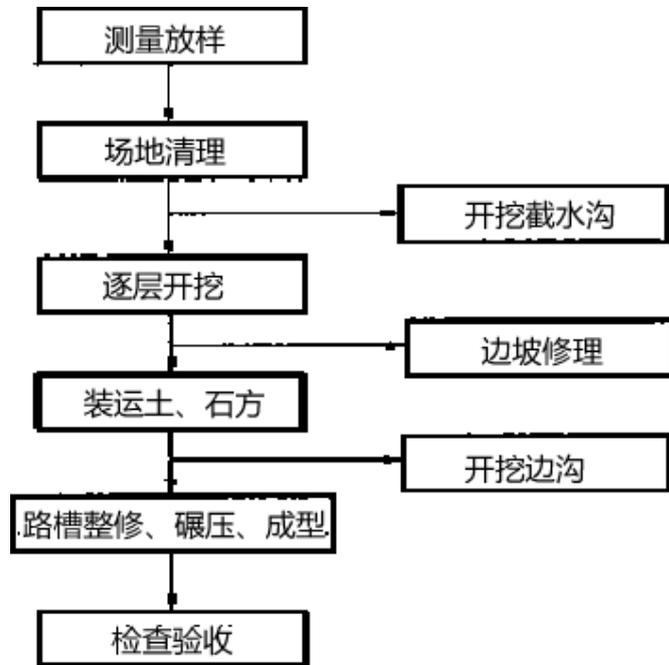
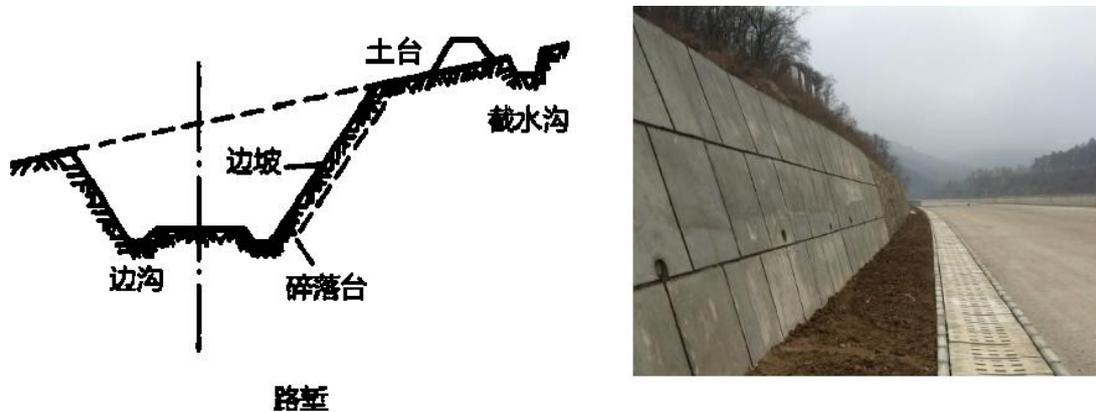
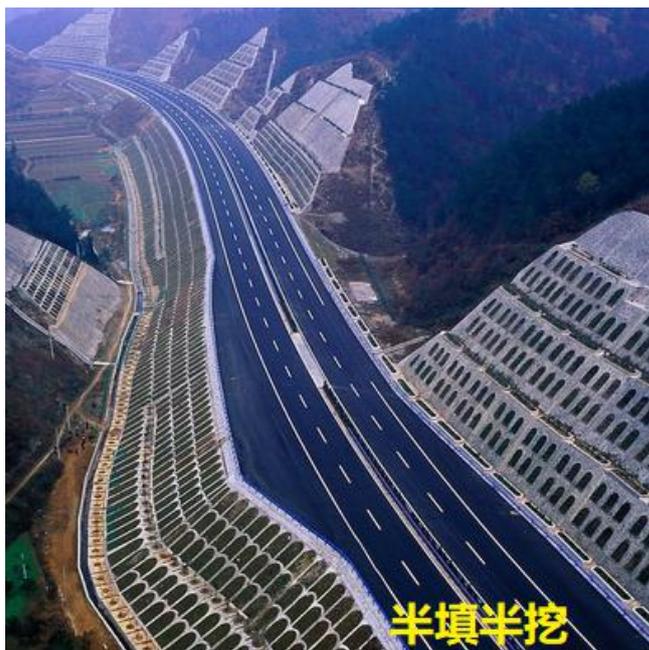


图 1B411013 土质路堑施工工艺流程图



2.作业方法

- 1) 横向挖掘法
- 2) 纵向挖掘法

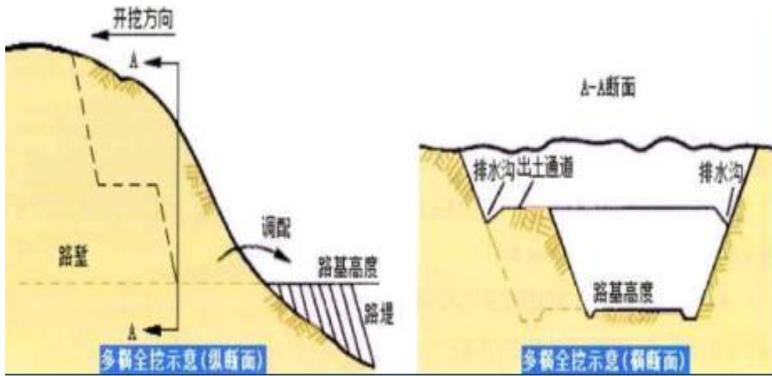


1) 横向挖掘法

(1) 单层横向全宽挖掘法：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，该方法适用于挖掘浅且短的路堑。(短——横向，浅——单层)



(2) 多层横向全宽挖掘法：从开挖路堑的一端或两端按断面分层挖到设计标高，适用于挖掘深且短的路堑。



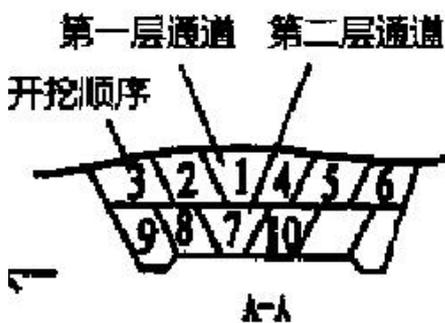
2) 纵向挖掘法

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，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标高，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：沿路堑纵向选择一个或几个适宜处，将较薄一侧堑壁横向挖穿，使路堑分成两段或数段，各段再纵向开挖。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。

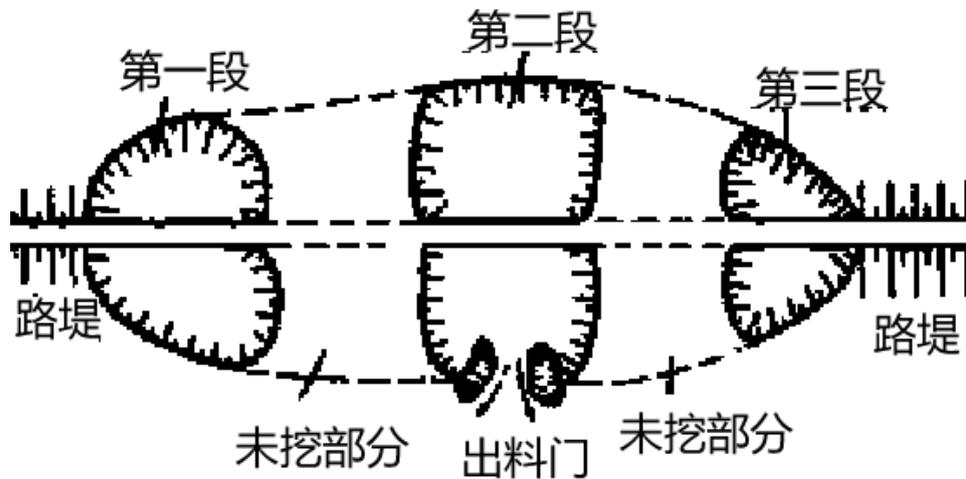
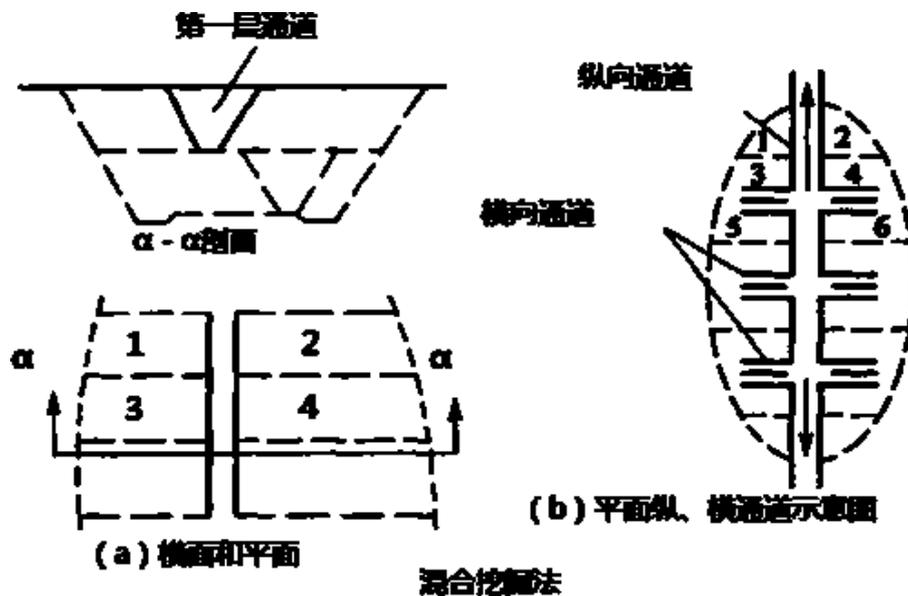


图2-7 分段挖掘法

3) 混合式挖掘法 (10 I 单)

多层横向全宽挖掘法和通道纵挖法混合使用。先沿路线纵向挖通道，然后沿横向坡面挖掘，以增加开挖面。该法适用于路线纵向长度和挖深都很大的路堑开挖。



3. 机械开挖作业方式

1) 推土机开挖土质路堑作业

推土机开挖土方作业由切土、运土、卸土、倒退 (或折返)、空回等过程组成一个循环。影响作业效率的主要因素是切土和运土两个环节。



2) 挖掘机开挖土质路堑作业

公路工程施工中以单斗挖掘机最为常见，而路堑土方开挖中又以正铲挖掘机使用最多。



4.土方开挖规定

- (1) 开挖应自上而下逐级进行，严禁掏底开挖。
- (2) 开挖至边坡线前，应预留一定宽度，预留的宽度应保证刷坡过程中设计边坡线外的土层不受到扰动。
- (3) 拟作为路基填料的土方，应分类开挖、分类使用。非适用材料作为弃方时，应按规定进行处理。
- (4) 开挖至零填、路堑路床部分后，应及时进行路床施工；如不能及时进行，宜在设计路床顶标高以上预留至少 300mm 厚的保护层。
- (6) 路床土含水量高或为含水层时，应采取设置渗沟（降低地下水位或拦截地下水）、换填、改良土质等处理措施，路床填料除应符合相关规定外，还应具有良好的透水性能。

二、石质路堑施工技术

2.开挖方式

(1) 钻爆开挖：是当前广泛采用的开挖施工方法。

(2) 直接应用机械开挖：该法适用于施工场地开阔、大方量的软岩石方工程。缺点是不适于破碎坚硬岩石。

(3) 静态破碎法：将膨胀剂放入炮孔内，利用产生的膨胀力，缓慢地作用于孔壁，使介质裂开。该法适用于在设备附近、高压线下以及开挖与浇筑过渡段等特定条件下的开挖。优点是安全可靠，没有爆破产生的危害。缺点是破碎效率低，开裂时间长。



3.石方开挖施工规定

(2) 应逐级开挖，逐级按设计要求进行防护。

(3) 施工过程中，每挖深 3-5m 应进行边坡边线和坡率的复测。

(5) 严禁采用峒室爆破，靠近边坡部位的硬质岩应采用光面爆破或预裂爆破。

4.石质路床清理规定

(1) 欠挖部分应予凿除，超挖部分应采用强度高的砂砾、碎石进行找平处理，不得采用细粒土找平。

(3) 路床的边沟应与路床同步施工。

5.深挖路堑施工规定

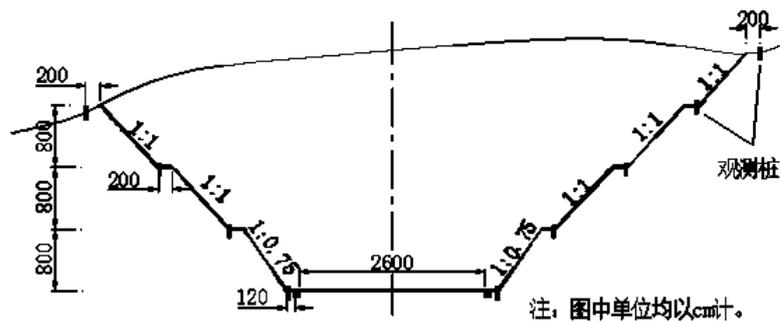
(1) 应根据地形特征设置边坡观测点，施工过程中应对深挖路堑的稳定性进行监测。

(3) 每挖深 3-5m 应复测一次边坡。

深挖路堑监测（技术管理）

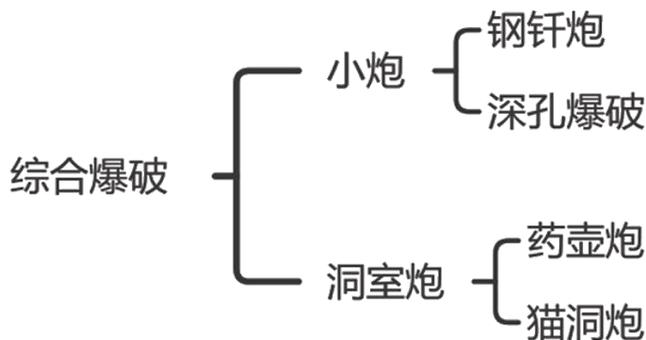
①边坡变形观测：变形观测墩埋设于断面边坡坡口线外 2m。

②施工安全监测：监测点埋设于各级开挖平台坡脚处。



1B411014 路基爆破施工

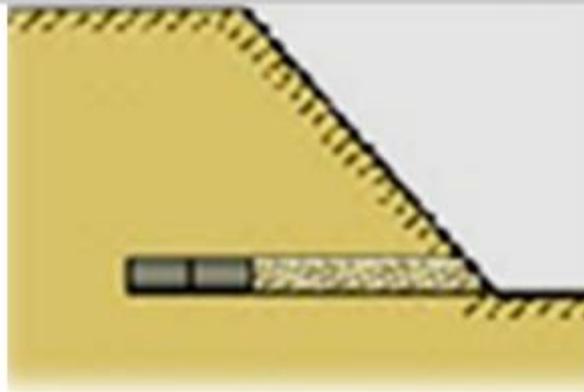
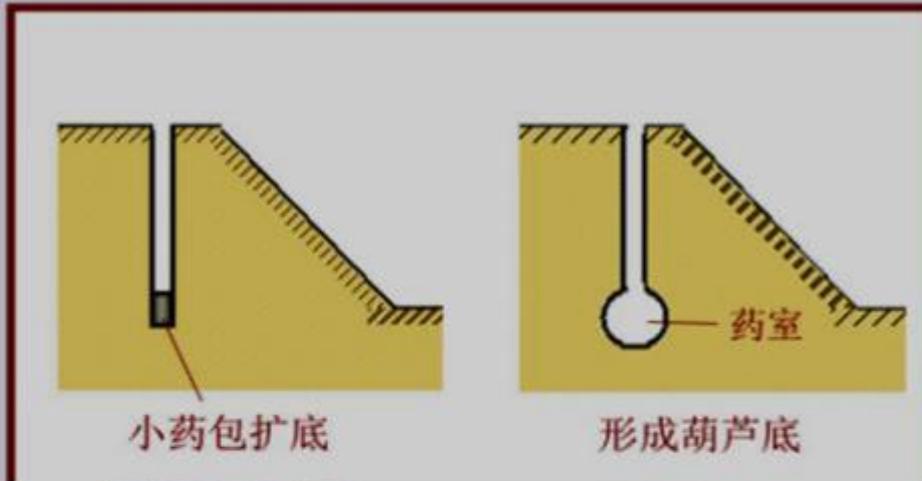
一、综合爆破施工技术



用药量 1t 以上为大炮，1t 以下为中小炮。

爆破方法		特点	优点
小炮	钢钎炮：孔径 < 70mm、深 < 5m	炮眼浅、药少、量小，人工清理，功效低	灵活、辅助炮型
	深孔炮：孔径 > 75mm、深 ≥ 5m	大型钻孔机钻孔，延长药包	功效高，进度快，安全
洞室	药壶炮：深 2.5 ~ 3m	露天爆破；岩石在 XI 级以下，不含水分	省工、省药
	猫洞炮：洞径为 0.2 ~ 0.5m	洞穴水平或略有倾斜，利用岩体崩塌作用，用浅炮眼爆破高岩体。	在有裂缝的软石、坚石中，药壶不易形成时采用

药壶法



猫洞炮

二、路基爆破施工技术

1. 常用爆破方法

(1) 光面爆破：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。



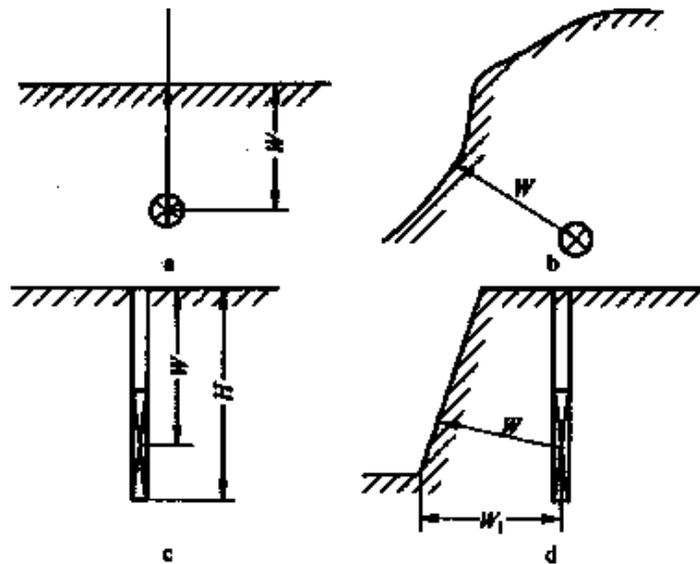


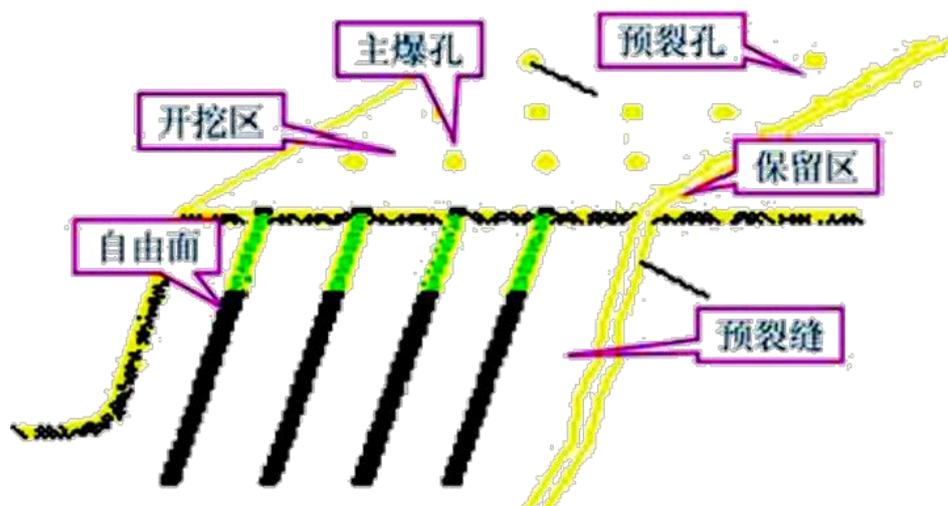
图 1-4 最小抵抗线 W 和底盘抵抗线 W_1

a—平地集中药包；b—山坡地形；c—平地炮孔药包；d—台阶深孔爆破

最小抵抗线：药包中心或重心到最近自由面的最短距离

底盘抵抗线：炮孔底部中心至阶梯底脚的水平距离

(2) 预裂爆破：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，起保护开挖限界以外山体或建筑物和减弱地震对其破坏的作用。(12 I 单)



(3) 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 15~75ms）依次起爆，称为微差爆破，亦称毫秒爆破。可减震 1/3~2/3 左右；前发药包为后发药包开创

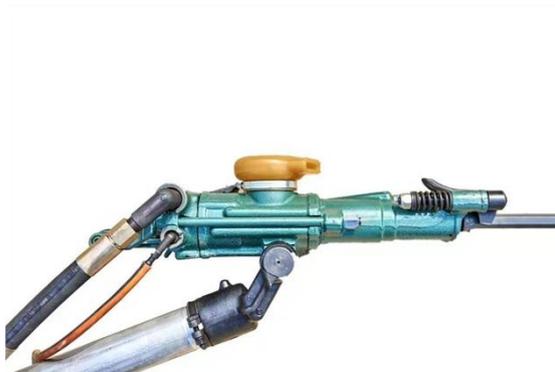
了临空面，从而加强了岩石的破碎效果。

(4) 定向爆破：利用爆能将大量土石方按照指定的方向，搬移到一定的位置并堆积成路堤的一种爆破施工方法，称为定向爆破。(移挖作填)

2.石质路堑爆破施工技术要点

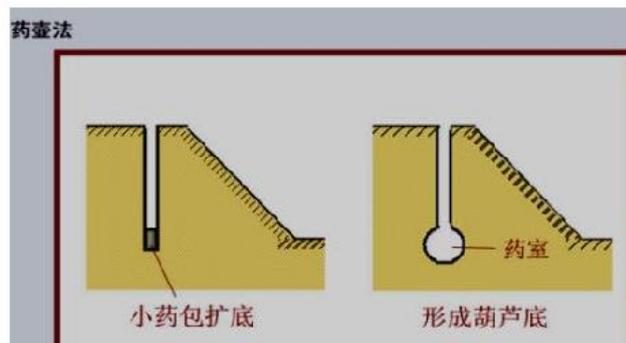
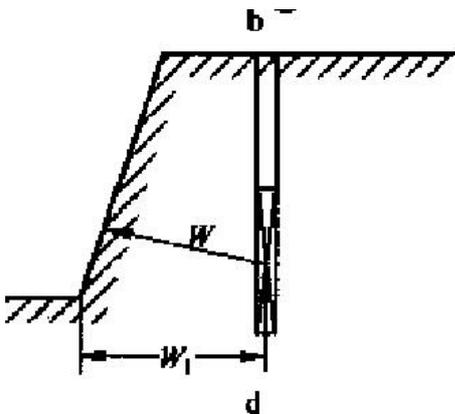
(3) 用推土机整修施工便道，清理表层覆盖土及危石。

(6) 炮眼按其不同深度，采用手风钻或潜孔钻钻孔，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”。



(12) 炮眼装药后用木杆捣实，填塞黏土，洞室装药时，用砂黏土填塞，填塞时要注意保护起爆线路。

(15) 随时注意控制开挖断面，切勿超爆，适时清理整修边坡和暴露的孤石。



【2010 一建】土质路堑混合挖掘法是指()混合使用。

A. 多层横向全宽挖掘法和分层纵挖法

B. 单层横向全宽挖掘法和分层纵挖法

C. 多层横向全宽挖掘法和通道纵挖法

D. 单层横向全宽挖掘法和分段纵挖法

【答案】C

【2016 一建】路基施工中，深孔爆破的判断依据有（ ）。

A. 炮孔成水平或者略有倾斜

B. 孔径大于 75mm

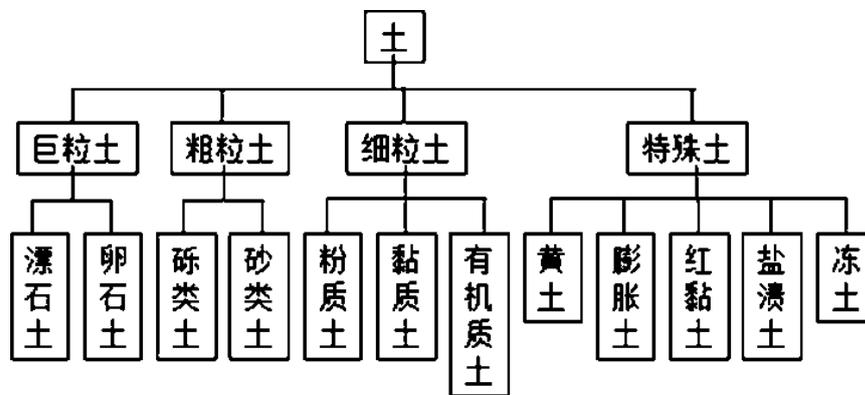
C. 深度在 5m 以上

D. 采用延长药包

E. 采用一次烘膛

【答案】BCD

1B411015 填方路基施工



一、路基填料一般规定

1.宜选用级配好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料。

2.含草皮、生活垃圾、树根、腐殖质的土严禁作为填料。

3.泥炭土、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含量的土等，不得直接用于填筑路基；确需使用时，应采取技术措施进行处理，经检验满足要求后方可使用。

4.粉质土不宜直接用于填筑二级及二级以上公路的路床，不得直接用于填筑冰冻地区的路床

及浸水部分的路堤。

粉质土毛细作用明显，冻胀量大，其力学性能受含水率影响明显。

5.路基填料最小承载比和最大粒径：

高速公路、一级公路上路床 CBR 8% ,

高速公路、一级公路上路床 最大粒径 100mm

二、路床施工技术

1.零填、挖方路段的路床施工技术

(2) 路床范围为过湿土时应进行换填处理，设计有规定时按设计厚度换填，设计未规定时按以下要求换填：高速公路、一级公路换填厚度宜为 0.8~1.2m，若过湿土的总厚度小于 1.5m，则宜全部换填；二级公路的换填厚度宜为 0.5~0.8m。

(3) 高速公路、一级公路路床范围为崩解性岩石或强风化软岩时应进行换填处理，设计有规定时按设计厚度换填，设计未规定时换填厚度宜为 0.3~0.5m。

(4) 路床填筑，每层最大压实厚度宜不大于 300mm，顶面最后一层压实厚度应不小于 100mm。

崩解性岩石是指岩石与水相互作用时失去粘结力，完全丧失强度的松散物质。

强风化软岩：结构大部分破坏，矿物成分显著变化，风化裂隙发育，岩体破碎。

2.路床填料规定

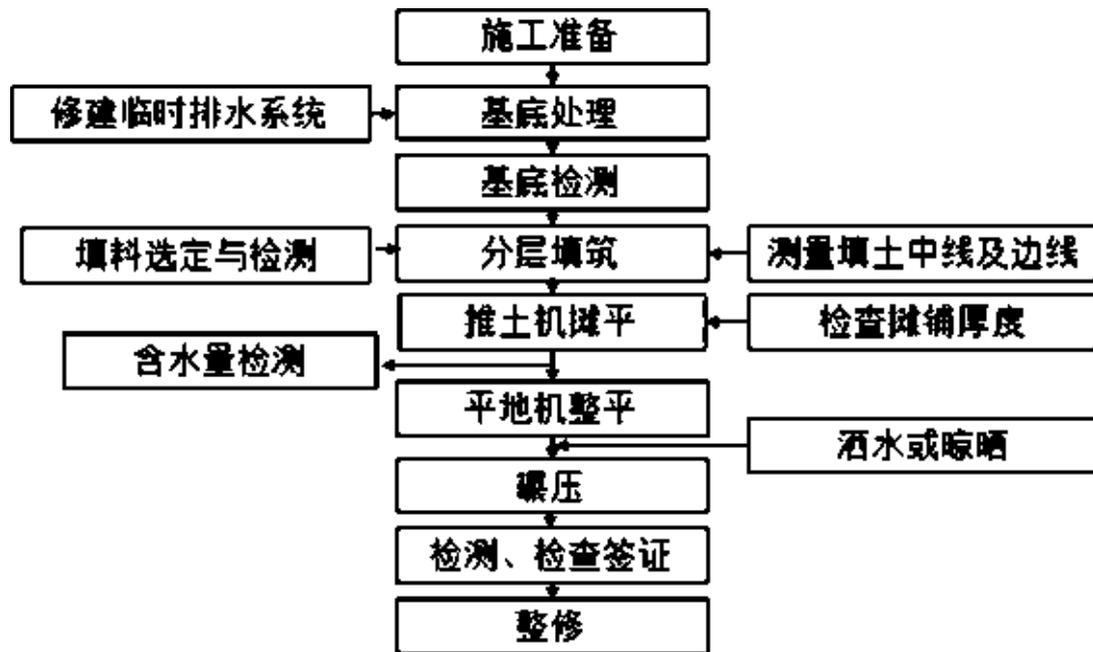
(2) 高速公路、一级公路路床填料宜采用砂砾、碎石等水稳性好的粗粒料，也可采用级配好的碎石土、砾石土等；粗粒料缺乏时，可采用无机结合料改良细粒土。

三、路堤施工技术

1.填土路堤施工技术

填土路堤施工工序主要包括施工放样、清除表土、填前处理、分层填筑、整平、碾压、整修

等。

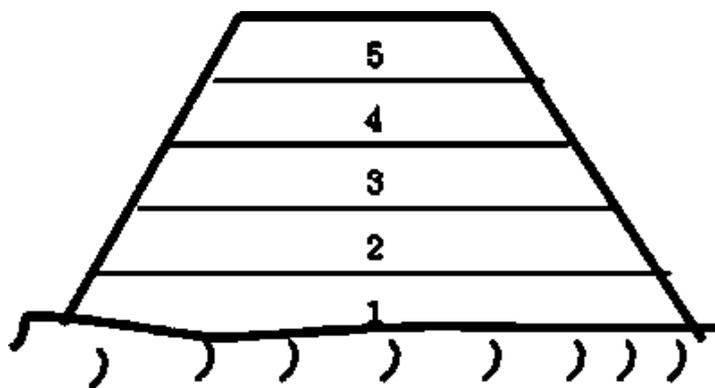


2) 填土路堤的填筑技术

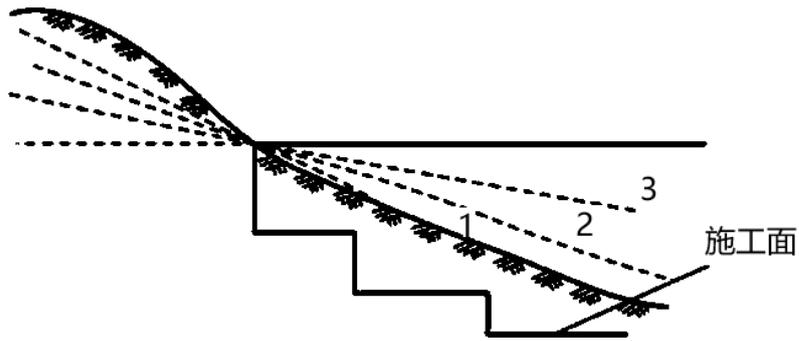
(1) 填筑方法

土质路堤填筑常用推土机、铲运机、平地机、压路机、挖掘机、装载机等机械按以下几种方式作业:

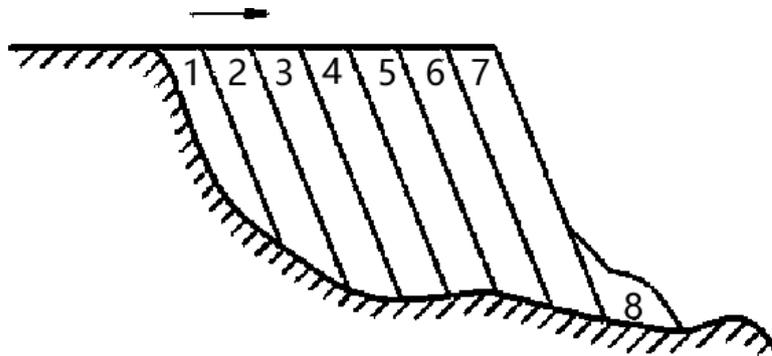
①水平分层填筑：填筑时按照横断面全宽分成水平层次，逐层向上填筑，是路基填筑的常用方式。



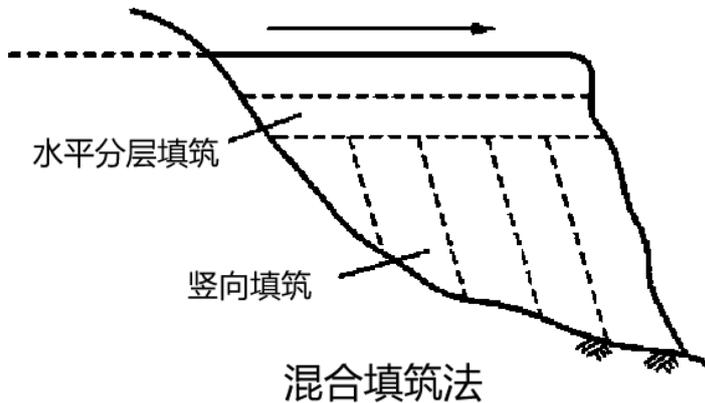
②纵向分层填筑：依路线纵坡方向分层，逐层向上填筑。常用于地面纵坡大于 12%、用推土机从路堑取料、填筑距离较短的路堤。缺点是不易碾压密实。



③横向填筑：从路基一端或两端按横断面全高逐步推进填筑。由于填土过厚，不易压实，仅用于无法自下而上填筑的深谷、陡坡、断岩、泥沼等机械无法进场的路堤。



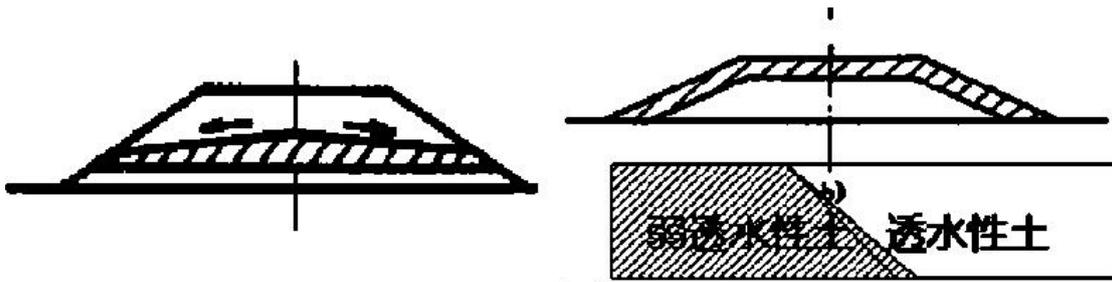
④联合填筑：路堤下层用横向填筑而上层用水平分层填筑。适用于因地形限制或填筑堤身较高，不宜采用水平分层填筑或横向填筑法进行填筑的情况。



4) 土质路堤施工规定

(1) 性质不同的填料，应水平分层、分段填筑、分层压实。同一层路基应采用同一种填料，不得混合填筑。每种填料的填筑层压实后的连续厚度宜不小于 500mm。

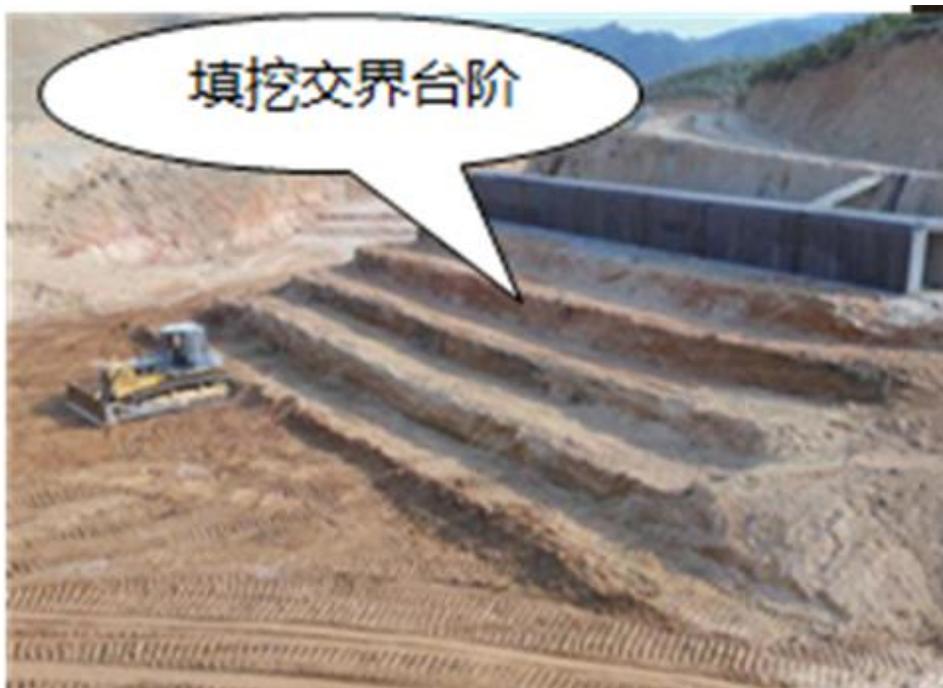
(2) 在透水性差的压实层上填筑透水性好的填料前，应在其表面设 2%~4% 的双向横坡，并采取相应的防水措施。不得在透水性好的填料所填筑的路堤边坡上覆盖透水性差的填料。



(6) 填方分几个作业段施工时，接头部位

①先填路段应按 1:1~1:2 坡度分层留台阶；

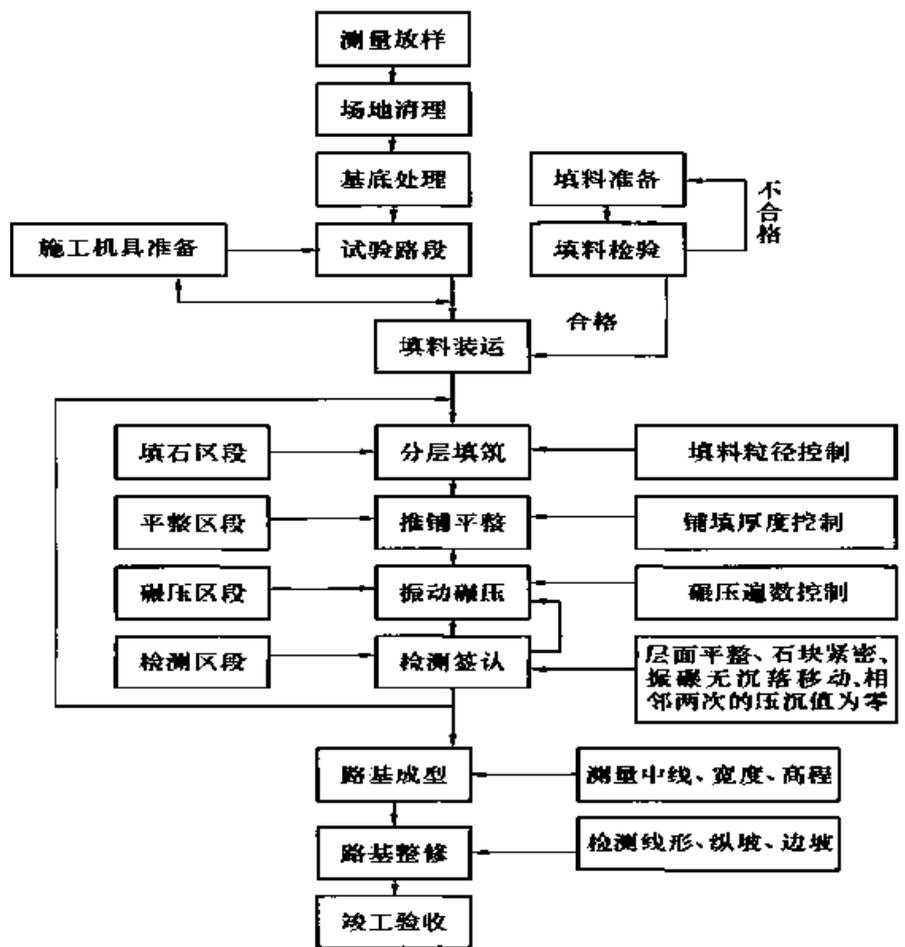
②交替填筑，应分层相互交替搭接，搭接长度应不小于 2m。



(7) 填土路堤施工过程质量控制：施工过程中，每一压实层均应进行压实度检测，检测频率为每 1000m² 不少于 2 点。压实度检测可采用灌砂法、环刀法等方法。施工过程中，每填筑 2m 宜检测路线中线和宽度。(石方、土石 3m)

2.填石路堤施工技术

1) 填石路堤施工工艺流程



2) 填筑方法

(1) 竖向填筑法 (倾填法): 自上往下倾卸石料, 逐步推进填筑。主要用于二级及二级以下, 且铺设低级路面的公路, 也可用在陡峻山坡施工特别困难或大量以爆破方式挖开填筑的路段; 以及无法自下而上分层填筑的陡坡、断岩、泥沼地区和水中的作业的填石路堤。该方法施工路基压实、稳定问题较多。

(2) 分层压实法 (碾压法): 高速公路、一级公路和铺设高级路面的其他等级公路的填石路堤采用此方法。

填石路堤将填方路段划分为四级施工台阶、四个作业区段 (填石、平整、碾压、检测)。

四级施工台阶是：在路基面以下 0.5m 为第一级台阶，0.5 ~ 1.5m 为第二级台阶，1.5 ~ 3.0m 为第三级台阶，超过 3.0m 为第四级台阶。（19 I 案）

（3）冲击压实法：利用冲击压实机的冲击碾周期性、大振幅、低频率地对路基填料进行冲击，压密填方。缺点是在周围有建筑物时，使用受到限制。（补压）



（4）强力夯实法：用起重机吊起夯锤从高处自由落下，利用强大的动力冲击，迫使岩土颗粒位移，提高填筑层的密实度和地基强度。施工速度快，有效解决了大块石填筑地基厚层施工的夯实难题。对强夯施工后的表层松动层，采用振动碾压法进行压实。



3) 填石路堤施工要求

(1) 填石路堤应分层填筑压实。三级及三级以下砂石路面公路的下路堤可采用倾填的方式填筑。

(3) 填石路堤顶面与细粒土填土层之间应填筑过渡层或铺设无纺土工布隔离层。

(4) 压实机械宜选用自重不小于 18t 的振动压路机。(19 I 案)

(7) 采用易风化岩石或软质岩石石料填筑时, 应按设计要求采取边坡封闭和底部设置排水垫层、顶部设置防渗层等措施。

(8) 施工过程中, 每填高 3m 宜检测路基中线和宽度。(土方: 2m)

(9) 填石路堤的压实质量标准采用孔隙率作为控制指标, 孔隙率的检测应采用水袋法进行。

土方: 压实度—最佳含水量—击实试验法、振动台法、表面振动压实仪法

4) 填石路堤填料要求

(1) 硬质岩石、中硬岩石可用于路堤和路床填筑; 软质岩石可用于路堤填筑, 不得用于路床填筑; 膨胀岩石、易溶性岩石和盐化岩石不得用于路基填筑。

(3) 路堤填料粒径应不大于 500mm (路床 100), 并宜不超过层厚的 2/3。(17 II 案)

3. 土石路堤施工技术

1) 填筑方法

土石路堤不得采用倾填方法, 只能采用分层填筑, 分层压实。宜用推土机铺填, 松铺厚度控制在 40cm 以内, 接近路堤设计标高时, 需改用土方填筑。

4. 高路堤施工技术

路基填土边坡高度大于 20m 的路堤称为高路堤。高路堤填料宜优先采用强度高、水稳性好的材料, 或采用轻质材料。受水淹、水浸的部分, 应采用水稳性和透水性均好的材料。

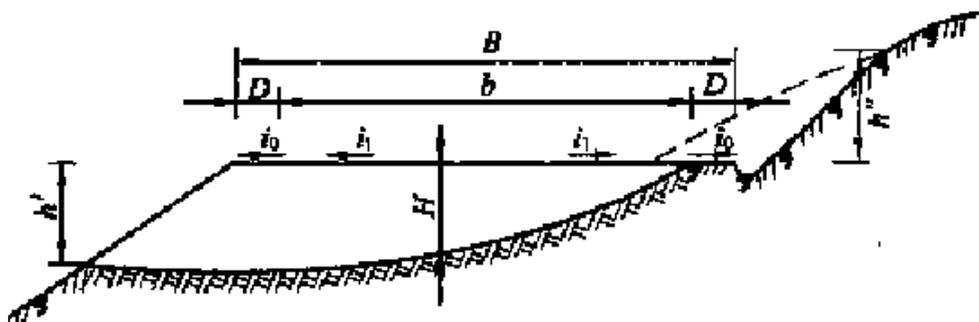


图 2.2.3 路基基本构造图

高路堤施工要求：

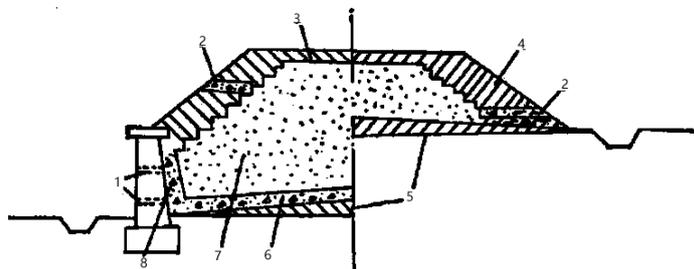
- (1) 高路堤段应优先安排施工，宜预留 1 个雨季或 6 个月以上的沉降期。
- (3) 高路堤宜每填筑 2m 冲击补压一次，或每填筑 4~6m 强夯补压一次。
- (4) 高路堤填筑过程中应进行沉降和稳定性观测。

地表水平位移、挡墙位移

5. 粉煤灰路堤施工技术

粉煤灰特点：轻质材料，粉煤灰的使用可减轻土体结构自重，减少软土路堤沉降，提高土体抗剪强度。可用于各级公路路堤填筑，不得用于高速公路、一级公路的路床和二级公路的上路床。（需要做试验段）

粉煤灰路堤一般由路堤主体部分、护坡和封顶层以及隔离层、排水系统等组成，其施工步骤与土质路堤施工方法相类似，仅增加了包边土和设置边坡盲沟等工序。



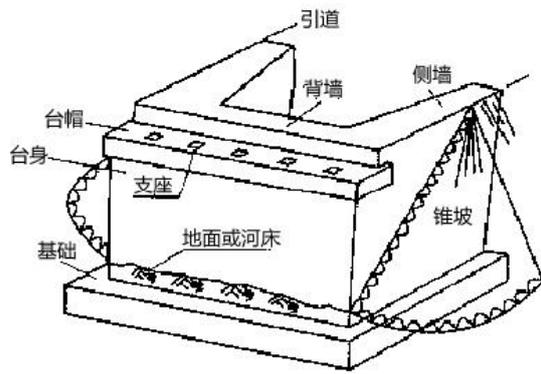
粉煤灰路堤结构示意图

注：1-泄水孔 2-盲沟 3-封顶层 4-土质护坡 5-土质路拱 6-粒料隔离层 7-粉煤灰 8-反滤层

6. 台背与墙背填筑施工技术

- (2) 台背和锥坡的回填宜同步进行。

(3) 台背与墙背 1.0m 范围内回填宜采用小型夯实机具压实。



(4) 分层压实厚度宜不大于 150mm，填料粒径宜小于 100mm，涵洞两侧回填填料粒径宜小于 50mm，压实度应不小于 96%。

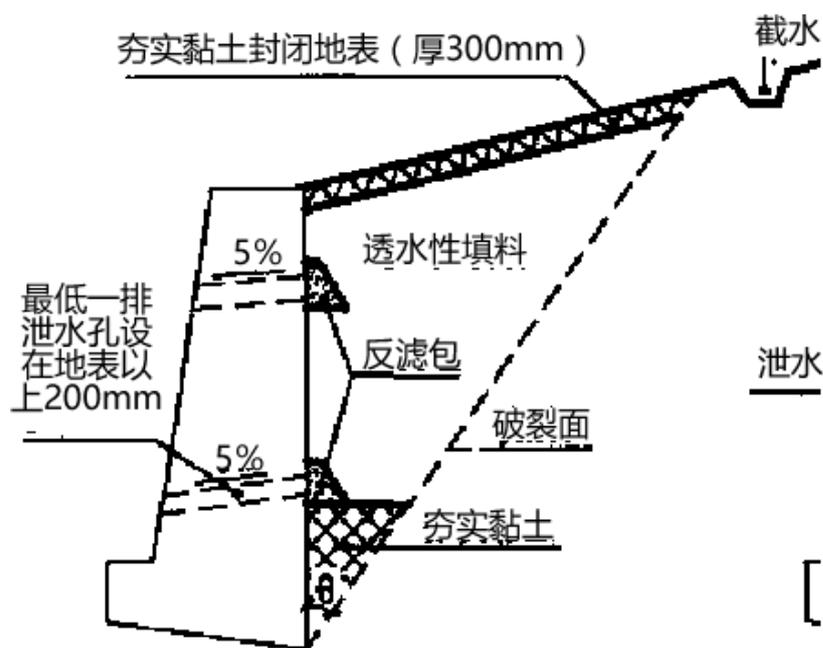
(5) 部位狭窄时，可采用低强度等级混凝土、浆砌片石等材料回填。

(6) 涵洞两侧应对称分层回填压实。

(8) 台背与墙背回填，应在结构物强度达到设计强度的 75%以上时进行。

2) 台背与墙背填筑填料要求

填料宜采用透水性材料、轻质材料、无机结合料稳定材料等，崩解性岩石、膨胀土不得用于台背与墙背填筑。



1B411016 路基季节性施工

一、路基雨期施工技术

1.雨期施工地段的选择

(1) 雨期路基施工地段一般应选择丘陵和山岭地区的砂类土、碎砾石和岩石地段和路堑的弃方地段。

(2) 重黏土、膨胀土及盐渍土地段不宜在雨期施工；平原地区排水困难，不宜安排雨期施工。

3.雨期填筑路堤

(1) 填料应选用透水性的碎石土、卵石土、砂砾、石方碎渣和砂类土等。

(2) 每一填筑层表面应做成 2%~4%双向路拱横坡以利于排水，低洼地带或高出设计洪水位 0.5m 以下部位应选用透水性好、饱水强度高的填料分层填筑，并及时施作护坡、坡脚等防护工程。

4.雨期开挖路堑

(1) 挖方边坡不宜一次挖到设计坡面，应预留一定厚度的覆盖层，待雨期过后再修整到设计坡面。

(2) 雨期开挖路堑，当挖至路床顶面以上 300~500mm 时应停止开挖，并在两侧挖好临时排水沟，待雨期过后再施工。

(3) 雨期开挖岩石路基，炮眼宜水平设置。

二、路基冬期施工技术

1.路基工程可冬期进行的项目

(1) 泥沼地带河湖冻结到一定深度后，如需换土时可趁冻结期挖去原地面的软土、淤泥层换填合格的其他填料。

(2) 含水率高的流动土质、流沙地段的路堑可利用冻结期开挖。

(3) 河滩地段(冬期水位低)开挖基坑修建防护工程。

(4) 岩石地段的路堑或半填半挖地段,可进行开挖作业。

2. 路基工程不宜冬期施工的项目

(1) 高速公路、一级公路的土质路基和地质不良地区的公路路堤不宜进行冬期施工。土质路堤路床以下 1m 范围内,不得进行冬期施工。半填半挖地段、填挖交界处不得在冬期施工。

(2) 铲除原地面的草皮、挖掘填方地段的台阶。

(3) 整修路基边坡。

(4) 在河滩低洼地带将被水淹的填土路堤。

4. 冬期填筑路堤

(1) 路堤填料应选用未冻结的砂类土、碎石、卵石土、石渣等透水性好的材料,不得用含水率大的黏质土。

(2) 填筑路堤应按横断面全宽平填,每层松铺厚度应比正常施工减少 20%~30%,且松铺厚度不得超过 300mm。当天填土应当天完成碾压。

(4) 当填筑高程距路床底面 1m 时,碾压密实后应停止填筑,在顶面覆盖防冻保温层,待冬期过后整理复压,再分层填至设计高程。

5. 冬期施工开挖路堑表层冻土的方法

(1) 爆破冻土法:冰冻深度大于 1m。

(2) 机械破冻法:冰冻深度小于 1m。冻土犁、冻土锯

(3) 人工破冻法:火烧法、热水开冻法

6. 冬期开挖路堑

(1) 挖方边坡不得一次挖到设计线,应预留一定厚度的覆盖层,待到正常施工季节后再修

整到设计坡面。

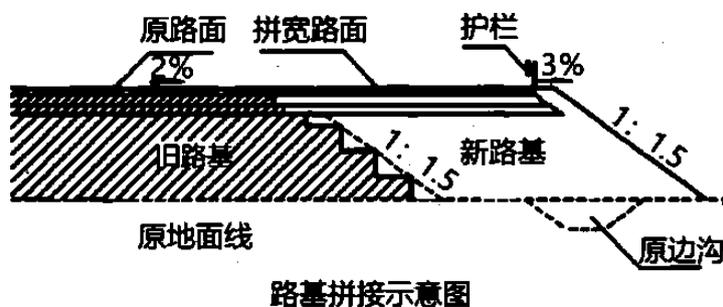
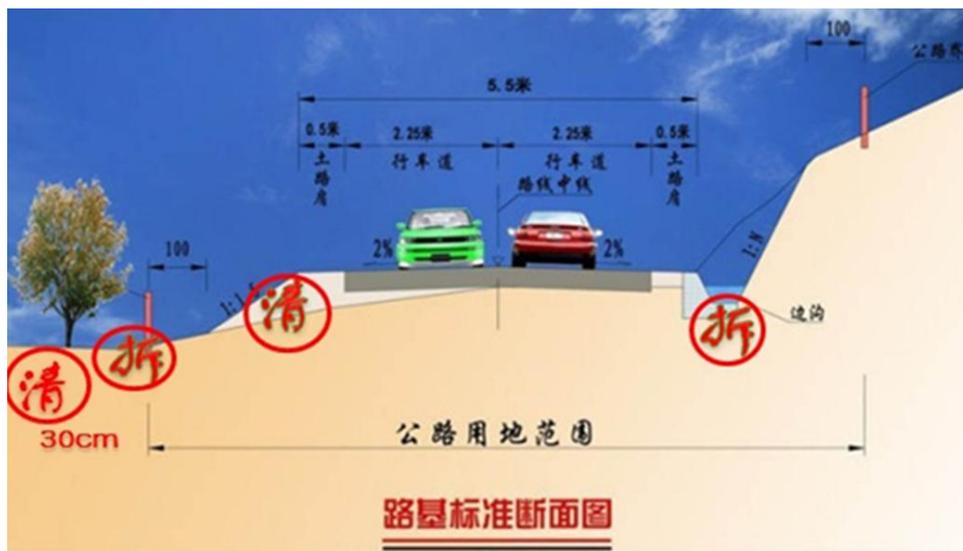
(2) 路基挖至路床顶面以上 1m 时，完成临时排水沟后，应停止开挖，待冬期过后再施工。

【2018 一建】山区公路中，雨期路基施工地段不宜选择（ ）。

- A. 砂类土地段
- B. 路堑的弃方地段
- C. 碎砾石地段
- D. 重黏土地段

【答案】D

1B411017 路基改建施工



一、一般路堤拓宽施工要求

1. 拓宽路堤填筑前，应拆除原有排水沟、隔离栅等设施。拓宽部分的基底清除原地表土不应

小于 0.3m，清理后的场地应进行平整压实。老路堤坡面，清除的法向厚度应不小于 0.3m。

3.上边坡的既有防护工程宜与路基开挖同步拆除，下边坡的防护工程拆除时应采取措施保证既有路堤的稳定。

4.既有路堤的护脚挡土墙及抗滑桩可不拆除。

5.既有路基有包边土时，宜去除包边土后再进行拼接。

6.从老路堤坡脚向上开挖台阶时，应随挖随填，台阶高度应不大于 1.0m，宽度应不小于 1.0m。

8.宜在新、老路基结合部铺设土工合成材料。



四、新旧路基连接部处治技术要点

1.新路基填筑

1) 地基处治

(1) 低路堤处治 (防裂缝)

施工中应尽量利用原状土结构强度，不扰动下卧层。在路基填筑时，如有必要，可铺设土工布或土工格栅，以加强路基的整体强度及板体作用，防止路基不均匀沉降而产生反射裂缝。

(2) 高路堤处治 (防失稳)

施工中为了确保路基稳定、减少路基工后沉降，对高路堤拓宽可采取粉喷桩、砂桩、塑料排水体、碎石桩等处理措施，并配合填筑轻型材料。在高路堤的处治过程中，不宜单独采用只

适合于浅层处治以及路基填土较低等情况的换填砂石或加固土处治。

2) 新填路基

新路基填土提高和改善填料性质的措施有：

(1) 轻质填料路堤

采用粉煤灰、石灰的轻质填料填筑的路堤

(2) 砂砾石填料

如石料来源紧张，可用砖渣等代替。

(3) 冲击补强

采用冲击压实方法可以有效地提高压实度，降低工后沉降量。

2. 新旧路基衔接的技术处理措施

(3) 修建试验路，改进路基开挖台阶的方案，由从土路肩开始下挖台阶，改为从硬路肩开始下挖台阶，以消除旧路基边坡压实度不足，加强新旧路基的结合程度，减少新旧路基结合处的不均匀沉降。

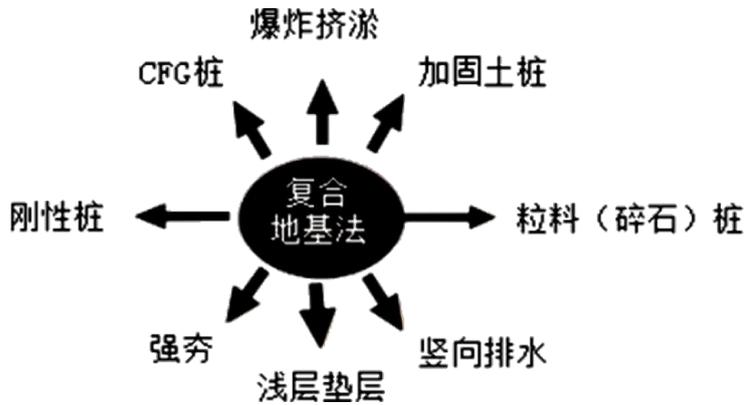
1B411018 特殊路基施工技术

一、软土地区路基施工

(一) 软土地基的工程特性

软土是指天然含水率高、天然孔隙比大、抗剪强度低、压缩性高的细粒土，包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等。

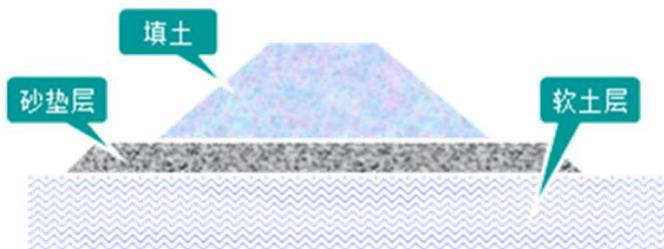
可以天然孔隙比和天然含水率两项指标为基础，采用综合分析的方法进行鉴别。



(二) 软土地基处理施工技术

1. 垫层和浅层处理

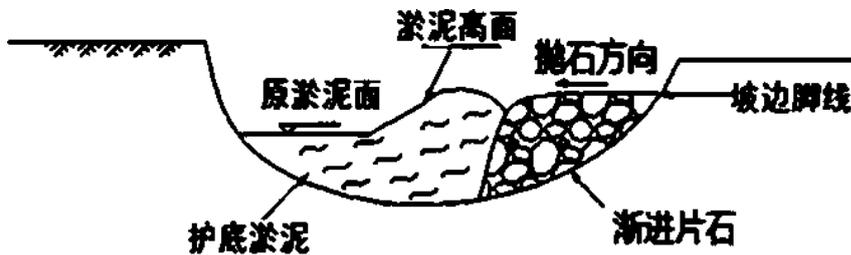
垫层和浅层处理适用于表层软土厚度小于 3m 的浅层软弱地基处理。垫层类型按材料可分为碎石垫层、砂砾垫层、石屑垫层、矿渣垫层、粉煤灰垫层以及灰土垫层等。浅层处理可采用换填垫层、抛石挤淤、稳定剂处理等方法，处理深度不宜大于 3m。(19II) 换抛稳



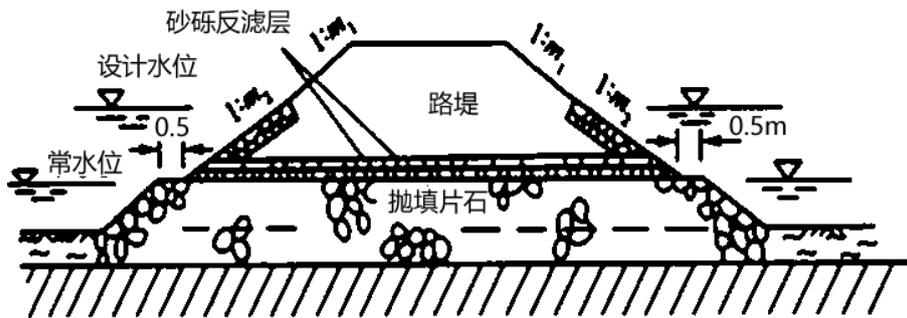
5) 抛石挤淤施工规定

(1) 当下卧地层平坦时，应沿道路中线向前呈三角形抛填，再渐次向两旁展开，将淤泥挤向两侧。

(2) 当下卧地层具有明显横向坡度时，应从下卧层高的一侧向低的一侧扩展，并在低侧边部多抛投不少于 2m 宽，形成平台顶面。



(3) 在抛石高出水面后，应采用重型机具碾压紧密，然后在其上设反滤层，再填土压实。



抛石挤淤宜采用粒径较大的未风化石料，其中 0.3m 粒径以下的石料含量不宜大于 20%。

(2019II)

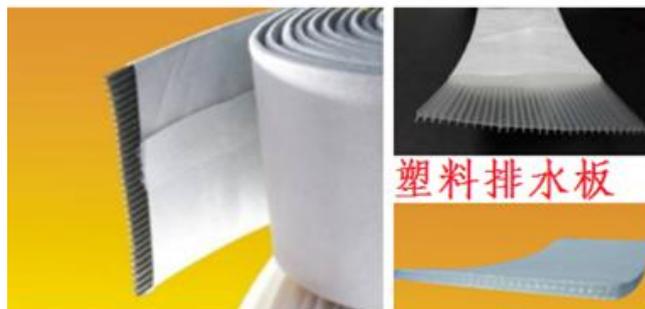
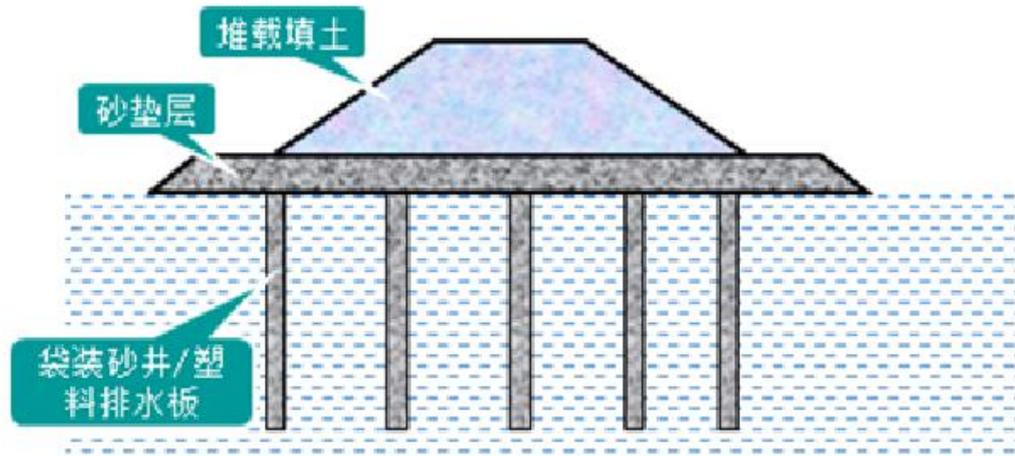


2. 竖向排水体

竖向排水体适用于深度大于 3m 的软土地基处理。用于对淤泥质土和淤泥地基进行处理时，

宜与加载预压或真空预压方案联合使用。采用竖向排水体处理软土地基时，应保证有足够的预压期。

竖向排水体可采用袋装砂井和塑料排水板。竖向排水体可按正方形或等边三角形布置。



袋装砂井和塑料排水板可采用沉管式打桩机施工，塑料排水板也可用插板机施工。

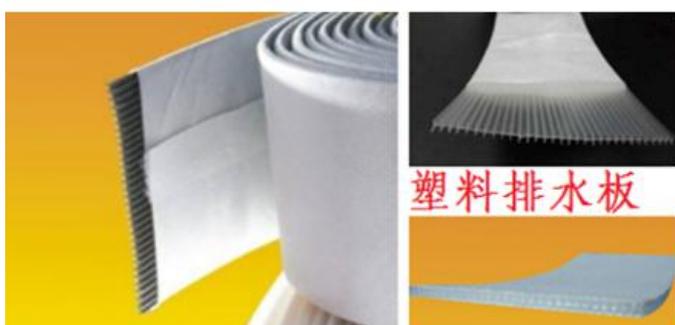
砂袋顶部埋入砂垫层的长度不应小于 0.3m，应竖直埋入，不得横置。

袋装砂井施工工艺程序：整平原地面→摊铺下层砂垫层→机具定位→打入套管→沉入砂袋→拔出套管→机具移位→埋砂袋头→摊铺上层砂垫层。



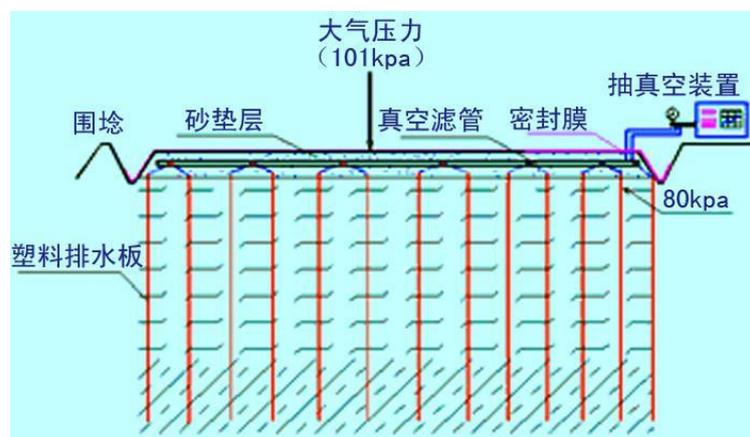
(4) 塑料排水板不得搭接，预留长度应不小于 0.5m，并及时弯折埋设于砂垫层中。

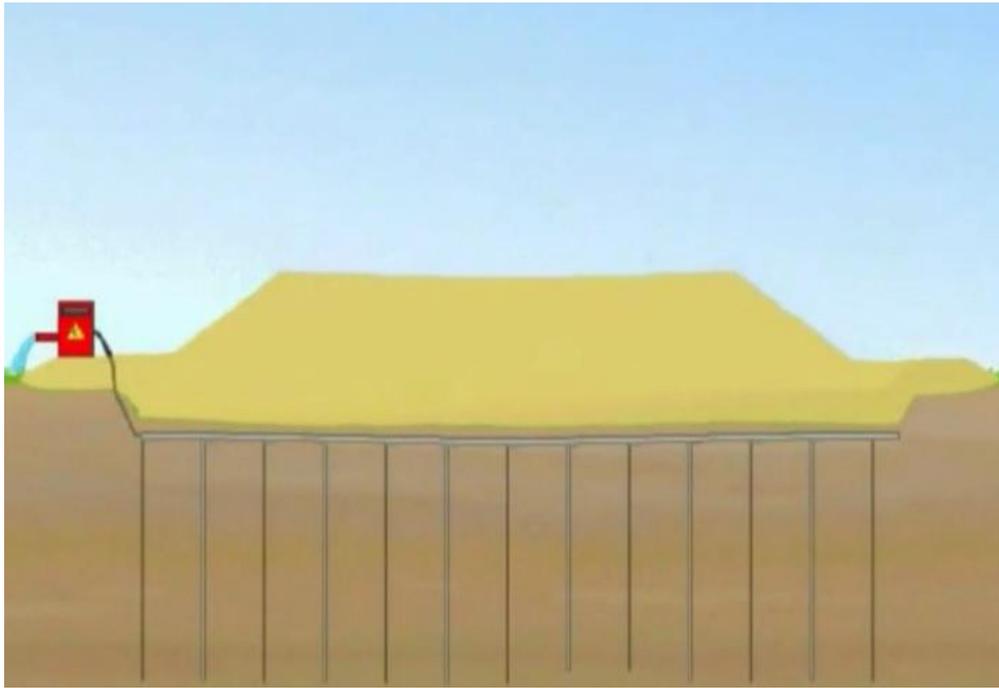
塑料排水板施工工艺程序：整平原地面→摊铺下层砂垫层→机具就位→塑料排水板穿靴→插入套管→拔出套管→割断塑料排水板→机具移位→摊铺上层砂垫层。



3.真空预压

真空预压法适用于对软土性质很差、土源紧缺、工期紧的软土地基进行处理。





密封膜应采用抗老化性能好、韧性好、抗穿刺能力强的不透气的材料，可采用聚乙烯薄膜。

预压过程中，应进行膜下真空度、孔隙水压力、表面沉降、深层沉降及水平位移等预压参数的监测。膜下真空度每隔 4h 测一次，表面沉降每 2d 测一次。停泵卸荷后 24h，应测量地表回弹值。



真空预压施工应按排水系统施工、抽真空系统施工、密封系统施工及抽气的步骤进行。当满足下列条件之一时，可停止抽气：

- (1) 连续 5 昼夜实测沉降速率小于或等于 0.5mm/d。
- (2) 满足工程对沉降、承载力的要求。
- (3) 地基固结度达到设计要求的 80%以上。

采用真空一堆载联合预压时，应先按真空预压的要求抽真空，当真空压力达到设计要求并稳定后，再进行堆载，并继续抽气。堆载时应在膜上铺设土工布等保护材料。

4.粒料桩

粒料桩可采用振冲置换法或振动沉管法成桩。振冲置换法适用于处理十字板抗剪强度不小于 15kPa 的软土地基；振动沉管法适用于处理十字板抗剪强度不小于 20kPa 的软土地基。

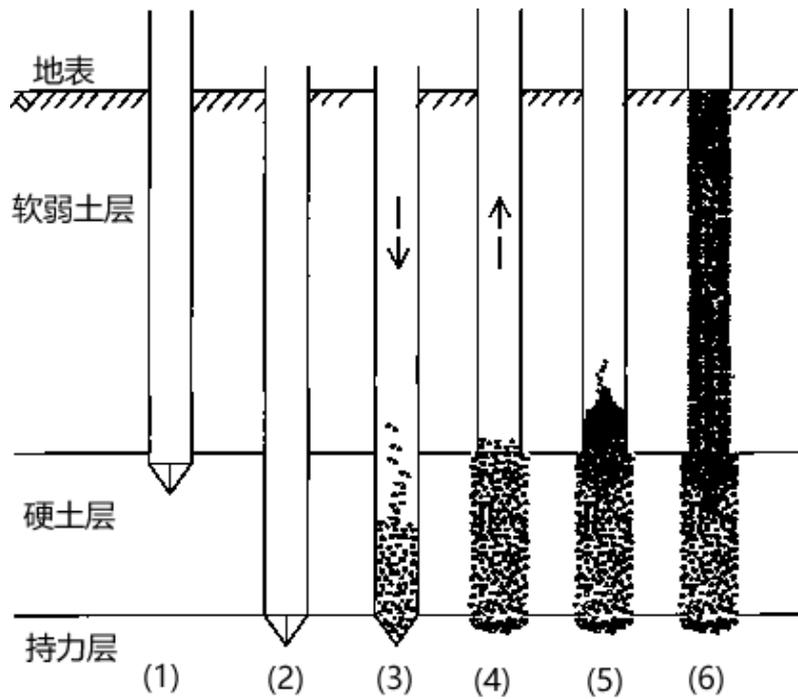
振冲置换法施工可采用振冲器、吊机或施工专用平车和水泵。

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



3) 粒料桩采用振动沉管法施工规定

振动沉管法成桩可采用一次拔管成桩法、逐步拔管成桩法和重复压管成桩法三种工艺。



5.加固土桩

加固土桩适用于处理十字板抗剪强度不小于 10kPa、有机质含量不大于 10%的软土地基。

加固土桩包括粉喷桩与浆喷桩。



2) 粉喷桩施工规定



(1) 施工钻进过程中应保持连续喷射压缩空气，保证喷灰口不被堵塞，钻杆内不进水。

(2) 提升钻杆、喷粉搅拌时，应使钻头反向边旋转、边喷粉、边提升，当钻头提升至距离地面 0.3~0.5m 时，可停止喷粉。

3) 浆喷桩施工规定

(1) 浆液应严格按照成桩试验确定的配合比拌制，制备好的浆液不得离析，不得长时间放置，超过 2h 的浆液应废弃。

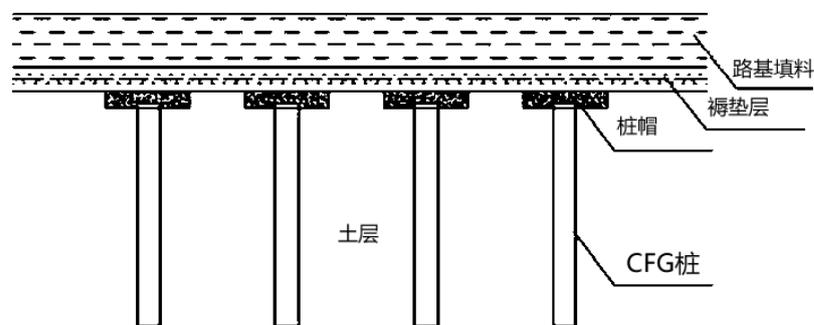
6. 水泥粉煤灰碎石桩



由碎石、砾石、石屑、砂、粉煤灰掺水泥加水拌合，用打桩机制成的桩。

6.水泥粉煤灰碎石桩

水泥粉煤灰碎石桩（CFG 桩）适用于处理十字板抗剪强度不小于 20kPa 的软土地基。



CFG 桩宜采用振动沉管灌注法成桩，施工设备宜采用振动沉管打桩机。

粗集料可采用碎石或砾石。

2) CFG 桩施工规定

(2) 沉管至设计高程后应尽快投料，首次投料量应使管内混合料面与投料口平齐。拔管过程中发现料量不足时应及时补充投料。桩顶超灌高度不宜小于 0.5m。

(5) 当设计桩距较小时，宜按隔桩跳打的顺序施工。施打新桩与已打桩间隔的时间不应少

于 7d。

7.刚性桩

刚性桩适用于处理深厚软土地基上荷载较大、变形要求较严格的高路堤段、桥头或通道与路堤衔接段。

预应力混凝土薄壁管桩宜采用工厂预制，静力压桩机施工，也可采用锤击沉桩机施工。



8.爆炸挤淤

爆炸挤淤是将炸药放在软土或泥沼中爆炸，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，如砂砾、碎石等。爆炸挤淤法适用于处理海湾滩涂等淤泥和淤泥质土地基。处理厚度不宜大于 15m。



抗水性能好的乳化炸药。

当装药器套管沉至要求深度后，应采用通过滑轮的软绳将药包缓缓放至孔底，不得使药包在

套管内坠落。

起爆前必须在起爆点外布设警戒线，警戒距离不得小于 300m。

9.路堤地基隔离墙

隔离墙按其作用与功能可分为防渗型隔离墙（排水固结）和支挡型隔离墙（挤密）。

黏性土防渗隔离墙应采用钻孔取土的方式成沟，换填黏土必须夯压密实，其渗透性和强度应达到设计要求。

水泥搅拌桩防渗型或支挡型隔离墙宜采用浆喷桩。

高压喷射注浆：防渗型隔离墙。

钢筋混凝土灌注桩支挡隔离墙。

10.强夯和强夯置换

强夯法适用于处理碎石土、低饱和度的粉土与黏土、杂填土和软土等地基。



强夯置换法适用于处理高饱和度的粉土与软塑、流塑的软黏土地基，处理深度不宜大于 7m。

强夯置换法是指利用重锤夯击排开软土，向夯坑内回填块石、碎石、砂或其他颗粒材料，最终形成块（碎石）墩，块（碎石）墩与周围混有砂石的夯间土形成复合地基。

强夯处理范围应超出路堤坡脚，每边超出坡脚的宽度不宜小于 3m。

强夯置换处理范围应为坡脚外增加一排置换桩。强夯置换桩宜采用等边三角形或正方形布置，对独立基础或条形基础应根据基础形状与宽度布置。

采用强夯法处理软土地基时，应在地基中设置竖向排水体。

强夯和强夯置换施工前应在代表性路段选取试夯区进行试夯，每个试夯区场地面积不应小于500m²。试夯应确定单击夯击能、夯击次数、夯击遍数、间歇时间等参数。(2018 II 案例)

(三夯一歇)

1) 强夯施工规定

(1) 强夯前应在地表铺设一定厚度的垫层，垫层材料可采用碎石、矿渣等坚硬粗颗粒材料。

(2) 强夯宜分主夯、副夯、满夯三遍实施。

记忆口诀：嘱咐满

强夯置换应按照由内向外、隔行跳打的方式施工。

施工单位确定的强夯施工工序主要包括：①夯点布设、②施工准备、③场地平整、④试夯、⑤主夯、⑥检查验收、⑦副夯、⑧满夯。

问题：写出事件二中强夯施工的正确工序。(写出数字编号即可)(2018 II 案例)

强夯施工的正确工序：②③①④⑤⑦⑧⑥



处理深度总结：

3 米以内：垫层和浅层处理

3 米以上：竖向排水体

7 米以内：强夯置换

15 米以内：爆炸挤淤

强度总结：

加固土桩适用于处理十字板抗剪强度不小于 10kPa。

振冲置换法适用于处理十字板抗剪强度不小于 15kPa 的软土地基；(粒料桩)

振动沉管法适用于处理十字板抗剪强度不小于 20kPa 的软土地基。(粒料桩、CFG 桩)

11.软土地区路堤施工要求

(3) 施工期间，路堤中心线地面沉降速率 24h 应不大于 10~15mm，坡脚水平位移速率 24h 应不大于 5mm。

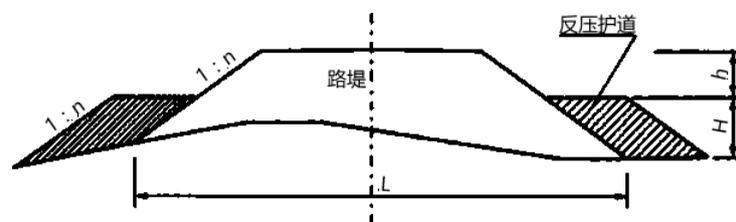
(2020 I 单、2020 II 案例)

(4) 桥台、涵洞、通道以及加固工程应在预压沉降完成后再进行施工。

(6) 在软土地基上直接填筑路堤，应符合下列规定：

①水面以下部分应选择透水性好的填料，水面以上可用一般土或轻质材料填筑。

③反压护道宜与路堤同时填筑。分开填筑时，应在路堤达到临界高度前完成反压护道施工。



【2018 一建单选】软基处理方法中，强夯置换应按照（ ）的方式施工。

- A. 由内向外，隔行跳打
- B. 由内向外，逐行跳打
- C. 由外向内，隔行跳打
- D. 由外向内，逐行跳打

【答案】A

【2020 一建单选】坡脚的水平位移速率 24h 应不大于（ ）mm

- A . 2
- B . 5
- C . 7
- D . 10

【答案】B

二、膨胀土地区路基施工

含亲水性矿物并具有明显的吸水膨胀与失水收缩特性的高塑性黏土称为膨胀土。膨胀土黏性成分含量很高。

按工程性质分为强膨胀土、中等膨胀土、弱膨胀土三类。

膨胀土地区的路堤会出现沉陷、边坡溜塌、路肩坍塌和滑坡等变形破坏。路堑会出现剥落、冲蚀、溜塌和滑坡等破坏。

1) 膨胀土作为路基填料时的要求

- (1) 膨胀土掺拌石灰改良后可用作路基填料，掺灰处置后的膨胀土不宜用于高速公路、一级公路的路床和二级公路的上路床。
- (2) 高填方、陡坡路基不宜采用膨胀土填筑。
- (3) 强膨胀土不得作为路基填料。
- (4) 路基浸水部分不得用膨胀土填筑。
- (5) 桥台背、挡土墙背、涵洞背等部位严禁采用膨胀土填筑。

三、湿陷性黄土地区路基施工

1.湿陷性黄土的工程特性

在自重或一定压力下受水浸湿后，土体结构迅速破坏，并产生显著下沉现象的黄土称为湿陷性黄土。



除采用防止地表水下渗的措施外，可根据湿陷性黄土地基工程特性和工程要求，因地制宜采取换填法、冲击碾压法、强夯法、挤密桩法、桩基础法等措施对地基进行处理。地基处理方法均应进行试验段施工。

冲击碾压或强夯处理段，地基土的压实度、压缩系数和湿陷系数应在施工结束 7d 后进行检测，强度检验应在 15d 后进行。

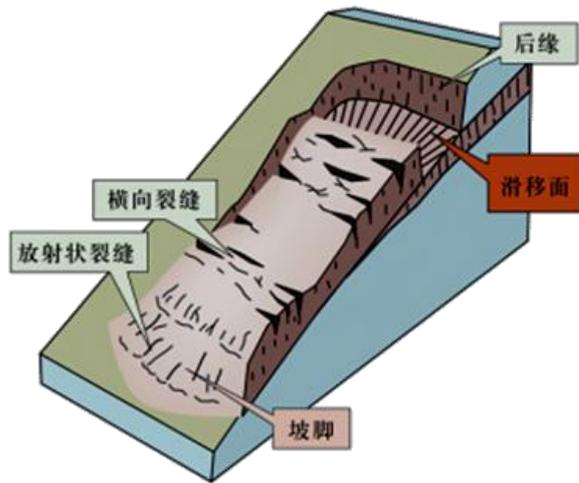
(1) 换填法处理湿陷性黄土地基时，宜采用石灰土垫层或水泥土垫层，也可采用素土垫层。

(2) 冲击碾压法处理湿陷性黄土地基时，冲压处理的施工长度应不小于 100m。

(3) 强夯法处理湿陷性黄土地基时，同一强夯能级宜采用重锤、低落距的方式进行。

(4) 挤密桩法处理湿陷性黄土地基，深度在 12m 之内时，宜采用沉管法成孔，超过 12m 时，可采用预钻孔法进行成孔。

四、滑坡地段路基施工



滑坡防治的工程措施主要有排水、力学平衡和改变滑带土三类。

1) 滑坡排水

- (1) 环形截水沟
- (2) 树枝状排水沟
- (3) 平整夯实滑坡体表面的土层
- (4) 排除地下水

截水渗沟、支撑渗沟、边坡渗沟、暗沟、平孔

2) 力学平衡

牵引式滑坡、具有膨胀性质的滑坡不宜用滑坡减重法。

膨胀性质的滑坡：卸荷膨胀，减重后滑带土松散。

3) 改变滑带土

用物理化学方法改善滑坡带土石性质。一般有焙烧法、电渗排水法和爆破灌浆法等。

口诀：电烧浆

3. 滑坡地段路基的施工技术要点

1) 削坡减载施工应符合下列规定：

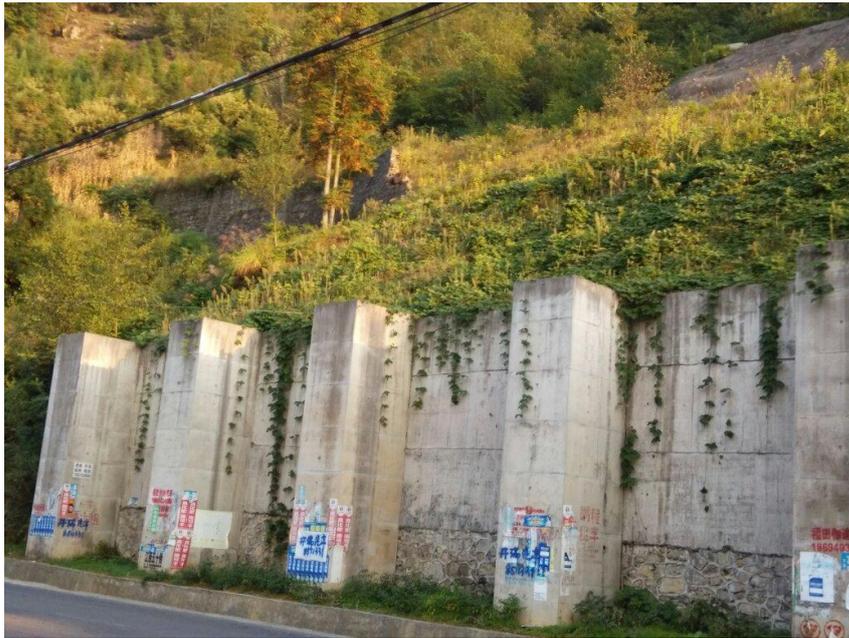
- (1) 应自上而下逐级开挖，严禁采用爆破法施工。

(2) 开挖坡面不得超挖，开挖面上有裂缝时应予灌浆封闭或开挖夯填。

(3) 支挡及排水工程在边坡上分级实施时，宜开挖一级、实施一级。

3) 抗滑支挡工程施工应符合下列规定：

(3) 抗滑桩与挡土墙共同支挡时，应先施作抗滑桩。挡土墙后有支撑渗沟及其他排水工程时应先施工。



(6) 各种支挡结构的基底应置于滑动面以下，并应嵌入稳定地层。

