

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

### 5. 粒料桩-振动沉管法成桩

振动沉管法施工宜采用振动打桩机和钢套管。



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

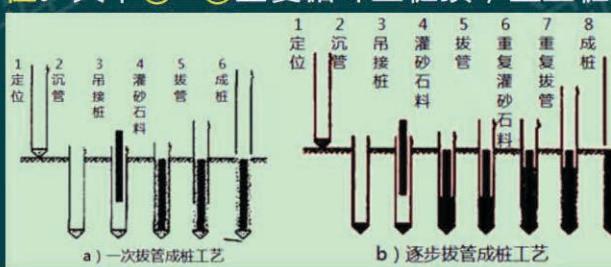
## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

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(20I判断+补充)三种工艺

林玉进老师口诀：**一足虫**

重复压管成桩法的施工工序为：

①清理平整场地→②测量放样→③机具就位→④沉管至设计深度→⑤加料→⑥振动拔管→⑦振动下压管→⑧振动拔管→⑨机具移位。其中⑤~⑧重复循环至桩顶，直至桩管拔出地面



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

粒料桩施工规定如下：(22补②)

(1) 砂桩(22补②C)宜采用中、粗砂，粒径大于0.5mm的颗粒含量宜占总质量的50%以上，含泥量应小于3%，渗透系数应大于 $5 \times 10^{-2} \text{ mm/s}$ ；也可使用砂砾混合料，含泥量应小于5%。

(2) 碎石桩(22补②E)宜采用级配好、不易风化的碎石或砾石，  
最大粒径不大于50mm，含泥量应小于5%。

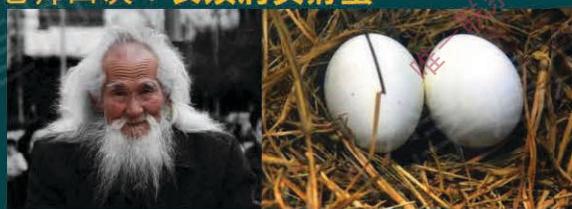


微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

(3) 施工前应进行成桩工艺和成桩 [挤密] 试验(20I简答)，确定  
桩长、成桩时间、砾(碎)石投入量、施工顺序、单桩及复合地基承  
载力等参数。

林玉进老师口诀：长须肩头孵蛋



(4) 粒料桩可采用振冲置换法或振动沉管法，宜从中间向外围或  
间隔跳打。邻近结构物施工时，应沿背离结构物的方向施工。



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

林玉进老师口诀：金桔入地长 → [推荐画图+理解记忆]

粒料桩检查项目：柱距、柱长、柱径、粒料灌入率、地基承载力

粒料桩施工质量标准

表 1B411018-4

检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
柱距 (mm)	±150	抽查桩数的 2% 且不少于 5 点
柱长 (m)	≥设计值	查施工记录
柱径 (mm)	≥设计值	抽查 2%
粒料灌入率	≥设计值	查施工记录
地基承载力	满足设计要求	抽查桩数的 0.1% 且不少于 3 处



微信:JZSBK007

林玉进24年一建公路

导图口诀林玉进 应试课程方向明

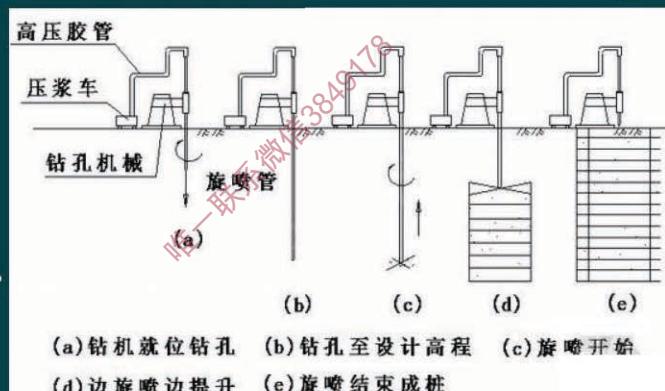
## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

### 6. 加固土桩

加固土桩适用于处理十字板抗剪强度不小于  $10\text{kPa}$ 、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(19②)。

粉喷桩与浆喷桩的施工机械必须安装喷粉(浆)量自动记录装置，

施工前应进行成桩工艺和成桩 [强度] 试验。



微信:JZSBK007

林玉进24年一建公路

导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

### 6. 加固土桩



微信:JZSBK007  
 林玉进24年一建公路  
 导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

加固土桩施工规定如下：

(1) 加固土桩的固化剂宜采用**生石灰或水泥**。生石灰应采用**磨细I级生石灰**，应无杂质、最大粒径应小于2mm。水泥宜采用强度等级**不低于32.5级的普通硅酸盐水泥**。

(2) 加固土桩施工前应进行**成桩试验**，桩数宜**不少于5根**，且应满足下列要求：

①应取得满足设计喷入量的各种技术参数，如**钻进速度、提升速度、搅拌速度、喷气压力、单位时间喷入量等**。

林玉进老师口诀：**转身入脚盆(20V:补充)**



微信:JZSBK007  
 林玉进24年一建公路  
 导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

（3）施工中发现喷粉量或喷浆量不足，应整桩复打，复打的量应不小于设计用量。中断施工时，应及时记录深度，并在12h内进行复打，复打重叠长度应大于1m；超过12h，应采取补桩措施。  
(20V:补充)

加固土桩施工质量标准			
项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桩距（mm）	±100	尺寸：抽查桩数的2%且不少于5点
2	桩径（mm）	≥设计值	尺寸：抽查桩数的2%且不少于5点
3	桩长（m）	≥设计值	查施工记录
4	单桩每延米喷粉（浆）量	≥设计值	查施工记录
5	强度（MPa）	≥设计值	取芯法：抽查桩数的0.5%且不少于3根
6	地基承载力	满足设计要求	抽查桩数的0.1%且不少于3处

表 2B311018-5

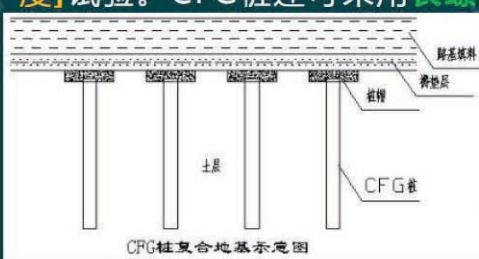


微信:JZSBK007  
 林玉进24年一建公路  
 导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

### 7. 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。施工工序为：原地表处理→测量放样→沉管机就位→下沉至设计深度→停机→泵送混合料→均匀拔管至桩顶→沉管机移位。施工前应进行成桩工艺和成桩[强度]试验。CFG桩还可采用长螺旋钻管内泵压混合料灌注施工。



微信:JZSBK007  
 林玉进24年一建公路  
 导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

水泥粉煤灰碎石桩施工规定如下：

（1）集料可采用**碎石或砾石**

（2）施工前应进行成桩试验，成桩试验需要确定**施工工艺、速度、投料数量和质量标准**。

林玉进老师口诀1：采用CFG桩**施工工艺**，即能让**投料数量更少**又能保证**速度和质量标准**

林玉进老师口诀2：一直投诉



微信:JZSBK007

林玉进24年一建公路

导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

（3）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**。

（4）沉管宜在设计高程留振**10s**左右，然后**边振动，边拔管**。拔管速度宜为1.2~1.5m/min,如遇淤泥层，拔管速度宜适当放慢。拔管过程中不得反插。

（5）成桩过程中，每个台班应做不少于一组(3个)试块(**边长150mm的立方体**)，检验其标准养护28d抗压强度。

（6）群桩施工应合理设计打桩顺序，控制打桩速度，宜采用**隔桩跳打**的打桩顺序，相邻桩打桩间隔时间应**不小于7d**。

考法说明:案(文字补充)



微信:JZSBK007

林玉进24年一建公路

导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

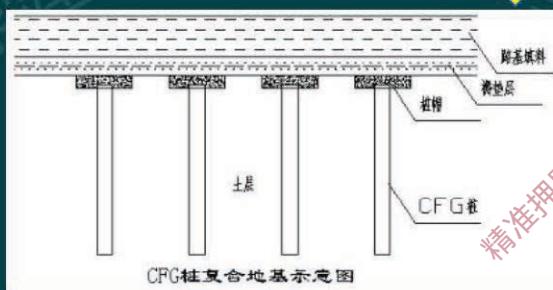
（7）水泥粉煤灰碎石桩施工质量应符合表规定。

检查项目：桩距、桩径、桩长、强度、复合地基承载力

考法说明：案（文字补充）

林玉进老师口诀：谁扶墙唱京剧

[推荐画图+理解记忆]



微信:JZSBK007

林玉进24年一建公路

导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

### 8.刚性桩

刚性桩主要包括现浇混凝土大直径管桩与预制管桩

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。

现浇混凝土大直径管桩宜采用振动沉管设备施工。预制管桩宜采用工厂预制。



微信:JZSBK007

林玉进24年一建公路

导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

### 2)预制管桩施工规定

(3) 预制管桩宜采用静压方式施工，也可采用锤击沉桩方式施工。

(4) 桩的打设次序宜由路基中心线向两侧打设，由结构物向路堤方向打设。

(5) 沉桩过程中应严格控制桩身的垂直度。

(6) 每根桩宜一次性连续沉至设计高程，沉桩过程中停歇时间不应过长。

(7) 中止沉桩宜采用贯入度控制。

(8) 桩帽钢筋笼应插入管桩内，连接混凝土应与桩帽混凝土一起灌注。



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

### 9.强夯和强夯置换

强夯法(19②不宜)适用于处理碎石土、低饱和度的粉土与黏性土、杂填土和软土等地基。强夯施工工序为：场地平整→测量放样→第一遍主夯→夯坑回填、场地平整→测量放样→第二遍副夯→夯坑回填、场地整平→测量放线→第三遍满夯→场地平整→测量高程→试验检测。

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



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

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(18I边缘改错)。强夯置换处理范围应为坡脚外增加一排置换桩。

采用强夯法处理软土地基时，应在地基中设置竖向排水体。对于地下水位较高的地基，强夯前应采取降水措施，将地下水位降至加固层深度以下。强夯置换桩顶应铺设一层厚度不小于0.5m的粒料垫层，垫层材料可与桩体材料相同、粒径不宜大于100mm。



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

强夯与强夯置换施工规定如下：

(1) 强夯置换材料应采用级配好的片石、碎石、矿渣等坚硬的粗颗粒材料(18I类型+列举2种)，粒径宜不大于夯锤底面直径的0.2倍，含泥量宜不大于10%，粒径大于300mm的颗粒含量宜不大于总质量的30%。强夯置换应按照由内向外、隔行跳打的方式施工。

(5) 强夯和强夯置换施工前应在地表铺设一定厚度的垫层。强夯施工垫层材料宜采用透水性好的砂、砂砾、石屑、碎石土等，强夯置换施工垫层材料宜与桩体材料相同(21⑨④)。垫层宜分层摊铺压实。

强夯与强夯置换材料

强夯(细)	垫层	砂、砂砾、石屑、碎石土
强夯置换(粗)	垫层	片石、碎石、矿渣



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018（一）软土地基处理施工技术

（2）应采取隔振、防振措施消除强夯对邻近建筑物的有害影响。

（3）施工前应选择有代表性并不小于 $500m^2$  ( $18I \times 200m^2$ ) 的路段进行试夯，确定最佳夯击能、间歇时间、夯间距、夯击次数( $21 \ominus ⑨$  试夯确定√)、夯击遍数等参数。(18I补充)。

林玉进老师口诀：编剧鞋架次

（9）软基处理其他方法

公路软土地基处理方法还包括修筑路堤地基隔离墙、爆炸挤淤、真空预压、真空堆载联合预压等。



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018(一)软土地区路基施工



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018(一)软土地区路基施工

### 10. 软土地区路堤施工要求

(1) 软土地区路堤施工应尽早安排，施工计划中应考虑地基所需固结时间。

(2) 填筑过程中，应严格控制填筑速率，并应进行动态观测。

沉降观测在施工期应每填一层观测一次；路堤填高达到极限高度之后应每天观测一次；临时中断施工或加载间隙期，可3d观测一次。在预压期间，第一个月内应每3d观测一次，第二个月至第三个月宜每7d观测一次，从第四个月起至预压期末可每半个月观测一次。



微信:JZSBK007  
 林玉进24年一建公路  
 导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018(一)软土地区路基施工

(3) 施工期间，路堤中心线地面沉降速率 $24h$ 应不大于 $10\sim 15mm$ ，坡脚水平位移速率 $24h$ 应不大于 $5mm$ (18I、20I补充20①)。应结合沉降和位移观测结果综合分析地基稳定性。填筑速率应以水平位移控制为主，超过标准应立即停止填筑。

(4) 桥台、涵洞、通道以及加固工程应在预压沉降完成后进行施工(22II期间)。

(5) 应按设计要求的预压荷载、预压时间进行预压。堆载预压的填料宜采用上路床填料，并分层填筑压实。

考法说明:案(文字改错)、选(概述文字游戏型)

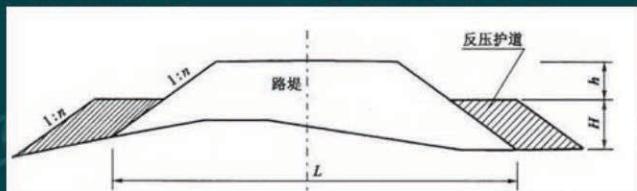


微信:JZSBK007  
 林玉进24年一建公路  
 导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018(一)软土地区路基施工

6. 在软土地基上直接填筑路堤，应符合下列规定：

(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(22II×后)完成反压护道施工



**扩展：**路基临界高度是指在不利季节,当路基分别处于干燥、中湿或潮湿状态时,路床表面(路槽底面)距地下水位或地表积水水位的最小高度,或者说与分界相对稠度相对应的路基离地下水位或地表积水水位的高度。



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018(一)软土地区路基施工

11. 旧路加宽软基处理要求

(1) 软基路段路基加宽台阶应开挖一层、填筑一层，上层台阶应在下层填筑完成后再开挖，台阶开挖应满足台阶宽度和新老路基处理设计要求。

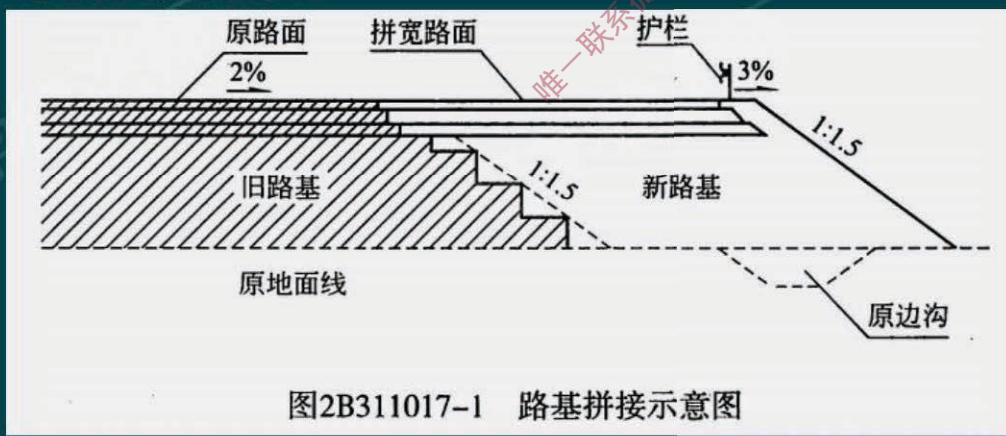


图2B311017-1 路基拼接示意图



微信:JZSBK007  
林玉进24年一建公路  
导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018(一)软土地区路基施工

(4) 旧路加宽路段应同步进行拼宽路基和老路基的沉降观测，观测点宜布置在同一断面上。观测点设置宜为老路路中、老路路肩、拼宽部分中部、拼宽部分外侧。老路路中、老路路肩沉降观测点设置可采用在路表埋设观测点的方法，拼宽部分宜采用埋设沉降板的方法。

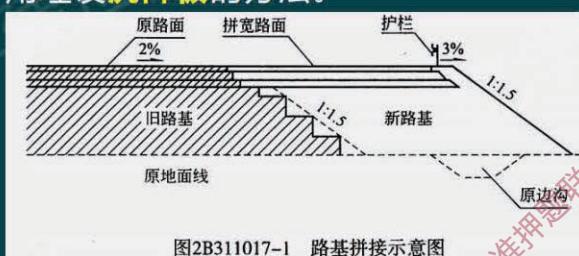


图2B311017-1 路基拼接示意图



微信:JZSBK007  
 林玉进24年一建公路  
 导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 课后思考题

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。

强夯施工的正确工序？



微信:JZSBK007  
 林玉进24年一建公路  
 导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018 (二)膨胀土地区路基施工

### 二、膨胀土地区路基施工

#### 1.膨胀土的工程特性及主要特征

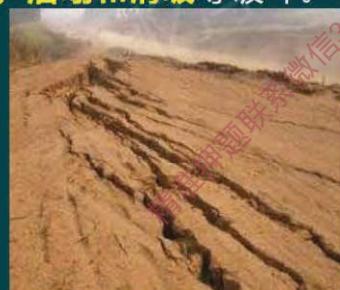
具有较大吸水膨胀、失水收缩特性的高液限黏土称为膨胀土。

按工程性质分为强膨胀土、中等膨胀土、弱膨胀土三类。

膨胀土地区的病害

①路堤：沉陷、边坡溜塌、路肩坍塌和滑坡等变形破坏。

②路堑：剥落、冲蚀、溜塌和滑坡等破坏。



微信:JZSBK007

林玉进24年一建公路

导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018 (二)膨胀土地区路基施工

### 2.膨胀土地区路基的施工技术要点

#### 1) 膨胀土作为路基填料时的要求

中等膨胀土、弱膨胀土的适用范围			
位置	高速、一级公路	二级公路	三级公路
上路床	-	-	-
下路床	-	-	弱
上路堤	-	中、弱	中、弱
下路堤	中、弱	中、弱	中、弱



微信:JZSBK007

林玉进24年一建公路

导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018 (二)膨胀土地区路基施工

(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  
林玉进老师口诀：**强不得处可以，高陡不宜水背禁**

考法说明:案(文字改错)、选(概述文字游戏型)



微信:JZSBK007

林玉进24年一建公路

导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018 (二)膨胀土地区路基施工

2) 膨胀土的填筑

(1) 物理改良的膨胀土路基填筑工艺应符合下列规定：

①位于斜坡路段的膨胀土路基应从**最低处开始逐层填筑**。当沟底有涵洞等结构物时，应在结构物**两侧对称**进行填筑。

③每层厚度**不得大于**300mm。

④采取包边处理时，应**先填筑**非膨胀性包边土或石灰处置后的膨胀土，然后**再填筑**膨胀土，两者交替进行。包边土的宽度宜不小于2m，以一个压路机宽度为宜。

⑤路床采用**粗粒料**填筑时，应在膨胀土顶面设置3% ~4%的**横坡**，并采取**防水隔离**措施。



微信:JZSBK007

林玉进24年一建公路

导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018 (二)膨胀土地区路基施工

(3) 路基完成后，应做**封层**，其厚度应**不小于**200mm。横坡应**不小于**2%。

(4) 物理处置的膨胀土填筑时的压实度标准应根据**试验路段与各地的工程经验**确定，且压实度应满足不低于重型压实标准的90%。

(5) 填筑膨胀土路堤时，应及时对路堤边坡及顶面进行防护。



微信:JZSBK007  
 林玉进24年一建公路  
 导图口诀林玉进 应试课程方向明

## 1B411018 (二)膨胀土地区路基施工

3) 膨胀土地区路堑开挖

(1) 边坡施工过程中，必要时可采取临时防水封闭措施**保持土体原状含水率**。

(2) 边坡不得一次挖到设计线，应**预留**厚度300~500mm，待路堑完成后，再分段削去边坡预留部分，并立即进行加固和封闭处理。

4) 膨胀土路堑边坡防护

(4) 坎工防护时，墙背应设置**缓冲层**，厚度应不大于0.5m。

(5) 路堑边坡防护的**防渗层、排水垫层、渗沟、反滤层、坎工结构**等不同类型的结构施工工艺应符合规范规定

林玉进老师口诀：**绿屋防神殿**



微信:JZSBK007  
 林玉进24年一建公路  
 导图口诀林玉进 应试课程方向明