

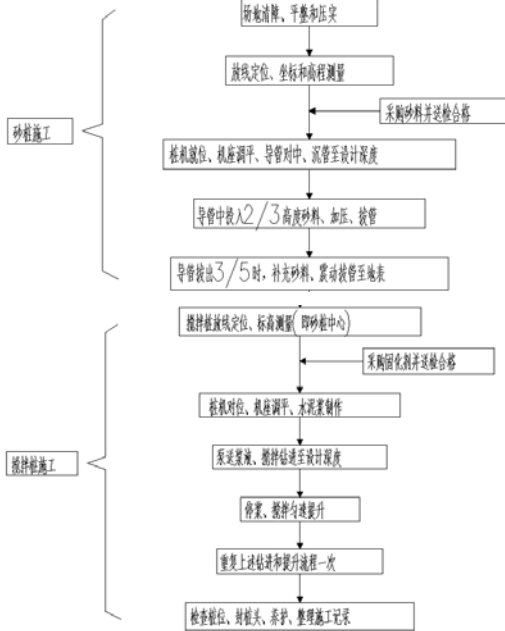


7. 每台后台开泵送浆与前台搅拌施工联络信号必须畅通且机台间不得干扰。

8. 所使用的水泥均应过筛且准确计量。制备好的浆液不得离析，并在2h内泵送完毕，泵浆必须连续、均匀。拌制水泥浆液罐数、水泥（掺合料、早强剂）用量、泵送浆液和搅拌头下沉与提升起始时间、钻杆下沉与提升速度和次数等应有专人记录。

9. 砂石褥垫层夯填度不大于0.9，褥垫层的铺设与土工格栅的铺设应做好配合。土工格栅严禁与硬质棱角填料直接接触，应在土工格栅下表面以下及上表面以上各铺设一层不小于30mm厚砂层。土工格栅之间的连接应牢固，搭接宽度不小于150mm，受力方向的连接强度不得低于材料设计抗拉强度。垫层厚度为500mm，分层铺填厚度、每层压实遍数等宜通过试验确定，分层铺填厚度可取200~300mm。首层宜采用静力压实法，其后要求采用振动机械压实机压实。

### (二) 砂桩水泥土搅拌桩成桩工艺流程



## 四、施工方法

### (一) 砂桩施工方法

1. 测量放线。根据现场平整后测量结果，按设计要求绘制布桩图。按照桩位布置图测量定位，设置标高控制点和轴线控制网。用全站仪、钢尺定出每排桩位轴线和路基边桩然后放样逐桩中心，将桩的准确位置测设到地面，每一个桩位打一个小木桩，并用白灰在小木桩附近地面上画上一个圆心与小木桩重合、直径与管桩相等的圆圈，以便插桩对中，保持桩位正确。并做好标记保护工作，试桩位置及编号做好单独记录，测量人员填写放样记录，经验收合格后施工。

2. 桩机就位。根据门架振动挤压砂桩机走向测量桩位标记，使桩机对准打桩线，且管尖接触桩位点，桩就位后双向校

正垂直度，发现垂直偏有效期超出桩长的1%时，应停止打桩及时纠正，以保证桩身垂直度，用水准仪控制标高，以保证桩顶标高与设计标高一致。同一排桩可隔一根桩打一根桩，反复进行。

3. 启动桩锤电机使桩锤振动，桩管沿桩位下沉（桩管必须下沉到设计深度）。

4. 根据桩深，将砂倒入漏斗内，如果桩管一次容纳不了应灌入的全部砂料。剩余的砂料带管提升后，振动挤实一段时间以后再补充装入。

5. 第一次把桩管提升80-100cm，提升时桩靴自动打开，桩管内的砂料自动流出。

6. 降落桩管，振动挤压15-20S（注意观察料斗中砂料的变化，如果砂料没有减少，说明桩靴没有打开，要继续提升桩管，直到桩靴打开）

7. 其后每次桩管提升50CM，挤压时间以桩管难以下沉为准。按上述方法多次往复升降压拔桩管，灌砂挤密地基。

8. 完成该桩管砂量后，桩管提升至地面，然后移到下一个桩位。

### (二) 双轴水泥搅拌桩施工方法

1. 桩机定位：首先熟悉图纸要求。在桩位放样后，桩机就位，整平对中。

2. 喷浆搅拌钻时到底：开动灰浆泵，确认浆液顺利从喷嘴喷出时，启动桩机，操作升降手把使搅拌轴沿导向架搅拌回转向下切土钻进。钻进参数一般为钻速1m/min，转数60r/min左右，喷浆压力0.4-0.6Mpa，喷浆量33L/min。如遇硬土层，可用钢绳加压器均匀给压，钻进到设计桩底高程。

3. 关泵搅拌提升：搅拌头进入工序后，即可自桩底以60r/min的转数反转，以与钻进相等的速度将搅拌头提升到地面（如发现搅拌头被软泥糊住，须及时清除）。

4. 喷浆重复搅拌钻时到设计桩底高程：按照工序2操作要求进行，三喷四搅。

5. 关泵重复搅拌提升到地面，成桩。

6. 成桩后，停止搅拌开启灰浆泵，加清水清洗全部管路中残存的水泥浆，清除粘附在搅拌头上的软土。重复工序1再施工另一搅拌桩。

### (三) 土工格栅施工方法

1. 施工场地：在已完成的砂桩顶面，清除污染物及浮土，埋设完测试元件后，铺设厚度0.2m的碎石垫层，采用轻型压路机压实表面。

2. 第一层格栅铺设：10m长进行人工拉紧和调直一次，直至一卷格栅铺完，再铺下一卷，操作同前。铺完一卷后用压路机从起始点向前进方向碾压一遍即可。格栅纵向搭接长度10~15cm，两幅土工格栅搭接部分采用聚乙烯绳呈“之”字形

序号	项目	规定值或容许偏差	检验数量
1	土工格栅长度	不小于设计要求	每100m检查3处
2	格栅之间的连接及强度	符合设计要求	每100m检查3处
3	格栅搭接长度及连接	符合设计要求	每100m检查3处
4	填土层质量检验	按《建筑地基处理技术规范》第4.4条要求	

穿帮，采用U型钉将土工格栅固在土中并张紧。格栅返包上层碎石垫层边缘段长度2m，并用铁钉固定。

3. 铺第二层碎石垫层：第一层土工格栅铺设完毕后，在其上采用倒卸法施工第二层碎石垫层，厚度0.3m。垫层施工完毕后碾压密实。

### 五、关键工序

1. 施工前，必须先清除地上、地下障碍物，再进行场地平整和压实；施工中必须保持施工机械底盘的水平和导向架的垂直，桩位偏差不得大于50mm，导管垂直偏差不得超过1%。

2. 双轴水泥土搅拌桩测量定位应与砂桩中心重合。

3. 砂桩应采用振动沉管施工，并从导管顶部采用空压机加压。

4. 水泥浆制作顺序：按设计量加水一加三乙醇胺一边搅拌边加水泥、搅拌水泥浆至均匀、散放细中砂掺和料且再搅拌均匀。严禁一次性集中投放细中砂。

5. 按设计水灰比配置水泥浆，钻杆下沉速度、送浆压力要与送浆量相匹配。

### 六、质量控制及强度检测

#### (一) 砂桩水泥土搅拌桩质量检测

1. 水泥土搅拌桩施工质量应加强过程监控，随时检查施工记录和计量记录，重点检查桩长、钻杆提升速度、搅拌次数、搅拌头直径、叶片厚度、水泥和浆液用量、停机处理等，关键工序应旁站监理。

2. 对于复合地基检测，按广东省标准《建筑地基处理技术规范》DBJ15-38-2005中8.4条规定执行。

#### 3. 钻芯检测部位

(1) 水泥土搅拌桩中心部位存在喷浆盲区，其强度相对较低，抽芯孔位应避开喷浆盲区，在距桩边缘1/3—1/4桩直径处。(2) 砂桩水泥土搅拌桩应在桩的形心和距桩边缘1/3桩直径处平行布置抽芯检测孔。对格栅状、壁状、块状水泥土加固体，在掺砂薄弱区也应布置钻芯检测孔。

4. 钻探取芯及室内试验。(1) 水泥土搅拌桩钻芯宜采用XY 1型钻机、双层岩芯管及内径不小于80mm合金钻头。(2) 采用双管单动小水量钻进法，回次进尺不宜超过1m，重点取芯部位不应超过0.5m，以保证水泥土芯样完整性和不低于90%采取率。(3) 钻进取芯过程中，钻杆必须始终保持垂直精度，机台保持水平。(4) 芯样取出后，试验芯样立即用塑料薄膜密封并及时送至试验室，并在24h内进行无侧限抗压强度试

验，试验数量每根桩不少于3组。试验结果分批提交，提交时间自试验开始不得超过1周。(5) 芯样描述内容主要包括：钻进回次进尺、芯样颜色、连续性、完整性，胶结情况、表面光滑情况、断口吻合程度、芯样节长、气孔、蜂窝、均匀性、夹层、硬块、采取率等。

#### (二) 褥垫层质量检验

桩顶褥垫层厚度为500mm，夯填度不大于0.9，碎石最大粒径不大于30mm。铺设褥垫层前应检查桩顶设计标高处的桩间土情况，如存在杂填土、扰动土等，应将其清除，以砂夹石、土夹石或3:7灰土等换填至桩顶设计标高，压实系数不小于0.96。

#### (三) 土工格栅质量检验

1. 土工格栅出厂之前的各项检验、出厂标志、运输、贮存等均应严格遵守国标《土工合成材料塑料土工格栅》(GB/T 17689-2008)和行业标准《交通工程土工合成材料土工格栅》(JT/T 480-2002)的有关条文要求。

2. 土工格栅施工质量检验应根据《公路土工合成材料应用技术规范》(GB 50290-2012)、行业标准《交通工程土工合成材料土工格栅》(JT/T 480-2002)等有关规程规范的相关规定执行。

3. 施工时应有专人随时检查，每完成一道工序应按设计要求及时验收，合格后，方可进行下一道工序。

#### 结语：

水泥搅拌桩设置在两个砂桩中间，砂桩部分形成排水通道，部分和搅拌桩搅合在一起，固结承载，改良土质。土工格栅夹在碎石褥垫层中间，土工格栅使褥垫层连成整体，褥垫层形成排水通道。盲沟内有钢格栅，格栅顶部分三层集配碎石，过滤杂物，将褥垫层表面水排走。

#### 参考文献：

[1] 梁全民, 薄众清. 水泥搅拌桩在软土地基处理中的应用[J]. 水科学与工程技术, 2006, (s2).

[2] 刘富明, 董航. 地基处理和基坑支护在淤泥中的复合应用[J]. 价值工程, 2019, 38(36): 120-122.

[3] 邓晓琼. 砂桩法处理软路基[J]. 铁道运营技术, 2006, 12(3): 36-37.

[4] 谢凯. 试论岩土地质工程中地基与桩基础处理技术要点[J]. 世界有色金属, 2019(24): 272-274.