

高铁路基技术交底

赫洪声

路基技术交底

一、概述

路基重要工点类型为黄土路堤及地基处理、黄土（深）路堑及地基处理、松软土地基路堤、浸水路堤和挡土墙。

路基工后沉降，一般地段路基工后沉降控制原则为 15mm，路桥、路隧或横向构造物工后差异沉降不小于 5mm，也就是零沉降概念，因此路基设计与施工质量非常严格，全线土质路基均需要进行地基加固处理，并进行堆载预压和沉降观测评估。

二、地基加固处理

路基地基处理包括湿陷性黄土地基和松软土地基处理，地基处理采用的桩型主要有水泥土挤密桩、柱锤冲扩桩、CFG 桩、预应力管桩、旋喷桩和钻孔桩等。

1. 湿陷性黄土地基处理

(1)湿陷性黄土地基一般采用冲击碾压、换填和水泥土挤密桩、柱锤冲扩桩挤密桩法对湿陷性黄土地基进行处理，原则上地基处理采用如下措施进行处理：

1)湿陷性黄土厚度不小于 1m 且不大于等于 12m 时，采用水泥土挤密桩消除黄土的湿陷性。

2)当湿陷性黄土厚度不小于 12m 时，采用柱锤冲扩桩进行处理。

(2) 地基采用挤密桩法消除湿陷性黄土的湿陷变形后，路基工后沉降仍不满足规定时，采用长短桩结合的方式进行地基处理，长桩处理地基的压缩变形，长桩一般采用 CFG 桩，当处理深度内有厚度不小于 2m 卵石土（砾石土）等 CFG 桩难以穿越的土层时，采用旋喷桩加固。

(3) 水泥土挤密桩、柱锤冲扩桩桩顶垫层内夹铺一层高强土工格栅。

2. 松软土地基处理

(1) 以黏性土、粉土等为主的深厚层松软土，正线地基一般采用 CFG 桩、预应力管桩进行处理，原则上桩长应穿透软弱层至硬底，并根据沉降计算确定。CFG 桩桩间距一般为 1.6~1.8m，预应力管桩间距为 0.8~2.0m，松软土地基桩位按正方形布置。

(2) 车站正线无砟轨道影响范围内一般采用桩筏构造进行地基处理，CFG 桩间距 1.6~1.8m，预应力管桩间距为 1.8~2.0m。

(3) 桩顶设碎石垫层，碎石垫层内夹铺一层高强土工格栅，桩顶设 C30 钢筋混凝土桩帽。

3. 冲沟地段地基处理

填方较高的 V 形冲沟地基采用 CFG 桩等施工困难和沉降难控制地段，无砟轨道正线采用 C40 钢筋混凝土高桩板构造加固处理，钢筋混凝土板位于基床表层如下，板宽 9.5m，板边缘厚 0.6~0.8m，板间为 2%的人字坡，桩板构造中板下设置 2~3 排桩，桩采用 C30 钢筋混凝土钻孔灌注桩，桩径 1.0m，桩横向间距 5.0m，纵向间距 7.0~12.0m。

4. 重要技术规定和施工注意事项

(1) 施工前应进行试桩试验，确定施工工艺，满足设计规定的质量检查规定。确定施工机具的锤重、落距、分层填料厚度、分层夯击次数，作为施工的参数。

(2) 开钻前用全站仪每 10m 一种断面测设控制桩 2 个，再分别在排内用钢尺测放出各桩桩位。在各桩桩位测，对任一相邻两桩的间距进行复核，以保证施工放线时桩位偏差符合规定。对钻机人员进行技术交底，钻机人员根据控制桩位，用钢尺放出每根桩位，且用 60cm 长的钢筋在桩位做出明显标志。钻机每次对位，钻杆中心基本要与钢筋位置重叠。

4.1 水泥土挤密桩

4.1.1 材质规定

土料选用黄土，水泥选用 P.O. 42.5 一般硅酸盐水泥，水泥土规定在填料拌合站集中拌和，并且根据回填规定随拌随用。填料水泥的掺入量应不小于 8%（重量比）。

(1) 水泥土挤密桩采用振动沉管成孔。

(2) 柱锤冲扩桩采用螺旋钻机钻孔，钻孔直径为 0.35~0.4m，在钻孔内采用柱锤分层填料夯扩后桩径不小于 0.65m，柱锤冲扩桩桩距为 1.0。

(3) 水泥土挤密桩和柱锤冲扩桩桩顶设计标高以上预留覆盖土层厚度为 0.5~0.7m，复合地基顶部 0.5~0.7m 松土采用冲击碾压压实，高于设计桩顶高程的应挖除碾压平整。桩顶 30cm 铺设一层 260KN/M 高强土工格栅，受力方向搭接 30cm，受力方向应垂直线路等强度搭设。

挤密桩桩长穿透湿陷性黄土地层。

(6) 水泥土回填扎实采用持续施工，每个桩孔一次性分层回填扎实，不得间隔停止或隔日施工以免减少桩的承载力。

当孔中部出现轻微缩孔时，使用烙阳铲人工修孔保证夯锤顺利夯击；当孔底出现缩孔严重时可采用桩机二次成孔。扩孔后及时夯填水泥土。严重缩颈和回淤的桩孔应填入干砂、石灰块或砖渣，重新钻孔。

(8) 水泥土挤密桩和柱锤冲扩桩加固范围：路堤地段处理范围至路堤坡脚外 4.0m 且应加固至坡脚排水沟外边缘，路堑地段为护墙或挡土墙等边坡防护构造物两外缘之间。

4.1.2 施工工艺

采用 D₁-18 型柴油锤打桩机进行施工，锤重 1.8T，落距 210cm。

水泥土挤密桩的成桩措施是将备制好的桩料分层填入桩孔中，再用柴油锤打桩机夯击密实。每米成桩不少于三层。成桩桩体基本呈园柱体，顶部平整，平均桩径 $\geq 400\text{mm}$ 。

成孔机械表面应有明显的进尺标识，以此来控制成孔深度。

(1) 处理区段地基土的含水量宜靠近最佳含水量，当土的含水率低于 10% 时，宜对处理范围内的土层进行增湿。增湿处理应在地基处理前 4~6d 完毕，需增湿的水通过一定数量和一定深度的渗水孔均匀地渗透处理范围的土层中。

(2) 桩机就位，使沉管尖对准桩位，调平扩桩机架，使桩管保持垂直，用线锤吊线检查桩管垂直度，保证垂直度偏差不小于 1.5%。

(3)成孔工艺：采用沉桩机将与桩孔同直径钢管打入土中拔管成孔，桩管顶设桩帽，下端作成 60° 角度锥形活动桩尖，施工前在桩架或钢管上标出控制深度标识，以便施工过程中进行钢管深度观测。挤密桩施工时应控制拔管速度，在拔管前宜停止 10 秒左右。成孔后清底扎实、夯平，扎实次数不不小于 8 击，成孔后进行孔中心位移、垂直度、孔径、孔深检查，合格后进行下道工序施工或用盖板盖住孔口防止杂物落入。

(4)填料的拌制与运送

现场操作时以手捏成团加力开花掌握。

水泥土、采用运送车覆盖运送。已拌成水泥土不得超过 6 小时或隔夜使用，

(5)水泥土回填扎实

桩孔经检测符合设计规定后，立即组织夯填水泥土，夯填前应注意清除孔内的杂物和积水，开始填料前，孔底填干硬性混凝土并扎实到发出脆响为止。

必须按试验确定的夯填施工控制参数进行施工，填料对称均衡的填入桩孔，然后以 210cm 落距进行扎实。水泥土分层回填扎实，逐层以量斗定量向桩孔内下料，每层回填厚度 280~320mm，采用电动卷扬机提高式扎实机分层扎实。

夯填前测量成孔深度、孔径，作好记录。

水泥土回填扎实采用持续施工，每个桩孔一次性分层回填扎实，不得间隔停止或隔日施工以免减少桩的承载力。

桩顶夯填高度不小于设计桩顶高程 0.2m，垫层施工时应将多出的桩体凿出，桩顶应水平。

4.1.3 质量控制及检查措施

1、质量控制

(1)施工前应先进进行工艺试验性施工，确定施工控制参数，同步要严格操作工艺，保证水泥土在初凝时间内完毕拌和及回填。严禁使用过时、过夜水泥土。对已成好的孔要及时回填 扎实，不得长时间空孔放置。

(2)施工过程中，设专人监理成孔及回填扎实的质量。如发现地基土质与勘察资料不符，应立即停止施工，查明状况，待设计人员确认及采用有效措施（或变更设计）后，方可继续施工，并详细记录锤击次数和振动沉入时间、出现的问题和处理措施。

(3)在成桩过程中，随时观测地面升降和桩顶上升，桩顶上升过大就意味着断桩，要调整成桩施工工艺。

(4)雨季或低温季节施工，应采用防雨或防冻措施，防止水泥土和土料淋湿后冻结。

2、检查措施

水泥土挤密桩质量验收原则

项目	序号	检查项目	容许偏差	检查措施
主控项目	1	桩体及桩间土干密度	设计规定	现场取样检查
	2	桩长(mm)	+450	测桩管长、测孔深
	3	地基承载力	设计规定	按规定的措施
	4	桩径(mm)	-20	用钢尺量

一般项目	1	土料有机质含量(%)	≤ 5	试验室焙烧法
	2	水泥粒径(mm)	≤ 5	筛分法
	3	桩位偏差	满堂布桩 $\leq 0.40D$ 条基布桩 $\leq 0.25D$	用钢尺量，D 为直径
	4	垂直度(%)	≤ 1.5	用全站仪测钢管
	5	桩径(mm)	-20	用钢尺量

1) 桩身质量检测:

①孔内填料应分层回填扎实，其平均压实系数不不小于 0.95。

②检测数量：施工单位抽样检测总桩数的 3%，且每台班不少于 1 根。

③检测措施：在所有孔深内，每 1m 取土样测定干密度，检测点的位置应在距孔心 2/3 孔半径处，并换算为平均压实系数。也可用轻型动力触探基数 N10 来判断。

2) 桩间土处理效果的检测措施、数量及原则:

在孔之间形心点附近、成孔挤密深度内，每 1m 取土样测定干密度、进行湿陷性试验和压缩试验，计算最小挤密系数、湿陷系数和压缩模量。

检查数量：沿线路纵向持续每 50m 检查 3 处。

设计规定：桩间土最小挤密系数不不小于 0.88，平均挤密系数不不小于 0.93。湿陷系数不不小于 0.015。

3) 复合地基承载力检测措施、数量及原则:

①检测数量：总桩数的 2%，且每检测批不少于 3 根。

②检测措施：平板载荷试验。

③

设计规定: 单桩复合地基承载力特性值及变形模量不不小于设计值。

④成品保护

施工结束后, 将表层挤松的土挖除, 或分层夯压密实后, 立即进行下道工序施工。

4.2 柱锤冲扩桩

用直径 350~400mm、长度 2~6m、质量 2~5t 的柱状锤, 通过自行杆式起重机或其他专用设备, 将柱锤提高至距地面一定高度后下落, 在地基土中冲击成孔, 并反复冲击至设计深度, 在孔内分层填料、分层扎实形成桩体, 同步对桩间土进行挤密, 形成复合地基。

1、施工措施

先平整场地, 清除障碍物, 然后根据设计测量布点, 打桩机就位后, 桩锤对准桩位, 将桩锤提高一定高度后自动脱勾下落冲击土层, 反复冲击至设计深度时, 在孔内填少许粗骨料继续冲击, 直至孔底被夯密实为止, 向孔内分层填入拌和好的填料, 每填一层用柱锤扎实一层, 直至桩顶设计标高以上至少 0.2 米。

1) 机具就位: 施工机具就位, 使柱锤对准桩位。

2) 成孔: 采用长螺旋钻机钻孔成孔, 成孔直径 400mm, 深度到达设计规定

3) 孔内填料、成桩: 用原则料斗或运料车将拌和好的填料分层填入桩孔, 用柱锤扎实形成桩体。锤的质量、锤长、落距在确定的状况下, 通过工艺试验确定分层填料量、夯击次数。其上部桩孔宜用原槽土夯封。

施工中应设技术人员作好每根桩的记录，并对发现的问题及时进行分析处理。

4) 移位：施工机具移位，反复上述环节进行下一根桩施工。柱锤冲扩法施工夯击能量大，易发生地面隆起，导致表层桩和桩间土出现松动，从而减少处理效果，因此成孔及填料扎实的施工次序宜间隔进行。

基槽开挖后，应进行晾槽拍底或碾压，随即铺设垫层并压实。

4、质量检查

1) 检测数量、措施同水泥土挤密桩

2) 大开挖检测：采用铲除破坏单桩，暴露 4 根群桩的大开挖方式，挖深至桩顶如下设计高程 1m，对被铲除单桩进行密实度、压缩模量的全桩检查，对暴露的 4 根桩进行密实度全桩检查，并运用开挖面进行桩间土的取样，进行密实度和湿陷系数的检查。

检测数量：每个场地不少于 3 个。

4.3 CFG 桩

柱锤冲扩桩（或水泥土挤密桩）施工完毕后先进行冲击碾压 24 遍，再进行 CFG 桩或预应力管桩施工，CFG 桩投料高程应不小于设计桩顶高程以上 0.5m，桩基检测合格后方可进行后续工序。

4.3.1 施工准备

a. 施工前应制定 CFG 桩布桩图，图中注明桩位编号。测量放线，精确确定桩位，检查施工场地的控制桩点与否会受施工振动的影响。

b. 确定施工机具和配套设备：长螺旋钻孔机及配套设备。

c. 施工前应按规定由试验室进行配合比试验,选定合适的配合比,施工时严格按配合比配制混合料。

d. 同类型桩试桩应不少于 2 根,以复核地质资料、设备、施工工艺与否合适,核定选用的技术参数。

. 2 施工前的工艺试验

动工前按照室内配方进行试桩至少两根。施工前的工艺试验重要是验证如下几种方面:

确定配合比、塌落度、搅拌时间、拔管速度等各项工艺参数。试验桩竖向全长钻取芯样,检查桩身混凝土密实度、强度和桩身垂直度,根据发现的问题,修改施工工艺或桩体材料配合比重新试验。

a. 新打桩对未结硬的已打桩的影响:在已打桩顶表埋设标杆,在施打新桩测量时已打桩的桩顶上升量。

新打桩对结硬的已打桩的影响:已打桩未结硬时在桩顶混合料中埋设标杆,在打桩过程中观测施打新桩对已结硬桩顶的位移状况。

b. 施打次序和桩距能否保证桩身质量。

c. 根据地质状况和设计桩径选择的施工机具、设备、施工工艺与否满足设计规定。

d. 验证设计参数及处理效果。

4. 3. 2 材质规定

采用 42.5 标号水泥,混合料强度等级为

C20。选用三级以上等级的粉煤灰，采用的粉煤灰细度不小于 45%。
粗骨料采用卵石与碎石混合的骨料。

4.3.3 施工工艺及措施

每盘料搅拌时间一般控制在 1min 以上，混合料塌落度控制在 160-200mm，试桩时根据状况调整各项参数，并做好记录，以确定最佳方案。每次调整配比后抽样作混合料试块，其中 7 天强度试块一组、28 天强度试块一组，耐腐蚀性试块一组。

CFG 桩施工间距一般优先采用间隔跳打法，也可采用连打法。详细的施工措施由现场试验确定。

在软土中，桩距较大可采用隔桩跳打，但施工新桩与已打桩时间间隔不少于 7d；在饱和的松散粉土中，如桩距较小，不适宜采用隔桩跳打；全长布桩时，应遵照由“由一边向另一边”的原则。

CFG 桩钻机就位后，应用钻机塔身的前后和左右的垂直标杆检查塔身导杆，校正位置，使钻杆垂直对准桩位中心，偏差不小于 5cm，以保证 CFG 桩垂直度容许偏差不小于 1%。

1、开钻前放出控制桩位

钻孔开始时，关闭钻头阀门，向下移动钻杆至钻头触及地面时，启动马达钻进。一般应先慢后快，这样既能减少钻杆摇摆，又轻易检查钻孔的偏差，以便及时纠正。在成孔过程中，如发现钻杆摇摆或难钻时，应放慢进尺。当钻头抵达设计桩长预定标高时，在动力头底面停留位置对应的钻机塔身处作醒目的识，作为施工时控制孔深的根据。当动力头底面到达标识处桩长即满足设计规定。施工时还需考虑施工工作面的标高差异，作对应增减。

CFG 桩成孔到设计标高后，停止钻进，开始泵送混合料，当钻杆心充斥混合料后开始拔管，严禁先提管后泵料。成桩的提拔速度宜控制在 2~3m/min，成桩过程宜持续进行，应防止因后台供料慢而导致停机待料。灌注成桩完毕后，桩顶采用湿黏土封顶，进行保护。施工中每根桩的投料量不得少于设计灌注量。

2、混合料灌注及拔管

采用向管内一次投放混合料，初始投放量以灌满桩管为宜。投料后留振 5~10s。拔管速率初始时宜慢，以保证混合料灌满孔底，拔管过程中不容许反插，持续拔管至桩顶。施工桩顶标高宜高于设计标高 50cm，每根桩的投料量应不小于设计灌注量，浮浆厚度不超过 20cm。拔管过程中应记录拔管速率，初始速率确定 0.6~0.8m/s，其后速率确定 1.2~1.6m/s，并及时调整，以确定最佳方案。

当上一根桩完毕灌注后，用水泥袋覆盖桩头养生，钻机移位，进行下一根桩的施工。下一根桩施工时，根据轴线或周围桩的位置对需施工的桩

位进行复核，保证桩位精确。

混合料达不到桩头设计标高时，应及时处理，将泵管插入混合料下面50cm处补料，并振捣密实

CFG桩混合料龄期到14d后方能进行桩间土开挖、清理，开挖、清理采用人工配合挖掘达机进行，桩周围土采用人工清理洁净。设计桩顶标高以上的桩头保护层，用切割机进行切割，防止导致大面积的浅层断桩。

清运完毕后人工开挖其下 50cm 保护土层，清运保护土层时不得扰动基底土，防止形成橡皮土。施工时严格控制标高，不得超挖。

假如在基槽开挖和截桩头时导致桩体断至桩顶设计标高如下，必须接桩至设计桩顶标高，剔平凿毛桩顶并用水冲洗洁净，用 C25 豆石混凝土接桩，并超过桩周 200mm。

4.3.4 质量控制及检查原则

施工过程质量检查重要应检查施工记录、混合料坍落度、桩数、桩位偏差、桩顶标高、褥垫层厚度及其质量和桩体试块抗压强度。

工班在作业时，按照下列原则进行质量控制；每道工序完毕后，质检员按照下列规定进行检查。

1、质量控制

(1) 对试验桩竖向全长钻取芯样，检查桩身混凝土密实度、强度和桩身垂直度，根据发现的问题修订施工工艺。

(2) CFG 桩的数量、布置形式及间距符合设计规定。

(3) 桩长、桩顶标高及直径应符合设计规定。

(4) CFG 桩施工中，每台班均须制作检查试件，进行 28d 强度检查，成桩 28d 后应及时进行单桩承载力或复合地基承载力试验，其承载力、变形模量应符合设计规定。

(5) 一般桩顶混凝土密实度差，强度低，对此采用桩顶如下 2.5m 内进行振动捣固的措施。

(6) 冬期施工时混合料入孔温度不得低于 5℃

,对桩头和桩间土应采用保温措施。

(7)跳打施工时应及时清除成桩时排出的弃土,否则会影响施工进度。

(8)整个施工过程中,安排质检人员旁站监督,并作好施工原始记录,记录钻压电流值、孔深、单孔混合料灌入量、堵管及处理措施等。

2、施工后质量检测

施工结束,一般成桩 28d 后进行桩身完整性、土以及复合地基检测。CFG 桩施工后土层也会得到挤密,强度会增长。

桩间土检测:当桩体到达设计强度后方可取土做室内土工试验,在平面比较平整的桩间土的地方人工掏取直径为 20cm 高 20cm 的圆柱坑,坑壁周围要顺直、平滑,并对取出的土所有装入袋子中及时试验,以便考察土的物理力学指标的变化。

桩间土挤密:做现场静力触探和原则贯入试验,与地基处理前进行比较。

3、桩体强度检测措施、数量及原则:

- 检测数量:每台班一组(3 块)试块。
- 检测措施:每台班制作混合料试块,进行 28d 原则养护试件抗压强度检测。
- 设计规定:桩身 28d 边长 15cm 立方体抗压强度到达设计强度 20MPa。
- 桩身质量、完整性检测措施、数量及原则:
- 检测数量:检测总桩数的 10%。
- 检测措施:低应变检测。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/467146061163006122>