

路 基 篇

水泥粉煤灰碎石桩（CFG）施工作业指导书

1、目的

明确CFG桩施工作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范CFG桩作业施工。

2、编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前施工图设计文件》

3、适用范围

适用于新建铁路福厦线站前CFG桩施工。

4、材质要求

桩体主体材料为碎石，应符合设计级配要求；

选用的水泥、粉煤灰、及外加剂等原材料应符合设计要求，并按相关规定进行检验。

5、施工工艺流程及技术要求

5.1 施工准备

- (1)核查地质资料，结合设计参数，选择合适的施工机械和施工方法。
- (2)进行满足桩体设计强度的配合比试验，确定各种材料的施工用配比。
- (3)平整场地，清除障碍物，标记处理场地范围内地下构造物及管线。
- (4)测量放线，定出控制轴线、打桩场地边线并标识。
- (5)施工前清除地表耕植土，进行成桩工艺试验，确定施工工艺和参数。

5.2 施工顺序

CFG桩施工一般优先采用间隔跳打法，也可采用连打法。具体的施工方法由现场试验来确定。

连打法易造成邻桩被挤碎或缩颈，在粘性土中易造成地面隆起；跳打法不易发生上述现象，但土层较硬时，在已打桩中间补打新桩，可能造成

已打桩被振裂或振断。

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，不宜采用隔桩跳打；全长布桩时，应遵循由“由一边向另一边”的原则。

5.3 振动沉管灌注施工工艺

振动沉管打桩机适用于粘性土、粉土以及淤泥质土。

5.3.1 施工步骤

(1) 沉管

根据设计桩长、沉管入土深度确定机架高度和沉管长度，并进行设备组装。桩机就位，保持桩管垂直，垂直度偏差不大于1%；若采用预制钢筋混凝土桩尖，需埋入地表以下300mm左右。开始沉管，为避免对邻桩的影响，沉管时间应尽量短；记录激振电流变化情况，应1m记录一次，对土层变化处应予以说明。

(2) 投料

在沉管过程中用料斗进行空中投料（可边沉管边投料）。待沉管至设计标高且停机后须尽快完成投料，直至管内混合料顶面与钢管料口平齐。

(3) 拔管

启动电动机，首次投料留振5~10s再开始拔管。拔管速率按工艺性试验并经监理工程师批准的参数进行控制，一般1.2~1.5m/min较合适。拔管过快易造成局部缩颈或断桩；拔管太慢振动时间过长，会使桩顶浮浆增厚，易使混合料离析，对淤泥质土，拔管速度可适当放慢。拔管过程中不宜反插留振。如上料不足，须在拔管过程中空中投料，以保证成桩后桩顶标高达到设计要求。成桩后桩顶标高应高出设计桩长0.5米，且浮浆厚度不超过20cm。

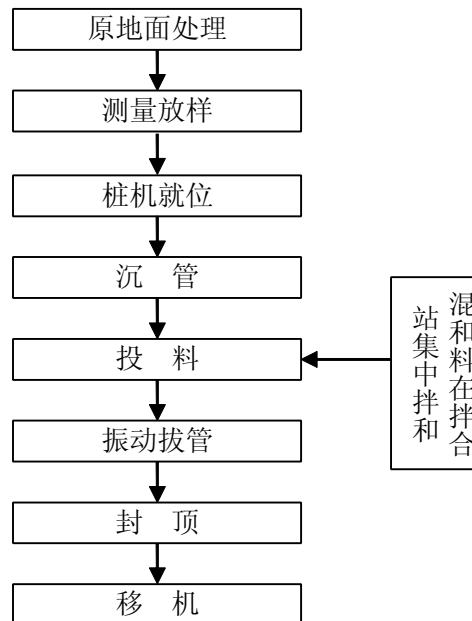
(4) 封顶

沉管拔出地面，确认成桩符合设计要求后，用湿粘性土封顶。

(5) 移机

钻机移位进行下一根桩的施工。

5.3.2 工艺流程图



振动沉管 CFG 桩施工工艺流程图

5.4 长螺旋钻管内泵压混合料灌注施工工艺

5.4.1 施工步骤

(1)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，确保 CFG 桩垂直度容许偏差不大于 1%。

(2)混合料搅拌

混合料搅拌要求按配合比进行配料，计量要求准确，拌合时间不得少于 1min。混合料加水量和坍落度（设计要求长螺旋钻管内泵压混合料法施工时，坍落度控制在 16~20cm）根据采用的施工方法按工艺试验确定并经监理工程师批准的参数进行控制。在泵送前混凝土泵料斗应备好熟料。

(3)钻进成孔

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晃，又容易检查钻孔的偏差，以便及时纠正。在成孔过程中，如发现钻杆摇晃或难钻时，应放慢进尺，否则较易导致桩孔偏斜、位移，甚至使钻杆、钻具损坏。当钻头到达

设计桩长预定标高时，在动力头底面停留位置相应的钻机塔身处作醒目标记，作为施工时控制孔深的依据。当动力头底面达到标记处桩长即满足设计要求。施工时还需考虑施工工作面的标高差异，作相应增减。

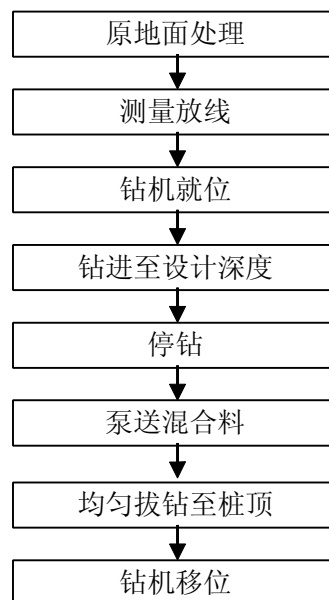
(4)灌注及拔管

CFG 桩成孔到设计标高后，停止钻进，开始泵送混合料，当钻杆心充满混合料后开始拔管，严禁先提管后泵料。成桩的提拔速度宜控制在 2～3m/min，成桩过程宜连续进行，应避免因后台供料慢而导致停机待料。灌注成桩完成后，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。

(5)移机

当上一根桩施工完毕后，钻机移位，进行下一根桩的施工。施工时由于 CFG 桩的土较多，经常将临近的桩位覆盖，有时还会因钻机支撑时支撑脚压在桩位旁使原标定的桩位发生移动。因此，下一根桩施工时，还应根据轴线或周围桩的位置对需施工的桩位进行复核，保证桩位准确。

5.4.2 工艺流程图



长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工工艺流程图

6、质量控制及检验

6.1 质量控制

(1)为检验 CFG 桩施工工艺、机械性能及质量控制,核对地质资料,在工程桩施工前,应先做不少于 2 根试验桩,并在竖向全长钻取芯样,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要求。

(3)桩长、桩顶标高及直径应符合设计要求。

(4)CFG 桩施工中,每台班均须制作检查试件,进行 28d 强度检验,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要求。

(5)通常桩顶混凝土密实度差,强度低,对此采取桩顶以下 2.5m 内进行振动捣固的措施。

(6)为保证施工中混合料的顺利输送,施工中采取强制式搅拌机。

(7)桩身每方混合料掺加粉煤灰量及坍落度控制根据设计和采用的施工方法按工艺试验确定并经监理工程师批准的参数进行控制。

(8)清土和截桩时,不得造成桩顶标高以下桩身断裂和扰动桩间土。

(9)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取保温措施。

(10)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。

(11)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。

(12)CFG 桩施工属隐蔽工程,施工完毕报监理签认后方可进行下一道工序施工。

6.2 检验

(1)所用的水泥和粗细骨料品种、规格及质量应符合设计要求;

检验数量:同一产地、品种、规格、批号的水泥,每 200t 为一批,不足 200t 时也按一批计。同一产地、品种、规格且连续进场的粗、细骨料,分别每 400m³ 为一批,当不足 400m³ 时也按一批计。各种原材料每批抽样检验 1 组。

检验方法:检查产品质量证明文件。在水泥库抽样检验水泥强度、安

定性、凝结时间，在料场抽样检验粗细骨料含泥量、筛分试验颗粒级配。

(2)CFG 桩混合料坍落度应按工艺性试验确定并经监理工程师批准的参数进行控制；

检验数量：每台班抽样检验 3 次。

检验方法：现场坍落度试验。

(3)桩体强度检测方法、数量及标准见《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》（铁建设[2005]160 号）4.14.7：

①检测数量：施工单位每台班一组（3 块）试块。

②检测方法：每台班制作混合料试块，进行 28d 标准养护试件抗压强度检测。

③设计要求：桩身 28d 边长 15cm 立方体抗压强度达到设计强度 10MPa～15MPa。

(4)桩身质量、完整性检测方法、数量及标准见《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》（铁建设[2005]160 号）4.14.11：

①检测数量：检测总桩数的 10%。

②检测方法：低应变检测。

(5)单桩承载力及复合地基承载力检测方法、数量及标准见《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》（铁建设[2005]160 号）4.14.12：

①检测数量：总桩数的 2%，且每检测批不少于 3 根。

②检测方法：平板载荷试验。

③设计要求：抽取不少于总桩数的 0.5%的桩进行单桩承载力检测，抽取不少于总桩数的 1.5%的桩进行单桩复合地基平板载荷板试验。承载力符合设计要求。

(6)CFG 桩的桩位、垂直度、有效直径的允许偏差应符合下表的规定。

CFG 桩施工的允许偏差、检验数量及检验方法

序号	检验项目	允许偏差	施工单位检验数量	检验方法
1	桩位(纵横向)	0, 50mm	按成桩总数的 10%抽样检验, 且每检验批 不少于 5 根	经纬仪或钢尺丈量
2	桩体垂直度	1%		经纬仪或吊线测钻杆倾斜度
3	桩体有效直径	不小于设计值		开挖 50-100cm 深后, 钢尺丈量

水泥土（灰土）挤密桩作业指导书

1、目的

明确水泥土（灰土）挤密桩施工作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范水泥土（灰土）挤密桩作业施工。

2、编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前设计图》

3、适用范围

适用于新建铁路福厦线站前水泥土（灰土）挤密桩施工。

4、材质要求

灰土挤密桩：土料选用黄土；石灰选用Ⅲ级以上新鲜块灰，使用前4～7天浇水充分消解并过筛，颗粒直径应小于5mm，不含未熟化生石灰块。灰土配合比按设计要求采用厂拌。经试验确定土料合理含水率，该含水率能使经拌合后的灰土基本达到最佳含水率的要求。每天施工前核定土的含水率是否为合理值，以保证拌和后灰土的含水量接近最佳含水量。灰土拌制根据回填要求随拌随用，已拌成灰土不得超过24小时或隔夜使用；被雨水淋湿、浸泡的灰土（水泥土）严禁使用，按作废处理。下雨期间不进行灰土拌制。

水泥土挤密桩：土料宜选用黄土，水泥可选用P.O.32.5级普通硅酸盐水泥，水泥土按设计配合比应在拌和站集中拌和，并且根据回填要求随拌随用，其对土料含水率的要求同上，也要事前经试验确定水泥土所用土料的合理含水率。

5、施工工艺流程及技术要求

5.1 施工准备

(1)复核地基土的含水率、饱和度，当地基土的含水率小于12%或大于24%、饱和度大于65%时，应及时通知设计单位予以确认，由设计单位确定是否变更设计。

(2)进行填料的轻型击实试验，确定施工用的相关参数，如最佳干密度、最佳含水量（注意实际施工时的最佳含水量低于轻型击实试验做出的最佳含水量）、配合比等。

(3)施工前清除地表耕植土。平整场地，清除障碍物，标记处理场地范围那地下构造物及管线。

(4)测量放线，定出控制轴线、打桩场地边线并标识。

(5)成孔机械表面应有明显的进尺标记，以此来控制成孔深度。

(6)施工前进行土方、成孔、夯填和挤密效果试验，确定有关施工技术参数，并对试桩进行测试承载力和挤密效果等，对含水率较大的（如大于塑限含水率）应特别关注缩孔的问题，因缩孔影响桩长和桩径时，应及时与设计单位协商予以解决。试桩数量应符合设计要求且不得少于2个施工单元（如按三角形布置每个施工单元7根桩）。

5.2 施工顺序

隔排隔行，间隔1~2孔跳打，成孔后立即回填，以防止邻孔之间互相挤压造成相邻孔缩孔或振动坍塌。当整片处理时宜由内向外进行，局部处理宜由外向内进行。

5.3 施工工艺

(1)处理区段地基土的含水量宜接近最佳含水量，当土的含水率低于12%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完成，需增湿的水通过一定数量和一定深度的渗水孔均匀地渗入处理范围的土层中。

(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，确保垂直度偏差不大于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记，以便施工中进行钢管深度观测。水泥土（灰土）挤密桩施工时应控制拔管速度，在拔管前宜停顿10秒左右。成孔后清底夯实、夯平，夯实次数不小于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)填料的拌制与运输

水泥土（灰土）要求采用厂拌，各种用料计量准确，配合比符合设计值，水泥土（灰土）混合料外观颜色均一。采用运输车覆盖运输。水泥土（灰土）拌制根据回填要求随拌随用，已拌成水泥土（灰土）不得超过6小时或隔夜使用，被雨水淋湿、浸泡水泥土（灰土）严禁使用按作废处理。下雨期间不进行水泥土（灰土）拌制。

(5)水泥土（灰土）回填夯实

成孔后及时夯填，在向孔内填料前先夯实孔底。

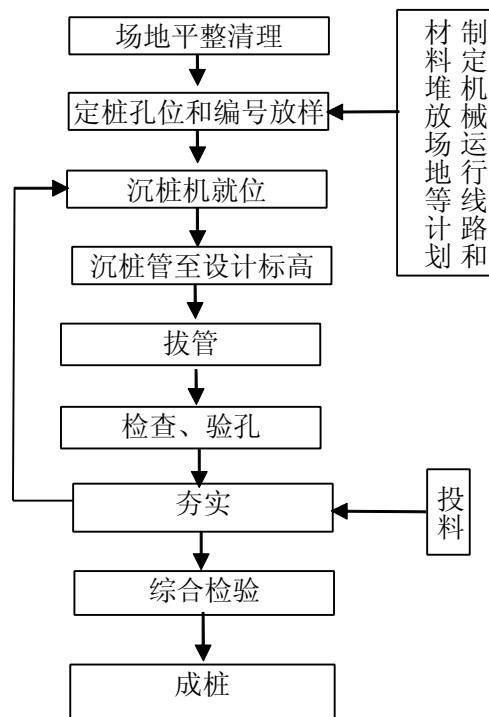
水泥土（灰土）分层回填夯实，逐层以量斗定量向桩孔内下料，每层回填厚度280～320mm，采用电动卷扬机提升式夯实机分层夯实。回填夯实，应针对施工机具（锤重、落距），在工艺试验中找出满足密实度要求的夯击次数，作为施工的参数。

夯填前测量成孔深度、孔径，作好记录。

水泥土（灰土）回填夯实采用连续施工，每个桩孔一次性分层回填夯实，不得间隔停顿或隔日施工以免降低桩的承载力。

(6)工艺流程图

工艺流程图见下页：



挤密桩施工工艺框图

6、质量控制及检验

6.1 质量控制

(1)施工前应先进行工艺试验性施工，确定施工控制参数，同时要严格操作工艺，确保水泥土（灰土）在初凝时间内完成拌和及回填。严禁使用过时、过夜水泥土（灰土）。对已成好的孔要及时回填夯实，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夯实的质量。如发现地基土质与勘察资料不符，应立即停止施工，查明情况，待设计人员确认及采取有效措施（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、出现的问题和解决方法。

(3)在成桩过程中，随时观察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，应采取防雨或防冻措施，防止灰土和土料淋湿后冻结。

(5)水泥土（灰土）挤密桩施工属隐蔽工程，施工完毕报监理签认后方可进行下一道工序施工。

6.2 检验方法

(1)水泥土挤密桩所用的水泥品种、规格及质量应符合设计要求。

检验数量：同一产地、品种、规格、批号的水泥，每 200t 为一批，不足 200t 时也按一批计，散装水泥 500t 为一批，当袋装水泥不足 200t 或散装水泥不足 500t 时也按一批计，每批抽样检验 1 组。

检验方法：检查产品质量证明文件。在水泥库抽样检验水泥强度、安定性、凝结时间。

(2)灰土挤密桩所用石灰质量应符合设计要求。设计无要求时，石灰中活性 CaO、MgO 含量不应低于 50%（按干重计），粒径应小于 5mm，夹石量不大于 5%。

检验数量：同一厂家、同一产地的石灰，每 200t 为一批，不足按 200t 也按一批计。每批抽样检验 1 次。

检验方法：检查石灰质量证明文件，按《建筑石灰试验方法》(JC/T478)规定的试验方法进行抽样检验。

(3)挤密桩所用土的质量应符合设计要求，采用较纯净的黄土且有机质含量不应大于 5%。

检验数量：同一取土地点、相同土性的土，每 1000m³ 为一批，不足 1000m³ 也按一批计。每批抽样检验 1 次。

检验方法：按《铁路工程土工试验规程》(TB10102)规定的试验方法进行检验。

(4)水泥土(灰土)挤密桩的数量、布桩形式应符合设计要求。

检验数量：全部检验。

检验方法：观察、现场清点。

(5)桩身密度检测方法、数量及标准参见《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》(铁建设[2005]160 号) 4.13.9，《铁路路基工程施工质量验收标准》(TB10414-2003) 4.9.7：

①孔内填料应分层回填夯实，其压实系数不应小于 0.97。

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检测方法：在全部孔深内，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，轻型击实试验应符合《铁路工程土工试验规程》（TB10102—2004）的规定。

(6) 桩间土处理效果的检测方法、数量及标准参见《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》（铁建设[2005]160 号）4.13.10：

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，计算干密度与其最大干密度的比值（最小挤密系数）、湿陷系数和压缩模量。

检验数量：沿线路纵向连续每 50m 检验 3 处。

设计要求：消除湿陷性，桩间土最小挤密系数不小于 0.88，平均挤密系数不小于 0.93。

(7) 复合地基承载力检测方法、数量及标准参见《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》（铁建设[2005]160 号）4.8.12、《铁路路基工程施工质量验收标准》（TB10414—2003）4.9.8：

①检测数量：总桩数的 2%，且每检测批不少于 3 根。

②检测方法：平板载荷试验。

③设计要求：单桩复合地基承载力特征值及变形模量不小于设计值。

(8) 水泥土（灰土）挤密桩的桩位、垂直度、有效直径的允许偏差应符合下表的规定。

水泥土（灰土）挤密桩施工的允许偏差、检验数量及检验方法

序号	检验项目	允许偏差	施工单位检验数量	检验方法
1	桩位(纵横向)	50mm	按成桩总数的 10%抽样检验，且每检验批不少于 5 根	经纬仪或钢尺丈量
2	桩体垂直度	1.5%		成孔夯实孔底后吊垂球测量垂直度
3	桩体有效直径	不小于设计值		开挖 50-100cm 深后，钢尺丈量

柱锤冲扩桩（DDC）施工作业指导书

1、目的

明确DDC桩施工作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范DDC桩作业施工。

2、编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前设计图》

3、适用范围

适用于新建铁路福厦线站前DDC桩施工。

4、材质要求

混合材料应满足设计要求，严格控制配合比。

5、施工工艺流程及技术要求

5.1 施工准备

(1)核查地质资料，结合设计参数，选择合适的施工机械和施工方法。

(2)施工前清除地表耕植土，平整场地，清除障碍物，标记处理场地范围那地下构造物及管线。

(3)测量放线，定出控制轴线、打桩场地边线并标识。

(4)施工前进行成桩工艺试验，确定施工工艺和参数，试桩数量应符合设计要求且不得少于2根。

5.2 施工工艺

(1)机具就位：施工机具就位，使柱锤对准桩位。

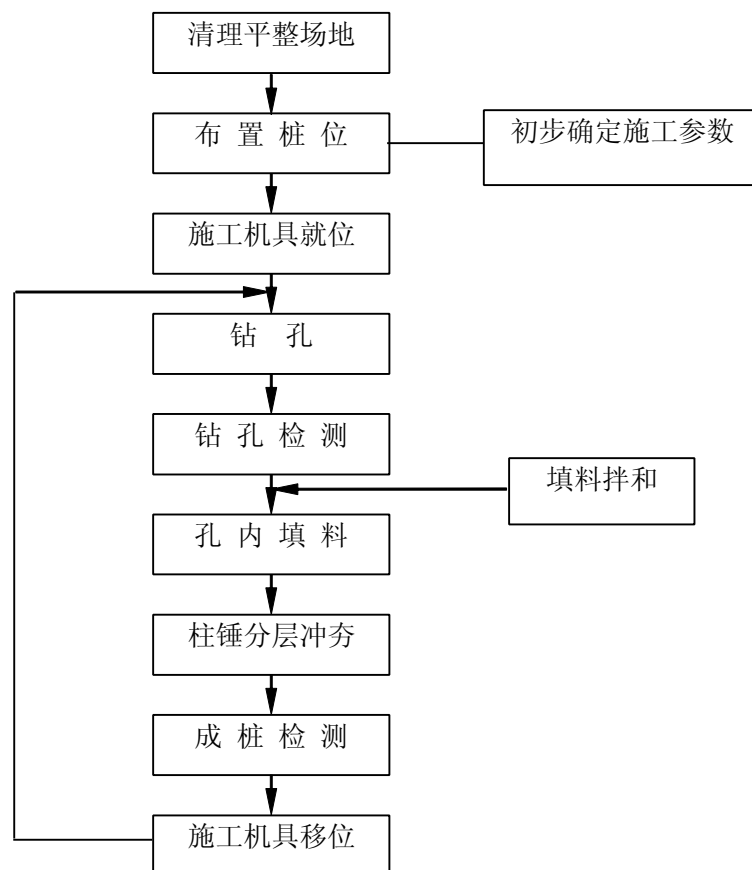
(2)成孔：采用长螺旋钻机钻孔成孔，成孔直径 400mm，深度达到设计要求

(3)孔内填料、成桩：用标准料斗或运料车将拌和好的填料分层填入桩孔，用柱锤夯实形成桩体。锤的质量、锤长、落距在确定的情况下，通过工艺试验确定分层填料量、夯击次数。每个桩孔应夯填至桩顶设计标高以上至少 0.5m，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，重复上述步骤进行下一根桩施工。柱锤冲扩法施工夯击能量大，易发生地面隆起，造成表层桩和桩间土出现松动，从而降低处理效果，因此成孔及填料夯实的施工顺序宜间隔进行。

5.3 施工工艺流程图



柱锤冲扩桩施工工艺框图

6、质量控制及检验

6.1 质量控制

(1)桩点位置及场地标高应与施工图相符。

(2)把好材料关，施工材料应符合质量要求，配合比要准确，每米桩长灌入量应符合要求。

(3)按设计要求，填料采用石灰土或水泥土，填料的配合比按设计要求进行配置。桩间土经成孔挤密后的平均挤密系数不宜小于 0.95。桩体内的平

均压实系数不应小于 0.98。

(4)DDC 桩施工属隐蔽工程，施工完毕报监理签认后方可进行下一道工序施工。

6.2 检验方法

(1)原材料的检测方法、数量及标准见设计要求。

填料采用灰土、水泥土，检测方法、数量及标准同灰土挤密桩、水泥土挤密桩。

(2)桩和桩间土的质量检测方法、数量及标准：

①同灰土挤密桩和水泥土挤密桩。

②满足设计文件要求。

质量控制和检验方法除上述内容外，还应符合灰土挤密桩、水泥土挤密桩相应内容的要求。

强夯施工作业指导书

1、目的

明确强夯施工作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范强夯作业施工。

2、编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前设计图》

3、适用范围

适用于新建铁路福厦线站前强夯施工。

4、施工工艺流程及技术要求

4.1 施工准备

(1)场地平整，清除表层土，进行表面松散土层碾压，修筑机械设备进出道路，排除地表水，施工区周边作排水沟以确保场地排水通畅防止积水。

(2)查明强夯场地范围内地下构造物和管线的位置及标高，采取必要措施，防止因强夯施工造成损坏。

(3)测量放线，定出控制轴线、强夯场地边线，标出夯点位置，并在不受强夯影响地点，设置若干个水准基点。

(4)施工前应按设计初步确定的强夯参数在有代表性的场地上进行工艺性试夯试验。通过强夯前后测试数据的对比，检验强夯效果，确定有关工艺参数。

4.2 施工工艺

4.2.1 确定施工参数

(1)机械设备的确定

强夯施工采用25t以上带有自动脱钩装置的履带式起重机或其他专用设备。采用履带式起重机时，在臂杆端部设置辅助门架或采取其他安全措施，防止落锤时机架倾覆。夯锤锤重及夯锤底面面积根据设计文件要求的单击夯击能确定。夯锤底面采用圆形，对于粘性土、砂质土、碎石土，锤

底面积为 $3\sim 6\text{m}^2$ ，对于淤泥及淤泥质砂等，锤底面积大于等于 6m^2 。夯锤中对称设置若干个上下贯通的气孔。自动脱钩采用开钩法或用付卷筒开钩。

(2) 夯锤落距确定

锤重按下式初步确定：影响深度=系数 \times （锤重 \times 落距） $^{1/2}$ ，落距根据单击夯击能和锤重确定，即 锤重（kN） \times 落距（m）=单击夯击能（kN \cdot m）

(3) 夯击遍数的确定

夯击遍数设计为2~3遍，具体工程根据消除黄土地基湿陷性的要求，以试验结果确定。一般第Ⅰ遍隔1点跳夯，第Ⅱ遍补第Ⅰ遍空隙，第Ⅲ遍补Ⅰ、Ⅱ遍空隙，点夯完成后，最后再以低能量满夯，达到锤印彼此搭接。

(4) 夯击次数确定

强夯施工每一遍内各个夯点的夯击次数，按现场试夯得到的夯击次数（一般为5~15次）与夯沉量关系曲线确定，并同时满足：单击夯击能小于 $4000\text{kN}\cdot\text{m}$ 时，最后两击的平均夯沉量不大于 50mm ，当单击能量大于 $4000\text{kN}\cdot\text{m}$ 时，最后两击的平均夯沉量不大于 100mm ；夯坑周围地面不发生过大隆起；不因夯坑过深而使起锤困难这三个条件，且以使土体竖向压缩最大而侧向位移最小为原则。每个夯击点安排专人检查和记录击数，保证强夯质量。

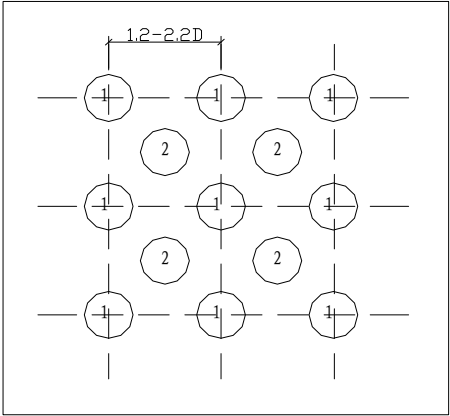
(5) 夯击点的布置

夯击点布置与夯击点位置可根据基底平面形状，采用梅花形或正方形布置。夯击点间距可取夯锤直径的1.2~2.2倍。

(6) 夯击遍数间隔时间确定

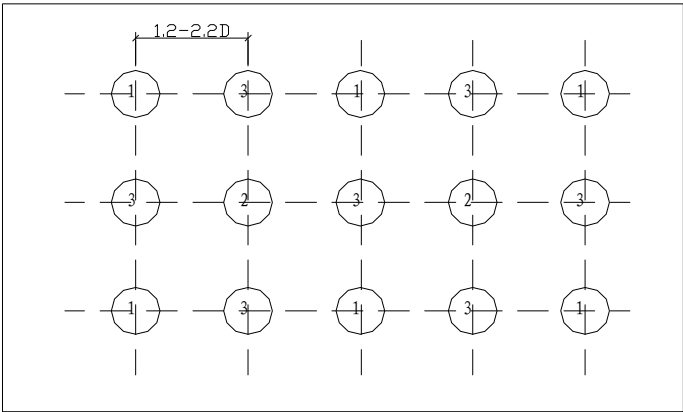
具体间隔时间取决于土中超静孔隙水压力的消散时间。凡是产生超孔隙水压力、夯坑周围出现较大隆起时，不能继续夯击，要等超孔隙水压力大部分消散后，再夯下一遍。在一遍中若干夯击次数后出现上述情况，也要遵循这一要求，停止夯击，等超孔隙水压力大部分消散后，再夯下一遍。一般黄土夯击间隔时间不少于7天，对黏性土地基间隔时间不少于3~4周，具体间隔时间可根据工艺性试夯确定。施工时首先保证夯击遍数间隔时间，并做详细记录，其次可根据实际情况调整施工流水顺序，安排合理的流水节拍，力争使各区段间达到连续夯击。杜绝间隔时间未到就强行施工现象。

确保强夯质量。



点夯2遍平面布置示意图

- ①、1为第一遍夯击击点
- ②、2为第二遍夯击击点



点夯3遍平面布置示意图

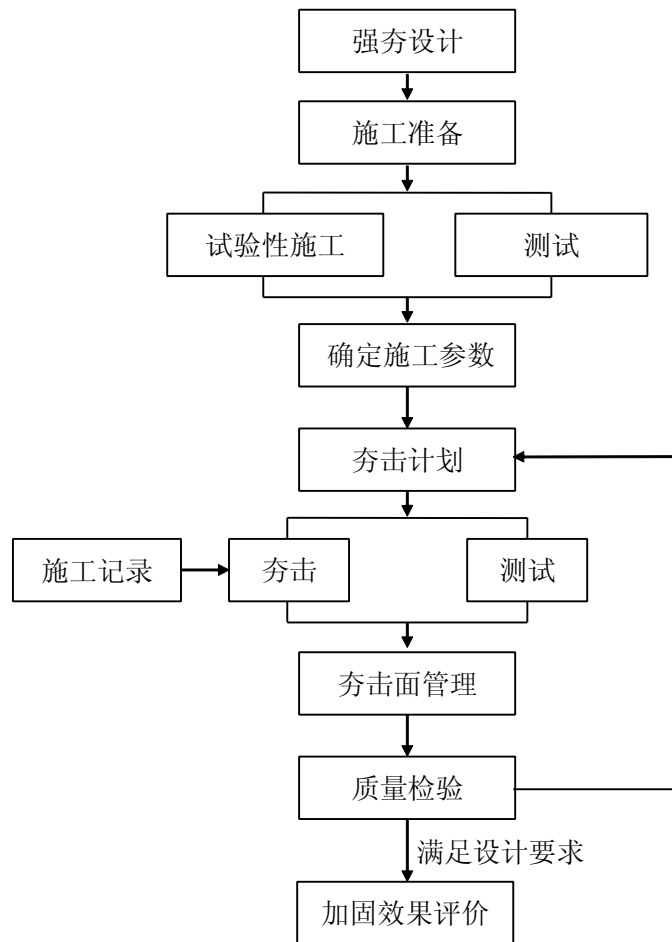
- ①、1为第一遍夯击击点
- ②、2为第二遍夯击击点
- ③、3为第三遍夯击击点

夯击点布置图

4. 2. 2强夯施工

对夯击点依次夯击完成为第一遍强夯施工。在第一遍强夯完成后，用推土机将场地推平，压路机碾压两遍后进行测量布置夯击点位置及水准测量。第二次按设计选用已夯点间隙中间，依次补点夯击为第二遍，以下各遍均按设计在中间补点，最后一遍锤印彼此搭接，表面平整。强夯施工按试验确定的技术参数进行，以单夯夯击能、夯击遍数和各个夯点的夯击次数为施工控制数值，并采用试夯确定的地表平均沉降量控制。对渗透性较差的细粒土，必要时应增加夯击遍数，最后再以低能量满夯。满夯可采用轻锤或低落锤多次夯击，锤印搭接不小于1/4夯锤的直径。

4. 2. 3施工工艺流程图



强夯施工工艺流程图

4.3 注意事项

(1)强夯前应对起重机、滑轮组及脱钩器等全面检查，并进行试吊、试夯，一切正常方可强夯。

(2)强夯施工产生的噪声不应大于《建筑施工场界噪声界限》(GB12523)的规定，强夯场地与建筑物间应按设计要求采取隔振或防振措施。当强夯施工所产生的震动对邻近建筑物或设备会产生有害影响时，应设置监测点，并采取挖隔振沟等隔振减震措施。一般即有建筑50m范围内不宜采用强夯措施。当桥台附近，涵洞附近需进行强夯时，可先进行路基范围的强夯后，再施工桥台、涵洞。

(3)起吊夯锤保持匀速，不得高空长时间停留，严禁急升猛降防锤脱落。停止作业时，将夯锤落至地面。夯锤起吊后，臂杆和夯锤下及附近15m范围

内严禁站人。

(4)有建筑50m范围内不宜采用强夯措施。

(5)当桥台附近，涵洞附近需进行强夯时，可先进行路基范围的强夯后，再施工桥台、涵洞。

(6)当强夯与岩溶注浆同时采用时，应先进行强夯再进行注浆加固。

(7)干燥天气进行强夯时宜洒水降尘。

(8)当风力大于5级时，应停止强夯作业，以防机械倾倒，保证安全。

5、质量控制及检验

5.1 质量控制

(1)按设计要求确定夯击路线，无规定时使相邻轴线的夯击间隔时间尽量拉长，特别是当土的含水量较高时。

(2)夯击时夯锤的气孔要畅通，夯锤落地时应基本水平。

(3)各夯点应放线定位，夯完后检查夯坑位置，发现偏差及漏夯应及时纠正。强夯施工时应对每一夯击点的单夯夯击能量、夯击次数和每次夯沉量等进行详细记录。

(4)强夯处理后地基的承载力检验应采用原位测试和室内土工试验。

(5)强夯过程的记录及数据整理

①每个夯点的夯坑深度、夯坑体积、夯坑四周隆起高度都须记录、整理。

②场地隆起和下沉记录，特别是邻近有建构筑物时。

③每遍夯击后场地的夯沉量、外部补充填料量的记录。

④附近建筑物的变形监测。

⑤满夯前应根据设计基底标高，考虑夯沉预留量并整平场地，使满夯后接近设计标高。

⑥记录最后2击的贯入度，看是否满足设计或试夯要求值。

5.2 检验

(1)强夯处理夯击点布置应满足设计要求。

检验数量：全部检验。

检验方法：观察、尺量。

(2)低能量满夯的搭接不得小于四分之一夯锤直径。

检验数量：全部检验。

检验方法：观察、尺量。

(3)强夯加固地基的承载力和有效加固深度应满足设计要求。

①检验数量：施工结束 7 天后,对地基加固质量进行检验。每一工点每 3000m² 抽样检验 12 点，其中：标准贯入试验 6 点，静力触探试验 3 点，荷载试验 3 点。标准贯入和静力触探的检验标准满足设计要求。

检验方法：按设计规定的检验时间进行标准贯入试验、静力触探试验和荷载试验。

②在每 500~1000m² 面积内的各夯点之间任选一处，在有效加固深度内，每隔 1m 取 1 组土样进行室内试验，测定土的干密度、压缩模量和湿陷系数，满足设计要求。

(4)强夯夯坑中心偏移的允许偏差应不大于 0.1D（D 为夯锤直径）。

检验数量：检验总夯击点的 10%。

检验方法：测量检查。

(5)强夯地基处理范围、横坡的允许偏差、检验数量及检验方法应符合下表的规定。

强夯地基处理范围、横坡的允许偏差、检验数量及检验方法

序号	检验项目	允许偏差	检验数量	检验方法
1	范 围	不小于设计值	沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 处	尺 量
2	横 坡	±0.5%	沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 个断面	坡度尺量

桩板结构施工作业指导书

1、目的

明确地基处理中桩板结构施工作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范桩板结构作业施工。

2、编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前设计图》

3、适用范围

适用于新建铁路福厦线站前地基处理中桩板结构的施工。

4、材料要求

(1)钢筋、水泥及粗、细骨料应按规定抽检，满足规范及设计要求。

(2)混凝土配合比应满足设计要求，并严格按照监理批复的施工配合比施工。

5、施工工艺流程及技术要求

5.1 施工准备

设置桩轴线控制桩及水准基点桩，放线定桩位。

5.2 工艺要点及技术措施

(1)地表处理：桩基施工前按设计对地表采用强夯或冲击碾压进行处理。

(2)路基填筑：地表处理后完成路基填筑。土体须达到如下压实指标： $K_{30} \geq 110\text{Mpa/m}$ 、压实系数 $K \geq 0.95$ 基本承载力不小于 200kPa 。

(3)铺设灰土垫层：按设计要求铺设 0.4m 厚的灰土垫层。

(4)钻孔桩施工：钢筋混凝土钻孔桩严禁采用水钻，采用人工挖孔或旋挖钻施工。施工前，先作试桩（每段试桩不少于 2 根），复核地质资料以及检验设备配置、施工工艺是否适宜，确定钻孔桩施工工艺参数。钻孔时，起落钻头速度要均匀，不得过猛或骤然变速，以免碰撞孔壁。桩身混凝土应连续灌注，不得中途停顿。

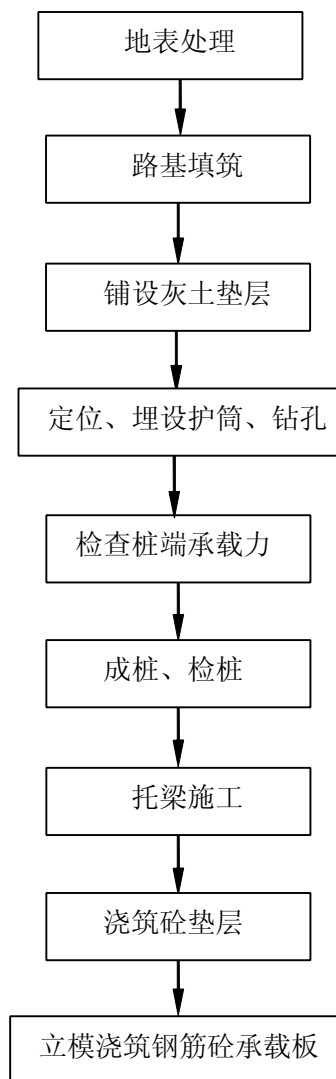
(5)托梁施工：钻孔桩施工完，凿除桩头经无损检测合格后，绑扎托梁

钢筋立模浇筑托梁混凝土。

(6)浇筑砼垫层：托梁施工完后在灰土垫层顶面浇筑 10cm 厚的 C25 混凝土垫层。

(7)浇筑钢筋砼承载板：在混凝土垫层上绑扎承载板钢筋，立模浇筑混凝土，并按设计设置沉降缝。混凝土应连续灌注，灌注承载板时预埋与轨道基础板连接的连接钢筋。

5.3 施工工艺流程图



桩板结构施工工艺框图

6 质量控制及检验

6.1 质量控制

(1)桩体埋入承台板的长度及桩顶主筋锚入桩帽板的长度应符合设计要求。

(2)绑扎桩板钢筋前应该核实每根桩体埋入桩板的长度。

(3)混凝土施工过程中应有试验人员现场做混凝土试件，并检查其坍落度。

6.2 检验

(1)模板及支架的材料质量及结构必须符合施工工艺设计要求。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察和测量。

(2)模板安装必须稳固牢靠，接缝严密，不得露浆。模板与混凝土的接触面必须清理干净并涂刷隔离剂。浇注混凝土前，模型内的积水和杂物应清理干净。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察。

(3)钢筋原材料、加工、连接和安装必须符合规范规定。

检验数量：根据《铁路混凝土工程施工质量验收补充标准》5 钢筋分项工程所述各项要求。

检验方法：根据《铁路混凝土工程施工质量验收补充标准》5 钢筋分项工程所述各项要求。

(4)混凝土原材料、配合比设计和施工的检验必须符合规范规定。

检验数量：根据《铁路混凝土工程施工质量验收补充标准》6 混凝土分项工程所述各项要求。

检验方法：根据《铁路混凝土工程施工质量验收补充标准》6 混凝土分项工程所述各项要求。

(5)桩头与桩板连接必须符合设计要求。当设计对桩板边缘与桩外缘净距无要求时，应符合下列规定：

A 桩径 $\leq 1\text{m}$ 时，桩帽板边缘与桩外缘净距不小于 0.5 倍桩径，且不小于 250mm。

B 桩径 $> 1\text{m}$ 时，桩帽板边缘与桩外缘净距不小于 0.3 倍桩径，且不小于 500mm。

检验数量：全部检查。

检验方法：观察和尺量。

(6)桩板的允许偏差、检验数量及检验方法应符合下表规定。

桩板的允许偏差、检验数量及检验方法

序号	项 目	允许偏差	施工单位检验数量	检验方法
1	桩板平面尺寸	-30mm, +30mm	按桩板数量 5%抽样检验	每块长、宽各尺量 2 点
2	桩板厚度	-20, +30mm		每块尺量 4 点
3	中心位置	15mm		测量纵横 2 点

褥垫层夹铺土工合成材料施工作业指导书

1、目的

明确地基处理中土工合成材料垫层施工作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范土工合成材料作业的施工。

2、编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前设计图》

3、适用范围

适用于新建铁路福厦线站前地基处理中土工合成材料垫层的施工。

4、材料要求

水泥石（灰土）所用土可选用黄土，水泥可选用 P. O. 32.5 级普通硅酸盐水泥，石灰选用Ⅲ级以上新鲜块灰，使用前 4~7 天浇水充分消解并过筛，颗粒直径应小于 5mm，不含未熟化生石灰块。垫层的水泥石（灰土）填料按设计的配合比要求采用厂拌。经试验确定土料合理含水率，该含水率能使经拌合后的灰土基本达到最佳含水率的要求。每天施工前核定土的含水率是否为合理值，以保证拌和后灰土的含水量接近最佳含水量。灰土拌制根据回填要求随拌随用，已拌成灰土不得超过 24 小时或隔夜使用；被雨水淋湿、浸泡的灰土（水泥石）严禁使用，按作废处理。下雨期间不进行灰土拌制。

碎石垫层应采用未风化的干净砾石或碎石，其最大粒径不得大于 50 mm，含泥量不得超过 5%，且不含草根、垃圾等杂质。

土工合成材料规格及性能、纵向抗拉强度、伸长率等应符合设计及规范要求

5、施工工艺流程及技术要求

5.1 施工准备

土工合成材料进场时，逐批检查出厂检验单、产品合格证及材料性能报告单。对主要物理力学性能指标进行抽样检验。运至工地后需分批整齐

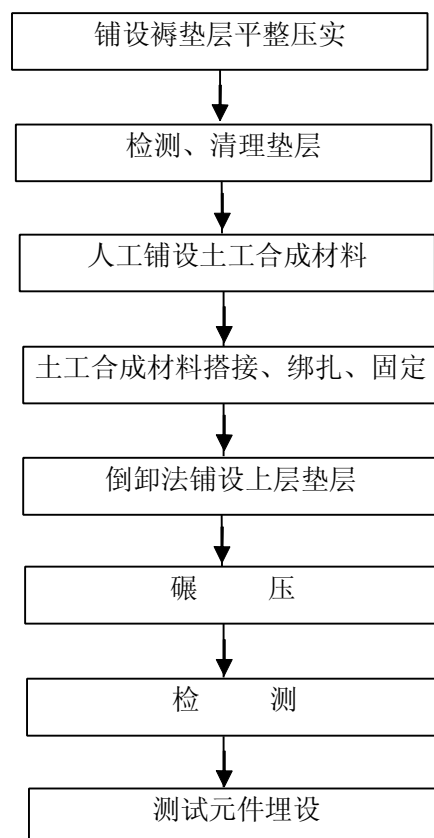
堆放在料棚（库）内，防止日晒雨淋，并保持料棚通风干燥。

5.2 施工工艺

在已完成的 CFG 桩、柱锤冲扩桩、灰土（水泥土）挤密桩顶面，清除污染物及浮土，埋设完测试元件后，铺设较小厚度的垫层填料，采用轻型压路机压实表面。

采用画点布料控制松铺厚度，考虑铺设土工合成材料的要求，应选取合适的压实厚度。为方便机械操作及边坡的压实，填筑时两侧应各超宽 20～30cm。整平时采用推土机初平后再用平地机终平，保持纵横平顺均匀，然后再用压路机压实，待测试符合要求后，其上铺设土工合成材料。铺设土工合成材料时，先将碾压密实的表面平整，每幅纵向搭接长度应符合设计要求，绑扎要压紧，然后在其上采用倒卸法施工上垫层。垫层施工完毕需覆土后方可进行静压，严禁振动压实。

5.3 施工工艺流程图



褥垫层夹铺土工合成材料施工工艺框图

6、质量控制及检验

6.1 质量控制

(1)原材料质量按规定频率和标准抽检，施工中加强防护，防治污染和破坏。

(2)土工合成材料的下承层表面应整平、压实，并清除表面坚硬突出物。

(3)铺设土工合成材料时，应将强度高的方向置于路堤主要受力方向，当设计有特殊要求时按设计铺设。

(4)土工合成材料铺好后应按设计要求铺回折段，并及时用砂覆盖。

(5)严禁碾压及运输设备等直接在土工合成材料上碾压或行走作业。

(6)搭接和锚固宽度符合要求。

(7)原地面排水应形成 4%的路拱。

(8)褥垫层加铺土工合成材料属于隐蔽工程，施工过程中应有质检人员现场监控并做好隐蔽工程检查记录，报监理签认后方可进行下一道工序施工。

6.2 检验

(1)水泥土垫层所用的水泥品种、规格及质量应符合设计要求。

检验数量：同一产地、品种、规格、批号的水泥，每 200t 为一批，不足 200t 时也按一批计，每批抽样检验 1 组。

检验方法：检查产品质量证明文件。在水泥库抽样检验水泥强度、安定性、凝结时间。

(2)灰土所用石灰质量应符合设计要求。设计无要求时，石灰中活性 CaO 、 MgO 含量不应低于 50%（按干重计），粒径应小于 5mm，夹石量不大于 5%。

检验数量：同一厂家、同一产地的石灰，每 200t 为一批，不足时按 200t 也按一批计。每批抽样检验 1 次。

检验方法：检查石灰质量证明文件，按《建筑石灰试验方法》(JC/T478)规定的试验方法进行抽样检验。

(3)土工合成材料的品种、规格及质量应满足设计要求，进场时应进行现场验收。

检验数量：同一厂家、品种、批号的土工合成材料，每 10000 m² 为一批，不足 10000 m² 也按一批计，每批抽样检验一组。

检验方法：查验每批产品出厂合格证、性能报告单。抽样检验土工织物的拉伸强度、延伸率、渗透系数或土工格栅的抗拉强度、延伸率。

(4)砂垫层应采用天然级配的中、粗、砾砂，不含草根、垃圾等杂质，其含泥量不得大于 5%，用作排水固结地基的砂垫层其含泥量不得大于 3%。

检验数量：同一产地、品种、规格且连续进场的砂料，每 3000m³ 为一批，当不足 3000m³ 也按一批计，每批抽样检验一组。

检验方法：现场抽样检验砂子的含泥量，并进行筛分试验，在施工过程中观察检查由无草根、垃圾等杂质。

(5)碎石垫层应采用未风化的干净砾石或碎石，其最大粒径不得大于 50 mm，含泥量不得超过 5%，且不含草根、垃圾等杂质。

检验数量：同一产地、品种、规格且连续进场的碎石，每 3 000m³ 为一批，当不足 3 000m³ 也按一批计，每批抽样检验一组。

检验方法：在现场抽样检验碎石最大粒径、含泥量，并在施工过程中观察检查由无草根、垃圾等杂质及岩性变化情况。

(6)土工合成材料的铺设层数、铺设方向和连接方法应满足设计要求。

检验数量：沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 处。

检验方法：观察、丈量。

(7)水泥土（灰土）、碎石及砂垫层的压实质量应符合设计要求。

检验数量：沿线路纵向每一压实层每 100m 抽样检验 3 个点，其中：路基中间 1 点，两侧距路基边缘 2m 处各 1 点。

检验方法：按《铁路工程土工试验规程》（TB10102）规定的试验方法检验。砂垫层宜采用环刀法检测干密度和相对密度。

(8)土工材料铺设的允许偏差、检验数量及检验方法应符合下表规定。

土工合成材料铺设的允许偏差、检验数量及检验方法

序号	检验项目	允许偏差	检验数量	检验方法
1	铺设范围	不小于设计值	沿线路纵向每 100m 抽样检验 3 处	尺量,查施工记录
2	搭接宽度	0, +50 mm		
3	竖向间距	-30, +30 mm		
4	上下层接缝错开距离	-50, +50 mm		
5	回折长度			

改良土填筑施工作业指导书

1 目的

明确改良土填筑作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范改良土拌合、填筑施工。

2 编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前施工图设计文件》

3 适用范围

适用于新建铁路福厦线站前路基改良土施工。

4 改良土填料要求

施工前对需改良的土料种类应进行核实，路堤填料种类、改良土外掺料（石灰或水泥）的种类及技术条件应符合设计要求。填筑前对取土场填料进行取样检验；填筑时对运至现场的填料进行抽样检验。当填料土质发生变化或更换取土场时应重新进行检验。

原材料应符合设计要求，设计未明确时应符合以下要求：

石灰应选用消解石灰或钙质生石灰，其指标应达到合格标准，石灰在使用前 4~7 天充分消解。

用石灰改良时，土中硫酸盐含量应小于 0.8%，有机质含量小于 5%；用水泥改良时，土中硫酸盐含量应小于 0.25%。

掺入水泥时，其初凝时间应大于 3h，终凝时间宜大于 6h。

在设计规定范围内取土，取土时应清除树木、草皮以及表面腐殖土。当土源发生变化时必须按要求重做配比试验。

对符合要求的土质进行过筛处理，使石灰颗粒与黄土颗粒尽可能小，增加其表面积，并拌和均匀，能充分接触并发生反应。

施工用水质应符合工程用水标准。

石灰、水泥等化学改良土外掺料的运输、使用应有环境保护的措施，

外掺料应分类堆放、与原地面架空隔离，并有防风、雨设施，防止材料受潮、变质。

冻土不能作为路基改良填料。

5 施工工艺及技术要求

5.1 路基填筑试验段

5.1.1 路基全面开工前，根据工程土类性质和填料性质、压实机械条件，分别选择一定长度的试验区段进行路基填筑试验，以选定与路基填筑、压实、检测有关的工艺参数；改良土配合比等施工工艺参数；确定新的快速试验检测办法与已规定的基本试验检测之间的相互关系等，验证和优化路基填筑施工方案，确定施工工艺参数。

5.1.2 试验段的目的是为取得施工经验及相关参数，检验施工机械组合，根据压实机械和路堤不同部位的压实标准来确定松铺厚度、混合料土的最佳含水量、达到设计要求密实度的碾压遍数等，以确定最佳的组合方案。将以上资料整理上报监理工程师批准后，指导此项工程的路基施工。

5.1.3 试验段的选择：

试验段一般应选择具有代表性的地段。

试验段应选在填方工程数量集中、施工时间较长或需要尽早开工填筑完成的地段。当沿线填筑的土质变化较大时，试验段应选在土质较好而且对今后施工有广泛指导作用的地段。

5.2 改良土配合比

基床以下路堤本体及基床底层为改良土填筑，其中基床以下路堤本体的垫层(厚度不小于 1.0m 其顶面不低于原地面)为水泥改良土(P·032.5 水泥的掺量为干土质量的 5%~7%)；路堤本体不浸水路堤为石灰改良土(钙质消石灰的掺量为干土质量的 8%~10%)，浸水路堤为水泥改良土(P·032.5 水泥的掺量为干土质量的 3%~5%)。基床底层为厚度 2.3m 的水泥改良土(P·032.5 水泥的掺量为干土质量的 5%~7%)。改良土的具体配合比根据设计要求和取土场土料的塑性指数及液限、塑限等指标通过试验室进行试验确定。

5.3 劳动力、机械设备配置

人员、机械设备应结合试验段确定的施工方案、机械、人员的组合、工期要求进行合理配置。

改良土施工劳力与机械设备配置分为两个大的部分既改良土拌合站和路堤填筑区的各个施工单元。

其中改良土拌合站的数量和厂拌设备生产能力根据各标段的工程数量和工期要求进行配置，一般厂拌设备生产能力宜高于均衡施工能力的 1.2～1.5 倍。

改良土拌合站的主要机械设备：改良土厂拌设备、挖掘机、装载机、碎土设施。

每个改良土拌合站供应数个路堤填筑区的施工单元。每个施工单元为一个完整的作业区，包含四个区段既：填土区段、平整区段、碾压区段、检测区段。

每个施工单元人员配置：领工员 2 名；指挥卸土位置人员 2 名；测量及试验检测人员 4～6 人；其他机械工、普工 30～50 人。

路堤填筑区施工单元的主要机械设备：推土机、平地机、压路机、自卸汽车。

5.4 施工方法及工艺

5.4.1 施工方法

(1)改良土的拌和全部采用在拌和厂集中厂拌。

(2)施工前按设计提供的配比进行室内试验，确定施工配合比。改良土的配合比应保证混合料的无侧限抗压强度能达到设计要求。

(3)在大面积填筑前，根据初选的摊铺、拌和、碾压机械及试生产出的改良土填料，在选取长度不小于 100m 的地段进行填筑压实工艺试验，确定工艺参数，并报监理单位确认。施工区段应按填筑阶段的不同进行划分，一般宜划分为底层准备区段、拌和摊铺区段、碾压整型区段、检测报验区段。改良土填筑按试验段总结的施工工艺流程组织施工，同时在施工中，根据实际情况不断完善施工质量控制措施，确保路基压实质量。

5.4.2 施工工艺

(1)验收下承层:

填筑前应检查基底几何尺寸,核对压实标准(进行相关工序的检测与验收),不符合标准的基底应进行处理,使其达到验收标准。

(2)测量放样:

在施工现场附近引临时水准点,报监理审批,严格控制标高;在路基上采用方格网控制填料量,方格网纵向桩距不宜大于 10m,横向应分别在路基两侧及路基中心设方格网桩。在两侧路肩边缘外设指示桩,在方格网内用白灰点控制自卸车倒土密度,以此控制每层的摊铺厚度。

(3)拌和:

改良土混合料采用稳定土拌和设备在拌和场集中进行拌和,同时配备碎石设备消除土壤的土块。标定计量设备,调整好出料口单位时间出料量,使进入拌和设备内的各种料符合配比要求;并且要特别关注正式拌和时,能否作到出料口单位时间出料量与标定时基本一致,有无出料口堵塞等不正常情况。在拌和设备内拌制改良土混合料时,需拌和均匀,混合料中不应含有大于 10mm 的土块和未消解石灰颗粒;并应使混合料的组成和含水率(要根据天气情况调整拌和时的含水率与碾压时最佳含水率的关系)达到规定的要求。在正式拌制改良土混合料之前,必须先调试所用的厂拌设备,并通过试验段的试拌、试铺总结的各种施工参数进一步合理的调整和确定厂拌工艺参数。

改良土混合料的最佳含水量控制方案是如土的天然含水量距最佳含水量差距不大时,在厂拌设备拌和时将水成雾状均匀地喷入改良土中拌和均匀;如土的天然含水量距最佳含水量差距较大时考虑在取土场分块灌水焖土。如土料的天然含水量过大,事先进行适度的晾晒或加入适量的磨细生石灰对降低含水量效果较好。

现场摊铺后混合料的颜色应均一。

(4)运输:

采用大吨位自卸车运输。拌合好的混合料应尽快运送到铺筑现场。混合

料在运送过程中应覆盖，减少水分损失。

(5)摊铺：

根据松铺厚度计算每车混合料的摊铺面积，确定堆放密度。在填筑场地按照每车土方的数量及摊铺厚度，用白灰点控制自卸车倒土密度，同时埋桩挂线，标示松铺厚度；混合料摊铺完后，先用平地机初平和整形，再用压路机快速碾压1~2遍。对于出现的坑洼应进行平整。混合料应先初平，后精平，设专人及时铲除离析混合料，补以新混合料。分层填筑压实厚度根据压实机具和试验段确定的方法进行，一般宜控制在20~28cm。

混合料应全断面均匀摊铺，不得出现纵向接缝，不宜中断。当因故中断超过2h时，应设置横向施工缝，横向接缝应采用搭接施工。

整型应按规定的坡度和路拱进行，并特别注意接缝处的整平。在整型过程中，严禁车辆通行。初步整型后，检查混合料的松铺厚度，必要时应进行补料或减料。

(6)碾压：

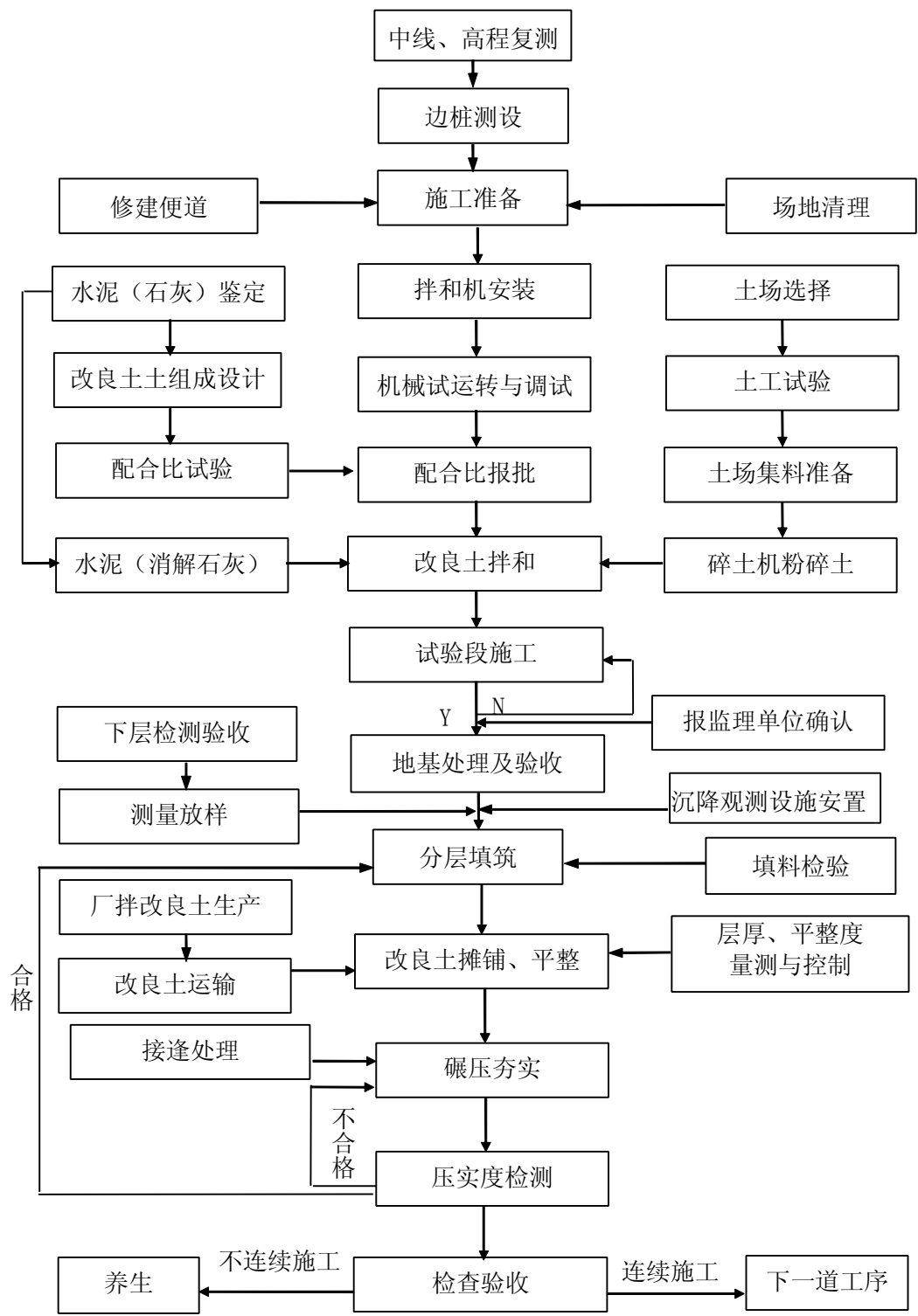
当混合料接近最佳含水率时，用重型压路机在路基全宽内碾压至要求的压实密度，碾压完成后表面应无明显的碾压轮痕迹。碾压时，各区段交接处应相互重叠压实，纵向搭接长度不小于2.0m，纵向行与行之间的轮迹重叠不小于40cm，上下两层填筑接头应错开不小于3.0m。两作业区段之间的衔接处纵向搭接拌和长度不小于2.0m。

碾压过程中，表面应始终保持湿润，严禁有“弹簧”、松散、起皮等现象产生。碾压结束之前，应用平地机终平一次，使其纵向顺适，符合设计要求。

(7)养生：

改良土碾压完成后，如不能连续施工应进行养生，使改良土表面保湿养生不少于7天。养生期间勿使改良土过湿，更不能忽干忽湿，应控制好交通，除洒水车外应封闭交通。当改良土分层施工时，下层检验如压实度、平整度等指标合格后，上层填土能连续施工时可不进行专门的养生期。

施工工艺框图见下页：



改良土填筑厂拌法施工工艺框图

5.5 主要技术措施

5.5.1 技术措施

石灰改良土的石灰选用消解石灰，其指标应达到现行的试验规程标准。水泥改良土掺入水泥时，水泥的初凝时间应大于 3h，终凝时间宜大于 6h（要注意控制水泥改良土从拌和到碾压完成的施工时间，一般不宜大于 4 个小时）。对符合要求的土质进行过筛处理，使石灰颗粒与黄土颗粒尽可能小，增加其表面积，并拌和均匀，能充分接触并发生反应，同时石灰应进行充分的消解，拌合站设多个石灰消解池，消解石灰的时间不小于 7 天，保证石灰充分消解且能够不间断的连续供应。这是化学改良土填料质量控制的关键，为了获得预期的效果，尚需对含水量、含灰率，石灰颗粒粒径、改良土颗粒粒径、外掺料剂量（石灰或水泥）进行严格控制。其中最佳含水量控制方案是：如果土的天然含水量距最佳含水量差距不大时，在厂拌设备拌和时将水成雾状均匀地喷入改良土中拌和均匀；如土的天然含水量距最佳含水量差距较大时，考虑在取土场分块灌水焖土。如土料的天然含水量过大，事先进行适度的晾晒或加入适量的磨细生石灰对降低含水量效果较好。

改良土在拌和、运输、摊铺过程中会有一定的水分损失，尤其是在夏天炎热气候的情况下水分损失会更大，因此拌和好的改良土含水量应比最佳含水量适当大一些，具体数据根据当时天气情况，在施工过程中总结确定。

施工时要特别注意路基内预埋管线及设施的施工，施工前根据设计图纸和相关文件要求作出详细的技术交底，确保预埋管线及设施不受到损害，同时要确保此部分的路基压实质量符合要求。

5.5.2 安全措施

- (1)施工区域应设警示标志，严禁非工作人员出入；
- (2)施工中应对机械设备进行定期检查、养护、维修；
- (3)为保证施工安全，现场应有专人统一指挥，并设一名专职安全员负责现场的安全工作，坚持班前进行安全教育制度。
- (4)改良土施工中，现场设专人指挥、调度，确定合适的机械车辆走行路

线，并设立明显标志，防止相互干扰碰撞，机械作业要留有安全距离。制订作业程序和运行路线，确保协调施工，安全生产。

5.5.3 环保措施

(1)改良土施工中，容易造成对环境的污染。是改良土施工中应注意的首要问题。

为了保护自然环境，在化学改良土改良过程中，减少甚至避免石灰（或水泥）扬尘，需从两个方面着手，一是思想上高度重视，管理上加强监督；二是在技术上严格把关。

改良土施工中，需要各级负责人思想上高度重视对环境的保护，加大在环境保护方面的投资力度，能把各项环保措施落实到位。

技术上，应对石灰在运输、储存、磨细、消解、撒布、拌和等各环节制定相应环境保护措施。制定的原则是尽量避免石灰与外界的直接接触。消解石灰时，选择在一避风近水的地方，在其周围进行封闭。

另外，与石灰接触的工作人员，需穿戴防护工作服。生产中的废弃物及时处理，按时专门用车运到当地环保部门指定的地点弃置。试验及生活中产生的污水及废水，应集中处理，符合环保部门规定要求。

(2)雨、雪施工防护措施

施工前，应与地方气象部门联系，掌握当地的气候变化情况，避免雨天施工，并在雨、雪天气做好防护措施。

因水对化学改良土工程性质影响较大，所以必须做好雨、雪天施工防护措施。施工前在路基（路堑）边坡范围外挖临时排水沟使雨水能及时排走，施工过程中，应保持排水临时排水系统的完善和畅通，同时应备适量的隔水膜（布），能满足雨、雪天气时，对受雨水影响大的部位的面覆盖，使雨停后能立即恢复生产，把雨雪天气对施工的影响降到最低程度。

5.5.4 注意事项

(1)对地面纵坡与线路纵坡不平行的段落，应由地面最低处逐段进行调整，但每层的最大松铺厚度应为经路基填筑试验段确定的最大松铺厚度，最薄处的松铺厚度不得少于 15cm，纵坡调整应在基床下部的路堤顶层填筑

前完成。

(2)要注意石灰改良土和水泥改良土对土的塑性指数及液限、塑限要求是不一样的，水泥改良土适合掺入塑性指数较小的土质。因此在取土场内设置拌和站时，应对土的性质、改良土外掺料的种类、剂量、运距等综合考虑。

(3)要特别注意对水泥改良土从拌和站的拌和开始至碾压完成的时间控制。一般不宜大于4个小时。

6 质量控制及检验

6.1 质量控制

(1)改良土施工工程质量控制要点主要为五个方面既：

①原材料（土、石灰、或水泥）；②配合比（根据不同的土质需掺入的石灰、或水泥量）；③改良土含水量控制；④均匀性（避免改良土中出现素土现象）；⑤压实度（通过试验段确定适宜的施工参数）。

(2)对需改良的土料种类应进行核实，路堤填料种类、质量应符合设计要求。填筑前对取土场填料进行取样检验；填筑时应对运至现场的填料进行抽样检验。当填料土质发生变化或更换取土场时应重新进行检验。对石灰及水泥进行检测确保其符合质量要求。

(3)改良土填筑前按设计提供的配比进行室内试验，确定施工配合比。改良土的配合比应保证混合料的无侧限抗压强度及压实质量能达到设计要求。

改良土外掺料的种类及技术条件应符合设计要求。混合料中不应含有大于10mm的土块、未消解石灰颗粒和素土层。改良土应色泽均匀，无灰条、灰团。改良剂剂量允许偏差为试验配合比的-0.5%~+1.0%。

(4)改良土的收缩裂缝会引起排水面破坏，易引起水侵入路基。要严格控制压实含水率，确保压实度，注意养生，以控制改良土本身的收缩裂缝。

最佳含水量控制方案是如土的天然含水量距最佳含水量差距不大时，在厂拌设备拌和时将水成雾状均匀地喷入改良土中拌和均匀；如土的天然含水量距最佳含水量差距较大时考虑在取土场分块灌水焖土。

(5)路堤填筑改良土施工中,拌合料的均匀性是关键因素,应严格控制拌合过程中的施工质量,确保拌合熟料的均匀性。使石灰颗粒与黄土颗粒尽可能小,增加其表面积,并拌和均匀,能充分接触并发生反应。这是化学改良土填料质量控制的关键,为了获得预期的效果,尚需对含水量、含灰率(水泥含量),石灰颗粒粒径、改良土颗粒粒径、松铺系数、碾压遍数这些工艺参数进行严格控制。

(6)对初步确定使用的混合料,应进行重型击实试验,计算最佳含水率和最大干密度,并进行 7d 无侧限抗压强度的试验,无侧限抗压强度必须符合设计要求。

6.2 检验

(1)基床底层及基床以下路堤工程质量检测

按《铁路工程土工试验规程》(TB10102)和《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》规定的试验方法检验。

(2)对需改良的土料种类、质量应符合设计要求。填筑前对取土场填料进行取样检验;填筑时应对运至现场的填料进行抽样检验。当填料土质发生变化或更换取土场时应重新进行检验。

检验方法:按《铁路工程土工试验规程》(TB10102)规定的试验方法检验。

(3)改良土外掺料的种类及技术条件应符合设计要求。

检验方法:检查每批产品的生产检验报告和产品合格证,并在料场的 5 个不同部位等量取样,总计取样不少于 12kg,按有关规定试验方法进行检验。

(4)对进入摊铺场地的混合料进土团粒和生石灰块的检查,在 100m² 面积内随机检查 3 个点。检验方法:土团粒检查采用孔径为 10mm 的筛子,标准为不能有筛余量;生石灰块检查采用孔径 5mm 的筛子,标准为不能有

筛余量。

(5)改良土填筑压实质量应符合表 6.2-3 的规定。

检验频数：每层每 500m² 检验一个点。

检验方法：压实系数检验宜用环刀法。

改良土压实质量检验应与施工紧密配合，要考虑现场检验压实质量不合格时，仍给碾压留有时间。质量检验以密实度为主，其它如 K30、Ev2、Evd 不作为施工时的主要检验项目，因刚碾压后不代表后期的状况，很可能当时测定的结果达不到后期要求的值，密实度与 K30、Ev2、Evd 的对应关系可通过路基填筑试验段进行对比试验确定（建立各指标间的相互关系，达到质量评价的目的）。因此压实质量检验以密实度为主，并且在施工过程中在时间上与施工密切配合，且要求监理工程师在检测过程中进行见证和确认，确保检测结果的真实可靠。

(6)无侧限抗压强度应符合设计要求。

检验频数：每层每 1000m² 检查一组；

检验方法：按《铁路工程土工试验规程》（TB10102）规定的试验方法检验。从已摊铺好填料的地段现场抽样，在室内按要求的压实度成型，进行无侧限抗压强度试验。

为了加强施工过程控制和研究各种检测方法之间的关系，路基改良土用四个指标控制：压实度、强度、颗粒粒径、含灰率。检测主要内容为：压实系数 K、地基系数 K30、动态变形模量 Evd、静态变形模量 Ev2、颗粒粒径、含灰率。

压实系数 K 检测方法：环刀法、灌砂法、核子湿度密度仪法，宜以环刀法为主。

强度检测方法：K30 平板载荷试验、Evd 动态平板载荷试验、Ev2 静态

平板载荷试验。检验频数：为每层 500m² 检验一处，检验标准见表 6.2—3。
含灰率检测方法：EDTA 剂量滴定、钙离子直读仪法，检查要求见表 6.2—2。

表 6.2—1 改良土原材料的试验项目和频次

材料名称	试验项目	频 次	试验方法
土	含水率	每个土源点或每批同一料源材料使用前应取两个试样。	按现行《铁路工程土工试验规程》（TB10102）执行
	液限、塑限		
	有机质和硫酸盐含量		
石灰	有效钙、氧化镁		
水泥	凝结时间		
	强度		

表 6.2—2 改良土填料复查项目及频次

填料类别	项 目	频 次
化学改良土	石灰或水泥剂量	每层 100m 三个样品，用滴定法试验
化学改良土	含水率	根据观测，异常时试验
	拌合均匀性	随时观测

表 6.2—3 基床底层及基床以下路堤压实标准

填料部位	填料种类	石灰或水 泥掺量 配比	压实标准				备注
			地基系数 K ₃₀	动态变形 模量 E _{vd}	压实系数 K	变形模量 E _{v2}	
基床底层	水泥改良土	≥5%	≥110	≥40	≥0.95	≥60	
基床以下	石灰改良土	≥8%	≥90		≥0.92		不浸水路堤
	水泥改良土	≥3%	≥90		≥0.92		浸水路堤
垫层	水泥改良土	≥5%	≥110		≥0.95		

表 6.2—4 基床底层外形尺寸允许偏差、检验数量及检验方法

序号	项 目	允 许 偏 差	检验数量	检验方法
1	中线至路肩边缘距离	$\pm 50\text{mm}$	沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 点	尺量
2	宽度	不小于设计值	沿线路纵向每 100m 抽样检验 3 点	尺量
3	横坡	$\pm 0.5\%$	沿线路纵向每 100m 抽样检验 2 个断面	坡度尺量
4	平整度	不大于 15mm	沿线路纵向每 100m 抽样检验 10 点	2.5m 长直尺量
5	厚度	$\pm 30\text{mm}$	沿线路纵向每 100m 抽样检验 3 点	水准仪测量
6	顶面高程	$+0, -20\text{mm}$	沿线路纵向每 100m 抽样检验 3 点	水准仪测量

过渡段施工作业指导书

1 目的

明确过渡段施工作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范过渡段施工。

2 编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前施工图设计文件》

3 适用范围

适用于新建铁路福厦线站前过渡段施工。

4 过渡段填料要求

4.1 过渡段填料应符合设计文件和验标的要求。

4.2 过渡段级配碎石采用的碎石粒径、级配及材料性能应符合铁道部现行《客运专线基层表层级配碎石暂行技术条件的规定》。级配碎石和级配砂砾石必须严格控制 0.5mm 以下细集料的含量及其液限和塑性指数。选用品质优良的原材料是确保级配碎石质量的基础。要确保筛选并按比例混合组成的级配碎石混合料的粒径、级配及品质指标符合规定的要求。

4.3 过渡段采用级配碎石掺 5%水泥梯形过渡，具体过渡形式按设计施工图执行。加入水泥的级配碎石混合料宜在 2h 内使用完毕。

4.4 施工前应对所选择的填料进行核对确认并经试验鉴定，使其能够确保路堤各相应部位填料的质量检测、压实标准等指标达到设计要求。

5 施工工艺及技术要求

5.1 主要机械设备配置

挖掘机、装载机、推土机、平地机、压路机、自卸汽车、稳定土拌和设备。

5.2 一般规定

5.2.1 在路堤与桥台、路堤与横向结构物、路堤与路堑的连接按设计要求施工过渡段。

5.2.2 桥台和横向结构物基坑的回填工作必须在隐蔽工程验收合格后才能进行。

5.2.3 过渡段范围的原地面处理应符合地基处理的有关规定。

5.2.4 过渡段级配碎石应分层填筑压实，每层的压实厚度不应大于30cm，最小压实厚度不宜小于15cm，具体的摊铺厚度及碾压遍数应按工艺试验确定的工艺参数进行控制。每压实层路拱坡面应符合设计要求，无积水现象。

5.2.5 过渡段级配碎石填层应与相邻的路堤及锥体同时施工，并将过渡段与连接路堤的碾压面按大致相同的水平分层高度同步填筑并均匀压实。在填筑压实过程中，应保证桥台、横向结构物稳定、无损伤。

5.2.6 过渡段地基采用打入桩、挤密桩等加固时，宜先进行打入桩、挤密桩等施工，再进行桥涵桩基施工。

5.2.7 过渡段排水要求

(1)过渡段施工前，应根据场地情况，采取相应的防排水措施。

(2)过渡段台背回填料表面应按设计要求采取措施防止地表水渗入。

(3)过渡段台背与回填料之间应按设计要求设置防排水层。

(4)过渡段级配碎石填料与相邻路堤填料之间的反滤层应按设计要求进行施工。

(5)过渡段坡脚两侧、路堤底部的纵横向排水措施应符合设计要求。

5.2.8 过渡段路堤两侧防护砌体的施工应在地基和路堤变形稳定后进行。宜与相邻路堤的防护砌体施工相互协调。

5.3 施工方法及工艺

5.3.1 路堤与桥台过渡段

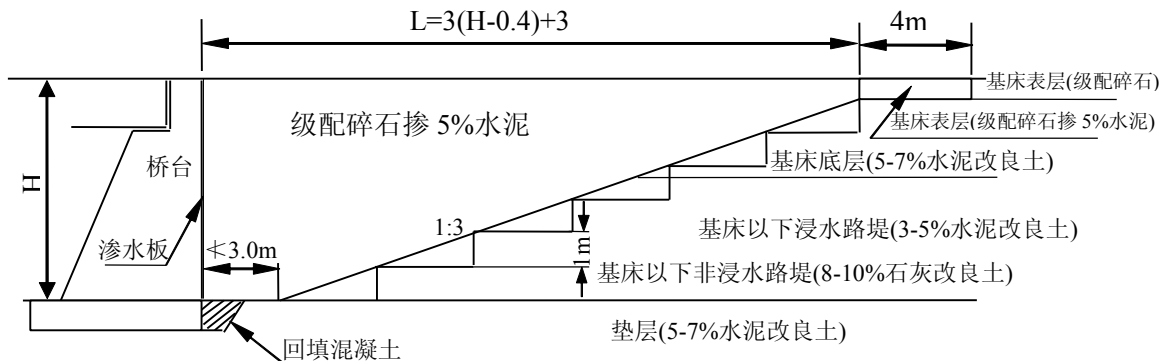
5.3.1.1 施工方法

过渡段路堤应与桥台锥体和相邻路堤同步填筑。

过渡段施工根据施工图纸制定施工工艺和过程控制措施，作出详细的作业指导书和相应的质量检查、监督管理制度，并通过现场碾压试验确定完善的施工工艺及处理措施。

水泥稳定级配碎石在拌和站集中拌和，自卸汽车运输，推土机配合平地机摊铺，重型碾压设备及小型振动压实设备碾压。

在大型压路机碾压不到的部位及在台后 2.0m 范围内，采用小型振动压实设备进行碾压，填料的松铺厚度宜按 15 厘米，碾压遍数通过工艺实验确定。



路桥过渡段断面示意图

5.3.1.2 施工工艺

(1)施工前，做好桥头路基的排水施工，防止水流对填料的浸泡或冲刷。
(2)路堤基底原地面平整后，用振动碾压机碾压密实，并使 $K_{30} \geq 60$ MPa/m。

(3)在桥台及挡墙基础等达到设计及规范允许强度后，及时进行台后过渡段填筑，其压实度要求均与一般路基一致。

(4)路桥过渡段桥台锥体填筑按水平分层一体同时施工。

(5)水泥级配碎石过渡段与路基填筑的相应部位同步施工。

路桥过渡段施工工艺框图见下页：

5.3.1.3 施工要点

过渡段的质量控制要点：

施工工艺、机具设备、层厚控制；填料质量及均匀性控制、边坡平顺及压实控制、沉降观测、检测频次与数量。

(1)施工前，做好桥头路基的排水施工。

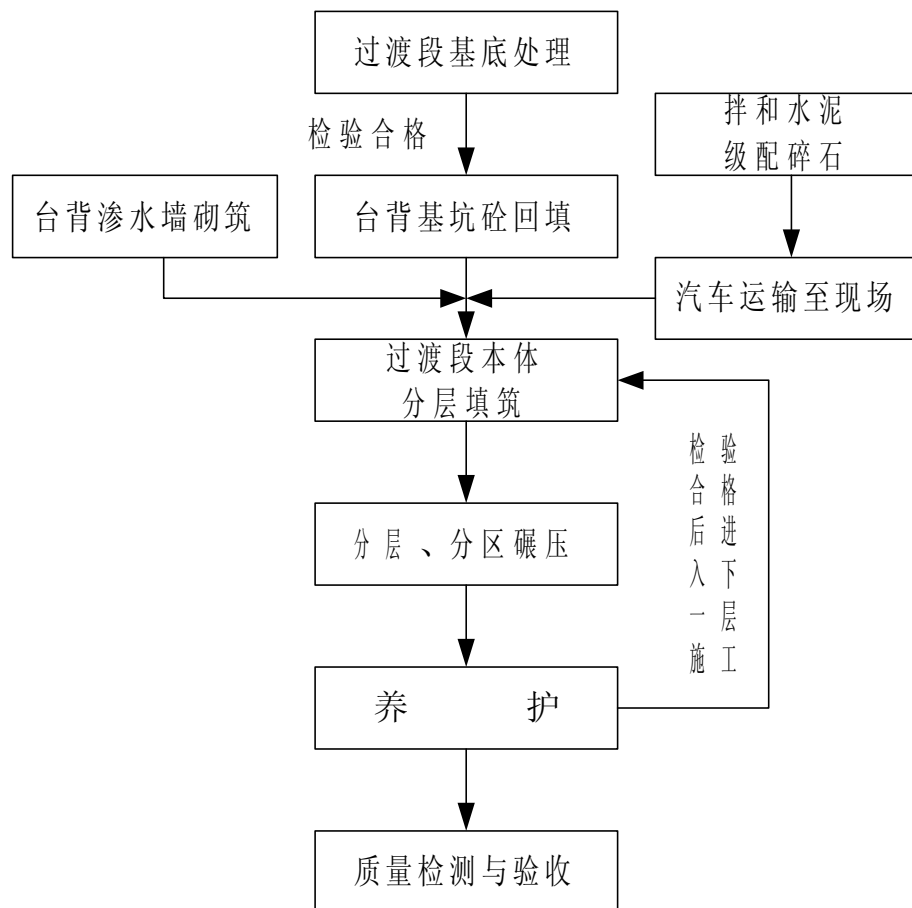
(2)过渡段路堤应与桥台锥体和相邻路堤同步填筑。

(3)在桥台及挡墙基础达到设计及规范允许强度后，及时进行台后过渡段填筑，其压实度要求均与一般路基一致。

(4)过渡段路基应与其连接的路堤为同一整体同时施工，并将过渡段与其连接路堤的碾压面，按大致相同的高度进行填筑。

(5)各个特殊路桥过渡段台阶处必须沿台阶进行横向碾压。

路桥过渡段施工工艺框图



5.3.1.4 注意事项

(1)路桥过渡段施工前，排干桥台基坑内积水，基坑地面以下部分回填混凝土或者碎石，并保证基坑底部与侧壁之间密实、无虚土。

(2)桥台与路基结合部设厚 0.15m 带排水槽的渗水墙，渗水墙采用无砂

混凝土块砌筑, 渗水墙底部设软式透水管, 将渗流水横向排出路基外。

(3) 路桥过渡段每层填筑均要严格按照设计要求施作, 控制好级配碎石的配合及填料厚度, 填筑层均设人字横向排水坡。

(4) 台背后 2m 范围内禁止大型振动机械驶入, 避免其对桥台造成挤压。

5.3.2 路堤、路堑与横向结构物过渡段

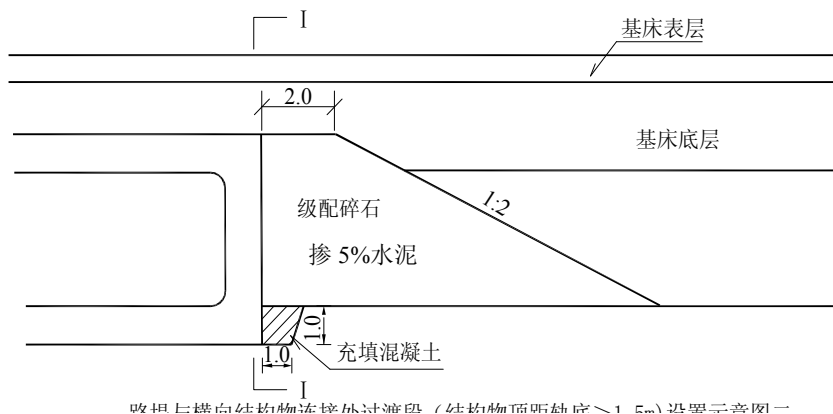
5.3.2.1 施工方法

(1) 横向结构物两端的过渡段填筑必须对称进行, 并应与相邻路堤同步施工。

(2) 涵洞顶部两端大型压路机能碾压到的部位, 其填筑施工应符合施工指南的有关规定; 靠近横向结构物的部位, 应平行于横向结构物进行横向碾压。大型压路机碾压时, 不得影响结构物的稳定。

(3) 横向结构物的顶部填土厚度小于 1m 时, 不得采用大型振动压路机进行碾压。

(4) 大型压路机碾压不到的部位应用小型振动压实设备分层进行碾压, 填料的松铺厚度不宜大于 20cm, 碾压遍数应通过试验确定。



收坦上横向结构物填筑过渡段 / 结构物顶面宽度 $\geq 1.5m$ 设置示意图一

路堤与横向结构物过渡段示意图

5.3.2.2 施工工艺

(1) 施工前, 做好横向结构物两侧的排水施工, 防止水流对填料的浸泡或冲刷, 路堑地段做好结构物基坑边坡整型。

(2) 路堤基底原地面平整后, 用振动碾压机碾压密实, 并使 $K_{30} \geq 60$

MPa/m。

(3)在横向结构物两侧基础等达到设计及规范允许强度后，及时进行两端过渡段填筑，其压实度要求均与一般路基一致，但应分别对称分层填筑防止由于不对称填筑造成对横向结构物的扰动。

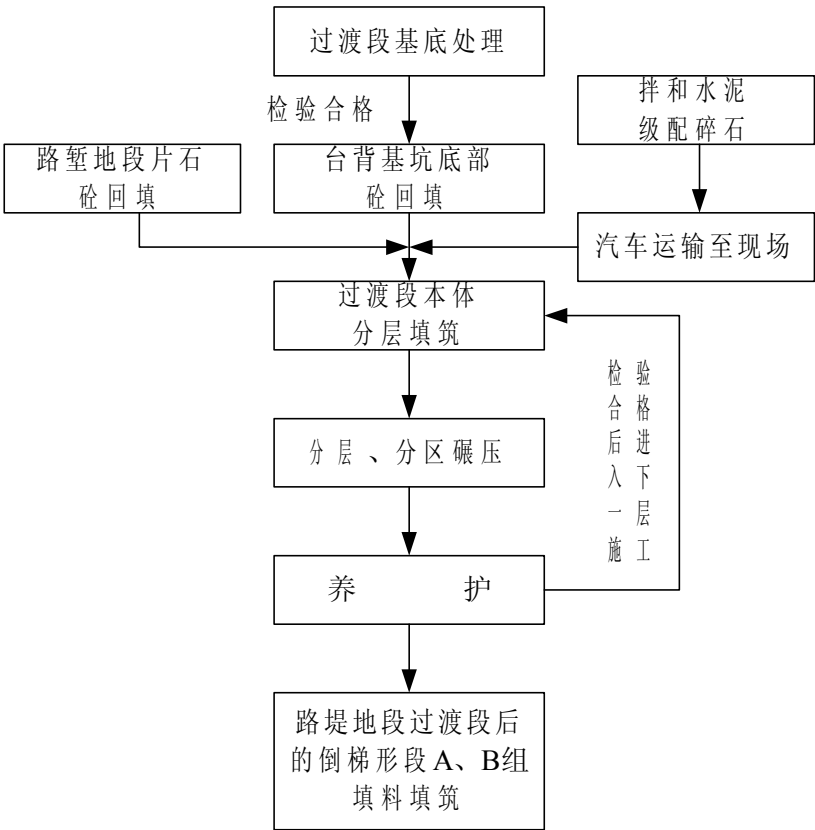
(4)路堤轨底距结构物顶垂直距离小于 1.5 时，采取两次过渡方式，水泥级配碎石过渡段施工完毕后，再用 A、B 组填料回填过渡段与路堤之间倒梯形部位，压实标准与路堤相同。

(5)结构物顶的填料与结构物两侧 2m 范围内的水泥级配碎石同时采用小型振动机碾压成型。

(6)每层混合料施工完毕后需按要求进行养护。

施工工艺框图如下

路堤、路堑与横向结构物过渡段施工工艺框图



5.3.2.3 施工要点

过渡段的质量控制要点：

施工工艺、机具设备、层厚控制；填料质量及均匀性控制、边坡平顺及压实控制、沉降观测、检测频次与数量。

(1)横向结构物两端的过渡段填筑必须对称进行，并应与相邻路堤同步施工。

(2)靠近结构物两侧 2m 以内及横向结构物的顶部填土厚度小于 1m 时，必须使用小型振动机碾压。

5.3.2.4 注意事项

(1)横向结构物两侧必须对称填筑，在填筑过程中注意作好防排水工作，每层均应做好横向人字坡和纵向排水。

(2)基坑底面以下部分回填混凝土或者碎石，并保证基坑底部与侧壁之间密实、无虚土。

(3)水泥级配碎石混合料宜在 2h 内使用完毕。

(4)路堑地段回填片石混凝土时，应做好基坑边坡防护，防止发生意外。

5.3.3 路堤与路堑过渡段

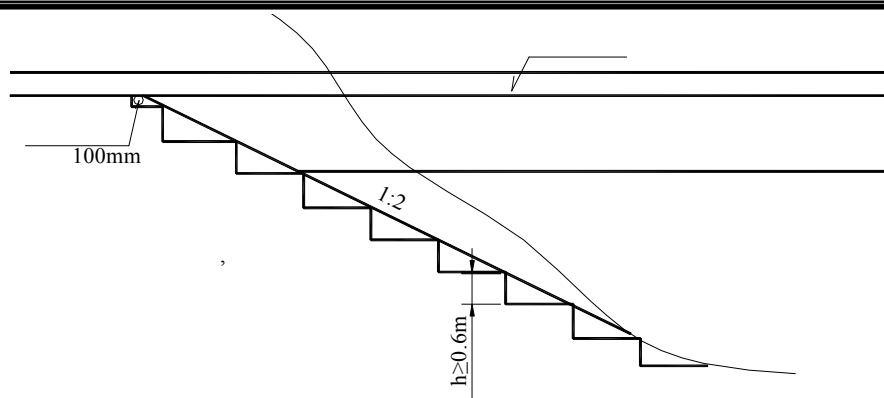
5.3.3.1 施工方法

(1)过渡段填筑前，应平整地基表面，碾压密实；并应挖除堤堑交界坡面的表层松土，按设计要求做成台阶状。路堤与路堑连接处，顺原地面纵向挖成 1:2 的坡面，坡面上开挖台阶，台阶高度 0.6m 左右，开挖部分填筑要求同路堤。

(2)过渡段的填筑施工应与相邻路堤同步进行。

(3)大型压路机能碾压到的部位，其施工方法应符合《铁路客运专线路基施工技术指南》的有关规定；靠近堤堑结合处，应沿堑坡边缘进行横向碾压。

(4)大型压路机碾压不到的部位，应采用小型振动压实设备分层进行碾压，填料的松铺厚度不宜大于 20cm，碾压遍数应通过试验确定。

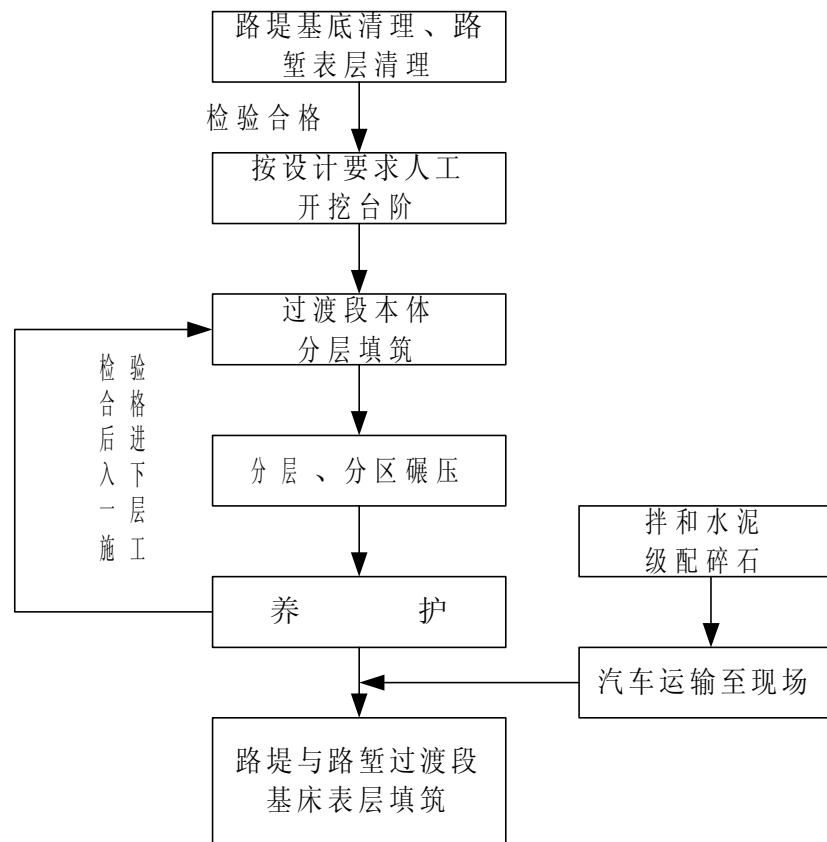


路堤与土质路堑过渡段示意图

5.3.3.2 施工工艺

- (1)施工前，做好路堤和路堑的排水施工，防止水流对路堤填料的冲刷。
 - (2)人工配合机械处理路堤基底和路堑表层并按设计要求人工开挖台阶。
 - (3)过渡段本体分层填筑、分区分层碾压。
 - (4)基床表层水泥级配碎石填筑。
- 施工工艺框图见下页：

路堤与路堑过渡段施工工艺框图



5.3.3.3 施工要点

过渡段的质量控制要点：

施工工艺、机具设备、层厚控制；填料质量及均匀性控制、边坡平顺及压实控制、沉降观测、检测频次与数量。

(1)过渡段填筑前，应平整地基表面，碾压密实；并挖除堤堑交界坡面的表层松土，按设计要求做成台阶状。

(2)靠近台阶部位的级配碎石，压实机械必须进行横向碾压，确保压实质量。

5.3.3.4 注意事项

(1)大型压路机能碾压到的部位，靠近堤堑结合处，沿堑坡边缘进行横向碾压。

(2)大型压路机碾压不到的部位，采用小型振动压实设备分层进行碾压，填料的松铺厚度不宜大于 20cm，碾压遍数应通过试验确定。

(3)每层施工过程中必须按设计要求做好防排水措施。

5.3.4 半挖半填路基过渡段

5.3.4.1 施工方法

(1)陡坡地段的半填半挖路基，为保证路基横向刚度及避免横向差异沉降，应按图 6.3 施工横向过渡段。

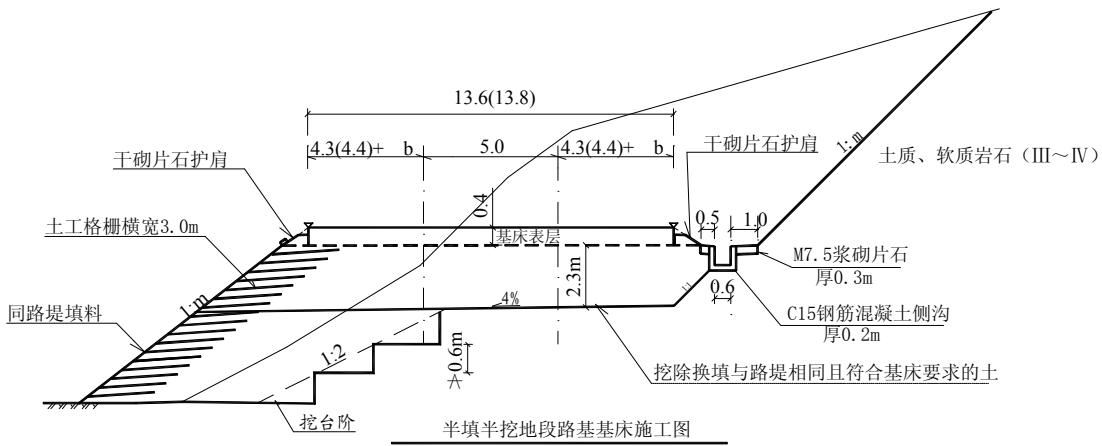


图 6.3 半填半挖路基基床示意图

(2)半挖半填路基和不同岩土组合路基施工时应按以下方法进行。

①路堑土方施工由机械开挖为主，人工负责按设计要求开挖连接处台阶。

②路堑弃碴采用挖掘机配合自卸汽车施工，路堤分层填筑采用装载机配合自卸汽车运输填料，推土机摊铺、人工配合平地机精细平整，振动碾压密实。

③路堤路堑排水及防护工程紧跟填筑作业施工，采用人工挂线砌筑，保证路基基床不受雨水冲刷。

5.3.4.2 施工工艺

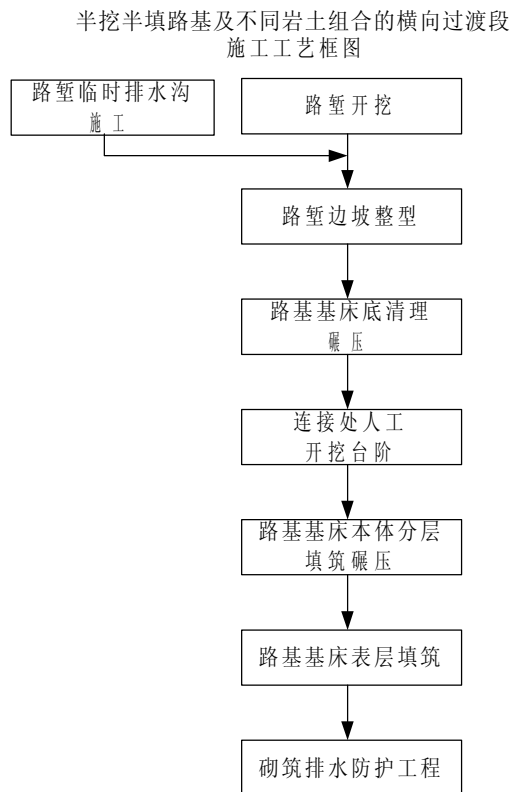
(1)人工配合机械进行路堑开挖及边坡整型，并根据路堑开挖高度随时施工临时排水沟。

(2)路基基床底清理整型并碾压至设计要求，随后人工开挖连接台阶。

(3)路基基床分层填筑碾压，每层填筑按要求做好4%横坡。填筑完成后进行基床表层施工。

(4)紧跟路基填筑砌筑防护、排水工程。

施工工艺框图如下：



5.3.4.3 施工要点

过渡段的质量控制要点：

施工工艺、机具设备、层厚控制；填料质量及均匀性控制、边坡平顺及压实控制、沉降观测、检测频次与数量。

①挖除换填地基土底部以下为土质路基时应进行冲击压实；存在软弱地层时应进行稳定、变形分析。

②挖除换填地基土的底部应设向外倾斜4%的横向排水坡。

③台阶连接处采取沿台阶纵向碾压，大型机械不方便施工处采用小型

振动机施工。

5.3.4.4 注意事项

- (1)路基排水和防护紧跟路基填筑进行，防止雨水冲刷。
- (2)分层填筑过程中按设计要求做好路基横坡方便表层排水。
- (3)路堑防护应紧跟路堑开挖进行。

5.3.5 路堑与隧道过渡段

(1)土质、软质岩及强风化硬质岩路堑与隧道连接地段，应按设计要求设置过渡段。

- (2)过渡段应采用渐变厚度的混凝土或掺入适量水泥的级配碎石填筑。

5.4 过渡段施工技术措施

过渡段施工根据施工图纸制定施工工艺和过程控制措施，作出详细的技术交底和相应的质量检查、监督管理制度，并通过现场碾压试验确定完善的施工工艺及处理措施。

5.4.1 各类过渡段的质量控制要点：

施工工艺、机具设备、层厚控制；填料质量及均匀性控制、边坡平顺及压实控制、沉降观测、检测频次与数量。

5.4.2 质量控制措施：

- (1)过渡段路堤的填筑工艺应通过现场碾压试验确定。
- (2)过渡段采用的填料种类及原材料质量应符合设计要求，级配碎石选料标准应满足材料的规格、材质和级配的有关规定。
- (3)横向结构物两端的过渡段填筑必须对称进行，并应与相邻路堤同步施工。
- (4)过渡段靠近桥台、涵洞等建筑物的部位分层填筑，采用小型振动压实机具碾压。
- (5)各种试验、检测设备应计量检定合格。测试数据应真实可靠，充分反映现场实际情况。
- (6)严格按现场碾压试验确定的工艺、方法施工，不得违规。
- (7)从事试验、检测技术人员具有上岗证，具备熟练的专业知识。

6 过渡段施工控制及质量检测

6.1 施工控制

(1)层厚控制

对压路机碾压部位 每层最大压实厚度不宜超 30cm，最小压实厚度不宜小于 15cm，具体厚度参照试验结果，小型机具压实部位每层松铺厚度控制在 15~20cm。在桥台背部及横向结构物墙身的左中右用红油漆标出分层松铺厚度和填层序号。

(2)填料平整及均匀性控制

基床表层以下部分采用推土机粗平、平地机精平，靠近结构物人工配合进行局部处理，确保层厚及拌合料均匀。表层与区间表层作为一整体施工。

(3)边坡平顺及压实控制

非绿化区边坡压实采用夯实设备进行边坡压实，对于设计有绿化要求的坡面采用人工夯拍与种植植被相结合的方法进行。

过渡段与路堤、路堑边坡连接处顺接采用人工挂线精细顺接，过渡段本体填筑局部不利于机械操作地段也采用人工挂线精细刷坡。

6.2 质量检测标准

(1)过渡段基底处理

①过渡段基底处理应按设计要求与桥台、横向结构物、相邻路堤的基底处理同时进行，路堤高度 $H < 3.0\text{m}$ 的路堤，原地面处理应符合客专验收暂行标准 8.1.6 的有关规定。 $H > 3.0\text{m}$ 时，过渡段基底原地面平整后，用振动碾压机碾压密实，地基系数 $K_{30} \geq 60 \text{ MPa/m}$ 。

检验数量：每个过渡段抽样检验压实系数 K （或孔隙率 n ）3 点，其中：距路基边线 1m 处左、右各 1 点，路基中部 1 点；或抽样检验地基系数 K_{30} ，其中：距路基边线 2m 处 1 点，路基中间 1 点。

检验方法：按《铁路工程土工试验规程》（TB10102）规定的试验的方法检验。②路堤与路堑过渡段按设计顺原地面纵向开挖，开挖坡面的纵向坡度及台阶开挖应符合设计要求。

检验数量：每个过渡段抽样检验 3 点。

检验方法：观察、尺量。

(2)过渡段基坑回填检测

①基坑采用混凝土回填时，回填材料和混凝土强度等级应符合设计要求。

检验数量：每个基坑抽样检验 2 组。

检验方法：在浇筑地点抽样成型混凝土试件进行标准养护，并进行 28d 抗压强度试验。

②基坑采用碎石回填时，应分层回填，并采用小型振动机械压实，其压实质量应符合设计要求。

检验数量：每个基坑抽样检验 2 点。

检验方法：灌砂或灌水法试验。

③基坑回填顶面高程的允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ 。

检验数量：每个基坑抽样检验 2 点。

检验方法：水准仪测量。

(3)基床表层以下过渡段级配碎石填层检测

①过渡段级配碎石填料粒径、级配及质量应符合设计要求。检验数量：每 2000m^3 抽样检验 1 次颗粒级配、颗粒密度、针状、片状颗粒含量、黏土团及有机物含量。

检验方法：在料场抽样进行室内试验，并在每层的填筑过程中目测检查级配有无明显变化。

②级配碎石中掺入水泥的品种、规格及质量应符合设计要求。

检验数量：同一产地、品种、规格、批号的水泥，每 200t 为一批，当不足 200t 时也按一批计。每批抽样检验 1 组。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告并进行有关项目的试验。

③基床表层以下过渡段级配碎石填层的压实质量应采用地基系数 K_{30} 、动态变形模量 E_{vd} 和孔隙率 n 三项指标控制。

检验数量：每压实层抽样检验孔隙率 n 各 3 点，其中距路基两侧填筑

级配碎石边线 1m 处左、右各 1 点，路基中部 1 点；每填高约 30cm 抽样检验动态变形模量 E_{vd} 3 点，其中 1 点必须靠近桥台或横向结构物边缘处；每填高约 60cm 抽样检验地基系数 K_{30} 、动态变形模量 E_{vd} 2 点，其中距路基两侧填筑级配碎石边线 2m 处 1 点，路基中部 1 点。按抽样数量的 20% 平行检验动态变形模量 E_{vd} 和孔隙率 n ，但每过渡段各不少于 2 点，见证全部地基系数 K_{30} 检验。

检验方法：按《铁路工程土工试验规程》(TB10102) 及有关试验方法的规定检测。

④在填筑压实过程中，应保证桥台、横向结构物稳定、无损伤。

检验数量：全部检验。

检验方法：观察。

⑤填料应分层压实。采用大型压路机械碾压时，每层的最大压实厚度不宜超过 30cm，最小压实厚度不宜小于 15cm；采用小型振动压实设备碾压时，填料的虚铺厚度不应大于 20cm，具体的摊铺厚度及碾压遍数应按工艺试验确定并经监理单位确认的工艺参数进行控制。每压实层应平整无积水现象。

检验数量：抽样检验 6 处（左、中、右各 2 处）。

检验方法：观察，尺量。

⑥级配碎石中水泥掺加剂量允许偏差为试验配合比 0~+1.0%

检验数量：每过渡段每填高约 90cm 抽样检验 3 处（左、中、右各 1 处）。

检验方法：滴定法检测。

⑦过渡段的允许偏差、检验数量及检验方法应符合下表的规定。

过渡段的允许偏差、检验数量及检验方法表

序号	检验项目	允许偏差	检验数量	检验方法
1	中线至边缘距离	0, +50mm	每过渡段抽样检验 3 点	尺量
2	宽度	不小于设计值	每过渡段每检测层抽样检验 2 点	尺量
3	横坡	±0.5%	每过渡段抽样检验 2 个断面	坡度尺量
4	平整度	不大于 15mm	每过渡段抽样检验 5 点	2.5m 长直尺量测
5	边坡坡率(偏陡量)	3%设计值	每过渡段每侧抽样检验 6 点	坡度尺量

⑧基床表层以下级配碎石填层的允许偏差、检验数量及检验方法应符合下表的规定。

基床表层以下级配碎石填层的允许偏差、检验数量及检验方法表

序号	检验项目	允许偏差	检验数量	检验方法
1	纵向填筑长度	不小于设计值	每层抽样检验 3 点, 左、中、右各 1 点	尺量
2	纵向填筑坡度	不大于设计值	每层抽样检验 3 点, 左、中、右各 1 点	尺量计算

(4)基床表层以下过渡段两侧及锥体填土检测

①基床表层以下过渡段两侧及锥体填料应符合设计要求, 其检验应符合《验标》第 5.2.1 条的规定。

②基床以下过渡段两侧及锥体填筑压实质量应符合本设计要求。基床底层过渡段两侧及锥体填筑压实质量应符合设计要求。

检验数量: 基床以下每压实层抽样检验压实系数 K (或孔隙率 n) 3 点; 基床底层每压实层抽样检验压实系数 K (或孔隙率 n) 3 点。

检验方法: 按《铁路工程土工试验规程》(TB10102) 规定的试验的方法检验。

③在填筑压实过程中, 应保证桥台、横向结构物稳定、无损伤。

检验数量: 全部检验。

检验方法: 观察。

④基床表层以下过渡段两侧、相邻路基及锥体填土与过渡段级配碎石间应符合 $D_{15} < 4d_{85}$ 的要求。

检验数量：每个过渡段检验 1 组。

检验方法：筛分试验。

⑤过渡段两侧填土横坡、平整度的允许偏差应符合设计要求。

(5)基床表层以下填料过渡段填层

①填料填筑过渡段填料的检验应符合设计要求。

②填料填筑过渡段填料压实质量应符合设计要求。

③填料应分层压实。采用大型压路机械碾压时，每层的最大压实厚度不宜超过 35cm，最小压实厚度不宜小于 10cm，具体的摊铺厚度及碾压遍数应按工艺试验确定并经监理单位确认的工艺参数进行控制。每压实层应平整无积水现象。

检验数量：抽样检验 6 处（左、中、右各 2 处）。

检验方法：观察，尺量。

④填料填筑过渡段填筑的允许偏差、检验数量及检验方法应符合设计要求。

(6)过渡段路基填筑压实度标准应符合福厦客专过渡段路基填筑压实度标准的规定。

基床表层级配碎石施工作业指导书

1 目的

明确基床表层级配碎石填筑作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范基床表层级配碎石拌合、填筑施工。

2 编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前施工图设计文件》

3 适用范围

适用于新建铁路福厦线站前路基基床表层级配碎石施工。

4 基床表层级配碎石填料要求

基层表层级配碎石采用的碎石粒径、级配及材料性能应符合铁道部现行《客运专线基层表层级配碎石暂行技术条件的规定》。级配碎石和级配砂砾石必须严格控制 0.5mm 以下细集料的含量及其液限和塑性指数。选用品质优良的原材料是确保级配碎石质量的基础。要确保筛选并按比例混合组成的级配碎石混合料的粒径、级配及品质指标符合规定的要求。

基床表层填料采用级配碎石，其规格应符合下列要求：

- (1) 粒径大于 1.7mm 的集料的洛杉矶磨损率不大于 30%。
- (2) 粒径大于 1.7mm 的集料的硫酸钠溶液浸泡损失率不大于 6%。
- (3) 粒径小于 0.5mm 的细集料的液限不大于 25%，其塑性指数小于 6。
- (4) 不得含有粘土及其它杂质。

级配碎石的粒径级配应符合下表中规定

基床表层级配碎石粒径级配范围表

方孔筛孔边长 (mm)	0.1	0.5	1.7	7.1	22.4	31.5	45
过筛质量百分率 (%)	0~11	7~32	13~46	41~75	67~91	82~100	100

基床表层填料材质、级配必须经室内试验及现场填筑压实工艺试验，保证其孔隙率、地基系数、变形模量及动态变形模量符合设计要求并确定填筑工艺参数，方可正式填筑。

5 施工工艺流程及技术要求

5.1 主要机械设备配置

挖掘机、装载机、推土机、碎石设备、平地机、压路机、自卸汽车、级配碎石拌和设备、级配碎石摊铺机

5.2 施工方法及工艺

5.2.1 施工方法

(1)施工前应做好级配碎石备料工作，拌合场内不同粒径的碎石、砂砾等集料应分别堆放。

(2)基床表层级配碎石必须采用厂拌法施工。拌和设备应计量准确，混合料必须进行材质及级配试验，材质及级配均要符合设计和规范的要求。正式拌合前，调试厂拌设备。

(3)基床表层填筑前应检查基床底层几何尺寸，核对压实标准，不符合标准的基床底层应进行修整，达到基床底层验收标准。

(4)在大面积填筑前，应根据初选的摊铺、碾压机械及试生产出的填料进行现场填筑压实工艺试验，确定填料级配、施工含水率、混合料颗粒密度、松铺厚度和碾压遍数、机械配套方案、施工组织等工艺参数。

(5)基床表层的填筑宜按验收基床底层、搅拌运输、摊铺碾压、检测修整“四区段”和拌合、运输、摊铺、碾压、检测试验、修整养护“六流程”的施工工艺组织施工。摊铺碾压区段的长度应根据使用机械的能力、数量确定。区段的长度一般宜在100m以上。各区段或流程只能进行该区段和流程的作业，严禁几种作业交叉进行。

(6)基床表层的填筑按试验段总结的施工工艺流程组织施工，同时在施工中，根据实际情况不断完善施工工艺和质量控制措施，确保路基压实质量。

5.2.2 施工工艺

(1)填筑前对所需的材料作全面的检查，并提前作好储料的一切准备工作，并有足够的储料场和储料设备，保证基床表层的正常铺筑。

(2)验收基床底层：

基床表层填筑前应检查基床底层几何尺寸，核对压实标准，不符合标准的基床底层应进行修整，达到基床底层验收标准。

(3)测量放样：在施工现场附近引临时水准点，报监理审批，严格控制标高；按 10m 一桩，放中线和边线，设置钢丝绳基准线。

(4)拌和：级配碎石混合料用级配碎石拌和设备在拌和厂集中进行拌和，混合料需拌和均匀，采用不同粒径的碎石和石屑，按预定配合比在拌和设备内拌制级配碎石混合料。在正式拌制级配碎石混合料之前，必须先调试所用的厂拌设备，使混合料的颗粒组成、级配和含水量都能达到规定的要求，并通过试验段的试拌、试铺总结的各种施工参数进一步合理的调整和确定拌和需要各种级配的碎石数量，以使基床表层的级配碎石填层具有更好的强度和刚度。

(5)运输：装料时，车要有规律的移动，使混合料在装车时不致产生离析。采用大对吨位自卸车运输。并保证足够的运输车辆，确保摊铺机能够不间断的连续摊铺。车辆运输过程中用防水篷布覆盖。运料汽车在摊铺机前 10-30cm 处停住，不得撞击摊铺机。卸料过程中汽车挂空挡，靠摊铺机推动前进，以确保摊铺层的平整度。

(6)摊铺：摊铺时以日进度需要量和拌和设备的产量为度，合理计算卸料需要量。

基床表层下层的级配碎石的摊铺可采用摊铺机或平地机进行，顶层必须用摊铺机摊铺。每层的摊铺厚度应按工艺试验确定的参数严格控制。用平地机摊铺时，必须在路基上采用方格网控制填料量，方格网纵向桩距不宜大于 10m，横向应分别在路基两侧及路基中心设方格网桩。用摊铺机摊铺时，应根据摊铺机的摊铺能力及拌和厂的拌和能力配置运输车辆，使摊铺机的摊铺作业能够不间断的连续进行。

(7)碾压：采用三轮压路机、重型光轮振动压路机进行碾压，按实验段

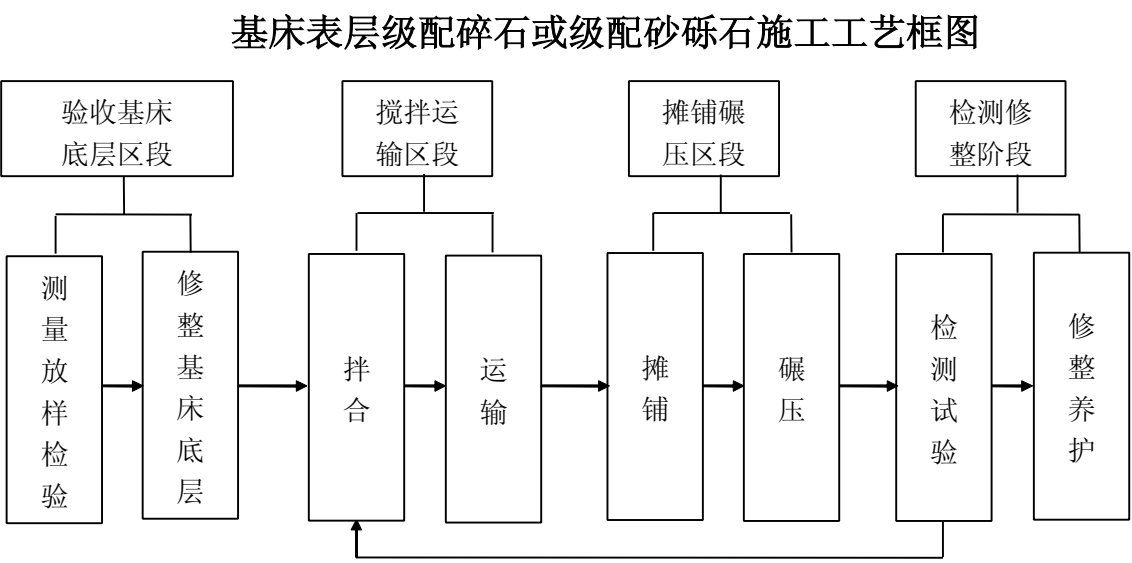
确定的碾压遍数和程序进行压实，使其达到规定压实度，且表面须平整，各项指标符合设计要求。直线地段，应由两侧路肩开始向路中心碾压；曲线地段，应由内侧路肩向外侧路肩进行碾压。碾压遵循先轻后重、先慢后快的原则。各区段交接处应相互重叠压实，纵向搭接压实长度不小于 2.0m，纵向行与行之间的轮迹重叠不小于 40cm，上下两层填筑接头应错开不小于 3.0m。

(8)检测：每层施工完成后进行自检，合格后报验监理工程师抽检的质量检测系统，严格按照规范要求的试验方法、试验点数、检验频次，逐层分段、分部进行试验检测。

拌和、运输、摊铺、碾压、检测这一系列作业，需要在工艺性试验中确定工艺流程，这之中要根据混合料的初凝时间，组织好一个作业段的施工，并制定相关标准，如碾压遍数，作到达到要求的遍数，经一次检验能够合格。

各类填料及压实标准应符合规定，凡检验不合格者，不得进行下一道工序施工。

施工工艺流程框图见下页：



5.3 主要技术措施

5.3.1 技术措施

(1)基层表层级配碎石采用的碎石粒径、级配及材料性能应符合铁道部现行《客运专线基层表层级配碎石暂行技术条件的规定》。级配碎石和级配砂砾石必须严格控制 0.5mm 以下细集料的含量及其液限和塑性指数。选用品质优良的原材料是确保级配碎石质量的基础。要确保筛选并按比例混合组成的级配碎石混合料的粒径、级配及品质指标符合规定的要求。

(2)每一压实层全宽应采用同一种类的填料。采用重型振动压路机严格按照试验段确定的压实参数控制压实速度和压实遍数。分层的压实厚度按试验段确定的方案控制。

(3)通过质量检测了解施工过程的质量情况,对达不到质量要求的检验项目,进行分析和研究,查明原因,制定改进措施和工艺,加强施工质量管理,确保基床表层路基质量满足设计要求。

(4)要特别重视对路基内,预埋管线、设施及结构物等周围的填料摊铺整形和碾压。压路机在构造物接头处、拐角、预埋管线等基础周围部分不能靠近压实时,采用小型压实机具或振动夯板压实,并采取相应的加固措施。电缆槽、声屏障与接触网等基础的施工与路基工程同步实施,路基成型一段,基础成型一段。并对各类与路基同步施工的预埋管线及设施,在施工前根据设计图纸和相关文件要求制订有针对性和详细的作业指导书或技术交底,并加强检查与监测。确保路基表层和与路基同步施工的预埋管线、设施及结构物的施工质量和安全。

(5)基床表层级配碎石(或级配砂砾石)填筑压实标准采用 K30、n、Evd 三项指标控制。压实标准及检验数量应符合规定。对填筑压实质量可疑地段,应根据工程质量控制的需要,增加检验的点数。

5.3.2 不同专业之间的衔接及接口管理技术措施

客运专线路基内及各附属构筑物(如电缆槽、接触网、声屏障、综合接地线、预埋设施、信号电缆过轨钢管、防灾安全监控等设备)多,相关专业之间的衔接质量控制要细化到施工工序及施工过程中,确保不得因各种设施的施工而损坏和危及各接口工程的稳固和安全。

接口管理中协调好与各相关专业的衔接,并提前确定接口界面问题和

解决方案。按照接口管理程序既：“识别→确认→定义→分配→解决→测试”进行接口管理。同时和各相关专业间的接口管理互相勾通和交流，了解接口间有那些要求，使接口管理工作贯穿于整个项目工作中。

5.3.3 注意事项：

(1)集料配合比应经过反复试验比选，既要按颗粒级配要求和是否易于达到压实质量标准两方面验证，还要兼顾各种集料的生产比例，以保证施工质量，降低工程成本。

(2)基层表层级配碎石与上部道床及下部填土之间应满足 $D_{15} < 4d_{85}$ 的要求。当与下部填土之间不能满足此项要求时，基层表层应采用颗粒级配不同的双层结构，或在基床底层表面铺设土工合成材料（当下部填土为改良土时，可不受此项规定限制）。

(3)基床表层级配碎石或级配砂砾石应分层填筑，每层的最大填筑压实厚度不得大于 30cm，最小填筑压实厚度不得小 15cm，具体的摊铺厚度及碾压遍数按工艺试验确定并经监理工程师批准的参数进行控制。

(4)横向接缝处填料应翻挖并与新铺的填料混合均匀后再进行碾压，并注意调整其含水率，纵向应避免工作缝。

(5)在摊铺机或平地机摊铺后应由人工及时消除粗细集料离析现象。

(6)局部表面不平整应进行补平，碾压后的基床表层质量应符合设计要求。

对构造物等基础周围采用人工及小型机具摊铺整形，小型振动夯实机具夯实。

(7)整形后，当表面尚处湿润状态时应立即进行碾压。如表面水分蒸发较多，明显干燥失水，应在其表面喷洒适量水分，再进行碾压。用平地机摊铺的地段，应用轮胎压路机快速碾压一遍，暴露的潜在不平整再用平地机整平和整形。

(8)已完成的基床表层应采取措施控制车辆通行，并做好基床表面的保护工作，防止表层扰动破坏。严禁在已完成的或正在碾压的路段上调头或急刹车。

6 基床表层级配碎石质量控制与检测

6.1 基床表层质量控制

(1)路基基床表层质量控制要点主要抓好三个方面：填料与原材料控制；施工过程控制；试验与检测控制。

(2)严格控制填料及原材料质量，制定原材料的进货检验和进场前检查验收制度，杜绝不合格的材料进场。级配碎石选料标准应满足材料的规格、材质和级配的有关规定。路堤填料种类及原材料质量应符合设计要求。

(3)严格按试验段总结的施工工艺流程组织施工，同时在施工中，根据实际情况不断完善施工质量控制措施，确保路基工程质量。

6.2 基床表层质量检测

按《铁路工程土工试验规程》(TB10102)、《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》和新建铁路福厦线站前有关规定的试验方法检验。

(1)各种集料进场过程中，每 2000m^3 进行一次颗粒级配检验，并进行试配混合料的颗粒级配、颗粒密度、重型击实的最大干密度、最优含水率试验，基床表层级配碎石同时进行黏土团和其他杂质含量的检验（其他项目每料场抽样检验不少于 3 次），过渡段级配碎石同时进行针状和片状颗粒含量、质软易碎颗粒含量、黏土团及其他杂质含量检验，其检测指标符合设计要求。

(2)每工班生产混合料前测定粗细集料的含水率，换算施工配合比。级配碎石混合料拌和生产过程中，随时观察目测混合料级配和含水率变化情况，正常情况下，每一工作班抽检三次（每次不大于 2000m^3 ），第一次必须在拌和开始时检验，如发现生产过程有异常，增加抽查试验次数，根据颗粒级配、含水量、水泥含量检测信息及时调整配料比例，使混合料符合要求。

检验方法：在料场抽样进行室内试验，并在每层的填料过程中目测检查级配有无明显变化。

(3)Evd 测试

Evd 动态变形模量测试基本原理：利用落锤从一定高度自由下落在阻尼

装置上,产生的瞬间冲击荷载,通过阻尼装置及传力系统传递给直径300mm的承载板,在承载板下面(即测试面)产生的动应力,使承载板发生沉陷 s ——即承载板振动的振幅,由沉陷测定仪采集记录下来。沉陷值 s 越大,则被测点的承载力越小;反之,越大。

Evd 动态变形模量测试仪的标定:出厂前标定,每年标定一次,修理后标定,使用者每三个月校验标定记录中的落锤落距。

基床表层填筑压实质量控制标准、检验数量及检验方法

压实标准	级配碎石	检测频次和取样部位
地基系数 K_{30} (MPa/m)	≥ 190	在表层顶面每 100m 检测 4 点,距路基边 2m 处左右各 1 点,中间 2 点。
孔隙率 n	$< 18\%$	每层沿纵向每 100m 检测 6 点,距路肩边线 1.5m 处左右各 2 点,路基中部 2 点。
变形模量 E_{v2}	≥ 120	
动态变形模量 E_{vd} (MPa)	≥ 55	每层沿纵向每 100m 检测 6 点,距路肩边线 1.5m 处左右各 2 点,路基中部 2 点。

掺加水泥的级配碎石存在凝固的问题,采用灌砂或灌水法检验孔隙率,要考虑检验不合格时有继续进行碾压的时间。要求针对级配碎石生产能力、初凝时间、摊铺碾压设备等条件,计划好一个循环工作段。在该段从级配碎石的拌合、运输、摊铺碾压、孔隙率检查要在初凝要求的时间内完成,并留有补压的余地。

基床表层外形尺寸允许偏差、检验数量及检验方法

序号	项 目	允 许 偏 差	施工单位检验数量	检验方法
1	中线高程	$\pm 10\text{mm}$	沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 点	水准仪测
2	路肩高程	$\pm 10\text{mm}$	沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 点	水准仪测
3	中线至路肩边缘距离	0, $+20\text{mm}$	沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 处	尺量
4	宽度	不小于设计值	沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 处	尺量
5	横坡	$\pm 0.5\%$	沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 个断面	坡度尺量
6	平整度	不大于 10mm	沿线路纵向每 100m 抽样检验 10 点	2.5m 长直尺量
7	厚度	-20mm	沿线路纵向每 100m 抽样检验 3 点	水准仪测量

基床表层沥青混凝土防水层施工作业指导书

1 目的

明确基床表层沥青混凝土防水层施工作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范基床表层沥青混凝土防水层施工。

2 编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前施工图设计文件》

3 适用范围

适用于新建铁路福厦线站前路基本床表层沥青混凝土防水层施工。

4 基床表层沥青混凝土材料要求

基层表层防水层沥青混凝土原材料各项指标符合设计要求，及客运专线铁路有关沥青混凝土的材料要求。

5 施工工艺及技术要求

5.1 主要机械设备配置

自卸汽车、钢筒式压路机、振动压路机、轮胎式压路机、沥青混凝土土拌和设备、沥青混凝土摊铺机。

5.2 施工方法及工艺

5.2.1 施工准备

(1)施工前应做好沥青混凝土用原材料的备料工作，原材料各项指标应符合规范和设计的要求。

(2)拌合场内不同规格的矿物料应分别堆放，细集料堆放应有防止雨淋措施。

(3)沥青混凝土必须采用厂内集中搅拌。

(4)在大面积填筑前，应根据初选的摊铺、碾压机械及试生产出的沥青混凝土，进行现场摊铺压实工艺试验，确定生产配合比、松铺厚度、碾压工艺、机械配套方案、施工组织。试验段长度不宜小于 100m。

(5)基床表层沥青混凝土摊铺前应检查基床表层级配碎石或级配砂砾石

层几何尺寸，核对压实标准，不符合标准的应进行修整，达到验收标准。

(6)基床表层沥青混凝土施工必须有施工组织设计，保证合理的施工工期。不得在气温低于 10℃、雨天、路面潮湿的情况下施工。

(7)热拌沥青混凝土的施工温度宜按试验确定，无条件的应按沥青标号、气候条件参照表 5-1。

5.2.2 基床表层沥青混凝土配合比设计

(1)沥青混凝土的矿料级配应符合设计要求。

(2)采用马歇尔试验配合比设计方法。沥青混凝土的马歇尔稳定度、流值、孔隙率、沥青饱和度等指标应符合设计要求，并具有良好的高温稳定性、水稳定性、低温抗裂性能、防渗水性能等，其技术指标应符合设计要求。

(3) 沥青混凝土配合比设计通过目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段，确定矿料级配、最佳沥青用量。

5.2.3 基床表层沥青混凝土拌制

(1)沥青混凝土在拌合厂采用拌合机械拌制。

a 拌合厂的设置必须符合国家有关环境保护、消防、安全等规定。

b 考虑交通堵塞等因素，尽可能缩短拌合厂与工地的运输距离，确保混合料温度下降不超过要求，且不致因颠簸造成混合料离析。

c 各种集料必须分隔储存，细集料场地应设防雨顶棚，料场和场区道路应硬化，严禁泥土等污染集料。拌合厂应做好完整的排水设施。

(2)沥青混凝土采用间歇式拌合机，拌合机的拌合能力应满足施工进度要求。

表 5-1 热拌沥青混凝土的施工温度 (°C)

施工工序		石油沥青的标号			
		50 号	70 号	90 号	110 号
沥青加热温度		160~170	155~165	150~160	145~155
矿料加热温度	间歇式拌合机	集料加热温度比沥青温度高 10~30			
	连续式拌合机	矿料加热温度比沥青温度高 5~10			
沥青混凝土出料温度		150~170	145~165	140~160	135~155
沥青混凝土储料仓储存温度		储料过程中温度降低不超过 10			
沥青混凝土废弃温度		200	195	190	185
运到现场的温度不低于		150	145	140	135
沥青混凝土摊铺温度 不低于	正常施工	140	135	130	125
	低温施工	160	150	140	135
开始碾压的沥青混凝土 内部温度不低于	正常施工	135	130	125	120
	低温施工	150	145	135	130
碾压终了的表面温度 不低于	钢筒式压路机	80	70	65	60
	轮胎式压路机	85	80	75	70
	振动式压路机	75	70	60	55
可通车的表面温度不高于		50	50	50	45

(3)沥青混凝土的生产温度宜符合热拌沥青混凝土施工温度表中的有关规定。烘干集料的残余含水量不得大于 1%。

(4)沥青混凝土出厂时应逐车检验其重量和温度，记录出厂时间，签发运料单。

5.2.4 基床表层沥青混凝土运输

(1)沥青混凝土采用自卸车运输（区间狭窄地段采用小机动翻斗车倒料），不得在级配碎石或级配砂砾石路面上急刹车、急掉头，应匀速行驶，避免对级配碎石或级配砂砾石层造成损伤。

(2)运输车辆每次使用前后必须清扫干净，车厢板上涂一薄层防止沥青粘结的隔离剂或防粘结剂，但不得有余液积聚在车厢底部。从拌合机向运料车上装料时，应多次挪动汽车位置，平衡装料，减少混合料离析。运料车运输混合料应覆盖保温、防雨、防污染。夏季运输时间短于 0.5h 时可不加覆盖。

(3)在运输过程中如发现有沥青结合料沿车厢板滴落时，应采取措施予以避免。

(4)运料车每次卸料必须倒尽。

5.2.5 基床表层沥青混凝土摊铺

(1)站线沥青混凝土防水层采用沥青摊铺机摊铺，摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防粘结剂。区间沥青混凝土防水层采用人工配合小型机具摊铺，或特制设备摊铺。

(2)摊铺机开工作业前应提起 30~60min 预热熨平板至不低于 100℃。铺筑过程中应选择熨平板的振捣或夯锤压实装置具有适宜的振动频率和振幅，以提高路面的初始压实度。熨平板加宽连接应仔细调节至摊铺的混合料没有明显的离析痕迹。

(3)摊铺机必须缓慢、均匀、连续不间断地摊铺，不得随意变速或中途停顿和频繁收起挡料板，以提高平整度，减少混合料的离析。摊铺速度宜控制在 2~6m/min。当发现混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以消除。

(4)摊铺机应采用自动找平方式，可采用钢丝绳引导、平衡梁或雪橇式等摊铺厚度控制方式。

(5)沥青混凝土的松铺系数应按工艺试验确定。

(6)在局部机械作业不能到位部分可采用人工摊铺。人工摊铺混合料应符合下列要求：

a 沥青混凝土宜卸在铁板上，摊铺时应扣锹布料，不得扬锹抛甩。铁锹等工具宜沾防粘剂或加热使用。

b 边摊铺边用刮板整平，刮平时应轻重一致，控制次数，严防集料离析。

c 摊铺不得中间停顿，并加快碾压。如不能及时碾压时，应停止摊铺，并对卸下的沥青混凝土覆盖保温。

d 低温施工时，每次卸下的混合料应及时覆盖保温。

5.2.6 基床表层沥青混凝土碾压

(1)应配备适合于新建铁路福厦线站前基床表层沥青混凝土防水层结构特点的压路机，选择合理的压路机组合方式及初压、复压、终压的碾压步

骤，以达到最佳的碾压效果。低温、风大、薄层碾压时压路机数量应适当增加。

(2)压路机应以慢而均匀的速度碾压，压路机碾压速度应符合下表中的要求，压路机的碾压线路、方向不应突然改变，导致混合料推移。

沥青混凝土碾压速度 (km/h)

压路机类型	初 压		复 压		终 压	
	适 宜	最 大	适 宜	最 大	适 宜	最 大
钢筒式压路机	2~3	4	3~5	6	3~6	6
轮胎式压路机	2~3	4	3~5	6	4~6	8
振动式压路机	2~3 静压或 振动	4 静压或 振动	3~5 振动	5 振动	3~6 静压	6 静压

(3)压路机的碾压温度应符合热拌沥青混凝土施工温度表中的有关要求。在不产生严重推移和裂缝的前提下，碾压在尽可能高的温度下进行，不得在低温状况下作反复碾压。

(4)压路机不得在未碾压成型的路段转向、掉头、加水或停留。初压应紧跟摊铺机进行，并保持较短区段。复压紧跟初压后进行，不得随意停顿。碾压长度宜控制在 60~80m 内。终压紧跟复压后进行，且不少于 2 遍，至无明显轮迹为止。

(5)在当天成型的沥青混凝土路面上不得停放各种机械设备或车辆，不得散落矿料、油料等杂物。

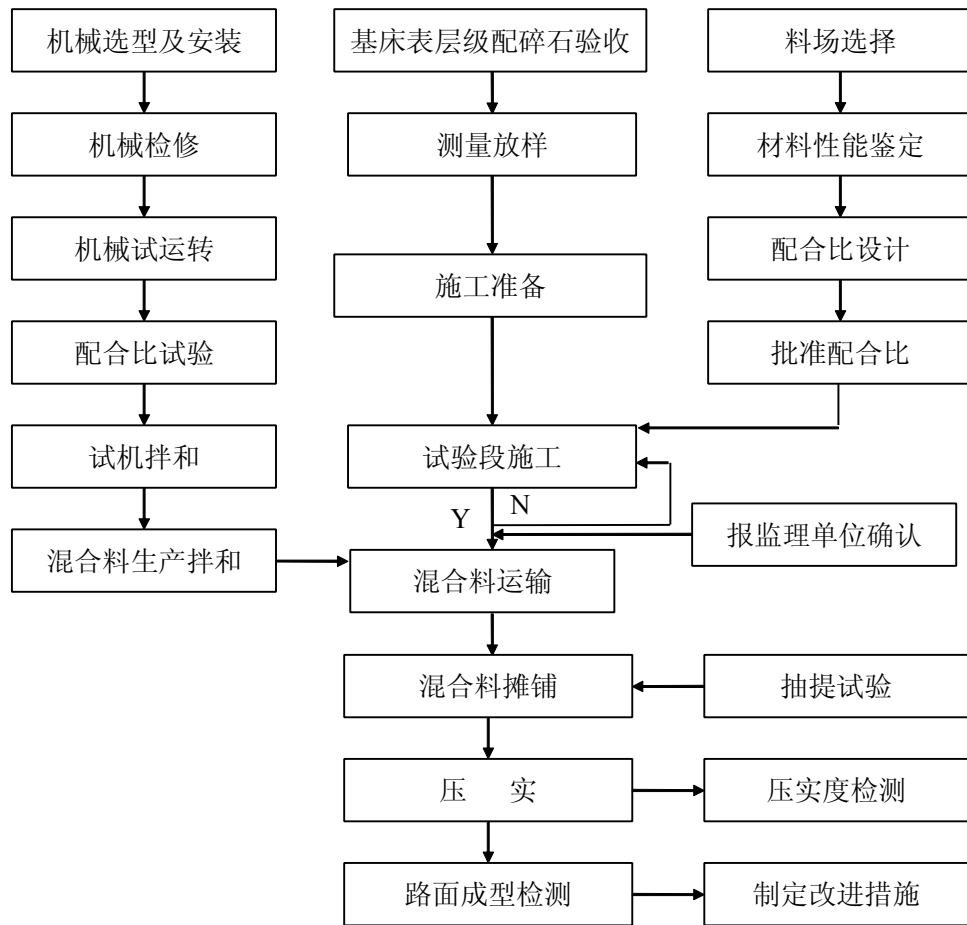
(6)压路机压不到的地方，采用振动夯板或热的手锤把沥青混凝土充分夯实，已经压实过的路面不得修补表皮。

5.2.7 基床表层沥青混凝土接缝

(1)沥青混凝土接缝必须紧密、平顺，不得产生明显的接缝离析。上下层纵缝应错开 15cm(热接缝)或 30~40mm(冷接缝)。相邻两幅及上下层的横向接缝应错开 1m 以上。

(2)横向接缝可采用斜接缝、阶梯形接缝或平接缝形式。

基床表层沥青混凝土防水层施工工艺框图如下：



基床表层沥青混凝土防水层施工工艺框图

5.3 主要技术措施

5.3.1 技术措施

(1)站线及作业面较宽部位采用摊铺机摊铺，区间沥青混凝土防水层采用人工配合小型机具摊铺，或特制设备摊铺。

(2)基床表层沥青混凝土各种原材料品种、各项技术质量指标符合设计要求。当材料有变化时，要及时调整配合比。

(3)摊铺机的摊铺速度应与拌和速度匹配，严格按照试验段，确定的摊铺、碾压工序施工。

(4)基床表层沥青混凝土施工必须有详细的作业指导书或技术交底，保

证合理的施工工期。不得在气温低于 10℃、雨天、路面潮湿的情况下施工。

(5)对压路机压不到的地方，如无碴轨道支撑层道床的侧面及电缆槽内侧等，采用振动夯板或热的手锤把沥青混凝土充分夯实，并作为质量检查的重点部位，以防止雨水从此部位下渗。

5.3.2 注意事项

(1)施工前应做好沥青混凝土用原材料的备料工作，原材料各项指标应符合规范和设计的要求。

(2)拌合场内不同规格的矿物料应分别堆放，细集料堆放应有防止雨淋措施。

(3)基床表层沥青混凝土施工采用人工配合小型机具摊铺时应特别注意对混合料温度的控制，它是保证压实度的关键，因此要注意对施工工序的合理安排，并尽可能安排在气温较高时施工。

(4)沥青混凝土拌和站应远离居民区并符合当地环保要求。沥青场地严禁烟火，并备有防火设施和警示牌。

(5)施工时注意与无碴轨道支撑层道床的侧面及电缆槽内侧的衔接，防止雨水下渗。

6 基床表层沥青混凝土防水层质量控制与检测

6.1 认真按照要求的质量检测项目、频率进行检验和控制。

6.2 准确控制施工配合比，通过每天检测数据分析及时调整配合比。

6.3 主控项目

(1)基床表层沥青混凝土原材料品种、各项技术质量指标应符合设计要求。

检验方法：拌和厂取样，按客运专线铁路有关沥青混凝土技术条件的要求进行检验。

(2)基床表层沥青混凝土的沥青含量、矿料级配和马歇尔技术指标应符合设计要求。

检验方法：拌和厂取样，按客运专线铁路有关沥青混凝土技术条件的要求进行检验。

(3)基床表层沥青混凝土的压实质量应符合设计要求。

检验方法：按客运专线铁路有关沥青混凝土技术条件的要求进行检验。

6.4 基床表层沥青混凝土厚度允许偏差、检验数量及检验方法应符合下表的规定

基床表层沥青混凝土厚度允许偏差、检验数量及检验方法

序号	项 目	允 许 偏 差	检验数量	检验方法
7	沥青混凝土厚度	不小于设计值	沿线路纵向每 100m 抽样检验 3 点	水准仪测量

路堑施工作业指导书

1 目的

明确路堑施工作业的工艺流程、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范路堑施工。

2 编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《新建铁路福厦线站前施工图设计文件》

3 适用范围

适用于新建铁路福厦线站前路堑施工。

4 路堑施工的一般规定

4.1 土质、软质岩及强风化硬质岩路堑开挖前，首先完成排水系统，作好堑顶截、排水。临时排水设施应与原有排水系统及永久性排水设施相结合。按照“永临结合”的原则对临时排水设施进行周密规划，避免积水冲刷边坡、浸泡边坡坡脚和雨季对已成边坡的冲刷，并于路堑开挖施工前完成所有临时截、排水设施的施工，保持边坡的稳定。

4.2 路堑开挖、基床处理、排水系统和弃土等，应根据地形、地质、气象、水文实际情况合理安排施工。

4.3 路堑开挖应核对地质资料，开挖到换填标高后如发现地质资料与设计不符应及时反馈设计和监理单位。

4.4 开挖前应检查坡顶、裂缝、陷穴和其他不稳定情况并妥善处理。

4.5 黄土路堑宜在旱季施工，当在雨季施工时，应集中力量快速施工，工作面应随时保持大于4%的坡度，路堑边坡不得受水浸泡、冲刷。

4.6 基床换填、边坡防护封闭应与开挖紧密衔接。

4.7 设有支挡结构的路堑边坡应分段开挖、分段施工。设计要求分层开挖、分层稳定的路堑边坡，应自上至下分层开挖、分层施工支挡工程。

4.8 路堑开挖施工，除需考虑当地的地形条件，采用的机具等因素外，

还需考虑土层的分布及利用。

5 施工工艺及技术要求

5.1 主要机械设备配置

挖掘机、装载机、推土机、铲运机、自卸汽车。

5.2 施工方法及工艺

5.2.1 施工准备

(1)施工前，仔细查明地上、地下有无管线，提前拆除。

(2)开挖前，测量放线；按永临结合原则，做好堑顶防排水设施。

(3)在路堑施工前，根据设计图纸、相关文件、施工调查资料及此段路堑的特点编制详细且有针对性的路堑施工作业指导书或技术交底书。

5.2.2 路堑开挖施工

路堑开挖根据地形情况采用挖掘机配合自卸汽车运输或铲运机开挖运输，对施工场地狭窄地段无法进入机械时采用人工配合小型机具施工。靠近基床底层表面及边坡辅以人工开挖。

路堑挖方采用横向台阶分层开挖，深挖路堑采用“横向分层、纵向分段，阶梯掘进”的方式施工；合理安排运土通道与掘进工作面的位置及施工次序，做到运土、排水、挖掘、防护互不干扰，以确保开挖顺利进行。

按设计边坡自上而下分层逐层开挖方式，开挖面保持不小于 4%的排水坡，严禁积水，并且保持边坡平顺。

每段开挖工作完成后，对边坡进行及时防护，当防护不能紧跟开挖进行，要暂时留一定厚度的保护层，待做护坡时再刷坡。

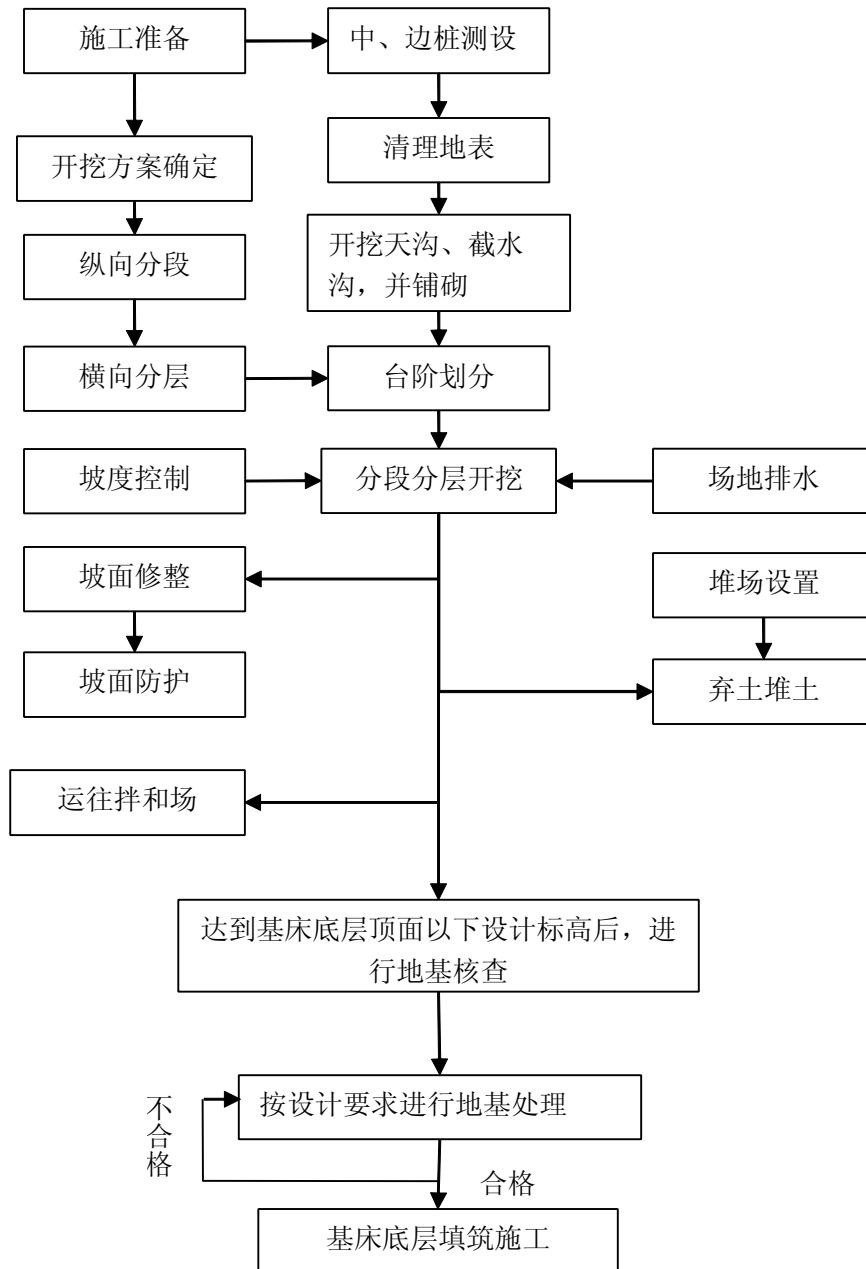
深挖路段安排先行施工。路基防护、排水工程与路基成型协调进行，深挖路堑开挖一阶、防护一阶，与路基成型平行流水作业，并紧随路基尽早完成。

当路堑开挖至基床底层上部的设计标高时，核查地质是否与设计资料相符，如设计与现场不符等技术问题，及时与相关单位联系解决；如与设计资料相符，按设计和规范要求进行地基处理施工，经检验合格后方可进行基床底层上部的填筑施工，其施工方法与路堤基床底层填筑施工相同。

路堑地段的附属工程及时施做，并紧随路基成型尽早完成。

路基相关配套工程与路基同步施工，并制订相应的保护措施，确保路基本体的整体性和密实性。

5.2.3 施工工艺



土质路堑施工工艺框图

5.3 主要技术措施

5.3.1 技术措施

(1)路堑开挖前，首先进行排水设施施工。作好天沟、截水沟，并做好

防渗工作，保证边坡稳定。

(2)开挖过程中经常检查边坡位置，防止边坡部位超挖和欠挖；边坡部位预留厚度不小于 20cm 土层，采用人工配合机械进行边坡修整，并紧跟开挖进行；施工中及时测量，开挖至边坡平台时，预留不小于 20cm 保护土层，待人工施做平台及其上截水沟时开挖，表面做成向外侧 4%的排水坡。

(3)防护紧跟开挖，随挖随护。刷坡修整随时检查堑坡坡度，避免二次刷坡造成不必要的浪费。坡面坑穴、凹槽中的杂物清理后，嵌补平整。

(3)当开挖接近路堑换填底面设计标高时，及时测量开挖面标高，当路堑开挖至基床底层上部的设计标高时，核查地质是否与设计资料相符，如设计与现场不符等技术问题，及时与相关单位联系解决；如与设计资料相符，按设计和规范要求进行地基处理施工。

(5)弃土场设置应符合国家及地方环保要求。

弃土至弃土场后，用推土机推平后，大致碾压平整，使之整齐、美观稳定，周围砌筑防护设施，确保弃土堆周围及其上排水畅通，不对周围的建筑物、水源及其它任何设施产生干扰或损坏。

5.3.2 注意事项

(1)对坡面中出现的坑穴、凹槽杂物进行清理，嵌补平整。路堑较高时按设计做出平台位置，路堑平台做成一定坡度，确保不积水。

(2)黄土路堑坡顶至相当于边坡高度再加 5m 距离内的地面坑洼进行填平，以确保路堑边坡的稳定。

(3)施工中保持坡面平整，严禁乱挖。若路堑边坡有变形迹象，不可随便刷方，立即研究对策、采取措施。

6 路堑施工质量控制与检测

6.1 认真按照要求的质量检测项目、频率进行检验和控制。

6.2 路堑开挖过程中始终保持排水系统畅通。

6.3 路堑基床换填宽度、深度必须满足设计要求。

6.4 边坡坡面应平整且稳定无隐患，局部凹凸差不大于 15cm。边坡防护封闭无变形、开裂。

检验数量：沿线路纵向每 100m 抽样检验 5 处。

检验方法：观察、尺量。

6.5 刷坡修整随时检查堑坡坡度，路堑开挖边坡坡率不得偏陡。

检验数量：沿线路纵向每 50m 单侧边坡抽样检验 8 点（上、下部各 4 点）。

检验方法：吊线尺量计算或坡度尺量。

6.6 路堑开挖至设计标高后，应核对路基面和边坡的水文地质和工程地质情况，当与设计不符时，应提出变更设计。

检验数量：全部检验；当与设计不符时，勘察设计单位现场确认。

检验方法：对照设计文件核对并详细记录。

6.7 路堑边坡变坡点位置、边坡及侧沟平台位置、宽度允许偏差下表控制。

路堑边坡变坡点位置、边坡及侧沟平台的允许偏差

序号	检验项目	允许偏差	检验数量	检验方法
1	变坡点位置	±100mm	沿线路纵向每100m 单侧边坡各抽样检验 6 点	水准仪测或尺量
2	平台位置	±100mm		水准仪测或尺量
3	平台宽度	±50mm		尺量
注：变坡点按路肩以上高度计，平台位置以平台顶面标高计。				

路基防护工程施工作业指导书

1 目的

明确路基防护工程施工工艺、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范路基防护、挡土墙工程施工。

2 编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《铁路混凝土与砌体工程施工规范》

《铁路路基边坡绿色防护技术暂行规定》

《新建铁路福厦线站前施工图设计文件》

3 适用范围

适用于新建铁路福厦线站前路基防护与支挡工程施工。

4 施工工艺及技术要求

4.1 路基防护及支挡的一般规定

使用的砂浆或混凝土必须有配合比和强度试验，并留够试件。石质强度应符合设计要求。施工所用砂浆、混凝土，应用机械拌和，不应直接在砌体面上或路面上以人工拌和，并应随拌随用。

4.1.1 边坡防护

在所有路堤的基床表层以下路堤边坡的外边缘处，水平铺设宽度不小于 3.0m 的双向土工格栅。

当路基土石方施工时或完毕后，应及时进行路基防护施工。各类防护与加固应在稳定的基础或坡体上施工。设有支挡结构物及排除地下水设施地段，应先作好支挡结构物、排水设施，再施作防护工程。防护的坡体表面应进行检查处理，防护设施应与坡面密贴结合。

施工前应先清刷坡面浮土，填补坑凹，使坡面大体平整。

路基防护所设置的泄水孔的位置、布置形式、孔径尺寸及泄水孔背反滤层的材料、设置应符合设计要求，且排水畅通。砌体及反滤层（或垫层）的材料、设置应符合设计要求。

4.1.2 路基支挡

岩体破碎或土质松软、有水地段，修建支挡结构应按结构要求适当分段，及时施工，不应长段拉开挖基。

支挡结构基坑开挖前，应做好排水设施。基坑开挖后应及时进行基础及墙身施工，并做好墙后排水设施，及时回填或填筑路堤。

支挡结构的各部尺寸应符合设计要求。支挡结构背后填料及压实度应符合设计要求。

支挡结构端部伸入路堤或嵌入地层部分应与墙体一起施工。路堑支挡结构顶面应抹平与边坡相接，其间孔隙应填实并封闭。

支挡结构与桥台连接时，应协调配合施工；必要时应加临时支撑，保证相接填方或地基土层的稳定。

支挡结构基础基坑开挖后，要核对地质资料，经验收合格后，方可进行基础施工，当与设计不符时应及时反馈。

泄水孔、反滤层、排水层、隔水层、沉降缝和伸缩缝设置应符合设计要求。

4.2 边坡防护施工工艺及技术要求

4.2.1 施工方法及工艺

(1)干、浆砌片石边坡

①准备：

边坡砌筑应在坡面密实、平整、稳定后，方可铺砌。石料等级应符合设计要求。砌筑前，其表面泥土、水锈应清洗干净。

②挖基：

护坡施工采用人工挖基，人工刷坡，砌筑前，将基底平整夯实，检查合格后方可进行砌筑。

③砌筑：

片石采用挤浆法施工，铺砌时自下而上进行，砌块不得大面平铺，石块应彼此交错搭接，错缝一般为7~8cm，不得松动，严禁浮塞。砂浆在砌体内必须饱满、密实，不得有悬浆。

砌体宜用 15cm 以上的块(片)石。

干砌边坡表面应平整，如遇坚石可挖成台阶。

砌体护坡分段施工时，每隔 10~15m 宜设一道伸缩缝，并做好伸缩、沉降缝及泄水孔，泄水孔后面，应设置反滤层。

④勾缝养生：

勾缝前，应先将松动和变形处修整完好，干砌护坡勾缝应在路堤沉降已趋稳定后进行。浆砌片石应进行洒水养生。

砂浆凝固后，墙面全部刷干净，使外貌整洁美观。

(2)边坡植物防护

①准备阶段：

喷植前应修好天沟等排水设施，修整坡面，嵌补凹槽、坑洼、准备好喷混材料等。喷射混合物由黏土、谷壳、锯末、水泥及复合肥等拌合，喷混材料应随拌随喷。粘土要先放在搅拌机中预拌，粉碎成粉状达到要求后，再加草籽和化肥，拌合均匀。

备好风、水、电。

备好塑料网、梯架。

②喷播操作：

检查风、水、电路与机具。

在已修整好的边坡上先撒上一层客土。

人员与喷射机就位，调整好进料阀门，向机组的料斗中加料。

打开进风管阀门，开启喷头水阀，湿润坡面。

调整供水量，使混合料湿润成浆状，喷到坡面上的泥浆光泽而不下流。喷射枪尽量垂直坡面，从上到下反复喷射数次达设计厚度。喷射厚度为 0.08~0.1m。

停料、断水电、关闭风路、停机。

回收回弹料。

③养护：

护坡喷植后，进行不少于 20 天的喷(洒)水养生，务使喷植护坡始终具

有足够水份，促使草籽发芽、生长。

(3) 栽植乔木、灌木

① 种植前的准备工作

a. 苗木准备

根据工程设计图纸，列出苗木的品种、数量、规格、落实苗木供应来源，以及运到栽植地的运输情况及方法。对符合规格、生长健壮无病虫害的苗木，逐株做记号。高质量的苗木应具备的条件：根系发达完整，主根短直，接近根茎范围内有较多的侧根和须根，起苗后根系无劈裂；苗木粗壮通直；主侧枝分布均匀，能构成完美的树冠；无病虫害和机械损伤。

b. 植前整地及放线

根据设计图纸要求，栽植地土质应基本满足植物生长需要，如发现土质太差，在栽植前换填种植土，以保植株成活。

根据图纸，在现场找出苗木实际栽植位置，用白灰撒处灰点，进行定点放线。一般采用行列式放线法及等距弧线放线法。

c. 树穴的开挖

树穴开挖一般在运取苗木前 1~2 天进行。种植穴的大小依土球及根系情况而定，带土球的应比土球大 16~20cm，穴的深度一般比球高度稍深 10~20cm，栽植裸根苗木应保护根系充分舒展，树穴必须保证上下口径一致，避免出现上大下小的“锅底坑”，挖出的表土、心土应分别堆放。

② 苗木栽植施工要点

a. 栽植时间：应尽量缩短起苗与栽苗之间的时间差，做到随起随栽。

b. 苗木运输：在运输过程中，所有植物必须有良好的包装，以保证不受太阳、风吹等不良气候的侵害。裸根植物的根系应沾泥浆，并包在稻草袋中，常绿树及灌木应有土球及草袋包装，到现场及种植前保持完好土球。

c. 苗木种植：将苗木的根系或土球放入树穴内，使其居中再将树木立起，保证垂直，然后分层回填种植土。一般每层 20—30cm，先填较肥沃的表土，填土后将树根稍向上一提，使根系舒展，用锨把将土捣实，直至填满穴坑。土痕应略平稍高于坑口，防止栽植后出现陷落、下沉，导致树干

基部积水腐烂。坑土填平后，用余土环树，筑起拦水围堰并拍实以利浇水，高度不低于 15cm。

d. 苗木浇灌：新植苗木的浇灌应以天然水为佳，之后 48 小时之内必须浇上一遍水，第二遍水随后进行，第三遍水在第二遍水后 5—10 天内进行。注意浇水必须浇足浇透，浇完第三遍后，应及时封堰，并在树干基部周围堆成 20~30cm 高的土堆，以保持土壤内水分。

(4) 边坡上土工格栅的铺设

土工格栅按设计要求选定，按规定的批次进行检验。

土工格栅运至工地后，分批整齐堆放在料棚（库）内，施工前根据设计长度将土工格栅裁剪好，搬运至现场。

铺设土工格栅的路堤边坡下承层表面应整平、压实，清除表面坚硬凸出物，并适量洒水湿润。

按设计铺设土工格栅时，将土工格栅自下而上地摊铺，并使土工格栅露出坡面，而后回转，用 U 行卡固定于坡面上。边坡上的土工格栅同样用 U 形卡固定，使之与路基面密贴。搭接处 U 形卡间距 0.3m，U 形卡长 20cm。

(5) 混凝土空心砖防护

①准备：

施工前应修整好坡面，清除浮土，填补坑凹，使坡面大致平整。空心砖在预制场预制，采用定制的钢模板。砼由拌和站集中搅拌，砼运输车运送，人工机械振捣。

混凝土空心砖采用 C15 混凝土预制，一般为正六边行。空心砖内客土植草或喷播植草，用于路基边坡防护即可提高景观效果，又可防止地表水对路基边坡的直接冲刷。

②铺砌：

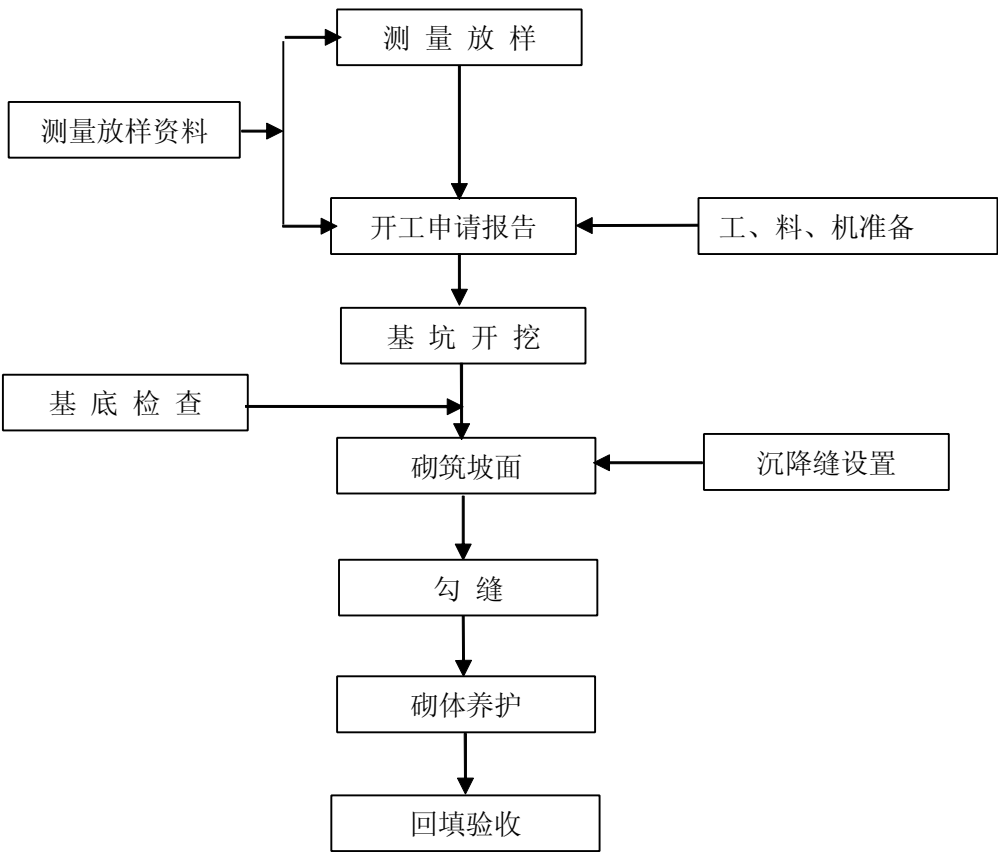
砌筑空心砖前，先对边坡进行修整，夯拍，检查验收，达到要求后才能进行下一道工序。混凝土空心砖应自下而上铺设，铺设时用橡皮锤击打使砖与坡面密贴，不得使用铁锤等硬物。

③回填喷草：

砌筑完成后，砖的空心部分回填适宜植物生长的黏性土，再撒播草籽或喷播植草。并经常喷雾洒水进行养护。

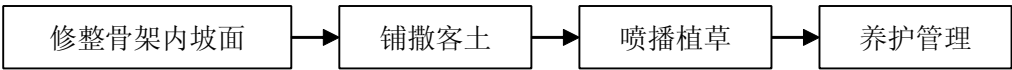
4.2.2 施工工艺

(1)干、浆砌片石边坡



片石边坡施工工艺框图

(2)边坡植物防护



边坡植物防护施工工艺框图

4.2.3 边坡防护技术措施

(1)干、浆砌片石边坡

砌体应分层、分段砌筑，浆砌片石采用挤浆法砌筑，应坐浆饱满，各砌块的砌缝应相互错开，不得有通缝和空缝，表面平顺整齐，与边坡嵌接牢固密贴。砌筑完成后应及时采取有效的养护措施。

骨架砌筑前应按设计型式、尺寸挂线放样，开挖沟槽，沟槽尺寸根据骨架尺寸而定。

砌筑骨架应从衔接处开始，自下而上砌筑，两骨架衔接处应处于同一高度。骨架应与坡面密贴，骨架流水面应与草坡表面平顺。骨架基础与下部侧沟平台，浆砌片石或浆砌片石水沟连接时，应整体砌筑，灰浆饱满不留缝隙。

(2)边坡植物防护

骨架内铺立体植被护坡网时，在纵横向每隔 1m 左右用不短于 15cm 竹钉垂直打入边坡固定，客土后夯拍，使网与坡面密贴。

草籽需选用根系发达茎矮叶茂且适于本地区成活的多年生草种，喷播草籽含量每平方米不小于 15~20g。完成喷播后，需及时进行洒水养生。对漏喷、草籽发芽成活过 9 稀部位还应进行补喷。

种草时分撒播和行播两种方式，草籽埋入深度不小于 5cm，为使草籽均匀分布，可将种子与砂、干土或锯末混合。草籽养生期内，需用透气农膜覆盖，避免雨水冲刷。

路堑边坡较陡或较高时，可通过试验采用草籽与含肥料的有机质泥浆混合，喷射于坡面。

喷射机作业应严格执行操作规程：①应连续向喷射机供料；②保持喷射机工作风压稳定；③完成或因故中断喷射作业时，应将喷射机和输料管内的积料清除干净。

(3)边坡上土工格栅

土工格栅的铺设范围、层数及位置应符合设计要求。

铺设的土工格栅属于隐蔽工程，应按隐蔽工程做好检查记录。

土工格栅的铺设允许偏差按表 5.1—3 的要求控制。

(4)混凝土空心砖

混凝土空心砖间砂浆应饱满，砌筑后外面整齐，各方向接缝顺直。勾缝应于路堤已趋稳定后进行。

4.2.4 注意事项

(1)干、浆砌片石边坡

干、浆砌片石边坡防护施工前，应将坡面杂质、浮土、松动石块及表层风化破碎岩体等清除干净；当有潜水露出时，应作引水或截流处理。

防护工程的各种防护都必须加强基础处理和圬工质量，防止水流冲刷和淘空，保证路基稳定。

(2)边坡植物防护

喷播植草应按设计要求施工，喷播材料与草籽应按配比充分搅拌均匀，清理好的坡面应提前湿润，喷洒应自下而上进行，草籽喷洒应均匀，不得流淌。

植物防护工程施工应根据植物的特性，适时种植，避免在暴雨季节、大风和高温条件下施工。

喷播植草时大面积的喷播工程应先进行试播，以得到合理的种子、肥料、农药、保水剂和营养土等的配合比，将混合料按一定比例加水制成喷投物料，喷投物料应有一定的稳定性，喷到预定的坡面上切忌浆材沿坡面流动。

(3)混凝土空心砖

采用边坡满铺混凝土空心砖时，加固范围周边须设M7.5浆砌片石镶边。若为路堤，坡脚须设脚墙基础。截水骨架内结合空心砖使用时，应在骨架完工后再开始铺砌空心砖。

4.3 路基支挡施工工艺及技术要求

4.3.1 施工方法及工艺

(1)挡墙

①挖基：

挡墙基础采用人工进行开挖，采用分段开挖方式。路堤墙一般在路基填筑前进行施工，但填土面与墙体砌筑顶面高差不得超过1.0m。墙体的地基承载力满足要求后进行路堑墙开挖的施工。

路堤墙基础沿线路方向位于斜坡上时，基底纵坡应不陡于5%，若陡于5%时基底做成台阶式。

路堑挡墙基础应在路肩或侧沟平台以下不小于 1.2m，并低于侧沟砌体底面不小于 0.2m。地质不良地段，应分段跳槽开挖，并及时浇筑墙身。临时开挖边坡一般应与墙背保持一致。

②现浇墙身砼：

现浇钢筋砼挡土墙与基础的结合面，应按施工缝处理，即先进行凿毛，将松散部分的砼及浮浆凿除，并用水清洗干净，然后架立墙身模板，砼开始浇灌时，先在结合面上刷一层水泥浆或垫一层 2—3 公分厚的 1：2 水泥砂浆再浇灌墙身砼。

墙身模板采用大块钢模板拼装，墙身模板视高度情况分一次立模到顶和二次立模的办法，一般 4 米高之内为一次立模，超过 4 米高的可分二次立模。当砼落高大于 2.0m 时，要采用串筒输送砼入模，避免砼产生离析。砼由砼搅拌站加工，用砼运输车运至现场，在墙顶搭设平台，用吊机吊送砼至平台进行浇灌，砼浇灌从低处开始分层均匀进行，分层厚度一般为 30cm，采用插入式振捣器振捣，振捣棒移动距离不应超过其作用半径的 1.5 倍，并与侧模保持 5—10cm 的距离，切勿漏振或过振。在砼浇灌过程中，如表面泌水过多，应及时将水排走或采取逐层减水措施，以免产生松顶，浇灌到顶面后，应及时抹面，定浆后再二次抹面，使表面平整。

墙身沿线路方向每隔 10~20m 结合墙高或地基条件的变化设置伸缩缝或沉降缝，缝宽 0.02m，缝内沿墙顶、内、外三边填塞沥青麻筋，深 0.2m。

砼浇灌过程中应派出木工、钢筋工、电工及试验工在现场值班，发现问题及时处理。

砼试件制作应在拌和地点或浇灌地点随机制取，每作业班应制作不少于 2 组试件（每组 3 块）。

砼浇灌完进行收浆后，应及时洒水养护，养护时间最少不得小于 7 天，在常温下一般 24 小时即可拆除墙身侧模板，拆模时，必须特别小心，切莫损坏墙面。

③泄水孔、反滤层：

按设计要求铺设泄水孔、反滤层。

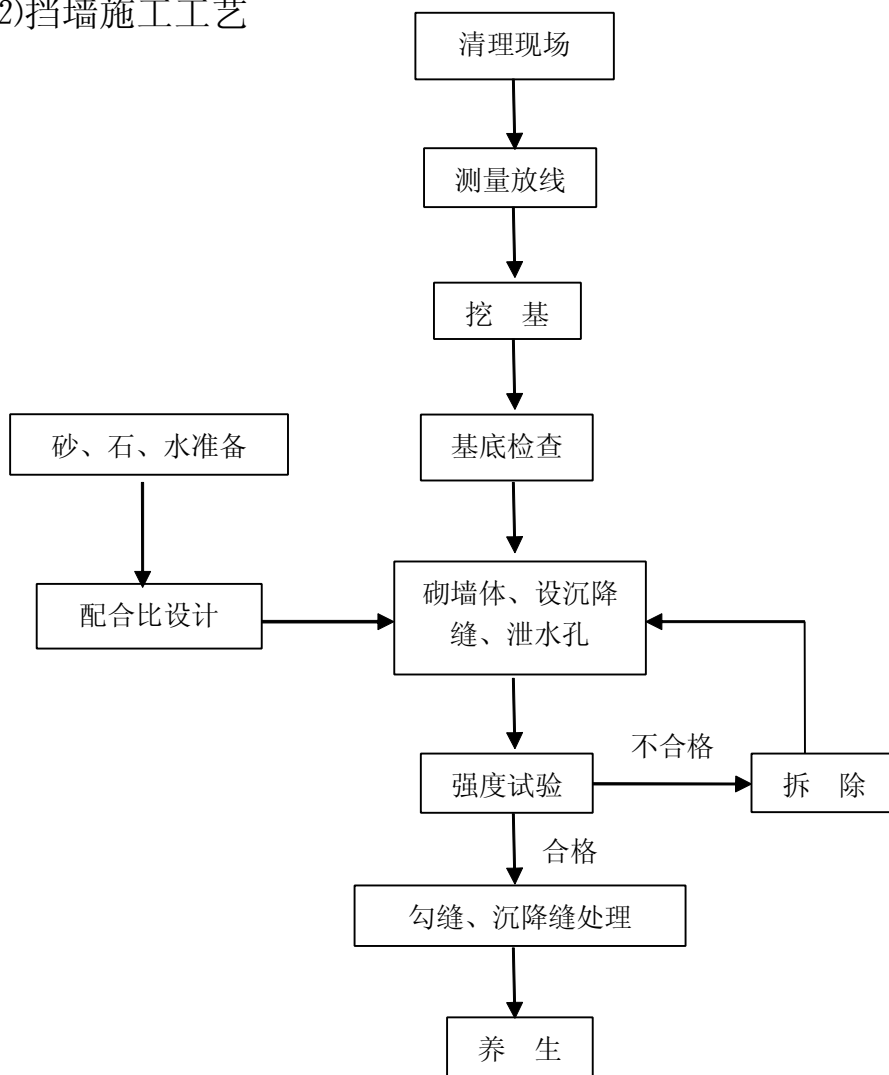
④回填：

挡墙基础在施工完毕并经监理工程师检验合格后应及时进行回填，墙后填料必须满足设计要求，并做到分层填筑、分层夯实，夯实时应注意勿使墙身受到较大冲击影响。

墙前基坑，非浸水地段用原土回填，夯实紧密；浸水地段用 M7.5 浆砌片石回填，并将回填面做成向外倾斜不小于 4% 的横向流水坡，以免积水软化地基。

为保证路堤墙在施工过程中的自身稳定，施工中墙背应及时回填夯实，填土面与墙体砌筑顶面高差不得超过 1.0m。

(2)挡墙施工工艺



挡墙施工工艺框图

4.3.2 技术措施

(1)挡墙

施工前应做好截排水措施，雨天积水应随时排干。基坑砌筑前应将基底表面风化、松散土石清除

挡墙砌筑应挂线施工，挤浆法砌筑。应同时砌筑预埋构件、检查梯、台阶、栏杆等，并应连结牢固。

进行地基处理后，挡土墙基础采用人工配合挖掘机分段跳槽开挖。砼采用拌合站集中拌合，砼运输车运输，人工机械振捣。悬臂式路堤挡土墙采用 C20 混凝土，受力钢筋采用螺纹钢；分布钢筋采用光面钢筋，受力筋与分布筋用铁丝捆扎连接，使之成为一体。悬臂挡土墙墙趾板与墙踵板一起浇注，立壁一次浇注完成

严格按照设计文件施做沉降缝、伸缩缝、防水层、泄水孔。

养生：采用覆盖草袋或毛毡洒水养生。

回填：在墙内侧，泄水孔以下先夯填粘土，防止水下渗，粘土层以上采用砂夹碎石作反滤层，确保水能够顺利从泄水孔中流出。

4.3.3 注意事项

(1)挡墙

施工前应作好地面排水和安全生产的准备工作。浸水挡土墙宜在枯水季节施工。

挡墙基坑开挖前，作好排水设施。基坑开挖后，及时进行基础及墙身施工，并作好墙后排水设施并及时回填。

基坑开挖后，若发现地基与设计情况有出入，应按实际情况报监理工程师调整设计。

挡土墙的底部、顶部和墙面外层宜先用较整齐的大块石砌筑。

路堤墙当墙后地面横坡陡于 1:5 时，应将坡面挖成台阶和进行必要的处理后方可填筑，以免填方顺原地面滑动。砌体外露面和坡顶、边缘及边角应选用较大、平整并加凿修的石块砌筑。砌体应在砂浆凝结前将灰缝勾好，否则在砂浆凝结前将灰缝砂浆刮深 50mm，为以后勾缝作好准备。砂浆凝固后，墙面全部刷干净，使外貌整洁美观。

(2)悬臂式路堤挡土墙

①悬臂式路堤挡土墙采用 C20 混凝土，受力钢筋采用螺纹钢筋；分布钢筋采用光面钢筋，受力筋与分布筋用铁丝捆扎连接，使之成为一体。

②挡土墙施工前作好排水，防止地表水流入基坑，墙底埋入地面下 0.5~1.0m 一般为 1.0m，如果地面高程与实际情况不符，可据此调整墙高。

③挡土墙底铺设厚 0.1m 的碎石垫层夯实至设计高程，整平后浇筑挡墙混凝土。

④在底板混凝土凝固后，再进行立臂混凝土灌注，立臂与底板相接处将底板凿毛且不得留下残渣。

⑤浇筑挡墙混凝土时，底板在宽度方向不应间断，必须一次浇注完成；立臂在高度方向若有间断，第二次浇注时必须保证新浇混凝土与凝固混凝土的牢固粘结。

⑥注意挡土墙与相邻桥台或涵洞端墙顺接。

在挖孔桩施工时要注意按设计要求预埋墙面板的钢筋。在挖桩孔过程中，发现地形、地质条件与设计资料不吻合时，应及时与设计单位联系，以便及时设计。

5 质量控制及检验

5.1 路基防护质量控制及检验

5.1.1 各种水泥砂浆、混凝土的强度等级和石料的强度均应符合设计要求，并应符合现行《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB10210)和《铁路混凝土与砌体工程施工施工质量验收标准》(TB10424)的规定。

植物防护施工应符合设计要求，并符合《铁路路基边坡绿色防护技术暂行规定》的规定，按《铁路路基边坡绿色防护技术暂行规定》进行验收。

混凝土空心砖预制应符合设计要求，并符合现行《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB10210)的规定。

5.1.2 检验方法

边坡防护的要求如下：

表 5.1—1 植物防护覆盖率、成活率

序号	项 目			覆盖率 (%)	成活率 (%)
1	一般地区	植草防护	土质路基边坡	85	—
2			石质路基边坡	70	—
3		种植藤本植物、灌木、乔木防护	土质路基边坡	—	80
4			石质路基边坡	—	70
5	干旱地区	植草防护	土质路基边坡	65	—
6		种植藤本植物、灌木、乔木防护		—	70
7	寒冷地区	植草防护	土质路基边坡	80	—
8			石质路基边坡	70	—
9		种植藤本植物、灌木、乔木防护	土质路基边坡	—	75
10			石质路基边坡	—	70

表 5.1—2 固土网垫铺设允许偏差

序号	项 目	允许偏差
1	搭接宽度	+30mm, -0
2	上、下边埋入土深度	不小于设计值
3	回转长度	不小于设计值
4	固定钉长度	不小于设计值
5	固定钉间距	+50mm

表 5.1—3 土工格栅允许偏差

序号	项 目	允许偏差
1	铺设范围	不小于设计值
2	搭接宽度	0—+50 mm
3	上下层搭接缝错开距离	±50mm
4	层间距	±30mm
5	回折长度	±50mm

表 5.1—4 砌体施工允许偏差

序号	项 目		允 许 偏 差			
			浆砌片石	干砌片石	带截水沟浆砌片石	砼预制块
1	平面位置		±50mm	±50mm	±50mm	±50mm
2	基底高程		±50mm	±50mm	±50mm	±50mm
3	坡顶高程		—20mm, 0	—20mm, 0	—20mm, 0	—20mm, 0
4	坡度		±0.5%	±0.5%		±0.5%
5	护肩, 镶边及基础厚度、宽度		不小于设计值	不小于设计值	不小于设计值	不小于设计值
6	砌石厚度		不小于设计值	不小于设计值		
7	垫层厚度		不小于设计值	不小于设计值		不小于设计值
8	坡面平整度		30mm	30mm	30mm	10mm
9	骨架	净距			±50mm	
10		宽度及边槽高度			不小于设计值	
11		骨架厚度及嵌置深度			不小于设计值	
12	踏步宽度、厚度				不小于设计值	
13	砼板	边长				+6mm, —3mm
14		对角线长				+6mm, —3mm
15		厚度				+4mm, —2mm

5.2 路基支挡质量控制及检验

路基支挡结构工程的检验项目、检验数量执行《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》的规定，其中有耐久性设计要求的混凝土执行《铁路混凝土工程施工质量验收补充标准》（铁建设[2005]260号）。施工允许偏差应符合表 5.2—1 的要求。

见下页：

表 5.2—1 支挡结构施工允许偏差

部位	项目		允许偏差（mm）	
基础	前边缘距路基中线		0，+20	
	宽度（前缘至后缘）		0，+20	
	顶面高程（水平基线）		±20	
墙身	前边缘距路基中线		0，+20	
	厚度（前缘至后缘）		0，+20	
	顶面高程		±20	
	垂直度	h≤5m	10	
		h>5m	15	
预制钢筋混凝土构件 （板、柱、块体）	长度	柱	+10，-5	
		板、块体	+10，-5	
	板对角线差		10	
	横截面尺寸	柱、块体		±5
		板	宽	+3，-5
			高	+5，-3
			厚	+4，-2
	侧向弯曲	柱	L/750	
		板、块体	L/1000	
	上表面平整		5	

路基排水工程施工作业指导书

1 目的

明确路基排水工程施工工艺、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范路基排水工程施工。

2 编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《铁路混凝土与砌体工程施工规范》

《新建铁路福厦线站前施工图设计文件》

3 适用范围

适用于新建铁路福厦线站前路基排水工程施工。

4 施工工艺及技术要求

4.1 集水井

集水井是将路基表面水汇集并排入侧沟或坡面排水槽，采用 C20 混凝土浇筑。施工前熟悉施工图纸，施工前技术人员应统计各个路基段的集水井的数量、形式、位置。

集水井基础采用人工开挖，施工前按照测量出的桩位及控制轴线放出检查井的开挖尺寸。开挖过程中控制好检查井的尺寸和竖直度，施工中不允许出现超挖，对于超挖的部分采用与检查井井身同标号的砼回填。

井口周围要做好防排水工作，以免雨水或施工废水流入基坑内。开挖到设计标高时应检查集水井的基底标高是否符合设计要求；并采用锤球和直尺检查检查井的竖直度和尺寸。

绑扎安装检查井的钢筋，钢筋底部采用安装混凝土预制垫块来控制钢筋位置。浇注集水井的基础砼，浇注时要注意基础的砼顶面标高。在基础混凝土初凝后，砼面上用锤球定出检查井的中心位置及控制轴线，用墨线标出井身位置。按照放样出的位置安装模板，并加固牢靠。

浇注井身砼前要注意预埋直径为 0.15m 的镀锌钢管或耐压 PVC 软式透水管。采用对路基切槽预埋管道，管道安装完成以后切槽采用混凝土封闭。

集水井盖采用集中预制，井盖上设置多个 3cm*10cm 的泻水孔。在集水井身砼强度达到设计强度后安装集水井盖板

4.2 地面排水沟

地面排水沟分为：路堤坡脚外的排水沟、侧沟、平台截水沟、天沟及排水沟、坡面排水槽等。

地面排水沟在施工时要选好排水沟的排水方向，施工材料应满足设计要求；路堤坡脚外的排水沟、侧沟在路基完成后施工；平台截水沟与护坡同时施工，施工应注意在急流槽位置与吊沟连接。坡面排水槽与坡面防护同时施工，排水槽每隔 15m 设置一道。

排水工程严格按照设计图纸施工。砂浆采用拌合机拌合，做到砌体砂浆饱满，石料尺寸选配合理，强度满足要求，石料颜色一致，勾缝采用凹缝，墙面平整、美观。挖方段的天沟，以及路基填筑的临时排水工程，尽量在雨季到来之前完成。

施工工艺流程为：施工准备→沟槽开挖→2：8 灰土垫层施工→沟底铺砌→沟帮砌筑→勾缝→沟顶抹面→竣工。

浆砌圬工采用挤浆法施工。

天沟的位置、尺寸要求符合设计要求，出水口牢固，以防被雨水冲塌并且与其它排水设施平顺衔接。由于本工程区域主要是湿陷性黄土，所以对沟底要进行严格的加固和防渗漏处理。

排水沟的线形平直、圆顺，排水沟的位置、坡度、长度符合设计要求。如因纵坡过大致使水流速大于沟底、沟壁的容许冲刷流速时，对边沟采取加固措施。

4.3 技术措施

4.3.1 技术措施

对湿陷性黄土路基特别要注意做好防排水，注重做好系统性的永久防排水和施工期间临时防排水，重点做好基底、水沟槽底、路基边坡防排水。

路堑施工先按永临结合原则，做好堑顶天沟等排水系统，后开挖。湿陷性黄土分层分段开挖，边坡防护及坡面、平台排水及时施工。

路堤填筑时或之前两侧排水沟及时完成，并用砂浆抹面。路堤与路堑施工前先做好临时排水系统，在施做临时排水系统时与永久排水系统统筹安排，排水系统注重永临合。

各种水沟施工尽量避开雨季，防止地表水下渗。基槽采用人工配合小型机具开挖，达到要求深度后，进行基底检验，验槽合格后分层夯填灰土垫层。做到路基成型一段，排水系统跟进一段。

所有浆砌排水设施的边坡必须平整、稳定，铺砌背后及顶部与地层之间，认真填塞、封严。

4.3.2 注意事项

4.3.2.1 地表排水

(1)路基边沟、侧沟、天沟等地表排水设施应与天然沟渠和相邻的桥涵、隧道、车站等排水设施及路基面排水、坡面排水、电缆沟槽两侧排水衔接组成完整的排水系统。路基施工前应核对全线排水系统的设计是否完备和妥善。

(2)调查线路范围上 50m、下游 30m 范围内，黄土陷穴的分布，并对陷穴进行处理。

(3)路基工程施工前，对影响路基稳定的地下水，应予以截断、疏干、降低水位，并引排到路基范围以外。在路基施工期，不得任意破坏地表植被和堵塞水路；各类排水设施应及时维修和清理，保持排水畅通、有效。

(4)路基排水工程应及时实施，防止在施工期间因地表水及地下水的侵入而造成路基松软和坡面坍塌。

4.3.2.2 地下排水

(1) 地下排水设施应与地表排水系统相配套，保证水路畅通无隐患。渗沟的出水口应设置端墙，端墙下部留出与渗沟排水通道大小一致的排水沟，端墙排水孔底面距排水沟沟底的高度不宜小于 20cm；端墙出口的排水沟应进行加固，防止冲刷。

(2) 排水沟或暗沟采用混凝土浇筑或浆砌片石砌筑时，应在沟壁与含水地层接触面的高度处，设置一排或多排向沟中倾斜的渗水孔，沟壁最下一

排渗水孔的底部应高出沟底不小于 20cm。

4.3.2.3 过渡段排水

过渡段桥台背渗水板、横向排水沟（管）等排水设施应按设计要求及时完成，其连接方式应符合设计要求，铺设应平顺、整齐、牢固，排水畅通。

5 质量控制及检验

5.1 质量控制

排水工程严格按照设计图纸施工。砂浆采用拌合机拌合，做到砌体砂浆饱满，石料尺寸选配合理，强度满足要求，石料颜色一致，勾缝采用凹缝，墙面平整、美观。挖方段的天沟，以及路基填筑的临时排水工程，尽量在雨季到来之前完成。

对湿陷性黄土路基特别注重做好防排水，注重做好系统性的永久防排水和施工期间临时防排水，重点做好基底、水沟槽底、路基边坡防排水。

各种水沟施工尽量避开雨季，防止地表水下渗。基槽采用人工配合小型机具开挖，达到要求深度后，进行基底检验，验槽合格后分层夯填灰土垫层。做到路基成型一段，排水系统跟进一段，形成合理的防排水体系。

5.1.1 工程所用的砂、石、水泥、钢筋等的品种规格、质量应符合设计要求，进场时进行验收。

检验方法：查验钢筋、水泥的产品质量证明文件和材料性能报告单，现场抽样对水泥的安定性、凝结时间和强度、钢筋的屈服强度、极限强度、伸长率和冷弯性能、砂石含泥量进行检验。

5.1.2 排水设施、垫层、滤层的结构形式应符合设计要求，并保证排水通畅。

检验方法：观察、尺量。

5.1.3 预制或现浇水沟及盖板混凝土强度等级应符合设计要求。

检验方法：抗压强度试验。

5.1.4 预制水沟的基础与基坑边坡应密实、平整。预制件及盖板混凝土强度应拼装平顺，水泥砂浆粘贴密实，接缝咬合完好，与基础和边坡间应

用水泥砂浆填塞缝隙。水沟盖板尺寸及盖板间空隙应符合设计要求，铺设应平稳。

检验方法：观察。

5.1.5 浆砌水沟砌体砂浆强度等级应符合设计要求。

检验方法：抗压强度试验。

5.1.6 路堑侧沟泄水孔设置位置、布置形式、尺寸、数量应符合设计要求，且排水通畅。

检验方法：观察、尺量。

5.1.7 伸缩缝的设置、缝宽与缝的塞缝应符合设计要求。

检验方法：观察、尺量。

5.1.8 垫层、滤层的厚度应不小于设计要求。

检验方法：尺量。

5.2 检验方法

路基排水工程的检验项目、检验数量执行《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

路基相关工程施工作业指导书

1 目的

明确路基相关工程施工工艺、操作要点和相应的工艺标准，指导、规范路基相关工程施工。

2 编制依据

《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路路基工程施工技术指南》

《铁路混凝土与砌体工程施工规范》

《新建铁路福厦线站前施工图设计文件》

3 适用范围

适用于新建铁路福厦线站前路基相关工程施工。

4 施工工艺及技术要求

与路基相关的工程电缆槽、声屏障、接触网立柱等。声屏障、接触网立柱基础的施工与路基工程同步实施。通信、信号电缆槽在声屏障、接触网立柱基础施工完成后施工。

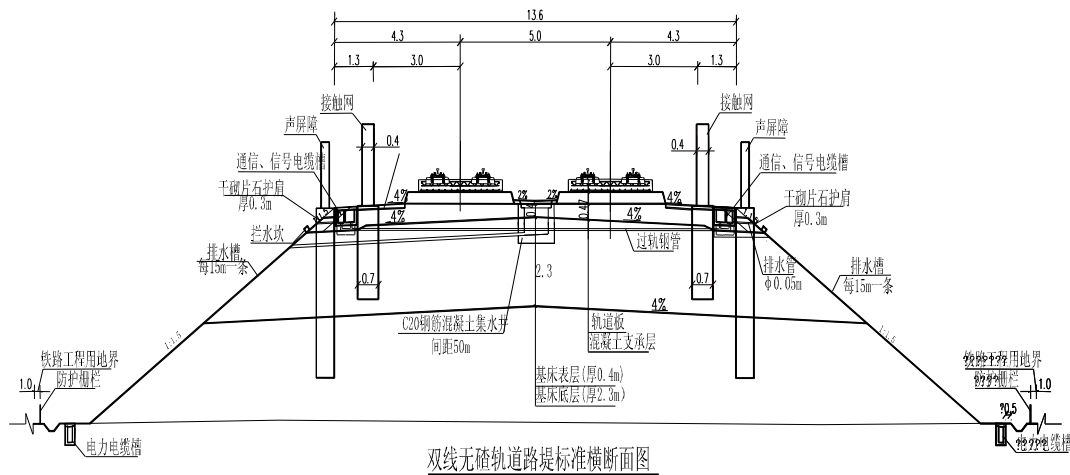


图 4-1 路基断面图

4.1 声屏障、接触网基础立柱施工

(1) 施工准备：

①施工前施工人员应熟悉并复核设计图纸、施工技术规范 and 招标技术规范，领会设计意图。

②在路基基床施工完成并检验合格后，清理平整出施工场地，并尽量减少对路基基床的破坏。

③按照复核后的测量资料测量放线，定出控制轴线，钉木桩标出接触网立柱中心位置，并设置护桩。

④施工机械设备、人员就位。组织施工人员学习施工技术规范，施工前向施工人员明确施工中应注意事项，以防野蛮施工。

路基基床表层施工检验合格后，进行现场放样。为保证路基完整性采用干取土钻机或旋挖钻掏土，然后用串筒进行基础砼的灌注施工。

(2)施工工艺

①钻孔

钻孔时采用钻桶带螺旋钻头对准桩位钻进 50~80cm，然后去掉螺旋钻头用钻桶干钻成孔，边钻边清碴，钻孔深度和垂直度应符合设计和技术规范要求；钻孔渣清理倒在配合运输的自卸车汽车上，不得倒在级配碎石表面，出碴及时从路基上运走。

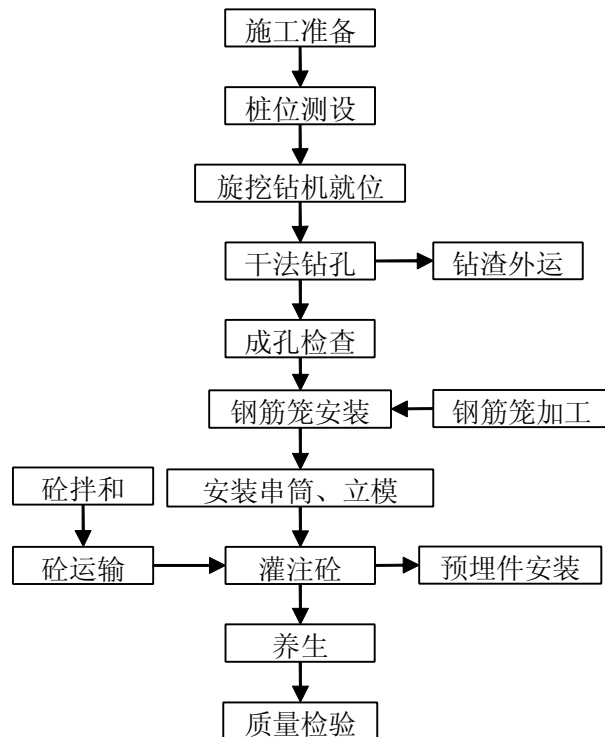
钻到设计高度清理余碴后，安装钢筋笼及固定地脚螺栓的框架，安装钢筋笼时在钢筋笼四周做好导向装置，每 2.0m 沿钢筋笼四周设置一道。钢筋笼下放到位后应将钢筋笼固定，以免钢筋笼在浇注砼时上浮。钢筋笼安装时，钢筋笼和孔壁间垫混凝土垫块来保证钢筋笼的保护层。

②砼浇注

砼采用拌和站集中拌和，采用罐车将砼运输到现场后配合串桶灌注混凝土，串桶底离混凝土面高度不应超过 2.0m，以防止混凝土离析。振动棒振捣密实，混凝土分层捣固，每层厚度不应大于 30cm；施工人员在井下捣固混凝土时应做好安全防护工作。混凝土浇注完成以后将预埋的地脚螺栓上的砼清除干净，并将地脚螺栓校正。最后将混凝土表面收平并覆盖养护成桩，基础混凝土表面应与路基表面衔接平顺。

施工时，可按照 13~14 根或 26~28 根钻孔桩为一组，每组安装完钢

筋笼等后同时浇注，不能及时浇注的孔用模板盖住孔口，以免杂物或施工人员掉入。施工工艺框图如下：



接触网支座基础、声屏障基础施工工艺框图

(3)注意事项

①钻孔渣清理倒在配合运输的自卸车汽车上，不得倒在级配碎石表面，防止污染。

②施工过程中应及时将接触网与路基基床的接触周边用沥青砂浆封闭。

③接触网基础钻孔完成未灌注砼前应作好基础的防排水，以免施工用水或雨水进入接触网孔内。基础钻孔施工时最好安排在晴天施工。

④接触网基础按照设计要求施工，钻孔应按照操作规程施工；超挖的基础不得采用废碴回填，为保证路基完整采用与基础同标号的砼回填。

⑤有渗水暗沟地段应在基础浇注并达到一定强度后再挖渗沟。

⑥接触网拉线基础与下锚支柱基础平面应符合设计要求，下锚拉线的

下锚环方向应在支柱基础中心和拉线基础中心连线上。

⑦基础预埋的地脚螺栓应准确。

4.2 电缆槽施工

电缆槽采用钢筋砼结构，槽身及盖板在预制构件厂预制。

(1) 施工方法

① 施工准备

通信信号电缆槽施工安排在接触网立柱基础与声屏障基础施工完成后进行；测量出电缆槽中线桩位置及轴线。

仔细检查运输到施工工地的预制件的完整型，对于有缺陷、强度达不到设计要求的预制块不能够使用。

② 预制

电缆槽槽身和盖板采用在预制厂集中预制，模板采用定做的定型模板，能够循环使用。预制厂的模板数量应能满足现场施工需要。电缆槽槽身和盖板按长 1.0m 的标准块预制，预制好的电缆槽槽身和盖板应及时养护。预制通信、信号电缆槽时应按照设计要求预留排水孔，预制时采用每 0.5m 一根 $\phi 8\text{mm}$ 镀锌钢筋将通信和信号槽分开，注意槽身底部横坡。电缆槽槽身和盖板预制时要预埋吊环。电缆槽按照设计在设计位置设置手孔。

待砼强度达到设计强度 80% 以上时用自带起重机具的汽车运输到指定位置。

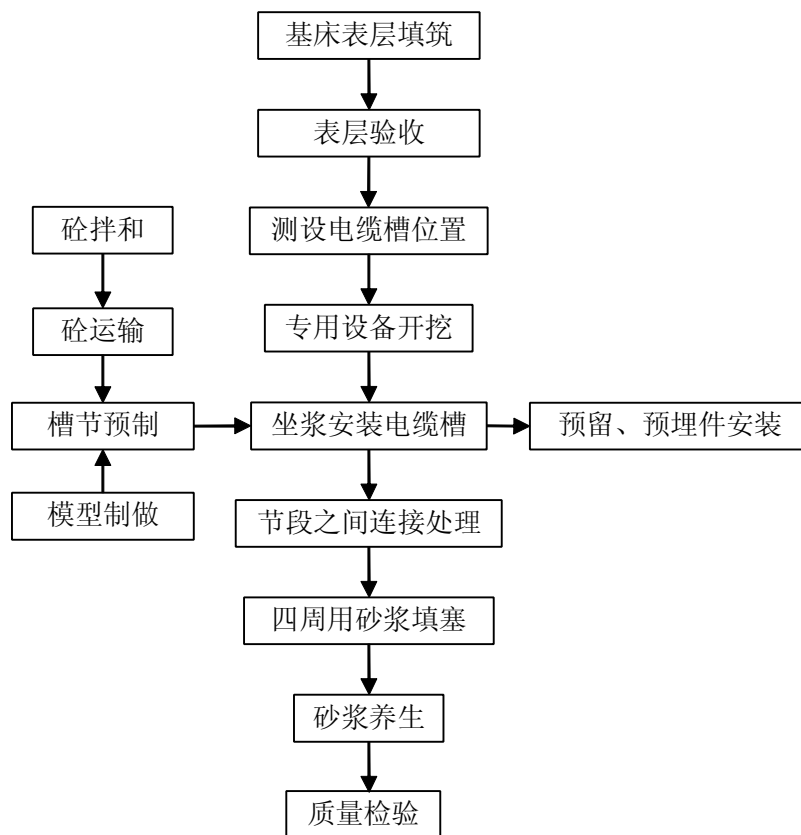
③ 安装

路基基床表层级配碎石完成后，用开槽机切割成沟槽，施工中开挖一段、安装一段。沟槽开挖中要做好排水设施，以免施工废水或雨水进入沟槽。电缆槽由人工配合 5~8t 汽车吊安装，砂浆勾缝。

电缆槽安装时采用施工线配合 3m 水平尺施工，以保证电缆槽平顺；电缆槽安装时应保证砂浆粘贴密实，接缝结合完好。盖板安装时应平整、无错台、牢固，盖板间隙应符合设计要求，铺设平顺。

电缆槽埋设完成后，外侧再砌筑路肩浆砌片石，槽身靠路基中线侧的缝隙用沥青砂浆填塞密实。过渡段电缆槽连接要平顺。

(2) 施工工艺



电缆槽施工工艺框图

(3) 注意事项

①电缆槽与级配碎石、接触网支柱、声屏障基础之间的间隙用沥青混凝土填塞密实，填塞材料、密实度要符合设计要求，以防止表水渗入路基本体。

②电力电缆槽在路基路堤坡脚或路堑地段的侧沟平台完成后，内夯填中粗砂。

③电缆槽施工时不应破坏侧沟和侧沟平台、堑坡坡脚及路肩边坡。

5 质量控制及检验

5.1 声屏障、接触网基础工程

接触网及声屏障基础等与无砟轨道相关配套工程在路基完成后采用干钻法成孔满槽浇筑砼，确保路基完整性及无砟轨道质量。

接触网及声屏障基础的基坑必须全部用混凝土灌注密实，表面应与路基表面衔接平顺。

(4)检验方法

声屏障、接触网基础工程的检验项目、检验数量执行《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》

5.2 电缆槽工程

电缆槽开挖应采用专用的机械设备。不得因其施工而损坏、危及路基的稳固和安全。

(3)检验方法

电缆槽施工的检验项目、检验数量执行《客运专线铁路路基工程施工质量验收暂行标准》。