

窄深沟槽预制支撑管道加湿抽-灌循环水夯回填施工工法

1 前 言

市政管道施工具有受外界因素干扰大、施工场地狭窄、地下管道复杂、工期短等特点。常采用狭窄沟槽截面，尤其对于窄深沟槽区域，其回填施工面临如下难点：1、现场工作面较小，大型机械无法下至管沟进行碾压，使用小型机械夯实又难以确保回填质量；2、窄深沟槽回填难度大，且回填周期长，对周边环境影响大；3、软土地区由于地下土壤松软，存在凹坑和水蚀土层状况，管道回填及工后存在较大沉降，导致管口破裂渗漏。

为了解决软土地区市政管道回填周期长、难以确保回填质量等问题，研发了“窄深沟槽预制支撑管道加湿抽-灌循环水夯回填施工技术”，并在我单位“金义新区宏业路（东港街-法华街）道路新建工程”中率先使用。该技术在管道底部间隔设置带底板的预制支撑，不仅可以减少工后沉降，避免管口破裂渗漏等现象发生，而且可以实现市政管道的快速精准安装；管道安装后采用水夯法进行分段回填，保证回填质量，且水夯回填过程中采用加湿抽-灌循环水系统，可以实现水资源循环使用，并减少对周边环境的影响。该技术通过多个工程反复实践、论证、优化，并成功应用于“金义新区金山大道（自贸大街）提升改造工程 I 标”中，在此基础上进一步对关键技术进行总结、完善，并与科学管理相结合，形成企业级工法“窄深沟槽预制支撑管道加湿抽-灌循环水夯回填施工工法”，经浙江省科技情报研究院查新中心查新（报告编号：202333B2108876），在所检国家级、省部级工法中未

见述及。此后在工程实践中不断克服施工难点，完善施工方法，最后集成本次申报文本，申报浙江省省级工法。

2 特点

2.0.1 对于沟槽底部存在软土区域，在市政管道底部设置预制支撑，预制支撑底部设置钢管柱，钢管柱嵌入到沟槽底部土体中，实现预制支撑的牢固定位，底板的设计能够减少应力集中，减少不均匀沉降，避免管道接口处出现破损渗漏现象。

2.0.2 本工法预制支撑上下部形成抱箍件，可以将市政管道进行固定，实现市政管道的快速精准安装，且环形抱箍上安装环形橡胶垫，起到缓震作用，降低回填及工后对管道的损伤。

2.0.3 本工法沟槽底部间隔设置小型集水沟，并填满碎石，形成排水通道，在集水沟内设置包裹反滤层的抽水套管，配合顶部加湿抽-灌系统喷灌到水夯沟槽内，实现水循环，经济效益好。

2.0.4 本工法施工中回填的砂石在饱和水状态下密实，完工后不会由于地面水的浸泡而发生下沉塌陷，保证了夯实密实度，进而保证了沟槽回填土方的施工质量。

2.0.5 窄深沟槽内回填时存在坍塌隐患，本工法施工人员在沟槽上进行施工作业，安全措施容易保证，施工安全性高。

2.0.6 本工法采用人工或小型机械配合水夯实现沟槽回填密实，施工工艺简单，操作方便，且工作效率高。

3 适用范围

3.0.1 本工法适用于管道沟槽回填（除土质为湿陷性黄土），尤其适

用于软土地区作业空间受限下小直径混凝土市政管道的窄深沟槽回填施工。

4 工艺原理

4.0.1 本工法施工技术由市政管道底部预制支撑、水夯回填过程中加湿抽-灌水循环组成，沟槽两侧可根据实际情况设置放坡，也可不放坡，施工过程示意如图。

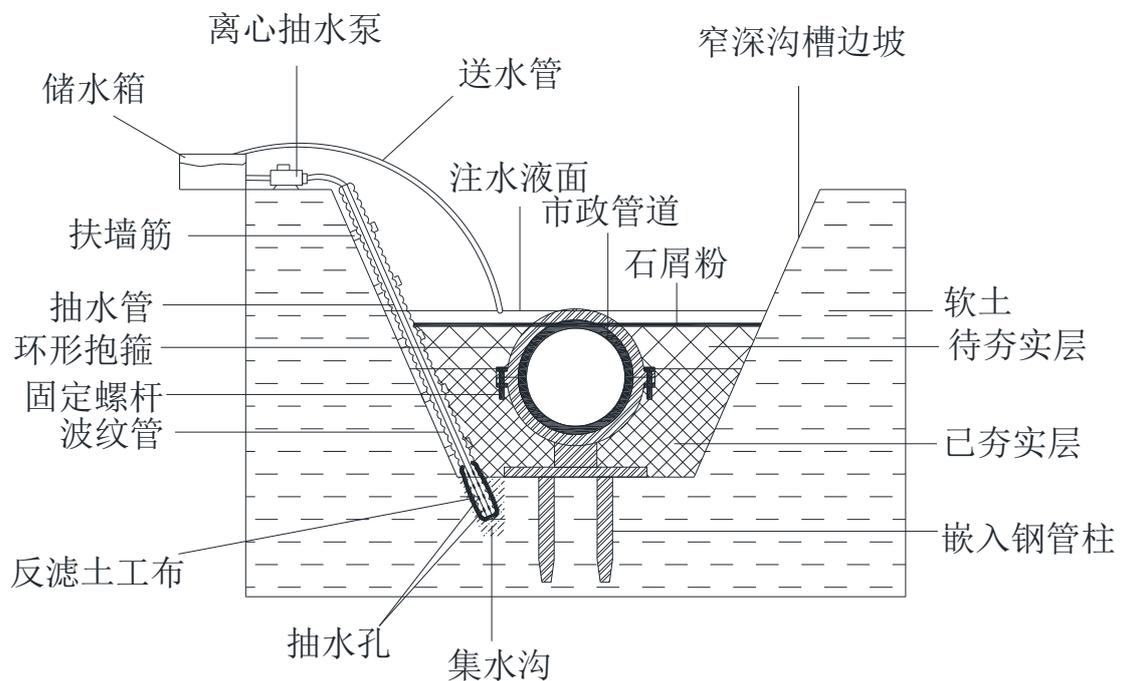


图 4.0.1 窄深沟槽预制支撑管道加湿抽-灌循环水夯回填示意图

4.0.2 预制支撑工艺原理：对于沟槽底部存在软土区域，在市政管道底部设置预制支撑，预制支撑上部为双瓣环形抱箍，中部为支撑板，底部为钢管柱，双瓣环形抱箍可实现市政管道的精准安装与固定，减少回填过程对管道的影响，并提高市政管道的安装效率与精度；支撑板的设计能够减少应力集中，减少不均匀沉降，避免管道接口处出现破损渗漏现象；钢管柱嵌入到沟槽底部土体中，实现牢固定位。

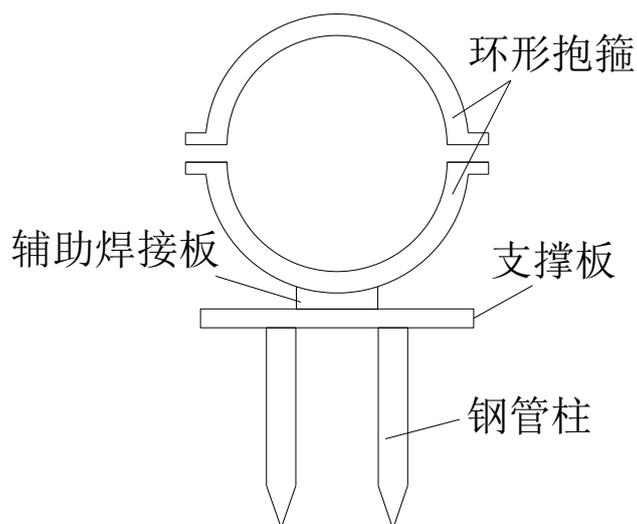


图 4.0.2 预制支撑示意图

4.0.3 加湿抽-灌水循环工艺原理：窄深沟槽底部设置小型集水沟，并填满碎石，形成沿沟槽方向的排水通道，在集水沟内设置抽水套管，埋入碎石的抽水套管上均匀开孔，连同端部包裹反滤土工布，配合顶部加湿抽-灌系统将水从集水沟抽出，并二次喷灌到水夯沟槽内，实现水循环利用。

4.0.4 水夯回填工艺原理：在窄深沟槽环境下，利用水的流动性和砂砾的透水性，在回填松散砂砾的表面摊铺一层砂或者石粉，并在砂或者石粉表面灌水，依靠水流的下渗和人工的振捣作用，使回填的砂砾石的空隙被砂或者石粉填满，从而使砂砾达到最大密实度，同时在回填段的集水沟中，通过水泵将水抽出，在排水过程中利用平板振动器在回填顶面进行振实。

5 工艺流程及操作要点

5.1 工艺流程

5.1.1 窄深沟槽预制支撑管道加湿抽-灌循环水夯回填施工工艺流程见图 5.1。

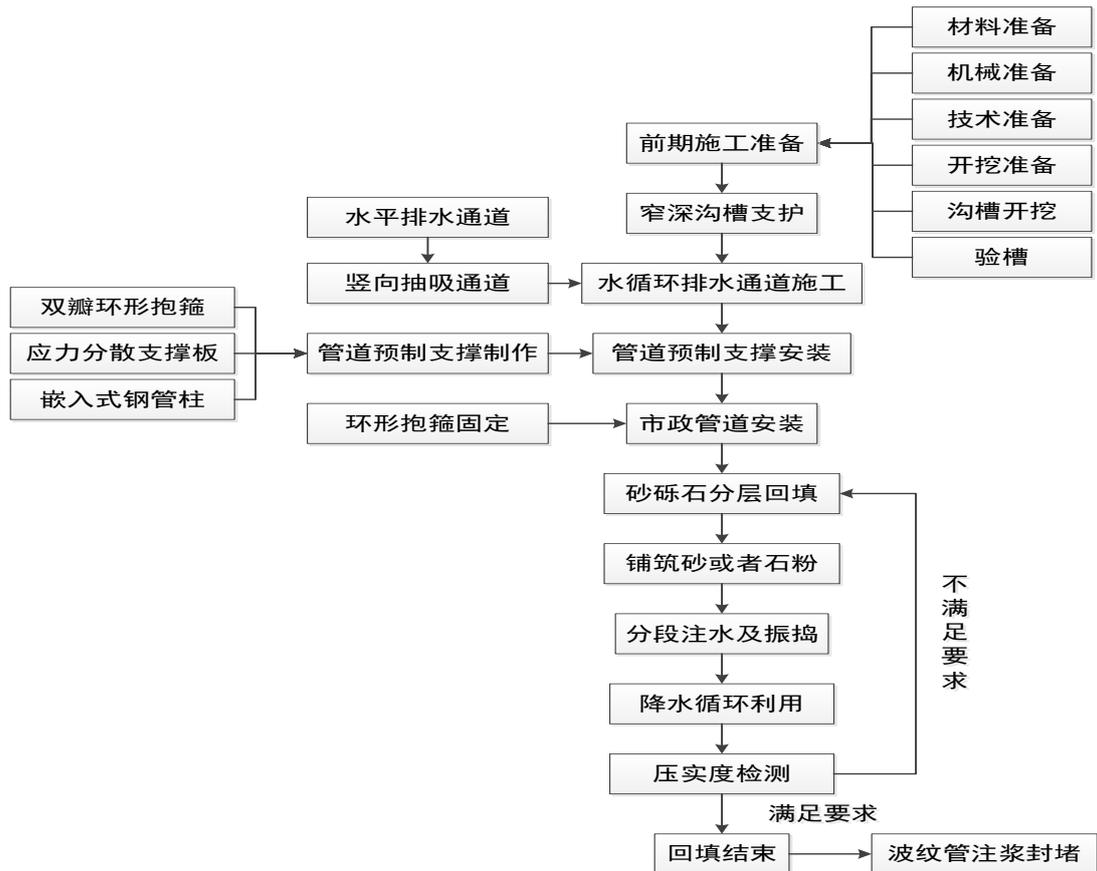


图 5.1 窄深沟槽预制支撑管道加湿抽-灌循环水夯回填施工流程

5.2 操作要点

5.2.1 前期施工准备

1 材料准备：回填材料采用石屑粉，石屑粉材料质量执行《建筑用砂》中、粗砂的标准；细度模量控制在 2.3~3.7，进场石屑粉应保证颗粒均匀，含石粉量应低于 10%。

2 机械准备：施工所需的振捣棒、平板振捣器及降水设备准备就绪，并检验合格，保证工序衔接。

3 技术准备：进行试验段回填确定参数，确定砂或者石屑粉与注水量的体积比、沟槽回填深度，并在沟槽侧壁进行划线。

4 开挖准备：开挖前了解地下管线情况，并派专人现场负责，

测量人员测出沟槽开挖范围后，洒石灰线标识，现场设专人指挥，施工时做好对相邻已建管线的保护工作。

5 沟槽开挖：挖掘机挖至基底以上 20~30cm 时停挖，改用人工修整，严禁超挖扰动基底原土；如发现超挖，则用水泥稳定料回填夯实。

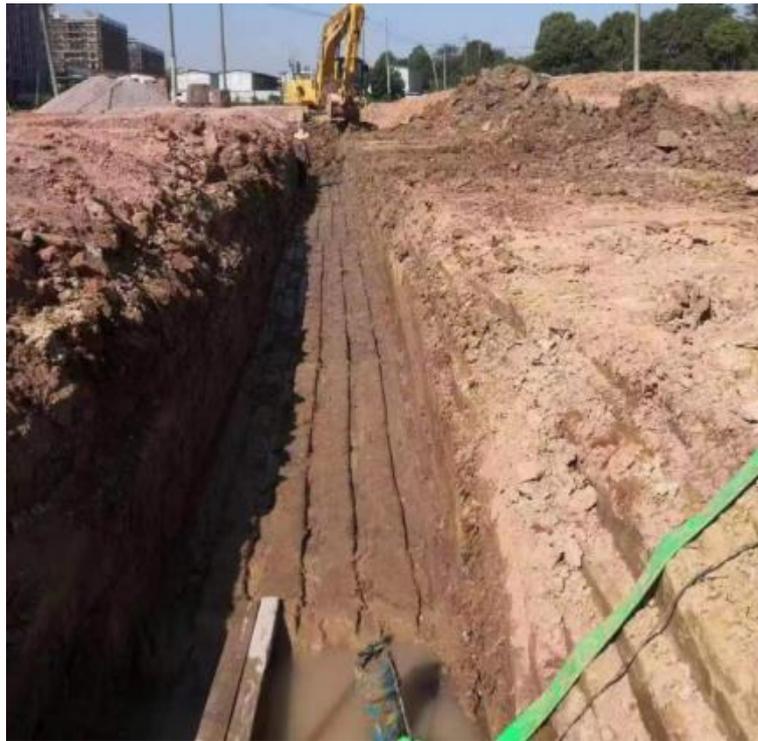


图 5.2.1 窄深沟槽开挖

6 验槽：组织有关单位验槽，包括检查水平标高、深度、地质情况。

5.2.2 窄深沟槽支护

1 为确保沟槽开挖时沟槽壁不致发生坍塌，在管段沟槽挖土深度大于 3m，且现场不具备放坡开挖条件或地质原因放坡开挖无法保证边坡稳定时，考虑在两侧设置密排钢板桩支护，如图 5.2.2，钢板桩长 6~8m，桩间设置上、下两道横梁支撑。

2 采用型钢作横梁支撑时，横梁与钢板桩之间的缝隙应采用木板垫实，横梁与钢板桩链接牢固。

3 支撑经常检查，发现支撑构件有弯曲、松动、移动或劈裂等迹象时，及时处理。

4 钢板桩围护的施工质量应符合下列规定：

- 1) 支撑后，沟槽中心线每侧的净宽不应小于施工设计的规定；
- 2) 横撑不得妨碍下管和稳管；安装应牢固，安全可靠；
- 3) 钢板桩的轴线位移不得大于 50mm；垂直度不得大于 1.5%。

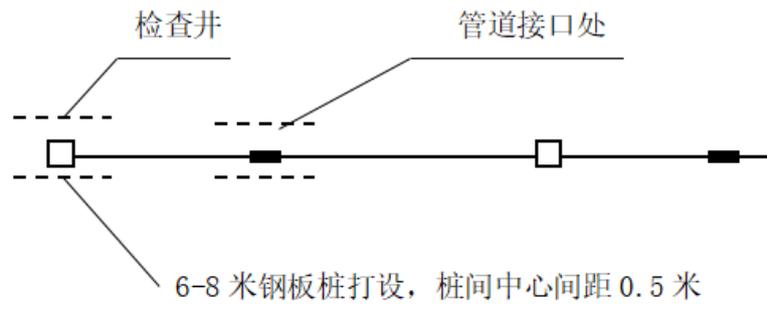


图 5.2.2 钢板桩设置平面布置图

5.2.3 水循环排水通道施工

1 对于透水基层，需要在沟槽底部浇筑混凝土垫层，减少水夯过程中水分的流失，避免流失水分对沟槽底部软土的承载力造成影响。

2 窄深沟槽底部开挖小型集水沟，并填满碎石，形成沿沟槽方向的排水通道，碎石砂砾层表面加铺 1 层反滤土工布，以阻挡回填材料堵塞排水层。

3 沿窄深沟槽边间隔 50~100m 设置离心抽水泵和储水箱，外接抽水管通至窄深沟槽底部，抽水管外部套有直径略大的波纹管，起保护作用，以免回填过程中抽水管受挤压而失效。

4 波纹管通至基坑底部时预留部分管段进行弯折，后续施工埋入碎石集水沟中，避免施工过程中波纹管被拔出。

5 埋入碎石的抽水套管上均匀开孔，连同端部包裹两层反滤土工布，配合顶部加湿抽-灌系统将水从集水沟抽出，并二次喷灌到水夯沟槽内，实现水循环。

6 沿窄深沟槽边每 2m 做扶墙（通过植筋方式），防止波纹管倾倒，如图 5.2.3。

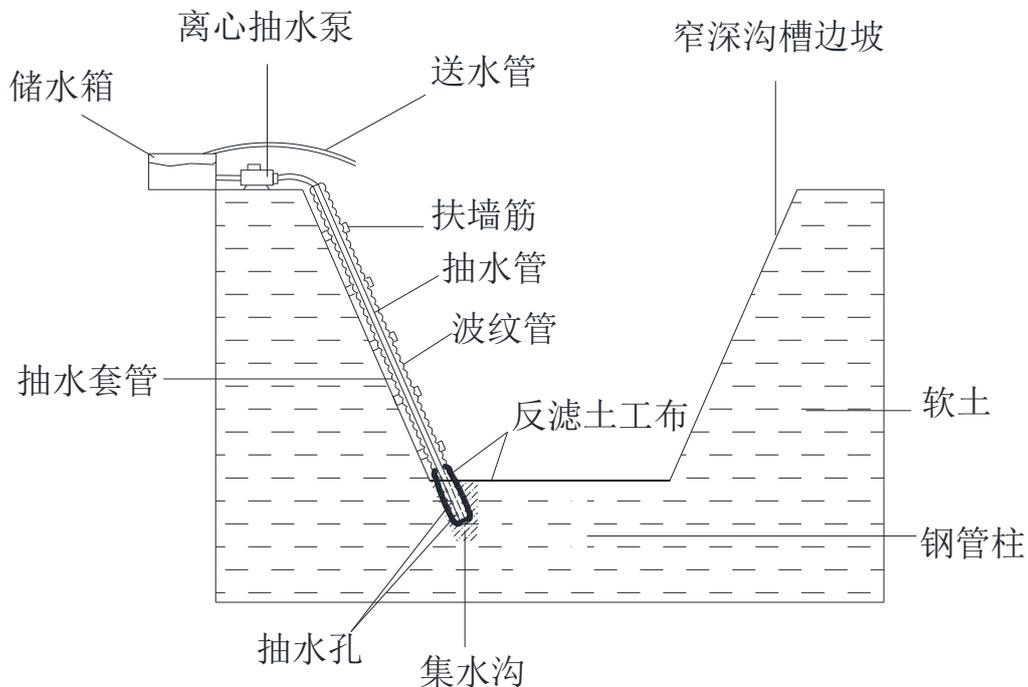


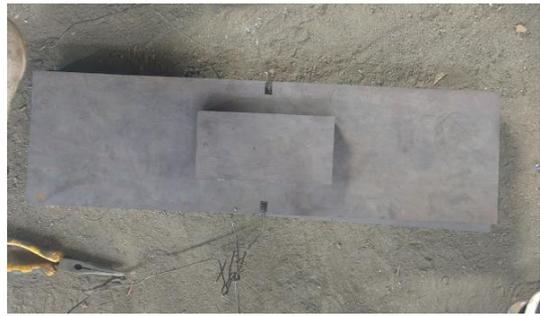
图 5.2.3 水循环排水通道施工

5.2.4 管道预制支撑制作及安装

1 预制支撑上部为双瓣环形抱箍，环形抱箍内径与市政管道外径匹配，中部为支撑板，底部为钢管柱，施工现场按照施工距离和施工方案焊接指定数量的预制支撑，并经过验收方可使用，如图 5.2.4-1。



(a) 钢管柱



(b) 支撑板



(c) 双瓣环形抱箍



(d) 各构件



(e) 构建测量



(f) 焊接



(g) 现场预拼装



(h) 成品

图 5.2.4-1 预制支撑制作

2 对验收完的窄深沟槽内市政管道轴线位置进行放线，并采用石灰放线确定预制支撑安装位置。

3 根据石灰放线结果，在窄深沟槽底部间隔一定距离开挖预制支撑槽口，方便预制支撑安装。

4 沟槽底部槽口位置插打预制支撑的支撑板，插打预制支撑的过程中采用竖板垂直放入支撑板两侧凹槽内，竖板底部与市政管道轴线放线重合，证明预制支撑安装位置准确，否则进行微调，使得钢管柱嵌入沟槽底部软土，如图 5.2.4-2。

5 继续插打预制支撑，使得钢管柱嵌入沟槽底部软土，部分预制支撑环形抱箍标高与市政管道不符时，对支撑板进行微调，使环形抱箍标高与市政管道完全重合；必要时，可在支撑板底部设置垫板。

6 在环形抱箍上通过粘贴方式安装环形橡胶垫，起到缓震作用，降低回填及工后对管道的损伤。



图 5.2.4-2 预制支撑安装

5.2.5 市政管道安装

- 1 沟槽的底层土应无淤泥和杂物、碎土、积水，无扰动等情况，管道施工前复核预制支撑的标高。
- 2 管材运至现场放置在管道施工段沟槽一侧，管节的吊运装卸过程中，采用在管节重心处捆绑运吊方法进行，并轻起轻落，防止碰撞损坏管材和基础，如图 5.2.5-1。
- 3 成品管道运至施工现场，应按照产品标准进行逐节检验，不符合标准的不得使用，并做好标志及时处理，运至沟槽边待用的管节应垂直槽边放置并垫稳。
- 4 管道铺设前，将管节的承口内表和插口的外表油污杂物清除干净，并在插口槽内橡胶圈表面和前节管子的内表涂抹防水涂料，以防渗水。
- 5 管道应采用人工配合机械下管，将管道移动到环形抱箍底座内部，通过螺栓把上部环形抱箍卡接在环形抱箍底座的上端，完成管道的固定，如图 5.2.5-2。



图 5.2.5-1 管道吊装



图 5.2.5-2 管道安装

6 管道接口完成后，使用 1:2 防水砂浆捻缝，加抹三角灰。

7 按照施工方案砌筑检查井，井底、井面的标高要准确，井身尺寸要符合设计要求；砖砌井壁必须灰缝饱满、平整，抹灰应平顺密实，不得有空鼓、裂缝等现象，砌砖砂浆强度应满足设计要求。

8 管道铺设工作结束并通过监理验收合格后，如图 5.2.5-3，在管道回填土前进行闭水试验，试验合格后，进行回填施工。



图 5.2.5-3 管道安装后

5.2.6 砂砾石分层回填

1 沟槽回填范围内，不得含有机物、冻土、腐殖土以及大于 50mm 的砖、石等硬块；沟槽积水需抽排干净，水位应保持在槽底以下不小于 0.5m。

2 按照试验段确定的铺筑厚度进行砂砾石回填，回填至划好的虚铺标线，每次铺填砂层厚度控制在 400mm 以内，虚铺完成后人工对砂砾石进行整平，并人工剔除粒径 60mm 以上的卵石、矿石及其他杂物，保证水夯施工的质量。

3 沟槽过长时，分段填土，交接处应填成阶梯形，每层互相搭接。



图 5.2.6 砂砾石分层回填

5.2.7 铺筑砂或者石粉

1 石屑粉或者砂回填利用装载机对石屑粉或者砂进行转运，人工配合挖机进行回填，回填后用人工对回填面进行整平，保证注水最大限度从上至下的垂直渗入，减少水平流动。

2 每 5m 用砂或者石屑粉修筑隔槽，同时计算出每个隔槽内砂或者石屑粉的体积，便于后期注水量的计算。



图 5.2.7 砂层铺设

5.2.8 分段注水及振捣

1 通过试验段数据统计，当注水量与石屑粉的体积比为 1.2:1 时

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/076030030052010040>