

目录

- 一、地基的局部处理
- 二、换土法
- 三、挤密桩复合地基
- 四、其它地基处理方法



2.1 地基的局部处理

一、地基的局部处理

- 根据勘察报告，局部存在异常的地基或经基槽检验查明的局部异常地基，均需根据实际情况、工程要求和施工条件，妥善进行局部处理。
- 处理方法可根据具体情况有所不同，但均应遵循减小地基不均匀沉降的原则，使建筑物各部位的沉降尽量趋于一致。

2.1 地基的局部处理

建筑施工技术

1.局部松土坑（填土、墓穴、淤泥等）处理

当松土坑的范围较小（在基槽范围内）时，
可将坑中松软土挖除，使坑底及坑壁均见天然土为止，
然后采用与天然土压缩性相近的材料回填。



例如：当天然土为砂土时，用砂或级配砂石分层夯实回填；
当天然土为较密实的黏性土时，用3:7灰土分层夯实回填；
如为中密可塑的黏性土或新近沉积黏性土时，可用1:9或2:8灰土分层夯实回填。
每层回填厚度不大于200mm。

2.1 地基的局部处理

当松土坑的范围较大（超过基槽边沿）或因各种条件限制，槽壁挖不到天然土层时，则应将该范围内的基槽适当加宽，采用与天然土压缩性相近的材料回填。

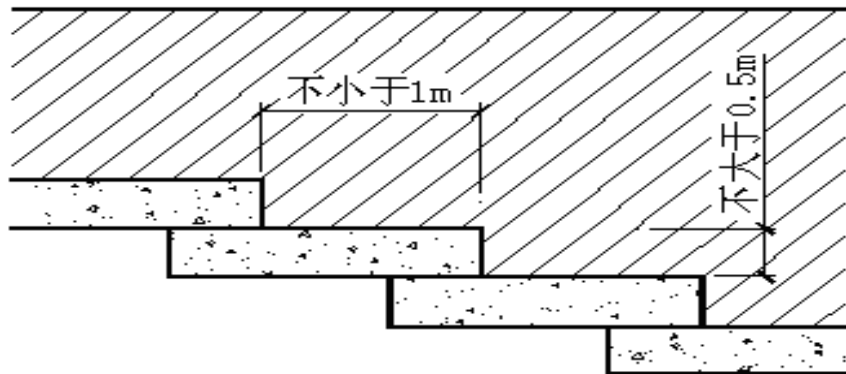
如用砂土或砂石回填时，基槽每边均应按1:1坡度放宽；

如用1:9或2:8灰土回填时，基槽每边均应按0.5:1坡度放宽；

如用3:7灰土回填时，如坑的长度不大于2m，基槽可不放宽，但灰土与槽松土坑在基槽内所占的长度超过5m时，将坑内软弱土挖去，如深度较大时，用灰土分层回填至基槽底标高。

2.1 地基的局部处理

如坑底土质与一般槽底土质相同，也可将此部分基础落深，做1:2踏步与两端相接（见下图），每步高不大于0.5m，长度不小于1.0m。



局部基础落深示意图

2.1 地基的局部处理

- ◆ 对于较深的松土坑（如深度大于槽宽或大于1.5m时），槽底处理后，还应适当考虑加强上部结构的强度和刚度，以抵抗由于可能发生的不均匀沉降而引起的应力。常用的加强方法是：在灰土基础上1~2皮砖处（或混凝土基础内）、防潮层下1~2皮砖处及首层顶板处各配置3~4根，直径为8~12mm的钢筋，跨过该松土坑两端各1m。
- ◆ 松土坑埋藏深度很大时，也可部分挖除松土（一般深度不小于槽宽的2倍），分层夯实回填，并加强上部结构的强度和刚度；或改变基础形式，如采用梁板式跨越松土坑、桩基础穿透松土坑等方法。
- ◆ 当地下水位较高时，可将坑中软弱的松土挖去后，用砂土、碎石或混凝土分层回填。

2.1 地基的局部处理

建筑施工技术

2.砖井或土井的处理

- ◆ 当井内有水并且在基础附近时，可将水位降低到可能程度，用中、粗砂及块石、卵石等夯填至地下水位以上500mm。如有砖砌井圈时，应将砖井圈拆除至坑（槽）底以下1m或更多些，然后用素土或灰土分层夯实回填至基底（或地坪底）。
- ◆ 当枯井在室外，距基础边沿5m以内时，先用素土分层夯实回填至室外地坪下1.5m处，将井壁四周砖圈拆除或松软部分挖去，然后用素土或灰土分层夯实回填。
- ◆ 当枯井在基础下（条形基础3倍宽度或柱基2倍宽度范围内），先用素土分层夯实回填至基础底面下2m处，将井壁四周松软部分挖去，有砖井圈时，将砖井圈拆除至槽底以下1~1.5m，然后用素土或灰土分层夯实回填至基底。当井内有水时按上述方法处理。

2.1 地基的局部处理

当井在基础转角处，若基础压在井上部分不多时，除用以上方法回填处理外，还应对基础加强处理，如在上部设钢筋混凝土板跨越或采用从基础中挑梁的办法解决；若基础压在井上部分较多时，用挑梁的办法较困难或不经济时，可将基础沿墙长方向向外延长出去，使延长部分落在天然土上，并使落在天然土上的基础总面积不小于井圈范围内原有基础的面积，同时在墙内适当配筋或用钢筋混凝土梁加强。

当井已淤填，但不密实时，可用大块石将下面软土挤密，再用上述方法回填处理。若井内不能夯填密实时，可在井内设灰土挤密桩或在砖井圈上加钢筋混凝土盖封口，上部再回填处理。

2.1 地基的局部处理

建筑施工技术

3.局部软硬土的处理

当基础下局部遇基岩、旧墙基、老灰土、大块石、大树根或构筑物等，均应尽可能挖除，采用与其他部分压缩性相近的材料分层夯实回填，以防建筑物由于局部落于较硬物上造成不均匀沉降而使建筑物开裂；或将坚硬物凿去300~500mm深，再回填土砂混合物夯实。

当基础一部分落于基岩或硬土层上，一部分落于软弱土层上时，应将基础以下基岩或硬土层挖去300~500mm深，填以中、粗砂或土砂混合物做垫层，使之能调整岩土交界处地基的相对变形，避免应力集中出现裂缝；或采取加强基础和上部结构的刚度来克服地基的不均匀变形。

2.1 地基的局部处理

4.其他情况的处理

(1) 橡皮土

当黏性土含水量很大趋于饱和时，碾压（夯拍）后会使得地基土变成踩上去有一种颤动感觉的“橡皮土”。所以，当发现地基土（黏土、亚黏土等）含水量趋于饱和时，要避免直接碾压（夯拍），可采用晾槽或掺石灰粉的办法降低土的含水量，有地表水时应排水，地下水位较高时应将地下水降低至基底0.5m以下，然后再根据具体情况选择施工方法。如果地基土已出现橡皮土，则应全部挖除，填以3:7灰土、砂土或级配砂石，或插片石夯实；也可将橡皮土翻松、晾晒、风干至最优含水量范围再夯实。

2.1 地基的局部处理

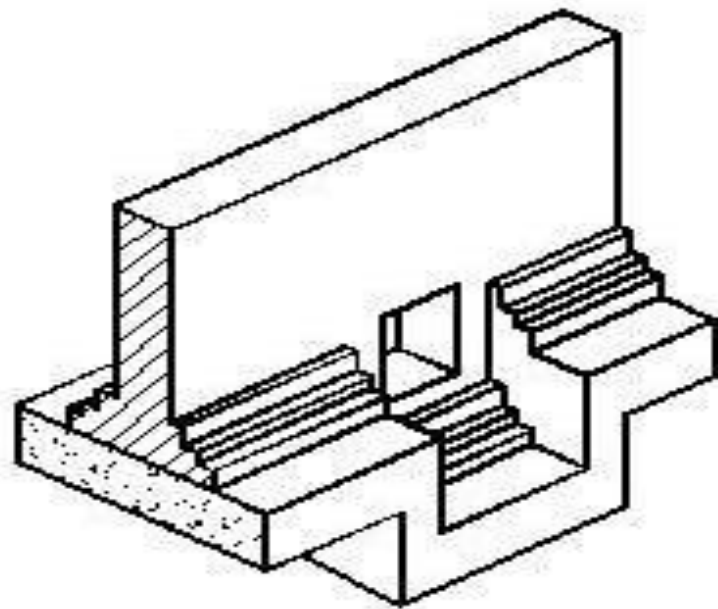
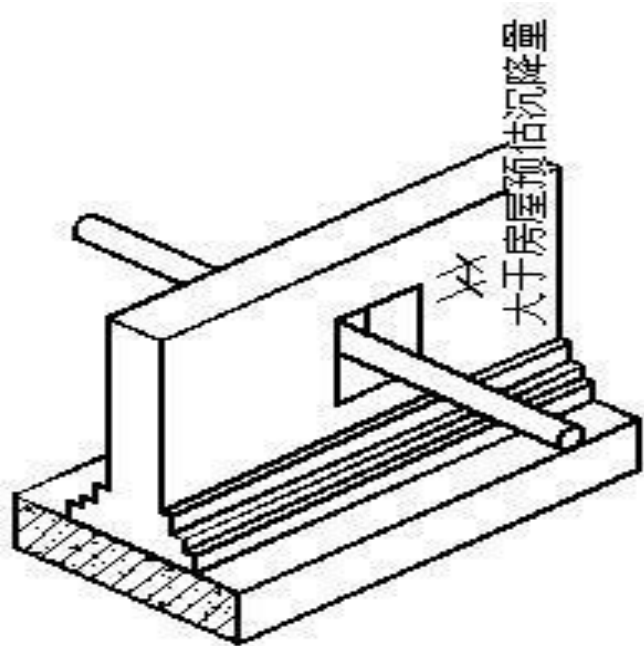
(2) 管道

当管道位于基底以下时，最好拆迁或将基础局部落低，并采取防护措施，避免管道被基础压坏。当管道穿过基础墙，而基础又不允许切断时，必须在基础墙上管道周围，特别是上部留出足够尺寸的空隙（大于房屋预估的沉降量），使建筑物产生沉降后不致引起管道的变形或损坏，如下图所示。

另外，管道应该采取防漏的措施，以免漏水浸湿地基造成不均匀沉降。特别当地基为填土、湿陷性黄土或膨胀土时，尤其应引起重视。

2.1 地基的局部处理

建筑施工技术



2.2 换土法

1.换土法的适用范围

当建筑物的地基土为软弱土、不均匀土、湿陷性土、膨胀土、冻胀土等，不能满足上部结构对地基强度和变形的要求，而软弱土层的厚度又不是很大时，常采用换土法（也称为换土垫层法）处理。即将基础下一定范围内的土层挖去，然后换填密度大、强度高的砂、碎石、灰土、素土，以及粉煤灰、矿渣等性能稳定、无侵蚀性的材料，并分层夯（振、压）实至设计要求的密实度。换土法的处理深度通常控制在3m以内时较为经济合理。

2.2 换土法

换填法适用于处理淤泥、淤泥质土、湿陷性土、膨胀土、冻胀土、素填土、杂填土以及暗沟、暗塘、古井、古墓或拆除旧基础后的坑穴等浅层地基处理。对于承受振动荷载的地基，不应选择换填垫层法进行处理。

根据换填材料的不同，可将换土分为砂石（砂砾、碎卵石）垫层、土垫层（素土、灰土）、粉煤灰垫层、矿渣垫层等，其适用范围见表2-1。

2.2 换土法

换土种类		适 用 范 围
砂石（砂砾、碎卵石） 垫层		适用于一般饱和、非饱和的软弱土和水下黄土地基处理；不宜用于湿陷性黄土地基，也不适宜用于大面积堆载、密集基础和动力基础的软土地基处理；可有条件地用于膨胀土地基；砂垫层不宜用于有地下水且流速快、流量大的地基处理；不宜采用粉细砂作垫层
土垫层	素土垫层	适用于中小型工程及大面积回填、湿陷性黄土地基的处理
	灰土垫层	适用于中小型工程，尤其适用于湿陷性黄土地基的处理，也可用于膨胀土地基处理
粉煤灰垫层		用于厂房、机场、港区陆域和堆场等大、中、小型工程的大面积填筑，粉煤灰垫层在地下水位以下时，其强度降低幅度在30%左右
矿渣垫层		用于中小型建筑工程，尤其适用于地坪、堆场等工程大面积的地基处理和场地平整，铁路、道路地基等；但不得用于受酸性或碱性废水影响的地基处理

2.2 换土法

(1) 施工准备

1) 作业条件

基坑（槽）要事先进行钎探，当垫层底部存在古井、古墓、洞穴、旧基础、暗塘等软硬不均的部位时，应根据建筑对不均匀沉降的要求予以处理，经检验合格并及时办好隐蔽验槽手续后，方可铺填垫层。

基坑（槽）要事先进测量放线，保证基坑（槽）尺寸、位置准确。要制定灰土工程施工工艺，并做好水平标高量度点。基坑开挖时应避免坑底土层受扰动，可保留约200mm厚的土层暂不挖去，待铺填垫层前再挖至设计标高。

铺填换土施工前应注意基坑（槽）排水，不得在浸水条件下施工，当地下水位高于基坑（槽）时，应先行降水至施工面下500mm。

2.2 换土法

2) 材料要求

灰土垫层的灰料宜用新鲜的消石灰，用前充分熟化，不得夹有未熟化的生石灰块，也不得含有过量的水。灰料应过筛，粒径不得大于5mm。

灰土垫层的土料宜优先利用基槽挖出的土，但不得含有有机杂质。应尽可能使用不含松软杂质的粉质黏土，黏粒含量越高其灰土强度也越高。不宜使用块状黏土、砂质粉土、淤泥、耕土、冻土、膨胀土及有机质含量超过5%的土。土料应过筛，粒径不得大于15mm。

2.2 换土法

1) 灰土体积配合比宜按2:8或3:7配置，必须用斗量并拌合均匀后在当日铺填压实。含水量宜控制在最优含水量 $\pm 2\%$ 的范围内，最优含水量可通过击实试验确定，也可按当地经验取用。如水分过多或不足时，应晾干或洒水湿润，一般可按经验在现场直接判断，判断方法为：手握成团，落地开花。

2) 灰土垫层施工应选用平碾、振动碾或羊足碾，也可采用轻型夯实机或压路机等。垫层的施工方法、分层铺填厚度、每层压实遍数等宜按所使用的夯实机具及设计的压实系数通过现场试验确定。当无实测资料时，除接触下卧软土层的垫层底部应根据施工机械设备及下卧层土质条件确定厚度外，一般情况下，垫层的分层铺填厚度可取200~300mm（可参考表2-2）。

2.2 换土法

夯实机具种类	夯具质量 (t)	虚铺厚度 (mm)	备 注
石夯、木夯	0.04~0.08	200~250	人力送夯，落高400~500mm
轻型夯实机械		200~250	蛙式打夯机
压路机	6~10	200~300	双轮

2.2 换土法

3) 换土垫层底面宜设在同一标高上，如深度不同时，基坑底土面应挖成阶梯或斜坡搭接，并按先深后浅的顺序进行垫层施工，搭接处应夯压密实。垫层分段施工时，不得在墙角、柱基及承重窗间墙下接缝。上下两层的接缝距离不得小于500mm，接缝处应夯压密实。

4) 雨期施工应连续进行，并应尽快完成，防止受水浸泡和边坡塌方，通常要求灰土夯压密实后3d内不得受水浸泡。已遭雨淋浸泡灰土要挖去补填夯实或晾干后再夯打密实。

5) 冬期施工不准有冻块，做到随筛、随拌、随打、随盖。对松散土允许洒盐水防冻，已冻灰土要清除重打。气温在 -10°C 以下不宜施工。

2.2 换土法

6) 质量检验

灰土土料、石灰或水泥（当水泥替代灰土中的石灰时）等材料及配合比应符合设计要求，灰土应搅拌均匀。施工过程中应检查分层铺设的厚度、分段施工时上下两层的搭接长度、夯实时加水量、夯压遍数、压实系数。

换土垫层的施工质量检验必须分层进行，应在每层的压实系数（通常可取压实系数为0.95）符合设计要求后铺填上层土。垫层的施工质量检验可采用环刀法、贯入仪、静力触探、轻型动力触探或标准贯入试验检验。并均应通过现场试验以设计压实系数所对应的贯入度为标准检验垫层的施工质量。压实系数也可采用环刀法、灌砂法、灌水法或其他方法检验。

2.2 换土法

当采用环刀法检验垫层的施工质量时，取样点应位于每层厚度的 $\frac{2}{3}$ 深度处。

检验点数量：对大基坑每 $50 \sim 100\text{m}^2$ 不应少于1个点；对基槽每 $10 \sim 20\text{m}$ 不应少于1个点；每个独立柱基不应少于1个点。采用贯入仪或动力触探检验垫层的施工质量时，每分层检验点的间距应小于 4m 。

换土垫层施工完成后，还应对地基强度或承载力进行检验。检验方法和标准按设计要求。检验数量：每单位工程不应少于3点； 1000m^2 以上工程，每 100m^2 至少应有1点； 3000m^2 以上工程，每 300m^2 至少应有1点；每一独立基础下至少应有1点；基槽每 20m 应有1点。

竣工验收采用载荷试验检验垫层承载力时，每个单体工程不宜少于3点，对于大型工程则应按单体工程的数量或工程的面积确定检验点数。

2.2 换土法

(1) 材料要求

砂石换土宜采用级配良好、质地坚硬的石屑、中砂、粗砂、砾砂、圆砾、角砾、卵石、碎石等材料，不含植物残体、垃圾等杂质，且含泥量不应超过5%（若用作排水固结的垫层，其含泥量不应超过3%）。

若用粉细砂或石粉作为换填材料时，不容易压实，而且强度也不高，使用时宜掺入一定量的碎石或卵石，其掺量应符合设计要求。若设计无要求时，通常可掺入不少于总重30%的碎石或卵石，最大粒径不超过50mm或垫层厚度的2/3，并拌合均匀，使其颗粒的不均匀系数 $d_{60}/d_{10} \geq 5$ 。

石屑的性质接近于砂，作换填材料时应控制含泥量及含粉量，才能保证垫层质量。

2.2 换土法

(2) 施工要点

级配砂石原材料应现场取样，进行技术鉴定，符合规范及设计要求。并进行室内击实试验确定最大干密度和最优含水量，然后再根据设计要求的压实系数确定设计要求的干密度，以此作为检验砂石垫层质量控制的技术指标。

无击实试验数据时，砂石垫层的中密状态可作为设计要求的干密度：中砂 1.6t/m^3 ，粗砂 1.7t/m^3 ，碎石或卵石 $2.0 \sim 2.2\text{t/m}^3$ 。砂和砂石垫层采用的施工机具和方法对垫层的施工质量至关重要。下卧层是高灵敏度的软土时，在铺设第一层时要注意不能采用振动能量大的机具扰动下卧层，除此之外，一般情况下砂和砂石垫层首选振动法，因为振动法能更有效地使砂和砂石密实。常用的方法有：振动压实法、夯实法、碾压法、水撼法等。常用的机具：振捣器、振动压实机、平板式振动器、蛙式打夯机、压路机等。

2.2 换土法

砂和砂石垫层的压实效果、分层铺填厚度、最优含水量等应根据施工方法及施工机械现场试验确定。无试验资料时可参考表2-3。分层厚度可用样桩控制。施工时，下层的密实度应经检验合格后，方可进行上层施工。

2.2 换土法

表2-3 砂和砂石垫层每层铺筑厚度及最优含水量

振捣方法	每层铺筑厚度 (m)	施工时最优含水量 (%)	施工说明	备 注
平振法	200~250	15~20	用平板式振捣往复器振捣	
插振法	振捣器插入深度	饱和	①用插入式振捣器； ②插入间距根据机械振幅大小决定； ③不应插入下卧粘性土层； ④插入式振捣器所留的孔洞，应用砂填实。	不宜用于细砂或含泥量较大的砂所铺筑的砂垫层
水撼法	250	饱和	①注水高度应超过每次铺筑面； ②钢叉摇撼捣实，插入点间距为100mm。	湿陷性黄土、膨胀土地区不得使用
夯实法	150~200	8~12	①用木夯或机械夯； ②木夯重400N，落距400~500mm； ③一夯压半夯，全面夯实。	
碾压法	250~350	8~12	60~100kN压路机往复碾压	①适用于大面积砂垫层； ②不宜用于地下水位以下的砂垫层

2.2 换土法

砂和砂石垫层铺筑前，应先验槽，清除浮土，且边坡须稳定，防止塌方。开挖基坑铺设垫层时，必须避免扰动下卧的软弱土层，防止被践踏、浸泡或暴晒过久。在卵石或碎石垫层底部应铺设150~300mm厚的砂层，并用木夯夯实（不得使用振捣器）或铺一层土工织物，以防止下卧的淤泥土层表面的局部破坏。如下卧的软弱土层不厚，在碾压荷载下抛石能挤入该土层底部时，可堆填块石、片石等，将其压入以置换或挤出软土。

砂和砂石垫层应铺设在同一标高上，如深度不同时，应挖成阶梯形或斜坡搭接，并按先深后浅的顺序施工。分段施工时接槎作成斜坡，每层错开0.5~1.0m，并应充分捣实。

振（碾）前应根据干湿程度、气候条件适当洒水，以保持砂石最佳含水量。

2.2 换土法

✱ 碾压遍数由现场试验确定。通常用机夯或平板振捣器时不少于三遍，一夯压半夯全面夯实；用压路机往复碾压不少于四遍，轮迹搭接不小于500mm；边缘和转角处用人工补夯密实。

水撼法施工时，应在基槽两侧设置样桩控制铺砂厚度，每层250mm。铺砂后灌水与砂面齐平，然后用钢叉插入砂中摇撼十几次。如砂已沉实，将钢叉拔出，在相距100mm处重新插入摇撼，直到这一层全部结束，经检验合格后再铺设第二层。

2.3 挤密桩复合地基

土挤密桩和灰土挤密桩复合地基是利用沉管、冲击或爆扩等方法成孔时的侧向挤土作用，使桩间一定范围内的土得以挤密、扰动和重塑，然后将桩孔用素土或灰土分层夯填密实。前者称为土挤密桩，后者称为灰土挤密桩，属于深层挤密加固地基处理的一种方法，是一种人工复合地基。

土挤密桩法和灰土挤密桩法适用于处理地下水位以上的湿陷性黄土、素填土和杂填土等地基，可处理的深度为5~15m（应根据建筑场地的土质情况、工程要求和成孔及夯实设备等综合因素确定）。当以消除地基土的湿陷性为主要目的时，宜选用土挤密桩法；当以提高地基土的承载力为主要目的时，宜选用灰土挤密桩法；当地基土的含水量大于24%、饱和度大于65%时，不宜选用土挤密桩法和灰土挤密桩法。

2.3 挤密桩复合地基

土挤密桩和灰土挤密桩处理地基的面积，一般应大于基础或建筑物底层平面的面积。当采用局部处理时，超出基础底面的宽度：对非自重湿陷性黄土、素填土和杂填土等地基，每边不应小于基底宽度的0.25倍，并不应小于0.5m；对自重湿陷性黄土地基，每边不应小于基底宽度的0.75倍，并不应小于1.0m。当采用整片处理时，超出建筑物外墙基础底面外缘的宽度，每边不宜小于处理土层厚度的1/2，并不应小于2.0m。

桩孔直径宜为300~450mm，并可根据所选用的成孔设备或成孔方法确定。桩孔宜按等边三角形布置，桩孔之间的中心距离可为桩孔直径的2~2.5倍。

2.3 挤密桩复合地基

(1) 施工准备

1) 作业条件

要切实了解建筑场地的工程地质条件和环境情况，需要收集的资料有：建筑场地的岩土工程勘察报告，施工钻探资料，地基土和桩孔填料的击实试验资料；建筑物的平面定位图，基础和桩施工布孔图；建筑场地内外、地面上下有无影响施工的障碍物；主要施工机械及配套设备的技术性能情况和目前的状态；工程的施工技术要求等。避免盲目进场后无法施工或施工难度大。

编制施工技术方案及相应的技术措施；做好场地平整工作；复测基线、水准点和基础轴线，定出控制桩和各基桩的中心点。

2.3 挤密桩复合地基

进行成孔试验（一般不宜少于两组），当普遍出现缩孔、回淤或沉管贯入反常等情况，应及时会同设计单位、建设单位、监理单位解决（提出切实可行的施工技术措施或拟定补救措施，甚至重新考虑地基处理方案）。

2) 材料要求

土料应采用一般黏性土或粉土，使用前要过筛，土粒粒径不得大于15mm，有机质含量不得超过5%，严禁使用耕土、杂填土、淤泥质土等，不得夹有砖块、瓦砾、生活垃圾、杂土、冻土和膨胀土。当含有碎石时，其粒径不得大于50mm。含水量应接近最优含水量，一般可控制在 $\pm 3\%$ 之内。

2.3 挤密桩复合地基

石灰宜用新鲜的消石灰，一般是生石灰消解（闷透）3～4d后过筛的熟石灰粉，其粒径不得大于5mm。石灰储存时间不得超过3个月。石灰质量应符合三级标准，活性氧化物含量越高，灰土的强度越大。

灰土的配合比应符合设计要求（常用体积配合比为2:8或3:7），在接近最优含水量（一般为14%～18%）的情况下拌和而成。在配制灰土过程中，一般需均匀加水浸湿、搅拌均匀、颜色一致，并应随拌随填孔，不得隔日使用。

2.3 挤密桩复合地基

3) 施工要点

土挤密桩和灰土挤密桩的施工工艺包括成孔和孔内回填夯实两部分。常用的成孔方法有锤击沉管成孔、振动沉管成孔、冲击成孔、爆扩成孔及人工挖孔等方法，通常应按设计要求、成孔设备、现场土质和周围环境等因素确定。夯实机械种类较多，按提锤方法有偏心轮夹杆式和卷扬机提升式两种。

成孔和孔内回填夯实应符合下列要求：①成孔和孔内回填夯实的施工顺序，当整片处理时，宜从里（或中间）向外间隔1~2孔进行；对大型工程，可采取分段施工；当局部处理时，宜从外向里间隔1~2孔进行；②向孔内填料前，孔底应夯实，并应抽样检查桩孔的直径、深度和垂直度；

2.3 挤密桩复合地基

③桩孔的垂直度偏差不宜大于1.5%；④桩孔中心点的偏差不宜超过桩距设计值的5%；⑤经检验合格后，按设计要求向孔内分层填入筛好的素土、灰土或其他填料，并应分层夯实至设计标高。

桩顶标高以上应设置300~500mm厚的2:8灰土垫层，其压实系数不应小于0.95。由于在成孔和拔管的过程中，对桩孔上部土层有一定的松动作用，因此在桩顶设计标高以上应预留覆盖层，当沉管（锤击、振动）成孔时，宜为0.5~0.7m；当冲击成孔时，宜为1.2~1.5m。

2.4 其它地基处理方式

1.重锤夯实法

重锤夯实法是利用起重设备将夯锤提升到一定高度，然后自由落锤，利用夯锤自由下落时的冲击能来夯实土层表面，重复夯打使浅层地基土或分层填土夯实，形成一层较为均匀的硬壳层，从而使地基得到加固。

重锤夯实法一般适用于处理地下水位以上稍湿的黏性土、砂土、杂填土和分层填土，以提高其强度，减少其压缩性和不均匀性；也可用于消除湿陷性黄土的表层湿陷性。但当夯击振动对邻近建筑物或设备产生不利影响时，或当地下水位高于有效夯实深度，以及当有效夯实深度内存在软弱土时，不得采用重锤夯实法。

2.4 其它地基处理方式

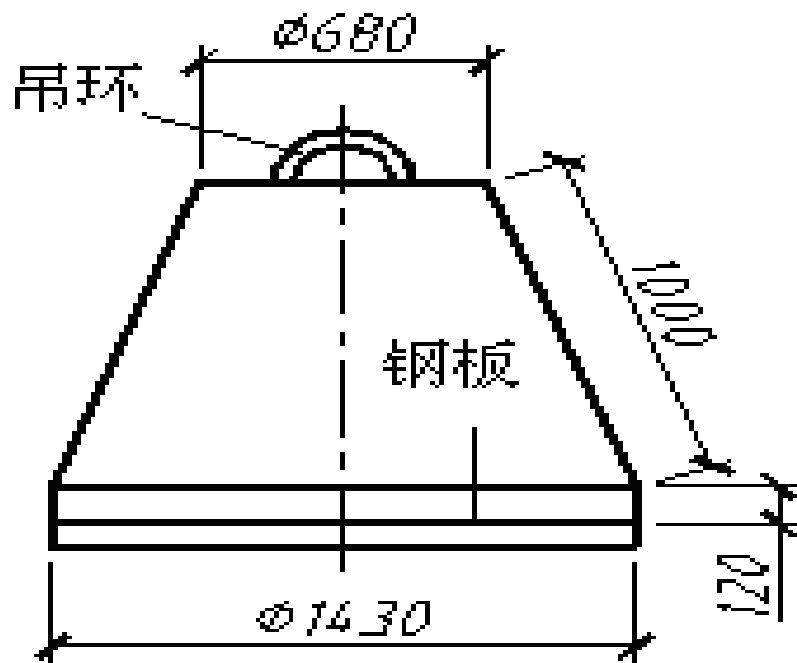
1) 机具设备

起吊设备可采用带有摩擦式卷扬机的履带式起重机、龙门式起重机或悬臂式桅杆起重机等。其起重能力：如直接用钢丝绳悬吊夯锤时，应大于夯锤重量的3倍；如采用自动脱钩时，应大于夯锤重量的1.5倍。落距一般控制在2.5 ~ 4.5m之间。

夯锤的形状宜采用圆台形，如下图所示。可用C20以上的钢筋混凝土制作，其底部可填充废铁并设置钢底板使重心降低。锤重宜为15 ~ 30kN，底面直径宜为1.0 ~ 1.5m，锤底面静压力宜为15 ~ 20kPa。

2.4 其它地基处理方式

建筑施工技术



重锤示意图

2.4 其它地基处理方式

(2) 施工要点

1) 施工前应在现场进行试夯，试夯面积不应小于 $10\text{m} \times 10\text{m}$ ，试夯层数不少于两层，以确定符合设计密实度要求的有关夯击参数，如夯锤重量、锤底直径、落距、每层的虚铺厚度、有效夯击深度、夯击次数、最后下沉量、总下沉量等。最后下沉量是指最后两击的平均下沉量，对黏性土和湿陷性黄土取 $10 \sim 20\text{mm}$ ；对砂土取 $5 \sim 10\text{mm}$ ，以此作为控制停夯的标准。

2) 基坑（槽）的夯击范围应大于基础底面，每边应超出基础边缘 0.5m ，以便于底面边角夯打密实。夯实前基坑（槽）底面应高出设计标高，预留土层的厚度。为试夯时一般为总下沉量加 $50 \sim 100\text{mm}$ 。

3) 夯实时地基土的含水量应控制在最优含水量范围以内。如需洒水，应待水全部渗入土中一昼夜后方可夯击；

2.4 其它地基处理方式

若土的表面含水量过大，可采取铺撒吸水材料（如干土、碎砖、生石灰等）、换土或其他有效措施。

4) 在基坑(槽)的周边应做好排水措施，防止向基坑（槽）内灌水。有地下水时应采取降水措施。

5) 在条形基槽或大面积基坑内夯击时，第一循环应按一夯挨一夯顺序进行，第二循环宜在前一循环的空隙点夯击，如此反复进行，最后两遍应一夯搭接半夯进行；在独立柱基基坑内夯击时，应采取先两边后中间或先外后里的顺序夯击；基坑（槽）底面标高不同时，应按先深后浅的顺序逐层夯击。

6) 应注意基坑（槽）边坡稳定性和夯击对邻近建筑物的影响，必要时应采取有效措施。冬期施工应采取防冻措施。

2.4 其它地基处理方式

(3) 质量检验

重锤夯实后应检查施工记录，除应符合试夯最后下沉量的规定外，还应符合基坑（槽）表面的总下沉量不小于试夯总下沉量的90%。也可在地基上选点夯击，检查最后下沉量，检查点数：独立基础每个不少于1处；基槽每20m不少于1处；整片地基每50m²不少于1处。如质量不合格，应进行补夯，直至合格为止。

2.4 其它地基处理方式

2.强夯法

强夯法是利用起重设备将重锤（一般为8~40t）提升到较大高度（一般为10~40m）后，自由落下，将产生的巨大冲击能量和振动能量作用于地基，从而在一定范围内提高地基的强度，降低压缩性，是改善地基抵抗振动液化的能力、消除湿陷性黄土的湿陷性的一种有效的地基加固方法。

强夯法适用于碎石土、砂土、低饱和度的粉土、黏性土、杂填土、素填土、湿陷性黄土等各类地基的处理。对淤泥和淤泥质土地基，强夯处理效果不佳，应慎重。另外，强夯法施工时振动大、噪声大，对邻近建筑物的安全和居民的正常生活有一定影响，所以在城市市区或居民密集的地段不宜采用。

2.4 其它地基处理方式

(1) 机具设备

强夯施工的机具设备主要有起重设备、夯锤、脱钩装置等。起重设备多采用自行式、全回转履带式起重机，起重能力多为10~40t，由于起重能力较小，一般采用滑轮组和脱钩装置来起落夯锤。近年来普遍采用在起重机臂杆端部设置辅助门架的措施，这样既可以防止落锤时机架倾斜，又能提高起重能力。

夯锤的质量应根据加固土层的厚度、土质条件及落距等因素确定。夯锤的材料可用铸钢（铁）或在钢板壳内填筑混凝土。夯锤形状有圆形（锥底圆柱形、平底圆柱形、球底圆台形等）和方形（平底方形），方锤落地时，

2.4 其它地基处理方式

方位改变与夯坑形状不一致有关，将会影响夯击效果；圆形不易旋转，定位方便，稳定性和重合性较好，应用广泛。锤形选择一般根据夯实要求，如加固深层土体可选用锥底或球底锤；加固浅层或表层土体时，多选用平底锤。锤底面积一般根据锤重、土质和加固深度来确定，锤底静接地压力可取 $25 \sim 40\text{kPa}$ ，对于细颗粒土，锤底静接地压力宜取较小值。夯锤中应设置若干个对称均匀布置的排气孔，避免吸着作用使起锤困难，排气孔直径为 $250 \sim 300\text{mm}$ ，太小易堵孔不起作用。

脱钩装置应具有足够的强度，并且施工方便。目前多采用自动脱钩装置，这样既保证了每次夯击的落距相同，又提高了施工效率，同时施工人员不必进入夯击区操作，保证了人身安全。

2.4 其它地基处理方式

(2) 施工要点

1) 正式施工前应做强夯试验（试夯）。根据勘察资料、建筑场地的复杂程度、建筑规模和建筑类型，在拟建场地选取一个或几个有代表性的区段作为试夯区。试夯结束待孔隙水压力消散后进行测试，对比分析夯前、夯后试验结果，确定强夯施工参数，并以此指导施工。

2) 强夯前应平整场地，标出夯点布置并测量场地高程。当地下水位较高时，宜采取人工降水使地下水位低于坑底面以下2m；或在地表铺一定厚度的砂砾石、碎石、矿渣等粗颗粒垫层，其目的是在地表形成硬层，支承起重设备，确保机械设备通行和施工，同时还可加大地下水和地表面的距离，防止夯击时夯坑积水。

2.4 其它地基处理方式

3) 强夯前应查明场地范围内的地下构筑物和各种地下管线的位置及标高等，并采取必要的措施，避免因强夯施工而造成破坏。当强夯产生的振动对邻近建筑物或设备有影响时，应设置监测点，并应采取挖隔振沟等隔振或防振措施。

4) 强夯施工应按设计和试夯的夯击次数及控制标准进行。落锤应保持平稳，夯位准确，若发现因坑底倾斜而造成夯锤歪斜时，应及时将坑底整平。

5) 每夯击一遍后，用推土机将夯坑填平，并测量场地平均下沉量，停歇规定的间歇时间，待土中超静孔隙水压力消散后，进行下一遍夯击。完成全部夯击遍数后，再用低能量满夯，将场地表层松土夯实，并测量夯实后场地高程。场地平均下沉量必须符合要求。

2.4 其它地基处理方式

6) 强夯施工过程中应有专人负责监测工作，并做好详细现场记录，如夯击次数、每击夯沉量、夯坑深度、开口大小、填料量、地面隆起与下沉、孔隙水压力增长与消散、附近建筑物的变形等，并注意吊车、夯锤附近人员的安全。