

2023 一级造价工程师《建设工程技术与计量（土建）》知识点精讲

【知识点】地基与基础工程施工技术

(一) 基坑验槽

若地基为必须加固处理的天然地基，当基坑（槽）挖至基底设计标高后，**施工**单位必须会同**勘察**、**设计**、**监理**单位和**业主**共同进行验槽，合格后方能进行基础工程施工。

1. 观察验槽

(1) 基坑（槽）开挖后，对新鲜的未扰动的岩土直接观察，并与勘察报告核对，注意坑（槽）内是否有填土、坑穴、古墓、古井等分布，是否有因施工不当而使土质扰动、因排水不及时而使土质软化、因保护不当而使土体冰冻等现象。

(2) 除观察基坑（槽）的**位置**、**断面尺寸**、**标高**和**边坡**等是否符合设计要求外，还应对整个坑（槽）底的**土质**进行全面观察。**【记忆】土坡标段（断）位**

1) 土质和**颜色**是否一样。

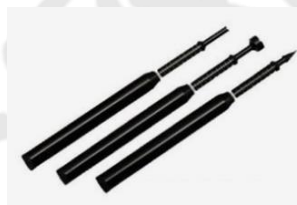
2) 土的**坚硬程度**是否均匀一致，有无局部过软或过硬。

3) 土的**含水量**是否异常，有无过干或过湿。

(3) 对难于鉴别的土质，应采用洛阳铲等手段挖至一定深度仔细鉴别。

(4) 在进行直接观察时，可用**袖珍贯入仪**作为辅助手段。

(5) 观察的重点应以**柱基**、**墙角**、**承重墙下**或**其他受力较大**的部位为主，如有异常部位，应会同**勘察**、**设计**等有关单位进行处理。



2. 轻型动力触探

(1) **采用轻型动力触探进行基坑（槽）检验时，应检查：**

1) 地基持力土层的**强度和均匀性**。

2) 是否有浅部埋藏的**软弱下卧层**。

3) 是否有浅部埋藏直接观察难以发现的**坑穴、古墓、古井**等。

4) 在坑（槽）底行走或夯拍时**有无振颤或空穴声音**等现象。

(2) 当**贯入 30cm 锤击数大于 100 击**或**贯入 15cm 锤击数超过 50 击**，可停止试验。

(3) 检验完毕后，**触探孔要灌砂填实**。

(4) 基坑（槽）底部深处有承压水层，轻型动力触探可能造成冒水涌砂时，不宜进行轻型动力触探；持力层为砾石或卵石时，且厚度符合设计要求时，一般不需进行轻型动力触探。



(二) 地基加固处理

1. 换填地基法**（计量：体积）**

换填地基法是将基础底面以下一定范围内的软弱土层挖去，然后回填强度较高、压缩性较低、并且没有侵蚀性的材料，如**中粗砂、碎石或卵石、灰土、素土、石屑、矿渣**等，再分层夯实后作为地基的持力层。

灰土地基	适用于加固深 <b>1~4m 厚</b> 的软弱土、 <b>湿陷性黄土</b> 、杂填土等，还可用作 <b>结构的辅助防渗层</b> 。
砂和砂石地基	①适于处理 <b>3.0m 以内</b> 的 <b>软弱、透水性强的</b> 黏性土地基，包括淤泥、淤泥质土。 ② <b>不宜</b> 用于加固 <b>湿陷性黄土地基及渗透系数小的黏性土地基</b> 。
粉煤灰地基	可用作各种 <b>软弱土层</b> 换填地基的处理，以及用作 <b>大面积地坪的垫层</b> 等。



【例题·单选】某建筑物设计基础底面以下有 2~3m 厚的湿陷性黄土需采用换填加固，回填材料应优先采用（ ）。【2019】【2015 可用作结构辅助防渗层的地基是（ ）】

- A. 灰土
- B. 粗砂
- C. 砂砾土
- D. 粉煤灰

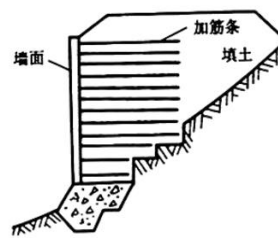
【答案】A

【解析】换填地基法是将基础底面以下一定范围内的软弱土层挖去，然后回填强度较高、压缩性较低、并且没有侵蚀性的材料，如中粗砂、碎石或卵石、灰土、素土、石屑、矿渣等，再分层夯实后作为地基的持力层。换填地基按其回填的材料可分为灰土地基、砂和砂石地基、粉煤灰地基等。灰土地基适用于加固深 1~4m 厚的软弱土、湿陷性黄土、杂填土等，还可用作结构的辅助防渗层。

2. 土工合成材料地基 **(计量：面积)**

(1) 土工织物地基 (又称土工聚合物地基)

(2) 加筋土地基：由**填土**、**带状筋体** (或称拉筋) 以及**直立的墙面板**三部分组成的一个整体的复合结构。



3. 夯实地基法 **(计量：面积)**

<b>重锤 夯实法</b>	①夯锤 <b>2~3t</b> 。 ②适用于 <b>地下水距地面 0.8m 以上</b> 稍湿的 <b>黏土、砂土、湿陷性黄土、杂填土和分层填土</b> ，但在有效夯实深度内存在 <b>软黏土层时不宜采用</b> 。
<b>强夯法</b>	①夯锤 <b>8~30t</b> 。 ②是我国目前 <b>最为常用</b> 和 <b>最经济</b> 的深层地基处理方法之一。 ③适用于加固 <b>碎石土、砂土、低饱和度粉土、黏性土、湿陷性黄土、高填土、杂填土以及“围海造地”地基、工业废渣、垃圾地基</b> 等的处理。也可用于防止粉土及粉砂的液化，消除或降低大孔隙土的湿陷性。对于高饱和度淤泥、软黏土、泥炭、沼泽土，如采取一定技术措施也可采用，还可用于 <b>水下夯实</b> 。 <b>不得用于</b> 不允许对工程周围建筑物和设备有一定 <b>振动影响</b> 的地基加固。 ④强夯处理范围应 <b>大于建筑物基础范围</b> ，每边超出基础外缘的宽度宜为基底下设计处理深度的 <b>1/2~2/3</b> ， <b>并不宜小于 3m</b> 。



【例题·单选】以下土层中不宜采用重锤夯实法夯实地基的是（ ）。【2015】

- A. 砂土
- B. 湿陷性黄土
- C. 杂填土
- D. 软黏土

【答案】D

【解析】重锤夯实法适用于地下水距地面 0.8m 以上稍湿的黏土、砂土、湿陷性黄土、杂填土和分层填土，但在有效夯实深度内存在软黏土层时不宜采用。



【例题·单选】地基处理常采用强夯法，其特点在于（ ）。【2017】

- A. 处理速度快、工期短，适用于城市施工
- B. 不适用于软黏土层处理
- C. 处理范围应小于建筑物基础范围
- D. 采取相应措施还可用于水下夯实

【答案】D

【解析】强夯法适用于加固碎石土、砂土、低饱和度粉土、黏性土、湿陷性黄土、高填土、杂填土以及“围海造地”地基、工业废渣、垃圾地基等的处理；也可用于防止粉土及粉砂的液化，消除或降低大孔隙土的湿陷性；对于高饱和度淤泥、软黏土、泥炭、沼泽土，如采取一定技术措施也可采用，还可用于水下夯实。强夯不得用于不允许对工程周围建筑物和设备有一定振动影响的地基加固，必须时，应采取防振、隔振措施。

【例题·单选】关于地基夯实加固处理成功的经验是（ ）。【2013】

- A. 沙土、杂填土和软黏土层适宜采用重锤夯实
- B. 地下水距地面 0.8m 以上的湿陷性黄土不宜采用重锤夯实
- C. 碎石土、沙土、粉土不宜采用强夯法
- D. 工业废渣、垃圾地基适宜采用强夯法

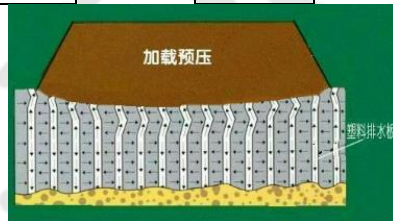
【答案】D

【解析】重锤夯实法适用于地下水距地面 0.8m 以上稍湿的黏土、砂土、湿陷性黄土、杂填土和分层填土，但在有效夯实深度内存在软黏土层时不宜采用。强夯法适用于加固碎石土、砂土、低饱和度粉土、黏性土、湿陷性黄土、高填土、杂填土以及“围海造地”地基、工业废渣、垃圾地基等的处理；也可用于防止粉土及粉砂的液化，消除或降低大孔隙土的湿陷性；对于高饱和度淤泥、软黏土、泥炭、沼泽土，如采取一定技术措施也可采用，还可用于水下夯实。

4. 预压地基 **（计量：面积）**

(1) 又称排水固结法地基，**提前完成土体固结沉降**，逐步增加地基强度的一种软土地基加固方法。

(2) 适用于处理**道路、仓库、罐体、飞机跑道、港口**等各类**大面积淤泥质土、淤泥及冲填土**等**饱和黏性土**地基。**预压荷载**是其中的**关键问题**。



【例题·单选】地基加固处理方法中，排水固结法的关键问题是（ ）。【2022】

- A. 预压荷载
- B. 预压时间
- C. 防震隔震措施
- D. 竖向排水体设置

【答案】A

【解析】预压荷载是其中的关键问题，因为施加预压荷载后才能引起地基土的排水固结。

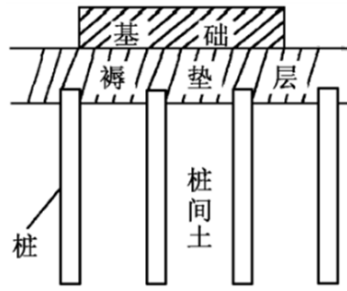
5. 振冲地基 **（不填料：面积，填料：桩长/体积）**

6. 砂桩、碎石桩和水泥粉煤灰碎石桩 **（砂石桩：桩长/体积、CFG：桩长）**

碎石桩和砂桩	碎石桩和砂桩合称为粗颗粒土桩。具有 <b>挤密、置换、排水、垫层和加筋</b> 等加固作用。
水泥粉煤灰碎石桩 (CFG 桩)	承载能力来自桩全长产生的 <b>摩阻力及桩端承载力</b> ，桩越长承载力越高，桩土形成的复合地基承载力提高幅度可达 <b>4倍以上</b> 且 <b>变形量小</b> ，适用于 <b>多层和高层建筑地基</b> 。
褥垫层	①是保证桩和桩间土 <b>共同作用承担荷载</b> ，水泥粉煤灰碎石桩形成复合地基的 <b>重要条件</b> 。 ②材料宜用中砂、粗砂、级配砂石和碎石，最大粒径 <b>不宜大于 30mm</b> 。 <b>不宜采用卵石</b> 。 ③褥垫层的位置位于 CFG 桩和建筑物基础之间， <b>厚度可取 200~300mm</b> 。褥垫层 <b>不仅用于 CFG 桩</b> ，也用于碎石桩、管桩等。







7. 土桩和灰土桩 (计量: 桩长)

	①由桩间挤密土和填夯的桩体组成的人工“复合地基”。 ②适用于处理 <u>地下水位以上</u> ，深度 <u>5~15m</u> 的湿陷性黄土或人工填土地基。 ③ <u>地下水位以下</u> 或 <u>含水量超过25%</u> 的土， <u>不宜采用</u> 。
土桩	①主要适用于 <u>消除湿陷性黄土地基的湿陷性</u> 。 ②土桩挤密地基可视为厚度较大的素土垫层。
灰土桩	①主要适用于 <u>提高人工填土地基的承载力</u> 。 ②由于灰土桩的 <u>变形模量</u> 远大于桩间土的变形模量，因此，只占地基面积约 <u>20%</u> 的灰土桩可以承担总荷载的 <u>1/2</u> 。而占地基总面积80%的桩间土仅承担其余1/2。

【例题·单选】以下土层中可用灰土桩挤密地基施工的是 ( )。【2015】

- A. 地下水位以下，深度在15m以内的湿陷性黄土地基
- B. 地下水位以上，含水量不超过30%的地基土层
- C. 地下水位以下的人工填土地基
- D. 含水量在25%以下的人工填土地基

【答案】D

【解析】土桩和灰土桩挤密地基是由桩间挤密土和填夯的桩体组成的人工“复合地基”。适用于处理地下水位以上，深度5~15m的湿陷性黄土或人工填土地基。土桩主要适用于消除湿陷性黄土地基的湿陷性，灰土桩主要适用于提高人工填土地基的承载力。地下水位以下或含水量超过25%的土，不宜采用。

【例题·多选】关于土桩和灰土桩的说法，正确的有 ( )。【2012】

- A. 土桩和灰土桩挤密地基是由桩间挤密土和填夯的桩体组成
- B. 用于处理地下水位以下，深度5~15m的湿陷性黄土
- C. 土桩主要用于提高人工填土地基的承载力
- D. 灰土桩主要用于消除湿陷性黄土地基的湿陷性
- E. 不宜用于含水量超过25%的人工填土地基

【答案】AE

【解析】土桩和灰土桩挤密地基是由桩间挤密土和填夯的桩体组成的人工“复合地基”。适用于处理地下水位以上，深度5~15m的湿陷性黄土或人工填土地基。土桩主要适用于消除湿陷性黄土地基的湿陷性，灰土桩主要适用于提高人工填土地基的承载力。地下水位以下或含水量超过25%的土，不宜采用。

【例题·单选】在一般灰土桩挤密地基中，灰土桩所占面积小但可以承担总荷载的50%，其主要原因因为 ( )。【2021】

- A. 灰土桩有规律的均匀分布
- B. 桩间土的含水率比灰土桩含水率高
- C. 灰土桩变形模量远大于桩间土变形模量
- D. 灰土桩变形模量远小于桩间土变形模量

【答案】C

【解析】在灰土桩挤密地基中，由于灰土桩的变形模量远大于桩间土的变形模量，因此，只占地基面积约20%的灰土桩可以承担总荷载的1/2。而占地基总面积80%的桩间土仅承担其余1/2。

8. 深层搅拌桩地基 (计量: 桩长)

(1) 深层搅拌法适用于加固各种成因的淤泥质土、黏土和粉质黏土等，用于增加软土地基的承载能力，减少沉降量，提高边坡的稳定性和各种坑槽工程施工时的挡水帷幕。



**【2010 采用深层搅拌法进行地基加固处理，其适用条件为（ ）】**

(2) 用于深层搅拌的施工工艺目前有两种。

- ①旋喷桩:用**水泥浆**和**地基土**搅拌的水泥浆搅拌。
- ②粉喷桩:用**水泥粉或石灰粉**和**地基土**搅拌的粉体喷射搅拌。

(3) 竖向承载搅拌桩施工时，停浆（灰）面应高于桩顶设计标高 **300~500mm**。在开挖基坑时，应将搅拌桩顶端施工质量较差的桩段用人工挖除。

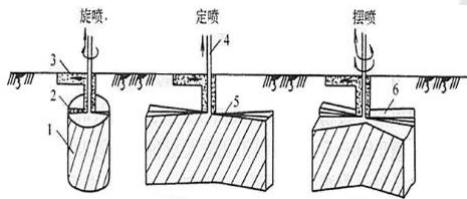
9. 柱锤冲扩桩 **(计量：桩长)**

- (1) 地基处理深度**不宜超过 6m**，复合地基承载力特征值**不宜超过 160kPa**。
- (2) 每个桩孔应夯填至桩顶设计标高以上**至少 0.5m**，其上部桩孔用原槽土夯封。

10. 高压喷射注浆桩 **(计量：桩长)**

高压喷射注浆法分**旋喷**、**定喷**和**摆喷**三种类别。施工时可分别采用单管法、二重管法和多重管法。

单管法	①利用一根单管喷射高压 <b>水泥浆液</b> 作为喷射流。 ②成桩直径较小，一般为 <b>0.3~0.8m</b> 。
二重管法	①喷射高压 <b>水泥浆</b> 和 <b>压缩空气</b> 两种介质，以浆液作为喷射流，在其外围裹着一圈空气流成为复合喷射流。 ②成桩直径为 <b>1.0m 左右</b> 。
三重管法	①使用分别输送 <b>水、气、浆</b> 三种介质的三重注浆管。 ②成桩直径较大，一般有 <b>1.0~2.0m</b> ，但桩身强度低 (0.9~1.2MPa)。
多重管法	在砂性土中最大直径 <b>可达 4m</b> 。
单管法、二重管法、三重管法和多重管法的施工程序 <b>基本一致</b> ，都是先把钻杆插入或打进预定土层中， <b>自下而上</b> 进行喷射作业。	



高压喷射注浆的三种型式

1-桩；2-射流；3-冒浆；4-喷射注浆；5-板；6-墙

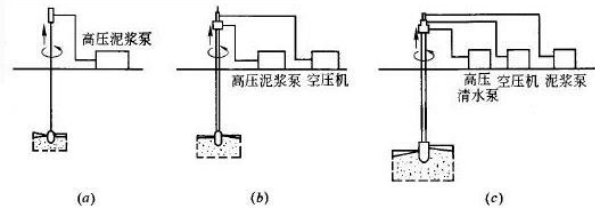


图 高压喷射灌浆法施工方法

(a) 单管法；(b) 二管法；(c) 三管法

**【例题·单选】**在砂性土中施工直径 2.5m 的高压喷射注浆桩，应采用（ ）。【2016】

- A. 单管法
- B. 二重管法
- C. 三重管法
- D. 多重管法

**【答案】**D

**【解析】**多重管法成桩直径在砂性土中最大直径可达 4m，单管法成桩直径较小，一般为 0.3~0.8m，二重管法成桩直径为 1.0m 左右，三重管法成桩直径较大一般有 1.0~2.0m。

