



学习情境一 砖混结构工程施工工艺

砖混结构是由钢筋混凝土楼面板、圈梁、构造柱、砌体结构的墙体承受并传递荷载的结构。其与框架结构、剪力墙结构的最大区别是砖砌体的墙与构造柱共同将楼面荷载传递给基础。

砌体结构是用块体和砂浆砌筑而成的结构,也称为砖石结构。砌体结构与混合结构是密不可分的相关结构类型。广义地讲,混合结构是指不同材料的构件或部件混合组成的结构,通常是指建筑物的墙、柱、基础等竖向承重构件由砌体结构组成,而屋盖、楼盖等水平承重构件是由钢筋混凝土结构、钢结构或木结构等组成的混合结构体系。

目前砖混结构房屋仍然占各种房屋结构的60%左右,可谓“量大面广”。特别是在小城市与农村,砖混结构房屋更加普遍。

学习目标

- 会编制砖混结构房屋施工工艺,并会进行技术交底。
- 能参与砖混结构房屋施工技术管理。
- 学习并创新砖混结构房屋施工技术。



第 1 章 砖混结构地基与基础分部施工工艺

学习目标

- 掌握灰土地基施工工艺的编制方法与技术交底内容。
- 掌握基槽开挖施工工艺的编制方法与技术交底内容。
- 掌握条形基础施工工艺的编制方法与技术交底内容。
- 能完成基槽验收准备。

1.1 二灰土地基施工工艺

当天然地基不能满足上部建筑物结构对地基稳定和变形要求时,必须对地基进行处理,改善地基土的工程性质。地基处理的方法很多,其中二灰土具有一定的强度、水稳性和抗渗性,施工工艺简单,是非常经济实用的地基加固和处理方法。它适用于加固深度 1~4 m 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。

二灰土是石灰、粉煤灰、土 3 种无机物的有机组合,通过专门的设备拌和、摊铺、碾压成型,形成一种路用承重层材料。

二灰土的具体名称视所用土的不同而定:二灰与砂砾称为二灰砂砾土,二灰与碎石称为二灰碎石土,二灰与细粒土称为二灰土,二灰与工业废渣称为二灰渣。

近 20 年来,将石灰、粉煤灰添加在天然细粒土或黏土中用作稳定性材料的做法越来越常见,尤其在道路工程的路基施工中,已成为土质改良的重要方法。这主要是由于路基填料用量大,石灰和粉煤灰的材料来源比较广泛,而且价格低廉,施工简单,力学性能和水稳性好。我国的公路部门在许多公路建设中(特别是高等级公路)都使用二灰土;铁路部门在路基病害的治理中也大量应用改良土,而且在新线的建设中也有应用。

但是由于二灰土强度、密度的影响因素比较多,也比较复杂,若掌握不好,轻则影响质量,重则导致失败。本章就对二灰土的配比优化选择和时间效应问题进行探讨,并为二灰土在黄土地基处理中的应用提供理论依据。

二灰土的施工质量控制是保证工程质量的关键,只有科学组织施工,才能做出高质量的二灰土结构。

1.1.1 二灰土的特性

1. 具有较高强度

二灰土成型后,虽然早期强度偏低,在气温较高的季节,如夏天,7 d(天)无侧限抗压强



度为 0.6~0.8 MPa;在春天和秋天,7 d 无侧限抗压强度为 0.5 MPa 左右;但后期强度高,如在夏季,一个月能达到 1.7~2.0 MPa,两个月能达到 3 MPa,随着时间的增加,强度还会不断增长。

2. 整体性好

二灰土成型后,经过一段时间的养护,其强度逐渐增高,最后形成一个有机整体。二灰土形成整体的原因有两个:一是石灰、粉煤灰含有许多化学活性物,其中氧化钙、二氧化硅物质所形成的离子与黏土颗粒的离子发生化学、物理反应,从而形成大团粒结晶体,具有很高的强度,这是二灰土形成强度、板结的主要原理;二是由于机械的物理力学作用,二灰土摊平后,经过重型压实机具压实,使二灰土形成紧密的结合体。因此,二灰土经过压实后具有良好的整体性。

3. 具有良好的水稳性和抗低温能力

由于二灰土内部会发生物理、化学反应,形成了致密的整体,所以雨水不容易渗透。同时二灰土的化学反应有放热现象,即使在低温季节施工,二灰土的强度仍能不断增高。例如,天津疏港公路在 3 月中旬施工的二灰土,通过现场检测,7 d 强度能达到 0.4 MPa 以上,这充分说明了二灰土的抗低温能力。

4. 施工方便

由于二灰土的物理、化学反应较为缓慢,其强度也是慢慢增强的,所以从拌和到摊铺、碾压成型均有较长的操作时间,便于掌握。这不同于水泥稳定材料,从拌和到碾压成型只能在初凝时间内完成,一般控制在 4~5 h。二灰土从拌和到碾压成型,可以在 1~2 d 内完成,在这期间其强度没有太大的影响。所以,二灰土施工时受雨水、机械设备、人为因素的影响相对要小得多,施工相对容易和方便。

5. 造价相对经济

将达到同样强度指标的二灰土与水泥稳定土造价比较,以 15 cm 厚度为例,二灰土材料的成本较水泥稳定土成本每平方米低 0.4~0.8 元。同时,二灰土有效地利用了工业废料,减少了环境污染,对环保起着帮进作用。

6. 提高了土源利用率

众所周知,对塑性指数小于 12 的土质,仅靠石灰的稳定效果是不理想的,7 d 无侧限抗压强度只有 0.5 MPa 左右,达不到规范要求的 0.7 MPa。而通过石灰、粉煤灰两种材料进行稳定,则其强度明显改观。特别对于低塑和高塑的土质,二灰的加入起到了改善作用。例如,某公司在 1998 年承揽的衡水 106 项目,二灰土 7 d 无侧限强度在 0.6 MPa 以上,30 d 后达到 1.7 MPa(当地的土源塑性指数均在 12 以下)。又如,天津疏港公路在塘沽区段的土质塑性指数均在 23 以上,仅靠石灰稳定很难搅拌成型,总有不少大于 50 mm 的土颗粒存在,因此其拌和不均匀。后来通过二灰土进行稳定,先将粉煤灰与土预拌存放一段时间,再与石灰搅拌在一起,可使较大颗粒的土块易于打开,搅拌也比较均匀,压实后强度也特别高。

由于二灰土具有以上诸多优点,所以在北方具备条件的地方,比较广泛地采用了这种材料作为道路底基层或基层,也收到了良好的经济与社会效益。



1.1.2 材料及主要机具

1. 灰土材料

1) 土

土在二灰土中所占的比例较大,它起到混合料骨架的作用。有关试验资料表明,在二灰土比例相同的情况下,其强度随土质塑性指数的变化而变化。特别是塑性指数为10~20时,其强度变化最明显,塑性指数越高,其强度也越高。但土的塑性指数越高越难以粉碎,不便于施工(特别是塑性指数在20以上),因此选择塑性指数为13~18的土比较理想,既容易满足二灰土的强度要求,又能满足施工的和易性。

选择土时,宜优先选用基槽中挖出的土,但不得含有有机杂物;使用前应先过筛,其粒径应不大于15 mm,含水量应符合规定。

2) 石灰

石灰是二灰土中的主化剂,应满足三级灰以上,充分消解。由于石灰具有较强的化学活性,所以不能长时间存放,长时间存放会导致失效。制作二灰土时,应使用块灰或生石灰粉。使用前应充分熟化过筛,不得含有粒径大于5 mm的生石灰块,也不得含有过多水分。

3) 粉煤灰

粉煤灰材料的差别较大:有的厂家生产的粉煤灰颗粒细,烧失量小;而有的厂家生产的粉煤灰烧失量大,且颗粒粗,品质不稳定。粉煤灰是二灰土的第二固化剂,对其强度有较大影响。试验表明,用细度模量小、烧失量小的粉煤灰配制的二灰土的稳定性明显好于用粉煤灰颗粒粗、烧失量大的粉煤灰配制的二灰土的稳定性。因此在选择时,要挑选颗粒小、烧失量小的粉煤灰。

2. 配比设计

在进行二灰土配比设计时,首先通过试验室试验确定二灰土3种材料各自的比例。试验方法是固定一组材料用量不变,然后调整其余两种材料比例,最后确定3种材料的比例。通过试验得出:石灰用量从8%增加到14%,二灰土的强度不断增加,早期强度尤为明显,但其含量达到14%以后,二灰土的强度增加得并不明显;粉煤灰用量从15%增加到45%,含量增加,二灰土的强度也不断增加,特别是后期(1个月、2个月)的强度比较明显,但其含量达到45%以后,二灰土的强度反而下降,这说明粉煤灰的含量达到45%就是极限了,并且由于粉煤灰是灰质,其用量越大,施工难度也越大。

试验配比应遵循经济合理、早期强度高、便于施工的原则。对于华北地区来说,石灰:粉煤灰:土比较经济又满足设计和规范要求的比例为(8%~12%):(30%~40%):(48%~62%)。在施工时,试配比可以参照上面的比例进行试验和调整,从而确定材料的最佳配比。

3. 主要机具

在进行二灰土施工时,一般应备有木夯、蛙式或柴油打夯机、手推车、筛子(孔径为6~10 mm和16~20 mm两种)、标准斗、靠尺、耙子、平头铁锹、胶皮管、小线和木折尺等。

1.1.3 作业条件

(1)基坑(槽)在铺灰土前必须先行钎探验槽,并按设计和勘探部门的要求处理地基,办



理隐蔽检查手续。

(2)基础外侧打灰土时,必须对基础、地下室墙、地下防水层和保护层进行检查,发现损坏时应及时修补处理,并办理隐蔽检查手续。现浇的混凝土基础墙、地梁等均应达到规定的强度,不得碰坏、损伤混凝土。

(3)当地下水位高于基坑(槽)底时,施工前应采取排水或降低地下水位的措施,使地下水位经常保持在施工面以下 0.5 m 左右,且 3 d 内不得受水浸泡。

(4)施工前应根据工程特点设计压实系数、土料种类、施工条件等,合理确定土料含水量的控制范围、铺灰土的厚度和夯打遍数等参数。重要的灰土填方的参数应通过压实试验来确定。

(5)房心灰土和管沟灰土施工前,应先完成上下水管道的安装或管沟墙间的加固,并将管沟、槽内、地坪上的积水、杂物或垃圾等有机物清除干净。

(6)施工前应做好水平高程的标志。如在基坑(槽)或管沟的边坡上每隔 3 m 钉上灰土上平的木橛,在室内和散水的边墙上弹上水平线或在地坪上钉好标高控制的标准木桩。

1.1.4 施工工艺

1. 工艺流程

检验土料和石灰粉的质量并过筛→灰土拌和→槽底清理→分层铺灰土→夯打密实→找平验收。

2. 操作要点

(1)首先检查土料种类和质量以及石灰材料的质量是否符合标准的要求,然后分别过筛。其中,土料要用 16~20 mm 的筛子过筛;对于石灰材料,如果是由块灰闷制的熟石灰,要用 6~10 mm 的筛子过筛,如果是生石灰粉,可直接使用。土料和石灰材料过筛时,均应确保粒径的要求。

(2)灰土拌和。二灰土的拌制有两种方法:一是路拌,即先在路基上将土方摊开,然后铺粉煤灰、石灰,最后用灰土拌和机将 3 种材料拌和均匀;二是厂拌,即用稳定土拌和机将二灰土集中拌和,然后直接铺在路基上。从造价上讲,路拌略为经济些,但从质量、速度来讲,厂拌要占一定的优势,特别是对于集中取土,其优势更加明显,作者更倾向于采用厂拌的方法。无论是路拌还是厂拌,都要求 3 种材料拌和均匀、颜色一致,

在二灰土的拌和过程中应掌握一定的原则,其中路拌要掌握以下原则。

①应掌握各种材料的虚摊厚度(由试验取样确定)。

②布灰(石灰、粉煤灰)、布土要均匀,厚薄要一致。特别是粉煤灰、石灰,应码成标准断面,形成长条,然后由人工均匀洒开,并由现场技术人员或测量人员随时检测其厚度,发现不均匀的情况应及时处理。

③拌和之前要先洒水,拌和一遍后,抽样检测含水量,如果不够再进行第二次洒水,含水量要比最佳含水量大 2%~3%;然后再拌和 1~2 遍,使之形成较均匀的二灰土。

④拌和时要特别注意是否有夹层。从以往施工情况来看,都不同程度地存在夹层情况。如果夹层处理不好,将带来严重的后果。

在路拌时,如果拌和机性能不好,且遇旧路改建、路基顶凹凸不平的情况时,最容易出现



夹层情况。因此在拌和时必须加强密度检测,发现问题后及时处理。如果遇到大面积夹层(并非是机械操作人员原因造成的),则拌和一遍后,就应将灰土铲成堆,然后再摊开,进行第二次、第三次拌和。如果是厂拌,就不会出现夹层情况,这也是厂拌优于路拌的原因。

厂拌时要掌握以下原则。

(1)土质不能过湿,不能有大团粒,这会影响搅拌。遇到这种情况时,应先将土方塑化处理,即先预加一部分石灰,进行闷灰处理,使之砂化,使颗粒变细。

(2)石灰、粉煤灰拌和之前应预加一部分水,使之不过于干燥,避免拌和时扬尘,污染环境;但加水不能过多,加水过多容易形成团粒,不利于二灰土搅拌均匀。

(3)基坑(槽)底或基土表面应清理干净,特别是槽边掉下的虚土,风吹入的树叶、木屑、纸片、塑料袋等杂物。

(4)分层铺灰土。每层灰土的最大虚铺厚度可根据不同的施工方法按表 1-1 选用。

表 1-1 每层灰土的最大虚铺厚度

项次	夯具的种类	质 量	虚铺厚度/mm	备 注
1	木夯	40~80 kg	200~250	人力打夯,落高 400~500 mm,一夯压半夯
2	轻型夯实工具	120~400 kg	200~250	蛙式或柴油打夯机
3	压路机	机重 6~10 t	200~300	双轮

各层铺摊后均应用木耙找平,与坑(槽)边壁上的木橛或地坪上的标准木桩对应检查。

(5)二灰土的夯打密实或摊铺碾压。

①在对二灰土进行夯打时,夯打(压)的遍数应根据设计要求的干土质量密度或现场试验确定,一般不少于 3 遍。人工打夯应一夯压半夯,夯夯相接,行行相接,纵横交叉。

②摊铺碾压。如果是路拌,二灰土拌和均匀后即可采用平地机进行平整;如果是厂拌,则先用推土机摊开初平,然后再用平地机进行精平。碾压应遵循先稳压后振压再静压的原则,即先用轻型压路机进行碾压,使二灰土稳定;然后用振动压路机碾压 1~2 遍;最后用 18~21 t 三轮压路机碾压 2~3 遍,最终达到压实度标准。

(6)找平与验收。灰土最上一层完成后,应拉线或用靠尺检查标高和平整度,超高处用铁锹铲平,低洼处应及时补打灰土。

3. 施工注意事项

1) 二灰土的分段施工

二灰土分段施工时,不得在墙角、柱基及承重窗间墙下接槎。上下两层灰土的接槎距离不得小于 500 mm,如图 1-1 所示。

2) 施工中的质量控制

(1)二灰土施工时应适当控制含水量。工地现场的检验方法是:用手将灰土紧握成团,松开五指后灰土团不散,平抬手臂,翻掌落地开花为宜。如土料水分过大或不足时,应晾干或洒水润湿。

(2)二灰土回填每层夯(压)实后,应检查压实系数,达到设计要求时,才能进行上一层灰土的铺摊。压实系数为路基经压实后实际达到的干密度与由击实试验得到的试样的最大干密度之比,一般为 0.93~0.95。施工中应根据规范规定进行环刀取样,测出二灰土的质量密



度。二灰土的质量密度标准如表 1-2 所示。

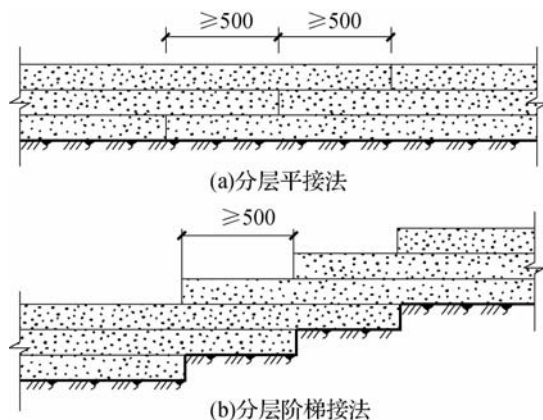


图 1-1 二灰土的分段施工

表 1-2 二灰土的质量密度标准

土料种类	粉砂土	粉土	黏土
二灰土最大干密度/(g/cm ³)	1.55	1.50	1.45

3) 雨期施工

二灰土的施工应连续进行,尽快完成。施工中应有防雨或排水措施。刚夯打完毕或尚未夯实的灰土,如遭雨水浸泡,应将积水及松软灰土除去,并补填新灰土夯实;被浸湿的灰土应在晾干后再夯打密实。

4) 冬期施工

冬期二灰土的施工必须在基层不冻的状态下进行,土壤松散时可洒盐水,气温低于-10℃时,不宜施工。

冬期拌和二灰土的土料不得含有冻土块,并应覆盖保温;熟化的石灰应在次日用完,以充分利用石灰熟化时的热量。要做到随筛、随拌、随打、随盖塑料薄膜和草袋以保温,认真执行留、接槎和分层夯实的规定。

5) 其他要求

(1) 施工时应注意妥善保护定位桩、轴线桩,防止碰撞位移,并应经常复测。

(2) 对基础、基础墙或地下防水层、保护层以及从基础墙伸出的各种管线,均应妥善保护,防止回填灰土时碰撞或损坏。

(3) 夜间施工时,应合理安排施工顺序,要配备有足够的照明设施,防止铺填超厚或配合比错误。

(4) 二灰土地基施工完成后,应及时进行基础的施工和地坪面层的施工,否则应临时遮盖,防止日晒雨淋。

1.1.5 质量要求

(1) 灰土土料、石灰或水泥(当水泥替代灰土中的石灰时)等材料及配比应符合设计要求,灰土应搅拌均匀。



(2)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。

(3)施工结束后,应检验灰土地基的承载力。

(4)灰土地基的质量检验标准应符合表 1-3 的规定。

表 1-3 灰土地基的质量检验标准

项	序	检查项目	允许偏差或允许值		检验方法
			单 位	数 值	
主控项目	1	地基承载力	设计要求		按规定方法
	2	配比	设计要求		按拌和时的体积比
	3	压实系数	设计要求		现场实测
一般项目	1	石灰粒径	mm	≤5	筛分法
	2	土料有机质含量	%	≤5	试验室焙烧法
	3	土颗粒粒径	mm	≤15	筛分法
	4	含水量(与要求的最优含水量比较)	%	±2	烘干法
	5	分层厚度偏差(与设计要求比较)	mm	±50	水准仪

1.1.6 常见的质量问题及防治

在施工过程中,二灰土容易出现以下问题。

1. 表层起皮现象

二灰土表层起皮既影响美观,又影响路面质量,因此应加以控制。通常有两种原因造成二灰土表层起皮:①表层过湿,碾压时二灰土被压路机轮子粘起,而出现麻麻点点,并越积越多;②表层含水量过小,碾压时发生推移而起皮。对于第一种情况,碾压时要掌握好时间,待表层接近最佳含水量时进行碾压。第二种情况则比较麻烦,若整层灰土含水量均小于最佳含水量,则应重新洒水补充水分后再拌和;若是因表面 2~3 cm 二灰土含水量不够,则应先洒水补充水分,待表面二灰土接近最佳含水量不发生粘轮时再进行碾压。

2. 二灰土弹簧现象

二灰土弹簧现象有两种情况:①由于二灰土过干出现干弹簧;②由于二灰土过湿出现湿弹簧。二灰土最佳含水量较大,一般在 19%左右,随着粉煤灰比例的增加,最佳含水量也增大,因此二灰土拌和之后要控制好含水量。

3. 二灰土的裂缝现象

由于土质、配比、含水量、养护不当等原因,二灰土很容易产生裂缝。

(1)土质。土的塑性指数越高,二灰土出现裂缝的概率越大,这是因为塑性指数高的土有较强的伸缩性,遇水发胀,烘干则收缩。因此在选择二灰土的土料时,应选择塑性指数为 10~20 的土。土的塑性指数太低(10 以下)会影响二灰土的强度。

(2)配比。拌制二灰土时,土的比例越大,二灰土出现裂缝的概率越高,因为土对水的敏感程度比石灰、粉煤灰大。但由于土比粉煤灰便宜,有些单位为了降低成本,便增大土的比



例,减少粉煤灰的用量,殊不知这将产生严重的后果。

(3)含水量。施工中二灰土的含水量略比最佳含水量偏大2%~3%时容易成型,且不起皮,但由于含水量增大,成型以后水分的蒸发速度加快,二灰土中的土产生激烈的收缩,从而导致开裂,且含水量越大,裂缝就越宽越深。

(4)养护不及时。成型后的二灰土若得不到及时养护,很容易产生表面开裂。这种开裂如果不与土质互相影响,则开裂程度是轻微的且深度较浅,但如果与上面3种情况叠加在一起,则将产生较深、较宽、面积较大的龟裂。另一方面,初期二灰土中的物理化学反应较快,需吸收水分,同时放热蒸发一部分水分,如果水分得不到及时的补充,则很容易产生收缩裂缝。因此,二灰土成型后的养护十分重要,一般最少7d。如果在上面层不能及时覆盖,且洒水养护困难,间断时间较长,可以采取覆盖土养护的办法,从而保证二灰土水分缓慢蒸发,避免裂缝增多增大。

综上所述,二灰土常见的问题大多与含水量有关,控制好含水量是二灰土养护成功的关键。在春夏交替的季节,由于气温高、水分蒸发快,故含水量应比最佳含水量大2%~3%;如果在雨季或夏秋交替的季节,则施工含水量应控制在最佳含水量。

同时要特别注意含水量的检测方法。用烧失量来检测二灰土的含水量可能会出现较大偏差,因为二灰土的粉煤灰中含有易燃物质煤,在作烧失量时,粉煤灰中这部分物质被烧掉而总质量变轻,如果将这一部分烧失量当成含水量,则会出现含水量偏低的情况。这种情况曾在一些施工单位出现过:明明测出二灰土的含水量略大于或接近最佳含水量,但碾压起来却很难成型,甚至出现严重起皮,从拌和均匀性、碾压机具的配备找原因,就是找不出问题的症结,后偶然发现水车出故障的地方由于流水较多,碾压后非但不起皮,反而发青发亮,这说明还是二灰土的含水量小,继而推断出含水量测定不准,并最终找到了是由于粉煤灰烧失量的原因。采用烧失量测定含水量速度比较快,也可以采用,但使用之前必须通过烘干法与烧失量多做几组对比试验,从而确定同一路段、同一级配粉煤灰的烧失量,即在烧失量的基础上减去确定的粉煤灰烧失量,得出实际含水量,进而指导施工。

值得一提的是,由于平整过程中二灰土表层水分会蒸发损失,因此要求上料时二灰土的高度应略高出1~2cm,由平地机刮送往前推移,随着二灰土多余料的增加,施工人员可以借助装载机运送。这样做可以达到两个目的:①杜绝了薄层贴补;②减慢了二灰土表面的水分蒸发。这道工序十分关键,要求现场施工人员严格掌握,能收到事半功倍的效果。

二灰土施工并没有太大的技术难题,但如果掌握不好,则可能带来上述质量问题,因此应不断地摸索和掌握一定的施工技巧,使之形成一套完整的施工工法,少走弯路,把科学技术变成生产力,更好地为施工人员服务。

4. 未按要求测定干土的质量密度

灰土回填施工时,每层灰土夯实后都应测定干土的质量密度,符合要求后才能铺摊上层灰土,并且应在试验报告中注明土料的种类、配比、试验日期、层数(步数)、结论、试验人员签字等。质量密度未达到设计要求的部位,均应有处理方法和复验结果。

5. 留接槎不符合规定

灰土施工时应严格执行留接槎的规定。当灰土基础标高不同时,应做成阶梯形,上下层的灰土接槎距离不得小于500mm。接槎的槎子应垂直切齐。



6. 生石灰块熟化不良

生石灰没有认真过筛,颗粒过大,导致颗粒遇水熟化,体积膨胀,将上层垫层、基础拱裂。应认真对待熟石灰的过筛要求。

7. 灰土配比不准确

土料和熟石灰配比不准确,将石灰粉花撒在土的表面,或拌和不均匀,均会造成灰土地基软硬不一致,干土质量密度相差过大。应认真做好计量工作。

8. 房心灰土表面平整偏差过大

房心灰土表面平整偏差过大,致使地面混凝土垫层过厚或过薄,进而会造成地面开裂、空鼓。应认真检查灰土表面的标高及平整度。

1.1.7 质量记录

- (1)施工区域内建筑场地的工程地质勘察报告。
- (2)地基钎探记录。
- (3)地基隐蔽验收记录。
- (4)灰土的试验报告。

1.2 土方开挖施工工艺

砖混结构大多为条形基础,土方开挖时大多是基槽开挖。所谓基槽,是指被开挖面的长度是宽度的3倍或更多。基槽开挖有人工开挖和机械开挖两种方法。

1.2.1 人工挖土施工工艺

用人力对基槽进行挖土的方法称人工挖土。目前,土方开挖基本使用机械开挖,但是局部条件下还有采用人工挖土的做法,故在此列为学习内容。

1. 主要机具

尖锹、平头铁锹、手锤、手推车、梯子、铁镐、撬棍、钢尺、坡度尺、小线或20号铅丝等。

2. 作业条件

(1)土方开挖前应摸清地下管线等障碍物,并应根据施工方案的要求,将施工区域内的地上、地下障碍物清除和处理完毕。

(2)建筑物或构筑物的位置或场地的定位控制线(桩)、标准水平桩及基槽的灰线尺寸必须检验合格,并办完预检手续。

(3)场地表面要清理平整,做好排水坡度,在施工区域内要挖临时性排水沟。

(4)夜间施工时应合理安排工序,防止错挖或超挖。施工场地应根据需要安装照明设施,在危险地段应设置明显标志。

(5)开挖低于地下水位的基坑(槽)、管沟时,应根据当地工程地质资料,采取措施降低地下水位,一般要降至低于开挖底面50cm,然后再开挖。

(6)熟悉图纸,做好技术交底。



3. 施工工艺

1) 工艺流程

确定开挖的顺序和坡度→沿灰线切出槽边轮廓线→分层开挖→修整槽边→清底。

2) 坡度的确定

(1)在天然湿度的土中开挖基坑(槽)和管沟时,当挖土深度不超过表 1-4 的规定时,可不放坡,不加支撑。

表 1-4 基坑(槽)和管沟不加支撑时的允许直立开挖深度

土的种类	允许深度/m
密实、中密的砂土和碎石类土(充填物为砂土)	1.00
硬塑、可塑的黏质粉土及粉质黏土	1.25
硬塑、可塑的黏土和碎石类土(充填物为黏性土)	1.50
坚硬的黏土	2.00

注:当有成熟经验时,可不受本表限制。

(2)当开挖深度超过上述规定深度,且在 5 m 以内时,必须放坡。边坡最陡坡度应符合表 1-5 的规定。

表 1-5 各类土的边坡坡度(高:宽)

序号	土的类别	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
1	中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
2	中密的碎石类土(充填物为砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25
3	硬塑的轻亚黏土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
4	中密的碎石类土(充填物为黏性土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75
5	硬塑的亚黏土、黏土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
6	老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
7	软土(经井点降水后)	1:1.00	—	—

3) 人工挖方施工要点

(1)开挖各种浅基槽,如不放坡,应先沿灰线直边切出槽边的轮廓线。

(2)条形浅基槽开挖顺序为:对一般黏性土可自上而下分层开挖,每层深度以 60 cm 为宜,从开挖端头逆向倒退按踏步型挖掘;对碎石类土,应先用镐翻松,正向挖掘,每层深度视翻土厚度而定。每层应清底和出土,然后再挖掘下一层。

(3)浅管沟开挖顺序与条形浅基槽开挖基本相同,仅沟壁不切直修平。标高按龙门板上平往下返出沟底尺寸,当挖土接近设计标高时,再从两端龙门板下面的沟底标高上返 50 cm 为基准点,拉小线用尺检查沟底标高,最后修整沟底。

(4)开挖放坡的槽(坑)和管沟时,应先按施工方案规定的坡度粗略开挖,再分层按坡度要求每隔 3 m 左右做出一条坡度线,以此线为准进行铲坡。深管沟挖土时,应在沟壁中间留出宽度 80 cm 左右的倒土台。



(5)开挖大面积基坑时,应沿坑的三面同时开挖。挖出的土方装入手推车或翻斗车,由未开挖的一面运至弃土地点。

(6)开挖基坑(槽)或管沟过程中,当接近地下水位时,应先完成标高最低处的挖方,以便在该处集中排水。当挖至距槽底不足 50 cm 时,测量、放线人员应配合抄出距槽底 50 cm 平线;自每条槽端部 20 cm 处每隔 2~3 m 在槽壁上钉水平标高小木橛。在挖至接近槽底标高时,用尺或事先量好的 50 cm 标准尺杆随时以小木橛上平校核槽底标高。最后由两端轴线(中心线)引桩拉通线,检查距槽边尺寸,确定槽宽标准,据此修整槽壁,最后清除槽底土方,修底铲平。

4)人工挖方施工注意事项

(1)对于基坑(槽)管沟的直立壁和坡度,在开挖过程和敞露期间应防止塌方,必要时应加以保护。

在开挖槽边弃土时,应保证边坡和直立壁的稳定。当土质良好时,抛于槽边的土方(或材料)应距槽(沟)边缘 0.8 m 以上,高度不宜超过 1.5 m。在柱基周围、墙基或围墙一侧,不得堆土过高。

(2)对于开挖基坑(槽)挖出的土方,在场地有条件堆放时,一定要留足回填需用的好土,多余的土方应一次运至弃土处,避免二次搬运。

(3)雨季开挖基坑(槽)或管沟时,应注意边坡稳定。必要时可适当放缓边坡或设置支撑,同时应在坑(槽)外侧围以土堤或开挖水沟,防止地面水流入。施工时,应加强对边坡、支撑、土堤等的检查。

土方开挖一般不宜在雨季进行。

(4)采用防止冻结法开挖土方时,可在冻结前用保温材料覆盖或将表层土翻耕耙松,其翻耕深度应根据当地气候条件确定,一般不小于 0.3 m。

开挖基坑(槽)或管沟时,必须防止基础下的基土遭受冻结。如基坑(槽)开挖完毕后,有较长的停歇时间,应在基底标高以上预留适当厚度的松土,或用其他保温材料覆盖,地基不得受冻。如遇开挖土方引起邻近建筑物(构筑物)的地基和基础暴露时,应采用防冻措施,以防产生冻结破坏。

土方开挖不宜在冬期施工。如必须在冬期施工时,其施工方法应按冬施方案进行。

4. 常见质量问题及防治

(1)基底超挖。开挖基坑(槽)或管沟均不得超过基底标高。如个别地方超挖时,其处理方法应取得设计单位的同意,不得私自处理。

(2)软土地区桩基础挖土应防止桩基础位移。在密集群桩上开挖基坑时,应在打桩完成后,间隔一段时间再对称挖土。在密集桩附近开挖基坑(槽)时,应事先确定防桩基础位移的措施。

(3)基底未保护。基坑(槽)开挖后应尽量减少对基土的扰动。如基础不能及时施工时,可在基底标高以上留出 0.3 m 厚的土层,待做基础时再挖掉。

(4)施工顺序不合理。土方开挖宜先从低处进行,分层分段依次开挖,形成一定坡度,以利于排水。

(5)开挖尺寸不足。基坑(槽)或管沟底部的开挖宽度,除结构宽度外,应根据施工需要增加工作面宽度。如排水设施、支撑结构所需的宽度,在开挖前均应考虑。



(6) 基坑(槽)或管沟边坡不直不平,基底不平。应加强检查,随挖随修,并要认真验收。

5. 质量要求

(1) 柱基、基坑、基槽和管沟基底的土质必须符合设计要求,并严禁扰动。

(2) 土方开挖工程的质量检验标准如表 1-6 所示。

表 1-6 土方开挖工程的质量检验标准

单位:mm

项	序	检查项目	允许偏差或允许值				检验方法	
			柱基、基 坑、基槽	挖方场地平整		管沟		地(路) 面基层
				人	工			
主控 项目	1	标高	-50	±30	±50	-50	-50	水准仪
	2	长度、宽度 (由设计中心线 向两边量)	+200, -50	+300, -100	+500, -150	+100	—	经纬仪, 用钢尺量
	3	边坡	设计要求				观察或用 坡度尺检查	
一般 项目	1	表面平整度	20	20	50	20	20	用 2 m 靠尺和 楔形塞尺检查
	2	基底土性	设计要求				观察或土样分析	

1.2.2 机械挖土施工工艺

1. 主要机具

(1) 挖土机械包括挖土机、推土机、铲运机、自卸汽车等。

(2) 一般机具包括铁锹(尖、平头两种)、手推车、小白线或 20 号铅丝、钢卷尺、坡度尺等。

2. 作业条件

机械挖土时除应具备人工挖土的作业条件外,还应具备以下条件。

(1) 选择施工机械时,应根据施工区域的地形与作业条件、土的种类与厚度、总工程量和工期综合考虑,尽可能使施工机械的效率最大化。

(2) 施工机械进入现场所经过的道路、桥梁和卸车设施等应事先经过检查,必要时应进行加固或加宽等准备工作。

(3) 施工区域运行路线的布置应根据作业区域工程的大小、机械性能、运距和地形起伏等情况确定。

(4) 在机械施工无法作业的部位进行修整边坡坡度、清理槽底等工作时,应配备人工操作。

3. 施工工艺

1) 工艺流程

确定开挖的顺序和坡度→分段分层平均下挖→修边和清底。



2) 坡度的确定

(1) 在天然湿度的土中开挖基坑(槽)和管沟时,当挖土深度不超过表 1-4 的规定时,可不放坡,不加支撑。

(2) 当开挖深度超过上述规定深度,且在 5 m 以内时,必须放坡。边坡最陡坡度应符合表 1-5 的规定。

(3) 使用时间较长的临时性挖方边坡坡度应根据工程地质和边坡高度,结合当地同类土体的稳定坡度值确定。如地质条件好,土(岩)质较均匀,高度在 10 m 以内的临时性挖方边坡坡度应按表 1-7 确定。

表 1-7 临时性挖方的边坡值

土的种类		边坡值(高:宽)
砂土(不包括细砂、粉砂)		1:1.25~1:1.50
一般性黏土	硬	1:0.75~1:1.00
	硬、塑	1:1.00~1:1.25
	软	1:1.50 或更缓
碎石类土	充填坚硬、硬塑黏性土	1:0.50~1:1.00
	充填砂土	1:1.00~1:1.50

注:当有成熟经验时,可不受本表限制。

(4) 挖方经过不同类别土(岩)层或深度超过 10 m 时,其边坡可做成折线形或台阶形。

(5) 城市挖方因邻近建筑物限制而采用护坡桩时,可以不放坡,但要有护坡桩的施工方

3) 机械挖方的施工要点

(1) 采用推土机开挖大型基坑(槽)时,一般应从两端或顶端开始(纵向)推土,把土推向中部或顶端暂时堆积,然后再横向将土推离基坑(槽)的两侧。

(2) 采用铲运机开挖大型基坑(槽)时,应纵向分行分层按照坡度线向下铲挖,但每层的中心线地段应比两边稍高一些,以防积水。

(3) 采用反铲、拉铲挖土机开挖基坑(槽)或管沟时,有以下两种施工方法。

① 端头挖土法。挖土机从基坑(槽)或管沟的端头以倒退行驶的方法进行开挖。自卸汽车配置在挖土机的两侧,负责装运土。

② 侧向挖土法。挖土机沿着基坑(槽)或管沟的一侧移动,自卸汽车在另一侧装运土。

(4) 挖土机沿挖方边缘移动时,机械离边坡上缘的宽度不得小于基坑(槽)或管沟深度的 1/2。如挖土深度超过 5 m,应按专业性施工方案确定。

(5) 土方开挖宜从上到下分层分段依次进行,随时做成一定坡势,以利于排水。

(6) 在开挖过程中,应随时检查槽壁和边坡的状态。深度大于 1.5 m 时,根据土质变化情况,应做好基坑(槽)或管沟的支撑准备,以防坍塌。

(7) 开挖基坑(槽)和管沟时,不得挖至设计标高以下。如不能准确挖至设计基底标高时,可在设计标高以上暂留一层土不挖,以便在抄平后由人工挖出。

暂留土层的厚度标准为:用铲运机、推土机挖土时,一般为 20 cm 左右;挖土机用反铲、正铲和拉铲挖土时,以 30 cm 左右为宜。