

土石方工程施工技术要点

袁 东

河南省水利第二工程局集团有限公司 河南 郑州 450000

摘 要：结合现场施工规范，把土石方工程前期勘察筹备、土方开挖、回填压实、石方爆破填筑这些全流程的技术要点捋了一遍，明确了地质勘测、方案设计、机械选型、边坡防护、分层施工的核心参数。同时把质量验收、基坑安全防控、通病治理以及绿色扬尘管控体系也完善了，针对坍塌、回填沉降、压实度不够等问题给出了整改方案，让现场作业流程更规范。能为各类基建土石方施工提供实操依据，保障地基施工的稳定性和综合效益。

关键词：土石方；工程施工；技术要点

引言：土石方工程是建筑和市政项目的基础分项，受地质水文、天气、场地条件影响大，施工管控难度不低。目前现场经常出现超挖、边坡滑移、回填压实不达标、扬尘超标这些问题，很容易留下结构安全隐患。为了把工序规范好、严控质量安全风险、满足绿色施工要求，从现场实操经验和行业标准出发，把前期准备、主体施工、闭环管控的全流程要点整合了一下，优化施工工艺，帮项目实现标准化、高效化施工。

1 土石方工程施工前期准备与勘察设计要点

1.1 施工现场地质与水文勘察工作

(1) 通过钻探、静力触探和取样试验，摸清场地各土层的分布、厚度和变化；确定土壤类别（填土、黏性土、砂土等）及物理力学指标；用原位测试或击实试验得出压实系数，为填筑工艺提供依据。(2) 布设水文观测孔，实测丰、枯水期地下水位埋深及动态；查明地下水类型（上层滞水、潜水、承压水）及径流方向、流速。结合基坑深度评估涌水、流砂、管涌等风险，提出降水或截渗建议。(3) 用钻探加物探排查并圈出软弱土层（淤泥、软黏土等）、人工填土、可液化土层及溶洞、土洞等不良地质体的分布范围；在平面图上标注其位置、深度和规模，提出换填、加固或跨越处理建议。

1.2 施工方案规划与参数设计

(1) 土方工程量核算：根据地形测量与设计标高，用断面法或方格网法分区计算挖、填、外运或借方量，考虑松散系数与沉降修正，确保土方平衡调配经济合理。(2) 开挖及填筑参数设计：根据地层岩性、开挖深度及周边环境确定临时与永久坡率；明确每层开挖与回填厚度；结合压实机械和土质，设计基底压实度、弯沉值及承载力标准。(3) 机械选型与区段划分：依据土方量、运距和工期，匹配挖掘机、自卸车、推土机、平地机、压路机的型号与数量；将场地划分为若干施工区

段，确定各段作业顺序、流水节拍及运输路线^[1]。

1.3 现场前期筹备与技术交底工作

(1) 场地清表、障碍物拆除与场地平整预处理。先把地表植被、腐殖土和建筑垃圾清掉；拆掉既有构筑物、管线等障碍物，该处理的处理好；对坑塘、沟渠排水清淤后分层回填压实，把场地粗略平整好。(2) 排水系统与临时支护：沿场地周边挖截水沟、排水沟，设集水井并配应急排水泵。深基坑或不稳定边坡提前打土钉、安装锚杆或架设临时挡板支撑。(3) 技术交底与质量宣贯：组织全体作业人员进行图纸、方案及安全技术交底，明确开挖顺序、坡度控制、分层压实参数及检测频次；下发质量管控卡片，落实“三检制”和工序验收标准。

2 土石方工程施工技术控制要点

2.1 土方开挖施工技术要点

(1) 分层分段开挖，盯紧流程。严格按“分层开挖、先撑后挖、严禁超挖”来干。按设计厚度2到3米，从上往下分好开挖层，每层里面分段跳着挖，分段长度15到20米。上层土挖完、支护验收合格了才能进下一层，开挖面暴露时间别超过48小时，防止卸荷太快导致边坡失稳。(2) 优化基坑边坡坡度，防坍塌。根据地层类别、开挖深度和周边荷载，用极限平衡法把最优坡率定下来（黏性土1:0.5~1:0.75，砂土1:1~1:1.5）。坡顶挖好截水沟，严禁堆东西，坡面上喷浆或挂网护面。下雨天盖上塑料布，发现裂缝或渗水马上处理。(3) 机械挖加人工修坡，配合着来。机械挖到离基底或设计坡面还差20到30厘米时停下，改由人工用风镐、铲锹精确修坡找平。机械行进路线要绕开原状土，别扰动。人工修完后坡面平整、没有虚土，局部凹凸不超过±5厘米，修完及时做垫层或支护封住^[2]。(4) 深基坑开挖，盯好位移和沉降。沿着基坑周边布好水平位移和竖向沉降监测

点,间距15到25米,阳角和挨着建筑的地方加密布测斜管。开挖期间每天至少测2次,要是遇到暴雨或者变形速率连续三天超过3毫米/天,马上停工,采取坡顶卸荷、坡脚反压或者加锚杆加固。

2.2 土方回填与压实施工技术要点

(1) 回填土料筛选,含水率要调到最优。优先用级配好的黏性土、粉质黏土或砂砾石,不能混进有机质、冻土、垃圾以及粒径超过15厘米的硬块。先做室内击实试验,把最优含水率定下来(一般是塑限含水率 $\pm 2\%$)。现场通过翻晒或洒水来调,简单判断方法就是“手捏能成团,落地能散开”;太干的洒水后要闷料12到24小时,太湿的就翻晒晾干。(2) 分层回填的摊铺厚度和碾压遍数要控好。每层铺多厚,看用什么压实机械——振动压路机的话25到30厘米,小型蛙式夯的话15到20厘米。摊铺完挂线找平,让层面保持水平。碾压按“先静后振、先慢后快”的顺序来,静压1遍,振动碾压3到5遍。每层压完后用环刀法或灌砂法检测压实度,合格了才能铺上一层^[3]。(3) 压路机碾压的工艺和边角区域的补压方法。碾压方向沿着填筑轴线从低往高纵向走,相邻轮迹的搭接宽度不能小于轮宽的三分之一,外侧轮子离坡边要留30到50厘米的安全距离。墙根、基坑侧壁、管线周围这些压路机进不去的地方,换用手扶式振动夯或蛙式夯分层夯实,虚铺厚度不超过15厘米,夯击至少4遍,每遍夯迹搭接三分之一。(4) 基底和基坑侧壁的回填要区别对待。基底回填前,先把浮土、积水、杂物清理干净,再碾压密实,达到设计承载力。基坑侧壁回填要等结构墙体强度达到设计值的75%以后,两边同步对称地进行,两侧填土高差不要超过50厘米,不能单侧回填把墙体挤偏。管道下面要人工分层夯实,管道两侧同时填,压实度不低于95%,管顶以上50厘米内不能用重型机械碾压。

2.3 石方爆破与填筑施工技术要点

(1) 石方爆破选静态爆破还是浅孔爆破,看场地情况。要是靠近居民区、既有建筑、交通干线或者文物保护单位,优先用静态爆破——先在钻孔里灌静力破碎剂,靠膨胀压力把岩石胀裂,没有飞石和振动。要是在空旷地带、石方量大而且周边安全条件允许,就用浅孔松动爆破,孔径40到50毫米,孔深2到4米,用毫秒延期雷管分段起爆,严格控制每一段的装药量。(2) 爆破参数和周边防护要设计好。根据岩石坚固系数($f=4\sim 10$)来定单位耗药量,大概0.3到0.5公斤每立方米,孔间距1.0到1.5米,排距0.8到1.2米,最小抵抗线1.0到1.2米。炮孔上盖炮被、沙袋或者废旧轮胎做多层防护;爆破边界

立钢制或竹排防护排架,高度不低于2米。爆破前发预警信号,同时监测爆破振动速度(一般控制在每秒2.0厘米以内),必要的时候挖减振沟^[4]。(3) 碎石填料的筛分和分层填筑压实。爆破出来的石料要先筛分,超粒径的(大于填筑层厚度的三分之二或者超过30厘米)得二次破碎或者挑出来扔掉,保证填料级配是连续的。石方填筑用渐进式摊铺法,大块碎石铺在底层,细料嵌缝找平。每层虚铺厚度40到50厘米,用重型振动压路机碾压6到8遍,控制标准是表面平整、看不到明显轮迹,孔隙率不超过22%。边坡那一侧要加宽30到50厘米来填,等压实完了再削坡整型。

3 土石方工程施工质量、安全管控及通病防治措施

3.1 工程施工质量验收管控要点

(1) 开挖标高、平面尺寸偏差的检测标准。基底标高允许偏差为 $+0.5\text{cm}$ 到 -5cm (人工清理以后),长度和宽度从中心线往两边量,允许偏差 $\pm 10\text{cm}$;表面平整度用2米靠尺检查,允许偏差 $\pm 2\text{cm}$ 。每开挖段至少测10个断面,用水准仪、全站仪复核,超出偏差范围的得修整或返工。(2) 回填土压实度、承载力的现场检测方法。压实度检测用环刀法(黏性土)或灌砂法(砂石土),每层回填每100到200平方米取1组样,重要部位加密到每50平方米1组,压实度不能低于设计值(一般路基 $\geq 93\%$,基底 $\geq 95\%$)。承载力用轻型动力触探或平板载荷试验,检测频率每300平方米不少于1个点。(3) 隐蔽土石方工序的验收流程与管控要求。基底开挖完、回填每层压实后、边坡支护前,都得组织隐蔽验收。施工单位自检合格后填好隐蔽工程报验单,监理工程师到现场核查,留下影像资料和测量记录。隐蔽验收没通过的,不能进下一道工序。

3.2 施工现场安全施工防控要点

(1) 边坡滑坡、基坑坍塌的安全预警和防控。施工前就建好“巡查+监测”双控体系,布好位移、沉降监测点,设好预警阈值(水平位移超过 $0.3\%H$ 或者日变量超过5毫米就预警)。坡顶2米内不准堆东西,坡脚挖好排水沟。发现裂缝或者掉土了马上停工,采取坡面卸荷、坡脚反压或者加土钉、锚杆加固。(2) 机械作业和临时用电的安全管理。机械作业划好警戒区,回转半径里不准站人,挖掘机、自卸车倒车的时候要有专职指挥员。临时用电得按“三级配电、两级保护”来,电缆沿周边埋设或者架空,不能拖在地上被压。开关箱要一机一闸一漏,漏电动作电流不超过30毫安,每周检查一次。(3) 雨季施工的防汛、排水安全应急方案。雨季之前把场地周边的截水沟、排水渠都疏通好,基坑里设集水坑,配

上大功率水泵（再备一台）。中雨及以上天气就暂停土方作业，把坡面和堆土区盖好。编好应急预案，备上沙袋、防水布、应急照明这些东西，建立24小时值班联系机制^[5]。

3.3 常见施工质量通病及防治对策

（1）回填土沉降、起砂问题的成因与防治。沉降主要是因为分层太厚、压实不到位或者土料含水率没控制好，防治上要严格控制每层虚铺厚度不超过30厘米，逐层检测压实度；起砂多半是细粒土含量太高或者碾压遍数不够，可以掺点粗砂或碎石改善级配，最后一遍用静压收面。（2）边坡开裂、土体滑移的治理措施。轻微开裂就用水泥砂浆或黏土把裂缝堵上，坡顶挖好截水沟减少渗水。明显滑移的话，得先把滑体的土方卸掉，坡脚设抗滑桩或重力式挡墙，坡面上布设排水孔减压。滑移范围大的，要重新核算边坡稳定性，调整坡率。（3）压实度不达标、土层夹层的整改方案。压实度不够时，要是含水率太高就翻晒或掺石灰；太低了就洒水后重新碾压，多压2到3遍。有土层夹层（比如硬块、杂物）的，得彻底挖掉，换填合格的土料，再分层补压到达标。整改完重新检测，还不合格就扩大返工范围。

3.4 绿色施工与扬尘环保管控要点

（1）土方裸露要盖好，施工洒水降尘。场地里不作业的裸露土方，用密目防尘网（不低于2000目）全盖住，作业区边挖边盖。主要施工道路要硬化，配洒水车，每天至少洒4次水；土方装卸、破碎的时候用雾炮或喷淋来抑尘，保证目测扬尘高度低于1.5米。（2）弃土要合理转运，石方废料尽量回收利用。弃土优先拿来填场地里的低洼处或者造坡，多余的运到合法消纳场，随运

随压。石方废料经过破碎筛分后，可以当碎石填料或级配碎石基层来用，利用率不低于50%。工程渣土要分类堆放，不能混进生活垃圾。（3）施工期间做好水土保持和场地生态修复。沿场地红线设临时沉砂池和拦土坝，施工废水沉淀后再排进市政管网。土方作业避开雨季，完工后及时恢复植被，坡面上喷播草籽或者铺生态护坡。表层耕植土集中堆存并盖好，留着以后绿化复垦用。

结束语

土石方工程施工，得把全过程精细化管控落到实处，前期地质勘察、过程参数把控、动态监测、工序验收这些要求一个都不能少，开挖、回填、石方爆破的核心标准也要守好。同时抓好安全生产、病害整改和生态环保，技术交底和班组管控也得跟上。只有结合场地地质条件把施工方案优化好，各项工艺指标严控到位，才能消除施工隐患，提高基底施工质量，夯实整体工程的基础，延长建筑工程的使用年限。

参考文献

- [1]王健.市政道路土石方工程边坡防护与雨季施工技术要点[J].市政技术,2024,42(5):89-92.
- [2]牟君之.大型土石方工程爆破施工工艺及安全技术要点探析[J].科技风,2024,6(13):79-81.
- [3]张博文.软质岩土区域土石方分层开挖施工关键技术研究[J].施工技术,2023,52(8):102-105.
- [4]李鑫.土石方填筑压实参数控制及标准化施工技术要点[J].路基工程,2023,23(4):145-148.
- [5]赵伟.基坑土石方开挖变形监测与精细化施工技术优化[J].岩土工程技术,2022,36(6):492-495.