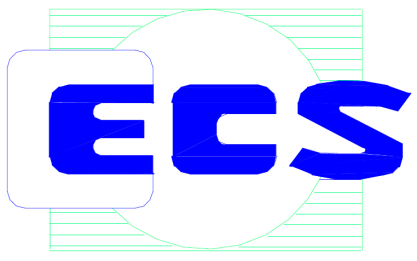
中国工程建设协会标准



T/CECS xxx-2020

《弃土场工程技术规程》

Technical specification for spoil ground engineering

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

《弃土场工程技术规程》

Technical specification for spoil ground engineering

T/CECS xxx-2020

主编单位：中国建筑西南勘察设技研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

执行日期：2020年xx月xx日

中国计划出版社

2020 北京

中国工程建设标准化协会公告

第xxx号

根据中国工程建设标准化协会《关于印发2018年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2018] 030号）的要求，由中国建筑西南勘察设技研究院有限公司等单位编制的《弃土场工程技术规程》，经本协会地基基础专业委员会组织审查，现批准发布，编号为T/CECS xxx-2020，自2020年xx月x日起执行。

中国工程建设标准化协会

二○二○年x月xx日

# **前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发2018年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知 》（建标协字[2018]030号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本规程共分10章和7个附录，主要内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 场址选择；5 场地勘测；6 弃土设计；7 弃土场设计；8 施工及验收；9 运营安全；10 综合利用与环境保护；及6个附录。

本规程由中国工程建设标准化协会地基基础专业委员会归口管理，由中国建筑西南勘察设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：四川省成都市成华区航天路33号，邮政编码：610052；电子邮箱： @163. com）。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

**主编单位**：中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

中建地下空间有限公司

**参编单位：**机械工业勘察设计研究院有限公司

中铁二院工程集团有限责任公司

西南交通大学

中冶集团武汉勘察研究院有限公司

四川省地质工程勘察院集团有限公司

四川省公路规划勘察设计研究院有限公司

北京市勘察设计研究院有限公司

四川省蜀通岩土工程公司

中建三局集团有限公司

云南省机场集团公司

中国民航工程咨询有限公司

深圳市勘察研究院有限公司

**主要起草人**：

**主要审查人**：

[前 言 4](#_Toc2637)

[1 总则 1](#_Toc13791)

[2 术语和符号 3](#_Toc17836)

[2.1 术语 3](#_Toc28330)

[2.2 符号 4](#_Toc31405)

[3 基本规定 10](#_Toc20765)

[3.1 弃土场设计原则 10](#_Toc28692)

[3.2 弃土场分类和等级划分 11](#_Toc14156)

[3.3 弃土场设计内容 13](#_Toc5243)

[3.4 设计基础资料 15](#_Toc18140)

[3.5 弃土场区工程地质、水文地质勘察 16](#_Toc27292)

[3.6 弃土场场地稳定性与安全措施 16](#_Toc17566)

[4 场址选择 21](#_Toc17667)

[5 场地勘测 24](#_Toc15877)

[5.1 一般规定 24](#_Toc13342)

[5.2 工程测量 24](#_Toc32614)

[5.3 弃土堆填区岩土工程勘察 27](#_Toc25095)

[5.4 水文地质勘察 29](#_Toc17698)

[5.5 拦挡结构区岩土工程勘察 32](#_Toc12679)

[5.6 成果报告的基本要求 35](#_Toc18214)

[6 弃土设计 37](#_Toc25106)

[6.1 一般规定 37](#_Toc31078)

[6.2 弃土方式 37](#_Toc18643)

[6.3 弃土计划 39](#_Toc28992)

[6.4 弃土工艺 39](#_Toc28425)

[7 弃土场设计 41](#_Toc7917)

[7.1 一般规定 41](#_Toc10297)

[7.2 堆置设计 42](#_Toc17246)

[7.3 拦挡结构设计 48](#_Toc1795)

[7.4 防洪设计 51](#_Toc3652)

[7.5 截排水工程 53](#_Toc3490)

[7.6 关闭设计 57](#_Toc27921)

[8 施工与移交 60](#_Toc8026)

[8.1 一般规定 60](#_Toc6956)

[8.2 施工准备 61](#_Toc8800)

[8.3 装卸与运输 64](#_Toc17593)

[8.4 堆置 65](#_Toc32259)

[8.5 拦挡结构 69](#_Toc22683)

[8.6 排水工程 77](#_Toc16157)

[8.7 环保防渗设施 80](#_Toc19364)

[8.8 检验与验收 83](#_Toc15642)

[8.9 移交 85](#_Toc24068)

[9 运营安全 88](#_Toc11281)

[9.1 弃土安全 88](#_Toc15738)

[9.2 安全检查 90](#_Toc11457)

[9.3 安全监测 93](#_Toc29144)

[9.4 抢险治理 103](#_Toc12665)

[9.5 安全评价 105](#_Toc11992)

[9.6 关闭维护 114](#_Toc1835)

[9.7 资料档案 114](#_Toc15693)

[10 环境保护与复垦 117](#_Toc3140)

[10.1 一般规定 117](#_Toc32571)

[10.2 环境保护 118](#_Toc10996)

[10.3 绿化 118](#_Toc27998)

[10.4 复垦 122](#_Toc6927)

[附录A 拦挡工程岩土工程勘察任务书 124](#_Toc8736)

[附录B 拦挡工程工程地质钻探要求 125](#_Toc20404)

[附录C 弃土工艺分类 127](#_Toc25875)

[附录D 稳定计算 128](#_Toc22355)

[附录E 水文计算 134](#_Toc873)

[附录F 工程扰动土地主要适宜树(草)种表 143](#_Toc26835)

[本标准用词说明 144](#_Toc25858)

[引用标准名录 145](#_Toc28381)

# 1 总则

**1.0.1** 为规范弃土场工程建设行为，贯彻国家技术经济环保政策，做到节约用地、安全可靠、技术先进、经济适用和保护环境，制定本规程。

[【条文说明】](javascript:;)1.0.1 工程建设活动中弃土场工程，一般由施工单位自行完成。随着工程建设规模加大和地下空间开发量增加，特别是弃土场规模和占地范围的扩大，弃土场安全、环保要求的提高，弃土场已从传统的施工单位自主行为主体，向弃土场工艺设计与安全稳定性论证、弃土场复垦、弃土场关闭与环境保护等综合管理方向发展，为统一工程建设弃土场工程行为，满足国家相关法律法规要求，达到弃土场安全与环境保护的目的，制定本规程。

弃土场作为工程建设的附属工程，弃土的处置往往容易受到忽视。2015年12月20日11时40分，深圳红坳弃土场滑坡造成77人遇难或失联、33栋建筑物被掩埋或不同程度损害，西气东输管道爆炸，引起公众社会惊悚，舆情激荡。事实上，工程弃土场滑坡泥石流灾害并不罕见，水电、矿山和交通工程弃土场多次发生重大滑坡泥石流灾害。2009年7月23日2时57分，四川康定县大渡河长河坝水电工程施工场地响水沟发生特大泥石流灾害，造成54人死亡失踪，4人受伤。工程建设中，如果对弃土的处理不够谨慎，可能会引发灾难性的后果。

弃土场严重性的灾害事故，为后续工程建设起到了警示作用，不排除全国还有很多处于危险状态的弃土场亟待整治。同时，随着城市化的持续推进，城市地铁及房建基坑开挖形成了大量土石方工程，而现有的弃土场库容远不能满足弃土需求。由于缺乏规划，弃土场设置数量严重不足，无序弃土造成土地后期开发建设成本的大幅增加，还严重破坏和污染了城区内的自然生态环境，致使水土流失，并引发地质灾害的发生。

为吸取深圳市“12.20”滑坡灾害事故教训，防止发生类似事故，全国各地纷纷开展弃土场专项整治工作。2015年以来，部分城市制定了《弃土场专项规划》，新建弃土场可容纳未来两三年渣土，弃土场在使用过程中都有专人看护、管理，同时对已完工的弃土场，还聘请专业机构现场进行安全鉴定评估，确保无安全隐患。另外，“十三·五”期间，国家将重点投向机场、公路等重大基础设施建设领域。山区工程建设中的挖填方工程，由于地形地貌的限制，土石方的纵向调配十分困难，不可避免地会产生大量弃土（石），必然要设置大量的弃土场来满足弃土处置的需要。综上所述，无论是城市地铁隧道及房建基坑开挖，还是公路、机场等基础设施建设工程，都涉及到既有弃土场稳定性评价及治理工程以及新建弃土场的选址设计项目，且此类新兴业务后期都会越来越多。

现阶段，既有弃土场安全稳定性评价和治理以及新建弃土场工程建设都缺乏相关规范标准，只能参考冶金矿山排土场部分规范的相关内容，而这些规范和标准仅对弃土场工程的某一个或者几个方面做了符合性的一般叙述，缺少专门针对弃土场选址规划、勘察、设计、施工、运维等过程的系统性的具有指导意义的工程技术规范。大规模的基础设施建设，必须建立在科学的规划设计、合理的运行管理之上，才能保障弃土场长期、高效、安全运行。因此，为了加强弃土场的科学规划设计，提高弃土场的运行监控水平，充分保证其后期安全、高效的运营服务功能，获取更大的社会经济效益，必须制订一套科学、合理、可操作性强的包括规划设计及运行管控等内容的工程技术标准。

**1.0.2** 本规程适用于新建永久弃土场的选址、勘察、设计、施工和维护。既有弃土场扩建工程可参照本规程执行。

[【条文说明】](javascript:;)1.0.2 本条规定本规程适用于新建永久弃土场工程建设，主要适用于新建工程开挖所形成的弃土的处置、堆放等。已有弃土场的扩建或其他类似材料堆置场等可参照本规程执行。

**1.0.3** 拟建场地和弃土工艺、稳定性及拦挡工程应根据地形地貌、场地原始地质及水文、运送距离等条件综合确定，并应满足水土保持、防灾减灾、土地复垦等要求。

[【条文说明】](javascript:;)1.0.3 本条是弃土场建设的基本原则，重点是落实国家的相关政策要求与灾害防治原则等，符合国家建设和谐经济、环境友好和绿色场地的思路，应严格落实与执行。

**1.0.4** 弃土场工程建设除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术语和符号

## 2.1 术语

**2.1.1** 弃土 spoil waste

工程建设过程中由于场地平整、工程切坡、基坑开挖、隧道掘进等工程活动产生的土石或其他混合材料。

**2.1.2** 弃土场 spoil ground  
    弃土永久性处置或堆放场地的总称。

**2.1.3** 弃土计划 spoil plan  
    安排弃土运输的数量、弃土地点以及弃土方式等相关工作的总称。

**2.1.4** 台阶 bench

    弃土场内为保持弃土稳定性按一定高度分层进行弃土堆置形成阶梯形状。

**2.1.5** 台阶高度 bench height

弃土台阶坡顶线至坡底线间的垂直距离。

**2.1.6** 台阶宽度 platform width

弃土台阶平面的宽度。

**2.1.7** 堆置高度 spoil height

   弃土堆置最高点与最低坡脚的高程差值。

**2.1.8** 超前堆置宽度advance spoil width

对于相邻台阶，为防止上台阶弃土作业影响到下台阶作业安全，在下台阶增加的保证机械作业的安全超宽。

**2.1.9** 安全防护距离 safe clearance

    为保护弃土场周边应保护对象而留有一定的安全距离。

**2.1.10** 弃土场沉降系数 settlement factor of spoil ground

弃土场经过一段时间后下沉的高度与弃土场下沉前高度的比值，其中弃土场的沉降，应包括两部分，一是地基本身的压缩，二是弃土自身的固结压缩。。

**2.1.11** 稳定性分析 stability analysis

对与弃土场工程相关的岩土体、拦挡工程是否会发生过量变形或破坏而进行的综合评价。

**2.1.12** 拦挡结构 regulating dam engineering

设在弃土场坡脚处或以外，由土、石、混凝土等材料筑成的防止弃土滑移、泥石流危害或水土流失的构筑物的总称。

**2.1.13** 排水工程 drainage works  
     为拦截和疏导地表水和地下水而修建的设施。

**2.1.14** 生态护坡 bio-engineering techniques for slope protection  
     利用植物或者植物与工程相结合，对弃土边坡进行防护，以达到固岸护地、控制土壤侵蚀和修复水生态的一种护岸形式。

**2.1.15** 封育工程 fenced project and affiliated equipment

以封禁为基本手段，利用植物的自然繁殖和生长能力，辅以补植、抚育等人工促进手段，促进和恢复区域林草植被全部措施的总称。

**2.1.16** 弃土场关闭 spoil ground closure

弃土场容量达到设计标准及服务年限结束后，根据实际堆排状况和相关资料进行关闭的行为。

**2.1.17** 安全监测系统 safety monitoring system  
     在弃土场以及拦挡结构、排洪设施等构筑物上布置监测仪器、传感器及供电、通信等设施，可通过工程测量、网络通信及计算机技术实现对弃土场安全进行全天候自动监测、监控、分析和预警的系统。

**2.1.18** 现场巡查 in-situ monitoring

    弃土场管理人员对弃土场设施、设备和周边环境进行的现场巡回检查。  
**2.1.19** 预警阈值 early-warning threshold

    为保证拦挡坝及周边环境安全，对监测对象可能出现异常、危险所设定的预警值。

**2.1.20** 信息反馈 information feedback

    将弃土场在线安全监测系统中的输出数据、信息以某种或几种方式返回到相关管理人员和监测系统的过程。

## 2.2 符号

**2.2.1** 弃土设计

A—上台阶坡底至铁路中心线距离，一般大于大块石滚动距离加摩电线杆至铁路中心线距离（m）；

C—超前堆置宽度（m）；

D—线间距离（m）；

F—外侧铁路中心线至台阶坡顶最小距离（m）；

L—汽车长度（m）；

R—汽车转弯半径（m）；

**2.2.2 弃土场堆置设计**

c、φ—弃土场工程基底岩土的粘聚力（kPa）和内摩擦角（°）；

D—滚石块度；

H—弃土场工程的最大堆置高度（m）；

H0—滚石降落的垂高，即土场段高（m）；

H1—弃土段高（m）；

h—第一台阶最大堆高（m）；

j—滚石形状系数；

K1—容积富余系数，取1.02～1.05；

Ks—开挖岩土的初始松散系数；

Kc—开挖岩土的沉降系数；

S—滚石的滚动距离（m）；

t0—固结时间（小时）；

u1—坡面平均运动阻力系数；

u2—地面平均运动阻力系数；

V—弃土场设计总容积（m³）；

Vy—弃土场设计的有效容积（m³）；

Vs—开挖岩土的自然方量数（m³）；

 γ—弃土场工程弃土的容重（kN/m3）；

α1—单段土场坡面角（°）；

α0—弃土场坡面角（°）；

θ—地面地形倾角，度；

**2.2.3 截水沟设计**

A1—截水沟断面面积（m2）；

Fj—截水沟集水面积（hm2）；

Lj—截水沟长度（m）；

Mw—一次暴雨径流模数（m3/hm2）；

Ms—1年的土壤侵蚀模数（m3/hm2）；

Vq—1a～3a土壤侵蚀量（m3）；

Vw—一次暴雨径流量（m3）；

Vz—截水沟容量（m3）；

**2.2.4 截流沟设计**

Cp—最大径流量参数；

F—分段设计时，本段截流沟控制的集水面积（km2）；

K—相应频率的模比系数；

Qm—沟道最大流量（m3/s）；

**2.2.5 地下排水工程设计**

A—排水管控制面积（m2）；

CL—排水流量折减系数；

d—排水管内径（m）；

H0—地下水位降落起始时刻，排水地段的作用水头（m）；

Ht—地下水位降落到t时刻，排水暗管排水地段的作用水头（m）；

*i*—管道水力比降，可采用管线的比降。 排水管道比降应满足管内最小流速不低于0.3m/s的要求。管内径d≤100mm时，i可取1/300～1/600；d＞100mm时，i可取1/1000～1/1500。

VA—排水暗管平均流速（m/s）；

n—管内壁糙率；

Q—排水暗管设计流量（m3/d）；

 q—地下水排水强度（m/d）；

t—设计要求地下水位由H0到Ht的历时（d）；

*α*—与管内水的充盈度a有关的系数；

*β*—与管内水的充盈度a有关的系数；

μ—地下水面变动范围内的土层平均给水度；

Ω—地下水面形状校正系数，取0.7～0.9；

**2.2.6 弃土场稳定性计算**

c′、φ′—土条底面的有效应力抗剪强度指标；

 C，φ—软弱土层的凝聚力（kPa）及内摩擦角（°）；

dQ、dV—土条的水平和垂直地震惯性力（向上为负，向下为正）；

dx—土条宽度；

dW—土条重量；

E—泥浆水平推力，取9.8×103N；

F—条块宽度（m）；

H—计算坝高（m）；

he—水平地震惯性力到土条底面中点的垂直距离；

hT—计算深度（m）；

K—边埂允许抗滑稳定安全系数；

L1、L2—通过边埂及冲填土的滑动面的长度（m）；

M—作用于土条底面的孔隙压力（kPa）；

MC—水平地震惯性力对圆心的力矩（kN·m）；

Me—水平地震惯性力对土条底部中点的力矩（kN·m）；

Pa—滑动力（kN）；

Pn—抗滑力（kN）。

Q、V—水平和垂直地震惯性力（向上为负，向下为正）（kN）；

q—坡顶外部的垂直荷载；

R—圆弧半径（m）；

W—条块重力（kN）；

α—条块的重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角（°）；

β—滑动面与水平面的夹角（°）；

ξ—泥浆侧压力系数，可按公式（D.0.3-4）计算，也可采用经验值0.8～1.0；

γT—计算深度范围内的泥浆平均容重（t/m3）；

λ—系数；

**2.2.7 设计洪水计算**

b—指数，采用当地经验值；

E、B—地理参数，由当地水文手册中查得；

F—汇水面积（km2）；

Fi—分区面积（km2）；

J—沿河长（流程）L的平均比降，以小数计；

Hp—频率为p的流域中心点24h雨量（mm）；

H24—流域最大24h暴雨均值（mm），可由当地水文手册查得；

K—系数，采用当地经验值；

Kp—频率为p的模比系数；

L—河长（km），即沿主河道从出口断面至分水岭的最长距离；

M0—多年平均径流模数（104m3／km2）；

m—汇流参数，在一定概化条件下，通过本地区实测暴雨洪水资料综合分析得出；

N—淤积年限（E）；

n—暴雨衰减指数，反映暴雨在时程分配上的集中（或分散）程度指标；

Qm—设计洪峰流量（m3/s）；

Qp—设计洪峰流量（m3/s）；

R（m,n）—m年一遇n小时最大降雨量（mm）；  
Sp—设计雨力，即重现期（频率）为p的最大1h降雨强度（mm/h）；

T—洪水总历时（h）；

tc—净雨历时或称产流历时（h）；

t1—涨洪历时（h）；

t2—退洪历时（h）；

W—来水量（m3）；

W’—沟道多年平均输沙量（t/E）；

W淤—坝内泥沙淤积总量（t）；

W排—排沙量（t）；

Wsb—多年平均输沙量（104t/E）；

Ws—多年平均悬移质输沙量（104t/E）；

Wb—多年平均推移质输沙量（104t/E）。

Wp—设计洪水总量（104m3）；

τ—流域汇流历时（h）；

μ—损失参数（mm/h），即平均稳定入渗率；

α—洪水总量径流系数，无量纲，可采用当地经验值；

αt1—涨洪历时系数，其值变化在0.1～0.5之间，视洪水产汇流条件而异，具体计算时取用当地的经验值。

φ—径流系数。

**2.2.8 截排水设计流量计算**

Ct—降雨历时转换系数，为降雨历时t的降雨强度qt同10min降雨历时的降雨强度q10的比值（qt／q10）；

Cp—重现期转换系数，为设计重现期降雨强度qp同标准重现期降雨强度q5的比值（qp/q5）；  
F—坡面汇水面积（hm2）；

I—水力坡度，可取沟（管）的底坡，以小数计；

Ir—设计频率短历时暴雨（mm/min）；

Ip—相应时段土壤平均入渗强度（mm/min）；

li—第i段的长度（m）；

ig—该段排水沟（管）的平均坡度；

is—坡面流的坡降，以小数计；  
Ls—坡面流的长度（m）；  
m1—地面粗度系数，可按地表情况查表E.4.2-1确定。

n—沟壁（管壁）的粗糙系数；

Q—设计最大流量（m3/s）；

q—设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度（mm/min）；

q5,10—5年重现期和10min降雨历时的标准降雨强度（mm/min），可按工程所在地区，查中国5年一遇10min降雨强度q5,10等值线图确定；

R—水力半径（m）；

t1—坡面汇流历时（min）；  
t2—沟（管）内汇流历时（min）；

X—过水断面湿周（m）；

φ—径流系数;

vi—第i段的平均流速（m/s）。

# 3 基本规定

## 3.1 弃土场设计原则

**3.1.1** 弃土场建设应符合工程建设的总体规划，并应与当地城镇建设总体规划、土地利用总体规划、农田水利规划、交通运输规划、环境保护规划等相关规划相协调。并需综合考虑弃土场现状资料和既有设施状况。

[【条文说明】](javascript:;)3.1.1 本节是根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国职业病防治法》等法律法规的有关规定制定的。强调了弃土场的设计原则、考虑因素、选址、基本要求等。

弃土场工程设计应符合建筑工程总体建设规划要求。在设计过程中，实际征地（土地利用规划）与弃土场安全距离要求不完全一致，因此在设计过程要收集本地区的土地利用总体规划、农田水利规划、交通运输规划等基础资料，同时考虑弃土场现状资料和既有设施状况，是为了使弃土场工程设计避免与上述规划与设施相互影响。符合技术先进、安全可靠、经济合理的基本条件。

**3.1.2** 弃土场设计应满足生产服务年限的全部容量。弃土场用地可根据弃土计划分期征用。

[【条文说明】](javascript:;)3.1.2 本条是针对弃土场用地规划制订和分期征用的基本原则。弃土场占地面积较大，许多弃土场占地达到总占地面积的一半以上。实际设计过程中应遵循弃土场的总体规划与开挖过程相适应，并能满足生产过程中全部弃土的需要。同时，由于开挖周期较长，大型弃土场的服务年限可达20年以上，如果一次征用大量土地，会造成土地闲置，并增加了初期投资的费用，因此弃土场工程设计宜一次规划，分期实施。需要说明的是，由于目前我国土地使用量巨大，分期征用困难，因此大型及特大型弃土场首期征地不宜小于10年的弃土场使用面积，中、小型弃土场宜一次性征地。

**3.1.3** 场址选择应在满足安全可靠的前提下考虑弃土工艺、征地动迁、安全措施等因素进行方案论证。

[【条文说明】](javascript:;)3.1.3 本条提出了弃土场场址选择的基本原则，即应在总体规划的前提下，考虑影响弃土场运输、征地动迁、安全措施方案、水土保持以及后期的弃土场复垦等因素，最重要的是在上述经济比较的前提下，考虑弃土场和周边环境条件与安全稳定性要求等，这是本规程编制突出要考虑的问题。

**3.1.4** 弃土场工程设计前应进行场地工程测绘、工程地质勘察、水文地质勘察和地质灾害评估。

[【条文说明】](javascript:;)3.1.4 本条主要依据国家现行标准《岩土工程勘察规范》GB50021的规定制定。目的是为弃土场选址的合理性论证、弃土场安全稳定性计算分析、安全对策措施设计等提供基础资料。弃土场的安全对策措施应以防为主，防治结合的原则执行。弃土场的安全稳定性不仅与弃土场物料的性质有关，更主要的是与弃土场区的工程地质、水文地质条件相关。弃土场选址时应避免选择在工程地质条件复杂、软弱地基条件和自然条件下存在泥石流灾害发生的区域。无法避开时，应根据弃土场工程地质勘察资料进行弃土场稳定性分析，提出相应的安全对策。因此弃土场工程地质、水文地质勘察工作是弃土场工程设计过程中不可缺少的环节。

弃土场应按照可行性研究、初步设计、施工图设计阶段进行相应的勘察，工程地质、水文地质勘察工作。弃土场工程设计阶段与工程施工设计阶段一致，由于目前相关勘察规范没有针对弃土场的工程地质、水文地质勘察深度要求，所以一般弃土场勘察可分为选址阶段调查，设计阶段弃土场勘察，安全设施详细勘察。

## 3.2 弃土场分类和等级划分

**3.2.1** 弃土场按地形条件、与河或沟的相对位置、周边环境、洪水处理、弃土运输方式、堆置地点和堆置时间等因素进行分类。

**1** 弃土场按地形条件、与河或沟的相对位置、周边环境、洪水处理按表3.2.1相应特征及适用条件进行分类。

表3.2.1 弃土场分类

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 弃土场类型 | 特征 | 适用条件 |
| 沟道型 | 弃土堆放在沟道内、弃土将沟道全部或部分填埋 | 适用于沟底平缓、肚大口小的沟谷，其拦挡工程为拦挡坝（堤）或拦挡墙，视情况配套拦洪（坝）及排水（渠、涵、隧洞）措施 |
| 坡底型 | 弃土堆放在缓坡地、河流或沟道两岸较高台地上、弃土体底部高程高于河（沟）中弃土场设防洪水位 | 沿山坡堆放，坡度不大于25°且坡面稳定的山坡，其拦挡工程为拦挡墙 |
| 临河型 | 弃土堆放在河流或沟道两岸较低台地、阶地和河滩地上，弃土体临河（沟）侧底部低于河（沟）道设防洪水位，弃土脚全部或部分受洪水影响 | 河（沟）道流量大，河流或沟道两岸有较宽台地、阶地或河滩地。其拦挡工程为拦挡堤 |
| 平地型 | 弃土堆放在宽缓平地、河（沟）道两岸阶（平）地上，弃土体底部高程低于或高于弃土场设防洪水位，弃土体全部受洪水影响或不受洪水影响 | 地形平缓，场地较宽广地区；坡脚受洪水影响时其拦挡工程为围渣堰。不受影响时可设拦挡墙，或不设挡墙，采取斜坡防护措施 |
| 库区型 | 弃土堆放在主体工程水库库区内河（沟）道两岸台地、阶地和河滩地上，水库建成后弃土体全部或部分被枯水位淹没 | 对于山区、丘陵区无合适堆放场地，同时未建成水库内有适合弃土的沟道、台地、阶地和滩地，其拦挡工程主要为拦挡堤、斜坡防护工程或拦挡墙 |

**2** 按堆置方式分类：按堆置方式可以分为单台阶弃土场、多台阶弃土场、压坡脚式弃土场、护堤式弃土场、覆盖式弃土场。其中单台阶弃土场，在同一场地单层排弃，有利于尽早复垦；多台阶弃土场，在同一场地有两层以上同时排弃，能重复利用空间。

**3** 按运输与弃土方式分类：汽车-推土机弃土场、铁路-装载机弃土场、胶带-排土机弃土场。同时可参见附录A。

**4** 按设置地点分类可分为内部弃土场、外部弃土场，无法采用内部弃土场条件的场地。

**5**  按时间分类可分为临时性弃土场、永久性弃土场。

**3.2.2** 弃土场按弃土场最大堆置高度、弃土容积以及弃土场失事后对主体工程或环境造成危害程度等因素按表3.2.2相应特征及适用条件进行分类和弃土场等级划分。

表3.2.2 弃土场级别

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 弃土场级别 | 堆积量*V*（万m3） | 最大弃土堆填高度*H*（m） | 失事对主体工程  或环境造成的危害程度 |
| 一 | 20000≥V≥10000 | 200≥H≥150 | 严重 |
| 二 | 10000＞V≥5000 | 150＞H≥100 | 较严重 |
| 三 | 5000＞V≥1000 | 100＞H≥60 | 不严重 |
| 四 | 1000＞V≥500 | 60＞H≥20 | 轻微 |
| 五 | V＜500 | H＜20 | 无危害 |

注：1 失事对主体工程的危害指对主体工程施工和运行的影响程度，失事对环境的危害指对城镇、乡村、工矿企业、交通等环境建筑物的影响程度；

   2 严重危害：相关建（构）筑物遭到大的破坏或功能受到大的影响，可能造成人员伤亡和重大财产损失的；

      较严重危害：相关建筑物遭到较大破坏或功能受到较大影响，需进行专门修复后才能投入正常使用；

      不严重危害：相关建筑物遭到破坏或功能受到影响，及时修复可投入正常使用；

      轻微危害：相关建筑物受到的影响很小，不影响原有功能，无需修复即可投入正常使用。

**1** 根据堆土量、最大堆土高度、失事对主体工程或环境的危害程度确定的级别不一致时，应取高一级；

**2** 弃土场级别划分同时应考虑工程重要程度、场地复杂程度、地基复杂程度，进行综合确定。

（1）在工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度中，有一项或多项为一级时，弃土场等级为一级；除此之外，应按弃土场堆置高度和容积进行等级调整；

（2）当按工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度划分，弃土场等级低于弃土场堆置高度和容积划分的弃土场等级时，应按弃土场的堆置高度与容积进行划分。弃土场堆置高度和容积划分等级两者的等差为一级时，采用高标准；两者的等差大于一级时，采用高标准降低一级使用；

（3）当弃土材料遇水软化或含泥率大、排水不良、稳定性较差且具备形成泥石流条件，或溶出物具有危险、有害特性时，弃土场的等级应确定为一级。

[【条文说明】](javascript:;)3.2.2 弃土场的等级划分是弃土场安全标准、防排洪及安全距离等确定的重要依据。本规程弃土场的等级划分除按照传统的弃土场容积和弃土场堆排高度划分以外，重要的是加入了工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度的因素。场地条件是弃土场安全稳定性的关键因素。弃土场分级步骤如下：

    （1）当按工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度（含地形、地基土特征及泥石流灾害易发性因素）进行弃土场分级划分，有一项或多项为一级时，无论按照弃土场堆置高度和弃土容积划分为几级，其弃土场的等级均按照一级弃土场考虑。

（2）当弃土场的场地条件为一级时，应按照弃土场的堆置高度和容积进行调整，当堆置高度和容积划分等级为一级时，弃土场等级为一级；当堆置高度和容积划分等级为二级时，弃土场的等级为二级；当堆置高度和容积划分等级为三级或四级时，弃土场的等级为二级。

在弃土场堆排高度方面，由于我们国家土地资源有限，弃土场占地面积巨大，因此许多工程在满足弃土经济合理的条件下，不断加大弃土场的堆排高度，充分利用弃土场上部空间，为此本规程在制订过程中将一级弃土场的堆排高度设定为150-200m。需要说明的是，弃土场的堆排高度为总高度。

弃土场分级是一个复杂的过程，需要综合考虑各方面因素，特别是需要考虑周边环境因素及弃土场堆排前自然条件下的灾害发生可能性。现行国家标准《有色金属弃土场工程设计规范》GB 50421在分级中规定：“开挖物堆置整体稳定性较差，排水不良，具备形成泥石流条件的弃土场，其设计等级可提高一级；弃土场失事将使下游居民区、工况或交通干线遭受严重灾害者，其设计等级可提高一级。”本规程在编制过程中经过研讨认为，目前国家在安全方面的要求十分严格，新建弃土场工程设计应严格杜绝设计稳定性差、存在重大危险隐患的弃土场。自然条件较差和环境条件复杂的建设工程，应在工艺设计过程中按照安全可靠的标准进行设计，并提出弃土场不同堆排状态条件下的安全稳定性对策措施。这是对设计本身负责，也是对企业和主管部门负责。

## 3.3 弃土场设计内容

**3.3.1** 弃土场设计应符合工程建筑总体要求，包括选址、工艺设计、安全稳定性分析、安全对策措施、安全防护距离、综合利用和环境保护等内容。

[【条文说明】](javascript:;)3.3.1 由于生产力水平及价值观念的差异，欧美国家基于环境保护和复土造田出发，通过限定弃土场坡度和高度保证弃土场稳定性满足要求。而我国目前弃土场高度大、坡度陡（接近安息角）的局面，导致了部分弃土场稳定性不够，滑坡事故日益严重。从海南铁矿6号土场滑坡（1973年，30万m³），永平铜矿（1978年，10万m³），兰尖铁矿（1979年，200万m³；1988年，100万m³），到1984年后的云浮流铁矿、德兴铜矿、泸沽铁矿、安太堡矿、朱家包包铁矿……尖山铁矿（2008，寺沟弃土场109万m³滑坡，45人死亡，直接损失3080万元），四川攀枝花米易地区弃土场（2011年滑坡，6人死亡），弃土场失稳、滑坡和泥石流灾害发生多起，已构成周边设施的重大危险源，威胁到工程安全生产。弃土场运营过程的安全性管理，尤其是基于历史分析和预测滑坡孕育演化机制，进而制订具有普适性的调控措施，是可持续发展的关键科学问题。因此对新建弃土场，规定应进行弃土场的稳定性分析，确保整体安全的前提下开展弃土场的设计，并基于具体工程条件和弃土工艺研究安全措施，给出对建设时的预案。  
    需要强调的是，弃土场的稳定性分析深度是为满足设计需求，主要考虑弃土场场地的适宜性和工艺特征，并根据设定的安全标准判定设计能否保证安全需求。弃土场稳定性论证主要是对业已形成的弃土场检测实际工程特征参数是否符合要求，并基于工程地质测绘及勘察成果、室内外岩土力学试验，对其稳定性判定，确定是否需要进行地质灾害治理，并提出弃土工艺参数的限制和要求。

**3.3.2** 说明场址选择的合理性、可靠性，以及土地占用情况、周边设施与环境状况。

[【条文说明】](javascript:;)3.3.2 弃土场的选址是弃土场工程设计最核心的环节，直接关系到工艺设计、弃土场稳定性等。同时弃土场选址也是一个综合分析的过程，本规程第4章全面说明选址的基本要求。弃土场的选址在经济合理的条件下，必须从安全角度、土地利用角度、环境保护角度考虑。

**3.3.3** 弃土场设计应对不同堆积状态条件下的弃土场进行安全稳定性计算分析，并应对参数选取、资料的可靠性等方面进行说明。

[【条文说明】](javascript:;)3.3.3 本条内容属于弃土场工程设计的一个重要环节。设计过程中对弃土场的稳定性论证除了要进行最终堆排状态的稳定性计算分析外，还应该按照弃土场堆排的关键年份和特征状态进行稳定性分析与论证，特别是弃土场堆排初期的稳定性状态进行计算分析。设计过程中由于资料的获取不尽完善，因此应对参数的选择和依据资料的可靠性进行评述，特别是对影响弃土场稳定性的弃土场区水文地质、工程地质资料的可靠性进行分析和评述。弃土场的安全稳定性已经成为弃土场工程设计的重要环节。2008年8月尖山铁矿弃土场滑坡事故和2011年2月攀枝花地区弃土场滑坡事故，已经引起各级政府、安监部门和矿山企业重视，也体现出弃土场工程设计中安全稳定性设计的必要性。

**3.3.4** 弃土场工程设计应根据弃土工艺、安全稳定性和周边环境提出安全对策措施；

[【条文说明】](javascript:;)3.3.4 弃土场的安全对策措施是弃土场安全稳定和工艺实施的保证。弃土场安全对策措施主要依据弃土场的堆排状况、弃土场区的工程地质和水文地质特征采取。对于沟谷型弃土场，一般应考虑上游的截排洪工程和下游的堆石坝工程等；对于软弱地基条件和渗透性差的弃土场，应考虑清除软弱地基土或采取预固结的措施进行处理，同时对于沟谷中应考虑设置排渗盲沟等；对于原始的自然沟谷中，存在泥石流灾害可能性的条件下，应首先进行自然沟谷的泥石流灾害防治，然后提出弃土场堆排后的泥石流灾害防治措施，包括拦挡、谷坊、截排洪等措施。个别地区原始地形坡度较大，应在合理的排岩工艺条件下，在考虑防排水设施实施的前提下，可在一个封闭的环境下进行废石排弃，并制订有效的灾害预防措施。

**3.3.5** 工艺设计应包括弃土方式、堆置方式、堆积要素、服务年限、弃土计划、容积、安全防护距离、运输系统、设备选择。

[【条文说明】](javascript:;)3.3.5 本条概括说明弃土场关于设计的主要内容，详细的说明可见本规程第7章。

**3.3.6** 弃土场工程设计应在选址与弃土方式、弃土要素确定后，结合拟建场地的地形、工程地质、水文地质条件进行防护系统设计和安全稳定性计算分析。

**3.3.7** 弃土场工程设计应落实环境影响和水土保持范围，并应根据主要安全影响因素、周边不同保护对象所需安全储备、环境影响程度提出防范措施；

**3.3.8** 弃土场安全防护距离应根据保护对象和弃土场等级综合确定；

**3.3.9** 弃土场设计各阶段工作内容应符合表3.3.9的规定。

表3.3.9 弃土场设计设各阶段工作内容

|  |  |
| --- | --- |
| 工作阶段 | 工作内容 |
| 可研 | 1 场址选择、开挖物的性质、弃土场等级、弃土场容积估算、服务年限、弃土工艺、堆置要素、防排洪等级及方式、环境影响、复垦规划、弃土场用地；  2 弃土场灾害可能性分析及稳定性初步评估；  3 安全防护措施、安全防护距离；  4 工程量估算；  5 含弃土场的工程总体布置图。 |
| 初步设计 | 1 弃土场等级、开挖物的性质、弃土场容积计算、服务年限、台阶高度及坡比、平台宽度、堆置高度、总体边坡角、弃土场用地；  2 弃土工艺、弃土计划、设备及劳动定员；  3 防排洪等级及计算，防洪、排水设施；  4 原地面坡度、周边环境状况及相互影响、安全隐患及对策、弃土场整体稳定性分析、安全防护措施、安全防护距离；  5 弃土场监测方案；  6 主要工程量表；  7 含弃土场的总体布置图、弃土场平面图、纵剖面图、运输线路平面图、防排洪平面图。 |
| 施工图设计 | 1 设计说明，包括弃土场概况、设计依据、施工要求、注意事项；  2 弃土计划、容积、服务年限；  3 工艺设计、运输方式、堆置方式、堆置要素；  4 其他应说明内容及附图。  5 地基处理、拦挡工程和防排洪系统；  6 弃土安全稳定性分析；  7 安全防护距离、安全措施；  8 分期平面图及纵剖面图、终了平面图及纵剖面图、运输线路设计图、防排洪平面图、防排洪设施详图、防护设施详图、用地图；  9 工程量表；  10 使用要求，环境监测  11 维护要求、环境保护。 |

**3.3.10** 弃土场在服务年限结束后，应根据实际堆弃土状况和相关资料进行关闭设计。本工程弃土场根据实际情况或复耕还田、或地方利用，逐步恢复土地原有生产力。弃土场平台及坡面防护应采用当地成功的水土流失防治经验，可采取植树植草护坡、浆砌片石挡墙等措施。

[【条文说明】](javascript:;)3.3.10 弃土场在服务年限结束后，在不进行综合利用的条件下，应首先进行关闭设计，同时按照编制的复垦方案进行复垦。弃土场关闭设计的内涵应体现出其永久存在的安全可靠性的保证。设计内容包括弃土场现状稳定性评价，永久存在的安全对策措施，复垦方案，安全管理要求等。

## 3.4 设计基础资料

**3.4.1** 弃土场工程设计前应具备下列资料：

**1** 现状地形图（1:500～1:1000）；

**2** 区域地形图（1:2000～1:10000）；

**3** 工程地质和水文地质勘察资料；

**4** 弃土的物理性质、化学性质、粒度级配及力学性质资料；

**5** 气象、气候、环境、地形、地貌等自然条件及地质灾害评估、地震等资料。

[【条文说明】](javascript:;)3.4.1 地形图是弃土场工程设计的基础资料。弃土场工程设计与建筑工程场地相互衔接，特别是运输道路的衔接，对于胶带机排岩和铁路运输同样，因此弃土场工程设计需要与工程设计相一致的地形图。1:1000～1:2000主要用于弃土场工艺设计（含运输系统设计）的图纸前期要求，在后期，对于弃土场的相关安全措施设计需要根据安全对策措施设计提出相应的图纸要求，如截排洪系统的带状地形图和堆石坝等的大比例地形图等。区域地形图（1:5000～1:10000）是为了满足弃土场周边汇水面积的圈定要求。

不同工程弃土场物料组成较为复杂，有表土堆场（含耕植土堆场、表土与风化岩混合堆场）和原岩废石堆场等，同时受工艺影响有胶带机排岩堆场，其粒度一般小于或等于350mm；干选废石堆场，粒度级别变化较大；汽车排岩的废石堆场，粒度较大，可达1000mm以上；等等。弃土场的岩石性质变化较大，弃土场的稳定性受排弃物料的影响极大，主要体现在物理性质—重度（与湿度、粒度界别松散系数等相关），化学性质-软化指标方面，粒度组成与工艺和岩石性质相关，力学性质—包括内聚力C值、内摩擦角φ值。弃土场的稳定性和堆排状态特征与上述指标密切相关。

新建弃土场工程设计时，可根据临近工程场地资料进行类比，提出相关参数用于弃土场工艺设计和安全稳定性分析。

事实上，弃土场土体是含有块石、矿石碎屑、砂砾、粉细砂和黏土物质的砾石土综合体。现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的分类主要针对岩土工程地基基础条件划分，目前关于弃土场物料级别的划分还在研究阶段，一般条件下根据上述指标，并结合工艺过程进行概率划分。弃土场稳定性分析需要上述资料。  
    长江科学院土工室以粗粒土所含细粒土塑性指数的大小对砾石土进行分类和命名，塑性指数Ip＞17命名为黏性砾石土，相反为砂性砾石土。原黄委会地质处曾对砂卵石按粒径d＜2mm的颗粒含量的多少进行分类和命名。  
    《粗粒土的工程特性及应用》（郭庆国，2007）将粗粒土中粒径d＞5mm的颗粒称为粗料，并根据d＞5mm的粗料的含量（P5）将粗粒土分为砾石土、砂砾（碎）石和砾（碎）石三类，并将这三类粗粒土再根据d＜0.1mm的粒组含量进行细分。现行行业标准《土工试验规程》SL 237基于室内试验对粗粒土也进行了分类和命名方面的描述和规定。根据级配曲线、P5含量以及郭庆国粗粒土分类，定名弃土场土体为含巨粒砂砾石土。

本条所指的气象、气候、地震等资料主要是矿山及所在地区的资料，包括降雨、降雪、地震烈度、主导风向、环境特征、地形地貌特征，弃土场区自然条件及原有发生自然地质灾害的资料等。

**3.4.2** 弃土场周边地区有关规划情况包括地城镇建设总体规划、土地利用总体规划、农田水利规划、交通运输规划、环境保护规划等相关规划相协调。并需综合考虑弃土场现状资料和既有设施状况。

## 3.5 弃土场区工程地质、水文地质勘察

**3.5.1** 弃土场应按照可行性研究、初步设计、施工图设计阶段进行相应的勘察，工程地质、水文地质勘察工作。

**3.5.2** 可行性研究阶段应以地质勘察报告等资料为基础，根据弃土场区地形地貌、工程地质及水文地质特征，通过现场地质勘察工作进行。

**3.5.3** 初步设计阶段勘察应以工程地质及水文地质测绘为基础，并应针对场地特征选用物探、钻探、槽（井）探等方法进行。

## 3.6 弃土场场地稳定性与安全措施

**3.6.1** 弃土场堆体稳定安全系数应符合表3.6.1规定：

表3.6.1 弃土场堆体稳定安全系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 应用情况 | | 弃土场级别 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4、5 |
| 正常运用 | 简化毕肖普法、摩根斯顿-普赖斯法 | 1.35 | 1.30 | 1.25 | 1.20 |
| 瑞典圆弧法、改良圆弧法 | 1.25 | 1.20 | 1.20 | 1.15 |
| 非常运用 | 简化毕肖普法、摩根斯顿-普赖斯法 | 1.15 | 1.15 | 1.10 | 1.05 |
| 瑞典圆弧法、改良圆弧法 | 1.10 | 1.10 | 1.05 | 1.05 |
| 非常运用指暴雨、地震工况，下同。 | | | | | |

**3.6.2** 弃土场拦挡结构包括拦挡工程（含堤、坝、墙等）、排洪工程等构筑物。拦挡结构工程级别应根据弃土场级别按表3.6.2-1确定，防洪标准应根据其相应构筑物级别按表3.6.2-2确定：

表3.6.2-1 弃土场拦挡工程构筑物级别

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 弃土场级别 | 拦挡工程 | | | 排洪工程 |
| 拦挡堤工程 | 拦挡坝工程 | 拦挡墙工程 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

**注：**当拦挡工程高度不小于15m，弃土场等级为1级、2级时，拦挡墙级别可提高1级。

表3.6.2-2 弃土场拦挡工程防洪标准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 拦挡堤（坝）工程级别 | 排洪工程级别 | 防洪标准[重现期（年）] | | | |
| 山区、丘陵区 | | 平原区、滨海区 | |
| 设计 | 校核 | 设计 | 校核 |
| 1 | 1 | 100 | 200 | 50 | 100 |
| 2 | 2 | 100～50 | 200～100 | 50～30 | 100～50 |
| 3 | 3 | 50～30 | 100～50 | 30～20 | 50～30 |
| 4 | 4 | 30～20 | 50～30 | 20～10 | 30～20 |
| 5 | 5 | 20～10 | 30～20 | 10 | 20- |

注：1 拦挡堤防洪标准尚应满足河道管理和防洪要求；

2失事可能对周边及下游企业、居民点、交通运输等基础设施等造成重大危害时，2级以下拦挡堤、拦挡坝、排洪工程的设计防洪标准可提高1级；

3 弃土场临时性拦挡工程防洪标准取3年～5年一遇；当弃土场级别为3级以上时，可提高到10年一遇防洪标准；

4 弃土场永久性截排水措施的排水设计标准采用3年～5年一遇5min～10min短历时设计暴雨。

[【条文说明】](javascript:;)3.6.2 现行国家标准《冶金矿山采矿设计规范》GB 50830-根据矿山的规模、服务年限等因素规定了截（排）水沟防洪设计标准，详见表1。本规程在弃土场防排洪设计标准规定方面参考了上述标准，基本原则保持一致。考虑到弃土场等级与建筑工程规模相关，具体执行过程中应同时满足两个规范的规定。

表1 冶金矿山防洪设计标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 截（排）水沟 | | 洪水重现期（年） | |
| 露天矿 | 地下矿 | 设计 | 校核 |
| 特大型 | 50～100 | 200 |
| 特大型 | 大型 | 50 | 100 |
| 大型 | 中型 | 20 | 50 |
| 中型、小型 | 小型 | 10 | 20 |

注：1 设计中可根据企业性质，失事后造成的损失程度等具体情况确定。

      2 防洪水位标高应高于或等于校核水位，但岸边防护以设计水位为准。

**3.6.3** 弃土场拦挡工程抗滑稳定安全系数、抗倾覆稳定安全系数应符合下列规定：

**1** 拦挡墙（浆砌石、混凝土、钢筋混凝土）基底抗滑稳定安全系数不应小于表3.6.3-1规定的允许值；

表3.6.3-1 拦挡墙基底抗滑稳定安全系数

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 计算工况 | 土质地基 | | | | | 岩石地基 | | | | | |
| 拦挡墙级别 | | | | | 拦挡墙级别 | | | | | 按抗剪断公式计算时 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 正常运用 | 1.35 | 1.30 | 1.25 | 1.20 | 1.10 | 1.10 | 1.08 | | 1.05 | | 3.00 |
| 非常运用 | 1.10 | | | 1.05 | | 1.0 | | | | | 2.30 |

**2** 当土质地基上的拦挡墙沿软弱土体整体滑动时，按瑞典圆弧法或折线滑动法计算的抗滑稳定安全系数不应小于表3.6.3-1规定的允许值；

**3** 土质地基上拦挡墙的抗倾覆安全系数不应小于表3.6.3-2规定的允许值；

表3.6.3-2 土质地基拦挡墙抗倾覆安全系数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 计算工况 | 拦挡墙级别 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4、5 |
| 正常运用 | 1.60 | 1.50 | 1.45 | 1.40 |
| 非常运用 | 1.50 | 1.40 | 1.35 | 1.30 |

**4** 岩石地基上1级～2级拦挡墙，在基本荷载组合条件下，抗倾覆安全系数不应小于1.45，3级～5级拦挡墙抗倾覆安全系数不应小于1.40；在特殊荷载组合条件下，不论拦挡墙的级别，抗倾覆安全系数均不应小于1.30；

**5** 采用计条块间作用力的计算方法时，土堤或土石堤的拦挡堤边坡抗滑稳定安全系数不应小于表3.6.3-3规定的允许值；

表3.6.3-3 拦挡堤抗滑稳定安全系数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 拦挡堤工程级别 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 正常运用 | 1.35 | 1.30 | 1.25 | 1.20 | 1.20 |
| 非常运用 | 1.15 | 1.15 | 1.10 | 1.05 | 1.05 |

**6** 采用不计条块间作用力的瑞典圆弧法计算边坡抗滑稳定安全系数时，正常运用条件最小安全系数应比表3.0.9-3规定的数值减小8％；

**3.6.4** 林草工程具有生产功能时级别应按表3.6.4的规定确定，设计标准应符合下列规定：

表3.6.4 坡地上具有生产功能的林草工程级别

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 类型 | 规模化经营程度 | 备注 |
| 1 | 果林、经济林栽培园 | 规模化集约经营 | 水土流失重点防治区、重要生态功能区或饮用水水源地和生态移民区 |
| 2 | 果林、经济林栽培园、刈割草场 | 规模化经营 | 其他区域 |
| 3 | 果林、经济林栽培园、经济林、刈割草场 | 其他 | - |

**1** 1级工程应根据景观、游憩、环境保护和生态防护等多种功能的要求，执行工程所在地区的园林绿化工程标准，并应采取适宜的封育方式，以全封禁措施为主，并应配套生态移民、以煤电气代薪柴、沼气池、节柴灶等措施；

**2** 2级植被建设工程应根据生态防护和环境保护要求，按生态公益林标准执行；有景观、游憩等功能要求的，结合工程所在地区的园林绿化标准，在生态公益林标准基础上适度提高；并应采取适宜的封育方式，以半封和轮封为主。在能源紧缺地区，应辅以煤电气代薪柴、沼气池、节柴灶等措施。

**3** 3级植被建设工程应根据生态保护和环境保护要求，按生态公益林绿化标准执行；降水量为250mm～400mm的区域，应以灌草为主；降水量在250mm以下的区域，应以封禁为主并辅以人工抚育。

[【条文说明】](javascript:;)3.6.4 涉及生态公益林建设的区域，林草工程级别应按现行国家标准《生态公益林建设导则》GB/T 18337.1的有关规定执行，并应根据其建设规模、所处位置、生态脆弱性、生态重要性及景观作用合理确定。

生产建设项目的植被恢复与建设工程级别，应根据生产建设项目主体工程所处的自然及人文环境、气候条件、立地条件、征地范围、绿化要求综合确定，应按表1～表5的规定执行，并应符合下列要求：  
 1 工程项目区域涉及城镇、饮水水源保护区和风景名胜区的，应提高一级；

2 弃渣取料、施工生产生活、施工交通等临时占地区域应执行3级标准。

表1 水利水电项目植被恢复级别

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 主要建筑级别 | 生活管理区 | 枢纽闸站永久占地区 | 堤渠永久占地区 |
| 1、2 | 1 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 1 | 2 |
| 4 | 2 | 2 | 3 |
| 5 | 2 | 3 | 3 |

表2 电力项目植被恢复级别

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 电厂 | 生活管理区 | 灰坝及附属工程 | 贮灰场 |
| 1 | 2 | 2 |

 注：发电、变电等主体工程区不设植被恢复与建设工程级别，其设计应首先符合主体工程相关技术标准对植被绿化的约束性要求。

表3 公路项目植被恢复级别

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 公路级别 | 服务区或管理站 | 隔离带 | 路基两侧绿化带 |
| 高速公路 | 1 | 1 | 2 |
| 一级公路 | 2 | 2 | 3 |
| 二级及以下公路 | 3 | — | 3 |

表4 铁路项目植被恢复级别

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 铁路级别 | 铁路车站 | 路基两侧用地界 | 铁路桥梁、涵洞、隧道 |
| 高速铁路 | 1 | 3 | 3 |
| Ⅰ级铁路 | 1 | 3 | 3 |
| Ⅱ级及以下铁路 | 2 | 3 | 3 |

表5 输气、输油、输变电工程的植被恢复级别

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 输气、输油、输变电工程 | 生活管理区 | 集配气站/变电站 | 原油管道、储运设施、输变电站塔 | 附属设施 |
| 1 | 1 | 2 | 2 |

注：1 管道填埋区绿化设计应首先满足其主体工程相关技术标准对植被绿化的约束性要求；

   2 储运设施、输变电站塔绿化设计应首先满足其主体工程相关技术标准对植被绿化的约束性要求。

**3.6.5** 坡面截排水工程的等级应按下列规定分为三个等级，设计标准应按表3.6.5确定：

**1**  配置在坡地上具有生产功能的1级林草工程、1级梯田的截排水沟为1级；

**2** 配置在坡地上具有生产功能的2级林草工程、2级梯田的截排水沟为2级；

**3** 配置在坡地上具有生产功能的3级林草工程、3级梯田以及其他设施的截排水沟为3级。

表3.6.5 坡面截排水工程设计标准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 级别 | 排水标准 | 超高（m） |
| 1 | 5～10年一遇短历时暴雨 | 0.3 |
| 2 | 3～5年一遇短历时暴雨 | 0.2 |
| 3 | 3年一遇短历时暴雨 | 0.2 |

**3.6.6** 弃土场关闭应进行稳定性论证，并应根据稳定性状况提出安全措施。

[【条文说明】](javascript:;)3.6.6 工民建弃土场会作为永久边坡存在，并影响周边环境及建（构）筑物的安全。因此弃土场关闭应进行专项稳定性论证，并根据稳定性状况提出相应的安全治理措施，确保安全。

**3.6.7** 弃土场宜进行定期的弃土场稳定性分析与评价。

[【条文说明】](javascript:;)3.6.7 弃土场的形成是一个动态的变化过程，会因为开拓运输系统配置随工程实际需求的变化，往往不能严格执行设计要求的工艺参数。受爆破、地震、降雨等外界因素影响，在弃土场自身物料和地基基础性质作用下，弃土场的安全稳定性会出现较大的变化。规范编制过程中，对典型弃土场失稳或滑坡历史数据统计、分析的调研表明：弃土场的滑坡主要发生在在用土场，涉及安全问题的基本都发生在弃土场形成过程中，对最终状态弃土场，其风险概率较低。根据设计文件计算分析获得的弃土场整体稳定性不低，但使用过程中往往出现较多的破坏或失稳，其主要原因一是弃土场局部区域存在软弱地基，二是弃土强度（单位时间、弃土线长度和高度范围内的弃土量）过大。弃土场局部区域软弱地基对整体的稳定性并不会有多大影响，但过程稳定性却得不到保证，导致牵引式滑坡；而弃土强度过大则导致弃土料自身来不及固结，发生大的沉降变形而发生作业台阶的本体滑坡。因此弃土场宜定期由相关设计或研究部门根据实际工程特征参数和弃土工艺，进行检测与稳定性分析，以保证过程的稳定性。

# 4 场址选择

**4.1** 弃土场选址用地应符合下列规定：

**1** 弃土场用地宜根据总体设计需要，一次规划，分期征用；

**2** 弃土场选址应遵循“少占压耕地，少损坏水土保持设施”的原则；

**3** 弃土场的用地面积应按总容积计算出占地面积；

**4** 弃土场防排洪设施及其他安全防护措施等工程用地，应包括弃土场最外坡脚的滚石防护距离。

【条文说明】4.1 弃土场用地除考虑弃土场终了坡脚内实际占用土地面积外，尚应根据弃土场的最终堆置高度，弃土场的物料性质及结合弃土场坡脚处的自然地形条件等因素把弃土废渣滚动距离内的占用土地作为弃土场的终了用地。目前条件下，对于弃土场的征地范围一般按照弃土场设计前缘(或堆石坝坡脚)外扩50m范围考虑。地形坡度平缓、段高小的弃土场，征地面积可适当减小，但应满足滚石防护的要求。

**4.2** 弃土场选址应根据弃土场容量、占地类型与面积、弃土运距及道路建设、弃土组成及排放方式、防护整治工程量及弃土场后期利用等情况，综合考虑地形、地貌、水文工程地质条件，周边的敏感性因素，占地类型和面积，涉及安置人数与专项设施数量与投资。

**4.3** 弃土场不得选在水源保护区、江河、湖泊、水库上，不应影响河流、沟谷的行洪安全；不应影响水库大坝、水利工程取用水建筑物、泄水建筑物、灌（排）干渠（沟）功能；不得侵占名胜古迹保护区和自然保护区。严禁在重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响的区域布设弃土场。

[【条文说明】](javascript:;)4.1.3 弃土场排弃过程产生粉尘较多，因此不宜选在居民区和工业厂区常年主导风向的上风侧，以减少尘土污染；同时不应设在生活水源的上游，避免弃土场产生的废水、粉尘等污染生活水源。

**4.4** 弃土场场址应满足与工业场地、厂区、居民点、铁路、公路、输电及通信干线、水域、隧洞等设施的安全防护距离的要求，宜靠近开挖场地。

[【条文说明】](javascript:;)4.4 弃土场一旦形成即可能成为一种特殊的人工堆积边坡的永久地物，但新堆置的弃土场岩土松散，基底处于沉降变形频发期，稳定性较差，会成为工程建设一个潜在的安全隐患。弃土场一旦失稳不仅会严重影响工程建设，亦会对其周边的工业场地、居民点、公路、铁路、输电及通讯设施及线路、水域及其他公共设施的安全运行造成破坏或威胁，因此安全防护距离是为保证人民生命财产和生产、生活及公共设施不受侵害，保证正常生产秩序不受侵扰而设置的。

弃土作业是扬尘较重的过程，从环境保护角度出发，为降低弃土作业期间及平时空气对流等气象因素使弃土场造成的扬尘对工业厂区及工程周边生活区，特别是居民区的影响，要求弃土场根据地形、气象等实际情况，与周边相关设施保持一定的防护距离，既是安全防护距离的考虑，也是卫生防护距离的需要。

确定弃土场与相邻工业厂区、居民点、铁路、公路、输电及通讯干线、水域、隧洞等设施的安全防护距离需考虑的因素有：

（1）弃土场基底及安全防护地带的工程地质、水文地质条件；

（2）弃土场基底及安全防护地带的自然地面坡度、植被及汇水面积情况；

（3）降雨、风频、风向等气象条件；

（4）堆置岩土的性质、粒径组成；

（5）运输、堆排方式、堆置台阶高度、台阶宽度及边坡坡度；

（6）被防护设施的性质等。

弃土场尽可能靠近开挖场地，其主要用意就是缩短弃土运距，降低弃土成本和运输成本。

另外，弃土场靠近开挖场地选址，开挖场地和弃土场所致的扬尘、渣污染、噪声污染等污染源相对集中，缩小污染影响范围，减小安全和卫生防护地带的设置区域。

**4.5** 山区、丘陵区弃土场宜选择在工程地质和水文地质条件相对简单，原地形坡度不大于12°，场地条件简单的沟谷或地形相对平缓的沟谷、凹地、坡台地、滩地等；平原区弃土应优先弃于洼地、取土（采砂）坑，以及裸地、空闲地、平滩地等。

[【条文说明】](javascript:;)4.5 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定：禁止任何单位或者个人向江河、湖泊、运河、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地和岸坡等法律、法规规定禁止倾倒、堆放废弃物的地点倾倒、堆放固体废物。

工程地质和水文地质条件相对简单、沟底自然地形坡度较平缓（沟谷纵坡度小于12°）的沟谷是较理想的弃土场场址选择。而沟谷纵坡较陡、汇水面积大且地表水集中的沟谷易引发泥石流和弃土场滑塌，松散岩土的堆置和坡陡水急条件同时构成了泥石流形成的基础和动因。

    当场址选择无法避开不利的地形、地质条件时，设置切实可行的防护措施是必需的，包括弃土场上部设置截洪沟、主要沟谷中设置排水盲沟或渗水层、坡脚设置拦石坝、清理基底软弱土层、基底修筑台阶、合理设计弃土高度和安全平台等。

**4.6** 弃土场不宜设置在下列条件的场地，不能避免时应采取相应措施确保弃土场稳定安全。

**1** 避开滑坡体等不良地质条件地段、风蚀区场地的风口区域；

**2** 泥石流易发区；

**3** 居民区和工业厂区常年主导风向的上风侧和生活水源的上游、汇水面积大、沟谷纵坡陡、出口不易拦截的山谷中；

**4** 汇水面积和流量大、沟谷纵坡陡、出口不易拦截的沟道；

**5** 河道、湖泊管理范围内，确需设置的，应符合河道管理和防洪行洪的要求，并应采取措施保障行洪安全，减少由此可能产生的不利影响。

【条文说明】4.6 本条规定的目的就是保证安全。多年来，由于弃土场区工程地质、水文地质等自然条件勘察工作不足，加之弃土作业管理和相应的防范措施不到位而导致的弃土场失稳情况时有发生，而弃土场产生的滑坡失稳以及泥石流等灾害必将给工程建设安全生产和环境保护带来严重的社会影响。

不良工程地质和水文地质条件是影响弃土场稳定的因素之一，弃土场基底土体或岩层的承载力亦是决定弃土场高度和稳定的外在条件，所以不良工程地质、水文地质条件，如软弱土地基、基底淤泥层、不稳定山体、地下水系发育复杂、地表水汇水面积大等，均会对弃土场稳定及安全构成威胁，也会增大地基处理、坡脚防护设施工程量。

泥石流是在岩土排弃的沟谷或场地上发生的一种弃土场整体失稳现象。它是一种包含大量泥沙、石块和巨砾的固液相混合流体，呈黏性层流或稀释性紊流状态，在各种自然（地质、地貌、水文、气候）和人为因素综合作用下，快速运动，所流经处，给自然环境和人们生产、生活均造成很大危害。

根据国内部分重点弃土场调查：降雨量大（年平均降雨量在800mm～1000mm以上）、雨量集中（小时降雨量50mm～70mm以上）的地区，弃土场上游有一定范围的汇水面积，排水条件不良的弃土场，因土岩混排，又处于地形陡峻沟谷之中，沟床纵坡很大，遇水崩解的软弱岩土形成大量泥沙流失，常导致弃土场整体失去稳定，形成泥石流。这些因素，就是本条所指的是否具有发生泥石流的条件。

本条规定自然条件下具备产生泥石流灾害的区域和设计弃土场后易产生泥石流灾害的地区，不宜选作弃土场的场址。个别工程建设中受条件限制难以选址时，也应避免布置在井（硐）口、工业场地、居住区、村镇、交通干线等重要建（构）筑物的上游，同时对这类弃土场应设置有效的防排水、泥石流灾害防护及拦挡设施等，保证弃土场安全。太钢集团有限公司尖山铁矿地处吕梁山区，火部为湿陷性黄土覆盖，该矿吸取弃土场滑坡失稳的教训，为保证弃土过程及终了弃土场的稳定性，在南部弃土场建设中，除不断优化设计（降低弃土阶段高度、加大安全平台宽度、减缓边坡终了坡度等）、制订可行的弃土场管理制度、建立监控预警体系外，还委托具有工程勘察甲级资质的勘察部门进行了弃土场岩土工程勘察。勘察报告对弃土场进行了场地稳定性分析评价，对不良地质作用、自然边坡稳定性及形成泥石流可能性等进行了详尽的分析，认为该区域适宜进行与地质环境相适应的弃土场建设。为保证弃土场的稳定，设计采取了自下而上由外向里分阶段后退式覆盖弃土工艺，并根据工程地质和水文地质的实际情况，在弃土场的主要沟谷内设置排水盲沟，形成地下渗流通道；在沟谷征地线内侧建设拦截坝；在沟谷处弃土场坡趾线内10m～15m设置“预埋碾压拦石坝”等措施，所有这些都是在特定的地质条件下为弃土场的长期安全稳定所做的安全储备，也说明了工程地质和水文地质条件对弃土场选址和建设的重要性。

当无法避开时，应采取截排水及安全防护措施。

# 5 场地勘测

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 弃土场应按照可行性研究、初步设计、施工图设计阶段进行相应的工程地质、水文地质勘察工作。

**5.1.2** 与勘察阶段相适应的工程测量应在岩土工程勘察之前进行；

**5.1.3** 原场地岩土工程勘察应符合下列规定：

**1** 收集场地内总平面规划和场地平整范围地形测量资料；

**2** 据场地建设分区及填筑地基相应设计阶段要求确定工程地质、水文地质勘察技术内容；

**3** 勘察范围应根据建设场地分区确定，场地附近存在影响安全的不良地质作用时应扩大；

**4** 勘察等级应根据工程重要性等级、场地复杂程度、场地地基的复杂程度确定，需符合国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021相关规定。

**5.1.4** 场地遇有下列条件之一或工程需要时应对原场地进行专门的水文地质勘察。

**1** 岩溶发育地区；

**2** 含水层多且含水岩组变化大；

**3** 地下水补给、迁流、排泄条件复杂或地下水位存在明显异常等；

**4** 地质构造复杂，岩体透水性强；

**5** 有较高的承压水头和承压含水层分布。

**5.1.5** 勘测报告应在原始资料整理、检查和分析的基础上编制，应做到资料齐全、论证有据、评价正确、建议合理。

## 5.2 工程测量

**5.2.1** 工程测量范围应为已批准的工程建设项目总平面规划范围，环境复杂时宜适当扩大；

**5.2.2** 工程测量应设置平面和高程控制点（网），首级平面、高程控制点，并埋设永久性标志；

**1** 首级控制点（网）测量精度应符合现行国家标准《工程测量规范》GB50026中的相关要求；

**2** 首级平面、高程控制点（网）宜沿沟谷轴线及其延长线一侧或两侧布置，间距宜为200m～400m；平面控制网的布网精度应符合1:500比例尺地形图测量精度的要求；

**3** 高程控制点（网）的布置宜与平面控制点（网）的布置相结合，并可利用相应平面控制点作为高程控制点或单独布设高程控制点。

**5.2.3** 控制测量应符合下列规定：

**1**  初步设计阶段测量应建立适用于场地建设、设计阶段的永久性首级控制网，首级控制网的等级应根据工程规模、控制网的用途和精度要求合理选择；

**2** 施工图设计阶段测量应布设满足精度要求的加密网，并可越级布设或同等级扩展；

**3** 控制测量应满足工程建设的定位要求，精度应满足场地建设不同阶段的测量要求；

**4**  控制点应布设在沟谷延长线上，并应埋设作为场地永久性平面、高程控制点的标石（基岩标）。每条延长线上两端各设置2～3个永久性标石，宜选择适当的位置建立2～3个设在基岩上并应有相应的保护措施的基准标石。

**5.2.4** 高程控制测量应符合下列规定：

**1**  高程系统采用1985国家高程基准或采用1956年黄海高程系统；

**2**  高程控制网内复核精度应达到相应水准测量等级的要求；

**3**  施工图设计阶段高程控制测量应以二等水准网作为首级高程控制网，其他等级宜布设三～五等水准测量。

**5.2.5** 地形图或断面图测量应符合下列规定：

**1** 地形测量比例在初步设计阶段宜为1:1000~1:2000；施工图设计阶段宜为1:500~1:1000，对弃土区沟谷台地比例宜为1:200；

**2** 工程开工前应实测工程部位的原始地形图或断面图；施工过程中应及时测绘不同土层的分界线，并定期测绘工程实施部位的地形图或断面图；工程竣工后应实测竣工地形图或断面图；各阶段的地形图或断面图可作为工程量计算和工程结算的依据；地形或断面基本等高距应符合表5.2.4-1的要求。测点的精度宜符合表5.2.4-2的要求。

表5.2.4-1 地形图的基本等高距（m）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地形倾角（α） | 比 例 尺 | | | |
| 1:500 | 1:1000 | 1:2000 | 1:5000、10000 |
| α < 3° | 0.5 | 0.5 | 1 | 2 |
| 3° ≤ α < 10° | 0.5 | 1 | 2 | 5 |
| 10° ≤ α < 25° | 1 | 1 | 2 | 5 |
| α ≥ 25° | 1 | 2 | 2 | 5 |

注：一个测区同一比例尺，宜采用一种基本等高距。

表5.2.4-2 地形或断面测量测点的精度要求（mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 断面类别 | 点位限差 | |
| 平面 | 高程 |
| 原始、竣工验收地形或断面 | ±10 | ±10 |
| 土石方工程竣工地形、断面 | ±5 | ±5 |
| 附属物竣工地形、断面 | ±2 | ±2 |

**3** 断面图间距应根据工程用途、部位和地形复杂程度选择，宜为5m～20m；场区内沟、坑、塘按间距20m～40m进行剖面测量；其他有特殊要求的部位按设计要求执行，断面宽度应超出工程部位边线5m～10m；

**4** 地形图和断面图比例尺宜选用1:200，地质缺陷地形图应视面积大小确定比例尺；土石方开挖、填筑工程竣工图的比例尺宜为1:500或1:200，大范围的竣工图的比例尺可选用1:1000；

**5** 对排水构筑物应测定其位置、沟底和沟顶高程、结构断面尺寸，并绘制竖向比例尺为1:100、横向比例尺为1:2000的断面图。

**5.2.6** 施工控制网测量应符合下列规定：

**1** 土石方施工前，应根据场地定位和分区、施工放样需要布设施工控制网；

**2** 施工控制网应包括平面控制测量和场地高程控制测量；

**3** 施工控制网精度应满足平面轴线误差不大于50mm、高程误差不大于3mm的要求；

**4**  网格线点间距宜小于50m，并按一级导线或二级导线精度测设，高程宜采用二等水准精度进行施测。

**5.2.7** 土石方开挖工程测量放样应测放出设计开挖轮廓和填筑工程区域，并应采用明显标志加以标记，点位限差应符合表5.2.7的要求。

表5.2.7 开挖放样点的点位限差（mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 轮廓放样点位 | 点位限差 | |
| 平面 | 高程 |
| 附属物轮廓点 | ±100 | ±100 |
| 土、砂、石覆盖面开挖轮廓点 | ±150 | ±150 |

**5.2.8** 施工测量应包括施工区原始地形图或断面图测绘、放样测站点的测设、土石方开挖平面、填筑地基及坡脚轮廓点放样、竣工地形图及断面图测绘、工程量计算和验收测量等内容，并应符合下列规定：

**1** 土石方开挖后，应及时测绘地形图或断面图，对有地质缺陷的部位应详细测绘；

**2** 施工过程中应定期测算已完成的工程量，并应以不大于20m×20m方格网测量计算成果为依据；

**3** 施工测量资料整理应符合下列规定：

1）每次测量作业结束后应及时整理测量记录、放样计算数据资料、测量通知单、测量

放样交样单或测量检查成果表，并按工程项目或工程部位归档保存；

2）每次测量完成后应及时将地形图、断面图、工程量计算表及外业数据资料整理保存；

3）工程竣工后应及时整理竣工测量记录、竣工图表及使用的设计图纸和测量技术总结。

**5.2.9** 竣工测量应符合下列规定：

**1** 应随施工的进展逐步汇集资料；

**2**  工程完工后，应进行竣工验收测量，施测精度应不低于施工测量放样的精度；

**3**  竣工测量的部位应与设计、监理、施工管理单位协商确定；

**4** 竣工测量资料宜包括下列内容：

1）开挖底面的比例尺为1:200～1:500竣工地形图或高程平面图；

2）填筑场地的竣工图测量；

3）关键部位开挖的竣工纵、横断面图；

4）地下工程开挖、衬砌或拦挡结构竣工断面图；

5）地下水过流部位或隐蔽工程的形体；

6）各种主要孔、洞的形体；

7）变形监测设备埋设、安装竣工图；

8）测绘施工区竣工平面图等需要竣工测量的项目。

## 5.3 弃土堆填区岩土工程勘察

**5.3.1** 初步设计阶段勘察应以工程地质及水文地质测绘为基础，并应针对场地特征选用物探、钻探、槽（井）探等方法进行，并应包括下列内容：

**1** 场区自然地理特征、气象特征、水文地质特征、地形地貌特征、自然灾害特征；

**2** 场地主要的地层结构、地质构造、地震烈度、工程地震特征、土层冻结深度和冰冻期；

**3** 填方区岩土特性和软弱层的分布，地基土的物理力学性质参数；

**4** 场区地下水，地表水系特征，补给、径流特征；

**5** 挖方区土石料的工程性质、风化程度、分布区域和储量、石料可挖性、土石储量和土石比例；

**6** 岩溶和其它可能存在的不良地质体的分布范围和规模，确定岩石面分布情况，并初步判定地表岩溶和地下岩溶的分布及形态；

**7** 对不良地质作用、特殊性岩土、边坡稳定性及土石方工程应作出初步分析、评价及处理建议；

**8**  进行环境工程地质评价和地质灾害预测，提出防治和监测措施建议。

[【条文说明】](javascript:;)5.3.1 本条说明了弃土场初步设计阶段应进行的勘察工作。一般参考现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021初步勘察要求进行。但需要说明的是：初步设计阶段对于弃土场的设计需要进行方案比较，弃土场的勘察工作应针对确定的弃土场区进行，勘察深度应满足弃土场稳定性计算分析的要求。大型和特大型弃土场，由于服务年限较长，前后期的勘察深度可略有不同，前期勘察深度要高于后期。弃土场区工程地质条件简单的区域可简化勘察要求，地形条件复杂、勘察工作难以实施的地区可针对性进行相关勘察工作。勘察的深度和勘察精度应满足弃土场稳定性分析的要求。目前相关规范没有明确标准，具体勘察深度要求可由设计单位提出勘察建议和基本要求，由具备弃土场稳定性计算分析能力的设计或科研部门根据弃土场勘察成果进行相应的计算分析，成果应纳入弃土场工程设计中。

**5.3.2** 施工图阶段应对防排水设施、堆石坝设施等防护工程进行详细勘察。

[【条文说明】](javascript:;)5.3.2 弃土场工程设计文件中的安全对策措施设计是保证弃土场安全的重要内容，相关安全设施设计可根据弃土场服务年限分阶段进行，相关勘察工作也可分阶段进行。由于一般设计文件仅对基建期的相关工程进行施工图设计，对于弃土场安全对策措施设计可不同，应至少考虑5年以上弃土场服务期的安全对策措施设计。相应的安全对策措施详细勘察应根据设计内容进行。

**5.3.3** 详细勘察阶段应符合下列规定：

**1** 查明填方区域的地层分布、不良地质作用、岩土层的物理力学性质指标，软弱地层、岩溶发育的位置与规模，并作出稳定性评价和建议；

**2**  对挖方区填料应进行详细分类和评价，并提供填料的土石比例及相应的工程技术参数；

**3** 挖方区挖至设计高程后应进行勘察，查明地面下有无软弱地层、岩溶与土洞以及其它不良地质作用，评价其工程影响，并提出处理意见和建议；

**4** 查明场区内可液化地层、断裂破碎带分布，进行填方场地环境工程地质评价和地质灾害预测，提出不良地质作用的防治和监测措施建议；

**5**  边坡区应查明岩土层分布情况及影响边坡稳定的工程地质问题，提供边坡稳定分析及计算所需的物理、力学参数；

**6**  对可能采用的地基处理，应提供地基处理设计、施工的岩土特性参数和注意事项，分析地基处理时可能对工程环境影响的有关问题。

**5.3.4** 场地工程勘探线（点）布置应符合下列规定：

**1** 填方区勘探线可按工程范围和建设场地分区，沿地形坡向、沟谷走向等布置，勘探线(点)间距可按表5.3.4确定；

表5.3.4 勘探线（点）间距

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 勘察  等级 | 勘探线（点）间距（m） | | | | | |
| 边坡用地区 | | 边坡稳定影响区 | | 建（构）筑物  用地区 | 一般场地区 |
| 填方区 | 挖方区 | 填方区 | 挖方区 |
| 甲级 | 10～20 | 30～50 | 30～50 | 50～100 | 按国家和行业岩土工程勘察标准要求执行 | 50～100 |
| 乙级 | 20～30 | 50～80 | 50～80 | 100～150 | 100～150 |
| 丙级 | 30～50 | 80～100 | 80～100 | 150～200 | 150～200 |

注：勘探线（点）布置应考虑后期详细勘察时的勘探点布置；

**2** 勘探点应沿勘探线布置，在每个地貌单元和不同地貌单元交接部位应布置勘探点；对发现暗河、暗沟、断层破碎带、溶洞、岩溶洼地、岩溶漏斗、地表塌陷、落水洞、溶槽及溶蚀破碎带、冲（溶）沟等地质条件复杂的地段应适当加密钻孔；

**3** 填方区、边坡区的勘探点间距和勘探深度应能满足原场地地基处理、填筑地基的变形计算与边坡稳定性计算的要求；

**4** 挖方区填料和料源勘察应按山体坡度和基岩出露情况布置勘探线，并根据地质条件及物探成果合理布置钻孔；

**5** 对场区内岩溶漏斗、岩溶洼地、地表塌陷和断层破碎带均应布置钻孔，钻孔数量应根据岩溶漏斗、岩溶洼地、地表塌陷和断层破碎带的分布范围确定，查明充填物及岩溶的发育情况；

**6** 对场区内物探所解译的洞体，应采用钻探验证，钻孔数量可根据洞体规模确定；

**7** 勘探点的布置应充分结合物探成果、现场情况及时调整钻探点间距和深度，对各种不良地质体钻探点应布置在物探勘察有异常的地带，并根据发育程度加密勘探点。

## 5.4 水文地质勘察

**5.4.1** 水文地质测绘的比例尺及范围应根据勘察阶段、工程特点和场地水文地质条件复杂程度确定。

**5.4.2** 水文地质调查应符合下列规定：

**1**  应根据区域水文地质条件，分析工程完工后区域水文地质条件改变可能引起的环境地质、水土保持和地质灾害问题，并做出评价；

**2** 内容应包括区域地形地貌、地层岩性、地质构造、水文气象、植被分布等及其与水文地质条件的关系，区域水文地质特征，地下水的赋存条件与分布规律，地下水的水质、水量及其补给条件与运动规律，含（透）水层和隔水层的埋藏与分布特征，地下水的赋存条件复杂时应进行水文地质分区；

**3** 搜集和分析研究区域自然地理、地质和水文地质资料，包括水利、地质、交通、农业、城建等有关部门的勘探成果及水井资料；

**4** 在水文地质研究程度较高、现有资料较多的地区，可以编图工作为主，水文地质复杂时应进行踏勘验证；

**5**  在基本水文地质资料缺乏的地区应进行区域水文地质线路调查，重点地段可采用简易勘探手段验证；也可利用卫星相片、航空相片等遥感资料进行水文地质解译，水文地质复杂时应进行现场验证；

**6**  编制区域水文地质调查成果报告。

**5.4.3** 水文地质物探应根据被探测对象的物性特征，采用有效方法综合探测，关键点位及典型地段的探测成果应经钻探或其它手段验证。

**5.4.4** 水文地质试验应以现场试验为主，室内试验为辅。试验的位置、数量和方法应结合勘察阶段和工程特点确定。

**5.4.5** 水文地质勘察应符合下列规定：

**1**  调查场区地下水的类型、补给来源、排泄条件、历年最高地下水位、近3～5年最高地下水位，确定水位变化幅度，并实测地下水位；必要时应设长期观测孔；

**2** 调查场区附近的河流、水系、水源及水的流向、流速、流量，10年、15年、20年一遇的水位；

**3** 调查场区附近河流的历年最高洪水位及其发生时间和淹没范围；

**4** 当地下水可能浸湿基础时，应根据其埋藏特征采取有代表性的水样进行腐蚀性分析，评价地下水对混凝土、金属材料有无腐蚀性；

**5** 在冻土地区，应评价地下水对土的冻胀和融陷的影响。

**5.4.6** 专门的水文地质勘察应符合下列规定：

**1**  查明含水层和隔水层的埋藏条件，地下水类型、流向、水位及其变化幅度；当有多层对工程有影响的地下水时，应分层量测地下水位，并查明互相之间的补给关系；

**2**  查明场地地质条件对地下水赋存和渗流状态的影响；宜设置观测孔，或在不同深度埋设孔隙水压力计，量测压力水头随深度的变化；

**3** 通过现场试验，测定岩土层的渗透系数等水文地质参数。

**5.4.7** 岩溶地区水文地质勘察应符合下列规定：

**1**  查明岩溶地区的水文地质条件，对工程场地存在的岩溶水文地质问题进行分析评价，为工程设计和施工提供处理建议；

**2**  内容应符合下列规定：

1）岩溶地貌发育特征及与邻近河流之间的关系，可能出现渗漏的低邻谷高程、距离，

河弯捷径长度，本河流裂点及下游排泄基准面高程、距离等；

2）新构造运动特点及其对岩溶发育的控制作用，褶皱、断裂性质及空间展布情况；岩

溶特征、规模、分布、发育规律，岩溶洞穴类型、规模、充填物及其空间分布规律，

延伸性及贯通性，岩溶发育随深度的变化情况等；

3）相对隔水层的岩性组合特征、厚度、延伸分布及其封闭条件；

4）岩溶含（透）水层的类型及其富水性、透水性，水补给源、补给方式和渗流条件、

形式；

5）岩溶水流动系统的边界和水文地质结构特征、水动力特征，地下水水位、流量、水

质的动态变化规律，地下水分水岭位置、高程；

6）对岩溶渗漏及建筑物区渗透变形问题进行评价，提出防渗处理建议。

**3** 物探应采用综合物探的方法，探测内容应包括地下水位、岩溶通道及隔水层埋深等；

**4** 勘探钻孔布置应符合下列规定：

1）钻孔布置应兼顾观测网与数值模拟的需要，相对隔水层被断层切割或相变为可溶岩

的地段、强岩溶渗漏带应布置控制性钻孔；

2）河间地块、河湾地带等可疑渗漏带应布置勘探剖面，钻孔间距可为50m～200m；

3）当无相对隔水层时，孔深应进入弱岩溶化岩体不小于10m；对岩溶洞穴可采用平硐

开挖追索。

**5** 水文地质试验应符合下列规定：

1）钻孔进入正常蓄水位以下的岩体均应进行压（注）水试验，地下水位以下代表性地

段宜进行抽水试验；

2）河岸及河床均应至少有一个钻孔，随钻进按孔深每20m～30m测量一次稳定的内、

外管水位与相应时段河流水位，并分层取水样3组以上进行水质分析，终孔一段时

间后宜观测钻孔中地下水位并绘制曲线；

3）钻孔钻进中遇承压水时应测定承压水头，当承压水头高出孔口时应进行涌水试验，

并取水样作水质分析；

4）分水岭或岸坡钻孔遇重要洞穴时和有水注入的落水洞均应进行示踪试验；试验时应

测定投放点与接收点的地下水位；

5）宜进行堵洞抽水试验，并布置相应观测网；

6）对岩溶洞穴充填物应取样进行物理性试验、渗透变形试验，宜进行破坏性压水试验，

绘制P-Q关系曲线。

**6** 岩溶区渗漏问题评价应符合下列规定：

1）应根据地形地貌、地层结构、地质构造、岩溶发育程度及其空间分布规律、河谷岩

溶水动力条件、地下水位等对岩溶区渗漏问题进行综合判定；

2）岩溶渗漏量估算可采用工程类比法、地下水动力学法、水力学法、水量均衡法、数

值法进行；

3）当岩溶渗漏对工程正常使用或安全造成不利影响时，应提出处理建议。

**5.4.8** 边坡水文地质勘察应符合下列规定：

**1** 查明边坡地段的水文地质条件，研究分析地下水对边坡稳定性的影响，为工程边坡设计、施工提供水文地质资料；

**2** 内容应符合下列规定：

1）各含（透）水层、相对隔水层的岩性、厚度、渗透性及空间分布特征；

2）地下水补给、径流和排泄条件，各含水层地下水位及其动态变化规律，地表水与地

下水的水力联系；

3）地下水出露情况，主要包括:泉井类型、出露高程、涌水量及其动态变化，勘探人工

洞和天然洞穴内地下水的出渗情况、变化规律及其与周边地质环境的关系；

4）分析评价地表水和地下水活动可能产生的冲刷、溶解、软化、潜蚀、静水压力和动

水压力的变化等对边坡稳定性的影响；

5）分析评价降水入渗、泄水等对边坡稳定性的影响。

**3**  物探应根据场区工程地质和水文地质条件确定；

**4**  勘探剖面及勘探点的布设应与工程地质勘察结合，必要时可适当加密；勘探点深度应满足水文地质测试、试验和监测的要求；

**5** 水文地质试验应视边坡具体情况采用现场压水试验或注水试验测定边坡岩土体的渗透性，试验组数可根据需要确定。

## 5.5 拦挡结构区岩土工程勘察

**5.5.1** 拦挡结构的勘察除应符合本规范5.1～5.4节要求外，尚应编制拦挡工程岩土工程勘察任务书并符合本节的专门规定。拦挡工程岩土工程勘察任务书编写格式参考附录A。

**5.5.2** 拦挡结构勘察可根据弃土场等别确定其勘察等级。Ⅰ等至Ⅲ等弃土场的拦挡结构勘察等级宜定为甲级，其余可定为乙级。

**5.5.3** 拦挡结构勘察手段应以工程地质调查和测绘、钻探、原位测试和室内试验为主，必要时尚应采用适宜的物探、井探和槽探等方法。

**5.5.4** 勘探手段应以钻探、标准贯入试验和静力触探试验为主，每个勘探点均应布置钻孔，当工程需要时，可布置适量的探井和探槽。拦挡工程工程地质钻探要求参考附录B执行。

**5.5.5** 勘探线应在工程地质调查和测绘的基础上，布置在对结构稳定性评价有代表性的地段，勘探线方向宜垂直坝轴线，并应符合下列规定：

**1** 拦截谷口建场的拦挡结构的勘探线、勘探点间距宜符合表5.5.5的规定。

表5.5.5 勘探线、勘探点间距

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 勘探线间距(m) | | 勘探点间距(m) | 每条勘探线上勘探点数量 |
| 坝体以粉性、黏性为主 | 坝体以砂性为主 |
| 1～3 | ≤200 | ≤250 | 30～60 | 不宜少于6个 |
| 4、5 | ≤100 | ≤150 | 20～50 | 不宜少于5个 |

注：1 勘探点间距在主要勘探线上宜取小值，一般勘探线上的坝体地段宜取小值；

2 当存在软弱夹层，特别是可能产生滑动的夹层时，应增加勘探点；

3 当需查明初期坝的工程地质和水文地质条件时，在初期坝地段应符合初期坝勘察的要求；

4 当有适用的前期拦挡结构勘察资料时，勘探点数量可适当减少。

**2** 每个拦挡结构应在预估稳定性较差的地段布置不少于1条的主要勘探线，主要位置勘探线数量不应少于3条，

**3** 下游勘探点距拟评价结构不宜小于30m，上游不宜小于拟评价结构高3倍的距离；

**5.5.6** 勘探孔深度应符合下列规定：

**1** 控制性勘探孔不应少于勘探孔总数的1/2，且每条勘探线上不应少于3个；

**2** 勘探孔深度应进入原天然地面以下1m～2m，其中控制孔进入原天然地面以下深度应满足表5.5.6的规定。

表5.5.6 控制性勘探孔深度(m）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 级别 | 下游坝坡 | 沉积滩 |
| 1～3 | 15～20 | 5～8 |
| 4、5 | 10～15 | 3～5 |

注：1 表中所列勘探孔深度以下存在软弱地层时，勘探孔深度应穿过软弱地层；

2 在勘探深度内遇见稳定基岩时，孔深可减小；

3 场地内存在岩溶等不良地质作用时，勘探点深度应另行确定；

4 当坝体和堆场内设有加筋或防渗层时，勘探孔深度可根据情况进行调整。

**5.5.7** 所有勘探点均应测定地下水位。

[【条文说明】](javascript:;)5.5.7 遇地下水时应量测水位；稳定水位应在初见水位后经一定的稳定时间再量测。

**5.5.8** 采取岩土试样应符合下列规定：

**1** 所有钻孔和探井均应取样。对以粉性和黏性为主的应采用薄壁取土器或回转取土器采取不扰动试样，对砂性为主的土应采用取砂器采取不扰动试样；取样的垂直间距宜为1.0m～3.0m；

**2** 每一主要土层的不扰动试样数量应满足试验项目和统计分析的需要；

**3** 对软弱夹层，特别是可能产生滑动的夹层，应采取试样；

**4** 当岩土层不均匀时，应增加取样数量；

**5** 所有标准贯入试验点均应采取扰动试样；

**6** 拦挡结构场地应采取水、土试样，并进行水、土对建筑材料腐蚀性的试验，水、土试样数量分别不宜少于3件。

**5.5.9** 静力触探试验宜在钻探和十字板剪切试验之前进行，孔与钻孔间距不宜大于1.5m，孔深度宜穿过可能滑动面。

**5.5.10** 标准贯入试验孔数量不应少于钻孔数量的1/2，钻孔中各类土层均应进行标准贯入试验，试验点的垂直间距宜为1.0m～1.5m。

**5.5.11** 对碎石土可进行重型或超重型圆锥动力触探试验，每条勘探线的试验孔不宜少于2个。  
**5.5.12** 现场直接剪切试验可在拦挡结构下游坡面或干面滩上选择适宜的地点进行，同类岩土的现场直接剪切试验数量不宜少于3处。

**5.5.13** 在地震动峰值加速度等于或大于0.10g的地区应在主要勘探线钻孔中全孔段进行，测试孔数量不得少于3个，测点间距宜为1m～2m。

**5.5.14** 拦挡结构勘察应采用抽水试验或注水试验测定土的渗透系数，在沉积滩上宜进行不少于3处，在以砂性和粉性为主的地层中宜采用抽水试验，注水试验可在探井或钻孔中进行。

**5.5.15** 岩土体物理力学性质的试验应按其类别并应按工程要求进行以下项目的试验：

**1** 当进行拦挡结构抗滑稳定性分析时，应根据计算方法和土的类别按本规范表5.5.16的要求进行三轴压缩试验和直剪试验；

**2** 当需要进行沉降变形计算时，应对地基土层进行固结试验；

**3** 各岩土层应进行垂直和水平方向的渗透试验；

**4** 当场地处于地震动峰值加速度等于或大于0.10g地区时，应对地基土进行动力性质试验。

**5.5.16** 抗滑稳定性计算参数选取尚应符合下列规定：

**1** 洪水运行条件下应采用浸润线调整后的指标；

**2** 计算参数除应依据试验室与原位实测数据外，尚应结合工程经验数据和通过反分析确定。

表5.5.16 坝基土的抗剪强度指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 强度计算方法 | 土的类别 | 试验方法和强度指标 | 试样起始状态 |
| 总应力法 | 无黏性土 | 固结不排水剪，ccu、Φcu | 1 筑坝体材料含水量及密度宜与原状样一致；浸润线以下应预先饱和；试验应力应与坝体实际应力一致；  2 地基应采用原状土样 |
| 少黏性土 | 固结快剪，c、Φ |
| 固结不排水剪，ccu、Φcu |
| 黏性土 | 固结快剪，c、Φ |
| 固结不排水剪，ccu、Φcu |
| 有效应力法 | 无黏性土 | 慢剪，c、Φ |
| 固结排水剪，cd、Φd |
| 黏性土 | 慢剪，c、Φ |
| 固结不排水剪、测孔压，ccu、Φcu，c＇、Φ＇ |

注：1 少黏性土指黏粒含量小于15％；

2 软弱尾黏土类黏性土采用固结快剪指标时，应根据其固结程度确定；当采用十字板抗剪强度指标时，应考虑土体固结后强度的增长。

**5.5.17** 岩土工程的分析评价应符合下列规定：

**1** 在工程地质测绘、勘探和取样、原位测试、室内试验的基础上结合拦挡工程的特点和要求进行；

**2** 应根据拦挡结构的勘察成果，结合地层沉积规律进行概化分区，并根据工程需要选用适宜的分析计算方法；

**3** 地基土的各项物理力学参数应按概化分区进行统计；

**4**  应包括渗流稳定性分析、静力稳定性分析，在地震动峰值加速度不小于0.10g的地区尚应包括动力稳定性分析和液化稳定分析。

## 5.6 成果报告的基本要求

**5.6.1** 岩土工程勘察报告应资料完整、真实准确、数据无误、图表清晰、结论有据、建议合理、便于使用和适时长期保存，并应因地制宜，重点突出，有明确的工程针对性。

**5.6.2** 岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、工程特点和地质条件等具体情况编写，并应包括下列内容：

1 勘察目的、任务要求和依据的技术标准；

2 拟建工程概况；

3 勘测方法和勘测工作布置；

4 场地工程地质条件，包括地形、地貌、地层、地质构造、不良地质作用以及堆积层的层位分布、岩性特征、沉积规律等；

5 场地地震动参数、地基岩土的工程性能指标等；

6 气象及水文地质条件；

7 场地岩土工程分析和评价；

8 存在病患的分析和整治处理措施建议；

9 对监测项目及监测工作的建议；

10 为保障稳定与安全运营的管理方面的建议和措施。

**5.6.3** 成果报告应附下列图件：

1 勘探点主要数据一览表；

2 勘探点平面布置图、工程地质柱状图、工程地质剖面图、图例；

3 稳定性分析计算图表；

4 原位测试、室内试验等成果图表。

5 根据需要可附下列图表：

1）区域地质图、综合工程地质图、综合地质柱状图、地下水等水位线图；

2）工程有关的照片；

3）各种有关的物探测试成果图表；

4）与工程相关的审查报告或审查会议纪要；

5）专门性试验、专题研究报告或监测报告、其他需要的报告及资料。

**5.6.4** 对岩土的利用、整治和改造的建议，宜进行不同方案的技术经济论证，并提出对设计、施工、和现场监测要求的建议。

**5.6.5** 任务需要时，可提交下列专题报告：

1 岩土工程测试报告；

2 岩土工程检测或监测报告；

3 岩土工程事故调查与分析报告；

4 岩土利用、整治或改造方案报告；

5 专门岩土工程问题的技术报告；

**5.6.6** 勘察报告的文字、术语、代号、符号、数字、计量单位、标点、均应符合国家有关标准的规定。

# 6 弃土设计

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 弃土方式应根据开挖方式、运输方式、岩土性质、运输量、运输距离，并结合弃土场地形、地质条件等因素比较后确定。

【条文说明】6.1.1 弃土方式一般与开拓运输系统相关联，大多为联合弃土方式。特别是大型和特大型工程建设存在多种弃土方式。目前出于安全方面的考虑，不推荐汽车直排，而推荐为汽车-推土机联合弃土；铁路土场一般推荐铁路-装载挖掘机弃土，胶带运输与弃土机联合弃土等弃土方式。

**6.1.2** 弃土计划应根据逐年开挖岩土量、弃土方式、运排设备能力、弃土场总容积、弃土顺序编制。

**6.1.3** 弃土工艺应根据开挖运输方案、岩土性质、运输量、运输距离，并结合弃土场地形、地质、气象等因素比较后确定。弃土工艺可按本标准附录C分类。

【条文说明】6.1.3 弃土工艺要素应包括弃土场最终堆置标高、台阶高度、台阶坡面角、平台宽度、总体边坡角、容积、占地面积。并应根据开挖物的物理力学性质、弃土工艺、地形、工程地质、气象及水文等条件，并应通过稳定计算分析确定。

**6.1.4** 弃土必须做到先挡后弃:

1 平地弃土场，先修建坡脚挡墙，修建排水沟与天然排水沟顺接，预留运输通道，进行弃土；

2 坡地弃土场：对于无大型石块存在的弃土，根据弃土容量先修筑挡土墙，完善排水系统直接弃土；对于有大型石块存在的弃土，为防止大型石块破坏挡土墙，先将部分大型石块堆弃于弃土场下游坡脚并用铁丝网固定形成铁丝石笼，等大石块弃置完毕后在石笼外围修筑挡土墙。

## 6.2 弃土方式

**6.2.1** 弃土方式按表6.2.1选用。

表6.2.1 弃土方式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 弃土方式 | 作业运输 | 适用条件及特点 |
| 1 | 汽车-推土机 | 采用汽车运输，推土机弃土 | 工艺简单，机动性大，适用性广 |
| 2 | 铁路-装载挖掘机 | 采用铁路运输，装载挖掘机转排 | 运量大，运距长，运输高差小 |
| 3 | 胶带-弃土机 | 采用胶带运输，弃土机弃土 | 运量大，运距长，运输高差大 |
| 4 | 铲运车 | 铲运机装载，弃土机弃土 | 运量小，运距小 |
| 5 | 小型机具 | 人力推或自溜，手工机具整平、移道 | 运量小 |

【条文说明】6.2.1 传统的弃土方式还有很多种，但可主要归纳了上述5种弃土场方式。一般条件下前3种最为常见，小型机具弃土除一些小型地下开采矿山外，已不推荐。

**6.2.2** 汽车-推土机弃土应符合下列规定：

**1** 弃土卸载平台边缘应有固定或移动的挡车设施，其高度不应小于轮胎直径的1/2；

**2** 弃土场平台应平整，弃土线应整体均衡推进，弃土工作面向坡顶线方向应有2％～5％的反坡；

**3** 道路条件和状况应符合现行国家标准有关规定。

【条文说明】6.2.2 推土机的推送距离宜为10m～25m，推送方向以直线推送为好，一般推导的偏角宜为20°以内。

**6.2.3** 铁路-装载挖掘机弃土时，弃土线的设置应符合下列规定：

**1** 铁路弃土线应设备用线，备用线数量应为生产线数量的20％。当弃土场为两处以上时，每处弃土场至少应设一条备用弃土线；

**2** 装载挖掘机弃土，一条弃土线宜配一台装载挖掘机。弃土线的通过能力应比装载挖掘机生产能力高15％～20％；

**3** 在独头卸载线端部应设置车挡。车挡应有完好的挡栏指示和灯光示警。独头线的起点和终点应设置铁路障碍指示器；

**4** 弃土线长度可按表6.2.3选取。

表6.2.3 弃土线长度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 弃土设备 | 条件 | 准轨 | 窄轨 |
| 装载挖掘机 | 一般 | 5～6 |  |
| 困难 | 3 |  |
| 推土机 | 一般 |  | 4～5 |
| 困难 |  | 3 |
| 装机 | 一般 | 2～3 |  |
| 困难 | 1～2 |  |

**5** 铁路运输线路应符合现行国家标准《冶金露天矿准轨铁路设计规范》GB 50512、《钢铁企业总图运输设计规范》GB 50603的有关规定。

【条文说明】6.2.3 本条规定了铁路-装载挖掘机弃土时，弃土线的设置。铁路运输的弃土线会随着弃土宽度的增加停产移设，日常工作时线路需要进行垫道、换轨枕、维修等作业，有时还需要处理诸如掉道、扣斗、挂弓等事故。为保证弃土场的正常生产，要求有一定数量的备用线。根据一些矿山的实际经验，备用线数量取生产线数量的20％为宜，当弃土场为两处以上时，20％备用线难以分散布置，因此规定每处弃土场最少应有一条备用弃土线。

**6.2.4** 胶带-弃土机弃土应符合下列规定：

**1** 弃土线长度宜满足2～3个月的移设周期要求；

**2** 上排台阶高度应根据排料臂长度、倾角、排弃物料抛出水平距离、弃土机中心线至弃土台阶坡底线安全距离，以及弃土台阶坡面角等因素确定；

**3** 下排台阶高度应根据排料臂水平投影长度、弃土机中心线至弃土台阶坡顶线安全距离和稳定性计算综合确定；

**4** 弃土机弃土前应修筑初始路堤。初始路堤宽度应根据移置胶带机中心线至路堤边缘距离、移置胶带机中心线至弃土机中心线距离、弃土机中心线至路堤边缘距离综合确定；

**5** 胶带-弃土机应设置初始弃土机组装场地，场地面积不宜小于100m×50m，并应进行碾压；

**6** 采用弃土机弃土，应进行不均匀沉降计算，并应提出反坡坡度；

**7** 弃土机距坡顶线应留有安全距离，安全距离应根据弃土台阶高度、堆排物料性质和设备荷载确定；

**8** 胶带机应符合现行国家标准《带式输送机工程设计规范》GB 50431的有关规定。

【条文说明】6.2.4 本条对胶带-弃土机弃土作出规定。弃土线长度宜满足2～3个月的移设周期要求，宜取1000m～2000m，避免过于频繁的移设。初始路堤宽度由三部分组成，即移动胶带机中心线至路堤边缘距离、移动胶带机中心线至弃土机中心线距离、弃土机中心线至路堤边缘距离。

## 6.3 弃土计划

**6.3.1** 弃土计划编制应符合下列规定：

**1** 弃土计划编制应考虑岩土流向，应避免出现短期排弃高峰、反向运输；

**2** 基建期弃土应与生产期弃土衔接；

**3** 排弃能力应满足岩土量增长需要，并应留有余量；

**4** 有回收利用价值的岩土应单独堆存。

【条文说明】6.3.1 在弃土场设计中，应着重考虑岩土运输合理流向，尽量减少岩土特别是前期岩土运输距离，做到高土高排、低土低排，以求得最佳的经济效益。

**6.3.2** 弃土计划应编制岩土逐年排弃计划表。

【条文说明】6.3.2 开挖物逐年排弃计划表要反映出各年度不同弃土方式的运输量(如胶带、汽车或铁路)，以及排弃到土场的某一台阶的岩量。逐年开挖物排弃计划表可参照表1。

表1 逐年开挖物排弃计划表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 年度 | 岩石量(万t/万m3) | 1号弃土场岩石量(万t/万m3) | | | | 表土堆场(万t/万m3) | | 暂不利用石料堆场(万t/万m3) | | 小计 |
| 汽车弃土 | | 胶带弃土 | |
| 标高1 | 标高2 | 标高1 | 标高2 | 标高1 | 标高2 | 标高1 | 标高2 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

注：本表可根据设计实际情况进行调整。

**6.3.3** 弃土场应绘制分期平面图。

【条文说明】6.3.3 弃土场终了状态图要包括台阶组成、运输道路等要素，若设有排水工程、拦石坝等设施也应表示。弃土场终了及阶段终了的平面图中需标示弃土场名称、弃土场容积、弃土标高、开拓系统线路布置。

**6.3.4** 1级、2级、3级弃土场宜绘制前5年年末图及后期关键年份或状态弃土场年末图。

【条文说明】6.3.4 本条规定了初步设计文件中应附的工程弃土场年末状态图要求。对于1、2、3级弃土场应有前5年年末图是为了保证工程建设前期弃土场的堆排和相应的安全对策措施满足安全生产的要求。对应弃土场前期的堆排状态，有相应的安全措施。对于简单类型的弃土场，可根据条件和堆排状态附相应的年末状态图。后期关键年份和状态，一般指胶带弃土机变换台阶弃土、弃土方式发生变化、覆盖式弃土场台阶弃土结束等，也应附图。年末图中应包括道路系统、防排洪系统等。一般条件下为满足5年一次的弃土场稳定性检测分析，可附第5年、第10年、第15年等年份状态图。

## 6.4 弃土工艺

**6.4.1** 弃土台阶高度、总堆置高度、边坡角度、平台宽度应按弃土工艺、开挖物的物理力学性质、地形、水文地质及工程地质、气候条件等因素通过弃土场稳定性计算分析确定。

【条文说明】6.4.1 弃土场各台阶的终了安全平台宽度首先应满足弃土场整体安全要求，其次应考虑后期弃土场复垦时满足小型卡车的通行要求。

**6.4.2** 人工弃土宜采用单台阶弃土。

**6.4.3** 汽车运输宜采用推土机弃土，铁路运输宜采用装载机弃土。

**6.4.4** 铲运机可用于采剥、运输、弃土，平均运距宜为800m～2000m。

**6.4.5** 在开挖物物理力学性质较差时，可采用装载机弃土。

**6.4.6** 胶带-弃土机弃土，弃土机距台阶坡顶线之间应设安全距离；工作场地和行走道路的坡度，应满足弃土机的技术要求；弃土线长度宜满足2个月～3个月的移设周期要求。

**6.4.7** 山坡露天开挖弃土顺序宜根据开挖场地出口标高确定。当山坡露天多台阶弃土时，宜采取分区分段，依次弃进的方式。

**6.4.8** 多台阶同时作业弃土场的下部弃土台阶应与上部弃土台阶保持超前堆置宽度。

【条文说明】6.4.7、6.4.8 山坡露天弃土场一般为多台阶弃土，在弃土过程中，为保证作业安全，下部弃土台阶应有足够的超前宽度，其超前工作平台宽度与弃土方式、弃土设备及台阶高度有关，一般由计算确定。  
    弃土场平台宽度(B)，按图1及式(1)或式(2)计算。

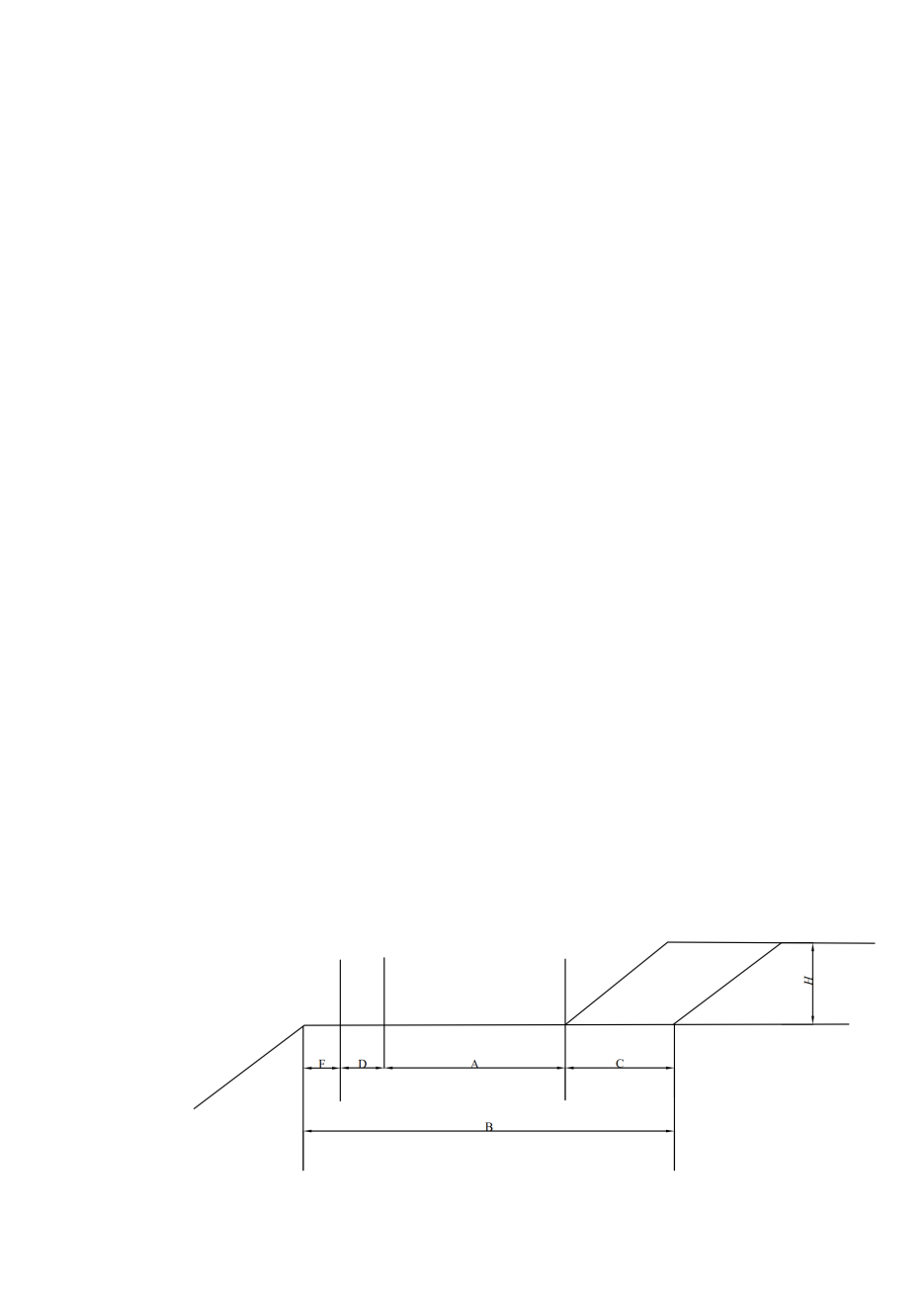


图1 弃土场工作平台宽度

采用铁路运输时： B=A+C+D+F （1）

采用汽车运输时： B=C+2(R+L)+F （2）

式中：A—上台阶坡底至铁路中心线距离，一般大于大块石滚动距离加摩电线杆至铁路中心线距离(m)；C—超前堆置宽度(m)；D—线间距离(m)；F—外侧铁路中心线至台阶坡顶最小距离(m)；R—汽车转弯半径(m)；L—汽车长度(m)。

**6.4.9** 采用架空索道、斜坡道或胶带运输机弃土的弃土场宜增大台阶高度。

**6.4.10** 运输道路宽度应满足弃土工艺作业机械进行正常作业的要求。采用汽车弃土的单台阶弃土场，路堤可沿等高线开辟半壁路堑，平台大小应满足卸车和调车要求，弃土工作面向坡顶线方向应有200%～5%的反坡。

**6.4.11** 沟谷型弃土场宜采用多台阶压坡脚式弃土，下台阶的初始路堤可边排边筑，也可在上台阶的弃土边坡上修建，但应保证上台阶边坡稳定。

**6.4.12** 弃土场应控制单个作业面的弃土强度，并应增大弃土线长度，交替弃土。

**6.4.13** 平缓地形宜采用覆盖式多台阶弃土，由下而上逐层堆置，或多台阶同时进行覆盖式弃土；同时作业时，弃土场下部弃土台阶应与下部弃土台阶保持超前堆置宽度。

**6.4.14** 软弱地基弃土场宜采用自下而上、由外向里分阶段后退覆盖式弃土，并应控制底部台阶的高度和底部开挖物的块度。

**6.4.15** 多台阶弃土场的总体边坡角应满足弃土场整体稳定性要求。

# 7 弃土场设计

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 弃土场工程设计应坚持安全可靠、经济合理的原则。

**7.1.2** 弃土场可为一个或多个。当占地面积大时，宜一次规划，分期实施。分期开挖的场地可在开挖范围内设置临时的弃土场，并应与永久弃土场进行技术经济比较后确定。

[【条文说明】](javascript:;)7.1.2 本条主要是从国土资源保护、节约用地的角度出发作出的规定。近年来，国家不断加大土地资源保护和管理力度，提高土地资源支撑经济社会发展的能力，节约用地也是建设者义不容辞的责任和义务，特别是对耕地的保护更是重中之重，国家也颁布实施了《中华人民共和国基础农田保护法》。

弃土场在建设用地中所占比重较大，为节约用地，保护农田，选址时提倡少占或不占耕地、林地，充分利用沟谷和荒地，节约及合理利用土地是弃土场设计的原则。

弃土场容积在总体规划中应该满足容纳工程所排弃全部岩土的需要。由于弃土场占地很大，为避免过早地征用土地，造成土地长期闲置、浪费，弃土场可按弃土进度计划安排分期征用土地。

**7.1.3** 弃土场的用地应包括开挖物堆积体、排水设施、防护设施、泥沙沉积、滚石影响等用地，设有污水调节池时还应包括污水调节池用地。

**7.1.4** 弃土场应根据工程位置、类型及堆置情况，进行拦挡结构、防洪、截排水等设计。

【条文说明】7.1.4 本款主要目的是为消除水害，确保土场使用安全，防止水土流失危害环境，完善的排水系统包括弃土场上部靠山侧排水设施，弃土场下游的排水设施，弃土场内的排水设施；其中弃土场上游的排水设施主要以截洪沟为主，防止上游汇水对弃土场造成危害。弃土场下游排水设施主要是排洪道及弃土场坡脚与被保护设施间的拦洪坝等设施。弃土场内的排水设施主要为弃土场内部的排水沟、排水涵洞及必要时的弃土场底部渗流设施等。排洪设施的设计洪水频率应综合弃土场的汇水面积、地形条件、弃土场的弃土量、岩土体的物理力学性质、岩石粒级组成及弃土场下游是否有无直接受威胁的居民区或其他设施等因素确定。

**7.1.5** 弃土场辅助设施应设置照明系统、醒目的安全警示标志，其设计应符合现行国家标准有关规定。

【条文说明】7.1.5 本款主要是从作业安全与照明角度出发而作的规定。无作业指挥和照明条件，禁止弃土作业；无论采用何种弃土方式，在弃土作业区应设置醒目的警示标志，非工作人员不得擅自进入该区域，防止弃土作业时的滚石及弃土场局部坍塌失稳等造成的安全事故。弃土场进行弃土作业时，应圈定危险范围，并设立警戒标志，无关人员不应进入危险范围内。而弃土场安全范围同弃土场边坡坡脚处原地形坡度息息相关，因此弃土场警戒标志范围应设定在征地范围边缘，并应加强观测。

**7.1.6** 有回收利用价值的石料或表土应在分排、分堆单独堆存，并应为其回收利用创造有利条件。

【条文说明】7.1.6 根据环境保护和土地复垦规划要求，弃土场及地面开挖结束后的开挖场地需要覆土造田，因此作为复垦材料的表土不能随便排弃，要单独堆放，留待后期复垦使用。

**7.1.7** 弃土拦挡工程设计应综合弃土场类型、弃土堆置方案、弃土场地形和工程地质、气象及水文、建筑材料、施工机械类型等因素确定。

**7.1.8** 弃土场工程稳定计算包括堆弃土边坡及其地基的抗滑稳定计算，并应符合下列规定：

**1** 抗滑稳定应根据弃土场工程级别、地形、地质条件，并应结合弃土堆置形式、堆置高度、弃土组成、弃土物理力学参数等选择有代表性的断面进行计算；

**2** 多雨地区的弃土场工程尚应核算连续降雨期边坡的抗滑稳定，其安全系数按非常运用工况采用；

**3**  弃土场工程抗滑稳定计算可采用不计条块间作用力的瑞典圆弧滑动法；对均质弃土，宜采用计及条块间作用力的简化毕肖普法；对有软弱夹层的弃土场工程，宜采用满足力和力矩平衡的摩根斯顿-普赖斯法进行抗滑稳定计算；对于存在软基的弃土场工程，宜采改良圆弧法进行抗滑稳定计算；

**4** 抗滑稳定计算应符合本规定附录D的规定；

**5** 弃土用于填平坑、塘时可不进行弃土场工程稳定计算。

## 7.2 堆置设计

**Ⅰ 堆置设计参数**

**7.2.1** 弃土场工程堆置应根据弃土场地形地质条件、弃土岩土组成及物理力学参数等确定堆置要素，并应满足弃土场整体稳定，考虑拦挡及截排水措施且不影响河（沟）道行洪安全的要求；

**7.2.2** 弃土场堆置要素应包括容量、堆置总高度与台阶高度、平台宽度、综合坡度和占地面积等；

**7.2.3** 弃土场纵断面设计应依据弃土场接纳土方量，初步确定弃土场堆高，在设计基线基础上，拟定弃土场基线各里程点设计高程，为后期横断面设计奠定基础。

**7.2.4** 弃土场横断面设计应符合下列规定：

**1** 依据实测地形图，得到垂直于设计基线的横断面地面线。在此基础上，结合纵断面设计高程，确定横断面上各点高程，得到横断面设计图；

**2** 横断面应设计为人字坡或者一面坡，严禁设计为平坡。横断面高程设计完成后，在此基础上进行挡墙、排水、绿化设计等；

**3** 所有横断面设计完成后，应反算弃土场当前条件下所能接纳的弃方量，当弃土方量与设计接受的方量不符，应重新进行纵断面、横断面设计，直至弃土方量与接收方量相同。

【条文说明】7.2.3、7.2.4 横断面设计主要目的是确定垂直于设计基线方向各断面设计情况。

纵断面设计主要目的是确定沿着设计基线方向各里程点的高程。一般纵断面设计为一个平坡。

**7.2.5** 弃土堆置容积应以自然方为基础，应根据岩土开挖总量、体重、松散系数和沉降系数确定，并符合下列规定：

**1**  有效容积计算应按下式计算，其中开挖岩土的松散系数（Ks）、开挖岩土的沉降系数（Kc）应符合：

Vy=Vs×Ks/（1+Kc） （7.2.5-1）

式中：*V*y—弃土场设计的有效容积（m³）；*V*s—开挖岩土的自然方量数（m³）；*K*s—开挖岩土的初始松散系数，按表7.2.5-1取值；*K*c—开挖岩土的沉降系数，按表7.2.5-2取值。

**2** 设计总容积应按下式计算：

*V*=*K*1×*V*y （7.2.1-2）

式中：*V*—弃土场设计总容积（m³）； *K*1—容积富余系数，取1.02～1.05；*V*y—弃土场设计的有效容积（m³）。

表7.2.5-1 开挖物经下沉后的松散系数

|  |  |
| --- | --- |
| 类别 | 松散系数 |
| 砂 | 1.01～1.03 |
| 带夹石的黏土岩 | 1.10～1.20 |
| 砂质黏土 | 1.03 ～1.04 |
| 块度不大的岩石 | 1.20～1.30 |
| 黏土 | 1.04～1.07 |
| 大块岩石 | 1.25～1.35 |

表7.2.5-2 弃土场沉降系数参考值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 岩土种类 | 沉降系数（%） | 岩土种类 | 沉降系数（%） |
| 砂质岩土 | 7～9 | 硬黏土 | 24～28 |
| 砂质黏土 | 11～15 | 泥夹石 | 21～25 |
| 黏土质 | 13～15 | 粉质黏土 | 18～21 |
| 黏土夹石 | 16～19 | 砂和砾石 | 9～13 |
| 小块度岩石 | 17～18 | 软岩 | 10～12 |
| 大块度岩石 | 10～20 | 硬岩 | 5～7 |

注：服务年限短的弃土场可不考虑下沉率。

**7.2.6** 堆置高度与台阶高度应根据弃土物理力学性质、施工机械设备类型、地形、工程地质、气象及水文等条件确定，应符合下列规定：

**1** 最大堆置高度按弃土初期基底压实到最大承载能力控制，应按下式计算：

*H=πc*cot*φ*[*γ*（cot*φ+πφ/*180-*π*/2）]-1 （7.2.6-1）

式中：*H*—弃土场工程的最大堆置高度（m）；*c*—弃土场工程基底岩土的粘聚力（kPa）； *φ*—弃土场工程基底岩土的内摩擦角（°）；*γ*—弃土场工程弃土的容重（kN/m3）。

**2** 弃土堆置高度40m以上时，应分台阶堆置，综合坡度宜取22°～25°，并应经整体稳定性验算最终确定综合坡度；

**3** 采用多台阶堆置时，原则上第一台阶高度不应超过15m～20m；当地基为倾斜的砂质土时，第一台阶高度不应大于10m；

**4** 4级、5级弃土场工程，当缺乏工程地质资料时，堆置台阶高度可按表7.2.6确定。

表7.2.6 弃土堆置台阶高度（m）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 弃土类别 | | 堆置台阶高度（m） |
| 岩石 | 硬质岩石 | 30～40（20～30） |
| 软质岩石 | 10～20（8～15） |
| 土石混合 | 混合土石 | 20～30（15～20） |
| 土 | 黏土 | 10～15（8～12） |
| 砂土、人工土 | 5～15 |

注：1、括号内数值系工程地质不良及气象条件不利时参考值；2、弃土场工程地基（原地面）坡度平缓，渣为坚硬岩石或利用狭窄山沟、谷地、坑塘堆置的弃土场工程，可不受此表限制。

**5** 软弱场地上弃土场应控制第一台阶高度，采用弃土对地基堆载预压，提高地基承载力。台阶最大堆高可按下式计算：

h=10-4ccotφγ-1[tan2（45°-φ/2）eπtanφ-1] （7.2.6-2）

式中：c—粘聚力（kPa）；φ—内摩擦角（°）；h—第一台阶最大堆高（m）。

**7.2.7**  堆置坡比应由堆置体稳定计算确定的4级、5级弃土场工程，当缺乏工程地质资料时，稳定堆置坡度应小于或等于弃土自然安息角除以弃土正常工况时的安全系数。弃土自然安息角根据弃土岩土组成，可按表7.2.7确定。

表7.2.7 弃土堆置自然安息角

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 弃土体类别 | | | 自然休止角（o） | 堆置坡比 |
| 岩石 | 硬质岩石 | 花岗岩 | 35～40 | 1:1.85～1:1.60 |
| 玄武岩 | 35～40 | 1:1.85～1:1.60 |
| 致密石灰岩 | 32～36 | 1:2.10～1:1.85 |
| 软质岩石 | 页岩（片岩） | 29～43 | 1:2.35～1:1.45 |
| 砂岩（块石、碎石、角砾） | 26～40 | 1:2.70～1:1.60 |
| 砂岩（砾石、碎石） | 27～39 | 1:2.55～1:1.70 |
| 土 | 碎石土 | 砂质片岩（角砾、碎石）与砂黏土 | 25～42 | 1:2.80～1:1.65 |
| 片岩（角砾、碎石）与砂黏土 | 36～43 | 1:1.80～1:1.65 |
| 砾石土 | 27～37 | 1:2.55～1:2.00 |
| 黏土 | 松散的、软的黏土及砂质黏土 | 20～40 | 1:3.60～1:1.80 |
| 中等密实的黏土及砂质黏土 | 25～40 | 1:2.80～1:1.80 |
| 密实的黏土及砂质黏土 | 25～45 | 1:2.80～1:1.50 |
| 特别密实密的黏土 | 25～45 | 1:2.80～1:1.50 |
| 亚黏土 | 25～50 | 1:2.80～1:1.30 |
| 肥黏土 | 15～50 | 1:4.85～1:1.30 |
| 砂土 | 细砂加泥 | 20～40 | 1:3.60～1:1.80 |
| 松散细砂 | 22～37 | 1:3.20～1:2.00 |
| 密实细砂 | 25～45 | 1:2.80～1:1.50 |
| 松散中砂 | 25～37 | 1:2.80～1:2.00 |
| 密实中砂 | 27～45 | 1:2.55～1:1.50 |
| 人工土 | 种植土 | 25～40 | 1:2.80～1:1.80 |
| 密实的种植土 | 30～45 | 1:2.30～1:1.50 |

**7.2.8** 弃土场推进速度应根据单位时间、单位弃土线长度的弃土流量确定。单段弃土速度可通过现场监测统计分析，或由式（7.2.15）估算。

V=H1/（t0·tan*α1*） （7.2.8）

式中：H1—弃土段高（m）；α1—单段土场坡面角（°）；t0—固结时间。  
【条文说明】7.2.8 由于弃土方式和地形限制，实际的弃土过程往往曲线推进。在追求最大容量时，其坡面以平面凸形体现；在弃土速度过快时，垂直面往往突破常规的平直坡面而在中上部突凸。其结果是导致平台沉降过快的局部坍塌随时发生。如峨口铁矿1816m弃土台阶，其关键原因除了空间凸形的分散作用，也与作业面狭小（弃土线长度过短）导致弃土速度（强度）过快相关。因排弃强度过大造成平台沉降过大或直线形土场局部坍塌，因此控制弃土线的推进速度（单位时间、单位弃土线长度的废石流量）则是保证平台作业安全的关键。

**7.2.9** 不同岩性弃土应采取分区、跳跃、点式排弃，软弱岩石不应集中堆置。

【条文说明】7.2.9 弃土空间合理使用包括控制排弃顺序，调整自身组构分级、分层，避免因弃土强度的不均衡性和排弃岩性的差异而形成水平或倾斜的软弱结构层。水平分层导致竖向渗透性改变，出现暂时饱和特征，导致上层滞水，兼之湿化和破碎协同作用后，孔隙率和渗透性降低，诱发弱层形成，这一点在安太堡弃土场滑坡得以充分证实；受岩性和密度、形状和尺寸的影响，废石沿坡面滑、滚及分选导致的倾斜分层，是其自组织过程导致顺层的岩、土交错面，倾角大致等于自然安息角。局部滑坡明显的顺层擦痕倾角可充分证实这种倾斜分层的危害。因此宜对不同岩性废石料采取分区跳跃点排法，防止贯通的弱面形成。

**Ⅱ 堆置安全防护距离**

**7.2.10** 弃土场工程与重要基础设施之间应留有安全防护距离，安全防护距离应满足相关行业要求，且符合下列规定：

**1** 安全防护距离计算，以弃土场工程坡脚线为起始界线；涉及铁路、公路等建构筑物的，由其边缘算起；航道由设计水位线岸边算起；工矿企业由其边缘或围墙算起；

**2**  涉及规模较大、人口0.5万人以上的居住区和建制城镇的，安全防护距离应适当加大。

**7.2.11** 弃土场应根据下列因素确定最终坡底线与相邻的铁路、道路、航道、高压输电线路、居住区、村镇、工业场地等的安全防护距离：

**1** 原始地形地貌、工程地质条件、气象条件；

**2**  剥离物的物理力学性质、弃土方式、堆置高度及边坡坡度；

**3**  弃土场整体稳定性；

**4**  保护对象的性质，保护对象与弃土场的相对高差；

**5** 防护工程措施。

**7.2.12** 不具有形成泥石流条件、基底工程地质或水文地质条件良好的弃土场工程，设计最终坡底线与主要设施、场地、居住区等的安全防护距离应满足下列规定：

**1** 堆置整体稳定、排水良好、基底原地面坡度小于24°、工程地质及水文地质条件良好，且未设置防护工程措施的弃土场，弃土场工程设计安全防护距离应按表7.2.12确定；

**2** 当设置防护工程时，应按采取工程措施要求确定。

表7.2.12 弃土场工程设计安全防护距离

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 弃土场工程等级 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4、5 |
| 1 | 国家铁（公）路、航道、高压线路铁塔等重要设施 | ≥1.5H | ≥1.5H | ≥1.15H | ≥1.0H |
| 2 | 矿山铁（公）路干线（部包括露天采场生产道路）等 | ≥1.0H | ≥1.0H | ≥0.75H | ≥0.75H |
| 3 | 露天采场开采终了境界线 | 应根据边坡稳定性及坡底线外地面坡度情况确定，当地面坡度逆坡时，不应小于30m，当地面坡度顺坡时，不应小于1.0H | | | |
| 4 | 村庄、居住区、工业场地等 | ≥2.0H | ≥2.0H | ≥2.0H | ≥2.0H |

注：1、表中H值为弃土场工程设计最终堆置高度；2、安全防护距离，航道应由设计水位的水位线算起；铁路、公路由其设施边缘算起；建（构）筑物应由其边缘算起；工业场地应由其边缘或围墙算起。

【条文说明】7.2.12 弃土场工程整体稳定性好，不具有产生泥石流的条件，不可能发生整体失稳情况下，其最终坡底线与保护对象间的安全距离表是指无防护工程时的安全防护距离，弃土场工程应保证排弃土岩时不致因滚石、滑坡、塌方等威胁采矿场、工业场地（厂区）、居民点、铁路、道路、输电网线和通讯干线、耕种区、水域、隧道涵洞、旅游景区、固定标志及永久建筑物的安全，其安全距离在设计中规定。表7.2.12内容参照了现行国家标准《钢铁企业总图运输设计规范》YBJ52-88及露天矿山弃土场设计的相关规定而确定的规定，表中的安全距离考虑了边坡局部失稳所引起的变形和大块滚石的滚动距离。  
    （1）弃土场工程边坡局部失稳，边坡局部失稳而产生的滑移。  
        1）产生的主要原因有：弃土场工程堆置高度超过岩土边坡稳定高度，岩、土混排后形成软弱面，边坡渗水透水的动水压力的影响，地表雨水冲刷与浸泡破坏坡角。  
        2）根据《露天矿弃土场工程技术调查总结报告》提供的实例：辽宁某铁矿黄泥岗弃土场工程老龙沟地段，1979年发生一次滑坡，下滑体由山坡脚算起，滑移几十米远（平均堆高为50m），滑移距离为最终堆置高度的1倍；辽宁某铁矿弃土场工程，因原地面有几米厚的淤泥层，受弃土场工程土体荷载堆积作用后产生底鼓，土体被推出40m远（弃土场工程最终堆置高度为40m，平均堆置高度为30m），滑移距离为最终堆置高度的75％～100％，淤积物隆起高度达3.5m；辽宁某露天煤矿，1982年7月在弃土场工程西南部边缘产生滑坡后，坡角滑移最大距离近50m（每层段高12m～20m，最终堆置高度60m～80m），为最终堆置高度的60％～80％；1983年辽宁某铁矿二道沟弃土场工程，由于地基下卧，软弱层面受土体荷载后，基底压缩变形，产生底鼓滑移，使设计的最终片底线滑移约200m（段高52m），滑移距离为最终堆置高度的4倍。  
    上述几例，除辽宁某铁矿（例4）系10多次累计滑移值大于最终堆置高度1倍以外，其他多数实例均在1倍范围之内。  
    关于弃土场工程整体失稳滑动距离，2008年尖山铁矿弃土场工程滑坡超出2倍弃土场工程堆排高度；2011年四川米易弃土场工程整体滑坡远超出2倍弃土场工程高度，因此存在软弱地基土并且未及时清除的条件下，弃土场工程整体失稳距离难以控制在2倍弃土场工程高度范围内，不应按表5.4.1确定安全防护距离，需要通过专题论证确定。  
    （2）关于大块滚石的滚动距离。  
        1）现行国家标准《煤炭工业露天矿设计规范》GB 50197中关于大块岩石滚动距离的实测记录见表1。

表1 大块岩石滚动距离（m）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 矿名 | 弃土台阶高度（m） | 大块滚石距离（m） | 位置 | 备注 |
| 阜新海州露天矿 | 16 | 9.13 | 220-1 | 1969年事故记录 |
| 18 | 8.48 | 200-1 |  |
| 20 | 8.95 | 220-1 |  |
| 21 | 10.75 | 240-1 |  |
| 阜新海州露天矿 | 23 | 23.80 | 260-3 | 1971年事故记录 |
| 27 | 15.30 | 260-5 |  |
| 抚顺西露天矿 | 14 | 20.0 |  | 1969年事故记录，其地面为顺坡 |
| 霍林河露天矿 | 15 | 14.50 |  | 1980年实测 |
| 15 | 16.70 |  | 1980年实测 |

辽宁某露天铁矿张家沟采矿场245m平台进行实测的结果，大块（0.3m～1.5m）滚石的滚动距离见表2。

表2 大块（0.3m～1.5m）滚石的滚动距离

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 滚动距离  （m） | 大块滚石数量 | 对于1m大块滚石数量  （个） | 大块滚石比例  （%） | 大块滚石累计比例  （%） |
| 1 | 0～4 | 3770 | 20 | 84.5 | 84.5 |
| 2 | 4～8 | 385 | 7 | 8.7 | 93.2 |
| 3 | 8～10 | 95 | 4 | 2.2 | 95.4 |
| 4 | 10～12 | 80 | 2 | 1.8 | 97.2 |
| 5 | 12～14 | 55 | 4 | 1.2 | 98.4 |
| 6 | 14～16 | 33 | 3 | 0.7 | 99.1 |
| 7 | 16～18 | 27 | 1 | 0.5 | 99.7 |
| 8 | 18～20 | 15 | 1 | 0.3 | 100.0 |

2）煤炭系统实测资料结果表明：弃土场工程堆置高度H≤20m时，大块岩石的滚动距离L滚＝（1～1.5）H（m）；当20m＜H≤40m时，L滚＝（1～0.7）H（m）；当堆置高度H值超过20m，坡脚处地面平台坡度小（一般α≤20°）时，大块岩石滚动距离与堆置高度呈线性变化规律，滚动距离呈逐渐减小的趋势。  
    张家沟采矿场实测资料结果表明，大块滚石从高度55m～100m处沿坡面滚落，落在10m以内的约占95.4％，在14m以内的约占98.4％，在16m以内的约占99.3％，在16m～20m范围内仅为0.9％，可见大部分滚石在14m～20m范围内均可停止滚动（测定时坡脚外系采矿场自然状态下的开采平台）。  
    以上虽是在露天采矿场边坡上进行实际测定的结果，但同样可以反映弃土场工程边坡滚石运动的一般规律，即滚石的滚动距离与边坡高度（即堆置高度）呈线性变化规律，随堆高的加大，滚石距离呈减小的趋势。  
    从两矿实测结果可以看出，弃土场工程边坡的滚石距离与堆置高度之比均未超出0.75。  
    考虑到边坡失稳、大块滚石的运动与变化规律远非人们观察、测定、计算所能完全概括的，为安全起见，本条规定根据防护对象的重要性，考虑了K等于1倍至3倍的安全系数，规定安全防护距离值为（0.75～2.0）H。  
    （3）关于表7.2.12中序号2的规定。  
    矿山铁路干线的重要性比国家交通干线小，可适当减小其安全防护距离，故本条规定不宜小于75％的最终堆置高度。  
    人口相当于城市居住组团级（1000人～3000人、300户～700户）的居住区、村镇及工业场地等，因有大量人群从事经常性生产及生活，安全防护距离应适当加大。  
    （4）关于分层堆置的弃土场工程。  
    分层堆置弃土场工程在弃土作业过程中各台阶间均按有关操作规程留有30m～50m的安全平台，一般可以认为大块滚石不再越过各自台阶滚下危及下面设施的安全，安全防护距离可根据最下层台阶高度计算即可。但考虑到多层弃土场工程最终形成的安全平台以最终堆置高度为基础进行计算，但对表7.2.12中序号1、2中的设施，可取表列规定值的0.75。  
    考虑到弃土场工程坡脚外地面坡度值对滚石滚动距离的影响，当地面坡度不大于24°时取下限值，坡度等于24°时，取上限值。当坡度线外地面坡度大于24°时，滚动距离值明显加大，为了安全起见，此时应根据需要设置防滚石危害的措施。  
    （5）由于弃土场工程具有扬尘和渣污染，对村镇居民区环境会带来不同程度的危害，为减少污染，提高生活区环境质量，要求弃土场工程距村镇、居民区及其他设施间应保持一定的卫生防护距离，卫生防护距离的大小与国情、排弃物的性质及当地的地形、气象条件等因素有关。  
    （6）滚石防护距离的计算。  
    边坡滚石的运动状态有滑动、自由落体、弹跳和滚动。滚石运动轨迹往往是这四种运动状态的组合，对于每一种运动状态均可通过物理定律及简单的方程进行描述。  
    滚石从坡体上部向下滚落主要包括两个过程，即滚石的空中运动过程和滚石与坡面相互作用过程。目前对于滚石运动状态的计算理论大多集中于滑动、自由落体、弹跳、滚动这四种运动状态下的某一状态的描述，确定滚石参与了哪几种运动，及各种运动何时转换是非常困难的问题。  
    滚石运动轨迹的估算问题是边坡滚石问题研究的一个重要方面。现场试验、模型试验和数值模拟是目前滚石运动轨迹研究应用最多的三种方法。现场滚石试验受影响因素较多，开展难度较大，模型试验是一种有效的手段，但模型制作过程复杂，成本高。目前随着计算机技术的发展，数值模拟已经成为主流的滚石轨迹研究的手段。  
    目前模拟滚石运动的软件有十余种，主要有STONE、CRSP、RocFall等。通过预先输入一些控制参数，滚石模拟软件可以得出指定区域累计滚石数量，滚石最大速度及最大弹跳高度等数据。  
    由于滚石运动特征受滚石启动方式，斜坡覆盖层和植被特征、斜坡坡度、坡面长度、滚石形状和滚石质量等多个因素影响，因此准确估算滚石滚落状态是不可能的，现行国家标准《有色金属矿山弃土场工程设计规范》GB 50421中安全与卫生防护距离条文说明中指出大块滚石的运动与变化规律远非人们观察、测定、计算所能完全概括，为安全计，按被保护对象的重要性不同，分别乘以K＝1～2的安全系数。

**7.2.13**  复杂及不良场地条件的弃土场工程，其设计最终坡底线与主要设施、场地、居住区等的安全距离应根据所采取的安全措施论证确定。

【条文说明】7.2.13 复杂及不良场地条件的弃土场工程，由于具有潜在的整体滑坡趋势，在处理软弱地基的条件下，其整体滑动距离难以控制在2倍弃土场工程高度范围内，因此需要进行论证分析以确定弃土场工程的安全防护距离与对策措施。一般及良好场地弃土场工程产生的弃土场工程滑坡属于弃土场工程内部堆排物料滑坡，根据资料统计，其滑动距离有限，因此可以参考本规程确定防护距离。

**7.2.14** 当设置防护工程措施时，安全防护距离应根据所采取的工程措施，经专题论证后，在设计中规定。

**7.2.15** 复杂地形条件、软弱场地上弃土场应通过合理使用弃土空间，调整弃土场形成过程，确保弃土场的过程安全稳定性，并应符合下列规定：

**1** 同一排弃点存在不同高差关系时，宜采取自下而上的多台阶覆盖式弃土场；

**2**  多条沟谷型弃土推进顺序宜由远及近、对称、均匀堆置。

【条文说明】7.2.15 弃土场利用沟谷或坡地上形成。工程实践往往追求路线最短和就近原则，由近及远推进，形成了弃土场的单台阶式、多台阶覆盖式和多台阶压坡脚式，也造就了随处可见的潜在危害，如黄土梁侧壁凌空，坡脚底鼓环境土无约束，牵引上部土场坐落滑移；或侧向挤压基础坡趾导致滑移底鼓。其结果是，弃土作业终止，采取被动措施（削方减载）来调控安全，得不偿失。弃土场形成过程中就合理使用弃土空间，完全可以实现“无为而治”。

    合理使用弃土空间表现在三个方面：一是针对同一排弃点不同高差关系，自下而上，形成多台阶覆盖式；二是针对同一排弃点不同平面位置关系，由远及近。这两者利用岩土固结理论，前者是固结压力，后者是固结时差，目标是形成稳定坡脚。三是针对多个平面排弃点，对称、均匀推进，对称加载，避免偏压。

**7.2.16** 距离弃土场底部设计边界20m应停止弃土。

【条文说明】7.2.16 正交试验分析表明，影响滚石运动加速度的因素依次为边坡坡度、滚石形状、边坡覆盖层特征、坡面长度、滚石质量及块体初始启动方式；边坡覆盖层和植被特征对滚石碰撞速度恢复系数有较为显著的影响。从弃土场特征而言，散体坡面消能作用较大，滚石碰撞速度恢复系数影响显著。规范编制阶段，在峨口铁矿和昌盛铁矿完成滚石试验并进行长期滚石散落范围统计，综合锦屏一、二级电站448次滚石现场试验、冶金系统和煤炭系统的试验成果认为：滚石的影响距离与弃土场边坡堆置高度呈线形变化规律，随堆高的加大，滚石距离减小。99.1％的滚石在弃土场坡脚自然边坡上16m～20m范围内停止滚动。因此利用消能作用机理，设置坡脚防护（坡脚挡碴墙、拦碴坝）工程等措施，对高陡自然沟谷弃土场设置一级或多级挡砂堤（坝），可有效减少滚石对下游的危害。

    规范编制过程中，强调基于消能效应限制滚石散落（影响）范围，因而规范中强调坡脚下应留有安全距离，挡碴墙或拦碴坝宜采用钢筋笼片石结构，确保变形和结构的柔性消能作用，且坝顶高出撞点的安全高度不小于1m以解决部分块体弹跳。

    需要说明的是，钢筋混凝土结构的坡脚防护工程对陡倾地形下的弃土场行之有效的基本原理在于其岩桥效应，将陡倾地基-弃土体接触面的大规模的整体滑坡形态转化为只能发生小规模的弃土本体滑坡形态。因此规定当滑坡对山沟下方可能造成危害时，应设置如中立式抗滑挡土墙、抗滑片石垛或抗滑桩等抗滑支挡构筑物。

    滚石在地面上的滚动距离——滚石在地面上停止时至弃土场坡底线的距离，与弃土场高度、坡面角、弃土场坡面上的岩石块度、岩块形状及其物理力学性质（即坡面平均阻力系数）、地面地形倾角和地面平均运动阻力系数有关。即：

S=*f*（H0，α0，D，j，u1，q，u2，θ） （8.2.5）

式中：S—滚石的滚动距离（m）； H0—滚石降落的垂高，即土场段高（m）； α0—弃土场坡面角（°）；D—滚石块度；j—滚石形状系数；u1—坡面平均运动阻力系数；θ—地面地形倾角，度；u2—地面平均运动阻力系数。

    滚石的滚动距离与弃土场边坡坡脚处原地面坡度息息相关，而堆置高度影响并不明显。因此，从对周边影响的控制出发，本规程对于滚石出界给出了采取挡石坝的要求，规定挡石坝具有排、泄水功能。考虑弃土场坡脚大块废石较多，可就地取材，本规程推荐采用土石坝或钢筋笼片石墙。坝体材料要求选用质地致密，具有较高抗压强度、抗水性和抗风化能力的岩块。粒径小于0.1mm的颗粒含量不宜超过5％。挡石坝的高度与宽度可根据地形条件，参照现行行业标准《碾压式土石坝设计规范》DL/T 5395由设计确定，并进行抗滑稳定、渗透稳定、应力和变形验算。

## 7.3 拦挡结构设计

**7.3.1** 弃土场拦挡结构包括拦挡工程（含堤、坝、墙等）、排洪工程等构筑物。

**7.3.2** 应通过现场查勘或勘探，按就地取材、安全可靠、经济合理的原则，选择拦挡工程型式。

**7.3.3** 不同类型弃土场工程的工程防护措施体系宜按表7.3.3确定。

表7.3.3 弃土场工程主要工程防护措施体系

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 弃土场工程类型 | 主要工程防护措施体系 | | | 备注 |
| 拦挡工程类型 | 斜坡防护工程类型 | 防洪排导工程类型 |
| 沟道型 | 拦挡墙、拦挡堤、拦挡坝 | 框格护坡、浆砌石护坡、干砌石护坡等 | 拦洪坝、排洪渠、泄洪隧（涵）洞、截水沟、排水沟 | - |
| 坡底型 | 拦挡墙 | 框格护坡、干砌石护坡等 | 截水沟、排水沟 | - |
| 临河型 | 拦挡堤 | 浆砌石护坡、干砌石护坡等 | 截水沟、排水沟 |  |
| 平地型 | 挡渣墙或围渣堰 | 植物护坡或综合护坡 | 排水沟 | 视弃土场工程坡脚受洪水影响情况 |
| 库区型 | 拦挡堤、挡渣墙 | 截水沟、排水沟 | 截水沟、排水沟 | - |

【条文说明】7.3.3 纵观弃土场的治理乃至边坡工程的滑坡（已发生的和潜在的不稳定区）防治，基本思路或力学原理建立在减小滑动力或增大抗滑力。表现为调控方法归一为“砍头压脚”，或消减推动滑坡产生的物质（减载）；或增加阻止滑坡产生区的物质（反压）和减缓坡区坡度（削方减载）。配套以防排水（地表截、排水沟）或支挡加固和改良（抗滑挡墙、抗滑桩、锚固、注浆改良）等。治理设计完全借鉴土（岩）边坡方法，归类于被动防护，属事后控制，不得已而为之（面临经济损失或生命安全）。由于没有找到一个安全和经济的平衡点，往往遭遇预案或对策措施不被接纳，或者措施实施后因没有终止滑坡的继续和根治潜在危害，而被工程经验修改得面目全非，甚至宁可修改弃土线和规划境界来规避调控方法的不确定性和结果未知性。

研究表明，弃土场过程及终了状态下的稳定性与弃土工艺（排弃方式、堆置分段、弃土顺序）和地形（沟谷或坡地）及地基承载力密切相关。采用事先动态控制措施，遏制、终结变形与破坏的启动，确保全过程安全，归类于主动防护，属事前控制。

本规程的服务对象主要是弃土场设计，同时亦具备对生产管理的指导和借鉴。因此，弃土场设计规范编制中，为保证措施的适应性和有效性并考虑生产的可接纳度，将安全防护分为主动防护和被动防护。

主动防护是弃土场规划和施工图设计阶段提出的设计预案。被动防护则是生产阶段基于弃土场病害特征提出的治理对策。本节主要讨论的是主动防护。归纳总结分析弃土场破坏特征机理，软弱地基、复杂地形、陡倾是滑坡和滚石等灾害的主要因素。

确保建（构）筑物变形（影响结构功能性）和应力（超过极限强度后的安全失稳）安全是工程结构可靠性设计的基本要求。这对弃土场上部有建（构）筑物时是适用的，但弃土场工程安全威胁的对象是土场上部工程机械和坡脚影响范围内的村庄、交通设施及建（构）筑物。就弃土场而言，自身散体结构及其功能上应允许变形和裂缝的出现，没必要也不可能限制，毕竟全过程变形历时多年才能完成，且沉降系数高达1.1～1.2，并伴随裂缝产生。

因此区别于建筑边坡，基于对周边环境的影响后果（程度和范围），从弃土场边坡与基底的相互作用机制出发，采用允许变形的设计原则和可终止破坏的理念，符合经济性与安全性兼顾的要求。稳定性调控应弱化功能性、安全性、适应性不强的被动措施，结合弃土过程，采取料源控制、推进方式等事先主动调控——疏导界面排水，合理使用弃土空间，调整土场生成过程的时空关系，控制弃土速度，确保过程安全和终了状态稳定。

弃土体荷载作用下，软弱地基由于压缩性大、孔隙比大、渗透性小、强度低，宏观上表现为竖向压缩变形，水平向挤出变形的剪切破坏。设计或既有规范要求清除或改良加固软弱地基或减小弃土高度（减少容量），带来很大投资和牺牲弃土空间，难以为工程所接受。

**Ⅰ 拦挡坝设计**

**7.3.4** 拦挡坝设置应符合下列规定：

**1** 地形坡度较大的弃土场，可根据材料来源选取堆石坝、拦石坝、碾压土石坝等结构防护形式；

**2** 拦挡坝应布置在河道或沟道中弃土场下游弃土末端坡脚，拦挡坝轴线应垂直河道或沟道布置，平面走向宜顺直；

**3**  服务年限较长的沟谷型弃土场宜分期设置多级堆石坝；

**4**  沟谷型弃土场沟底原地面坡度大于24o时，宜设置多级拦挡坝；

**5** 混合物易风化或含泥率较大的弃土场应设透水性拦挡坝，并应在最终坡脚线与拦挡坝间设泥沙沉积带；

**6** 堆置高度大于120m的沟谷型弃土场必须在底部设置挡石坝；

【条文说明】7.3.5 沟谷型及地形坡度较大的弃土场容易发生滑坡与滚石灾害，且具有沿接触面滑坡的潜在危害。一般需要考虑设置堆石坝，堆石坝坝基及坝体下部宜采用刚性设计，防止发生接触面滑坡危害。上部可采用钢筋笼护坡。

沟谷是指介于两个自然山梁之间的凹地，按沟谷的大小和发育形态可分为四种主要类型：细沟、切沟、冲沟、坳沟（干谷）。沟谷型弃土场是最常见的形式，弃土场堆置高度大于120m时，在强降雨条件下，极易产生泥石流和滑坡灾害，因此出于对下游设施的保护要求，必须在弃土场底部（坡脚）设置堆石坝来提高弃土场稳定性和降低泥石流灾害的风险。堆石坝的高度应取弃土场最下部台阶高度的1/8～1/6，但不得小于10m，自然沟谷坡度大于12°的沟谷区（地形坡度大于12°沟谷属于复杂场地），其堆石坝的高度应取上限值。

对于堆置高度小于120m的弃土场，可根据下游设施的安全要求等级、地形条件、地基条件按本条要求执行，其堆石坝高度应通过稳定性计算分析后确定。

**7.3.5** 拦挡坝设计应符合下列规定：

**1** 拦挡坝坝型应有土石坝、砌石坝等，可一次成坝或多次成坝；

**2** 应根据地形地质、水文、料源、施工等条件，结合弃土岩土组成和性质，综合分析确定拦挡坝坝型；

**3**  滞洪式弃土场工程拦挡坝总库容应由拦挡库容、拦泥库容、滞洪库容三部分组成。坝顶高程应按总库容在水位-库容曲线对应高程，加安全超高确定；

**4** 截洪式弃土场工程宜采用首建初级坝、多次成坝方案。初级坝坝高宜取8m～10m，可不进行调洪计算。拦挡坝总体布置、坝型及逐级加坝应符合现行行业标准《火力发电厂水工设计规范》DL/T 5339的有关于式贮灰坝的设计规定；

**5** 采用放水建筑物、涵洞、溢洪道布置方案的，应根据坝址地形地质条件、设计泄洪流量等因素，确定构筑物型式；

**6** 洪水来量较小，放水建筑物、涵洞满足泄洪要求时，不可布设溢洪道；

**7** 应根据坝型采用相应稳定分析方法，确定坝体断面。

**Ⅱ 挡渣墙设计**

**7.3.6** 挡渣墙设计应符合下列规定：

**1** 挡渣墙或围渣堰适于地形平缓的宽阔地带，其布置应减少弃土占地；

**2** 挡渣墙型式应根据弃土堆置型式、地形、地质、降水与汇水条件、建筑材料来源等选择。挡渣墙应分为重力式、半重力式、衡重式、悬臂式、扶臂式；

**3** 挡渣墙基底埋置深度应符合下列规定：

 1）应根据地形、地质、结构稳定和地基整体稳定等确定；

2）冻结深度不大于1m时，基底应位于冻结线以下不小于0.25m且不小于1m；冻结深

度大于1m时，基底最小埋置深度不小于1.25m，并应将基底至冻结线以下0.25m范

围地基土换填为弱冻胀材料。

**4** 挡渣墙应每隔10m～15m设置变形缝。挡渣墙轴线转折处、地形变化大、地质条件、荷载和结构断面变化处，应增设变形缝；

**5** 作用在挡渣墙上的荷载可分为基本组合和特殊组合两类，可按表7.3.6的规定采用。

表7.3.6 荷载组合表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 荷载组合 | 主要考虑情况 | | 荷载类型 | | | | | | | | | | 附注 |
| 自重 | 附加荷载 | 土压力 | 水重 | 静水压力 | 扬压力 | 土的冻胀力 | 冰压力 | 地震荷载 | 其他荷载 |
| 基本组合 | 正常拦挡情况 | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | - | - | 按正常拦挡组合计算水重、静水压力、扬压力、土压力 |
| 基本组合 | 冰冻情况 | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | 按正常拦挡组合计算水重、静水压力、扬压力、土压力、冰压力 |
| 特殊组合 | Ⅰ | 施工情况 | √ | √ | √ | - | - | - | - | - | - | √ | 应考虑施工过程中各个阶段的临时荷载 |
| 长期降雨情况 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - | - | - | √ | 考虑弃土饱和含水 |
| Ⅱ | 地震情况 | √ | - | √ | √ | √ | √ | - | - | √ | - | 按正常拦挡组合计算水重、静水压力、扬压力、土压力 |

注：1 应根据各种荷载同时作用的实际可能性，选择计算中最不利的荷载组合；

        2 分期施工的挡渣墙应按相应的荷载组合分期进行计算。

        1）基本组合：挡渣墙结构及其底板以上填料和永久设备的自重，墙后填土破裂体范围内的车辆、人群等附加荷载，相应于正常挡渣高程的土压力，墙后正常地下水位下的水重、静水压力和扬压力，土的冻胀力，其他出现机会较多的荷载。

        2）特殊组合：多雨期墙后土压力、水重、静水压力和扬压力、地震荷载、其他出现机会很少的荷载。墙前有水位降落时，还应按特殊荷载组合计算此种不利工况。

**5** 挡渣墙断面尺寸应通过抗滑稳定、抗倾覆稳定等确定，满足附录D要求。

**6**  基底应力计算应满足下列要求：

1）在各种计算工况下，土质地基和软质岩石地基上的拦挡墙平均基底应力不应大于地基允许承载力允许值，最大基底应力不应大于地基允许承载力的1.2倍；

2）土质地基和软质岩石地基上拦挡墙基底应力的最大值与最小值之比不应大于2.0，砂土地基宜取2.0～3.0。

**Ⅲ 拦挡堤设计**

**7.3.7** 拦挡堤设计应符合下列规定：

**1** 拦挡堤应布置在河道或沟道两侧较低台地、阶地、滩地弃土的弃土场坡脚，拦挡堤宜位于相对较高的地面；拦挡堤应顺河道或沟道布置，平面走向应顺直，转折处应采用平滑曲线连接；

**2** 拦挡堤顶高程应满足挡渣和防洪要求，与防洪堤起同等作用的拦挡堤堤顶高程应按设计洪水位（或设计潮水位）加堤顶超高确定。安全超高值应按表7.3.7确定。

表7.3.7 拦挡堤工程的安全超高值（m）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 拦挡堤工程的级别 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 安全超高值 | 不允许越浪的拦挡堤工程 | 1.0 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 |
| 允许越浪的拦挡堤工程 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |

**3** 地基处理可按现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286的有关规定执行；

**4**  拦挡堤稳定安全系数应符合本规定附录D规定。

## 7.4 防洪设计

**7.4.1** 弃土场外围汇水面积较大时，应设置防排洪系统。傍山一侧边界根据坡面径流大小可布设截水天沟，截水天沟纵坡比降应根据地形、地质等因素结合设计断面计算确定。

【条文说明】7.4.1 “完整的防排洪系统”是指不论采用何种排水方式，场地所有部位的雨水均有去向，场区各排水（沟、涵、渗孔等）构筑物的综合能力与场地接受雨水量相匹配，且能处于随时工作状态。目的是为了消除水害，确保生产的安全，防止水土流失危害环境。完整的防排洪系统包括土场外围的截洪沟，弃土场底部的渗水体或排洪涵（管），场外的新河道、防洪隧洞或防洪堤坝等。

**7.4.2** 弃土场上游洪水集中时，应设置排洪构筑物，或采用排洪沟和涵洞、暗管、隧洞。

**7.4.3** 排洪构筑物设计应符合下列规定：

**1** 进出口宜布置八字形导流翼墙，翼墙长度可取设计水深的3倍～4倍。集中排洪流速较大时，排洪建筑物出口应布置消能防冲设施；

**2** 排洪构筑物过水断面的主要尺寸和设计水深应根据设计排水流量确定；

**3** 排洪构筑物纵断面设计，应将地面线、渠底线、水面线、渠顶线绘制在纵断面设计图中。

**7.4.4** 排洪沟设计应符合下列规定：

**1** 布置应利用天然沟道，并应力求顺直；

**2** 排洪沟设计纵坡应根据走向、地形、地质以及与山洪沟连接条件等因素确定。高差较大时，宜设置急流槽或跌水；

**3** 排洪沟应按明渠流设计，宜采用浆砌块石或混凝土砌筑。

**7.4.5** 排洪暗沟每隔50m～100m应设置检查井，暗沟走向变化处应加设检查井。排洪沟宜按无压流设计，设计水位以上净空面积不应小于过水断面面积的15％。

**7.4.6** 弃土场排洪涵洞宜用无压形式，其设计应符合现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288的有关规定。

**7.4.7** 弃土场防洪设施设计洪水频率应满足：一、二级弃土场应不小于50年，三、四、五级弃土场应不小于20年。

【条文说明】7.4.7 弃土场防洪设施的设计洪水标准应综合弃土场的汇水面积、地形条件、堆积量以及弃土场下方有无直接受威胁的居民区或其他设施等因素确定。

弃土场防洪设施的设计洪水标准参照现行国家标准《防洪标准》GB 50201。

（1）现行国家标准《防洪标准》GB 50201-2014第5章规定，冶金、煤炭、石油、化工、电子、建材、机械、轻工、纺织、医药等工矿企业，应根据规模分为四个等级，各等级的防洪标准按表1的规定确定。

表1 工矿企业的防护等级和防洪标准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 防护等级 | 工矿企业规模 | 防洪标准[重现期（年）] |
| Ⅰ | 特大型 | 200～100 |
| Ⅱ | 大型 | 100～50 |
| Ⅲ | 中型 | 50～20 |
| Ⅳ | 小型 | 20～10 |

注：1 各类工矿企业规模按国家现行规定划分。

**7.4.8** 截洪、排洪沟洪峰流量应根据当地水文站的实测资料计算，缺乏当地水文站的实测资料时，可采用形态调查法、公路科学研究所简化公式法或当地经验公式法进行计算。

【条文说明】7.4.8 形态调查法，对于当地河溪有较长期（至少要有15年～20年以上）实测的流量.每年取一个最大值，用频率计算方法直接计算求得洪峰流量。地区经验公式，最小集水面积小于15km2时，计算结果可能偏大。

**7.4.9** 山坡或沟谷与弃土场发生交叉时，应设置防洪设施，并应符合下列规定：

**1** 当弃土场上游洪水量较小时，可采用截洪沟；

**2** 当弃土场上游洪水量较大时，应在上游设置导流堤，并应根据地形条件，沿山坡设置防洪渠或在弃土场底部设置暗涵。

【条文说明】7.4.9 弃土场的修建，人为改变了所在场区的原有排水系统，弃土堆置于山坡间形成积水洼地，坡脚长期被浸泡，使堆场下沉，边坡坍塌，严重时将引发泥石流等危害。为整治水害，条文规定弃土场场区必须有可靠的防洪设施，该设施主要是阻挡地表水进入弃土场，疏干场内地下水。水是造成弃土场水土流失和滑坡、泥石流的动力条件，消除水害的首要条件是要阻止并排除来自弃土场外围的水体。沿山谷和山坡堆置的弃土场，在场外5m～10m外修置绕山截洪沟引导洪水排流至场外；在场内修建排水系统汇集场内雨水，以减少雨水下渗机会，为疏干渍泉湿地，可在下层底部填筑大块石或采用类似盲沟的聚水工程，将地下水收集引出场外，如果地下水量大要采用暗涵。

7.4.10 水文计算参见附录E。

## 7.5 截排水工程

**7.5.1** 坡面截排水工程分类应符合下列规定：

**1** 按所处空间，可分为地面排水工程和地下排水工程；

**2** 地面排水工程按蓄水排水要求，可分为多蓄少排型、少蓄多排型和全排型；

**3** 地面排水工程中的截水沟按其功能，可分为蓄水型和排水型；

**7.5.2** 弃土过程中做好临时排水措施，每层弃土面应保持有利于排水的横坡，以便迅速排除地表水。弃土完毕后应设置顺地表纵、横坡的排水沟，将水引出弃土场外。

**7.5.3** 坡面截排水工程布置应符合下列规定：

**1**  坡面排水工程可用于流域治理中山坡坡面的保护，也可用于保护梯田；

**2** 坡面截排水工程中，北方少雨地区，应采用多蓄少排型；南方多雨地区，应采用少蓄多排型；东北黑土区如无蓄水要求，应采用全排型；

**3** 地下排水工程可用于东北黑土区涝渍灾害、侵蚀沟和坡耕地水土流失治理，南方地区坡耕地实施横向垄作需进行地下排水的，可按东北黑土区执行；

**4** 坡面截排水工程布置应避开滑坡体、危岩等不利地质条件。

**7.5.4** 坡面截排水工程设计应遵循下列原则：

**1** 坡面截排水工程应与梯田、耕作道路、沉沙蓄水工程同时规划，并以沟渠、道路为骨架，合理布设截流沟、排水沟、蓄水沟、沉沙池、蓄水池等设施，形成完整的防御、利用体系；

**2** 应根据治理区的地形条件，按高水高排、低水低排、就近排泄、自流原则选择线路；

**3** 梯田排水沟布设应兼顾拦蓄和利用当地雨水的原则。在干旱缺水区的山坡或山洪汇流的槽冲地带，应合理布设蓄水灌溉和排洪防冲工程。

**7.5.5** 设计所需资料应满足下列要求：

**1** 汇水区应采用1:10000～1:5000的地形图，并应收集治理区汇水面的下垫面情况；

**2** 宜收集工程附近雨量站或水文站长系列实测资料，当无实测资料时，可用当地水文手册中等值线图推求；

**3** 渠线布置宜采用不小于1:2000的地形图，工程布置和设计宜采用1:500～1:200的地形图。

**7.5.6** 坡面截排水工程与相关工程在布置上应符合下列规定：

**1**  用于保护梯田时，梯田傍山一侧应布设截水天沟，梯田内部应沿等高线布置横向截水沟，排水沟应垂直于等高线沿纵向布置；

**2** 宜与蓄水工程联合布置：由坡面截排水工程截取地表径流、引入沉沙池，经沉沙后进入蓄水设施，蓄满后多余径流由排水沟排出，并与周边天然沟道顺接。

**7.5.7** 多蓄少排型坡面截排水工程布置应符合下列规定：

**1** 应采用蓄水型截水沟，并应沿治理坡面等高线或沿梯田傍山一侧边界水平布置；

**2** 当治理区坡面的坡长较长时，应增设多级截水沟，间距应根据其控制面积、坡面产流量、蓄水能力，通过计算结合地形确定；

**3** 蓄水型截水沟的两端应就近接入排水沟或承泄区；

**4** 排水沟与坡面等高线应正交布设，梯田两端的排水沟应大致与梯田两端的道路同向；

**5**  排水沟连接蓄水池或天然排水道，宜布置在低洼地带，并尽量利用天然沟道；

**6** 排水沟间距应根据排水流量、地形条件等因素综合分析确定；

**7** 排水沟之间及其与承泄河道之间的交角宜为30°～60°出口宜采用自排方式；

**8** 排水承泄区应保证排水系统的出流条件具有稳定的河槽或湖床、安全的堤防和足够的承泄能力，且不产生环境危害。

**7.5.8** 少蓄多排型坡面截排水工程布置应符合下列规定：

**1**  应采用排水型截水沟，并应沿治理坡面等高线方向或沿梯田傍山一侧边界布置，其纵向比降宜为1％～2％；

**2** 当治理区坡面的坡长较长时，应增设多级截水沟，间距应根据其控制面积、坡面洪峰流量、排水能力，通过计算结合地形确定；

**3**  排水型截水沟较低的一端应就近接入排水沟或承泄区；

**4** 少蓄多排型排水沟布置与多蓄少排型排水沟布置应相似。

**7.5.9** 全排型坡面截排水工程布置应符合下列规定：

**1**  截流沟应布设在坡耕地的上方与林地或荒地交接的边界处，或应布设在较长的坡面及坡度变化大的地点；

**2**  截流沟为排水型，基本上应沿等高线方向布设，纵向比降取1％～2％，沟线应顺直；

**3** 应分级截流泄洪，分割水势、分散排泄。

**7.5.10** 弃土场平台应有2％～5％的反坡，场内的地表水应有组织排至场外。

**7.5.11** 弃土场坡脚处宜采用大块石填筑高5m～10m的渗水层。

**Ⅰ 截水沟设计**

**7.5.12** 截水沟设计应符合下列规定：

**1** 与排水沟的连接处应采取防冲措施；

**2**  截水沟不水平时，应每隔5m～10m在沟底修筑高0.2m～0.3m的小土垱；

**3** 截水沟宜采用梯形断面，山坡坡度较大时，截水沟宜采用矩形断面；

**4** 截水沟应设置安全超高；

**5** 高差较大时，应设置急流槽或跌水；

**6** 多蓄少排型截水沟宜按蓄水型截水沟进行断面设计，少蓄多排型截水沟宜按排水沟进行断面设计。

**7.5.13** 蓄水型截水沟设计应符合下列规定：

**1** 宜水平布设，两端应设拦水坎；

**2** 截水沟容量按下式计算：

Vz=Vw+Vq （7.5.13-1）

Vw=Mw/F （7.5.13-2）

Vq=（1～3）MsF （7.5.13-3）

式中：Vz—截水沟容量（m3）；Vw—一次暴雨径流量（m3）； Vq—1a～3a土壤侵蚀量（m3）；Fj—截水沟集水面积（hm2）；Mw—一次暴雨径流模数（m3／hm2）；Ms—1年的土壤侵蚀模数（m3／hm2）。

**3** 截水沟断面面积按下式计算：

A1=V/Lj （7.5.13-4）

式中：A1—截水沟断面面积（m2）； Lj—截水沟长度（m）。

**Ⅱ 排水沟设计**

**7.5.14** 排水沟宜按明渠流设计。

**7.5.15** 排水沟布设应符合下列规定：

**1** 进口宜采用喇叭口或八字形导流翼墙，翼墙长度可取设计水深的3倍～4倍；

**2** 应分段设置跌水。梯田排水沟纵断面可与梯田断面基本一致，以每台田面宽为一水平段，以每台田坎高为一跌水，在跌水处应采取防冲措施；

**3** 末端应设消能设施。当坡度缓、流量小时，可用消力池消能；当坡度陡、流量大时，应采取多级跌水或加糙（坎）消能；

**4** 排水沟断面变化时，应采用渐变段衔接，其长度可取水面宽的5倍～20倍。在弯曲段凹岸应分析水位壅高影响；

**5** 排水沟比降取决于沿线地形和土质条件，设计时宜与沟沿线的地面坡度相近，以减小开挖量。排水沟比降不宜小于0.5％，土质沟渠的最小比降不应小于0.25％，衬砌沟渠最小比降不应小于0.12％。

**7.5.16** 排水沟断面设计应符合下列规定：

**1** 土质山坡排水沟宜采用梯形或复式断面，石质山坡排水沟可采用矩形断面。陡坡式排水沟宜采用矩形断面，并宜采用浆砌块石或现浇混凝土；

**2** 矩形、梯形排水沟断面底宽和深度不宜小于400mm，梯形土质排水沟，其内坡按土质类别宜采用1:1.0～1:1.5；

**3** 临时排水沟宜采用梯形或矩形断面，深度不宜小于200mm，梯形排水沟底宽不宜小于0.20m，矩形排水沟沟底宽度不宜小于300mm；

**4** 排水沟应设置安全超高。

**7.5.17** 排水沟流速应同时满足不冲不淤的要求。明沟最小允许流速宜为0.4m／s，暗沟最小允许流速宜为0.75m／s。  
**7.5.18** 以排涝为目的排水应按现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288的有关规定执行。

**Ⅲ 截流沟设计**

**7.5.19** 截流沟纵坡宜取1％～2％比降。截流沟长度超过500m时，应分段设计。断面变化处应采用渐变段衔接，其长度可取水面宽的5倍～20倍。

**7.5.20** 截流沟宜采用梯形断面，可按排水沟有关规定执行，并应增加安全超高。最大径流量应按下式计算：

Qm=（K10%/K5%）CpF0.67 （7.5.20）

式中：Qm—沟道最大流量（m3／s）；K—相应频率的模比系数；F—分段设计时，本段截流沟控制的集水面积（km2）；Cp—最大径流量参数。

**Ⅳ 地下排水工程设计**

**7.5.22** 弃土场内的地下水和滞留水，宜采用盲沟，透水管或涵洞形式将水引出场外。

【条文说明】7.5.22 鉴于弃土场设计中原沟渠水路与弃土场发生交叉的现象普遍存在，条文中提出了沿山坡加设防洪渠或在弃土场底部修筑暗涵等人工构筑物的工程措施。当上游洪水较大，应加修挡土坝，所拦截的洪水通过涵渠或防洪隧道引出弃土场外。

**7.5.23** 沟谷型弃土场可在山谷间利用岩性坚硬、耐水性较好的大块岩石先行填筑，形成排渗盲沟或泄流基底。

【条文说明】7.5.23 1980年加拿大福丁煤炭有限公司堆筑斯威夫特河人工岩石泄流体排洪，是沟谷型弃土场在山谷间利用大块岩石人工填筑形成排渗体的典型案例。目前我国一般不采用人工岩石泄流体，而是靠弃土时由于岩石重力作用自然分选形成泄流基底。板石沟铁矿利用自然分选法在2#导流坝下游的弃土场形成泄流基底，使得雨季时弃土场前的积水得以顺畅渗流排出。

**7.5.24** 地下排水工程布置应符合下列规定：

**1** 地下排水工程应由暗管、鼠洞和排水沟组成。鼠洞应为一级暗排，暗管应为二级暗排。应根据不同的地貌类型，采取不同的组合方式；

**2** 鼠洞应布设在有一定塑性的黏性土壤中，坡度随地面坡降，鼠洞末端连接固定排水沟道；线型洼地，鼠洞应与布置在洼地中轴线的集水暗管相通，再与周边固定排水沟网或承泄区连接；

**3** 暗管布局应分为棋盘型、鱼刺型和不规则型等形式。根据地形条件，暗管应布设在线型洼地的中轴线上，坡降应根据地形条件选定。

**7.5.25** 暗管排水布设应满足下列要求：

**1** 暗管应布设在局部闭流洼地和低洼水线处，消除坡耕地内涝；

**2** 暗管间距宜取50m～100m。在局部闭流洼地和低洼水线处，暗管应适当加密，间距应为10m～30m，地形平缓时其间距可适当加大；

**3**  暗管坡降应依地形和选定管径等因素确定，宜取0.2％～2％；

**4**  排水暗管设计流量可按下列公式计算：

Q=CLqAp （7.5.25-1）

Q=μΩ（H0-Ht）/t （7.5.25-2）

式中：Q—排水暗管设计流量（m3/d）；CL—排水流量折减系数，可从表7.5.25-1查得； q—地下水排水强度（m/d）；A—排水管控制面积（m2）；μ—地下水面变动范围内的土层平均给水度；Ω—地下水面形状校正系数，取0.7～0.9；H0—地下水位降落起始时刻，排水地段的作用水头（m）；Ht—地下水位降落到t时刻，排水暗管排水地段的作用水头（m）； t—设计要求地下水位由H0到Ht的历时（d）。

表7.5.25-1 排水流量折减系数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 排水控制面积（hm2） | ≤16 | 16～50 | 50～100 | ＞100～200 |
| 排水流量折减系数 | 1.00 | 1.00～0.85 | 0.85～0.75 | 0.75～0.65 |

**5** 排水暗管管径宜取60mm～100mm，应满足设计排渍流量要求，且不应形成满管出流。排水管内径计算按下式计算：

d=2[nQ/（*α·i*1/2）]3/2  （7.5.25-3）

式中：d—排水管内径（m）；n—管内壁糙率，可从表7.5.25-2查得；*α*—与管内水的充盈度a有关的系数，可从表7.5.25-3查得；*i*—管道水力比降，可采用管线的比降。 排水管道比降应满足管内最小流速不低于0.3m/s的要求。管内径d≤100mm时，i可取1/300～1/600；d＞100mm时，i可取1/1000～1/1500。

表7.5.25-2 排水管内壁糙率

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 排水管类别 | 陶土管 | 混凝土管 | 光壁塑料管 | 波纹塑料管 |
| 内壁糙率 | 0.014 | 0.013 | 0.011 | 0.016 |

表7.5.25-3 系数α和β取值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| α | 1.330 | 1.497 | 1.657 | 1.806 | 1.934 |
| β | 0.425 | 0.436 | 0.444 | 0.450 | 0.452 |

注：管内水的充盈度a为管内水深与管的内径之比值。管道设计时，可根据管的内径d值选取充盈度a值：当d≤100mm时，a取0.6；当d为100mm～200mm时，a取0.65～0.75；当d＞200mm时，a取0.8。

**6**  排水暗管平均流速按下式计算：

VA=（*β/n*）·（d/2）2/3*i*1/2  （7.5.25-4）

式中：VA—排水暗管平均流速（m/s）；*β*—与管内水的充盈度a有关的系数，可从表7.5.25-3查得。

**7** 排水暗管周围应设置外包滤料，并宜就地取材，选用耐酸、耐碱、不易腐烂、对农作物无害、不污染环境、方便施工的透水材料。外包滤料的渗透系数应比周围土壤大10倍以上，其厚度可根据当地实践经验选取；

**8** 暗管埋深宜取0.7m～0.9m，条捆直径应大于0.2m，并应用砂卵石、麦秸、稻草和芦苇回填0.1m～0.4m，踩实，其上回填壤土0.2m；

**9** 暗管出口段宜设置长度2m的硬塑料管，伸出长度0.15m～0.2m，出口下缘距固定沟道水面间距不应小于0.3m。暗管排水进入明沟处应采取防冲措施。

**Ⅴ 场内原场地排水**

**7.5.26** 场内填方区场地应根据场地原始地形和天然水系，按地表汇水面积和流量设置主、次盲沟。对汇水面积和流量大的冲沟、低洼沟渠可沿主要冲沟设置主盲沟，可在小冲沟或低洼沟渠设置次盲沟，并应根据场地地形对泉水和渗流设置支盲沟。

**7.5.27** 当地表层有积水湿地和泉水露头时，宜将排水沟上端做成伸进湿地内的渗水盲沟。

**7.5.28**  场内填方区排水盲沟应符合下列要求：

1 排水支盲沟之间的距离宜小于40m，泉眼和渗流点宜增设支盲沟；

2 盲沟的平面布置及断面尺寸应根据冲沟周边的汇水面积和流量大小确定；

3 排水盲沟的施工宜在地基处理施工后完成；

4 次盲沟应与主盲沟相连接；支盲沟应与主盲沟或次盲沟相连接；

5 场内主盲沟出水口应引入场外排水系统；

6 主盲沟、次盲沟和支盲沟的纵向坡度应大于0.5%；

7 分段施工时，当下游盲沟尚未建成时，不宜与上游盲沟接通；应设临时排水系统，防止淤阻。

**7.5.29** 填方区域底部宜设置级配块石、碎石排水垫层。排水垫层与周边的纵向集水沟和排水管等组成排水基层排水系统。

**Ⅵ 堆置体内排水**

**7.5.30** 堆置地基顶面排水工程应与建（构）筑物和市政工程排水及场外排水系统相结合。

**7.5.31** 堆石或干砌石护坡可不设表面排水。

**7.5.32** 堆置边坡连接处均应设排水沟。

**7.5.33** 堆置地基有马道时，纵向排水沟方向宜与马道一致，并设于马道内侧。横向排水沟的间距宜为50m～100m。

**7.5.34** 排水沟宜采用混凝土现场浇筑或浆砌石砌筑，当用混凝土预制件拼装时，应使接缝牢固、成一整体。

**7.5.35** 堆置地基有下列情况应设置排水设施；

1 防止堆置地基渗流逸出处的渗透破坏；

2 降低堆置地基浸润线及孔隙压力，改变渗流方向，增强堆置地基稳定；

3 保护堆置坡面，防止其冻胀破坏。

**7.5.36** 堆置地基排水可选择下列型式:

l 竖式排水：直立排水、上昂式排水、下昂式排水等；

2 水平排水：不同高程的水平排水层、褥垫层式排水、网状排水带、排水管等；

3 贴坡式排水；

4 两种或多种型式组成的综合型排水。

**7.5.37** 对采用均质和用弱透水材料的堆置地基，其底部宜采用水平排水体将渗水引出堆置地基外。

## 7.6 关闭设计

**7.6.1** 对停用的弃土场应按正常库标准，进行关闭整治设计，确保弃土场防洪能力和拦挡坝稳定性系数满足本规程要求，维持弃土场关闭后长期安全稳定。

**7.6.2** 弃土场关闭设计基础资料应包括下列内容：

**1**  弃土场设计文件；

**2** 弃土场实际堆排状态图；

**3** 弃土场相关工程地质、水文地质勘察资料；

**4** 弃土场已采取的安全对策措施设计资料及相关竣工资料；

**5**  弃土场周边实际状况资料；

**6** 弃土场土地复垦规划设计资料及实施方案；

**7** 弃土场堆排物料的特征及力学性质试验报告；

**8**  弃土场相关稳定性论证及监测报告；

**9** 其他相关资料。

【条文说明】7.6.2 弃土场关闭设计需要依据大量弃土场原设计及评价资料。

1 弃土场设计文件主要指弃土场原初步设计或施工图设计文件等。

2 弃土场实际堆弃状态图是指弃土场现状图，同时建议了解弃土场堆排过程，即收集不同年份的状态图，为了解和进行弃土场稳定性分析提供参考。

3 弃土场相关工程地质、水文地质勘查资料主要是指弃土场区的原始状态下的工程地质、水文地质勘查资料，包括定期检查时的勘查资料，对于一些未进行工程地质和水文地质勘查的弃土场，可收集相关地区资料和地形资料进行分析。

4 弃土场已采取的安全对策措施设计资料及相关竣工资料主要是指已经实施的弃土场安全措施设计及施工资料，了解弃土场安全对策措施的可靠性和效果，为最终关闭设计的安全措施采取提出依据，主要包括堆石坝设计资料、截排洪工程设计资料、底部防渗及软弱地基土清除方面资料等。

5 弃土场周边实际状况资料主要是工程建设场地周边设施的等级与类型资料，主要用于安全距离论证和环境影响分析等。包括弃土场周边（特别是下游区域）的铁路、公路、村庄、工业实施、水源、湖泊、农田和其他设施等。

6 矿山弃土场关闭的复垦方案制订应与工程建设之初的土地复垦规划和已经实施的复垦工程相协调，充分考虑原有复垦方案，特别是实施方案，考虑连续性和有效性。

7 弃土场堆排物料的特征及力学性质试验报告主要是指进行弃土场安全稳定性研究过程中的物料力学性质试验报告，物料粒度级配调查报告等，未进行相关论证研究的弃土场应在关闭设计前进行补充。

8 弃土场相关稳定性论证及监测报告，主要是指在关闭设计前，由具备条件的设计单位或研究单位进行弃土场稳定性分析论证，为弃土场关闭设计中安全设施设计提出依据。相关研究主要针对弃土场堆排现状进行。

**7.6.3** 弃土场关闭设计应提出弃土场长期安全稳定性措施及管理方案。

【条文说明】7.6.3 本条说明的是弃土场关闭设计的内涵与原则。弃土场关闭设计最重要的原则是保证弃土场永久存在的安全可靠性，核心是安全稳定性。对于沟谷型弃土场应完善其上游区域的排洪设施。弃土场关闭设计的安全设计标准可按照本规范的规定有所提高。

**7.6.4** 弃土场关闭设计应符合下列规定：

**1** 应进行弃土场稳定性分析；

**2** 应进行周边设施的安全影响分析；

**3**  应提出弃土场安全及综合治理措施；

**4** 应提出安全管理对策；

**5**  应提出安全监测方案。

【条文说明】7.6.4 弃土场关闭设计应包含如下内容：

1 弃土场稳定性分析应依据具备条件的设计单位或研究单位进行的弃土场稳定性分析论证报告进行。具体内容包括弃土场地基土特征分析，弃土场堆排物料特征及力学性质分析，弃土场台阶与总体稳定性计算分析，弃土场是否存在病害及等级。

2 周边设施的安全影响分析。具体设计内容包括周边设施的类型与等级，安全距离，安全保证措施，环境保护要求等。

3 弃土场安全及综合治理措施。具体设计内容是根据弃土场稳定性分析结论和周边设施特征提出并设计满足弃土场永久安全运行的措施工程，保证不对下游和周边设施造成环境与安全影响。综合治理措施应体现出技术合理性、安全可靠性和经济实用性，便于管理，并与后期的复垦方案相协调。同时为弃土场的未来利用创造条件。

4 安全管理对策。设计内容应结合国家现行标准及相关法律、法规等提出。

5 由于弃土场关闭后，业主企业仍对弃土场的安全管理负责，但考虑在安全监测方面的可操作性，在关闭设计中主要是通过加强本质安全为设计原则，监测方案应选择简单、可行的方案。最重要的是提出针对极端天气条件下的安全监测要求。

**7.6.5** 关闭后弃土场进行开挖、综合利用应进行详细的设计与安全论证。

【条文说明】7.6.5 本条所提出的弃土场综合利用应严格按照相关规范要求执行。开挖与综合利用应依据弃土场设计要求执行，特别是利用过程不应过早破坏弃土场关闭设计中实施的安全对策措施。开挖与利用应有序开展，并按照管理与审批程序进行，应有详细设计。

**7.6.6** 关闭后弃土场重新启用或改作他用时，应进行可行性论证。

【条文说明】7.6.6 本条与第7.6.4条的区别是地方或企业利用弃土场空间实施相关的公用设施时，应按照相关审批程序进行，并进行充分论证。满足安全环保和土地复垦规划要求，同样要求是不能破坏弃土场关闭设计中实施的安全对策措施。

# 8 施工与移交

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 弃土场独立划分为一个单位工程，再细分为分部工程、单元工程，并应符合下列规定：

**1** 拦挡工程分为基础开挖与处理、坝（墙、堤）体、防洪排水等单元工程；

**2**  斜坡防护工程分为工程护坡、植物护坡、截排水等单元工程；

**3** 土地整治工程分为场地整治、防洪排水、土地恢复等单元工程；

**4** 防洪排导工程分为基础开挖与处理、坝（墙、堤）体、排洪导流等单元工程；

**5**  临时防护工程分为拦挡、沉沙、排水、覆盖等单元工程；

**6**  植被建设工程分为点片状植被、线网状植被等单元工程。

【条文说明】8.1.1 因弃土场空间分布分散、点位之间施工相对独立，一般将一个弃土场独立划分为一个单位工程，再细分为分部工程和单元工程。根据《水土保持工程质量评定规程》（SL 336-2006)，弃土场防护工程划分为拦挡工程、斜坡防护工程、土地整治工程、防洪排导工程、临时防护工程、植被建设工程等分部工程，每个分部工程下再细分为单元工程。

**8.1.2** 弃土场主要工期包括下列主要节点：

**1**  取得用地手续时间节点；

**2** 挡墙、截排水沟及施工工期节点；

**3** 弃土作业工期节点；

**4** 边坡及平台防护、复绿工期节点；

**5** 有堆载预压的，预压卸载、表面复绿工期节点；

**6**  移交工期节点。

**8.1.3** 弃土场施工应符合下列规定：

**1** 做好施工组织设计，并应合理安排施工顺序；

**2** 必须按施工图进行。当实际情况与工程勘察或设计不符需修改设计时，必须取得勘察和设计单位的书面同意；

**3** 涉及拦挡坝址、拦挡坝料和排洪建筑物结构等重大设计变更时，必须先进行专家论证，再报原审批部门批准；

**4** 应对工地原有的控制点进行复查和校核，并应建立地面测量控制网；

**5**  采用的材料、设备和构件应符合设计要求和产品标准，应有合法证明文件和产品合格证，不得使用国家明令淘汰的材料和设备；

**6**  应建立技术档案。

## 8.2 施工准备

**8.2.1 施工准备包括弃土场周边环境调查、设计文件和施工图纸准备、确定施工组织设计等。**

8.2.2 周边环境调查应包括下列主要内容：

**1** 弃土场类型（沟道型、临河型、坡地型、平地型等），上游汇水面积超过1km2或下游1km2以内有无敏感点等情况；

**2** 弃土场类型、汇水面积、下游敏感点分布、植被等情况；

**3** 核实弃土场与线路相对位置及距离是否符合铁路、公路等行业要求；

**4** 弃土场进场道路，周边水文、地质、地形情况。

**8.2.3** 弃土场位置应与批复的水土保持方案确定的弃土场位置一致，不得超出方案确定的弃土场位置。

【条文说明】8.2.3 弃土场合规性审核主要是对弃土场具体位置进行复核。符合《中华人民共和国水土保持法》第二十八条规定，符合《生产建设项目水土保持技术标准》GB50433中强制性条款的规定。根据水行政主管部门关于弃土场设置要求，同时兼顾生态环境部及铁路行业相关规定。

**8.2.4** 设计文件和施工图纸应从弃土场合规性、设计参数合理性、表土开挖措施、工程防护措施和植物措施的适宜性等方面进行复核。

【条文说明】8.2.4 设计参数合理性主要是指不同类型、等级的弃土场采用不同的设计标准，针对弃土场占地类型、堆渣量、堆渣高度及其防治措施，结合有关部门要求，审核弃土场挡墙、截排水沟等措施的设计标准和依据。

表土开挖措施主要是指表土开挖方案包括开挖区域、开挖厚度、开挖表土堆放区域、表土防护措施（苫盖、拦挡、排水）等内容。审核表土开挖措施设计情况是否满足表土开挖方案要求。

拦挡措施主要指拦挡墙，坡面防护措施主要指骨架护坡和植物护坡，防洪排导措施主要指弃土场底部排水盲管、环向截水沟、纵向排水沟、沉沙池、排水顺接等工程。工程防护施作顺序为：弃土前开挖表土并集中堆放，布设临时拦挡、苫盖等防护措施；遵循“先挡后弃”原则，先设置拦挡墙，再进行弃土；在弃土场上游及周边设置截排水沟，在坡脚布设沉沙池、顺接沟渠等；弃土结束后对渣面实施土地整治，对渣体边坡进行削坡并设置马道、排水沟、边坡防护措施。

植物措施审核是对弃土场植被恢复和边坡防护设计措施进行复核，植物种类选择是弃土场边坡植物防护的关键。根据当地气候及植物种类特点，分析设计选择的植物种类的生态适应性、功能综合性、抗逆性等，优化弃土场适宜灌草种及植物措施布设要求。

**8.2.5** 施工组织设计中应明确弃土场接纳范围内的建设工程项目，并根据建设项目总体工期要求，确定弃土场拦挡、防护、复绿等工程的分阶段开工、竣工及移交日期。

**8.2.6** 弃土场施工应根据弃土场的规模及建设阶段配置专门的施工管理人员。

**8.2.7** 场地道路布设应符合下列规定**：**

**1** 每个弃土场开工前均要编制专项施工方案，绘制平面布置图，对场内道路进行规划并在平面图中进行标示；

**2** 随着弃土的逐渐堆高，场内道路要随时调整，保证通畅，规划好进出交通循环；

**3** 弃土场进出道路及施工道路均要分开。

**8.2.8** 场地排水设施布设应符合下列规定**：**

**1** 弃土场施工应在表土开挖之后先修建下游拦挡设施和上游截排水设施，临时排水可与永久排水设施结合布设，可单独布设；

**2** 对于弃土时间较长的，在弃土未成型前应设置临时排水设施，且临时排水设施不影响周边农田、林地、山地等的水土平衡；

**3** 弃土期间随弃随平整，做到渣体和周围山体密贴，渣顶形成向弃土场下游方向的排水坡，不能形成堰塞湖。雨季来临之前必须做好临时排水沟，确保雨水能够顺利排出。

【条文说明】8.2.8 弃土场临时排水的目的是确保弃土期间场内雨水能够顺利排出，不进入弃土体增加其主动土压力。

**8.2.9** 施工技术方案应符合下列规定：

**1** 根据开挖方案，规范弃土场施作过程中开挖区域、开挖厚度、运输、储存、保护和回覆施工。开挖区包括工程征占地范围内的耕地、园地、林地、滩地、草地等，需事前确认表土厚度，记录用地类型；

【条文说明】为充分利用有限的表土资源，弃土开始前，推平场内临时道路，清理表土，妥善堆置于弃土场用地范围内的临时堆放场。弃土结束后，将开挖的表土回覆在弃土表面。

**2** 开挖厚度一般根据需要量和地块实际情况确定。弃土场开挖要根据现场实际的土石方腐殖质层厚度划分表土开挖单元，确定每个单元的表土开挖厚度；

【条文说明】耕地开挖厚度35～50 cm，林地开挖厚度20～30 cm，园地开挖厚度15～25 cm，草地开挖厚度10~ 20cm。

**3** 在核实开挖厚度、开挖量、开挖率的基础上，根据开挖区的地质地貌、交通运输情况、利用流向等确定条带表土外移开挖法、分层平移表土开挖法、分块腾挪开挖法等开挖工艺；

【条文说明】选择合适的施工机械，尽可能减少对耕作层土石方结构的破坏，提高开挖效率。常用的开挖机械有推土机、拖式铲运机、挖掘机等，也可根据实际情况多种机械联合使用。

**4** 挖方运输应遵从线路最短、成本最低的原则，运输过程中尽量避免对施工场地内表土的碾压，运输机械或工具无化工污染，对表土质量类型做好记录，防止堆放混乱；

【条文说明】根据运输距离和交通条件选择运输机械，优先选用自卸汽车，部分近距离运输可选装载机、推土机等。优先选用挖掘机配自卸汽车，或推土机推土集料后用挖掘机为自卸汽车装土，也可采用铲运机开挖表土后集堆，挖掘机配合自卸汽车装土运输。

采用后退法挖运土方，尽量减少对表土的碾压。挖运的同时对土堆边缘和表面进行修整，结合储存、覆土或其他用土方式，选择后退式卸土方法卸土。雨天禁止装卸和运输表土，运输过程中做好土石方保护工作，避免土方飞扬散落。表土开挖区域设置安全警示标识，机械操作人员应持证上岗，无关人员不得进入。

**5** 土石方储存区应综合考虑堆放安全、覆土便利、运输成本等因素，远离村庄、集镇等人群密集的地方；堆放高度应符合堆体稳定性设计要求，土堆高度宜为3m～5m，边坡角不大于50o，单个土堆体积大于5000m3；

【条文说明】根据表土开挖方案和现场实际情况，核实表土储存量、表土储存场利用率，采取表土储存措施和必要的土石方保育设施。表土堆放过程中应避免破坏表土，机械操作时应避免过度辗压。

**6** 需要回填至原场地的挖方堆置时间超过1年时应采取临时防护措施；

【条文说明】表土堆高控制在2.0~3.0 m，堆土坡度为1:1.5~1:2.0，拦挡措施采用袋装土、拦挡 土堤等，必要时采用挡土墙防护。一般在坡脚四周采用装土编织袋围护，梯形断面顶宽0.5 m、高1.0 m，边坡1:0.5。在土堆表面采用撒播草籽、覆盖密目网、彩条布临时覆盖防护，种植豆科植物增加土石方肥力，或适量施肥，防止表土退化，注意病虫害防治。

为防止场地内积水，在拦挡措施外围0.5~1.0 m处修筑简易截排水沟，一般采用底宽40 cm、深40 cm，边坡1.0.5的梯形断面，只开挖不衬砌，排水沟边坡拍实后铺彩条布。表土堆积成形后，利用铲车或推土机对顶部和边坡稍作压实，顶部向外侧做成一定坡度，便于排水，防止水土流失。

在临时排水沟末端布设沉沙池，根据《水土保持综合治理技术规范》GB 16453，沉沙池尺寸一般为长2m、宽2m、深1.5 m，开挖边坡1:1，利于边坡稳定。一般只开挖不衬砌，拍实后铺彩条布。定期清除沉沙池内淤积泥沙。

**7** 严格遵循“先挡后弃”原则，按照设计文件和图纸要求，在指定的位置修建完成拦挡墙后，方可实施弃土行为；

【条文说明】拦挡墙施工工序为前期准备、基坑开挖、基础施工、墙身施工、沉降缝及泄水孔处理。弃土结束后，按照设计文件施作弃土场边坡支挡防护设施，其施工步骤为测量放线、基础开挖、现浇支挡墙身混凝土、伸缩缝、沉降缝及泄水孔处理。

（1）前期准备：按照设计图纸要求，首先放出开挖边线的控制桩与挡墙的定位线标准线。结合弃土场实际情况，合理选取施工便道位置和各种材料的堆放区。对水泥、砂石等材料进行取样试验检测，调整好配合比，确保拦挡 墙施工材料的质量安全。

（2）基坑开挖：人工配合机械进行基坑开挖，基础施工与墙身施工相配合，按沉降缝分段进行开挖。根据测量放样定出的开挖中线边线、高程和开挖深度，机械开挖后人工整修成型。基坑有淤泥层或软土，或检测结果显示地基承载力达不到设计要求时，需采用抛石挤淤、换填灰土、换填沙砾等办法进行地基处理。现浇钢筋混凝土拦挡 墙应在基底铺筑一层碎石垫层，用打夯机夯入地基土，增加基底挡墙的摩擦。基坑开挖应避开雨季施工，严禁雨天施工，做好施工场地排水，基坑不得受水浸泡，承载力必须满足设计要求。

（3）基础施工：现浇钢筋基础应先安装基础钢筋再浇筑基础混凝土，按照拦挡墙长度整段进行一次性施工。按照设计图纸的规格尺寸安装基础钢筋，预埋墙身主筋（墙身连接钢筋）。钢筋安装完毕后，按设计尺寸及测量放样点安装基础模板并加固。模板安装完毕后，采用泵送或人工方法浇筑混凝土。

（4）墙身施工：浇钢筋混凝土拦挡墙墙身与基础的结合面按施工缝处理，先凿毛，将松散混凝土及浮浆凿除，用水清洗干净后，按设计要求安装墙身钢筋。墙身模板由具有足够刚度、满足平整度要求的大块模板拼装而成，应特别注意墙身模板的加固，防止跑模。模板接缝应严密，采取适当处理措施，避免漏浆。根据墙身高度和施工能力，选择一次浇筑或分层浇筑。

浇筑混凝土时，先在结合面上刷一层水泥浆，再浇筑墙身混凝土。混凝土落差大于2.0 m时，采用串筒输送混凝土人模，避免混凝土离析。混凝土由拌和站按施工配合比集中拌制，用混凝土输送车运至现场进行浇筑。一般采用泵送方式，也可在墙顶搭设平台，用吊机吊送混凝土至平台进行浇筑。混凝土浇筑从低处开始分层均匀进行，分层厚度一般为30 cm。采用插入式振捣器振捣，振捣棒移动距离不应超过其作用半径的1.5倍，侧模保持5～10 cm的距离，切勿漏振或过振。浇筑到顶面后，应及时抹面并二次抹面，保证表面平整。

混凝土浇筑过程中应加强现场管理，按要求在现场拌和点或浇筑点随机制取混凝土强度试件。收浆后应及时洒水养护，养护时间不得小于7天。掌握拆模时间，不可过早拆模。拆模时应特别小心，切勿损伤墙面。

（5）沉降缝及泄水孔处理：按设计要求在基础和墙身施工时预留沉降缝和泄水孔。现浇混凝土拦挡墙的沉降缝宽度一般为2 cm，施工时应在设计的沉降缝位置内夹2 cm厚的泡沫板。施工完后去掉泡沫板，从墙顶到基底沿墙填塞深15 cm的沥青麻丝。混凝土拦挡墙的泄水孔为硬质空心管，按设计位置和坡度安装于墙体内。泄水孔进口处铺设碎石反滤层，用土工布包裹碎石。注意混凝土的散热，按大体积混凝土的施工要求，在墙体内预埋水管，混凝土浇筑完毕后通水散热，以免出现温缩裂缝。

**8** 截排水沟、排水盲沟及暗管必须在弃土之前修建完成。截水沟布置在弃土场上部和周边，经排水沟引入自然水系，防止四周汇水进入弃土场。

【条文说明】截排水沟施工步骤为测量放线、沟槽开挖、人工整平夯实、砂浆找平、模板安装、浇筑混凝土、拆模养护。

**9** 弃土场植被恢复包括弃土顶面和边坡的复绿，应按照设计文件要求的植物种类、配置模式、种植方式、种植季节、苗木规格、灌溉及养护条件等进行恢复。

【条文说明】设计文件要求复垦的，弃土场覆土厚度应满足作物生长要求，并采取相应的土地整治措施。

## 8.3 装卸与运输

**8.3.1** 施工中应建立运输调度系统，并应编制运输方案。

**8.3.2**  装渣运输方式应根据断面大小、开挖方法、机械配套设备能力及施工进度等因素综合确定。

**8.3.3** 装渣运输设备的选型配套应使装渣能力、运输能力与开挖能力相适应，装运能力应大于最大的开挖能力，运输能力应大于装渣能力。

**8.3.4** 装渣运输车辆应处于完好状态，制动有效，不得入料混载，不应超载、超高、超宽运输；运输大体积或超长料具时，应有专人指挥，专车运输，并设置显示界限的红灯。

**8.3.5** 各类施工机械与车辆，宜选用电动设备或带净化装置的柴油动力设备。

**8.3.6** 装渣道路不宜堆放施工器材和建筑材料。供水、供电、供风、通风、照明线路应布设整齐，不应影响运输车辆通行，并应满足安全要求。

**8.3.7**  装渣作业应符合下列要求：

**1** 装渣作业宜由专人指挥；

**2** 装渣前，应检查开挖面围岩的稳定情况，清除危石，发现有松动岩石或塌方征兆时，应先处理后装渣；

**3** 装渣机械操作时，其回转范围内不得有人通过。机械装渣作业应按操作规程进行，并不得损坏已有的支护及设施。

**8.3.8** 卸渣作业应符合下列要求：

**1** 卸渣路线应根据卸弃土场地地形条件、石渣利用情况、车辆类型，妥善布置。卸渣应在规定的卸渣路线上依次进行，不得干扰其他施工作业或破坏其他设施；

**2** 卸渣宜采用自动卸渣，卸渣时应有专人指挥。

**8.3.9**  运输作业应符合下列要求：

**1**  洞内宜铺设临时路面，路面的平整度、纵坡、平坡和宽度等指标应满足装渣车辆运行要求，道路最大纵坡应根据运输车辆性能和工作条件确定，坡度一般不宜大于10％；

**2**  车辆装载的高度不宜超过车厢顶面0.5m；

**3**  在洞口、平交道口、狭窄的施工场地，必须设置明显的警示标志，车辆严禁超车，倒车与转向应有人指挥；

**4**  单车道净宽不得小于车宽加2m，并应隔适当距离设置错车道，会车视距不宜小于40m；双车道净宽不得小于2倍车宽再加2.5m；

**5**  施工作业地段和错车时行车速度不应大于5km/h，成洞地段不宜大于20km/h。

## 8.4 堆置

**8.4.1** 堆置地基设计前应取得下列资料：

**1** 当地气象、地形、工程地质及水文地质、防洪、建设总体规划和社会经济等基本资料；

**2** 分期施工或改（扩）建工程，应具备已建高填方工程现状及使用情况等资料；

**3** 场地勘察资料；

**4** 施工条件和地方工程经验等资料。

**8.4.2** 弃土场施工工序主要包括开挖、物料运输、垫层、反滤层铺设、拦挡墙体砌筑等。应符合下列规定：

**1** 开挖与处理应重点控制沟槽开挖断面尺寸、坡度、水平位置、高程和基础处理等；

**2** 开挖面要平整。开挖成型后，向工程监理、水土保持监理单位提出基底移交申请，移交签认完成后，方可进入下道工序；

**3** 削坡分级质量控制在于削坡分级形式和坡面平整度，量测削坡坡度、台阶宽度、台阶排水沟尺寸，检查截排水沟位置和坡脚排水设施的断面尺寸、长度、坡比等；

**4** 分层堆弃，现场检查是否做到分层堆渣、分层碾压，每层厚度及渣量是否超出设计范围，碾压过程是否按照设计要求进行等。

【条文说明】施工单位需严格执行分层堆弃的施工工序，现场监理应跟踪检查和检测分层堆渣施工过程，强化过程控制和检查，切实做到分层堆放和碾压。检查每层堆渣厚度是否超出设计要求，碾压方式和碾压时间是否达标。有些堆渣工艺在两层渣土之间设计填充过渡层，施工过程中应予特别关注。

**5** 砌石护坡质量控制在于检查基础开挖及处理是否符合设计要求，检查砂石料、反滤层、排水孔、垫层材料的规格和质量；

**6** 植被护坡质量控制是重点检查苗木、种子、整地方式和规格，检查栽植工艺是否规范，栽植方式是否符合设计要求，草皮表面是否均匀、平整，养护是否到位等；

**8.4.3** 每道工序均需自检、专检达标，由工程监理工程师、水土保持监理工程师联合检查移交签认后，方可进入下一道施工工序。

**8.4.4** 堆置地基设计应包括地势设计、建设场地分区、土石方堆置和地基压（夯）实，以及质量检验和监测设计等。

**8.4.5** 堆置地基应满足密实、均匀和稳定，同时应考虑抗冲刷、周边生态、环境保护和水土保持等要求；位于抗震设防烈度为7度及以上地区的堆置地基，应进行抗震设计。

**8.4.6** 堆置地基工程应在大面积堆置施工前，选择具有代表性场地进行堆置地基试验，通过试验验证和优化设计指标和参数、施工工艺、检验和监测项目以及相关的技术指标等。

**8.4.****7** 堆置施工过程中应保证观测仪器埋设与监测工作的正常进行，保护埋设仪器和测量标志完好无损。

**8.4.8** 堆置试验应确定下列设计参数和施工方法：

**1** 根据堆置厚度确定边坡坡形和坡比；

**2** 巨粒土料、粗粒土料和土夹石混合料的粒径、级配；细粒土料的最大干密度和最优含水量；

**3**  分层堆置厚度和松铺系数；

**4**  分层压（夯）实施工方法和施工参数等；

**5** 质量检验项目、方法、数量和频率，以及质量控制指标与评价标准。

**8.4.9** 分层堆置与压（夯）实应符合下列要求：

**1** 分层堆置应采用堆填摊铺施工，严禁抛填施工；

**2**  巨粒土、粗粒土料宜选用强夯法处理；

**3**  土夹石混合料或细粒土料宜选用冲击压实或振动碾压法处理；

**4** 巨粒土、粗粒土料及土夹石混合料采用强夯法处理时，其分层厚度、施工参数及夯实指标应根据现场强夯单点夯击试验或地区经验确定。当无试验资料或经验时，可按表8.2.9-1采用；

表8.4.9-1　巨粒土、粗粒土料及土夹石混合料分层厚度、施工参数及地基夯实指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分层  厚度  （m） | 强夯施工参数 | | | | | | 地基土  夯实指标 |
| 夯点  形式 | 单击夯击能（kN·m） | 夯点间距  （m） | 夯点  布置 | 单点夯  击数 | 最后两击平均夯沉量（mm） |
| 4.0 | 点夯 | 3000 | 4.0 | 正方形 | 12～14 | ≤50 | ρd≥2.0t/m3 |
| 满夯 | 1000 | 锤印搭接 | 锤印搭接 | 3～5 |  |
| 5.0 | 点夯 | 4000 | 4.5 | 正方形 | 10～12 | ≤100 |
| 满夯 | 1500 | 锤印搭接 | 锤印搭接 | 3～5 |  |
| 6.0 | 点夯 | 6000 | 5.0 | 正方形 | 10～12 | ≤150 |
| 满夯 | 2000 | 锤印搭接 | 锤印搭接 | 3～5 |  |

注：分层强夯时，上层点夯位置应布置在下层四个夯点中间位置。

**5**  土夹石或细粒土料采用冲击压实或振动碾压法处理时，其分层厚度、施工参数及压实指标应根据现场试验或地区经验确定。当无试验资料或经验时，可按表8.4.9-2采用；

表8.4.9-2　土夹石料或细粒土料分层厚度、施工参数及地基压实指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分层厚度（m） | | 遍数 | | 行驶速度（km／h） | | 地基土压实指标 | |
| 冲击压实 | 振动碾压 | 冲击压实 | 振动碾压 | 冲击压实 | 振动碾压 | 巨粒土、粗粒土料 | 细粒  土料 |
| 0.4～0.6 | 0.3～0.4 | 8～10 | 6～8 | 6～8 | 1.5～2.0 | ρd≥2.0t/m3 | λ≥0.97 |
| 0.6～0.8 | 0.4～0.6 | 10～15 | 8～10 | 6～8 | 1.5～2.0 |
| 0.8～1.0 |  | 15～20 |  | 6～8 |  |
| 1.0～1.2 |  | 20～25 |  | 6～8 |  |

**8.4.10** 相邻施工工作面之间搭接部位处理应符合下列要求：

**1** 当堆置区域较大，各工作面施工的起始堆置标高不同时，相邻工作面的高差不宜大于施工时的一个堆置层厚度；

**2** 不同堆置层的搭接面应错开；

**3**  相邻施工工作面搭接部位应采用强夯补强处理（图8.4.10），上下两层堆置层在接缝处的补强处理宽度不得小于夯锤直径的2倍。

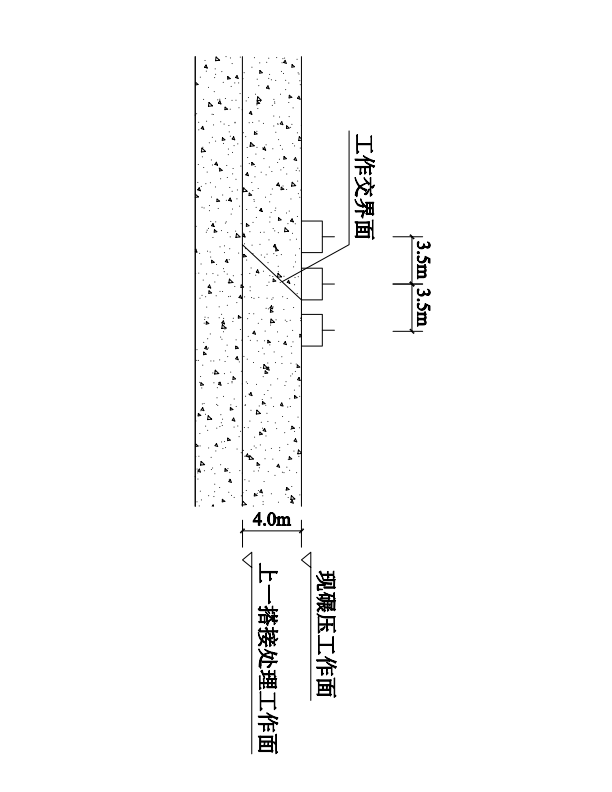


图8.4.10　工作面搭接强夯处理示意图

**4** 工作面搭接部位强夯法处理分层厚度不宜大于4m，其强夯施工参数及夯实指标宜符合表8.2.10的规定。

表8.4.10　工作面搭接处理强夯参数及地基夯实指标

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 夯点  形式 | 单击夯击能 （kN.m） | 夯点间距  （m） | 夯点  布置 | 单点  击数 | 地基土夯实指标 | |
| 粗粒土 | 细粒土 |
| 点 夯 | 3000 | 3.5 | 正方形 | 10～12 | ρd≥2.0 t/m3； | λc≥0.97 |
| 满 夯 | 1000 | 锤印搭接 | | 3～5 |

注： 点夯最后两击的平均夯沉量应不大于50mm。

**8.4.11** 压（夯）实处理施工环境保护应符合下列要求：

**1** 施工前，应做好防振动、噪声和扬尘对周围环境、居民、设施设备和工作生产等造成的影响及风险评估，并应采取有效的防护措施；

**2** 应采取措施，做好施工期排水。

**8.4.12** 堆置地基不同时间的固结度及逐级施加荷载的大小和速率应根据施工过程中原场地地基的孔隙水压力及水位监测结果确定。

**8.4.13** 堆置地基质量检验项目和方法除应符合现行国家相关标准要求外，尚应符合下列规定：

**1** 巨粒土、粗粒土和土夹石混合填料分层压（夯）实质量检测应采用现场干密度试验，试验坑的直径宜大于3倍最大填料粒径；

**2** 对进行干密度检验的试验坑、动力触探和标准贯入孔等，检验后应及时填实恢复；

**3** 填料粒径大于38mm时，应在填土深度范围内挖探坑采用灌水法检测干密度；填料粒径小于38mm时，可采用灌砂法或环刀法检测压（夯）实系数。

**8.4.14** 堆置边坡施工应符合下列要求：

**1**  堆置施工工艺和方法按本规范第7章的相关规定执行；

**2** 放坡和马道应按设计要求施工，每完成一级边坡和马道后，应及时修整；

**3**  边坡采用分层堆置强夯法处理时，外侧夯点锤边缘离边坡坡面距离宜为夯锤直径的1倍，分层堆置厚度宜小于夯锤直径的2倍；

**4**  边坡采用分层堆置碾压时，外边轮距坡面距离宜为0.4m～0.6m，修坡厚度宜小于0.5m；

**5** 堆置边坡施工应控制堆置速率。当堆置地基沉降量大于10mm/d，水平位移大于3mm/d时，应及时分析原因，并减缓填土速度、停止加载或卸载。

**8.4.15** 质量检验项目、范围及频数应符合表8.4.15的要求。

表8.4.15　质量检验项目、范围及频数（每2000m2）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 应用范围  项 目 | 检测频数 | | |
| 建（构）筑物区和边坡区 | 一般场地平整区 | 规划预留发展区 |
| 层厚检验 | ≥5处 | ≥3处 | ≥1处 |
| 压（夯）层面沉降量 | 10m×10m方格网测量 | 20m×20m方格网测量 | 50m×50m方格网测量 |
| 地基土压（夯）实指标 | ≥3点 | ≥2点 | ≥1点 |
| 土的物理力学指标 | ≥3点 | ≥2点 | ≥1点 |
| 重型动力触探 | ≥3孔 | ≥2孔 | ≥1孔 |
| 载荷试验 | ≥2点 |  |  |

注：建（构）筑物区、边坡区，处理面积小于2000m2时，各检测项目每处不得少于3个点；

**8.4.16** 边坡质量检验应符合下列要求：

**1** 边坡质量检验项目应包括坡比、压实度、物理和力学性质指标等；

**2** 边坡的压实度检测宜采用环刀法、灌砂法或灌水法；

**3**  检测点的布置和检测频率宜根据工程特点、填料性质、设计要求及施工工艺等因素确定，对施工完成后处于地下水位以下地段宜增加检测频率。

**8.4.17** 当检验指标未达到设计要求时，应进行两组以上的复检。当复检指标达到设计要求时，可仅处理不合格区域；当复检指标仍未达到设计要求时，应对检验划定的不合格范围重新处理，直到合格。

**8.4.18** 堆置地基监测宜包括下列项目：

**1** 堆置地基顶面沉降监测；

**2**  堆置边坡坡面位移监测；

**3** 堆置地基分层沉降监测；

**4** 堆置地基内部水平位移监测；

**5**  地下水监测。

## 8.5 拦挡结构

**Ⅰ 坝基开挖及岸坡处理**

**8.5.1** 拦挡坝基开挖、基坑和岸坡处理等隐蔽工程应按设计要求施工。

**8.5.2** 开工前，应在拦挡坝轴线两端、拦挡坝体以外不受施工、滑坡或爆破等影响的位置设置永久性标石，并应标明桩号和架设标架。

**8.5.3** 清基前应进行测量放线。清理拦挡坝基、岸坡和铺盖地基时，应将树木、草皮、树根、乱石、坟墓以及各种建筑物等全部清除，并应处理水井、泉眼、地道和洞穴等。拦挡坝基和岸坡表层的粉土、细砂、淤泥、腐殖土、泥炭等均应按设计要求和有关规定处理。对于强风化岩石、坡积物、残积物、滑坡体等应按设计要求和有关规定处理。

**8.5.4** 拦挡坝肩边坡的开挖清理工作宜自上而下一次完成，不宜边堆置边开挖。清出的杂土应全部运出拦挡坝外，并应堆放在指定的场地。

**8.5.5** 凡拦挡坝基和边坡易风化、易崩解的岩石和土层，开挖后不能按时回填者，应留保护层或喷水泥砂浆或喷混凝土保护。

**8.5.6** 拦挡坝基和边坡处理过程中，发现新的地质问题或检验结果与勘察有较大出入时，应报监理工程师，并应会同设计、勘察单位共同研究处理措施，同时应由建设单位委托设计单位进行变更设计。

**8.5.7** 灌浆法处理拦挡坝基时，灌浆工作除应进行室内必要的灌浆材料性能试验外，还应在施工现场进行灌浆试验，同时应通过检查孔以验证灌浆效果。

**8.5.8** 天然黏性土作为拦挡坝基时，可预留保护层，并应在开始堆置前清除。冻期应在冻结前处理完毕，并应预先堆置1m～2m厚的拦挡坝体或采取其他防冻措施。

**8.5.9** 拦挡坝基中的软黏土、湿陷性黄土、软弱夹层、中细砂层、膨胀土、岩溶构造等应按设计要求进行处理，并应符合现行行业标准《碾压式土石拦挡坝施工规范》DL/T 5129的有关规定。

**8.5.10** 拦挡坝基清基完毕回填前应会同勘察、设计、施工、监理、建设单位进行验槽，验证拦挡坝基能否满足设计要求。

**Ⅱ 筑拦挡坝材料控制**

**8.5.11** 施工单位应对各料场勘察报告和试验资料进行核查，并应对设计指定料场进行复核。当发现储量、质量与设计不符时，应与建设、监理、勘察、设计单位共同研究解决。当需改变筑拦挡坝材料时，应征得设计单位的同意，并应符合现行行业标准《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL 251的有关规定。

**8.5.12** 对于已确定使用的料场应设置若干固定基桩，并应在地形图上标明位置。

**8.5.13** 规划料场的实际可开采总量时，可开采总量与拦挡坝体堆置量之比应根据料场的调查精度、料场天然密度与拦挡坝体压实密度的差值，以及开挖与运输、雨后拦挡坝面清理、拦挡坝面返工及削坡等损失确定。可开采总量与拦挡坝体堆置量之比宜为：土料2.0～2.5，砂（砾）石料2.0～2.5，石料1.2～1.5；砂（砾）石反滤料应根据筛取有效方量确定，但不宜小于3.0。料场边坡开挖应当按照设计要求施工。

**8.5.14** 砂（砾）石反滤料宜在天然料场选用。当无合适的天然料场时，应根据设计提出的各种反滤料的粒径要求和设计指标，从爆破块石料、开挖渣料中筛选配制。

**8.5.15** 当黏性土料的天然含水率大于施工期含水率的上限值时，应采取降低其含水率的措施；小于施工期含水率的下限值时，应进行加水处理。

**Ⅲ 拦挡坝体填筑**

**8.5.16** 拦挡坝体堆置前，应在排水、拦挡坝基、岸坡及隐蔽工程等移交合格及碾压试验完成并经监理工程师批准后再堆置。

**8.5.17** 拦挡坝体堆置材料的种类、土石料质量、颗粒级配、含水率、含泥量、超径、软弱颗粒及相应堆置部位、压实标准、取样试验结果等均应符合设计要求。

**8.5.18** 拦挡坝体堆置前，应根据设计要求明确压实标准。最优含水率和最大干密度应通过击实试验确定。

**8.5.19** 拦挡坝体压实质量应控制压实参数，并应取样检测密度和含水率。检验方法、仪器和操作方法应符合现行行业标准《碾压式土石拦挡坝施工规范》DL/T 5129和《土工试验规程》SL 237的要求。拦挡坝料应符合设计规定，不合格的拦挡坝料不得上拦挡坝，并应符合下列规定：

**1** 黏性土现场密度检测宜采用环刀法、表面型核子水分密度计法；

**2** 砾质土现场密度检测宜采用灌砂（灌水）法；

**3** 土质不均匀的黏性土和砾质土的压实度检测宜用三点击实法；

**4** 反滤料、过渡料及砂（砾）石料现场密度检测宜采用挖坑灌水法或辅以表面波压实密度仪法。试坑直径不应小于最大粒径的3倍，试坑深度应为碾压层厚度；

**5**  堆石料现场密度检测宜采用挖坑灌水法，也可辅以表面波法、测沉降法等快速方法。挖坑灌水法测密度的试坑直径不应小于拦挡坝料最大粒径的2倍～3倍，最大不应超过2m，试坑深度应为碾压层厚度；

**6** 黏性土含水率检测宜采用烘干法，也可用核子水分密度计法、酒精燃烧法、红外线烘干法；

**7** 砾质土含水率检测宜采用烘干法或烤干法；

**8** 反滤料、过渡料和砂（砾）石料含水率检测宜采用烘干法或烤干法；

**9**  堆石料含水率检测宜采用烤干和风干联合法。

**8.5.20** 拦挡坝体堆置指标应根据压实标准和碾压试验的要求确定，施工中应控制含水率、土石类别、压实功能、压实厚度及压实时自然和人为因素等，不得随意更改。压实土石类应控制其含水率在最优含水率为-2％～+3％。堆置土石厚度不得超过碾压试验提供的松铺厚度。

**8.5.21** 拦挡坝体堆置可采用进占法或后退法卸料，砂（砾）石料宜用后退法卸料，不应在堆置断面内的岸坡上卸料。特殊情况下必须从岸坡上卸料时，应采取分区卸料、逐层清基等措施，并应做好岸坡和卸料场地的清理，同时应设置原地面标识。

**8.5.22** 拦挡坝体各部位的堆置应按设计断面进行分层堆置和分层压实，地面起伏不平时，应按水平分层由低处开始逐层堆置，不得顺坡铺填，同时应保证防渗体和反滤层的有效设计厚度。  
**8.5.23** 拦挡坝体堆置应沿拦挡坝轴线方向进行，宜采用定点测量方式，不得超厚。

**8.5.24** 拦挡坝体碾压应符合下列规定：

**1** 拦挡坝体碾压前应对填料层的松铺厚度、平整度和含水率进行检查，并应符合要求后再进行碾压；

**2**  分段堆置时，各段土层之间应设立标志，上、下层分段位置应错开，应防止欠压、漏压和过压；

**3** 拦挡坝体碾压应沿平行拦挡坝轴线方向进行，不得垂直拦挡坝轴线方向碾压；

**4** 分段碾压时，相邻两段交接带碾迹应彼此搭接，顺碾压方向搭接长度不应小于0.3m～0.5m，垂直碾压方向搭接宽度应为1.0m～1.5m；

**5**  拦挡坝体碾压宜采用振动碾，振动碾工作重量宜大于10t，振动频率应为20Hz～30Hz，行驶速度不应超过4km/h，并应检查振动碾的实际工作性能；

**6** 机械碾压不到的部位，应辅以夯具夯实，夯实时应采用连环套打法，并应采取夯迹双向套压，夯压夯应为1/3，行压行应为1/3；分段、分片夯实时，夯迹搭压宽度不应小于夯径的1/3；

**7** 拦挡坝体应碾压合格后再铺筑上层新料。

**8.5.25** 黏性土拦挡坝的施工应符合下列规定：

**1** 堆置与碾压应连续进行。当气候干燥，土层表面水分蒸发较快或需短时间停工时，其表面风干土层及堆置应经常洒水湿润，并应使含水率保持在设计控制的范围以内，需长时间停工时，应铺设保护层。复工时应予以清除，并应经监理工程师移交后再堆置；

**2**  横向接缝的接合坡比不应大于1:3.0，高差不宜大于10.0m。当横向接缝陡于1:3.0时，在接合处应采取专门措施压实，压实宽度不应小于1.0m～2.0m，且距接合面2.0m以内不得用夯板夯实。除高压缩性地基上的土拦挡坝外，可设置纵向接缝，但宜采用不同高度的斜坡和平台相间形式，平台间高差不宜大于15.0m；

**3**  拦挡坝体接缝坡面的处理应随拦挡坝体堆置上升，接缝应陆续削坡，并应直至合格面，应经监理工程师移交合格后再堆置。黏性土或砾质土的接合面削坡取样检查合格后，应边洒水、边刨毛、边摊铺、边压实，并宜控制其含水率为施工含水率的上限；

**4** 铺土时，上、下游拦挡坝坡应留有削坡余量，并应在铺筑护坡前按设计断面削坡。铺土与岩石岸坡相接时，岩坡削坡后不宜陡于1:0.75，不得出现反坡；

**5** 雨季施工时，应有可靠的排水设施，其堆置面可中央凸起，并应向上、下游倾斜。雨后堆置面可根据未压实表土含水率情况，分别采用翻松、晾晒或清除处理，并应经监理工程师检查合格后再复工。有积水、泥泞和运输车辆走过的拦挡坝面上不得填土。下雨及复工前，严禁施工机械穿越和人员践踏拦挡坝面；

**6** 负温下施工时，应进行气温、土温、风速的测量、气象预报及质量控制工作。摊铺、碾压和取样等应采用快速连续作业，并应做好压实土层的防冻保温工作。压实时土料温度应在-1℃以上，当最低气温在-10℃以下，或在0℃以下且风速大于10m/s时，应停止施工；

**7** 在摊铺中严禁夹有冰雪，不得含有冰块。黏性土的含水率不应大于塑限的90％，砂（砾）石料的含水率应小于4％。因下雪停工时，复工前应清理拦挡坝面冰雪和冰块，并应经监理工程师检查合格后再复工。

**8.5.26** 堆石拦挡坝的施工应符合下列规定：

**1** 堆石和砂（砾）石料等粗粒岩土的卸料高度不宜大于2.0m。粗粒岩土卸料发生分离现象时，应将其拌和均匀；

**2**  堆石和砂（砾）石料铺料后应加水。在无试验资料情况下，砂（砾）石的加水量宜为其堆置量的20％～40％。中、细砂的加水量应按其最优含水量控制。堆石和砂（砾）石料的加水应在压实前进行一次，并应边均匀加水边碾压。对于软弱石料，碾压后应适当洒水；

**3** 砂（砾）石、堆石及其他拦挡坝壳料纵横向接合部位宜采用台阶收坡法，每层台阶宽度不应小于1.0m。接缝的坡度不应大于其稳定坡度，并应满足设计要求。与岸坡接合时，不应有超径块石和块石集中、架空和分离现象，并应对边角处加强压实；

**4**  碾压堆石拦挡坝上、下游拦挡坝坡堆置时，可不留削坡余量，可只按设计断面留出块石护坡的厚度，并应边堆置、边整坡。

**8.5.27** 堆置的拦挡坝顶应预留沉陷余量。当设计未规定时，沉陷余量可根据拦挡坝基和拦挡坝体岩土的密实度取为拦挡坝高的1％～3％。

**8.5.28** 拦挡坝体、防渗体、拦挡坝基、岸坡、拦挡坝下埋管、齿墙的接合部位应按设计要求处理。

**8.5.29** 堆置过程中，应保证观测仪器埋设与检测工作的正常进行，并应采取保护埋设仪器和测量标志完好无损的措施。

**Ⅳ 反滤层铺筑**

**8.5.30** 反滤层的材料、级配、不均匀系数、含泥量及铺筑位置和有效宽度均应符合设计要求。加工好的反滤料应经检验合格再使用。

**8.5.31** 在挖装和铺筑过程中，应防止反滤料颗粒分离以及杂物与其他物料混入，反滤料宜在挖装前洒水。

**8.5.32** 铺料应自下向上进行，不得从坡顶向下倾倒。

**8.5.33** 反滤层内不得设置纵缝。反滤层横向接坡应清至合格面，不得发生层间错位、中断和混杂。

**8.5.34** 铺好的反滤层上不得自上向下滚石或其他物料，施工人员行走应铺跳板。

**8.5.35** 负温下施工时，反滤料应呈松散状态，不应含有冻块。下雪天应停止铺筑，并应遮盖。雪后复工时应仔细清除积雪。

**8.5.36** 土工布反滤层铺筑应按现行国家标准《土木合成材料应用技术规范》GB 50290的有关规定执行，并应符合下列规定：

**1**  土工布铺设方向应符合设计要求。坡面上铺设宜自下而上进行，在顶部和底部应固定。当施工需改变铺设方向时，应取得设计单位的同意。土工布铺设前应保护、防止曝晒、冷冻、损坏、穿孔、撕裂；

**2** 土工布铺设应平顺、松紧适度、避免织物张拉受力及不规则折皱，并应采取防止损伤和污染的措施。土工布的幅间连接宜采用专用缝纫机缝合。当采用手工缝合时，针距不得大于20mm，且应缝合两道。幅间搭接宽度不应小于设计要求的最小宽度；

**3**  土工布嵌入拦挡坝基和岸坡齿槽的结合部应符合设计要求，其回填土应用人工夯实；

**4** 对已铺好的土工布应进行保护，并应避免长时间曝晒和极细颗粒泥土堵塞孔隙；

**5** 土工布上下部保护层的颗粒级配及厚度应按设计要求进行。

**Ⅴ 护坡砌筑**

**8.5.37** 砌筑护坡前，拦挡坝坡应按设计要求的断面进行削坡。

**8.5.38** 采用石料护坡时，石料的抗水性、抗冻性、抗压强度、几何尺寸等均应符合设计要求。

**8.5.39** 砌筑护坡块石时应按设计要求进行，不得破坏保护层。

**8.5.40** 采用草皮护坡时，应选用易生根、能蔓延、耐干旱的草类均匀铺植，不得采用白毛根草作草皮护坡。草皮铺植后应进行洒水护理。

**8.5.41** 现浇混凝土护面宜采用无轨滑模浇筑，其厚度应符合设计要求，并应按设计要求分缝，同时应设置排水孔。

**8.5.42** 当采用抛石、混凝土预制块、水泥土等护坡形式及采用土工织物垫层时，均应按设计要求执行。

**Ⅵ 监测设施**

**8.5.43** 监测设施的设置应纳入施工计划。施工单位应进行仪器设备的埋设、安装、调试和保护；工程竣工移交时，应将竣工图、埋设记录、施工记录及整理分析资料等全部汇编成工程档案，并应移交建设单位。

**8.5.44** 拦挡坝面位移观测标点、基点等的埋设、安装和观测应随拦挡坝的施工进度进行，可设置临时标点，并应记录同相应永久标点的衔接。

**8.5.45** 测压管的埋设除应随拦挡坝体堆筑适时埋设外，可钻孔埋设。随拦挡坝体堆筑施工埋设时，应确保管壁与周围土体良好结合和不因施工遭受破坏。

**9.5.46** 在工程隐患治理或改、扩建或在工程维修施工中，对应保留的原有监测设施应进行保护。

**Ⅶ 质量控制**

**8.5.47** 拦挡坝基处理过程中，应按设计要求等进行质量控制，并应事先明确检验项目、要求和方法。  
**8.5.48** 拦挡坝体堆置前，应按有关规定对拦挡坝基和岸坡进行检查。

**8.5.49** 料场应设置质量控制站，并应按设计要求等进行料场质量控制，同时应按下列内容进行检查：

**1** 是否在规定的料区内开采，是否将草皮、覆盖层等清除干净；

**2** 拦挡坝料开采、加工方法是否符合规定；

**3**  排水系统、防雨措施、负温下施工措施是否完善；

**4** 拦挡坝料性质、级配、含水率是否符合设计要求。

**8.5.50** 拦挡坝体堆置应检查下列内容：

**1** 各堆置部位的边界控制及拦挡坝料质量，防渗体与反滤料、部分拦挡坝壳料的平起关系；

**2** 碾压机具规格、质量，振动碾振动频率、激振力，气胎碾气胎压力等；

**3** 铺料厚度和碾压参数及压实度；

**4** 防渗体碾压层面有无光面、剪切破坏、弹簧土、漏压或欠压土层、裂缝等；

**5** 防渗体每层铺土前，压实土体表面是否按要求进行了处理；

**6** 与防渗体接触的岩石上的石粉、泥土以及混凝土表面的乳皮等杂物的清除情况；

**7** 与防渗体接触的岩石或混凝土面上是否涂浓泥浆等；

**8** 过渡料、堆石料有无超径石、大块石集中和夹泥等现象；

**9** 拦挡坝体与拦挡坝基、岸坡、刚性建筑物等的结合，纵横向接缝的处理与结合，土砂结合处的压实方法及施工质量；

**10** 拦挡坝坡控制情况；

**11**  雨季施工，应检查施工措施落实情况，雨前应检查防渗土体表面松土是否已适当平整和压实，雨后复工前应检查堆置面上土料是否合格；

**12** 负温下施工应增加堆置面无冰雪并有防冻措施、拦挡坝基已压实土层有无冻结现象等检查项目。在春季，应对冻结深度以内的填土层质量进行复查。

**8.5.51** 防渗体压实控制指标应采用干密度、含水率或压实度（D）。反滤料、过渡料及砂（砾）石料的压实控制指标应采用干密度或相对密度（Dr）。堆石料的压实控制指标应采用孔隙率（n）。

**8.5.52** 拦挡坝体压实控制项目及取样试验次数应符合表8.5.52的规定。取样试坑应按拦挡坝体堆置要求回填后再继续堆置。

表8.5.52 拦挡坝体压实控制项目及取样试验次数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 拦挡坝料类别及部位 | | | 检查项目 | 取样（检测）次数 |
| 防渗体 | 黏性土 | 边角夯实部位 | 干密度、含水率 | 2次～3次/层 |
| 碾压面 | 1次/100m3～1次/200m3 |
| 均质拦挡坝 | 1次/200m3～1次/500m3 |
| 砾质土 | 边角夯实部位 | 干密度、含水率、大于5mm的砾石含量 | 2次～3次/层 |
| 碾压面 | 1次/200m3～1次/500m3 |
| 反滤料 | | | 干密度、颗粒级配、含泥量 | 1次/200m3～1次/500m3  每层至少1次 |
| 过渡料 | | | 干密度、颗粒级配 | 1次/500m3～1次/1000m3  每层至少1次 |
| 拦挡坝壳砂砾（卵）料 | | | 干密度、颗粒级配 | 1次/5000m3～1次/10000m3 |
| 拦挡坝壳砾质料 | | | 干密度、含水率、大于5mm的砾石含量 | 1次/3000m3～1次/6000m3 |
| 堆石料 | | | 干密度、颗粒级配 | 1次/2000m3～1次/5000m3 |
| 矿山废石场石料 | | | 干密度、颗粒级配 | 1次/2000m3～1次/5000m3 |

注：堆石料颗粒级配试验组数可比干密度试验适当减少。

**8.5.53** 对堆石料、砂（砾）石料，取样所测定的干密度，平均值不应小于设计值，标准差不应大于0.1g/cm3。当样本数小于20组时，应按合格率不小于90％，且不合格干密度不低于设计干密度的95％控制。

**8.5.54** 对防渗土料，干密度或压实度的合格率不应小于90％，不合格干密度或压实度不得低于设计干密度或压实度的98％。砂（砾）石料反滤层或土工布保护层各层的局部厚度不得小于设计厚度的85％。

**8.5.55** 拦挡坝面护坡应进行下列控制：

**1** 石料的质量和块体的尺寸、形状符合设计要求；

**2** 砌筑方法、砌筑质量和护坡厚度符合设计要求；

**3** 垫层的级配、厚度、压实度质量符合设计要求；

## 8.6 排水工程

**8.6.1** 用于排水管的钢筋、混凝土应符合设计规定的规格、材质和强度要求。混凝土尚应满足抗渗、抗冻、抗侵蚀性等要求。

**8.6.2** 现场放线时应对现场地形和标高进行复核，并应按设计的坐标、标高放线，发现设计坐标和标高与实际地形相差较大或有较大的悬空、挖深过大等不合理现象时，应通知设计方进行修改。

**8.6.3** 混凝土、钢筋的材料、配比、施工、温控、低温季节施工、预埋件施工、质量控制与检查等要求除应符合本规范的规定外，还应符合国家现行标准《水工混凝土施工规范》DL/T 5144和《混凝土结构工程施工质量移交规范》GB 50204的有关规定。

**8.6.4** 排水管的基槽不得欠挖，并应减少超挖，超挖值不宜大于50mm。超挖部分应用强度等级不低于C15的混凝土回填。

**8.6.5** 基槽开挖后应由地质勘察单位、监理单位及业主单位进行验槽，发现地基与设计地质条件相差较大，或遇有软弱地基、不均匀地基、断裂、滑坡等不良地基时，应通知设计单位共同研究解决。与设计条件差别较小时，可按下列方法处理：

**1** 当岩基内有局部土基存在时，应将土挖除，并应用强度等级不低于C15的混凝土或M10砂浆砌MU30块石回填，或进行加固处理;

**2** 当土基内有局部基岩出露，且出露段长度小于2m时，应将出露基岩清除至设计标高以下1m，再用土回填夯实到设计标高；当出露段长度较长时，应在岩性变化处增设变形缝。

**8.6.6** 排水管应按设计规定的每段管长分段施工，混凝土浇筑应一次完成，不得留横向施工缝。

**8.6.7** 每段排水管两端应按设计要求设置变形缝和埋设止水，止水两侧的混凝土应振捣密实，变形缝两侧内壁应平顺连接。对于非整体式排水管变形缝和圆形套管应按设计要求，进行下列步骤的施工：

**1** 每段管的两端各留出长度稍大于预制套管宽度的接头段，先不浇筑管基，只浇筑管体，管间用止水带的管段，应同时埋入止水带的一翼；

**2** 将预制套管套进已浇筑管段的接头段；

**3** 按本条第1款的要求浇筑另一段管，埋设缝内止水的另一翼，填塞缝间填塞料；

**4** 将套管对中，套住两管的接头段，填塞套管与管外壁间的填塞料；

**5** 补浇两管接头段下的管基。

**8.6.8** 排水管的外形轮廓、结构尺寸、钢筋间距、保护层厚度应与设计一致。

**8.6.9** 浇筑混凝土时，应振捣密实，不得产生空洞、蜂窝麻面，并应加强养护。

**8.6.10** 对于有抗酸、碱侵蚀要求的排水管，应进行内、外防腐处理。所用防腐材料应符合设计要求。

**8.6.11** 弃土场库内排水管两侧回填土，应用人工同时从两侧仔细分层回填夯实。夯实密度不应小于90％。

**8.6.12** 土拦挡坝内的排水管应按设计要求设置截水环。截水环间管段周围回填土应用人工仔细夯实，夯实应至管顶以上1m，其干密度要求应与拦挡坝体相同。

**9.6.13** 堆石拦挡坝内排水管的周围应填碎石保护，管体不得与拦挡坝体大块石直接接触。

**8.6.14** 弃土场库内排水管施工完毕并经移交后，管顶应用厚度不小于1m的松土覆盖，或按设计要求覆盖其他松散物料。

**8.6.15** 基槽开挖后，应按隐蔽工程的要求进行检查和移交，并应移交合格后再进行排水管施工。

**8.6.16** 管壁厚度偏差不得出现负值；内壁表面应平整光滑，局部凸坎高度不应大于5mm，并应按1:10坡度打磨；孔径或断面尺寸允许偏差为±1％。

**8.6.17** 敷设坡度的允许偏差为设计坡度的±10％。

**8.6.18** 排水工程施工质量检验应包括施工过程中和工程完成后的质量检验。

**8.6.19** 排水设施的质量检验宜包括下列内容：

1 排水设施的断面尺寸一般采用钢尺量测，高程、坡度可用水准仪和全站仪进行检验；

2 查验排水设施材料规格、强度及其它指标；

3 堆置边坡排水设施的渗透性宜进行原位渗透试验。

**8.6.20** 排水设施外观质量检验宜符合下列要求：

1 纵坡顺直，曲线线形圆滑；

2 沟壁平整、稳定，无贴坡；

3 沟底平整，排水畅通，无冲刷和阻水现象；

4 浆砌片石工程，嵌缝均匀、饱满、密实，勾缝平顺无脱落、密实、美观，缝宽均衡协调；砌体咬扣紧密；抹面平整、压光、顺直，无裂缝、空鼓；

5 干砌片石工程，砌筑咬合紧密，无叠砌、贴砌和浮塞；

6 水泥混凝土砌块的强度宜符合设计要求，砌体平整，勾缝整齐牢固。

**8.6.21** 土质边沟、截水沟、排水沟施工质量检验宜符合表8.6.21的要求。

表8.6.21 土质边沟、截水沟、排水沟施工质量检验

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 规定值或允许偏差 | 检验数量 | 检验方法 |
| 1 | 沟底纵坡 | 符合设计要求 | 200m测8点 | 水准仪 |
| 2 | 沟底高程（mm） | 0，－30 | 每200m测 8处 | 水准仪 |
| 3 | 断面尺寸 | 符合设计要求 | 每200m测8处 | 钢尺 |
| 4 | 边坡坡度 | 符合设计要求 | 每50m测2处 | 水准仪 |
| 5 | 边棱顺直度（mm） | 50 | 20m拉线，每200m测4处 | 钢尺 |

**8.6.22** 浆砌水沟、截水沟、边沟施工质量检验宜符合表8.6.22的要求。

表8.6.22 浆砌水沟施工质量检验

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 规定值或允许偏差 | 检验数量 | 检验方法 |
| 1 | 砂浆强度 | 符合设计要求 | 同一配合比 | — |
| 2 | 轴线偏位（mm） | 50 | 每200m测8处 | 经纬仪 |
| 3 | 墙面直顺度（mm）或坡度 | 符合设计要求 | 每200m测4处 | 经纬仪或吊线、钢尺 |
| 4 | 断面尺寸（mm） | ±30 | 每200m测4处 | 钢尺 |
| 5 | 铺砌厚度 | 符合设计要求 | 每200m测4处 | 钢尺 |
| 6 | 基础垫层宽、厚度 | 符合设计要求 | 每200m测4处 | 钢尺 |
| 7 | 沟底高程（mm） | ±15 | 每200m测8点 | 水准仪 |

**8.6.23** 混凝土排水管施工质量检验宜符合表8.6.23的要求。

表8.4.23 混凝土排水管施工质量检验

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | | 规定值或允许偏差 | 检验数量 | 检验方法 |
| 1 | 混凝土强度 | | 符合设计要求 | 同一配合比 | — |
| 2 | 管轴线偏位（mm） | | 15 | 每两井间测5处 | 经纬仪或拉线 |
| 3 | 管内底高程（mm） | | ±10 | 每两井间测4处 | 水准仪 |
| 4 | 基础厚度 | | 符合设计要求 | 每两井间测5处 | 钢尺 |
| 5 | 管座 | 肩宽（mm） | ＋10，－5 | 每两井间测4处 | 钢尺、挂边线 |
| 肩高（mm） | ±10 |
| 6 | 抹带 | 宽度 | 符合设计要求 | 20% | 钢尺、 抽查 |
| 厚度 | 符合设计要求 |
| 7 | 进出口、管节接缝处理 | | 有防水处理 | 100% | 每处检查 |

**8.6.24** 排水渗沟施工质量检验宜符合表8.6.24的规定。

表8.6.24 排水渗沟施工质量检验

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 规定值或允许偏差 | 检验数量 | 检验方法 |
| 1 | 沟底高程（mm） | ±15 | 每20m测4处 | 水准仪 |
| 2 | 断面尺寸 | 符合设计要求 | 每20m测2处 | 钢尺 |

**8.6.25** 过滤排水工程土工合成材料施工质量检验宜符合表8.6.25的规定。

表8.6.25 过滤排水工程土工合成材料施工质量检验

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 规定值或允许偏差 | 检验数量 | 检验方法 |
| 1 | 下承层平整度、拱度 | 符合设计要求 | 每200m检查8处 | — |
| 2 | 搭接宽度（mm） | ＋50，0 | 5% | 抽查 |
| 3 | 搭接缝错开距离 | 符合设计要求 | 5% | 抽查 |

**8.6.26** 排水隧洞开挖与支护的质量检查应包括施工单位自检、监理单位抽检和重要隐蔽工程联合检查。施工单位的检查结果应经监理单位核定。

**8.6.27** 检验批的移交应在施工单位自检合格的基础上报请监理单位检查移交。重要隐蔽工程的移交应由监理单位组织，建设单位、施工单位、设计单位共同完成，检查结果应作为工程移交的重要资料。

## 8.7 环保防渗设施

**8.7.1** 弃土场环保防渗设施的施工应包括土石方垫层的施工和各种土工合成材料的施工。

**8.7.2** 弃土场环保防渗设施的施工单位应具有国家规定的相应专业施工资质。

**8.7.3** 环保防渗设施施工前，应对弃土场的库底与边坡进行清理、平整、压实，表层不得有尖角、石块以及其他尖锐物体。

**8.7.4** 土工合成材料施工连接应符合下列规定：

**1** 应合理布局每片材料的位置，并应保证接缝数量最少；

**2** 应合理选择铺设方向，并应减少接缝受力；

**3** 接缝应避开弯角、折角；

**4** 在坡度大于10％的坡面上和坡脚向场底方向1.5m范围内不得有水平接缝；

**5**  所有土工合成材料施工时，应留有伸缩余量。

**8.7.5** 土工合成材料的搭接方式和搭接宽度应符合表8.7.5的要求。

表8.7.5 土工合成材料搭接方式和搭接宽度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料 | 搭接方式 | 搭接宽度（mm） |
| 高密度聚乙烯（HDPE）土工膜 | 热熔焊接 | 100±20 |
| 挤压焊接 | 75±20 |
| 非织造土工布 | 缝合连接 | 75±15 |
| 热黏连接 | 200±25 |
| 钠基膨润土（GCL） | 自然搭接 | 250±50 |
| 复合土工排水网 | 下层土工布自然搭接  土工网捆扎  上层土工布缝合连接 | 75±25 |
| 织造土工布 | 缝合连接 | 75±15 |

**8.7.6** 环保防渗设施移交后、使用前应对环保防渗设施采取相应防护措施。

**Ⅰ 土石方垫层的施工**

**8.7.7** 土石方垫层宜采用黏土。黏土资源缺乏时，可使用其他类型的土。

**8.7.8** 土石方垫层施工应分层压实，每层压实土层的厚度不应大于300mm。

**8.7.9** 土石方垫层库底压实度不应小于93％，边坡压实度不应小于90％，表面每平方米的平整度误差不宜超过20mm。

**Ⅱ 土工布的施工**

**8.7.10** 土工布应铺设平整，上、下面不得有石块、土块、水。

**8.7.11** 土工布的搭接缝合应使用抗紫外线和化学腐蚀的聚合物线，并应采用双线缝合。非织造土工布采用热粘连接时，应使搭接宽度范围内的重叠部分全部粘接。

**8.7.12** 边坡上的土工布施工时，应预先将土工布锚固在锚固沟内，再沿斜坡向下铺放。

**8.7.13** 土工布在边坡上的铺设方向应与坡面一致，在坡面上宜整卷铺设，不宜有水平接缝。

**8.7.14** 土工布的破损应使用相同规格材料进行修补，修补范围应大于破损范围周边300mm。

**Ⅲ 复合土工排水网**

**8.7.15** 复合土工排水网的排水方向应与水流方向一致。

**8.7.16** 边坡上的复合土工排水网不宜存在水平接缝。

**8.7.17** 在管道或构筑立柱等特殊部位施工时，应进行特殊处理，并应保证排水畅通。

**8.7.18** 复合土工排水网的施工中，土工布和土工排水网均应分别和同类材料连接。土工排水网搭接部位应使用塑料扣件或聚合物编织带连接，沿卷长方向连接间距不宜大于1.5m。底层土工布应自然搭接，上层土工布应缝合连接，土工布应全面覆盖土工排水网。

**8.7.19** 施工中应保护已铺设的其他材料，车辆不得直接在复合土工排水网上碾压。

**8.7.20** 复合土工排水网中的破损均应使用相同材料修补，修补范围应大于破损范围周边300mm。

**Ⅳ 质量检验**

**8.7.21** 弃土场环保防渗设施的检验应符合设计要求。

**8.7.22** 检验前应提交下列资料：

**1**  设计文件、设计变更文件和竣工图纸；

**2** 制造商的材料质量合格证书、第三方材料检验合格报告；

**3** 监理单位的相关资料和记录；

**4** 隐蔽工程移交合格文件；

**5** 施工记录。  
**8.7.23** 检验应包括下列内容：

**1** 基础层；

**2** 地下水收集导排设施；

**3** 膜下保护层（土石方垫层或钠基膨润土垫）；

**4** 高密度聚乙烯土工膜；

**5** 膜上保护层（土工布等）；

**6** 其他（复合土工排水网等）。

**8.7.24** 检验应进行观感检验和抽样检验。

**8.7.25** 观感检验应符合下列规定：

**1** 基础层、土石方保护层、锚固平台及回填材料应平整、密实，应无裂缝、无松土，应无明显凹凸不平、无石头砖块，无树根、杂草、淤泥、腐殖土，库底、边坡及锚固平台之间转角处过渡应平缓；

**2** 各种土工合成材料应铺设平顺，连接应良好；

**3** 高密度聚乙烯土工膜边坡上的接缝与坡面的坡向平行，库底水平接缝距坡脚应大于1.5m。焊接、检测和修补记录应明显、清楚，焊缝表面应整齐、美观，不得有裂纹、气孔、漏焊和虚焊现象。高密度聚乙烯土工膜应无明显损伤、悬空现象；

**4** 土工布、钠基膨润土垫、复合土工排水网等材料边坡上的接缝与坡面的坡向应平行，库底水平接缝距坡脚应大于1.5m。

**8.7.26** 抽样检验应符合下列规定：

**1** 高密度聚乙烯土工膜焊接质量检测应符合下列规定：

1）对热熔焊接，每条焊缝应进行气压检测，合格率应为100％；

2）对挤压焊接，每条焊缝应进行电火花检测，合格率应为100％；

3）焊缝强度检测，按每1000m焊缝取一个1000mm×350mm的样品进行测试，合格率应为100％；

4）气压、电火花测试方法和强度检测应符合本规范附录F的规定。

**2**  土工布应按200m接缝取一个样品检测搭接效果，合格率应为90％。

**3** 钠基膨润土垫铺设质量检测应符合下列规定：

1）钠基膨润土垫铺设完成后，应对施工质量进行检验；

2）钠基膨润土垫及其搭接部位应与基础层贴实，且无褶皱和悬空；

3）钠基膨润土垫不得遇水而发生前期水化。

**8.7.27** 弃土场环保防渗设施施工质量检验应与施工同步进行，并应在质检合格并报监理移交合格后再进行下道工序。

## 8.8 检验与验收

**8.8.1** 工程检验应符合下列规定：

**1**  应具备施工原始记录、各种试验记录、质量检查记录、隐蔽工程移交记录和竣工图等资料；

**2** 竣工工程应按国家基本建设管理办法组织移交，并应在交工移交合格后移交建设单位；

**3** 弃土场设施施工质量移交应在施工单位自检合格的基础上，按检验批、单元工程、分部工程、单位工程进行；

**4** 单元工程合格质量标准应符合下列规定：

1）单元工程所含的各检验批均应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》

GB 50300中有关合格质量标准的要求；

2）分部工程所含的各检验批质量移交记录应完整。

**5** 分部工程工程合格质量标准应符合下列规定：

1）分部工程所含分项工程均应移交合格；

2）质量控制资料应完整；

3）地基与基础、主体结构和设备安装等分部工程的有关安全及功能的检验和抽样检测结

果应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202的要求；

4）观感质量移交应符合设计要求。

**6** 单位工程合格质量标准应符合下列规定：

1）单位工程所含分部工程均应移交合格；

2）质量控制资料应完整；

3）单位工程所含分部工程有关安全和功能的检测资料应完整；

4）主要功能项目的抽查结果应符合国家现行相关专业质量移交标准的规定；

5）观感质量移交应符合设计要求。

**7** 弃土场施工质量检验项目的抽检数量，应由建设单位和监理单位根据工程规模及有关规定确定。检验批合格质量标准应符合下列规定：

1）主控项目和一般项目应符合现行国家标准《建筑工程施工质量移交统一标准》GB 50300中有关质量标准的要求；

2）质量检查记录、质量证明文件等资料应完整。

**8.8.2** 单位工程质量检验应分为交工移交阶段和竣工检验阶段，并应符合下列规定：

**1** 交工移交阶段应以查验工程实体质量为主，移交合格后应交由建设单位投入试运行；

**2** 项目试运行合格后应由建设单位组织竣工移交，质量监督机构应对竣工移交实施监督。竣工移交应分为实地查验工程实体质量情况、检查施工单位提交的竣工移交档案资料、对建（构）筑物的使用功能进行抽查或试验等三个部分分别移交。工程技术档案资料应包括下列内容：

1）开工报告、竣工报告，项目经理、技术人员聘任文件，施工组织设计，图纸会审记录，技术交底记录，设计变更通知，地质勘察报告，定位测量记录，基础处理记录，隐蔽工程移交记录，沉降观测记录，混凝土施工记录，新材料、新工艺施工记录，施工日志及质量事故处理记录，建设工程施工合同、补充协议，工程质量保修书等工程施工技术资料及施工记录；

2）材料、构配件、器具及设备等的质量证明和进场材料试验报告等工程质量保证资料；

3）质量管理体系检查记录，分项工程质量移交记录，混凝土强度统计、评定记录，分部工程质量移交记录，观感质量综合检查记录，单位工程竣工质量移交记录，质量控制资料检查记录等工程质量移交资料；

 4）竣工图及照片、影像资料。

**3** 移交合格后，建设单位应在规定的时间内将工程竣工移交报告和有关文件报建设行政管理部门备案。

**8.8.3** 弃土场工程质量检验包括施工准备检查、中间产品及原材料质量检验、单元工程质量检验、质量事故检查、工程外观质量检验等。并验应符合下列规定：

**1** 弃土场施工前，对施工准备工作进行全面检查，监理确认后方可施工；

【条文说明】确认项包括弃土场施工设计图纸完备性、表土是否开挖并妥善防护等。

**2** 对中间产品及原材料质量进行全面检查，监理重点为苗木规格、长势等，并经工程监理单位复核。

【条文说明】督促施工单位填写《单元工程质量评定表》，要求施工单位对不合格单元工程进行整改，直至合格后进入后续单元工程施工。

**3**  弃土场施工结束后，建设单位应组织相关单位进行现场检验评定，出具结论。

**4** 弃土场工程措施完工后，检查工程资料和施工质量检验报告，现场检查工程施工质量，对工程断面和结构尺寸进行检测。植物措施质量检查主要是现场检测苗木规格、成活率、出苗率等。

**8.8.4** 单位工程完工后，施工单位应自行组织有关人员进行检查评定，并应向建设单位提交单位工程移交报告。

**8.8.5** 当弃土场设施质量不符合要求时，应按现行国家标准《建筑工程施工质量移交统一标准》GB 50300的有关规定进行处理。通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程、单元（子单元）工程，不得移交。

## 8.9 移交

**8.9.1** 弃土场使用完毕后，施工单位按照施工图及水保方案等相关移交要求对弃土场进行自验，主要复核弃土场占地面积，确保在指定的范围内进行弃土。自验合格后，施工监理单位对移交资料进行审核。建设单位组织，参建单位、土地归属部门、办理弃土场用地许可的地方相关主管部门等组成移交组，共同对弃土场进行移交。移交合格后，办理弃土场移交手续。

**8.9.2** 弃土场使用完毕后，施工单位提出移交申请，建设单位或地方相关部门组织，经现场踏勘、资料检查、移交会议，提出移交意见，限定整改时间。整改完成后组织复验，达到移交要求后，提交移交报告。移交结束后，弃土场移交至土地所属部门。

**8.9.3** 弃土场移交的主要内容包括：

**1** 对照设计图纸，核实是否全部完成弃土场各项防护措施；

**2** 查验植物措施完成情况，核算植物成活率是否满足要求；

**3** 查验措施体系是否完整，表土是否开挖并单独存放，排水出口的顺接措施是否设置等；

**4** 查阅过程资料，判断临时措施完成情况；

**5** 查阅监理单位提交的分部工程及单位工程移交鉴定书、单元工程的过程检验资料，判断弃土场施工质量是否合格。

**8.9.4** 建立弃土场档案，收集整理弃土场照片、影像资料，从弃土场设计、施工、启用，直至移交结束。

【条文说明】建设全过程均应有照片、影像资料，包括弃土场施工前后的遥感影像资料，施工及弃土过程中现场影像资料等，完整记录弃土场的动态过程，作为弃土场施工质量控制与检验的有效手段。

**8.9.5** 弃土场的位置应符合设计要求。  
**8.9.6** 弃土场挡护工程尺寸的允许偏差和检验方法应符合表8.9.6的规定。

表8.9.6 弃土场挡护工程尺寸允许偏差和检验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差（mm） | | 检验方法 | 检验数量 |
| 基础 | 墙体 |
| 基础埋深 | -200 | - | 尺量 | 每10m检查1处 |
| 砌体厚度 | -40 | -20 |
| 墙体表面平整度 |  | 40 | 2m靠尺检查 | 每10m检查5处 |
| 墙体表面相邻砌体错台高差 |  | 20 | 尺量 |

**8.9.7** 施工单位应整理下列交工资料和技术文件：

**1** 工程移交报告、施工自检报告、施工总结报告及施工资料和监理总结报告；

**2** 开工报告、安全技术交底、施工组织设计、方案及报批文件；

**3** 图纸会审纪要、设计变更通知单和材料代用核定单；

**4** 施工（定位）测量和交工测量成果；

**5** 隐蔽工程移交记录、工程照片和声像材料；

**6** 原材料及构件出厂证明、质量鉴定、复验单；

**7** 涉及结构安全的试块、试件以及有关材料，应按规定进行见证取样检测；

**8** 各类工程记录及测试、沉降、位移、变形监测记录、事故处理报告；

**9** 检验批及分项工程、分部（子分部）工程、单元（子单元）工程质量移交记录表，检验批的质量移交记录应包括主控项目和一般项目移交；

**10** 施工日志、监理日志、大事记；

**11** 现场实测的竣工图。

**8.9.8** 建设单位收到工程移交报告后，应由建设单位（项目）负责人组织施工、设计、监理等单位（项目）负责人进行单元（子单元）工程移交，工程移交应包括下列内容：

**1** 成立由建设、监理、设计、施工、其他有关（如检测鉴定）单位的移交组织机构，明确参加移交人员必须具备的相应资格，同时制订移交工作计划；

**2** 审核工程质量检查报告和工程质量评估报告；

**3** 移交标准执行情况和工程实体质量监督抽查；

**4** 检查和移交施工单位自检报告、施工总结报告及施工资料，监理单位独立抽检资料、监理工作报告及质量评定资料，设计工作报告和质量监督报告；

**5** 检查合同执行情况、工程完工数量是否与批准的设计文件相符和是否与工程计量数量一致；

**6** 处理交工移交中的有关问题；

**7** 对合同是否全面执行、工程质量是否合格作出结论，按行业主管部门规定的格式签署交工移交证书。

**8.9.9** 单位工程质量移交合格后，监理、施工单位应将经整理、编目后所形成的项目文件按合同协议规定的要求，向建设单位档案管理机构归档，归档文件应完整、成套、系统。建设单位应在规定时间内将工程交工移交报告和有关文件报建设行政管理部门备案。

**8.9.10** 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程、单元（子单元位）工程，不得移交。

**8.9.11** 弃土场移交结论合格后，相关方共同签订《弃土场移交移交协议》或《弃土场移交移交意见》。建设项目弃土场移交内容应包括弃土场位置、名称、弃土量、措施类型、使用期限等基础信息。

# 9 运营安全

## 9.1 弃土安全

**9.1.1** 作业区应配备质量合格、适合相应载重汽车突发事故救援使用的钢丝绳等应急工具。

在施工场地出入口处，应设置醒目的工程标志牌、警告标志。

**9.1.2** 汽车运输弃土场及排弃作业应符合下列规定：

1 汽车等工程机械设备必须进行性能检测，合格方可使用，并由专人驾驶。各类机械操作人员必须掌握有关安全基本知识和设备的性能。应定期对场内机械维修保养。

**2**  汽车弃土作业时，应有专人指挥，非作业人员一律不得进入弃土作业区，凡进入作业区内工作人员、车辆、工程机械必须服从指挥人员的指挥；

**3** 弃土场平台必须平整，弃土线应整体均衡推进，坡顶线应呈直线形或弧形，弃土工作面向坡顶线方向应有3%～5%的反坡；

**4** 弃土卸载平台边缘要设置安全车挡，其高度不小于轮胎直径的2/5，车挡顶部和底部宽度应分别不小于轮胎直径的1/3和1.3倍；设置移动车挡设施的，要按移动车挡要求作业；

**5** 应按规定顺序排弃土岩，在同一地段进行卸车和推土作业时，设备之间必须保持足够的安全距离；

**6** 卸土时，汽车应垂直于弃土工作线；严禁高速倒车、冲撞安全车档；

**7** 推土时，在弃土场边缘严禁推土机沿平行坡顶线方向推土；

**8** 弃土安全车挡或反坡不符合规定、坡顶线内侧30米范围内有大面积裂缝或不均匀下沉时，禁止汽车进入该危险区，弃土场作业人员需对弃土场作出及时处理；

**9** 弃土场作业区内因雾、粉尘、照明等因素使驾驶员视距小于30m或遇暴雨、大雪、大风等恶劣天气时，应停止弃土作业；

**10** 汽车进入弃土场内应限速行驶，距弃土工作面50～200m限速16公里/小时，小于50m限速8公里/小时；弃土作业区内应设置一定数量的限速牌等安全标志牌；

**11** 弃土作业区照明必须完好，灯塔与弃土挡墙距离15～25m，照明角度必须符合要求，夜间无照明禁止弃土；

**12** 弃土作业区必须配备足够数量且质量合格、适应汽车突发事故应急的钢丝绳（不少于四根）、大卸扣（不少于四个）、灭火器等应急工具。

**9.1.3** 铁路移动线路卸车地段，应遵守下列规定：

**1**  路基面应向弃土场内侧形成反坡；

**2** 线路一般应为直线，困难条件下，其平曲线半径不小于表9.1.3-1的规定，并根据翻卸作业的安全要求设置外轨超高；

表9.1.3-1 平曲线半径 ( m )

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 卸车方向 | 准轨铁路 | 窄 轨 铁 路 | | |
| 机车车辆固定轴距≤2.0m | | 机车车辆固定轴距2.0～3.0m，轨 距762mm，900mm |
| 轨距600mm | 轨距762mm，900mm |
| 向曲线外侧 | 150 | 30 | 60 | 80 |
| 向曲线内侧 | 200 | 50 | 80 | 100 |

**3** 线路尽头的一个列车长度内应有2.5‰～5‰的上升坡度；

**4** 卸车线钢轨轨顶外侧至台阶坡顶线的距离，应不小于表9.1.3-2的规定；

表9.2.2-2 轨顶外侧至台阶坡顶线的距离 ( m )

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 准 轨 | | 窄 轨 | | |
| 路基稳固 | 路基不稳 | 轨距900mm，采用24kg/m钢轨时 | 轨距762mm，采用18kg/m钢轨时 | 轨距600mm，采用15kg/m钢轨时 |
| 0.62 | 0.92 | 0.45 | 0.43 | 0.37 |

**5** 移动牵引网路始端，应设电源开关；

**6**  在独头卸载线端部，必须设置车挡。车挡应有完好的挡栏指示和灯光示警。独头线的起点和终点，应设置铁路障碍指示器。

**9.1.4** 列车在卸车线上运行和卸载时，应符合下列规定：

**1**  列车进入弃土线后，由弃土人员指挥列车运行，机械弃土线的列车运行速度准轨不得超过10～15km/h；窄轨不得超过8km/h；接近路端时，不得超过5km/h；

**2** 严禁运行中卸土（曲轨侧卸式和底卸式除外）；

**3**  卸车顺序应从尾部向机车方向依次进行，必要时，机车应以推送方式进入；

**4**  列车推送时，应有调车员在前引导；

**5**  新移设线路后，首次列车严禁牵引进入；

**6** 翻车时必须2人操作，操作人员应位于车箱内侧；

**7** 清扫自翻车应采用机械化作业，人工清扫时必须有安全措施；

**8**  卸车完毕，必须在弃土人员发出出车信号后，列车方可驶出弃土线。

**9.1.5** 弃土犁弃土时，应符合下列规定：

**1** 推排作业线上弃土犁、犁板和支出机构上，严禁有人；

**2** 弃土犁推排岩土的行走速度，不得超过5km/h。

**9.1.6** 单斗挖掘机弃土时，应符合下列规定：

**1**  土坑的坡面角不得大于60°，严禁超挖；

**2**  挖掘机至站立台阶坡顶线的安全距离应符合下列规定：

1）台阶高度10m以下不小于6m；

2）台阶高度11～15m不小于8m；

3）台阶高度16～20m不小于11m；

4）台阶高度超过20m时应制定安全措施。

**9.1.7** 弃土机弃土必须符合下列规定：

**1** 弃土机必须在稳定的平盘上作业，外侧履带与台阶坡顶线之间必须保持一定的安全距离；

**2**  工作场地和行走道路的坡度必须符合弃土机的技术要求；弃土运输道路及作业区内要设置一定数量的限速牌等安全标志牌；

**3** 弃土机长距离走行时，受料臂、排料臂应与走行方向成一直线，并将其吊起、固定；配重小车在前靠近回转中心一端，到位后用销子固定；严禁上坡转弯。

## 9.2 安全检查

**9.2.1** 建设单位、工程监理单位、环境保护单位、施工单位等进行现场检查或自查，填写弃土场存在问题的类型、整改要求、整改期限等内容，附现场问题照片。根据问题的影响程度，选择相应的级别，以整改通知或问题清单的形式下发至施工单位。

**9.2.2** 施工单位按照要求对问题进行整改并回复，监理单位、建设单位对问题的整改回复情况进行复查签认。

【条文说明】9.2.2 主要包括问题类型、检查人、检查时间、整改责任人、整改时间、整改措施等内容。根据弃土场施工进度和弃土情况，分阶段完整的收集弃土场影像资料。弃土场影像资料使环境保护工作具有可追溯性，是设施竣工移交的重要材料。影像资料可客观记录施工期污染物防治措施和生态环境保护措施落实情况。对促进弃土场生态恢复工作非常重要。

**9.2.3** 现场安全巡查方法应符合下列规定：

**1** 日常巡查应规定巡查的路线、次序、部位、内容和方法，应以观察描述为主，可定性评价；

**2** 年度巡查应对拦挡结构场区、拦挡结构、排洪设施、安全监测设施及周边环境等进行安全检查，可定性评价；

**3** 特别巡查应对拦挡结构可能出现险情的部位、拦挡结构稳定性、排洪设施可靠性、安全监测设施可靠性等进行专项安全检查，应通过勘察、监测等手段进行综合评价。

**Ⅰ 防洪检查**

**9.2.4** 检查弃土场设计的防洪标准是否符合本规程规定。当设计的防洪标准高于或等于本规程规定时，可按原设计的洪水参数进行检查；当设计的防洪标准低于本规程规定时，应重新进行洪水计算及调洪演算。

**9.2.5** 弃土场水位检测，其测量误差应小于20mm。

**9.2.6** 弃土场滩顶高程的检测，应沿坝（滩）顶方向布置测点进行实测，其测量误差应小于20mm。当滩顶一端高一端低时，应在低标高段选较低处检测1～3个点；当滩顶高低相同时，应选较低处不少于3个点；其他情况，每100m坝长选较低处检测1～2个点，但总数不少于3个点。各测点中最低点作为弃土场滩顶标高。

**9.2.7** 弃土场干滩长度的测定，视坝长及水边线弯曲情况，选干滩长度较短处布置1～3个断面。测量断面应垂直于坝轴线布置，在几个测量结果中，选最小者作为该弃土场的沉积滩干滩长度。

**9.2.8** 检查弃土场沉积滩干滩的平均坡度时，应视沉积干滩的平整情况，每100m坝长布置不少于1～3个断面。测量断面应垂直于坝轴线布置，测点应尽量在各变坡点处进行布置，且测点间距不大于10～20m（干滩长者取大值），测点高程测量误差应小于5mm。弃土场沉积干滩平均坡度，应按各测量断面的尾矿沉积干滩平均坡度加权平均计算。弃土场沉积干滩平均坡度与设计的平均坡度的偏差应不大于10%。

**9.2.9** 弃土场水位上升不同高程调洪库容应根据弃土场实际的地形、水位和沉积滩面计算。

**9.2.10** 弃土场最高洪水位应根据设计洪水、排洪系统泄水能力和调洪库容进行调洪演算。

**9.2.11** 弃土场在最高洪水时坝的安全超高和最小干滩长度是否满足设计要求应根据确定的最高洪水位、滩顶标高、沉积干滩平均坡度进行检查。

**9.2.12** 排洪构筑物安全主要检查构筑物有无变形、位移、损毁、淤堵，排水能力是否满足要求等。

**9.2.13** 排水涵管主要检查断面尺寸，变形、破损、断裂和磨蚀，最大裂缝开展宽度，管间止水及充填物，涵管内淤堵等。

**9.2.14** 排水隧洞主要检查断面尺寸，洞内塌方，衬砌变形、破损、断裂、剥落和磨蚀，最大裂缝开展宽度，伸缩缝、止水及充填物，洞内淤堵等。

**9.2.15** 截洪沟主要检查断面尺寸，沿线山坡滑坡、塌方，护砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内淤堵等。

**Ⅱ 拦挡结构安全检查**

**9.2.16** 拦挡结构检查应包括下列内容：

**1**  拦挡结构顶是否均匀平整，有无裂缝、塌陷、异常变形、积水和植物滋生等现象；

**2** 拦挡结构外坡有无裂缝、剥落、滑坡、隆起、塌坑、渗流出逸及冲沟等现象，护坡植被是否完好，护坡砌石有无翻起、松动、塌陷、架空等损坏现象，矿浆排放有无冲刷初期拦挡结构和子拦挡结构现象；

**3** 拦挡结构渗漏水水量、颜色、气味及浑浊度有无变化；

**4** 拦挡结构与岸坡连接处有无错动、开裂及渗水等情况，两岸拦挡结构端区有无裂缝、滑坡、崩塌、溶蚀、隆起、塌坑、异常渗水和蚁穴兽洞等；

**5** 排渗降压设施有无异常或破坏现象，排水反滤设施是否堵塞和排水不畅，渗水有元突变和浑浊现象；

**6**  拦挡结构面排水设施有无裂缝或损坏，排水沟内有无垃圾、泥沙淤积和长草等现象。

**9.2.17** 拦挡结构安全主要检查坝的轮廓尺寸，变形，裂缝、滑坡和渗漏，坝面保护等，并符合下列规定：

**1** 位移监测可采用视准线法和前方交汇法，每年不少于3次，位移异常变化时应增加监测次数；

**2** 水位监测包括洪水位监测和地下水浸润线监测，地下水监测每季度不少于1次，暴雨期间和水位异常波动时应增加监测次数。

**9.2.18** 结构位移检查，位移量变化应均衡，无突变现象，且应逐年减小。当位移量变化出现突变或有增大趋势时，应查明原因后妥善处理。

**9.2.19** 检查结构有无纵、横向裂缝。坝体出现裂缝时，应查明裂缝的长度、宽度、深度、走向、形态和成因，判定危害程度。

**9.2.20** 检查结构排渗设施。应查明排渗设施是否完好、排渗效果及排水水质。

**9.2.21** 坝的外坡坡比检测应符合下列规定：

**1** 每100m坝长不少于2处，应选在最大坝高断面和坝坡较陡断面，水平距离和标高的测量误差不大于10mm；

**2** 实际坡比应满足(m-n)/m≤0.03（设计坡比1:m，实际坡比1:n），当(m-n)/m＞0.03时，应进行稳定性复核，稳定性不足时应采取措施。

**9.2.22** 检查坝体滑坡。坝体出现滑坡时，应查明滑坡位置、范围和形态以及滑坡的动态趋势。

**9.2.23** 检查坝体渗漏。应查明有无渗漏出逸点，出逸点的位置、形态、流量及含沙量等。

**9.2.24** 检查坝面保护设施。检查坝肩截水沟和坝坡排水沟断面尺寸，沿线山坡稳定性，护砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内淤堵等；检查坝坡土石覆盖保护层实施情况。

**Ⅲ 场区安全检查**

**9.2.25** 弃土场安全主要检查周边山体稳定性，违章建筑、违章施工和违章采选作业等情况。

**9.2.26** 检查周边山体滑坡、塌方和泥石流等情况时，应详细观察周边山体有无异常和急变，并根据工程地质勘察报告，分析周边山体发生滑坡可能性。

**9.2.27** 弃土场范围内危及弃土场安全主要检查违章爆破、采石和建筑，违章进行回采、取水，外来废石、废水和废弃物排入，放牧和开垦等。

**9.2.28** 场区检查应包括下列内容：

**1**  沉积滩面是否均匀平整，干滩面有无裂缝、塌陷、异常变形、积水等现象，干滩长度和坡度有无异常变化；

**2**  场区水位有无异常变化，水颜色、气味及浑浊度有无变化；

**3**  拦挡结构端岸坡有无裂缝、塌滑迹象，下游岸坡地下水露头及绕拦挡结构渗流是否正常；

**4**  场区岸坡有无冲刷、开裂、崩塌及滑坡迹象；

**5**  场区尾矿排放情况，放矿及筑拦挡结构的均匀性。

**9.2.29** 排洪设施检查应包括下列内容：

**1**  排水井井壁有无裂缝、剥蚀、脱落、渗漏，井身是否倾斜和变位，井管联结部位、进水口水面有无漂浮物，停用井封盖状况等；

**2**  排水斜槽槽身有无变形、损坏或坍塌，盖板有无裂缝和断裂，盖板之间以及盖板与槽壁之间的防漏充填情况，斜槽内有无淤堵等；

**3**  排水涵管有无变形、裂缝、破损、断裂和磨蚀，管间止水及充填物是否正常，涵管内淤堵、排水口浑浊情况、水量变化情况等；

**4**  排洪隧洞有无洞内塌方，衬砌变形、裂缝、破损、断裂、剥落和磨蚀，伸缩缝、止水及充填物是否正常，洞内淤堵、排水口浑浊情况、水量变化情况等；

**5**  排洪隧洞、排水斜槽、涵管排水孔的工作状态是否正常，是否有漏沙情况等；

**6**  溢洪道有无沿线山坡滑坡、塌方，护砌变形、破损、断裂和磨蚀，淤堵，消力池及消力坎运行情况等；

**7**  截洪沟有无沿线山坡滑坡、塌方，护砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内淤堵情况等。

## 9.3 安全监测

**9.3.1** 弃土场工程应在施工期及施工完成后持续开展监测，满足稳定标准后，可停止监测，弃土场级别为1级、2级时应建立长期监测机制。

**9.3.2** 安全监测应根据设计等别、拦挡结构方式、弃土排放方式、水污染物性质、地形地质条件及地理环境等因素，选择监测项目和监测等级。

**9.3.3** 安全监测预警应由低级到高级分为黄色预警、橙色预警、红色预警三个等级，并应符合下列规定：

**1** 当同类监测项目的监测点达到3个黄色预警时，该项目应为橙色预警；当同类监测项目的监测点达到2个橙色预警时，该项目应为红色预警；

**2**  当监测项目达到3项黄色预警时，应计为1项橙色预警；当监测项目达到2项橙色预警时，应计为1项红色预警；

**9.3.4** 安全监测预警信息必须立即送达相关安全管理部门。当拦挡结构安全监测项目处于橙色预瞀时，必须进行隐患检查治理；当拦挡结构安全监测项目处于红色预警时，必须采取应急抢险措施。

**9.3.5** 安全监测设计前，应具备下列资料：

**1**  历史气象、水文资料，场区1:500～1:2000现状地形图；

**2** 现场交通、供电、无线与有线通信条件；

**3**  工程地质和水文地质勘察资料、场地地形图和建设用地规划图，扩容、闭弃土场等岩土工程勘察报告；

**4**  原场地堆积体处理、填筑堆积体与边坡工程等初步设计、施工图设计资料；

**5**  工程建设总体安排、挖方、填方施工计划及有关施工资料；

**6** 场地分区，挖、填方区域平面图，土石方计算图和地势设计图；

**7**  运行情况，包括现有高度、结构材料、安全等级和安全隐患等；

**8**  安全评价和环境影响评价资料；

**9** 下游厂矿、居民区分布及当地民风情况等；

**10**  工程监测技术要求。

**9.3.6** 安全监测前应根据工程特点编制包括下列主要内容的监测方案：

**1** 监测目的、监测项目；

**2**  监测方法、监测点的平面布置；

**3**  监测仪器设备与精度、监测周期和频率；

**4**  监测工作量、监测实施细则与信息反馈制度等。

**9.3.7** 监测点布设应符合下列要求：

**1**  监测点应根据监测对象、工程规模、特点和具体情况，按照监测技术要求进行针对性的布设；监测点应能全面反映监测对象的整体状态；

**2**  在堆积体条件差、原始地形变化大及填方厚度大的部位应设置观测点，为验证和反馈设计而设置的监测点应布置在最不利位置和断面处；

**3**  不同项目的监测点宜布置在同一监测断面上。

**9.3.8** 表面位移基准点、工作基点布设应符合下列规定：

**1**  应根据监测等级、仪器技术指标和位移监测网图形结构估算各监测点相对于邻近工作基点或基准点的点位测量中误差和高程测量中误差，应确定基准点或工作基点至监测点的最大距离；

**2**  基准点应布设在变形影响区域外稳固可靠的位置，基准点数量不宜少于3个；

**3** 工作基点应选在稳定且方便使用的位置。水平位移监测工作基点宜采用带有强制归心装置的观测墩。

**9.3.9** 监测周期和频次应根据原场地堆积体、填筑堆积体的工程特点、施工进度和建设计划确定，并符合下列规定：

**1**  监测时间间隔宜先短后长；

**2** 发现监测量变化较大时，应加密观测频次；

**3**  监测过程应保证监测数据的连续性、有效性和完整性；

**4**  相互有关联的监测项目，宜在同一时间段进行观测。

**9.3.10** 监测工作应按照规定格式记录、整理、汇总各类数据，及时分析并绘制时程曲线。

**9.3.11** 监测过程中应定期现场巡查，发现有影响工程安全的情况应及时上报建设单位，应安排专人对可能出现险情的部位进行连续监视。

**9.3.12** 安全监测成果应包括原始监测资料、平差计算资料、监测报告书、日常巡查记录和年度巡查及特殊巡查报告等。监测资料和分析评价报告等成果应建档保存。

**9.3.13** 安全监测每年应进行一次专门数据分析，下列情况应增加专门数据分析：

**1** 拦挡结构竣工移交时；

**2**  拦挡结构安全检查评价时；

**3** 拦挡结构闭弃土场时；

**4** 出现异常或险情状态时。

**Ⅰ 堆积体安全监测**

**9.3.14** 堆积体应对地表沉降、分层沉降、水平位移进行监测，根据工程特点和需要宜按表9.3.14选用监测项目及对应的监测装置；地下水对工程有影响时，应进行地下水位监测。

表9.3.14 堆积体监测项目及监测装置

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 监测项目 | | | 监测装置 |
| 变形 | 表面变形 | 地表沉降 | 沉降板、沉降标、水准仪、全站仪 |
| 水平位移 | 位移观测标、全站仪 |
| 内部变形 | 分层沉降 | 分层沉降标、分层沉降仪、单点沉降计 |
| 水平位移 | 测斜仪 |
| 地表裂缝 | | 观测标、直尺、裂缝仪 |
| 应力 | 孔隙水压力 | | 孔压计 |
| 土压力 | | 土压力计 |
| 其它 | 地下水位 | | 观测孔、水位计 |
| 盲沟出水量 | | 水量计、流速仪、围堰等 |

**9.3.15** 堆积体监测点布置应符合下列要求：

**1**  地表沉降监测点可按网格状布置，测点间距可取50m～100m；在堆积体均匀性差、谷底分布有软弱堆积体、计算总沉降量大的部位取小值；填挖交界面两侧、原场地堆积体地形变化较大部位宜增设地表观测点；

**2**  地表和内部水平位移监测点应在原场地堆积体地形变化较大或堆积体条件较差区域布设典型断面，每个典型断面，宜布置3～5个监测点，水平位移观测点与沉降观测点可结合布置，观测工作应配合进行；

**3**  对填方厚度较大部位和原场地堆积体存在软弱土部位，应设置内部变形监测点，并宜形成观测断面；内部观测点的布置应符合下列要求：

1）观测横断面应布置在填方厚度最大横断面及其它特征断面上，横断面数量可根据工程规模确定，不宜少于3个，每个典型断面，宜布置3～5个监测点；

2）观测纵断面宜沿顺坡方向、沟谷走向布置，主沟、主要支沟均应布置。

3）竖向测点间距应根据填筑厚度、原场地堆积体与填料特性、施工方法等确定，宜为2m～10m；

**4** 对地表出现的明显裂缝，应测定其位置、出露宽度和分布范围，可用坑探、槽探法检查裂缝深度、宽度及产状等。

**9.3.16** 应力监测点的布置和监测应符合下列要求：

**1**  孔隙水压力监测可在软弱土和受地下水影响的土层中设置，并宜同变形、土压力和地下水位观测点相结合；

**2** 土压力监测点宜设置在原场地堆积体表面及填筑堆积体中，监测点竖向间隔宜为5m～10m；

**3**  应力监测的同时应测记观测点处填方的填筑厚度变化。

**9.3.17** 堆积体监测周期与频率应符合下列要求：

**1**  在填筑施工期间，每填筑4m～8m宜观测一次，如果两次填筑间隔时间较长时，每两周至少观测一次。如遇降雨、变形异常等情况，应增加监测频次；

**2**  填筑施工完成后，宜每半个月观测一次；三个月后，宜每月观测一次；一年后可每2～3个月观测一次；

**3** 地下水位和盲沟出水量监测，填筑施工期间，宜每周观测一次。填筑施工完成后，一个月内宜每周观测一次，一个月后宜每半个月观测一次；

**4**  填筑完成后，当监测数据变化较大时，应缩短观测时间。

**Ⅱ 场区水位安全监测**

**9.3.18** 弃土场水位监测宜采用水尺法，并应符合下列规定：

**1** 弃土场水位监测点水尺宜安装在弃土场内排水井、排水斜槽等排洪构筑物上；

**2**  水尺顶部高程宜采用三角高程或水准测量法测定，测量宜符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026的有关规定；

**3**  汛期前，应对水尺顶部高程进行检测；

**4**  弃土场水位监测时，应对水尺上水面线对应的刻划进行2次读数，其读数较差不应大于10mm，应取平均值作为当次弃土场水位监测值。

**9.3.19** 地下水位监测点布设应根据工程特点和场地水文地质条件综合确定，宜通过设置专门的水位观测孔或在备用水井内观测。

**9.3.20** 盲沟出水量观测点宜设置在地下排水盲沟出口处，观测内容应包括水流量及水质。当盲沟流水浑浊时，宜测量相应的泥砂含量。

**9.3.21** 弃土场水位监测点应设置在能代表弃土场内平稳水位的位置，宜布置在弃土场内排洪构筑物上。

**9.3.22** 排洪设施监测宜采用人工现场巡查与视频监控相结合。当发现排洪设施有变形时，应根据实际情况，在排洪设施变形部位或其影响部位布设位移监测点。

**Ⅲ** **边坡安全监测**

**9.3.23** 边坡监测项目应根据边坡重要性、安全等级、结构变形控制要求、地质条件和边坡结构特点等确定。在施工过程中和施工完成后应进行水平位移、垂直变形和裂缝监测，并根据边坡工程特点和需要宜按表9.3.23选用监测项目及对应的监测装置。

表9.3.23 边坡监测项目及监测装置

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 监测项目 | | | 监测装置 |
| 变形 | 地表变形监测 | 水平位移监测 | 全站仪、光电测距仪、水准仪、观测标 |
| 垂直变形监测 |
| 裂缝监测 | 观测标、直尺、裂缝仪 |
| 内部变形监测 | | 测斜仪、分层沉降计 |
| 应力 | 孔隙水压力监测 | | 孔压计 |
| 土压力监测 | | 土压力计 |
| 其它 | 雨量监测 | | 雨量计 |
| 地表水监测 | | 流量计、流速仪、围堰等 |
| 地下水监测 | | 水位观测孔、水位计、流量计等 |
| 支挡结构变形和内力 | | 观测标、测斜仪、应力计等 |

**9.3.24** 边坡地表变形观测点的布置应能反应坡体范围位移分布规律。沿顺坡方向宜布设2～4个观测断面，包括通过坡顶和坡脚线最低处的主观测断面及其它特征断面；每个观测断面应分别在坡顶、坡脚、坡面上布置监测点。坡面上观测点的竖向间距宜为15m～30m。

**9.3.25** 边坡内部变形观测点，宜结合地表变形观测点布置。沿可能滑动方向设置数个观测断面，断面上监测点可设置在不同高程处，竖向间距宜取15m～30m。

**9.3.26** 孔隙水压力监测点宜设置在地下水可能影响范围内；土压力监测点的位置根据分析计算的需要设置；支挡结构变形和内力监测点应设置在主要构件和应力最大处，以及受力复杂的关键构件上。

**9.3.27** 因素调整监测周期和频率，并符合下列要求：

**1**  对于一般的堆积体边坡，在填筑施工期，对于填筑边坡，宜每3天监测一次；填筑施工完成后，半个月内，宜每3天观测一次；一个半月内，宜每10天观测一次；一个半月后，宜每月观测一次；

**2**  当变形量增大、变形速率加快时，应加大监测频次；降雨后应加密监测；当出现需要报警的异常情况时应上报有关单位，并应采取相应的应急措施；

**3**  日常巡查的次数：在填筑施工期宜每周两次，每月不得少于四次；在填筑施工完成后，宜每周一次，或每月不少于两次，雨季应增加次数，当是出现大面积降雨时，每天应至少一次。

**9.3.28** 对于危及场区、排洪构筑物及附属设施安全和运行的新老滑坡体或潜在滑坡体应监测，地质滑坡体监测剖面与监测点布置应符合下列规定：

**1**  滑坡体表面位移监测应沿顺滑方向布设1条～3条监测剖面，每个剖面不宜少于3个监测点；

**2** 滑坡体内部位移监测剖面应布置在主滑线上，宜布置1条～3条监测垂线，每条监测垂线上不宜少于3个监测点。

**Ⅳ 拦挡结构安全监测**

**9.3.29** 拦挡结构安全监测应包含拦挡结构及其场区地质滑坡体安全监测，并符合下列规定：

**1** 拦挡结构安全监测等级应根据拦挡结构设计等级等别和规模按表9.3.29-1确定；

表9.3.29-1 拦挡结构安全监测等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 监测等级 | 监测对象 | |
| 拦挡结构 | 可能滑动9.4. |
| Ⅰ | 一等拦挡结构、二等拦挡结构 | — |
| Ⅱ | 三等拦挡结构、四等拦挡结构、五等拦挡结构 | 大中型 |
| Ⅲ | - | 小型 |

注：1 一次建拦挡结构的混凝土拦挡结构、浆砌石拦挡结构表面位移监测等级为Ⅰ级；

2 大中型滑坡指大于10×104m3的滑坡，小型滑坡指不大于10×104m3的滑坡。

**2** 拦挡结构安全监测项目应包括巡视检查、拦挡结构位移监测、堆积拦挡结构外坡比监测、渗流监测、弃土场水位监测、排洪设施监测、视频监控、场区地质滑坡体位移监测等；

**3** 拦挡结构安全监测项目应根据设计等别、拦挡结构筑拦挡结构方式按表9.3.29-2、表9.3.29-3确定。

表9.3.29-2 湿排拦挡结构安全监测项目

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测对象 | 监测项目 | 筑拦挡结构工艺、拦挡结构等级及主要构筑物级别 | | | |
| 拦挡结构 | | 一次筑拦挡结构的土石拦挡结构 | |
| 一等～ 三等 | 四等～五等 | 一等～ 三等 | 一等～ 三等 |
| 1级～3级 | 4级、5级 | 1级～3级 | 4级、5级 |
| 拦挡结构 | 巡视检查 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 表面位移 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 内部位移 | 应侧 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 外坡比 | 应测 | 宜测 | - | - |
| 浸润线 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 渗流压力 | 可测 | - | 宜测 | 可测 |
| 渗流量 | 宜测 | 可测 | 宜测 | 可测 |
| 渗流水浑浊度 | 宜测 | 可测 | 宜测 | 可测 |
| 视频 | 应测 | 应测 | 宜测 | 可测 |
| 场区 | 巡视检查 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 弃土场水位 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 降水量 | 应测 | 宜测 | 应测 | 宜测 |
| 视频 | 应测 | 应测 | 宜测 | 可测 |
| 场内岩土体表面位移 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 场内岩土体内部位移 | 宜测 | 宜测 | 宜测 | 宜测 |
| 排洪设施 | 巡视检查 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 视频 | 宜测 | 可测 | 宜测 | 可测 |
| 管、涵排水量 | 宜测 | 可测 | 宜测 | 可测 |
| 表面位移 | 宜测 | 宜测 | 宜测 | 宜测 |

注：拦挡结构下游坡为废石堆场的，其内部位移、浸润线监测项目为“可测”。

表9.3.29-3 干式堆存拦挡结构安全监测项目

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测对象 | 监测项目 | 筑拦挡结构工艺、拦挡结构等级及主要构筑物级别 | | | |
| 拦挡结构 | | 一次筑拦挡结构的土石拦挡结构 | |
| 一等～ 三等 | 四等～五等 | 一等～ 三等 | 一等～ 三等 |
| 1级～3级 | 4级、5级 | 1级～3级 | 4级、5级 |
| 拦挡结构、尾矿堆体外坡 | 巡视检查 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 表面位移 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 内部位移 | 宜测 | 可测 | 宜测 | 可测 |
| 外坡比 | 应测 | 宜测 | - | - |
| 浸润线 | 宜测 | 可测 | 宜测 | 可测 |
| 视频 | 宜测 | 可测 | 宜测 | 可测 |
| 堆场 | 巡视检查 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 降水量 | 应测 | 宜测 | 应测 | 宜测 |
| 视频 | 宜测 | 可测 | 宜测 | 可测 |
| 排洪设施 | 巡视检查 | 应测 | 应测 | 应测 | 应测 |
| 视频 | 宜测 | 可测 | 宜测 | 可测 |
| 管、涵排水量 | 宜测 | 可测 | 宜测 | 可测 |
| 表面位移 | 宜测 | 宜测 | 宜测 | 宜测 |

**4** 拦挡结构的混凝土拦挡结构、浆砌石拦挡结构及挡水拦挡结构安全监测项目应符合现行行业标准《混凝土拦挡结构安全监测技术规范》DL/T5178和《土石拦挡结构安全监测技术规范》SL551的有关规定。

**9.3.30** 拦挡结构表面位移监测剖面与监测点布置应符合下列规定：

**1**  监测横剖面宜选在最大拦挡结构高、有排水管通过、地质条件变化较大的地段及拦挡结构运行有异常反应处；

**2**  初期拦挡结构顶和后期拦挡结构顶宜各布设1条监测纵剖面，且每30m～60m高差宜布设1条监测纵剖面，监测纵剖面不宜少于3条；

**3**  监测纵剖面的测点间距，拦挡结构长小于300m时，宜取20m～100m；拦挡结构长为300m～1000m时，宜取50m～200m；拦挡结构长大于1000m时，宜取100m～300m。  
**9.3.31** 拦挡结构内部位移监测剖面与监测点布置应符合下列规定：

**1**  监测横剖面宜选在最大拦挡结构高、地质条件变化较大的地段及拦挡结构运行有异常反应处；

**2**  每个拦挡结构可设1条～3条监测横剖面，每个监测横剖面上可布设1条～3条监测垂线，其中1条宜布设在最大拦挡结构高处；

**3**  每条监测垂线上宜布置3个～15个监测点，监测点的间距宜为1m～10m，最下一个监测点宜设置于拦挡结构基表面，最上一个监测点宜与拦挡结构表面位移监测点重合。

**9.3.32** 堆积拦挡结构坡比监测剖面与监测点布置应符合下列规定：

**1** 监测横剖面宜布设在拦挡结构最大拦挡结构高处及堆积拦挡结构外坡最大坡度地段；

**2**  每100m拦挡结构长不应少于2条监测横剖面；

**3**  监测点应布置在各变坡点处，且监测点间距不应大于10m。

**9.3.33** 拦挡结构浸润线监测剖面与监测点布置应符合下列规定：

**1**  浸润线监测横剖面宜选在能反映整体渗流情况的拦挡结构剖面上及渗流异常剖面上，宜与表面位移监测横剖面相结合，横剖面不宜少于3个；

**2**  监测孔布置应根据拦挡结构型结构、筑拦挡结构材料和渗流场特征确定。宜在堆积拦挡结构拦挡结构顶、初期拦挡结构上游坡底、下游排水棱体前缘各布置1个监测孔，监测孔间距宜为20m～40m，每个横剖面的监测孔不宜少于3个，监测孔深度应根据设计控制浸润线深度确定；

**3**  在渗流进、出口段，渗流各向异性的土层中，以及浸润线变化处，应根据预计浸润线的最大变幅沿不同高程布设监测点，同一监测孔内的测点不宜少于2个。

**9.3.34** 渗流压力监测剖面与监测点布置应符合下列规定：

**1**  拦挡结构的渗流压力监测，宜沿流线方向或渗流较集中的透水层布置1条～3条监测横剖面，每个横剖面上宜设3条～4条监测垂线；

**2**  拦挡结构与刚性建筑物接合部的渗流压力监测，应在接触轮廓线的控制处设置监测孔；

**3** 分层监测时，应做好层间止水。

**Ⅴ 环境监测**

**9.3.35** 堆积体工程填筑过程中的环境保护监测应包括下列内容：

**1**  生态环境变化监测应包括地形、地貌和水系的变化情况，建设项目占地和扰动地表面积，挖填方数量及面积，弃土、弃石、弃渣量及堆放面积，项目区林草覆盖率等；

**2**  环境防护动态监测应包括环境防护面积、强度和总量的变化及其对下游及周边区段造成的危害与趋势；

**3**  环境保护措施防治效果监测应包括各类防治措施的数量和质量，林草措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖率，工程措施的稳定性、完好程度和运行情况，以及各类防治措施的拦渣保土效果；

**4**  当施工引起的震（振）动对边坡、建（构）筑物等周边环境产生不良影响时，应进行震（振）动监测，监测内容包括质点振动速度峰值、主振频率，监测出现质点振动速度大于现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722规定的控制值，应调整爆破方式、药量；

**5**  在噪声保护要求较高区域施工时，可进行噪声监测，噪声值应满足相关规范的控制标准。

**9.3.36** 环境保护监测应采取定位监测与实地调查、巡查监测相结合的方法，大型建设项目可同时采用遥感监测方法。

**9.3.37** 监测基准网的复测每年不应少于1次。发生山洪、地震等灾害时，应检测基准网。

**Ⅵ 安全监测预警值**

**9.3.38** 安全状况预警应由安全监测项目的最高预警等级确定，并应符合下列规定：

**1** 拦挡结构安全监测项目的预警等级应按表9.3.38-1确定；

表9.3.38-1 拦挡结构安全监测项目的预警等级

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 监测项目 | 黄色预警 | 橙色预警 | 红色预警 |
| 现场巡视 | ○ | ○ | ○ |
| 拦挡结构位移量、位移变化速率 | ○ | ○ | ○ |
| 拦挡结构堆积拦挡结构外坡浸润线 | — | ○ | ○ |
| 拦挡结构最小阿奴强按超高与最小干滩长度 | — | ○ | ○ |
| 弃土场水位 | — | ○ | ○ |
| 降水量 | ○ | ○ | — |
| 场区地质滑坡位移 | — | ○ | ○ |

**2** 现场巡查的预警阈值应按表9.3.38-2确定；

表9.3.38-2 现场巡查预警阈值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 巡查项目 | 黄色预警阀值 | 橙色预警阀值 | 红色预警阀值 |
| 排洪设施 | 排洪设施出现裂缝、变形、腐蚀或磨损，排水管接头漏沙等 | 排洪系统部分堵塞或坍塌，排水能力下降达不到设计要求；排水井有所倾斜；排水拱板、盖板局部出现裂缝 | 排洪系哦同严重堵塞或坍塌，不能排水或排水能力急剧下降；排水井显著倾斜，有倒塌迹象；排水拱板、盖板出现贯通性裂缝 |
| 拦挡结构 | 出现较多的局部纵向或横向裂缝；出现渗透水自高位出逸，拦挡结构面局部沼泽化；拦挡结构外坡冲蚀严重，出现较多或较大冲沟；部分高程上堆积边坡过陡，可能出现局部失稳 | 出现大面积纵向或横向裂缝；出现较大范围渗透水高位出逸，出现大面积沼泽化；出现千层滑动迹象；整体外坡坡比陡于设计值 | 出现贯穿性横向裂缝；出现管涌、流土变形；出现深层滑动迹象 |
| 拦挡结构弃土场水位 | — | 调洪枯荣不足，在最高洪水位时不能同时满足设计规定的安全超高和最小干滩长度要求 | 调洪弃土场容严重不足，可能出现洪水漫顶 |

**3** 拦挡结构位移量、位移变化速率的正常运营值宜根据拦挡结构特点、工程类比、已有监测成果统计分析及试验研究等确定。拦挡结构位移的预警阈值应按表9.3.38-3确定；

表9.3.38-3 拦挡结构位移预警阈值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 拦挡结构唯一预警项目 | 黄色预警阀值 | 橙色预警阀值 | 红色预警阀值 |
| 监测点的位移速率变化量 | 正常运营值得1.3倍 | 正常运营值得2倍 | 正常运营值得3倍 |
| 同级子拦挡结构相邻监测点的位移速率 | 正常运营值得1.3倍 | 正常运营值得2倍 | 正常运营值得3倍 |

**4** 拦挡结构堆积拦挡结构外坡浸润线埋深的红色预警阈值应根据设计文件和现行国家标准《尾矿设施设计规范》GB 50863确定，橙色预警阈值宜取红色预警阈值的1.1倍；

**5** 拦挡结构最小安全超高与最小干滩长度的预警阈值确定应符合下列规定：

1）拦挡结构最小安全超高与最小干滩长度的红色预警阈值应根据设计文件和现行国家标

准《尾矿设施设计规范》GB 50863确定；

2）最小安全超高的橙色预警阈值宜取红色预警阈值的1.2倍～1.5倍，最小于滩长度的

橙色预警阈值宜取红色预警阈值的1.1倍～1.4倍；

3）最小安全超高和最小干滩长度中任一个达到预警阈值应预警。

**6** 弃土场水位的红色预警阈值应根据拦挡结构最小安全超高与最小干滩长度对应的水位确定。橙色预警阈值宜取汛前控制水位值或生产运行控制水位值。

**7** 降水量的预警阈值应按表9.3.38-4确定。

表9.3.38-4 降水量预警阈值

|  |  |
| --- | --- |
| 黄色预警阀值 | 橙色预警阀值 |
| 当地气象部门预报的台风、暴雨天气 | 拦挡结构设计防洪标准对应的降水量 |
| 1h内降水量16mm |
| 3h内降水量20mm |
| 6h内降水量25mm |
| 2h内降水量30mm |
| 24h内降水量50mm |

**8** 场区地质滑坡体位移红色预警阈值宜根据地质滑坡体勘察设计文件确定，橙色预警阈值宜取红色预警阈值的80％。

## 9.4 抢险治理

**9.4.1** 当弃土场出现下列情况之一时，应采取抢险治理措施：

**1** 坝体出现严重的漏洞、管涌、流土等现象，威胁坝体安全的；

**2** 坝体出现严重裂缝、坍塌和滑动迹象，有垮坝危险的；

**3** 库内水位超过限制的最高洪水位，有洪水漫顶危险的；

**4** 正在使用的排水井倒塌或者排水管（洞）坍塌堵塞，丧失或者降低排洪能力的；

**5** 其他危及弃土场安全的险情。

**9.4.2** 抢险治理可选用土质加固和地基加固措施。抢险治理方案应结合工程的特点进行充分的技术经济论证。

**9.4.3** 抢险治理应在病患分析和方案论证的基础上进行设计。

**9.4.4** 拦挡结构出现滑坡迹象时，可采取下列治理措施：

**1** 稳定性不足时应采取削坡、压坡、降低浸润线等；

**2** 完善排水沟和土石覆盖、坝肩截水沟、观测设施等。

**3** 下游坡加压重固脚；

**4** 放缓平均坝坡；

**5** 降低坝体浸润线；

**6** 其他措施。

**9.4.5** 拦挡工程抗震能力不足时，必须采取下列措施进行抗震抢险治理：

**1** 降低库内水位或增设排渗设施，降低坝体浸润线；

**2** 在下游坡坡脚增设土石料压坡体；

**3** 增加沉积干滩长度；

**4** 对坝体进行加密加固；

**5** 拦挡结构后续加高时采用碾压法填筑或用土工合成材料加筋。

**9.4.6** 排洪系统抢险治宜采取下列措施：

**1** 根据防洪标准复核弃土场防洪能力；当防洪能力不足时，应采取扩大调洪库容或增加排洪能力等措施；必要时，可增设永久溢洪道；

**2** 当原排洪设施结构强度不能满足要求或受损严重时，应进行加固处理；必要时，可新建永久性排洪设施。

**9.4.7** 当根据水情预报有洪水漫顶可能时，应采取下列措施：

**1** 抢筑子堤：筑坝高度应满足防止洪水漫顶的要求，抢筑子堤可采用土袋筑坝或木板、埽捆子堤筑坝等方法；

**2** 打开原已封堵的斜槽盖板、排水井窗口或排水井拱形挡板等，增加进水口排水能力，降低坝前水位；

**3** 打开已建好的非常溢洪道或临时抢开非常溢洪道；

**4** 坝坡冲沟应以土、石及时分层夯实填平，并增设坝坡排水沟。

**9.4.8** 拦挡结构出现裂缝时，可针对裂缝的成因和形式采取以下治理措施；

**1** 应通过表面观测和开挖探坑、探槽等手段，查明裂缝的部位、宽度、长度、深度、错距、产状等，综合分析裂缝的成因，并：

**2** 对缝深小于5m的裂缝可采用开挖回填法处理，开挖深度应超过裂缝最大深度0.3m～0.5m，开挖长度应超出裂缝两端不小于2m，回填土料宜与原土料相同，回填应分层夯实；

**3** 对较深的裂缝可采用灌浆法处理或上部开挖回填、下部灌浆的方法处理。灌浆的浆液可采用纯黏土浆或黏土水泥浆。

**9.4.9** 坝体塌坑应根据查明的成因采取相应的处理措施。对于已稳定的沉陷塌坑，可进行回填夯实处理；对管涌塌坑，应先治理管涌再进行回填。

**9.4.10** 拦挡结构坝面或坝肩出现集中渗流、流土、管涌、大面积沼泽化、渗水量增大或渗水变浑等异常现象或需要控制渗流时可采取下列措施：

**1** 在尾矿筑坝的地基设置排渗褥垫、水平排渗管（沟）及排水井等；

**2** 在尾矿堆积体内设置水平排渗管（沟）、垂直排渗井或水平与垂直联合排渗系统及贴坡排渗体等；

**3** 在与山坡接触的拦挡工程坡处设置贴坡排渗体或排渗管沟等；

**4** 适当降低库内水位，增大沉积滩长；

**5** 在渗水部位铺设土工布或天然反滤料，其上再以堆石料压坡；

**6** 增加排渗设施，降低浸润线；

**7** 当坝体发生严重漏洞时应采取前堵后排的抢险治理措施，当坝体发生严重管涌或流土时应采取反滤导渗的抢险措施。

## 9.5 安全评价

**9.5.1** 安全预评价应在可行性研究（或方案）审查报批前完成；施工移交安全评价应在工程完工移交前完成；安全现状综合评价应每3年进行一次； 闭库安全评价应在闭库前一年完成。

**9.5.2** 弃土场安全评价的工作程序包括：前期工作（现场调查、收集相关的设计、运行资料等）和报告编制工作（危险因素辩识、相关的验算和编写安全评价报告等）。

**9.5.3** 弃土场安全评价前期应进行现场考察，察看地形地貌、不良地质现象、人文地理、周边环境、拦挡坝运行情况、排洪设施完好程度等。

**9.5.4** 弃土场稳定性安全评估应符合下列规定：

**1**  初步设计阶段应进行弃土场稳定性安全评价。安全评估单位应具备地灾评估资质，同时具备工程勘察和工程设计相应的资质要求。

【条文说明】选址阶段应根据实际的场址地貌和水文地质、工程地质特征，分析判定弃土场发生泥石流、液化或湿陷灾害的可能性；对陡倾地基，则应考虑形成稳定台阶的可能性；对软弱地基，则应考虑地基蠕滑的可能性；因此本规定强调了初步设计阶段应进行弃土场稳定性分析，并在工程经济分析的基础上，判断弃土场场址的适宜性。

**2**  对堆渣量超过50万m3或者最大堆渣高度超过20 m的弃土场，应提供稳定性评估报告；

**3**  弃土场下游1 km范围内有居民点、公共设施、工业企业公路、铁路、大型重要基础设施等敏感点，或者弃土场上游汇水面积超过1km2时应开展稳定性评估；

**4** 其他弃土场根据弃土场选址、堆渣量、堆高和弃土场周边重要防护设施情况，开展必要的稳定性评估。

**9.5.5** 弃土场稳定性安全评估工作主要包括收集基础资料、现场调查、地形测绘、地质钻探、稳定性分析（正常运用工况、非常运用工况）、编写评估报告。稳定性评估主要内容应符合下列规定：

**1** 弃土场工程概况（弃土场现状、弃土方量及最大堆高）；

**2**  分级判定（弃土场风险因素分析、稳定性分析方法、稳定性影响因素及破坏模式、降雨人渗计算分析原理）；

**3**  安全稳定性分析及评价（计算工况、计算参数、稳定性控制标准、场址安全稳定性分析、弃土体稳定性分析）；

**4**  根据稳定性评估初步结论，出具弃土场整改设计图；

**5**  结论与建议等。

**9.5.6** 弃土场稳定性安全评价应依据下列基础资料：

**1** 工程地质及水文地质勘查资料；

**2** 排弃物料颗粒级配筛分及物理力学性质试验报告；

**3** 原始地形地质图（比例尺大于1:2000）、现状地形图（比例尺大于1:2000）；

**4** 年末图及堆置要素。

【条文说明】9.5.6 弃土场工程地质勘查采用钻探和槽探为主，地质踏勘及地质测绘为辅，结合室内试验和原位测试等手段，完成包括弃土场地基工程地质及水文地质调查、原始地形、现状地形、关键代表性地质剖面、弃土场土料及地基的物理力学性质试验等内容。工程地质及水文地质勘查报告内容主要应包括：（1）地理环境及其危害性影响；（2）地形地貌、气候；（3）区域地质环境、水文地质条件、地震活动特征；（4）弃土场地基及排土物料特征；（5）弃土场物料粒度分布规律；（6）弃土场岩土物理力学性质试验分析或参数建议；（7）弃土场区泥石流的可能性评估。

对既有弃土场，应综合采用钻探、物探手段掌握排土料分层性质、地基岩土性质和地基地形。对新设计的矿山弃土场，排弃物料物理力学性质可采用工程类比方法进行确定。类比项目主要根据物料岩性相似性、破碎方式（爆破堆料、二次破碎）相似性确定其颗粒级配，并根据弃土方式（单台阶式、多台阶覆盖式、多台阶压坡脚式等）相似性，结合规划年末图、堆置要素等，确定弃土场模型的分层性。必要时，宜从相邻矿山采取物料进行排弃物料颗粒级配筛分及物理力学性质试验。

**9.5.7** 弃土场安全稳定性安全评价应包括下列内容：

**1** 工程地质、水文地质分析；

**2** 排弃物料物理力学性质分析；

**3** 堆置要素与计算方案；

**4** 稳定性计算分析；

**5** 安全稳定性对策措施；

**6** 稳定性分析结论及建议。

【条文说明】9.5.7 弃土场选址应保证排弃岩、土时不致因滚石、滑坡、塌方等威胁采矿场、工业场地（厂区）、居民点、铁路、道路、输电网线和通讯干线、耕种区、水域、隧道涵洞、旅游景区、固定标志及永久性建筑等的安全。

弃土场安全稳定性分析应在弃土场区水文地质、工程地质分析基础上，分析判断场地适宜性、环境特征与灾害可能性；并综合排弃物料物理力学性质，基于弃土场堆置要素选取典型代表性剖面，进行弃土场稳定性计算分析，根据计算结果提出相关安全对策措施。

弃土场向前推进和形成的过程，也是其模型和参数在时间和空间上的演化过程。形成弃土场过程的动态变化特征决定了弃土场堆置要素的不确定性和变化性。因此，安全稳定性论证应在稳定性分析基础上增加弃土场堆排和堆置要素的论证，保证生产过程的安全可靠。同时还应增加现场的检测及分析，重点是安全距离、最终境界和底层材料、平台形状、安全车挡、排水设施、变形特征（主要包括坡顶裂缝、斜坡面和坡脚隆起）、眉线和段高等关键参数的检测及分析。并依托检测及分析数据反演分析模型，确保分析结果能有效解释现场相关变形和破坏特征。

**9.5.8** 四等以上弃土场安全评价报告须经安全生产监督管理部门指定单位评审合格后，报送安全监督管理部门备案。评审不合格的，需进行修改补充。两次评审不合格的，由建设单位重新委托评价单位编制安全评价报告。

**9.5.9** 安全评价报告的内容应符合下列要求：

**1** 编制说明应对评价的目的、依据和工作程序等进行说明；

**2** 应对弃土场的自然状况作简明扼要的说明，包括弃土场的地理位置、周边人文、环境、库形、库底与周边山脊的高程、工程地质概况等；

**3** 应对拦挡坝的设计情况作简明扼要的说明，包括初期坝的结构类型、坝顶标高、坝高、坝顶宽度、内、外边坡坡比、反滤层设置情况、尾矿堆坝方法、最终堆积标高、总库容、堆积坝的外坡平均坡比、坝体、坝基岩土的物理力学指标和对不良地质现象采取的工程措施等；

**4** 安全评价报告应对弃土场的防洪作简明扼要的叙述，包括弃土场的等别、防洪标准、暴雨洪水总量、洪峰流量、排洪系统的型式、溢洪道的类型、尺寸、排水井的类型、尺寸、排洪隧洞的结构型式、尺寸以及系统的排洪能力等；

**5** 现状安全评价报告还应对坝体坝面防护情况、沉陷、裂缝、坍塌、位移和坝面渗流破坏情况（包括管涌、流土等现象）、坝内排渗设施效果及坝体浸润线观测的情况作简明扼要的叙述；

**6** 对于非正规设计、设计资料缺失或设计工作中未进行稳定性计算的拦挡坝，安全评价应根据勘察资料（或经验数据）对其进行静力或动力稳定性验算、渗流稳定计算以及地震液化分析，说明采用的计算方法、计算条件，得出拦挡坝的最小安全系数，分析和掌握在何种条件下才能确保坝体的抗滑稳定性。同时业主应请有相应资质的设计单位补充设计；

**7** 对于非正规设计、设计资料缺失的排洪系统，安全评价应对弃土场的防洪能力进行验算,包括设计保证率的洪水总量、洪峰流量、经过调洪后的下泄流量、排洪构筑物和系统的排洪能力等。同时业主应请有相应资质的设计单位补充设计；

**8** 应给出弃土场安全程度的明确结论，包括弃土场安全度、拦挡坝的稳定性（抗滑稳定性、抗渗流破坏稳定性和抗地震液化稳定性）、排洪系统的能力和构筑物的结构强度是否满足该等别弃土场要求等；

**9** 应明确指出弃土场存在的问题和安全隐患，按照正常库标准提出确保弃土场安全的具体建议；

**10** 应对企业的弃土场安全管理工作（规章制度的制定、机构设置、人员配备、日常管理和巡检进行情况）给出明确的评价，指出应加强、改进的具体建议；

**11** 应有附件和附图，包括包括任务委托书或评价委托合同、岩土勘察物理力学指标表和与安全评价有关的文件，附图包括弃土场平面图、拦挡坝横剖面图、带有最危险滑弧位置的拦挡坝稳定计算简图等。

Ⅰ 计算模型与参数

**9.5.10** 弃土场稳定性计算模型应综合地形地貌、地基特征、水文地质特征、物料特征、弃土场堆置要素、堆积过程等因素确定。

【条文说明】9.5.10 计算模型及剖面的典型性及代表性是保证分析成果的可靠性和可信性的关键。露天矿弃土场用地约占矿山用地的30％～50％，由于场址的不可选择性或征地难，只能采取加高覆盖排弃方案，空间效应越来越突出，从平面上的单一凸形（垂直于排土方向）将逐渐演化成“高谷堆型”，稳定性评价面临非3D模型不能解决的需求。过程安全性将日益彰显。岩土工程特点决定了弃土场工程计算模型同样应综合地形地貌、地基特征、水文地质特征、物料特征、弃土场堆置要素、堆积过程等确定。

**9.5.11** 弃土场稳定性计算参数选取应符合下列规定：

**1** 弃土场地基力学指标应按照场地工程勘察成果，并应结合地层结构特征综合确定；

**2** 弃土力学指标宜根据筛分试验和三轴试验成果确定；

**3** 弃土场扩建，可根据岩体特征和弃土工艺，通过工程类比选取。

【条文说明】9.5.11 弃土作业分阶段、分区域进行，地基和弃土场堆排物料散体空间组合不断改变。弃土场堆排物料散体结构特征（粒径、颗粒级配、密度、均匀性）决定了系统的力学行为是具有不同尺度、性状的碎块石在变化的弃土荷载下协调变形、相互作用的结果。从坡脚到排土平台坡顶，弃土场堆积散体以固定的自然安息角存在，基底承受平行于弃土场坡面的荷载，表现为沿坡顶到坡脚处逐渐减小，其结果是，排土层自身各部位固结应力基本线性增长，导致颗粒相互滑移、充填、粗大颗粒棱角或者软弱颗粒破碎和重排，物理性质上主要表现为表观密度、密实度和孔隙率空间差异，力学特性呈现分层性（特别是c、φ、E）。结合工程实践项目的专题研究表明，排土散体主要表现为非线性力学特性：

（1）空间变异性：初期剥岩时，表土散体岩体透水性差、黏土矿物含量高、摩擦强度低、风化严重；而后期则相反。另一方面，松散岩石自坡顶排弃，由于分选作用，大块岩石滚至弃土场坡底，而小块岩石则大部分停留在弃土场上部，筛分试验表明，粒度组成符合Rosin-Rammler、Gaudin-Schuhmann、Gibrat函数或分形特征。

（2）时间相关性：针对在排和终排取样进行室内大三轴试验表明，不同的时间段，因颗粒重排、充填和压缩、固结作用，同一分区在不同阶段具有迥异的强度和变形特性。

（3）有条件转化性：在不同阶段，颗粒破碎和湿化作用对剪胀性和抗剪强度指标产生明显影响，导致弃土场边坡表现出稳定性有条件转化。

（4）相互作用性：不同于其他地基，弃土场基底表土一般未清除。滚落至坡脚的大块废石撞、挤、压、推、剪、切入地基，废石料-表土相互作用，呈蜂窝状离散嵌在表土中。受表土性质与厚度影响，形成新组构及力学特征的极薄、薄、厚接触界面。

 目前在弃土场论证中很多未考虑弃土料自身工程特征，将岩、土或尾矿料与弃土料混淆，选取了不符合工程实际特征的力学参数，导致计算结果错误。因此，本规定对排弃物料的力学指标确定作出粗粒料根据室外初步筛分试验和室内重组样大三轴试验要求。对新建矿山弃土场没有条件进行试验的，可基于岩体特征和开采工艺、弃土工艺，根据物料岩性相似性、破碎方式相似性确定其颗粒级配，结合堆置要素等通过工程类比方法，确定排弃物料的力学指标。如无类似项目，宜从相邻地区采取母岩相近粗粒料基于破碎方式进行排弃物料颗粒级配筛分及物理力学性质试验。同时考虑数值模拟技术的发展，也可通过颗粒流或元胞自动机等数值分析方法进行虚拟试验选取。

地基岩土体及其弱面的抗剪强度是弃土场边坡稳定性计算的重要力学参数，通常根据岩体不连续面强度对岩石材料力学参数的弱化及地下水对岩石材料力学参数的软化将岩石的力学参数换算成岩体的力学参数。一般应考虑岩体的分类、节理密度、边坡高度、结构面间距、地下水状况、应力特征等，也可根据地区资料采取直接折减法选取。对折线或平面破坏模式，当基底表土未清除，弃土场地基表土-排土料接触面抗剪强度可通过原位剪切试验或室内相似模型试验，结合地层结构特征综合确定。

**9.5.12** 弃土场稳定性计算工况应根据重力、降雨及地下水、地震或爆破震动影响确定为自然工况、降雨及地下水工况、地震或爆破震动工况；当弃土场影响范围内存在重要设施时，应考虑荷载作用。

【条文说明】9.5.12 弃土场的稳定性取决于其本身的地质结构、地基及堆积物料的力学性质以及地下水渗流场的分布、动力荷载的大小等多方面的因素。由于地震和降雨同时出现属极（小）概率事件，本规定在编制中再三讨论，由于在允许安全系数的设定时已经考虑，兼顾弃土场破坏效果及严重性，认为地震和降雨工况不组合符合实际工程特征。同时，参考国内外研究成果，结合编制过程中展开的弃土场介质的动力传递特征，地震烈度大于或等于7度时应展开地震工况计算；当露天采场边坡上部为弃土场时，应进行爆破震动工况分析；弃土场影响范围内如存在重要设施，荷载也应考虑在内。

**Ⅱ 计算方法**

**9.5.13** 弃土场稳定性计算方法应根据排土工艺、堆置要素和潜在的破坏模式选取。

【条文说明】9.5.13 松散颗粒体经汽车、铁路或胶带机运输，通过推土机、装载挖掘机或弃土机倾倒堆积在沟谷或坡地上形成弃土场，属边坡工程范畴，因此弃土场稳定性分析可以借鉴岩（土）边坡工程的计算方法。稳定性分析中，基本模型的概化和力学参数的选择必须建立在现场地质调查形成的初步判断上。即使摒除了参数取值上的经验和主观因素，极限平衡分析所获取的安全系数也难以刻画滑体变形破坏过程、滑带流变性和非刚性特征（这恰恰也是弃土场管理过程中最直观的现象），同时，由于引入了最小安全系数的搜索过程，其最终结果往往是一个小于真实解的、留有余地的安全系数。因此评价结果要真正服务和指导工程实践，还应构架以安全系数为核心，以失效概率（评价的确定性问题）和变形破坏机理（启动和形式、终止条件）为基本点的全面评价系统。采用允许变形和部分破坏的设计理念，关联安全等级与控制标准，考虑降雨及地震工况组合，建立了以安全系数为主，综合应力场、位移场、塑性区分布特征的综合评价方法，稳定性计算分析采用工程地质勘查、室内外试验、工程类比现场检测，并通过以极限平衡计算为主要手段的稳定状态评价（安全系数和破坏概率）和机理预测分析（启动机理、变形与破坏形式）。弃土工艺（见本规定附录A弃土场初步分类与说明）决定了弃土场在废石颗粒的分层特征，堆置形状要素确定了整体几何形态。因此计算方法根据排土工艺、堆置形状要素和潜在的破坏方式不同而不同。

**9.5.14** 计算方法应包括定性分析和定量计算。

【条文说明】9.5.14 由于模型和参数的不确定性是岩土工程的固有特征，因此分析中宜采用定性分析与定量计算相结合，基于定性分析初步判定模型代表性和参数的合理性，并确保定量计算结果和现状拟合。

**9.5.15**  采用工程地质类比法时应结合弃土场破坏机理、主要影响因素判别破坏模式。

【条文说明】9.5.15 采用工程地质类比法时，应结合类似弃土场破坏机理、主要影响因素等判别破坏方式。基于不同弃土台阶即排弃点的既有滑坡的特性特征，遵循类似性、系统性、选择性、目标控制、可比度等工程类比条件，对工程条件（弃土工艺、土场规模及堆置尺寸效应）和地质条件（地基及弃土料物理力学性质、坡高、坡比和坡型，降雨和地震或爆破震动诱发）进行类比，获取潜在的破坏机制。

**9.5.16** 定量计算方法应包括极限平衡法或数值分析方法。采用极限平衡法计算时，应根据破坏模式选择计算方法。

【条文说明】9.5.16 基于对国内外弃土场的综合调查分析表明，弃土场潜在失稳模式有三种：沿弃土体-原始山体表面接触带滑坡、弃土土本体（内部）近程滑动、弃土场基础滑坡。

沿弃土场堆置的基底表面-原始山体表面接触带产生的滑坡，主要控制因素是基底表面倾角及其与排弃物之间的强度指标差异。由于弃土场形成初期全部排弃表土。强度低，结构疏松，大气降雨后必然形成排弃物与基底表土层的渗透差异，水易沿着基底表面滞流，浸润后容易软化，强度降低，当弃土体和地基接触带抗剪强度小于弃土场物料本身的抗剪强度，则构成堆石体滑体的滑动面，产生沿基底表层的顺坡向破坏。

 因此，当破坏模式为沿表土-基岩界面或排土体-地基界面折线破坏时，可采用传递系数法、Janbu法或强度折减法；当破坏模式为沿表土-基岩或排土体-地基的单一平面破坏时，可采用Bishop法、强度折减法或瑞典条分法。

弃土本体（内部）近程滑动及弃土场基础滑坡：本体滑动指地基岩层相对稳定，而散体岩石力学性质相对较差，排土堆高到一定程度后，外荷载作用（如继续堆载或排土设备加载）下，地基沉陷，诱使排弃物压密变形增大，处于极限平衡后，弃土场后部一定范围内，由于自重先期压实沉陷而形成的主动楔形区，在其他外力及降雨等因素的诱发下，下部阻挡被动楔难以支撑，导致排弃物料内部滑坡。最常见的弃土场内部滑坡引发因素有两个：一是内因，主要受物料特性自身影响，如弃土料中黏土或细颗粒含量较高时，由于压实沉降，在边坡内部的孔隙压力增高，应力集中，降低了潜在滑动面的摩阻力；或者由于岩土混排，在弃土场内形成软弱层，在雨水作用下，同样降低了潜在滑动面的摩阻力而形成滑坡；二是外因，主要受堆高、水浸润或爆破震动影响。弃土场台阶高度超过散体岩石堆积极限高度，下部阻挡被动楔难以支撑而滑坡。水浸润或爆破震动是诱发和降低排土体自身性质导致。弃土场内部滑坡一般为网弧形滑面，滑坡面穿过边坡内部而出露于坡面。这种滑动一般距离不远，一次滑动后随即稳定，若继续弃土，则再一次发生滑动。弃土过程中一般都会发生。这类滑坡模式的第二潜在滑面一般平行于或略大于排弃物料的自然安息角，这个潜在滑面也就是排弃物料内部弱面。形成这种弱面的原因在于：

（1）由于弃土场堆置方式不当所造成的弱面，诸如在弃土场由坚硬岩石组成的坡面上弃放大面积薄薄一层黏土而形成的人工弱面；

（2）由于气候造成的弱面，当冬季寒冷时，坡面上存有较厚的冰雪层，若在其上排弃土岩，则形成冰雪夹层，当春天骤暖时，冰雪融化，沿冰雪夹层的、表面浸润的土岩形成气候弱面。弃土场基础滑坡指弃土场地基较为软弱，或地基含软弱层或正断层时，加上水、过载或边坡过陡等因素而导致，在上部土场作用下产生滑移和底鼓，进而牵引上部土场滑坡。在弃土场形成过程中，随着排弃高度的不断增加，排弃物料的重力加大，基底土层持力层厚度亦随之加深，当排弃物达到一定水平时，基底持力层遇有连续性好的、强度低的黏土软弱带或软塑带，软弱带被挤压产生塑性流动挤出，下部基底隆起剪切而产生破坏。

 弃土本体（内部）近程滑动及弃土场基础滑坡滑动面基本为圆弧状。因此，对这种破坏模式为网弧破坏时，可采用Morgen-stern-price法、Bishop法、Spencer法或强度折减法。当破坏模式为沿表土-基岩界面或排土体-地基界面折线破坏时，可采用传递系数法、Janbu法或强度折减法；当破坏模式为沿表土-基岩或排土体-地基的单一平面破坏时，可采用传递系数法、强度折减法；当破坏模式为圆弧破坏时，可采用Morgenstern-price法、Bishop法、Spencer法或强度折减法。

**9.5.17** 弃土场稳定性论证应采取极限平衡法与数值计算法综合进行分析。

【条文说明】9.5.17 工程实践中，为了减少征地，最大限度增加容量，往往利用凹形山谷的夹持效应形成了，凸形弃土场边坡，这是不可回避的现实。通过凹形地基转移承受排土体下部的水平力，阻止散体指向坡面的水平位移（最大值点也是潜在滑动面的出露点），有利于弃土场的稳定。大量的工程实例表明，上宽下窄山谷形弃土场自然安息角往往高于平地型或坡面堆积型，其根本原因正是由于弃土场的空间效应使然。级配、岩性、粗粒含量相同的排土散体，即使自然安息角一致，设计的弃土场边坡角也会存在较大差异。分析中，必须根据地基地形，兼顾弃土工艺（关键是推进方式）分别对待。仅用2D分析，必然导致较大的误差，甚至形成错误判断，无益于工程实践，其结果是安全性和经济性完全不能统一。因此弃土场稳定性论证应采取极限平衡法与有限元、有限差分、离散元等数值计算法综合进行分析。同时，规范编制过程中展开的专题研究成果表明，弃土场堆置为空间谷堆型或曲率半径小于2倍的堆置高度时，应采用三维模型计算。计算方法可采用严格三维极限平衡方法或三维强度折减方法。考虑到国内各设计院技术水平和设计经验的差异，兼顾设计技术水平发展的需要，没有要求在设计阶段的稳定性计算采用数值方法，而限定在稳定性论证阶段，也是保证弃土场安全稳定性论证的可靠性。

**9.6.13** 弃土场台阶安全稳定性宜根据物料特性、地基条件、弃土方式，通过控制阶段高度和排弃强度保证。

【条文说明】9.6.13 弃土场台阶的稳定性与其阶段高度和排弃强度密切相关。对于在用的弃土场，其坡面稳定性基本处于极限平衡状态。经过一定时间的自重固结和密实作用，其稳定性得以提高。因此弃土台阶的过程稳定性控制关键是排弃过程中，根据物料特性（主要是颗粒级配特征及其分选、偏析特征）、地基条件（主要是废石-地基接触界面坡度和抗剪强度）、单位时间和单位排土线长度上的废石流量的控制来保证。对应于终了状态，可采用自重固结后的物理力学参数计算其稳定性。

**9.5.18** 坝体稳定性计算应选取不少于两个筑坝高度分别进行计算，第一计算阶段应为勘察时的已有坝高，第二计算阶段为最终设计坝高。此外，尚应根据设计要求对其他条件下拦挡结构的稳定性进行分析计算。

**9.5.19** 拦挡工程岩土工程分析应按所采用的分析方法选取相应的各项岩土工程参数。

**9.5.20** 拦挡工程应进行渗流稳定分析，并应包括以下内容：

**1** 确定拦挡结构体的浸润线及其下游可能出逸点的位置；

**2** 计算坝体和坝基的渗流量；

**3** 当发生坝坡或坝基浸润线出逸时，应确定渗透流量，评价产生管涌、流土的可能性，评价其出逸比降以及拦挡结构中不同土层之间的渗透比降。

**9.5.21** 渗流计算应考虑筑坝时堆置方式的影响。对1级～3级拦挡结构宜采用二维或三维有限元法等数值分析方法进行渗流分析，山区弃土场渗流分析宜进行三维有限元法计算或由模拟试验确定；对4级、5级拦挡结构的渗流可根据排渗条件采用二维渗流计算方法进行近似计算或按国家现行有关标准的规定进行计算。

**9.5.22** 拦挡工程的静力稳定性分析宜采用计及条块间作用力的简化毕肖普法，可采用不计条块间作用力的瑞典圆弧法；对1级～3级拦挡结构尚宜选用适宜的模型进行二维或三维有限元法的应力应变分析。

**9.5.23** 拦挡工程进行稳定性分析和评价时应根据要求采用正常运行、洪水运行和特殊运行三种不同条件分别计算，各种计算条件下的荷载组合应根据运行情况按表9.5.23采用。

表9.5.23 不同计算条件的荷载组合

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 荷载类型  计算条件 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 正常运行 | 总应力法 | 有 | 有 |  |  |  |
| 有效应力法 | 有 | 有 | 有 |  |  |
| 洪水运行 | 总应力法 |  | 有 |  | 有 |  |
| 有效应力法 |  | 有 | 有 | 有 |  |
| 特殊运行 | 总应力法 |  | 有 |  | 有 | 有 |
| 有效应力法 |  | 有 | 有 | 有 | 有 |

注：荷载类别表示如下：1－筑坝期正常高水位的渗透压力；2－坝体自重；3－坝体及坝基中的超静孔隙水压力；4－最高洪水位有可能形成的稳定渗透压力；5－地震荷载。

**9.5.24** 当采用简化毕肖普法计算时，坝坡抗滑稳定安全系数K不应小于表9.5.24-1规定的数值；当采用瑞典圆弧法计算时，坝坡抗滑稳定安全系数K不应小于表9.5.24-2规定的数值。

表9.5.24-1 坝坡抗滑稳定最小安全系数（简化毕肖普法）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 坝的级别  计算条件 | 1 | 2 | 3 | 4、5 |
| 正常运行 | 1.50 | 1.35 | 1.30 | 1.25 |
| 洪水运行 | 1.30 | 1.25 | 1.20 | 1.15 |
| 特殊运行 | 1.20 | 1.05 | 1.15 | 1.10 |

表9.5.2420-2 坝坡抗滑稳定最小安全系数（瑞典圆弧法）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 坝的级别  计算条件 | 1 | 2 | 3 | 4、5 |
| 正常运行 | 1.30 | 1.25 | 1.20 | 1.15 |
| 洪水运行 | 1.20 | 1.15 | 1.10 | 1.05 |
| 特殊运行 | 1.10 | 1.05 | 1.05 | 1.00 |

**9.5.25** 拦挡工程的动力稳定性分析可采用拟静力法进行计算，对1级～3级拦挡工程尚宜采用二维或三维有限元法进行动力分析。

**9.5.26**  当采用有限元法进行坝体静力或动力的应力应变分析时，单元划分除应考虑概化分层界面外，还应结合监测成果考虑浸润线位置，荷载中还应考虑渗透压力；选择的计算模型应与试验统计模型相对应。

**9.5.27** 液化判别和评价可按现行国家标准规定的方法执行。对4级、5级拦挡工程的液化分析可采用一维简化动力法计算，对1级～3级拦挡工程可采用二维时程分析法计算。

Ⅲ **安全稳定性标准**

**9.5.28** 安全稳定性标准应根据弃土场等级和计算工况确定。

**9.5.29** 自然工况条件下，弃土场整体安全稳定性标准应符合表9.5.29的规定。

表9.5.29 弃土场安全稳定性标准

|  |  |
| --- | --- |
| 弃土场等级 | 安全标准 |
| 一 | 1.25～1.30 |
| 二 | 1.20～1.25 |
| 三 | 1.15～1.20 |
| 四 | 1.15 |

注：1 自然工况条件指重力、稳定地下水位、正常施工荷载的组合。

        2 弃土场下游存在村庄、居民区、工业场地等设施时，相应区域弃土场安全标准应取上限值。

【条文说明】9.5.28、9.5.29 以破坏强度为根据，将抗滑力（矩）R和滑动力（矩）S比值F＝R／S定义为安全系数作为稳定与否的评价指标已广为工程界所熟悉。F＝1，极限平衡；F＞1时，稳定；F＜1，处于失稳状态。此准则并不反映不同工程对边坡不同稳定性的要求。由此，不同性质的工程安全性评价标准不同。如国家现行标准《建筑边坡工程规范》GB 50330、《水电水利工程边坡设计规范》DL／T 5353、《水利水电工程边坡设计规范》SL 386、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》DZ／T 0219等均在基于边坡等级的基础上作出了详细的要求。现行国家标准《有色金属矿山排土场设计规范》GB 50421中虽然根据容量、堆置高度划分了设计等级，但后续的评价标准（允许安全系数）却笼统地基于影响后果和损失将准则取为1.3，1.2，1.15。本规定认为：以弃土场地基坡度、基础力学性质、排土料岩性、混合体坡高和坡脚线距离比为基本因素，以人为本，区分作业台阶安全和整体稳定标准，提出根据弃土场等级与计算工况。主要考虑如下因素：

（1）弃土场安全主要以整体安全为主，依据弃土场等级划分制订标准。研究表明：无论是地基还是排土料，其参数具有变异性。按照岩土体强度取概率分布曲线的0.25、0.20、0.10的分位值，假定f值的变异系数取0.33，得到安全系数为1.25时，按岩土体强度平均值得到的安全系数将为1.4～1.5，其年破坏概率为10～4级。因此，对一级弃土场，将整体安全标准限制为1.25～1.30，体现了安全性与经济的统一。

 （2）考虑弃土场空间效应，从地形上将山谷划分为敞口式（发散效应）和收口式（夹持效应）；根据国内外大量调查统计资料表明，当弃土场基底地面自然坡小于24°，弃土场不会发生沿界面的整体下滑，其稳定性良好。我国铁（公）路路基设计时，通常把地面横坡限制在1：2.5以下，作为区分陡坡路基进行个别设计的范围。这个坡度大体上也是在20°～24°，说明以地面坡度不超过24°作为评判土工构筑物（含弃土场）是否可能发生整体下滑的界限是符合设计现状的。弃土料的自然安息角范围为30°～38°，当地面坡度超过24°时，极易发生整体沿接触面滑坡，需在坡脚处采取防护工程措施；当地面坡度再陡甚至超过45°时，除在坡脚处具有逆向地形，形成天然稳定基础外，将难以保持弃土场的整体稳定。因此将地表坡度阀值设定在24°和38°（坡脚具有逆向地形除外）。

（3）坡高增加导致弃土场坡脚应力集中进而底鼓，在坡高大于150m时，失稳概率增高：一是要求基底承载力较高（达3MPa，对应于工程地质中的基岩裸露）；二是自身固结变形过大（沉降20％达30m，不利于上部弃土作业）。

 （4）将经济损失（或人员死亡）概化为有影响和无影响，体现了工程科学的以人为本和可持续发展的要求。

（5）基于弃土场滑坡历史统计分析表明，对坡脚地基较好的弃土场，发生滑坡的距离为60％～100％的坡高；将坡脚线距离和坡高直接关联规划弃土场等级，并基于弃土场等级设定安全准则，体现了安全和经济的兼顾。

（6）降雨及地震耦合作用属小概率事件（概率极值问题）。

（7）弃土场下游是指主沟（坡）内废石堆积区潜在滑坡的影响区域。从国内外滑坡距离的调研数据表明，弃土场滑坡距离最小为70％的堆积高度，最大可达到7倍，主要受失稳规模（高度及体积）、场址气候特征、废石堆积体下伏地基覆盖层（坡度及岩性）共同作用。其确定可基于工程类比，采用等效摩擦系数方法或数值分析确定。

**9.5.30** 弃土场的整体稳定性应校核降雨工况。降雨工况，弃土场整体安全标准可在表7.6.2规定的基础上降低0.05，最低安全系数不得低于1.10。

【条文说明】7.5.30 弃土场降雨工况对应的降雨强度，对一、二级弃土场不应小于50年一遇；三、四级弃土场不应小于20年一遇。

**9.5.31**  地震基本烈度为7度及7度以上地区的弃土场，弃土场整体安全稳定性应校核地震工况。地震工况下，弃土场整体安全稳定性标准可在本标准表9.6.2规定的基础上降低0.05～0.10，但最低安全系数不得低于1.10。

【条文说明】9.6.27 设计地震动加速度代表值的概率水准，应取基准期50年内超越概率P50为0.05。场地设计基本地震加速度应按表9.5.31选用。

表9.5.31 场地设计基本地震加速度a

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 抗震烈度 | 6度 | 7度 | 8度 | 9度 |
| 水平加速度a | 0.05g | 0.10g、0.15g | 0.20g、0.30g | 0.40g |

## 9.6 关闭维护

**9.6.1** 关闭后的弃土场，必须做好坝体及排洪设施的维护。

**9.6.2** 未经论证和批准，不得储水蓄洪。

**9.6.3** 严禁在拦挡坝和库内进行乱采、滥挖、违章建筑和违章作业。

**9.6.3** 关闭后的弃土场，未经设计论证和批准，不得重新启用或改作他用。

## 9.7 资料档案

**9.7.1** 信息管理应主要包括开工信息、开挖信息、综合管理、临时工程、取弃土场、环保工程、质量检验、竣工移交等主要功能。

【条文说明】9.7.1 弃土场作为路建设项目环境保护和水土保持关注的重点工程之一，是信息化管理系统“取弃土场”模块的重要内容。通过采集弃土场设计资料、施工方案、施工过程、移交移交等全过程的数据资料，实时掌握弃土场情况。通过信息化手段实现弃土场信息高效流通，弃土过程具有可追溯性，对弃土场存在的问题进行分类管理和分级处置，及时预警、及时反馈、及时处置现场情况，大幅提高弃土场管理工作效率和质量。

取弃土场模块主要包括基本内容、过程数据、现场检查、问题管理、影像资料、环境监测等内容。

**9.7.2** 开工手续是弃土场依法合规性的主要控制措施，施工单位按照生产安全、环境保护等相关要求，将弃土场开工前必须办理的临时用地手续、选址意见书等相关文件的办理过程、办理结果汇总完整。

**9.7.3** 弃土场基础信息应主要包括弃土场的数据信息、施工方案和施工图纸等。

【条文说明】9.7.3 施工单位应填报的数据信息主要包括弃土场名称，弃土场类型（沟道型、临河型、坡地型、平地型），占地类型，里程，方位（线路左侧、右侧），距离，设计弃土量，设计面积，设计最大堆高，设计挡护量，截排水沟设计形式，截排水沟设计长度，渗水盲管设计长度，行政区域等。

**9.7.4** 过程数据应主要反映弃土场实施过程的环境保护措施和水土保持措施落实情况及弃土场变化情况，主要包括施工过程数据、生态恢复数据、质量评定、开工手续、移交手续等内容。

【条文说明】9.7.4 施工过程数据由施工单位定期填报，主要包括表土剥离（表土剥离面积、表土剥离量），渗水盲管（本月盲管完成长度），挡墙（本月挡墙完成长度、本月挡墙防护量、挡墙形式），弃土量（本月弃土量、最大堆高、本月弃土来源），临时措施（临时苫盖量、临时拦挡量、洒水降尘量、临时截排水沟量、临时绿化量）等。

**9.7.5** 生态恢复数据应主要包括截排水沟（本月完成截排水沟长度、本月截排水沟防护量），绿化恢复（恢复面积、乔木数量、灌木数量、草籽数量）等。

【条文说明】9.7.5 生态恢复数据是弃土场开展生态恢复时施工单位应定期填报的数据。

**9.7.6** 弃土场质量评定文件应主要包括表土剥离、挡渣墙、渗水盲管、弃土碾压密实度、截水沟、排水沟、分层分级、绿化恢复等移交文件。

【条文说明】9.7.6 质量评定是弃土场按照相关要求和规范施工的主要保障。施工单位施作完成弃土场分部或分项工程后，填写质量评定或移交文件，监理单位、建设单位等进行签认，施工单位将签认合格的文件上传至系统。

**9.7.7** 弃土场使用完毕应进行恢复后的移交文件或者综合利用文件移交手续，并应开展稳定性评估。

【条文说明】9.7.7弃土量超过50万m3、最大堆高超过20 m、下游有敏感建筑或重要公共基础设施、上游汇水面积超过1 km2的弃土场应开展稳定性评估。

**9.7.8** 弃土场工程档案包括工程建设档案、生产运行档案和关闭及关闭后再利用档案，并应符合下列要求：

**1** 工程建设档案应包括下列主要内容：

1）地形测量、工程地质及水文地质勘察；

2）设计、施工及竣工移交；

3）监理、安全预评价及移交安全评价；

4）审批等文件、图纸、资料等。

**2** 生产运行档案应包括下列主要内容：

1）年度计划、生产记录（入场量、堆坝高程、场内水位）；

2）拦挡结构位移及浸润线观测记录、隐患检查记录及处理；

3）事故及处理；

4）安全现状综合评价等。

**3** 安全监测系统工程建档资料应包括下列内容：

1）技术设计书、设计图件及变更设计资料；

2）技术报告书；

3）承建单位内部移交报告、系统试运行报告及系统比测报告；

4）系统使用维护手册；

5）项目移交资料及移交意见书；

6）仪器档案资料；

7）基准点、工作基点和监测点(孔)的点之记，监测设备、设施总体布置图和监测设备施

工安装竣工图；

     8）工程施工记录和隐蔽工程相关影像资料。

**4** 弃土场关闭档案应包括下列主要内容：

1）关闭安全评价；

2）关闭设计；

3）施工及移交、移交安全评价；

4）审批文件等。

# 10 环境保护与复垦

## 10.1 一般规定

**10.1.1** 应在保证弃土场安全的条件下，通过弃土工艺调整、充分利用空间及采取安全防护工程措施的方法达到弃土场少占土地的目的。

[【条文说明】](javascript:;)10.1.1 本条主要说明的是现有弃土场已征地区域土地的合理利用，即在保证弃土场安全可靠或通过采取一定的安全措施保证弃土场安全的前提下，在经济合理的条件下，调整弃土工艺，利用弃土场上部空间，增加弃土场容积，减少土地占用量。同时，可将硬质岩路段石方作为防护、排水工程的块石、片石石料，以减少废方数量。

**10.1.2** 有条件的工程建设场地可考虑内排。

[【条文说明】](javascript:;)10.1.2 在工艺、经济、安全等满足规范要求的前提下可以考虑一定的内排。同一工程场地的内排一定要协调内排与工程施工之间的关系和制订相应的安全措施，如留设安全距离、控制弃土高度、设置防护性护堤等。

**10.1.3** 有采空区和塌陷区的场地，可将废石充填采空区在保证安全的条件下在塌陷区内排。

[【条文说明】](javascript:;)10.1.3 本条说明的是两个方面的问题，也是节约土地的一项措施。其一是利用废石处理开采的空区，减少地面排弃量，这里包含采用废石进行充填开采；其二是在地下开采塌陷区内进行废石排弃。这里涉及的问题是排岩位置和排岩过程的安全可靠性问题。从安全角度考虑，废石向塌陷区内排弃会受到开采塌陷的影响。还需要说明的是，向正在生产的地下开采的塌陷区排岩应严格限定排弃岩石的性质，严禁向塌陷区内排弃风化岩、易遇水软化的岩石，特别是不能排弃表土，否则会造成井下泥石流灾害。

**10.1.4** 在严禁采砂、采石以及有岩石原料需求的地区可根据废石的力学性质试验报告，在满足安全和环境保护要求的前提下进行废石综合利用。

**10.1.5** 弃土场环境保护设计应与主体工程设计同步进行。

[【条文说明】](javascript:;)10.1.5 弃土场环境保护设计是弃土场设计中所包含的一部分章节内容，应与主体工程设计同步进行，弃土场污染物主要是扬尘、水污染、渣污染。弃土场弃土、弃石压占了大量土地，破坏了生态平衡，作业过程中产生的粉尘、作业机械排放的废气、机械的噪声对周围环境均会产生一定影响，设计时应确保符合国家现行的相关标准要求。

**10.1.6** 弃土场应对弃土作业区和道路采取洒水等抑尘措施。

[【条文说明】](javascript:;)10.1.6 弃土场作业区和衔接道路采用抑尘措施是针对空气环境保护提出的。弃土和公路扬尘使空气环境质量变差，控制对策是采取洒水抑尘、喷雾增湿措施，保护目标主要是弃土场附近的居民点。在设计阶段，凡居住区主导风向上风向侧有粉尘污染时，应有防尘措施。

**10.1.7** 弃土场应选用低噪声工艺和设备。

[【条文说明】](javascript:;)10.1.7 弃土作业过程中，作业工艺和作业机械的噪声对周围环境会产生影响，设计时应选取低噪声的工艺和设备。

**10.1.8** 弃土场宜根据场地环境条件进行复垦设计。

**10.1.9** 弃土场关闭时应根据实际情况或复耕还田、或地方利用，逐步恢复土地原有生产力。

**10.1.10** 弃土场平台及坡面防护应采用当地成功的水土流失防治经验，可采取植树植草护坡、浆砌片石挡墙等措施。

## 10.2 环境保护

**10.2.1** 弃土场设计应防止或减少废渣、粉尘、水污染对环境的影响。

**10.2.2** 弃土场周边的原有植被应加以保护。

**10.2.3** 有沙尘危害的弃土场应设防止二次扬尘设施。

**10.2.4** 在满足安全和环保要求的前提下，宜进行废石的综合利用。

**10.2.5** 弃土场环境保护设计应符合现行国家标准《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599的有关规定。

**10.2.6** 凡堆置含汞、锡、砷、铬、氰化物、黄磷等的可溶性剧毒废渣的弃土场，必须设置专门的有防水、防渗措施的存放场所及防护工程。

**10.2.7** 含有酸性、酚类、重金属离子等有害物质或其他具有危险、有害特性可溶性排弃物的弃土场的污水应收集，并应经处理达标后排放。

**10.2.8** 环境保护设计应符合现行国家标准《危险废物鉴别标准》GB 5085，《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597和《危险废物填埋污染控制标准》GB 18598的有关规定。

## 10.3 绿化

**10.3.1** 坡地上具有生产功能的林草工程设计级别应按表10.3.1划分，并符合下列规定：

表10.3.1 坡地上具有生产功能的林草工程级别

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 级别 | 类型 | 规模化经营程度 |
| 1 | 果林、经济林栽培园 | 规模化集约经营 |
| 2 | 果林、经济林栽培园、刈割草场 | 规模化经营 |
| 3 | 果林、经济林栽培园、经济林、刈割草场 | 其他 |

**1**  1级应采取措施建设高标准梯田，并应配套相应灌溉设施，灌溉保证率不应小于75％；

**2** 2级应采取措施建设水平梯田，并应配套相应灌溉设施，灌溉保证率不应小于50％；

**3** 3级应采取水土保持措施，并应辅以雨水集蓄利用措施。

**10.3.2** 具有生态功能的造林种草工程设计应符合下列规定：

**1** 应与水土保持区划所确定的水土保持主导功能相适应；

**2** 应以防治水土流失为主，并应与当地生产、生活条件相适应；

**3** 应注重生物多样性，采用以乡土树草种为主的多林种、多草种配置。

**10.3.3** 坡地上具有生产功能的造林种草工程设计应符合下列规定：

**1** 应与水土保持区划所确定水土保持主导功能相适应；

**2** 应根据项目区的自然条件、当地经济状况、产业结构及发展方向，确定工程建设的规模和特性；

**3** 应在防治水土流失的基础上，注重经济效益，着力于提高土地生产力。

**10.3.4** 生产建设项目植被恢复与建设工程设计应符合下列规定：

**1** 在不影响主体工程安全的前提下，应优先满足生态与景观要求；

**2** 应与生物多样性保护和景观建设相结合，合理配置树草种。

**10.3.5** 坡度5°以下的平缓地、自然坡地和生产建设项目中经土地整治达到绿化条件的各类坡地，应在满足造林或种草所需的土壤水肥及光热条件下布置，生产建设项目林草措施区域应在土地整治的基础上布置。

**10.3.6** 林草措施设计应在工程布置的基础上，根据立地类型划分和树（草）种的组成与配置等进行分类典型设计。

**10.3.7** 林草工程在施工结束后，应进行最少为期2a～3a的管护。

**10.3.8** 对具有生产功能的林草工程应增施基肥。

**Ⅰ 布置**

**10.3.9** 具有生态、生产功能的造林种草工程设计应符合下列规定：

**1** 应按不同水土流失类型区及土壤侵蚀在不同地形部位的发生特点，因害设防，布置适宜的水土保持林种；

**2** 应以小流域水土流失综合治理为设计单元，改善当地生产、生活条件为目标，应根据不同流域地形、地貌部位因地制宜地按山、水、田、林、路，从流域上游到出口，层层设防地布置适宜的防护林林种；

**3** 应在水土流失轻微、交通方便、立地条件较好、具有灌溉条件处配置经济林果。

**10.3.10** 生产建设项目植被恢复与建设工程布置应符合下列规定：

**1** 应按对水土资源的扰动程度和潜在危害程度，配合水土保持工程措施，因地制宜地布置林草措施；

**2** 应统筹布局，生态和景观要求相结合，并应与周边自然景观协调；

**3** 应满足为项目区生产、生活服务的功能要求。

**10.3.11** 小流域人工湿地布置应符合下列规定：

**1**  宜布置在有条件保持湿地水文和湿地土壤的区域；

**2** 宜布置在城镇郊区、饮水水源保护区和风景名胜区；

**3** 宜随地形和功能，保持岸线自然弯曲，采用拟自然湿地剖面形态设计。

**Ⅱ 树草种选择**

**10.3.12** 林草措施基本类型应根据立地类型、项目区植被类型、防护功能要求，遵循适地适树（草）原则确定。

**10.3.13** 适宜的树种或草种应根据林草措施基本类型、土地利用方向选择。树种选择应符合国家标准《生态公益林建设技术规程》GB/T 18337附录的规定。

**10.3.14** 坡地林草工程措施应选择乔灌木树种、攀缘植物或低矮匍伏型草种。应根据边坡的坡度、坡向、土层厚度等条件，采用乔、灌、草或其组合的防护措施，种植条件差的可采用藤本植物**护坡。**

**10.3.15** 生产建设项目弃渣场、料场、采石场、高陡边坡和裸露地等工程扰动区域，应根据限制性立地因子选择适宜树（草）种。适宜树（草）种可按本规范附录F选择。

**10.3.16** 具有生产功能的林草工程树（草）种选择，应结合当地产业结构等要求。

**Ⅲ 造林与植草**

**10.3.17** 造林方式宜采用植苗造林，应符合下列规定：

**1**  选用针叶树苗木的或立地条件较差的，宜采用容器苗造林；生产建设项目宜采用容器苗和带土球大苗造林；

**2** 营造水土保持林宜采用0.5a～3a龄苗木，其他防护林宜采用2a～3a龄苗木；

**3**  成片造林的，宜采取混交造林，包括行状、带状、块状混交和植生组混交。成片纯林造林的，面积不宜大于10km2；

**4** 造林初始密度可按现行国家标准《生态公益林建设技术规程》GB/T 18337.3或《造林技术规程》GB/T 15776的有关规定执行;

**5**  造林季节可根据当地具体情况选择春季造林、雨季造林及秋季造林。春季造林应根据树种物候期和土壤解冻情况，宜在树木发芽前完成，南方造林在土壤墒情好时宜早，北方造林宜待土壤解冻到适宜深度。冬季无冻拔危害的地区，可在秋末冬初造林。

**10.3.18** 植草方式应符合下列规定：

**1** 应根据土地利用方向，确定牧草、绿肥草、水土保持草或草坪草等草种；选用外来草种应经生态安全试验验证；

**2** 人工草地和草坪宜采用三种以上草种混播；

**3** 播种植草的，播种前应采取种子催芽处理；

**4** 草种选择、种草方式、播种量及整地方式可按现行国家标准《水土保持综合治理技术规范》GB 16453的有关规定执行。

**10.3.19** 具有生产功能的造林种草措施设计还应符合下列规定：

**1** 满足具有生产功能林草工程的立地应具备良好的土壤水肥及光热条件；宜结合梯田工程、灌溉引水工程或雨洪集蓄工程，改善立地水肥条件；

**2** 成规模集约经营的，基地建设应具有一定规模，相对集中连片。应以县（林场）为单位，主栽树种（品种）规划总面积不小于1000km2；

**3** 坡地成规模集约经营的，应采取田埂、田坎林草配置或与水土保持林（草）水平带状混交配置。

**10.3.20** 困难立地包括盐碱地、石质母质等造林条件恶劣的区域以及生产建设项目形成的高陡边坡，其林草工程设计还应符合下列规定：

**1** 盐碱地造林前应全面整地，配套排水系统，栽植耐盐碱植物；

**2** 石质母质困难立地主要包括南方石漠化地区、南方崩岗地区以及北方砒砂岩地区等。石漠化地区林草工程设计应按现行行业标准《岩溶地区水土流失综合治理规范》SL 461的有关规定执行；崩岗治理设计应按现行国家标准《水土保持综合治理 技术规范》GB 16453的有关规定执行；北方砒砂岩地区宜采取以沙棘为主的生物措施治理；条件极恶劣地区宜采用自然封禁恢复植被；

**3** 生产建设项目形成的高陡边坡应包括料场、裸露地、闲置地以及工程开挖填筑形成的45°～70°边坡。

1）高陡边坡宜采取客土绿化、喷播绿化、生态植生袋等林草措施；

2）在覆土来源困难的地区，可采取客土绿化措施，干旱地区应配套灌溉设施；

3）坡度为45°～60°的缓陡岩石坡面，宜通过混喷植物种子、栽植乔木和灌木等方法，

应按一定比例配置，营造乔、灌、草复合的植物群落结构；

4）坡度为60°～70°的高陡岩石坡面，应通过调研或试验选用相应绿化技术，采取藤本

为主、草本或灌木为辅的植物措施体系。

**10.3.21** 园林式种植绿化还应符合下列规定：

**1** 地被设计应与整体环境协调，应按光照强度、地形、土壤等条件选择植物，宜采用片植、花带及装饰等形式；

**2** 花坛设计应与整体环境协调，主题突出；

**3** 草坪设计应根据其观赏效果、气候因素、生长条件及是否准许游人进入踩踏等要求，选择适宜的草种和种植类型；

**4** 行道树设计应选择树干通直、生长健壮、无病虫害的优质树木。

**Ⅳ 配套工程**

**10.3.22** 在较大规模进行林草生态工程建设时，应配套苗圃，苗圃设计应按现行行业标准《林业苗圃工程设计规范》LYJ 128的有关规定执行。苗圃生产的苗木质量应符合现行国家标准《主要造林树种苗木质量分级》GB 6000的有关要求。

**10.3.23** 封育工程布置应符合下列规定：

1 具有母树、天然下种条件或萌蘖条件的荒地、残林疏林地、退化天然草地;

2 不适宜人工造林的高山、陡坡、水土流失严重地段;

3 沙丘、沙地、海岛、沿海泥质滩涂等经封育有望成林（灌）或增加植被盖度的地块。

**10.3.24** 封育应与人工造林种草统一规划，通过封育措施可恢复林草植被的，可直接封育；自然封育困难的造林区域，应辅以人工造林种草。

**10.3.25** 封育方式应符合下列规定：

**1** 应依据项目区水土流失情况、原有植被状况及当地群众生产生活实际，确定封育方式为全封、半封或轮封；

**2** 应依据项目区立地条件，选择适宜的封育类型，封育类型分为乔木型、乔灌型、灌木型、灌草型、竹林型。

**10.3.26** 其他配套工程设计应包括土壤改良工程、给水工程、排水工程以及作业道路工程，并应根据工程具体情况选择实施。

## 10.4 复垦

**10.4.1** 复垦应包括工程复垦和生物复垦。

**10.4.2** 复垦应在停排后3年内完成，其中工程复垦宜为1年，生物复垦宜为2年。对弃土场已到位的平台宜在弃土过程中进行复垦。

**10.4.3** 复垦规划内容应包括复垦的基本原则和目标，并应明确复垦方向、复垦措施、复垦率、复垦工作计划。

[【条文说明】](javascript:;)10.4.3 复垦方向主要指整治后土地利用方向，经整治后的土地应尽可能恢复其生产力。应依据技术经济合理的原则，兼顾自然条件和土地类型，选择复垦土地的用途，因地制宜，综合治理。

复垦措施包括预防控制措施、工程技术措施和生物化学措施。说明了在矿山建设和生产过程中为减少弃土场破坏土地采用的预防与控制措施；根据复垦方向，说明了采用的工程技术措施和生物化学措施。

 复垦率表示矿山土地复垦的程度，用已复垦土地面积与被破坏的土地面积之比的百分率来表示。

**10.4.4** 复垦应本着“因地制宜”的方针，宜农则农，宜林则林。条件允许的地方，应优先复垦为耕地。

[【条文说明】](javascript:;)10.4.4 复垦工作是通过复垦使被破坏了的土地重新得到有效的利用。应依据当地自然环境、弃土场地形、水资源及表土资源，合理确定耕地、林地、草地、建设用地等土地复垦方向。条件允许的地方，应优先复垦为耕地。

**10.4.5** 工程技术措施和生物化学措施应根据当地自然环境条件和复垦方向制订。

[【条文说明】](javascript:;)10.4.5 工程技术措施依据当地的自然环境条件和复垦区域土地利用方向，对复垦区域进行工程整治，包括清理工程、平整工程、剥覆工程、灌排工程、疏排水工程、集雨工程、道路工程等。生物化学措施是根据复垦区域土地的利用方向来决定采区相应的生物化学措施以维持矿区的生态平衡，其实质是恢复损毁土地的肥力及生物生产效能，包括改良土壤、恢复植被等。

**10.4.6** 弃土场复垦应贯穿于矿山开发的全过程，应合理安排岩石、土排放次序。

[【条文说明】](javascript:;)10.4.6 弃土场复垦工作要贯穿于矿山开发的全过程，矿山的剥离、弃土要和复垦工作紧密衔接。在矿山剥离、弃土过程中要充分考虑复垦工作，合理安排岩土排放次序，尽量将含不良成分的岩土堆放在深部，品质适宜的土层（包括风化性岩层）可安排在上部，富含养分的土层宜安排在弃土场顶部或表层。

**10.4.7** 复垦工作计划应根据弃土计划合理安排。

[【条文说明】](javascript:;)10.4.7应根据弃土计划合理安排复垦工作，在生产期内，对已经排弃完毕，不再弃土部分应提前进行复垦。目的是尽快恢复植被，稳定土壤和边坡、防止水土流失和减少尘埃，改善环境。

**10.4.8** 弃土场最终坡度、土壤质量、生产力水平和配套设施应与复垦方向相适应。

[【条文说明】](javascript:;)10.4.8 根据所在地区和复垦方向确定弃土场复垦质量控制标准，参照现行行业标准《土地复垦质量控制标准》TD／T 1036执行。

**10.4.9** 复垦配套设施应包括道路设施、排水设施和控制水土流失措施。

[【条文说明】](javascript:;)10.4.9 通常情况下，弃土场不仅占地大，又位于山谷处，复垦后无论用于什么用途，场地排水是必要的。因此应根据场地使用性质合理确定场地排水设施。弃土场由岩石和表土堆放而成，因此属易产生水土流失区域，特别是边坡更为严重，无论用于什么用途，都应有控制水土流失的措施。

**10.4.10** 弃土场复垦规划设计应与弃土场规划设计同时进行，内容应包括复垦的基本原则、复垦目标、复垦类型、复垦工艺、复垦率、复垦工作计划、复垦费用和组织机构，并符合下列要求：

**1** 复垦类型应因地制宜，宜农则农、宜林则林、宜牧则牧；

**2** 复垦规划设计宜满足复垦耕地与占用耕地的动态平衡；

**3** 复垦后地形地貌应与当地自然环境和景观相协调，其植被的覆盖率不应低于原有覆盖率；

**4** 弃土场复垦应做到技术可行、因地制宜，经济效益、生态效益和社会效益相统一；

**5** 弃土场复垦应贯穿于矿山开发的全过程，并应利用采矿及弃土设备，推行采矿、弃土、复垦一体化；

**6** 应设置配套的道路及排水设施。

# 附录A 拦挡工程岩土工程勘察任务书

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 建设单位 | |  | | 工程名称 |  | |
| 已建初期坝 | 坝型 |  | 坝体结构 |  | 坝体材料 |  |
| 高度：   m | | 顶宽：    m | 底宽：    m | 坝基埋深：    m | |
| 坝顶高程：   m | | 坝基底面高程：     m | | 坝坡比：上游         下游 | |
| 设计拦挡结构 | 设计最终坝高：   m | | 设计全库容：    m3 | | 堆坝材料： | |
| 堆坝方法：上游式/下游式/中线式 | | 每级子坝高度：   m | | 马道宽度：   m | |
| 子坝坡比： | | 堆积速率：    m/a | |  | |
| 已建拦挡结构 | 已有堆积高度：   m | | 子坝级数： | 每级子坝高度：  m | 马道宽度：   m | |
| 子坝坡比： | | 堆积速率：    m/a | |  | |
| 排水构筑物 | 初期坝排渗设施： | | | | | |
| 弃土场排水构筑物： | | | | | |
|  | | | | | |
| 随任务书 提供资料 | | 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 勘察评价要求 | □1.查明拦挡结构及其上游一定范围内已有堆积物的成分，颗粒组成、密实度、沉积规律； □2.查明堆积物的岩土工程特性； □3.查明坝体浸润线及变化规律； □4.分析评价现状坝高和最终坝高时的渗透稳定性和静力稳定性； □5.分析评价在地震基本烈度为       度时的现状坝高和最终坝高的稳定性，并进行液化分析； □6.分析评价拦挡结构运行中的环境问题； □7.对拦挡结构的运行、管理、监测提出建议，对拦挡结构存在的病患提出防治建议。 | | | | | |
| 委托勘察日期：     年 月 日 | | | | 要求提交成果日期：     年 月 日 | | |
|  | | | | 要求提交成果份数：    份 | | |

委托单位（盖章）：                         设计单位（盖章）：  
    委托人：                                   填任务书人：            
 电话：                                     电话：

# 附录B 拦挡工程工程地质钻探要求

**B.1 一般要求**

**B.1.1** 拦挡工程工程地质钻探应对钻进的地层的岩芯进行鉴别和描述，确定各地层埋藏深度与厚度，采取符合质量要求的试样或进行原位测试，查明钻进深度范围内地下水的赋存情况。

**B.1.2** 钻探工作应以钻探技术要求或任务书为施工作业依据。在钻探过程中应防止对反滤层、排水棱体、排渗褥垫、水平排渗管（沟）、垂直排渗井、渗流控制等设施和自然环境的破坏。

**B.1.3** 除长期观测孔外，所有钻孔和探井完工后均必须封堵回填。

**B.1.4** 进行拦挡工程工程地质钻探时，除应符合本规范的要求外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

**B.2 施工准备**

**B.2.1** 钻探负责人应搜集工作区有关地层岩性资料，参加现场踏勘，了解现场施工条件。

**B.2.2** 根据钻探技术要求、场地地层岩性分布情况和现场施工条件等，编制钻探施工方案。

**B.2.3** 钻探开工前，所有钻探人员必须认真听取项目技术负责人介绍钻探技术要求和钻探技术负责人介绍钻探技术方案。

**B.2.4** 钻孔点位应设置有编号的标志桩。开工之前应按设计要求核实桩号及其实地位置。点位平面允许偏差±0.25m，高程允许偏差±5cm。因障碍改变点位时，应及时将实际点位标明在平面图上。

**B.3 钻探**

**B.3.1** 钻孔口径、钻具规格和钻进方法应符合国家现行有关标准的规定。钻孔口径应满足钻进工艺、钻探目的、取样和原位测试要求。

**B.3.2** 在地下水位以下饱和土层中宜采取泥浆护壁。在碎石土和破碎岩体中可视需要采用优质泥浆、水泥浆或化学浆护壁。冲洗液漏失严重时，应采取充填、封闭等堵漏措施。

**B.3.3**提拔钻具或取土器的初始速度应稍慢，保持向孔底通气通水，并及时向孔内补充泥浆，以确保泥浆护壁效果。

**B.3.4** 钻进中孔内水头压力不得小于孔周地下水压，采取缓压慢提。

**B.3.5** 在土层中回次进尺不宜超过1.0m，在岩体中回次进尺不得超过1.5m，在重点研究部位回次进尺不宜超过0.5m。重点研究的坝体沉陷与变形部位、滑动面、渗漏带和破碎带应连续取芯。

**B.3.6** 当进行水上钻探时，应根据现场地形、水情和现有水上设备能力，制定专门施工措施。

**B.4 取样**

**B.4.1** 土样质量等级的划分标准、取样工具或方法的选用应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021和《原状土取样技术标准》JGJ 89等有关标准的规定。

**B.4.2** 在钻孔中采取Ⅰ、Ⅱ级尾矿和土试样时，应符合下列规定：  
    1 在软土和砂土中采用套管护壁时，取样位置应低于套管底3倍孔径的距离。

2 放置取土器前应仔细清孔，孔底残留的浮土厚度不得大于取土器上端废土段长度（活塞取土器除外）。

    3 取土器应缓慢匀速下放，严禁冲击孔底。

    4 软黏性和软土宜采用薄壁取土器静压法取样，砂层宜采用重锤少击法取样。

    5 不得使用刃口卷折、内壁锈蚀或活塞不灵的取土器。

    6 取土器提出地面后，严禁敲打和水冲，应用专用工具取出试样，并立即密封和妥善存放。

**B.4.3** 试样必须及时贴上标签。标签上应填写工程名称、勘探点及试样编号、取样深度、试样等级、试样目测定名、取样日期和取样人等内容。

**B.5 现场编录**

**B.5.1** 钻进过程中各项深度数据均应丈量获得，累计量测允许误差为±5cm。

**B.5.2** 记录必须真实及时，字迹应清楚端正，钻孔按回次逐次编录，探井应边挖边进行编录，严禁事后追记或用橡皮擦改。原始记录签署必须齐全。

**B.5.3** 岩土层颜色应在天然湿度下进行描述，并应副色在前、主色在后。

**B.5.4** 岩性描述内容应符合同类天然土层的描述要求。

**B.5.5** 对厚度大于或等于30cm的软弱夹层应单独描述。

**B.5.6** 所有钻孔均应按1.0m分段依次摆放岩芯，并对重要的或有代表性的钻孔拍摄岩芯照片，以便检查和核对原始钻探记录。

**B.5.7** 探井描述应反映地层的平均厚度、最大厚度和最小厚度。当地层水平时，可选择有代表性的点进行测定；当地层倾斜时，应选择几个有代表性的点进行测定；当地层复杂或工程需要时应做出井壁展示图并标出井壁方向。

# 附录C 弃土工艺分类

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序 | 工艺类别 | 作业程序 | 适用条件 |
| 1 | 窄轨运输-人工弃土 | 窄轨铁路运输机车牵引(或人力推或自溜).人工翻车.平整.移道 | 1.单台阶弃土场堆置高度高；  2.矿车容积小；  3运输量小 |
| 2 | 窄轨运输-推  土机弃土 | 窄轨铁路运输推土机转排 | 1.弃土宽度≤25m；  2.块度大于0.5m的岩石不超过1:3；  3.弃土线有效长度一般为1倍~3倍列车长 |
| 3 | 汽车运输-推土机弃土 | 汽车运输、自卸与推土机配合弃土 | 1.工序简单.排放设备机动性大。各类型矿山都适用:  2.岩土受雨水冲刷后能确保汽车安全正常作业或影响作业时问不长 |
| 4 | 铲运机弃土 | 铲运机装、运、弃土 | 1.剥离物松散、厚、含水量≤20%；  2.铲斗容积为4.5m3～40m3；运距为800m～2000m:  3.运行坡度:空车上坡≤18o.重车上坡≤11o |
| 5 | 铁路-电铲(或推土犁)弃土 | 铁路运输.电铲或推土犁排上 | 1弃土场基底稳定.其平均原地面坡度≤24o①  2.所排岩土物理力学性质较差；  3.排上段高:电铲≤50m，推土犁≤30m② ；  4弃土线有效长度≥3倍列车长 |
| 6 | 铁路-装载机转排 | 铁路运输，装载机弃土 | 1.弃土场基底工程地质情况复杂，原地面坡度≥24o；2.所排岩土物理力学性质较差；  3.弃土台阶高度大于50m；  4.弃土线有效长度一般为1倍～3倍列车长 |
| 7 | 公路汽车-破碎机-胶带机输送联合开拓运输-弃土机弃土 | 胶带机运输，弃土机转排 | 1弃土机自重大，投资大，弃土效率高，弃土平台要求基底稳定，其平均原地面坡度≤24o；  2 所排岩土物理力学性质较好，弃土工艺需有破碎-胶带机配合,运输废石最大块度不应大于350mm，胶带坡度向上运输不大于15o，向下运输不大于12o；  3.适用于弃土量巨大的大型露天矿山 |
| 8 | 架空索道弃土 | 架空索道运输 | 适用于小型露天矿或地下开采窄轨运输的矿山 |
| 9 | 斜坡道弃土 | 1.斜坡道提升翻车架卸排；  2.转运仓箕斗提升，卸载架弃土 | 沿斜坡道逐步向上弃土形成锥形废石山，适用于100t/ d以下废石排放 |
| 10 | 地下开采胶带输送弃土 | 胶带机运输推土机转排 | 运量小.需扩大容积而用地受限的弃土场,胶带坡度15o以内.适用于中小型矿山③ |

注: ①适合单台阶弃土场和多台阶弃土场下部台阶的地形坡度。

②当推土犁作为电铲或装载机的辅助弃土设备时.不受此限。

③胶带坡度叮根据具体选用的设备确定。

# 附录D 稳定计算

**D.0.1** 对于淤地坝、拦沙坝、拦渣堤（坝、堰）以及挡渣墙等水土保持工程，应进行稳定计算。

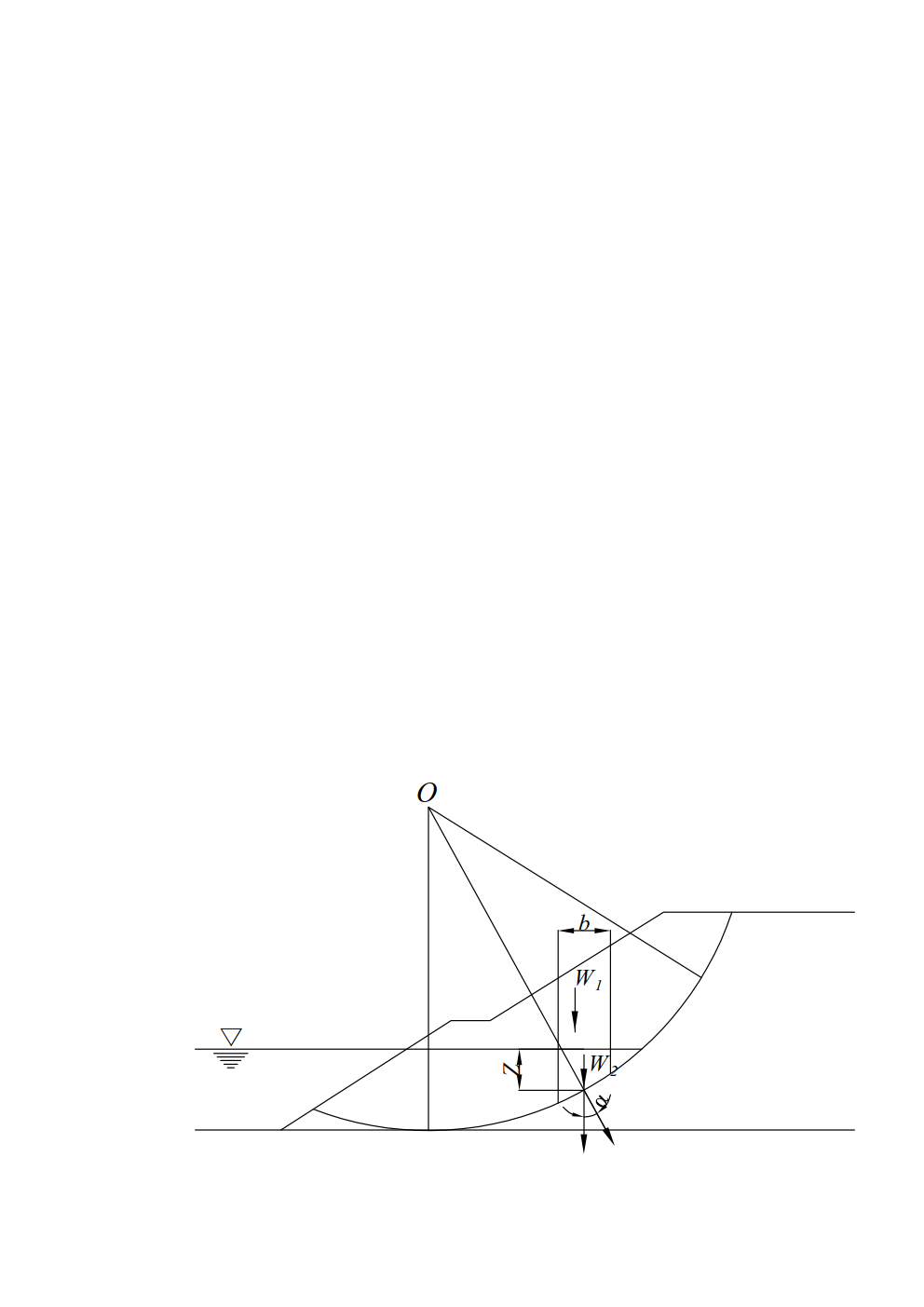
**D.0.2** 采用土（土石）等填筑材料的拦挡建筑物，坝坡稳定计算应符合下列规定：

   1 应采用水力学方法、流网法或有限元法进行坝体渗流计算，确定坝体浸润线位置，计算渗流流量、平均流速和渗流逸出坡降，作为坝体稳定计算的依据，检验土体的渗流稳定，防止发生管涌和流土；

2 坝坡整体稳定计算应进行运用期下游坝坡稳定计算。对于水坠坝，应进行施工中、后期坝坡整体稳定及边埂自身稳定性计算；

    3 坝坡抗滑稳定计算应采用刚体极限平衡法。对于非均质坝体，宜采用不计条块间作用力的圆弧滑动法；对于均质坝体，宜采用计及条块间作用力的简化毕肖普法；当坝基存在软弱夹层时，土坝的稳定分析通常采用改良圆弧法。当滑动面呈非圆弧形时，采用摩根斯顿-普赖斯法（滑动面呈非圆弧形）计算。

    圆弧滑动（图D.0.2-1）稳定可按下列公式计算。



图D.0.2-1 圆弧滑动法计算简图

1）简化毕肖普法：

（D.0.2-1）

2）瑞典毕肖普法：

（D.0.2-2）

式中：F—条块宽度（m）；

          W—条块重力（kN）；

          W1—在边坡外水位以上的条块重力（kN）；

          W2—在边坡外水位以下的条块重力（kN）；

          Q、V—水平和垂直地震惯性力（向上为负，向下为正）（kN）；

          M—作用于土条底面的孔隙压力（kPa）；

          α—条块的重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角（°）；

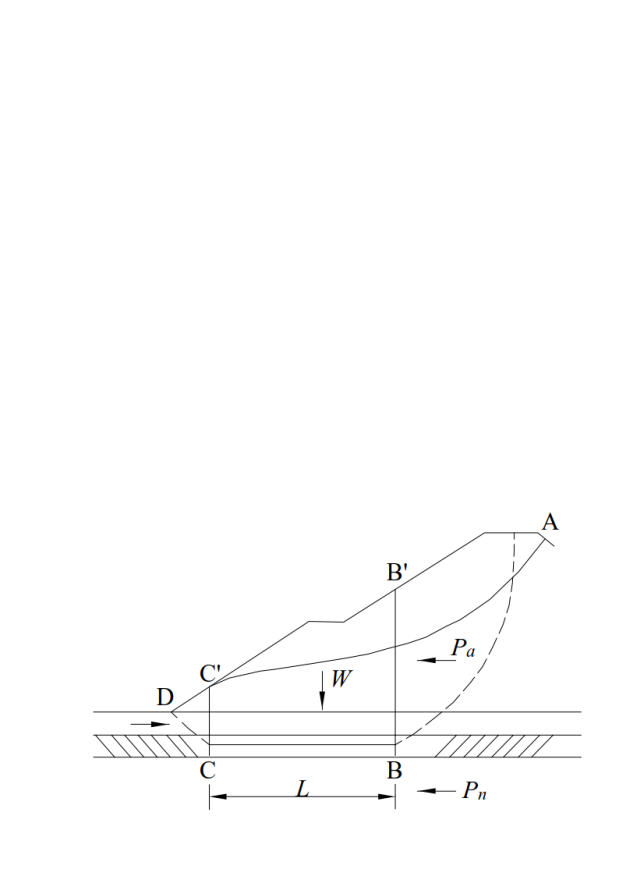
          c′、φ′—土条底面的有效应力抗剪强度指标；

          MC—水平地震惯性力对圆心的力矩（kN·m）；

          R—圆弧半径（m）。

    改良圆弧法（图D.0.2-2）计算弃渣边坡稳定可按下列公式计算：

图D.0.2-2 改良圆弧滑动法计算简图



 （D.0.2-3）

 （D.0.2-4）

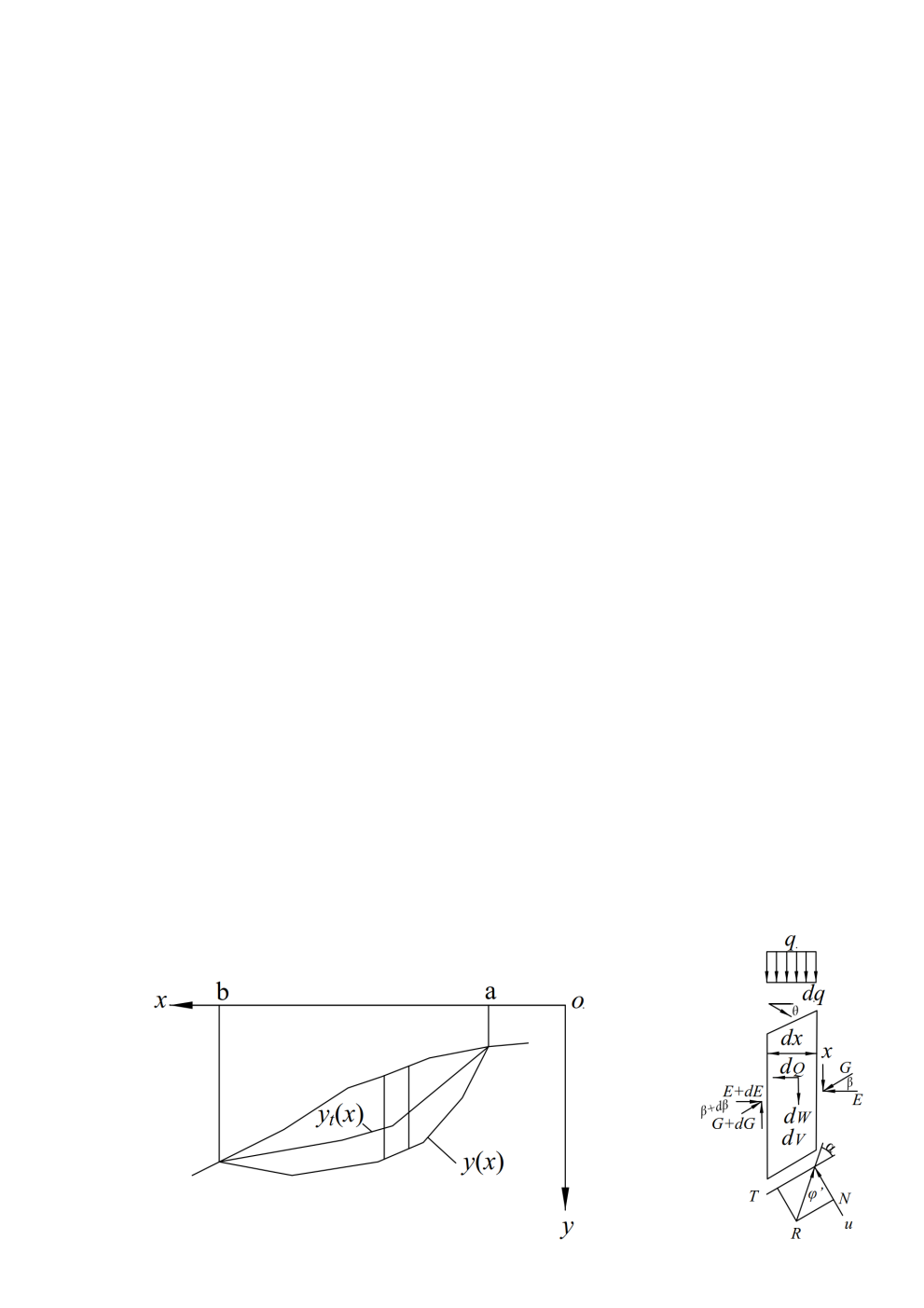
式中：W—土体F′FCC′的有效重量（kN）；

          C，φ—软弱土层的凝聚力及内摩擦角（°）；

          Pa—滑动力（kN）；

          Pn—抗滑力（kN）。

    当采用摩根斯顿-普赖斯法（图D.0.2-3）计算抗滑稳定安全系数时，按下列改进方法计算：



图D.0.2-3 摩根斯顿-普赖斯法（改进方法）计算简图

 （D.0.2-5）

 （D.0.2-6）

（D.0.2-7）

 （D.0.2-8）

 （D.0.2-9）

 （D.0.2-10）

 （D.0.2-11）

 （D.0.2-12）

式中：dx—土条宽度；

          dW—土条重量；

          q—坡顶外部的垂直荷载；

          Me—水平地震惯性力对土条底部中点的力矩；

          dQ、dV—土条的水平和垂直地震惯性力（向上为负，向下为正）；

          α—条块底面与水平面的夹角；

          β—土条侧面的合力与水平方向的夹角；

          he—水平地震惯性力到土条底面中点的垂直距离。

    土的抗剪强度指标可用三轴剪力仪测定，亦可用直剪仪测定。采用的试验方法和强度指标按表D.0.2的规定进行，抗滑稳定计算时，可根据各种运用情况选用。

表D.0.2 土的强度指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 弃土场工作状态 | 计算方法 | 强度指标 |
| 无渗流、稳定渗流期和不稳定渗流期 | 有效应立力法 | c*'*、φ*'* |
| 不稳定渗流期 | 纵应力法 | ccu、φcu |

运用本规范公式（D.0.2-1）和公式（D.0.2-2）时，应遵守下列原则：

    1）静力计算时，地震惯性力应等于零；

    2）坝体（或弃渣）无渗流期运用时，条块应为湿容重；

    3）稳定渗流期用有效应力法计算，孔隙压力u应由“u-γwZ”代替，条块重W＝W1＋W2，W1为外水位以上条块实重，浸润线以上为湿重，浸润线和外水位之间为饱和重，W2为外水位以下条块浮重；

    4）水位降落期用有效应力法计算时，应按降落后的水位计算，方法同本条第3款。用应力法时，c′、φ′应采用ccu、φcu代替；分子应采用水位降落前条块重W＝W1＋W2，W1为外水位以上条块湿重，W2为外水位以下条块浮容重；分母应采用水位降落后条块重W＝W1＋W2，W1浸润线以上为湿重，浸润线和外水位之间为饱和重，W2为外水位以下条块浮容重；u采用ui—γwZ代替，ui为水位降落前孔隙压力。

**D.0.3** 坝体稳定计算，水坠坝应进行施工中、后期坝坡整体稳定及边埂自身稳定性计算，竣工后应进行稳定渗流期下游坝坡稳定计算。碾压式土坝应进行运用期下游坝坡稳定计算。地震区还应进行抗震稳定性验算。砌石坝应进行正常蓄水位和校核洪水位情况下稳定计算。

    1 土坝的强度指标应按坝体设计干容重和含水率制样，采用三轴仪测定其总应力或有效应力强度指标，抗剪强度指标的测定和应用方法可按现行行业规范《碾压式土石坝设计规范》SL 274的有关规定选用。试验值可按表D.0.3-1的规定取值进行修正；

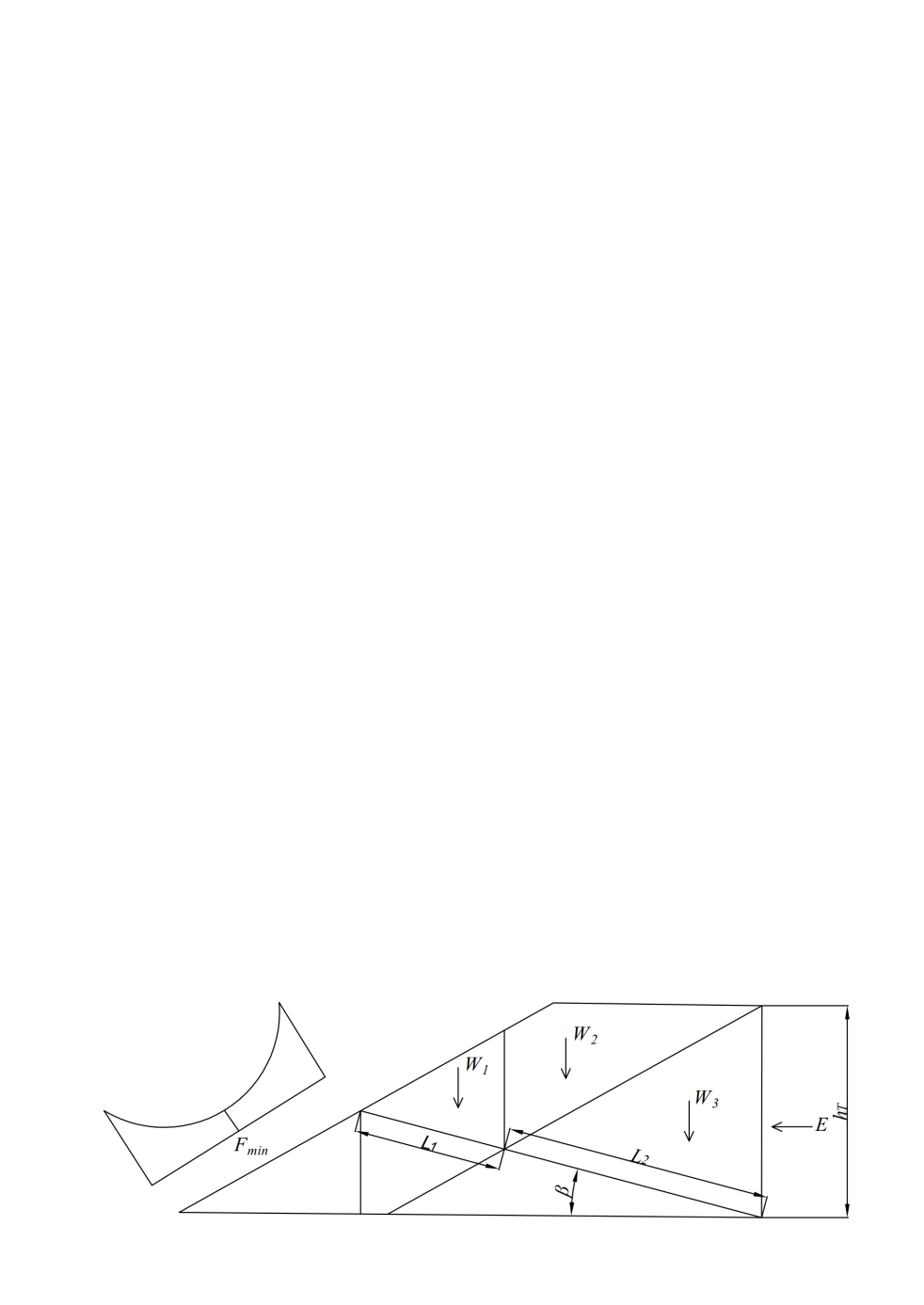
表D.0.3-1 强度指标修正系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 计算方法 | 试验方法 | 修正系数 |
| 总应力法 | 三轴不固结不排水剪 | 1.0 |
| 直剪仪快剪 | 0.5～0.8 |
| 有效应力法 | 三轴固结不排水剪（测孔压） | 0.8 |
|  | 直剪仪慢剪 | 0.8 |

注：根据试样在试验过程中的排水程度选用，排水较多时取小值。

    2 当进行水坠坝施工期的坝坡整体稳定性计算时，坝体冲填土可按饱和土体采用差分法进行固结计算。采用总应力法计算坝体含水量分布，采用有效应力法计算坝体孔隙水压力分布。坝高15m以下的水坠坝可采用土坡稳定数图解法。具体计算方法应按现行行业规范《水坠坝技术规范》SL 302的有关规定执行；

    3 水坠坝施工期边埂自身稳定性计算应采用折线滑动面总应力法（图D.0.3），按下列公式计算：



图D.0.3 折线滑动面力系图

 （D.0.3-1） （D.0.3-2）

 （D.0.3-3）

 （D.0.3-4）

 （D.0.3-5）

式中：K—边埂允许抗滑稳定安全系数；

          E—泥浆水平推力，取9.8×103N；

          β—滑动面与水平面的夹角（°）；

          W1—滑动面L1以上边埂土的重量（t）；

          W2、W3—滑动面L2以上边埂土与冲填土的重量（t）；

          φ1、c1—边埂的总强度指标；

         φ2、c2—冲填土的总强度指标；

          L1、L2—通过边埂及冲填土的滑动面的长度（m）；

          ξ—泥浆侧压力系数，可按公式（D.0.3-4）计算，也可采用经验值0.8～1.0；

          γT—计算深度范围内的泥浆平均容重（t/m3）；

          hT—计算深度（m）；采用试算确定，对黄土、类黄土按流态区深度计算，也可按经验公式（D.0.3-5）计算；

          λ—系数，可按表D.0.3-2的规定确定；

          H—计算坝高（m）。

表D.0.3-2 系数λ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 冲填速度V（m/d ） | 渗透系数k（×10-6cm/s） | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 0.1 | 0.92 | 0.75 | 0.50 | 0.34 | 0.25 | 9.20 | 0.16 | 0.13 | 0.11 |
| 0.2 | 0.95 | 0.83 | 0.67 | 0.54 | 0.44 | 0.35 | 0.28 | 0.21 | 0.15 |
| 0.3 | 0.97 | 0.85 | 0.74 | 0.63 | 0.53 | 0.44 | 0.36 | 0.28 | 0.20 |

注：1 适用于透水地基，对不透水地基，表中数值可提高50％；

        2 k为初期渗透系数，即指冲填土在0.1kg/cm2荷重下固结试样的渗透系数。

**D.0.4** 采用浆砌石（混凝土或钢筋混凝土）等材料的拦挡建筑物应进行抗滑稳定、抗倾覆稳定计算，并应对基底应力进行校核。稳定计算应按现行行业标准《砌石坝设计规范》SL25的有关规定执行。

# 附录E 水文计算

**E.1 一般规定**

**E.1.1** 计算设计洪水和输沙量应从实际出发，深入调查了解流域特性或集水区域基本情况，注重基本资料的可靠性。

**E.1.2** 具有洪水、泥沙实测资料的，应根据资料条件和工程设计要求，按现行行业标准《水利水电工程设计洪水计算规范》SL44的有关规定进行分析计算。

**E.1.3** 无洪水、泥沙观测资料的，可按现行行业标准《水利水电工程设计洪水计算规范》SL44的有关规定执行。

**E.2 设计洪水计算**

**E.2.1** 水土保持工程设计所依据的各种标准的设计洪水应包括洪峰流量、洪水总量、洪水过程线等，可根据工程设计要求计算其全部或部分内容。

**E.2.2** 对于汇水面积小于300km2的小流域，其设计洪峰流量应符合下列规定：

1 设计洪峰流量应按下列公式计算：

Qm=0.278[(Sp/τn)-μ]F （全面汇流，tc≥τ） （E.2.2-1）

Qm=0.278[(Sptc1-n -μtc)/τ]F 部分汇流，tc＜τ） （E.2.2-2）

τ=0.278L/(mJ1/3Qm1/4) （E.2.2-3）

τc= [(1-n)Sp/μ]1/n （E.2.2-4）

式中：Qm—设计洪峰流量（m3/s）；

          F—汇水面积（km2）；

          Sp—设计雨力，即重现期（频率）为p的最大1h降雨强度（mm/h）；

          τ—流域汇流历时（h）；

          tc—净雨历时或称产流历时（h）；

          μ—损失参数（mm/h），即平均稳定入渗率；

          n—暴雨衰减指数，反映暴雨在时程分配上的集中（或分散）程度指标；

          m—汇流参数，在一定概化条件下，通过本地区实测暴雨洪水资料综合分析得出；

          L—河长（km），即沿主河道从出口断面至分水岭的最长距离；

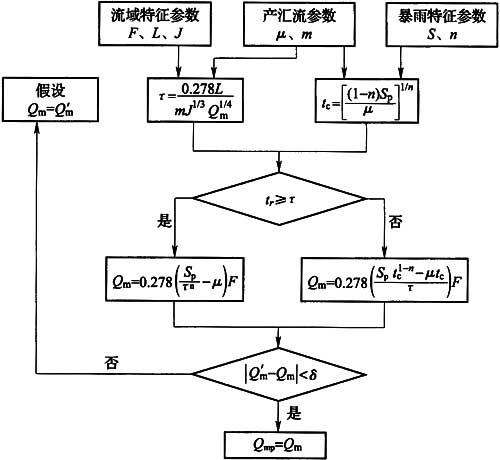
          J—沿河长（流程）L的平均比降，以小数计。

    2 m、n、μ等可通过实测暴雨洪水资料，经分析综合得出，或查全国和各省（自治区、市）的暴雨洪水查算图表、《水文手册》等合理选用。对于无条件作地区综合的流域，汇流参数m可按表E.2.2选用。

表E.2.2 汇流参数m查用表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 雨洪特性、河道特性、土壤植被条件 | 推理公式洪水汇流参数m值（*θ*=L/J1/3） | | | |
| *θ*=1～10 | *θ*=10～30 | *θ*=3～90 | *θ*=90～400 |
| Ⅰ | 北方半旱地区、植被条件较差，以荒坡、梯田或少量的稀疏林为主的土石山区，旱作物较多，河道呈宽浅型，间隙性水域，洪水陡涨陡落 | 1.0～1.3 | 1.3～1.6 | 1.6～1.8 | 1.8～2.2 |
| Ⅱ | 南北方地理景观过渡区，植被以疏林、针叶林、幼林为主的土石山区或流域内耕地较多 | 0.6～0.7 | 10.7～0.8 | 0.8～0.95 | 0.95～1.30 |
| Ⅲ | 南方、东北湿润山丘区，植被条件良好，以灌木林、竹林为主的石山区，或森林覆盖度达40%～50%，或流域内多为水稻田、卵石，两岸滩地杂草丛生，大洪水多为尖瘦型，中小洪水多为矮胖型 | 0.3～0.4 | 0.4～0.5 | 0.5～0.6 | 0.6～0.9 |
| Ⅳ | 雨量丰沛的湿润山区，植被条件良好，森林覆盖度可高达70%以上，多为深山原始森林区，枯枝落叶层厚，壤中流较丰富，河床呈山区型，大卵石，大砾石河槽，有跌水，洪水多为陡涨缓落 | 0.2～0.3 | 0.3～0.35 | 0.35～0.4 | 0.40～0.8 |

    3 采用试算法计算求解推理公式时，应按计算流程（图E.2.2）进行计算。



图E.2.2 推理公式试算法计算设计洪峰流量流程图

**E.2.3** 采用推理公式法推算设计洪水总量时，可按下列公式计算：

Wp=αHpF （E.2.3-1）

Hp=KpH24 （E.2.3-2）

式中：Wp—设计洪水总量（104m3）；

          Hp—频率为p的流域中心点24h雨量（mm）；

          α—洪水总量径流系数，无量纲，可采用当地经验值；

          H24—流域最大24h暴雨均值（mm），可由当地水文手册查得；

          Kp—频率为p的模比系数，由Cv及Cs的皮尔逊-Ⅲ型曲线Kp表中查得。

**E.2.4** 采用经验公式法推算设计洪峰流量和洪水总量时，可按下列公式计算：

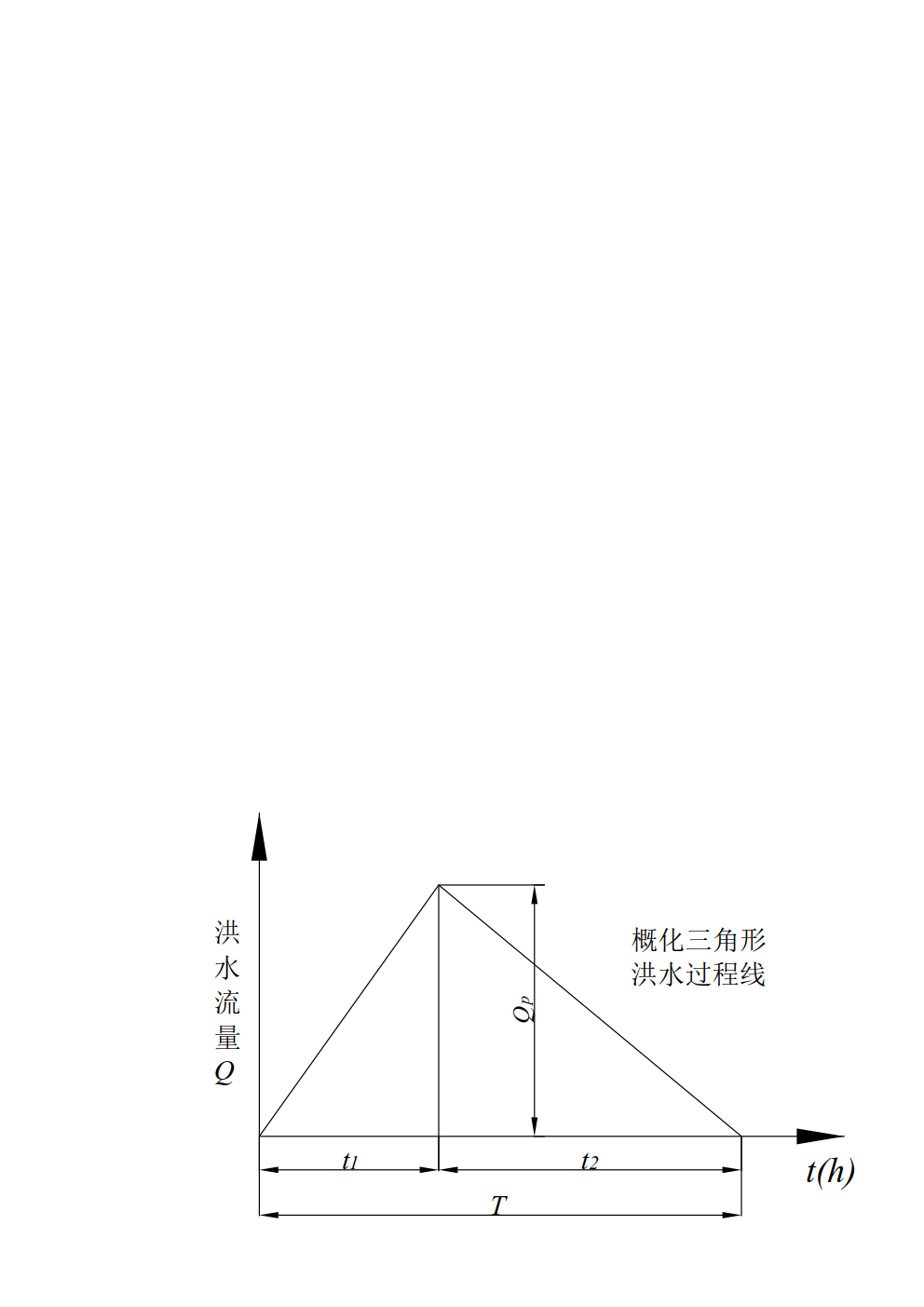
Qp=EFm （E.2.4-1）

Wp=BFm （E.2.4-2）

式中：E、B—地理参数，由当地水文手册中查得；

          m、n—指数，由当地水文手册中查得。

**E.2.5** 与设计洪峰流量Qp和洪水总量Wp相配合，小流域设计洪水过程线宜采用概化三角形过程线（图E.2.5），洪水总历时可按下列公式计算：



图E.2.5 概化三角形过程线

T=t1+t2=5.56Wp/Qp （E.2.5-1）

t1= αt1T （E.2.5-2）

式中：T—洪水总历时（h）；

          t1—涨洪历时（h）；

          t2—退洪历时（h）；

          Qp—设计洪峰流量（m3/s）；

          Wp—设计洪水总量（104m3）。

          αt1—涨洪历时系数，其值变化在0.1～0.5之间，视洪水产汇流条件而异，具体计算时取用当地的经验值。

**E.2.6** 蓄水型沟头防护工程来水量可按下式计算：

W=10*φ*R（m,n）F （E.2.6）

    式中：W—来水量（m3）；  
          F—沟头以上集水面积（hm2）；  
          R（m,n）—m年一遇n小时最大降雨量（mm）；  
          φ—径流系数。

**E.3 输沙量计算**

**E.3.1** 沟道输沙量应包括悬移质输沙量和推移质输沙量两部分，可按下式计算：

Wsb = Ws + Wb （E.3.1-1）

式中：Wsb—多年平均输沙量（104t/E）；

          Ws—多年平均悬移质输沙量（104t/E）；

          Wb—多年平均推移质输沙量（104t/E）。

    悬移质输沙量可按下列公式计算：

Ws =∑WsiFi （E.3.1-2）

Ws =K Mb0 （E.3.1-3）

式中：Msi—分区输沙模数[104t/（km2·E）]，可根据省、地有关水文图集、手册的输沙模数等值线图确定；

          Fi—分区面积（km2）；

          M0—多年平均径流模数（104m3／km2）；

          b—指数，采用当地经验值；

          K—系数，采用当地经验值。

    推移质输沙量Wb可按下式计算：

Wb =βWs（E.3.1-4）

式中：β—推悬比，宜取0.05～0.15，山区应取大值，塬区及平原取小值。

**E.3.2** 当沟道中有已建坝库且运行一定年限，可采用已成坝库淤积调查法，按下式计算沟道多年平均输沙量：

W’=（W淤+ W排）/ N （E.3.2）

式中：W’—沟道多年平均输沙量（t/E）；

          W淤—坝内泥沙淤积总量（t）；

          W排—排沙量（t）；

          N—淤积年限（E）。

**E.4 截排水设计流量计算**

**E.4.1** 永久排水工程设计流量计算应符合下列规定：

1 永久截（排）水沟设计排水流量应按下式计算：

Qm=16.67*φ*qF （E.4.1-1）

式中：q—设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度（mm／min）；

           φ—径流系数。

    2 径流系数φ按表E.4.1-1的要求确定。当汇水面积内有两种或两种以上不同地表种类时，应按不同地表种类面积加权求得平均径流系数。

表E.4.1-1 径流系数*φ*参考值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 地表种类 | 径流系数 | 地表种类 | 径流系数 |
| 沥青混凝土路面 | 0.95 | 起伏的山地 | 0.60～0.80 |
| 水泥混凝土路面 | 0.90 | 细粒土坡面 | 0.40～0.65 |
| 粒料路面 | 0.40～0.60 | 平原草地 | 0.40～0.65 |
| 粗粒土坡面 | 0.10～0.30 | 一般耕地 | 0.40～0.60 |
| 陡峻的山地 | 0.75～0.90 | 落叶林地 | 0.35～0.60 |
| 硬质岩石坡面 | 0.70～0.85 | 针叶林地 | 0.25～0.50 |
| 软质岩石坡面 | 0.50～0.75 | 粗砂土坡面 | 0.10～0.30 |
| 水稻田、水塘 | 0.70～0.80 | 卵石、块石坡地 | 0.08～0.15 |

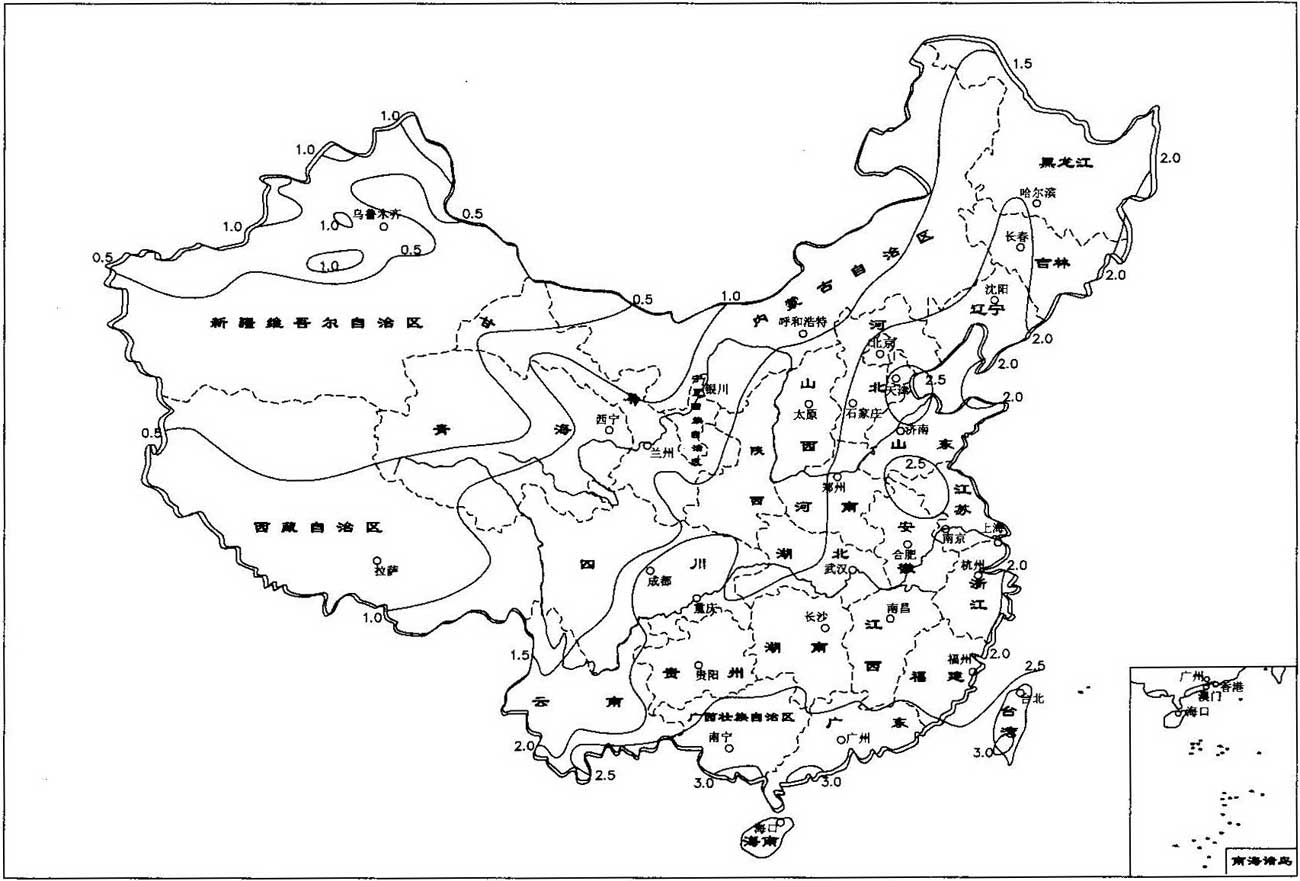
3 当工程场址及其邻近地区有10年以上自记雨量计资料时，应利用实测资料整理分析得到设计重现期的降雨强度。当缺乏自记雨量计资料时，可利用标准降雨强度等值线图和有关转换系数，按下式计算降雨强度：

Q=CpCtq5,10 （E.4.1-2）

式中：q5,10—5年重现期和10min降雨历时的标准降雨强度（mm/min），可按工程所在地区，查中国5年一遇10min降雨强度q5,10等值线图（图E.4.1-1）确定；

       Cp—重现期转换系数，为设计重现期降雨强度qp同标准重现期降雨强度q5的比值（qp/q5），按工程所在地区，由表E.4.1-2确定；  
      Ct—降雨历时转换系数，为降雨历时t的降雨强度qt同10min降雨历时的降雨强度q10的比值（qt／q10），按工程所在地区的60min转换系数（C60），由表E.4.1-3查取，C60可由图E.4.1-2查取。

图E.4.1-1 中国5年一遇10min降雨强度q5,10等值线图



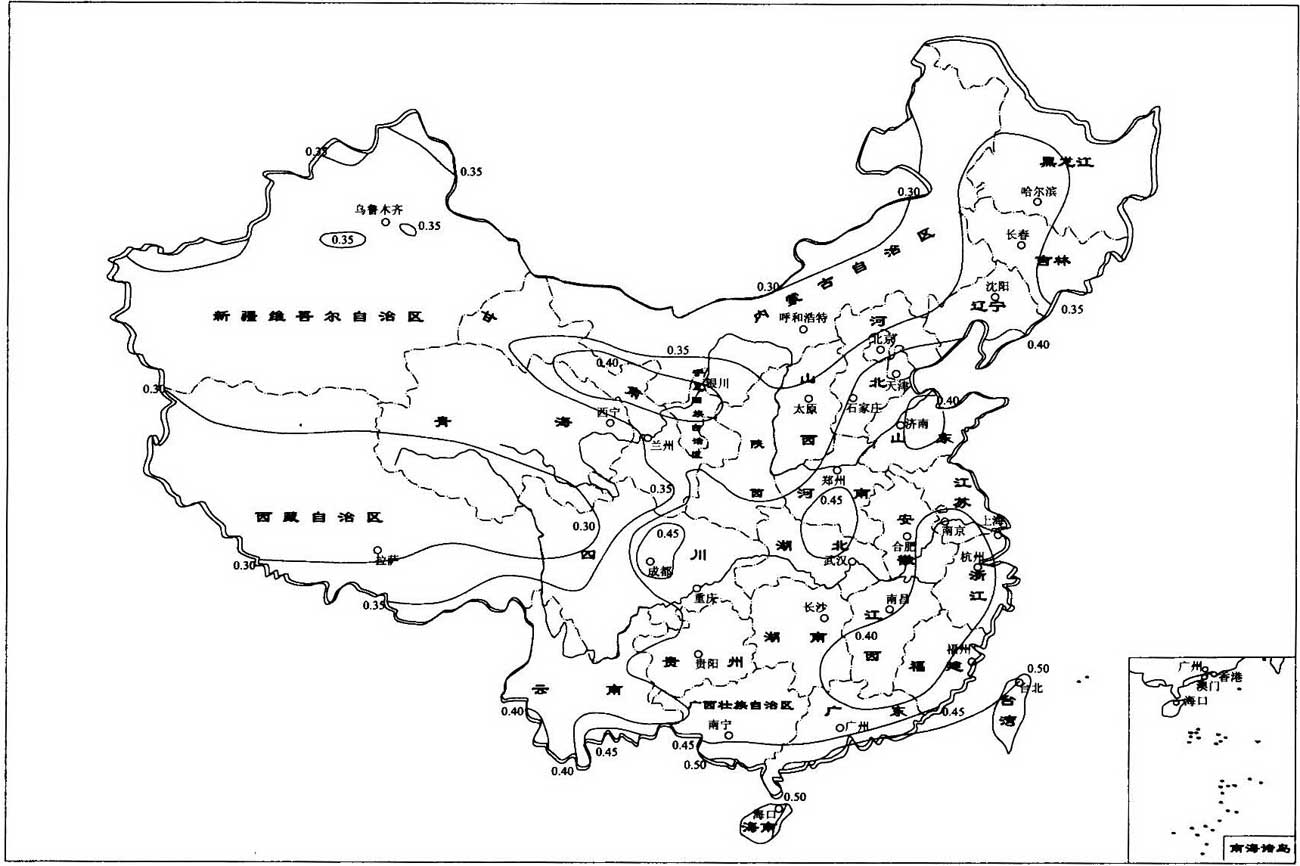
表E.4.1-2 重现期转换系数（Cp）表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 地区 | 重现期P（年） | | | |
| 3 | 5 | 10 | 15 |
| 海南、广东、广西、云南、贵州、四川东、湖南、湖北、福建、江西、安徽、江苏、浙江、上海、台湾 | 0.86 | 1.00 | 1.17 | 1.27 |
| 黑龙江、吉林、辽宁、北京、天津、河北、山西、河南、山东、四川、重庆、西藏 | 0.83 | 1.00 | 1.22 | 1.36 |
| 内蒙古、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆（非干旱区） | 0.76 | 1.00 | 1.34 | 1.54 |
| 内蒙古、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆（干旱区，约相当于5年一遇10mm降雨强度小于0.5mm/min 的地区） | 0.71 | 1.00 | 1.44 | 1.72 |

表E.4.1-3 降雨历时转换系数（Ct）表

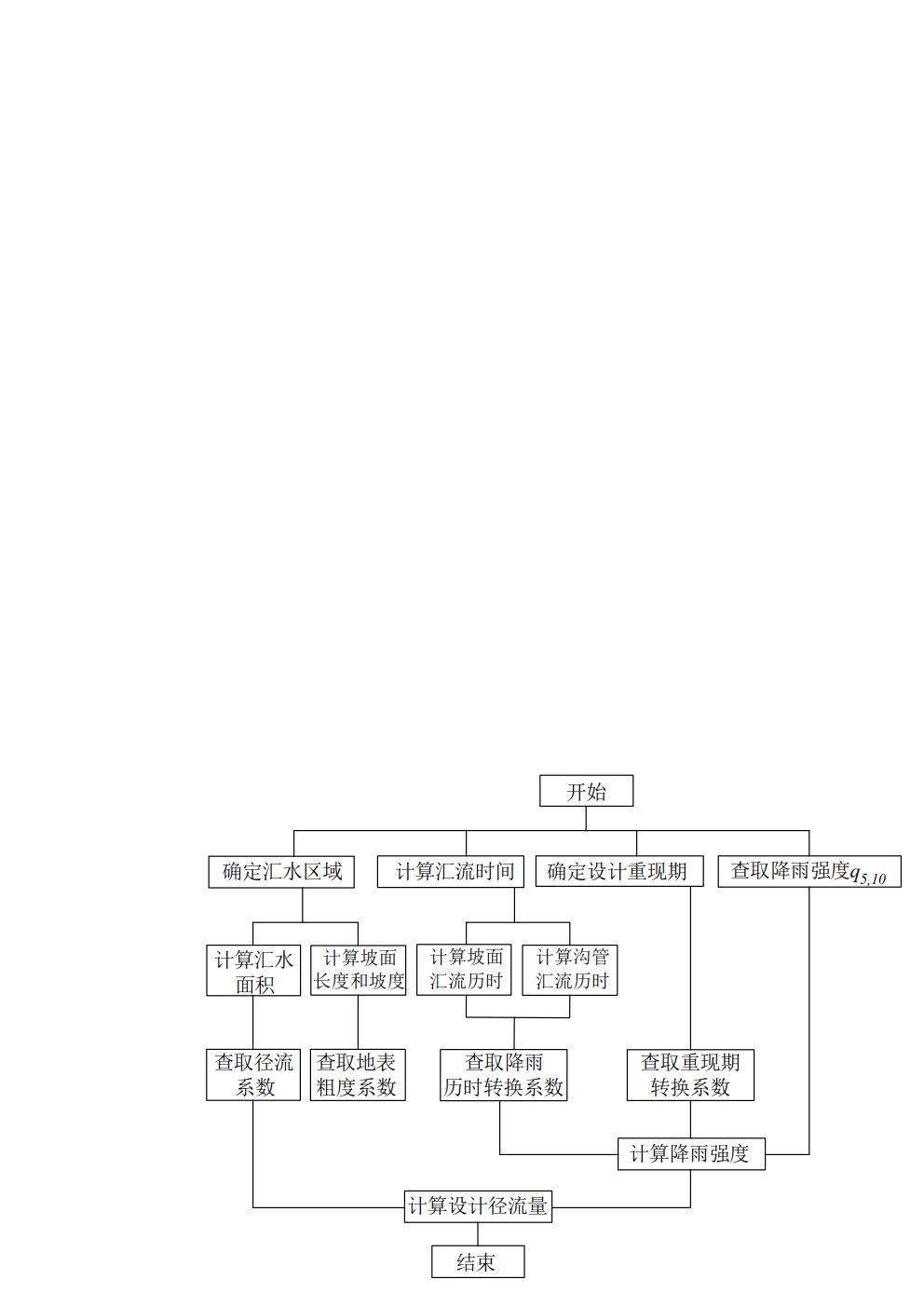
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C60 | 降雨历时t（min） | | | | | | | | | | |
| 3 | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 90 | 120 |
| 0.30 | 1.40 | 1.25 | 1.00 | 0.77 | 0.64 | 0.50 | 0.40 | 0.34 | 0.30 | 0.22 | 0.18 |
| 0.35 | 1.40 | 1.25 | 1.00 | 0.80 | 0.68 | 0.55 | 0.45 | 0.39 | 0.35 | 0.26 | 0.21 |
| 0.40 | 1.40 | 1.25 | 1.00 | 0.82 | 0.72 | 0.59 | 0.50 | 0.44 | 0.40 | 0.30 | 0.25 |
| 0.45 | 1.40 | 1.25 | 1.00 | 0.84 | 0.76 | 0.63 | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.34 | 0.29 |
| 0.50 | 1.49 | 1.25 | 1.00 | 0.87 | 0.80 | 0.68 | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.39 | 0.33 |

图E.4.1-2 中国60min降雨强度转换系数（C60）等值线图



**E.4.2** 永久截（排）水沟设计排水流量计算应按下列流程（图E.4.2）进行计算，并应符合下列要求：

图E.4.2 截（排）水沟设计排水流量计算流程框图



1 降雨历时应取设计控制点的汇流时间，其值为汇水区最远点到排水设施处的坡面汇流历时t1与在沟（管）内的沟（管）汇流历时t2之和。当路面有表面排水要求时，可不计沟（管）内的汇流历时t2。

    2 坡面汇流历时可按下式计算：

t1=1.445（m1Ls/is1/2）0.467    （E.4.2-1）

式中：t1—坡面汇流历时（min）；  
          Ls—坡面流的长度（m）；  
          is—坡面流的坡降，以小数计；  
          m1—地面粗度系数，可按地表情况查表E.4.2-1确定。

表E.4.2-1 地面粗度系数m1参考值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 地表状况 | 粗度系数 | 地表状况 | 粗度系数 |
| 光滑的不透水地面 | 0.02 | 牧草地、草地 | 0.40 |
| 光滑的压实地面 | 0.10 | 落叶树林 | 0.60 |
| 稀疏草地、耕地 | 0.20 | 针叶树林 | 0.80 |

     3 计算沟（管）内汇流历时t2时，先在断面尺寸、坡度变化点或者有支沟（支管）汇入处分段，应分别计算各段的汇流历时后再叠加而得，并应按下式计算：

   t2=∑[*l*i/（60*v*i）]   （E.4.2-2）

 式中：t2—沟（管）内汇流历时（min）；

          n、i—分段数和分段序号；

          li—第i段的长度（m）；

          vi—第i段的平均流速（m/s）。

        1）沟（管）平均流速v按下列公式计算：

*v*=R2/3I1/2/*n*   （E.4.2-3）

 R=E/X   （E.4.2-4）

式中：n—沟壁（管壁）的粗糙系数，按表E.4.2-2确定；

          R—水力半径（m）；

          X—过水断面湿周（m）；

          I—水力坡度，可取沟（管）的底坡，以小数计。

表E.4.2-2 排水沟（管）壁的粗糙系数（n值）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 排水沟（管）类别 | 粗糙系数 | 排水沟（管）类别 | 粗糙系数 |
| 塑料管（聚氯乙烯） | 0.010 | 植草皮明沟（*v*=1.8m/s） | 0.050～0.090 |
| 石棉水泥管 | 0.012 | 浆砌石明沟 | 0.025 |
| 铸铁管 | 0.015 | 浆砌片石明沟 | 0.032 |
| 波纹管 | 0.027 | 水泥混凝土明沟（抹面） | 0.015 |
| 岩石质明沟 | 0.035 | 水泥混凝土明沟（预制） | 0.012 |
| 植草皮明沟（*v*=0.6m/s） | 0.035～0.050 |  |  |

2）沟（管）平均流速v也可采用下式估算：

*v*=20 *i*g 0.6    （E.4.2-5）

式中：ig—该段排水沟（管）的平均坡度。

**E.4.3** 黄土高原或具备超渗产流条件的梯田工程，其坡面截排水沟设计流量计算可按下式计算：

*Q*=*F*（Ir-Ip）/6  （E.4.3）

式中：Q—设计最大流量（m3/s）；

          Ir—设计频率短历时暴雨（mm/min）；

          Ip—相应时段土壤平均入渗强度（mm/min）；

          F—坡面汇水面积（hm2）。

# 附录F 工程扰动土地主要适宜树(草)种表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域或植被类型区 | 耐旱 | 耐水湿 | 耐盐碱 | 沙化（北方及沿海）、石漠化（西北） |
| 东北 | 辽宁桤木、蒙古栎、黒桦、白榆、山杨；胡枝子、山杏、文冠果、锦鸡儿、枸杞；狗牙根、紫花苜蓿、爬山虎\* | 兴安落叶松、偃松、红皮云杉、柳、白桦、榆树 | 青杨、樟子松、榆树、红皮云杉、红瑞木、火炬树、丁香、旱柳；紫穗槐、枸杞；芨芨草、羊草、冰草、沙打旺、紫花苜蓿、碱茅、鹅冠草、野豌豆 | 樟子松、大叶速生槐、花棒、杨柴、柠条锦鸡儿、小叶锦鸡儿；沙打旺、草木樨、芨芨草 |
| 三北 | 侧柏、枸杞、柠条、沙棘、梭梭、柽柳、胡杨、花棒、杨柴、胡枝子、沙柳、沙拐枣、黄柳、樟子松、文冠果、沙蒿；高羊茅、野牛草、紫苜蓿、紫羊茅、黄花菜、五芒雀麦、沙密、爬山虎\* | 柳树、柽柳、沙棘、胡杨、香椿、臭椿、旱柳 | 柽柳、旱柳、沙拐枣、银水牛果、胡杨、梭梭、柠条、紫穗槐、枸杞、白刺、沙枣、盐爪爪、四翅滨藜；芨芨草、盐蒿、芦苇、碱茅、苏丹草 | 樟子松、柠条、沙刺、沙木蓼、花棒、踏朗、梭梭霸王；沙打旺、草木樨、芨芨草 |
| 黄河流域 | 侧柏、柠条、沙棘、旱柳、柽柳、爬山虎\* | 柳树、柽柳、沙棘、旱柳、刺柏 | 柽柳、四翅滨藜、柠条、沙棘、沙枣、盐爪爪 | 侧柏、刺槐、杨树、沙棘、柠条、柽柳、杞柳；沙打旺、草木樨 |
| 北方 | 侧柏、油松、刺槐、青杨；伏地肤、沙棘、柠条、枸杞、爬山虎\* | 柳树、柽柳、沙棘、旱柳、构树、杜梨、垂柳、钻天杨、红皮云杉 | 柽柳、四翅滨藜、银水牛果；伏地肤、紫穗槐 | 樟子松、旱柳、荆条、紫穗槐、草木樨 |
| 长江流域 | 侧柏、马尾松、野鸭椿、白皮松、木荷、沙地柏多变小冠花、金银花\*、爬山虎\* | 柳树、水杉、池杉、落羽杉、冷杉、红豆杉、芒草 | 南林895杨、乌柏、落羽杉、墨西哥落羽杉、中山杉、双穗雀稗、香根草、芦竹、杂三叶草 | 南林895杨、马尾松、云南松、干香柏、苦刺花、蔓荆；印度豇豆 |
| 南方 | 侧柏、马尾松、黄荆、油茶、青檀、香花槐、藜蒴、桑树、杨梅；黄栀子、山毛豆、桃金娘；假俭草、白喜草、狗牙根、糖蜜草、铁线莲\* 、爬山虎\*、五叶地锦\*、鸡血藤 | 水杉、池杉、落羽杉、樟树、木麻黄、水翁、湿地松、榕树、大叶按；铺地黎、芒草 | 木麻黄、南洋杉、柽柳、红树、椰子树、棕榈；苇状羊茅、苏丹草 | 球花石楠、干香柏、旱冬瓜、云南松、木荷、黄连木、清香木、火棘、化香常绿假丁香、苦刺花、降香黄檀；任豆；象草、香根草、五叶地锦\*、常春油麻藤\* |
| 热带 | 榆绿木、大叶相思、多花木兰、木豆、山楂、澜沧栎；假俭草、白喜草、狗牙根、糖蜜草、爬山虎\*、五叶地锦\* | 青梅、枫杨、水杉、喜树、长叶竹柏、长蕊木兰、长柄双花木 | 木麻黄、柽柳、红树、椰子树、棕榈 | 砂糖椰、紫花跑泡桐、直干桉、任豆、顶果木、枫香、柚木 |

注：“\*”为攀缘植物。

# 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表述很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条文许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表述有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明按其他有关标准执行的写法为：“应符合......的规定”或“应按......执行”。

# 引用标准名录

《岩土工程勘察规范》GB50021

《水土保持工程设计规范》GB51018

《冶金矿山排土场设计规范》GB51119

《有色金属矿山排土场设计准》GB50421