

ICS 编号
CCS 编号

团体标准

T/CHES XXX—20XX

水库区抬填工程技术规程

(征求意见稿)

Technical code for filled ground in reservoir

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

前 言

按照中国水利学会团体标准编制工作安排，依据《工程建设标准编写规定》（建标〔2008〕182号）的要求，经规程编制组广泛调查研究，认真总结水库区抬填工程实践经验，在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本标准共分10章和4个附录，主要内容包括：总则、术语与符号、基本规定、工程设计标准、工程地质勘察、农田用地抬填工程设计、建设用地抬填区设计、护岸防护工程设计、工程施工、质量控制与验收等。

本标准批准部门：中国水利学会

本标准主持机构：中国水利学会

本标准主编单位：长江三峡勘测研究院有限公司（武汉）

长江勘测规划设计研究有限责任公司

本标准参编单位：中铁水利水电规划设计集团有限公司

黑龙江省水利水电勘测设计研究院

中水珠江勘测规划设计有限公司

安徽省水利水电勘测设计研究总院有限公司

海南宏生勘测设计有限公司

河南省水利勘测有限公司

吉林省水利水电勘测设计研究院

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人员：李会中 刘国栋 张建华 赵海丰 周光涛

罗 飞 陈启军 李红星 张贻火 郝文忠

徐 东 张志敏 卢长伟 郑文晓 贾 静

秦紫东 付 琛 金 丹 鲁志春 石 凯

曾玲玲 王先忠 刘洪铖 蔡方昕 毛 然

杨 威 李景山

本标准技术内容审查人：

本标准体例格式审查人：

本规程由中国水利学会负责管理，长江三峡勘测研究院有限公司（武汉）负责具体技术内容的解释，在执行过程中，如有意见和建议，请及时反馈给中国水利学会（通信地址：北京市西城区白广路二条16号中国水利学会；邮政编码：100053；电话：010-63204693；电子邮箱：slxhttbz2020@163.com），以供今后修订时参考。

目 次

前 言	1
目 次	1
1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符 号	2
3 基本规定	3
4 工程设计标准	4
4.1 防护等级	4
4.2 防洪标准	4
4.3 灌溉与排水标准	4
5 工程地质勘察	5
5.1 一般规定	5
5.2 抬填场地	5
5.3 天然建筑材料	8
5.4 成果编制	9
6 农田用地抬填工程设计	11
6.1 一般规定	11
6.2 基本资料收集	11
6.3 抬填范围和高程	12
6.4 土层结构设计	13
6.5 田间工程设计	13
7 建设用地抬填工程设计	16
7.1 一般规定	16
7.2 抬填范围和高程	16
7.3 原场地地基处理	16
7.4 垫高填筑设计	17
7.5 截排水设计	19
7.6 监测工程设计	20

8 护岸工程设计	22
8.1 一般规定	22
8.2 护岸设计	22
8.3 护岸填筑工程设计	23
8.4 监测工程设计	23
9 工程施工	25
9.1 一般规定	25
9.2 原场地地基处理	25
9.3 农田用地抬填工程施工	25
9.4 建设用地抬填工程施工	26
9.5 护岸工程施工	26
10 质量检验与验收	27
10.1 一般规定	27
10.2 质量检验	27
10.3 工程验收	28
附录 A 不同类型抬填料毛细水上升高度表	29
附录 B 农田用地抬填结构示意图	30
附录 C 浸没影响计算	31
附录 D 抬填工程质量控制标准	37
本标准用词说明	39
引用标准名录	40
条文说明	41
1 总 则	41
3 基本规定	42
4 工程设计标准	44
4.1 防护等级	44
4.2 防洪标准	44
4.3 灌溉与排水标准	44
5 工程地质勘察	45
5.1 一般规定	45
5.2 抬填场地	45

5.3 天然建筑材料	48
6 农田用地抬填工程设计	50
6.1 一般规定	50
6.2 基本资料收集	50
6.3 抬填范围和高程	50
6.4 土层结构设计	50
6.5 田间工程设计	51
7 建设用地抬填区设计	52
7.1 一般规定	52
7.2 抬填范围和高程	52
7.3 原场地地基处理	53
7.4 垫高填筑设计	53
7.5 截排水设计	53
8 护岸工程设计	55
8.1 一般规定	55
8.2 护岸设计	55
8.3 护岸防护填筑工程设计	55
9 工程施工	57
9.1 一般规定	57
10 质量检验与验收	58
10.2 质量检验	58
附录 A	59
附录 C	60

1 总 则

1.0.1 为明确和规范水库区抬填工程勘察、设计、施工及验收等技术要求，保证抬填工程建设质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于水库淹没区、浸没区农田用地抬填工程 and 建设用地抬填工程的勘察、设计、施工及验收工作。

1.0.3 抬填工程应以征地移民安置规划大纲、征地移民安置规划设计专题报告等为主要依据，并与城乡、交通、农业等国土空间规划相协调。

1.0.4 抬填工程建设应坚持社会经济发展、土地资源高效利用、生态环保、因地制宜的原则，推荐采用安全可靠、经济实用的新技术、新工艺、新材料、新设备。

1.0.5 抬填工程建设除应符合本标准外，尚应符合国家现行标准的有关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 抬填工程

指将水库淹没、浸没区通过回填垫高、护岸防护等措施，形成满足农田用地或建设用地稳定性和功能性要求的工程。

2.1.2 抬填结构

抬填工程中消除淹没和浸没影响，满足耕作或建设场地要求的填土结构。

2.1.3 耕作层

能满足农作物生长需求，具有一定肥力的土层。

2.1.4 保水层

位于耕作层以下，能减少耕作层水分下渗的弱-微透水黏性土层。

2.1.5 过渡层

位于保水层和垫高层之间，能隔断毛细水上升、防止保水层流失，具有一定颗粒级配的砂砾石层。

2.1.6 垫高层

位于抬填土层结构最下层，用于抬升和整平抬填区的填筑层。

2.1.7 田间工程

指为了满足农田耕作需要而建设的农田灌排系统、田间路网工程及农田防护工程等工程设施。

2.2 符号

$H_{淹}$ —淹没区抬田设计高程 (m)；

$H_{正常}$ —水库正常蓄水位 (m)；

$D_{毛细水上升高度}$ ——填土的毛细水上升高度 (m)；

$D_{作物根系深度}$ ——作物根系深度 (m)；

$D_{过渡层}$ ——过渡层厚度 (m)；

$D_{保水层}$ ——保水层厚度 (m)；

$D_{耕作层}$ ——耕作层厚度 (m)；

$H_{浸}$ —浸没区抬田设计高程 (m)；

$H_{浸没}$ —正常蓄水位时浸没区地下水位；

H_{cr} ——浸没地下水埋深临界值 (m)；

$H_{地}$ —设计洪水标准时抬填区稳定 (壅高) 地下水位 (m)；

H_k' —抬填土的毛细水上升高度(m)；

H_k —抬填土及场地土的毛细水上升高度(m)。

3 基本规定

3.0.1 抬填工程建设方案应根据移民安置规划大纲和征地移民安置规划设计专题报告、水库调度、地形地质条件，结合施工条件、社会经济状况，经技术经济比较后综合分析确定。

3.0.2 抬填工程建设应符合下列原则：

1 抬填工程选址宜优先选择水库浸没区和浅淹没区。

2 抬填工程设计应满足场地稳定性的要求，充分利用有利地形地质条件，选择平缓开阔、岸坡稳定的滩岸，避开滑坡、泥石流等不良地质体及影响区。

3 抬填工程设计应满足农田或建设场地功能性的要求，兼顾水库及抬填区周边生态、景观要求。

3.0.3 抬填工程勘察设计应在充分搜集抬填区及相关区域气象水文、地形地质、土壤、生态环境、自然灾害、社会经济、基础设施、国土空间规划等资料的基础上开展。

3.0.4 抬填工程设计宜分为初步设计和施工图设计两个阶段，地质勘察应与设计阶段相适应。

1 初步设计阶段应初步确定抬填范围、高程、地基处理方式、土层结构、护岸型式及布置、抬填区截排水布置、抬填料要求及料场开采规划等。

2 施工图设计阶段应复核抬填范围、高程，进行地基处理、土层结构、截排水、护岸、料场开采等工程设计。

3 抬填工程勘察设计报告编制宜符合《水利水电工程地质勘察资料整编规程》SL 567和《水利水电工程初步设计报告编制规程》SL/T 619的相关要求。

3.0.5 抬填工程设计应包括山洪沟治理、抬填区设计、护岸等设计内容。

1 山洪沟治理应符合《山洪沟防洪治理工程技术规范》SL/T 778的规定。

2 抬填区设计分为农田区抬填设计和建设用地抬填区设计，建设用地抬填区拟建建（构）筑物勘察设计应按照相应标准另行开展工作。

3 护岸设计指临库岸坡的设计，应综合考虑场地地形地质条件、荷载分布、施工机械设备及填料性质和来源等因素。

3.0.6 抬填工程施工应详细分析影响施工安全的因素、制定相应的安全文明施工措施，按设计要求分层填筑、分层压（夯）实、分层检测，并重视施工地质和安全监测工作。

3.0.7 抬填工程质量检验和验收应按分部工程、单位工程进行，并应符合《水利水电建设工程验收规程》SL 223 的规定。

4 工程设计标准

4.1 防护等级

4.1.1 抬填体上受影响对象的防护等级应根据类别、规模，按照《防洪标准》GB 50201、《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252 和区域防洪规划的规定确定。

4.1.2 抬填工程按功能划分为多个分区时，各个分区的防护等级应分别确定。当同一分区内涉及到多项功能时，应按照最高的防护等级确定。

4.2 防洪标准

4.2.1 水库区农田用地抬填工程的防洪标准应根据其功能按照《防洪标准》GB 50201 和区域防洪规划的规定执行。

4.2.2 水库区建设用地抬填工程的防洪标准应根据其功能按照《防洪标准》GB 50201 和区域防洪规划的规定执行。

4.2.3 防洪标准应与防护对象相协调，抬填区涉及不同建筑物级别时，应按照最高建筑物级别确定防洪标准。

4.3 灌溉与排水标准

4.3.1 农田用地抬填区灌溉和排水标准应按照《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288 的规定执行。

4.3.2 建设用地抬填区排水标准应按照相应建筑物设计规范的规定执行。

5 工程地质勘察

5.1 一般规定

5.1.1 抬填工程勘察应包括抬填场地勘察和天然建筑材料勘察。初步勘察应满足初步设计的要求；详细勘察应满足施工图设计的要求。天然建筑材料勘察宜按设计阶段分别进行初查和详查。

5.1.2 抬填场地勘察应根据抬填工程的类型、建设用地重要性，结合场地地质条件复杂程度按表 5.1.2-1 确定勘察等级，场地地质条件的复杂程度等级划分应按表 5.1.2-2 确定。

表 5.1.2-1 抬填场地勘察等级划分

勘察等级	工程类型	建设用地重要性	场地地质条件复杂程度
甲级	建设用地	特别重要	一级、二级、三级
		重要	一级
乙级	建设用地	重要	二级、三级
		比较重要、一般	一级
	农田用地		一级
丙级	建设用地	比较重要、一般	二级、三级
	农田用地		二级、三级

表 5.1.2-2 抬填场地的复杂程度等级划分

复杂等级	复杂程度	场地地质条件
一级	复杂场地	地震设防烈度等于或大于 8 度，分布有地震液化可能性土层或软弱土层； 地形地貌复杂； 不良地质作用强烈发育； 地质环境已经或可能受到强烈破坏。
二级	中等复杂场地	地震设防烈度等于 7 度，分布有地震液化可能性土层或软弱土层； 地形地貌较复杂； 不良地质作用一般发育； 地质环境已经或可能受到一般破坏。
三级	一般场地	地震设防烈度等于或小于 6 度； 地形地貌简单； 不良地质作用不发育； 地质环境基本未受破坏。

注：从一级，向二级、三级推定，以最先满足的为准。

5.1.3 天然建筑材料勘察初步设计阶段应达到初查深度，施工图设计阶段应达到详查深度，并满足《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL251 的相关要求。

5.1.4 抬填工程勘察应在充分搜集利用水库工程前期勘察成果的基础上进行，前期勘察成果主要包括枢纽区、水库区、移民安置区等地质勘察资料。

5.2 抬填场地

5.2.1 初步勘察阶段勘察应包括下列内容：

1 初步查明场地基本地质条件，主要包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质现象等。

2 初步查明影响抬填方案比选的场地工程地质条件及主要工程地质问题，提出抬填工程地质建议，为抬填工程方案比选提供地质依据。

3 初步查明场地可直接利用或改造后可作为耕作层的表层土的范围、结构、厚度、物质组成、物理化学特性、渗透特性等。

4 结合前期地质勘察资料初步查明场地及外围滑坡、崩塌、危岩、冲沟、泥石流、坍岸、岩溶等不良地质现象的分布范围及规模，分析其对场地稳定性的影响。

5 应对场地地震效应做出初步评价。

6 初步判定水和土对建筑结构的腐蚀性。

7 分析评价抬填工程临库岸坡稳定性，提出防护建议。

8 进行场地稳定性和工程建设适宜性评价。

5.2.2 详细勘察阶段勘察应包括下列内容：

1 查明场地基本地质条件，主要包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质作用、岩土层的物理力学性质及渗透特性指标等。

2 查明推荐抬填场地工程地质条件及工程地质问题，进行抬填场地环境工程地质评价和地质灾害预测，提出防治措施建议。

3 查明场地可直接利用或改造后可作为耕作层的表层土的范围、结构、厚度、物质组成、物理化学特性、渗透特性等，为其处理与利用提供依据。

4 进行场地地震效应评价，并提出处理建议。

5 判定水和土对建筑结构的腐蚀性。

6 结合建（构）筑物的类型和布置，查明其工程地质条件及存在的工程地质问题，进行工程地质评价，提出处理建议。

5.2.3 勘察方法除应满足 GB 50487、SL 55 的规定外，还应符合下列规定：

1 工程地质测绘比例尺应根据勘察阶段及等级按表 5.2.3-1 确定，测绘范围为工程边线外 200~500m。当场地附近存在影响工程安全的不良地质作用时，测绘范围应扩大，必要时进行专门性的地质测绘工作。

表 5.2.3-1 抬填场地工程地质测绘比例尺选择

勘察阶段	勘察等级	地质测绘比例尺
初步勘察	甲级	1:2000~1:1000
	乙级	1:5000~1:2000
	丙级	
详细勘察	甲级	1:1000~1:500
	乙级、丙级	1:2000~1:1000

2 物探剖面宜结合勘探线布置，并应根据勘探目地、地形地质条件、岩土体物理特性采用综合方法探测抬填场地地层结构、岩体风化程度、隐伏构造、岩溶、土洞规模等。

3 抬填场地工程勘探布置应符合下列规定：

- 1) 勘探线宜垂直于斜坡走向布置，勘探线长度应大于抬填区范围。
- 2) 勘探线间距可根据勘察阶段、等级及工程类型按表5.2.3-2确定，且勘探线不应少于3条。

表 5.2.3-2 抬填场地工程勘探线间距

勘察阶段	勘察等级	勘探线间距 (m)	
		农田用地	建设用地
初步勘察	甲级	/	300~400
	乙级	500~800	400~500
	丙级	800~1000	500~700
详细勘察	甲级	/	100~200
	乙级	300~500	200~300
	丙级	500~800	300~500

3) 勘探点间距可根据勘察阶段、等级及工程类型按表5.2.3-3确定，且每条勘探线上勘探点不应少于3个。

表 5.2.3-3 抬填场地工程勘探点间距

勘察阶段	勘察等级	勘探点间距 (m)	
		农田用地	建设用地
初步勘察	甲级	/	150~200
	乙级	300~500	200~300
	丙级	500~800	300~400
详细勘察	甲级	/	100~150
	乙级	200~300	>150
	丙级	300~500	

4) 每个地貌单元和不同地貌单元交接部位应布置勘探点，岩溶、土洞、特殊性岩土等地质条件复杂的部位，应适当加密勘探点。对影响场地稳定性的不良地质作用需要进行专门治理，应按现行有关勘察规范执行。

5) 控制钻孔与一般钻孔在平面上宜均匀布置，且每个地貌单元均宜设控制钻孔。控制性钻孔占比应根据勘察阶段及等级按表5.2.3-4确定。

表 5.2.3-4 抬填场地工程地质勘察控制性钻孔数量

勘察阶段	勘察等级	控制性钻孔占比
初步勘察	甲级、乙级	1/4
	丙级	1/6
详细勘察	甲级、乙级	不少于 1/3，且不少于 1 孔
	丙级	不少于 1/5，且不少于 1 孔

6) 田间工程建（构）筑物勘察参考《中小型水利水电工程地质勘察规范》（SL 55-2005）和《公

路工程地质勘察规范》(JTG C20-2011), 农田用地抬填护岸工程勘察参考《水利水电工程边坡设计规范》(SL386-2007)。

7) 建设用地抬填护岸工程勘察参考《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001) 或《市政工程勘察规范》(CJJ 56-2012)。

4 勘探点深度应符合下列规定:

1) 勘探点深度应满足查明场地稳定性和控制沉降计算深度的要求。

2) 基岩场地一般性钻孔宜进入强风化 3~5m, 控制性钻孔应钻至弱风化地层 3~5m。

3) 土质场地一般性钻孔深度宜为填筑厚度的 1~2 倍, 控制性钻孔深度应为填筑厚度的 2~3 倍或进入基岩 3~5m。

4) 当预定深度内有软弱土层时, 勘探孔深度应适当增加, 控制性勘探孔应穿透软弱土层。

5 原位测试和试验应符合下列规定:

1) 宜结合钻孔分层进行标准贯入或动力触探、旁压、注水、压水等原位测试。初勘和详勘阶段每一主要岩土层原位测试数量不宜少于 6 个, 当采用连续记录的静力触探或动力触探为主要勘察手段时, 每个场地原位测试钻孔数量不应少于 3 个。

2) 应分层采取岩土样进行物理性质试验和力学性质试验, 试验项目宜根据场地岩土体的实际条件确定, 对于特殊岩土尚应进行判别指标和强度指标试验。初勘阶段每一主要岩(土)层的试验累计有效组数分别不宜少于 6 组, 详勘阶段每一主要岩(土)层的试验累计有效组数分别不宜少于 12 组。

3) 浸没区应进行毛细水上升高度现场试验。

5.3 天然建筑材料

5.3.1 天然建筑材料包括抬填料、混凝土骨料、块石料等, 抬填料包括垫高层、过渡层、保水层和耕作层等。

5.3.2 天然建筑材料料场选择宜在搜集、分析已有勘察成果的基础上, 优先选择抬填区和水库淹没范围内的料场。

5.3.3 水库区淹没范围内天然建筑材料料场距防护工程坡脚应有一定的安全距离, 宜选在防护工程坡脚管理范围以外, 并大于预测塌岸宽度。

5.3.4 天然建筑材料的勘察内容、方法、工作布置及取样试验等应符合 SL 251 的规定。

5.3.5 天然建筑材料的储量应满足 SL 251 第 3.0.8 和 3.0.9 条的规定。

5.3.6 天然建筑材料质量评价应满足下列要求:

1 天然建筑材料的适用性应根据质量技术指标、设计要求及工程经验等进行综合评价。

2 农田耕植土质量技术指标宜符合表 5.3.6-1 的规定。

表 5.3.6-1 耕植土料质量技术指标

序号	项目	评价指标	备注
1	最大颗粒粒径	<5mm	高标准农田<2mm

2	黏粒含量	10%~50%	
3	PH 值	5.0-8.0	
4	有机质含量 (%)	≥1	
5	电导率	≤2	
6	水溶盐含量 (易溶盐、中溶盐, 按质量计)	≤3	

3 农田保水层料质量技术指标宜符合表 5.3.6-2 的规定。

表 5.3.6-2 保水层料质量技术指标

序号	项目	评价指标
1	最大颗粒粒径	<60mm
2	>5mm 颗粒含量	≤10%
3	塑性指数(10mm)	10~20
4	渗透系数 (击实后)	<1×10 ⁻⁴ cm/s
5	水溶盐含量 (易溶盐、中溶盐, 按质量计)	≤3%
6	PH 值	5.0~8.0

4 过渡层填筑料宜采用的填筑物为粗砂及以上的粗粒土, 并进行击实后毛细管上升高度测试工作, 其质量技术指标宜符合表 5.3.6-3 的规定。

表 5.3.6-3 过渡层填筑料质量技术指标

序号	项目	评价指标
1	紧密密度 (g/cm ³)	>2
2	内摩擦角 (击实后) / (°)	>30
3	含泥量 (粉粒、粘粒)	<3%
4	最大颗粒粒径	<150mm 或碾压铺土厚度的 2/3
5	颗粒级配	Cu≥5; 1≤Cc≤3
6	渗透系数 (击实后)	≥1×10 ⁻³ cm/s

5 垫高层填筑料质量评价应根据种类、用途符合设计有关要求, 应满足 SL251 中的相关规定。

6 混凝土骨料、块石料等应满足 SL 251 的相关规定。

5.4 成果编制

5.4.1 抬填工程各阶段勘察工作结束后, 应提交工程地质勘察报告。

5.4.2 工程地质勘察报告应包括正文和附图。

1 勘察报告正文应包括绪言、地质概况、分区工程地质条件、主要工程地质问题分析与评价、天然建筑材料、结论与建议等。

2 勘察报告附图应包括抬填区综合地质图、专门性问题工程地质图、典型工程地质剖面图或平切图、专门性问题工程地质剖面图或平切图、天然建筑材料产地分布图、各料场综合成果图等。

6 农田用地抬填工程设计

6.1 一般规定

6.1.1 农田用地抬填区农田建成后, 应达到土地平整、配套完善、生态良好、抗灾能力强, 与现代农业生产和经营模式相适应。

6.1.2 抬填区农田建设应根据当地的自然条件、社会条件、经济条件和技术支撑条件, 因地制宜、科学合理选择抬填设计方案, 应兼顾经济适用和技术示范。

6.1.3 农田抬填区涉及的地类按照《土地利用现状分类》GB/T 21010 规定执行。

6.1.4 抬填后耕地质量等别应不低于建设前的等别, 耕地质量等别评定应按照《农用地质量分等规程》GB/T 28407 规定执行。

6.1.5 农田区抬填设计包括抬填区场地整治、地表土层处置、抬填土层结构等。

6.1.6 农田用地抬填工程设计工作深度和内容应符合下列规定:

1 初步设计阶段应确定抬填范围、高程, 进行抬填土层结构和田间工程设计, 提出抬填料类型、数量和质量要求, 选定料场等。

2 施工图设计阶段在初步设计阶段基础上, 复核抬填范围、高程, 进行抬填土层结构和田间工程详细设计, 制定料场开采规划等。

6.2 基本资料收集

6.2.1 农田用地抬填工程设计宜充分搜集利用水库工程、抬填区现状等资料。

6.2.2 水库工程资料宜包括下列内容:

1 水库工程地理位置、淹没及浸没范围、功能与作用、工程规模及布置、特征水位、运行调度方式、移民安置规划大纲和征地移民安置规划设计专题报告、建设进度等基本资料。

2 水库库区地类地形图(1:5000~1:2000)、土地利用现状图等。

6.2.3 抬填区现状资料宜包括下列内容:

1 抬填区1:2000~1:1000地形图及控制成果。

2 抬填区及邻近区域历年、逐日降雨和蒸发等气象资料, 灌溉排水等资料。

3 抬填区及取土区的土壤分布图、剖面图及土壤的物理化学特性等资料。

4 抬填区行政区划、面积、人口、户数及其农业人口和劳动力情况, 农业总产值、人均收入等社会经济资料。

5 抬填区水利、交通、通讯、电力设施等基础设施资料。

6 农业生产水平、农业灾害和农业发展规划等资料。

6.3 抬填范围和高程

6.3.1 农田用地抬填范围应按照水库移民安置规划大纲和征地移民安置规划设计专题报告确定,可分为淹没区抬填和浸没区抬填。

6.3.2 淹没区农田设计高程确定应符合下列规定:

1 考虑作物根系深度时,水库淹没区抬填高程按下式计算:

$$H_{\text{淹}}=H_{\text{正常}}+D_{\text{毛细水上升高度}}+D_{\text{作物根系深度}}$$

$H_{\text{淹}}$ —淹没区抬田设计高程 (m);

$H_{\text{正常}}$ —水库正常蓄水位 (m);

$D_{\text{毛细水上升高度}}$ —填土的毛细水上升高度 (m);

$D_{\text{作物根系深度}}$ —宜根据作物种类确定,无资料时可参考附录C执行。

2 考虑抬填土层结构设计时,水库淹没区抬填高程按下式计算:

$$H_{\text{淹}}=H_{\text{正常}}+D_{\text{过渡层}}+D_{\text{保水层}}+D_{\text{耕作层}}$$

$H_{\text{淹}}$ —淹没区抬田设计高程 (m);

$H_{\text{正常}}$ —水库正常蓄水位 (m);

$D_{\text{过渡层}}$ —过渡层厚度 (m);

$D_{\text{保水层}}$ —保水层厚度 (m);

$D_{\text{耕作层}}$ —耕作层厚度 (m)。

3 对计算得出的淹没区抬田设计高程与库区正常蓄水位+0.5m或库区5年一遇洪水淹没高程进行比较,取高者。

6.3.3 浸没区农田设计高程应根据不同抬填区块浸没治理标准确定,应符合下列规定:

1 考虑作物根系深度时,水库淹没区抬填高程按下式计算:

$$H_{\text{浸}}=H_{\text{浸没}}+H_{\text{cr}}$$

$$H_{\text{cr}}=D_{\text{毛细水上升高度}}+D_{\text{作物根系深度}}$$

$H_{\text{浸}}$ —浸没区抬田设计高程 (m);

$H_{\text{浸没}}$ —正常蓄水位时浸没区地下水位。

H_{cr} —浸没地下水埋深临界值 (m),地下水埋深临界值计算可参考附录C执行。

2 根据毛细水上升高度、浸没区现状地面高程等因素综合确定是否设置过渡层,当毛细水上升高度较大,宜设置过渡层,水库浸没区抬填高程按下式计算:

$$H_{\text{浸}}=H_{\text{浸没}}+D_{\text{过渡层}}+D_{\text{保水层}}+D_{\text{耕作层}}$$

$H_{\text{浸}}$ —浸没区抬田设计高程 (m);

$H_{\text{浸没}}$ —正常蓄水位时浸没区地下水位;

$D_{\text{过渡层}}$ —过渡层厚度 (m);

$D_{\text{保水层}}$ —保水层厚度 (m);

$D_{\text{耕作层}}$ —耕作层厚度 (m)。

6.3.4 水库区抬填工程的防洪水位应根据坝前正常蓄水位+相应防洪标准洪水回水位确定，同时应考虑抬填区区域防洪水位和内部河流（沟道）的洪水位。

6.4 土层结构设计

6.4.1 农田用地抬填土层结构由上至下宜分为耕作层、保水层、过渡层及垫高层，土层结构设计内容宜包括结构层厚度、填筑材料选择并考虑渗透系数、压实度或相对密度等质量控制指标。

6.4.2 耕作层设计应符合下列规定：

1 耕作层顶面高程为设计抬填农田高程。

2 浸没区农田抬填耕作层厚度应与抬填区现状耕作层厚度基本一致，淹没区农田抬填耕作层厚度参考现状耕作层厚度，厚度一般在20~30cm之间。

3 耕作层平整度，应根据耕地类型综合确定，稻作淹灌农田宜以格田作为平整单元，格田内田面相对高程标准偏差宜小于 $\pm 3.0\text{cm}$ ，旱作物地面和自流灌溉农田宜以末级固定渠道控制范围作为平整基本单元，田面相对高程标准偏差宜小于 $\pm 5.0\text{cm}$ ，喷滴灌农田田面相对高程标准偏差宜小于 $\pm 5.0\text{cm}$ ，应满足农作物种植的要求。

4 耕作层回填料PH值、有机质含量、肥力等应满足作物生长需要，若不满足原有耕地耕作层土壤肥力，应采取相应的土壤改良措施。

6.4.3 保水层设计应符合下列规定：

1 保水层的厚度宜为35~50cm。

2 保水层的回填材料宜采用粘性土，不得含植物根茎、砖瓦、垃圾等杂质，压实度不宜小于0.9，压实后渗透系数不宜大于 $1 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ 。

6.4.4 过渡层设计应符合下列规定：

1 厚度宜大于20cm，且不小于毛细水上升高度值。

2 抬填材料宜采用的填筑物为粗砂及以上的粗粒土，回填材料压实后的相对密度不宜小于0.60。

6.4.5 垫高层设计应符合下列规定：

1 抬填材料应满足稳定性要求，宜采用黏土料、风化料或砂砾石等填筑，不得含植物根茎、垃圾等杂质，最大块径不大于50cm且不超过单层碾压厚度的1/3。

2 粘性土压实后的压实度不宜小于0.85；非粘性土压实后的相对密度不宜小于0.60。

6.4.6 抬填土层结构高度应结合抬填区基础地层结构、填料性质和填筑厚度综合确定工后沉降量，工后沉降量计算参考《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2018）规范执行。

6.5 田间工程设计

6.5.1 田间工程总体布局应根据项目区农业生产条件、社会经济发展状况和生态环境要求等，进行统一规划。并符合下列要求：

1 充分考虑农业生产的需要，合理规划土地利用，确保田间工程布局与耕作方式相适应，提高农业生产效益。

2 与农村社区规划相协调，避免过度密集的田间工程建设，减少对农村环境的影响。

3 充分考虑生态环境保护，优化田间工程布局，提高工程利用效率，避免对生态环境的破坏，确保田间工程布局与生态环境的协调。

6.5.2 田间工程设计内容主要包括田块布置、土壤改良、灌溉与排水、田间道路、生态防护林和农田输配电等。

6.5.3 标准田块的设计除符合高标准农田建设标准的土地平整规定外，应符合下列规定：

抬填区耕作格田长度和宽度应根据气候条件、作物类型、机械作业和灌溉与排水效率等因素确定，耕作方向满足作物最佳生产要求。

抬填区以种植普通农作物为主，宜采用格田形式。格田设计必须保证排灌畅通，调控方便，并满足作物各生长发育阶段对水分的需求。耕作田块的方向、长度、宽度、形状等应符合下列规定：

1 耕作田块方向：应保证耕作田块长边方向光照时间最长，受光热量最大，宜选用南—北向。

2 耕作田块长度：田块边长应根据作物类型、耕作机械工作效率、田块平整度、灌溉均匀程度以及排水畅通度等因素确定，一般为 50~120m。

3 耕作田块宽度：应考虑田块面积、机械作业要求、灌溉和排水和防止风害等要求，同时应考虑地形地貌的限制，一般为 20~40m。

4 分隔格田的田埂，可在田间沟渠完成后，取用格田的耕植土填筑，田埂尺寸应满足耕作要求。

6.5.4 若回填耕作层不满足耕作需求，应进行土壤改良，符合下列规定：

1 过沙或过黏的土壤应通过掺黏或掺沙等措施，改良土壤质地，使其符合耕种要求。

2 酸化土壤应通过施用生石灰或土壤调理剂等措施，使土壤pH值达到该区域正常水平；盐碱土壤应通过工程和土壤调理剂等措施，使耕作层土壤满足农业种植要求。

3 地力培肥是指通过深耕深松、施有机肥、种植绿肥、秸秆还田等工程，农艺和生物措施，使耕地基础地力贡献率 and 生产能力提高。

6.5.5 灌溉与排水工程的设计应符合下列规定：

1 在水土资源分析的基础上，确定灌溉面积、灌溉方式、灌溉设计保证率、灌溉工程规模；确定农田排涝标准、排渍标准，确定排水工程规模。

主要工程规模和设计参数包括：

- 1) 沟渠设计流量和设计水位；
- 2) 提水泵站的设计流量、扬程和装机功率；
- 3) 灌溉面积、排水面积。

2 排灌沟渠的布置应符合下列要求：

根据实际地形地貌及排水沟需要控制地下水位的的要求，主要有以下二种基本布置形式：

1) 灌排相邻布置：灌溉渠道与排水沟相邻布置，这种形式用于抬田后耕地有单一坡向、灌排方向一致的地区。

2) 灌排相间布置：渠道向两侧灌水，排水沟承泄两侧的排水，这种布置形式适用于抬田后地形平坦或有一定坡降、但起伏不大的抬填区，灌渠道布置在高处，排水沟布置在低处。

3 对项目区所在区域现状灌排系统进行分析，项目区内灌排系统应与外围现有灌排设施衔接。抬填区可适当保留部分坑塘水面、天然河道，以方便用水。规划水源优先采用现状水源，若不能满足灌溉需求，应因地制宜修建蓄水、引水、提水等水源工程。

4 山区丘陵区宜利用天然河道与沟溪布置排水系统，平原地区灌排渠系宜分开布置，排水系统应考虑水库水位抬升对天然河道与沟溪的影响。

5 项目区内排水分区及排水工程的布置宜与承泄区相协调，排水干沟与承泄河道的交角宜为 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，排水承泄区应充分利用江河湖泊。排水沟布置应与抬田后缘排水设施相结合，排水标准应按照GB50288规定执行。

6 发展节水灌溉，提高水资源利用系数，因地制宜采取渠道防渗、管道输水、微喷灌等节水灌溉措施，灌溉水利用系数应不低于GB/T50363的规定。

7 灌溉与排水建筑设计按相关规范执行。

6.5.6 田间道路的设计应符合下列规定：

1 田间道路的布置应适应农业现代化的需求，合理确定田间道路的密度，田间道路通达度符合GB/T30600的规定。

2 田间道路的类型和位置应根据项目区外围已有的交通设施状况和区内沟渠布局情况确定。地块在200亩以下一般设生产路，200亩以上设田间道和生产路，生产路一般垂直田间道；田间道设在中部，外与干道相通，内与生产路相接；生产路一般相隔100m，供农业机械田间移动、下田作业和人、畜行走。

3 田间道（机耕路）的路面宽度宜为3~6m，生产路的路面宽度不宜超过3m。在大型机械化作业区，路面宽度可适当放宽。

4 田间道路建设应重视改善生态环境，不宜简单硬化道路，生产路宜采用碎石、素土等材质。

5 田间道、生产路应采用分层碾压，田间道粘性土料压实度不宜小于0.93，无粘性土料相对密度不宜小于0.65；生产路粘性土料压实度不宜小于0.90，无粘性土料相对密度不宜小于0.60。

6.5.7 生态防护林和景观生态的布局应结合项目区的气候条件来确定，并充分利用渠、沟、路旁空地种植树木。

6.5.8 输配电线路应根据项目区总体布局的需要，在征求相关部门意见基础上进行选线布置，其布局应与田间道路、灌溉与排水等工程相结合，符合电力系统安装与运行相关标准，保证用电质量和安全。

7 建设用地抬填工程设计

7.1 一般规定

7.1.1 建设用地抬填工程以提供建设场地为目的，宜结合移民安置规划、抬填区用途进行总体布局。

7.1.2 建设用地抬填工程宜根据地形地质条件结合功能需求进行分区设计。

7.1.3 建设用地抬填工程设计应包括抬填区范围、高程、地基处理、垫高填筑、截排水、监测等。

7.1.4 建设用地抬填工程设计工作深度和内容应符合下列规定：

1 初步设计阶段应初步确定抬填范围、高程、地基处理方式、土层结构、护岸型式及布置、抬填区截排水布置、抬填料要求及料场开采规划等。

2 施工图设计阶段应复核抬填范围、高程，进行地基处理、土层结构、截排水、护岸、料场开采等工程详细设计。

7.1.5 建设用地抬填区设计应充分搜集利用水库工程、抬田区现状等资料。

7.2 抬填范围和高程

7.2.1 建设用地抬填区范围和应高程应根据移民安置规划成果及建设用地需要、地形地质条件及库区淹（浸）没等情况确定。

7.2.2 淹没区抬填的设计高程应符合下列规定：

$$H_{淹} \geq H_{地} + H_k' + \blacktriangle H$$

$H_{淹}$ —淹没区设计高程（m）；

$H_{地}$ —设计洪水标准时抬填区稳定（壅高）地下水位（m）；

H_k' —抬填土的毛细水上升高度(m)。

$\blacktriangle H$ —安全超高值(m)，根据建设场地用途等确定。

7.2.3 浸没区抬填的设计高程应符合下列规定：

$$H_{浸} \geq H_{地} + H_k + \blacktriangle H$$

$H_{浸}$ —浸没区设计高程（m）；

$H_{地}$ —设计洪水标准时抬填区稳定（壅高）地下水位（m）；

H_k —抬填土及场地土的毛细水上升高度(m)。

7.2.4 抬填区设计高程应对计算高程、库区正常蓄水位+库区设计洪水高程、移民迁建线高程进行比较，取高者。

7.3 原场地地基处理

7.3.1 原场地地基不能满足抬填场地稳定要求时，应对其进行工程处理。

7.3.2 原场地地基处理设计应综合考虑场地地形地质条件、周边环境、填筑厚度等要求，进行技术经济

比较确定地基处理方法。

7.3.3 原场地地基处理时，宜选用下列方法：

1 土层厚度小于 3m 时，可采用压（夯）实换填法；土层厚度介于 3~6m 时，可采用强夯置换法；土层厚度大于 6m 时，可采用强夯置换法或复合地基法。换填材料宜选用块石、碎石等透水性强的材料，填料最大粒径不宜大于 400mm，并应小于分层填筑厚度的 2/3。

2 对新近沉积软弱土可采用换填法或复合地基法，对新近填土和破碎带的松散岩土可采用强夯法。

3 当场地设计标高以下 3m 内存在不稳定的石芽、石笋和大块孤石时，可破碎摊铺后采用压（夯）实法处理。

4 当原场地存在不稳定斜坡时，应先治理再回填。

7.3.4 建设用地抬填施工前宜选择具有代表性的场地进行原场地现场地基处理试验或试验性施工，确定地基处理方法和施工参数。

7.3.5 原场地地基处理质量应满足设计要求，并按相关标准进行质量检测。

7.4 垫高填筑设计

7.4.1 垫高填筑设计应包括以下内容：

1 绘制抬填区平面图和断面图、挖填方分区图、土石方调配图，并提供挖填土石方工程量等；

2 确定挖填方分区平面及竖向分层剖面的纵横坐标、平整标高、纵横坡度、边坡坡形和坡比，以及垫高层的压实系数等指标。

7.4.2 垫高填筑设计参数宜通过现场试验确定，包括如下内容：

1 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 分层填筑厚度和松铺系数。

4 分层压（夯）实方法和施工参数。

5 质量检验方法及质量控制指标。

7.4.3 原始坡面与垫高填筑层接合部处理应符合下列规定：

1 抬填区内原场地坡比大于 1:2 时，应在抬填设计标高下 4m 内沿顺坡方向开挖高宽比为 1:2 的台阶，每步台阶高度宜为 0.5~1.0m，宽度宜为 1.0~2.0m，顶面宜向台阶内倾斜，坡度宜为 1%~2%。

2 台阶部位宜使用粗粒土料或土夹石混合料分层回填并宜采用强夯法或振动碾压法处理（图 7.4.3），当使用细粒土料分层填筑时宜采用振动碾压法处理。

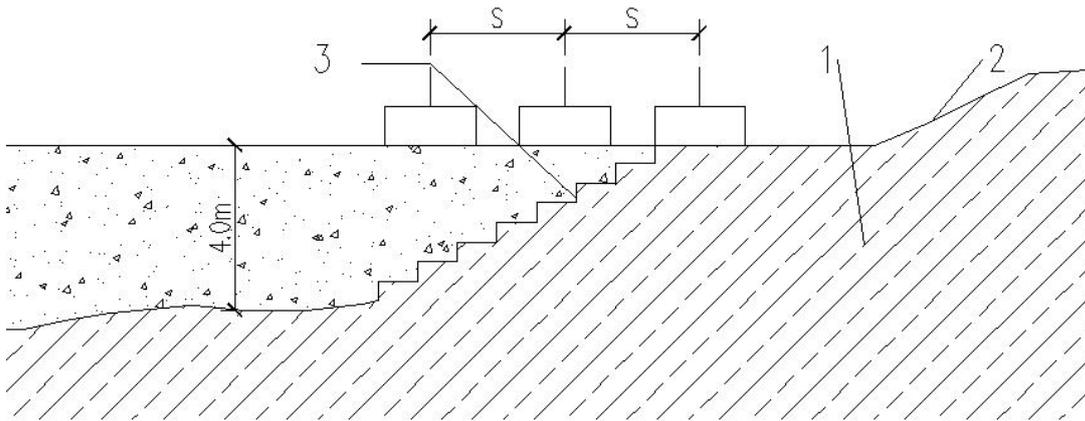


图 7.4.3 原始坡面与垫高填筑层接合处处理示意图

1——原场地地基；2——开挖植物土及软弱土后原地面；3——开挖台阶

3 接合处填筑层压实指标宜符合表7.4.3的规定。

表 7.4.3 接合处压（夯）实指标

填料类别 项目	强夯法夯实地基		振动碾压压实地基	
	分层控制厚度(m)	地基土夯实指标	分层控制厚度(m)	地基土夯实指标
细粒土料	3.5-4.0	$\lambda_c \geq 0.95$	0.3-0.4	$\lambda_c \geq 0.95$
粗粒土料	3.5-4.0	$\rho_d \geq 2.0t/m^3$	0.4-0.5	$\rho_d \geq 2.0t/m^3$

注：1、 λ_c 为压实系数，为土的实测干密度与最大干密度的比值； ρ_d 为土的干密度；

2、细粒土的最大干密度宜采用标准击实试验法确定；

3、强夯收锤标准：点夯最后两夯的平均夯沉量应小于 50mm。

7.4.4 垫高填筑层分层填筑与压（夯）实应符合下列规定：

- 1 分层填筑应采用堆填摊铺，不得抛填施工。
- 2 巨粒土、粗粒土料宜选用强夯法、冲击压实法处理。
- 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，可采用表7.4.4-1。

表 7.4.4-1 巨粒土、粗粒土料及土夹石混合料分层厚度、施工参数及夯实指标

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	$\rho_d \geq 2.0t/m^3$
	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	--	

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，初步设计时，可按表7.4.4-2采用。

表 7.4.4-2 土夹石或细粒土料分层厚度、施工参数及压实指标

分层厚度 (m)		遍数		行驶速度 (km/h)		地基土压实指标	
冲击试验	振动碾压	冲击试验	振动碾压	冲击试验	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	$\rho_d \geq 2.0t/m^3$	$\lambda_c \geq 0.95$
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	--		

6 强夯单点夯击试验可参照GB 51254附录C执行。

7.4.5 相邻施工工作面之间的搭接部位处理应符合 GB 51254 第 6.3.6 节的规定。

7.4.6 抬填工程地基承载力、变形及整体稳定性应满足 GB 50007 和 GB 51254 的规定；在库水位变幅较大或雨强较大的地区，还应复核潜蚀和渗流作用引起的渗透稳定性。

7.4.7 抬填区护岸设计应在充分掌握场地工程地质条件、水文地质条件的基础上，综合抬填料来源及其工程性质，进行边坡防护填筑断面等工程设计。

7.5 截排水设计

7.5.1 抬填工程截排水设计应符合下列规定：

1 应根据地形地貌、气候条件、工程地质和水文地质条件等因素进行截排水设计，并与原场地地基排水相结合形成完整的排水体系。

2 山区丘陵区宜利用天然河道与沟溪布置排水系统，排水系统应考虑水库水位抬升对天然河道与沟溪的影响。

3 排水工程结构应安全可靠，便于施工、检查及维修。

7.5.2 抬填工程施工临时排水设施，应满足地表水、地下水和施工用水等的排放要求，并宜与地面工程的永久性排水措施相结合。

7.5.3 抬填工程场外截排水沟宜沿工程场地周边设置，并应充分利用天然地形和水系，排水离填筑坡脚的距离不宜小于 5m，并应进行防渗和冲刷处理。

7.5.4 抬填工程场内截排水沟应根据抬填地形、降雨强度、历时、分区汇水面积、地面径流量、渗水量等确定，地面排水沟顶部高于沟内设计水面高度不应小于 0.2m。排水沟进出口平面布置宜采用喇叭口或八字形导流翼墙，长度宜为设计水深的 3~4 倍。

7.5.5 抬填工程地下截排水设计应根据截水、排水功能不同分别采取防渗、防漏措施或反滤措施，防止截水设施渗漏，排水设施堵塞、水位壅高溢流、淤积，并防止冲刷和冻结等影响；根据地形、水文地质特征，选用管、涵、隧洞、钻孔、盲沟等排水方案。

7.5.6 排水盲沟线路宜根据场地原有地形和水系流向设置。排水支盲沟间距宜小于 40m，泉眼和渗流点宜增设支盲沟。盲沟的平面布置及断面尺寸应根据冲沟汇水面积和流量确定。

7.5.7 施工中宜对地下水变化情况进行观测并及时反馈。

7.6 监测工程设计

7.6.1 抬填工程监测宜包括下列项目：

- 1 地面沉降监测；
- 2 内部水平位移监测；
- 3 地下水位监测。

7.6.2 抬填工程可能对周边环境和建筑物产生不良影响时，应针对可能产生影响的类型和程度进行工程监测设计。

7.6.3 填筑工程地基监测

1 填筑工程地基监测应按表7.6.3-1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7.6.3-1、表7.6.3-2对孔隙水压力、土压力及地下水位和盲沟出水量进行监测；地下水对工程有影响时，应进行地下水位监测。

表 7.6.3-1 抬填地基监测必测项目

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

表 7.6.3-2 抬填地基监测选测项目

监测项目		监测装置	
应力	孔隙水压力	孔压计	
	土压力	土压力计	
其他	地下水位	观测孔、水位计	
	盲沟出水量	水量计、流速仪、围堰等	

7.6.4 地基变形监测点布置应符合下列规定：

1 地表沉降监测点可按方格网状布置，测点间距可取 50m~100m；在地基均匀性差、谷底分布有软弱地基、计算总沉降量大的部位取小值；填挖交界面两侧、原场地地基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地基地形变化较大或地基条件较差区域布设典型断面，每个典型断面，宜布设（3~5）个监测点，水平位移监测点与沉降观测点可结合布置，观测工作应配合进行。

3 对填筑厚度较大部位和原场地地基存在软弱土部位，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规定：

1) 观测横断面应布置在填方厚度最大横断面及其他特征断面上，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、原场地地基与填料特性、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。

7.6.5 填筑地基应力监测点的布置和监测应符合下列规定：

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地基表面及填筑地基中，监测点竖向间距间隔宜为 5m~10m。

7.6.6 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备用水井内观测。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，宜测量相应的泥沙含量。

。

8 护岸工程设计

8.1 一般规定

8.1.1 抬填区护岸设计内容应包括护岸工程、填筑工程和监测工程设计。

1 护岸工程布置应与河势相适应，宜与水库高水位运行时的主流线相平行。设计内容包括结构型式、坡面防护等。

2 填筑工程包括填筑材料、填筑标准及断面尺寸等设计。

3 护岸工程宜进行变形监测。

8.1.2 护岸工程设计应根据稳定性计算和技术经济比选后确定，应符合 GB50286 相关规定。

8.1.3 护岸工程应根据抬填工程区的防洪标准，根据表 8.1.4 确定工程级别。

表 8.1.4 护岸防护工程的级别

防洪标准 [重现期(年)]	≥100	<100 且 ≥50	<50 且 ≥30	<30 且 ≥20	<20 且 ≥5
护岸工程级别	1	2	3	4	5

8.2 护岸设计

8.2.1 坡式护岸的设计应符合下列规定：

1 坡式护岸分为上部护坡和下部护脚。护坡与护脚应以死水位为界。

2 护岸工程上部护坡的顶部高程应与抬填面相平或略高于抬填面。护脚延伸范围，在深泓近岸段应延伸至深泓线，并应满足河床最大冲刷深度的要求；在水流平顺、岸坡较缓段，宜护至坡度为1:3~1:4的缓坡河床处。安全超高和河床最大冲刷深度参照GB 50286执行。

3 上部护坡可采用干砌石、浆砌石、雷诺护垫、混凝土预制块、现浇混凝土板、模袋混凝土等，其下铺设砂砾石垫层和反滤土工布；坡面设置排水孔，排水孔处设置反滤层。下部护脚的结构形式可采用抛石、石笼、土石织物枕、软体排、模袋混凝土排、铰链混凝土排、钢筋混凝土块体、混合形式等。根据地形地质条件，经技术经济比较选定。

4 护坡厚度和稳定性计算参照GB50286执行。砌石护坡石层的厚度宜为0.25~0.30m，混凝土预制块或模袋混凝土的厚度宜为0.10~0.15m，雷诺护垫厚度宜为15~30cm。砂砾石垫层厚度宜为0.10~0.15m，粒径宜为2mm~30mm。

5 护脚墙基础埋置深度应满足抗冲刷和抗冻深度要求，设计参照SL386执行。

8.2.2 墙式护岸的设计应符合下列规定：

1 墙式护岸的结构形式可采用陡坡式、折线式等。墙体结构材料可采用钢筋混凝土、混凝土、浆砌石、石笼等，断面尺寸及墙基嵌入河床坡脚的深度，应根据具体情况及河岸整体稳定计算分析确定。在水流冲刷严重的河床应采取护基措施。

2 墙式护岸在墙后与岸坡之间宜回填砂砾石。墙体应设置排水孔，排水孔处应设置反滤层。在水

流冲刷严重的河岸，墙后回填体的顶面应采取防冲措施。

3 墙式护岸沿长度方向应设置变形缝，钢筋混凝土结构护岸分缝间距可为15~20m，混凝土、浆砌石结构护岸分缝间距可为10~15m。在地基条件改变处应增设变形缝，墙基压缩变形量较大时应适当减小分缝间距。

4 墙式护岸墙基可采用地下连续墙、沉井或桩基，结构材料可采用钢筋混凝土或混凝土，其断面结构尺寸应根据结构应力分析计算确定。

8.2.3 坝式护岸、坡式与墙式混合护岸、桩式护岸、杓槎坝、生物工程等护岸形式参照GB50286执行。

8.3 护岸填筑工程设计

8.3.1 护岸工程填筑标准应根据工程级别、护岸结构、填筑料特性、自然条件、施工机具及施工方法等因素综合分析确定。

8.3.2 护岸采用黏性土填筑时，填筑标准应按压实度确定。压实度值应符合下列规定：

- 1 工程级别1级岸坡不应小于0.95；
- 2 工程级别2级和填筑高度不低于6m的3级岸坡不应小于0.93；
- 3 填筑高度低于6m的工程级别3级及3级以下岸坡不应小于0.91。

8.3.3 无黏性土岸坡的填筑标准应按相对密度确定。

- 1 工程级别1级、2级和填筑高度不低于6m的3级岸坡不应小于0.65；
- 2 填筑高度低于6m的工程级别3级及3级以下岸坡不应小于0.60。

8.3.4 护岸顶部高程应根据岸坡防护级别，按照GB50286执行。

8.3.5 护岸坡比及填筑宽度应根据工程级别、结构形式、基础、填筑材料、风浪情况、护岸形式、护岸高度、施工及运行条件，经过稳定性计算确定。

8.4 监测工程设计

8.4.1 护岸工程宜进行变形监测。对于失事影响较大、地质条件特别复杂的重要岸坡段，或需要进行试验研究的地段，应根据需要增加专项设计内容。

8.4.2 防护工程地表变形监测宜符合下列规定：

- 1 监测工作应由设计提出监测项目和要求。
- 2 监测方案应包括监测项目、监测目的、监测方法、测点布置、监测项目报警值和信息反馈制度等内容，经设计和业主等共同认可后实施。
- 3 监测应按确定的观测期与总次数进行观测。
- 4 监测项目应测竖向位移、水平位移、裂缝收敛、裂缝位错。
- 5 监测断面和监测点应符合下列规定：
 - 1) 1级边坡不少于3个监测断面。

- 2) 2级边坡不少于2个监测断面。
- 3) 3级边坡不少于1个监测断面。
- 4) 每个监测断面上的表面位移测点不少于3个，其他监测项目的测点不少于1个。

9 工程施工

9.1 一般规定

- 9.1.1** 抬填工程施工应贯彻合理利用土地的方针，根据施工条件、社会条件、自然条件等合理统筹规划施工布置，确定技术可行、经济合理的施工方案。
- 9.1.2** 为了确保抬填工程的安全、顺利开展，开工前应根据场地条件和施工图设计文件等编制施工组织设计，并应满足《水利水电工程施工组织设计规范》SL 303 等的规定。
- 9.1.3** 施工前应做好施工准备，按照施工组织设计施工并加强施工管理。
- 9.1.4** 施工过程中应加强环境保护和水土保持，处理好工程施工与环境保护、水土保持的关系。

9.2 原场地地基处理

- 9.2.1** 施工前应对抬填范围进行地表清理，清除地表的树木、杂草、垃圾、浮土等影响抬填层压实的物质。
- 9.2.2** 抬填层填筑前，应首先对原始场地进行压实。
- 9.2.3** 场地遇不良地质层时，应按照设计要求进行地基处理。
- 9.2.4** 场地地基和岸坡处理过程中，如地质条件发生重大变化，应及时反馈。

9.3 农田用地抬填工程施工

- 9.3.1** 农田用地抬填区宜分垫高层、过渡层、保水层和耕作层施工。铺筑土层前，必须待下层土检验合格后方可进行下道工序施工，并保证土层间的良好结合。
- 9.3.2** 农田用地抬填工程施工工序宜为耕作土剥离、垫高层填筑和碾压、过渡层填筑和碾压、保水层填筑和碾压、耕作土回覆。
- 9.3.3** 抬填区总体应按照分层、分块、分段的顺序进行施工和质量检验。
- 9.3.4** 剥离的耕作土应按规划堆放，并应采取措施防止水土流失。
- 9.3.5** 保水层、耕作层填筑应分层平行摊铺土料，土料的铺料方向应平行于轴线，碾压机具的行驶路线应与轴线平行。
- 9.3.6** 保水层、耕作层填筑时土料块径不宜大于 100mm，铺筑厚度宜控制在 200~300mm 范围内。
- 9.3.7** 保水层、耕作层填筑时每层压实系数应按设计要求进行现场取样，经试验达到设计要求后开始凿毛并根据土层含水量情况采取翻晒或洒水增湿处理。
- 9.3.8** 耕作表层应采取熟化处理，熟化时应根据土质条件将对应的肥料均匀的铺设在耕作表层上，并做好预防肥料流失的措施。
- 9.3.9** 耕作层填筑施工质量控制应符合下列规定：
- 1** 耕作层剥离时应严格控制剥离厚度，剥离率不低于90%。

- 2 耕作层剥离后应防止土料流失，宜采用覆盖塑料薄膜作临时防护。
- 3 因施工期间耕作土长时间堆放造成土壤板结或养分流失，应施加肥料以增强土地肥力，保证耕作表层熟化。

9.4 建设用地抬填工程施工

- 9.4.1 建筑用地抬填按垫高填筑层由下至上的顺序分层、分块、分段施工。
- 9.4.2 建筑抬填区各层的施工方法、分层铺填厚度、每层压实遍数宜通过现场试验确定。除接触下卧软土层的垫高层底部应根据施工机械设备及下卧层土质条件确定厚度外，其他垫层的分层铺填厚度宜为200mm~300mm。
- 9.4.3 除砂石垫高层宜采用水撼法施工外，其余层施工均不得在浸水条件下进行。工程需要时应采取降低地下水位的措施。
- 9.4.4 抬填层上下两层的缝距不得小于500mm，且接缝处应碾压密实。

9.5 护岸工程施工

- 9.5.1 护岸施工前应先完成周边截排水工程施工。
- 9.5.2 削坡或回填应按设计要求放样，不应在库区内倾倒浮土。
- 9.5.3 基槽开挖至设计标高时，应进行验槽，地基不满足要求时，应进行地基处理。
- 9.5.4 砂石垫层规格及质量应满足设计要求，含泥量不宜大于5%。
- 9.5.5 护坡和垫层施工宜自下而上均衡上升，坡面应嵌紧、密实、错缝、平整，不允许架空。
- 9.5.6 水下抛填护岸应考虑水深、水流和波浪等影响，并应设置防冲措施。
- 9.5.7 土工合成材料施工应符合下列规定：
 - 1 下铺地基土层顶面应平整；
 - 2 土工合成材料的铺设顺序应先纵向后横向，材料张拉应平整、绷紧，严禁有皱折；
 - 3 土工合成材料的连接宜用搭接法、缝接法或胶接法，接缝强度不应低于原材料抗拉强度，端部应固定，防止筋材拉出。

10 质量检验与验收

10.1 一般规定

10.1.1 抬填工程应按照施工进度、设计要求和质量合格条件分部分项进行质量检验与验收。

10.1.2 抬填工程质量检验应包括填筑料质量、填筑平整度、分层填筑厚度、压实度、沉降量及其他设计要求的内容。

10.1.3 质量验收包括分部工程验收、单位工程验收和竣工验收。验收工作按照《水利水电建设工程验收规程》SL 223 的相关要求执行。

10.2 质量检验

10.2.1 填筑质量及施工过程检验应包括以下内容：

- 1 填筑料含水率及颗粒级配；
- 2 分层碾压后的压实度或相对密度；
- 3 过渡层的毛细水上升高度；
- 4 分层填筑施工后的层厚、高程及平整度。

10.2.2 检验部位要求

1 取样部位应具有代表性，且应保证取样部位分布均匀，不得随意挑选，特殊情况下取样须加以说明。

2 压实质量检验方法符合《水利水电建设工程验收规程》SL 223的规定。

10.2.3 检验数量要求

1 填筑料含水率及颗粒级配检验数量：采用同一填筑料、施工方法和施工参数的，每层每500m³至少检验1次，每次检验点数不少于3个。

2 分层碾压后的压实度或相对密度检验数量：每层每500m²至少有1个检验点，每个处理分区不少于3个点。

3 过渡层的毛细水上升高度检验数量：每1000m²~2000m²至少有1个点，每个处理分区不少于3个点。

4 分层填筑施工后的层厚、高程及平整度检验数量：层厚检验每500m²至少有1个点，高程及平整度按20m×20m网格测量检验。

5 若作业面或局部返工部位按填筑量计算的取样数量不足3个时应按3个计算。

10.2.4 每一填筑层自检、抽检后，凡取样不合格的部位，应补压或作局部处理，经复验至合格后方可继续下道工序。

10.2.5 农田用地抬填工程根据其施工过程，质量控制内容应包括耕植土层剥离及回填、垫高层填筑、过渡层、保水层填筑及田间工程等内容。主要质量控制要求详见附录 D。

10.2.6 建设场地根据其施工功能的差异，质量控制措施主要包括基础处理、垫高层填筑等内容，主要质量控制要求详见附录 D。

10.2.7 护岸防护工程填筑主要质量控制要求详见附录 D。

10.3 工程验收

10.3.1 抬填工程验收应包括下列资料：

- 1 工程勘察及工程设计文件；
- 2 抬填工程施工记录；
- 3 隐蔽工程检查验收记录；
- 4 抬填工程基本试验、验收试验记录及相关报告；
- 5 设计变更报告；
- 6 工程重大问题的处理文件；
- 7 竣工图；
- 8 其他必须提供的文件和记录。

10.3.2 农田用地抬填验收合格后，应及时移交至农田管理机构；农田移交由项目建设方组织，勘察、设计、监理、施工、农田管理机构及农田种植代表参加；农田移交工作结束后，由农田管理机构签署统一接受书。建设用地抬填验收合格后，应及时移交给当地土地行政主管部门或水库管理机构；建设用地移交由项目建设方组织，勘察、设计、监理、施工单位表参加；移交工作结束后，由项目管理机构签署统一接受书。

附录 A 不同类型抬填料毛细水上升高度表

A.0.1 填筑层毛细水上升高度与初始含水量、细粒含量、压实度或相对密度、孔隙率等相关因素有关，工程实施时应通过毛细水上升高度试验确定。

A.0.2 因工程规模较小、非重要性建设项目或不具备试验条件时，可参考表 A.0.2 经验数据。对于使用特殊性土进行抬填时应通过试验确定。

表 A.0.2 填筑层毛细水上升高度参考值

填筑料类型	$H_k(\text{cm})$	填筑料类型	$H_k(\text{cm})$
风化砂	30~60	中砂	20~40
级配良好砂砾卵石	10~20	粉、细砂	40~110
混合土碎石	20~40	粉土	110~160
碎石混合土	90~150	粉质黏土	150~300
粗砂	15~20	黏土	220~360

附录 B 农田用地抬填结构示意图

B.0.1 农田用地淹没区抬填土层结构示意图见图 B.0.1-1。

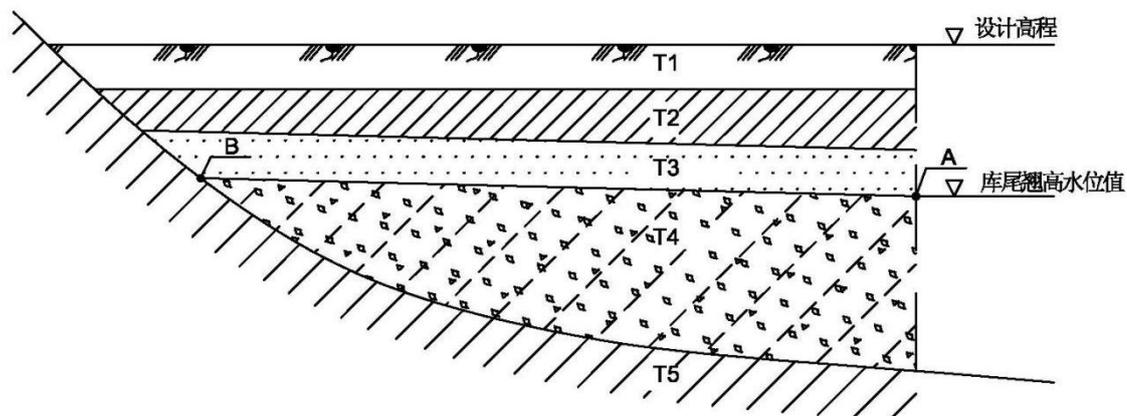


图 B.0.1-1 淹没区农田用地抬填结构示意图

T1—耕作层 T2—保水层 T3—过渡层 T4—垫高层 T5—原地层

B.0.2 农田用地浸没区抬填土层结构示意图见图 B.0.1-2。

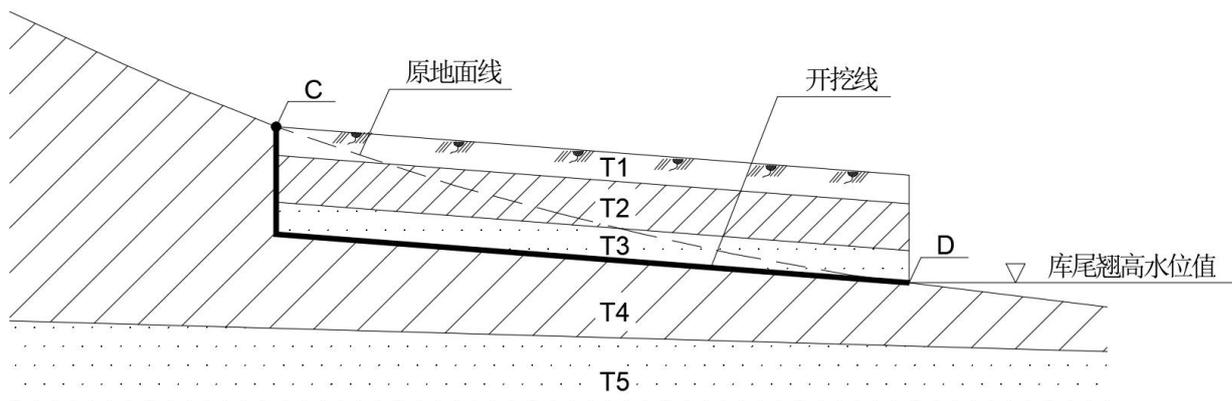


图 B.0.1-2 浸没区农田用地抬填结构示意图

T1—耕作层 T2—保水层 T3—过渡层 T4、T5—原地层

C—浸没范围边界点 D—库尾翘高水位高程点

B.0.3 垫高层顶部高程宜高于库尾翘高水位值。

B.0.4 过渡层底面高程 A、B 点（如图 B.0.1-1）的确定原则见附录 C，厚度宜为 10~15cm 安全厚度。

附录 C 浸没影响计算

C.0.1 浸没范围计算

1 地下水埋深临界值计算按公式 C.0.1 计算。

$$H_{cr} = H_k + \Delta H \quad (\text{C.0.1.1})$$

式中: H_{cr} —浸没地下水埋深临界值(m);

H_k —土的毛管水上升高度(m);

ΔH —安全超高值(m)。对农业区,该值即根系层的厚度;对城镇和居民区,该值取决于建筑物荷载、基础形式、砌置深度。

当预测水库蓄水后地下水埋深值小于临界值时,该地区应判定为浸没区。

2 勘察阶段,浸没评价对地下水位雍高计算(解析法)公式可根据地层结构及岸坡特性可在表 C.0.2 中选择。

C.0.2 水库抬填后,过渡层填筑底高程计算。

1 水库抬填后,过渡层层底高程 A、B 可按以下原则确定;

2 A 点最低高程为设计正常蓄水位高程;

3 B 点高程 $H_B = h_0 + h$

h_0 为相对隔水底板高程 (m)

$$h = y - \frac{L_1}{L_2}(y - H) \quad (\text{C.0.2.1})$$

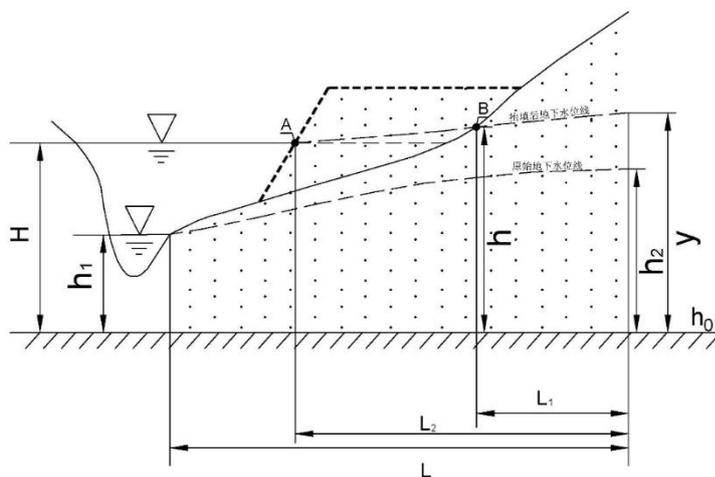


图 C.0.2-1

抬填料渗透系数与原地层渗透系数接近时, y 值计算可按 C.0.2.2 式进行计算,抬填料渗透系数与原地层渗透系数差别较大时, y 值计算可按 C.0.2.3 式进行计算。

$$y = \sqrt{\frac{L_2}{L}(h_2^2 - h_1^2) + H^2} \quad (\text{参照图 C.0.2-1}) \quad (\text{C.0.2.2})$$

$$y = \sqrt{h_2^2 - h_1^2 + H^2} \quad (\text{参照图 C.0.2-2}) \quad (\text{C.0.2.3})$$

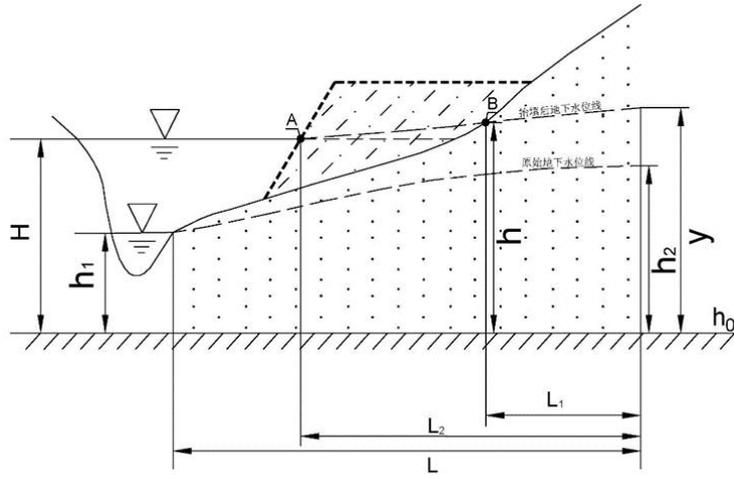
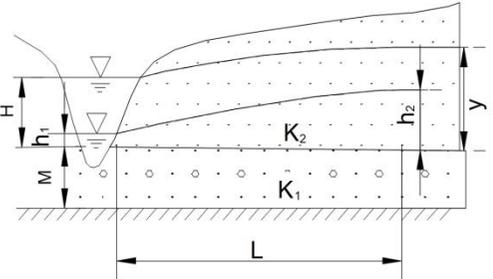
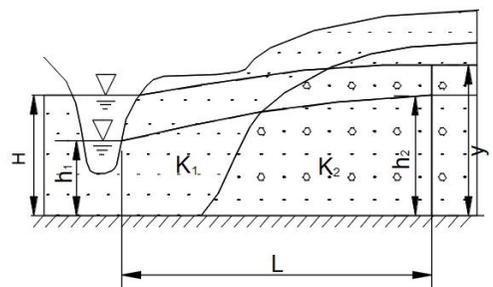
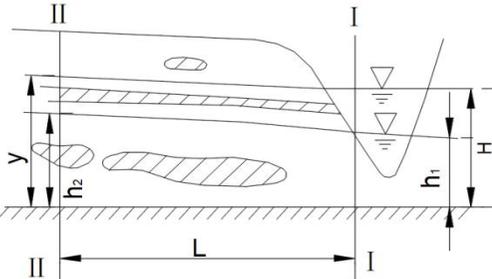


图 C.0.2-2

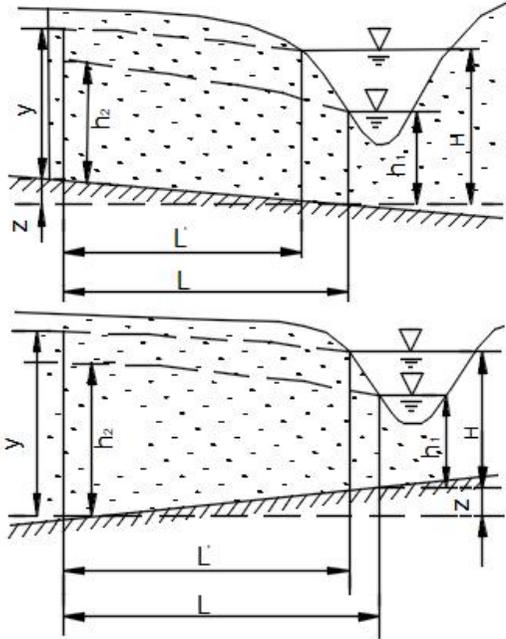
表 C.0.2 地下水壅高计算(解析法)常用公式

水文地质特征	示意图	公式
无 渗 入 时 均 质 岩 土 层 隔水层底板水平,平 缓开阔河谷		$y = \sqrt{\frac{L'}{L}(h_2^2 - h_1^2) + H^2}$ <p>式中:L'—阶地后缘至计算断面处的距离(m); L—河流水边线到计算断面处的距离(m)</p>
隔水层底板倾斜		<p>正坡:</p> $y = \sqrt{\frac{z^2}{4} + H^2 + h_2^2 - h_1^2 + z(h_2 + h_1 - H)} - \frac{z}{2}$ <p>反坡:</p> $y = \sqrt{\frac{z^2}{4} + H^2 + h_2^2 - h_1^2 - z(h_2 + h_1 - H)} + \frac{z}{2}$ <p>式中:z—隔水底板在河流水边线处与计算断面处的高差(m)</p>

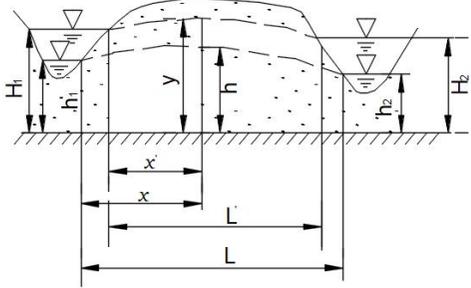
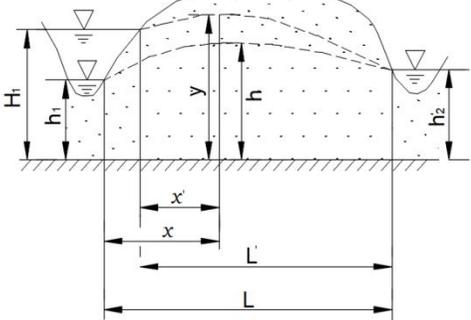
续表 C.0.2 地下水壅高计算(解析法)常用公式

	水文地质特征	示意图	公式
无 渗 入 时 非 均 质 岩 土 层	双层结构水平岩土层		$2K_1M(h_2 - h_1) + K_2(h_2^2 - h_1^2) = 2K_1M(y - H) + K_2(y^2 - H^2)$ <p>式中: K_1、K_2—不同含水层的渗透系数(m/d); M—下部含水层的厚度(m)</p>
	透水性在水平方向上急剧变化的岩土层		$y = \sqrt{h_2^2 - h_1^2 + H^2}$ <p>在水平方向急剧变化的岩层中潜水的壅高值与岩土层的渗透系数无关</p>
	构造复杂的非均质岩土层		$(K_1h_1 + K_2h_2)(h_2 - h_1) = (K'_1H + K'_2y)(y - H)$ <p>式中: K_1、K_2—壅水前 I 断面和 II 断面的平均渗透系数(m/d); K'_1、K'_2—壅水后 I 断面和 II 断面的平均渗透系数(m/d)</p>

续表 C.0.2 地下水壅高计算(解析法)常用公式

水文地质特征	示意图	公式
无 渗 入 时 非 均 质 岩 土 层	非均质岩土层，隔 水底板倾斜	 <p>正坡:</p> $y = \sqrt{\left(\frac{2H-z}{2}\right)^2 + \frac{K}{K'}L'I(h_1+h_2)} - \frac{z}{2}$ <p>反坡:</p> $y = \sqrt{\left(\frac{2H-z}{2}\right)^2 + \frac{K}{K'}L'I(h_1+h_2)} + \frac{z}{2}$ <p>式中: I—壅水前计算断面至河边的水力坡度。 断面间的平均渗透系数 K (壅水前)或 K' (壅水后)按下式确定:</p> $K(K') = \frac{[(K'_1h'_1 + K'_2h'_2 + \dots + K'_nh'_n) + (K''_1h''_1 + K''_2h''_2 + \dots + K''_nh''_n)]}{[(h'_1 + h'_2 + \dots + h'_n) + (h''_1 + h''_2 + \dots + h''_n)]}$ <p>式中: K'_1, K'_2, \dots, K'_n—开始断面处地下水位以下厚度 h'_1, h'_2, \dots, h'_n 的渗透系数(m/d); $K''_1, K''_2, \dots, K''_n$—计算断面处地下水位以下厚度 $h''_1, h''_2, \dots, h''_n$ 的渗透系数(m/d)</p>

续表 C.0.2 地下水壅高计算(解析法)常用公式

水文地质特征	示意图	公式
有渗透时 两河壅水平缓河岸		$y = \sqrt{H_1^2 - x' \left[\frac{H_1^2 - H_2^2}{L'} - \frac{L' - x'}{L - x} \left(\frac{h^2 - h_1^2}{x} + \frac{h_1^2 - h_2^2}{L} \right) \right]}$
河间地块 一河壅水另一河水位不升高, 平缓河岸		$y = \sqrt{H_1^2 - x' \left[\frac{H_1^2 - H_2^2}{L'} - \frac{L' - x'}{L - x} \left(\frac{h^2 - h_1^2}{x} + \frac{h_1^2 - h_2^2}{L} \right) \right]}$

附录 D 抬填工程质量控制标准

D.0.1 农田用地抬填工程质量控制标准见表 D.0.1。

表 D.0.1 农田用地抬填工程质量控制标准

工程内容	检查项目	质量控制标准
耕植土剥离	剥离厚度	按设计要求：一般 20~30cm
	堆放措施	根据施工组织设计分区堆放，堆放高度<2.0m
	防护要求	防止发生扬尘、水土流失及环境破坏
保水层剥离 (必要时)	剥离厚度	按设计要求：一般 35~40cm
	堆放措施	根据施工组织设计分区堆放，堆放高度<2.0m，宜近于耕植土且与耕植土分开堆放
	防护要求	防止发生扬尘、水土流失及环境破坏
场地平整	场地清理	不得含植物根茎、生活垃圾、淤泥、腐殖土、乱石、砖瓦等杂物，废料清除
	坡率	按设计要求：一般<5°
	平整度	±5.0cm
垫高层回填	填筑料	按设计要求，不得含根茎、生活垃圾等杂物，且块径<50cm并不超过单层碾压厚度的 1/3
	碾压要求	机械分层碾压，现场试验确定分层厚度，一般 25~50cm；粘性土料压实度≥0.95，无粘性土料相对密度≥0.75
	平整度	格田内±5.0cm
	顶面高程	±5.0cm
过渡层	填筑料	最大颗粒粒径<150mm 或碾压铺土厚度的 2/3；粒径>0.5mm 的颗粒含量≥50%；含泥量<3%
	碾压要求	机械碾压，厚度宜>20cm，相对密度≥0.70，碾压后毛细水上升高度小于层厚，碾压后渗透系数 $K \geq 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，
	平整度	±3.0cm
	顶面高程	±3.0cm
保水层填筑	填筑土料	土质均匀，不得含植物根茎、垃圾等杂物，最大颗粒粒径<60mm，>5mm 颗粒含量≤10%，塑性指数（17mm）10~20，碾压后渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$
	碾压要求	机械压实，压实度 0.90±2%；最优含水率-2%~+3%
	厚度	按设计要求：一般 35~50cm
	平整度	田块之间±5.0cm，田块内±3.0cm
	顶面高程	±5.0cm
耕植土回覆	填筑土料	最大颗粒粒径<5mm，黏粒含量 10%~50%，PH 值 5.0~8.0；有机质含量≥1%
	填筑要求	机械推平，天然密实度，厚度一般 20~30cm
	平整度	田块之间±3.0cm，田块内±2.0cm
	地面高程	+5.0cm
田间工程	压实度	田间道路、沟渠与填筑层压实度保持一致，水工建筑物压实度按设计要求执行

	碾压要求	以机械分层碾压为主，辅以人工碾压
	地面高程	+5.0cm

D.0.2 建设场地垫高层填筑质量控制标准见表 D.0.2。

表 D.0.2 建设场地垫高层填筑质量控制标准

工程内容	检查项目	质量控制标准
基础处理	表层清理	清除表层植物根茎、垃圾等
	处理措施	外运至弃渣场
	基础处理	机械压（夯）实，压实度 ≥ 0.97 ，坡度 $\geq 1:5$ 时，分台阶开挖，处理质量应满足设计要求，并按相关标准进行质量检测。
垫高层回填	填筑料	按设计要求，不得含植物根茎、生活垃圾等杂物，块径 $< 50\text{cm}$
	碾压要求	机械分层碾压，现场试验确定分层厚度，一般 25~50cm；粘性土料压实度 ≥ 0.95 ，无粘性土料相对密度 ≥ 0.75
	平整度	$\pm 5.0\text{cm}$
	顶面高程	$\pm 5.0\text{cm}$

D.0.3 护岸工程质量控制标准见表 D.0.3。

表 D.0.3 护岸工程质量控制标准

工程内容	检查项目	质量控制标准
库区护岸工程	填筑料	碎块石、碎块石土、砂卵石、碎石土等耐久性好，抗冲刷强的填筑料
	碾压要求	机械分层碾压，分层厚度 30~50cm，粘性土料压实度 ≥ 0.93 ，无粘性土料相对密度 ≥ 0.65
	平整度	垫高填筑层 $\pm 5.0\text{cm}$ ，坡面填筑层 $\pm 2.0\text{cm}$

本标准用词说明

标准用词	严格程度
必须	很严格，非这样做不可
严禁	
应	严格，在正常情况下均应这样做
不应、不得	
宜	允许稍有选择，在条件许可时首先应该这样做
不宜	
可	有选择，在一定条件下可以这样做

引用标准名录

- GB/T 21010 土地利用现状分类
- GB/T 28407 农用地质量分等规程
- GB/T 30600 高标准农田建设 通则
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50201 防洪标准
- GB 50286 堤防工程设计规范
- GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
- GB/T 50363 节水灌溉工程技术标准
- GB 50487 水利水电工程地质勘察规范
- GB 51254 高填方地基技术规范
- SL 55 中小型水利水电工程地质勘察规范
- SL 251 水利水电工程天然建筑材料勘察规程
- SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准
- SL 303 水利水电工程施工组织设计规范
- SL 386 水利水电工程边坡设计规范
- SL/T 619 水利水电工程初步设计报告编制规程
- SL/T 778 山洪沟防洪治理工程技术规范

条文说明

1 总 则

1.0.1 水库区抬填工程技术通过回填垫高、护岸防护等措施，使规划范围内的水库淹没、浸没区域能够满足农田用地或建设用地稳定性和功能性的要求。通过水库区抬填工程，可以有效利用浅淹没区和浸没区的土地，妥善安置移民土地分配、建筑道路建设用地问题，减轻水库区人地矛盾。目前，水库区抬填工程尚无国家标准和水利行业标准。制定本标准的目的是在系统总结水库区抬填工程建设经验的基础上，统一水库区抬填工程勘察、设计、施工及验收等技术要求，保证工程建设质量，充分发挥工程效益。

1.0.2 水库蓄水导致库区建设和农业用地面积减少，本标准主要适用于将水库淹没区、浸没区农田用地或建设用地抬高至设计高程，避免水库蓄水的影响，包括农田用地抬填规划设计、建设用地抬填规划设计、护岸工程设计、抬田工程施工、工程监测、质量控制与工程验收等。淹没区是指淹没深度不大于5m的区域。

1.0.3 在水库区进行抬填工程一般是为水库区移民安置服务的，因此移民安置规划大纲和征地移民安置规划设计专题报告是抬填工程建设方案的重要依据。充分利用水库淹没区、浸没区土地，减轻移民安置压力是抬填工程建设的主要目的之一，因此抬填工程建设应符合已批准的移民安置规划和征地移民安置规划设计专题报告控制指标的要求。此外，抬填工程建设涉及区域城乡、交通、农业等行业发展战略和资源配置，应与国土空间规划相协调。

1.0.4 为减少对原生自然环境的破坏，实现抬填工程与周边环境的共生，抬填工程建设以坚持社会发展、土地资源高效利用、生态环保、因地制宜为基本原则。积极采用新技术、新工艺、新材料、新设备，对又好又快发展抬填工程建设事业具有重要意义。但积极采用的前提是经过科学鉴定并经实践证明为有效的技术成果，结合抬填工程区水文、地形、地质条件等特点做到成熟可靠、经济适用、节省资源。

1.0.5 抬填工程涉及国民经济多个部门和专业，主要涉及移民、农业、城建、交通、地质等部门和有关专业。抬填工程既具有其本身的特点，又与其他专业具有某些共性，为避免条文的重复，本标准纳入的内容有所选择和侧重。因此本条做了除满足本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

3 基本规定

3.0.1 水库在运营期，由于库水的升高和下降，会引起水库周边地下水位的抬升和下降，对抬填工程上部建筑物等会产生影响；另外，抬填区的原始地形地质条件，也将直接影响抬填工程方案的选择，因此，抬填工程建设方案的确定应考虑多方面的影响综合比较后确定。

3.0.2 这一原则强调社会经济发展、环境保护之间的相互依存、相互促进、相互制约的关系，在发展中保护，在保护中发展；我国资源环境紧约束的基本国情决定，资源高效利用是工程建设的必然选择，是实现可持续发展的必由之路。

抬填工程建设应根据场地工程地质条件和工程分区，避开不良地质体，对保障建筑物的安全和节约投资是很有必要的。

3.0.3 抬填工程勘察设计宜收集下列资料：

- 1 本区域历年气象水文资料，气象水文资料的收集应满足灌溉与排水工程设计的要求。
- 2 水库运行特征水位、淹没及浸没范围、运行调度情况等资料，用于确定抬填工程区的划分和抬填高程的确定。
- 3 水库高水位流速、河势演变和冲淤变化等资料，用于岸坡的稳定性及渗流计算；
- 4 水库区地形地质资料，岸坡坍塌、滑坡、泥石流等地质资料。
- 5 抬填区地类地形图、土地利用现状图等资料。地形资料比例尺的选用应能满足工程设计的要求，根据《水利水电工程测量规范》，结合农田和建设场地规划需要，总体布置图比例尺可采用1:5000~1:10000，主要建筑物局部地形图可采用1:1000~1:2000。
- 6 社会经济条件是进行工程经济效益分析等所需要的基本资料。
- 7 抬填区水利、交通、通讯、电力设施等基础设施资料，抬填后的工程布置应尽量结合现有设施，对因抬填工程建设而破坏的设置，在设计施工中应予以恢复。
- 8 农田抬填区耕地面积、作物种类、耕作制度和习惯、历年农作物产量、单位面积产量等农业生产资料，作为抬填实施后的工程质量控制的依据。
- 9 抬填区行政区划、面积、人口、人均收入等社会经济资料。
- 10 抬填区移民安置规划大纲和征地移民安置规划设计专题报告、国土空间规划、农业产业规划等资料，移民安置规划是抬填工程建设方案的重要依据，抬填工程建设方案应与国土空间规划、农业产业规划等相协调。

3.0.4 抬填工程的建设是在移民安置规划之后进行，参考水利水电工程设计阶段，建议划分为初步设计和施工图设计，对应的地质勘察分别为初勘和详勘。

3.0.5 抬填工程可作为农田或建设场地使用。作为农田用地的抬填工程，其设计目的是要满足作物耕种需求，一般需要对原耕植土进行表土剥离，按照农田耕作要求进行抬填土层结构的设计。作为建设用地的抬填工程，结合建设需要，一般需要对抬填区进行场地整治、抬填土层结构的设计。抬填工程在库区进行，会形成护岸边坡，需要进行护岸防护的设计。抬填区护岸防护工程设计和场地地形特征、地质条

件、荷载情况、施工机械设备及填料性质和来源等因素息息相关。地形特征主要指陡坡缓坡、地质条件主要指地层结构及主要土层的物理力学性质，填料性质指填料岩性和物理力学性质，填料岩性分为黏性土料和无黏性土料。

4 工程设计标准

4.1 防护等级

4.1.1 抬填工程受影响对象防护等级的合理划分是保证抬填工程安全的重要指标,抬填工程可作为农田或建设场地使用,抬填工程上部的建设类型不同,可能是城镇、乡村、交通、电力、工矿企业等,根据受影响对象的重要程度确定防护等级,按照《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 290、《防洪标准》GB 50201 和区域防洪规划的规定确定。

4.1.2 在实际工程中,抬填工程一般位于水库浅淹区及浸没区,往往沿水库分散布置,抬填工程一般会划分为多个分区。当同一分区存在多种用途时,根据其用途确定的防护等级可能不同,应以最高防护等级作为该分区的防护等级。

4.2 防洪标准

4.2.1 水库区抬填工程一般属于建设征地移民安置专业项目,水库区抬填作为农田时,根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》SL290 的规定,针对耕地、园地的防洪标准取 5 年一遇,同时考虑区域防洪规划的防洪标准综合确定。

4.2.2 水库区抬填作为建设用地时,根据建筑物的类型不同,参照《防洪标准》GB 50201 确定防洪设计标准。抬填区洪水受两个方面的影响,一是水库蓄水后,正常蓄水位+相应防洪标准洪水回水位导致的水位抬高;二是抬填区内部沟(河)道洪水叠加库水位顶托造成的内涝影响,防洪水位应同时考虑两者的影响。

4.3 灌溉与排水标准

4.3.1 《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288 第 3.2 节明确了农作物的灌溉标准,第 3.3 节明确了农作物排水标准。设计时应根据农田用地抬填区所在位置、农作物种类、灌溉方式等多种因素综合确定灌排标准。

5 工程地质勘察

5.1 一般规定

5.1.1 抬填工程勘察应包括抬填场地勘察和天然建筑材料勘察。初步勘察应满足初步设计的要求；详细勘察应满足施工图设计的要求。天然建筑材料勘察宜按设计阶段分别进行初查和详查。

5.1.2 抬填场地勘察应根据抬填工程的类型、建设用地重要性，结合场地地质条件复杂程度按表 5.1.2-1 确定勘察等级，场地地质条件的复杂程度等级划分应按表 5.1.2-2 确定。

表 5.1.2-1 抬填场地勘察等级划分

勘察等级	工程类型	建设用地重要性	场地地质条件复杂程度
甲级	建设用地	特别重要	一级、二级、三级
		重要	一级
乙级	建设用地	重要	二级、三级
		比较重要、一般	一级
	农田用地		一级
丙级	建设用地	比较重要、一般	二级、三级
	农田用地		二级、三级

表 5.1.2-2 抬填场地的复杂程度等级划分

复杂等级	复杂程度	场地地质条件
一级	复杂场地	地震设防烈度等于或大于 8 度，分布有地震液化可能性土层或软弱土层； 地形地貌复杂； 不良地质作用强烈发育； 地质环境已经或可能受到强烈破坏。
二级	中等复杂场地	地震设防烈度等于 7 度，分布有地震液化可能性土层或软弱土层； 地形地貌较复杂； 不良地质作用一般发育； 地质环境已经或可能受到一般破坏。
三级	一般场地	地震设防烈度等于或小于 6 度； 地形地貌简单； 不良地质作用不发育； 地质环境基本未受破坏。

注：从一级，向二级、三级推定，以最先满足的为准。

5.1.3 天然建筑材料料场选择宜在搜集、分析主体工程的天然建筑材料勘察成果的基础上进行，优先选择水库淹没范围内料场。水库区淹没范围内天然建筑材料料场距征地线或防护工程坡脚应有一定的安全距离，宜选在征地线 150m 以外或防护工程坡脚管理范围以外，并大于预测塌岸宽度。

5.2 抬填场地

5.2.1 初步勘察阶段勘察应包括下列内容：

- 1 初步查明场地基本地质条件，主要包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质

现象等。

2 初步查明影响抬填方案比选的场地工程地质条件及主要工程地质问题,提出抬填工程地质建议,为抬填工程方案比选提供地质依据。

3 初步查明场地可直接利用或改造后可作为耕作层的表层土的范围、结构、厚度、物质组成、物理特性、化学特性、渗透特性、给水度等。

4 结合前期地质勘察资料初步查明场地及外围滑坡、崩塌、危岩、冲沟、泥石流、坍岸、岩溶等不良地质现象的分布范围及规模,分析其对场地稳定性的影响。

5 对抗震设防烈度等于或大于6度的场地,应对场地地震效应做出初步评价。

6 初步判定水和土对建筑结构的腐蚀性。

7 进行场地稳定性和工程建设适宜性评价。

5.2.2 详细勘察阶段勘察应包括下列内容:

1 查明场地基本地质条件,主要包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质作用、岩土层的物理力学性质及渗透特性指标等。

2 查明推荐抬填场地工程地质条件及工程地质问题,进行抬填场地环境工程地质评价和地质灾害预测,提出防治措施建议。

3 查明场地可直接利用或改造后可作为耕作层的表层土的范围、结构、厚度、物质组成、物理特性、化学特性、渗透特性、给水度等,为其处理与利用提供依据。

4 评价场地的地震效应,并提出处理建议。

5 分析评价抬填工程区及周边护岸坡边坡稳定性,并提出防护建议。

6 判定水和土对建筑结构的腐蚀性。

5.2.3 勘察方法除应满足 GB 50487、SL 55 的规定外,还应符合下列规定:

1 工程地质测绘比例尺应根据勘察阶段及等级按表5.2.3-1确定,测绘范围为工程边线外200~500m。当场地附近存在影响工程安全的不良地质作用时,测绘范围应扩大,必要时进行专门性的地质测绘工作。

表 5.2.3-1 抬填场地工程地质测绘比例尺选择

勘察阶段	勘察等级	地质测绘比例尺
初步勘察	甲级	1:2000~1:1000
	乙级	1:5000~1:2000
	丙级	
详细勘察	甲级	1:1000~1:500
	乙级、丙级	1:2000~1:1000

2 宜采用物探方法探测抬填场地地层结构、岩体风化程度、隐伏构造、岩溶、土洞规模等。

3 抬填场地工程勘探线(点)的布置应符合下列规定:

1) 勘探线宜垂直于斜坡走向布置,勘探线长度应大于抬填区范围。

2) 勘探线间距可根据勘察阶段、等级及工程类型按表5.2.3-2确定,且勘探线不应少于3条。

表 4.2.3-2 抬填场地工程勘察勘探线间距

勘察阶段	勘察等级	勘探线间距 (m)	
		农田用地	建设用地
初步勘察	甲级	/	300~400
	乙级	500~700	400~500
	丙级	700~1000	500~700
详细勘察	甲级	/	100~200
	乙级	200~400	200~300
	丙级	400~500	300~500

3) 勘探点间距可根据勘察阶段、等级及工程类型按表5.2.3-3确定，且每条勘探线上勘探点不应少于3个。

表 5.2.3-3 抬填场地工程勘察勘探点间距

勘察阶段	勘察等级	勘探点间距 (m)	
		农田用地	建设用地
初步勘察	甲级		150~200
	乙级	200~300	200~300
	丙级	300~500	300~400
详细勘察	甲级		100~150
	乙级	100~200	<150
	丙级	200~400	

4) 每个地貌单元和不同地貌单元交接部位应布置勘探点，岩溶、土洞、特殊性岩土等地质条件复杂的部位，应适当加密勘探点。对影响场地稳定性的不良地质作用需要进行专门治理，应按现行有关勘察规范执行。

5) 控制钻孔与一般钻孔在平面上宜均匀布置，且每个地貌单元均宜设控制钻孔。控制性钻孔占比应根据勘察阶段及等级按表5.2.3-4确定。

表 5.2.3-4 抬填场地工程地质勘察控制性钻孔数量

勘察阶段	勘察等级	控制性钻孔占比
初步勘察	甲级、乙级	1/4
	丙级	1/6
详细勘察	甲级、乙级	1/3~1/5, 且不少于 1 孔
	丙级	<1/5, 且不少于 1 孔

6) 具体建筑物地基勘察布置应满足现行相关规程规范的要求。

4 钻探、原位测试和试验应符合下列规定：

1) 一般钻孔与控制钻孔深度可根据勘察等级及工程类型按表5.2.3-5确定。

表 5.2.3-5 抬填场地工程地质勘察钻孔深度 (m)

勘察等级	农田用地		建设用地	
	一般性勘探孔	控制性勘探孔	一般性勘探孔	控制性勘探孔
甲级	≥10	≥15	≥15	≥30
乙级	5~10	≥15	10~15	15~30
丙级	4~5	≥10	6~10	10~20

注：控制性钻孔深度应满足场地稳定性和控制沉降计算深度的要求，宜进入基岩面以下 3-5m，或孔深按填筑高度的 2-3 倍控制。

2) 当预定深度内有软弱土层时，勘探孔深度应适当增加，控制性勘探孔应穿透软弱土层。

3) 宜结合钻孔进行原位测试，初步勘察和详细勘察阶段每一主要土层均应进行原位测试，其数量不宜少于 6 个。当采用连续记录的静力触探或动力触探为主要勘察手段时，每个场地不应少于 3 个孔。

4) 应分层采取岩土样进行物理性质试验和力学性质试验，初步勘察阶段每一主要岩（土）层的试验累计有效组数分别不宜少于 6 组，详细勘察阶段每一主要岩（土）层的试验累计有效组数分别不宜少于 12 组，试验项目宜根据场地岩土体的实际条件确定。对于特殊岩土尚应进行判别指标和强度指标试验。

5) 浸没区应进行毛细水上升高度现场试验。

5.3 天然建筑材料

5.3.1 天然建筑材料勘察内容、方法、工作布置及取样与试验应符合 SL 251 的规定。

5.3.2 耕作土土料宜与其它抬填工程土料勘察同步进行，应优选淹没区内原农田区，并对选定的移民安置区开挖耕作土土料进行质量勘察。

5.3.3 保水层和耕作土料场勘察工作除了满足 SL 251 的规定外，还应查明料层的结构特征、颗粒组成及级配特征、PH 值、电导率、毛细水阻断层击实后毛细水上升高度等。

5.3.4 当料场变更或质量、储量发生变化时，应按详查精度进行补充勘察。

5.3.6 天然建筑材料质量评价应满足下列要求：

- 1 天然建筑材料的适用性应根据质量技术指标、设计要求及工程经验等进行综合评价。
- 2 农田耕植土土料质量技术指标宜符合表 5.3.6-1 的规定。

表 5.3.6-1 耕植土料质量技术指标

序号	项目	评价指标	备注
1	最大颗粒粒径	<5mm	高标准农田<2
2	黏粒含量	10~50%	
3	PH 值	5.0-8.0	
4	有机质含量 (%)	≥1	
5	电导率	≤2	

6	水溶盐含量（易溶盐、中溶盐，按质量计）	≤ 3	
---	---------------------	----------	--

3 农田保水层料质量技术指标宜符合表 5.3.6-2 的规定。

表 5.3.6-2 农田保水层料质量技术指标

序号	项目	评价指标
1	最大颗粒粒径	$< 60\text{mm}$
2	$> 5\text{mm}$ 颗粒含量	$\leq 10\%$
3	塑性指数(10mm)	10~20
4	渗透系数（击实后）	$\leq 1 \times 10^{-5}\text{cm/s}$
5	水溶盐含量（易溶盐、中溶盐，按质量计）	$\leq 3\%$
6	PH 值	5.0-8.0

4 毛细水阻断层抬填料宜采用的填筑物为粗砂及以上的粗粒土，并进行击实后毛细管上升高度测试工作，其质量技术指标宜符合表 5.3.6-3 的规定。

表 5.3.6-3 毛细水阻断层抬填料质量技术指标

序号	项目	评价指标
1	紧密密度 (g/cm^3)	> 2
2	内摩擦角（击实后）/ ($^\circ$)	> 30
3	含泥量（粉粒、粘粒）	$< 3\%$
4	最大颗粒粒径	$< 150\text{mm}$ 或碾压铺土厚度的 2/3
5	颗粒级配	$\text{Cu} \geq 5; 1 \leq \text{Cc} \leq 3$
6	渗透系数（击实后）	$\geq 1 \times 10^{-5}\text{cm/s}$

5 垫高层抬填料的质量评价应根据抬填的目的、用途符合设计有关要求，可参考 SL 251 中的一般土填筑料及砂卵砾石、风化土填筑料的质量技术指标要求。

6 农田用地抬填工程设计

6.1 一般规定

6.1.2、6.1.3、6.1.4、6.1.5 农田用地抬填工程必须结合综合规划，根据当地的自然、社会、经济和技术支撑条件，综合农田用地抬填区技术经济比较确定，借鉴已有工程抬填区试验研究成果和工程建设经验，抬填实施后耕地质量等别不低于建设前，耕地质量等别评定应按照国家标准规定执行，使之与现代农业生产和经营模式相适应。

6.1.6 农田用地抬填区各阶段设计工作深度和内容，应满足相关规程、规范的要求。抬填范围的确定，应在分析移民安置、土地利用资源等因素，再经技术经济比选后确定；选定料场应综合考虑料场征地、运输、当地居民风俗习惯等要求确定。

6.2 基本资料收集

6.2.2 抬填区现状资料收集齐全、真实可靠，包括地类地形图1:5000~1:2000、土地利用现状图、抬填区1:1000~1:2000地形图、气象、灌溉排水试验、土壤分布图及剖面图、社会经济、基础设施、农业生产等基础资料，明确农业发展规划的要求。

6.3 抬填范围和高程

6.3.1 淹没范围一般由水库移民专业对淹没耕地分布、淹没深度调查确定；浸没影响范围一般由工程地质专业对浸没影响分析确定。

6.3.2 土地征用线是指按有关规定的标准，确定水库淹没区土地征用的高程线。土的毛管水上升高度取值可通过现场实验获得，也可参考类似工程经验取值。作物根系深度需根据现状作物种类、品种的根系发育程度进行取值。抬填高程低于水库正常蓄水位+0.5m时，应专门分析论证确定。

6.3.3 浸没区农田设计高程应根据不同抬填区块浸没评价标准确定，由于不同抬填区块浸没地下水埋深临界值存在差异，浸没区不同抬填区块的农田设计高程不尽相同。浸没地下水埋深临界值按照本规程附录C浸没影响计算的成果确定。

6.4 土层结构设计

6.4.1 江西省地方标准 DB36/T853-2015 将抬田土层结构层分为耕作层、保水层及垫高层，本规程将农田抬填区土层结构由上至下宜分为耕作层、保水层、过渡层及垫高层。对各层填筑料的土质要求作了明确规定。

6.4.2 全国各地耕地土体和耕作层厚度可参考经验值，一般耕地的土体厚度应在 100cm 以上，山丘区及滩地的土体厚度应大于 50cm。一般耕作层深度应大于 25cm；旱作农田应保持耕作层深度达到 35cm

以上；水稻种植田块耕作层应保持在 15~20cm。

6.4.3 耕作层设计厚度应与抬填区现状耕作层厚度基本一致，淹没区农田抬填耕作层厚度参考现状耕作层厚度，可参考各地耕地土体和耕作层厚度经验值。耕作层平整度应根据耕地类型综合确定，应满足农作物种植的要求。耕作层回填材料宜采用现状耕作层剥离回填，若耕作层受重金属污染，按照污染程度及相关标准确定，不能作为原耕作层剥离回填，需采取客土熟化处理，土壤肥力应不低于原有耕地耕作层的肥力。

6.3.4 保水层的厚度取值按不同压实度、不同厚度，经不同组合后进行渗流试验确定。回填材料应符合 SL251-2015 一般土填筑料质量指标要求，对土的压实度及压实后渗透系数有明确规定，回填材料宜采用粘性土，不得含植物根茎、砖瓦、垃圾等杂质。

6.3.5 为了保证设计抬田上部结构层稳定性，且淹没区过渡层厚度宜不小于毛管水上升高度值，过渡层回填材料一般采用粗砂及以上的粗粒土。

6.3.6 垫高层回填材料应满足稳定性要求，一般可采用粘土、壤土、砂石料或风化料等，不得含植物根茎、垃圾等杂质，最大块径不大于 50cm 且不超过单层碾压厚度的 1/3。为防止实施后上部层沉降变形，造成粘土层漏水，粘性土料压实指标采用压实度控制，非粘性土压实指标采用相对密度控制。

6.5 田间工程设计

6.5.3 标准田块的设计应根据平原区格田长度、宽度宜取大值，山丘区可根据地形、土地平整及耕作条件等作相应调整。

6.5.4 若回填耕作层不满足耕作层需求，可进行土壤改良，过沙或过黏的土壤应通过掺黏或掺沙等措施，改良土壤质地；酸化土壤应通过施用生石灰或土壤调理剂等措施，使土壤 pH 值达到该区域正常水平，盐碱土壤应通过工程和土壤调理剂等措施，通过深耕深松、施有机肥、种植绿肥、秸秆还田等工程，农艺和生物措施，使耕地基础地力贡献率 and 生产能力提高。使耕作层土壤满足农业种植要求。

6.5.5 可参照《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288 规定，项目区内灌排系统应与外围现有灌排设施衔接，山区丘陵区宜利用天然河道与沟溪布置排水系统，平原地区灌排渠系宜分开布置。在水土资源分析的基础上，确定灌溉面积、灌溉方式、灌溉设计保证率、灌溉工程规模；确定农田排涝标准、排渍标准，确定排水工程规模。

6.5.6 田间道路的设计应适应农业现代化的需求，类型、位置应结合抬填区外围已有的交通设施状况和区内沟渠布局综合确定，合理确定田间道和生产路的密度，路面宽度视当地需求而定，田间道路通达度符合 GB/T30600 的规定。

6.5.7 生态防护林结合景观生态林布置，林网密度一般占耕地面积的 3%~8%，主林带方向应垂直当地主风向，沿田块长边布设，副林带沿短边布设；一般林带间距为防护林高度的 20~25 倍，主林带 3~6m，副林带 2~3m，防护林尽可能与防路林、生态林和环村林相结合，减少耕地占用面积。

7 建设用地抬填区设计

7.1 一般规定

7.1.1 建筑用地抬填应针对拟建（构）筑物形式开展设计工作。实际工程中，可以结合建筑地基的处理目的，按国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 等进行设计和施工。

7.2 抬填范围和高程

7.2.2、7.2.3

1 水库淹没设计洪水标准

根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290—2009）、《防洪标准》（GB50201—2014）等关于水库淹没处理设计洪水标准的有关规定和相关专业技术规范，考虑洪水一般历时时间较短等实际情况，拟定水库不同淹没对象设计洪水标准如下：

农村居民点、集镇：按 10 年一遇（ $P=10\%$ ）洪水标准；

耕地、园地：按 2 年一遇（ $P=50\%$ ）洪水标准；

林地、草地、其它农用地和未利用地等：按正常蓄水位。

2 水库回水计算

1) 回水计算和回水末端处理

根据水库上游主要支流来水情况，分别推求 5 年、20 年、25 年和 50 年一遇回水水面线。水面线的推求与计算，结合水库运行方式，按照坝前起调水位和入库流量，计算各断面的回水水位。回水水面线以坝址以上天然洪水与建库后设计采用的同一频率的汛期洪水的沿程回水高程（即沿程水面线）外包线确定。

2) 推求方法

回水水面线以坝址以上天然洪水与建库后设计采用的 5 年、20 年、25 年和 50 年一遇频率的汛期洪水回水位组成的外包线的沿程回水高程确定。

根据干（支）流以设计洪水回水水面线不高于同频率天然洪水水面线 0.3m 范围内的断面为水库回水尖灭点，以尖灭点水位水平延伸至天然河道多年平均流量的相应水面线相交处为水库淹没处理终点。

3 安全超高值

安全超高值要根据建筑物地基持力层情况、冻结层深度以及当地现有建筑物的类型、层数、基础形式和深度等确定，根据需要进行开挖验证。地基持力层情况主要包括是否存在黄土、淤泥、软土、膨胀土等底层，持力层在含水率改变下的变形增大率及强度降低率等。

4 地下水壅高影响

护岸边坡，地下水位随地势上升呈抛物线型上抬，高而陡的岸坡通常不受地下水壅高影响；地形平缓岸坡，特别是地形标高接近或低于原来正常蓄水位的护岸地段、受库水位影响的低邻谷和洼地，会产生一些不良现象，如农田盐渍化、沼泽化及建筑物条件恶化、砂坑涌水等。抬填范围和高程计算取值应考虑地下水壅高带来的不利影响。

7.3 原场地地基处理

7.3.1 原场地经地基处理后要满足建（构）筑物地基和填筑沉降变形和稳定性要求，由于地基沉降变形，尤其是差异沉降易造成上部建（构）筑物结构的开裂和破坏，同时由于边坡试问造成滑坡的事例时有发生，严重影响建（构）筑物的正常使用，因此控制地基沉降变形和保证稳定性是填方地基设计的主要原则。

7.3.3 软弱土地基应优先采用技术成熟、质量可靠、易于操作、经济节约的处理方法。大量工程实践证明土层厚度小于 6m 的软弱土层采用换填垫层、压（夯）实、强夯置换、复合地基等方法处理软弱土地基是有效的，设计时应根据具体工程条件选用场地使用性好、质量可控性高的方法。

对膨胀土、盐渍土、多年冻土等特殊岩土地基处理；如无可参照的工程经验时，应通过现场试验确定。

7.4 垫高填筑设计

7.4.1 填方工程土石方填筑通常就地取材，主要利用场内挖方区开挖的天然土、石材料作为填方区的填料，如何合理地利用好场内填料，同时满足工程场地的设计指标要求，是土石方填筑设计需要重点解决的问题。

7.4.3 建（构）筑物主要受力层范围内为基岩时，应注意在填挖交接出的塔接比应较小，以便调节挖填过渡处较短距离内的沉降差。

7.5 截排水设计

7.5.1 地表排水功能，除了把填筑地基范围内的地表水排除到场外，还应通过合理的设计把周边地表水截流在填方地基范围以外。地表排水设计应研究周边的自然地形和建（构）筑物的排水，结合既有排水设置，充分考虑工程运营期间一定周期内可能出现的最大降水量和周边工业和民用建（构）筑物排水的综合影响，保证填筑地基地表排水系统的设计达到安全、合理、经济。

地表排水沟起连接各种排水设施，将水引排到附近自然水道或场地排水系统，从而形成完善的排水系统的作用。排水沟和水道衔接，应做到汇流处水流顺畅，有良好的流向和交角。当填筑地基采用边坡平台排水沟时，由于平台较窄（跨度为 1m~3m），排水量有限，且需加强冲刷防护，宜采用水泥混凝土预制或现浇的刚性排水沟。

7.5.3 截水沟用于拦截和排除填筑地基上方自然斜坡的地表径流,防止水流冲刷和侵蚀挖方边坡和填筑地基坡脚。但在一些已建工程上,常出现因截水沟设置不合理而不发挥作用,应该设置但未设置而造成坡面冲刷,设计时未重视防冲刷或防渗处理而导致边坡坡体坍塌,或者出水口处理不当而冲刷填挖交界处的填筑地基边坡等现象。因此,设计前应进行实地调查,了解地形、地质、水文、植被等条,对截水沟的适宜位置和排水出口的引伸范围作出合理布局。

7.5.4 地表排水的主要任务是迅速把填筑地基表面的积水排走,以免造成填筑地基浸水破坏或影响使用功能。首先考虑采取的水文计算设置排水沟及阻水设施,通过排水设施将可能进入填筑地基的地表水拦截在外。可采用两种方式排出表面积水:一种是让地表水以横向漫流形式向填筑地基坡面分散排放;另一种方式是在填筑地基外侧边缘设置拦水带,将地表水汇集在拦水带内,然后通过隔一定间距设置的泄水口和急流槽集中排放到填筑地基坡脚外。

7.5.5 地下排水沟管较长时,为避免淤塞和便于清通,应自其间设置出水口,通过横向排水管将地下水引出地面,排入低地或水道。对于出水口的排水通道,应作妥善处理,防止出现坡面冲刷。

8 护岸工程设计

8.1 一般规定

8.1.2、8.1.3、8.1.4 抬填区护岸设计包括护岸填筑工程设计、岸坡防护工程和监测工程设计。为满足抬填区岸坡稳定要求，需要专门进行岸坡防护工程设计，设计内容应包括填筑区断面布置、填筑标准、顶部高程、岸坡坡比、坡脚及坡面防护、防渗与排水设施等。抬填工程的岸坡为临水岸坡，岸坡防护工程是抬填工程的重要组成部分，是抬填工程安全的前沿工程，修建岸坡防护工程是十分必要的。

8.2 护岸设计

8.2.1 护岸工程以设计枯水位分界，上部和下部工况不同，上部护坡工程除受水流冲刷作用外，还受波浪的冲击及地下水外渗侵蚀，同时处在水位变动区；下部护脚工程一般经常受到水流冲刷和淘刷，是护岸工程的根基，关系着防护工程的稳定。因此，上部及下部工程在形式、结构材料等方面一般都不相同。护岸工程上部护坡的顶部高程及护脚延伸范围应以确保护岸工程的整体稳定为设计原则。上部护坡工程目前采用得最多的仍然是干砌石，它有较好的排水性能，且有利于岸坡的稳定；混凝土预制板护坡施工方便；浆砌石、现浇混凝土板、膜袋混凝土排整体性强，抗风浪和船行波性能强。下部护脚工程仍以抛石采用最多，它能很好地适应近岸河床冲深；各种结构的排体护脚因其整体性而具有较强的保护作用，如在前沿抛石适应河床变形，则效果更好。

8.2.2 墙式护岸为重力式挡土墙护岸，对地基要求较高，造价也较高，因而主要用于抬填工程前无缓坡、水域较窄、防护对象重要又需要防护的抬填区等。墙式护岸断面在满足稳定要求的前提下，宜尽量小些，以减少占地，墙基建议嵌入岸坡岩土体一定深度对墙体和抬填工程整体抗滑稳定和冲刷有利，如冲刷深度大，则应采取护基措施，嵌入式墙基具有一定的强度，满足结构抗剪、抗弯等设计要求。

8.3 护岸防护填筑工程设计

8.3.1 护岸防护工程填筑标准主要参考《堤防工程设计规范》GB50286 有关规定。

8.3.2 黏性土填筑料设计压实度定义如下：

$$P_{ds} = \frac{\rho_{ds}}{\rho_{dmax}}$$

式中： P_{ds} --设计压实度；

ρ_{ds} --设计压实干密度（ kg/m^3 ）；

ρ_{dmax} --标准击实试验最大干密度（ kg/m^3 ）。

标准击实试验按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T50123-2019 中规定的轻型击实试验的方法进行。

8.3.3 无黏性土填筑设计压实相对密度定义如下：

$$D_{r_{ds}} = \frac{e_{max} - e_{ds}}{e_{max} - e_{min}}$$

式中： $D_{r_{ds}}$ --设计相对密度；

e_{ds} --设计压实孔隙比；

e_{max} 、 e_{min} --试验最大、最小孔隙比。

相对密度试验按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T50123-2019 中规定的方法进行。

8.3.4 通常情况下岸坡防护填筑顶部高程与抬填面相平或略高。

8.3.5 护岸防护填筑坡比及填筑宽度需稳定性计算确定。

9 工程施工

9.1 一般规定

9.1.1~9.1.5 规定了施工组织设计应遵循的原则、施工组织设计文件的主要依据，对工程施工提出了一般要求。

10 质量检验与验收

10.2 质量检验

10.2.1 填筑土料的含水率与其物理力学性质及施工压实均有密切关系，对于施工后与水接触的填筑料碾压，以最优含水率为控制标准。

10.2.2~10.2.3 设计文件中对检验项目、部位及数量有要求的，可按设计要求检验。建设用地地基处理质量应满足设计要求，并按现行相关标准进行质量检验。本条规定的检验数量仅是下限，若由于某些原因不足以为反应实际情况或设计另有要求时，可据实际情况增加取样数量。采用的检验方法应符合 SL237 的规定。

10.2.4~10.2.7 对抬填工程质量控制提出了具体要求。尤其抬填工程涉及竣工后使用中的地面沉降问题，存在压实度选择。《建筑地基基础设计规范》GB50007 规定：地坪垫层以下及基础底标高以上的压实度不小于 0.94；《堤防工程设计规范》GB 50286 规定：堤身高度低于 6m 的 3 级及以下堤防，黏性土压实度不小于 0.91，无黏性土相对密度不小于 0.60，预留沉降量宜取提高的 3%~5%；《碾压式土石坝设计规范》SL 274 规定：低坝及 3 级以下中坝黏性土压实度不低于 96%，砂砾石的相对密度不低于 0.75，坝顶应预留竣工后的沉降超高。抬填工程涉及人民群众的生产生活，建设场地宜满足建筑回填土要求，综合考虑，垫高层黏性土压实度取不小于 0.95，砂砾石的相对密度不低于 0.75。

过渡层填料宜为粗砂以上粗粒土，质量控制对巨粒土、粗粒土进行了指标控制。

耕植土回覆，从复垦要求，耕层质地为（轻、中、重质）壤土、蒙金土，旱地包括砂土，因此，提出了黏粒含量的控制指标。

附录 A

不同岩性的抬填料毛细水上升高度影响因素较多，尤其是特殊性土，在工程实施时一般应通过试验进行确定。为了便于不具备试验条件的工程项目参照使用，现收集了国内不地区各地层毛细水上升高度实测数据，经统计汇总成表 1。以下为统计各地层的经验数据。

表 A.0.2 毛细水上升高度实测值

地 区	岩 性	$H_k(\text{cm})$	岩 性	$H_k(\text{cm})$
东北地区 (哈达山水利枢纽、 恒如水电站等)	粗砂	10~20	粉土	85~150
	中砂	15~35	粉质黏土	130~225
	粉、细砂	35~90	黏土	150~293
华中地区 (浪石滩电站、长沙电站 岩泊渡电站等)	砂壤土、粉细砂	30	粉质黏土	50~60
	壤土	40~50	黏土	70
华东地区 (江西省丰城市龙头 山电站等)	粉质壤土	40	粉质黏土	50
	壤土	45	黏土	60
西南地区 (白鹤滩水电站、巧家 县北门居民区工程等)	混合土碎石	16~37	黏土(含砾)	97~203
	粉土质砂	26~64		
西北地区 (昆仑水库、农十四师盐 碱地、红旗农场、东风农 场工程等)	低液限黏土 (粉质壤土)	110~149	粉土	100~200
	粉质黏土 (夹黏土和砂)	150~350		
水文地质手册 (第二版)	粗砂	2~12	粉砂	70~150
	中砂	12~35	亚黏土、黏性土	250~350
	细砂	35~70	黏土	500~600

附录 C

C.0.1 我国幅员广阔，各地区自然条件差异较大，农作物种类、品种较多，以及受气候、土壤、生育阶段、农业技术措施等影响，难以定出统一标准。针对实际农作物类型，根据当地实际情况，需现场测定。针对不同地区，建议按相关行业部门调查数据为准。无资料时，一般农作物根系深度可按表 C.0.1-1 取值。

表 C.0.1-1 一般农作物根系深度

农作物名称	根系深度 (cm)	农作物名称	根系深度 (cm)
玉米	80~100	高粱	70~80
小麦	40~60	水稻	30~50
甘薯	20~30	黄豆	15~30