

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

Technical specification for filled ground engineering  
in reservoir areas

（报批稿）

请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布



# 前 言

本标准按照《工程建设标准编写规定》（建标〔2008〕182号）的规定起草。

本标准共分为10章和3个附录，主要技术内容包括总则、术语和符号、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、建设用地抬填工程设计、护岸工程设计、工程施工、质量检验与工程验收。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由中国水利学会归口。执行过程中如有意见和建议，请寄送中国水利学会（地址：北京市西城区白广路二条16号，邮编100053），以便今后修订时参考。

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股份有限公司

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

本标准主要起草人：李会中、刘国栋、张建华、赵海丰、周光涛、罗飞、李强、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、石凯、曾玲玲、王先忠、刘洪铤、蔡方昕、毛然、杨威、李景山、杜威。

本标准技术内容审查人：马毓淦。



# 目 次

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 工程等级 .....	(4)
4.2 防洪标准 .....	(4)
4.3 灌溉与排涝标准 .....	(4)
5 工程地质勘察 .....	(5)
5.1 一般规定 .....	(5)
5.2 抬填场地和护岸工程 .....	(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 .....	(10)
6.1 一般规定 .....	(10)
6.2 抬填范围和高程 .....	(10)
6.3 抬填结构设计 .....	(10)
6.4 田间工程设计 .....	(12)
6.5 监测工程设计 .....	(12)
7 建设用地抬填工程设计 .....	(13)
7.1 一般规定 .....	(13)
7.2 抬填范围和高程 .....	(13)
7.3 垫高填筑设计 .....	(13)
7.4 截排水设计 .....	(14)
7.5 监测工程设计 .....	(15)
8 护岸工程设计 .....	(16)
8.1 一般规定 .....	(16)
8.2 坡式护岸设计 .....	(16)
8.3 墙式护岸设计 .....	(16)
8.4 监测工程设计 .....	(16)
9 工程施工 .....	(17)
9.1 一般规定 .....	(17)
9.2 农田用地抬填工程施工 .....	(17)
9.3 建设用地抬填工程施工 .....	(17)
9.4 护岸工程施工 .....	(18)
10 质量检验与工程验收 .....	(20)
10.1 一般规定 .....	(20)
10.2 质量检验 .....	(20)
10.3 工程验收 .....	(20)
附录 A 填筑层毛细水上升高度 .....	(22)
附录 B 一般农作物根系深度 .....	(23)
附录 C 过渡层设计底高程计算 .....	(24)
本标准用词说明 .....	(26)
引用标准名录 .....	(27)
条文说明 .....	(28)

# Contents

1	General provisions .....	(1)
2	Terms and Symbols .....	(2)
2.1	Terms .....	(2)
2.2	Symbols .....	(2)
3	Basic requirement .....	(3)
4	Design Standards .....	(4)
4.1	Project grade .....	(4)
4.2	Flood control standard .....	(4)
4.3	Irrigation and drainage standard .....	(4)
5	Engineering geological investigation .....	(5)
5.1	General requirements .....	(5)
5.2	Filled ground and reservoir lift-fill shoreline works .....	(5)
5.3	Sources of construction materials .....	(8)
5.4	Results compiling .....	(9)
6	Design of filled ground engineering for farmland .....	(10)
6.1	General requirements .....	(10)
6.2	Scope and elevation of filled ground .....	(10)
6.3	Design of lift-fill structural .....	(10)
6.4	Design of on-farm infrastructure system .....	(12)
6.5	Design of monitoring works .....	(12)
7	Design of filled ground engineering for construction land .....	(13)
7.1	General requirements .....	(13)
7.2	Scope and elevation of filled ground .....	(13)
7.3	Design of filling .....	(13)
7.4	Design of interception and drainage .....	(14)
7.5	Design of monitoring works .....	(15)
8	Design of reservoir lift-fill shoreline works .....	(16)
8.1	General requirements .....	(16)
8.2	Design of slope-type revetment .....	(16)
8.3	Design of wall-type revetment .....	(16)
8.4	Design of monitoring works .....	(16)
9	Project construction .....	(17)
9.1	General requirements .....	(17)
9.2	Construction of filled ground engineering for farmland .....	(17)
9.3	Construction of filled ground engineering for construction use .....	(17)
9.4	Construction of reservoir lift-fill shoreline works .....	(18)
10	Quality verification and project acceptance .....	(20)
10.1	General requirements .....	(20)
10.2	Quality verification .....	(20)
10.3	Project acceptance .....	(20)
	Appendix A Rising height of capillary water of filled layer .....	(22)
	Appendix B Root depth of common crop .....	(23)
	Appendix C Design bottom elevation calculation of graded filter transition layer .....	(24)
	Explanation of wording in this code .....	(26)
	List of quoted standards .....	(27)
	Addition: Explanation of provisions .....	(28)

# 1 总 则

- 1.0.1 为规范水库区抬填工程建设技术要求，保障抬填工程建设质量，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于在建水库淹没区及库岸浸没区农田用地和建设用地抬填工程的勘察、设计、施工及验收工作。
- 1.0.3 抬填工程设计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依据，并与国土、城乡、交通、农业等规划相协调。
- 1.0.4 抬填工程建设应坚持发展社会经济、高效利用土地资源、生态环保、因地制宜的原则。
- 1.0.5 抬填工程建设宜采用安全可靠、经济实用的新技术、新工艺、新材料、新产品、新设备。
- 1.0.6 抬填工程建设除应符合本标准外，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 抬填工程 filled ground engineering

将水库淹没区、库岸浸没区通过回填垫高、岸坡防护等措施，形成满足农田耕种或建设场地安全性和功能性要求的工程。

#### 2.1.2 抬填结构 lift-fill structural

抬填工程中满足农田耕种或建设场地要求的填筑土层结构。

#### 2.1.3 耕作层 plough layer

满足农作物生长需求的土层。

#### 2.1.4 保水层 water retention layer

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 垫高层 lift-fill layer

位于抬填结构最下层，用于抬升和整平抬填区的填筑土层。

#### 2.1.6 过渡层 transition layer

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。

#### 2.1.7 田间工程 on-farm infrastructure system

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设施。

#### 2.1.8 护岸工程 reservoir lift-fill shoreline works

防止抬填区临水侧边坡受水流、风浪等侵袭和冲刷而采取的工程措施。

### 2.2 符 号

$D_d$ ——过渡层厚度 (m)；

$D_b$ ——保水层厚度 (m)；

$D_z$ ——耕作层厚度 (m)；

$d_z$ ——作物根系深度 (m)；

$H_A$ ——正常蓄水位回水位 (m)；

$H_n$ ——农田用地抬填区设计高程 (m)；

$H_j$ ——建设用地抬填区设计高程 (m)；

$H_b$ ——正常蓄水位回水位对应的抬填区壅高地下水位 (m)；

$H_k$ ——土的毛细水上升高度 (m)；

$\Delta H$ ——安全超高值 (m)。



### 3 基本规定

3.0.1 抬填工程设计方案应根据征地移民安置规划大纲、征地移民安置规划设计专题报告、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 抬填工程应满足场地稳定性、功能性和防洪排涝的要求，充分利用有利地形地质条件并兼顾水库及抬填区周边生态、环境要求。

3.0.3 抬填工程勘察设计应在收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进行。

3.0.4 抬填工程设计宜包括农田用地抬填工程设计、建设用地抬填工程设计和护岸工程设计，当建设用地范围内拟建建（构）筑物时，勘察设计应符合相关规定，并应满足工程结构安全、地基基础稳定及环境保护技术要求。

3.0.5 抬填工程设计宜分为初步设计和施工图设计两个阶段，地质勘察深度应满足相应设计阶段的要求，并应符合下列规定：

1 初步设计阶段应确定抬填范围、高程、抬填结构、岸坡防护型式及布置、截排水布置、抬填料要求及料场开采规划、监测方案。

2 施工图设计阶段应复核抬填范围、高程，开展地基处理、抬填结构、截排水、岸坡防护及监测等设计工作。

3.0.6 抬填工程设计深度应符合下列规定：

1 初步设计阶段应进行抬填工程方案比选，确定抬填工程设计方案，选定料场。

2 施工图设计阶段应复核抬填范围、高程，进行抬填工程详细设计，制定料场开采方案。

## 4 工程设计标准

### 4.1 工程等级

- 4.1.1 抬填工程等级应根据类别、规模进行划分，并应符合国家现行标准《防洪标准》GB 50201 和《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252 的有关规定。
- 4.1.2 农田用地抬填工程和建设用地抬填工程合并建设时，应按两类工程中的较高等级确定整体工程等级。
- 4.1.3 农田用地抬填区拟建建（构）筑物等级应符合现行行业标准《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252 的有关规定。

### 4.2 防洪标准

- 4.2.1 农田用地抬填区防洪标准应符合现行国家标准《防洪标准》GB 50201 的有关规定。
- 4.2.2 建（构）筑物的防洪标准应按相应建筑物级别确定。
- 4.2.3 建设用地抬填区防洪标准应按移民安置规划大纲和征地移民安置规划设计专题报告拟建建（构）筑物确定。
- 4.2.4 护岸工程防洪标准应与抬填工程防洪标准一致。

### 4.3 灌溉与排涝标准

- 4.3.1 农田用地抬填区灌溉和排涝标准应符合现行国家标准《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288 的有关规定。
- 4.3.2 建设用地抬填区排涝标准应依据移民安置规划大纲和征地移民安置规划设计专题报告中的排涝规划确定。

## 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、护岸工程勘察和天然建筑材料勘察。

5.1.2 抬填工程勘察应在搜集利用水库工程前期勘察成果的基础上进行。

5.1.3 勘察等级应根据用地类型、用地重要性，结合场地复杂等级按表 5.1.3-1 的规定确定，场地地质条件复杂等级划分应按表 5.1.3-2 的规定确定。

表 5.1.3-1 勘察等级划分

勘察等级	用地类型	用地重要性	场地复杂等级
甲级	建设用地	重要	一级
乙级	建设用地	一般	二级、三级
	农田用地	-	一级
丙级	建设用地	次要	三级
	农田用地	-	二级、三级

表 5.1.3-2 抬填场地地质条件复杂等级划分

复杂等级	复杂程度	场地地质条件
一级	复杂场地	符合下列条件之一者： 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	一般场地	符合下列条件之一者： 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	简单场地	符合下列条件之一者： 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。

5.1.4 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。

### 5.2 抬填场地和护岸工程

5.2.1 抬填场地初步设计阶段勘察应包括下列内容：

1 基本查明场地及相邻地段地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质现象、岩土体物理力学性质等基本地质条件。

2 基本查明影响抬填方案比选的工程地质条件及主要工程地质问题，提出抬填和岸坡防护等工程地质建议。

3 基本查明推荐方案建（构）筑物工程地质条件及工程地质问题，进行工程地质评价，提出处理

建议。

4 基本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、物理化学特性等。

5 查明场地及外围滑坡、泥石流、坍岸、浸没、岩溶等不良地质现象的分布范围及规模，分析其对抬填工程的影响，提出防治建议。

6 在水库工程区域构造稳定性分析与评价基础上，对场地地震效应作出评价，提出处理建议。

7 判定水和土的腐蚀性。

5.2.2 抬填场地施工图设计阶段勘察应包括下列内容：

1 查明场地及相邻地段基本地质条件，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、岩土体的物理力学性质等。

2 查明推荐方案建（构）筑物工程地质条件及工程地质问题，进行工程地质评价，提出工程地质建议。

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、物理化学特性等，为处理与利用提供依据。

4 复核场地地震效应评价成果。

5.2.3 抬填场地勘察方法应符合下列规定：

1 工程地质测绘比例尺应按表5.2.3-1的规定确定，测绘范围宜为工程边线外200m~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，宜进行专门地质测绘。

表 5.2.3-1 抬填场地工程地质测绘比例尺

设计阶段	勘察等级	地质测绘比例尺
初步设计	甲级	1:2000~1:1000
	乙级	1:5000~1:2000
	丙级	
施工图设计	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、岩土体物理特性选择适宜方法探测抬填场地地层结构、岩体风化程度，以及隐伏构造、岩溶、土洞的分布及规模。

3 抬填场地勘探布置应符合下列规定：

1) 勘探线宜垂直于岸坡走向或顺沟布置，勘探线长度应大于抬填区范围。

2) 勘探线间距宜根据勘察阶段、勘察等级及工程类型按表5.2.3-2的规定确定，并可根据场地面积、形状等因素调整。

表 5.2.3-2 抬填场地勘探线间距（m）

设计阶段	勘察等级	勘探线间距	
		农田用地	建设用地
初步设计	甲级	—	300~400
	乙级	500~800	400~500
	丙级	800~1000	500~800
施工图设计	甲级	—	100~200
	乙级	300~500	200~300
	丙级	500~800	300~500

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

表 5.2.3-3 抬填场地勘探点间距 (m)

设计阶段	勘察等级	勘探点间距	
		农田用地	建设用地
初步设计	甲级	—	150~200
	乙级	300~500	200~300
	丙级	500~800	300~500
施工图设计	甲级	—	75~100
	乙级	200~300	100~150
	丙级	300~500	150~300

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的,应符合有关工程勘察要求。

5) 抬填场地及其各个地貌单元均应布置控制性钻孔,孔位在场地中宜均匀布置。控制性钻孔数量应符合表5.2.3-4的规定。

表 5.2.3-4 抬填场地地质勘察控制性钻孔数量

设计阶段	勘察等级	控制性钻孔占比
初步设计	甲级、乙级	1/4,且不少于1孔
	丙级	1/6,且不少于1孔
施工图设计	甲级、乙级	不少于1/3
	丙级	不少于1/5

6) 田间工程建(构)筑物勘察宜符合现行行业标准《中小型水利水电工程地质勘察规范》SL 55的有关规定。

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) 基岩场地勘探点深度宜进入基岩1m~3m,控制性钻孔应进入弱风化岩体3m~5m。

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

4) 当预定深度内有软弱土层时,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、注水试验等原位测试。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。初步设计阶段每一主要岩(土)层的试验累计有效组数分别不宜少于6组,施工图设计阶段每一主要岩(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。

- 4) 每个场地水和土的腐蚀性分析评价的取样组数不宜少于 2 组。
- 5.2.4 护岸工程勘察应在抬填场地勘察的基础上进行，并应符合下列规定：
- 1 工程地质测绘范围应包括抬填区岸坡及对岸坡稳定有影响的区域。
  - 2 勘探布置宜结合抬填场地勘探进行，地质条件复杂或崩岸严重地段宜加密勘探点。
  - 3 勘探点深度应满足岸坡稳定性分析计算深度的要求。

### 5.3 天然建筑材料

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

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，水库淹没区内耕作层土料场应综合耕作层土料的质量、储量、开采运输条件等因素进行选择。

5.3.3 天然建筑材料的勘察内容、方法、工作布置及取样试验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。垫高层、过渡层填筑料宜进行击实后毛细水上升高度测试。

5.3.4 天然建筑材料的储量，初查不应少于设计需要量的 2.5 倍，详查不应少于设计需要量的 1.5 倍。

5.3.5 天然建筑材料质量评价应满足下列要求：

1 垫高层宜依次选用碎（砾）石土料、风化土料、一般土料作为填筑料，质量评价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 中的有关规定。

2 过渡层填筑料宜采用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，质量技术指标宜符合表 5.3.5-1 的规定。

表 5.3.5-1 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	$>2\text{g}/\text{cm}^3$
2	含泥量（粉粒、黏粒）	$<3\%$
3	最大颗粒粒径	$<150\text{mm}$ 或碾压铺土厚度的 $2/3$
4	颗粒级配	$\text{Cu} \geq 5$ ； $1 \leq \text{Cc} \leq 3$

3 农田保水层填筑料宜采用黏性土，质量技术指标宜符合表 5.3.5-2 的规定。

表 5.3.5-2 保水层填筑料质量技术指标

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（ $17\text{mm}$ ）	$10 \sim 20$
4	pH 值	$5.0 \sim 8.5$
5	渗透系数	$\leq 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$

4 农田耕作层填筑料宜采用现状耕作层剥离回填，质量技术指标宜符合表 5.3.5-3 的规定。

表 5.3.5-3 耕作层填筑料质量技术指标

序号	项目	评价指标
1	土壤容重	$\leq 1.35\text{g}/\text{cm}^3$
2	土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
3	砾石含量	$\leq 5\%$
4	pH 值	$5.0 \sim 8.5$

5	有机质	$\geq 1\%$
---	-----	------------

4 混凝土骨料、块石料等其他建筑材料的质量评价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。

#### 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 抬填工程勘察报告编制应符合国家现行标准《水利水电工程地质勘察资料整编规程》SL 567 和《水利水电工程制图 第3部分：勘测图》SL 73.3 的有关规定。
- 5.4.3 工程地质勘察报告应包括正文和附图，并应符合下列规定：
  - 1 勘察报告正文应包括绪言、地质概况、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。
  - 2 勘察报告附图应包括抬填区综合工程地质图、专门性问题工程地质图、典型工程地质剖面图、专门性问题工程地质剖面图、天然建筑材料产地分布图、各料场综合成果图。

## 6 农田用地抬填工程设计

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 农田用地抬填工程设计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、科学合理的选择抬填工程设计方案，兼顾经济适用和技术示范。
- 6.1.2 抬填后耕地质量应满足征地移民安置规划大纲和征地移民安置规划设计专题报告的要求。
- 6.1.3 农田用地抬填工程设计内容应包括抬填范围和高程确定、抬填结构设计、田间工程设计、监测工程设计。

### 6.2 抬填范围和高程

- 6.2.1 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。
- 6.2.2 抬填区设计高程应分别按淹没、浸没和抬填结构进行计算，并应与土地征收线高程进行比较，取大值。
- 6.2.3 抬填区设计高程按淹没洪水标准确定时，应符合下列规定：
- 1 坝前回水不显著地段设计高程按“正常蓄水位+安全超高值”确定，安全超高值宜按现行行业标准《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》SL/T 290的有关规定确定，计算的风浪、船行波爬高值低于0.5米时，应取0.5米。
  - 2 其他地段设计高程应按频率20%~50%、重现期5年~2年洪水标准对应的回水位确定。
- 6.2.4 按作物根系深度和毛细水上升浸没确定设计高程时，抬填区设计高程应按下式计算：

$$H_n = H_B + H_k + d_z \quad (6.2.4)$$

式中： $H_n$ ——农田用地抬填区设计高程（m）；

$H_B$ ——正常蓄水位回水位对应的抬填区壅高地下水位（m），壅高地下水位计算宜符合本标准附录C的规定；

$H_k$ ——土的毛细水上升高度（m），宜通过试验或按本标准附录A取值；

$d_z$ ——作物根系深度（m），宜根据作物种类确定，无资料时可按本标准附录B取值。

- 6.2.5 按抬填结构确定设计高程时，应按下式计算：

$$H_n = H_B + D_d + D_b + D_z \quad (6.2.5)$$

式中： $D_d$ ——过渡层厚度（m）；

$D_b$ ——保水层厚度（m）；

$D_z$ ——耕作层厚度（m）。

- 6.2.6 抬填区宜根据抬填后地下水壅高水位线、作物种类和排水要求，确定抬填后的地形坡度。

### 6.3 抬填结构设计

- 6.3.1 农田用地抬填结构由上至下宜分为耕作层、保水层、过渡层及垫高层。
- 6.3.2 耕作层设计应符合下列规定：
- 1 耕作层顶面高程应为农田用地抬填区设计高程。
  - 2 耕作层厚度应依据规划的农田类别确定，且不应小于20cm。
  - 3 耕作层质量控制宜符合表6.3.2-1的规定。

表 6.3.2-1 耕作层质量控制标准

工程内容	项目	质量控制标准
耕作层	土层厚度	20cm~30cm
	土壤容重	$\leq 1.35\text{g/cm}^3$
	土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
	砾石含量	$\leq 5\%$



	pH 值	5.0~8.5
	有机质	≥1%
	电导率	不大于 2dS/s~3dS/s
	平整度	田面高差±5cm

6.3.3 保水层设计应符合下列规定：

- 1 保水层的回填材料宜采用黏性土，不得含植物根茎、砖瓦、垃圾等杂质。
- 2 保水层质量控制宜符合表6.3.2-2的规定。

表 6.3.2-2 保水层质量控制标准

工程内容	项目	质量控制标准
保水层	土层厚度	35cm~50cm
	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≥0.9
	pH 值	5.0~8.5
	顶面高程	±5.0cm

6.3.4 过渡层设计应符合下列规定：

- 1 过渡层厚度宜大于20cm，且不应小于该层的毛细水上升高度值。
- 2 填筑材料宜采用为粗砂及以上的粗粒土，质量控制宜符合表6.3.2-3的规定。
- 3 过渡层设计底高程的确定应符合本标准附录 C 的规定。

表 6.3.2-3 过渡层质量控制标准

工程内容	项目	质量控制标准
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，且不小于毛细水上升高度值，碾压后相对密度≥0.6，碾压后渗透系数 $K \geq 1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$
	顶面高程	±3.0cm

6.3.5 垫高层设计应符合下列规定：

- 1 抬填材料可采用一般土料、风化土料或碎（砾）石土料等，最大块径不应大于50cm且不大于单层碾压厚度的1/3。
- 2 垫高层质量控制宜符合表6.3.2-4的规定。
- 3 垫高层应根据填筑材料、填筑厚度、压实情况等综合确定预留沉降超高。

表 6.3.2-4 垫高层质量控制标准

工程内容	项目	质量控制标准
垫高层	填筑料	按设计要求，不得含根茎、生活垃圾等杂物，且块径<50cm
	碾压要求	机械分层碾压，现场试验确定分层厚度，一般 25cm~50cm；一般土料压实度≥0.9，风化土料或碎（砾）石土料相对密度≥0.6
	顶面高程	±5.0cm

6.3.6 工后沉降量应结合抬填结构层性质、厚度等因素综合确定，工后沉降量计算宜符合国家现行标准《堤防工程设计规范》GB 50286 和《碾压式土石坝设计规范》SL 274 的有关规定。

## 6.4 田间工程设计

6.4.1 田间工程总体布局应根据抬填区农业生产条件、社会经济发展状况和生态环境要求等进行统一规划，并应符合下列规定：

- 1 田间工程布局应与耕作方式相适应。
- 2 田间工程布置应与农村社区规划相协调。
- 3 田间工程布置应符合生态环境保护要求。

6.4.2 田间工程设计内容宜包括格田、灌溉与排水、田间道路、农田防护林和农田输配电等。

6.4.3 抬填区格田设计应符合下列规定：

- 1 格田设计应灌排畅通、调控方便，并应满足作物各生长发育阶段对水分的需求。
- 2 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，耕作方向应满足作物最佳生产要求。

3 格田内田块布置应符合下列规定：

- 1) 田块方向宜保证耕作田块长边方向光照时间最长、受光热量最大。
- 2) 田块长度应根据作物类型、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，宜为 50m~120m。
- 3) 田块宽度应综合田块面积、机械作业要求、灌溉和排水和防止风害等要求确定，并按地形地貌的限制要求进行布置，宜为 20m~50m。
- 4) 田埂宜在田面整理完成后修筑，田埂尺寸应满足耕作要求，顶宽不宜小于 30cm，高度宜高出田面 30cm 以上。

6.4.4 回填耕作层质量不满足耕作需求时，应进行土壤改良，并应符合下列规定：

- 1 过砂或过黏的土壤应通过掺黏或掺砂等措施改良土壤质地。
- 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，使耕作层土壤达到农业种植要求。
- 3 地力不足时，应通过施有机肥、种植绿肥、秸秆还田等措施提升地力。

6.4.5 灌溉与排水工程布局应与项目区周边灌排系统相协调，并应符合现行国家标准《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288 的有关规定。

6.4.6 田间道路设计应符合下列规定：

- 1 田间道路布置应确定田间道路的密度，田间道路通达度宜符合现行国家标准《高标准农田建设通则》GB/T 30600 的有关规定。
- 2 田间道路的类型和位置应根据抬填区外围已有交通设施状况和区内沟渠布局情况确定。
- 3 田间道路路面宽度宜为 3m~6m，生产路路面宽度不宜大于 3m，大型机械化作业区路面宽度可适当放宽。
- 4 田间道路建设应与周边环境相协调，路面宜采用碎石、素土等材质。
- 5 田间道、生产路路基应分层碾压，黏性土料压实度不宜小于 0.92，无黏性土料相对密度不宜小于 0.65。

6.4.7 农田防护林布局应结合工程区气候条件来确定，并应充分利用渠、沟、路旁空地种植树木。

6.4.8 输配电线路应根据工程总体布局需要上进行选线布置，布局应与田间道路、灌溉与排水等工程相结合，并应符合电力系统安装与运行相关用电质量和安全要求。

## 6.5 监测工程设计

6.5.1 监测工程设计宜根据作物种类、抬填结构及厚度等，确定监测项目、监测断面、监测设施、监测方法和频次、监测资料整理分析等内容。

6.5.2 监测项目宜包括地面沉降、地下水位、毛细水上升高度和田间工程建筑物等。

6.5.3 地面沉降、地下水位、毛细水上升高度的监测断面、监测设施、监测方法和频次、监测资料整理分析宜符合现行国家标准《高填方地基技术规范》GB 51254 的有关规定。

6.5.4 田间工程建筑物的监测断面、监测设施、监测方法和频次、监测资料整理分析宜符合现行行业标准《水利水电工程安全监测设计规范》SL 725 的有关规定。

## 7 建设用地抬填工程设计

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 建设用地抬填工程应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内容应包括抬填区范围和高程、垫高填筑、截排水、监测。

### 7.2 抬填范围和高程

- 7.2.1 建设用地抬填区范围和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 抬填区设计高程应分别按淹没、浸没进行计算，两者取大值。
- 7.2.3 抬填区设计高程按淹没洪水标准确定时，应符合下列规定：

1 坝前回水不显著地段设计高程按“正常蓄水位+安全超高值”确定，安全超高值宜按现行行业标准《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》SL/T 290的有关规定确定，计算的风浪、船行波爬高值低于1.0米时，应取1.0米。

2 其他地段设计高程应为淹没洪水标准对应的回水位，淹没洪水标准应符合现行行业标准《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》SL/T 290的有关规定。

- 7.2.4 按浸没确定设计高程时，应按下式计算：

$$H_j = H_b + H_k + \Delta H \quad (7.2.4)$$

式中： $H_j$ ——建设用地抬填区设计高程（m）；

$\Delta H$ ——安全超高值（m），根据建设场地用途等确定。

- 7.2.5 当按浸没影响计算高程远大于按防洪计算的高程及居民迁建线高程时，宜采用粗粒土或结构措施降低毛细水上升高度。

### 7.3 垫高填筑设计

- 7.3.1 原场地地基不能满足抬填场地稳定要求时，应开展地基处理设计，地基处理后应满足场地稳定和垫高层设计的要求。

- 7.3.2 垫高填筑设计应包括下列内容：

- 1 确定填筑材料、坡度、压实度等。
- 2 在库水位变幅较大或雨强较大的地区，复核潜蚀和渗流作用引起的渗透稳定性。

- 7.3.3 垫高填筑设计参数应包括下列内容：

- 1 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率。
- 2 分层填筑厚度和松铺系数。
- 3 分层压（夯）实方法和施工参数。
- 4 质量检验方法及质量控制指标。

7.3.4 当采用一般土料作为垫高层填料时，压实度不宜小于 0.92；当采用风化土料或碎（砾）石土料作为填料时，相对密度不宜小于 0.65。

7.3.5 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1:5时，宜在抬填设计标高下4m内沿顺坡方向开挖高宽比不大于1:2的台阶，台阶宽度不应小于2m，台阶面宜向台阶内倾斜，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，当使用细粒土料分层填筑时宜采用振动碾压法处理。

3 接合处填筑层压实指标宜符合表7.4.4的规定。

表 7.4.4 接合处压（夯）实指标

填料类别	强夯法夯实		振动碾压压实	
	分层控制厚度（m）	夯实指标	分层控制厚度（m）	夯实指标
细粒土料	3.5~4.0	$\lambda_c \geq 0.92$	0.3~0.4	$\lambda_c \geq 0.92$
粗粒土料	3.5~4.0	$Dr \geq 0.65$	0.4~0.5	—

注：1、 $\lambda_c$ 为压实系数；Dr 为相对密度。

2、细粒土的最大干密度宜采用标准击实试验法确定。

3、点夯最后两夯的平均夯沉量应小于 50mm。

7.3.6 工后沉降量应结合垫高层性质、厚度等因素综合确定，工后沉降量计算应符合国家现行标准《堤防工程设计规范》GB 50286 和《碾压式土石坝设计规范》SL 274 的有关规定。

## 7.4 截排水设计

7.4.1 抬填工程截排水设计应遵循下列原则：

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，并应与原场地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，排水系统应结合水库水位抬升对天然河道与沟溪的影响进行设计。

3 排水工程结构应安全可靠，便于施工、检查及维修。

7.4.2 抬填工程截排水设计应符合下列规定：

1 场外截排水沟应利用天然地形和水系，宜沿工程场地周边设置，并应进行防渗和防冲刷处理。

2 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、渗水量等因素确定。

3 地下截排水设计应根据截水、排水功能采取相应的防渗漏措施或反滤措施。

7.4.3 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 监测工程设计

7.5.1 监测工程设计宜根据抬填料类型及抬填厚度等，确定监测项目、监测断面、监测设施、监测方法和频次、监测资料整理分析等内容。

7.5.2 监测项目宜包括地面沉降和地下水位。

7.5.3 地面沉降、地下水位的监测断面、监测设施、监测方法和频次、监测资料整理分析宜符合现行国家标准《高填方地基技术规范》GB 51254 的有关规定。

## 8 护岸工程设计

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 抬填区岸坡防护应结合场地工程地质条件、水文地质条件，综合抬填料来源及其工程性质，进行岸坡防护及监测设计。
- 8.1.2 护岸工程布置应与河势相适应，宜与大洪水的主流线大致平行，并应力求平顺、平缓连接。
- 8.1.3 根据地形地质、建筑材料、工程施工等条件可选择坡式护岸或墙式护岸，护岸结构型式应根据技术经济比选后确定，并应符合现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286的有关规定。
- 8.1.4 护岸工程级别和防洪标准宜与抬填工程区一致，当抬填区内有重要保护对象时，可适当提高工程级别。

### 8.2 坡式护岸设计

- 8.2.1 坡式护岸应分为上部护坡和下部护脚，并应符合下列规定：
  - 1 护坡与护脚分界应根据地形地质条件、岸坡稳定条件、水流条件、库水位等情况综合确定。
  - 2 上部护坡的顶部高程应与抬填高程一致。
  - 3 下部护脚在水流平顺、岸坡较缓段，宜护至坡比为1:3~1:4的缓坡河床处；在深泓逼岸段应延伸至深泓线，并应满足河床最大冲刷深度的要求，河床最大冲刷深度应符合现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286的有关规定。
- 8.2.2 护坡和护脚的型式和结构应根据地形地质条件经技术经济比较选定，并应符合下列规定：
  - 1 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，其下可铺设砂砾石垫层和反滤土工布，坡面应设置排水孔，排水孔处应设置反滤层。
  - 2 护脚结构可采用抛石、石笼、土石织物枕、软体排、模袋混凝土排、铰链混凝土排、钢筋混凝土块体及其混合形式。
- 8.2.3 护脚墙基础埋置深度应满足抗冲刷和抗冻深度要求，并应符合现行行业标准《水利水电工程边坡设计规范》SL 386的有关规定。

### 8.3 墙式护岸设计

- 8.3.1 墙式护岸的结构型式可采用陡坡式、折线式等。
- 8.3.2 墙体结构材料可采用钢筋混凝土、混凝土、浆砌石、石笼等。
- 8.3.3 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。
- 8.3.4 墙式护岸墙体应设置排水孔，墙后宜回填砂砾石等反滤材料。
- 8.3.5 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15m~20m，混凝土、浆砌石结构护岸分缝间距可为10m~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减小分缝间距。
- 8.3.6 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，断面结构尺寸应根据结构应力分析计算确定。

### 8.4 监测工程设计

- 8.4.1 监测工程设计应根据防护工程级别和结构型式等，确定监测项目、监测断面、监测设施、监测方法和频次、监测资料整理分析等技术要求。
- 8.4.2 坡式护岸监测项目宜包括垂直位移、水平位移等，墙式护岸监测项目宜包括垂直位移、水平位移、应力应变等。
- 8.4.3 监测断面、监测设施、监测方法和频次、监测资料整理分析宜符合现行行业标准《堤防工程安全监测技术规程》SL/T 794的有关规定。

## 9 工程施工

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 抬填工程施工应根据社会条件、自然条件、设计文件、施工条件等合理统筹规划施工布置，并应确定技术可行、经济合理的施工方案。
- 9.1.2 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，并应符合现行行业标准《水利水电工程施工组织设计规范》SL 303的有关规定。
- 9.1.3 抬填施工前，应进行地表清理、压实，当遇不良地层时，应按照设计文件要求进行地基处理。
- 9.1.4 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，并应按要求开展施工安全监测工作。
- 9.1.5 抬填场地的施工质量检验应分层进行，每完成一道工序应按设计要求进行验收，未经验收或验收不合格时，不得进行下一道工序施工。

### 9.2 农田用地抬填工程施工

- 9.2.1 农田用地抬填区宜分为垫高层、过渡层、保水层和耕作层施工。铺筑土层前，应待下层土检验合格后方可进行下道工序施工，并应保证土层间的良好结合，上层土施工时应减少对下层土的扰动。
- 9.2.2 农田用地抬填工程施工工序宜按照耕作土剥离、垫高层填筑和碾压、过渡层填筑和碾压、保水层填筑和碾压、耕作土回覆进行。
- 9.2.3 垫高层、过渡层和保水层施工时，应根据压实机械的压实性能、场地土性质、密实度、压实系数和施工含水量，并结合现场试验确定碾压分层厚度、碾压遍数、碾压范围和有效加固深度等施工参数。
- 9.2.4 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。
- 9.2.5 剥离的耕作土和保水层应按规划堆放，并应采取防止水土流失的措施。
- 9.2.6 垫高层、过渡层、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。
- 9.2.7 当垫高层、过渡层、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检测，达到设计要求后进行下一工序施工。
- 9.2.8 耕作层应采取熟化处理，并应做好预防肥料流失的措施。
- 9.2.9 耕作层剥离、堆放及回覆施工质量控制应符合下列规定：
  - 1 耕作层剥离时应控制剥离厚度，剥离率不应低于90%。
  - 2 耕作层剥离后应集中堆放，并应覆盖塑料薄膜作临时防护。
  - 3 当施工期间耕作土长时间堆放造成土壤板结或养分流失时，应施加肥料以增强土壤肥力。
  - 4 耕作层回覆施工应减少对下层保水层的扰动，摊铺应均匀、平整。

### 9.3 建设用地抬填工程施工

- 9.3.1 原场地地基处理应按设计要求进行清基或地基处理。
- 9.3.2 垫高层填筑应按由下至上的顺序分层、分块、分段施工。
- 9.3.3 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，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。
  - 3 当采用强夯法处理时，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，强夯单点夯击试验宜符合现行国家标准《高填方地基技术规范》GB 51254的有关规定，当无试验资料或经验时，可按表9.3.2-1执行。

表 9.3.2-1 强夯法分层厚度、施工参数及夯实指标

分层厚度 (m)	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	$\rho_d \geq 2.0 \text{ t/m}^3$
	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	—	

4 当采用冲击压实或振动碾压法处理时, 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9.3.2-2执行。

表 9.3.2-2 冲击压实或振动碾压法分层厚度、施工参数及压实指标

分层厚度 (m)		遍数		行驶速度 (km/h)		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	$\rho_d \geq 2.0 \text{ t/m}^3$	$\lambda_c \geq 0.92$
0.6~0.8	0.4~0.6	10~15	8~10	8~12	1.5~2.0		
0.8~1.0	—	15~20	—	8~12	—		
1.0~1.2	—	20~25	—	8~12	—		

9.3.4 当垫高层底部接触下卧软土层时, 分层铺填厚度应根据施工机械设备及下卧层土质条件确定。

9.3.5 相邻施工作业面之间的搭接部位处理应符合现行国家标准《高填方地基技术规范》GB 51254 的有关规定。

## 9.4 护岸工程施工

9.4.1 护岸工程施工前应先完成周边截排水工程施工。

9.4.2 坡式护岸施工可分为坡面处理与堆石、干砌石、浆砌石、散抛石、混凝土预制块、现浇混凝土等护坡。

9.4.3 坡面处理施工应符合下列规定:

- 1 应按设计要求削坡, 坡面应平整、坚实。
- 2 岸坡整削完毕因故未做砌护时, 应采取措施盖护。
- 3 规模较大护岸工程, 应分块施工。
- 4 岸坡稳定性较差段, 宜分段先行施工。

9.4.4 堆石护坡施工应符合下列规定:

- 1 垫层或滤层应按设计要求铺筑。
- 2 石料应大小均匀、质地坚硬, 单块尺寸不应小于设计要求。
- 3 当设计对堆石速率有控制要求时, 堆石施工应间歇进行。

9.4.5 干砌石、浆砌石、散抛石、混凝土预制块或现浇混凝土等护坡施工应符合下列规定:



- 1 干砌块石护坡应由低向高按设计要求砌筑，块石要嵌紧、整平，不应叠砌、浮塞。
  - 2 浆砌石护坡应按设计要求做好排水孔。
  - 3 散抛石护坡的抛石厚度应均匀一致，坡面宜平顺；抛石应质地坚硬，并应逐层依次排整，不应有孤石和游石。
  - 4 混凝土预制块护坡应按设计要求开挖沟槽，筑分段条埂，混凝土预制块铺砌应平整、密实，不应有架空、超高现象。
  - 5 现浇混凝土护坡应按设计要求做好排水孔，分仓浇筑混凝土。
- 9.4.6 墙式护岸基槽开挖至设计标高后应进行验槽，地基不满足要求时应进行地基处理。
- 9.4.7 墙式护岸结构类型可分为干砌石、浆砌石、现浇混凝土等。
- 9.4.8 干砌石墙护岸施工应符合下列规定：
- 1 干砌石墙砌筑不应使用有尖角或薄边的石料砌筑。
  - 2 砌石应垫稳填实，不得有通缝和浮塞，不应架空。
  - 3 砌筑面不应以小块石或片石找平。
  - 4 岸坡顶应以大石块或混凝土预制块压顶。
  - 5 承受大风浪冲击的岸坡段，宜用粗料石丁扣砌筑。
- 9.4.9 浆砌石墙护岸施工应符合下列规定：
- 1 浆砌石墙宜用块石砌筑；当石料不规则时，可采用粗料石或混凝土预制块对砌体进行镶面；仅有卵石的地区，也可采用卵石砌筑。砌体强度均应达到设计要求。
  - 2 浆砌石砌筑前，应将石料上的泥垢冲洗干净，砌筑时应保持砌石表面湿润。
  - 3 应采用坐浆法分层砌筑，铺浆厚宜为3cm~5cm。
  - 4 上、下层砌石应错缝砌筑，砌体外露面应平整美观，外露面上的砌缝宜预留不小于3cm深的空隙。
- 9.4.10 现浇混凝土墙护岸施工应符合下列规定：
- 1 混凝土墙基础施工，基底土质及密实度、基础的入土深度和底板轮廓线长度，均应符合设计要求。
  - 2 混凝土墙身浇筑施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。
- 9.4.11 土工合成材料施工应符合下列规定：
- 1 下铺土层顶面应平整。
  - 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，不得有皱折。
  - 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。

## 10 质量检验与工程验收

### 10.1 一般规定

- 10.1.1 抬填工程应按照施工进度、设计要求和质量评定标准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、压实度或相对密度、沉降量及设计要求的其他内容。
- 10.1.3 抬填工程验收应包括单元工程验收、分部工程验收、单位工程验收和竣工验收，并应符合现行行业标准《水利水电建设工程验收规程》SL 223的有关规定。

### 10.2 质量检验

- 10.2.1 填筑料质量及施工过程检验应包括下列内容：

- 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 检验部位应符合下列规定：

- 1 取样部位应具有代表性，并应保证取样部位分布均匀，不得随意挑选，特殊情况下取样应加以说明。
- 2 指标检验应符合现行行业标准《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第1部分：土石方工程》SL/T 631.1、《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第2部分：混凝土工程》SL/T 631.2、《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第3部分：地基处理与基础工程》SL/T 631.3和《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第4部分：堤防与河道整治工程》SL/T 631.4的有关规定。

- 10.2.3 检验数量应符合下列规定：

- 1 填筑料含水率及颗粒级配检验数量，当采用同一填筑料、施工方法和施工参数时，每层每500m<sup>2</sup>应至少检验1次，每次检验点数不应少于3个。
- 2 分层碾压后的压实度或相对密度检验数量，每层每500m<sup>2</sup>不应少于1个检验点，每个分区不应少于3个点。
- 3 过渡层的毛细水上升高度检验数量，每1000m<sup>2</sup>~2000m<sup>2</sup>不应少于1个检验点，每个分区不应少于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500m<sup>2</sup>不应少于1个检验点，高程及平整度应按20m×20m网格测量检验。
- 5 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。
- 6 检验数量不能反映实际情况或设计另有要求时，可根据实际情况增加取样数量。

- 10.2.4 每一填筑层自检、抽检后，取样不合格的部位应补压或作局部处理，经复验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覆、垫高层填筑、过渡层、保水层填筑及田间工程等内容。

- 10.2.6 建设场地根据其施工功能的差异，质量控制措施应主要包括基础处理、垫高层填筑等内容。

- 10.2.7 耕地质量评定应符合现行国家标准《农用地质量分等规程》GB/T 28407的有关规定。

### 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 抬填工程试验、验收记录及相关报告；
- 5 设计变更报告；
- 6 工程重大问题的处理文件；
- 7 抬填工程竣工图；
- 8 其他必须提供的文件和记录。

10.3.2 农田用地抬填工程验收应符合下列规定：

1 农田用地抬填工程验收应由项目建设方组织，勘察、设计、监理、施工、农田管理机构及农田种植代表参加。

2 农田用地抬填工程验收合格后，应及时移交至农田管理机构，并签署同意接受书。

10.3.3 建设用地抬填工程验收应符合下列规定：

1 建设用地抬填工程验收应由项目建设方组织，当地行政主管部门、勘察、设计、监理、施工等单位代表参加。

2 建设用地抬填工程验收合格后，应及时移交给当地土地行政主管部门或水库管理机构，并签署同意接受书。

## 附录 A 填筑层毛细水上升高度

A. 0. 1 填筑层毛细水上升高度宜通过毛细水上升高度试验确定，使用特殊性土作为填筑料时应通过试验确定。

A. 0. 2 工程规模较小、非重要性建设项目或不具备试验条件时，可按表 A. 0. 2 取值。

表 A. 0. 2 填筑层毛细水上升高度 ( $H_k$ ) 参考值 (cm)

填筑料类型	$H_k$	填筑料类型	$H_k$
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 一般农作物根系深度

B.0.1 农作物根系深度宜根据当地实际情况、农作物种类等现场测定。

B.0.2 无实测资料时，一般农作物根系深度可按表 B.0.2 取值。

表 B.0.2 一般农作物根系深度 (cm)

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

## 附录 C 过渡层设计底高程计算

C.0.1 抬填工程结构设计高程应考虑抬填后地下水壅高影响，过渡层底面高程不应低于正常蓄水位回水位对应的地下水壅高水位（图 C.0.1）。

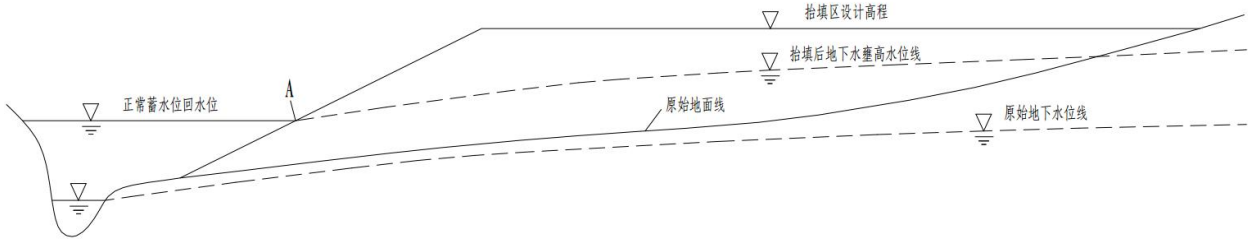


图 C.0.1 抬填高程与地下水位关系示意图

C.0.2 过渡层层底 A、B 点高程  $H_A$  和  $H_B$  的确定应符合下列规定：

- 1 抬填后地下水壅高水位线应以 A 点为基准点， $H_A$  为正常蓄水位回水位。
- 2 抬填后地下水壅高水位线 B 点高程  $H_B$  应按下列公示计算：

$$H_B = H_0 + h \quad (C.0.2-1)$$

$$h = y - \frac{L_1}{L_2}(y - H) \quad (C.0.2-2)$$

式中： $H_0$ —相对隔水底板高程（m）；

$h$ —为正常蓄水位回水位对应的地下水壅高水位至相对隔水底板的高差（m）；

$y$ —计算断面处壅高后的地下水位至隔水底板的距离（m）；

$L_1$ —B 至计算断面处的水平距离（m）；

$L_2$ —A 点至计算断面处的水平距离（m）；

$H$ —A 点至隔水底板的竖向距离（m）。

- 3 抬填料渗透系数与原地层渗透系数接近时， $y$  值应按下式计算（图 C.0.2-1）：

$$y = \sqrt{\frac{L_2}{L}(h_2^2 - h_1^2) + H^2} \quad (C.0.2-3)$$

式中： $L$ —蓄水前河流水边线至极端断面处的水平距离（m）；

$h_1$ —蓄水前河流水位线至隔水底板的竖向距离（m）；

$h_2$ —水库蓄水前计算断面处的地下水位至隔水底板的距离（m）。

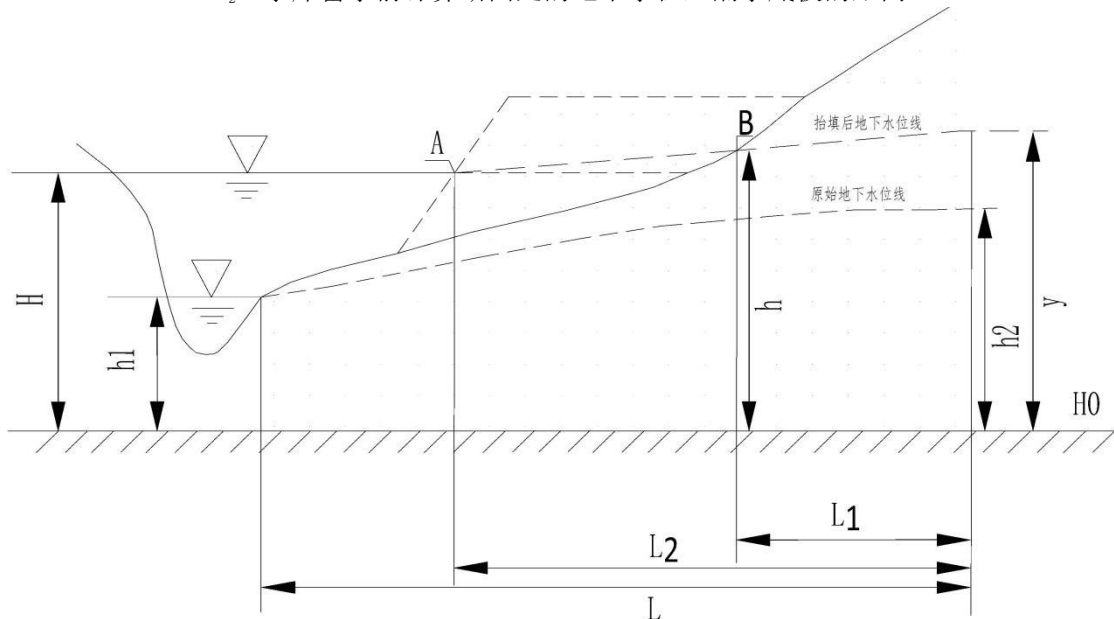


图 C.0.2-1 抬填料与原地层渗透系数接近时的地下水壅高水位计算示意图

4 抬填料渗透系数与原地层渗透系数差别较大时，y 值应按下式计算（图 C. 0. 2-2）：

$$y = \sqrt{h_2^2 - h_1^2 + H^2} \quad (\text{C. 0. 2-4})$$

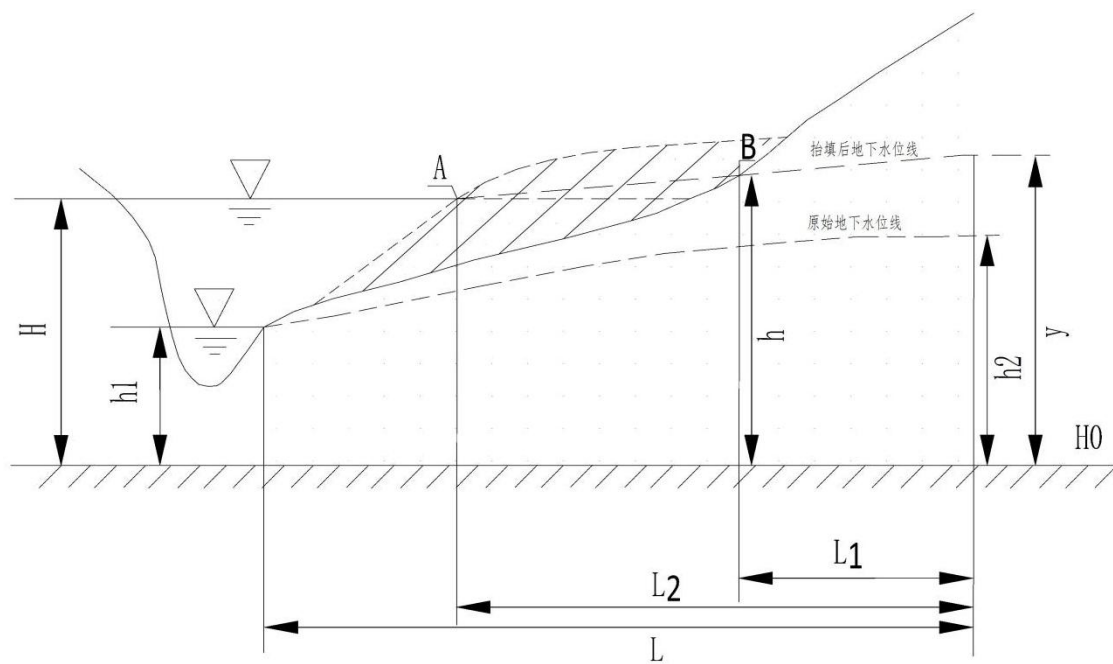


图 C. 0. 2-2 抬填料与原地层渗透系数差别较大时的地下水壅高水位计算示意图

## 本规程用词说明

- 1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：  
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用词：  
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，在条件许可时首先应这样做的用词：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 条文中指明应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

《防洪标准》GB 50201  
《堤防工程设计规范》GB 50286  
《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288  
《混凝土结构工程施工规范》GB 50666  
《高填方地基技术规范》GB 51254  
《农用地质量分等规程》GB/T 28407  
《高标准农田建设通则》GB/T 30600  
《中小型水利水电工程地质勘察规范》SL 55  
《水利水电工程制图 第3部分：勘测图》SL 73.3  
《水利水电工程测量规范》SL 197  
《水利水电建设工程验收规程》SL 223  
《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL 251  
《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252  
《碾压式土石坝设计规范》SL 274  
《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》SL/T 290  
《水利水电工程施工组织设计规范》SL 303  
《水利水电工程边坡设计规范》SL 386  
《水利水电工程地质勘察资料整编规程》SL 567  
《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第1部分:土石方工程》SL/T 631.1  
《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第2部分:混凝土工程》SL/T 631.2  
《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第3部分:地基处理与基础工程》SL/T 631.3  
《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第4部分:堤防与河道整治工程》SL/T 631.4  
《水利水电工程安全监测设计规范》SL 725  
《堤防工程安全监测技术规程》SL 794

中国水利学会团体标准

水库区抬填工程技术规程

T/CHES XXX—20XX

条文说明

## 制 定 说 明

T/CHES XXX—20XX《水库区抬填工程技术规程》，经中国水利学会××××年××月××日以第××号公告批准发布。

本标准在制定过程中，编制组根据新阶段水利高质量发展对水利技术标准的要求，进行了广泛调查和深入研究，总结了水库区抬填工程实践经验，参考了相关规范内容，对本标准进行了制定。

为便于广大设计、施工、科研、管理等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《水库区抬填工程技术规程》编制组按照章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 目 次

1 总 则 .....	(32)
3 基本规定 .....	(33)
4 工程设计标准 .....	(34)
4.1 工程等级 .....	(34)
4.3 灌溉与排涝标准 .....	(34)
5 工程地质勘察 .....	(35)
5.1 一般规定 .....	(35)
5.2 抬填场地和护岸工程 .....	(35)
5.3 天然建筑材料 .....	(35)
6 农田用地抬填工程设计 .....	(36)
6.1 一般规定 .....	(36)
6.2 抬填范围和高程 .....	(36)
6.3 抬填结构设计 .....	(36)
6.4 田间工程设计 .....	(37)
6.5 监测工程设计 .....	(37)
7 建设用地抬填工程设计 .....	(38)
7.1 一般规定 .....	(38)
7.2 抬填范围和高程 .....	(38)
7.3 垫高填筑设计 .....	(38)
7.4 截排水设计 .....	(38)
8 护岸工程设计 .....	(40)
8.1 一般规定 .....	(40)
8.2 坡式护岸设计 .....	(40)
8.3 墙式护岸设计 .....	(40)
9 工程施工 .....	(41)
9.1 一般规定 .....	(41)
9.2 农田用地抬填工程施工 .....	(41)
9.3 建设用地抬填工程施工 .....	(41)
9.4 护岸工程施工 .....	(41)
10 质量检验与工程验收 .....	(42)
10.2 质量检验 .....	(42)
附录 A 填筑层毛细水上升高度 .....	(43)
附录 B 一般农作物根系深度 .....	(44)
附录 C 过渡层设计底高程计算 .....	(45)

## Contents

1	General provisions .....	(32)
3	Basic requirement .....	(33)
4	Design Standards .....	(34)
4.1	Project grade .....	(34)
4.3	Irrigation and drainage standard .....	(34)
5	Engineering geological investigation .....	(35)
5.1	General requirements .....	(35)
5.2	Filled ground and reservoir lift-fill shoreline works .....	(35)
5.3	Sources of construction materials .....	(35)
6	Design of filled ground engineering for farmland .....	(36)
6.1	General requirements .....	(36)
6.2	Scope and elevation of filled ground .....	(36)
6.3	Design of lift-fill structural .....	(36)
6.4	Design of on-farm infrastructure system .....	(37)
6.5	Design of monitoring works .....	(37)
7	Design of filled ground engineering for construction land .....	(38)
7.1	General requirements .....	(38)
7.2	Scope and elevation of filled ground .....	(38)
7.3	Design of filling .....	(38)
7.4	Design of interception and drainage .....	(38)
8	Design of reservoir lift-fill shoreline works .....	(40)
8.1	General requirements .....	(40)
8.2	Design of slope-type revetment .....	(40)
8.3	Design of wall-type revetment .....	(40)
9	Project construction .....	(41)
9.1	General requirements .....	(41)
9.2	Construction of filled ground engineering for farmland .....	(41)
9.3	Construction of filled ground engineering for construction use .....	(41)
9.4	Construction of reservoir lift-fill shoreline works .....	(41)
10	Quality verification and project acceptance .....	(42)
10.2	Quality verification .....	(42)
	Appendix A Rising height of capillary water of filled layer .....	(43)
	Appendix B Root depth of common crop .....	(44)
	Appendix C Design bottom elevation calculation of graded filter transition layer .....	(45)

# 1 总 则

1.0.1 水库建设直接造成不同程度的耕地淹没、城镇迁建，往往带来很大的人地矛盾。水库区抬填工程是通过回填垫高及岸坡防护等措施，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，利用浅淹没区（浅淹没区一般是指淹没深度不大于5m的区域）和库岸浸没区的土地，就近妥善安置移民，缓解水库区人地矛盾。水库区抬填工程涉及水利行业、农业行业及建筑行业，属于交叉行业的技术标准，目前尚无国家标准和水利行业标准。本标准在满足常规场地回填垫高、农田改造及城集镇建设要求的基础上，还兼顾了库水升降对场地、填土和岸坡稳定的影响，以及毛细水上升对农田和建设用地的影响，是对相关标准的补充完善，与现行国家、行业标准相协调，填补了水利行业标准的空白。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 水库蓄水导致库区农业和建设用地面积减少，本标准主要适用于在建水库淹没区、库岸浸没区，通过将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，包括从勘察、设计、施工、验收的全过程。

1.0.3 水库区抬填工程建设主要是为水库区移民安置服务，本规程是在征地移民安置规划大纲、征地移民安置规划设计专题报告的基础上，为抬填工程专项设计中的初设、施工图设计服务。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，因此抬填工程建设须符合已批准的征地移民安置规划大纲、征地移民安置规划设计专题报告中控制指标的要求。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，还须与国土、城乡、交通、农业等规划相协调。

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和谐共生，抬填工程建设以发展社会经济、高效利用土地资源、生态环保、因地制宜为基本原则。

1.0.5 积极采用水利先进实用技术重点推广指导目录中的新技术、新工艺、新材料、新产品、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。

1.0.6 抬填工程涉及国民经济多个部门和专业，主要涉及水利、农业、国土、移民、城建、交通等部门和有关专业。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，尚须符合国家现行有关标准的规定。

### 3 基本规定

3.0.1 水库运行期，库水位升高和下降将引起水库周边地下水位的抬升和下降，从而对抬填工程及其上部建筑物等产生影响。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须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；我国资源环境集约的基本国情决定，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。

3.0.3 抬填工程勘察设计收集资料如下：

1 本区域历年气象水文资料，气象水文资料的收集要满足灌溉与排水工程设计的要求。

2 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，水库坍岸、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满足工程设计的要求，根据《水利水电工程测量规范》SL 197，结合农田和建设场地规划需要，总体布置图比例尺采用1:5000~1:10000，主要建筑物局部地形图采用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，抬填后的工程布置须尽量结合现有设施，对因抬填工程建设而破坏的设施，在设计施工中要予以恢复。

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 抬填区国土空间规划、农业产业规划等资料，抬填工程建设方案与国土空间规划、农业产业规划等相协调。

3.0.4 抬填工程建成后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、抬填结构的设计，设计内容规定不包括建设用地拟建建（构）筑物的设计。抬填工程在库区进行，可能存在临库边坡，需要进行岸坡防护设计。

3.0.5 抬填工程建设在移民安置规划之后或水利工程可行性研究、水电工程预可行性研究后进行，因此将抬填工程设计分为初步设计和施工图设计两个阶段，地质勘察深度满足相应设计阶段的要求。

## 4 工程设计标准

### 4.1 工程等级

4.1.1 抬填工程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。考虑到国家现行标准《防洪标准》GB 50201 和《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252 中对工程等级的划分有详细的规定，因此本规程按照国家现行标准《防洪标准》GB 50201 和《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252 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没区及浸没区，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，根据其用途确定的工程等级不同时，以最高工程等级作为该分区的工程等级。

4.1.3 抬填工程作为农田使用时，需配套田间工程。田间工程涉及的建（构）筑物包括渠、水闸、泵站、道路、桥梁等，这些建（构）筑物的等级根据类别、规模，按相关规定执行。

### 4.3 灌溉与排涝标准

4.3.1 《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288-2018 第 3.2 节明确了农作物的灌溉标准，第 3.3 节明确了农作物排涝标准。设计时，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溉与排涝标准。



## 5 工程地质勘察

### 5.1 一般规定

5.1.1 护岸工程事关场地稳定性，需要开展相应的勘察工作。

5.1.4 抬填工程建设在移民安置规划之后或水利工程可行性研究、水电工程预可行性研究后进行，抬填工程设计参照岩土工程设计进行阶段划分，因此，初步设计阶段料场勘察要求达到初查深度，施工图设计阶段料场勘察要求达到详查深度。

### 5.2 抬填场地和护岸工程

5.2.1 初步设计阶段勘察包括下列内容：

3 本条所述的建（构）筑物仅指田间工程的渠、水闸、泵站、道路、桥梁等建（构）筑物，建设用地抬填区的拟建建（构）筑物需另行勘察设计。

6 水库工程前期勘察成果中包含了区域构造稳定性分析与评价，在搜集到相应的成果后，进行初步复核；若未搜集到相应的区域构造稳定性成果时，结合《中国地震动参数区划图》GB18306 确定地震动参数，并进行区域构造稳定性分析与评价。场地地震效应评价包括场地地震效应评价和抬填后场地地震效应评价。

5.2.3 对抬填工程初步设计阶段对应的是水利水电工程可行性研究阶段，施工图阶段对应的是初步设计阶段，因此，抬填场地勘察方法要满足国家现行标准《水利水电工程地质勘察规范》GB 50487 和《中小型水利水电工程地质勘察规范》SL 55 中可行性研究阶段及初步设计阶段工程地质勘察的有关规定。

5.2.4 护岸工程勘察在现行行业标准《堤防工程地质勘察规程》SL 188 有相关规定。

### 5.3 天然建筑材料

5.3.1 抬填工程涉及到的天然建筑材料要求，现行行业标准《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL 251 中对质量和储量勘察有相关规定。

5.3.3 天然建筑材料取样试验，国家现行标准《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266 和《土工试验方法标准》GB/T 50123 中有相关规定。

5.3.5 保水层和耕作层料场勘察工作除了满足国家现行行业《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL 251 的规定外，还须按照现行国家标准《耕地质量等级》GB/T 33469 的规定，查明料层的结构特征、颗粒组成及级配特征、PH 值、有机质等。过渡层起到消除毛细水影响的作用，因此过渡层须确定击实后毛细水上升高度等。

## 6 农田用地抬填工程设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 农田用地抬填工程的设计，需紧密与综合规划相融合。要依据当地自然环境、社会状况、经济水平以及技术支撑等多方面条件，通过对农田用地抬填区展开全面深入的技术经济比较来确定方案。同时，积极借鉴过往已有工程在抬填区的试验研究成果以及工程建设过程中积累的宝贵经验，从而保障设计的科学性、合理性与可行性。

6.1.3 当抬填工程作为农田使用时，除了确定抬填高程、抬填结构外，还需配套相应的田间工程，以满足当地群众生产的需要。因此，农田用地抬填工程设计包括田间工程设计。

### 6.2 抬填范围和工程

6.2.2 抬填后的农田，必须满足防洪要求，田地不受浸没影响，土层厚度、保水性等满足耕作需要。按淹没确定设计高程时，最重要的是要确定淹没洪水标准，《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》SL/T 290-2024第4.2.3条对耕、园地淹没洪水标准作出了相关规定。建成后的农田也不能出现水库浸没引起的盐渍化等问题，因此，设计高程须按防浸没进行计算。因抬填区由回填的结构层构成，为满足耕作等需要，耕作层、保水层等的厚度有相关的要求，根据耕作各层厚度也可以计算出设计高程。设计高程取浸没计算高程、抬填结构计算高程和土地征收线的大值。

6.2.4 土的毛细水上升高度取值一般通过现场试验获得，在无条件进行现场试验时，按类似工程经验取值；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。

### 6.3 抬填结构设计

6.3.1 农田抬填区抬填结构由上至下一般分为耕作层、保水层、过渡层及垫高层（图1）。耕作层是受耕作、施肥、灌溉影响最强烈的土壤层，具有较好的肥力和耕作性。保水层位于耕作层下部，结构紧实，孔隙度小，透水、透气性较差，起防止耕作层水肥流失的作用。垫高层位于最下部，主要起到抬高抬填区高程的作用。在过渡层和保水层之间设置一层过渡层，是一种工程措施，起到降低毛细水上升高程的作用。

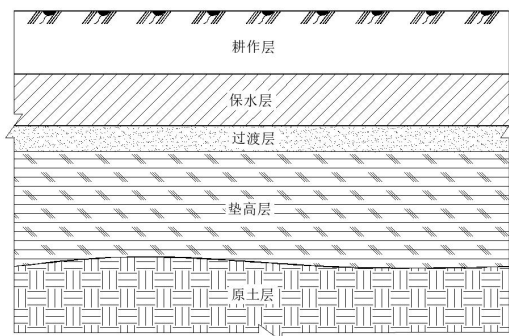


图1 农田用地抬填区抬填结构示意图

6.3.2 全国各地耕地土体和耕作层厚度参考经验值，一般耕地的土体厚度在100cm以上，山丘区及滩地的土体厚度大于50cm。一般耕作层厚度大于25cm；旱作农田保持耕作层厚度达到35cm以上；水稻耕作层厚度保持在15cm~20cm。耕作层设计厚度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或各地耕作层厚度经验值。耕作层平整度根据耕地类型综合确定，满足农作物种植的要求。耕作层回填材料原则上采用现状耕作层剥离回填，若耕作层受重金属污染，不能作为耕作土料回填的，需采取客土回填，客土土壤肥力不低于原耕作土的肥力。由环境保护部发布的HJ802给出了土壤电导率的测定的电极法。耕作层平整度要根据耕地类型综合确定。稻作淹灌农田一般以格田作为平整单元，格田内田面平整度小于 $\pm 3.0\text{cm}$ ；旱作物地面和自流灌溉农田一般以末级固定渠道控制范围作为平整基本单元，田面平整度小于 $\pm 5.0\text{cm}$ ；喷滴灌农田田面平整度小于 $\pm 5.0\text{cm}$ 。

6.3.3 保水层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。回填材料除符合《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》SL 251的要求外，对土的压实度及压实后渗透系数也做了明确规定。

6.3.4 为了保证设计抬填上部结构层稳定性，淹没区过渡层厚度不小于该层填料毛细水上升高度值，过渡层回填材料一般采用粗砂及以上的粗粒土。回填料不含植物根茎、垃圾等杂质。

6.3.5 垫高层回填材料须满足稳定性要求，一般采用碎（砾）石土料、风化土料、一般土料，不得含植物根茎、垃圾等杂质，最大块径不大于50cm且不大于单层碾压厚度的1/3。为防止实施后上部结构层沉降变形，对垫高层进行碾压，黏性土料压实指标采用压实度，非黏性土压实指标采用相对密度。

农田用地垫高层、过渡层、保水层压实指标主要是按照《堤防工程设计规范》GB50286、《碾压式土石坝设计规范》SL274等国家和行业标准要求。《堤防工程设计规范》GB50286规定堤身高度低于6m的3级堤防工程黏性土压实度不小于0.91，无黏性土的相对密实不小于0.6。考虑到农田用地的垫高层、过渡层、保水层为竖向水平层，并不直接邻水，一般不涉及稳定性问题，其相应的压实度指标在堤防工程设计规范的要求上有所降低，同时借鉴多年以来工程实践经验，提出抬填工程黏性土压实度不小于0.9，无黏性土相对密度不小于0.6。

#### 6.4 田间工程设计

6.4.1 作出田间工程布局与耕作方式相适、与农村社区规划相协调、符合生态环境保护要求的规定，其目的是为了提提高农业生产效益，应减少对农村环境的影响。

6.4.3 平原区格田长度、宽度一般取大值，山丘区根据地形、土地平整及耕作条件等作相应调整。

6.4.4 若回填耕作层不满足耕作层需求，对其进行土壤改良，过沙或过黏的土壤通过掺黏或掺沙等措施，改良土壤质地；酸化土壤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，盐碱土壤通过工程和土壤调理剂等措施；地力不足时，还通过施有机肥、种植绿肥、秸秆还田等工程以及农艺、生物等措施，使耕地基础地力贡献率 and 生产能力提高，最终使耕作层土壤满足农业种植要求。

6.4.5 灌溉与排水工程需要根据地形地貌、气候条件、工程地质和水文地质条件等因素进行设计。《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288规定，抬填区内灌排系统与外围现有灌排设施衔接，山区丘陵区充分利用天然河道与沟溪布置排水系统，平原地区灌排渠系一般分开布置。

6.4.6 田间道路的类型、位置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。

6.4.7 农田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倍~25倍，主林带3m~6m，副林带2m~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。

#### 6.5 监测工程设计

6.5.2 常规监测项目一般包括变形监测、渗流监测、应力应变等。针对农田用地抬填区，选取了地面沉降、地下水位进行监测，农田工程可能涉及泵站、涵、闸等水工建筑物，根据建筑物的类型，开展相关的变形、结构等监测。

毛细水是土壤中水分存在的一种重要形式，通过监测其上升高度，一方面可以直接获取土壤中水分在垂直方向上的运动和分布信息，有助于准确掌握农田土壤不同深度的水分含量变化，为灌溉决策提供关键依据，避免过度灌溉或灌溉不足，实现精准灌溉，提高水资源利用效率；另一方面通过监测毛细水上升高度，可以及时发现土壤盐碱化的潜在风险，采取相应的防控措施，如合理灌溉、排水洗盐、种植耐盐植物等，防止土壤盐碱化进一步恶化，保护农田生态环境；第三方面，通过监测毛细水上升高度并进行合理调控，可以为作物生长创造良好的土壤水分环境，促进作物根系生长、提高作物的抗逆性，最终实现作物的高产稳产。因此，在农田用地抬填区开展毛细水上升高度监测是十分必要的。

## 7 建设用地抬填区设计

### 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，抬填工程设计不针对拟建（构）筑物形式开展。

### 7.2 抬填范围和高程

7.2.3 居民迁移线是水库淹没区及影响区根据移民规范规定的标准确定的居民迁移高程线。《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》SL/T 290-2024 第 4.2.8 条对居民迁移线作出了相关规定，综合水库淹没以及浸没、坍岸、滑坡、岩溶内涝、库周地段和孤岛等影响范围的具体情况，根据国家和当地的有关规定，遵循安全、经济和节约集约利用土地的原则，在征求各方意见的基础上，全面分析论证确定。抬填区设计高程按淹没洪水标准确定，其确定方法基本与居民迁移线的确定一致。

7.2.4 考虑浸没影响时，安全超高值要根据建筑物地基持力层情况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、膨胀土等地层，持力层在含水率改变下的变形增大率及强度降低率等。

7.2.5 当按浸没影响计算高程远大于按淹没计算的高程时，直接采用按浸没影响计算的设计高程，会造成工程经济上的浪费，可以通过一些工程措施，降低毛细水上升高度，从而使设计高程既满足功能需求，又经济合理。

粗粒土的毛细水上升高度小，回填土料采用粗粒土，能有效降低毛细水上升高度。当料场粗粒土含量不足，通过设置过渡层，过渡层采用粗砂及以上的粗粒。

### 7.3 垫高填筑设计

7.3.1 原场地存在新近沉积软弱土、填土、湿陷性土等松散软弱岩土，如果不对原场地地基进行处理，可能引起地基沉降变形，因此本条规定了原场地地基不能满足抬填场地稳定要求时，要开展地基处理设计的要求。

7.3.3 抬填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。填筑料不得含植物根茎、生活垃圾等杂物。

7.3.4 《建筑地基基础设计规范》GB 50007 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 0.92，砂砾石的相对密度不低于 0.65。

7.3.5 抬填场地范围内存在基岩时，注意在填挖交接处的搭接比选择较小的值，以便调节挖填过渡处较短距离内的沉降差。

### 7.4 截排水设计

7.4.1 地表排水功能，除了把填筑范围内的地表水排出到场外，还须通过合理的设计把周边地表水截流在抬填范围以外。地表排水设计须研究周边的自然地形和建（构）筑物的排水，结合既有排水设施，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，保证填筑场地地表排水系统设计的安全、经济、合理。

地表排水沟连接各种排水设施，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。排水沟和水道的衔接，做到汇流处水流顺畅，有良好的流向和交角。

7.4.2 本条对截排水设计进行了规定：

1 截水沟用于拦截和排除抬填场地后自然斜坡的地表径流，防止水流冲刷和侵蚀边坡和填筑场地。在一些已建工程上，常出现因截水沟设置不合理而不能正常发挥作用，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场地边坡等现象。因此，设计前进行实地调查，了解地形、地质、水文、植被等条件，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。

2 地表排水的主要任务是迅速把场内地表积水排走，以免造成场地浸水破坏或影响使用功能。根据计算成果设置排水沟及阻水设施，通过排水设施将可能进入填筑场地的地表水拦截在外。

一般采用两种方式排出地表积水：一种是让地表水以横向漫流形式向填筑场地坡面分散排放；另一种方式是在填筑场地外侧边缘设置拦水带，将地表水汇集在拦水带，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场地坡脚外。

3 为防止截水设施渗漏，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，设置防渗漏或反滤措施。地下排水沟较长时，为避免淤塞和便于清通，在其间设置出水口，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，作妥善处理，防止出现坡面冲刷。盲沟的平面布置及断面尺寸结合地形地貌、汇水面积和水系流向、流量等因素综合确定，排水支盲沟间距小于 40m，泉眼和渗流点增设支盲沟。

## 8 护岸工程设计

### 8.1 一般规定

8.1.1 抬填工程的岸坡为临水岸坡，护岸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，修建护岸工程是十分必要的，为满足抬填区岸坡稳定要求，需开展专门护岸工程设计。

8.1.3 本规程护岸工程主要为坡式护岸和墙式护岸，《堤防工程设计规范》GB 50286 中对这两种型式的有详细的规定，其稳定性计算等满足《堤防工程设计规范》GB 50286 的要求。

8.1.4 护岸工程保护抬填区岸坡稳定，因此，工程级别和防洪标准与抬填工程区一致。但是当抬填区内规划有特别重要的建筑物时，适当提高工程级别。

### 8.2 坡式护岸设计

8.2.1~8.2.3 护岸工程以设计死水位分界，上部和下部分别不同，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，上部及下部工程在型式、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最多的仍然是干砌石，它有良好的排水性能，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淤；各种结构的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。

### 8.3 墙式护岸设计

8.3.1~8.3.3 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。墙式护岸断面在满足稳定要求的前提下，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，须采取护基措施；嵌入式墙基要具有一定的强度，满足结构抗剪、抗弯等设计要求。

## 9 工程施工

### 9.1 一般规定

9.1.2 抬填工程涉及大量土石方工程，合理进行施工组织设计，对确保工程施工的安全顺利开展有重要的作用。

9.1.3 抬填施工后，原场地被覆盖在下部，如果不对原场地地基进行处理，可能引起抬填区地基沉降变形，因此本条强调了抬填施工前需要进行地表清理、压实，不良地层要开展地基处理。

### 9.2 农田用地抬填工程施工

9.2.1 保证土层间良好结合的主要措施包括合理选择填料、分层压实、控制含水量以及使用特殊材料等。

9.2.3 填土分层铺填厚度及压实遍数按表 1 的规定确定。

表 1 分层铺填厚度及压实遍数

施工设备	每层铺填厚度(mm)	每层压实遍数
平碾(8t~12t)	200~300	6~8
羊足碾(5t~16t)	200~350	8~16
振动碾(8t~15t)	500~1200	6~8
冲击碾压(冲击势能 15 kJ~25kJ)	600~1500	20~40

### 9.3 建设用地抬填工程施工

9.3.3 压实度是衡量土壤密实程度的重要指标，直接影响回填土的稳定性和承载能力，通过现场试验，确定压实遍数、虚铺厚度、土料的含水量，确保压实度达到设计要求，避免因压实不足或过度压实而导致的质量问题。

每层压实遍数通过现场试验确定，这是因为压实遍数受到多种因素的影响，包括压实度要求、压实工具、虚铺厚度和含水量等。不同的压实工具（如振动压路机、静压路机等）对土壤的压实效果不同，选择合适的压实工具并进行试验，以确定最佳的压实遍数。虚铺厚度是指回填土层的初始厚度，过厚或过薄都会影响压实效果，通过试验确定合适的虚铺厚度，确保压实效果。土料含水量对压实效果有显著影响，含水量过高或过低都会导致压实效果不佳，通过试验确定最佳的含水量范围，提高压实质量。

### 9.4 护岸工程施工

9.4.1 岸坡防护施工前，周边截排水工程施工遵循因地制宜的原则，截排水沟一般采用临时土沟或永久浆砌石、混凝土等材质，永久截排水沟兼做后期抬田排水使用。

## 10 质量检验与工程验收

### 10.2 质量检验

10.2.1 填筑土料的含水率等物理力学性质与施工压实有密切关系,施工过程中含水率一般以最优含水率控制。

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,按设计要求检验。建设用地区域地基处理质量满足设计要求,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映实际情况或设计另有要求时,根据实际情况增加取样数量。采用的检验方法符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123的规定。《水利水电工程单元工程施工质量验收标准》SL/T 631.1~SL/T 631.4给出了土石方工程、混凝土工程、地基处理与基础工程等单元工程施工质量验收评定标准,《建筑地基工程施工质量验收标准》GB 50202给出了建筑地基基础工程施工质量验收标准。



## 附录 A 填筑层毛细水上升高度

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、孔隙率等诸多因素有关，尤其是特殊性土，在工程实施时一般通过试验进行确定。

A. 0. 2 为了便于不具备试验条件的工程项目参照使用，现收集了国内不同地区各地层毛细水上升高度实测数据，经统计汇总成表 2。

表 2 毛细水上升高度 ( $H_k$ ) 实测值 (cm)

地 区	岩 性	$H_k$	岩 性	$H_k$
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 B 一般农作物根系深度

B.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，受气候、土壤、生长阶段、农业技术措施等因素影响，农作物根系深度难以制定统一标准。针对实际农作物类型，根据当地实际情况，现场测定农作物根系深度，或者参考抬填工程所在地相关行业部门的调查数据。

## 附录 C 过渡层设计底高程计算

C.0.2 抬填工程通过回填土石料至设计高程，形成农田用地或建设用地，回填结构层与原库岸共同形成了新的库岸。《水利水电工程地质勘察规范》GB 50487给出了地下水壅高计算（解析法）常用公式，对均值土层、非均值土层等的地下水壅高计算作出了规定，包含类型较多。根据抬填料与原地层渗透差异性，分为抬填料渗透系数与原地层渗透系数接近和抬填料渗透系数与原地层渗透系数差别较大两种常见组合。抬填料渗透系数与原地层渗透系数接近时，按均值土层考虑，抬填一般位于平缓河谷，参考《水利水电工程地质勘察规范》GB 50487-2008附表D.0.5无渗入时均质岩土层，隔水层底板水平，平缓开阔河谷，形成本标准公式C.0.2-3。抬填料渗透系数与原地层渗透系数差别较大时，参考《水利水电工程地质勘察规范》GB 50487-2008附表D.0.5无渗入时非均质岩土层，透水性在水平方向上急剧变化的岩土层，形成本标准公式C.0.2-4。

在实际工程中，还可能出现别的水文地质特征情况，可以根据实际情况《水利水电工程地质勘察规范》GB 50487 中对地下水壅高计算有相关规定。