

中华人民共和国水利电力部技术委员会审定

---

# 水中填土筑坝施工技术 暂行规范

水利电力出版社

中华人民共和国水利电力部技术委员会审定

# 水中填土筑坝施工技术 暂行规范

水利电力出版社

## 內 容 提 要

本规范是由中国科学院水利电力部水利水电科学研究院、水利电力部北京勘测设计院、山西省水利科学研究所、西安交通大学、天津大学、太原工学院、西北水利科学研究所等单位集体编写而成；最后经水利电力部技术委员会审定颁布。

本规范除序言外，内容分总则、土料的调查和试验、对土料的基本要求、填筑试验、地基清理及岸坡接合、坝体填筑、施工期专用排水设备、冬雨季施工、质量控制及检查、施工及运用期观测等十章、书末，并有填筑试验、含水量对初期干容重的影响、坝面施工布置、稀泥产生原因及其防止措施、施工期专用排水设备、冬季施工等附录六件。

本规范适合水利水电建设中设计与施工单位应用，并可供各有关院校师生之参考。

中华人民共和国水利电力部技术委员会审定

### 水中填土筑坝施工技术

#### 暂行规范

\*

2732G 157

水利电力出版社出版（北京西郊科学路二里沟）

北京市书刊出版业营业许可证出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行

各地新华书店经售

\*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 开本 \* 2 $\frac{1}{16}$ 印张 \* 43千字 \* 定价(第8类)0.21元

1960年1月北京第1版

1960年1月北京第1次印刷(0001—5,320册)

## 序 言

水中填土筑坝是分层将土填入静水中，使土的结构为水所破坏，在运输工具及填土自重下压实。一般不再加专门机械压实。这种筑坝方法苏联有很多成功的经验，也制订了施工规范。1958年我国首先在山西省沁县采用这种方法建筑了月岭山土坝，初步取得了一些经验。此后不到一年，便已逐步推广到全国许多省区。据十个省区的不完全统计，至1959年5月止，采用水中填土方法修建的土坝就有66座之多，其中坝高超过25米者有16座。

编制本规范的目的是使今后使用这种方法筑坝时在施工技术方面有所遵循。由于施工时要求将土倒在水池边缘，然后填入水中，禁止直接将土倒入水中，因此过去沿用的“水中倒土”这一名词含义不正确，在本规范中定名为“水中填土”。

编制本规范时搜集了国内三十余个有关工程的资料，这些工程除部分已完工投入运用和刚刚建成外，大部分还正在施工。本规范是根据这些工程的施工经验和水中填土、水力冲填筑坝研究组在山西省几个重点工程的研究成果，参照苏联1949年“用水中填土修建土工建筑物设计施工技术规范”及苏联其他有关文献，针对我国现有技术条件而制订的。本规范并有附录六篇，说明规范中某些问题。编制本规范时，对我国南方粘性较大土料的资料搜集较少，因此，条文的规定不完全适用于此类土料。

本规范初稿由水中填土、水力冲填筑坝研究组负责起草，

該組由中国科学院水利电力部水利水电科学研究院、水利电力部北京勘测設計院、山西省水利科学研究所、西安交通大学、天津大学、太原工学院、西北水利科学研究所七个单位組成，并由水利电力部責成山西省农业建設厅水利工程局負責領導。起草时另有黄河水利委员会水利科学研究所、河南省水利厅、河北省水利厅、云南省农林厅派人参加。初稿曾經水利电力部技术委员会組織會議討論审查，并由中国科学院水利电力部水利水电科学研究院修改定稿，在1959年12月全国水利科学技术討論会上又根据水中填土筑高填专题組討論意見对填土厚度、施工速度等方面作了一些修改，最后經水利电力部技术委员会审定，作为各地参考試用的文件。

# 目 录

|        |              |    |
|--------|--------------|----|
| 第一章    | 总則           | 4  |
| 第二章    | 土料的調查和試驗     | 6  |
| 第三章    | 对土料的基本要求     | 8  |
| 第四章    | 填筑試驗         | 8  |
| 第五章    | 地基清理及岸坡接合    | 9  |
| 第六章    | 坝体填筑         | 11 |
| 第七章    | 施工期专用排水設備    | 18 |
| 第八章    | 冬雨季施工        | 19 |
| 第九章    | 质量控制及檢查      | 21 |
| 第十章    | 施工及运用期观测     | 24 |
| 附录 I   | 填筑試驗         | 28 |
| 附录 II  | 含水量对初期干容重的影响 | 33 |
| 附录 III | 坝面施工布置       | 40 |
| 附录 IV  | 稀泥产生原因及其防止措施 | 46 |
| 附录 V   | 施工期专用排水設備    | 51 |
| 附录 VI  | 冬季施工         | 55 |

# 第一章 总 則

## 应用范围

☆§1. 本规范适用于用水中填土方法修建Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ級<sup>①</sup>土坝、土堤及渠道填方等水工建筑物的施工。

☆§2. 本规范内容系针对以人力施工为主的一般施工技术条件编定的，在某些复杂情况下或用机械施工，本规范包括不全面时，施工单位须与设计单位共同研究，提出补充规定。

☆§3. 规范中根据施工中要求程度的不同分为：

(1) 必须遵守的条文——用大号字排印，在条文编号前标以“☆”，文中常有“须”或“应”字眼，意即“必须这样”“应该这样”。

(2) 建议执行的条文——在文中均以建议性语气写出，施工中如须改变，应有适当的论证。此项条文亦用大号字排印。

(3) 参考性的条文——用小号字排印，文中常有“最好”或“可以”字眼，意即“希望这样”或“可以这样”。

## 施工方法的主要特点和优缺点

☆§4. 水中填土筑坝是将易于湿化崩解的土分层填入静水中，靠土浸水崩解及运输工具与上层填土重量得到压实，无须专门碾压。每层填筑步骤如下：

---

<sup>①</sup> 建筑物分级按中华人民共和国水利电力部水利水电建设总局编订的“水利水电工程设计基本技术规范”的分级标准确定。

(1)划分块地：将填筑面积划分成若干个一定尺寸的块地；

(2)修筑围埂：沿每个块地四周修筑围埂，形成水池；

(3)灌水：向块地灌水至一定深度；

(4)填土：浸水一定时间后，向水中填土，将每个块地填满。

☆§5.用水中填土方法筑坝与碾压方法相比较有以下许多优点：

(1)坝体塑性大，可以适应地基较大变形，例如大孔性土及软土等沉陷性较大的地基；

(2)坝体含水量较大，蓄水饱和后湿陷量较小，用此种方法修建的渠道填方，无须多次试水及长期湿润，可以提前投入运用；

(3)在施工过程中经常浸水，容易发现黄土岸及地基中的洞穴和湿陷现象，使坝岸连接及地基处理较为可靠；

(4)填土厚度较大，一般不需要另加机械碾压，可适当降低工程造价和加快施工速度，尤其当缺少碾压机具时，更为优越；

(5)受气候影响较少，一般小雨可以照常施工，大雨虽必须停工，但雨后立即可以复工，尤其在多雨地区可以大大延长施工季节；由于水的热容量大，从提高水温方面可以给冬季施工创造有利条件；

(6)对土料自然含水量要求不如碾压方法严格，一般无须采取降低或增加土料含水量的措施。

但水中填土方法也存在一些缺点：

(1)工序较多，而且为保证坝体质量均匀，避免形成集中软弱带，尚须经常变更上土方向和渠道位置，致使坝面施工布置比较复杂；

(2) 填体干容重較小、含水量較大，因而填坡須比碾压填較緩，尤其是高填，工程量增加較多；

(3) 施工时需要水量較多，施工地点須有足够水源供应，而且除能自流引水外，一般需增加揚水設備；

(4) 施工时，每层填土后不能象碾压填及时檢查質量，必須填筑二层及五层后始能取样檢查，若发现質量达不到要求时，补救比較困难。

## 第二章 土料的調查和試驗

☆§6. 为了查明土料的儲量及性質，必須在設計阶段 对 土料进行調查和試驗。

§7. 土料調查的探坑或鉆孔，初步設計阶段其縱橫間距建議可按100~200米布置，技术設計及施工組織設計阶段按50~100米布置，地形地質变化复杂地区，間距可适当縮小或放大。必要时，施工前尙应进行复查。

☆§8. II、III級建筑物土料应进行的土工試驗項目規定如下：

- (1) 自然容重；
- (2) 自然含水量；
- (3) 自然干容重；
- (4) 土粒比重；
- (5) 孔隙比及孔隙率；
- (6) 飽和度；
- (7) 顆粒大小分析；
- (8) 流限、塑限及塑性指数；

- (9) 有机質及水溶盐;
- (10) 抗剪强度;
- (11) 渗透性(渗透系数);
- (12) 压缩性(对黄土、类黄土测定相对下沉系数);
- (13) 湿化。

§9. II、III級建筑物地基土的試驗項目应按照§8的(1)至(12)各項进行。如有必要,尚須进行設計提出的專門試驗。

§10. IV級建筑物土料的試驗項目应按§8 (1)(2)(3)(7)(8)(9)(10)(11)(13)各項进行,地基土的試驗項目可按§8(1)(2)(3)(7)(8)(9)(10)(11)(12)各項进行。

☆§11. 力学性試驗所用土样,对地基土应采用原状土,对筑填土料用扰动土或从填筑試驗块地主坑中所取的原状土。用扰动土时必须制备成設計干容重及相应含水量时的土样。

☆§12. 物理化学性試驗中,除自然容重及自然含水量須用原状土試驗外,其余均可用扰动土。

§13. 土料試驗項目中,物理性試驗建議每10,000~50,000立方米土方儲量做一次試驗;力学化学性試驗每50,000~100,000立方米土方儲量做一次試驗;但每种土料的物理性試驗总次数不得少于10次,力学化学性試驗总次数不得少于5次。

☆§14. 除抗剪强度試驗根据設計要求进行外,所有其他試驗項目均按“中华人民共和国水利部土工試驗操作規程”进行;作湿化試驗时,若試样在10分鐘时尙未全部崩解,应将試样取出用目力估計未崩解部分是否超过原来体积的三分之一,并用修土刀将未崩解的試样切开,观察其是否已全部浸透。

### 第三章 对土料的基本要求

☆§15. 用于水中填土筑坝的土料应具有下列主要性质:

(1) 在水中能很快湿化(边长 5 厘米的立方土块, 浸在水中, 在 10 分钟内能完全浸透, 并有三分之二以上崩解);

(2) 压密到设计干容重时的土样, 其渗透系数不小于  $1 \times 10^{-6}$  厘米/秒。

注: 一般黄土、类黄土、中壤土、轻壤土及冰碛土比较容易满足上述两项要求。关于粘性较大的土壤, 可根据试验论证, 如果填筑在坝内能够崩解时, 对于土料崩解的要求, 可适当放宽。

☆§16. 土块尺寸不得超过 8~10 厘米。因土块过大, 浸透时间将拖长, 在坝体内不能很好分散, 影响压实质量。

☆§17. 不得采用松散成粉末状的土料。因为这种土料在水中不易迅速润湿, 透水性差, 影响下一层土的浸润。

☆§18. 按建筑物等级不同, 土料中有机质含量不应超过 1~2%, 易溶盐含量不应超过 3~5%。

§19. 土料中礅石含量希望不超过 5%, 填筑时应在坝体内均匀分布。

§20. 过干或过湿的土不宜采用, 土料的自然含水量最好不小于 6%, 亦不大于 1.2 倍塑限的含水量。

☆§21. 土料性质不符合本章 §15~18 要求时, 应有专门的研究论证, 作特殊问题处理。

### 第四章 填筑试验

☆§22. 填筑试验的目的在于确定最适宜的施工条件, 例如

填土厚度、水土比及浸水時間等，作为施工控制的依据，并为設計提供資料。

注1：水土比指灌水深度与填土厚度之比，以分数表示。

注2：浸水時間指灌水終了到填土开始所經歷的时间。

☆§23. II、III級建筑物必須在施工前用代表性土料进行野外填筑試驗(試驗方法可參閱附录 I)。

§24. IV級建筑物最好也能做填筑試驗。如条件不許可时，可以根据土料性質按本规范有关条文并參閱国内外已有經驗，選擇适宜的填土厚度、水土比及浸水時間。

☆§25. 填筑試驗每个块地面积大小应与施工所采用的尺寸接近，一般为40~100平方米，填筑层数不得少于5层或填土总厚度不低于2米。

§26. 填筑試驗可以在坝体或附属建筑物的次要部位进行。

☆§27. 从填完第二层开始，每填完一层即向下一层中部取样3个，測定含水量和干容重。待填完五层后，在每一块地中部挖1个主坑；对填土厚度小于45厘米的块地，在第五层(自上向下算)上中下取3个試样；填土厚度大于45厘米时，在2米深处上下15厘米範圍內取三个試样，測定干容重和含水量，并观察記錄填土层的整体性。

☆§28. 根据取样試驗成果，进行比較，選擇相应于主坑中整体性好平均干容重較高的填筑条件，作为施工控制的依据，并以檢查坑的成果进行校核。如相差过大时，应另做少数块地的补充試驗。

## 第五章 地基清理及岸坡接合

☆§29. 填土前应将地基範圍內的各种建筑物全部拆除，草

皮、树根、乱石、坟墓、水井、洞穴等均应清除处理。

☆§30.清基时复盖层中的淤泥、泥炭、腐植土与孔隙比比，較大的均匀細砂以及易溶盐和有机質含量較大的土，均应根据設計要求进行清除和处理。

☆§31.准备好的地基，在填筑前必須将各种鉆孔及試坑进行填塞。鉆孔用粘性土填塞，試坑用与地基相同的土料填塞。

§32.清基后不能立即回填部分建議預留保护层，其厚度应根据地基性質及施工条件确定之。

☆§33.岩石地基表面上所有松动石块、大孤石及杂物等均須清除，并将岩面冲洗干淨。如岩面上有洞穴和寬裂縫，則須将其充填物适当清除，并用混凝土、水泥砂浆或粘土等填料細致填平搗实，然后用碾压法分层填土厚50厘米，始能在其上用水中填土方法填筑。

☆§34.砂砾石等透水地基，根据設計要求清理后，洒水湿润，用碾压法分层填筑土料 50 厘米，始可用水中填土方法填筑。

☆§35.土基清理后，可直接用水中填土方法填筑。灌水前将表面耙松，第一层浸水時間延长至24~48小时，然后填筑。若为湿陷性黃土地基应作专门处理。

§36.隔水槽回填不宜用水中填土法填筑。采用水中填土法填筑鋪盖时，为了提高填土干容重，降低渗透系数，增加防渗效果，可考虑加輕碾。

☆§37.填体与岩石岸坡接合处，清理坡度不陡于 1:1。在水中填土的填体与岸坡間用人工夯实(图 1)填筑寬度不小于 1 米。填土前应在清理后的岩面上刷一层厚3~5毫米的粘土浆，随刷随填；靠近接縫处并用木榔头或鉄錘仔細夯实，以利結合。

☆§38.填体与黃土岸坡相接合，若为湿陷性黃土或岸边繞

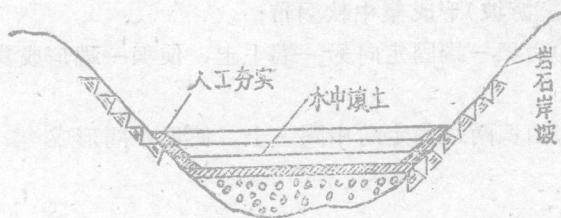


图 1

坝渗流较大时，应根据专门设计进行处理。

☆§39. 坝体与一般黄土岸坡或碾压坝体相接合，其清理坡度不陡于1:3(如不能满足此项要求时，应作特殊问题处理)，并应在坡面每隔若干米挖桦槽一道，以利结合。桦槽内用水中填土法填筑并加以夯实。桦槽尺寸及间距根据设计确定之。

§40. 与土岸坡及人工夯实部分相衔接的块地，应适当延长浸水时间。

☆§41. 沿土山坡修建渠道填方，若山坡坡度陡于1:3时，应将清除的地基挖成台阶，每个台阶的高度建议不大于填方高度的0.1倍，并在任何情况下不得大于1.5米。

## 第六章 坝体填筑

### 坝面布置

☆§42. 每个施工阶段，应事先根据坝面尺寸大小、料场位置、供水来源及劳动力组织等条件，详细作好坝面布置。

☆§43. 坝面布置应结合水中填土施工特点，使坝体含水量干容重比较均匀。避免在坝体内造成集中的软弱带，应经常变更上土方向。以下几种上土方式应严格禁止：

(1) 由坝上游坡(或下游坡)固定向另一方向上土，使坝下

游坡(或上游坡)形成集中軟弱帶;

(2)由填一端固定向另一端上土,使填一端形成集中軟弱帶;

(3)由填兩端固定向中間上土,使填中間形成集中軟弱帶。

### 划分块地与修筑圍埂

☆§44.每层填筑前,应将填面划分許多块地,沿每个块地四周修筑圍埂。

☆§45.块地边綫应平行或垂直于填軸綫,不得斜交。

§46.块地形状为正方形或长方形,长寬比例不宜大于2:1,边緣块地(与建筑物或岸坡接合处)形状随地形而变。

§47.块地大小,以能在2~4小时内填土完毕为准,一般采用40~100平方米。

☆§48.每个块地內地面应尽量平整,其相对高差以不超过3~5米为宜。

☆§49.在填面上圍埂不得上下游直通。

☆§50.上下相邻两层圍埂应彼此錯开,其中心間距至少等于圍埂底寬加0.2米(图2)。

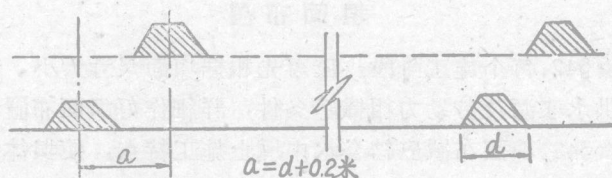


图2

☆§51.圍埂应采用与填体填土相同的土料填筑。

§52. 圍埂可筑成梯形断面，頂寬20~30厘米，边坡1:1，其高度高出灌水深度5~10厘米。部分圍埂的高度可与填土厚度相等，作为控制填土厚度的标准。

§53. 与建筑物上下游边坡相重合的圍埂，一般可使圍埂外坡脚与上下游施工控制坡綫相重合(图3)；鋪筑上下游护坡前，应将坡綫以外部分削掉。如下游为草皮护坡或不作护坡时，則无須将多余的土料削去，仅将其就地平整拍实呈一平順坡度，作为保护层。若其厚度不足設計要求时，尚須补填。

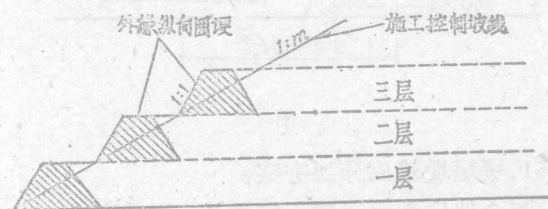


图3

注：施工控制坡綫，系施工放样坡綫，应将坝体在施工期及完工后的沉陷考虑在內，以免中途由于坝体沉陷造成坝面寬度不够，临时貼坡。

☆§54. 填筑圍埂前，将土层表面耙松，然后分层填土，用脚踩实或用鉄鉞等工具拍实，以不漏水为原则。土料过干时，应适当加水湿润。

☆§55. 灌水时，可用渠道或輸水管送水，但不得串块灌水。

☆§56. 用渠道放水时，干支渠应彼此正交，其方向可平行或垂直于坝軸綫。

☆§57. 与坝軸綫垂直的干渠或支渠，在平面上必須錯开，不得貫通上下游，以免形成順水流方向的通道。

☆§58. 渠道比降不应太大，更不宜有落差，以免渠底冲刷，形成稀泥。如地形不能避免落差时，一定要用木槽、芦席等加以防护。

☆§59. 干支渠交叉处，输水管与渠道放水口，均应防护，防止冲刷。

☆§60. 上下相邻两层渠道位置必须错开，其中心距至少等于渠底宽度加0.5米(图4)。

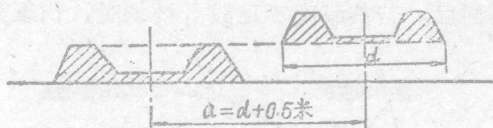


图 4

☆§61. 渠堤填筑应分层夯实。

§62. 每个块地灌水时间不宜过长，希望能在15~45分钟内将水灌至要求深度。

注：灌水时间系指每个块地从灌水开始至灌水終了所需时间。

☆§63. 灌水深度及浸水时间，Ⅱ、Ⅲ级建筑物根据填筑试验确定之。Ⅳ级建筑物如无试验结果作为依据时，一般灌水深度建议为填土厚度的 $1/4 \sim 1/2.5$ ；浸水时间建议黄土、类黄土为1~2小时。施工时，若发现土层尚未浸透或含水量过大时，应适当延长或缩短浸水时间。

☆§64. 每个块地浸水达到规定时间后应立即填土。

☆§65. 填土厚度在以人力施工为主的条件下，一般应不大于40~60厘米(指松土厚度)，超过此厚度须有专门试验论证。

☆§66. 每个块地的填土工作应不间断地进行，填土时间应不超过2~4小时，未填满一块，不许中途停止工作。