

坝工手册

〔美〕 A. R. 高尔泽等著

Handbook of Dam Engineering



坝 工 手 册

Handbook of Dam Engineering

〔美〕A.R.高尔泽等著

陆焕生 边启光 等译 伍修焘校

水利电力出版社

内 容 提 要

本手册是由美国坝工方面的一些著名教授、工程师和工程地质学家,根据多年从事坝工建设的经验和体会共同编写的。本书主要介绍美国的经验和科研成果,也兼及其它国家的成就,其特点是注重实用。本书的内容包括:坝工规划、环境影响、水文分析、工程地质和勘探、坝型选择、土坝设计、堆石坝设计、混凝土坝设计、溢洪道和泄水孔设计、紧邻大坝的厂房和船闸设计、水库设计、招标用施工说明书、施工程序和施工设备、大坝和水库安全控制,等等。本书可供从事坝工规划、设计、施工、运营和管理工作的工程师们参考,亦可供大专院校水利系或其它有关专业的师生们以及从事坝工的广大技术人员参考。

陆镜生、聂崇训同志参加了本书的部分翻译工作。常锡厚、吕元平、陈道弘等同志参加了本书的部分校订工作。

Alfred R. Golzé
Handbook of Dam Engineering
Van Nostrand Reinhold Company

坝 工 手 册

[美]A.R.高尔泽 等著

陆焕生 边启光 等译 伍修焘校

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 46.25印张 1055千字

1990年3月第一版 1990年3月北京第一次印刷

印数 0001—1400 册 定价31.20元

ISBN7-120-00450-6/TV·176

原 序

在美国，建坝蓄水事业曾经发展很慢。美国建国初期，抽取地下水和单纯由江河引水，即足以满足全国大部分用水的需要。截止1900年，据知仅有水坝1600座。

直到大约1930年，建坝速度依然缓慢。到本世纪中叶，由于人口增长，需求增加，才大量建坝。因此，到1970年，所有属于各方面的各种类型的坝约有45000座在运营。当时全国每年建坝速度约为1500至2000座。

早期建坝的目的是为了生活用水，如加利福尼亚州西班牙传教区（Spanish Missions in California）的一些水坝。此后，水库发挥了更多的功能，如防洪、无污染的水力发电、灌溉蓄水和作为游憩的湖泊等。自1935年以来就运营着的科罗拉多河（Colorado River）上的胡佛坝，就是一个很好的例子；它是一座现代化的、多目标的大坝和水库。

因为蓄水的新水源在减少，游览和其它要求已得到满足，故美国的建坝速度可能趋于下降。但是，在现有建筑物和水库的长期使用过程中，为了对它们检查和维修，将需要大量的合格的管理人员、土木工程师、电气工程师和其它行业的工程师，以及承包和制造商等。许多坝将需要扩建，有的还需要改建。

本书在整个篇幅中，包括有关水坝工程的全部内容，如规划、选址、坝型选择、设计和施工；同时还包括有与大坝紧密连接的水电厂和船闸的有关设计。关于环境的影响和如何抗御可能的地震，也作了大量的讨论。

由于参加编写本手册的作者们有些曾经是或现在仍然是美国政府的工作人员，故而他们所撰写的许多材料，反映了四分之三个世纪的建坝经验。鉴于整个坝工技术的发展实际上经历过了许多世纪，故而作者们在其撰写的章节中也认真参考了一些其他人较早的、但仍正确适用的资料。

学习坝工的大学生，将会发现这本手册是一本适用的参考书。本书各章之后所列出的参考文献，是论述坝工技术的各个方面的，对初学者来说，将大有裨益。

为了使内容更臻于完善，书中还有施工方法的概要，并从法律角度（以通俗的语言）讨论了大坝施工计划和施工规范中的措词问题。为了便于参考，本书还附有美国大坝委员会制订的《国家大坝安全法》草案的范本。

对于在美国以外工作的工程师和其他有关人员来说，本手册提供了在别处不曾介绍的坝工技术资料概要。为了在便于使用的一卷中充分反映美国在建坝技术方面最好的现代实践，我们曾作了种种努力。

谨以此书献给世界各地的大坝工作者。

阿尔弗雷德·R·高尔泽（Alfred R. Golzé）

于加利福尼亚州萨克拉门托（Sacramento, California）

目 录

原序

第一章 规划和环境研究	1
选坝因素	1
选址过程	1
水资源开发和管理的常规方法	2
规划方法	3
规划的制定	4
规划制定时要考虑的自然因素	5
规划制定中的经济因素	9
制定规划的过程和要考虑的事项	12
根据有限的河川流量资料冒险估定水库的大小	16
调查	17
可行性阶段调查	19
防洪	27
经济估价	30
成本分摊	34
坝址和坝的规模的选择	43
施工前的规划	44
基本资料的收集, 质量考虑和标准	44
水库面积和库容的测量和计算	53
工程功能的基本资料	54
制定调查程序表	58
环境调查	60
有利的和不利的的环境效果	72
可以避免的和不可避免的不利环境的影响	72
环境影响的比较方案	79
短期环境使用与长期生产率之间的关系	83
资源的不可改变的和无法挽回的消耗和损失	88
对选择坝址及其规模进行工程调查的总结	89
参考文献	90
第二章 水文研究	92
1. 概述	92
2. 对记录的评价	92

3. 现有记录的修正	92
4. 对过去洪水流量的估计	93
5. 延长记录时期	94
6. 径流记录的分析	96
7. 水库运行和演算研究, 最后蓄水量的选定	105
8. 设计洪水	109
9. 对记录的暴雨和洪水的分析	112
10. 设计暴雨的确定	115
11. 设计洪水的确定	122
12. 溢洪道设计洪水的演算	125
13. 防波浪作用的超高	128
14. 水库的淤积	133
参考文献	137
第三章 建筑材料	139
3-1 调查	139
3-2 地表勘探	141
3-3 地下勘探	144
3-4 土壤分类	146
3-5 岩石分类	154
3-6 材料的取样和钻孔记录	156
3-7 混凝土骨料	164
3-8 填筑坝的材料	169
3-9 环境的限制	175
参考文献	176
第四章 地质、地基和地震活动调查	177
4.0 地质调查——导言	177
4.1 地基调查	221
4.2 地震危险	238
第五章 坝型选择	256
I. 引言	256
II. 填筑坝	258
III. 混凝土坝	262
IV. 混合式坝	274
参考文献	275
第六章 土坝设计	276
目的	276
总则	276

坝型选择	277
一般设计要求	277
现场与试验室研究	280
地基与坝肩岸坡	282
坝体	286
附属建筑物	295
施工与维修	297
观测仪表	298
参考文献	300
第七章 堆石坝设计	301
I. 引言	301
II. 带有防渗面板的早期堆石坝	301
III. 现代的混凝土护面堆石坝	309
IV. 沥青混凝土护面坝	313
V. 木面板坝	316
VI. 钢面板坝	317
VII. 带有防渗护面的堆石坝的优缺点	319
VIII. 土心堆石坝	320
IX. 用其他材料作心墙的堆石坝	333
X. 现代堆石坝的设计与施工	334
参考文献	353
第八章 混凝土坝设计	360
I. 总论	360
II. 设计标准	363
III. 拱坝的设计	367
IV. 重力坝的设计	409
V. 支墩坝的设计	418
VI. 坝基	431
VII. 温度控制与接缝	439
VIII. 坝内的孔洞	450
IX. 仪器设备	454
参考文献	465
第九章 溢洪道和泄水建筑物的设计	467
I. 溢洪道	467
A. 总论	467
B. 正常溢洪道的说明	472
C. 结构设计细部	486

参考文献	492
II. 泄水建筑物	493
A. 总论	493
B. 泄水建筑物的组成部分	501
C. 结构设计细部	508
D. 泄水建筑物部分参考文献	514
第十章	515
第一部分 枢纽中电站的设计	515
A. 电站与坝的关系	515
B. 坝和电站的布置	519
C. 有关电站的设计准则	525
第二部分 枢纽中船闸设计	528
A. 概述	528
B. 水力设计	532
C. 闸墙与闸槛	543
D. 闸门与廊道阀门	552
E. 人字闸门及廊道阀门的机械设备	560
F. 电气系统	572
G. 船闸附属设备	576
参考文献	579
第十一章 水库设计	580
11-1 概述	580
11-2 建筑的完整性和适应性	581
11-3 搬迁和征用土地	588
11-4 有关的建筑工程	596
11-5 水库清底	608
11-6 对环境的考虑	617
参考文献	623
第十二章 坝施工说明书	627
12-1 引言	627
12-2 技术条款	629
12-3 标准条款	632
12-4 特殊条款	636
12-5 结语	637
第 12 章	
附录	637
第十三章 施工程序设备	700
I. 序言	700

II. 施工进度计划.....	701
III. 施工组织.....	702
IV. 施工设备.....	705
V. 基础开挖	708
VI. 施工附属工厂和设施.....	709
VII. 筑坝工程中的问题	710
第十四章 坝和水库的公共安全管理.....	716
前言	716
联邦的监督	718
州的控制.....	718
法规模式.....	719

第一章 规划和环境研究

M.E.墨菲 (Marion E.Marphy) 加利福尼亚萨克拉门托

美国垦务局规划部土木工程师 (已退休)

本章将叙述在选择坝址、确定大坝尺寸和规定能影响大坝设计的运行方式等方面所需要的各种考虑、调查与分析。对于在施工前最后确定坝址和坝的尺寸所必须或通常采取的程序,也进一步作了叙述。由于坝是一项用水或水控制系统的一部分,而用水系统或水控制系统可能具有多种功用,所以影响坝址选择和尺寸确定的因素通常是很多的。

选坝因素

坝的尺寸通常是在选址以后才确定,不过,这两者是相互依赖的。下面要讨论的各项因素,对于选择坝址或确定坝的尺寸或对于这两方面都是有关的:

- 1.工程的作用;
- 2.自然因素;
- 3.经济因素;
- 4.对环境的考虑;
- 5.对社会情况的考虑。

选址过程

选址的程序通常包括从对开发可能性的初步设想直至达成具体方案的一系列步骤,所达成的这种具体方案应符合一切已知条件,并且从各方面看来是最适合需要的。

上述五项是按其在选址和确定坝的尺寸等方面最常见的重要性顺序而排列的。然而,选坝过程并非单纯是按顺序从第一项到第五项考虑一遍。更确切地说,它是这样一个过程,即探索各种设想,调查各种自然因素,分析各种经济因素,并权衡对环境和社会的情况的考虑,以逐步提高精确性和完善程度,直到完成一项明确而肯定的方案。这些步骤可分为初步方案选择,中间方案选择和最终方案选择。在本章中,这些步骤被定名为查勘阶段、可行性阶段和施工前调查研究阶段。由于获得了新的和更多的准确情况,或者由于调整了规划目的,因此,每个步骤可以包括对前一步骤的结果的审查和重新考虑。坝址位置和坝的规模,通常在可行性阶段予以确定;在可行性阶段将论证批准工程的合理性。但是,从施工前调查研究阶段到最终施工详图,仍有可能对坝址和坝的尺寸作某些调整。

明显可选的坝址

某些江河流域的一些地点，具有优越的自然条件，能够选作水库坝址或引水坝址，而无需进行常规的调查。但是，找到这种坝址的可能性是越来越少了，因为大多数这样的坝址已经开发了。也还存在这样的可能性，即不需要经过广泛的调查，就能决定按坝址所在地的地形和结构条件所容许的范围修建最大规模的蓄水库。这种情况可能出现在具有易于蓄存控制的大量供水，而同时又缺乏可供开发的其它蓄水库址的地方。不过，这种情况是少有的。

坝址和坝的尺寸的确定

因为坝是较大水资源开发或水的调节工程的组成部分，因此，选定坝址和坝的尺寸，取决于选择和采用什么样的整体工程规划。坝址和坝的尺寸的选定，是这里所述的选址过程研究的结果。这种研究是从各种可能的取舍中挑选出最好的坝址。这种研究将提出大坝的尺寸，而大坝的尺寸是通过对照着工程规划和其想要达到的目的，以及决定其能否实现、是否符合经济和财政要求、是否满足环境和社会情况的考虑等所有因素，而后得出的。

水资源开发和管理的常规方法

一切水资源开发的目的是在现在和将来为民众生活提供改善条件。这些改善的条件是以下三方面的结合：（1）社会需要的满足；（2）经济上的利益；（3）民众环境的改善。目的是就投资来说，使这三方面得到最大程度的改善；这三方面加起来，就构成总的经济效益。只有认为在特别管理条件下可能达到最优经济效益时，才将这三方面的改善分开来加以考虑。

工程效果表现为下面三种类型：

1. 定量的货币形式；
2. 定量的非货币形式；
3. 非定量但定性的形式。

第一种类型包括那些可以由经济评价来计算的效果，即可鉴定的利益与工程费用的比较。第二种和第三种类型用于计算社会和环境效益，而其中仅有部分是可以定量的。

本章第一部分论及水利开发过程中有关的自然因素的调查和分析，即对水文、地质、地形、生物情况的调查和分析，以及工程类型分析成果的运用。第二部分叙述经济估价的程序。这些程序是以货币形式估算和比较工程竣工时所需的费用。本章最后一部分论及对环境和社会情况的考虑。一般说来，工程对环境的影响和对社会的影响是极为重要的，有时其重要性超过经济上的考虑。

要确定一个最可接受的，具有最令人满意的经济、社会和环境价值的规划，尚没有一个简单的公式可用。本章最后一段，总结了有关坝址选择和坝的尺寸选择的工程调查，并提出了解决问题的程序。

规划方法

坝是人类为了改善自然、经济和环境的面貌而建造的一组重要的土木工程之一。这些土木工程还包括有水道、公路、桥梁、管道、输电线、河堤、铁路、隧道、突堤、防波堤、船坞，灌溉建筑物、游览用湖泊等等。

坝——水资源开发的关键部分

除少数例外，坝都是用于水的控制的，即用来蓄水、河道引水，或提高水位以发电。例外的情况是：坝用于滞留或拦蓄水中挟带的沉积物——一种自然侵蚀或人为侵蚀的产物，其中包括采矿的废料。临时蓄水可以包括对破坏性洪峰的控制，或者对含有破坏性化学物质的水的控制。

几乎在每个水利工程规划和工程地点中，总有一个或数个坝是工程规划的关键部分或重要组成部分。然而，坝作为单一设施的情况是少有的。在防洪规划中，坝和水库可能是仅有的工程设施，但是，也可能同堤防工程和其他河道控制工程有利地结合起来。在供水方面——灌溉用水、市政用水、工业用水和生活用水，以及在发电方面，坝是需要完成的预定工程的组成部分之一。在这种情况下，不能撇开其它工程设施来单独对坝进行评价。坝的规划、设计和兴建，应该卓有成效地与其他各种设施协调起来，以发挥最佳效益。为了从经济、财务、社会和环境诸方面论证合理性，对坝的评价必须与整个工程的组成部分一起进行，而整体规划必须按其价值加以评价和鉴定。

规划过程

坝的规划过程不应撇开组成具体工程规划的其它工程部分和设施的规划而单独进行。一座坝的规划是整个工程目的规划过程的一部分。坝的位置、坝的尺寸和坝的设计，将受选择可行且最合理的全面工程规划的影响，并常常受其控制。

这并不是说决不可先于其它工程部分对建坝的可能性进行调查研究的。有一个关于规划调查研究的古老格言：在拟定工程方案时，首先寻找和检查可能的“最薄弱的环节”——那种可能是最不利的因素，是明智的。可以想象，缺乏令人满意的坝址的原因可能是：地质的，环境的，供水不稳定，造价太高或其它等等。这种初步摸底了解，可以避免在规划的其它部分上浪费精力。这是一个优秀的规划工作者开始进行一项调查研究时采取的唯一可能的预防性第一步骤或最早步骤。

规划过程的开始

一般说来，规划要从考虑工程的一项或一组目的开始，或者从一些估计的或设想的工程可能性出发，逐步地着手拟定方案，估计各种比较方案的可能性及其成本。这样，对建坝进行调查研究和规划将是与工程其它组成部分或方面同时或相继进行。这个问题将在以后的篇幅讨论。

建坝的用水工程或水的控制工程的可能作用如下^①：

① 必须指出：有一些功能可以通过其他办法来达到，而不通过坝和水库来达到。这将在“可供选择的防洪方法或洪水保护方法”一节中讨论。

市政用水、工业用水和生活用水；

灌溉和排水；

水利发电；

改良水质；

河流三角洲的盐分排减；

水上游憩；

保持及改善渔业；

防洪；

泥沙滞留和控制；

航运。

常将两个或更多的功能合在一起，综合开发水资源，这比单一目的的工程会收到更多一些的经济效果和其它好处。

规划的制定

固定的条件和变化的条件

对未来新的水利工程或已有水利工程的重建、扩建或修复进行调查和作出决定的时候，普遍存在着两类条件：（1）基本上固定不变的自然条件和工程条件；（2）不断变化的经济条件和社会情况。

地形和地质的自然情况在一个长时期内保持不变。同样地，天然水的供应情况也不会变，尽管随着时光的流逝，有机会获得和积累关于水的供给量及其变化的大量可靠统计资料。

工程和施工工艺可能起变化。但是，这种变化的速度比较缓慢。在使用高强度材料和大型高效施工机械方面已有了进步，并将可能继续有所进步。最近以来，运河开挖和管道施工的方法和机械有了重要的发展。可以预见，在这方面会有不断完善的可能性。近来，在有利的岩石条件下，卓有成效地发展和使用隧洞掘进机，使人们有理由相信，将来开挖隧洞的费用会大大下降。不过，每个这样新的有利的改进措施和进步，均需要通过几年的施工实践来检验，而且改进的速度是比较缓慢的。而可以预见到的工程和施工工艺的改进，并不能作为决定现在施工或等待几年以后施工的依据。

经济因素和社会因素是属于具有实质性变化的第二类情况。大多数控制水的新工程，从性质上讲，是公共或部分公共主办和所有的。这与过去相比，已有所变化。过去，许多使用坝的水利开发工程是由私人企业营造，用作水力发电，并有少量用作采矿和其它工业部门供水。这种变化将会是持久性的；因为：（1）除少数例外^①，世界上大多数最有利的、因而也是最有利可图的水电站址已经开发；（2）世界上大部分能源生产是由石油、天然气、煤和核燃料大量供给的，并刺激人们继续对这些能源进行勘探，以增加供应量；

^① 抽水蓄能工程将会继续兴起，以满足电力系统峰荷的需要。

(3) 从防洪、灌溉及其它用途的水利工程所获得的直接的或间接的价值在受益者之间区别太大,以致看来私人投资不可能依仗财政机构来为所提供的服务征收一切费用和税款,从而也就不可能使私人投资被未来的财政收益所吸引。因此,除了少数例外,需要地方政府、州政府或联邦政府的机构来主办资源的开发和控制工程。在许多情况下,开发工程的规模和费用甚大,工程效益差别显著,有时因为收益慢而需要补贴,这就使得只有拥有所必须的财政手段的最有资格的机构,才能负责这种工程。象较富裕国家的政府或者有能力向发展中国家贷款的国际机构,均属于此类。

经济和社会影响

如上所述,大多数现代化水利开发工程是与广大公众有关的,通常是由工程所在国家政府高级机构的行动和政策,对选择和举办开发工程的社会经济控制因素起作用。水资源开发事业仅仅是政府负责的许多事业之一,主办工程的或给予工程以资助的政府在举办工程的目标上的变化、管理上的变化、出现的问题、幸运或不幸,制约着社会经济控制因素。

在水利工程的估计寿命初期,任何国家的经济和社会情况都可能有重大的变化。这使工程规划具有的不确定性比普通对自然状况评价的不确切更为严重。如对将来情况掌握不足,则工程规划者应站在最稳妥的基础上根据现有条件进行规划,并根据对今后一段时间内可能的发展和变化的预测,予以调整。此外,如果所制定的规划经审查被认为不宜施工,就可能被搁置数年,以后再加以修改,使之有可能得到批准。

规划制定时要考虑的自然因素

可资开发的水量

除了在防洪方面以外,水是一种重要的日用品。在防洪工程中,水突然过量就成了问题。天气条件所引起的地表径流——河道流量,这只能从一般原理上加以理解。到最近为止,造成径流的天气条件只可能从季节的机率上加以预报,而短期(几小时或几天)预报则不在此限,因为通过世界性的天气观测,短期预报只有一定的可靠性。就水利工程规划目标来说,可靠性是以未来再度发生的、与往昔相似的河道水流的量和变化为前提的。这个前提就是直接计算一些河道数十年的流量,计算一百多年期间一些地方的降雨量。由于注意到可能发生比在最近时期实际量测或观察到的更大的洪水和干旱,因此,历史测量记录,被采用作为水利开发工程所能提供的最好的水量估算。有时应用河道流量变化的机率理论和原则,来检查水利工程规划是否完善,但最普通的方法是,不加修改地利用数年时间内的实际记录,来检查水利工程规划是否完善。

在美国,过去一直是,现在仍然是在广泛地进行河流的测验。美国地质调查局是从事这种工作的主要机构。不过,也有许多其它机构在他们关心的地区测量河道流量情况,记录随时光的流逝而变化的情况。没有进行过测量的或很少进行测量的具体坝址,可以采用可靠的关联法来估计和综合任何坝址处的河道流量的统计资料。在其它许多国家,也存在同样的条件和可能性。

在工业不发达国家，河道流量的可靠测量和记录资料可能是非常少的。需要进行水利开发，但又不能等待很长时间（十年，二十年，或更长时间）取得河道水流的量和变化的记录，这种情况是存在的。这里有一个基本问题，即建造一项工程，对供水水源来说，或是太大了，或是太小了，这值得冒多大风险。工程规划师还面临另外一个问题，即判断所冒风险的大小和在缺乏足够的河道流量资料的情况下，冒险进行规划会产生的后果。在这种情况下，分阶段规划的条例和其它调整工程规划的手段则是重要的。

洪水流量

由于特大洪水造成巨大的损失或潜在的损失，一百年或不到一百年发生一次。因此，十年、二十年或三十年的河流测量记录，对于规划防洪工程或规划大坝的溢洪道来说，虽有一些用处，但却是不够的。除了实际测量洪峰流量（甚至在测量河流的时候，通常也不易获得这种资料）外，工程规划者还采用其它的估计洪水量的技术（参见第二章）。这些技术是：

（1）观察过去遗留下来的洪水痕迹，根据洪水河道的尺寸计算可能的洪水流量；

（2）根据坝址或其最近一点的上游汇水区域内气象站所保存的实测最大降雨强度（包括持续时间）记录，来计算由此产生的径流量。在运用这一方法的时候，应考虑已知的降雨规律、地区的暴雨特征和汇水区域的位置以及地形形态的影响，还应考虑影响径流速度的因素，包括汇水区域的植被状况，土壤和地质结构在降雨时的吸水速度。气候寒冷时，在暴雨时期由融雪造成的潜在流量，也是一个需要考虑的因素。

考虑特大的、非经常发生的洪水可能性时，最终还是由规划师和设计师来判断要控制多大的洪水。这决定于规划和设计的差错造成的损失。在有些情况下，坝建有辅助溢流道或非常溢洪道。假如使用这些非常溢洪道，则大量的维修费应包括在内。

工程位置

水利工程设施的位置由两个主要因素来确定：（1）需要供水的地区；（2）可供开发的水源地点。输水设施是上述两者的连接环节。在输水距离远的地方，或需要用泵提水的地方，选好水利开发地点，对于输水成本的多少具有重要意义。在可能的地方，最好选定地势比用水地区高的水源，以避免花费用泵提水的费用。显然，水源接近用水地区会节省费用。但是，最经济的开发工程业已在大多数流域建造起来，新的工程规划要求跨流域引水或长距离输水，或两者都需要。制定水利规划，通常需要将调查和估价输水工程与选择水利开发地点的研究工作结合起来进行。

选择水力发电站站址，也要作同样的考虑，只是输电不需要把站址的地势高度作为考虑的因素。

碰到为防洪而进行蓄水的情况，或者在不是为供水的目的，而是为其它目的，将蓄存的水向下游排泄的地方，当然就不会有输水的费用问题，除非引水工程不与蓄水相结合（引水工程与蓄水相结合的例子有分洪道和发电引水）。

坝址的相宜性

“只要肯花钱，什么地点都能筑坝”，这句话无非是说有些坝址是极端不能满意的。显然，坝址应该位于河槽的狭窄断面上，两边的岸坡有足够的高度。包括岸坡在内的地

基，应该是岩石或固结材料，其坚固程度足以支撑建筑物，并且是不透水的，或者差不多是不透水的，从而可用灌浆材料密封住地基的裂缝或裂隙，或者用一层不透水材料封住上游水库地区的渗漏路径，以防止渗水过多。如果不能建造混凝土坝，就必须有一个合适的坝址，能在一侧岸坡上或穿过一侧岸坡修建溢洪道。

除非是一个枯水期内就能建成的小坝，通常在施工过程中，须通过一岸的隧洞导流，待工程竣工后，再把隧洞封掉。

对地基、岸坡、溢洪道和导流隧洞应进行充分的地质考察，以说明坝址是否适宜。这要使用金刚石钻机进行地下勘探并进行试验，进行地基岩层的岩心采样。这种勘探还要辅以向岸坡内挖探洞或挖探坑，或者通过松软的覆盖层挖探槽。发现有岩石裂隙的地方，需要作岩石渗漏试验，这种试验在岩心采样过程中进行。所设想的坝的高度和类型，以及发现到的地质情况，决定这种勘探要有多大的工作量。

显然，要避免在处于或靠近已知活动性地震断层的地方选择坝址。

第四章将详细讨论必要的地质勘探，以便对坝址作出估价。

因为坝是大型建筑物，需要大量施工材料的供应。因此，确定坝址要注意货运距离的远近，以节约运输费用。根据坝的类型，施工材料包括混凝土骨料、不透水土料、透水材料、填石或抛石用的石料等。

水库库址的适宜性

为了取得经济的库容量，水库库址比起坝址来应该是宽阔的，并且应该位于坡度小或坡度不太陡的河道上，以便造成一个与坝的高度比较起来是长的水库。一般从地质上考虑，水库库址不应位于渗水严重的岩层上，不会冒滑坡、岩崩或岩石坍向水库的危险。要考虑到这个地区蕴藏的在当前或将来也许具有商业价值的矿藏。开采水库库址上游的某些种类的矿藏，会加速化学物质的浸析或溶解，并汇集到水库的水里，以致造成不良的后果。

另外，许多引人入胜的水库库址位于宝贵的土地上，这种土地已被用于其它目的：农业、林业和居住区。在那里也许有重要的公路、铁路、管道和输电线。迁移这类设施和居民以及征用土地，对于一个具体的水坝和水库规划来说，是一笔巨额开支。因此，在选定工程规划之前，制定适当的规划需要考虑和比较各种适宜的、可资挑选的坝址和水库库址。

自然条件对水库规模的限制

地形条件或地质条件往往在实际上或安全上，对坝的高度有所限制。为了坝的安全和稳定，设计者也不能逾越建筑材料的质量和数量所提供的限度。世界各地在高坝建筑和运用方面所积累的经验，可作为决定实际最大坝高的准绳。溢洪道的建筑和维修以及高水位泄水消能时泄水控制阀的运用，等等，都是需要考虑的问题。

自然条件对水库规模的实际限制，可能是水库边缘的限制高程，或是较高蓄水位诱发滑坡危险的限制高程。其它还有经济方面和社会方面的限制——增加移民、公用设施的改建费用、以及土地使用上的损失等。此外，还有来水的限量。水库也可能建造得过大，尽管按照工程任务进行正常用水，却从不能蓄满。

泥沙淤积的速度

每条河流都带有泥沙；每个水库也都有淤积。每个使用中的水库总有一天会淤满泥沙而丧失其蓄水功能。现在还没有办法能够很经济地去掉和处理掉正在使用的大型水库中淤积的泥沙；所花费用将大大超过建造新的蓄水库来代替旧的。

不同河流的泥沙运载速率是大不一样的。这决定于河流的流速和流量。不过，更重要的是取决于汇水区域的水土流失情况。汇水区域植被和土壤的情况不一样，水土流失的情况也会不一样。而土壤的情况是由产生土壤的母岩的种类决定的。除了平坦的或地面坡度很小的地方，或者吸水性很强的地方外，所有的地表径流均产生水土流失。不过，大多数水土流失发生在水流集中的地方——集水沟、支流河道、具有下切的河岸和河槽的主河道。这些是造成山区崎岖地势的一些过程。带有滑移土壤或滑坡的汇水区域是产生泥沙的主要来源，因为滑坡将侵蚀的物质不断地输入河道。

河床挟带的泥沙有两种类型——悬移质泥沙和推移质泥沙。悬移质泥沙在静水中沉降缓慢，大部分散布在水库库床，趋向于集中在水库最深和最静止的地方，因而是在靠近坝的地方。有些最轻质的泥沙可以完全经过水库和坝的泄水孔带走，故在工程泄水时有时是一片混浊。在水库容积小且与进水量不相称的地方，这种情况比较经常发生。较粗颗粒的推移质泥沙由流速较高的水流挟带，在河流入库的地方附近淤积。使人担心的是，这种泥沙的淤积除了减少水库容积之外，还会在河流的入库处使河槽更加淤高，从而可能需要额外增加该处的桥梁或其它建筑物的净空。

悬移质泥沙易于采用取样的方法来量测。现在这种工作常由各河道水文站来做。而推移质泥沙运动的可靠量测是困难的。定期复测水库库床是最可靠的量测泥沙的办法。为此，有时须通过水库的某些部位划定永久性的基准测线。在进行过水库量测和泥沙量测的地方，可以以这种量测资料为基础，估计新水库的沉积速度（如果新水库所在的汇水区域具有相似的侵蚀特点的话）。除了这种方法和利用量测整个河流泥沙中的悬移质泥沙部分以外，水文学家必须依靠关于汇水区域特点的资料来估计可能的水库沉积。

进行规划和工程设计时，适用以下的准则：

1. 如有其它处可以选择，应避免在含沙量大的河上筑坝；
2. 规定水库总库容的一部分作为淤积库容，估算的淤积库容至少相当于设想的水库使用寿命——通常为一百年或一百多年；
3. 水库泄水孔的设计至少应与预期的泥沙淤积高度一致（如为了某种目的要求水库最低水位保持较高的高度，则泄水孔可以再高一些）；
4. 若费用增加不大，可以在几个高程上建造泄水孔；
5. 在工程规划中，需要考虑是否可能和宜于在水库上游距离不远的地方，选址建造沉沙池；
6. 保护和管理汇水区域，以防止侵蚀加剧的功效、可能的方法和费用等，都要加以考虑。侵蚀的加剧常常是由于土地使用不良、林区采伐不当或者铺设道路不考虑排水后果等而造成的。