

水文学史

〔加〕 Asit K. Biswas 著

刘国纬 译

 科学出版社

水文学史

〔加〕Asit K. Biswas 著

刘国纬 译

科学出版社

北京



图字:01-2007-3348

内 容 简 介

本书概括阐述了水文科学知识的形成、发展和积累过程,时间跨度涵盖公元前 3200 年至 19 世纪末有关水知识问题。重点包括:古代关于水的哲学思想;古代重要水工程与水文学;泉与河流的起源;水文循环;水文观测史;水文计算史等。

本书可供水科学与水工程科技人员、科学史研究人员、以及高等院校与水有关专业的师生和其他读者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

水文学史/(加)比斯瓦斯(Biswas, A. K.)著;刘国纬译. —北京:科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-019239-4

I. 水… II. ①比… ②刘… III. 水文学-历史 IV. P33-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 092598 号

责任编辑:吴三保 / 责任校对:刘小梅

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:黄华斌

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳信达艺术印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 7 月第 一 版 开本: 635×965 1/16

2007 年 7 月第一次印刷 印张: 18 3/4

印数: 1—2 000 字数: 427 000

定价: 56.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



前 言

正如康德 (Kant Immanuel, 1724~1840) 所说: “没有人能真正掌握任何一门科学, 除非他研究了其特殊的历史”, 遗憾的是, 水文学的发展史始终是最被忽视的一个课题。即使在与水文学密切相关的水力学领域中, 现今也只有由亨特·劳斯 (Hunter Rouse) 和西蒙·英斯 (Simon Ince) 在经过认真调查研究的基础上撰写的一本《水力学史》。这就难怪水文工作者对他们所继承的科学遗产知之甚少, 甚至在水文学著作中往往能看到有悖于科学史实的论述。

早在 1964 年, 我开始阅读早期水文学家的著作, 起先只是满足我对水文学史的好奇。随着时间的推移, 我对水文学史越来越着迷, 并写了一些论述水文学史中某些特殊方面的论文。这些论文陆续刊登在伦敦皇家科学协会、美国土木工程学会、国际水文科学协会和国际科学技术史协会等重要期刊的显要位置。令我感到欣喜的是, 这些论文受到了水文学家和科学技术史学家们的热情欢迎。他们的热烈反应和全世界水文工作同行的要求, 促使我把论文和相关研究撰写成书。

我的主要难题之一是, 如何确定一个公认的水文学定义。遗憾的是这样的定义并不存在, 而且即使有的话, 考虑到当今科学研究中学科间相互渗透和交叉的倾向, 任何这类定义也必定会包含过广。例如, 哪里是水文学的终点? 哪里是水文学与水力学及气象学这两门密切相关学科的分界面? 在目前的情况下, 测流技术, 包括仪器设备和计算公式两方面, 已被公认为是水文学的事情, 而明渠流的其他方面则被认为是属于水力学的范畴。当然, 可以有理由认为, 诸如沉积作用、人工影响天气、土壤物理和海洋学的某些方面也可以被归入水文学的领域, 但限于篇幅, 本书将不打算对这些方面深入涉及, 也无意就水文学究竟应该涵盖哪些内容做长篇大论。

我在研究的过程中, 访问了欧洲与北美的许多博物馆和大学图书馆, 借此机会要特别感谢他们提供的帮助。全世界许多著名的水文学家和科学技术史学家毫无保留的给予了许多有益的建议和帮助, 我无法在这里一一地向他们表达我对他们的感激之情。但是, 有些人的名字是不能不提的, 尤其是那些长期给予我关注和帮助的人。他们是: 斯坦福

大学的雷 K. 林斯利 (Ray K. Linsley) 教授, 依里诺依大学的周文德 (Ven T. Zhou) 教授和乔治·怀特 (George White) 教授, 爱尔兰科克大学的杜格 (J. C. I. Dooge) 教授, 荷兰的 A. 沃尔克 (A. Volker) 教授等。然而, 我最要感谢的是美国地质调查局野外装备部的前主任 H. 弗雷泽 (H. Frazier) 先生, 没有他的合作, 这本书是不可能完成的。最后, 我要对北荷兰出版公司 (North-Holland Publishing Company) 的同仁和工作人员, 尤其是利吉 (A. T. G. van der Leij) 先生的真诚合作表示由衷的感谢。

阿西德 K. 比斯瓦斯 (Asit K. Biswas)

1970 年 3 月 6 日于加拿大渥太华



目 录

前言

第一章 600 B C 前的水文学	1
1. 引言	1
2. 古代的“水文”工作	1
3. 蝎子王和美内斯王朝时期	3
4. 卡法拉高坝	4
5. 中国大禹治水	7
6. 阿门内姆赫特三世法老	8
7. 尼罗河水尺和洪水控制	10
8. 古巴比伦表	15
9. 汉穆拉比法典	17
10. 巴勒斯坦的引水隧洞	19
11. 尼普尔遗迹	19
12. 水表	21
13. 地下水利用	22
14. 马里勃坝	25
15. 赛纳克里布的工作	26
16. 小结	27
参考文献	28
第二章 希腊文明	31
17. 引言	31
18. 古代水文学家泰勒斯	32
19. 从阿那克西曼德到色诺芬尼	36
20. 阿那克萨哥拉和赫朋	37
21. 希罗多德的贡献	37
22. 希波克拉底关于水的概念	39
23. 阿里斯托芬尼	41
24. 小结	41
参考文献	42

第三章 柏拉图和亚里士多德时期	44
25. 引言	44
26. 柏拉图	45
(1) 柏拉图生平	45
(2) 水, 一种最基本的要素	45
(3) 河流和泉的起源	48
(4) 水法	50
27. 亚里士多德	51
(1) 亚里士多德生平	51
(2) 关于水的概念	52
(3) 第一本气象学著作	53
(4) 降水的机理	54
(5) 泉与河流的起源	55
(6) 海水的咸性	56
28. 小结	57
参考文献	58
第四章 后亚里士多德时期	60
29. 引言	60
30. 西奥佛拉斯塔与水文学	60
31. 水文气象观测	62
32. 考提莱的雨量表	62
33. 小结	63
参考文献	64
第五章 罗马文明	65
34. 引言	65
35. 维特鲁威	65
(1) 维特鲁威生平	65
(2) 如何找水	66
(3) 水文循环	68
36. 流量测定	70
37. 罗马的输水渠道	75
38. 塞尼卡的贡献	78
39. 水文循环	80
40. 巴勒斯坦的雨量表观测	83

41. 小结	84
参考文献	84
第六章 尼罗河的起源与涨水	87
42. 引言	87
43. 泰勒斯的地中海季风理论	87
44. “环地洋”概念	88
45. 阿那克萨哥拉的理论	89
46. 三种解释的缘由	90
47. 希罗多德的解释	90
48. 伊诺彼德斯解释	93
49. 戴奥真尼斯的解释	93
50. 德莫克里托的解释	94
51. 从埃福罗斯到斯特拉博	95
52. 从芦克莱修斯到比德	96
53. 小结	98
参考文献	99
第七章 从 200 A D 到 1500 A D	101
54. 引言	101
55. 教皇统治下的水文学	101
(1) 伊西多尔的贡献	101
(2) 比德的贡献	103
56. 水文气象学	104
57. 中国和朝鲜的雨量器	106
58. 小结	110
参考文献	110
第八章 16 世纪	113
59. 引言	113
60. 莱奥纳多·达·芬奇	113
(1) 达·芬奇论水循环	115
(2) 达·芬奇论明渠流	118
(3) 达·芬奇论水流速度	121
(4) 达·芬奇关于水的写作计划	122
(5) 达·芬奇关于水文的其他概念	123
61. 杰罗尼莫·卡尔达诺	124

62. 伯纳德·帕利西	125
(1) 水文循环	126
(2) 关于水文学的其他见解	128
63. 乔治亚斯·阿格里科拉	129
64. 雅克·贝松	131
65. 焦万·丰塔纳对洪水的研究	132
66. 小结	134
参考文献	135
第九章 17 世纪	138
67. 引言	138
68. 伽利略、开普勒和笛卡尔	139
69. 卡斯特利与流量计算	142
70. 孔口出流原理	144
71. 阿塔纳修斯·柯切尔	145
72. 肖特和比彻	150
73. 伯恩哈德斯·瓦伦纽斯	152
74. 约翰·赫比纽斯	153
75. 英国对水文学的贡献	155
76. 摩德纳城的自流井	158
77. 多梅尼科·古列尔米尼	161
78. 尼罗河涨水的硝酸钠理论	163
79. 河流的起源	164
80. 流速仪的问世	165
81. 小结	167
参考文献	168
第十章 定量水文学的开端	172
82. 引言	172
83. 皮埃尔·佩罗德	172
84. 埃德默·马里奥特	177
(1) 关于水流运动的论述	179
(2) 关于泉的起源	179
(3) 关于流量测定	182
85. 埃德蒙德·哈利	183
(1) 蒸发实验	185

(2) 蒸发与泉水的起源	187
86. 小结	189
参考文献	190
第十一章 17 和 18 世纪雨的测量	192
87. 引言	192
88. 卡斯特利致伽利略的信	192
89. 克里斯托弗·雷恩最早的雨量器	193
90. 雷恩·胡克的翻桶式雨量器	195
91. 理查德·汤利的观察	201
92. 佩罗德和马里奥特的雨量测量	201
93. 18 世纪初叶的雨量器	202
(1) 莱乌波德雨量器	202
(2) 皮克林、多布森和多尔顿的雨量器	205
94. 小结	206
参考文献	207
第十二章 18 世纪的水文学	210
95. 引言	210
96. 安东尼奥·瓦利斯内里和马奎斯·波勒尼	210
97. 泉水的毛细管理论	213
98. 毕托与毕托管——流速测量	214
99. 丹尼尔·伯努利及其能量方程	216
100. 谢才和杜博的流量计算	218
101. 保罗·弗里斯	223
102. 乔瓦尼·巴蒂斯塔·文图里	226
103. 蒸发测量	227
104. 其他水文测量设备和方法的进展	229
105. 小结	232
参考文献	232
第十三章 19 世纪的水文学	236
106. 引言	236
107. 流速-流量公式	236
(1) 达西和巴辛公式	238
(2) 汉弗莱斯和阿博特	240
(3) 甘吉利特和库特	243

(4) 罗伯特·曼宁	245
108. 河道流量记录	247
109. 推理公式的发展	249
110. 赫谢尔和文图里流量计	252
111. 地下水水文学	253
(1) 威廉·史密斯	253
(2) 达西和迪普伊	255
(3) 阿道夫·蒂姆	256
(4) 福希哈默尔和斯利克特	257
112. 比德莫尔和水文学手册	259
113. 其他方面的发展	260
114. 小结	263
参考文献	264
人名译名对照表	269
地名译名对照表	282
译后记	287

第一章 600 B C 前的水文学

1. 引言

水文学始于何时何地？这个问题很难回答，因为现代水文学深深地植根于古代。最初，人们认识到水是生命所必需的，因而最早的文明迹象都见于河流沿岸。例如美索不达米亚的底格里斯河和幼发拉底河，埃及的尼罗河，印度的印度河，以及中国的黄河。逐渐地，人们发展了供水系统，建筑了堤坝，改善了河道，挖掘了灌溉渠道。这些建筑物的出现，表明人们对于水及其功能和限度已有了某些知识，虽然这些知识还不是很科学的。最初的水文学原理是极为原始的，古代人们基本上只对利用自然感兴趣，只是到后来，在古希腊文明时期（公元前 600 年前后），才试图认识自然^[1]。可以这样认为：一门科学的分支，在它达到一定程度的发展之前，是不能被认为是一门科学的，然而谁又能定义和量度那个程度呢？伟大的科学史学家乔治·萨尔顿（George Sarton, 1884~1956，比利时裔美籍科学史家，创办并长期编辑国际性的科学史杂志《爱西斯》(Isis)。译者注）说：“一块 2 英寸的红杉木，并不起眼，但它的确就是红杉木。然而，当第一位启蒙数学家认为三棵李树和三只驴子之间有某些相同之处时，他的思想在当时是多么让人难以理解啊！”

2. 古代的“水文”工作

尼罗河流域的埃及文明（Egyptians），美索不达米亚的苏美尔文明（Sumerians）和印度河流域的哈拉帕文明（Harappans），是兴盛于大约 4000 年前的三大文明^[2]。关于埃及文明和苏美尔文明我们已经有了较多了解，但是关于哈拉帕文明我们至今了解甚少，然而，哈拉帕文明涉及的范围要比埃及文明和苏美尔文明中的任何一个都要广。与埃及文明和苏美尔文明留下的大量记载相比，要了解哈拉帕的历史，必须从在哈拉帕和摩亨约·达罗（Mohenjo-daro）的考古发现中去获得。这主要是因为哈拉帕文明留下的记载实在太少，还必须继续寻找和破译，而且只有通过考古发现才能获得。哈拉帕文明是在 20 世纪 20 年代才被考古学

家发现和发掘出来的。近年来，学术界有些论点认为，哈拉帕文明是在地壳构造运动引起印度河的一次特大洪水灾害中消亡的^[3]。

中国文明源自黄河沿岸，但其对水文学的贡献，特别是在 600B C 以前，似不如其他三大文明显著^[4]（译者并不同意这一观点。译者注）。总的说来，这四大文明都有相似的地理条件，例如都源于大河沿岸，雨量充沛，夏季高温，河流的水情变化明显等。

本章简述了世界各地早期水文学和水力学工程的发展，并将主要水文事件的年代列于表 1.1。

表 1.1 600 B C 以前有记录的水文工程年代表*

年份(B C)	事 件
3200	天蝎王统治时期,是最早有记载的水资源工作。
3000	美内斯国王在尼罗河上筑坝并使其改道。
3000	尼罗河出现用于记录尼罗河水位涨落的石刻水尺。
2850	卡法拉高坝(Sadd el-Kafara)溃决。
2750	印度河流域出现供水和排水系统。
2200	中国大禹治水工程。
2200	希腊在克里特岛开渠引泉水入诺萨斯(Cnossos)宫。
	波斯境内兴建迈赫凯(Mahkai)和拉克尔因(Lakorian)堤坝。
1950	赛奥斯特里斯(Seostris)一世开通航运河沟通尼罗河与红海。
1900	巴勒斯坦在基色(Gezer)修建辛诺尔(Sinnor,引水隧洞)。
1850	阿门内姆赫特(Amenemhet)三世法老修建莫伊利斯人工湖(Lake Moeris)及其他工程。
1800	在尼罗河的第二急滩段塞姆纳(Semna)出现水尺。
1750	汉穆拉比国王(Hammurabi)制定水利法规。
1700	在开罗附近出现约瑟夫(Joseph)井,井深达 325 英尺。
1500	在巴勒斯坦的泰勒塔安尼克(Tell Ta'annek)城用辛诺尔(Sinnor)连结二泉。
?	在萨马拉(Samarra)附近的底格里斯河上建筑马杜克(Marduk)坝,溃于 1256 A D。
1300	尼普尔(Nippur)的排灌系统。
	赛蒂(Sethi)一世或拉姆西斯(Ramses)二世统治时期叙利亚奥龙特斯(Orontes)河上的卡蒂纳(Quatinah)坝。
1050	北非的加达迈斯(Gadames)绿洲开始用水表计量灌溉水量。
750	也门瓦迪·达纳(Wadi Dhana)河上建筑马里勃(Marib)等堤坝。
714	亚美尼亚乌尔乌(Ulhu)的暗渠系统(即坎儿井系统。译者注)被萨拉戈尼(Saragon)二世所毁。
	盖纳特(Qanat)暗渠系统逐渐推广到波斯、埃及和印度。
690	开通赛纳克里布(Sennacherib)水道。
600	波斯在默尔哈博(Marghab)河上筑堤坝,毁于 1258 A D。

* 由于缺乏精确资料,表中有些年代是近似的。

3. 蝎子王和美内斯王朝时期

也许从雕刻在第一代‘蝎子王’（King Scorpion，一位上埃及统治者，他因发现一条蝎子出现在他面前而给自己取名为‘蝎子王’。译者注）的国王权杖柄上的画中，可以找到最早的水文工作证据（图 1.1）^[5]。在画中，他头戴白色上埃及王冠，正在为一条新建成的灌渠放水挖开第一铲土。这是庆祝水渠落成，放水淹灌农地的一种仪式，称为‘破河节’，后来曾一直沿续到 19 世纪^[6]。在仪式上，面对国王的是一个个拎着篮子的男人（篮子里可能装满了种子），在他后面的另一个男人



图 1.1 ‘天蝎王’铲起灌溉渠的第一块草皮土
(by courtesy of Ashmolean Museum, Oxford)

拎着挂在玉米皮上的玉米棒，在后面那个男人的下方是一群男性劳动者，他们正在挖开运河上最后一锹土。国王手握锄头，他的锄头有周围人的锄头三倍那么大，可能是权威和权力的象征。这位法老（Pharaoh）的统治大约在 3200B C 前后。这位神秘的上埃及国王的天蝎特征和他的七瓣莲花徽章后来鲜为人知。

美内斯国王（King Menes）的统治时间在 3000B C 前后。他建都于孟菲斯（Memphis），是上下埃及统一后的首任法老。据历史学家希罗多德（Herodotus，公元前 5 世纪希腊历史学家，被称为“史学之父”。译者注）说^[7]，他在距孟菲斯约 $12\frac{1}{2}$ 英里（1 英里 $\approx$ 1.609 公里）的科谢希（Kosheish）的尼罗河上筑坝，使河水改道，流入一条新挖成于两座小山之间的渠道。该坝高约有 50 英尺（1 英尺 $=$ 0.3048 米），坝顶长约 1470 英尺^[8]。新首都孟菲斯就建在肥沃的旧河床上。后来他又在新城市的北面和西南开挖湖泊，并开凿了一条运河把湖与尼罗河连结起来。这个由湖、运河和河流组成的水道系统，成为美内斯王国御敌的护城河。因此，那座新建的坝必须严加维护，因为一旦溃坝，整座孟菲斯城将被洪水淹没。当希罗多德于大约 2500 年后访问埃及时，该坝仍被波斯人保护得很好。埃及的牧师向这位史学家展示了美内斯国王以后的约 330 位君主，但是，除了其中最后一位名叫莫克里斯（Mocris）外，其他的都是平庸之辈。莫克里斯最为人们知道的是阿门内姆赫特三世法老（Amenemhet III），这在后面将进一步阐述。

4. 卡法拉高坝

施韦因富特（Schweinfurth）^[9]于 1855 年在埃及开罗以南约 18 英里的加拉韦（el. Garawi）干河床中，发现了曾被称为世界上最古老的坝——卡法拉高坝（Sadd El-Kafara）的残址。卡法拉高坝也被称为‘异教徒的坝’，它的坝肩部分至今仍然存在，一般认为该坝筑于第三或第四王朝，约在 2950B C 与 2750B C 之间。默里（Murray）^[10]于 1935 年做过详细的测量，得出该建筑物顶长 348 英尺，底长 265 英尺，坝顶约高出最低河床 37 英尺。该坝由沿河分开修建的两座坝组成，每座坝的底部厚 78 英尺，用块石砌筑，两坝沿河床的间隔为 120 英尺，后来两坝之间用 60 000 吨取自河床和邻近山丘的砾石填塞。上、下两坝大约用了 30 000 立方英尺的干块石。上坝坝面由每块约重 50 磅经过粗略

修琢的石灰岩块石仔细地堆成阶梯状，每级高 11 英寸。下坝的建筑质量较差，可能是由于工期紧迫不得不草草完工的缘故（图 1.2 和图 1.3）。



图 1.2 卡法拉高坝（2800 B C）（向下游看）

(by courtesy of Mrs. G. Murray)

该坝有两个特点：没有预留溢洪道和未用灰浆，看似一座临时建筑似的。施韦因富特认为，建筑该坝是为了供应位于其东面约 2 英里处的一个石膏采石场的工人和牲畜饮水之用，因此若坝体由于漫顶而溃决，或许不会造成灾难性的后果。该坝的库容只有 460 英亩英尺，流域面积为 72 平方英里。假定 5000 年前的气候与今日相似，实际上默里 (Murray)^[11] 已证明是这样，则最初几场大雨就足以充满水库并漫过坝顶^[12]。

该坝的库区里完全没有泥沙沉积，可能表明它在经历第一个汛期时即被冲跨了。这位不为人知的工程师在那个年代敢于进行如此大胆的尝试，是值得人们同情和钦佩的。他的失败和布鲁内尔 (Brunel) 的“伟大的东正教”、温斯坦利 (Winstanley) 的最早的埃迪斯通 (Eddystone) 灯塔一样受到世人瞩目，但也有所区别。那些古代尝试并不是完全的失败，他们给后来的设计者指明了方向。不过，卡法拉高坝并不是工程学史上的里程碑。他的设计者是一位杰出的冒险家，他只是教育了古埃及人，千万不要再进行这方面的尝试。它的设计者的思想是非常超前的，如果他当时使用沙浆的话，他就能建造泄洪道，他还会选择坡度较缓的干谷。要是这样的话，就会有截然不同的埃及灌溉史。

不过，埃及人在塞蒂 (Sethi) 一世统治时期 (1319B C ~ 1304B

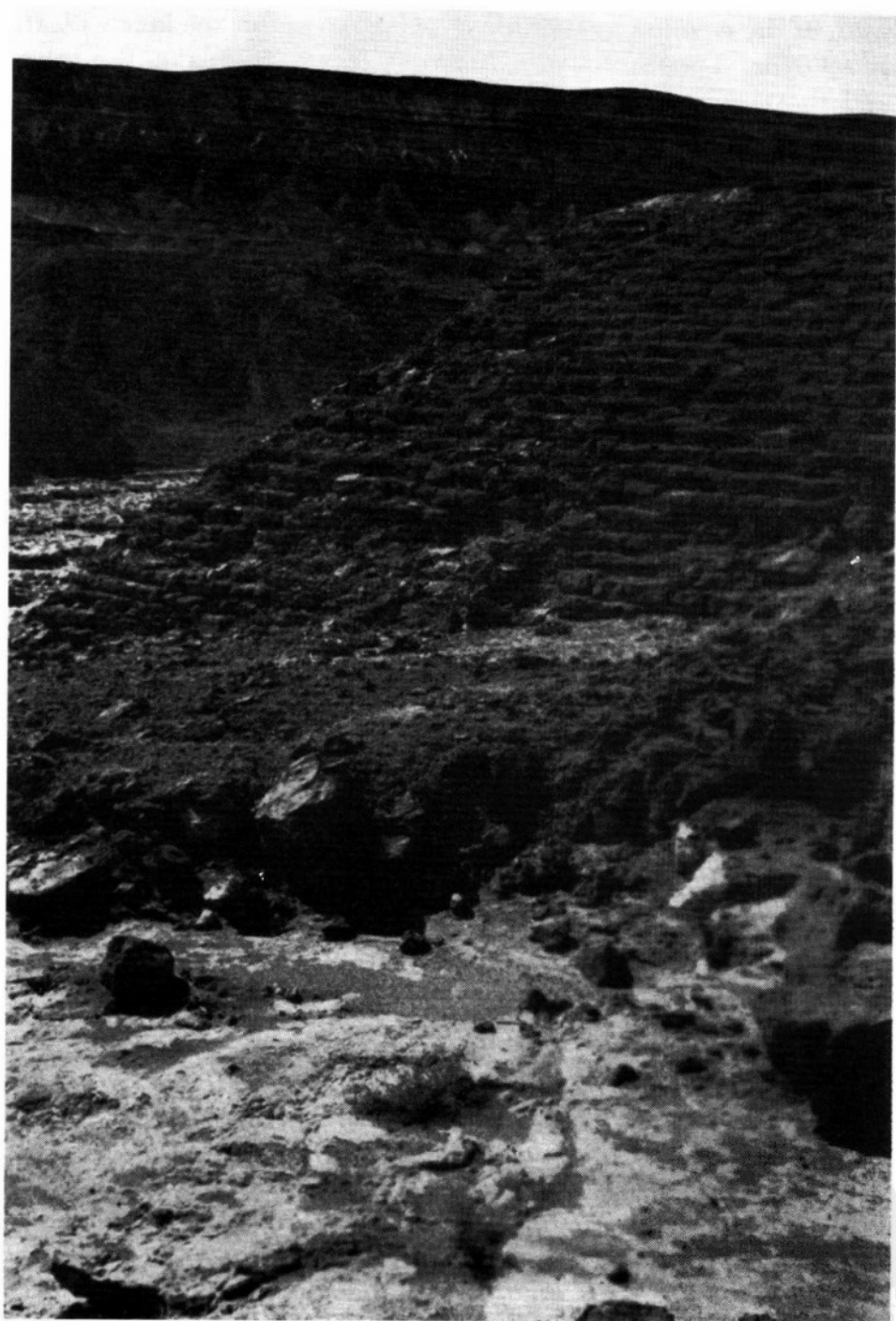


图 1.3 卡法拉高坝（从正面看）
(by courtesy of Mrs. G. Murray)