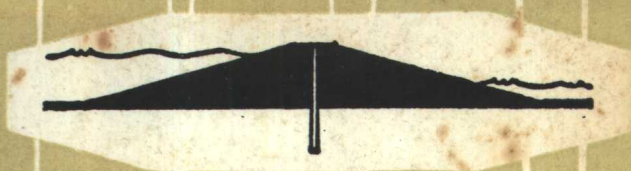


水 工 沥 青

(日) 水 工 沥 青 研 究 会 编
王 景 海 章 继 光 译



全 国 沥 青 防 渗 技 术 科 研 协 调 组

水 工 沥 青

〔日本〕 水工沥青研究会编

王景海 章继光 译

全国沥青防渗技术科研协调组

1980 年 11 月

本书是系统介绍沥青在水工建筑物中应用的一本专著。本书吸收世界各国、特别是日本最近几年取得的一系列试验研究成果及工程施工经验，对水工沥青工程的材料、试验、设计、施工、质量检验等技术问题作了精辟的论述。书中还选入了各种水工沥青工程的实例。

本书取材新颖、内容丰富、叙述清晰、图文并茂。可供水利、水电、河渠、海港、道路、冶金、石油等专业的科研、设计、施工技术人员及高等学校、中等技术学校师生参考。

水工沥青

水工沥青研究会

鹿岛出版会

1976

*

水 工 沥 青

〔日本〕水工沥青研究会编

王景海 章继光 译

*

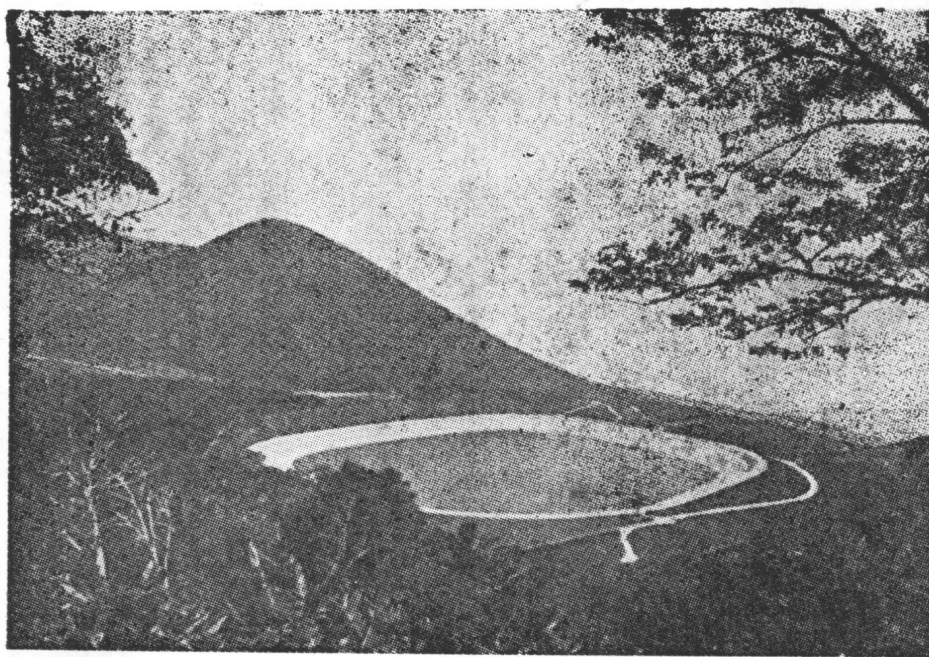
出版：全国沥青防渗技术科研协调组

印刷：西安交通大学印刷厂

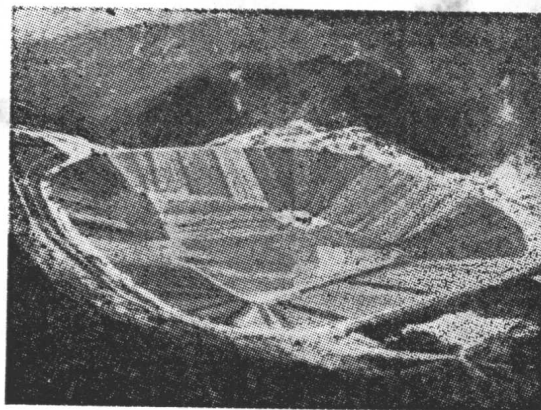
订购处：西农西安水利水电科研所

（地址：西安市金花南路）

1980年11月



沼原调节池蓄水后情况



沼原调节池完成时全景

前 言

沥青用于防渗工程，是近代迅速发展的一门新技术。自本世纪卅年代以来，国外已利用沥青混凝土在大坝、蓄水池、围垦堤防、港湾、海岸、河流、渠道等水工建筑物中来防渗、护面、防冲及加固河床等，建成了众多的沥青工程实例，取得了丰富的经验。《水工沥青》一书就是日本近年来水工沥青应用技术的经验总结。本书由日本水工沥青研究会组织编写，内容全面，取材新颖，系统地论述了水工沥青工程的材料、试验、设计、施工和质量检验等方面的技术问题，是继六十年代阿斯贝克所著《水利工程中的沥青》之后的又一本不可多得的专著。

沥青在我国水利工程中早就用作水工建筑物的填缝止水材料。从五十年代开始，在渠道衬砌、水下灌注等方面试验采用沥青技术。到了七十年代逐渐运用于库坝建筑。我国沥青防渗技术起步虽晚，但发展较快。尤其是1977、1979年分别在西安和昆明两次召开“全国沥青防渗技术讨论会”后进展更为迅速。在短短七、八年中，据不完全统计已建成或正施工的各种型式沥青混凝土防渗土石坝近40座，防渗面积约30万平方米，最大坝高达85米，最长斜坡铺设长度超过175米。全国约有15个省、市修建了或正在兴建水工沥青工程，还有许多地区也正准备开展这项工作。各地技术人员迫切要求出版介绍水工沥青的专业书籍。为此，我组委托西北农学院水利系水工防渗研究组将《水工沥青》一书译出，供全国水工沥青工作者参考。本书由王景海、章继光二同志翻译，蒋长元同志对全书作了技术校核，杨全民、丁朴荣等同志提出了宝贵意见。有关译著的问题，请与该研究组联系。

原书由日本水工沥青研究会组织各位专家共同编写，书中不可避免地存在某些重复或不统一之处，加之翻译工作经验不足，错讹之处请予批评指正。

全国沥青防渗技术科研协调组

1980年6月

推 荐 词

沥青作为道路铺筑工程的主要材料，是近二十年来取得显著进展的土木材料之一。不仅限于道路工程，其它各个专业的研究人员和技术工作者也都对沥青进行了基础理论和应用技术的研究，其研究成果现已广泛用于渠道、港湾、海岸、大坝等水工建筑物。

水工建筑物中利用沥青，主要着眼于沥青具有的不透水性、柔性、耐久性等其它材料无可比拟的众多优点。在我国，沥青工程也受到很高的评价。但是，水工建筑物的运用条件与道路、机场的不尽相同，实用时要充分注意这些特点。热切希望进一步研究更为可靠的某些经济材料和工程方法。

以当代沥青工程界权威、北大名誉教授板仓忠三博士为首的水工沥青研究会诸位同仁，促进发行了这本供现场技术人员参考的实用专著，的确是非常适时的，也是值得由衷庆幸的。

本书极为精辟而又简明扼要地归纳了水工沥青工程学的基础理论，同时选入了各种水工建筑物中的许多沥青工程实例，具体地介绍了这方面的研究成果。可作为活跃在现场的年轻技术人员及在校学生从事实际工程直接有用的最好指导书，特此推荐。

日本电源开发有限股份公司理事
(元同社沼原建设所长)

村上省一

1976.6.

序 言

最近，技术人员对水工沥青工程的兴趣很高，即使在我国，将沥青运用于大坝、渠道、港湾、海岸、河流等建筑物中的实例也不断增加。但有关应用沥青的技术书籍却非常之少，希望编辑们整理出版这方面技术书籍的要求纷至沓来。

在这一学科分支的老前辈、北大名誉教授板仓忠三先生指导下，一些多年从事此项工作的技术人员和研究工作者组织了“水工沥青研究会”，进行现状的收集分析工作。

这次，承蒙鹿岛出版社的理解和协助，安排了此书的出版工作。由于沥青技术还处于发展阶段，不用说，诸如经验因素较强、理论尚未形成体系之类的问题还很多。随着沥青技术的进一步发展，本书也还有待于修改补充，逐步完善。

水工建筑物中利用沥青技术的内容极为广泛，不可能在有限的篇幅内介绍得非常充分。但是，收入了象我国最大的沥青工程——沼原调节池这样的许多丰富实例，其意图是尽量使本书对实际有用。再者，每章后面列出了尽可能多的参考文献，也是想弥补其不足之处。尤其是关于沥青的性状，编辑们将其大部分内容收入在已经出版的《土木材料Ⅲ·沥青》一书中，如能对照阅览将是所希望的。

本书出版过程中，编辑工藤忠夫、有福武治和菅原主要承担计划、组织和编辑工作。邀请经验丰富的第一线各位人士直接执笔编写。

此外，承蒙本书的执笔者们提供许多资料。向以诸官厅为首的电源开发公司、鹿岛建设公司、世纪建设公司、壳牌石油公司以及其它公司表示深切的谢意。

最后，介绍担任各章的执笔者以酬谢他们的辛劳。

第一章 重松和男

第二章 重松和男

第三章 中岛昭雄、重松和男

第四章 加川道男

第五章 加川道男

第六章 中岛昭雄、重松和男、牛尾俊介

第七章 穗积丰

菅原照雄

1976.4.

目 录

推荐词
序 言

村上省一
菅原照雄

第一章 概论

§ 1-1 概述	1
一、水工建筑物的沥青工程概述	1
二、历史	2
§ 1-2 工程方法的分类	2
一、碾压工程法	3
二、灌注工程法	3
三、予制工程法	3
四、特殊工程法	3
§ 1-3 水工建筑物中的沥青工程实例	3
参考文献	16

第二章 水工沥青混合料

§ 2-1 概述	17
§ 2-2 沥青	18
§ 2-3 水工沥青混合料	18
一、使用的材料	18
二、混合料应有的性质	19
三、沥青混合料的种类	20
四、配合比设计	23
五、沥青混合料的流变	27
§ 2-4 水工沥青混合料的性质	30
一、强度及变形性质	32
二、松弛弹性率和应力松弛性质	33
三、蠕变性质	34
四、动力性能和疲劳特性	34
§ 2-5 沥青防渗墙的工程特性	34
一、不透水性	34
二、对填筑体变形的适应性	35
三、对波压、水压的抵抗性	35

四、对于斜坡上剪力的稳定性	35
五、关于温度应力引起的裂缝	37
六、关于鼓泡现象	37
七、耐久性	37
§ 2-6 水工用沥青混合料的试验(主要为碾压工程法用)	38
一、一般试验	38
二、特殊试验	41
参考文献	43

第三章 碾压工程法

§ 3-1 工程方法概述	46
§ 3-2 结构设计	47
一、坝体的排水设计	47
二、基础的设计	49
三、防渗墙的设计	50
四、防渗墙厚度实例	59
§ 3-3 施工	60
一、填筑体及过渡层的施工	60
二、沥青防渗墙的施工	60
§ 3-4 施工机械	63
一、施工机械综述	63
二、基础工程用机械	68
三、沥青工程用机械	68
四、保护层机械	69
§ 3-5 质量控制	69
一、质量控制要点	70
二、沥青混合料的质量控制和控制项目	70
三、质量控制实例	71
§ 3-6 施工实例	87
一、大津歧坝沥青面板工程	87
二、新高野山坝及调节池沥青面板工程	93
三、藤木调节池沥青面板工程	100
参考文献	106

第四章 灌注工程法

§ 4-1 工程方法概述	108
§ 4-2 构造设计	109
一、灌注工程法的构造设计	109
二、沥青砂浆灌注层的设计	111

§4-3 灌注用沥青混合料的配合比设计	111
一、沥青砂浆的配合比设计	113
二、砾石玛蹄脂的配合比设计	114
§4-4 施工	115
一、作业方法	115
二、沥青砂浆的施工方法	116
§4-5 施工实例	120
参考文献	124

第五章 铺席工程法

§5-1 工程方法概述	125
一、铺席工程法的分类	125
二、沥青席铺设工程法的概况	125
三、增大重力式建筑物抗滑力工程法概况	126
§5-2 设计方法	127
一、铺设用沥青席的设计	127
二、增大重力式建筑物抗滑力法的设计	129
§5-3 施工方法	130
一、沥青席的制作	130
二、运输、铺设作业	132
三、粘贴在堤体底部的沥青席施工方法	135
§5-4 施工实例	138
一、防止基础淘刷	138
二、防止土砂漏泄流出	141
三、增大抗滑力工程法	143
参考文献	146

第六章 其它各种工程法

§6-1 概况	147
§6-2 沥青心墙工程法	147
一、工程法概述	147
二、心墙用沥青混合料的种类	148
三、设计	149
四、施工	152
§6-3 沥青预制板工程法	153
一、预制板材料	153
二、施工	153
§6-4 洒布工程法(埋藏式沥青薄膜)	154
§6-5 喷浆工程法	154

§ 6-6	灌缝工程法	154
§ 6-7	沉箱接缝注入工程法	154
§ 6-8	贫沥青砂浆工程法	154
§ 6-9	块石沥青工程法	155
	参考文献	155

第七章 水工沥青工程实例——沼原池(坝)

§ 7-1	概述	156
§ 7-2	池(坝)的设计	157
	一、蓄水池的位置	157
	二、蓄水池的形状	157
	三、蓄水池的构造	158
§ 7-3	过渡层	159
	一、概述	159
	二、基底的构成	159
	三、材料的摊铺与压实	159
	四、施工质量控制	160
§ 7-4	排水设备	162
	一、概述	162
	二、基底的排水设施	162
	三、防渗墙(排水层)的排水设施	162
	四、检查廊道兼排水暗沟	162
	五、排水竖井与排水隧洞	163
§ 7-5	沥青防渗墙的设计	164
	一、概述	164
	二、碎石层	164
	三、整平层	165
	四、下层	165
	五、中间层	165
	六、上层、最上层	165
	七、补强层	165
	八、表面保护层	165
§ 7-6	沥青混合料的配合比试验	165
	一、概述	165
	二、骨料试验	166
	三、密级配沥青混凝土(上、下层用)的配合比试验	168
	四、开级配沥青混凝土(中间层)的配合比试验	171
	五、表面保护层材料的配合比试验	171
§ 7-7	现场试验性铺设	172

一、现场配合比试验·····	171
二、过渡层的施工试验·····	172
三、过渡层表面修整方法的试验·····	172
四、各种现场铺设试验·····	173
§7-8 沥青防渗墙的施工·····	173
一、使用的材料·····	173
二、沥青混凝土用的机械设备·····	174
三、现场配合比·····	176
四、沥青防渗墙的铺设·····	176
五、接缝的施工·····	182
六、越冬措施·····	184
七、施工期间的排水·····	184
八、沥青防渗墙的施工实况·····	185
九、质量控制试验及其结果·····	185
参考文献·····	185

第一章 概 论

§ 1—1 概述

一、水工建筑物的沥青工程概述

利用沥青的历史相当悠久，使用范围也非常广泛。

在水工建筑物中利用沥青的历史虽然长远，但是，正式应用于水工建筑物的历史却不长，欧美各国从本世纪三十年代才开始应用。

在我国，1957年于长浦围垦堤防所作的试验性施工是为开端，1960年锅田围垦堤防是第一个正规的沥青工程。此后，在大坝、渠道、港湾等建筑中相继出现许多施工实例。水电方面的代表工程有：北海道本别发电站引水渠(1963年)，天津歧坝(1968年)，二仓坝(1969年)，东富士蓄水池(1971年)，深山坝(1971年)，新高野山坝及调节池(1971年)，沼原调节池(1972年)，多多良木坝(1973年)，藤木调节池(1975年)等。

一般将水工建筑物中利用沥青的工程统称为水工沥青工程*。水工沥青工程通常用来防止渗漏、保护表面、防止侵蚀、加固河床、加固基础、防止淘刷等。使用沥青工程的主要建筑物有：土石坝、蓄水池(调节池)、河流、渠道、运河、围垦堤防、海岸堤防、防波堤等。

水工沥青工程中，防渗墙工程主要承受静水压力，同时还承受坝体沉陷的变形，坝体内部孔隙水压引起的反向压力，温度变化引起的温度应力。此外还经受阳光、风、雨、雪、冻胀、表面粘着物等自然现象引起的老化作用。护岸工程还经常遭受流水、流木、漂砂、波浪压力、涡流等引起的侵蚀、磨损和冲击作用。

这些水工建筑物之所以能利用沥青材料，其主要原因是沥青混合料具有一系列优良特性，即不透水性、柔性、自封性、耐久性、耐酸碱性，而且具有造价经济、施工方便、修补容易等优点。这在不少工程实例中已得到证明。

作为水工沥青工程的利用方法虽然可区分为面板、衬砌、护面等数种，但是，由于目前水工沥青工程还没有形成工程学科体系，实际工程中这种区分往往混淆不清，缺乏严格的定义。因此，下面仅就国外绝大多数采用的意义加以概略的说明。

沥青面板(Asphalt Facing)

沥青面板系指能够耐强烈侵蚀、高水头压力及渗透作用的经过设计的较厚的表面防渗墙。主要用于土石坝、大型蓄水池(调节池)、堤防等工程。此外，尚有设在大坝内部的沥

* 虽然也有人称为水利沥青工程，但是，考虑到将大坝、河流、渠道、运河及防波堤，有护岸工程的港湾、海岸建筑物等称为水工建筑，则这些建筑物利用沥青的工程称为水工沥青工程较为恰当，故本书采用“水工沥青工程”。

青混凝土心墙工程方法，也有人把沥青心墙包括在面板工程之内，但这与面板的表面处理本来意义不符，故笔者们认为沥青心墙应另归一类。

沥青衬砌(Asphalt Lining)

沥青衬砌系指以防止渗漏为主的表面防渗层。主要用于渠道、蓄水塘等。虽然衬砌的主要目的是防止渗漏，但作为永久性建筑物，应该能承受水压等荷载，所以，仍然要求具有和该建筑物的作用相适应的一定厚度和强度。多数情况下，面板和衬砌之间难以严格区分。

沥青护面(Asphalt Revetment)

沥青护面是以护岸、加固基础、加固河床、防止淘刷等为目的的工程，主要用于港湾、海岸、河流、围垦等水工建筑物。

二、历史

水工建筑物中使用沥青的历史是非常悠久的。在古代埃及，人们在砌筑尼罗河护岸岩石时，就曾使用沥青作过部分灰浆材料。此外，在米索不达米亚地区和印度河流域，修建水井和浴池时，传统使用沥青作为防渗材料。这些都是远在 5000 年以前的事实。至今尚存的古代遗迹中，特别著名的有公元前 1300 年修建的底格里斯河阿秀尔(Assur)处 1500 米堤防。在此堤防上，使用了沥青灰浆制成的砖以及将沥青与砂砾、粘土混合的材料。这些都是利用天然沥青。此后由于沥青材料来源困难，随着土木工程技术的进步，普遍改用沥青的代用材料。但是，随着交通运输的逐渐兴盛，道路铺筑技术也发达起来。在十八至十九世纪，从英国和法国开始，在欧洲发展了使用天然沥青的铺筑技术。这样，水工沥青工程才有了某些进展。

十九世纪末叶，石油工业得到发展。由于炼制石油开始制造出纯沥青，沥青便一跃而为土木建筑材料，显露头角，成为铺筑道路的主要材料。稍后，于本世纪二十年代，在水工建筑物方面也开始了正规化的研究利用。

在我国，除了房屋建筑及水槽等小型防渗工程外，水工建筑物方面首先采用沥青的工程要算是 1957 年修建的长浦围垦堤防。如前所述，此后在大坝、蓄水池、围垦、港湾、海岸等建筑物上大量采用。特别在水力发电方面，现已建成了深山坝、沼原调节池等具有国际水平的大型工程。

我国水工沥青工程如此快速发展的背景，一方面是第二次世界大战后，国内石油工业急剧增长，沥青来源容易；同时，随着沥青道路的增多，沥青铺筑技术也有了快速的进步。另外，我国水工沥青工程的正规化施工是围垦堤防先走了一步，围垦技术(尤其是大型围垦工程)多数是向先进国家荷兰学来的，而荷兰的围垦堤防大多采用沥青工程。

二次世界大战后，随着经济的高度发展，国家要求确保水力资源的开发。与此要求相反，能够发展水电设施的建设条件和环境条件逐渐变得困难起来。但是，人们认识到沥青具有适应这些条件的特性，因此，除围垦堤防以外，其它水工建筑物也广泛采用沥青工程。

§ 1—2 工程方法的分类

水工沥青工程按工程方法可分为碾压工程法、灌注工程法、沥青预制板工程法及特殊工程法。

一、碾压工程法

这是通常应用最广的一种方法。该法是将沥青、填料、细骨料、粗骨料加热拌合，再将拌合好的混合料摊铺后碾压。可用于土石坝、蓄水池、渠道和各种堤防的面板、衬砌、护面等工程。另外，也可用于土石坝内部防渗墙(心墙)。

二、灌注工程法

该法通常是使铺有块石的斜坡能够稳定，或在堤防和防波堤抛石固基施工时浇注沥青砂浆的施工方法。此法原则上不需要碾压，在碾压困难的场所和容易得到块石的地区，以及水中施工等情况下颇有使用价值。此灌注法常用于河流、围垦堤防的护面和海岸堤防、防波堤等的护坡，以防止护坡块石冲散，加固基础工程。还可注入沉箱接缝，防止砂土或有害物体从沉箱接缝处泄漏。

三、沥青预制板工程法

该法通常是把沥青玛蹄脂一类混合料浇注成型，予制成一定大小的板，可用作水工建筑物的衬砌、护面以及用来防止沉箱滑动(增大沉箱和抛石之间的摩擦系数)。这种预制板又可分为沥青板及沥青席。两种预制板都具有沥青混合料特有的不透水性、耐磨损性和耐久性，以及能很好适应地基变形的性能。

1. 沥青板工程法

此方法是美国垦务局(U. S. B. R.)于本世纪四十年代首创的，其后世界各国逐渐广泛采用，用作水工建筑物的衬砌。此法适用于较小规模的池塘、渠道、蓄水池等工程。沥青板厚度约为1.0~1.5厘米。

2. 沥青席工程法

沥青席(Asphalt Mat)系由沥青玛蹄脂一类混合料浇注成型的板，并加以适当补强，通常厚度大于5厘米。这种沥青席和灌注法中的沥青砂浆*一样，具有耐冲击性、不透水性和柔性，具有能很好适应地基变形的性能。此法主要适用于港湾建筑物。例如，复护堤防斜坡；防止防波堤抛石堤体底部两侧的冲蚀；防止沉箱滑动；防止堤体的砂土逸出；防止消波用的块石沉陷等等。

四、特殊工程法

特殊工程法有：洒布工程法、喷浆工程法、灌缝工程法、贫沥青砂浆工程法、块石沥青工程法等。

§ 1—3 水工建筑物中的沥青工程实例

国外水工沥青工程实例按建筑物分类依年代顺序排列见表1-1。我国的主要施工实例见表1-2。

* “沥青砂浆(サンドアスチック)”或译“砂玛蹄脂”——译注

表 1-1 世界各国水工建筑物沥青工程实例

(1) 斜墙坝

名 称	建设年份	国 别	蓄水容量 (10^6 米 ³)	坝高 (米)	斜墙面积 (10^3 米 ²)	上游斜坡坡比	斜墙厚度 (厘米)
Amecker	1934	西德	1.0	12	2.5	1:2	6
Turawa	1937	西德		13	8.0	1:3	5
El Ghrib	1937	阿尔及利亚	280	58	13	1:1, 1:0.67	30~32, 其中沥青12
Bou Hanifia	1938	阿尔及利亚	73	54	23	1:0.95, 1:0.8	36~44, 其中沥青12
Schevelinger	1941	西德	0.3	15	3.5	1:1.75	17, 其中沥青其 9
Upper San Fernando	1941	美国			29	1:2	7.5~10
Dreilägerbach	1950	西德	4.3		0.7	1:2.5	8.5
Genkel	1952	西德	9.8	43	11	1:2.25	35
Oued Sarno	1952	阿尔及利亚	70	36	11	1:2.5, 1:2	18
Glen-Anne	1953	美 国		30	18	1:4	30
Perlenbach	1954	西 德	0.85	18	2.6	1:1.75	8.5
Iril Emda	1954	阿尔及利亚	160	75	65	1:1.6	32~39, 其中沥青12
Fedaia	1954	意大利		18		1:2.25, 1:2	35, 其中沥青 8
Silver Lake	1954	美 国			68	1:3, 1:2	7.5
Upper Stone Canyon	1954	美 国			42	1:2	7.5
Henne	1955	西 德	39	58	28	1:2.15, 1:2.07	33
Maria al Lago	1955	意大利		18	7.7	1:2.25, 1:2	39, 其中沥青10
Vrla II	1955	南斯拉夫		25			
Riveris	1956	西 德	5.0	45	12	1:2	27
Wahnbach	1956	西 德	43	48	25	1:1.6	30
Lower Stone Canyon	1956	美 国			41	1:3, 1:2	7.5
Montgomery	1957	美 国	6.3	35	22	1:1.7	30
Schwarzach	1958	澳大利亚			77.5		18
Radoina	1959	南斯拉夫		42	6.0	1:0.89, 1:0.74	沥青 9
Hardap	1961	西南非洲	252	36	40	1:1.7	10+ 面层
Venemo	1963	挪 威	20	64	12	1:1.7	15+ 面层
Kerngrund	1963	东 德	0.26	16	2.5	1:1.7	13.5, 其中沥青1.5
Bigge	1964	西 德	140	55	46	1:1.75	33
Bigge-Vordamm	1964	西 德	0.3	18	3.8	1:2	
Steinbach	1964	西 德	4.9	35	16	1:1.75	24
Diessbach	1964	澳大利亚	4.8	36	8.0	1:1.7	14
Zoccolo	1964	意大利	33	66	42	1:2.5, 1:2	20
Silvergrund	1964	东 德	0.19	12	2.0	1:1.7	26

(续表 1-1)

名 称	建设年份	国 别	蓄水容量 (10^6 米 ³)	坝高 (米)	斜墙面积 (10^3 米 ²)	上游斜坡坡比	斜墙厚度 (厘米)
Kessenhamm	1964	西 德	0.3	18	3.8	1:2	14
Kruth-Wildenstein	1964	法 国	12	35	13	1:1.5	29.5, 其中沥青7
Ulm bach	1965	西 德	0.8	20	6.3	1:1.8	15
Morāvka	64/66	捷 克	11	39	25	1:1.75	23
Ohra	1966	东 德	20	59	22	1:2	27
Innerste	1966	西 德	20	35	39	1:1.75	31
Ste-Cecile- d'Andorge	1966	法 国	12	45	8.0	1:1.7	22
Upper Blue River	1966	美 国	2.6	22	6.2	1:1.7	25
Homestake	1967	美 国	55	69	52	1:1.6	35~17.5
孙 沢	1967	日 本	6.9	13	8.0	1:3, 1:2	16
Rönkhausen	1967	西 德	1.3	27	9.0	1:1.8	11
Nagold	1967	西 德	5.5	31	8.0	1:2	25
Kindaruma	1967	肯尼亚	17	28	15	1:1.7	28
Trapan	1967	法 国	1.3	24	6.0	1:2.5	28
大津岐	1968	日 本	1.8	52	11	1:1.7	30
Villarino	1968	西班牙	2475	23	51	1:1.75	17
Salagou	1969	法 国	170	52	20	1:1.5	32
Pedu	"	马来西亚	880	60	15	1:1.7	15
Manzanarezvel Real	"	西班牙	40	40	23	1:1.75	27
Legadadi	"	埃塞俄比亚	40	25	13	1:1.55	15
Grane	"	西 德	45	67	39	1:1.75	20
Alesani	"	法 国	11	65	13	1:1.7, 1:1.6	22
Dungonnell	"	北爱尔兰	1.1	17	4.2	1:1.7	31
Coo-Trois Ponts	"	比利时	8	20	9.0	1:2	13~17
Coo-Trois Ponts	"	比利时		25	12	1:2	17~21
Gijón	"	西班牙	2.5	15	15	1:2.35, 1:1.95	30
Abono	"	西班牙		17	15	1:2.35	29
Diga di Saretto	"	意大利	0.25	13	1.5	1:2	
二の倉	"	日 本	28	37	7.0	1:2	27
Poza Honda	1970	厄瓜多尔	98	40	25	1:2.5	28
Ry de Rome	1970	比利时	0.8	22	4.0	1:1.85	31
Nidda	1970	西 德	7	23	16	1:1.6	12.5
Pohte Liscione	1970	意大利		60	50	1:2	34
Obernau	1971	西 德	15	60	28	1:1.93	26
Vallon d'ol	1971	法 国	2.3	45	16	1:2	22