

DINGXIANG BAOPO ZHUBA

定向爆破筑坝

黄元清 黄自瑾 编著

陕西科学技术出版社

号 500 案字登簿 (刺)

定向爆破筑坝

黄元清

黄自瑾

编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

陕西科学技术出版社

51.08.0 1980

(陕)新登字第 002 号

定向爆破筑坝

黄元清 黄日隆 编著

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街 131 号)

西安理工大学印刷厂印刷

×1092 毫米 32 开本 6.5 印张 12.8 万字

1995 年 10 月第 1 版 1995 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—1 000

ISBN 7-5369-1424-5/TV·6

定价: 9.60 元

内 容 简 介

本书全面、系统地阐述了定向爆破筑坝的爆破填筑、爆堆体的加高与修整、大坝的完建及枢纽工程的完成。主要包括：定向爆破筑坝的现实问题及出路，定向爆破堆石坝枢纽工程建设的基本经验，“因爆设计”与“因坝爆破”的全面结合，爆破填筑要求与爆破方式选择，药包布置与装药量计算，爆破漏斗与爆破方量，爆破抛、滑堆积，药室与导洞施工，装药与堵塞，起爆系统敷设，爆破施工组织与安全，大坝的加高与修整，反滤层与防渗结构施工，枢纽工程完成与初次运用观测。

本书可供从事定向爆破筑坝的工程技术人员参考，也可作为水工与施工专业的教学参考书。

序

利用炸药爆炸所释放的能量一举完成土石方开采、运输与填筑的定向爆破筑坝可以上溯到本世纪 40 年代，迄今已 50 多年了。但正规应用于筑坝还是 50 年代在苏联和我国兴起的。尤其是我国步幅较大，一开始就用于筑蓄水拦河坝，有力地促进了定向爆破筑坝技术的发展。

定向爆破筑坝具有经济、快速、节约劳力、不需大型设备及瞬时成坝截流等独特的优点。但近 20 年来却没有大的发展。究其原因，主要是大爆破与水工建筑物固有的矛盾没有解决好，也有一些人为因素的影响，使这种矛盾扩大化了，引起一些失误，造成一定损失，给这种筑坝方法带来一些棘手的问题，一时难以定论和确立对策。定向爆破好似一匹烈马，能日行千里、叱咤风云，但驾驭不当，也会烈性发作、伤情害事，关键是需要智勇双全的骑手。现在正反两方面的经验不少，控制爆破新技术较 50 年代和 60 年代丰富多了，应该及时总结以供再实践者参考。这就是我们为什么在定向爆破筑坝处于低潮时写这本书的缘由。但愿它能有助于定向爆破筑坝技术的发展。

定向爆破筑坝，筑坝是目的而爆破为手段。基于这一观点，本书在内容取舍和编写体系上均不同于国内外定向爆破筑坝专著，它主要由以下四篇组成：

第一篇——总论 主要剖析了定向爆破筑坝的实质，论

述了它的两重性、出路及对策。将著者所倡议的“因爆破设计”和“因坝爆破”作为技术路线。所述定向爆破堆石坝及整体枢纽工程的特点、类型、坝址技术条件、实践基本经验以及设计方法与设计所需原始资料等，则是供工程设计参考。

第二篇——定向爆破填筑 这是本书的主体部分。主要阐述药包布置、装药量及爆破堆积等方面的内容。其中既考虑了抛掷爆破，也考虑了滑动爆破。

第三篇——大爆破施工 本篇各章都是围绕着安全、有效地实现爆破方案并达到预期爆效而展开论述的，是工程实践的重要技术内容和保证环节。

第四篇——大坝完建与枢纽工程完成 本篇各章是围绕着大坝的加高、修整、反滤层与防渗结构施工以及枢纽工程中其它工程的统筹安排而展开论述的。

定向爆破筑坝虽已有三四十年历史，但目前仍处于初期应用阶段；不仅理论计算多伴有经验性，而且经验也不够系统、确切，有待于不断充实与完善。但另一方面，应用却很迫切。基于这种情况，本书吸取了一些具有试用价值的科研成果，供急需者分析、参考。应用这类技术，建议通过半生产性试验，以求稳妥。

黄元清

1991年5月

前言

定向爆破筑坝在我国兴盛了一个时期，但现在却处于低潮。

为什么会兴盛，是因为定向爆破筑坝有许多明显的优点，主要是：①不需要大型的施工机械，通往工地的道路质量要求不高；②将采石、运输与填筑由爆破一举完成，节省劳力与投资，如石砭峪定向爆破筑坝与人工填筑方法相比，节约劳力 46.3%，节约投资 24%；③施工进度快，一次爆破堆积可达拦洪高程，对渡汛极为有利，也可以省掉围堰工程。

为什么会处于低潮，是因为定向爆破筑坝在实践中出现了一些问题。①在爆坑内通常都会形成危岩险坡，如石砭峪的主爆坑的上游形成了体积在 10^5 m^3 以上的危岩险坡，南水的爆坑中的积渣曾多次在连续降雨时形成泥石流。②药包以下坝肩基岩总要受到一定的破坏，使绕坝渗漏增加，特别是基岩柱状节理裂隙发育或沿河方向有高倾角的构造面时，爆破破坏与绕坝渗漏问题会相当严重。③爆前修好的导流洞、泄洪洞、输水洞等，在爆破中洞口有被爆堆体堵塞的危险。我国已发生几次导流洞口被堵塞的事件，如石砭峪就是一例，造成施工的被动局面。爆震也可能对爆前修好的洞身产生破坏作用，对爆前修好的刚性截水墙也可能造成损害，如正岔水库就是一例。④爆堆体不均匀沉陷量大，防渗斜墙用粘性土料时，容易折裂并形成空洞，需几次翻修，如南水等工

程。

我国水资源丰富，待开发的还很多。有些地点处于人烟稀少、交通不便的边远地区，采用定向爆破筑坝方法是很适宜的，能发挥其优点。但必须采用正确的技术与组织措施，防止可能发生的问题，才能使这一筑坝技术在祖国的水利水电建设事业中重放异彩。

基于总结定向爆破筑坝的成功经验与失误的教训，使定向爆破筑坝技术重展雄风，作者起意写这本书。

本书的编写是由黄元清教授策划的，他编拟了全书的章节目录，作了编写分工与计划，在病中完成了他承担的第1章到第4章的编写任务。不幸他早逝，未能对全部书稿作最后校订。

黄元清教授从事定向爆破筑坝研究有30余年的历史，在定向爆破筑坝理论方面造诣很深，在定向爆破筑坝实践方面经验丰富，在定向爆破筑坝研究方面取得很多有价值的成果。针对定向爆破筑坝出现的问题，他提出了“筑坝是目的而爆破为手段，爆破应面向筑坝和服从于筑坝”的概念，摆正了爆破与筑坝的关系。他创立了“因爆设计”与“因坝爆破”全面结合的技术路线，使定向爆破与水工设计两方面互相协调，达到枢纽工程的整体最优。这些是本书编写的指导思想。

近20年来，我国定向爆破筑坝虽处于低潮，但定向爆破筑坝的研究并没有停止，科学研究中取得了不少有意义的成果，如爆破抛掷方向的控制、爆破块度控制、滑动爆破、爆破堆石坝的防渗问题等。实践也证明，条形药包特别是空腔条形药包优于集中药包。采用这些新技术，无疑会使定向爆

破筑坝工作上一个新台阶。由于爆区的地形、地质条件不同，加之这些新技术的实践经验还较少，在采用时应先通过试验。虽然如此，本书在取材方面，在以经验比较成熟的集中药包抛掷爆破为主的基础上，兼顾条形药包抛掷爆破与滑动爆破，对一些爆破新技术也尽可能地予以介绍。

定向爆破筑坝一般只完成坝体的一部分，定向爆破堆石坝只是枢纽工程中的建筑物之一。定向爆破筑坝必须将爆破筑坝与爆堆体的加高和防渗结构的修建统筹安排，必须将爆破筑坝与枢纽工程中的其它建筑物施工统筹安排。定向爆破堆石坝的初期运用是对工程质量检验的最重要阶段。因此，本书内容在以爆破填筑为主的基础上，对爆后的大坝完建和枢纽建成与初期运用观测也作了必要的阐述。

本书特约韩星明同志做编辑工作。

定向爆破筑坝是一项很复杂的工作，限于作者水平，书中不妥之处在所难免，希读者指正。

黄自瑾

1993年8月25日

目 录

(21)	第一篇 总 论	第一章 定向爆破筑坝的问题及出路	(1)
(21)		1.1 定向爆破筑坝的概念	(1)
(22)		1.2 定向爆破筑坝的优缺点	(3)
(23)		1.3 定向爆破筑坝在我国的发展	(6)
(23)		1.4 定向爆破筑坝的出路	(7)
		第二章 定向爆破堆石坝枢纽工程	(9)
(24)		2.1 定向爆破堆石坝	(9)
(25)		2.2 定向爆破堆石坝枢纽工程	(13)
(27)		2.3 定向爆破堆石坝枢纽工程建设基本经验	(14)
(27)		2.4 定向爆破筑坝坝址的技术条件	(17)
		第三章 定向爆破堆石坝枢纽工程的因爆设计	(23)
(28)		与因坝爆破	(23)
(28)		3.1 现实的技术问题与解决途径	(23)
(28)		3.2 因爆设计与因坝爆破的全面结合	(23)
		第四章 定向爆破筑坝枢纽工程设计所需资料	(31)
(29)		4.1 地形方面	(31)
(31)		4.2 地质方面	(32)
(31)		4.3 地理、气象、水文、社会方面	(34)
		4.4 与水工设计相关方面	(34)
		第五章 定向爆破堆石坝设计与枢纽布置	(35)
(32)		5.1 坝体设计	(35)
(33)		5.2 枢纽布置	(38)

第二篇 定向爆破填筑

第6章 填筑要求与爆破方式选择	(45)
6.1 填筑要求	(45)
6.2 爆破方式选择	(48)
第7章 药包布置	(52)
7.1 药包布置的依据和方法	(52)
7.2 药包布置参数的确定	(55)
7.3 药包布置的控制技术	(62)
第8章 药包装药量计算	(65)
8.1 装药量计算公式	(65)
8.2 爆破参数选择	(69)
8.3 炸药组合与实际装药量	(75)
第9章 爆破漏斗与爆破方量	(77)
9.1 单药包的爆破漏斗	(77)
9.2 群药包的爆破漏斗	(82)
9.3 爆破方量	(83)
9.4 爆破可见漏斗	(84)
第10章 爆破抛、滑堆积	(89)
10.1 爆破抛掷方量与抛掷率	(89)
10.2 抛掷爆破堆积	(90)
10.3 滑动爆破堆积	(111)
10.4 爆破块度控制	(116)
..... 第三篇 大爆破施工	
第11章 药室与导洞施工	(120)
11.1 药室	(120)
11.2 导洞	(123)

11.3	药室与导洞开挖.....	(126)
第12章	装药与堵塞	(131)
12.1	装药.....	(131)
12.2	堵塞.....	(137)
第13章	起爆系统	(140)
13.1	起爆体.....	(140)
13.2	起爆方法.....	(141)
13.3	电力起爆网路.....	(142)
13.4	导爆索起爆网路.....	(154)
13.5	药包的起爆时差.....	(157)
13.6	控制抛掷方向的起爆技术.....	(158)
第14章	爆破施工组织	(160)
14.1	起爆日期的选择.....	(160)
14.2	爆破日程计划.....	(160)
14.3	爆破场地布置.....	(160)
14.4	爆破组织机构.....	(162)
第15章	爆破施工安全	(163)
15.1	爆破作业安全.....	(163)
15.2	爆破区域安全.....	(164)
第四篇 大坝完建与枢纽工程完成		
第16章	爆堆体加高与修整	(168)
16.1	爆后的因爆设计.....	(168)
16.2	料场选择与石料开采.....	(169)
16.3	加高与修整方法.....	(171)
第17章	反滤层与防渗结构施工	(173)
17.1	反滤层施工.....	(173)

— 4 —

第一篇 总论

第1章 定向爆破筑坝的现实问题及出路

1.1 定向爆破筑坝的概念

“定向爆破筑坝”需要一个确切的概念来指导实践。遗憾的是30多年来却未能取得一个统一的认识，这不能不影响到筑坝方案的协调与优化，甚至由于观点分歧引起了工作上的矛盾。通过讨论，求得共识，不仅为工作之需要，而且也是当务之急。

根据爆破作用的物理过程及其效用，定向爆破筑坝的基本概念可以这样表述：“利用设置在河岸山体内部适当部位的药包爆炸所释放出的能量（并借助于重力作用）代替人力或机械作功，一举完成筑坝所需石方的开采、定向抛掷及定位堆积成坝”。这是一个客观的定义，人们对此并无分歧，概念上的分歧发生在应用方面。

由于应用上的不同要求，堆石坝有多种型式与构造。例如，治河方面的拦石坝为仅由块石堆筑而成的透水坝，是最简单的一种堆石坝体；冶金矿山用的尾矿坝，是在堆石体上

游加铺反滤层而成的复合透水坝；蓄水库工程的拦河坝，则是由复合透水坝再增设坝体、坝基及岩基一整套防渗体系的一种复杂的堆石坝。加之，水利资源多目标开发，大坝周围还要设置许多建筑物，为减免爆破遗害，水库枢纽工程不能不对爆破提出多方面控制要求，使问题变得更为复杂。

定向爆破的功能只是开采、运输与填筑堆石体，因而在上述三类坝中所处的地位与效用自然也就不同。对拦石坝，石方填筑即筑坝的全部工作，定向爆破填筑就是定向爆破筑坝。对尾矿坝，定向爆破可完成大部分石方填筑，但不能完成筑坝，爆后还需对爆堆体整形、加高及铺筑反滤层。对蓄水拦河坝，定向爆破所能完成的筑坝工作量相对更少，其在整个工程中所处的地位与效益比重自然也随之下降，加上防止爆破遗害问题，有人就对此种爆破修筑蓄水坝仍称为定向爆破筑坝提出了异意。因为爆破仅完成大坝堆石体的部分工作量，是筑坝的一个局部，爆后工作仍然很多，再用定向爆破筑坝来概括，容易引起误解，而且实践中已经出现两个消极作用：①不少人“以名取义”，认为爆破完成了筑坝任务忽视爆后大量的完建工作，使工程不能按时完建，影响及时发挥效益；②对于复杂的堆石坝枢纽工程，依然“以名取义”，把爆破摆在各项工作的首位，实际上颠倒了“爆破寓于筑坝之中，爆破应为高效成坝服务”这一基本关系，结果事与愿违、得不偿失。这些消极因素反过来又障碍定向爆破优越性的发挥及其发展。所以不能不探讨概念的确定性。

概念应反映事物的实质和内涵。定向爆破筑坝的寓意适用于拦石坝一类工程。对复合堆石坝，它只反映了其内涵的一部分，即定向爆破筑堆石体，或简称定向爆破填筑（石

方)。工程界之所以多称其为定向爆破筑坝,这是事物的发展总是由简单到复杂和习惯于延用旧名的结果。此外,这一称谓确也反映了定向爆破堆石坝的特点。现在的问题是要消除误解,引导定向爆破筑坝的正常发展。

专业术语既已在实践中形成,就有其存在的需要和根据,但应强调不同情况下的区别对待,并建立一些补充概念。如对复合式定向爆破堆石坝,则应建立“筑坝是目的,而爆破为手段,爆破应面向筑坝和服从于筑坝”的概念,并在具体工作上贯彻实施;又如在选择坝址、坝轴时,倘爆破与水电建筑发生矛盾,一般爆破应服从于水电布置上的要求;在爆破方案的决策上如出现爆破遗害问题,方案的取舍则应服从于水电方面的限制条件,等等。但矛盾的解决要靠矛盾双方共同努力,所以爆破与水电两方面都应主动开发新技术,去成全对方的最优方案。主动去做好协调工作,才更有积极意义;片面强调爆破的服从性也是不妥当和应防止的。

1.2 定向爆破筑坝的优缺点

与各种事物一样,定向爆破筑坝也有其两重性,有积极的一面,也有消极的一面;可以成事,也可能坏事;尤其是用于筑蓄水拦河坝表现得更为突出,需要“一分为二”来对待。

生产实践已一再证明,用定向爆破方法填筑大坝堆石体确有简便、经济、快速、可节约大批劳力及不需大型机械设备等优点,比较适合我国当前生产条件、技术水平及开发边远深山地区水利水电资源的需要,对冶金矿山、铁路交通、改河造田及火电建设也很有应用价值。只要坚持正确观点、精

心设计、精心施工，就不难取得较常规筑坝方法大为优越的效益。例如，有效上坝石方单位耗药量（即开采、搬运与铺筑 1 m^3 坝体石方所需要的炸药）为 $0.27\sim 2.14\text{ kg/m}^3$ ，绝大部分可控制在 $1\sim 1.5\text{ kg/m}^3$ 范围内；有效上坝石方的单价（包括准备工程）大都为 $1\sim 3$ 元；劳动力消耗仅为一般人工填筑的 $6\%\sim 10\%$ ；筑坝总工期（含爆后完建）可缩短 $1/4\sim 1/3$ 。即使产生一些遗害影响，用这些增收效益来补偿其损失，仍将具有明显的优越性。正是因为如此，它已两次突破了人们的疑虑与社会上的某些责难，依然一再兴起，被国家列入“七·五”重点科技攻关项目，足见它潜在着诱人的魅力。例如，它可瞬时成坝截流，并使爆堆体马鞍点一举超出拦洪水位，使在大江大河上筑当地材料坝长期存在的拦洪渡汛保坝这样一个十分棘手的问题迎刃而解，就说明一些问题。

生产实践同时也暴露了定向爆破填筑的一些弱点、缺点和应用上的局限性，搞不好还会引起矛盾转化，把好事办坏，欲速而不达。例如，爆堆体随机填筑、颗粒组合及填筑密度均随地而异，不仅沉陷不均而且变形梯度大；由于渗透破坏，有的工程还发生过偶发性断裂，这显然是大坝未能正常工作的弱点；爆堆体一般都是马鞍形堆筑，这也是对防渗斜墙工作不利的因素。又如，爆破震动及落石冲击对爆前已建工程可能造成伤害，爆破可能形成危岩险坡，以及爆破可能打乱枢纽工程的施工程序和施工场地，等等，都是不可避免的问题，都应在爆前有所预计和妥善防范。

生产实践中还出现过多种意外情况，有的形成工作上的忙迫，有的引起人员伤亡，有的造成渡汛保坝险情，有的发生垮坝事故，这些不能不引起我们的高度警惕。引起人员伤