

新疆水利水电工程 活断层处理的工程实践

水利部 水利水电勘测设计研究院
新疆维吾尔自治区

彭敦复 编著

新疆人民出版社

新疆水利水电工程 活断层处理的工程实践

水利部
新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

彭敦复 编著

新疆人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

新疆水利水电工程活断层处理的工程实践/彭敦复编
著. —乌鲁木齐:新疆人民出版社, 2005. 1.

ISBN7-228-08802-6

I. 新

II. 彭…

III. ①水利工程—工程地质—研究—新疆

②水力发电工程—工程地质—研究—新疆

IV. P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 048027 号

审图号:新 S(2004)072 号

新疆人民出版社出版发行

(乌鲁木齐市解放南路 348 号 邮政编码:830001)

新疆地矿彩印厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:17.25 300 千字 插页:7

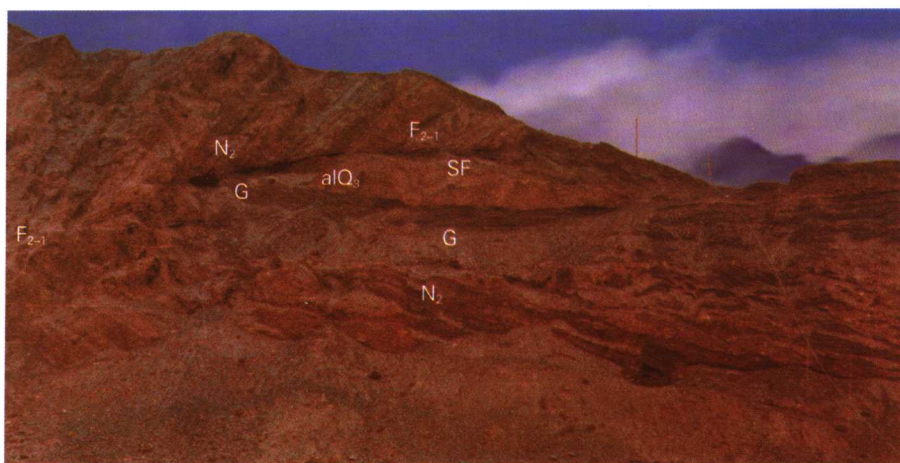
2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-1 000

定价:100.00 元

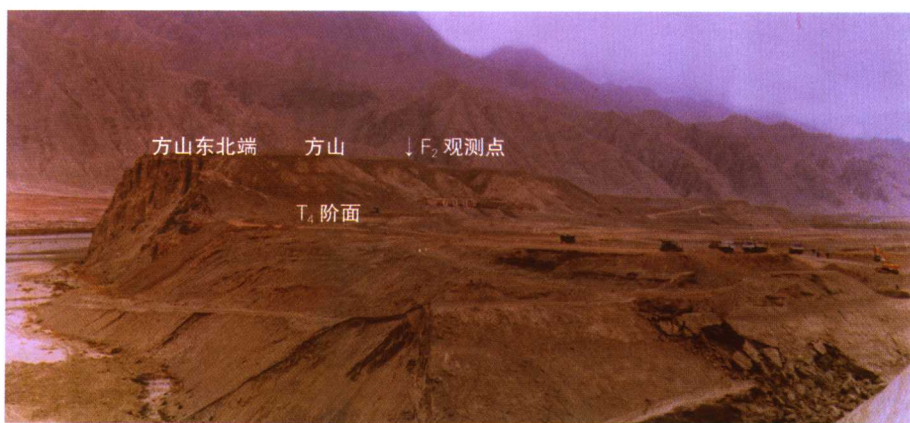
责任编辑 李新梅

封面设计 王 洋



▲ 克孜尔方山东北端 F_2 影像

N_2 沙、克孜尔方山东北端 F_2 影像泥岩地层逆掩在 alQ_3 砾石层 G 和含细粒土沙 SF 层上

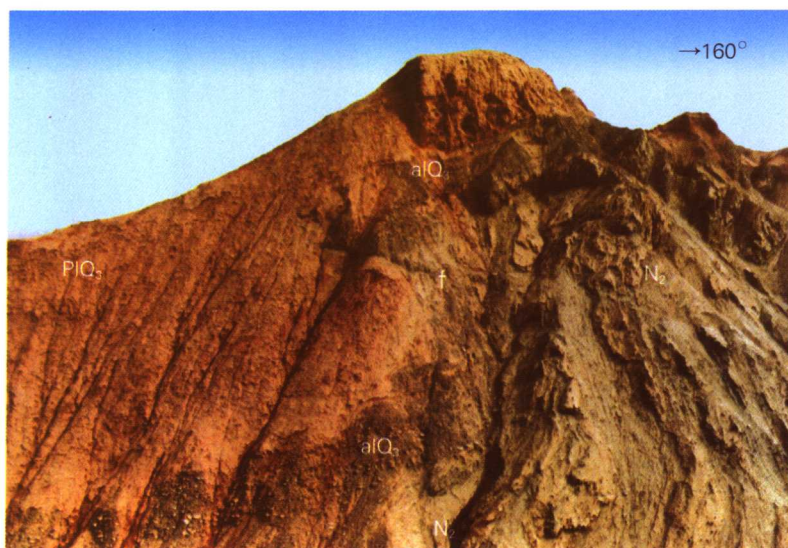


▲ 克孜尔方山原始地貌



▲ 克孜尔水库卫星影像

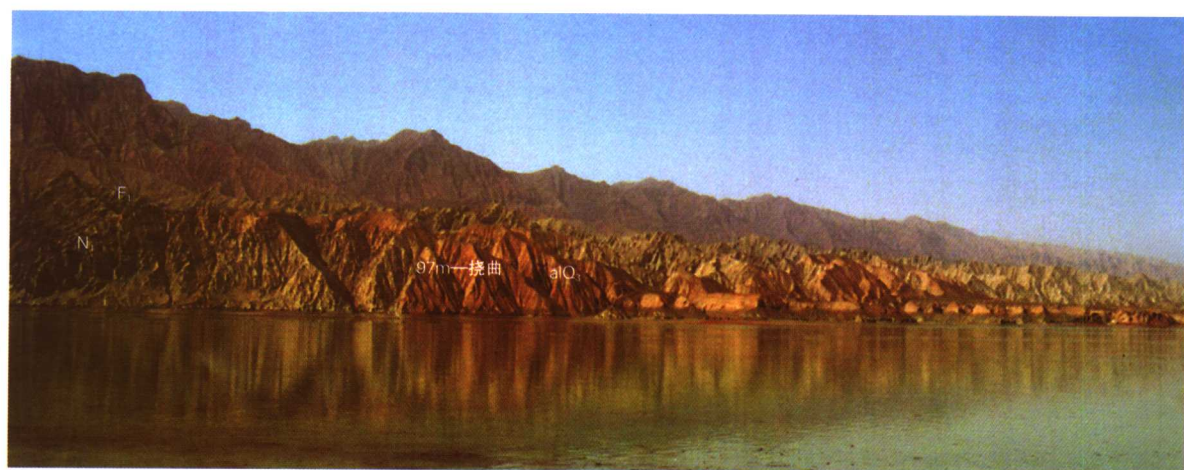
克孜尔活断层带F₂的挠曲变形



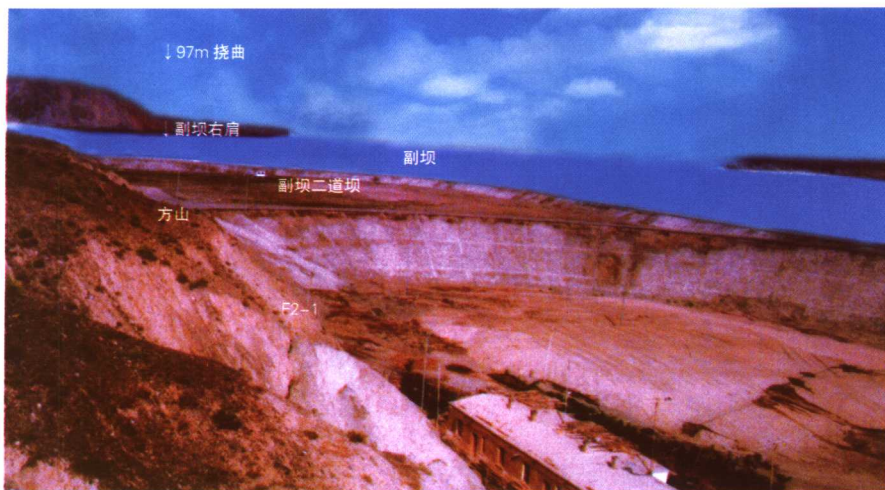
▲上千佛洞对岸34m 挠曲



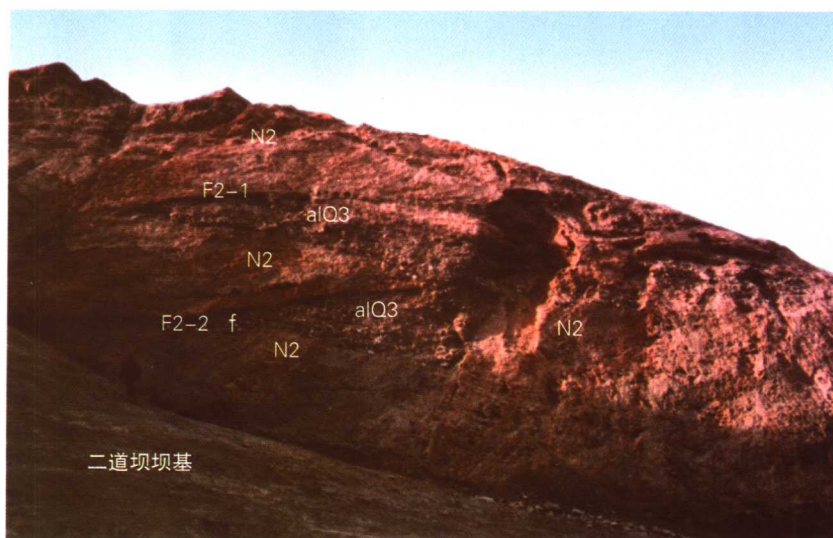
▲库车河左岸56.5m 挠曲



▲克孜尔水库右岸97m 挠曲



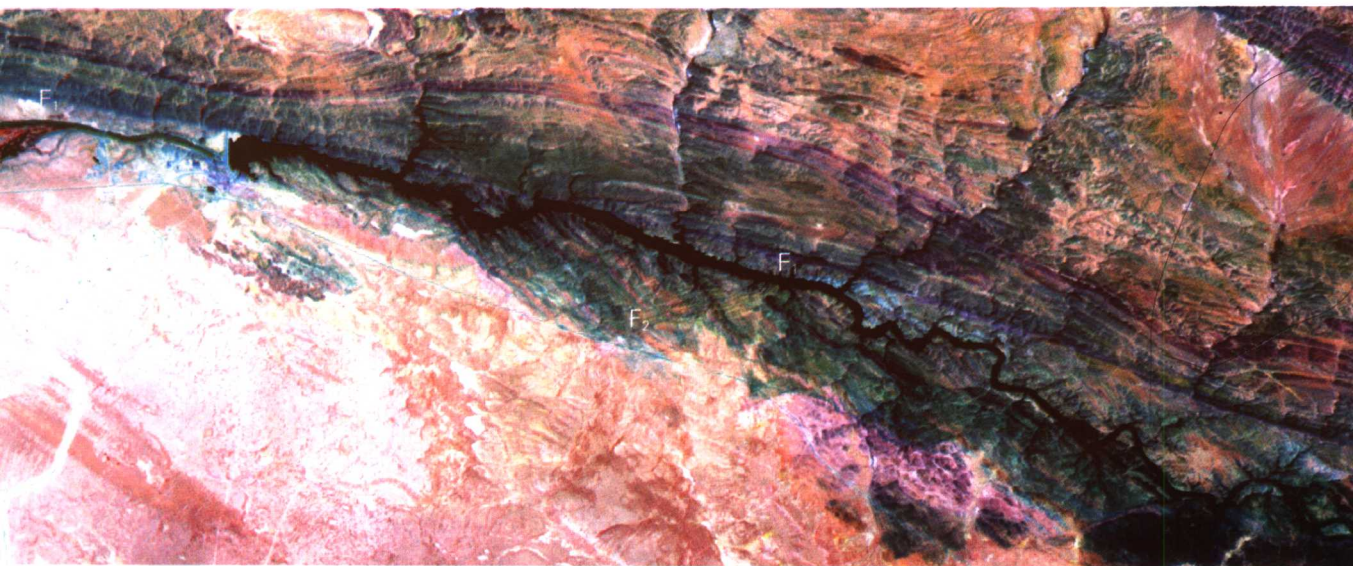
▲克孜尔副坝右坝肩全景



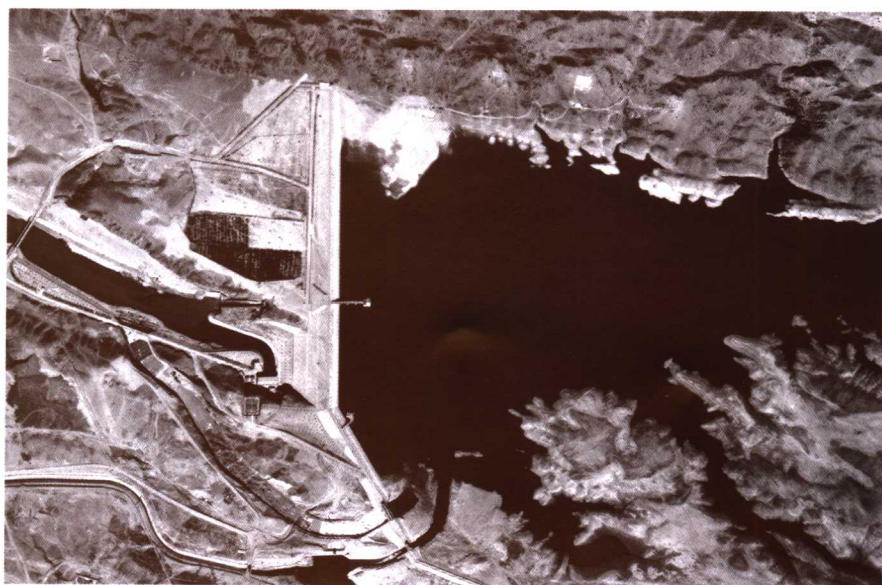
▲克孜尔副坝二道坝基槽上游(SW)壁影像



▲克孜尔水库副坝全景



▲某水利枢纽卫星影像

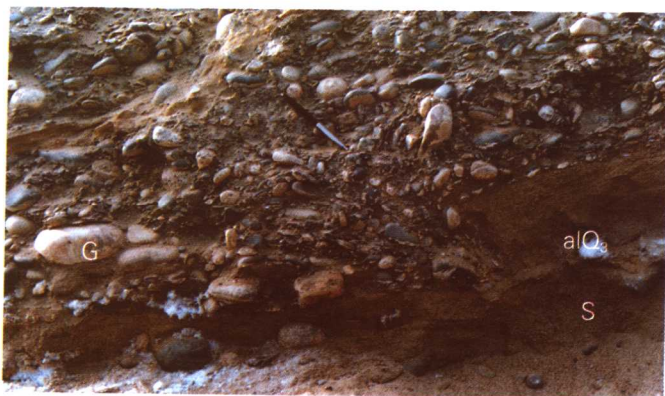


▲某水利枢纽航空影像



▲某水利枢纽大坝与 F₁ 影像

某水利枢纽右副坝基槽F₁断层影像



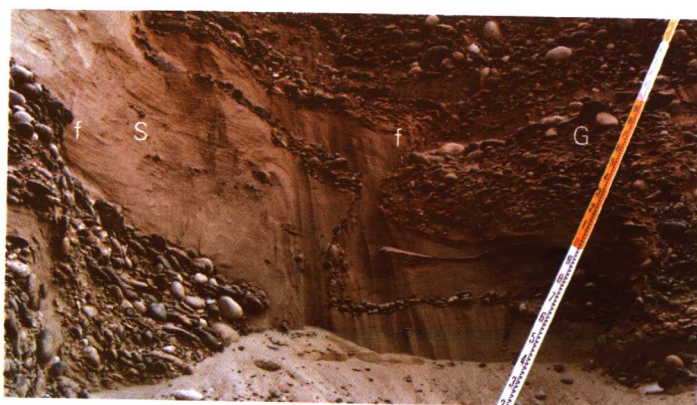
▲下游壁沙砾层顶部的分支断层



▲上游壁影像



▲下游壁影像



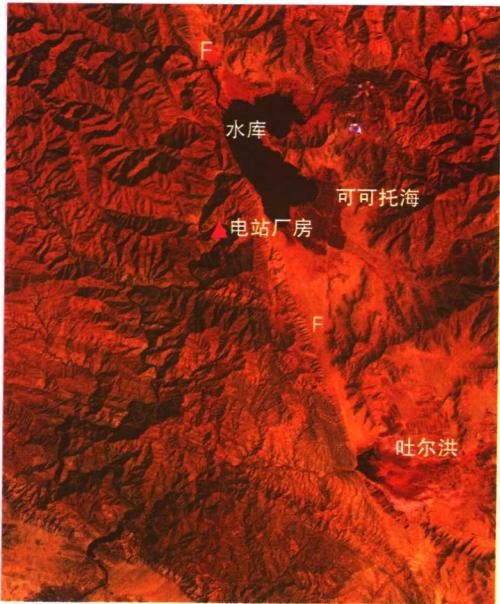
▲上游壁沙砾层中上部F₁分支断层影像(孙景益摄)
f:分支断层 G:砾石 S:沙



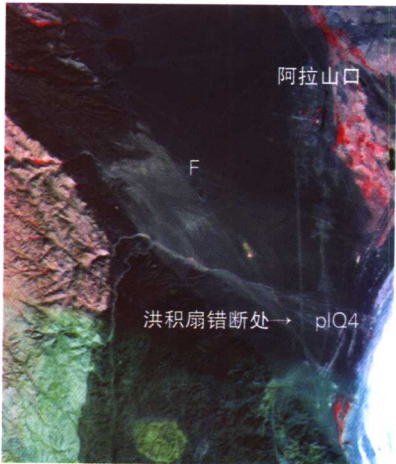
▲1996.3.19 阿图什 6.9 级地震
西克尔水库坝前坡影像



▲南山活断层上的水西沟渠首



▲可可托海 - 二台活断层与可可托海
水电站卫星影像



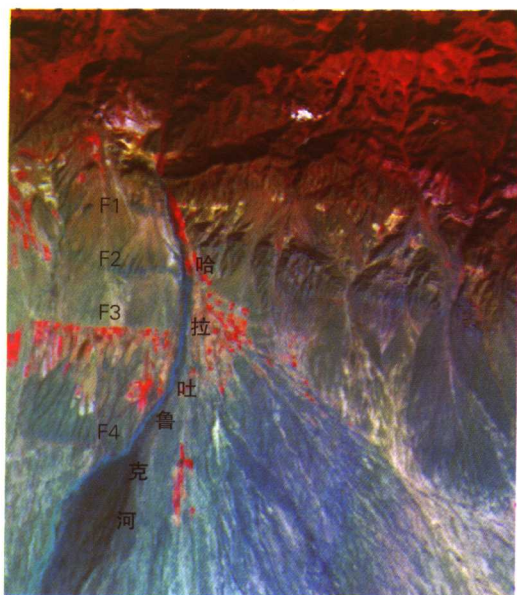
▲博罗霍活断层阿拉山口段卫星影像



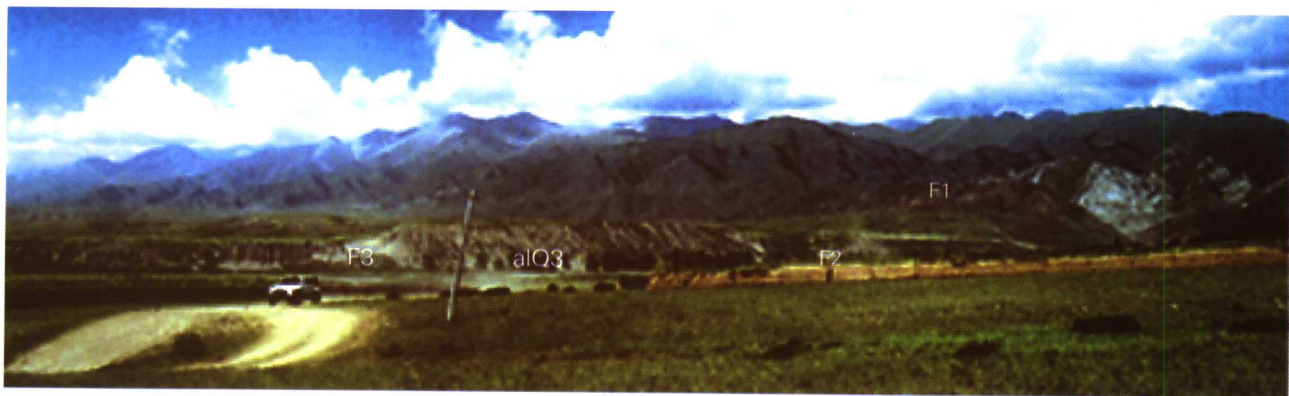
▲乌恰 1985 年 7.1 级地震裂缝(施体强摄)



▲乌恰 1965 年 7.1 级地震，喀什一级电站
大坝坝前滑塌(施体强摄)



◀博乐哈拉吐鲁克河山前
卫星影像



▲博乐哈拉吐鲁克河山前横向陆地



▲石河子南,天山山前横向阶地



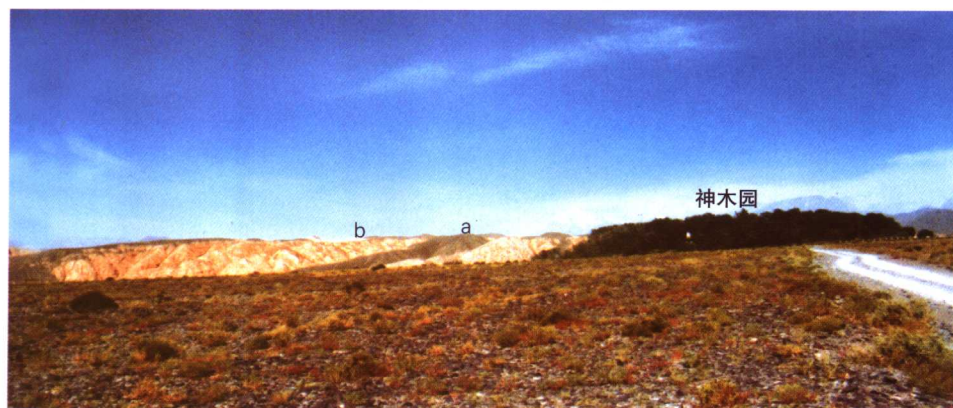
▲某水库库区南岸马场滑坡群东段



▲神木园西 a 点处麻扎断裂挠曲影像



▲神木园西 b 点处麻扎断裂挠曲影像



▲昆马力克河东麻扎断裂活动形成的挠曲



▲台兰河老龙口温宿北断裂带上的沙砾层挠曲

序

提起活断层,恐怕许多同志都谈虎色变。

活断层是指在近期(当然,这是以地质年代标准来衡量的)曾有过活动、而且地壳仍在变形、地震不断、有再次活动可能的巨大构造断裂。从事水利水电建设的人都会深刻感受到活断层对工程建设的威胁:它可能引起强震而使地表变形错动;它严重影响枢纽的布置;它大大增加技术处理的难度和工程造价,还会留下难以确切表述的工程风险性。我曾把岩溶、大滑坡和活断层称为水利工程的三大禁区或难点,而活断层的勘测、分析和处理又可能是最难的。所以,在规划和工程布局研究中,我们尽量采取回避的原则,避免在活断层上或其附近修建大型工程。

但在有些情况下,回避战略难以奏效。例如,在长距离输水、调水工程的线路上,存在走向与之正交的活动构造断裂带时,隧洞或渠道就非穿越活动断层不可。又如某些地区构造活动强烈,活断层广泛存在,必要的工程位置往往与活断层伴生,无法找到合适的替代地址,不可能完全回避时,我们就不得不和活断层打交道了。

我国的新疆维吾尔自治区就是这样的地区。新疆的地质条件复杂,地震和现代构造活动强烈,上世纪中就发生过多达 8 级以上特大地震。强震震中和活断层广泛分布,要修建工程无法回避这一现实。新中国成立以来,新疆进行了大量水利水电建设,但从 50 年代勘测设计可可托海水电站以来,几乎在每项工程中都存在活断层影响问题,可以说,工程和活断层的关系已密不可分。经过半个世纪的努力,现已成功地建成了西克尔水库、克孜尔水库、“635”枢纽、西大桥电站和白杨河水库等工程,它们都跨在活断层上或建在活断层附近,安全运行至今。其中西克尔水库多次经受 8 度地震的考验,毁而复建,国际上也是少见的。克孜尔水库还是最佳的抗震研究基地,希望国家早日决策建立。当然,也有个别小型工程存在强震中破坏的情况。总之,新疆所建的水利水电工程也许在数量和规模上比不上其它省区,但在与活断层打交道方面的经验却是最多的。实践出真知,新疆水利水电勘测设计院对活断层的调查、评价、监测、对策研究、设计

方案选择方面也就拥有了丰富的第一手资料和经验,这些是十分可贵的财富。从他们的经验可知,活断层也是可知的,不一定成为工程建设的绝对禁区。

国外在活断层地区建坝的成功、失败实例都有,但文献资料不多。谢拉德等人在 1974 年曾就坝工设计中对活动断层的考虑作过论述。国内有关论述似更少见。如能将新疆水利水电勘测设计院的资料和经验加以整理发表,无疑是一件很有意义的事。本书作者彭敦复同志,现为新疆水利水电勘测设计院地质总工程师,长期从事这方面的工作,对新疆活断层的分布及其与水利水电工程的关系有较深入的了解。现将有关资料和工作经验汇集出版,其中既有活断层调查评价方面的论述,也有在构造不稳定区选择坝址的经验总结;既有国内工程实例的介绍,也有国外资料的搜集与评述。也许内容还较初步,但我相信对新世纪中的新疆及我国西部地区水利水电建设将起良好的作用。因此,我虽不是地质专业工作者,也乐为其写几句话介绍。是为序。

中国科学院院士
中国工程院院士
清华大学教授

潘家铮

编著者的话

新疆地处欧亚板块中部,是大陆最新构造活动发育、地震活动强烈地区之一,活动的深大断裂控制着新疆的地形、地貌、河流水系的分布。活断层活动形成了许多地形条件优越的水利水电地址。由于新疆气候干旱少雨,深山戈壁荒漠,人迹稀少,开发程度低,活断层、古地震等构造活动遗迹保存完好,使得新疆很多活断层自然剖面可以一目了然看出它们的活动性,因此,在新疆研究活断层具有得天独厚的优势。

新疆从 20 世纪 50 年代在柯坪活动断裂近旁修建西克尔水库开始,就接连不断在强震区和构造活动区甚至跨活断层修建水利水电工程。1957~1958 年在修建可可托海电站的前期工作时,就对 1931 年发生过 8 级地震的可可托海—二台断裂的活动性进行过调查;1966 年在进行克孜尔水库的初步设计勘测时就开始对克孜尔活断层(F_2)进行一系列系统的调查研究,并于 1972 年开始跨 F_2 活断层的长期观测工作,一直延续至今,取得了一批质量优异的观测资料^①,为全国第一例跨活断层修建的克孜尔大型水库提供了非常宝贵的断层活动特性参数。

20 世纪 80 年代跨活断层修建了西大桥电站的调节水库,克孜尔水库于 1994 年建成并投入运行,2000 年建成运行的某引水枢纽的右副坝也存在断层活动问题。即将动工兴建的某大坝坝前 2km 就是某活断层,20 世纪 90 年代建成的伊犁特克斯山口引水渠首、阿克苏库玛力克河上的协合那引水渠首均存在活断层的评价问题。特克斯山口引水渠首虽躲过了位于该山口活动的巩留南断裂,但在基坑开挖时发现有一活动的分支断裂(F_{16}),沿右闸基边缘通过。前几年位于山前冲洪积平原上的叶尔羌河中游渠首选址时,也存在活断层的评价问题。

由上所述可见活断层的工程地质评价是新疆水利水电工程建设中,相当普遍存在的一个工程地质问题。在新疆这样一个活动的地质环境里,新疆水利水

① 该观测成果获 2000 年水利部优秀勘测银奖。

电勘测设计研究院对活断层的调查和跨活断层坝的设计,做过很多工作,笔者有幸长期参与或接触这些工作。将所见所学所思积累的心得写成这本论文集,作为技术方面的总结。

新疆是灌溉农业,水利是农业的命脉,也是国民经济的命脉。新疆水能蕴藏量丰富,开发程度低,在 21 世纪新疆必将会进行更大规模的水利水电建设,21 世纪在水利水电勘测设计中也定会遇到本书所提到的问题,希望本书能有益于这些问题的解决,期望水利水电工程建设中的活断层问题能得到同行们更大的关注和研究。

自 20 世纪 80 年代开始,新疆大型水利水电工程及部分地震地质环境复杂的中型工程,以新疆防御自然灾害研究所为主,做过大量的地震安全性评价和烈度复核工作,为新疆水利水电工程建设提供了许多活断层方面的资料,本书的编写得益不少,在此感谢他们对新疆活断层调研所作出的贡献。