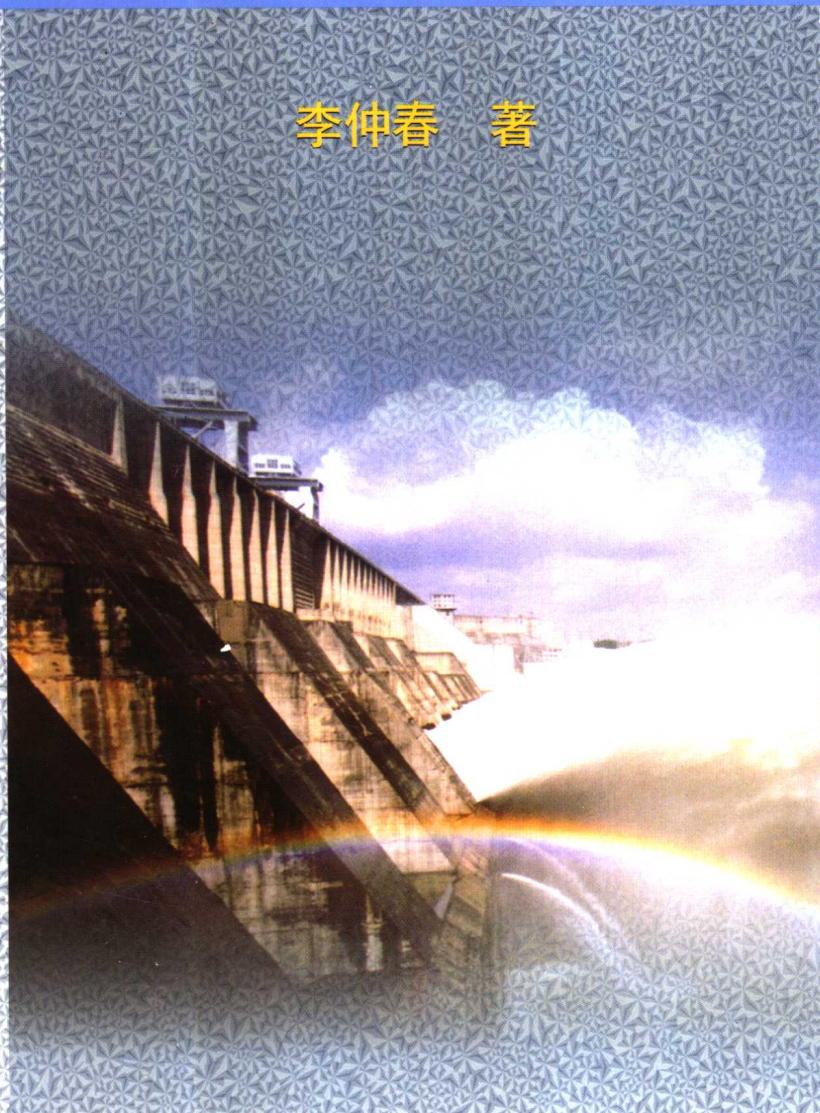


水利水电工程地质论文集

李仲春 著



黄河水利出版社

水利水电工程地质论文集

李仲春 著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书的核心内容包括:专题论述,即工程地质勘察实践理念的倡议及其运用;岩土工程地质评价要点,即“精而广”的条文,以指导工程地质问题的评价;工程地质评估意见,即作者参与国家级工程评估活动的部分记录。在整体内容上,它既与国家现行地质、水工规范精神协调一致,又以工程实践为基础,总结和综合了作者 50 年的经验与创造思维。可供年轻一代地质、水工专家们参照借鉴,以期对工程地质问题的提出、评价与决断做好宏观控制;并可助其早日步入自由王国,成为一名优秀的水利水电工程地质勘察实践者和指挥者。

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程地质论文集 / 李仲春著. — 郑州: 黄河
水利出版社, 2004. 4

ISBN 7-80621-764-9

I. 水… II. 李… III. ①水利工程—工程地质—文
集②水力发电工程—工程地质—文集 IV. P642-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 007106 号

出 版 社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话及传真: 0371-6022620

E-mail: yrcp@public.zz.ha.cn

承印单位: 黄河水利委员会印刷厂

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 10.5

字数: 242 千字

印数: 1—1 500

版次: 2004 年 4 月第 1 版

印次: 2004 年 4 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7-80621-764-9/P·30

定价: 25.00 元

序

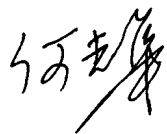
水利水电工程地质勘察工作是水利水电工程设计、建设极为重要的前期工作和基础工作之一。水利水电建设中,随着坝高的增加,工程规模的增大,以及适宜坝址的减少,工程地质问题日趋复杂。随着市场经济条件下勘察设计工作的招投标制的全面实行,勘察设计工作周期越来越短,这也使得工程地质勘察所面临的任务更为艰巨。

水利水电工程地质勘察全过程由基本地质信息调查,工程地质问题评价与决断,工程地质改造措施决断或建议,以及工程地质信息监测反馈、跟踪调整工程决策等相互依存的四大部分组成,而其核心则是工程地质问题评价与决断。这是既难以准确把握,又要力求“百战不殆”的一项艰巨性工作。

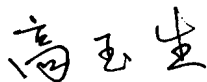
水利水电工程地质专家、教授级高级工程师李仲春先生积 50 年之工程经验与创造思维,正是针对这一核心工作,就评价思路、参考标准、岩土力学参数参考计算值以及诸多重大工程地质问题的决断等,做了系统的总结、综合与概括论述。特别值得指出的是作者倡议的工程地质勘察实践理念、系统分析方法的应用、工程地质决策风险以及“做好宏观控制”的内涵等观点,对专家们正确把握科学思维方法,以指导工程地质勘察活动,将会大有裨益。

因此,我们相信这本取之于工程实践经验,并做了“去粗取精”的论文集,具有很好的实用价值,是一种现实的积极生产力。可供年轻一代地质、水工专家们结合具体工程地质实际,参照借鉴,并可力助其对工程地质问题的提出、评价与决断做好宏观控制。它的出版发行,必将成为广大水利水电工程地质工作者、工程设计研究人员的良师益友。

中水北方勘测设计研究有限责任公司
(原水利部天津水利水电勘测设计研究院)
总经理、教授级高级工程师:



中水北方勘测设计研究有限责任公司
(原水利部天津水利水电勘测设计研究院)
副总工程师、教授级高级工程师:



2003 年 12 月
于天津

引 言

本论文集的核心内容包括:专题论述,即工程地质勘察实践理念的倡议与其运用;岩土工程地质评价要点,即“精而广”的条文,以指导工程地质问题的评价;以及工程地质评估意见,即作者参与国家级工程评估活动的部分记录。在整体内容上,既与国家现行地质、水工规范精神相协调一致,又以工程实践为基础,总结和综合了作者积 50 年之工程经验与创造思维。

第一部分共遴选了 17 篇论文,主要论述了工程地质勘察实践理念、系统分析方法与工程地质勘察、工程地质风险、岩体工程地质分类、坝基构造稳定性、库区岩溶渗漏、坝基岩体抗滑稳定性、坝基岩体渗流控制、坝基岩体与夹层抗剪强度计算值、地应力与围岩稳定性、围岩抗力系数以及岩体边坡稳定性等重大工程地质问题的评价与决断。

第二部分就水利水电岩土工程地质问题,即岩体坝基、土体坝基、地下洞室以及岩土边坡等工程地质问题的评价思路、参考标准与岩土力学指标参考计算值等信息,以“要点”方式做了“去粗取精”和概括论述。

第三部分遴选了紫坪铺、大朝山等 5 座水利水电工程地质评估意见。

作者提倡工程地质评价活动,既要坚持从客观工程地质实际出发,并做具体分析区别对待,又要坚持采用系统分析和综合评价方法,更要坚持依靠工程经验与创造思维的积极贡献,还要坚持有一定地质风险意识等思维理念,以支持专家们做出公正、科学和可靠的工程地质决断。因而,在诸多论文中,都做了不同程度的具体体现和实际运用。

本书可供年轻一代地质、水工专家们结合工程地质实际参照借鉴,以期对工程地质问题的提出、评价与决断做好宏观控制。即“提出”,要力求预测与发现及时,防止遗漏重大工程地质问题;“评价”,要力求适当模糊(既框得住,又不保守),勿追求精确又精确;“决断”,要力求诸多要素质量优化组合,以取得整体效应最佳,勿追求前者质量都达到最高等级。

需要指出,工程地质勘察实践的历史经验充分说明,人们对专业知识和生产技能的积累和掌握历程是从“少而贫”开始,渐进到“多而粗”,继之,再跃升到“精而广”这样一个由量变到质变的普遍发展规律。前者是必然王国阶段,中者为过渡阶段,后者才算达到了自由王国阶段。本人祝愿年轻专家们早日步入自由王国,做一名优秀的“运筹帷幄,决胜百年”的水利水电工程地质勘察实践者和指挥者。

作者谨识

2003.11.于天津

目 录

序.....	何志华 高玉生
引言	

专 题 论 述

水利水电工程地质勘察实践理念.....	(3)
系统分析方法与工程地质勘察.....	(9)
万家寨库区右岸岩溶渗漏工程地质评价经验	(15)
论万家寨坝基夹层抗滑稳定性地质评价	(21)
万家寨坝基岩体抗剪强度计算值确定问题	(27)
论万家寨坝基夹层抗剪强度计算值决断	(33)
论大柳树高坝方案地质环境	(39)
黄河大柳树坝址场地构造稳定性评价问题	(47)
刘家峡水电站大坝主要工程地质问题	(53)
刘家峡水库苏州崖塌滑体稳定性评价与决断	(65)
板桥水库工程地质决策问题二例	(70)
试论系统分析法在工程地质评价中的应用	(75)
水利水电工程地质决策风险问题	(82)
关于岩体工程地质分类一些基本问题	(90)
略谈地应力与地下洞室围岩稳定性评价	(96)
略谈围岩抗力系数的确定.....	(105)
论坝基岩体抗剪强度计算值决断.....	(113)

岩土工程地质评价要点

坝基岩体工程地质问题.....	(121)
坝基土体工程地质问题.....	(128)
地下洞室工程地质问题.....	(135)
边坡工程地质问题.....	(141)

工程地质评估意见

紫坪铺水库工程地质评估意见.....	(149)
乌鲁瓦提水利枢纽工程地质评估意见.....	(151)
大朝山水电站工程地质评估意见.....	(153)
广州抽水蓄能电站二期工程地质评估意见.....	(155)
冶勒水电站工程地质咨询调研(预评估)意见.....	(157)
结语.....	(161)

专 题 论 述

水利水电工程地质勘察实践理念

摘 要 本文所述水利水电工程地质勘察实践理念的核心内容是既坚持一切从客观地质实际出发,并做具体分析,区别对待,即辩证唯物论观点;又坚持采用系统分析和综合评价方法,即整体论观点;更坚持依靠工程经验与创造思维的积极贡献,即经验支持论观点。它们是辩证的统一整体,并贯穿于工程地质勘察实践活动的始终。

关键词 实践理念 共性规律 个性规律 系统分析 水利水电工程

本文就水利水电工程地质勘察实践理念十大重要问题,谈谈个人是如何认识的,不具体讨论工程地质勘察科学技术与方法问题。笔者水平欠缺,错误在所难免,欢迎批评指正。

一、水利水电工程地质勘察实践理念问题

本文所谈的“实践理念”泛指人们在工程地质勘察实践活动中,所持的思想、观点、方法的综合而言,其核心内容包括以下三点:

(1)坚持一切从客观地质实际出发,并做具体分析区别对待,即辩证唯物论观点。例如:万家寨坝基夹层两侧岩体存在着强大的侧向抗滑效应,即个性规律。如果我们遵照规范的共性规律,绝对地不予考虑就不符合坝基地质实际了。否则,如果我们机械地绝对予以考虑,也不一定是必要的。其实,按通常的对待办法,将它只作为安全储备,而不参与坝基稳定计算是可行的。但当坝基稳定需要时,做适度的考虑也是安全可靠的。

(2)坚持采用系统分析和综合评价方法,即整体论观点。任何工程地质问题都属于一定层次的,由诸多要素组成的一个系统问题,需采用系统分析方法做整体的综合评价与决断。系统方法论认为,人们在研究和解决系统问题时,仅仅重视各要素自身的可靠性(或安全储备)是不够的,而应当将重点放在如何通过对具有必要可靠性的诸多要素的优化组合,以达到系统的整体效应最佳,而不是追求每个要素自身可靠性都达到最高等级。否则,工程地质决断就必然是偏于保守的。这就是说,专家们需要坚持运用“系统整体效应(或功能)大于其组成部分之和”这一重要思想和原理,以指导工程地质勘察实践。

(3)坚持依靠工程经验与创造思维的积极贡献,即经验支持论观点。工程经验与创造思维是宝贵财富。它影响到工程地质勘察实践的各个方面,而且至今人们对工程地质环境的认识,依然是有些地质问题可以说得清楚,并可用数学模型给予量的表达;而有些地质问题虽可以说得清楚,但无法以数学模型给予量的表达;还有些地质问题说不清楚,只可意会,无法言传;更有些地质问题既说不清楚,也无法理解等。所有这些问题在工程地

质决断过程中,都要做出相应的分析和评价。而正确的工程地质决断,恰恰在于对那些说不清楚的地质问题做出合理的价值判断。这正是专家们工程经验与创造思维的积极贡献和强有力支持的重要表现所在。

显而易见,上述三点是辩证的统一整体,并贯穿于工程地质勘察实践,包括一切工程地质问题评价活动的始终。如果专家们善于把握与运用这样的实践理念,就能够做出公正、科学、可靠的工程地质决断。

二、水利水电工程地质理论和实践水平现状

现代科学技术给人类提供的知识和方法正在改变着水利水电工程地质理论和实践水平,而坚定地依靠科学技术进步,并善于采用先进科学技术方法,也正是其向前发展的必由之路和关键所在。近 20 年来,水利水电工程地质在勘察技术、测试技术(包括监测、测试与试验)、数值分析技术与物理模拟技术等方面。确实有了长足的发展。但直到目前,由于客观地质环境的复杂性与其基本地质信息准确度有限等因素的制约,致使它既不是一门测试科学,更不是一门计算科学,即不是一门精确的科学;而更恰当地说,它是一门工程地质“艺术”,或相当于“中医”科技水平。这就是说,对任何重大工程地质问题的评价,除了必要的科学测试和数值计算外,归根到底,专家们依然需要依靠其工程经验与创造思维的积极贡献和强有力支持,去做出决断和实施。工程实践,正是如此。

三、水利水电工程地质勘察应包括的工作

水利水电工程地质勘察全过程,应包括四个方面的工作:①基本地质信息调查;②工程地质问题的提出、评价与决断;③工程地质改造措施的决断或建议;④地质信息监测反馈,跟踪调整工程决断。即整体论观点。

传统水利水电工程地质勘察,只完成前一项工作,即回答工程建设区的地形地貌、地层岩性、地质构造与地震、物理地质现象、水文地质以及岩土物理力学性质等。直到目前,赞成这一观点的这类工程地质勘察报告,依然时而可见。

大体从 20 世纪 70 年代开始,我国水利水电工程地质勘察整体目标,在逐渐地向地质工程(或岩土工程)方向转变,即地质专家要站在地质工程高度上,同时完成或参与完成后三项工作。而后三者不仅取决于地质环境,又与水工结构和施工技术方法等诸多因素密切相关。因此,地质专家应具备足够的水工和施工方面的知识,才能做好工程地质勘察工作。笔者赞成要提倡培养和造就一大批既懂得水工和施工,又精通地质的工程地质专家,如潘家铮院士早在 20 年前就曾倡导的“地质—水工专家”。

四、正确贯彻执行《水利水电工程地质勘察规范》问题

必须认真贯彻执行《水利水电工程地质勘察规范》,以指导具体工程地质勘察工作,这是无疑的。然而规范只是一般地反映当前水利水电工程地质勘察科学技术水平,以及众

多工程地质环境与其实践经验的共性规律,它只能大致包括一切工程地质环境的个性规律,而个性规律却不能完全地包括在规范的共性规律之中。但决定具体工程地质环境本质属性的恰恰是其个性规律,而主要的不是共性规律。工程实例,不胜枚举,这也是无疑的。

可见,对任何复杂地质环境,人们即使认真贯彻执行规范,有时也很难完全地查明其个性规律,而个性规律不大清楚,所谓公正、科学、可靠的工程地质评价与决断,就缺乏物质基础了。这就是说,专家们需要坚持从客观地质实际出发,超越规范做创造思维,才是查明具体工程地质环境个性规律的必由之路和关键所在。

因此,笔者赞成首先要认真贯彻执行《水利水电工程地质勘察规范》,同时又要提倡结合具体工程地质实际,做具体分析区别对待,即辩证地、创造性地贯彻执行规范。

五、水利水电勘察实物工程量与工程地质问题决断质量的关系

勘察实物工程量(包括地质、勘探、物探、试验与监测等)与工程地质问题决断质量(包括提出、评价与决断),并无确定性因果关系。工程经验说明,实物工程量完成得较多,一般讲其工程地质问题决断质量也会比较优良,但有时人们却做出劣质的工程地质决断。反之,实物工程量完成得较少,其工程地质问题的决断质量可能会差些或者是不合格的,但有时人们仍可做出优质的工程地质决断。而且即使对同样实物工程量的一项工程,人们却常常做出不同“质”的工程地质决断。显然,这是由于客观地质环境的复杂性,以及专家们的工程经验和创造思维等因素整体效应的不同,即认识与判断的随机性所决定的。因此,笔者认为勘察实物工程量是影响工程地质问题决断质量必备的物质基础,而专家们的综合决断能力,则往往是其主导影响因素。可见,如果我们过分强调以勘察实物工程量作为衡量工程地质问题决断质量的惟一标准,就不一定符合实际了,要做具体分析区别对待。

至于对中、小型水利水电工程,笔者赞成要提倡“三分勘察,七分经验”的实践理念,即当主要地质信息基本查明后,其存在的主要工程地质问题,应强调依靠专家们的工程经验与创造思维的积极贡献和强有力支持,进行工程地质评价与决断是可行的。

六、水利水电工程地质决断风险问题

所谓工程地质决断风险(简称地质风险),就是由于遗漏某些重要地质信息,或工程地质决断失误等,给社会、经济和工程所造成的危害事件。笔者的认识如下:

(1)地质风险是客观存在的。水利水电工程地质勘察研究对象是环境复杂、个性多变,信息又不完全确知的灰色地质系统。加之技术要求也因工程规模和结构特性等的不同而千变万化,多种多样。显而易见,影响工程地质决断可靠性的要素众多,且许多要素具有不确定性特征。因而,工程地质决断作为人们调查研究和思维劳动的成果,就必然或多或少存在一定的风险。即工程地质决断可靠性与风险性同时并存,只是各自的概率值不同罢了。那种要求工程地质决断毫无风险和完全正确的愿望,一般说是不现实的,也是不公正的。

(2)适度地质风险是允许存在的。按地质风险事件的性质、规模和危害性,可大体分为毁坏型风险事件和损伤型风险事件。对大坝工程而言,前者风险事件是不允许存在的,后者风险事件是人们可以承受和允许存在的,而且人们承受一定的损伤型风险,往往回报的却是巨大的社会、经济效益和科学技术进步。

(3)地质风险又是可以控制的。因此,除需要相应地质勘察实物工程量予以支持外,更重要的是专家们要善于把握和运用科学实践理念,并充分发挥工程经验与创造思维等诸多因素的整体效应,真正做到“运筹帷幄,决胜百年”,那么,工程地质决断就能够将地质风险控制在人们可以承受的最低水平。

七、水利水电岩体工程稳定性地质评价问题

水利水电岩体工程主要包括坝基工程、地下工程、边坡工程和地基工程(如发电厂房)等,它们的个性规律差别很大,其稳定性问题,需从岩体工程地质实际出发,组合诸多影响要素的整体效应,做系统分析和综合评价,并可大体概括为以下5个步骤:

(1)首先要确定岩体工程的整体目标(或功能)与其必备的安全可靠度,其量的表达指标为安全系数或可靠度。

(2)组建岩体工程稳定性地质评价系统,并坚持运用“系统整体效应大于其组成部分之和”这一重要原理,以指导工程地质评价活动。例如:黄河万家寨坝基夹层抗滑稳定性地质评价系统(如图1)。

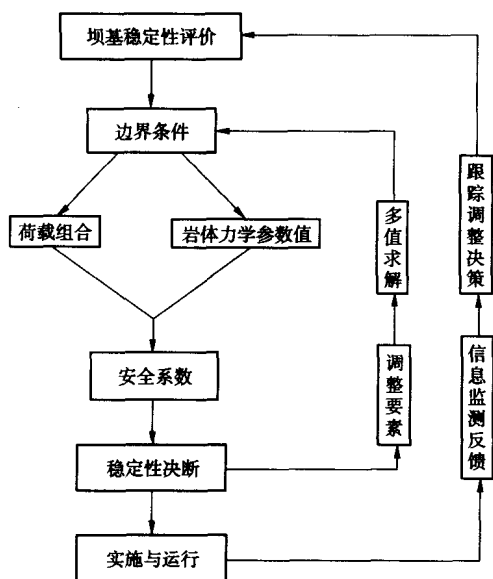


图1 坝基稳定性评价系统

(3)岩体工程稳定性地质评价系统组成要素与其安全储备(或可靠度)的评价与决断,主要包括地质模型概化、荷载组合(包括地应力)的选择以及岩体力学参数计算值的决断等。而且各要素需要放在系统整体中考察其功能和价值,并做具体分析区别对待,切勿各自孤立地进行分析评价。同时诸要素安全储备的取值要优化组合,应防止普遍取高值。否则,系统的整体效应就必然是偏于保守的。

(4)岩体工程稳定性地质评价多值求解与其决断。除调整要素组合不同的影响外,还包括采用各种分析技术方法的影响。例如:解析计算法、数值分析法、地质力学模型试验法、现场原体监测法、工程经验判断法与其他技术方法等。经综合多值对比和优化分

析后,以做出岩体工程稳定性地质决断。

(5)岩体工程地质信息监测反馈,跟踪调整工程决策。对任何复杂地质环境,力求一次性评价与决断,即达到毫无风险和完全正确是不现实的。而地质信息监测反馈,跟踪调

整工程决策,恰恰是人们认识地质环境和建造岩体工程必不可少的实施阶段。

八、水利水电岩体工程地质分类问题

首先要注意岩石质量等级、岩体质量等级(或分类)与岩体工程地质分类,其各自的概念是不同“质”的。后者即岩体工程地质特征综合“说明书”,它主要反映岩体质量等级、岩体承载能力、岩体稳定性、岩体渗流条件、岩体改造措施以及工程结构类型和施工技术方法等特征的共性规律,而个性规律,则千万差别。因此,对不同类别岩体工程,需做出不同的岩体工程地质分类,即使对同一类岩体工程,也要结合其地质条件的个性规律,做出不同的岩体工程地质分类。这就是说,需从岩体工程地质实际出发,组合诸多影响要素的整体效应,做系统分析和综合评价,而不能单纯地以岩体质量等级为准进行岩体工程地质分类。只有具体的岩体工程地质分类,没有通用的岩体工程地质分类。至于各类规范和专家们曾提出的众多的反应岩体工程地质条件共性规律的一般岩体工程地质分类是客观存在的。但它只能作为人们进行具体工程岩体工程地质分类的指导原则,而不等于是通用的岩体工程地质分类。应强调依据具体工程地质的个性规律,做出具体的岩体工程地质分类,并力求简单适用。需注意防止追求精确又精确的分类,过分的精确,反而模糊。

九、水利水电混凝土坝基开挖标准问题

大体从 20 世纪 80 年代开始,我国混凝土大坝建设中,逐步建立了以岩体力学参数指标值(如纵波速度),作为控制坝基开挖标准与深度的主要判据。然而,开挖只是为使坝基岩体质量达到设计要求所采取的工程措施之一。当坝基一定深度的岩体质量或强度确实不足时,既可采取开挖工程措施,也可采取其他工程措施予以改善和提高。当采取相应的工程措施或设计采用的岩体力学参数计算值较小时,即可减少开挖,否则,就要加深开挖。当综合考虑设计前提、工程措施、施工质量和工程经验等诸多要素的整体效应时,既可能减少开挖,也可能增加开挖。这就是说,同一质量岩体对不同大坝地基,既可以有不同的,也可以有相同的开挖标准与深度;而同一大坝地基对不同质量岩体,同样既可以有不同的,也可以有相同的开挖标准与深度。因此,需从坝基工程地质实际出发,组合诸多影响要素的整体效应,做系统分析和综合评价,而不能单纯地以岩体质量等级为准,去决断坝基开挖标准,要照辩证法办事。

笔者认为坝基开挖只有随机的具体标准,而没有通用的确定性标准。至于规范和专家们曾提出的坝基开挖标准的共性规律是客观存在的,但它只能作为人们决断具体坝基开挖标准的指导原则,而不是通用的确定性标准。应强调依据坝基工程与地质的个性规律,随机决断坝基开挖标准与深度,并力求技术目标可行,经济投入合理。

十、水利水电岩体力学参数计算值属性问题

岩体力学参数计算值,即提供设计方面使用的岩体力学强度指标值(如抗剪强度和变

形模量),其决断的“量化”基础是岩体力学参数测试成果值,但后者又不等于一定是前者。因此,需从岩体工程地质实际出发,组合诸多影响要素的整体效应,做系统分析和综合评价,而不能孤立地以岩体力学测试成果值为准去决断计算值。

尽管专家们采取了多种求解技术方法,如岩块或岩体力学试验法、岩体力学参数测试值相关分析法、岩体力学信息监测值反分析法、工程经验判断法和其他分析技术方法等,并做了系统分析和综合评价,但其决断的岩体力学参数计算值,依然存在着各种不同程度的非确定性工程地质因素。这是不言而喻的。

显而易见,从本质属性上看,岩体力学参数计算值并非是真值,而只是工程期望值。换言之,人们追求的是技术上可靠,经济上合理,既符合当前水工设计以及岩体工程理论与实践水平,又能“框得住”的力学参数值,而并不追求精确又精确的真值。适当的模糊,反而精确。

参 考 文 献

- 1 李仲春.试论系统分析法在工程地质评价中的应用.水力发电,1986(7)
- 2 李仲春.论大柳树高坝方案地质环境.水利水电工程设计,1995(1)
- 3 李仲春.论万家寨坝基夹层抗滑稳定性地质评价.水利水电工程设计,2001(1)
- 4 李仲春.关于岩体工程地质分类一些基本问题.工程地质,1989(3)
- 5 李仲春.论坝基岩体抗剪强度计算值决断.水利水电工程设计,2002(1)

系统分析方法与工程地质勘察

摘 要 本文首先探讨了系统论的最重要思想,即整体性原理,以指导工程地质勘察实践问题;其次又提出了工程地质评价系统结构模型,以具体体现系统论诸多原理的综合运用与实际操作问题。

关键词 系统 系统分析 诸多要素 整体效应

现代科学系统方法论在工程地质勘察工作中如何运用,这是需要专家们认真探索和研究的具有理论和实践意义的重大课题。本文拟就此问题谈谈笔者的初浅认识,以供讨论和参考。不妥之处,欢迎指正。

一、系统方法简述

每当科学发展到一个新的历史阶段,总会伴随着与之相适应的新的科学思维方法的出现,从而推动科学技术的进一步发展。如果说人类认识自然经历了辩证的历史过程,那么同样,人类认识和改造自然的思维方法,也相应经历了一个辩证的发展过程。

(一)古代整体论

在科学技术不发达的古代,人们主要是通过“观察加臆测”从整体上去认识世界,并历史地产生了以朴素整体论为主导的思维方法。简而言之,即整体出发,止于整体、无零(即零件或要素)分析。

(二)近代(或传统)分析论

从 15 世纪下半叶起,到科学发展的近代,人们主要运用分析方法,对自然界的各个领域进行了分门别类的深入研究,并以此对古代朴素整体论做了一次合理的扬弃,使之成为近代的以分化占主导地位的思维方法——分析论。简而言之,即化整体为零、“孤立”论零、机械综合,即强调零件(或要素)质量。例如:岩体工程稳定性评价,往往是专业之间,相互脱节,各自从影响其整体可靠性的局部要素出发,做孤立的分析研究,并强调以普遍提高诸多影响因素的可靠度(如安全储备)为准则,以确保整体的稳定可靠。这样,先孤立地、高标准地确定局部,然后再机械综合,以论证岩体工程整体可靠性的方法,就很难做出在技术、经济上都比较合理的工程地质决策。

(三)现代系统论

到了科学发达的现代,自然科学向微观和宏观两个方面纵深发展,科学技术既高度分化,又高度综合,而分化只是综合的一种表现形式;也就是说科学技术的发展形成了一个更高的综合化和整体化趋势;人们不仅要揭示事物之间的纵向联系,而且要揭示其间的横向联系。从而与之相适应地产生了现代科学以综合占主导地位的思维方法——系统论。

所谓系统,简单地说,就是相互影响、相互制约和相互作用着的诸多要素组成的综合体,“系统”这个概念是普遍存在的,大至太阳系,小至原子,都可看做属于不同层次的,由诸多要素组成的一个系统。因此,任何工程地质勘察问题,同样也都属于不同层次的,由诸多要素组成的一个系统。

所谓系统分析方法,就是从整体目标出发,始终将其组成要素放在整体中,而不是脱离整体做孤立研究,并着重从系统内部各要素之间(横向)、系统整体与局部要素之间(纵向),以及系统自身与外部环境之间(纵向与横向)的相互联系和相互作用的总和中,运用多种知识和方法,对系统做全面的综合分析、评价与决断的一种科学思维方法;简而言之,即整体出发,零在其中,辩证(或优化)综合,即强调综合(或整体)质量。

所谓“零在其中”,就是说局部要素需放在系统整体中,而不能脱离整体做孤立的勘察研究。例如以下研究。

1. 平缓软弱地质结构面的勘察研究

如果脱离岩体工程整体,就变成无工程目标地、孤立地勘察研究普通地质构造信息了。否则,如果放在岩体工程整体中,则显而易见,对不同岩体工程(如坝基工程、地下工程、边坡工程和厂基工程等),其工程地质效应是不同的,因而其勘察研究的内容和要求也就不同了。

2. 坝基岩体变形模量 E_0 计算值评价与决断问题

如果脱离坝基工程整体,做孤立的评价,对同一质量的岩体,就只能做出同一 E_0 计算值的决断。其实,这是不妥的。

否则,如果放在坝基工程整体中评价,则对坝踵地基拉应力 δ_0 来说, E_0 值越大,则产生的 δ_0 值越大,对坝基稳定越不利;反之 E_0 值越小(不能太小,否则坝基静压作用下即产生较大变形),则产生 δ_0 值越小,对坝基稳定反而有利了。为安全计,宜给定适度稍高的 E_0 值(框得住的)。但对坝趾地基变形来说, E_0 值越大,对地基稳定越有利,否则易产生较大的变形。为安全计,宜给定适度稍低的 E_0 值(框得住的)。这就是说,即使对同一质量的岩体,由于在坝基整体中的不同部位所产生的工程效应不同,却要给出不同的 E_0 值。其实,这是合理的。

“系统的整体效应大于其组成部分之和”,这是系统方法论最重要的思想与原理;也就是说,系统整体具有其组成部分在孤立状态中所没有的新的性质、特征和功能。因此,人们在研究和解决系统问题时,仅仅重视诸多要素自身的可靠度(或质量)是不够的,而应当将重点放在如何通过具有必要可靠度(或质量)的诸多要素的优化组合,以达到系统的整体效应最佳;而并不追求每个要素自身可靠度(或质量)都达到最高等级,即整体论观点(即强调综合质量)。这正是现代系统方法论与传统分析方法论的“质”的区别所在。

例如,工程地质勘察工作的整体功能,并不等于诸多单项工程(包括测绘、钻探、山地、物探和测试等)自身功能的简单叠加;坝基岩体整体质量与其工程效应,并不等于组成其诸多不同质量岩体与其工程效应的简单叠加;以及坝基稳定的整体可靠度(或安全储备),并不等于组成其诸多要素(包括边界条件、荷载组合和岩体力学参数值等)的可靠度(或安全储备)的简单叠加,等等。

可见,上述举例又充分说明,为使工程地质系统整体效应最佳,并不需要其组成要素

自身质量或可靠度都达到最高等级,而是要优化组合。众所周知,工程地质勘察技术与手段应用,要提倡“土洋结合”,而并不主张全部采用先进的高新技术手段。否则,工程地质勘察工程的整体技术、经济效益,就必然是不佳的。

又如:电子元件线路可靠度评价数学模型,还可从“量”上说明上述思想与原理。

(1)串联系统;如果一组元件全部正常运行时,系统才是成功的;否则,只要有一个元件失效,系统整体就要失效,叫做串联系统(如图1)。

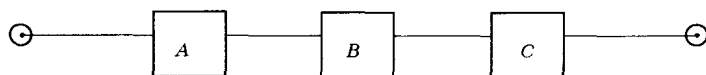


图1 串联系统

其可靠度评价的数学模型为:

$$R_S = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdots R_n$$

式中, R_S 为系统可靠度; $R_1, R_2, R_3, \cdots, R_n$ 分别为各元件的可靠度。

现令系统由3个元件A、B、C组成,并取 $R_1 = R_2 = R_3 = 0.90$ 时,则系统整体可靠度为:

$$R_S = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 = 0.729$$

即串联系统整体可靠度较之各元件自身可靠度要低得多。这就是说,为了提高系统整体可靠度,就必须更大地提高各元件可靠度,而且系统组成的元件越多,则其可靠度就越低。

(2)并联系统:如果一组元件,只要有一个元件正常运行,系统就是成功的;当全部元件失效后,系统才能失效,叫做并联系统(如图2)。

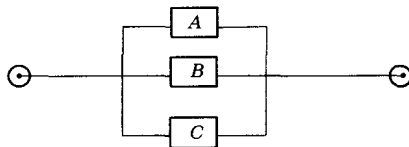


图2 并联系统

其可靠度评价的数学模型为:

$$R_S = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2)(1 - R_3) \cdots (1 - R_n)$$

式中, $R_S, R_1, R_2, R_3, \cdots, R_n$ 等意义同串联系统。现令系统由3个元件A、B、C组成,并取 $R_1 = R_2 = R_3 = 0.90$,则系统整体可靠度为:

$$R_S = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2)(1 - R_3) = 0.999$$

即并联系统整体可靠度较之各元件自身可靠度要高得多。这也就是说,为了提高系统整体可靠度,并不需要每个元件的可靠度都取值很高,要提倡优化组合,而且,系统组成元件越多,则其可靠度就越高。

(3)串、并联系统:即局部为串联,但整体仍为并联系统(如图3)。

显而易见,无论是串联系统,还是并联系统,它都说明系统整体可靠度或整体效应,与诸多组成元件的可靠度相比,都存在着“质”的区别;即整体可靠度不等于元件可靠度的简单叠加(或机械综合)。

至于工程地质勘察系统,与之相类比,笔者认为绝大部分可类似于并联系统,或叫做似并联系统。例如,工程地质勘察手段系统以及岩体工程稳定性评价系统等。

然而,什么情况下工程地质勘察系统可相当于似串联系统或似串、并联系统,笔者尚