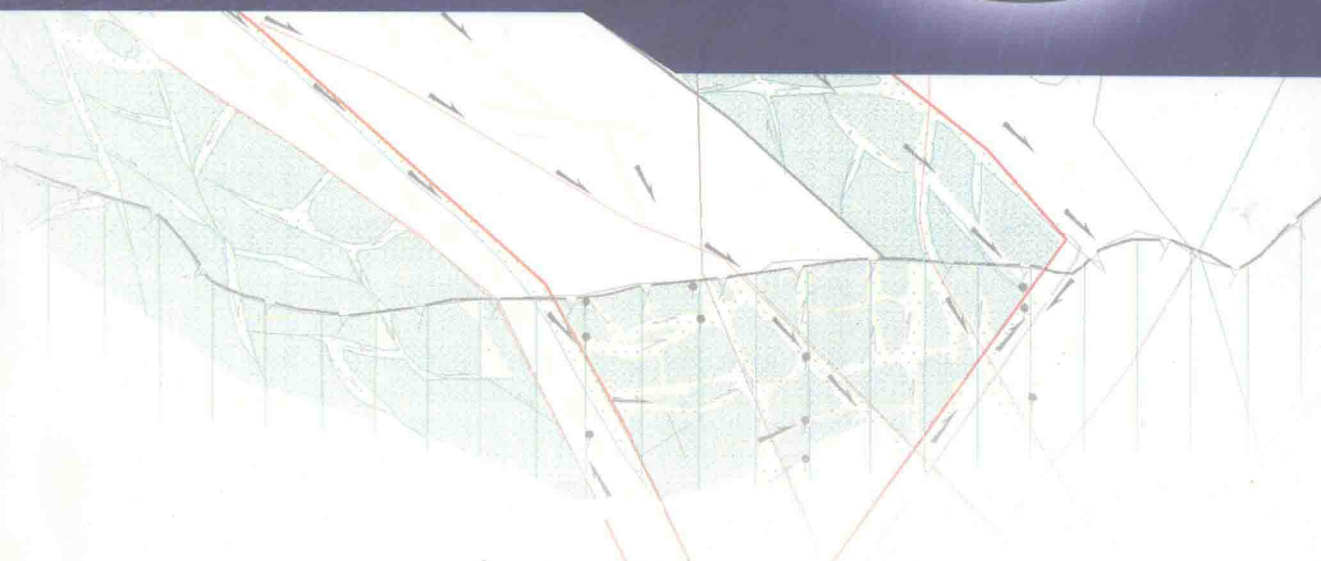


野外3D地质信息采集与实践

YEWAI 3D DIZHI XINXI CAIJI YU SHIJIAN

吴世泽 李茂华 朱振彪 秦双乐 著



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

野外 3D 地质信息采集与实践

YEWAI 3D DIZHI XINXI CAIJI YU SHIJIAN

吴世泽 李茂华 朱振彪 秦双乐 著



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

图书在版编目(CIP)数据

野外 3D 地质信息采集与实践/吴世泽,李茂华,朱振彪,秦双乐著. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2013. 11

ISBN 978 - 7 - 5625 - 3214 - 9

I. ①野…

II. ①吴…②李…③朱…④秦…

III. ①三维-地质调查-信息处理

IV. ①P622

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 230253 号



野外 3D 地质信息采集与实践

吴世泽 李茂华 朱振彪 秦双乐 著

选题策划:郭金楠

责任编辑:胡珞兰

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) 邮政编码:430074

电 话:(027)67883511

传 真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:330 千字 印张:12.75

版次:2013 年 11 月第 1 版

印次:2013 年 11 月第 1 次印刷

印刷:武汉珞南印务有限公司

印数:1—1 000 册

ISBN 978 - 7 - 5625 - 3214 - 9

定价:38.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

序

我国改革开放以来,进入了科学技术突飞猛进的时代。现代科学技术支撑和推进了三峡工程的兴建。长江水利委员会三峡勘测研究院承担三峡工程地质勘察的历史重任,与国内外相关科技部门进行了广泛而持续的合作与交流,始终走在地质勘察技术发展的前列。在 20 世纪 70 年代开工兴建的长江干流第一坝——葛洲坝工程时,地质资料收集主要依靠大、小口径机械钻探与平硐钻爆掘进,皮尺、经纬仪—水准仪测量;地质人员的基本工具是罗盘、地质锤;室内分析计算用算盘、计算尺、米厘纸上作图,葛洲坝工程上百人的地质队自嘲为“剖面队”,工作效率低、劳动强度大。高清钻孔全孔壁和平硐洞壁彩色成像,高陡边坡三维扫描和彩色成像及定位,无人机机载三维成像和摄像等技术的开发和利用,大大提高了野外资料收集的效率和精度,降低了劳动强度和风险;办公软件和各种制图软件的不断开发和改进把钻孔柱状图、地质剖面图和平面图的绘制及各种数据的统计,从纯手工纸上作业中解脱出来;电脑功能逐年提高和轻型化,特别是平板电脑的出现,成为野外地质资料收集的利器,使之取代纸质地质手簿成为现实。

科学技术丰富了地质勘察工作的内容、方法和手段,优化了工作的程序。

作者是这一时代的参与者、勤奋的工作者和思考者。《野外 3D 地质信息采集与实践》一书是作者从事工程地质、地震地质、岩土工程勘察数十年经验的总结和典型实例的展示。

本书第一篇叙述了如何将传统方法与现代科技手段相结合,收集野外地质信息;介绍了读图与制图的基本常识,野外地质摄影、地质素描和 Google 地图应用的方法,地质描述应当表达的内容,以及抗震救灾基本知识;阐述了如何利用上述手段和方法收集地质信息,构成各种形式的 3D 地质图件,为地质条件和问题的分析、判断、评价提供依据。

第二篇介绍了大型工程重大地质问题研究、抗震救灾等实例。三峡工程 RCC 围堰渗漏问题研究,用三维图将岩体风化、地质结构、渗水路径融于一体,揭示渗水体的特征,为设计处理方案提供了直观、清晰的地质依据;汶川地震紫坪铺大坝

震损特征研究中,用三维图显示了坝体不同材质、不同部位的变形特征;云南大盈江地震堤防工程破坏成因研究中,将三维地质图和实地管涌照片叠加,让人有身临其境的感觉。

本书是岩土工程勘察、水利水电工程勘察和地震次生灾害调查领域内,实现野外 3D 地质信息采集与内业整理现代化方面相结合的、有很强实用性的参考书,也可作为相关专业教学、学习的参考与补充读物。

三峡工程及乌东德水电站地质总工程师



2013 年 8 月于武汉

前 言

地质是一门基础理论科学,也是一门应用非常广泛的学科。工程技术人员在野外描述、记录地质现象,表达某一工程地质问题,介绍地理环境,室内分析岩(土)体工程地质特性,挡水坝、堰、堤的稳定性和渗漏分析研究,编写工程地质勘察报告及设计方案等过程中,都离不开地质科学的理论与方法。

近年来,自然灾害频发,给国家和人民生命财产造成了很大的损失,特别是地质灾害更为突出。随着我国基本建设的加速发展,地质勘察显得十分重要,因此,野外工作除了要有基本的理论知识外,还必须有非常熟练的记录方法和技巧,采用文字、符号、图像的方法,把所见到的地形地貌、地层岩性、地质构造、岩体风化、物理地质现象、水文地质特征等,进行直观而形象的描述,然后通过整理,采用现代技术进行数理统计、分析编成勘察成果,以满足建设单位和设计单位的要求。

由于野外地质工作涉及的学科多,如地貌学、古生物学、古人类学、地层学、地史学、第四纪地质学和古地理学、地震地质学、外动力地质学、冰川地质学、地质力学、大地构造学、构造地质学、火山地质学、矿物学、沉积岩岩石学、变质岩岩石学、水文地质学、工程地质学、地热地质学、环境地质学,等等。所以,野外观察和记录内容要达到一定的水平的确有个过程。根据专业知识和规范、业主和设计要求,其成果达到顾客满意的目的,必须打好基础。上述基础知识地质专业的学生在学校大部分能学习和了解到。

三十几年来,笔者在薛果夫、叶渊明教授级高级工程师的悉心指导下,负责和参与完成了多个大型工程的地质勘测工作,在勘测过程中,带过很多的大学生实习,尤其是刚毕业分到单位的同事,在与他们一起工作的过程中发现,学的专业知识谈起来条条是道,但是,在记录时却无从下笔,不知记录什么,都迫切希望尽快提高自己的工作能力和业务水平,这样就需要一本具有实用性、野外记录和室内整理相结合的综合性较强的书,比较系统地介绍如何利用 Google Earth、电子地图、手持 GPS、GAMIN Forerunner 等信息,为野外工作少走弯路创造条件;如何

利用数码相机与传统的手工素描相结合,把所观察到的并且能客观反映地质分析实际的内容,详细地记录下来,快速绘制直观、清晰、简明、漂亮的三维地质图;如何将计算机中常规的运算有创造性地予以开发,对较大工程地质问题用别具一格的数据处理、分析方法,将复杂而不易很快获得的边界条件简化,提高效率,为设计方案和决策提供可靠的依据。

为了让刚出校门的广大地学工作者能很快成才,少走弯路,使其工作能力与效率迅速提高,为工程建设勘察、施工、监理及旅游事业快速发展尽微薄之力,笔者将野外地质工作体会和几个大型工程的实例编纂成《野外 3D 地质信息采集与实践》,以飨读者。

在本书的编写过程中,曾得到长江三峡勘测研究院教授级高级工程师满作武院长,陈又华、王正波、周云副院长,李会中总工程师对笔者的指导。高级工程师蔡毅对测量内容提出了宝贵的意见,房艳国工程师对部分图件进行了修改,研究生罗飞、杨家凯、吴昊对书中的英文资料进行了翻译和校对,在此一并表示诚挚的谢意!

感谢中国地质大学出版社为此书出版付出的很多辛勤劳动!

书中难免存在着一些缺点和问题,诚恳地希望广大读者提出批评和意见。

目 录

第一篇 野外 3D 地质信息采集

第一章 读图与制图基本常识	(3)
第一节 方向和方位约定	(4)
第二节 坐标和高程系统	(4)
第三节 常用小博士参数设置	(5)
一、设置坐标系	(5)
二、存点和航点的应用	(6)
第二章 罗盘的使用	(7)
第一节 罗盘的结构	(7)
第二节 罗盘的使用	(8)
一、定方位	(8)
二、测量产状	(8)
第三章 Google 搜索地图	(12)
第四章 Garmin Forerunner 与 Google 搜索地图相结合	(14)
第五章 地质摄影	(16)
第一节 充分利用照相机的功能和自然环境	(16)
一、闪光灯和遮阳伞	(16)
二、像素	(17)
三、数码变焦	(17)
第二节 远景\近景\特写摄影	(18)
一、远景摄影	(18)
二、近景摄影	(18)
三、特写摄影	(19)
第三节 照片处理操作与注意事项	(27)
第六章 地质素描	(29)
第一节 画素描图的目的	(29)
第二节 画地质素描图	(29)
一、地质素描的形式与要素	(31)
二、地质素描的理论知识	(33)

三、地质素描的步骤与方法·····	(38)
第三节 素描技巧·····	(43)
第四节 地质素描的内容及举例·····	(44)
一、平面图形的地质素描·····	(44)
二、立体图形地质素描·····	(45)
第五节 三维分析地质图模式·····	(46)
第七章 地质点描述内容·····	(48)
第一节 地形地貌·····	(48)
一、流水地貌·····	(48)
二、山包\山脊\山梁·····	(48)
三、山坡·····	(49)
四、其他·····	(49)
第二节 地层岩性·····	(49)
第三节 岩体风化·····	(49)
第四节 构造·····	(49)
一、褶皱·····	(49)
二、断层·····	(50)
三、裂隙·····	(51)
第五节 水文地质·····	(51)
第六节 物理地质现象·····	(51)
第七节 综合描述·····	(51)
第八章 照片、素描与 AutoCAD 绘图·····	(53)
第九章 地震地质调查及抗震救灾基本知识·····	(55)
第一节 中国地震带·····	(55)
第二节 地震相关名词·····	(58)
第三节 地震烈度特征表·····	(60)
第四节 资料收集·····	(62)
第十章 统计计算方法应用——N+1 预测方法在堰塞湖应急处理中的探讨·····	(63)
第一节 问题提出·····	(63)
第二节 研究现状·····	(63)
第三节 堰塞湖水位上升规律分析·····	(64)
一、一般规律·····	(64)
二、特殊情况分析·····	(64)
第四节 实例分析·····	(65)
一、数学模型选择·····	(65)
二、计算结果·····	(66)
第五节 讨论与结论·····	(67)
第十一章 综合运用·····	(69)

第二篇 应用实例

第十二章 实例 1 热水塘温泉成因分析	(73)
第一节 研究目的与绘图说明	(73)
第二节 基础资料	(73)
一、地形地貌	(73)
二、地层岩性	(74)
三、地质构造	(74)
第三节 断层基本特征	(75)
一、空间展布特征	(75)
二、断层带特征	(78)
第四节 断层活动性研究	(80)
一、宏观特征分析	(80)
二、微观特征分析	(80)
三、活动年代研究	(82)
四、活动性评价	(82)
五、温泉活动与地热分布特征	(82)
第五节 结 论	(89)
第十三章 实例 2 雅江韧性剪切带成因及活动性分析	(90)
第一节 研究目的与绘图说明	(90)
第二节 区域地质背景	(91)
一、地形地貌	(91)
二、地层岩性	(91)
三、大地构造分区	(91)
四、区域构造特征	(93)
第三节 韧性剪切带的形成演变	(93)
一、前震旦纪结晶基底形成时期	(94)
二、华力西期构造活动时期	(95)
三、燕山运动构造活动时期	(95)
四、喜马拉雅运动构造活动时期	(95)
第四节 韧性剪切带特征	(95)
一、韧性剪切带基本特征	(99)
二、韧性剪切带的运动学特征	(100)
三、岩石变形变质特征	(101)
四、韧性剪切带中岩石镜下特征	(102)
五、糜棱岩显微构造分析	(110)
六、韧性剪切带工程地质特征	(111)
七、韧性剪切带活动性	(112)

第五节 结 论	(113)
第十四章 实例 3 断层活动性调查	(115)
第一节 应用 Google Earth 搜索地图与绘图说明	(115)
第二节 背景资料	(115)
第三节 断层空间展布特征	(116)
第四节 断层带特征	(116)
第五节 断层活动性分析	(118)
第十五章 实例 4 抗震救灾——汶川地震高烈度区水利水电工程震损特征及规律	(120)
第一节 研究目的与绘图说明	(120)
第二节 地震地质环境	(120)
一、区域地质背景	(120)
二、地震简介	(120)
第三节 水利水电工程简介	(121)
一、工程概述	(121)
二、坝基地质条件	(122)
第四节 工程震损特征及规律	(122)
一、工程震损特征	(122)
二、震损成因及规律	(123)
第五节 防震抗震问题及经验	(124)
一、大坝防渗问题	(124)
二、成功经验	(124)
第六节 讨论与结论	(125)
第十六章 实例 5 抗震救灾——大盈江堤防工程震损特征及应急处置方案探讨	(127)
第一节 研究目的与绘图说明	(127)
第二节 地质环境与地震概况	(127)
一、区域地质环境	(127)
二、地震简介	(127)
第三节 堤基地质条件及主要工程地质问题	(128)
一、堤基地质条件	(128)
二、主要工程地质问题	(128)
第四节 堤防工程震损特征与成因分析	(128)
一、堤防工程震损特征	(128)
二、成因分析	(129)
第五节 应急处置方案	(130)
一、裂缝处理	(130)
二、管涌处理	(131)
三、其他处理措施	(131)
第六节 结论与建议	(131)

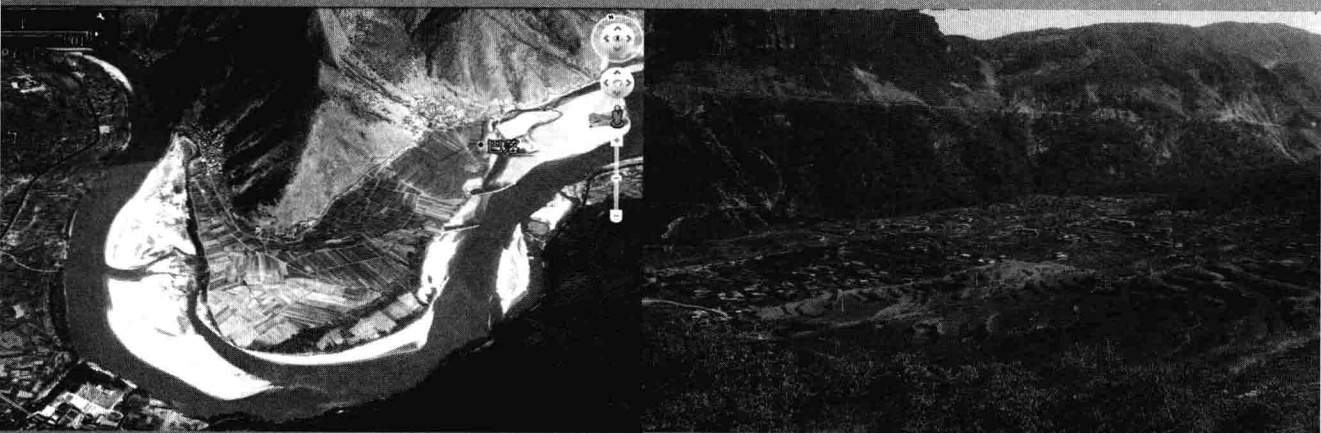
第十七章 实例 6 三峡基岩深槽形成机理研究	(133)
第一节 研究目的与绘图说明	(133)
第二节 牯牛石深槽顶端地质条件	(133)
第三节 基岩面冲蚀形态	(134)
一、冲蚀形态的几何特征	(134)
二、影响冲蚀形态的因素分析	(134)
第四节 冲蚀地貌的形成机理	(136)
第五节 结 论	(137)
第十八章 实例 7 三峡 RCC 围堰渗漏分析	(139)
第一节 研究目的与绘图说明	(139)
第二节 引 言	(139)
第三节 工程概况	(140)
第四节 地基处理	(140)
第五节 涌水原因分析	(140)
一、地质原因	(140)
二、冲刷原因	(143)
三、蓄水原因	(144)
第六节 渗水处理方案分析	(145)
一、设计依据	(145)
二、设计方案	(145)
第七节 讨论与结论	(147)
第十九章 实例 8 岩土工程——三峡大坝上游靠船墩地基条件与评价	(150)
第一节 研究目的与绘图说明	(150)
第二节 场地基本地质条件	(150)
一、地形地貌	(150)
二、气候与水文地质	(150)
三、岩性	(151)
四、岩体风化	(153)
五、岩土(体)物理力学性质	(154)
第三节 主要工程地质问题	(154)
一、挖孔成型问题	(154)
二、持力层不均一性问题	(155)
第四节 各靠船墩地基工程地质条件及评价	(155)
一、1 号靠船墩	(155)
二、2 号靠船墩	(156)
三、3 号靠船墩	(157)
四、4 号靠船墩	(159)
第五节 结 论	(160)

第二十章 实例 9 岩土工程——猴石风电场 13 号塔基条件与评价	(161)
第一节 研究目的与绘图说明	(161)
第二节 工程简介	(161)
第三节 基本地质条件	(161)
一、地形地貌	(161)
二、地层岩性	(162)
三、岩体风化	(162)
四、地质构造	(162)
五、水文地质	(163)
六、岩(土)体的工程地质特征	(163)
第四节 主要工程地质问题	(163)
一、风机塔基稳定问题	(163)
二、人工边坡稳定问题	(164)
三、安装场地不均匀沉陷问题	(164)
第五节 工程地质条件与评价	(164)
第六节 结论与建议	(166)
第二十一章 实例 10 岩土工程——西气东送工程孝昌接收站地基条件与评价	(168)
第一节 研究目的与绘图说明	(168)
第二节 拟建工程概况	(168)
第三节 基本地质条件	(169)
一、地形地貌	(169)
二、地质构造	(169)
三、地层岩性	(171)
四、水文地质	(173)
五、岩土体物理力学性质	(175)
第四节 场区水、土腐蚀性评价	(175)
一、水的腐蚀性判定	(175)
二、场地土的腐蚀性	(175)
第五节 场地工程地质评价	(176)
一、场地稳定性评价及适宜性评价	(176)
二、场地工程地质条件及评价	(176)
第六节 场址区各建筑地基选择及评价	(177)
第七节 结论与建议	(178)
第二十二章 实例 11 三峡链子崖 T₂ 裂缝变形分析	(180)
第一节 研究目的与绘图说明	(180)
第二节 基本地质条件	(180)
一、地形地貌	(180)
二、地层岩性	(181)

三、构造	(182)
第三节 人类活动调查.....	(183)
第四节 裂缝平面延伸长度分析.....	(183)
一、数据采集	(183)
二、数据分析	(183)
三、分析与验证	(183)
第五节 结 论.....	(184)
参考文献.....	(185)
附表和附录.....	(186)
附表一 中国年代地层表、地质代号及构造运动	(186)
附表二 地层时代表从老到新速记法.....	(187)
附表三 常见岩石种类简表.....	(188)
附录一 经\纬度之间距离计算	(189)

第一篇

野外3D地质信息采集



第一章 读图与制图基本常识

地质信息采集是一项体力劳动和脑力劳动相结合的综合性很强的智能劳动,也是地质勘测的基础工作。野外地质调查或测绘是要将观察到的地形地貌、地层岩性、岩石风化、断层裂隙、物理地质现象等采用专用记录卡片(记录簿)记录、摄影录像、素描等手段和方法,经过统计和分析后,把这些信息在地质图和地质报告中反映出来,为工程建设或矿产开发提供依据。计算机、网络技术、卫星定位系统、数码相机、Google 地图搜索、Garmin Forerunner 等先进技术运用到地质勘测行业中,大大提高了成果质量和工作效率。如图 1-1 所示是笔者采用 Garmin Forerunner 和 Google 地图搜索相结合反映长江第一湾地貌形态和调查过程中行走的路线;利用这些高科技产品将野外地貌特征、地质内容融于一体,工作起来十分方便、快捷,为提供三维可视化地理、地质信息创造了条件。但是,由于野外地质工作受自然环境、地域的影响及上述高科技产品应用的局限性等,手工记录和传统的地质素描图是不能不掌握的。《野外 3D 地质信息采集与实践》就是笔者 35 年来的野外实践、高科技产品应用与传统地质素描相结合的体会,编写本书旨在让同行们少走弯路。



图 1-1 长江第一湾

(图片为 Google 地图,曲线为 Forerunner 305 记录的地质调查线路)