

《九寨沟核心景区景观水系统及生态地质环境可持续发展综合应用研究》之子课题

九寨-黄龙核心区

景观形成的地质环境和水循环系统模式测定、 监测系统建立及景观保育技术应用研究

Jiuzhai-Huanglong Hexin Jingqu Jingguan

Xingcheng de Dizhi Huanjing He Shuixunhuan Xitong Moshi Ceding

Jiance Xitong Jianli Ji Jingguan Baoyu Jishu Yingyong Yanjiu

刘俊贤 刘民生 郭建强 姜泽凡 等著
杨 更 李廷强 胥 良 魏良帅



电子科技大学出版社

《核心景区景观水系统及生态地质环境可持续发展综合应用研究》之子课题

九寨-黄龙核心景区

景观形成的地质环境和水循环系统模式测定、 监测系统建立及景观保育技术应用研究

刘俊贤 刘民生 郭建强 姜泽凡 杨 更
李廷强 胥 良 魏良帅 王 军 万新南
钱江澎 付绍毅 克 克 蔡永寿 董 立 著
安德军 丁真塔 班建元 余学兰 刘宗祥
徐 飞 台永东 冯 刚 汪天寿 魏昌利



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

九寨-黄龙核心景区景观形成的地质环境和水循环系
统模式测定、监测系统建立及景观保育技术应用研究 /
刘俊贤 等著. —成都: 电子科技大学出版社, 2009. 12
ISBN 978-7-5647-0387-5

I. 九… II. 刘… III. ①风景区—地质环境—研究—四
川省②风景区—水循环—研究—四川省 IV.
P548.271 P344.271

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 161418 号

内 容 简 介

本书阐述了近年来对九寨沟、黄龙核心景区以水为核心, 采用地质调查、水文地质测绘、地球物理勘探、遥感、长期观测、高精度地形测量、声纳技术、测试等多种技术方法、多学科联合攻关的研究成果。研究得出九寨沟、黄龙景区形成景观的地质环境条件相对稳定, 水循环系统相对稳定, 大气降水虽有周期性变化但无持续下降趋势, 由此决定景观演化处在一定地质历史时期的相对稳定阶段的结论。

本书可供从事水文地质、环境地质、旅游地质、生态环境保护等方面研究工作的相关人员参考。

九寨—黄龙核心景区 景观形成的地质环境和水循环系统模式测定、 监测系统建立及景观保育技术应用研究

刘俊贤 刘民生 郭建强 姜泽凡 等著
杨 更 李廷强 胥 良 魏良帅

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑: 朱 丹
责任编辑: 朱 丹
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 四川经纬印务有限公司
成品尺寸: 210mm×285mm 印张 13 字数 333 千字
版 次: 2009 年 12 月第一版
印 次: 2009 年 12 月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-0387-5
定 价: 298.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83208003。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

目 录

目 录

1

第1篇 研究概况

- 1 1.1 任务来源及研究工作的重要意义
- 1 1.2 子课题研究的目标、任务
 - 1 1.2.1 目标
 - 2 1.2.2 主要任务
- 2 1.3 子课题设置
- 3 1.4 研究工作的指导思想与技术方法
 - 3 1.4.1 指导思想
 - 3 1.4.2 技术方法
- 4 1.5 完成的主要工作量与质量评述
 - 4 1.5.1 遥感研究专题
 - 5 1.5.2 地质环境研究专题
 - 6 1.5.3 核心景区水循环系统研究专题
 - 7 1.5.4 地球物理勘探与测试专项
 - 8 1.5.5 景观保育技术研究专题
 - 9 1.5.6 子课题综合组
- 9 1.6 研究工作取得的主要成果
 - 9 1.6.1 遥感研究专题
 - 10 1.6.2 地质环境研究专题
 - 11 1.6.3 九寨沟核心景区水循环系统研究专题
 - 12 1.6.4 黄龙核心景区水循环系统研究专题
 - 13 1.6.5 地球物理勘探与测试专项
 - 13 1.6.6 九寨-黄龙核心景区保育技术研究专题
 - 13 1.6.7 项目综合组

15

第2篇 九寨沟主景观区

- 15 2.1 景观类型与分布
 - 15 2.1.1 群湖
 - 41 2.1.2 叠瀑
 - 42 2.1.3 大泉与地下水溢出带
- 45 2.2 地质环境背景条件
 - 45 2.2.1 区域地质构造背景
 - 47 2.2.2 地形地貌条件对景观形成的分布与作用
 - 53 2.2.3 景区地层构造对景观形成与分布的作用
 - 62 2.2.4 第四纪地质作用及对景观的影响
- 77 2.3 水循环系统的特征
 - 77 2.3.1 水循环系统的构成特征
 - 80 2.3.2 水循环系统之间的转换关系
 - 87 2.3.3 景观及水循环系统的变化特征



109	2.4 景观及水循环系统稳定性评价
109	2.4.1 评价要素的选取
111	2.4.2 定量评价
113	第3篇 黄龙主景观区
113	3.1 景观类型及分布
113	3.1.1 钙华景观及分布
116	3.1.2 水、流水景观
117	3.1.3 景观成长、演化组合特征
121	3.2 地质环境背景条件
121	3.2.1 形成黄龙钙华景观的地下水储水、阻水构造
122	3.2.2 地形地貌及第四纪冰川作用
126	3.2.3 形成景观的气象水文条件
127	3.3 水循环系统的特征
127	3.3.1 水循环系统的构成及特征
134	3.3.2 近代景观水系统动态变化特征
150	3.3.3 钙华景观的动态变化特征
163	3.3.4 水循环系统评价
174	3.4 景观演化趋势及稳定性评价
174	3.4.1 钙华景观的形成与演化
181	3.4.2 景观演化趋势分析
184	3.4.3 景观稳定性分析
191	第4篇 景观保育技术
191	4.1 景观形成、演化对保育技术要求
191	4.1.1 地质历史漫长演化构成景观形成的地质构造条件
191	4.1.2 第四纪末次冰期
191	4.1.3 目前演化中存在的问题
192	4.2 景观保育研究及建议
192	4.2.1 九寨沟
195	4.2.2 黄龙
197	第5篇 结论及建议
197	5.1 结论
197	5.1.1 九寨沟
198	5.1.2 黄龙
199	5.2 建议
199	5.2.1 九寨沟
200	5.2.2 黄龙
201	附录A 主要参考文献
202	附录B 项目组组成

第1篇

研究概况

1.1 任务来源及研究工作的重要意义

九寨沟-黄龙风景名胜区属于世界级旅游精品和旅游目的地,以“人间瑶池”、“童话世界”而享誉世界,在四川乃至全国的旅游界均处于十分重要的地位。四川省人民政府在2003年的政府工作报告中明确提出应加快大九寨国际旅游区建设,并以此为依托进一步带动全省旅游产业的加速、健康发展。

九寨沟、黄龙景区是四川省乃至中国的知名旅游品牌景区,是集稀缺性、独特性和不可再生性等为一体的珍贵旅游资源,拥有世界自然遗产、国际生物圈保护区、绿色环保21世纪三项国际桂冠,在世界旅游业占有举足轻重的位置。科学保护和合理开发这一资源,既是中国政府和人民保护世界自然遗产不可推卸的责任,也是打造世界级旅游精品、实现人与自然的协调发展、走可持续发展道路的重要举措。

近年来全球变暖、局部区域长期干旱等趋势对九寨、黄龙的影响程度及对景区景观的变化与演化等影响值得探讨与研究。因此,尽快开展九寨-黄龙核心景区水资源及生态地质环境等方面的研究势在必行。本研究对九寨沟-黄龙地质自然景观的科学开发与保护,并使其永续利用具有巨大的科学意义。

为此,四川省委、省政府高度重视,根据省委副书记、常务副省长蒋巨峰同志2003年9月23日在九寨-黄龙景区水资源变化问题专题研究会上的指示精神和省政府186号“议事纪要”确定的原则,四川省发展和改革委员会在各有关部门提出意见的基础上,研究制定了“九寨-黄龙景区水资源及生态地质环境保护综合研究工作方案”,并以川计发[2003]347号文报呈四川省人民政府决策。

四川省发展和改革委员会于2004年5月19日,以川发改地区函[2004]161号关于“九寨-黄龙核心景区水资源及生态地质环境可持续发展综合应用研究”立项申请书的批复,原则上同意“九寨-黄龙核心景区景观形成的地质环境和水循环系统模式测定及景观保育技术研究”子课题立项申请书并予以立项。同时,以川发改地区[2004]269号文签发“四川省发展改革委关于加快九寨-黄龙核心景区水资源及生态地质环境研究课题工作进度的通知”,要求加强课题研究的组织协调和管理工作、强化科研项目管理程序、严格项目负责制、保证课题研究质量、严格工作纪律、坚持保密原则、严格资金管理、加强与阿坝州等有关方面联系。课题研究期限为两年(2004年5月至2006年6月)。

1.2 子课题研究的目标、任务

1.2.1 目标

查明引起九寨-黄龙核心景区景观变化的水资源和水循环演变问题。对引起这种变化的生态地质环境进行综合研究,为核心景区景观形成的地质环境和水循环系统发展趋势作出评价,从而提出保育技术方案。



1.2.2 主要任务

1. 利用多平台、多时相、多波段的航空和航天遥感信息资料,对 20 世纪 60 年代~21 世纪初丰水期和平水期各 5 个时相、同季节遥感图像的对比分析,研究自 20 世纪 60 年代以来九寨沟-黄龙核心景区景观水、固态水和与生态水有关的森林植被类型的动态变化规律,并预测其演化趋势和景观的稳定性。

2. 开展九寨沟-黄龙核心景区的地质环境测量。研究景观形成的地质环境条件、地质历史过程和地质作用与景观形成的演化关系,以及地质环境变化对景观形成和演化的机理,建立景观的地质环境模式。

3. 通过详细的水文地质调查,查明九寨沟-黄龙的水文地质条件、水系统的空间展布、循环、转化规律,并建立水循环系统的循环、转化的数学模型,进行水均衡计算,对景观稳定性评价和演化趋势进行预测。

4. 利用综合物探勘察技术,查明九寨沟-黄龙核心景区各种目标探测物的位置、埋深及性质,为核心景区地质环境和水循环系统的应用研究提供定量的物探推断成果。

5. 探索景观体的保护和培育技术,为保护好核心景区及其可持续发展提供科学依据和保育技术方案。

6. 在本次研究的基础上,为核心景区以水为核心的开发与保护提供科学的基础资料,建立一套较完整的监测系统。

1.3 子课题设置

《九寨沟-黄龙核心景区水资源及生态地质环境可持续发展综合应用研究》总课题以“水”作为核心和关键问题,研究的主要内容包括三个方面:一是查明地质环境对九寨沟-黄龙水循环系统的成因并进行定量分析,掌握景观水系统变化的原因及变化趋势,提出野外试验或模拟试验的技术方法、路线及监测方案,并建立相应的景观状况和变化的空间数据库;二是从生态环境的角度来研究生物要素等对景观水的质与量的影响,并将已有的植被资源、水生物资源等研究成果集成,为九寨沟-黄龙核心景区可持续发展服务;三是在上述工作基础上建立九寨沟-黄龙景观区可持续利用和科学保护的评价体系。通过九寨沟-黄龙核心景区景观水系统及生态地质环境的综合应用研究,掌握景观的成因、演化规律,建立景区生态地质环境的量化模式,探索景观体的保护和培育技术,为最终达到景区的可持续发展提出积极、合理的旅游容量和旅游管理模式。

总课题下设两个子课题:子课题一是《九寨沟-黄龙核心景区景观形成的地质环境和水循环系统模式测定、监测系统建立及景观保育技术应用研究》;子课题二是《人类活动对九寨沟-黄龙核心景区生态环境的影响和水资源生态保护关键技术研究》。

本子课题的目的在于通过对九寨沟-黄龙核心景区景观形成的地质环境和水循环系统模式测定及景观保育技术的应用研究,根据景观的成因、演化规律,建立景观生态地质环境的量化模式,探索景观体的保护和培育技术,为保护好这一世界自然遗产及其可持续发展提出科学依据和保育技术方案。本子课题下设六个研究专题、两个方案(如图 1-1 所示)。

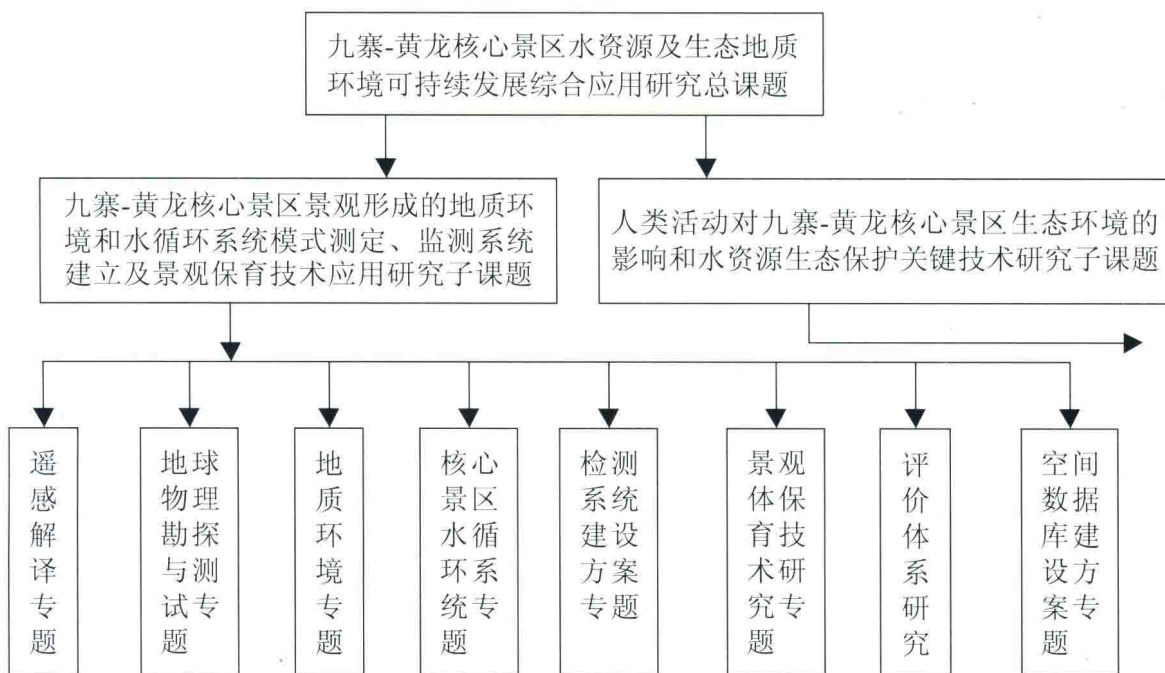


图 1-1 子课题研究设置框图

1.4 研究工作的指导思想与技术方法

1.4.1 指导思想

为了在有限的时间内开展九寨沟-黄龙核心景区水循环系统的相关研究工作，坚持水是灵魂、保育是核心、生态是关键、监测是根本、可持续发展是目的的指导思想，因此确定本子课题的研究思路是：整个研究工作必须以水为核心，研究景观水系统的时空变化、水循环及其相互补给关系，开展系统的监测工作，开展以与水有关的生态环境地质研究，建立科学的评价体系，形成一个相互关联的研究链，从而达到研究九寨沟-黄龙核心景区景观形成原因、弄清成景机制、为景观的保护和培育提供依据、最终达到景区环境保护和旅游开发可持续发展的目的。

研究工作的指导原则是：

1. 突出“水”的重点与兼顾相关条件的结合；
2. 传统的地质、水文地质调查与以“3S”先进技术方法相结合；
3. 定性研究与定量评价相结合；
4. 核心景区研究与区域调查相结合。

1.4.2 技术方法

主要采用调查、测量、观测、测试、试验等方法，多学科联合攻关，同时制订监测方案，建立监测系统，在此基础上建立景区水循环模式，探索景观形成——发展——演变的过程与



原因以及景观的保育方法,为景观资源的持续利用和政府宏观决策提供论据,主要工作方法包括:

1. 采用传统的地质工作方法辅以“3S”技术与卫星数据采集系统进行野外调查;运用地球物理勘探方法,示踪试验定量或半定量确立水循环系统,利用遥感资料,进行不同时段、多波段影像特征对比,研究景观的动态变化特征。

2. 建立从资料收集——分析研究——野外调查——综合研究——成果集成,直至数据库建立的系统工作方法。

1.5 完成的主要工作量与质量评述

1.5.1 遥感研究专题(如表1-1所示)

表 1-1 遥感研究专题完成工作量统计表

工 作 项 目		单 位	设 计 工 作 量	完 成 工 作 量	完成百 分 比 (%)	备 注
资 料 收 集	补充美国 TM 卫星数据	景	6	6	100	
	美国 QuickBird 高分辨率卫星数据	ha	70000	70000	100	九寨沟、黄龙主景区,数据接收时间 2004 年 9 月 16 日/2004 年 11 月 27 日
遥 感 图 像 处 理 与 制 作	TM 卫星数据	机时	800	800	100	九寨沟: 八个时相 黄 龙: 八个时相
	QuickBird 卫星数据	机时	1000	1000	100	九寨沟: 两个时相 黄 龙: 两个时相
遥 感 解 译	九寨沟核心区 1:5 万景观水的多年动态变化	ha	72000×5×2	72000×5×2	100	丰水期: 五个时相 平水期: 五个时相
	九寨沟核心区 1:5 万固态水的多年动态变化	ha	72000×3	72000×3	100	四个时相: 1987 年/1992 年/1998 年/2004 年
	九寨沟核心区 1:5 万森林植被类型多年动态变化	ha	72000×3	72000×3	100	三个时相: 1987 年/1997 年/2004 年
	九寨沟核心区 1:5 千主景区湖泊及钙华景观年内动态变化	ha	28600×2	28600×2	100	
	黄龙核心区 1:2.5 万景观水的多年动态变化	ha	2200×4×2	2200×4×2	100	丰水期: 四个时相 平水期: 四个时相
	黄龙核心区 1:2.5 万固态水的多年动态变化	ha	2200×3	2200×3	100	四个时相: 1987 年/1992 年/1998 年/2004 年
	黄龙核心区 1:2.5 万森林植被类型多年动态变化	ha	2200×3	2200×3	100	三个时相: 1987 年/1997 年/2004 年
	黄龙核心区 1:2 千主景区水体及钙华景观年内动态变化	ha	2200×2	2200×2	100	
野 外 检 查 验 证	调查验证路线	ha	80000	80000	100	
	野外验证点	个		138		湖泊、钙华验证点 76 个,冰雪验证点 7 个,森林植被验证点 55 个
	照 片	张		460		

续表

工 作 项 目			单位	设 计 工作量	完 成 工作量	完成百 分 比 (%)	备 注
综 合 图 件 编 制	九 寨 沟 核 心 景 区	1：5 万水体景观的 多年动态变化对比图	幅	2	2	100	两个季节：丰水期和平水期
		1：5 万固态水多年 动态变化对比图	幅	1	1	100	四个时相：1987 年/1992 年/1998 年/2004 年
		1：5 万森林植被类型 多年动态变化对比图	幅	1	1	100	三个时相：1987 年/1997 年/2004 年
		1：1 万主景区湖泊 及钙华景观年内动 态变化对比图	幅	1	1	100	
	黄 龙 核 心 景 区	1：2.5 万水体景观 的多年动态变化对比图	幅	2	2	100	两个季节：丰水期和平水期
		1：2.5 万固态水多 年动态变化对比图	幅	1	1	100	四个时相：1987 年/1992 年/1998 年/2004 年
		1：2.5 万森林植被 类型多年动态变化 对比图	幅	1	1	100	三个时相：1987 年/1997 年/2004 年
		1：5 千主景区水体 及钙华景观年内动 态变化对比图	幅	1	1	100	
数据库 建 设	遥感专题数据库		个	1	1	100	
报告编写	遥感专题文字报告		份	1	1	100	

1.5.2 地质环境研究专题（如表1-2所示）

表 1-2 地质环境研究专题完成工作量统计表

工 作 项 目		单 位	计 划	实 际 完 成	备 注
地 形 测 量	1:2000 黄龙地形	ha	300	350	
	1:5000 九寨沟地形	ha	1200	1200	
	海子测深	ha	285		
调 查 面 积	地质环境调查	ha	76500	76500	
	外围区调查（对比研究路线）	ha		4700	包括牟尼沟、卡龙沟、神仙池、漳腊等 4 处
	核心区外围调查路线	ha		11700	核心区外围调查路线
	1:2000 钙华与景观调查	ha	300	350	
	1:5000 层湖叠瀑与第四纪冰川 调查	ha	1200	1200	
剖 面 测 制	1:10000 地质构造剖面	ha	600	1500	
	1:100~1:500 钙华剖面	m	650	507.1	
	1:1000~1:5000 冰碛地貌剖面	m	6400	5248	



续表

工 作 项 目		单 位	计 划	实 际 完 成	备 注
物 探 剖 面	电测深剖面	m	2000		
	高精度磁测剖面	m	4100		
地 质 观 测 点	观测点（黄龙核心景区）	个		348	
	黄龙景区外围观测点	个		40	
	观测点（九寨沟核心景区）	个		744	
	九寨沟高区外围观测点	个		52	
	九寨沟湖泊泥沙淤塞监测点	个		6	
	黄龙钙华变黑沙化监测点	个		9	
测 试 样 品	ESR 测年样	件	30	24	
	铀系测年样	件	20	21	
	C ¹⁴ 测年样	件	25	45	
	孢粉样	件	30	18	
	氧同位素样	件	30	92	
	碳同位素样	件	30	92	
	岩石化学分析	件	20	14	
	稀土、痕量元素分析	件	10		
	岩石薄片	件	80	23	
	化 石	件	30		
	土壤化学分析	件	6		
	陈列样	件	30	13	
	其他 样品	其他样品的计划件（未分类）	件	40	
		TMS 测年样	件	5	
		枯水期水样泥沙含量分析	件	4	
		丰水期水样泥沙含量分析	件	13	

1.5.3 核心景区水循环系统研究专题（如表1-3、表1-4所示）

表 1-3 九寨沟核心景区水循环系统研究专题完成工作量统计表

项 目		比例尺	设计工作量	实际完成工作量	完成百分比（%）
1. 水文地质测绘	编绘	1：50000	57000ha	80000 ha	140
	实测	1：5000	1200ha	1533 ha	128

续表

项 目		比例尺	设计工作 量	实际完成工作 量	完成百分比 (%)
2. 湖泊(海子)测深		1:2000	300ha	316ha	105
3. 断面测量		1:2000	10000m	17886m	178
4. 水文地质调查点			50 个	116 个	232
5. 水样分析(简分析+侵蚀性+亚铁分析)			50 组	124 组	248
6. 监测系统建设方案	流量监测点		31 个	80 个	258
	水位监测点		20 个	44 个	220
	水质监测点		20 处	47 处	235
	钙华沉积速率点		4 个	4 个	100
	气象监测		4 处	4 处	100
7. 收集气象、水文资料等				若 干	
8. 水循环系统空间数据库建立		1:50000	2 幅图		
9. GPS 定位			150 个	156 个	104
10. 研究报告			1	1	

表 1-4 黄龙核心景区水循环系统研究专题完成工作量统计表

项 目	调查 面积	野外定点		水样分析		钙华分析		监测点布设			长观监测		照 片	资 料 收 集	研 究 报 告
		水 文	地 质	简 分 析	同 位 素	物 理 力 学	化 学	地 表 (下) 水	钙 华 沉 积	钙 华 溶 蚀	地 表 水	地 下 水			
单 位	ha	个	个	组	组	组	组	个	组	组	个	个	张	份	份
设计工作量	6000			28	20	5	5								1
完成工作量	6000	36	45	38	20	6	5	16	4	2	5	13	350	30	1

1.5.4 地球物理勘探与测试专项(如表1-5所示)

表 1-5 地球物理勘探与测试专项完成工作量统计表

序号	方 法		设 计 工作 量	实 际 工作 量	完成设计 工作量 (%)	备 注
1	视电阻率 测 深	物理点(个)	588	182	30.95	景区主沟主要勘察方法 (AB) _{max} =460m
		剖面长(m)	48750	42534		
		剖面条数(条)	37	9		
2	高密度 电 法	物理点(个)	0	2458	新增加;大部分 为水域施工	景区横剖面主要勘察方法 Δ _x =3~5m
		剖面长(m)	0	9931		
		剖面条数(条)	0	33		



续表

序号	方 法		设 计 工作量	实 际 工作量	完成设计 工作量 (%)	备 注
3	激电测深	物理点 (个)	0	6	新增加	景区富水带主要勘察方法 (AB) _{max} =140m
		剖面长 (m)	0	158		
		剖面条数 (条)	0	1		
4	自然电场	物理点 (个)	453	789	174.2	景区横剖面辅助勘察方法 $\Delta_x=5m$
		剖面长 (m)	3700	4290		
		剖面条数 (条)	9	12		
5	高精度 磁 法	物理点 (个)	3616	696	19.25	$\Delta_x=3-5m$
		剖面长 (m)	11750	2874		
		剖面条数 (条)	27	10		
6	面波法	物理点 (个)	95	71	74.74	景区主沟辅助勘察方法。道 距 2~5m, d=4~20m
		剖面长 (m)	42200	37487		
		剖面条数 (条)	19	5		
7	低应变 反射法	物理点 (个)	30	19	63.33	
		剖面长 (m)	800	360		
		剖面条数 (条)	3	1		
8	对称四 极剖面	物理点 (个)	124	0	未做	AB=120m
		剖面长 (m)	1100	0		
		剖面条数 (条)	4	0		
9	长海水 深测量	物理点 (个)	66	60	90.91	水域施工, $\Delta_x=20m$
		剖面长 (m)	1250	1112.5		
		剖面条数 (条)	3	4		
10	物探测量	物理点 (个)	816	+128		部分水域施工, 九寨沟测量 点未统计
		剖面长 (m)	15550	15511	99750	
		剖面条数 (条)	38	41		
11	GPS (点)		60	127	211.67	

1.5.5 景观保育技术研究专题 (如表1-6所示)

表 1-6 保育技术研究专题完成工作量统计表

位置	水文地质 测绘点 (点)	现场 EH、 PH 与温 度测量	钙华沉积 速率测量 (组)	土样 (组)	水样 (组)	C、O 同位 素测量	长海示 踪试验	钙华沉积 模拟实验 (组)
九寨沟	70	30			80	10	1	8
黄 龙	95	38	4	5	55	20		
神仙池	23	10				5		
牟尼沟	91	15			22	7		

1.5.6 子课题综合组

该课题由六个单位共同完成,为确定子课题的研究思路、技术路线、研究方法、各专题的工作量等,召开了多次协调会,为了更好地开展野外调查、试验、监测工作等,分别在九寨沟、黄龙设立工作站,加强与两个景区管理局的联系和组织协调工作。

为了提高研究精度,增加了树木年轮水文学测定近 260 年生态状况变化的研究。编制了九寨沟-黄龙核心景区监测系统方案设计。

在六个专题的基础上,完成了“九寨-黄龙核心景区景观形成的地质环境和水循环系统模式测定监测系统建立及景观保育技术应用研究”报告。

质量评述:

各专题严格按审查批准的设计书开展野外调查、测试、取样、综合研究工作,所取得的各种数据是准确可靠的,其间子课题组组织了年度工作进度及质量检查,各专题提交送审报告后于 2006 年 5 月组织了内部审查,主要查找问题和不足,进一步完善研究报告,使各专题的研究随时相互交流,2006 年 7 月 3~4 日组织专家对六个专题研究报告进行评审,7 月底完成了审查后的修改研究报告,为子课题的研究打下了坚实的基础。

1.6 研究工作取得的主要成果

1.6.1 遥感研究专题

1. 运用“3S”技术和 Quickbird 卫星多时数据,首次对九寨沟、黄龙核心景区的水体景观(景观水、固态水及生态水)进行了多年动态和年内动态变化规律的监测和研究。自有遥感资料记载以来的 40 年间,九寨沟核心晚区湖泊总面积相对稳定。平均总面积 273.9ha,1993 年 8 月最大面积(295.36 ha)与 1997 年 9 月最小面积(254.55 ha)相比,仅在+7.83%~-7.07%之间上下浮动。

2. 近 40 年间,长海面积变化的上、下浮动区在+7.08%~-9.75%之间,近 20 年间,长海面积更趋稳定,其变化的上、下浮动区仅在+4.53%~-5.29%之间。双龙海、镜海、箭竹海是九寨沟核心景区主要湖泊中面积变化较大的 3 个湖泊。近 40 年间,面积变化的上、下浮动区分别达到+16.99%~-51.24%、+15.27%~-24.9%和+15.42%~-13.55%之间,近 20 年间,三个海的面积变化亦趋稳定,而其变化的上、下浮动区局限在+3.71%~-6.72%、+8.10%~-5.39%和+5.38%~-10.09%之间,熊猫海面积变化较大,其上、下浮动区在+6.42%~-10.67%之间。

3. 黄龙核心景区的水体景观面积也出现两个变化:丰水期,自 1987 年 7 月至 1993 年 8 月为水体面积增长期,随后下降,至 1997 年 9 月为谷底。再后回升,至 2004 年 9 月为又一峰值期。其中,1993 年 8 月为水体面积最大的峰值区,其水体景观中湖泊面积和钙华滩流面积分别比常年平均的同类面积增加 39.91%与 11.94%,1987 年 8 月与 1997 年 9 月为湖泊与钙华滩流面积最低值期,二者面积分别比同类常年平均面积低 22.54%与 11.89%。

4. 九寨沟和黄龙两个核心景区属于同一气候分区,其冰雪面积的多年动态变化规律具有相似性和同一性。冬季冰雪面积与同期(平水期)的湖泊面积相对比,呈反消涨关系,即冰雪面积越大,则湖泊面积越小,反之亦然;冬季冰雪面积与当年(下个水文年内)丰水期的



湖泊面积相对比,亦是反消涨关系,表明当年丰水期降雨量越小,湖泊面积就越小,同年冬季冰雪面积就越大,反之亦然;两相核心景区冰雪(固态水)降雪量的动态变化趋势呈现周期性特征,一般每10~12年为一个周期。

5. 1997年九寨沟核心景区的有林地面积较1987年略有减少,而2004年的有林地面积较1987年和1997年略有增加,黄龙核心景区的林地和灌木林地随年代渐新,林地略有增加的趋势,灌木林地略有减少。由于景区保护措施增强,生态环境好转,加上自然生长,原有的灌木林地部分发展成林地,故形成了一增一减的趋势。

6. 经研究计算得出九寨沟核心景区从20世纪80年代、90年代直到21世纪初植被土壤蓄水总量呈增加趋势(1987年为1.5926亿立方米,1997年为1.6868亿立方米,2004年为1.6934亿立方米);黄龙核心景区的植被蓄水总量亦呈逐步增加趋势(1987年为238.0126万立方米,1997年为294.1587万立方米,2004年为297.0375万立方米)。

1.6.2 地质环境研究专题

1. 九寨沟北西向的构造断裂和褶皱,古岩溶面是越流域水循环的基础,沟谷的形成是在早期冰U谷的基础上不同程度地受后期流水改造而成的。

2. 长海堤坝为典型的冰川终碛,厚为90~110m,在冰碛物中获ESR测年值19.0万年、20.7万年、21.9万年、22.4万年、22.9万年、23.5万年,主要形成于距今20万年左右,确定其时期为倒数第二次冰期,正是该次冰期作用形成了九寨沟景观的调节水库。

底冰碛构成部分海子景观和瀑布的微地貌条件,但三大瀑布即高瀑布、珍珠滩瀑布、诺日朗瀑布都不同程度地受断层控制。

3. 九寨沟景观是在冰川作用及重力堆积物的基础上,经过后期钙华的沉淀、溶蚀、塌陷等钙华形成与复杂的转化形成的组合体,以泉→钙华湖泊→钙华群海→钙华滩流→钙华瀑布为特征;其形成受控于次级水文单元和原始地貌,钙华自身的发展演化具有周期性、阶段性、旋回性,其形成过程大致为:在冰川作用及重力堆积物的基础上形成湖泊雏形→湖泊尾部富含钙离子的地下水汇入→钙华在湖泊堤坝处快速沉淀→钙华瀑布和钙华滩流形成→钙华滩流上钙华塌陷形成钙华群海→钙华塌陷加剧→湖泊漏失、滩流干涸、景观消亡。根据测年结果,其形成周期大约在2万年左右。

九寨沟诺日朗瀑布、珍珠滩瀑布、树正瀑布存在的钙华垮塌现象应主要缘于其顶部钙华自身的堆积,当堆积到一定程度时,由于重力作用形成垮塌;然后又在垮塌面上进行新一轮的钙华沉淀堆积。这种过程应是一种稳定状况下的正常旋回。因此,判断上述钙华瀑布属于稳定时期。

4. 黄龙钙华体景观是在第四纪冰川堆积物的基础上沉淀而成,其形成年龄有其自身的发展演化规律,就宏观而言,其发育过程为:景观成长→景观平衡→景观消退并形成相应的区域,其受控制于钙华源泉的分布和地下水化学特征。其中钙华成长区面积为7.8851ha,成长→演化平衡区面积为5.7620ha,演化→消退区面积为12.7339ha,非沉积区为37.0902ha(干钙华分布区)。

5. 黄龙钙华是3.5万年以来钙华长期演化发展的结果,钙华景观区内钙华景观的成长→演化→消退处于一个不断缓慢变化、相对稳定的发展深化之中,部分钙华景观的衰退和变化是缓慢的(从地质年代的角度来说)和可逆的。就其地质背景分析而言,属于基本稳定,关

键是地下水和泉的影响,只要保护好黄龙核心景区地下水循环系统,钙华源泉即转花泉不干涸,则黄龙钙华景观不会消失。

1.6.3 九寨沟核心景区水循环系统研究专题

1. 建立了水循环系统模型。

由于特殊的自然条件,九寨沟水循环方式既特殊也复杂,径流途径不长,但地表径流与地下径流可在很小范围内交替转化、重现多次,九寨沟三条主沟的湖泊(海子)、瀑布等景观水在空间分布上主要有以下几种补给和转化关系:

(1) 上下游的湖泊毗邻,仅有一个湖堤相隔,上游的湖水以瀑布或明流形式注入下游湖泊。犀牛海以下的各湖泊多数属于此类。

(2) 上下游湖泊间没有地表水流联系,上游湖泊之水通过渗透性弱的冰积物补给下游湖泊。以长海之水补给五彩池,上季节海为代表。

(3) 上下游的湖泊间通过地表溪流产生水力联系,如天鹅海与箭竹海之间溪流长 7km。

(4) 上下游的湖泊之间在枯水期没有地表水流串联,主要为地下水径流;洪水期形成地表径流并和地下水一起补给下游湖泊,如箭竹海和熊猫海、熊猫海和五花海。

(5) 虽有地表分水岭相隔,但海拔较高的湖泊通过构造裂隙等补给邻沟谷海拔较低的湖泊,如长海补给日则沟原始森林段、长海-五彩池补给日则保护站沟段等。

从上述几种补给和转化关系看,九寨沟内景观水之间有着复杂的水文地质背景,各种水力联系的水体都有着不同的景观特征,也反映了其间所处的不同的地质构造背景和水文地质条件,据此,划分了若干次级水文地质单元。

2. 九寨沟流域面积为 65549ha,其中日则沟流域面积为 24588ha,则查洼沟流域面积为 22109ha,树正沟流域面积为 188.51ha。主要接受大气降水补给,2005 年全流域年降水量为 $48027.95 \times 10^4 \text{m}^3$ 。九寨沟沟口年总径流量为 $39807.71 \times 10^4 \text{m}^3$,蒸发量约 $8220.24 \times 10^4 \text{m}^3$ 。景观水进出量基本达到平衡,说明九寨沟作为一个独立的水文地质单元、完整的水循环系统,岩溶不发育,在目前的生态地质环境条件下处于稳定。

3. 采用声纳探测技术,测得长海最深 85.44m,总长 4350m,南窄北宽,南浅北深,水域面积为 99.6ha~121.5ha,容水量为 3600 万立方米~4500 万立方米,水位年变幅为 7~9m,有效调节库容水量为 900~1100 万立方米。2005 年年降水量为 585.6mm,为 1959 年以来九寨沟降水量出现频率的 90%,以此计算 2005 年度长海丰水期渗漏量为 4045.08 万立方米(6~10 月),平水期渗漏量为 1529.35 万立方米(5、11、12 月),枯水期渗漏量为 1823.73 万立方米(1~4 月),2005 年年渗漏量达 7415.85 万立方米。

4. 箭竹海-熊猫海段渗漏严重,渗漏量约 $3 \sim 4 \text{m}^3/\text{s}$,熊猫海渗漏量约 $0.448 \text{m}^3/\text{s}$,若能保证箭竹海入口来水量大于 $4.0 \text{m}^3/\text{s}$,则熊猫海高瀑布景观可持续展现。

5. 九寨沟水循环系统稳定性与发展演化趋势。

地质环境条件是九寨沟水循环系统的基础,九寨沟核心景区景观形成的地质环境条件是相对稳定的,则气象变化就是关键。从 1750 年开始,九寨沟自然环境变化大约为 50 年一个起落循环,现处于上升周期的末端,受厄尔尼诺现象的影响,区内自然环境变化又有明显的 3.18 年、2.75 年和 2.2 年的短周期。自 1950 年以来,九寨沟景区及附近气象站的年降水和平均温度无突变现象,九寨沟降水存在 24 年显著周期变化,目前正进入降水量增多时期;气温



变化周期为 51 年。在未来几年内,九寨沟的降水量稳中有升,然而到达一定程度后还将转为减少期,这是一个不停的循环过程,在没有突变产生的情况下,这种周期性的循环是稳定的。九寨沟水循环系统的发展演化也存在类似的周期性变化,也是相对稳定的。

1.6.4 黄龙核心景区水循环系统研究专题

1. 近东西向的呈弧形的望乡台断层南至雪宝顶南 5830ha 的泥盆、石炭、二叠系碳酸盐岩的溶孔溶隙为岩溶承压地下水的活动奠定了基础;阻水的望乡台断层及北部的砂板岩为钙华源泉的出露创造了条件;以冰碛层和砂板岩为隔水底板的黄龙冰川谷为黄龙钙华水的运移、循环交替及钙华的发育奠定了基础。

2. 黄龙核心景区水循环系统可大致分为 4 个水循环单元:①黄龙后沟-望乡台下上升泉群水循环单元(核心景区补给区);②五彩池-争艳彩池水循环单元;③争艳彩池-莲台飞瀑水循环单元;④莲台飞瀑-沟口循环单元。在各单元内水系统有由地表至地下的转换,钙华有由成长→平衡(成长-演化平衡)演化→消退的变化。

3. 从黄龙后沟地下水的化学成分可以看出,黄龙后沟的泉水中钙离子、重碳酸根离子及矿化度含量都较低,不是钙华的主要来源;从望乡台下的 1~6 及 8~9 号泉水的水化学分析数据可以看出,沟内泉水的水化学类型以重碳酸钙型为主,水中钙离子、重碳酸根离子、游离 CO_2 、矿化度较高,其中转花泉群的 1~6 及 8~9 号泉矿化度多在 1000mg/L 以上,游离 CO_2 多在 100mg/L 以上,钙离子含量多在 200mg/L 以上,证实了以转花泉为代表的上升泉群是黄龙钙华景观形成的源泉(黄龙钙华的主要来源);而雪宝顶至望乡台断层之间 5830ha 的泥盆、石炭、二叠系碳酸盐岩出露区正是以转花泉为代表的上升泉群的泉域范围,即补给区。通过对水的氢氧同位素指标的测试分析,证明了黄龙水循环系统中的地表水、浅层地下水、岩溶地下水均来源于一定高度的大气降水的入渗补给,但是岩溶水补给时间较长,浅层水、地表水补给时间较短。

4. 1~6 号及 8~9 号泉四季均有水,但流量大小受季节影响,8 个泉多年月平均流量在 8 月份最大,为 137.21L/s,2 月份的总流量为 23.46L/s,多年月平均流量为 83.461L/s。泉流量不稳定系数为 0.22,属于变化性泉,稳定性相对浅层地下水好,与钙华源泉由下层碳酸盐溶水补给有关,旅游黄金周的 5 月、10 月平均流量分别为 71.2L/s 和 102.82L/s,水量较大,丰水期为主要旅游季节,泉流量占全年总流量的 71.3%,对旅游观光有利。

5. 黄龙地区钙华景观是在 3 万年左右的地质历史中形成的,在这 3 万年中随水中钙华的沉积而形成,随水流的变化而演化;黄龙钙华景观形成的地质环境条件是稳定的,而大气降水(包括降雪)、地表水、地下水的流量及循环交替、转换条件等虽存在多年变化和年内季节变化,但总体来说黄龙钙华景观仍是相对稳定的。近年来,人们所说的黄龙景观砂化、变黑,只因局部地表漫流改道或水量相对减少,使局部彩池边石坝变黑或开裂、坍塌、风化破坏,这正是相对稳定中的局部变化。黄龙钙华景观区内钙华景观的“沉积”和“溶蚀”、衰退处于一个不断缓慢变化的、相对稳定的发展演化之中。部分钙华衰退和退化是缓慢的(用地质年代来计算)。钙华衰退、消亡演化可能加速的方向是破坏钙华的完整结构和水流状态;相反,保护好钙华的完整结构和维护好有利的水系统流态,还可能延缓其演化过程,向景观形成和发育的方向发展。