

铁路工程地质实例

(西南及相邻地区分册)

中国中铁二院工程集团有限责任公司 主编

TIELU GONGCHENG DIZHI SHILI

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路工程地质实例

(西南及相邻地区分册)

中国中铁二院工程集团有限责任公司 主编

中国铁道出版社

北京 2011年

北京

内 容 简 介

本书收录了中铁二院自成立以来,历年所承担的以铁路为主的工程建设项目中,具有一定代表性的工程地质实例和科研成果、技术总结、技术方法等共167篇。全书共分八章,内容包括西南地区区域工程地质条件综述,主要铁路的工程地质概况,工程地质选线,路基工程,隧道工程,桥梁与涵洞工程,公路、城市交通工程及建筑地基,科研成果、技术总结与技术方法等。本书大部分实例由该项工作的参加者自行撰写;部分实例系根据中铁二院保存的技术档案、科研成果报告或技术总结报告整理、编录而成。

图书在版编目(CIP)数据

铁路工程地质实例. 西南及相邻地区分册/中国中铁二院工程集团有限责任公司主编. —北京:中国铁道出版社, 2011. 6

ISBN 978-7-113-12803-6

I. ①铁… II. ①中… III. ①铁路工程-工程地质-西南地区 IV. ①U212.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 056318 号

书 名: 铁路工程地质实例(西南及相邻地区分册)

作 者: 中国中铁二院工程集团有限责任公司

责任编辑: 傅希刚

电话: 路(021)73142, 市(010)51873142

电子信箱: fxg711@163.com

封面设计: 冯龙彬

责任校对: 孙 玖

责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 中煤涿州制图印刷厂北京分厂

版 次: 2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 72.25 插页: 1 字数: 1831 千

书 号: ISBN 978-7-113-12803-6

定 价: 260.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部联系调换。

联系电话: 路(021)73170, 市(010)51873170

打击盗版举报电话: 路(021)73187, 市(010)63549504

编辑委员会名单

主 任:漆宝瑞

副主任:朱 颖 张文健 许佑顶 肖道坦 蒋良文

屈 科 秦小林 李光辉 唐民德(常务)

委 员:(以姓氏笔划为序)

马建军 王子江 王光权 王茂靖 王 科

严璧玉 吴俊猛 张亨纲 李 坚 李建强

李维克 杨红兵 杨 英 汪国信 陈德君

罗成模 郑永泉 赵 平 唐万春 涂正林

寇 川 曹化平 雷旭友 魏栋华

前 言

中国中铁二院工程集团有限责任公司(原铁道部第二勘测设计院,以下简称中铁二院)是国内工程地质工作起步较早的单位之一。中铁二院成立于1952年,翌年即设立工程地质路基科,开展了为铁路工程设计和地质灾害整治服务的工程地质工作。改革开放以前,中铁二院的任务以西南地区铁路建设的勘察设计为主,也承担了其他地区部分铁路的勘察设计。自20世纪80年代起,中铁二院逐渐打破地域和行业界限,快速进入市场。随着综合实力的不断增强,依托几十年铁路建设积蓄、培育的技术优势,中铁二院的业务范围已由单一的铁路工程建设领域拓展到地铁、轻轨、公路、岩土工程、市政工程等多种工程建设领域。

在中铁二院半个多世纪的发展历程中,作为工程设计基础性专业的工程地质专业,从无到有、从小到大,时至今日,已发展成为一支技术底蕴深厚,集地质、钻探、物探、遥感、试验、原位测试、工程检测和岩土工程为一体的专业化队伍。这支队伍数十年筚路蓝缕、殚精竭虑,积几代人的努力,累计完成600余条、总长60000多千米铁路干、支线的工程地质勘察设计,为我国铁路建设事业作出了贡献。

西南地区地形艰险,地质复杂,铁路建设工程艰巨,影响和控制线路方案和工程的不良地质、特殊岩土类型多、分布广、规模大。中铁二院工程地质专业通过长期的磨炼,特别是在分别获得国家科技进步特等奖和一等奖、有“地质博物馆”和“地质灾害展览馆”之称的成昆铁路、南昆铁路的建设实践中,不断研究、探索,积累了丰富的经验。但是,由于工程地质工作是对客观自然环境的认识过程,受时代背景、客观条件以及当时的技术水平和认识能力所限,工作中难免不遭受挫折乃至失误。为总结这些经验教训,以期达到温故知新、承先启后的目的,在中铁二院漆宝瑞董事长、朱颖总经理的大力支持和亲自安排下,组织具有丰富实践经验的专业技术人员编写了《铁路工程地质实例(西南及相邻地区分册)》一书。

本书收录了中铁二院自成立以来,历年所承担的以铁路为主的工程建设项目中,具有一定代表性的工程地质实例和科研成果、技术总结、技术方法等共167篇(第三章至第八章)。全书共分八章:第一章西南地区区域工程地质条件综述;第二章主要铁路的工程地质概况;第三章工程地质选线;第四章路基工程;第五章隧道工程;第六章桥梁与涵洞工程;第七章公路、城市交通工程及建筑地基;第八章科研成果、技术总结与技术方法。本书大部分实例由该项工作的参加者自行撰写;部分实例系根据中铁二院保存的技术档案、科研成果报告或技术总结报告整

理、编录而成。

中铁二院高度重视本书的编写工作,成立了以集团公司董事长漆宝瑞为主任和以集团公司总经理朱颖、总工程师许佑顶等为副主任的编辑委员会,负责全书编写的指导、评审。本书编写的组织、协调工作由中铁二院地勘岩土工程公司负责,地勘岩土工程公司领导亲自安排并具体参与了本书的策划工作。同时,成立了以唐民德任组长和由罗成模、张亨纲、涂正林、严璧玉、郑永泉等长期从事工程地质工作、具有较丰富实践经验的同志组成的编审小组,负责本书稿件的编纂、审改工作。编审小组具体分工如下:第一章由张亨纲高级工程师负责审改;第二章由罗成模高级工程师负责审改;第三章、第四章、第八章由唐民德教授级高级工程师负责审改,并分别由张亨纲、严璧玉协助;第五章由涂正林高级工程师负责审改;第六章由严璧玉高级工程师负责审改;第七章由郑永泉高级工程师负责审改,并由罗成模协助。全书的统稿工作由唐民德负责。各实例的编撰者,均署名于实例文稿前。肖红玉、严妙珍、周晓英、舒晓宁等同志参加了本书图件、文字的绘制、打印工作。曾经参加本书所列实例工点、科研、总结实际工作的同志和本书引用的参考文献、资料众多,本书未一一列出,敬请谅解,并在此深表谢忱!

由于本书收录的实例年代跨度较大,故岩土定名、涉及的计量单位、图例符号等,基本按当时的标准要求书写,未再进行统一。

编 者

2010 年 12 月

目 录

第一章 西南地区区域工程地质条件综述	1
一、自然地理	1
二、区域地层岩性	3
三、区域地质构造、新构造运动及地震	5
四、区域水文地质	12
五、区域不良地质及特殊岩土	13
第二章 主要铁路的工程地质概况	21
一、成渝铁路工程地质概况	21
二、宝成铁路工程地质概况	27
三、黔桂铁路工程地质概况	32
四、川黔铁路工程地质概况	37
五、贵昆铁路工程地质概况	43
六、成昆铁路工程地质概况	53
七、襄渝铁路工程地质概况	61
八、达成铁路工程地质概况	67
九、南昆铁路工程地质概况	73
十、广大铁路工程地质概况	80
十一、内昆铁路工程地质概况	86
十二、达万铁路工程地质概况	95
十三、渝怀铁路工程地质概况	99
十四、遂渝铁路工程地质概况	106
十五、大丽铁路工程地质概况	113
十六、武广客运专线韶关至花都工程地质概况	118
本章结束语	126
第三章 工程地质选线	128
一、成昆铁路韩都路至两河口展线方案的工程地质选线	128
二、南昆铁路顶效方案与南盘江沿江方案的比选	134
三、南昆铁路石林地区的岩溶与线路方案比选	142
四、新建内昆铁路越岭地段工程地质选线实录	150
五、渝怀铁路乌江峡谷的地质选线	168
六、1966年2月东川地震与铁路选线及工程设置	175

七、东川铁路线路比选和泥石流危害	181
八、黔桂铁路改扩建工程几处典型地质选线	189
九、株六增建二线的大竹林长隧方案工程地质选线	196
十、株六增建二线普舍寨错落、岩堆特征与地质选线	202
十一、宝成铁路增建二线丁家坝至熊家河段工程地质选线	205
十二、宝成铁路增建二线阳平关至二郎庙段工程地质选线	207
十三、玉蒙铁路汉邑村线路方案工程地质选线	214
十四、玉蒙铁路区域地质特征及走向方案地质选线	219
十五、大理至丽江铁路越岭地段地质选线	226
十六、洛湛铁路大桂山越岭地段工程地质特征及地质选线	231
十七、横南铁路武夷山分水关越岭隧道地质选线	235
十八、地质选线在水柏铁路中的运用	239
十九、达成铁路淮口至金堂沱江峡谷段线路方案比选回顾	243
二十、武广铁路大瑶山区地质选线	248
二十一、襄渝铁路增建二线万源至青花坝段采空区变形特征与地质选线	252
本章结束语	258
第四章 路基工程	260
一、成昆铁路甘洛车站 1、2 号滑坡整治	260
二、成昆铁路金沙江右岸落石试验	266
三、渡口铁路支线弄弄坪“昔格达”层滑坡	271
四、襄渝铁路赵家塘滑坡	275
五、襄渝铁路月河隧道进口段滑坡的治理	281
六、焦柳铁路危岩落石整治工程勘测设计回顾	284
七、达成铁路悦来场滑坡工程地质勘察与整治	288
八、南昆铁路软质岩高边坡路堑工程的设计与施工	295
九、南昆铁路长坡岭地段地质病害及其整治	299
十、南昆铁路永丰营车站软土路堤病害及其整治	304
十一、南昆铁路八渡车站巨型滑坡及其整治	310
十二、南昆铁路龙床红黏土地区地裂与房裂调查分析	318
十三、黔桂铁路扩能改造筹洞软土路基及其线位选择	325
十四、内昆铁路荞酥厂软土路堤坍塌及处理	331
十五、内昆铁路特殊及不良地质问题的路基工程技术	333
十六、内昆铁路李子沟“斜坡软土”特性及路基工程对策	340
十七、内昆铁路田梁子病害地段成因及整治	342
十八、内昆铁路威宁站软土路基病害及处理	345
十九、内昆铁路小儿坪古滑坡工程地质特征	349
二十、六盘水枢纽曹家湾车站滑坡成因及其整治措施	352
二十一、六盘水枢纽南编组站高填方病害及防治	355
二十二、宝成铁路增建二线 DK438 滑坡工程实例	359

二十三、宝成铁路略阳至上西坝段 1981 年水害抢险重点病害概况及整治实例	362
二十四、预应力锚索在宝成增建二线中的应用	366
二十五、宝成铁路增建二线明月峡隧道进口斜坡变形与整治	371
二十六、对水柏铁路鸡场滑坡的认识	373
二十七、水柏铁路银山顺层滑坡工程地质特征及其治理	377
二十八、达万铁路万县西站地质病害特征及工程整治	380
二十九、渝怀铁路磨溪至白涛段盐溶角砾岩的地质特征及判识	386
三十、渝怀铁路冯家坝车站路基病害分析	389
三十一、渝怀铁路石子坝车站软土特征及其对工程的影响	393
三十二、株六复线 K214 危崖开裂病害整治	397
三十三、浙赣铁路提速改造工程 BDK820 + 175 ~ + 420 路堑小煤窑塌陷的勘察	401
三十四、浙赣铁路提速改造工程切层坡倾倒变形及破坏机理分析	404
三十五、浙赣铁路提速改造工程路基覆盖型岩溶塌陷特征及工程整治	410
三十六、大丽铁路玄武岩全风化带工程地质特性及路基处理对策	415
三十七、玉蒙铁路第三系膨胀性岩土工程地质特性及路基工程处理	419
三十八、福厦铁路以凝灰岩作路基填料的地质问题	424
三十九、武广客运专线新英德车站软基勘察及工程治理	431
本章结束语	436

第五章 隧道工程	438
一、成昆铁路百家岭隧道病害及整治	438
二、成昆铁路关村坝隧道岩爆及病害整治	443
三、成昆铁路利子依达隧道工程地质特征及围岩分类	447
四、成昆铁路沙马拉达隧道涌水及衬砌腐蚀问题	459
五、成昆铁路南段含盐地层隧道病害及其整治	469
六、襄渝铁路中梁山隧道岩溶水害及处理	475
七、襄渝铁路增建二线新大巴山隧道岩溶涌水病害	483
八、达成铁路炮台山隧道的天然气地质条件	490
九、宝成二线隧道滑坡与预应力锚索加固	494
十、株六复线新拱众坝隧道工程病害综合治理	502
十一、南昆铁路砂锅寨 2 号隧道及出口洼地岩溶水害与整治	505
十二、南昆铁路家竹箐隧道的瓦斯地质工作	509
十三、南昆铁路家竹箐隧道地质条件及地应力特征	516
十四、南昆铁路相田 2 号隧道及其前后路堑病害与整治	525
十五、南昆铁路平中 2 号隧道出口段滑坡的工程整治	529
十六、南昆铁路草庵隧道衬砌开裂原因分析及处理措施	532
十七、南昆铁路柏子村 1 号隧道古蠕变体及滑坡病害整治	536
十八、渝怀铁路圆梁山隧道工程地质勘察与施工地质	542
十九、渝怀铁路圆梁山隧道毛坝向斜深埋大型充填溶洞形成机制浅析	554
二十、物探方法在圆梁山隧道超前地质预报中的应用	568

二十一、渝怀铁路武隆隧道大型暗河发育特征与工程处理	574
二十二、渝怀铁路黄草隧道顺层偏压病害	580
二十三、渝怀铁路彭水隧道进口段岩溶涌水分析	585
二十四、渝怀铁路鱼塘湾隧道进口段围岩变形分析及处理	589
二十五、渝怀铁路黄家湾隧道地下水渗漏原因分析及处理措施	594
二十六、水柏铁路银山隧道膏盐地质病害及工程地质特征分析	598
二十七、水柏铁路何家寨隧道地质灾害整治	601
二十八、黔桂铁路改扩建工程堂仗隧道小煤窑采空区变形特征及工程处理	608
二十九、浙赣铁路提速改造工程新羊石隧道地质勘察实例	613
三十、洛湛铁路北岗隧道花岗岩蚀变带地质病害及工程整治	616
三十一、郑西客运专线张茅隧道工程地质特征	621
三十二、武广客运专线高岭隧道进口段地质病害及工程治理	628
三十三、玉蒙铁路旧寨隧道高温地热水的分析	634
三十四、玉蒙铁路通海隧道施工涌水分析	642
三十五、大丽铁路地质特征和隧道工程	650
三十六、大丽铁路禾洛山隧道综合勘探与施工地质问题	655
三十七、贵昆铁路梅子关隧道岩溶水的整治	662
本章结束语	666
第六章 桥梁与涵洞工程	668
一、成昆铁路北段峡谷区泥石流沟的特点与桥位选择	668
二、成昆铁路利子依达沟泥石流灾害	675
三、利子依达沟泥石流灾害成因浅析	681
四、南昆铁路板其 2 号大桥岩溶工程地质特征分析	685
五、南昆铁路清水河大桥峡谷岸坡稳定性评价及岸坡稳定角的确定	688
六、内昆铁路李子沟特大桥 11 号墩昆明端岸坡加固工程实践	693
七、内昆铁路龙塘山 2 号大桥岸坡稳定性及工程加固	699
八、内昆铁路李子沟特大桥边坡病害整治	705
九、内昆铁路花土坡特大桥不良地质和边坡变形	710
十、内昆铁路喇叭溪 3 号大桥的不良地质及其整治	717
十一、内昆铁路二道桥双线大桥病害及其治理	722
十二、水柏铁路北盘江大桥工程地质勘察和岸坡稳定性评价	726
十三、断裂构造对襄渝铁路增建二线牛角坪特大桥的影响	734
十四、渝怀铁路扇沱场长江特大桥工程地质条件评价	737
十五、渝怀铁路干溪沟涵洞变形及处理	742
十六、遂渝铁路蓼叶湾大桥工程地质勘察	748
十七、浙赣铁路提速改造工程罗桥河特大桥施工中的地面塌陷及原因分析	753
十八、玉蒙铁路竹居河峡谷工程地质条件及桥位比选	761
十九、黔桂铁路改扩建工程下王祥特大桥基坑施工中边坡变形及处理	768
二十、黔桂铁路改扩建工程雍对特大桥施工变更设计及工程处理	771

二十一、洛湛铁路黄田特大桥工程地质勘察及基坑塌陷	776
二十二、福厦铁路火成岩差异性风化地区桥梁地质勘察与病害处理	783
二十三、郑西客运专线黄龙村特大桥黄土特性和岸坡稳定分析	788
二十四、株六复线洞底沟大桥滑坡成因分析及工程整治	792
二十五、南防铁路小董河特大桥岩溶发育规律及其工程地质评价	797
二十六、宜珙铁路支线塘坝洼地岩溶勘探及处理方案	804
本章结束语	807
第七章 公路、城市交通工程及建筑地基	809
一、武隆县政府滑坡特征与稳定性分析	809
二、茅台酒厂滑坡及其综合治理	819
三、中铁二院综合楼高层建筑工程地质勘察	828
四、重庆客站综合站房工程地质勘察	833
五、川黔铁路太白站牵引变电所堆填土滑坡工程地质勘察	837
六、成都地铁1号线工程建设的地质问题及对策	842
七、成都地铁特殊地质条件及岩土工程勘察	847
八、深圳地铁3号线高架段岩溶勘察及工程治理	860
九、 K_{30} 试验在深圳地铁基床系数测试中的应用	873
十、厦门东通道(跨海)工程方案的地质条件评价	878
十一、云南大保高速公路徐村大桥滑坡及其治理	891
十二、成渝高速公路中梁山隧道工程地质勘察与施工地质	896
十三、广州南部快速路新龙特大桥工程地质勘察	906
十四、广州南部快速路海积软土工程特征及整治	910
十五、粤赣高速公路上陵至热水段花岗岩全风化层的特性	915
十六、广深沿江高速公路东莞断陷盆地第三系地层的特征	920
十七、陆家嘴滑坡特征与稳定性分析	924
十八、稳定流计算在青岛港8号码头工程水文地质勘测中的应用	932
十九、地质综合勘察方法在地基强夯处理工程中的应用	940
本章结束语	945
第八章 科研成果、技术总结和技术方法	948
一、胶济铁路沿线的晚新生代生物地层	948
二、南昆铁路七甸泥炭土路基工程试验	955
三、山间软弱土高填方斜坡地基处理技术研究	966
四、郑西客运专线黄土岸坡桩基稳定性研究	979
五、西南地区岩溶地貌和岩溶隧道水文地质条件分类研究	987
六、西藏迫龙藏布河谷的地貌特征及其对铁路建设的工程地质意义	997
七、对西藏嘉黎—易贡深大断裂通麦至松宗段的初步认识	1008
八、龚嘴水库坍岸观测	1017
九、水口水库坍岸线的预测及水库蓄水后库岸的变化	1038

十、磁铁矿采空区处理施工工艺与技术	1047
十一、岩溶地面塌陷处理技术与注浆	1050
十二、铁路地质综合勘察方法探讨	1058
十三、对水均衡法预测岩溶区坑道涌水量的见解	1066
十四、解泰斯公式的优选法初探	1071
十五、孔内水柱压水法	1079
十六、遥感技术在家竹箐长隧道地区工程地质工作中的应用	1082
十七、大地电磁勘探在隧道工程中的应用	1089
十八、综合物探在南昆铁路岩溶复查工作中的应用	1096
十九、综合物探在内昆铁路越岭复杂地质地段选线中的应用	1103
二十、CAPO-TEST 后装式拔出法在工程检测中的应用	1111
二十一、高次趋势面分析在岩溶勘探中的算法与应用	1115
二十二、浅层地震反射波法在厦门海沧大桥勘测中的应用	1122
二十三、地质雷达技术在隧道衬砌检测中的应用	1126
二十四、提高承载比(CBR)试验质量的探讨	1132
二十五、工程地质信息管理系统的开发与应用	1136
本章结束语	1141

第一章 西南地区区域工程地质条件综述

卿三惠

一、自然地理

我国西南地区包括云南省、贵州省、四川省、重庆市、西藏自治区及广西壮族自治区。6个省(市、自治区)的总面积为 257.06 万 km^2 , 其中山区占 75.1%, 丘陵为 20.24%, 平原和盆地及大谷地只占 4.66%。

(一) 气候特征

西南地区地势上分属三个台阶, 从西部高山至东部平原, 相对高差 8000 m 以上, 导致这大片地区的气候条件具有立体性特征。

1. 年日照时数

西藏达 3000 ~ 4000 小时, 怒江为 1600 ~ 2000 小时, 金沙江及昆明西北一带为 2400 小时; 成都地区为 1000 ~ 1200 小时, 广西多为 1600 ~ 1800 小时, 其他地区多为 2000 ~ 2200 小时。

2. 年平均气温

西藏地区以 4°C ~ 8°C 为多, 藏南大峡谷多在 10°C ~ 26°C 之间变化, 云南地区多为 12°C ~ 22°C , 成都平原为 16°C ~ 18°C , 贵州地区多为 16°C ~ 18°C , 广西地区多为 22°C 左右。

3. 年降雨量

西藏地区察隅年降雨量可达 1000 mm, 林芝地区约为 700 mm, 拉萨为 400 mm, 日喀则为 300 mm, 定日为 200 mm 左右, 藏北高原只有 50 ~ 200 mm; 云南省滇西南和元江—红河谷地, 年平均降雨量在 2000 mm 以上, 滇中及滇北地区只有 500 ~ 600 mm; 贵州省年降雨量一般为 1500 mm; 四川省川西高原北部阿坝、若尔盖及理塘一带只有 600 ~ 900 mm, 而大部分地区在 1000 mm 左右, 金沙江、安宁河谷可达 800 ~ 1200 mm; 重庆市年降雨量为 1000 ~ 1200 mm; 广西壮族自治区年平均降雨量为 1100 ~ 2800 mm, 且东部多于西部。

西南地区地形东低西高, 气候条件受地形地势制约, 降雨量具东多西少趋势。但是, 由于云贵高原南部及广西南部有来自南部的暖湿气流, 故滇南、桂南一带雨量较多。西藏高原受喜马拉雅山脉阻挡, 暖湿气流主要沿雅鲁藏布江近南北向的大峡谷北上, 在峡谷及周围由南往北, 雨量由 5000 ~ 6000 mm, 逐渐减少为 1000 mm; 进入东西向雅鲁藏布江, 以及藏北高原雨量只有 200 ~ 400 mm, 有的只有 50 mm。南海暖湿气流北上受滇西、藏东南横断山脉及川西高山阻挡, 折向东北及东部, 在滇西、川西山区降雨量可达 1200 ~ 1600 mm, 而成都平原只有 1000 mm 左右。

(二) 水系分布

西南地区主要水系为长江流域上游、珠江流域上游、西南国际诸河及藏北羌塘内陆河流

域。云南省中甸和昭通一带、贵州省北部、四川省、重庆市主要属于长江水系,广西地区主要属于珠江水系,桂南有小河流直接流入北部湾。

1. 长江流域上游

长江发源于青藏高原上的唐古拉山主峰各拉丹东,干流流经青海、西藏、云南、四川、贵州、重庆等 11 个省(市、自治区),向东注入东海。

长江从源头到湖北的宜昌为上游,流经青藏高原、横断山脉、巫山山脉等,水流湍急,峡谷众多,落差很大,具有丰富的水力资源。流域上游包括的河流主要有金沙江、雅砻江、安宁河、大渡河、岷江、沱江、嘉陵江、涪江、渠江、青衣江、赤水河、乌江等,涉及青藏高原、四川省、云南省、贵州省的部分地区及重庆市的大部分地区。

2. 珠江流域中上游

珠江流域位于我国南部,跨越滇、黔、桂等 6 省(市、自治区),向南注入南海。

珠江水系最大干流是西江,此外还有北江、东江及珠江三角洲网河。西江上游是红水河。南盘江和北盘江两支流会合于贵州蔗香(双江口),由蔗香至广西象州县三江口段称为红水河,全长 659 km。三江口至桂平段称为黔江,干流长 122 km。黔江在桂平县与郁江汇合后称为浔江,干流长 172 km。浔江至梧州与桂江汇合,才成为西江。自双江口至梧州,广西境内的红水河—黔江—浔江干流长 953 km。

3. 西南国际诸河

西南国际诸河,包括雅鲁藏布江和藏南的察隅曲、西巴露曲、明曲等河流,以及藏西的森格藏布、喀儿河、朗钦藏布等。由云南出国境的河流主要有澜沧江、怒江、元江、龙川江等国际诸河。此外,还有滇西南一些河流。

雅鲁藏布江为西藏第一大江,发源于喜马拉雅山西部山区,基本沿喜马拉雅山北麓和冈底斯山之间谷地由西向东径流,于林芝东北的德母下游大拐弯后,改由北向南流,形成大峡谷。雅鲁藏布江干流长 2057 km,由西藏出境经印度、孟加拉国,注入孟加拉湾。

澜沧江发源于青海唐古拉山北麓,流经西藏入云南,自西双版纳进入缅甸、老挝后称湄公河。

怒江发源于西藏唐古拉山南麓,经云南流入缅甸后称萨尔温江。

元江发源于云南省境内哀牢山,入越南后称红河,注入北部湾。

4. 湖 泊

西藏高原的湖泊大多与冰川发育有密切关系,不少湖泊的上游常有冰川延伸到湖畔,湖泊水量的变化受冰川消融规律支配显著。西藏自治区是我国湖泊最多的地区,全区约有大小湖泊 1500 多个,其中面积最大的纳木错湖面积达 1920 km^2 。

云、贵、川的湖泊与地质构造断陷作用密切相关,主要有断陷成因和岩溶成因两种类型的湖泊。断陷型湖泊以滇东的滇池、杞麓湖、抚仙湖、星云湖、异龙湖及滇西的洱海、四川的邛海、川滇边界的泸沽湖等为代表,岩溶型湖泊以云南的个旧湖、贵州威宁的草海、四川的马湖等为代表。云贵高原的湖泊大多为淡水湖,为重要的城市供水及农业生产灌溉水源的调蓄场所。

(三) 地势地貌

西南地区地势西高东低,山川秀丽,景象万千,山地、高原、丘陵、盆地均有分布,主要包括西藏高原、云贵高原、川西山地高原、四川盆地、渝东山地及广西盆地等。从西到东的地貌可划分为三个台阶:

1. 西藏高原为第一台阶,高程以 $4000 \sim 5000 \text{ m}$ 为主。高原上有喜马拉雅山、冈底斯山、

喀喇昆仑山、昆仑山、唐古拉山、念青唐古拉山等山脉,其中喜马拉雅山脉的珠穆朗玛峰 8844.43 m。在昆仑山脉、唐古拉山脉和冈底斯山脉、念青唐古拉山脉之间,是一片广阔的高原。冈底斯山脉和喜马拉雅山脉之间为雅鲁藏布江流域的东西向干流。

2. 云贵高原、四川盆地周边及重庆地区属于第二台阶,高程以 1000~2000 m 为主。高原西部周边高山也在 4000~5000 m 高程以上,主要有玉龙雪山(5596 m)、哈巴雪山(5396 m)、梅里雪山(6740 m)、碧罗雪山(4553 m)、老君山(4247 m)、点苍山(4122 m)、高黎贡山(4900 m)、白马雪山等。云贵高原自西向东高程降低,昆明一带高原盆地高程为 1900~2000 m,至贵阳一带盆地高程降为 900~1000 m。四川西部山地高原有 4500 m 高程以上的万年雪山,大雪山主峰贡嘎山高程为 7590 m,川西北岷山的最高峰雪宝顶的高程为 5588 m。四川盆地四周有龙门山、邛崃山、大相岭、大巴山、大雪山、大凉山、沙鲁里山、雀儿山、华蓥山、龙泉山及云贵高原上的大娄山,高程在 1000~3000 m,多为中山地貌。

3. 广西盆地主要属于第三台阶,高程以 1000 m 以下为主。盆地四周山地环绕,桂西及桂南有大明山、都阳山、高楼岭、十万大山、六万大山、勾漏山、大容山及罗阳山,桂北、桂东北有苗儿山、海洋山、九万大山和大瑶山,其中苗儿山和元宝山主峰高达 2000 m 以上,其余多在 1500 m 以下。广西盆地中郁江流域高程在 200~50 m,桂中平原等高程也在 200 m 以下。

二、区域地层岩性

西南地区处于欧亚板块的东南缘,与太平洋板块和印度板块相接,各地区地质环境差异较大,发展历史各不相同,区域地质各具特点。全区沉积类型多样,地层出露齐全,新生界、中生界、古生界、元古界、太古界的地层均有出露,其间多期岩浆活动强烈,岩浆岩分布广泛,规模巨大,既有岩浆侵入,又有岩浆喷发,演化历史漫长。变质作用类型齐全,变质程度各异,成矿条件优越,矿产资源丰富,是全国乃至全球具有重要地质特色的地区之一,也是全面研究地壳构造演化的重要地区之一。

西南地区岩浆活动主要经历四堡期(川西北、滇西、龙门山—攀西、扬子区南缘)、加里东期(滇藏)、华力西期(藏北、藏东、三江地区较为强烈)、印支期(滇藏地区)、燕山期、喜马拉雅期。燕山期是最重要的岩浆活动期,西南广大地区均有分布。喜马拉雅期岩浆活动在滇藏地区表现尤为突出。西南地区各时代地层特征简要介绍如下:

(一)太 古 界

主要分布于昆仑山、喀喇昆仑山、阿尔金山及帕米尔高原西部,为一套变质岩系,主要为石英岩、片岩、片麻岩、角闪岩夹大理岩及混合岩等。

(二)下元古界

主要分布于昆仑山、阿尔金山、喜马拉雅山和龙门山一带,主要为块状结晶石灰岩、石英岩、片麻岩、大理岩、板岩、千枚岩、硅质石灰岩夹燧石结核、变质石英砂岩、粉砂岩夹灰岩、白云岩及中—基性火山岩等,构成青藏高原的基底岩系。

(三)上元古界震旦系

主要分布于喜马拉雅山、大巴山、滇中、川西等地,岩性主要为变质的砂岩、石英岩、石英砂

岩、长石砂岩、白云岩、白云质灰岩、大理岩、硅质岩、千枚岩、板岩、片岩、页岩、玄武岩，局部夹砂岩、页岩、砾岩等。

(四) 下古生界寒武系

主要分布于昆仑山、喜马拉雅山、龙门山、北大巴山、川西、滇西、滇东、滇东南、黔北等地，岩性主要为一套变质的片岩、千枚岩、板岩、页岩、片麻岩、长石石英砂岩、石英变粒岩、灰岩、白云岩夹大理岩、钙质砂岩、钙质石英砂岩、粉砂岩及凝灰岩、流纹岩、火山岩等。

(五) 下古生界奥陶系

主要分布于西昆仑山北缘、喜马拉雅山及扬子陆块西南边缘的北大巴山、川西、川东、滇西、滇东南、贵州等地，岩性为绿泥石千枚岩、板岩、页岩、细粒石英砂岩、粉砂质泥岩、泥灰岩、灰岩、白云岩等。

(六) 下古生界志留系

主要分布于北喜马拉雅山、北大巴山、川西、川东、滇西、滇东、滇东北、黔北等地，岩性主要为层状石灰岩、白云质灰岩、大理岩、砂岩、粉砂岩、板岩、片岩、千枚岩、凝灰岩、安山岩等。

(七) 上古生界泥盆系

主要分布于藏南、川西、川北、滇西、滇东等地，岩性主要为硅质岩、灰岩、白云质灰岩、白云岩、泥灰岩、板岩、千枚岩、砂岩、砂质页岩等。

(八) 上古生界石炭系

主要分布于聂拉木、保山、川西、滇东南、贵州等地，岩性主要为灰岩、硅质岩、白云质灰岩夹板岩、页岩、砂岩等。

(九) 上古生界二叠系

主要分布于聂拉木、保山、川西、滇东南、贵州一带，岩性主要为灰岩、砾岩、砂岩、页岩夹煤层等。

(十) 中生界三叠系

广泛分布于拉萨、怒江、川西、川南、滇东南、黔西南、广西等地，为金沙江和澜沧江分水岭山脉的主要地层，岩性主要为泥岩、页岩、砂岩夹煤层、灰岩、白云质灰岩、白云岩及泥质灰岩夹页岩、粉砂岩、砂岩、凝灰岩夹页岩。在三江地区的石钟山组夹有煤线，红坡组含石膏。

(十一) 中生界侏罗系

主要分布于岗巴、斑戈—洛隆、羌塘、四川盆地、滇中一带，岩性多为紫红色砂岩、粉砂岩、泥岩、粉砂岩夹泥岩及煤层、泥灰岩、砾岩等。

(十二) 中生界白垩系

主要分布于岗巴、斑戈—洛隆、羌塘、四川盆地、滇中等地，岩性多为砂岩、砾岩、粉砂岩、泥

岩、页岩、泥灰岩、石灰岩等,局部夹石膏。

(十三) 新生界第三系

主要分布于岗巴、可可西里、滇西、滇东、川、黔、广西等地,以红色碎屑沉积为主,岩性有砾岩、砂岩、泥岩夹褐煤、砂质页岩、粉砂岩、砂岩及钙质(角)砾岩、泥灰岩等,局部夹有油页岩及石膏。

(十四) 新生界第四系

各地广泛分布,主要为残积、坡积、崩积、冲积、洪积、湖积、冰碛等不同成因的各类土层,厚度变化较大。

三、区域地质构造、新构造运动及地震

(一) 大地构造分区

西南地区位于印度板块与欧亚板块相互碰撞接触带及其附近,地处印尼—滇缅弧形构造与川滇南北构造带复合部位。由于印度板块向欧亚板块的强烈俯冲、抬掀,致使青藏高原急剧抬升的同时,岩石圈物质向东及南东方向侧向挤出,由此而驱动该地区地壳物质以断块形变位移方式向东及南东强烈楔入,导致板块边界断裂发生强烈的水平剪切错动,形成错综复杂的地质构造格局。

西南地区地质构造复杂,活动带与稳定区并存,表现形式多样。主要断裂的分布与中国大地构造格局一致,往往构成主要构造单元的边界。根据各地质时代间存在的不整合接触、岩浆侵入关系,本区可划分为四堡期、晋宁期、燕山期、喜马拉雅期四个构造期。

根据西南及邻区地史演化过程中沉积组合、岩浆活动、变质作用和构造运动等时空发育的总体特征,西南地区大地构造可划分为喜马拉雅褶皱系、冈底斯—念青唐古拉褶皱系、青藏—滇西褶皱系和扬子地台四个地质构造区(见图 1—3—1),各区与相邻区之间均以深、大断裂带为界。

1. 喜马拉雅褶皱系构造区

根据本区地层、构造、岩浆活动等方面的地史发展特点,大致以错那—洛扎—定日—吉隆一线断裂带为界,划分为北部的北喜马拉雅褶皱带,南部的高喜马拉雅断褶带。

北喜马拉雅地区出露最老地层为前奥陶系,为本区的结晶基底,厚达 4 430 m,不整合于具准地台性质的下石炭统或下二叠统之下。缺失上二叠统。到三叠纪成为地槽型深水复理石沉积,厚度较大,尤其上三叠统厚达 1 400 ~ 9 570 m,并不整合于石炭—二叠系或中、下三叠统之上。侏罗—白垩系仍为深水复理石沉积。在雅鲁藏布江一带,大部分缺失下侏罗统,主要出露上侏罗与下白垩统。第三系为海相层。始新世中晚期由于喜马拉雅运动使海水向西南退却。

高部的高喜马拉雅带由于喜马拉雅运动的强烈活动,使本区以断块性质急剧上升,南北方向上所产生的强大挤压力,造成高喜马拉雅大规模的推覆构造。

本区的岩浆活动主要为喜马拉雅期酸性侵入岩,局部有加里东期酸性岩侵入。基性—超基性岩主要分布在雅鲁藏布江断裂带上,时代为燕山期至喜马拉雅期。

2. 冈底斯—念青唐古拉褶皱系构造区

在念青唐古拉山及高黎贡山一带出露前寒武系或奥陶系结晶基底。古生代地层为浅海相