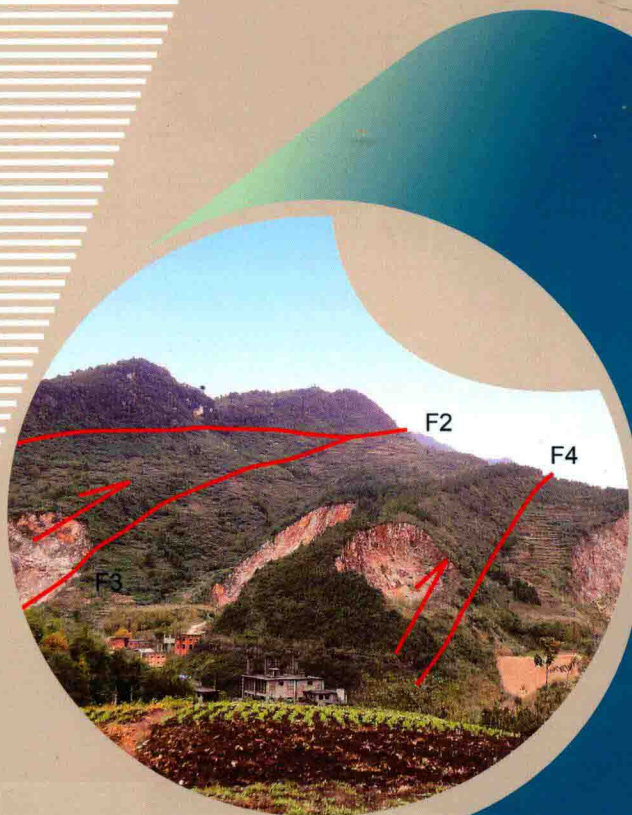


成都理工大学地学类专业实践教学系列教材

龙门山马角坝地区 地质调查实习教程

LONGMENSAN MAJIAOBA DIQU DIZHI DIAOCHA SHIXI JIAOCHENG

■ 赵德军 王 刚 等编著



地质出版社

成都理工大学地学类专业实践教学系列教材

龙门山马角坝地区 地质调查实习教程

赵德军 王 刚 孙 玮 编著
高 睿 李洪奎 赵甫峰 冉 波



地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

四川龙门山马角坝地区构造复杂,褶皱、断裂发育,地质现象典型、丰富,露头良好。经过60多年几代成都理工大学师生的共同努力,已经建成以地质类专业为主、兼容其他学科进行野外地质调查的综合性实习基地,成为学生毕业后从事野外地质工作的练兵场。本书主要介绍了马角坝地区的基本情况、区域地质背景、区域地质调查及填图方法、教学实习路线,以及教学要求、实习成果评价等内容,是地质学、资源勘查工程、地球化学、工程地质、地理信息工程、地球物理等近10个专业大学三年级学生的生产教学实习教材。

图书在版编目(CIP)数据

龙门山马角坝地区地质调查实习教程 / 赵德军等编
著. —北京:地质出版社,2017.8
成都理工大学地学类专业实践教学系列教材
ISBN 978-7-116-10558-4

I. ①龙… II. ①赵… III. ①龙门山—区域地质调查—实习—高等学校—教材 IV. ①P562

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第222279号

责任编辑:魏智如
责任校对:关风云
出版发行:地质出版社
社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083
电 话:(010) 66554528(邮购部);(010) 66554583(编辑室)
网 址:<http://www.gph.com.cn>
传 真:(010) 66554582
印 刷:北京全景印刷有限公司
开 本:787 mm × 1092 mm^{1/16}
印 张:10.5
字 数:255千字
印 数:1—3000册
版 次:2017年8月北京第1版
印 次:2017年8月北京第1次印刷
定 价:30.00元
书 号:ISBN 978-7-116-10558-4

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

《龙门山马角坝地区地质调查实习教程》以杜其良、黄邦强 1994 年编写的《四川江油马角坝地区地质填图教学实习指导书》为基础,以《野外地质工作实用手册》(周瑞华等,2009)、三大岩类地区 1:5 万区域地质填图方法指南(1991)、《区域地质调查基础教程》(丁俊、肖渊甫等,2015)等文献为参考,结合成都理工大学实习教师们长期从事马角坝教学填图实习的实践经验编写而成。

本书面向全校地质类专业学生生产实习,将地质学相关专业的理论学习与野外地质调查实践相结合,以区域地质调查为主要内容,在巩固学生的专业基本知识、基础理论、专业技能的基础上,拓展教学内容,旨在培养学生独立思考、独立解决地质问题、创新性思维的能力,以适应新形势下地质行业的发展需要。

全书共分 4 章。各章编写分工为:第 1 章绪论由赵德军、王道永编写;第 2 章区域及实习区地质概况由赵德军、王刚、高睿、李洪奎、冉波编写;第 3 章区域地质调查及填图方法由赵德军、王道永编写;第 4 章地质填图教学实习路线由李洪奎、赵甫峰、孙玮、赵德军编写;附录由赵德军完成。全书由赵德军负责统稿校订。

本书是在成都理工大学地球科学学院王国芝、邓江红、王道永、邓斌等教师的关心及指导下完成的。在编写及试用过程中,陶晓风教授、刘显凡教授、吴德超教授提出了大量宝贵的修改意见和建议,编著者谨对上述教师表达诚挚的谢意。囿于作者水平和知识面的局限,书中难免存在疏漏及不当之处,诚望各位读者不吝指正,以便再版时进行补充与修改。谢谢!

编 著 者

2017 年 4 月于成都理工大学

目 录

前 言

第1章 绪论	(1)
1.1 实习基地历史沿革及交通位置	(1)
1.2 地质研究简史	(2)
1.3 自然地理与经济地理	(3)
1.4 地质调查实习的目的	(4)
1.5 实习的任务及主要内容	(4)
1.6 实习纪律要求	(5)
第2章 区域及实习区地质概况	(6)
2.1 区域地质背景	(6)
2.1.1 大地构造背景	(6)
2.1.2 地层概况	(8)
2.1.3 岩浆岩概况	(9)
2.1.4 变质岩概况	(13)
2.1.5 构造变形特征	(17)
2.1.6 地球物理特征	(22)
2.1.7 地球化学背景	(25)
2.1.8 遥感解译特征	(27)
2.1.9 地质演化	(28)
2.2 实习区地层	(31)
2.2.1 概述	(31)
2.2.2 各地层单元特征	(31)
2.2.3 沉积岩及沉积环境演变	(38)
2.3 岩浆岩	(55)
2.4 地质构造	(55)
2.5 经济地质及灾害地质概况	(59)
2.5.1 经济地质	(59)

2.5.2	灾害地质	(61)
第3章	区域地质调查及填图方法	(65)
3.1	区域地质调查的基本概念	(65)
3.1.1	区域地质调查的性质、目的和任务	(65)
3.1.2	区域地质调查的类型划分	(65)
3.1.3	区域地质调查的基本程序	(65)
3.1.4	区域地质调查教学实习阶段的基本程序	(69)
3.2	遥感地质解译基本方法及应用	(69)
3.2.1	初步解译原则与要求	(69)
3.2.2	初步解译内容	(69)
3.2.3	遥感地质解译图(草图)	(71)
3.2.4	编写遥感地质解译小结或报告	(71)
3.3	准备工作阶段	(71)
3.4	踏勘	(72)
3.4.1	踏勘的目的和任务	(72)
3.4.2	踏勘路线的布置及方法选择	(72)
3.5	地层剖面的测制与填图单位的确定	(72)
3.5.1	实测地层剖面的目的、意义及任务	(72)
3.5.2	剖面的布置原则及技术要求	(73)
3.5.3	实测地层剖面的方法	(74)
3.5.4	简测地层剖面	(81)
3.5.5	剖面资料的整理	(81)
3.5.6	剖面资料分析与填图单位的确定	(87)
3.6	地质填图	(89)
3.6.1	观测路线布置原则和方法	(89)
3.6.2	观测点布置原则和方法	(90)
3.6.3	路线地质观测的程序和方法	(90)
3.6.4	野外填图工作	(94)
3.6.5	野外室内整理	(96)
3.6.6	野外最终整理、验收与补课	(96)
3.7	最终室内综合整理与地质报告编写	(97)
3.7.1	最终室内综合整理与研究	(97)
3.7.2	最终图件的编制	(98)
3.7.3	地质报告的编写	(105)

第4章 地质填图教学实习路线	(108)
4.1 地质填图教学路线的目的任务	(108)
4.2 地质填图教学实习路线的布置	(108)
4.3 L01: 白岩山—滚柴坡—中梁山—漆树湾—李家湾路线 (铁路沿线)	(109)
4.3.1 教学目的	(110)
4.3.2 内容与要求	(110)
4.3.3 各观察点基本内容及要求	(110)
4.3.4 作业及思考题	(123)
4.4 L02: 徐家包—陈家卡子—水库包路线	(124)
4.4.1 教学目的	(124)
4.4.2 内容与要求	(124)
4.4.3 各观察点基本内容及要求	(125)
4.4.4 作业及思考题	(135)
4.5 L03: 火焰包—刺林包路线	(136)
4.5.1 教学目的	(136)
4.5.2 内容与要求	(136)
4.5.3 观察点基本内容及要求	(137)
4.5.4 作业及思考题	(148)
参考文献	(149)
附录1 区域地质图常用图式图例	(151)
附录2 剖面小结及区域地质调查报告封面格式	(155)
附录3 实习成绩评分要点	(156)
附录4 实习基本守则	(159)
附录5 实习安全规定	(160)

第1章 绪 论

1.1 实习基地历史沿革及交通位置

1956年，成都理工大学（前成都地质学院）李承三教授等老一辈地质学家在四川省江油市马角坝地区通过地质调研，选定马角坝为地质填图教学实习基地，于1957年开始建设。该实习区位于四川盆地西北缘，属江油市马角镇、二郎庙镇管辖。实习基地设在马角镇，南距江油市57 km，距成都市214 km。马角坝地区交通方便，宝成铁路自北向南纵贯该区；国道108线和绵广高速公路从东南缘穿过，北经广元出川，南经江油、绵阳可达成都（图1.1）。区内有江雁公路，北通雁门坝，西至澄水，南达文胜等乡镇。山区有矿山公路和山间大道通行。

时光流逝，岁月如歌。马角坝的山川遍布了成都理工大学师生的足迹，见证了一代又一代理工学子的成长，传承着“穷究于理，成就于工”的理工精神。在2008年“5·12”



图 1.1 马角坝实习基地交通位置示意图

汶川地震中，实习基地房屋损毁严重。2012年，基地经过重新改造，食宿条件及教学条件得到显著提高。目前，实习基地可同时接纳280名学生及20名教职工进行实习，有容纳100余人的大型多媒体教室及数间多媒体教室；每年成都理工大学地质学、资源勘查工程、地球化学、工程地质、地理信息工程、地球物理等近10个专业的学生相继在该基地进行地质填图实习及其他学科综合性实习。同时，不定期地接纳省内外相关学校的师生进行考察或实习。

马角坝地区位于扬子板块西北缘的龙门山推覆构造带的前陆推覆带之天井山冲断带。区内构造复杂，褶皱、断裂发育，地质现象典型、丰富，露头良好。经过60多年几代成都理工大学师生的共同努力，马角坝实习基地已经形成较完整的地质学教学体系，成为具有较大规模的以地质类专业为主、兼容其他学科进行野外实习、调查、观摩等方面的综合性野外实习基地（图1.2，图1.3）。2013年开始，马角坝实习基地被纳入国家级地质学实践教学示范中心建设。至今，数以万计的学生在马角坝实习基地完成地质学类教学实习。实践证明，马角坝实习基地对于地质学相关专业野外基础知识训练、理论与实践相结合、地质学知识的综合提高等方面成效显著；经过马角坝实习基地系统训练的学生，在生产、科研单位可以更快地进入角色，野外工作能力得到就业单位的普遍认可。



图 1.2 实习基地原貌（2003年）



图 1.3 “5·12”汶川地震后重建的实习基地（2010年）

1.2 地质研究简史

龙门山地区地质调查始于19世纪70年代。1872年，德国人 Richthofow F. V. 进行路线地质调查，创建了“广元煤系”。1879年，匈牙利人 Loczy L. V. 发现广元等地的中三叠统海相地层。1914~1915年，美国人 Lauderback G. D. 和日本人小林仪一郎也对该区局部地区进行过地质调查。

20世纪20年代以来，赵亚曾、黄汲清、侯德封、杨敬之、朱森、叶连俊、吴景祜等老一辈地质学者先后对龙门山地区进行过地质调查。赵亚曾于1929年首创“飞仙关页岩”、“昭化灰岩”。赵亚曾和黄汲清于1931年将三叠系划分为“飞仙关页岩”和“嘉陵

江灰岩”，将“广元煤系”更名为“须家河煤系”，建立了“平驿铺砂岩”、“白石铺灰岩”和“唐王寨灰岩”。朱森、叶连俊等于1942年将“白石铺灰岩”进一步划分为“养马坝系”和“观雾山系”。朱森于1942年首次在马角坝地区发现下石炭统，称“总长沟系”，并在嘉陵江灰岩之上划分出“天井山灰岩”。

1949年中华人民共和国成立后，龙门山地区的地质矿产调查研究得到全面发展。主要成果有：西南石油地质处（现为西南石油局地质综合研究院）对唐王寨、仰天窝向斜两翼的系统研究；乐森珩于1956年编写了《四川龙门山区泥盆纪地层分层及其对比》一书；西南地质科学研究所（现为成都地质矿产研究所）完成了《龙门山区石炭一二叠系研究报告》；北京地质学院（现中国地质大学）在江油地区测制了石炭系剖面。

前人所进行的地质工作主要限于路线地质调查，侧重以地层学为主的研究，而系统的地质工作始于20世纪60年代。

1967~1976年，四川省地质局第二区域地质测量大队对龙门山区开展了系统的地质调查工作，陆续完成了1:20万广元幅、平武幅区域地质测量，并出版了地质图和地质测量报告。此外，四川省石油管理局、中科院南京地质古生物研究所、建材728地质队、建材731地质队、冶金、煤炭、铁道、水利等单位或部门都对该区进行过调查和研究。

1989年，四川省地质矿产局在总结1:20万区域地质测量成果的基础上，编制出版了《四川省区域地质志》。

1990~1994年，四川省地质矿产局川西北地质大队开展并完成了包括马角坝地区在内的龙门山北段片区1:5万区域地质调查，1995年出版了马角坝幅地质图及地质测量报告。

2009~2012年，四川省地质调查院牵头，并联合四川省地质矿产勘查开发局区调队、川西北地质队开展了1:25万武都县、平武县、广元市、绵阳市、成都市五幅区调修测工作，查明了北川—映秀断裂、江油—灌县^①断裂、茂县—汶川断裂、平武—青川断裂及龙泉山断褶带等重要断裂特征及其活动性，以及5·12汶川地震同震断层特征；查明了成都平原第四系堆积物的成因类型、分布、组成和变化规律；探讨了龙门山脉的新生代隆升过程及地震时空分布规律；为成都平原区域构造稳定性和城市建设规划提供了新的基础地质资料。

尤其重要的是，成都理工大学自基地修建以来，李承三、方明泽、林昌宝、汤经武、刘峰、曾昭贵、杜其良、黄邦强、王道永、陶晓风、邓江红等教师对基地的建设做出了巨大贡献，并致力于对龙门山和马角坝地区的专题研究和区域地质调查工作，积累了丰富的地质资料。

1.3 自然地理与经济地理

马角坝地区位于龙门山北段，龙门山系前山带的边缘。地势西北高、东南低，西北部为中山区，海拔1200 m以上；东南部为低山区，低于1000 m。实习区内最高点大圆包，

^① 灌县系旧称，1988年5月起，已更名为都江堰市。地质学上仍习称灌县，本书不做更改，沿用“灌县”一名。

海拔 1028 m，最低点位于马角镇两河汇合处，海拔约为 640 m。地形切割一般为 200 ~ 300 m，山脉走向北东—南西，山间有马角坝、魏家坝等河谷平原分布。

实习区河流属涪江水系，梓潼江（或马角坝河）自北向南流经该区。其主要支流澄水河（或干河子），自西向东流经实习区南部，于江油市水泥厂汇入梓潼江。河水流量随季节变化，每年 6 ~ 8 月雨季时期，洪水暴涨；冬季降水量小，河水干枯。

实习区为亚热带湿润季风气候，冬寒夏热，雨量充沛。年均气温 15℃，最高气温为 36.7℃，最低气温 4.8℃。年均降水量 1100 ~ 1200 mm。6 ~ 9 月为雨季，其降水量占全年的 80%，月降雨可达 10 ~ 15 天。

马角镇面积 146.56 km²，人口 1.86 万（全国第五次人口普查数据）。区内居民多为汉族，农业主产水稻、玉米、土豆等。经济作物有核桃、柿子、茶叶、蚕桑、木耳、黄花、药材和油菜等。

20 世纪 60 年代，马角镇被列为国家三线建设重点地区，曾是四川大炼钢铁的基地，曾被誉为“水泥之乡”，著名的双马水泥集团矿山车间建在马角镇境内。马角镇的矿产资源非常丰富，已探明石灰石储量数十亿吨，且品位高，含钙量达 54.7%；硅石储量也十分丰富，含硅量在 96.8% 以上。其他矿产还有锌、铁、石英石、大理石、白云石和水泥用黏土，均具有良好的利用开发价值。

实习区林地资源十分丰富，有林地 1.2 × 10⁴ hm²，其中：幼林、杂灌林 0.8 × 10⁴ hm²，中龄林、成熟林各 0.2 × 10⁴ hm²，具有广阔的开发前景。

龙宫泉的含锶饮用天然矿泉水水温、水量、水质动态稳定，补给条件良好，资源丰富，按流量最小值计算，日可采水量为 5011 m³，年可采水量为 182.5 × 10⁴ m³，具有良好的开发价值。

1.4 地质调查实习的目的

将地质学相关专业的理论学习与野外地质调查实践相结合，以区域地质调查为主要内容，在巩固学生的专业基本知识、基础理论、专业技能的基础上，培养学生吃苦耐劳、艰苦奋斗、开拓创新、团结合作的精神；养成实事求是、科学严谨的工作态度；培养学生从板块构造运动及盆山耦合的大地构造理论入手，思考地质问题；培养学生热爱地质事业，勇于探索地球奥秘的兴趣。逐步掌握由点到面、点面结合、由表及里、由浅入深、将今论古等地质思维方法和工作方法。培养学生独立思考、独立解决地质问题、创新性思维的能力。

1.5 实习的任务及主要内容

马角坝实习的任务是通过系统的野外及室内训练，使学生学会识别、描述各种地质现象；掌握地质素描、信手剖面、实测剖面、综合地层柱状图、地质填图等野外工作方法和技能。实习结束后，实习教师要认真进行本次实习的总结和讨论：包括实习计划完成情况，是否达到教学大纲的要求和预期目的，有何新发现和新进展，今后实习建议等。实习结束时，根据不同专业实习的要求，选择提交以下资料：

- 1) 区域地质调查报告 1 份。
- 2) 实测地层剖面 1 条 (含剖面小结、野外记录簿和记录表)。
- 3) 提交一套野外实际材料图。
- 4) 1:2.5 万地形地质图 1 幅 (含综合地层柱状图和图切剖面图)。
- 5) 实习记录簿一套。

如果开展数字化填图,则以小组为单位,同时提交数字化成果数据库以及纸质资料。

1.6 实习纪律要求

在实习全过程中,积极开展政治思想教育,严格实习组织纪律(附录 4,附录 5)。除此之外,特别强调以下几点:

- 1) 发扬团队精神,做好扎实细致的思想工作。结合实习基地特点,进行国情和民情教育,从思想认识上和组织上确保野外实习的顺利完成。
- 2) 野外实习期间,注意地质及地形图相关资料的保密工作,违者按相关法规处理。
- 3) 严禁下河或水库游泳洗澡,严格遵守铁路、公路相关交通安全规定,违者实习成绩记零分,并送回学校处理。
- 4) 严禁打架斗殴、酗酒闹事、夜不归宿。违者视情节轻重给予纪律处分,情节严重的,实习成绩记零分。
- 5) 野外工作无故缺勤者,每次扣 10 分,3 次以上者记零分。
- 6) 野外工作中应发扬团队协作精神,相互关心和帮助,强化安全意识,严防因开矿爆破、滚石和坠崖等可能造成的不安全事故。

第2章 区域及实习区地质概况

2.1 区域地质背景

2.1.1 大地构造背景

马角坝实习区地理上位于四川盆地西北缘，大地构造上位于扬子克拉通四川盆地西缘，其北部为秦岭造山带，西侧为松潘—甘孜地体，北西侧为中间地块——碧口地块，四川盆地与松潘—甘孜地体之间以龙门山造山带为界（图 2.1）。实习区地质演化受到上述 5 个构造单元的深刻影响。

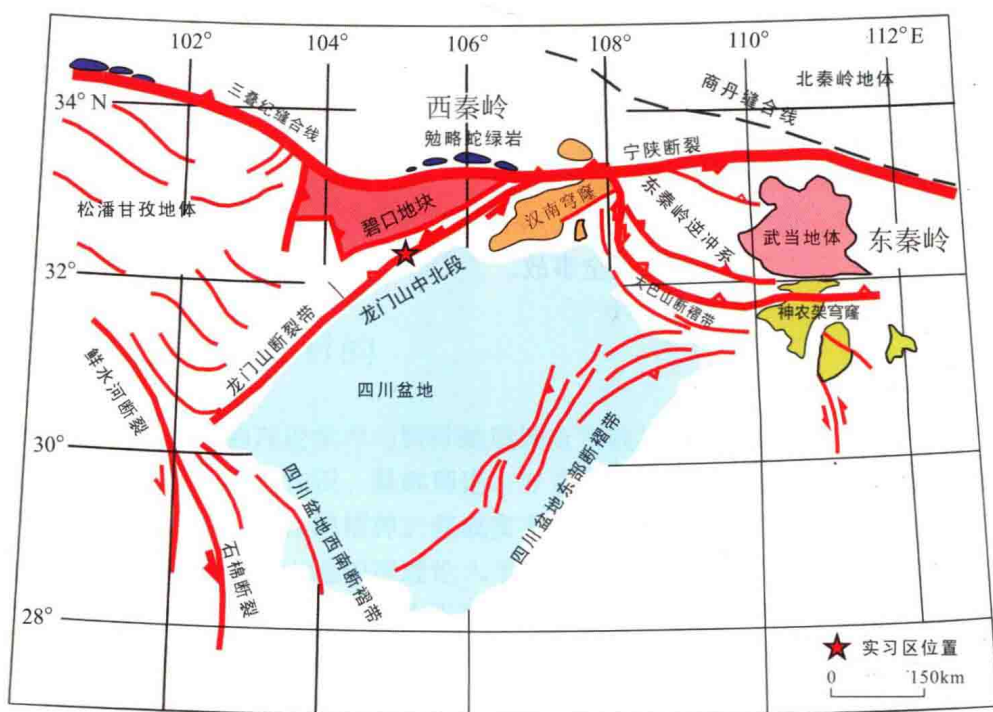


图 2.1 四川盆地及邻区构造略图

(据 Meng et al., 2005, 有修改)

2.1.1.1 四川盆地（扬子板块西缘）

四川盆地位于扬子板块西部，北部以秦岭造山带与华北板块相邻，北西以龙门山造山带为界，与松潘—甘孜地体相邻。

早侏罗世与晚三叠世之交，即印支运动晚期，龙门山发生快速隆升，造山运动形成下侏罗统白田坝组 (J_1b) 角度不整合覆盖于上三叠统须家河组 (T_3x) 沉积之上，以此角

度不整合面为界，实习区沉积了一套侏罗系—白垩系陆相碎屑岩建造，在龙门山南西段还可见古近系—新近系碎屑岩沉积。受区域性挤压作用控制，龙门山的隆升与四川盆地的沉积相耦合，造山带的剥蚀与盆地的沉积相耦合，这些沉积地层被认为是龙门山造山带的前陆盆地沉积（郭正吾等，1996；刘树根等，2001）。

2.1.1.2 秦岭造山带

秦岭造山带呈东西向横亘于中国大陆中部，东延连接桐柏—大别山，西去分为三支，分别与祁连、昆仑和松潘相连（张国伟等，2001）。秦岭造山带是华北板块与扬子板块之间的碰撞造山带，是不同时期不同构造体制多种类型造山作用的复合（张国伟等，1995）。秦岭造山带主要由三大套构造岩石地层单元组成，经历了三个主要演化阶段：①前寒武纪古老基底形成演化阶段；②主造山期（ Pt_3-T_2 ）板块构造演化阶段；③中生代陆内构造演化阶段。

2.1.1.3 松潘—甘孜地体

松潘—甘孜地体平面上呈倒三角形，地质构造复杂，被认为是中国“地质百慕大”，也被称为松潘—甘孜褶皱带、松潘—甘孜造山带、松潘—甘孜复理石带等。该带西南以金沙江缝合带为界与羌塘板块相邻，以北为秦岭—祁连山—昆仑山造山带，以东则以龙门山造山带与四川盆地相连。组成该带的岩石主要为一套中上三叠统复理石沉积岩，下伏古生界变质—沉积碎屑岩系，被认为形成于伸展背景下的陆缘环境。

2.1.1.4 碧口地块

碧口地块的得名来自于位于该地块之上的甘肃省碧口县，也有人称其为碧口断块（王二七等，2001）。碧口地块位于秦岭—大别、松潘—甘孜地体与扬子板块的交汇部位，西端与松潘—甘孜三叠纪复理石带相交，其北侧与南东东向的秦岭—大别造山带以勉略缝合带分隔（张国伟等，1995）。

碧口地块为一透镜状地质单元，呈北东—南西向延伸，长约 200 km，宽约 60 km。其南界为青川断裂，北界为康县断裂，西侧则为岷山断裂和虎牙断裂。

碧口地块的地层沉积建造特征十分类似于华南地块北缘的一些地质体，例如位于川陕交界地区的火地垭群、西乡群和三花石群，后者构成华南地块的变质火山岩基底。因此从地质上碧口地块可能是亲扬子的，也有研究认为，碧口地块为南秦岭的一部分（吕崧等，2010）。

2.1.1.5 龙门山造山带

龙门山造山带呈北东—南西走向，长约 500 km，是中国西部地质、地貌的陡变带，龙门山造山带位于四川盆地与松潘—甘孜地体之间，向北东延伸则构成碧口地块与四川盆地的构造边界。

龙门山造山带被认为是一种薄皮推覆构造带，主要有三条走向北东、倾向北西的走滑—逆冲断裂及其推覆体组成，由北西至南东分别为汶川—茂县断裂（又称“后山断裂”）和青川断裂以及伴随的推覆构造、映秀—北川断裂（又称“中央断裂”）和伴随的推覆构造、安县—灌县断裂（又称“前山断裂”）和伴随的推覆构造（邓起东等，1994；李智武等，2008），还有数量众多、规模不等的构造窗和飞来峰（徐朝繁等，2008），推覆构造缩短率达 43% 左右（林茂炳等，1996），甚至达 63%（刘树根等，1992）。

2.1.2 地层概况

青川地区主要涉及四个地层分区（小区），由北西至南东分别为摩天岭小区（归属于昆仑—秦岭地层区西秦岭分区）、马尔康分区青川—茂汶小区、龙门山分区北段小区，以及四川盆地分区。前三者分别被青川断裂、映秀—北川断裂所分隔。其中，前两者主要由浅变质岩石地层组成，后两者主要由未变质地层组成（图 2.2）。

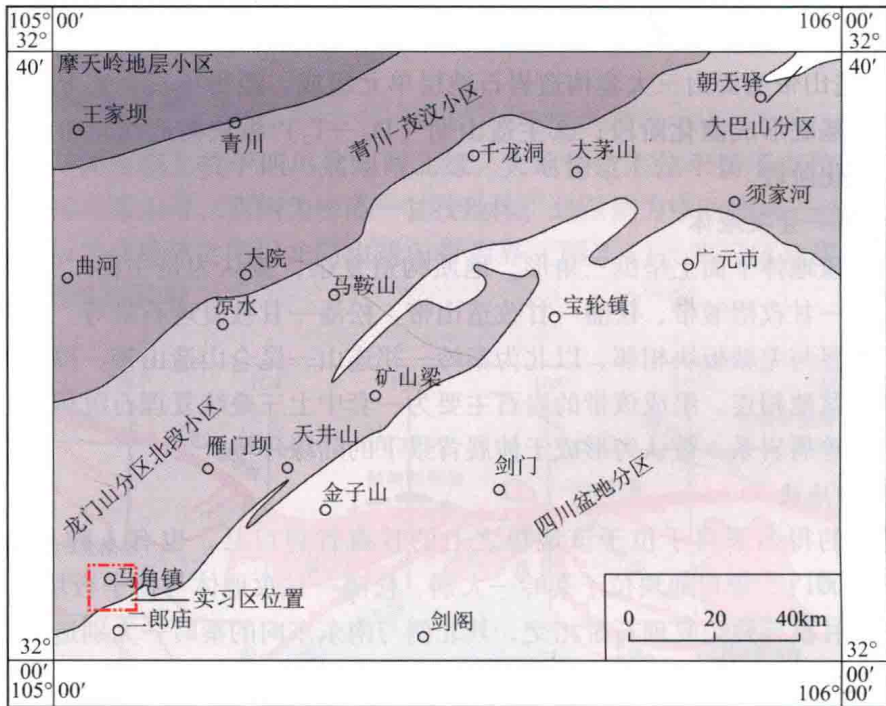


图 2.2 龙门山北段地层分区图
(据四川省地质局第二区域地质测量队, 1966, 有修改)

2.1.2.1 摩天岭小区

碧口群（狭义）由大沙坝组（Ptd）、桂花桥沟组（Ptg）、阴平组（Pty）组成，为一套新元古界浅变质（绿片岩相）的火山岩及火山碎屑岩和木座组（Zm）褐灰色—深灰色砂质绢云母板岩、含碳绢云母千枚岩、灰色晶屑凝灰质千枚岩、变凝灰质砾岩，水晶组（Zs）由灰白色块状细晶含藻白云岩组成。碧口群火山岩年龄为 846 ~ 776 Ma（闫全人等，2003），属新元古代晋宁期末的产物。

2.1.2.2 青川—茂汶小区

包括胡家寨组（Zh）凝灰质千枚岩和绢云母千枚岩互层夹变凝灰质砾岩，元吉组（Zy）灰色—深灰色块状细晶白云岩夹硅质岩条带，邱家河组（ ϵ_q ）深灰色—灰色硅质岩、硅质板岩夹粉砂质板岩，油房组（ ϵ_y ）钙质沉凝灰质砂岩、沉凝灰岩、绢云母千枚岩，茂县群（SMx）等地层组成。其中，茂县群包括：黄坪组（Sh）和毛塔子组（Sm）两套地层。

2.1.2.3 龙门山分区北段小区

各组岩性特征见本书 2.2 实习区地层一节。

2.1.2.4 四川盆地分区

该分区震旦纪以来的沉积地层可分为两套系统：①震旦系—上三叠统须家河组，主要为相对稳定的滨浅海沉积；②上三叠统须家河组—白垩系—古近系沉积，传统上被认为是与龙门山造山带密切相关的前陆相沉积，而须家河组则被认为是从海相向陆相转变的过渡类型沉积。

2.1.3 岩浆岩概况

马角坝实习区内岩浆岩不发育，故本书主要以实习区内的马角坝断裂和青川大断裂为准，介绍区域岩浆岩概况。

青川大断裂以北为松潘—甘孜造山带、摩天岭推覆造山带；青川大断裂与马角坝断裂间的区域由北到南依次为：松潘—甘孜造山带后龙门山滑脱—推覆构造带和扬子陆块龙门山推覆—冲断构造带，两构造带以北川—映秀大断裂为界；马角坝断裂以南为扬子陆块龙门山前陆盆地。以上 4 个构造带中均发育岩浆岩，包括侵入岩、火山岩和脉岩。

2.1.3.1 侵入岩

侵入岩分布于青川西北哑巴嘴等地，出现于松潘—甘孜造山带摩天岭推覆造山带之中。被定为大刀岭序列，出露面积约 74 km²，包括卷通门单元、白熊岩单元和道宝沟单元（图 2.3）。

卷通门单元分布于哑巴嘴背斜两翼及其东侧倾伏端，包括 4 个侵入体，与围岩呈超动式侵入接触。岩性为暗色角闪石闪长岩，深灰色，半自形粒状结构，主要由斜长石（40%~50%），普通角闪石（30%~60%）和石英（1%~2%）组成，副矿物为磷灰石、榍石、锆石、自然金等。

白熊岩单元分布于哑巴嘴背斜核部，由 6 个侵入体组成，与卷通门单元呈脉动式侵入或断层接触。单元内部侵入体为涌动式接触。岩性以石英闪长岩为主，少量闪长岩，中粗粒粒状结构，块状构造，主要由斜长石（60%~70%）、普通角闪石（20%~35%）和石英（2%~9%）组成，副矿物为磷灰石、榍石、锆石、白钨矿等。道宝沟单元产于哑巴嘴背斜的两翼，由 8 个侵入体组成，侵入时间最晚，超动式侵位于碧口群，与上两个单元为脉动式侵入接触。岩性为浅灰色花岗岩和灰色花岗闪长岩，细粒粒状结构，块状构造，主要由斜长石（20%~25%或 60%~65%）、普通角闪石（20%~30%）、石英（20%~50%）、微斜长石（20%~30%）组成，副矿物为磷灰石、锆石及自然金等。

大刀岭序列侵入岩为下地壳物质部分熔融所形成，具有上地壳物质的混染，且三单元间属同源正演化序列。道宝沟花岗闪长岩和白熊岩闪长岩的全岩 Rb—Sr 等时线年龄分别为 (772.5 ± 83.5) Ma 和 (545.0 ± 12.9) Ma，前者属于晋宁期产物，后者年龄系变质年龄。三个单元岩体均为 S 型花岗岩，为碰撞造山带同构造闪长岩—花岗岩，形成于伸展型韧性剪切应变环境，通过强力刺穿底辟方式上侵就位。

2.1.3.2 火山岩

火山岩在区域内较为发育，按时代分为前震旦纪火山岩、震旦纪火山岩和志留纪火山岩。

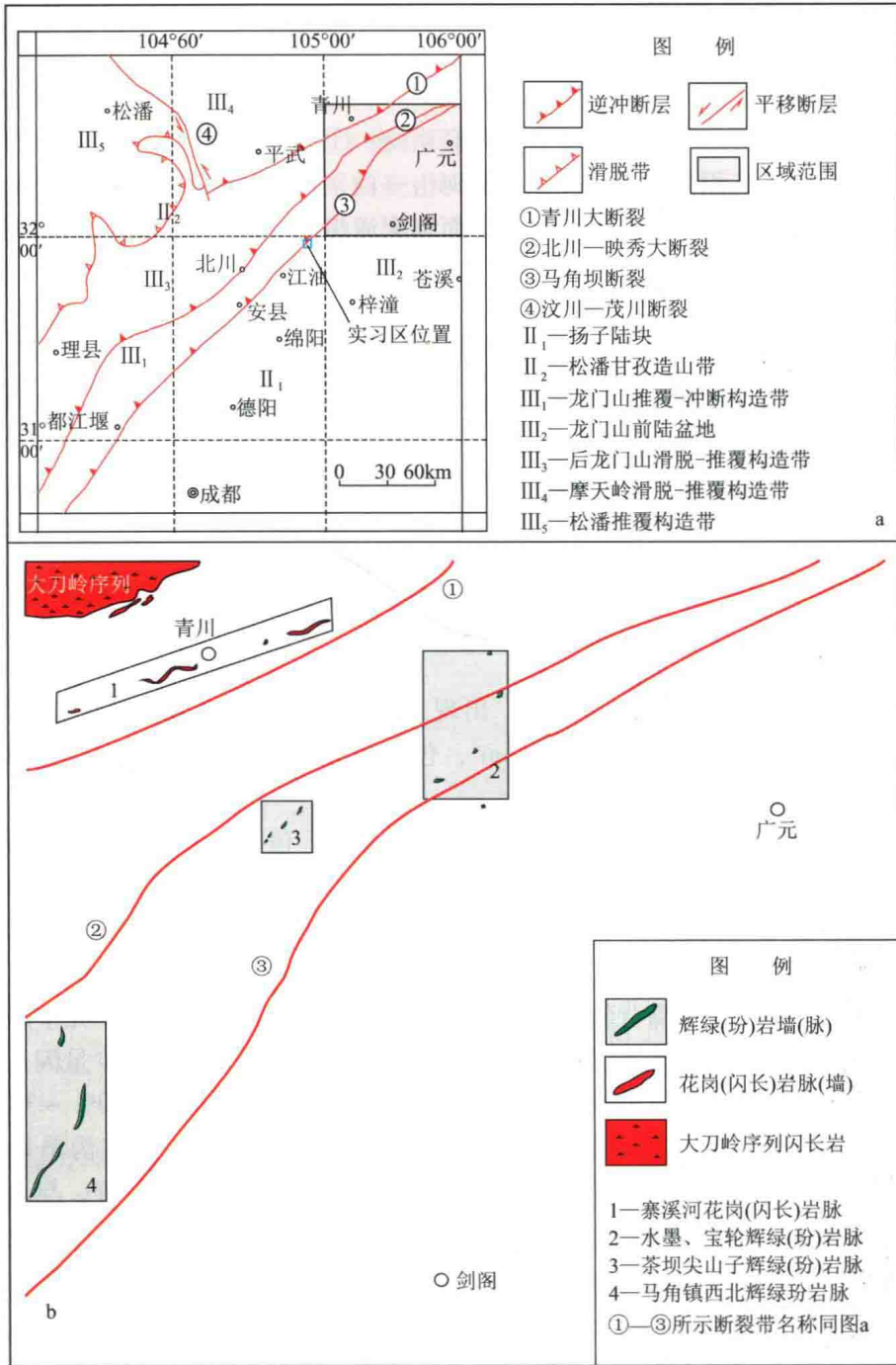


图 2.3 填图实习区及周围侵入岩和脉岩分布图

图 b 为图 a 阴影区域范围的放大

(1) 前震旦纪火山岩

前震旦纪火山岩分布在松潘—甘孜造山带摩天岭推覆造山带之中，系指碧口群变质火山岩，厚逾 3000 m，其原岩建造下部为基性熔岩夹少量中—基性凝灰岩；上部为中酸性凝灰岩，时代为中—新元古代早期。岩石经历多期区域变质作用，导致原岩结构构造残留