

龙门山中段清平飞来峰

特征及动力学模式

Longmenshan Zhongduan

Qingping Feilaifeng

Tezheng ji Donglixue Moshi

韩建辉 王道永 邓 宾 著



科学出版社

龙门山中段清平飞来峰 特征及动力学模式

韩建辉 王道永 邓 宾 著



研 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书从龙门山中段清平飞来峰的组成和结构的详细解剖入手,厘定该区飞来峰构造,按照飞来峰几何特征、物质组成、变形特征以及运动学、动力学规律,进一步将清平飞来峰划分为五层,是目前发现的龙门山飞来峰带中层数最多的飞来峰。该飞来峰具有明显的叠覆式飞来峰特征,其内部峰体成因复杂,运动学、动力学机制多样,既有推覆体也有滑覆体。进而在清平飞来峰研究基础上论述龙门山中段一系列飞来峰构造的特征及形成运动学、动力学模式。

本书适合从事构造地质、盆地分析的科研人员以及石油、地质院校相关专业的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

龙门山中段清平飞来峰特征及动力学模式 / 韩建辉, 王道永, 邓宾著. — 北京: 科学出版社, 2016.8

ISBN 978-7-03-049574-7

I. ①龙… II. ①韩… ②王… ③邓… III. ①龙门山-飞来峰-动力学 IV. ①P542

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 191777 号

责任编辑: 杨 岭 黄 桥 / 责任校对: 韩雨舟

责任印制: 余少力 / 封面设计: 墨创文化

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年8月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2016年8月第一次印刷 印张: 8

字数: 180千字

定价: 59.00元

前 言

近几十年来,地质学家对龙门山逆冲推覆构造带进行了深入的研究,这些研究加深了相关理论认识,指导了龙门山及川西前陆盆地的油气勘探。其中关于龙门山具有典型特色的飞来峰带的研究一直是个热点。

本书通过详细的野外地质调查和室内综合分析,对龙门山中段清平地质构造特征、成因机制及演化等进行深入研究,厘定该区飞来峰构造,研究飞来峰构造性质,按照飞来峰几何特征、物质组成、变形特征以及运动学、动力学规律,进一步将清平飞来峰划分为五层,是目前发现的龙门山飞来峰带中层数最多的飞来峰。

在此基础上对比研究飞来峰地质特征以及分布规律,对飞来峰进行类型划分。结果表明清平飞来峰具有明显的叠覆式飞来峰特征,其内部峰体成因复杂,既有推覆体也有滑覆体。Ⅰ层和Ⅱ层飞来峰属于推覆成因,Ⅲ~Ⅴ层飞来峰是滑覆形成的。这种推覆体与滑覆体同时出现在同一飞来峰中,为龙门山仅见,并且印证了龙门山飞来峰先推覆后滑覆的观点。

清平飞来峰的滑覆具有典型特征,从构造变形强度来看,具有上覆飞来峰变形弱,下层飞来峰变形强烈的特征。显示每次上覆飞来峰就位对前期已就位飞来峰的改造叠加。早期形成的飞来峰构造反复叠加,变形相对强烈。后形成的飞来峰构造叠加少,变形相对较弱。

结合龙门山飞来峰带的根带讨论以及对清平飞来峰的地质认识,本书认为清平飞来峰来源于后龙门山推覆体。Ⅰ、Ⅱ层推覆体形成于印支期。燕山—喜马拉雅期后龙门山构造带的隆升以及映秀断裂的再次活动造成了上述推覆体后缘上拱遭受剥蚀或者被映秀断裂切割,与母体分离形成飞来峰。形成Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ层飞来峰的滑覆形成于喜马拉雅期的早更新世。

在对清平飞来峰研究的基础上,本书综合分析龙门山飞来峰群(带)的构造背景及特征,指出龙门山各段的飞来峰成因差异,反映了龙门山各段推覆—滑覆构造的动力学机制差异。

本书对完善飞来峰构造研究,深入龙门山构造地质特征,形成机制研究都有重要的理论意义。

本书受以下项目资助:①国家自然科学基金项目“青藏高原东缘晚中—新生代龙门山前陆盆地结构—建造特征研究”(编号:41572111);②高等学校博士学

科点专项科研基金项目“利用正铕(Eu)异常重建晚新生代南海西北部物源转换的时间序列”(编号:20125122120022)。

由于我们学术水平和研究能力有限,书中可能存在谬误,恳请各位专家批评指正。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 选题依据	1
1.2 研究现状和进展	2
1.2.1 关于飞来峰相关构造	2
1.2.2 关于龙门山构造的研究	3
1.3 主要研究内容与思路	5
1.3.1 研究目标	5
1.3.2 研究内容	5
1.3.3 拟解决的关键性问题	6
1.3.4 研究方法及技术路线	7
1.4 主要难点及创新点	7
1.5 研究意义	8
第2章 飞来峰发育的区域地质背景	10
2.1 大地构造部位	10
2.2 岩石地层	11
2.2.1 九顶山小区地层	12
2.2.2 异地飞来峰地层	16
2.2.3 原地(宝兴—龙门山中段)区分布地层	18
2.2.4 川西前陆盆地地层	21
2.3 龙门山区域构造格局	23
2.3.1 龙门山构造带	24
2.3.2 川西前陆盆地	24
2.3.3 松潘—甘孜造山带	24
2.4 龙门山及邻区构造演化	24
2.4.1 元古代古岛弧与其后的伸展作用(Pt)	25
2.4.2 稳定大陆边缘的发展(Z—T ₂)	25
2.4.3 褶皱隆升及前陆逆冲(T ₂ —T ₃)	25
2.4.4 推覆构造形成(J/T ₃ x)	25
2.4.5 脉动式抬升、川西盆地转型(J—E)	26

2.4.6 推覆、滑覆与走滑(E—Q)	26
第3章 清平飞来峰的厘定	28
3.1 关于飞来峰的讨论	28
3.2 清平飞来峰的厘定	30
3.2.1 几何形态特征	30
3.2.2 清平飞来峰与准原地系统组成的差异	36
3.2.3 清平飞来峰与准原地系统在构造上的差异性	37
3.3 清平飞来峰的划分	38
3.3.1 清平飞来峰的划分原则	38
3.3.2 清平飞来峰的划分	39
3.3.3 准原地系统特征	42
3.3.4 滑动面特征	43
第4章 清平飞来峰的特征及对比研究	45
4.1 飞来峰成因类型	45
4.1.1 类型划分	45
4.1.2 推来峰与滑来峰的鉴别	49
4.2 清平飞来峰的构造特征	51
4.2.1 龙王庙—白云山飞来峰(I层)	51
4.2.2 盐井沟—水晶沟飞来峰(II层)	56
4.2.3 顶子崖—罗元坪飞来峰(III层)	59
4.2.4 燕儿岩—金溪沟飞来峰(IV层)	64
4.2.5 二郎庙飞来峰(V层)	66
4.3 飞来峰对比分析	67
4.3.1 各个块体均被断层围限, 上下叠置	67
4.3.2 各峰体内地层特征	67
4.3.3 构造变形特征	68
4.3.4 单个峰体内的变形特征对比	69
4.4 小结	69
第5章 清平飞来峰的形成与演化	71
5.1 相关问题探讨	71
5.1.1 清平飞来峰的形成时期	71
5.1.2 清平飞来峰的根带	72
5.2 区域构造演化	73
5.2.1 稳定大陆边缘发展阶段(Z—T ₂)	73
5.2.2 褶皱隆升及前陆逆冲(T ₂ —T ₃)	74

5.2.3 燕山期隆升(J—E)	74
5.2.4 喜马拉雅期推覆、滑覆(Q/E)	75
5.3 清平飞来峰的演化	75
5.3.1 推覆阶段	75
5.3.2 全面隆升以及重力势孕育阶段	75
5.3.3 滑覆阶段	76
第6章 龙门山飞来峰群(带)	78
6.1 龙门山飞来峰群发育的构造区带及其构造特征	79
6.1.1 北部边界断裂特征	79
6.1.2 南部边界断裂特征	83
6.1.3 异地系统构造特征	88
6.1.4 原地系统构造特征	99
6.2 关于龙门山飞来峰群的几点讨论	101
6.2.1 龙门山飞来峰群的一致性	101
6.2.2 关于龙门山飞来峰根带的讨论	103
6.2.3 飞来峰带的形成时间	104
第7章 结论	105
参考文献	108
附图说明	113
附图	114
索引	117

第1章 绪 论

1.1 选题依据

对龙门山的飞来峰,地质学家们做了大量的工作,先后发表了许多文章。从目前看,研究的重点主要集中在龙门山中段的彭灌飞来峰群、南段的金台山飞来峰、白石—苟家飞来峰和北段的唐王寨飞来峰,而对中北段清平飞来峰的研究则相对较少。而且已有的研究一直以来也都存在争议:有人认为它是一个大型飞来峰构造(四川省区域地质图);也有人将其视为几个推覆体的叠合(1:20万绵阳幅;1:5万绵竹幅、清平幅、安县幅)。由于该区构造复杂,加之多年来在本区针对构造进行的专题研究工作较少,对其了解仍然不够:它到底属于什么构造性质、其本身有什么地质特征、它与潜伏岩层的关系如何、与邻区唐王寨飞来峰的关系如何、它是如何形成演化的等等。因此,有必要对其地质特征、形成演化等展开进一步研究工作。

龙门山的飞来峰带分布于前龙门山构造带,映秀—北川断裂带与彭灌断裂带之间的狭长地带。按照变形特征和形成时间上的差异,可将前龙门山构造带进一步划分出两个亚带:即推覆—滑覆构造叠置亚带和滑脱冲断构造亚带。最具特征的构造是其具有构造上的“双重结构”,即推覆—滑覆构造叠置亚带叠置于滑脱冲断构造亚带之上,形成飞来峰构造。下伏的滑脱冲断构造亚带主要由三叠纪须家河组构成一系列大小不等的逆冲断片,其上叠置由古生代和少数下中三叠统地层推覆和滑覆作用形成的飞来峰构造。因此,对龙门山飞来峰的研究都不是孤立的,而是龙门山构造带研究的一部分,对清平飞来峰的研究有助于龙门山中北段构造特征及其演化的研究,并且有助于川西前陆盆地的油气勘探。

目前,对龙门山飞来峰的由来各家看法不一,有赞成推覆说的(许志琴等,1992;龙年和陶晓风,2012),也有认为滑覆成因的(吴山等,1991,1999,2008),另外有部分学者认为既有推覆也有滑覆(石绍清,1994),也有学者认为冰川成因的(韩同林等,1999;周自隆,2001,2006)。在这种情况下强化对清平飞来峰的研究有利于深入了解龙门山飞来峰的构造,深化飞来峰性质、成因等理论认识。从理论角度看,对于飞来峰的确认,虽然也有了明确的划分标准,但处理一些实际的情况,往往存在一定的困难;本书试图对飞来峰的确认进行探讨,进一步明确其评判标准;同时,结合龙门山飞来峰带的研究,对飞来峰的类型划

分进行探索,有利于深入对飞来峰这一典型构造的研究。

1.2 研究现状和进展

1.2.1 关于飞来峰相关构造

19 世纪中叶到 20 世纪初,由于北美阿巴拉契亚逆冲带、加拿大洛基山东缘的逆冲带、阿尔卑斯逆冲带等都发现了油气田,逆冲推覆构造带研究的重要性突显,与之相伴的飞来峰、构造窗等构造的研究也体现出重要意义。飞来峰往往与形成它的缓倾逆冲推覆构造、重力滑动或者重力扩展构造构成统一的薄皮构造。因此,国内外对飞来峰的研究往往是与这些相关构造一同进行的。

逆冲推覆构造早在 19 世纪 80 年代就已经得到了广泛认可。20 世纪初,海默研究了推覆体的形成,提出倒转平卧褶皱下翼剪开的褶皱—推覆模式(Fold-nappe)。Ampferer 和 Sander(1920)提出冲断推覆模式(thrust-nappe)。关于推覆构造如何克服上下盘之间的摩擦力,Hubbert 和 Rubey(1959)等提出异常孔隙压力说,对解释推覆构造形成具有重大意义。20 世纪 70 年代,地质学家在南阿巴拉契亚山区利用可控震源法进行了深部构造研究,发现了阿巴拉契亚主脉兰岭之下的一条巨大的近水平的逆冲拆离构造。1975 年美国地质学家在落基山的逆冲断层带发现了派恩维尤(Pineview)油田,促发了对逆冲推覆构造研究的巨大兴趣。1979 年 4 月在伦敦召开了“逆冲断层和推覆体”国际学术讨论会,1984 年 6 月在法国图鲁兹又一次召开“逆冲作用和构造变形”研讨会,推动了逆冲推覆理构造的研究。

20 世纪 70 年代中期以来,我国在宁镇山区等地相继重新开展了逆冲推覆构造的研究。马杏垣等对高山重力滑动构造及其伴生的逆冲断层的研究,大大启发和推动了我国地质界关于重力滑动、滑覆构造和推覆构造的研究。80 年代以来,在国际上研究逆冲推覆构造热潮的影响下,全国各地地质单位相继开展了相关研究。1983 年在大同召开了以逆冲断层为主要内容的“全国断裂构造学术讨论会”,1985 年 10 月在南京召开了“全国推覆构造及区域构造研讨会”,都在很大程度上推动了我国逆冲推覆构造的研究。

近年来,对逆冲推覆作用主要的进展有:①在构造样式描述方面,提出了断层三角带的识别、断层相关褶皱的分类、逆冲推覆带纵、横向分带特征描述。②在逆冲推覆构造带动力学研究方面,在早期的重力滑动、重力扩展、下冲模式、侧压模式、后推力模式、孔隙液压模式和板块边缘俯冲—碰撞机制的基础上,提出了陆内俯冲模式、深层热隆扩展说、递进变形等观点,总体上注重逆冲推覆带的形成过程研究和壳幔作用研究。近年来又在盆山耦合关系方面把造山带与盆地

形成统一研究,取得了较深入的认识。③在研究方法和技术上,人工地震测深、重力、大地电磁、地热、地磁等深部地球物理资料的广泛应用、平衡构造横剖面 and 构造复原的普遍运用、流体研究、裂变径迹等方法技术的应用取得了进展。

关于重力构造的研究也有相当长的历史,Haarmann(1930)提出的颤动说和 Van Bemmelen(1931)的波动说代表了重力构造研究的飞跃。Lugeon 和 Gagnebin (1941)正式建立了重力滑动模式。二战后,加强了重力构造形成力学机制的研究,并对重力构造进行了必要的理论综合,提出了各种重力构造的分类方案。Bemmelen(1954)、Ramberg(1981)各自对重力构造进行划分。

近 30 年来,人们逐渐重视用重力或重力不稳的观点去思考问题,解释一部分缓倾斜断层以及褶皱带前陆地区构造的演化过程和形成机制。20 世纪 60 年代以来,不少支持板块学说的学者把重力构造或重力滑动构造置于全球或区域构造模式的特定位置上。在我国,马杏垣对嵩山重力滑动构造及其伴生的逆冲断层的研究,对我国相关研究有重大意义。

关于飞来峰,一般认为其与逆冲推覆构造有关,例如当逆冲推覆构造发育地区遭受强烈侵蚀切割,外来岩块被大片剥蚀,只在大片被剥露出来的原地岩块上残留小片孤零零的被断层圈闭的外来岩块,称为飞来峰(李忠权和刘顺,2010);又如飞来峰是指逆掩断层面上的推覆体遭受强烈剥蚀后,局部残留于下降盘原地岩块上的残遗部分,常表现为被断层圈闭的时代较老岩块孤零地分布在时代较新的地层上(中国石油协会,1996);Spencer(1981)将飞来峰定义为“上冲断块、推覆体或者平卧褶皱的侵蚀残山”;而 Diesel (1964)却认为赫尔维特推覆体和飞来峰群如今的位置是由于滑动作用形成的。因此,飞来峰不再狭义地定义为逆冲推覆作用形成的,而是包括推覆、滑覆和推覆与滑覆的相互作用以及演化所形成的,演化过程也较为复杂。

1.2.2 关于龙门山构造的研究

1. 关于龙门山构造带的研究

龙门山逆冲推覆构造带地处青藏高原东缘,四川盆地西缘。该逆冲推覆构造带全长约 500km,由三条具有强烈发震能力的主干断裂(汶川—茂县断裂、映秀—北川断裂和彭灌断裂)、山前隐伏断裂及相应的推覆体组成,总体呈 NE 向展布(任俊杰等,2012)。李智武等(2008)认为龙门山有四大主断裂带,除上述三条之外增加了一条广元—大邑—雅安这样一条隐伏断裂。近几十年来,对龙门山构造带的研究取得了丰硕的成果。

1) 造山模式方面

罗志立等(1978~1995 年)长期致力于龙门山造山带的构造研究,提出了“C-型

俯冲带”的模式和观点；郭正吾等(1996)指出四川盆地几个盆地阶段实质上是陆板块内地壳结构差异，在水平挤压应力作用与壳幔重力均衡调整交叉进行的时序反映，是压性盆地发展规律性结果；许志琴等(1992)提出了双向收缩造山的模式。林茂炳等(1997)认为龙门山造山带是陆内造山的典型例子，其动力机制与区域性板块构造密切相关的。蔡学林等(1996)提出楔入造山作用，讨论了龙门山造山带岩石圈楔状构造的几何结构样式，探讨了碰撞后的陆内造山过程、造山模式及其科学意义。

2)构造演化方面

谭锡斌(2013)指出龙门山造山活动并不是整体构造抬升，而是分了不同期次并且相同期次的活动剧烈程度也有一定的差异。陈社发等(1994)从变质作用、构造形变、花岗岩形成方面，讨论了龙门山构造变形的历史和影响因素；刘树根等(2001, 2003)在盆—山耦合关系的研究，系统总结了龙门山造山带和川西前陆盆地印支期以来的7次构造事件的特征；许志琴(1992)、陈社发(1994)、张国伟等(2003)提出了龙门山造山作用与秦岭造山带和特提斯构造域演化关系的近似认识；王二七等(2001)、汤军等(2002)根据某些具体区块的研究，讨论了走滑作用在龙门山形成中的作用。

3)构造样式

四川石油管理局宋文海等(1987)通过对L55、L14地震剖面的解释，探讨了龙门山前山带的构造样式；林茂炳和吴山(1991)对龙门山的推覆构造变形特征进行了研究；林茂炳(1994)又讨论了龙门山基本构造样式，认为龙门山在构造类型上有褶皱推覆体和冲断推覆体之分，形成方式上有推覆和滑覆两类，形成次序上有前展式和后展式；刘和甫等(1994)对龙门山前缘构造样式与演化进行了研究。王绪本等(2009)、朱介寿(2008)通过对跨龙门山造山带的深部地壳测深资料、重磁资料、大地电磁测深资料、深部地震资料结合地震资料的综合解释，讨论了造山带和邻区地壳结构、造山作用的深、浅地质结构的关系。吴山(1999)在研究龙门山南段时指出龙门山具有后山褶皱推覆带以收缩变形方式推覆在前陆盆地准原地系统之上，而飞来峰则以扩展变形方式滑覆叠置于准原地系统之上等特征。

2. 关于龙门山飞来峰的研究

关于龙门山飞来峰，前人也已经做了大量工作，得到了许多认识：

1)关于成因机制

许志琴(1992)等认为是大型推覆构造作用形成的。石绍清(1994)研究认为彭县的飞来峰既有推覆体也有滑覆体。龙年等对宝珠寺地区的研究表明，该地区构造格局是印支运动—喜马拉雅运动的产物，具有典型的后展式逆冲推覆构造，区

别于整个龙门山前展式推覆构造形成模式,为龙门山推覆构造提供了不同的地质证据(龙年和陶晓风,2012;龙年,2013)。韩同林等(1999)、周自隆(2001,2006)研究认为彭县葛仙山飞来峰等为巨型冰川漂砾。近年来地质工作者广泛接受了滑覆成因的观点,吴山等(1991,1999,2008)多次撰文论述了龙门山飞来峰的滑覆成因以及特征,这些论述极大地丰富了龙门山飞来峰的构造研究。韩建辉(2006,2008,2009)对龙门山飞来峰的群带特征进行了论述,认为龙门山飞来峰的形成中具有先推覆,后滑覆的演化特征。宋春彦等(2009)对飞来峰发育期次的研究显示飞来峰不可能是同时形成的,印支晚期、燕山期和喜马拉雅期都有可能,甚至可能跨越2个或3个构造阶段。

2)关于飞来峰根带

刘肇昌和代真勇(1986)提出龙门山飞来峰来源于映秀—北川断裂带,系断裂带挤出产物。吴山和林茂炳(1991)研究唐王寨飞来峰时认为该飞来峰来自映秀断裂以北的后龙门山构造带。林茂炳等(1996)依据彭灌杂岩之上可见零星飞来峰(李远图,1989),从而提出龙门山飞来峰根带来自于彭灌杂岩之上。马永旺和刘顺(2003)则提出它们来自于映秀—北川断裂东侧地区。

3. 关于清平地区构造研究

清平地区的构造性质一直以来存在争议,有人认为其为一个大型飞来峰,也有人认为是推覆体的叠合,并以此观点对本区岩石地层、生物地层、化学地层、构造特征以及地质演化等等进行了研究。吴山等一批学者赞同其为飞来峰的观点,但是一直都没有人从飞来峰的观点对该区进行深入研究,笔者正是由此出发,对该区构造展开研究。

1.3 主要研究内容与思路

1.3.1 研究目标

本书拟通过资料综合分析、野外地质调查以及构造解析等工作,重新厘定研究区构造轮廓;研究清平飞来峰的地质构造特征及其演化规律。

1.3.2 研究内容

1. 研究区及区域岩石地层

研究区域岩石地层,分析其岩性及岩性组合、沉积特征、沉积环境和形成构

造背景。在此基础上以便对组成飞来峰各个岩片以及原地系统地层进行对比,分析其关联。

— 2. 研究区构造研究

结合野外调查以及室内研究,对研究区各条断裂逐个分析:

(1)研究断裂构造展布、产状及其变形特征,厘定边界断裂和飞来峰构造,研究其几何结构、运动特征、变形性质等构造特征以及相互关系。

(2)研究飞来峰的形态特征及其与准原地系统的差异性,结合飞来峰定义以及清平飞来峰的特征对其进行厘定和确认。

(3)对比清平飞来峰与唐王寨飞来峰的异同点,进一步确认清平飞来峰的性质。初步认识其总体特征。

(4)在前面研究的基础上对飞来峰进行划分,按照其多层楼的格局划分每层飞来峰的范围,研究其形态、分布、变形特征。

(5)研究飞来峰内部变形特征和性质;分析断裂褶皱关系,研究组合特征和形成力学机制。

(6)对每层飞来峰内部构造进行详细研究,重点研究其运动学和动力学特征,分析其成因,划分其成因类型。

(7)对各层飞来峰进行对比研究,重点研究各飞来峰体之间的构造特征差异,峰体间的构造规律性,分析本区构造演化的规律。

(8)结合龙门山飞来峰带的特征,对比研究清平飞来峰与龙门山其他飞来峰的异同点以及其内在联系;研究清平飞来峰内在的典型特征。

(9)结合区域资料,研究龙门山飞来峰带以及清平飞来峰的形成及演化过程。

3. 构造演化史研究

根据以上研究,反演本区构造发展过程。结合龙门山飞来峰带的特征,研究清平飞来峰的形成和发展历程。

1.3.3 拟解决的关键性问题

(1)龙门山清平飞来峰的厘定及成因分类。

(2)清平飞来峰的地质特征及规律。

(3)清平飞来峰的根带及形成演化。

(4)清平飞来峰与龙门山飞来峰带的关系。

1.3.4 研究方法及技术路线

根据研究区的实际情况,本书采取了以下研究方法及技术路线:

- (1)根据岩石地层研究,结合断裂等构造特征划分地质构造体。
- (2)通过野外地质调查绘制构造地质剖面,研究本区地质格架,结合(1)中的研究确定边界断裂,勾勒地质构造轮廓。
- (3)结合测年以及断层交切关系研究各个断裂发育期次以及先后顺序。
- (4)结合各个岩片内构造地质特征及岩片组合特征,研究各个岩片构造成因类型。
- (5)结合野外观察、构造剖面以及室内样品测试,研究飞来峰各个岩片的构造属性。
- (6)根据以上研究分析清平飞来峰的根带、形成及演化。
- (7)结合龙门山飞来峰带其他飞来峰特征进行综合研究,分析清平飞来峰与龙门山飞来峰带的关系。

1.4 主要难点及创新点

1. 难点

(1)本区构造复杂。①本区断裂发育,形状、延伸方向、倾向、长度各不相同;②本区褶皱丰富多样,既有断层相关的断弯褶皱,也有经由后期改造的早期褶皱;既有紧闭褶皱,也有宽缓的褶皱;③各个地质体关系复杂,断层交切关系不很清楚,需做大量工作重新理清。

(2)多期构造活动,力学性质不同,成因关系复杂。

(3)前期专题工作较少,研究程度低。

2. 创新点

通过研究,本书在以下几方面取得了一定的进展:

1)理论方面

(1)对飞来峰的定义进行了汇总分析,认为飞来峰是指与周围下伏岩系在物质组成和构造等地质特征方面都不相同,并且在建造和成因上也完全无关的孤立岩块。这种定义更加严密和更具有可操作性。

(2)在前人研究的基础上,对飞来峰的分类进行了探讨,按结构将飞来峰划分为单层飞来峰和叠覆式飞来峰,按照成因划分为推来峰和滑来峰。并且按照构造变形特征将滑来峰划分为滑块式和滑褶式。

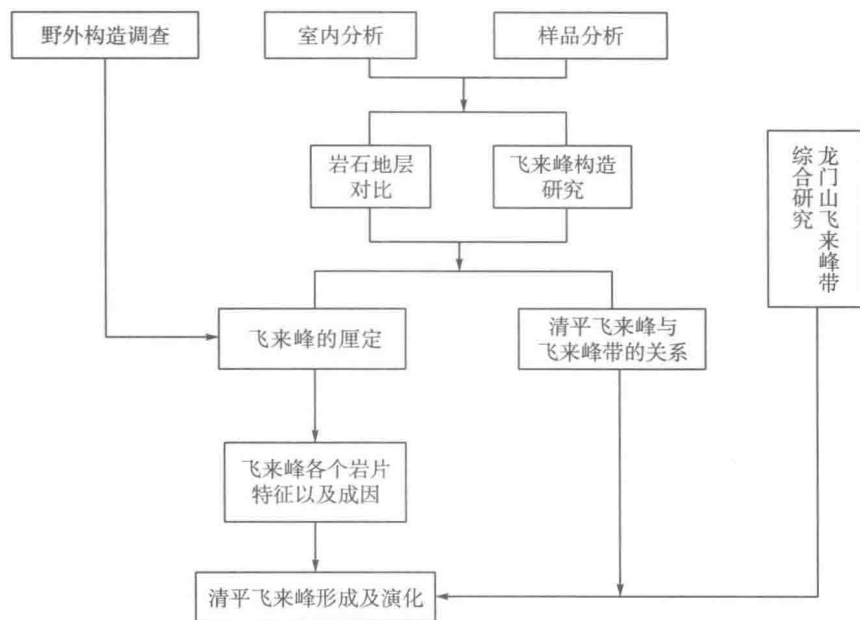


图 1-1 研究技术路线

2) 结合本区实际

- (1) 第一次按照飞来峰构造研究思路详细厘定研究区构造。
- (2) 首次将研究区厘定为飞来峰构造，并划分为五层飞来峰，并且理清清平飞来峰和唐王寨飞来峰的关系。
- (3) 研究了各个飞来峰之间的特征，总结清平飞来峰地质特征规律。
- (4) 研究了飞来峰成因类型，确定清平飞来峰是典型的推覆+滑覆结合的叠覆式飞来峰。
- (5) 对龙门山飞来峰带特征进行了总结，并结合龙门山飞来峰带的特征对清平飞来峰进行了研究。
- (6) 结合龙门山飞来峰带的形成和演化对清平飞来峰的演化进行了研究，提出了清平飞来峰的推覆和滑覆发育模式。

1.5 研究意义

本书的研究具有重要的理论和实践意义。

1. 理论意义

本书对飞来峰相关理论进行了探讨，提出较为合理的飞来峰类型划分，具有一定的理论意义。同时，本书对龙门山构造带地质特征、形成机制研究都有重要

意义。对龙门山飞来峰特征以及形成演化也有重要的参考价值。

2. 实践意义

根据清平飞来峰结构,推测下伏原地岩系应为上三叠统须家河组,是川西前陆盆地的主要生油岩和储集岩。本书的研究有利于确定须家河组的特征及展布,对于扩展川西油气勘探新领域具有重要的指导意义。