

广东省自然科学基金资助项目

珠江三角洲地震活动 及预测研究

魏柏林 孙崇赤 秦乃岗 闻则刚
刘特培 陈伟光 魏恒源

著



地震出版社

珠江三角洲地震活动及预测研究

魏柏林 孙崇赤 秦乃岗 闻则刚
刘特培 陈伟光 魏恒源 著

地震出版社

图书在版编目(CIP)数据

珠江三角洲地震活动及预测研究/魏柏林, 孙崇赤等著. 北京: 地震出版社, 2002. 6

ISBN 7-5028-2071-X

I. 珠... II. 魏... III. ①珠江三角洲—地震—研究②珠江三角洲—地震预报
IV. P316.265

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 028850 号

珠江三角洲地震活动及预测研究

魏柏林 孙崇赤 秦乃岗 闻则刚 著
刘特培 陈伟光 魏恒源

责任编辑: 宋炳忠

责任校对: 宋 玉

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 68423031

门市部: 68467991

传真: 68467972

总编室: 68462709 68423029

传真: 68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大彩印厂

版(印)次: 2002 年 6 月第一版 2002 年 6 月第一次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

字数: 263 千字

印张: 10.25

印数: 001 ~ 600

书号: ISBN 7-5028-2071-X/P·1126 (2626)

定价: 20.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

序

自然灾害危及人民生命财产的安全，也常造成严重的经济损失和社会影响。在各种自然灾害中地质灾害的危害性最为明显。1987年第二届联合国大会通过的69号决议，把1990~2000年定为“国际减轻自然灾害十年”，旨在通过国际行动，将世界上因自然灾害造成的生命财产损失以及由此引起的社会和经济停顿减轻到一定程度。1989年我国成立了“国际减灾十年”委员会，为提高我国防灾、抗灾和救灾工作做了很多努力。

地震是当代危害性最大的由自然因素形成的地质灾害，对人类和工程建设常常造成毁灭性的灾难。华南沿海是我国地震活动相对比较频繁的地带，在历史上曾发生4次7级以上的大地震。上个世纪的百年之中，广东沿海地区发生6级以上危害性较大的地震就有4次。珠江三角洲地区地震活动虽没有粤东和粤西活跃，但历史记载的破坏性地震达12次之多。特别是近年来小震不断发生，4~5级地震也时有出现。

广东是我国改革开放的前沿，她的经济腾飞和社会发展让我们深受鼓舞，然而地震和其他地质灾害问题却又令担忧，特别是珠江三角洲地区，人口稠密，城镇林立，高速公路、快速铁路、大型桥梁、核电站、巨型码头等重大基础设施建设工程星罗棋布，因此，确保珠江三角洲地区的安全，已成为政府和民众共同关心的突出问题之一。准确预报、防震减灾，增强抗衡地震能力的紧迫性和重要性也日益受到政府和社会的重视。感谢广东省政府和省科技厅的重视和支持，批准开展了“珠江三角洲未来10年地震危险性预测研究”课题，也感谢广东地震学界的同仁们，他们做了很好的工作，编写了这部25的研究成果。

这本专著使人们可以了解在未来10年及更长一段时期内，珠江三角洲地区的地震活动趋势如何，有无强震发生，哪些地段更具发生强震的危险性，它们是如何产生的。

本书的作者们提出了值得借鉴的研究思路、研究办法和新的观点，例如：用构造分析方法，查明地震地质环境，地壳的结构构造，新构造运动剧烈程度，断裂及其活动性；其周期分析和活动幕次的划分，以及地震学方法，探明区域地震活动特征及与周边地区地震活动的关系；运用多项构造指标、TIP方法、剪切应力场、构造应力场的有限元计算、光弹实验和专家系统等手段，对本区未来10年的地震活动性进行预测，并获得了有说服力的结论。书中提出发生4~5级地震的可能性及其发生地段的新认识具有重要的理论和应用价值。因此，该项研究具有综合性、系统性、创新性的现实性。

众所周知，地震预报是一个国际公认的科学难题，它仍然是21世纪地球科

学中的一个前沿课题。魏柏林研究员等同仁们的工作为这一研究提供了一个非常重要的区域模式。

希望这一成果能得到更广泛的应用和推广，使其在地质灾害科学研究和广东省经济建设，以及珠江三角洲区域可持续发展中发挥重要作用。

广东省科协主席
俄罗斯科学院院士（外籍）
国际欧亚科学院院士

2001年11月18日

前 言

珠江三角洲位于广东省中南部,是我国经济发达的地区,也是我国改革开放的前沿地区。狭义上的珠江三角洲,由西江、北江、东江和潭江四个三角洲组成,面积约 8600km^2 ,世界排行第十五,中国排行第二。近年来,广东省政府提出发展珠江三角洲的经济区,其范围包括广州、深圳、珠海、佛山、中山、江门、东莞、惠州和肇庆等地区,加之与毗邻的香港与澳门特别行政区,组成了广义的珠江三角洲经济区,面积约 41600km^2 。

珠江三角洲地震活动水平较低,在广东省也比不上粤东和粤西一带,但破坏性地震仍时有发生,自有历史记载以来,破坏性地震达 12 次之多,最大震级为 5.4。近年来,小震不断,尤其是 1997 年,在三水与台山先后发生 4.4、4.1 级地震,虽然震级不大,未造成人员伤亡,但却带来了一定的经济损失。本区经济发达、城镇众多、人口稠密,高速公路、大型桥梁与核电站、蓄能电站等重要工程和生命线工程星罗棋布,现代化通信网络紧密相连。为了确保珠江三角洲经济区的安全,广东省政府、中国地震局对珠江三角洲防御区的防震减灾工作历来十分重视,投巨资建设珠江三角洲遥测地震台网,开展了震害预测及部分市区地震小区划工作。为配合上述工程,需要研究珠江三角洲未来 10 年,甚至更长一段时间,地震活动趋势如何,有无强震发生,哪些地段更具发生强震的危险性。为此,我们向广东省自然科学基金申请开展“珠江三角洲未来 10 年地震危险性预测研究”,研究的范围为广义的珠江三角洲,预测的重点在狭义的珠江三角洲。广东省有关部门以粤震科基(1997)23 号文下达了该项研究课题。我们在广东省地震局广大科技人员,经数十年所积累的地震预报、科研、生产所取得的大量资料基础上,用构造分析的方法,查明了本区的地震地质环境,地壳的结构构造、新构造运动剧烈程度,断裂及其活动性。同时,用周期分析和活动幕次的划分和地震学方法,探明了本区地震活动特征及与东南沿海地震活动的关系;查明了历史上 12 次破坏性地震与近期 5 次重要地震事件的特征与发震的构造背景;最后,运用地质构造、新构造、活动断裂、地震活动性等多项指标,用 TIP 方法、剪切应力场、构造应力场的有限元计算、光弹实验和专家系统等多种手段,对珠江三角洲未来 10 年地震活动性进行了预测。结论是:虽然在珠江三角洲口外担杆列岛一带和广州—三水之间存在着发生 6 级地震的构造环境,但在未来 10 年内不会发生 6 级以上地震。未来 10 年甚至更长一段时间发生 4~5 级地震有一定的可能性,发生的地段为:广州—三水、担杆列岛、珠海—澳门、东莞、台山、高明、鹤山等地。

地震预报是一个公认的科学难题。目前的地震预报,是在地震成因和孕震规

律尚不清楚的情况下，根据地震活动的历史资料、地震构造分析以及地震发生前出现的各种前兆性异常现象，在某些假设条件下进行的，还处在经验型预报阶段。所有这些方面都包含有相当大的不确定性，从而造成当前地震预报一方面取得了不少较为成功的实例，另一方面虚报、漏报和错报还占有很大比例。我国地震预报在取得大量现场震例和实际经验的基础上形成了一个具中国特色的长、中、短、临的阶段性的渐进式地震预报思路和工作程序。我国的年度预报水平准确率约20%~30%，这是指中期预报。10年或10年以上属长期，其准确率应比此数字略高，珠江三角洲的未来10年地震危险性预测应属于长期预报范畴，究竟准确率多高，只有让时间来检验。

在珠江三角洲以至广东地区，要预先做出中强震时间、空间、震级三要素的预报是比较困难的。中强震因前兆现象不怎么明显，加之我省台网的前兆手段有限，过去也曾尝试着预报过，往往变为虚报。但是在无事先觉察的情况下，某地发生一些突发性震情，地点已经确定，这时就不存在地点的预报，而是在发生震情的地段做出准确的震后趋势判定，判定有无更大的地震。一般做出无强震预测总是正确的。为此，我们将几十年的广东省震后趋势判定的工作程序也列入其中，以便为珠江三角洲发生突发性震情如何处理作参考，这个经验也被全国有关地区采用。在“珠江三角洲未来10年强震的危险性预测研究”的基础上，补充了许多新的资料及研究成果，编写成本书，以供在本区从事地震预报、防震减灾及地震安全性评价工作的人员参考。

全书共分四章：第一章，由魏柏林、孙崇赤、魏恒源、陈伟光执笔；第二章，由魏柏林、刘特培、秦乃岗编写；第三章，由魏柏林、闻则刚、秦乃岗、刘特培、孙崇赤完成；第四章，由魏柏林、秦乃岗、林美、刘特培撰写。全书由魏柏林统编定稿。

由于我们的水平有限，目前地震预报又处在探索的阶段，不当之处在所难免，敬请批评指正。

Preface

The Pearl River Delta Area is located in the middle-South of Guangdong Province. It is a forward area of reformation and opening up region where the economy has been developing swiftly. In narrow sense of geography, the Pearl River Delta consists of four deltas in West River, North River, East River and Tan River, and covers about 8,600 km², ranking fifteenth in size in the world and second in China. In recent years, the Guangdong Provincial Government has put forward to develop a economic region in the Pearl River Delta Area, which includes Guangzhou, Shenzhen, Zhuhai, Foshan, Zhongshan, Jiangmen, Dongguan, Huizhou, Zhaoqing, and Hongkong and Macao Special Administration Region, so this Pearl River Delta Area in broad sense is an economy region, it takes up about 41,600 km² land.

The seismicity level in the Pearl River Delta Area is low, but the earthquakes happened sometimes, the destructive events added up to twelve according to the historical record, the biggest one among them was $M=5\frac{3}{4}$. In recent years, the light earthquakes had happened frequently, specially in 1997, the two shocks happened successively in Sanshui ($M4.4$) and Taishan ($M4.2$) had brought amount of economic losses in spite of their small size and no casualties. For the above situations and what is more, for the safety of the developing economy, crowded population, great mass of cities, expressway, large bridges, nuclear power plants, storage power stations and the modern communication nets in the area, the Guangdong Provincial Government and the China Seismological Bureau pay high attention to the earthquake preparedness and disaster mitigation. Large investment has been given to build the telemetered seismic network in the Pearl River Delta Area. The earthquake hazards prediction in the area and the seismic microzoning of some cities of this area have been developed.

In order to predict the trend of seismicities, whether some strong earthquake will occur or not, and where it will occur in the area in the coming 10 years or longer, this project named "A Study of the Seismic Risk in the Coming 10 Years" was submitted to the Guangdong Provincial Natural Scientific Foundation, its scope of research covers the Pearl River Delta Area in broad sense, but its scope of prediction emphasizes the one in narrow sense. The foundation transmitted the permission in the Document "Yue Zhen Ke Ji (1997) 23".

Based on the great amount of data accumulated by researchers and technicians of the Guangdong Seismological Bureau in the field of earthquake prediction and scientific work, we ascertained the seismogeological environment in this area, structural construction of the earth crust, gradation of the neotectonics, crack and its activity by the method of tectonic analysis. In the meantime, we verified the characteristics of the seismicities in this area and the relationship in the seismicities between this area

and the Southeast Coastal Region, the characteristics and seismogenic structural setting of the 12 destructive earthquakes in history and the recent 5 events by periodic analysis and seismological method. Finally, we tried to prediction the seismicity in the Pearl River Delta Area in coming 10 years with the indexes obtained and means, such as TIP method, finite element computation, photoelastic test, shear stress field and tectonic stress field. We came to the conclusion that although there is tectonic environment for earthquakes about $M=6$ in the Dangan Islands area and Guangzhou-Sanshui area in the Pearl River Delta, it would be impossible occurring earthquakes above $M=6$. There is possibility for earthquakes above $M=4\sim5$ in the areas such as Dangan Islands, Guangzhou-Sanshui, Zhuhai-Macao, Gaoming and Heshan in coming 10 years or longer.

Earthquake prediction is generally recognized as a difficult scientific problem at present. It is still in its empirical period, because it is carried out under the condition that seismogenesis and seismogeny are not clear, and only based on the historical material of seismicities, seismotectonic analysis and abnormal phenomena before the earthquakes, and hypothetical factors are also taken. All the indefinite factors lead to false, failing and wrong reports although there were many successful examples. On the basis of enormous on-site cases and practical experiences, a Chinese gradual-style thought and working procedure in earthquake prediction is taken shape, that included long term, medium term, short term and immediate stages. The annual prediction accuracy of medium term in our country is about 20%~30%, which is a bit lower than the long term prediction over 10 years. The seismic risk prediction of the Pearl River Delta Area in coming 10 years is a long term prediction, its accuracy would be verified with time.

In the Pearl River Delta Area and even the area of Guangdong, it is difficult to prediction the time, space and size of a moderate earthquake in advance. The premonitory phenomena are not evident, further more, the observation stations of precursor phenomena in our province are limited. There have been prediction trues, but that had often lead to false reports. However, if some burst earthquakes happened somewhere, then the locations were known. In these cases, the problem was to make clear the postseismic trend, judge whether there would be stronger earthquakes. It was always correct to take a prediction that no strong earthquake would happen. For this reason, the procedure of postseismic trend judgement in Guangdong Province for decades is listed as reference for dealing with the burst earthquakes in the Pearl River Delta Area, this experience is also adopted by relevant areas all over the country. Based on the prediction research on strong earthquake risk in coming 10 years in the Pearl River Delta Area, this book takes in a lot of new material and scientific research achievements, offering reference to the work of earthquake prediction, earthquake prevention, disaster mitigation and seismic safety evaluation.

The book consists of four chapters. The first chapter is written by Wei bolin, Shen Chongchi, Wei Hengyuan and Chen Weiguang; the second by Wei Bolin, Liu Tepei, Qin Naigang; the third by Wen Zhegang, Qin Naigang, Liu Tepei, Shen Chongchi and Wei Bolin; the fourth by Wei Bolin, Qin Naigang, Lin Mei and Liu Tepei. All texts are finalized by Wei Bolin.

For our academic insufficiency, and the earthquake prediction is still in its explorative term, mistakes in this book would be inevitable, any comments would be appreciated.

目 录

前言

第 1 章 地震地质环境	(1)
1.1 地形地貌概况	(1)
1.2 地质构造	(1)
1.3 重磁场特征及动态变化	(8)
1.4 新构造	(17)
1.5 断裂带及其活动性	(26)
第 2 章 地震活动特征	(53)
2.1 东南沿海地震活动特征	(53)
2.2 珠江三角洲的地震活动特征	(61)
2.3 12 次 $M_s \geq 4\frac{3}{4}$ 震例	(76)
2.4 五起重要事件	(88)
第 3 章 地震预测	(113)
3.1 强度预测	(113)
3.2 时间预测	(116)
3.3 空间预测	(134)
3.4 结论	(144)
第 4 章 突发性震情的综合判定	(145)
4.1 突发性震情出现	(145)
4.2 确定震中位置	(145)
4.3 查明震中区的构造背景	(145)
4.4 查明震中区及其大区历史地震活动特征	(146)
4.5 确定突发性震情发生在老震区抑或是新震区	(146)
4.6 派出流动队伍赴现场监测	(146)
4.7 地震趋势的综合判定	(146)
4.8 预报无强震	(148)

Contents Table

Preface

Chapter 1 Seismological Environment	(1)
1.1 Outline of Topographic Features	(1)
1.2 Geologic Structure	(1)
1.3 Characteristics and Dynamic Variation of Magnetic Fields	(8)
1.4 Neotectonics	(17)
1.5 Fracture and its Activity	(26)
Chapter 2 Characteristics of Seismicity	(53)
2.1 Characteristics of Seismicities in the Southeastern Coastal Region	(53)
2.2 Characteristics of Seismicity in the Pearl River Delta Area	(61)
2.3 Twelve Earthquakes Cases with $M_s \geq 4\frac{3}{4}$	(76)
2.4 Five Significant Events	(88)
Chapter 3 Research on Earthquake Prediction	(113)
3.1 Prediction of Strength	(113)
3.2 Prediction of Time	(116)
3.3 Prediction of Space	(134)
3.4 Conclusion	(144)
Chapter 4 Comprehensive Judgement to the Burst Seismic Condition	(145)
4.1 Emergence of the Burst Seismic Condition	(145)
4.2 Locate the Epicenter	(145)
4.3 Ascertain the Structural Setting of the Epicentral Region	(145)
4.4 Ascertain the Seismicities Characteristics of the History in the Epicentral and its circumference Region	(146)
4.5 Determine It Was an Old Seismic Region or a New One that the Burst Seismic Condition Happened in	(146)
4.6 Send out a Mobile Team for on-site Observation	(146)
4.7 Judge the Seismic Trend Comprehensively	(146)
4.8 Prediction None of Strong Earthquakes	(148)

第 1 章 地震地质环境

地震是一种地质现象，是地球表层构造活动的结果，是地壳运动的一种特殊形式。浅源地震的孕育、发生和发展是在构造应力场作用下，地壳中的岩块受力产生应变，当某些构造特殊部位积累的应力-应变超出了它的破裂强度，岩石突然破裂错动，释放应变能，使岩石产生破坏和变形。从本质上来说，地震是一个构造力学过程。因此，研究这个过程必须和现代地壳运动结合起来，从构造力学角度出发，探讨人地构造、新构造、深部构造与活动断裂在地震孕育、发生和发展过程中所起的作用。

1.1 地形地貌概况

珠江三角洲是一个东、西、北三面环山，一面（南面）临海的一个由东江、北江、西江、潭江等冲积平原组成的三角洲，其形态像一个不规则的马蹄形。东边为莲花山、向西南延伸而有太岭山、羊台山、梧桐山，北边有罗浮山向西延伸成的摩星岭、白云山，西边分布有皂幕山、古兜山，中南部有五桂山（图 1.1.1）等。一般海拔高度为 500m，相对高度为 100~300m，分布有 300~350m 及 200m 的两级剥蚀面，还存在 40~50m、20~30m 及 5~10m 的三级阶地或台地。

丘陵分布在广州东北，江门、鹤山、中山、珠海、东莞—深圳之间等地段（图 1.1.1）等地带，为断块上升的地垒型山丘，一般海拔 200~400m（赵焕庭，1990）。

台地分布在本区北部三水、广州、番禺、东莞、深圳北一带，高度主要有 40m、20m 两级（图 1.1.1）。

平原主要夹在台地与丘陵之间的广阔地带，且向南海延伸，该平原不像其他三角洲的冲积平原广阔平坦，而有 160 多个岛丘突起，表现为丘陵、台地、残丘地貌类型，面积约占三角洲面积的五分之一。它们是过去海岛的遗迹（黄镇国，1982）。珠江前三角洲从珠江口向东南展布于南海北部大陆架上，其中大约以 50m 等深线为界，线内主要为泥质沉积物，并发育沟槽网，面积约 10000km²；线外的沉积物较粗，至大陆架边缘变为粗砂砾带，为古珠江三角洲。珠江口外海滨深度-30m 以内的内带，基岩岛屿林立，大小约 400 多个（图 1.1.1）（赵焕庭，1990）。

1.2 地质构造

1. 构造区位置及性质

珠江三角洲位于东南沿海地震带的中南段，而东南沿海地区位于欧亚板块的东南边缘地

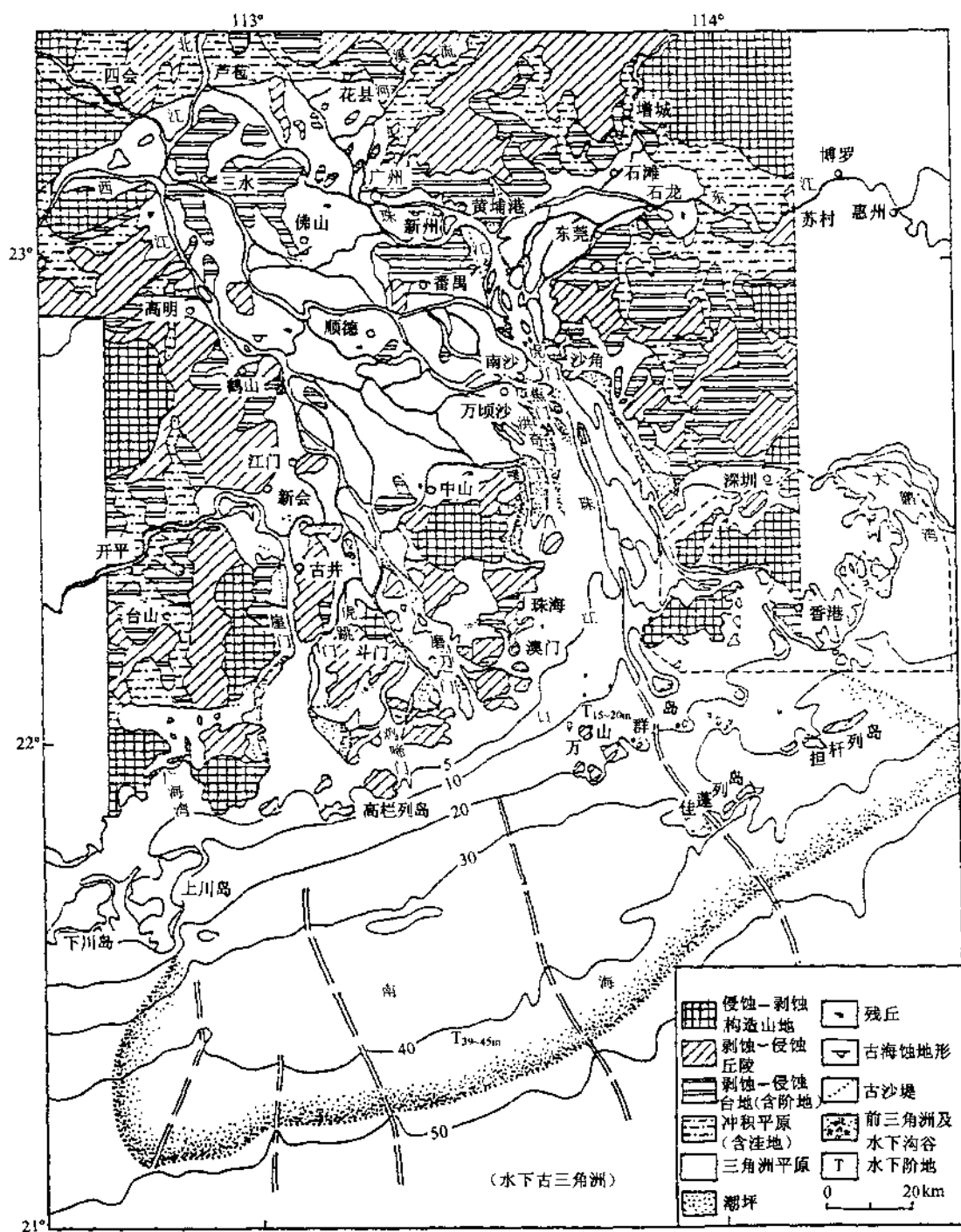


图 1.1.1 珠江三角洲地貌 (据赵焕庭, 1990)

带, 菲律宾板块与欧亚板块的俯冲、碰撞近前缘地带。显然, 珠江三角洲是此近前缘地带的一部分。按地壳运动递进演化的观点(陈国达, 1959), 依照“确定一个地区的大地构造属性应以该区现阶段大地构造性质为准”的原则, 本区应归属东亚壳体的东南地洼区的一部分(陈国达, 1998), 即为其四级分区的广州地洼。

2. 构造的演化及构造层的形成

(1) 地槽阶段沉积了巨厚的复理石建造——地槽构造层的形成

本区与广东省地壳演化是同步的, 震旦纪—志留纪时, 是本区地壳处于非常活动的地槽阶段, 处于古特提斯古地槽东延的一部分, 从粤西到粤中经本区到粤东, 形成一个北东东向地槽拗陷带, 沉积了一套巨厚的类复理石建造、复理石建造和细碧角斑岩建造, 其厚度达 7000~10000m。到志留纪末期经加里东运动, 地槽回返, 巨厚的地层遭受强烈的挤压、变质、褶皱、断裂作用, 且有花岗岩的贯入, 最后形成地槽构造层, 且总体成北东东向延伸。此构造层横穿本区, 广布于肇庆、广州、增城、东莞、番禺一带(图 1.2.1), 形成了紧闭的倒转褶皱形态, 如广州大洞附近由震旦纪地层组成的地槽构造层就是一个典型的实例(图 1.2.2)。

(2) 地台阶段形成了面状分布的灰岩建造——地台构造层的形成

强烈的加里东运动结束了本区古地槽区的构造发育历史, 从泥盆纪开始地壳运动相对减弱, 进入相对稳定的构造环境, 即地台发育阶段。早期泥盆纪时, 本区及其附近, 地槽回返褶皱上升后形成的高低起伏地形, 尚未夷平, 即进入地台发育阶段, 海水由西向东侵入, 故此时沉积了一套含砾的陆缘碎屑建造, 随着时间的推移, 进入石炭纪, 地形高低起伏逐渐夷平, 形成了平坦的浅海, 沉积了一套面状分布厚数百米的灰岩建造。进入二叠纪后, 继承了石炭纪晚期构造格局, 但地壳升降运动有所加强。晚二叠世海水变浅, 沉积了一套海陆交互相的含煤建造, 海水逐渐向西北退出本区而地壳上升为陆。这个阶段以垂直升降运动为主, 常有地层沉积间断和假整合现象发生。由一个完整的陆源碎屑建造、灰岩建造和含煤建造组成了地台构造层, 且分布于本区恩平、肇庆、花都及深圳等地(图 1.2.1)。

(3) 地洼阶段堆积了巨厚的类磨拉石建造——地洼构造层的形成

发生于晚三叠世末的印支运动主幕, 是一次具突变的构造运动, 它导致了晚古生代古地台区的瓦解, 引起古构造、古地貌的重大变化。原来成面状分布的地台构造层, 经这次运动, 产生宽展形箱状褶皱(图 1.2.3), 北东、北西向的断裂以及山间盆地, 侏罗纪时堆积了巨厚的含煤建造、火山岩建造。多幕次的强烈的燕山运动, 不仅使原来的地槽构造层和地台构造层受到褶皱断裂及岩浆侵入, 同时也使初期的地洼构造层同样也遭到挤压、褶皱和断裂作用(图 1.2.4)。尤其值得指出的是, 本区白垩纪时由于燕山运动, 致使断陷成三水盆地、东莞盆地、新会和恩平盆地(图 1.2.1), 堆积了自白垩纪至第三纪红色含盐建造及火山岩建造, 厚达 1000~3000m(图 1.2.5)。由此各地洼盆地形成了厚度不等的不同沉积物组成的类磨拉石建造, 组成了地洼构造层(图 1.2.1)。

3. 构造分区

根据地洼构造层分布的面积所占比例大小, 划分正单元洼隆, 其地洼构造层分布面积不及 10%~20%; 反之, 地洼构造层占 80% 以上者划为负单元洼陷。据此原则, 可将珠江三角洲划分为 4 个次级分区: 珠江三角洲洼陷(简称珠江三角洼陷), 珠东洼隆、珠西洼隆、珠北洼隆(图 1.2.1)。

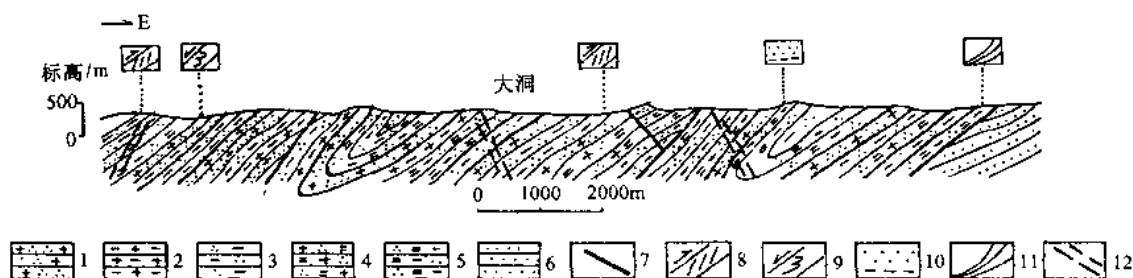


图 1.2.2 地槽构造层褶皱形态示意图 (据林树榆等, 1990)

1. 长石石英岩; 2. 长石云母片岩; 3. 黑云母石英岩; 4. 长石石英二云母片岩; 5. 石英二云母片岩; 6. 变质砂岩;
7. 断层; 8. 层间劈理; 9. 柔皱; 10. 粒级层; 11. 斜理层; 12. 轴面劈理

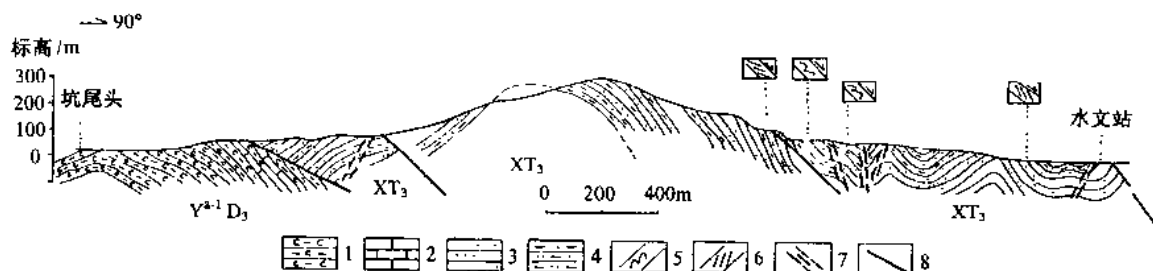


图 1.2.3 地台构造层褶皱形态 (据林树榆等, 1990)

1. 炭质千枚岩; 2. 灰岩; 3. 变质砂岩; 4. 泥质粉砂岩; 5. 柔皱; 6. 破劈理; 7. 轴面劈理; 8. 断层

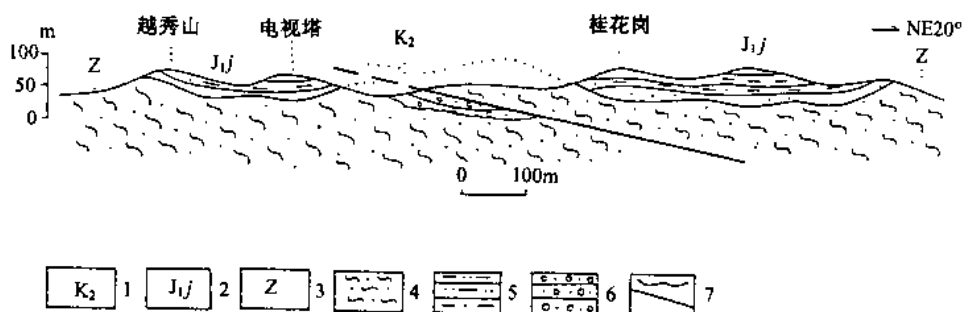


图 1.2.4 地洼构造层宽展型褶皱 (据林树榆等, 1990)

1. 上白垩统; 2. 下侏罗统; 3. 震旦系; 4. 混合岩; 5. 砂页岩; 6. 粗砂岩; 7. 逆掩断层

(1) 珠江三角洲洼陷 (ZJ)

珠三角洼陷, 其范围为狭义珠江三角洲。尽管在五桂山等地亦有少部分隆起, 但绝大部分为洼陷, 接受了不同厚度的沉积 (图 1.2.1)。据珠江三角洲内 1100 多个钻孔资料揭示, 三角洲的平均沉积厚度为 20~30m, 最厚达 60~70m, 其中西江、北江三角洲超过 30m 厚度的面积有 1675km² (占总面积的 26%), 而东江三角洲只有 67km² (占总面积的 11%), 说明前者面积大于后者。三角洲沉积呈明显的三分性。下部的第一套沉积是由河流底砾层逐渐相变

为海相粉砂质淤泥的海进式旋回。上部为一套由海相淤泥或粘土层过渡为三角洲相的粉细砂、细砂层的海退式旋回。两套沉积之间夹一层杂色粘土，显示一次沉积间断。另据广州地理研究所所做的 ^{14}C 地层断代，第一套沉积约发生在晚更新世后期，30kaB.P.左右，而第二套沉积则形成于冰后期的全新世。近年来其他研究者也得出了大体相同的结论。此外，第四系与下伏基岩之间为不整合接触，多数基岩是第三纪红层，少数为中生代沉积岩或燕山期花岗岩等，中间夹数十米厚的红色风化层。上述的沉积层序表明，珠江三角洲断陷的发育至少可推至晚更新世。在这以前，珠江三角洲地区从晚第三纪红层的沉积结束后，地壳可能有过普遍的抬升，致使前第四纪地层遭受强烈的风化、剥蚀。珠江三角洲断陷形成以后，有过多次海进，其中影响较大的是晚更新世大理冰期中亚间冰期海进和大理冰期结束后全新世海进这两期，使本区环境发生由陆变海（或海湾），再由海（海湾）变陆的大变迁（图 1.2.6）。

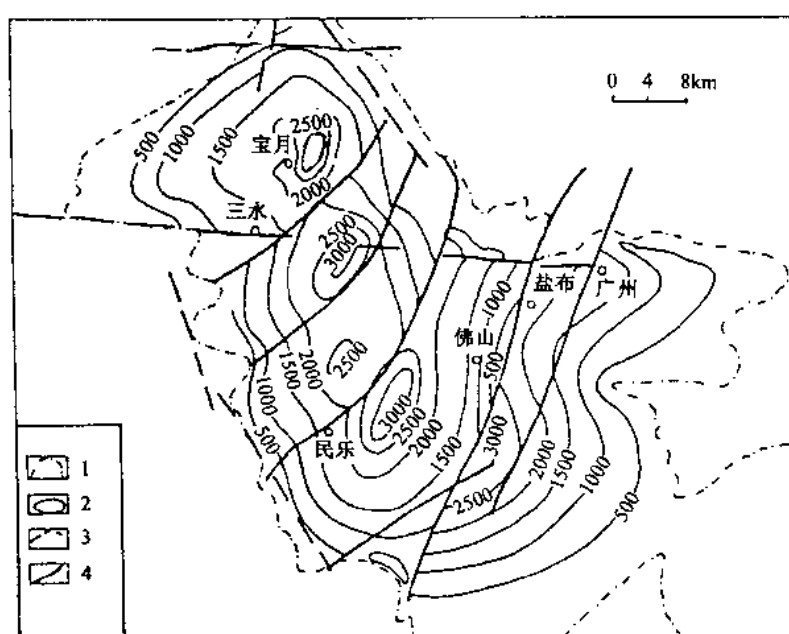


图 1.2.5 三水盆地白垩—老第三纪沉积厚度及基底断裂分布图（徐起浩据 12 普资料改编）

1. 盆地边界；2. E-K 厚度等值线；3. 基底断裂；4. 北西向断裂

(2) 珠东洼隆 (ZE)

在珠三角洼陷的东面，以北西向珠江口断裂为界，东面形成断块隆起。从地貌上来看，以山地丘陵占绝大部分面积，在该区的北段，五华-深圳断裂以北分布有由震旦纪的长石云母片岩、黑云母片岩、石英二云母片岩及混合岩构成地槽构造层，呈紧闭型倒转褶皱，轴向北东东（图 1.2.1）。在五华-深圳断裂以南分布有大量以泥盆-石炭系灰岩为主的地台构造层，此外，上部不整合分布有以侏罗-白垩系砂页岩及火山岩为主的地洼构造层及大面积的燕山期的花岗岩贯入其中。

(3) 珠西洼隆 (ZW)

在珠三角洼陷之西侧，以西江断裂为界，紧靠珠三角洼陷为剥蚀-侵蚀丘陵，稍远则以