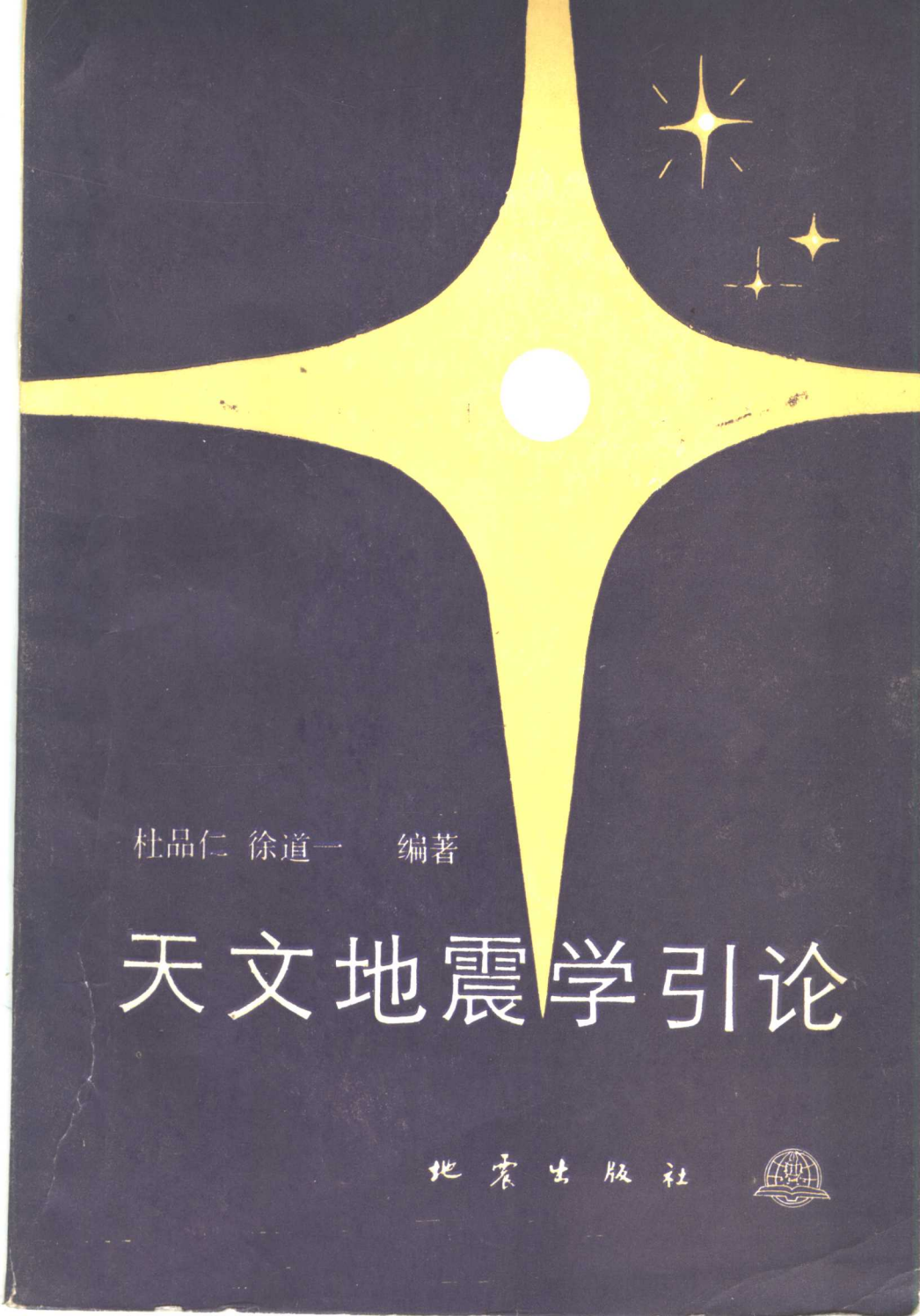


A large, stylized yellow star with four main points and a central white circle, set against a dark blue background. Several smaller, multi-pointed yellow stars are scattered in the upper right quadrant.

杜品仁 徐道一 编著

天文地震学引论

地震出版社



天文地震学引论

AN INTRODUCTION TO ASTROSEISMOLOGY

杜品仁 徐道一 编著

Du Pinren Xu Daoyi

地震出版社

1989

内 容 提 要

本书比较全面和系统地论述了天文地震学的基本问题,汇总了天文因素与地震关系的研究成果,包括太阳黑子活动、太阳磁场、太阳耀斑、地球自转速度变化、潮汐作用、行星运动、电离层、彗星、新星和宇宙线等天文因素与地震的关系,以及利用这些关系进行地震预报的方法和效果。本书还对机制问题作了初步分析,对月震和日震作了概略的介绍。本书可供从事地震、地球物理、天文和天、地、生综合研究的科研人员及大专院校师生参考;也可供对探索地震预报及其它自然灾害预报感兴趣的广大读者阅读。

天文地震学引论

杜品仁 徐道一 编著

责任编辑:姚家榴

责任校对:耿 艳

地质出版社出版

北京复兴路63号

北京朝阳展望印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

850×1168 1/32 8.625印张 230千字

1989年12月第一版 1989年12月第一次印刷

印数 001—900

ISBN 7-5028-0206-1/P·134

(594) 定价: 5.00元

前 言

当代,许多学科相互渗透结合,许多学科不断演化,出现了纵横交错的新兴学科。天文地震学就是近年来形成的新兴学科之一,它是天文学与地震学之间的边缘学科,主要研究各种天文因素与地震发生之间的关系和利用这种关系进行地震预报的可能性,也研究天体的震动现象,如月震、日震等。

虽然一些天文因素与地震的关系在我国史料中早有记载,本世纪70年代前国内外也有零星研究,但尚未形成一门独立的分支学科。天文地震学的产生和发展,和中国许多学科的科技工作者十多年来为探索地震预报方法而进行的密切协作分不开,和中国的传统文化,特别是有机论自然观理论和方法的影响分不开,也和系统科学的发展有密切联系。正是由于这些原因,使部分科技工作者突破了“就地球论地震”的研究,从地震与其它自然现象的联系,从地球与其它天体的联系,从“系统”与“环境”的联系着眼,探索地震成因和地震预报问题,写出了大量论文和报告,发现并证实了地震与多种天文因素的相关关系,提出并不断检验了一些有参考价值的预报方法。天文地震学的诞生势所必然了。于是,1983年在北京召开的“第一届全国天文、地质、地震、气象相互关系学术讨论会”上,正式提出了“天文地震学”一词来表征这一新的研究领域。但迄今为止,对天文地震学的研究内容、研究方法、研究成果和研究现状尚缺乏全面而系统的阐述。本书就是为弥补这一缺陷而作的一种尝试。期望通过本书,能使已从事地震研究工作,但对天文地震学不甚了解的研究人员,关心并考虑天文因素对地震的影响;使原不从事地震研究,而在天文、气象和空间科学等方面有专门知识和大量观测数据的专家们,发现他们也能在天文地震学领域发挥其所长;使已从事天文

地震研究的研究人员，了解这一领域的全貌，取得更大进展。

天文地震学目前还处在初级的、不很成熟的阶段。不少问题还有争议，不少问题还待进一步探索。本书的出版，也为讨论这些课题提供了方便。本书主要以公开发表的有关论文为据。书后列有参考文献，可供进一步研讨、查证。我们相信，不同学术观点的交流会促进这门学科发展，承认地外天文因素对地震的影响和作用确实存在的人会越来越多。

天文地震学是近年来蓬勃发展的天、地、生综合研究领域的一个方面。在天、地、生这个大的研究领域中，先后诞生了天文地质学、天文气象学、气象地震学、日地水文学、时间生物学和时间医学等新兴学科。这些学科的研究内容虽不相同，但学术思想是比较接近的。本书的出版，也有利于这些兄弟学科之间的相互借鉴、相互促进，有利于从整体上研究地球及与之有关的宇宙的发展变化规律。

本书原拟由徐道一和我共同编写，后因徐先生忙于其它工作，除挤出时间写了第一章外，其它各章均由我负责完成。由于有关天文地震的论文、报告很多，虽尽力查找，仍可能有疏漏，因而一些相关现象和学术观点可能在书中未加表达，书后的文献目录，亦未将全部天文地震文献尽行收入；由于天文地震学涉及的学科范围十分广泛，本人学识有限，因而欠妥乃至错谬之处在所难免，这些均请批评指正。

杜品仁

SUMMARY

This book systematically and comprehensively discusses the basic problems of astroseismology. It is the aggregation of scientific research achievements about the relationships between astronomical factors and earthquakes, and the methods and results of earthquake prediction based on above mentioned relationships are also presented. The astronomical factors include sunspots cycle, solar magnetic field, solar flares, the Earth tide effect, the movement of the planets, the ionosphere, comets, nova, and cosmic ray etc. The mechanism about the effects of the astronomical factors on earthquakes is explored preliminarily, and the moonquakes and the solar oscillations are outlined in this book as well.

目 录

第一章 结论	(1)
§ 1.1 天文地震学的诞生及其基本研究内容	(2)
1.1.1 天文地震学的诞生	(2)
1.1.2 天文地震学的基本内容	(3)
§ 1.2 天文与地震关系研究简史	(4)
§ 1.3 系统科学与天文地震	(6)
第二章 太阳活动和地震	(12)
§ 2.1 太阳活动和地震活动周期的比较	(12)
2.1.1 太阳活动的周期	(12)
2.1.2 11年和22年周期在地震活动中的反映	(18)
2.1.3 地震活动的世纪周期和短周期	(23)
§ 2.2 地震与太阳活动周位相的关系	(26)
2.2.1 太阳黑子活动周位相的划分	(26)
2.2.2 太阳黑子峰、谷年与全球地震活动	(27)
2.2.3 中国的地震活动与太阳黑子周位相	(29)
2.2.4 黑子数月均值和日均值与地震频数	(37)
2.2.5 太阳射电与地震	(38)
§ 2.3 地震活动与太阳活动相关的典型地区	(39)
2.3.1 新疆南部地区	(39)
2.3.2 云南地区	(45)
2.3.3 华北地区	(50)
2.3.4 科彼特地区	(54)
§ 2.4 太阳耀斑、太阳磁场和磁暴与地震	(55)
2.4.1 太阳耀斑与地震	(56)
2.4.2 太阳磁场与地震	(57)
2.4.3 磁暴与地震	(61)

第三章 地球自转与地震的时空分布.....(66)

§ 3.1 地球自转速度变化和地震的时间分布(66)

3.1.1 地球自转速度变化的描述和分类.....(66)

3.1.2 地球自转速度变化与地震释放的能量.....(72)

3.1.3 地球自转的变化趋势与大震活动的关系.....(74)

3.1.4 地震频度与地球自转季节变化.....(79)

3.1.5 地震和地球自转的短周期变化.....(80)

§ 3.2 地球自转速度变化和地震的空间分布(82)

3.2.1 地壳运动与自转速度变化.....(82)

3.2.2 自转变化引起的应力场对中国地震 的触发作用.....(83)

3.2.3 地球自转速度变化与不同地震区带的地震活动.....(90)

3.2.4 大陆地震活动特征和自转变化.....(94)

3.2.5 地震频度随地球纬度的分布.....(99)

§ 3.3 极移和地震(101)

3.3.1 极移和极移力.....(101)

3.3.2 地震激发钱德勒摆动(104)

3.3.3 极移激发地震.....(110)

§ 3.4 浅源强震和时纬残差(115)

3.4.1 时纬残差(115)

3.4.2 浅源强震前兆在时纬残差中的反映.....(116)

3.4.3 时纬残差异常的可能机制.....(119)

第四章 潮汐对地震的触发和调制.....(124)

§ 4.1 地震与潮汐周期的关系(124)

4.1.1 月潮和半月潮周期.....(124)

4.1.2 日潮和半日潮周期.....(130)

4.1.3 其它潮汐周期.....(134)

§ 4.2 潮汐应力与地震.....(137)

4.2.1 潮汐应力和地震的潮汐位相.....(137)

4.2.2 地震的潮汐位相分析.....(141)

4.2.3 用库仑破裂准则判别触发作用.....(144)

4.2.4 潮汐作用和构造背景.....(146)

§ 4.3	固体潮调制小震法	(151)
4.3.1	方法介绍	(151)
4.3.2	实例分析	(152)
4.3.3	中、强地震前调制小震的时空特征	(155)
第五章	其它天文因素与地震的关系	(157)
§ 5.1	天体位置对地震活动的可能影响	(157)
5.1.1	九星联珠	(157)
5.1.2	乙型联珠	(162)
5.1.3	天文奇点效应	(165)
§ 5.2	某些大震前的电离层异常	(169)
§ 5.3	彗星与地震	(175)
§ 5.4	新星、宇宙线与地震	(183)
5.4.1	地震与新星爆发的可类比性	(183)
5.4.2	新星出现和地震发生之间的关系	(184)
5.4.3	地震和GLE事件	(186)
5.4.4	宇宙线强度的变化和地震	(189)
§ 5.5	陨星与地震	(191)
第六章	天文地震关系的应用、机制和问题讨论	(193)
§ 6.1	应用天文地震关系进行的地震预报	(193)
6.1.1	概述	(193)
6.1.2	利用太阳-地震关系的地震预报	(197)
6.1.3	利用其它天文因素的地震预报	(199)
6.1.4	综合天文周期进行中期地震预报的方法	(202)
§ 6.2	天文地震关系的可能机制	(207)
6.2.1	地球的外部环境	(207)
6.2.2	影响机制的三种假说	(210)
6.2.3	太阳活动通过大气过程影响地震	(211)
6.2.4	从电磁作用看太阳活动对地震的可能影响	(214)
6.2.5	据耗散结构论谈天文地震关系	(216)
§ 6.3	问题讨论	(218)
第七章	月震和日震	(226)
§ 7.1	月震	(226)

7.1.1	月震分类和月球结构	(226)
7.1.2	月震机制及其与潮汐应力的关系	(230)
7.1.3	月震空间分布特点的解释	(232)
§ 7.2	日震	(235)
7.2.1	日震学和太阳模型	(235)
7.2.2	太阳的 5 分钟振动	(236)
7.2.3	太阳的160分钟振动	(238)
参考文献		(241)

Contents

Chapter 1	Introduction	(1)
§ 1.1	The Generation and Research of Astroseismology.....	(2)
1.1.1	Emergence of astroseismology	(2)
1.1.2	Basic research contents of astroseismology	(3)
§ 1.2	A Brief History of the Development of Astroseismology.....	(4)
§ 1.3	Systems Science and Astroseismology	(6)
Chapter 2	Solar Activity and Earthquakes.....	(12)
§ 2.1	Comparison between the Solar Cycles and Earthquake Activity	(12)
2.1.1	The solar cycles.....	(12)
2.1.2	The reflection of 11 and 22 year cycles in earthquake activity	(18)
2.1.3	Century and short periods of earthquake activity	(23)
§ 2.2	Relationship between Earthquakes and Phases of the Sunspot Cycle	(26)
2.2.1	Division of the phases of the sunspot cycle.....	(26)
2.2.2	Peak and valley years of sunspots and global seismicity	(27)
2.2.3	Seismicity in China and the phases of sun- spot cycles	(29)
2.2.4	Monthly and daily means of sunspots and earthquake frequencies	(37)

2.2.5	Solarradiation and earthquake.....	(38)
§ 2.3	The Regions Typical of the Relationship between Earthquake Activity and Solar Cycles	(39)
2.3.1	The south Xinjiang area	(39)
2.3.2	The Yunnan region.....	(45)
2.3.3	The North China region	(50)
2.3.4	The Kopit area in USSR.....	(54)
§ 2.4	Solar Flares, Solar Magnetic Field and the Magnetic Storm and Their Influen- ces on Seismic Activity	(55)
2.4.1	Solar flares and earthquake.....	(56)
2.4.2	Solar magnetic field and earthquake	(57)
2.4.3	Magnetic storm and earthquake	(61)
Chapter 3	Earth Rotation and the Space-time Distribu- tion of Earthquakes	(66)
§ 3.1	Variations of the Earth Rotation Speed and the Temporal Distribution of Earthquakes	(66)
3.1.1	Description and classification of variations in the rate of the rotation	(66)
3.1.2	Variations of the rotation and earthquake energy	(72)
3.1.3	Relation between the trending changes of the rotation and the activity of great earthquakes	(74)
3.1.4	Earthquake frequency and the seasonal variation of the rotation	(79)
3.1.5	Short-time periodicity of earthquakes and the rotation	(80)
§ 3.2	Variations in Speed of the Earth Rotation and the Spatial Distribution	

	of Earthquakes	(82)
3.2.1	The crustal movement and changes of the Earth rotation	(82)
3.2.2	Relationship between the stress field resul- ted from the changes of the rotation and the triggering of earthquakes in China	(83)
3.2.3	Changes of the rotation and the seismicities in different seismic areas and zones	(90)
3.2.4	The characteristics of seismicity in the continent and the variations of the rotation	(94)
3.2.5	Seismic frequency as a function of the Earth's latitude	(99)
§ 3.3	Polar Motion and Earthquakes	(101)
3.3.1	Polar motion and the force produced by polar motion.....	(101)
3.3.2	Seismic excitation of the Chandler wobble.....	(104)
3.3.3	Earthquakes excited by the polar motion	(110)
§ 3.4	Great Shallow Earthquakes and the Anomalies of Residuals of Astronomical Time and Latitude.....	(115)
3.4.1	Residuals of astronomical time and latitude	(115)
3.4.2	The reflection of the precursor of great shallow earthquakes in time and latitude residuals.....	(116)
3.4.3	The possible mechanism of the anomalies of the residuals.....	(119)
Chapter 4	Tidal Triggering and Modulation of Earthquakes	(124)
§ 4.1	The Relation between Periodicities of the Earth Tides and Earthquake	

Activities	(124)
4.1.1 Monthly and fortnightly tides	(124)
4.1.2 Diurnal and semi-diurnal tides	(130)
4.1.3 Periodicities of the other tides	(134)
§ 4.2 Tidal Stresses and Earthquakes	(137)
4.2.1 Tidal stresses and tidal phases of earthquakes	(137)
4.2.2 The analysis of the tidal phases of earthquakes	(141)
4.2.3 The distinguish of the triggering effects by means of the Coulomb's criterion of fracture	(144)
4.2.4 The tidal effect and tectonic background	(146)
§ 4.3 Modulated Small Earthquake Method by Earth Tides	(151)
4.3.1 Introduction of the method	(151)
4.3.2 Illustrations	(152)
4.3.3 The temporal and spatial characteristics of the small modulated earthquakes before a large or moderate earthquake	(155)
Chapter 5 Relationship between Other Astronomical Factors and Earthquakes.....	(157)
§ 5.1 Possible Effects of Position of Celestial Body on Seismicity	(157)
5.1.1 The conjunction of the nine planets.....	(157)
5.1.2 Another super conjunction of the planets	(162)
5.1.3 The effects of astronomic singular points	(165)
§ 5.2 Some Abnormal Phenomena of the Ionos- phere Prior to Some Great Earthquakes	(169)
§ 5.3 Comets and Earthquakes.....	(175)
§ 5.4 Nova, Cosmic Ray and Earthquakes	(183)

5.4.1	Comparison between nova outburst and earthquake	(183)
5.4.2	The relationship between occurrence of nova and earthquake.....	(184)
5.4.3	Earthquake and GLE.....	(186)
5.4.4	The variation of cosmic ray intension and earthquake	(189)
§ 5.5	Meteorites and Earthquakes	(191)
Chapter 6	Application, Mechanism and Discussion on the Relations between Astronomic Factors and Earthquakes.....	(193)
§ 6.1	Earthquake Prediction by the Relations between Astronomic Factors and Earthquakes	(193)
6.1.1	General situation.....	(193)
6.1.2	Earthquake prediction based on the relations between solar and seismic activities.....	(197)
6.1.3	Earthquake prediction by other astronomical factors	(199)
6.1.4	A method of medium term earthquake forecasting from various astronomic periodicities	(202)
§ 6.2	Exploration of the Cause and Mechanism....	(207)
6.2.1	The external environment of the Earth	(207)
6.2.2	Three hypotheses of the effects of astronomical factors on earthquakes	(210)
6.2.3	The influence of solar activity on earthquake with respect to processes of the atmosphere.....	(211)
6.2.4	The possible influence of the solar activity on earthquakes from the view of electromagnetic effects	(214)

6.2.5	Stalking the relationships between astronomic factors and earthquakes from theory of the dissipative structure	(216)
§ 6.3	Discussion	(218)
Chapter 7	Moonquakes and Solar Oscillations.....	(226)
§ 7.1	Moonquakes	(226)
7.1.1	The classification of moonquakes and the internal structure of the Moon	(226)
7.1.2	The focal mechanism of moonquakes and the relationship between moonquakes and the tidal stresses.....	(230)
7.1.3	Some explanations about the characteristics of spacial distribution of moonquakes	(232)
§ 7.2	Solar Oscillations.....	(235)
7.2.1	Helioseismology and solar models	(235)
7.2.2	The solar 5-minute oscillation	(236)
7.2.3	The solar 160-minute oscillation.....	(238)
References		(241)

第一章 绪 论

地震是反映地球活动性的一种自然现象。它在时间和空间上的分布十分复杂，至今尚无一种理论能很好地对它发生的规律进行解释。近20多年来，随着宇航事业的迅速发展，发现地球上许多自然现象（其中亦包括地震）与空间环境有密切的关联，认识到充满宇宙空间的引力、各种粒子、宇宙线和星际磁场在经常地影响着地球各圈层上的许多自然现象，因而地震工作者亦开始注意到宇宙环境对地震的重要作用。

长期以来，许多地球物理学家认为，地震与火山爆发均是自激过程，与外界的宇宙条件无关。这种单纯的把地球作为一个相对独立的封闭系统的观点，或“地心”的观点，在地学界已统治了百年以上，影响十分深而广泛。天文学在400多年前已开始了从“地球中心说”改变为“日心体系”的过程。现在这一变革已经扩展到地球科学。

由于地球是一个行星，它围绕着地轴作自转，同时围绕着太阳作公转，又随太阳系其它成员围绕着银河系中心运动。在这样一个动态的多层次系统中，太阳系的引力场、电磁场等要素都是在不断地变化着，受其制约的地球在运动过程中亦在不断地变化着，其中包括地球的受力状态和各种物理、化学条件。60年代以来，大陆漂移学说重新兴起，板块构造理论促进了地球动力学和岩石圈的研究。地球物理学中出现了与宇宙学密切结合的新动向；地质学中亦出现了“宇宙地质学”、“天文地质学”、“宇宙地球化学”等新分支。当地质研究朝着全球范围并向地球深部进军的时候，势必要更系统地考虑到宇地作用，这是地质学发展的一个新趋势。在地震学中及时地考虑到宇宙圈作用亦是地学中这一新发展趋势中的一个重要组成部分。由此可见，对大地震的研究应立足于它具有开放系统的性质，应从多系统、多层次的角度进行探讨。这才比较接近地震的本来面貌。天文地震学的研究以许多资