



IASPEI

New Manual of Seismological Observatory Practice

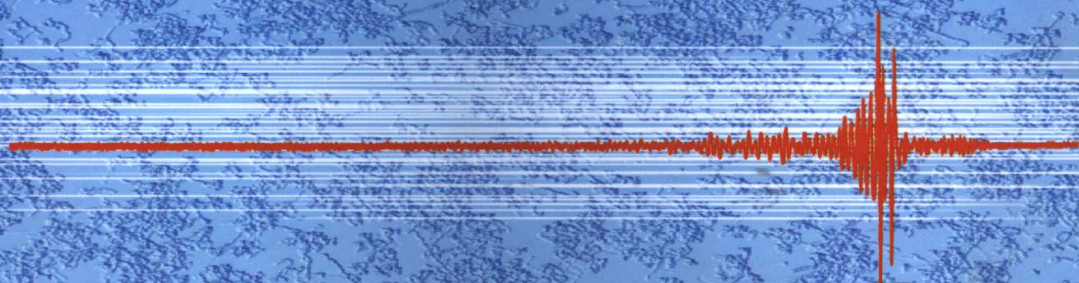
新地震观测实践手册

(第2卷)

[德] 彼得·鲍曼 主编

中国地震局监测预报司 译

金 严 陈培善 许忠淮 等校



地震出版社

新地震观测实践手册

(第2卷)

[德]彼得·鲍曼 主编

中国地震局监测预报司 译
金 严 陈培善 许忠淮 等 校

地震出版社

图书在版编目（CIP）数据

新地震观测实践手册/[德]彼得·鲍曼主编. 北京:地震出版社,2006.12
ISBN 7-5028-2867-2

I. 新... II. 地... III. 地震观测—手册 IV. P315.7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 047607 号

地震版 XT200500168

新地震观测实践手册(1, 2 卷)

[德]彼得·鲍曼 主编

中国地震局监测预报司 译

金 严 陈培善 许忠淮 等 校

责任编辑:董 青

责任校对:花玉磊

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:88421706

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:北京鑫丰华彩印有限公司

版(印)次:2006 年 12 月第一版 2006 年 12 月第一次印刷

开本:787×1092 1/16

字数:1657 千字

印张:64.75

印数:0001~2000

书号:ISBN 7-5028-2867-2/P·1288 (3519)

全套定价:240.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题,本社负责调换)

目 录

数据表 2.1 (DS 2.1)	(573)
数据表 3.1 (DS 3.1)	(584)
数据表 5.1 (DS 5.1)	(592)
数据表 11.1 (DS 11.1)	(602)
数据表 11.2 (DS 11.2)	(612)
数据表 11.3 (DS 11.3)	(640)
数据表 11.4 (DS 11.4)	(660)
练习 3.1 (EX 3.1)	(665)
练习 3.2 (EX 3.2)	(671)
练习 3.3 (EX 3.3)	(677)
练习 3.4 (EX 3.4)	(683)
练习 3.5 (EX 3.5)	(689)
练习 4.1 (EX 4.1)	(692)
练习 5.1 (EX 5.1)	(698)
练习 5.2 (EX 5.2)	(701)
练习 5.3 (EX 5.3)	(706)
练习 5.4 (EX 5.4)	(707)
练习 5.5 (EX 5.5)	(710)
练习 11.1 (EX 11.1)	(717)
练习 11.2 (EX 11.2)	(723)
练习 11.3 (EX 11.3)	(733)
信息表 2.1 (IS 2.1)	(748)
信息表 3.1 (IS 3.1)	(762)
信息表 3.2 (IS 3.2)	(778)
信息表 5.1 (IS 5.1)	(783)
信息表 5.2 (IS 5.2)	(790)
信息表 7.1 (IS 7.1)	(796)
信息表 7.2 (IS 7.2)	(798)
信息表 7.3 (IS 7.3)	(799)
信息表 7.4 (IS 7.4)	(801)

信息表 8.1 (IS 8.1) (804)

信息表 8.2 (IS 8.2) (820)

信息表 8.3 (IS 8.3) (823)

信息表 10.1 (IS 10.1) (830)

信息表 10.2 (IS 10.2) (840)

信息表 10.3 (IS 10.3) (848)

信息表 11.1 (IS 11.1) (861)

信息表 11.2 (IS 11.2) (884)

信息表 11.3 (IS 11.3) (886)

程序说明 4.1 (PD 4.1) (891)

程序说明 5.1 (PD 5.1) (892)

程序说明 5.2 (PD 5.2) (894)

程序说明 5.3 (PD 5.3) (898)

程序说明 5.4 (PD 5.4) (900)

程序说明 5.5 (PD 5.5) (902)

程序说明 5.6 (PD 5.6) (904)

程序说明 5.7 (PD 5.7) (905)

程序说明 5.8 (PD 5.8) (907)

程序说明 5.9 (PD 5.9) (908)

程序说明 11.1 (PD 11.1) (909)

程序说明 11.2 (PD 11.2) (928)

缩略词表 (940)

专业词汇表 (951)

参考文献 (973)

数据表 2.1 (DS 2.1)

专题	全球一维地球模型
编者	Peter Borman, GeoForschungsZentrum Potsdam, Telegrafenberg, D-14473 Potsdam, Germany; E-mail: pb65@gmx.net
版本	2002 年 3 月

以下这些在全球地震学中最常使用的一维地球参考模型的数据和背景信息，已利用 Shearer (1999) 和 Kennett (1991) 的附录和从 B. Kennett (2002) 得到的个人信息加以编汇。

1 初始参考地球模型 (PREM)

许多年以来，最广泛使用的地震速度的一维地球模型是 Dziewonski 和 Anderson (1981) 提出的初始参考地球模型 (Preliminary Reference Earth Model, PREM)。该模型适合多种不同的资料集，包括地球自由振荡中心频率测量、面波频散观测、许多体波震相走时数据以及地球的基本天文数据 (地球的半径、质量、转动矩量)。表 1 列出了以深度和地球半径为函数，PREM 的 P 波速度 v_P 和 S 波速度 v_S 、密度 ρ 、剪切品质因子 Q_μ 、压缩品质因子 Q_κ 、压力 P 值。注意,密度和衰减率 ($\sim 1/Q$) 的精度小于地震速度，这些参数是计算合地震图所需要的。为了同时适合勒夫波和雷利波的观测数据，PREM 假设在深度 80~220km 之间的上地幔是横向各向同性的，横向各向同性是 SH 和 SV 波以不同速度传播的各向异性的一种球对称形式。然而，表 1 仅列出了各相同性版本的初始参考地球模型的数值，严格的初始参考地球模型还要考虑节点之间的多项式参数。在表 1 给出的数值中进行线性内插，可以得到合适的近似结果。所有目前使用的地球模型获得的数值与初始参考地球模型给出的数值相当接近，PREM 与其他模型相比，最大的不同是在上地幔，PREM 显示在 220km 处的上地幔有一个间断面，而大多数其他模型却没有。在第 2 章图 2.53 中，PREM 与更新的 AK135 模型 (见表 3.1~3.2) 一起进行了描述。

表 1 初级地球参考模型 (各向同性版)

深度 z / km	半径 r / km	v_P / (km/s)	v_S / (km/s)	ρ / (g/cm ³)	Q_μ	Q_κ	P / GPa
0.0	6371.0	1.45	0.00	1.02	0.0	57823.0	0.0
3.0	6368.0	1.45	0.00	1.02	0.0	57823.0	0.0
3.0	6368.0	5.80	3.20	2.60	600.0	57823.0	0.0
15.0	6356.0	5.80	3.20	2.60	600.0	57823.0	0.3
15.0	6356.0	6.80	3.90	2.90	600.0	57823.0	0.3
24.4	6346.6	6.80	3.90	2.90	600.0	57823.0	0.6
24.4	6346.6	8.11	4.49	3.38	600.0	57823.0	0.6

续表

深度 z / km	半径 r / km	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)	ρ / (g/cm ³)	Q_μ	Q_κ	P / GPa
71.0	6300.0	8.08	4.47	3.38	600.0	57823.0	2.2
80.0	6291.9	8.08	4.47	3.37	600.0	57823.0	2.5
80.0	6291.0	8.08	4.47	3.37	80.0	57823.0	2.5
171.0	6200.0	8.02	4.44	3.36	80.0	57823.0	5.5
220.0	6151.0	7.99	4.42	3.36	80.0	57823.0	7.1
220.0	6151.0	8.56	4.62	3.44	143.0	57823.0	7.1
271.0	6100.0	8.66	4.68	3.47	143.0	57823.0	8.9
371.0	6000.0	8.85	4.75	3.53	143.0	57823.0	12.3
400.0	5971.0	8.91	4.77	3.54	143.0	57823.0	13.4
400.0	5971.0	9.13	4.93	3.72	143.0	57823.0	13.4
471.0	5900.0	9.50	5.14	3.81	143.0	57823.0	16.0
571.0	5800.0	10.01	5.43	3.94	143.0	57823.0	19.9
600.0	5771.0	10.16	5.52	3.98	143.0	57823.0	21.0
600.0	5771.0	10.16	5.52	3.98	143.0	57823.0	21.0
670.0	5701.0	10.27	5.57	3.99	143.0	57823.0	23.8
670.0	5701.0	10.75	5.95	4.38	312.0	57823.0	23.8
771.0	5600.0	11.07	6.24	4.44	312.0	57823.0	28.3
871.0	5500.0	11.24	6.31	4.50	312.0	57823.0	32.8
971.0	5400.0	11.42	6.38	4.56	312.0	57823.0	37.3
1071.0	5300.0	11.58	6.44	4.62	312.0	57823.0	41.9
1171.0	5200.0	11.78	6.50	4.68	312.0	57823.0	46.5
1271.0	5100.0	11.88	6.56	4.73	312.0	57823.0	51.2
1371.0	5000.0	12.02	6.62	4.79	312.0	57823.0	55.9
1471.0	4900.0	12.16	6.67	4.84	312.0	57823.0	60.7
1571.0	4800.0	12.29	6.73	4.90	312.0	57823.0	65.5
1671.0	4700.0	12.42	6.78	4.95	312.0	57823.0	70.4
1771.0	4600.0	12.54	6.83	5.00	312.0	57823.0	75.4
1871.0	4500.0	12.67	6.87	5.05	312.0	57823.0	80.4
1971.0	4400.0	12.78	6.92	5.11	312.0	57823.0	85.5
2071.0	4300.0	12.90	6.97	5.16	312.0	57823.0	90.6
2171.0	4200.0	13.02	7.01	5.21	312.0	57823.0	95.8
2271.0	4100.0	13.13	7.06	5.26	312.0	57823.0	101.1
2371.0	4000.0	13.25	7.10	5.31	312.0	57823.0	106.4
2471.0	3900.0	13.36	7.14	5.36	312.0	57823.0	111.9
2571.0	3800.0	13.48	7.19	5.41	312.0	57823.0	117.4
2671.0	3700.0	13.60	7.23	5.46	312.0	57823.0	123.0
2741.0	3630.0	13.68	7.27	5.49	312.0	57823.0	127.0
2771.0	3600.0	13.69	7.27	5.51	312.0	57823.0	128.8
2871.0	3500.0	13.71	7.26	5.56	312.0	57823.0	134.6

续表

深度 z / km	半径 r / km	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)	ρ / (g/cm ³)	Q_μ	Q_κ	P / GPa
2891.0	3480.0	13.72	7.26	5.57	312.0	57823.0	135.8
2891.0	3480.0	8.06	0.00	9.90	0.0	57823.0	135.8
2971.0	3400.0	8.20	0.00	10.03	0.0	57823.0	144.2
3071.0	3300.0	8.36	0.00	10.18	0.0	57823.0	154.8
3171.0	3200.0	8.51	0.00	10.33	0.0	57823.0	165.2
3271.0	3100.0	8.66	0.00	10.47	0.0	57823.0	175.5
3371.0	3000.0	8.80	0.00	10.60	0.0	57823.0	185.7
3471.0	2900.0	8.93	0.00	10.73	0.0	57823.0	195.8
3571.0	2800.0	9.05	0.00	10.85	0.0	57823.0	205.7
3671.0	2700.0	9.17	0.00	10.97	0.0	57823.0	215.4
3771.0	2600.0	9.28	0.00	11.08	0.0	57823.0	224.9
3871.0	2500.0	9.38	0.00	11.19	0.0	57823.0	234.2
3971.0	2400.0	9.48	0.00	11.29	0.0	57823.0	243.3
4071.0	2300.0	9.58	0.00	11.39	0.0	57823.0	252.2
4171.0	2200.0	9.67	0.00	11.48	0.0	57823.0	260.8
4271.0	2100.0	9.75	0.00	11.57	0.0	57823.0	269.1
4371.0	2000.0	9.84	0.00	11.65	0.0	57823.0	277.1
4471.0	1900.0	9.91	0.00	11.73	0.0	57823.0	284.9
4571.0	1800.0	9.99	0.00	11.81	0.0	57823.0	292.3
4671.0	1700.0	10.06	0.00	11.88	0.0	57823.0	299.5
4771.0	1600.0	10.12	0.00	11.95	0.0	57823.0	306.2
4871.0	1500.0	10.19	0.00	12.01	0.0	57823.0	312.7
4971.0	1400.0	10.25	0.00	12.07	0.0	57823.0	318.9
5071.0	1300.0	10.31	0.00	12.12	0.0	57823.0	324.7
5149.5	1221.5	10.36	0.00	12.17	0.0	57823.0	329.0
5149.5	1221.5	11.03	3.50	12.76	84.6	57823.0	329.0
5171.0	1200.0	11.04	3.51	12.77	84.6	57823.0	330.2
5271.0	1100.0	11.07	3.54	12.82	84.6	57823.0	335.5
5371.0	1000.0	11.11	3.56	12.87	84.6	57823.0	340.4
5471.0	900.0	11.14	3.58	12.91	84.6	57823.0	344.8
5571.0	800.0	11.16	3.60	12.95	84.6	57823.0	348.8
5671.0	700.0	11.19	3.61	12.98	84.6	57823.0	352.2
5771.0	600.0	11.21	3.63	13.01	84.6	57823.0	355.4
5871.0	500.0	11.22	3.64	13.03	84.6	57823.0	358.0
5971.0	400.0	11.24	3.65	13.05	84.6	57823.0	360.2
6071.0	300.0	11.25	3.66	13.07	84.6	57823.0	361.8
6171.0	200.0	11.26	3.66	13.08	84.6	57823.0	363.0
6271.0	100.0	11.26	3.67	13.09	84.6	57823.0	363.7
6371.0	0.0	11.26	3.67	13.09	84.6	57823.0	364.0

2 IASP91 速度模型

根据 Kennett (1991)、Kennett 和 Engdahl (1991) 的工作, IASP91 模型是借助归一化半径的参数化速度模型。利用该模型, 已建立了主震相位走时特征汇总表。

IASP91 模型表示, 地壳由两个均匀层组成, 在 20km 和 35km 处有两个间断面。在深度 35~760km 之间, 每一层的速度以半径的线性梯度表示。在位于深度 410km 和 660km 处, 主地幔速度不连续。上地幔模型考虑了大于 30° P 波和 S 波“平均”观测到时以及远震到时的约束条件。由于震源和记录台站的分布很不均匀, IASP91 模型还考虑了地理分布的偏差以及特殊参数给予的约束。

在深度 760~2740km 之间的下地幔, P 波和 S 波速度 v_p 和 v_s 分布用半径的 3 次方表示, 在深度 2740km 以下至核幔边界 $r = 3482\text{km}$ 的最下层地幔, 速度随半径呈线性变化。地核和内核的速度函数用半径的二次多项式表示。

表 2.1 给出了 IASP91 模型的参数式, 表 2.2 是 IASP91 模型的数据列表。

表 2.1 IASP91 模型的参数式(x 为归一化半径, $x = r/a$, 这里 $a = 6371\text{km}$)

深度 z / km	半径 r / km	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)
6371~5153.9	0~1217.1	11.24094 $-4.09689 x^2$	3.56454 $-3.45241 x^2$
5153.9~2889	1217.1~3482	10.03904 $3.75665 x$ $-13.67046 x^2$	0
2889~2740	3482~3631	14.49470 $-1.47089 x$	816616 $-1.58206 x$
2740~760	3631~5611	25.1486 $-41.1538 x$ $+51.9932 x^2$ $-26.6083 x^3$	12.9303 $-21.2590 x$ $+27.8988 x^2$ $-14.1080 x^3$
760~660	5611~5711	25.96984 $-16.93412 x$	20.76890 $-16.53147 x$
660~410	5711~5961	29.38896 $-21.40656 x$	17.70732 -13.50652
410~210	5961~6161	30.78765 $-23.25415 x$	15.24213 -11.08552
210~120	6161~6251	25.41389 $-17.69722 x$	5.75020 -1.27420
120~35	6251~6336	8.78541 $-0.74953 x$	6.706231 -2.248585
35~20	6336~6351	6.50	3.75
20~0	6351~6371	5.80	3.36

表 2.2 IASP91 速度模型

深度 z / km	半径 r / km	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)
6371.00	0.	11.2409	3.5645
6271.00	100.00	11.2399	3.5637
6171.00	200.00	11.2369	3.5611
6071.00	300.00	11.2319	3.5569
5971.00	400.00	11.2248	3.5509
5871.00	500.00	11.2157	3.5433
5771.00	600.00	11.2046	3.5339
5671.00	700.00	11.1915	3.5229
5571.00	800.00	11.1763	3.5101
5471.00	900.00	11.1592	3.4956
5371.00	1000.00	11.1400	3.4795
5271.00	1100.00	11.1188	3.4616
5171.00	1200.00	11.0956	3.4421
5153.90	1217.10	11.0914	3.4385
5153.90	1217.10	10.2578	0.0000
5071.00	1300.00	10.2364	0.0000
4971.00	1400.00	10.2044	0.0000
4871.00	1500.00	10.1657	0.0000
4771.00	1600.00	10.1203	0.0000
4671.00	1700.00	10.0681	0.0000
4571.00	1800.00	10.0092	0.0000
4471.00	1900.00	9.9435	0.0000
4371.00	2000.00	9.8711	0.0000
4271.00	2100.00	9.7920	0.0000
4171.00	2200.00	9.7062	0.0000
4071.00	2300.00	9.6136	0.0000
3971.00	2400.00	9.5142	0.0000
3871.00	2500.00	9.4082	0.0000
3771.00	2600.00	9.2954	0.0000
3671.00	2700.00	9.1758	0.0000
3571.00	2800.00	9.0496	0.0000
3471.00	2900.00	8.9166	0.0000
3371.00	3000.00	8.7768	0.0000
3271.00	3100.00	8.6303	0.0000
3171.00	3200.00	8.4771	0.0000
3071.00	3300.00	8.3171	0.0000
2971.00	3400.00	8.1504	0.0000
2889.00	3482.00	8.0087	0.0000
2889.00	3482.00	13.6908	7.3015

续表

深度 z / km	半径 r / km	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)
2871.00	3500.00	13.6866	7.2970
2771.00	3600.00	13.6636	7.2722
2740.00	3631.00	13.6564	7.2645
2740.00	3631.00	13.6564	7.2645
2671.00	3700.00	13.5725	7.2302
2571.00	3800.00	13.4531	7.1819
2471.00	3900.00	13.3359	7.1348
2371.00	4000.00	13.2203	7.0888
2271.00	4100.00	13.1055	7.0434
2171.00	4200.00	12.9911	6.9983
2071.00	4300.00	12.8764	6.9532
1971.00	4400.00	12.7607	6.9078
1871.00	4500.00	12.6435	6.8617
1771.00	4600.00	12.5241	6.8147
1671.00	4700.00	12.4020	6.7663
1571.00	4800.00	12.2764	6.7163
1471.00	4900.00	12.1469	6.6643
1371.00	5000.00	12.0127	6.6101
1271.00	5100.00	11.8732	6.5532
1171.00	5200.00	11.7279	6.4933
1071.00	5300.00	11.5761	6.4302
971.00	5400.00	11.4172	6.3635
871.00	5500.00	11.2506	6.2929
771.00	5600.00	11.0756	6.2180
760.00	5611.00	11.0558	6.2095
760.00	5611.00	11.0558	6.2095
671.00	5700.00	10.8192	5.9785
660.00	5711.00	10.7900	5.9500
660.00	5711.00	10.2000	5.6000
571.00	5800.00	9.9010	5.4113
471.00	5900.00	9.5650	5.1993
410.00	5961.00	9.3600	5.0700
410.00	5961.00	9.0300	4.8700
371.00	6000.00	8.8877	4.8021
271.00	6100.00	8.5227	4.6281
210.00	6161.00	8.3000	4.5220
210.00	6161.00	8.3000	4.5180
171.00	6200.00	8.1917	4.5102
120.00	6251.00	8.0500	4.5000

续表

深度 z / km	半径 r / km	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)
120.00	6251.00	8.0500	4.5000
71.00	6300.00	8.0442	4.4827
35.00	6336.00	8.0400	4.4700
35.00	6336.00	6.5000	3.7500
20.00	6351.00	6.5000	3.7500
20.00	6351.00	5.8000	3.3600
0.00	6371.00	5.8000	3.3600

3 AK135 模型

通过综合研究地球自由振荡和走时, AK135 速度模型扩充了密度和 Q 值数据, 该速度和密度模型源自两项工作。

(1) 深度 120km 以下的速度模型来自 Kennett 等 (1995) 的工作。表 3.1 给出了上地幔顶部原始大陆结构。该模型大致给出深度 760km 以下球状平均结构的一个合理解释。上地幔是对 30° 以外的观测走时拟合得很好的人为结构, 例如在 IASP91 中。D'' 层的结构可以认为是一个代表。

利用速度模型, 在半径内进行线性内插的各点速度值, 是计算走时的基础。注意, AK135 模型与 IASP91 模型不同, 它不是参数化的模型, 可以做任何适当的内插。可以用软件将该模型速度转化为 IASP 走时, 该软件已对所有震相做了椭圆修正。该软件可从 <http://rses.anu.edu.au/seismology/ttsoft.html> 获得。

(2) Montagner 和 Kennett (1996) 的研究, 改进了密度和 Q 值模型。他们引进了密度和 Q 值分布, 并且要拟合走时和自由振荡频率观测数据表 3.2。一个平均的上地幔顶部结构加在了 AK135 模型上。这里 AK135 模型版本是各向同性的, 即使有各向异性的版本的论文。

上地幔复杂的密度结构表现为有一个密度随深度增加的反转现象, 这反映了速度模型中缺少一个低速带。对于球状平均模型, 为了与自由振频率观测数据相匹配, 模型中需要有一个低剪切波带或低密度带。为了使 1Hz 走时速度与自由振荡相匹配, 以及使观测的 Q 值拟合简振型, 也需要引进低 Q 值带。

注意: 处理上地幔密度模型要小心, 并在今后的工作中加以改进。

表 3.1 AK135 速度模型走时(大陆结构)

深度 z / km	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)
0.000	5.8000	3.4600
20.000	5.8000	3.4600
20.000	6.5000	3.8500
35.000	6.5000	3.8500
35.000	8.0400	4.4800
77.500	8.0450	4.4900
120.000	8.0500	4.5000

表 3.2 AK135 速度模型走时(一般结构)

深度 z / km	密度 ρ / (g/cm^3)	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)	Q_α	Q_μ
0.00	1.0200	1.4500	0.0000	57822.00	0.00
3.00	1.0200	1.4500	0.0000	57822.00	0.00
3.00	2.0000	1.6500	1.0000	163.35	80.00
3.30	2.0000	1.6500	1.0000	163.35	80.00
3.30	2.6000	5.8000	3.2000	1478.30	599.99
10.00	2.6000	5.8000	3.2000	1478.30	599.99
10.00	2.9200	6.8000	3.9000	1368.02	599.99
18.00	2.9200	6.8000	3.9000	1368.02	599.99
18.00	3.6410	8.0355	4.4839	950.50	394.62
43.00	3.5801	8.0379	4.4856	972.77	403.93
80.00	3.5020	8.0400	4.4800	1008.71	417.59
80.00	3.5020	8.0450	4.4900	182.03	75.60
120.00	3.4268	8.0505	4.5000	182.57	76.06
165.00	3.3711	8.1750	4.5090	188.72	76.55
210.00	3.3243	8.3007	4.5184	200.97	79.40
210.00	3.3243	8.3007	4.5184	338.47	133.72
260.00	3.3663	8.4822	4.6094	346.37	136.38
310.00	3.4110	8.6650	4.6964	355.85	139.38
360.00	3.4577	8.8476	4.7832	366.34	142.76
410.00	3.5068	9.0302	4.8702	377.93	146.57
410.00	3.9317	9.3601	5.0806	413.66	162.50
460.00	3.9273	9.5280	5.1864	417.32	164.87
510.00	3.9233	9.6962	5.2922	419.94	166.80
560.00	3.9218	9.8640	5.3989	422.55	168.78
610.00	3.9206	10.0320	5.5047	425.51	170.82
660.00	3.9201	10.2000	5.6104	428.69	172.93
660.00	4.2387	10.7909	5.9607	1350.54	549.45
710.00	4.2986	10.9222	6.0898	1311.17	543.48
760.00	4.3565	11.0553	6.2100	1277.93	537.63
809.50	4.4118	11.1355	6.2424	1269.44	531.91
859.00	4.4650	11.2228	6.2799	1260.68	526.32
908.50	4.5162	11.3068	6.3164	1251.69	520.83
958.00	4.5654	11.3897	6.3519	1243.02	515.46
1007.50	4.5926	11.4704	6.3860	1234.54	510.20
1057.00	4.6198	11.5493	6.4182	1226.52	505.05
1106.50	4.6467	11.6265	6.4514	1217.91	500.00
1156.00	4.6735	11.7020	6.4822	1210.02	495.05
1205.50	4.7001	11.7768	6.5131	1202.04	490.20
1255.00	4.7266	11.8491	6.5431	1193.99	485.44

续表

深度 z / km	密度 ρ / (g/cm^3)	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)	Q_α	Q_μ
1304.50	4.7528	11.9208	6.5728	1186.06	480.77
1354.00	4.7790	11.9891	6.6009	1178.19	476.19
1403.50	4.8050	12.0571	6.6285	1170.53	471.70
1453.00	4.8307	12.1247	6.6554	1163.16	467.29
1502.50	4.8562	12.1912	6.6813	1156.04	462.96
1552.00	4.8817	12.2558	6.7070	1148.76	458.72
1601.50	4.9069	12.3181	6.7323	1141.32	454.55
1651.00	4.9321	12.3813	6.7579	1134.01	450.45
1700.50	4.9570	12.4427	6.7820	1127.02	446.43
1750.00	4.9817	12.5030	6.8056	1120.09	442.48
1799.50	5.0062	12.5638	6.8289	1108.58	436.68
1849.00	5.0306	12.6226	6.8517	1097.16	431.03
1898.50	5.0548	12.6807	6.8743	1085.97	425.53
1948.00	5.0789	12.7384	6.8972	1070.38	418.41
1997.50	5.1027	12.7956	6.9194	1064.23	414.94
2047.00	5.1264	12.8524	6.9416	1058.03	411.52
2096.50	5.1499	12.9093	6.9625	1048.09	406.50
2146.00	5.1732	12.9663	6.9852	1042.07	403.23
2195.50	5.1963	13.0226	7.0069	1032.14	398.41
2245.00	5.2192	13.0786	7.0286	1018.38	392.16
2294.50	5.2420	13.1337	7.0504	1008.79	387.60
2344.00	5.2646	13.1895	7.0722	999.44	383.14
2393.50	5.2870	13.2465	7.0932	990.77	378.79
2443.00	5.3092	13.3017	7.1144	985.63	375.94
2492.50	5.3313	13.3584	7.1368	976.81	371.75
2542.00	5.3531	13.4156	7.1584	968.46	367.65
2591.50	5.3748	13.4741	7.1804	960.36	363.64
2640.00	5.3962	13.5311	7.2031	952.00	359.71
2690.00	5.4176	13.5899	7.2253	940.88	354.61
2740.00	5.4387	13.6498	7.2485	933.21	350.88
2740.00	5.6934	13.6498	7.2485	722.73	271.74
2789.67	5.7196	13.6533	7.2593	726.87	273.97
2839.33	5.7458	13.6570	7.2700	725.11	273.97
2891.50	5.7721	13.6601	7.2817	723.12	273.97
2891.50	9.9145	8.0000	0.0000	57822.00	0.00
2939.33	9.9942	8.0382	0.0000	57822.00	0.00
2989.66	10.0722	8.1283	0.0000	57822.00	0.00
3039.99	10.1485	8.2213	0.0000	57822.00	0.00
3090.32	10.2233	8.3122	0.0000	57822.00	0.00

续表

深度 z / km	密度 ρ / (g/cm ³)	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)	Q_α	Q_μ
3140.66	10.2964	8.4001	0.0000	57822.00	0.00
3190.99	10.3679	8.4861	0.0000	57822.00	0.00
3241.32	10.4378	8.5692	0.0000	57822.00	0.00
3291.65	10.5062	8.6496	0.0000	57822.00	0.00
3341.98	10.5731	8.7283	0.0000	57822.00	0.00
3392.31	10.6385	8.8036	0.0000	57822.00	0.00
3442.64	10.7023	8.8761	0.0000	57822.00	0.00
3492.97	10.7647	8.9461	0.0000	57822.00	0.00
3543.30	10.8257	9.0138	0.0000	57822.00	0.00
3593.64	10.8852	9.0792	0.0000	57822.00	0.00
3643.97	10.9434	9.1426	0.0000	57822.00	0.00
3694.30	11.0001	9.2042	0.0000	57822.00	0.00
3744.63	11.0555	9.2634	0.0000	57822.00	0.00
3794.96	11.1095	9.3205	0.0000	57822.00	0.00
3845.29	11.1623	9.3760	0.0000	57822.00	0.00
3895.62	11.2137	9.4297	0.0000	57822.00	0.00
3945.95	11.2639	9.4814	0.0000	57822.00	0.00
3996.28	11.3127	9.5306	0.0000	57822.00	0.00
4046.62	11.3604	9.5777	0.0000	57822.00	0.00
4096.95	11.4069	9.6232	0.0000	57822.00	0.00
4147.28	11.4521	9.6673	0.0000	57822.00	0.00
4197.61	11.4962	9.7100	0.0000	57822.00	0.00
4247.94	11.5391	9.7513	0.0000	57822.00	0.00
4298.27	11.5809	9.7914	0.0000	57822.00	0.00
4348.60	11.6216	9.8304	0.0000	57822.00	0.00
4398.93	11.6612	9.8682	0.0000	57822.00	0.00
4449.26	11.6998	9.9051	0.0000	57822.00	0.00
4499.60	11.7373	9.9410	0.0000	57822.00	0.00
4549.93	11.7737	9.9761	0.0000	57822.00	0.00
4600.26	11.8092	10.0103	0.0000	57822.00	0.00
4650.59	11.8437	10.0439	0.0000	57822.00	0.00
4700.92	11.8772	10.0768	0.0000	57822.00	0.00
4751.25	11.9098	10.1095	0.0000	57822.00	0.00
4801.58	11.9414	10.1415	0.0000	57822.00	0.00
4851.91	11.9722	10.1739	0.0000	57822.00	0.00
4902.24	12.0001	10.2049	0.0000	57822.00	0.00
4952.58	12.0311	10.2329	0.0000	57822.00	0.00
5002.91	12.0593	10.2565	0.0000	57822.00	0.00
5053.24	12.0867	10.2745	0.0000	57822.00	0.00

续表

深度 z / km	密度 ρ / (g/cm^3)	v_p / (km/s)	v_s / (km/s)	Q_α	Q_μ
5103.57	12.1133	10.2854	0.0000	57822.00	0.00
5153.50	12.1391	10.2890	0.0000	57822.00	0.00
5153.50	12.7037	11.0427	3.5043	633.26	85.03
5204.61	12.7289	11.0585	3.5187	629.89	85.03
5255.32	12.7530	11.0718	3.5314	626.87	85.03
5306.04	12.7760	11.0850	3.5435	624.08	85.03
5356.75	12.7980	11.0983	3.5551	621.50	85.03
5407.46	12.8188	11.1166	3.5661	619.71	85.03
5458.17	12.8387	11.1316	3.5765	617.78	85.03
5508.89	12.8574	11.1457	3.5864	615.93	85.03
5559.60	12.8751	11.1590	3.5957	614.21	85.03
5610.31	12.8917	11.1715	3.6044	612.62	85.03
5661.02	12.9072	11.1832	3.6126	611.12	85.03
5711.74	12.9217	11.1941	3.6202	609.74	85.03
5762.45	12.9351	11.2041	3.6272	608.48	85.03
5813.16	12.9474	11.2134	3.6337	607.31	85.03
5863.87	12.9586	11.2219	3.6396	606.26	85.03
5914.59	12.9688	11.2295	3.6450	605.28	85.03
5965.30	12.9779	11.2364	3.6498	604.44	85.03
6016.01	12.9859	11.2424	3.6540	603.69	85.03
6066.72	12.9929	11.2477	3.6577	603.04	85.03
6117.44	12.9988	11.2521	3.6608	602.49	85.03
6168.15	13.0036	11.2557	3.6633	602.05	85.03
6218.86	13.0074	11.2586	3.6653	601.70	85.03
6269.57	13.0100	11.2606	3.6667	601.46	85.03
6320.29	13.0117	11.2618	3.6675	601.32	85.03
6371.00	13.0122	11.2622	3.6678	601.27	85.03

注意：表 3.2 给出的 P 波 Q_α 与表 1 给出的容积品质因子 Q_k 不同，它们之间有如下关系：

$$1/Q_\alpha = 4(\beta/\alpha)^2/3Q_\mu + [1 - 4(\beta/\alpha)^2/3]/Q_k$$

式中， α 是 P 波速度 v_p ； β 是 S 波速度 v_s 。对于 S 波， $Q_\mu = Q_\beta$ 。

参考文献（见第 2 卷的参考文献）。

数据表 3.1 (DS 3.1)

专题	震级量规函数和补充数据
编者	Peter Borman, GeoforschungsZentrum Potsdam, Telegrafenberg, D-14473 Potsdam, Germany; E-mail: pb65@gmx.net
版本	2001 年 5 月

1 地方震级 M_L

表 1 根据 Richter(1985), 地方震级 M_L 的量规函数 $\sigma_L(\Delta) = -\lg A_0$ 。 A_0 是伍德-安德森标准扭摆地震仪记录到的一个 $M_L=0$ 地震, 记录波形迹线振幅(单位: mm), Δ 为震中距(单位: km)

Δ/km	$\sigma_L(\Delta)$	Δ/km	$\sigma_L(\Delta)$	Δ/km	$\sigma_L(\Delta)$	Δ/km	$\sigma_L(\Delta)$
0	1.4	90	3.0	260	3.8	440	4.6
10	1.5	100	3.0	280	3.9	460	4.6
20	1.7	120	3.1	300	4.0	480	4.7
30	2.1	140	3.2	320	4.1	500	4.7
40	2.4	160	3.3	340	4.2	520	4.8
50	2.6	180	3.4	360	4.3	540	4.8
60	2.8	200	3.5	380	4.4	560	4.9
70	2.8	220	3.65	400	4.5	580	4.9
80	2.9	240	3.7	420	4.5	600	4.9

表 2 区域震级 M_L 测定的量规函数 $\sigma_L(\Delta) = -\lg A_0$ 。 Δ 为震中距(单位: km); R 为震源距(“斜线”) (单位: km), $R = \sqrt{\Delta^2 + h^2}$; h 为震源深度(单位: km); T 为周期(单位: s); Com. 为记录分向

地 区	$\sigma_L(\Delta) = -\lg A_0$	Com.	范围/km	参 考
南加州	$1.110\lg(R/100)+0.00189(R-100)+3.0$	水平向	$10 \leq R \leq 700$	Hutton&Boore (1987)
加州中部	$1.000\lg(R/100)+0.00301(R-100)+3.0$	水平向	$0 \leq \Delta \leq 400$	Bakun&Joyner (1984)
大盆地 美国西部	$1.00\lg(R/100)+0.0069(R-100)+3.0$	水平向	$0 \leq \Delta \leq 90$	Chávez&Priestley (1985)
	$0.83\lg(R/100)+0.0026(R-100)+3.0$	水平向	$90 \leq \Delta \leq 600$	
美国东北部	$1.55\lg\Delta - 0.22$	水平向	$100 \leq \Delta \leq 800$	Kim (1998)
	$1.45\lg\Delta + 0.11$	垂直向	$100 \leq \Delta \leq 800$	
希 腊	$1.58\lg(R/100)+3.0$; for $M_L \leq 3.7$ $2.00\lg(R/100)+3.0$; for $M_L > 3.7$	水平向	$100 \leq \Delta \leq 800$	Kiratzí&Papazachos (1984)
阿尔巴尼亚	$1.6627\lg\Delta + 0.0008\Delta - 0.433$	水平向	$10 \leq \Delta \leq 600$	Muco&Minga (1991)