

石英重力仪观测整理用表

Ю. Д. 布蘭熱 著

測量重力加速度时計算月球-太陽

引力影响校正用表和諾謨圖

П. Ф. 邵金 著

地質出版社

Ю. Д. БУЛАНЖЕ
ТАБЛИЦЫ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ
С КВАРЦЕВЫМИ ГРАВИМЕТРАМИ

П. Ф. ШОКИН
ТАБЛИЦЫ И НОМОГРАММЫ
ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОПРАВОК
ЗА ВЛИЯНИЕ ЛУННО-СОЛНЕЧНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ
ПРИ ИЗМЕРЕНИИ УСКОРЕНИЯ
СИЛЫ ТЯЖЕСТИ
ИЗДАТЕЛЬСТВО АН СССР
МОСКВА 1952.

書中敘述了在用石英重力儀進行重力測量時，為減輕測量數據整理的工作而提出了的不少圖表和諸謬圖；借此可以在一定的精確度內大大地加速和簡化測量數據的整理。另外還介紹了在高精確度的重力測量中怎樣計算重力的周期變化和重力加速度時，用來計算月球-太陽引力影響的校正表格和諸謬圖。

石英重力儀觀測整理用表
測量重力加速度時計算月球-太陽引力影響
校正用表和諸謬圖

著者 Ю. Д. Буланже П. Ф.邵金
譯者 劉 祖 惠
出版者 地 質 出 版 社
北京宣武門外永光寺西街3號
北京市書刊出版業營業許可證出字第050號
發行者 新 華 書 店
印刷者 地 質 印 刷 廠
北京廣安門內教子胡同甲32號

編輯：顧燕庭 技術編輯：李麗如 校對：白叔鈞
印數（京）1—4280冊 1956年10月北京第1版
開本31"×43"^{1/25} 1956年10月第1次印刷
字數95,000字 印張4^{1/25}
定價(10)0.75元

石英重力仪观测整理用表

Ю. Д. 布 蘭 热

目 錄

Ю. Д. 布蘭熱

石英重力儀觀測整理用表

1. 基本公式	5
2. 表的敘述	6
3. 計算 g_r 的次序	10
4. 計算表時所採用的公式和常數	11
表1 g_r 值	13
表2 校正 Δg_r	40
表3 輔助值 δ	45
表4 校正 Δg_D	46

П. Ф. 邵 金

測量重力加速度時計算月球—太陽引力影響校正用表和諾謨圖

表和諾謨圖的敘述	49
1. 表和諾謨圖的用途	49
2. 基本公式	50
3. 表和諾謨圖的運用	56
參考文獻	61

輔助表和諾謨圖

表1 計算月球距離變化的係數 K_p	62
計算太陽引力影響校正的諾謨圖	62
計算月球距離變化的諾謨圖	63
表2 太陽和月球時角的平均變化	64

基本表和諾謨圖

計算月球—太陽引力影響校正用表	65
計算太陽—月球引力影響的諾謨圖	86

表內列有水平扭絲石英重力儀觀測整理所需要的數據。並且其所計算的重力增量是指從 0 到 2500 毫伽的範圍，精確度為 ± 0.02 毫伽。

1. 基本公式

戰後，在蘇聯獲得廣泛發展的重力測量，要求在重力儀野外觀測整理方面計算的合理。特別是早已感到需要，用來減輕諾卡爾德石英重力儀整理工作的專門的表。而現在的這一些表就有着多少能夠彌補這個缺陷的目的。

誰都知道，用諾卡爾德重力儀所測量的 (2) 和 (1) 兩測點間的重力加速度增量是按下面的公式進行計算的：

$$\Delta g_{2-1} = g_r^{(2)} - g_r^{(1)}. \quad (1)$$

式中 $g_r^{(1)}$ 和 $g_r^{(2)}$ ——在測點上重力儀的相應的讀數。而所提到的表也正是用於 g_r 的計算。

g_r 值是儀器測微螺絲的讀數 m 及其常數 k , L , s 和 g_0 的函數：

$$g_r = Cm^2 - Dm^3 - Em^4, \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{式中} \quad C &= \frac{1}{2} g_0 \left(\frac{A}{L} \right)^2; \\ D &= g_0 \left(\frac{A}{L} \right)^2 \left(\frac{B}{L} \right); \\ E &= \frac{1}{8} g_0 \left(\frac{A}{L} \right)^4 - \frac{3}{2} g_0 \left(\frac{A}{L} \right)^2 \left(\frac{B}{L} \right)^2; \\ A &= \frac{L^2}{L^2 + k^2}; \quad B = \frac{kL}{L^2 + k^2}; \\ m &= \frac{1}{2} (m_L + m_R) - s. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

這裡， k ——測微器零點間距離的二分之一； L ——儀器圓筒的旋轉軸與測微螺絲間的距離； s ——測微螺絲的零點位置校正； m_L 和 m_R 分別是左右兩個測微螺絲的讀數。常數 g_0 是儀器零點的讀數。但是此 g_0 值由於石英絲彈性的變化也隨着時間發生變化；並且該常數在重力

仪調整到新的范围时(在更換指标的时候或者是在石英絲的起始扭角發生变化的时候)也会發生变化。 g_0 是按照下面的公式

$$g_0 = g - g_r \quad (4)$$

以漸次近似法進行計算的。式中 g —測定 g_r 值的測点上已知的近似重力加速度。

表是依仗下面的公式進行計算的:

$$g_r = g_r^0 + \Delta g_r + \Delta g_D \quad (5)$$

g_r^0 值是依仗系数的平均值 C_0 , D_0 和 E_0 所計算得的 g_r 的近似值。

校正 Δg_r 和 Δg_D 是由于仪器的已知值 $A : L$ 和 $B : L$ 与計算 g_r^0 值的基本表时所采用的平均值間的偏差而修正 g_r^0 值。校正 Δg_D 并不大, 因此它僅僅是在非常精确的工作中或者是在測量很大的重力加速度增量时才應該加以計算。

所有的表都能藉助于計算尺作直綫的內插, 并且表的精确度在最不利的条件下也能夠保證 g_r 的計算, 誤差小于 0.03 毫伽。

2. 表的叙述

表1 g_r^0 值 表內 g_r^0 值是以引数:

$$m = \frac{1}{2} (m_L + m_R) - s,$$

也是說, 是以經過測微器零点位置校正 s 修正的左右两个測微螺絲讀数的平均数而給出的。式中 m 以毫米表示, 而 g_r^0 以毫伽表示。

以 0.01 毫米为單位的 0 到 20 毫米范围内的 m 值, 所得到的 g_r^0 值的精确度达到 0.01 毫伽。为了便于內插, 在表內也列有相当于改变 0.01 毫米的 Δg_r^0 的差数 Δ 。

例題求 $m=5.1526$ 毫米时的 g_r^0

解: $m=5.15 \dots \dots \dots g_r^0=180.36 \quad \Delta=0.70$

(20頁) + 0.002

0.14

+ 0.0006

0.04

$m=5.1526$ 毫米

$g_r^0=180.54$ 毫伽

表 2 校正 Δg_r 此表是用來計算計及儀器的值 $A:L$ 与在計算 g_0 值的基本表时所采用的平均值間偏差的校正 Δg_r 。表 2 有三个变数 $A:L$ 、 m 及 g_0 ；因此为了減輕表 2 的計算，應該首先內插 $A:L$ ，然而再內插 g_0 ，并且編制該儀器的計算校正 Δg_r 的工作用表 (6)。

我們可以用下面的例題來說明应用表 2 的次序。假設要求編制 327 重力儀的校正 Δg_r 的工作用表 (此儀器的出厂数据为 $k=19.512$ 毫米， $L=265.52$ 毫米和 $g_0=980.745$ 伽)。

根据 (3) 式，我們得：

$$\frac{A}{L} = \frac{L}{L^2 + k^2} = 0.00374596.$$

利用表 (2) (42 頁和 43 頁)，計算比值 $A:L=0.00374596$ 时， $g_0=980.00$ 伽和 $g_0=981.00$ 伽的校正 Δg_r 。

校 正 Δg_r

$A:L=0.00374596$

表(a)

m	g_0	
	980.00	981.00
毫米	毫伽	毫伽
0.0	+0.00	+0.00
1.0	0.05	0.06
2.0	0.22	0.25
3.0	0.50	0.57
4.0	0.89	1.00
5.0	1.39	1.56
6.0	2.00	2.25
7.0	2.71	3.06
8.0	3.53	3.97
9.0	4.46	5.02
10.0	5.50	6.20

此后，就藉助表(a)在 $g_0=980.745$ 伽上進行校正的內插，并且編制校正 Δg_r 的工作用表(6)。

在野外的实际工作中，很少需要作 $2.0 < m < 6.0$ 毫米範圍以外的觀測。因此表(6)就應該只在这些範圍內進行計算。

校正 Δg_r

表(6)

$$A:L=0.00374\ 596; g_r=980.745\text{伽}$$

m	Δg_r	Δ
毫米	毫伽	毫伽
0.0	+0.00	+0.06
1.0	0.06	0.18
2.0	0.24	0.31
3.0	0.55	0.42
4.0	0.97	0.55
5.0	1.52	0.67
6.0	2.19	

校正 Δg_r 与 g_0 有关, 并且其值是随着 g_0 的变化而改变着。因此这就引起了需要重新的计算表(6)。为了避免多余的计算, 应该注意这样的情况: 在测量小的重力加速度增量时所要求的 g_0 的测量精确度, 比在测量大的增量时所要求的为小。

在表(B)中列有在测量不同的重力加速度增量时 g_0 的允许变化值如能遵守这些要求, 校正 Δg_r 的计算误差就不会超过 ± 0.01 毫伽。

测定 g 时的允许误差

表(B)

重力加速度值的测量差值	测定 g 时的允许误差
毫伽	毫伽
10	1000
50	200
100	100
200	50
400	25

重力加速度值的測量差值	測定 g_0 時的允許誤差
600	20
800	10
1000	10
1500	10
2000	5

表 3 和表 4 這些表是用來計算計及儀器的值 ($B:L$) 與在編制 g_0 表時所採用的平均值間偏差的校正 Δg_D 的。

表 3 是以引數 D 和 ($B:L$) 而列出輔助值 δ ，而表 4 則以 δ 和 m 為引數而列出校正 Δg_D 。

如象在應用表 2 時一樣，為了簡化校正 Δg_D 的計算，應該首先藉助表 3 和表 4 編制該儀器的直接以引數 m 而得出校正 Δg_0 的工作用表 (2)。

現在我們來編制同一個 $\lambda 327$ 重力儀 ($k=19.512$ 和 $L=265.52$ 毫米) 的這種工作用表。

根據公式 (3)，我們得：

$$\frac{A}{L} = \frac{L}{L^2 + k^2} = 0.00374596;$$

$$\frac{B}{L} = \frac{k}{k^2 + L^2} = 0.000275276;$$

$$D = g_0 \left(\frac{A}{L} \right)^2 \left(\frac{B}{L} \right) = 0.003785.$$

在計算 D 時，對於在緯度 56° 以南的工作地區應該令 $g_0 = +980$ 伽，而在这个緯度以北的工作地區，令 $g_0 = +981$ 伽。

以 $B:L=0.000275276$ 和 $D=0.003785$ 為引數，我們從表 3 求得：

$B:L$	δ
0.000275	-83
0.000276	-97

由此

$$\frac{B:L}{0.000275276} \quad \frac{\delta}{-86}$$

此后，就藉助表 4 編制以 m 和 $\delta = -86$ 为引数的校正 $\Delta \varepsilon_D$ 的工作用表。

表 (r)

校正 $\Delta \varepsilon_D$

$$B:L=0.000275276 \quad D=0.003785$$

毫米	毫伽
0.0	-0.00
1.0	0.00
2.0	0.00
3.0	0.00
4.0	0.01
5.0	0.01
6.0	0.02
7.0	0.03
8.0	0.05
9.0	0.07
10.0	0.09

校正 $\Delta \varepsilon_D$ 并不大，因此它僅僅是在特別精确的工作中或者是在測量很大的重力加速度增量时才應該加以計算。在一般的野外工作中，这个校正可以忽略不計。

3. 計算 ε_r 的次序

在应用所提到的表的时候，最好遵照下面的計算次序。开始先以下面的步驟進行准备的計算：

(a) 按仪器的出厂数据 k 及 L ，根据公式 (3) 計算 $A:L$ 、 D 及 $B:L$ 之值。在計算 D 的时候，对于分布在緯度 56° 以南的工作地区應該

采用 $g_0 = +980$ 伽，而对于緯度 56° 以北的地区采用 $g_0 = +981$ 伽；

(6) 依照測点上的已知近似重力加速度 g ，以及經過校正、修正的測微器平均讀数 m ，用下面的公式

$$g_0 = g - g_r^0$$

計算儀器的零点讀数 g_0 。式中 g_r^0 是以引数 m 在表 1 中查得的，其精确度可以达到几个毫伽；

(B) 以 $(A:L)$ g_0 和 m 为引数，依照上面所叙述的方法，利用表 2 編制校正 Δg_r 的工作用表；

(r) 以 $(B:L)$ 、 D 及 m 为引数，藉助表 3 和表 4 編制校正 Δg_D 的工作用表。

此后， g_r 值就直接依照下面的步驟來進行計算：

(a) 以事先經過測微器零点位置校正、修正的 m 为引数，在表 1 中查其 g_r^0 值；

(6) 以同样的 m 值为引数，在工作用表 (6) 中查取校正 Δg_r ；

(B) 以同样的 m 值为引数，在工作用表 (r) 中查取校正 Δg_D ；

(r) 以表中所标明的符号，將 g_r^0 、 Δg_r 和 Δg_D 三个数值代数相加就得到所求的 g_r 值。

經驗表明：編制校正 Δg_r 和 Δg_D 工作用表的时间不到一个小时，而 g_r 值的計算，利用已經准备好的表，——不需要一分鐘的时间。后面的这个情况的确是提供了这样的可能性：獲得測微鼓的讀数以后，在野外就直接可以有最后的 g_r 值；并且由此也确实地控制了仪器在野外觀測过程中的工作。

4. 計算表时所采用的公式和常数

表1. g_r^0 的数值按照下列公式計算：

$$g_r^0 = 6.82m^2 - 0.0037m^3 - 0.000024m^4.$$

表2. 校正 Δg_r 由下面公式計算：

$$\Delta g_r = (C - C_0)m^2 - (D - D_0)m^3 - (E - E_0)m^4,$$

式中

$$C = \frac{1}{2} g_0 \left(\frac{A}{L} \right)^2;$$

$$D = g_0 \left(\frac{A}{L} \right)^2 \left(\frac{B}{L} \right);$$

$$E = \frac{1}{8} g_0 \left(\frac{A}{L} \right)^4 - \frac{3}{2} g_0 \left(\frac{A}{L} \right)^2 \left(\frac{B}{L} \right)^2;$$

$$A = \frac{L^2}{L^2 + k^2}; \quad B = \frac{kL}{L^2 + k^2}.$$

$$C_0 = 6.82, \quad D_0 = 0.0037, \quad E_0 = 0.000024,$$

$$\left(\frac{B}{D} \right)_0 = 0.000269078.$$

表3. 輔助值 δ 按下式計算:

$$\delta = D \frac{\left(\frac{B}{L} \right) - \left(\frac{B}{L} \right)_0}{\left(\frac{B}{L} \right)}$$

公式中的常數與上面所述的相同。

表4. 校正 Δg_D 是依照下面公式計算

$$\Delta g_r = \delta m^3.$$

ε_r^0 值

m	ε_r^0	Δ	m	ε_r^0	Δ	m	ε_r^0	Δ
0.00	0.00	00	0.20	0.27	03	0.40	1.09	06
0.01	0.00	00	0.21	0.30	03	0.41	1.11	05
0.02	0.00	01	0.22	0.33	03	0.42	1.20	06
0.03	0.01	00	0.23	0.36	03	0.43	1.28	06
0.04	0.01	01	0.24	0.39	04	0.44	1.32	06
0.05	0.02	00	0.25	0.43	03	0.45	1.38	06
0.06	0.02	01	0.26	0.46	04	0.46	1.44	07
0.07	0.03	01	0.27	0.50	03	0.47	1.51	06
0.08	0.04	02	0.28	0.53	04	0.48	1.57	07
0.09	0.06	01	0.29	0.57	04	0.49	1.64	06
0.10	0.07	01	0.30	0.61	05	0.50	1.70	07
0.11	0.08	02	0.31	0.66	04	0.51	1.77	07
0.12	0.10	02	0.32	0.70	04	0.52	1.84	08
0.13	0.12	01	0.33	0.74	05	0.53	1.92	07
0.14	0.13	02	0.34	0.79	05	0.54	1.99	07
0.15	0.15	02	0.35	0.84	04	0.55	2.06	08
0.16	0.17	03	0.36	0.88	05	0.56	2.14	08
0.17	0.20	02	0.37	0.93	05	0.57	2.22	07
0.18	0.22	03	0.38	0.98	06	0.58	2.29	08
0.19	0.25	02	0.39	1.04	05	0.59	2.37	08
0.20	0.27		0.40	1.09		0.60	2.45	

m	ε_r^0	Δ	m	ε_r^0	Δ	m	ε_r^0	Δ
0.60	2.45	09	0.85	4.92	12	1.10	8.25	15
0.61	2.54	08	0.86	5.04	12	1.11	8.40	15
0.62	2.62	09	0.87	5.16	12	1.12	8.55	16
0.63	2.71	08	0.88	5.28	12	1.13	8.70	16
0.64	2.79	09	0.89	5.40	12	1.14	8.86	15
0.65	2.88	09	0.90	5.52	12	1.15	9.01	16
0.66	2.97	09	0.91	5.64	13	1.16	9.17	16
0.67	3.06	09	0.92	5.77	13	1.17	9.33	16
0.68	3.15	10	0.93	5.90	12	1.18	9.49	16
0.69	3.25	09	0.94	6.02	13	1.19	9.65	17
0.70	3.34	10	0.95	6.15	13	1.20	9.82	16
0.71	3.44	09	0.96	6.28	13	1.21	9.98	16
0.72	3.53	10	0.97	6.41	14	1.22	10.14	17
0.73	3.63	10	0.98	6.55	13	1.23	10.31	17
0.74	3.73	11	0.99	6.68	14	1.24	10.48	17
0.75	3.84	10	1.00	6.82	13	1.25	10.65	17
0.76	3.94	10	1.01	6.95	14	1.26	10.82	17
0.77	4.04	11	1.02	7.09	14	1.27	10.99	18
0.78	4.15	10	1.03	7.23	14	1.28	11.17	17
0.79	4.25	11	1.04	7.37	14	1.29	11.34	18
0.80	4.36	11	1.05	7.51	15	1.30	11.52	18
0.81	4.47	11	1.06	7.66	15	1.31	11.70	17
0.82	4.58	12	1.07	7.80	15	1.32	11.87	19
0.83	4.70	10	1.08	7.95	15	1.33	12.06	18
0.84	4.80	12	1.09	8.10	15	1.34	12.24	18
0.85	4.92		1.10	8.25		1.35	12.42	

m	σ_r^0	Δ	m	σ_r^0	Δ	m	σ_r^0	Δ
1.35	12.42	19	1.60	17.44	22	1.85	23.32	25
1.36	12.61	18	1.61	17.66	22	1.86	23.57	25
1.37	12.79	19	1.62	17.88	22	1.87	23.82	26
1.38	12.93	19	1.63	18.10	22	1.88	24.08	26
1.39	13.17	19	1.64	18.33	22	1.89	24.34	26
1.40	13.36	19	1.65	18.55	23	1.90	24.60	25
1.41	13.55	19	1.66	18.78	22	1.91	24.85	27
1.42	13.74	20	1.67	19.00	23	1.92	25.12	26
1.43	13.94	19	1.68	19.23	23	1.93	25.38	26
1.44	14.13	20	1.69	19.46	23	1.94	25.64	27
1.45	14.33	20	1.70	19.69	23	1.95	25.91	26
1.46	14.53	20	1.71	19.92	24	1.96	26.17	27
1.47	14.73	20	1.72	20.16	23	1.97	26.44	27
1.48	14.93	20	1.73	20.39	24	1.98	26.71	27
1.49	15.13	20	1.74	20.63	24	1.99	26.98	27
1.50	15.33	21	1.75	20.87	24	2.00	27.25	27
1.51	15.54	20	1.76	21.11	24	2.01	27.52	28
1.52	15.74	21	1.77	21.35	24	2.02	27.80	27
1.53	15.95	21	1.78	21.59	24	2.03	28.07	28
1.54	16.16	21	1.79	21.83	25	2.04	28.35	28
1.55	16.37	21	1.80	22.08	24	2.05	28.63	28
1.56	16.58	22	1.81	22.32	25	2.06	28.91	28
1.57	16.80	21	1.82	22.57	25	2.07	29.19	28
1.58	17.01	22	1.83	22.82	25	2.08	29.47	29
1.59	17.23	21	1.84	23.07	25	2.09	29.76	29
1.60	17.44		1.85	23.32		2.10	30.04	