变密度地形中间层校正

李彭年　　潘民空

（新疆石油指挥部物探队）

多年来，我们在平原地区进行重力工作，中间层、地形校正都是采用某一密度值，去代替工区内多样变化的密度，纵然存在较大的密度误差，但由于高差小，所得重力校正值误差仍能在容许范围以内。以中间层校正为例，设密度误差 $\Delta\sigma=0.2$克/厘米^3，高差$\Delta h=20$米，则校正值误差$\Delta g=0.042\times0.2\times20=0.168$毫伽。对1:10万的布伽重力图来说，这样大小的中间层校正误差是容许的。但是在山区工作，若用统一密度进行中间层校正，误差就相当大了。设密度误差为0.2克/厘米^3，高程差为200米，引起的校正误差为 $\Delta g'=0.042\times200\times0.2=1.68$ 毫伽，远远超出了1:10万布伽重力图的容许范围。因此，有必要研究用变密度进行校正的方法。

本文提出了一种进行变密度中间层，地形校正的方法，并将我工区几条测线实际资料，用变密度校正，还与用固定密度校正的结果进行了比较。

基本公式

设重力观测点空间位置处于圆柱座标系（r，α，ζ）的原点，则某一扇形柱体物质在该观测点引起的重力值为（见图）：

$$\Delta g=f\sigma\int_{R_m}^{R_{m+1}}dr\int_0^h d\zeta\int_0^{2\pi/n}\frac{r\zeta}{(r^2+\zeta^2)^{3/2}}d\alpha$$

$$=\frac{2\pi f\sigma}{n}(R_{m+1}-R_m+\sqrt{R_m^2+h^2}-\sqrt{R_{m+1}^2+h^2}) \qquad (1)$$

式中：h——该扇形柱体高度（米）；

σ——物质密度（克/厘米^3）；

R_m，R_{m+1}——内弧及外弧半径；

n——圆环等分成扇形的数目；

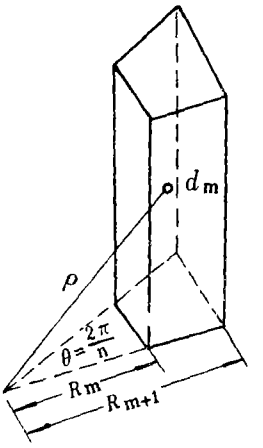
f——引力常数。

上式为中间层地形校正之基本公式。

用统一密度进行中间层校正时，都是把中间层认为是厚度等于 h 米的无限平板，且处处密度均匀，其校正值：

$$\Delta g_m=2\pi f\sigma h=0.042\sigma h \qquad (2)$$

若密度不等，尽管中间层形态仍为一无限平板，



这时不能用（2）式进行中间层校正。校正时，必须将中间层看成是由不同密度的平板块拼成的无限平板，分别计算每块对测点重力值的影响，然后再加起来。

将相同密度块引起的重力校正值按下式计算：

$$\Delta g_{mi}=\frac{2\pi f\sigma_i}{n}\sum_1^l(R_{m+1}-R_m+\sqrt{R_m^2+h^2}-\sqrt{R_{m+1}^2+h^2}) \qquad (3)$$

式中 l 为相同密度块扇形柱体的个数，$i=1,2,3\cdots\cdots$ 为相同密度块的序号。

当 $h\ll R$时，（3）式可近似为：

$$\Delta g_{mi}\approx\frac{2\pi f\sigma_i}{n}\cdot\frac{h^2}{2}\Sigma\left(\frac{1}{R_m}-\frac{1}{R_{m+1}}\right) \qquad (4)$$

R达到相当大的数值后，以R为半径的圆以外的更大平板块，若密度均匀，则其总的校正值又可近似为：

$$\delta g_m\approx\frac{\pi f\sigma h^2}{R} \qquad (5)$$

由于R值很大，故不论σ值在可能范围内怎样变化，δg_m值总是比较小的。在实际情况中，区内密度也是不会均匀的，但我们将它看成是均匀的，并任取工区内某一密度值作为σ，也不会引起不能容许的误差。

将上述 $\Delta g_{mi}(i=1,2,3\cdots\cdots)$及 δg_m加起来即为变

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

密度的中间层校正数值。

变密度地形校正，亦按（3）式进行。所不同于中间层校正者，仅在于地形改正的 h 为变数，每一扇形柱体有其相应之 h。而中间层校正之 h，对某一观测点而言是一常量。

具体步序

1．和普通地形改正一样，用不同校正半径，将平面分成若干环，每环又等分成几个扇形。应用(1)式，令 $\sigma=2.0$，计算各扇形柱体不同 h 时的 Δg_m 值。对各环均列出 h—Δg_m 表。

应用（5）式，以 $\sigma=2.0$，R 为最大校正半径，对不同 h，制作中间层校正尾数 h—δg_m 表。

2．实测近区、中区高程，要求按一定顺序填写地形剖面。如以磁北线为第一方位，然后以顺时针方向转，依次为第二方位，第三方位……。以最接近测点为第一点，然后依次为第二点、第三点……。

3．从地形图上读远近各扇形高程，按一定规律填写高程的数据，不能混乱。

4．从观测点中间层校正高度中减去每一扇形体之地形改正高度，作为（3）式的 h 值，然后查 h—Δg_m 表，求出相应的 Δg_m 值。

5．根据工区密度平面图，将各扇形密度值相同的划为一组，对每组内各扇形 Δg_m 值之和，分别进行密度校正，即乘以因子 $\frac{\sigma_i}{2.0}$（σ_i 为图上之实际密度值）。

6．依据观测点校正高度 h，查 h—δg_m 表，得出中间层校正尾数值 δg_m。

7．求出5、6两项数值之和，即为该点之变密度地形、中间层校正数值。

实测结果比较

测线布置在某工区南部，点、线距各为500米。其南为近东西向高达一千余米的老山，岩石密度 $\sigma=$

二线和七线各项数值　　表1

点号	高程	地差	中差	总差	点号	高程	地差	中差	总差
2—1	078.1	0.25	−0.42	−0.17	7—1	252.5	0.10	−1.37	−1.27
2—2	192.9	−0.07	−1.00	−1.07	7—2	312.8	0.07	−1.76	−1.69
2—3	171.7	0.01	−0.87	−0.86	7—3	291.9	0.02	−1.61	−1.59
2—4	258.1	−0.27	−1.40	−1.67	7—4	294.9	0.18	−1.58	−1.40
2—5	218.2	0.29	−1.16	−0.87	7—5	272.8	0.13	−1.17	−1.04
2—6	178.7	0.20	−0.90	−0.70	7—6	340.2	0.07	−0.70	−0.63
2—7	227.1	0.05	−1.18	−1.13	7—7	378.1	0.21	−0.74	−0.53
2—8	311.8	0.14	−1.70	−1.56	7—8	430.9	0.40	−1.57	−1.17
2—9	213.2	−0.07	−1.04	−1.11	7—9	436.7	0.98	−0.84	0.14
2—10	360.6	0.15	−1.55	−1.40	7—10	356.0	0.24	−0.51	−0.27
2—11	230.6	0.25	−0.33	−0.08	7—11	418.2	0.29	−0.47	−0.18
2—12	331.3	0.15	−0.34	−0.19	7—12	454.5	0.37	0.34	0.71
2—13	339.1	0.28	0.60	0.88	7—13	460.8	0.60	0.84	1.44
2—14	286.0	0.45	0.82	1.47	7—14	356.2	0.41	0.96	1.37
2—15	288.0	0.47	0.85	1.32	7—15	269.5	0.27	0.92	1.19
2—16	311.4	0.29	1.03	1.32	7—16	253.3	0.26	1.39	1.65
2—17	259.0	0.45	1.15	1.60	7—17	273.0	0.37	1.73	2.10
2—18	281.5	0.49	1.70	2.19	7—18	320.2	0.44	2.00	2.44
2—19	376.1	0.64	2.26	2.90	7—19	346.0	0.52	2.18	2.70
2—20	429.8	0.94	2.54	3.48	7—20	421.6	0.54	2.56	3.10
2—21	471.8	0.74	2.84	3.58	7—21	406.7	0.44	2.62	3.06
2—22	472.7	1.47	3.03	4.50	7—22	395.1	0.85	3.03	3.88
2—23	539.6	1.35	4.67	6.02	7—23	429.0	1.07	4.05	5.12
2—24	627.1	1.50	7.80	9.30	7—24	454.0	1.30	4.77	6.07
平均误差		0.46		2.05	平均误差		0.42		1.86
方差		0.19		8.46	方差		0.11		5.48
均方根误差		0.44		2.90	均方根误差		0.33		2.34

（高程单位为米，误差单位为毫伽）

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.7克/厘米^3。工区内地形高差一般为200—300米，最大达600—700米。

由于第三系出露最广，故历年使用的固定校正密度值为2.20克/厘米^3。为了进行变密度校正，对全区进行了表层密度实测工作，绘制了表层密度平面分布图。变密度校正即根据此图进行。

现就其中部分数据列表进行比较分析。表中：地差为变密度地改值减去不变密度地改值；中差为变密度中间层校正值减去不变密度中间层校正值；总差为地差加中差。

表1列出了二线和七线各项数值。这两条测线均垂直老山走向，点号顺序由北往南逐渐加大，即1号、2号在北端，23号、24号在南端。表2所列为每条测线的第20号点，相当于一条平行于老山走向的测线。

从二线11—24点及七线11—24点数据可以看出：二线与七线总差中，均存在偏离值由北向南逐渐增大的趋势，即距老山愈近，其偏离值愈大。这说明高达一千多米，密度大的老山影响很大。

表的最后列出了总差及地差之平均误差与均方根误差，其数值均大于1:5万图件对误差的要求，这说明了进行变密度地形、中间层校正是必要的。

表2为平行山脊的测线，从各点数据中可以看到，虽不存在系统偏差，但由于靠近老山，其总差及地改差之均方根误差亦很大，仍然有必要使用变密度方法进行校正。

平行山脊的各点　　表2

点　号	高　程	地　差	中　差	总　差
1—20	333.4	2.50	2.15	4.65
2—20	429.8	0.94	2.54	3.48
3—20	437.0	0.81	2.50	3.31
4—20	463.6	0.72	2.73	3.45
5—20	397.4	0.79	2.44	3.23
6—20	275.7	1.04	1.85	2.89
7—20	421.6	0.54	2.56	3.15
8—20	413.3	0.59	2.64	3.23
9—20	459.2	0.46	3.20	3.66
10—20	545.2	0.35	3.27	3.62
11—20	471.4	0.57	2.92	3.49
12—20	460.7	0.47	2.31	2.78
平均误差		0.82		3.41
方　差		0.29		11.84
均方根误差		0.53		3.44

（高程单位为米，误差单位为毫伽）

工区中部距老山较远处，是否需要进行变密度校正呢，我们将未受老山影响诸点之数据列入表3。表3中总差的平均误差为0.43毫伽，均方根误差为0.57毫伽，均大于1:10万图件对误差的要求。这说明即使远离老山的工区中部，整理资料时也有必要使用变密度方法校正。但单就地改一项而言，平均误差为0.18毫伽，均方根误差为0.21毫伽，这对于1:5万图件来说，是不能容许的，但对于1：10万的图件来说，只需在进行误差分配中予以注意后，可以不用变密度校正。但中间层校正必须采用变密度方法进行。

远离老山工区中部各点　　表3

点　号	高　程	地　差	中　差	总　差
1—10	290.7	0.34	−1.51	−1.17
2—10	360.6	0.15	−1.55	−1.40
3—10	259.6	0.31	−0.35	−0.04
4—10	210.6	0.21	−0.20	0.01
5—10	127.2	0.51	−0.06	0.45
6—10	199.1	0.12	−0.16	−0.04
7—10	356.0	0.34	−0.51	−0.17
8—10	461.1	0.09	−0.90	−0.81
9—10	402.8	0.07	−0.66	−0.59
10—10	429.4	0.10	−0.92	−0.82
11—10	225.5	0.21	−0.75	−0.54
12—10	219.7	0.31	−1.03	−0.90
2—1	078.1	0.26	−0.06	0.20
2—2	192.9	−0.07	−0.19	−0.26
2—3	171.1	0.01	−0.15	−0.14
2—4	258.1	−0.27	−0.31	−0.58
2—5	218.2	0.29	−0.25	0.04
2—6	178.7	0.20	−0.15	0.04
2—7	227.1	0.05	−0.23	−0.18
2—8	311.8	0.14	−0.39	−0.25
2—9	213.2	−0.07	−0.14	−0.21
7—1	252.5	0.10	−0.31	−0.21
7—2	312.8	0.07	−0.45	−0.38
7—3	291.9	0.02	−0.39	−0.37
7—4	294.9	0.18	−0.34	−0.16
7—5	272.8	0.13	−0.02	0.11
7—6	340.2	0.07	0.72	0.79
7—7	378.1	0.21	0.85	1.06
7—8	430.9	0.41	0.24	0.65
平均误差		0.18		0.43
方　差		0.04		0.33
均方根误差		0.21		0.57

（高程单位为米，误差单位为毫伽）

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net