

几种规则三度体磁异常 垂直分量(ΔZ)平面理论曲线图集

桂林冶金地质研究所 冶金地球物理探矿公司编

地 质 出 版 社

P 631.2
GLYJ

几种规则三度体磁异常 垂直分量(ΔZ)平面理论曲线图集

桂林冶金地质研究所 冶金地球物理探矿公司编

1983/1.5

地 质 出 版 社

**几种规则三度体磁异常
垂直分量(ΔZ)平面理论曲线图集**

桂林冶金地质研究所 编
冶金地球物理探矿公司

地质局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

1975年4月北京第一版·1975年4月北京第一次印刷

印数1—5,450册·定价1.30元

统一书号: 15038·新89

前 言

建国以来，尤其是无产阶级文化大革命以来，磁法勘探在寻找磁铁矿床上获得了良好的效果，磁异常的解释推断水平不断地得到提高。但是，我们在解释推断磁异常时，一般都采用二度体（即走向长度无限的磁性体）磁异常的解释推断方法。当磁性体不是二度体而是三度体（即走向长度有限的磁性体）时，除计算矿体顶端埋深误差较小外，其他产状参数往往不能得到正确的结果。因此，在生产实践中，日益需要研究总结三度体磁异常的解释推断方法。为了适应广大物探、地质人员研究三度体磁异常的需要，我们编著了这本图集。

这本《图集》的编著出版，是在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在伟大的无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，坚持**独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国**方针的结果。

《图集》编著过程中，广西、山东、河北等地的一些兄弟单位参加了工作，给予了大力支持和协助，在此一并表示感谢。

限于我们的水平，《图集》中的缺点和错误一定不少，希望读者批评指正。

桂林冶金地质研究所 冶金地球物理探矿公司

目 录

图集说明	(1)
几种规则三度体磁异常垂直分量 (ΔZ) 平面理论曲线图集	(7)
几种规则三度体磁异常垂直分量 (ΔZ) 平面理论曲线图集	
数据表 (点距 $\Delta x =$ 线距 $\Delta y = h$)	(139)

图 集 说 明

这本《几种规则三度体磁异常垂直分量 (ΔZ) 平面理论曲线图集》，包括球体、有限长水平圆柱体、薄板状体及无限延深厚板状体等四种规则体，在不同产状、不同磁化方向时的磁异常垂直分量 (ΔZ) 平面等值线图215幅；以及垂直磁化条件下磁异常的三个正交分量 (ΔX 、 ΔY 、 ΔZ) 的理论数据24组。现将有关问题说明如下。

基本假定

计算理论曲线时，假定 (1) 磁性体均匀磁化；(2) 磁性体总磁化强度的水平分量指向磁北。后一假定只是为了便于叙述，并不限制图集的应用范围。

座标系统、符号和单位

本图集用直角坐标系， x 轴水平指向磁北， y 轴水平指向磁东， z 轴垂直向下。座标原点 O 的位置有两种：对于球体、水平圆柱体和薄板，原点即磁性体中心在计算平面上的投影点；对于厚板，原点为其水平顶面中心在计算平面上的投影点。

本图集所用的符号有 (图 1)：

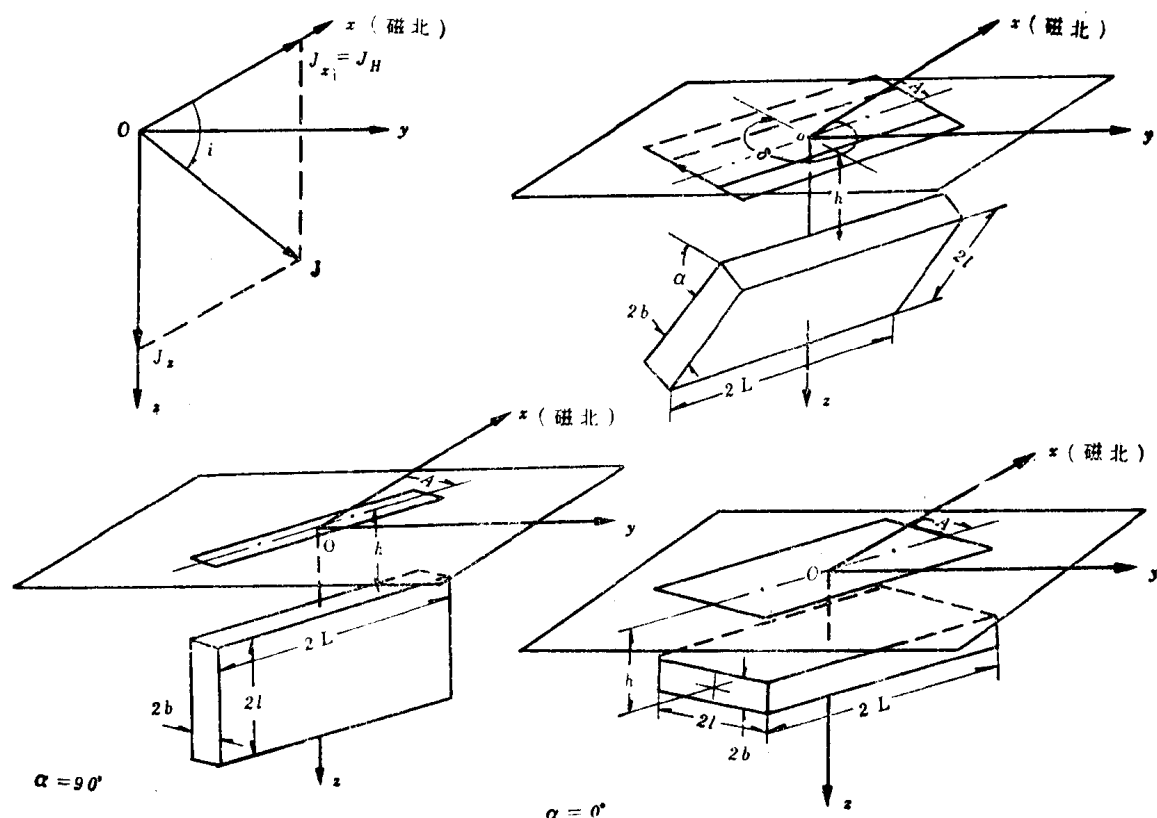


图 1 符号的图示 (以薄板的三种情形为例)

A ——磁性体走向的磁方位角;

δ ——磁性体倾向的磁方位角;

α ——磁性体的倾角;

$2b$ ——薄板的厚度或厚板水平顶面的宽度;

$2L$ ——磁性体的走向长度;

$2l$ ——磁性体沿倾斜方向的长度;

R ——球体的半径;

h ——球体和水平薄板的中心埋深, 或为直立和倾斜薄(或厚)板顶端埋深;

J ——总磁化强度, $J = \sqrt{J_x^2 + J_z^2}$ ($J_y = 0$), J_x 即 J 的水平分量 J_H 。除球体的 $J = 0.05\text{CGSM}$ 外, 其他形体的 J 均取 1CGSM ;

i ——总磁化强度倾角。

图集中各项参数和计算结果所采用的单位: $2b$, $2L$, $2l$ 和 R , 都以 h 为单位; 理论曲线图中, 等值线上所标数值的单位是百伽偶, 各表中列出的理论数据的单位是伽偶。

计算公式

(1) 球体 (图 2)

$$\Delta Z = \frac{M}{(x^2 + y^2 + h^2)^{5/2}} [\sin i (2h^2 - x^2 - y^2) + 3xh \cos i] \quad (1)$$

式中 M ——总磁矩, $M = \frac{4}{3} \pi R^3 J$ 。

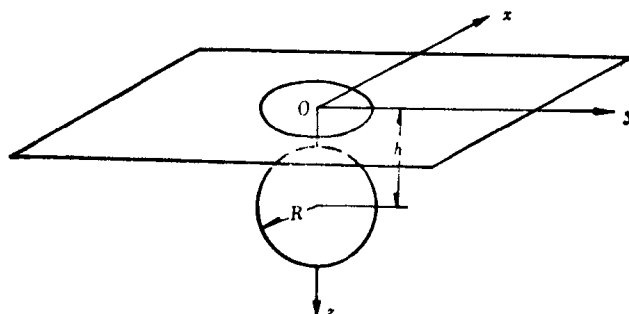


图 2 球体

2 薄板 (图 3)

取直角六面体作为薄板的计算模型。设直角坐标系 $x_1 y_1 z_1$ (右手系) 的原点 O_1 位于直角六面体中心。 x_1 轴水平, 沿物体的走向; z_1 轴沿物体的倾向; y_1 轴垂直于物体的层面。在该坐标系中, 磁异常的三个正交分量的表达式为:

$$\begin{aligned} \Delta X_1 = & -J_{x_1} \left| \left| \left| \operatorname{tg}^{-1} \frac{(\eta - y_1)(\zeta - z_1)}{(\xi - x_1) \sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2}} \right| \right| \right|_{-L}^L \left| \left| \left| \begin{matrix} b & l \\ -b & -l \end{matrix} \right| \right|_{-L}^L \\ & -J_{y_1} \left| \left| \left| \ln \left[\sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2} - (\zeta - z_1) \right] \right| \right| \right|_{-L}^L \left| \left| \left| \begin{matrix} b & l \\ -b & -l \end{matrix} \right| \right|_{-L}^L \\ & -J_{z_1} \left| \left| \left| \ln \left[\sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2} - (\eta - y_1) \right] \right| \right| \right|_{-L}^L \left| \left| \left| \begin{matrix} b & l \\ -b & -l \end{matrix} \right| \right|_{-L}^L \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta Y_1 = & -J_{x_1} \left| \left| \ln \left[\sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2} - (\zeta - z_1) \right] \right| \right|_{-L}^L \left| \right|_{-b}^b \left| \right|_{-l}^l \\
 & -J_{y_1} \left| \left| \operatorname{tg}^{-1} \frac{(\xi - x_1)(\zeta - z_1)}{(\eta - y_1) \sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2}} \right| \right|_{-L}^L \left| \right|_{-b}^b \left| \right|_{-l}^l \\
 & -J_{z_1} \left| \left| \ln \left[\sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2} - (\xi - x_1) \right] \right| \right|_{-L}^L \left| \right|_{-b}^b \left| \right|_{-l}^l \\
 \Delta Z_1 = & -J_{x_1} \left| \left| \ln \left[\sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2} - (\eta - y_1) \right] \right| \right|_{-L}^L \left| \right|_{-b}^b \left| \right|_{-l}^l \\
 & -J_{y_1} \left| \left| \ln \left[\sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2} - (\xi - x_1) \right] \right| \right|_{-L}^L \left| \right|_{-b}^b \left| \right|_{-l}^l \\
 & -J_{z_1} \left| \left| \operatorname{tg}^{-1} \frac{(\eta - y_1)(\xi - x_1)}{(\zeta - z_1) \sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2}} \right| \right|_{-L}^L \left| \right|_{-b}^b \left| \right|_{-l}^l
 \end{aligned} \quad (2)$$

式中 ξ 、 η 、 ζ 的积分上下限分别是 $(-L, L)$ 、 $(-b, b)$ 、 $(-l, l)$ 。 J_{x_1} 、 J_{y_1} 和 J_{z_1} 分别是 J 在 $x_1 y_1 z_1$ 坐标系中的三个正交分量。

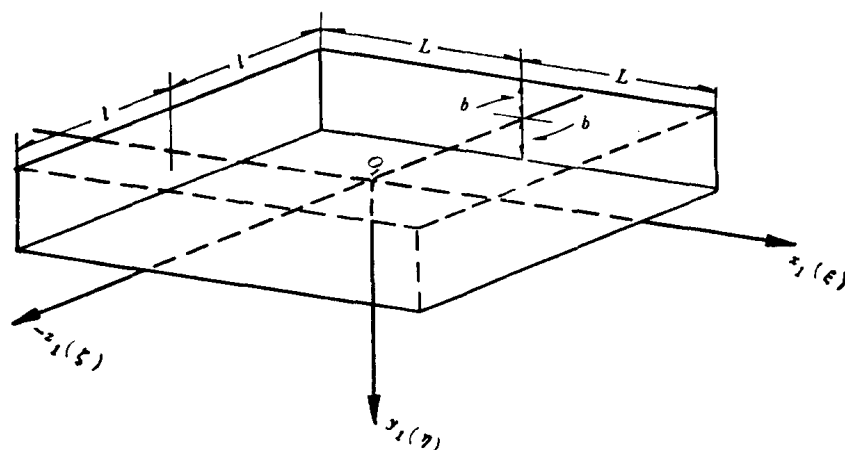


图 3 直角六面体

根据一般直角坐标变换的公式和给定的参数 (A, δ, α 和 i)，不难将计算点的 (x, y, z) 坐标变换成 (x_1, y_1, z_1) ，并将 J 表示成 J_{x_1} 、 J_{y_1} 和 J_{z_1} ，代入式 (2) 进行计算。同样，可以把计算结果 ($\Delta X_1, \Delta Y_1, \Delta Z_1$) 再变换为计算点 (x, y, z) 处的磁异常在 $x y z$ 系中的三个正交分量 ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)。

3. 有限长的水平圆柱体

取埋深比其截面幅度大得多的直立的直角六面体作为计算模型。理论计算表明，这种近似是允许的。

4. 无限延深厚板 (图 4)

利用延深很大、参数相同的一组薄板拼接而成。

全部理论数据，利用 DJS-21 型电子计算机按一定的“测网”密度运算给出。采用简易的线性内插方法，手工绘制成等值线图。

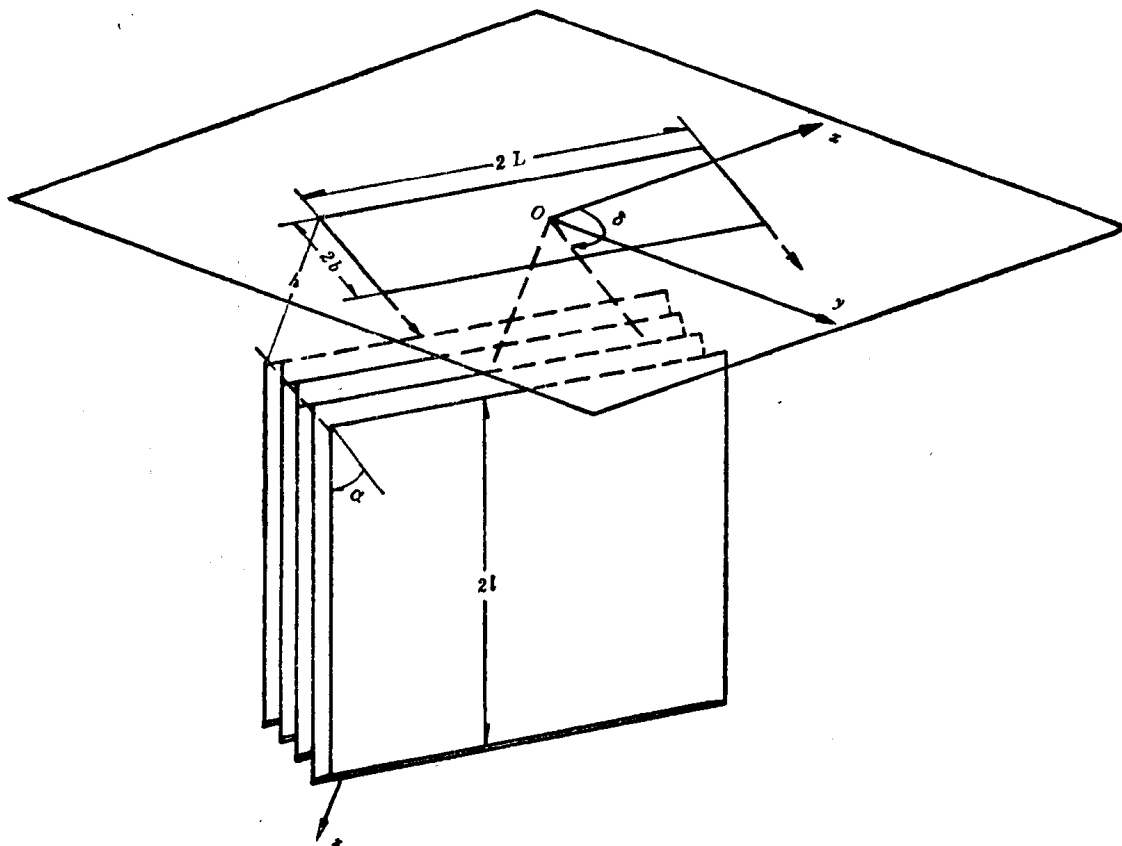


图 4 厚板

图集的应用

1. 本图集每幅图中，除了绘制 ΔZ 平面等值线外，还绘出了磁性体在平面上的投影。这样，从图中可以清楚地看出磁性体产状和磁异常特点之间的关系、磁性体相对于磁异常的位置，可供解释磁异常时作参数。

2. 根据 ΔZ 平面等值线图，可以粗略地绘出通过磁异常体不同部位剖面上的 ΔZ 曲线，可供野外布置精测剖面及推断 ΔZ 曲线时参考。

3. 由于剩余磁化的存在及消磁作用，磁性体总磁化强度水平分量方向可能与磁北不重合。这时，只要将 J 的水平分量方向看作是 x 轴正方向就可以了。在利用实际资料与理论曲线对比时，例如：已知实际 ΔZ 平面等值线图上 J 的水平分量的方向为北 18° 东，则北 18° 东就是 x 轴的正方向（即理论图幅的正方向）。对比结果，若图上磁性体的走向为 45° ，相对磁北而言，磁性体的走向是 63° 。

4. 数据的应用

利用图集所附的垂直磁化条件下三个正交分量 $\Delta X_\perp$ 、 $\Delta Y_\perp$ 和 $\Delta Z_\perp$ （表1—表24），可以组合成任意磁化方向时的 ΔZ 。为便于计算和使用，取 x 轴水平，沿物体走向； y 轴水平，沿物体倾向； z 轴垂直指向下，原点 O 位于物体中心（对厚板来说，是指其顶面中心）在计算平面的投影点（图5）。这时，根据泊松公式：

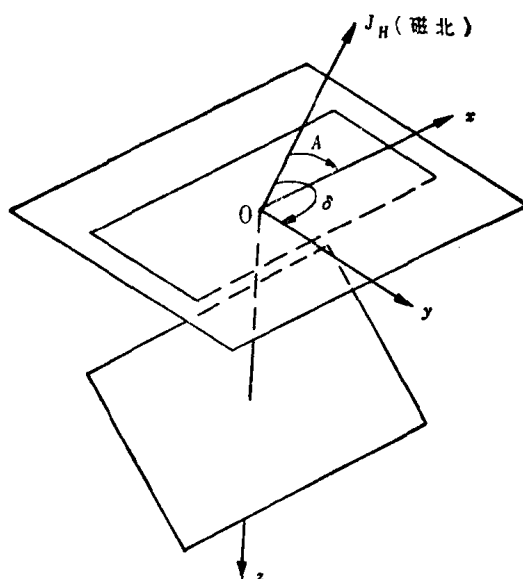


图 5 数据应用时的坐标系

$$\Delta Z = J_x V_{xz} + J_y V_{yz} + J_z V_{zz} = \frac{J_x}{J} \Delta X_{\perp} + \frac{J_y}{J} \Delta Y_{\perp} + \frac{J_z}{J} \Delta Z_{\perp}$$

可以导出下列两个实用的计算公式：当 $\alpha = 90^\circ$ 时，

$$\Delta Z = \Delta X_{\perp} \cos i \cos A - \Delta Y_{\perp} \cos i \sin A + \Delta Z_{\perp} \sin i \quad (3)$$

当 $\alpha \neq 90^\circ$ 时，

$$\Delta Z = \Delta X_{\perp} \cos i \sin \delta + \Delta Y_{\perp} \cos i \cos \delta + \Delta Z_{\perp} \sin i \quad (4)$$

今举例说明公式 (3) 和 (4) 的使用方法。

例 1，为计算 $2b/h=1$ ， $2L/h=5$ ， $2l/h=20$ ， $\alpha=45^\circ$ 的厚板状体在 $i=50^\circ$ ， $\delta=150^\circ$ 时的 ΔZ ，就可以利用附表中 $2b/h=1$ ， $2L/h=5$ ， $2l/h=20$ ， $\alpha=45^\circ$ ， $i=90^\circ$ ， $A=0^\circ$ 时的理论数据 (表 17)。若计算点为 (3, 4)，则取表 17 中 4 线 (“测线”平行于 x 轴) 3 点的磁异常的三个分量值： $\Delta X_{\perp} = -20266$ ， $\Delta Y_{\perp} = -10582$ ， $\Delta Z_{\perp} = 13446$ ，连同 $i=50^\circ$ ， $\delta=150^\circ$ 一起代入式 (4)，即可求得该点的 $\Delta Z = 9676$ 。

例 2，为计算 $2b/h=1$ ， $2L/h=5$ ， $2l/h=20$ ， $\alpha=90^\circ$ 的厚板状体在 $i=25^\circ$ ， $A=20^\circ$ 时的 ΔZ ，就要利用表 18 的数据。若计算点为 (2, 2)，则取表 18 中 2 线 2 点的三个分量值： $\Delta X_{\perp} = -24103$ ， $\Delta Y_{\perp} = -44787$ ， $\Delta Z_{\perp} = 22258$ ，连同 $i=25^\circ$ ， $A=20^\circ$ 一起代入式 (3)，计算结果为 $\Delta Z = 2762$ 。

还需说明的是，若计算时取总磁化强度为 J (以 10^{-5} CGSM 为单位)，则计算结果均乘一系数 $J/100000$ ，才是所要求的 ΔZ (以伽偶为单位)。

在垂直磁化条件下， ΔX 、 ΔY 和 ΔZ 具有对称性。

当 $i=90^\circ$ 且 $\alpha=0^\circ$ 或 90° 时，

$$\begin{aligned} \Delta X(x, y) &= \Delta X(x, -y) = -\Delta X(-x, -y) = -\Delta X(-x, y) \\ \Delta Y(x, y) &= -\Delta Y(x, -y) = -\Delta Y(-x, -y) = \Delta Y(-x, y) \\ \Delta Z(x, y) &= \Delta Z(x, -y) = \Delta Z(-x, -y) = \Delta Z(-x, y) \end{aligned}$$

所以，数据表上只抄录第 I 象限的数据。

当 $i = 90^\circ$ 且 $\alpha \neq 0^\circ$ 和 90° 时，

$$\Delta X(x, \pm y) = -\Delta X(-x, \pm y)$$

$$\Delta Y(x, \pm y) = \Delta Y(-x, \pm y)$$

$$\Delta Z(x, \pm y) = \Delta Z(-x, \pm y)$$

所以，数据表上只抄录 I、II 象限的数据。

根据所附数据，可以根据实际需要，利用式 (3) 或 (4) 作出任意磁化方向的 ΔZ 曲线图，供推断时应用。

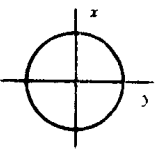
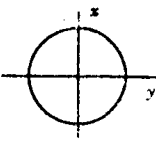
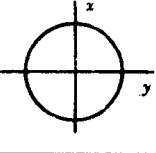
图 号	磁 性 体 空 间 形 态			磁化强 度倾角 (i)	图页号
	名 称	平面投影	$\frac{R}{h}$		
1	球 体		0.5	0°	31
2	球 体		0.5	45°	31
3	球 体		0.5	90°	32

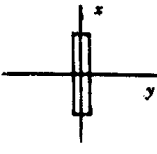
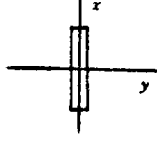
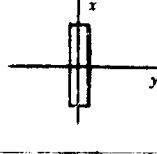
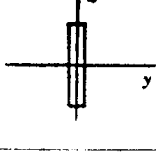
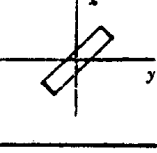
图 号	磁 性 体 空 间 形 态								磁化强 度倾角 (i)	图页号
	名 称	平面投影	$2b/h$	$2L/h$	$2l/h$	方位角 A	倾 斜 方位角 δ	倾 角 α		
4	水 平 圆 柱 体		0.2	3	0.5	0°		90°	0°	32
5	“		0.2	3	0.5	0°		90°	30°	33
6	“		0.2	3	0.5	0°		90°	60°	33
7	“		0.2	3	0.5	0°		90°	90°	34
8	“		0.2	3	0.5	45°		90°	0°	34

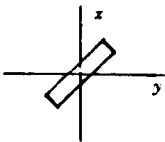
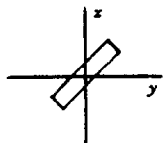
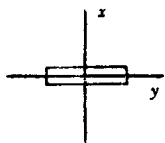
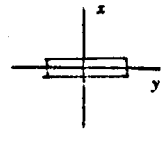
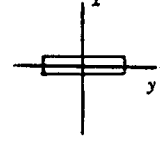
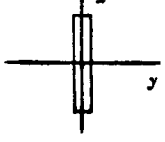
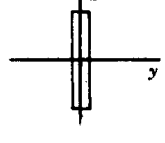
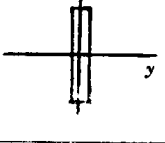
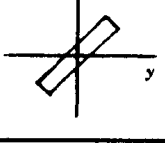
图 号	磁 性 体 空 间 形 态								磁化强 度倾角 (i)	图页号
	名 称	平面投影	$2b/h$	$2L/h$	$2l/h$	方位角 A	倾 斜 方位角 δ	倾 角 α		
9	水 平 圆 柱 体		0.2	3	0.5	45°		90°	30°	35
10	"		0.2	3	0.5	45°		90°	60°	35
11	"		0.2	3	0.5	90°		90°	0°	36
12	"		0.2	3	0.5	90°		90°	30°	36
13	"		0.2	3	0.5	90°		90°	60°	37
14	"		0.2	5	0.3	0°		90°	0°	37
15	"		0.2	5	0.3	0°		90°	45°	37
16	"		0.2	5	0.3	0°		90°	90°	38
17	"		0.2	5	0.3	45°		90°	0°	39

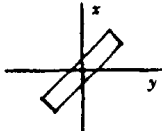
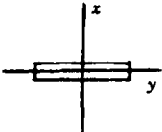
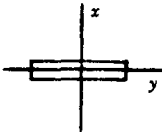
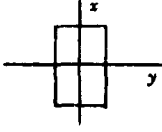
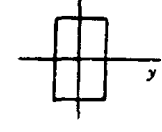
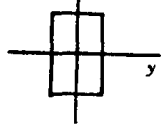
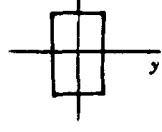
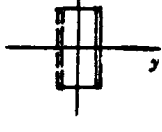
图 号	磁 性 体 空 间 形 态								磁化强 度倾角 (i)	图页号
	名 称	平面投影	$2b/h$	$2L/h$	$2l/h$	方位角 A	倾 方位角 δ	倾 角 α		
18	水 平 圆柱体		0.2	5	0.3	45°		90°	45°	39
19	"		0.2	5	0.3	90°		90°	0°	40
20	"		0.2	5	0.3	90°		90°	45°	40
21	薄 板		0.2	3	2	0°		0°	0°	41
22	"		0.2	3	2	0°		0°	30°	41
23	"		0.2	3	2	0°		0°	60°	42
24	"		0.2	3	2	0°		0°	90°	42
25	"		0.2	3	2	0°	270°	45°	0°	43
26	"		0.2	3	2	0°	270°	45°	30°	43

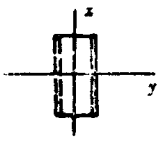
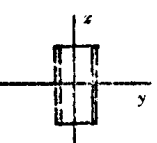
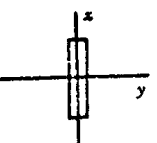
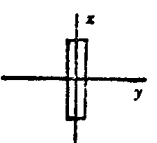
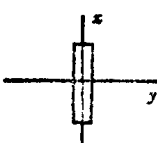
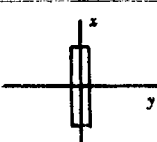
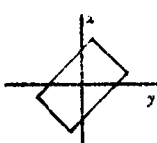
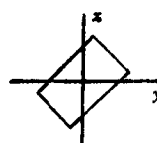
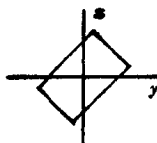
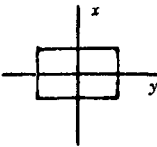
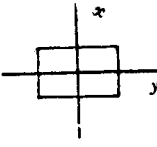
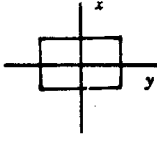
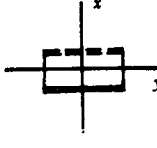
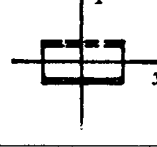
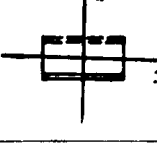
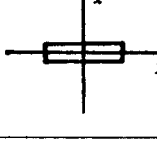
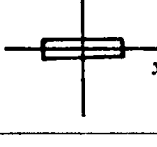
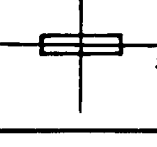
图 号	磁 性 体 空 间 形 态								磁化强度 倾角 (i)	图页号
	名 称	平面投影	$2b/h$	$2L/h$	$2l/h$	方位角 A	倾 斜 方位角 δ	倾 角 α		
27	薄 板		0.2	3	2	0°	270°	45°	60°	44
28	"		0.2	3	2	0°	270°	45°	90°	44
29	"		0.2	3	2	0°		90°	0°	45
30	"		0.2	3	2	0°		90°	30°	45
31	"		0.2	3	2	0°		90°	60°	46
32	"		0.2	3	2	0°		90°	90°	46
33	"		0.2	3	2	45°		0°	0°	47
34	"		0.2	3	2	45°		0°	30°	47
35	"		0.2	3	2	45°		0°	60°	48

图 号	磁 性 体 空 间 形 态								磁化强 度倾角 (i)	图页号
	名 称	平面投影	$2b/h$	$2L/h$	$2l/h$	方位角 A	倾 斜 方位角 δ	倾 α 角		
36	薄 板		0.2	3	2	45°	135°	45°	0°	48
37	"		0.2	3	2	45°	135°	45°	30°	49
38	"		0.2	3	2	45°	135°	45°	60°	49
39	"		0.2	3	2	45°		90°	0°	50
40	"		0.2	3	2	45°		90°	30°	50
41	"		0.2	3	2	45°		90°	60°	51
42	"		0.2	3	2	45°	315°	45°	0°	51
43	"		0.2	3	2	45°	315°	45°	30°	52
44	"		0.2	3	2	45°	315°	45°	60°	52

图 号	磁 性 体 空 间 形 态								磁化强度 倾角 (i)	图页号
	名 称	平面投影	$2b/h$	$2L/h$	$2l/h$	方位角 A	倾 方位角 δ	斜 角 α		
45	薄 板		0.2	3	2	90°		0°	0°	53
46	"		0.2	3	2	90°		0°	30°	53
47	"		0.2	3	2	90°		0°	60°	54
48	"		0.2	3	2	90°	0°	45°	0°	54
49	"		0.2	3	2	90°	0°	45°	30°	55
50	"		0.2	3	2	90°	0°	45°	60°	55
51	"		0.2	3	2	90°		90°	0°	56
52	"		0.2	3	2	90°		90°	30°	56
53	"		0.2	3	2	90°		90°	60°	57