

电剖面曲线图册

(内部资料)



地质部水文地质工程地质局

內 容 提 要

本書首先介紹了不同裝置及不同條件下的電場特征。內容包括聯合剖面，偶極剖面，對稱剖面及中間梯度剖面，在接觸面、厚板、薄板、地形及組合斷面上的正問題曲綫和部分實例。另外，在附錄中還介紹了對電剖面曲綫的定量解釋，地形校正方法，組合斷面曲綫的簡易構制方法和各種模型實驗方法。

本書可供從事電法勘探的野外工程技術人員參考，也可供科技人員和大專學校有關人員閱讀。

電 剖 面 曲 綫 圖 冊

(內部資料)

*

地質部水文地質工程地質局第四大隊編

1967年6月

*

開本：25 印數：0001—4000

毛 主 席 語 录

人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。这个历史永远不会完结。在有阶级存在的社会内，阶级斗争不会完结。在无阶级存在的社会内，新与旧、正确与错误之间的斗争永远不会完结。在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。停止的论点，悲观的论点，无所作为和骄傲自满的论点，都是错误的。其所以是错误，因为这些论点，不符合大约一百万年以来人类社会发展的历史事实，也不符合迄今为止我们所知道的自然界（例如天体史，地球史，生物史，其他各种自然科学史所反映的自然界）的历史事实。

序 言

近年来，为适应我国社会主义建设和国防建设的需要，做了大量的物探工作，起了很大作用。尤其在水文地质工程地质勘探、寻找金属矿产中，目前电剖面法应用十分广泛。但因为山区地形切割剧烈，地质条件较复杂，干扰因素多，在解释资料时，遇到许多困难。实践证明，往往由于正演概念不够清楚，对各种地质断面的异常特征认识不清，解释水平赶不上实际的需要，因而影响了物探效果的充分发挥。

迄今，国内外针对不同的地质问题，对不同装置的电剖面法，已做了大量的理论计算、模型实验和实践工作，积累了丰富的资料。但这些资料，绝大部份还是零星分散，没有经过系统的总结归纳，有时在说法上亦不一致，符号也不统一，对广大野外人员不但使用不便，也难以得到了解和利用，在一定程度上，影响了对取得资料的深入解释。尤其在水文地质工程地质勘探中，往往地形地质条件都较复杂，为了合理使用电剖面法，并能从复杂的异常中判别有用异常，提高解释水平，据我们近年来工作中的体会，将目前国内外在电剖面工作实践中，所取得的各种曲线，加以归纳整理，对一些相互有出入的提法及错漏的地方，尽量作了修正，统一了符号，汇编成这本图册。便于野外从事电法工作的同志分析比较，更好地掌握利用，有目的地进行模型实验，合理地进行推断解释，以便在充分利用已有成果的基础上，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。这就是编此图册的目的。

图册力求实用，图的顺序是按地质问题，从简到繁排列的。虽然野外所遇到的地质问题千变万化，各不相同，但按其地球物理条件划分，大体属于接触面、厚板、薄板、球体和半球体、地形影响等断面及其组合六类。如坚硬緻密岩石的破碎带，当充水后，相当于一良导的厚板或薄板体；断层相当于一个接触面；岩溶溶洞相当于球或半球体等，不一而足。在每一类型的断面上，按地质体为良导体和非良导体、直立和倾斜、依次以联合剖面、偶极剖面、对称剖面、中间梯度等方法分别叙述。在每一断面的开始，尽可能详细地分析其典型曲线（ $H=0$ ， $\varphi=90^\circ$ ， $\alpha=90^\circ$ 时的曲线）的特征，以便于更好地去认识这种断面的非典型曲线。

为了避免重复，各图的符号，除个别地方单独说明外，均在本图册之首页统一说明，不在每图下边反复叙述。同时，在各图註中，凡沒有注明 H 及 φ 者，均表示 $H=0$ ， $\varphi=90^\circ$ 。沒有注明 L 及 d 者，均表示其为趋于无限大的二度体。至于对各曲线特点的说明，也只分析其主要特征。

在水文地质工程地质勘探中，经常要求对物探结果，作出定量的解释。但目前国内外对电剖面的解释中，多以定性为主，定量解释的经验还不多，有时由于地形干扰的影响，甚至连定性解释也很困难。但为了适应勘探的需要，还是尽量将目前求地质体产状埋深等的定量解释方法、地形改正方法及模型实验方法，进行归纳后，作为附录，放在图册的最后。以便有条件时作必要的地形改正、模型实验和定量解释。

图册的内容，基本包括 1932 年来国内外（以国内为主）所见的联合剖面、偶极剖面、对称剖面、中间梯度剖面的理论和实验曲线。並顺便介绍了板状体上的平移剖面曲线，半球体上的五极剖面（Lee 装置）曲线，以作参考。

图册中的曲线，以实验曲线居多，由于实验条件的局限性，故曲线的一些特征，是否属一般规律，尚需在实践中验证。因为“一个正确的認識，往往需要經過由物质到精神，由精神到物质，即由实践到認識，由認識到实践这样多次的反复，才能够完成”。只有按照毛主席这个教导，才能更好地认识客观规律，从必然王国向自由王国发展。

最后，由于我们工作者的思想水平和工作能力所限，一定还有很多资料沒有总结进来，更可能出现不少的缺点和错误。所以，这本图册所介绍的内容，还是很粗糙的，尚待同志们批评指正，並在大量的实践中，去粗存精，去伪存真，将其丰富和提高。

目 录

序 言

符号说明	1
------	---

一、接 触 面

(一) 直立接触面	6
(二) 倾斜接触面	18

二、厚 板

(一) 良导直立厚板	33
(二) 非良导直立厚板	39
(三) 良导倾斜厚板	46
(四) 非良导倾斜厚板	53

三、薄 板

(一) 良导直立薄板	59
(二) 非良导直立薄板	78
(三) 良导倾斜薄板	91
(四) 非良导倾斜薄板	103

四、球体和半球体

(一) 良导球体	114
(二) 非良导球体	119
(三) 半球体	121
(四) 水平圆柱体	131

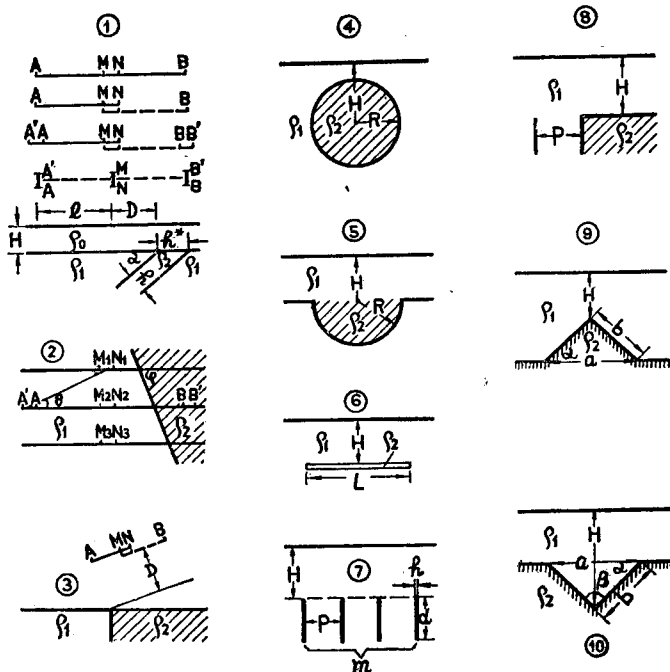
五、各种装置异常特点的对比

六、地 形

(一) 阶梯地形	135
(二) 山脊地形	137
(三) 山谷地形	142
(四) 组合地形	152
(五) 隐伏地形	154

(六) 地形影响的因素.....	159
七、組合断面	
(一) 在接触面上的良导与非良导体.....	161
(二) 平行板的組合.....	169
1. 平行排列的良导薄板.....	169
2. 平行排列的非良导薄板.....	171
3. 平行的良导与非良导体的組合.....	174
4. 倾斜板状体的組合.....	195
(三) 組合球体.....	202
(四) 地形与地质体的組合.....	203
附录一: 确定地质体位置埋深及产状的方法	
(一) 确定介面位置.....	223
(二) 确定倾向和倾角.....	224
(三) 求走向长度(L)的方法.....	231
(四) 求延深(d)的方法.....	233
(五) 确定地质体埋深(H)的方法.....	235
附录二: 构制复杂断面曲线的简易方法.....	239
附录三: 地形校正方法	
(一) E量板法.....	241
(二) 用模型实验结果校正.....	248
(三) ρ_s 比值法 (F 法).....	253
(四) 大极距的 ρ_s 差值法.....	256
(五) 要注意的问题.....	256
附录四: 模型实验方法	
(一) 薄水层 (或导电纸) 模型实验.....	259
(二) 土槽模型实验.....	262
(三) 等位线模型实验.....	264
(四) 电模拟实验.....	266
附录五: 地形校正数据.....	272
参考文献.....	287

符号说明



h : 地质体的厚度。

h^* : 地质体的视厚度 (即出露厚度)。

L : 地质体沿走向的长度。

d : 地质体沿倾向的延伸长度。

H : 地质体的埋藏深度。

α : 地质体的倾角或地形的坡角 (以反时针计算)。

R : 球状地质体的半径。

P : 两地质体间的距离。

m : 几个行平排列地质体的总厚度。

β : 山谷 (山脊) 的底 (顶) 角。

a : 山谷 (山脊) 的宽度。

b : 山谷 (山脊) 的坡长。

ρ_s : 视电阻率。

$\rho_s^{\max}(\rho_s^{\min})$: ρ_s 的极大(极小)值。

ρ_0 : 复盖层的电阻率。

ρ_0' : 正常场电阻率。

ρ_1 : 围岩的电阻率。

ρ_2 : 地质体的电阻率。

l : 极距长度 ($AB/2$ 或 OO' ; l_1 及 l_2 分别为偶极装置的 AO 和 $A'O$)。

l^* : 最佳极距长度。

φ : 地质体走向与剖面的夹角。

θ : 测量与供电偶极子中心连线与剖面的夹角。

D : 测量中心与地质体边界的距离。

X : 测量中心与地质体中心的距离。

η : 异常幅度 $\eta = \frac{\rho_s^{\max} - \rho_s^{\min}}{\rho_0'} \times 100\%$

η^* : 异常值 $\eta^* = \frac{\rho_s^{\max\min} - \rho_0'}{\rho_0'} \times 100\%$

j : 电流密度。

E : 电势强度。

I : 电流强度。

不同装置类型、装置大小及复盖层电阻率，对电场和视电阻率有很大的影响，根据其在不同情况下的特点，可选择合适的工作方法。

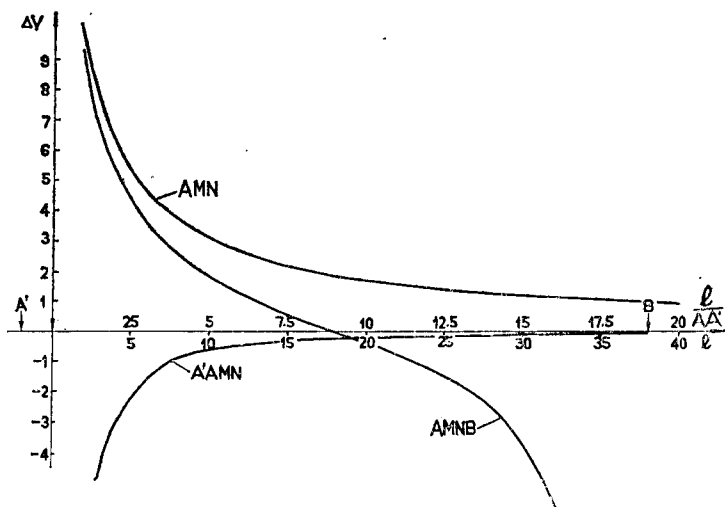


图1 在均匀各向同性半空间中，不同装置的电位曲线。

($\frac{\rho_1}{2\pi} = 37$)。↓：供电电极位置($A'A = MN = 1$)

由图1看出：

(1) 偶极装置的电场衰减最快，三极装置最慢。

(2) 偶极装置的均匀电场位于： $\frac{l}{AA'} \geq 5$ 。

三极装置的均匀电场位于 $l/MN > 10$ 。

(3) 要使曲线反映出不均匀体的异常，必须使测量电极位于均匀电场之中。

(图2) $l=H$ 时， ρ_s 与 ρ_0 仍然相差很少。当 $l > 2H$ 时， ρ_s 才开始对 ρ_s 值起影响。 $l=10H$ 时， $\rho_s \sim \rho_1$ 。

对于 $\rho_1 > \rho_0$ 的断面，随着比值 ρ_1/ρ_0 的增大，需要较大的装置(l)， ρ_s 才能趋近 ρ_1 ($\rho_1/\rho_0=2$, $l=10H$; $\rho_1/\rho_0=10$, $l=100H$)。

因此，其他条件相同时，良导复盖层对 ρ_s 的影响，比非良导复盖层大。

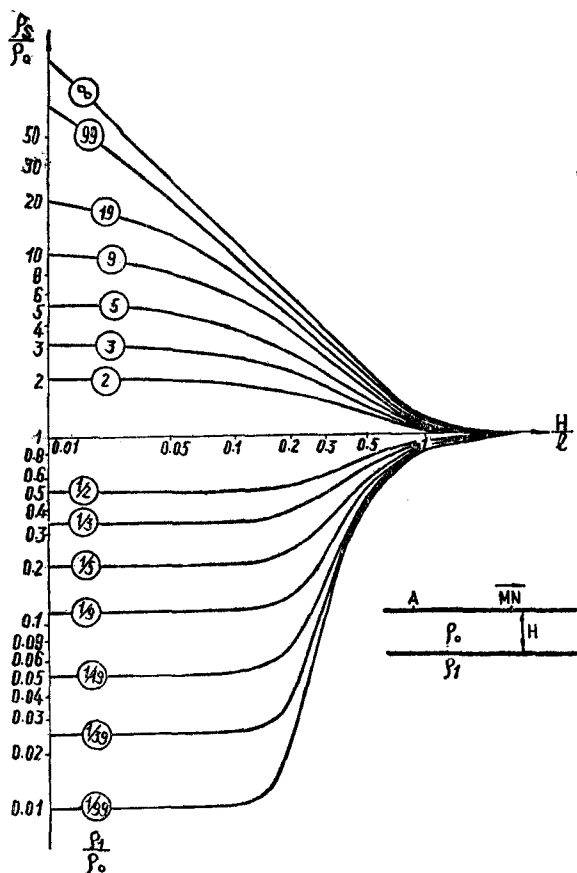


图2 复盖层电阻率(ρ_0)不同时, AMN 装置的 ρ_s 与埋深(H)之关系曲线。

在(图3) $MN \leq h$ 时, ρ_s 与 MN 大小关系不大。在 $MN > h$ 时, 随 MN 的增大, ρ_s 急剧减小。

ρ_1 与 ρ_2 电性差异越小, ρ_s 随电极距(l)变化越小。

对于良导体, 也具有类似的性质。

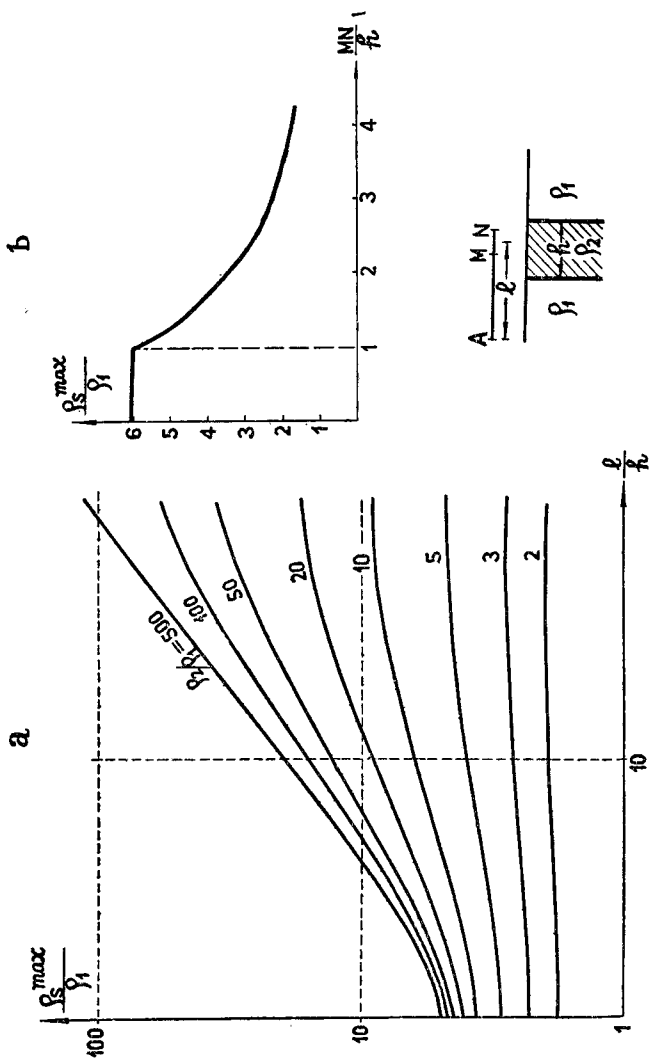


图3 在非良导直立板上, AMN 装置的 ρ_s 值与电极距的关系。($L=d \rightarrow \infty$)

a: $\rho_s^{\max}/\rho_1 = f(\frac{l}{h})$, ρ_2/ρ_1 为参数。 b: $\rho_s^{\max}/\rho_1 = f(\frac{MN}{h})$; $l=10h$; $\rho_2=10\rho_1$

从图 4 得知:

对于 ρ_s^A 曲线: 从 MN 通过接触面, 到 A 通过接触面为止, ρ_s 保持不变, 其值:

$$\rho_s^{A''} = \frac{2\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

同时, 在接触面上, ρ_s 跃变值有下列关系:

$$\frac{\rho_s^{A'}}{\rho_s^{A''}} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

当 $\rho_2 \ll \rho_1$ 时: $\rho_s^{A'} \rightarrow 2\rho_1$, $\rho_s^{A''} \rightarrow 2\rho_2$ 。

对于 ρ_s^B 曲线: $\rho_s^{B'} = \frac{2\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$

$$\rho_s^{B''} = \frac{2\rho_2^2}{\rho_1 + \rho_2}$$

当 $\rho_2 \ll \rho_1$ 时: $\rho_s^{B'} \rightarrow 2\rho_2$

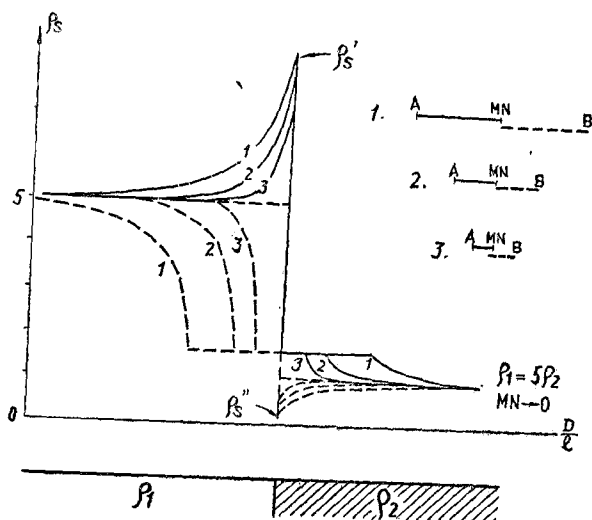


图 6 在直立接触面上, 电极距(l)不同的联合剖面曲线。

ρ_s 在特征点上的大小 (ρ_s' , ρ_s'') 与 l 无关。随 l 的增大, 只增大接触面对 ρ_s 曲线的影响范围。

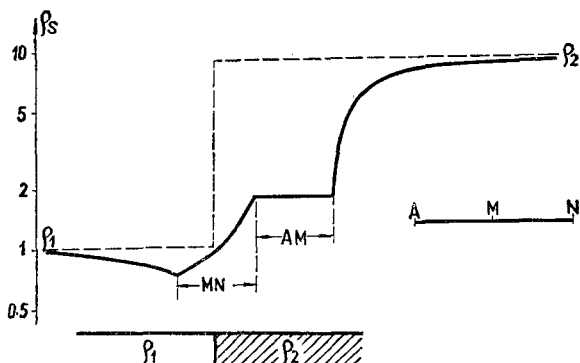
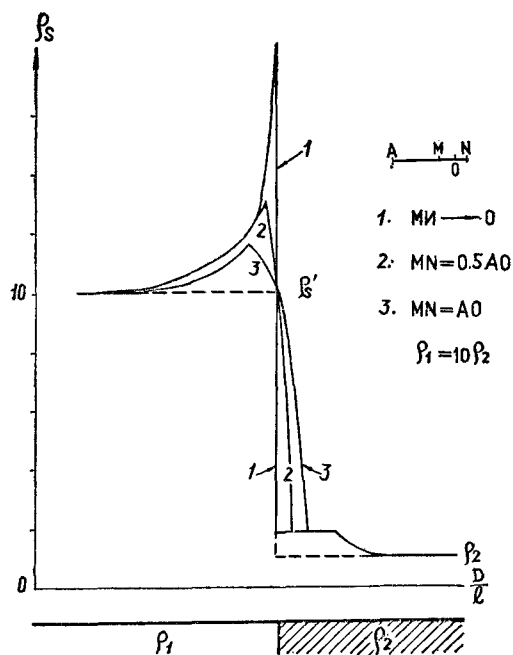


图7 在直立接触面上 MN 不同的联合剖面曲线。

(图7) $\rho_1 > \rho_2$ 时: MN 增大, $\rho_s^{\max}$ 减小, 极大点相对接触面位移了 $MN/2$ 的距离。对应接触面上的 ρ_s 值(ρ'_s)等于 ρ_1 。

$\rho_1 < \rho_2$ 时: 和上述情形类似。所不同的是随 MN 的增大, 极小点不明显。

I

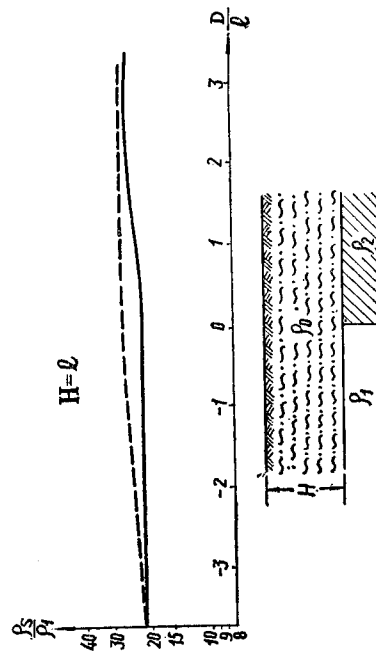
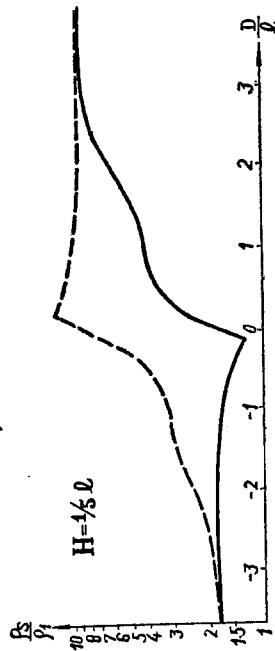
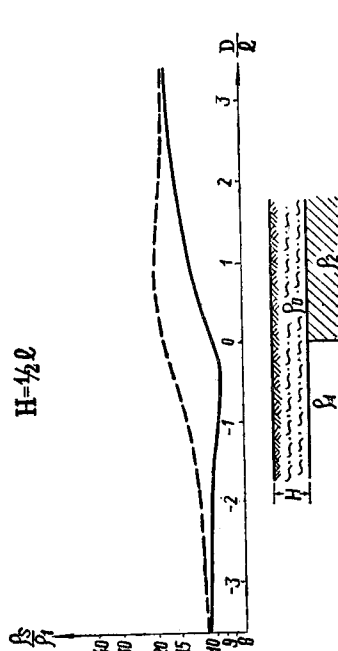
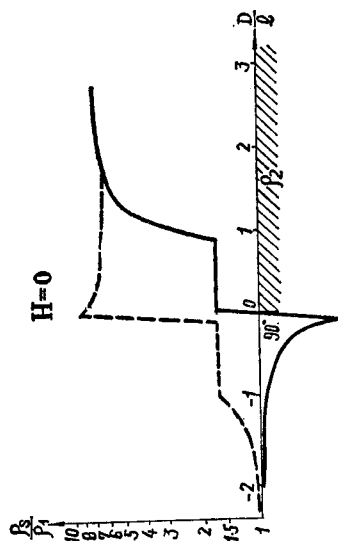


图 8 在复盖厚度(H)不同的直立接触面上的联合剖面曲线。

I: $\rho_0=30$, $\rho_1=1$, $\rho_2=7\Omega M$

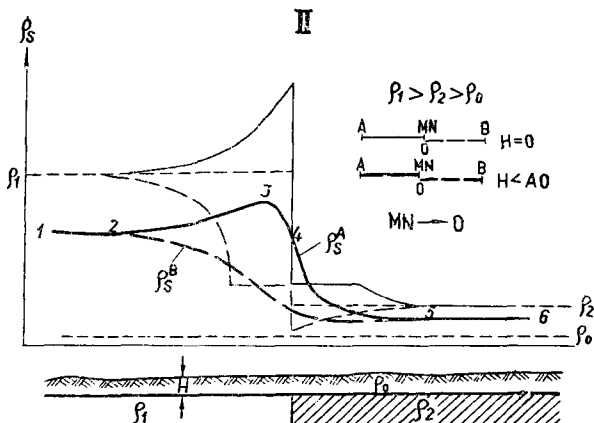


图8 在复盖厚度(H)不同的直立接触面上的联合剖面曲线。

II: $\rho_1 > \rho_2 > \rho_0$

上图当 $H \approx 0$, $\rho_1 > \rho_2$ 的情况下, 正曲线的特征点较反曲线明显。
 $\rho_1 < \rho_2$ 时, 则相反。

接触面的位置, 在 ρ_s^A 曲线陡坡上 $\frac{1}{2}$ 的地方(位置“4”), 或在 ρ_s^B 曲线上升的起点。

极大点“3”, 在离开接触面往 ρ_1 方向移动 $\frac{1}{2}MN$ 处。在离接触面相当远(大于 $2 \sim 3l$) 的“1”—“2”及“5”—“6”段上, H 越大, ρ_s 越接近 ρ_0 。

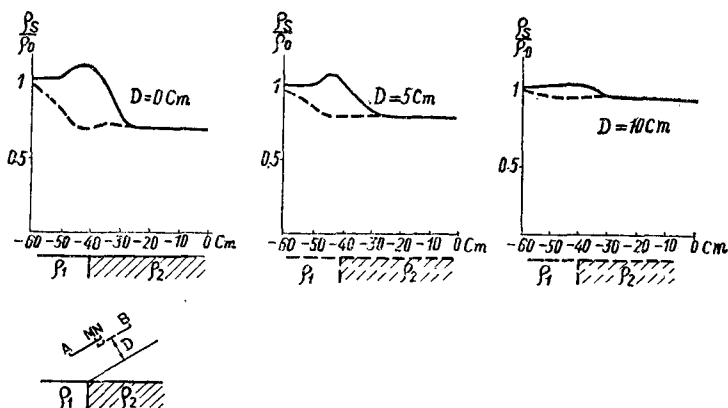


图9 平行直立接触面走向, 距接触线不同距离(D)的联合剖面实验曲线。

$\varphi = 0$; $L = 80\text{Cm}$; $d = 40\text{Cm}$; $H = 5\text{Cm}$; $l = 10\text{Cm}$