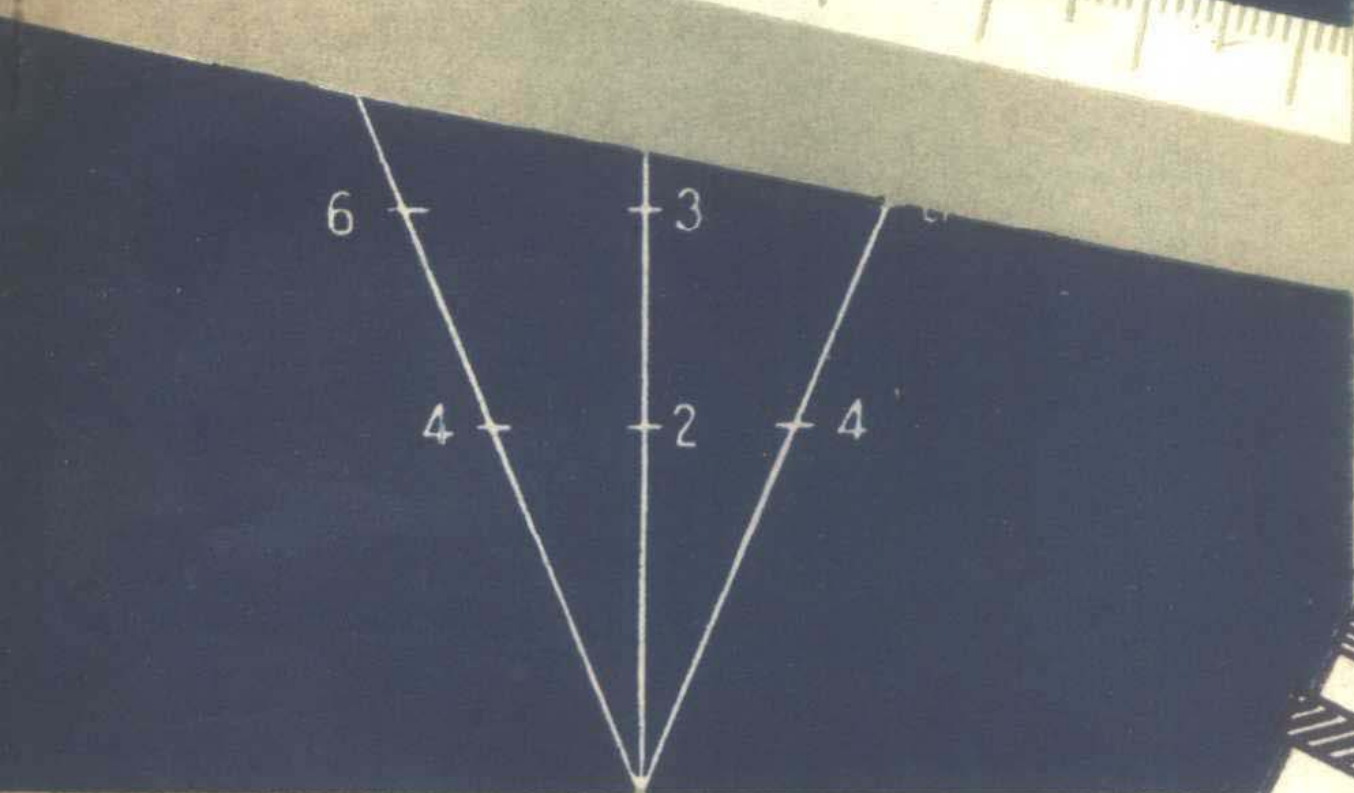
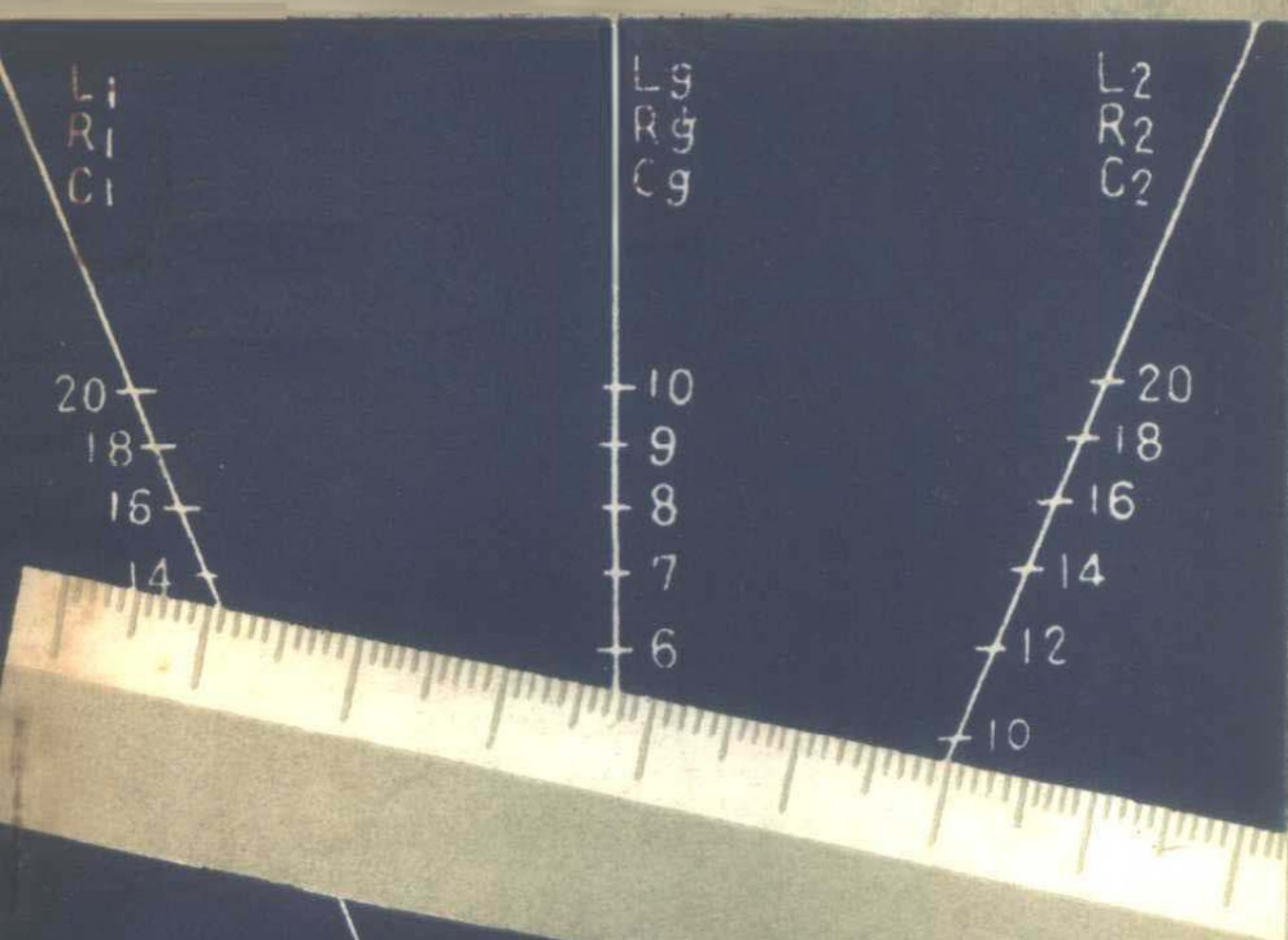




常用无线电计算图表

謝壽熾編譯 · 人民邮电出版社

常用无綫电計算图表

謝 寿 熾 編 著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书收入常用无线电计算图 90 余个，供无线电工程技术人员和业余无线电爱好者在设计制作中求解常遇到的计算问题。在第一和第二章中扼要说明了构成计算图的原理以及绘制和使用计算图的方法。

常用无线电计算图表

編著者： 謝 寿 熾

出版者： 人 民 邮 电 出 版 社

北京东四 6 条 13 号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第〇四八号)

印刷者： 旅 大 印 刷 厂

发行者： 新 华 书 店

开本 787×1092 1/32 1964 年 10 月版大第一版

印张 4 4/32 页数 66 插页 1 1964 年 10 月旅大第一次印刷

印刷字数 99,000 字 印数 1—75,150 册

統一书号： 15045·总1413—无397

定价：(科 4) 0.46 元

目 录

第一章 緒言	1
1. 計算图表的构成	1
2. 計算图表的使用	4
第二章 常用无綫电計算图表的繪制	6
1. 最簡單的单綫計算图	12
2. 平行尺加法計算图	14
3. 平行尺乘法計算图	18
4. 三尺交于一点的計算图	23
5. “H”型計算图	27
6. 复合計算图	31
7. 图尺的复用	33
8. 計算图的誤差	35
第三章 常用无綫电計算图表	37
图 1-1 由直流电流、电阻求功率	37
图 1-2 由直流电压、电阻求功率	38
图 2 交流功率計算图	39
图 3-1 漆包綫每公斤的长度	40
图 3-2 漆包綫每公里的重量	41
图 4 导綫电阻計算图	42
图 5 溫度变化时的銅綫电阻值	43
图 6-1 电阻的最大允許电压	44
图 6-2 电阻的最大允許电流	45
图 7-1 根据电流密度选择导綫(弱电流 1—100 毫安)	46
图 7-2 根据电流密度选择导綫(0.1—1 安)	47
图 8 电流表的分流电阻	48
图 9 电感、电阻并联或电容器串联計算图	49

图 10	频率-波长换算	50
图 11-1	容抗(低频)	51
图 11-2	容抗(高频)	52
图 12-1	感抗(低频)	53
图 12-2	感抗(高频)	54
图 13	阻抗计算图	55
图 14-1	平行板电容器的电容量	56
图 14-2	平行板电容器的电容量	57
图 15-1	直线电容式可变电容器的电容量	58
图 15-2	直线波长式可变电容器的电容量	59
图 16	固定电容器与可变电容器串联	60
图 17	单层筒形线圈的电感量	61
图 18	磁环线圈的电感量	62
图 19-1	谐振频率计算图 ($f=2$ 赫—50 千赫, $f=120-550$ 千赫).....	63
图 19-2	谐振频率计算图 ($f=550$ 千赫—2 兆赫, $f=2-50$ 兆赫).....	64
图 20-1	并联谐振槽路的谐振电阻	65
图 20-2	并联谐振槽路的谐振电阻	66
图 20-3	并联谐振槽路的谐振电阻	67
图 21-1	谐振槽路的品质因数	68
图 21-2	谐振槽路的品质因数	69
图 21-3	并联谐振槽路的品质因数	70
图 22	谐振槽路的通带宽度	71
图 23	耦合系数	72
图 24-1	RC 放大器的频率特性 (负载为电阻).....	73
图 24-2	RC 放大器的频率特性 (负载为电容).....	74
图 25	选择性	75
图 26-1	RO 放大器的下限频率(衰减 30%).....	76
图 26-2	RC 放大器的上限频率(衰减 30%).....	77
图 27	多级放大器的放大系数	78
图 28-1	带通滤波器并联臂电容器计算图	79

图 28-2	带通滤波器串联臂电容器计算图	80
图 28-3	带通滤波器并联臂电感计算图	81
图 28-4	带通滤波器串联臂电感计算图	82
图 29-1	低通及高通滤波器电感计算图	83
图 29-2	低通及高通滤波器电容器计算图	84
图 30-1	相对电压电平(奈培)	85
图 30-2	相对功率电平(奈培)	85
图 31-1	相对电压电平(分贝)	86
图 31-2	相对功率电平(分贝)	86
图 32	损耗	87
图 33-1	绝对声平(声压)	88
图 33-2	绝对声平(声强)	89
图 34	铁氧体的极限频率	89
图 35	场强(电场和磁场)计算图	90
图 36	特高频场强	91
图 37	硅钢片铁心损耗	92
图 38-1	电源变压器初级线圈圈数	93
图 38-2	电源变压器初级线圈圈数	94
图 38-3	电源变压器初级线圈圈数(110 伏及 220 伏)	95
图 39	电源变压器次级线圈圈数	96
图 40	变压器线圈圈数与尺寸的计算图	97
图 41-1	整流变压器线圈的负载电流	98
图 41-2	变压器线圈中的电压降	99
图 42	整流器的匹配电阻	100
图 43-1	50 赫电源整流器的 LC 滤波器的滤波系数	101
图 43-2	由滤波系数求所需的电感量	102
图 43-3	50 赫电源整流器的 RC 滤波器	103
图 44-1	音频功率输出变压器铁心截面计算图	104
图 44-2	音频功率输出变压器初级线圈圈数	105
图 44-3	音频功率输出变压器次级线圈圈数	106

图 44-4	由初级电压或圈数求输出变压器变换比	107
图 44-5	由初次级电感或电阻求输出变压器变换比	108
图 44-6	输出变压器次级线圈线径计算图	109
图 45-1	晶体管输出开路时的输入电阻 r_{11}	110
图 45-2	晶体管输入开路时的反向转移电阻 r_{12}	111
图 45-3	晶体管输出开路时的正向转移电阻 r_{21} (当 $i_2=0$ 时)	112
图 45-4	晶体管输入开路时的输出电阻 r_{22}	113
图 46-1	晶体管输出短路时的输入电阻 h_{11}	114
图 46-2	晶体管输入开路时的反向电压放大系数 h_{12}	115
图 46-3	晶体管输出短路时的正向电流放大系数 h_{21}	116
图 46-4	晶体管输入开路时的输出电导 h_{22}	117
图 47-1	晶体管 r 参量换算成 h_{11}	118
图 47-2	由晶体管 r_{12} 、 r_{22} 换算成 h_{12}	119
图 47-3	由晶体管 r_{21} 、 r_{22} 换算成 h_{21}	120
图 47-4	晶体管 r_{22} 、 h_{22} 的换算	121
图 48-1	由晶体管 h 参量换算成 r_{11} 参量	122
图 48-2	由晶体管 h_{12} 、 h_{22} 换算成 r_{12}	123
图 48-3	由晶体管 h_{21} 、 h_{22} 换算成 r_{21}	124
图 49-1	低频放大器中电子管阴极旁路电容器(最小值)	125
图 49-2	帘栅极的旁路电容器(最小值)	126

第一章 緒 言

計算图表又名諾模图，或叫列綫图。这个名詞来源于希腊字“*Νομος γραφω*” (发音“諾模斯格拉夫”，意思是“数字图案”)。計算图表是一种只需用直尺在图上作置尺手續而不必通过数字演算就能得到算式解答的工具。所以使用这种特殊的图表，就可以代替繁复乏味的演算，节省大量人力和時間。此外，这种图使用簡單，很容易掌握，可以不受文化程度或数学基础的限制。

为什么利用計算图表能进行快捷簡便的計算呢？簡單来讲，是因为計算图表本身显示了一个方程式各变数之間的关系，它繪出了由某些数量求另一数量的規律。或者說，一个方程式各变数間的关系已經不再以代数的形式出現，而变成了一些相互間有一定几何位置的曲綫或直綫。于是就可以在几个变数已知时，很快的求得未知变数。

1. 計算图表的构成

現在讓我們来看一下計算图表是怎样构成的。为便于說明，先看几个例子(图 1-图 3)。

計算图表的主要构

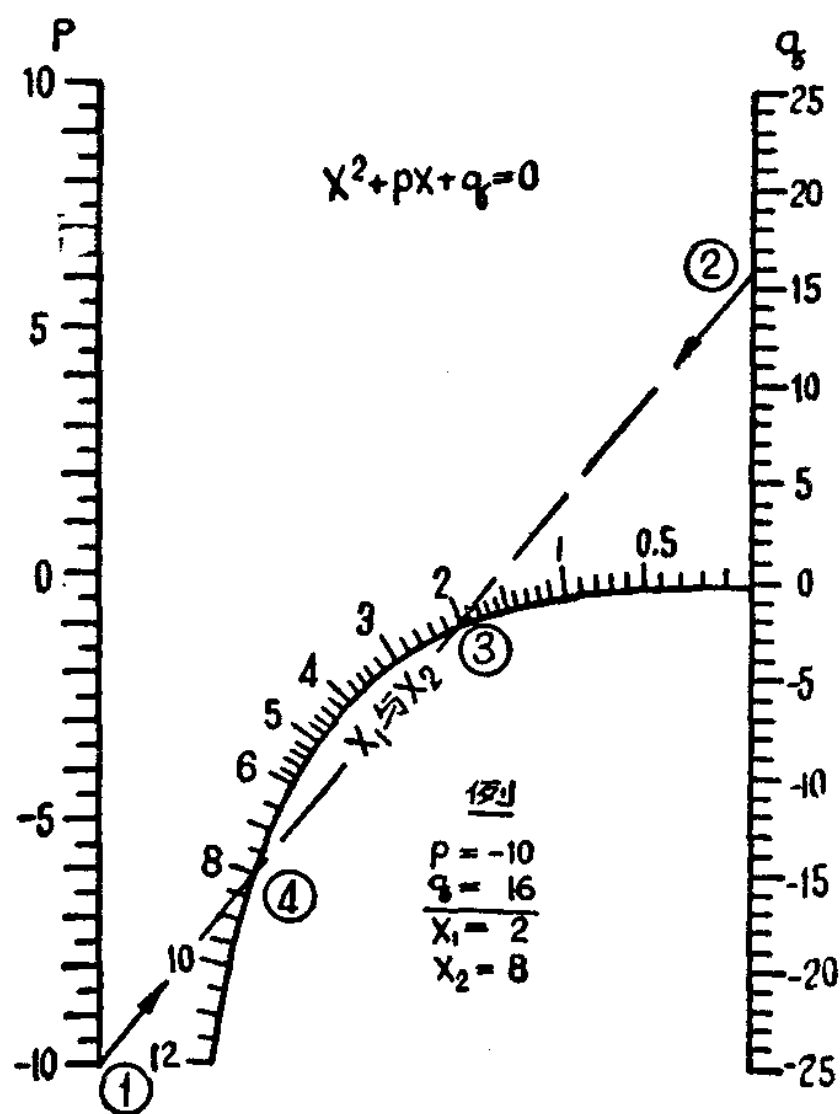


图 1 解二次方程的計算图

成部分是图尺。图尺可以是直线，也可以是曲线。每个图尺对应于一个变数。如图 2 和图 3 中的初级线圈圈数、漆包线直径、铁心叠厚和线圈占用的窗口面积等图尺。在每个图尺上标有这个变数的数值，我们管这些数值叫**标值**。这些标值的分划有的是均等的，叫均等图尺，如图 1 中 p 尺和 q 尺。有的则是不均等的，如图 2 和图 3 中各尺。当某个变数在计算中不需连续变化而只需几个固定数值时，那么对应于这个变数的图尺就可以用几个孤立点(标值点)来代替(每个点上注以标值)。如图 3 中的漆包线直径图尺、图 2 中铁心型号或电子管型号图尺。

在计算图表上还有一些直线或曲线，它们不带标值，或有时带有均等分划，如图 2 中 II 尺和 IV 尺。它们叫“辅助图尺”，是进行运算，求得未知变数所不可少的。此外，计算图表上另有一种直线往

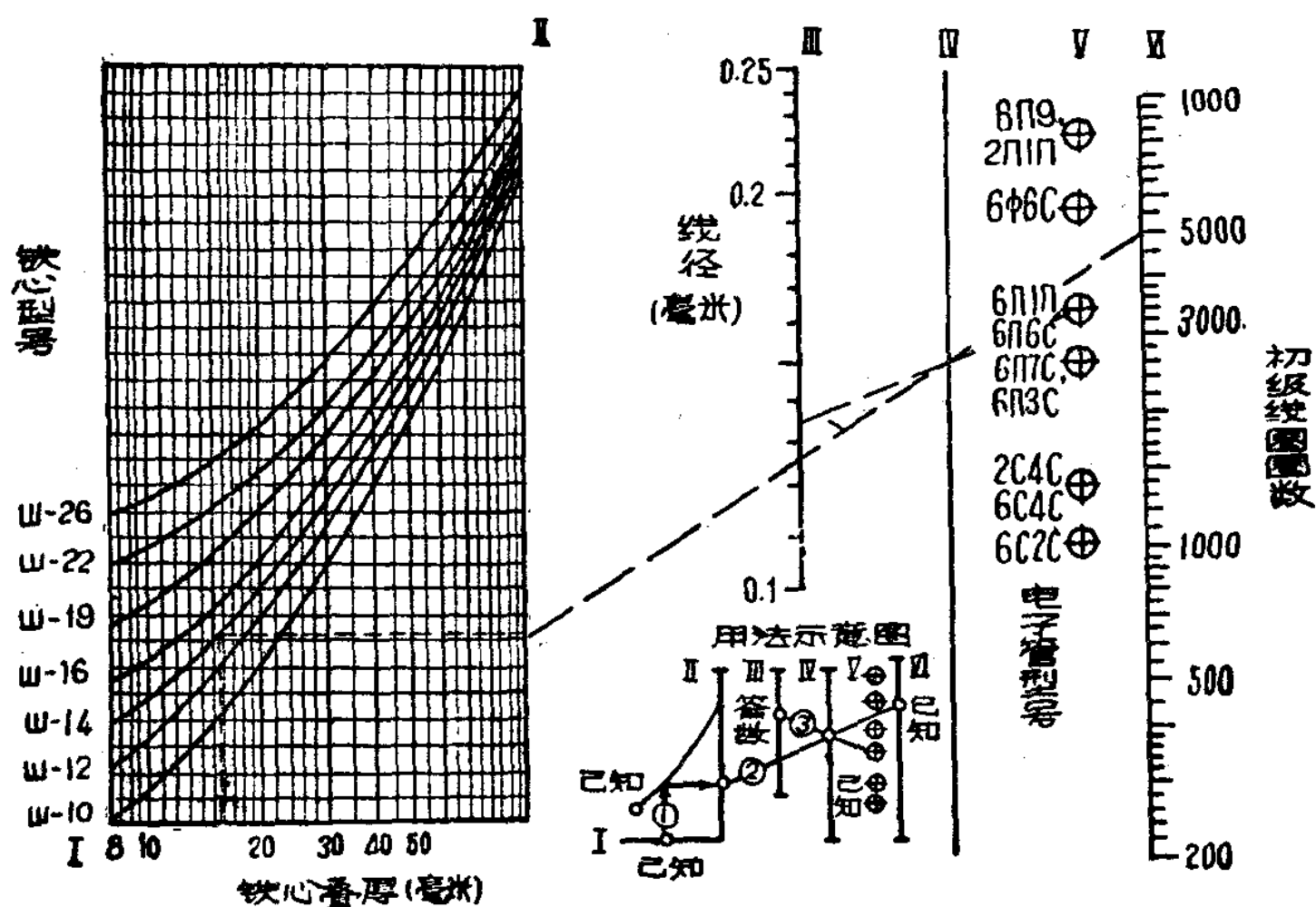


图 2 单管输出变压器初级线圈线径计算

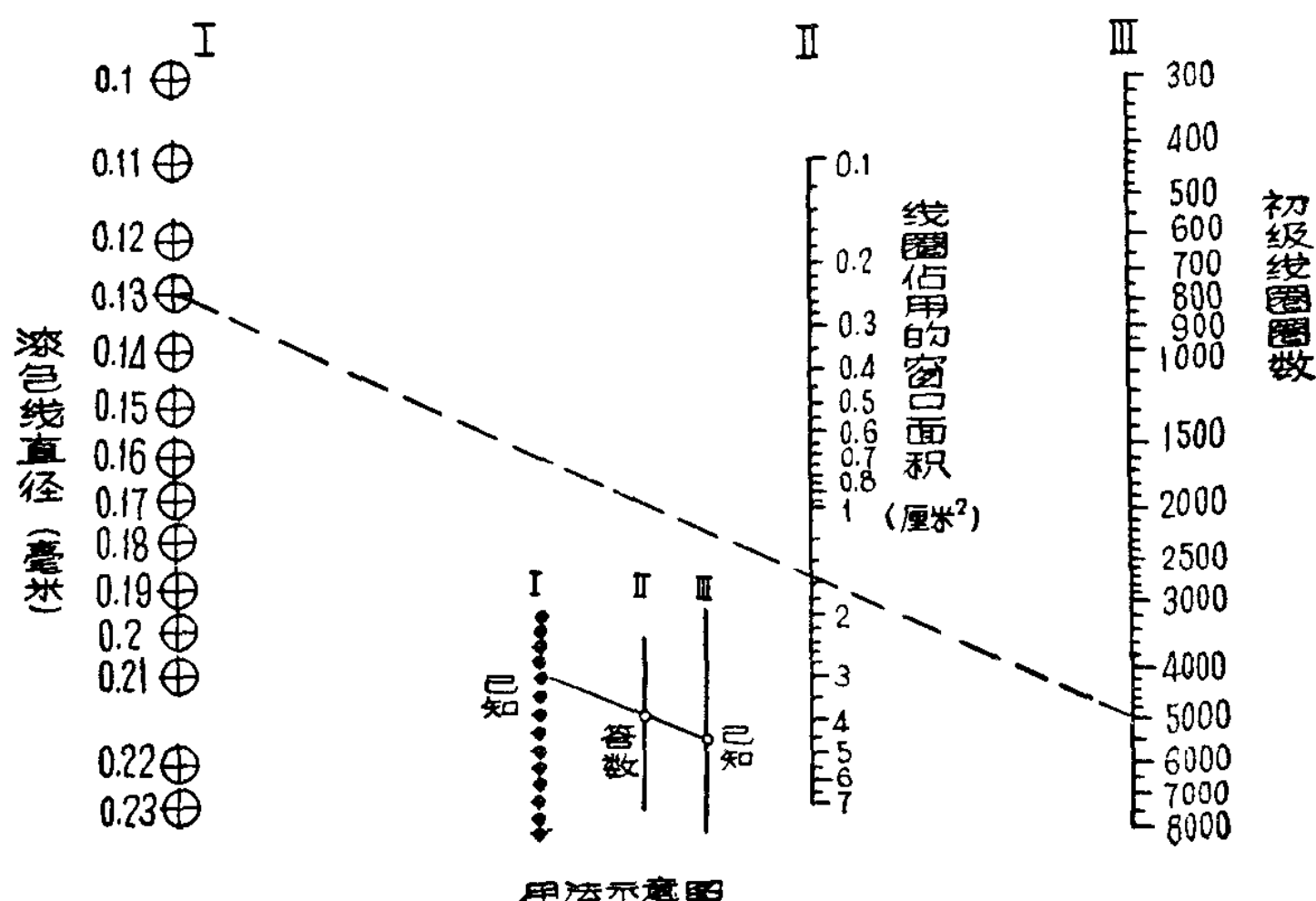


图 3 计算输出变压器初级线圈占用的窗口面积

往不事先繪出，而在計算时用直尺在图上临时画出，如图 1—图 3 中的虛綫。这种求答数时所作的直綫叫作貫綫。用貫綫上的三点求解的計算图叫貫綫图。貫綫图是計算图中最为簡單方便的一种。

显然，每个計算图表只能解一个方程。反之，对应每一个新的方程，必須作一个新的計算图表。

相同类型的方程式的計算图表可以是相类似的，而另一方面，相同类型的（甚至是完全相同的）方程式，也可用不同形状的計算图表来演算。例如图 1 和图 4 都是解二次方程的貫綫图。一个是由两条平行綫和一段曲綫組成，另一个則由一个圓与两条相互垂直的直綫組成。从虛綫所示的例題可以看出：用它們求得的結果是相同的。

为便于繪制和使用，通常尽可能采用平行图尺的貫綫图，因为

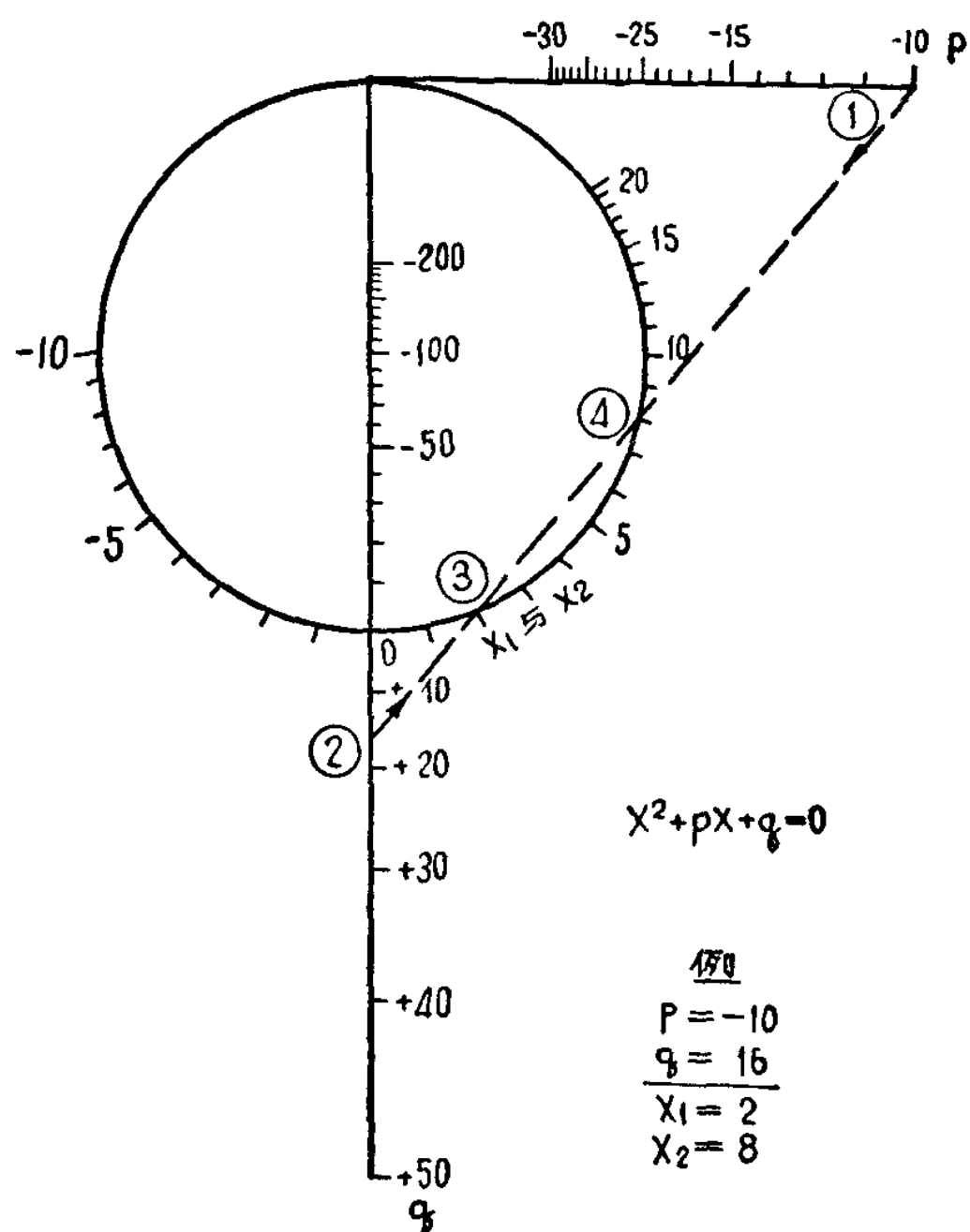


图 4 解二次方程的计算图

它的几何结构最简单。在无线电工作者和业余无线电爱好者常遇到的计算问题中，绝大多数可以绘成平行图尺贯线图。

2. 计算图表的使用

使用计算图表，首先应了解图表的方程式、各图尺所代表的变数以及图尺标值的单位和数值

范围，还应辨别那些图尺所代表的变数是已知的，那些是未知的。计算图表的求解步骤往往在计算图表的空白处用示意图示出（见图 2 与图 3），其上用粗线画了各条图尺，并用罗马数字编上序号；用细线代表贯线，它们与图尺的交点都注以“已知”或“答数”。为了指出作贯线的先后次序，各条贯线上用带圈的阿拉伯数字编上号。如此，示意图清楚地指出了使用计算图表的方法和演算步骤。现在我们不妨看一个例题。用 III-14 型铁心作 6 Π 1 Π 单管输出变压器，叠厚 15.5 毫米，初级线圈圈数 5000 匝，求初级线圈的线

徑。我們先在圖 2 的 I 尺上找到 15.5，垂直向上作直綫（貫綫①）與 III-14 曲綫交於一點，然後水平向右交 II 尺於一點。連接此點與 VI 尺上 5000 一點成一直綫（貫綫②），這條貫綫與 IV 尺交於一點，再連接此點與 V 尺上 $6 \Pi 1 \Pi$ 一點成一直綫（貫綫③），延長此綫與 III 尺相交便得出初級綫圈綫徑應為 0.135 毫米。

可以看出上述計算圖表上的代表符號、數字以及直綫、曲綫都比較多，這就使得圖面顯得零亂複雜。另一種表示求解步驟的方法見圖 5。這裡取消了圖尺序號和貫綫序號。貫綫與圖尺的交點都用圓圈中的數字注明。這些數字的順序表示求解步驟。貫綫上有箭頭，箭頭背離點是已知數，箭頭指向點是答數。

現以第三章圖 16 為例加以說明。設已知 $C=100$ 微微法， $C_v=1000$ 微微法， $\Delta C_v=100$ 微微法，求 ΔC 。計算時，我們便依照數字的順序先在 C 尺上找到 100 一點①，再在 C_v 尺上找到 1000 一點②，連這兩點成一直綫，交 $(C/C_v)^2$ 尺於③點。因為這是一條輔助圖尺，所以可以不注標值。再將③點與 ΔC_v 尺上 100 一點④相連，交 ΔC 尺於⑤點，即得出答數 ΔC 為 1 微微法。

在 3 條平行圖尺的貫綫圖中，就不再在圖上舉例說明使用方法，因為在圖尺上找到任何兩個變數的標值後，將它們連成直綫，就能在這根貫綫與第三根圖尺的交點上找到答數。三個變數中無論那兩個為已知，均能正確地求出另一未知數。因此，在這種貫綫圖中，畫出貫綫並把它與圖尺的三個交點順序注上①②③數字，就沒有意義了。有人會問：變數多了的貫綫圖是不是也可以將任何一個變數作為未知，去求得答數呢？可以的，對於運用熟練的人來說完全能作到這一點，因為任何一個方程式中，只要只有一個變數是未知，而其餘變數已知，都可以求解。但是必須強調指出，在這種情況下，連接各條貫綫的順序雖然要隨那些變數是已知，那些是未知而改變，但貫綫所連接的三個圖尺却是不能任意更換。以第三章

图 16 为例, 假如我們已知 $C_v = 1000$ 微微法, $\Delta C_v = 1000$ 微微法, 要求 $\Delta C = 1$ 微微法, 問 C 应是多大? 那么我們就可以先在 ΔC_v 尺上找到 100 一点④, 在 ΔC 尺上找到 1 微微法点⑤, 連接它們成直綫, 交 $(C/C_v)^2$ 尺于③点, 再将③点与 C_v 尺上 1000 一点②連一直綫, 并延長交 C 尺, 于是得出答数 C 应为 100 微微法。总之, 一条貫綫只能連接 C 、 $(C/C_v)^2$ 与 C_v 尺, 另一貫綫只能連 $(C/C_v)^2$ 、 ΔC 与 ΔC_v 尺, 而不能隨便連接任意三根图尺。因为只有規定的三根图尺間才存在符合于原方程的关系, 而任意三根图尺之間并不存在方程中的关系。

当要找的数值恰在图尺的两个标值之間, 例如尺上只标明了与 4 的点, 而我們却要找 3.6 一点, 这时該怎么办呢? 我們可将两相邻标值間的綫段凭眼力平分为十等分, 并取六个这样的等分, 就得到 3.6 点。当貫綫与图尺的交点在两个标值之間时也用同样方法求出答数。当然, 这样凭眼力平均划分綫段会有一些誤差, 特别是在不均等图尺时誤差会更大些。但是誤差并不太大, 所以只要多练习几次完全可以得出較准确的答数。在作貫綫求解时最好用透明直尺, 因为这样才可以看到被直尺压住的图尺上的标值, 更好地看出貫綫与图尺的交点在两个相邻标值之間的位置, 使讀数較为正确。

第二章 常用无綫电計算图表的繪制

前面已經說过, 常用无綫电計算图表大部分都可以繪成平行图尺的貫綫图。这类計算图表結構簡單, 使用及繪制都比較方便。

繪制平行图尺貫綫图的主要工作就是繪制这几根图尺和确定这几根图尺間的距离。

在繪制各种类型的貫綫图之前, 讓我們先来研究均等直綫图尺和对数直綫图尺的画法。

均等直綫图尺的方程的普遍形式为

$$y = mu + a = f(u) \quad (0-1)$$

$$\text{当 } a=0 \text{ 时, } y = mu. \quad (0-2)$$

这时, 若以 $u=0, 1, 2, \dots$ 分别代入式 (0-2), 可以得出 $y=0, m, 2m, \dots$ 等数值。于是 $y=mu$ 这一图尺自 0 开始, 而且刻度是均等的。系数 m 就是当标值 u 之差为 1 时, 图尺上相邻两点间的距离。加大或减少 m 就会使整个图尺伸长或缩短。因此 m 叫作“图尺系数”。例如我们想使一个 $y=mu$ 的图尺长 20 厘米, 而 u 的变化范围为 0—10, 那么我们分别将 $u=0$ 和 $u=10$ 代入原式, 得出 $y_{u=0}=0$; $y_{u=10}=10m$ 。它们分别代表 $u=0$ 和 $u=10$ 时图尺上标值点的坐标。因此, 这两个标值点间的距离就是:

$$y_{(u=10)} - y_{(u=0)} = 10m - 0 = 10m.$$

根据要求, 这一段图尺应为 20 厘米, 所以令

$$10m = 20 \text{ 厘米},$$

就可以求出

$$m = 2 \text{ 厘米},$$

也就是说图尺上标值之差为 1 的两个标值点间的距离应为 2 厘米。现在我们就可以画这条图尺了。先用厘米刻度的直尺在纸上画一根直线, 在适宜的位置选定 0 点, 然后按照尺上的刻度, 沿直线每隔 2 厘米画一个点, 并依次写上 1、2、3……直到 10。这条尺就是全长为 20 厘米, 标值从 0—10 的一条均等直线图尺了(见图 5 a, 它是缩小了尺寸的示意图)。

如果我们仍把 $u=0, 1, 2, 3, \dots$ 分别代入式 (0-1), y 就分别等于

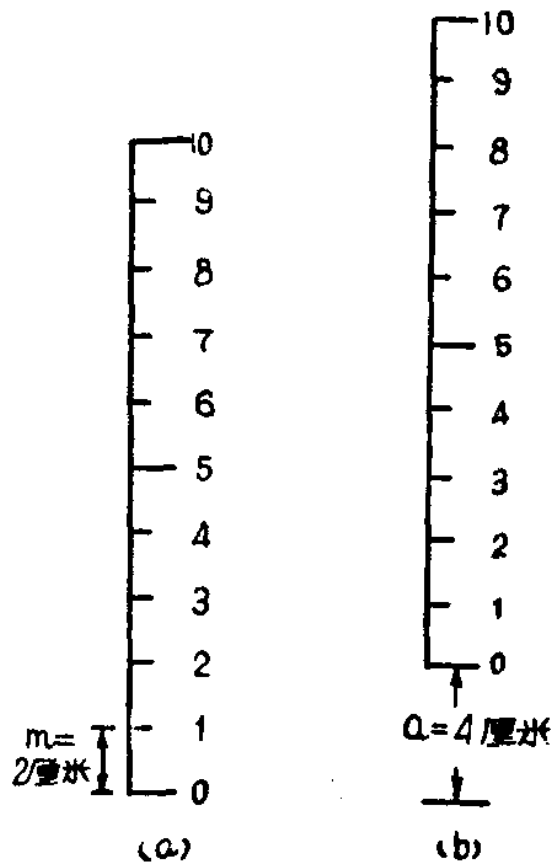


图 5

$a, m+a, 2m+a, 3m+a, \dots$ 。这时，图尺上标值之差为 1 的相邻两点的距离仍为 m ，因为 $(m+a)-a=m$ ； $(2m+a)-(m+a)=m, \dots$ 这就是说图尺仍是均等的，只不过从 a 开始了，而且每点的坐标都增大一个 a 值。或者说将 $y=mu$ 图尺整个向上移过距离 a 就成了 $y=mu+a$ 图尺了。如果 u 的变化范围仍为 $0-10$ ；图尺长度仍为 20 厘米，那么

$$20 \text{ 厘米} = y_{(u=10)} - y_{(u=0)} = (10m+a) - (0+a) = 10m.$$

可见现在 m 仍等于 2 厘米。若 $a=4$ 厘米，那么就将图尺的 0 放在上面例中的 2 处，然后向上每隔 2 厘米画一点，依次注明 1、2、3、……10。这样画出的图尺如图 5 中 b 所示。

习惯上标值都从下往上或从左向右注，并以这个方向为“正”。反过来时为“负”。

如果方程具有 $y=-mu$ 的形式，那么它的图尺的标值就是自上而下的。如果 a 是负值，那么图尺就应整个向下移过距离 a 。

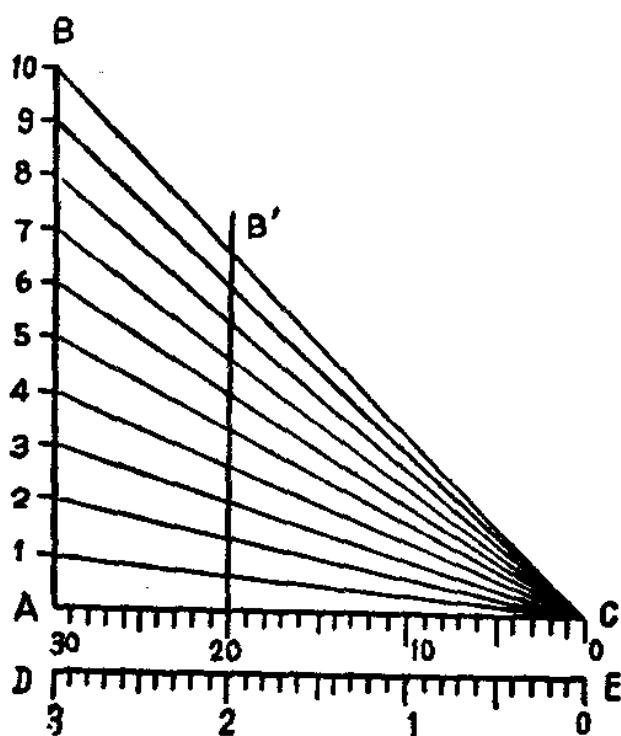


图 6 均等图尺三角形示意图

图尺系数 m 常常受 u 的变化范围和图尺长度的限制而不是一个整数。这时用普通直尺或比例尺来绘制图尺的标值就会很困难。比较简单的方法是先作一个均等图尺的三角形。它的缩图示于图 6。 AB 长 30 厘米，自 A 向 B 均分为 10 格（图尺系数为 3 厘米的图尺）。再作 CA ，令 $CA \perp AB$ ， AC 也长 30 厘米，自 C 向 A 均分为 30 小格。自 C 点作直

线至 AB 尺上各点。如果在 AC 上任一点作垂直线向上，那么它与自 C 点作的各直线相交的各点就构成了一个均等图尺。这一图尺

的长度就是 AC 上註的标值，它的图尺系数則由 DE 尺上的对应点查出。

图 5, a 的图尺以这一方法繪制时，由于 $m=2$ 厘米，所以可以在图 6 DE 尺 $m=2$ 厘米处向上作垂直綫 $A'B'$ 。这条綫就是我們要画的长度为 20 厘米的图尺。

下面再来举一个例：求作 $y=mu$ 的图尺， u 的变化范围从 0.3—1.7，图尺长度要求为 10 厘米。先求 m ：

$$10 \text{ 厘米} = (1.7 - 0.3) m$$

$$m = 7.1 \text{ 厘米.}$$

在三角形上 m 最大为 3 厘米，沒有 7.1 厘米。于是我們取 $m=0.71$ (即比算出来的 m 小十倍) 的一点，从这一点向上作垂綫，这时它与各直綫相交的各点就不是 1—10，而是 0.1—1 了 (也就是这些标值也縮小到十分之一)。用这一根图尺作为“标准”，将 $A'B'$ 上 3—10 的一段 (相当于 0.3—1) 摹繪下来，然后再将这根标准图尺 $A'B'$ 上移，以其 0 点与刚才繪下的 3—10 一段的 10 点重合，再继续摹繪下来 2, 3, …… 7 各点。在摹繪下来的图尺上，从第一个点向上分別註以 0.3, 0.4, …… 1.7。画好的图尺如图 7。

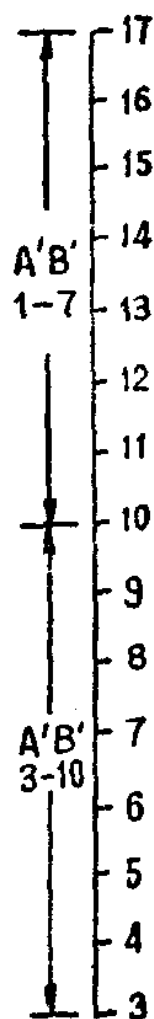


图 7

用这样一个均等图尺三角形所以得到縮小为不同长度的图尺，是因为 $\triangle ACB \sim \triangle A'CB'$ ，所以 $\frac{AC}{A'C} = \frac{AB}{A'B'}$ ，当 AC 縮小为 $A'C$ 时， AB 按同一比值縮小为 $A'B'$ 。

現在再来看对数直綫图尺，它的普遍形式为

$$y = m \log u + a. \quad (0-3)$$

若以 $u=1, 10, 10^2, 10^3, \dots$ 代入上式，可得出： $y=0, (m+a), (2m+a), (3m+a), \dots$ 。所以对于对数直綫图尺來說，图尺系数 m 就是图尺上标值相差 10 倍的两点間的距离，因为 $(m+a) - a = m$ ；

$(2m+a)-(m+a)=m$; $(3m+a)-(2m+a)=m\cdots\cdots$ 。加大或缩小 m , 也会使整个图尺伸长或缩短。在图尺长度已加以规定, 且知道 u 的变化范围后, 求 m 的方法和均等图尺一样。例如 u 的变化从 1—100, 要求图尺长度为 10 厘米, 那么

$$\begin{aligned} 10 \text{ 厘米} &= y_{(u=100)} - y_{(u=1)} = (m \log 100 + a) - (m \log 1 + a) \\ &= (2m + a) - (0 + a) = 2m \end{aligned}$$

$$\therefore m = 5 \text{ 厘米.}$$

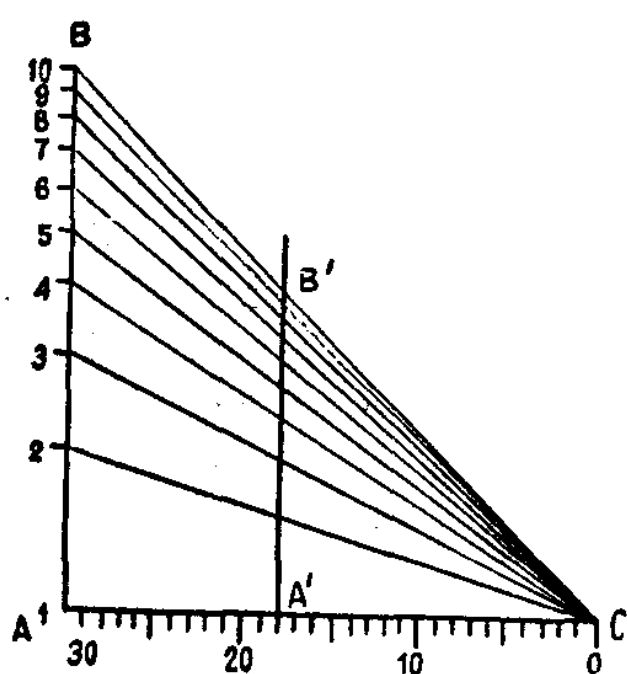


图 8 对数图尺三角形示意图

常数 a 的几何意义也与它在均等直线图尺方程中时一样: 只是 $y = m \log u$ 图尺整个向上或向下 (看 a 的符号是正还是负来决定) 移动一段 a 的距离罢了。

那么, 对数图尺究竟怎么画呢? 死板的方法是将不同 u 值代入式(0—3), 然后逐点画出。但我们也可以仿照前面说的均等图尺三角形的方法利用对数图尺三角形(图 8)来进行。

先令 $m = 30$ 厘米, 以 $u = 1, 2, 3, 4, \cdots, 10$ 代入 $y = m \log u$, 得出相应的 y 值如下表:

u	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y 厘米	0	9.03	14.31	18.06	20.8	23.3	25.3	27.0	28.6	30

按表中 y 的坐标, 在 AB 线上找出各点, 註上 1、2、3……等标值, 这就是一根长 30 厘米, 图尺系数为 30 厘米, u 的变化范围为 1—10 的对数图尺。 AC 长度还是 30 厘米, 均分为 30 格。将各标值点