

電力建設勘测設計技術革命資料選編

電 氣 部 分 之 九

加 快 設 計 速 度 的 經 驗

水利電力部電力建設總局編

水 利 電 力 出 版 社

內 容 提 要

本書介紹北京、武漢、長春、西安等電力設計院有關加快設計速度的經驗，如：系統潮流計算尺、綫路感抗和阻抗計算尺、廠用電低壓設備選擇計算尺、母綫選擇計算尺等，以及導綫張力弛度電氣模擬計算等問題。

本書除可供電力系統設計人員閱讀外，還可供發電廠、綫路方面的運行人員以及工業企業有關電氣人員參考。

加快設計速度的經驗

水利電力部電力建設總局編

*

1954D562

水利電力出版社出版（北京西郊科學路二里溝）

北京市書刊出版業營業許可證出字第105號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 1 $\frac{1}{16}$ 印張 * 29千字

1959年3月北京第1版

1959年3月北京第1次印刷(0001—4,080冊)

統一書號：15143·1546 定價(第10類)0.28元

目 录

I、系統潮流計算尺.....	2
II、綫路感抗和阻抗計算尺.....	4
III、厂用电低压設備選擇計算尺.....	6
IV、母綫選擇計算尺.....	8
V、高压电动机繼电保护整定計算表格化.....	20
VI、高压設備選擇表格.....	20
VII、厂用电源自启动电流倍数和校驗自启动时厂用 母綫殘压的曲綫.....	21
VIII、照明导綫選擇图.....	24
IX、合閘电綫選擇曲綫.....	28
X、6~10千伏单层配电裝置活板設計.....	30
XI、功率因数計算盘.....	31
XII、蓄電池選擇校驗盘.....	33
XIII、导綫張力弛度电气模拟計算.....	35
XIV、导綫張力弛垂与試驗台.....	40
XV、防雷保护范围計算曲綫.....	47

1. 系統潮流計算尺

西安電力設計院

一、簡單原理

1. 綫路單位長度的功率損耗:

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot x_c = P^2 \left(\frac{1 + \tan^2 \varphi}{U^2} \right) x_c = P^2 \cdot A';$$

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot r_c = \Delta Q \cdot \frac{r_c}{x_c} = \Delta Q \cdot k;$$

式中 $A' = \frac{1 + \tan^2 \varphi}{U^2}$; 如 x_c 取近似值 0.4, $U = 110$ 千伏;

$$\text{則 } \cos \varphi = 0.8 \text{ 時, } A' = \frac{1 + 0.75^2}{110^2} = 0.0524;$$

$$\cos \varphi = 0.9 \text{ 時, } A' = 0.0413;$$

$k = \frac{r_c}{x_c}$ —— 電阻與電抗的比值, 不同的導綫截面有不同

的 k 。

2. 綫路單位長度的電壓損耗:

$$\Delta U = \frac{Pr_c + Qx_c}{U} = \left(\frac{Px_c}{U} \cdot \frac{r_c}{x_c} + \frac{Qx_c}{U} \right) = (\Delta U_p \cdot k + \Delta U_Q);$$

$$\text{式中 } \Delta U_p = P \cdot \frac{x_c}{U} = P \cdot \frac{0.4}{110} = 3.6 \times 10^{-3} P;$$

$$\Delta U_Q = Q \cdot \frac{x_c}{U} = P \cdot \frac{\tan \varphi \cdot x_c}{U};$$

$$\text{當 } \cos \varphi = 0.8 \text{ 時, } \Delta U_Q = P \cdot \frac{0.75 \times 0.4}{110} = 2.73 \times 10^{-3} \cdot P;$$

$$\cos \varphi = 0.9 \text{ 時, } \Delta U_Q = 1.78 \times 10^{-3} \cdot P.$$

二、制作方法

1. 以一般計算尺的 C 尺、 C 尺为 P 尺, A 尺为 P^2 尺, 根据 $\Delta Q = P^2 \cdot A'$ 的关系, 可在 P^2 尺的上面刻出与 P^2 相对应的 ΔQ 尺 ($\Delta Q_{0.8}$ 及 $\Delta Q_{0.9}$);

2. 根据 $\Delta U_p = 3.6 \times 10^{-3} P$ 的关系, 在滑尺上刻出与滑动 P 尺对应的 ΔU_p 尺;

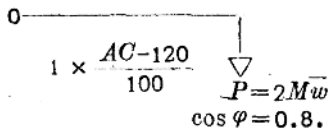
3. 根据 ΔU_0 与 P 的关系, 在固定 P 尺下刻出对应的 ΔU_0 尺 ($\Delta U_{0.8}$ 及 $\Delta U_{0.9}$);

4. 在滑尺中間刻出綫号 (AC) 与 k 的对应尺。

本計算尺的制作方法見書末插图1-1。

三、計算例題

110千伏綫路长100公里导綫截面为 $1 \times AC-120$, 通过綫路功率 $P = 2M\bar{w}$; $\cos \varphi = 0.8$; 求功率損耗及电压損耗。



1. 求功率損耗的步驟:

1) 由 P 尺查得 $P = 2$;

2) 对应 $P = 2$ 的 P^2 尺得 $P^2 = 4$;

3) 对应 $P^2 = 4$ 的 $\Delta Q_{0.8}$ 尺;

4) 将 ΔQ 的值移到 P 尺, 利用 P , P 尺求得全綫总的得 $\Delta Q = 0.21$ 瓩/公里, $\Delta Q = 0.21 \times 100$ (公里) = 21 瓩;

5) 利用 P , P 尺将 ΔQ 乘以 k 值即得 ΔP (k 值系根据对应 AC 尺上 120 之值求得, 为 0.675);

$$\Delta P = 21 \times 0.675 = 13.8 \text{ 瓩}.$$

2. 求电压损耗的步骤:

1) 由 P 尺查得 $P = 2$;

2) 对应 $P = 2$ 的 $\Delta U_p \times 10^{-3}$ 尺, 得 $\Delta U_p = 7.3$;

故 $\Delta U_p \times k = 7.3 \times 10^{-3} \times 0.675 = 4.92 \times 10^{-3}$;

3) 对应 $P = 2$ 的 $\Delta U_{Q_{0.8}} \times 10^{-3}$ 尺, 得 $\Delta U_{Q_{0.8}} = 5.5 \times 10^{-3}$;

4) 故 $\Delta U = (\Delta U_p \cdot k + \Delta U_{Q_{0.8}}) l = (4.92 \times 10^{-3} + 5.5 \times 10^{-3}) 100 = 1.042 \text{ 千伏}.$

3. 效果: 提高工作效率十倍。

II. 綫路感抗和阻抗計算尺

西安電力設計院

一、綫路感抗計算尺

任何導綫的感抗 $x_c = 0.1445 \lg \frac{2D_{cp}}{d} + 0.0157 (50 \sim \text{吋})$

式中 D_{cp} ——几何均距; d ——導綫直徑。

当導綫型号一定时, 則 d 恆定, $X_c = f(D_{cp})$ 。

由于以 w_c 及 U 为基准的标么阻抗 $x' = x_c \frac{w_c}{U^2}$, 当 w_c , U 一定时, $x' = kx_c$, 亦即 $x_1 = \psi(D_{cp})$, 故可求出 D_{cp} 与 x' 的对应关系, 以常用計算尺的 C, D 尺为 x' 的讀数尺, 在 D 尺下刻上不同型号導綫的相应的 D_{cp} 标尺, 即可直接查出不同型号、不同几何均距时各标么感抗值。

如基准容量 w_c 与計算尺中所考虑的 w_c 不同时, 可根据 $x'_2 = x'_1 \left(\frac{w_{c1}}{w_{c2}} \right) = kx'_1$ 的公式, 将 x'_1 利用 C, D 尺乘一常数 k 即得 x'_2 。

同理如基准电压 U 与计算尺所考虑的 U 不同时,根据 $x'_2 = x'_1$
 $\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 = kx'_1$ 的公式,也可很快求得 x'_2 。

有了单位长度的标么感抗后,乘以线路长度(利用 C, D 尺)即可求得全线的总感抗。

根据与感抗计算的同样原理,可以制作阻抗计算尺与容抗计算尺,因当 d 一定时,阻抗 $Z_c = \sqrt{k_c^2 + x_c^2} = f(x_c) = \varphi(D_{cp})$,容

$$\text{抗 } x_c = \frac{\lg \frac{2D_{cp}}{d}}{7.58} \times 10^6 = r(D_{cp})。$$

二、线路阻抗计算尺

1.用途: 1)可以直接查出任何几何均距下各型(常用的)导线的以 100MVA 为基值的本级电压的阻抗标么值。查出阻抗后可立即拉出全线总阻抗;

2)如电压级不标准或标么值基准容量不为 100MVA 亦可以直接进行换算。

2.优点: 缩短计算工时,提高效率 3 倍。

3.原理: 构造任何导线的电感抗系由下式求出:

$$x_c = 0.1445 \lg \frac{2D_{cp}}{d} + 0.0157. \quad (50 \sim \text{时})$$

当导线型号一定时,则 d 恒定, $x_c = f(D_{cp})$ 任何导线的阻抗系由下式求出:

$$Z_c = \sqrt{R_c^2 + x_c^2}。$$

当导线型号一定时,则 R_c 恒定, $Z_c = f(x_c) = \varphi(D_{cp})$ 任何导线的容抗系由下式求出:

$$x_c = \frac{\lg \frac{2D_{cp}}{d}}{7.58} \times 10^3.$$

当导线型号一定时，则 d 恒定， $x_c = f(D_{cp})$ 。

根据上述公式可知只需要在常用的计算尺下附 D_{cp} 之标尺即可直接查出阻抗欧姆值。

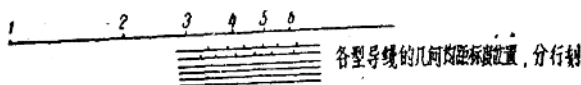


图 2 1

由于以 w_g 及 U 为基准的标么阻抗 x' 为 $x' = x \frac{w_g}{U}$ 。

当 w_g, U 为某一数时，则 $x' = Kx$ 。

因此只要把几何均距标尺移动一下即可直接读出各型导线标么阻抗值。

同理，由于 $x_c = Kx_1$ (x_c, x_1 零序正序阻抗)；

由于 $x' = x \left(\frac{U_1}{U_2} \right)^2 = Kx$ (基准容量相同时)；

所以上面的计算尺可以直接查出转化至任何线电压的阻抗。

III. 厂用电低压设备选择计算尺

北京电力设计院

一、构造

厂用电低压设备选择计算尺的构造如图3-1所示。

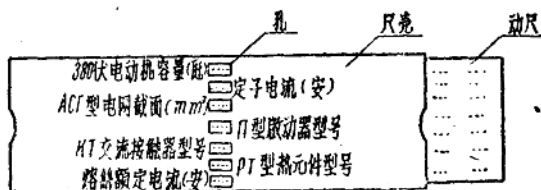


图 3-1

将对应于一定容量的 380 伏电动机所需各数据都填写在动尺上，然后在尺壳上刻出小孔即可。动尺与尺壳均用硬纸做。

二、使用范围

根据我国目前情况，采用了下列条件，这些条件是完全可以适合于一般电厂的。

1. 用在最高月平均温度 $+30^{\circ}\text{C}$;
2. 考虑电动机为持续运转;
3. KT 安装于柜中;
4. II 型启动器为带罩防护式;
5. 电动机为交流鼠笼或深槽式。

三、效果

1. 制造方便，人人都能仿造;
2. 只要确定了电动机，就很快地全部选择好所有低压设备，提高效率10倍左右。

IV. 母綫選擇計算尺

北京電力設計院

利用母綫選擇計算尺及其有關原始資料表格可以將計算繁復的母綫機械強度計算校驗工作大大簡化，並可提高工作效率5倍以上。

一、設計目的及應用範圍

母綫選擇計算比較複雜，一般都要化很多時間，為了簡化計算手續及提高工作效率，特設計出一種母綫選擇計算尺。又為了使計算尺簡單易用，計算方便，特編制出了母綫選擇時使用的原始資料。本計算尺是在該原始資料的基礎上設計的，因此原始資料與計算尺是成套的。

本計算尺適用於選擇一般常用的矩形截面的銅母綫、鋁母綫以及鋼母綫（包括單條及多條母綫）。

二、設計原理及根據

1. 匯集銅、鋁、鋼各種規格的母綫（矩形）特性數據，根據母綫選擇的各種條件列成表格，將不受具體工程條件限制的數據都計算出來。

2. 理論根據及公式系由北京電力設計院編制的母綫及絕緣子選擇、設計手冊中推導的。

3. 在原始資料表格中將母綫選擇的公式盡量簡化到只根據各工程的實際條件決定的幾個未知數而止，因此公式很簡單。

4. 單條母綫選擇，僅需要確定根據機械強度要求計算絕緣

子間最大允許跨距就可以了，因此計算尺根据这个公式来定制度：

$$l_{(\text{max})} B = K \sqrt{S} / i y,$$

式中 S ——相間距离；

$i y$ ——三相短路电流冲击值；

K ——常数 ($K = 23.8 \sqrt{w B_{\text{don}}}$)；

w ——抗弯力矩；

B_{don} ——某种材料母綫的容許应力。

5. 多条母綫的选择：分以下两个步驟選擇：

1) 条間应力，根据下列公式計算：

$$B_n = N'_n i y^2 l_1^2,$$

式中 $i y$ ——三相短路电流的冲击值；

l_1 ——衬垫間距离；

N'_n ——常数(已知查表)。

$$N'_n = \frac{K_n}{2 h b^3} \times 10^{-2}$$

式中 K_n ——系数，与母綫組內的条数及各条相互作用时的形状系数有关的系数；

h, b ——母綫的寬和厚。

2) 根据机械强度确定母綫絕緣子間最大允許跨距。

$$l_{(\text{max})} B = K'_\varphi \sqrt{S B_\varphi / i y},$$

式中 S ——相間距离；

K'_φ ——常数；

$K'_\varphi = 23.8 \sqrt{w}$ (w ——抗弯力矩)；

B_φ ——相間应力；

$$(B_\varphi = B_{\text{don}} - B_n).$$

6. 校驗母綫組的机械共振象对絕緣子間允許距离，在原始

資料表格中已經根據各種規範的母綫，計算出要求範圍(查表)。

三、使用說明

本計算尺有兩面刻度，一面刻度是專為計算根據機械強度要求的絕緣子間最大距離的，另一面刻度是專為計算多條母綫組條間應力的，茲分別以圖例說明如下：

1. 單條母綫絕緣子間最大距離的計算方法：

計算尺之示意图如图 4-1 所示。固定尺為 S ， L 滑尺上有 iy ， K ，根據 $L = K \sqrt{S} / iy$ 公尺計算， S 為 L 尺之平方關係 iy ， K ， L 尺系同一種刻度。

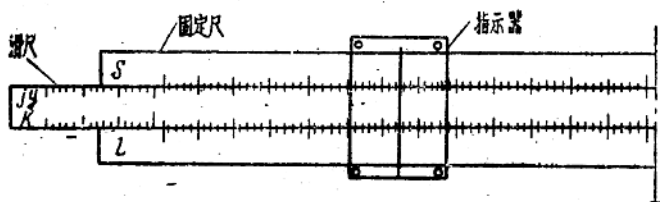


圖 4-1

使用時，用指示器對准已知的相間距離，則指示綫在 L 尺上之讀數即為 $\sqrt{S}$ ，用滑尺 K 端頭對准該值，然後移動指示器在 K 尺上找相應母綫的 K 值(查表)，最後以已知的 iy 數值(三相短路沖擊電流值)(利用 iy 尺)對准指示器之指示綫，尺頭在

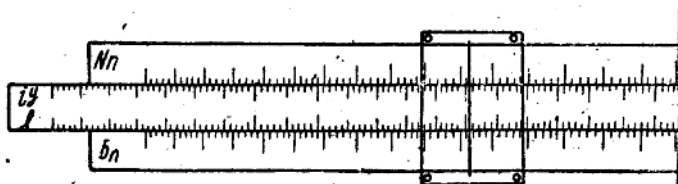


圖 4-2

L 尺上所指的数值即为欲求絕緣子間最大距离。

2. 多条母綫的条間应力与絕緣子間最大距离計算法:

1) 条間应力:

使用公式: $B_n = N'_n l_1^2 i_y^2$,

式中 N'_n 及 B_n ——固定尺; i_y 及 l_1 ——滑尺;

N'_n 及 B_n ——同一关系之刻度; B_n —— l_1 尺的平方关系, i_y 尺为 l_1 尺之倒数关系。

使用时, 将 i_y 尺上选定的数值 (三相短路电流) 与选定某种规范母綫的 N'_n (查表) 相除, 然后移动滑尺, 使尺端对准相除后的答数, 移动指示器使指示綫对准 l_1 尺上实际衬垫間距离的数值, 則指示器的指示綫对准 B_n 尺上的值, 即为所要求的条間应力数值。

2) 計算絕緣子間允許最大距离:

根据公式計算:

$$l_{\text{max}} B = K_\phi' \sqrt{S E_\phi / i_y},$$

先求出 B_ϕ (相間应力) 后即可按单条母綫的計算法一样进行。

四、实用价值

本計算尺虽可提高工作效率 5 倍以上。但由于材料关系做的不精致, 实用还不十分方便, 所以仅供制作参考。当然一般計算尺利用原始資料也可計算, 不过沒有特制計算尺簡捷就是了。

表 4-1

单条矩形截面的铜母线

母 线 截 面 $h \times b$ MM×MM	最大持續容許電流						附加損耗 系 數 k_g	抗彎力矩(W)	
	25°C		35°C		40°C			+	— — —
	平放 A	豎放 A	平放 A	豎放 A	平放 A	豎放 A		$W = \frac{1}{6} b^2 h$	$W = \frac{1}{6} b h^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20×3	62	65	52	55	48	50		0.03	0.20
25×3	76	80	67	70	62	65		0.0375	0.312
30×3	90	95	76	80	71	75		0.045	0.45
35×3	104	110	90	95	81	85		0.0525	0.606
40×3	119	125	104	110	95	100		0.06	0.8
50×3	147	155	128	135	119	125		0.075	1.25
60×3	176	185	152	160	138	145		0.09	1.8
70×3	204	215	176	185	161	170		0.105	2.45
80×3	233	245	199	210	180	190		0.12	3.2
30×4	95	100	81	85	76	80		0.08	0.6
40×4	124	130	104	110	100	105		0.107	1.07
50×4	157	165	133	140	124	130		0.133	1.67
60×4	185	195	157	165	147	155		0.16	2.4
70×4	207	225	179	195	166	180		0.187	3.27
80×4	240	260	202	226	189	205		0.214	4.27
90×4	267	290	230	250	212	230		0.24	5.4
100×4	295	320	253	275	234	255		0.267	6.66

注：1. 当绝缘子间实际跨距 l 如小于57%(l_{max}) B 可不考虑共振现象要求。

2. 编号15栏内括弧里数字适用于有分支线时的情况。

選擇計算用原始數據表

慣性半徑 (r_i)		機械強度要求 絕緣子間最大允許跨距 (l_{MRC}) $B = K\sqrt{S}/iy$		機械共振現象 對絕緣子間允許跨距要求 (l_{MRC}) f 及 (l_{MRH}) f		备注
	— — —		— — —		— — —	
$r_i = 0.289b$	$r_i = 0.289h$	CM	CM	CM	CM	
11	12	13	14	15	16	17
0.0867	0.578	$165\sqrt{\frac{S}{iy}}$	$427\sqrt{\frac{S}{iy}}$			
0.0867	0.723	185	533			
0.0867	0.867	206	640			
0.0867	1.01	218	744			
0.0867	1.156	234	853			
0.0867	1.445	262	1066			
0.0867	1.734	286	1280			
0.0867	2.02	309	1492			
0.0867	2.312	330	1705			
0.1156	0.867	270	738			
0.1156	1.156	312	985			
0.1156	1.445	347	1234			
0.1156	1.734	382	1475			
0.1156	2.02	412	1725			
0.1156	2.312	442	1970			
0.1156	2.60	467	2220			
0.1156	2.89	493	2455			

表 4-2

单条矩形截面的铝母线

母 线 截 面 $h \times b$ MM×MM	最大持续容许电流						附加损耗	抗 弯 力 矩 (W)	
	25°C		35°C		40°C		系 数 k_g		
	平放 A	竖放 A	平放 A	竖放 A	平放 A	竖放 A			
								$W = \frac{1}{6} b^2 h$	$W = \frac{1}{6} b h^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20×3	204	215	180	190	166	175	≈ 1	0.030	0.20
25×3	252	265	219	230	204	215	≈ 1	0.0375	0.31
30×4	347	365	309	325	285	300	≈ 1	0.080	0.60
40×4	456	480	404	425	375	395	≈ 1	0.107	1.07
40×5	518	540	452	475	418	440	≈ 1	0.167	1.33
50×5	632	665	556	585	518	545	≈ 1	0.208	2.08
50×6	703	740	617	650	570	600	≈ 1	0.300	2.50
60×6	826	870	731	770	680	715	≈ 1	0.360	3.60
60×8	975	1025	855	900	788	830	≈ 1	0.646	4.80
60×10	1100	1155	960	1010	890	935	≈ 1	1.000	6.00
80×6							≈ 1	0.480	6.40
80×8	1215	1320	1060	1155	985	1070	≈ 1	0.853	8.55
80×10	1360	1480	1190	1295	1105	1200	≈ 1	1.33	10.7
100×6							≈ 1	0.600	10.0
100×8	1495	1625	1310	1425	1210	1315	≈ 1	1.070	13.3
100×10	1675	1820	1470	1595	1360	1475		1.67	16.7
120×10	1905	2070	1685	1830	1620	1760		2.00	24.0

注: 1. 当绝缘子间实际跨距 l 如小于 57% (l_{max}) B 可不考虑共振现象要求。

2. 编号 15 栏内括弧里数字适用于有分支线时的情况。

選擇計算用原始數據表

慣性半徑 (r_i)		機械強度要求 絕緣子間最大允許跨距 (l_{max}) $B = K \sqrt{S/ty}$		機械共振現象 對絕緣子間允許跨距要求 (l_{max}) f 及 (l_{min}) f		備
	---		---		---	注
$r_i = 0.289b$	$r_i = 0.289h$	CM	CM	CM	CM	
11	12	13	14	15	16	17
0.0867	0.578	109.0 $\cdot \frac{\sqrt{S}}{ty}$	281.5 $\cdot \frac{\sqrt{S}}{ty}$	33 (31) $> l > 66$	86 (80) $> l > 169$	
0.0867	0.723	194.0	350.5	33 (31) 66	96 (90) 190	
0.1156	0.867	178.0	488.0	38 (36) 76	105 (98) 208	
0.1156	1.156	206.0	651.5	38 (36) 76	124 (114) 240	
0.1445	1.156	257.5	726.0	43 (40) 85	124 (114) 240	
0.1445	1.445	287.5	910.0	43 (40) 85	136 (127) 268	
0.1734	1.445	345.0	995.0	47 (44) 93	136 (181) 268	
0.1734	1.734	378.0	1193.0	47 (44) 93	150 (140) 294	
0.2312	1.734	504.0	1380.0	54 (51) 107	150 (140) 294	
0.289	1.734	630.0	1540.0	61 (57) 120	150 (140) 294	
0.1734	2.312	436.0	1590.0	47 (44) 93	173 (161) 339	
0.2312	2.312	582.0	1840.0	54 (51) 107	173 (161) 339	
0.289	2.312	786.0	2160.0	61 (57) 120	173 (161) 339	
0.1734	2.890	488.0	1990.0	47 (44) 93	193 (180) 379	
0.2312	2.890	651.5	2295.0	54 (51) 107	193 (180) 379	
0.289	2.890	814.0	2570.0	61 (57) 120	193 (180) 379	
0.289	3.468	890.0 $\cdot \frac{\sqrt{S}}{ty}$	3085.0 $\cdot \frac{\sqrt{S}}{ty}$	61 (57) $> l > 120$	271 (198) $> l > 415$	