



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

工厂电力网络

导线和电缆截面的计算

主讲：卞建鹏

# 1、导线和电缆截面的计算

选择导线和电缆截面的条件：

按**允许载流量**选择导线和电缆的截面

按**允许电压损失**选择导线和电缆截面

按**经济电流密度**选择导线和电缆截面

按**机械强度**选择导线和电缆截面

# 1、导线和电缆截面的计算

## 电力线路截面的选择和校验项目

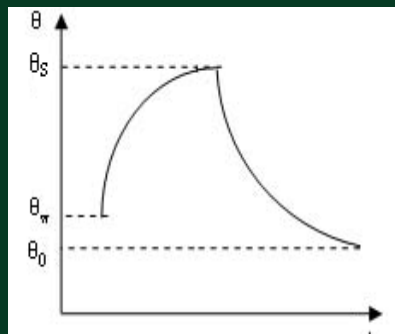
电力线路的类型		允许载流量	允许电压损失	经济电流密度	机械强度
35kV及以上电源进线		△	△	★	△
无调压设备的6~10 kV较长线路		△	★		△
6~10 kV较短线路		★	△		△
低压线路	照明线路	△	★		△
	动力线路	★	△		△

△——校验的项目，★——选择的依据

## 2、导体的允许温度与允许载流量

导体的**允许载流量**，不仅和导体的截面、散热条件有关，还与周围的环境温度有关。

在资料中所查得的导体允许载流量是对应于周围环境温度为  $\theta_0=25^\circ\text{C}$  的允许载流量，否则允许载流量应**乘以温度修正系数** $K_t$ 。



$$K_t = \sqrt{\frac{\theta_{al} - \theta_0}{\theta_{al} - 25}}$$

实际温度

最高允许温度

## 2、导体的允许温度与允许载流量

对于**电缆**，还应当考虑到电缆的敷设方式对散热条件的影响。

如果**几根电缆并排直接埋于土中**，由于电缆互相影响，使散热条件变坏，其允许温度还应乘以并排修正系数 $K_p$ 。

电缆**埋于土中**，土壤的热阻系数不同于允许电流表中所指出的数值时，应乘以土壤热阻修正系数 $K_{tr}$ 。

因此电缆的**允许电流**应按下列式计算：

$$I_{al} = KI'_{al} = K_t K_p K_{tr} I'_{al}$$

# 3、按允许载流量选择导体截面

三相相线截面的选择  $I_{al} \geq I_{ca}$

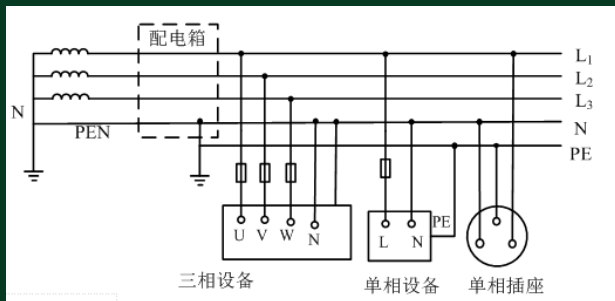
中性线截面的选择

① 一般要求中性线截面应不小于相线截面的一半，即

$$S_0 \geq 0.5S_\varphi$$

② 对三相系统分出的单相线路或两相线路，中性线电流与相线电流相等。因此，

$$S_0 = S_\varphi$$



# 3、按允许载流量选择导体截面

## 中性线截面的选择

③ 对三次谐波电流突出的线路(荧光灯)，中性线电流可能会超过相线电流，因此， $S_0 \geq S_\varphi$

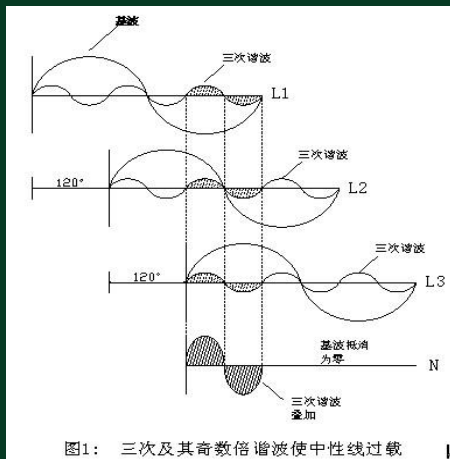
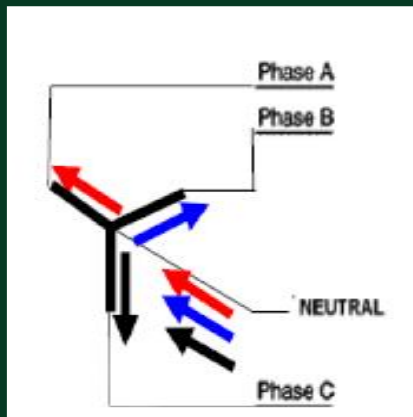
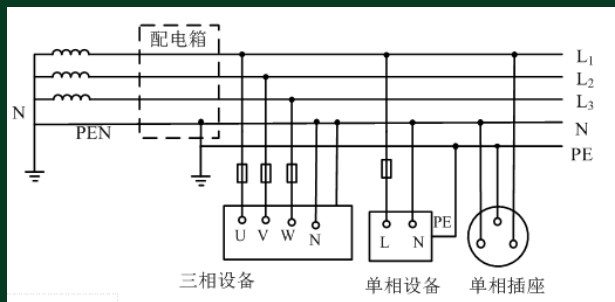


图1: 三次及其奇数倍谐波使中性线过载

# 3、按允许载流量选择导体截面

## 保护线（PE线）截面的选择

- ①当 $\leq 16\text{mm}^2$ 时  $S_{PE} = S_{\phi}$
- ②当 $16\text{mm}^2 < \leq 35\text{mm}^2$ 时  $S_{PE} \geq 16\text{mm}^2$
- ③当 $> 35\text{mm}^2$ 时  $S_{PE} \geq 0.5S_{\phi}$



## 保护中性线（PEN线）截面的选择

对三相四线制系统中，保护中性线兼有中性线和保护线的双重功能，截面选择应同时满足上述二者的要求，并**取其中较大者**作为保护中性线截面。



# 3、按允许载流量选择导体截面

有一条采用BLX-500型铝芯橡皮线明敷的220/380V的TN-S线路，线路计算电流为150A，当地最热月平均最高气温为+30℃。试按**发热条件**选择此线路的导线截面。

## 1、相线截面 $A_{\phi}$ 的选择

查表19：环境温度为30℃时，明敷的BLX-500型截面为50mm<sup>2</sup>的**铝芯橡皮线** $I_{al}=163A > I_{30}=150A$ ，**满足发热条件**。则相线截面为：

$$A_{\phi}=50\text{mm}^2$$

校验机械强度：假设为室外明敷且 $15\text{m} < L \leq 25\text{m}$ ，

查表15得： $A_{\min}=10\text{mm}^2$ 。 则  $A_{\phi} > A_{\min}$ ，**满足机械强度要求**。

# 3、按允许载流量选择导体截面

## 2、中性线的选择

一般要求 $A_0 \geq 0.5A_\phi$ ，选 $A_0=25\text{mm}^2$ 。

校验机械强度：因 $A_{\min}=10\text{mm}^2$ 。则  $A_\phi > A_{\min}$ ，满足机械强度要求。

## 3、保护线截面的选择

因 $A_\phi > 35\text{mm}^2$ ，故选 $A_{\text{PE}} \geq 0.5A_\phi = 25\text{mm}^2$ 。

校验机械强度： $A_{\min}=10\text{mm}^2$ 。则  $A_\phi > A_{\min}$ ，满足机械强度要求。

所选导线型号可表示为：**BLX-500-（3×50+1×25+PE25）**。

# 3、按允许载流量选择导体截面

BV型铜芯电线明敷及穿管时的载流量

单位：A

型号	BV 铜芯														
额定电压 (kV)	0.45/0.75														
导体工作温度 (°C)	70														
环境温度 (°C)	30	35	40	30				35				40			
导线排列	O-S-O-S-O														
导线根数				2~4	5~8	9~12	12 以上	2~4	5~8	9~12	12 以上	2~4	5~8	9~12	12 以上
标称截面 (mm <sup>2</sup> )	明敷载流量 (A)			穿管敷设载流量 (A)											
1.5	23	22	20	13	9	8	7	12	9	7	6	11	8	7	6
2.5	31	29	27	17	13	11	10	16	12	10	9	15	11	9	8
4	41	39	36	24	18	15	13	22	17	14	12	21	15	13	11
6	53	50	46	31	23	19	17	29	21	18	16	20	20	16	15
10	74	69	64	44	33	28	25	41	31	26	23	38	29	24	21
16	99	93	86	60	45	38	34	57	42	35	32	52	39	32	29
25	132	124	115	83	62	52	47	77	57	48	43	70	53	44	39
35	161	151	140	103	77	64	58	96	72	60	54	88	66	55	49
50	201	189	175	127	95	79	71	117	88	73	66	108	81	67	60
70	259	243	225	165	123	103	92	152	114	95	85	140	105	87	78
95	316	297	275	207	155	129	116	192	144	120	108	176	132	110	99
120	374	351	325	245	184	153	138	226	170	141	127	208	156	130	117
150	426	400	370	288	216	180	162	265	199	166	149	244	183	152	137
185	495	464	430	335	251	209	188	309	232	193	174	284	213	177	159

### 3、按允许载流量选择导体截面

铜芯线规格	安全载流 (A)	能承载负荷 (kW)
1mm <sup>2</sup>	17	3.74
1.5 mm <sup>2</sup>	21	4.62
2.5 mm <sup>2</sup>	28	6.16
4 mm <sup>2</sup>	35	7.7
6 mm <sup>2</sup>	48	10.56
10 mm <sup>2</sup>	65	14.3
16 mm <sup>2</sup>	91	20.02
25 mm <sup>2</sup>	120	26.4

# 4、按经济电流密度选择导线截面

按经济电流密度计算经济截面的公式为：

$$S_{ec} = \frac{I_{30}}{J_{ec}}$$

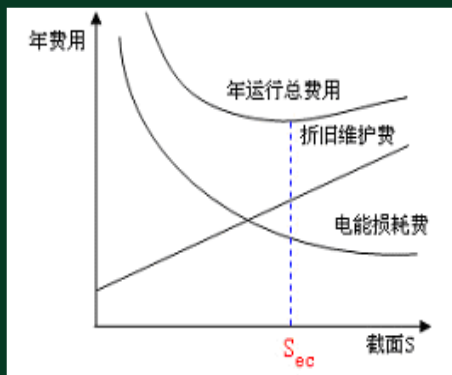


表 5.4.1 经济电流密度 $J_{ec}$ 值 (A/mm<sup>2</sup>)

导体材料	年最大负荷利用小时数 $T_{max}$ (h)		
	3000以下	3000~5000	5000以上
铜裸导线和母线	3.0	2.25	1.75
铝裸导线和母线	1.65	1.15	0.9
铜芯电缆	2.5	2.25	2.0
铝芯电缆	1.92	1.73	1.54

# 5、按机械强度选择导线截面

## 室内、外配线线芯最小允许截面

线路类别		线芯最小截面 (mm <sup>2</sup> )			
		铜芯软线	铜线	铝线	
照明用灯头引下线	室内	0.5	1.0	2.5	
	室外	1.0	1.0	2.5	
移动式设备线路	生活用	0.75	—	—	
	生产用	1.0	—	—	
敷设在绝缘支持件上的绝缘导线(L为支持件的间距)	室内	L ≤ 2m	—	1.0	2.5
		L ≤ 2m	—	1.5	2.5
	室外	2m < L ≤ 6m	—	2.5	4
		6m < L ≤ 15m	—	4	6
		15m < L ≤ 25m	—	6	10
穿管敷设的绝缘导线		1.0	1.0	2.5	
沿墙明敷的塑料护套线		—	1.0	2.5	
板孔穿线敷设绝缘导线		—	1.0	2.5	
PE线和PEN线	有机机械保护时		—	1.5	2.5
	无机机械保护时	多芯线	—	2.5	4
		单芯干线	—	10	16

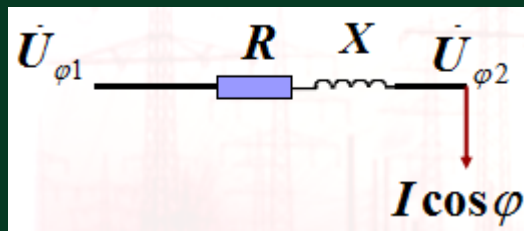
## 6、按电压损失选择导线截面

(1) 线路末端接有一集中负荷的三相线路  $\Delta U$  的计算

因为三相对称，

$$P \approx U_N I \cos \varphi \quad Q \approx U_N I \sin \varphi$$

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U_N}$$



用百分数表示时：

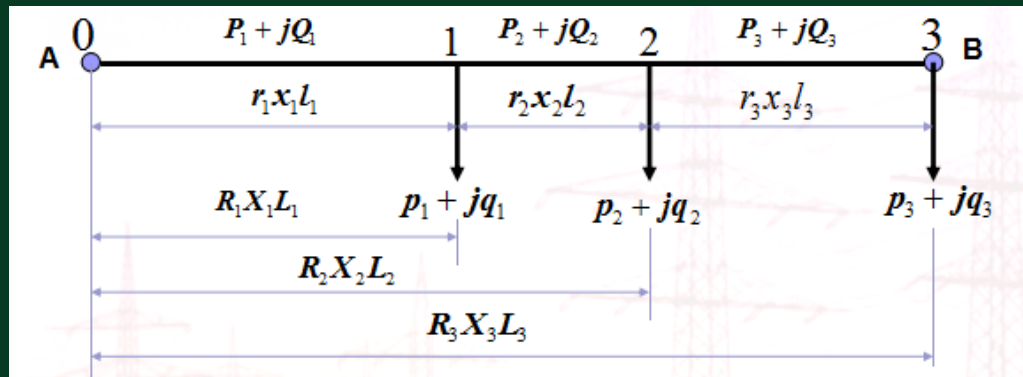
$$\Delta U \% = \frac{\Delta U}{U_N} \times 100 = \frac{PR + QX}{U_N^2} \times 100$$

式中：P Q  $U_N$  R X 单位分别为：W var V  $\Omega$ 。

# 6、按电压损失选择导线截面

(2) 线路各段接有负荷时的三相线路  $\Delta U$  的计算

以三个集中负荷为例：



总的电压损失通用式：
$$\Delta U \% = \sum_1^n \frac{P_i r_i + Q_i x_i}{U_N^2}$$

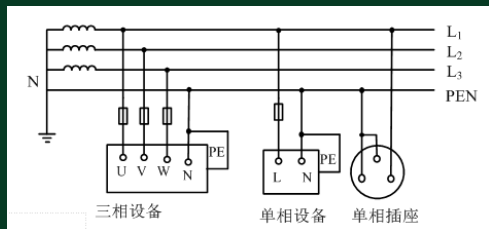


## 6、按电压损失选择导线截面

(3) 对于无电感的三相线路，即 $\cos \phi \approx 1$ 或 $x=0$  的线路，线路电压损耗为：

$$\Delta U \% = \frac{100 \sum Pl}{\gamma AU_N^2} = \frac{100 \sum M}{\gamma AU_N^2} = \frac{\sum M}{CA}$$

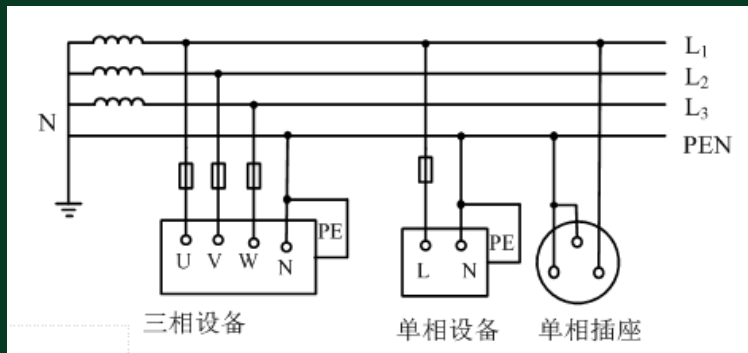
式中： $U_N$  的单位为V； $P$  的单位为kW； $\gamma$  为导线的电导率，单位为 $m/\Omega \cdot mm^2$ ；A为导线的截面， $mm^2$ ；L的单位为m；M为功率矩，kW.m；C为计算系数。



# 6、按电压损失选择导线截面

对于均一无感的单相交流和直流线路，因负荷电流要通过来回两根导线，阻抗增大了一倍，所以电压损耗应为一根导线上的两倍。

$$\Delta U\% = \frac{200 \sum M}{\gamma A U_N^2}$$



## 6、按电压损失选择导线截面

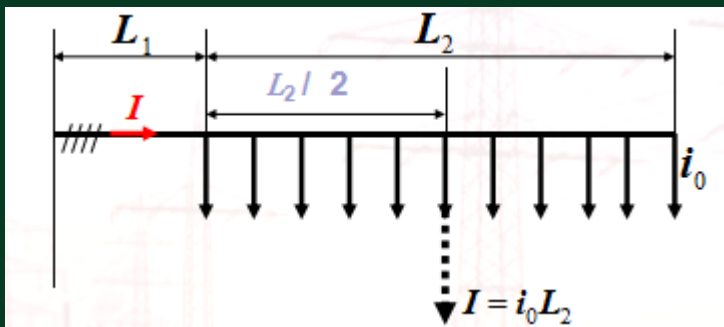
(4) 均匀分布负荷的三相线路电压损失的计算（适于低压线路）

设线路上单位长度的负荷电流

为  $i_0$ ，单位长度的电阻为  $R_0$ 。

均匀分布负荷产生的电压损耗，  
相当于全部负荷集中在中点时的  
电压损耗，即：

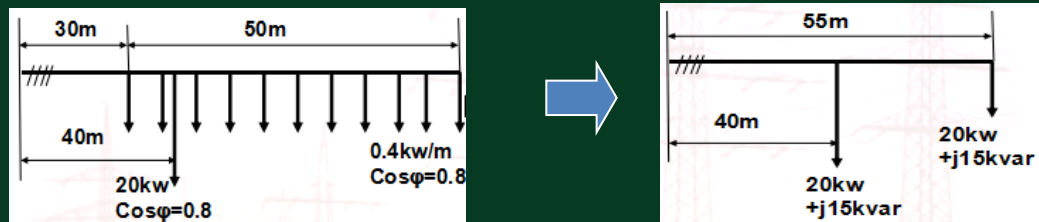
$$\Delta U = \sqrt{3}i_0l_2R_0\left(l_1 + \frac{l_2}{2}\right)$$



## 6、按电压损失选择导线截面

某220/380V的TN-C线路，如图所示。线路拟采用BX-500型铜芯橡皮绝缘线户内明敷，环境温度为30℃，允许电压损失为5%，试选择该线路的导线截面。

解：（1）线路的等效变换



原集中负荷： $p_1=20\text{kW}$ ， $\cos\phi_1=0.8$ ， $\tan\phi_1=0.75$ ，  
 $q_1=20\times 0.75=15\text{kvar}$ 。

原分布负荷： $p_2=0.4\times 50=20\text{kW}$ ， $\cos\phi_2=0.8$ ， $\tan\phi_2=0.75$ ，  
 $q_2=20\times 0.75=15\text{kvar}$ 。

# 6、按电压损失选择导线截面

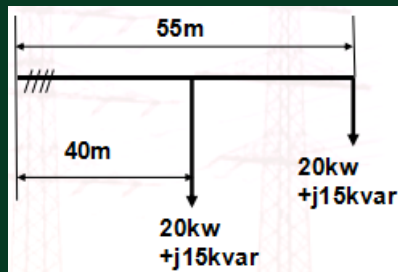
## (2) 按正常发热条件选择导线截面

线路中总的计算负荷为： $P=p_1+p_2=20+20=40\text{kW}$

$$Q=q_1+q_2=15+15=30\text{kvar}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50\text{kVA}$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U_N} = \frac{50}{\sqrt{3} \times 0.38} = 76\text{A}$$



查表，得BX-500型铜芯导线 $A=10\text{mm}^2$ ，在 $30^\circ\text{C}$ 明敷时的

$I_{al}=77\text{A} > I=76\text{A}$ ，因此可选3根BX-500-1×10导线作相

线，另选1根BX-500-1×10导线作PEN线。

## 6、按电压损失选择导线截面

(3) **校验机械强度**：查表，室内明敷铜芯线最小截面为 $1\text{mm}^2$ ， $10\text{mm}^2 > 1\text{mm}^2$ ，则满足机械强度要求。

(4) **校验电压损失**：查表知BX-500-1×10的

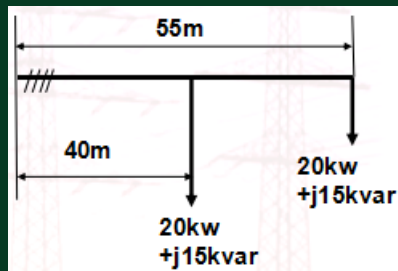
$R_0 = 2.19\Omega/\text{km}$ ， $X_0 = 0.31\Omega/\text{km}$ 。

$$\Delta U = \frac{(p_1 L_1 + p_2 L_2) R_0 + (q_1 L_1 + q_2 L_2) X_0}{U_N}$$
$$= \frac{(20 \times 0.04 + 20 \times 0.055) \times 2.19 + (15 \times 0.04 + 15 \times 0.055) \times 0.31}{0.38} = 12\text{V}$$

用百分数表示： $\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_N} \times 100 = \frac{12}{380} \times 100 = 3.2\% < 5\%$

因此所选线路也满足允许电压损失的要求。

所选导线截面为：**BLX-500——(3×10+1×10)**。



# 小结

1. 按允许载流量选择导体截面
2. 按经济电流密度选择导线截面
3. 按机械强度选择导线截面
4. 按电压损失选择导线截面