

配电变压器的经济负荷率

谢永茂 陈家国

(机电系)

摘要 本文从分析负荷运行的特点出发,讨论了确定变压器经济负荷率五种方法的特点,最后推荐了选择配电变压器经济负荷率的方法。

关键词 配电变压器, 经济负荷率, 现值系数, 年运行费用, 年平均费用

前 言

供配电设计在负荷计算工作结束后就应该确定变压器容量。采用何种方法确定,这是一个很重要而又未完全解决的问题。

目前从对一些工程的配电变压器实测结果来看,变压器的实际负荷率都较低,有相当一部份在30%以下,这样是很不经济的。出现这种情况除负荷计算不正确外,还与确定变压器容量的方法有很大关系。

究竟采用何种方法才正确呢?文中首先分析了负荷的实际运行情况,其次讨论了确定变压器经济负荷率的五种方法,最后推荐了应采用的方法。

当然确定配电变压器容量除经济负荷率外,还应考虑变压器过负荷能力等其它因素。但由于篇幅的关系,将在另文中专题讨论。

由于配电负荷包括的内容十分广泛,本文着重讨论住宅小区和旅游建筑的配电变压器的经济负荷率。对于其它配电负荷也可采用文中讨论的方法,结合负荷运行特点得出各自的经济负荷率。

1 负荷的运行特点

民用配电系统中的各种用电设备其作用是为人们的生活、工作、学习和娱乐服务的。它是以人的活动为中心,同时也随季节和气温的变化而变化。例如国际上许多国家实行冬、夏令时作息制度就是利用这一特点制定的,从而可节约大量的照明用电。而民用配电系统中的

负荷究竟有哪些特点呢?下面用负荷曲线来说明。

1.1 住宅小区用电负荷的运行特点

图1是某住宅小区实测的日负荷变化曲线,由图中看出,日负荷的高峰期为19:30~23:30,仅仅四个小时,只占全天的六分之一,而其它时间的负荷均较小。一天中高峰负荷期的平均负荷约为其余时间平均负荷的三倍,最大负荷为最小负荷的10倍。

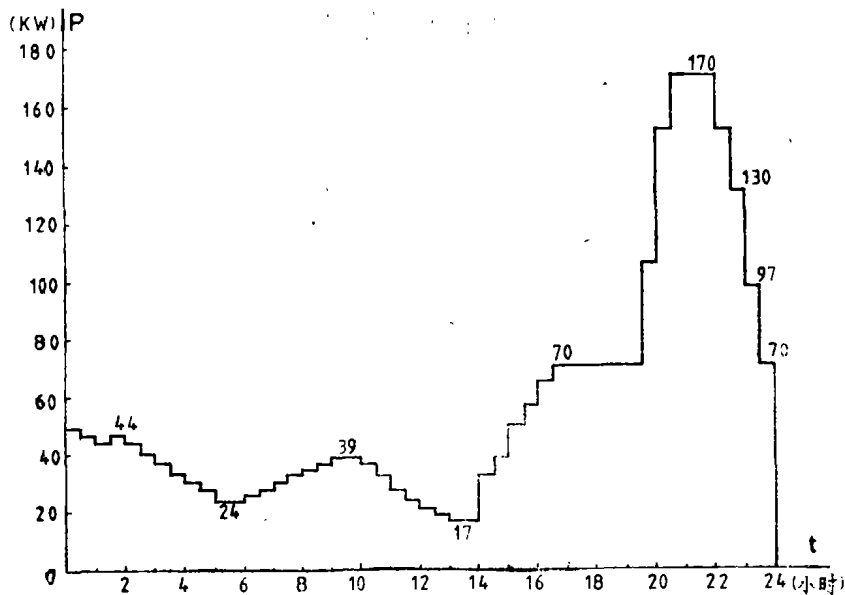


图1 某住宅小区的日负荷曲线

假如该实测的日负荷曲线是具有代表性的,则一天的最大负荷利用小时数为8小时,全年的最大负荷利用小时数约为3000小时。

在实测的峰期负荷中,住宅用电约占80~90%,公共建筑用电约占10~15%,路灯照明用电仅占1~2%。因此在住宅小区中,用电负荷主要受住宅用电的影响。

1.2 旅游建筑用电负荷的运行特点

图2是某饭店在8月底一天实测的空调负荷曲线和照明、电梯、水泵、厨房、洗衣房等的负荷曲线。为方便起见,以后将空调负荷曲线称做舒适型负荷曲线,将照明、电梯、水泵等的负荷曲线称做保障型负荷曲线。

由图2中空调(制冷设备)负荷曲线可看出,由于一天中气温的变化,其负荷在上午7~8点仅为8~22点的一半,在8~22点的负荷是恒定的,在22点以后,人们活动逐渐结束,气温降低,空调(制冷设备)负荷停止。

保障型负荷是维持人们正常生活、工作、娱乐的负荷,它随人们活动的变化而变化,在晚上23点以后到第二天早上8点为止,这段期间大多数人的活动停止,是全天中负荷最小的时间。18~19点出现高峰负荷,而15~22点为全天中用电负荷较大的高峰时间。

由图中负荷曲线还可看出,保障型和舒适型负荷的计算负荷很接近,但两者的运行方式则差别很大,对舒适型负荷中的制冷设备部分仅在每年的5~9月才运行。因此两种类型的负荷宜由单独的配电变压器供电。

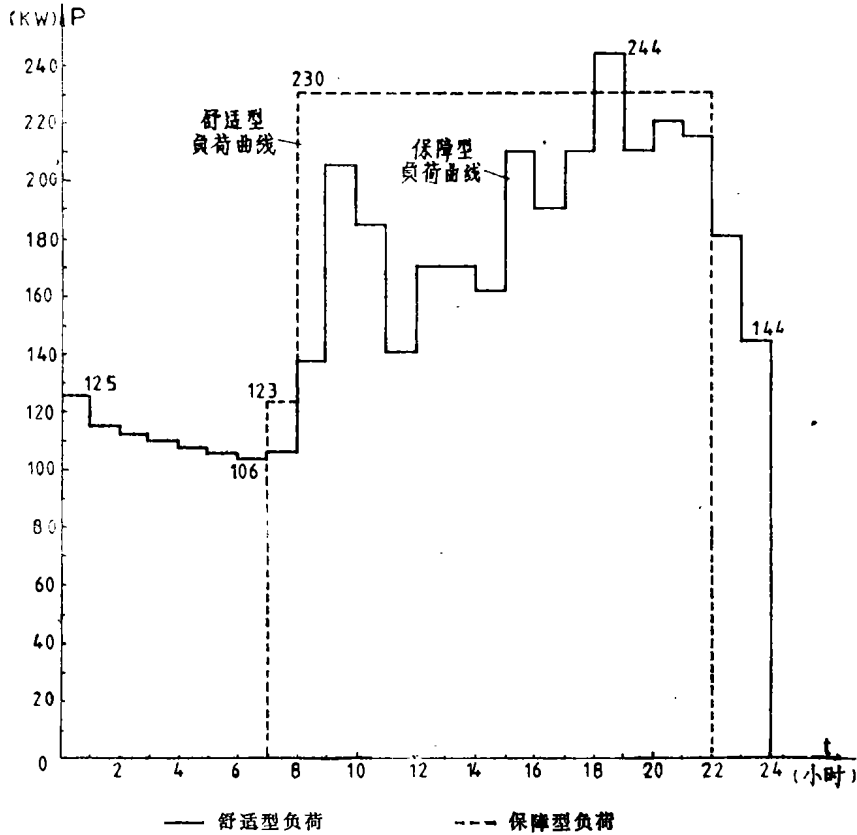


图2 某旅游饭店的保障型和舒适型日负荷曲线

2 变压器经济负荷率 β 的计算方法

2.1 考虑变压器有功损耗时的经济负荷率

变压器在运行中的有功损耗 ΔP_b 由铁损 ΔP_k 和铜损 ΔP_d 两部份组成,一般按下式计算:

$$\Delta P_b = \Delta P_k + \Delta P_d \left(\frac{S}{S_e} \right)^2$$

$$\frac{\Delta P_b}{S} = \frac{\Delta P_k}{S} + \frac{\Delta P_d}{S_e^2} \cdot S$$

S ——变压器实际负荷容量(kVA);

S_e ——变压器额定负荷容量(kVA)。

变压器运行效率最高的条件是

$$\frac{d\left(\frac{\Delta P_b}{S}\right)}{dS} = 0$$

解此式得效率最高的条件为 $\Delta P_k = \Delta P_d \left(\frac{S}{S_e} \right)^2$

$$\text{变压器效率最高时的负荷率 } \beta = \frac{S}{S_e} = \sqrt{\frac{\Delta P_k}{\Delta P_d}} \quad (1)$$

由于各种变压器的铁铜损耗比不同, 其经济负荷率也不同, 如表 1 所示。

表 1 10kV 电力变压器效率最高时的负荷率 β

容 量 (kVA)	低 损 耗 系 列			机 械 标 准 (JB300—73)		
	$\beta = \sqrt{\frac{\Delta P_k}{\Delta P_d}}$	最 高 效 率 (%)	满 载 时 效 率 (%)	$\beta = \sqrt{\frac{\Delta P_k}{\Delta P_d}}$	最 高 效 率 (%)	满 载 时 效 率 (%)
50	0.41	98.17	97.39	0.54	97.74	96.99
100	0.40	98.43	97.73	0.51	97.92	97.43
125	0.39	98.50	97.79	0.51	98.00	97.54
160	0.40	98.66	97.97	0.51	98.14	97.70
200	0.40	98.74	98.07	0.50	98.73	97.80
250	0.40	98.80	98.18	0.50	98.32	97.90
315	0.40	98.86	98.27	0.49	98.49	97.99
400	0.40	98.92	98.35	0.49	98.54	98.09
500	0.40	98.98	98.43	0.48	98.60	98.14
630	0.40	99.03	98.53	0.48	98.64	98.23
800	0.39	99.09	98.59	0.49	98.68	98.29
1000	0.39	99.13	98.68	0.49	98.76	98.33
1250	0.40	99.18	98.74	0.48	98.85	98.43

由表 1 看出, 低损耗变压器最高效率时的负荷率仅 40% 左右, 它与满载时的效率相差很小。而普通变压器的铜铁损耗比大, 则 β 就大, 这是不合理的。此法又仅适用于负荷 S 恒定的条件下, 但由图 1 和图 2 看出, 实际负荷曲线是一个变量, 因此用本法选择变压器容量时, 其结果是在实际运行中会长期处在轻载下运行。

2.2 考虑变压器综合损耗时的经济负荷率

在考虑变压器损耗时, 除考虑有功损耗外还考虑无功引起的有功损耗, 则此时称做综合损耗, 其关系式如下:

$$\Delta P'_d = \Delta P_d + u_d \% \frac{S_e}{100} \cdot K$$

$$\Delta P'_k = \Delta P_k + I_0 \% \frac{S_e}{100} \cdot K$$

式中: ΔP_d 、 ΔP_k ——变压器空载和短路损耗, 其值可由样本查得;

$u_d \%$ 、 $I_0 \%$ ——变压器的阻抗电压和空载电流, 其值可由样本查得;

K ——变压器的无功经济当量, 其值为 0.08~0.1 (kW/kVAR)

S_e ——变压器的额定容量 (kVA)。

考虑变压器综合损耗的最大效率时负荷率为:

$$\beta' = \sqrt{\frac{\Delta P'_k}{\Delta P'_d}} = \sqrt{\frac{\Delta P_k + I_0 \% \cdot \frac{S_e}{100} \cdot K}{\Delta P_d + u_d \% \cdot \frac{S_e}{100} \cdot K}} \quad (2)$$

分别用(1)式和(2)式算出三相 10kV、100kVA 的低损耗变压器和机械部标准变压器的 β 和 β' 值, η_{max} 和 η'_{max} 值如表(2)所示。

表 2 三相 10kV、100kVA 的 β 和 β' , η_{max} 和 η'_{max}

变压器类型	低损耗变压器	机械部标准变压器
损耗值	$\Delta P_d = 2.0 \text{ kW}$ $\Delta P_k = 0.32 \text{ kW}$	$\Delta P_d = 2.1 \text{ kW}$ $\Delta P_k = 0.54 \text{ kW}$
β	$\beta = \sqrt{\frac{2.0}{0.32}} = 0.4$	$\beta = \sqrt{\frac{0.54}{2.1}} = 0.507$
$\cos\varphi = 1$ 时 η_{max}	98.43%	97.91%
损耗值	$\Delta P'_d = 2 + 4\% \times 100 \times 0.1 = 2.4 \text{ kW}$ $\Delta P'_k = 0.32 + 2\% \times 100 \times 0.1 = 0.52 \text{ kW}$	$\Delta P_d = 2.1 + 4\% \times 100 \times 0.1 = 2.5 \text{ kW}$ $\Delta P_k = 0.54 + 8.5\% \times 100 \times 0.1 = 1.39 \text{ kW}$
β'	$\beta' = \sqrt{\frac{0.52}{2.4}} = 0.47$	$\beta' = \sqrt{\frac{1.39}{2.5}} = 0.745$
$\cos\varphi = 1$ 时 η'_{max}	97.82%	96.41%

由表 2 中看出, 在考虑无功损耗后, 对低损耗变压器的 β 影响小, 对部标变压器的 β 影响大, 更接近额定容量时出现 η_{max} , 但其绝对值是不大的。

2.3 考虑变压器年电能损耗时的经济负荷率

由图 1 和图 2 看出, 实际运行中的负荷是随时间变化的, 因此变压器的负荷率是变化的。在线圈中的铜损耗也是变化的。无论用(1)式或(2)式均应求得等效损失。对于变压器的年平均铜损 ΔP_{dp} 可利用其最大负荷持续时间 T_{max} 的损耗时间 τ 由下式求得:

$$\Delta P_{dp} = \Delta P_d \tau \quad (3)$$

$$\text{或} \quad \Delta P_{dp} = \left(\Delta P_d + u_d \% \frac{S_e}{100} \cdot K \right) \tau \quad (4)$$

对于变压器的年铁损 ΔP_{kp} 可由下式求得:

$$\Delta P_{kp} = \Delta P_k \cdot t \quad (5)$$

$$\text{或} \quad \Delta P_{kp} = \left(\Delta P_k + I_0 \% \frac{S_e}{100} \cdot K \right) t \quad (6)$$

利用(1)、(3)、(5)式可得变压器损失功率等效时的负荷率 β

$$\beta = \sqrt{\frac{\Delta P_k \cdot t}{\Delta P_d \cdot \tau}} \quad (7)$$

t ——变压器全年内投入运行小时数。

利用(2)、(4)、(6)式可得类似的结果

$$\beta = \sqrt{\frac{\left(\Delta P_k + I_0 \% \frac{S_e}{100} \cdot K \right) \cdot t}{\left(\Delta P_d + u_d \% \frac{S_e}{100} \cdot K \right) \cdot \tau}} \quad (8)$$

表3表示用(7)式算得的三相10kV低损耗变压器,在不同最大负荷持续时间 T_{max} 的损耗时间 τ 时的 β 值。

表3 由(7)式计算低损耗变压器 β 值

额定容量 (kVA)	额定损失功率		损耗时间 τ			
	ΔP_k	ΔP_d	5000	4000	3000	2000
SL ₇ -100	0.32	2.0	0.52	0.59	0.68	0.84
SL ₇ -200	0.54	3.4	0.53	0.59	0.68	0.83
SL ₇ -315	0.76	4.8	0.53	0.59	0.68	0.83
SL ₇ -400	0.92	5.8	0.53	0.59	0.68	0.83

由(8)式可算得考虑变压器无功损耗时在不同 τ 值下的 β 值,其值比表3的值大。

2.4 考虑变压器年运行费用时的经济负荷率

上述讨论的几种方法仅考虑变压器的年电能损耗为最低时的负荷率。实际上变压器的年运行费用除年电能损耗外,还应包括变压器本身的基本折旧费和大修维护折旧费等,用公式表示如下:

$$A = z \cdot \alpha \% + \Delta A \quad (9)$$

式中 A ——变压器的年运行费用(元);

ΔA ——变压器的年电能损耗费用(元);

z ——变压器的初期投资(元);

$\alpha\%$ ——综合折旧率,包括基本折旧和大修折旧。根据1976年版《电力工业设备手册》的参考价格,配电变压器的综合折旧率为6.7%。

变压器的年电能损耗费用由下式求得。

$$\Delta A = \left[\Delta P_k \cdot t + \Delta P_d \left(\frac{S}{S_e} \right)^2 \cdot \tau \right] \cdot C \quad (10)$$

式中 C 为电度费(元/度),其它符号的意义同前。

在年运行费用中变压器的铁损与综合折旧费用是固定不变的,称做固定年运行费用 A_g ,可由下式表示:

$$A_g = z \cdot \alpha \% + \Delta P_k \cdot t \cdot c \quad (11)$$

变压器的铜损是随负荷变化的,其变动部份的年运行费用 A_b 可由下式表示:

$$A_b = \Delta P_d \left(\frac{S}{S_e} \right)^2 \cdot \tau \cdot C \quad (12)$$

由(11)和(12)式得:

$$\begin{aligned} A &= A_g + A_b \\ &= z \cdot \alpha \% + \Delta P_k \cdot t \cdot C + \Delta P_d \left(\frac{S}{S_e} \right)^2 \cdot \tau \cdot C \end{aligned} \quad (13)$$

每kVA的年运行费用为:

$$\frac{A}{S} = \frac{z \cdot \alpha \%}{S} + \frac{\Delta P_k \cdot t \cdot c}{S} + \frac{\Delta P_d \left(\frac{S}{S_e} \right)^2 \cdot \tau \cdot c}{S} \quad (14)$$

每 kVA 负荷的最小费用值:

$$\frac{d\left(\frac{A}{S}\right)}{dS} = -\frac{z \cdot \alpha \%}{S^2} - \frac{\Delta P_k \cdot t \cdot C}{S^2} + \frac{\Delta P_d \cdot \tau \cdot C}{S_e^2} = 0$$

$$\text{令 } \beta = \frac{S}{S_e} = \sqrt{\frac{z \cdot \alpha \% + \Delta P_k \cdot t \cdot C}{\Delta P_d \cdot \tau \cdot C}} \quad (15)$$

式(15)为变压器年运行费最低时的负荷率。对于低损耗变压器,在不同的最大负荷持续时间 T_{max} 的损耗时间 τ 下的负荷率如表 4 所示。

表 4 由 (15) 式计算低损耗变压器在不同 τ 时的 β 值

变压器容量 (kVA)	变压器价格 (元)	年运行费 (元)		τ 值			
		固 定	变 动	5000	4000	3000	2000
SL ₇ -100	3240	778	0.4 τ	0.62	0.70	0.81	0.99
SL ₇ -200	5160	1289.8	0.68 τ	0.62	0.69	0.80	0.97
SL ₇ -315	6480	1765.68	0.96 τ	0.61	0.68	0.78	0.96
SL ₇ -400	8520	2182.68	1.16 τ	0.61	0.69	0.79	0.97

表中: $t = 8760$ 小时, $C = 0.2$ 元/度

2.5 考虑变压器总费用时的经济负荷率

变压器的成本与它的年运行费用之和称做变压器的总费用 ΣA 。

其关系如下:

$$\begin{aligned} \Sigma A &= z + A_g + A_b \\ &= z + z \cdot \alpha \% + \Delta P_k (C_d + t \cdot C) \\ &\quad + \Delta P_d \left(\frac{S}{S_e}\right)^2 (C_d + \tau \cdot C) \end{aligned} \quad (16)$$

式中: z ——变压器的成本(元)

$\alpha\%$ ——变压器的综合折旧费率

C_d ——最大需量计费的基本电费(元/年·吨)

式中其它符号的意义同前。

当一个工程的负荷计算工作结束后,就应该经过技术经济分析来选择变压器。过去我国在电力工程中一般采用投资回收年限法来进行经济分析。以回收年限最短的来作为最佳方案。此法的主要缺点就是没有考虑资产的时间价值,如一元钱存在银行里的年息为 8%,那么一年后就变成 1.08 元了。就是说一年后的一元钱就不如现在的一元钱值钱,这就是资金的时间价值。但资金的时间价值一般用投资的利润率 I 来确定。如现值 P 的投资利润率为 I , 则 n 年后按复利计算的终值 $F = P(1 + I)^n$ 。反之若已知第 n 年后的终值为 F , 则其现值为

$$P = \frac{F}{(1 + I)^n}, \text{ 其中 } \frac{1}{(1 + I)^n} \text{ 又称折现率。}$$

若每年支付变压器的年运行费用为 A , 资金利润率为 I , 从投资后的第二年作为第一年

开始计算, n 年内的现值系数为:

第一年的运行费 A 折算到现年值为 $A \left(\frac{1}{1+I} \right)$

第二年的运行费 A 折算到现年值为 $A \left(\frac{1}{1+I} \right)^2$

第 n 年的运行费 A 折算到现年值为 $A \left(\frac{1}{1+I} \right)^n$

n 年内各年折现值之和为

$$\begin{aligned} & A \left(\frac{1}{1+I} \right) + A \left(\frac{1}{1+I} \right)^2 + \cdots + A \left(\frac{1}{1+I} \right)^n \\ & = A \left[\frac{1 - \left(\frac{1}{1+I} \right)^n}{I} \right] = PW \cdot A \end{aligned} \quad (17)$$

式中: $PW = \frac{1 - \left(\frac{1}{1+I} \right)^n}{I}$ 为各年折现率之和, 称为现值系数。

将(16)式中年运行费用之和乘以现值系数 PW 即为折现后的总费用, 表示如下:

$$\sum A = z + z \cdot a \% \cdot PW + \Delta P_k (C_d + t \cdot c) \cdot PW + \Delta P_o (C_d + \tau \cdot c) \cdot \left(\frac{S}{S_c} \right)^2 \cdot PW \quad (18)$$

若令: $K_0 = z$ ——变压器的投资费(元)

$K_1 = z \cdot a \% \cdot PW$ ——变压器固定支付费(元)

$K_2 = \Delta P_k (C_d + t \cdot c) \cdot PW$ ——空载损耗费(元)

$K_3 = \Delta P_o (C_d + \tau \cdot c) \cdot PW$ ——铜损耗费(元)

(18) 式就改写成:

$$\sum A = K_0 + K_1 + K_2 + K_3 \left(\frac{S}{S_c} \right)^2$$

每 kVA 的年平均费用为

$$\frac{\sum A}{S} = \frac{K_0}{S} + \frac{K_1}{S} + \frac{K_2}{S} + \frac{K_3 \left(\frac{S}{S_c} \right)^2}{S}$$

每 kVA 年平均费用最小值为

$$\frac{d \left(\frac{\sum A}{S} \right)}{dS} = -\frac{K_0}{S^2} - \frac{K_1}{S^2} - \frac{K_2}{S^2} + \frac{K_3}{S_c^2} = 0$$

用 S^2 乘上式各项得

$$-K_0 - K_1 - K_2 + \frac{S^2}{S_c^2} K_3 = 0$$

$$\beta = \frac{S}{S_c} = \sqrt{\frac{K_0 + K_1 + K_2}{K_3}}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{\frac{1}{PW}z + z \cdot \alpha \% + \Delta P_h(C_d + t \cdot c)}{\Delta P_d(C_d + \tau \cdot c)}} \quad (19)$$

若考虑变压器的无功功率引起的有功损耗时, 每 kVA 的最小费用时的最佳负荷率可表示如下:

$$\beta = \sqrt{\frac{\frac{z}{PW} + z \cdot \alpha \% + (\Delta P_h + KQ_h)(C_d + t \cdot c)}{(\Delta P_d + KQ_d)(C_d + \tau \cdot c)}} \quad (20)$$

当 $\alpha \% = 6.7\%$, $C_d = 72$ 元/kW·h·年, $n = 20$ 年, $I = 10\%$ 时, $PW = 8.51$, $t = 8760$ 小时, $C = 0.2$ 元/kW·h 时, 低损耗变压器在不同 τ 值下, 由(19)式计算得每 kVA 的最小费用的负荷率如表 5 所示。

当收取电费的办法是采用基本电费加电度费的收费办法时, 应将式(16)中最大需量计费的基本电费 C_d 取消。在式(16)中增加基本电费项作为固定费用。用同样的方法可得类似的结果。

表 5 低损耗变压器按式 (19) 在不同 τ 值的 β 值

变压器容量 (kVA)	变压器 价格 (元)	年 平 均 费 用		τ 值 (小时)			
		固定费 (元)	变动费 (元)	5000	4000	3000	2000
SL ₇ -100	3240	1181.49	144 + 0.4 τ	0.74	0.82	0.94	1.12
SL ₇ -200	5160	1936.95	244.8 + 0.68 τ	0.73	0.81	0.92	1.10
SL ₇ -315	6480	2582.75	345.6 + 0.96 τ	0.71	0.79	0.90	1.07
SL ₇ -400	8520	3351.23	417.6 + 1.16 τ	0.72	0.80	0.91	1.10
SL ₇ -500	9120	3653.9	496.8 + 1.38 τ	0.70	0.78	0.89	1.06

3 按经济负荷率选择民用配电变压器容量

3.1 经济负荷率 β 的选用

上面讨论了五种计算变压器经济负荷率的方法。显然方法一和方法二是不能用的, 因为任何实际负荷不是恒定的, 这两种方法仅作为一种理论探讨。方法三虽然考虑了负荷的实际运行情况, 但仅考虑了变压器本身的能量损耗费用, 未考虑变压器本身的价格费用, 而存在考虑因素不全面的问题。方法四和方法五考虑因素较全面, 特别是方法五是一种好方法。现将方法三、四、五的低损耗变压器的经济负荷率列于表 6。由表中看出, 对于最大负荷持续时间为 6500 小时以上的负荷, 其最大负荷损耗时间为 5000 小时, 其变压器负荷率 $\beta \approx 0.7$ 时运行最经济; 最大负荷持续时间 $T_{max} = 3000$ 小时的负荷其最大负荷损耗时间为 2000 小时, 经济负荷率 $\beta \approx 1$ 。由此看出, 变压器的经济负荷率 β 随负荷性质及其 T_{max} 和 τ 而变化的, 在选用经济负荷率 β 时应考虑这一重要特点。

3.2 住宅小区变压器的经济负荷率 β 及其容量选译

由图 1 的住宅小区负荷推算出 $T_{max} \approx 3000$ 小时, 相应的 $\tau \approx 2000$ 小时, 由表 6 查得其经济负荷率 $\beta \approx 1$, 即 $S_e \approx S_j$ 时最经济。

由图1的负荷曲线看出住宅小区的高峰负荷仅在一天的19.30~23.30出现,约四小时,而 $S=S_i$ 的时间仅1.5小时。若 $S_e \approx S_i$,那么0~16点这段期间变压器仍在 $0.25S_e$ 左右运行是否不经济呢?因为在表6的各种计算方法中已考虑了负荷曲线的特点,所以按 $S_e \approx S_i$ 选择的变压器是最经济的。

表6 低损耗变压器按方法三、四、五得的 β 值

额定容量 (kVA)	损耗时间 τ (小时)											
	5000			4000			3000			2000		
	应用计算方法编号											
	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5
SL ₇ -100	0.52	0.62	0.74	0.59	0.70	0.82	0.68	0.81	0.94	0.64	0.99	1.12
SL ₇ -200	0.53	0.62	0.73	0.59	0.69	0.81	0.68	0.80	0.92	0.83	0.97	1.10
SL ₇ -315	0.53	0.61	0.71	0.59	0.68	0.79	0.68	0.78	0.90	0.83	0.96	1.01
SL ₇ -400	0.53	0.61	0.72	0.59	0.69	0.80	0.68	0.79	0.91	0.83	0.97	1.10

住宅小区的用电负荷随着国民经济地发展,人民生活水平地提高,家用电器设备地增加而使用电量增加,按 $S_e \approx S_i$ 选择变压器容量若干年后是否会出现过负荷呢?该因素应在设计时变电所的建筑尺寸按大一级考虑,以便若干年后更换较大容量的变压器。对于用电量增加特别快的居民,可采用特殊的电费政策来给予补偿。

3.3 旅游建筑变压器的经济负荷率 β 及容量选择

图2是一旅游建筑的实测负荷曲线。由保证人们正常生活、工作、学习和娱乐的照明、电力负荷的保障型负荷曲线推算出 $T_{max} \approx 5000$ 小时,由手册查得相应的 $t \approx 3500$ 小时。由表6中查得该类负荷的经济负荷率 $\beta \approx 0.8 \sim 0.9$,故 $S_e \approx S_i / (0.8 \sim 0.9)$ 。

根据制冷负荷曲线的特点和 T_{max} 的物理意义推算出制冷负荷的 $T_{max} \approx 5840$ 小时。与其它各种负荷的 T_{max} 相比较,制冷负荷的 $T_{max} \approx 5840$ 小时是合理的。由手册查得相应的 $\tau \approx 4500$ 小时,从表6中查得经济负荷率 $\beta \approx 0.7 \sim 0.8$ 。按此 β 选择变压器容量在制冷系统工作是经济的。

由于制冷负荷仅在每年的5~9月工作,其余时间为空载。因此制冷负荷应由单独的变压器供电,在空载时将变压器切除,以消除变压器的空载损耗。

4 几点结论

1. 由表6中看出各种类型的负荷由于本身的运行特点不同,因而有不同的 T_{max} 和 τ 值。在选择变压器容量时根据它们的 T_{max} 和 τ 用方法三、四、五分别计算经济负荷率 β 或参考表

6选用经济负荷率 β 值,再由 β 值选用 $S_e \approx \frac{S_i}{\beta}$ 的容量。

2. 按经济负荷率 β 选用的变压器容量的运行方式还应根据负荷地运行特点来确定,才可能保证变压器运行的经济性。

3. 本文的方法不仅适用于民用,对于工业也适用。对于一班制和二班制的工业,应根据

生产特点而采用相应地运行方法，才能保证变压器运行的经济性。

参 考 文 献

- [1] J.P. KOVACS, Economic Considerations of Power Transformer Selection and Operation IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS Vol. IA-16 No.5 Sept./Oct. 1980
- [2] 黄一飞, 变压器经济负荷率确定方法的探讨, 《电力技术》, 1984 No.10
(编辑: 刘家凯)

ECONOMIC LOAD RATE OF DISTRIBUTING TRANSFORMERS

Xie Yongmao Chen Jiaguo

(Department of Mechanical and Electrical Engineering)

ABSTRACT On the basis of the analysis of load operational characteristics, this paper discusses the features of five methods for determining the economic load rate of transformers, and finally suggests a method to choose the economic load rate of the distributing transformers.

KEY WORDS distributing transformer, economic load rate, present value coefficient, year-operational expenditure, year-average expenditure