

中华人民共和国国家标准

企业供配电系统节能监测方法

GB/T 16664—1996

Monitoring and testing method for energy
saving of power supply distribution system of
industrial enterprise

1 主题内容与适用范围

本标准规定了用电单位供配电系统的节能监测内容、监测方法和合格指标。
本标准适用于企业、事业等用电单位供配电系统的节能监测。

2 引用标准

GB/T 3485 评价企业合理用电技术导则
GB/T 13462 工矿企业电力变压器经济运行导则
GB/T 15316 节能监测技术通则

3 企业供配电系统节能监测项目

- 3.1 日负荷率。
- 3.2 变压器负载系数。
- 3.3 线损率。
- 3.4 企业用电体系功率因数。

4 企业供配电系统节能监测方法

- 4.1 监测应在用电体系处于正常生产实际运行工况下进行,测试期为一个代表日(24 h)。
- 4.2 监测所用的仪表应能满足监测项目的要求,仪表必须完好,并应在检定周期之内,电能计量仪表准确度应不低于2.0级。测试仪表、测试条件、测试和计算方法应符合GB/T 3485和GB/T 13462的有关规定。

测试数据每小时准点记录一次。

4.3 日负荷率的测试与计算:

- 4.3.1 用电体系日平均负荷与日最大负荷的数值之比的百分数,即日负荷率 K_t , %。

4.3.2 在测试期内,测算以下参数:

a. 日平均负荷:用电体系在测试期内实际用电的平均有功负荷 P_p , kW,其数值等于实际用电量除以用电小时数。

b. 日最大负荷:用电体系在测试期出现的最大小时平均有功负荷 P_{max} , kW。

4.3.3 用电体系在测试期的日负荷率 K_t (%)按式(1)计算:

$$K_t = \frac{P_p}{P_{max}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

4.4 变压器负载系数的测试与计算

国家技术监督局1996-12-19批准

1997-07-01实施

4.4.1 电力变压器运行期间平均输出视在功率与其额定容量之比,即变压器负载系数 β ,又称变压器平均负载系数。

4.4.2 在测试期内,分别测算每台变压器的下列参数:

- a. 运行时间:变压器投入运行的时间 t, h ;
- b. 有功电量:运行期间变压器负载侧的有功电量 $E_p, kW \cdot h$;
- c. 无功电量:运行期间变压器负载侧的无功电量 $E_q, kvar \cdot h$;
- d. 额定容量:变压器额定容量 S_e, kVA 。

4.4.3 测试期的变压器负载系数 β 按式(2)计算:

$$\beta = \frac{S}{S_e} \dots\dots\dots(2)$$

式中: S ——变压器平均输出视在功率, kVA,按式(3)计算:

$$S = \frac{\sqrt{(E_p)^2 + (E_q)^2}}{t} \dots\dots\dots(3)$$

4.4.4 变压器负载系数也可以用以下方法测算其近似值:

- a. 分别测算每台变压器运行时负载侧的均方根电流 I_2, A ;
- b. 记录每台变压器负载侧额定电流 I_{2e}, A ;
- c. 变压器负载系数 β 按式(4)计算:

$$\beta \approx \frac{I_2}{I_{2e}} \dots\dots\dots(4)$$

4.4.5 变压器综合功率损耗率最低时,其输出视在功率与额定容量之比,即变压器综合功率经济负载系数 β_z ,计算方法见附录A。

4.5 线损率的测试与计算:

4.5.1 供给用电体系的电量由体系受电端经变电站(所)至低压供配电线路末端所损耗的电量之和占体系总供给电量的百分数,即线损率 $\alpha, \%$ 。

4.5.2 在测试期内,测算以下参数:

- a. 用电体系实际总供给电量 $E_r, kW \cdot h$;
- b. 每台变压器的损耗 $\Delta E_s, kW \cdot h$,计算方法见附录B;
- c. 每条线路的损耗 $\Delta E_{sx}, kW \cdot h$,计算方法见附录B;
- d. 电气仪表元件的损耗 $\Delta E_y, kW \cdot h$ 。

ΔE_y 在现场监测时,允许忽略不计。

4.5.3 测试期的线损率 $\alpha(\%)$ 按式(5)计算:

$$\alpha = \frac{\sum_1^{n_1} \Delta E_s + \sum_1^{n_2} \Delta E_{sx}}{E_r} \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

式中: n_1 ——变压器台数;

n_2 ——线路条数。

4.6 企业用电体系功率因数的测试与计算:

4.6.1 用电体系有功功率与视在功率之比,即功率因数;以用电体系有功电量与无功电量为参数计算而得的功率因数,即企业用电体系功率因数 $\cos\phi$,又称企业用电体系加权平均功率因数。

4.6.2 在测试期内,测算以下参数:

- a. 供给用电体系的总有功电量 $E_{rp}, kW \cdot h$;
- b. 供给用电体系的总无功电量 $E_{rq}, kvar \cdot h$ 。

4.6.3 测试期的企业用电体系功率因数 $\cos\phi$ 按式(6)计算:

$$\cos\phi = \frac{E_{rp}}{\sqrt{(E_{rp})^2 + (E_{rq})^2}} \dots\dots\dots(6)$$

4.6.4 当备有功率因数表时,可直接读取功率因数 $\cos\phi$ 的值。

5 企业供配电系统节能监测合格指标

5.1 日负荷率应符合以下要求:

- a. 对于连续性生产的企业, $K_t \geq 90\%$;
- b. 对于三班制生产的企业, $K_t \geq 80\%$;
- c. 对于二班制生产的企业, $K_t \geq 55\%$;
- d. 对于一班制生产的企业, $K_t \geq 30\%$ 。

5.2 变压器负载系数应符合以下要求:

- a. 对于变压器单台运行时, $\beta_2 \leq \beta \leq 1$;
- b. 对于有两台或两台以上变压器并列运行时,应按设计的经济运行方式运行。

5.3 线损率应符合以下要求:

- a. 对于一次变压, $\alpha < 3.5\%$;
- b. 对于二次变压, $\alpha < 5.5\%$;
- c. 对于三次变压, $\alpha < 7\%$;
- d. 用电体系中单条线路的损耗电量应小于该线路首端输送的有功电量的 5%。

5.4 企业用电体系功率因数应符合以下要求:

企业用电体系功率因数 $\cos\phi \geq 0.9$ 。

6 企业供配电系统节能监测结果评价

6.1 本标准规定的供配电系统节能监测指标是监测合格的最低标准。监测单位应以此作出合格或不合格的评价(见附录 C)。

全部监测指标同时合格,方可视为“节能监测合格企业供配电系统”。

6.2 对监测不合格者,监测单位应作出能源浪费程度的分析评价和提出改进、处理意见。

附录 A
变压器综合功率经济负载系数的计算方法
(补充件)

变压器综合功率经济负载系数按式(A1)计算:

$$\beta_z = \sqrt{\frac{P_o + K_Q Q_o}{P_k + K_Q Q_k}} \dots\dots\dots (A1)$$

- 式中: β_z ——变压器综合功率经济负载系数;
 P_o ——变压器空载损耗, kW;
 Q_o ——变压器励磁功率, kvar, 按式(A2)计算;
 P_k ——变压器额定负载损耗, kW;
 Q_k ——变压器额定负载漏磁功率, kvar, 按式(A3)计算;
 K_Q ——无功经济当量, kW/kvar, 其值取 0.02。

变压器励磁功率为:

$$Q_o = I'_o \cdot S_e \dots\dots\dots (A2)$$

- 式中: I'_o ——变压器空载电流百分数, %。 $I'_o = (I_o/I_e) \times 100$;
 I_o ——变压器空载电流, A;
 I_e ——变压器额定电流, A;
 S_e ——变压器额定容量, kVA。

变压器额定负载漏磁功率为:

$$Q_k = U'_k \cdot S_e \dots\dots\dots (A3)$$

- 式中: U'_k ——变压器短路电压百分数, %。 $U'_k = (U_k/U_e) \times 100$;
 U_k ——变压器短路电压, V;
 U_e ——变压器额定电压, V。

变压器特性参数 P_o, P_k, I_o, U_k 由设备档案、铭牌或产品手册中查得。

附录 B
变压器损耗和线路损耗的计算方法
(补充件)

B1 变压器损耗的计算

每台变压器的损耗按式(B1)计算:

$$\Delta E_s = \Delta E_o + \Delta E_k \dots\dots\dots (B1)$$

- 式中: ΔE_s ——变压器损耗, kW·h;
 ΔE_o ——变压器空载损耗有功电量, kW·h, 按式(B2)或(B3)计算;
 ΔE_k ——变压器负载损耗有功电量, kW·h, 按式(B4)计算。

变压器空载损耗有功电量为:

$$\Delta E_o = P_o \left(\frac{U_1}{U_e} \right)^2 t \dots\dots\dots (B2)$$

或:

$$\Delta E_0 \approx P_0 t \quad \dots\dots\dots (B3)$$

式中: P_0 ——变压器空载损耗, kW;
 U_1 ——变压器运行电压(平均值), V;
 U_e ——变压器额定电压, V;
 t ——变压器投入运行时间, h。

变压器负载损耗有功电量为:

$$\Delta E_k = P_k \beta^2 t \quad \dots\dots\dots (B4)$$

式中: P_k ——变压器额定负载损耗, kW;
 β ——变压器负载系数。

B2 线路损耗的计算

每条线路的损耗按公式(B5)计算:

$$\Delta E_{sx} = m I_i^2 R t_i \cdot 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (B5)$$

式中: ΔE_{sx} ——每条线路的损耗, kW·h;
 m ——相数系数, 单相 $m=2$, 三相 3 线 $m=3$, 三相 4 线 $m=3.5$;
 I_i ——线路中电流的均方根值, A;
 R ——每相导线的电阻, Ω , 按式(B6)计算;
 t_i ——线路运行时间, h。

每相导线的电阻为:

$$R = R_{20} L (1 + \gamma_1 + \gamma_2) \quad \dots\dots\dots (B6)$$

式中: R_{20} ——在温度 20℃ 时每千米导线的电阻值, Ω/km , 由线缆手册查取;
 L ——线路导线长度, km;
 γ_1 ——环境温度对电阻值的修正系数, 按式(B7)计算;
 γ_2 ——导线负荷电流引起的温升对电阻值的修正系数, 按式(B8)或(B9)计算。

修正系数 γ_1 为:

$$\gamma_1 = 0.004 (T - 20) \quad \dots\dots\dots (B7)$$

式中: T ——测试期 t_i 内的平均环境温度, °C。

修正系数 γ_2 为:

$$\gamma_2 = 0.004 (T_x - 20) \left(\frac{I_i}{K I_x} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (B8)$$

或:

$$\gamma_2 \approx 0.2 \left(\frac{I_i}{1.05 I_x} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (B9)$$

式中: T_x ——导线最高允许温度, °C; 裸导线 $T_x=70^\circ\text{C}$, 绝缘导线 $T_x=65^\circ\text{C}$, 1~3 kV 电缆 $T_x=80^\circ\text{C}$, 6 kV 电缆 $T_x=65^\circ\text{C}$, 10 kV 电缆 $T_x=60^\circ\text{C}$;

I_x ——环境温度为 25℃ 时, 导线的允许载流量, A, 由线缆手册查取;

K ——温度换算系数, 可按式(B10)计算, 一般取 $K \approx 1.05$ 。

$$K = \sqrt{\frac{T_x - 20}{T_x - 25}} \quad \dots\dots\dots (B10)$$

附加说明：

本标准由国家经贸委资源节约综合利用司、国家技术监督局标准化司提出。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会能源管理分委员会技术归口。

本标准由电子工业部节能监测中心负责起草。

本标准起草人严海若、叶元乔、席红延、梁玉江、马大力。