



中华人民共和国国家标准

GB/T 17211—1998
eqv IEC 905:1987

干式电力变压器负载导则

Loading guide for dry-type power transformers

1998-01-20 发布

1998-10-01 实施

国家技术监督局 发布

前 言

本标准等效采用 IEC 905:1987《干式电力变压器负载导则》及其第一号修改单(1991 年)。

本标准给出了符合 GB 6450—86《干式电力变压器》的空气自冷干式电力变压器允许负载的计算方法,并以图标示出在规定条件下的允许负载曲线。

本标准中的图 1(即供编制计算机程序用的负载图)采用了 GB/T 15164—94《油浸式电力变压器负载导则》(idt IEC 354:1991)中的图 D1。

本标准计算年寿命损失的公式(6)中第二个求和式里的标记符号 $L_{(n)}$ 有别于 IEC 905。IEC 905 是以符号 L_n 标记,与公式(5)计算负载 K_n 在持续时间 t_n 内所引起的日寿命损失分量 L_n 相混淆,故本标准公式(6),以标记符号 $L_{(n)}$ 替换 L_n ,以示区别。

按图 1 所示的环境温度曲线模式,将 IEC 905 的公式(5)及公式(6)进行了调整。从而对第 5 章的计算机程序框图也进行了相应的修正。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国变压器标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:沈阳变压器研究所、保定变压器厂、北京变压器厂、顺德特种变压器厂。

本标准参加起草单位:沈阳第二变压器厂、上海变压器厂、江西变电设备总厂、宁波环氧变压器厂、福州变压器厂、三门变压器厂、电力部电力科学研究院、武汉高压研究所。

本标准主要起草人:王秀春、彭桂先、石肃、曾庆赣。

本标准参加起草人:刘大为、魏胜章、朱建荣、叶新明、何镇浩、葛惠源、凌愍、任晓红。

本标准于 1998 年 1 月首次发布。

本标准委托沈阳变压器研究所负责解释。

IEC 前言

本标准由国际电工委员会第 14(电力变压器)技术委员会(IEC TC14)提出。
本标准是基于以下文件制定的：

六个月法	表决报告
14(中办)60	14(中办)63

表决的详细情况见以上的表决报告。
本标准引用了以下 IEC 出版物：
IEC 76-1:1976 电力变压器 第一部分 总则
IEC 726:1982 干式电力变压器

中华人民共和国国家标准

干式电力变压器负载导则

GB/T 17211—1998
eqv IEC 905:1987

Loading guide for dry-type power transformers

1 范围

本标准适用于符合 GB 6450《干式电力变压器》规定的,且按本标准第 6 章的限制而运行的空气自冷式干式电力变压器。本标准按六种绝缘等级并分别以相应绝缘材料的温度等级给予规定。

由于各不相同的绝缘材料和结构,可以组成各种绝缘系统,故本标准以两部分提出一般性的负载建议。

第一部分,不提出负载建议,而是给出计算负载状况的方法。计算用的各参数均是以某种特殊结构和/或以某种绝缘系统的样机试验结果而给出的,此种算法,可用计算机程序计算。

第二部分,除绝缘材料的温度限值(见表 1)及外部环境的温度外,不论其绝缘系统或结构如何,均假定各参数是常数,由此得到各负载曲线。

本标准指出了干式电力变压器在不超过绝缘热老化的允许限值下如何运行的原则。绝缘热老化的允许值是以干式电力变压器在额定运行条件及外部环境温度为基准温度下运行的过程中,绝缘发生热损坏时确定的。

2 目的^{1]}

本标准的目的是给出允许负载的计算方法,并以图标示出规定条件下以额定电流倍数表示的允许负载。此外,还指导用户为新(或已有)设施选择变压器的额定容量。

本标准取外部环境温度为 20℃ 为基准温度,同时也分别列出环境温度为 10℃ 和 30℃ 时的相应规定。允许外部环境温度与这些温度有所偏离,只要变压器在较高的外部环境温度下运行中所增加的寿命损失能被在较低的外部环境温度下运行中减少的寿命损失所补偿。

实际上,变压器并非经常处在额定电流(满负荷)下连续运行,本标准考虑到环境温度的季度性变化,推荐出日周期负载图。本标准是将由热效应引起的实际日寿命损失与正常的日寿命损失进行对比。所谓正常的日寿命损失,乃是指在外环境温度为 20℃ 下,干式变压器在额定电压及额定电流下运行时所产生的日寿命损失。

图 5(1)~图 5(12)中的负载曲线,给出了在下述两种条件下以及绕组绝缘系统温度等级分别为 105℃、120℃、130℃、155℃、180℃ 及 220℃ 时所产生的正常日寿命损失的允许负载系数。

a) 不同外部环境温度下的连续负载;

b) 不同外部环境温度下的周期性负载。

注:假定变压器有足够的通风能力,由超铭牌额定值负载引起的寿命损失增加,对冷却空气的温度变化无多大影响。

采用说明:

1] 为与 IEC 905 的章序号保持一致,本标准第 2 章直接采用了 IEC 905 第 2 章的条文 标准中所引用的相关标准,均在前言中进行了说明。

3 符号

本标准使用了以下符号：

- a——环境(外部冷却空气)的下标符号；
- c——在额定电流及外部环境基准温度条件下的绕组热点的下标符号；
- cc——按本标准许可的绕组最高热点的下标符号；
- d——寿命损失加倍率的下标符号；
- e——任一负载电流下,关于绕组平均温度的稳态值的下标符号；
- i——任一负载电流下,关于绕组平均温度的初始值的下标符号；
- j——一年内天数($1 \leq j \leq 365$)的整数变量；
- $K_1, K_2, \dots, K_n, \dots, K_N$ ——为额定电流倍数的负载电流；
- m——绕组平均温升最高值的下标符号(因此,对连续额定电流: $\Delta\theta_{mr} = \Delta\theta_c/Z$;对短时间超过额定电流: $\Delta\theta_m = \Delta\theta_{cc}/Z$,在此期间内,其寿命损失率比正常寿命损失率要大)；
- n——日负载周期中的任一期间的下标符号；
- q——K 的指数,用它表示平均温升随负载电流变化而变化的关系；
- r——额定值的下标符号；
- t——时间, h；
- t_b ——在任一负载电流 K_1 下的持续时间($t_b \geq 24 - t_p$), h；
- t_p ——在任一负载电流 K_2 下的最大允许持续时间, h；
- $t_1, t_2, \dots, t_n, \dots, t_N$ ——各负载条件下的持续时间, h；
- w——绕组的下标符号；
- wh——绕组热点的下标符号；
- A——日平均环境温度的年变化最大幅值(假设是按正弦变化), K；
- B——环境温度的日变化最大幅值(假设是按正弦变化), K；
- $TX^{[1]}$ ——一天中环境温度最高的时刻,如 14:30,则 $TX=14.5$ ；
- $DX^{[1]}$ ——一年中环境温度最高的一天,如 7 月 15 日,则 $DX=196.0$ ；
- I——用安培表示的负载电流(任一值), I_r = 额定电流；
- k——表示在某一负载持续期 t_n (计算是对此进行的)开始前的任一负载持续期的序数下标符号；
- L——寿命损失, h；
- L_n ——负载 K_n 在持续时间 t_n 内所引起的日寿命损失分量, h；
- L_{an} ——年寿命损失, h；
- L_R ——寿命损失的相对比值；
- N——一天内不同负载期间的个数；
- $M^{[1]}$ ——一年内具有不同日负载周期的阶段个数；
- T——在某一负载持续期 t_n (计算是对此进行的)开始前的各负载期间 t_k 的总和；
- Z——热点温升与绕组平均温升的比值(参阅对下标符号 m 的解释)；
- α ——用以决定相对寿命损失率的任意变量(系数)；
- $\Delta\theta$ ——温升, K；
- ϵ ——估计 24 h 周期中开始时热点温度的准确系数；
- θ ——温度, $^{\circ}\text{C}$ ；

采用说明：

1] 按本标准编制的要求,增加的符号。

- θ_{ad} ——日平均环境温度,℃;
 θ_{ay} ——年平均环境温度,℃;
 τ ——在额定电流下的绕组热时间常数,h。

第一篇 温度和寿命损失的计算方法

4 温度及寿命损失计算的基础

4.1 引言

干式变压器的寿命与其绝缘因热老化引起的损坏有关。经验表明:一台变压器的正常寿命是几十年,然而,却不能准确地计算出具体寿命。即使是完全相同的变压器,由于它们的运行因素各异,其寿命也是不相同的。

实际上,变压器在额定电流下连续运行的状况是不常见的,所以应考虑各种运行条件对绝缘热损坏率波动的影响。

因而,有必要作出如下规定:

- 正常预期寿命是额定负载电流和绕组绝缘额定热点温度的函数;
- 把绕组热点温度的增加与绝缘损坏率的增加联系起来;
- 对于因负载周期、负载电流及环境温度变化而引起的绕组热点温度变化,应规定计算方法,以计算绕组热点温度变化对变压器绝缘热老化的影响;
- 将在负载周期内各因素综合作用下的实际寿命损失与正常寿命损失加以对比。然后,对负载周期内的任何参数都可进行调整,以得到变压器的正常使用寿命。

4.2 计算中所用的参数

4.2.1 温度限值见表1。

表1 温度限值

绝缘系统的温度等级 ℃	绕组热点温度,℃		额定电流下绕组平均 温升 $\Delta\theta_{wr}$ 的限值 K
	额定值 θ_c	最高允许值 θ_{cc}	
105(A)	95	140	60
120(E)	110	155	75
130(B)	120	165	80
155(F)	145	190	100
180(H)	175	220	125
220(C)	210	250	150

4.2.2 参数 θ_c ,用于计算寿命损失。在某运行条件下,当允许超过该正常寿命损失的温度水平值时,可以施加较大的超铭牌额定值负载,以使热点温度明显地高于 θ_c ,此时,用 θ_{cc} 表示热点温度的绝对限值。若超出此温度限值(即 θ_{cc}),则绝缘的损坏率将大得不能允许(见表1的 θ_c 和 θ_{cc})。

4.2.3 参数 θ_a 的数值乃是指热点温度每增加此值时,变压器绝缘寿命损失将加倍。

4.2.4 计算寿命损失水平需要的基本数据乃是最热点处的温度,为此,需确定最热点处在每一负载条件及环境温度下的温升。目前,至少有两种求热点温升的计算方法:

- $\Delta\theta_{whn}$ 可由在负载 K_n 下的温升试验确定;
- 利用公式

$$\Delta\theta_{whn} = Z \cdot \Delta\theta_{wr} \cdot K_n^q \quad \dots\dots\dots (1)$$

此时,必须已知 Z 、 $\Delta\theta_{wr}$ 和 q 的值。

只要有可能,最好由试验求得 $\Delta\theta_{whn}$ 。这样,能避免某些与 q 值及参数 Z 的真实性有关的误差。经验

表明:根据变压器的型式以及运行时负载电流水平, q 和 Z 可取不同的值。

注:对某些绕组的结构型式,可只在样机上确定 $\Delta\theta_{whn}$ 。

以试验结果为依据,可作出 $\Delta\theta_{wh}=f(K)$ 曲线,该曲线可用于确定对应于每个 K_n (K_n 为计算中所必须的数据)的 $\Delta\theta_{whn}$ 。

4.2.5 将样机在不同负载条件下进行温升试验,获得的数据:

τ ——热时间常数, h;

注:所考虑的绕组,指具有最小时间常数的绕组。

$\Delta\theta_{wr}$ ——在额定值下的绕组平均温升;

$\Delta\theta_{wh}=f(K)$ ——在规定条件下,最热点温升与负载的函数关系。

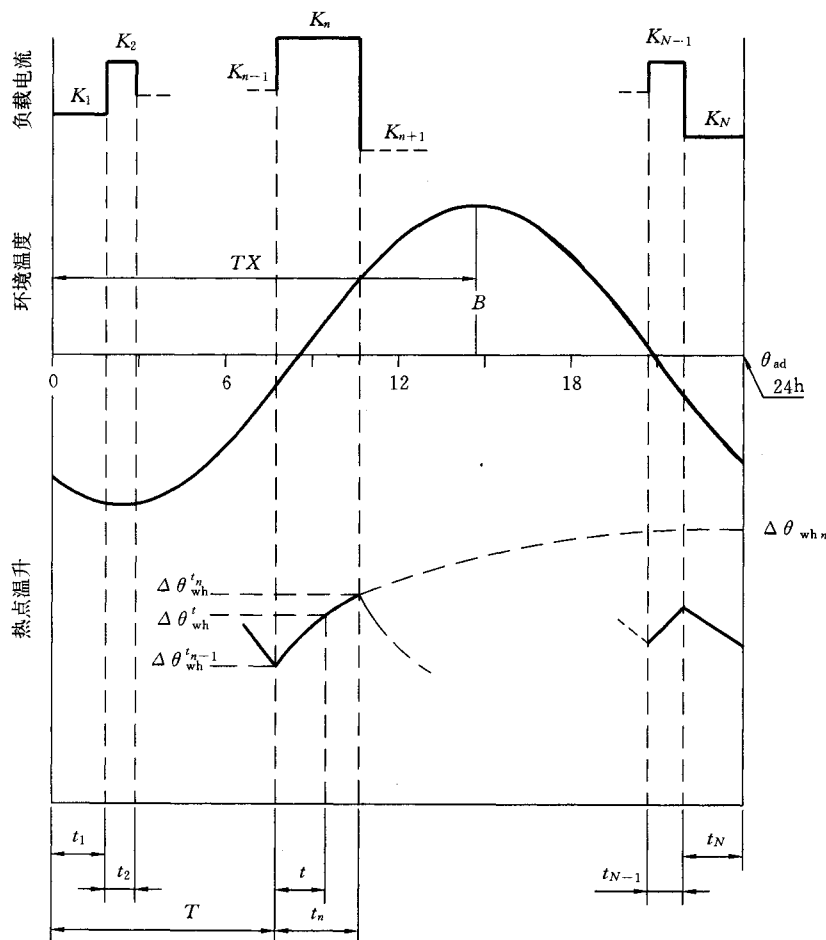
4.2.6 在绝缘系统模型上进行热老化试验,获得的数据:

θ_c ——绝缘系统具有正常寿命损失的热点温度;

θ_{cc} ——最高热点温度,超过此温度,则绝缘损失率将大到不能允许的程度;

θ_d ——绝缘寿命直线的斜率,恒等于寿命损失率加倍的温度增加值。

4.2.7 与使用条件有关的数据(见图 1):



注:任一时刻下,绕组热点温度等于 $\Delta\theta_{wh}^t + \theta_a^{[2]}$ 。

图 1 编制计算机程序用的负载图^{1]}

采用说明:

1] 此负载图是按 GB/T 15164—94 日环境温度规律绘制的。

2] IEC 905 中为 $\Delta\theta_{wh}^t + \theta_{ad}$, 从图 1 中可见应为 $\Delta\theta_{wh}^t + \theta_a$ 。

θ_{ad} ——日平均环境温度,℃;

θ_{ay} ——年平均环境温度,℃;

A ——日平均环境温度的年变化最大幅值(假设按正弦变化),K;

B ——日环境温度的变化最大幅值(假设按正弦变化),K;

TX ——一天中环境温度最高的时刻(如:14:30,则 $TX=14.5$);

DX ——一年中环境温度最高的那一天(如:7月15日,则 $DX=196.0$);

$K_1, K_2, \dots, K_n, \dots, K_N$ ——各负载条件;

$t_1, t_2, \dots, t_n, \dots, t_N$ ——每一负载条件下的持续时间,h;

N ——一天内不同负载期间的个数;

M ——一年中具有不同日负载周期的阶段个数。

4.3 计算公式

4.3.1 对于负载条件 K ,在其持续时间 t 终了时,最热点的温升用下述公式计算:

$$\Delta\theta_{wh}^t = \Delta\theta_{wh}^{t_{n-1}} + (\Delta\theta_{whn} - \Delta\theta_{wh}^{t_{n-1}})(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \dots\dots\dots (2)$$

即,

$$\Delta\theta_{wh}^t = \Delta\theta_{whn} + (\Delta\theta_{wh}^{t_{n-1}} - \Delta\theta_{whn})e^{-\frac{t}{\tau}} \dots\dots\dots (3)$$

式中的 $\Delta\theta_{whn}$ 可通过公式

$$\Delta\theta_{whn} = Z \cdot \Delta\theta_{wr} \cdot K_n^q \dots\dots\dots (4)$$

求得;也可从函数 $\Delta\theta_{wh} = f(K)$ (此函数是由试验得到的)求出。

对于每一个持续期 t_n 终了时的温升,可令 $t=t_n$,用同一公式求得。

4.3.2 负载 K_n 在持续时间 t_n 内所引起的日寿命损失分量 L_n 用下式计算:

$$L_n = \int_T^{T+t_n} e^{\frac{\ln 2}{\theta_d} [\Delta\theta_{wh}^t + B \cos \frac{2\pi}{24} (T+t-TX) + \theta_{ad} - \theta_c]} dt \dots\dots\dots (5)^{1)}$$

式中: $T = \sum_{k=1}^{n-1} t_k$

年寿命损失 L_{an} 乃是由负载在持续时间 t_1 到 t_N 所引起的日寿命损耗经 365 天的累计总和求出。

$$L_{an} = \sum_{j=1}^{365} e^{\frac{\ln 2}{\theta_d} [\theta_{ay} + A \cos \frac{2\pi}{365} (j-DX)]} \sum_{n=1}^N L_{(n)} \dots\dots\dots (6)^{2)}$$

式中: $L_{(n)} = \int_T^{T+t_n} e^{\frac{\ln 2}{\theta_d} [\Delta\theta_{wh}^t + B \cos \frac{2\pi}{24} (T+t-TX) - \theta_c]} dt$

$$T = \sum_{k=1}^{n-1} t_k$$

然后,将 L_{an} 与正常寿命损失 L_{normal} 进行比较。

$$L_{normal} = 24 \times 365 \times e^{\frac{\ln 2}{\theta_d} (\Delta\theta_{whr} + 20 - \theta_c)} \dots\dots\dots (7)$$

$$L_{normal} = 24 \times 365 \times 1 = 8\,760 \text{ h}$$

4.4 以正常寿命损失为基础,确定变压器在给定负载图下的超铭牌额定值负载。

图 1 示出了以一组不同负载构成的负载图,其幅值可用一通用的系数来调整。

初始负载图下的寿命损失及相对寿命损失 L_R ,采用按第 5 章给出的计算方法,编制计算程序进行计算。

若 L_R 小于 1,可由此计算变压器所能承受的超铭牌额定值负载。

令 $K'_1, K'_2, \dots, K'_N$ 等于 $\alpha K_1, \alpha K_2, \dots, \alpha K_N$,而 $t_1, t_2, \dots, t_N$ 维持不变,进行计算。

采用说明:

1] 公式(5)按图 1 的负载图而得。

2] 公式(6)以 $L_{(n)}$ 代替了 IEC 905 中的 L_n ,并给 $L_{(n)}$ 以定义。

设系数 α 略大于 1 (例如 $\alpha=1.1$)。

计算出相对寿命损失率仍小于 1 时,则应用 α 再加 0.1 代替 α ,重新计算,直到在新的 α 下 $L'_R \geq 1$ 时为止。

允许的超铭牌额定值负载乃是由以上计算过程中所采用的一系列 α 值中倒数第二个 α 值。

在初始计算中,若相对寿命损失率 L'_R 大于 1,则应用较低的 α 值 (例如 $\alpha=\alpha-0.01$ 等),重新计算。

计算重复进行,直到相对寿命损失率 L'_R 等于或略小于 1 时止,此时的 α 值即是所求。

注:如果某一运行期间内的寿命损失可超过“正常”水平时,亦可用同样的方法计算。此时用大于 1 的 L_R 。

4.5 在给定寿命损失的前提下,用简化负载图确定变压器的超铭牌额定值负载(负载值或负载时间)

负载图包括 K_1 和 K_2 两个负载电流 (如图 2 所示)。

假定 24 h 内的环境温度不变。

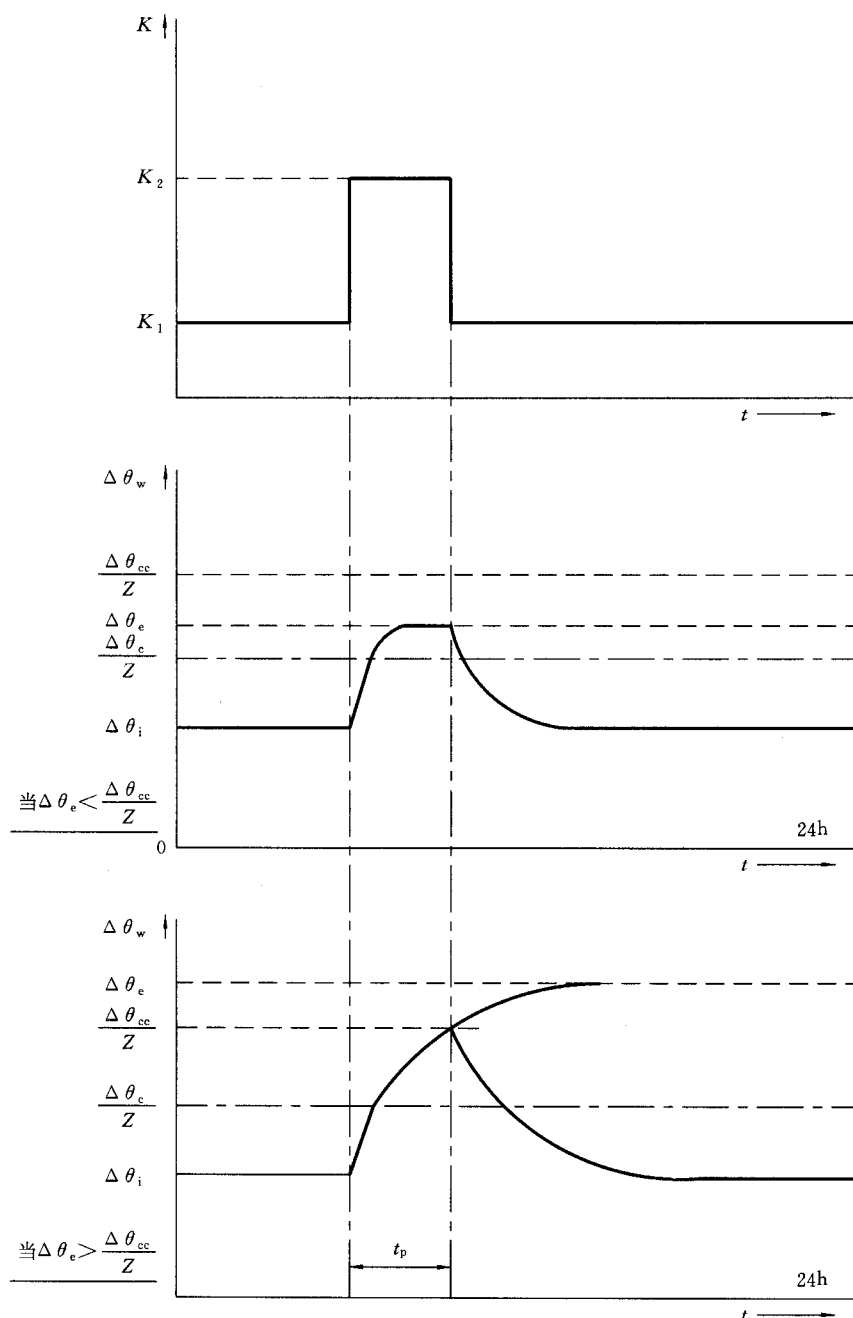


图 2 简化负载图(用于日周期性负载及相应的绕组平均温升)

4.5.1 对给定的 K_1 , 计算负载 K'_2 的持续时间

按第 5 章的计算方法, 经计算程序进行初始的计算, 确定负载在 $K_1 t_1$ 及 $K_2 t_2$ 条件下的寿命损失。

将超铭牌额定值负载固定在 K'_2 , 对应于持续时间 t_1 和 t_2 , 计算 L_1 和 L'_2 , 得到的寿命损失 $(L_1 + L'_2)$ 比初始的寿命损失 $(L_1 + L_2)$ 大。

将 t_2 减小到 $(t_2 - \Delta t)$ [意味着 t_1 增大到 $(t_1 + \Delta t)$], 计算 L'_1 和 L'_2 , 得到的 L' 值比 $(L_1 + L'_2)$ 要低。

如此重复计算, 直到 L' 等于或略小于 L 。此时所得到的 t_2 便是在超铭牌额定值负载 K'_2 下允许持续时间。

4.5.2 对给定 K_1 和 t_1 , 求持续时间 t_2 的超铭牌额定值负载 K'_2

在已知 K_1 、 t_1 及 t_2 的条件下, 求 K'_2 的计算方法按照 4.4 的规定程序。系数 α 求出后, 再乘以 K_2 即为所求的 K'_2 。

5 基本寿命损失的计算方法

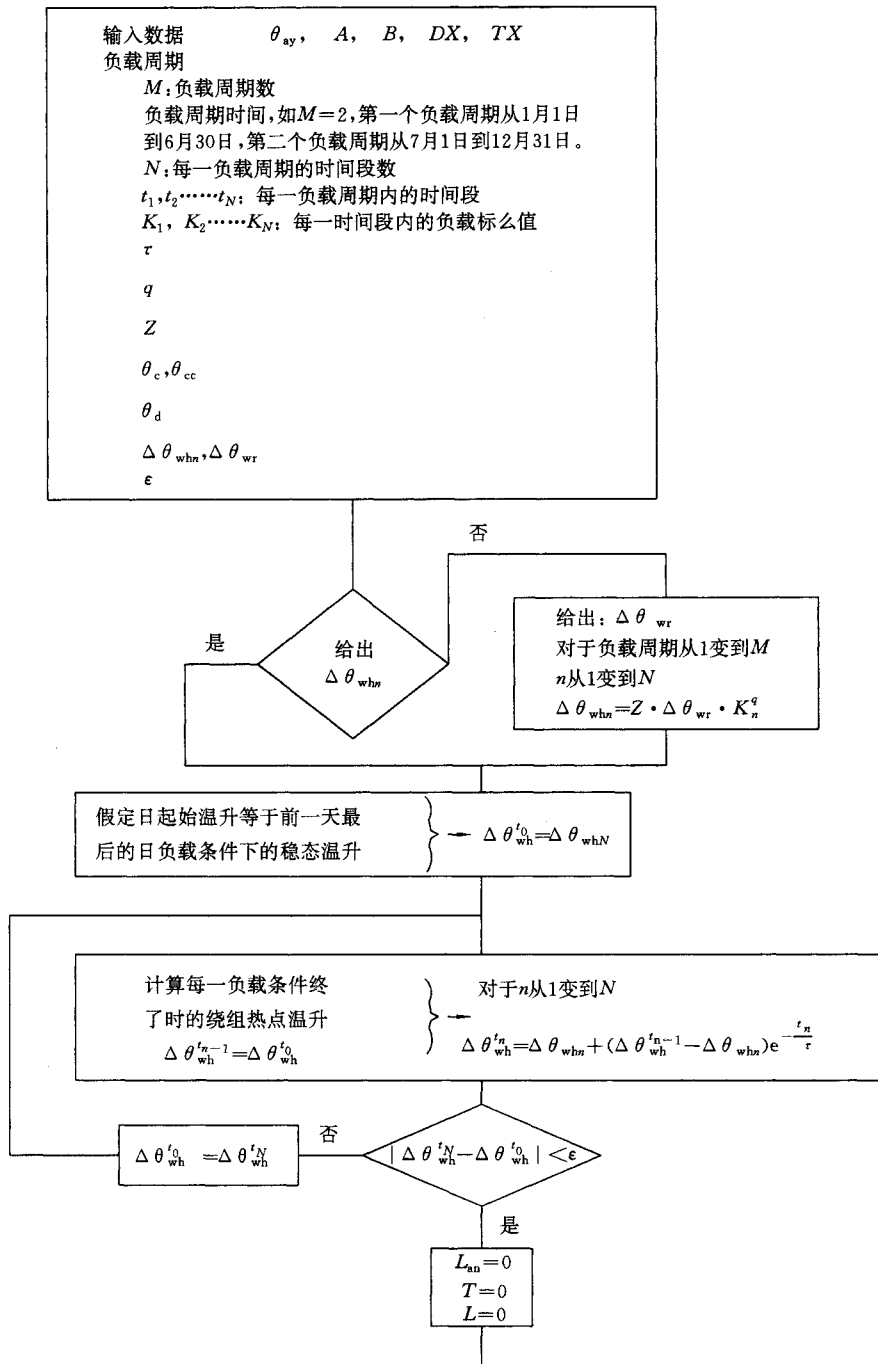
变压器基本寿命损失的计算, 可用图 3 所示的计算机程序计算(见 4.4 及 4.5.1 的规定)。

6 限制

6.1 对正常的周期性负载, 其负载电流不超过 1.5 倍的额定值。

6.2 热点温度限制到各自绝缘系统温度等级所规定的 θ_{cc} 值(见表 1)。

6.3 由空载损耗引起绕组的温升可忽略不计。当外施电压超过额定电压时, 应按 GB 6450—86 的 2.1.4 有关规定加以限制。

图3 计算基本寿命损耗的算法¹⁾

采用说明:

1) 按公式(5)、公式(6)和图1,对 IEC 905 的图3 进行相应的调整。

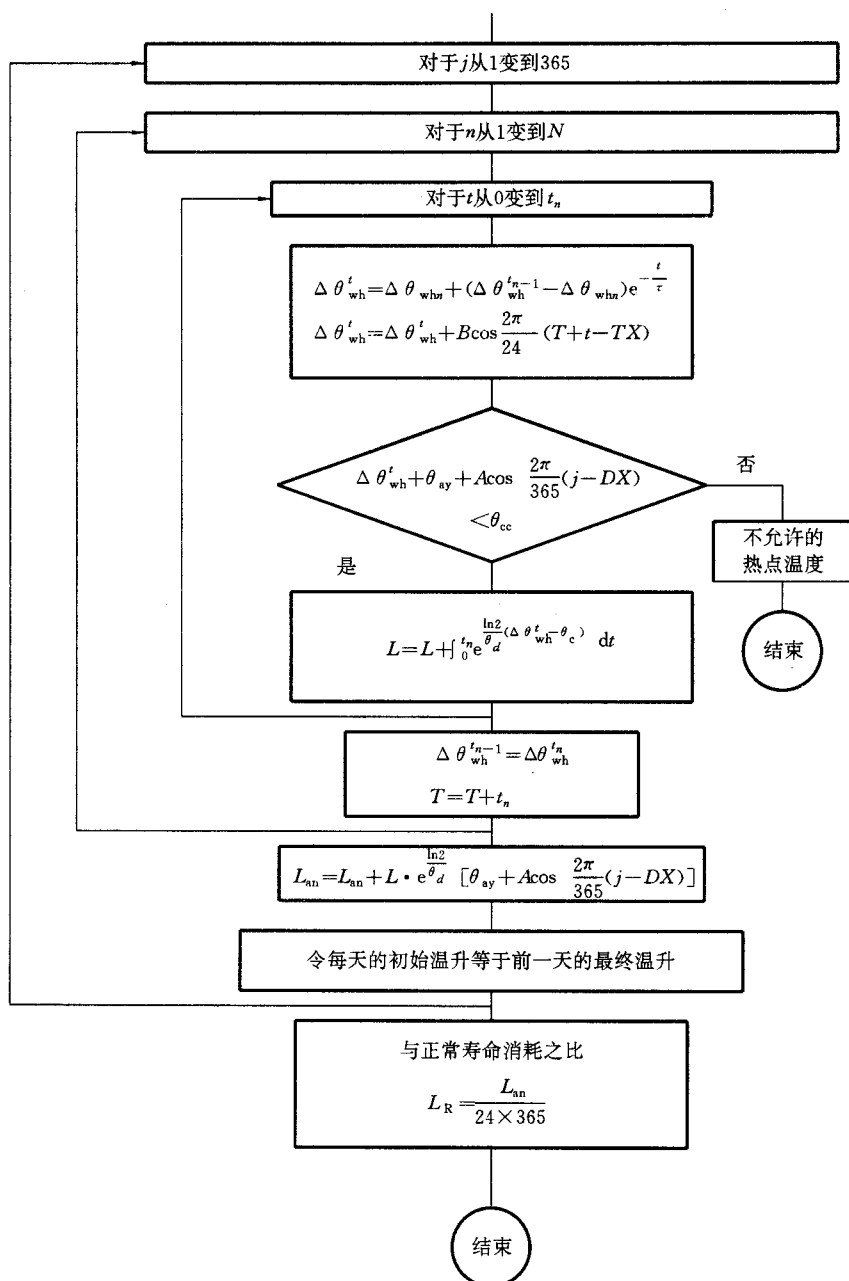


图 3(完)

第二篇 负载曲线

7 负载曲线的绘制基础

7.1 典型负载图

采用图 2 所示的日(按 24 h 计)周期性负载的简化负载图:

- 初始负载电流 $K_1 = I_1/I_r$;
- 随后是持续时间为 t_p 的负载电流 $K_2 = I_2/I_r$;
- 再回到原来的初始负载电流 K_1 , 持续时间为 $(24 - t_p)$ 。

7.2 负载曲线的参数

在编制负载曲线时,对于各绝缘系统温度等级,均用如下的假定值:

$$\theta_{ay} = 10^\circ\text{C}, 20^\circ\text{C}, 30^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 0 \\
 B &= 0 \\
 \tau &= 0.5 \text{ h 及 } 1.0 \text{ h}^{1)} \\
 q &= 1.6 \\
 Z &= 1.25 \\
 \theta_a &= 10 \text{ K} \\
 N &= 2
 \end{aligned}$$

8 选择负载曲线的实例

对于任何简化负载图(如 7.1 所述的),均应以恰当的绕组热时间常数 τ 和环境温度 θ_a 来选择与绝缘系统温度等级相应的负载曲线,若实际的环境温度 θ_a 位于两负载曲线之间时,则选择略超过实际环境温度的那个 θ_a 温度的曲线,或选择两相邻曲线之间的内插值。

例 1:确定允许的负载电流

1 000 kVA 空气自冷干式变压器,额定电流 1 444 A,绝缘系统温度等级为 155℃,绕组热时间常数为 0.5 h,初始负载电流 722 A。求在环境温度 20℃下,2 h 的允许负载电流。

已知: $\tau=0.5 \text{ h}$; $\theta_a=20^\circ\text{C}$; $K_1=722/1\,444$; $t_p=2 \text{ h}$ 。

按已知负载条件,查图 5(7),得 $K_2=1.23$

因此,2 h 允许负载电流为 1 776 A ($1\,444 \times 1.23$),在日(24 h)负载周期中的其余时间里,负载电流仍为 722 A。

例 2:确定适合于如下负载条件的变压器容量

$\theta_a=10^\circ\text{C}$,绝缘系统温度等级为 155℃,绕组热时间常数为 0.5 h,要求变压器每天供给 2 020 A,4 h,并在其余 20 h 供给 1 444 A。

$$I_2/I_1 = 2\,020/1\,444 = 1.4 \text{ (即 } K_2/K_1 = 1.4 \text{ 见图 4)}$$

根据图 5(7),得 $t_p=4 \text{ h}$ 的曲线与 $K_2/K_1=1.4$ 直线的交点坐标: $K_2=1.175$; $K_1=0.84$ 。

因此,等效连续电流 $= 2\,020/1.175 = 1\,444/0.84 = 1\,720 \text{ A}$ 。

所以,对空载二次电压 400 V 的三相变压器,需具有的容量:

$$\sqrt{3} \times 400 \times 1\,720 \times 10^{-3} = 1\,192 \text{ kVA}$$

取标准容量(向上项标准容量靠)为 1 250 kVA。

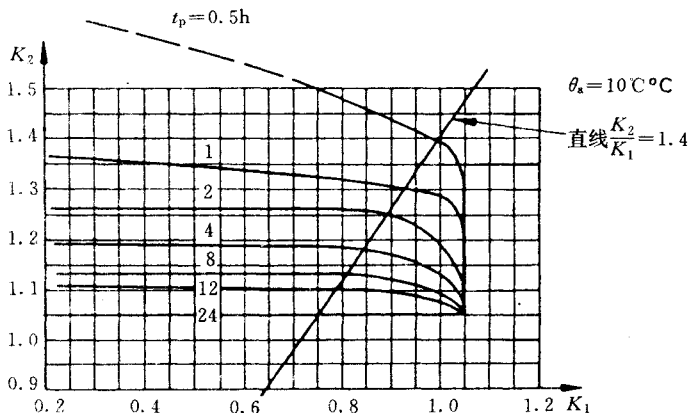
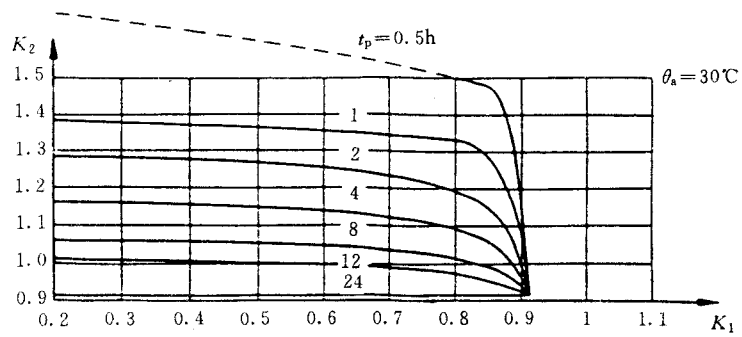
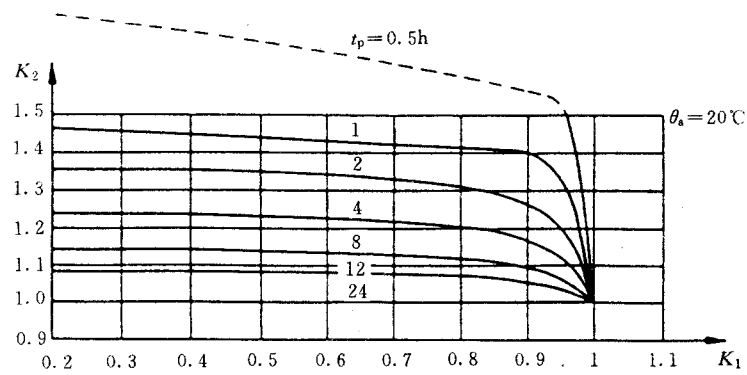
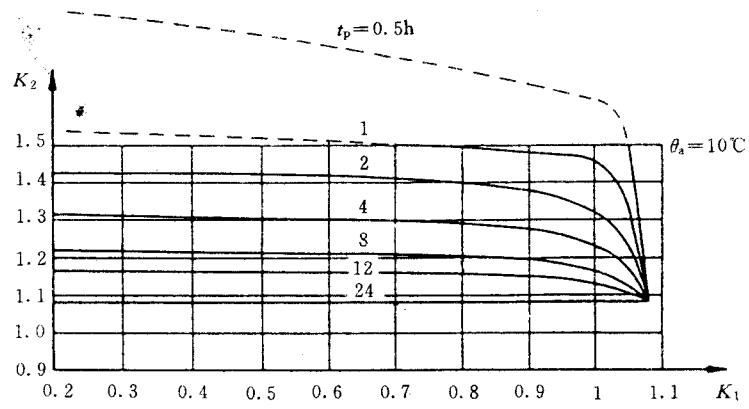


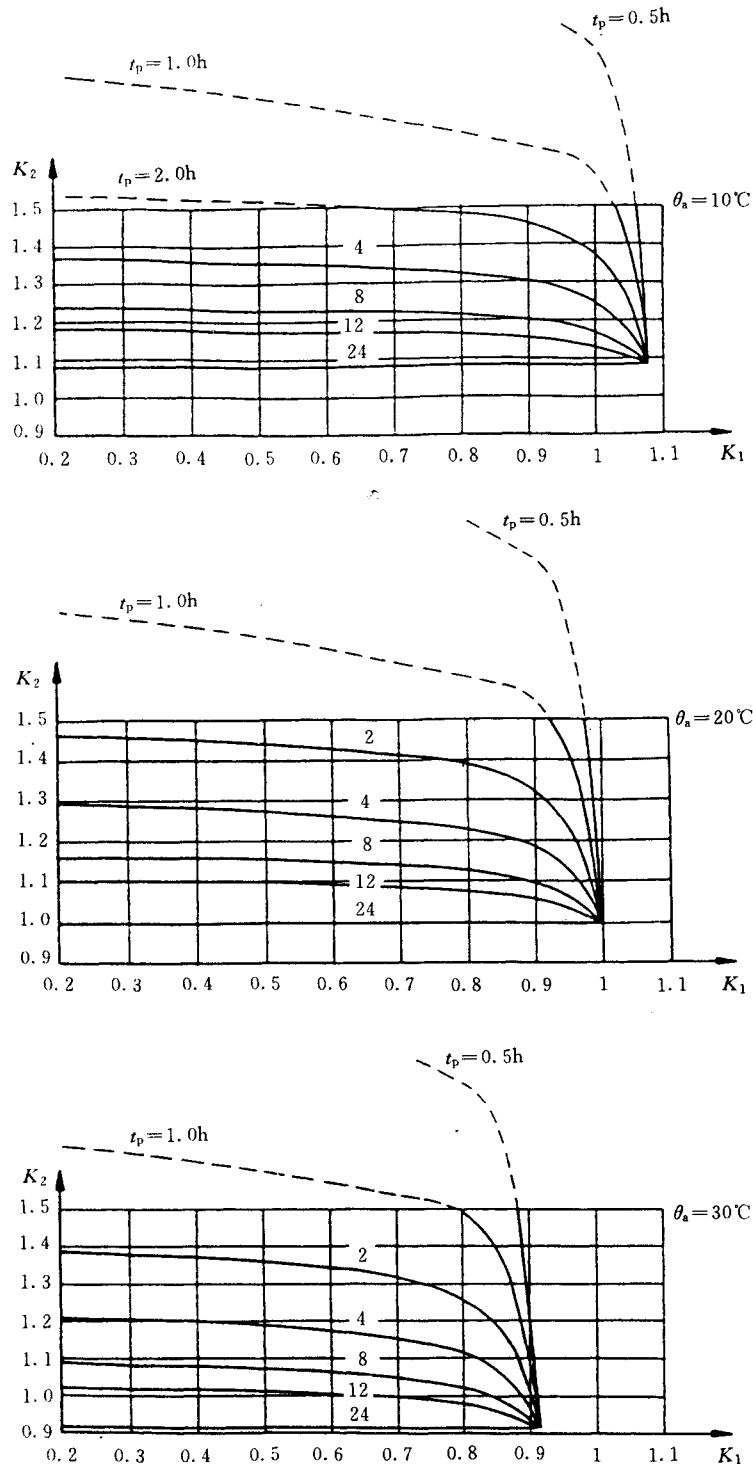
图 4 例 2 说明图

1) 热时间常数 τ ,一般在 0.5~3 h,如果超过 1.0 h 时,负载曲线另行计算。



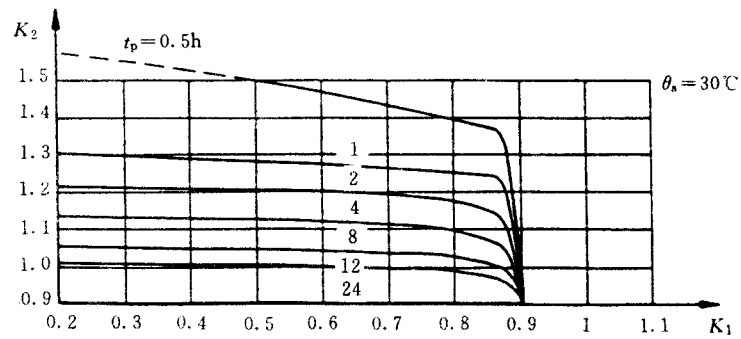
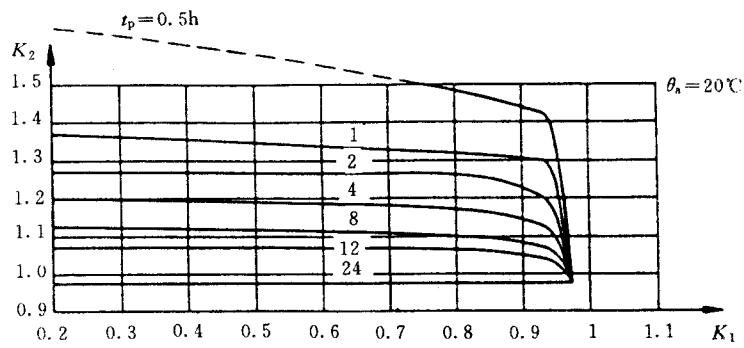
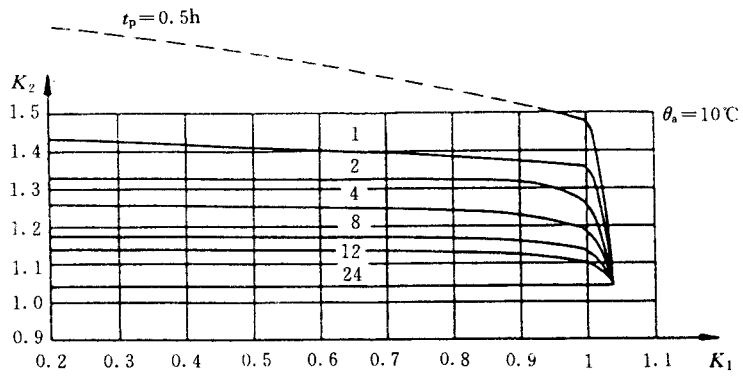
($\theta_a: 10^\circ\text{C}; 20^\circ\text{C}; 30^\circ\text{C}$)

图 5(1) 绝缘系统温度等级为 105°C , $\tau = 0.5\text{h}$ 的负载曲线



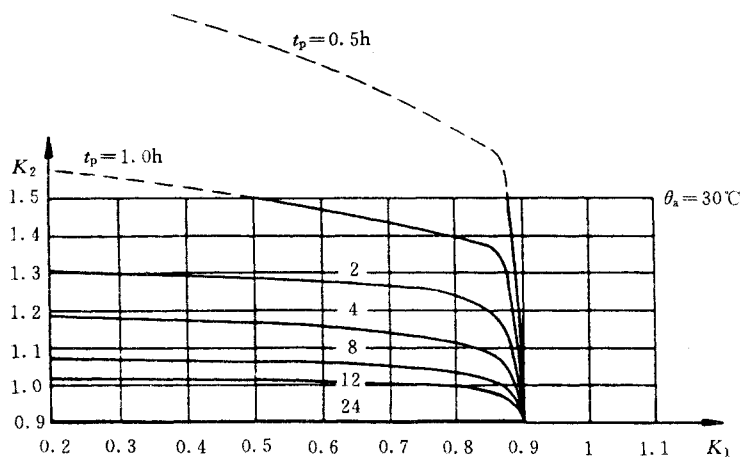
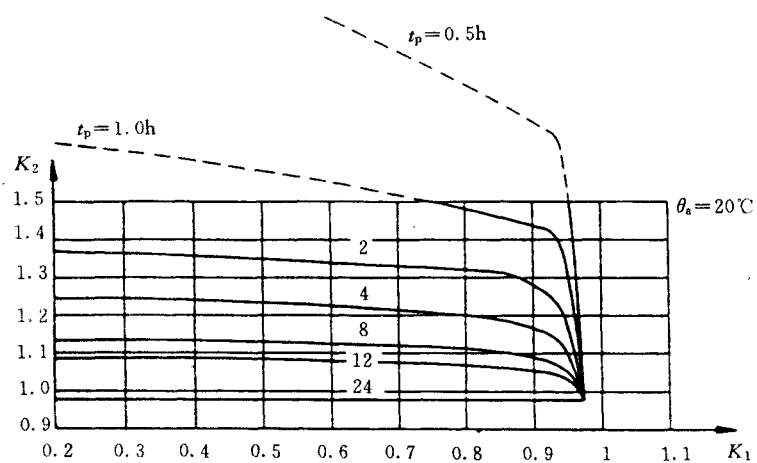
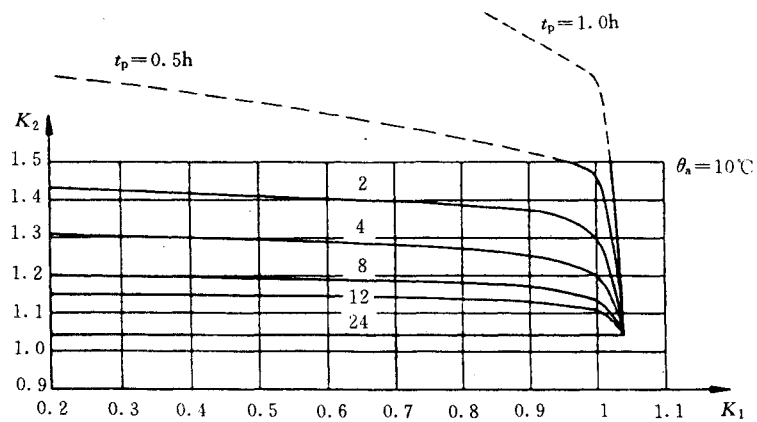
(θ_a : 10°C; 20°C; 30°C)

图 5(2) 绝缘系统温度等级为 105°C, $\tau=1.0$ h 的负载曲线



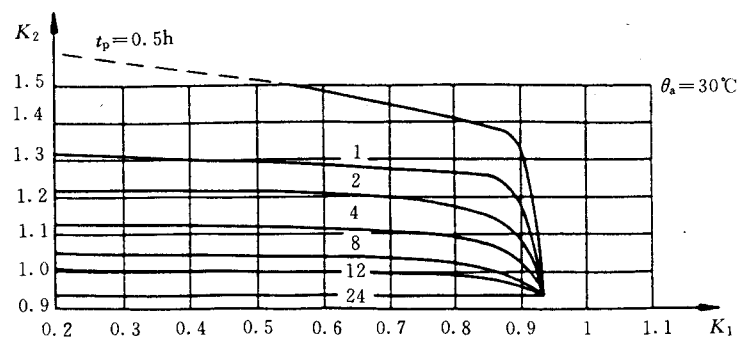
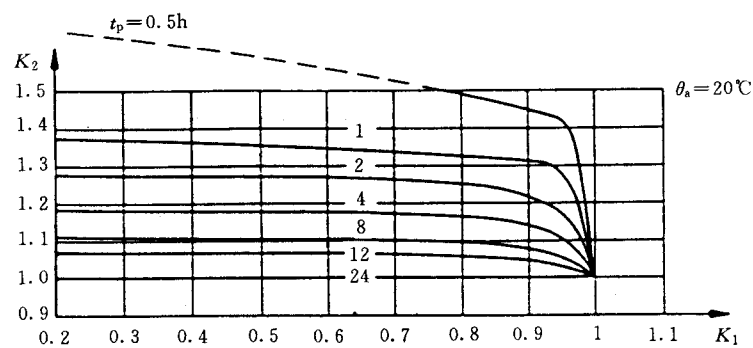
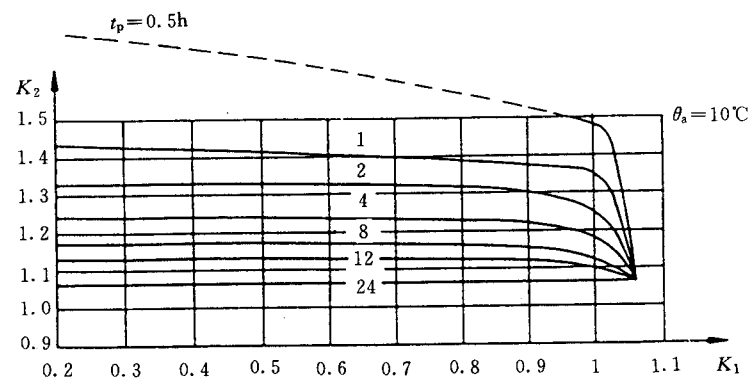
(θ_a : 10°C ; 20°C ; 30°C)

图 5(3) 绝缘系统温度等级为 120°C , $\tau = 0.5\text{h}$ 的负载曲线



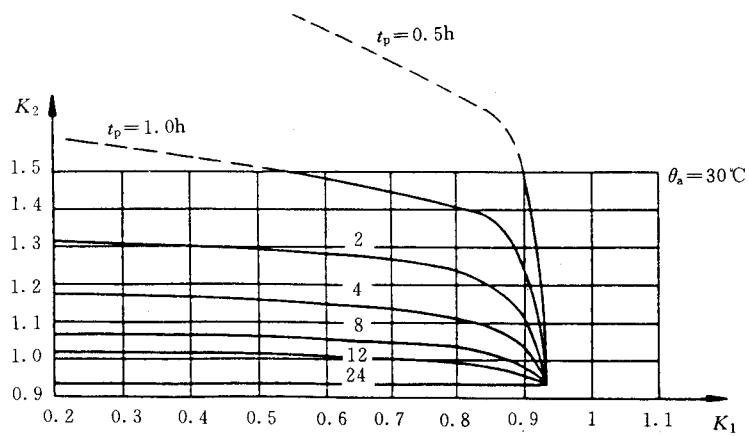
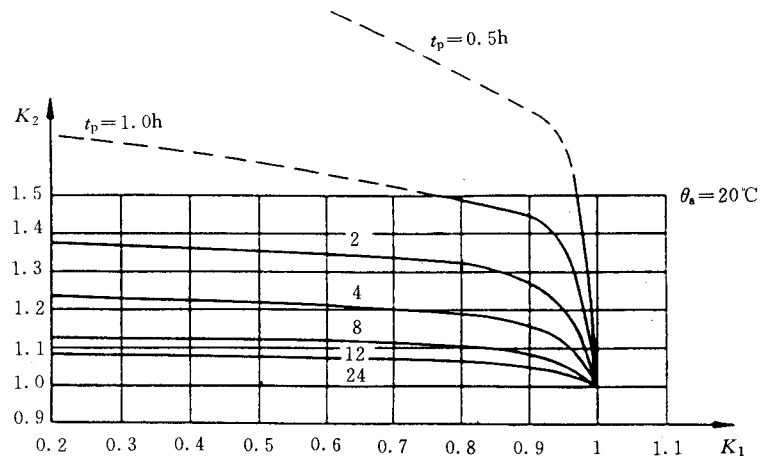
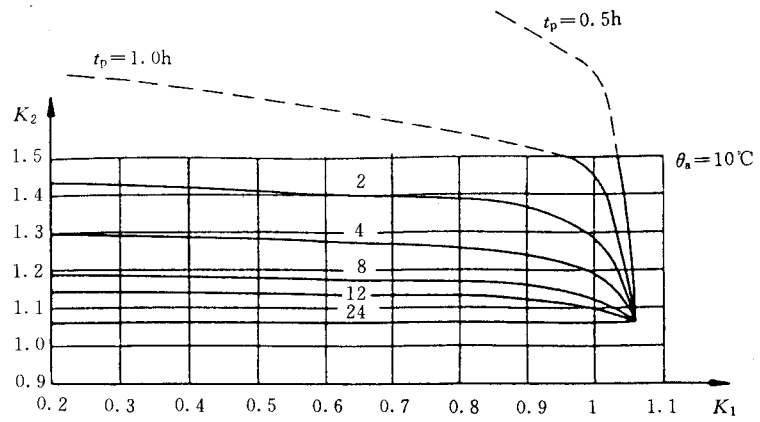
($\theta_a: 10^\circ\text{C}; 20^\circ\text{C}; 30^\circ\text{C}$)

图 5(4) 绝缘系统温度等级为 120°C , $\tau = 1.0\text{h}$ 的负载曲线



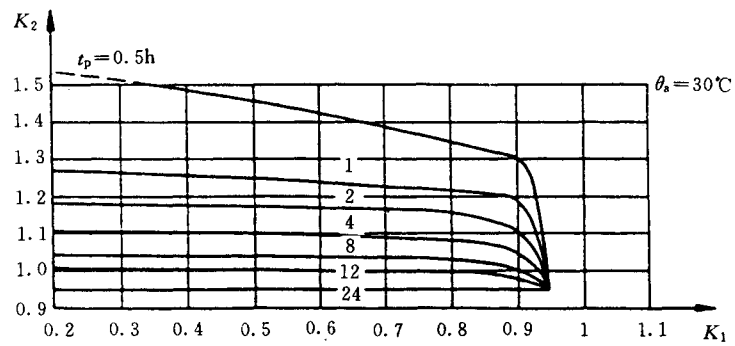
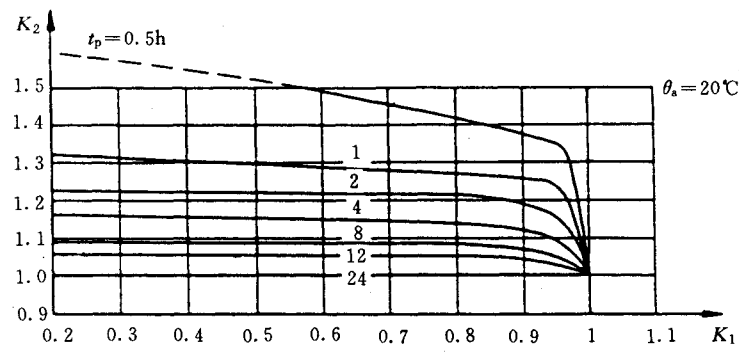
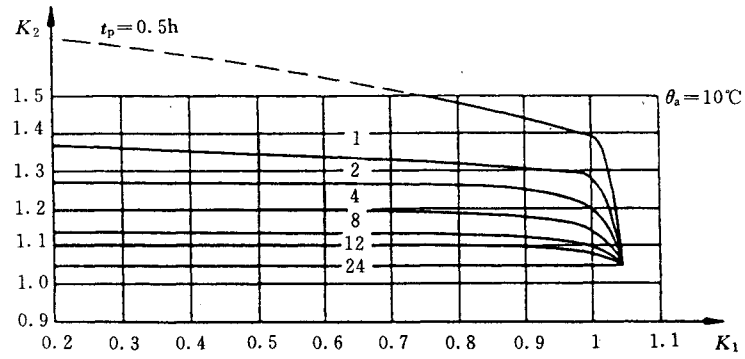
($\theta_a: 10^\circ\text{C}; 20^\circ\text{C}; 30^\circ\text{C}$)

图 5(5) 绝缘系统温度等级为 130°C , $\tau = 0.5h$ 的负载曲线



($\theta_a: 10^\circ\text{C}; 20^\circ\text{C}; 30^\circ\text{C}$)

图 5(6) 绝缘系统温度等级为 130°C , $\tau=1.0\text{h}$ 的负载曲线



($\theta_a: 10^\circ\text{C}; 20^\circ\text{C}; 30^\circ\text{C}$)

图 5(7) 绝缘系统温度等级为 155°C , $\tau = 0.5\text{h}$ 的负载曲线

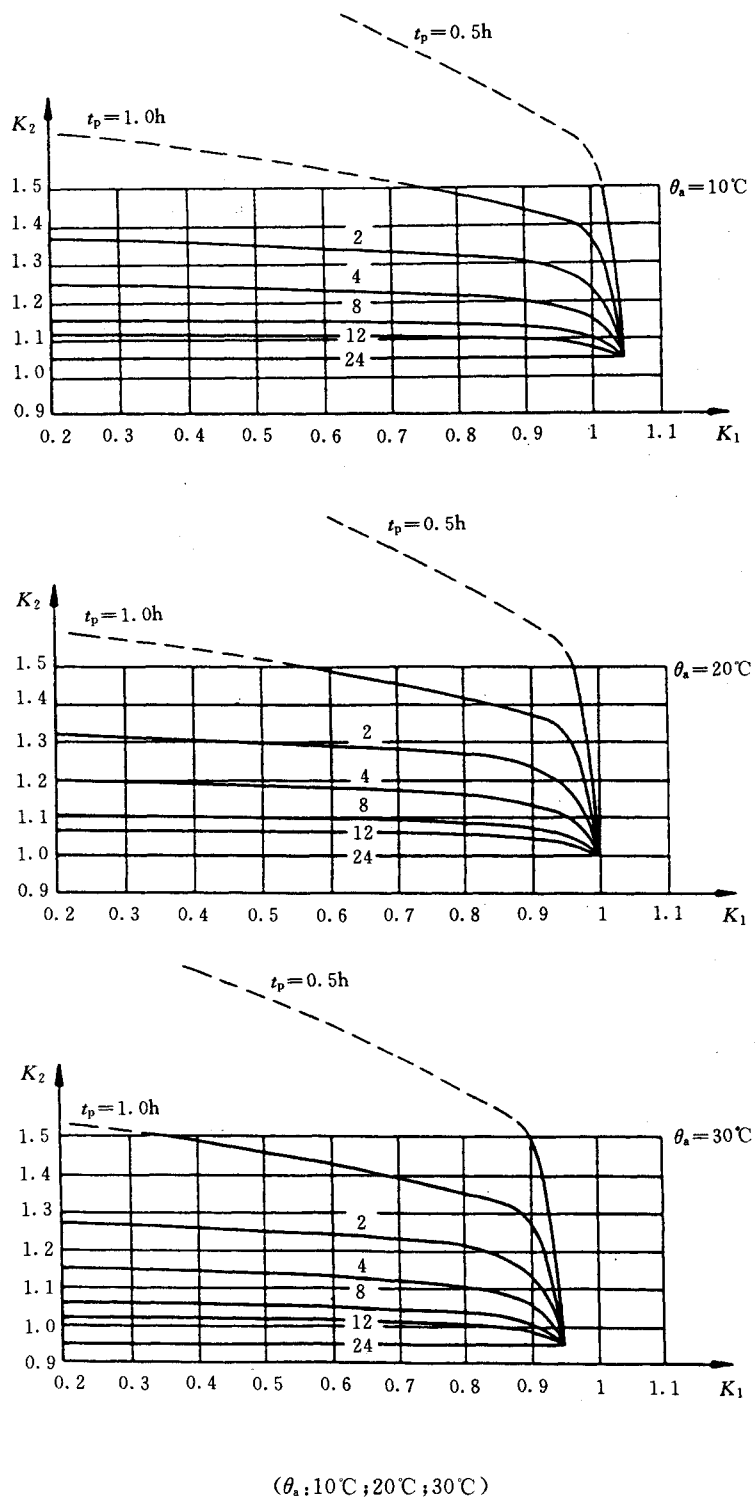
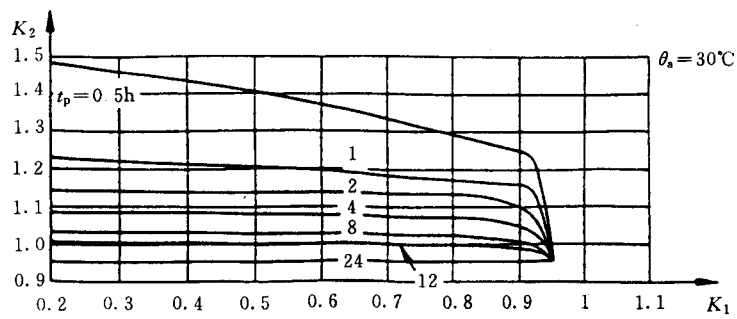
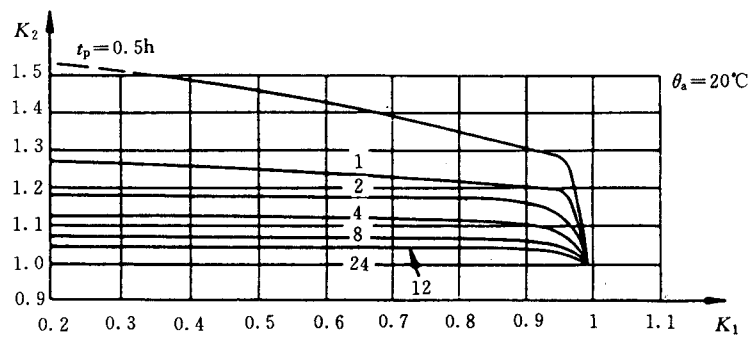
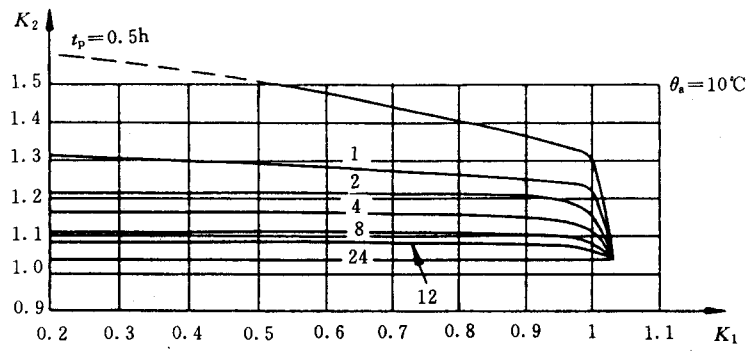
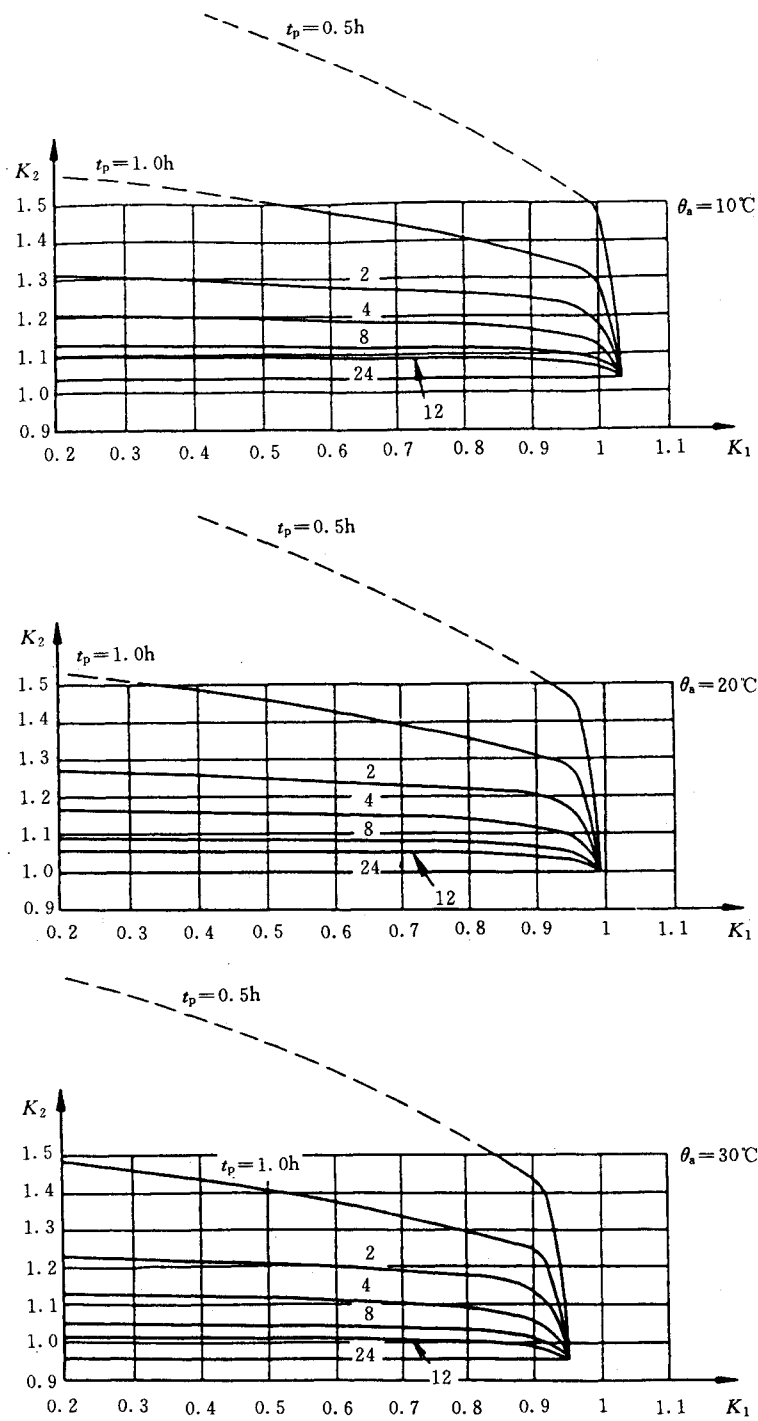


图 5(8) 绝缘系统温度等级为 155°C , $\tau = 1.0\text{ h}$ 的负载曲线



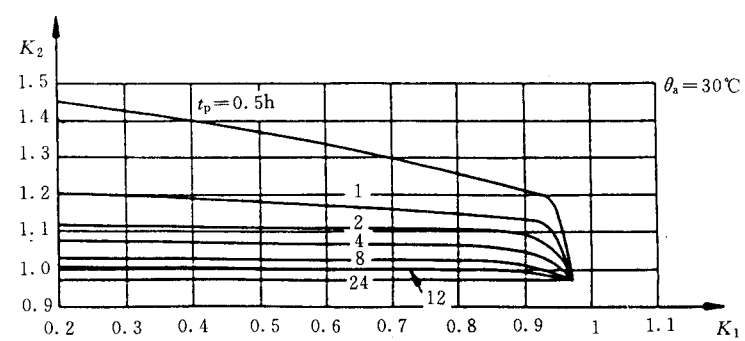
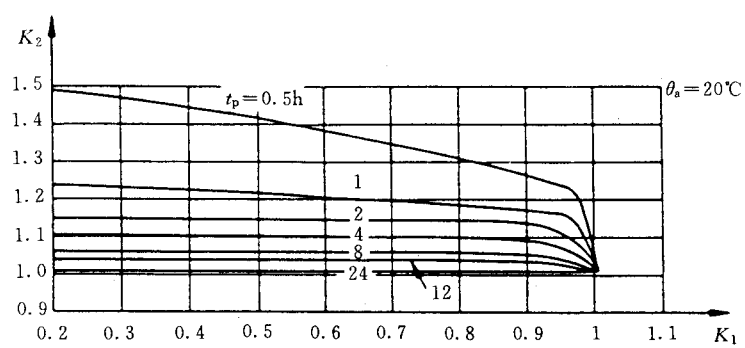
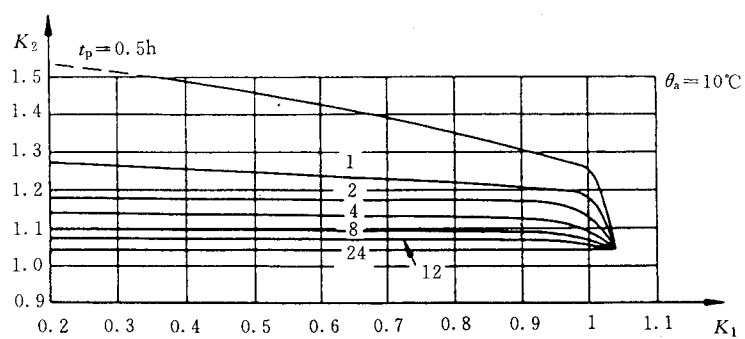
($\theta_a: 10^\circ\text{C}; 20^\circ\text{C}; 30^\circ\text{C}$)

图 5(9) 绝缘系统温度等级为 180°C , $\tau = 0.5\text{h}$ 的负载曲线



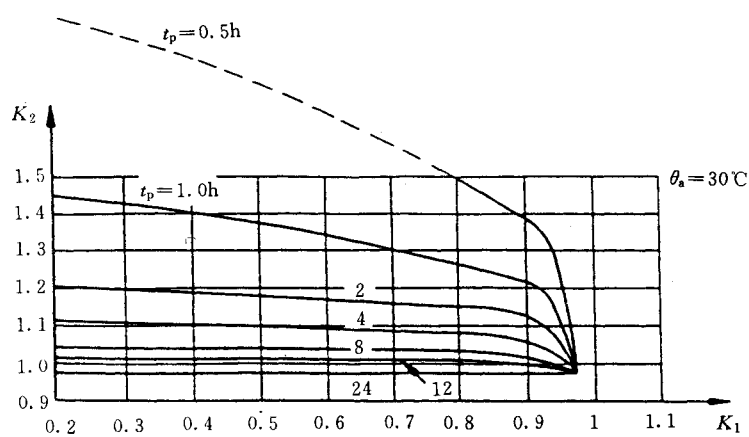
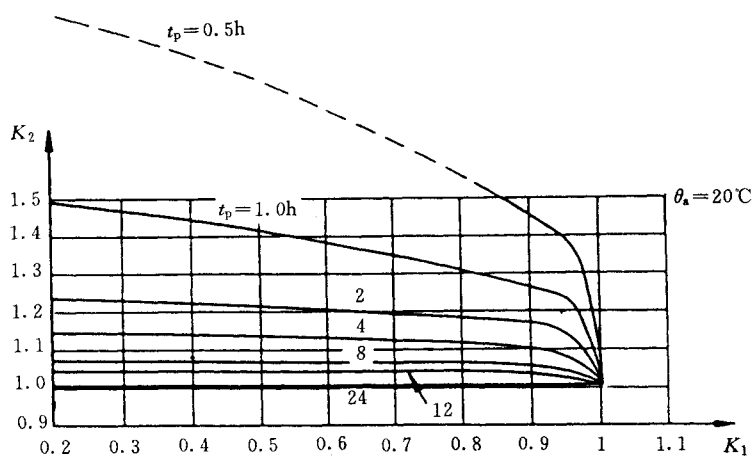
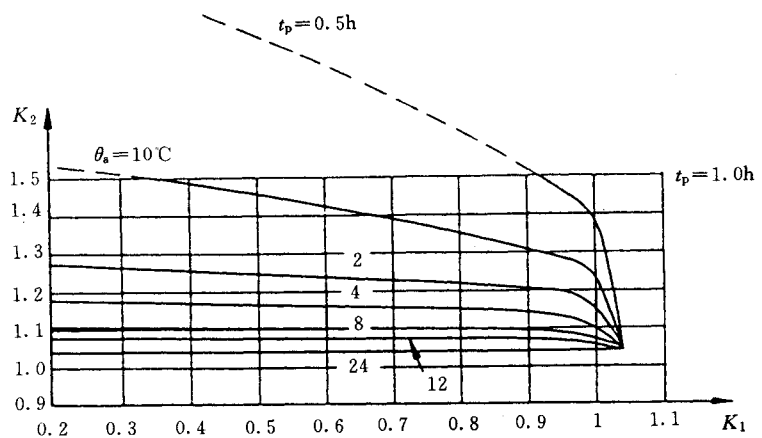
(θ_a : 10°C; 20°C; 30°C)

图 5(10) 绝缘系统温度等级为 180°C, $\tau=1.0h$ 的负载曲线



(θ_a : 10°C; 20°C; 30°C)

图 5(11) 绝缘系统温度等级为 220°C, $\tau=0.5$ h 的负载曲线



(θ_a : 10°C; 20°C; 30°C)

图 5(12) 绝缘系统温度等级为 220°C, $\tau=1.0$ h 的负载曲线

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
干式电力变压器负载导则
GB/T 17211—1998

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

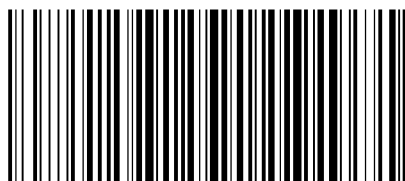
开本 880×1230 1/16 印张 1 $\frac{3}{4}$ 字数 46 千字
1998年10月第一版 2000年2月第三次印刷
印数 2 801—4 300

*

书号:155066·1-15179 定价 16.00 元

*

标 目 351—33



GB/T 17211—1998