

确定工业企业电气负荷 暂行导则

苏联国家计划委员会动力管理总局

中国工业出版社

苏联国家计划委员会动力管理总局

确定工业企业电气负荷 暂行导则

王厚余 何耀辉 译
张以长 校订

中国工业出版社

200015

Главное энергетическое управление при госплане СССР
**ВРЕМЕННЫЕ РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО
ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ Москва 1962

* * *

**确定工业企业电气负荷
暂行导则**
王厚余 何耀辉 译
张以长 校订

*

水利电力部办公厅图书编辑部编辑(北京阜外月坛南街)

中国工业出版社出版(北京阜外月坛南街10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第116号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $1^{3/4}$ ·字数33,000

1965年1月北京第一版·1965年1月北京第一次印刷

印数0001—15,360·定价(科四)0.20元

*

统一书号: 15165·3621(水电-476)

本导則是根据苏联重工业电气設計院和动力工程科学技术协会多年研究成果制定的。导則中采用的負荷計算方法，是根据工厂各类用电設備的平均負荷，計及用电設備的有效台数，按概率論原理計算出工业企业半小时最大負荷。这种方法与二項式法和需要系数法相比較，計算結果更能接近实际，且計算时所需的系数容易用简单的表計測得。

本书可供各种工业部門电气設計和运行人員以及供电部門的人員参考。

引 言

这本确定工业企业电气负荷暂行导则，系根据国家工业动力及用电监察局所属各部技术专家委员会1960年3月14日的决议编制的，并为该会1961年1月19日的决议所赞同，由苏联国家计划委员会联盟动力总局于1961年4月17日以15号命令批准。

导则包括三章正文和两个附录，附录中举例说明了推荐的三相和单相负荷计算方法的应用。对确定负荷具有重要意义的参考性资料，决定都汇编起来编出一本小册子，其中将编入各工业部门的主要计算系数（利用系数，功率因数，接通系数，需要系数等），单位产品耗电量及各种工业生产的最大负荷年利用小时数。在小册子内还将列出导则中计算曲线和表格所根据的原始公式^①。

本导则系国立重工业电气设计院及动力工程科学技术协会(HTOЭИ)在确定电气负荷方面多年工作的结果。

本导则系此类指示性文件第一次的选编和出版，其用途在于使大多数工业部门确定负荷时，对保证精确计算的方法取得一致。

参加编制导则有：国立重工业电气设计院列宁格勒分院 E. H. 基齐维特捷尔，И. H. 克列英及 M. K. 哈尔契夫，

① 参考资料(重工业电气设计院技术通报汇编，1961年第4~5期)。

IV

动力工程科学技术协会电气負荷委员会 С.Д.沃洛勃林斯基, С.Е.格罗德斯基, А.А.叶尔米洛夫, Г.М.卡亚洛夫, Д.С.利夫希茨, А.А.馬克西莫夫, В.С.麦謝利, Ю.Л.穆科謝叶夫, С.И.奥戈罗德諾夫, В.А.罗津別尔格, Б.Г.什拉伊別尔。

本导則的校閱工作由 С.Д.沃洛勃林斯基和 П.Н.克列英担任。

評閱者是 Ю.Е.扎列斯基, Э.С.伊奧赫維多夫和 А.А.费多罗夫。

导則推荐的方法虽已为主导設計机构（重工业电气設計院，电气設計院等）的实践工作所核驗，但完全可以預料，在采用的初期可能会发生一些問題，請将这些問題寄交 Ленинград, Стремянная 10号 动力工程技术协会中央理事会 (ЦЕНТОЭП) 电气負荷委员会，或寄交 Ленинград, наб. р. Фонтанки 76号 国立重工业电气設計院列宁格勒分院。

目 次

引 言

第一章	总則	1
第二章	平均負荷和电能消耗量的确定.....	10
第三章	計算(最大)負荷和尖峯負荷的确定.....	14
附录 1	計算三相負荷的示例.....	30
附录 2	单相用电設備負荷的确定.....	40

第一章 总 则

适用范围

§ 1. 本导则旨在阐明确定工业企业电气负荷的方法，以及算出供电设计所依据的数字的方法。

§ 2. 各部门的设计机构根据对生产工艺的详细了解，可在导则的基础上编制补充规定和规范，在其中列入计算系数，电力和照明负荷最大利用小时数和单位耗电量的数据。假如可能，也可根据各工业部门的特殊条件，在这些规定中附入某些简化计算的具体办法。

§ 3. 本导则不适用于特殊装置，例如：石油工业钻探设备，特殊采煤机组（地下电气设备），工业电气运输设备，接触焊机，试验站，试验设备装置等。

为确定固定运行方式的个别大功率用电设备（如压延机，电炉等）的负荷，即使在缺乏这些设备的负荷曲线时，也必须利用根据工艺资料确定的运行方式的个别指标。

泵站、压缩机站和鼓风机站的负荷，可以按水、空气等的单位体积耗电量来确定。

§ 4. 固定的和移动的单相用电设备，其总额定功率(S_9)不超过接于配电点（动力箱、分电箱、干线、变电所母线）的三相用电设备总功率的15%时，可预先均匀分配于配电点的相线上，并在计算中按同功率的三相用电设备考虑。

当单相用电设备功率超过上述数值时，计算负荷按附录2确定。

§ 5. 采用本导则来计算供电系统内各级和各部分的负荷时，建议不再乘以任何降低系数，如：同时系数，最大负荷参差系数（最大负荷重合系数）等。

在确定供电系统最高一级的负荷时，可以考虑最大班用电时负荷的参差（§ 26）；同样，在初步设计阶段和在粗略计算中（§ 45, 46），允许乘以最大负荷参差系数，其数值为 0.9~0.95。当网路内有几个级次时，总的降低系数不应低于 0.85，但生产工艺方式允许采用更低数值时例外（§ 58）。

对计算准确性的要求

§ 6. 确定电气负荷的目的，在于按通过能力（发热）和经济观点（经济电流密度）来选择和校验载流元件和变压器，也是为了计算电压损失、电压偏移、电压波动和选择保护装置及补偿装置。

确定计算负荷不可能具有高度的准确性。因此，本导则在简化计算公式和绘制图表时采用了 ±10% 的允许误差。

采用这一允许误差并非为了在计算中留出必要的设计裕量。设计机构应根据所设计的装置的具体特点来确定设计裕量。

基本数据的定义和符号

§ 7. 在计算电气负荷时，以及在核对负荷和修正其结果的过程中，都必须用到单台或一组用电设备的数据和系数。因此计算和核对电气负荷时所采用的全部数据和系数，可分成单台的和成组的两类。

单台设备的数据和系数，用小写的拉丁字母或希腊字母表示，而成组设备的数据则用大写的字母表示。

§ 8. 一台用电设备的额定功率（安装功率）系指电动机、电力变压器或特殊变压器产品说明书或铭牌上标明的功率，以及电灯头或灯泡上标明的功率。

电动机的额定有功功率，系指在额定电压下电动机的轴功率（ p_u ，单位为瓩），其他电气设备的额定功率，则指在额定电压下由电网输入的以瓩（ p_u ）或千伏安（ s_u ）表示的功率。

反复短时运行用的用电设备的铭牌功率，按下式换算为 $\Pi B=1$ 的额定持续功率：

$$p_u = p_{nacn} \sqrt{\Pi B} ;$$

$$s_u = s_{nacn} \sqrt{\Pi B} ,$$

式中 ΠB ——铭牌上以小数表示的暂载率。

§ 9. 一组设备的额定有功功率，是组内所有单台用电设备额定（铭牌）有功功率已换算为 $\Pi B=1$ 之和，即

$$P_u = \sum_1^n p_u .$$

§ 10. 一台用电设备的额定无功功率，是在额定有功功率和额定电压下（对于同步电动机而言，则为当额定励磁电流或额定功率因数时）由电网输入（以“正”号表示）或输出给电网的（以“负”号表示）无功功率。

如为反复短时运行方式，铭牌无功功率按下式换算为持续运行方式（即 $\Pi B=1$ ）：

$$q_u = q_{nacn} \sqrt{\Pi B} .$$

§ 11. 一组设备的额定无功功率，是组内所有单台用电设备额定（铭牌）无功功率已换算为 $\Pi B=1$ 的代数和，即

$$Q_u = \sum_1^n q_u .$$

§ 12. 在時間周期 T 內一組設備的平均有功 (或无功) 功率, 系指在此時間內全組有功電能 (W) 或无功電能 (V) 被此周期的時間除后所得的商:

$$P_c = \frac{W}{T}; \quad Q_c = \frac{V}{T}.$$

一組設備的平均有功 (或无功) 功率等于单台用電設備平均有功 (或无功) 功率之和, 即:

$$P_c = \sum_1^n p_c; \quad Q_c = \sum_1^n q_c.$$

§ 13. 最大負荷班 (§ 26) 的平均有功功率 ($P_{c.M}$) 或无功功率 ($Q_{c.M}$) 决定于該班的持續時間 ($T_{c.M}$), 它是确定各用電設備組电气負荷的基本数据。

§ 14. 有功計算功率 P_p 是某一假想的电流为 I_p 的持續不变負荷, 此負荷的热效应与实际的变动負荷所产生的最大热效应 (電纜或變壓器的最高溫升或絕緣热老化) 相等。

等效的要求应滿足下列条件之一:

a) 供电元件 (電纜、變壓器) 通过持續不变的計算电流所产生的絕緣热老化, 应与通过实际变动負荷所产生的絕緣热老化程度相等。

b) 对于导体而言, 如果实际变动負荷所产生的短时最高溫升不超过持續允許溫升的 50%, 則該导体的持續允許負荷就是与变动負荷等效的計算負荷。

§ 15. 有功功率, 无功功率, 全功率或电流的最大值 ($p_M, P_M; q_M, Q_M; s_M, S_M; i_M, I_M$), 就是在某一時間間隔內 (例如 10、15、30 分钟) 的最大平均值。最大負荷的另一特性是在某一時間中 (周期、班、月、年) 預期出現的次数。

用电设备组最大计算电流的数值由下列关系式确定：

$$I_M = \frac{\sqrt{P_M^2 + Q_M^2}}{\sqrt{3} U_n},$$

或

$$I_M = \frac{P_M}{\sqrt{3} U_n \cos \Phi_M},$$

式中 $\cos \Phi_M$ ——出现最大有功计算功率的周期内一组设备功率因数的加权平均值；

U_n ——额定电压，千伏。

计算网路中电压损失、电压偏移和最大功率损失时，应采用最大计算电流 (I_M) 或最大有功和无功计算功率 (P_M , Q_M) (§ 61)。

§ 16. 单台或一组用电设备持续 1~2 秒的可能最大负荷电流，称为尖峰电流 (i_n , I_n)。尖峰电流出现的次数是极为重要的。尖峰负荷是计算电压波动、选择和整定保护装置，以及按电动机自起动条件检验电气网路时的依据。

§ 17. 单台 (或一组) 用电设备的平均有功功率与其额定值之比，称为单台用电设备或一组用电设备的有功功率利用系数 (k_u 或 K_u)，即

$$k_u = \frac{p_c}{p_n}; \quad K_u = \frac{P_c}{P_n} = \frac{\sum_1^n k_u \cdot p_u}{\sum_1^n p_u}.$$

对于不同运行方式的各个用电设备组，总有功功率利用系数在实际计算中可以用下式足够准确地加以确定：

$$K_u = \frac{\sum_1^n P_{c.M}}{\sum_1^n P_n},$$

式中 n ——不同运行方式的用电设备组的数目；

$P_{c.m}$ ——最大负荷班各个用电设备组的平均功率（§ 13, 32, 41）。

注 利用系数值系对一定的时间阶段（周期、班、年）而言的，其时间阶段就是计算利用系数值时所用的平均功率的时间阶段。

§ 18. 在既定时间内单台（或一组）用电设备的电流有效（均方根）值（或全功率）与其同一时间内的平均值的比值，称为负荷曲线形状系数（ k_{ϕ} , K_{ϕ} ），即

$$k_{\phi} = \frac{i_{\phi}}{i_c} = \frac{s_{\phi}}{s_c}; \quad K_{\phi} = \frac{I_{\phi}}{I_c} = \frac{S_{\phi}}{S_c}.$$

这些关系式也可足够准确地适用于单台（或一组）用电设备的有功功率，即：

$$k_{\phi} = \frac{p_{\phi}}{p_c}; \quad K_{\phi} = \frac{P_{\phi}}{P_c}.$$

§ 19. 在所考查的某一时间阶段内最大计算（半小时，§ 44）有功功率与其平均值的比值，称为有功功率最大系数（ k_m , K_m ），即：

$$k_m = \frac{p_m}{p_c}; \quad K_m = \frac{P_m}{P_c}.$$

所考查的时间阶段系取最大负荷班的持续时间（§ 26）。最大系数的倒数为最大负荷班的负荷曲线填充系数（负荷率 K_u ），即

$$K_u = \frac{1}{K_m}.$$

§ 20. 单台用电设备的接通系数（ k_s ），是该台用电设备在一个周期内的接通持续时间（ t_s ）——它等于带负荷运行的持续时间（ t_p ）与空载持续时间（ t_x ）之和——与一个周期全部持续时间（ t_u ）的比值，即

$$k_a = \frac{t_a}{t_u} = \frac{t_p + t_x}{t_u}.$$

§ 21. 一組內全部用電設備接通系數的加權平均值（以額定有功功率計算），稱為用電設備組的接通系數或成組接通系數（ K_a ），可按下列式計算：

$$K_a = \frac{\sum_1^n k_a p_u}{\sum_1^n p_u}.$$

§ 22. 單台用電設備實際所需的有功功率與額定功率的比值，稱為它的有功功率負荷系數（ k_s ）：

$$k_s = \frac{p}{p_u} = \frac{k_u}{k_a}.$$

注 對於電動機（其額定功率係指軸功率）而言，其負荷系數和需要系數更準確的算法，是以由網路輸入的功率代替軸功率，就是要考慮電動機的效率。對利用系數（§ 17）也是如此。但由於很難確定各台電動機的效率，為簡化計算起見，可不作這一修正（§ 6）。

§ 23. 成組利用系數與成組接通系數的比值，稱為有功功率的成組負荷系數：

$$K_s = \frac{K_u}{K_a}.$$

§ 24. 計算有功功率（半小時最大有功功率，§ 44）與全組額定功率（安裝功率）的比值，稱為有功功率需要系數（ K_c ）：

$$K_c = \frac{P_p}{P_u} = \frac{P_{\mu}}{P_u} = K_u K_{\mu}.$$

§ 25. 總計算（半小時）最大有功功率與各用電設備組計算（半小時）最大有功功率總和的比值，稱為最大負荷同時系數（ K_s ）：

$$K_{\Sigma} = \frac{P_{\Sigma}}{\sum_1^n P_{\mu}}$$

§26. 在有代表性的一昼夜中，某一用电設備組、車間或整个企业电能消耗最多的一个班次称为最大負荷班。通常使用机組数量最多的一个班（日班）是最大負荷班。

§27. 有功电能年消耗量（为用电設備組、車間或整个企业所消耗者）与最大負荷班有功电能年消耗量的比值，称为电能利用年班次系数（ α ）：

$$\alpha = \frac{W_z}{P_{c.m} T_z}$$

式中 $P_{c.m}$ ——最大負荷班平均功率（§13, 32, 41）；

T_z ——根据給定的工艺資料确定的年运行小时定額。

班次系数在电能利用方面計及了各个班的不同負荷，季节性的負荷变化，休息日和节日的工作，以及生产的不規則性等因素。

§28. 各台設備功率和运行方式均不相同的实际用电設備組，如化为某一假想的各台設備功率和运行方式都相同的用电設備組，而其最大計算負荷仍保持不变，則該假想用电設備組的台数就称为这一实际用电設備組的有效（換算）台数（ n_g ）。

用电設備有效台数的精確算式如下：

$$n_g = \frac{\left[\sum_1^n p_{\mu} \right]^2}{\sum_1^n p_{\mu}^2}$$

确定 n_g 的簡化方法參見 §49, 50。

§29. 最大有功功率或无功功率年利用小时数 (T_M , $T_{M.P}$), 是用电设备组、车间或整个企业年有功电能或无功电能消耗量 (W_z , V_z) 与半小时最大有功功率或相应的无功功率的比值:

$$T_M = \frac{W_z}{P_M}; \quad T_{M.P} = \frac{V_z}{Q_M}.$$

§30. 任何时间阶段 t 内的平均加权功率因数 ($\cos\Phi_t$) 以下式确定:

$$\cos\Phi_t = \frac{W_t}{\sqrt{W_t^2 + V_t^2}}.$$

式中 W_t 、 V_t ——在同一时间内有功和无功电能消耗量, 例如在最大负荷时间 (30分钟) 内, 在一班、一月、或一年内。

§31. 在工业企业供电系统计算中, 应利用下列电气负荷值:

a) 年平均负荷 (§40, 42) ——用以确定网路内电能年消耗量 (§43);

б) 最大负荷班平均负荷 (§13, 32, 41) ——用以确定最大计算 (半小时) 负荷 (§44, 45, 46和47);

в) 最大计算 (半小时) 有功和无功功率或电流 (§15, 44) ——用以按发热条件选择网路元件, 确定电压损失和波动的数值, 以及网路中的最大功率损耗 (§61);

г) 尖峰电流 (§16, 63) ——用以计算电压波动值, 选择和整定保护装置以及按电动机自起动条件检验电气网路。

第二章 平均負荷和 电能消耗量的确定

§ 32. 計算任一运行方式相同的用电設備組在最大負荷班的平均功率，是以投入运行的用电設備的总安裝功率（对于反复短时运行的用电設備应換算为 $\Pi B=1$ ）乘以它的有代表性的利用系数：

$$P_{c.m.} = K_u P_u.$$

§ 33. 各个車間和整个企业的年有功电能消耗量按下式計算：

$$W_z = K_{u.z} P_u T_z = \alpha P_{c.m.} T_z \textcircled{1}.$$

式中 $K_{u.z}$ ——有功功率利用系数年平均值；

$P_{c.m.}$ ——最大負荷班平均有功功率（§ 32, 41）。

§ 34. 当具有各班次相对負荷的数据时，有功功率年消耗量可按下式計算：

$$W_z = P_{c.m.} (T_1 + \beta_2 T_2 + \beta_3 T_3 + \beta_4 T_4) C.$$

式中 $P_{c.m.}$ ——最大負荷班平均功率（§ 32, 41）；

T_1, T_2, T_3, T_4 ——各班的年运行持續時間（各班的年运行時間定額）；

$\beta_2, \beta_3, \beta_4$ ——各班的相对負荷（一个班的最大計算負荷与最大負荷班最大負荷的比值）；

C ——考虑了休假日工作情况以及月和季度負

① 此处及以下采用了第一章中所述的专用名詞和符号。当采用第一章中未列入的符号时，則在文中予以說明。