

〔苏联〕Б.Н.阿維洛夫-卡尔納烏霍夫著

煤矿电力定额管理



中国工业出版社

煤 矿 电 力 定 額 管 理

〔苏联〕B. H. 阿維洛夫 卡尔納烏霍夫著

謝 之 熙 譯

中 国 工 业 出 版 社

262910

Б. Н. Авялов-карнаузов
НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ
УГЛЕТЕХИЗДАТ 1958

* * *

煤矿电力定额管理

謝之陽譯

*

煤炭工业部书刊编辑室编辑(北京东长安街煤炭工业部大楼)

中国工业出版社出版(北京中盘网路内10号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第110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·各地新华书店经销

*

开本850×1168毫米·印张6·插页1·字数143,000

1964年10月北京第一版·1964年10月北京第一次印刷

印数0001—2,620·定价(科六)1.00元

*

统一书号: 15165·3186(煤炭-204)

原 序

由于煤炭工业机械化的高速发展，电动机的单位设备容量及吨煤的电耗在不断地增大。1950年，顿巴斯各矿吨煤的电耗为17.8瓩小时/吨，而到1955年就增加到23.3瓩小时/吨。在其他国家，吨煤的电耗也有增长的趋势。1945年，美国煤矿的电耗率平均为6.43瓩小时/吨，而1949年则为8.1瓩小时/吨(参考文献42)。此外，根据本书参考文献42所列举的美国23个煤矿公司的资料，可知分摊到平均日产1吨煤的电动机的设备容量也有所增大：1931年为1.15瓩/吨，而1951年则为2.12瓩/吨。

英国一个煤区的资料(参考文献44)指出，在1946到1952年期间，该区电动机的设备容量已由2.01增大至2.91瓩/吨，而电耗则由16.23增加到17.61瓩小时/吨。

降低物资消耗，其中包括电力的消耗，是合理管理社会主义经济的必需条件。

在技术根据的先进定额是鼓励人们节省材料或者电力的主要措施之一。

本书介绍了制定定额的原则及方法，并列举了制定顿巴斯各矿电力定额的某些原始数据。电力定额的制定是与节约电力的方法和控制电力的消耗有联系关系的。

由于改善机械的运行情况及降低用于其中的电力损失而节省了电力，除了能直接达到制定定额的目的外，还能创造矿井、采区提高产品的先决条件，减轻机械的相对(单位工作的)磨损。鉴于煤炭工业机械化日益发展，减轻磨损就可以减少机电设备的费用，这对于降低煤炭成本能起极其重大的作用。

最后，由于机械能力的提高而降低电耗率，可使电力传动装置承担加大的负荷，而这又有助于用电装置功率因数的提高。

目 录

原 序

第一篇 定额制定的理论基础

第 1 章 操作定额的制定方法	1
第 1 节 定额的种类及操作定额的制定原则	1
第 2 节 功率数关系表示电动电力传动装置的机械之动力特性	3
第 3 节 用料数关系及转矩关系表示的机械之动力特性	24
第 4 节 计算功率与额定功率动力特性的比较。操作(单位) 分数的制定	34
第 5 节 在连续及断续工作的机械的周期性(循环)工作 方式下, 机械的动力特性	38
第 2 章 采区及矿井制定定额的方法	43
第 6 节 综合定额的制定原则及其单位	43
第 7 节 矿井机械在各采区的分布。采区的动力特性	43
第 8 节 机械化的等级和采区及采场机械化程度及机械的动力特性	51
第 9 节 通风及排水的合理分配。扇风机及水泵的动力特性	58
第 10 节 小功率机械装置的电力。线路及变压器的电力损失	68
第 11 节 矿井的动力计划及电力平衡	68
第 12 节 根据实际指标制定计划定额值原理	75

第二篇 定额制定的实用方法

第 3 章 实际定额制定的基础	89
第 13 节 计算电力时的误差及制定定额时容差的简化过程	89
第 14 节 矿井电耗的分解及用电量大的用电装置电耗	90
第 15 节 实际的制定各区及至矿井定额的工作程序	91
第 16 节 制定各区及矿井电力定额需要的材料	92
第 4 章 排水装置电力定额的制定	92
第 17 节 水泵的工作特性及动力特性。管道的特性	92
第 18 节 排水装置电耗定额的制定	94
第 19 节 排水装置制定定额值的检查	101
第 20 节 排水装置的电力节约方法	102

第五章 通风装置电力定额的制定	101
第21节 压风机的工况特性及动力特性。矿井通风网的特性	101
第22节 通风装置电耗定额的制定	106
第23节 通风装置完成定额情况的检查	109
第24节 通风装置节约电力的方法	110
第六章 压风装置定额的制定	112
第25节 压风装置的综合特性	112
第26节 压风装置的电耗定额。压风损耗定额的制定	113
第27节 压风装置定额完成情况检查	115
第28节 压风装置节约电力节约方法	115
第七章 提升装置电力定额的制定	116
第29节 提升装置的动力特性	116
第30节 提升装置电耗定额的制定	119
第31节 提升装置定额完成情况检查	123
第32节 提升装置电力节约的方法	123
第八章 矿井各采区及系采行程电力定额的制定	124
第33节 采区机械等效系统图及定额的制定	124
第34节 基本建设工区电力定额的制定	127
第35节 运输的等效系统图及电耗定额的制定	129
第36节 筛分和选煤电力定额的制定	134
第37节 采煤过程的简化动力特性	136
第38节 采区电耗定额完成情况的检查	139
第39节 井下各区电力的节约	139
第九章 矿井电耗定额的计算	140
第40节 矿井工作机械化的等效系统图。绘制全矿电力 特性曲线原则	140
第41节 小功率用电装置的电耗。回路及变压器损失	141
第42节 全矿井的电耗定额	142
第43节 电耗定额的修正	144
第44节 全矿井定额完成情况的检查	145
第45节 按概略指标的计制定额的制定	145
附录	147
参考文献	186

第一篇 定额制定的理论基础

第一章 操作定额的制定方法

第1节 定额的种类及操作定额的制定原则

电耗率的先进定额，一般是指在计划的先进生产条件和机电设备先进运行条件下，为生产单位产品所必须消耗的电力。

实际上，需要制定的有以下三种定额：

- 1) 个别用电装置的单位定额或者操作(工序①)定额；
- 2) 成组用电装置的综合定额：采区(车间)的定额，采煤工序的定额，排水、通风等的定额和全矿井(工厂)的定额；
- 3) 煤矿管理局及矿务局所属成组矿井的计划概略定额。

头两种定额应根据先进定额定义规定的原则来制定。单位定额系用于监督工人管理单个机械的工作；采区的综合定额用于监督初级工程技术人员及维护采区机械的检修工的工作；全矿的综合定额用于评定领导全矿机械运行的高级工程技术人员的工作。

第三种定额，即概略定额是指导性定额或者计划性定额。这种定额应由计划机构根据其它原则加以制定。

在制定第一种及第二种定额时，应确定出一些为完成计划性的及指导性的定额所规定的任务而必须采取的具体措施。

制定定额的主要目的在于鼓励运行人员注意电力的节约。因此必须查明那些严重影响电耗量的因素。这些因素分为与运行人员操作有关的和与运行人员操作无关的两种。

属于与运行人员的操作有关而且能严重影响电耗量的因素是

① 因为定额管理方面的术语尚未确定，所以根据制定定额的方法，在这里首先引用了以下术语：个别用电装置的单位定额；成组用电装置的综合定额；根据综合(概略)指标制定的概略定额。

机械的能力。

保持机电设备的良好状态就能保证其連續工作，因而可以提高生产能力，結果就能降低电耗率。

属于与运行人员的操作无关，但能严重影响单个机械电耗量的因素是具有季节性的现象，例如矿井涌水量的变化，由于空气物理状态的改变而破坏了扇风装置的計算工作方式等。

定额值是决定于定额制定方法的。有三种主要制定定额的方法：計算方法、試驗方法及計算-試驗方法。

計算-試驗方法认为是最有根据的方法，虽然关于定额的哪些部分应当用計算方法，哪些部分应当用試驗方法来制定問題需要加以解釋。关于这一点将在以后作詳細的說明(第4节)。

对于那些缺乏所需功率理論計算的实际根据的机械，只能使用試驗方法。这种方法的基础是在先进条件下对设备的运行所作的实验。

根据定额的概念并考虑到制定定额的目的，提出以下几点在制定先进操作定额时所必須遵循的基本原则。

1. 操作(单位)定额，应在規定的机械能力的情况下，在計劃的先进生产条件及机电设备的先进运行条件下制定。

2. 定额一般应根据决定于机械能力的电耗率来制定。

3. 应当制訂出确定定额修正值的方法，以便于在季节性条件或者与运行人员的操作无关的因素发生变化时修正定额。

4. 应当用計算-試驗方法来制定定额，在不可能利用这种方法之处就使用試驗法。

为了在制定定额的实践中体现这些原則，必須指出以下各点：

1. 每个矿井的先进生产条件，即先进的工艺，在計劃期間是根据煤炭工业发展計劃規定的。根据規定条件，例如根据在某些采区实现机械化或者更換陈旧的机械的条件来制定或者修改电耗定额。在定额中应当反映出矿井机电设备（特别是耗电量大的设备，如水泵、扇风机、压风机）运行人员的較好水平以及使设备

达到高效率的生产革新者的成就。

2. 应当在試驗机器样品的过程中或者在进行調整(試驗)的工作队試驗各种电气传动装置时来制定定額。如此, 除新机械或者現有机械的其它特性外, 还应当有机械的动力特性曲綫(在附录中附有某些机械的动力特性曲綫)。

电耗率的操作定額的因次, 是根据电耗率的概念确定的, 它等于电耗与机械生产的产品(完成的工作)因次之間的比率。例如在截煤机进行工作时, 其电耗率的单位(操作)定額为:

$$w = \frac{W}{S}, \text{ 瓩小时/米}^2,$$

式中 W ——电耗, 瓩小时;

S ——一切面积, 米²。

W 及 S 是在相等的时间間隔內记录下来的。

第2节 用函数关系表示的带电力傳动 装置的机械之动力特性

1. 带电力传动装置的机械动力特性的一般概念

許多机械的电动机之平均所需功率, 可以通过其在单位時間內完成的有效功, 即通过机械的能力来加以确定。

电耗与机械能力之間的关系, 示于参考文献1及2。在这些著作中引用了确定下列关系的所謂动力特性:

$$P = f(A),$$

以及

$$w = f_1(A),$$

式中 P ——在一定時間內电动机的平均所需功率;

A ——同一時間內机械的能力;

w ——机械生产单位产品的电耗率。

在一般情況下, 机械的动力特性以下列公式表示:

$$P = bA^n + P_{\text{no: m}} \quad (1, 1)$$

以及

$$w = \frac{P}{A} = bA^{q-1} + \frac{P_{nocm}}{A}, \quad (I, 2)$$

式中 b, P_{nocm}, q ——在已定条件下的常数，即所谓动力特性的参数。

许多机械，在其能力 A 变化的工作范围内，参数 $q=1$ 。此时，机械动力特性的公式简化成以下形式：

$$P = bA + P_{nocm} \quad (I, 3)$$

以及

$$w = b + \frac{P_{nocm}}{A}, \quad (I, 4)$$

式中 P_{nocm} ——空转的功率；

b ——电耗率的固定部分或者部分电耗率。

以公式 (I, 3) 表示的关系示于图 1，其中 $\operatorname{tg} \alpha = b$ 。

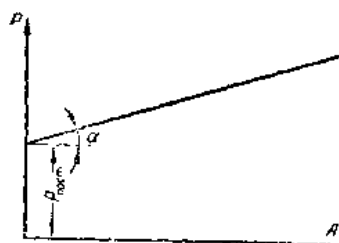


图 1 线性动力特性曲线

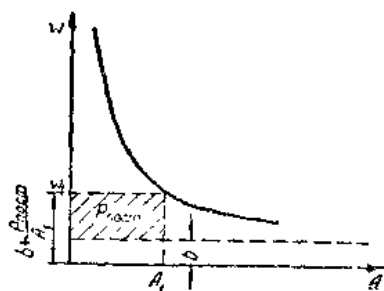


图 2 双曲线式动力特性曲线

以公式 (I, 4) 表示的关系属于分式——线性函数，如图 2 所示。

除机械的能力外，影响电耗的还有其它因素，但是只有在分别分析了每台机械的动力特性以后，才有可能对这些因素的影响进行研究。在本章中将介绍以函数关系表示的（一般形式）线性动力特性 $P = f(A)$ 的公式的推导，以便于根据机械的规定能力计算电动机的所需功率或者根据能力来制定定额。

2. 机械的动力特性

以后将认为所有机械都是由下列元件组成的：工作部分（有时称为动力头和摩擦部件）。

完成规定的工艺操作（材料的切割、货物的运输等）的机械部分称为工作部分。复杂的机械（机组）不只有一个，而是有几个动力头。

动力头的所需功率 P_i 是一种负荷，它分为两部分：可变部分或者有效负荷 $P_{i, \text{неп}}$ 以及固定部分或者空转负荷 $P_{i, \text{ночм}}$ 。

将能量由能源传送至动力头（齿轮、皮带及其它传动装置）的机械元件以及支座部分（轴承）属于摩擦部件。摩擦部件的功率损失是与动力头的所需功率分别计算的。一小部分与动力头有关的摩擦部件的损失则包括在动力头的所需功率中。

动力特性公式的推导，开始于机械的能力与其工作部分所需功率之间的关系的确立。

许多机械的动力头所需功率的可变部分或者有效部分 $P_{i, \text{неп}}$ ，是与或大或小变化范围内的机械的能力成正比的，即

$$P_{i, \text{неп}} = b_m A, \quad (I, 5)$$

式中 b_m ——说明为了完成规定的工艺操作所采用的机械工艺过程的耗电量之固定参数（一定条件下的）；

A ——机械的能力。

动力头的总的所需功率为：

$$P_i = P_{i, \text{неп}} + P_{i, \text{ночм}} = b_m A + P_{i, \text{ночм}}, \quad (I, 6)$$

式中 $P_{i, \text{ночм}}$ ——机械动力头的空转功率。

$P_{i, \text{ночм}}$ 值是说明机械工作部分之耗电量的。

在机械的额定能力下，动力头的所需功率具有额定值

$$P_{i, n} = P_{i, \text{неп}, n} + P_{i, \text{ночм}} = b_m A_n + P_{i, \text{ночм}}.$$

动力头功率的任意值 P_i 与功率额定值 $P_{i, n}$ 之比以 p_i 表示。如此，

$$p_s = \frac{P_s}{P_{s,u}}.$$

摩擦部件的功率损失分为两部分(参考文献3):与输出的功率成正比的可变部分及固定部分(固定功率损失)。此时,除负荷外认为机械的其它工作指标都是固定不变的。负荷的变化与转速的变更无关或者是与在实际上不会破坏所需功率与可变损失之间的比例的转速的变更有关,而固定损失是固定不变的。

以后,考虑到装置以及使用最广的机械的工作特点,认为摩擦部件是串连工作的,而静负荷是具有不变符号的(正号或者负号)。

在这种情况下,以动力头的所需功率表示的摩擦部件的功率损失是利用损失系数来计算的(参考文献4)。

因为机械可能有几个摩擦部件,所以必须为具有几个摩擦部件的机械推导出用于计算功率的公式。

利用相应的系数 p_1 来以功率 $P_{s,u}$ 的百分数表示第一个靠近动力头的摩擦部件的固定功率损失 P_{nocm1} 。此时:

$$P_{nocm1} = p_1 P_{s,u}.$$

以工作部分的功率 P_s 及可变系数 b_1 来表示第一个摩擦部件的可变功率损失 P_{nep1} , 即得:

$$P_{nep1} = b_1 P_s = b_1 p_s P_{s,u}.$$

工作部分及一个摩擦部件的总的所需功率为:

$$\begin{aligned} P'_M &= P_s + P_{nep1} + P_{nocm1} = p_s P_{s,u} + b_1 p_s P_{s,u} + p_1 P_{s,u} \\ &= P_{s,u} [p_s (1 + b_1) + p_1] = P_{s,u} (1 + b_1) + p_1 P_{s,u}. \end{aligned}$$

带两个、三个及更多数目的摩擦部件之机械的所需功率可以由下列方程组求出:

$$P''_M = P'_M (1 + b_2) + P'_{su} p_2$$

$$P'''_M = P''_M (1 + b_3) + P''_{su} p_3$$

$$\dots\dots\dots$$

$$P^n_M = P^{n-1}_M (1 + b_n) + P^{n-1}_{su} p_n.$$

在额定负荷下,以上公式变成为下列形式:

$$P'_{M,n} = P_{z,n}[(1+b_1) + p_1] \quad (a)$$

$$P''_{M,n} = P'_{M,n}[(1+b_2) + p_2] \quad (b)$$

$$P'''_{M,n} = P''_{M,n}[(1+b_3) + p_3] \quad (c)$$

.....

$$P^n_{M,n} = P^{n-1}_{M,n}[(1+b_n) + p_n].$$

将方程式 (a) 中的 $P'_{M,n}$ 值代入方程式 (b)，如此类推，即得：

$$P''_{M,n} = P_{z,n}[(1+b_1) + p_1][(1+b_2) + p_2]$$

$$P'''_{M,n} = P_{z,n}[(1+b_1) + p_1][(1+b_2) + p_2][(1+b_3) + p_3]$$

.....

$$P^n_{M,n} = P_{z,n}[(1+b_1) + p_1][(1+b_2) + p_2], \dots, [(1+b_n) + p_n].$$

以上就是用于计算额定负荷下带几个摩擦部件的机械之所需功率的公式。

这个公式的总可变损失系数可用下式表示：

$$(1+b_0) = (1+b_1)(1+b_2), \dots, (1+b_n), \quad (I, 7)$$

而总固定损失系数 p_0 为：

$$[(1+b_1) + p_1][(1+b_2) + p_2], \dots, [(1+b_n) + p_n] - (1+b_0) = p_0. \quad (I, 8)$$

如此，在任何负荷下，带几个摩擦部件的机械之所需功率可按下式求出：

$$P_M^{(n)} = P_{z,n}[p_0(1+b_0) + p_n]. \quad (I, 9)$$

如果摩擦部件的可变损失系数彼此相等，即如果

$$b_1 = b_2 = b_3 = \dots = b_k = \dots = b_n$$

则公式 (I, 7) 和 (I, 8) 可以简化，而固定损失系数也相等

$$p_1 = p_2 = \dots = p_k = \dots = p_n.$$

在这种情况下

$$(1+b_0) = (1+b_k)^n,$$

而

$$b_0 = (1+b_k)^n - 1 \quad (I, 10)$$

以及

$$p_0 = [1+b_k + p_k]^n - (1+b_k)^n. \quad (I, 11)$$

如果 $p_k = b_k$, 則

$$p_o = (1 + 2b_k)^n - (1 + b_k)^n. \quad (\text{I}, 12)$$

由公式 (I, 10) 及 (I, 11) 可得:

$$b_o + p_o = [1 + b_k + p_k]^n - 1$$

及

$$1 + b_o + p_o = [1 + b_k + p_k]^n.$$

单个摩擦部件的损失系数及全部摩擦部件的总损失系数都能根据以下两个指标求出: 一个摩擦部件(或者一组摩擦部件)的额定效率 η_u 以及额定负荷下固定损失与可变损失之比值 x 。例如,

$$x_k = \frac{P_{no, n, k}}{P_{n, p, n, k}} = \frac{p_k P_{n, n}^{k-1}}{b_k P_{n, n}^{k-1}} = \frac{p}{b_k},$$

即损失之比可代之以损失系数之比。

相应于额定负荷的效率 η 的额定值示于手册及产品样本中。

单个摩擦部件及一组摩擦部件(例如减速器)的固定损失系数与可变损失系数之比值 x 示于参考文献 5。

在参考文献中指出, 单个摩擦部件及简单传动系统的 $x_k = 1$ 。

具有多数摩擦部件的复杂传动系统之 x 比较大, 而且可能大大地超过 1。所指出的这个事实, 可用此处所导出的关系式加以证实。设 $p = b_k$, 则由公式 (I, 10) 及 (I, 12) 中可得:

$$x = \frac{(1 + 2b_k)^n - (1 + b_k)^n}{(1 + b_k)^n - 1}.$$

如果 $p_k = b_k = 0.04$, 則采用 $n = 2$, 即得 $x = 1.04$ 。如果 $n = 4$, 即得 $x = 1.12$, 如此类推。

计算损失系数时, 可利用此有效(輸出)功率与所需功率之比表示的效率公式, 即:

$$\eta_u = \frac{P_{z, n}}{P_{z, n} \left[\left(\frac{1}{1 + b_k} \right) + \overline{p_k} \right]} = \frac{1}{1 + b_k + \overline{p_k}}, \quad (\text{I}, 13)$$

由此,

$$b_k + p_k = \frac{1}{\eta_u} - 1 = \frac{1 - \eta_u}{\eta_u}.$$

然后，在已知 $x = \frac{p_k}{b_k}$ 的情况下，就不难分别求出每个损失系数值。

例如，如果摩擦部件（带轮或齿的齿轮传动装置，带滑动轴承的散式齿轮传动装置）的额定效率 $\eta_n = 0.93$ ，而 $x = 1$ ，则：

$$b_k + p_k = \frac{1 - 0.93}{0.93} = 0.0752$$

以及

$$b_k = p_k = \frac{0.0752}{2} = 0.0376 \approx 0.038.$$

如果已知机械个别摩擦部件的固定损失系数及可变损失系数，则可以非常简单地根据上面导出的公式 (I, 7) 和 (I, 8) 或者 (I, 10) 和 (I, 11) 求出总损失系数。同时，已知损失系数，就易于求出全部摩擦部件的总效率。

示例。试求三级齿轮传动装置的总额定效率 $\eta_{o.n}$ 。将以上计算的结果化整后，一对齿轮的损失系数为：

$$b_k = 0.047 \text{ 及 } p_k = 0.04, \text{ 即 } x = 1.$$

传动装置的总效率为

$$\eta_{o.n} = \eta_{1n} \eta_{2n} \eta_{3n} = \frac{1}{1 + b_o + p_o}.$$

根据公式 (I, 10)

$$1 + b_o = (1 + b_k)^3 = 1.04^3 = 1.125 \text{ 及 } b_o = 0.125.$$

根据公式 (I, 11)

$$p_o = (1 + b_k + p_k)^3 - (1 + b_k)^3 = 1.08^3 - 1.04^3 = 0.135.$$

因此

$$\eta_{o.n} = \frac{1}{1 + b_o + p_o} = \frac{1}{1.260} = 0.793.$$

应当指出，当 $p_k = b_k$ 时， $p_o > b_o$ 。

验算时可据效率的分量 η_{1n} 、 η_{2n} 及 η_{3n} 求出 $\eta_{o.n}$ ：

$$\eta_{o.n} = \eta_{1n} \eta_{2n} \eta_{3n} = \frac{1}{(1.0 + 0.04 + 0.04)^3} = 0.793.$$

返回到方程式 (I, 9) 并考虑到方程式 (I, 6), 可以将求得的关系写成 $P_m = f(A)$ 。

由方程式 (I, 6)

$$P_z = p_z P_{z,n} = b_z A + P_{z,ном},$$

而由公式 (I, 9)

$$P_m = (b_m A + P_{z,ном})(1 + b_o) + p_o P_{z,n} = (1 + b_o) b_m A + (1 + b_o) P_{z,ном} + p_o P_{z,n} = b_m A + P_{m,ном}. \quad (I, 14)$$

显然

$$b_m = (1 + b_o) b_m \quad (I, 15)$$

及

$$P_{m,ном} = P_{z,n} [p_{z,ном}(1 + b_o) + p_o], \quad (I, 16)$$

式中

$$p_{z,ном} = \frac{P_{z,ном}}{P_{z,n}}.$$

在某些情况下, 机械摩擦部件的功率损失不以工作部分的额定功率的百分数, 而以此功率的固定部分来表示较为方便。此时,

$$P_{m,ном} = P_{z,ном} [(1 + b_o) + p_{ном,o}], \quad (I, 17)$$

式中

$$p_{ном,o} = p_o \frac{P_{z,n}}{P_{z,ном}}.$$

3. 带电力传动装置的机械之动力特性

为了求出电动机所需功率与机械能力之间的函数关系 $P = f(A)$, 还必须考虑电力传动装置的损失, 即传动机械及电动机的损失。

在手册及产品目录中一般均列有额定负荷下的减速器及电动机的效率。如果已知额定负荷下的固定损失与可变损失之比, 则利用上述方法可以确定出电动机在任何负荷下的损失。

传动机械的总损失系数可根据其额定效率进行计算。

与方程式(I, 13)相似

$$\eta_{pe\partial, u} = \frac{1}{1 + b_{pe\partial} + p_{pe\partial}},$$

由此

$$b_{pe\partial} + p_{pe\partial} = \frac{1}{\eta_{pe\partial, u}} - 1.$$

已知传动机械的损失系数之比率

$$x_{pe\partial} = \frac{p_{pe\partial}}{b_{pe\partial}},$$

可以分别求出其中每个数值。

简单传动系统的 $x_{pe\partial} \approx 1$, 所以

$$p_{pe\partial} = b_{pe\partial} = \frac{1 - \eta_{pe\partial, u}}{2\eta_{pe\partial, u}}.$$

如果认为电动机的可变损失是与其负荷变化的一次幂成正比地发生变化的, 则用同样的方法可以导出用于计算电动机的可变损失 b_∂ 及固定损失 p_∂ 的总系数:

$$p_\partial + b_\partial = \frac{1}{\eta_{\partial, u}} - 1,$$

式中 $\eta_{\partial, u}$ ——额定负荷下电动机的效率。

要分别计算损失系数 p_∂ 及 b_∂ , 就必须知道以下比率:

$$x = \frac{p_\partial}{b_\partial}.$$

各种类型电动机的损失系数之间的比率示于参考文献 6。

其中感应电动机的损失系数之间的比率为:

$$x_\partial = 0.5 \dots 1.0.$$

传动装置的损失系数按下式计算:

$$\begin{aligned} (1 + b_{pe\partial} + p_{pe\partial})(1 + b_\partial + p_\partial) &= 1 + b_{np} + p_{np} = \\ (1 + b_{pe\partial})(1 + b_\partial) + (1 + b_\partial)p_{pe\partial} + (1 + b_{pe\partial} + p_{pe\partial})p_\partial. \end{aligned} \quad (\text{I}, 18)$$

传动装置的可变损失系数 b_{np} 按以下的等式计算:

$$(1 + b_{np}) = (1 + b_{pe\partial})(1 + b_\partial), \quad (\text{I}, 19)$$

而传动装置的固定损失系数为: