

三相异步电动机经济运行速查表

阎国华 阎恩刚 编著

机械工业出版社

前 言

电动机是工农业生产中拖动机械设备的重要动力源。它以电能转换为机械能的形式作功。而三相异步电动机又是电动机中数量最多、覆盖面最广的一种动力设备。毫不夸张地说,有电的地方就有三相异步电动机。它是电能生产的主要消耗者。

GB12497—90《三相异步电动机经济运行》,经国家技术监督局批准为强制性国家标准,于1991年6月1日开始实施。制定实施这一国家标准,使三相异步电动机处于经济运行状态,挖掘电能潜力,对国民经济建设和发展,具有重要的经济效益和社会效益。

国家要求对已安装运行的三相异步电动机,必须按标准规定,进行经济负载率的计算,确定实际运行的负载率、效率和功率因数,求取电动机的工作特性,判断电动机是否经济运行,是否需要采取更换、调速、补偿、负载匹配等措施,使电动机处于经济运行。企业要根据电动机的运行状态,逐台确定电动机是否经济运行。

作者曾与能源监测单位合作,采用常规电参数测试仪器测得的电参数,通过查阅由作者编写,并已正式出版的《电动机四率(负载率、功率、效率和功率因数即力率)速查表》,达到确定电动机经济运行参数的目的。

该书的查表法深受专家和能源监测部门的好评和肯定,经实践验证数据可靠,并在几个市县的数十家企业及作者所在的天水星火机床厂宣贯电动机经济运行工作中,发挥了富有成效的作用。

本书是为了适应开展电动机经济运行检测的需要而编写的,并将电动机额定参数、空载参数、运行参数、经济运行区及经济运行参数融为一体,每种规格电动机设一张表,并附有非额定电压下测试值的修正系数表。通过书中表格,查找非常方便,判定非常简单,评价非常容易。查找电动机的各类参数,判别电动机是否经济运行,一目了然。我国正在服役的中小型电动机总安装容量约为 3 亿 kW,耗用总发电量的 60%,而 Y (IP44)和 JO2 系列电动机约占总安装容量的 80%。可见使用本书解决问题范围之广泛。

本书具有简便、易懂、易判别的特点,还具有实用性、通俗性和科学性,适于各类用电单位的电气工作人员、能源工作者、能源监测人员使用,也可作为电机和能源专业的师生参考。

愿本书在宣贯 GB12497—90《三相异步电动机经济运行》工作中发挥作用。不妥之处欢迎读者批评指正。

作 者

目 录

一、使用说明	1
二、Y 系列三相异步电动机经济运行速查表	10
1. Y801-2 型电动机(0.75kW)	10
2. Y802-2 型电动机(1.1kW)	11
3. Y90S-2 型电动机(1.5kW)	12
4. Y90L-2 型电动机(2.2kW)	13
5. Y100L-2 型电动机(3kW)	14
6. Y112M-2 型电动机(4kW)	15
7. Y132S1-2 型电动机(5.5kW)	16
8. Y132S2-2 型电动机(7.5kW)	17
9. Y160M1-2 型电动机(11kW)	18
10. Y160M2-2 型电动机(15kW)	19
11. Y160L-2 型电动机(18.5kW)	20
12. Y180M-2 型电动机(22kW)	21
13. Y200L1-2 型电动机(30kW)	22
14. Y200L2-2 型电动机(37kW)	23
15. Y225M-2 型电动机(45kW)	24
16. Y250M-2 型电动机(55kW)	25
17. Y280S-2 型电动机(75kW)	26
18. Y280M-2 型电动机(90kW)	27
19. Y801-4 型电动机(0.55kW)	28
20. Y802-4 型电动机(0.75kW)	29
21. Y90S-4 型电动机(1.1kW)	30
22. Y90L-4 型电动机(1.5kW)	31

23. Y100L1-4 型电动机(2.2kW)	32
24. Y100L2-4 型电动机(3kW)	33
25. Y112M-4 型电动机(4kW)	34
26. Y132S-4 型电动机(5.5kW)	35
27. Y132M-4 型电动机(7.5kW)	36
28. Y160M-4 型电动机(11kW)	37
29. Y160L-4 型电动机(15kW)	38
30. Y180M-4 型电动机(18.5kW)	39
31. Y180L-4 型电动机(22kW)	40
32. Y200L-4 型电动机(30kW)	41
33. Y225S-4 型电动机(37kW)	42
34. Y225M-4 型电动机(45kW)	43
35. Y250M-4 型电动机(55kW)	44
36. Y280S-4 型电动机(75kW)	45
37. Y280M-4 型电动机(90kW)	46
38. Y90S-6 型电动机(0.75kW)	47
39. Y90L-6 型电动机(1.1kW)	48
40. Y100L-6 型电动机(1.5kW)	49
41. Y112M-6 型电动机(2.2kW)	50
42. Y132S-6 型电动机(3kW)	51
43. Y132M1-6 型电动机(4kW)	52
44. Y132M2-6 型电动机(5.5kW)	53
45. Y160M-6 型电动机(7.5kW)	54
46. Y160L-6 型电动机(11kW)	55
47. Y180L-6 型电动机(15kW)	56
48. Y200L1-6 型电动机(18.5kW)	57
49. Y200L2-6 型电动机(22kW)	58
50. Y225M-6 型电动机(30kW)	59
51. Y250M-6 型电动机(37kW)	60
52. Y280S-6 型电动机(45kW)	61

53. Y280M-6 型电动机(55kW)	62
54. Y132S-8 型电动机(2.2kW)	63
55. Y132M-8 型电动机(3kW)	64
56. Y160M1-8 型电动机(4kW)	65
57. Y160M2-8 型电动机(5.5kW)	66
58. Y160L-8 型电动机(7.5kW)	67
59. Y180L-8 型电动机(11kW)	68
60. Y200L-8 型电动机(15kW)	69
61. Y225S-8 型电动机(18.5kW)	70
62. Y225M-8 型电动机(22kW)	71
63. Y250M-8 型电动机(30kW)	72
64. Y280S-8 型电动机(37kW)	73
65. Y280M-8 型电动机(45kW)	74
三、JO2 系列三相异步电动机经济运行速查表	75
66. JO2-11-2 型电动机(0.8kW)	75
67. JO2-12-2 型电动机(1.1kW)	76
68. JO2-21-2 型电动机(1.5kW)	77
69. JO2-22-2 型电动机(2.2kW)	78
70. JO2-31-2 型电动机(3kW)	79
71. JO2-32-2 型电动机(4kW)	80
72. JO2-41-2 型电动机(5.5kW)	81
73. JO2-42-2 型电动机(7.5kW)	82
74. JO2-51-2 型电动机(10kW)	83
75. JO2-52-2 型电动机(13kW)	84
76. JO2-61-2 型电动机(17kW)	85
77. JO2-71-2 型电动机(22kW)	86
78. JO2-72-2 型电动机(30kW)	87
79. JO2-82-2 型电动机(40kW)	88
80. JO2-91-2 型电动机(55kW)	89
81. JO2-92-2 型电动机(75kW)	90

82. JO2-93-2 型电动机(100kW)	91
83. JO2-11-4 型电动机(0.6kW)	92
84. JO2-12-4 型电动机(0.8kW)	93
85. JO2-21-4 型电动机(1.1kW)	94
86. JO2-22-4 型电动机(1.5kW)	95
87. JO2-31-4 型电动机(2.2kW)	96
88. JO2-32-4 型电动机(3kW)	97
89. JO2-41-4 型电动机(4kW)	98
90. JO2-42-4 型电动机(5.5kW)	99
91. JO2-51-4 型电动机(7.5kW)	100
92. JO2-52-4 型电动机(10kW)	101
93. JO2-61-4 型电动机(13kW)	102
94. JO2-62-4 型电动机(17kW)	103
95. JO2-71-4 型电动机(22kW)	104
96. JO2-72-4 型电动机(30kW)	105
97. JO2-82-4 型电动机(40kW)	106
98. JO2-91-4 型电动机(55kW)	107
99. JO2-92-4 型电动机(75kW)	108
100. JO2-93-4 型电动机(100kW)	109
101. JO2-21-6 型电动机(0.8kW)	110
102. JO2-22-6 型电动机(1.1kW)	111
103. JO2-31-6 型电动机(1.5kW)	112
104. JO2-32-6 型电动机(2.2kW)	113
105. JO2-41-6 型电动机(3kW)	114
106. JO2-42-6 型电动机(4kW)	115
107. JO2-51-6 型电动机(5.5kW)	116
108. JO2-52-6 型电动机(7.5kW)	117
109. JO2-61-6 型电动机(10kW)	118
110. JO2-62-6 型电动机(13kW)	119
111. JO2-71-6 型电动机(17kW)	120

112. JO2-72-6 型电动机(22kW)	121
113. JO2-81-6 型电动机(30kW)	122
114. JO2-82-6 型电动机(40kW)	123
115. JO2-91-6 型电动机(55kW)	124
116. JO2-92-6 型电动机(75kW)	125
117. JO2-41-8 型电动机(2.2kW)	126
118. JO2-42-8 型电动机(3kW)	127
119. JO2-51-8 型电动机(4kW)	128
120. JO2-52-8 型电动机(5.5kW)	129
121. JO2-61-8 型电动机(7.5kW)	130
122. JO2-62-8 型电动机(10kW)	131
123. JO2-71-8 型电动机(13kW)	132
124. JO2-72-8 型电动机(17kW)	133
125. JO2-81-8 型电动机(22kW)	134
126. JO2-82-8 型电动机(30kW)	135
127. JO2-91-8 型电动机(40kW)	136
128. JO2-92-8 型电动机(55kW)	137
四、电压修正系数表	138

一、使用说明

三相异步电动机日常运行中可能出现空载运行、一般运行、额定运行、超载运行和经济运行等各种状态。《三相异步电动机经济运行速查表》就是直观、具体、形象地给出不同运行状态时的各类参数,解决不同运行状态时的负载率和效率之间的关系,根据常规电参数测试仪器仪表测试出电动机的部分电参数即可查出电动机的各类参数。在避免繁琐计算、克服没有电机经济运行测试仪、又不受技术水平限制的条件下,达到解决三相异步电动机的经济运行问题。

每种规格电动机设一张表。表是按负载率由零到百分之百依次编制的。负载率间隔为 5%。表头只写电动机型号、额定功率和额定电流。Y 系列和 JO2 系列电动机额定电压均为 380V,在表中没有标明。其它参数可在表中查找。

每张表的格式都是一样的。除“运行区”以外,设七个纵行,分别是负载率、输出功率、输入功率、效率、综合效率、功率因数和电流。设 29 个横行,首行为空载运行状态,末行为满载运行状态,在横行内标有有功经济运行区、有效经济运行区、理想经济运行区、综合经济运行区、有效综合经济运行区、理想综合经济运行区、最高效率区、最高综合效率区共 8 种运行状态,如 JO2-71-2 型电动机只有有功经济运行区和综合经济运行区两种状态。运行区内纵写汉字又分三格,上格为“非经济”。即非经济运行区,凡在该区运行的设备要用红色标志,它包括低于有功经济运行区最低负载率的全部运行状态。在这

一区域内运行的电动机损耗高、效率低,需要采取节电措施。中格为“一般”即一般经济运行区,凡在该区运行的设备要用黄色标志,它的起点是有功经济运行区最低负载率,终点是综合经济运行区最低负载率。有的规格电动机有效经济运行区最低负载率在此区域内。有的规格电动机不仅有效经济运行区最低负载率,连理想经济运行区最低负载率也在此区域内。多数规格电动机一般经济运行区内不含有这两种负载率。下格为“经济”,即经济运行区,凡在该区运行的设备要用绿色标志。该区包括高于综合经济运行区最低负载率的全部运行状态,除上面已经提过一般经济运行区所含的最低负载率,其余各类运行区最低负载率、最高效率和最高综合效率区均在本区域内,排列次序有所不同。

当某一负载率确定后,沿该行可确定该负载率时输出功率、输入功率、效率、综合效率、功率因数和电流。同样,当已知输入功率时,也可以沿该行确定对应该输入功率时的负载率、输出功率、效率、综合效率、功率因数和电流。若已知电动机的工作电压和线电流,沿对应线电流的该行也可以确定负载率、输出功率、输入功率、效率、综合效率和功率因数。表中的综合效率是按无功经济当量为 0.03kW/kvar 确定的,与其有关的综合经济运行区最低负载率、有效综合经济运行区最低负载率、理想综合经济运行区最低负载率和综合经济负载率(最高综合效率区的负载率)也是按该值确定的。

只要知道某一区域内的一个参数,如电流、输入功率或负载率,就可以判定电动机是经济运行、一般经济运行还是非经济运行。

为便于了解上面提到的各类参数的内涵,我们分别给以定义。

额定功率:在额定运行情况下,电动机轴上输出的机械功率,在表头标有此值,表中最末一行也可以查出此值,单位为 kW;

额定电流:在额定运行情况下,定子的线电流值,在表头标有此值,表中最末一行也可以查出此值,个别型号电动机额定电流值在不同资料中略有不同,单位为 A;

额定效率:额定运行时,电动机额定功率与定子绕组端输入的电功率比值的百分数,见表中的末行;

额定功率因数:额定运行时,定子相电流与相电压之间的相位差余弦值,见表中末行;

额定综合效率:额定运行时,电动机额定功率与对应的额定输入电功率加上无功功率引起线路等效损耗比值的百分数,见表中末行;

空载功率:额定电压时,电动机轴输出功率为零时的不变损耗,见表中首行输入功率,单位为 kW;

空载电流:额定电压时,电动机轴输出功率为零时的定子线电流,见表中首行,单位为 A;

输出功率:在正常运行情况下,电动机轴上输出的机械功率,单位为 kW;

输入功率:在正常运行情况下,电动机定子绕组端输入的电功率,单位为 kW;

负载率:电动机的实际输出功率与其额定功率之比的百分数;

负载系数:电动机的实际输出功率与其额定功率之比;

效率:电动机的实际输出功率与其对应的输入功率之比的百分数;

电流:在正常运行情况下,电动机定子的线电流值,单位

为 A ;

电压:在正常运行情况下,电动机端子的工作电压,单位为 V ;

功率因数:在正常运行情况下,电动机相电流与相电压之间相位差的余弦值;

综合运行效率:电动机的实际输出功率与对应的综合输入功率之比的百分数。

经济运行区的定义是什么呢?

只考虑电动机效率时,电动机的运行效率大于或等于 99% 额定效率,即表中有功经济运行区及其以下的功率范围,均称为有功经济运行区;电动机的运行效率大于或等于额定效率,即表中有效经济运行区及其以下的功率范围,均称为有效经济运行区;电动机的运行效率大于或等于 1.005 倍额定效率,即表中理想经济运行区及其以下的功率范围,均称为理想经济运行区。对应这些经济运行区的第一个负载率,为各自经济运行区最低负载率,是各自经济运行区的起点。

综合经济运行区的定义是什么呢?

考虑电动机的效率和功率因数的综合运行效率大于或等于 99% 额定综合效率,即表中综合经济运行区及其以下的功率范围均称为综合经济运行区;电动机综合运行效率大于或等于额定综合效率,即表中有效综合经济运行区及其以下的功率范围,均称为有效综合经济运行区;电动机综合运行效率大于或等于 100.5% 额定综合效率,即表中理想综合经济运行区及其以下的功率范围,均称为理想综合经济运行区。对应这些经济运行区的负载率,即横线以下的数值称为各自区域的最低负载率,是各自经济运行区的起点。

在经济运行区内还有几个参数需要说明如下:

有功经济负载率是对应最高效率区内的负载率,它是电动机效率最高时的负载率。

综合经济负载率是对应最高综合效率区内的负载率,它是电动机综合效率最高时的负载率。

电动机在最高效率时运行,有功功率损耗最低,电动机在最高综合效率时运行,综合功率损耗最低。

无功经济当量是每减少 1kvar 无功功率相当于电网所减少的有功功率损耗,单位为 kW/kvar。

最后再说明一下怎样查表。

确定电动机是否经济运行,在哪一类经济运行区内运行,其实质是将电动机运行负载率与各类经济运行区最低负载率进行比较。为达到这个目的,首先要确定电动机的运行负载率,确定运行负载率的方法有功率法(实测输入功率法)和电流法(实测线电流法)两种,采用这两种方法可以通过公式计算求得运行负载率,也可以通过查表查得。《三相异步电动机经济运行速查表》,实际是确定电动机是否经济运行的另一种方法,即查表法。这种查表法是在不使用电动机经济运行测试仪的条件下,采用常规电参数测试仪器仪表测试出正在运行中电动机的输入功率或线电流,便可以在表中找出对应测试值的负载率位置,不用计算就可以判定其是否经济运行。由于表中已给出各类经济运行区最低负载率的输入功率和线电流对应值。所以,可以根据实测输入功率与对应最低负载率的输入功率作比较,判定其是否经济运行。也可以根据实测线电流与对应最低负载率的线电流作比较,判定其是否经济运行。两种方法并存时,优先采用功率法。

无论功率法,还是电流法,在表中没有与实测值完全相同的数值时,要确定对应被测值的其它参数时,在表中查出与实

测值相邻的两个数值及其对应的有关参数,然后用插入法计算。插入法的计算过程见例题。

在同一工况下,电动机的线电流受工作电压影响,由于《三相异步电动机经济运行速查表》是按额定电压设计的,在电动机工作现场,很难保证其在额定电压下工作,为此,在非额定电压下测得的线电流,经过修正后才可以查表。修正的办法是先求出空载电流与非额定电压下测得的线电流比值,并用 α 表示,再根据实际电压和 α 值在电压修正系数表中查出电压修正系数 K ,用 K 值乘以实测线电流作为修正后的电流,用以查表。

用实例说明三相异步电动机经济运行速查表的用法。

例 1 有一台 Y160L-2 型电动机,连续运行,稳定负载,经实测电动机的输入功率平均值为 15.1kW,电压为 380V,试确定电动机是否经济运行?在哪类经济运行区内运行?

解 查三相异步电动机经济运行速查表,即本书 11 号表,在输入功率栏倒数第 7 行为 15.28kW,倒数第 8 行为 14.57kW,实测值在这两行中间,对应这两个值的负载率均在经济运行区内,并都大于理想经济运行区最低负载率。所以这台电动机属经济运行,并在理想经济运行区内运行,运行效率接近最高效率,也接近最高综合效率,运行工况颇佳,合格。

例 2 有一台 Y225M-2 型电动机,长期稳定连续运行,经实测电动机线电流的平均值为 56.69A,电压为 380V,试确定电动机是否经济运行?

解 查三相异步电动机经济运行速查表,即本书 15 号表,在电流栏 15 行电流值是 56.39A,被测电流值与此值接近,并略大于此值,该值在综合经济运行区内,所以,不查对应的负载率,仅凭电流值也可以判定该电动机在综合经济运行

区内运行,符合经济运行条件,判定为合格。

例 3 有一台 JO2-71-2 型电动机,经实测工作电压为 375V,线电流为 29.8A,试确定电动机是否经济运行?

解 由于该电动机是在非额定电压工作时测得的线电流,所以,需要先求 α 。

查三相异步电动机经济运行速查表,即本书的 77 号表,表中第一行电流 7.8A(即空载电流),将该电流与实测线电流代入求 α 的公式得:

$$\alpha = \frac{7.8}{29.8} = 0.262$$

在电压修正系数表里的 α 值有 0.26 和 0.27,对应这两个 α 的 K 值分别为 0.9892 和 0.9894,对应 $\alpha = 0.262$ 的 K 值为 0.98924。用该值乘以实测电流的积即是修正为额定电压时的电流,即:

$$I = 0.98924 \times 29.8 = 29.48\text{A}$$

该型号电动机有功经济运行区最低负载率为 69.09%,对应该负载率的电流为 29.54A。该电动机实测电流大于此电流,即 $29.8 > 29.54$,修正后的电流小于此电流,即 $29.48 < 29.54$,依据前者可判定为经济运行,依据后者则判定为非经济运行。实际为非经济运行,不合格。

该型号电动机有功经济运行区最低负载率与综合经济运行区最低负载率相差极微,横贯两端的直线接近重合,相当于只有非经济与经济两个运行区,该型号电动机没有其它类别的经济运行区和最高效率区及最高综合效率区。因为本表不涉及超载运行情况,故额定效率即为最高效率,额定综合效率即为最高综合效率。

例 4 电动机同例 1,但测试时工作电压为 394V,实测线

电流为 25.46A, 试通过查表法确定该电动机的运行参数。

解 按例 3 计算方法先求 α , 从判定表中查得空载电流为 8.2A, 代入公式得;

$$\alpha = \frac{8.2}{25.46} = 0.322$$

根据电压等于 394V 和 $\alpha = 0.322$ 查得 $K = 1.02546$, 则修正后的电流为

$$I = 1.02546 \times 25.46 = 26.11\text{A}$$

在速查表里有 26.83 和 25.70 两个电流值, 对应这两个电流的负载率是 73.99% 和 70.56%, 根据插入法按下式求该电流时的负载率

$$\begin{aligned} \text{负载率} &= 73.99 - \frac{73.99 - 70.56}{26.83 - 25.70} \times (26.83 - 26.11) \\ &= 71.80\% \end{aligned}$$

同样道理求出其它运行参数

$$\begin{aligned} \text{输出功率} &= 13.69 - \frac{13.69 - 13.05}{26.83 - 25.70} \times (26.83 - 26.11) \\ &= 13.28\text{kW} \end{aligned}$$

输出功率还可以按下式求得

$$\begin{aligned} \text{输出功率} &= \text{负载率} \times \text{额定功率} \\ &= 0.718 \times 18.5 \\ &= 13.28\text{kW} \end{aligned}$$

两种计算方法所得结果是一致的。

$$\begin{aligned} \text{输入功率} &= 15.28 - \frac{15.28 - 14.57}{26.83 - 25.70} \times (26.83 - 26.11) \\ &= 14.83\text{kW} \end{aligned}$$

$$\text{效率} = \frac{\text{输出功率}}{\text{输入功率}} \times 100\%$$

$$= \frac{13.28}{14.83} \times 100\%$$

$$= 89.55\%$$

$$\text{综合效率} = 88.13 - \frac{88.13 - 88.12}{26.83 - 25.70} \times (26.83 - 26.11)$$

$$= 88.124\%$$

$$\text{功率因数} = 0.866 - \frac{0.866 - 0.861}{26.83 - 25.70} \times (26.83 - 26.11)$$

$$= 0.863$$

通过本例看出《三相异步电动机经济运行速查表》不仅可以判定电动机是否经济运行,还可以确定其它运行参数。从这四个例子的判定和计算过程都可以看出本书的速查表具有简便、易懂、易判别的特点。