

YX系列三相高效率异步电动机 槽配合试验与分析小结

YX系列样电机设计工作组

根据YX系列三相高效率异步电动机样电机试制任务书以及试验验证大纲的要求,结合样电机的试制对于电机定转子槽数对杂散损耗的影响进行了试验和分析,现小结如下。

一、槽配合和槽斜度对杂散损耗的影响

1. 表面损耗

表面损耗系高次谐波磁场相对于定、转子金属表面运动,在金属表面上引起的以涡流损耗为主的损耗。这部分损耗与谐波磁场的幅值及频率有关,而幅值与频率受槽数多少的影响,因此这部份损耗与定、转子槽数的多少有关,即:

$$P_B \propto \frac{1}{Q^m} \quad (m = 1 \sim 1.5) \quad (1)$$

由(1)式可知,表面损耗随槽数的增加而减少。

2. 脉振损耗

脉振损耗系定、转子谐波磁势在对应的转子和定子齿部引起的磁通脉动所产生的损耗。脉动幅值取决于谐波的波长与对应的齿节距的比例,而这一比例与定转子槽数的相对值,即槽配合有关,脉振损耗随槽配合变化的近似关系有:

$$P_{t1} \propto \left(\frac{Q_1 \sin \frac{Q_2}{Q_1} \pi}{Q_2} \right)^2 \quad (2)$$

图1画出了定、转子齿部脉振损耗随槽数比变化的示意图,由图可见,只有在定、转子槽数相等时,脉振损耗才会最小。因此为了降低脉振损耗,应使定、转子槽数尽量接近。

3. 谐波电流损耗

在铸铝转子电机中存在定子谐波磁场在

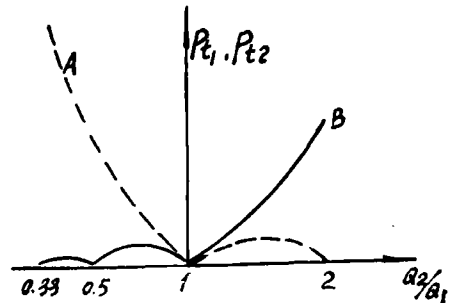


图 1

A—定子脉振损耗; B—转子脉振损耗;
Q₁—定子槽数; Q₂—转子槽数。

转子导条中感应的高频电流损耗,同时,由于转子导条与槽间没有绝缘,在斜槽情况下,就在相邻导条间的钢片里产生横向泄漏电流,这部分电流引起的损耗相当大,能达到谐波杂散损耗的50%左右。上述损耗也可称为谐波电流损耗。这种损耗与谐波磁场在相邻导条上所感应电势的差值,转子槽数以及转子谐波电抗的大小有关。根据Odok的谐波电流损耗公式,并经简化后可得图2所示关系。

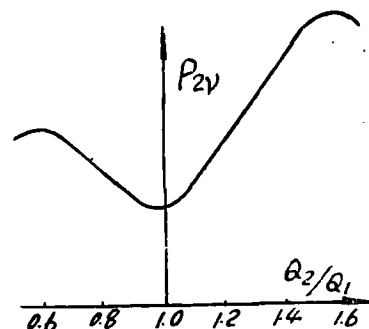


图2 谐波电流损耗与槽配合的关系

从图可见,采用近槽少槽配合,谐波电流损耗是较小的。

综上所述,表面损耗、脉振损耗、谐波电流损耗均与槽数有关,而且后两种损耗又

与定、转子槽数比密切相关。

4. 斜槽对附加损耗的影响

铸铝转子中除了由导条和端环构成的鼠笼回路外，还存在由导条与铁心构成的横向泄漏回路，对应于这两回路，分别存在着转子导条中电流损耗与横向泄漏电流损耗。因为损耗取决于回路电势和阻抗，当转子为直槽时，在同一导条上各点所感应电势的相位相同，鼠笼回路电势较大，导条间横向泄漏回路的电势较小，同时端环阻抗比横向泄漏阻抗要小得多，故直槽时的谐波电流损耗主要取决于鼠笼回路损耗。当斜槽时，由于相邻导条间沿导条长度各点感应电势的相位不同，使导条合成电势变小，鼠笼回路损耗减小，但这时横向泄漏电流损耗由于横向泄漏回路电势增加而大大增加。所以，铸铝转子电机中，斜槽转子电机比直槽转子电机的损耗要大。

二、试验验证

在高效率电机的模样试制阶段，我们就不同的槽数、槽配合、槽斜度对杂散损耗的影响进行了试验验证。全部样机的负载杂散损耗均用反转法测定。

1) 定子槽数一定，改变转子槽数的试验

我们在2.2KW，4极和5.5KW，4极两个规格的高效率电机上做了对比试验，试验结果列于表1，杂散损耗随 Q_2/Q_1 变化的曲线示于图3。由表1可见，在定子槽数36不变的情况下，转子槽数为28、32、44槽的三种电机中，转子为32槽的杂散损耗最小，44槽的杂散损耗最大。若以转子32槽为基准值，则杂散损耗变化情况是：转子28槽的平均增加了15.2% 转44子槽的平均增加了140%。也就是说：定、转子槽数愈接近，附加损耗愈小，而且当定、转子槽数的差值一定时，转子槽数少于定子槽数的电机的杂散损耗比转子槽数多于定子槽数的电机小。

2) 定、转子槽数比一定，增加定转子槽数的试验基本保持定、转子槽数比不变，增加定、转子槽数的试验结果列于表2。

表2的试验数据表明：0.55KW，4极电机在定、转子槽数由24/22增加到36/28时，杂散损耗减少41%；0.75KW，2极

表1 杂散损耗 P_z 与槽配合的关系

功率 (KW)	极数	Q_1	Q_2	Q_2/Q_1	$P_z(\%P_N)$
2.2	4	36	28	0.778	1.44
			32	0.889	1.29
			44	1.222	3.01
5.5	4	36	28	0.788	1.427
			32	0.889	1.20
			33	0.917	1.20
			44	1.222	2.96

注：2.2KW电机定子为普通绕组，5.5KW电机定子为正弦绕组； P_N 为额定功率(KW)。

表2 杂散损耗与槽数的关系

功率 (KW)	极数	Q_1	Q_2	Q_2/Q_1	$P_z(\%P_N)$
0.55	4	36	28	0.778	1.16
0.75	2	24	19	0.792	1.878
		18	16	0.889	2.00
5.5	2	36	28	0.778	1.667
		30	26	0.867	1.918
0.55	4	24	22	0.917	1.97
18.5	6	72	58	0.806	1.1316
		54	44	0.814	1.570
55	4	72	58	0.806	0.339
		48	44	0.917	0.682

注：除5.5KW，4极为正弦绕组外，其他为普通绕组。

电机槽数由18/16增至24/19时，杂散损耗减少6%；5.5KW，2极电机由30/26增至36/28时，杂散损耗减少13%；18.5KW，6极电机由54/44增至72/58时，杂散损耗减少16%；55KW，4极电机槽数由48/44增至72/58时，杂散损耗减少50.3%。由此可见，在定、转子槽数比一定时，增加定、转子槽数，杂散损耗将有不同程度的下降。

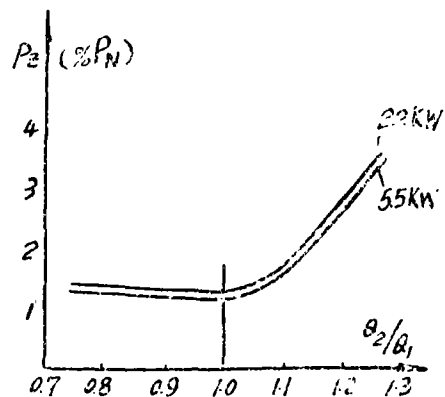


图3

3) 定、转子槽数一定, 只改变转子槽斜度的试验

模样电机试制阶段除了斜槽和直槽转子外, 我们还做了无中间短路环的枞树式转子, 其结构外观如图4所示。这种转子外表似枞树形, 但内部仍为直槽, 三种形式转子的试验结果列于表3。

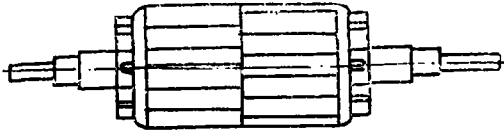


图4 无中间短路环枞树式转子结构示意图

表3 杂散损耗 (P_N) 与槽斜度的关系

功率(KW)	极数	Q_1/Q_2	$P_N(\%P_N)$		
			斜槽	直槽	枞树式
5.5	4	36/44	4.16	2.6	2.5

注: 定子为普通绕组

由表3可见在 $Q_1/Q_2 = 36/44$ 情况下, 斜槽的附加损耗比直槽大60%, 比枞树式大66.4%。这是因为对于齿谐波磁场引起的鼠笼损耗来说, 斜槽最小, 直槽最大, 而对于横向泄漏电流引起的损耗来说, 斜槽最大, 直槽和枞树式相当。横向泄漏电流引起的损耗能达到杂散损耗的50%左右, 所以在上述

三种情况下, 斜槽转子的附加损耗最大。

4) 槽配合和槽斜度对噪声振动的影响

我们对5.5KW, 4级电机采用定子36槽, 转子槽数32、33、44做了对比试验, 试验结果列于表4。

从上表可见, 在同是直槽的情况下, 转子44槽的噪声比33槽低18.25dB(A), 振速低0.03mm/sec; 在斜槽情况下, 32槽与33槽噪声水平相当32槽振速比33槽低0.12mm/sec, 而44槽与32槽相比, 噪声低4.12dB(A), 振速高0.28mm/sec; 对于枞树式转子, 32槽与44槽相比, 噪声仅高3.44dB(A), 而振速相当。

三、结论

通过这次高效率电机模样试制验证, 可以看出: 增加定、转子槽数, 并采用少槽近槽配合, 可以使杂散损耗显著降低。直槽转子可以减少杂散损耗, 但在定、转子槽数相近时其噪声高于斜槽转子的电机, 而从试验数据看, 无中间短路环枞树式转子效果不明显, 尚须进一步分析验证。

(本文由秦和、姚德坚、吴昭文、刘爱萍和黄坚等执笔)

表4 转子槽数对噪声振动的影响

转子槽数及槽斜情况	32(斜)	32(枞)	33(斜)	33(直)	44(斜)	44(直)	44(枞)
负载噪声(声功率级) dB(A)	64.75	66.94	64.1	79.13	60.63	60.61	63.5
振动速度(mm/sec)	0.28	0.9	0.4	0.45	0.56	0.42	0.94

DYSR—2型电动扬声器式标准噪声源通过鉴定

去年十一月份, DYSR—2型电动扬声器式标准噪声源在浙江省临海县科学技术委员会、经济委员会组织的鉴定会上通过鉴定。鉴定会领导小组由机械工业部上海电器科学研究所、浙江大学等单位组成。

为了控制噪声污染, 国际标准化组织第(43)声学委员会已把标准声源法列入工程级噪声测量方法。台州电子仪表厂在机械工业部上海电器科学研究所研制基础上, 试制生产了DYSR—2型电动扬声器式标准声源,

并设计制造了无规信号发生器, 完善了该标准噪声源的配套。该仪器用于声源声功率级现场测量, 可节省大量试验室建造费用, 也可以作为建筑声学测量用噪声源, 测量方法极为简便、经济。对于一般厂矿企业进行产品(如电动机)噪声测量研究及建筑声学测量, 具有很大的实用价值。该仪器经上海电器科学研究所测试和鉴定会复测小组抽样复测, 其技术指标均达到设计要求和国际“标准噪声源”送审稿要求, 并用用户一年来实际情况良好。(杨宝龙报导)