

环锭细纱机主电机起动特性与节电研究

王 纲 毅

(青岛纺织机械厂研究所)

【提要】 本文根据环锭细纱机消耗功率与转矩的资料,进行了软起动和节电测试对比,得出软起动的要求,应使细纱机阻转矩与主电机的最小转矩之差为0.2至0.8倍额定转矩较为适用,并测得高效电机FX-52B-4比Y160L-4节电3.7%,双速电机FXD比YD节电7.5%。

环锭细纱机一般对其主电机提出软起动或弹性起动的要求,就是利用起动过程中的最小转矩,使细纱机的起动时间保持在3~5秒钟,以避免起动急促,使纱线张力太大,断头率过高。我们针对这个问题,做了一些调查和试验分析,同时还通过测试细纱机负

载,找出与细纱机主电机匹配的计算方法,为设计节电型的细纱机主电机提出高效率指标,现分述如下。

一、细纱机单速电机的起动特性

国内外细纱机4极电机起动特性见表1。

表1 国内外细纱机电机起动特性表

国名	型 号(厂名)	输出(千瓦)	堵转转矩(倍)	最小转矩(倍)	最大转矩(倍)	所配细纱机的阻转矩(倍)
西德	AMTD	15	1.2	0.6	2.0	0.4~0.3
西德	SIEMENS SCHÜCKERTWERKE	15	2.8			
苏联	AOT	14	1.7		2.9	0.5
印度			1.7	1.3	2.0	
中国	JFO ₂ -62B-4	15	2.1		3.2	
中国	JFO ₂ -62-4	13	1.7		2.2	
中国	无铭牌	17	1.7		2.2	

为试验细纱机起动和运转时的纱线断头情况,在青岛国棉四厂两台A512型384锭细纱机上前后换用三种规格电机,每次三小时,统计它们的千锭时断头数,得到的平均数列于表2。这些断头都不是产生在起动瞬间,而多数发生在小纱和大纱时,可见该类电动机的起动特性不致造成起动断头,是合

乎软起动要求的。

二、细纱机双速电机的起动特性

我国和西德4/6极双速电机的起动特性见表3。

在青岛国棉六厂的A513W型416锭细纱机上用FXD180M₁-4/6双速高效电机,纺J14.6号纯棉纱,锭速14600转/分,统计一台半细纱机千锭时断头及断头原因分析如表4。其中断头数比表2所示多几倍,主要是原料、纺纱号数与锭速不同。虽然使用了双速电机,也降不下来。

一般的经验,如电机起动过快,则断头为许多锭,并非一至二个,现在换电机前后,

表2 使用不同电机时细纱断头情况

电机型号	输出(千瓦)	锭速(转/分)	前罗拉速(转/分)	断头数(千锭时)
JFO ₂ -62B-4	15	12810	244	8
JFO ₂ -62-4	13	13100	248	5
无铭牌	17	13180	249.5	12

注: 所纺细纱为18.2号中长化纤纱。

表3 中国和西德 4/6 极电机的起动特性

国名	电机型号	输出	堵转转矩 (倍)	最小转矩 (倍)	最大转矩 (倍)	所配细纱机情况
西德	AMT	6 极	1.4	1.0	1.4	阻转矩 0.3倍
	双绕组	4 极	2.2	1.3	2.1	最低点 0.4倍
中国	JFO ₃ -61A-6/4	6 极 7 千瓦	—	—	2.0	A513 型 416~448 锭
	单绕组	4 极 15 千瓦	1.7	—	2.2	锭速 14600 转/分
中国	JFO ₃ -61B-6/4	6 极 9 千瓦	1.0	0.5	2.0	A513 型 512 锭
	单绕组	4 极 17 千瓦	1.5	0.5	2.2	锭速 16000 转/分
中国	JFO ₃ -62-6/4	6 极 11 千瓦	—	—	—	A513 型 600 锭
	单绕组	4 极 22 千瓦	—	—	—	锭速 18000 转/分

表4 用双速高效电机时细纱断头情况

机号	断头数 (千锭时)	断头原因	半小时断头数
104西	28	钢丝圈不良	1
		皮辊不良	1
		其他*	1
105东	56	粗纱含杂物	1
		粗纱接头不良	1
		钢丝圈不良	1
		落纱生头不齐	1
		其他*	2
		其他*	2
104东	48	钢领不良	1
		钢丝圈不良	1
		木管跳动	2
		操作问题	1

注：其他*项目并非指电机起动过快的断头。

都没有起动造成的断头。由表 2、4 的断头数可知，表 1、3 细纱主电机全无起动过快而引起断头的现象。它们最小转矩为 0.5 ~ 1.3 倍，所配细纱机的阻转矩最低点在 0.3 ~ 0.5 倍。两者的差距，即加速转矩为 0.2 ~ 0.8 倍，是符合软起动要求的。

三、细纱机的起动时间

细纱机一般在电机的堵转转矩至最小转矩之间，用 1 ~ 2 秒时间通过最小转矩之后，再用 2 ~ 3 秒达到全速。这个时间和加速转矩有关。加速转矩最少为 0.2 倍。若比 0.2 倍再小，则在纺纱车间电压低于标准电压降范围时，可能起动困难，或延长起动时间，甚至使纱线发生打结现象。图 1 示出降低电

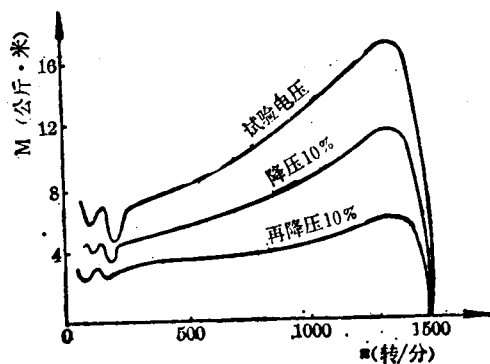


图1 JFO₂-62B-4 型 15 千瓦 4 极电机 电压与转矩关系

压所得到的最小转矩 M 。

双速电机在 6 极低速起动后，可自动或手动切换到 4 极高速运转，时间不包括在原有的 3 ~ 5 秒之内。

四、环锭细纱机装机容量的计算

环锭细纱机装机容量的基本功率 N 可用下列经验公式计算。各基本因素是从经纬纺机厂细纱机各部分动力分解得出的。

$$N = [(N_D + N_b + N_c + N_L)n + N_H] + 1000 = 8.81 \text{ 千瓦}$$

式中： N_D 为锭带满管纺纱功率（管纱重 142 克，16000 转/分，29 瓦）； N_b 为锭带张力盘功率（以 4 锭 7 瓦为基数）； N_c 为牵伸及其传动功率（以 400 锭 500 瓦为基数）； N_L 为车头升降功率（以 400 锭 180 瓦为基数）； N_H 为车头传动功率（一般为 800 瓦）； n 为锭数。

上式的结果是以 A512 型 384 锭细纱机

纺 18.2 号纱为例计算的,若主电机效率为 89.5%,则主电机输入功率为 $8.81 + 89.5\% = 9.85$ 千瓦。再考虑细纱机消耗功率的变动因素:(1)锭带张力受室内空气湿度影响,使 N 增大到 1.04 倍;(2)润滑脂受室内温度影响,使 N 增大到 1.25 倍;(3)机械状态不良,如震动、主轴不同心,齿轮啮合不良,使 N 增大到 1.08 倍;(4)维修不良,如三角皮带松紧不当,歪锭子,气圈不正,使 N 增大到 1.15 倍。故最差情况时, N 增大到 $1.04 \times 1.25 \times 1.08 \times 1.15 = 1.62$ 倍。根据上式 $N = 8.81 \times 1.62 = 14.28$ 千瓦,装机容量选用 15 千瓦,故主电机输入的最大值为 $14.28 + 89.5\% = 15.96$ 千瓦。

五、原用细纱机主电机负载率与效率

实测表 2 中的三种电机,数据列于表 5,其中负载率 $K =$ 某一负载下的输出功率 + 电机额定输出功率。

表 5 细纱电机满载时的测定数据

型号	输出(千瓦)	满纱负载(输入千瓦)	K(%)	前罗拉速(转/分)	前罗拉每转耗电(瓦)
JFO ₂ -62B-4	15	9.740	58.8	247	39.4
JFO ₂ -62-4	13	10.056	70.4	248	40.1
无铭牌	17	10.285	55	251	40.9

从表 5 可见,17 千瓦 4 极电机负载率最低,前罗拉每转耗电最多,说明 17 千瓦电机是不适用于 384 锭细纱机的。下面再计算在负载率 K 时,这三种细纱机主电机效率及输出功率。

设电动机固定损耗 = 铁耗 + 风摩耗,其标么值为 $P_{f0H} + P_{fwH}$, 根据 1982 年第 3 期《安徽机械》中“异步电机高效运行”一文的理论分析,由额定效率计算最高效率:

$$\eta = 1 / [1 + K(P_{cu1H} + P_{cu2H} + P_{zH}) + (P_{f0H} + P_{fwH}) / K]$$

式中: P_{cu1H} 、 P_{cu2H} 、 P_{zH} 分别为定、转子铜耗和杂耗在输出功率为额定功率时的标么值,基值为额定输出功率 P_{2H} 。

为求得在某一负载率 K 时电机达到最高效率,应使标么可变损耗与固定损耗之和达到最小值,即令

$$\partial \varepsilon P / \partial K = \partial [K(P_{cu1H} + P_{cu2H} + P_{zH}) + (P_{f0H} + P_{fwH}) / K] / \partial K = 0$$

可得 $\eta_{max} = 1 / [1 + 2(P_{f0H} + P_{fwH}) / K]$, 计算结果如表 6。

表 6 三种电机的负载计算值

型号	输出(千瓦)	固定损耗(瓦)	标么值(%)	负载率 K 时计算效率(%)	负载率 K 时电机输出(千瓦)
JFO ₂ -62B-4	15	449.0	2.99	90.6	8.82
JFO ₂ -62-4	13	412.4	3.17	91.0	9.15
无铭牌	17	445.0	2.62	91.0	9.36

表 5、6 说明,15 千瓦电机的输入、输出功率都最小,因此配用较适合。

六、新型高效率 FX 电机效率负载曲线

为了再提高主电机的效率,用 FX-52B-4 型 15 千瓦及 FX-52-4 型 13 千瓦电机再做实测对比试验(见图 2)。

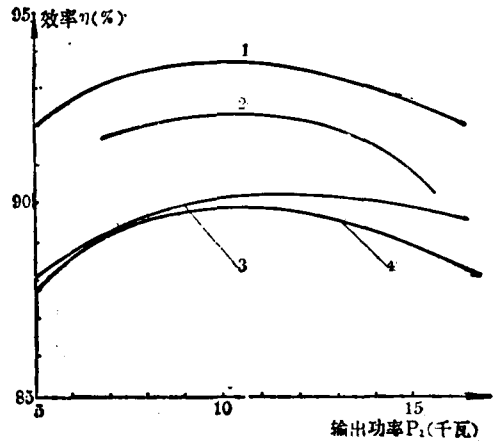


图 2 FX 与 JFO₂、Y 型电机效率负载曲线对比
1-FX-52B-4 15千瓦; 2-FX-52-4 13千瓦;
3-JFO₂-62B-4 15千瓦; 4-Y160L-4 15千瓦。

图 3 说明,配 A512 型 384 锭细纱机用 FX-52B-4 型 15 千瓦电机最为适合,比 JFO₂-62B-4 型省电,比 FX-52-4 型也省电,并不存在“大马拉小车”问题。FX-52B-4 型高效

率电机额定效率比一般用 Y160L-4 型 15 千瓦电机高 3.7%，损耗减少 35%。同样 FXD 型 15/7 千瓦 4/6 极双速电机比一般的 YD 型双速电机效率(85%)高 7.5%，故细纱机用单速与双速电机均以 FX 及 FXD 型最为节电。

七、细纱机的 FX 及 FXD 主电机 提高效率的措施及效果

在细纱机主电机设计中，受到细纱机所给位置和尺寸的限制，故增加铜、铝和矽钢片的体积受到一定限制。即定子铜耗、转子

铝耗难以无限制减少，只能从减少铁耗、风摩耗和杂耗方面采取措施。

1. 为减少杂耗，采用正弦绕组，以减少谐波损耗，将转子片氧化，以减少横向电流造成的损耗。

2. 为减少铁耗，需增加铁芯重量，并用低损耗矽钢片冲孔后，退火处理，以减少冲孔时的残余应力。

3. 为减少风摩耗，需减小风扇直径，改用净流风罩，避免纤维堵塞(在温升极限不超过的条件下，日本 SE-E 电机已取消风扇)。

几种电机的效率如表 7 所示。

表 7 几种电机效率对比

国名	型 号	功率(千瓦)	效率(%)	功率因数	所配细纱机
西德	AMT 双绕组	15	4 极, 90		
西德	西门子	15	89	0.85	Ingolstadt
英国	Trislot Supertorque	14.92	91		Spinsavac
日本	三菱 SE-E	11.13	95		日本细纱机
中国	FXD160M ₁ 6/4	6/13	4 极, 92.5		捻线机
中国	FXD180M ₁ 6/4	7/15	4 极, 92.5	4 极 0.88	A513W, 416锭
中国	FXD180M ₂ 6/4	9/17	4 极, 92.5	4 极 0.88	A513, 512锭
中国	FX-52B-4	15	4 极, 92.2	4 极 0.875	A512, 408锭

注：日本电机用 0.005 计算杂耗；中国电机用的是实测杂耗。

八、细纱机主电机提高效率的经济效益

从青岛国棉六厂试验 A513W 细纱机配双速电机 FXD 180M₁-6/4 型 15/7 千瓦电机(效率为 92.5%)与原 JFO₃-61A-6/4 型 15/7 千瓦电机(效率 88%)相比,节电 4.5%，一年以 7000 小时计算,可节电 3150 度计 252 元。每台高效电机多用工时材料费 450 元,则回收期为 1.78 年。

九、结 论

1. 细纱机电在纺织厂占 50~60%，

改用双速电机 FXD 型后比用 JFO₃ 型节电 4.5%，比用 YD 型节电 7.5%

2. 细纱机与其主电机的匹配要看装机容量大小是否适合，还要看电机最高效率与细纱机负载是否接近或重合。

3. 解决细纱机主电机的节电问题,不仅用改变电机匹配的办法,还要靠换用高效率电机。

4. 细纱机软起动的要求是使其阻转矩与电机的最小转矩之差为 0.2~0.8 倍额定转矩较为适用。