

大型电动机转子串轴故障分析与处理实例

丁平,王江,潘毅

(国电谏壁发电厂,江苏镇江 212006)

摘要:文中介绍了国电谏壁发电厂 1 000 MW 机组吸风机在单电机试转过程中所发生的电机启动后转子严重向后串轴现象,阐述了采用诸多假设排除法寻求解决问题的思路,通过多次实践判明了原因并予以解决。且对今后在现场中所发生的设备缺陷、故障分析提供了分析解决的思路和方法。

关键词:1 000 MW 机组;吸风机电机;转子串轴

中图分类号:TM32

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2013)02-0021-03

国电谏壁发电厂 1 000 MW(14 号机组)吸风机 A、B 单电机试转过程中,发现电机启动瞬间转子向后串动,已不能正常试转。针对故障现象,与制造厂家一起进行分析,终于得出了造成转子后移原因的实质,并运用了切实可行办法予以解决。

设备名称:国电谏壁发电厂 1 000 MW(14 号机组)吸风机 A、B 电机;型号为 YKK1000-8;功率为 7 800 kW;电压等级为 6 kV,额定电流为 859 A;转速为 746 r/min;功率因数为 0.899;绝缘等级为 F 级;防护等级 IP54;上海电气集团上海电机有限公司制造。

1 假设与分析

(1) 假设对于单电机试转过程中转子后移的现象是因电机空载情况下定转子间的轴向磁力小于风扇旋转过程中形成的轴向推力引起。国电谏壁发电厂 1 000 MW(14 号机组)吸风机 A、B 电机,在现场单电机试转前的工况:电机转子与风机转子靠背轮没有对接,电机转子两侧采用滑动轴承,转子末端配有同轴离心式冷却风扇,电机本体顶部配有空冷器。当电机在旋转过程中,同轴离心式冷却风扇在电机尾部进风,并通过螺旋式风道向上进了电机顶部空冷器至电机前端出风。因此,电机转子由于风扇进风的反作用,始终有一个将转子轴向后移的引力。同时单电机试转属于空载状态下,电机按照出厂装配尺寸安装完成,单电机试转时,这样就形成了电机空载下的定转子间的旋转磁力和风扇轴向所形成的推力。

由于电机空载状态下电流约为 178 A,出厂堵转试验达 859 A。空载电流比额定电流相比要小许多,根据磁力矩公式 $M=C_M \Phi I \cos \theta$,电动机磁力矩是由气隙主磁通与转子电流的有功分量相互作用而产生^[1]。因此,在电机空载情况下定转子间的旋转磁力较小,而电机的转速不变,其风扇轴向所形成的作用力却不变,就可能会出现电机定转子间的旋转磁力小

于风扇轴向所形成的作用力。而在重负载的工况下,电机定转子磁力矩将增大,稳住电机定转子的磁场中心是没有问题的。其风扇作用力对其转子轴向影响小。因此,电机处于空载状态其磁力未能克服风扇引力的影响,从而使电机转子发生后移的假设好象是能够成立的。可以将电机风叶拆除,将电机启动短暂运行实践一下,这样可以从根本上排除了风扇推力的作用。于是安排将电机转子根据出厂铭牌标注的转子轴伸 $L_z=100.5$ mm 调整后。启动电机试转,启动后转子旋转瞬间后移至 $L_z=83$ mm,且能稳住运行但轴径外侧有碰磨声。如图 1 所示。



图 1 启动后实测转子轴伸

停运后检查发现转子轴径与瓦座外侧有明显磨痕,且定转子铁心错位约有 15 mm。通过实践否定了电机试转过程中转子后移是由于风扇引力引起的假设。如图 2 所示。



图 2 启动后转子后轴前移磨痕

(2) 假设对于单电机试转过程中转子后移的现象是电机转轴水平度存在偏差,转子因自重力引起后移。电机转子本体净重约为 23 t,因使用滑动轴承,电机在静态工况下,施加人力转子即可轴向进行滑动,当电机转子两侧滑动轴承在油泵开启的工况下,转子滑轴与滑瓦由润滑油顶起,其间形成一层约 4~5 丝左右厚的油膜,那么如果电机转轴水平度不好,就有可能出现电机转子在自重力的作用下势必将向略低端偏移。因此,正鉴于此电机处于空载状态其磁力未能克服转子重力引起后移的假设好象是能够成立的。则安排对电机转轴水平度进行了复测,其复测发现电机前轴端比后轴端高出 12 丝(水平仪),折算为 $12 \div 3 = 4$ 丝/m,略高于 2 丝/m 的安装验收标准。

考虑到此电机容量大、转子自重大,也确实在谏壁发电厂属首次安装尚未有安装经验,即使符合安装验收标准,也不能完全排除转子自重大而因重力发生偏移的假设,况且复测也确实是电机前端略高于后端。于是将电机前端与后端重新调整水平,为了做一次验证,要求在水平基础上特意再将电机本体后端垫高 15 丝/m,折算为 $15 \div 3 = 5$ 丝/m,同时仍将电机转子轴伸磁中心根据出厂铭牌 $L_z = 100.5$ mm 调整好,不带风扇。重新启动电机试转,启动后转子旋转瞬间仍然后移至 $L_z = 83$ mm,且能稳住运行但后轴径外侧有碰磨声,制造厂家人员用木棒在电机后端顶推转轴,转轴不能推动。而电机停运后却能够很轻松地将转子推动并前移。通过实践再次否定了电机试转过程中转子因自重力引起后移的假设。

(3) 假设对于单电机试转过程中转子后移的现象是因转子轴伸 $L_z = 100.5$ mm 是电机在制造厂组装过程中而确定的尺寸,不是通过启动试转后而最终确定的尺寸。其实这个假设刚开始时就曾经提过,但因制造厂家提供的出厂试验报告中都有空载电流和堵转电流实测数据,也就是肯定在出厂前试转过后标注的磁中心尺寸。在制造厂家指导下对电机定转子气隙复测,2 台电机定转子气隙均匀。同时对转子两侧滑动轴承开瓦检查,对部位安装尺寸进行数据的复核,各数据如下:

① 吸风机电机 A 转子根据出厂铭牌标注的转子轴伸 $L_z = 100.5$ mm 调整后,定转子铁心处于理想对齐状态;并在此工况下测量轴与轴瓦的游隙尺寸。

联轴器端轴瓦游动间隙为外侧 18 mm;内侧 8 mm。后端轴瓦游动间隙为外侧 11 mm;内侧 19 mm。完全符合电机安装要求,如图 3、图 4 所示(单边游动间隙不小于 5 mm 的要求)。而当单电机试转后,转子却自动滑移到 $L_z = 83$ mm 的磁中心位置,形成定转子铁心端部约有 20 mm 的错位。联轴器端轴瓦游动间隙变为外侧 0.5 mm;内侧 25.5 mm。后端轴瓦游动间隙

变为外侧 28.5 mm;内侧 1.5 mm。反而不符合电机安装要求,也就证实了电机试转时发生轴颈与瓦座外侧碰磨是不可避免的。



图 3 轴瓦油封位置

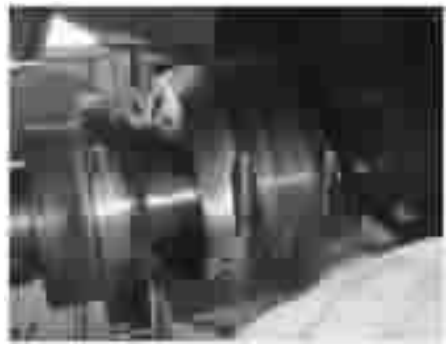


图 4 后轴瓦游动气隙

② 吸风机电机(B)转子根据出厂铭牌标注:转子轴伸 $L_z = 97$ mm 调整后,定转子铁心处于完全对齐状态;并在此工况下测量了轴与轴瓦的游隙尺寸:

联轴器端轴瓦游动间隙为:外侧 16 mm;内侧 10 mm。后端轴瓦游动间隙为外侧 13 mm;内侧 17 mm。完全符合电机安装要求(单边游动间隙不小于 5 mm 的要求)。

当单电机试转后,转子却自动滑移到 $L_z = 84$ mm 的磁中心位置,形成定转子铁心端部约有 15 mm 的错位。联轴器端轴瓦游动间隙变为外侧 3 mm;内侧 23 mm。后端轴瓦游动间隙变为外侧 6 mm;内侧 4 mm。反而不符合电机安装要求。

通过对转子两侧滑动轴承开瓦后对各安装尺寸进行数据的复核,初步可以确定电机铭牌上标注尺寸的转子轴伸 L_z ,是电机在制造厂组装过程中确定的,不是通过电机试转后,最终依据试转结果确定尺寸的假设。如图 5、图 6 所示。

2 处理过程

(1) 理论上来说电机定转子铁心对齐了磁中心位置就确定了,但是由于电机在制造过程中铁心硅钢片压装有差异;铁心相对位置的金加工尺寸有差异;因

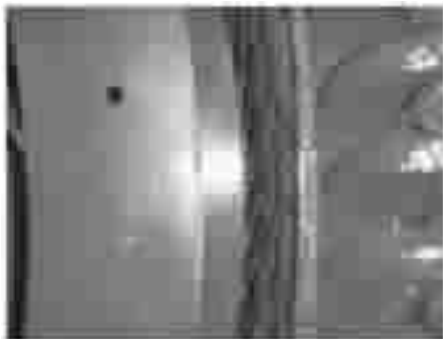


图5 定转子气隙



图6 定转子径向磁中心位置

此,在安装过程中虽将定转子铁心调整到理想的对齐状态,但由于上述制造工艺因素的存在,所以在确定电机铭牌标注的转子轴伸 L_z 时。出厂要求需要在电机试转平台上,使电机在绝对水平的工况下进行试转,并待停转后复测转子轴伸 L_z 数值,最终确定电机铭牌上轴伸 L_z 的标注尺寸。

(2)通过和制造厂家不断分析与实践,出厂前的试转与现场试转存在的差异,最终确定第三个假设是正确的。首先,在制造厂内试车由于电机功率大,厂内电源容量不能做到完全工频试转,而是采用变频启动

方式,电压从0V慢慢加至电机额定电压6kV。在这个过程中磁场由弱到强,磁场拉力由小到大,由于转子重,启动时间相对较长,加至变频器容量所限(据在制造厂试转见证,当时确实存在变频器功率模块过流损坏的现象),同时也不能排除人为的因素。当电机尚未到额定电压和额定转速,电机定转子也尚未到磁中心位置就匆匆停转的可能。而在谏壁发电厂现场采用的是工频方式直接启动,瞬间过程中磁场达到了额定强度,可以在旋转瞬间将电机转子拉到实际的磁中心位置。因此,可以确定电机铭牌标注的转子轴伸 L_z 不是试转后的实际磁中心位置,而是在电机组装过程中定转子铁心人为调整的理想对齐状态。

3 结束语

根据现场工频试转的数据,最终由制造厂家确定吸风机电机A工号1110433的磁中心尺寸 L_z 调整至88mm,吸风机电机B工号1110434的磁中心尺寸 L_z 调整至92mm。重新更换2块电机铭牌,同时将2台电机前端盖返厂,并将其内侧平面分别车去6mm。到厂后进行复装并分别在2台电机后端盖加垫6mm垫片,使2台电机转子向非负荷侧轴向移动了6mm。重新试转后一次成功,目前运行情况良好。

参考文献:

[1] 陈道舜. 电机学[M]. 北京:水利电力出版社,2006.

作者简介:

丁平(1970),男,江苏镇江人,高级工程师,从事检修与管理技术工作;

王江(1963),男,江苏镇江人,高级技师,从事电气检修与管理技术工作;

潘毅(1969),男,江苏镇江人,工程师,从事电气检修与管理技术工作。

Fault Analysis and Treatment Example of Rotor Axial Play About Large Induction Motors

DING Ping, WANG Jiang, PAN Yi

(Guodian Jianbi Power Plant, Zhenjiang 212006, China)

Abstract: This article introduces rotor backwards axial play phenomenon in the process of single-motor test run after motor starting in Guodian Jianbi Power Plant 1 000 MW unit suction fan, presenting using varieties of hypothesis exclusive methods to seek solutions to those problems. With repeated practice, the reasons are ascertained and problems get solved. This paper also provides analysis ideas and methods to equipment defects and fault analysis occurred in the future.

Key words: 1 000 MW unit; suction fan motor; rotor axial play

欢迎投稿 欢迎订阅