

# 浅谈空调机组电动机的故障分析及处理

韩秋菊

(广东美的制冷设备有限公司 广东 佛山 528311)

**摘要** 本文主要针对超载故障与烧毁故障这两种空调机组电动机常见故障进行分析,同时结合实际检修案例,深入研究故障分析与处理策略,以供相关人员参考,确保未来相似情况能够在第一时间得到处理。

**关键词**: 空调机组; 电动机故障; 分析与处理

## 0 引言

空调机组属于较为常见的生产支持设备,其基础结构相对复杂,同时可能会受到环境条件影响,出现各式各样的故障问题,如电动机故障等。电动机故障会导致空调机组无法正常运转,严重情况下还会增加烧毁风险,不利于设备安全应用。因此,需要针对常见的空调机组电动机故障进行分析,确保问题能够在第一时间得到明确,并采取有效的处理措施,快速排除故障并维持机组的正常运转。

## 1 空调机组电动机常见故障简析

### 1.1 超载故障

电动机主要负责为空调机组的风机设备提供运行动力,在受到意外条件影响的情况下,如选型、安装、管控不到位,便有可能导致风机在运行过程中出现大电流,继而引发电动机超载,严重情况下可能损坏设备或导致短路<sup>[1]</sup>。在空调机组常见故障中,电动机超载发生率较高,同时造成的破坏性较大,因此需要及时进行分析与处理,确保其能够得到妥善修复。

### 1.2 烧毁故障

家用空调电动机通常包括室内与室外两部分,其主要应用电容单相异步类装置,能够利用磁场效应将电能转化为机械能,进而带动室内机或室外机风扇旋转,实现散热或送风目标。在电动机启动电容损坏或堵转的情况下,内部电极可能会受到电压影响,出现意外击穿问题,进而导致主副绕组直接并入电路,引发烧毁故障<sup>[2]</sup>。

因此,需要采取有效措施进行分析,明确烧毁故障原因,实现理想排障目标。

## 2 空调机组电动机故障分析与处理案例 A

### 2.1 案例概况

某中央空调机组设备共分为5个基础区域,分别由独立设备承担运行负荷。在运行过程中,技术人员发现1号机组与4号机组存在电流过大的故障表现,实际数值分别达到了48.8A、47.3A,大幅超出额定电流39.5A。除1号与4号机组外,其余机组处于正常运行状态。技术团队针对送风口运行工况与多个基础数值进行了测量,相关情况如表1所示。

结合表1数据进行分析能够发现,送风口区域测量的1号机组和4号机组的实际送风量分别为51000.2m<sup>3</sup>/h、49875.9m<sup>3</sup>/h,明显高于设计数值。同时,机组外余压状态也存在小于设计数值的情况。电动机实际电流与设计数值、额定数值均不符,因此可以认定1号机组电动机与4号机组电动机存在超出载荷的故障问题。

### 2.2 故障情况分析与调试处理

#### 2.2.1 分析

由于风机普遍为全新购入设备,尚未经过长期应用,因此可以初步排除损耗形变等故障问题,包括风机外壳、叶轮、转子、吸气短管等<sup>[3]</sup>。同时,经检查内部不存在严重锈蚀问题,也可以排除锈蚀引发故障的可能性。技术团队在分析过程中,能够验证叶轮停止转动后位置均未处于同一区域,因此符合质量标准,与本次故障无关。随后,技术团队开始检查电动机内部冷却风道状态,分

表1 电动机数值一览

测试项目	设计数值	额定数值	1号机组实测数值	4号机组实测数值
电动机马达电流 (A)	33.3	39.5	48.8	47.3
总送风量 (m <sup>3</sup> /h)	42000	46000	51000.2	49875.9
机组外余压状态 (Pa)	950	1100	750	700

析是否存在堵塞现象。经验证，冷却风道未堵塞且较为畅通，可排除此类原因。针对机组电动机安装情况进行检查，发现基础结构牢固程度强，在启动运行过程中不存在设备稳定性问题，因此可排除此类原因<sup>[4]</sup>。针对联轴器进行检查，发现装配安装无误，且不存在松动问题，利用千分表进行校轴处理后电流仍存在过大现象，可以排除此类原因。机组设备质量经检查未发现问题，可排除此类原因。最后，技术团队针对机组选型进行了深入分析，发现选型不当属于本次过载故障的主要诱因。根据表1数据能够发现，设计机组外余压数值相对较高，且实际风压损失低于设计级别。在这种情况下，由于机组需要根据设计数值进行选型，因此导致机组安装运行后出现了余压数值高于实际风力损失的情况，如表2所示。在这种情况下，功率超出标准级别，最终导致电动机出现过载故障。

表2 工作情况对比

设计工作数值	出风量 42000m <sup>3</sup> /h
	压力 1000Pa
	功耗 15kW
实际工作数值	出风量 51000m <sup>3</sup> /h
	压力 750Pa
	功耗 18kW

2.2.2 调试处理

根据实际分析结果进行判断，理想的电动机故障解决方案应为重新开展机组选型与安装施工，确保问题得到彻底解决。但是，目前空调机组已经结束安装部署，周边管道复杂程度高，重新进行选型安装的成本投入无法承受。在这种情况下，技术团队选择利用风门调节与转速调节方案，尽可能在降低影响的前提下，实现故障排除效果。由于1号机组与4号机组的实际情况较为相似，因此首先针对1号机组进行调试。

1号机组首次调试采用风量调节方案进行处理，通过调整总风管风门，使管道内部局部阻力上升。在完成处理后，针对风机风量进行测量发现已减少至额定数据，同时电动机电流也出现了下降趋势。但是，经过一段时间的运行监测后，发现风量与电流持续上升，最终回到了调节前的状态。技术团队在检查后发现内部风阀出现了弹簧失灵问题，导致阀门恢复原有状态，引发故障复现。由于更换风阀的难度与成本较高，因此技术团队转而选择转速调节方案进行排障<sup>[5]</sup>。

1号机组的第二次调试采用转速调节方案进行处理。由于机组电动机主要通过皮带轮进行转动，因此可以通过更换皮带轮的方式调节其基础大小，以实现平衡风机转速的目标。经检查，原有皮带轮直径数据为250mm，通过计算分析能够得出更换280mm皮带轮可使转速下

降约100r/min。将转速条件、风量条件、风压条件、功率条件设置为 $n_1$ 、 $L_1$ 、 $H_1$ 、 $N_1$ ，在转速改变为 $n_2$ 的情况下，则风机风量条件 $L_2$ 、风压条件 $H_2$ 、功率条件 $N_2$ 与之前的各项条件处于公式(1)、(2)、(3)的状态。

$$L_1 / L_2 = n_1 / n_2 \tag{1}$$

$$H_1 / H_2 = (n_1 / n_2)^2 \tag{2}$$

$$N_1 / N_2 = (n_1 / n_2)^3 \tag{3}$$

在已知 $L_1 = 51000.2\text{m}^3/\text{h}$ 、 $D_1 = 250\text{mm}$ 、 $D_2 = 280\text{mm}$ 、 $H_1 = 750\text{Pa}$ 、 $N_1 = 18\text{kW}$ 的情况下，将相关数据代入公式进行处理，可以获得结果 $L_2 = 46364\text{m}^3/\text{h}$ 、 $H_2 = 620\text{Pa}$ 、 $N_2 = 13.5\text{kW}$ ，与额定数据趋于一致。因此，可以进行皮带轮更换，使其直径达到280mm。经过更换后，相关数据变化情况如表3所示。

表3 更换前后数据对比

数据名称	更换皮带轮前	更换皮带轮后
电动机电流 /A	48.8	36.8
风机送风量 / (m <sup>3</sup> /h)	51000	46100

通过结合表3数据能够发现，完成更换处理后的电动机运行电流已经下降至36.8A，与额定标准趋于一致。同时，送风量也接近额定级别，经测试后证明风速符合应用需求。完成1号机组处理后，对4号机组采取了相同的处理措施，完全排除了故障问题，使电动机恢复了正常运转。

3 空调机组电动机故障分析与处理案例B

3.1 案例概况

某国内品牌家用空调风扇电动机在运行过程中突然停机，同时出现了爆燃喷火现象。经现场简单分析发现故障现象为电动机烧毁，为判断故障诱因并排查相关问题，以避免后续再次出现同类故障，技术团队决定采用模拟试验方式，再现同场景电动机应用状态，以判明实际故障诱因与关键点，确保排障效果能够达到理想标准<sup>[6]</sup>。试验准备材料包括同款风扇电动机、启动用电容、导线以及红外热像仪等装置，实际操作在火灾模拟实验箱内进行，以确保流程安全性。

3.2 故障情况分析与调试处理

3.2.1 分析

本次试验风扇电动机基础参数为额定功率20W、电流0.38A，绕组基础绝缘等级为B级。按照国标GB 755-2008的电动机标准，B级绝缘温度极限为130℃，温升限值为80K。在风扇电动机处于正常状态的情况下，连入工作电源可测得基本电流为0.21A，外部温度平均低于95℃，金属壳表面温度约为60℃<sup>[7]</sup>。试验流程包

括启动电容失效模拟以及堵转模拟,通过两种方式确认电动机在何种情况会发生起火爆燃现象,为后续故障排查提供重要参考。

### 3.2.2 调试处理

启动电容失效模拟需要在电容短接情况下接入工作电源,在试验开始后测得故障工况电流为0.98A,经过8秒后绕组内部出现明显的冒烟故障。继续进行试验,39秒时转子内部爆裂,且进入停止状态。1分23秒时电动机开始爆燃,散热孔内存在火焰喷出表现,如图所示。



图 电动机模拟试验爆燃

2分24秒火焰基本熄灭,可认定试验结束。经过整理试验数据发现,在故障电流工况下内部绕组温度处于持续攀升状态。待主绕组损坏后,温度开始迅速下降,使电压集中于副绕组位置。受限于副绕组材料与绝缘温度极限影响,温度超过标准后绕组内部受到了严重破坏,最终导致爆燃故障出现。堵转故障试验与启动电容失效模拟情况趋于一致,在故障电流为0.47A的情况下,电动机在79分13秒出现冒烟现象,80分27秒时底部出现电火花,且顶部产生了爆燃问题。经分析发现,内部电动机在80分时产生了打火故障,在明火烘烤条件下温度迅速超过绝缘极限,最终导致爆燃现象产生。

为针对烧毁故障进行排查与处理,应当结合模拟试验条件进行分析,重点关注家用空调电动机启动电容失效与堵转导致的不良问题。通过更换电容类型或调整启动逻辑等方式,使相关问题能够得到有效防范,避免出现严重的烧毁故障<sup>[8]</sup>。除此之外,还应当提高绝缘等级标准,使电动机绕组能够在极端条件下维持尽可能长的安全时间,避免出现迅速爆燃引发人员伤亡。

## 4 结语

通过对两种空调机组电动机故障问题进行深入分析并研究相关案例,能够明确导致问题出现的主要原理,同

时也可以为解决故障提供重要参考,有利于相关排障工作快速展开,避免电动机故障影响空调机组的正常使用。

### 参考文献:

- [1] 张顺,付细群.地铁车辆司机室空调机组低压故障分析及解决方案[J].城市轨道交通研究,2021,24(01):154-157.
- [2] 黄开源.试析空调系统中普遍存在的一些故障问题和设计方案[J].现代制造技术与装备,2020(02):128+130.
- [3] 张福忠.直流机车空调常见故障及处理[J].内蒙古科技与经济,2021(07):116-117.
- [4] 胡亮,易如方,李顺,等.动车组拖车空调压缩机过流故障分析与解决[J].五邑大学学报(自然科学版),2021,35(03):49-54.
- [5] 朱中慧.降低中央空调冷水机组故障率[J].冶金管理,2021(19):65-66.
- [6] 李佩焯.电动机故障诊断的智能方法论述[J].中国设备工程,2021(16):129-130.
- [7] 夏璐.浅析电动机在单元机空调中的应用[J].机电工程技术,2021,50(01):144-146.
- [8] 杨光.中央空调压缩机电动机线圈烧毁的故障分析及解决措施[J].天津科技,2018,45(04):78-80.