

DH80-16 型空压机异常振动处理

周振宇

(江西铜业集团公司贵溪冶炼厂 江西 鹰潭 335424)

摘要: DH80-16 型空压机长期高振,影响了设备的平稳运行,造成不良后果。本文通过分析空压机振动异常的各种原因,采取了转子动平衡试验、转子跳动检测、调整轴承间隙与齿轮啮合,以及更换轴承总成等检修方法,彻底解决了空压机振动大的问题,成功消除了空压机运行振动异常的隐患,保障了空压机连续运行中振动控制在安全范围内。

关键词: DH80-16 型空压机; 动平衡试验; 异常振动; 齿轮啮合

1 情况概述

DH80-16 型空压机承担着为工厂主生产线即一系统熔炼输送氧气的任务,属于车间重点设备。空压机组由沈阳鼓风机厂制造,有四级叶轮压缩,其中一、二级为低速压缩,转速为 7691r/min;三、四级为高速压缩,转速为 9435r/min。该空压机于 1998 年正式投产使用,至今已运行二十余年。随着空压机运行年限的增长,其振动在持续上升,特别是近几年,高速测振动经常高达 100 μ m,远远高于安全要求的振动标准值 80 μ m,每运行 2~3 个月就需要停机检修。高频次的检修工作不仅加大了点检员和检修人员的工作强度,而且影响了车间正常制氧作业,甚至可能危及工厂主线生产的稳定性。

2 常见原因分析

根据历年检修情况,对造成空压机振动大的原因进行了分析,其原因是多方面的。

2.1 中心精度发生变化

机组的安装误差和工作状态下的热膨胀、承载后变形,以及机组基础的不均匀沉降等因素,均有可能造成机组工作时轴线间产生不对中。中心不良将导致轴向和径向产生交变力,造成轴向振动与径向振动上升。

2.2 叶轮粘结或磨损会使转子动平衡精度破坏

空压机入口气体经过过滤器后,湿度大、黏度高。当它们经过空压机时,会在气体涡流作用下吸附在叶片上,尤其是非工作面的进、出口处,形成粉尘结垢并逐渐变厚。当部分垢渣在空压机运行的离心

力和振动的共同作用下,可能会掉落或脱落,从而造成叶轮的平衡被破坏,引起空压机振动。

2.3 轴颈与轴瓦因磨损造成间隙过大或间隙不均

间隙过大或不匀会影响润滑油膜的形成,造成润滑油膜的厚度减少,无法把摩擦表面完全隔开,烧瓦的可能性会增大。并且,过大的间隙有可能还会增大轴颈与轴瓦的振动与撞击,造成润滑油膜的破裂,进而导致空压机机组振动上升。

2.4 油温过高油膜形成不良

机组润滑油温度过高,不仅会使油膜破裂,还会使油的黏度降低,导致润滑不良,加速空压机轴承磨损,从而缩短机组的使用寿命。同时,空压机的供油温度过高,还有可能导致水分蒸发,使得润滑油黏度升高,加重机组油泵的负担,从而引起空压机的轴承振动上升,甚至造成机组故障。

2.5 喘振

喘振会对压缩机的安全运行、整机效率产生严重的危害。发生喘振会使压缩机转子经受交变应力作用而断裂,使得各级间压力异常而引起剧烈振动,导致密封及轴承损坏,致使运动元件和静止元件相碰,引发严重事故。

2.6 齿轮磨损或损坏造成啮合不良

压缩机齿轮在长时间的运行中可能会受到磨损和损伤,如齿面磨损、断裂及裂纹等,从而引起啮合不良。啮合不良会导致机组运行时受到不规则的力,造成轴承振动异常上升,进而影响齿轮箱的正常运行。

2.7 冷凝水排放异常

空气中带有腐蚀性气体的冷凝水会造成转子、密

封、蜗壳扩压器和各级的碳钢空气管道等零件腐蚀严重，从而产生振动，而且在管道氧化物的冲刷下，会造成空压机转子平衡破坏，振动剧烈。同时，机组运行过程没有及时排出冷凝水或疏水器故障，造成冷凝水不能正常排出，会导致机组把水带入叶轮，进而造成轴承振动加大，甚至损坏设备。

3 检修解决

根据以上造成空压机振动大可能存在的原因，以由易到难的工作思路逐步排查，最终解决问题。

3.1 排查转子动不平衡和轴承间隙偏差等问题

转子动不平衡是因为转子质量分布不均匀，转子上每个微小质子产生的离心惯性力不能相互抵消，引起轴承振动，是造成转子振动过大的主要原因之一。

轴承间隙超标分为间隙过大和间隙过小，间隙过大会使轴承轴瓦撞击受伤；间隙过小会使轴承轴瓦负荷增加，甚至烧蚀，也是造成转子振动过大的主要原因之一^[1]。

对此，根据以往检修记录分析，校正转子动平衡试验距今已有十余年，同时三到四级轴承径向间隙偏大，因此造成空压机振动大的原因可能是高速转子动不平衡、转子跳动值大或轴承间隙大。

一般情况下，允许不平衡量是通过动平衡试验或者用专门的计算方法来判断确定的。而动平衡试验更为专业科学，是在专门的动平衡检测设备上进行，通过在叶轮的不同位置上增加或减少质量来减小转子的不平衡和振动，直到达到满足要求的平衡状态。经过动平衡试验后检测转子电跳值，数值明显下降（图1）。

与此同时，对空压机转子进行专业细致的跳动值测量，确保转子本身没有变形（图2）。

待空压机转子做完动平衡检测后，回厂后安排检

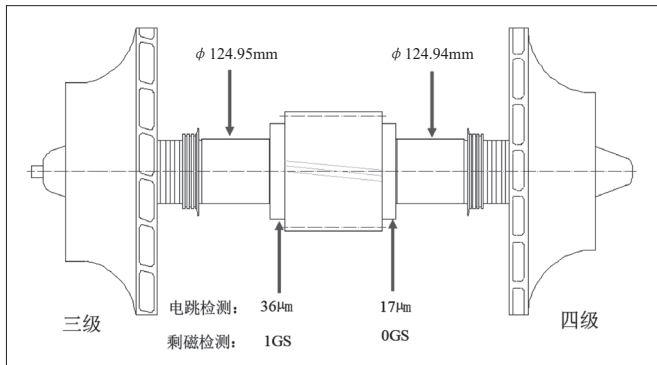


图1 动平衡后转子电跳值

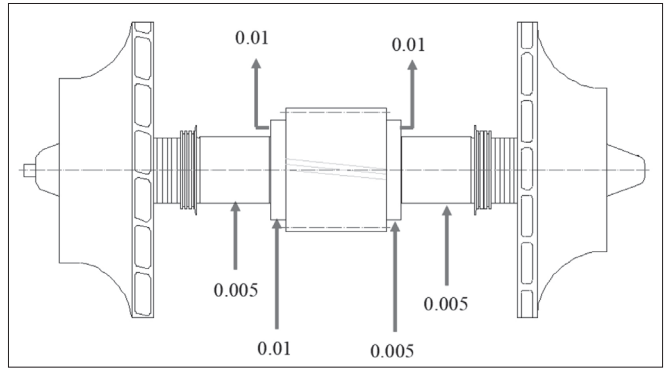


图2 转子跳动值

修队伍进行空压机轴承的间隙检查与调整等工作。

轴承径向间隙和齿侧隙检查主要是通过压铅法来进行检测，检查轴承间隙的步骤是先把轴承压盖打开，再拆除轴承中分面螺杆，取下上轴承，再选择合适直径的铅丝，截成小段，放在轴颈上，确认轴瓦中间能压住铅丝，再盖上轴承，按规定扭矩拧紧固定螺栓，然后再松掉螺栓，再取下轴承，用千分尺检查压扁铅丝的厚度，算出轴承顶隙的间隙值。检查齿侧隙的步骤是在齿面沿齿宽两端平行放置两条铅丝，铅丝直径不宜超过最小间隙的4倍，接着盘动相啮合的两个齿轮，测量铅丝被挤压后的最薄处为侧隙。

轴承轴向间隙检查主要是百分表测量，将百分表的表针对准叶轮的平面位置，用撬杠窜动轴使其在两个止推面间窜动，百分表读数的差值即为轴承的轴向间隙，但加于撬杠的力要适当，否则壳体发生弹性变形，影响所测轴向游隙的准确性。

齿轮啮合面主要是用涂抹红丹粉进行检查，将红丹粉混合润滑油调制糊状，涂抹至齿轮受力侧，再进行盘车检查齿轮啮合接触面的情况。

具体的检查项目、数据和标准见表1，检修后实测振动数据趋势见表2。

表1 调整数据表

检查项目	检查数据	调整数据	标准数据
三级轴承径向间隙/mm	0.34	0.23	0.188 ~ 0.254
四级轴承径向间隙/mm	0.39	0.22	0.188 ~ 0.254
轴向间隙/mm	0.21	0.31	0.25 ~ 0.35
齿轮啮合面	50%	80%	70%以上
齿侧隙/mm	0.74	0.7	0.51 ~ 0.84
三级平衡量/g	3.76	0.154	3以下
四级平衡量/g	14.4	0.09	3以下

表2 运行振动表 单位: μm

日期	1X	1Y	2X	2Y	3X	3Y	4X	4Y
4月16日	23.6	33.7	26.2	39.3	64.1	60	48.2	38.5
10月16日	66.7	71.6	55.0	84.4	89.9	61.8	72.6	43.9

3.2 排查润滑油影响、轴瓦损坏、轴瓦接触面小等问题

4月份的解体检修后,空压机振动虽有下降,但是长期运行振动仍然上升,运行缺乏持续性。根据现场DSC监控趋势看到,振动变化频繁,随着油温上升而上升,呈不可逆趋势增长;可能是润滑油使用时间过长,也可能是轴承轴瓦经过长时间使用,存在损坏,影响油膜形成^[2]。

润滑油油温高,会降低油黏,影响油膜形成,改变转子的阻尼特性,导致振动上升。同时,轴瓦损坏也是空压机振动大的主要原因之一。

因此,本次计划更换空压机润滑油4000L,润滑油型号为美孚DTE中级46#循环系统油,比重为0.86,倾点为 -15°C ,闪点为 221°C ,黏度(40°C)为44.5里斯,黏度指数为98,此款润滑油长期使用于高转速设备中,是符合空压机运行工况条件的润滑油。

同时,对于空压机轴承数据再次进行测量调整,更换四级轴承的瓦块,同时对三级轴承瓦块接触面安排人工研磨,要求调整垫接触面和轴承座接触面达到80%以上,具体位置见图3。调整数据见表3,检修后振动数据趋势见表4。

3.3 排查轴承总成的问题

解决空压机振动大的问题具有较大的难度,影响因素较多。经过检修,虽然在一定意义上可以降低

表3 调整数据表

检查项目	检查数据	调整数据	标准数据
一级轴承径向间隙/mm	0.245	0.245	0.220 ~ 0.275
一级轴承轴向间隙/mm	0.255	0.255	0.220 ~ 0.275
三级轴承径向间隙/mm	0.23	0.22	0.188 ~ 0.254
四级轴承径向间隙/mm	0.24	0.195	0.188 ~ 0.254
轴向间隙/mm	0.31	0.27	0.25 ~ 0.35
齿轮啮合面	70%	80%	70%以上
齿侧隙/mm	0.71	0.71	0.51 ~ 0.84

表4 运行振动表 单位: μm

日期	1X	1Y	2X	2Y	3X	3Y	4X	4Y
12月20日	51.6	56.4	36.5	41.9	58.4	60	48.2	38.5
次年4月9日	37.2	52.0	44.5	56.4	37.4	97.9	32.9	85.0

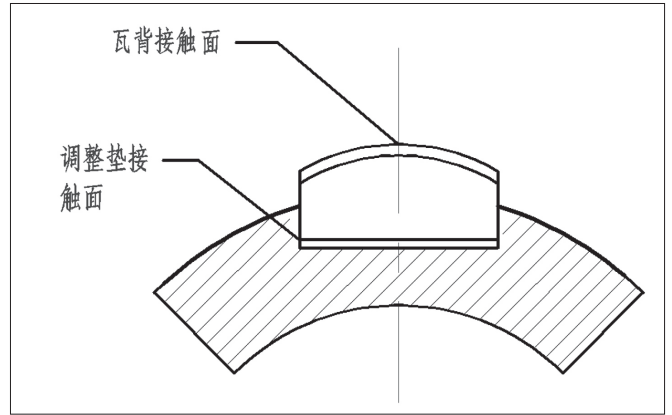


图3 轴瓦示意图

振动,但却无法真正意义上的将振动稳定住。为此需对轴承止推间隙、轴承间隙、轴瓦磨损、轴承预紧力等原因综合分析。

空压机轴承已连续使用13年,轴承长期处于高振运行状态,轴承瓦块在高速状态中稳定性,调整位置合理性,瓦背接触面与瓦座相互磨损状态等因素无法完全修复,导致轴与轴承接触状况差,运动状态时轴承间隙有瞬态变化、油膜形成不良等问题,造成振动上升,综合分析结果,判断更换轴承总成应该可以达到更好的检修效果^[3]。

因此,本次解体检修计划更换高速转子轴承总成,即三、四级的轴承。具体检修调整数据见表5,检修后振动趋势见表6。

表5 调整数据表

检查项目	检查数据	调整数据	标准数据
三级轴承径向间隙/mm	0.21	0.16	0.188 ~ 0.254
四级轴承径向间隙/mm	0.24	0.20	0.188 ~ 0.254
三级轴承压盖紧力/mm	-0.08	-0.03	-0.05 ~ 0
四级轴承压盖紧力/mm	-0.09	-0.03	-0.05 ~ 0
轴向间隙/mm	0.32	0.31	0.25 ~ 0.35
齿轮啮合面	70%	80%	70%以上
齿侧隙/mm	0.65	0.75	0.51 ~ 0.84

表6 运行振动表 单位: μm

日期	1X	1Y	2X	2Y	3X	3Y	4X	4Y
4月10日	38.7	56.5	46.2	54.9	37.5	49.2	28.6	45.8
5月16日	57.3	60.0	54.8	76.7	49.2	49.9	30.5	51.2

3.4 更换低速轴承

检修后经过一个月的稳定运行,空压机高速侧振动趋势稳定,因此,可以断定空压机振动大是轴承损坏、瓦背与瓦座接触不良造成的。

根据空压机高速侧轴承检修经验,判断空压机低速侧轴承也应该到寿命极限,将低速侧轴承总成进行更换,就可以彻底解决空压机振动大的问题^[4]。决定于6月初更换低速侧轴承总成,具体检修调整数据见表7,检修后振动数据见表8。

表7 调整数据表

检查项目	检查数据	调整数据	标准数据
一级轴承径向间隙/mm	0.21	0.24	0.220 ~ 0.275
二级轴承径向间隙/mm	0.24	0.24	0.220 ~ 0.275
一级轴承压盖紧力/mm	-0.03	-0.03	-0.05 ~ 0
二级轴承压盖紧力/mm	-0.01	-0.03	-0.05 ~ 0
轴向间隙/mm	0.32	0.35	0.25 ~ 0.35
齿轮啮合面	70%	90%	70%以上

表8 运行振动表

单位: μm

日期	1X	1Y(损坏)	2X	2Y	3X	3Y	4X	4Y
5月16日	54.6	0	43.5	56.1	41.9	45.5	31.9	45.1
7月23日	39.8	0	41.6	56.7	43.4	44.6	29.0	43.2

4 结语

DH80-16型空压机是保证工厂正常生产的重要设

备。经过一系列的检修后,DH80-16型空压机得以恢复正常,为工厂以后的正常运转提供了强力保障。因此,要彻底坚决设备的疑难杂症,就要从设备结构原理、以往检修及运行状况等多个角度、多个层面分析问题、抓住问题本质,并采取针对性的解决方案,只有这样才能找到良方,根本上解决设备产生异常的问题。

参考文献:

- [1] 任新娟. 空压机振动异常现象的分析及处理 [J]. 化工管理, 2019(08):164.
- [2] 李招弟. 空压机振动异常故障检测与分析 [J]. 山东煤炭科技, 2017(03):110-112.
- [3] 周艺军. SVK16-3S空压机异常振动处理 [J]. 设备管理与维修, 2010(07):53-54.
- [4] 陈臻, 黄振仁, 顾海明. DH型空压机异常振动故障诊断 [J]. 硫酸工业, 2005(02):30-31.

作者简介:周振宇(1992.01-),男,汉族,江西鹰潭人,本科,助理工程师,研究方向:冶金机械。

