**离心式空压机节能改造技术协议**

**一、项目概述：**

浦林成山总计3台FS-ELLIOTT离心式空压机，其空压机排气压力等级为0.8MPa，而终端用气压力仅需0.65Mpa即可，同时空压机运行多年，效率肯定会有下降，包括叶轮的磨损导致叶型的改变，扩压器的损伤带来的流速紊乱，蜗壳磨损导致的间隙变大等等，都会使运行能耗增加。

**二、改造设计参数：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 进气工况 | 原设计参数 | 改造后设计参数 |
| 大气压力: | 101.5KPa A | 1.035KPa A |
| 一级进气压力（过滤器后）: | 99.5KPa A | 1.035KPa A |
| 相对湿度: | 80 % | 80% |
| 进气温度: | 35oC | 35℃ |
| **机组参数** |
| 型号： | BH | BH |
| 数量： | 1台 | 1台 |
| 排气流量: | 150nm3/min | 150nm3/min |
| 排气压力: | 0.8 MPa G | 0.65MPa G |
| 流量调节范围 | 80% - 100%  | 80% - 100% |
| 轴功 | 1251HP | 不高于1125HP |

在正常操作状态下, 机组设计可连续运行不少于8000小时（油过滤器、油雾过滤器和进气过滤器滤芯更换时间除外），设计使用年限不少于20年。在设计点运行时, 流量上下波动±0%, 轴功率上下波动±2%。空压机出口空气质量保证100%无油。

**三、改造内容：**

将原3#复盛离心空压机由原来的0.85MPa三级压缩机型改为0,65MPa三级压缩机型，改造方对叶轮、扩压器、背板及蜗壳进行客制化设计，改造后产气量不低于145nm³/min。

所需零件清单明细（由改造方填写）：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 品名 | 数量 | 件号 | 单价 | 总价 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |

**四、技术要求：**

**1、施工技术要求：**

1.1、拆卸一、二、三级级间管道及齿轮箱上盖；

1.2、拆卸高低速转子，更换二、三级叶轮，并做动平衡 ；

1.3、检查大小齿轮的磨损情况；

1.4、检查大齿轮轴承，清理轴承积碳

1.5、调整大齿轮轴向间隙，出具数据报告；

1.6、更换二、三级背板；二、三扩压器及蜗壳，调整扩压器间隙；

1.7、拆检气封、油封的磨损情况,清洗各级碳环密封后装复（必要时，更换）；

1.8、将高低速转子轴承拆下清洗瓦块积碳及检查油隙（必要时，更换）；

1.9、安装高、低速转子组件及蜗壳，并调整其轴向及径向间隙，出具数据报告；

1.10、检查主油泵联轴器磨损情况并酌情更换；

1.11、拆检润滑油喷嘴，调整固定；

1.12、调整振动探头间隙距离;测量间隙电压；

1.13、电机对中；调整电机和主机同心度；

1.14、各探头安装牢固可靠；

1.15、更换润滑油；

1.16、根据工况的改变对各侦测仪表的安装位置进行相应的调整；

1.17、对电脑控制器的控制程序进行修正，达到改造后的使用要求；

1.18、所有的运行参数符合空压机使用说明书的要求；

1.19、完工后提供齿轮箱间隙检查表，压力喘振测试，运行数据，提交喘振报告、服务报告；

1.20、空压机效率应达到新机组95%效率。

**2、齿轮箱内部间隙调整数据符合空压机使用说明书的要求：**

2.1、一、二级叶轮径向间隙：0.20--0.25mm；三级叶轮径向间隙 0.38--0.53mm。

2.2、一级叶轮的轴向间隙0.48-0.71 mm；二级叶轮的轴向间隙0.38-0.53mm；三级叶轮的轴向间隙0.33-0.63 mm。

2.3、低速转子的自由度0.15-0.20mm，高速转子的自由度0.15-0.20 mm。

2.4、空压机与电机对中：垂直、水平±0.05mm。

2.5、高、低速转子振动探头间隙电压7-9v DC。

2.6、高速转子振动变送器间隙电压7-9v DC。

2.7、一、二、三级轴承及自由端轴承：0.12mm≤轴承径向间隙值≤0.18mm；止推面燕尾槽需比平面高0.05mm。

2.8、大齿轮轴承间隙：轴向浮动间隙0.51—0.76mm；轴颈轴承径向间隙0.1-0.15mm。

**3、机组的报警, 停机和显示的功能:**

| 序号 | 项 目 | 显 示 | 报 警 | 跳 机 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 微处理器故障 |  | √ | √ |
| 2 | 传感器故障 |  | √ | √ |
| 3 | 电机最大电流 | √ | 高 |  |
| 4 | 电机最小电流 | √ |  | 低 |
| 5 | 进气导叶和放空阀开度(%) | √ |  |  |
| 6 | 现场和遥控状态 | √ |  |  |
| 7 | 密封空气压力 | √ |  |  |
| 8 | 第三级排气压力 | √ |  |  |
| 13 | 末级进气温度 | √ | 高 | 高 |
| 14 | 润滑油供油温度 | √ | 高 | 高 |
| 15 | 润滑油供油温度 | √ | 低 |  |
| 16 | 油位 |  | 低 |  |
| 17 | 润滑油供油压力 | √ | 低 | 低 |
| 18 | 电机定子温度（option） | √ | 高 | 高 |
| 19 | 电机轴承温度（option） | √ | 高 | 高 |
| 20 | 低转速轴振动 | √ | 高 | 高 |
| 21 | 高转速轴振动 | √ | 高 | 高 |
| 22 | 压缩机喘振 | √ | √ |  |
| 23 | 控制模式状态 | √ |  |  |
| 24 | 压缩机总运行时间 | √ |  |  |
| 25 | 手动、自动状态 | √ |  |  |
| 26 | 排气压力设定 | √ |  |  |
| 27 | 系统空气压力 | √ |  |  |
| 28 | 压缩机加载 | √ |  |  |
| 29 | 压缩机卸载 | √ |  |  |
| 30 | 压缩机自动启停功能 | √ |  |  |
| 31 | 历史故障记录 | √ |  |  |

**4、改造工作内容：**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 维护保养工作内容 | A级 | B级 | C级 | D级 |
| 1 | 检查空压机外观有无渗油 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 2 | 检查排气压力 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 3 | 检查润滑油压力 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 4 | 检查润滑油温度 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 5 | 检查一级排气压力 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 6 | 检查二级进气温度 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 7 | 检查二级排气压力 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 8 | 检查三级进气温度 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 9 | 检查三级排气压力 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 10 | 手动检测进气阀动作 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 11 | 手动检测排气阀动作 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 12 | 检查高速转子振动 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 13 | 检查低速转子振动 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 14 | 检查进气过滤器 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 15 | 检查油雾过滤器压差 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 16 | 检查油过滤器压差  | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 17 | 检查一级中冷疏水阀 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 18 | 检查二级中冷疏水阀 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 19 | 检查后冷疏水阀 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 20 | 检查定子温度 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 21 | 检查电机前轴承温度 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 22 | 检查电机后轴承温度 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 23 | 检查润滑油液位 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 24 | 检查电机前轴承润滑油 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 25 | 检查电机后轴承润滑油 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 26 | 检查电机进风口滤器 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 27 | 检查空压机与电机联轴器 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 28 | 检查油加热器 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 29 | 检查油箱温度 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 30 | 手动检测辅助油泵 | **√** | **√** | **√** | **√** |
| 31 | 更换一级进气过滤器滤芯（若使用原厂提供的板式过滤器） | 　 | **√** | **√** | **√** |
| 32 | 更换二级进气过滤器滤芯（若使用原厂提供的板式过滤器） | 　 | **√** | **√** | **√** |
| 33 | 更换油雾过滤器滤芯 | 　 | **√** | **√** | **√** |
| 34 | 更换油过滤器滤芯 | 　 | **√** | **√** | **√** |
| 35 | 拆检一级进气管路 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 36 | 检查并清洁进气阀叶片 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 37 | 清洁进气管路 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 38 | 检查一级进气管路密封圈 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 39 | 检查一级排气管路的维多利亚管夹密封圈 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 40 | 拆检一级蜗壳 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 41 | 一级蜗壳除锈 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 42 | 一级蜗壳防腐处理 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 43 | 一级扩压器清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 44 | 一级叶轮清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 45 | 一级背板清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 46 | 二级进气管路拆检 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 47 | 检查二级进气管路的维多利亚管夹密封圈 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 48 | 检查二级排气管路的维多利亚管夹密封圈 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 49 | 拆检二级蜗壳 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 50 | 二级蜗壳除锈 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 51 | 二级蜗壳防腐处理 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 52 | 二级扩压器清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 53 | 二级叶轮清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 54 | 二级背板清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 55 | 三级进气管路拆检 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 56 | 检查三级进气管路的维多利亚管夹密封圈 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 57 | 拆检三级蜗壳 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 58 | 三级蜗壳除锈 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 59 | 三级蜗壳防腐处理 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 60 | 三级扩压器清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 61 | 三级叶轮清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 62 | 三级背板清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 63 | 一级叶轮径向间隙检查 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 64 | 二级叶轮径向间隙检查 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 65 | 三级叶轮径向间隙检查 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 66 | 高速转子自由度检查 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 67 | 低速转子自由度检查 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 68 | 二级进气管路平面清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 69 | 三级进气管路平面清洁 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 70 | 检查密封空气压力调节阀 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 71 | 检查密封空气压力释放阀 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 72 | 清洁进气阀控制管路 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 73 | 检查进气阀执行机构 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 74 | 清洁排气阀控制管路 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 75 | 检查排气阀执行机构 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 76 | 检查进气阀信号转换器 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 77 | 检查排气阀信号转换器 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 78 | 指导检查排气单向阀 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 79 | 拆检空压机与电机联轴器 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 80 | 空压机与电机对中 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 81 | 安装联轴器 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 82 | 加注润滑脂（齿式联轴器） | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 83 | 检查起停控制面板内的继电器 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 84 | 检查高速转子振动探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 85 | 检查低速转子振动探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 86 | 检查高速转子振动变送器 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 87 | 检查低速转子振动变送器 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 88 | 检测油温探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 89 | 检测油压探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 90 | 检测一级排气压力探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 91 | 检测二级排气压力探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 92 | 检测三级排气压力探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 93 | 检测二级进气温度探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 94 | 检测三级进气温度探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 95 | 检测油压差开关 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 96 | 检测空气压差开关 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 97 | 检测电机前轴承温度探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 98 | 检测电机后轴承温度探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 99 | 检测电机定子温度探头 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 100 | 一级中间冷却器清洁指导 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 101 | 二级中间冷却器清洁指导 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 102 | 后冷却器清洁指导 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 103 | 油冷却器清洁指导 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 104 | 电机润滑油更换指导 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 105 | 电机前轴承润滑油（脂）更换指导 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 106 | 电机后轴承润滑油（脂）更换指导 | 　 | 　 | **√** | **√** |
| 107 | 打开齿轮箱盖检查 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 108 | 检查一级轴承磨损情况并清洁，必要时，更换 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 109 | 检查二级轴承磨损情况并清洁，必要时，更换 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 110 | 检查三级轴承磨损情况并清洁，必要时，更换 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 111 | 检查自由端轴承磨损情况并清洁，必要时，更换 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 112 | 检查大齿轮磨损情况 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 113 | 检查高速转子磨损情况 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 114 | 检查低速转子磨损情况 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 115 | 检查一级碳环密封磨损情况并清洁，必要时，更换 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 116 | 检查二级碳环密封磨损情况并清洁，必要时，更换 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 117 | 检查三级碳环密封磨损情况并清洁，必要时，更换 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 118 | 检查大齿轮轴承磨损情况，如有必要，更换 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 119 | 检查大齿轮轴承间隙 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 120 | 检查低速转子振动探头间隙 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 121 | 检查高速转子振动探头间隙 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 122 | 检查高速转子喷油嘴，并紧固 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 123 | 检查低速转子喷油嘴，并紧固 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 124 | 调整一级叶轮的轴向隙 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 125 | 调整二级叶轮的轴向隙 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 126 | 调整三级叶轮的轴向隙 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 127 | 调整低速转子的自由度 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 128 | 调整高速转子的自由度 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 129 | 清洁齿轮箱结合面 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 130 | 更换一级碳环密封O型圈 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 131 | 更换二级碳环密封O型圈 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 132 | 更换三级碳环密封O型圈 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 133 | 更换一级背板密封圈 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 134 | 更换二级背板密封型圈 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 135 | 更换三级背板密封型圈 | 　 | 　 | 　 | **√** |
| 136 | 检查主油泵联轴器磨损情况 必要时，更换 |  |  |  | **√** |
| 137 | 检查主油泵油封并更换 |  |  |  | **√** |

**五、施工标准：**

1、API672/JB4113 《美国石油协会标准/整体齿轮增速组装型离心式空气压缩机》

2、ASME-PTC10《标准离心式压缩机测试报告》

3、AISI《美国钢铁协会标准》

4、ASME《美国机械工程师协会标准》

5、AGMA《美国齿轮协会标准》

6、NEMA/IEC《国际电气制造业协会标准》

**六、验收及质保：**

1、改造完成后，经30天连续无故障运行，压力、排气量、轴功率等各项参数达到标准，视为合格，办理验收手续。

2、质保期：此次改造对于所更换零件质保期为一年或7200小时（以先到为准）；1年后设备运行正常，付出质保金。在质保期内如果因设备改造所更换部件损坏或修理而导致使设备停运，属乙方责任，乙方承担全部修理费用。改造后一年内如有其它零件损坏，甲方提供原厂正品零件，乙方免费提供人工服务。

3、在质保期内，设备如出现质量问题，乙方免费提供服务。

4、提供更换维修清单，易损件清单以及相关资料。

**七、交货地点及施工周期：**

1、零部件交货：合同签订后4个月内零件现场交货；

2、施工地点：浦林成山厂内；

3、施工时间：开工后10天内完成设备的改造、部件更换、机组调试工作。