

Research on Installation Technology of Mine Main Ventilation Fan

Yanchun Li Jiuchao Tian Yuming Zhang

Tiefa Coal Industry Group Construction Engineering Co., Ltd. Mine Construction Engineering Branch, Diaobingshan, Liaoning, 112700, China

Abstract

The main ventilation fan in a mine is a key equipment to ensure safe production and the main source of power for underground ventilation. When the main ventilation fan is normal, it can deliver fresh air to the underground working face, ensuring a good working environment underground. Therefore, ensuring the continuous and normal operation of the main ventilation fan in a mine without any problems is a crucial task. However, high-precision standard installation is a guarantee for the normal operation of the main ventilation. In order to improve safety assurance, it is necessary to continuously update and transform equipment that has been in operation for many years. It is necessary to study a safe, reliable, green, and environmentally friendly installation process to achieve the safe and stable operation of the main ventilation fan in the mine.

Keywords

main ventilation fan; workmanship; security

矿井主通风机安装工艺研究

李艳春 田久超 张玉明

铁法煤业集团建设工程有限责任公司矿山建设工程分公司, 中国·辽宁 调兵山 112700

摘 要

矿井主通风机是保证矿井安全生产的关键设备, 是矿井井下通风的主要动力来源, 主通风机正常时, 可以向井下工作面输送新鲜的空气, 保证井下工作环境良好, 所以保障矿井主通风机无故障的连续正常工作是重中之重任务。然而, 高精度标准安装又是保证主通风正常运行的保障。为了提高安全保障, 对运行多年的设备, 需要不断更新及改造, 很有必要研究一种安全可靠、绿色而且环保的安装工艺, 以实现矿井主通风机的安全稳定的运行。

关键词

主通风机; 工艺; 安全

1 引言

在矿井机械设备安装中大多数采用轴流式通风机及离心式通风机, 采用轴流式主通风机颇多一些, 下面以轴流式矿井主通风机介绍安装工艺。

2 立项背景

以 GAF 轴流通风机为例的矿井轴流式主通风机, 它的电机与载荷均有传动轴连接, 每台设备有两个联轴节连接, 而且传动轴较长, 主轴载荷较大, 这样的设备安装及找正难度较大, 而设备的安装质量要求精准度高, 若安装精度偏差大, 容易造成轴承温度高、传动设备的振动值超标、通风机喘振等现象, 甚至影响设备不能正常运行, 所以联轴器找正

的精度必须符合要求, 做到精益求精。控制设备的安装精度是施工中的重点和难点, 以往采用千斤顶或起重机拉拽的施工方法安装设备, 安装精度难以保证。针对这一难题, 研制安装找正装置及优化安装工艺是研究的重点内容。

3 矿井主通风机介绍

矿井主通风机不但将矿井井下的有害气体等引出, 排入大气外界, 还有一个功能就是能达到通风机返风通风要求, 新鲜空气从主风井进入井下巷道, 以保证采煤层巷道的空气需要, 确保矿井在出现事故时能及时得到处理。为使矿井主通风机特性与使用工况在较大流量变化范围内相适应, 从而实现能在较大区域内保持通风机高效率、有效提高节能的效果。矿井主通风机主要由转子、中间轴、联轴器、进气环、机壳及导流环、扩压器、弯道、消声器、电动机、通风机润滑油站、制动装置、监测系统等组成。主通风机的转子是矿井主通风机的重要心脏部件, 重要组成部分, 转子能否

【作者简介】李艳春 (1972-), 女, 中国辽宁铁岭人, 工程师, 从事矿井通风机安装工艺优化研究。

正常运行,直接影响到整台通风机的运行可靠性,由叶轮、轴承箱、叶片调节机构等主要部件组成;中间轴是一根长为6m左右的空心传动轴,轴的两端法兰盘与半联轴器连接采用高强度螺栓,并按照设计或规范规定的力矩紧固;联轴器选用钢挠性蛇形弹片联轴器,借助特种钢膜片的弹性变形,能够补偿安装和运行过程中引起的电动机轴、传动轴和主通风机轴的径向、轴向和角向相对偏移,钢挠性联轴器在旋转方向传递扭矩;进气环是连接在风道地面出口端与机壳前的位置,外壳是通过筋板与内筒焊接连接;机壳及导流环是通风机的主要部件之一,带转子的轴承箱、轴承箱内进油管、回油管路、轴承测温传感器、振动传感器、检测探头等均安装在其内部;扩压器安装在机壳导流环之后,由内锥形筒和外锥形筒构成,通过承载筋板连接组成;弯道的作用也不可忽视,弯道内设有导流片,一般为铸钢件,以减少气流在弯道中的损失;垂直坐落在消音塔上方的是消声器,目的是控制和降低主通风机排气的噪声。通风机配套驱动电动机的形式一般是电机带底座,有利于电动机安装和检修。通风机的驱动电动机与中间轴通过钢挠性联轴器在现场组装比较方便。还有主通风机必不可少的润滑系统,润滑油站向通风机轴承箱内提供符合要求的润滑油,对滚动轴承起到润滑降温的作用,润滑油站也有对润滑油加热及冷却的功能;在停机时大多采用盘型制动装置,也是确保通风机安全运行的必备装置,制动装置的主要作用是在电动机切断电源并降低转速至200r/min以下后制动转子,便于缩短返风的操作时间。对GAF主通风机结构而言,是否正确操作制动器,涉及主通风机安全运行,所以务必按要求操作。制动装置启动时,制动瓦与联轴器上的制动轮动态接触,以摩擦力有效制动转子的旋转,直到停机后脱开。监测系统的轴承温度监测、振动监测等装置的接线引入机壳外的接线盒,便于观察及检修,提高主通风机的安全运行保障^[1]。

4 矿井主通风机安装工艺

4.1 安装工艺原理

矿井主通风机安装主要控制设备安装的水平度及同轴度要符合标准。主通风机的安装找正,目的主要是使主通风机电动机轴中心线、传动轴中心线及主机轴的中心线为同一中心线的延续线。此工艺主要采用垂直方向调整装置及水平方向调整装置调整主通风机的水平度及同轴度。从而提高主通风机的安装精度。也就是要保证两个联轴节的同轴度必须同时满足两个条件:第一是使每套联轴节的两个半联轴节的轴向中心线重合;第二是使两个半联轴节的径向无错动。如图1所示,若 $a_1=a_2=a_3=a_4$,则表明两个联轴节轴向向中心线平行;若 $h_1=h_2=h_3=h_4$,则表明两半联轴节径向无错动。同时满足以上两个条件,则两轴的中心线就是一条延续线。首先测量确定主通风机的中心位置,在电动机水平标高粗找正后,用两套百分表同时测量两套联轴节的同轴度,微调主通风机主机的位置,使主通风机的设备水平度及同轴度符合要

求,达到精益求精。

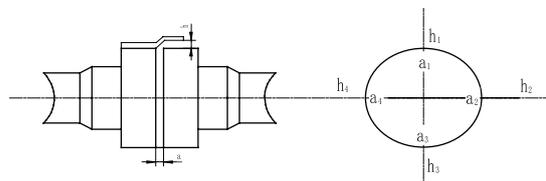


图1 安装工艺原理

4.2 施工工艺流程及施工方法

4.2.1 施工工艺流程

调整装置选用及制作→设备位置测量划线→吊装设备的钢丝绳扣→计算电机及传动轴安装→主通风机主机安装→制动器安装→监测系统安装→二次灌浆→设备调整试运转。

4.2.2 施工方法

①调整装置选用及制作:根据设备重量及体积大小确定所用钢板厚度、长度及螺栓的规格型号。一般情况下,垂直方向调整装置可选用250mm×150mm可调整垫铁;水平方向调整装置依据需要设计尺寸。一般设计为150mm×150mm×150mm,选用δ16~30mm钢板焊接,螺栓可选用(M20~M30mm)×(80~150mm),在垂直方向调整装置立板上割孔,将所选配套螺母放入孔内并焊接牢固,注意不能损伤丝扣。立板与平板焊接要牢固。螺栓孔中心距离距调整装置立筋加强板为50mm左右,方便拧动扳手。可依据实际需要选用16套垂直方向调整装置及16套水平方向调整装置调整配合安装找正。

②设备位置测量划线:基础验收合格后,设备基础测量划线。先划出基准中心线,即主通风机横向中心线、纵向中心线,再以基准中心线为依据,划出其他中心线,如地脚螺栓中心线、液压站位置中心线等。用经纬仪测量及确定设备纵横中心线。再用水准仪测量设备位置标高,把设备标高返到附近的建筑物上。中心位置和标高应符合设计要求。

③吊装设备的钢丝绳扣计算。

吊装最大构件重量为 $Q=18t$,吊运时采用四绳四点起吊, $n=4$ 。安全系数取6,动载荷系数 K_2 取1.2,钢丝绳扣夹角取 60° 。计算所需钢丝绳扣的最小破断力 F 为:

$$F = Q \div n \times K_2 \div \sin 60^\circ \times 6$$

$$= 18 \div 4 \times 1.2 \div \sin 60^\circ \times 6 = 37.4t$$

查表得6×19+FC-Φ28-1670钢丝绳的最小破断拉力总和为52.4t。选用直径不小于Φ28mm钢丝绳扣用于吊运设备。

④绞车大厅内垫减速机钢梁强度验算(如图2所示)。

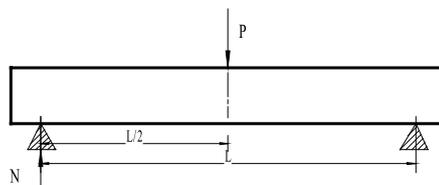


图2 绞车大厅内垫减速机钢梁强度

重量为 $P=18.69t \times 9.8 \times 1000=183162N$ ，选用 2 根 32b 工字钢作为承重钢梁，钢梁座间距 $L=4.3m$ ，工字钢许用应力 $[\sigma]$ 为 160MPa，查表 I32b 工字钢抗弯截面系数 $W_x=726cm^3$ 。按最大受力时进行验算：

$$N = \frac{P}{4}, M_{\max} = N \times \frac{L}{2} = \frac{PL}{8} = \frac{183162 \times 4.3}{8} = 98450N \cdot m$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma], \sigma = \frac{98450}{726} = 135.6 \leq 160$$

经验算满足要求。

⑤电动机及传动轴安装：利用电动机正上方挂设的起重机将电动机吊装就位，按照放线位置将电动机安装粗找正之后，在电动机前后左右四个方向，分别布置安装 8 个垂直方向调整装置及 8 个水平方向调整装置，根据需要可调整。将水平方向调整装置焊接在电机底座的假座上，垂直方向调整装置放在电动机假座下方。利用电动机正上方的起重机吊起电动机，下方电动机落在垂直方向调整装置上。在电机与传动轴的联轴节上安放两套百分表，测量轴向及径向偏差。可通过 8 套垂直方向调整装置及 8 套水平方向调整装置配合安装找正电动机的水平度及同轴度，测量联轴器的间隙 (a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 ， h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4) 测量结果应符合机械设备安装评定标准^[2]。

⑥主通风机主机安装：主通风机主机找正，测量主机与传动轴的半联轴节同轴度。在主机前后左右布置安装 8 个垂直方向调整装置及 8 个水平方向调整装置。同样在联轴节上安装两套百分表，测量轴向及径向偏差。以电动机与传动轴的半联轴节为基准，用垂直方向调整装置及水平方向调整装置精调主机。同时满足两套联轴节的同轴度，理想数据为 $h_1=h_2=h_3=h_4$ ， $a_1=a_2=a_3=a_4$ ，力求精益求精，测量结果应符合机械设备安装评定标准。选用调整装置及百分表配合检测设备安装精度，能够有效进行设备微调整，提高了设备安装精度，达到偏差小于 0.01mm 的安装精度。主体找正后，可进行主体机壳上半部吊装，并对称地紧固连接螺栓，在接口处用密封胶或密封物密封，防止漏风。该设备轴承箱采用稀油润滑。首先应检查轴承箱、油箱及管路的密封，尤其是管路软管与钢管的接头处是否漏油和渗油。

⑦制动器的安装：制动轮与电机侧联轴器装配固定，安装制动轮千万不要错位，以免影响动平衡，而且还要注意制动轮与制动轮之间的间隙要均匀，以防止制动器刹车时单向制动。

⑧监测系统安装：按照设计图纸安装振动监测装置、温度监测装置等监测装置，并按照厂家设备说明书调整运行。

⑨二次灌浆：设备及部件安装找正后，二次灌浆前应对设备的安装精度进行全面复查，尤其是主机、传动轴、电动机同轴度需符合安装质量标准，方可按设计图纸要求进行二次灌浆^[3]。

⑩设备调整及试运转：检查各部件联结螺栓、地脚螺栓、联轴器链接螺栓、润滑油系统、电气系统等正常后将电机空负荷试运行 2h，无异常现象，进行通风机空负荷试运转 4h。无问题后进行负荷运行 48h，运行情况良好投入使用。

5 质量标准

①机体中心线与转子中心线的重合度偏差在 2mm 以内。

②通风机轴与电动机轴的同轴度径向位移偏差在 0.05mm 以内，倾斜度在 0.2/1000 以内。

③机体位置允许偏差 10mm。

④机体标高允许偏差 $\pm 10mm$ 。

⑤联轴节同轴度径向位移 0.1mm 以内，倾斜 0.8/1000 以内。

6 项目效果

该安装工艺技术简单，施工过程容易控制，操作人员容易掌握，而且提高了经济效益，降低了成本。本施工工艺适用于矿井主通风机安装工程，有效地克服了传统安装工艺的弊病，尤其在晓南矿主通风机安装工程中效果显著，安装后的主通风机振动等相关数据明显优于设备在实验室的检测数据，主通风机运行非常稳定，效果非常好。此法工艺简捷，能够保证安装质量，大大提高了主通风机安装的精度，能够延长设备的使用寿命。故有明显的社会效益和经济效益。得到操作者的认可，厂家人员的称赞，使用单位的好评。

7 创新点

①使用调整装置灵活方便，操作人员容易掌控，用调整装置及百分表配合使用，可以进行微调，提高了安装精度，可以精确到 0.01mm。

②提高了安全保障^[4]。

8 结语

此安装工艺简捷，适用于矿井主通风机安装工程，如轴流式主通风机及离心式主通风机等。提高了通风机安装的精度，延长了设备的使用寿命，有明显的社会效益和经济效益。表明设计科学合理，确保了矿井生产的顺利进行，可广泛推广应用。

参考文献

- [1] 孙伟.浅谈机电一体化技术及在煤矿装备中的应用[J].科学技术创新,2019(18):161-162.
- [2] 梁传刚.浅谈机电一体化在矿山机械中的应用[J].数码设计(下), 2019(5):179.
- [3] 张经伦.论机电一体化技术在矿山机械中的应用[J].中国设备工程,2019(2):204-205.
- [4] 陈世杰.机械设计制造及自动化应用研究[J].山东工业技术, 2019(9):44.