

JMP 超高效率消防泵专用三相异步电动机的研发

贺胜强, 史尊涛, 范磊, 杨华
(河南豫通电机股份公司, 河南新乡 453731)

摘要: JMP 超高效率消防泵专用三相异步电动机是河南豫通电机股份公司与新乡市电机系统节能工程技术研究中心共同进行研究、设计、开发的新型节能专用电动机产品。其能效水平达到 IE4 能效等级。目前, 产品开发已经完成, 通过国外第三方能效检测机构的检测, 取得了产品能效检测报告及出口许可的标识, 并且已经批量出口到国外, 得到国外客户的认可。介绍了该电动机的设计思路和样机检测结果。

关键词: 三相异步电动机; 消防泵; 技术要求; 设计思路; 性能特点; 预计目标

中图分类号: TM 343⁺.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-6540(2018)10-0093-03

Development of JMP Super High Efficiency Three-Phase Asynchronous Motor for Fire Pump

HE Shengqiang, SHI Zuntao, FAN Lei, YANG Hua
(Henan Yutong Electric Motor Shares Company, Xinxiang 453731, China)

Abstract: JMP super high efficiency three-phase asynchronous motor for fire pump was a new energy-saving special motor which was co-researched, designed and developed by Henan Yutong Electric Motor Shares Company and Xinxiang Motor System Energy Saving Engineering Technology Research Center. Its energy efficiency level could reach to IE4 energy efficiency class. At present, product development was finished and the prototype motors had passed test approved by the foreign third-party energy efficiency testing institution. Energy efficiency test report and certificate of exporting license were obtained. What's more, the motor had been exported to foreign countries in batches, and had been recognized and approved by foreign customers. In this paper, the design ideas and prototype test results are introduced.

Key words: three-phase asynchronous motor; fire pump; technical requirements; design ideas; performance characteristics; expected targets

0 引言

电动机作为各类机械的动力源, 使用量大面广, 产品型式多样。据资料介绍, 在欧美等发达国家, 普通电动机和专用电动机的生产量、使用量之比是 3:7, 我国的比例为 7:3, 我国专用电动机的生产量、使用量远远小于发达国家。从节约资源和提高效率两方面看: 使用对工况适应能力更强的专用电机比使用普通电机更佳。

某公司基于国外用户的需要, 开发了 JMP 超高效率消防泵专用三相异步电动机。该系列电机

包括 11~160 kW 的 4 极 13 个规格, 样机已通过国外检测机构的检测, 取得了产品能效检测报告及出口许可的标识, 并且已经批量出口到国外, 得到国外客户的认可。本文具体介绍该电动机的设计思路和样机检测结果。

1 客户的技术要求

(1) 使用场所。在消防泵上配套使用, 防护等级 IP55。

(2) 性能。效率符合国际标准 IE4 能效要求^[1]; 噪声要求较高。

(3) 结构。特殊安装尺寸,小机座大功率电机结构。

2 设计思路

2.1 电磁方案设计

电动机效率需达到 IEC 60034-30-1(2014) 标准规定的 IE4 能效等级要求^[1]。

提高电动机的效率,实际就是降低电动机的自身损耗^[2]。电动机的损耗包括:定子绕组损耗、定转子铁心损耗、转子绕组损耗、机械损耗、杂散损耗^[3]。提高效率,即要研究如何降低以上 5 大损耗值。

2.1.1 降低定子绕组损耗

(1) 尽量缩短定子绕组端部长度。定子绕组端部损耗占绕组总损耗的 1/4~1/2,减少绕组端部长度,可提高电动机效率。试验表明,端部长度减少 2%,定子绕组损耗下降 10%,如表 1 所示。

表 1 定子绕组损耗试验结果

型号	定子绕组周长	定子铜耗试验值	定子绕组周长	定子铜耗试验值
	(原始)/ mm	(原始)/ W	(改进后)/ mm	(改进后)/ W
IE4-200L3-4-45	1 050	874.72	1 030	781.61

(2) 增加定子槽截面积,在同样定子外径的情况下,应用最佳绕线和绝缘尺寸、加大导线截面积可降低定子绕组铜耗,对低压小电动机提高效率效果较好。

2.1.2 降低定转子铁耗

(1) 选用导磁性能好、单位损耗低且厚度较薄的冷轧硅钢片。本次设计全部采用武钢 350 材料。

(2) 采用高性能铁心片绝缘涂层。

(3) 增加铁心的长度,以降低磁通密度。

(4) 严格控制冲片质量,冲片毛刺大则铁心损耗大。减小冲片毛刺需要提高冲剪设备的精度,使用高质量冲裁模具。

(5) 铁心尺寸和磁通密度的选择:铁心设计包括定子铁心外径、内径,转子铁心内径、外径,俗称电动机的“三圆”。电动机设计中一般是以合理选择气隙磁密为主,提高磁通密度即提高电磁负荷,可以提高利用系数,减小铁心体积(重量)。本文设计的定转子三圆与传统电机铁心的三圆不同。

2.1.3 降低转子损耗

(1) 减小转子电流,可从提高电压和降低电机功率因数两方面考虑。

(2) 增加转子槽截面积。

(3) 转子采用脱壳处理工艺,根据不同材料在温度剧烈变化时因收缩比例不同而产生分界裂缝的原理,让铝导条和铁心之间的电阻变大从而降低泄漏电流和损耗,提高电机的效率和性能。将铸铝转子加热到约 550 °C 并保温 20 min,然后放入温度不超过 60 °C 的水中,待转子温度降至约 220 °C (不低于 200 °C) 时将转子从水中取出使之在空气中自然冷却。

2.1.4 降低机械损耗

机械损耗包括摩擦损耗和风摩耗。摩擦损耗主要是轴承摩擦和油封摩擦;轴承摩擦损耗与轴承的选取、润滑脂的质量及铸件的加工精度有关。

(1) 采用先进的德国 FAG 第三代高效电机专用轴承,摩擦降低 35%,噪声降低 50%。

(2) 润滑脂采用美国进口的美孚润滑脂,润滑脂添加要适量。

(3) 端盖的轴承室对机械损耗影响也大,轴承与端盖的配合采取滑配合,铸件加工采用一次上车工艺,使整机的同心度得到保证。

2.1.5 降低杂散损耗

(1) 采用单双层同心绕组,大幅度削弱 5、7 次等谐波,降低谐波损耗。

(2) 合理调整定转子气隙,试验结果如表 2 所示。对比试验表明:不同型号的电机,气隙值选取不同,若气隙值选取不当,适得其反。

表 2 降低杂散损耗试验结果

型号	单边气隙值	杂散损耗实	单边气隙值	杂散损耗实
	(原始)/ mm	测值/ W	(改进后)/ mm	(改进后)/ W
	IE4-200L3-4-45	0.8	578.5	0.75

(3) 转子外圆的加工工艺对杂散损耗影响也大,特别在转子外圆精车的过程中,最好分 2 次进行,刀要利,并控制好车度。

(4) 采用磁性槽楔。

2.2 电动机结构设计

由于该系列产品安装尺寸与国内电机安装尺寸不同,因此结构设计主要考虑满足电机安装尺

寸、通风散热和噪声要求。

(1) 采用钢板焊接机座, 满足特殊安装尺寸的要求。

(2) 外风扇的外径和风扇叶片形状对产生的风量和风扇机械损耗有直接影响。减小风扇外径, 调整风扇叶形状尺寸, 可以使相同风量时机械损耗减小。通过多次试验, 找出满足电动机散热

需要风量基本要求的情况, 按机械损耗最小的目标, 试验、选取外风扇的最佳尺寸。

(3) 风罩起到空气导流的作用。合理设计风罩的形状、尺寸, 使其达到最佳导流效果。

(4) 匹配定转子槽型, 合理选取气隙值, 降低电磁噪声^[3]。

3 样机试制情况

按照用户要求, 将样机送到国外的检测机构, 进行了能效检测试验。试验结果符合国际标准的要求, 达到了设计的预期效果, 如表 3 所示。

4 结 语

JMP 系列超高效率消防泵专用三相异步电动机的研发, 目前已经达到以下目标:

(1) 本系列电动机效率达到了 IE4 能效等级。

(2) 完成了本系列电动机制造所需的专用设备、工艺工装、工位器具的设计制作, 具备了大批量生产的能力。

(3) 通过本系列产品的开发, 提升了电动机性能测试水平。

(4) 该系列产品通过国外检测机构的检测, 符合国际标准的要求, 并取得了出口国外的通行标识。

【参 考 文 献】

- [1] 旋转电机线控交流电动机效率分级 (IE 代码): IEC 60034-30-1[S]. 2014.
- [2] 三相异步电动机试验方法: GB/T 1032—2012[S]. 2012.
- [3] 陈世坤. 电机设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

收稿日期: 2018-06-20

表 3 能效检测试验结果

型号	评价值	效率/%
11 kW 4 极	标准效率	92.40
	实测值	93.20
15 kW 4 极	标准效率	93.00
	实测值	93.20
18.5 kW 4 极	标准效率	93.60
	实测值	94.10
22 kW 4 极	标准效率	93.60
	实测值	93.95
30 kW 4 极	标准效率	94.10
	实测值	94.60
37 kW 4 极	标准效率	94.50
	实测值	94.80
45 kW 4 极	标准效率	95.00
	实测值	95.40
55 kW 4 极	标准效率	95.40
	实测值	95.70
75 kW 4 极	标准效率	95.40
	实测值	96.30
90 kW 4 极	标准效率	95.40
	实测值	96.40
110 kW 4 极	标准效率	95.80
	实测值	96.60
132 kW 4 极	标准效率	95.80
	实测值	96.70
160 kW 4 极	标准效率	96.20
	实测值	96.95