

文章编号: 1005-0329(2013)12-0079-04

制冷压缩机标准发展现状及趋势

史 敏 张秀平 钟 瑜 吴俊峰

(合肥通用机械研究院 压缩机技术国家重点实验室 安徽合肥 230088)

摘 要: 介绍了国内外制冷压缩机标准的制定情况,论述了我国制冷压缩机标准的发展现状和方向,分析和说明了正在和将要开展的我国制冷压缩机标准制修订情况,以期完善我国制冷压缩机产品标准提供参考。

关键词: 制冷压缩机; 标准; 现状; 发展

中图分类号: TH45; TH12

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1005-0329.2013.12.017

Development Status and Trend of Refrigeration Compressor Standards

SHI Min, ZHANG Xiu-ping, ZHONG Yu, WU Jun-feng

(State Key Laboratory for Compressor Technology, Hefei General Machinery Research Institute, Hefei 230088, China)

Abstract: The existing standards about refrigeration compressor at home and abroad are introduced briefly. Then the explanation focuses on the present development status and direction of standards about refrigeration compressor in our country. Finally, the standards being revised and will be carried out are analyzed and explained. We hope it could provide references for improving and perfecting China's refrigeration compressor standard system.

Key words: refrigeration compressor; standard; status; trend

1 前言

制冷空调设备具有应用领域广、工作条件差异大的特点,产品涉及冷冻冷藏、家用空调、商用空调、车载空调、生活热水等各个方面,工作温度范围宽广。为了满足不同制冷空调设备的需求,制冷压缩机的产品型式也多种多样,包括转子式、涡旋式、活塞式、螺杆式以及离心式制冷压缩机。目前,国内制造企业在压缩机的核心技术方面仍与世界先进水平有一定的差距,尤其在安全可靠、耐久性、噪声、振动、寿命等方面还有待提高。制冷压缩机的发展离不开相关标准的有力支持,但随着技术进步和发展,还需要更加完善相关标准。另一方面,随着国家对节能、环保等社会持续发展主题的不断深化,制冷空调行业也正面临着节能减排、制冷剂替代等行业发展方向,制冷压缩机的发展需要结合制冷空调行业的发展趋势,需要更加健全的标准体系的配合引导。

本文重点对国内外制冷压缩机的标准现状进

行介绍,论述了制冷压缩机标准的发展方向,说明了正在和将要开展的我国制冷压缩机标准制修订情况,以期为我国制冷压缩机产品标准的完善提供参考。

2 制冷压缩机标准现状

2.1 我国制冷压缩机标准现状

目前,我国冷冻空调设备技术标准体系为 3 层 4 类结构^[1]。第一层次是安全和卫生类标准,为强制性的安全、卫生要求以及最低能效限定要求,该层次的标准为第 1 类别,表征该类的标准化对象在这个标准体系中具有极其重要的作用,该层次的标准应该以强制性的国家标准为主,辅以部分行业标准为补充;第二层次是基础通用要求和方法类标准,覆盖面宽,适用性强,为基础通用与方法类标准,该层次的标准为第 2 类别,是标准体系建立的骨架,对这个体系起支撑作用,该层次标准应以推荐性国家标准为主,辅以部分行业标

收稿日期: 2013-07-17 修稿日期: 2013-11-08

准;第三层次是产品类标准,该层次的标准化对象是具体的各类产品,是体系构成中的主要内容,根据该层次标准化对象在具体使用中的功能,分为

第3类别终端类产品和第4类别部件类产品。空调设备标准体系中,针对制冷压缩机的标准共有15项,如表1所示。

表1 我国制冷压缩机相关标准

序号	标准类别	标准号	标准名称
1	安全、方法类标准	GB 4706.17-2010	家用和类似用途电器的安全 电动机-压缩机的特殊要求
2		GB/T 22068-2008	汽车空调用电动压缩机总成
3		GB/T 5773-2004	容积式制冷压缩机性能试验方法
4	产品类标准	GB/T 27940-2011	制冷用容积式单级制冷压缩机并联机组
5		GB/T 27942-2011	汽车空调用小排量涡旋压缩机
6		GB/T 26181-2010	家用和类似用途 CO ₂ 制冷剂热泵热水器用全封闭型电动机-压缩机
7		GB/T 21363-2008	容积式制冷压缩冷凝机组
8		GB/T 21360-2008	汽车空调用制冷剂压缩机
9		GB/T 9098-2008	电冰箱用全封闭型电动机-压缩机
10		GB/T 19410-2008	螺杆式制冷压缩机
11		GB/T 15765-2006	房间空气调节器用全封闭型电动机-压缩机
12		GB/T 10079-2001	活塞式单级制冷压缩机
13		GB/T 18429-2001	全封闭涡旋式制冷压缩机
14		GB/T 29030-2012	容积式 CO ₂ 制冷压缩机(组)
15		JB/T 5446-1999	活塞式单机双级制冷压缩机

2.2 国际上制冷压缩机标准现状

美国与制冷压缩机的相关标准有5项,如表

2所示。欧洲与制冷压缩机的相关标准有3项,如表3所示。

表2 美国制冷压缩机相关标准

序号	标准号	标准名称	中文名
1	ANSI/AHRI 510-2006	Performance Rating Of Positive Displacement Ammonia Compressors and Compressor Units	容积式氨压缩机及压缩机组的性能等级评定
2	ANSI/AHRI 530-2011	Rating of Sound and Vibration for Refrigerant Compressors	制冷压缩机的噪声和振动评定
3	ANSI/AHRI 540-2004	Performance Rating Of Positive Displacement Refrigerant Compressors And Compressor Units	容积式制冷压缩机和压缩机装置性能评定
4	AHRI Standard 570 (I-P)-2012	Performance Rating of Positive Displacement Carbon Dioxide Refrigerant Compressors and Compressor Units	容积式 CO ₂ 制冷压缩机和压缩机装置性能评定
5	ASHRAE 23.1 2010	Methods of Testing for Rating the Performance of Positive Displacement Refrigerant Compressors and Condensing Units that Operate at Subcritical Temperatures of the Refrigerant	制冷剂运行在亚临界温度条件下的容积式制冷压缩机性能和冷凝机组的性能测试评价方法

表3 欧洲制冷压缩机相关标准

序号	标准号	标准名称	中文名
1	EN 13771-1:2003	Compressors and condensing units for refrigeration-Performance testing and test methods-Part 1: Refrigerant compressors	制冷压缩机及压缩冷凝机组性能测试方法第1部分:制冷压缩机
2	EN 12693:2008	Refrigerating systems and heat pumps-Safety and environmental requirements-Positive displacement refrigerant compressors	制冷系统和热泵. 安全和环境要求. 容积式制冷剂压缩机
3	EN 12900:2005	Refrigerant compressors-Rating conditions, tolerances and presentation of manufacturer's performance data	制冷压缩机的名义工况、允差和制造商公布的性能数据

国际标准化组织 ISO 与制冷压缩机的相关标

准有3项,如表4所示。

表 4 ISO 制冷压缩机相关标准

序号	标准号	标准名称	中文名
1	ISO 1217 - 1996	Displacement compressors - Acceptance tests	容积式压缩机 验收试验
2	ISO 917 - 1989	Testing of refrigerant compressors	制冷剂压缩机试验
3	ISO 9309 - 1989	Refrigerant compressors; presentation of performance data	制冷剂压缩机 性能数据的表示

从上述制冷压缩机标准现状可以看出,目前我国制冷压缩机产品标准覆盖相对全面,涉及制冷压缩机的大部分产品。我国制冷压缩机产品标准呈现以下特点:

(1) 容积式亚临界制冷压缩机的测试评价方法与国际先进标准接轨。

(2) 部分压缩机产品标准实施年限超过 10 年以上,如《活塞式单级制冷压缩机》、《全封闭涡旋式制冷压缩机》。这些老标准对产品的技术、能效的要求已无法适应最新的压缩机性能水平,已经制约了产品的技术进步。

(3) 部分使用新型制冷剂的压缩机标准已经实施,填补了行业空白。但对于一些具有可燃性的制冷剂的特殊要求,尚无标准可依。

(4) 大型离心式制冷剂压缩机尚无相应标准。

3 制冷压缩机标准发展方向

与冷冻空调标准体系相一致,制冷剂压缩机标准主要朝着对评价技术进行研究,完善制冷压缩机产品评价体系方向发展;引导企业提高产品能效水平,促进行业能效发展;促进制冷空调产品(包括制冷压缩机)向环保方向发展以及与制冷空调产品不断发展的需求相适应的 4 个方向发展。

3.1 完善制冷压缩机产品评价体系

随着冷冻空调行业对节能、环保以及安全可靠性的需求不断提高,迫切需要完善现有的制冷压缩机产品评价体系,开展制冷压缩机能效评价技术、环境友好性评价技术、安全可靠性的研究。具体发展方向包括:

(1) 适应于空调产品季节性能评价技术发展的制冷压缩机评价技术研究;

(2) 基于产品生命期的制冷压缩机环境友好性评价技术研究;

(3) 安全性、可靠性、耐久性、噪声、振动、寿命等制冷压缩机评价技术的研究;

(4) 适用于使用可燃性制冷剂的制冷压缩机

产品安全性评价技术研究等。

关于制冷压缩机的测试评价,现有的测试评价方法均是针对容积式制冷压缩机,对于速度型制冷压缩机尚无统一的测试评价方法,而速度型离心式制冷压缩机由于其大冷量、高效等特点,近年来发展迅速,国内大型中央空调制造商均陆续开发出具有自主知识产权的产品,迫切需要进行适用于速度型制冷压缩机发展的测试评价方法研究,制定相关标准,解决该类产品缺乏测试方法和标准的现状。

此外,由于节能环保意识的不断提高,国外大型制冷压缩机制造商普遍采用低压气体代替制冷剂进行制冷压缩机的在线运行测试,由于国外技术的封锁等原因,我国目前还缺失上述试验方法,开展大型制冷压缩机等效测试评价方法的研究,实现压缩机在线测试过程的节能减排,也是目前制冷压缩机标准迫切需要解决的问题之

3.2 能效标准发展方向

目前制冷压缩机产品能效标准的发展,主要体现在以下 3 个方面:

(1) 满足国家节能目标的高能效产品的标准化需求。根据制冷压缩机产品实际能效现状,不断提高产品标准能效限值水平,以及相关能效标准的能效指标。

(2) 冷冻空调设备性能评价体系的统一性问题。制冷压缩机产品的能效评价指标要与冷冻空调设备的性能评价指标相一致,尽可能反映季节综合性能评价。

(3) 在役制冷压缩机设备的现场性能测试与评价问题。解决在役制冷压缩机设备的现场测试问题,提出统一的节能评价方法。

3.3 环保发展方向

随着国家环保政策以及可持续发展主题的不断深入,制冷压缩机标准的主要环保发展方向包括以下 2 个方面:

(1) 制冷压缩机环境友好性评价标准的制定。提出合理可靠的从制冷压缩机生产制造、储存运输、安装调试、使用维护、到报废回收全生命

期的环境影响评价方法和指标。

(2) 替代以 R22 为代表的 HCFCs 类制冷剂的新型制冷剂的安全性问题。解决采用替代制冷剂后对系统带来的新的安全性和可靠性变化,解决使用具有可燃性的制冷剂和天然制冷剂安全使用的共性评价技术,以及安全风险评估技术,提出制冷压缩机的安全性技术要求。

3.4 产品发展方向

制冷压缩机产品标准的主要发展方向包括:

(1) 满足不断发展的制冷压缩机产品发展的需求。面对食品冷链设备用制冷剂压缩机产品的不断发展,完善这类产品的标准,以规范和引导市场,提高冷冻冷藏设备制冷压缩机产品技术水平。开展直线压缩机、磁悬浮无油压缩机等新型制冷压缩机产品标准的制定。

(2) 数字模拟设计的应用标准问题。随着数字模拟技术的发展,设备设计和选型已进入数字模拟时代,需要相应的国家标准来进行规范和引导制冷压缩机选型软件的开发和设计。

4 正在和拟开展的制冷压缩机标准情况

4.1 制冷剂压缩机安全可靠方面

目前,压缩机技术国家重点实验室制冷专业正在组织项目研究小组开展针对制冷剂压缩机的可靠性测试技术研究,对制冷剂压缩机的噪声、振动、寿命等关键安全可靠指标进行探索研究,后续将着手准备相关制冷剂压缩机安全可靠性的标准的制订。

4.2 使用替代制冷剂的压缩机方面

随着国际社会对臭氧层破坏以及全球变暖问题的重视,为了积极履行国际公约,我国环保部也启动了我国工商制冷行业的 HCFCs 淘汰管理计划项目,确定了各子行业的潜在替代制冷剂^[2]。

而对于 R32、NH₃ 等替代制冷剂均存在一定的可燃性,增加了使用该类制冷剂的制冷系统和部件的安全风险,迫切需要对相应的压缩机产品标准进行修订,增加使用上述制冷剂的安全性特殊要求。目前,全国冷冻空调设备标准化技术委员会(SAC/TC238)已经申报了3项标准的修订计划(见表5),计划增加使用可燃性制冷剂的安全性特殊要求,针对上述标准计划,国家标准化管理委员会已经在其网上公示了拟立项计划^[3]。

表5 工商制冷行业各子行业潜在替代制冷剂

序号	标准名称	标准性质	对应标准号
1	活塞式单级制冷压缩机	GB 推荐	GB/T 10079 - 2001
2	全封闭涡旋式制冷压缩机	GB 推荐	GB/T 18429 - 2001
3	活塞式单机双级制冷压缩机	JB 推荐	JB/T 5446 - 1999

此外,合肥通用机械研究院负责制定的针对于天然工质 CO₂ 的制冷压缩机标准 GB/T 29030—2012 《容积式 CO₂ 制冷压缩机(组)》已经于 2012 年 12 月 31 日发布,已于 2013 年 10 月 1 日正式实施^[4]。

4.3 制冷剂压缩机的能效方面

随着产品技术水平的不断进步,近年来制冷压缩机的能效水平提升很快,诸多使用年限长的压缩机产品标准亟待修订,其中产品的能效水平限值将是重要的修订目标。此外,对于制冷空调产品而言,迫切需要从制冷空调系统的零部件,尤其是核心部件压缩机入手制定其能效标准,以此提升整个制冷空调行业的能效水平。

目前,国家强制性标准《空气调节器用全封闭型电动机-压缩机能效限定值及能源效率等级》(计划编号:20090211-Q-469)已处于报批阶段。相信随着技术水平的发展和对高能效产品的需求,将会针对不同类型的制冷压缩机制定其能效标准。

4.4 制冷压缩机产品标准的完善

上文 3.1 提到,现有压缩机产品标准均是针对容积式制冷剂压缩机,对于速度式的离心式制冷剂压缩机,尚无相应的产品标准对其进行规范。目前,由全国冷冻空调设备标准化技术委员会(SAC/TC238)归口申报的行业标准《离心式制冷剂压缩机》已经获得工信部的批复,计划编号 2012-1776T-JB^[6],全国冷冻空调设备标准化技术委员会正在组织开展标准的研究制定工作。

5 结语

目前我国已经形成了较完善的制冷压缩机标准体系,相关的测试评价方法也与国际先进标准接轨。但是,随着国家对节能、环保、安全可靠以及可持续发展等主题的不断深入,制冷压缩机产品的相关标准还需进一步完善。

(下转第 78 页)

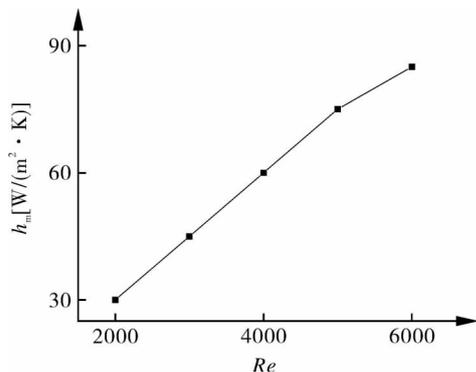


图 10 换热系数与 Re 的关系

5 结论

(1) 本单元组装式太阳能储热器能够较好地实现热量储存功能,有助于实现规模化生产要求;

(2) 传热介质流体入口温度和流量是影响本单元组装式太阳能储热器换热性能的 2 个重要因素,入口温度影响程度较大,流量影响较小;

(3) 得到了一定工况下,本单元组装式太阳能储热器内蓄热温度随时间的变化关系表达式,对储热器的设计和应用提供了参考依据。

参考文献

(上接第 82 页)

近期制冷压缩机标准发展的需求主要体现在满足国家节能、环保目标对于高能效产品的需求,制冷剂替代,环境友好型产品评价,产品的安全、可靠性评价以及新型制冷压缩机产品标准的制定等几个方面。针对上述发展方向,我国已开始了相关制冷压缩机标准的制修订工作,相信随着各项工作的开展,我国的制冷压缩机标准将更加完善,并将更有效地引导产品的发展和技术进步。

参考文献

- [1] 张明圣. 国家标准化委员会科研项目《冷冻空调设备技术标准体系研究》报告[R]. 合肥: 合肥通用机械研究院 2011.
- [2] 环保部外经办对外经济合作领导小组办公室. 工商制冷行业 HCFC 淘汰管理计划实施方案[R]. 上海:

- [1] 孔戴, 彭晓峰, 杨震. 螺旋管紧凑型换热器传热性能分析[D]. 北京: 清华大学 2008.
- [2] 陈志光, 秦朝葵, 熊超. 螺旋管传热系数的研究: [D]. 上海: 同济大学 2009.
- [3] 郭茶秀, 熊辉东, 魏新利. 蓄冷球凝固的 FLUENT 数值模拟研究[D]. 郑州: 郑州大学 2005.
- [4] 刘利平, 黄万年. FLUENT 软件模拟管壳式换热器壳程三维流场[D]. 郑州: 郑州大学 2006.
- [5] 左远志, 杨晓西, 丁静. 高温熔融盐相变换热器的传热特性[D]. 广州: 华南理工大学 2010.
- [6] 俞接成, 诸葛一然. 管壳式换热器流动与传热的三维数值模拟[D]. 北京: 北京石油化工学院 2012.
- [7] 马建兵, 李德峰. 熔盐热载体的特点及使用中的若干问题[J]. 工业锅炉 2002, (6): 15-16.
- [8] 梅丽君, 程晓敏. 高温相变储热装置充放热过程的数值模拟[D]. 武汉: 武汉理工大学 2009.
- [9] 齐洪洋, 高磊, 张莹莹, 等. 管壳式换热器强化传热技术概述[J]. 压力容器 2012, 29(7): 77-82.
- [10] 钱中. 微型换热器瞬态传热分析[J]. 压力容器, 2011, 28(9): 30-33.
- [11] 王强, 石玉环, 石玉萍. 基于 Fluent 的螺旋管相变换热器蓄放热过程仿真研究[D]. 黑龙江: 黑龙江工程学院 2012.

作者简介: 马涛(1986-), 男, 在读硕士, 通讯地址: 230009 安徽省合肥市合肥工业大学机械与汽车工程学院摩擦所。

- 环境保护部环境保护对外合作中心 2011.
- [3] 国家标准化委员会. 关于对 2013 年第一批立项推荐性国家标准项目征求意见的通知[EB/OL]. http://www.sac.gov.cn/zhywglb/zxtz_823/201304/t20130428_136271.htm, 2013-04-28.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化委员会. 关于批准发布《锚链涂漆和标志》等 722 项国家标准和 47 项国家标准样品的公告[EB/OL]. <http://www.sac.gov.cn/gjbgg/201241/>, 2012-12-31.
- [5] 工业和信息化部科技司. 关于印发 2011 年第三批行业标准制修订计划的通知[EB/OL]. <http://kjs.miit.gov.cn/n11293472/n11295040/n11298073/14279644.html>, 2011-10-21.

作者简介: 史敏(1960-), 女, 教授级高工, 长期从事压缩机、制冷空调设备及标准化研究工作, 通讯地址: 230031 安徽省市长江西路 888 号合肥通用机械研究院。