

The image features a blue background with a grid pattern and a globe showing the Americas. The logo 'GMCC & Welling' is prominently displayed in the upper left.

GMCC & Welling

变容定速压缩机及其在空调器中的应用研究

广东美芝 研发中心 廖四清
2020-08-20 重庆

Copyright © 2019 GMCC&Welling

目录

1：变容定速压缩机开发的背景与目的

2：变容压缩机的结构 变容原理与性能

3：变容压缩机在空调器中季节能效测试

4：结论

1-1、背景

- ◆ 随全球各国对空调器的能效要求也越来越高；空调器的能效评价也从单点能效（EER）评价转向多点季节能效评价（CSPF/SEER、HSPF/SCOP、APF）；目前已实施季节能效评价空调的国家或地区有：中国、日本、韩国、印度、欧盟、美国、澳洲等等，也均有各自的季节能效标准，其测试计算方法理念与ISO 16358-1/2/3都是一致的。
- ◆ 日本基本全为变频空调。
- ◆ 美国仍以定速空调为主（SEER=13~15），变频空调占据高档能效（SEER \geq 18）市场，变容定速空调占据中档能效（SEER=16~18）市场。
- ◆ 印度以单冷空调为主，目前定速空调仍为主流，但变频化进展迅速。
- ◆ 我国已实施GB 21455-2019 房间空气调节器能效限定值及能效等级，统一了定速与变频空调的能效评价方法。将进一步加速定速空调向变频空调的转换。冷暖定速空调在我国是否还有市场前景？单冷定速空调呢？

1-2、季节能效测试计算方法标准

ISO 16358 -2013 Vs GB 21455-2019

- ◆ 按ISO标准，变容空调(容量可控型空调) 分类为2档变容与多档变容即2-Stage、Multi-stage。包含有定速、2档变容、多档变容、变频4种空调的CSPF/HSPF/APF的测试与计算方法。
- ◆ 我国按GB/T7725-2004 房间空气调节器（现修订中），容量发生3级以上，定义为容量可控型空气调节器。
- ◆ GB21455-2019中，只包含定速、变频2种空调的SEER/HSPF/APF测试计算方法。

3.15

容量可控型房间空气调节器 variable capacity room air conditioner

空调器运行时,根据热负荷的大小,压缩机的转速不变,其有效容积输气量(制冷剂质量流量)发生

3级以上或无级变化的空调器(简称变容空调器)。

INTERNATIONAL STANDARD	ISO 16358-1	ISO 16358-2	ISO 16358-3
	First edition 2013-04-15	First edition 2013-04-15	First edition 2013-04-15
Air-cooled air conditioners and air-to-air heat pumps — Testing and calculating methods for seasonal performance factors — Part 1: Cooling seasonal performance factor		and air-conditioning seasonal performance factor	rs and air-conditioning seasonal performance factor
		air/air — Essais de performance saisonniers — chauffage (COPSC)	aleur air/air — Essais de performance saisonniers — COPA)

1-2、季节能效测试计算方法标准—CSPF/SEER

ISO 16358 -2013 Vs GB 21455-2019

GB 21455-2019

表 A.3 各工况条件的性能参数

试验项目	压机转速	参数	定类型	变类型	计算值
额定制冷	额定	$\phi_{ful}(35)$	■ ^a	■ ^a	—
		$P_{ful}(35)$	—	—	—
	中间	$\phi_{haf}(35)$ $P_{haf}(35)$	—	■ ^a	—
	25%	$\phi_{min}(35)$ $P_{min}(35)$	—	○ ^b	—
低温制冷	额定	$\phi_{ful}(29)$	○ ^c	○ ^c	$1.077 \times \phi_{ful}(35)$ $0.914 \times P_{ful}(35)$
		$\phi_{haf}(29)$ $P_{haf}(29)$	—	○ ^c	$1.077 \times \phi_{haf}(35)$ $0.914 \times P_{haf}(35)$
	25%	$\phi_{min}(29)$ $P_{min}(29)$	—	○ ^{c,d}	$1.077 \times \phi_{min}(35)$ $0.914 \times P_{min}(35)$

^a 需要进行此项试验。
^b 为可选试验,当空调器额定制冷量小于或等于 7.1 kW 时,不进行此项试验;当空调器额定制冷量大于 7.1 kW 时,需进行此项试验。如果空调器最小制冷量大于“25%额定制冷量”, $\phi_{min}(35)$ 为空调器在额定制冷工况和规定条件下、压缩机所处最小转速,实测最小制冷量, $P_{min}(35)$ 为相应实测最小制冷消耗功率。
^c 为可选试验,若不进行试验,可通过表中公式计算得出。
^d 如果未进行 25%额定制冷量试验,则不需要计算此参数。

5.2 Test conditions

Temperature and humidity conditions as well as default values for calculation shall be as specified in Table 1.

Table 1 — Temperature and humidity conditions and default values for cooling at T1 moderate climate condition of ISO 5151, ISO 13253 and ISO 15042

Test	Characteristics	Fixed	Two-stage	Multi-stage	Variable	Default value
Standard cooling capacity	Full capacity $\phi_{ful}(35)$ (W)	■	■	■	■	—
	Full power input $P_{ful}(35)$ (W)	—	—	—	—	—
Indoor DB 27°C WB 19°C	Half capacity $\phi_{haf}(35)$ (W)	—	—	○	■	$\phi_{haf}(29)/1.077$ $P_{haf}(29)/0.914$
	Half power input $P_{haf}(35)$ (W)	—	—	—	—	—
Outdoor DB 35°C WB 24°C	Minimum capacity $\phi_{min}(35)$ (W)	—	○	○	○	$\phi_{min}(29)/1.077$ $P_{min}(29)/0.914$
	Minimum power input $P_{min}(35)$ (W)	—	—	—	—	—

■ required test.
 ○ optional test.
 NOTE 1 If the minimum capacity test is measured, min(29) test is conducted first. Min(35) test may be measured or may be calculated by using default value.
 NOTE 2 Voltage(s) and frequency(ies) are as given in the three referenced standards.

© ISO 2013 - All rights reserved

Table 1 (continued)

Test	Characteristics	Fixed	Two-stage	Multi-stage	Variable	Default value	
Low temperature cooling capacity	Full capacity $\phi_{ful}(29)$ (W)	■	■	■	—	$1.077 \times \phi_{ful}(35)$	
	Full power input $P_{ful}(29)$ (W)	—	—	—	—	$0.914 \times P_{ful}(35)$	
Indoor DB 27°C WB 19°C	Half capacity $\phi_{haf}(29)$ (W)	—	—	■	○	$1.077 \times \phi_{haf}(35)$ $0.914 \times P_{haf}(35)$	
	Half power input $P_{haf}(29)$ (W)	—	—	—	—	—	
Outdoor DB 29°C WB 19°C	Minimum capacity $\phi_{min}(29)$ (W)	—	■	○	○	—	
	Minimum power input $P_{min}(29)$ (W)	—	—	—	—	—	
Low humidity and cyclic cooling	Degradation coefficient C_D	Full capacity	—	—	—	0.25	
		Half capacity	—	—	○	—	0.25
		Minimum capacity	—	○	○	—	0.25

■ required test.
 ○ optional test.
 NOTE 1 If the minimum capacity test is measured, min(29) test is conducted first. Min(35) test may be measured or may be calculated by using default value.
 NOTE 2 Voltage(s) and frequency(ies) are as given in the three referenced standards.

➤ 差异：2种 Vs 4种。

➤ SEER/CSPF测试工况条件，完全相同；GB明确定速空调必测1点，低温制冷为可选测试点；ISO—2点必测。其余相同。

1-2、季节能效测试计算方法标准--HSPF

ISO 16358 -2013 Vs GB 21455-2019

表 A.4 各条件的性能参数

试验项目	压机转速	参数	定频型	变频型	计算值
高温额定制热	额定	$\phi_{ful}(7)$ $P_{ful}(7)$	■	■	—
	中间	$\phi_{ful}(7)$ $P_{ful}(7)$	—	■	—

17

ISO 16358-2:2013(E)

Table 1 — Temperature and humidity conditions and default values for heating

Test	Characteristics	Fixed	Two-stage	Multi-stage	Variable	Default value
Standard heating capacity	Full capacity $\phi_{ful}(7)$ (W)	■	■	■	■	
	Full power input $P_{ful}(7)$ (W)	■	■	■	■	
Indoor DB 20°C WB 15 °C Max.	Half capacity $\phi_{haf}(7)$ (W)	—	—	■	■	
	Half power input $P_{haf}(7)$ (W)	—	—	■	■	
Outdoor DB 7°C WB 6°C	Minimum capacity $\phi_{min}(7)$ (W)	—	■	○	○	
	Minimum power input $P_{min}(7)$ (W)	—	■	○	○	
Low temperature heating capacity	Extended capacity $\phi_{ext,f}(2)$ (W)	—	—	■ ^a	■ ^a	
	Extended power input $P_{ext,f}(2)$ (W)	—	—	■ ^a	■ ^a	
Indoor DB 20°C WB 15°C Max.	Calculated extended capacity $\phi_{ext}(2)$ (W)	—	—	b	b	$1,12\phi_{ext,f}(2)$
	Calcul'd extended power input $P_{ext}(2)$ (W)	—	—	b	b	$1,06P_{ext,f}(2)$
Outdoor DB 2°C WB 1°C	Full capacity $\phi_{ful,f}(2)$ (W)	■ ^c	■ ^c	□ ^{ac}	□ ^{ac}	$\phi_{ful}(2)/1,12^d$
	Full power input $P_{ful,f}(2)$ (W)	■ ^c	■ ^c	□ ^{ac}	□ ^{ac}	$P_{ful}(2)/1,06^d$
Indoor DB 20°C WB 15°C Max.	Half capacity $\phi_{haf,f}(2)$ (W)	—	—	○ ^c	○ ^c	$\phi_{haf}(2)/1,12^d$
	Half power input $P_{haf,f}(2)$ (W)	—	—	○ ^c	○ ^c	$P_{haf}(2)/1,06^d$

GB 21455—2019

表 A.4 (续)

试验项目	压机转速	参数	定频型	变频型	计算值
高温额定制热	25%	$\phi_{min}(7)$ $P_{min}(7)$	—	○ ^b	—
额定低温制热	最大	$\phi_{ext,f}(2)$ $P_{ext,f}(2)$	—	■ ^{a,c}	—
	最大	$\phi_{ful}(2)$ $P_{ful}(2)$	—	○ ^c	$1,12\phi_{ext,f}(2)$ $1,06P_{ext,f}(2)$
	额定	$\phi_{ful,f}(2)$ $P_{ful,f}(2)$	■ ^c	○ ^{a,c}	$\phi_{ful}(2)^3/1,12$ $P_{ful}(2)^3/1,06$
	中间	$\phi_{haf,f}(2)$ $P_{haf,f}(2)$	—	○ ^c	$\phi_{haf}(2)^3/1,12$ $P_{haf}(2)^3/1,06$
超低温制热	25%	$\phi_{min,f}(2)$ $P_{min,f}(2)$	—	○ ^{a,d}	$\phi_{min}(2)^3/1,12$ $P_{min}(2)^3/1,06$
	最大	$\phi_{ext}(-7)$ $P_{ext}(-7)$	—	○ ^c	$0,734 \times \phi_{ext}(2)$ $0,877 \times P_{ext}(2)$
	额定	$\phi_{ful}(-7)$ $P_{ful}(-7)$	○ ^c	○ ^c	$0,64 \times \phi_{ful}(7)$ $0,82 \times P_{ful}(7)$

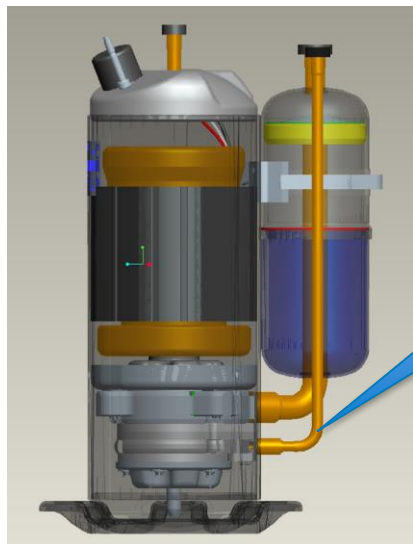
- 差异：2种 Vs 4种。
- HSPF测试工况条件，与测试点，完全相同。

1-3、变容定速压缩机开发目的

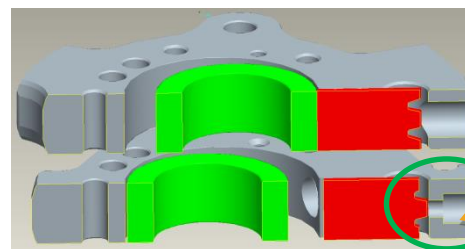
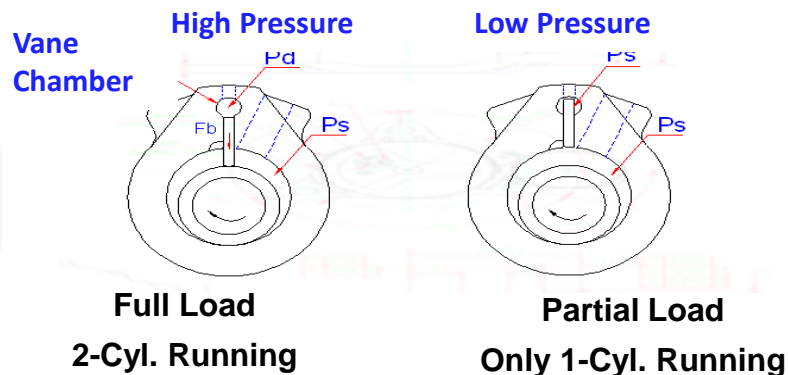
- 按季节能效测试计算方法，变频化可大大提升空调器的节能，也即提升空调器的季节能效（APF/CSPF/HSPF）。
- 变容定速空调也可提升季节能效，作为一种提升定速空调器的技术方案，从全球看，变容定速空调（特别是单冷）是否仍有市场前景？
- 总之，变容定速压缩机开发目的是，对比常规定速空调，提升季节能效；对比变频空调，因不需变频控制器，省去控制器成本，且售后维修方便。

2-1、变容压缩机结构与原理

- ◆ GMCC研究开发了两种变容转子压缩机：**双缸变容压缩机** 与 单缸变容压缩机



变容压力
控制管

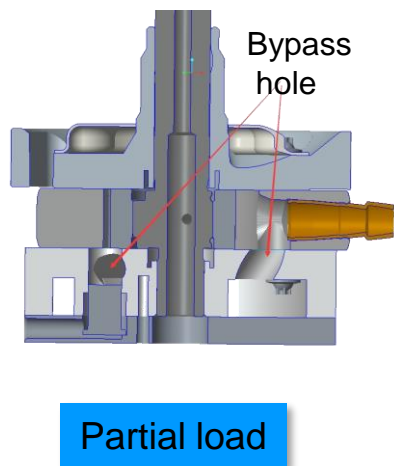
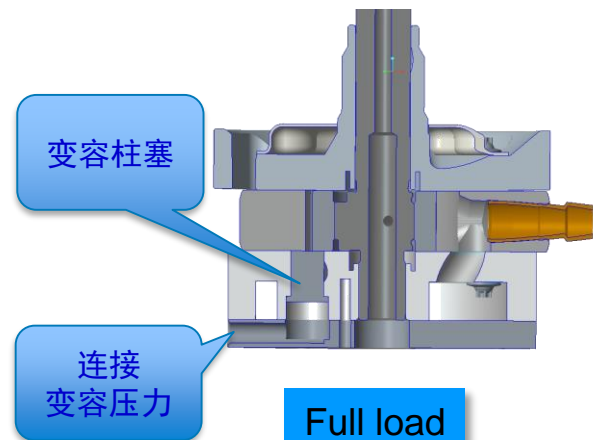


Vane
chamber

- ◆ 双缸中一个缸为常运行缸，其滑片后部有滑片弹簧；另一缸为可控制卸载的气缸，滑片尾部无弹簧，且滑片尾部密封形成滑片腔，与变容压力控制管相连。
- ◆ 当滑片腔连接高压时，滑片在压力作用下使该气缸可正常工作，此时双缸全负荷运转。
- ◆ 当滑片腔连接低压时，滑片被退回滑片槽内，此时该气缸卸载不工作，仅一个气缸工作（部分负荷运转）。

2-1、变容压缩机结构与原理

- ◆ GMCC研究开发了两种变容转子压缩机：双缸变容压缩机 与 **单缸变容压缩机**



- ◆ 单缸变容：吸气旁通变容；在轴承上开有旁通柱塞孔，孔内设置有可控柱塞，可使气缸压缩腔与气缸吸气口经过旁通腔连通或断开连通。柱塞背部有密封腔与控制压力管相连。
- ◆ 当柱塞背部通高压时，柱塞压入柱塞孔内，阻断吸气旁通的连通；此时为全负荷运行。
- ◆ 当柱塞背部通低压时，柱塞退出柱塞孔，压缩腔与吸气旁通腔的连通；此时为部分负荷运行。

2-2、变容压缩机单体性能

◆ 试作检讨样机性能

压缩机型号		AVF200V	KXF180S	KSF180S	KTN130D
		2-stage (50%)	2-stage (48%)	量产机常规定速	量产DC变频
冷媒		R410A	R32	R32	R32
电源		230V~50Hz	230V~50Hz	230V~50Hz	变频控制器
压缩机结构		双缸变容	单缸吸气旁通变容	单缸	双缸变频
全负荷-GX工况条件 @50 μ F	制冷量 W	5556	5359	5457	5340
	功率 W	1371	1307	1275	1200
	COP	4.08	4.10	4.281	4.45
	COP %		95.8%	100%	104.0%
	电机效率				
部分负荷-中间制冷工况条件 @25 μ F	制冷量 W	4231	4219	--	2938
	功率 W	522	545	--	289
	COP	8.10 (105%)	7.74 (100%)	--	10.16 (131%)
	电机效率				

注：1) GX工况：冷凝温度 $T_c=46^{\circ}\text{C}$ ，过冷液温 $T_{liq}=41^{\circ}\text{C}$ ，蒸发温度 $T_e=10^{\circ}\text{C}$ ，吸气温度 $T_s=18^{\circ}\text{C}$ 。

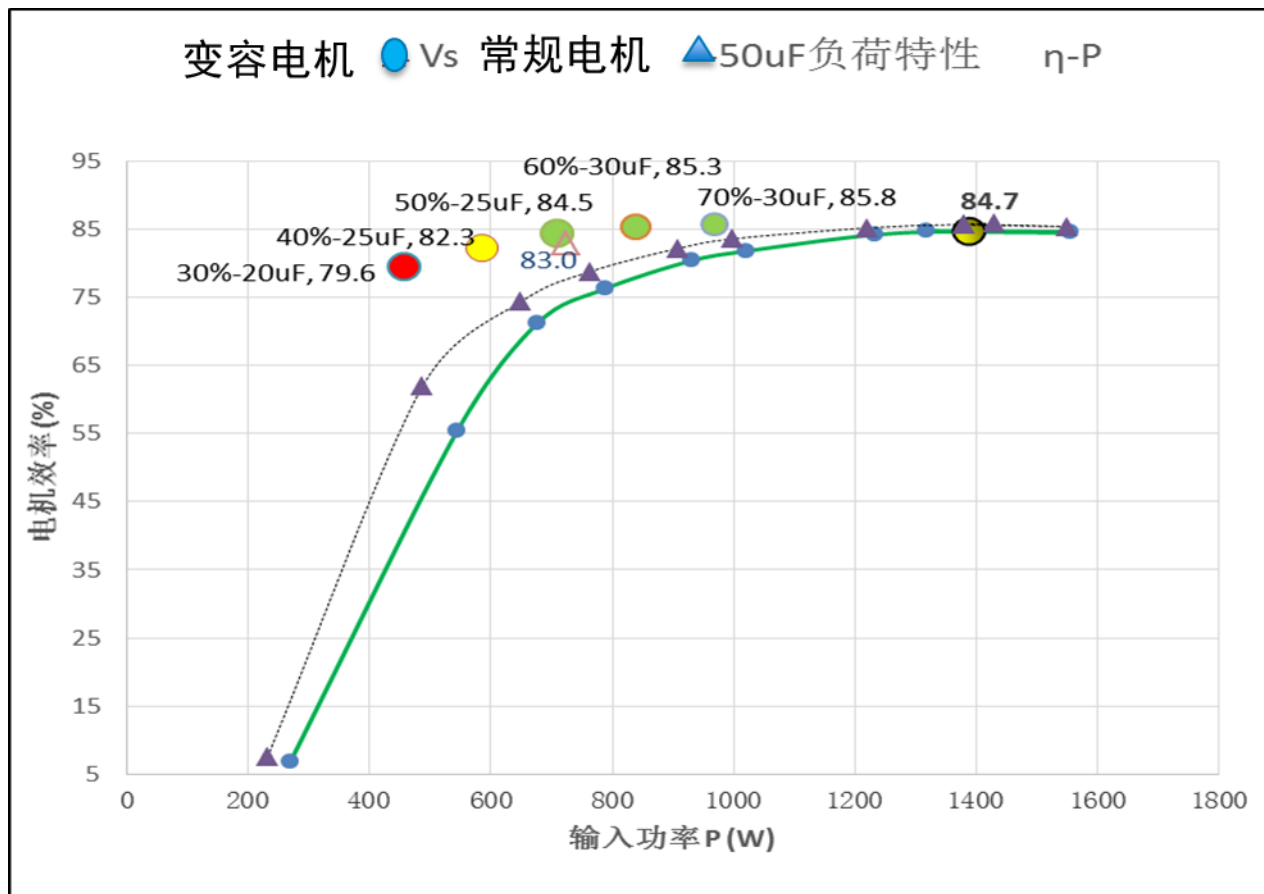
2) 中间制冷工况：冷凝温度 $T_c=38^{\circ}\text{C}$ ，过冷液温 $T_{liq}=35^{\circ}\text{C}$ ，蒸发温度 $T_e=20^{\circ}\text{C}$ ，吸气温度 $T_s=25^{\circ}\text{C}$ 。

3) 变频压缩机KTN130D测试转速：全负荷-64rps，部分负荷-24rps；电机效率为包含变频控制器的总合效率。

- 单缸变容压缩机KXF180，与常规压缩机KSF180相比单体全负荷时COP下降约4%。
- 变频压缩机KTN130D，与常规KSF180相比单体全负荷时COP上涨约4%
- 变频压缩机KTN130D，与变容KXF180相比单体全负荷时COP上涨约8%；部分负荷上涨31%。

2-2、变容压缩机单体性能

◆ 定速电机的负荷特性 与 电容特性



- 压缩机在全负荷与部分负荷运行时，适配不同的运转电容，可大幅提升部分负荷运行时的电机效率。

3-1、2-stage变容空调器SEER提升概算

Items		制冷量 Qc(W)	功率 P(W)	COP	Items	中国SEER			印度ISEER		
						定速	DC	2档变容	定速	DC	2档变容
制冷两 点法	额定制冷	5200	1486	3.5	SEER 计算结果	3.539	3.786	3.78	3.5	3.732	3.728
	中间制冷(部分负荷) 能效与额冷一致	2600	742.9	3.5	提升幅度	100%	107.0%	106.8%	100%	106.6%	106.5%
	额定制冷	5200	1486	3.5	SEER 计算结果	3.539	4.001	3.959	3.5	3.94	3.917
	中间制冷(部分负荷) 能效高于额冷10%	2600	675.3	3.85	提升幅度	100%	113.0%	111.9%	100%	112.6%	111.9%
	额定制冷	5200	1486	3.5	SEER 计算结果	3.539	4.207	4.122	3.5	4.136	4.089
	中间制冷(部分负荷) 能效高于额冷20%	2600	619	4.2	提升幅度	100%	118.9%	116.5%	100%	118.2%	116.8%
	额定制冷	5200	1486	3.5	SEER 计算结果	3.539	4.406	4.271	3.5	4.322	4.247
	中间制冷(部分负荷) 能效高于额冷30%	2600	571.4	4.55	提升幅度	100%	124.5%	120.7%	100%	123.5%	121.4%

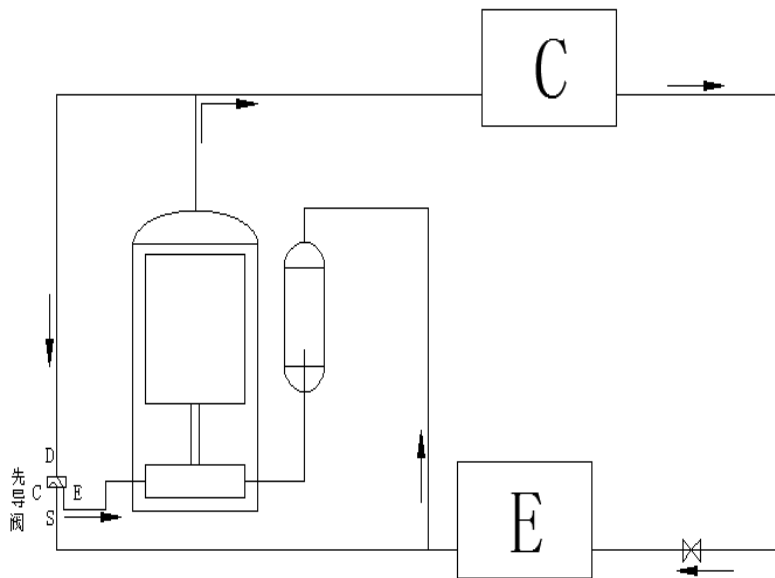
- 单冷空调：假定定速、变频、变容额定制冷能效一样；变频空调的中间与额定制冷能效一样；则中国变频空调相对定速空调SEER可提升约7%；定速变容空调SEER可提升约6.8%。印度变频相对定速ISEER可提升约6.6%；定速变容ISEER可提升约6.5%；
- 对变频、变容空调，如中间制冷或部分负荷制冷能效比额定制冷能效高10%，20%，30%；则中国变频空调相对定速空调SEER可提升约13%，19%，25%，变容空调SEER可提升约12%，16%，21%；印度变频空调相对定速，ISEER可分别提升约12.6%、18%、23.5%；变容空调相对定速，ISEER可分别提升约12%，17%，21%。

3-1、2-stage变容空调器SEER提升概算

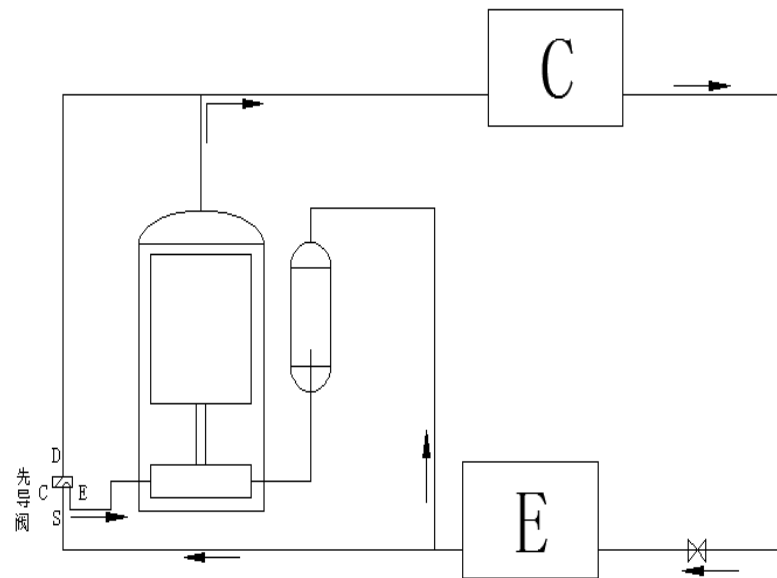
变容制冷两点法（中国3HP以下空调）---部分负荷能效=额定1.1倍时，部分负荷能力大小变化对SEER的影响									
Items		额定制冷	40%部分负荷	额定制冷	50%部分负荷	额定制冷	60%部分负荷	额定制冷	70%部分负荷
单冷机(两点法)	制冷量Qc (W)	5200	2080	5200	2600	5200	3120	5200	3640
	功率 P(W)	1625	591	1625	738.6	1625	886.4	1625	1034.1
	COP	3.2	3.52	3.2	3.52	3.2	3.52	3.2	3.52
Items		SEER计算结果	提升幅度	SEER计算结果	提升幅度	SEER计算结果	提升幅度	SEER计算结果	提升幅度
中国SEER	定速	3.236	100%	3.236	100%	3.236	100%	3.236	100%
	2档变容	3.617	111.80%	3.62	111.90%	3.617	111.80%	3.606	111.40%
印度ISEER	定速	3.2	100%	3.2	100%	3.2	100%	3.2	100%
	2档变容	3.593	112.30%	3.581	111.90%	3.561	111.30%	3.536	110.50%

- 定速变容空调，减少部分负荷能力，如系统能效无提升，则SEER也几乎无提升。即部分负荷优先确保能效处于高点，部分负荷能力高低对SEER影响不大。

3-2、变容压缩机在空调系统中变容切换与制冷系统示意图



全容量



部分容量



四通阀



先导阀

使用四通阀先导阀
控制变容切换

3-2、变容压缩机在空调系统中变容切换与制冷系统示意图

CN 209101594 U

说明书附图

1/2 页

10

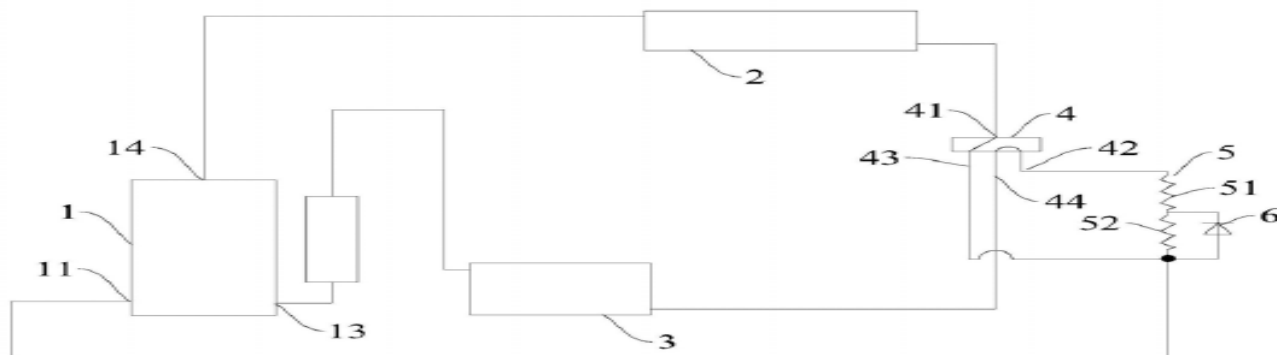


图1

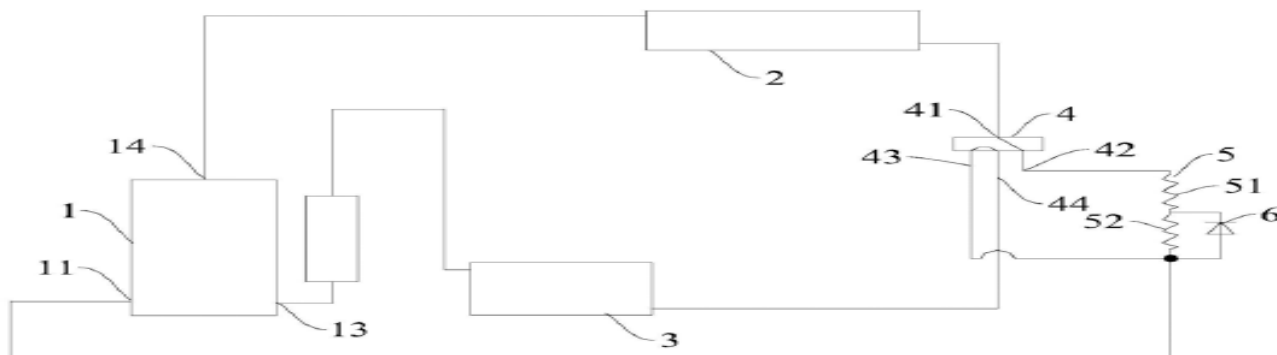


图2

使用四通阀先导阀+单向阀控制变容切换，同时控制两段毛细管切换。

专利CN201822005141.9

3-3、双缸2-stage变容压缩机在2HP空调系统的APF测试结果

AVF200V1		A: 匹配至额定制冷和额定制热最佳开度 (制冷/制热各1毛细管)			B: 各工况最佳节流开度 (EEV)		
测试工况	模式	能力(W)	功率(W)	EER或COP	能力(W)	功率(W)	EER或COP
额定制冷 (ID27/19; OD35/24)	全负荷-双缸	4997.3	1655.3	3.019	4997.3	1655.3	3.019
	部分负荷-单缸	2598.9	821.6	3.163	2799	842	3.324
	└三点法计算值: 低温制冷 /1.077/0.914	2776.4	804.7	3.45	2906.5	828.6	3.508
低温制冷 (ID27/19; OD29/19)	全负荷-双缸	5225.9	1493.8	3.498	5301.2	1468.2	3.611
	└两点法计算值: 额冷*1.077/0.914	5382.1	1512.9	3.557	5382.1	1512.9	3.557
	部分负荷-单缸	2990.2	735.5	4.066	3130.3	757.3	4.134
	└两点法计算值: 额冷*1.077/0.914	2799	750.9	3.727	3014.5	769.6	3.917
额定制热 (ID20/15; OD7/6))	全负荷-双缸	5132.2	1481.7	3.464	5132.2	1481.7	3.464
	部分负荷-单缸	2773.5	744.6	3.725	2758.6	739.2	3.732
低温制热 (ID20/15; OD2/1)	全负荷-双缸	3689.8	1323.6	2.788	3798.8	1364.1	2.785

➤ 双缸变容压缩机在2HP冷暖空调器中，焓差室测试了如表中7点：制冷4点+制热3点。

3-3、双缸2-stage变容压缩机在2HP空调系统的APF测试结果

测试方法	匹配状态	CSTL	CSTE	SEER/CSPF	SEER %	HSTL	HSTE	HSPF	HSPF %	APF	APF %
中国常规定速一点法		3113380	1019826	3.053	100%	1655084	738213	2.242	100%	2.712	100%
印度常规定速一点法		3868365	1281379	3.019	100%						
中国2档变容两点法	A	3113380	933954	3.334	109.2%	1655084	717568	2.307	102.9%	2.887	106.4%
中国2档变容三点法		3114369	895457	3.478	113.9%	1655084	717568	2.307	102.9%	2.957	109.0%
印度2档变容两点法		3868365	1175854	3.290	109.0%						
印度2档变容三点法		3878830	1127082	3.441	114.0%						
中国2档变容两点法	B	3113380	910903	3.418	112.0%	1655084	701795	2.358	105.2%	2.957	109.0%
中国2档变容三点法		3113892	884512	3.520	115.3%	1655084	701795	2.358	105.2%	3.006	110.8%
印度2档变容两点法		3868365	1147480	3.371	111.7%						
印度2档变容三点法		3873785	1117588	3.466	114.8%						

- 按中国气候与年运行时间，如根据ISO标准计算2档变容SEER/HSPF/APF，使用制冷/制热各1根毛细管节流，SEER可提升9%（两点法）、HSPF提升较小不到3%，最终APF提升约6%；制冷采用三点法时，SEER可提升近14%；APF提升约9%。如使用电子膨胀阀各测试点调整至最佳开度，两点法SEER可提升12%，三点法可提升15%；APF相应提升9%、10.8%。
- 按印度气候与年运行时间及其标准，ISEER可提升约9%~12%（两点法）、约14~15%（三点法）。
- 总之，2档变容对CSPF提升幅度较大约9~15%；对HSPF提升幅度不大约2~5%；三点法比两点法提升幅度大约3~5%。

3-4、单缸2-stage变容压缩机在18K单冷印度空调系统的ISEER测试—两点法

压缩机	机型	KSF180S	KXF180S		KTN130D		
	机号	906003002K	912000007K		908280107K		
	式样	常规量产单缸	模拟常规 不变容	2档变容	模拟定速 不变容	模拟2档 变容	量产变频 压缩机
	电机	常规定速电机	定速变容电机			64/24Hz	64/24Hz
额定制冷 全负荷	频率 Hz	50MFD	50MFD	50MFD	64	64	64
节流A	Qc	5117	5044	5044	5063	5063	5063
	P	1455	1472	1472	1402	1402	1402
	COP	3.517	3.427	3.427	3.613	3.613	3.613
额定制冷 部分负荷	电容/频率 Hz			25MFD		24	24
节流B	Qc	-		3158		2573	2573
	P	-		828		551	551
	COP	-		3.814		4.67	4.67
印度季节能效 两点法	ISEER	3.52	3.42	3.84	3.61	4.38	4.46
	ISEER%	100%	97.4%	109.2%	102.7%	124.4%	126.9%
中国季节能效 两点法	SEER	3.556	3.465	3.901	3.652	4.402	4.534
	SEER %	100%	97.4%	109.7%	102.7%	123.8%	127.5%

- KXF180搭载空调作为不变容定速空调，ISEER比KSF180搭载空调下降约3%；KXF180作为2档变容空调，与KSF180搭载同一空调比，ISEER提升9%；与自身KXF180不变容比，空调ISEER提升约12%。提升幅度与前述基本相当。
- 变频压缩机KTN130D，与常规KSF180相比，搭载同一空调器：作为定速空调ISEER提升约3%；作为2档变容空调，ISEER提升约24%；作为变频空调提升约27%；也就是说，变频只比2档变容提升了约3%，说明2档变容提升SEER潜力较大。
- KXF180S1的SEER提升幅度小于变频，主要是部分负荷能效低；因此，改善部分负荷的能效是提升SEER的关键。

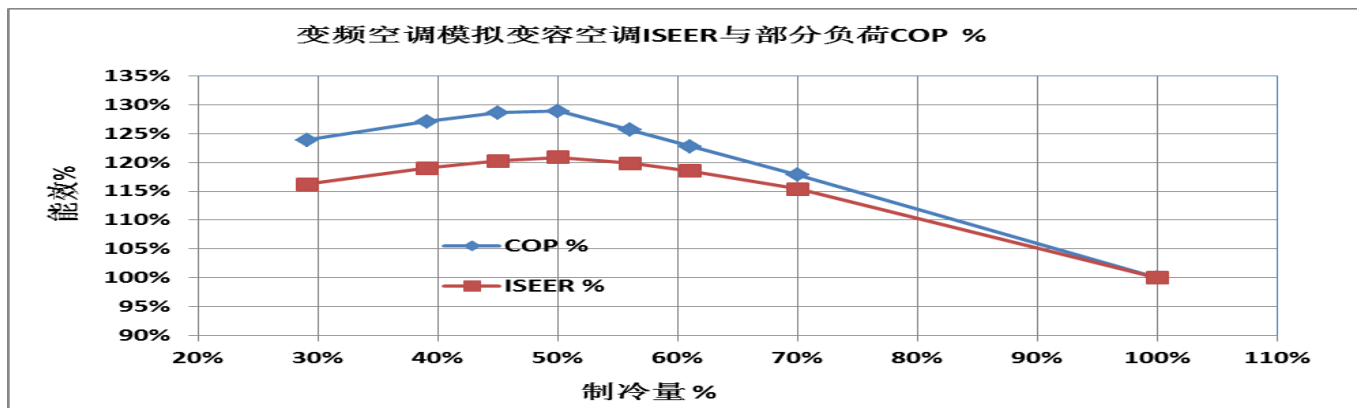
3-5、变频压缩机KTN130D模拟定速变容变频空调中国SEER功耗对比

温度分区	温度	运行时间		定速空调	2档定速变容			变频		
j	t [°C]	n _j [h]	Lc(t _j)*n _j 或	X(t _j)*P(t _j)*n _j	X(t _j)*P _{mi} n(t _j)*n _j /	P _{mf} (t _j)*n _j	P _{ful} (t _j)*n _j	X(t _j)*Phaf(t _j)*n _j /PLF(t _j)	Phf(t _j)*n _j	P _{ful} (t _j)*n _j
--	B 21455-20	B 21455-20	公式(5)	公式(6)	公式(11)	公式(11)	公式(11)	公式(21)	公式(21)	公式(21)
1	24	54	22784	6062	4582	N/A	N/A	4582	N/A	N/A
2	25	96	81008	21643	16010	N/A	N/A	16010	N/A	N/A
3	26	97	122778	32935	23865	N/A	N/A	23865	N/A	N/A
4	27	113	190706	51358	36485	N/A	N/A	36485	N/A	N/A
5	28	98	206739	55889	38960	N/A	N/A	38960	N/A	N/A
6	29	96	243024	65943	45142	N/A	N/A	45142	N/A	N/A
7	30	110	324876	88473	N/A	63328	N/A	N/A	61688	N/A
8	31	107	361161	98701	N/A	77554	N/A	N/A	73177	N/A
9	32	105	398711	109336	N/A	92576	N/A	N/A	86594	N/A
10	33	94	396602	109121	N/A	98383	N/A	N/A	92808	N/A
11	34	76	352722	97364	N/A	92717	N/A	N/A	89471	N/A
12	35	61	308843	85522	N/A	85522	N/A	N/A	85522	N/A
13	36	22	109957	31286	N/A	N/A	31286	N/A	N/A	31286
14	37	5	24665	7211	N/A	N/A	7211	N/A	N/A	7211
15	38	2	9736	2925	N/A	N/A	2925	N/A	N/A	2925
总运行时间			CSTL	CSTE	165045	510081	41422	165045	489260	41422
			1136	3154311	863769	716546.9		695726.0		
				SEER	3.652	4.402		4.534		

- 变频空调 (<7.1KW) 与2档变容相比, 当建筑负荷<中间能力以及建筑负荷>额定能力时, 两者耗电量是完全一致的; 两者耗电只是在中间能力<建筑负荷处<额定能力时, 有所差异。最终2档变容SEER只比变频低约3%。

3-5、变频压缩机KTN130D模拟定速变容空调—ISEER-部分负荷能力比

额定制冷工况：ID：27/19℃；OD：35/24℃(各负荷最优开度)										
仕様	Qc%	Hz	Qc	P	COP	COP %	ISEER	ISEER %		
变频机 模拟为两档定速变容空调	100%	62	5152	1422	3.62	100.0%	3.624	100.0%		
	70%	38	3597	843	4.27	117.8%	4.182	115.4%		
	61%	32	3158	710	4.45	122.8%	4.294	118.5%		
	56%	28	2862	629	4.55	125.6%	4.343	119.8%		
	50%	24	2573	551	4.67	128.9%	4.380	120.9%		
	45%	21	2317	497	4.66	128.6%	4.359	120.3%		
	39%	18	2030	441	4.61	127.1%	4.312	119.0%		
变频机	额定制冷	62	5152	1422	3.62	100.0%	4.469	123.3%		
	中间制冷	24	2573	551	4.67	128.9%				



- 对定速变容空调器，压缩机部分负荷能力越低，一般电机效率越低；但在空调器系统上能效随能力下降能效上升，存在系统部分负荷能效最优点。一般而言，可选部分负荷能力为全能力的40~60%之间。

- ① 根据定速2档变容压缩机试作检讨结果，及其在空调器上应用实际测试，结果表明变容空调提升SEER/CSPF可达15%。2档变容在单冷空调器上可能具有较好的应用前景。
- ② 定速变容空调器，使用3点法评价比2点法评价，季节能效SEER高约3~5%。
- ③ 变频空调与定速相比，因制冷能力连续可变适应建筑需求，可提升季节能效SEER约24%，另因DC电机比异步交流电机效率高，可提升SEER约3%；总计可提升约27%。
- ④ 定速变容空调与变频机空调相比，从SEER算法看，仅差约3%；但由于变容空调部分负荷时能效较差，实际SEER差异大。因此改善变容空调部分负荷的能效是提升SEER的关键。
- ⑤ 定速变容压缩机，在全负荷与部分负荷时，匹配不同的运转电容可较大地改善部分负荷时压缩机电机效率，从而较大提升定速变容空调的SEER。
- ⑥ 按“GB/T7725-2004 房间空气调节器”，2~3档变容不属于“容量可控制型空调器”，其SEER按常规定速空调计算。该标准修订中，建议修订容量可控制型空调器的定义。

THANKS!

GMCC & Welling