



对未来更好的选择

新一代 Solstice® HFO 制冷剂

更环保 更节能 更安全

霍尼韦尔 氟产品部

霍尼韦尔 新一代SOLSTICE® 制冷剂的开发及应用进展

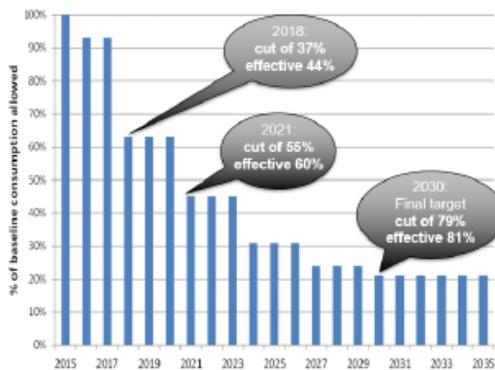
# 主要议程

- Solstice®平台总体介绍
- 冷冻应用介绍
  - N40超商应用
  - L40x小型冷冻装置应用
- 其它应用
  - 冷水机组
  - 热泵应用
  - N41
- 小结

# 法规概览

## Europe – F Gas

- 欧盟含氟气体法案：到2020年，制冷剂的GWP将低于2500。
- 到2022年，商业冷冻领域的GWP将低于150或1500。
- 汽车空调制冷剂的GWP低于150。
- 需要征收碳税的国家：丹麦（2001），挪威（2003），斯洛文尼亚（2009），西班牙（2014）。
- 正在考虑碳税的国家：法国，波兰，瑞典。



## Japan - METI

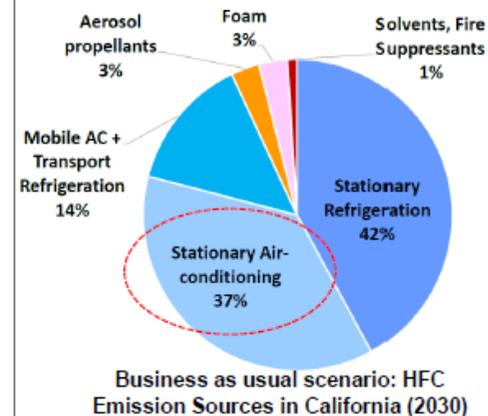
- 日本含氟气体管理法案指定具有低GWP的替代制冷剂以替代现有高GWP的制冷剂。
- GWP的目标值是基于替代制冷剂的最低GWP来设定的，并全面考虑安全性，能效和可行性。
- 此法规每年都会检讨以增加新的指定产品和修改GWP的目标值。

Application	Currently used refrigerant (GWP)	Target value (GWP)	Est. Target year
Room air-conditioning	HFC-410A (2090) HFC-32 (675)	750	2018
Commercial A/C (for offices and stores)	HFC-410A (2090)	750	2020
MAC (for cars with <11 people)	R134a (1430)	150	2023

## US - CARB

- CARB（加州空气资源委员会）正在提案禁止高GWP制冷剂的的销售：2020年禁止GWP高于2500，2024年禁止GWP高于1500。
- 2021年，冷水机组，GWP低于150。
- 2021年，家用空调，GWP低于750。
- 霍尼韦尔最新制冷剂的研发会定期更新给CARB。

**SB 1383 reduction goal: 40% below 2013 levels by 2030**



## KIGALI

- 2016年10月，蒙特利尔协议的参与国达成了削减含氟气体的时间表，称为基加利协议。
- 每个国家都会颁布本国的法规以削减含氟气体。
- 已经有足够多的国家批准了基加利协议，因此基加利协议将会从2019年1月1日起生效。发达国家会在2019年开始削减10%的含氟气体。

### Non-A5 parties (developed countries)

Average HFC consumption levels for 2011-2013 + 15% of HCFC baseline

2018	0%
2019	10%
2024	40%
2029	70%
2034	80%
2036	85%

# 霍尼韦尔产品组合：Solstice系列

Solstice® HFO pure molecules Low and medium pressure applications			
	Nonflammable (ASHRAE A1)	Mildly flammable (ASHRAE A2L)	Examples of potential applications
<b>R-134a</b> GWP=1430		<b>Solstice® yf</b> GWP* < 1	Auto A/C, Vending, Refrigerators, HP
		<b>Solstice® ze</b> GWP* < 1	Chillers, CO <sub>2</sub> Cascades Refrigerators, HTHP
<b>R-123</b> GWP= 77	<b>Solstice® zd</b> GWP* =1		Centrifugal Chillers, VHTHP

Solstice® Blends			
	Non Flammable (ASHRAE A1)	Mildly Flammable (ASHRAE A2L)	Examples of potential applications
<b>R-134a</b> GWP=1430	<b>Solstice® N13 (R-450A)</b> GWP* = 547		Chillers, Med-temp Refrigeration, HP
	<b>R-515B</b> GWP* ≈ 300		
<b>R-404A</b> GWP=3922	<b>Solstice® N40 (R-448A)</b> GWP* = 1273	<b>Solstice® L40X (R-455A)</b> GWP* < 150	Low-Temp Refrigeration, HP
	<b>Solstice® R452A</b> GWP* = 1945		
<b>R-410A</b> GWP=2088	<b>Solstice® N41 (R-466A)</b> GWP* =733	<b>Solstice® L41y (R-452B)</b> GWP* = 572	Stationary A/C Applications

Energy efficiency

**EU28**  
↓20% energy  
in 2020

GWP

**EU28**  
Fgas:  
↓ CO<sub>2</sub>e

**ROW**  
Kigali Agreement  
METI  
SNAP, CARB...

**Honeywell**  
THE POWER OF CONNECTED

Honeywell Confidential - © 2017 by Honeywell International Inc. All rights reserved.

**Honeywell**



霍尼韦尔氟产品-亚太区  
张剑飞

## SOLSTICE 低温室效应制冷剂冷冻应用介绍

**Honeywell**

## Solstice® N40 (R448A)与R404A的简要对比

	R404A	N40 (R448A)
Type 类别	HFC	HFO
GWP IPCC5	3943	1273
Composition 组份	R134a- 4% R125- 44% R143a- 52%	R32- 26% R125- 26% R134- 21% R1234yf- 20% R1234ze- 7%
ASHRAE class 安全等级	A1	A1
Pressure 压力 20°C Bar*	11	11.2
Critical pressure 临界压力 Bar*	37.3	46.6
Boling point 沸点°C*	-46.6	-45.9
Critical temperature 临界温度°C	72.1	83.7

### 优势 advantages

- GWP降低70%
- 能效提升5-16%
- 质量流量减小25%
- 改造非常容易
- 众多配件厂商都有对应产品
- 全球应用，众多案例

## Solstice<sup>®</sup> N40: 给客户带来的优势-环保

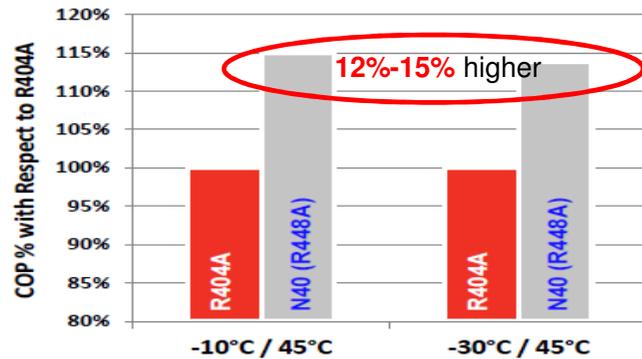


GWP下降68%，  
小于1500限值

产品	能力	能效	GWP AR5
R404A	100%	100%	3943
R22	100%	115%	1760
R448A	100-105%	110-115%	1273

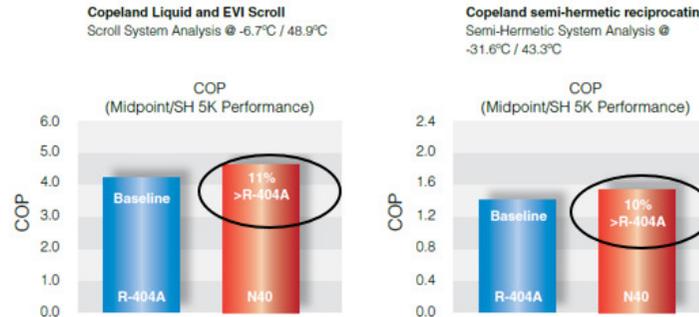
# Solstice® N40: 给客户带来的优势-节能

## • 活塞压缩机



## • 涡旋及活塞压缩机

Qualified for use (medium and low temperature)



## • 转子压缩机冷凝机组

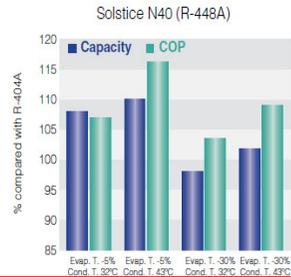
**TOSHIBA**

**Carrier** (Japan): Solstice N40 in condensing unit

- Condensing unit performance test
- Trials\* in accordance with the JIS 8623 standard at 32°C and 43°C
- Solstice® N40 (R-448A) showed a 4%-16% higher COP and excellent equality in capacity

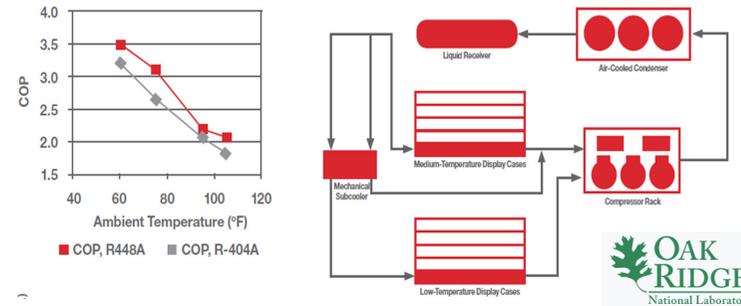
\*Performance evaluation of condensing unit using low GWP refrigerants. Atsushi BABA, Hirochi YAMAGUCHI, Toshiba Carrier Corporation, Fuji-shi, Shizuoka-ken, 416-8521, Japan

“Solstice N40 is a refrigerant that is well-designed to meet the requirements for replacing R-404A.”



**COP最大提升至16%**

## • 全系统模拟实验



**平均COP提升11.6%，能力提升7.5%**

# Solstice® N40 全球应用情况



**Selected Solstice N40 stores**



**全球商超领域，应用最为广泛的R404A低GWP值，不可燃替代物**

## 泰国乐购莲花超市选用霍尼韦尔Solstice® N40制冷剂

- 2017年8月，泰国领先的零售企业乐购莲花超市（Tesco Lotus）宣布将在接下来的两年里对旗下**1500**家便利店的制冷系统进行升级，改用霍尼韦尔Solstice® N40 (R-448A)制冷剂，以减少排放，并节约**10%**的能耗，相当于从路上减少**67,000**辆汽车。这是Solstice® N40在亚洲的首个应用案例。



*“乐购莲花超市致力于成为一家绿色零售企业，通过在运营中积极实施一系列节能措施，以实现我们的可持续发展目标。我们很自豪能够成为亚洲首家采用环境更友好型制冷剂的零售商。霍尼韦尔Solstice N40制冷剂能满足我们在能效和性能方面的关键标准，而且改装非常简单，可确保我们每周不间断为1,500万左右的顾客提供服务。”*

--- 乐购莲花超市资产总监米罗斯拉夫·弗里莫尔 (Miroslav Friml)

## 韩国乐天玛特超市选用霍尼韦尔Solstice® N40制冷剂



- 2018年2月，韩国领先的零售企业乐天玛特超市（Lotte Mart）宣布在接下来的七年里在其在韩国的所有乐天玛特超市采用霍尼韦尔Solstice® N40 (R-448A)制冷剂。乐天玛特超市计划在2025年前实现8%的节能并减少碳排放，采用N40正是其实现该目标的重要一步。这是Solstice® N40在韩国的首个应用案例。

*“乐天玛特超市2018年的目标之一是实现‘健康的价值’...即不仅仅是卖产品，还有积极地参与全球环保。在这一环保政策的支持下，乐天玛特超市决定率先采用更为环保且高效的制冷剂。Solstice N40对我们来说是一个理想的选择，因为它让我们得以遵循法规，保护环境，同时降低能耗成本。”*

--- 乐天玛特超市消费者安全管理组组长 *Cheol-min Lee*

## 日本7-Eleven采用霍尼韦尔Solstice® N40制冷剂

- 2018年10月，7-Eleven宣布成为日本首家采用霍尼韦尔Solstice® N40 (R-448A) 制冷剂的领先连锁零售商。7-Eleven已开始在全国的新建门店以及旧店升级改造项目的压缩冷凝机组（由江森自控日立空调生产，日立电器销售）中使用霍尼韦尔环保型制冷剂。在决定使用Solstice N40之前，作为行业领导者的7-Eleven便利店的运营商Seven-Eleven Japan、日立电器、江森自控日立空调和霍尼韦尔一起进行了一系列的现场测试。全年数据表明，相比于R-404A，在日立的冷凝机组中使用Solstice N40可节能20%。



**“对于我们在日本的便利店而言，实测结果证实，Solstice N40是一个非常有效的解决方案，能帮助我们达成减少总的碳足迹并降低运营成本的目标。”**

**--- Seven-Eleven Japan建筑设备本部长大桥尚司**

## 日本Fuji公司采用霍尼韦尔Solstice® N40制冷剂



- 2018年12月，日本大型零售商Fuji公司 (Fuji Co., Ltd.)宣布已选用Solstice® N40 (R-448A) 制冷剂替换现有的R-404A，用于其新门店中松下电器的新款压缩冷凝机组，这款产品在中、低温型号上都采用了Solstice N40制冷剂，能效提升高达7%。
- Fuji公司在日本西部地区经营着96家门店，它计划在新店开业和旧店改造过程中均安装Solstice N40制冷系统。

**“这款环保型制冷系统彰显了我们为员工、环境和所服务社区的承诺。该系统非常实用，使用方便，制冷剂的低全球变暖潜值和系统高能效结合，能有效帮助我们减少整个产品生命周期内的碳足迹。”**

—— Fuji公司店铺开发部建筑设计课长国田胜裕 (Katsuhiro Kunita)

## 中国大润发超市采用霍尼韦尔Solstice® N40制冷剂



- 2019年1月，大型零售商大润发公司首家采用N40制冷剂的门店在浙江开业，系统运行稳定，截止日前阶段性的结果显示能耗降低10%。
- 其第二家使用N40的门店制冷系统也在改造进行中，预计6月份完成，投入运营。
- 大润发自1998年在上海开设第一家大型超市以来，截至2019年3月，已在中国大陆地区成功开设408家综合性大型超市。



**Honeywell**

## 中国家乐福旗舰店采用霍尼韦尔Solstice® N40制冷剂



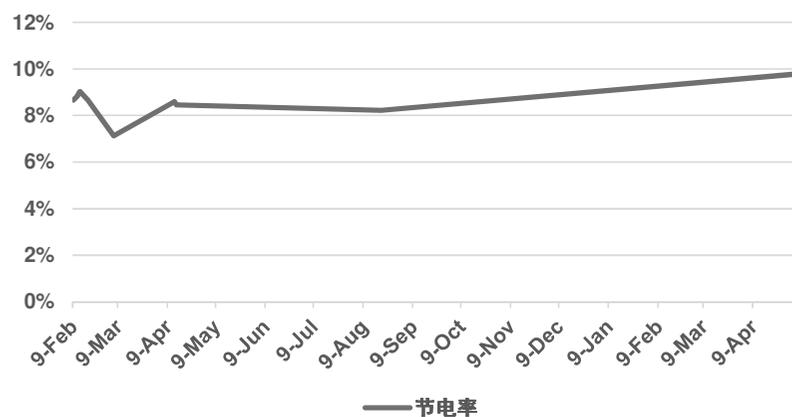
- 2018年5月，大型零售商Carrefour公司在其全球首家智慧门店——Le Marche上海采用了 Solstice® N40 (R-448A) 制冷剂，代替了原有设计R-404A。
- Le Marche上海店是家乐福全球首家落地的智慧门店，不同于以往，该店主打餐饮、生鲜等新业态，因此其冷冻、冷藏系统扮演了更加重要的角色。门店的冷冻、冷藏系统也集中导入了多项节能新技术，全面开拓了家乐福“智慧零售”新格局。

**Honeywell**

## 中国广东乐驿服务区便利店测试Solstice® N40



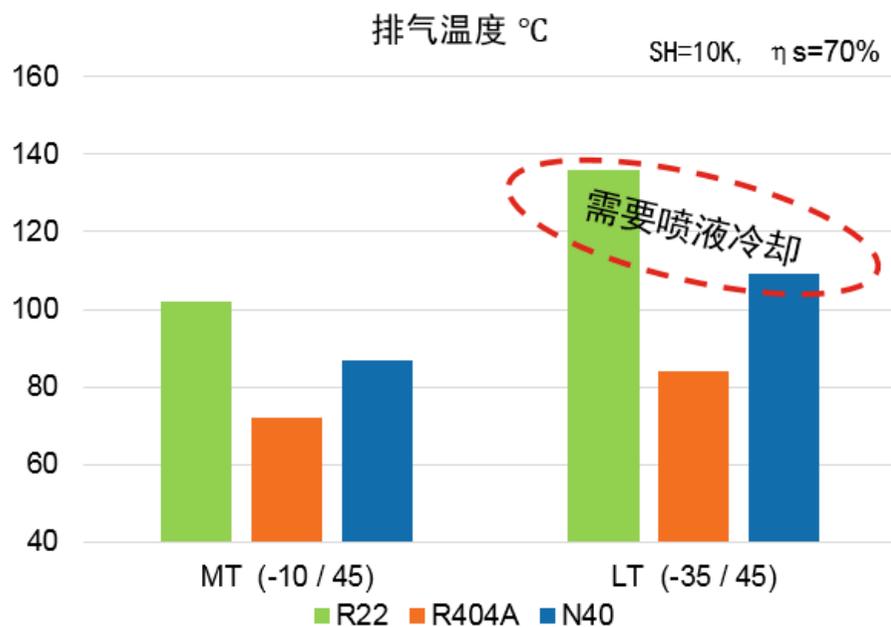
TS店测试结果



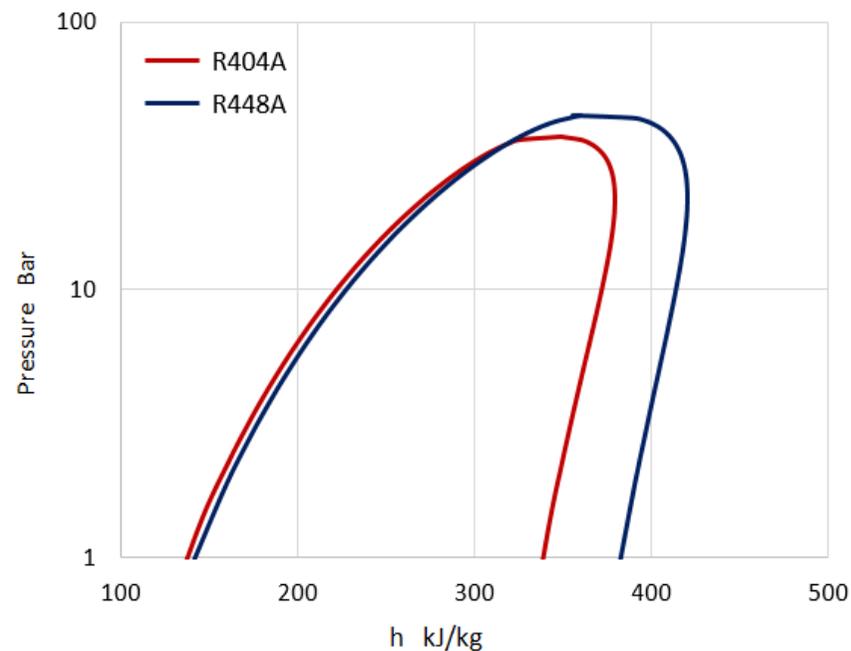
- 广东乐驿连锁超市隶属广东高速公路集团，店面主要建在广东省内高速路网的服务区，车站以及隶属集团的后勤基地等处。
- 其服务区便利店的配置已标准化，每个店配有三套独立的压缩冷凝机组，每个冷凝机组驱动一个展示柜。其中两套中温饮料柜系统的配置完全相同。
- 为了验证N40的节能效果，在广东省阳春服务区的一间乐驿便利店的两套完全相同的中温展示柜系统中，一套采用N40，一套采用R-404A。运行15个月监控后的节能率~10%。

## 技术要点1) 评估排气温度与质量流量

- 低温系统需要加装喷液冷却装置



- 质量流量小约25%，可以采用更小的管径/节流机构等



评估排气温度以及管径、节流机构

# 技术要点2) 正确选型

露点温度  
+  
20°C  
吸气温度  
+  
全部  
有效过热

Reference temperature: Dew point temp.

Operating point

Evaporating SST: -10 °C

Condensing SDT: 45 °C

Operating conditions

Liq. subc. (in condenser): 0 K

Suction gas temperature: 20 °C

Useful superheat: 100 %

Operating mode: Auto

R404A

Compressor	4NES-20Y-40P
Capacity steps	100%
Cooling capacity	28.6 kW
Cooling capacity	28.6 kW
Evaporator capacity	28.6 kW
Power input	12.20 kW
Current (400V)	21.5 A
Voltage range	380-420V
Condenser Capacity	40.8 kW
COP/EER	2.34
COP/EER	2.34
Mass flow	857 kg/h
Operating mode	Standard
Discharge gas temp. w/o cooling	90.3 °C

N40(R448A)

Compressor	4NES-20Y-40P
Capacity steps	100%
Cooling capacity	27.3 kW
Cooling capacity	27.3 kW
Evaporator capacity	27.3 kW
Power input	10.82 kW
Current (400V)	19.58 A
Voltage range	380-420V
Condenser Capacity	39.1 kW
COP/EER	2.52
COP/EER	2.52
Mass flow	608 kg/h
Operating mode	Standard
Discharge gas temp. w/o cooling	104.0 °C

-5%

7.7%

平均温度  
+  
10°C  
吸气温度  
+  
5K  
有效过热

Reference temperature: Mean temperature

Operating point

Evaporating SST: -10 °C

Condensing SDT: 45 °C

Operating conditions

Liq. subc. (in condenser): 0 K

Suction gas temperature: 10 °C

Useful superheat: 5 K

Operating mode: Auto

Compressor	4NES-20Y-40P
Capacity steps	100%
Cooling capacity	27.4 kW
Cooling capacity	28.6 kW
Evaporator capacity	24.0 kW
Power input	12.26 kW
Current (400V)	21.6 A
Voltage range	380-420V
Condenser Capacity	39.7 kW
COP/EER	1.96
COP/EER	2.34
Mass flow	894 kg/h
Operating mode	Standard
Discharge gas temp. w/o cooling	80.8 °C

Compressor	4NES-20Y-40P
Capacity steps	100%
Cooling capacity	27.7 kW
Cooling capacity	27.3 kW
Evaporator capacity	25.5 kW
Power input	11.40 kW
Current (400V)	20.4 A
Voltage range	380-420V
Condenser Capacity	39.1 kW
COP/EER	2.24
COP/EER	2.52
Mass flow	674 kg/h
Operating mode	Standard
Discharge gas temp. w/o cooling	93.8 °C

1%

14%

# Honeywell 支持工具



改造视频

Genepro 模拟软件

Solstice® N40 (R-448A) Refrigerant



LOWEST GWP, NON FLAMMABLE (A1) REPLACEMENT FOR R-404A FOR LOW AND MEDIUM TEMPERATURE REFRIGERATION EQUIPMENT

Properties, Guidelines and Retrofits

改造指南

Currency: Euro | US Dollar

Parameter	Value
Country	ARGENTINA
City	BUENOS AIRES
Solstice N40 Price	\$ /KG
R-404A Price	\$ /KG
Store Size (Thousands of Square Metres)	5
Refrigerant Charge (Kilograms)	1000
Leak Rate (%)	15
Expected Energy Savings	\$9,496
CO2 Emissions Savings Per Year	1,013 t CO2e

节能计算器 Solstice® N40

极佳的线上数字工具以及培训课程

# 改造培训视频

- ▶ Refrigeration Retrofit Procedures Summary
- ▶ Refrigeration Retrofit Site Survey Part 1
- ▶ Refrigeration Retrofit Site Survey Part 2
- ▶ Refrigeration Retrofit Understanding Glide
- ▶ Refrigeration Retrofit How to Use PT Charts
- ▶ Refrigeration Retrofit How to Calculate Superheat Subcooling
- ▶ Refrigeration Retrofit Preparation Part 1
- ▶ Refrigeration Retrofit Preparation Part 2
- ▶ Refrigeration Retrofit Part 1
- ▶ Refrigeration Retrofit Part 2



EN <https://www.fluorineproducts-honeywell.com/refrigerants/resources/type/refrigeration-contractor/>

CN <https://www.honeywell-refrigerants.cn/resources/>

# 小结

## N40 ( R448A ) 特点

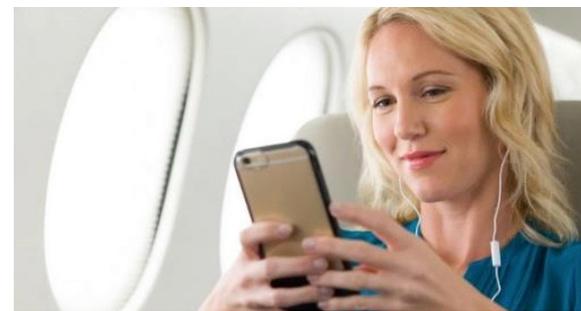
- **环保**，GWP<1500，与R-404A相比，GWP值下降了约70%
- **安全**，A1 无毒不燃，没有使用场所及设备限制
- **节能**，实际项目运行，综合中、低温应用，节能约5-16%
- **低成本**，在现有R404A系统中替换非常方便，开发成本低
- **配套性好**，已经得到众多压缩机，机组以及部件生产商的认可
- **应用广泛**，全球超过23000家应用，不同类型，不同配置，不同气候条件。
- **强力的技术支持**，技术交流，实验协助，改造培训，现场支持。

# Honeywell

THE POWER OF **CONNECTED**

<https://www.fluorineproducts-honeywell.com/refrigerants/>

[Jianfei.zhang@Honeywell.com](mailto:Jianfei.zhang@Honeywell.com)



霍尼韦尔氟产品部-亚太区  
牛永明

## SOLSTICE 低温室效应制冷剂的新型应用

**Honeywell**

# 焦点应用-冷水机组，热泵，多联机



车用空调

冷冻用并联机组



R134a



中压机组

高压冷水机组，  
多联机，热泵



R123



低压机组

热泵



R410A



压缩冷凝机组

冷冻冷藏车



# 霍尼韦尔产品组合：Solstice系列

Solstice® HFO pure molecules Low and medium pressure applications			
	Nonflammable (ASHRAE A1)	Mildly flammable (ASHRAE A2L)	Examples of potential applications
<b>R-134a</b> GWP=1430		<b>Solstice® yf</b> GWP* < 1	Auto A/C, Vending, Refrigerators, HP
		<b>Solstice® ze</b> GWP* < 1	Chillers, CO <sub>2</sub> Cascades Refrigerators, HTHP
<b>R-123</b> GWP= 77	<b>Solstice® zd</b> GWP* =1		Centrifugal Chillers, VHTHP
Solstice® Blends			
	Non Flammable (ASHRAE A1)	Mildly Flammable (ASHRAE A2L)	Examples of potential applications
<b>R-134a</b> GWP=1430	<b>Solstice® N13 (R-450A)</b> GWP* = 547		Chillers, Med-temp Refrigeration, HP
	<b>R-515B</b> GWP* ≈ 300		
<b>R-404A</b> GWP=3922	<b>Solstice® N40 (R-448A)</b> GWP* = 1273	<b>Solstice® L40X (R-455A)</b> GWP* < 150	Low-Temp Refrigeration, HP
	<b>Solstice® R452A</b> GWP* = 1945		
<b>R-410A</b> GWP=2088	<b>Solstice® N41 (R-466A)</b> GWP* =733	<b>Solstice® L41y (R-452B)</b> GWP* = 572	Stationary A/C Applications

Honeywell Confidential - © 2017 by Honeywell International Inc. All rights reserved.

Energy efficiency

**EU28**  
↓20% energy  
in 2020

GWP

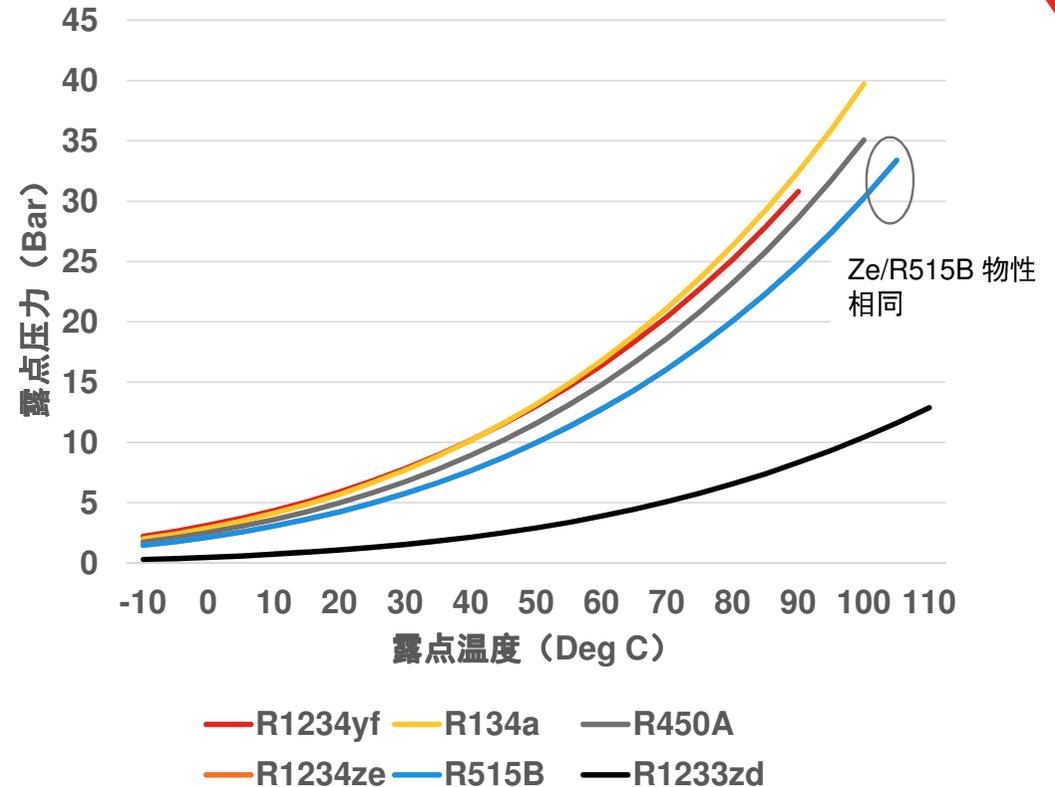
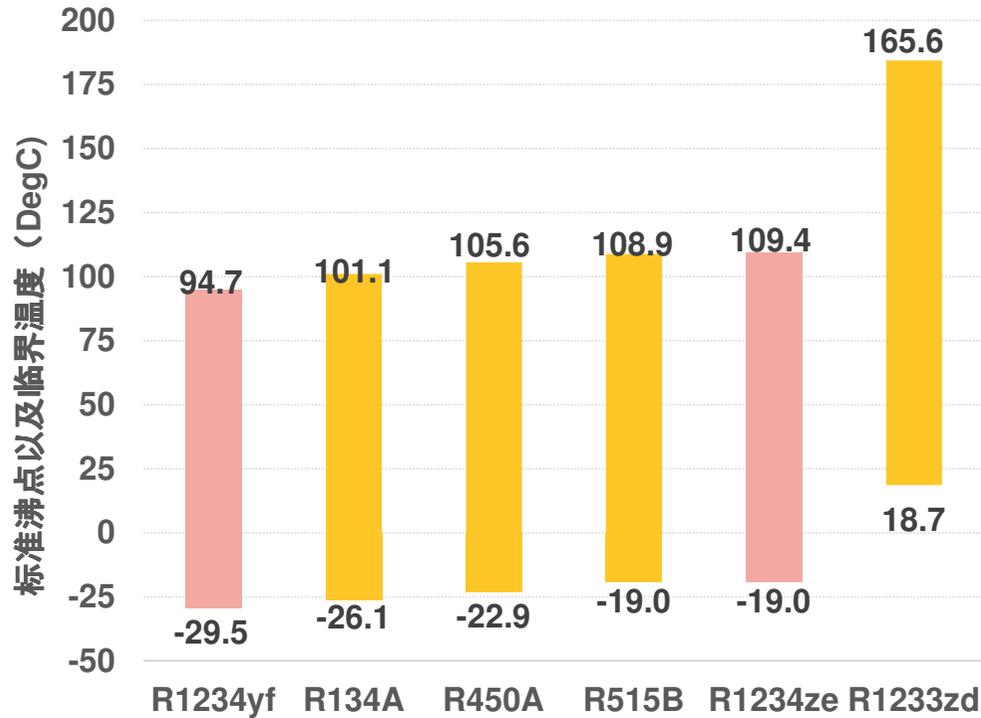
**EU28**  
Fgas:  
↓ CO<sub>2</sub>e

**ROW**  
Kigali Agreement  
METI  
SNAP, CARB...

**Honeywell**  
THE POWER OF CONNECTED

**Honeywell**

# 制冷剂温度图谱



- R1233zd, 大型制冷/制热应用的通用选择，特别是高温制热应用
- R1234ze/R515B, 中压机组的最佳选择，中温制热应用时，采用R134a技术平台可提高工作温度10~20度，或者相同温度下，效率更优

## R1234ze空调应用，欧洲空管局-数据中心



- 位于比利时布鲁塞尔，每天控制36,000架次飞机，可靠性、稳定性至关重要
- 2台 Quantum chillers，采用R1234ze制冷剂，5MW，50%容量备份
- Quantum chillers 采用无油设计，磁轴承离心压缩机，远置式风冷冷凝器
- 改造项目，替代先前的R22系统
- 年节电1,500MWh，降幅12% – 相当于年电费节约€150,000

# R1234ze-冷热联供



## 冷热同供应用

**HANBELL** 上海汉钟精机股份有限公司

### 食品加工行业—LT-S-H(R1234ze)

	Mittelwert	Maximum	Minimum
WNA Vorlauf [°C]	91,36	92,26	90,78
WNA Rücklauf [°C]	82,26	83,56	81,68
WNA Spreizung [K]	9,11	9,82	8,06
WNA Volumenstrom [m³/h]	49,13	49,34	48,89
WQA Eintritt [°C]	18,10	18,78	17,37
WQA Austritt [°C]	13,71	14,42	13,00
WQA Spreizung [K]	4,39	4,95	3,85
WQA Volumenstrom m³/h	61,75	62,99	60,83



	Mittelwerte	UK [K]		Mittelwerte	UK [K]
PVD [bar]	2,22		PKD [bar]	24,84	
TVD [°C] SST	11,40		TKD [°C] SDT	92,50	
			TFL n. Kondensator [°C]	67,15	11,98
TSG vor KMM [°C]	n.V	n.V	TFL vor ECO [°C]	77,62	14,88
TSG vor Verdichter [°C]	19,96	8,56	Öl vor Verdichter [°C]	89,25	
Heißgastemperatur [°C]	96,48		Temperatur vor EXV [°C]	60,69	31,81

	Mittelwert
el. Leistungsaufnahme [kW]	204,54
Heizleistung [kW]	520,26
COP	2,54

产出14°C冷水用于  
过程冷却

产出91°C热水用于过  
程加热

# Solstice<sup>®</sup> N41: 低温室效应的R410A不可燃替代



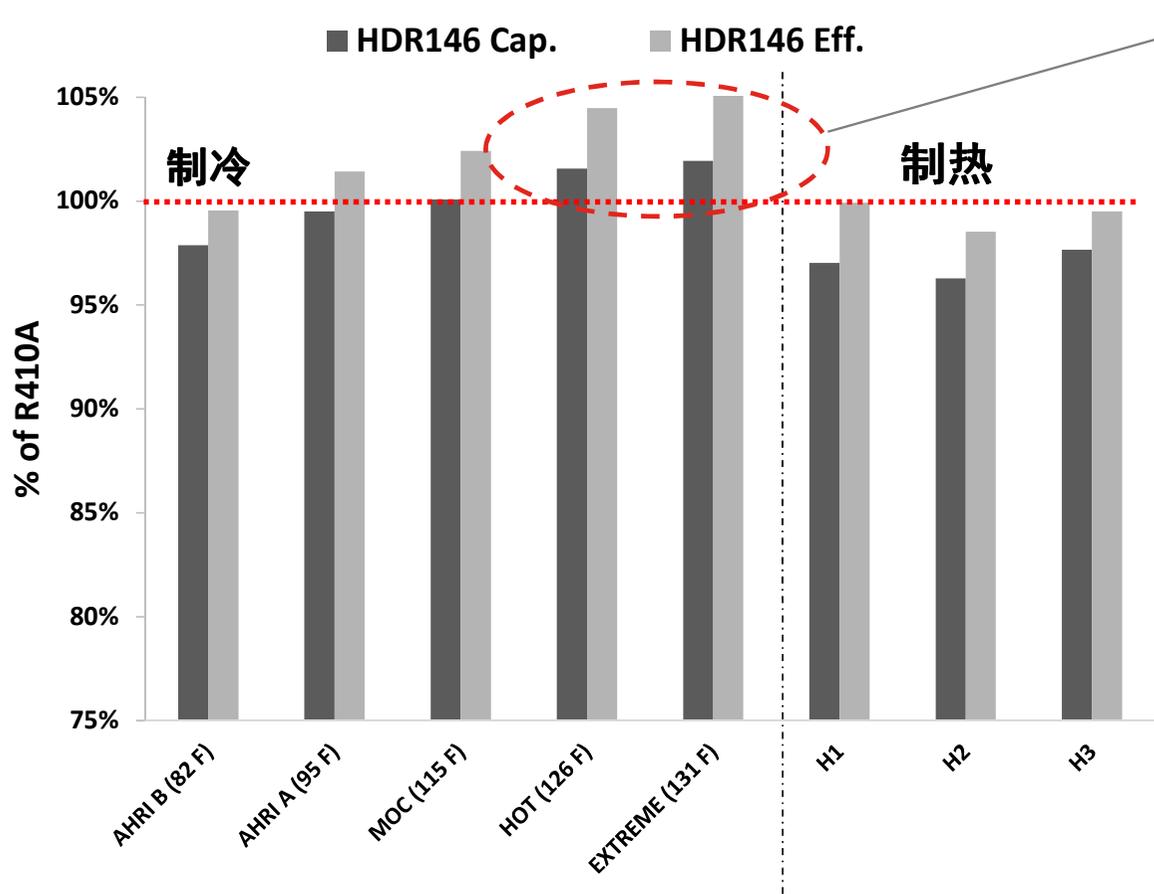
\*Provisional

## Solstice<sup>®</sup> N41: R32/R125/CF3I (49%/11.5%/39.5%)

- **低毒不可燃(A1)分类，基于ASHRAE 初步的分类**
  - Solstice<sup>®</sup> N41 也命名为HDR-146，ASHRAE 分类为A1，编号R-466A
  
- **低毒“A”分类基于官方的WEEL数据**
  - CF3I的OEL值确定为500 (“A”，低毒)
  - WEEL 委员会基于毒性测试结果确定OEL 为 500
  - CF3I 也有了ASHRAE编号 R-13I1， A1低毒不可燃分类

# 实验室测试结果

## 3 Ton, 13 SEER R-410A 热泵



+5% 效率提升

- 额定条件下，R-466A的性能与 R-410A相同，而高温时高约 5%
- R-466A 系统并不要进行大的变更即可实现与R-410A系统的性能

# Solstice<sup>®</sup> N41: 总结

- 整个供应链维持相同的安全等级，同时由于GWP值低而使环境受益
- 转化成本极低，不需要额外的安全措施，性能与R410A相同
- 霍尼韦尔实验室进行的测试非常成功，目前和压缩机，零部件以及系统厂商一道  
认证该产品

# Honeywell

THE POWER OF **CONNECTED**

<https://www.fluorineproducts-honeywell.com/refrigerants/>  
[Yongming.niu@Honeywell.com](mailto:Yongming.niu@Honeywell.com)