

燃气热泵(GHP)

助力清洁供热行业绿色低碳发展

冯自平 (教授、博导)

中科院广州能源研究所节能与储能技术研究室，主任



中国科学院
广州能源研究所



中科院广州能源研究所
重庆研究院



市场背景

社会痛点

- **供热+制冷用能占建筑能耗的50%以上**，是建筑用能的最主要成本。现有的“电空调+燃气锅炉/或集中供暖+全网电”模式能耗高、费用高、碳排放量高。
- 随着新能源的接入、电动车的普及、以及工商业目录电价的取消，**未来电价会持续上升、而且严寒和盛夏更会出现电力短缺**，供暖供冷成本越来越高。

发展趋势

- 发达国家实践证明，以“**燃气分布式能源+网电**”相结合的模式，代替现有的“纯网电”模式，综合解决建筑的冷热电需求，将大幅度提高能源利用效率、降低用能成本和碳排放。
- 燃气热泵(GHP)以燃气为能源实现制冷制热，通过能源多样化解决建筑的冷热需求，是建筑节能的最佳产品。**

■ 燃气热泵（GHP）解决的重大社会痛点

解决冬季气荒的问题

- 大多数采用锅炉供暖，平均能效只有80%，是冬季北方气荒的主要原因！**采用燃气热泵**，能效是锅炉的2倍，有效解决气荒！

解决高峰用电负荷巨大、到处拉闸限电的问题

- 空调占夏季高峰负荷的40%以上，是造成高峰电力不足的罪魁祸首。**采用燃气热泵**，可有效降低高峰电力负荷，解决电力不足的问题。

GHP燃气热泵空调主要应用场景

中科广能燃气热泵空调可提供制冷+供暖+生活热水的全套服务，可广泛应用于各种工商业建筑冷暖空调及工商业燃气热水锅炉替代，如中小型商场、办公楼、酒店、医院、学校、工矿企业、娱乐场所、集体宿舍、别墅等。



办公楼



酒店



医院



学校



小型商场



边防营地



别墅/民宿



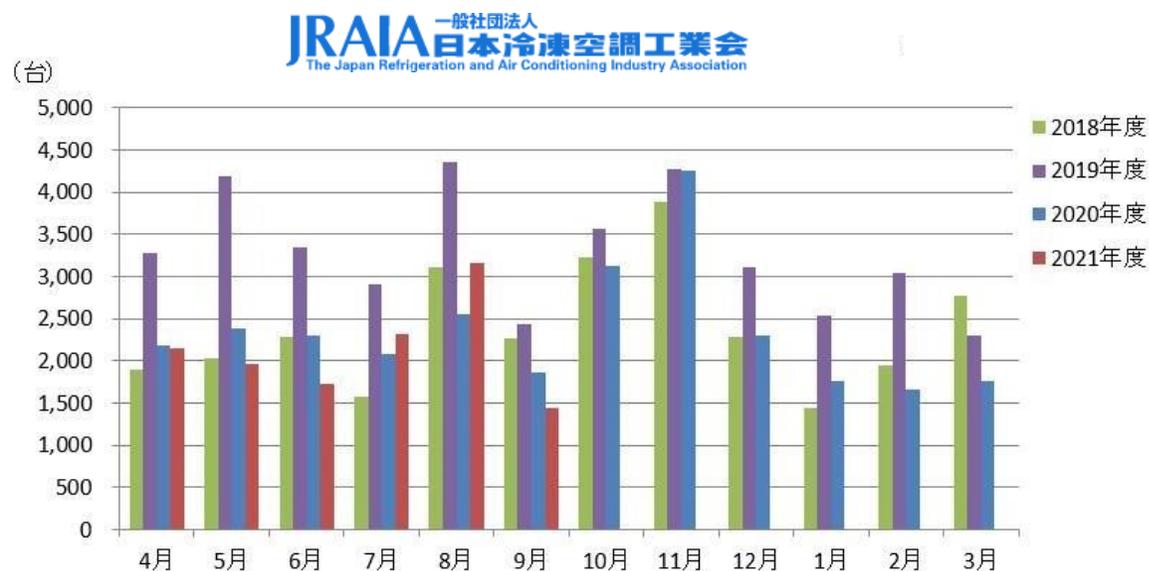
恒温/洁净厂房

方案优势:

- 1、利用天然气替代电力，减少电力增容投资，缓解错峰压力；模块化配置系统，适应部分负荷应用场景，满足定制化需求。
- 2、无极调速，负荷响应快，可速冷速热；分阶段投入，降能降本。
- 3、合理利用建筑空间，无需专用机房冷暖及热水一体化设计，全年不间断保障热水供应；PNG\CNG\LNG多气源保障供能稳定性。

燃气热泵(GHP)的国际国内市场现状

- 燃气热泵(GHP)技术源自日本，目前已大量应用。
- 主要生产商包括松下、洋马、三菱、大金、爱信、电装等。
- **日本GHP每年销售约3万台，按每台25万元计算，销售额约75亿元。**



2018-2021年日本市场GHP销量 (台)



中国市场上销售的只有大连松下和天加洋马，主要应用于北方城市和长江流域，包括大连、北京、天津、西安、成都、上海、杭州等地。

中国人口是日本10倍，而且气候相近，GHP的理论市场应该有500亿元RMB。



突出优势

燃气热泵(GHP)冷暖中央空调的原理

- 燃气热泵(GHP)是利用燃气发动机直接驱动的新型中央空调机组，夏季制冷、冬季制热，可广泛应用于各类建筑的冷暖供应。
- GHP主要以城市管道天然气为燃料，也可以是液化石油气、煤层气、沼气、柴油等。

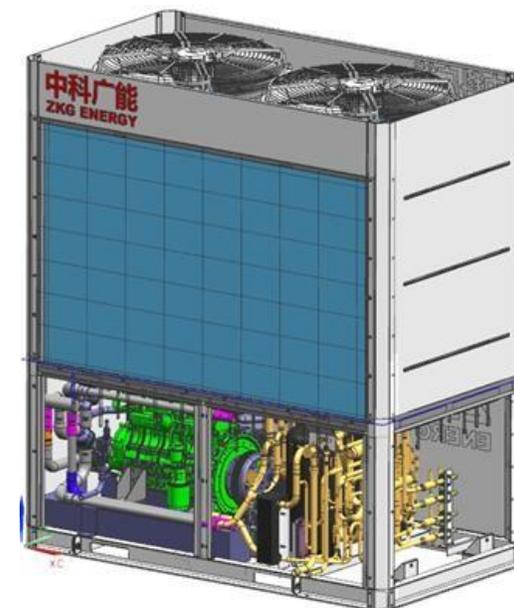
基本原理：

普通热泵：电动机驱动压缩机

燃气热泵：燃气发动机驱动压缩机



燃气发动机



突出优势1-能效高， 供冷供暖费用大幅度降低

- 替代燃气锅炉供暖， 燃气消耗量降低**40-50%**， 有效解决气荒！
- 替代电空调制冷， 运行费用下降**20-60%**（取决于当地气价）。
- 制冷制热的同时， 免费获得80°C生活热水。

额定工况	GHP(30HP)	溴化锂	电空调
制冷效率 (EER)	1.18 (3.20※)	1.15 (3.12※)	1.18(3.20※)
	100%	98%	100%
制热效率 (COP)	1.67 (4.53※)	0.91 (2.47※)	1.25 (3.40※)
	100%	54%	75%



$$\text{二次能源COP} = \frac{\text{一次能源COP}}{0.369}$$

0.369为我国煤电到用户端的效率。

不同制冷技术的能效对比

GHP与现有各种中央空调技术的运行成本对比

单机组便可实现高效冷暖供应，以重庆2021年的商业电费约1元/度（白天平均），冬季商用天然气2.37元/m³计算（夏季2.07元/m³）。

工况	类别	燃气热泵空调	电热泵空调	燃气溴化锂吸收式热泵	电空调制冷+锅炉采暖	电空调制冷+壁挂炉采暖
制冷	制冷效率 EER	1.18 (3.20)	1.18 (3.20)	1.15 (3.12)	1.18 (3.20)	1.18 (3.20)
		100%	100%	98%	100%	100%
	小时费用 /元	15.30	24.07	15.65	24.07	24.07
		100%	157.35%	102.29%	157.35%	157.35%
小时碳排放量 /kg	14.16	17.53	14.93	20.66	20.66	
	100%	134.25%	102.34%	134.25%	134.25%	
制热	制热效率 COP	1.67 (4.53)	1.25 (3.40)	0.91 (2.47)	0.85 (2.30)	0.90 (2.44)
		100%	75%	54%	51%	54%
	小时费用 /元	14.72	26.73	25.57	25.52	24.10
		100%	181.60%	173.70%	173.38%	163.75%
小时碳排放量 /kg	12.09	21.12	21.05	21.07	19.90	
	100%	174.65%	174.08%	174.26%	164.58%	



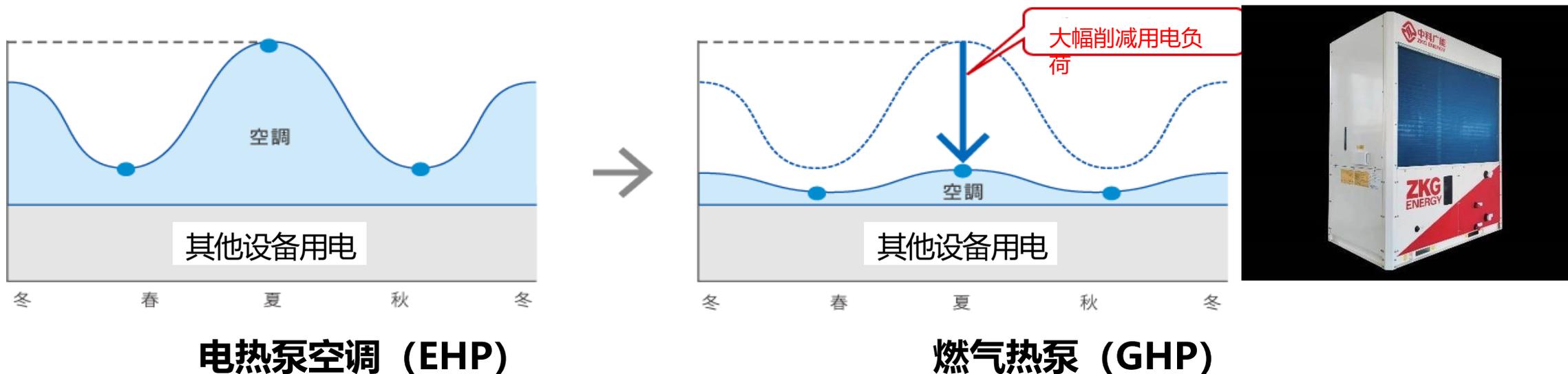
在重庆、北京、西北地区等，燃气热泵是现有各种供冷供暖技术中，运行费用最低的技术！

数据说明：

- (1) 费用计算以制冷71kW，制热85kW来实际消耗能源来进行计算。碳排放按每度电0.79kg，每方气1.96kg来计算。
 (2) 能效数据中，括号外为一次能源效率，括号内为二次能源效率。二次能源COP = 一次能源COP/0.369（电气的受电端发电效率为0.369）。

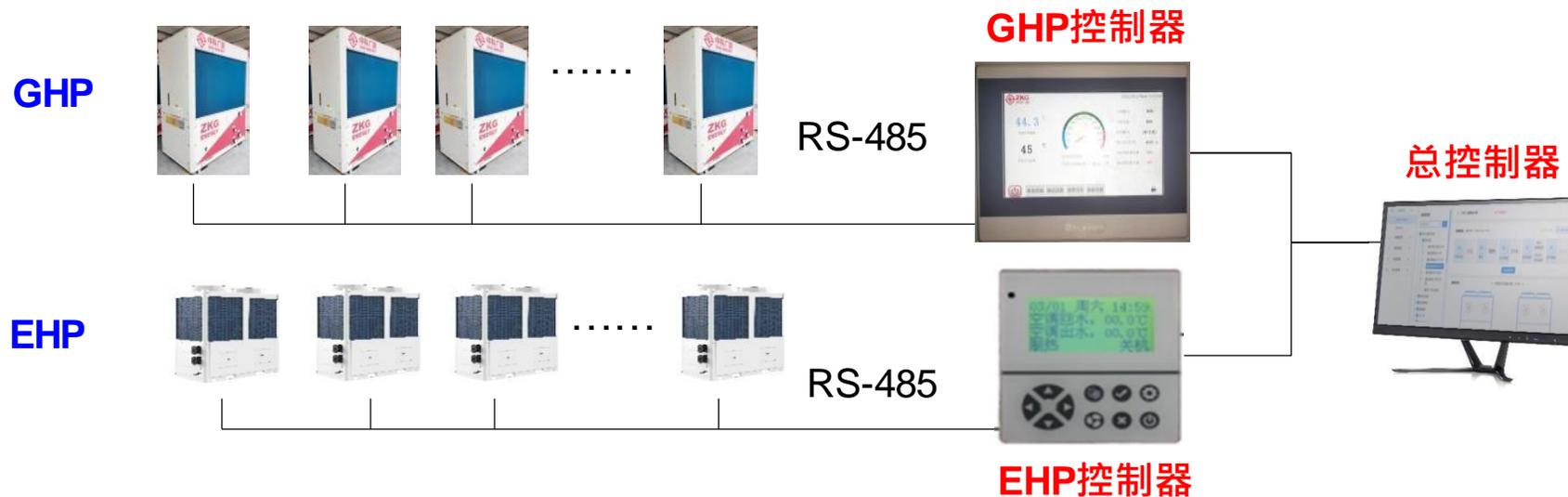
突出优势2-燃气驱动，热泵配电容量大幅下降

- GHP使用燃气作为动力，与电空调相比，配电容量**降低90%**。
- 配电初投资和用电量大幅度下降、空调系统的整体初投资大幅度下降。
- 有效降低楼宇用电的负荷波动。



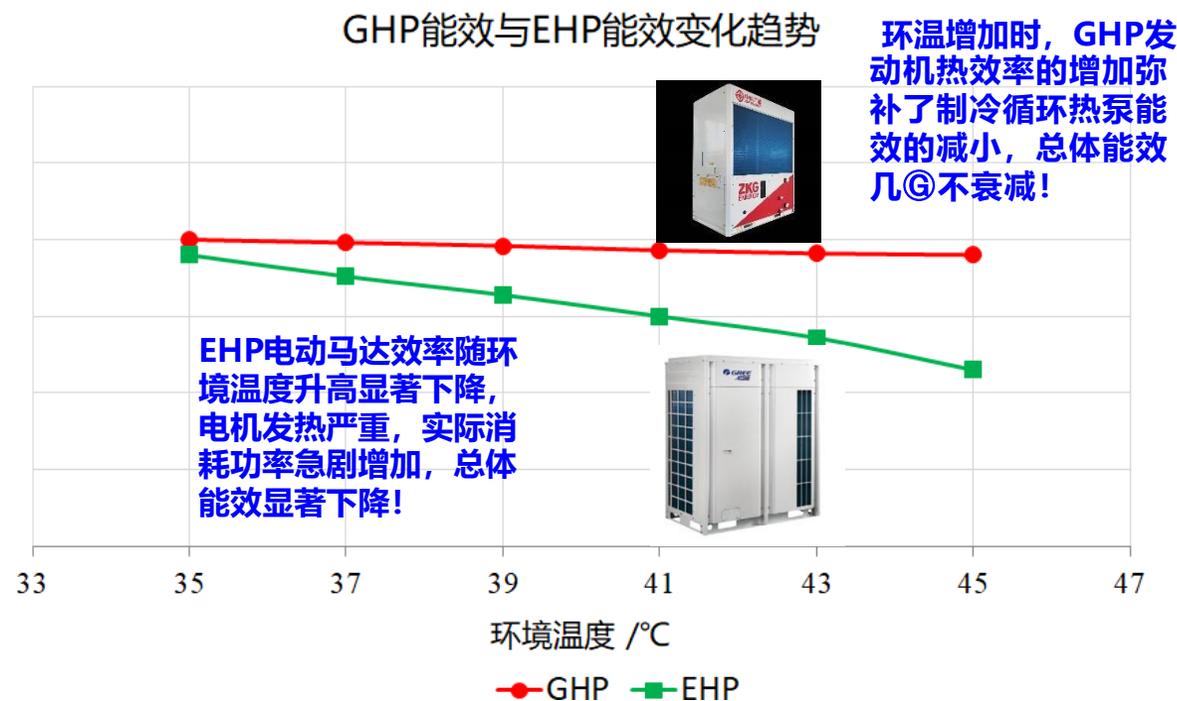
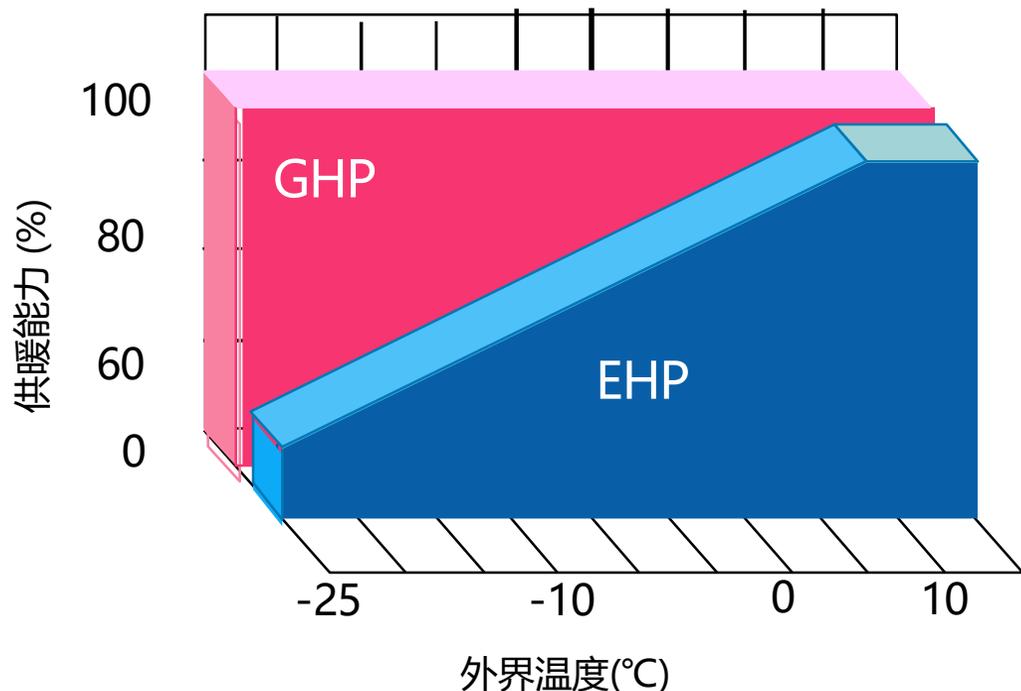
突出优势3-气电混合设计GHP+EHP，更节能！

- 夏季制冷：**尖、峰**运行期间以**GHP**为主；**平、谷**运行期间以**EHP**为主。
- 冬季制热：**尖、峰、平**运行期间以**GHP**为主；**谷**运行期间以**EHP**为主。



突出优势4：极低温和高温能效几④不衰减-制冷制热更强劲

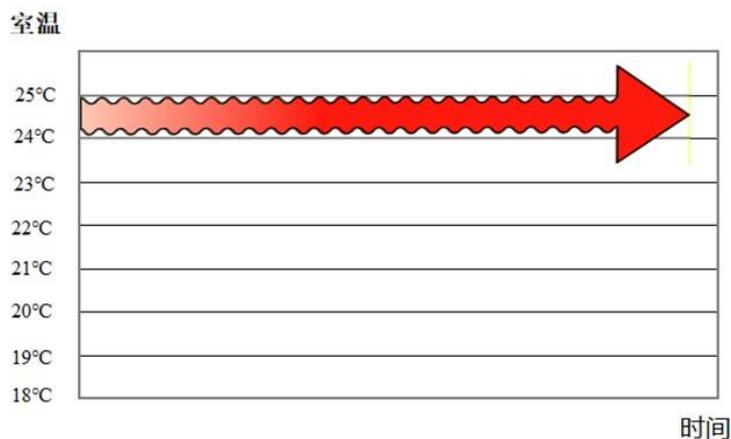
- 在工况恶劣时（例如低温制热、高温制冷），GHP的发动机可输出更大扭矩，具有更大的发动机热效率；而EHP的电机此时发热量激增，电动马达效率明显下降。比如，我国许多地区夏季制冷环温明显高于35℃，此时EHP实际能效远低于标称能效，耗电量急剧上升，而GHP能效几乎不衰减。可见**GHP高温制冷和低温制热性能明显优于EHP！**



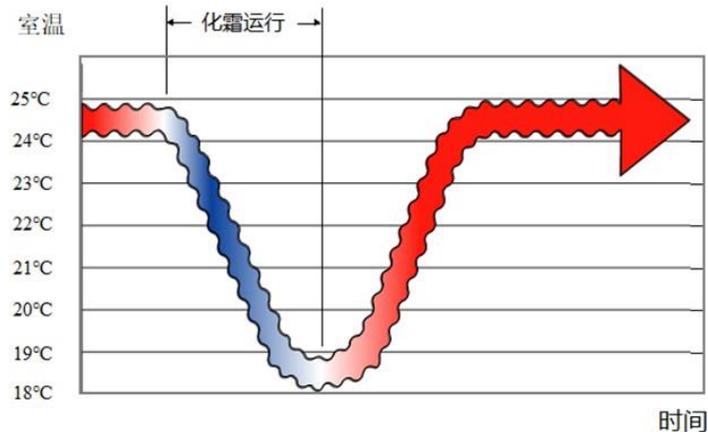
突出优势5：不停机化霜设计-冬天更舒适

- **GHP可充分利用发动机余热进行不停机化霜**，可持续进行制热运行，无需切换制冷运行用于外机除霜。而电空调必须频繁除霜，尤其湿度较大的地区，室温频繁波动，从而给用户带来制热效果差的困扰。

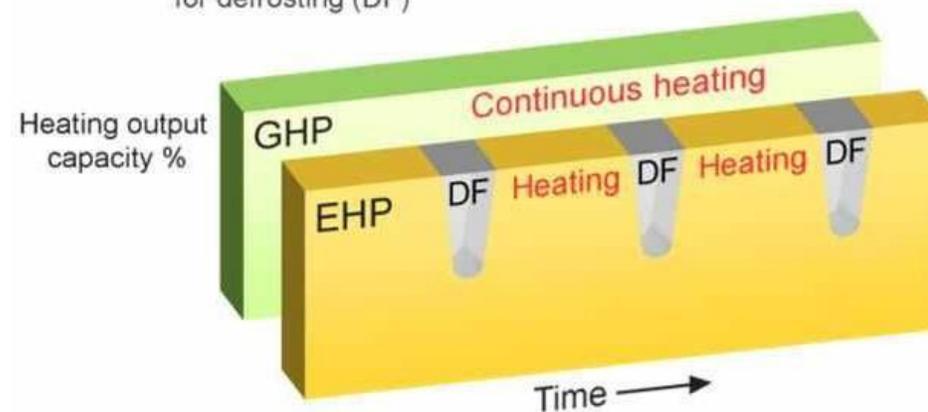
燃气热泵(GHP)



电空调 (EHP)



GHP can provide continuous heating without stops for defrosting (DF)



GHP代替供暖锅炉的经济性 (北京-10°C工况)

燃气2.8元/m³; 电价0.7元/kWh, 平均气温-10°C
面积10万m²; 供暖期5个月; 供暖负荷45W/m²

供暖锅炉:

初投资60万元
耗气量115万m³
气费322万元
供热成本32.2元/季m²

运行费用高

燃气热泵:

初投资320万元
耗71万m³
气费200万元
供热成本20元/季m²

**无需增加配电
气价越贵效果越好!**

电热泵:

初投资465万元
耗电量360万kWh
电费250万元
供热成本25元/m²

需要增加配电

注: (1) 按北方-10°C的平均气温计算, 锅炉能效取90%, 在-10°C时燃气热泵COP为3.9 (其中热泵自身COP为2.6)
(2) 当平均气温>-10°C时, 能效更高、投资回收期更短。

与其他供热技术的运行费用及碳排放对比

项目	燃气热泵	电热泵	电锅炉	燃气锅炉	燃煤锅炉	柴油锅炉	生物质锅炉
消耗能源	天然气	电	电	天然气	煤	柴油	生物质颗粒
热值	8500kCal/m ³	860kCal/kWh	860kCal/kWh	8500kCal/m ³	5000kCal/kg	10300kCal/kg	4000kCal/kg
制热一次能效	1.67	1.25	0.35	0.85	0.60	0.80	0.80
制热二次能效	4.53	3.40	0.95	2.30	1.63	2.17	2.17
能效占比	100%	75%	21%	51%	36%	48%	48%
有效热值（乘以能效后）	14195kCal/m ³	2924kCal/kWh	817kCal/kWh	7225kCal/m ³	3000kCal/kg	8240kCal/kg	3200kCal/kg
能源单价	2.8元/m³	1.0元/kWh	1.0元/kWh	2.8元/m³	1.5元/kg	8.4元/kg	1.0元/kg
得到1000kCal热量消耗能源量	0.0704m ³	0.3420kWh	1.2240kWh	0.1384m ³	0.3333kg	0.1214kg	0.3125kg
得到1000kCal热量的费用 /元	0.1973	0.3420	1.2240	0.3875	0.5000	1.0194	0.3125
运行费用百分比	100%	173.38%	620.52%	196.47%	253.48%	516.81%	158.43%
得到1000kCal热量的排碳量 /kg	0.1381	0.2702	0.9670	0.2713	0.6333	0.3762	0.6250
碳排放百分比	100%	195.67%	700.30%	196.47%	458.68%	272.47%	452.65%

各能源的碳排放计算：每kWh电0.79kg；每m³天然气1.96kg；每kg燃煤1.90kg；每kg柴油3.10kg；每kg生物质颗粒2.00kg。

实际供暖项目经济性测算 (气价越贵越好)

北京某项目情况:

- 供热面积: 40万平方 (90%居民、10%公建)
- 锅炉容量: 16.8MW (42W/m²)
- 每年电费: 57万元
- 燃气消耗: 393万立方
- 燃气成本: 1100万元 (2.8元/m³)

供热+制冷同时替代更省钱!

对于工商业建筑, 如果夏天制冷和冬天制热同时用GEHP代替, 投资回收期更短 (北京夏季供冷燃气价格有优惠, 2.4元/m³)

GEHP替代方案1:

- 锅炉100%用大型空气源GEHP替代, 需要17台。
- 效果: 节省30%燃气 (118万方)。
- 费用节省=118万方燃气X2.8元+20万元碳减排=350万元。
- GEHP成本: 17台X80万元/台=1360万元。
- 投资回收期: 4.0年 (如果计算每年从政府获得8.5元X40万平方=340万元, 回收期缩短到1.9年)。

GEHP替代方案2:

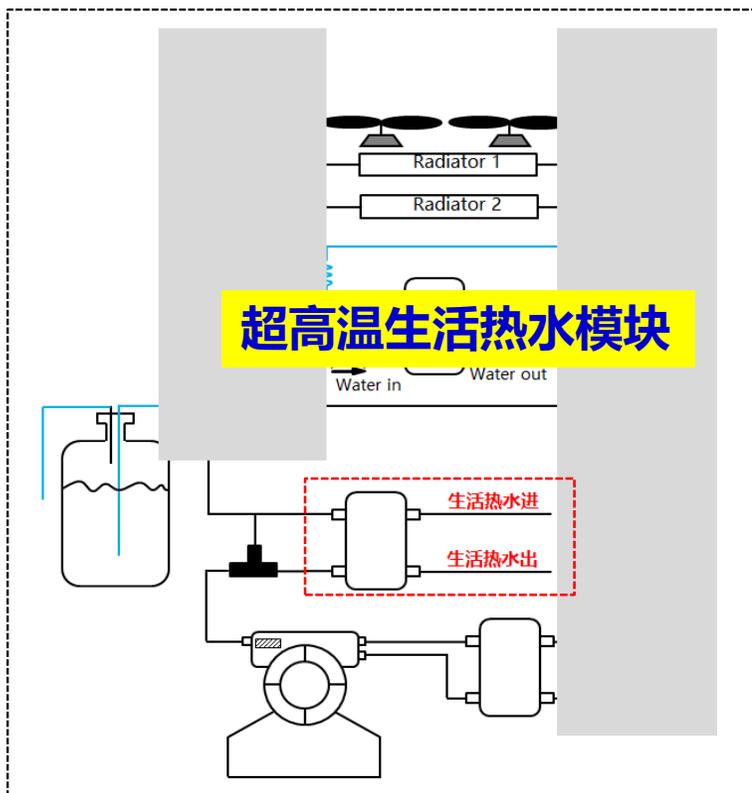
- 锅炉80%用GEHP替代, 需要14台。极端天气使用原有锅炉。
- 投资回收期: 3.0年左右。算上每年从政府获得的补贴, 回收期1.5年左右。



技术研发

技术特点：供冷/供暖同时制取高达80°C高温热水

- 通过**发动机转速-发动机冷却液-排烟三因素多变量耦合控制技术**，在燃气热泵行业首次实现供冷/暖同时稳定制取生活热水高效控制策略；通过**冷媒-给水热量自适应调配技术**，实现78.5°C超高温热水制取，填补了行业空白。
- 该技术对大量需要热水的用户产生强大吸引力，包括温泉、酒店、餐馆、食品加工、生物医药等等。

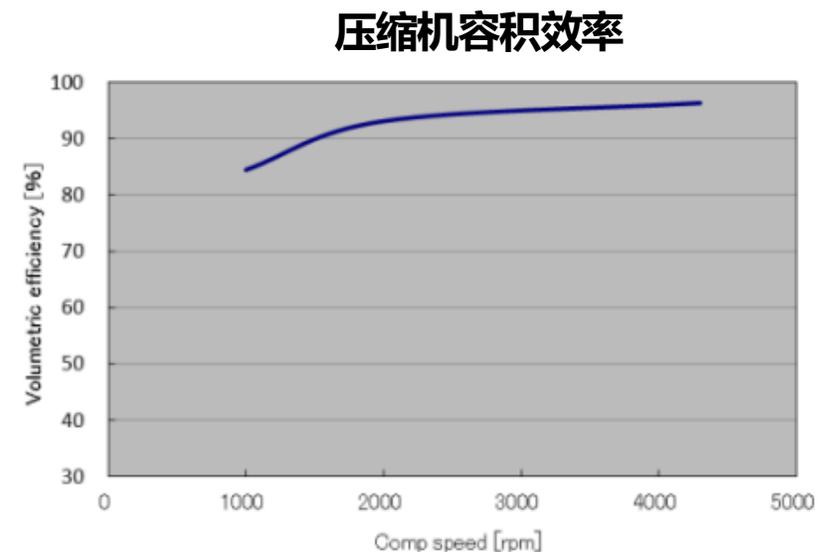
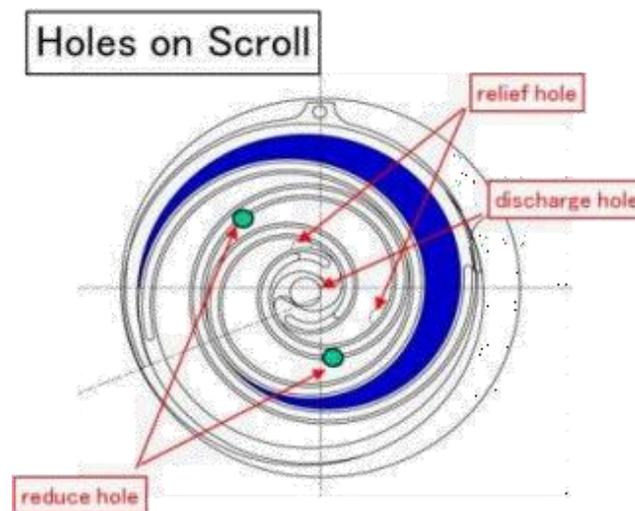
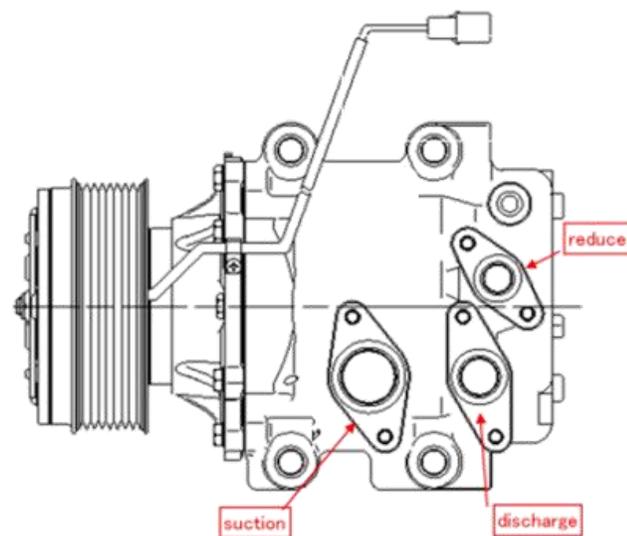


空调**供冷6.8°C**的同时
生活热水实测出水温度**78.5°C**



空调**供暖55°C**的同时
生活热水实测出水温度**77.8°C**

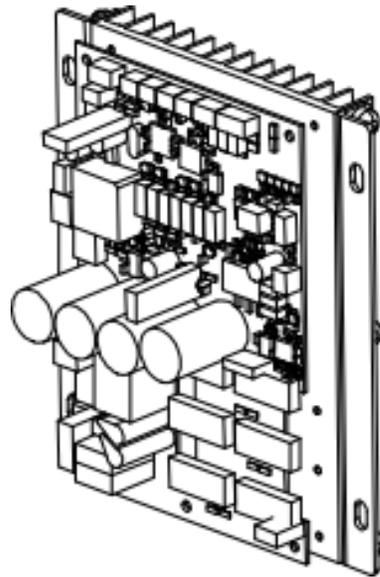
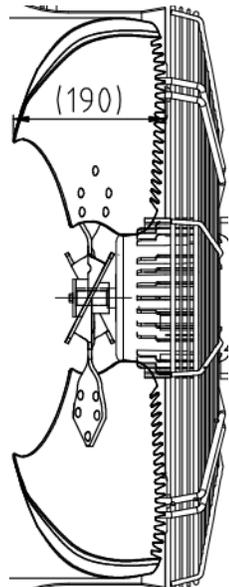
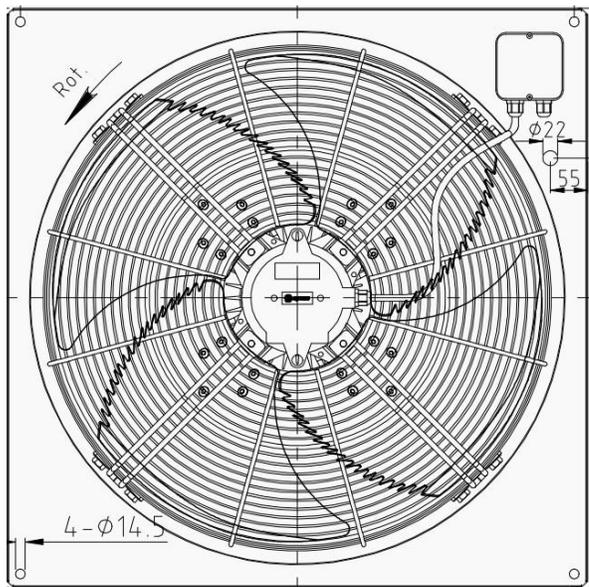
技术特点：高效涡旋压缩机-日本原装进口



开启式涡旋压缩机

- 日本原装进口，市面上运行30年以上，产品可靠性高。
- 压缩机运行效率高，标准试验室测试COP高达3.4~4.0。
- 采用涡旋盘压缩，具有体积小、噪音低、零件少、可靠性及效率高等众多优势
- 超宽运行范围，可实现0~6000rpm无级变速调节，中间排气口可把压缩机排量可从100%降低到39%，实现超低负荷运行。
- 驱动方式多样化，通过发动机皮带传动方式，可使用天然气、LPG、沼气、石油伴生气、汽油、柴油等多种燃料驱动。

技术特点：直流无极调节风机-高效、低噪



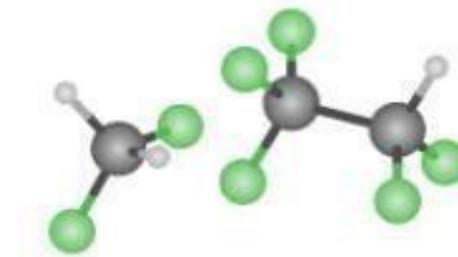
锯齿形直流金属风机：

- **直流型电机：**是指通过输入直流电能，使直流电动机旋转以带动风机叶轮旋转，从而实现直流电能向机械能转换过程的风机，**拥有损耗小、效率高、功率因数高、调速性能好、控制简单、变器容量低等优点。**
- **锯齿形设计：**采用了“碎蛋壳”锯齿边设计，**以降低喷流噪声**，主要原因是让扇叶边缘的锯齿可以有效抑制后缘的乱流，促进页片尾部气流的融合，噪音也进一步得到降低。
- **金属扇叶：****使用寿命高，抗腐蚀强，不易变形。**

技术特点：高效制冷剂-R410A

环境领先制冷剂HFC-410A:

- **不破坏臭氧层**，其分子式中不含氯元素，故其臭氧层破坏潜能值（ODP）为0。
- **毒性极低**，容许浓度和R22同样，都是1000ppm。
- **不可燃**，空气中的可燃极性为0。
- **化学和热稳定性高**。
- 水分溶解性与R22几乎相同。
- 近共沸混合制冷剂，**HFC-32(50%)+HFC-125(50%)**。
- **检修方便**。



PuronTM
the environmentally sound refrigerant

技术特点：电子膨胀阀节流-冷媒精准分配

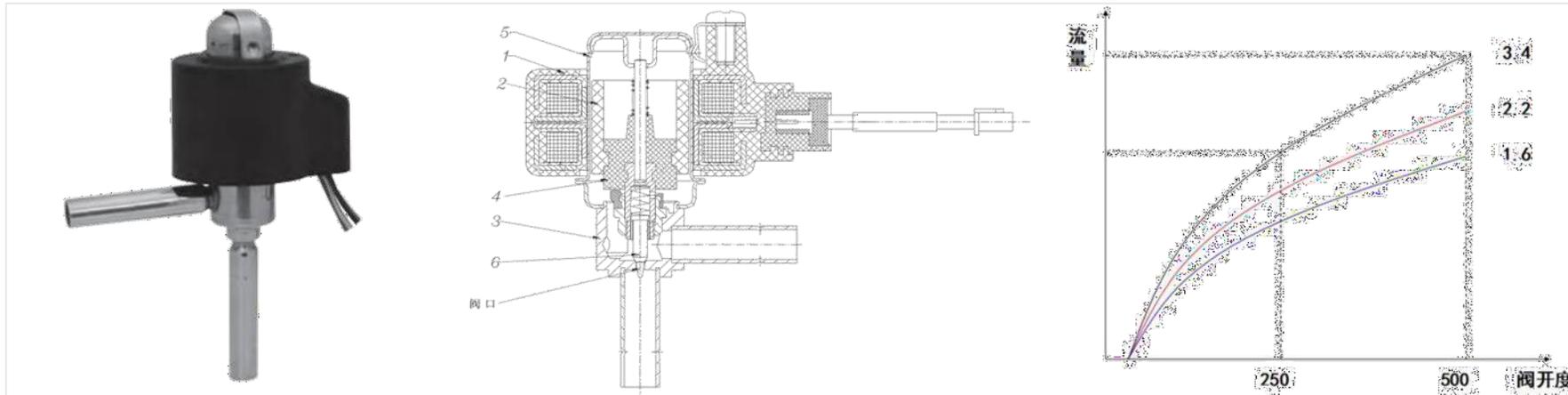


图1 高精度电子膨胀阀

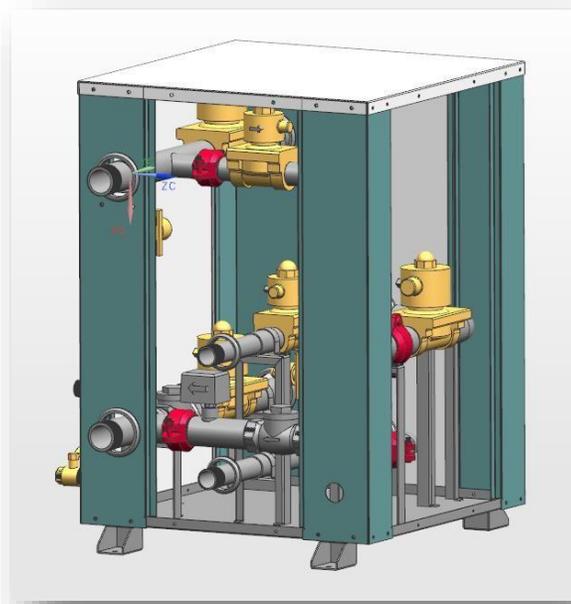


图2 热力膨胀阀

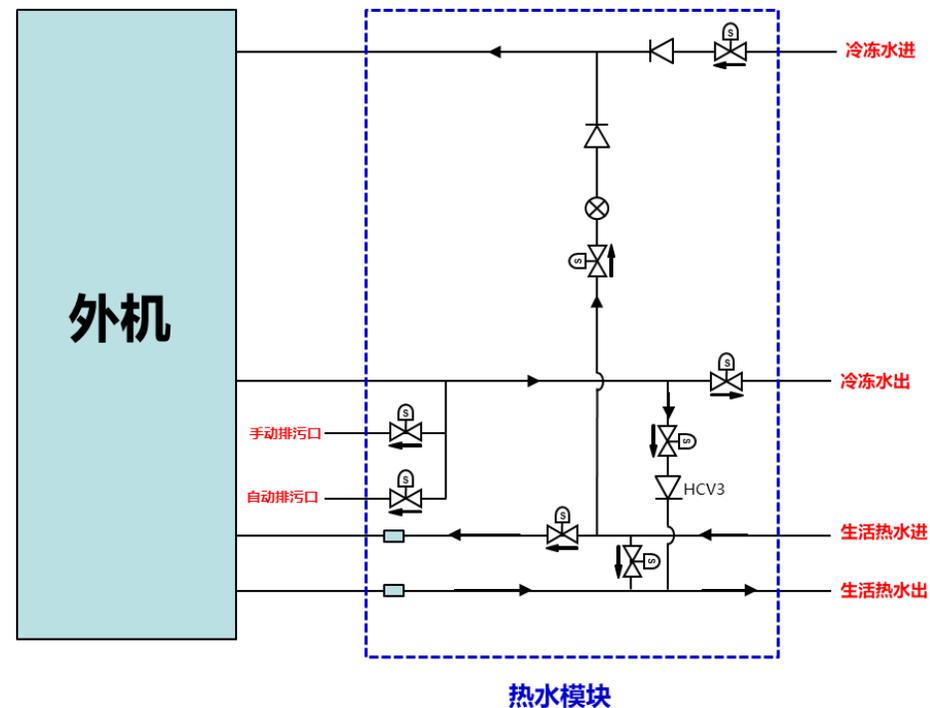
高精度EXV电子膨胀阀：

- 电子膨胀阀**反应非常快**。从关闭状态到完全打开状态只需几秒钟。电子膨胀阀没有静态过热。
- 与热力膨胀阀相比，**当环境温度较低时，感温包中的感温介质不会影响调节性能**，适用于低温环境。
- 对于系统过热的控制，电子膨胀阀**可以完全远程控制 and 调节**，相对而言，热力膨胀阀不能远程调节。
- 电子膨胀阀比热力膨胀阀**节能**得多，缩短冷冻时间，一般比热力膨胀阀的冷冻时间少10%左右。
- 电子膨胀阀的控制比热力膨胀阀的**控制更加多样化**。
- 除了通过控制蒸发器来调节系统的制冷剂流量，电子膨胀阀**还可以调节冷凝器**。

技术特点：高效热水模块-5种模式自由切换



ZGNR71A-AW(MK)

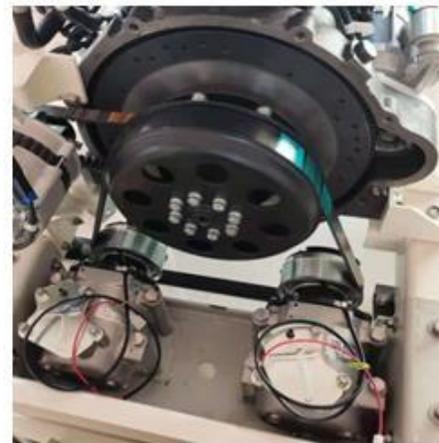
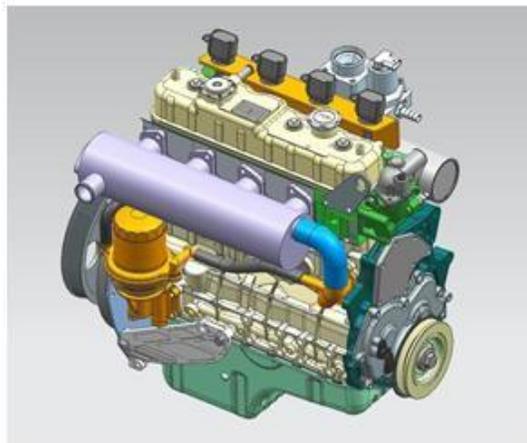
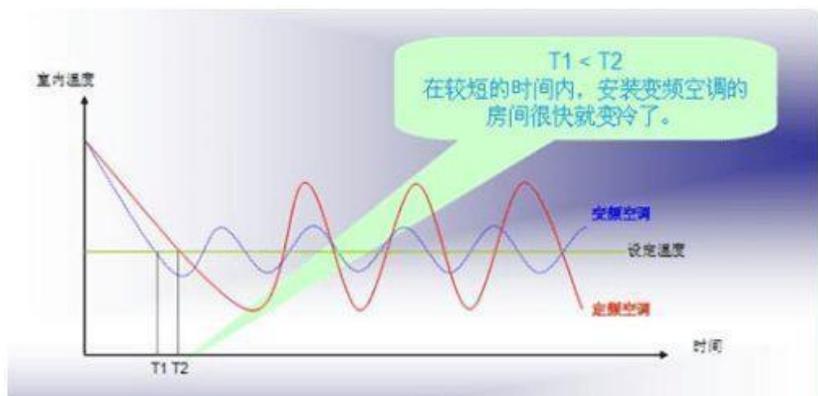


热水模块：

- 可实现**六种模式自动切换**：单制冷、单制热、制冷+生活热水、制热+生活热水、纯生活热水及板换清洗模式。
- 制冷/制热同时可提供25~30kW免费生活热水，**可大幅度降低客户生活热水运行费用**。
- 纯生活热水模式，**可降低春秋季节空调设备闲置率**，提高生活热水制热效率，降低生活热水运行费用。
- **板换清洗模式**，通过高速冷冻水一次性冲刷冷冻水板换内侧，达到清洁作用，保证生活热水洁净度。
- 2.5mm超厚钣金覆盖，7组高精度电磁阀协调控制，**超高可靠性运行**。

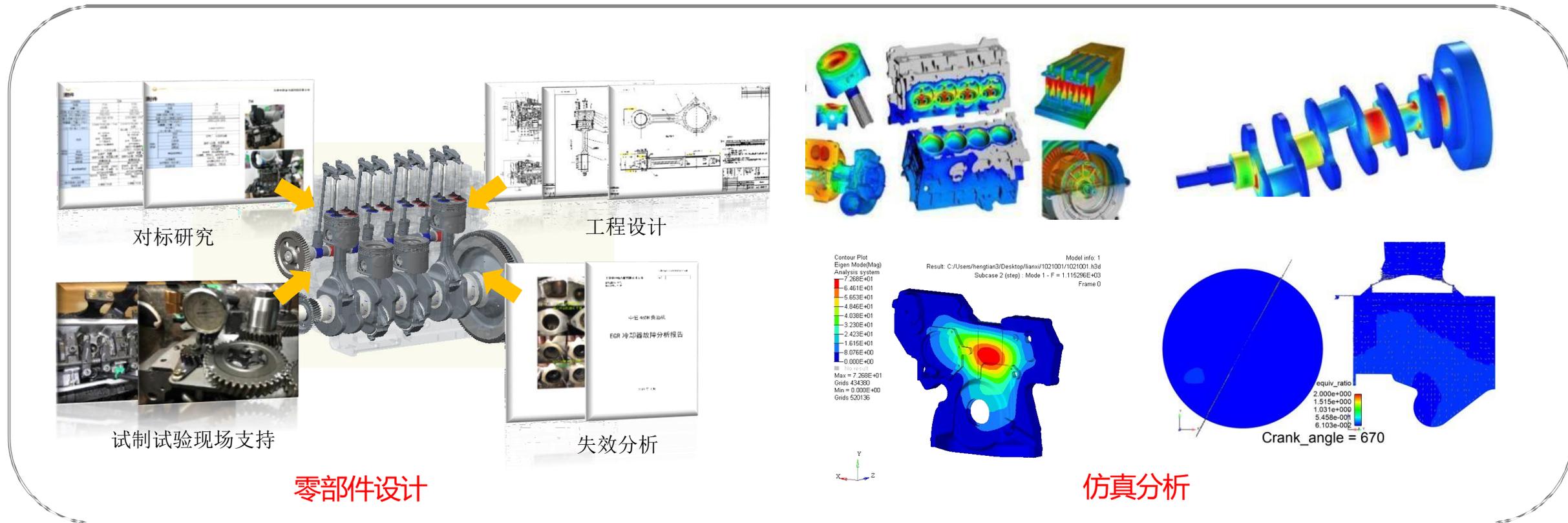
技术特点：全变转速控制-热泵实现“全直流变频”调节

- 空调变频控制：可根据室内负荷需求，调整压缩机频率；如果室内不需要大量冷热时，空调就会以低频的状态运转，**智能地恒定控温，节能高效、舒适性好。**
- GHP通过控制发动机转速从而调节压缩机频率，实现**空调系统变频**调节。
 - 发动机转速多达51档，可根据系统运行状态，快速调节发动机转速，使系统时刻安全可靠运行。
 - 实时监测室内需求，调节发动机转速，智能地恒定控温，节能高效运行，提供用户良好的舒适性。
 - 直流风机实现无极调节，系统实现高效控制。



技术特点：燃气发动机超长维护周期设计

(保养间隔周期 > 5000h, 使用寿命 > 15年, 机组可实现5年免维护。)



主要优化方面： (1) 缸体、缸盖、曲轴强化设计； (2) 活塞、活塞环优化设计； (3) 优质火花塞

技术特点：十二大静音技术，超强静音

① 大弦长空间扭曲铝镁合金风叶，效率高，噪音低



② 高密度金属板+超厚阻尼喷塑



③ 三维管路优化仿真设计，避免管路共振



④ 高效静音涡旋压缩机



⑤ 发动机、压缩机专用橡胶减震器



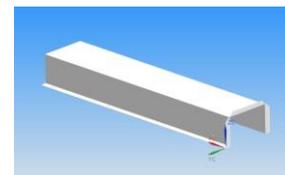
⑥ 发动机专用排气消音器



⑦ 多孔阻尼吸声材料+空气密封条



⑧ 多重隔音进气腔



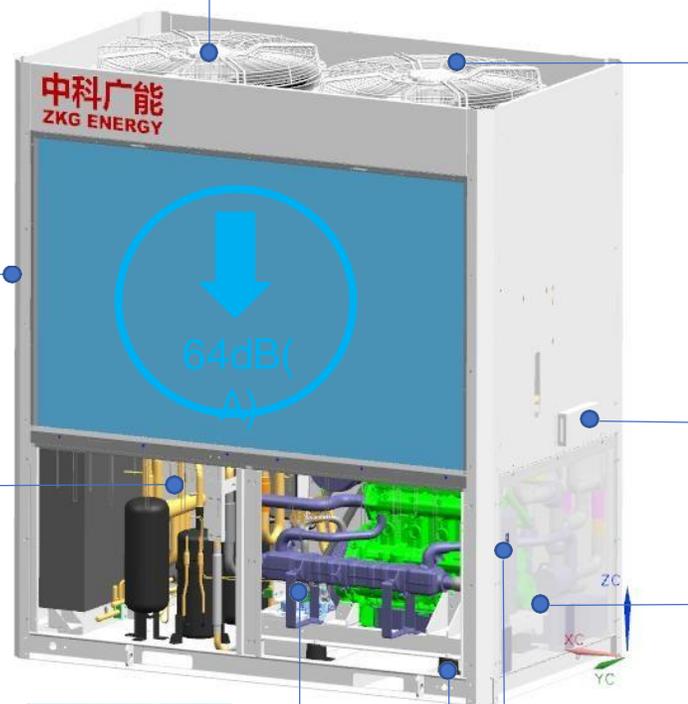
⑨ CFD气流分析模拟



⑩ 静音导风圈设计

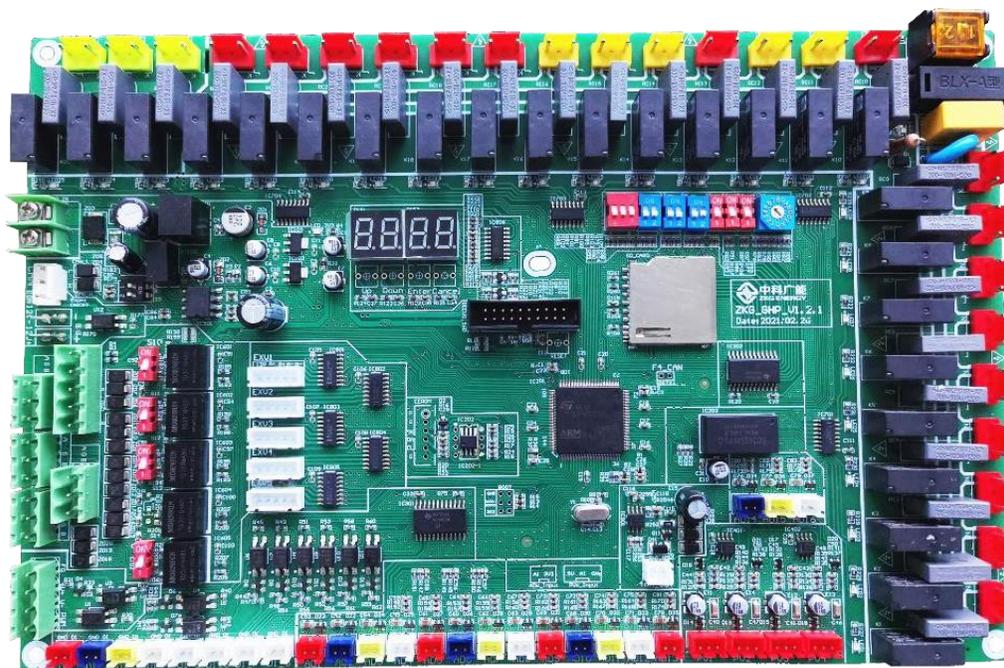
⑪ 低噪出风格栅

⑫ 直流变频风扇电机

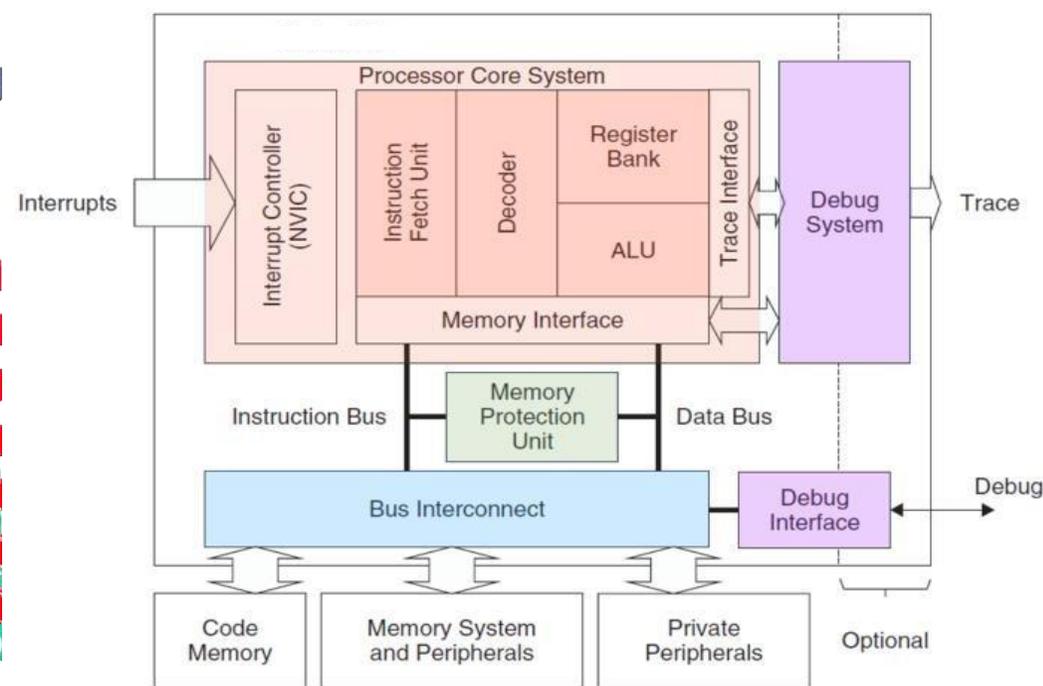


技术特点：强大的运算和自适应控制能力

- 先进的微电脑控制板，拥有GHP产品运行控制功能和安全保护等多重功能，其中基于Cortex-M4系列高速处理芯片，主频高达168MHz，精确迅速获取主机系统运行参数，并及时发出控制指令，进行告诉分析处理，实现机组的智能控制，保证机组高效稳定运行。



Cortex_M4架构



技术特点：大数据云平台远程服务

- 每台机组入网，通过云端轻松监控机组运行情况，数据刷新率快，支持云端远程操作，用户运维便捷，手机端或者web端均可实现。
- 云端数据实时存储，数据保存长达一年，支持曲线和表格生成，支持历史数据查询，支持报警提醒。



系统状态			
生活热水泵LIVE-PUMP	OFF	累计运行时间(h)	1279h
压缩机冷凝器C12	OFF	高压开关	OFF
主水泵(冷冻循环泵)	OFF	系统状态	待机
累计运行时间	76797min	防冻运行	0
运行模式	制热	压缩机冷凝器C1	OFF
高压开关	OFF	热水泵开关	OFF
防冻运行	0	除霜中	0

发动机			
发动机故障报警	0	冷却水泵COLD-PUMP	OFF
发动机实际转速	86min-1	发动机转速	86min-1
发动机机油温度	11°C	发动机进气压力	98kpa
发动机进气传感器状态	OFF	发动机机油温度	900.125
发动机曲轴故障	0	发动机冷却液个数	0
机油油压	OFF	发动机进气压力	118kpa
发动机冷却水温度	21°C	发动机真实空燃比	1.001008
发动机进气压力	-0.25kpa	发动机进气门开度	5.6
发动机历史故障码	0	发动机故障个数	0

风机			
风机转速FANA	0min-1	风机转速FANB	0min-1

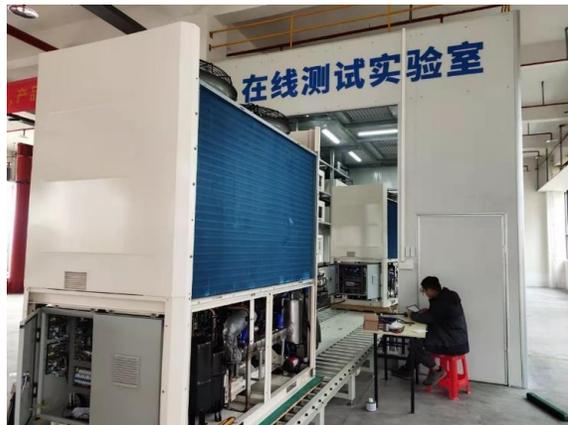
温度压力			
防冻温度T1	20.3°C	高压压力 P1	1.35Mpa
蒸发温度T2	20.2°C	排气温度Tp1	27.5°C
吸气温度Th1	29.5°C	排气温度Th2	21.1°C
冷凝温度Tc	3°C	出水温度Tw	20.2°C
压缩机温度TOSH1	7.1°C	压顶过热度TOSH2	7.2°C
PHX3换热器温度TH1	21.6°C	热水设定温度Th6	50°C
冷凝温度Tc	20.3°C	吸气过热度Th6	3°C
排气温度Th1	23.4°C	排气过热度Th7	3°C
吸气温度Th2	20.7°C	排气过热度Th8	3°C
排气温度Th3	20.9°C	排气过热度Th9	3°C
排气温度Th4	21.5°C	排气过热度Th10	3°C
排气温度Th5	20.8°C	排气过热度Th11	3°C
排气温度Th6	3°C	排气过热度Th12	3°C



研究院简介

中科院广州能源研究所重庆研究院

- **重庆研究院**是中国科学院广州能源研究所在重庆设立的新型研发机构。研究院的宗旨是：以国家队独有的人才、技术和资源优势，研发系列冷热能源领域吨先进技术，打造冷热领域的的低碳产业集群！
- 中科广能燃气热泵技术打破了日本在该技术长期以来的垄断地位。现有5000平方厂房作为研发和生产基地，已建成年产3000台GHP生产线，产品已通过第三方权威检测机构认证。
- 目前已申请知识产权 19 项，已授权有：7项软著+4项发明专利+3项实用新型专利！



燃气热泵核心技术及产品

- ◆ 中科广能在科技部863计划等项目的支持下，打破日本垄断，率先实现燃气热泵的国产化，为供冷供暖领域带来革命性技术。**技术壁垒至少5年！**

燃气热泵
供热供冷
技术

专利技术1：气电混合风冷模块机
单体建筑供冷供热的最佳技术



专利技术2：大型供暖用燃气热泵
代替燃气锅炉的最佳技术



专利技术3：燃气热电联产机组
各种锅炉最佳替代技术（发电+蒸汽+热水）



优势技术4：高效燃气发电机组
工厂应急、油气田、野外等的高效供电



模块机产品系列

1、GHP冷热水机组(普通地区)

中科广能冷热水机组普通地区机组 (ZG NR71A-AW) 为基础机型, 其余冷热水机组在其上进行功能扩展而衍生更多种机型系列。中科广能是国产首家使用开式涡旋压缩机研制出可批产销售高效GHP机组的企业。

2、GHP冷热水机组(寒冷地区)

寒冷地区机组 (ZG NR71A-AW(2)) 在ZG NR71A-AW基础上进行改进, 增加冷媒回收余热系统, 在极低温工况下提高系统低压**实现-25°C极低温高效运转**

3、GHP冷热水机组(带热水功能模块)

带热水功能模块机组 (ZG NR71A-AW(3)) 在ZG NR71A-AW基础上进行改进, 针对余热系统增加生活热水回收余热系统, **在制冷或制热的同时实现附带免费生活热水供应。** 机组每天可将15吨水从20°C加热至55°C, 可将10吨水从0°C加热至55°C, 故每天可保证10吨热量。

4、GHP冷热水机组热水模块

热水模块机 (ZG NR71A-AW(MK)) 可实现机组**制冷、制冷+生活热水、制热、制热+生活热水、纯生活热水**共计**五种**运行模式的自由切换; 纯生活热水时, 标热7°C下制热水功率85kW(最大制热量110kW), 机组每天可将50吨水从20°C加热至55°C。

5、GHP多联机

中科广能GHP多联机 (ZG NR71A-AR) 为基础机型, 其余GHP多联机在其上进行功能扩展而衍生更多种机型系列。**中科广能是国产首家掌握GHP多联机技术的企业, 是国产GHP多联机开拓者!** 机组每天可将15吨水从20°C加热至55°C, 可将10吨水从0°C加热至55°C, 故每天可保证10吨热量。

6、GHP水源热水机

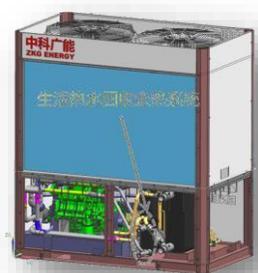
燃气热泵水源热水机是中科广能燃气热泵系列机型中的一种, **充分利用热泵冷凝热及发动机余热制备生活热水, 并能同时免费供冷,** 高温冷凝器侧与低温蒸发器侧均是水源, **一次能效可达2.79。** 机组额定能力运行时, 每小时可将1.82吨水从15°C加热至55°C, 每天制备44吨热水, 免费冷量45kW, 一次能效达2.26。



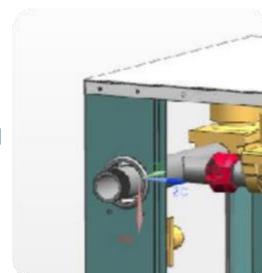
ZG NR71A-AW



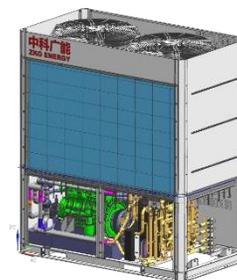
ZG NR71A-AW(2)



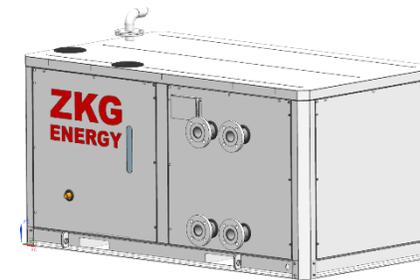
ZG NR71A-AW(3)



ZG NR71A-AW(MK)



ZG NR71A-AR



中科广能GHP工程实际应用案例

1 中科广能办公楼



- 机组运行时间5000小时，相当于空调2年多使用时间。充分验证了机组的运行可靠性！
- 机组运行稳定、效果良好。无故障发生，室内侧制冷/制热效果好。

2 重庆沙坪坝区某办公楼



- 建筑面积1500m²，该项目使用2台中科广能GHP供冷+供暖。
- 经实际使用核算，我们的GHP产品相比电空调可节省费用52.4%。

3 重庆莲花湖酒店艺术中心



- 建筑面积3500m²，该项目使用8台GHP实现供冷+供暖+生活热水（最高可80℃）。
- 可实现制冷、制热、制冷+生活热水、制热+生活热水、纯生活热水共计五种运行模式自由切换，常年提供生活热水。

- 当前：节电244.8万kW·h/年，折合标煤758.88吨/年，减排CO₂ 77.4吨/年。
- 3年后：节电48960万kW·h/年，折合标煤15.2万吨/年，减排CO₂ 1.55万吨/年。（预计应用案例500个）

Thank you

联系人：柳箭（电话/微信：13910386980）

