

推荐（维持）

可燃冰，点燃能源供给的新希望

2013 年 3 月 14 日

可燃冰开发主题投资报告 （天然气系列报告之一）

上证指数 2264

行业规模

		占比%
股票家数（只）	151	7.1
总市值（亿元）	9836	4.2
流通市值（亿元）	6949	3.8

行业指数

%	1m	6m	12m
绝对表现	-7.6	3.2	-23.3
相对表现	-1.1	-8.9	-20.6



资料来源：港澳资讯、招商证券

相关报告

1、《海洋工程装备 中国身处何处》2012.10

蔡宇滨

0755-82940064
caiyb@cmschina.com.cn
S1090511110001

刘荣

0755-82943203
liur@cmschina.com.cn
S1090511040001

日本 3 月 12 日宣布从海底可燃冰层中成功分离出甲烷气流，这是世界上首次成功在海上开采可燃冰资源，标志着可燃冰开采的一大突破。可燃冰资源储量大相当于已探明石油、煤炭和天然气总和的 2 倍，一旦实现商业开采对全球能源格局将带来深远影响。海洋工程板块和天然气应用产业链从长远看受益最为明显，相关公司包括杰瑞股份、富瑞特装、吉艾科技、中集集团、中国重工、中国船舶。

- **日本海上可燃冰生产实验成功获得气流。**3 月 12 日用减压法从可燃冰层中成功分离出甲烷气流，这是世界上首次成功在海上开采可燃冰资源，通过本次实验获得可燃冰分解重要数据，对未来商业开采将具有重要意义。
- **可燃冰资源储量大，分布广。**可燃冰在全球范围内广泛存在，世界各国已直接或间接地发现天然气水合物矿点 132 处，据估算，世界上天然气水合物所含的有机碳的总资源量，相当于全球已知煤、石油和天然气总量的 2 倍，是未来增长潜力最大的能源之一。
- **全球各国积极研究可燃冰开采。**世界上有 79 个国家和地区都发现了天然气水合物气藏，世界上至少有 30 多个国家和地区在进行可燃冰的研究与调查勘探。1998 年，美国把可燃冰作为国家发展的战略能源列入国家级长远计划，计划到 2015 年进行商业性试开采。日本经济产业省在 2001 年正式推行《日本可燃冰开采研发计划》，计划 2016-18 年将开展商业生产。
- **中国起步较晚，可燃冰资源储量丰富。**中国从 1999 年起才开始对可燃冰开展实质性的调查和研究，我国可燃冰主要分布在南海海域、东海海域、青藏高原冻土带以及东北冻土带，估算资源量超过 84 万亿立方米。
- **减压法效率较高，开采技术有待完善。**可燃冰开采方法可分为热激发开采法、减压开采法、化学试剂注入开采法、CO₂ 置换开采法和固体开采法五种，日本此次生产实验采用的减压法证明效率更高，可燃冰开采主要难题是保证井底稳定，使甲烷气不泄漏、不引发温室效应或海底滑坡，技术有待完善。
- **海洋工程和天然气应用产业链将主要受益。**由于可燃冰 99% 分布于海底，因此海上钻采设备将主要受益，此外可燃冰开采增加天然气供给，有望降低天然气使用成本，天然气使用比例进一步提高，下游应用设备受益。
- **主题投资标的：杰瑞股份、富瑞特装、吉艾科技、中集集团、中国重工和中国船舶。**由于可燃冰商业开采三年内仍难以实现，短期较难对业绩有正面贡献。从主题投资角度建议关注杰瑞股份（海上钻井设备油田服务）、富瑞特装（LNG 应用设备）、吉艾科技（测井设备）、中集集团（海洋工程）、中国重工（海上钻井平台）和中国船舶（LNG 船）。

正文目录

一、日本成功分离可燃冰，再获突破.....	3
1、日本成功从可燃冰中分离天然气.....	3
2、日本 2016-18 年有望实现商业开发.....	4
二、可燃冰储量巨大，开采前景美好.....	4
1、可燃冰储量巨大.....	4
2、全球各国积极研究可燃冰开采.....	6
三、开采技术有待完善，实现商业化开采影响深远.....	7
1、可燃冰开采方法与挑战.....	7
2、可燃冰实现商业开采影响深远.....	8
四、受益主题相关产业和公司.....	9
1、受益产业-海洋工程和天然气应用产业链将主要受益.....	9
2、相关公司-中集集团、杰瑞股份、富瑞特装.....	11

图表目录

图 1: 钻井船 Chikyu 照片.....	3
图 2: 分离甲烷气体点火照片.....	3
图 3: 地球有机碳分布.....	5
图 4: 海上可燃冰分布.....	5
图 5: 可燃冰分解原理.....	7
图 6: 热激发开采法原理图.....	7
图 7: 减压开采法原理图.....	7
图 8: 化学试剂注入开采法原理图.....	7
图 9: 2011 年全球主要 LNG 进口地区比例.....	9
图 10: 中国 LNG 进口均价不断攀升.....	9
图 11: 海上可燃冰分布.....	9
图 12: LNG 产业链.....	10
图 13: 全球超深水钻井平台数量.....	10
图 14: 全球浮动液化设施 FLNG 投资额.....	10
图 15: LNG 船受益全球 LNG 运输需求增长.....	11
图 16: 各国 LNG 船市场份额.....	11
表 1: 中国可燃冰开采进程.....	6
表 2: 主要公司预测评级.....	11

一、日本成功分离可燃冰，再获突破

1、日本成功从可燃冰中分离天然气

据共同社报道，日本经济产业省（METI）、日本国家石油天然气金属矿物资源机构（JOGMEC）和日本石油资源开发株式会社（JAPEX）联合体于 2012 年 2 月开始在渥美半岛和志摩半岛东部海域地层开展全球首次海上可燃冰实验开采，2013 年 3 月 12 日用减压法从可燃冰层中成功分离出甲烷气流，这是世界上首次成功在海上开采可燃冰资源。在获得持续气流同时，JOGMEC 公司将开始数据采集和分析。

本次试验开采主要资料

- 1、时间：2012.2-2013.8，流程包括预备钻井、气流生产实验和弃井
- 2、地点：第二渥美海丘，渥美半岛和志摩半岛以东
- 3、业主：日本经济产业省
- 4、参与方：JOGMEC（工程商），JAPEX（运营商）
- 5、船舶：深海钻井船“Chikyu”
- 6、已完成进程
2012 年 2 月 15 日：开始钻井（一口生产井和两口监测井）
2012 年 6 月 29 日至 7 月 7 日：压力岩层取样
2013 年 1 月 28 日：实验基地开始运营
2013 年 3 月 12 日：获得实验气流，产生天然气
- 7、未来规划：
三月底：完成气流测试，回收实验设备
2013 年 8 月：完成本次生产实验，弃井，回收其他设备

图1：钻井船Chikyu照片



资料来源：JOGMEC，招商证券研发中心

图2：分离甲烷气体点火照片



资料来源：JOGMEC，招商证券研发中心

虽然本次试生产只是实验性质并未获得商业气流，但仍标志着可燃冰开采研发的一个重大突破，因为从本次实验中将获得可采海底可燃冰时甲烷分离过程重要数据，以及周围

环境对分离过程影响，对未来商业开采具有重要指导意义。

2、日本 2016-18 年有望实现商业开发

日本开展可燃冰开采研发已超 20 年。日本研究可燃冰开发可追溯至 1992 年，日本经济产业省在 2001 年正式推行《日本可燃冰开采研发计划》（"Japan's Methane Hydrate R&D Program"），计划分为三个阶段：

第一阶段：2001-08 年，在南海海槽东部进行地震勘测和探井钻探。仅是该地区已探明拥有 1.1 万亿立方米天然气储量，相当于日本 11 年 LNG 进口量。可燃冰富集区（未来具有开发价值的区域）面积占该地区总面积的 1/6，富集区储量占该地区总储量的一半（约 0.55 万亿立方米）。

第二阶段：2009-15 年，开发从可燃冰中提取天然气技术，为商业生产做准备。本次生产实验是全球首次海底可燃冰开采实验，日本计划在第二阶段将再进行一次开采实验。

第三阶段：2016-18 年，初步实现商业生产。

海底可燃冰从研发开始到商业开采，日本需要历经 15-20 年，未来钻井和天然气提取技术还有待进一步改善，以保证更经济、安全地获得气流。由于可燃冰储量巨大，一旦成功获得商业开发，将对全球能源格局产生深远影响。

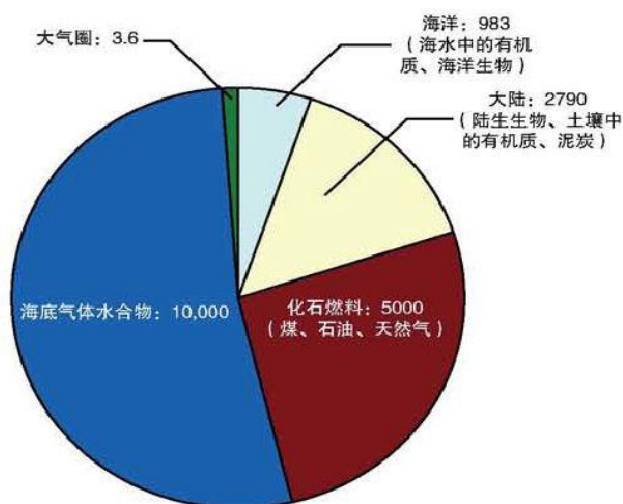
二、可燃冰储量巨大，开采前景美好

1、可燃冰储量巨大

可燃冰又称为天然气水合物，由天然气与水在高压低温条件下形成的具有笼状结构的冰状结晶化合物。在温度升高或压强降低情况下，甲烷气则会逸出，1 立方米的可燃冰可在常温常压下释放 164 立方米的天然气及 0.8 立方米的淡水。

可燃冰分布广，储量大。在全球范围内广泛存在，全球约有 27% 的陆地是可形成天然气水合物的潜在地区，而在世界大洋水域中约有 90% 的面积也属这样的潜在区域。世界各国已直接或间接地发现天然气水合物矿点 132 处，其中海洋及少数深水湖泊 122 处，永久冻土带 10 处。已发现的天然气水合物主要存在于高纬度的永久冻土区和世界范围内的海底、陆坡、陆基及海沟中。世界上绝大部分的可燃冰分布在海洋里，海上可燃冰资源量超过陆上 100 倍。保守统计全世界海底天然气水合物中贮存的甲烷总量约为 $1.8 \times 10^{16} \text{ m}^3$ ，约合 1.1×10^3 亿吨。据估算，世界上天然气水合物所含的有机碳的总资源量，相当于全球已知煤、石油和天然气总量的 2 倍，是未来增长潜力最大的能源之一。

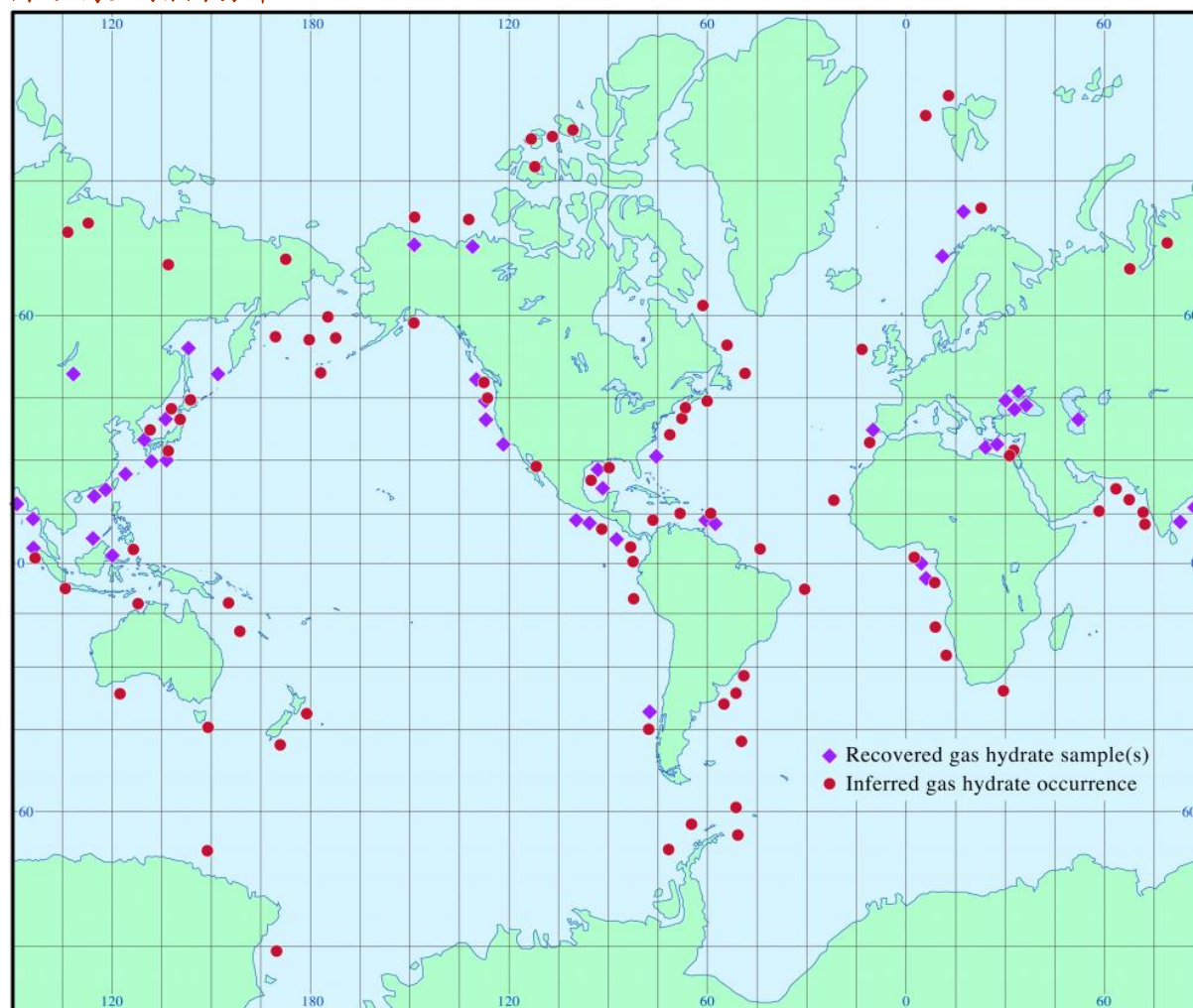
图3: 地球有机碳分布



地球上有机碳的分布 (10^{16} 克), 其中海底气体水合物的有机碳含量是化石燃料的 2 倍

资料来源: PGC, 招商证券

图4: 海上可燃冰分布



资料来源: PGC, 招商证券

2、全球各国积极研究可燃冰开采

美、德、日在可燃冰开采走在世界前列。世界上有 79 个国家和地区都发现了天然气水合物气藏,世界上至少有 30 多个国家和地区在进行可燃冰的研究与调查勘探。1960 年,前苏联在西伯利亚发现了第一个可燃冰气藏,并于 1969 年投入开发,采气 14 年,总采气 50.17 亿立方米。美国于 1969 年开始实施可燃冰调查。1998 年,美国把可燃冰作为国家发展的战略能源列入国家级长远计划,计划到 2015 年进行商业性试开采。日本关注可燃冰是在 1992 年,目前,已基本完成周边海域的可燃冰调查与评价,钻探了 7 口探井,圈定了 12 块矿集区,并成功取得可燃冰样本,首次试开采成功获得气流。

中国起步较晚,可燃冰资源储量丰富。中国从 1999 年起才开始对可燃冰开展实质性的调查和研究,我国可燃冰主要分布在南海海域、东海海域、青藏高原冻土带以及东北冻土带,据粗略估算,其资源量分别约为 $64.97 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 、 $3.38 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 、 $12.5 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 和 $2.8 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。并且已在南海北部神狐海域和青海省祁连山永久冻土带取得了可燃冰实物样品。

表 1: 中国可燃冰开采进程

时间	主要进展
1999	南海首次发现了天然气水合物存在标志。
2002	勘测南海储量相当于 700 亿 t 油当量,在西沙海槽圈出天然气水合物矿区。
2004	成立中科院广州天然气水合物研究中心;中德联合在南海北部发现 430 万平方公里的“九龙甲烷礁”。
2005	成功研制可燃冰开采模拟系统。
2006	可燃冰保真取样器成功研制并试验;勘测南海北部东沙西南部海域天然气水合物发育区。
2007	开发了新型可燃冰组合抑制剂,加速了开采研究进度;可燃冰钻探项目启动;可燃冰开采与运输关键技术取得初步成绩;在南海北部神狐海域钻获可燃冰样品
2008	在青海省祁连山南缘永久冻土带成功钻获可燃冰样品;广州海洋地质调查局自主研制“海洋六号”调查船,并在南海北部成功取样。
2009	勘测青藏高原五道沟永久冻土区、青海省祁连山南缘永久冻土带远景资源量有 350 亿吨油当量以上。

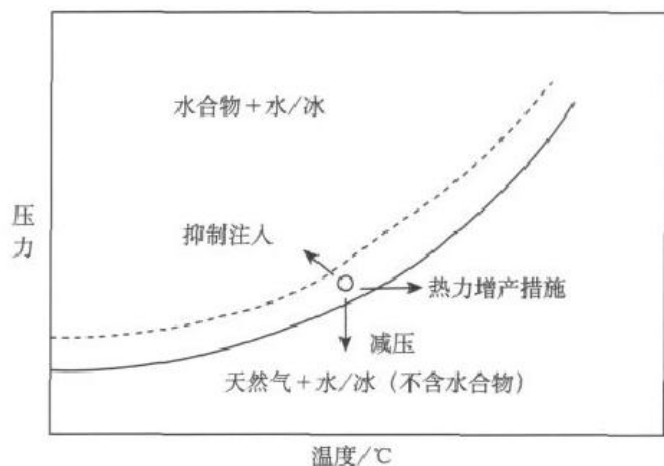
资料来源:万方数据,招商证券研发中心

三、开采技术有待完善，实现商业化开采影响深远

1、可燃冰开采方法与挑战

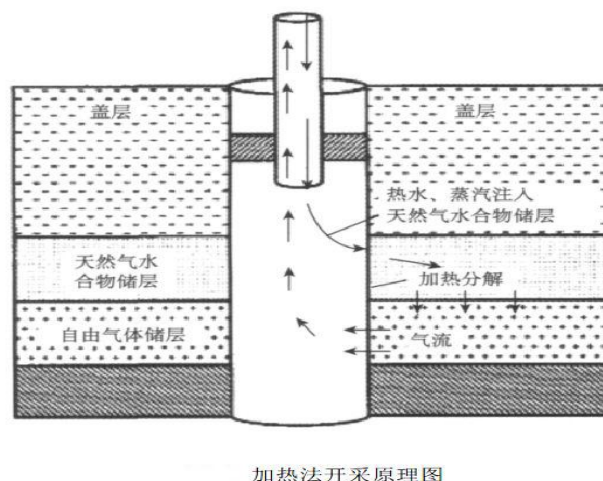
由于可燃冰非常不稳定，在常温和常压环境下极易分解，传统方法可以通过升高水合物的环境温度、降低水合物所处的压力、通过化学方法改变相平衡曲线等都可以实现天然气水合物的分解，即热激发开采法、减压开采法和化学试剂注入开采法，此外科学家还提出 CO₂ 置换开采法和固体开采法两种更新型的开采方法。日本在本次生产实验之前曾经分别于 2001 与 2007-08 年两次在加拿大进行联合开采实验（陆上开采），第一次采用热激发开采法，第二次采用减压法，证明减压法开采效率更高成本更低，因此被本次生产实验所采用。

图5：可燃冰分解原理



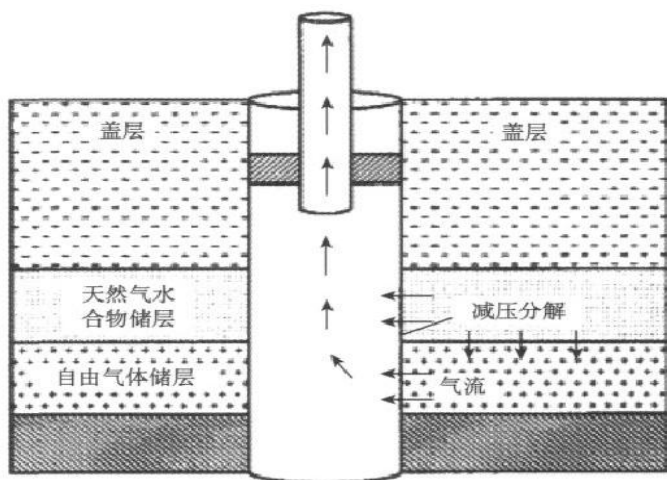
资料来源：万方数据，招商证券研发中心

图6：热激发开采法原理图



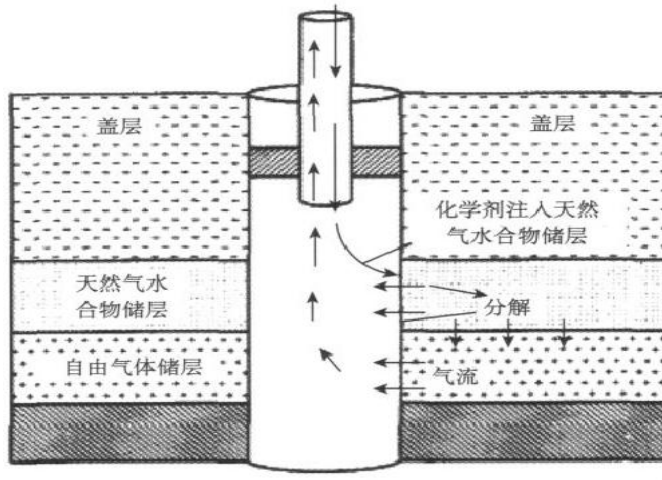
资料来源：万方数据，招商证券研发中心

图7：减压开采法原理图



资料来源：万方数据，招商证券研发中心

图8：化学试剂注入开采法原理图



资料来源：万方数据，招商证券研发中心

可燃冰传统开采方法

1) 热激发开采法。热激发开采法是直接对天然气水合物层进行加热，使天然气水合物

层的温度超过其平衡温度，从而促使天然气水合物分解为水与天然气的开采方法。这种方法经历了直接向天然气水合物层中注入热流体加热、火驱法加热、井下电磁加热以及微波加热等发展历程。热激发开采法可实现循环注热，且作用方式较快。加热方式的不断改进，促进了热激发开采法的发展。但这种方法至今尚未很好地解决热利用效率较低，成本较高的问题，而且只能进行局部加热，因此该方法尚有待进一步完善。

2) 减压开采法。减压开采法是一种通过降低压力促使天然水合物分解的开采方法。减压途径主要有两种：一是采用低密度泥浆钻井达到减压目的，二是当天然气水合物层下方存在游离气或其他流体时，通过泵出天然气水合物层下方的游离气或其他流体来降低天然气水合物层的压力。减压开采法不需要连续激发，成本较低，适合大面积开采，尤其适用于存在下伏游离气层的天然气水合物藏的开采，是天然气水合物传统开采方法中最有前景的一种技术。但它对天然气水合物藏的性质有特殊的要求，只有当天然气水合物藏位于温压平衡边界附近时，减压开采法才具有经济可行性。

3) 化学试剂注入开采法。化学试剂注入开采法通过向天然气水合物层中注入某些化学试剂，如盐水、甲醇、乙醇、乙二醇、丙三醇等，破坏天然气水合物藏的相平衡条件，促使天然气水合物分解。这种方法虽然可降低初期能量输入，但缺陷却很明显，它所需的化学试剂费用昂贵，对天然气水合物层的作用缓慢，而且还会带来一些环境问题，所以，目前对这种方法投入的研究相对较少。

新型开采方法

1) CO₂ 置换开采法。这种方法首先由日本研究者提出，方法依据的仍然是天然气水合物稳定带的压力条件。在一定的温度条件下，天然气水合物保持稳定需要的压力比 CO₂ 水合物更高。因此在某一特定的压力范围内，天然气水合物会分解，而 CO₂ 水合物则易于形成并保持稳定。如果此时向天然气水合物藏内注入 CO₂ 气体，CO₂ 气体就可能与天然气水合物分解出的水生成 CO₂ 水合物。而天然气水合物释放出的热量可使天然气水合物的分解反应得以持续地进行下去。

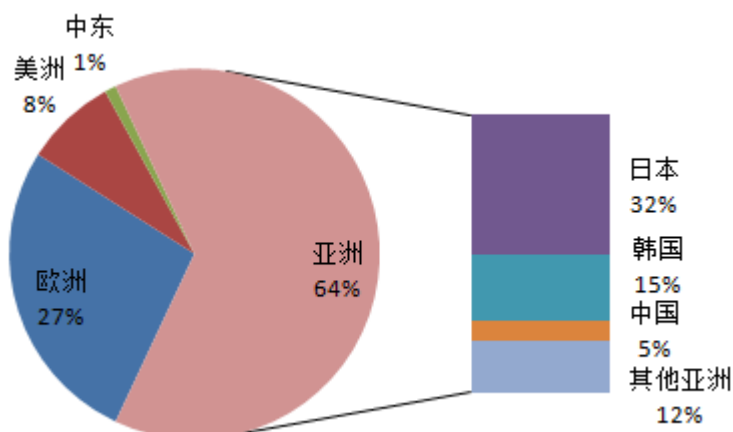
2) 固体开采法。固体开采法最初是直接采集海底固态天然气水合物，将天然气水合物拖至浅水区进行控制性分解。这种方法进而演化为混合开采法或称矿泥浆开采法。该方法的具体步骤是，首先促使天然气水合物在原地分解为气液混合相，采集混有气、液、固体水合物的混合泥浆，然后将这种混合泥浆导入海面作业船或生产平台进行处理，促使天然气水合物彻底分解，从而获取天然气。

当然开采可燃冰面临的挑战也非常明显，首先可燃冰在常温和常压环境下极易分解释放甲烷，而甲烷作为强温室气体一旦大量进入大气层将造成环境灾难；此外可燃冰经常作为沉积物的胶结物存在，它对沉积物的强度起着关键的作用，可燃冰的形成和分解能够影响沉积物的强度，进而诱发海底滑坡等地质灾害的发生。目前的技术水平仍未能大规模开发可燃冰，最大难点是保证井底稳定，使甲烷气不泄漏、不引发温室效应或海底滑坡，但美、日在 2020 以前有望实现商业开采。

2、可燃冰实现商业开采影响深远

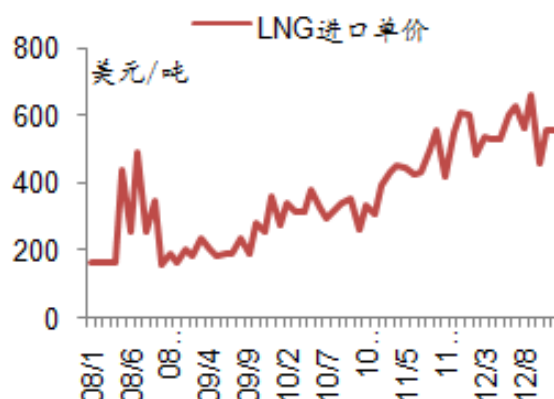
如果可燃冰实现商业开采，由于其储量大，能够在超过 100 年长期稳定供给；分布广，使得资源稀缺国家自给率明显提高，因此可燃冰对能源供需格局影响将远超其他任何一种能源。如果日本能够首先实现商业开采，由于日本是最大的 LNG 进口国，将对全球 LNG 贸易产生重要影响，使供应进一步宽松价格下降，扭转 LNG 价格上升趋势，有望拉低亚洲地区天然气成本，与美洲逐渐接近。

图9：2011年全球主要LNG进口地区比例



资料来源：BP，招商证券研发中心

图10：中国LNG进口均价不断攀升



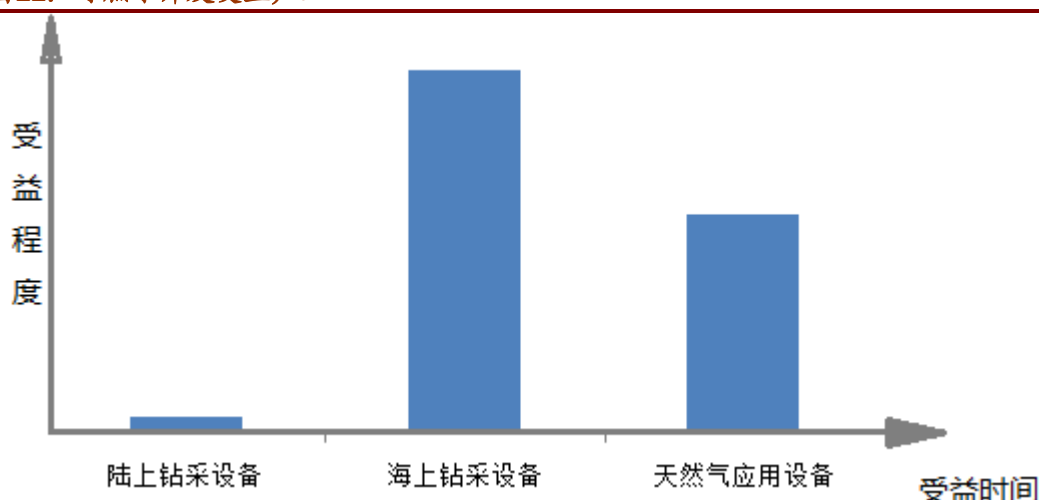
资料来源：Wind，招商证券研发中心

四、主题受益相关产业和公司

1、受益产业-海洋工程和天然气应用产业链将主要受益

海洋工程和天然气应用产业链将主要受益。由于可燃冰 99%分布于海底，因此海上钻采设备将主要受益，但在前期考虑开采难度或仍优先开采陆上和近海资源。此外可燃冰开采增加天然气供给，有望降低天然气使用成本，天然气使用比例进一步提高，下游应用设备受益。因此从受益时间排序为陆上钻采设备、海上钻采设备（包括生产设施和运输），天然气应用设备（天然气汽车、天然气发电），从受益程度排序为海上钻采设备、天然气应用设备、陆上钻采设备。

图11：可燃冰开发受益产业

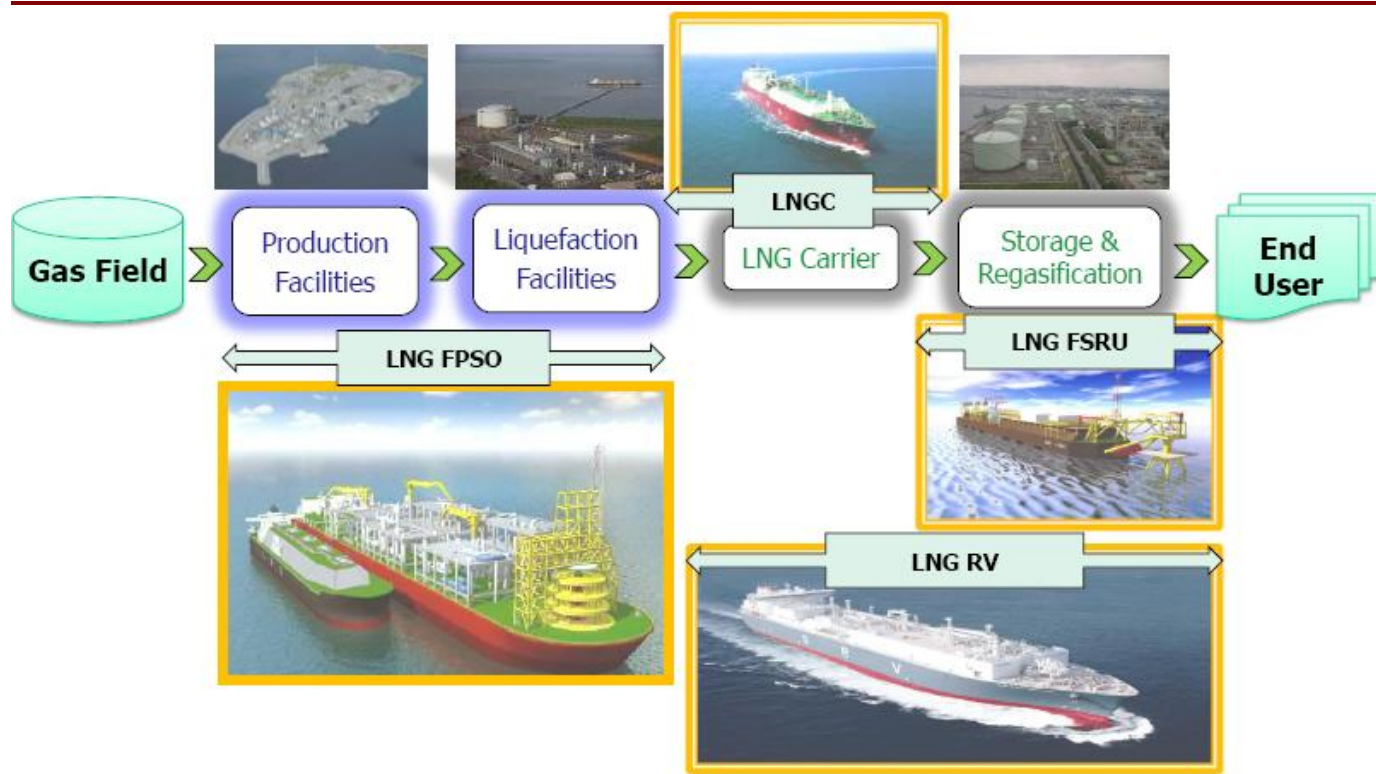


资料来源：招商证券

深水钻井平台、LNG 生产设施和 LNG 船增长前景看好。从目前发展趋势，海上开采向深水、超深水发展，开采可燃冰将增加对深水钻井平台需求。此外可燃冰开采需要运输回大陆，而资源输出国家还会将开采出来的天然气出口。在近海领域开采能够铺设海底管道输送，但在远海则必须依靠浮式天然气液化设施 FLNG 液化和 LNG 船运输。由于

深水钻井平台大多远离大陆，浮式天然气液化设施 FLNG 固定投资较海底管道降低 25%，建设期缩短 20~50%，且能够移动便于覆盖更多气藏资源。

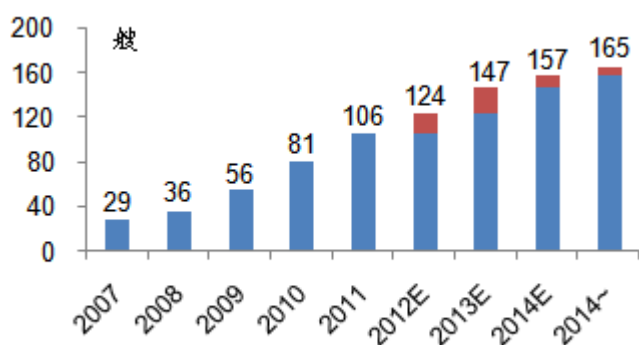
图12: LNG产业链



资料来源：SHI，招商证券

从上图可以看出海上LNG生产设施能够实现从气田到进入用户管道的所有功能，替代陆上LNG液化、气化设施。

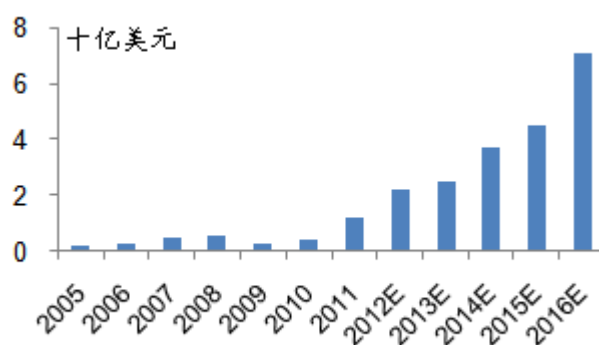
图13: 全球超深水钻井平台数量



资料来源：SHI，招商证券

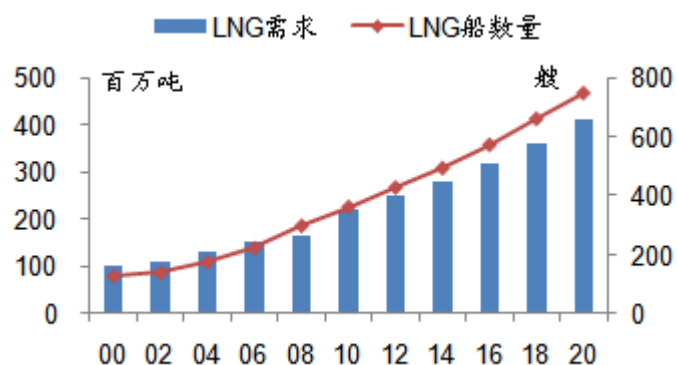
注:红色部分为新建平台

图14: 全球浮动液化设施FLNG投资额



资料来源：SHI，招商证券

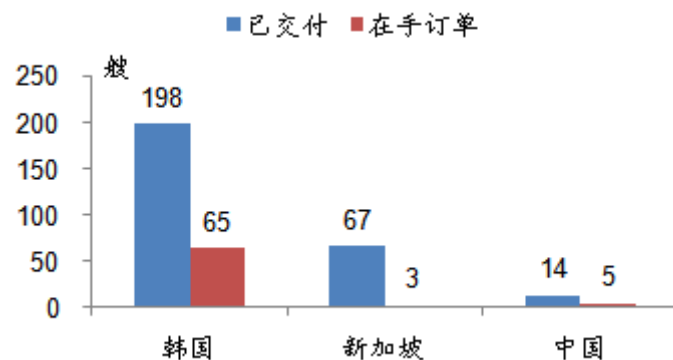
图15: LNG船受益全球LNG运输需求增长



资料来源: SHI, 招商证券

注:红色部分为新建平台

图16: 各国LNG船市场份额



资料来源: SHI, 招商证券

2、相关公司-杰瑞股份、富瑞特装、中集集团

由于可燃冰商业开采三年内仍难以实现，短期较难对业绩有正面贡献。从主题投资角度建议关注杰瑞股份（海上钻井设备油田服务）、富瑞特装（LNG 应用设备）、吉艾科技（测井设备）、中集集团（海洋工程）、中国重工（海上钻井平台）和中国船舶（LNG 船）。

表 2: 主要公司预测评级

	股价	11EPS	12EPS	13EPS	12PE	13PE	PB	评级
杰瑞股份	63.40	1.40	2.05	2.71	45	31	5.9	强烈推荐-A
富瑞特装	46.09	0.85	1.35	1.98	54	34	2.4	审慎推荐-A
吉艾科技	15.59	0.47	0.71	1.05	33	22	1.7	强烈推荐-A
中集集团	12.87	0.65	0.85	0.98	20	15	1.9	审慎推荐-A
中国重工	5.08	0.33	0.35	0.40	15	15	1.6	审慎推荐-A
中国船舶	21.44	0.45	0.40	0.45	48	54	1.5	中性-A

资料来源: 公司数据、招商证券

分析师承诺

负责本研究报告的每一位证券分析师，在此申明，本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

刘荣，招商证券机械行业首席分析师，招商证券研发中心研究董事。连续 5 年上榜《新财富》机械行业最佳分析师，连续两年第一名，两年第二名。连续三年水晶球卖方最佳分析师机械行业第一名。

蔡宇滨，清华大学管理科学与工程硕士，机械工程学士，2011-12 年新财富机械行业最佳分析师第二名(团队)。

投资评级定义

公司短期评级

以报告日起 6 个月内，公司股价相对同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为标准：

- 强烈推荐：公司股价涨幅超基准指数 20%以上
- 审慎推荐：公司股价涨幅超基准指数 5-20%之间
- 中性：公司股价变动幅度相对基准指数介于±5%之间
- 回避：公司股价表现弱于基准指数 5%以上

公司长期评级

- A：公司长期竞争力高于行业平均水平
- B：公司长期竞争力与行业平均水平一致
- C：公司长期竞争力低于行业平均水平

行业投资评级

以报告日起 6 个月内，行业指数相对于同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为标准：

- 推荐：行业基本面向好，行业指数将跑赢基准指数
- 中性：行业基本面稳定，行业指数跟随基准指数
- 回避：行业基本面向淡，行业指数将跑输基准指数

重要声明

本报告由招商证券股份有限公司（以下简称“本公司”）编制。本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告基于合法取得的信息，但本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。除法律或规则规定必须承担的责任外，本公司及其雇员不对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失负任何责任。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。

本报告版权归本公司所有。本公司保留所有权利。未经本公司事先书面许可，任何机构和个人均不得以任何形式翻版、复制、引用或转载，否则，本公司将保留随时追究其法律责任的权利。