

主题研究

洁净用煤，设备先行

新兴能源技术主题

2009 年 11 月 30 日

评级：优异

最近 52 周走势：

相关研究报告：

报告作者：

行业研究员：赵心、徐慧侃

电话：0510-82833217

Email: zhaoxin@glsc.com.cn

xuhk@glsc.com.cn

独立性声明：

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正。结论不受任何第三方的授意、影响，特此申明。

洁净用煤设备 2010 年年度投资策略

摘要：

- 煤炭的清洁高效利用是中国能源发展的战略选择。中国“多煤、贫油、少气”的资源结构，以及可再生能源短期内占比很小的现实决定了未来很长一段时间内煤炭仍将是中国的主体能源。然而煤炭的利用受到资源和环境承载能力的限制，必须采用煤炭的清洁高效技术，才能缓解中国能源短缺的压力和能源消费与环境承载能力的矛盾。传统能源改造升级和清洁能源的开发利用是能源战略不可偏废的两个方面，并且在新能源占比很小的情况下，前者更是起到了后者不可替代的作用。
- 煤炭的清洁高效利用是当前节能减排最重要和最现实的手段之一。煤炭的使用是中国最大的温室气体来源。随着国际减排趋势日益增强，中国的减排压力也日益增加，而煤炭的清洁高效利用是当前节能减排的最重要手段之一。
- 煤炭清洁高效利用设备具有良好的投资前景。由于煤炭的清洁高效利用将成为能源利用的新热点，在不久的将来将出台的《新兴能源发展规划》中，煤炭的清洁高效利用将被提到重要的地位，煤炭清洁高效利用设备将迎来快速增长。我们对煤炭清洁高效利用领域的主要技术进行了分析，根据技术的应用领域、成熟度和推广的可能性判断，煤炭的高效采掘设备、清洁高效燃煤设备和煤气化设备在目前来看发展前景和短期效益结合良好，是良好的投资领域。
- 我们推荐以下的投资组合：
 - 天地科技（600582）——煤炭采掘机械龙头；
 - 科达机电（600499）——煤气化设备领域的拓荒者；
 - 海陆重工（002255）、华光股份（600475）——Shell 煤气炉核心部件制造商；
 - 航空动力（600893）——中国燃气轮机的希望；
 - 哈空调（600202）——超临界、超超临界空冷设备国产化制造商。

1. 煤炭的清洁高效利用是中国能源战略的必由之路

1.1 煤炭是中国能源战略的基石

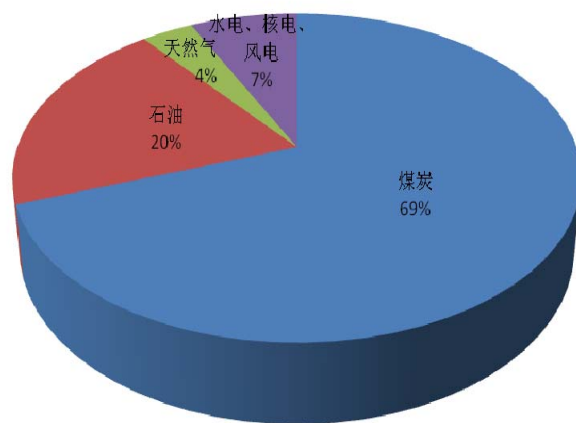
资源结构决定煤炭是中国的主体能源。中国的地质条件决定了中国是一个“多煤、贫油、少气”的国家，在我国探明的化石能源储量中，煤炭占 94.3%，石油、天然气仅占 5.7%。这决定了煤炭在中国能源结构中的地位。

图表 1：中国煤炭、石油、天然气储量情况

资源	项目	数量	备注
煤炭	查明资源储量（亿吨）	10201	数据来源：国土资源部，2002 年末数据
	探明可直接利用储量（亿吨）	1886	
石油	远景资源量（亿吨）	1086	数据来源：2007 年新一轮全国油气资源评价
	可采资源量（亿吨）	212	
天然气	可采资源量（万亿立方米）	22	

数据来源：国联证券研究所

图表 2：中国能源消费占比图（2007 年数据）



数据来源：国家统计局 国联证券研究所

煤炭是中国能源安全的重要保证。

背景材料：中国主要不可再生能源进口依赖情况。

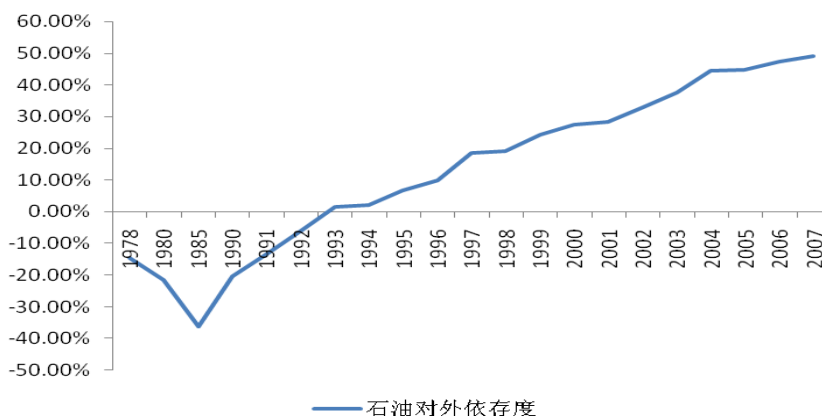
2008 年中国原油产量 1.87 亿吨，消耗量 3.84 亿吨，对外依存度为 51%。2020 年，中国的石油依存度将超过 64%。

天然气方面，根据社科院的预测，到 2020 年中国的天然气需求量将达到 2000 亿立方，其中一半需要进口。

中国铀矿资源有限，总储量为 10 万吨，其中 4.88 万吨为确定可开采量。2007 年国内铀产量 750 吨，而发电消耗 1500 吨。

（1）不可再生能源数量有限，大量依赖进口。由于经济的快速发展，中国的能源需求不断增长，而作为目前能源主体的不可再生能源，除煤炭以外，都大量依赖进口。一个国家的能源安全显然不可能建立在进口上，对于中国这样的大国尤其如此。

图表 3：中国石油对外依存度



数据来源：国家统计局 国联证券研究所

背景材料：中国主要可再生能源发展情况。

2007 年底，全国水电容量 1.45 亿千瓦，占全国发电容量的 19%，根据中国长期可再生能源规划，到 2020 年，中国水电容量将达到 3 亿千瓦，占经济可行的水力发电资源的 75%，尽管如此，水电容量占全国发电容量的比例也仅为 20% 左右。

2020 年中国风电的装机容量将达到 8000 万千瓦，但这也仅占全国发电容量的 5.3%。

2020 年太阳能发电将达到 2000 万千瓦，然而这也仅占到全国发电总容量的 1.3%。

(2) 可再生能源增长很快，但短期内在能源结构中所占比例仍然较小。可再生能源尽管发展快速，但是由于基数小，短期内在能源结构所占比例仍然较小。作为未来发展方向的可再生能源，在未来较长一段时间里难以担当能源主力的重任。

图表 4：中国可再生能源发展规划

	总装机容量/年产量	
	2010 年	2020 年
风力发电	500 万千瓦	8,000 万千瓦
太阳能发电	30 万千瓦	2,000 万千瓦
水力发电	1.9 亿千瓦	3 亿千瓦
生物质能	550 万千瓦	3,000 万千瓦
生物质能燃料	100 万吨	5 千万吨
沼气利用	190 亿立方米	440 亿立方米
生物乙醇使用	200 万吨	1,000 万吨
生物柴油使用	20 万吨	200 万吨
中国中长期发展规划中的可再生能源目标，其中风电、光伏已做修改		

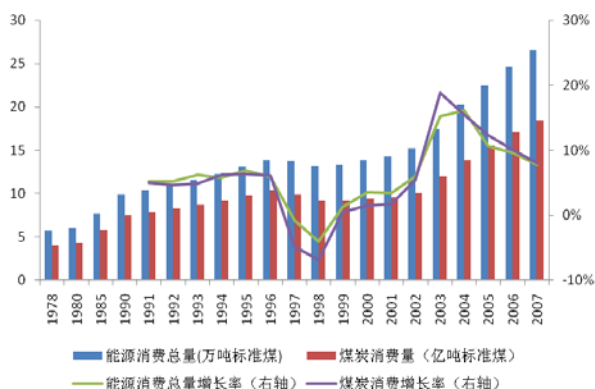
数据来源：《可再生能源中长期发展规划》 国联证券研究所

在一次能源供应紧张，可再生能源供应量很小的青黄不接时刻，煤炭仍将担负保障国家能源安全的重任。

1.2 资源、环境承载力是对煤炭利用的极大挑战

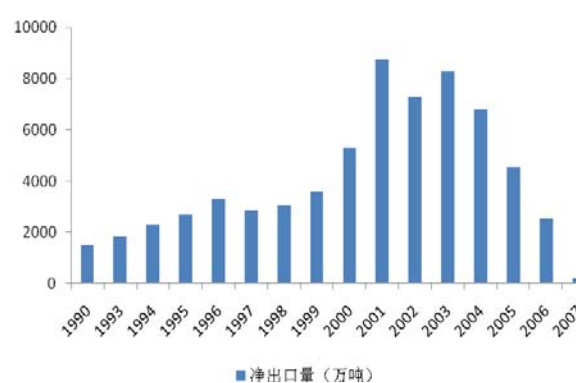
煤炭需求仍将不断增长。将所有影响煤炭需求的因素考虑在内，包括节能、新能源代替等因素，中国的煤炭需求仍将增长。中国煤炭工业发展研究中心预测，自 2010 年至 2020 年煤炭需求将达到 32 亿吨，年均增长率为 1.3%（2008 年中国煤炭产量 28 亿吨）。

图表 5：中国能源及煤炭消费量变化情况



数据来源：国家统计局 国联证券研究所

图表 6：煤炭净出口量变化情况



数据来源：国家统计局 国联证券研究所

图表 7: 煤炭出口关税调整情况

时间	煤炭出口退税率	炼焦煤出口退税率	煤炭出口关税
2004 年前	13%	13%	-
2004 年 1 月	11%	5%	-
2004 年 5 月	-	0%	-
2005 年 5 月	8%	-	-
2006 年 9 月	0%	-	-
2006 年 11 月	-	-	-
2008 年 8 月	-	-	10%

数据来源:《2009 中国能源运行报告》 国联证券研究所

图表 8: 各机构对中国未来煤炭需求的预测

	2010 年	2020 年
国家发改委	26 亿吨	
中国煤炭运销协会	26 亿吨	29 亿吨
中国煤炭工业发展研究中心	28 亿吨	31.70 亿吨
中国煤炭工业协会	25 亿吨	29 亿吨

注: 在各机构的预测中, 普遍将煤炭高效利用和节能因素考虑在内, 否则未来煤炭的需求量将远远超过上表中的量。

数据来源: 国联证券研究所

煤炭利用的资源、环境承载力是有限的。

(1) **煤炭开采难度日益增大。**尽管从上面的数据看起来, 煤炭需求的绝对增长率并不高, 然而我们不能忽视以下的问题。煤矿的开采难度将不断加大, 目前中国大中型煤矿的平均开采深度已超过 400 米, 到 2010 年, 平均开采深度将达到 500 米。

(2) **煤炭开采浪费严重。**目前国有重点煤矿的平均机械化程度接近 83%, 一些煤矿能达到 100%, 但中国的平均机械化率只有 45%。约 58% 的小煤矿仍然沿用人工炮采方法, 危险且留煤量大。中国煤矿的平均回采率只有 30-35%, 小煤矿的回采率更是低至 10-15%。

(3) **煤炭开采利用的环境问题严重。**煤炭开采、运输和利用会带来严重的环境污染。据绿色和平组织的测算, 2007 年中国因煤炭造成的环境、社会和经济等外部损失超过人民币 17,000 亿元, 相当于中国当年国内生产总值的 7.1%。

图表 9: 煤炭开采、利用引起的环境问题

	环境问题产生环节	环境问题内容	污染程度
大气污染	煤炭开采	矿井瓦斯排空	全国煤矿瓦斯排放超过 153.3 亿立方, 相当于排放 2.2 亿吨二氧化碳
		煤矸石自燃释放气体	煤矸石自然产生大量二氧化硫、二氧化碳、一氧化碳等有毒有害气体; 全国矸石山超过 1500 座, 长期自燃的约 389 座。
	煤炭贮存、运输	煤尘污染	全国贮煤产生的煤尘量达 1000 万吨左右, 不仅污染空气, 而且资源浪费
	煤炭利用过程	二氧化硫、一氧化碳、悬浮颗粒物、氮氧化物	我国燃煤产生的二氧化硫排放量占全国同类排放物总排放量的 75%; 二氧化氮的排放量占全国同类排放物总排放量的 85%; 一氧化碳排放量占全国同类排放物总排放量的 60%; 总悬浮颗粒 (TSP) 排放量占总排放量的 70%。

水污染	煤炭开采	对水均衡系统的破坏	煤炭开采使地下水位大幅下降，地面水系枯竭。而在中国的矿区缺水是普遍的现象，据调查，全国 96 个国有重点矿区中，缺水矿区占 71%，其中严重缺水的占 40%。而煤炭开采对水均衡系统的破坏更使得缺水情况雪上加霜。山西、陕西、内蒙古等矿区出现了生态条件不可逆转的破坏性损失。
		污水排放	每年抽出的矿井水超过 45 亿立方米，只有 44% 左右经过处理。矿井水中含有大量的煤泥、泥沙、重金属离子等有毒有害物，不仅污染严重，而且浪费资源。
	煤炭洗选、贮存、运输	污水排放	每年全国排放的选煤废水超过 4000 万吨，同时煤炭装卸时需用大量的降尘用水。
土壤污染	开采、加工、利用的各阶段	固体废弃堆放	不仅占用大量土地，而且造成土壤污染。全国煤矸石累计堆存量超过 42 亿吨，占地 26 万亩。
土地塌陷	开采	矿区土地塌陷	全国煤矿采空塌陷面积超过 70 万公顷，据测算，对于井工开采，每开采 1 万吨就会造成 0.01-0.29 公顷的土地塌陷。

数据来源：国联证券研究所

图表 9：煤炭开采、利用引起的环境问题

	环境问题产生环节	环境问题内容	污染程度
大气污染	煤炭开采	矿井瓦斯排空	全国煤矿瓦斯排放超过 153.3 亿立方，相当于排放 2.2 亿吨二氧化碳
		煤矸石自燃释放气体	煤矸石自然产生大量二氧化硫、二氧化碳、一氧化碳等有毒有害气体；全国矸石山超过 1500 座，长期自燃的约 389 座。
	煤炭贮存、运输	煤尘污染	全国贮煤产生的煤尘量达 1000 万吨左右，不仅污染空气，而且资源浪费
	煤炭利用过程	二氧化硫、一氧化碳、悬浮颗粒物、氮氧化物	我国燃煤产生的二氧化硫排放量占全国同类排放物总排放量的 75%；二氧化氮的排放量占全国同类排放物总排放量的 85%；一氧化碳排放量占全国同类排放物总排放量的 60%；总悬浮颗粒（TSP）排放量占总排放量的 70%。
水污染	煤炭开采	对水均衡系统的破坏	煤炭开采使地下水位大幅下降，地面水系枯竭。而在中国的矿区缺水是普遍的现象，据调查，全国 96 个国有重点矿区中，缺水矿区占 71%，其中严重缺水的占 40%。而煤炭开采对水均衡系统的破坏更使得缺水情况雪上加霜。山西、陕西、内蒙古等矿区出现了生态条件不可逆转的破坏性损失。
		污水排放	每年抽出的矿井水超过 45 亿立方米，只有 44% 左右经过处理。矿井水中含有大量的煤泥、泥沙、重金属离子等有毒有害物，不仅污

			染严重，而且浪费资源。
	煤炭洗选、贮存、运输	污水排放	每年全国排放的选煤废水超过 4000 万吨，同时煤炭装卸时需用大量的降尘用水。
土壤污染	开采、加工、利用的各阶段	固体废弃堆放	不仅占用大量土地，而且造成土壤污染。全国煤矸石累计堆存量超过 42 亿吨，占地 26 万亩。
土地塌陷	开采	矿区土地塌陷	全国煤矿采空塌陷面积超过 70 万公顷，据测算，对于井工开采，每开采 1 万吨就会造成 0.01-0.29 公顷的土地塌陷。

数据来源：国联证券研究所

1.3 煤的清洁、高效利用是中国能源战略在未来很长一段时间内的必由之路

煤的清洁、高效利用是在短期内解决煤炭需求的持续增长和资源、环境承载能力有限的矛盾的最佳方法。降低煤炭的绝对使用量无疑是解决煤炭利用带来的种种环境问题的最佳方法。然而我们在上面已经提到，可再生能源尽管飞速发展，但是短期内远远无法达到减少煤炭消费总量的效果。因此，必须通过煤的清洁、高效利用来缓减这一矛盾。比如，通过提高煤炭回采率，节约有限的煤资源；开发低浓度瓦斯气和煤矸石的利用方法，变废为宝；提高煤炭的燃烧效率等等方法，将大大节约煤炭资源，降低煤炭需求增速。

2. 煤炭的清洁高效利用是当前减排的最重要和最现实手段之一

2.1 煤炭是中国最主要的温室气体来源

煤炭利用是中国最主要的温室气体来源。煤炭的二氧化碳排放是所有化石燃料中最高的，我国的能源结构中，煤炭的使用量在 60%以上。根据国际能源署的《世界能源展望 2007》，2005 年，中国煤炭利用的二氧化碳排放量达到 36.07 亿吨，占化石能源碳排放量的 78%。

2.2 中国面临日益加剧的减排压力

减少温室气体排放是全球不可动摇的目标。联合国气候专家委员会（IPCC）2007 年发表了第四次气候评估报告，报告中指出，气候系统的变暖是不容置疑的。观测到的 20 世纪中叶以来大部分全球平均温度的升高，很可能是由于观测到人为温室气体浓度增加所导致的，结论可靠性在 90%以上。人为变暖可能导致一些突变的或不可逆转的影响。气候变暖将为人类带来一

系列的问题，影响到人类的发展和生存。减排成为人类迫切需要直面的问题。IPCC 提出了相应的减排参考范围，特别是发达国家到 2020 年要减排 25%-40%，全球的国家都面临巨大的减排压力。

哥本哈根会议或将全球减排推上一个更高点。2012 年后《京都议定书》的第一承诺期结束，但对抗变暖的努力需要继续贯彻并大大加强。因此 2007 年底的印尼巴厘岛气候大会上，各国同意启动一个为期两年的谈判计划，旨在到 2009 年底的丹麦哥本哈根大会上达成这个新的气候协议。

中国将面临更严峻的减排压力。无论哥本哈根会议的结果如何，减排的趋势不会改变，并会继续增强。尽管从目前来看，各国对于哥本哈根的谈判文本仍然存在巨大的分歧，哥本哈根会议的结果的确存在变数，但是各国在减排的量和压力将大于京都议定书几乎是确定的趋势，只是各国还需要为所负担的责任讨价还价而已。另一方面，中国将面临更大的减排压力。在《京都议定书》中，中国并不负有强制的减排责任，并且可以享受清洁发展机制的收益。然而目前中国的碳排放量已超过美国位居世界第一，发达国家纷纷盯着中国，要求中国承诺减排责任的呼声越来越高，中国未来减排的压力将越来越大。

背景材料：部分国家对于碳定价制度的态度

法国总统萨科奇曾公开表示，中国如果不针对其出口产品征收合理的碳排放税收，那么欧盟将会对其进行制裁。美国国会也在 09 年 3 月发布碳关税提案，建议对不采取减排行动的国家输美的相关商品征收能耗补偿。

如果碳定价制度实行，将对中国的经济发展模式产生冲击。瑞士信贷第一波士顿银行曾经发布报告，称在丹麦哥本哈根会议上，将推动更多国家引进碳定价(carbon pricing) 制度。鉴于中国等亚洲新兴市场经济国家在国际碳排放中所占据的比重日渐提升，美国很可能会联合欧盟、日本等发达国家与地区提出强化亚洲新兴工业化国家的碳排放义务。如果碳定价制度强制实行，中国高能耗的工业格局将面临挑战。高资源、高耗能，先污染、后治理的发展模式将难以为继。

2.3 清洁高效用煤技术是目前实现减排的最重要力量和最现实手段之一

推广清洁高效用煤技术是目前实现减排的重要手段。作为煤炭使用大国，短期内煤炭使用量无法下降，可再生能源占比仍然很小。仅仅依靠可再生能源的来实现减排，短期内仍然是杯水车薪。因此减排须从源头着手，提高煤炭的利用效率，达到碳减排的目的。如果将煤炭的利用效率提高 1%，每年将可节约 1800 万吨左右标准煤，这约相当于 2000 万千瓦的光伏发电一年节省的煤炭耗用量（以目前火电的平均耗煤量计算）。

3. 煤炭的清洁高效利用具有高度可行性

背景材料：支持鼓励煤炭清洁高效利用的部分政策

1995 年,《中国洁净煤技术“九五”规划和 2010 年发展纲要》,将发展洁净煤技术作为我国能源发展的战略选择。《煤炭工业“十五”规划》中,洁净煤战略位列四大战略之一。《煤炭工业发展“十一五”规划》中明确指出,煤炭工业必须转变经济增长方式,加快结构调整,走资源利用率高、甘泉有保障、经济效益好、环境污染少、全面协调和可持续的发展道路。煤炭的清洁高效利用正是实现这一目标的重要组成部分。

背景材料：可再生能源与煤炭清洁高效利用的效益比较案例

假设投资 1000 亿元用于光伏,以目前的成本可以建设约 200 万千瓦的装机容量,按照目前国内的平均煤电耗煤量,每年可少用煤 178 万吨;而投资超过临界发电设备,可建设约 2000 万千瓦的装机容量,按照每千瓦时节约煤 57 克计算,每年可节约用煤 570 万吨。

3.1 政策支持和鼓励煤炭的清洁高效利用

政策支持和鼓励煤炭的清洁高效利用。煤的清洁高效利用是中国长期以来的重要能源战略政策。在实际应用领域,很多节能政策都适用于煤炭的清洁高效利用,而在煤炭开采、电力、金属冶炼、化工等领域则有很多与煤炭利用密切相关的节能政策。在即将出台的《新兴能源产业规划》中,煤炭的清洁高效利用将被提到重要的地位。传统能源改造升级和清洁新能源的开发利用是能源战略不可偏废的两个方面,并且在新能源占比很小的情况下,前者更是起到了后者不可替代的作用。

3.2 中国的煤炭清洁、高效利用具有技术和经济可行性

煤的清洁、高效利用具有很大的提升空间。目前中国的煤炭利用效率较低,提升空间很大。比如,煤矸石的利用率只有 44.3%,造成大量煤矸石堆放,占据土地、污染环境;在煤电领域,日本、德国等发达国家的煤耗水平约为 300 克/度,而中国的火电机组的平均煤耗水平约为 357 克/度,仍有较大的提升空间;在减排领域,如在火电领域采用 IGCC 技术,二氧化碳排放量将可达到普通燃煤电站的 1/10,如果再加上 CCS 技术,有望实现二氧化碳的近零排放。

煤炭的清洁、高效利用具有很高的经济价值。第一,目前中国的煤炭利用效率与发达国家相比较低,尚有很多低成本的清洁高效用煤技术可以采用。比如,如果采用煤炭气化技术,将煤转变为煤气,将提高煤炭的利用效率;第二,即使一些目前成本较高的清洁高效用煤技术,与其他一些可再生能源技术相比,仍具有很高的成本优势。

图表 10: 各种能源发电成本比较

能源类型	设备造价(元/KW)	发电成本(元/KWh)	年发电小时数
常规燃煤火电	3300-4200	0.25-0.30	5000-6000
超超临界	5000	0.20-0.23	5000-6000
IGCC	6500	0.53	5000-6000
水电	6000-7000	0.3	2500-3500
风电	8000-10000	0.5	2000-2500
光伏	55000-60000	2-2.5	2000-3000
核电	10000-12000	0.5-0.6	7000-8000

数据来源: 国联证券研究所

3.3 碳交易机制是煤炭清洁、高效利用的重要推动力量

背景材料：碳交易机制概述

根据《京都议定书》的规定，目前存在三种碳交易机制，一是联合履约（JI），发达国家间通过项目合作，转让实现的减排单位（EUR）；二是清洁发展机制（CDM），发达国家提供资金与技术，与发展中国家开展项目合作，实现“经核证的减排量”（CER）；三是排放贸易（ET），发达国家将其超额完成的减排量，以贸易方式直接转让其他未能完成减排义务的发达国家。此外，还存在自愿交易（VT）方式，政府、企业、非政府组织、个人等主体为了对自己排放的温室气体进行各种形式的抵偿，自愿交易碳信用额。相应的，碳交易市场也分为强制减排市场和自愿减排市场。

3.3.1 碳交易的前世今生

《京都议定书》规定了发达国家在 2008 年-2012 年的承诺期内的减排目标。但是，由于发达国家的能源利用效率高，能源结构优化，新的能源技术已经被大量采用，进一步减排的成本高、难度大。而发展中国家，能源效率低，减排空间大，减排成本低。为了平衡减排成本的价差和减排供求的地区差异，碳交易市场应运而生。

3.3.2 碳交易是低碳经济的重要组成部分

碳交易是实现低碳经济自我驱动的重要力量。低碳经济不是简单的减少温室气体的排放，也不是政府的强制性规定和制度约束下的节能减排措施，而是在节能减排技术和创新制度基础上的可持续的可自我驱动的经济体系。在这一体系中，碳交易将起到节能减排技术价值发现的作用，构建低碳经济的流通体系。

碳交易市场是发达国家激烈竞争的新领域。目前，从碳交易的覆盖范围来看，可以分为全球性减排市场（以 EU-ETS 碳期货市场为代表）和区域性减排市场。全球性减排市场基于《京都议定书》，欧洲国家是最积极的倡导者，但由于美国未能通过《京都议定书》，成为该市场最大的不确定性。美国虽然在碳减排方面态度消极，但是在碳交易市场建设方面却不甘于人后，芝加哥气候交易所（CCX）是全球第一家自愿减排碳交易市场，并积极推动建立北美气候交易体系。此外，亚洲地区也纷纷酝酿成立碳交易市场。

后京都时代碳交易机制仍将保持发展。尽管对于《京都议定书》第一阶段之后，全球的减排将走向何方还存在变数，但是我们认为碳交易机制作为全球减排努力的重要组成部分和低碳经济的要件，仍将保持发展。在悲观的情形下，后京都时代无法建立有效的全球减排机制，CDM 终止，碳市场将受到重大打击，但是区域性的交易体系和自愿减排市场仍将存在，只是发展进程和规模在短期内受到挫折；乐观情形下，类似于 CDM 的机制仍然存在，并且发挥更加重要的作用，碳交易市场蓬勃发展。不管是什么情形，我们判断，碳交易机制和市场仍将保持发展。

3.3.3 碳交易机制将推动煤炭清洁高效利用技术的推广

CDM 机制将使成本较高的煤炭清洁高效利用技术的应用成为可能。CDM 要求的是发达国家在发展中国家自身减排的基础上，通过 CDM 项目取得额外的减排量，这才能够作为国内高成本减排量的代替品。CDM 的存在，使得很多高成本的技术得以应用，如低浓度煤层气的开发利用、超超临界发

背景材料：碳交易市场发展概况

尽管自愿减排交易市场目前规模很小，但是发展迅速，2008年芝加哥气候交易所的交易额已经超过3亿美金。在中国国内，特定区域和行业内的探索性碳排放交易也在紧锣密鼓地展开。2008年，北京、上海、天津三家环境权益交易所挂牌成立；2009年，山西吕梁节能减排项目交易中心、武汉、杭州、昆明等交易所相继成立，大连、广州等交易所也在筹备中。

电技术、IGCC技术、碳捕获和碳封存等，都有可能通过CDM实现商业化。

自愿减排交易市场和国内市场的兴起将为煤炭清洁高效利用技术的推广增添动力。自愿减排交易市场对额外性的要求不高，因此，该市场的存在一方面使得碳交易更加自由灵活，另一方面，本身具有经济价值的煤炭清洁高效利用技术将更具有经济上的竞争力，使得煤炭清洁高效利用技术的推广更添动力。

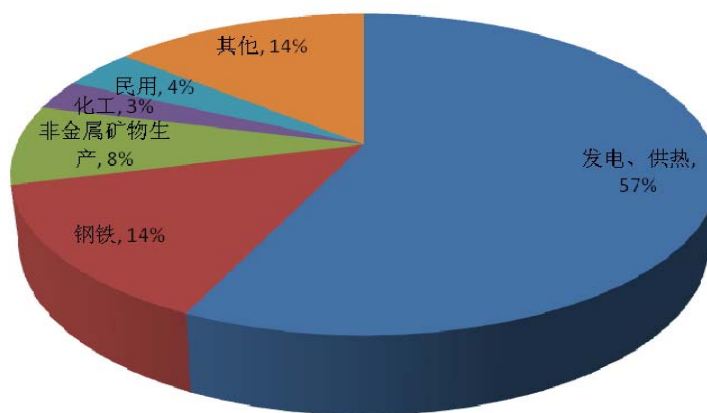
4. 煤炭清洁、高效利用设备具有广阔发展前景

低碳经济的基础是绿色技术和设备的竞争。煤炭的清洁高效利用是低碳经济的重要组成部分。在煤炭的清洁高效利用被提升到新的高度的时候，煤炭清洁高效利用设备也就具备了快速成长的机会和广阔的发展空间。

4.1 煤炭的应用领域

煤炭的应用领域。发电、供热、钢铁、化工、非金属矿物生产、民用等是煤炭应用的最大领域。

图表 11：煤炭应用领域



数据来源：国联证券研究所

4.2 清洁高效用煤的技术路线

4.2.1 煤炭开采阶段的技术

高效采煤技术。高效采煤技术包括将机械化、自动化开采装备用于深厚冲积层大型深井的技术，用于较薄煤层的短壁综采装备，工作面自动控制系统，煤巷快速掘进成巷技术，矿井新型辅助运输装备、煤矿提升、装车配煤技术与装备，以及矿井信息网络自动化系统等。

选煤技术。选煤是提高燃烧效率、降低灰分产生并降低污染的重要措施。

背景材料：煤炭机械化目标

根据国家发改委《煤炭工业发展“十一五”规划》的目标，至2010年，我国大型煤矿采掘机械化程度达到95%以上，中型煤矿达到80%以上，小型煤矿机械化、半机械化程度达到40%；安全高效煤矿达到380个，产量占全国的45%。

目前，跳汰、重介和浮选是中国主要的选煤方法。短期内，传统浮选仍将是炼焦煤选煤厂细粒煤洗选的主要方法；未来，由于更高的分离效率，重介方法将成为主要的选煤方法。干选和动筛跳汰在一些干旱或缺水地区则将发挥一定作用。

煤层气和煤矿瓦斯开采和利用技术。煤层气和煤矿瓦斯的抽采利用在我国由来已久，并且具有多样化、实用性强的特点。但是由于目前很多矿井的煤层气抽采浓度在10%-20%之间，达不到《煤矿安全规程》30%的利用要求，大量的煤层气仍然被排空，造成了大量的能源浪费和严重的温室气体排放。未来中国煤层气的开发利用发展方向是低浓度瓦斯的利用技术，主要包括低浓度瓦斯的提纯技术和低浓度瓦斯发电技术。

4.2.2 煤炭利用阶段的技术

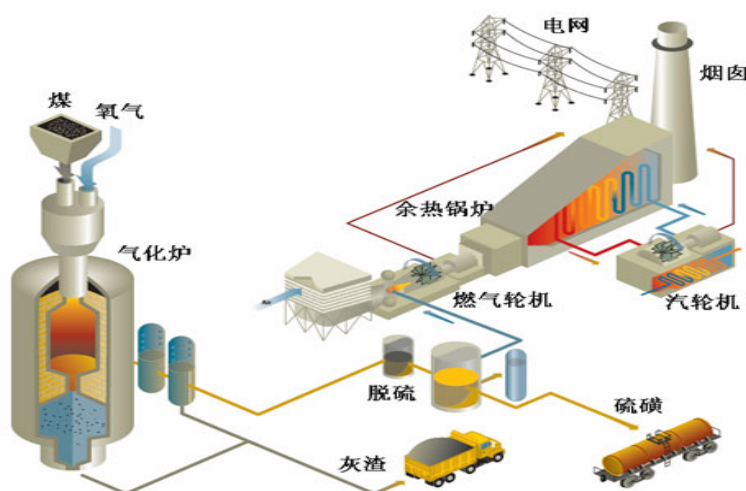
（1）超临界、超超临界发电技术

超临界、超超临界发电技术是指提高蒸汽参数的压力和温度，采用中间再热技术，将初参数提高到超临界状态，其中超临界的压力超过22.115MPa，温度超过347.15℃，超超临界的压力超过27MPa，温度超过580℃。超临界、超超临界技术可提高可用能的品位和热能转换效率，这是大容量火电机组提高效率的主要方向。与同容量亚临界火电机组比较，超临界机组可将发电厂热效率提高2-2.5%，超超临界机组可提高6-7%。

（2）整体煤气化联合循环发电技术（IGCC-Integrated Gasification Combined Cycle）

IGCC技术是一种把燃气-蒸汽联合循环发电系统与洁净的煤气化技术结合起来的洁净煤发电技术。IGCC的发电效率高，目前可达43%-45%，提升潜力大，未来有望提高到50%-60%；污染物脱除率高，98%以上的污染物可被脱除，污染物排放仅为常规燃煤电站的1/10；耗水量低，只有常规电站的1/2-1/3。IGCC技术是未来洁净煤电最有前景的技术之一。

图表 12: IGCC 示意图



数据来源：国联证券研究所

背景材料: 国内外 CCS 政策与实践

2009 年英国能源和气候变化部发布的“清洁煤炭”计划草案曾明确提出，英国境内以煤炭为燃料的火电厂必须具备碳捕获和封存技术。

2005 年 12 月和 2006 年 2 月，国家科技部分别和英国、欧盟签署了二氧化碳捕集与封存的谅解备忘录，标志中国政府组织和领导的创新型研究正式启动。

国内首个碳捕获项目是华能集团北京高碑店项目，年捕获 3000 吨二氧化碳，第二个项目华能集团上海石洞口第二电厂碳捕获项目也在 09 年 9 月在沪开工，年捕获二氧化碳 10 万吨。国内西安热工研究所、煤炭科学研究总院等机构都有开展 CCS 技术的研发。

(3) 增压流化床燃烧联合循环发电技术 (PFBC-CC)

增压流化床燃烧技术的原理与常压流化床燃烧大体一致。采用增压 (6-20 个大气压) 燃烧后，燃烧效率和脱硫效率得到进一步提高。从 PFBC 锅炉出来的加压烟气，可进入燃气轮机膨胀做功。通过燃气/蒸汽联合循环发电，发电效率得到有效提高，目前比相同蒸汽参数的单蒸汽循环发电提高 3-4%，同时可减少燃煤对环境的污染。增压流化床技术适合改造现有燃煤电站，是主要的洁净煤发电技术之一。

(4) 煤化工

以煤作为原料生产化工原料可降低石油、天然气的化工需求量，而将石油、天然气更多地应用于燃烧，可减少二氧化碳的排放，缓解燃煤的污染。目前煤化工的主要发展路径有：煤制甲醇、二甲醚等燃料，煤制烯烃、乙二醇等化工原料，煤制油等。从长远来看，煤基多联产是煤炭的最佳利用方式。

(5) 燃料电池

燃料电池是一种将储存在燃料和氧化剂中的化学能，直接转化为电能的装置。依据电解质的不同，燃料电池分为碱性燃料电池 (AFC)、磷酸型燃料电池 (PAFC)、熔融碳酸盐燃料电池 (MCFC)、固体氧化物燃料电池 (SOFC) 及质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 等。燃料电池不受卡诺循环限制，能量转换效率高，洁净、无污染、噪声低，模块结构、积木性强、比功率高，既可以集中供电，也适合分散供电。从长远发展看，高温型 MCFC 和 SOFC 系统是利用煤炭资源进行高效、清洁发电的有效途径，发电效率可达到 50%-60%。

(6) 在民用、工业领域提高煤炭的使用效率。

这具有较多的技术方法，而煤气化是其中最重要的方法之一。目前直接燃煤锅炉的效率仅为 60% 左右，而采用煤气化技术将大大提高煤炭的热效率，

可达到 80%以上，且在环保方面具有很大的优势。

4.2.3 未来技术展望

碳捕获与封存技术可望实现煤炭利用的零排放。尽管通过清洁高效利用煤炭，可以降低煤炭利用带来的污染和温室气体的排放，但是煤炭的利用仍然是温室气体的重要来源，因此目前全球致力于发展二氧化碳的捕获和封存技术（CCS）。碳捕获与封存技术分为捕获、运输和封存三个环节。对碳捕获，目前主要有燃烧后捕获、纯氧燃烧捕获和燃烧前捕获等三种主要技术路径。对于碳的封存，目前主要为四种技术，一是通过化学反应把二氧化碳转化为固体无机碳酸盐，二是作为含碳化学品的生产原料直接利用，三是注入海洋 1000 米深处一下，四是注入地下岩层。《中国应对气候变化方案》指出中国应大力发展煤炭液化、气化、煤化工、煤基多联产和二氧化碳捕集、利用和封存技术，以增强应对气候变化的能力。中国目前所进行的研究只限于初级阶段，到实际应用还有很长的距离。

鉴于煤炭清洁、高效利用的重要性，未来煤炭清洁高效利用技术的应用将大大提速，相关的清洁高效利用设备具有广阔的发展前景。我们希望从各种技术路线和设备中找到发展前景和短中期效益良好结合的投资品种。

4.3 投资逻辑

选择投资标的的出发点：技术应用领域的广度、技术的成熟度、技术的推广的可能性以及未来高增长的可能性。

1、技术应用领域的广度。这里的广度有两个含义，第一是指技术在单个应用领域的广度，第二是指技术跨领域的应用前景。我们认为，只有具备宽广的应用领域，才能创造庞大的市场。

2、技术的成熟度。一项技术只有成熟或接近成熟，才能在短期内产生效益，这涉及到投资的效率问题和风险控制问题。

3、技术推广的可能性。首先考虑的是技术的经济性，如果缺乏良好的性价比，即使是非常优秀的技术，仍然可能存在推广的障碍；其次考虑的是政策的推动作用，如果存在政策的支持，我们认为具有推广的较大可能性，比如 IGCC 技术。

4.4 投资领域的选择

根据以上的标准，我们对以上提到的清洁、高效利用煤炭的各项技术进行了筛选，我们认为以下领域具有较大的投资机会。

4.4.1 高效采煤设备——机械化率提升的机会

中国的煤矿生产基础薄弱，机械化、自动化程度低。目前全国煤矿中非机械化采煤占比仍在 60% 左右。大中型国有重点煤矿的装备水平较为先进，但是设备老化程度较大；而中小型煤矿的技术装备水平很低，生产工艺落后。这除了造成资源大量浪费，还带来煤矿安全问题，中国的百万吨煤死亡率是发达国家的 50 倍以上；此外还有劳动生产率低下、环保问题等，提高技术装备水平是必然的趋势。

4.4.2 清洁高效燃煤发电技术——应用领域广阔

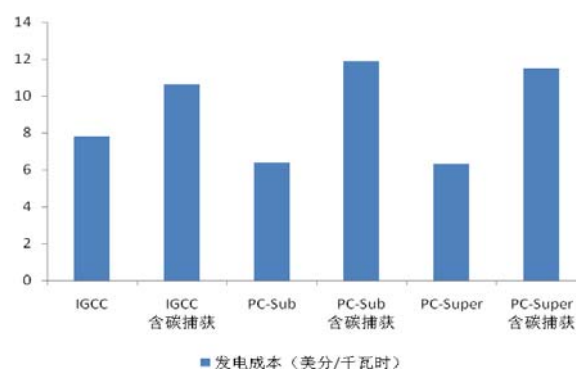
我们之所以看好清洁、高效燃煤发电技术，是由于这个领域非常深广。在中国的煤炭利用中，发电、供热的煤炭消费量占据煤炭消费总量的 57%。同时，超临界、超超临界燃煤发电技术和 IGCC 技术都是成熟或接近成熟的技术，其中超临界、超超临界技术在国内已开始商业化应用，在新建的机组中，60 万千瓦开始成为主力机组。IGCC 在国外正由商业化示范向实际推广阶段过渡，国内尚处于起步阶段，目前国内仅有少数的示范项目，投资成本高仍是制约 IGCC 发展的重要原因，但是随着技术的发展和国产化率的提高，IGCC 成本有望下降。因此尽管 IGCC 目前的经济性不高，但 IGCC 是国内外公认的先进煤炭发电和综合利用应用技术，效率高、最有希望实现零排放，能满足各种严格的环保标准要求，耗水量少、易大型化、利于综合利用煤炭资源，我们预计 IGCC 在国内的发展速度也将很快。

图表 13：各种燃煤发电技术投资成本比较

燃煤发电技术	投资成本（元/千瓦）
亚临界+烟气脱硫	3,300-4,200
亚临界+烟气脱硫+烟气脱硝	3,600-4,400
超临界+烟气脱硫	3,500-4,200
超临界+烟气脱硫+烟气脱硝	3,700-4,400
超超临界+烟气脱硫	3,800-5,000
超超临界+烟气脱硫+烟气脱硝	4,000-5,200
整体煤气化联合循环	6,500

数据来源：国际能源署 国联证券研究所

图表 14：中国未来燃煤发电技术发展预测（百万千瓦）



数据来源：DOE 国联证券研究所

图表 15：中国未来燃煤发电技术发展预测（单位：百万千瓦）

燃煤发电技术	2006	2007	2020E	2030E
亚临界	419	464	700	440
超临界	32	~ 50	200-220	300-330
超超临界	3	10	80-90	270-280
整体煤气化联合循环	0	0	44	170

数据来源：国际能源署 国联证券研究所

我们更看好高效燃煤发电技术核心部件的成长空间。超临界、超超临界发电技术，成套设备的制造主要掌握在哈尔滨、上海和东方三大动力集团手中，尽管未来市场空间巨大，但由于发电设备市场的总容量一定，三大动力集团在火电设备方面平均仅能够获得发电设备行业的平均增长水平。我们更希望发掘超越行业平均增长水平的投资机会。我们认为关键设备的制造蕴藏着较大的投资机会。

在超临界、超超临界发电设备领域，目前国内机组的国产化率大致约为60%。具体来讲，高温高强度材料国产化研制和应用性能研究不足，600℃等级新型耐热钢尚未实现国产化，大型锻铸件依赖进口；性能设计能力不足，尚依赖按照国外厂商设计生产；给水泵、给水加热器和大型冷凝器等关键辅机和配套阀门国产化缺口较大。此外，我们看好超临界、超超临界领域的关键设备进口替代的机会，比如大型空冷设备的进口替代。

气化炉、燃气轮机、高效节能空分系统是IGCC领域最有前景的投资领域。在IGCC领域，关键设备主要为：（1）气化炉，将煤生成可燃气体，是IGCC的核心先导技术。（2）空分设备，用于制氧，目前主要为低温制氧和常温制氧两种技术，最新的技术正在开发膜分离技术。传统的空分设备成熟，国产化已经实现。我们看好膜分离技术为代表的新型空分设备的前景。目前国内上市公司中的天科股份具备变压吸附技术，可用于制氧（此外，还可用于煤层气的提纯）。（3）燃气轮机，IGCC的核心设备之一。目前西门子、GE、三菱公司的燃气轮机技术较为成熟，国内的三大汽轮机厂（哈汽、东汽、上汽）分别引进了国外的F级燃气轮机技术。由于电力设备制造商没有核心技术且燃机研发能力较弱，在燃气轮机的后续研发上难有大的发展，未来的国产化突破还要依靠航空发动机制造企业。航空制造企业积累了丰富的燃气轮机研制和制造经验，航空工业系统内部已经基本形成了完整系列的燃气轮机，未来工业化应用的前景非常广阔。（4）净化设备，用于除去粗煤气中的杂质。主要有“常温湿法净化系统”和“高温干法净化系统”，目前以湿法除尘和常温脱硫技术较为成熟；（5）余热锅炉、汽轮机，这些都是成熟技术，主要掌握在传统的电力设备生产企业手中。根据以上的分析，我们认为，**煤气化设备和燃气轮机是IGCC的核心设备，同时由于国内目前相关的研发制造能力相对薄弱，但已处在突破的边缘，未来成长的空间很大。**

4.4.3 煤气化技术——清洁高效利用煤炭的关键先导技术

目前，国内直接燃煤的锅炉的效率仅为50%多，而煤气化后的锅炉的热效率超过80%，因此煤气化在工业、民用领域具有广阔的应用前景。同时，IGCC技术、煤化工技术、多联产系统、制氢、燃料电池技术等未来煤炭的

清洁高效利用技术中，煤气化是不可或缺的关键环节。煤气化技术是煤炭清洁高效转化的核心和先导技术。目前国际上先进的煤气化技术主要是壳牌的 SCGP 粉煤加压气化技术、美国 Texaco 公司的水煤浆加压气化技术和德国未来能源公司的 GSP 粉煤加压气化技术。在大型煤气化技术和设备之外，还有很多中小型的煤气化设备。我们认为，大型煤气化设备无疑具有明显的技术优势，但是大型煤气化设备主要用于 IGCC、大型化工等领域，具有投资成本高的特点；而在大型煤气化设备之外，还有广阔的中小煤气化设备市场，该市场的主要为工业、民用的燃料需求和中小化工厂的原料气需求，设备大小在日投煤量百吨级，并不追求技术的顶级，但对造价、技术成熟度有很高的要求。我们认为这是两个并行不悖的市场，在任何一个领域的突破都意味着广阔的市场前景。

图表 16：几种气化技术的比较

项目	壳牌粉煤气化	德国 GSP	碎煤加压气化	碎煤熔渣气化
气化工艺	干法气流床液态排渣	干法气流床液态排渣	固定床固态排渣	固定床液态排渣
适用煤种	次烟煤、烟煤、褐煤、无烟煤、油渣等	次烟煤、烟煤、褐煤、无烟煤、油渣等	褐煤、次烟煤、无烟煤等	褐煤、次烟煤、无烟煤、垃圾等
气化压力/Mpa	2.0-4.0	2.0-4.0	2.1-3.0	2.1-3.0
气化温度/℃	1400-1500	1400-1600	900-1200	1300-1350
单炉最大投煤量 (t/d)	3000	2000	1000-1500	1000-1500
1000m ³ (标) 有效期耗氧量 (Nm ³)	330-360	330-360	200-250	200-260
碳转化率/%	≥99	≥99	98	99
冷煤气效率/%	~82	80	80-85	90
有效气含量/%	90%	90-92	65-70	84
操作弹性/%		50-130		30-110
技术成熟度	已投入运行	国外有一台运行经验 国内尚未商业运作	成熟	有一台运行技术开发阶段

数据来源：国联证券研究所

4.4.4 与煤炭清洁利用设备相关的上市公司

图表 17：与煤炭清洁利用设备相关的上市公司

证券代码	公司名称	与煤炭清洁高效利用相关产品
600582	天地科技	煤炭采掘设备
601898	中煤能源	全资子公司中国煤矿机械设备有限责任公司生产煤炭采掘设备
600169	太原重工	煤炭采掘设备
600875	东方电气	超临界、超超临界发电设备；IGCC 发电设备（燃气轮机为引进国外技术，不具备自主知识产权）
601727	上海电气	超临界、超超临界发电设备；IGCC 发电设备（燃气轮机为引进国外技术，不具备自主知识产权）、德士古气化炉国产化外壳提供商

600848	自仪股份	超临界机组 DCS 控制系统
600378	天科股份	煤层气提纯技术、空分设备
600475	华光股份	Shell 煤气发生炉核心部件，电站余热锅炉
002255	海陆重工	Shell 煤气发生炉核心部件
000777	中核科技	德士古和壳牌气化炉氧阀
600202	哈空调	超临界、超超临界发电机组空冷设备
600499	科达机电	New Power 燃煤气发生系统
600893	航空动力	燃气轮机（目前为 30MW 级燃气轮机，尚无 IGCC 应用经验，沈阳黎明的 100MW 级燃气轮机可用于 IGCC，期待整合）

数据来源：国联证券研究所

4.5 投资标的

天地科技（600582）——煤炭采掘机械龙头

公司是煤炭采掘机械龙头，具有独一无二的研究开发能力。受益于煤炭开采机械化程度的提升和煤炭资源的整合，煤炭机械业务仍可保持增长。存在控股股东资产注入预期，具有外生性增长的可能。

科达机电——New Power 燃煤气发生系统推动公司快速增长

公司主营业务正处于转型期，传统陶机业务将面临增长天花板，未来主营业务将向清洁煤气发生炉拓展。公司开发的 New Power 燃煤气发生系统具有广阔的市场空间，成本和环保优势是公司推广 New Power 清洁燃煤气化系统的利器。售气不售炉的新商业模式使公司更具备爆发式增长的可能。

海陆重工、华光锅炉——Shell 煤气发生炉国产化制造商

海陆重工、华光股份本身具有节能减排的产品和概念，成为 Shell 气化炉技术的战略合作者后，未来增长更添动力。

航空动力（600893）——中国燃气轮机的希望

哈空调（600202）——超临界、超超临界机组空冷设备国产化制造商

4.6 投资组合概览

图表 18：重点公司评级

证券简称	EPS			PE		PB		评级
	2008A	2009E	2010E	2009	2010	2009	2010	
天地科技	0.76	0.85	1.10	35.02	27.06	9.06	7.01	推荐
科达机电	0.43	0.28	0.51	61.60	33.82	6.73	5.62	强烈推荐
海陆重工	0.67	0.92	1.50	40.82	25.08	4.21	4.07	推荐
华光股份	0.40	0.55	0.75	34.31	25.16	4.87	4.33	推荐
航空动力	0.27	0.38	0.60	64.41	40.25	6.38	5.51	强烈推荐

数据来源：国联证券研究所

无锡

国联证券股份有限公司 研究所

江苏省无锡市县前东街 168 号国联大厦 7 层

电话: 0510-82833507

传真: 0510-82833217

上海

国联证券股份有限公司 研究所

上海市浦东新区浦东南路 588 号浦发大厦 18 楼

电话: 021-58766036

传真: 021-58408396

深圳

国联证券股份有限公司 研究所

广东省深圳市福华一路卓越大厦 16 层

电话: 0755-82878221

传真: 0755-82878221

国联证券投资评级:

类别	级别	定义
股票 投资评级	强烈推荐	股票价格在未来 6 个月内超越大盘 20%以上
	推荐	股票价格在未来 6 个月内超越大盘 10%以上
	谨慎推荐	股票价格在未来 6 个月内超越大盘 5%以上
	观望	股票价格在未来 6 个月内相对大盘变动幅度为 -10% ~ 10%
行业 投资评级	卖出	股票价格在未来 6 个月内相对大盘下跌 10%以上
	优异	行业指数在未来 6 个月内强于大盘
	中性	行业指数在未来 6 个月内与大盘持平
	落后	行业指数在未来 6 个月内弱于大盘

免责声明:

本报告信息均来源于公开资料, 我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。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和询价。我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。我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。本报告版权归国联证券所有, 未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、刊登。