

水十条开启 2 万亿污水处理市场

专题研究/环保行业

2015 年 04 月 02 日

报告摘要:

- **化工污水处理比例仅44%，处理能力亟需提高。**2013年我国水资源总量为2.8万亿立方米，居世界第五位，占世界总量6.5%；我国人均水资源量为2072立方米，排世界第102位，约为世界平均水平（6055立方米）的1/3，被列为世界人均水资源最贫乏的国家之一。据统计，我国2013年劣V类水占比高达15%，进一步加剧了我国水资源严峻的形势。我国2013年废水排放总量为695.4亿吨，其中工业废水209.8亿吨，占30%。化工行业废水排放量为93亿吨，处理量为41亿吨，处理比例仅为44%。
- **即将发布的“水十条”或将超出市场预期，水治理投入达2万亿。**继“大气十条”之后，国务院已审议“水十条”，预计将于近期发布。行业专家表示：“水十条”标准非常严格，或将超出市场预期“水十条”特别强调企业自觉守法的强制性措施，同时注重水污染防治市场化机制的应用，包括PPP（公私合营）；水十条明确治理目标是到2017年前消灭劣五类水，这个时间节点早于业界预期的2020年。此前环保部测算的此次水污染治理投入达2万亿，污水治理板块迎来长期投资价值。
- **工业污水成分复杂相对城市污水处理难度大，技术壁垒高，亟需技术领先的专业化公司。**工业废水中所含污染物成分复杂，通常包含以下一种或多种污染：酸性、碱性、含氰、含酚、含醛、含油、含硫、含磷、含有机物、有放射性等等，同时不同行业产生的污染物差别也很大。新建投资方面，根据项目与工艺的不同，投资额在 0.05~15 亿元/（万吨·日）；运营方面，以万邦达榆横项目为例，吨污水运营费为 5.9 元。工业废水处理通常要综合一种或几种工艺同时配合才能较好的处理工业废水；行业技术壁垒高，行业亟需技术领先的专业化公司。
- **化工废水未来每年两千亿市场空间待开启。**我国城市污水处理比例较高，未来排量增长缓慢，处理比例提高空间不大。而化工污水处理比例低，未来排量增长快，处理比例提高空间非常大。合计存量与增量市场，我国化工废水每年市场空间为 1993.9 亿元，是城市污水的近 3 倍。
- **投资标的：首推万邦达与三维工程。**万邦达：工业废水治理龙头技术储备丰富，凭借多年积累的设计施工经验与资金实力接连拿下 80 亿 PPP 大单，与九鼎合作积极开展并购，有望成为国内一流的综合污水处理服务运营商。三维工程：脱胎于齐鲁石化胜利院技术底蕴深厚，通过齐鲁石化、天津中沙项目获得丰富项目经验，未来有望进一步开拓工业废水与 PPP 市场。此外，**碧水源与津膜科技**：碧水源凭借 MBR 膜技术成为市政污水治理的龙头，具备丰富的 PPP 项目经验，积极布局化工污水处理；津膜科技拥有膜产品研发、生产、膜设备制造、膜应用工程设计施工和运营服务完整产业链，在膜法水处理技术方面拥有显著优势。
- **风险提示：**合同工期进度低于预期，未来订单规模低于预期。

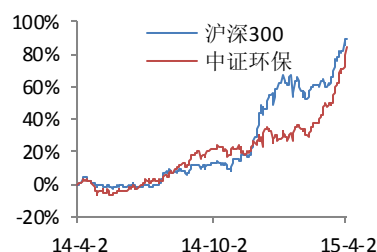
投资标的的盈利预测及投资建议

重点公司	现价	EPS			PE			评级
	2015/4/2	2014A	2015E	2016E	2014	2015	2016	
三维工程	22.92	0.74	1.03	1.6	31	22	14	强烈推荐
津膜科技	30.21	0.39	0.59	0.8	77	51	38	强烈推荐
万邦达	131.26	0.82	1.68	2.03	160	78	65	强烈推荐
碧水源	46.38	0.88	1.55	2.01	53	30	23	强烈推荐

推荐

维持评级

行业与沪深 300 走势比较



目录

一、我国水资源贫乏，污水处理能力是短板	3
1、我国水资源总量仅 2.8 万亿立方米，劣 V 类占 15%	3
2、我国工业用水量 1406 亿立方米，占总供水量 23%	4
3、我国废水排放总量 695.4 亿吨，工业废水占比下降至 30%	4
4、化工废水排放量 93 亿吨，废水处理比例仅 44%	5
二、我国环保政策趋严，亟需专业污水治理公司	7
1、2015 年开始实施的新《环保法》更加严格	7
2、2 万亿“水十条”即将出台：工业废水处理是工作重心	7
3、环保执法趋严，违法代价巨大	8
4、化工污水处理难度大，迫切需要专业治污企业	8
三、工业废水处理技术难度大、壁垒高，成本费用高	11
1、城市污水量大，工艺相对简单	11
2、工业废水污染物复杂，处理难度大	12
四、化工污水处理年 2000 亿市场空间，首推：万邦达、三维工程	16
1、市场空间测算：化工废水未来每年 2000 亿市场空间待开启	16
（1）新建工程：年市场需求超 1200 亿	16
（2）运营：年市场需求约 766 亿的空间	16
2、投资标的：首推龙头万邦达、转型公司三维工程	17
1、万邦达：工业废水处理龙头，介入 PPP 模式，成立并购基金开启并购时代	17
2、三维工程：石化脱硫龙头，强势转型化工废水处理	18
3、碧水源：市政污水治理龙头，积极拓展工业治污	19
4、津膜科技：拥有目前最先进的 CMF 与 SMF 膜技术	20
五、重点推荐公司盈利预测	20
六、风险提示	21
插图目录	22
表格目录	22

一、我国水资源贫乏，污水处理能力是短板

1、我国水资源总量仅 2.8 万亿立方米，劣 V 类占 15%

2013 年我国水资源总量为 2.8 万亿立方米，居世界第五位，占世界总量 6.5%；我国人均水资源量为 2072 立方米，排世界第 102 位，约为世界平均水平（6055 立方米）的 1/3，被列为世界人均水资源最贫乏的国家之一。据统计，我国 2013 年劣 V 类水占比高达 15%，进一步加剧了我国水资源严峻的形势。

图 1：世界各国水资源总量（2013 年，十亿立方米）

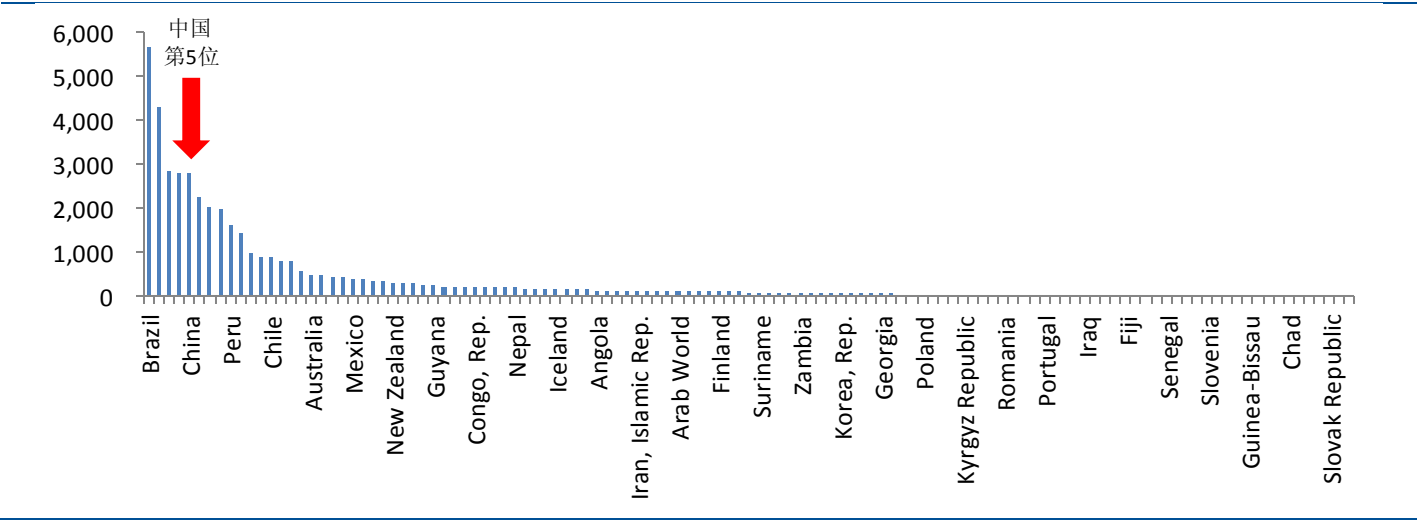


图 2：世界各国人均水资源量（2013 年，立方米）

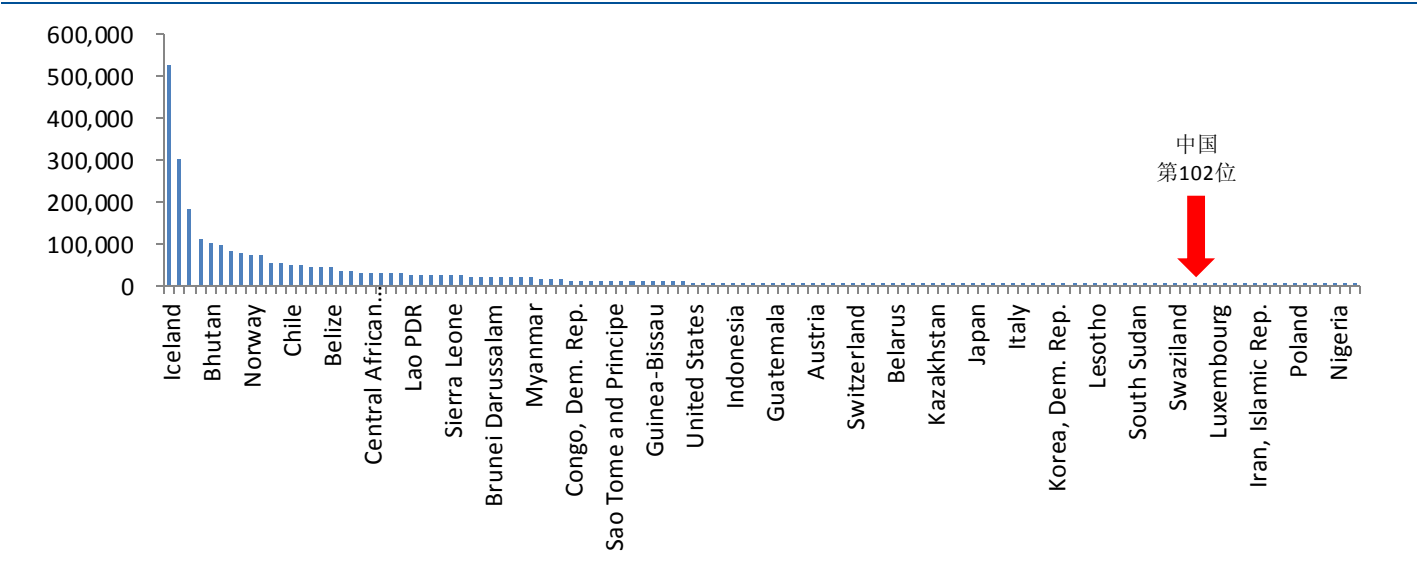
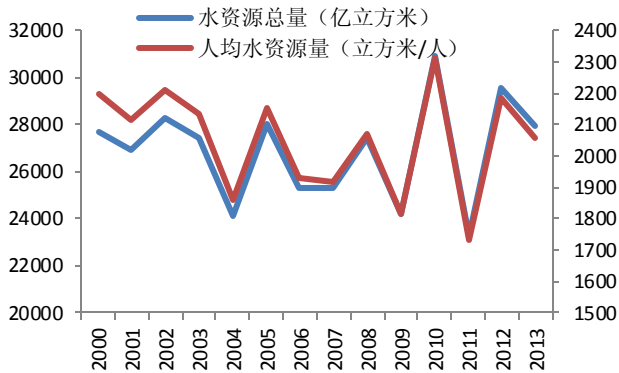
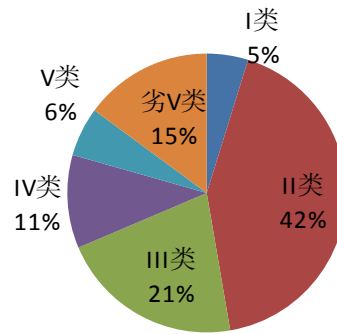


图 3: 我国水资源总量与人均 (万亿立方米, 立方米/人)



资料来源: 中国环境统计年鉴, 民生证券研究院

图 4: 我国水质状况, 2013 年

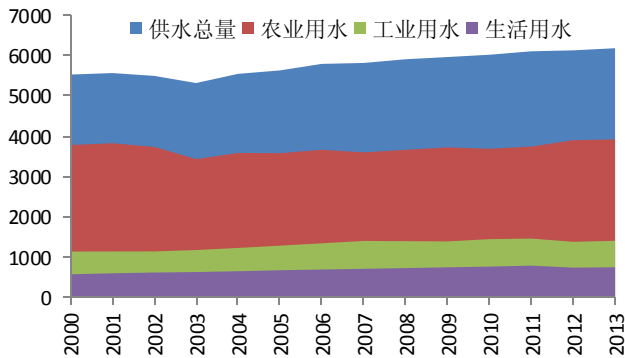


资料来源: 中国环境统计年鉴, 民生证券研究院

2、我国工业用水量 1406 亿立方米, 占总供水量 23%

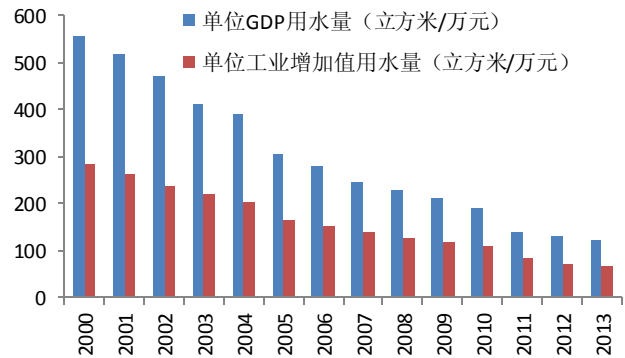
我国 2013 年供水总量为 6183.4 亿立方米, 其中工业用水为 1406 亿立方米, 占总供水量的 23%。自 2000 年以来, 我国单位 GDP 水资源消耗量从 554 下降到 122 立方米/万元 (下降了 78%), 单位工业增加值水资源消耗量从 285 下降到 68 立方米/万元 (下降了 76%)。我们预计未来单位 GDP 与单位工业增加值水耗将进一步下降, 但下降空间已不大, 而工业用水量将保持 1~2% 的增速。

图 5: 我国各行业用水量情况 (亿立方米)



资料来源: 中国环境统计年鉴, 民生证券研究院

图 6: 我国单位 GDP 与工业增加值水耗, 立方米/万元



资料来源: 中国环境统计年鉴, 民生证券研究院

3、我国废水排放总量 695.4 亿吨, 工业废水占比下降至 30%

我国 2013 年废水排放总量为 695.4 亿吨, 其中工业废水 209.8 亿吨, 占 30%, 生活污水 485.1 亿吨, 占 70%。过去 10 年以来, 工业废水排放量逐年下降, 从 2004 年的 221.1 亿吨 (占比 46%) 下降到 2013 年的 209.8 亿吨 (占比 30%), 而生活污水排放量快速上升, 从 2004 年的 261.3 亿吨 (占比 54%) 上升到 2013 年的 485.1 亿吨 (占比 70%)。

目前我国废水排放的增长主要来自生活污水。过去 5 年, 我国生活污水排放量的年均增长率为 8%, 远高于各类污水排放总量年均 4% 的增长。与此同时, 工业废水排放量的年均增长率为 -3%。

随着节水与污水治理水平的提高，我们预计未来工业废水排放量将持续呈下降趋势，但下降增速将进一步放缓，而生活污水排放量的增长速度也将因人口增速的放缓而放缓。

图 7：我国废水排放总量以及生活污水与工业废水占比情况

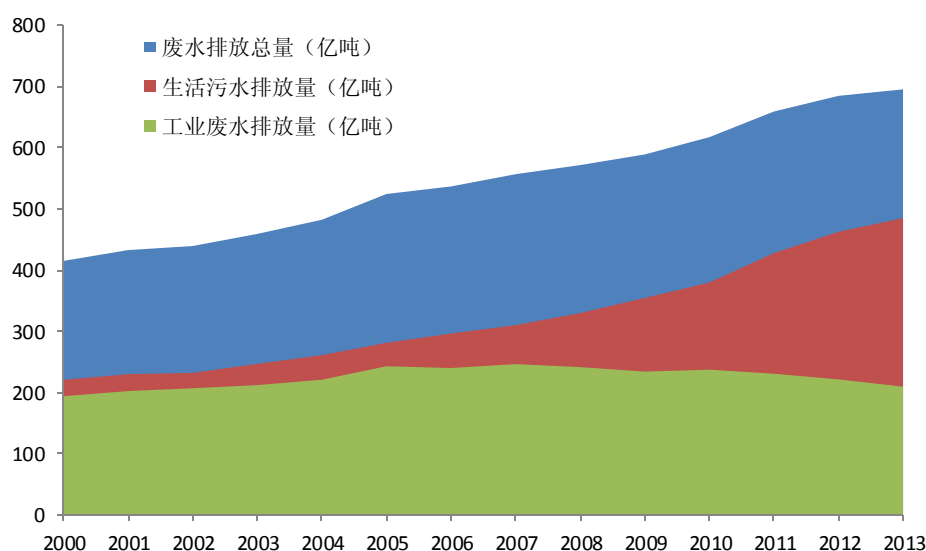
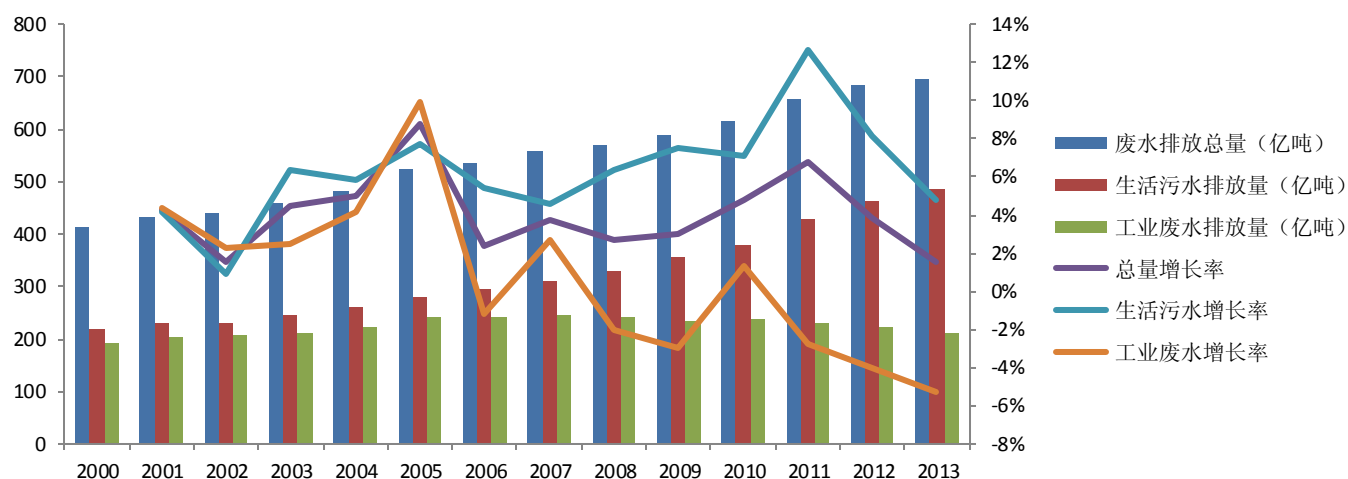


图 8：我国废水排放总量，生活污水和工业废水排放量增长情况



4、化工废水排放量 93 亿吨，废水处理比例仅 44%

从行业统计上来看，我国 2013 年废水排放总量为 629 亿吨，其中黑色金属冶炼及压延加工业排放量最大 218.6 亿吨，占 35%，其次是化学原料和化学制品制造业 93 亿吨，占 15%。

据《中国环境统计年鉴》，2013 年我国各行业工业废水处理总量为 492 亿吨，总体废水处理比例为 78%，废水处理能力为 2.6 亿吨/日，设施利用率约 53%。化工行业废水处理量为 41 亿吨，处理比例仅为 44%，低于总体水平；化工行业废水处理能力为 0.98 亿吨/日，设备

利用率为 52%，与总体水平相当。

表 1 2013 年我国各行业废水排放量、治理量和治污能力情况

行业	工业废水排放量 (万吨)	工业废水排放量各 行业占比	工业废水处理量 (万吨)	工业废水处理比例	工业废水治理设施 处理能力(万吨/日)	废水处理设施利用 效率
行业总计	6286649	100%	4924811	78%	25642	53%
黑色金属冶炼及压 延加工业	2186335	35%	1111983	51%	9816	31%
化学原料和化学制 品制造业	930537	15%	409677	44%	2164	52%
造纸及纸制品业	578580	9%	400696	69%	2410	46%
纺织业	451798	7%	202896	45%	1162	48%
石油加工、炼焦和 核燃料加工	429545	7%	76047	18%	379	55%
石油和天然气开采 业	307312	5%	105077	34%	528	55%
其他	1402542	22%	2618435	187%	9183	78%

二、我国环保政策趋严，亟需专业污水处理公司

1、2015 年开始实施的新《环保法》更加严格

我国 2015 年 1 月 1 日开始实施的新《环保法》，吸收了全世界各国环境保护的经验，采取了一些很严格的措施，该法具体的亮点有以下六点：1.立法执法理念有创新；2.技术手段加强了；3. 监管模式开始转型，引入许可管理；4. 监管手段出硬招；5. 监督和参与体现环境民主原则；6. 法律责任超严厉。

表 2 我国新《环保法》亮点

主要内容	
亮点一	立法理念有创新。 比如里面提出了生态文明，围绕生态文明进行制度建设，围绕生态文明采取一些硬的措施。 执法理念有创新。 相比 1989 年《环保法》理念有新的突破，1989 年的《环保法》还是经济优先，促进经济发展，这次《环保法》通过的，立法方面好得多。
亮点二	技术手段加强了。 加强环境风险调查，比如中共中央进行的基础研究，包括环境的风险评估，评估之后有利于环境标准的出台，包括环境信息建设。
亮点三	监管模式开始转型。 传统的环境保护以 1989 年《环保法》为典型，它的环境监管是以点源为基准。《环保法》修改，产生了一些流域、区域的调整方法，比如对农业的面源污染，比如屠宰、养殖，它要求屠宰场、养殖场必须符合有关规定，包括农村农药化肥施用也有选择和规定，大气雾霾，水流域污染专门做出了规定，水和大气联防联控机制，对节约水进行了专门的调整。
亮点四	引入了许可管理， 《水污染防治法》里有，许可证应该是综合性的许可证，包括水、大气、固体、噪声等等。
亮点五	监管手段出硬招， 比如说查封、扣押，还有行政代执行，有利于企业开展绿色生产和清洁生产。 监督和参与体现环境民主的原则。 《环保法》真正设立信息公开和公众参与，信息公开和公众参与就是为了保护公民的参与环境保护权。比如公民可以提起公益诉讼，这也是环境权有序保障的形式，所以民主性是很强的。政府不仅接受 NGO 的监督还接受人大监督。
亮点六	法律责任超严厉。 比如拘留，行政拘留是四种情况，没有环境保护评价就要拘留，你投排污染物拘留，伪造、造假也要拘留，包括瞒报、谎报数据也采取拘留的形式。对地方政府来说，对于不重视，不认真履行法律职责的官员，特别是市长、副市长、县长、副县长，可以采取引咎辞职的制度。

资料来源：公开资料，民生证券研究院

2、2 万亿“水十条”即将出台：工业废水处理是工作重心

继“大气十条”之后，国务院已审议“水十条”，近期或将公布。中国环境科学研究院副院长宋永会表示，“水十条”非常严，许多方面的标准比预期高。“水十条”还特别强调企业自觉守法的强制性措施，同时注重水污染防治市场化机制的应用，包括 PPP（公私合营）。据透露，水十条明确治理目标，是到 2017 年前消灭劣五类水，这个时点比业界预期的 2020 年要早。此前环保部测算的此次水污染治理投入达 2 万亿，水污染行业迎来大发展。

工业废水处理将作为“水十条”的工作重心。工业废水处理的市场门槛较高，造成了目前国内成规模运营工业废水处理的企业极少，主要参与的主体是国外技术和资金实力兼备的大公司。

表 3 预计“水十条”主要看点

序号	特点	内容
1	投入资金大	2 万亿，高于“大气十条”
2	时间节点提前	2017 年前消灭劣五类水，比预期的 2020 年早
3	标准更严格	对全国污水处理行业提高污水排放标准，普遍提高到国家一级 A 标准(COD:50mg/L, BOD5:10mg/L)，达到地表水环境质量标准 V 类。
4	处罚更严厉	配合 2015 年 1 月 1 日正式实施的新环境保护法，对环境违法行为，进行更加严厉处罚。对排污企业可连日处罚，污染严重可获刑责。
5	工业废水是重点	专项整治造纸、印染、化工等重点行业
6	治污市场化机制	引入 PPP 等模式解决民企资金问题，促进政府和社会多元化投资
7	涉污收费体系完善	加快水价改革，完善排污费、处理费和水资源费等收费政策，健全相关税收政策

数据来源：公开资料，民生证券研究院

3、环保执法趋严，违法代价巨大

新环保政策使企业的违法成本激增，现在违规排污将遭到强制搬迁、永久关闭、追问刑责等。如此严厉的措施将相关的排污企业对污水治理的需求更加迫切，对专业化污染治理服务的需求也更加旺盛。

表 4 部分环保严格执法个案，排污企业付出惨痛代价

序号	事件	内容
1	鲁抗医药违规排污遭强制搬迁	2015 年 1 月 31 日，鲁抗医药(600789.SH)污染门事件尘埃落定。山东省济宁市环保局通报了 2014 年 12 月 25 日央视曝光山东鲁抗医药股份有限公司涉嫌环保违法问题的调查处理结果，该公司相关责任人也受到了处理。针对鲁抗医药公司异味扰民问题，环保部门依据《大气污染防治法》相关规定，已按上限进行了处罚：责令企业三个月内提交老厂区整体搬迁方案，解决异味污染问题。 据《中国经营报》记者发现，鲁抗医药近三年来扣除非经常损益后净利润均为亏损。此前，该公司发布 2014 年度业绩预亏公告，预计亏损 1.2 亿元左右。对时下的鲁抗医药来说，筹措巨额搬迁资金成为巨大的考验。
2	宁夏明盛染化向沙漠排污被永久关闭	2014 年 9 月 9 日，媒体曝光内蒙古和宁夏交界处的腾格里沙漠存在企业非法排污现象，宁夏境内的涉事企业只有一家，为宁夏明盛染化有限公司的老厂区。中卫市政府已责令该厂区永久性关闭，不得恢复生产。
3	河北省关停取缔粘土实心砖瓦窑控制烧煤污染	2015 年 3 月 12 日河北省 12 日以石家庄、唐山、廊坊、保定、沧州 5 市为重点，在全省 11 个地市统一行动，关停取缔并集中拆除粘土实心砖瓦窑，以控制烧煤带来的大气污染，共拆除砖瓦窑 62 座，可减少煤炭年消耗量 9 万吨，减少烟尘排放 9000 吨、二氧化硫排放 1440 吨、氮氧化物排放 686 吨，可复耕地约 7300 亩。
4	广东番禺首宗环境污染案宣判	2014 年 9 月 5 日下午，刘付某驾驶载有约 5 吨废水的槽罐车行至沙头街横江村景观大道路段，趁路边无人之机，将车上废水从路边一沙井倾倒入地下水道内。环保部门接报后迅速赶赴现场处理，并提请公安机关对当事人进行刑事拘留。近日，区人民法院对我区首宗环境污染案作出一审宣判，被告人刘付某因犯污染环境罪，被判处有期徒刑八个月，并处罚金一万元，没收作案槽罐车一辆。
5	环保部:千丈岩水库跨省污染事件涉事厂长被批捕	2014 年 8 月 13 日，湖北省建始县磺厂坪矿业有限责任公司废水泄漏致重庆市巫山县千丈岩水库水质污染，环境保护部有关负责人 20 日通报了这起污染事件的调查结果。经调查，这是一起企业违法试生产、违法排污引发的跨省界重大环境污染责任事件。目前，肇事企业已被湖北省环保厅处以 100 万元罚款，且因涉嫌污染环境罪，其厂长程金银已被司法机关批捕在押。同时，因日常监管职责落实不到位，湖北恩施州环保局局长被免职，建始县环保局环境监察大队长被免职并处以行政警告处分。
6	腾格里沙漠污染事件	2014 年 9 月 6 日，内蒙古阿拉善盟腾格里工业园区环境污染问题在经习近平作出重要批示，国务院专门成立督察组，敦促腾格里工业园区进行大规模整改。国务院还由此开展全国范围内的环境整治工作。腾格里沙漠污染事件被曝光后，内蒙古启动追责，自治区环保厅、阿拉善盟、阿拉善左旗、腾格里经济开发区共 24 名相关责任人先后被问责，并受到党纪政纪处分。
7	广西贺江水污染事件:原环保局局长获刑两年	2013 年 4 月份，莫思坚、唐传城在工作中再次发现汇成厂新建的铅、镉生产线已接近竣工即将投产。贺州市环境保护局平桂分局发出文件要求汇成厂立即停止建设，未取得环保相关手续前不得擅自开工建设。原贺州市环境保护局平桂分局局长莫思坚、环境监察大队队长唐传城因环境监管失职罪分别被判处有期徒刑二年和一年六个月。
8	博罗“红蓝河”污染事件四名责任人被抓	2014 年 5 月 13 日博罗县园洲镇红蓝河事件后，经过连日调查取证，5 月 14 日晚 11 时，博罗县公安部门连夜开展抓捕行动，抓获 4 名涉嫌在园洲镇李屋村北冲口排渠非法排污的两家企业有关负责人。

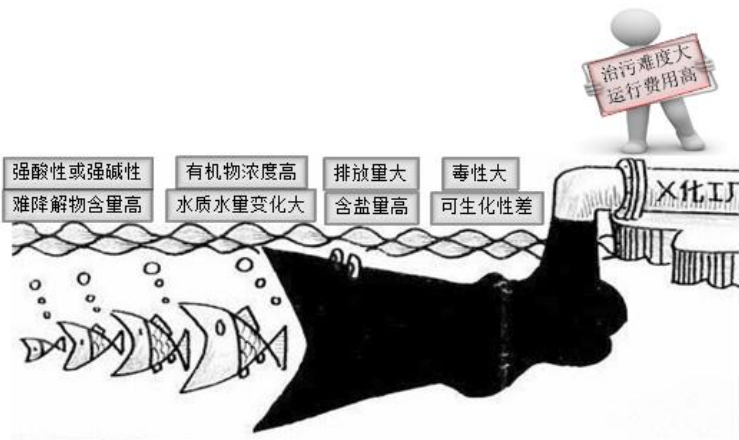
4、化工污水处理难度大，迫切需要专业治污企业

生活污水的主要污染物成分简单，以有机物为主，处理难度小。而化工污水成分复杂，不同工厂排放有巨大差异，同时污染成分常含有油类、有机物、硫化物，各种盐类、Hg、As、Cd、氰化物、苯类、酚类、醛类、醇类、油类、多环芳香烃化合物等，需要针对不同的污染物来选择合适的一种或几种工业。因此同市政污水相比，化工污染的进入壁垒更高。市政污水处理龙头碧水源的技术优势可能无法直接复制应用到化工领域。

表 5 化工污水与市政污水主要污染物对比

化工污水	市政污水
油类、有机物、硫化物，各种盐类、Hg、As、Cd、氰化物、苯类、酚类、醛类、醇类、油类、多环芳香烃化合物等	有机物（以 COD 表示大概是 350mg/L 左右，以 BOD 表示大概是 250mg/L 左右）、氨氮 40mg/L 左右，磷酸盐 8~10mg/L 左右，动植物油 20mg/L 左右

图 9：化工废水治理难度最大



资料来源：公开资料，民生证券研究院

尽管我国工业废水排放总量自 2005 年开始逐年减少，但化工行业废水排放量却在急剧攀升。化工行业废水排放量从 2012 年的 45.1 亿吨翻倍至 2013 年的 93.1 亿吨。过去 3 年，我国化工污水排放量年均增长率高达 54%，而污水处理比例从 2009 年的 95% 迅速下滑至 2013 年的 44%。由此可见，我国化工行业近年来井喷式发展，而相应的治污能力却跟不上。究其原因，与化工行业治污难度大，技术和投入要求高有很大关系。

与其他工业废水相比，化工污水具有排放量大，水质变化大，可溶解性差，可生化性差等特点，这势必加大了污水处理的难度，导致污水处理投入和运行费用都十分昂贵。据了解，某化工企业每年吨污水处理费用中催化剂一项就高达 30 元/吨，可见费用之高。此外，化工污水的治理技术壁垒高，迫切需求有污水处理专业技术的公司来进行专业的治理。

图 10：我国废水排放总量，生活污水和工业废水排放量增长情况

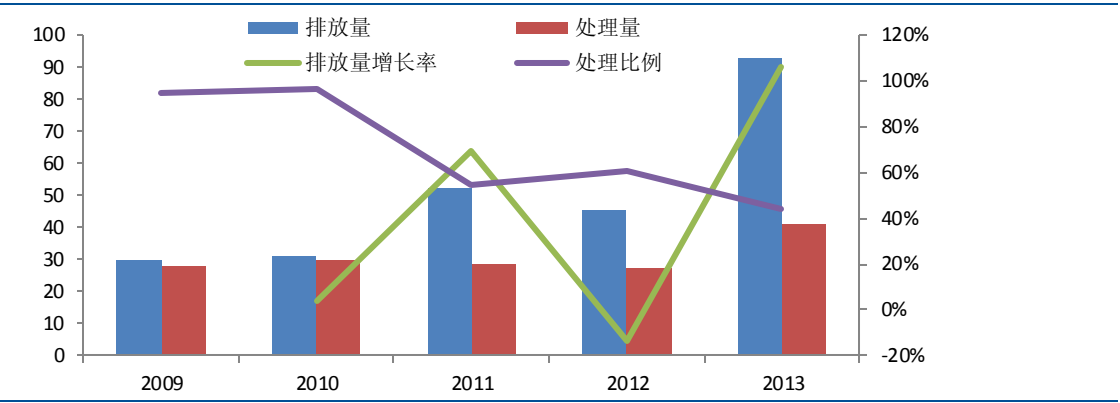


表 6 主要水污染指标科普

序号	特点	内容
1	生化需氧量 (BOD)	表示在有饱和氧条件下,好氧微生物在 20 度经一定天数降解每升水中有机物所消耗的游离氧的量,常用单位 mg/L,常以 5 日为测定 BOD 的标准时间,以 BOD ₅ 表示。
2	化学需氧量 (COD)	表示用强氧化剂把有机物氧化为水和二氧化碳所消耗的相当氧量。常用的氧化剂为重铬酸钾或高锰酸钾,分别表示为 COD _{Cr} (COD) 和 COD _{Mn} (OC),单位 mg/L
3	总需氧量 (TOD)	当有机物完全被氧化时,C、H、N、S 分别被氧化为 CO ₂ 、H ₂ O、NO、SO ₂ 时所消耗的氧量,单位为 mg/L
4	总有机碳 (TOC)	表示水中有机污染物的总含碳量,以碳含量表示,单位为 mg/L
5	悬浮物 (SS)	水样过滤后,滤膜或滤纸上截留下来的物质,单位为 mg/L
6	pH	表示污水的酸碱性
7	有毒物质	表示水中所含对生物有害物质的含量,如氰化物、砷化物、汞、镉、铬、铅等,单位为 mg/L
8	大肠杆菌数	指每升水中所含大肠杆菌的数目,单位为个/L

数据来源:公开资料,民生证券研究院

三、工业废水处理技术难度大、壁垒高，成本费用高

1、城市污水量大，工艺相对简单

城市污水指人类生活所产生的污水，以有机污染物为主，2013 年排放量为 485 亿吨。城市污水中含有的高量氮、硫、磷等物质，极易造成水体的富营养化，形成恶臭水质。此外，污水中还含有大量的病原菌、病毒和寄生虫卵等微生物，以及糖类、脂肪、蛋白质等有机物，和一系列金属物和盐类物质。针对以上特点，常用的城市污水处理工艺有以下几种：活性污泥法、生物膜法、氧化法、氧化塘处理技术。

新建投资方面，以碧水源 2011 年中标昆明市两个污水厂 BT 项目为例，第九污水处理厂设计规模为 10 万 m³/d，工程费用 5 亿元，第十污水处理厂设计规模为 15 万 m³/d，工程费用 6 亿元人民币。合计推算，每万方每天的污水处理投资额约 0.44 亿元。以碧水源中标南京市城东污水处理厂为例，三期总投资 6 亿元，日处理污水能力 35 万吨，合计推算，每万方每天的污水处理投资额约 0.17 亿元。可见，不同地区不同类型处理技术与需求对单位污水处理投资额影响很大。

运营方面，以碧水源北京门头沟污水项目为例，设计规模 4 万立方米/日，25 年使用经营权的成本为 5600 万元，合计推算每方水运营成本约 0.15 元。

表 7 典型的生活污水水质与国家排放标准

序号	指标	浓度， mg/L	生活污水排放标准 GB18918-2002			
			一级 A	一级 B	二级	三级
1	悬浮物 SS	220	10	20	30	50
2	生化需氧量 BOD5	200	10	20	30	60
3	总有机碳 TOC	160	-	-	-	-
4	化学需氧量 COD	400	50	60	100	120
5	总氮 N	40	15	20	-	-
6	总磷 P	8	0.5	1	3	5
7	氯化物	100	-	-	-	-
8	动植物油	100	1	3	5	20
9	石油类	-	1	3	5	15
10	阴离子表面活性剂	-	0.5	1	2	5
11	色度(稀释倍数)	-	30	30	40	50
12	pH	-	6~9	6~9	6~9	6~9
13	大肠杆菌数(个/L)	-	1000	10000	10000	-

资料来源：公开资料，民生证券研究院

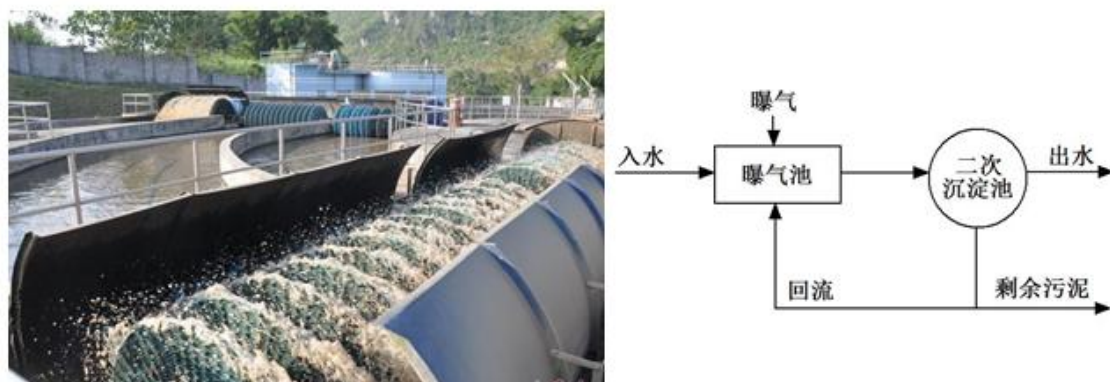
表 8 常用城市污水处理工艺特点对比

序号	工艺	特点
1	活性污泥法	具有处理能力高，出水水质好，是目前全球采用最为广泛的处理城市生活污水的途径。该方法是在人工充氧条件下，对污水和各种微生物群体进行连续混合培养，形成活性污泥。利用活性污泥的生物凝聚、吸附和氧化作用，来分解并去除污水中的有机污染物。活性污泥法的主要组成部分有曝气池、沉淀池、污泥回流和剩余污泥排放系统组成。活性污泥除了有氧化和分解有机物的能力外，还要有良好的凝聚和沉降性能，以使活性污泥能从混合液中分离出来，得到澄清的出水。
2	生物膜法	生物膜法也是污水生物处理的常用办法。该方法的工作原理为通过去除废水中的溶解性有机污染物来达到净化的目的。生物膜法的适用对象主要为中小规模的的污水处理系统，运用污水和附着在介质“滤料”表面的微生物形成的生物膜接触反应后，生物膜中的微生物会溶解去除有机污染物，将其转化为水、二氧化碳等物质，有机物消失达到净化的目的。
3	氧化法	据氧化剂的种类及反应器的类型，可将氧化法分为化学氧化法、催化氧化法、(催化)湿式氧化法、光催化氧化法、超临界氧化法几个种类。目前，氧化法处理污水采用率较高，且前景较为广阔，但其中的化学氧化法操作简单，但运行成本高且效果不佳采用率普遍不高。
4	氧化塘法	氧化塘处理技术，是指污水中的有机污染物通过在塘中生长的微生物的代谢作用被氧化分解，达到净化效果的一种污水处理技术。该技术投资小、构造简单、运行维护管理方便、净化效果好、节省能耗，在国内外城镇污水处理领域被广泛

应用。

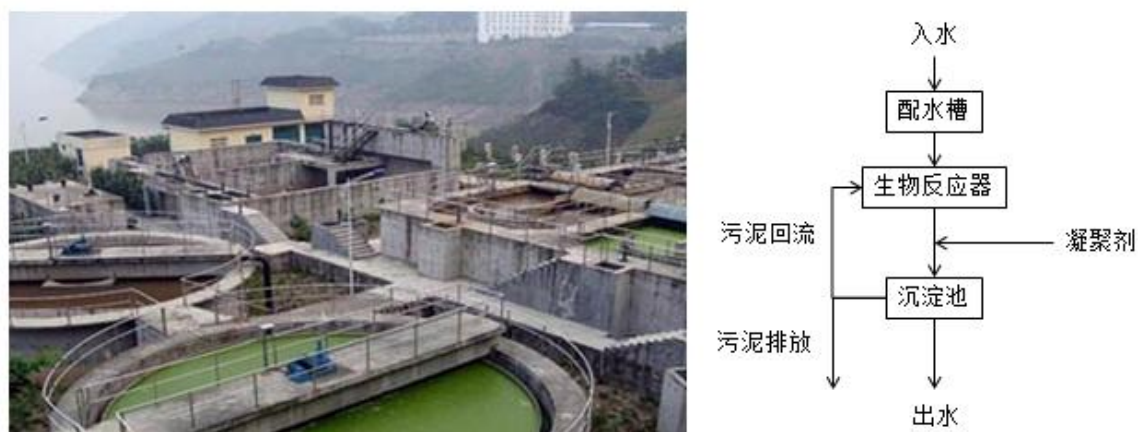
资料来源：《市政建设》，民生证券研究院

图 11：活性污泥法工艺流程



资料来源：公开资料，民生证券研究院

图 12：生物膜法工艺流程



资料来源：公开资料，民生证券研究院

2、工业废水污染物复杂，处理难度大

工业废水中所含污染物成分复杂，通常包含以下一种或多种污染：酸性、碱性、含氰、含酚、含醛、含油、含硫、含磷、含有机物、有放射性等等。同时，不同行业产生的污染物差别也很大，比如造纸制浆产生的废水，排出废水呈黑褐色，黑水中污染物浓度很高，BOD 高达 5—40g/L，含有大量纤维、无机盐和色素；而食品加工行业以固体污染物、酸、碱、糖、盐、致病菌等为主。针对以上特点，工业废水常用的工艺可分为以下四类：物理处理法、化学处理法、物理化学处理法、生物处理法。通常要综合一种或几种工艺同时配合才能较好的处理工业废水。

新建投资方面，以万邦达神华宁煤 400 万吨/年煤炭间接液化项目动力站装置除盐水及

凝液精制站工艺包成套项目为例，日处理量约 35 万吨，投资额 1.88 亿，合计推算每万吨水日处理量投资额为 0.05 亿元。以万邦达中标天元化工中温煤焦油轻质化废水处理项目为例，建设投资 3.89 亿，处理量为 96 万方每年，合计推算每万吨水日处理量投资额为 15.0 亿元。工业废水处理的单位投资额因工艺与废水处理类型的不同差异非常大，可达 300 倍。

运营费用方面，以万邦达榆横项目为例，榆横工业区污水处理厂托管运营项目的一期设计规模为日处理污水 3 万吨，万邦达中标价格为前 3 年运营服务费合计 1.64 亿元，后 3 年运营服务费合计 2.26 亿元。合计推算，每年约 6500 万元，每吨污水处理运营费约 5.9 元。

表 9 石化行业丙烯酸生产废水水质

序号	污染物	含量（质量分数）
1	丙烯醛	0.05~0.08%
2	正丙醛	0.02~0.04%
3	甲醛	2~2.5%
4	β羟基丙酸	0.05~0.09%
5	樟脑油	0.02~0.04%
6	异丙醇	0.2~0.3%
7	醋酸	3.5~4.0%
8	丙烯酸	0.32~0.40%
9	马来酸	0.55~0.60%
10	丁醇	0.02~0.04%
11	丙烯酸丁酯	0.02~0.04%
12	对甲苯磺酸钠	0.1~0.15%
13	对甲苯磺酸	0.05~0.07%
14	氢氧化钠	0.2~0.3

资料来源：公开资料，民生证券研究院

表 10 电镀行业废水水质

序号	污染物	含量
1	含氰废水	CN 为 20mg/L pH 为 9
2	重金属废水	Cu 为 15mg/L Ni 为 15mg/L pH 为 3

资料来源：公开资料，民生证券研究院

表 11 工业污水处理工艺分类

序号	工艺	特点
1	物理处理法	通过物理作用，以分离、回收废水中不溶解的呈悬浮状态污染物质（包括油膜和油珠），常用的有重力分离法、离心分离法、过滤法等。
2	化学处理法	向污水中投加某种化学物质，利用化学反应来分离、回收污水中的污染物质，常用的有化学沉淀法、混凝法、中和法、氧化还原（包括电解）法等。化学法可使用-聚合氯化铝絮凝剂，作为一种无机高分子絮凝剂，通过压缩双层，吸附中和，吸附架桥，沉淀网补等机理作用，使水中细微悬浮粒子和胶体脱稳，聚集，絮凝，混凝，沉淀，达到净化处理效果，由于其 pH 值宽，适应性好，在工业废水处理上的应用也就非常的广泛。
3	物理化学处理法	利用物理化学作用去除废水中的污染物质，主要有吸附法、离子交换法、膜分离法、萃取法等。
4	生物处理法	通过微生物的代谢作用，使废水中呈溶液、胶体以及微细悬浮状态的有机性污染物质转化为稳定、无害的物质，可分为好氧生物处理法和厌氧生物处理法。

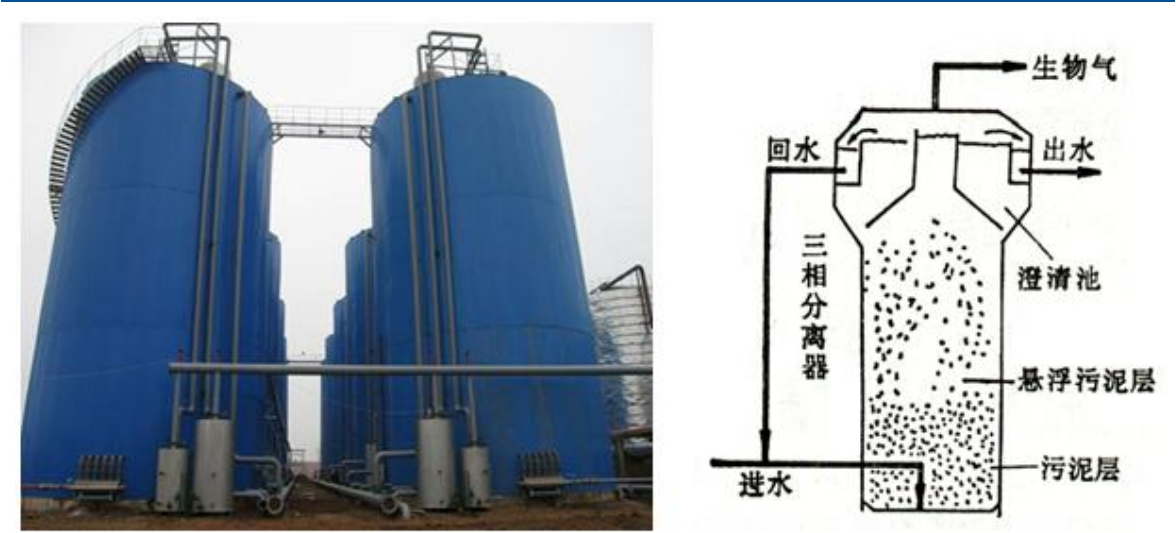
资料来源：《科学技术》，民生证券研究院

表 12 常用工业污水处理工艺特点

序 号	工 艺	特 点
1	厌氧生物处理技术	该方法具有操作简单等优点，随着科技的不断发展，厌氧反应器的种类越来越多，而且应用范围也越来越广，当前在工业企业中应用比较多的主要是第二代与第三代厌氧处理器。比如升流式污泥床这种颗粒型生物反应器，其主要是由配水系统、污泥床以及三相分离器构成的，在使用这种反应器时，主要是靠其产生的气体将污水与污泥混合，然后再利用三相分离器将颗粒状污泥分离，将气体与处理后的污水排出反应器。随着科技的不断发展，在传统颗粒污泥反应器的基础上，设计出了新型的反应器，常用的有污泥膨胀床、内循环反应器，这种新型的反应器结构与传统的类型，但是高径比增大了，上升流速也加快了，提高了工业污水处理的质量。
2	好氧生物处理技术	好氧生物处理技术应用的已有 100 年的历史了。HCR 工艺是最新的好氧生物处理技术的主要组成，其融合了高速射流曝气以及紊流剪切技术，体现了流化污泥床的功能。在好氧生物处理器中，空气氧转化率有所提高，反应器的容积负荷也大大增加了。HCR 工艺曝气的方式主要是射流扩散，也可以保证溶解氧达到最大值。好氧生物处理技术提高了空气中氧的转化利用率，而且具有较高的负荷值，增强了工业污水中微生物的代谢速度，增加了内耗，减少了污水中的含泥量，其优良的特性得到了污水处理部门的青睐。
3	离子交换树脂处理技术	离子交换树脂是一种新型的工业污水处理技术，其利用离子交换基团高分子的特性，可以对工业污水中重金属进行处理，比如汞、铜等物质。离子交换树脂不溶于酸性溶液或者碱性溶液，其属于高分子多孔性固体聚合物。利用离子交换树脂这一技术，可以对工业污水中浓度低但排放量大的含重金属污水进行过滤与处理。在利用这项技术时，还可以配合硫化钠进行操作，这一物质在二级处理中可以保证工业污水的水质达到排放标准。运用离子交换树脂的技术手段，有一定的针对性，同时有几方面的特征，这样化学处理方式，能够保证达到废水排放的基本标准，同时，还可以实现封闭式的循环以及高效稳定的运行，排放出来的污水，可以作为冷却水等，进行回收以及利用，符合可持续发展的思想。
4	反渗透工业污水处理技术	反渗透技术最初只用于海水淡化，后来逐步扩大到苦咸水淡化、食品加工、医药卫生、饮料净化、超纯水制备等方面，产生了很高的经济效益。膜分离技术作为新的分离净化和浓缩方法，与传统分离操作如蒸发、萃取、沉淀、混凝和离子交换树脂等)相比较，过程中大多无相变化，可以在常温下操作，具有能耗低、效率高、工艺简单、投资小等特点。膜分离技术应用到污水处理领域，形成了新的污水处理方法，它包含微滤、超滤、渗析、电渗析、纳滤、和反渗透等。由于反渗透技术具有无相变、组件化、流程简单、操作方便、占地面积小、投资省、耗电低等优点，因此在水处理中得到了大量的运用。

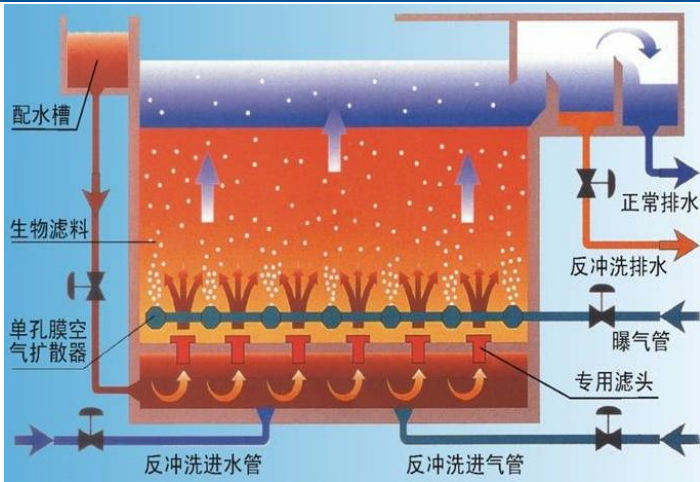
资料来源：《科学技术》，民生证券研究院

图 13：厌氧生物处理技术工艺流程



资料来源：公开资料，民生证券研究院

图 14：好氧生物处理技术工艺流程



资料来源：公开资料，民生证券研究院

四、化工污水处理年 2000 亿市场空间，首推：万邦达、三维工程

1、市场空间测算：化工废水未来每年 2000 亿市场空间待开启

我国城市污水处理比例较高，未来排量增长缓慢，处理比例提高空间不大。而化工污水处理比例低，未来排量增长快，处理比例提高空间非常大。

我国 2013 年，城市污水排放总量为 285.1 亿吨，处理比例为 78%，化工废水排放量为 93 亿吨，处理比例仅为 44%。

(1) 新建工程：年市场需求超 1200 亿

新建污水处理设施市场空间方面，按每方新建设施费用城市污水 18 元/吨，化工废水 30 元/吨，那么城市污水存量新建设施市场空间为 1129.0 亿元，增量新建市场空间为 410.4 亿元，化工废水存量新建市场空间为 1953 亿元，增量新建市场空间为 837 亿元。新建污水处理设施方面，化工废水未来每年市场空间约 $1953 \text{ 亿元} \times (1/5) + 837 \text{ 亿元} = 1227.6 \text{ 亿元}$ （假设存量市场空间按 5 年消化）。

(2) 运营：年市场需求约 766 亿的空间

建成后运营市场空间方面，每方运营费用城市污水 2 元/吨，化工废水 20 元/吨，那么城市污水存量运营市场空间为 125.4 亿，而化工污水存量市场空间高达 1041.6 亿，是城市污水的 8 倍以上。在增量方面，城市污水处理市场空间每年为 45.6 亿元，而化工污水每年增量空间为 558 亿元，是城市污水的 12 倍。运营方面，化工废水未来每年市场空间约 $1041.6 \times (1/5) + 558 = 766.3 \text{ 亿元}$ 。

合计存量与增量市场空间，我国化工废水每年市场空间为 1993.9 亿元，城市污水空间为 706.8 亿元。化工废水处理的市场空间是城市污水的近 3 倍。

表 13：化工废水与城市污水市场空间对比

	化工废水	城市污水
2013 年排放总量，亿吨	93	285.1
2013 年污水治理比例	44%	78%
增长率	30%（保守估计，过去 3 年，化工污水排放量年均增长率高达 54%）	8%
未来每年排放增量，亿吨	27.9	22.8
每方新建费用，元/方	30	18
存量新建市场规模（扣除已治理部分），亿元	1953	1129.0
未来每年增量新建市场规模，亿元	837	410.4
每方运营费用，元/方	20	2
存量运营市场规模（扣除已治理部分），亿元	1041.6	125.4
未来每年增量运营市场规模，亿元	558	45.6
合计未来每年市场空间，亿元 （存量*20%+增量）	1993.9	706.8

资料来源：中国环境统计年鉴，民生证券研究院

2、投资标的：首推龙头万邦达、转型公司三维工程

1、万邦达：工业废水处理龙头，介入 PPP 模式，成立并购基金开启并购时代

万邦达是一家为煤化工、石油化工、电力等下游行业大型项目提供工业水处理系统全方位、全生命周期服务的专业服务商。目前公司主营收入来源于工程承包（70%），以及托管运营（22%）。公司目前主要的客户有神华宁煤、大唐国际、中煤、陕煤、晋煤等大型煤企，以及中石油。工业污水治理的技术壁垒极高，万邦达的技术实力体现在“自主研发、二次开发、系统集成”。在自主研发方面，万邦达的实力并不强，主要靠二次开发和系统集成。在业务范围方面，万邦达是最全的，涵盖了净水厂、循环水、脱盐水、污水治理、回用水、清洁下水等。

万邦达是石油与煤化工污水治理龙头，2014 年营收约 10.6 亿，净利约 1.9 亿，同比增长 30% 以上。按 1993.9 亿市场规模，万邦达在化工污水处理领域市场占有率约 0.5%，还有很大的成长空间。

万邦达在保持工业废水主业稳定增长的同时，接连斩获 PPP 项目超级大单，积极转型 PPP 业务。

我们预计 15~17 年，PPP 项目贡献 EPS 分别为 0.62 元，0.84 元，1.29 元，公司合计 EPS 为 1.43 元，1.79 元，2.51 元，若按 40 倍 PE，公司 2015 年合理股价为 57.3 元，对应市值为 140.4 亿元。

表 14：万邦达收入成本假设，百万元

		2015E	2016E	2017E
工业废水处理				
	营收	940.0	1128.0	1353.7
	成本	658.0	789.6	947.5
	毛利率	30%	30%	30%
	毛利	282.0	338.4	406.1
	净利	171.0	195.6	246.2
	贡献 EPS	0.70	0.80	1.00
PPP 项目				
	营收	2,789.7	4463.5	5802.5
	成本	2371.2	3794.0	4932.1
	毛利率	15%	15%	15%
	毛利	418.5	669.5	870.4
	净利	151.8	204.9	315.7
	贡献 EPS	0.62	0.84	1.29
托管运营项目				
	营收	54.6	71.0	92.3
	成本	8.2	10.7	13.9
	毛利率	15%	15%	15%
	毛利	46.4	60.4	78.5
	净利	35.5	45.5	59.9
	贡献 EPS	0.14	0.19	0.24
合计 EPS，元		1.43	1.79	2.51
股价，元（按 40X）		57.30	71.66	100.29
市值，亿元		140.4	175.6	245.8

表 15: 截止 2015 年 4 月 2 日公司已公告在手的重大合同情况

序号	项目名称	亿元
1	陕西煤化集团神木天元化工 100t/h 煤焦油轻质化废水处理 BOT 项目	3.58
2	甲醇制烯烃高盐水零排放 BOT	1.96
3	中煤榆林甲醇醋酸一期工程项目	4.94
4	神华宁煤烯烃水处理、产品罐区等公用工程	3.75
5	华北石化炼油升级改造-供热供风工程项目	1.83
6	榆林榆横工业区工业污水处理托管运营项目	3.90
7	神华宁煤 400 万吨/年煤炭间接液化项目动力站装置除盐水及凝液精制站工艺包成套项 工业废水类项目总计	1.88 21.84
8	芜湖市环保基础设施项目 PPP	27.60
9	乌兰察布市人民政府 PPP 合作建设项目 PPP 项目总计	56.09 83.69
合计		105.53

2、三维工程：石化脱硫龙头，强势转型化工废水处理

三维工程是国内石油化工和煤化工脱硫的龙头企业。除延伸脱硫产业链外，近年来公司业务逐步向污水处理等领域拓展。公司曾在 2006 年完成了齐鲁石化供排水厂污水处理项目的总包工作，目前也在参与数个污水处理项目。

公司具有化工石化医药行业设计甲级、市政行业（城镇燃气）和建筑工程乙级、以及 A1、A2、A3 类压力容器和 GA、GB、GC、GD 类压力管道设计资质，拥有对外承包工程资格，具备以设计为主导的工程总承包资质和能力，为国家级高新技术企业。

在污水处理技术方面，公司在 2015 年 1 月 22 日公告了一项水污染治理方面的发明专利，公司合计污水处理方面专利共 4 项。

我们预计公司未来将进一步布局污水处理大方向，可能并购拥有污水处理技术和经验的公司进一步壮大实力，承担相关石化企业的重大污水处理项目。

表 16: 公司污水处理相关专利技术一览，截止 2015 年 2 月

序号	专利名称	类型	专利号	授权日
1	含盐废水的处理方法	发明	ZL201310199616.1	2013-05-27
2	硫磺回收的液硫采集方法	发明	ZL201310145669.5	2013-04-25
3	含硫污水汽提工艺技术	专有技术	ZYJS2009-036S	2009
4	溶剂再生工艺控制技术	专有技术	ZYJS2010-005S	2010

数据来源：公开资料，民生证券研究院

我们预计三维工程也将以化工污水处理技术为核心进军化工排污领域，为相关化工企业提供整体技术和工程解决方案为主。三维工程 15~17 年污水处理业务贡献 EPS 预计为 0.03 元，0.05 元，0.08 元，公司合计 EPS 为 0.74 元，1.03 元，1.60 元，若按 40 倍 PE 公司 2015 年合理股价应为 29.6 元，对应市值为 98.6 亿元。

表 17: 三维工程转型污水处理后收入成本假设, 百万元

	2015E	2016E	2017E
传统主业			
(脱硫工程+催化剂销售)			
脱硫工程服务			
营收	1148.00	1595.72	2393.58
成本	803.60	1117.00	1675.51
毛利率	30%	30%	30%
毛利	344.40	478.72	718.07
净利	194.16	279.09	418.64
贡献 EPS, 元	0.58	0.84	1.26
催化剂销售			
营收	64.00	83.20	108.16
成本	38.40	49.92	64.90
毛利率	60%	60%	60%
毛利	25.60	33.28	43.26
净利	16.10	21.42	27.84
贡献 EPS, 元	0.05	0.06	0.08
污水处理业务			
营收	145.97	200.00	300.00
成本	116.78	160.00	240.00
毛利率	20%	20%	20%
毛利	29.19	40.00	60.00
净利	12.64	17.33	27.72
贡献 EPS, 元	0.04	0.05	0.08
电商收入			
营收	50.00	100.00	200.00
成本	45.00	90.00	180.00
毛利率	10%	10%	10%
毛利	5.00	10.00	20.00
净利	0.21	0.41	1.98
贡献 EPS, 元	0.0006	0.0012	0.0059
合计 EPS, 元	0.74	1.03	1.60
股价, 元 (按 40X)	29.60	41.10	63.96
市值, 亿元	98.6	136.9	213.0

表 18: 截止 2015 年 4 月 2 日公司已公告在手的重大合同情况

序号	项目名称	亿元
1	与中石化签订的《齐鲁分公司第一硫磺回收装置安全隐患治理技术改造项目 EPC 总承包》	3.77
2	《中国石油云南 1000 万吨/年连续重整-芳烃联合装置加热炉第二标段项目》	0.43
3	《神华新疆 68 万吨/年煤基新材料项目硫磺回收装置合同协议书》	1.12
4	《神华宁煤 400 万吨/年煤炭间接液化项目硫回收装置详细工程设计及采购 (EP) 承包合同》	1.48
5	《中天合创鄂尔多斯煤深加工示范项目硫回收装置 EPC 总承包合同》	2.04
6	天津中沙污水深度处理 (循环水排污水) 装置工程总承包项目	0.26
	总承包、设计类合同总计	9.10
7	与中海炼化签订的《煤制氢装置耐硫变换催化剂买卖合同》	0.16
8	与东华工程科技股份有限公司签订的耐硫变换催化剂及过虑剂《合同协议书》(用于伊泰—华电甘泉堡 200 万吨/年煤制油项目)	0.34
	催化剂销售合同总计	0.50
合计		9.60

3、碧水源：市政污水治理龙头，积极拓展工业治污

碧水源是市政污水治理的龙头企业。今年来公司致力于解决水资源短缺和水环境污染双重难题，业务涉及城市污水及工业废水处理和再生利用，给水、城市垃圾处理及综合利用等领域的技术与产品开发、工程设计、工程实施和设备制造。公司是世界上同时拥有全套膜材

料制造技术、膜组器设备制造技术和膜生物反应器水处理工艺技术自主知识产权的少数公司之一。

碧水源的膜生物反应器 MBR 是现今膜法水资源化行业最常使用的核心膜应用技术之一，其是生物技术和膜技术的结合技术，有效减少中间环节，节约用地，能将污水一步到位处理达标排放。公司是我国 MBR 技术大规模应用的奠基者、污水资源化技术的开拓者和领先者，位居世界前三水平。公司 MBR 工艺、技术、产品已打入国际市场，销往澳大利亚、英国、东欧、菲律宾等国家。

在 PPP 模式中，资质、资金实力、技术水平是争取项目的关键要素。碧水源在这三方面都有很大优势。自上市以来碧水源公司与各地方政府积极设立合资公司，具备丰富的 PPP 项目经验。在今年国家大力推动 PPP 项目的背景下，公司有望在 PPP 12 万亿的大蛋糕长期受益。此外公司也在积极进军工业废水治理领域，MBR 技术将有更广阔的应用前景。目前膜法水处理的市场占有率仅为 1%，我们预计未来在水十条等环保政策的推动下，公司市场占有率有望扩大到 5% 以上，那么每年市场规模可达 35 亿。

4、津膜科技：拥有目前最先进的 CMF 与 SMF 膜技术

公司是一家拥有膜产品研发、生产、膜设备制造、膜应用工程设计施工和运营服务完整产业链的高科技企业，其前身为 1974 年成立的天津工业大学膜分离研究所。作为中国第一支中空纤维膜组件诞生地，公司已服务市政给水和污水处理及回用、工业给水和废水处理与回用、海水淡化、饮用水净化、生物制药净化、浓缩及分离处理等多个领域。产品已远销欧美、中东、东南亚等 30 多个国家和地区，截至 2013 年底，公司产品和设备年处理污水达 13 亿吨。

与碧水源的 MBR 不同，津膜科技的连续膜过滤（CMF）是目前膜法水资源化行业更先进的膜应用技术，可广泛应用于污水、废水深度处理回用、给水净化和海水淡化。浸没式膜过滤（SMF）则是现今膜法水资源化行业最先进的工艺之一，由于其处理水规模大、节能性强，可应用于大规模污水、废水深度处理回用、给水净化和海水淡化。

我们预计公司未来市政与化工废水市场占有率均有望扩大到 5% 以上，那么每年水处理业务市场规模可达 135 亿。

五、重点推荐公司盈利预测

投资组合盈利预测与评级

重点公司	现价 2015/3/29	EPS			PE			评级
		2014A	2015E	2016E	2014	2015	2016	
三维工程	20.80	0.74	1.03	1.6	28	20	13	强烈推荐
津膜科技	26.96	0.39	0.59	0.8	69	46	34	强烈推荐
万邦达	98.62	0.82	1.68	2.03	120	59	49	强烈推荐
碧水源	42.50	0.88	1.55	2.01	48	27	21	强烈推荐

六、风险提示

合同工期拖延，未来订单规模增长存在不确定性。

插图目录

图 1: 世界各国水资源总量 (2013 年, 十亿立方米)	3
图 2: 世界各国人均水资源量 (2013 年, 立方米)	3
图 3: 我国水资源总量与人均 (万亿立方米, 立方米/人)	4
图 4: 我国水质状况, 2013 年	4
图 5: 我国各行业用水量情况 (亿立方米)	4
图 6: 我国单位 GDP 与工业增加值水耗, 立方米/万元	4
图 7: 我国废水排放总量以及生活污水与工业废水占比情况	5
图 8: 我国废水排放总量, 生活污水和工业废水排放量增长情况	5
图 9: 化工废水治理难度最大	9
图 10: 我国废水排放总量, 生活污水和工业废水排放量增长情况	9
图 11: 活性污泥法工艺流程	12
图 12: 生物膜法工艺流程	12
图 13: 厌氧生物处理技术工艺流程	14
图 14: 好氧生物处理技术工艺流程	15

表格目录

表 1 2013 年我国各行业废水排放量、治理量和治污能力情况	6
表 2 我国新《环保法》亮点	7
表 3 预计“水十条”主要看点	7
表 4 部分环保严格执法个案, 排污企业付出惨痛代价	8
表 5 化工污水与市政污水主要污染物对比	8
表 6 主要水污染指标科普	10
表 7 典型的生活污水水质与国家排放标准	11
表 8 常用城市污水处理工艺特点对比	11
表 9 石化行业丙烯酸生产废水水质	13
表 10 电镀行业废水水质	13
表 11 工业污水处理工艺分类	13
表 12 常用工业污水处理工艺特点	14
表 13: 化工废水与城市污水市场空间对比	16
表 14: 万邦达收入成本假设, 百万元	17
表 15: 截止 2015 年 4 月 2 日公司已公告在手的重大合同情况	18
表 16: 公司污水处理相关专利技术一览, 截止 2015 年 2 月	18
表 17: 三维工程转型污水处理后收入成本假设, 百万元	19
表 18: 截止 2015 年 4 月 2 日公司已公告在手的重大合同情况	19