

土壤污染形势严峻，蓝海掘金正当时

——土壤修复行业深度报告

投资建议： 优异

上次建议： 优异

投资要点：

我国土壤污染形势严峻，治理刻不容缓

根据《全国土壤污染状况调查公报》显示：全国土壤环境状况总体不容乐观，部分地区土壤污染较重，耕地土壤环境质量堪忧，工矿业废弃地土壤环境问题突出。全国土壤总的点位超标率为16.1%，从土地利用类型看，耕地、林地、草地土壤点位超标率分别为19.4%、10.0%、10.4%。从污染类型看，以无机型为主，有机型次之，复合型污染比重较小，无机污染物超标点位占全部超标点位的82.8%。总体看，我国的土壤污染形势严峻，治理刻不容缓，继“大气十条”、“水十条”之后的“土十条”发布，土壤治理的大幕已经拉开。

国外经验借鉴，国内经营模式在探索中前行

从美国和欧洲的棕地治理经验看，首先有强大的立法支持，有法可依，其次有明确的责任认定和追究机制，三是有持续的资金来源投入。目前国内土壤修复行业发展尚处于初级阶段，法律法规政策、行政管理机制亟待完善、商业模式不清晰、责任主体难以确认、资金筹措困难等等一直困扰国内土壤修复市场的发展，我们可以借鉴国外先进的治理经验，结合本国国情，进一步完善法律法规体系，建立明确的责任认定追究制度，建立土壤污染数据库，对不同性质的地块采取不同的模式，促进我国土壤修复市场的快速发展。

土壤修复治理空间广阔，蓝海掘金正当时

鉴于土壤污染的复杂性，未来的土壤污染状态调查、监测体系建设以及土壤污染治理设备和技术的投入等将是长期的工作，市场空间的释放也是持续的。目前土壤修复的主要类型包括场地修复、耕地修复以及矿山修复，2018年中国环联对多方信息进行统计后，预计我国土壤修复潜在的市场空间约为52200亿元，“十三五”期间可释放约4760亿元，其中场地修复的市场空间将占到一半以上。受益于土壤治理的巨大空间和政策红利，越来越多的企业参与进来，当下仍处于抢资源、争市场、重点区域分兵而治的阶段，千亿蛋糕待分，蓝海掘金正当时。

投资建议

根据行业发展阶段和参与企业的分析，我们看好布局早，技术针对性强，订单饱满有助于业绩持续释放的个股，推荐理工环科（002322.SZ）和高能环境（603588.SH）。

风险提示

政策不达预期的风险，项目进度慢于预期的风险

一年内行业相对大盘走势



马宝德 分析师

执业证书编号：S0590513090001

电话：0510-85605730

邮箱：mabd@glsc.com.cn

相关报告

- 《响水园区关停，关注危废及土壤修复》
2019.04.09
- 《部分公司年报发布，整体盈利仍待改善》
2019.04.01
- 《监测行业又一风口，水质监测蓄势待发》
2019.03.27

正文目录

1 土壤污染形势严峻，治理刻不容缓	4
1.1 土壤污染及修复的相关定义	4
1.2 我国的土壤污染形势严峻，治理迫在眉睫	5
1.3 土十条发布后，土壤治理的大幕已经拉开	8
2 借鉴国外成功经验，国内经营模式探索前行	14
2.1 美国的土壤修复治理模式及经验	14
2.2 德国的土壤修复治理模式及经验	20
2.3 荷兰的土壤修复治理模式及经验	22
2.4 国内经营模式的探索仍在路上	23
3 土壤治理市场空间广阔，蓝海掘金正当时	26
3.1 我国土壤修复的市场空间广阔	26
3.2 我国土壤修复的主要技术路径	27
3.3 目前的市场参与者与未来趋势	29
4 投资机会梳理	31
5 风险提示	35

图表目录

图表 1: 土壤污染源	4
图表 2: 被污染的土壤	4
图表 3: 土壤对植物的作用较大	5
图表 4: 北环的土壤修复施工现场	5
图表 5: 我国土壤污染度 (点位超标率)	6
图表 6: 土地利用类型的污染情况 (点位超标率)	6
图表 7: 各项污染物的超标情况 (点位超标率)	6
图表 8: 各区域的污染情况比较 (点位超标率)	6
图表 9: 2007-2018 年工业污染场地项目区域分布	7
图表 10: 2007-2018 年工业污染场地项目区域分布 (个)	7
图表 11: 近年来土壤污染导致的安全事件	8
图表 12: 2013 年 9 月以来我国环保领域相关政策和法规	9
图表 13: 地方“大气十条”发布情况统计	10
图表 14: 地方“水十条”发布情况统计	10
图表 15: 环境污染治理固定资产投资完成额及同比	11
图表 16: 大气污染治理固定资产投资完成额及同比	11
图表 17: 水污染治理固定资产投资完成额及同比	11
图表 18: 上市公司大气污染治理营收及同比	12
图表 19: 上市公司水污染治理营收及同比	12
图表 20: 上市公司环境监测营收及同比	12
图表 21: 2012-2017 年土壤修复订单金额以及修复规模	13
图表 22: 土壤污染防治相关政策法案	13
图表 23: 纽约的拉夫运河污染	15
图表 24: 污染引起强大的公众不满和舆论压力	15
图表 25: 污染场地的主要污染来源	17
图表 26: 列入 NPL 地块的数量及修复、删除情况	17
图表 27: 进入 NPL 的污染场地 MAP 截图	17
图表 28: 200KM 的地图模式	17

图表 29: 超级基金的污染场地被列入 NPL 的主要程序.....	18
图表 30: 匹兹堡棕色地带的治理前.....	19
图表 31: 匹兹堡棕色地带的治理后.....	19
图表 32: 德国鲁尔区的治理前.....	20
图表 33: 德国鲁尔区的治理后.....	20
图表 34: 安全隔离工程示意图.....	21
图表 35: 污染物隔离与地下水抽排装置.....	21
图表 36: 荷兰的土壤污染防治体系.....	23
图表 37: 我国土壤修复所处的阶段.....	24
图表 38: 中央专项资金预算.....	24
图表 39: 2018 年土壤修复项目的业主分布.....	25
图表 40: 目前土壤修复治理的经营模式.....	25
图表 41: “十三五”期间土壤修复市场空间测算.....	26
图表 42: 美国的超级基金预算投入情况 (亿美元).....	27
图表 43: 超级基金的预算占 EPA 预算百分比.....	27
图表 44: 目前土壤修复治理的技术原理及特点.....	28
图表 45: 污染场地的异位修复占比.....	28
图表 46: 污染介质治理占据主流.....	28
图表 47: 污染场地的修复技术占比情况.....	29
图表 48: 土壤治理的具体技术路径占比.....	29
图表 49: 土壤修复业务的参与企业数量 (家数).....	30
图表 50: 土壤修复相关的环节的企业数量.....	30
图表 51: 目前参与土壤修复治理相关上市公司的治理技术路径.....	30
图表 52: 公司环境修复订单快速放量.....	31
图表 53: 公司环境修复业务收入实现快速增资增长.....	31
图表 54: 碧蓝环保重金属处理流程.....	32
图表 55: 碧蓝环保主要重金属污染土壤固化剂.....	32
图表 56: 碧蓝环保订单获取情况.....	33
图表 57: 台州市三化化工和经纬化工修复项目情况.....	34
图表 58: 碧蓝环保业绩完成情况.....	34

1 土壤污染形势严峻，治理刻不容缓

1.1 土壤污染及修复的相关定义

土壤污染被称为“看不见的污染”，其主要来源、危害及特点体现在以下方面：土壤本来是各类废弃物的天然收容所和净化处理场所，土壤接纳污染物，并不表示土壤即受到污染，只有当土壤中收容的各类污染物过多，影响和超过了土壤的自净能力，从而在卫生学上和流行病学上产生了有害的影响，才表明土壤受到了污染。土壤污染物大致可分为无机污染物和有机污染物两大类。无机污染物主要包括酸、碱、重金属，盐类、放射性元素铯、锶的化合物、含砷、硒、氟的化合物等。有机污染物主要包括有机农药、酚类、氰化物、石油、合成洗涤剂以及由城市污水、污泥及厩肥带来的有害微生物等。造成土壤污染的原因很多，如工业污泥、垃圾农用、污水灌溉、大气中污染物沉降，大量使用含重金属的矿质化肥和农药、过量使用的化学药品等等。虽然土壤自身有较强的净化能力，但当进入土壤的农药量超过土壤的环境容量时就会形成土壤污染，对土壤生态系统产生严重的影响，同时还会通过食物链进入人体，对人体的健康造成危害。由于土壤污染具有隐蔽性、潜伏性和长期性，其严重后果通过食物给动物和人类健康造成危害，因而不易被人们察觉；土壤污染具有累积性，污染物质在土壤中不容易迁移、扩散和稀释。因此容易在土壤中不断积累而超标，同时也使土壤污染具有很强的地域性；土壤污染具有不可逆转性，重金属对土壤的污染基本上是一个不可逆转的过程，许多有机化学物质的污染也需要较长的时间才能降解；土壤污染很难治理，积累在污染土壤中的难降解污染物，很难靠稀释作用和自净化作用来消除，其他治理技术可能见效较慢。因此治理污染土壤通常成本较高，治理周期较长。

图表 1：土壤污染源



来源：网络资料，国联证券研究所

图表 2：被污染的土壤



来源：网络资料，国联证券研究所

土壤修复是指利用物理、化学和生物的方法转移、吸收、降解和转化土壤中的污染物，使其浓度降低到可接受水平，或将有毒有害的污染物转化为无害的物质。

从根本上说，污染土壤修复的技术原理可包括为：(1) 改变污染物在土壤中的存在形态或同土壤的结合方式，降低其在环境中的可迁移性与生物可利用性；(2) 降低土壤中有害物质的浓度。在土壤修复行业，已有的土壤修复技术达到一百多种，常用技术也有十多种，大致可分为物理、化学和生物三种方法。20世纪80年代以来，世界上许多国家特别是发达国家均制定并开展了污染土壤治理与修复计划，因此也形成了一个新兴的土壤修复行业。虽然土壤的修复技术很多，但没有一种修复技术可以针对所有污染土壤。相似的污染状况不同的土壤性质、不同的修复需求，也会限制一些修复技术的使用。另外，大多数修复技术对土壤或多或少带来一些副作用。所以未来的土壤修复从技术上看，将从单一的修复技术发展多技术联合的原位修复技术、综合集成的工程修复技术；在设备上，将从固定式设备的异位修复发展到移动式设备的原位修复；在应用上，将发展到多种污染物复合或混合污染土壤的组合式修复技术；从单项修复技术发展到大气、水体同步监测的多技术多设备协同的场地土壤-地下水一体化修复。

图表 3：土壤对植物的作用较大



来源：网络资料，国联证券研究所

图表 4：北环的土壤修复施工现场



来源：网络资料，国联证券研究所

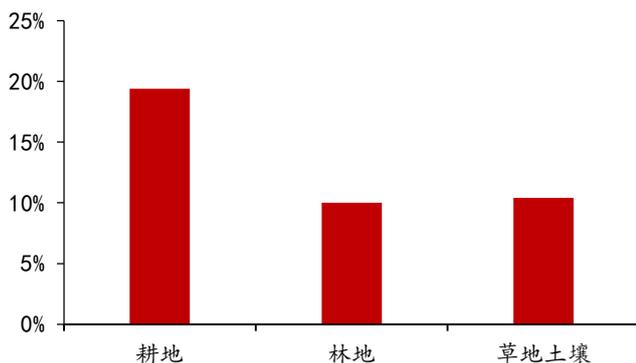
1.2 我国的土壤污染形势严峻，治理迫在眉睫

我国土壤污染情况严重，土壤总超标率为 16.1%，以无机型为主。根据统计局 2014 年中国土壤污染情况调查（调查的范围是除香港、澳门特别行政区和台湾省以外的陆地国土，调查点位覆盖全部耕地，部分林地、草地、未利用地和建设用地，实际调查面积约 630 万平方公里。）数据显示：全国土壤环境状况总体不容乐观，部分地区土壤污染较重，耕地土壤环境质量堪忧，工矿业废弃地土壤环境问题突出。全国土壤总的点位超标率为 16.1%，从土地利用类型看，耕地、林地、草地土壤点位超标率分别为 19.4%、10.0%、10.4%。从污染类型看，以无机型为主，有机型次之，复合型污染比重较小，无机污染物超标点位数占全部超标点位的 82.8%。从污染物超标情况看，镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍 8 种无机污染物点位超标率分别为 7.0%、1.6%、2.7%、2.1%、1.5%、1.1%、0.9%、4.8%；六六六、滴滴涕、多环芳烃 3

类有机污染物点位超标率分别为 0.5%、1.9%、1.4%。

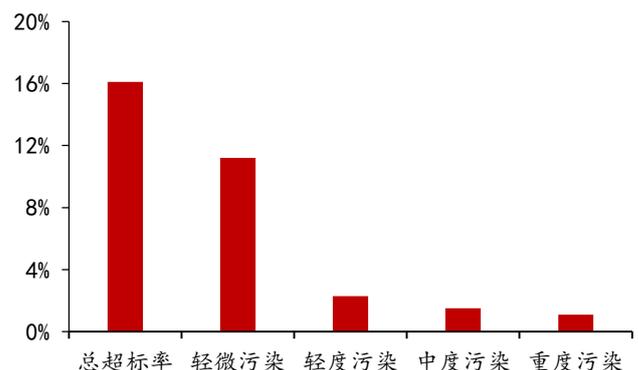
重污染企业及周边土壤、固废处置场地的污染超标点位占比较高，从工业场地项目分布区域来看，江苏、浙江、上海、湖南、重庆、广东等地项目较多。目前，南方土壤污染重于北方，长三角、珠三角等部分区域土壤污染问题较为突出，西南、中南地区土壤重金属超标范围较大。在调查的 690 家重污染企业用地及周边土壤点位中，超标点位占 36.3%，主要涉及黑色金属、有色金属、皮革制品、造纸、石油煤炭、化工医药、化纤橡塑、矿物制品、金属制品、电力等行业。调查的工业废弃地中超标点位占 34.9%，工业园区中超标点位占 29.4%。在调查的 188 处固体废物处理处置场地中，超标点位占 21.3%，以无机污染为主，垃圾焚烧和填埋场有机污染严重。调查的采油区中超标点位占 23.6%，矿区中超标点位占 33.4%，55 个污水灌溉区中有 39 个存在土壤污染，267 条干线公路两侧的 1578 个土壤点位中超标点位占 20.3%。根据土壤与地下水修复行业报告（2018）的统计看，我国工业污染场地修复项目主要集中在经济较为发达或环境问题区域较为突出的领域，其中江苏、浙江、上海、湖南、重庆、广东等地的项目数量较多。

图表 5：我国土壤污染度（点位超标率）



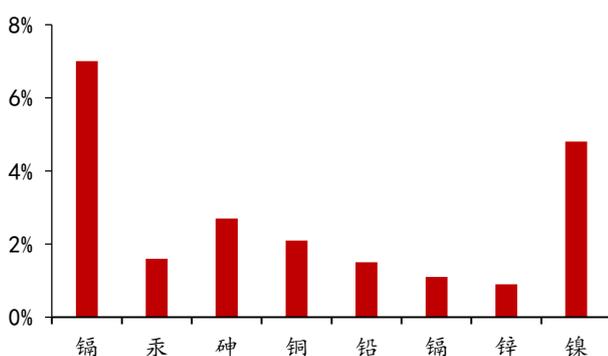
来源：全国土壤污染状况调查公报，国联证券研究所

图表 6：土地利用类型的污染情况（点位超标率）



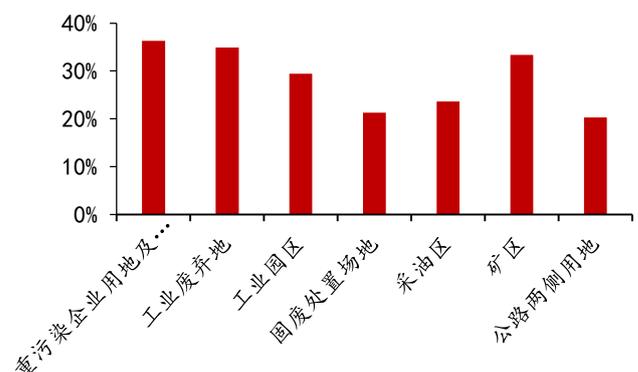
来源：全国土壤污染状况调查公报，国联证券研究所

图表 7：各项污染物的超标情况（点位超标率）



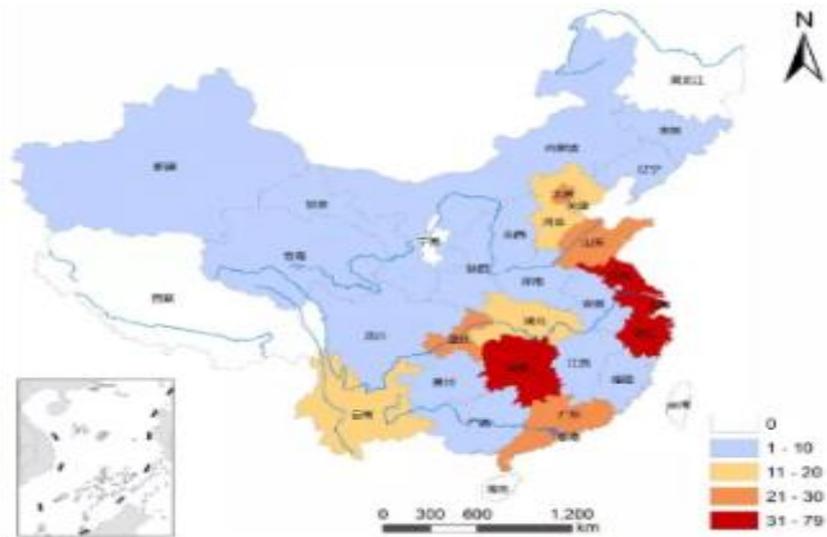
来源：全国土壤污染状况调查公报，国联证券研究所

图表 8：各区域的污染情况比较（点位超标率）



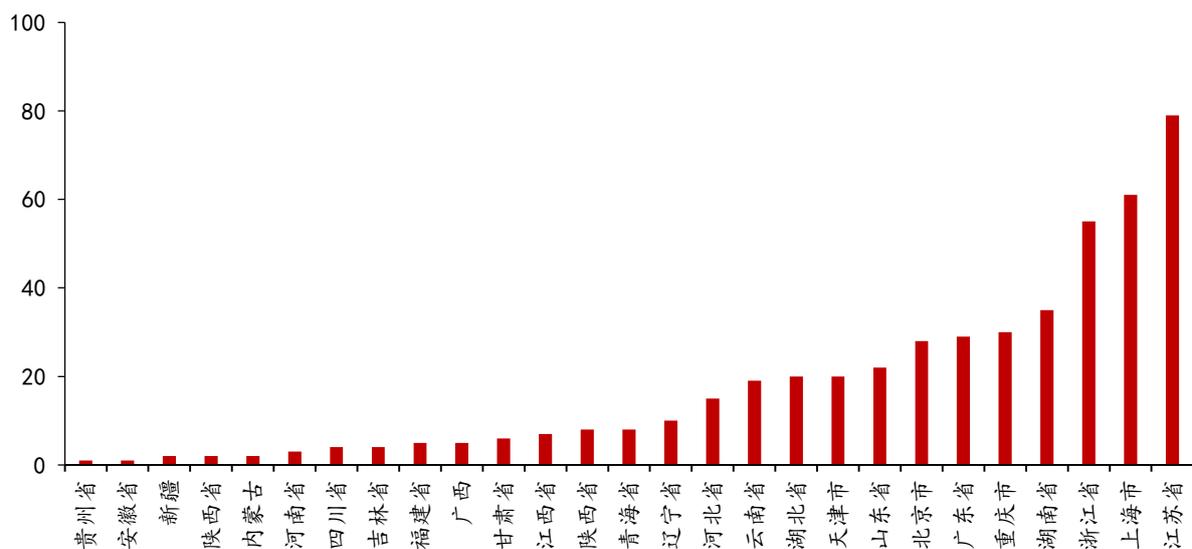
来源：全国土壤污染状况调查公报，国联证券研究所

图表 9：2007-2018 年工业污染场地项目区域分布



来源：土壤与地下水修复行业报告（2018），国联证券研究所

图表 10：2007-2018 年工业污染场地项目区域分布（个）



来源：土壤与地下水修复行业报告（2018），国联证券研究所

土壤污染事件频发，治理已刻不容缓。随着经济现代化的推进，越来越多的土壤受到污染，需要修复的土壤大幅度增加。另外，随着城市化过程的快速推进，施工场地日益增加，使得城市中污染场地修复需求非常迫切。土壤污染具有多样性、修复难度大、成本高的特点。不同的污染土壤往往有着不同的污染源，污染土壤所处的地质形态（如周遭的地表水和地下水分布）也可能影响土壤污染情况。土壤中污染物蒸发后会污染空气，随着水流入河流，对居民赖以生存的大气、水资源产生较大污染。耕地污染不仅造成粮食减产，更会对庄稼产生污染，威胁人体健康。随着我国“退二进三”的进行，部分位于中心区域的污染企业搬离，遗留污染土地，长期闲置不仅危害

周边居民，还造成土地资源的浪费。伴随着“儿童血铅超标”、“镉大米”以及“常外有毒校园用地”等一系列土壤污染导致的安全事件的曝光，公众对土壤污染的担忧日益增加。总体来看，目前我国土壤污染的治理已经刻不容缓。

图表 11：近年来土壤污染导致的安全事件

时间	地点	事件
2014 年	湖南衡阳	由于化工污染导致 300 余名儿童血铅超标，随后央视对血铅儿童、污染企业、污染耕地等多方面进行调查，发现当地土壤铅污染严重，仅衡东县大埔镇就有超过 300 名儿童血铅超标。
2013 年	广东广州	广州市食品药品监督管理局公布了第一季度餐饮食品抽检结果，在 18 个批次的大米及米制品抽检后发现 8 个批次的大米镉含量超标，比例高达 44.4%。据统计，不合格大米分别来自江西、广东、湖南、广西等地。而且由于广州市食品药品监督管理局未及时向社会公布不合格产品的品牌、生产单位及销售单位，引来公众质疑。
2016 年	江苏常州	常州外国语学校自 2015 年 9 月份学校搬到新校址后，很多学生因为环境污染，出现了各种不适症状，引发社会广泛关注。493 名学生先后被检查出皮炎、血液指标异常等情况，个别学生查出患有淋巴瘤等。而学校附近正在开挖的地块上曾是三家化工厂。
2017 年	河南新乡	2017 年 3 月 23 日，环保公益组织“好空气保卫侠”在河南新乡市凤泉区块村营村南开发区河边的麦地取样化验，结果显示，距河 4 米处的土壤镉含量为 20.2 mg/kg，是土壤环境质量二级标准的 67.3 倍，三级标准的 20.2 倍。在距河 100 米处取土壤化验，镉含量为 12.4 mg/kg，是二级标准的 41.3 倍，三级标准的 12.4 倍。而在麦收之时，空气侠再次到新乡市监督镉麦农地流转的情况，并随机在牧野区、凤泉区已经收割、尚未收割的不同地块取了 12 个小麦样品。检测结果显示，12 个随机的小麦样品全部超标，出现从 1.7 倍至 18 倍不同程度的超标。

来源：公开资料，国联证券研究所

1.3 土十条发布后，土壤治理的大幕已经拉开

“大气十条”、“水十条”以及“土十条”相继发布，构建我国新阶段环保治理完整的线路图。回顾我国近十年来的环保治理历程，2013 年“大气十条”的发布具有标志性意义。2013 年 1 月北京雾霾天气事件中 PM_{2.5} 无论在在浓度、还是持续时间上都突破了历史记录，其单日小时最高浓度突破了 1000 μg/m³，当月的雾霾日更是长达 25 天，在 2013 年 3 月后的一年中，北京连续 3 天以上能见度小于 3 千米的严重雾霾污染共出现了 18 次。在 1 月的雾霾事件发生之后，污染防治与节能减排的政策密集发布，包括针对水泥、钢铁等“两高一剩”行业的污染防治技术以及交通运输、节能环保的节能减排等政策。2013 年 6 月 14 日，国务院召开常务会议确定部署大气污染防治十条措施，包括严控高耗能、高污染行业，强化节能环保指标约束，推行激励与约束并举的节能减排新机制，用法律、标准“倒逼”产业转型升级，建立京津冀、长三角、珠三角等区域联防联控机制，将重污染天气纳入地方政府突发事件应急管理；9 月《大气污染防治行动计划》（简称“大气十条”）被誉为“我国有史以来最为严格的大气治理行动计划”正式发布，标志着我国环保治理新阶段的开始。

随后在 2015 年 4 月和 2016 年 5 月《大气污染防治行动计划》(简称“水十条”)和《土壤污染防治行动计划》(简称“土十条”)的相继发布,按照大气、水和土壤构建了新一轮完整的环保治理路线图。

图表 12: 2013 年 9 月以来我国环保领域相关政策和法规

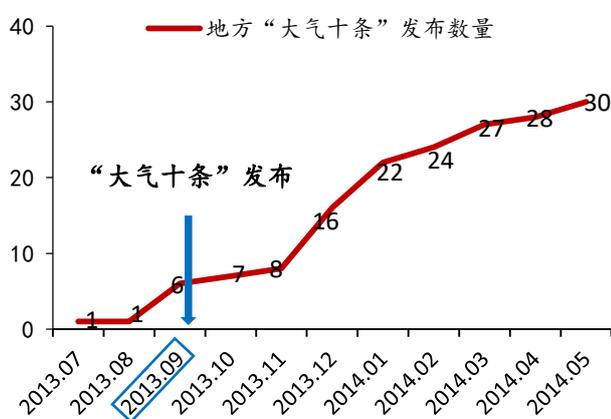
时间	政策名称	颁发部门	主要内容
2013 年 9 月	《大气污染防治行动计划》 简称“大气十条”	国务院	具体目标为到 2017 年,全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比 2012 年下降 10%以上,优良天数逐年提高;京津冀、长三角、珠三角等区域细颗粒物浓度分别下降 25%、20%、15%左右,其中北京市细颗粒物年均浓度控制在 60 微克/立方米左右。
2014 年 4 月	《中华人民共和国环境保护法》	人大常委会	史上最严环保法,监管的绝对严格成为此法所具备的一个核心要素,不仅污染损害担责主体更加明确,企业违法成本大幅增加,并增加了直接责任人行政拘留以及追究刑事责任等处罚措施。
2015 年 4 月	《水污染防治行动计划》 简称“水十条”	国务院	推动水资源承载能力监测预警,完善水环境监测网络、污染物统计监测体系建设。提出到 2020 年,全国水环境质量得到阶段性改善,污染严重水体较大幅度减少,饮用水安全保障水平持续提升,地下水超采得到严格控制,地下水污染加剧趋势得到初步遏制,近岸海域环境质量稳中趋好,京津冀、长三角、珠三角等区域水生态环境状况有所好转。
2015 年 7 月	《生态环境监测网络建设方案》	国务院	全面设点,完善生态环境监测网络;全国联网,实现生态环境监测信息集成共享;自动预警,科学引导环境管理与风险防范;依法追责,建立生态环境监测与监管联动机制;健全生态环境监测制度与保障体系。
2015 年 8 月	《中华人民共和国大气污染防治法修正案》	人大常委会	将 VOCs 纳入监测范围,从法律层面为 VOCs 监测提供了有力保障。2016 年 1 月 1 日实施。
2016 年 5 月	《土壤污染防治行动计划》 简称“土十条”	国务院	到 2020 年,全国土壤污染加重趋势得到初步遏制,土壤环境质量总体保持稳定,农用地和建设用地土壤环境安全得到基本保障,土壤环境风险得到基本管控。到 2030 年,全国土壤环境质量稳中向好,农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障,土壤环境风险得到全面管控。到本世纪中叶,土壤环境质量全面改善,生态系统实现良性循环。
2016 年 11 月	《控制污染物排放许可证实施方案》	国务院	明确到 2020 年完成覆盖所有固定污染源的排污许可证核发工作,简化管理污染物排放许可制,实现“一证式”管理。
2016 年 11 月	《“十三五”生态环境保护规划》	国务院	到 2020 年,生态环境质量总体改善。生产和生活方式绿色、低碳水平上升,主要污染物排放总量大幅减少,环境风险得到有效控制,生物多样性下降势头得到基本控制,生态系统稳定性明显增强,生态安全屏障基本形成,生态环境领域国家治理体系和治理能力现代化取得重大进展,生态文明建设水平与全面建成小康社会目标相适应。
2016 年	《环境保护税法》	人大	环保税法是我国第一部专门体现“绿色税制”、推进生态

12月		常委会	文明建设的单行税法，将于2018年1月1日起施行。
2016年12月	《中华人民共和国水污染防治法修正案》	国务院	强化地方责任，突出饮用水安全保，完善排污许可与总量控制、区域流域水污染联合防治等制度，加严水污染防治措施，加大对超标、超总量排放等的处罚力度。
2016年12月	《关于全面推行河长制的意见》	中央办公厅、国务院办公厅	主要工作包括：一是加强水资源保护；二是加强河湖水域岸线管理保护；三是加强水污染防治；四是加强水环境治理；五是加强水生态修复；六是加强执法监管。
2018年8月	《中华人民共和国土壤污染防治法》	人大常委会	建立土壤污染防治政府责任制度，土壤污染责任人制度，土壤环境信息共享机制，土壤污染状况调查、监测制度，土壤有毒有害物质防控制度，土壤污染风险管控和修复制度，土壤污染防治基金制度。

来源：公开资料，国联证券研究所

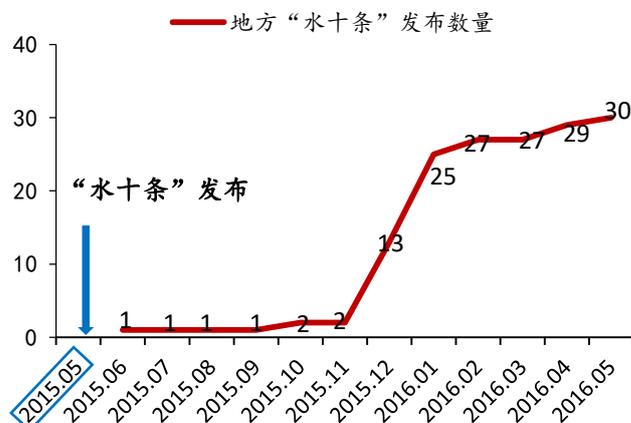
“大气十条”以及“水十条”发布后，各地“十条”陆续发布。在我国现行体制下，政策的传播主要按照自上而下的模式进行，中央发布后各地方政府响应速度决定了政策的有效执行进程。我们统计了“大气十条”以及“水十条”发布后，各个省级行政区各自的“十条”发布情况。在“大气十条”发布的当月就有6个地方政府发布了地方版的“大气十条”，在随后的6个月中，发布数量快速上升达到27个，并在2014年5月集中发布完毕，共历时8个月，地方对“大气十条”的集中高速响应也反应了当时各地对大气污染治理的迫切。2015年5月“水十条”发布，在发布后的6个月中只有2个地方政府响应，随后在2015年11月至2016年2月这3个月中响应数量急速上升至27个，最终在2016年5月发布完毕，共历时12个月。整体来看，基于2013年大气污染的严重性与直观性，各地政府在大气政策响应上明显高于水质，但是两者总体历时都没超过一年，体现出了地方政府对环保政策的重视。

图表 13：地方“大气十条”发布情况统计



来源：各政府网站，国联证券研究所

图表 14：地方“水十条”发布情况统计

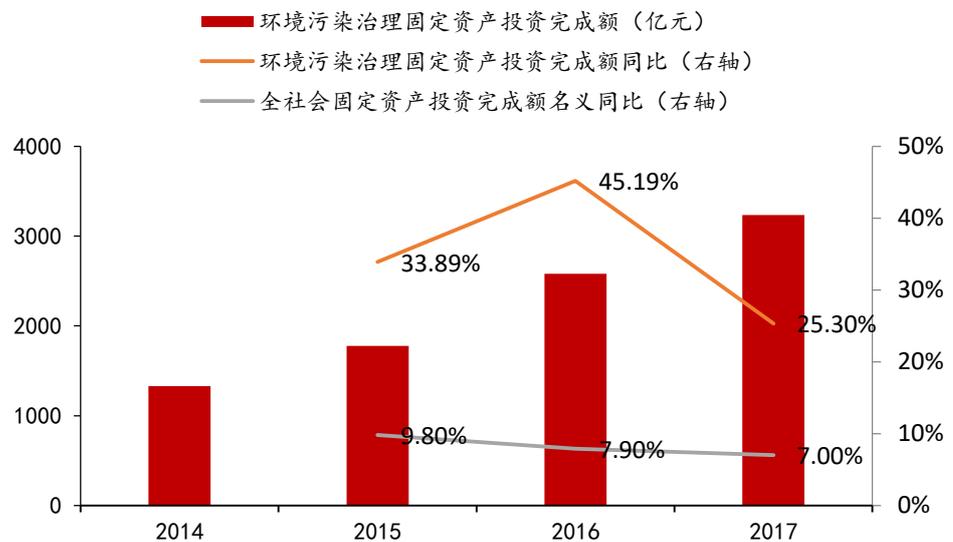


来源：各政府网站，国联证券研究所

伴随着各地对环保政策的快速响应，环境污染治理固定资产投资完成额保持了高速增长。从时间维度上来看，自2013“大气十条”发布到2014年各地方政府迅速响应后，2015年开始我国的环境污染治理固定资产投资完成额保持了高速的增

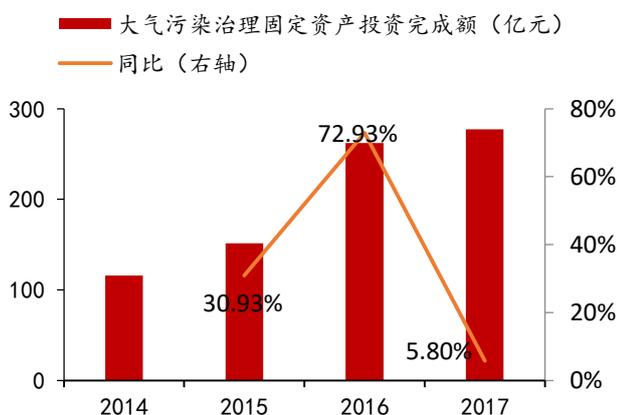
长，2015至2017年同比增速分别为33.89%、45.19%及25.30%，远高于同期全社会固定资产投资完成额名义同比，三年分别为9.80%、7.90%和7.00%。分类别来看，大气污染治理率先发力，2015年同比增速为30.93%，而在“大气十条”考核的前一年2016年同比增速达到了72.93%，2017年同比为5.80%，至此大气治理第一阶段告一段落。“水十条”发布较“大气十条”晚两年，同时考核期为2020年，目前来看仍旧保持了较高的增速，2015年至2017年同比增长分别为41.63%、44.04%和27.72%。

图表 15：环境污染治理固定资产投资完成额及同比



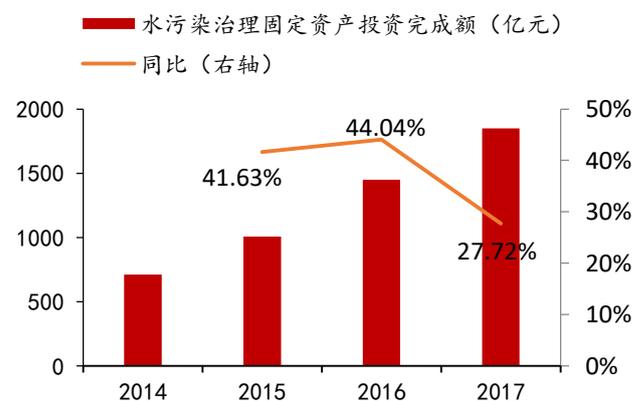
来源：Wind，国联证券研究所

图表 16：大气污染治理固定资产投资完成额及同比



来源：Wind，国联证券研究所

图表 17：水污染治理固定资产投资完成额及同比



来源：Wind，国联证券研究所

“大气十条”、“水十条”的发布不断刺激着上市公司的营收增长。除去对环保投资的影响以外，我们还将重点关注上市公司的大气和水污染治理相关业务的营收进行了梳理。由于2013年严重的雾霾天气，得益于各地政府对污染控制的迫切期望，上市公司大气污染治理营收出现了较快增长，同比达到了41.04%；同时当年“大气

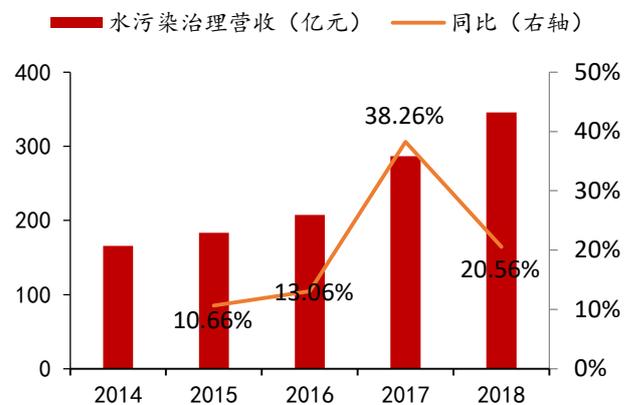
十条”发布，随后 2014 年各地治理方案推出落实具体治理工作，在 2015 年上市公司的营收再次实现高速增长，同比增长达 32.55%；2017 年随着大气治理一阶段的结束，营收增速降至 8.69%，同年年底大气污染治理二阶段“蓝天保卫战”开启，2018 年各地政府仍处于响应布局阶段，上市公司大气污染治理的整体营收仍旧处于 8.69%这一较低增速。水污染治理业务的营收增速也表现出了与大气相似的相关性，从时间上来看“水十条”于 2015 年发布，2016 年各地完成了工作部署，2017 年上市公司营收出现快速增长，增幅达 38.26%，2018 年虽然有所回落，但在“河长制”治水工作的强力推进下，但仍旧保持 20.56%的增速。

图表 18: 上市公司大气污染治理营收及同比



来源: Wind, 国联证券研究所

图表 19: 上市公司水污染治理营收及同比



来源: Wind, 国联证券研究所

图表 20: 上市公司环境监测营收及同比

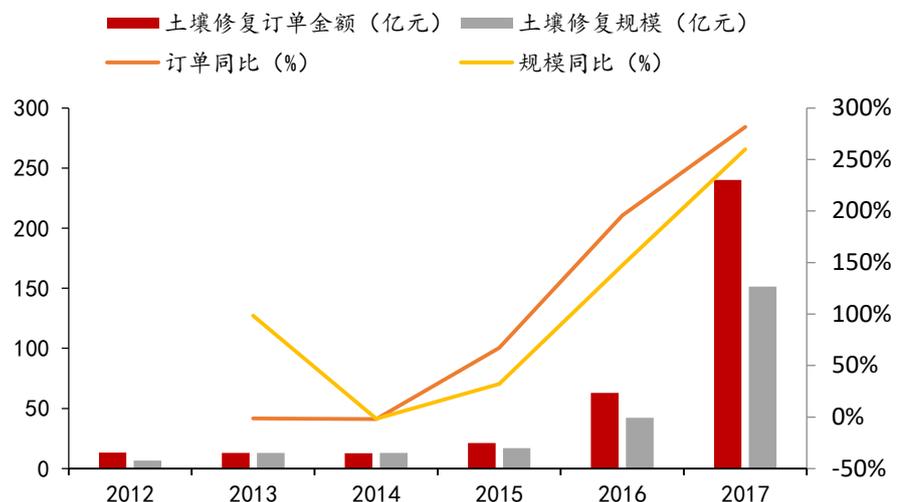


来源: Wind, 国联证券研究所

“土十条”发布，构建完整生态环境污染防治纲领，叩开土壤治理市场的大门。

“十二五”期间出台的“大气十条”和“水十条”作为环保行动的计划纲领,开启了我国生态文明建设的新篇章,两项污染防治计划的出台也极大的刺激了相关产业的发展。2016年,“土十条”的发布构建了完整的生态环境污染防治纲领。计划要求在2016年底前,在浙江省台州市、湖北省黄石市、湖南省常德市、广东省韶关市、广西壮族自治区河池市和贵州省铜仁市启动土壤污染综合防治先行区建设,重点在土壤污染源头预防、风险管控、治理与修复、监管能力建设等方面进行探索,力争到2020年先行区土壤环境质量得到明显改善。同时还要求综合土壤污染类型、程度和区域代表性,针对典型受污染农用地、污染地块,分批实施200个土壤污染治理与修复技术应用试点项目,2020年底前完成。根据试点情况,比选形成一批易推广、成本低、效果好的适用技术。伴随着“土十条”的发布,土壤修复市场的大门被叩开,2017年土壤修复的订单金额以及修复规模同比增长250%以上,开启了行业的高速增长。

图表 21: 2012-2017 年土壤修复订单金额以及修复规模



来源: 公司公告, 国联证券研究所

填补环境立法空白, 明确责任主体, 《土壤污染防治法》进一步推动土壤污染治理市场空间释放。2018年8月31日, 十三届全国人大常委会第五次会议通过了《中华人民共和国土壤污染防治法》, 将从2019年1月1日开始执行。作为我国首次制定的规范土壤污染防治的法律, 解决了防治工作上存留的一些问题。法案落实了土壤污染防治的政府责任, 明确了污染的责任主体, 建立了污染风险管控和修复制度, 建立了防治基金制度。法案在明确责任主体以及将治理效果与地方政府的绩效考核进行挂钩的情况下, 同时提出通过建立防治基金解决历史存量污染地块治理问题。此外, 在财政部2019年3月5日提请十三届全国人大二次会议审查《关于2018年中央和地方预算执行情况与2019年中央和地方预算草案的报告》中, 为支持全面落实土壤污染防治行动计划, 土壤污染防治资金安排50亿元, 增长42.9%。从“政策+财政”层面进一步推动土壤污染防治工作的推进, 促进相关市场的释放。

图表 22: 土壤污染防治相关政策法案

发布时间	发布部门	政策法规	主要内容
2016年5月	国务院	《土壤污染防治行动计划（“土十条”）》	到2020年，全国土壤污染加重趋势得到初步遏制，土壤环境质量总体保持稳定，农用地和建设用地的土壤环境安全得到基本保障，土壤环境风险得到基本管控。到2030年，全国土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用地的土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。到本世纪中叶，土壤环境质量全面改善，生态系统实现良性循环。
2016年7月	生态环境部、财政部	《土壤污染防治专项资金管理办法》	力争到2020年，查明我国土壤环境质量状况，全国土壤污染加重的趋势得到初步遏制，土壤环境质量总体保持稳定，农用地和建设用地的环境安全得到基本保障，土壤环境风险得到基本管控，受污染耕地安全利用率达到90%左右，污染地块安全利用率达到90%以上。
2016年12月	生态环境部	《污染地块土壤环境管理办法》	要求污染地块责任人应制定风险管控方案，移除或者清理污染源，防止污染扩散；对需要开发利用的地块应开展治理与修复，防止对地块及周边环境造成二次污染。
2017年2月	国土资源部、发改委	《全国土地整治规划2016-2020》	确保建成4亿亩高标准农田，全国基本农田整治率达到60%，补充耕地2000万亩，改造中低等耕地2亿亩，整理农村建设用地600万亩，改造开发600万亩城镇低效用地。
2017年6月	国土资源部	《土地整治蓝皮书：中国土地整治发展研究报告NO.4》	全国各地根据当地经济社会发展状况和自然资源禀赋特点，积极践行“土地整治+理念”，立足土地整治多功能定位，通过探索多样化实施模式，构建多元化投资机制。
2017年9月	生态环境部、农业部	《农用地土壤环境管理办法》	加强农用地土壤环境保护监督管理，保护农用地土壤环境，管控农用地土壤环境风险，保障农产品质量安全。
2018年8月	全国人大	《中华人民共和国土壤污染防治法》	落实土壤污染防治的政府责任；确立土壤污染责任主体；建立土壤污染风险管控和修复制度；建立土壤污染防治基金制度。

来源：公开资料，环境工程，国联证券研究所

结论：目前我国的土壤污染形势严峻，伴随着“儿童血铅超标”、“镉大米”以及“常外有毒校园用地”等一系列土壤污染导致的安全事件的曝光，公众对土壤污染的担忧日益增加。总体来看，目前我国土壤污染的治理已经刻不容缓。我国土壤总超标率为16.1%，以无机型为主，重污染企业及周边土壤、固废处置场地的污染超标点位占比较高。从“大气十条”、“水十条”的公布情况看，地方配套政策陆续出台，环保固定资产投资迅速增长，带来上市公司业绩快速提升，随着“土十条”发布后，土壤修复治理市场的序幕已经拉开，未来市场将进入快速发展期。

2 借鉴国外成功经验，国内经营模式探索前行

2.1 美国的土壤修复治理模式及经验

美国为开展污染场地治理，专门制定了《超级基金法》，其基本思路是“先治理，后追责”。没有明确责任主体时，可以通过“超级基金”先支付受污染土地的治理费用，保证受污染的土地都能得到及时、有效的治理。待治理修复完成后“超级基金”

可依追偿权向相关责任方索回清理费。

➤ 美国“超级基金”的起源及主要运作思路

美国“超级基金”制度的产生源于政府和民众对“纽约拉夫运河污染事件”的关注和对全美环境污染问题的深入反思。1942年，美国纽约州的胡克化学公司购买了这条大约1000米长的废弃运河，当作垃圾仓库来倾倒大量工业废弃物，持续了11年。1953年，这条充满各种有毒废弃物的运河被公司填埋覆盖好后转赠给当地的教育机构，周围发展成居民区，20世纪70年代填埋区发生了严重的土壤和地下水污染，居民癌症的发病率与死亡率较高，学生也经常生病，当地800多户居民被迫迁离，使该地区成为无人居住的“禁区”。这就是轰动全美的“拉夫运河事件”。“拉夫运河事件”的出现和政府处置不力以及随后政府须承担的数十亿美元的沉重财政压力，让国会面临失职的指责，迫使国会在1980年后半年加速了立法进程，之后美国国会颁布了《环境应对、赔偿和责任综合法案》，即《超级基金法案》。该法案授权美国环保局（EPA）敦促有关责任方清理危险废物场所。拉夫运河事件的出现，引发美国各界对历史遗留污染威胁公众健康的关注，也令全社会意识到现行环境法律体系的缺陷。所以《超级基金法案》的出台很大程度上源于公众的不满和舆论的压力，这也使得该法成为美国乃至全球环境法律中严刑峻法的典型。若没有这些因素，或许以解决历史遗留污染问题为宗旨的法律的出台还要等上若干年。

图表 23：纽约的拉夫运河污染



来源：网络资料，国联证券研究所

图表 24：污染引起强大的公众不满和舆论压力



来源：网络资料，国联证券研究所

“超级基金”的基本思路是“先治理，后追责”。超级基金授权的联邦环保局有权敦促相关潜在责任方对危险废物设施进行治理。超级基金的责任追究有严格性、追溯性和联合性三大特征。严格性是指只要地块所有方或使用方的废弃物对于其场地造成了污染，不管在操作过程中是否采用防范措施或是否由自身过错产生的排放或污染，都需要承担治理和修复责任。追溯性是指根据污染责任方界定情况，联邦环保局既可以采取要求潜在责任方治理，也可以先由环保局代为采取治理措施，事后再向责任方进行追回相关的治理费用。如果污染责任主体不能确定或无力承担高额的治理费用时，

超级基金即时启动用来支付治理费用。责任主体对治理费用承担回溯的严格责任和无限连带责任，并且责任溯及既往，符合特定条件的责任主体即使对危险废物的泄漏或污染行为没有过错，也必须承担治理费用。超级基金或联邦政府可向任何一个能够找到的上述责任人追索全部治理费用。即便是超级基金出台之前的污染违法行为，即使当时是合法的，也应承担相应的污染物清理和土壤修复的治理责任。联合性则是指同一个场地的修复可能涉及到多个潜在责任方所产生的污染物，如果污染物来源可以很好地区分，则每一责任方分别治理各自所造成的污染；如果危害物质已经混合以至于责任难以分别鉴定，联邦政府有权责令已经明确的少数或是某一责任方来承担治理修复的所有费用。超级基金法的责任机制突破了过去约定俗成的法律原则，产生了巨大的反响。严格的机制对污染者产生了巨大的威慑作用，为源头控制污染做出了巨大的法律支撑。

➤ 美国“超级基金”的主要措施及运营模式

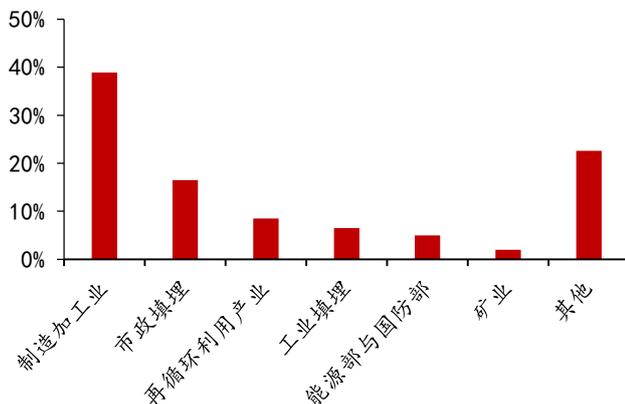
美国超级基金污染场地的主要污染源及污染物类型。 污染场地分为常规场地和联邦设施场地，其中常规场地属于企业或私人拥有的场地，而对于联邦设施场地，美国环保局不主导联邦设施场地的修复，仅参与这部分场地的管理。美国的社会经济制度及工业化过程与我国不同，其污染场地的污染源主要来自制造加工业、市政填埋、再循环利用产业、工业填埋、矿业等，分别占比为 38.9%、16.5%、8.5%、6.5%、2%，其中制造加工业占比最大，矿业占比最小。在污染源的介质类型中，液体介质数量所占比例最大，其他类型或复合类型所占比例较小，USEPA 的固体废物与紧急反应办公室的报告指出，许多场地同时存在多种污染物。超级基金场地中，液体废物污染场地数量所占比例达 92.4%，固体废物污染场地数量所占比例为 58.3%，污泥污染场地数量所占比例为 49.2%。按污染物类型和污染介质的详细分类来看，主要分为挥发性有机物、重金属、多环芳烃、酸碱类、无机物等。截至 2019 年 2 月 5 日，先后列入 NPL¹ 的有 1750 块场地，另有 53 块场地处于即将列入 NPL 的公示期。目前还有 1337 块尚在名录中。有 1205 块场地已完成修复工程，占累计列入 NPL 场地的 68.9%，其中 413 块场地已从 NPL 中删除，占累计列入场地的 23.6%，另外 792 块场地处于跟踪监测阶段。

超级基金运营的主要模式与基本程序。 超级基金场地首先属于 NPL 场地，污染场地被列入 NPL 直至从 NPL 中删除，是超级基金场地管理的重要内容。按照法律规定，联邦土地登记处推荐待评估的污染场址名单，环保局或有资质机构对污染场址进行初步环境评估，在此基础上确定 NPL 内各污染场址的治理顺序。影响污染土地进入 NPL 的因素主要包括：土地环境污染对人类健康或敏感环境的危害程度大小，是否需要应急反应，州政府等对修复土地污染的支持力度以及修复者的管理能力等。NPL 每年都会定期更新，去掉已经治理完毕的危险废物设施，并增加新的备选场址。具体从场地发现到进入 NPL 场地目录过程的基本程序大致可以分为场地发现、场地初步评估、初步调查和扩大调查后得出危险等级评价、对潜在责任者的认定、列入优

¹ NPL 意为美国国家优先治理污染场地顺序名单，由于超级基金的资金有限，为了使得更多的受污染土地得到治理，美国建立了 NPL 制度，超级基金只支持列入 NPL 上的土地。

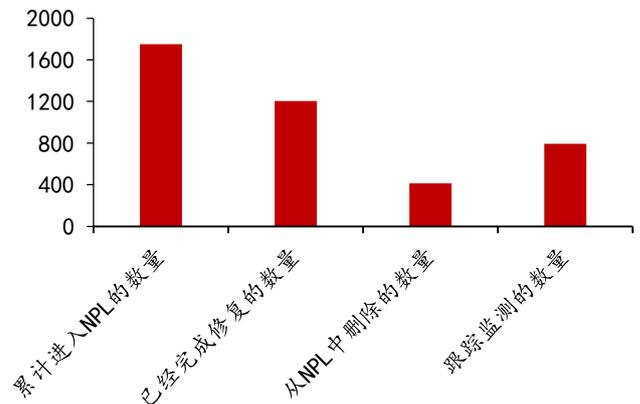
先场地目录、场地修复调查与可行性研究、修复工程设计与实施、运行维护及跟踪监测、从优先场地目录中删除等，其中危险等级系统(HRS)是将污染场地列入NPL的主要机制，即利用场地调查信息，通过数值方式评价场地对人体健康和环境的潜在威胁、危险等级系统利用结构分析方法对场地进行赋分，该方法对与风险相关的因素，如场地释放危险物质的可能性、废弃物特征、人群或敏感靶标等赋分，再对地下水迁移、地表水迁移、土壤暴露和空气传输4种途径计算分值，然后将这些分值通过均方根方程进行组合，产生场地总得分，当危险等级分值超过28.5分时，还必须进行为期60天的公示，若USEPA对公众的评价作出响应后仍然认为该场地符合列入NPL的要求，则该场地列入NPL。²在超级基金场地管理的各阶段，需通知潜在的责任者参与相关管理事宜，同时及时向公众公布在污染场地上将要采取的措施及各项决定。污染场地经修复后若发现再被污染，还可列入NPL。

图表 25: 污染场地的主要污染来源



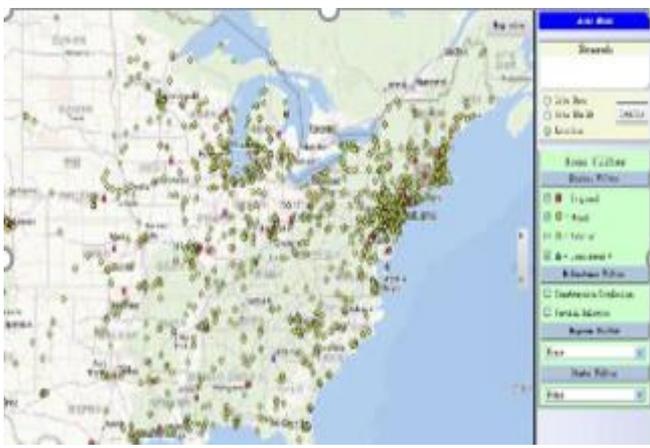
来源：环境科学研究，国联证券研究所

图表 26: 列入 NPL 地块的数量及修复、删除情况



来源：美国超级基金法的今生与前世，国联证券研究所

图表 27: 进入 NPL 的污染场地 MAP 截图



来源：USEPA Superfund，国联证券研究所

图表 28: 200KM 的地图模式



来源：USEPA Superfund，国联证券研究所

² 资料来源于：美国超级基金制度及其污染场地环境管理，环境科学研究，谷庆宝等。

图表 29：超级基金的污染场地被列入 NPL 的主要程序



来源：环境科学研究，国联证券研究所

治理案例及简要总结

“超级基金”在美国历经不断的调整和修正，总花费已经达到 600 多亿美元。超级基金的初始基金为 16 亿美元，绝大部分来自对生产石油和某些无机化学制品行业征收的专门税，剩余部分来自联邦财政。1996 年国会修改超级基金法时，将基金总数扩大到 85 亿美元。其中超过 50 亿美元来自年收入在 200 万美元以上企业的附加税和联邦普通税，剩余部分来自基金利息和费用承担者追回的款项等。截止到 2015 年 5 月，据美国联邦环保局网站公布的数据，全国已经陆续完成 1168 个列于《国家优先名单》上历史污染场地的清理工程，完全从名单上删除的有 387 个，并且对它们实行长期的保护和监督，以保证其再利用。平均每个“超级基金”地块的治理成本为 5500 多万美元，平均治理时间超过 10 年。

美国最大的棕色地带—华盛顿登陆地的治理。美国匹兹堡拥有全国最大的棕色地带，占地 42 英亩，名为华盛顿登陆地。两个世纪以来该地一直是工业用地，曾建有热力厂、木工厂、钢铁厂、肥料厂、制皂厂、肉类加工厂等等，遗留的环境污染问题非常严重，从地面的普遍水污染到后来发现聚氯乙烯（一种致癌物）残留。1978 年，匹兹堡城市再开发局（Urban Redevelopment Authority of Pittsburgh, URA）先后购买了该岛的所有权。由于 URA 是土地所有者，按照美国法律，它要承担该岛的环境责任，于是风险责任从先前的所有者转给了 URA。华盛顿登陆地工程的治理成本超过 4400 万美元。其中 2650 万美元来自于城市再开发局之类的公共投资，这占到总投资的 60%。非政府公共机构是促进城市再开发的主要筹资机构，私人投资达到了 4300 多万美元，资金盈余为这一地区的进一步开发和经济转型提供了资金支持。在棕地治理的优惠政策指导下，匹兹堡的开发商相继前来投资，建成了高级住宅小区和中低档住宅区、办公用房和河边景观小道。今天长达 1.5 英里的小道，自然景观和人文景观巧妙结合，一些废弃的工业设施焕然一新，得到合理的利用，沿途还有阿列格尼河上泛舟的小船。有人甚至把匹兹堡的这一景观与东欧的旅游景观相媲美。原来售价仅为 5 美元的住房现在可卖到 65 万美元。这里还产生了 600 个就业机会，每年向市政府提交 70 万美元的税收。

图表 30：匹兹堡棕色地带的治理前



来源：网络资料，国联证券研究所

图表 31：匹兹堡棕色地带的治理后



来源：网络资料，国联证券研究所

九英里河谷棕色地块的治理。匹兹堡九英里河谷位于莫农加希拉(Monongahela)河沿岸，占地 238 英亩，可开发面积达 134 英亩。由于钢铁厂、玻璃厂及其他制造设施遍及河岸，该河谷两旁是高山一样的矿渣堆，之间流淌着被严重污染的九英里河。1995 年，匹兹堡城市再开发局以 380 万美元的价格从标准拉法基(Standard Lafarge-Duquorse 矿渣公司的东家)手里购买了 238 英亩的九英里地块，开发新的住宅区。九英里项目由匹兹堡城市再开发局与九英里协会组建的合资企业完成。最初的预算，不包括住宅造价，为 6200 万美元，这笔费用包括直接和间接费用以及销售成本。城市再开发局能从房屋销售中获得分成 3450 万美元，剩下的 2750 万美元缺口由政府补贴填补。除了这部分补贴外，九英里项目还有其他资金来源，比如县级、州级和联邦级的项目拨款、发行债券、州政府和联邦政府的补助、税收补贴、以及联邦政府的社区开发补助基金和贷款等。1996 年 4 月，根据总体规划，九英里河上游的一大片平原被改造成湿地，对河流进行生物过滤。生物过滤是土地修复中较为高级的一种，与我国国内同行的异位修复相比，其难度和花费都更高。根据总规划，九英里地块的开发包括 950-1150 套住宅、114000 平方英尺的零售面积、一所小学以及 54 英亩的街道和公共空间。整个项目分四期，预计 10-15 年完成，每期工程都将包括 200-300 套价格在 13 万美元/套-35 万美元/套的住宅。九英里项目的成功不仅为其他棕色地块开发项目树立了榜样，而且有助于整个匹兹堡市的再开发。通过创建一个新的社区，九英里有助于提高公众对棕色地块再开发优势的认识。从长远看，九英里的成功将鼓励匹兹堡市积极治理其他棕色地块。

总结：污染场地治理首先要有立法支持，超级基金法也是在环境事件引发了社会的广泛关注，迫于舆论压力及顺应民意而出台的，并在后续的治理过程中不断修正和完善；其次要有清晰的责任界定，美国实行的溯及以往、严格的无限连带责任，让污染者承担该有的成本；再者有资金支持，超级基金设立后的资金缺口仍然很大，高昂的土地处置成本造成了巨大的资金缺口，除了让污染和环境破坏者承担治理费用外，还需要政府牵头引进社会资本参与治理，并给与税收优惠、补偿资金等手段

支持污染治理；四是建立有效的结果评价体系，从而目标明确获得美国财政政策的支持。

2.2 德国的土壤修复治理模式及经验

相较于美国，欧盟许多成员国同样有大量的土壤污染地块，而且土地受污染的情况各不相同，污染周期较长的，可以追溯到 19 世纪初期的工业革命时代。有许多城市历史悠久，但很多住宅房屋直接就建立在以前的工业用地上。欧洲土壤修复开始于 30 年前。据估计，欧洲每年约有 21.1 亿欧元用于土壤修复，约有 350 万块土地受到污染威胁，50 万块土地受到严重污染而需要治理。而欧洲各国根据本国国情，所采用的土壤修复技术存在明显的较大差异。

欧洲最大的工业区德国鲁尔的棕地治理背景和治理原则。鲁尔区是欧洲最大的工业区，位于鲁尔河两岸，面积约 4400 平方公里，人口 540 万。70 年代以后，鲁尔区随着传统产业煤矿和钢铁产业逐步没落，随之出现了大量的棕地需要治理，而且棕地所在地区地理位置较好，可开发利用价值高，随着城市的不断向外拓展，土地显得更加稀缺，所以在这个背景下，鲁尔区的棕地开始大规模的修复治理和再利用，一方面解决了土壤污染问题，同时推进存量土地的集约利用，是非常明智的战略选择。德国实行的是“谁污染，谁付费”的原则，环保局在获取土壤或地下水污染对人体健康或环境造成的损害事实时，会直接下达土壤调查和修复治理的命令。如果企业拒绝清除自身造成的污染危害，不构成犯罪的，可以直接进行处罚，如有异议，可以申请法院裁决。责任人不仅仅要承担土壤修复治理的费用，如果土壤和地下水对人体和周边环境造成了危害，还需要承担赔偿责任。对历史遗留的无责任主体地块，由土壤保护部门进行调查和修复治理，费用由政府承担。³

图表 32：德国鲁尔区的治理前



来源：网络资料，国联证券研究所

图表 33：德国鲁尔区的治理后



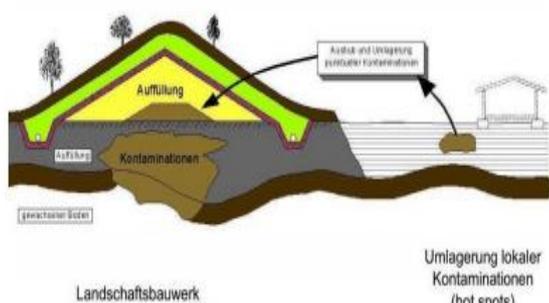
来源：网络资料，国联证券研究所

³ 资料来源于：国外工业污染场地土壤修复治理与再利用，温丹丹等。

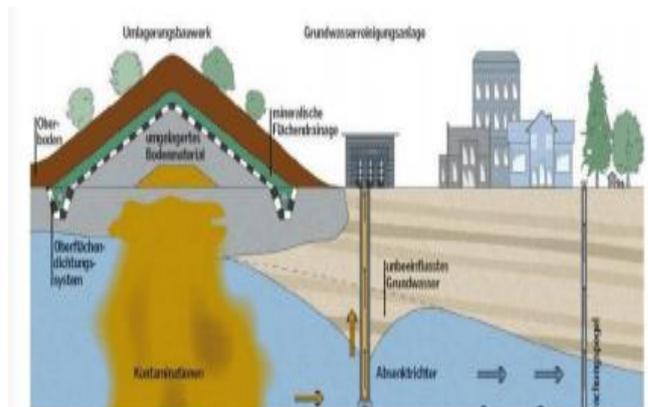
土壤修复的专业法律护航、调查和数据建设奠定基础。为了解决土壤修复治理的历史遗留问题，90年代以来，德国颁布了诸多法律法规进行规范，尤其是《联邦土壤保护法》，具有公法性质，强调事前控制与事后控制并举，行政机关的权限低位突出，对土地使用者预防和清除土壤危害的措施和强制性义务，施加于土地上的各种土料材的性质及其风险的预防和控制，土壤监测、土壤调查和修复治理的具体要求进行规定。同时配套出台了其他法律法规对相关内容进行了细化，为土壤治理进行护航。在法律法规护航的情况下，当地城市环保局对已污染和可疑污染场地进行全面的长期土壤监测，随时了解土壤特性的变化信息，对治理措施进行评估。对受污染的嫌疑地块进行排查、筛选、建立污染场地数据库，进行登记建立土壤信息档案，所有与土壤修复保护相关的州政府部门都可以共享该数据库，同时地方政府还可以通过数据库进行动态监管，对污染严重程度进行排序，从而根据不同地块的情况进行详细调查并制定技术方案实施。

德国鲁尔区的土壤治理过程中的主要技术路径。对受污染的土地进行治理，主要秉承的理念是保护土壤的某种功能，以便未来用地规划需求，从经济上判断是否可行，从而选择不同的治理方案。在治理过程中主要选择的路径有：一是直接清挖后换土，如果污染范围不大，场地的地下水未受污染，采用此方案，对不同的污染物分类运送到不同级别的垃圾填埋场。德国鲁尔工业区奥伯豪森工厂原址，经彻底清除后，改变土地用途新建大型购物中心，还配套建有美食文化街、体育中心、游乐园、影视设施，吸引大量旅游和购物的人流。二是隔离封闭，污染严重范围大，且对地下水造成污染，需要就地隔离封闭处理，在隔离层上铺约2米厚的可供植物生长的新土层，进行景观再造，改造成休闲场所。如果是地下水被污染，可以通过布井或在地下建筑深沟对污染的地下水进行截流并永久抽排，再通过地面净化处理。三是微生物技术，主要是采用原位微生物技术对芳香烃类有机物的处理，如苯、甲苯、二甲苯、酚类化合物、萘等，都可以通过微生物进行有效的降解，可以避免对环境造成二次污染，但修复治理的周期较长，鲁尔区在土壤修复治理过程中部分地块采用此技术。四是气相抽提技术，也是原位修复技术，讲新鲜空气通过注射井注入污染区，通过真空泵产生负压后，空气夹带易挥发性有机污染物，抽回地面，抽回的气体进行炭吸附或生物处理后达标排放，成本低，无二次污染，对挥发性有机污染物效果较好，在鲁尔区的土壤治理中亦被采用。

图表 34：安全隔离工程示意图



图表 35：污染物隔离与地下水抽排装置



来源：德国北威州高等采矿能源局，国联证券研究所

来源：德国北威州高等采矿能源局，国联证券研究所

总结：我们可以借鉴德国在土壤修复治理过程中的成功经验，在土壤治理前需有完善的法律法规进行护航，德国的《联邦土壤保护法》和美国的《超级基金法》类似，具有强大的约束。对土壤污染情况进行调查和监测，建立完善的数据库进行动态管理，和美国的 NPL 类似。对于责任的界定亦采取谁污染、谁治理的原则，对历史遗留无主地块由政府出资治理。在治理技术路径方面，德国更强调的是对土壤功能的保护，不能破坏土壤影响未来规划用地需求，很多国内采用的热脱附、氧化还原技术在德国很少采用。

2.3 荷兰的土壤修复治理模式及经验

荷兰是最早注重土壤环境质量的国家之一，一直以来在污染场地和地下水修复方面积累了丰富的实践经验，坐落欧洲西北部的荷兰，地处莱茵河、马斯河和斯凯尔特河三角洲，与德国、比利时接壤，国土面积为 41526 平方公里，海岸线长 451 公里。荷兰是国际上人员密度最高的国家之一，人员密度超越 400 人/平方米，国土资本有限，可谓是“寸土寸金”。荷兰每年要花费 4 亿欧元用于近 2000 个污染场地的治理，其“土壤污染修复”技术也日趋成熟，目前主要分为“原位修复”和“异位修复”两大类。

污染事件引发政府的高度重视，起草法案开启土壤治理之路。长期的工业化发展导致的土壤/场地污染问题在上世纪 80 年代就开始凸显。1980 年，荷兰的莱克尔克西部住宅区地下水管出现破裂，继而发现住宅区建在有害废物填埋区的上方，污染物主要是甲苯、二甲苯等有毒化学品的污染，此后政府对住宅下方和土壤进行了挖掘清理，清除了 1600 多桶有害化学品，到 2008 年场地清理和修复完工共修复花费 6.6 亿元人民币。该污染事件引发了政府的高度重视，随后于 1983 年制定发布了《土壤修复（暂行）法案》，要求将土壤修复至统一的标准值以下，拉开了荷兰土壤/场地污染治理的序幕。随后继续不断修订土壤环境管理相关法律法规和配套标准，不断建立了土壤/场地环境管理程序，修订后的法律规定，政府原则上不再为污染场地买单，污染场地的责任方将为土壤修复承担责任，自此开启了荷兰的土壤治理之路。

政府引入了目标值和干预值的标准值体系，因实用性强被其他国家相继引用，在欧洲引起了较大的反响。1983 年的修复法案要求将土壤修复至统一规定的标准值以下，要求修复后的土壤满足多重用途，这个思路直接导致土壤修复的成本大幅增加，而且由于污染的多样性，很多土壤修复未能达到规定的标准值，造成大量污染土地的开发严重滞后。1994 年引入污染土壤的人体健康风险评估和陆生生态风险评估方法，建立了目标值和干预值的标准值体系。目标值基于生态风险评估方法确定的土壤中污染物含量限值，反映的是土壤中重金属等污染物对生态物种和土壤生态过程危害风险可忽略时的含量限值；干预值是基于人体健康风险评估和陆生生态风险评估方法综合确定的污染物含量限值，反映的是在可接受人体健康风险和可接受生态风险水平时，

土壤中污染物的含量限值，超标干预值表明土壤污染可能存在风险，需要开展进一步调查评估，根据调查评估结果决定是否需要采取治理修复。荷兰强调的是越早开展土壤污染防治工作，所付出的社会经济成本就越小，预防成本仅约为治理修复成本的1%，因此强调“预防为主，兼顾治理”的土壤管理模式。

图表 36：荷兰的土壤污染防治体系



来源：The prevention and control system of soil pollution in the Netherlands，国联证券研究所

结论：荷兰的土壤治理路径和美国、德国类似，先有大型的污染事件倒逼政府制定强大的立法支持，为治理保驾护航，体现污染者付费，政府不再买单的原则，荷兰的治理特色之处在于治理体系采取目标值和干预值的方式，根据土壤污染情况采取土地的不同适用类型，清洁土壤适用于任何用途的土地利用，轻度污染土壤根据最大值又划分为居住适用类型和工业适用类型，严重污染土壤不适用于任何土地用途的直接开发。对受到污染但未超过干预值的土壤纳入可持续利用管理，对超过干预值的土壤按“场地环境调查—风险评估及基于风险的治理目标和措施—修复技术筛选及可行性评价—修复结果评估检测”的程序开展土壤修复。

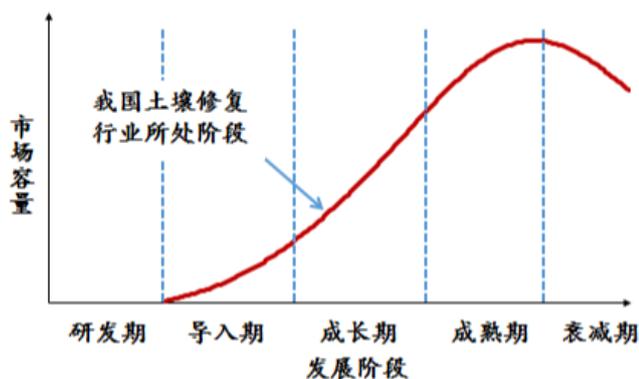
2.4 国内经营模式的探索仍在路上

目前国内土壤修复行业发展尚处于初级阶段，法律法规政策、行政管理机制亟待完善、商业模式不清晰、责任主体难以确认、资金筹措困难等等一直困扰国内土壤修复市场的发展，我们可以借鉴国外先进的治理经验，结合本国国情，不断摸索国内可行的经营模式，促进我国土壤修复市场的快速发展。

完善法律法规体系，建立污染土地数据库，资金仍然是治理过程中的重点。我国土壤修复起步较晚，法律法规仍有待完善，尤其是现行的技术政策标准缺乏依据，技术研发基础薄弱，真正可行的技术路线少，修复技术缺乏针对性、实用性和整体性；“土十条”提出到2020年，土壤污染防治法律法规体系基本建立，系统构建标准体系；全面强化监管执法，重点监测土壤中镉、汞、砷、铅、铬等重金属和多环芳烃、

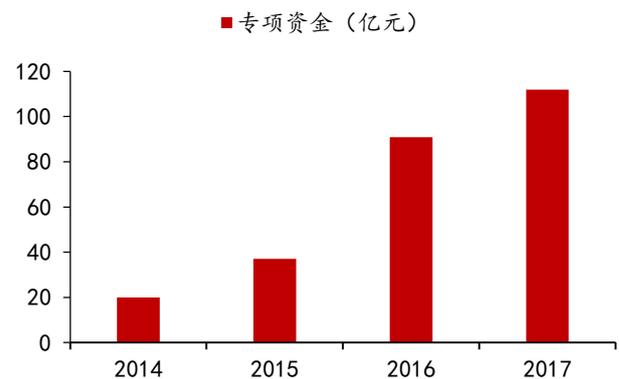
石油烃等有机污染物，重点监管有色金属矿采选、有色金属冶炼、石油开采等行业，深入开展土壤环境质量调查，并建立每 10 年开展一次的土壤环境质量状况定期调查制度，建设土壤环境质量监测网络，2020 年底前实现土壤环境质量监测点位所有县、市、区全覆盖，提升土壤环境信息化管理水平。可以借鉴国外的经验，建立土壤污染数据库，并且随时监控土壤污染治理完成情况，如果达标可以移出数据库，针对未来用地的规划进行有针对性的治理，从而实现不同土地类型采用不同的治理标准，节省治理成本。按照“谁污染，谁治理”原则，造成土壤污染的单位或个人要承担治理与修复的主体责任。责任主体发生变更的，由变更后继承其债权、债务的单位或个人承担相关责任；土地使用权依法转让的，由土地使用权受让人或双方约定的责任人承担相关责任。责任主体灭失或责任主体不明确的，由所在地县级人民政府依法承担相关责任。治理污染过程中的资金除了中央财政资金支持外，仍存在巨大的资金缺口。根据财政部公布的中央财政预算，2014-2017 年，虽然中央对土壤治理专项拨款金额大幅增加，叠加配套的地方财政资金，但仍然不能弥补我国土壤修复的资金缺口。资金仍然是阻碍我国土壤修复治理的重要阻力之一。

图表 37：我国土壤修复所处的阶段



来源：国联证券研究所

图表 38：中央专项资金预算

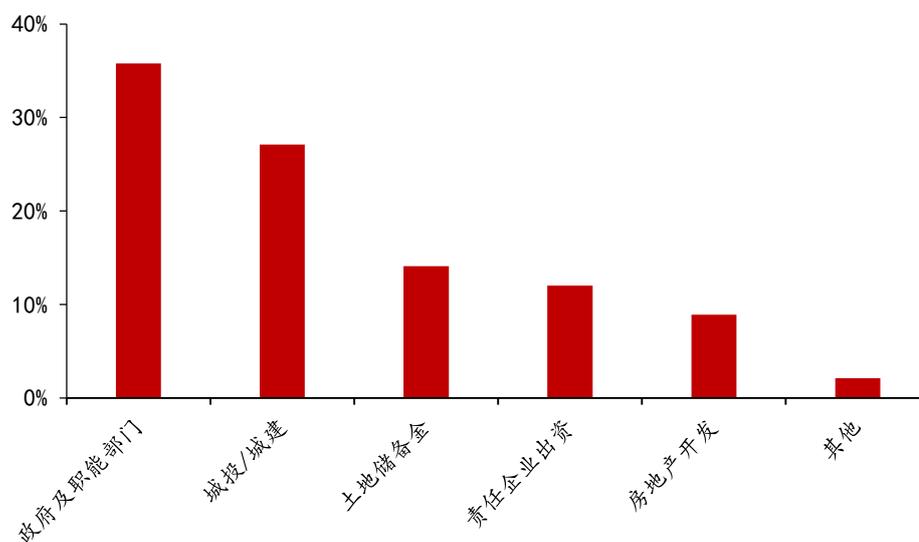


来源：财政部，国联证券研究所

按照资金来源不同可以划分为不同的经营模式，未来根据地块的用途、性质和出资方将会多种模式并存。“土十条”明确了“谁污染，谁治理”的原则，明确责任由造成土壤污染的单位或个人承担。一是对于污染者责任明确的地块，责任人承担土壤治理的工程费用，由污染方出资给具有相应资质的土壤修复公司进行治疗，政府职能部门负责监督并验收。二是无法落实污染责任人的地块，但该地块的使用人是未来规划用地的受益人，采用受益方或使用方进行承担治理费用。该模式对于很多一二线城市工厂搬迁的地块修复项目具有适用性，具有商业价值的地块进行修复再利用的房地产开发商或地方土地储备部门承担土壤治理费用，由于城市地块价值高，修复后开发商可以直接从土地使用或流转中获取利润。三是财政直接出资进行治疗，由于我国土壤污染的复杂性和责任难确定性，大量的被污染土地难以界定责任人又缺乏良好的收益机制，这部分土地治理只能依靠政府资金。四是 BT 模式，对于土壤修复金额较

大的可以采用此模式，由政府对地块进行招投标，土壤修复公司中标后自行垫资进行修复，项目验收完成后由政府进行回购，可以减缓政府的资金压力。五是 PPP 模式，通过政府和社会资本合作（PPP）的模式进行治理，一方面可以积极引入社会资本参与土壤治理，同时可以解决资金的缺口。根据土壤与地下水修复行业报告（2018）显示，2018 年土壤修复业主的分布情况看，政府及职能部门出资占比较大，是第一大资金来源，其次是城投、城建，再者是土地储备金、责任企业出资、房地产开发等等。未来根据地块的用途、性质和出资方，经营模式将会多种并存。

图表 39：2018 年土壤修复项目的业主分布



来源：土壤与地下水修复行业报告（2018），国联证券研究所

图表 40：目前土壤修复治理的经营模式

模式	主要特点	应用案例
谁污染、谁治理模式	责任人承担土壤治理的工程费用，由污染方出资给具有相应资质的土壤修复公司进行治理，政府职能部门负责监督并验收。	南宁化工集团 2013 年停产搬迁，2016 年对地块进行修复，修复费用 2 亿元。
受益方或使用方付费	地块的使用人是未来规划用地的受益人，采用受益方或使用方进行承担治理费用。该模式对于很多一二线城市工厂搬迁的地块修复项目具有适用性，具有商业价值的地块进行修复再利用的房地产开发商或地方土地储备部门承担土壤治理费用，由于城市地块价值高，修复后开发商可以直接从土地使用或流转中获取利润。	苏州溶剂厂位于姑苏区，2007 年整体搬迁，由苏州市土地储备中心接管，长期对土壤和地下水产生了污染，费用由苏州土地储备中心提供。
财政直接出资方式	由于我国土壤污染的复杂性和责任难确定性，大量的被污染土地难以界定责任人又缺乏良好的收益机制，这部分土地治理只能依靠政府资金。	长沙市望城区重金属污染耕地地块，由农业局和林业局出资，和企业签订治理协议。

BT 模式	对于土壤修复金额较大的可以采用此模式，由政府对社会资本合作（PPP）的模式进行治理，一方面可以积极引入社会资本参与土壤治理，同时可以解决资金的缺口，是未来土壤修复治理可能采用的主流模式。	株洲清水塘大湖项目由企业完成清淤、污水处理、底泥处置回填后，由国资背景株洲循环经济投资发展有限责任公司出资对项目进行分次回购。
PPP 模式	通过政府和社会资本合作（PPP）的模式进行治理，一方面可以积极引入社会资本参与土壤治理，同时可以解决资金的缺口，是未来土壤修复治理可能采用的主流模式。	湘潭市岳塘区的竹埠港老工业园区是重金属污染重灾区，由岳塘区政府和湘潭城乡建设发展集团合资成立的湘潭发展投资有限公司，与湖南永清集团共同出资 1 亿元组建“湘潭竹埠港生态环境治理投资有限公司”。通过政企合作，对竹埠港重金属污染开展综合整治。一期工程总投资 7.98 亿元，该地块预计可产生 10.91 亿元收益。

来源：公开资料，国联证券研究所

3 土壤治理市场空间广阔，蓝海掘金正当时

3.1 我国土壤修复的市场空间广阔

潜在修复市场空间巨大，场地修复将占半壁。鉴于土壤污染的复杂性，未来的土壤污染状态调查、监测体系建设以及土壤污染治理设备和技术的投入等将是长期的工作，市场空间的释放也是持续的。目前土壤修复的主要类型包括场地修复、耕地修复以及矿山修复，2018 年中国环联对多方信息进行统计后，预计我国土壤修复潜在的市场空间约为 52200 亿元，“十三五”期间可释放约 4760 亿元，其中场地修复的市场空间将占到一半以上。因为场地修复来自于工业用地的经济效应，场地的修复能得到资本的认可从而启动和治理都会相对顺利，所以会是未来较长一段时间的主流应用场景。近两年由于钢铁、化工化纤、造纸、医药、金属制品等工业企业去产能，工厂搬迁等因素，诸多地块需要进行治理，按照中国环联研究院的数据，统计场地待修复的面积大约 200 万亩，按照一亩的土壤修复成本 20-50 万元/亩进行计算，潜在市场需求在 1 万亿，未来将在较长时间内逐步释放。耕地修复市场需要政府主导，对修复的结果要求存在差异，按照 14 年发布的全国土壤污染状况调查公报，全国 18 亿亩耕地，超标率 19.4% 计算，待修复的面积为 3.492 亿亩，按照每亩地 1 万元的成本计算，市场需求在 3.49 万亿元。在治理过程中对药剂的添加处理后是否还适用于种植农作物需要进一步认定，或退耕还林等。

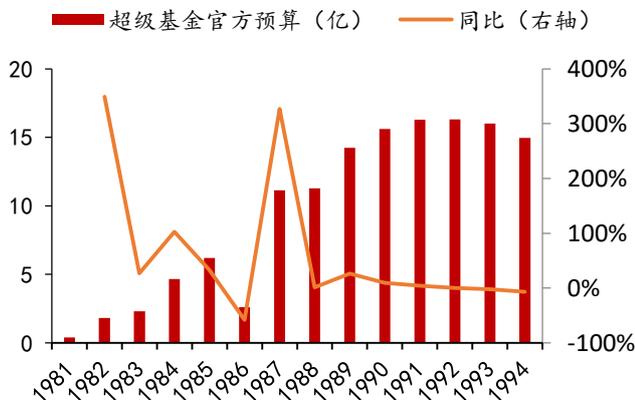
图表 41：“十三五”期间土壤修复市场空间测算

修复类型	待修复面积 (万亩)	单位面积土壤修复成本 (万元/亩)	潜在市场空间 (亿元)	“十三五”释放 比例 (%)	“十三五”市场 空间 (亿元)
场地修复	200	20-50	10000	25%	2500
耕地修复	39200	1	39200	5%	1960
矿山修复	300	5-10	3000	10%	300
合计			52200		4760

来源：中国环联，国联证券研究所

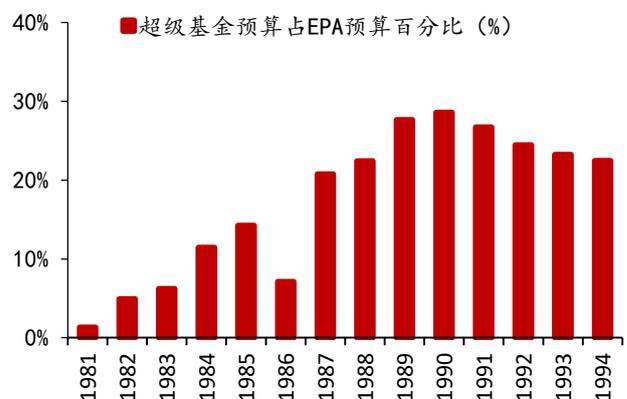
通过对美国土壤修复产业进行分析，80年代以来，土壤修复的超级基金官方预算金额和占EPA的年度预算比例经历了快速上升期、回落期、平稳期。自超级基金设立以来，进入80年代，超级基金的预算金额进入明显的上升期，由81年的0.4亿美元，上升到87年的11.14亿美元，再到92年的16.31亿美元，我们把这段时间成为快速上升期，随着基金预算投入的加大，占EPA年度预算的比例也由1.33%提升到24.46%，资金投入占比大幅提升，在资金投入不断加大的阶段，土壤修复地块数量快速增加，调出NPL的数量也在增加，进入90年代，随着大批量的地块被治理，资金投入有所回落，进入21世纪，美国的土壤修复产业进入平稳发展期，总体稳定。反观国内，根据江苏（宜兴）环保产业技术研究院—土盟数据库和《2015中国土壤修复发展白皮书》的不完全统计，从2007年到2015年全国土壤修复合同签约额从2.05亿元上升到21.28亿元，处于订单量快速释放的上升阶段。随着土十条的发布以及土壤污染防治规划的出台，可以判断目前我国的土壤污染防治的投入仍处于快速上升期，未来的订单和行业空间仍然广阔。

图表 42：美国的超级基金预算投入情况（亿美元）



来源：EPA，国联证券研究所

图表 43：超级基金的预算占EPA预算百分比



来源：EPA，国联证券研究所

3.2 我国土壤修复的主要技术路径

污染场地修复有多种不同的技术分类方法。行业初期，污染土壤绝大多数采用水泥窑协同焚烧处置或安全填埋等相对简单的技术方式处理。如今，应用热解吸、土壤淋洗、原位热脱附、原位化学氧化、生物修复等先进技术已经成为主流，整体水平与国外同步。中国环境保护产业协会土壤与地下水修复专业委员会秘书长、北京建工修复公司副总经理李书鹏表示，修复技术的多元化和不断进步为修复工程应用创新提供了可能。根据环保部2014年发布的《污染场地修复技术应用指南》，该指南指出污

染场地修复技术按照处置场所、原理、修复方式、污染物存在介质等方面的不同，可以有多种分类方法，按照处置场所、原理、修复方式、污染物存在介质等方面的不同，可以有多种的分类方法。按照处置场所，分为原位修复技术和异位修复技术。按照修复技术原理可以分为生物、物理、化学和物理化学修复技术。按照污染物存在介质，分为土壤修复技术和地下水修复技术，按照“源-途径-受体”控制方式，可分为污染介质治理、污染途径阻断技术和受体保护技术。

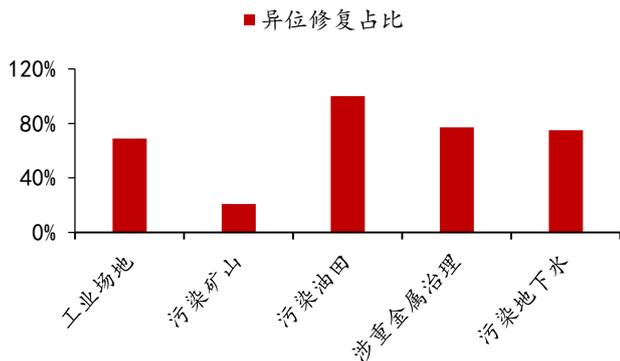
图表 44：目前土壤修复治理的技术原理及特点

主要特点	应用案例
物理修复技术	土壤混合/稀释技术、土壤淋洗/清洗、土壤气相抽提、机械通风/挥发、溶剂萃取
化学修复技术	化学萃取、焚烧、氧化还原、电动力学修复
生物修复技术	微生物降解、生物通风、生物堆、泥浆相生物处理、
物理化学修复技术	固化/稳定化、热解吸、玻璃化、抽出处理、渗透性反应墙

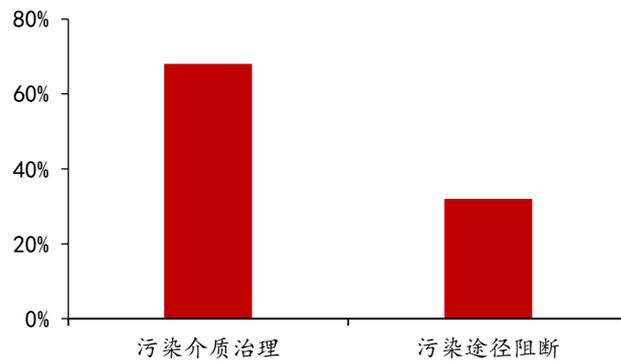
来源：污染场地修复技术应用指南，国联证券研究所

未来的技术路径将以原位修复为主、以污染介质治理技术为主、以多种技术路线的综合治理为主。根据江苏省（宜兴）环保产业技术研究院的统计调查发现，2008-2016年，按照污染场所的不同进行技术分类，对于污染场地的土壤修复来说，除了矿山修复是原位修复技术占比较高为79%外，异位修复技术仍占主要部分，工业场地、污染油田、涉重金属治理、污染地下水仍采用异位修复技术为主，异位修复技术占比分别为69%、100%、77%、75%，但由于异位修复技术需要进行清挖、转运、处置等工程，成本相对较高，未来随着技术的不断突破和进步，原位修复技术将逐步替代异位修复技术成为主流。“土十条”亦明确提出，治理和修复工程原则上在原址进行，并采取必要措施防止土壤污染挖掘、堆存等造成二次污染，为未来指明技术方向。在污染介质技术治理的分类中，污染介质治理占据主流，占比68%，污染途径阻断技术占比32%。从污染介质的治理技术看，物理化学法和生物法占据主流，分别占32%和27%。单一物理法和化学法占比相对较小，分别为2%和7%。从具体的技术路线看，固化/稳定化技术占比为23%，是主流应用的技术之一，其他如矿山生态修复，水泥窑协同处置、氧化还原、微生物等也是应用较多的技术，相对来说，气相抽提、热解析、土壤淋洗、化学改良技术占比都在3%以下，占比较小。由于我国土壤污染物的情况复杂，区域不同对应的污染物种类复杂多变，单一的处置技术并不能真正解决土壤污染，只有运用多种技术路径整合进行对不同的污染物进行去除治理，针对不同的地域不同的污染物采用切实可行的有效技术才是未来的主基调。

图表 45：污染场地的异位修复占比
图表 46：污染介质治理占据主流

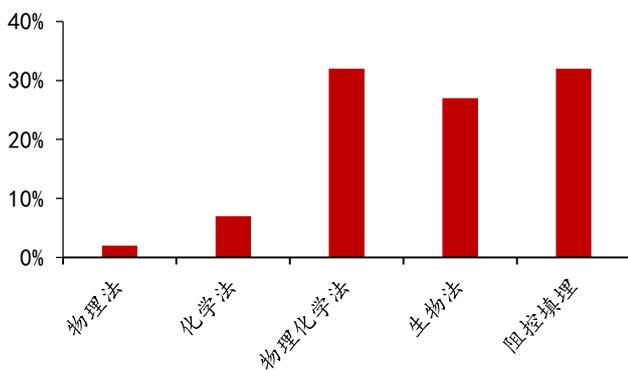


来源：江苏省（宜兴）环保产业技术研究院，国联证券研究所



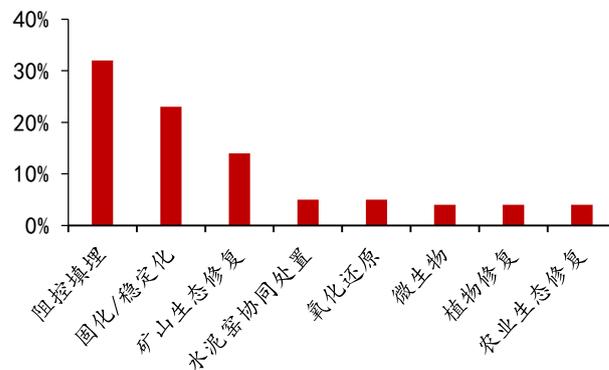
来源：江苏省（宜兴）环保产业技术研究院，国联证券研究所

图表 47：污染场地的修复技术占比情况



来源：江苏省（宜兴）环保产业技术研究院，国联证券研究所

图表 48：土壤治理的具体技术路径占比



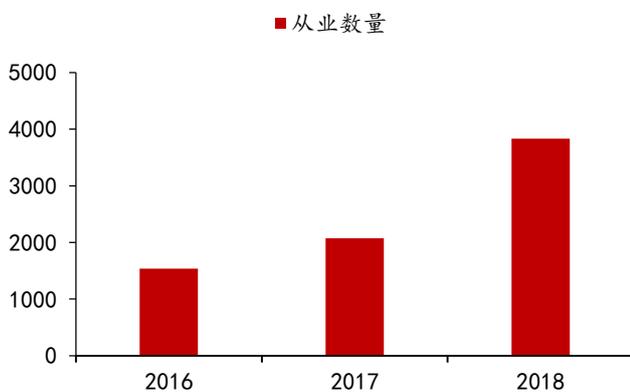
来源：江苏省（宜兴）环保产业技术研究院，国联证券研究所

3.3 目前的市场参与者与未来趋势

受益于土壤修复的巨大空间与政策红利，越来越多的企业进入土壤修复行业。对于土壤修复行业来说，技术的成熟度、适应性及产业化是企业竞争力的核心，目前土壤修复仍在沉淀期间，是环保行业未来可持续发展的一个重要领域。未来几年，具有技术、资金、背景、产业链整合等综合优势的企业将陆续出现，行业将会不断发展。具体来说，一方面落实《土壤污染防治行动计划》，土壤修复产业是环保领域最后的一块“大型处女地”，这个领域可孕育具有自主知识产权的本土环保集团。我国水和大气污染治理基本上是沿袭西方模式，但污染土壤修复则需要结合国情。我国土地属于国家和集体所有，这也影响土壤修复的投资和产业模式的选择。美欧等国外大型企业曾在国内开展土壤修复探索和示范，但是至今鲜见在中国成功落地的商业化项目。因此，这给我们留下了发展自主修复技术和培育大型环保企业的机会。根据土壤与地下水修复行业发展报告（2018）显示，2016-2018年的土壤修复治理的企业数量迅猛增加，2018年达到3830家，较2017年增加了1756家，参与企业的快速增加反应了目前市场处于快速拓展期。根据中国环境修复产业联盟发布的第三批《污染场地调

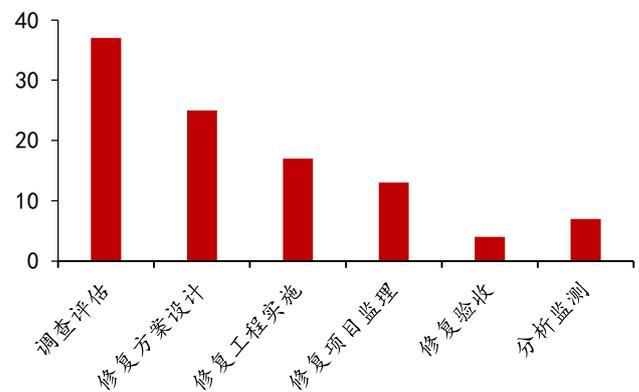
查评估修复从业单位推荐名录》来看，目前处于领先地位的调查评估企业有 37 家、修复方案设计有 25 家、修复工程实施有 17 家、修复项目监理有 13 家、修复验收有 4 家、分析检测有 7 家。其中部分企业为综合性土壤修复行业服务供应商。

图表 49：土壤修复业务的参与企业数量（家数）



来源：土壤与地下水修复行业发展报告（2018），国联证券研究所

图表 50：土壤修复相关的环节的企业数量



来源：中国环联研究院，国联证券研究所

土壤修复行业参与企业众多，目前处于抢资源、占地块、重点区域拓展的竞争格局。结合目前已公开的项目中标及企业专利情况而言，在土壤修复工程实施方面实力相对较强的企业有 69 家。这些企业基本分散在北京、上海、广东、江苏、湖南、浙江等 19 个省市，其中以北京最为集中。经过不断的市场培育和发展，目前中国土壤修复行业的市场格局初具雏形，但仍然处于抢资源、占地块的阶段，经济发达地区的地块市场竞争较为激烈，偏远地区相对缓和。重污染地区修复地块数量不断增加，逐步形成“划区而治”的市场竞争格局。从地域分布来看，以高能时代为主的修复企业分食长三角、湖南、湖北、吉林等地的中小型项目，博世科在其本土西南市场占领了一席之地，永清环保占据了西北重金属污染治理市场，中科鼎实则在北京、上海的重大修复项目中屡屡现身，而北京建工修复凭借地理优势和国企背景，则主要聚焦于北京地区的大型项目，近几年开始向南拓展，在江苏、湖北、广西等地进行布局。理工环科则依托前期收购的湖南碧蓝在湖南、贵州、台州等地不断拓展外地区域。

图表 51：目前参与土壤修复治理相关上市公司的治理技术路径

公司	技术特点
北京建工环境修复股份有限公司	热力学修复、热解析、常温解析、气相抽提、化学淋洗、植物修复、化学氧化、生物化学还原
永清环保股份有限公司	热力学修复、原位化学修复
广西博世科环保科技股份有限公司	热解析、固化修复、化学淋洗
北京高能时代环境技术股份有限公司	固化/稳定化，气相抽提
宁波理工环境能源科技股份有限公司	热吸附、固化/稳定化
中科鼎实环境工程有限公司	热解析
江苏维尔利环保科技股份有限公司	固化/稳定化、含镉污染物酸溶湿法解毒
深圳市铁汉生态环境股份有限公司	植物修复、微生物修复、固化修复

来源：2017 年土壤修复行业报告，国联证券研究所

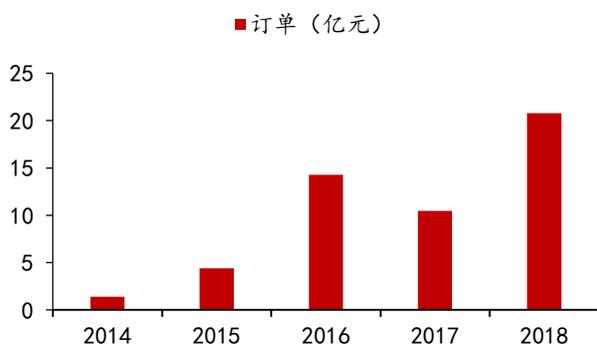
4 投资机会梳理

➤ 高能环境 (603588.SH): 土壤修复龙头

公司脱胎于中科院高能物理研究所,目前公司主要从事环境修复和固废处理处置两大业务领域,形成了以环境修复、危废处理处置、生活垃圾处理、一般工业固废处理为核心业务板块,兼顾工业废水处理、污泥处置等其他领域协同发展的综合型环保服务平台。

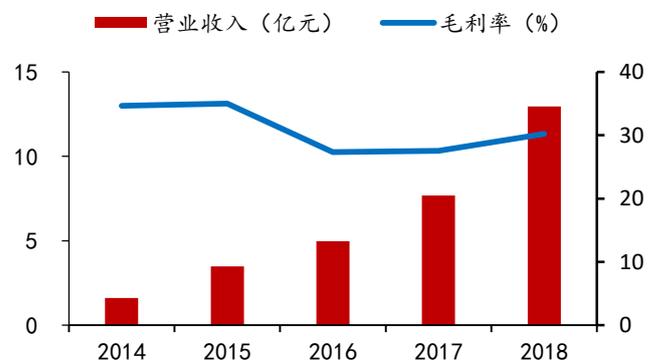
公司为国内土壤修复先行者之一,连续4年获得“土壤修复年度领跑企业”。目前在环境修复行业具备领先的技术研发能力、完备的核心技术体系、丰富成熟的项目实施经验。研发方面,公司已形成“两站一中心”,即“院士专家工作站”、“博士后工作站分站”、“国家企业技术中心”。2018年公司研发费用达到1.17亿元,占公司营收3.10%。技术方面,公司储备的修复技术基本涵盖所有大类的技术路径,具备针对不同污染类型开展定制化修复的技术集成能力。其中重金属污染土壤/底泥的稳定化处理技术入选2014年度国家重点环境保护实用技术名录,“填埋场地下水污染系统防控与强化修复技术关键技术及应用”被评为国家技术进步二等奖,与美国TRS成立合资公司,引进并优化原位热脱附技术,目前公司原位电阻加热热脱附技术已居于世界先进水平。项目经验方面,公司已完成百余项专业修复项目,其中多项成为行业示范工程,是国内拥有成功案例最多的企业之一。随着国内土壤修复市场逐渐放量,以及公司在土壤修复领域竞争力不断增强,公司近几年订单实现较快增长,2018年实现20.79亿元,同比增长99%,占据全市场释放订单15%,18年实现环境修复业务营收12.95亿元,同比增长69%,近4年复合增长率68%。未来随着公司国内市场的进一步释放,以及公司领军地位的进一步巩固,公司土壤修复业务具备极为广阔的发展前景。

图表 52: 公司环境修复订单快速放量



来源: 住建部, 国联证券研究所

图表 53: 公司环境修复业务收入实现快速增资增长



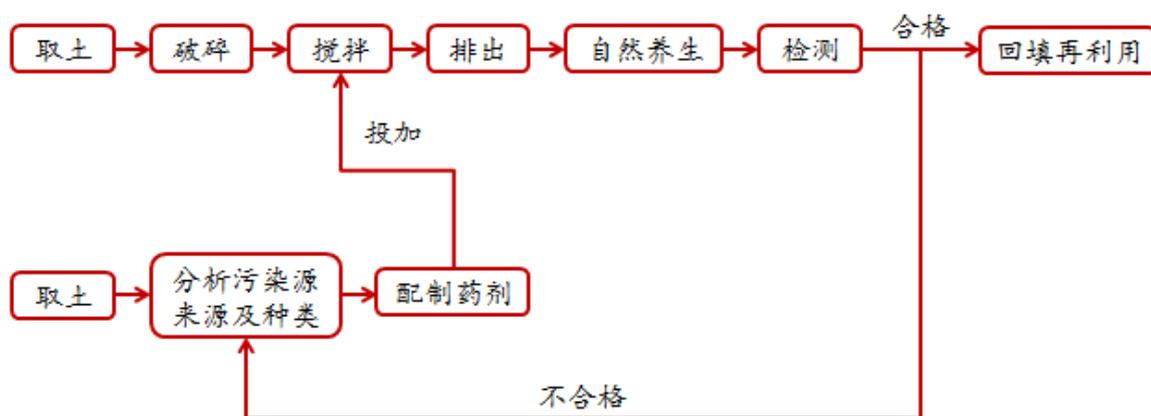
来源: 住建部, 国联证券研究所

➤ 理工环科 (002322.SZ): 收购碧蓝环保, 切入土壤修复, 未来有望发力

公司发展经历了从能源领域向环境领域的拓展。公司设立之初主要从事于变压器色谱在线监测系统 (MGA) 的研发和销售, 市占率稳居国内第一, 2009 年公司挂牌上市, 成为国内电力设备在线监测行业首家上市公司。2014 年受到国内经济的下行的影响, MGA 业务出现了下滑, 随后公司通过一系列并购进行了战略调整, 2015 年公司通过收购尚洋环科以及博微新技术, 切入生态环境监测和电力信息化技术领域; 2016 年收购碧蓝环保, 拓展了土壤修复业务, 完成了从设备制造商转向数据提供商, 从系统集成与销售转向运营与服务, 从能源领域拓展到环境领域的多重转变。

收购碧蓝环保, 切入土壤修复领域。2016 年 9 月, 公司使用自有资金和超募资金合计 36,080 万元收购湖南碧蓝环保科技有限责任公司 100% 股权, 湖南碧蓝是一家专业从事土壤修复和重金属治理的环保企业, 为客户提供场地调查、技术咨询、方案设计、工程施工、系统运行、后期维护为一体的一站式环境修复服务, 在重金属治理稳定化技术方面达到国内领先水平, 药剂稳定化率能达到 95% 以上, 多药剂复合使用去除率达到 99%。公司的实际控制人伍卫国是曾任永清环保的副总, 具有大量优质的行业资源。通过此次收购开启了理工环科环境治理的大门, 前瞻布局了土壤修复板块。同年 12 月, 公司以自有资金人民币 9,000 万元向碧蓝环保进行增资, 本次增资完成后碧蓝环保的注册资本由 1,000 万元人民币变更为 10,000 万元人民币, 更彰显了公司对碧蓝发展的信心和对土壤修复业务的重视。

图表 54: 碧蓝环保重金属处理流程



来源: 公司官网, 国联证券研究所

图表 55: 碧蓝环保主要重金属污染土壤固化剂

药剂名称	药剂简介	产品优势	修复对象
 ZG-1	ZG-1 是一种对重金属类污染土壤、固废等有全方位效果的固化稳定剂	用量少仅需添加修复对象少量百分比的量, 就可以有效的控制重金属类的渗出。对于通常难于修复的铅和镉等污染等, 也可以实现高效固化稳定化	受重金属污染的土壤以及固废

	<p>ZG-2</p>	<p>ZG-2 是一种对重金属类，特别是 As 污染的土壤、固废等有显著效果的固化稳定剂</p>	<p>药剂中含有的铁离子等化合物，通过特殊反应，实现对砷的高效固化稳定化</p>	<p>重金属特别是砷污染的土壤和固废</p>
	<p>ZG-3</p>	<p>ZG-3 是一种对重金属类，特别是 Cr 污染的土壤、固废等有显著效果的固化稳定剂</p>	<p>吸附容量高、适用于各种环境、环保复合低、可修复复合型污染、施工简单、稳定性高</p>	<p>重金属特别是铬污染的土壤和固废</p>
	<p>ZG-4</p>	<p>ZG-4 是一种对重金属类污染的土壤、固废等有全方位效果的固化稳定化水剂</p>	<p>透明液体，能与各类重金属反应，生成稳定的化合物。高技术，高稳定，高效；应用广泛，灵活；低容积、体积</p>	<p>受重金属污染的土壤</p>

来源：公司官网，国联证券研究所

中标台州场地修复项目，实现业务迈出湖南一大步。自收购碧蓝以来公司主要订单大多位于湖南境内，2018 年 9 月中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司（牵头单位）与碧蓝环保组成的联合体成功中标《台州市三化化工有限公司和台州经纬化工有限公司污染场地修复工程项目》，标志着碧蓝环保实现了业务走出湖南中标大型项目的一大步，同时台州项目的中标也显示出了与母公司之间良好的协同作用。在 2016 年“土十条”的发布时，浙江省台州市就被列为六个土壤污染综合防治先行区之一，要求力争到 2020 年土壤环境质量得到明显改善；同时，母公司前期在水质监测业务上受到了台州市政府的高度认可。该项目的中标也为公司未来做大做强公司环保业务、实现“水气土齐飞”有着重要意义。

图表 56：碧蓝环保订单获取情况

时间	项目名称	中标金额（万元）
2019 年 1 月	邻水红狮矿山边坡治理绿化工程	845
2018 年 9 月	台州市三化化工有限公司和台州经纬化工有限公司污染场地修复工程项目	13199
2018 年 9 月	贵州铜仁垃圾卫生填埋场修复工程	2616
2018 年 4 月	邵东县焦化厂历史遗留场地土壤修复治理项目	5600
2017 年 2 月	湘潭市竹埠港滨江商务区基础设施项目合作框架协议	
2016 年 9 月	湘潭电化科技股份有限公司柚子树尾矿库综合治理设计施工总承包 EPC 项目	6400
2016 年 9 月	湘潭县农村环境综合整治推进政府购买服务项目	3000
2016 年 9 月	湘潭市竹埠港地区企业遗留建筑垃圾综合利用处置项目	
2016 年 7 月	湘潭市岳塘区农村环境综合整治设计施工总承包（EPC）项目	

来源：公司官网，国联证券研究所

台州项目持续推进，公司展现研发实力。台州项目主要是针对三化化工和经纬化工退场后遗留下的四氯化碳、4-氯甲苯、苯酚等有机物污染的土壤以及地下水进行清理和修复。项目的主要特点是污染物产物复杂、沸点高，使用传统热脱附方式能耗大、

去除效率低。公司使用了自主研发的建堆堆土热脱附技术，在原有物理热脱附的基础上引入化学催化反应，配合使用自主研发的热脱附助剂，能在降低加热温度同时将高沸点有机物催化分解成 CO_2 ，提升去除效率、降低二次污染风险、减轻尾气处理系统的压力。台州项目的实施为公司在高沸点复杂有机物治理上积累了经验，同时也展示了公司强大的研发创新能力。

图表 57：台州市三化化工和经纬化工修复项目情况



来源：公司公告，国联证券研究所

收购模式设计精巧，深度绑定各方利益。在对碧蓝的收购协议上，公司设置了“绑定+考核+奖惩”的三重收购模式，深度绑定碧蓝团队利益，激发团队斗志。**1) 深度绑定。**碧蓝环保承诺在收到此次收购的余款（占 85%）后三个月内全部用于购买理工环科的股票，购买完成后可以向第三方提供质押担保。如果碧蓝环保 2016-2017 年两年实际盈利达到承诺四年合计盈利的 80%，或者 2016-2018 年三年达到承诺的 100%，即当期可解锁质押股份总数的 15%。**2) 强效考核。**碧蓝环保承诺 2016-2019 年四年净利润的 CAGR 不低于 28%，即四年净利润分别不低于 3280、4198、5374、6879 万元。同时要求若当期确认的收入未能在当期会计年度结束后的 3 个月内实现回款，则需将未实现回款的收入从确认收入中调出，严格考核条件。**3) 奖惩分明。**如果 $15% < \text{CAGR} < 28%$ ，则碧蓝环保需要按照承诺差值进行业绩补偿；如果 $\text{CAGR} < 15%$ ，则理工环科可要求碧蓝环保回购 100% 股权；如果 $30% < \text{CAGR}$ ，则理工环科将拿出超过部分的 35% 以现金形式奖励给碧蓝环保的管理层。

图表 58：碧蓝环保业绩完成情况

年度	净利润 (万元)	同比	承诺当期 净利润 (万元)	累计净利占承诺 四年净利润比例
2016	4566.03		3280	23.14%
2017	4338.64	-4.89%	4198	45.13%
2018	4486.23	3.40%	5374	67.86%

来源：公司公告，国联证券研究所

多重因素催化，19 年碧蓝业绩有望实现高速增长。我们认为碧蓝 2019 年业绩实现高速增长的驱动有四点：1) 今年年初《土壤污染防治法》的正式实施，落实了

土壤污染防治的政府责任，将治理效果与地方政府的绩效考核进行挂钩，同时设立了土壤防治基金，将有效推动土壤修复工作的推进。2) “3.21”爆炸事件之后，政府对化工园区的压缩和关闭，将新增大量待修复的工业土地，为土壤修复市场提供新的增量。3) 台州项目的获取以及浙江市场的打开，台州项目订单金额较大，顺利实施将开启公司在浙江市场良好开端，示范效果强烈；同时协同母公司在浙江良好的市场基础，后续订单获取概率较大。4) 今年是碧蓝业绩考核的最后一年，前期公司业绩受政策以及项目施工成本影响表现较弱，目前各项外部因素向好，今年实现业绩增长有保障。

预计公司 2019-2021 年 EPS 分别为 0.87 元、1.10 元、1.30 元，看好公司未来的长期发展。

5 风险提示

政策不达预期的风险，项目进展慢于预期的风险

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

投资评级说明

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%
	卖出	股票价格在未来 6 个月内相对大盘下跌 10%以上
行业 投资评级	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

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属国联证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“国联证券”）。未经国联证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为国联证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，国联证券不因收件人收到本报告而视其为国联证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但国联证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，国联证券及其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，国联证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

国联证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。国联证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。国联证券的资产管理部、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，国联证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到国联证券及其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

无锡

国联证券股份有限公司研究所
 江苏省无锡市太湖新城金融一街 8 号国联金融大厦 9 层
 电话：0510-82833337
 传真：0510-85603281

上海

国联证券股份有限公司研究所
 中国（上海）自由贸易试验区世纪大道 1198 号 3704、3705、3706 单元
 电话：021-61649996

分公司机构销售联系方式

地区	姓名	联系电话
北京	管峰	18611960610
上海	刘莉	18217012856
深圳	薛靖韬	18617045210