

CHENGSHIKUANGCHAN

# “城市矿产” 概论

周永生 ◇ 著

GAILUN



## 图书在版编目(CIP)数据

“城市矿产”概论 / 周永生著. —广州: 世界图书出版广东有限公司,  
2012. 8  
ISBN 978-7-5100-4905-7

I. ①城… II. ①周… III. ①城市—矿产资源管理—研究—中国  
IV. ①F426.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 148856 号

## “城市矿产”概论

---

策划编辑 刘锦宏

责任编辑 赵 泓 吴小丹

出版发行 世界图书出版广东有限公司

地 址 广州市新港西路大江冲 25 号

<http://www.gdst.com.cn>

印 刷 广州市快美印务有限公司

规 格 787mm×1092mm 1/16

印 张 19.25

字 数 420 千

版 次 2013年5月第2版 2013年5月第2次印刷

ISBN 978-7-5100-4905-7/F·0070

定 价 62.00元

---

版权所有,翻印必究

# 目 录

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>第1章 城市矿产</b>      | <b>1</b>  |
| 1.1 城市矿产的开发          | 1         |
| 1.1.1 城市矿产的含义        | 1         |
| 1.1.2 城市矿产的分类        | 1         |
| 1.1.3 城市矿产的性质        | 2         |
| 1.1.4 城市矿产的系统        | 3         |
| 1.2 城市矿产产生的背景        | 4         |
| 1.2.1 解决资源短缺瓶颈       | 4         |
| 1.2.2 缓解城市垃圾问题       | 5         |
| 1.3 城市矿产发展的意义        | 7         |
| 1.3.1 城市矿产发展的现状      | 7         |
| 1.3.2 城市矿产的政策环境      | 8         |
| 1.3.3 开发城市矿产的意义      | 10        |
| <b>第2章 日本城市矿产综述</b>  | <b>13</b> |
| 2.1 日本城市矿产的发展背景      | 14        |
| 2.2 日本城市矿产的发展阶段      | 16        |
| 2.3 日本城市矿产的发展模式      | 18        |
| 2.4 日本城市矿产的发展现状      | 20        |
| 2.5 日本城市矿产的发展技术      | 23        |
| 2.6 日本城市矿产的法规体系      | 25        |
| 2.7 日本城市矿产的政策体系      | 29        |
| <b>第3章 美国城市矿产综述</b>  | <b>31</b> |
| 3.1 美国城市矿产的发展背景      | 31        |
| 3.2 美国城市矿产的发展历程      | 32        |
| 3.3 美国城市矿产的发展战略      | 34        |
| 3.3.1 美国循环经济的战略目标    | 35        |
| 3.3.2 美国循环经济的战略原则    | 36        |
| 3.4 美国城市矿产的发展模式      | 37        |
| 3.4.1 以杜邦模式为代表——微观模式 | 37        |
| 3.4.2 现代生态工业园区——中观模式 | 37        |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 3.4.3 循环型生产和消费——宏观模式 ..... | 40        |
| 3.5 美国城市矿产的发展现状 .....      | 41        |
| 3.5.1 美国回收业现状与趋势分析 .....   | 41        |
| 3.5.2 美国城市固体垃圾发展现状 .....   | 43        |
| 3.5.3 美国城市矿产的来源渠道 .....    | 44        |
| 3.5.4 美国电子产品回收利用现状 .....   | 47        |
| 3.6 美国城市矿产法规措施 .....       | 48        |
| 3.6.1 美国城市矿产发展立法 .....     | 48        |
| 3.6.2 美国城市矿产的政策措施 .....    | 52        |
| 3.6.3 多维立体配套经济政策手段 .....   | 56        |
| 3.7 美国垃圾管理 .....           | 57        |
| 3.7.1 源头分类 .....           | 57        |
| 3.7.2 混合收集 .....           | 57        |
| 3.7.3 垃圾回收 .....           | 58        |
| 3.7.4 垃圾处理 .....           | 58        |
| <b>第4章 欧盟城市矿产综述 .....</b>  | <b>61</b> |
| 4.1 欧盟城市矿产综述 .....         | 61        |
| 4.1.1 欧盟城市矿产的背景 .....      | 61        |
| 4.1.2 欧盟城市矿产的应用 .....      | 62        |
| 4.1.3 欧盟城市矿产的现状 .....      | 63        |
| 4.1.4 欧盟城市矿产的举措 .....      | 63        |
| 4.1.5 欧盟废弃资源的处理技术 .....    | 64        |
| 4.1.6 欧盟城市矿产的发展 .....      | 64        |
| 4.2 德国城市矿产综述 .....         | 65        |
| 4.2.1 德国城市矿产的背景 .....      | 65        |
| 4.2.2 德国城市矿产的应用 .....      | 66        |
| 4.2.3 德国城市矿产的现状 .....      | 66        |
| 4.2.4 德国城市矿产的举措 .....      | 67        |
| 4.2.5 德国城市矿产的效益 .....      | 68        |
| 4.2.6 德国废弃资源的处理技术 .....    | 69        |
| 4.2.7 德国城市矿产产业链 .....      | 69        |
| 4.2.8 德国城市矿产的文化 .....      | 70        |
| 4.3 丹麦城市矿产综述 .....         | 71        |
| 4.3.1 丹麦城市矿产的背景 .....      | 71        |

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| 4.3.2 丹麦城市矿产的应用 .....           | 71        |
| 4.3.3 丹麦城市矿产的现状 .....           | 72        |
| 4.3.4 丹麦城市矿产的举措 .....           | 72        |
| 4.3.5 丹麦城市矿产的效益 .....           | 73        |
| 4.3.6 丹麦废弃资源的处理技术 .....         | 73        |
| 4.3.7 丹麦城市矿产产业链 .....           | 73        |
| 4.3.8 丹麦城市矿产的文化 .....           | 74        |
| 4.4 瑞典城市矿产综述 .....              | 74        |
| 4.4.1 瑞典城市矿产的背景 .....           | 74        |
| 4.4.2 瑞典城市矿产的应用 .....           | 75        |
| 4.4.3 瑞典城市矿产的现状 .....           | 75        |
| 4.4.4 瑞典城市矿产的举措 .....           | 76        |
| 4.4.5 瑞典城市矿产的效益 .....           | 76        |
| 4.4.6 瑞典废弃资源的处理技术 .....         | 76        |
| 4.4.7 瑞典城市矿产产业链 .....           | 77        |
| 4.4.8 瑞典城市矿产的文化 .....           | 77        |
| <b>第5章 发展中国家城市矿产综述 .....</b>    | <b>78</b> |
| 5.1 发展中国家城市矿产概述 .....           | 78        |
| 5.2 发展中国家城市矿产的开发技术 .....        | 79        |
| 5.2.1 城市矿产的开发现状 .....           | 79        |
| 5.2.2 贵金属的回收开发技术 .....          | 79        |
| 5.2.3 电子类非金属回收处理 .....          | 81        |
| 5.2.4 城市矿产的开发前景 .....           | 82        |
| 5.3 发展中国家城市矿产的现状 .....          | 82        |
| 5.3.1 城市矿产发展存在的问题 .....         | 82        |
| 5.3.2 城市矿产发展改进措施 .....          | 84        |
| 5.4 发展中国家城市矿产开发案例 .....         | 85        |
| 5.4.1 俄国城市矿产开发案例 .....          | 85        |
| 5.4.2 印度城市矿产开发案例 .....          | 86        |
| 5.4.3 巴西城市矿产开发案例 .....          | 88        |
| 5.4.4 南非城市矿产开发案例 .....          | 89        |
| <b>第6章 国外城市矿产的综合分析及启示 .....</b> | <b>93</b> |
| 6.1 日本城市矿产的综合分析 .....           | 93        |
| 6.1.1 城市矿产发展背景分析 .....          | 93        |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 6.1.2 城市矿产发展模式分析 .....          | 95         |
| 6.1.3 城市矿产的政府作用分析 .....         | 97         |
| 6.1.4 城市矿产支撑体系分析 .....          | 98         |
| 6.2 德国城市矿产的综合分析 .....           | 99         |
| 6.2.1 城市矿产的发展背景分析 .....         | 100        |
| 6.2.2 城市矿产的发展模式分析 .....         | 101        |
| 6.2.3 城市矿产发的政府作用分析 .....        | 103        |
| 6.2.4 城市矿产的支撑体系分析 .....         | 104        |
| 6.3 美国城市矿产的综合分析 .....           | 105        |
| 6.3.1 城市矿产的发展背景分析 .....         | 106        |
| 6.3.2 城市矿产的发展模式分析 .....         | 106        |
| 6.3.3 城市矿产的政府作用分析 .....         | 108        |
| 6.3.4 城市矿产支撑体系分析 .....          | 108        |
| 6.4 发达国家城市矿产发展模式比较 .....        | 109        |
| 6.5 发达国家城市矿产对中国的启示 .....        | 110        |
| <b>第7章 中国资源短缺背景综述 .....</b>     | <b>112</b> |
| 7.1 钢铁短缺背景综述 .....              | 112        |
| 7.1.1 人口增长因素 .....              | 112        |
| 7.1.2 需求膨胀因素 .....              | 112        |
| 7.1.3 地质丰度因素 .....              | 113        |
| 7.2 有色金属短缺背景 .....              | 113        |
| 7.2.1 铜资源短缺背景 .....             | 113        |
| 7.2.2 铝资源短缺背景 .....             | 114        |
| 7.2.3 铅资源短缺背景 .....             | 115        |
| 7.2.4 锌资源短缺背景 .....             | 116        |
| 7.2.5 镍资源短缺背景 .....             | 117        |
| 7.2.6 锡资源短缺背景 .....             | 117        |
| 7.2.7 锑资源短缺背景 .....             | 118        |
| 7.3 贵金属短缺背景 .....               | 119        |
| 7.3.1 黄金资源短缺背景 .....            | 119        |
| 7.3.2 白银资源短缺背景 .....            | 122        |
| <b>第8章 中国城市矿产概念的提出及举措 .....</b> | <b>123</b> |
| 8.1 城市矿产概念提出的背景 .....           | 123        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 8.1.1 原生矿产资源枯竭的分析 .....      | 123        |
| 8.1.2 城市矿产的应运而生 .....        | 124        |
| 8.1.3 国外城市矿产的发展背景 .....      | 125        |
| 8.1.4 中国城市矿产的发展背景 .....      | 125        |
| 8.2 城市矿产的分布区域 .....          | 126        |
| 8.3 城市矿产的开发现状 .....          | 127        |
| 8.3.1 天津子牙循环经济产业园 .....      | 127        |
| 8.3.2 安徽界首循环经济工业园 .....      | 127        |
| 8.3.3 湖南汨罗循环经济工业园 .....      | 128        |
| 8.3.4 广东清远华清循环经济园 .....      | 128        |
| 8.3.5 四川西南再生资源产业园 .....      | 129        |
| 8.3.6 青岛新天地静脉产业园区 .....      | 129        |
| 8.3.7 宁波金田循环经济产业园 .....      | 130        |
| 8.4 城市矿产的回收开发技术 .....        | 130        |
| 8.4.1 城市矿产开发技术的现状 .....      | 130        |
| 8.4.2 城市矿产开发技术分析 .....       | 130        |
| 8.5 城市矿产产业链建设 .....          | 132        |
| 8.5.1 废旧家电回收体系构建 .....       | 132        |
| 8.5.2 报废汽车回收体系构建 .....       | 133        |
| 8.6 城市矿产的效益分析 .....          | 134        |
| 8.6.1 环境效益分析 .....           | 134        |
| 8.6.2 经济效益分析 .....           | 135        |
| 8.7 城市矿产构建措施 .....           | 136        |
| 8.7.1 完善回收利用网络体系 .....       | 136        |
| 8.7.2 实施综合开发利用工程 .....       | 136        |
| 8.7.3 加强技术设备研发创新 .....       | 137        |
| 8.7.4 支持配套服务产业发展 .....       | 137        |
| 8.7.5 采取不同扶持政策支撑 .....       | 138        |
| <b>第9章 中国第一批城市矿产基地 .....</b> | <b>139</b> |
| 9.1 城市矿产示范基地综述 .....         | 139        |
| 9.2 天津子牙循环经济产业园 .....        | 142        |
| 9.2.1 背景、储量及分布 .....         | 142        |
| 9.2.2 产业园应用与开发 .....         | 143        |
| 9.2.3 技术产业链及文化 .....         | 145        |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 9.2.4 产业园举措和效益 .....            | 149        |
| 9.3 宁波金田循环经济产业园 .....           | 150        |
| 9.3.1 背景、储量及分布 .....            | 150        |
| 9.3.2 产业园应用与开发 .....            | 151        |
| 9.3.3 技术产业链及文化 .....            | 152        |
| 9.3.4 产业园举措和效益 .....            | 153        |
| 9.4 湖南汨罗循环经济工业园 .....           | 154        |
| 9.4.1 背景、储量及分布 .....            | 154        |
| 9.4.2 产业园应用与开发 .....            | 155        |
| 9.4.3 技术产业链及文化 .....            | 156        |
| 9.4.4 产业园举措和效益 .....            | 161        |
| 9.5 广东清远华清循环经济产业园 .....         | 162        |
| 9.5.1 背景、储量及分布 .....            | 162        |
| 9.5.2 产业园应用与开发 .....            | 163        |
| 9.5.3 技术产业链及文化 .....            | 165        |
| 9.5.4 产业园举措和效益 .....            | 169        |
| 9.6 安徽界首田营循环经济工业园 .....         | 170        |
| 9.6.1 背景、储量及分布 .....            | 170        |
| 9.6.2 产业园应用与开发 .....            | 172        |
| 9.6.3 技术产业链及文化 .....            | 174        |
| 9.6.4 产业园举措和效益 .....            | 178        |
| 9.7 青岛静脉循环经济产业园 .....           | 181        |
| 9.7.1 背景、储量及分布 .....            | 181        |
| 9.7.2 产业园应用与开发 .....            | 182        |
| 9.7.3 技术产业链及文化 .....            | 186        |
| 9.7.4 产业园举措和效益 .....            | 189        |
| 9.8 四川西南循环经济产业园 .....           | 191        |
| 9.8.1 背景、储量及分布 .....            | 191        |
| 9.8.2 产业园应用与开发 .....            | 194        |
| 9.8.3 技术产业链及文化 .....            | 196        |
| 9.8.4 产业园举措和效益 .....            | 200        |
| <b>第 10 章 中国第二批城市矿产基地 .....</b> | <b>203</b> |
| 10.1 上海燕龙基再生资源示范园区 .....        | 203        |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 10.1.1 产业园背景及储量 .....    | 203 |
| 10.1.2 现状、应用及分布 .....    | 204 |
| 10.1.3 产业链技术及文化 .....    | 205 |
| 10.1.4 产业园举措及效益 .....    | 206 |
| 10.2 广西梧州再生资源循环产业区 ..... | 207 |
| 10.2.1 产业园背景及储量 .....    | 207 |
| 10.2.2 现状、应用及分布 .....    | 207 |
| 10.2.3 产业链技术和文化 .....    | 208 |
| 10.2.4 产业园举措和效益 .....    | 209 |
| 10.3 江苏邳州市再生铅产业集聚区 ..... | 210 |
| 10.3.1 产业园背景及储量 .....    | 210 |
| 10.3.2 现状、应用及分布 .....    | 211 |
| 10.3.3 产业链技术和文化 .....    | 211 |
| 10.3.4 产业园举措和效益 .....    | 212 |
| 10.4 山东临沂金升有色金属产业区 ..... | 212 |
| 10.4.1 产业园背景及储量 .....    | 212 |
| 10.4.2 现状、应用及分布 .....    | 213 |
| 10.4.3 产业链技术和文化 .....    | 215 |
| 10.4.4 产业园举措和效益 .....    | 215 |
| 10.5 重庆永川工业园区港桥工业园 ..... | 216 |
| 10.5.1 产业园背景及储量 .....    | 216 |
| 10.5.2 现状、应用及分布 .....    | 216 |
| 10.5.3 产业链技术和文化 .....    | 217 |
| 10.5.4 产业园举措和效益 .....    | 218 |
| 10.6 浙江桐庐大地循环经济产业园 ..... | 218 |
| 10.6.1 产业园背景及储量 .....    | 218 |
| 10.6.2 现状、应用及分布 .....    | 219 |
| 10.6.3 产业链技术和文化 .....    | 220 |
| 10.6.4 产业园举措和效益 .....    | 220 |
| 10.7 湖北谷城再生资源经济产业园 ..... | 220 |
| 10.7.1 产业园背景及储量 .....    | 220 |
| 10.7.2 现状、应用及分布 .....    | 222 |
| 10.7.3 产业链技术和文化 .....    | 222 |
| 10.7.4 产业园举措和效益 .....    | 223 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 10.8 大连国家生态工业示范产业园 .....  | 223 |
| 10.8.1 产业园背景及储量 .....     | 223 |
| 10.8.2 现状、应用及分布 .....     | 224 |
| 10.8.3 产业链技术和文化 .....     | 225 |
| 10.8.4 产业园举措和效益 .....     | 226 |
| 10.9 江西新余钢铁再生资源产业园 .....  | 227 |
| 10.9.1 产业园背景及储量 .....     | 227 |
| 10.9.2 现状、应用及分布 .....     | 228 |
| 10.9.3 产业链技术和文化 .....     | 229 |
| 10.9.4 产业园举措和效益 .....     | 230 |
| 10.10 河北唐山再生资源利用产业园 ..... | 230 |
| 10.10.1 产业园背景及储量 .....    | 230 |
| 10.10.2 现状、应用及分布 .....    | 231 |
| 10.10.3 产业链技术和文化 .....    | 231 |
| 10.10.4 产业园举措和效益 .....    | 232 |
| 10.11 河南大周再生金属回收加工区 ..... | 232 |
| 10.11.1 产业园背景及储量 .....    | 232 |
| 10.11.2 现状、应用及分布 .....    | 233 |
| 10.11.3 产业链技术和文化 .....    | 234 |
| 10.11.4 产业园举措和效益 .....    | 235 |
| 10.12 福建华闽再生资源利用产业园 ..... | 235 |
| 10.12.1 产业园背景及储量 .....    | 235 |
| 10.12.2 现状、应用及分布 .....    | 236 |
| 10.12.3 产业链技术和文化 .....    | 237 |
| 10.12.4 产业园举措和效益 .....    | 238 |
| 10.13 宁夏灵武市再生资源经济园区 ..... | 239 |
| 10.13.1 产业园背景及储量 .....    | 239 |
| 10.13.2 现状、应用及分布 .....    | 239 |
| 10.13.3 产业链技术和文化 .....    | 240 |
| 10.13.4 产业园举措和效益 .....    | 241 |
| 10.14 北京市绿盟再生资源产业基地 ..... | 242 |
| 10.14.1 产业园背景及储量 .....    | 242 |
| 10.14.2 现状、应用及分布 .....    | 242 |
| 10.14.3 产业链技术和文化 .....    | 243 |

10.14.4 产业园举措和效益 ..... 243

10.15 辽宁东港再生资源经济产业园 ..... 244

10.15.1 产业园背景及储量 ..... 244

10.15.2 现状、应用及分布 ..... 246

10.15.3 产业链技术和文化 ..... 247

10.15.4 产业园举措和效益 ..... 248

10.16 第二批城市矿产示范基地规模现状 ..... 249

**第 11 章 中国其他再生资源基地 ..... 251**

11.1 中国的区域划分 ..... 251

11.1.1 区域划分的原则 ..... 251

11.1.2 区域划分结果 ..... 251

11.2 东北地区 ..... 252

11.2.1 沈阳废金属深加工基地 ..... 252

11.2.2 营口开发区塑料工业园 ..... 254

11.3 北部沿海地区 ..... 255

11.3.1 再戈再生资源回收利用基地 ..... 255

11.3.2 文安东都再生资源环保基地 ..... 255

11.3.3 山东再生资源经济示范基地 ..... 256

11.4 东部沿海地区 ..... 259

11.4.1 如东进口再生资源基地 ..... 259

11.4.2 常州再生资源产业基地 ..... 259

11.4.3 太仓再生资源集散中心 ..... 260

11.4.4 宁波再生金属资源基地 ..... 261

11.4.5 台州金属资源再生基地 ..... 261

11.5 南部沿海地区 ..... 262

11.5.1 福建全通资源再生工业园 ..... 262

11.5.2 广东省再生资源产业基地 ..... 263

11.5.3 南海国家生态工业示范园 ..... 264

11.5.4 江门嘉能再生资源产业园 ..... 267

11.5.5 贵屿废旧电子拆解产业园 ..... 267

11.6 黄河中游地区 ..... 269

11.6.1 漯河铝工业循环经济基地 ..... 269

11.6.2 西安再生资源经济产业园 ..... 270

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 11.6.3 陕西再生资源经济产业园 .....        | 271        |
| 11.7 长江中游地区 .....               | 272        |
| 11.7.1 格林美城市矿产产业园 .....         | 272        |
| 11.7.2 湖北宜昌再生资源园区 .....         | 273        |
| 11.7.3 湖南有色金属产业基地 .....         | 274        |
| 11.8 江西省再生资源基地 .....            | 278        |
| 11.8.1 鹰潭铜产业循环经济基地 .....        | 278        |
| 11.8.2 龙南再生资源回收利用园 .....        | 279        |
| 11.8.3 丰城市资源循环利用产业基地 .....      | 280        |
| 11.8.4 江西中再生资源开发有限公司 .....      | 280        |
| 11.9 安徽省再生资源基地 .....            | 281        |
| 11.9.1 安庆市区域性大型再生资源回收利用基地 ..... | 281        |
| 11.9.2 合肥市再生资源产业园 .....         | 283        |
| 11.9.3 铜陵市经济技术开发区 .....         | 283        |
| 11.9.4 安徽贵池前江工业园区 .....         | 284        |
| 11.10 西南地区 .....                | 285        |
| 11.10.1 广西再生资源产业园 .....         | 285        |
| 11.10.2 四川省再生资源产业园 .....        | 286        |
| 11.10.3 贵州贵阳废旧金属市场 .....        | 289        |
| <b>第12章 城市矿产发展趋势及展望 .....</b>   | <b>290</b> |
| 12.1 城市矿产发展的意义 .....            | 290        |
| 12.2 城市矿产发展趋势 .....             | 292        |
| 12.2.1 产学研相结合 .....             | 292        |
| 12.2.2 完善法规政策体系 .....           | 293        |
| 12.2.3 实施综合开发利用 .....           | 293        |
| 12.2.4 技术研发趋于完善 .....           | 293        |
| 12.2.5 回收体系趋于完善 .....           | 294        |
| 12.3 城市矿产发展的展望 .....            | 295        |
| 12.3.1 产业园的数量将会大幅增加 .....       | 295        |
| 12.3.2 示范基地规模及产能将提升 .....       | 295        |
| 12.3.3 配套及支撑体系将更加完善 .....       | 295        |

# 第 1 章 城市矿产

## 1.1 城市矿产的开发

### 1.1.1 城市矿产的含义

半个世纪前，颇有远见卓识的美国都市规划家 Jane Jacobs（1961 年）提出“城市是未来的矿山”。日本东北大学选矿制炼研究所教授南条道夫在 1988 年首次提出“城市矿产”，也叫做“都市矿山”（Urban Mine），他在 Bulletin of research inst. of Mining Bulletin of the Research Institute of Mineral Dressing and Metallurgy 中提到“Urban mining: orientation of recycling from comprehensive view of resource”这是一种十分形象的比喻，如果说把传统的矿山叫做天然矿山，那么我们就可以把再生资源集中蓄积的城市称之为城市矿产。后来，东北大学多元物质科学研究所教授中村崇进一步提出了开发“城市矿产”的“人工矿床计划构想”。具体的城市矿产就是指把使用过的废弃电子器械作为矿物资源，进行有计划的回收，从中获取可利用的资源。

另外，如果我们把天然矿山认为是“动脉”产业，那么城市矿产就可以认为是“静脉”产业，所以城市矿产又叫做静脉产业。都市是依靠生产和消费维持正常运转机能的，由于每天都有不断产生并积蓄大量的废物，因而是实施资源再循环的理想场所。城市矿产通过把都市消费结构中产生的废物纳入生产、消费、生产（或再生产）闭路循环系统，能够弥补原生矿产（动脉产业）资源的不足，同时也发挥了节约能源、减少污染、保护环境的重要作用。因此，城市矿产是一种循环经济、再生资源产业。表 1.1 为城市矿产与天然矿山的比较<sup>[1]</sup>。

表 1.1 城市矿产与天然矿山的比较

| 矿山    | 实例                      | 品位 |
|-------|-------------------------|----|
| 地下    | 金属、陶瓷、煤炭、原油、天然气         | 中等 |
| 海底和海水 | 锰结核、钴华、海底矿物、海水溶解矿物或元素   | 低等 |
| 大气    | 氮、氧、氩气、臭气、真空            | 低等 |
| 宇宙    | 陨石、磁场、小行星、宇宙粉尘、宇宙射线、太阳能 | 低等 |
| 城市    | 工业废料、城市废物、金属废物          | 高等 |

### 1.1.2 城市矿产的分类

天然矿山的命名是根据目的矿物进行的，如铁矿、金矿、银矿、有色金属矿等。城市

矿产则依据矿石堆积系统(不按构成和元素)进行分类,具体分类如表 1.2 所示,此外,还有废水、废气、废热等低质稀薄资源所组成的城市矿产。另外,按照有用物质含量,城市矿产的二次资源可分为高品位和低品位两类,按照形态,又可分为固定型、流动型和分散型三类。

表 1.2 城市矿产的分类<sup>[1]</sup>

| 矿山   | 城市矿石           | 回收对象              | 品位 |
|------|----------------|-------------------|----|
| 动产   | 汽车、船舶、自行车、飞机   | Fe、Al、Ti、Cu       | 高等 |
| 各种容器 | 废罐头盒、废玻璃瓶、废塑料、 | Fe、Al、玻璃、纸浆       | 高等 |
| 电子仪器 | 电子仪器仪表、集成电路接头  | Cu、Ag、Fe、Au、稀土元素  | 高等 |
| 能源   | 电池(原生、再生)、燃料电池 | Pb、Li、Mn、Fe、Zn、Hg | 高等 |
| 生物量  | 废纸、废渣、污泥、木材    | 有机物、热量、纸浆         | 低等 |
| 催化剂  | 催化剂废料、化学反应器    | 稀土元素、贵金属、陶瓷       | 高等 |
| 建筑物  | 碎石、砂、沙砾、沥青、铁路  | 建筑材料、结构材料         | 高等 |

城市矿产比天然矿山的矿物品位高,也易于处理,因此再生熔炼的能耗和生产费用也低得多。用矿石生产原生金属和用废料生产再生金属的单位能耗比较如表 1.3 所示:

表 1.3 矿石生产原生金属和用废料生产再生金属的单位能耗比较(单位 X10<sup>9</sup> Cal/t)

|          | 原生金属  | 再生金属 |
|----------|-------|------|
| Ti 海绵钛   | 103.3 | 8.0  |
| Mg 镁锭    | 90.2  | 3.0  |
| Al 铝锭    | 61.5  | 3.0  |
| Ni 镍(阴极) | 36.2  | 3.8  |
| Cu 铜(阴极) | 22.8  | 4.5  |
| Zn 锌(阴极) | 16.4  | 4.5  |
| 钢        | 8.06  | 3.3  |
| Pb 铅     | 6.8   | 3.0  |

此外,通过城市矿产生再生铅、铜、镍的费用一般也比天然矿山生产原生金属少 30%~40%。

1.1.3 城市矿产的性质

与传统的天然矿山相比,城市矿产具有如下一些特征:

(1) 城市矿产品位高。城市矿产与天然矿山矿石品位逐渐下降,富矿储量日益减少,与难选矿石逐年增加相反,矿石大部分品位较高,主要是除去了杂质的纯金属或合金组成。当然,对于废水、废气、废热等稀薄城市矿石,也必须进行浓缩处理。

(2) 城市矿产埋藏量确定,无需勘探。城市矿产的储量由第一和第二产业的产量决

定的，由于第一、第二产业的产量是明确的，所以城市矿产的确定储量就是其全部产量。可能城市矿产储量不及天然矿山，但其不需要勘探，易于开采。

(3) 城市矿产的矿物易于熔炼，可以节省能源。与低品位天然矿石相比，城市矿产的矿石的采、选、冶易于进行，在整个工艺处理过程中，可以节省大量资源和能源。但是，也有困难的，主要是分散型城市矿物(如空罐、废纸等)的收集是比较困难的，因此其收集体系必须是一套行之有效的方案。

利用城市矿产可以减轻环境负荷，减少环境污染，有利于保持自然生态的平衡，保护环境以适合人类居住。同时，开发城市矿产不仅可以改善市容市貌，而且可以积极消除由分散型矿种所引起的各种环境污染等问题。另外，与开采深山中的天然矿山相比，开发都市矿山在矿山基建投资方面，可以节省大量资金。总之，积极开发城市矿产，充分利用再生城市的各种废旧金属资源，不仅能够达到节约自然金属矿物资源、能源和保护环境的多重目的，而且其社会意义和经济效益是不可小觑的。

1.1.4 城市矿产的系统

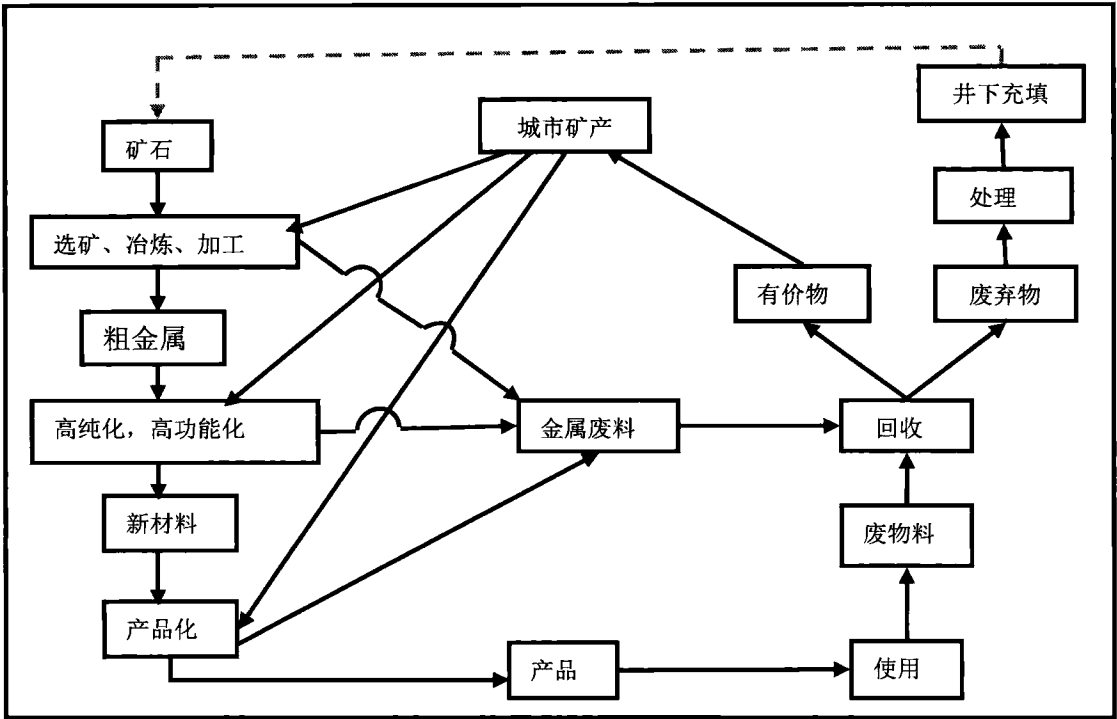


图 1.1 资源再循环流程<sup>[1]</sup>

再生资源循环的场所一般都是再生资源密集的城市。城市中存在的大量生产和大量消费，不仅需要提供大量原材料，而且需要消耗大量能源。过度集中的生产和消费肯定会导致

环境污染或者城市功能退化甚至出现障碍。当前，世界各国城市面临的多种问题（如电力危机等）正是由这种过度集中的生产和消费产生的。提出城市矿产这一新概念，其作用在在城市中实现又单向的生产消费型结构向闭合系统转变，达到资源消费结构从单通道向循环系统转变。本文根据城市矿产的原理，绘制图 1.1，即资源再循环流程图，图中的原料资源都是循环资源，其品位比天然矿山的矿石高，且再生所需的能耗也相对少很多。

## 1.2 城市矿产产生的背景

### 1.2.1 解决资源短缺瓶颈

在当今的世界经济环境下，各国的工业化和城市化的进程不断加快，经济也快速增长，而这一切需要大量的资源，特别是矿产等生产类原材料，导致原料不断减少，甚至短缺，价格也急剧上涨，出现了严重的供需不平衡现象（如图 1.2）。

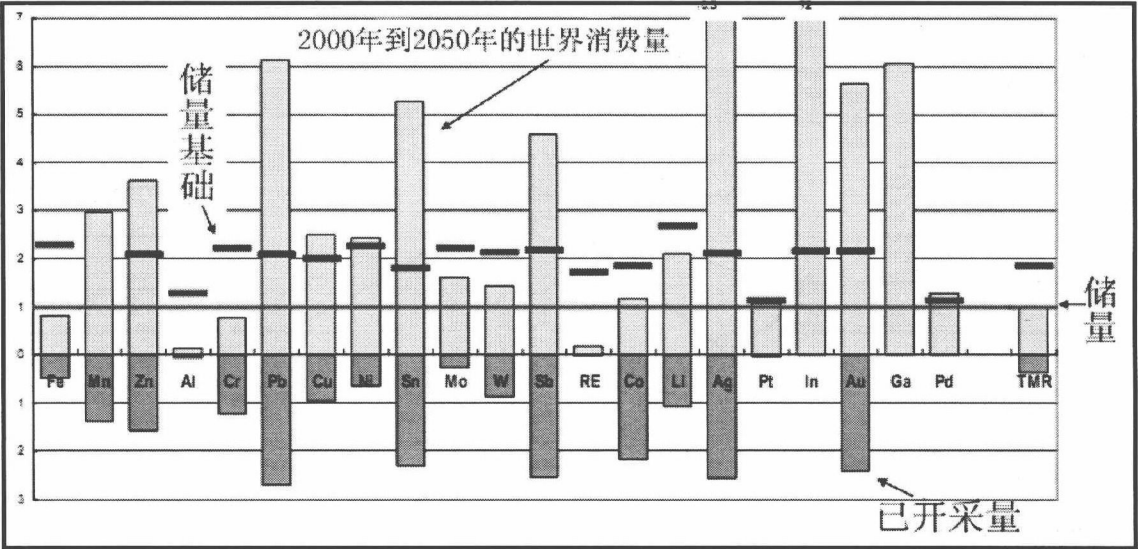


图 1.2 2000 年—2050 年世界金属消费量

自 18 世纪兴起的工业革命，西方国家逐渐实现工业化，各国消耗的矿产资源数量惊人。据统计，地球上已经消耗掉的各种资源累积量十分惊人，粗略估计为：铁 1010 亿吨，铝、铜、锌、铅 108 亿吨，镍、镁、锡等 107 亿吨，而采出的煤达 1011 亿吨，原油 108 万桶(一桶等于 159kg)等。另外，据悉仅 20 世纪 100 年来，世界各国已消耗的能源有：石油 1420 亿吨、天然气 78 万亿立方米、煤 2650 亿吨、铁(钢)380 亿吨、铝 7.6 亿吨、铜 4.8 亿吨以及大量其他矿物资源。2011 年 5 月 12 日，联合国环境规划署更是发布了一份报告警告说，以目前经济增长的速度与自然资源消耗的速度，到 2050 年，人类每年消耗的主要资源数量将达到 1400 亿吨，远远超出地球的承受能力。

据估计，到 2050 年全球所需要的能源总量将是储量的几倍，到 2050 年接近总储量的金属是：Fe、Mo、W、Co、Pt、Pd；到 2050 年需要储量的几倍的金属是：Ni、Mn、Li、In、Ga；到 2050 年将会用完总储量基础的金属是：Cu、Pb、Zn、Au、Ag、Sn。

自 20 世纪 80 年代以来，特别是联合国环境发展大会在 1992 年提出全球要走可持续发展道路之后，为了进一步减轻资源类短缺和经济发展之间的问题，全球各个国家都在制定适合本国经济发展的可持续发展道路。首先提出发展循环经济的可持续发展道路的是德国等欧洲国家，这些思路在其他各国也得到了迅速响应。作为发展循环经济的主要内容，城市矿产得到了快速的发展。而日本在 21 世纪初加大了对城市矿产的政策倾斜，充分发挥其在发展循环经济，走可持续道路中的重要作用<sup>[2]</sup>。

### 1.2.2 缓解城市垃圾问题

世界各国在 300 多年的工业革命和全球化、工业化、城市化的进程中，对天然的矿山采取掠夺式开采，大量地使用天然资源，已经把全球的 80% 地下可利用矿产资源开采出来，并使其以各种形式的“垃圾”堆积在地球上。同时，大量的资源被废弃，以“垃圾”的形态堆积在人们生活周围，总量高达数千亿吨，而还在以每年 100 亿吨的数量增加。随着工业化和城市化的发展，世界人口迅速聚集，特别是大中城市，因此，城市规模在不断扩大的同时，城市垃圾也越来越多，垃圾处理问题也随之而来。

经济生产的迅速发展使得居民生活水平不断提高，商品的消费量也呈直线上升，可想而知，垃圾的排出量也成倍增加。例如，日本在 1968 年—1977 年的 10 年中，按城市人口平均计算的垃圾排出量的增长曲线，同收入的增长曲线基本一致。德国、英国、法国每人每日平均垃圾排出量在近 18~20 年内增长了一倍。另外，城市垃圾增长还受社会经济因素的影响，一些工业发达国家劳务费用高昂，工业消费品的修理费用有时超过购置新物品的费用，因此，促使人们不惜扔弃旧的物品。例如，美国 20 世纪 70 年代平均每年扔掉的旧汽车就达 900 多万辆。

同时，随着现代化的发展，世界各国中家庭燃料构成已从过去的煤、木柴变成了现在的煤气、电力，因此，曾占据垃圾中很大比重的炉渣也大为减少。许多国家城市居民的日常生活垃圾也不再是瓜皮、果核等食品废弃物而是各类纸张或塑料包装物、金属、塑料、玻璃器皿等。废旧的家庭工业消费品大幅度增加，如废旧的汽车、摩托车、电视机、电冰箱、旧家具等的数量迅速增长。欧美各城市近 50 年来垃圾中金属所占百分比增加 1 倍，玻璃增加 3 倍。在中国的城市中，平均每人每天的垃圾排出量约为 1 公斤。曾经有人对中国广州市一天的生活垃圾进行了分析，其中的 40% 为可再生利用资源，其中有：废纸约 1500 吨、废塑料约 2000 吨、废玻璃约 1500 吨、废电池约 30 万个等，回收这些废旧物品，可再造 1200 吨好纸，炼 50 万升汽油、50 万升柴油，或再造玻璃，可避免重金属污染，提取锌、铜等原料，同时也节约了一大批原材料和能源。因此既有环保价值又有经济价值。

在工业化和城市化的背景下发展壮大的发达城市，就逐渐发展成为一座座“城市矿