

清华大学学生绿色实践成果系列丛书

清华大学绿色大学办公室 / 组织编写

城矿之路



“赴天津与荆门调研中国城市矿产
的现状与未来”支队 / 编著



CHENGKUANG ZHILU

——中国城市矿山科普图册

中国环境出版社

清华大学学生绿色实践成果系列丛书

清华大学绿色大学办公室 / 组织编写

城矿之路

“赴天津与荆门调研中国城市矿产
的现状与未来”支队 / 编著

CHENGKUANG ZHILU

——中国城市矿产科普图册

中国环境出版社 · 北京

图书在版编目(CIP)数据

城矿之路 : 中国城市矿产科普读物 / “赴天津与荆门调研中国城市矿产的现状与未来”支队编著. -- 北京 : 中国环境出版社, 2017.9

(清华大学学生绿色实践成果系列丛书)

ISBN 978-7-5111-3256-7

I. ①城… II. ①赴… III. ①城市—矿产资源—中国—普及读物 IV. ①P62-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第154898号

出版人 王新程
责任编辑 黄颖
责任校对 尹芳
装帧设计 宋瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街16号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67175507 (科技图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)
印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2017年9月第1版
印 次 2017年9月第1次印刷
开 本 787×1092 1/32
印 张 3.875
字 数 100千字
定 价 25.00元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序一

清华大学自1998年在国内高校中率先提出以“绿色教育”“绿色科研”和“绿色校园”为主要内容的绿色大学建设，将可持续发展理念融入大学人才培养、学科建设、科学研究和校园建设的各个环节。党的十八大以来，党和国家对生态文明建设重视空前。“十三五”时期，“绿色发展”被放在重要位置，融入了五大发展理念。社会对具有环保意识和环保技术的人才需求变得更加迫切，对大学教育也提出了更新、更高的要求。

在国家生态文明建设和学校绿色大学建设的时代背景下，清华学子依托校内绿色课程和实践平台，开展了一系列丰富多彩的绿色行动。他们或以学校社团为平台，开展各类宣传和实践活动，努力扩大绿色、环保的理念在校园中的影响力；或深入基层，探访中国各个地方的城市、农村的生态现状，积极为美丽中国建设提供创新思路。

本系列丛书收录了多年来清华大学学生绿色实践的典型案例，从一个侧面生动地反映了清华大学绿色教育的经验和成果。希望同学们再接再厉，发挥不同专业的特长和优势，为生态文明和美丽中国建设贡献自己的力量。

清华大学绿色大学办公室

序二

我国是一个人口与资源大国，却也是一个人均资源小国。面对日益增大的发展需求，国家对资源的渴求也越来越大。然而，由于初期的粗犷式开发，我国的地下资源日渐供不应求。同时，已经开发利用的资源已不断在城市积累，这些产品进入生命周期末端后又带来了新的环境问题。

由于没有完善的垃圾分类、回收、再利用的机制，许多可以利用的资源被当成废弃物而丢弃，其量之大造成了“垃圾围城”的现象。我国汽车保有量大，且还在不断上升，但是国内的拆解规模和技术还远未达到要求，大量报废汽车的回收处理是一个大的难题。建筑废物往往被随意堆放在市郊，既占用了可用土地又影响城市周边环境。面对这些废弃物，我国的处理还存在很多问题。首先，“垃圾也能成为资源”这一概念在国内的认知程度还不足，人们还没有意识要完善“资源—废弃物—资源”这一循环。其次，国内政策法规体系不健全，缺乏有效的激励机制来促进回收处理企业提高回收处理效率。最后，我国还没有建立有效的生产者责任延伸制，一方面使生产者在生产设计时往往忽略对环境的影响，另一方面则没有承担消费末端产品回收的责任。

城市矿产的开发是国家战略性新兴产业。首先，把城市中的废弃物看作城市的矿山就是对传统观念的突破。其次，开发城市矿产就是把资源的来源由地下转为地上，为国家发展的需要找到

了新的血液。最后，开发城市矿产使得“资源—废弃物—资源”这一循环变得完整，不仅破除了“垃圾围城”的困局，而且符合可持续发展的需求。

城市矿产开发涉及生产、回收、处理、消费等多个环节。然而我国普通民众对这些环节的认识不足，因此希望通过科普使人们在这方面有共识。实际上，对于普通民众来说，城市矿产往往会与真正的“矿产”混淆。这方面现在还没有一本面向普通民众的科普书籍。为了填补这一空缺，清华大学的一群同学决定利用一个暑假的时间，结合课堂中所学的知识以及社会调研所得的信息，编写一本面向普通民众的、图文并茂的城市矿产科普图册。本图册在城市矿产的来源、现状以及未来发展方向等方面进行科普，力求让读者对中国城市矿产有一个完整的概念知识。

李金惠

2016年9月

前言

本书由清华大学环境学院 2016 年暑期实践“赴天津与荆门调研中国城市矿产的现状与未来”支队编写而成。2016 年 7 月，本支队通过参观座谈以及电话采访等方式完成调研。一方面，为了填补中国城市矿产的科普图书的空白；另一方面，为了使本支队的成果能扩大影响，本支队结合课堂所学以及调研所得编写出本书。

本书内容分为七个部分，围绕城市矿产的历史进程，向读者介绍中国城市矿产的现状与未来。各部分执笔人员如下（排名不分先后）：第一部分，李志彬；第二、第三部分，白鸽；第四部分，张琪、李楠；第五部分，王灏鑫；第六部分，张京辉、李明煜、王轶冬；第七部分，梁迪隼。

清华大学环境学院李金惠教授与刘丽丽博士对本书给予了指导，在此表示感谢！由于时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2016 年 9 月

目录



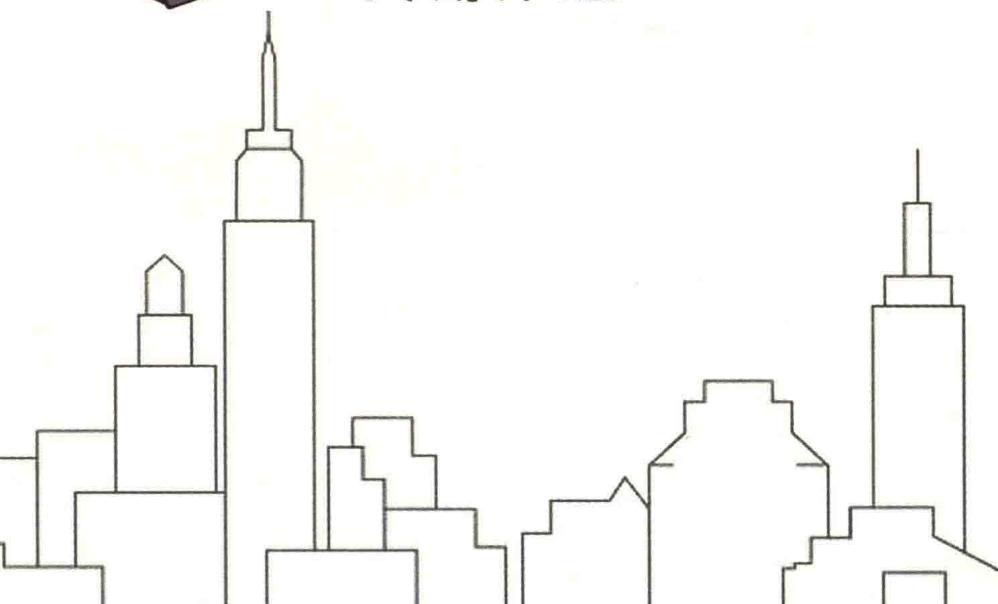
第一部分 城市矿产基本知识 /1

- 1 城市矿产的概念 /3
- 2 人们的思想认识转变 /6
- 3 城市矿产的发展历程 /9
- 4 主要原料及其分类 /12

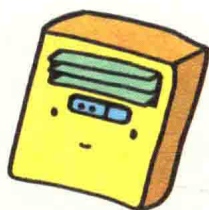


第二部分 城市矿产的现状 /17

- 1 储量 /19
- 2 开采成本、效率 /21
- 3 对环境的影响 /23

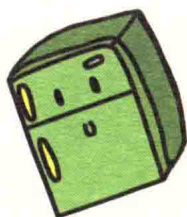


目录



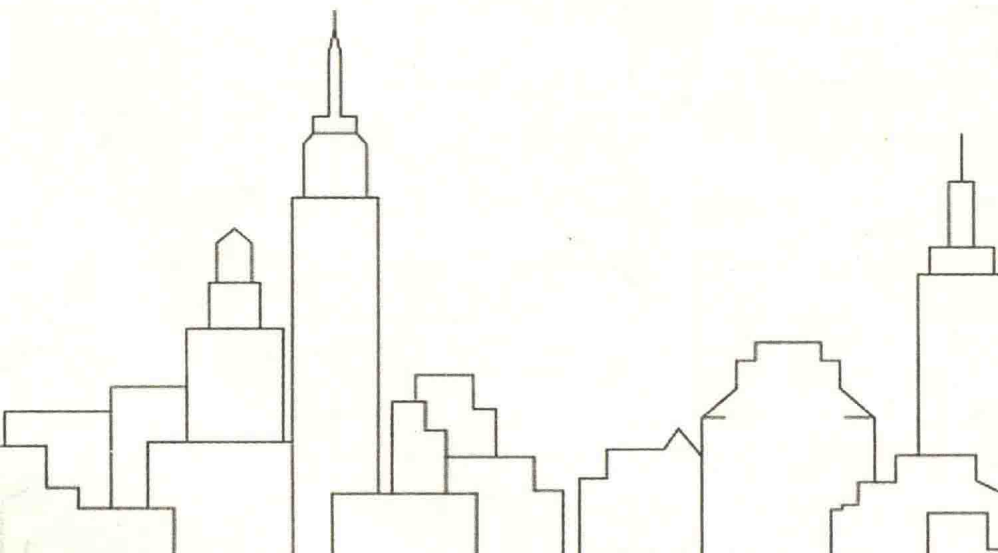
第三部分 发展城市矿产的意义 /23

- 1 不回收对环境的危害 /27
- 2 不合理处置的危害 /28
- 3 发展城市矿产对资源环境的意义 /32
- 4 发展城市矿产对经济的意义 /35



第四部分 城市矿产现有处理技术 /37

- 1 废旧家电的回收利用流程 /40
- 2 废旧电池的回收利用 /45
- 3 电子废物拆解技术 /47

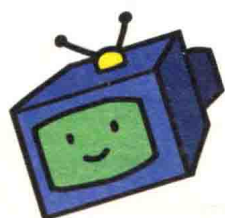


目录



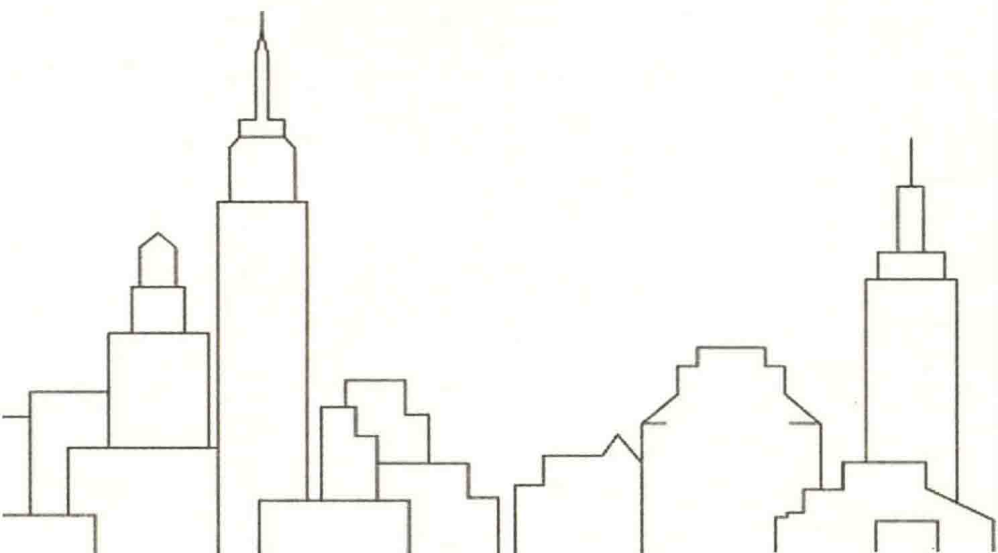
第五部分 国内外城市矿产情况比较 /55

- 1 国外城市矿产情况概述 /57
- 2 国内城市矿产情况概述 /65



第六部分 中国城市矿产开发企业 /69

- 1 总体影响因素 /71
- 2 对现有企业的分析 /80
- 3 城市矿产企业的发展战略 /88



目录

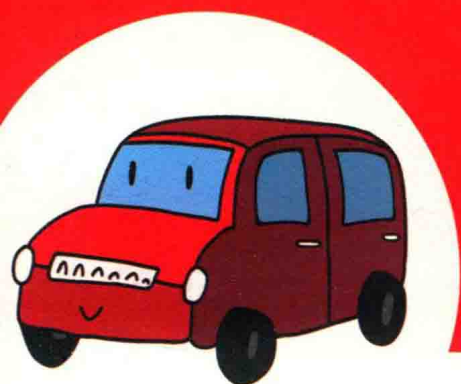


第七部分 城市矿产发展前景 /93

1. 自动化的可能性 /95
2. 加工模式的选择 /97
3. “互联网+绿色循环” /99
4. 《亚太区域金属资源回收公共私营伙伴关
系计划》/102

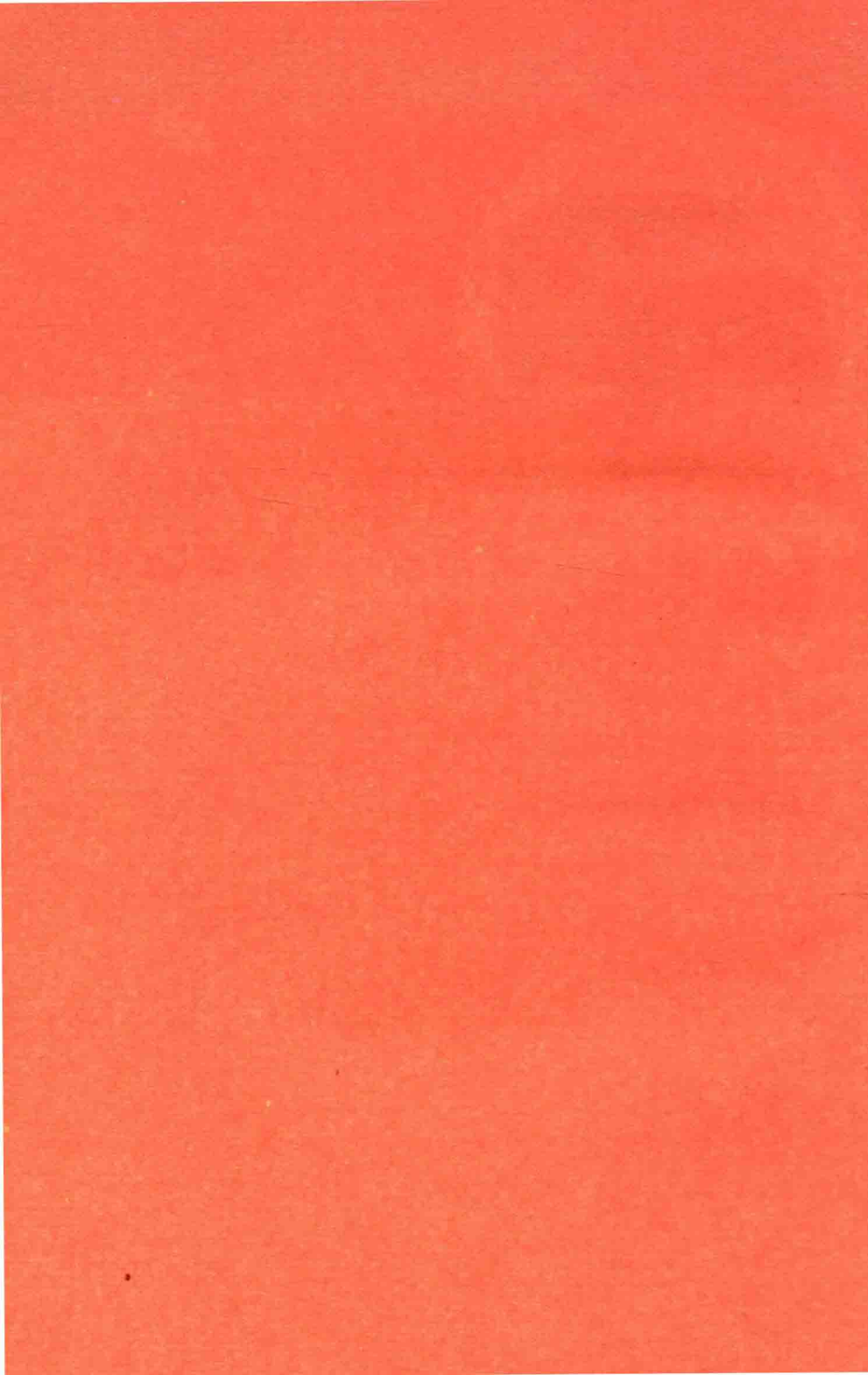
参考文献 /105

结语 /112



第一部分 城市矿产基本知识

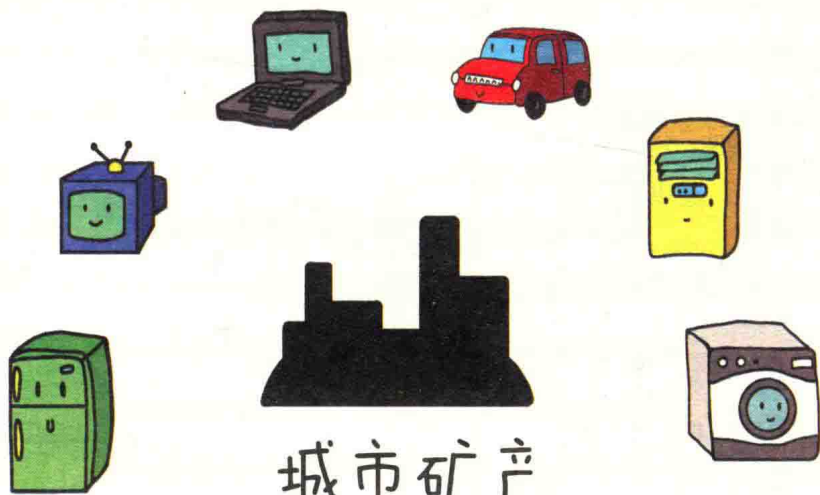
- 城市矿产的概念 /3
- 人们的思想认识转变 /6
- 城市矿产的发展历程 /9
- 主要原料及其分类 /12





1 城市矿产的概念

城市矿产又称城市矿山、都市矿山等，是由日本东北大学教授南条道夫在 1988 年首次提出的概念。城市矿产是一种十分形象的比喻性说法，就是指城市中某些可回收、可再生的资源，区别于“天然矿产”。从“天然矿产”中，人们可以开采获取各种金属资源，或者通过进一步加工可以得到玻璃（玻璃的原料包括石英砂、石灰石、长石等）等其他材料。那么，与天然矿产相对，城市矿产主要是从城市的一些废弃物中，最主要的是一些电子废弃物中，通过有计划的回收处理，获取得到金属资源和其他材料。

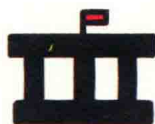


城市矿产

垃圾是放错地方的资源



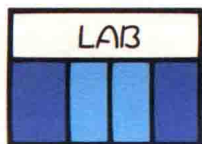
对于城市矿产概念的内涵，目前在政府、企业和科学家三者之间，可能略微存在一点差异。接下来本书分别对这三个方面做一些简单的介绍，以进一步明确城市矿产的定义。



政府



企业



科学家

(1) 政府角度

在国家发展和改革委员会文件中，可以看到政府对城市矿产的官方定义，即“在工业化和城镇化过程中产生和蕴藏于废旧机电设备、电线电缆、通讯工具、汽车、家电、电子产品、金属和塑料包装物以及塑料中，可循环利用的钢铁、有色金属、贵金属、塑料、橡胶等资源。”这段定义通过列举的方式，对城市矿产的原料和产品做了清楚的说明。同时也可以看出，电子类产品或者电子废弃物是城市矿产来源的大户。不管是废旧机电设备、电子产品，还是生活中常见的家电、电线电缆、通讯工具等，都可以归入广泛的电子废弃物的范畴中。除了电子废弃物外，城市矿产还包括废旧汽车、金属和塑料等其他领域。我国目前尚没有针对城市矿产的专项法律，对于城市矿产回收利用的法律政策



均以再生资源或循环经济的形式予以规定。在法律层面，现行规范绝大多数以各种“意见”“通知”“办法”等形式出现，没有一部由全国人大通过的法律专门规范城市矿产回收利用及其产业发展。

（2）企业角度

面对相同的问题，企业给出的答案却并不统一。有的表示，城市矿产的范畴大于城市矿山。在这一方看来，城市矿山仅仅包括金属的回收处理，而城市矿产除了包含城市矿山外，还包括城市油田和城市森林等。还有人提出，城市矿产是城市矿山的再加工，一些深加工产品属于城市矿产，而不属于城市矿山。或者还有人认为，这两个词语之间并没有本质上的差别。本书拟采用城市矿山与城市矿产等价的说法。实际上，相比于定义，企业考虑更多的是如何盈利，对名称的问题上并不十分在意，因此会有各种各样的认识。不过可以看出，“十二五”规划中已经完成建设的约 49 座城市矿产示范基地，已经涵盖了废钢铁、废铜、废铝、废铅锌、废塑料、废纸、废橡胶、报废汽车、废弃电器电子产品、废玻璃等主要再生资源类型。

（3）科学家角度

面对城市矿产的定义，科学家们表示，没有必要太过纠结定义的范围。争论这些东西没有任何学术上的意义。所谓的定义只是为了工作的便利。定义的内涵可以根据工作的需要进行增删。随着城市矿产工作的推进，可以加入更多领域和更多方面。国家发展和改革委员会给出的定义也是根据行业的发展现状和发展需求而制定的。所谓的城市矿产，我们可以从两个方面理解：一种是狭义的，就是现在的国家



发展和改革委员会提出的定义，这些领域一般发展得较为成熟；另一种是广义的，包括所有的城市里有利用价值的可利用的废弃物，是潜在的城市矿产行业。

2 人们的思想认识转变

(1) 废物

在人们认识到环境问题的严峻性之前，人们可能更多的是把这部分废弃物真正地当作“废物”来看待的。在工业文明刚刚起步的阶段，环境问题还没有引起人们足够地重视，人们很少有对电子废弃物污染的危害上的研究，或者由于当时的生产水平，城市废物危害性的问题并没有得到凸显，城市废弃物中的资源也还没有表现出提取的价值。当时人们的认识，也导致了目前电子废弃物总量巨大、潜在风险大的特点。

目前，在工业欠发达地区及广大农村，电子废弃物等城市矿产资源，仍然没有得到很好的处理。电子废弃物的潜在风险依然较大，城市矿产领域的发展仍然受到较多因素的限制。城市矿产的发展潜力依然巨大。

(2) 资源

随着环境问题的不断凸显，人们开始注意到电子废弃物对环境的危害和影响。电子废弃物中含有多种有毒有害物质，如铅、镉、汞、