

## ■ 中国和世界电子产品可持续发展： 中国电子产品链可持续发展分析

报告编写人员：

Martin Eugster

Duan Huabo (段华波)

Li Jinhui (李金惠)

Oshani Perera

Jason Potts

Yang Wanhua

2008年6月

本研究报告为中国商务部 (MOFCOM) 与瑞士国家经济事务总局 (SECO) 合作项目成果



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Federal Department of Economic Affairs FDEA  
State Secretariat for Economic Affairs SECO

---

## 摘要

近十年来，中国作为全球最大的电子产品的供应国和消费国，一直保持快速增长的发展态势。自 2001 年加入 WTO 以来，中国电子产品制造业已从以国内市场为导向型的产业，逐步转变成为以出口导向型的产业，并已发展成为当今世界上许多主要电子产品最重要的生产制造和供货商。

目前，电子产业占中国国家工业总产值的 12%，国家制造行业总利润的 6.3%。尽管中国在力争成为世界电子行业市场主导者的过程中，为国家带来了巨大的经济效益，但这一过程同样也给地区和全球环境带来了日趋严重的压力。

一般地，电子产品所产生最重要的环境影响与能源消耗有关。因为电子产品的制造和使用阶段均需要消耗较多的能量。因此，电子产品的增长可直接与全球能源需求的增长和相应的空气污染和温室气体排放量的增加相关联。在区域层次上，由于产品生产需要使用多种重金属物质和其他化学物质，致使电子产品生产、回收和处置过程对人类和生态环境的安全构成了严重威胁。

中国作为世界上进口电子废物的最主要目的地的特殊角色，以及它所拥有的庞大电子废物非正规回收处理体系，对环境形成了严峻的挑战，但同时也提供了一些机遇。当前中国国内电子废物处理行业管理和处理处置带了等系列问题，造成了严重的环境污染问题。同时，中国电子废物非正规的收集处理体系及其高效性，如果加以引导，采取合适的电子废物回收处理技术和相关管理政策，可以在电子废物回收处理阶段带来较大经济利益。

基于我们对国内外电子产品所产生的社会和环境的影响分析结果，提出在以下三个方面亟待提高或改进，以此通过相关政策的引导，使该行业达到可持续发展的目标。

- i. 电子产品制造过程中技术水平和管理手段的改进
- ii. 电子废弃物收集、拆解和回收处置过程的技术水平和管理手段的改进
- iii. 通过生态设计减少产品在生产和使用阶段能源和资源的消耗，同时促进废弃产品的可回收特性。

中国以及世界电子产业政策制定者们面临的主要挑战是，如何在保持经济快速增长、促进产品发展的前提下，提出有效管理措施，以实现上述三个方面的改进。基于对国内外现有政策框架的分析和相关资料调研，本报告从以下两个大的方面提出了相关建议，以此作为中国政府有关部门决策者应该优先考虑的领域：（1）管理层面上的加强和提高；（2）产品市场领域的战略。

### **建议1：制定国家电子产品可持续发展战略**

中国政府应该制定“国家电子产品可持续发展战略”。基于该战略，通过加大投资和技术革新加强电子产品生态设计及其生产实践，促进电子产业一种“绿色”模式的经济增长方式。

#### **建议1.1**

---

加强电子产品生态设计立法：中国政府应该在现有电子产品生态立法的基础上进一步扩展和不断深化，并加强实施和保障制度。政府在出台这些法规过程中应该进一步细化、具体，明确其中规定的指标和目标。并通过对现有法规实施情况的调研和信息反馈，促进下一阶段法规的制定和实施工作。

#### **建议1.2**

通过政府财政支持生态设计和相关产品生产：中国政府应该对执行国际生态设计认证标准的产品实施税费优惠政策。保税区（特别管理出口加工区）行业协会或联盟应该负责监督和实施这一政策，并促进可持续发展的电子产品生态设计和生产活动。

#### **建议1.3**

在产品生态设计上加大投资：中国政府应该建立基金，以长期支持生态设计的研究和开发工作。国家政府可支持建设“电子产品生态设计研究中心”。

#### **建议1.4**

开拓和促进生态（设计）产品市场：加强能效标识制度，扩大其在电子产品行业的应用范围，并且使之与国际能效标识体系相一致。

#### **建议1.5**

建立和促进优化产品市场：倡导环境标志产品政策，通过制定相关标准并确定指标，扩大该项政策的影响范围和深度。

### **建议2：国家电子废物战略**

中国政府应该基于现有政府法规，进一步加强电子废物回收和处理的管理力度，明确废物回收和处理的相关责任。同时加强立法，填补现有立法中存在的法律空白。

#### **建议2.1**

中国政府应该推动并支持电子废物管理法律法规框架的构建，确定电子废物回收处理的各个利益方，明确各自的权限、责任和义务。例如：与电子产品行业相关的电子产品制造商、进口商、销售商、消费者；以及电子废物收集者、拆解者和回收利用者。

#### **建议2.2**

中国政府应该推动建立一套完善的资金保障体制，以便对电子废物进行长期、高效地环境无害化管理。

#### **建议2.3**

实施电子废物处理质量保障计划：中国政府应该制定并实施电子废物处理质量保障计划。该项计划包括建立国际化的电子废物收集和处置标准体系，以便对相关企业实施许可和审核。从业许可必须具备无害化和资源化技术的电子废物处理处置活动资质。

#### **建议2.4**

建立具有可操作性关于电子废物及其零部件进口的相关管理规定。中国政府应该建立一套完善的电子废物进口鉴别体系。该项体系包括对海关执法人员的技术指导和培训，中国政

---

府应该重新修订有关允许进口和禁止进口电子废物的相关规定和清单,进一步明确这些废物类别和危害特性。

### **建议2.5**

建立国家层次上国内电子废物和进口电子废物产生源和数量调查系统。管理部门和政策制定者在制定和实施可操作性的电子废物有关政策时,所面临的最基本的问题是缺乏有关电子废物数量及产生源的确切数量。在国家层次上实施更具有可操作的电子废物管理规定的基于要素就是建立一个国家公共数据库,用以收集电子废物产生和分布的信息。要使这些收集的信息准确可靠,需要在非正规的电子废物集中处理区建立监控措施。

### **建议3: 建立可持续的电子废物管理国际行动计划**

中国政府应该会同政府和国际组织携手建立一套全球性及区域性的电子废物越境转移和处置责任体系。

#### **建议3.1**

国家对话: 中国政府应该协同联合国环境规划署、巴塞尔公约秘书处,共同组织召开国际会议,在基于巴塞尔公约条文和准则的范围内,探讨解决电子废物越境转移和处理处置的有效办法。

#### **建议3.2**

制定电子废物处理国际性标准: 为了促进电子废物的有效管理,中国政府应该与国际相关组织,共同探索制定电子废物无害化管理的国际性统一标准。

#### **建议3.3**

与电子产品有关立法相呼应: 中国政府应该建立一套国际化标准程序,以便使其在制定和实施“电子废物法”(WEEE)和“电气、电子设备中限制使用某些有害物质指令(RoHS)”行之有效,减少依法成本并促进整个产品的稳定发展。

#### **建议3.4**

全球企业伙伴关系: 与企业开展广泛多途径和多方式的合作,例如,手机伙伴计划(MPPI)、全球电子废物再循环知识合作体系、全球电脑翻新和再循环合作体系、解决电子废物问题: 多途径合作计划,以此来解决电子废物问题。中国政府应与联合国环境规划署相互协作,通过相关多方参与合作计划,让产品供应链各环节共同参与发起监督和管理电子废物进出口的相关行动。

总之,随着中国政府在电子产品管理政策范围的全面延伸和深度的不断提高,以及在国际电子产品链中承担的责任逐步明确,中国政府须在基于国际合作以及主导角色的前提下,全面制定关于电子产品可持续发展的政策和制度方案。因而,本报告旨在通过上述分析、建议以及其他方面为分析为电子产品产业可持续发展相关政策的制定提供参考依据。

---

# 目 录

摘 要.....	I
1. 引言.....	1
2. 供应链框架分析.....	2
3. 电子产品链市场现状和发展趋势分析.....	3
3.1 关键电子产品的市场趋势.....	3
3.1.1 大型家用电器.....	3
3.1.2 生活消费品：电视机.....	4
3.1.3 信息和通信技术产品：个人电脑和手机.....	5
3.1.4 整体市场趋势.....	8
3.2 电子废物产生和交易市场发展趋势.....	9
3.2.1 电子废物逆向供应链的结构.....	10
3.2.2 国内电子废物.....	10
3.2.3 进口电子废物.....	12
4. 中国典型电子产品链生命周期环境影响分析.....	14
4.1 计算机产品生命周期分析概要.....	15
4.1.1 生产阶段的环境影响.....	15
4.1.2 产品分配/运输过程中的环境影响.....	18
4.1.3 产品分配/运输过程中的环境影响.....	18
4.1.4 末端管理（废物）阶段环境影响.....	19
4.1.5 计算机产品对环境影响的综合评价.....	20
4.1.6 计算机产品对环境影响的综合评价.....	22
4.2 典型电子产品生命周期分析的应用.....	24
4.2.1 中国典型电子产品的主要特征.....	24
4.3 本章结论.....	28
5 中国主要电子产品链的社会影响.....	28
5.1 国家经济发展.....	29
5.1.1 对国家财政收入的贡献.....	29
5.1.2 对国家就业的贡献.....	30
5.2 职业环境.....	31
5.2.1 职业健康和安全防护.....	31
5.2.2 工资水平.....	32
5.2.3 劳动强度.....	32
5.2.4 人权保障和劳动保障.....	32
5.3 社会影响分析.....	32
5.3.1 公众安全和健康.....	32
5.3.2 显著促进社会 and 经济发展.....	33
5.4 国际社会影响.....	33
5.5 本章结论.....	34
6. 国际电子产品供应链框架与管理分析.....	34
6.1 电子产品市场背景.....	34
6.2 电子产品的供应链结构与企业间关系.....	37

---

6.3 中国在全球电子产品链中角色.....	39
6.4 全球电子产品链的管理.....	40
6.5 电子废物供给链结构.....	41
6.5.1 正规管理的电子废物供应链.....	42
6.5.2 非正规情形电子废物供应链.....	42
6.5.3 电子废物管理.....	43
6.6 电子产品部门对可持续管理的影响.....	43
<b>7 国内外电子产品相关法规和政策分析.....</b>	<b>45</b>
7.1 中国有关政策.....	45
7.1.1 与电子产品相关的经济政策.....	45
7.1.2 中国有关电子产品环境保护方面的政策.....	46
7.1.3 国家自发管理.....	48
7.2 国外主要电子产品政策.....	49
7.2.1 欧盟政策.....	49
7.2.2 日本政策.....	49
7.2.3 北美国家政策.....	50
7.3 国际政策动向.....	50
7.3.1 多边环境协议（MEA）.....	50
7.3.2 基于市场的促进机制.....	51
<b>8. 政策建议.....</b>	<b>53</b>
8.1 结论与建议.....	53
<b>参考文献.....</b>	<b>61</b>

## 1. 引言

2006 年中国电子产品的总销售收入为 6400 亿美元。同年电子产品的交易额达 6520 亿美元，占中国进出口贸易总额的 37%。电子产品的生产和贸易形成了国家发展策略的核心。随着中国成为多种电子产品的最主要供应商，中国产品和贸易日益融入了中国的贸易伙伴们的可持续发展政策和策略。

日益增长的全球环境压力和与电子废物管理相关的独特环境挑战导致了不断扩大的电子产品法律体系。这必会对中国的产品和贸易产生较大的影响。同时，在过去的十年中，中国自身不断增长的电子产品市场和它迅速扩大生产能力在地区和国家水平均呈现出了空前的社会和环境挑战。中国的政策制定者们已经对市场的要求和地方可持续的挑战做出了响应。但国内和国际执行基础设施还很薄弱和不足。

本研究的目的是分析对中国经济至关重要的全球电子产业链可持续发展

### ■ 研究范围和定义

本报告以评估有可能成为可持续发展政策备选方案的视角，提供了电子产品和电子废物的持续性影响分析。报告从中国国情出发，同时也兼顾了全球范围内的可持续发展。为达到研究的目的，对文中电子产品和电子废物的定义如下：

**电子产品：**任何需要用电来实现其功能或用途的产品。\*

**电子废物：**任何不再适合其原来用途的电子产品——包括所有的部件、半组装机和拆解废弃零部件。\*\*

在本研究中，我们重点选择了以下三类关键电子产品为分析对象：

**大型家用电器：**洗衣机、电冰箱和空调。

**信息技术和通信产品：**个人电脑、笔记本电脑和手机。

**消费品：**阴极射线管（CRT）、电视机、液晶(LCD)、电视机。

本研究以台式计算机为案例开展生命周期分析。并将生命周期分析的方法学和结果应用到其他电子产品。

\*OECD 2001

\*\* EU WEEE Directive (EU, 2002a) and SINHA (2004)

展所面临的主要挑战，并着眼于确定改善全球电子产业可持续发展优先管理领域和政策。本研究借鉴了由 IISD 开发的全球经济链可持续分析方法（GCCSA），它提供了在全球供应链和国际市场背景下建立政策建议和发展战略的方法学。

GCCSA 的基本要素包括市场结构和趋势的分析、全球供应链的社会和环境影响分析、全球供应链框架和管理分析，包括最终形成政策建议。GCCSA 有效地将生命周期分析和可持续发展影响分析与供应链的决策机构和政策制定者相衔接。

本研究报告和研究范围更为广泛的 GCCSA 分析目的之一是明确制造商和政策制定者共同承担全球产品链上连带责任的必要性。包括中国和其他国家，这两方应在促进产品可持续生产以及消费市场与政策方面的相协调。本研究旨在通过对电子产品链的分析，确认了上述

研究成果，在此基础上，提出促进电子产业更具有可持续性发展的战略和政策。本研究首先从电子产品供应链的框架分析为研究基础。

## 2. 供应链框架分析

电子电器产品（EEE）工业是当今全球经济中最大、发展最迅速、最具活力和最复杂的行业之一。为达到分析的目的，本研究将电子产品链划分为四个不同的阶段：制造、分配（贸易）、消费（使用）和末端管理（回收利用和处置）（见图 1）<sup>1</sup>。在供应链的每个阶段，包括原材料开采加工、零部件生产封装、产品组装和消费市场，中国国内的供应链与全球供应链都是非常相关的。

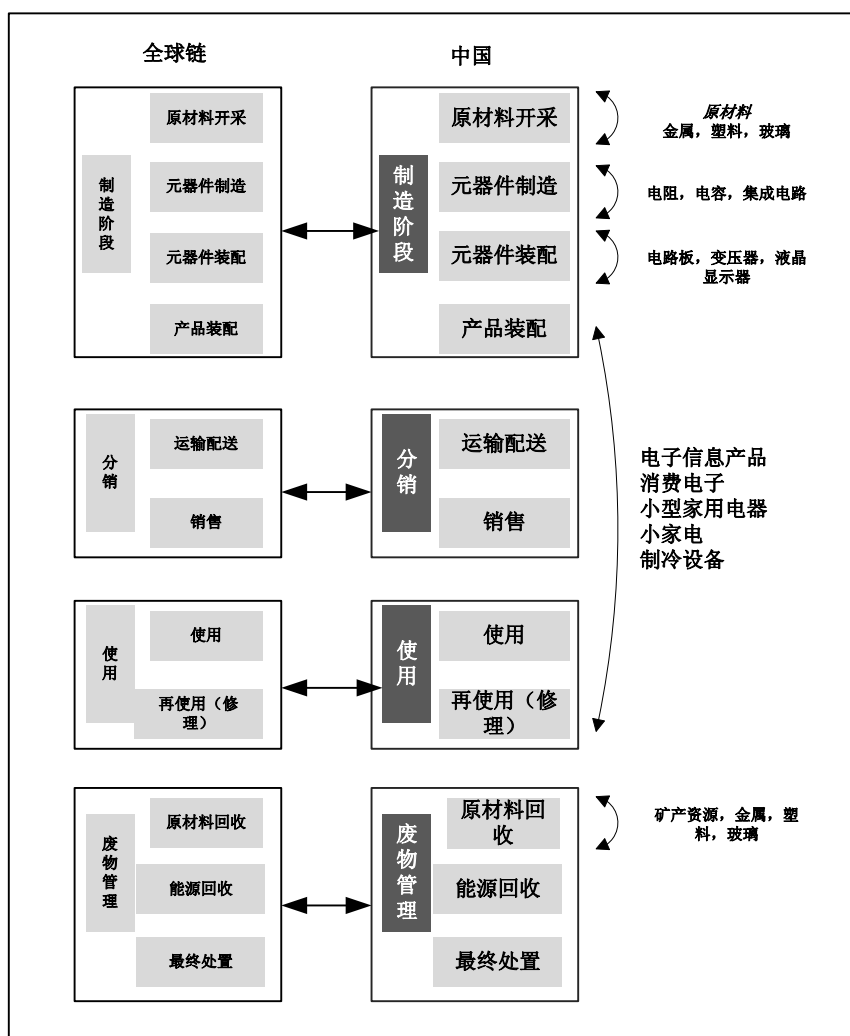


图 1 电子产品链结构分析框架

<sup>1</sup> 本研究供应链是限于产品的生产阶段，但原材料的开采和加工并不包含在此供应链的研究范围内。但是在第 5 章中对电子产品的生命周期进行了环境影响分析，包括所有的阶段。（See Section 0 below）。



---

制造阶段包括四个主要过程：原材料的处理、零部件的生产和封装以及最终产品的组装。分配阶段包括产品在中国国内和国际市场上的贸易和分配。在“全球分配”与“中国分配”阶段间箭头分别表示电子产品的进出口。使用阶段被分为电子产品的使用和二次使用，并包括与产品使用过程相关的活动。最后，“末端管理”阶段被分为直接废物流和电子废物的逆向供应链。在逆向供应链中，最终重返产品供应链的二次原料被重新利用生产。“末端管理”阶段主要包括废物的收集、拆借、材料的再利用、能量的回收和最终处置。

### 3. 电子产品链市场现状和发展趋势分析

全球电子工业和中国在其中的地位正以飞速发展。2006 年中国电子产品的总销售收入为 6400 亿美元，比 2005 年增长 23.7%。同年，电子产品的交易额达 6520 亿美元，占中国进出口贸易总额的 37%。其中，仅出口就达到 3640 亿美元，比 2005 年增长了 37.6%<sup>2</sup>。对关键电子产品市场更进一步的观察可发现中国在全球电子产品供应链中的地位的提比市场本身的发展还要快。这说明了中国日益加强的生产能力和责任。市场趋势同样表明，虽然所有行业的增长都很大，但从中长远来看最大的增长潜力与新近的高科技市场相关。

#### 3.1 关键电子产品的市场趋势

##### 3.1.1 大型家用电器

大型家用电器市场以最早面向中国国内市场的许多传统的、完善的电子公司为特点<sup>3</sup>。电冰箱市场在 1990 到 2006 年间的增长方式的转变提供了更广返的大型家用电器增长方式的一个例子。在 1990 到 1999 年间，电冰箱生产从四百六十万台增长到一千二百一十万台，每年增长 18%，这与国内消费的增长速率正好相同。伴随 2001 年出口市场的开放，电冰箱生产的年增长率跳至 36%。

相似的增长方式可在空调和洗衣机行业观察到。其中空调显示出了最为剧烈的出口导向性生产（出口产品占总产量的比例从 2001 年的 25%到 2006 年的 56%）。2006 年空调的年生产总值为五千八百万台，使之成为大型家电市场从生产量角度讲最重要的产品。并不意外，在过去的五年中，空调产量的年增长率（69%）在大型家电中也是最高的。总而言之，从贸易和产量增长的角度，空调市场是大型家电市场中最具活力的。

中国大型家用电器出口的三个主要目的地为美国、日本和欧洲。在电冰箱市场，美国、日本和欧洲市场占了中国总出口量的 40%以上。在空调市场，仅日本和美国就占了总出口的 45%。

---

<sup>2</sup> 参考香港政府网站资料。 [http://electronics.tdctrade.com/-content.aspx?data=electronics\\_content\\_en&contentid=850788&w\\_sid=194&w\\_pid=695&w\\_nid=10422&w\\_cid=850788&w\\_idt=1900-01-01&w\\_oid=180&w\\_jid](http://electronics.tdctrade.com/-content.aspx?data=electronics_content_en&contentid=850788&w_sid=194&w_pid=695&w_nid=10422&w_cid=850788&w_idt=1900-01-01&w_oid=180&w_jid).

<sup>3</sup> 例如，海尔，新飞，美菱和美的。

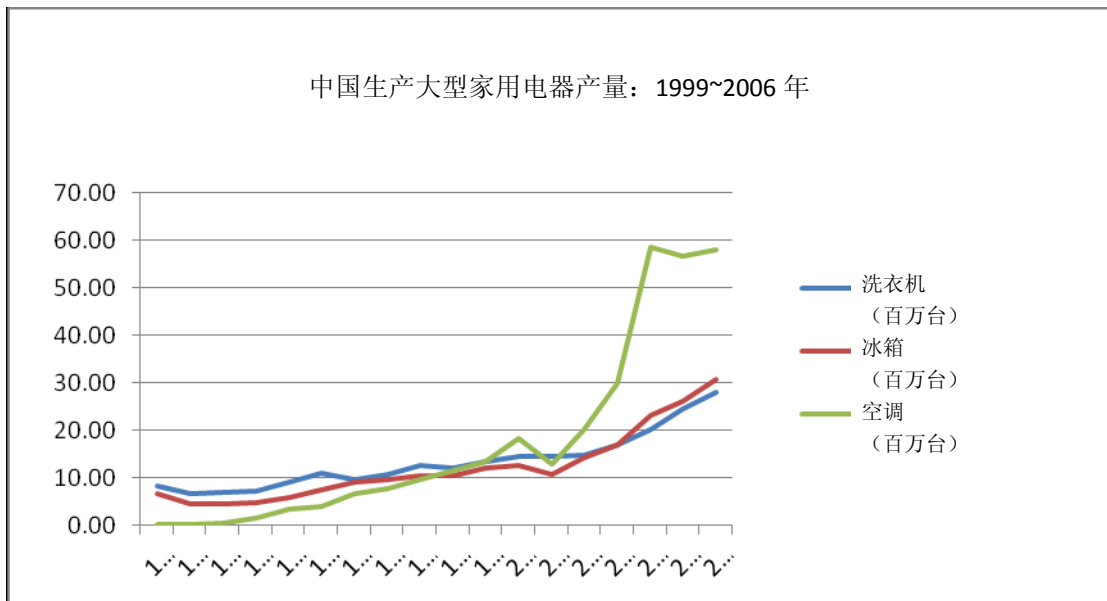
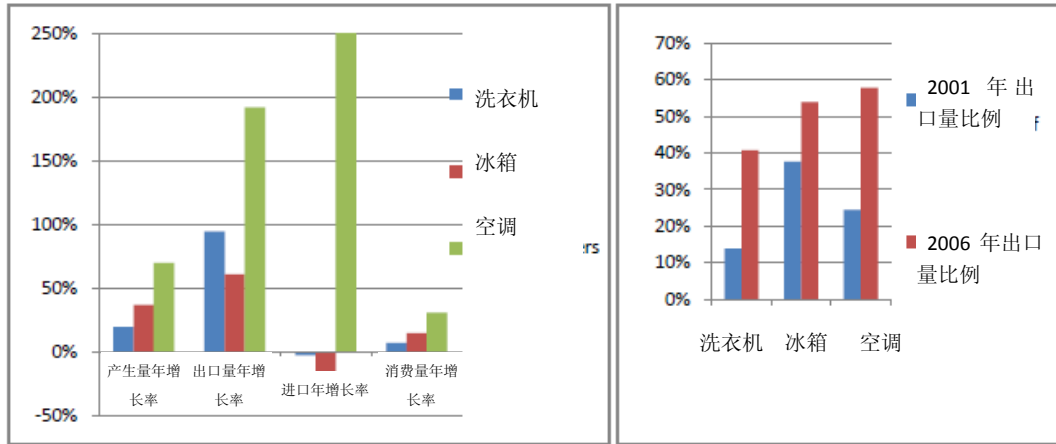


图 2 大型家电及其出口比例的年增长图(1989-2006)

### 3.1.2 生活消费品：电视机

电视机市场被清晰地分割为“新技术液晶显示器（LCD）”和“老技术阴极射线管显示器（CRT）”。由于与 LCD 电视机相比，CRT 电视机的价格较低，CRT 产品趋于被低收入经济所驱动。实际上，中国本身在 2006 年消费了 5450 万台 CRT 电视机（比 2001 年增长了 85%），这构成了全球 CRT 电视机生产和销售增长的最大份额。2001 到 2006 年间，中国 CRT 电视机的产量从 4200 万台增长到 8400 万台，接近全球总消费量的 48%。在同一时期，中国 CRT 电视机的消费量从 3000 万台增长到 5400 万台。与电子市场的其它产品形成鲜明对比的是，2001 到 2006 年间为中国国内消费和产品增长率稳定地保持在 65%左右。总而言之，在过去的几年中，LCD 显示器市场的发展已经减缓了 CRT 电视机市场的发展。这一趋势将导致在未来 10-15 年内 CRT 电视机的最终淘汰。

在发达国家，LCD 电视机已经作为被选择的产品有效的代替了 CRT 电视机。虽然目前中国的 LCD 电视机产量比 CRT 电视机产量（2006 年 1800 万台）小得多，但从增长率的角度，这种情况不会持续很长。2006 年，近 80% LCD 产量输往出口市场，其中美国、日本和欧盟占了 90%以上。然而，在未来的十年，随着中国消费者越来越富裕和 CRT 技术的淘汰，中国的消费将会在中国 CLD 生产量中占据相当大的份额。

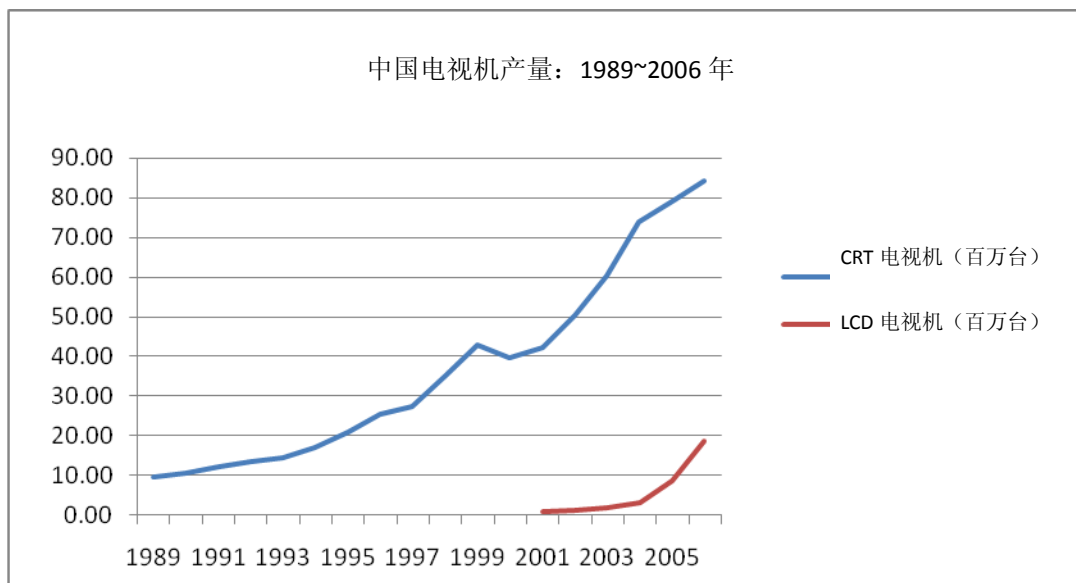
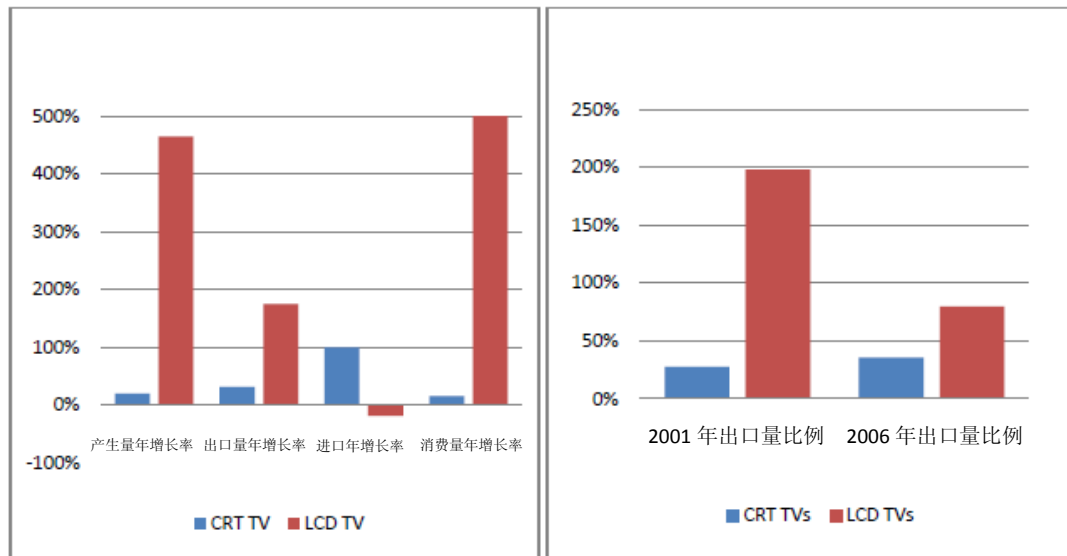


图 3 电视机及其出口比例的年增产图

### 3.1.3 信息和通信技术产品：个人电脑和手机

与其它电子产品一样，中国在世界信息和通信产品生产方面居世界领先地位。2001 至 2006 年间，台式电脑的生产量已从 800 万台增长至 4700 万台，同时手机的生产量从 7500 万台增长至 34000 万台。在信息和通信产品市场的这两个部分，国内消费在同期分别增长了

### 全球电子废物增长：

#### 中国电子废物进口背后的推动力

联合国环境规划署估计每年全世界会产生 2000 万到 5000 万吨的电子废物。根据欧盟废旧电子电器设备论坛提供的数据，欧洲各国家人均每年产生 3.4 千克电子废物，这一数据是中国的 3 倍。欧盟估计在其辖区内电子废物在以三倍于其他城市垃圾的速度增长。

虽然发达国家产生的电子废物绝大多数通过填埋处置，但越来越多数量的电子废物出口至被认为具有再循环能力的国家。目前为止，中国是外国电子废物最大的接收者。

来源：英国对全球电子废物“山”的警告。BBC 新闻，2006 年 11 月

资料来源 *UN Warning on Global e-Waste 'Mountain'*, *BBC News, November 2006*.  
<http://news.bbc.co.uk/1/hi/tech/6187358.stm>

450%和 160%，成为生产的主要驱动力。

2006 年，国内消费占了中国产品总量的 83%。

将电脑市场划分为“低”和“高”技术市场，并分别强调国内和国外市场，这一划分与电视机市场的状况相似。在过去的五年中，笔记本电脑市场的发展从 2001 年低于 10 万台迅速增长至 2006 年的 5500 万台。2006 年，中国生产的笔记本电脑中 90%被出口到国外。

中国笔记本电脑出口的主要目的地为美国、欧盟<sup>4</sup>和日本，三者分别占了 30.4%、31.1%和 6.3%。

据估计，现在中国市场的个人电脑普及率约为 15.8 台/1000 家。这一数字与经合组织（OECD）国家的 200-350 台 / 1000 家形成了鲜明的对比。这表明在未来十年中国内个人电脑市场存在着巨大的发展潜力<sup>5</sup>。

<sup>4</sup> 法国和德国是中国笔记本电脑出口至欧洲的主要目的地。

<sup>5</sup> [www.nationmaster.com](http://www.nationmaster.com)

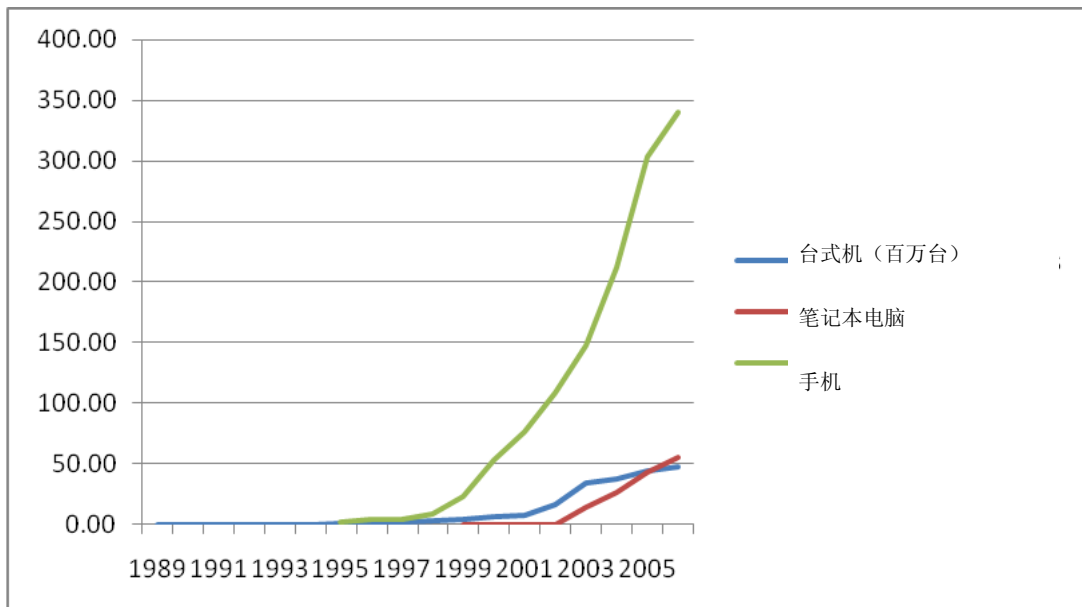
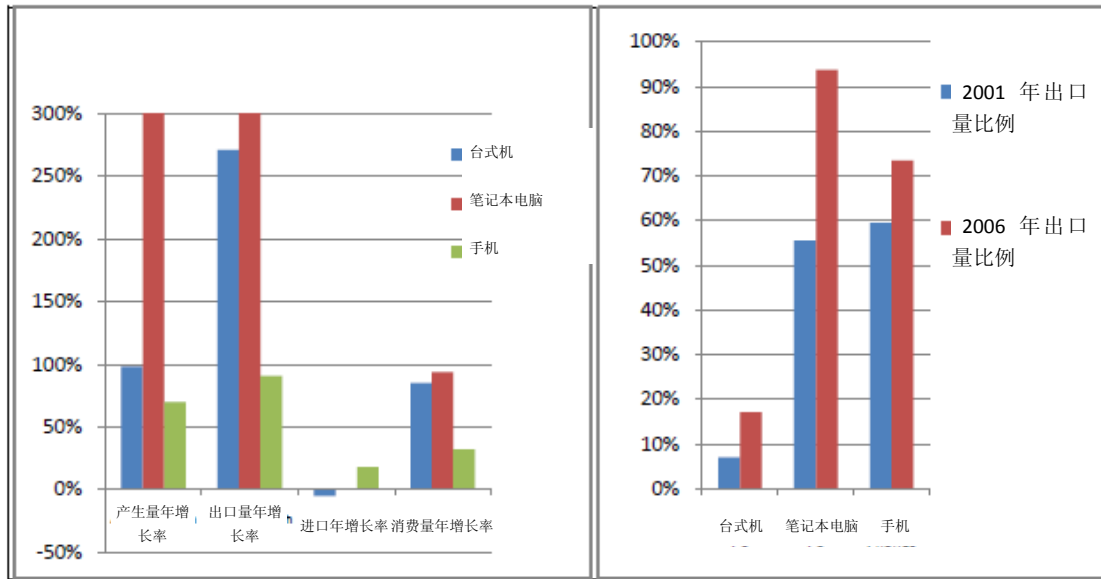


图 4 电子信息和通信产品及其出口比例的年增长图

#### ■ 变化中的中国笔记本电脑产业结构

从中国大陆输出的笔记本电脑有很大比例是由台湾公司生产的。根据台湾资讯市场情报中心（MIC），2007年岛内笔记本电脑供应量占了全球总生产量的70%。

由于劳动力成本和元器件（如交流转换器）等成本低廉，台湾将生产厂家迁至中国大陆使得这些台湾公司降低了FOB价格。这同时也促使了台湾公司在快速增长的中国笔记本电脑市场投资生产。大多数公司聚集在江苏省的苏州市、广东省的深圳市和中山市以及上海市。但一些生产线仍留在台湾，这些生产线主要用于高端模块技术产品生产或进行新产品的中试运行。研发中心和市场部也仍留在台湾。

另一方面，中国大陆的供应商大多具有生产台式电脑和消费类电子产品的背景，他们主要将产品销往国内市场。虽然这些公司中的大部分都与台湾公司在笔记本电脑生产上是合作伙伴，但越来越多的中国公司开始建立了自己的研发中心，以开发主要的技术设备，并希望在2007到2008年进入国际市场。

台湾的笔记本电脑供应商具有以下特性之一：

- 世界一流笔记本电脑品牌（如索尼、东芝、惠普、富士通-西门子、戴尔）和大型零售连锁公司（如家乐福和沃尔玛）的制造承包商（无公司零售品牌）。
- 有自己零售品牌的合同制造商

台湾的笔记本电脑制造商在很大程度上依赖于世界十大供应商的订单，其他公司的订单相对较小。两大纯合同制造商，广达和仁宝，占了生产总量的近三分之二。其余的产量由其他六家大制造商瓜分。

### 3.1.4 整体市场趋势

中国在全球电子产品市场的地位在以非常迅猛速度提升。在过去的十年中，中国已从专为中国国内市场生产电子产品转变成一种新的生产体系。这种生产体系不仅从根本上以出口为推动力而且是世界范围内唯一最重要的生产者。中国是当今世界上个人电脑、电视机、手机、电冰箱和空调的最大的制造者和购买地。总体上来说，在中国电子产品链中发现了如下的基本模式：

- 2001年之前，事实上中国生产的所有电子产品均以国内消费为主要导向。从那时起，所有电子产品的出口都有了巨幅的增长。一般，增长速度超出50%每年，且经常超过100%每年。
- 对于大型家用电器和高新技术电子产品类，中国的生产发展以出口市场为推动力。这部分产品总体上的生产和出口增长速度远远超出相应的全球增长速度。这表明这些主要电子产品的生产地位在中国被迅速的加以巩固。

- 对一些具有更成熟市场的传统技术（如台式电脑和 CRT 电视机），国内消费仍是生产的主要推动力。除台式电脑外，在这些成熟的电子产品市场中，中国生产的增长率仍保持在 15%-50%/年。高新技术产品（笔记本电脑、LCD 电视机等）的生产增长率在 67%-2800%/年。
- 中国电子产品的主要市场在美国、欧洲和日本。一般而言，这三国占了总出口量的 50%或以上。

由于电子产品本身从很大程度上讲是以科技革新为推动力的（如：在中国高新科技产品均以出口为带动），中国的电子产品市场可适当的被描述为“出口带动型”。虽然如此，越来越富裕的中国消费者、中国庞大的消费市场以及总体上还处于较低的电子产品普及水平，使得国内市场将会成为越来越重要的推动力，其对新兴和传统电子产业均是如此。

表 1 各种电子产品使用寿命

	名称	寿命（年）
信息通信产品	台式计算机	6
	笔记本电脑	5
	手机	3
	CRT 显示器	6
	LCD 显示器	6
消费品	CRT 电视机	10
	LCD 电视机	5
	等离子电视机	5
大型家用电器	洗衣机	12
	电冰箱	13
	空调	11

### 3.2 电子废物产生和交易市场发展趋势

为达到研究的目的，我们将电子废物定义为任何不再适合原来用途的电子产品。因此，在任何地区，电子废物的产生量均直接与该地区的消费水平相关。电子废物或者进入“物流”，或者通过再循环和再利用进入新产品的“生产流”中。电子废物再循环利用的“市场”取决于该地区电子产品中材料的性质、相关法规框架和再循环利用及处理处置的能力。

从以生产供应链为基础分析的再循环和再利用为目的电子废物处理规模上看，中国已是世界范围的领军者。然而，无论是国内产生的还是从外国市场进口的电子废物的实际产生量均无相关的记录。这与贸易电子废物的供应链在很大程度上的非规范特性有关。虽然在整体上缺乏精确的数据，但以与整体电子废物水平相关的关键变量为基础，仍可以估计电子废物的产生情况。

任何给定地区的电子废物产生总量与以下因素有关：（1）消费；（2）产品生命周期；（3）

### 正规和非正规电子废物行业现状（从业人员分析：Duan and Eugster, 2007）

**收集：**虽然在一些大城市中心建立了许多新的收集设施，目前中国的绝大多数电子废物仍以非正规方式进行收集。在非正规行业中估计约有 2000 家公司参与了收集和交易，500 家公司参与了电子废物的收集和循环利用，8000 家家庭作坊参与了电子废物的收集和循环利用。据估计在中国，电子产品末端管理阶段（电子废物产业）有 500 万人参与到电子废物的收集、拆解、回收、利用和最终处置。

**拆解：**同回收一样，在中国电子废物的拆解主要依靠非正规行业。虽然没有拆解私营企业和个体户的具体数目，据估计有相当数目的拆解活动是在家庭作坊中进行的，在一些地方，整个村庄，甚至乡镇都参与到电子废物的拆解。

**材料回收：**形成对比的是，材料回收主要由正规行业进行。至少有 509 家政府认可的中心从事电子废物的材料提取。另有 100 家企业直接从电子产品制造厂的废料中提取材料。

**产生废物：**电子废物回收处理阶段二次废物再正规和非正规行业都会产生。作为一个普遍规律，非正规活动产生废物一般未经处置或直接焚烧填埋，而正规企业产生的废物会运输到具有资质的固体废物处置中心（场）。

单位材料量。总之，由于高新技术电子产品市场的发展和所有电子产品的生命周期的缩短，科学技术快速地发展促使了消费水平的提高。

下面我们将分别讨论国内外电子废物产生的主要来源和发展趋势。

#### 3.2.1 电子废物逆向供应链的结构

供应链中废物部分的主要阶段包括：（1）收集；（2）拆解；（3）材料回收；（4）废物处置。这些阶段实施的方式和地点在很大程度上取决于处理过程是否形成了“正式”或“非正式”的供应链的一部分。非正规的电子废物供应链对中国而言比较重要。这是由于缺乏规范电子废物供应链所需的强有力的法规和相关基础设施，同时由于电子废物的进口和回收处理处于一个无序管理状态（因此为在正规化市场外的运作提供了平台）

从收集、拆解和材料回收能力的角度讲，中国处于世界领先地位。这是中国成为全球电子废物最受欢迎的目的地的原因之一。根据 Liu 等人(Liu, Tanaka 等. 2006)的研究，目前中国大多数的电子废物是在后院或小作坊内处理（拆解）的。具有小规模、无许可证的处理最突出的地方是中国南部的广东省和东部的浙江省。在小规模处理作坊中，进口废物被认为可能是其处理的最主要的原料。

#### 3.2.2 国内电子废物

由于国内经济的迅速增长，中国电子产品消费水平的增长速度快于全球平均水平。这反



---

过来导致了电子废物的高速增长。从数量的角度，CRT 电视机和大型家用电器在今后几年仍将是国内电子废物产生的主要来源。

#### **家用电器（洗衣机、电冰箱和空调）**

由于产品的体积很大，从物料废物的角度，家用电器的贡献尤为重要。2001 至 2006 年间，大型家用电器的单位消费量增长率在 5%-30%/年。根据空调、电冰箱和洗衣机的平均重量（分别为 46、57 和 27 千克）估算，2006 年中国产生的大型家用电器废物量约为 90 万吨，占所产生的全部电子废物的 50%左右。到 2015 年，这三种家用电器产生的总废物量估计将达到 230 万吨，将占国内电子废物的 40%左右。

#### **消费类产品（电视机）**

由于 CRT 电视机在中国市场占据主导地位，且与 LCD 电视机相比，其含有更多材料物质，在今后几年，CRT 电视机将仍是电视机市场电子废物的主要源头。2006 年 CRT 电视机废物的产生量为 61 万吨（占到国内电子废物产生总量的 35%）。到 2015 年，这一数据预计将达到 160 万吨（占国内总电子废物量的 29%）。因此，从产生量上讲，CRT 电视机将仍是中国国内产生的电子废物最重要的来源。

#### **信息和通信技术产品（手机和个人电脑）**

中国拥有约 3 亿手机的用户，是世界上最大的手机消费国。2006 年手机的购买量为 1.19 亿部，几乎是 2001 年的两倍。手机快速的更新水平和较短的生命周期（2-3 年），预示着今后几年废手机的产生量将会有着高速增长。研究表明，仅中国产生的废旧手机，2001 年为 880 万部，2006 年为 4300 万部，到 2010 年将达到 1.15 亿部。但由于手机的体积较小和使用少量的物质材料，使其在电子废物产生总量中所占比例较小。

在今后十年内，笔记本电脑的消费量仍将小于 2000 万/年。从而使其在信息和通信技术行业产生的电子废物量保持在一般水平。另一方面，台式电脑正在经历迅速的增长，预计其废物总产量会翻两番（从 2006 年的 1000 万到 2010 年的 4200 万）。据估计 2006 年国内个人电脑（包括其显示器）产生了 17 万吨电子废物，占国内电子废物总量的 10%。到 2015 年，预计这一数据将增加至 72 万吨，约占中国国内电子废物中产生量的 13%。

#### **国内电子废物的产生趋势**

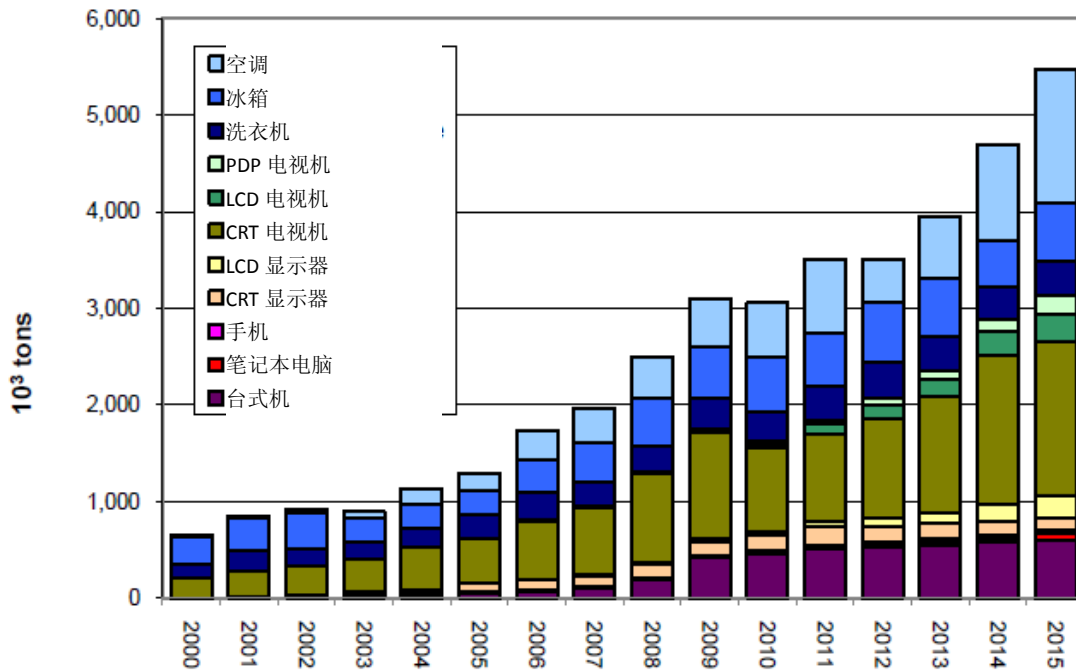


图 5 中国国内产生的电子废物量估计 (2000-2015)

总体上，国内电子废物保持迅速增长的趋势。据保守估计，2006 年国内电子废物（典型废旧电子产品）总量为 1000 万台或 170 万吨，平均约合 1.3 千克/人·年。到 2015 年，这一数据预计将增长至约 4000 万台或 540 万吨。从体积和质量的角度，现在或将来电子废物的主要贡献者为 CRT 电视机和大型家用电器。且台式计算机将占据重要地位，预计从 2009 年起，其将占国内电子废物总量的 10% 以上。

### 3.2.3 进口电子废物

中国政府制定的相关政策规定将电子废物视为受巴塞尔公约管制的废物。这意味着须采取专门的措施对其越境转移和处置进行控制。在这样的定性下，中国政府在 2001 年颁布的《对外贸易法》中禁止了电子废物的进口，随后陆续颁布了有关电子废物转移和贸易的法规和有关限定。

虽然禁止进口电子废物，但仍有相当数量在不断增长的电子废物继续被非法出口到中国。同电子产品国内消费的增加带动了国内电子废物增长一样，发达国家对电子产品需求的增加，并随着国际上处置此类货物的规定日益严格，导致了我国进口电子废物的增长。

非法进口或走私到中国的电子废物数据难以准确估计，据“巴塞尔行动网络”估计，全球每年共产生电子废物约 2000—5000 万吨，其中 70% 被出口到中国（即 1400—3500 万吨）。绿色和平组织估计，电子废物进口到中国的数量从 1990 年的 100 万吨增加到 2000 年的 1750 万吨<sup>6</sup>。此外，巴塞尔公约秘书处亚太办估计，全球每年

约有 3300 万吨电子废物出口到亚洲地区，其中绝大部分被运往中国。根据对电子废物集中拆解处理区域的处理能力估算，上述数据有些偏低。据清华大学调研报告，引用北京中色再生金属研究所（Zhongse 2002）估计数据，2001 年长江三角洲地区进口的电子废物量超过 70 万吨。珠江三角洲是另一个有名的进口电子废物目的地。将预测长江三角洲进口电子废物量的方法应用于珠江三角洲地区，则可能至少也有 70 万吨电子废物非法出口到该地区进行拆解回收利用。同时估计约有占到非法进口总量 10%（15 万吨）的电子废物来自包括天津港和山东在内的渤海湾地区港口（BCRC report, 2005）。综合分析类似研究报告，保守估计，在近几年，每年进口电子废物约为 150 万吨。

对家庭作坊式收集和拆解中心的调查分析表明，在中国拆解和回收处理的电子废物主要来自美国和日本。同时，“巴塞尔公约行动网络”估计美国收集的电子废物中约有 60% 出口到外国处理，其中首要目的地就是中国。

无论被运往中国的电子废物量到底是多少，仍可以总结出以下两个方面的结论：

1. 在中国处理的绝大部分电子废物源于进口，中国电子废物的集中拆解区域沿珠江和长江沿岸地区。
2. 非法进口到中国的这些电子废物潜在严重的环境危害，其给中国电子废物集中拆解处理区域操作工人和当地居民环境带来健康和环境危害。

#### 全球电子废物增长：

#### 中国进口电子废物的潜在动力

联合国环境规划署（UNEP）估计全球电子废物的年产生量约为 2000~5000 万吨，根据欧盟 WEEE 论坛上的估计数据，尽管各欧盟国家制定的电子废物收集管理体系及政策各异，但是人均产生量约为 3.4kg（2007 年论坛），是中国人均电子废物产生量的 3 倍左右。欧盟估计电子废物的增长速率远高于城市生活垃圾增长，约为 3 倍。虽然发达国家大部分电子废物通过填埋方式进行处置，但是其中仍有一份被运往一些可以拆解回收处理的国家，如中国，最大的电子废物消纳国家。

资料来源：UN Warning on Global e-Waste ‘Mountain,’ BBC News, November 2006, <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/technology/6187358.stm>.

<sup>6</sup> [www.green-web.org/zt/e-waste/record.htm](http://www.green-web.org/zt/e-waste/record.htm).

在第 4 章和第 5 章, 本报告将从社会和环境影响两个方面来详细分析电子废物产生的影响。



资料来源: Silicon Valley Toxic Coalition, 2007.

图 6 全球电子废物越境转移和运输途径

RUSSIA—俄罗斯; UNITED STATES—美国; MEXICO—墨西哥; HAITI—海地; VENEZUELA; BRAZIL—巴西; CHILE—智利; ARGENTINA—阿根廷; NEGERIA—尼日利亚; KENYA—肯尼亚; TANZANIA—坦赞尼亚; EGYPT—埃及; USA—美国; PAKISTAN—巴基斯坦; INDIA—印度; THAILAND—泰国; MALAYSIA—马来西亚; SINGAPORE—新加坡; INDONESIA—印度尼西亚; AUSTRALIA—澳大利亚; PHILLIPINES—菲律宾; VIET NAM—越南; JAPAN—日本; CHINA—中国; SOUTH KOREA—韩国; UKRAINE—乌克兰; EUROPEAN UNION—欧盟)

- 已知的源
- 已知的目的地
- 疑似的目的地

## 4. 中国典型电子产品链生命周期环境影响分析

本章选择主要电子产品为研究对象, 对中国电子产品生命周期环境影响评价的结果进行了分析。分析的电子产品包括大型家用电器和消费类电子信息产品。评价结果建立在基于中国国情的计算机产品生命周期环境影响评价 (详细分析参见“中国电器和电子产业主要环境影响: 生命周期评价”。评价数据来源于对中国企业的现场调研, 以及 Ecoinvent 数据库, Eco-indicator 99 作为生命周期影响评价分析软件, Simapro 为分析工具)<sup>7</sup>。

<sup>7</sup> 由于数据收集方面的资源有限, 电子产品生命周期环境影响分析的结论建立在基于中国计算机产品案例的全面分析基础上。计算机产品系统复杂 (既包括集成电路, 也包括显示器), 在各种电子产品中具有较强

## 4.1 计算机产品生命周期分析概要

计算机产品生命周期分析的功能单元包括其整个寿命阶段<sup>8</sup>，如图 7 所示：

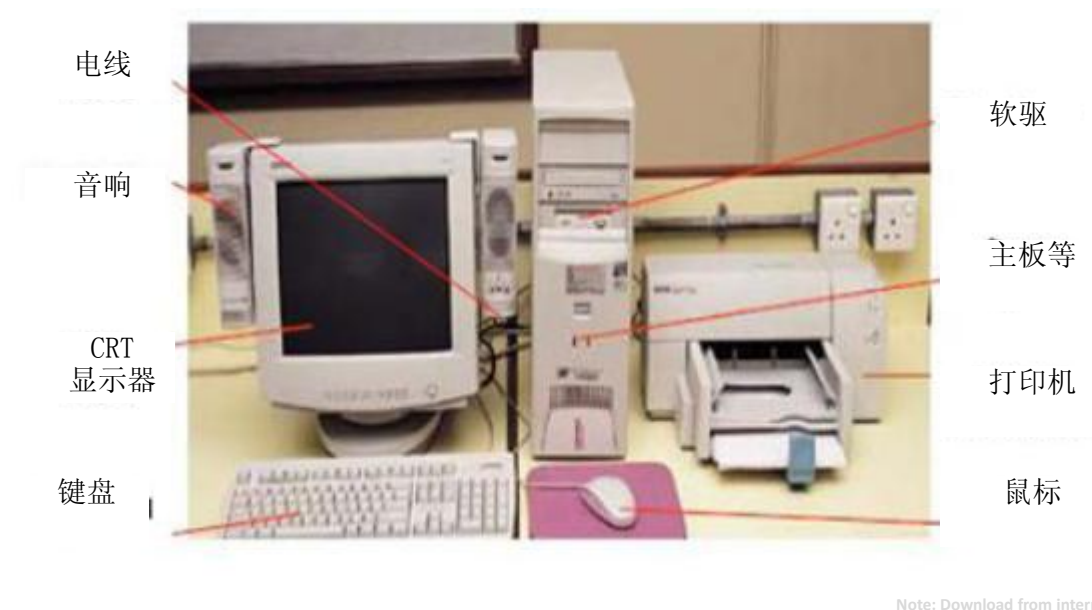


图7 计算机的功能单元

计算机产品贯穿其整个生命周期的环境影响与产品供应链形成了特定关系。在分析过程中，我们以在中国生产的计算机产品为对象，但在生产阶段，原材料数据来源除考虑中国情况，同时分析进口贸易，包括原料进口于美国和欧盟等国家，统计数据依据贸易和海关部门情况。在产品运输、使用和最终废弃各阶段，国内和国外情况差别较大，因此这些阶段在产品生命周期单独考虑。

### 4.1.1 生产阶段的环境影响

在计算机产品整个生命周期内，产品生产阶段环境影响贡献值达到 40 指标 (Eco-indicator points)，相比其他阶段而言，其对环境的影响最大。产品生产阶段的环境影响包括来自原材料的配置、元器件生产和集成，产品的装配过程。因此对计算机产品而言，由于上述系列过程引起的生产阶段较大环境影响比较正常。下图 8 列出了产品生产阶段对环境影响各因素方面的比重。从图可以看出，在生产阶段，由于燃料消耗引起的环境影响，包括重油、天然气和使用，以及二氧化碳、二氧化硫和氮氧化物的排放，占到了 53%。另外影响较大的是金属材料的使用，占到 20%。

的代表性。计算机产品生命周期分析数据来源于中国企业现状调查和基于欧盟和瑞士情景 Eco-invent (v1.3) 数据库。

<sup>8</sup> 本本研究过程，计算机产品的寿命考虑为 6 年使用期限。

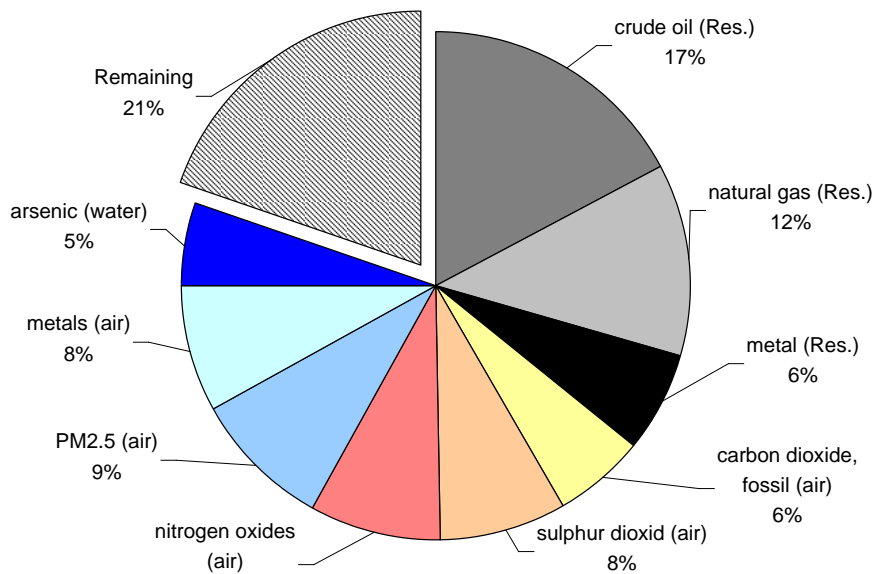


图 8 生产阶段---对自然环境的影响（资源消耗和废气、废水和土地污染）是该阶段环境影响最为突出的方面。

（Remaining—其他；Arsenic (water)—砷（水）；Metals (air)—金属（空气）；PM2.5 (Air)—PM2.5（空气）；Nitrogen oxides—氮氧化物；sulphur dioxide (Air)—硫氧化物；Carbon dioxide—二氧化碳；Metal(Res)—金属（资源）；Natural gas (Res)—天然气（资源）；Crude Oil (Res.)—原油（资源）

本研究将计算机系统作为一个整体，对其各主要部件的环境影响进行了分析，见图 9。主机和显示器（LCD 和 CRT）产生的环境影响明显高于鼠标和键盘的生产。

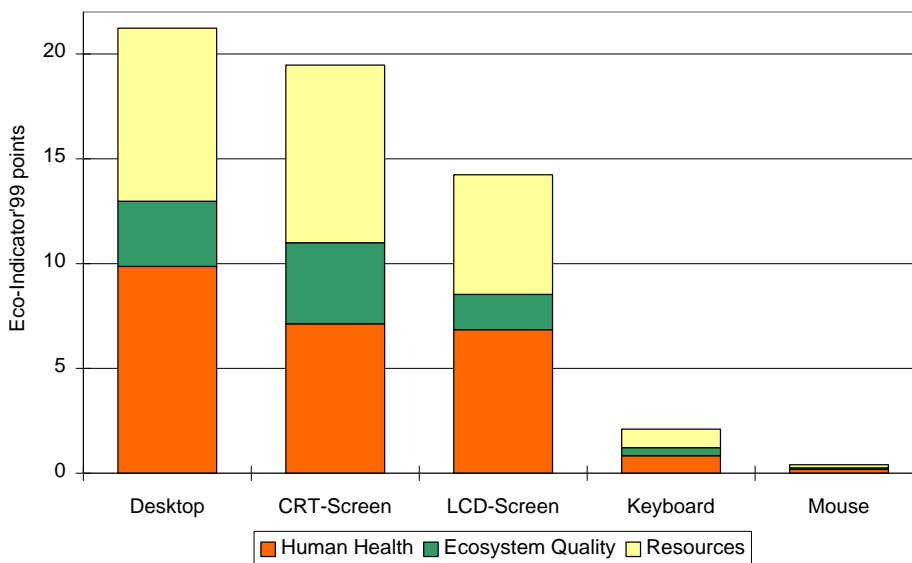


图 9 台式计算机主要部件环境影响（主机、17 英寸 CRT 显示器，17 英寸 LCD 显示器、键盘

和光电鼠标)。( points—生态点; Desktop—主机; CRT-Screen—阴极射线管显示器; LCD screen—液晶显示器; Keyboard—键盘; Mouse—鼠标)

对于台式计算机生产阶段而言,超过 50%的环境影响是主板生产所造成的。主板之所以产生较大的环境影响,是由于装配大量电子元件和集成电路。集成电路是计算机生产阶段对环境影响最大的部件之一。

由集成电路大量装配和生产所引起的环境影响的主要原因包括:

- (1) 热量消耗(重油)
- (2) 晶片生产阶段产生大量的废物
- (3) 黄金的消耗-----环境影响主要源于黄金的开采和冶炼(包括能量消耗和硫酸盐尾矿渣)

显示器生产过程是计算机产品生产阶段环境影响的第 2 大贡献源,主要原因在于:

对于 CRT 显示器而言

- (1) CRT 显像管和电子枪所含有的六价铬和铅玻璃
- (2) 印刷线路板的生产和封装过程

对于液晶显示器而言

- (1) 生产液晶显示器面板过程由于高电耗和电路中铬的使用
- (2) 生产背光灯管过程使用聚甲基丙烯酸甲酯薄片和电耗
- (3) 集成电路(能耗,晶片和金金属)
- (4) 印刷电路板的生产和封装

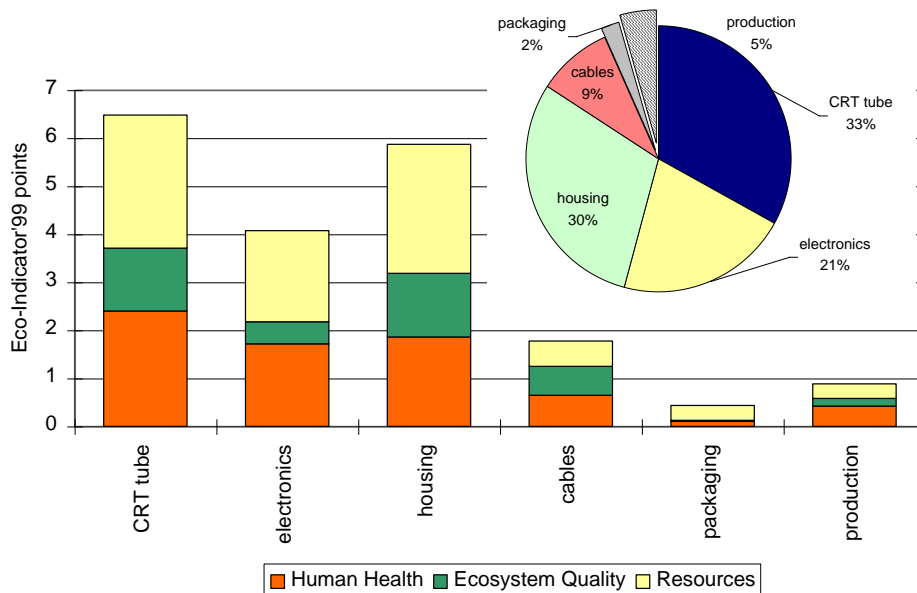


图 10 17 英寸液晶显示器(LCD)主要零部件对环境的影响比较  
(Points—生态点;CRT tube—阴极射线管; electronics—电子产品; housing—外壳; cables—电  
缆; packaging—包装; production—生产)

### 4.1.2 产品分配/运输过程中的环境影响

中国制造的计算机产品的主要销售目的地包括中国国内，欧盟国家和美国。根据粗略的估计，即大约 50 % 的计算机产品消费在中国国内市场，其余 50 % 被平均销往美国和欧盟，通过生命周期分析计算得出分配/运输阶段的环境影响指标分别在 2 和 1 之间（见图 11，Eco-indicator points）。从环境影响来看，分配/运输阶段的影响主要源于运输过程使用油类原料有关。由于运输距离造成大量的油耗，表明计算机分销往美国和欧盟对环境的影响是在中国国内分销运输过程所产生的环境影响的 5 倍<sup>9</sup>。然而，与制造过程（影响指标超过 40）相比，运输阶段产生的环境影响比较小。

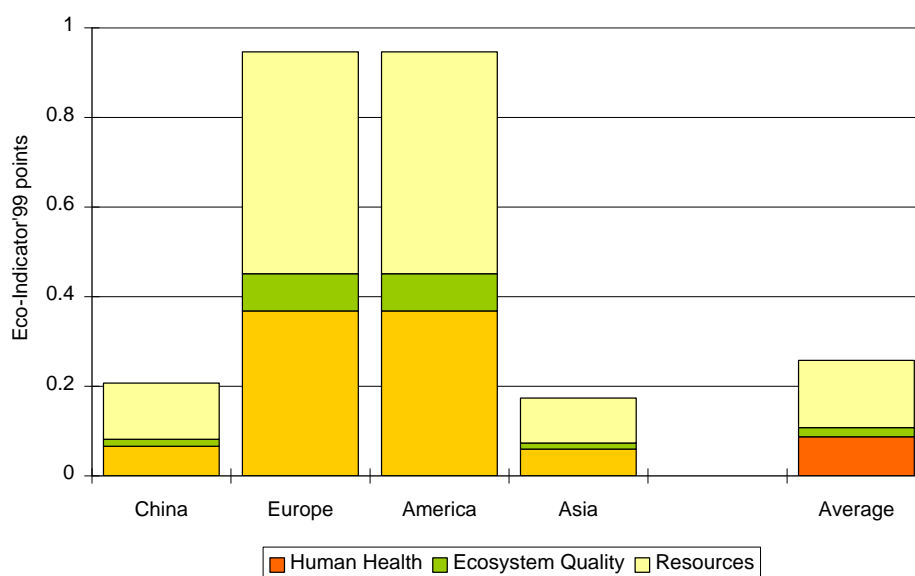


图 11 在当前出口数据下，向四大市场销售中国制造的计算机对环境的分析（Eco-Indicator 99）。（points—生态点;China—中国; America—美国; Asia—亚洲; Average—平均值; Human health—人体健康; Ecosystem Quality—生态系统质量; Resources—资源）

### 4.1.3 产品分配/运输过程中的环境影响

在产品使用阶段，环境影响主要源于计算机产品使用过程的电能消耗。如果不考虑产品设计的特点，对于计算机产品而言，电能消耗量一定程度将取决于其使用的环境，办公室或家用，并且差别较大。办公室使用环境意味着长时间的开机，家庭使用就意味着有限的开机时间。根据平均消费数据，办公室，家庭及家庭/办公室共同使用的消费量分别假设为 12.95%，35.24%和 51.81%。以计算机产品在该使用环境模式下为基础，通过分析中国生产的计算机产品在三个不同全球市场的环境影响表明，欧盟生命周期分析环境指标为 31，美

<sup>9</sup> 假设销往美国和欧盟的平均距离为 21300 公里的海运，1200 公里的铁路运输和 200 公里的高速公路运输。



国和中国则分别为 37 和 44（见图 12）。使用阶段对环境的影响，与该地区不同的电能生产方式有直接的联系。中国电能的生产框架下，主要依赖于化石燃料（火电），从而使得在使用阶段加重了对环境的影响，实际上也会增加产品在中国生产阶段的环境影响。

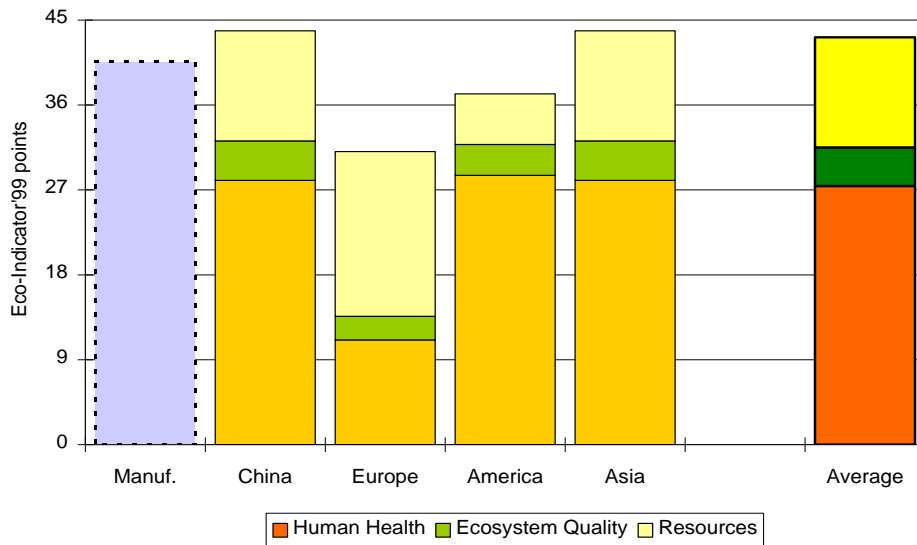


图 12 产品使用阶段的环境影响（Eco-Indicator 99）--以当前进出口数据为基础，中国制造的计算机在主要市场的情况。台式机的制造阶段的环境影响见本图的左端。（points—生态点;Manuf—生产者; China—中国; America—美国; Asia—亚洲; Average—平均值; Human health—人体健康; Ecosystem Quality—生态系统质量; Resources—资源）

#### 4.1.4 末端管理（废物）阶段环境影响

计算机回收再利用与环境影响的联系：

（1）负面因素包括：

- 在分解和提取阶段化学药品的使用和释放；
- 在填埋阶段重金属的释放（铅、铬、汞和镉）；
- 收集和运输阶段能量的消耗；
- 不可回收物质的最终处置；

（2）积极因素（环境贡献）

- 贵金属的回收（如金）
- 能量回收

#### 把提高回收处理技术水平作为减少环境影响的重要手段

通过一种先进的技术水平回收电路板中的金，回收率可达 90%以上。而 Rochat et al（2007）通过分析印度非正规作坊式回收金，其回收率仅为 40%，在中国也同样可以计算出这样的回收率，这一数据表明，通过引进先进技术，可以提起电子废物中的有价成分，能减少环境污染。

重新进入环境的元素/物质数量比例，主要依赖于产品是否被送到废物填埋处置场或被回收利用。如果回收使用，采用怎样的技术措施进行回收利用。对于环境最友好的方式是，利用最为科学的技术方法回收原料，最大限度地减少有毒物质的释放。而最糟糕的情况是，在回收过程中没有使用相关的技术设备来保护环境。在最差的情况是电子废物没有被回收利用，而只是使其进入填埋场进行填埋处置。

尽管缺乏对于电子废物各种回收处理方式的数据资料，但是，对于中国生产的计算机产品而言，每一种不同的回收处理情况都是基于三个主要的消费市场基础之上的。例如，欧盟有较高比例的电子废物被回收利用，并且建设有较多的回收处理设施。中国同样也有较高比例电子废物被回收，但采取技术和方式显然不同，很少考虑回收处理过程对工人职业卫生或对生态环境的造成影响。而与之相对的是，美国拥有较低比例电子废物回收利用率，主要通过填埋方式处置电子废物。描述了计算机的回收利用方式对环境的影响指标，其填埋处置方式考虑的是在较高技术水平下的安全填埋。

图 13 的 LCA 分析结果表明，在相对环境友好的处理方式和通过填埋处置计算出来 Eco-indicator 99 值为 60 点。

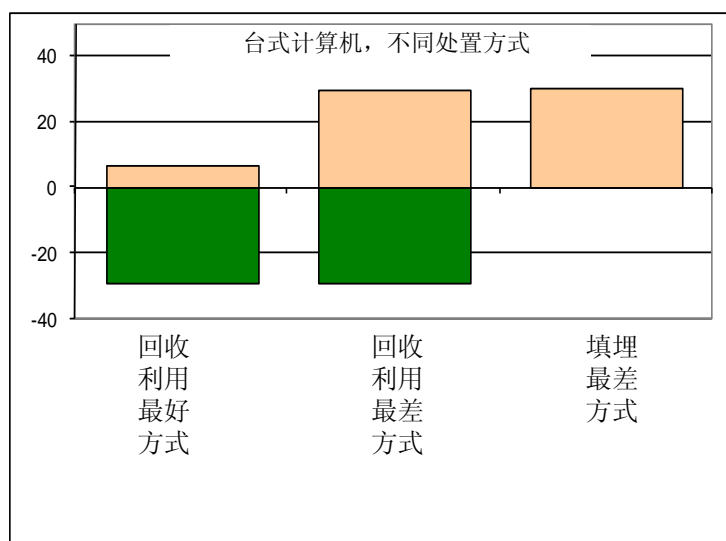


图 13 计算机末端管理阶段对环境产生的影响，主要依赖于其是否采取有效的回收处理方式。绿色条块代表回收方式对环境产生的贡献，橙色条块代表对环境产生的影响，这种影响主要是由于排放到环境中的重金属和有害化学物质。

#### 4.1.5 计算机产品对环境影响的综合评价

图 14 总结了计算机在供应链中不同阶段的主要环境影响。在此供应链中，计算机在制造和使用阶段对环境的影响最为显著。在这两个阶段内，影响主要来源于能源的消耗。在产

品分配/运输阶段，不管是国内还是国外，其影响相比较制造和使用都是可忽略的。在废物的末端管理阶段，其所产生的环境影响因回收处理方式的不同有很大差异。尽管以最差的方式处理报废计算机所带来的影响比其在制造和使用阶段的影响要小，但是，对于减轻计算机产品整个生命周期对环境总的影响，这个阶段的潜力是最大的，所以应当予以足够重视。

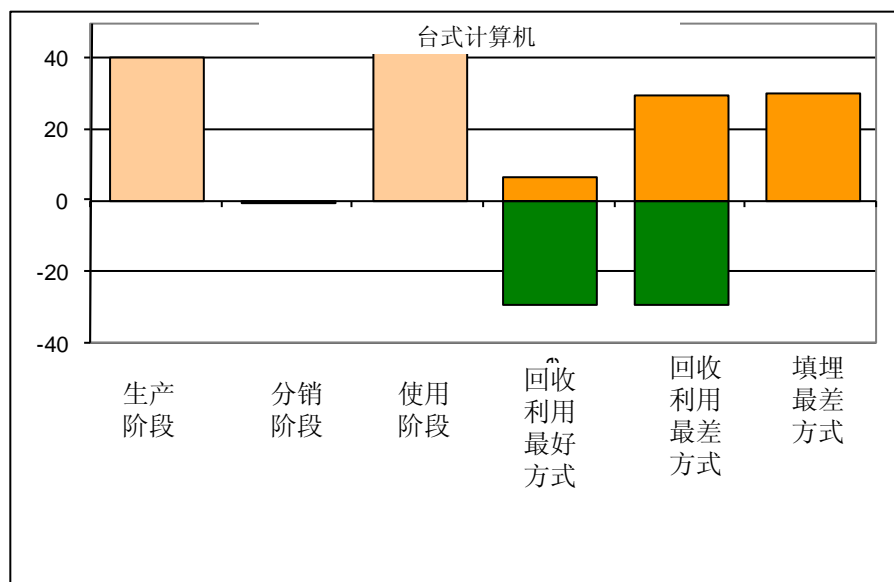


图 14 计算机生命周期管理过程对环境产生的影响，其中环境影响评价指标采用 Eco-indicator 指标。

总体上，计算机产品对环境的主要影响来自其生产和使用阶段，并且计算机产品产生的影响主要来自集成电路。综合分析该研究结果和计算机主要元器件的进口来源（参考表格 2），不难发现计算机生产阶段其最主要的环境影响是在国外发生的。因为中国计算机产品装配过程中接近 95 % 的集成电路依赖进口。但是实际上，CRT 和 LCD 显示器、印刷电路板等主要零部件生产过程，计算机使用过程和废物回收处理阶段都在中国国内产生了较大的环境影响。而且，能否使得产品生命周期末端管理阶段产生环境贡献，很大程度上依赖于中国现有的管理水平和回收处理技术。

表 2 中国生产的台式机产品系统的地理分布

预期使用寿命			中国	国外
生产阶段	CRT 显示器	50%	80%	20%
	LCD 显示器	50%	95%	5%
	印刷线路板		40%	60%
	集成电路		5%	95%
	其它		90%	10%
	计算机的装配		100%	0
实用阶段			90%	10%
末端处置阶段			90%	10%

#### 4.1.6 非法进口电子废物产生的环境影响分析

尽管在国际上以及中国法律都规定禁止向中国转移和运输电子废物，但每年仍有 150—300 万电子废物被非法运往中国。除了非法转运电子废物这一实际情况，电子废物的拆解处理、回收仍存在非法的市场途径，缺乏监管。表 3 中列出了电子废物拆解活动中产生的一些有毒有害物质。

表 3 电子废物拆解活动中产生的有毒有害物质清单

化学物质	环境及健康影响
铅	CRT显示器玻璃，电路板焊锡—内分泌干扰物质，对人类血液循环和肾功能产生影响
镉	半导体芯片和红外设备—它可在体内富集，尤其在肾脏中
汞	电池，LCD显示器，电路板汞开关，恒温器—可转化成甲基汞，通过食物链在生物体内富集，可导致神经系统慢性损伤
六价铬	某些电子产品表面处理固化剂—铬可引起各种毒性作用，如导致人体严重的过敏反应和DNA 损伤
溴系阻燃剂	塑料阻燃—是一种毒性物质，有证据表明，它干扰甲状腺激素的分泌，并可导致新生哺乳动物神经的损害 <sup>10</sup>
钡	CRT玻璃—它可在体内富集，尤其在肾脏和脾脏
铍	电路板中—致癌作用，可通过呼吸摄入
硒鼓	打印机中——2B类致癌物
磷-荧光粉	CRT屏玻璃—有毒物质
塑料	电子废物装配和部件框架—焚烧处置产生二噁英等有害物质

<sup>10</sup> Linda S. Birnbaum and Daniele F. Staskal *Brominated Flame Retardants: Cause for Concern?*  
<http://www.ehponline.org/members/2003/6559/6559.html>.

目前在中国，大部分电子废物通过家庭作坊式的作业拆解和回收处理。这些非正规的作业方式主要包括：

手工拆解处理回收金属和塑料（CRT 显示器）：产生含磷荧光粉，铅和汞。

露天焚烧（用于回收电线电缆中的金属）：产生二噁英；

酸浸提（从芯片中回收贵金属）：产生含氯和二噁英废气；

熔焊（拆解电路板）：产生含铅烟气。

在上述电子废物回收处理作业中，约有 70 万人参与其中，在这些过程中都缺乏防护措施和健康保障。

(Duan and Eugster, 2007)



图15 未加任何防护措施CRT显示器拆解活动。

### 进口还是禁止进口电子废物？

进口在国际上以及中国法律都规定进展进口电子废物，不可否认，向中国转移和处理电子废物给中国社会和环境产生较为严重的负面影响。虽然在中国进行电子废物拆解和回收处理带来的负面影响很大程度上是由于电子废物的转移运输，但是电子废物带来的环境影响并不仅仅是因为转移，而是在中国的不规范拆解活动本身。并且，在产生负面影响的同时，电子废物的回收处理为当地经济和社会发展带来巨大商机。

在现阶段的情况下，中国扮演电子废物回收终点，产生的负面的环境影响。电子废物带来的环境影响并不是废物转移，而是在中国的这个电子废物拆解和回收处理方式。为了应对电子废物在中国产生的社会和环境的影响，需要对这些电子废物的转移进行监管，同时对电子废物拆解处理回收进行严格的控制。

如果进口电子废物能在中国产生正面的社会和环境效应，而不是在世界其他国家进行填埋的简易处置方式，从全球的可持续发展角度讲，电子废物的处理将产生效益，因而具有产业化发展前景。

电子废物中存在多种有害物质以及缺乏监管控制和无害化处理技术的电子废物处理处置方式，带来了严重的环境污染和危害人类健康，电子废物的转移和进出口缺乏统计数据给电子废物

带来的环境危害评估产生了影响。无论如何，电子废物给中国带来的环境污染问题，急需列入政府监控议题。

## 4.2 典型电子产品生命周期分析的应用

### 4.2.1 中国典型电子产品的主要特征

尽管每种电子产品材料组成和用途差别较大，但是在一个较高层面上，这些电子产品具有很大的相似性。尽管这些电子产品产量和分销情况各异，但是在原材料的使用和来源上，装配过程大致都非常相近。

下图 16 分析了各种电子电器产品的材料组成及比例情况。

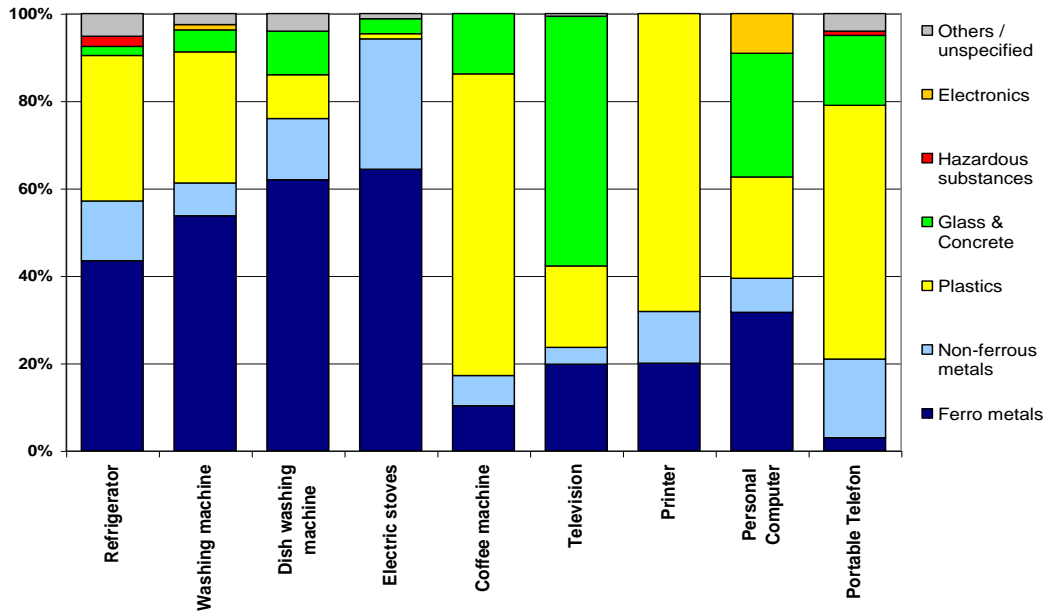


图 16 不同电子产品的成分组成

(Others/unspecified—其他/未说明; Electronics/电子; Hazardous substances/危险物质; Glass & Concrete—玻璃和水泥; Plastics—塑料; Non-ferrous metal—有色金属; Ferro Metals—黑色金属; refrigerator—电冰箱; washing machine—洗衣机; dish washing machine—洗碗机; electric stove—电炉; coffee machine—咖啡机; television—电视; printer—打印机; personal computer—个人计算机; portable telefon—便携电话)

基于对各种电子产品的材料成分和能量消耗分析表明，这些主要电子产品简化的生命周期分析模式与计算机产品具有较大的共同点<sup>11</sup>。图 16 给出了这种分析结果的图表，由图表明，其他电子产品的生命周期分析简化模式结果和计算机几乎是一致的。对于所有产品，相比较其他阶段而言，产品分配/运输阶段对环境的影响是可以忽略的，末端管理阶段的影响根据相应的回收处理技术各异。产品生产和使用阶段对环境的影响显然是最大的，分析表明，

<sup>11</sup> LCA 分析数据库基于 Ecoinvent 数据库，同时结合了对中国现状调查分析的相关数据。

---

主要电子产品的环境影响如下：

**CRT 电视：**生产过程消耗大量的玻璃和塑料，以及在阴极射线管生产过程中使用铅，这些因素使得产品生产阶段所产生的环境影响比例较大，但是这些影响几乎正好是计算机产品生产阶段所产生影响的一半。使用中对环境的影响主要是由于电耗，其是计算机产品的 3 倍。由于潜在的重金属的污染，CRT 电视机的处理，同样对环境形成了较大的影响，这个问题与计算机的回收处理很相似，因为计算机整机产品也包括 CRT 显示器。

**电冰箱：**电冰箱生产过程使用大量的塑料，钢材和铜等金属，导致其对环境的影响略高于计算机产品。同样体积较大的电冰箱在分配/运输阶段对环境的影响要也比计算机稍高一些，但是这些并不重要，即使电冰箱产品被大量销往/分配往国外。因为，电冰箱对环境产生最重要的影响是在使用阶段，由于耗电量大，使用阶段的环境影响是计算机的 15 倍。生命周期的末端管理阶段根据回收处理技术和方法的不同，铜金属和 CFCs 类化学物质的回收处理既对环境潜在威胁，同时处理恰当也会对环境产生贡献。

**空调：**空调在生产阶段由于大量使用钢铁、铜和铝等金属，使它在生产过程中对环境的影响最大（高出计算机 40%）。但是，使用阶段仍是空调对环境影响最重要来源，其是计算机的 21 倍，和电冰箱非常相似，同样，铜金属和 CFCs 化学物质的回收处理既对环境潜在威胁，同时处理恰当也会对环境产生贡献。

**洗衣机：**洗衣机中主要使用廉价原材料，所以生产阶段它比其他电子产品的影响小很多。但是使用阶段的环境影响，尽管比起电冰箱和空调来要低很多，其仍然要比计算机高出很多倍。同样，在洗衣机产品的末端管理阶段，恰当的回收处理技术和方法仍会对环境产生贡献，但是由于其主要以廉价原料为主，在末端管理很难像其他电子产品一样对环境产生较大的负面影响。

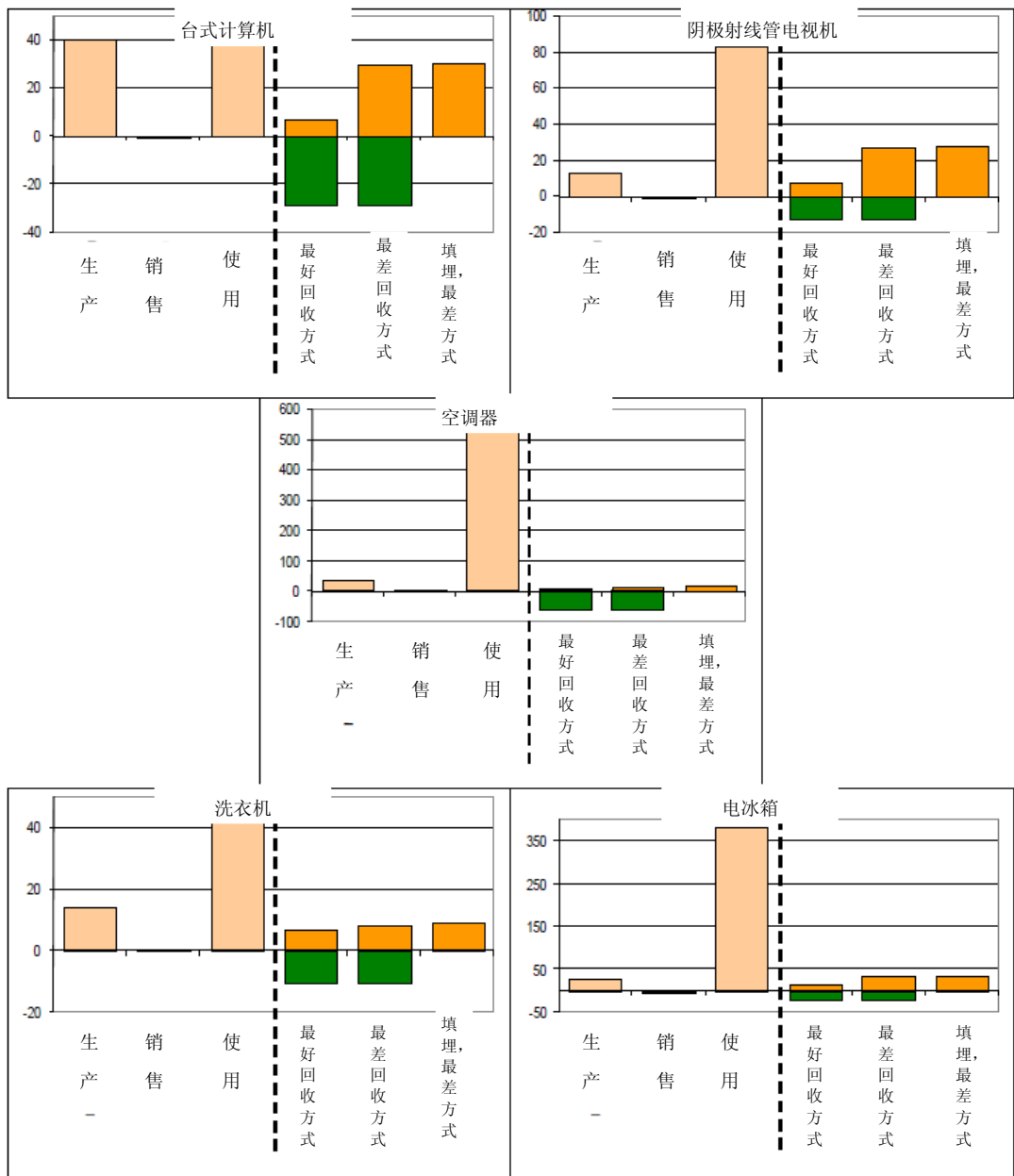


图 17 使用不同的处置手段，该阶段生态指标分析不同电子产品在电子产品供应链中的四个主要阶段。

通过对每种产品的环境影响比较分析表明，空调器、冰箱等有明显环境影响。虽然在生产阶段他们各种电子产品的环境影响差别较小，但是在使用阶段，冰箱和空调由于持续的工作和高能耗，使他们对环境的影响明显高于其他类的电子产品。

根据 2005 年各种产品生产阶段的数据，由于单个产品生产和使用水平的差异，其对环境总的的影响有较大差别（见图 18）。从全球来看，空调由于产量的迅速增加，其环境影响明显的高于其它所有的电子产品（56.9 万台，2005 年），计算机和显像管电视分别位居第二和第三。



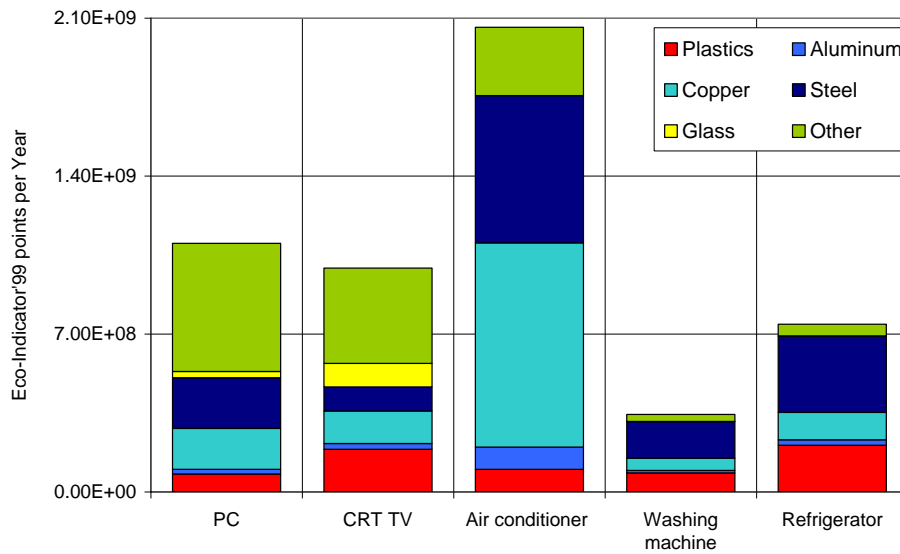


图 18 中国生产的电冰箱，洗衣机，空调器，CRT 电视机和台式计算机的年度环境负荷（简化计算，标准生命周期分析的数据来自 Ecoinvent）。（PC—个人计算机；CRT TV—阴极射线管电视机；空调器— Air conditioner；Washing machine—洗衣机，refrigerator—电冰箱；Plastics—塑料；Copper—铜；Glass—玻璃；Aluminum—铝；Steel—铁；Other—其他； Point per year—每年的点数）

尽管冰箱（由于其连续运行）的耗电量明显高于显像管电视，但实际上，中国冰箱产品的能耗（26.2 兆瓦时），相比其他电子产品而言，能耗略高于其他产品（CRT 电视机 18.2 兆瓦时/电脑 17.9 兆瓦时）。全球范围内，在使用阶段，空调机是单一的最重要的环境影响因素（每半年耗电 97.4 兆瓦时），远远超出了其他所有被分析电子产品（见图 19）。

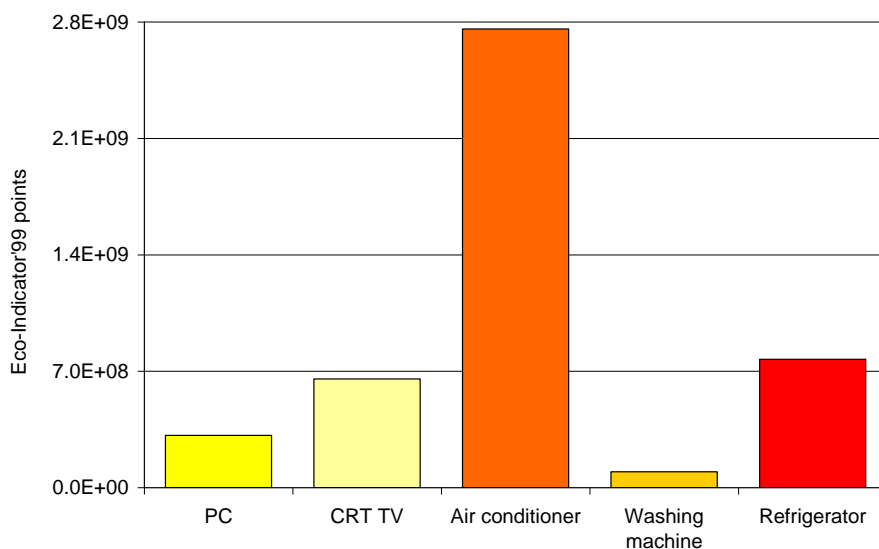


图 19 2005 年，中国生产的电冰箱、洗衣机、空调机、CRT 电视机和台式机年度环境影响。这种影响是在使用阶段（基于全球水平），由于耗电所产生的。（PC—个人计算机；CRT TV—阴极射线管电视机；空调器— Air conditioner；Washing machine—洗衣机，refrigerator—电冰箱）

---

### 4.3 本章结论

在国际电子产品市场，中国扮演着生产者和消费者的重要角色。2006 年，全球笔记本电脑产生量的 75%，台式计算机产量的 39%和显像管电视产量的 48%都是由中国生产的（NBSC，2006）。中国生产的台式计算机大约 11%，笔记本电脑的 90%，移动电话的 79%和 CRT 电视机的 51%是出口的。中国生产的洗衣机的出口量占 33%，电冰箱为 52%及空调机为 42%。此外，中国制造的电子产品元器件被出口到许多海外电子产品生产基地。虽然中国进从亚洲地区进口一部份电子元器件，尤其是高新技术元器件，如集成电路和液晶显示模块，电子产品成品年进口量很少。

台式计算机产品的生命周期评价研究表明，生产和使用阶段产生的环境影响非常大，然而在末端管理阶段也会产生显著的环境影响，如果处理的恰当会对环境产生贡献，这取决于采取的回收处理技术和方式<sup>12</sup>。同样的模式使用于分析其他典型电子产品表明，在产品使用和末端管理阶段有显著的环境影响，这主要以高能耗空调和冰箱为例的。从总体的环境影响分析，不管是在生产还是使用阶段，空调显示出较大的负面影响。在制造阶段上，计算机、CRT 电视和冰箱在其生产和使用阶段都表现出了重要的环境影响。在生产过程中由于使用集成电路和印刷线路板产生了相当一部分的环境影响，在所有的电子产品生产阶段和使用阶段，能源消耗产生环境影响的最主要因素。

在现有的实践管理过程，对产品末端处置阶段的环境影响评价具有重要意义。这些影响主要集中在特定的工业中心，如广东省和浙江省，但是预计会变得更为严重，因为国内和国外进口的电子废物数量在同时不断增加。但幸运的是，科技的进步为末端管理提供了坚实的技术基础，以此可能减轻电子产品末端管理的环境影响，如果处理得当，这一阶段很可能是一个“正效益”的阶段。空调的回收再利用最有可能产生环境效益，因为空调产品含铜量较高。

为了加快中国回收处理电子废物向高效率 and 低污染方向发展，国际组织，包括电子产品制造商和销售商，都应该积极参，共同对电子废物转移和处理处置进行有效监管。

## 5 中国主要电子产品链的社会影响

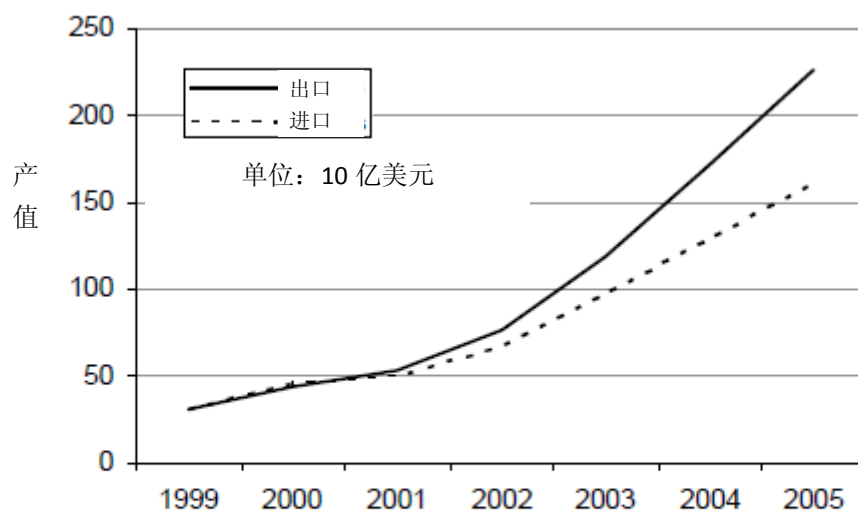
环境影响分析为电子产品的可持续发展提供了很好的基础。但实现真正意义的可持续发展却依赖于各方面的协调发展，依赖环境、社会和经济等 3 方面的共同进步。下面的部分概括了我国电子产品目前的社会和经济影响，可以作为兼顾各方面发展政策的制定依据。

---

<sup>12</sup> 本研究与下述研究结果相一致：如，Tekawa et al. (1997), Seungdo, Taeyeon et al. (2001), Hikwama (2005) and Choi, Shin et al. (2006)

## 5.1 国家经济发展

在过去的十年中，中国电子产品的快速发展在整个中国经济的发展中扮演了重要的角色。单电子产品制造业这一项占了中国工业生产总值的 10.2%，占全部产业利润的 6.3%。除了作为外商直接投资的主要行业，自从 2001 年，电子产品产业构成了中国贸易顺差的关键部分。2005 年，中国电子工业创造了 655 亿美元的贸易顺差并贡献了 64.2% 总收入（WTO,2006）<sup>13</sup>。



资料来源：WTO，2002-2006。

图 20 中国电子信息产品进出口情况（1999-2005）

### 5.1.1 对国家财政收入的贡献

中国的电子工业发展一度比较低迷。为了吸引外商投资，国家和各省的行政管理部门通过立法提供在土地和贷款方面的优惠政策，同时还包括高效的物流保障和税收方面的优惠政策，正因如此，中国电子产业的税收比其他产业要低很多（见表 4）。

表 4 2004 年电子行业利润税收和其它行业的比例

行业类别	比例
通信设备，计算机和其他电子设备的制造	3,2%
衣服，工作鞋和 CAPS 的制造	15,3%
塑料的制造	16,1%
纺织品的制造	19,5%

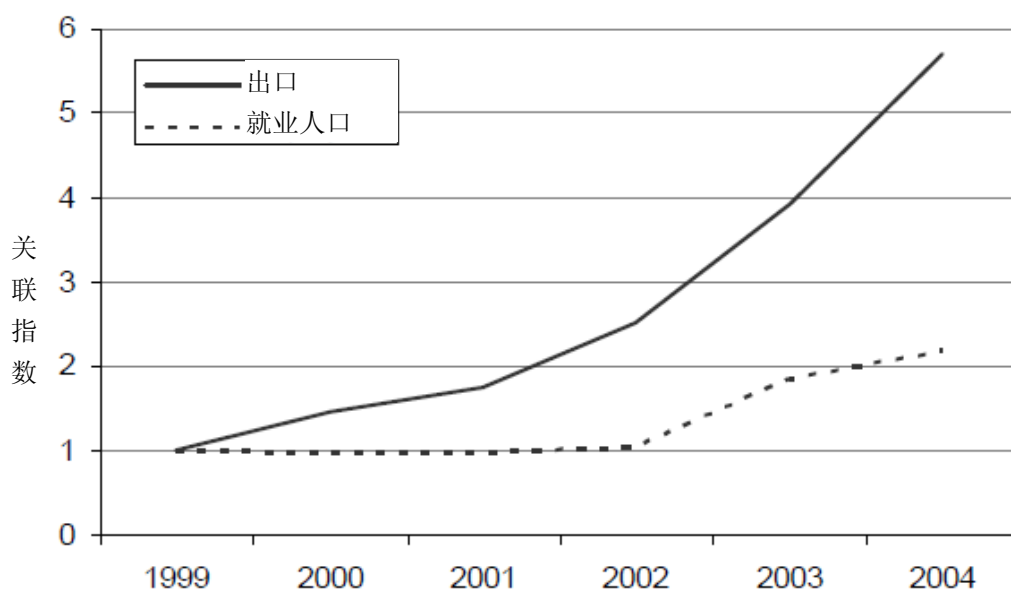
<sup>13</sup>电子产业对中国贸易顺差其关键作用的是装配和生产阶段。高技术含量的器件如集成电路和 LCD 模块，中国还主要依赖于进口。

废品的回收和处理	20,6%
运输设备的制造	26,7%

资料来源: NBSC, 2006

### 5.1.2 对国家就业的贡献

自从 2003 年以来, 电子产业为中国提供的就业机会持续增加, 数据显示, 中国有 227 到 630 万人从事电子行业的工作(NBSC, 2006; ILO, 2007) <sup>14</sup>。在提供就业机会方面, 电子产业目前排在中国制造业中的前三位<sup>15</sup> (NBSC, 2006)。然而, 就业机会的增长明显比电子工业本身的增长率低, ILO 的研究数据表明, 在 1999 年和 2004 年之间, 电子产业出口增长率为 5.7%, 就业增长率为 2.2% (参考图 21)。这主要是由于机械自动化行业的快速发展, 技术的革新, 和产品向小型化发展<sup>16</sup>。机械行业增长的趋势在以后几年里很可能会持续, 并会对就业形势产生较大压力。



资料来源: WTO, 2004-2006; ILO, 2007.

图 21 中国电子信息产品出口和就业情况相关性分析 (1999-2004)

<sup>14</sup> 这些差别的原因可部分解释为, 国家统计局对就业的定义: 通信设备制造业、计算机及其他电子设备。而国际劳工组织还包括在电机产品制造业雇员。

<sup>15</sup> 纺织品制造业: 2,716,000 个职位; 运输设备制造业: 2,295,000 个职位; 制造的通信设备, 计算机及其他电子设备: 2,269,000 万个职位。

<sup>16</sup> 印刷电路板是其中一个显著的例子: 几年前印制电路板是手工封装的, 逐渐增多的集成电路和元器件可以用自动机床封装。

---

## 5.2 职业环境

### 5.2.1 职业健康和安全防护

世界范围内主要的健康问题都源于有毒材料的处理和长时间的与水蒸气接触。据研究表明,大部分职业卫生与安全事故都与半导体产业有关,调查发现该产业增加了癌症患病率和妇女流产率。尽管现在中国半导体行业还没有相关报告数据,但实际上中国的工人也在冒着同样的风险。一方面原因是中国大约 20%的半导体行业用的都是进口 OECD 国家的二手产品,所以并不能从最新颁布的职业健康和安全标准中得到保障,另一方面,中国国内的半导体企业为了补偿购买国外产品的损失,因为直接购买二手产品会提高生产效率,必要就会花很少的钱去保护职工的健康和安全,普华永道(PWC)已经对这个问题进行了关注(2004)。

除了应对半导体产业的挑战,大量的研究数据表明,在中国相当一部分重要产品的生产加工装配过程中也存在类似的问题,例如 PCBs 行业、电池、塑料零部件、电缆的制造业。尽管很难与使用那些能够引发疾病的物质联系起来,因为一般在接触后几年才会引发疾病,但是有一些由于铅和镉等重金属引起中毒的案例已经显然表明健康安全与电子产品的制造有关。鉴于一些特定物质对环境和健康的危害,中国和欧洲的 ROHS 标准在电子产品的管理控制方法上禁止了镉,铅,汞,六价铬和阻燃剂在电子产品制造中的使用。显然这些条例的实施与上述影响密切相关,政府部门在管理上应予以加强。

除了化学物质的暴露产生风险,中国电子制造产业还存在其他职业健康和安全风险,包括机器操作中对人体的伤害,工厂火灾,以及人类环境改造学指责的单调流水线作业以及加工小型零部件与质量检查引起的用眼疲劳(CAFOD, 2003; Schipper & de Haan, 2005; Leong & Pandita, 2006; Xinhua News Agency, 2007)。总体上来讲,这些风险是否比其他制造业要高或低并不明显。根据企业风险大小的鉴定,一些专家称中小型企业要比大企业更容易违反健康和安​​全标准(Liu, 2005)。

中国电子废物回收产业也存在着巨大的职业健康和安全风险(Pucket & Smith, 2002; Brigden et al; 2005; Terazono et al; 2006)。这些风险主要来自在原材料的回收过程中不恰当技术的使用,如在电子废物材料回收过程中露天焚烧电线电缆,PCB 和其他电子零部件的化学处理。在中国非正规的电子废物回收过程当中,总体上讲,是使用最低的预防措施来保护工人的职业健康。Widmer et al (2007)推断约有 20%的工人在对健康有极度危害的条件下工作。现已经报道的职业健康损害包括皮肤病,胃、呼吸道和其他器官的疾病(Hicks et al; 2005; Terazono et al; 2006)。

有研究证据表明从事电子废物拆解工作的工人可以通过使用一些低科技和廉价产品预防措施来避免主要的健康危害,例如用一些简单的防尘保护措施来防治呼吸污染<sup>17</sup>。然而在

---

<sup>17</sup> 本研究的调查数据基于 EMPA 在中国北京开展的调查研究结果 (Eugster & Fu, 2004)。

---

中国电子废物回收产业中关键是都还没有意识到存在着健康伤害, 或者就是在自我保护方面的知识有限, 可能会遭受很容易就能避免的危害(Widmer et al; 2005)。

### 5.2.2 工资水平

尽管目前的趋势是朝着机械自动化发展, 但是电子产业的发展是解决就业问题的一个重要途径。中国经济总体上的持续增长导致了国家和各地区最低工资的提高。目前中国主要电子产品出口区的最低工资是 690 到 810RMB(eg. Guangdong and Guangzhou)。工资的全面增长大部分归功于中国电子产品的快速增长。然而有报告称, 某些情况下一些工人只有通过加班才能拿到最低工资(CAFOD, 2003; Schipper & de Haan, 2005; SACOM, 2006; Leong & Pandita, 2006), 据报道一些公司会扣除住房补贴和伙食补贴。还有一些情况是, 加班并不能得到正常的报酬补偿, 还有工人们在产品不过关或者处理不当的情况下会被承担一定经济责任。据 SACOM(2006)报道出现这样的情况可以扣除超过基本工资的 50%

尽管工人在电子产业有最低工资的限制, 但是它也提供了较多就业机会。在中国电子行业的工资水平要比其他制造业高出 28%<sup>18</sup> (NBSC, 2006)。

### 5.2.3 劳动强度

在中国, 电子产品的装配通常是两班轮换, 每班工作 8 小时。在旺季, 每班会延长到 11 小时, 除了例行公假, 工厂一般不停产(Manhart & Griebhammer, 2006)。一些调查表明, 电子产业工作时间过长(Schipper & de Haan, 2005; Torres, 2005; Wilde & de Haan, 2006; SACOM, 2006)。不过也有证据表明, 并非如所有的工厂都如此(SACOM, 2006)。

### 5.2.4 人权保障和劳动保障

在工业生产中, 诸如强迫劳动, 童工或歧视工人的侵权行为没有明显的报道。目前没有任何重要的劳工联盟。

## 5.3 社会影响分析

### 5.3.1 公众安全和健康

社会层面的环境影响在电子产品部门主要表现在整个供应链中的产品生产和末端管理阶段。在生产阶段, 生产电子零部件中使用的铜、硒、汞、荧蒽和镍可能是面临的重大问题。生产印刷电路板产品材料的过程中也会产生大量的废液, 从而形成土壤和水体的污染。对两处印制电路板生产厂家废水的分析表明, 污染物中含有含溴阻燃剂、磷阻燃剂、苯甲酮、苯基、邻苯二甲酸酯、烃基苯、脂肪族碳氢化合物和固醇衍生物, 以及高浓度的铜、镍、铅、锡和锌等金属。此外调查发现, 在下水道附近的土壤样品中含有高浓度的铜、锡元素以及阻

---

<sup>18</sup> 通信设备、计算机和其它电子设备的平均工资为 20299 元/年, 而整个制造业的平均工资为 15757 元/年。

---

燃剂。由于中国大部份工业用地和农业用地是比邻的，使得这些污染物很可能部分进入人类食物链中。

另一方面，电子设备的装配过程会排放了大量的有毒污染物质（Choi 等人；2006）。中国生产工厂周围土壤和废水的取样分析支持了这一假设（Bridgen 等人；2007）。

在电子产品供应链中的回收/处理阶段，其拆解过程对社会产生最大威胁。在中国电子废物主要回收拆解地—贵屿进行的环境卫生和健康调查研究发现，回收过程中会释放铜、铅和其他贵金属。对当地的尘土、土壤、河流沉积物、地表水和地下水的采样调查中发现，其中的重金属和有机污染物含量非常高。（Puckett et al; 2002; Brigden et al; 2005; Huo et al; 2007）。此外有研究报道，电子废物露天焚烧过程中严重污染了大气环境（中山大学&绿色和平组织，2003年）。总体来说，充分证据表明，环境污染不仅影响到电子废物回收处理行业工人的健康，而且也严重影响了当地不从事该行业居民的身体健康：最近一些对儿童血液中铅含量的调查研究表明，在贵屿镇生活的儿童与在附近生活但没有涉及电子废物回收作业地方生活的儿童相比较，前者血液铅含量明显高于后者（Huo et al; 2007）。

事实上，没有利用价值的废弃物几乎都是在没有任何防护措施的填埋场进行处置，这对当地的社会环境加重了人体健康风险。据 terazono 等人研究表明（2006年），电子废物的上述处置方式是重金属污染土壤和地下水的一个重要的原因。因为许多回收处置场地在农业用地附近，所以这些污染物很可能进入人类食物链。除了电子废物对人类健康和生态环境的直接影响，同时，许多污染物是在自然界中长期存在。尽管目前还未引起关注，但在今后不久这些危害会表现出来。

### 5.3.2 显著促进社会 and 经济发展

位于中国东海岸大量新兴工业园区，包括电子制造厂商，已经给当地带来了稳定的经济增长以及个人收入的迅速增长。在快速的技术学习过程中，这些经济增长也为提供高质量的工作提供了一个平台，这种高需求、低技术的工种同时也为从其它国家地区移民来劳工提供了就业机会<sup>19</sup>。

在某些情况下，虽然这些工作环境有待提高，但是给农民工和乡下赋闲人员提供了充分的就业机会。2005年“平和韶华”分析表明这些外来劳工所赚取的报酬对于他们家乡建设来说有着积极的社会和经济效益<sup>20</sup>。而且据报道许多外来劳工带着工资报酬回到家乡，多年的积蓄能使他们进行个体小本经营，为社会和谐发展和进步做出了重要贡献。

## 5.4 国际社会影响

在对国外的影响来看，中国在生产和贸易方面的快速增长是建立在劳动力低廉以及工作

---

<sup>19</sup> 广东省—中国电子工业研究中心—国外工人占制造业劳动力的65%（赫斯，2007）（Hess, 2007）。

<sup>20</sup> 据平和韶华（2005），国外工人到其家乡的汇款主要用于支付日常家庭支出，如孩子的教育，房屋建设以及提高农业生产。

---

效率高两者基础之上的。由于这些因素，中国已经为世界带来了价格更为低廉的电子产品，被认为是全社会谋福利。如果不是因为中国在生产能力方面对于国际社会这个重要的积极作用，其对于自然资源的增长需求，以及随之对于全球环境和自然资源保护区产生的巨大压力也会把中国的公司推到世界的风口浪尖上。这些压力一方面也促使中国公司面临愈发不稳定的政治环境，另一方面会引起一些国家的内部竞争<sup>21</sup>。

## 5.5 本章结论

在中国电子产品供应链中最重要的社会影响就是对于国家和地区经济的重要的贡献。电子产品行业是中国经济的最主要的推动者之一，是中国贸易顺差的重要因素。行业的快速增长把政策制定者和企业置于一个有利的积极的位置，促使其对社会消极影响方面得到改观。到目前为止，最重要的影响是工人和公众在电子产品生产和废物材料回收阶段的人体健康和安全问题。因此，这两个阶段成为供应链中最为关键的环节。此外，鉴于负面的社会及环境影响因素大体相同（例如污染），所以现在应该把关注重点从政策支持转移到如何通过改善管理手段、提高监管能力或促进生态设计以达到减少环境污染的目的。

## 6. 国际电子产品供应链框架与管理分析

可持续发展的推进或管理随着电子产品供应链的变化，意味着它受到供应链结构框架的影响，同时还影响着他们的商务决策。全面了解供应链的结构框架以及相关企业间的关系，可以为制定切实可行的管理政策起到至关重要的作用。在下述章节中，本研究在通过对电子产业市场驱动因素、供应链框架和全球供应链框架的分析基础上，明确促进电子产品可持续发展的责任和机遇。

### 6.1 电子产品市场背景

---

<sup>21</sup> 2001 年全球电子工业被控告为了对钽金属的高需求，造成了刚果民主共和国内的战争(Hayes & Burge, 2003)。尽管金属市场在 2001 年后变得稳定了，这个普遍的问题依然存在：用于电子元件上的金属由政局不稳定的地区供应。其中的一些原料——包括钽和一些少量的钶——主要用在电子工业，所以与供应链相关的社会、政治和环境影响或多或少的都会影响到工业生产。自从中国在全球电子产品行业中保持了日渐上升的占有率，中国的电子工业可能会卷入这些冲突中。



### 电子产品供应链上主要角色

**原始设备制造商：**原始设备制造商（OEMs），也称作品牌厂商，主要是负责开发新产品和产品推广。虽然他们业务范围广泛，从产品的生产到分销，但是已经形成了一种趋势，就是同时承担与上述功能无关的业务。

**合同制造商：**合同制造商（CMs），也称作电子制造服务供应商，负责生产由原始设备制造商确定规格的电子产品。合同制造商可以自己生产，也可以将生产转包给第三方。他们正越来越多地承担起额外的产品售后维修服务和负责回收的责任。在电子产业他们的地位越来越巩固。

**原始设计制造商：**原始设计制造商（ODMs）主要是负责生产和基础产品设计。他们对于原始设备制造商而言是很有用的，可以最大限度地支持原始设备制造商让其把重点放在对市场和产品开发上。但也存在着直接进入原始设备制造商市场领域的潜在威胁。

**次分包商和零部件制造商：**原始设计制造商和合同制造商为了满足日益增长的需求，在很大程度上依赖于产品和部件的分包制造。中国电子产品生产地区的中小企业扮演了次级分包商和零部件制造商的角色。

**物料供应商：**物料供应商负责采购电子产品生产的基本原材料。根据原材料的不同，在它们被销往电子产品生产商之前可能会经过很多的步骤。

**增值分销商和零售商：**负责产品的配送和市场销售。在迅猛发展的电子产品市场，零售商承担着确保跟随市场发展的步伐和高效库存管理的重要任务。与过去相比，零售商越来越多地参与到产品的循环回收计划中，但在装配领域参与则越来越少。零售部门的地位同样也越来越巩固。

在全球电子产品市场中，竞争力的主要决定因素也极大影响其与供应链的关系和结构。在电子产品链中，竞争力主要是围绕着三个基本主题——创新、价格，以及组织的灵活性。

计算机平均寿命（1992-2002）

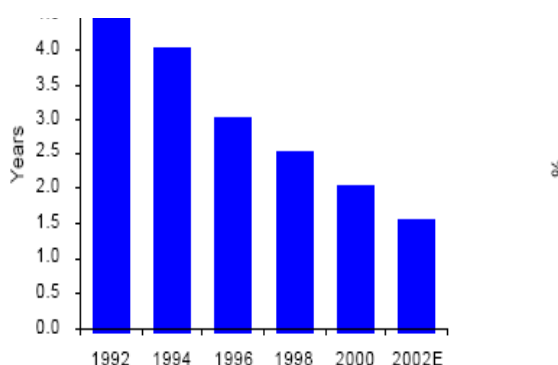


图 22 计算机产品的使用寿命变化（资料来源：半导体杂志，2000 年 3 月）

一般而言，电子产品公司把创新当作开拓并保持市场份额最重要的基础。快速拓宽和发展的技术领域产生了更多可以共享的机遇，这从根本上推动了行业发展。虽然在电子产品市场里，创新始终是竞争力的一个确定因素，但它的重要性在于反映技术可持续发展和提高的潜力。因此，开放和开发市场的能力与公司在主要研发方面投资能力密切相关。国外品牌制造商（也称为原始设备制造商）的领导阶层在研究与开发方面的投资，确立了他们在国际电子产品供应链上的事实上的领导地位。

虽然在电子产品行业中，基于价格的竞争不如其他成熟行业中的重要，但其他方面也都一样，价格仍是作为决定市场份额的关键因素。近年来，中国作为一个快速增长的全球电子产品供应商，在很大程度上归功于它具有技术上和较低的生产成本上的能力。相关电子产品日益复杂的技术问题，导致对生产固定投资的加大。反过来，无论是在中国还是别处，通过加大投资、巩固生产企业也可以促进经济增长。对于供应链中品牌商的领导地位而言，电子产品生产商中的这种巩固正在使他们的地位面临越来越大的挑战。

随着竞争带来的创新步伐加大，新电子产品的预计上架寿命持续下降，能灵活适应市场的生产系统产生了一种的日益增长的需要。一方面，电子产品的上架寿命减少需要可以有序地、反复地和迅速地改变产品的生产功能。另一方面，技术的交叉发展导致更为频繁的“无规则紊乱创新”，它可能带来一个完整的重组市场<sup>22</sup>。鉴于产品周期的缩短和不断改变，需要一种快速折旧的设施、设备、以及相应的科技研发，只有那些有高度适应能力、能在合适的时候生产合适产品、可以最大程度划分市场的生产者才能生存。为了满足这些条件，电子产品厂商开始改变。一方面，他们把外包作为分担风险和责任的一种手段；另一方面，他们开始加大与供应链中其他单位的合作。

<sup>22</sup> 这些推动力在 ICT 行业比较明显。这里，电脑被用作电视、音响、网络电话，而手机用来收发电子邮件，网上冲浪，播放音乐和摄影。

## 6.2 电子产品的供应链结构与企业间关系

电子行业涵盖产品范围越来越大，其中一些是同一类别的（家电和白色家电），其它的则是差别较大（如 ICT 设备）。这种内在的差异对应着不同的供应链结构。一般来说，同类电子产品的供应链中商业关系比较稳定持久，而不同产品的供应链中的商业关系则多变且日益复杂。然而，有一个总趋势，就是电子产品是在更加分化的基础上创新，这导致了在所有电子部门产生更多复杂的动态关系。

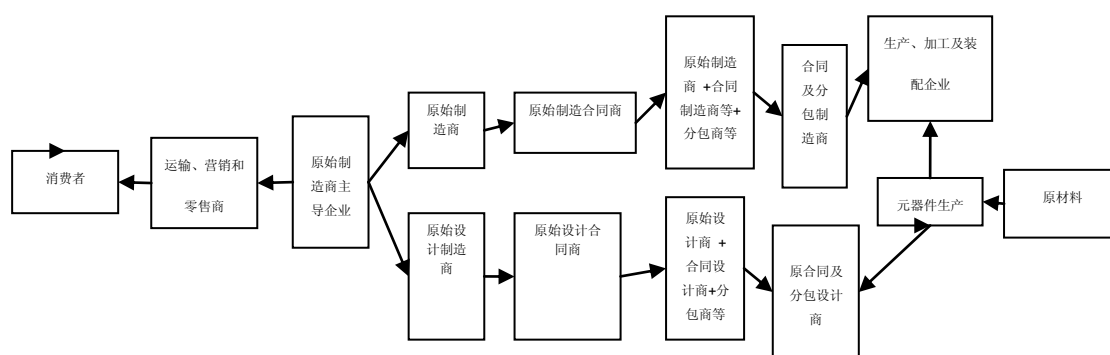


图 22 电子产品供应链参与方关系示意图

由于市场压力，原始设备制造商（OEMs）有一种将他们的大部分工作外包给合同制造商（CMs）和/或原始设计制造商（ODMs）的趋势。而今，主导地位的合同商和原始设计制造商提供的服务贯穿了产品的整个生命周期——从产品开发到售后服务，再到产品末端管理。由于合同制造商牵涉到新产品的引进，因此他们能为产品制定合适的生产计划和交付系统，同时能更好满足原始设备制造商的需要（如龙头企业的产品上市时间、贮存时间、或成本回收时间）(Handfield et al., 2002)。在外包背景下，分配给合同制造商的任务的范围与复杂性日益增长，推动了行业的快速整合，使得合同制造商成为全球的重要角色。

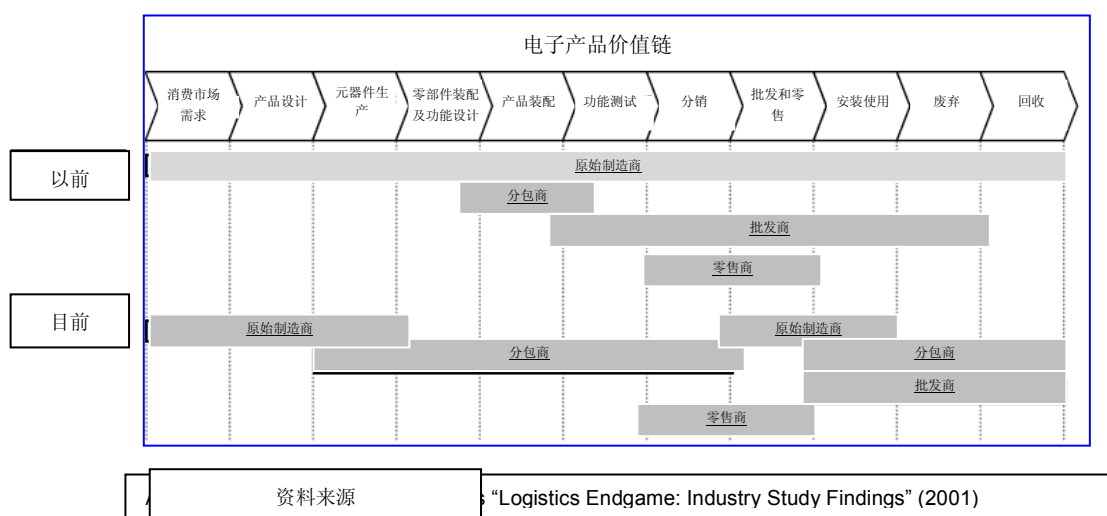


图 23 电子产业价值链中参与方角色位置

电子产业部门中外包的趋势是与加强相互协调的趋势相辅相成的。虽然许多协调功能仍是发生在原始设计商和供应链上其它相关角色之间，但越来越多的企业平台和合作伙伴关系被用于建立生产战略和行业规范。下面五种联盟和网络是这种协调在供应链中的具体表现，并在电子行业发挥着重要的作用：

(1) 供应商网络，其中包括分包和其它各种合同：如联合托运、原始设备制造商（OEM）、原始设计制造商（ODM）、合同签署以及关键生产<sup>23</sup>。

(2) 生产者网络，其中包括合作生产安排，集成各竞争者的生产能力、财务能力和人力资源，以扩大其产品投资组合和地域范围<sup>24</sup>。

(3) 客户网络，其中包括与分销商、销售渠道、零售商、增值再销商、最终用户的联系和报废设备的回收服务<sup>25</sup>。

(4) 标准联盟，为生产和使用的电子产品制定基础标准和范围。严格来说，是关注社

<sup>23</sup> 例如：EICC 包括了 26 个全球最大的电子设备生产商（OEM）以及他们的一级原始设备制造商（ODM）和设备制造商（EM）。这个组织主要关注整个电子供应链上工作条件的改善和环境管理。他们向电子公司提倡一个共同的“行为守则”——电子行业行为准则（EICC）。它涵盖了期望绩效的一系列问题，包括劳工、健康与安全、环境工作、职业道德和管理制度。EICC 组织是商界为了社会责任建立起来的，总部设在美国。

<sup>24</sup> 例如：电子工业联盟（EIA）、日本绿色采购标准化倡议（JGPSSI）、以及 JEDEC 共同为电子产品材料成份声明出版了联合产业指南（JIG）。（出于法律和市场的要求，生产者必须完成电子电器产品的材料成分分析并保持。业界也要收集产品材料成分和从进货到生产的资料。这影响到了整个世界的供应链）。

<sup>25</sup> 例如：消费者电子产品零售商联盟（CERC）是一个包括了电子专业商、一般零售商以及零售协会的组织。它负责电子消费品零售业公司和他们的客户所面临的市场前景和政策问题。对于电子消费品，CERC 有一个独特而内行的零售业角度。

会和环境方面的问题<sup>26</sup>。

(5) 技术联盟，这方便了产品设计和生产技术的交流与联合开发。技术联盟可以互换专利、交叉使用许可和研发分享。根据这种安排，知识从龙头企业随价值链转移。因此，整个网络在工作上应有相当广泛的技术和业务能力，并能开发出新产品和生产系统<sup>27</sup>。

在供应链的决策和规划中，联盟和网络发挥着越来越重要的使用，为政策的影响范围和实施提供了一种可选择并更有效的目标。

### 6.3 中国在全球电子产品链中角色

电子产品供应链的地位加强使得总部设在中国的合同制造商（CMs）和原始设计制造商（ODMs）被委任的权力和责任越来越大。表 4 列出了排名最高的合同制造商和原始设计制造商（按市场份额）在中国分建大部分生产设施。虽然有低成本、规模化生产的背景，但是在中国市场的快速增长也受到原始设备生产商要求的额外服务，如客户服务的促进。驻留在中国的合同制造商和原始设计制造商的增长再次强调了中国在世界电子产品链中的重要性。

表 5 位于亚洲的 CM 和 ODM 制造公司（包括子公司，2005）

公司名称	新加坡	马来西亚	印尼	印度	日本	中国	台湾地区
Flextronics	1+HQ	5	0	2	1	12	1
Foxconn/Hon Hai	0	2	0	1	1	9	5+HQ
Samina-SCI	0	1	1	0	3	5	0
Solelectron	1	3	0	1	3	9	0
Celestica	1	3	0	1	2	6	0
Venture	6+HQ	4	1	0	0	4	
Jabil Circuits	1	1	0	3	1	5	1
BenQ	0	0	0	0	0	2+HQ	1
Inventec	0	0	0	1	1	5	1+HQ
Benchmark Electronics	2	0	0	0	0	2	0

<sup>26</sup> 例如，WEEE 指令的重要性就是为了方便欧洲废弃电子电器产品的回收系统运作。它的成员包括从事电子电器回收、循环和修复的公司、政府机构和非政府组织。它还提供了一个论坛以供交流废电子产品处理方法，并对欧盟成员国提供 WEEE 相关培训。WEEE 指令允许利害相关者讨论新问题以确定公共立场，并对一般的 WEEE 管理探讨做出专业的且有建设性意义的贡献。它对包括立法者在内的不同的利害相关者提供技术援助。

<sup>27</sup> 例如：成立于 2002 年的互联网安全联盟（IS Alliance）是电子工业联盟和卡内基梅隆大学的合作组成的。它的目标是帮企业制定解决信息安全问题的办法，并尽量减少潜规则。这些信息安全问题有这方面成本的提高、互联网管理的扩大和网上身份的盗窃。

对应于吸引并刺激合同制造商和原始设计制造商的能力，中国还应迅速发展自己的核心制造基地以供应新的大型制造商。这一趋势在中国投资的电子信息行业中表现得也比较明显：从 2001 年的 7,500 家到 2005 年的 67,000 家，大约增加 56,000 家电子信息行业。他们的雇员也由 2001 年的 301 万增加到了 2005 年的 761 万（其中有 551 万受雇于制造业）。在投资方面，富士通研究所的报告表明在中国电子信息产业（包括国外和国内）中，有关电子零部件的投资占总投资的 55%。事实上，电子零部件产业的推动是政府为提高电子信息业增值比例而采取的行业政策的一部分。

即使不考虑未来的增长，中国已经是世界电脑、电视、手机、冰箱、空调生产行业的主导者。

“作为我们的客户，原始设备制造商为我们制订方向。每一天他们都会把我们的工作贴上他们的牌子出售。我们做设计，但只是为他们做嫁衣。我们只能利用他们的知识产权和特许协议。我们不能制定方向——但他们能。” (Direct communication Quanta Computers, 2007 年 5 月)

“在领导和权力方面，原始设备制造商、原始设计商以及合同制造商联合起来对制造商和低级分包商施压。事实上，‘对于合同制造商和原始设计商中的主导公司而言，这很正常’，给他们的供应商在采用新技术以量化质量控制和便利跟踪方面施加了很大的压力。”(Direct communication, Tim Sturgeon, MIT, 2007 年 6 月)

#### 中国制造商的并购

许多因素都在推动中国电子产品制造商的并购。一方面，在低工资背景下产量的迅速增长使工厂趋向自动化——一种提高行业参与所需的固定投资水平的趋势，并增大了中小企业风险。而较为严格的国际要求不断提高也与需要追加投资，而它们往往超出那些只有薄弱通信和网络基地的中小企业的能力。中国的企业发展在于大规模的生产，而竞争则是基于高生产能力的规模经济。

## 6.4 全球电子产品链的管理

如上所述，电子产品市场的创新导向特性导致了日益依赖于产品外包的供应链向高度复杂化和组织化发展。这些趋势中任一个都直接影响全球电子产品链管理，反过来，也影响到了全球范围内的可持续发展政策方向。

---

在电子产品链的管理结构上，唯一重要的影响因素是以创新为基础的竞争。创新领导着市场，而且也在供应链上扮演着领导角色。那些有能力、敢于负责、具有设计能力并进行市场营销的公司在供应链上形成了基础而全面的领导。创新导致有效的增值，而且，迄今，它主要还是落在原始制造商手中。“电子设计”新闻报道说，每年超过 93%的电子行业专利是由北美和欧盟的原始设备制造商申请的<sup>28</sup>。此外，尽管事实是原始设备制造商一直在扩大他们的外包任务的范围和深度，任务外包仍被认为是加强他们设计和市场开发的核心竞争力的典型表现。

高投资就要求研发出成功产品，使原始设备制造商行业进行自然合并。供应链上加强了物流管理的原始设备制造商把这归因于他们对设计过程的控制。排行前十的原始设备制造商已经控制了全球大于 50%的市场<sup>29</sup>。与此同时，随着纯制造业的复杂性和成本的增长，在合同制造商和原始设计制造商中也相应地产生了合并的现象。制造商中的合并现象导致供应链中决策权的增加。这种角色变化或许是合同制造商和原始设计制造商参与到早期的产品设计和交付服务过程的最好证明。随着他们与原始制造商成为更具有互动性的商业伙伴，他们也获得了自己的制造业供应链中的单方面权力。过去他们的供应商名单由原始制造商指定，现在则可以自己决定并管理，而无需原始制造商的干预<sup>30</sup>。

### 中国的角色——行业视点

“我常用的一个例子是手机，它由外壳和内部电路两部分组成。外壳可以在中国生产。它们外形小，成交量大。你可以把它们装进集装箱并空运到任何地方。然而内部电路结构复杂，并牵涉到更为重要的知识产权（IP）问题，也不能简单地装进飞机。你得把它放进一个大货柜并海运到客户手中。这种情况下在贴近最终客户的地方组装就比较明智。”(Direct communication, Celestica, 2007 年 6 月)

## 6.5 电子废物供给链结构

如何管理电子废物链从根本上取决于它们是作为“正规”还是“非正规”经济的组成部分。如上所述，大部分电子废物流向了威胁着工作人员和环境的非正规的供应链。但较为正式的

---

<sup>28</sup> 电子设计新闻，2007 年 3 月 13 日的每日简报。

<sup>29</sup> 电子产品供应与生产，2006 年 11 月。

<sup>30</sup> “几年前，特别是新产品中，我们的供应商依赖于原始制造商的指定。但现在我们在选择供应商时有越来越大的影响力。当然，所有都取决于产品技术的复杂性。但一般来说，这方面我们的权力比 10 年前至少大了 5 到 8 倍。”(Direct communication, Celestica, 2007 年 6 月)。

---

电子废物处理链已经产生并保持着快速发展。它是克服目前面临的如何处理回用电子废物问题一个宝贵机遇。

### 6.5.1 正规管理的电子废物供应链

中国正规的电子废物回收处理供应链仍处于起步阶段。综合看来，第一个正规的电子废物链可以追溯到 1998 年欧洲和日本实施的生产者责任延伸制。随后，欧盟颁布了 WEEE 指令和 RoHS 制度。在过去几年里，日本、中国、台湾地区、南韩和美国的几个州，类似的立法促进了正规电子废物处理业的快速发展。同时，为确保的电子废物收集与回用产业在业务和财政上的可行性，与这些法律有关的要求对从事该领域的企业和国家提出了一系列的挑战。

生产者责任延伸制的背后是主要电子产品主导企业——原始设备生产商，他们负担着对废弃产品的处置和对废旧产品的库存的经济责任。这种制度的解释是能够极大促进原始生产商设计出环境友好型电子产品，并保证这些废弃产品回收过程的经济效益。生产者回收还能使用户收回自己的电子废物处理费，同时，电子废物是在有序管理前提下回收，可以降低其对环境的危害并确保从业人员的健康与安全。

因为对于供应链中的生产商而言，正式回收处理产业的发展主要是受立法的影响。因此通过立法促进形成一个更为明晰的供应链来平衡原始设备制造商、合同生产商和零售商之间的相互利益关系。在这个背景下，这些制造商将在为形成正式的电子废物供应链中起着主导作用。

### 6.5.2 非正规情形电子废物供应链

如果说电子产品供应链的特点是其较高级别的组织结构、协调能力，那么非正式的电子废物供应链的特点就是它缺少这些特点。在非正规领域，典型的例子是电子废物由回收公司回收并在自由市场里公开交易的，价格决定了它们的流向与回收处理目的地。在中国和主要消费国（如欧盟和美国），一般由市政当局负责当地废物收集处理。最近这一任务却出现了由当局转移到商业公司的新现象，而对废物从采集到回收站进行控制的相应措施却仍未出台<sup>31</sup>。

事实上，目前电子废物非正式的供应链仍是或多或少的“无管理状态”，同时供应链上的每个角色都充分发挥他们行使决定的权力。供应链上缺乏协同合作的现象显然已经成为了改进系统框架的一个主要障碍。此外，虽然无论是在中国还是国际上，与管理无序的电子废物流向相关的立法和措施都已经实行，然而到目前为止，双方在执法和通过在供应链进行有效管理的方面仍缺乏协调功能。

废弃、废旧产品一般是由回收中心收回并送至回收站进行分选。随后卖给专门进行电子废物贸易的个体户。反过来，他们也会将各类电子废物送来。废旧电子电器设备中最具回收

---

<sup>31</sup> 2007 年全球废弃物市场管理评估，[www.marketresearch.com](http://www.marketresearch.com).



---

价值的是废电路板，因为其中含有银、金、钯、铂等贵金属<sup>32</sup>。

根据巴塞尔行动网络和硅谷毒物联盟调查分析报告显示：当电子废物运到中国后，被再次分类分级处理，并在国内市场上通过各种方式消纳。同样，据报道，越来越多的中国回收商都在从事此类电子废物进口及处理处置业务<sup>33</sup>。

### 6.5.3 电子废物管理

电子废物供应链的管理、运作，与电子产品供应链形成了鲜明的反差。虽然回收和利用是对于技术要求严格，但在研发和创新方面的投资程度却远低于电子产品生产的要求。另外，事实上直到近年来电子废物才被认为是一种“有价产品”，这一发现阻止了全球电子废物供应链像电子产品供应链那样的向有组织结构的框架的发展。结果，全球电子废物供应链在在缺乏有组织的管理情况下迅猛发展。

事实上，许多电子废物的收集与运输可能是非法的。而国际上具有指导意义的电子废物处理方式还没有形成并得到认可，这可能被认为是改观现有电子废物产生者和处理者保持的非正式供应链的一项措施。尽管大部分电子废物的贸易事实上是非法的，然而这种管理水平 and 现状下的明确可信的统计资料却难以获得——这是有效治理电子垃圾供应链所面临的一个最紧急也是最严峻的考验。

电子废物供应链并不是直接受创新和新产品开发所驱动。电子废物的供给所面临的有组织性的需求一般远远低于电子产品的供应。结果，供应链基本上与公司承担的责任和决策权保持孤立。一般来说，交易是由贸易商和“废物管理”公司进行的，而回用则是由回收公司（通常在中国国内）管理的。另外，有一种通过平衡供应链上生产方的权利和基础设施，集体倡议管理回收过程的趋势。作为倡议者的一部分，零售商、原始制造商和合同制造商分别或联合提出电子产品的循环再造。

尽管原始制造商作为生产链的主导者，有生产外包的趋势，然而他们在售后服务和产品生产决策上的权力，使得他们在电子废物链管理上具备能力。同时，建立在任何基础上的电子废物持续管理系统不可避免地会与在中国的合同制造商和原始设计上发生关系。另外，考虑到通过这种各角色协调可能带来的竞争变化，政府决策者显而易见地应该发挥越来越重要的作用，领导一个公平的竞争环境，以确保电子废物管理的快速运行。

## 6.6 电子产品行业对可持续产生的影响

从持续发展的角度来看，“全球组织”存在的价值链意味着没有一个公司，甚至是一个领头的企业，能通过个体的行为来促进供应链的可持续发展。但是，领头公司在确定基准产品质量标准上领导性和权威性意味着他们能在改变其他角色的供应链中持续发挥调整作用。

---

<sup>32</sup> Direct communication, Basel Convention.

<sup>33</sup> 欧盟回收平台声称自己每周至少收到一封来自中国电子废物经销商的咨询。

---

是否改变则取决于领头公司、企业间网络交流、国家或国际政策，电子产品供应链的复杂性使综合意见和众多单位的经验成为有效政策的一个先决条件。电子部门结构自上而下的单个改变不太会起到作用。此外，电子产品部门复杂性和动态性意味着用一种方法去模拟所有情况也不现实。因此，“边做边学”可能是适度发展的专门执行机制的关键组成部分。另一方面，存在的多种供应链联盟和相应的管理机制指出能将系统发展改往 SD 方向的潜在平衡点。另外，透明度、测量与执行方案对确保更多的权力下放和那些利于达到国家和国际的可持续性目标的专门办法有至关重要的意义。

同时，中国作为全球电子产品主要来源的优势仍在进一步扩大，并确定了中国的电子行业在对社会和环境中的影响中的重要地位。这种主导地位，表明在中国公众和私营企业方面积极政策的干涉和引导的重要性。虽然这表明面临的挑战使得要从公共决策部门和私营企业进行干预，但私营企业的高公有化也表明中国公共决策部门可以起到主动改进的一个独特能力：不仅可以通过更为传统的公共措施，而且能通过直接发展和影响私人企业的决策来体现。在这方面，中国位于一个致力平衡公/私供应链的特殊位置，旨在改进电子产品链对可持续发展的影响。

管理部门有与电子废物存在一个极不完善的特征，虽然目前它极可能是社会和环境的风险源，但也可以认为是改进这些供应链以促进可持续发展的主要机遇点。范例的清晰识别与更为规范的管理、透明化、可追溯性的相结合，提供一个明显而且非常必要的平台，以确保在全球电子废物链中发挥更重要的作用。

表 6 2005 年全球前 20 大原始设备制造商 (OEM)

排行	公司	2005 收入 (百万美元)	总部	主要范围
1	IBM	91,134	美国	多种
2	HP	86,696	美国	电脑及外围设备
3	Sony	66,912	日本	电脑、电子、视听设备
4	Samsung	57,721	韩国	电脑、电脑外围、通信、视听设备
5	Dell	55,908	美国	电脑及外围设备
6	Toshiba	54,264	日本	电脑及外围设备、机械、器械
7	NEC	45,298	日本	电脑、电脑外围、通信
8	Fujitsu Siemens	44,284	日本	电脑、电脑外围、通信
9	Nokia	40,465	芬兰	通信
10	Motorola	36,843	美国	通信
11	Phillips	35,972	荷兰	电脑外围设备及通信设备
12	Cannon	31,843	日本	摄影、图像处理、电脑外围设备、视频/音频
13	Mitsubishi Electric	31,712	日本	电脑、通信、机械、器械
14	Cisco	24,810		通信、网络
15	LG Electronics	23,879	韩国	通信、电脑外设、音频视频
16	Sharp	23,615	日本	通信、电脑外设、音频视频、器械
17	Ericsson	19,100	瑞典	通信
18	Ricoh	16,867	日本	电脑及外设、机械
19	Alcatel	15,577	法国	通信
20	Thales	15,186	法国	航空

资料来源：电子设计策略

## 7. 国内外电子产品相关法规和政策分析

### 7.1 中国有关政策

#### 7.1.1 与电子产品相关的经济政策

为了保持继续增长并吸引外商直接投资，中国仍旧在为他们提供优惠政策，以确保自身的全球竞争力，并在自由化贸易中有效履行其关键世贸目标。这些政策措施包括：

- 吸引外商到中国投资的能力，不仅是以股份合资企业和契约（合作）企业形式投资，还能以外商独资形式投资。（虽然大部分的投资是受合资形式的诱导）
- 在十四个沿海城市里指定了五个经济特区（SEZs）。
- 经济特区里的工业产品进口关税（平均）降低了 9.4%，所有出口项目的增值税降低了 17%。
- 中国银行对在全球市场范围内销售其电子设备的中国企业提供出口信贷。

- 外币出口信贷业务覆盖范围已扩展到 100 万美元以上的电子出口贸易。
- 对中外合资的出口导向型和包括电子产品在内的高科技产业提供优惠政策。举例来说，出口 70%以上产品的电子销售商，其收入税可能会减少一半。
- 对原材料依赖进口并将其产品出口或将产品销售给出口承包商的地方企业可以免征进口关税。

需要注意的是，每个经济特区或工业园区都有能力确立自己独特的产业结构以获得特别税务奖励。在编写本研究报告过程中，有资质获得税收奖励的电子产品行业包括：光电材料、半导体、软件制造、大型计算机和微型计算机、32 位或更高的 CPU（高端产品）的个人电脑、900 兆赫的移动通信设备、光纤通讯器材、卫星零件、无汞电池、高清数字电视、DVD 刻录机与播放器，以及数字微波通信系统。

同样需要关注的方面是，中国不鼓励投资在已被认为在国内完全确立市场的科技领域。例如，不被允许国外投资于以下产品中：收音机、卫星和模拟电视及其配套设备、摄像机、磁头、传真机、广播电视系统、16 位以下的个人电脑，以及 140mps 以下的微波继电器。

这些鼓励性措施表明了中国在今后数年内，旨在成为一个电子产品核心领域竞争的佼佼者。考虑到全球电子行业的经济增长和创新，中国在这方面的年增长预计在 17%左右<sup>34</sup>。中国在电子行业的地位才刚刚是个开始。

但是贸易壁垒在中国的几个行业中依旧存在，虽然其中部分可能会在 2008 年中国对外开放服务市场后消除。例如，外国零售商需要在遵守一系列当地规划要求的情况下设立直销店，但这些规划很大程度上是模糊和随意的。外国投资商不能投资于电讯服务和相关基础设施的建设，也不能投资于邮政服务、广播电视系统。在一些部门，如电信行业，计划管理权仍属于政府机构。中国还有一个复杂的非关税贸易壁垒系统，它包括了进口配额、进口许可证。在这种框架下，超过 350 个项目类别仅限国企经营（SOE）。

中国的贸易、投资和管理体系也明显存在比较典型的问题，如缺少透明度和不当执法。这主要是因为国家、地区和当地政府对外商投资项目的管理体系复杂，相互矛盾。外商在中国面临的障碍有知识产权缺乏足够的保护、外汇有限、特别是在解决争端方面缺少法律和合同的制约、市场进入壁垒、与国内企业的待遇不平等<sup>35</sup>。

尽管面临上述诸多挑战，在世界经济和可持续发展的舞台上，中国目前仍然扮演着重要的角色。

### 7.1.2 中国有关电子产品环境保护方面的政策

中国制定了许多关于电子产品生产阶段的环境保护法律、法规、标准、技术导则和规范。在电子产品的污染控制方面，中国政府已经积极颁布了一系列的政策来规范电子产品的生产、消费、交易、回收利用和处理处置。

<sup>34</sup> 中国信息产业部, 2007, <http://www.miit.gov.cn>

<sup>35</sup> Michael Pecht, China's Electronic Industry, 2007

有一些适用于电子产品的环境保护基本法，其中最重要的 3 部是：

- 《中华人民共和国环境保护法》（1989）-提出实施污染控制和污染者付费的相关制度。
- 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2002）-生产者责任制，鼓励对产品采用生命周期和生态设计的方法，淘汰落后的生产工艺和产品，推进生态产品标志和重要技术革新
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2004 年修订），产品的生产者、销售者、进口者、使用者对其产生的固体废物依法承担污染防治责任。

在环境保护基本法律体系，中国还制定了电子产品专门法律应对由于电子产品生产量、使用量和贸易量的增加对社会和环境带来的挑战。下面表格总结了中国现行的关于电子产品污染防治方面的重要法规。

表 7 列举了所有上述法规和它们的基本信息。

表格 7 中国电子产品相关管理法律法规

法律法规	主要内容
关于加强废弃电子电器设备环境管理的公告（2003）	加强对废弃电子电器产品导致的环境污染的控制（针对电压为交流电不超过1000伏特或直流电不超过1500伏特的电子电器产品）
电子信息产品污染控制管理办法	在中华人民共和国境内生产、销售和进口电子信息产品过程中控制和减少电子信息产品对环境造成污染及产生其他公害，适用本办法
废弃家用电器与电子产品污染防治技术政策	全面指导原则；污染者付费原则；电子废物减量化，资源化和无害化原则；生态设计；家用电器与电子产品的生产者（包括进口者）、销售者、消费者对其产生的废弃家用电器与电子产品依法承担污染防治的责任
《废弃电器电子产品回收处理管理条例》（2009年2月25日温家宝总理签署的国务院令公布，将于2011年1月1日起施行	强度生产者延伸责任制，生态设计。条例的第一章第七条指出：国家将建立废弃电器电子产品处理基金，电器电子产品生产者、进口电器电子产品的收货人或者其代理人应缴纳基金，用于废弃电器电子产品回收处理费用的补贴。同时在第二章第十条中，要求生产者使用无毒无害或者低毒低害以及便于回收利用的材料。其主要体现了生产者在电子废弃物回收处理中的责任。
关于特定有害物质限值规定（EIP，2006）	设定了电子信息产品中管制危险物质的限值
由于电子信息产品引起的环境污染控制标识制度(2006)	规定了污染标识方法
电子信息产品危险物质检测方法(2006)	电子信息产品的检测方法
电子信息产品的环境准入标识(2006)	
电子信息产品分类(2006)	电子信息产品分类导则
电子废物污染环境防治管理办法（2007，2008年2月1日实施）	重点规范拆解、利用、处置电子废物的行为以及产生、贮存电子废物的行为。《办法》将于2008年2月1日起施行

中国环境标志和政府绿色采购等政策的实施帮助刺激了电子产品的可持续消费。另外，考虑电子产品全生命周期的环境影响中国一直在推进生态设计。

表 8 中国电子产品消费有关规定

管理规定	主要内容
中国环境标志(since 1993)	环境标志奖励满足特定绿色标准的产品
节能产品政府采购实施意见(2004)	中央和地方政府优先采购节能产品，包括空调，冰箱，灯泡，电视，电脑，打印机，复印机
环境标志产品政府采购实施意见(2006)	中央和地方政府优先采购环境标志产品，包括打印机，复印机，传真机，彩色电视等

电子废物的减量、回收和资源利用也是中国政策的主要目标。然而，该领域的法律和法规仍然比较笼统，需要更为详细的规定来支撑这些法律法规的实施。另外，废旧家电回收法律中没有覆盖的电子废物的回收和处理（主要包括手机和其它电子信息产品）的法规将要颁布。中国人口和消费能力的增长，境内电子废物的产生量依然会有较大增长，需要明确地规定废旧电子产品的收集和处理。

尽管中国已经实施了一些关于电子废物进口的法律法规，从国外进口电子废物的问题，特别是非法贸易仍然需要高度关注。一般法律法规缺少有效的强制措施和监管机制，同时回收利用废物免税的规定并不明确，导致大量境外废物的非法入境。其它一些程序上的问题也给电子废物的贸易带来问题。例如，根据海关和免疫检查规定，海关检查之后方可进行免疫检查，而废物进口法律规定需要在海关检查之前进行免疫检查。甚至当有一些电子废物产品被查处时，中国刑法对废物走私规定模棱两可降低了法律对非法贸易的威慑力。

中国有很大的机会来发展和提升政策，电子废物的进口时国际性的规范，需要中国和国际贸易伙伴一起发展和实施贸易禁令。

### 7.1.3 国家自发管理

中国面对来自发达国家和境内电子产业产生的电子废物的双重问题。行业自身最早意识到了这一问题的风险和机会，全球 10 大 OEMS 都指出要在中国建立内部的电子废物回收和处理机制。

中国第一个自愿的合作伙伴收集体系是由索尼、惠普、伊莱克斯和 Brant 联合建立的，公司间可以购买原材料，运输和回收处理电子废物。随后，在 2005 年，摩托罗拉、诺基亚和中国移动发起了绿色回收计划，在中国的 10 个城市回收旧手机。这个计划现在已经扩展到 36 个城市和其它 11 个 OEMs，包括联想、西门子、松下、索尼爱立信和 LG。

中国第一个电子废物处理平台是由中国电子废物回收联盟、中国家电研究院、中国电子信息产业部、中国旧货协会和中国电子信息科学技术发展公司共同建立的。现在由中国废旧

---

电子电器产品回收联盟和德国 Hellmann 公司运作<sup>36</sup>。

## 7.2 国外主要电子产品政策

占中国电子产品出口量 2/3 的产品被销往到欧盟，日本和美国<sup>37</sup>。实际上，三个重要市场和其它一些中国电子产品市场都制定了电子产品的污染控制法律法规。

### 7.2.1 欧盟政策

欧盟关于电子废物的法律最为严厉，不仅强制性回收废旧电子产品，还在电子产品中限制某些危险物质的使用。欧盟法律体系的两个重要法规是《关于报废旧电子电器设备指令》(WEEE)<sup>38</sup>和《关于限制在电子电器设备中使用有害物质的指令》(RoHS)<sup>39</sup>。WEEE 指令要求电子产品生产商对在欧盟市场销售的产品进行回收，而 RoHS 指令限制六类危险物质的使用。由于政策的应用范围包括在欧盟市场销售的所有电子产品，因此对中国生产商和销售商有重要的影响。

欧盟其它关于电子产品的法规

- 《化学品注册、评估、许可和限制》(REACH)<sup>40</sup>要求公司提供进入电子产品市场的特定化学物质的详细信息
  - 《用能产品生态设计框架指令》构建了一个在欧盟境内推进生态设计的框架
- 不断增加的/严格的和多样化的欧盟法规和政策对中国产品是个重要的挑战。

### 7.2.2 日本政策

日本有关电子产品和电子废物的政策和欧盟类似，对于典型电子产品制定强制性的回收要求，同时限制特定危险物质的使用。对进口产品适用的主要法律有：

- 《促进资源有效利用法》，推动回收和再利用，同时建立了回收技术研究体系。
- 《基于环境的设计法令》建立了典型电子产品设计特性的评价体系<sup>41</sup>。
- 《特定废物回收利用促进法》，《日本家电回收法》，要求生产商和进口商回收使用过的空调、电视、冰箱，洗衣机和制冷设备
- 《绿色采购法》和《政府生态友好产品和服务采购促进法》，要求政府优先采购环境友好产品和服务。

---

<sup>36</sup> EU Asia Eco-Design Project, June 2007

<sup>37</sup> 中国电子产品最大进口商分别为美国、欧盟和日本，分别占 31.1%、22.2%和 13%。

<sup>38</sup> Directive 2002/96/EC on 27 January 2003, WEEE.

<sup>39</sup> Directive 2002/95/EC on 27 January 2003, RoHS , amended 28 April 2006.

<sup>40</sup> Regulation (EC) No 1907/2006 of on 18 December 2006, (REACH).

<sup>41</sup> 日本经济贸易与工业部官方网站：

[http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/3r\\_policy/policy/pdf/j-moss\\_english.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/3r_policy/policy/pdf/j-moss_english.pdf)

---

### 7.2.3 北美国家政策

尽管美国和加拿大联邦立法对电子产品的规定相对宽松,但是省或州(例如加利福尼亚)的立法要求却比欧盟的更为苛刻。不过,迄今为止,北美国家政府通常采用自愿参与的方式来降低电子产品的污染。在这方面,美国环保总局推出了《环境无害采购指南》与“能源之星计划”为美国提供示范,加拿大则是“电子产品指导组织”在发挥作用。加拿大环境委员会还签署了《国家电子产品管理法》,鼓励和促进各省和地区的环保计划<sup>42</sup>。

尽管中国的大型合资企业和中资企业为遵守 WEEE 和 RoHS 指令而制定了对策,但是位于供应链下游的中小型企业却面临严重的威胁,其中多数将难以生存,而这些中小型企业约占中国 30%的供应量。

对中国电子产品出口商而言,最大的挑战在于,电子产品相关法规与其他国家颁布的规定之间存在很大的差异。仅在欧盟内部,25 个成员国就各自对欧盟的相关指令做了转换和翻译;据报道,由于语言障碍,一些国家立法让中国电子产品出口商无法理解。此外,某些国家设有“高额回收费”,而其他国家则没有。电子产品的法律体系目前尚不成熟,导致欧盟之外的生产商需增加成本并延缓生产。这在生产商之间形成了竞争差异。

应当指出,欧盟在废旧电子电器设备领域的环境立法不仅限于 WEEE、RoHS 和 REACH 这些指令。欧盟的政策将向“综合性产品政策, IPP”发展,要求进行生态设计。为确保长期进驻欧盟市场,在设计产品时,制造者必须始终考虑到产品的环境影响,包括产品的整个生命周期分析、能源效率以及材料的回收和再利用。只有在产品设计的早期,生产商满足了上述规定,将生产、消费和处置的环境影响同时降到最小,才有可能保持经济的增长。

## 7.3 国际政策动向

### 7.3.1 多边环境协议 (MEA)

与废旧电子电器设备相关的多边环境协议包括《控制危险废物越境转移及其处置的巴塞尔公约》《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》和《鹿特丹公约》。

- 1992 年生效的《巴塞尔公约》对危险废物和其他废物的越境转移进行了专门规定,要求缔约国保证以有利于环境的方式管理并处置此类废物。最终,希望缔约国将越境废物的数量降到最小,在离废物产生点最近的距离内加以处理处置,并限制或尽量减少废物的产生。
- 巴塞尔公约附件 I 将 WEEE 中规定的铅、镉、汞和 PBB 等危险物质列为管理的对象。附件 III 列表 A 也指定了几种电子废物属于危险废物,它们在公约第 1 篇第 1 段(a)

---

<sup>42</sup> See above.



---

款中进行了规定<sup>43</sup>，但不包含附件 IX 列表 B 中列出的部分<sup>44</sup>。因此来说，巴塞尔公约覆盖了某些特定的电子废物。

- 1987 年通过并于 1989 年生效的《蒙特利尔议定书》目的在于逐步淘汰消耗臭氧层的物质，包括大量氟氯烃类和少量氯代烃类化合物。蒙特利尔议定书与电子废物相关的部分很少，仅涉及到冰箱、冷冻机和空调制冷设备中氟氯烃的控制。

### 7.3.2 基于市场的促进机制

鉴于电子产品供应链固有的国际广泛性和高度复杂特性，在现有的供应链和市场关系上建立起来的管理体系对电子产品相关部门有特别优势。下面简要列出部分以大型公司“政策”导向的合作形式。

基于巴塞尔公约，2002 年 12 月第六次缔约国大会通过了《手机合作协议》(MPPI)，这是一个公私合作的伙伴关系，它为了缔约方和全球环境利益而对废旧手机进行环境友好型管理。最初，有 12 家制造商签署了一项声明加入该协议，包括 LG、松下、三菱电器、摩托罗拉、NEC、诺基亚、飞利浦、三星、西门子、索尼爱立信在内。其目的是：

- 实现更好的产品服务
- 影响消费行为向环境友好型发展
- 促进最佳处置/回收/翻新技术
- 推动环境友好型管理并获得政策和制度的支持
- 创建一个可重复的协议在危险废物和其他废物流的环境健康型管理中建立新的公私合作关系

这一伙伴关系在建立之初就已经有了五个指导方针，具体包括以下方面：废旧手机的翻新，废手机的材料回收，手机的生态设计，废手机的收集体系，废手机的越境转移<sup>45</sup>。

“关于电子废物回收的全球知识伙伴关系”于 2003 年由瑞士国家经济事务秘书处发起，设在中国、印度、南非、哥伦比亚和秘鲁的瑞士材料科学与工程研究所正在执行这一计划。这一计划的最终目的在于，通过优化管理的电子废物流、资源保护、降低健康风险和更好的经济形势来改善受影响的当地居民的生活水平。它主要有以下两个目标：

- 能力建设：促进企业和政府对现有电子废物管理体系进行改进、完善，改善上述国家的电子废物状况，建立更加可持续的并在经济上可行的循环系统。配合国家电子废物管理战略的出台，这一计划还关注实际操作过程的执行能力，意在改进循环再生过程并改善循环部分的指定框架。

---

<sup>43</sup> Annex VIII, List A (A1180): 关于电子类产品和零部件废弃物视为危险废物管理相关准入规定。

<sup>44</sup> Annex IX, List B (B1110) 关于电子类产品和零部件废弃物视为危险废物管理的相关排除规定。

<sup>45</sup> 巴塞尔公约支持这项活动，并建议在巴塞尔公约框架下推动其进一步扩大范围和深度。

- 
- 知识共享: 通过知识的开放和交流实现国家之间相关领域技术的沟通并将改进电子废物管理系统的成功经验推广到其他发展中国家。为实现这一点, 将在大范围使用“e-waste Guide (ewasteguide.info)”的基础上来建立一个全球性的知识平台。

由 Secretariat of the Basal Convention (巴塞尔公约秘书处) 发起的 Global Computer Refurbishment and Recycling Partnership (全球计算机更新与循环利用的伙伴计划) (e2e) 目的在于提高个人电脑的回收和重复利用以及鼓励某些“所谓的”报废计算机设备的回收和重复利用。致力于对废旧电脑的环境友好处理处置, 该伙伴计划设立的目的是到 2020 年, 促进循环使用和回收 80% 的报废计算机的设备。该伙伴计划的要求包括:

- 建立起一套环境友好的报废个人电脑的重新装配和重复利用指导方案。
- 通过 Basel Convention Regional Centers (巴塞尔公约区域中心) 促进发展中国家以及经济转型期国家的 (报废电脑的环境友好) 处理能力建设
- 回顾总结成功的案例: 获取其计划, 转化成指导方案
- 对个体企业以及其他国际组织对绿色构想 (计划) 的措施方案进行存档
- 通过 (情况) 说明书以和其他培训材料以及 Basel Convention Regional Centers (巴塞尔公约区域中心) 的相关介入措施提高对环境友好报废电脑的管理系统的认识和掌握。

解决电子废弃物问题: 联合国有关组织的“综合措施”计划是一个积极解决电子废物问题的方案, 电子行业主要企业、政府、国际组织、NGO 及科研机构人员共同协商, 积极参与“综合措施”计划, 发起并推动应对电子废物的可行的操作管理办法, “综合措施”计划的主要目标是:

- 通过改进供应链、封闭原料循环、减少污染物含量等三个措施优化电子电器产品的生命周期
- 提高资源利用率、促进器材设备的再利用
- 增强对不对等责任的关注: 比如说在工业发展中与工业化国家数量分配上的不公平合理等等
- 增加公众、科研机构以及商业界的相关知识

通过建立了五个特别工作组, 对政策、立法、产品优化 (重新设计)、重复利用、处理 (应对) 能力建设等方面给与帮助。“综合措施”计划的参与者包括: 联合国大学、联合国贸易与发展署、联合国开发计划署、联合国环境规划署、瑞士国家经济事务总局 (SECO)、瑞士联邦材料测试与开发研究所 (EMPA)、美国国家环保局、GTZ、麻省理工学院、墨尔本大学以及其他许多私营公司。

WEEE 论坛是一个公开的非盈利性工业促进志愿组织, 关注欧洲的私营企业责任, 于 2002 年 5 月成立。

由 Braun、Electrolux、Hewlett Packard 和 Sony 等公司最初创立的欧洲回收平台 (European

---

Recycling Platform, ERP), 主要是为包含在欧盟指令 WEEE 目录中的废旧电子产品回收处理提供一个综合平台。ERP 现在共有 933 个成员公司, 为 29 个国家提供商家与商家、商家与消费者等模式中的废物回收处理服务。

## 8. 政策建议

### 8.1 结论与建议

近十年来, 中国电子产业的快速增长对中国 GDP 的增长、就业等起着重要的作用。同样的, 电子产业发展也为今后中国经济长期的可持续发展提供了关键起点。然而, 当前电子产业的迅速发展的同时, 加剧了对社会和环境产生的影响。

中国电子产业面临的主要社会和环境挑战贯穿于电子产品的生产、使用、废弃过程。就全球而言, 主要面临的长期挑战在使用和供应链的末端一报废过程主要的环境影响, 这些重要环境影响归纳如下:

- 生产过程
  - 不可再生资源的使用及损耗
  - 用于原料提取和制造过程的大量能量消耗
  - 制造中带来的重金属和化学污染
- 使用过程
  - 产品使用过程中的能量消耗
- 废物管理阶段
  - 拆解过程造成的重金属和化合物污染
  - 由于不恰当的处理处置带来的重金属及化合物污染

对社会造成的主要负面影响与对环境造成的影响是密切相关的, 主要出现在电子产品的生产和报废阶段。

- 生产阶段
  - 元器件生产过程中的不合理化学品管理对职业健康安全产生的影响。
  - 元器件生产中的不合理的化学品管理对公众健康和安全的影
- 报废阶段
  - 拆解过程中不合理的化学品管理对职业健康安全产生的影响。
  - 拆解过程中不合理的化学品管理对公众健康和安全的影

对于国际化的供应链, 在影响程度上存在地区差别。很明显, 中国是电子产品产量最大的国家, 而电子废物最大的影响也在中国境内。这是由增长的电子产品制造、使用、报废过程、庞大的国内电子产品消费场所导致的。然而, 并不是单地说使用过程对环境的影响最大, 同样地, 超过 50% 的电子产品出口到别的国家, 随之的电子废物在不断增长。

对于中国甚至各国的政策制定者来说, 他们面临的挑战是: 如何识别 (获得) 有效的激

---

励机制来刺激以上措施的推广应用，而并不危害经济所保持高增长的态势。从根本来说，任何政策措施的制定和实施必须依照当前的市场结构框架，这样才能够使其顺利开展和推进。以下是我们针对当前电子产业所面临的社会和环境的挑战，并基于政策调控和市场推进管理优化两个方面，提出的一系列的建议。

尽管中国政府已颁布了许多规章制度以确保电子产业供应链的正常功能，使之不影响国家经济发展。国家调控为电子产品企业竞争提出了基本要求，例如，制定了严格的政策措施来确保政府在中国环境和能源政策的指导下，对电子产品的制造、处置和使用各阶段进行行之有效的管理。但为了适应由电子产品行业市场和新技术发展引起的变化，需要与时俱进，不断改革改善。中国政府已对这个挑战做出了一些回应，包括已经颁布了几部关于电子产品方面的法规。然而，电子行业在生产、使用、末端管理等供应链各个阶段快速发展过程中，现有的国家政策、法规体制无法对该行业进行有效管理，并促进其可持续发展。基于此，通过本项目的研究，提出了以下多方面的建议。

总体上，通过对社会和环境影响因素调查，得出了 3 个方面的重要结论，可以为促进电子产品可持续发展方面的政策制定提供依据。

- (1) 国家可持续的电子产品产业增长战略。
- (2) 国家电子废物管理战略。
- (3) 电子废物越境转移和处理处置的国际行动方案。

---

## 建议

### ■ 建议 1

**制定国家电子产品可持续发展战略：**中国政府应该制定“国家电子产品可持续发展战略”，基于该战略，旨在通过扩大投资和技术革新加强电子产品设计和生产实践，促进一种电子产品“绿色”模式的经济增长方式。

中国政府已经制定了很明确的发展电子产品出口导向市场的战略。战略的一个部分是对电子产品生产商和相关企业给予税收优惠。在过去十年中国电子产业的飞速发展是政策优惠和市场需求共同作用的结果。产品生产中和电子废物供应链管理中采用财政激励不仅能够帮助中国强化在国际电子产品生产和回收处理领域的领先地位，也能够使中国成为绿色电子产品生产和回收的领导者。政府应该采取一定的财政措施来激励电子产业向环境友好型发展，应该把绿色电子产品生产作为政策和产业的战略目标。

#### 建议1.1

**加强电子产品生态设计立法：**中国政府应该在现有电子产品生态立法的基础上进一步延伸，并加强实施力度和保障。政府在出台这些法规过程中应该进一步细化，明确其中规定的指标和目标。通过对现有法规的调研和反馈，以促进下一阶段法规的制定和实施。

目前，现有的中国有关电子产品的法规和政策还只是个框架或原则性规定，并且缺乏有效的实施体系和必要人力物力保障。例如，自2002年以来，中国政府在许多法律法规中明确表示，有必要进行生态化设计。这些法律法规包括：《清洁生产促进法》（2002）、《电子信息产品污染控制管理办法》（2006）以及《废弃家用电器与电子产品污染防治技术政策》（2006）。但政府却没有同时提供任何配套的系统性指导来促使这些法规在电子产品生产部门得以实施。确立明确的下层机构体系，包括设立一个“国家生态设计研究所”，可以有效发挥现有法律制度的实质性杠杆作用。

#### 建议1.2

**政府财政支持生态设计和相关产品生产：**中国政府应该对执行国际生态设计认证标准的产品实行税费优惠政策。保税区（特别管理出口加工区）产业协会或联盟应该负责监督和实施这一政策，并促进可持续发展的电子产品生态设计和生产活动。

目前，与中国其他工业品生产15%~25%的税收相比，电子产品的国家综合税收估计接近3.2%。中国政府可以通过对经检验和认证的环境友好电子产品设计及其生产过程（例如，符合最好的产品生产标准），进行直接财政税收政策优惠，引导投资和创新向绿色产品方向发展。

#### 建议1.3

**在产品生态设计上加大投资：**中国政府应该建立基金，以长期支持生态设计的研究和

---

开发工作。国家政府可支持建设“电子产品生态设计研究中心”。

除了一般的资金支持，中国政府应该支持建设“国家生态设计研究中心”，旨在不断促进电子产品的生态设计和革新。为了使得生态设计和实践得到广泛和深入开展，中国政府应该建立基金促进具有资质的私营企业参与其中。

#### **建议1.4**

**开拓和促进生态（设计）产品市场：加强能效标识制度，扩大其在电子产品行业的应用范围，并且使之与国际能效标识体系相一致。**

电子产品使用阶段会产生较大的环境影响。2005年建立的能效标识制度可以通过消费者的购买行为和政策制定者选择性推动能源效率的提高，同时提供了一种将市场和公共政策目标相结合的机制。然而，目前仅有一些白色家电使用能效标识，且还没有更广泛的加以推广。因此，有必要在更大的范围内推广能效标识制度，并且全面公开标识。另外，基于提高效率和国际市场的需求，应该努力使中国的能效标志和国际能效标识体系形成统一。

#### **建议1.5**

**建立和促进优化产品市场：倡导环境标志产品政策，通过制定相关标准并确定指标，扩大该项政策的影响范围和深度。**

中国政府是电子产品最大的独立消费者，因此对通过刺激市场推动环境友好产品市场的发展起着重要作用。当前的政策要求政府优先采购有绿色标识的产品但是并没有一个制度保证政府愿意这样做并且来保证这一目标的实现。政府应该在尽可能大的范围内采购满足生态设计和节能要求的产品。作为对政府义务采购生态产品的一种补充，应该建立一套全面的系统来监控政府的（包括电子产品）采购。

### **■ 建议 2**

**国家电子废物战略：中国政府应该基于现有政府法规，进一步加强电子废物回收和处理的管理力度，明确废物回收和处理的相关责任。同时加强立法，填补现有立法中存在的法律空白。**

近年来，中国政府采取了一系列的措施来管理和限制由农村地区回收处理电子废物和外国进口电子废物带来的环境和社会影响。现行有关电子废物管理的规章制度已经明确规定，各部门应根据所授权和职能承担相应的职责，但没能较好地依照相关计划或战略规划进行开展工作<sup>46</sup>。此外，中国缺乏宏观层面上的有关国内生产和国外进口电子废物的最新准确数据信息，这样会导致立法缺乏重点、电子废物管理弱化<sup>47</sup>，以及导致所有有关污染控制的定义

---

<sup>46</sup> 中国涉及到电子废物环境管理的部门，包括发改委、科技部、信息产业部、商务部、环保总局、国家质检总局、海关总署。

<sup>47</sup> 请参考《电子信息产品污染控制管理办法》(信息产业部)。

---

与上位法不一致<sup>48</sup>。为了提高工作效率，在全国范围内付诸实际行动，并达到所需的规模效应，政府应该针对电子废物管理采取普遍的跨部门战略和实施计划。下面是与国家电子废物战略实施相关联的各项建议：

### **建议2.1**

**中国政府应该推动并支持电子废物管理在法律法规框架的构建，确定电子废物回收处理的各个利益方，明确各自的权限、责任和义务。例如：与电子产品行业相关的电子产品制造商、进口商、销售商、消费者；以及电子废物收集者、拆解者和回收利用者。**近年来，中国政府制定了一系列的法规措施来控制在部分地区日益增长的电子废物问题。地方政府也相继出台各种法律法规，但是这些法律法规缺乏可操作性，涉及电子废物回收和处理的各种利益方责任不明确，因而急需对现有法规进行调整并进一步加强，确定电子废物得到有效管理和处置。

### **建议2.2**

**中国政府应该建立一套完善的资金保障体制，以便对电子废物进行长期、高效地环境无害化管理。**

“绿箱计划”最初是由手机产业生产商在2005年建立的，已经从最初的10个城市扩展到现在的36个参与城市。这一计划的快速发展证明由产业界主导电子产业的一些活动特别是回收和处置电子产品，更为普遍和有效。中国政府应该在“绿箱计划”成功经验的基础上探索一种由产业界引导的多种电子产品废物回收计划。

### **建议2.3**

**实施电子废物处理质量保障计划：中国政府应该制定并实施电子废物处理质量保障计划。该项计划包括建立国际化的电子废物收集和处置标准体系，以便对相关企业实施许可和审核。从业许可必须具备安全和环保保护的电子废物处理处置活动资质。**

目前，中国的电子废物收集及拆解系统非常完善，并成为非正规经济中的一部分。现在，电子废物被个体电子废物收集者收集，然后被送往另外的废品站和拆解中心。虽然这个体系提供了一个相对有效的电子废物的收集与处理方法，但是目前还处于完全无监控状态，并且操作过程有大量不合法回收处理现象存在。建立个体电子废物收集者和拆解者的营业许可证制度，能让政府掌控个体户形式废品收集作业的框架，使得它得到更有效的监控和执行，同时又不影响该行业的效率，并且尚未深刻影响到以此为生计的劳动者生存状况。

### **建议2.4**

**建立具有可操作性关于电子废物及其零部件进口的相关管理规定。中国政府应该建立**

---

<sup>48</sup> 请参考《废弃家用电器与电子产品污染防治技术政策》(国家环保总局)。

---

一套完善的电子废物进口鉴别体系。该项体系包括对海关执法人员的技术指导和培训，中国政府应该重新修订有关允许进口和禁止进口电子废物的相关规定和清单，进一步明确这些废物类别和危害特性。

目前，中国有关法律法规明确禁止进口电子废物。然而，电子废物的界定太过宽泛，使之对环境并没有产生效益。例如，CRT显示器中的显像管玻璃，如果以合理的方式进口，能减少新材料的消耗，从而较大地减少CRT电视机和计算机CRT显示器对环境的影响，但这在中国现行的法律框架下是绝对不允许的。同时，包含阻燃剂的塑料外壳（来自电子产品）的进口并不算在“电子废物”里面，因此允许进口到中国，虽然大家都知道阻燃剂会损害人体健康。一系列更具针对性的规定和指导方针能帮助海关官员，贸易商以及废物管理者更有效地在全球层面上有效实施电子产品回收利用，同时减少含有某些危险部件电子废物所带来的危害。政府必须建立一套完善的具有可操作性的进口电子废物国家指导政策。这就需要在禁令及相关的解释性条款实施过程中，用附加的技术政策支持来协助海关官员。<sup>49</sup>

### **建议 2.5**

#### **建立国家层次上国内电子废物和进口电子废物产生源和数量调查系统。**

管理部门和政策制定者在制定和实施可操作性的电子废物有关政策时，所面临的最基本的问题是缺乏有关电子废物数量及产生源的确切数量。在国家层次上实施更具有可操作的电子废物管理规定的基于要素就是建立一个国家公共数据库，用以收集电子废物产生和分布的信息。要使这些收集的信息准确可靠，很可能需要在非正规电子废物生产点建立监控措施（参加建议2.3）。

### **■ 建议 3**

#### **建立可持续的电子废物管理国际行动计划：中国政府应该会同各国以及国际组织建立一套全球性及区域性的电子废物越境转移和处置责任体系。**

于1989年颁布的《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》的实施，是为了禁止在经济和环境利益驱动下发达国家向发展中国家倾倒危险废物。《巴塞尔公约》有169个缔约国，旨在通过公约禁止危险废物的越境转移，包括有毒有害电子废物。尽管自2002年以来，中国禁止进口电子废物，但是仍有将近150~300万吨电子废物通过走私等违法途径，被源源不断地运送到中国，并且缺乏监管。随之而给中国政府带来的挑战之一：就是如何通过加强和国际间的合作与交流，制定统一的标准和相关认可的法律法规，控制电子废物的越境转移。另一个挑战，就是巴塞尔公约的自身不完善（例如，并非世界上所有的国家都参加了巴塞尔

---

<sup>49</sup> 依据海关部门和检验检疫部门的相关规定，检验检疫官员在边境处无权对海关尚未检验的物品进行检查，但是废物进口法规规定其在海关检验之前，这样就会由于管理程序上的问题，使得废物的进口有机可乘。此外，中国刑法对走私方面惩罚措施不明确，同时也不够严厉。



---

公约组织，这些国家的责任就无法明确）。持续发生的危害电子废物非法越境转移倾倒，不仅是对中国本地居民和环境造成了严重威胁，同时也是一种全球化的环境问题。中国政府应该发挥主导作用，促进制定清晰、标准的可持续电子废物管理和处理处置体系。

### **建议3.1**

**国际间的相互对话与合作：**中国政府应该协同联合国环境规划署、巴塞尔公约秘书处，共同组织召开国际会议，在基于巴塞尔公约条文和准则的范围内，探讨解决电子废物越境转移和处理处置的有效办法。

尽管中国国内法规以及由169个国家签署的巴塞尔公约都禁止向中国禁止进口有毒有害电子废物，但是大量的电子废物还是经过不同的方式和手段运往中国。虽然很多进口是由于各国法律法规体系有所差别（例如，美国并不属于巴塞尔公约缔约国，一些进入中国的电子废物产品名称与有关法规也有所不同），但是，绝大部分电子废物是由于进口管理不善、走私、行贿所致。各国有关电子废物的法律法规执行不力以及相互之间缺乏合作与联系也是电子废物走私越境的根源之一。为了杜绝电子废物越境转移倾倒，中国政府必须与联合国环境规划署、巴塞尔公约秘书处共同协作，组织召开国际会议，在基于巴塞尔公约条文和准则的范围内，探讨解决电子废物越境转移和处理处置的有效办法。

### **建议3.2**

**制定电子废物处理国际性标准：**为了促进电子废物的有效管理，中国政府应该与相关国际组织，共同探索制定电子废物无害化管理的国际性统一标准。

缔约方第六次和第八次会议举行了高层的圆桌会谈，缔约方充分意识到废弃电子产品环境无害化管理的重要性，但同时也认识到，没有统一的定义范围，难以在全球范围内推进电子废物的无害化管理<sup>50</sup>。通过制定与巴塞尔公约条件下的标准体系建立明确的环境无害化管理目标，中国政府应该借助《巴塞尔公约》的有关规定，促进电子废物的无害化管理，并推动电子废物市场的规范化和高效管理。考虑到中国目前在电子废物回收处理过程中面临的挑战，中国有能力在推进这一进程中担当主导者。

### **建议3.3**

**与电子产品有关立法相一致：**中国政府应该建立一套切实可行的电子产品及电子废物环境管理法案，以便使其在制定和实施“电子废物法”和“关于在电子产品中限制某些有害物质（RoHS）”行之有效，减少依法成本并促进整个产品的稳定发展。

中国电子产品的所有主要市场以及其它一些市场都采取了一定措施来控制电子产品污

---

<sup>50</sup> 目前，关于《巴塞尔公约》的规则制度已经在1995年实施的巴塞尔修正议案中进行了规定。其旨在禁止危险废物从欧盟和OECD国家向其他缔约方国家转移。其中对于电子废物的越境转移和处置缺乏统一的界定和行之有效管理办法。

---

染。欧盟和日本关于WEEE的指令最为严格，强制性回收电子产品，并且限制相关市场上销售的电子产品中危险物质的使用。尽管加拿大和美国联邦层面电子产品法令较为宽松，但是各省或州和欧洲的相关规定相差无几。欧盟，日本，美国和加拿大以及其它一些市场关于电子产品有着不同的法律和管理规定，这给中国制造商带来了严峻的挑战。欧盟关于电子产品的主要指令，被其成员国转化成25种语言版本的管理体系，为了满足各个市场的准入要求，中国制造商必须增加生产成本，急需简化和协调各种标准并形成统一的评价指标。

考虑到大多数的电子产品法令都是为了达到同样的基本目标，因此理论上各个国家可以建立起互相承认的标准。为了推动这一进程，中国政府需要会同国际化组织探索出能够把不同国家标准统一起来并达成一致的方法和程序，建立一个规范生产和交易的通行准则。

#### **建议3.4**

**全球企业伙伴关系：与企业开展广泛合作，例如，手机伙伴计划（MPPI）、全球电子废物再循环知识合作体系、全球电脑翻新和再循环合作体系、解决电子废物问题：多途径合作计划，以此来解决电子废物问题。中国政府与联合国环境规划署相互协作，通过相关多方参与计划，要求产品供应链各环节监督和管理电子废物进出口的相关行动。**

电子产品及其供应链的复杂性要求供应链的各个环节要在这一动态生产过程中进行有效的整合。同时，企业间在可持续发展上的合作可以把研发和投资的负担分担到整个行业。

不同的利益相关者和公司相互配合，以及供应链各环节相互制约，这样才能够有效推进这一进程。目前，这些行动计划包括：手机伙伴计划（MPPI）、全球电子废物再循环知识合作体系、全球电脑翻新和再循环合作体系、解决电子废物问题：多途径合作计划。目前这些行动计划仍然是自发组织，缺乏经济扶持，难以发挥很大的作用。中国政府，必须基于现已开展的各种伙伴计划，协同各参与企业和组织，建立一个国际化的伙伴关系，旨在禁止电子废物向中国的转移和倾倒，这些伙伴关系同时也可以明确电子废物越境转移和管理的各自责任方（参见结论部分建议3.2）。

---

## 参考文献

- Auswärtiges Amt (AA). (2005, May 31). *Bericht des Generalkonsulats Kanton vom 31.05.2005 zur Sonderwirtschaftszone Shenzhen*. Report of the Consulate General of the Federal Republic of Germany in Guangzhou on the Shenzhen Special Economic Zone.
- Alpermann, B. (2004). Dimensionen sozialer Probleme in der VR China – regionale und sektorale Facetten. In Kupfer, K. (Ed.): *“Sprengstoff China?” Dimensionen sozialer Herausforderungen in der Volksrepublik*. Essen: Schriftenreihe des Asienhauses, No. 17.
- BCRC (2005). *Investigation on E-waste import and soundly environmental management in China*. Beijing, Regional Center for Basel Convention: BCRC.
- Bridgen, K., Labunska, I., Santillo, D. and Allsopp, M. (2005). *Recycling of electronic waste in China and India: Workplace and environmental contamination*. Amsterdam: Greenpeace International.
- Bridgen, K., Labunska, I., Santillo, D. and Walters, A. (2007). *Cutting edge contamination: A study of environmental pollution during the manufacturing of electronic products*. Amsterdam: Greenpeace International.
- Catholic Fund for Overseas Development (CAFOD). (2003). *Clean up your computer: Working conditions in the electronic sector*. London: CAFOD.
- Chan, A. (2006, October 12). *Made in China: Wal-Mart unions*. Retrieved March 21, 2007 from YaleGlobal: <http://yaleglobal.yale.edu/display.article?id=8283>. Center, N. I. (2005). *Month Report for Traffic and Transportation in China*.
- Cheung, D. and Welford, R. (2005). Is child labour on the increase in China? *CSR Asia Weekly*, 1(45).
- China Labour Bulletin. (2005, April 22). More than 10,000 striking workers at Japanese-invested Wal-Mart supplier firm in Shenzhen demand right to set up their own trade union.
- China Labour Action Express*, 55. Retrieved October 28, 2008 from: [www.china-labour.org.hk/en/node/8499](http://www.china-labour.org.hk/en/node/8499).
- China Labour Bulletin. (2006, May 30). *Survey report on child labour in China*. Retrieved June 1, 2006 from: [www.china-labour.org.hk/public/contents/article?revision%5fid=38181&item%5fid=38180](http://www.china-labour.org.hk/public/contents/article?revision%5fid=38181&item%5fid=38180).
- China Post. (2007). *Union set up in Foxconn plant in southern China*. Retrieved March 21, 2007 from: [www.chinapost.com.tw/news/archives/business/200713/99059.htm](http://www.chinapost.com.tw/news/archives/business/200713/99059.htm).

- 
- Choi, B.-C., H.-S. Shin, H.-S., Lee, S.-Y. and Hur, T. (2006). Life cycle assessment of a personal computer and its effective recycling rate. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(2), 122–128.
- Cody, E. (2005, August 10). China grows more wary over rash of protests. *Washington Post*.
- Custom, C. (2005). *Trade Statistics of P.R. China 2005*. Beijing.
- Custom, C. (2006). *Trade Statistics of P.R. China 2006*. Beijing.
- Deng, W. J., Louie, P. K. K. et al. (2006). Atmospheric levels and cytotoxicity of PAHs and heavy metals in TSP and PM<sub>2.5</sub> at an electronic waste recycling site in southeast China. *Atmospheric Environment*, 40(36), 6945–6955.
- Display. (2007). *Display search*. Retrieved August 2, 2007 from: [www.displaysearch.com](http://www.displaysearch.com).
- Duan, H. and Eugster, M. (2007). *Employment analysis of WEEE recycling and disposal in China*. Internal working paper of EMPA. St. Gallen: EMPA.
- Materials Science and Technology Research Institute (EMPA). (2007). *E-Waste Guide*. Retrieved October 28, 2008 from: <http://ewasteguide.info>.
- Eugster, M. and Fu, H. (2004). *E-waste assessment in P.R. China: A case study in Beijing*. Swiss e-Waste Programme. St. Gallen: EMPA - Materials Science and Technology.
- Foreign Investment Advisory Service (FIAS). (2007). *Corporate social responsibility in China's information and communications technology (ICT) sector*. UNEP.
- Forum. (2007). *WEEE Forum*. Retrieved July 30, 2007 from: [www.weee-forum.org](http://www.weee-forum.org).
- Frost, S. (2005). China view: A roundup of stories making the Chinese press last week. *CSR Asia Weekly*, 1(20).
- Frost, S. (2006a, March 30). Gold Peak, cadmium and “grey babies.” Retrieved May 18, 2006 from: [www.csr-asia.com/index.php?p=6098](http://www.csr-asia.com/index.php?p=6098).
- Frost, S. (2006b). China view: A roundup of stories making the Chinese press last week. *CSR Asia Weekly*, 2(17).
- Frost, S. (2006c): Is land acquisition a supply chain issue? *CSR-Asia Weekly*, 2(13).
- Goedkoop, M. and Spriensma, R. (2000). *Eco-indicator 99: A damage orientated method for life cycle impact assessment*. Methodology Report. Amersfoort: PRé Consultants.

---

Grießhammer, R., Buchert, M., Gensch, C.-O., Hochfeld, C., Manhart, A. and Rüdener, I. (2007). *PROSA – Product Sustainability Assessment*. Freiburg: PROSA.

GWMR (2005). *Waste electrical and electronic equipment (WEEE): Innovating novel recovery and recycling technologies in Japan*. G. W. M. Report.

Handfield, R. B., Ragatz, G. L., Petersen, K. J. and Monczka, R. M. (2002). Involving suppliers in new product development. *California Management Review*, 42(1), 59–82.

Hayes, K. and Burge, R. (2003). *Coltan mining in the Democratic Republic of Congo: How tantalum-using industries can commit to the reconstruction of the DRC*. Cambridge: Flora & Fauna International.

He, W., Li, G. et al. (2006). WEEE recovery strategies next term and the WEEE treatment status in China. *Journal of Hazardous Materials*, 136(3), 502–512.

Hess, W. (2007). Critical Eye on Guangdong: China's powerhouse shows its soft underbelly. Retrieved March 29, 2007 from China Business Review: [www.chinabusinessreview.com/public/0703/criticaleye.html](http://www.chinabusinessreview.com/public/0703/criticaleye.html).

Hicks, C., Dietmar, R. and Eugster, M. (2005). The recycling and disposal of electrical and electronic waste in China: Legislative and market responses. *Environmental Impact Assessment Review*, 25(5), 459–471.

Hikwama, B. P. (2005). *Life cycle assessment of a personal computer*. Faculty of Engineering and Surveying. Southern Queensland: University of Southern Queensland.

Hischier, R., Wäger, P. et al. (2005). Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective? The environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 525–539.

Huang, P., Zhang, X. et al. (2006). Survey and analysis of public environmental awareness and performance in Ningbo, China: A case study on household electrical and electronic equipment. *Journal of Cleaner Production*, 14(18), 1635–1643.

Huo, X., Peng, L., Xu, X., Zheng, L., Qiu, B., Qi, Z., Zhang, B., Han, D. and Piao, Z. (2007). Elevated blood lead levels of children in Guiyu, an electronic waste recycling town in China. *Environmental Health Perspectives*, 115(7). Retrieved October 28, 2008 from: <http://www.ehponline.org/members/2007/9697/9697.html>.

IDC. (2007). *IDC market intelligence*. Retrieved August 2, 2007 from: [www.idc.com](http://www.idc.com).

- 
- International Labour Organization (ILO). (2007). *The production of electronic components for the ICT industries: Changing labour force requirements in a global economy*. Report prepared for discussion at the Tripartite Meeting on the Production of Electronic Components for the ICT industries: Changing Labour Force Requirements in a Global Economy. Geneva.
- Jinhui, L., Baoguo, T., Tongzhou, L., Hao, L., Xuefeng, W. and Shun'ichi, H. (2006). Status quo of e-waste management in mainland China. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 8, 13–20.
- LaDou, J. (2006). Occupational health in the semiconductor industry. In Smith, T., Sonnenfeld, D. A. and Pellow, D. N. (Eds.), *Challenging the Chip: Labour rights and environmental justice in the global electronics industry* (pp. 31–42). Philadelphia: Temple University Press.
- Leong, A. and Pandita, S. (2006). Made in China: Electronic workers in the world's fastest growing economy. In Smith, T., Sonnenfeld, D. A., Pellow, D. N. (Eds.). *Challenging the Chip. Labour rights and environmental justice in the global electronics industry* (pp. 55–69). Philadelphia: Temple University Press.
- Leung, A., Wei Cai, Z. et al. (2006). Environmental contamination from electronic waste recycling at Guiyu, Southeast China. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 8, 21–33.
- Leung, A. O. W., Luksemburg, W. J. et al. (2007). Spatial distribution of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in Soil and Combusted Residue at Guiyu, an Electronic Waste Recycling Site in Southeast China. *Environmental Science and Technology*, 41(8), 2730–2737.
- Liu, C. (2005). Occupational diseases in China: The hidden blight. *CSR Asia Weekly*, 1(20).
- Luo, Q., Cai, Z. W. et al. (2007). Polybrominated diphenyl ethers in fish and sediment from river polluted by electronic waste. *Science of The Total Environment*, 383(1–3), 115–127.
- Liu, X., Tanaka, M. et al. (2006). Electrical and electronic waste management in China: Progress and the barriers to overcome. *Waste Management Research*, 24(1), 92–101.
- Luo, Q., Wong, M. et al. (2007). Determination of polybrominated diphenyl ethers in freshwater fishes from a river polluted by e-wastes. *Talanta*, 72(5), 1644–1649.
- Maass, H. (2006, August 15). Neue Stimmen in den Billig-Fabriken. *Badische Zeitung*.
- Manhart, A. and Griebhammer, R. (2006). Social impacts of the production of notebook PCs: Contribution to the development of a Product Sustainability Assessment (PROSA). Freiburg.
- Maskus, K. E., Dougherty, S. M. and Mertha, A. (2005). Intellectual property rights and economic development in China. In Fink, C. & Maskus, K. E. (Eds.), *Intellectual property and development: Lessons from recent economic research* (pp.295–332). Washington: IBRD/World Bank.

- 
- Messner, D. and Humphrey, J. (2006). Self-serving giants in a multipolar world. *D+C*, 5
- Nationmaster. (2007). Nationmaster.com. Retrieved August 2, 2007 from: [www.nationmaster.com](http://www.nationmaster.com).
- National Bureau of Statistics of China (NBSC). (2005). *China Statistical Yearbook 2005*. Beijing:
- NBSC. National Bureau of Statistics of China (NBSC). (2006). *China Statistical Yearbook 2006*. Beijing: NBSC.
- Pecht, M. (2007). *China's electronics industry: The definitive guide for companies and policy makers with interests in China*. Norwich, U. S.: William Andrew Publishing.
- Ping, H. and Shaohua, Z. (2005). *Internal migration in China: Linking it to development*. Paper prepared for the Regional Conference on Migration and Development in Asia. Lanzhou, China, 14-16 March 2005.
- PRé Consultants. (1999). SIMAPRO 7.0. P. C. Amersfoort, The Netherlands PRé Consultants.
- Puckett, J. and Smith, T. (Eds.) (2002). *Exporting harm: The high-tech trashing of Asia*. Basel Action Network & Silicon Valley Toxics Coalition. Seattle.
- PricewaterhouseCoopers (PwC). (2004). *China's impact on the semiconductor Industry*. PwC
- PricewaterhouseCoopers (PwC). (2007). *China's Impact on the Semiconductor Industry* (2006 update). PwC.
- Qifai, H., Qi, W., Lu, D., Beidou, X. and Binyan, Z. (2006). The current situation of solid waste management in China. *Journal of Material Cycles and Management*, 8, 63–69.
- Qu, W., Bi, X. et al. (2007). Exposure to polybrominated diphenyl ethers among workers at an electronic waste dismantling region in Guangdong, China. *Environment International*, 33(8), 1029–1034.
- Rochat, D., Hagelüken, C., Keller, M. and Widmer, R. (2007). *Optimal recycling for printed wiring boards (PWBs) in India: Recovery of materials and energy for resource efficiency*. Davos, Switzerland: Umicore.
- Scharnhorst, W., Hilty L. M. et al. (2006). Life cycle assessment of second generation (2G) and third generation (3G) mobile phone networks. *Environmental International*.
- Students and Scholars against Corporate Misbehaviour (SACOM). (2006). *An investigative report on labor conditions of the ICT industry: Making computers in South China*. Hong Kong: SACOM.

---

Schipper, I. and de Haan, E. (2005). *CSR issues in the ICT hardware manufacturing sector*. SOMO ICT Sector Report. Amsterdam.

Swiss Foundation for Waste Management (SENS). (2007). Annual Report 2006. Zurich, Switzerland: SENS.

SEPA (1999). *Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework*. S. E. P. o. Administration. GB/T 24042-1999.

SEPA (2000). *Environmental management—Life cycle assessment—Goal and scope definition and inventory analysis*. S. E. P. o. Administration. GB/T 24042-2000.

SEPA (2002). *Environmental management—Life cycle assessment—Life cycle impact assessment*. S. E. P. o. Administration. GB/T 24042-2000.

SEPA (2003). *Environmental management—Life cycle assessment—Interpretation*. S. E. P. o. Administration. GB/T 24042-2003.

Seungdo, K., Taeyeon, H. and Overcash M. (2001). Life cycle assessment: Study of color computer monitor. *International Journal of Life Cycle Assessment* 6(1), 35–43.

Steiner, S. (2004). Risk assessment of e-waste burning in Delhi, India. Zurich & St. Gallen, Switzerland: Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Materials Science and Technology Research Institute (Empa).

Sun Yat-sen University (Anthropology) and Greenpeace China. (2003). *Anthropological report on electronic waste disposal industry in Guiyu*. Shantou, China.

Süddeutsche Zeitung (SZ). (2007, February 7). China hängt die USA ab. Schon 2008 avanciert das Land zum Export-Weltmeister. *Süddeutsche Zeitung*.

Tekawa, M., Miyamoto, S. et al. (1997). Life cycle assessment: An approach to environmentally friendly PCs. U. S.: IEEE.

Terazono, A., Murakami, S., Aba, N., Inanc, B., Moriguchi, Y., Sakai, S. et al. (2006). Current status and research on E-waste issues in Asia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 8, 1–12. Transparency International (TI). (2002). *Transparency International Bribe Payers Index 2002*. Retrieved March 29, 2007 from: [www.transparency.org/policy\\_research/surveys\\_indices/bpi/bpi\\_2002/complete\\_report\\_bpi\\_2002](http://www.transparency.org/policy_research/surveys_indices/bpi/bpi_2002/complete_report_bpi_2002)

Tong, X. and Wang, J. (2004). Transnational flows of E-waste and spatial patterns of recycling in China. *Eurasian Geography and Economics*, 45(8), 608–621.



- 
- Torres, G. (2005, June 21) *ECS factory tour in Shenzhen, China*. Retrieved October 13, 2005 from Hardware Secrets: [www.hardwaresecrets.com/printpage/169](http://www.hardwaresecrets.com/printpage/169).
- UBS Global Asset Management. (2005). Arbeitsstandards in China. *SRI Newsletter*, 3.
- UNEP Life Cycle Initiative. (2006). *Feasibility study: Integration of social aspects into LCA*. UNEP.
- Wang, D., Cai, Z. et al. (2005). Determination of polybrominated diphenyl ethers in soil and sediment from an electronic waste recycling facility. *Chemosphere*, 60, 810–816.
- Weidenhamer, J. D. and Clement, M. L. (2007a). Widespread lead contamination of imported low-cost jewelry in the US. *Chemosphere*, 67(5), 961–965.
- Weidenhamer, J. D. and Clement, M. L. (2007b). Leaded electronic waste is a possible source material for lead-contaminated jewelry. *Chemosphere*, 69(7), 1111–1115.
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M. and Böni, H. (2005). Global perspective on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 436–458.
- Widmer, R., Eugster, M. and Streicher-Porte, M. (2007, April 24). *Social impacts of WEEE-recycling in China*. St. Gallen, Switzerland.
- Wilde, J. and de Haan, E. (2006). *The high cost of calling: Critical issues in the mobile phone industry*. Amsterdam: SOMO.
- Williams, E. D., Ayres, R. U. and Heller, M. (2002). The 1.7 kilogram microchip: Energy and material use in the production of semiconductor devices. *Environmental Science and Technology*, 36(24), 5504–5510.
- Willmann, K. (2006). Der Chemieunfall von Songhua und das Potenzial für soziale Proteste. *China Aktuell*, 1.
- Winkelmann, C. (2004). AIDS in China: Eine selbstgemachte Epidemie? In Kupfer, K. (Ed.): *"Sprengstoff in China?" Dimensionen sozialer Herausforderungen in der Volksrepublik*. Focus Asien. Essen: Schriftenreihe des Asienhauses.
- Wong, M. H. (2006, June 7). Sources, fates, and environmental and health effects of persistent toxic substances from e-waste recycling in Southeast China. Presentation prepared for the Sino Swiss Scientific Workshop, Dübendorf.
- Wong, C. S. C., Duzgoren-Aydin, N. S. et al. (2007). Evidence of excessive releases of metals from primitive e-waste processing in Guiyu, China. *Environmental Pollution*, 148(1), 62–72.

- 
- Wong, C. S. C., Wu, S. C. et al. (2007a). Trace metal contamination of sediments in an e-waste processing village in China. *Environmental Pollution*, 145(2), 434–442.
- World Trade Organisation (WTO). (2002): *International trade statistics 2002*. Geneva: WTO.
- World Trade Organisation (WTO). (2003): *International trade statistics 2003*. Geneva: WTO.
- World Trade Organisation (WTO). (2004): *International trade statistics 2004*. Geneva: WTO.
- World Trade Organisation (WTO). (2005): *International trade statistics 2005*. Geneva: WTO.
- World Trade Organisation (WTO). (2006): *International trade statistics 2006*. Geneva: WTO.
- Xianbing, L. and Masaru, T. Y. M. (2006). Electrical and electronic waste management in China: Progress and barriers to overcome. *Waste Management Research*, 24: 92–101.
- Xinhua News Agency. (2007, February 12). Eight dead in South China factory fire. Retrieved February 23, 2007 from: [www.china.org.cn/english/China/199847.htm](http://www.china.org.cn/english/China/199847.htm) .
- Yang, P. (2006). Rise of China and the cross-strait relations. *Tamkang Journal of International Affairs*, 9(4), 1–32.
- Yoshida, A. (2005). China: The world's largest recyclable waste importer. In Kojima, M. (Ed.), *International Trade of Recyclable Resources in Asia*. Chiba, Japan: IDE-JETRO.
- Yu, X. Z., Gao, Y. et al. (2006). Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils at Guiyu area of China, affected by recycling of electronic waste using primitive technologies. *Chemosphere*, 65(9), 1500–1509.
- Zhao, G., Xu, Y. et al. (2007). PCBs and OCPs in human milk and selected foods from Luqiao and Pingqiao in Zhejiang, China. *Science of the Total Environment*, 378, 281–292.
- Zhao, G., Xu, Y. et al. (2007). Prenatal exposures to persistent organic pollutants as measured in cord blood and meconium from three localities of Zhejiang, China. *Science of the Total Environment*, 377, 179–191.
- Zhongse Institute. (2002). *Impact analysis and forecasting on metal recycling in Yangtze River Delta*. Beijing: Beijing Zhongse Institute of Secondary Metals.