

国际电信联盟

**ITU-T**

国际电信联盟  
电信标准化部门

**L.1100**

(02/2012)

L系列：环境与ICT、气候变化、电子废物、节能；线缆和外部设备的其他组件的建设、安装和保护

---

## 信息和通信技术产品中稀有金属 回收利用规程

ITU T L.1100 建议书



# ITU-T L.1100 建议书

## 信息和通信技术产品中稀有金属回收利用规程

### 摘要

ITU-T L.1100 建议书用于规范信息和通信技术（ICT）产品中稀有金属回收利用规程，同时定义了ICT产品稀有金属回收信息流通的数据文本格式。

### 沿革

版本	建议书	批准日期	研究组	唯一ID*
1.0	ITU-T L.1100	2012-02-22	5	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11428">11.1002/1000/11428</a>

### 关键字

信息通信技术（ICT）产品、稀有金属、回收利用。

---

\* 欲查阅此建议书，请在网络浏览器的地址字段内输入URL <http://handle.itu.int/>，然后再输入该建议书的唯一ID，例如 <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>。

## 前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定 ITU-T 各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA 第 1 号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属 ITU-T 研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

## 注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

## 知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联尚未收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

国际电联 2017

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

## 目录

页码

1	范围 .....	1
2	参考文献 .....	1
3	定义 .....	1
	3.1 其他处定义的术语 .....	1
	3.2 本建议书定义的术语 .....	1
4	缩写和首字母缩略语 .....	1
5	一般约定 .....	2
6	信息和通信技术产业的稀有金属介绍 .....	2
	6.1 ICT产品中的稀有金属 .....	2
	6.2 稀有金属回收利用的重要性 .....	5
7	稀有金属的回收利用规程 .....	6
	7.1 加工阶段 .....	7
	7.2 收集阶段 .....	7
	7.3 回收阶段 .....	7
8	回收利用信息流通 .....	8
	8.1 提供回收利用信息的方法 .....	8
	附录I — 部分国家的稀有金属划分情况 .....	9
	附录II — 稀有金属回收信息流通的数据文本格式示例 .....	10



# ITU-T L.1100 建议书

## 信息和通信技术产品中稀有金属回收利用规程

### 1 范围

本建议书阐述了稀有金属回收利用的必要性和重要意义，描述了以下：

- 稀有金属回收利用的规程；和
- 信息通信技术（ICT）产品稀有金属回收利用过程中可用到的信息流通方法及数据文本格式示例。

### 2 参考文献

下文所列的ITU-T建议书和其它参考文献的条款构成本建议书的基本条款。截止出版时，建议书所引版本均为有效。需要指出的是，所有的建议书和其他参考文献均会得到修订，届时使用者应查证本建议书所用相关建议书或参考文献是否已有版本更新。当前有效的ITU-T建议书清单会定期出版。本建议书引用的文件虽各成一体，但不具备建议书的地位。

[ITU-T L.1400] ITU-T L.1400 建议书（2011年），《信息通信技术对环境影响的评估方法概述与基本通则》。

### 3 定义

#### 3.1 其他处定义的术语

本建议书使用其他处定义的术语：

##### 3.1.1 ITU-T L.1400 建议书定义的术语

- 信息通信技术产品。

#### 3.2 本建议书定义的术语

本建议书定义以下术语：

**城市矿山 urban mine:** 指在ICT产品生命期结束时的废品管理和回收利用阶段，废旧金属的收集（意在提取宝贵的稀有元素）。

### 4 缩写和首字母缩略语

本建议书采用下列缩写和首字母缩略语：

ICT	信息和通信技术
LED	发光二极管
PC	个人计算机
PCB	印刷电路板
RFID	射频识别

## 5 一般约定

本建议书中：

关键用语“可选”和“可以”表示该允许条件属可选项，不带任何建议意味，并非要求实施方案为网络运营商或服务提供商留有该项可以使用的选项或功能。相反，此类用语表明无论实施方案是否支持此项功能，其均符合规范要求。

## 6 信息通信技术产业的稀有金属介绍

人们已经意识到信息通信技术产业所引发的环境问题，电气电子产品的回收利用正日益受到广泛关注，目前关注焦点更多地放在手机、个人计算机和其他ICT产品中稀有金属的回收利用上，这也促进了稀有金属回收利用方法的相关研究。

### 6.1 ICT 产品中的稀有金属

稀有金属也被誉为“工业维他命”，在当今工业中的重要性已广为人知。目前，稀有金属早已成为现代工业的生命线，若不用它们，信息通信技术产业所依赖的元器件根本无法生产。图1给出了稀有金属在可再生能源生产中的使用情况。

稀有金属对获得高性能和强功能的ICT产品尤其重要，特别是图2列举的产品更是如此。典型的稀有金属有铟、铬、钨、钴、锰、钼、钒等。然而，因其地表存量低，矿藏提炼困难，加之用量激增，自2000年以来，稀有金属的全球市场价格已翻了一倍有余。

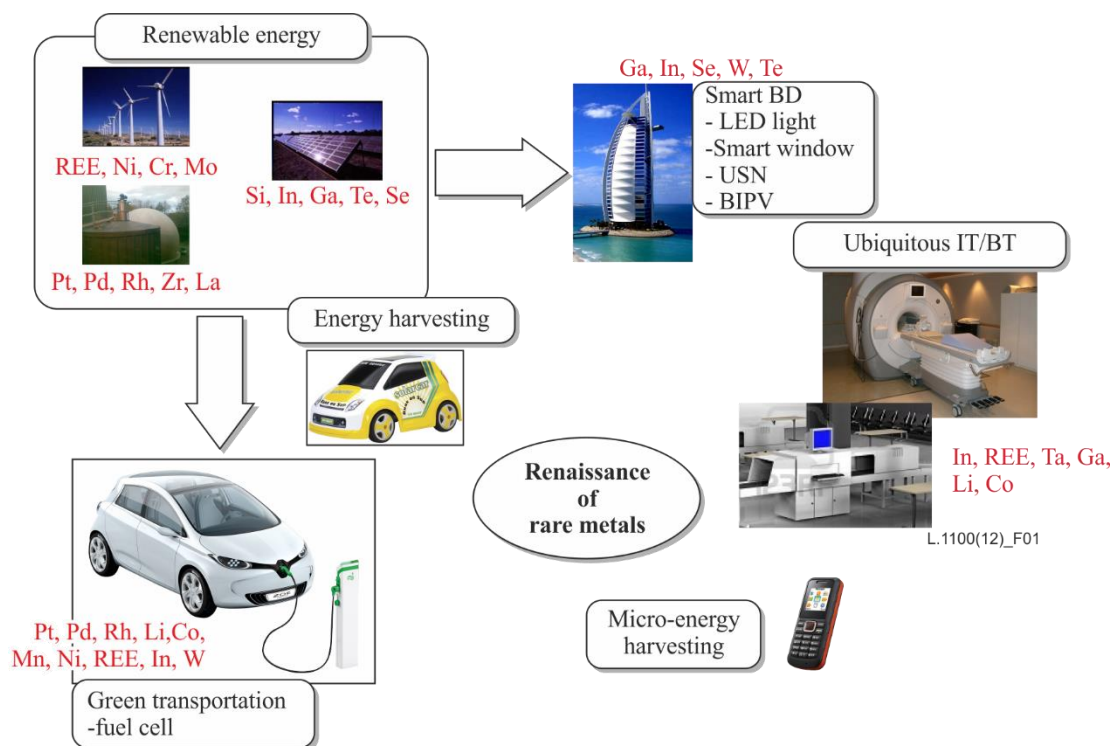


图1 — 稀有金属的工业用途和重要性



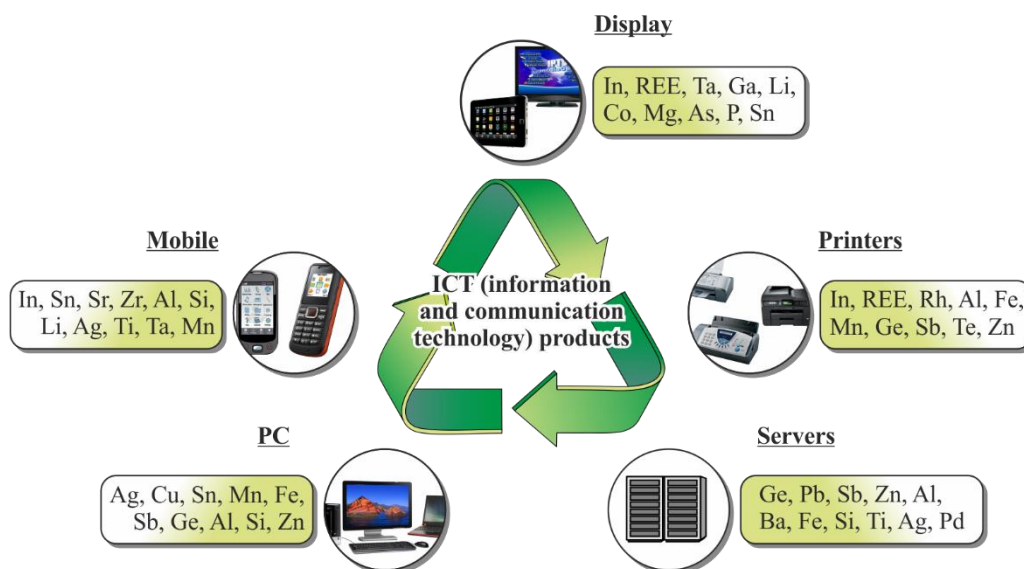


图2 — ICT产品常用的稀有金属

各国的工业体系和安全状况各不相同，对稀有金属的定义也不尽相同。附录I列举了部分国家对稀有金属的划分情况。为规范相关信息，各ICT产品组织或机构应对公认的稀有金属进行分类，见表1。附录 II 对选定的稀有金属给出了回收利用信息流通的数据文本格式。

表1 — 全球公认的稀有金属

类别	元素名称
碱土金属	锂Li、铈Ce、铍Be、锶Sr、钡Ba
类金属	锗Ge、铋Bi、硒Se、碲Te
第七主族（卤族）	钴Co
硼族	硼B、镓Ga、铟In、铊Tl、镉Cd
高熔点金属	钛Ti、锆Zr、铪Hf、钒V、铌Nb、钽Ta、铬Cr、钼Mo、钨W、锰Mn、铼Re
稀土元素	镧La、铈Ce、镨Pr、钕Nd、钷Pm、钐Sm、铕Eu、钆Gd、铽Tb、镝Dy、钬Ho、铒Er、铥Tm、镱Yb、镱Lu、钪Sc、钇Y
铂系元素	钌Ru、铑Rh、钯Pd、锇Os、铱Ir、铂Pt

诸如铟、钇、镓和砷等稀有金属既稀有，又在ICT产品（包括手机、个人计算机、显示器、触摸屏和LED照明等）中广泛使用。仅手机中就使用到钨、钛、钡、锆、砷、镓、铟和钽等20余种稀有金属。图3、图4分别列举了手机和 LCD 常用的稀有金属。

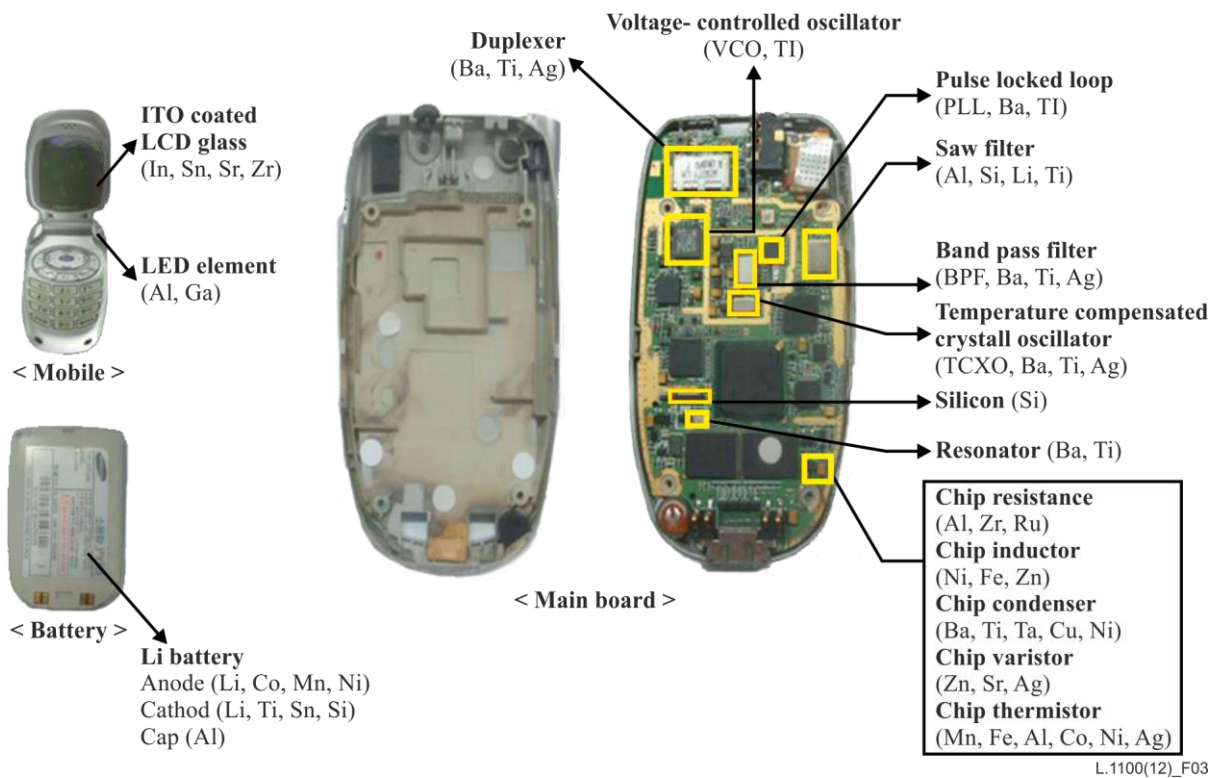


图3 — 手机中的稀有金属

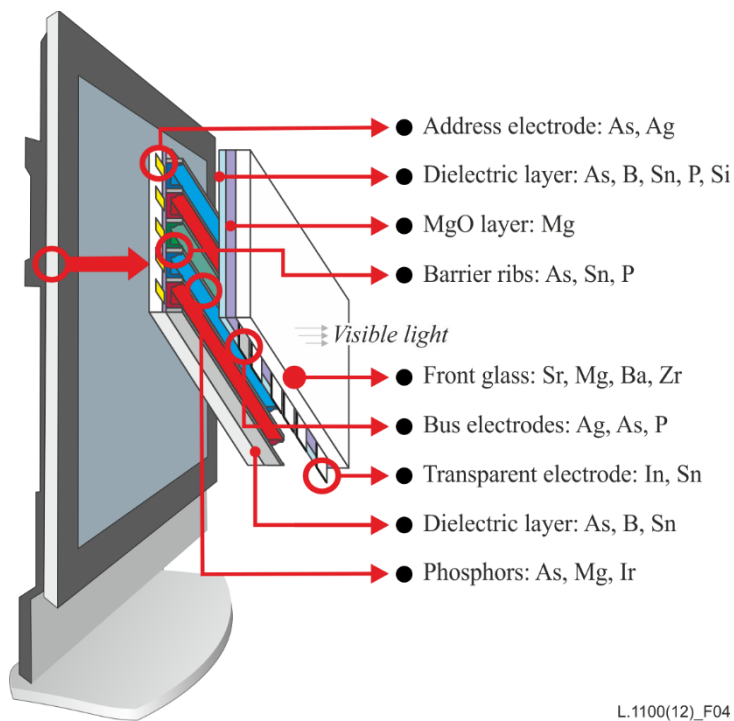


图4 — LCD液晶中的稀有金属

稀有金属不仅对现有的ICT产品至关重要，也是开启未来科技的关键，特别对于光伏电池板等可再生能源产品更是如此。图5给出了基于吸光材料的太阳能电池的大体分类。例如硅基太阳能电池，稀有金属主要用作掺杂元素和电极材料。另外，复合光伏器件市场规模大幅攀升，而稀有金属则是制造吸光材料的核心材料。

就工业发展而言，除了要考虑保证稀有金属稳定供给外，同样要关注其带来的环境问题。众所周知，CIGS（铜铟镓硒）及CdTe（碲化镉）等一些复合半导体近期即将停用，但如果缺乏必要的回收处理，将给全球环境带来极大压力。

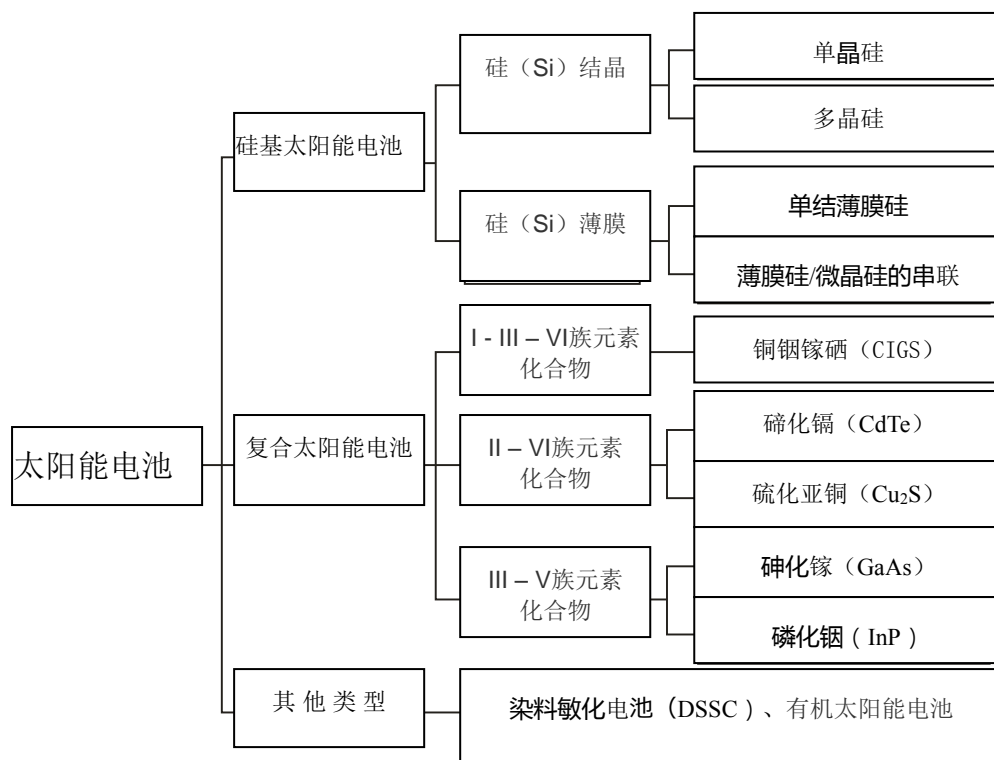


图5 — 太阳能电池分类

## 6.2 稀有金属回收利用的重要性

鉴于稀有金属短缺而用量激增的严峻形势，许多国家都在制定相关政策，通过开发海外资源、提高回收利用、研发替代材料、增加稀有金属应急存量、出口控制政策等确保稀有金属的稳定供应。这些国家认为稳定的稀有金属供给是保持和强化信息通信产业全球优势地位的基石。

而每年市场上淘汰的废旧ICT产品数千万之多。通过回收利用，ICT废弃物构成的城市矿山提供的贵重稀有金属总量极其可观，如图6所示。

以黄金为例，每一吨金矿石约可提取5克黄金。而同样在一吨废旧手机中，约可提取出400克黄金。类似的，一吨废旧PC机的印刷电路板等产品中约含有200克银、20克钯以及铜、锡、镍、铝、锌等等。

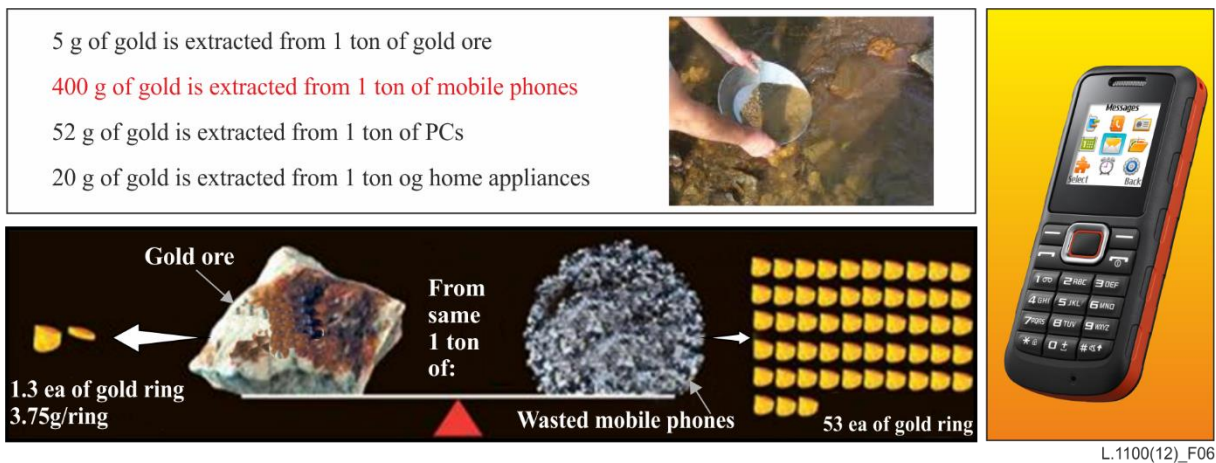


图6 — 城市矿山稀有金属开采效益示例

## 7 稀有金属的回收利用规程

以往的回收利用仅限于重复使用，而如今回收利用的概念已扩展至收集、分离和提取。图7是一个典型例子，图示了采用规范化稀有金属信息对ICT产品构成的城市矿山进行资源回收的工序流程。图中的每一步工作需要明确，以使各类稀有金属最终得以有效提炼。

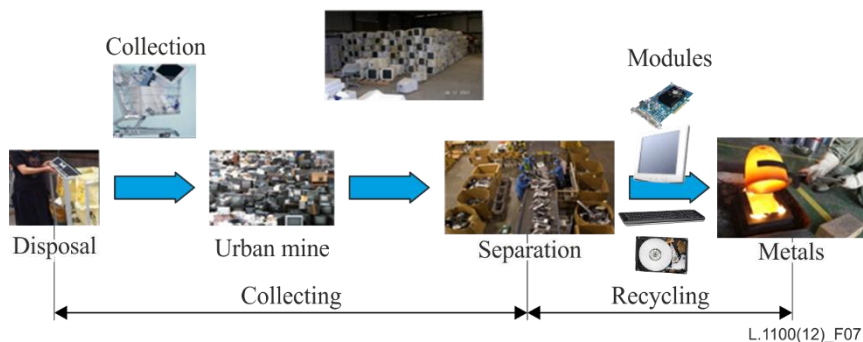


图7 — 城市矿山开采的典型示例

在传统的回收利用过程中，回收企业通常要从ICT产品制造商获取稀有金属的相关信息。这样一来，产品回收利用信息的管理责任就落在制造商上，其风险在于：若在ICT产品的生命期内制造商改变业务甚至公司注销将导致稀有金属信息丢失。因此，必须制定有效、安全的信息采集，以及提供此类信息给回收企业的方法。为实施更有效的信息过程管理，ICT产品制造商可将其制造的每个产品的“稀有金属信息”提交至权威组织备案（不属于本建议书的权限范围）。

稀有金属回收系统可遵守如下流程。这样，回收企业就能获得更加可靠的信息。

注 — 这些信息未来可能会予注册和保护。

## 7.1 加工阶段

加工阶段应按以下步骤进行：

- 分析ICT产品中稀有金属元素现有回收技术。
- 输入稀有金属所属类型、含量及提取次序等数据信息（例如， $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$  或  $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow E$ ）。提取次序也会受到制作工序的影响而有一定的变化。
- 城市矿山中的稀有金属依照下述规章进行提取。例如：ICT产品包含A、B、C、D和E五种稀有金属元素，可分别在加工、收集和回收阶段加以提取。各阶段具体详情可在以下条文中找到。

图8为某ICT产品回收处理流程图。回收的ICT废旧品首先通过诸如“粉碎”等机械处理过程进行分离。经由常规“燃烧”处理后，塑制材料即被去除，余下的就是含有稀有金属的材料。而后进行“研磨分筛”处理，根据颗粒尺寸完成材料的分类。在此过程中，一些有磁材料也可完成分离。在“熔炼”环节后，可采用火法冶金处理方法完成“精炼”。处理完后，接下来就是完成稀有金属恢复处理，可采用湿法冶金或电解精炼等方法，这些环节的选取有赖于材料的复合性与纯度。必须指出的是，各回收处理环节都应与稀有金属种类相对应。

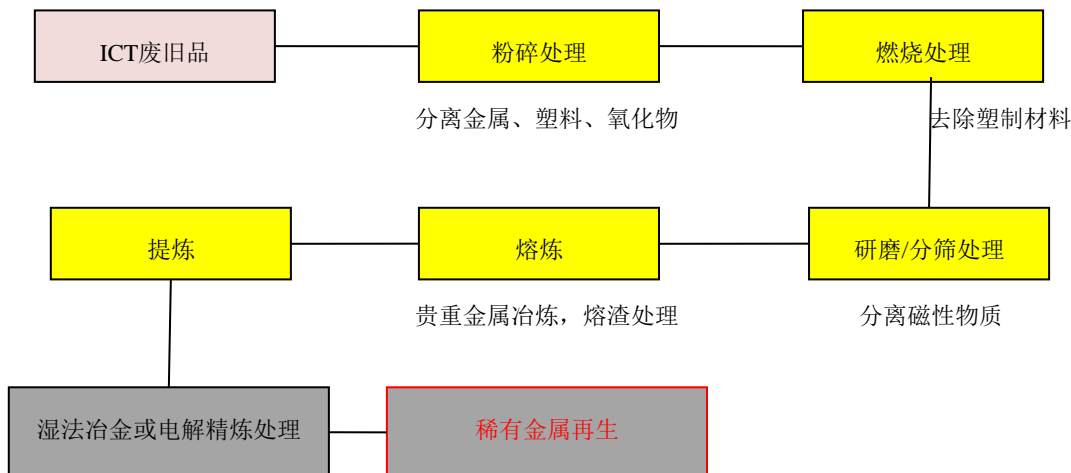


图8 — 回收处理流程图

## 7.2 收集阶段

本建议书并不涉及ICT产品的详细收集处理方法。

## 7.3 回收阶段

回收阶段应按以下步骤进行：

- 依据稀有金属在产品中的存在位置差异，将废弃产品拆分成模块。
- 按照加工阶段预先输入的数据信息，将拆分后的模块送至对应的回收处理程序逐步进行处理。
- 若产品含有遵照规定提取顺序而不能提取的金属元素，则将其退回并存于“城市矿山”内。
- 待回收技术升级后，那些存于城市矿山中未能顺利提取金属物的材料将重新送至提取环节进行提取。

## 8 回收利用信息流通

稀有金属对ICT产品功能的提升作用十分关键，然而极其有限的可用量无法满足工业发展的需求。稀有金属回收处理对于维持信息通信产业现有的稀有金属供给水平已变得关键而紧迫。为此，合理评估 ICT 产品的稀有金属含量及提取的合法程度、技术含量、经济性、可行性和回收企业自身效益等问题有着重要意义。

### 8.1 提供回收利用信息的方法

只要产品中含有一定量的稀有金属（微量即可），即建议将产品中的稀有金属含量清楚地提供出来以确保进行有效地回收处理。重要的是，要考虑ICT产品中所有组件和模块以便回收利用。鼓励组件和模块供应商为末端的 ICT 产品组装公司或中间模块厂商提供稀有金属元素的类型、含量及其在各组件或模块中的数量分布等有关信息。如果所有 ICT 产品均嵌有这样的稀有金属信息并能够最终提供给回收企业，那么将有利于稀有金属的有效回收。

稀有金属信息收集可以直接或间接完成。例如，可通过条形码、Vericode矩阵式二维码或射频识别标签将稀有金属信息嵌入 ICT 产品中，使上述重要信息方便易得。如此，回收企业就能从这些产品上直接获取稀有金属信息。回收企业也可采用间接方式，从指定的授权机构获取预先收集并保存的稀有金属信息。有了这些稀有金属信息，ICT 产品拆解处理将变得十分简易，拆解件可送至相应的回收处理工序，将所含的各类稀有金属元素提取出来。

附录 II 给出了稀有金属信息的数据文本格式范例，此格式也可根据指定机构、该国政策、国际标准或行业协议选择制定。



## 附录 I

### 部分国家对稀有金属的划分情况

(本附录不是本建议书的组成部分)

为选定公认的稀有金属，预知各国对稀有金属的定义存在差异是十分重要的。以下分别列出美国（表I.1）、日本（表I.2）和韩国（表I.3）对于稀有金属的划分情况。事实上，有些金属在一国定义为稀有元素，在他国则不是，但有些金属被各国公认为稀有金属，已全部在表中列出。本建议书相关建议仅限于所给表1列出的稀有金属。

表I.1 — 美国的稀有金属

类别	元素名称
碱土金属	锂Li、铈Ce、铍Be、锶Sr、钡Ba
类金属	锗Ge、铋Bi、硒Se、碲Te、硅Si
铁族	钴Co
硼族	硼B、镓Ga、铟In、铊Tl、镉Cd
高熔点金属	钛Ti、锆Zr、铪Hf、钒V、铌Nb、钽Ta、铬Cr、钼Mo、钨W、锰Mn、铼Re
稀土元素	镧La、铈Ce、镨Pr、钕Nd、钷Pm、钐Sm、铕Eu、钆Gd、铽Tb、镝Dy、钬Ho、铒Er、铥Tm、镱Yb、镱Lu、钪Sc、钇Y
铂族	钌Ru、铑Rh、钯Pd、锇Os、铱Ir、铂Pt
其他	钙Ca、铷Rb、钍Th、铀U、钚Pu

表格I.2 — 日本的稀有金属

类别	元素名称
碱土金属	锂Li、铈Ce、铍Be、锶Sr、钡Ba
类金属	锗Ge、砷As、锑Sb、铋Bi、硒Se、碲Te、锡Sn
铁族	钴Co、镍Ni
硼族	硼B、镓Ga、铟In、铊Tl
高熔点金属	钛Ti、锆Zr、铪Hf、钒V、铌Nb、钽Ta、铬Cr、钼Mo、钨W、锰Mn、铼Re
稀土元素	镧La、铈Ce、镨Pr、钕Nd、钷Pm、钐Sm、铕Eu、钆Gd、铽Tb、镝Dy、钬Ho、铒Er、铥Tm、镱Yb、镱Lu、钪Sc、钇Y
铂系元素	钌Ru、铑Rh、钯Pd、锇Os、铱Ir、铂Pt

表 I.3 – 韩国的稀有金属

类别	元素名称
碱土金属	锂Li、镁Mg、铈Ce、铍Be、锶Sr、钡Ba
类金属	锗Ge、磷P、砷As、锑Sb、铋Bi、硒Se、碲Te、锡Sn、硅Si
铁族	钴Co、镍Ni
硼族	硼B、镓Ga、铟In、铊Tl、镉Cd
高熔点金属	钛Ti、锆Zr、铪Hf、钒V、铌Nb、钽Ta、铬Cr、钼Mo、钨W、锰Mn、铼Re
稀土元素	镧La、铈Ce、镨Pr、钕Nd、钷Pm、钐Sm、铕Eu、钆Gd、铽Tb、镝Dy、钬Ho、铒Er、铥Tm、镱Yb、镱Lu、钪Sc、钇Y
铂系元素	钌Ru、铑Rh、钯Pd、锇Os、铱Ir、铂Pt

## 附录 II

### 稀有金属回收信息流通的数据文本格式示例

(本附录不是本建议书的组成部分)

下面给出的数据文本格式示例可以实现 ICT 产品中稀有金属回收信息的流通。通常情况下 ICT 产品均可提供以下信息：

- a. 生产商 / 制造商
- b. 模块名称
- c. 模块编号
- d. 认证机构
- e. 认证编号
- f. 签发日期

有关稀有金属的细节信息由其对应类别所决定。下面表格给出了几种典型稀有金属族的回收信息。由于地理位置和自身工业特点，各国对于稀有金属的划分情况不尽相同（见附录 I）。

表II.1 — 碱土金属

模块或组件名称	制造商	模块编号	碱土金属 (ppm)				
			锂Li	铈Ce	铍Be	锶Sr	钡Ba

表II.2 — 类金属

模块或组件名称	制造商	模块编号	类金属 (ppm)			
			锗Ge	铋Bi	硒Se	碲Te



表II.3 — 铁族

模块或组件名称	制造商	模块编号	铁族 (ppm)
			钴Co

表II.4 — 高熔点金属

模块或组件名称	制造商	模块编号	高熔点金属 (ppm)											
			钛 Ti	锆 Zr	铪 Hf	钒 V	铌 Nb	钽 Ta	铬 Cr	钼 Mo	钨 W	锰 Mn	铼 Re	

表II.5 — 铂系元素

模块或组件名称	制造商	模块编号	铂系元素 (ppm)					
			Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt

表II.6 — 稀土元素

模块或组件名称	制造商	模块编号	稀土元素 (ppm)																
			镧 La	铈 Ce	镨 Pr	钕 Nd	钷 Pm	钐 Sm	铕 Eu	钆 Gd	铽 Tb	镝 Dy	钬 Ho	铒 Er	铥 Tm	镱 Yb	镥 Lu	铪 Hf	钇 Y

借助ICT产品上的稀有金属信息，回收企业很容易就可查找出产品所使用的稀有金属类型。表II.7 给出了某印刷电路板（PCB）所使用的稀有金属化合物总表。与嵌有各类芯片的复杂PCB相比，即便是最简单的由若干分立电子元件构成的PCB，也含有大量的稀有金属。

这说明该种数据文本格式可使 ICT 产品稀有金属回收利用信息的获取过程会变得简单快捷，从而有效节省回收过程的能源消耗，与传统回收处理方式相比，这将获得环境效益的改善。

表II.7 — 某PCB的平均化学成分示例

元素名称	化合物(ppm)	ICT产品分组	ICT产品元素分布 (% 按重量计)	
溴Br	29,500	分组1 = 气体		
氯Cl	1,490			
	30,990	总量占PCB的3%		
锗Ge	< 290,000	分组2 = 氧化物	GeO <sub>2</sub>	62.1
钾K	< 90,000	(烟道灰)	K <sub>2</sub> O	32.2
钡Pb	10,000		PbO	1.6
锑Sb	4,150		Sb <sub>2</sub> O	31.5
锌Zn	14,160		ZnO	2.6
	408,310	总量占PCB的41%	(氧化物)	100.0
铝Al	47,400	分组3 = 熔渣	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33.9
钡Ba	6,140		BaO	1.3
铬Cr	1,075		Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6
铁Fe	76,800		FeO	18.7
锰Mn	17,800		MnO	4.4
钠Na	1,580		Na <sub>2</sub> O	0.8
硅Si	91,400		SiO <sub>2</sub>	37.1
钛Ti	<10,300		TiO <sub>2</sub>	3.2
	252,495	总量占PCB的25%	(熔渣)	100.0
银Ag	1,053	分组4 = 合金	Ag	2.0
金Au	70		Au	0.1
铜Cu	29,800		Cu	56.9
镍Ni	2,040		Ni	3.9
钯Pd	<1,500		Pd	2.9
铑Rh	<1,600		Ph	3.1
锡Sn	16,300		Sn	31.1
	52,360	总量占PCB的5%	(合金)	100.0
总计	744,155	74%		
其他	255,845	26%		



## ITU-T 系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	一般资费原则
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听和多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网络和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	<b>环境与ICT、气候变化、电子废物、节能；线缆和外部设备的其他组件的成、安装和保护</b>
M系列	电信管理，包括TMN和网络维护
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备的技术规范
P系列	电话传输质量、电话装置、本地线路网络
Q系列	交换和信令
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网、开放系统通信和安全性
Y系列	全球信息基础设施、互联网的协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市
Z系列	电信系统中使用的语言和一般性软件情况