



China FiberOptics Online

# 无铅工艺 (RoHS) 技术

第九期  
2005年9月

**NeoPhotonics**

光网络器件一站式供应商

新高度. 新起点

- + SDH/Sonet/Gigabit Ethernet/FC SFP Transceivers
- + CWDM SFP Transceivers
- + 2.5Gb/s Transmitter/Receivers
- + BPON/GEAPON/GPON OLT & ONU Components
- + 10G XFP Transceivers
- + 980nm Pump Laser Diode Modules

- + SDH/DWDM/CATV EDFA
- + Optical Module for Repeater
- + Video Splitter Module
- + 1xN/2xN PLC Splitter
- + VOA Multiplexer
- + ROADM/OADM



Bi-Di SFF  
Transceiver



1xN/2xN  
PLC Splitter



ROADM/OADM



Video Splitter  
Module



SFP Transceiver



VOA Multiplexer



10G XFP  
Transceiver



[Http://www.c-fol.net](http://www.c-fol.net)  
Optical Module  
for  
CDMA Repeater



Triplexer  
Modules  
w. Video Rx

**PHOTON**

Photon Technology Co.,  
NeoPhotonics (Shenzhen) Corporation

深圳市高新技术产业园南区科技南十二路飞通大厦  
邮 编: 518057  
电 话: 86-755-26748280, 86-755-26748281  
传 真: 86-755-26748186  
E-mail: sales@photontec.com  
[www.photontec.com/www.neophotonics.com](http://www.photontec.com/www.neophotonics.com)

光纤在线电子杂志

出版人：深圳市和弦信息咨询有限公司  
执行总编：刘铮(jacques@c-fol.net)  
编辑：唐蕊，左梦霞，符立娟，李赫  
美术顾问：黄济云  
制作发行：符立娟  
网址：www.c-fol.net  
合作媒体:光通信技术

顾问委员会

陈明华博士  
葛春风博士  
徐荣博士  
刘育梁博士  
关柏欧博士  
张剑峰博士  
蒙红云博士  
李长春博士  
余力博士  
张荣君博士

地址：深圳市南山区创世纪滨海花园7栋21F  
电话：86-755-26549701，26549653  
传真：86-755-26549653

关于光纤在线电子杂志：

“电子杂志”是光纤在线最近新开设的一个供读者下载技术文献的栏目，是从以前的“光纤在线电子周刊”中分离出来的一种专业技术文章汇总的电子杂志，主要以PDF文档形式发表在网。

电子杂志将每月推出一期，每一期的主题都不同，都是一些有关通信方面读者感兴趣的主题。感谢广大读者的支持，争取将继续推出的电子杂志越办越好，还希望大家能提一些宝贵的意见。

我要退订      我要订阅

本期目录

RoHS 认证简介 ----- 3

电子电器行业绿色产品禁用化学物质测试技术以及企业解决方案 ----- 4

国内电子企业如何应对欧盟ROHS ----- 8

满足RoHS等多种环保法规的捷径——QS MDP ----- 10

绿色工业革命—RoHS产品时代即将来临 ----- 12

如何制定光电产品物质成分规格书 ----- 15

光收发一体模块无铅焊接可靠性试验 ----- 21

环保室内光缆 ----- 27

# RoHS 认证简介

## 1. 什么是 RoHS?

RoHS 是《电气、电子设备中限制使用某些有害物质指令》（the Restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment）的英文缩写。

## 2. 有害物质是指哪些?

RoHS 一共列出六种有害物质，包括：铅 Pb，镉 Cd，汞 Hg，六价铬 Cr6+，多溴二苯醚 PBDE，多溴联苯 PBB。

## 3. 为什么要推出 RoHS?

首次注意到电气、电子设备中含有对人体健康有害的重金属是 2000 年荷兰在一批市场销售的游戏机的电缆中发现镉。事实上，电气电子产品在生产中目前大量使用的焊锡、包装箱印刷的油墨都含有铅等有害重金属。

## 4. 何时实施 RoHS?

欧盟将在 2006 年 7 月 1 日实施 RoHS，届时使用或含有重金属以及多溴二苯醚 PBDE，多溴联苯 PBB 等阻燃剂的电气电子产品将不允许进入欧盟市场。

## 5. RoHS 具体涉及那些产品?

RoHS 针对所有生产过程中以及原材料中可能含有上述六种有害物质的电气电子产品，主要包括：

白家电：如电冰箱，洗衣机，微波炉，空调，吸尘器，热水器等；

黑家电：如音频、视频产品，DVD，CD，电视接收机，IT 产品，数码产品，通信产品等；

电动工具；

电动电子玩具；

医疗电气设备。

## 6. 目前 RoHS 进展情况?

一些大公司已经注意到 RoHS 并开始采取应对措施，如 SONY 公司的数码照相机已经在包装盒上声明：本产品采用无铅焊接；采用无铅油墨印刷。

信息产业部 2004 年也出台了《电子信息产品污染防治管理办法》内容与 RoHS 类似，并于十月份成立了“电子信息产品污染防治标准工作组”，研究和建立符合我国国情的电子信息产品污染防治标准体系；开展与电子信息产品污染防治有关的标准研究和制修订工作，特别是加快制定产业急需的材料、工艺、名词术语、测试

# 电子电器行业绿色产品禁用化学物质测试技术以及企业解决方案

## 一、电子电器行业环境问题背景介绍

### (1) 欧洲

- ◆ WEEE&RoHS
- ◆ EuP
- ◆ TCO
- ◆ Packaging materials regulation
- ◆ Battery regulation
- ◆ REACH

### (2) 美国

- ◆ 加州电子废弃物回收法(2003. 9. 27制定, 2005. 1. 1)
- ◆ 加州65法案 ( California “ Prop 65 ” )
- ◆ 马萨诸塞州 (Massachusetts), 缅因州 (Maine)
- ◆ 包装材料规范 (CONEG )
- ◆ CPSC美国消费产品安全委员会规定16CFR1303

### (3) 中国

- ◆ 电子信息产品污染防治管理办法(信息产业部)
- ◆ 废旧家电及电子电器产品回收处理管理条例(国家发展与改革委员会)
- ◆ 中华人民共和国固体废物污染环境防治法(人大环境与资源保护委员会)
- ◆ 废旧家电及电子电器产品污染防治技术政策(国家环境保护总局)
- ◆ 再生资源回收管理条例(中华人民共和国商务部)

### (4) 日本

- ◆ 环境基本法
- ◆ 臭氧层保护法, 京都议定书
- ◆ 地球温室化对策推进法
- ◆ 劳动安全卫生法
- ◆ 化审法
- ◆ 再生资源利用促进法(1991. 10), 废弃物管理法
- ◆ 能源保护和促进回收法(1993)
- ◆ 资源回收再生法(1994. 4)
- ◆ 产品包装分类回收法(1995. 6)

- ◆ 循环社会基本法(2000. 5. 26)
- ◆ 家电循环利用法(2001. 4)

### (5) 企业

- ◆ SONY: SS-00259、SS-00254、环境质量保证体制…
- ◆ MICROSOFT: H00594、H00642、H01288、TC 261 WI 266-1:1999
- ◆ MOTOROLA: 12G02897W18 …
- ◆ IBM : PN97P3864 (EC H86042), ES 46G3772
- ◆ HP: A-5951-1745-1 …
- ◆ Panasonic : Matsushita Chemical Substances Management Rank Guidelines Ver.3
- ◆ AGERE: Based upon AWW5-07 Issue 3…
- ◆ ASUS: S-AT2-001 GreenASUS Technical Standards V4
- ◆ MiTAC: SQAP-37-3-35A
- ◆ DELL: 6T198A04、7X435…
- ◆ TI: QA-11284…
- ◆ NEC: Green Procurement Guidelines…
- ◆ Pioneer Group: GGP-001-A…
- ◆ FUTURE: QES9401…
- ◆ FUJITSU: 富士通グループグリーン調達基準…
- ◆ 其他 ……

## 二、禁用化学物质测试技术

### (1) RoHS 禁用物质测试技术

- ◆ 重金属测试技术

镉 (Cd) 100 ppm

铅 (Pb) 1000 ppm

汞 (Hg) 1000 ppm

六价铬 (Cr6+) 1000 ppm

- ◆ 溴化阻燃剂测试技术

PBBs 1000 ppm

PBDEs 1000 ppm

### (2) 其它禁用物质测试技术

- ✧ 多氯联苯/多氯萘/多氯三联苯/氯化石蜡 PCBs/PCNs/PCTs/CPs
- ✧ 聚氯乙烯 PVC and PVC blends
- ✧ 增塑剂/邻苯二甲酸盐 Phthalates
- ✧ 有机锡 Organotins
- ✧ 多氯酚 PCP/TeCP/TCP/OPP/Phenol

- ✧ 镍释放 Nickel Release
- ✧ 甲醛 Formaldehyde
- ✧ 溶剂/臭氧层破坏物 Solvent / ODCs
- ✧ 石棉 Asbestos
- ✧ 偶氮染料 Azo dyes
- ✧ 分散染料 Disperse dyes

### (3) 测试样品要求 sampling

- ◆ 样品量 Sample size\*
- ✧ 全套ROHS测试 (30克)
- ✧ 重金属 Heavy Metals (20克)
- ✧ 溴化阻燃剂 Flame Retardants (10克)
- ✧ 其它有机污染物 (各10克)
- ◆ 拆分原则 Guideline
- ✧ 同材质测试
- ✧ 技术上可行

\* 样品量是指分离好的小样品的量，而不是一个半成品的重量，因为这个半成品需要做好几项测试。

### (4) 测试部件 Testing Contents

- ✧ 料产品及原材料 (Plastic and raw materials)
- ✧ 墨水和涂料 (Ink and Coating)
- ✧ 纸材 (Papers)
- ✧ 纺织品和皮革 (Fabric and Leather)
- ✧ 印刷电路板 (PCB板)
- ✧ 金属材料 (Metals Materials)
- ✧ 玻璃及陶瓷产品 (Glass and Ceramic products)
- ✧ 木材 (Wood)
- ✧ 包装材料 (Package materials)
- ✧ 电池 (Battery)

## 三、企业应对之道 Countermeasure

### (1) 角色

- ◆ 化学技术中心

2005 年4 月

By James XUE, Ph.D @ SGS Shanghai

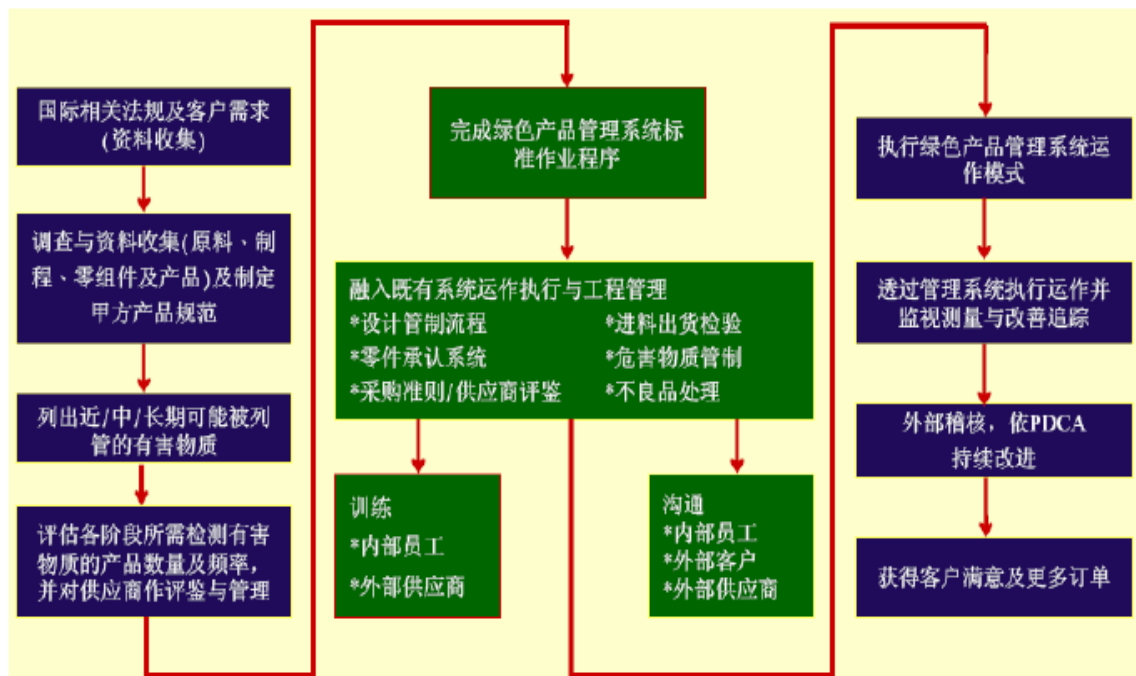
- ◆ 制造商
- ✧ 公司管理层



- ✧ 制定目标、方针和战略
- ✧ 品质控制，采购部门
- ✧ 建立化学物质管理体系，并审核供应商体系
- ✧ 设计技术部门
- ✧ 可持续设计理念
- ✧ 轻量化设计
- ✧ 环保材料设计
- ✧ 同材质设计
- ◆ 供应商
- ✧ 建立并执行化学物质管理体系
- ✧ 分级供应商管理
- ◆ 第三方
- ✧ 协助企业对产品进行测试和调查
- ✧ 协助供应商管理体系审核
- ✧ 协助制造商进行技术革新咨询

### (2) 化学物质管理体系

### (3) 绿色供应链管理系统



# 国内电子企业如何应对欧盟 ROHS

欧盟的两个环保指令《报废电子电气设备》（简称 WEEE ）和《关于在电子电气设备中禁止使用某些有害物质》（简称 ROHS ）已在我国掀起轩然大波，为了能够顺应这一绿色环保潮流，中国电子界各方正在积极探索应对之策，以便在 2006 年 7 月 1 日之前，顺利跨越欧盟的环保壁垒。

据悉，中国已制定了一系列的法规政策来加强电子信息产品市场监管，规范电子信息产品市场秩序，从源头上减少电子信息产品废弃后对环境的污染，积极应对欧盟两个指令，扩大电子信息产品出口。这些法规包括《电子信息产品污染防治管理办法》、《废旧家用电器及电子产品回收利用管理条例》和《废弃家电与电子产品污染防治技术政策》。这些法规、规章等将构成我国家电及电子产品较为全面的环保法规体系。

应对欧盟的环保指令的方法，人们想到的往往是走技术革新的道路，在不改变原有产品性能的前提下，寻找有害物质的替代品，让产品满足欧盟的环保指令；而在产品满足环保指令期间，有一个问题往往被制造商所忽视掉，那就是企业供应链上的问题。

随着欧盟 ROHS 实施期的日益临近，面临这股环保压力的国内电子企业经常会收到客户对其产品的环保要求，要它们填写各种调查表，还要签署一些物质禁用保证书等书面资料，以证明它们的产品不含某些有毒有害物质。许多厂商专门成立了 ROHS 研究小组，研究如何向绿色电子产品过渡，派出专职人员参加各种有关的研讨会或培训，看来国内许多电子企业正在由最初的观望转向积极面对。

这当然是一个好的现象，适者生存是企业间竞争的永远不变的真理，但从我们了解的一些电子企业来看，它们在处理产品材料信息的时候，存在一些问题。

一、这些代工企业会收到不同客户不同的环保要求，由于没有统一的材料调查格式，它们收到的调查表格式都是不同的，对于这些代工企业来说，要满足不同客户的要求，将会有许多重复性的工作要做，填写这些调查表对它们来说已经很头痛，更何况还要分析计算这些资料的准确性，这不光增加了处理它们的难度，而且也增加了这些资料的错误率。

二、一些电子企业虽然让它的供应商提交其产品的材料物质资料，但当它们将这些元器件组成自己的产品后，不知道如何去测试它们的产品，如何来向其客户提交产品材料声明报告？

三、大多数电子企业还没形成一套有效的控制方案，因为向绿色产品转换会涉及到所有的部门，从一开始产品的设计到原材料采购，库存，生产，品管等，都得融入绿色设计的思想。



四、这些企业基本上没有想到用信息管理平台来管理它们的材料信息，大都是人工管理这些数量繁多的零组件材料信息，若能利用信息管理平台，以及数据库的建立来简化工作，将会有效地降低人力与物力的资源成本。

对于这些问题现在最迫切需要解决就是，一是调查表格式的统一，二是建立材料信息管理平台。统一调查表的格式将会减少电子企业许多重复性工作，可以方便客户管理产品的材料物质信息；材料信息管理平台可以整合企业供应链，帮助企业整理 BOM 清单中的资料，检测 BOM 清单中材料数据是否符合管制要求，实现调查表电子化传输。

就像食物链上的每一个环节，绿色供应链中的每一个角色，都是互相牵连与影响。任何一个环节出了问题，都会导致最终产品的失败。[华数信息技术有限公司](http://www.b2bic.com)（[www.b2bic.com](http://www.b2bic.com)）根据业界遇到的困难，开发出材料信息管理系统——[QSM DP](#) 能够很好的解决上述问题。

此系统在整个供应连中可以起到材料信息数据收集、处理、检验以及最终的报告生成，它既可以单独使用，又可以通过 Internet，实现供应商与客户材料信息的快速交流，从而组成一个大的供应连管理系统。

# 满足 RoHS 等多种环保法规的捷径——QS MDP

欧盟的 RoHS 指令将于 2006 年 7 月 1 日实施，届时所有出口到欧盟的电子电气产品不得含有铅、镉、汞、六价铬、聚溴联苯(PBB)和聚溴二苯醚(PBDE)等六种有毒有害物质，日本、美国及中国也都相继制定自己的环保法规，其中，中国式的“RoHS”指令《电子信息产品污染防治管理办法》也将于 2006 年 7 月 1 日起实行。

- ◆ 如何证明您的产品符合 RoHS 等多种环保法规的要求？
- ◆ 如何声明您产品中的材料成分？
- ◆ 如何方便快捷地处理各种材料成分调查表？

**材料信息管理系统 QS MDP**(Quick-Start Material Declaration Processor)能帮助您管理并分析产品的材料信息，自动生成产品材料声明报告，为您节约产品设计的宝贵时间，使您的绿色产品处理过程变得非常简便，很容易满足您的各种环保法规要求。

QS MDP 提供了一种很完善的解决方案，它能把您的各种产品材料相关信息导入到一个集中的数据库中，使您很方便地验证产品是否满足您所需要的各种环保法规的要求，您还可以验证这些材料信息的完整性，并能灵活地增加或删除 JIG(Joint Industry Guide)以外的物质，还能根据不同国家不同地区的环保要求，设置各种不同的环保规则及豁免条款。

### 功能特点：

- 1、QS MDP 能自动导出用户需要的产品材料声明报告，材料声明报告能达到产品的次组件级(Subpart level)。—— 欧盟的 RoHS 已经提到材料声明的程度要达到一个零组件的次组件级(Subpart level)，比如：一条电线不光要声明这条线包含什么物质，还要声明到它各组成部分的材料信息，它的导体含有什么物质，绝缘体含有什么物质。如美国 Sollectron 公司花了六年的时间应对 RoHS，但就是因为它的产品没有达到次组件级而被拒之欧盟门外。(详情参阅：

<http://www.reed-electronics.com/eb-mag/article/CA481430?text=shooting+at+a+moving+target>)

- 2、通过 Internet，访问公共的材料成分数据库，这个数据库里存放着大量的电子元器件材料组成成分的信息。—— 公共材料成分数据库方便用户查找特定元器件的材料成分，用户可以通过 IDR (Internet Database Reader) 来自动地为 QS MDP 里 Item Master 的相应元器件添加材料成分。
- 3、用户可以根据客户不同的需要来设定不同的检验规则，如：欧盟的 RoHS、日本的 SONY，Panasonic 等，以及用户自己制定的规则。—— 不同的国家和地区有不同的环保要求，比如：RoHS 限制了六种有害物质，这六种物质除了镉是 75ppm 以外，其它都是 1000ppm，日本对这些物质的规定还要严格，如：SONY 规定除小型密封铅电池的电池和电池组，

铅含量不能超过总重量的 0.4%；对于这些不同的环保要求，用户可以灵活的设置。

- 4、支持 XML、日本 JGP 格式以及其他各种自定义的材料成分调查表、Item Master 及 BOM 的导入。—— 多数材料调查表都是基于 Excel 格式的，但也有一些专有的格式，如：Word、PDF 等，通过我们的特殊服务，QS MDP 处理各种格式的调查表。
- 5、用户可以灵活地增加 JIG(Joint Industry Guide)规定的以外的物质组或物质。—— QS MDP 的材料的数据结构是基于 JIG (Joint Industry Guide) 外加一个额外的物质组(它属于 C 大类)，用户从供应商那里收到的产品材料成分如果不包括在 QS MDP 所规定的物质里，那么用户可以很容易的用 QS MDP 来定义您自己的物质组或物质。为了便于管理这些材料物质，QS MDP 定义了 5 层的产品结构，分别是零组件(Component)、次组件(Subpart)、材料(Material)、物质组(Substance Group)和物质(Substance)，这是满足各种环保要求的必要保障。
- 6、根据所添的物质百分比及所设置的豁免条款，能自动的计算出所需物质的质量或 PPM。—— 欧盟的 RoHS 提供了一些豁免的材料，这些材料可以不计算在需要声明的物质里，用户以用 QS MDP 来设定这些豁免条款，以便计算时排除这些物质含量。
- 7、通过 Excel 表格或 XML 文档，QS MDP 能很方便地和贵公司的 ERP/PLM/PDM 系统相链，或者和您供应商或客户的 QS MDP 系统共享产品和材料信息数据库。—— 一些公司自己的 ERP/PLM/PDM 系统来管理它们的生产经营，但它们大都没有 QS MDP 所具有的功能，QS MDP 可以方便的和这些管理系统相接，能够快速的融入到企事业的生产管理之中。更能方便的和您供应商或客户的 QS MDP 共享产品材料信息。
- 8、QS MDP 用树形的结构来表示产品的材料组成成分，用户可以很方便的来查看产品的组成结构。—— 用树形结构显示产品的材料组成成分，具有方便、直观的特点。
- 9、根据需要，用户可以手动地添加、修改和删除产品的组成成分。—— 用户除了能自动的导入材料信息调查表外，还能手动地添加自己所需要的物质组或物质。

如果您要了解 QS MDP 更多的信息，或者是您在这方面遇到了一些其它的类似问题，请随时联系我们，我们会在第一时间里给您答复。

# 绿色工业革命 – RoHS 产品时代即将来临

Kathy Wang, Zeus.Shen , Fiberxon Inc.

富含铅的电子产品正在不断危害人类的身体健康和生态环境、许多国家纷纷制订法令限制使用以铅为首的有害物质，在同行业界领先的飞博创公司目前宣布可以提供全面符合欧盟 RoHS 指令的系列收发器，整个产品线期望到 2005 年底全面符合 RoHS 要求，早于 RoHS 指令生效的底线时间 2006 年 7 月 1 号。

## 一、铅的危害

随着信息时代的到来，电子产品层出不穷，这些电子产品在造福人类的同时，也日益污染人类的身体健康和生态环境，这是因为传统的电子产品中都富含铅。铅是一种可以在体内累积的有毒物质，人体吸收过量会导致铅中毒，少量吸收也会影响人的认识能力，甚至损伤人的神经系统。然而更难于解决的问题在于含铅废液或废料的排放和处理，例如 PCB 材料的处理。这种材料中的铅释放出来后有可能会进入地下水，特别是污染饮用水，人们尤其是青少年喝了被铅污染的饮用水后，会严重影响神经系统的发育（见图 1）。经考证，古罗马帝国在日常生活中大量使用铅制品，故有历史学家和考古学家认为其灭亡不是因为战争，也不是因为自然灾害，而应归咎于铅污染。

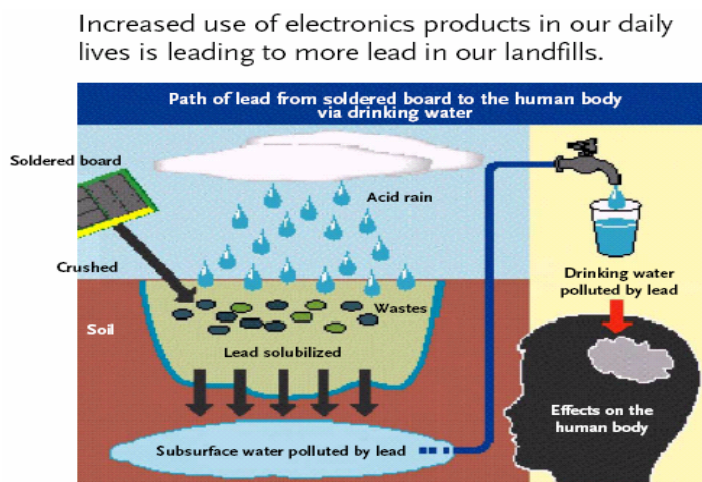


图 1、铅污染饮用水

## 二、无铅法令

为了更好的维护人类赖以生存的生活环境，实现社会经济的可持续发展，发达国家纷纷制定适合自己的环保政策，对其生产和进口的电子产品进行环保限制。日本在 90 年代末率先发起制造无铅电子产品，而今欧盟更以严格的法律加以强制执行：欧盟于 2003 年在第 L37 期《官方公报》上公布了欧洲议会和欧盟部长理事会共同批准的《报废电子电气设备指令》（简称 WEEE 指令）和《关于在电子电气设备中禁止使用某些

有害物质指令》（简称 RoHS 指令）（见图 2），以降低电子设备所含有害物质对环境的影响。

其中 RoHS 指令 (Restriction of Use of Hazardous Substances)也被称为“无铅条例”，该条例要求在 2006 年 7 月 1 日之后在欧盟地区上市销售的电子产品一律不得超标含有以铅为首的 6 种有害物质。

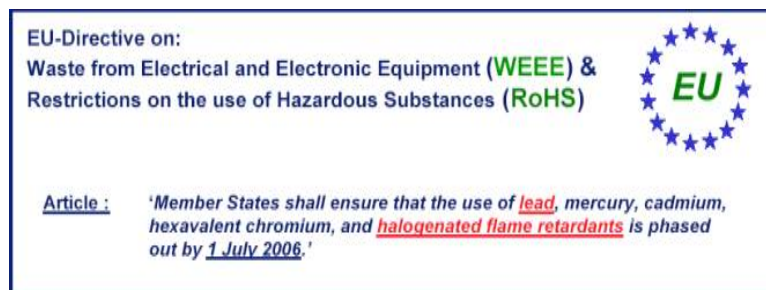


图 2、欧盟指令

当今主要的电子制造和设计不断转移到我国，我国相关政府部门积极应对欧盟 RoHS 指令，并于 2005 年 1 月公布了中国版 RoHS 指令，期望于 2005 年 12 月实施，中国版 RoHS 与欧盟版 RoHS 内容大体相同，其不同之处在于所限制的设备种类要少一些。

### 三、欧盟版 RoHS 内容

符合 RoHS 要求的产品，任何一种下列物质含量应当满足：均质材料中该物质含量不超过下面规定的最大值，除非这种物质是 RoHS 指令豁免的物质（见图 3）：

铅（Pb）、汞（Hg）、六价铬（Cr<sup>6+</sup>）、聚合溴化联苯（PBB），以及聚合溴化联苯乙醚（PBDE）含量不超过总重量的 0.1%；

镉（Cd）含量不超过总重量的 0.01%。

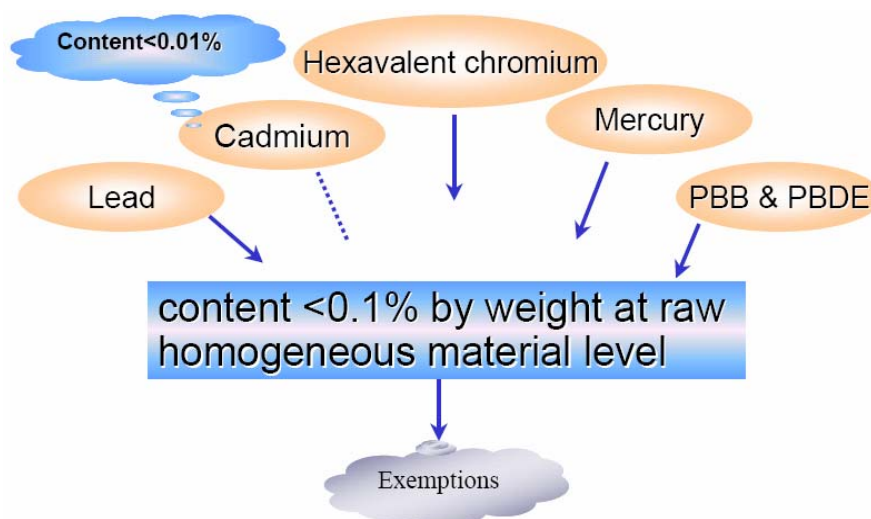


图 3、RoHS 内容



### 四、无铅化制程的要求

从有铅产品转到无铅产品是个复杂的过程，影响到所有的电子器件供应商，并带来许多供应链、无铅制程和可靠性方面的挑战，它要求用基于无铅的材料替代过去使用的富含铅的焊料和装配过程中用到的有铅材料。

这个要求推动了产业对于新的焊料系统的选择。新的焊料系统不仅要求提供与锡/铅共晶焊锡（SnPb63）相似的物理、机械、温度和电气性能，而且要可靠。多年来，在欧洲和美国的公司都认为最好的替代合金将是那些具有比现有的锡/铅合金较高焊接温度的材料，目前，大多数公司都同意，一个最终的解决方案将是基于锡/银/铜的一种合金。

### 五、飞博创公司的无铅化制程

飞博创公司是 RoHS 产品的积极推动者，早在 2004 年初就在公司内部组成专门的 RoHS 研发队伍，积极做了全面的研究，实施了严格的测试过程，确保符合 RoHS 要求的收发器所使用的物料和无铅化进程对收发器的功能、质量和可靠性没有影响。飞博创的积极运作结出了丰硕的果实，2005 年第一季度率先在业界推出了一款满足 RoHS 要求的模块，获得了国际某著名通信公司认可和使用，并已开始批量供货。

飞博创公司在生产 RoHS 产品的过程中积累了丰富的经验，已建立了一整套的 RoHS 供应链管理系统。目前，RoHS 供应链管理系统是将研发部门所制订的无铅 BOM 表做为整个无铅化制程的依据。因此，生产制造部门的加工生产或者采购部门的订单作业，都依据同一起来源展开作业流程，不会有不符合 RoHS 要求的产品出现。飞播创公司产品已在大量进行无铅化转产，整个产品线期望到 2005 年年底全面兼容 RoHS，早于 RoHS 指令生效的底线时间 2006 年 7 月 1 号。

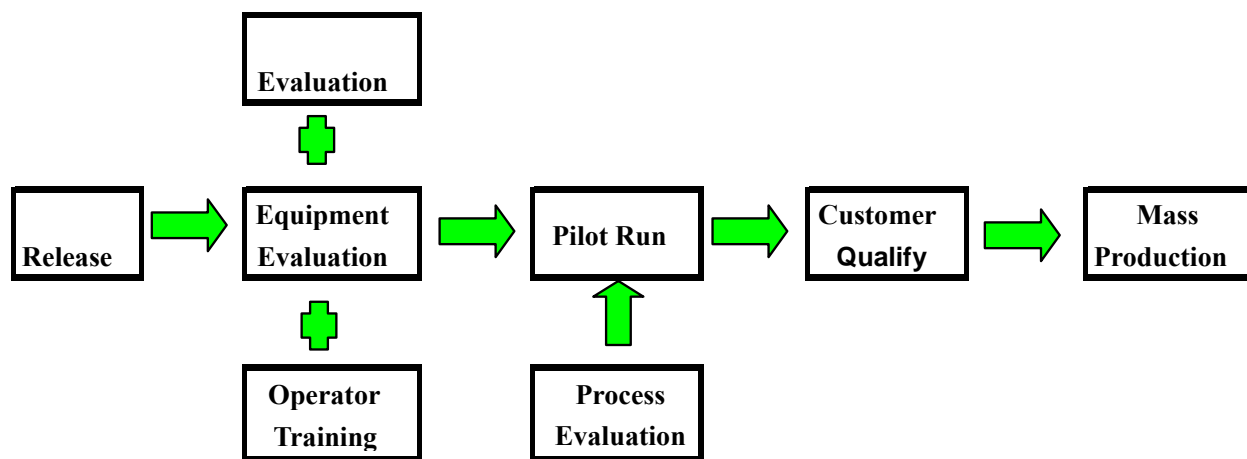


图 4、飞博创公司 RoHS 产品实施流程

### 六、结论

我们有理由相信 越来越多的电子信息业者也会象飞博创公司一样积极地建立起一整套 RoHS 供应链管理系统，全面快速实施产品无铅化、绿色化，借此机会，争取更多外销订单，提升公司国际竞争力，实现发展和环保的双赢。



# 如何制定光电产品物质成分规格书

(刘振长, 深圳飞通光电股份有限公司, 深圳 518057)

**摘要:** 本文通过分析构成光电产品的各种材料物质成分, 介绍如何制定光电产品物质成分规格书, 用以应对欧盟RoHS指令和满足客户的需求。

**关键词:** 物质成分、部位、规格书、材料安全数据表

How To Compile Materials and Chemical Content Specification for optoelectronic products

(Zhengchang Liu ,Shenzhen Photon technology Co., Ltd. Shenzhen 518057,China)

**Abstract:** The article analyzes substance ingredient which consist in the optoelectronic products and introduce how to compile materials and chemical content specification, to respond to RoHS directive and meet the requirements of the customers

**Keywords:** Substance Ingredient; section; specification;MSDS

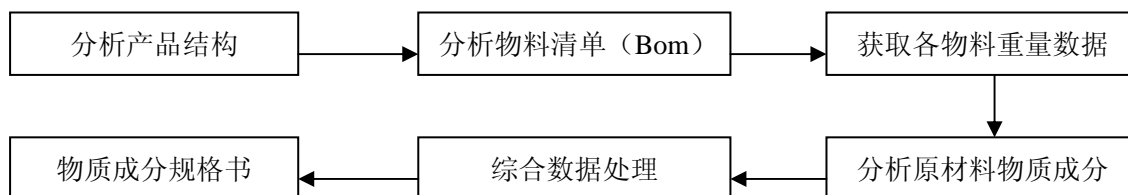
## 1 引言

由于欧盟 RoHS 指令（即 2002/95/EC）规定：“从 2006 年 7 月 1 日起，投放于市场的新电子和电气设备不包含铅、汞、镉、六价铬、聚溴二苯醚（PBDE）或 聚溴联苯（PBB）”。为满足此要求，各公司开展了物料的物质成分调查工作，制定了有关的指引文件和表格，向供应商进行一系列的调查，内容涉及所供应的物料中是否包含有害物质，有害物质的含量，产品的构成物质成分等。我们在工作中，接到了各客户的调查文件，其文件式样各不相同。有的客户，前后发来不同格式和要求的调查文件。为了回复，往往需要耗费大量的时间。而在此之前，我们尚未制定产品物质成分规格书，因此回复客户的 RoHS 调查工作就显得很被动，甚至，如果回复欠妥，有可能会影响公司产品的市场形象和销售情况。

通过搜集资料，我们获得一些国际著名的电子品牌产品的相关环保物质规范文件，例如, Maxim, Philips 等，分析后发现这些公司的产品都有对应的物质成分规格书，并制订了产品物质成分规格书手册，用以满足客户在环境物质管理和控制方面的调查需求。

综上述情况，制定公司各型号产品的物质成分规格书，已经显得非常重要和势在必行。本文以单纤双向组件产品为例，简要地介绍制定光电产品物质成分规格书的过程和注意事项。

## 2 制定物质成分规格书流程框图：



### 3 分析产品结构

单纤双向组件产品（PT8331-54-3-SC/PC-11-MGE）成品，以及其主体构成部件分析，如下“图-1”～“图-4”所示。



图-1

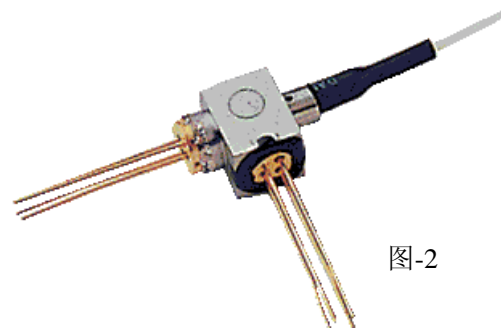


图-2



图-3

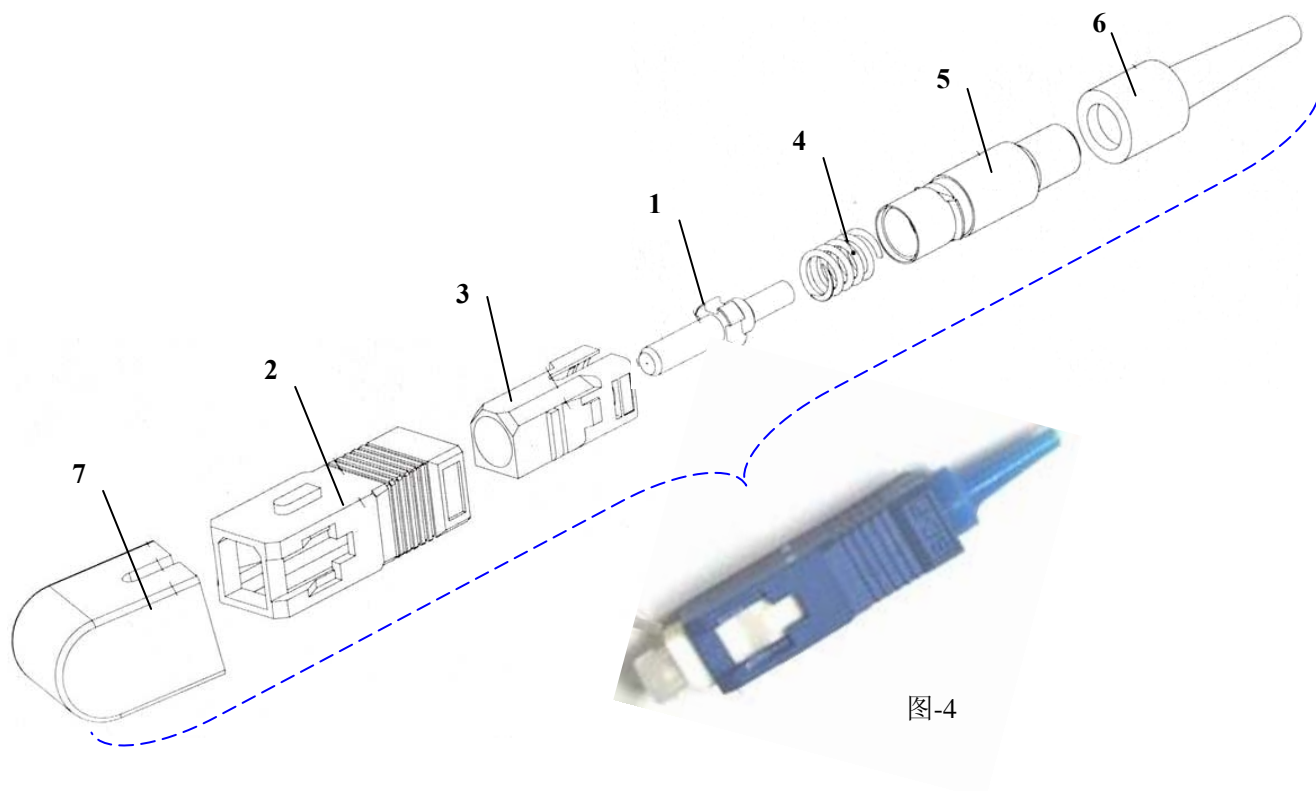


图-4

## 无铅工艺技术

### 4 分析物料清单(Bom)、获取各物料重量数据、分析原材料物质成分

表-1 物料、重量、原材料分析

阶次	品名	重量数据(单位:克)	物质成分
0.1	激光器管芯	0.385	参见“表-2”
0.1	TO 封装光接收组件	0.40	-
..2	TO-46 管座	0.255	4J29;BH-WYK;HAgCu28;
..2	TO-52 管帽	0.11	KOVAL(Fe/Co/Ni);Glass(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> );
..2	陶瓷载体-I	0.002	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
..2	光电探测器芯片	0.00045	-
...3	InGaAs 外延片	-	In,Ga,As
...3	黄金	-	Gold
...3	高纯铬	-	chromium
..2	陶瓷载体-II	0.0008	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
..2	滤光片-I	0.015	BK-7
..2	垫环	0.007	Al
..2	集成电路芯片	0.000635	Silicon
..2	贴装电容	0.001	Ag, Ni, Sn, X7R ceramic material
..2	银浆	0.002	Ag-filled epoxy
..2	金丝	0.002	Gold

0.1	管芯套	0.174	Stainless Steel Y
0.1	组件座	2.520	Stainless Steel X
0.1	滤光片-II	0.014	BK-7
0.1	侧盖	0.074	Stainless Steel X
0.1	吸光盖	0.042	Stainless Steel X
0.1	黑胶	0.02	Black Epoxy X
0.1	热缩套	0.045	Polyolefin
0.1	LC 陶瓷插芯尾纤	-	-
..2	单模光纤 (SM)	0.79	SiO <sub>2</sub> ; TPC-ET
..2	LC 多模插芯	0.20	ZrO <sub>2</sub>
..2	光纤保护环	0.09	Stainless steel Z

0.1	SC/PC 单模连接头	4.614	参见“表-3”
..2	单模插芯	-	ZrO <sub>2</sub>
..2	SC/PC 连接头散件	-	参见“表-3”
..2	单模光纤 (SM)	-	SiO <sub>2</sub> ; TPC-ET

备注：由于部分材料型号可能涉及工艺技术机密，在此用代码表示。

#### 4.1 分析物料清单(Bom)

需要从 ERP 系统中，导出完整的 Bom，关注物料的阶次，0.1 阶物料是首级物料，0.2 阶次之，依次往下展开，

最底层阶次的物料是基本的物料。

## 4.2 获取各物料重量数据

获取物料重量数据的方法如下：

- 1.直接称量：用电子秤直接称量物料；
- 2.供应商提供重量数据：直接向供应商索取相关的资料；
- 3.推理计算法：由尺寸，得出物料体积，根据材料密度，算出物料重量。

## 4.3 分析原材料物质成分

原材料物质成分资料原则上只能由供应商提供，因为我们没有相关的分析仪器。分析供应商提交的材质报告或 MSDS 资料，得出物料原材料物质成分。由于部分物料的材质报告资料不是很完整，必须查阅专业材料手册进行分析。

表-2 激光器管芯材料分析

No.	Portion description	Name of substance	weight(unit:mg)
1	LD chip	Gallium Arsenide	0.0273
		Gold	0.0007
2	Monitor PD chip	Gallium Arsenide	0.0821
		Gold	0.0009
3	Stem	Fe	135.6
		Nickel Alloy	26.70
		Cobalt	20.6
		Gold	5.404
4	Cap	Len glass: SiO <sub>2</sub> , B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Lead dioxide	15.5
		B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.5
		Fe	110.7
		Nickel alloy	18.60
		Cobalt	12.3
5	Au wire	Gold	0.019

表-3 SC/PC 单模连接头材料分析

NO.	Part Name	Substance Name	Weight (Unit:g)	Cr 6+ (Unit:ppm)	Hg (Unit:ppm)	Cd (Unit:ppm)	Pb (Unit:ppm)	PBB	PBDE
1	Ferrule	ZrO <sub>2</sub>	0.304	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Flange	SUS303	0.224	N.D.	N.D.	N.D.	33.42	N.D.	N.D.
2	Housing	PBT	0.685	N.D.	N.D.	3.79	25.6	N.D.	N.D.
3	Frame	PBT	0.353	N.D.	N.D.	3.79	25.6	N.D.	N.D.
4	Spring	SUS304	0.074	N.D.	N.D.	N.D.	23.53	N.D.	N.D.
5	Stop Ring	C3604(Ni-Plating)	2.205	N.D.	N.D.	N.D.	30217.9	N.D.	N.D.

## 无铅工艺技术

6	Boot	Silicone	0.216	N.D.	N.D.	3.74	18.19	N.D.	N.D.
7	Dust Cap	LDPE	0.553	N.D.	N.D.	N.D.	36.77	N.D.	N.D.

Note: 1.N.D.= Not Detected.

### 5 综合数据处理

由于上述的重量数据和物质成分等信息都是分解的、零散的，需要进行综合处理。处理的方式是对相同的物质成分进行合并，对部分的微量物质予以忽略，对产品中包含的有害物质进行量化。

### 6 物质成分规格书

通过前面“表-1”～“表-3”的分析和数据处理，就可以得出以下的产品物质成分规格书。

Part number			Lead-free Qualified	Net weight(unit: g)
PT8331-54-3-SC/PC-11-MGE			Yes	9.22
Chemical Content				
Device part		No.	Substance	Mass(unit: g)
Metal configuration material-I		1	Stainless steel X	2.725
Metal configuration material-II		2	Aluminium	0.007
Metal configuration material-III		3	Stainless steel Y	0.285
Glass material		4*	Lead dioxide; SiO <sub>2</sub> ;	0.0061
Optical material		5	borosilicate glass	0.015
Surface mount capacitor		6	Ag, Ni, Sn, X7R ceramic material	0.0009
IC (wafer die)		7	Silicon	0.000635
Heat shrinkable tube		8	Polyolefin	0.045
Ceramic material-I		9	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0046
Ceramic material-II		10	ZrO <sub>2</sub>	0.16
Fiber		11	SiO <sub>2</sub> ; TPC-ET	0.79
Pins /Stem		12	Kovar (Fe/Ni/Co)	0.365
		13	gold	0.0005
PD chip		14	Gallium Arsenide	0.000079
		15	gold	0.000000075
LD chip		16	Gallium Arsenide	0.000035
		17	gold	0.000000045
glue material		18	Ag-filled Epoxy	0.002
		19	Black Epoxy X	0.02
		20	Glue Y	0.002
SC /PC connector	Ferrule	21	ZrO <sub>2</sub>	0.304
	Flange	22	Stainless steel Z	0.224
	Housing	23	PBT	0.685
	Frame	24	PBT	0.353
	Spring	25	Stainless steel Y	0.074
	Stop ring	26*	C3604(copper, Ni-plating)	2.205
	Boot	27	Silicone	0.216

## 无铅工艺技术

	Dust cap	28	LDPE	0.553
备注：由于部分材料型号可能涉及工艺技术机密，在此用代码表示。				

Note:

- 1) “No.4”, glass material contained lead 5300 ppm, exempted from the RoHS requirement.
- 2) “No.26”, copper material contained lead 30218 ppm exempted from the RoHS requirement( $\leq 40000$  ppm).

### 7 结束语

制定产品物质成分规格书的工作，涉及的内容和范围很宽，所有产品需要制定对应的物质成分规格书，所涉及的几千种物料（金属件、塑料件、胶类、焊料、电阻、电容、芯片、光电器件等）需要称量重量，并分析其构成的物质成分。其中，还需要查阅大量的参考资料，直接或间接需要不少部门的参与，如研发部、采购部、生产部、物流管理部，以及文管中心等。物质成分规格书的准确性、科学性要求也很高，不能存在大的偏差，否则会受到客户的投诉。所以，制定物质成分规格书，需要以认真、严谨的态度对待，并需要相关部门的重视、支持和协助。

#### 参考文献：

- [1] Maxim IC specification.
- [2] Chemical content of Philips semiconductor device,2003/2004.
- [3] 国家环境保护局有毒化学品管理办公室.化学品毒性法规环境数据手册.中国环境科学出版社.
- [4] 邝生鲁.现代精细化工高新技术与产品合成工艺.科学技术文献出版社.
- [5] IPC-1752., Materials Declaration Management. June, 2005.



# 光收发一体模块无铅焊接可靠性试验

(张涛保, 深圳飞通光电股份有限公司 518057)

**摘要:** 本文介绍了光收发一体模块产品的无铅焊接可靠性试验, 对比了不同端头镀层电子件、不同合金焊接材料、不同表面处理的 PCB 板、以及不同考核条件等状态下的焊接强度。

**关键词:** 无铅、焊接、可靠性、焊接强度

## 1 引言:

欧盟 RoHS 指令 2002/95/EC 要求, 2006 年 7 月 1 日以后投放欧盟市场的电气和电子产品不得含有铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴联苯醚等有害物质。

为符合 RoHS 指令无铅化的要求, 需要考虑采用无铅元器件、无铅 PCB 板和无铅焊接工艺的替代方案。我们从 2004 年初开始进行无铅焊接相关的工艺试验, 并对无铅模块产品的可靠性按相关的标准进行了考核试验和性能测试。

我们对不同表面处理工艺的 PCB 板、不同镀层及封装类型的电子元器件、不同焊接材料及焊接工艺等进行了对比试验, 测试了焊接点的强度。

RoHS 指令对于部分应用状态下的电子产品焊料中的铅可以豁免而继续使用, 光收发一体模块产品由于应用在网络基础设备中, 也在豁免范围内。但由于电子元器件在逐步无铅化以及部分用户的完整无铅产品的需求, 所以, 在我们模块产品的无铅化过程中, 将会出现以下焊接组合状态: a) 产品中继续保持有铅元件、有铅焊接工艺; b) 电子元器件部分或全部无铅化, 而焊接继续保持有铅工艺; c) 电子件和焊接工艺均为无铅化。

前期, 我们主要从几个方面了解对焊接可靠性的影响: a) 不同 PCB 表面处理对焊接强度影响; b) 元器件不同镀层材料对焊接强度影响; c) 不同焊接合金材料对焊接强度影响; d) 环境考核前后对于焊接强度影响; e) 不同类型的元器件对焊接强度差异; f) 模拟返工对焊接强度影响。

## 2 试验项目

### 2.1 焊料选择

我们采用不同合金材料和不同型号的焊膏进行了焊接试验, 见表 1。图 1 是采用无铅焊料的焊接效果, 外观质量能够符合 IPC-A-610D 标准的要求。

表 1 试验用焊膏型号

	无铅焊料 (锡银铜合金)		有铅焊料 (锡铅合金)	
焊料型号	M7.5-GRN360-K2-V	96SCLF320AGS88	Sn63CR32AGS89.5	G4-T1450A
生产厂或 供应商	千住新原金属有限 公司	Henkel 乐泰	Henkel 乐泰	泳翰科技

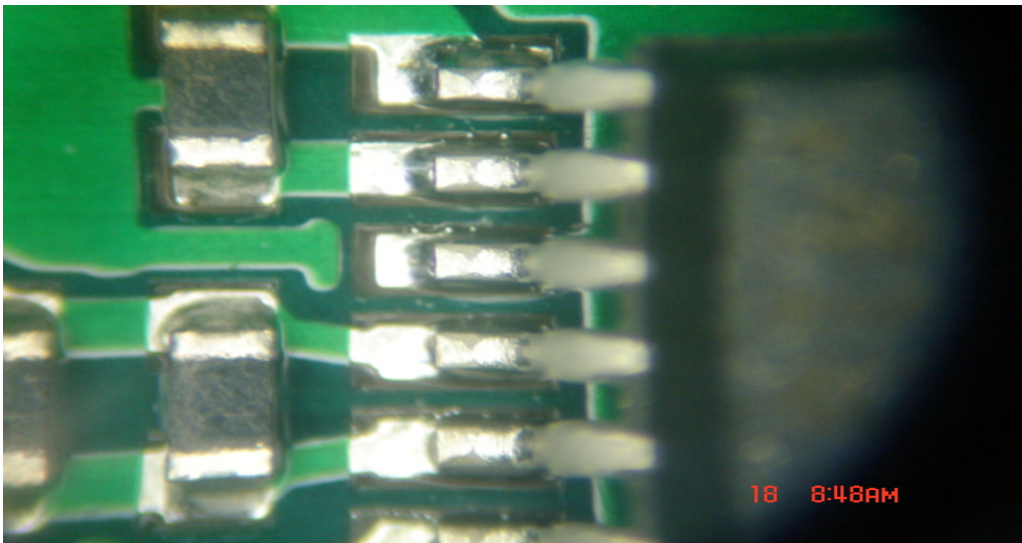


图 1 千住焊膏 M7.5-GRN360-K2-V 焊接效果

2.2 元器件镀层对比

有铅元件的镀层材料为锡铅合金(Sn63Pb37 或 Sn85Pb15)，无铅元器件的镀层材料为亚光锡(Matte Sn)。亚光锡 (Matte Sn) 的晶粒>5um。在显微镜可以看到两种镀层材料外观的不同点，见图 2。

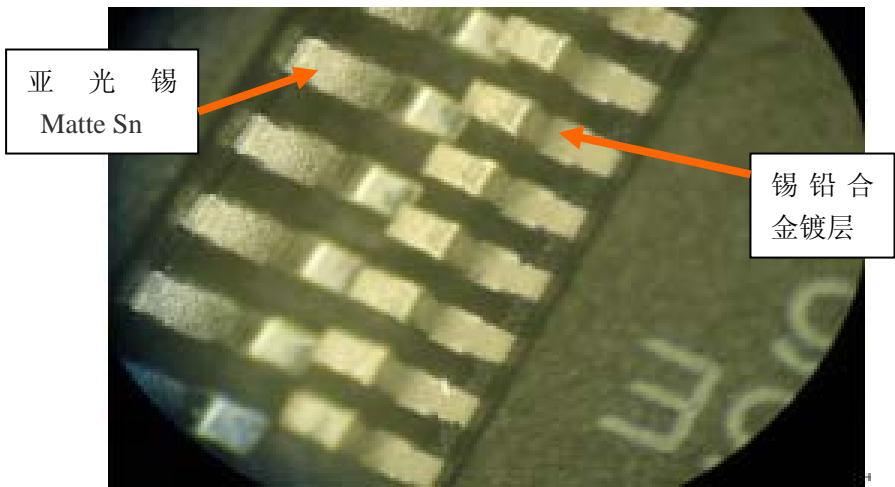


图 2 塑封集成电路的引脚镀层对比

2.3 PCB 板对比

采用不同型号及不同表面处理的 PCB 板进行了试验，见表 2 和表 3。

表 2 不同型号的 PCB 板

PCB 板型号	TRV22#	SFF TRX6#	SPW7#
对应模块系列	1*9	SFF	SFP

表 3 不同表面处理 PCB 板

表面处理	OSP	ENIG	热风整平	镀 Sn
------	-----	------	------	------

2.4 环境考核对比

## 无铅工艺技术

根据 IPC-STD-9701 的要求，对于焊接的样品进行了温度循环考核，低温-40℃，高温 125℃；考核次数为 1000 次、500 次、200 次等。

### 3 试验统计数据

按 MIL-STD-883E 方法 2019 对不同的样品进行了焊接强度测试，表 4、表 5、表 6 为部分试验数据。通过数据的对比，可以看到各状态下焊接强度均远大于标准值要求。其中，SFF TRX6#板表面处理为热风整平，SPW7#板表面处理为化镍金（ENIG）。

**表 4 SFF TRX6# 无铅元件+有铅焊接工艺**

序号	元器件名称	附着面积 (mm <sup>2</sup> )	标准力 (N)			未温度循环 (N)	温度循环 500 次 (N)
			1.0×	1.25×	2.0×		
1	电容	0.225	1.35	1.688	2.7	14.89	11.60
2	电容	1.0	6	7.5	12	38.55	32.0
3	电阻	0.25	1.5	1.88	3	18.67	15.9
4	电阻	0.48	2.88	3.6	5.76	22.86	18.30
5	集成块	0.082	0.49	0.615	0.98	15.14	14.84
6	集成块	0.1265	0.76	0.949	1.52	13.91	11.99
7	三极管	0.855	5.13	6.413	10.3	54.86	53.36
8	集成块	1.5	9	11.25	18	48.70	47.82
9	场效应管	2.16	13	16.2	25.9	64.18	52.36

**表 5 SPW7# 无铅元器件+有铅工艺焊接强度试验**

序号	元器件名称	附着面积 (mm <sup>2</sup> )	标准力 (N)			未温度 循环 (N)	温度循环 500 次 (N)
			1.0×	1.25×	2.0×		
1	电容	0.225	1.35	1.688	2.7	13.38	10.54
2	电容	0.56	3.36	4.2	6.72	20.61	19.44
3	电阻	0.25	1.5	1.88	3	15.73	14.27
4	集成块	0.189	1.134	1.418	2.27	14.16	14.63
5	集成块	0.21	1.26	1.575	2.52	15.94	15.98
6	集成块	5.46	32.76	40.95	>50	>50	>50
7	集成块	0.082	0.492	0.615	0.98	14.05	12.49
8	集成块	0.9922	5.9532	7.442	11.9	52.17	52.62
9	场效应管	2.16	12.96	16.2	25.9	56.67	57.08

**表 6 不同 PCB 表面处理焊接强度测试符合情况**

表面处理	0402 电容		0402 电阻		0603 电容		1206 电容		
	标准最	测试最	标准最	测试	标准	测试最	标准最	测试	结论

## 无铅工艺技术

		小值 (N)	小值 (N)	小值 (N)	最小 值 (N)	最小 值 (N)	小值 (N)	小值 (N)	最小 值 N	
OSP	考核前	4.3	12	4.3	12.5	12	18	31	>32	PASS
	考核后	4.3	7	4.3	13	12	17	31	>32	PASS
纯 Sn	考核后	4.3	12	4.3	12.5	12	17	31	>32	PASS
SnPb	考核后	4.3	10.5	4.3	11	12	18.5	31	>32	PASS

### 4 测试数据分析

#### 4.1 无铅焊料的焊接强度

图 3 是不同表面处理的 PCB 板，并采用无铅焊料 LF320 的焊接强度对比。试验样品分别采用了 OSP、热风整平（Sn63Pb37）、纯锡表面处理的 PCB 板，样品经过了低温-40℃，高温 125℃温度循环 1000 次的考核。

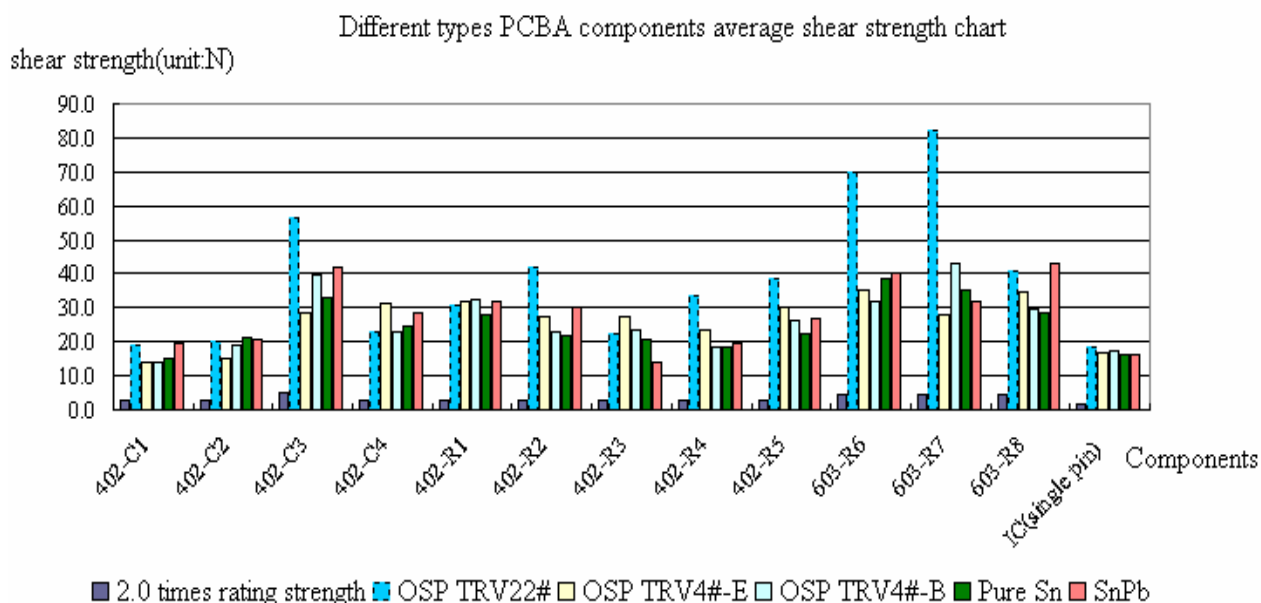


图 3，不同表面处理的 PCBA 板元器件平均剪切力强度对比

**试验结果：**不同表面处理的 PCB 板的无铅焊接强度符合标准要求；采用 OSP 表面处理工艺的焊接强度比较高。

#### 4.2 有铅工艺与 PCB 及元器件

图 4 是采用 SFFTRX6#板（热风整平），无铅的元器件，有铅焊接工艺，进行温度循环前后的焊接强度对比测试。

**试验结果：**热风整平 PCB 板采用无铅的元器件，有铅工艺，500 次温度循环后强度稍有下降，但比标准值高很多。符合要求。

图 5 是 SPW7#（化镍金）板采用无铅元器件，有铅工艺焊接强度试验对比。

**试验结果：**采用 ENIG 表面处理的 PCB 板，无铅元件有铅工艺，在 200 次温度循环前后的强度均比标准



平工艺。

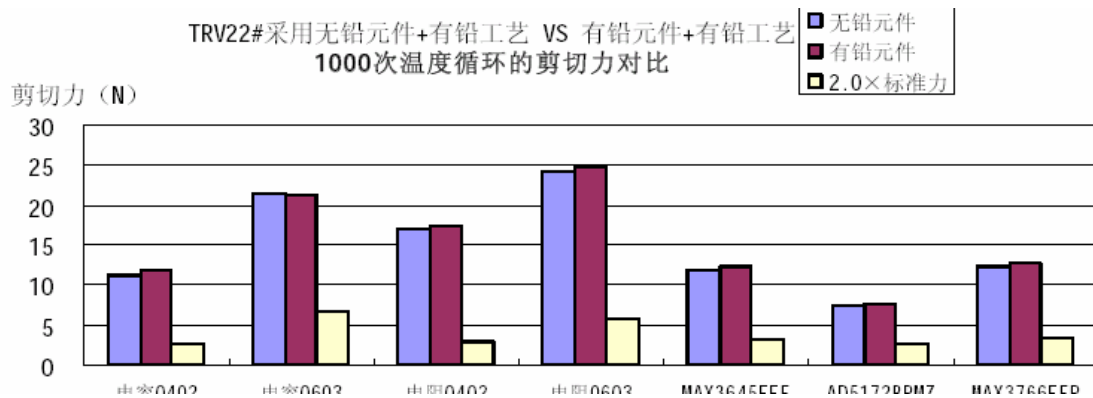


图7 有铅无铅元件采用有铅工艺进行1000次温度循环环境考核的对比强度

**试验结果：** 在进行1000次温度循环环境考核后，有铅元件与无铅元件的焊接强度差异比较小，均远高于标准值的要求。

图8为模拟返工对比试验数据。

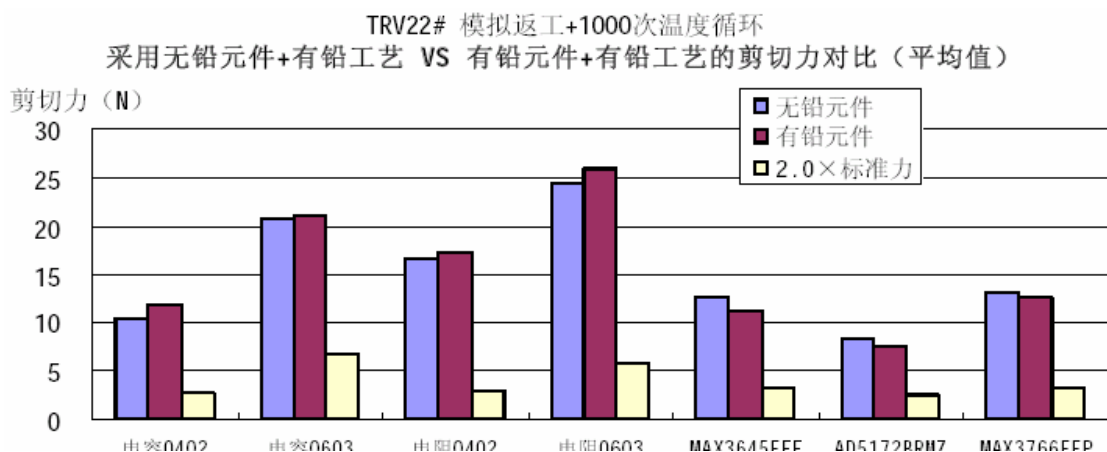


图8 22#板模拟返工对比

**试验结果：** 返工对焊接强度的影响不明显。

## 5 结束语

我们将继续开展无铅焊接的可靠性试验，掌握充分的实验数据，为批量生产无铅光电产品做好准备。



# 环保室内光缆

(广州关键光电子技术有限公司 侯 峰)

**摘要:** 为满足 RoHS 和 WEEE 的要求, 本文对环保室内光缆的材料选择进行了讨论并根据试验结果提出了环保室内光缆的材料解决方案。

**关键词:** 环保光缆, RoHS, WEEE, PVC, LSZH

## 1、前言

2003 年 2 月 13 日, 欧盟第 L37 期《官方公报》公布了欧洲议会和欧盟部长理事会共同批准的《报废电子电气设备指令》(WEEE 2002/96/EC) 和《关于在电子电气设备中禁止使用某些有害物质指令》(RoHS 2002/95/EC)。几乎与此同时, 2002 年 3 月, 经 SONY 技术解放方案中心授权, SONY 环境相关有害化学物质规定工作组制定了《部件和材料中的环境管理物质 管理规定》(SONY SS-00259), 并于 2004 年 2 月 1 日起分步实施。这些指令和企业标准的颁布顺应了国际社会对改善日益严重的环境污染的治理要求, 体现了可持续的发展观, 但同时也对第三世界国家尤其是我国出口至日本、欧盟的产品的技术储备提出了严峻的挑战。

由于经济发展的不平衡, 我国环保产品的开发和材料应用相对落后。目前国内使用的室内光缆还主要采用含环境管理物质的聚氯乙烯 (PVC) 或低烟无卤 (LSZH) 阻燃聚烯烃被覆和护套材料。这既与国内外的材料供应商有关, 也与室内光缆生产商的技术储备和材料测试滞后有关。比如, 由于铅盐是 PVC 中使用最成熟的热稳定剂, 普通的 PVC 含铅量最易超标; 在 LSZH 光缆生产中也会添加一些含重金属的添加剂, 使 LSZH 光缆超标。

## 2、相关环保指令和标准简介

WEEE 主要对报废电子电气设备的回收和处理做出规定, 建立由分销商 (供应商) 实施的回收体制或由有资质的第三方处理, 体现“谁污染、谁治理”的原则, 达到减少废弃物、增加再使用、再生利用和回收再利用的目的。

RoHS 要求自 2006 年 7 月 1 日起在欧盟市场禁止销售含有镉、铅、汞、六价铬、多溴联苯和多溴联苯醚等有害物质的电子电气设备。

WEEE 和 RoHS 指令所管辖电子电气设备分类:

- 1) 大型家用器具
- 2) 小型家用器具
- 3) 信息技术和远程通讯设备
- 4) 用户设备

- 5) 照明设备
- 6) 电气和电子工具（大型静态工业工具除外）
- 7) 玩具、休闲和运动设备
- 8) 医用设备（所有被植入和被感染产品除外）（RoHS 暂无要求）
- 9) 监测和控制器械（RoHS 暂无要求）
- 10) 自动售货机

WEEE 和 RoHS 环境管理物质建议极限值：

镉 (Cd)	100ppm
铅 (Pb)	1000ppm
汞 (Hg)	1000ppm
六价铬 (Cr <sup>+6</sup> )	1000ppm
多溴联苯 (PBBs)	1000ppm
多溴联苯醚 (PBDEs)	1000ppm

注：ppm 为百万分之一浓度，等效于 1mg/kg。

与 WEEE 和 RoHS 相比，SONY 的企业标准 SS-00259 似乎要更苛刻。除了上述六种物质，环境管理物质还包括：有机氯化物（多氯联苯、多氯化萘、氯代烷烃、其它有机氯化物）、其它有机溴化合物、有机锡化合物（三丁基锡和三苯基锡化合物）、石棉、偶氮化合物、甲醛、聚氯乙烯及聚氯乙烯混合物。

SONY SS-00259 环境管理物质允许浓度：

重金属	镉及镉化合物	<5ppm
	铅及铅化合物	<100ppm
	汞及汞化合物	不添加
	六价铬及六价铬化合物	不添加
有机氯化物		不添加
有机溴化合物		不添加
有机锡化合物		不添加
石棉化合物		不添加
偶氮化合物		不添加
甲醛		不添加
聚氯乙烯及聚氯乙烯混合物		不添加

而对于包装材料如塑料（包括橡胶）、涂料、墨水中重金属的含量，SS-00259 规定：镉<5ppm，铅<100ppm，再加上其它重金属，合计<100ppm。

### 3、环保室内光缆的材料试验与性能分析

## 无铅工艺技术

从 2004 年初开始，广州关键光电子技术有限公司就紧紧跟上环保国际潮流，开始了符合环保指令和要求的室内光缆研制工作。从一开始，我们就把符合 SONY SS-00259 的要求作为公司研发环保光缆的目标，检验项目参照 RoHS，而指标必须用 SS-00259 来考核。

一般认为，室内光缆环境管理物质超标的主要部件是二次被覆和护套材料。对各类连接器使用的跳线光缆和室内布线的配线光缆或分支光缆，目前常用的被覆材料主要是聚氯乙烯 (PVC)，低烟无卤 (LSZH) 阻燃聚烯烃次之，聚酯弹性体或尼龙更少些。美洲、亚洲和中东地区的光缆护套材料以 PVC 为主，日本、欧洲则以 LSZH 为主。许多光纤器件为通过 Bellcore 的测试，选用了聚酯弹性体如杜邦公司的 Hytrel 空套管。因此，我们就以最具代表性的三种材料（聚氯乙烯、低烟无卤阻燃聚烯烃和聚酯弹性体）作为室内光缆环境管理物质的测试材料。检测项目为铅、镉、汞、六价铬、多溴联苯和多溴联苯醚。考虑到 PVC 中可能有较多种类的有害重金属和非金属，还同时用 EN 71 (part 3) 进行铅、镉、汞、铬、锑、砷、硒、钡（俗称八大金属，其实砷和硒属非金属），测试机构为 SGS 公司。

我们首先用聚氯乙烯、低烟无卤阻燃聚烯烃和聚酯弹性体分别制成紧套二次被覆和光缆，再用光缆进行测试。

普通聚氯乙烯 (PVC) 光缆的测试结果见表 1 和表 2。

表 1：普通聚氯乙烯 (PVC) 光缆被覆和护套材料中，六种环境管理物质的测试值 (RoHS)

元素	检测值（ppm）	备注
铅（Pb）	$8.12 \times 10^3$	铅超标
镉（Cd）	未检出*	
汞（Hg）	未检出*	
六价铬（Cr <sup>+6</sup> ）	未检出*	
多溴联苯（PBBs）	未检出**	
多溴联苯醚（PBDEs）	未检出**	
注：* <2ppm **<5ppm		

表 2：普通聚氯乙烯 (PVC) 光缆被覆和护套材料中可溶性物质测试值 (EN 71)

## 无铅工艺技术

元素	检测值 (ppm)	允许值 (ppm)
铅 (Pb)	42	90
锑 (Sb)	<2	60
砷 (As)	<2	25
钡 (Ba)	<5	1000
镉 (Cd)	<5	75
铬 (Cr)	<5	60
汞 (Hg)	<2	60
硒 (Se)	<5	500

从表 1、表 2 中看出，尽管可溶性铅未超标，但铅的总量已大大超标。用锑更换了铅盐稳定剂后，RoHS 要求的重金属含量可达标，但锑的总量仍很高（表 3），且这种 PVC 的加工性能并不好。

表 3 环保聚氯乙烯（PVC）光缆被覆和护套材料中八种元素含量

元素	检测值 (ppm)
铅 (Pb)	未检出*
镉 (Cd)	未检出*
汞 (Hg)	未检出*
铬 (Cr)	未检出*
锑 (Sb)	$1.07 \times 10^4$
砷 (As)	未检出*
钡 (Ba)	70
硒 (Se)	未检出*
注：* < 2ppm	

进一步改进后的环保聚氯乙烯具有较好的加工性能，且基本不含重金属（表 4、表 5）。

表 4：改进的环保聚氯乙烯（PVC）光缆被覆和护套材料中可溶性物质测试值（EN 71）

元素	检测值 (ppm)	允许值 (ppm)
铅 (Pb)	<5	90
锑 (Sb)	8	60
砷 (As)	<2	25
钡 (Ba)	<5	1000
镉 (Cd)	<5	75

## 无铅工艺技术

铬 (Cr)	<5	60
汞 (Hg)	<2	60
硒 (Se)	<5	500

表 5: 改进的环保聚氯乙烯 (PVC) 光缆被覆和护套材料中六种环境管理物质测试值 (RoHS)

元素	检测值 (ppm)
镉 (Cd)	未检出*
铅 (Pb)	未检出*
汞 (Hg)	未检出*
六价铬 (Cr <sup>+6</sup> )	未检出*
多溴联苯 (PBBs)	未检出**
多溴联苯醚 (PBDEs)	未检出**
注: * <2ppm **<5ppm	

起初, 低烟无卤 (LSZH) 阻燃聚烯烃光缆中铅超标确实出乎意料 (表 6)。

后来查明是添加剂惹的祸。在材料供应商的配合下, 更换了添加剂后立刻达到了预期目标 (表 7)。聚酯弹性体 (Hytrel) 也注意到了类似的问题并采取了有效的措施 (表 8)。

表 6: 普通低烟无卤 (LSZH) 阻燃聚烯烃光缆被覆和护套材料中六种环境管理物质测试值 (RoHS)

元素	检测值（ppm）	备注
铅（Pb）	$1.42\times 10^3$	铅超标
镉（Cd）	未检出*	
汞（Hg）	未检出*	
六价铬（Cr <sup>+6</sup> ）	12	
多溴联苯（PBBs）	未检出**	
多溴联苯醚（PBDEs）	未检出**	
注：* <2ppm **<5ppm		

表 7：改进的低烟无卤（LSZH）阻燃聚烯烃光缆被覆和护套材料中六种环境管理物质测试值（RoHS）

元素	检测值（ppm）
铅（Pb）	未检出*
镉（Cd）	未检出*
汞（Hg）	未检出*
六价铬（Cr <sup>+6</sup> ）	未检出*
多溴联苯（PBBs）	未检出**
多溴联苯醚（PBDEs）	未检出**
注：* <2ppm **<5ppm	

表 8：聚酯弹性体（Hytrel）光缆被覆和护套材料中六种环境管理物质测试值（RoHS）

元素	检测值（ppm）
铅（Pb）	未检出*
镉（Cd）	未检出*
汞（Hg）	未检出*
六价铬（Cr <sup>+6</sup> ）	未检出*
多溴联苯（PBBs）	未检出**
多溴联苯醚（PBDEs）	未检出**
注：* <2ppm **<5ppm	

#### 4、环保室内光缆的生产工艺与管理

随着 RoHS 实施日期的来临，包括外国大公司在内的国内外光缆原材料供应商都在积极地进行着材料的更新以满足光缆用户的需求。作为室内光缆制造商，我们将面临更多的材料工艺试验和产品检测。建立环保光缆的原材料数据库和环保管理体系是确保环保产品质量的有效措施和方法。材料的更换有时会产生较大的工艺变化，典型的例子就是聚氯乙烯的被覆和护套材料。作为最物美价廉的热稳定剂，铅盐在 PVC 中的应用已有几十年的历史了，其制造工艺和产品加工工艺都已非常成熟。在短期内材料的变化将导致生产工艺的变化。比如用含铟（Sb）、钡（Ba）稳定剂和阻燃剂替代铅盐，虽可满足 RoHS 的要求（表 3），但这种 PVC 的加工性能稍差，挤塑时电流波动较大，外径难以控制。对这种材料进行调整后，不仅



使锑、钡的含量明显降低（表 4），而且使 PVC 的加工性能得以改善。

颜色（色母料）多是室内光缆的特点。无论是 PVC 还是 LSZH，通常都要用到 12 种颜色。不同的色母料既影响到光缆的加工性能，又对仓库和生产的管理提出了更多的要求。

由于色母料通常采用无机化合物，而其中主要是含铅氧化物，所以由色母料引起的环境管理物质超标一般是铅超标。正确控制色母料中的铅含量可以经济地在保持色泽饱和度的同时达到 RoHS 甚至是 SS-00259 的要求。当色母料的添加比例为 2% 时，若该色母料中铅含量为 3000~4000ppm 时，一般仍可满足 SONY SS-00259 的要求。若仅需满足 RoHS 的要求，则色母料中铅含量最大可放宽到 4~5%。理解这一点，对经济地选择色母料有积极的意义。

在环保光缆的销售和生产中，经常遇到的问题主要有：

### 1) 顾客要求的环保保证书与 PVC 的矛盾

许多用户（尤其是外资企业）要求室内光缆生产商提供环保保证书，这对提高生产商的环保管理水平，保证环保产品的质量是有积极意义的。通常这种保证书以 SONY SS-00259 的要求为蓝本，其中禁用的环境管理物质就包括聚氯乙烯及聚氯乙烯合成物。而在目前的室内光缆材料中 PVC 仍占相当的比例。因此，有必要向用户说明 RoHS 与 SONY SS-00259 的区别，环保 PVC 室内光缆是可以满足 RoHS 要求的，而 SONY

SS-00259 禁止使用 PVC 材料。若用户必须满足 SONY 的要求，则可建议用户选择环保的 LSZH 室内光缆产品。

### 2) 颜色一致性

无论是聚氯乙烯还是低烟无卤阻燃聚烯烃材料，更换了环保色母料后，通常会产生前后颜色不一致的情况。这是因为为了保证色母料满足环保的要求，必须更换原有的无机颜料（主要是为了保证不含铅），要保证前后颜色的一致性和良好的工艺性是非常困难的，当铅含量越低，难度越大。最终的解决方案应采用环保色母料生产各色紧套光纤和室内光缆并重新请用户确认。这个工作需要较长的周期尤其需要得到用户的配合。

## 5、结论

经过一年半的努力，广州关键光电子技术有限公司在研发环保光缆的过程中积累了丰富的经验和大批宝贵的测试分析数据，建立了环保光缆的原材料数据库和环保管理体系，聚氯乙烯系列、低烟无卤阻燃聚烯烃系列和聚酯弹性体系列的室内光缆全部符合 RoHS 要求，低烟无卤阻燃聚烯烃系列和聚酯弹性体系列的室内光缆同时符合 SONY SS-00259 的要求，目前已为许多用户提供了不同品种的环保室内光缆。环保室内光缆的研发成功以及 ISO 14001 体系贯标也是广州关键光电子技术有限公司加入“绿色伙伴”阵营的重要体现。

编辑信箱：[carol@c-fol.net](mailto:carol@c-fol.net), 欢迎您提意见。