



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104743510 B

(45)授权公告日 2017.08.25

(21)申请号 201310755600.4

C01G 37/00(2006.01)

(22)申请日 2013.12.29

C01G 37/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

C01G 37/04(2006.01)

申请公布号 CN 104743510 A

C01G 37/08(2006.01)

C01G 37/14(2006.01)

(43)申请公布日 2015.07.01

C01G 49/02(2006.01)

(73)专利权人 唐翔

(56)对比文件

地址 541001 广西壮族自治区桂林市中山  
北路158号17栋6单元301

CN 103253710 A,2013.08.21,

CN 103253710 A,2013.08.21,

(72)发明人 唐翔

CN 102583540 A,2012.07.18,

CN 102583540 A,2012.07.18,

(51)Int.Cl.

CN 101333007 A,2008.12.31,

CN 101508466 A,2009.08.19,

C01B 3/08(2006.01)

薛红玮等.不同品种紫甘薯体外抗氧化活性的比较.《食品与机械》.2011,

C01B 32/00(2017.01)

C01B 33/021(2006.01)

C01C 3/14(2006.01)

C07C 55/07(2006.01)

C07C 51/41(2006.01)

审查员 付佳

权利要求书2页 说明书4页

(54)发明名称

碳素铬铁液相法制造新能源电池材料及新  
能源氢气工艺

(57)摘要

本发明涉及一种碳素铬铁液相法制造新能源  
源电池材料及新能源氢气工艺,该发明工艺先  
进,节能环保,无需燃煤无需高温高压,以铬铁为  
原料液相法一次性生产出新能源、多种新能源电  
池材料、颜料及化工铬盐等产品,形成一系列新  
的高端产业链,改变了原有的产品用途单一、生  
产单纯的局面,大大增强了企业国际竞争力,促  
进国家产业优化升级和发展,具有重要意义。

1. 一种碳素铬铁液相法制造新能源电池材料及新能源氢气工艺,其特征在于:将铬铁磨成细粉,放入反应釜中,加酸溶解铬铁,加入特种物质加温反应,制成产品:新能源氢气,新能源电池材料包括普鲁士蓝或藤士蓝、草酸亚铁、硅、碳、硫酸铬或氯化铬、氧化铬、氢氧化铬,氢氧化铁,铬酸盐;

(1). 所述铬铁为高碳铬铁、中碳铬铁或低碳铬铁,磨成50目以上细粉,放入反应釜中,加入足量的盐酸或硫酸,加温 $15^{\circ}\text{C}$ - $100^{\circ}\text{C}$ 充分搅拌,反应溶解,使铬铁完全生成 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 离子溶液,收集氢气,制得产品新能源氢气;

(2). 步骤(1)溶液中加入水使可溶物质变为离子,含 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 溶液中沉淀物为Si,悬浮物为C,将溶液分别过滤,得滤液和滤渣,滤渣经洗涤,分离,干燥,制得产品Si和C,产品Si再制取多晶硅和单晶硅,滤液为含 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 及微量的金属离子溶液;

(3). 步骤(2)部分滤液中加入草酸使 $\text{Fe}^{2+}$ 完全沉淀为 $\text{FeC}_2\text{O}_4$ ,过滤、洗涤、结晶、干燥,制得产品 $\text{FeC}_2\text{O}_4$ ,滤液为 $\text{Cr}^{3+}$ 及微量元素溶液,再加入福美钠或硫化物,除去其它微量的金属离子,过滤得含 $\text{Cr}^{3+}$ 滤液;

(4). 步骤(2)部分滤液中加入黄血盐或赤血盐,使溶液中 $\text{Fe}^{2+}$ 完全沉淀为普鲁士蓝或藤士蓝,过滤、洗涤、干燥制得产品普鲁士蓝或藤士蓝,滤液为 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液;

(5). 步骤(2)部分滤液中加入黄血盐或赤血盐和可溶性盐 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Co}^{3+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Y}^{3+}$ 、 $\text{Ti}^{3+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Cs}^{+}$ 、 $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{La}^{3+}$ 、 $\text{Ga}^{3+}$ 、 $\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Zr}^{4+}$ 、 $\text{In}^{3+}$ 、 $\text{Sn}^{2+}$ 中的一种或两种以上,生成黄血盐衍生物或赤血盐衍生物,过滤、洗涤、干燥制得产品黄血盐衍生物或赤血盐衍生物,滤液为 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液;

(6). 将步骤(3)、(4)、(5)中 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液制取不同产品;

①. 部分 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液蒸发干燥制得产品三价铬盐;

②. 部分 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液中加入碳酸盐、碳酸氢盐、氢氧化物、氨水,使 $\text{Cr}^{3+}$ 完全沉淀为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,过滤、洗涤、结晶、干燥,制得产品氢氧化铬,氢氧化铬高温煅烧制得产品三氧化二铬;

③. 部分 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液中加入特种反应物质:过碳酸盐、过硫酸盐、双氧水、氧气、过氧化盐、高锰酸盐、次氯酸盐、碳酸盐、碱,搅拌加热氧化反应,使溶液中 $\text{Cr}^{3+}$ 氧化为 $\text{Cr}^{6+}$ ,制得铬酸盐溶液或重铬酸盐溶液;

A. 将铬酸盐溶液或重铬酸盐溶液,蒸发结晶,分离,干燥,制得产品铬酸盐或重铬酸盐;

B. 铬酸盐溶液中加入酸酸化使铬酸盐溶液完全生成重铬酸盐溶液,蒸发结晶、分离、干燥,制得产品重铬酸盐;

(7). 部分步骤(2)含 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{3+}$ 滤液溶液中加入特种反应物质:过碳酸盐、过硫酸盐、双氧水、氧气、过氧化盐、高锰酸盐、次氯酸盐、碳酸盐、碱,搅拌加热氧化反应,使溶液中 $\text{Cr}^{3+}$ 氧化为 $\text{Cr}^{6+}$ ,制得铬酸盐溶液或重铬酸盐溶液,使溶液中 $\text{Fe}^{2+}$ 完全沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;

①. 将铬酸盐溶液或重铬酸盐溶液,蒸发结晶,分离,干燥,制得产品铬酸盐或重铬酸盐;

②. 铬酸盐溶液中加入酸酸化使铬酸盐溶液完全生成重铬酸盐溶液,蒸发结晶、分离、干燥,制得产品重铬酸盐;

③. 含六价铬 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 中加入酸,再加入还原剂 $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{NaHSO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Na}_2\text{S}$ ,使 $\text{Cr}^{6+}$ 还原为 $\text{Cr}^{3+}$ ,加入碱生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀,分离、过滤、洗涤、干燥制得产品 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ;

(8) 上述步骤中得到的普鲁士蓝、滕士蓝、草酸亚铁、硅、碳、硫酸铬或氯化铬、氧化铬、氢氧化铬作为新能源电池材料,制造太阳能电池、蓄电池、氢能电池。

## 碳素铬铁液相法制造新能源电池材料及新能源氢气工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种碳素铬铁液相法制造新能源电池材料及新能源氢气工艺,属于以冶金产品为原料生产新能源电池材料和新能源的技术领域。

### 背景技术

[0002] 由于全球经济的迅猛发展,能源的需求与日俱增。随着煤、天然气、石油等原料的日渐减少,急需新材料新能源满足经济发展的需要。太阳能、氢能、风能等新能源将成为新的发展和需求。新能源需要新的电池材料,新电池材料主要包括:硅、碳、金属、金属氧化物、金属盐等材料。其生产工艺过程复杂、产品单一、成本高。

[0003] 单晶硅的制法通常是先制得多晶硅或无定形硅,然后用直拉法或悬浮区熔法从熔体中生长出棒状单晶硅。熔融的单质硅在凝固时硅原子以金刚石晶格排列成许多晶核,如果这些晶核长成晶面取向相同的晶粒,则这些晶粒平行结合起来便结晶成单晶硅。

[0004] 单晶硅棒是生产单晶硅片的原材料,随着国内和国际市场对单晶硅片需求量的快速增加,单晶硅棒的市场需求也呈快速增长的趋势。

[0005] 单晶硅是电子信息材料中最基础性材料,属半导体材料类。单晶硅已渗透到国民经济和国防科技中各个领域。

[0006] 日本、美国和德国是主要的硅材料生产国。中国硅材料工业与日本同时起步,但总体而言,生产技术水平低。

[0007] 随着半导体材料技术的发展,对硅片的规格和质量也提出更高的要求。

[0008] 硅片需求的5年预测表明,全球300mm硅片将从2000年的1.3%增加到2006年的21.1%。日、美、韩等国家都已经在1999年开始逐步扩大300mm硅片产量。据不完全统计,全球目前已建、在建和计划建的300mm硅器件生产线约有40余条,主要分布在美国和我国台湾等,仅我国台湾就有20多条生产线,其次是日、韩、新及欧洲。

[0009] 研发及建厂成本的日渐增高,加上现有行销与品牌的优势,使得硅材料产业形成“大者恒大”的局面,少数集约化的大型集团公司垄断材料市场。

[0010] 多晶硅材料是以工业硅为原料经一系列的物理化学反应提纯后达到一定纯度的电子材料,是硅产品产业链中的一个极为重要的中间产品,是制造硅抛光片、太阳能电池及高纯硅制品的主要原料,是信息产业和新能源产业最基础的原材料。

[0011] 多晶硅产品分类:多晶硅按纯度分类可以分为冶金级(工业硅)、太阳能级、电子级。冶金级硅(M6):是硅的氧化物在电弧炉中被碳还原而成。一般含Si为90-95%以上,高达99.8%以上。太阳能级硅(SG):纯度介于冶金级硅与电子级硅之间,至今未有明确界定。一般认为含Si在99.99%-99.9999%(4~6个9)。电子级硅(EG):一般要求含Si>99.9999%以上,超高纯达到99.9999999%~99.999999999%(9~11个9)。其导电性介于 $10^{-4}$ — $10^{10}$ 欧厘米。

[0012] 多晶硅是半导体工业、电子信息产业、太阳能光伏电池产业的最主要、最基础的功能性材料。主要用做半导体的原料,是制做单晶硅的主要原料,可作各种晶体管、整流二极

管、可控硅、太阳能电池、集成电路、电子计算机芯片以及红外探测器等。

[0013] 多晶硅是制备单晶硅的唯一原料和生产太阳能电池的原料。随着近几年我国单晶硅产量以年均26%的速度增长,多晶硅的需求量与日俱增。

[0014] 多晶硅生产技术主要有:改良西门子法、硅烷法和流化床法。正在研发的还有冶金法、气液沉积法、重掺硅废料法等制造低成本多晶硅的新工艺。

[0015] 世界上85%的多晶硅是采用改良西门子法生产的,其余方法生产的多晶硅仅占15%。以下仅介绍改良西门子法生产工艺。

[0016] 多晶硅生产过程中产生大量的废水、废液排出,如:生产1000吨多晶硅将有三氯氢硅3500吨、四氯化硅4500吨废液产生,未经处理回收的三氯氢硅和四氯化硅是一种有毒有害液体。需对多晶硅副产物三氯氢硅、四氯化硅经过多级精馏提纯等化学处理,才能变废为宝。

[0017] 因此,硅材料工业发展日趋国际化,集团化,生产高度集中,促使政府、科研院校、企业团体及科研人员,研究开发新产品新方法,许多新发明新创造应运而生。如:“电池用氧化硅复合材料”,申请号:201210130243.8,公开号:103378356A,公开日:2013-10-30;“一种制备太阳能电池及硅材料的方法”,申请号:200610031434.3,公开号:1830776,公开日:2006-09-13.这些发明方法存在的问题:第一、都是单纯制取硅材料或将硅材料与其它材料的组合;第二、原料成本高;第三、品种单纯竞争优势不强。随着科技的发展,复合型多品种生产方法将成为趋势。

## 发明内容

[0018] 本发明的目的在于节约资源,降低成本,集约化多元化创新发展,形成高端产品产业链,促进科技经济和社会发展。

[0019] 本发明的目的是通过如下措施达到:

[0020] 一种碳素铬铁液相法制造新能源电池材料及新能源氢气工艺,其特征在于:

[0021] 1.将铬铁磨成细粉,放入反应釜中,加酸溶解铬铁,加入特种物质加温反应,制成产品:新能源氢气,新能源电池材料包括普鲁士蓝及其衍生物或藤士蓝及其衍生物、草酸亚铁、硅、碳、硫酸铬或氯化铬、氧化铬、氢氧化铬,氢氧化铁,铬酸盐;

[0022] 2.根据权利要求1中铬铁为高碳铬铁、中碳铬铁或低碳铬铁磨成50目以上细粉(或者取碳素铬铁冶炼熔融50目以上细粉),放入反应釜中,加入足量的盐酸或硫酸,加温15℃-100℃充分搅拌,反应溶解,使铬铁完全生成离子( $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ )溶液,收集氢气,制得产品新能源氢气;

[0023] 3.根据权利要求2溶液中加入水使可溶物质变为离子,含 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 溶液中沉淀物为Si,悬浮物为C,将溶液分别过滤,得滤液和滤渣,滤渣经洗涤,分离,干燥,制得产品Si和C,产品Si再制取多晶硅和单晶硅,滤液为含 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 溶液及微量的金属离子;

[0024] 4.根据权利要求3滤液中加入草酸使 $\text{Fe}^{2+}$ 完全沉淀为 $\text{FeC}_2\text{O}_4$ ,过滤、洗涤、结晶、干燥,制得产品 $\text{FeC}_2\text{O}_4$ ,滤液为 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液及微量元素,再加入福美钠或硫化物,除去其它微量的金属离子,过滤得含 $\text{Cr}^{3+}$ 滤液;

[0025] 5.根据权利要求3滤液中加入黄血盐或赤血盐,使溶液中 $\text{Fe}^{2+}$ 完全沉淀为普鲁士蓝或藤士蓝,过滤、洗涤、干燥制得产品普鲁士蓝或藤士蓝,滤液为 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液;

[0026] 6. 根据权利要求3滤液中加入黄血盐或赤血盐和可溶性盐 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Co}^{3+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Y}^{3+}$ 、 $\text{Ti}^{3+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Cs}^+$ 、 $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{La}^{3+}$ 、 $\text{Ga}^{3+}$ 、 $\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Zr}^{4+}$ 、 $\text{In}^{3+}$ 、 $\text{Sn}^{2+}$ 中的一种或两种以上,生成黄血盐衍生物或赤血盐衍生物,过滤、洗涤、干燥制得产品黄血盐衍生物或赤血盐衍生物,滤液为 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液;

[0027] 7. 根据权利要求4、5、6中 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液制取不同产品;

[0028] (1).  $\text{Cr}^{3+}$ 溶液蒸发干燥制得产品三价铬盐;

[0029] (2).  $\text{Cr}^{3+}$ 溶液中加入碳酸盐、碳酸氢盐、氢氧化物、氨水,使 $\text{Cr}^{3+}$ 完全沉淀为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,过滤、洗涤、结晶、干燥,制得产品氢氧化铬,氢氧化铬高温煅烧制得产品三氧化二铬;

[0030] (3).  $\text{Cr}^{3+}$ 溶液中加入特种反映物质:过碳酸盐( $\text{X}_2\text{CO}_4$ )、过硫酸盐( $\text{X}_2\text{S}_2\text{O}_8$ )、双氧水( $\text{H}_2\text{O}_2$ )、氧气( $\text{O}_2$ )、过氧化盐( $\text{X}_2\text{O}_2$ )、高锰酸盐( $\text{XMnO}_4$ )、次氯酸盐( $\text{XClO}$ )、碳酸盐( $\text{X}_2\text{CO}_3$ )、碱( $\text{XOH}$ ),搅拌加热氧化反应,使溶液中 $\text{Cr}^{3+}$ 氧化为 $\text{Cr}^{6+}$ ,制得铬酸盐溶液( $\text{CrO}_4^{2-}$ 或重铬酸盐溶液 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ );

[0031] A. 将铬酸盐溶液( $\text{CrO}_4^{2-}$ )或重铬酸盐溶液( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ),蒸发结晶,分离,干燥,制得产品铬酸盐或重铬酸盐;

[0032] B. 铬酸盐溶液( $\text{CrO}_4^{2-}$ )中加入酸酸化(硫酸法、碳化法、电解法)使铬酸盐溶液( $\text{CrO}_4^{2-}$ )完全生成重铬酸盐溶液( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ),蒸发结晶、分离、干燥,制得产品重铬酸盐。

[0033] 8. 根据权利要求3滤液 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液中加入特种反映物质:过碳酸盐( $\text{X}_2\text{CO}_4$ )、过硫酸盐( $\text{X}_2\text{S}_2\text{O}_8$ )、双氧水( $\text{H}_2\text{O}_2$ )、氧气( $\text{O}_2$ )、过氧化盐( $\text{X}_2\text{O}_2$ )、高锰酸盐( $\text{XMnO}_4$ )、次氯酸盐( $\text{XClO}$ )、碳酸盐( $\text{X}_2\text{CO}_3$ )、碱( $\text{XOH}$ ),搅拌加热氧化反应,使溶液中 $\text{Cr}^{3+}$ 氧化为 $\text{Cr}^{6+}$ ,制得铬酸盐溶液( $\text{CrO}_4^{2-}$ )或重铬酸盐溶液 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,使溶液中 $\text{Fe}^{2+}$ 完全沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;

[0034] (1). 将铬酸盐溶液( $\text{CrO}_4^{2-}$ )或重铬酸盐溶液( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ),蒸发结晶,分离,干燥,制得产品铬酸盐或重铬酸盐;

[0035] (2). 铬酸盐溶液( $\text{CrO}_4^{2-}$ )中加入酸酸化(硫酸法、碳化法、电解法)使铬酸盐溶液( $\text{CrO}_4^{2-}$ )完全生成重铬酸盐溶液( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ),蒸发结晶、分离、干燥,制得产品重铬酸盐。

[0036] (3). 含六价铬 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 中加入酸,再加入还原剂 $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{NaHSO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Na}_2\text{S}$ 使 $\text{Cr}^{6+}$ 还原为 $\text{Cr}^{3+}$ ,加入碱生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀,分离、过滤、洗涤、干燥制得产品 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 。

[0037] 9. 根据权利要求3、4、5、6、7、8制造的新能源电池材料普鲁士蓝、普鲁士蓝衍生物、藤士蓝、藤士蓝衍生物、草酸亚铁、硅、碳、硫酸铬或氯化铬、氧化铬、氢氧化铬,作为新能源电池材料,制造太阳能电池、蓄电池、氢能电池。

[0038] 为了更好的使该项发明技术尽快地实施工业化生产,已于2013年3月18日进行试验生产。

### 具体实施方式

[0039] 1. 将高碳铬铁1000kg磨成200目以上细粉,放入反应釜中,加入足量的硫酸3000kg,加温 $15^\circ\text{C}$ – $100^\circ\text{C}$ 充分搅拌,反应溶解,使铬铁完全生成离子( $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ )溶液,收集氢气,制得产品新能源40kg氢气;

[0040] 2. 溶液中加入水使可溶物质变为离子,含 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 溶液中沉淀物为Si,悬浮物为

C,将溶液分别过滤,得滤液和滤渣,滤渣经洗涤,分离,干燥,制得产品Si:30kg和C:70kg,产品Si再制取多晶硅和单晶硅,滤液为含 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 溶液及微量的金属离子;

[0041] 3.滤液中加入草酸650Kg使 $\text{Fe}^{2+}$ 完全沉淀为 $\text{FeC}_2\text{O}_4$ ,过滤、洗涤、结晶、干燥,制得产品 $\text{FeC}_2\text{O}_4$ :1100kg,滤液为 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液及微量元素,再加入福美钠0.05kg,除去其它微量的金属离子,过滤得含 $\text{Cr}^{3+}$ 滤液;

[0042] 4.根据步骤3中 $\text{Cr}^{3+}$ 溶液制取不同产品;

[0043] (1). $\text{Cr}^{3+}$ 溶液蒸发干燥制得产品硫酸铬1500kg;

[0044] (2). $\text{Cr}^{3+}$ 溶液中加入氢氧化钠500kg,使 $\text{Cr}^{3+}$ 沉淀为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,过滤、洗涤、结晶、干燥,制得产品氢氧化铬:420kg,氢氧化铬高温煅烧制得产品三氧化二铬:310kg;

[0045] (3). $\text{Cr}^{3+}$ 溶液中加入特种反映物质:过硫酸钠、过氧化盐钠、碳酸钠300kg,搅拌加热氧化反应,使溶液中 $\text{Cr}^{3+}$ 氧化为 $\text{Cr}^{6+}$ ,制得铬酸钠溶液,

[0046] 将铬酸钠溶液,蒸发结晶,分离,干燥,制得产品铬酸钠350kg.

[0047] 5.根据以上工艺制造出新能源氢气40kg,新能源电池材料:草酸亚铁1100kg、硅30kg、碳70kg、硫酸铬1500kg、氧化铬310kg、氢氧化铬420kg,作为新能源电池材料,制造太阳能电池、蓄电池、氢能电池。

[0048] 实践证明该发明工艺先进,节能环保,无需燃煤无需高温高压,以铬铁为原料液相法一次性生产出新能源、多种新能源电池材料、颜料及化工铬盐等产品,形成一系列新的高端产业链,改变了原有的产品用途单一、生产单纯的局面,大大增强了企业国际竞争力,促进国家产业优化升级和发展,具有重要意义。