

同位素仪表在工业中的应用

郭 华 聪

(四川大学原子核科学技术研究所)

用放射性同位素装置的仪表是非接触式测量,因其体积小、精度高、可自动化测量,在工业中得到广泛的应用,产生了较大的经济效益。一些工业发达的国家,早在六十年代就开始应用。据1962—1964年统计,美国装备的仪表有8000—9000台,英国有2037台,法国有1465台。据1982年统计,日本约有11000台。在七十年代,一些中小国家也开始应用同位素仪表。1972年印尼有5台,1982年增加到113台。1974年新加坡有12家公司使用,1982年发展到63家公司使用132台。据1981年统计,菲律宾使用175台,印度使用1250台,其中料位计占1107台。

在同位素仪表应用中,以厚度计、料位计、密度计三类为主。日本用于监测钢板镀层(Zn, Sn)厚度的厚度计,估计每年每条生产线节约100万美元,日本大约有50条这样的

生产线。两台年产100万吨的高炉,使用水分计,每年可节约1.5亿日元。美国烟草公司使用密度计,一年可节约65万美元。下面简要介绍一下几种主要应用的概况和进展。

一、厚度计

测定射线穿过材料后的强度衰减确定材料的厚度是测量厚度的基本方法。表1是厚度计的分类和测定范围。对10mm的钢板,在0.1秒内能得到0.1%的精度,对50g/m²的新闻纸,测定精度为0.2g/m²。

加拿大Sentrol Systems有限公司和Toronto大学联合开发了一个用于造纸工业的新系统,可以同时测纸厚和控制添加剂的浓度(由计算机控制),测量得到:TiO₂精度为0.1g/m²,粘土添加剂为0.4g/m²。

日本川崎制铁公司和富士电机公司联合开发计算机控制无缝钢管在线壁厚测量装

表1. 厚度计分类和测量范围

种类	射线源	射线	半衰期 (年)	能量 (MeV)	测 定 范 围			
					纸、塑料膜	铝	铁	镀层厚度
穿透型	¹⁴⁷ Pr	β	2.6	0.233	2-160g/m ²			
	⁸⁵ Kr	β	10.3	0.672	5-1000g/m ²	0-0.4mm		
	⁹⁰ Sr	β	27.7	2.26	50-600g/m ²	0-2.0mm	0-0.7mm	
	²⁴¹ Am	γ	458.0	0.06		0-40mm	0-8.0mm	
	¹³⁷ Cs	γ	30.0	0.66			4.5-100mm	
背散射型	⁸⁵ Kr	β	10.3	0.672	0-110g/m ²			
	⁹⁰ Sr	β	27.7	2.26	0-60g/m ²			Zn 0-300g/m ²
荧光X线	²⁴¹ Am	γ	458.0	0.06				Zn 0-300 g/m ² Sn 0-30g/m ²

置,成功地用于生产线上,解决了生产的一些难题。

二、料位计、密度计和水分计

料位计广泛用于冶金和化工工业中,用来控制各种料仓的料位和各种反应器中的液位,测量精度为1%。

密度计主要用于化工、食品和冶金等工业部门,用来测定和控制产品和生产过程中各种物质的密度和浓度。

水分计主要用于建材和冶金工业中。一般用 $^{241}\text{Am}-\text{Be}$ 中子源。近年来,美、日等国都在开发 ^{252}Cf 强中子源的应用,其特点是体积小,中子源强为 10^7-10^8 /秒。对数百毫升的试样,水分探测下限为0.1wt%,对轻-重水混合试样同位素比的测定,精度为0.02克分子%。

日本原子能所研制了一个新的高炉焦炭水分计,利用 ^{252}Cf 放射源的中子和 γ 射线同时可测定焦炭的水分和密度。该水分计测量精度比普通水分计提高几倍。它既可以节约焦炭,又能保持炉内温度稳定。

三、同位素激发X射线荧光分析(XRF)

同位素激发X射线荧光分析在线分析计得到广泛的应用。据1981年统计,在澳、加、苏等10个国家的32个矿山上装有129台同位素激发X射线荧光分析在线分析计,用来分析Ca、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Mo、Ag、Sn、

Ba、Pb、U等金属元素,使金属回收率提高了3.2%。此外,在炼油厂中用来监测硫的含量和水泥厂中监测钙和铁的含量等。据1982年统计,日本拥有325台硫这样的分析计。

四、同位素仪表在我国的应用及发展趋势

我国对同位素仪表的研制和生产已有一定的基础,种类也较多。厚度计、料位计、密度计、水分计、 γ 射线荧光分析仪等都有批量生产。在化工工业中,兰州化学工业公司使用较多,在冶金工业中,首钢使用较多。

同位素仪表近年来在向数字化、微机化和多功能化发展,大大改进了仪表的性能,更适用于在线测量和控制。例如,加拿大研制的造纸工业监控系统,日本研制的 ^{252}Cf 高炉焦炭监控系统以及日本正在研制的 ^{252}Cf 多功能系统等。

参考文献

1. 富永洋,原子力工業,1983,29(12)20
2. 榎木茂正, Radioisotopes, 1983, 32(3)393
3. 船生豊,オートメーション,1983,28(10)47
4. 富永洋,日本原子力学会誌,1983,25(9)676
5. 鷺见哲雄, Radioisotopes, 1983, 32(11)577
6. J.S.Watt, Int. J. Appl. Radiation. Isotopes, 1983, 34(1)309