

射线辐照的工业应用

郭华聪

(四川大学原子核科学技术研究所)

核技术应用中,除了原子能发电外,第二个重要的方面就是射线辐照加工。1983年,估计辐照加工产值约为20—30亿美元,并以每年15—20%的速度增长。

辐照加工一般用电子加速器和 ^{60}Co 源进行辐照。1983年,估计有300台以上的电子加速器和110台以上的 ^{60}Co 辐照装置用于工业生产。因为射线辐照加工可以节省能源,无公害污染和提高产品质量等优点,不仅在工业发达国家,而且在一些中小国家中都得到广泛使用。

射线辐照加工主要是高分子材料的辐照加工,其次是医疗器具灭菌、食品照射和废物处理等。表1给出了这方面应用的一些例子。

1. 高分子材料的辐照加工

射线辐照能使高分子材料产生交联、聚

表1 辐照加工应用实例

名称	国家	辐照源
电线、电缆交联	美、日、意、西德、巴西、南斯拉夫	加速器
发泡聚乙烯	日、美、澳	"
热收缩材料	日、美、意、匈	"
木—塑复合材料	美	^{60}Co
铝涂料	法	加速器
电池隔膜	日	"
聚四氟乙烯裂解	日、美	^{60}Co , 加速器
高分子凝集剂	美	^{60}Co
水分吸收剂	美	加速器
轮胎橡胶交联	美、日	"
历史文物保存	法	^{60}Co
医疗器具灭菌	日、美、法等	^{60}Co
食品辐照	美、日、荷、匈	^{60}Co , 加速器
污泥辐照	美、西德	^{60}Co , ^{137}Cs

合、裂解等效应。辐照加工中主要应用交联效应。利用辐照交联提高电线和电缆的绝缘性能,在日本、美国得到广泛应用。日本有

Methods 106,231 (1973)

15. 张维成等 核化学与放射化学 6,1,39 (1984)
16. N. N. Krasnov, et al., The Use of Cyclotrons in Chemistry, Metallurgy and Biology, C. B. Amphlett(ed) (1970) p159
17. 村上修汉雄 Radioisotopes 21, 759 (1972)
18. R. S. Civingston Nature 170,221 (1952)
19. H. A. Краснов П Т Э №5,34 (1969)
20. M. E. Thain Nucl. Instr. Methods

108,571 (1973)

21. K. Suju, et al., Inter. J. Appl. Radio. Isotopes 28,1,663 (1977)
22. J. R. Dabl, et al., Ibid 23,1,481 (1971)
23. M. Guilloume, et al., Ibid 26,2,703 (1975)
24. 张维成等 原子能科学技术 6,713 (1984)
25. E. C. Гуреев Радиохимия 23,1,158 (1981)
26. C. Larry Inter. J. Appl. Radio. Isotopes 24,11,651 (1973)
27. 张维成等 核化学与放射化学 7,2,136 (1985)

11个工厂采用这项技术。电线电缆辐照加工约占高分子材料辐照加工的33%，热收缩膜占25%，用于电缆和钢管接头保护的热收缩管和热收缩板占18%，轮胎辐照预加硫占10%，其它，如涂层硬化等占14%。表2是日本电子加速器的使用情况，其中发泡聚乙烯年产量为7000吨（1979年）。

表2 日本电子加速器使用情况(1983年)

项目	台数	功率(KW)
电线、电缆交联	23	1150
发泡聚乙烯	9	270
热收缩管	9	440
轮胎	6	410
离子交换膜	1	13
耐热医疗用品	1	49
涂膜硬化	3	100
其它	8	318
合计	60	2750

轮胎的射线辐照加硫已成为美国轮胎工业中的一项重要技术，仅Goodyear轮胎和橡胶公司，每年就用电子束处理数亿磅材料。日本也有三个公司采用这项技术。印度尼西亚建立了22万居里的⁶⁰Co辐照装置，每年处理1000吨天然橡胶。

涂料和粘结剂的辐射固化是辐射加工的另一重要应用，它广泛用于电气和建材工业。

2. 医疗器具的辐照灭菌

1958年，美国的Ethicon公司用射线辐照解决了医疗器具的灭菌问题。1967年，有9个国家应用了14台设备，1982年发展到38个国家应用115台设备。辐照灭菌成为射线加工的第二大市场。在日本，用辐照灭菌处理的医疗器具超过40种，1979年处理2300m³，1981年处理4000m³，1982年更是成倍增加。

3. 射线辐照食品

1980年11月，世界卫生组织召开专门会

议，肯定了食品的射线辐照灭菌，并建议各国政府进行食物辐照处理。1983年，有23个国家对一些食品及其包装材料颁发了许可证。表3反映了食品辐照的状况。

表3 食品辐照状况

国家	辐照装置的情况	食品	处理能力
比利时	1980年完成	调料、动物饲料	100m ³ /月
法国	1982年完成	一般食品	2百万居里的源
匈牙利	计划	调料、洋葱、土豆	
意大利	建设中	土豆、洋葱、大蒜	2.5万吨/季
日本	1973年完成	土豆	1万吨/月
荷兰	1988年完成	冻鸡、冻蛙、色素、调料	1500吨/年
荷兰	1972年完成	调料、冻蛙、冻虾	1000吨/年
南非	完成	芒果、草莓、土豆、洋葱	
美国	完成	调料、鸡肉、水果、蔬菜	

4. 在环境保护中的应用

城市污泥经辐照灭菌后，再送到农田作肥料。1973年，在西德Munich附近建成了世界上第一个污泥处理工厂，经1975年和1980年两次扩建后，现在使用57万居里⁶⁰Co源，每天可处理约15万加仑污泥。1976年，美国在波士顿城附近建成一座电子束处理污泥的工厂，1983年扩建成为每天处理17万加仑污泥的工厂。另外，美国还准备将Albuquerque市的试验工厂扩建为每天处理70吨干污泥的工厂，加拿大计划建立每天处理50吨干污泥的工厂，印度也计划在Baroda市建造每天处理110m³的试验工厂。

1980年，在新日本制铁公司的八幡制铁厂安装了一套每小时处理1万m³烟气的设备，消除了90%的SO₂和80%的NO_x。

5. 我国使用的情况

我国在高分子辐照和食品辐照上也开展了一些应用。高分子辐照主要在上海、四川和吉林进行，食品辐照主要在四川进行。高分子辐照大都为小批量生产，主要对电线、电缆和热收缩材料进行辐照。我国的辐照加工事业有着巨大的潜在市场。

6. 发展趋势

用于射线辐照加工的装置不断增加，单台装置的规模将不断加大。600万居里的 ^{60}Co 辐照装置已在日本运行，4 MeV、150KW的电子加速器也已建成。辐照加工的产品在不断增多，并在开发新的应用领域。例如美国西屋电气公司开发的电子辐照半导体器件，用来代替常规的热扩散金工艺，生产大功率快开关器件，已引起人们的广泛注意。