

电子束固化技术研究 with 新型装饰材料

周 永

(四川大学原子核科学技术研究所)

摘要: 本文主要介绍了下述内容: 电子束固化技术研究的意义, 国内外的技术水平和发展趋势; 重视新型涂料的配制, 加强辐照新工艺的研究; 研究开发辐射固化产品, 大力发展我国新型装饰材料工业。

辐射加工技术是近二十年来发展起来的一种新技术, 是核技术应用的重要组成部分, 受到世界各国工业界的广泛重视, 现已形成工业规模。尤其是大功率的电子辐照加速器的广泛应用, 促使辐射加工产业不断发展, 其产值目前仍以20%左右的速度增长, 经久不衰。其中电子束辐射固化涂层技术和发展新型装饰材料工业方面具有广阔的应用前景和显著的经济效益, 应当加强研究, 大力开发这种新技术。

一、电子束固化技术研究的意义、国内外的技术水平和发展趋势

随着我国工业、民用、旅游建筑事业、

汽车工业的飞跃发展, 随着人民生活的不断改善, 对于新型、特种、高档装饰材料的需求量日益增长, 特别是对于小轿车车身的内外装饰材料的表面处理提出了更高的处理速度, 提出了更高的质量要求, 对于建筑装饰材料的要求更为迫切。金属板、塑料板、木板、纸张、浮雕石膏板、彩面石膏板等装饰材料的电子束辐射固化产品在国内都有畅销的市场, 纸面石膏板、木材塑料板、纸质竹编板等复合材料的辐射固化技术研究具有广阔的实用价值。电子束固化技术的研究与开发具有显著的社会经济效益。其主要特点是: (1) 节省能源, 电子束辐射固化仅为热固化耗能的20%—50%; (2) 处理速度快, 热固化需要高温烘烤30分钟甚至几个小时, 电子束固化时间短到1—2秒, 现已短到毫

-
- 13 (1983), 1
- [13] Yufang Zheng et al., *Hyperfine Interactions*, 42 (1988), 971
- [14] U. Gonser et al., *J. Magn. Magn. Mat.*, 23 (1981), 279
- [15] J.A. Cusido et al., *Phys. Stat. Sol. (a)*, 87 (1985), 169
- [16] J.M.D. Coey et al., *J. Appl. Phys.*, 53 (1982), 7804
- [17] J.M.D. Coey et al., *J. Appl. Phys.*, 55 (1984), 1800
- [18] J. H. Schelleng et al., *J. Appl. Phys.*, 55 (1984), 1805
- [19] W. Keune et al., *Ferroelectrics*, 13 (1976), 443
- [20] S.K. Date et al., *J. Physique*, 37 (1976), C6—117
- [21] A. Putzka and H.D. Pfannes, *Appl. Phys.*, A29 (1982), 1
- [22] 夏元复等, *科学通报*, 27(1982), 527
- [23] H. Engelmann et al., *Ferroelectrics*, 69 (1986), 217
- [24] 郑裕芳等, *科学通报*, 32 (1987), 501
- [25] C.N.W. Darlington and D.A. O'Connor, *Phys. Stat. Sol. (a)*, 96 (1986), 509
- [26] 郑裕芳等, 即将发表

秒量级，该项技术适合于高速度的大批量工业化生产；(3) 工艺简单，操作方便；(4) 辐射固化涂料无挥发性有机溶剂，不污染环境；(5) 产品质量高，有利进入国际国内商品竞争市场。总之，该项新技术的研究与开发对于我国新型装饰材料工业的发展具有重要意义。

自1972年第一台大功率低能电子辐照加速器问世以来，目前世界上已有314台这类加速器用于电子束辐射固化技术与工业化生产。如表1所示。

表1. 世界各地低能电子加速器的分布情况

类型	地区				总计台数
	美国	日本	欧洲	太平洋	
实验研究	40	50	18	0	108
中间试验	45	12	35	2	94
工业生产	65	12	30	5	112
总计台数	150	74	83	7	314

自1973年以来美国、日本、苏联、西德等国都相继建立了电子束辐射固化涂层生产线，广泛用于各种材料的涂装，年产值达10多亿美元，仅美国1987年就有150台低能电子辐照加速器用于辐射固化处理，其中80%用于金属、塑料、木材、纸张等装饰材料的表面处理和粘接剂处理，其余20%用于油墨、磁带、印刷电路的辐射固化处理。美国

1973年至1987年的辐射固化涂料的销售量增加了46倍。美国首先将电子束固化涂层技术用于汽车工业，七十年代初建成了两条汽车零部件涂装自动生产线，其处理宽度为1320毫米，处理速率为7米/分；1985年西德建成了汽车零部件涂层固化装置，其处理宽度为1300毫米，处理速率为130/分，对塑料、金属板制成的汽车组合式装饰部件进行了涂层固化，并实现了无惰性气体保护的辐照工艺；美、日、苏等国还先后建立了金属板、塑料板、石膏板、纸张、木材等一系列生产线，其典型处理宽度为1300毫米，速率为150米/分；1987年以来将处理速率提高到1500米/分，欧洲国家对处理宽度为2400毫米的辐射加工设备给予关注。在国内，上海近几年来完成了木制品涂层的电子束固化中试，处理宽度为1000毫米，速率为5米/分；上海、北京、四川等地还开展了磁性材料的辐射固化研究，已有小试产品；四川等地在电子束固化石膏板装饰材料方面取得重大进展，正在进行中试，其辐射处理宽度为1320毫米，速率为0.1—5米/分，正在改制更大功率的低能电子加速器，提高加工处理能力。

由美、日、欧洲等各国辐射加工情况可以看到电子束辐射固化技术的发展趋势。日本1984年至1987年辐射加工设备和能力每年增长14%和10%，其中涂层固化的设备和能力增长最快，分别每年增长25%和14%，如表

表2. 日本辐射加工各个领域的情况比较

数量	分类	日本辐射加工各个领域的情况比较						
		试验发展	电线交联	泡沫塑料	热收缩管	涂层固化	橡胶硫化	各类总计
年份								
1984	设备(台)	23	27	10	7	10	6	85
	功率(KW)	425	1465	338	456	356	415	3520
1987	设备(台)	35	31	11	7	15	8	109
	功率(KW)	553	1724	438	456	459	540	4231
每年增长率	设备(%)	26	7	5	0	25	17	14
	功率(%)	15	9	14	0	14	14	10

2所示。1985年以来,西德加强金属板、塑料板涂层辐射固化研究,并在汽车组合零部件涂层固化方面实现了惰性气体保护的新工艺,日本皇冠牌小轿车车身改成近乎平板型的组合装饰材料,可见电子束固化用于小轿车车身的自动涂装生产线是一种研究与发展趋势。近几年来,美、日等国开展了石膏板等装饰材料的辐射固化研究,其涂料配方和涂饰辐照工艺十分保密,其产品广泛应用于内墙及吊顶的装饰。由此可以认为,电子束固化建筑装饰材料是值得注意的一种发展趋势。

二、重视新型涂料的配制,加强辐照新工艺的研究

近几年来,国外大力开展了新型涂料的研制工作。美、日、西德、苏联都十分重视辐射固化涂料的配方研究,有的涂料已趋于成熟,逐步投入了工业化生产,其产量和销量逐年增加。例如美国电子化学公司在研究一种辐射化工配方时,花了十年时间,预计了一万个配方,经过筛选和试验,只有1%适用于生产。据美国涂装公司的调查和预测,美国1973年至1987年的辐射固化涂料的销售量由每年的450吨增加到20800吨,设计1990年时辐射固化涂料可以达到年产量30000吨,产值达1亿美元,占各种新型涂料产量的15.7%,其结果如表3所示。

表3. 美国1973年以来辐射固化涂料产销情况

年份	1973	1982	1984	1987	1990
产量(吨)	450	11300	14350	20800	30000
与73年相比	1	25	32	46	67

要研制辐射固化新产品,辐射固化涂料配方则是一项重要的关键技术。必须重视新型涂料研制,采用新的溶度参数法进行配方研究,利用电子计算机对各种辐射固化涂料配方进行优先通过涂饰辐照试验及其测试分析,筛选出新型的廉价的辐射固化有光涂

料。在国外,西德高分子物理研究所已于1985年研制成功适合于制造汽车组合零部件的塑料基材,配制了丙烯酸类新型辐射固化涂料,实现了汽车零部件无惰性气体保护的辐照工艺,这是国外小汽车组合式零部件的电子束固化技术研究方面取得的最为显著的进展;他们利用200kV、60mA的低能电子加速器辐射固化小汽车轮圈的表面涂层,涂层厚度为35—40微米,生产速率为22个/分。一台涂层固化装置的年产量为264—528万件,至少可以供年产30万辆小汽车的两个厂家使用;国外的辐射固化涂料配方十分保密,有待国内去研究与开发。我国上海已经研制成了丙烯酸聚氨酯体系辐射固化涂料,进行了木制品的涂层固化中试;四川地区配制成功丙烯酸类新型辐射固化有光涂料系列,用于汽车车身涂装的小样试验,用于塑料板、金属板涂饰和辐照工艺研究,用于浮雕石膏板、彩面石膏板等建筑装饰材料的涂层固化中试,特别是在无惰性气体保护下进行了辐照工艺研究,取得了较好的结果。总之,只要重视新型涂料的配制,勇于创新 and 开拓,加强新的辐照工艺研究,应用电子束固化技术发展我国新型装饰材料工业,其前景是广阔的。

三、研究开发辐射固化产品,大力发展我国新型装饰材料工业

华东、华北、东北地区地处沿海,经济发达,对外开放,人民生活水平高,已从美国、西德引进了桑塔拉、北京吉普等小汽车生产线,这些地区应该主要研究开发工业民用建筑装饰材料和家具装饰材料。西南、中南、西北地区地处内陆,尚需大力发展,交通运输、工民建筑、人民生活都需要各种装饰材料。西南、中南地区拥有钢铁、汽车、塑料工业研究和生产的重要基地,拥有丰富的石

膏、竹木资源，具有核技术应用的研究力量，具有电子束辐射固化产品研制的技术基础，具有辐射固化装饰材料的基本设备，这些地区应当主要研究开发汽车装饰材料和建筑装饰材料特别是各种石膏板装饰材料更要作为出口创汇产品来进行重点研究与开发。

(1) 要将基本成熟的浮雕石膏板、彩面石膏板等建筑装饰材料进行试生产，筹建辐射固化涂料厂、辐射固化装饰材料厂；同时根据国内及亚非各国对纸面石膏板的大量需求，大力开展纸面石膏板、素色天花板、彩色天花板、石膏泡沫板等复合材料的涂饰工艺和辐照工艺研究。这些产品投入批量生产并进入国内外市场之后，其经济效益预计是十分可观的，每台20kW电子束固化系统的年产值可达到500万元。

(2) 要跟踪国外电子束固化的新技术，大力研究小轿车车身的电子束固化涂层装置和涂饰辐照工艺，尤其要注意研究金属、塑料基材及其涂料的配方。要简化磷化底漆中温烘烤以及多次喷涂面漆高温烘烤工艺，改成电子束固化涂层新工艺。这样，过去1000kW的高温烘道年产3000辆轿车，传统工艺改革后的情况就大为改观，3台20kW的电子束固化系统每年可以涂装30万辆小轿车。

(3) 要根据各地区资源、市场情况，发挥各地区、各单位的技术优势，积极开展木材、塑料、纸张等装饰材料的研究与开发，同样可以研制产品，创造产值，形成产业。

(4) 要研制和生产低能电子辐照加速器及其微机控制的辐射固化系统。要发挥各地区已有技术基础，分工协作攻关。北京上海地区主要发展电子帘辐射固化装置及绝缘芯变压器，中频倍加型电子辐射固化系统。成都地区建立高压倍加型电子辐射固化系统。特别要将技术力量和技术基础雄厚的京、沪地区建成大功率的电子辐照加速器的生产基地。大力发展加速器产业不仅满足国内辐射技术发展需要，而且要向亚非第三世界国家出口我国的电子加速器，促使我国辐射加工产业向国外发展。

为了研究开发和推广应用电子束辐射固化技术，必须在国家计委、国家科委、国家基金委的统一领导和支持下，建立中国辐射技术行业协会，在北京、上海、长春、成都等地区建立辐射技术研究开发中心，统筹规划，加强联合，一致对外，竞争开放，大力发展我国新型装饰材料工业，为发展国民经济做出应有的贡献。