



唐方元

一、问题的提出

我国的蚕丝工业历史很悠久，但是直到如今在加工的某些技术环节上还是相当落后的。如蚕茧的烘烤和缂丝工艺，基本上仍然采用的是千、百年来的传统技术。而这两个环节又是直接影响丝的产量和质量的关键。特别是蚕茧的及时烘烤处理，更是决定性的因素。实践证明，对于季节性很强而茧源又十分分散的我国来说，只是采用老工艺对进一步提高丝的质量和产量以及实现蚕丝业现代化都存在很多困难。因为老工艺采用土灶烘烤杀蛹及干燥的办法。这种办法不仅效率低，同时由于烘烤时高温、湿热的的时间较长，会构成茧丝蛋白的热变性，不利于提高解舒率（解舒是指缂丝时茧层丝缕离解的难易程度，解舒率是指解舒丝长对茧丝长的百分比。），减少吊糙（吊糙是指丝条故障）。因此对于提高丝的产量和质量都是十分不利的。同时，这种方法很不适应于自动化连续生产的需要。因此要寻求一种既能尽快杀死蛹体，又能保证蚕丝质量的新技术，乃是我国丝绸战线上的科学工作者急于解决的重要课题之一。

我们知道具有一定能量的射线与物质相互作用能使物质中的分子和原子激发，电离产生游离基团。从而引起物质分子结构改变，造成物质的某些性变：基于这种想法，最初人们应用钴⁶⁰- γ 射线来辐照蚕茧，并通过不同的剂量，剂量率、不同的干燥和贮放方式以及不同的缂丝工艺等实验研究，发现经过射线处理的蚕茧可以对提高丝的产量和质量都有良好的效果。但是，由于蚕茧的季节性强，分散性大，要求辐照的剂量高。因此在工艺上实际应用钴⁶⁰源是有困难。后来人们就采用加速器产生的电子束即 β 射线进行实验研究，发现也能达到同样效果。而加速器产生的辐射强度，不仅可随需要进行控制和调节；而且不用时没有衰变的问题还可以用在其它方面。于是人们选用加速器产生的低能电子束来进行这一工作。

二、电子束的产生和辐照

电子枪所产生的电子流经高电场加速，调整加速

电压使达到所需要的能量；再由扫描装置把电子束扫开成适宜的密度以避免烧坏蚕茧。然后将这扫开的射线束照射到蚕茧上去。图1是在电子静电加速器上进行辐照试验的装置。蚕茧铺放在自动运输的小车上，整个试样摆在扫描盒下端，电子束经过钛窗引出。按照所要求照射的剂量或剂量率调节传输速度。即可对蚕茧进行连续不断的射线辐照处理。

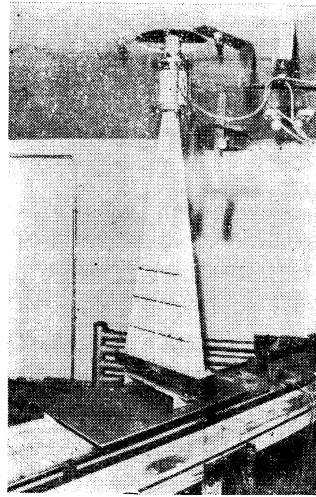


图 1

电压使达到所需要的能量；再由扫描装置把电子束扫开成适宜的密度以避免烧坏蚕茧。然后将这扫开的射线束照射到蚕茧上去。图1是在电子静电加速器上进行辐照试验的装置。蚕茧铺放在自动运输的小车上，整个试样摆在扫描盒下端，电子束经过钛窗引出。按照所要求照射的剂量或剂量率调节传输速度。即可对蚕茧进行连续不断的射线辐照处理。

蚕茧的辐照既可以在电子静电加速器上进行，也可以在绝缘芯变压器等其它电子加速器上进行。考虑到物质的辐射效应与电子的能量，剂量和剂量率都有关系。对于形状特殊的蚕茧还与样品的受照方式有关，为使照射尽量均匀起见，一般采用双面辐照。同时，实验表明，射线能量选择

在 0.6—1.5MeV 之间；剂量选择在 20万—100 万伦琴之间；剂量率则选择在 1.5 万伦/秒—25 万伦/秒之间为宜。

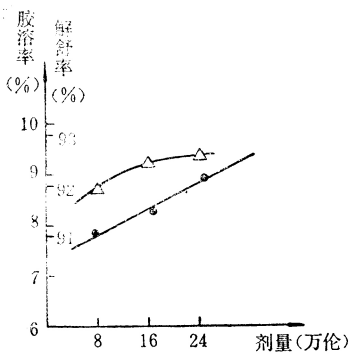
由于加速器产生的电子束流能量单一可调，束流强度较大，而且电子束为平行束，利用效果高，能产生较大的剂量和剂量率。加之加速器控制方便，操作简单、安全，辐照成本也较低廉。确实显示了这一方法的优越性。因此可以预言在工业上推广使用是大有前途的。

三、蚕茧辐照后的主要效果

蚕茧经过辐照处理后，不仅能按照需要及时杀灭蛹体，防止出蛾。而且在缂丝生产上还带来三个主要有益效应：（1）可以促进丝胶的膨润溶解，提高蚕茧的解舒率；（2）可以减少蛹衬（由蚕蛹与蛹衣两部分组成），提高纤维的利用率；（3）可以减少吊糙，为高速缂丝创造了条件；同时也改善了丝的洁净程度，提高了丝的品质。这样同时可以具有上述几个有益的效应。应用在缂丝生产中，不单可以提高生产率，降低缂折，提高质量，并有利于实现低温缂丝工艺，适应自动化生产需要，同时在这一工序上也改善了工人劳动条件和强

变。

蚕茧经电子束辐照后，为什么会得到如此好的效果呢？让我们来看一看电子与丝胶物质的相互作用就可以明了。大家都知道，加速后的电子与物质的相互作用存在着三种主要效应：(1) 电离与激发；(2) 库仑散射；(3) 韧致辐射。对于高分子有机化合物的丝胶来讲，主要的是电离效应。此时入射电子主要和原子的轨道电子发生相互作用，当库仑斥力足够大时，轨道电子就获得足够的动能而跳到同一原子的高能轨道上（即激发），甚至脱离原子（即电离）。由于轨道电子的跃迁，就破坏了整个分子的结合能，即可使其主链或次键发生变化。丝胶是由许多基团共聚而成的十分复杂的大分子结构。当电子炮弹打在茧层丝胶上时，破坏了整个分子的结合能，使丝胶产生一定的解聚作用。而且丝胶粒子越大，受电子轰击的几率就相应增大，则较大的丝胶粒子越易被分割成较小的单位，从而暴露出更多的亲水基团。特别是蚕茧的内层和茧丝胶着较重的那部分丝胶，因其粒子较大，采用通常的办法较难使其膨润溶解。射线照射却能解决这个问题。因此，

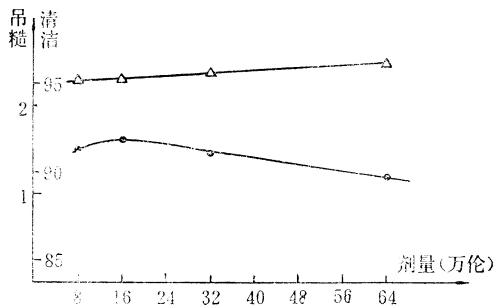


(a)

图 2a 辐照茧的煮茧丝胶溶失率(是指茧层丝胶经水煮后溶失的百分数)、解舒率与剂量的关系。

●——● 胶溶率 △——△ 解舒率

程,这三种主要指标的提商,不仅与剂量,剂量率和电



(b)

图 2b 吊糙、清洁与剂量的关系

●——● 吊糙(个/200粒) △——△ 清洁(分)

子的能量有关，而且还与蚕茧的含水量及其干燥条件有关。但是在这些诸因素中，实验研究表明，剂量起着主要作用。其照射效果与照射剂量有一定关系：如图 2 所示，这也并不意味着照射剂量越大越好，任何事物都是一分为二的。剂量大，虽可提高其解舒、减少吊糙等，但由于剂量过大，会因生物效应而使生丝的机械强度下降，故不可顾此失彼，而应统一考虑各项因素，因此对不同类型的蚕茧辐照剂量存在一个最佳值范围。

四、蚕蛹的生物效应

在电子束的辐照过程中，由于茧壳无法屏蔽电子的轰击，蚕蛹这个生物体同时受到射线照射，射线通过活细胞时，使细胞结构内的原子和分子激发或电离，使化学键发生断裂，导致生物机体内的敏感性高的生活系统受到损伤。这样造成蛹体局部结构破坏直至死亡等效应。这些效应是随着射线的能量和剂量而变化。实验发现，蛹体不出蛾的剂量为 10—15 万伦，不羽化剂量为 20 万伦左右。蚕蛹立即死亡剂量为 100 万伦左右。同时电子的能量不宜过高，能量过高吸收剂量反而下降，从而减弱了生物效应。通常辐照使用的电子能量在 1MeV 左右，显然在这样大小能量的电子不可能克服核场的作用进入核内导致原子的活化。因此不存在放射性污染问题；对缫丝工人的身体健康不会有危害。实验证明，经辐照的蛹体，其主要成份并无明显变化，所以并不影响蚕蛹的综合利用。如用辐照过的蛹提炼蛹油制成肥皂，具有同样强的去污能力，皂质一样良好。同辐照过的蚕蛹也能接种制成白僵蛹同样可供中药使用。以上这些事实表明，经加速器辐照处理过的蚕茧，其蚕蛹的综合利用不会因此而受到什么影响。

综上所述；电子束辐照蚕茧有及时杀蛹，提高解舒，减少吊糙，从而可增加生产，降低原料消耗，提高生丝的均匀度和洁净度等品质；并能提高缫丝工业自动化程度，降低工人劳动强度和改善劳动条件，在蚕丝工业上具有相当重要的作用。据有关文献报道，辐照后的蚕茧，解舒率可提高 4.19%，吊糙可降低 50%，每粒茧产丝量可增加 5mg，丝的机械强度也有所提高，其中伸长度提高较大。而落绪数可降低达 42.4%。使丝的品质平均提高 0.25 级。这样从经济价值来看，有人曾经估算，每担丝可降低成本 126—174 元，以一个年产 200 吨生丝厂计算，每年可为国家增加 20—30 万元收入。这在经济上也是很有意义的。

但是加速器辐照蚕茧也有不足之处：就是它不能直接干燥鲜蚕茧。对于不能及时缫丝的鲜茧尚须借助其它方法进行干燥处理。就目前的技术水平来说，如能配之以微波干燥装置，对加速器处理后的蚕茧进行干燥处理，弥补加速器的这一不足。则以上所叙各项优点将能更加突出。