

紡織工業新技術譯叢

放射性同位素与电子科学 在紡織工業中的应用

紡織工業部基建設計院專家室譯

紡織工業出版社

紡織工業新技術譯叢
放射性同位素与电子科学
在紡織工業中的应用
紡織工業部基建設計院專家室譯

*

紡織工業出版社出版
(北京東興安街紡織工業部內)
北京市書刊出版業營業許可證出字第16号
北京五十年代印刷厂印刷·新华書店发行

*

787×1092 1/32 开本·1 2/32 印張·22 千字

1959 年 6 月初版

1959 年 6 月北京第 1 次印刷·印数 0001~2000

定价 (10) 0.17 元

目 錄

1. 放射性同位素在紡織工业中的应用..... (2)
2. 放射綫在紡織工业中的应用..... (9)
3. 放射性同位素在研究成布及其結構方面的应用..... (13)
4. 清棉机自动給棉电子調节器..... (18)
5. 克瓦利鉄克斯电子清紗器..... (25)
6. 絡紗机电子清紗器..... (30)

放射性同位素在紡織工業中的应用

測定原材料的厚度和不勻度

放射綫通过紡織原材料时，即被原材料所吸收，受到阻擋并扩散开来。因此，利用放射綫吸收程度的变化，就可測定原材料的厚度和不勻度。

例如在測定梳棉机和併条机紡制的棉条厚度时，就可不斷測出棉条对放射性輻射綫的吸收情况。这种測定用的仪器有下列裝置：放射性同位素，如鈾 204 装入薄壁（几个毫米）的鋁制管套中，套壁有一小孔，測定时把它打开。孔的大小根据所測材料決定。在檢驗器（計量仪）前可装一流量孔板，便于射綫通过限定的空間。这样，就能防止射綫的扩散。

測定棉条均匀度时，把輻射源放在棉条的一边，而檢驗器則在另一边。且从輻射源到檢驗器之間的距离应尽可能短，以免因空气層而削弱輻射。棉条在測定时，通过輻射源与檢驗器之間。通过檢驗器的射綫量要由特測物的質量大小来决定，棉条的厚度稍有改变，就会使仪器記錄的示度發生很灵敏的变化。測量机构一般采用黑革-繆勒（Гейгер-мюллер）計量仪或离子室。在室里測定由輻射所引起的离子电流，它由特殊放大器放大并以綫圖再現到記錄仪上。

細紗和粗紗的粗細度也可用透光法測定。这时所用的仪器与輻射源和測量棉条所用的相同。

測定細紗和粗紗的粗細度时，必然会遇到寬度从数毫米到数十分之一毫米的纖維材料。这样就不便于利用放射性同位素來測定材料的不均匀度。在确定寬度很窄的細紗的变化时，檢驗器的流量孔板必須裝得使其寬度能避免射綫的扩散为宜。

但是，流量孔板只能适用于一定范围的宽度，而这一宽度往往仍嫌过大，因此檢驗器的作用即使在强度很大的时候也仍然不够。利用放射性同位素也可测得清花棉卷的均匀度。这时，可采用人造的放射性同位素，如鈾 204 或錒 90。

为求得精确的结果，可将放射性制剂分配到金属箔上，金属箔的长度与棉卷宽度相等。这样就可在此棉卷的整个宽度范围内加以测定。测定速度须视测定范围，即测定短片的变化（慢速）抑或测定长片的变化（快速）而定。

用透光法还可测定織物的厚度，这时就须先测定織物的单位面积重量。这种测定法的优点是不必对織物施加任何压力。

在利用放射性同位素时，不論采用透光法或反射法，都不会影响到紡織品的質量，也不会使其具有放射性質。

原材料的厚度也可用反射法测定。采用反射法测定时仪器的安装草圖可見圖 1。

反射綫投入与計量仪相联的离子室内。用 β 綫反射法测定的优点是它能测定由其他材料制成并加到底層的附加層。这时，两种不同材料的核充电数的差愈大，测定的灵敏度也就愈高。测定时应遵守下列条件：1. 对于该 β 射綫（如鈾 204 或錒 90）这一主要材料的厚度应当“无限大”；2. 主要材料和附加層两者間核充电数之差应尽量保持最大，而对化合物則选择核充电的平均数。

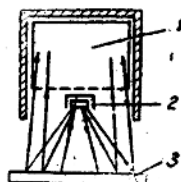


图 1 用反射法测定厚度的仪器簡图

1. 离子室；
2. 輻射源；
3. 待測材料。

在紡織工业中，这种测定法主要在染整工程中采用（在材料浸漬和織物塗層中）。塗在織物上的塗料必須呈均匀層分佈。这时，測量仪器則直接放到机器上。仪器和机器的傳动裝置連到一起后，可調節塗料層的厚度，放到放射源下面的織物

应連續通过机器向前移动。因为电离电流的大小是由塗料的厚度决定的，所以自动地調節織物移动的速度，就能改变織物塗料的厚度。

放射性輻射綫对細紗性能的作用

下面是高能放射綫对各种細紗輻射的結果。由于射綫对材料的影响，产生两种基本反应：1.在聚合物中形成橫向鍵合；2.分解。

并曾作过輻射作用对下列各种細紗强度的試驗：

絲光棉紗綫—№ 60/2；

粘胶切段纖維紗綫—№ 50；

耐綸紗綫—№ 70/34；

奧綸 81 紗綫—№ 200/80。

第一組細紗用 γ 射綫輻射，用量为 10000000 倫琴，細紗在射綫作用下歷經 42 小时。第二組細紗与第一組相同，放入反应器（堆）用中子冲击。 γ 射綫的輻射作用会使絲光棉紗的强度降低，而且湿紗的断裂强度較干紗低 55%。試驗第二組时，干紗与湿紗都完全失去了强度。使用粘胶切段纖維的細紗試驗时，也得到了同样的結果。

用 γ 射綫輻射的結果，耐綸纖維的强度減弱，而奧綸纖維仍保持原有强度。中子对耐綸纖維的作用与 γ 射綫的作用相同，能降低其强度达 50~60%。用中子冲击时，耐綸纖維的强度稍有減弱。

試驗时發現，第二組細紗大大丧失了它的伸長特性（特別是耐綸纖維）。

耐綸，尤其是奧綸的强度損失，比纖維素纖維的强度損失要小得多。这是因为氮是多价原子，游离时，它比碳原子更易

于生成新的化合物。由此可断定，含氮原子的聚合物可能由于 γ 射线或中子辐射的结果而具有增加强度的能力。在该试验条件下，无法依靠横键的形成来增加强度，因为佔主导的是第二类反应，即分解。因此，试验结果并不好。今后的试验应着重于利用低辐射量来使强度提高到所要求的程度。

示踪原子法为控制在潤滑时（例如潤滑耐綸或其它人造纖維的細紗）乳化液的分佈，可在乳化液中加入适当量的放射性同位素。例如在潤滑耐綸紗用的乳化液中加入含少量溴82放射性同位素的二溴乙烷。乳化液中油的分佈是否均匀，可經測定油中放射性溴的活度来确定。如果溴同位素的活度在耐綸紗的整个長度上均相同，即說明纖維上分佈的油乳化液也是均匀的。黑革-穆勒計量仪可作測定仪使用。利用它也可控制纖維除油的过程。

这种方法也可用来控制上浆过程和确定各种紡織染整剂（各种使織物具有防皺、脫水、耐火和防腐性能的成分）的作用效果及存放時間。采用示踪原子法不仅能精确定染剂与纖維的結合程度，而且也能测定染剂在纖維上的实际分佈情况。染剂在纖維上的分佈情形能用射线照像法自动地确定。

在多色印花时，一种色浆染污另一种色浆是常有的事，这样就会破坏織物的圖案。过去无法防止这种污染，因为在印花机运转时，这种污染是不能發現的。

美国在使用放射性同位素的基础上，創造了能够解决这个问题的方法。

使用的放射性同位素为磷32（其半衰期为14.3天），即純的 β 辐射体，它以水磷酸盐溶液状攪于有污染性的色浆中。利用装在箱（箱内有極灵敏的色浆）两边的两个黑革-穆勒計量仪，可檢查色浆的污染程度。污染性色浆一經流入装有

其他色浆的箱內，計量儀的指針立即偏离一側，因为流入的色浆內含有放射性磷。測得的活度值即是污染程度的指标。一旦呈现出最大活度，即等于預定的最大污染度，印花机即自动停止。这种測定用的仪器（圖 2）共有五种灵敏度。放射性同位素在大多数的測定过程中，均使用指示法，且补加量極微，通常是几毫居里即可使用一星期，因此使用这种仪器对工作人員不会有所危害。同位素的半衰時間很短，所以活度在 15 天后会降低 50%。印花后

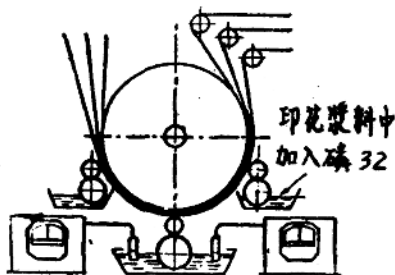


圖 2 計量儀在多套色印花机上的裝置圖

織物即經水洗。这一切都使同位素的利用十分安全。

但在这一范围内并非在任何时候都可采用放射性同位素。例如采用放射性同位素来控制染料的吸附过程就不适宜，因为这个过程可用特有的吸收光谱来精确地观测。采用示踪原子来调节由各种成分混成的色浆成分也是不适宜的。在这里采用机械调节效果也并不低。但放射性同位素却为研究无机化合物在染浴中的作用开辟了極大的可能。

粘胶絲的生产过程也可用这种办法来控制，即在磺原化过程中将放射性硫加入二硫化碳內。这时的放射性同位素可用放射性硫 $S-35$ （純 β 輻射体，半衰期为 87.1 天）。用这种同位素首先能測得紡絲液中含有的硫量，其次能測得纖維上的剩余硫量（纖維經過紡絲后应完全脫硫）。除此而外，放射性硫又可在安全技术中采用（一經出現易于揮發的毒性二硫化碳时，計量儀就使信号裝置起作用）。

紡制人造絲的過程中，在噴絲頭的噴孔處常形成鈣、鋁、鐵和其他元素的沉澱。為查明噴絲頭孔堵塞的原因，也可使用放射性同位素。

要紡制優質的粘膠絲，紡絲液只能達到一定的粘度。這個粘度，可採用落球法（在秒表上記明落球的時間）。但這種方法在測量中常發生錯誤。如果採用“示踪”球，並借兩個黑革繆勒計量儀（一個記錄始落點，另一個記錄終落點）即能十分精確地測出落球的時間。

利用示踪原子也能觀測到纖維在紡紗牽伸時的運動。

放射性制劑在防止靜電方面的應用

放射性同位素具有使空氣電離的特性。利用這一特性就能消除靜電。在這方面使用的同位素計有：

放射性同位素	放射的微粒	半衰期
鐳 226	α	約1600年
鈾 210	α	183.3天
鉍 204	β	2.7年
鐳 90	β	19.9年
鈣 45	β	152天

選擇同位素時，必須考慮其半衰期。如半衰期過短，制劑就需常常再生。制劑作用力的大小很難確定，因為它要由加工紡織纖維時產生的靜電電荷的多少來決定。

目前有一種消除靜電的儀器“伊奧諾特朗”（Ионотрон）已由美國制鐳公司製成，儀器中裝有鐳 226 制劑。制劑用下列方法製造：在金箔上塗敷放射性物質，然後在這塊金箔上鉚接第二塊金箔。而兩塊合成的金箔兩邊另復有白金箔，做成的金屬帶最後固定在輕金屬橫桿上。作用區的寬度為 75 毫米，最大作

用距离为 37 毫米。

如果放射性同位素是使用液体的（鉈一般即如此），制剂就須放到管内。这就比較危險，因为管子一經损坏制剂就会流到机器或地面上，而采用粉末制剂也同样有这种缺点。因此最好能制成“伊奥諾特朗”型的仪器。

英国电表公司也制成了錫萊仪器，它与前一仪器类似，使用的同位素是鉈 204。为防止因靜电作用而在織物上形成斑点，在一般寬度的織机上使用两只仪器，一只放在綜片与筘中間的經紗上方，另只放在綜片后面的經紗上方。如机寬大于 1.6 米，可視寬度如何放四只或四只以上的仪器。仪器掛在經紗上方，其与經紗的距离各为 30~40 厘米。織机运转中，仪器不須开动，因为在运转期內空气中的杂质不会落到布上，但織机一經停止，杂质将受靜电电荷的吸附作用而在織物上形成斑点。

試驗証明，織机在停止后 30 分鐘內，杂质就逐渐积聚起来。

仪器在使用时需罩有青銅套，保护工作人員免受射綫的影响。

电离器在消除靜电方面效果極好，这是优点之一，且这种仪器不需特別維護，不会消耗能量，也易于固定到机器上。

而电离器的缺点是其射綫有危害作用。因此在“錫萊”仪器的使用規程中規定，如青銅套已取下，織布工的手必須离仪器 30 厘米。使用电离器时必须經常遵守預防措施。

瑞士斯芬耐克斯公司編有一本使用电离器的表冊，其中指出，裝置电离器前須仔細檢查輻射强度。如果强度超过預定值，仪器就不宜采用（主要与 α 輻射体有关）。

（譯自苏联紡織技术快报 1957 年 20 期）

放射綫在紡織工業中的应用

示踪原子法可用來研究各种染整剂的質量及其耐洗、耐刷强度，用來試驗和鑑別去垢剂以及研究聚合、吸附、染色和扩散的过程。

示踪原子法能更精确地判断各种染剂在織物上的固着强度。为此，可使用碳的同位素 14，即把碳的同位素 14 加到制剂的溶液中，并与制剂一起在織物的一般浸漬过程中加到織物上。待織物經過适当处理后（洗濯、干刷），再用放射性測量法來測定剩留在織物上的制剂量。

在确定去垢剂的效果时，可在污染成分中加入放射性同位素，織物經過洗濯試驗并測定其放射性的程度。这样測出来的去垢剂的效果，比过去采用的那种測定織物沾污面的反光度或洗濯水透明度的方法要来得精确。

試驗時可使用下列各溶剂：

一、与一般污質或油脂混到一起的磷酸鉻（ $P-32$ ）緩冲悬乳液；

二、有磷—32 示踪同位素的細菌悬乳液，也可与一般污質混到一起使用；

三、有 15 种成分的合成污染質，包括有腐植土、油脂和胶質、氧化鉄和具有示踪原子的碳 14；

四、放射性物質（經半年或以上的放置期）和惰性合成污質的混合剂；

五、含碳-14 的植物油。

采用示踪原子也可研究聚合过程，特别是在制造合成树脂和各种混合树脂时的催化剂的作用 为此，則用放射性同位素

来記下每一成分，而后在一系列的試驗中再确定任一种成分对过程的影响。

为測定溶液空气分界面上的水溶性物質的吸着力，采用硫 35 同位素；为測定角朊中氫溴酸的扩散力，采用鈉 24 和 溴 82 同位素。

羊毛用的酸性染料可利用硫放射性同位素来示踪。

采用示踪原子法也可研究盐溶液和染液中各种离子对纖維素的吸附力。

为研究染料对纖維的吸附力及其移动情形，可在染料中加入放射性同位素，然后做纖維的微截片，用射綫照相法确定出有示踪原子的染料浸透纖維的深度。

使用示踪原子还可研究毛纖維在併条机牵伸装置中的运动。这时先把毛纖維浸入以磷 32 同位素示踪的磷酸中，然后掺入毛条內，繼由併条机加工，使纖維得到平行和混合。用放射性原子示踪的單根纖維的运动則由两个“黑革”計量仪来記录，其中一个装在后罗拉，另一个的固定点可更換，以便研究前后罗拉間牵伸区任一点上的纖維运动情形。这样就能确定，距离变化时，有多少定長纖維能以較大速度移动。

輻射源可利用在原子反应器（鈷60）中所得的放射性同位素、分裂产品的放射性副产品、原子反应器本身和高压机。

在核輻射的作用下，聚合物中形成新的橫鍵或破坏主鍵并减少分子量（即纖維的“遞降”）。

在核輻射作用下的遞降現象可在下列一些材料中产生，如纖維素、聚異丁烯、聚四氟乙烯等。

在聚乙烯纖維中可同时發生遞降和形成橫鍵的过程，而在丙烯酸酯和二甲基硅树脂的材料中受輻射作用后，主要只形成橫鍵。由于中子和 γ -射綫对棉纖維的影响，纖維对直接染料的

亲和力降低，而对硷性染料的亲和力却增加，这一情形是因纖維中形成大量的氧化纖維素而产生的。

在紡織工业中工艺过程的自动控制和操縱，是用有 β -射綫的非接触式測量仪进行的。利用这些仪器可連續測量材料（棉綢、棉卷或布）的單位面积重量，这样，也就能測定产品的不均匀率和对机器的運轉作适当的調整。

利用非接触式重量仪，可測定和增減塗在纖維物上的树脂和胶乳制的塗料或浸漬物質的厚度，以及在生产非織造纖維物时加入棉卷的粘合物質的数量。这时，一般采用两个仪器，其中一个放在纖維物或浸漬前的材料旁边，另一个放在处理后的材料旁边。

如果材料种类相同且結構均匀，可只用一个仪器；測量誤差不得超过 $\pm 5\%$ 。

利用 β -射綫的仪器有两种：

一、測定通过材料整个厚度的 β -射綫流的仪器（应用最广）；

二、測定 β -射綫反射值的仪器。

在这些仪器中，采用密閉在金屬套內的鈾90、氦85或鈾137的放射性同位素作为輻射源。待測材料的一边放有金屬套，另一边放有輻射的檢驗器，如电离室。射綫通过材料时被吸收的值，即是材料單位面积重量的函数。

如測定較厚的材料，就需要采用輻射能更大的同位素。例如，氦85可用来測量單位重量在510克/米²以下的材料；鈾137可用来測量單位重量在100克/米²以下的材料；鈾90可用来測量單位重量在100克/米²以上的材料。如遇到无法进行复合混合物的定量分析（区分）时，可用同位素稀釋法来測定其成分。这时，則把由放射性同位素示踪的一定成分量加到混合物

中。然后再由混合物中分出这一成分，测定它的特有活度（每毫克分子的活度）最后与最初的示踪成分的活度比较。示踪原子的稀释程度（即特有活度的减少），表示在待测成分中含有非活性材料的数量。

英国毛纺织工业研究协会的实验室研究出了一种利用铜64放射性同位素测定氨基酸的方法。用这种方法已初步地靠色谱法从1至10毫克的蛋白质水解物中分离出了氨基酸。然后用制取有放射性铜64的氨基酸复合体的办法测得氨基酸的数量并测得复合体的活度。用这种方法，其灵敏度可在10~8克氨基酸之间。

分析试验中也采用活化分析法。即在反应器或高压机中用中子辐射非活性的试样。这样，就可使试样具有放射性并用仪器测得。最后，根据这些测量资料，就可确定在试样中都有哪几种元素。

（译自苏联纺织技术快报1958年6期）

放射性同位素在研究成布 及其結構方面的应用

改变織机的上机参数（綜平度、梭口高度和梭口前部深度）后，織物的結構也会改变。例如，在織造粗平布时，后梁要高于胸梁 5~10 毫米，这样，就可織成有显著浮雕花紋的織物。如果后梁低于胸梁，粗平布的成布条件就要改变，外觀也要較前降低，——織物上会出现縱向条紋。

研究各种因素对織物的結構及其物理化学性能的影响，是有很大的意义的。但是，在这方面采用的一些机械仪器和机械光学仪器只能部分地记录下織物結構上的变化情况。这样，采用新的研究方法就显得很重要了。

莫斯科紡織工学院同位素实验室在进行过多次試驗后証明：当电子通过各种不同結構的織物时，放射性的輻射强度也各不相同。同位素都具有独特的衰变速度和輻射性能。它的放射現象可用計量仪、离子室和照像乳胶体记录下来。

为了记录放射性的輻射作用，采用了圖 1 所示的设备，这套设备包括带 BCЭ—2500 型电子稳定器的 2500 伏整流器、換算倍数为 1、4、16 和 64 的 ПС—64 型換算器、СБ 型电机計量器、带 БГС 型强放綫端盒的黑革—膠勒計量管等。这套设备可作为记录来自黑革—膠勒管，時間間隔为 50 微秒（平均每秒 6400 个脈冲）的輸入脈冲用。设备 Б 的供电来自交流电網，电压 127 伏（頻率 50 周/秒，使用功率 300 瓦）。輻射源采用放射性 β -粒子（电子）的磷 P^{32} 同位素。其半衰变期是 14.3 天，輻射源的活度 0.1~0.15 居里。放在 5 毫米厚鉛屏后面的織物，就是 β -电子的吸收体。在操作前先將計量器的特

性曲綫拍攝下来，計量器的高端达 150~200 伏。在研究 β -粒子的吸收作用时，电压为 900 伏。圖 2 各表示：1—放射性輻射

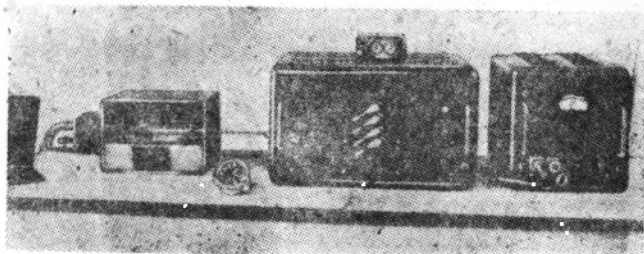


圖 1

源；2—吸收体（織物）；3—鉛屏；4—校准孔；5—脈冲計数器；6—БГС 型强放綫端盒；7—鉄箱；8—織物夾子；9—輻射源托架。

放射性微粒在通过織物的中途，在激励分子和原子或电离作用的过程中将要消耗其动能。

某些 β -粒子将进入紗綫与纖維之間的气孔內，同时空气中微粒的能量在生成一对离子时平均要消耗 32.5 电子伏。

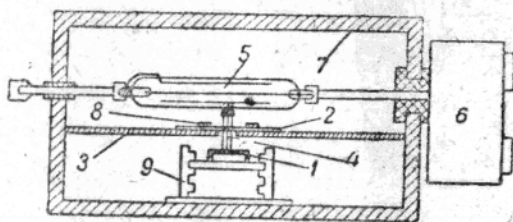


圖 2

电子与吸收体(織物)相互作用后, β -粒子将通过长短不一的曲折路程。凡是通过織物层的电子都具有巨大的动能, 而在通过織物层后, 輻射强度也就逐渐降低。通过織物的 N_d 粒子数与由輻射体进入織物的 N_0 粒子数之间的关系, 可用下列經驗公式表示出来

$$N_d = N_0 e^{-\mu d} \quad (1)$$

μ —吸收系数(厘米⁻¹), 它表示在織物 1 厘米的路程中能吸收掉多少放射性粒子。

d —織物的厚度(厘米)。

从公式(1)可見, 吸收放射性粒子, 是按指数規律进行的。从試驗中得知, μ 大致与吸收体的密度 ρ 成正比。質量吸收系数— $\frac{\mu}{\rho}$ —之比, 实际上对各种吸收体都是个不变值, 其中也包括体积充实系数不变的織物在內。

放射性粒子的吸收程度, 决定于物質單位体积內的电子数。这样, 就可設想, 在每一平方厘米的断面上有一定数量的重量吸收体, 而在这一一定数量的吸收体中也有一定量的电子, 这些电子数則决定于物質的种类和原子量。

考虑到这种情况, 公式(1)就可写成:

$$N_d = N_0 e^{-\frac{\mu}{\rho} \cdot R} \quad (2)$$

$\frac{\mu}{\rho}$ —質量吸收系数(厘米²/克),

R —吸收層的厚度(克/厘米²)。

针对我們的具体情况, 織物的厚度可理解为在單位面积(克/厘米²)內的質量。放射性 β -粒子通过的路程則可理解为 β -粒子完全为織物層吸收掉的織物厚度。

公式(1)、(2)只适用于同种材料, 至于結構不同的