

化学纤维的带电及其消除方法

〔苏〕П.А.巴拉尼克 著

李成银 秋 平 卜景昭 译
丁相英 徐魁周

中国财政经济出版社

57601
1071

化学纖維的带电及其消除方法

〔蘇〕П.А.巴拉尼克 著

李成銀 秋 平 卜景昭 譯
丁相英 徐魁周
范熙康 校

中国財政經濟出版社

1962年·北 京

內 容 提 要

本書研究人造纖維和合成纖維在各種不同加工條件下的帶電問題。書中詳細敘述了各種消除帶電的方法，包括採用各種不同的防靜電劑和油劑、提高空氣的相對濕度等，並且敘述了探測靜電荷、測定靜電荷符號以及測量電荷表面密度的方法。

以空氣電離的方法來消除靜電荷的問題在本書中占有相當大的篇幅。

本書可供紡織專業和化學纖維專業的工程技術人員以及科學研究部門的研究人員參考。

化学纖維的帶電及其消除方法

[蘇] П. А. 巴拉尼克 著

李成銀 秋 平 卜景昭 譯
丁相英 徐魁周
范熙康 校

中国財政經濟出版社

1962年·北 京

內 容 提 要

本書研究人造纖維和合成纖維在各種不同加工條件下的帶電問題。書中詳細敘述了各種消除帶電的方法，包括採用各種不同的防靜電劑和油劑、提高空氣的相對濕度等，並且敘述了探測靜電荷、測定靜電荷符號以及測量電荷表面密度的方法。

以空氣電離的方法來消除靜電荷的問題在本書中占有相當大的篇幅。

本書可供紡織專業和化學纖維專業的工程技術人員以及科學研究部門的研究人員參考。

目 录

序 言	(5)
第一章 化学纖維的电气性能、带电性以及靜 电荷消除方法的研究情况	(7)
第一节 測量靜电荷表面密度和測定电荷 符号的仪器	(7)
第二节 纖維电阻率的測定	(8)
第三节 降低整經和織造中的靜电荷的方法 ..	(11)
第四节 苏联和其他国家采用的一些电离器 ..	(20)
第二章 靜电荷的产生	(25)
第一节 合成纖維加工过程中电荷产生的 机理	(25)
第二节 高电位的产生	(33)
第三节 合成纖維带电的特点	(33)
第三章 化学纖維电气性能的研究	(35)
第一节 纖維电阻率的測定	(35)
第二节 纖維的带电性	(42)
第三节 靜电荷表面密度测定仪	(46)
第四节 放射綫靜电场强度测定仪	(53)
第五节 在各种不同的綫速度和空气相对 湿度的情况下，經絲条子上电 荷密度的測定	(57)
第六节 各种纖維上所产生电荷符号的确定 ..	(62)
第四章 空气电离法消除靜电荷的研究	(68)
第一节 空气的电导性	(68)

第二节	离子的复合	(71)
第三节	消除静电荷用的空气电离法	(72)
第四节	空气电离法消除静电荷的实际应用 ...	(74)
第五节	高频电离器在“紅玫瑰”联合厂 生产中的应用	(85)
第六节	高压低频交变电場对静电荷的作用 ...	(86)
第七节	低频电离器在斯維尔特洛夫絲織 厂生产中的应用	(89)
第八节	热电离器	(89)
第九节	利用放射綫作为空气电离源	(92)
第十节	α 射綫源所需放射性的近似計算 方法	(94)
第十一节	放射性同位素在苏联中央絲紡 織科学研究院和紡織工厂中 的应用	(95)
第十二节	保証人体不与放射性物質接触 的措施	(103)
結論		(105)
参考文献		(107)

序 言

随着合成纖維（卡普綸、阿尼特、氯綸等）在工业中的采用及其加工速度的提高，消除靜电荷的問題就日益显得重要，因为合成纖維在被加工时的带电程度以及因而产生的干扰比其他纖維要强烈得多。在整經时，醋酸絲、卡普綸絲、特别是氯綸絲，不能一根根平行地排列在滾筒上，而是因带电关系，分散在滾筒上并造成紊乱。分絞箱和定幅箱之間絲条中的单絲在张力松弛的情况下会相互分开，粘附在手上和设备上。

在織造过程中，由于带电的結果，經絲絲条分成单纖維，发生起毛和紊乱的現象；在个别的絲条上会产生增加絲条断头率的瘤节。这一切都将引起停車和降低产品質量。

紡織纖維的带电及消除靜电荷干扰的問題，在其他国家的書刊上都有广泛介紹。然而他們所建議的消除靜电的措施一般都带有广告性質。

目前在带电方面还没有一致的理論，对合成纖維的带电問題根本还没有进行研究，因为形成靜电荷的过程是非常复杂的。

作者認為，靜电荷的发生和扩散机构的研究应当从对紡織材料电阻率的研究开始。虽然难于确定合成纖維的带电性与其电阻率之間的关系，但是实践証明，纖維的导电性与电荷的扩散時間之間是有联系的。研究者一致認為，消除靜电荷有两种方法：一种是預防的方法，即用各种防靜电剂处理纖維，以增进纖維的导电性；另一种是消除的方法，即在带电体排列区内用电离空气消除已帶有的电荷。

作者認為，上述两种消除纖維帶電的方法并不是相互排斥的。

由于纖維的導電性是與所產生的靜電荷的擴散有關連的基本特性，关于在工作中測定纖維電阻率方法的深入研究，应引起特別的注意。

上述方法可以用來評比各种防靜電劑的效果。

本書簡短地敘述了关于苏联和其他國家在靜電學方面所進行的工作及其有关資料。同时簡要地探討了在加工合成纖維和人造絲時靜電荷形成的主要前提。

在本書中，有关空氣電離的問題占有很大篇幅，因為我們所建議的消除靜電的方法都是以空氣的電離為基礎的。

考慮到所加工纖維的特性及其加工條件的不同，電離器選擇問題的解決取決于電荷的大小，而有時也取決于電荷的符號。所以本書還介紹了測定電荷的存在和確定其符號用的儀器、測定電荷表面密度用的儀器以及測定電場強度和電荷符號用的放射性儀器，所有這些儀器都是苏联中央絲紡織科學研究院製造的。

第一章 化学纖維的电气性能、 带电性以及靜电荷消 除方法的研究情况

第一节 測量靜电荷表面密度和測定 电荷符号的仪器

苏联H.Γ. 德罗茲多夫^[1]教授对各种物質在工艺加工过程中的带电性进行了比較全面的研究。他設計了測量靜电荷表面密度和測定电荷符号的仪器。

在用仪器測定待測物体上是否带有电荷以及确定电荷的符号时，可采用带自由栅极的电子管（三极管）和霓虹灯指示器。假如三极管的自由栅极接通电极，則在带負电荷的带电体接近該电极时，三极管的自由栅极就会产生負电位，此时霓虹灯即行熄灭。在带正电荷的带电体离开电极时，亦会产生上述情况。

为了測量靜电荷的表面密度，H.Γ. 德罗茲多夫教授設計了以靜电发生器原理为基础的測量仪。

測量仪的組成部分分为发生、放大和測量三部分。

在仪器的发生部分，以发生电流所造成的电场来消除带电体的电场。

仪器放大部分采用三級放大器，放大器中的两个电子管如同电压放大器一样，而第三个电子管如同功率放大器一样。仪器的測量部分有一个机械換向器，它装在使活动薄片轉动的电动机的軸上。H.Γ. 德罗茲多夫教授所設計的仪器

成了其他研究者进一步設計类似的仪器的基础。

莫斯科化工机械学院的安全技术教研室在H.Γ. 德罗兹多夫教授工作的基础上，設計了新的电荷表面密度測量器。該仪器以靜电发生器的原理为基础，它不是用电池組供电，而是通过全波整流器由127伏的交流电路饋电。

外国文献^[2]介紹了用以測量与不銹鋼零件摩擦的单根絲条上电荷符号和电荷大小的电子仪器，这里絲条对零件的包围角是可以調节的。电子仪器的缺点是由电池組供电，而且还不能用这种仪器来測量整經机經絲上的电荷和絲織机經絲上的电荷。

此外，也介紹了織物上靜电荷的測定器^[3]。所叙述的内容是带有广告性質的，因为只对仪器的个别部分拍摄了照片。

第二节 纖維电阻率的測定

在苏联的文献中，对人造纖維和合成纖維电阻率的測定問題几乎沒有一点报导，然而这些纖維的电阻率却是闡明靜电荷的发生和散逸机理的最重要的特性之一。

M.C.阿斯拉諾娃^[4]对玻璃纖維的电阻率进行了研究，而M.M.米哈依洛夫則对漆布的电阻率进行了研究。在M.M.米哈依洛夫^[5]的著作中，亦有品号不同的漆布的体积电阻率表。

在A.H.索洛維耶夫教授和Γ.H.庫金教授的著作^[6]中，引用了外国著作中的各种絲条的体积电阻率数值。

在外国的期刊^[3]上，叙述了电荷通过織物向任何接地表面的漏泄和織物导电性之間的关系，还指出材料电阻的减小，甚至在沒有良好接地的条件下，亦能促使靜电荷减弱。

在“紡織材料电阻率是其电气性能的基本因素”^[7]一文中，作者們介紹了专用的紡織材料电阻率測定器，測定器是以測定在電場影响下所产生的兩电极間靜电荷通量的原理而制造的。論文中示有該儀器的原理圖和照片全圖。這篇論文的作者得出結論，認為他所介紹的儀器可以用來測定織物的體積电阻和表面电阻；但是對這儀器來說，待試織物的試樣的“表面”和“體積”等術語的意義與通常所表示的不同。在這裡，織物的“表面”是指織物與一定尺寸并具有一定負荷的电极接觸的面積；而織物的“體積”是电极的上下表面之間的那一部分織物的體積。由此可見，這裡所指的“體積”和“表面”與組成織物的纖維的實際全部的體積和表面是沒有關係的。假如認為沿着纖維表面的纖維电阻率比其徑向的小，那麼用織物电阻測定法來測定纖維电阻率的絕對值是不可能的。

格爾施和蒙特戈美里^[8]採用作為補償電路（圖1）中的零位指示器的靜電計詳細地研究了合成纖維的电阻。

電路中採用兩個可調整電壓（0～2000伏和0～45伏）的直流電源、測量電壓用的伏特計 V_x 和 V_s 以及电阻值為 10^6 、 10^8 、 10^{10} 和 10^{12} 歐姆的標準电阻 R_s 。

在測定電壓 U_s 時，沒有電流通過靜電計。在這種情況下，通過电阻 R_x 的電流等於通過已知电阻 R_s 的電流，由此可以寫出下式：

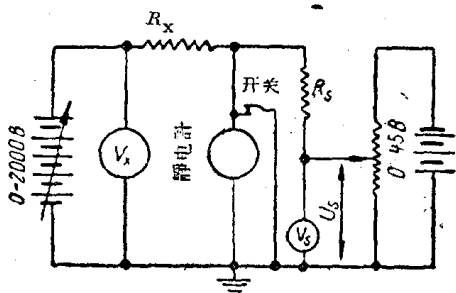


圖1 用靜電計比較法測量纖維电阻的原理圖

$$\frac{U_x}{U_s} = \frac{R_x}{R_s}$$

得出

$$R_x = \frac{U_x R_s}{U_s}$$

在温度为20°C和空气的相对湿度为52~85%时测定了棉、毛、醋酸絲、粘胶絲和銅氨絲等纖維的电阻。至于其它纖維，如代涅尔、奧綸、达克綸、維綸和聚乙烯纖維等，由于它們的电阻很高，不属于作者所提出电路的測量范围；仅仅可以測出上述各种纖維的电阻下限，測定时空气的相对湿度为85%。

有关各种纖維的电阻測定問題在英国紡織学报(J.T.I.)中已有所叙述。

赫尔^[9]在一篇論文述評中主要談到了測定天然纖維电阻的方法和結果。

瓦尔齐^[10]和其他作者曾对醋酸絲纖維进行过研究，其目的在于确定摩擦系数和导电性对带电性的依賴关系。为測定醋酸絲的电阻率，作者采用了測量极高电阻的冲击法。但作者并未論及到測量电阻时纖維試样的准备方法和試驗条件，尽管这具有很大意义。

作者得出結論，認為在加工醋酸絲时，为避免靜电的干扰，纖維应当具有小的摩擦系数和大的导电性。

在赫尔主編的汇集^[11]中談到，由于聚酰胺纖維的吸湿能力低，它的电导率也是非常低的。耐綸66的电导率要比粘胶纖維的电导率低四級。汇集中沒有談到关于纖維电阻率的測定数据，也未談到測定的方法，而只有一个关于用来制成纖維的各种聚合物压制試样的电气性能表。汇集中着重指出，用聚合物压制成的試样的电气性能并不总是符合于这些聚合

物制成的纖維的电气性能，因此往往不能把分別測定的各種纖維的电阻率的結果進行比較。

在下面，作者將談到，他不完全同意上述著作作者的最后斷言。

第三节 降低整經和織造中的靜電荷的方法

根据外国和苏联的刊物所登載的資料，目前多半用物理措施或特种处理方法来消除靜電荷。属于物理措施的有：机器接地、形成使絲綫帶异名電荷的摩擦表面、空气电离（包括用紫外綫射綫、高頻率和工业用頻率（低頻）的高压電場、放射性射綫等）和提高空气的相对湿度。

属于特种处理的有：在纖維上复盖一层厚油膜以及用防靜電剂处理。

物理措施

机器接地

H.Г. 德羅茲多夫教授^[1]在研究紡織工业中发生靜電的現象时得出結論，認為在加工纖維时，消除靜電荷的首要措施就是使与帶電材料接触的机器的金属零件接地。接地的目的就是使電荷不致于集聚在金属零件上和使電荷从帶電的絲条上逸散。

卡捷尔^[12]建議，整經机上的定幅筘用銅制造并使它接地。接地能使整經过程順利进行，并且由于每根絲綫都与金属接触，所以接地也能提高整經过程的效果。

但是如果在加工含脂纖維时，特別是在加工时采用和電

介質的作用一样的油脂时，那么，接地的效果就会降低。米依斯捷尔^[13]观察到，在粗梳机接地时，静电荷有时比在不接地时还要高。

形成使纖維帶異名電荷的摩擦表面

各種纖維在摩擦時所帶的正電或負電取決於與纖維接觸的物質。假如纖維在摩擦時產生了負電荷，則可使纖維直接與金屬接觸，因為金屬能賦予它正電荷。在摩擦時玻璃能賦予任何一種纖維以負電荷，而鋼能賦予纖維以正電荷，因而克列英^[14]建議，導絲器應當安裝得使絲條能依次通過玻璃制導絲器和鋼制導絲器。然而，米依斯杰尔^[13]認為，在交替使用不同材料制成的導絲器時，可以降低纖維的帶電性，但這只在長時間和緊密接觸的情況下才有可能。

空氣的電離

移動的电子或其它粒子在碰撞氣體的原子或分子時，能賦予氣體的原子或分子一部分動能，這一部分動能能夠激發原子（分子）或者使原子電離，即從原子（分子）中分出一個或數個电子。

失去电子的原子或分子成為陽離子，而自由电子附於中性原子或分子上並使之成為陰離子。這樣一來，既能使空氣電離，又能提高空氣的導電性。

用紫外綫使空氣電離 用紫外綫、X-射綫和 γ -射綫進行電離或光電電離，都是依靠氣體（空氣）的粒子吸收射綫的量子而進行的。X-射綫和 γ -射綫的電離性非常小，但其穿透能力很大，因此，用於達到強烈電離的物質必需具備的放射性通常對工人的安全是不適宜的。由於這些原因，上述各種

射綫無論在苏联或其他国家，都还没有用来使空气电离。

在一定条件下，紫外射綫可以用来使空气电离。

用高频率和工业频率的高压电场使空气电离 И. С. 罗依仁^[15]指出，在电影胶片制造工业中，試用高频高压发电机消除靜电荷，已获得良好的效果。但这样的电离器，除絲紡織工业外，还未应用到其他工业部門，有关这点在后面还要談到。仪器的結構及其作用在下面也将詳細地加以說明。

В. Н. 耶戈罗夫^[16]確認上述发电机在消除橡胶制造工业中的靜电荷方面收到了效果。应当指出，没有一个作者在研究高频发电机的效果时提到带电材料运动的綫速度。

使空气电离用的高压低频（50赫芝）装置是由尖端电极組成的，电极接在高压变压器的二次綫圈上。尖端（針）获得10~12千伏的高电位，在高电位的作用下尖端上会产生电量放电，随之而产生强烈的空气电离。必須指出，以高压电场电离空气来消除靜电的方法，虽然也能获得非常良好的效果，但正如В. Н. 耶戈罗夫^[16]所述，这种方法会引起一些困难，因为高压电对看管人員是危险的。

在А. Г. 格拉瑪科夫和В. М. 奥尔洛夫^[17]教授等的著作中，都叙述了采用低频高压来中和印刷工业中的靜电荷。同时指出，为了安装的绝对安全和消除接触高压电的可能性，規定用云母板制成管状的限流电阻器，后来又用电容器代替限流电阻器。

用放射性射綫使空气电离 为了消除靜电荷，И. С. 罗依仁^[15]在电影胶片制造工业中很成功地采用了放射性射綫。

曾試驗了用放射性的硫35和鉈204使空气电离。由于考虑到 β 射綫的同位素有許多缺点，因而选择了 α 射綫的同位

案。

И.С.罗依仁^[15]在著作中叙述了选择使空气电离的放射性同位素的要求，并且概括地谈到 α 粒子源所需放射性的计算方法。利用从钋射线源中产生的 α 粒子的作用，检查消除静电荷的效果。著作中谈到，利用以钋210为基础的 α 射线源使空气电离，就有可能将电影胶片上的电位从5000伏以上降到100伏的安全数值。同时谈到，钋210对胶片的感光层完全不起作用。必须指出，著作中关于钋210对于从事生产的工人是完全无害的说法是缺少根据的。

在И.С.罗依仁以后的一些试验著述中谈到，钋210有升华性能，这是安全技术方面所不容许的。

苏联中央毛纺织工业科学研究所A.B.皮秋庚娜在C.C.施维烈夫的领导下作了题为“用放射性同位素消除羊毛粗纱上静电的方法”的工作总结。

总结中谈到，曾对一些有很大能量的同位素如镭89、铯134和钴60进行了试验。

镭89是几近于单色的 γ 射线源，其半衰期为53天；铯134是 β 和 γ 射线源，其半衰期为2.3年；钴60是几近于单色的 γ 射线源，其半衰期为5.27年。

众所周知，有大能量的 β 和 γ 射线的电离性能较小。这种情况使一些作者作出结论：利用大能量的 β 和 γ 射线源使空气电离是没有意义的，因为上述放射性小的各种射线源都不能在消除静电荷中产生良好的结果，而大的放射性又要求复杂昂贵的保护设备，以防止射线危害人体。

其次，他们指出，采用以钋210为基础的 α 射线源可以说是消除静电荷最有效的措施。

在外国的期刊上，非常注意用放射性同位素消除静电