

安全电影胶片

波德郭劳捷茨基著

64

GL

· 中国电影出版社

Е.К.ПОДГОРОДЕЦКИЙ

БЕЗОПАСНАЯ
КИНОПЛЕНКА

государственное издательство

《ИСКУССТВО》

москва 1959

安 全 电 影 胶 片

〔苏联〕Е.К.波德郭劳捷茨基著

陈兆初 张东生 译

*

中国电影出版社出版

(北京西单舍饭寺12号)

北京市书刊出版业营业许可証出字第089号

中国财政经济出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国新华书店经售

*

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ • 印张4 $\frac{1}{4}$ • 字数: 86,000

1962年6月第1版

1962年6月北京第1次印刷

统一书号: 15061·102 印数: 1—2,300册

定价: 0.60元

前 言

从发明电影的那一天起一直到現在，制造各种电影照相材料都用透明而柔軟的硝酸纖維胶片作为片基。虽然硝酸纖維胶片几乎能符合电影照相材料片基的全部要求，但极易燃烧，所以很危险。即使采取了防火措施，在使用硝酸胶片的过程中，仍然不断发生严重的事故，因而用安全片基代替硝酸纖維片基来制造电影照相材料，具有很大的意义。

在这方面曾进行了长时间的研究，却没有得到良好的效果，近年来才找到用高酯化醋酸纖維酯——三醋酸纖維酯来制造安全胶片的条件。

在世界各国，都广泛地应用三醋酸胶片作为各种电影照相材料的片基。在我国人民群众的共产主义教育事业中，电影艺术起着巨大的作用，同时电影放映网遍布全国，因而电影胶片生产改用安全片基是首要的任务。

我国的胶片工业已经部分地生产三醋酸片基的安全电影胶片，并且在不久的将来硝酸纖維胶片将全部为安全胶片所取代。

近年来，由于聚合物化学的迅速发展，为进一步研究新的胶片形成材料以制造安全片基提供了保证。这方面的研究指出，利用合成聚合物同样可以制出透明而柔軟的胶片，其性能比由纖維酯制成的胶片好，并且可以用作电影

照相材料的片基。

完成苏联共产党中央五月全会关于加速发展化学工业，特别是合成材料生产的决议，将使在最近几年内在苏联建立起强大的原料基地获得保证，从而可以大量地生产各种人造及合成产品来满足国民经济各部门的需要。这样就有可能使各种电影照相材料更快地改用安全片基，并且能在短时期内找到制造安全片基用的、能满足所有要求的新的合成聚合物，同时，在电影胶片制造中，作为一种完善的材料的聚合物，还可供辅助性目的之用。

本书的目的，在于向电影照相材料的生产和使用单位的工程技术人员介绍有关安全胶片的性能与其制作原料的性能之间，以及它的性能和胶片制造条件之间的相互关系。

內 容 說 明

《安全电影胶片》一书叙述了电影胶片安全性的测定，安全电影胶片的种类、性能、制造工艺、所需原料的特点，以及这些胶片的粘接方法。

书中重点地介绍了有关醋酸纖維酯胶片特别是三醋酸纖維酯胶片的各种特点，并就其原料、制造方法、胶片形成过程、制造工艺条件对胶片性能的影响，以及使用性能等等，詳加說明，同时并与硝酸纖維酯胶片作了詳細的比較。

书中也指出了用合成高分子化合物来制造安全胶片的方向，如涤纶胶片，聚碳酸酯胶片等，并指出了这类胶片的优越性。

本书可供制造和使用电影与照相胶片的企业中工程技术人员参考之用，因为从书中可以了解安全胶片的性能与所用原料的性能和制造工艺条件之间的关系。本书也可作为电影胶片制造专业的教学材料和电影科学技术研究人员的参考材料。

目 录

前 言	(1)
緒 論	(1)
第一章 电影胶片安全性的测定	(3)
第二章 安全胶片的种类	(7)
第三章 纖維酯安全胶片	(10)
胶片形成材料——纖維酯	(10)
由溶液制取胶片	(20)
丙酮可溶性醋酸纖維酯制成醋酸胶片	(42)
三醋酸胶片	(47)
纖維酯胶片的性能	(64)
第四章 合成高分子化合物制成的安全胶片	(96)
第五章 安全电影胶片的使用性能	(110)
第六章 安全片基的粘接	(128)
参考文献	(133)

緒 論

硝酸纖維片基有較高的物理机械和使用性能，但也有一系列的缺点，其中最主要的是易燃性和燃烧猛烈，并且燃烧时能分解出大量的热和气体，所以硝酸纖維胶片在这一点上是很危險的材料。加热时它能分解，温度升高，分解速度也加快。

将硝酸纖維胶片漸漸加热至 100°C ，不会产生显著的变化，加热至 130°C —— 140°C 时开始分解出褐色气体，至 175°C —— 178°C 时即全部分解轉瞬間就着火。

然而，在温度低于 100°C 时，硝酸纖維胶片也有分解的情况，并能引起胶片性能的巨大改变，这种变化决定于胶片的配方及貯存期的长短。

硝酸纖維胶片燃烧的严重危险性不仅要求胶片制造企业，同样也要求所有的加工和使用单位严格地遵守特殊的防火条例。例如，在电影胶片厂和电影洗印厂的生产場所須装有自动消防系統，火警報訊裝置，并用耐火牆隔离，等等。

電影院的放映室同样要用耐火材料修建，并且要用堅固的防火牆和觀眾厅隔开。

防火措施的装备以及建立專門的消防机构需要很多費用。但是所有这些措施以及对这些措施的检查，都无法絕對保証在电影胶片厂，电影胶片和影片仓库、以及电影院

里沒有火災的危險，並且往往因此而造成嚴重的後果。通常起火的原因很難斷定，看來其原因之一是由於硝酸纖維分解而引起膠片的自燃。

硝酸纖維膠片要求在工作中特別注意以免發生意外的這種嚴重缺點，促使研究工作者設法尋找其他材料以製造適合於電影照相材料片基的、不易燃的、透明而柔軟的安全膠片，而其性能又須不亞於硝酸纖維膠片。

這種材料之一為醋酸纖維素。在工業上用以製造電影照相材料安全片基的有兩種醋酸纖維素：溶於丙酮的醋酸纖維素，即二醋酸纖維素，其醋酸值為54——56%；和高醋酸纖維素，即三醋酸纖維素，其醋酸值為59.5——61.0%。用這類片基製成的電影膠片稱為二醋酸膠片（或簡稱醋酸片）和三醋酸膠片。

在研究各種聚合物的工作中得出結論，可以用合成聚合物來製造安全的電影膠片片基，用這種片基製成的膠片具有很高的物理-機械性能。屬於這類聚合物的有聚苯對二酸亞乙酯（拉福紗或滌綸），聚碳酸酯等等。

目前正在試驗由聚苯對二酸亞乙酯和聚碳酸酯製成透明柔軟膠片的工藝方法，以達到能適用於製作電影照相材料的片基。在美國用聚苯對二酸亞乙酯，在西德用聚碳酸酯作為片基，已經生產過少量試驗性的電影膠片。

第一章

· 电影胶片安全性的测定

在制造电影胶片片基时，为了使它具有必要的性能，在其成分中除了胶片形成材料外还加入各种辅助原料。这些辅助原料对所制成的胶片的安全度也有影响，能加快或减慢其燃烧速度，影响其爆燃性等等。因而在寻找新的胶片形成材料和安全胶片的制造方法时，首先要能判断哪一种胶片可以认为是安全胶片，为此必须制定胶片安全性的测定方法。

最初认为安全胶片的着火危险性应该接近于报纸的着火性。在16毫米的电影胶片改用醋酸纖維片基之后，在1935年的第九次国际照相会议上通过了第一个胶片安全性的测定方法。1956年在斯德哥尔摩召开的第二届国际組織 ИСО ТК-36的代表大会建議，在测定电影胶片的安全性时，除了着火和燃烧的速度以外，还应考虑电影胶片受热分解时放出的气体的毒性。

虽然这一指标对电影胶片的着火危险性没有多大关系，却十分重要，因为有些企业为了改善安全胶片的性能，在其成分中加入少量硝酸纖維素作为片基或假漆层中的辅助原料。当电影胶片成分中的硝酸纖維分解时，就会放出如氧化氮、一氧化碳或氰氢酸等毒性气体，就有可能

使人中毒。

研究纖維素分解时所放出的气体的毒性得出：当含氮量为0.36%的电影胶片燃烧时能产生低氮化合物，这种低氮化合物使人中毒的可能性，不会大于纖維材料在空气不足时燃烧而产生的一氧化碳使人中毒的可能性。

由于这些情况，世界各国采用的并已列为国际标准的安全电影胶片的测定法，其内容为：安全电影胶片应当很难着火，燃烧很慢，含有限量的氮，并能满足以下要求：

1. 在温度为 $300 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 下，着火时间应大于10分钟（即经过10分钟以上后才引起着火——译注）。

2. 厚度为0.08毫米及0.08毫米以上长度为300毫米的电影胶片试样，燃烧时间不应短于45秒钟；厚度不到0.08毫米的则不应短于30秒钟。

3. 片中氮的含量不应超过其重量的0.36%。

为了决定胶片安全性的数量指标，制定了测定方法。

胶片可燃性的测定，是将长35毫米宽8毫米的试样放入预先加热至 300°C 恒温器中。试样从放入恒温器开始到它着火为止所经历的时间即胶片的着火时间。按照此方法测得的各种醋酸纖維胶片的着火时间，都接近于报纸的着火时间，而硝酸片则几乎瞬间就着火（表1）〔1〕。

电影胶片的燃烧时间，是根据在水平悬置的电影胶片试样上火焰传播的速度来测定的，试样长400毫米，并在距其两端50毫米处各刻上记号。将电影胶片的一端点燃，计算火焰从一个记号到另一个记号蔓延的时间，即得电影胶片的燃烧时间。

各种类型电影胶片燃烧时间和报纸燃烧时间的比较列

举于表 2 中〔1〕。

表 1

各种类型电影胶片的着火时间

样 品 名 称	試驗溫度 °C	着 火 时 間
硝酸黑白正片 (国产)	302	7 秒
二醋酸黑白正片 (国产)	300	12分40秒后烧焦但不着火
三醋酸黑白負片 (国产)	301	11分30秒后烧焦但不着火
三醋酸黑白正片 (国产)	299	11分钟以后烧焦但不着火
三醋酸彩色正片 (国产)	299	12分50秒后烧焦但不着火
三醋酸黑白正片 (美国)	298	13分钟后烧焦但不着火
三醋酸彩色正片 (民主德国)	300	12分30秒后烧焦但不着火
报纸	299	13分钟后烧焦但不着火

表 2

各种类型电影胶片的燃烧时间

样 品 名 称	燃 烧 时 間 (秒)	
	片 基	电 影 胶 片
硝酸黑白正片 (国产)	5	14
二醋酸黑白正片 (国产)	25	不燃烧
三醋酸黑白負片 (国产)	52	67
三醋酸黑白正片 (国产)	不燃烧并熄灭	不燃烧
三醋酸彩色正片 (国产)	不燃烧	不燃烧
三醋酸黑白正片 (美国)	—	不燃烧
三醋酸彩色正片 (民主德国)	不燃烧	不燃烧
报纸	63	—

从电影胶片上小心地将乳剂层洗掉以后可以用化学分析方法测出片基的含氮量。研究得出：当制造三醋酸和二

醋酸胶片时其成分中即使未加入硝酸纖維，也含有少量的氮，但不超过一般报纸中的含氮量（表3）。

表3

各种类型片基中的含氮量

样 品 名 称	含 氮 量 %
硝酸黑白正片（国产）	11.4
二醋酸黑白正片（民主德国）	0.0
三醋酸彩色正片（国产）	0.15
三醋酸彩色正片（民主德国）	0.14
报纸	0.22

因此，在二醋酸和三醋酸胶片的成分中，如未加入硝酸纖維，則可以将它們列为安全胶片。

第二章

安全胶片的种类

柔软而透明的胶片在制作各种电影照相材料的片基方面获得了广泛的应用。用柔软片基制成的照相材料除用于电影事业以外，还用于X光摄影、航空摄影、显微摄影、科学研究，以及业余摄影等等。随着电影及照相事业的发展，电影照相胶片的品种也在日益增长，目前，适用于各种不同使用目的的电影与照相胶片已有数百种。

制造每一种电影照相胶片时，随其使用性质的不同，对生产中称为片基的柔软底基有一些特殊的要求。例如片基的厚度、色泽、照相加工后保持完全平坦的可能性、耐热及耐寒性等等。

通过改变工艺过程中的个别工序，可以使各种不同片基具有上述的性能。然而不论制造何种胶片，片基都应满足一系列一般的要求，否则将不能适合制造电影照相胶片之用。

胶片的性能主要和所用原料的质量及工艺过程进行的正确性有关，对这些性能的要求归纳起来不外乎：完全透明，机械强度高，韧性大，没有能妨碍形成正确照相影像的变形及不平整，因为这种变形和不平整能导致感光层厚度不匀和光学失真，此外其表面不应有污垢和机械损伤以

致影响影像的质量。

制造电影照相材料时用作片基的透明胶片还有一系列其他的性能也具有很重要的意义，这些性能和所用的胶片形成材料以及制造胶片时加入的各种辅助原料有关。

除了机械强度外，属于这些性能的主要有片基的易燃性、对热能和放射能作用的稳定性、耐寒性，贮藏过程中的稳定性（保存性）、耐潮性、电离度、受照相加工溶液作用后的变形性、对涂在片基上的感光层的照相性能所呈现的惰性等等。

所有这些要求使在寻求新型片基时遇到了一定的困难。因而在这方面的研究虽然进行了很长时期，仍然未能获得良好的效果。只是在最近期间，才取得了较大的成绩。

各种天然和人造高分子化合物——聚合物的生产及加工工艺的发展，给寻求电影照相材料安全片基的制造工艺提供了有利的条件，这些高分子化合物的分子都具有线状结构，因而能保证制成的胶片具有较高的机械强度。

在聚合物及用聚合物制成透明胶片的工艺方面所进行的研究证明：通过选择适当的高分子化合物，并在胶片的成分中加入一定的辅助原料，以及改变胶片形成的条件，在原则上可以得到具有各种预定性能的胶片。

根据对胶片性能起决定作用的各种不同的胶片形成材料，可以将技术上应用的各种胶片分成以下各种类型：

1. 纤维酯胶片（硝酸纤维酯、醋酸纤维酯、醋酸丁酸纤维酯等等）。这些胶片有较高的机械强度、柔韧性和耐潮性。由于存在这些性能，这类胶片过去和现在都广泛

地应用于电影及照相事业，而且还应用于一系列其他工业部門。

用纖維酯制成的胶片的缺点在于化学稳定性較差，其稳定程度随所用纖維酯的不同而不等。纖維酯胶片中除硝酸纖維胶片外都属于安全胶片。

2. 纖維素醚胶片（乙基纖維素醚、苯基纖維素醚等等）。这类胶片具有足够的化学稳定性，但其机械性能較纖維酯胶片稍差。这类胶片用以制作各种假漆层。

3. 合成高分子化合物胶片。可以采用很多种类型的合成高分子化合物来制造透明柔軟的胶片，如聚苯乙烯，聚碳酸酯，縮醛，聚酰胺和聚酯等等。因而随所用聚合物的不同，这类胶片性能的变化范围是很大的。

这些合成高分子化合物胶片中大部分是不可燃的，并且具有很高的机械强度、对酸及碱的化学稳定性和耐潮性。这些优良的性能使它們能在許多工业部門中广泛地应用于各种不同用途。近年来在研究用合成高分子化合物以制造电影胶片片基方面，取得了許多成績。

第三章

纖維酯安全胶片

胶片形成材料——纖維酯

前面已經談到纖維酯胶片具有一系列优良的性能，即具有較高的机械强度、柔韌性、透明度、耐潮性以及良好的絕緣性能等等，因而这种胶片广泛地应用于包括电影胶片工业在內的各工业部門。

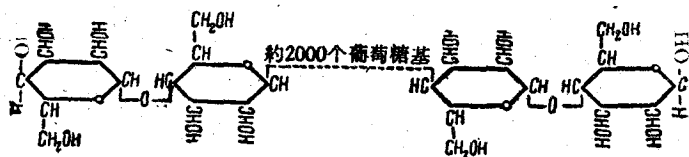
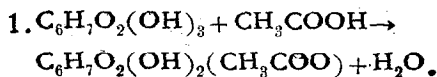
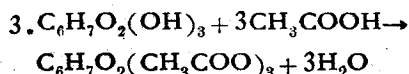
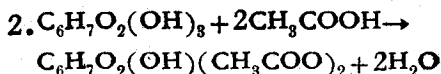


图1 纖維素分子的化学結構

纖維酯是由纖維素和相应的酸起化学作用后所得到的产物。纖維素分子的化学結構如图1中所示。纖維素是一种多聚糖，它的每一个葡萄糖基—— $C_6H_{10}O_5$ 中有三个羟基，纖維素和相应的酸所起的化学反应可以看作酯化反应。如以葡萄糖基作为纖維素，則它和醋酸的酯化反应可用下列方程式表示：





根据上列方程式，随着葡萄糖基中被取代了的羟基数的不同，可以得到纖維素的单酯、二酯和三酯。三酯是完全的纖維酯。在制取不完全纖維酯时，实际上获得的是各种取代酯的混合物，虽然按其平均取代度可以相应地视为单酯或二酯。存在这种现象是因为纖維素的分子是由很大数量的葡萄糖基 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ 所组成，它们彼此之间以氧桥相连，结成或长或短的分子链，这些链又能借助于羟基的剩余价相，连成单个的复合体，这样就形成纖維素纖維。

所以在酯化过程中酸是逐步地和各个链及其组成部分起作用的，作用的先后随其在纖維素纖維中的位置而定。这样，制成的纖維酯必然在不同程度上是非均相的（不均一的）产物，这种产物是不同长度的纖維素分子链中的葡萄糖基经过不同程度的酯化以后得到的混合物。

能影响纖維素酯化过程的一系列因素有：纖維素纖維的结构，在反应液中的膨胀度，酯化反应的条件，等等。因此，在大量生产纖維酯的条件下，即使工艺过程始终控制不变，不同批号成品的性能在一定限度内还有上下。

按照一般的概念，聚合物的性能以及由聚合物制成的胶片的性能首先决定于聚合物的化学特性和大分子的结构。然而化学特性完全相同的聚合物，在一系列其他因素的影响下，其性能也会有很大的变化。

聚合度、酯化度、分散度、杂质、聚合物链的形状，以