

基于SPSS的纸张老化过程中理化指标曲线回归分析

田周玲 任珊珊 张铭 龙堃 闫智培 易晓辉
(国家图书馆古籍保护科技文化部重点实验室, 北京 100034)

Curve regression analysis on paper physical and chemical index based on SPSS under aging process

TIAN Zhou-ling, REN Shan-shan, ZHANG Ming, LONG Kun, YAN Zhi-pei, YI Xiao-hui
(Key Lab of S & T for Ancient Book PAC, Ministry of Culture, National Library of China, Beijing 100034, China)



田周玲女士, 副研究馆员, 国家图书馆古籍馆文献保护组组长, 古籍保护科技文化部重点实验室副主任; 主要从事古籍保护科技研究, 在纸质文献保存保护、纸张脱酸等方面成就突出。

摘要: 预测文献纸张的保存寿命的变化趋势, 为研究纸张的保存保护方法提供理论依据。本文对竹纸、宣纸、新闻纸、字典纸和构皮纸等五种不同的纸张进行了干热加速老化实验。检测和计算了老化过程中纸张的返黄值、抗张指数、撕裂指数和铜价, 选用线性、对数、二次方程和三次方程模型对老化时间进行拟合。实验结果表明, 三次方程的拟合效果好于其他方程; 抗张指数和铜价可以作为表征纸张的老化程度的指标。木素含量越高, 其返黄值的三次方程模型的拟合程度越高。机械纸的撕裂指数的拟合度较高。而手工纸的撕裂指数的拟合度随纤维长度变短而降低。

关键词: spss; 干热老化; 曲线回归; 三次方程; 手工纸

Abstract: The essay gave a reliable forecast to the variation trend of document paper's storage period, and then provided theoretical basis for paper conservation. The experiment of dry-heat aging was carried out in the essay for bamboo paper, rice paper, newsprint, dictionary paper and mulberry bark paper. We detected and calculated brightness reversion, tensile index, tear index and copper number of paper in the aging process, and then try to find out the most suitable equation model to fit aging courses from selecting linear, logarithmic, quadratic equation and cubic equation model. Finally, the experimental results show that the cubic equation can represent the aging courses better than all the other equations, and tensile index and copper number can be used as key indicators of paper aging degree. Furthermore, high lignin content in paper can bring higher fitting degree of cubic equation in the calculation of brightness reversion. The fitting degree of tearing index is relatively high for mechanical paper, but it decreases with the drop of fiber length for handmade paper.

Key words: SPSS; dry-heat accelerating aging; curve regression; cubic equation; handmade paper

中图分类号: TS7 文献标志码: A
文章编号: 1007-9211(2017)14-0072-04

基金项目: 国家文化科技提升计划项目(文献用纸保存寿命评估体系研究, 项目编号: 2015-实01)。

文献保护的根本就是最大限度地延长文献的保存寿命。文献用纸的保存寿命^[1],是指文献用纸放置一段相当长的时间之后,其化学稳定性仍然保持着最初的状态,或指纸张能够抵抗本身的杂质破坏和外来因素^[2]的侵蚀,保持原有的性能,能够进行使用和长期的保存。

为了研究纸张的保存寿命,本文采用干热加速老化的方法进行纸张老化实验,检测了老化过程中纸张的白度、撕裂度、抗张强度和铜价等指标,对计算所得的返黄值、撕裂指数、抗张指数和铜价等指标进行了分析。

SPSS,英文全称为Statistical Product and Service Solutions,为统计产品与服务解决方案软件。可进行大量的数据统计分析,经常用于相关性分析、曲线回归和趋势的预测等。利用曲线回归分析方法是建立反映两变量间曲线回归方程来反映其客观联系的规律。目前在医疗、卫生、教育^[3-5]等多个科研领域应用广泛。本文利用SPSS软件中的线性、指数、二次方程和三次方程等曲线回归分析功能,拟合出各种纸张的返黄值、撕裂指数、抗张指数和铜价等自变量与因变量老化时间之间的关系,并重点分析和比较了三次方程的拟合度及显著性水平等指标。

1 数据来源及曲线回归方法

1.1 数据来源

将竹纸、构皮纸、宣纸、新闻纸和字典纸等五种纸张放置于105℃老化箱内进行老化实验。以72h为老化单元,分别在1、4、10、20、40、60、70、80、90、100个老化单元时间点将五种纸样分别取出一份,同时,保存一份未老化的平行样,于避光处保存。分别检测不同老化时间纸样的白度、抗张强度、撕裂度和铜价。并计算返黄值、抗张指数和撕裂指数。

1.2 SPSS曲线回归方法

采用SPSS软件,以年份老化时间为自变量(X),分别以返黄值、抗张指数、撕裂指数和铜价为因变量(Y),进行曲线回归分析,选择较为常用的直线方程、二次方程、三次方程、对数方程等8种模型进行拟合。

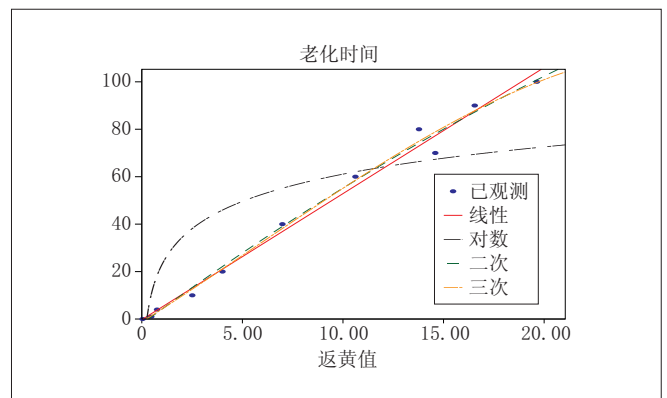


图1 四种曲线回归拟合图

1.3 回归曲线选择

在拟合结果中,给出警示,因自变量(老化时间)包含非正数值,最小值为0.000,无法应用对数变换,无法为此变量计算复合模型、幂模型、S模型、增长模型和指数模型。故后面的曲线拟合只进行直线方程、二次方程、三次方程和对数方程4种模型进行拟合。

进行曲线回归后的结果如表1和图1所示:

以竹纸、宣纸、新闻纸、字典纸和构皮纸的返黄值、撕裂指数、抗张指数和铜价为因变量(Y),以老化时间为自变量(X),进行线性、二次方程、三次方程和对数方程这4种模型的曲线评估,这20个模型汇总结果与表1和图1类似。

从表1可以看出,四种模型曲线拟合的显著性水平检验Sig均在0.005以下,可决系数 R^2 以二次方程和三次方程模型的曲线拟合数值最高。从图1也可以看出,二次方程和三次方程明显优于线性和对数方程。因二次方程是三次方程的特殊形式,故本文采用三次方程模型的曲线拟合进行分析和比较。

2 结果与分析

表1 模型汇总和参数估计值

方程	模型汇总					参数估计值			
	R^2	F	df_1	df_2	Sig.	常数	b_1	b_2	b_3
线性	0.989	807.229	1	9	0.000	-.278	5.314		
对数	0.705	21.533	1	9	0.001	22.907	16.575		
二次	0.991	441.469	2	8	0.000	-2.013	6.223	-0.050	
三次	0.991	269.736	3	7	0.000	-1.210	5.360	0.067	-0.004

2.1 返黄值曲线回归

以五种纸张的返黄值为因变量(Y),以老化时间为自变量(X),进行三次方程的曲线回归分析,结果如表2所示。

从表2可以看出,对于三次方程拟合,除构皮纸以外,其它四种纸张曲线回归分析的可决系数 R^2 均大于0.9。显著性水平检验Sig除构皮纸为0.195以外,其他四种均为0.000,小于0.005,具有统计学意义。拟合度大小顺序为新闻纸>宣纸>字典纸>竹纸。返黄值的变

表2 返黄值模型汇总和参数估计值

方程	模型汇总					参数估计值			
	R^2	F	df ₁	df ₂	Sig.	常数	b ₁	b ₂	b ₃
构皮纸	0.468	2.052	3	7	0.195	14.371	9.751	-0.995	0.043
字典纸	0.991	269.736	3	7	0.000	-1.210	5.360	0.067	-0.004
新闻纸	0.998	1082.756	3	7	0.000	-1.253	1.108	0.020	0.000
宣纸	0.996	579.474	3	7	.000	0.640	-0.205	0.179	-0.003
竹纸	0.933	32.408	3	7	.000	1.391	-0.208	0.093	-0.001

表3 抗张指数模型汇总和参数估计值

方程	模型汇总					参数估计值			
	R^2	F	df ₁	df ₂	Sig.	常数	b ₁	b ₂	b ₃
构皮纸	0.919	45.678	2	8	0.000	209.597	-6.103	0.000	0.001
字典纸	0.960	95.125	2	8	0.000	225.854	-9.493	0.000	0.001
新闻纸	0.909	40.041	2	8	0.000	-91.276	12.421	0.000	-0.008
宣纸	0.875	28.099	2	8	0.000	399.307	-19.788	0.000	0.007
竹纸	0.962	101.637	2	8	0.000	417.046	-12.037	0.000	0.001

表4 撕裂度模型汇总和参数估计值

方程	模型汇总					参数估计值			
	R^2	F	df ₁	df ₂	Sig.	常数	b ₁	b ₂	b ₃
构皮纸	0.985	155.581	3	7	0.000	2.380	0.237	0.024	0.000
字典纸	0.960	95.125	2	8	0.000	225.854	-9.493	0.000	0.001
新闻纸	0.972	82.006	3	7	0.000	1.287	-8.286	0.355	-0.003
宣纸	0.413	1.644	3	7	0.264	49.947	-4.019	0.096	-0.001
竹纸	0.114	0.301	3	7	0.824	41.337	0.900	-0.044	0.000

表5 铜价模型汇总和参数估计值

方程	模型汇总					参数估计值			
	R^2	F	df ₁	df ₂	Sig.	常数	b ₁	b ₂	b ₃
构皮纸	0.957	51.817	3	7	0.000	-52.615	575.348	-1632.102	1528.582
字典纸	0.962	100.352	2	8	0.000	27.895	-127.933	0.000	391.232
新闻纸	0.991	243.381	3	7	0.000	137.117	-297.120	189.351	-31.009
宣纸	0.981	204.633	2	8	0.000	10.050	0.000	-23.119	14.650
竹纸	0.881	29.593	2	8	0.000	34.980	0.000	-54.417	24.975

化与木素的氧化变色有关,木素含量高的返黄值的变化程度大,曲线回归分析拟合度高。因为构皮纸的构皮纤维内基本不含木素,故拟合度非常低,可决系数 R^2 仅为0.468,不能用返黄值进行曲线评估。而新闻纸为磨木浆造纸,木素含量高,可决系数 R^2 可高达0.998。

2.2 抗张指数

以五种纸张的抗张指数为因变量(Y),以老化时间为自变量(X),进行三次方程的曲线回归分析,结果如表3所示。

从表3可以看出,构皮纸、字典纸、新闻纸、宣纸和竹纸的三次方程曲线回归都具有较高的拟合度。除宣纸以外,其他四种纸张的三次方程曲线回归分析的可决系数 R^2 均在0.9以上,宣纸的三次方程曲线评估的可决系数 R^2 也在0.85以上。显著性水平检验Sig均为0.000。拟合度的大小顺序为竹纸>字典纸>构皮纸>新闻纸>宣纸。五种纸的抗张指数相对于老化时间的三次方程曲线回归都具有较高的拟合度,可作为表征纸张老化程度的指标。

2.3 撕裂指数

以五种纸的撕裂指数为因变量(Y),以老化时间为自变量(X),进行三次方程的曲线回归分析,结果如表4所示。

从表4可以看出,构皮纸、字典纸和新闻纸都具有较高的拟合度,可决系数 R^2 均在0.9以上,显著性水平均为0.000。而宣纸和竹纸的拟合度都非常低,可决系数 R^2 均在0.5以下,显著性水平Sig均远高于0.005。拟合度高低顺序为新闻纸>字典纸>构皮纸>宣纸>竹纸。说明构皮纸、字典纸和新闻纸的三次方程模型具有统计学意义。机械纸的均匀性较好,其与撕裂度的拟合度也较高。而手工纸的均匀性较差,拟合度与纤维长度密切相

关,纤维长度越短,其拟合度越低。构皮纸的可决系数 R^2 高达0.985,而宣纸变为0.413,竹纸仅为0.114。

2.4 铜价

以五种纸的铜价为因变量(Y),以老化时间为自变量(X),进行三次方程的曲线回归分析,结果如表5所示。

从表5可以看出,除竹纸以外,其他四种纸三次方程模型的可决系数 R^2 均在0.9以上,竹纸可决系数 R^2 也在0.85以上。可拟合度高低顺序为新闻纸>宣纸>字典纸>构皮纸>竹纸。竹纸是这五种纸张中最易老化的纸张,其可决系数 R^2 为0.881。五种纸的铜价相对于老化时间的三次方程曲线回归都具有较高的拟合度,可作为表征纸张老化程度的指标。

3 结论

研究发现,纸张的返黄值、抗张强度、撕裂指数和铜价等指标与老化时间呈三次方程曲线关系;五种纸张的抗张指数和铜价分别相对于老化时间的三次方程

曲线回归都具有较高的拟合度,抗张指数和铜价可以作为表征纸张老化程度的指标;木素含量高的纸张,返黄值相对于老化时间的三次方程曲线拟合度较高;机械纸的均匀性较好,其撕裂度的曲线拟合度较高,而手工纸撕裂指数的拟合度随纤维长度变短而降低,不宜以撕裂度表征其老化程度。

参考文献

- [1]胡文军,赵代胜.宣纸寿命特性的分析[J].中华纸业,2013,34(19):74-76.
- [2]田周玲,龙堃,易晓辉,等.保存环境对纸张性能的影响研究[J].中华纸业,2016,37(14):31-33.
- [3]张世强.曲线回归的拟合优度指标的探讨[J].中国卫生统计,2002,19(1):9-11.
- [4]郝艳会,赵成新.应用曲线回归模型预测辽阳市梅毒发病率[J].中国热带医学,2013,13(4):516-517.
- [5]黄芬芬,胡宏昌.中国旅游收入影响因素分析—基于主分量曲线回归[J].统计与管理.2015(2):46-48.

(收稿日期:2017-01-15(修改稿))

1 脱墨装置和废纸再生处理装置

申请公布号: CN 106894272 A

发明人: 谷本晋基 太田竜一

申请人: 迅普精工株式会社

提供能够以简单的装置结构对纸浆混合液脱墨时产生的脱墨泡进行处理的脱墨装置和废纸再生处理装置。

如图1所示,废纸再生处理装置具有构成废纸再生处理系统的多个处理部。处理部包括废纸投入部、碎浆部、脱墨部、抄纸部、干燥部、精加工部和白水容器部。此外,废纸再生处理装置具备用于控制各处理部运转的控制部。

废纸投入部用于将作为再生原料的废纸投入碎浆部,且将废纸在保持单张纸的状态下或者在裁断的状态下投入碎浆部。碎浆部具有槽体和设置在槽体内的搅拌装置,将废纸分解来制造包含再生纸

浆的纸浆混合液。

作为脱墨装置的脱墨部,具备用于实现废纸再

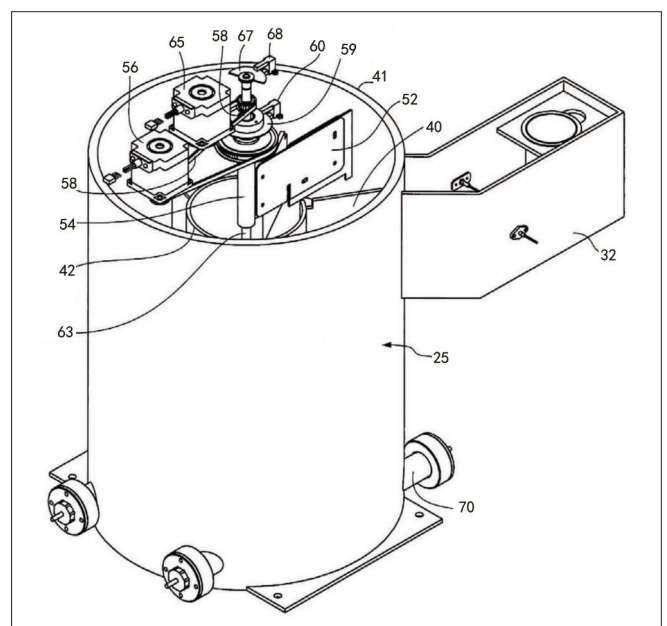


图1 废纸再生处理装置的框图