

生活用纸用化学品

Chemicals for Household Papers

CHEMIPAZ 株式会社
 研发价值创生本部
 功能化学品部
 铃木 洋

1. 序言

卷纸、抽纸、擦手纸等生活用纸（卫生用纸）在我们日常生活中必不可少。如果入厕没有卫生纸，清洁手段就会受限。抽纸不仅可以用来擤鼻涕，还可以用来擦拭洒在桌子或其他物体表面上的水滴。此外，自 2020 年新型冠状病毒感染疫情蔓延以来，人们卫生意识增强，对擦手纸的需求也随之增长。

这些生活用纸虽然是我们生活中不可缺少的一部分，但就“纸”而言，它与用于笔记本的书写纸、广告册和用于宣传册中使用的打印纸以及用于包装物品的纸板没有什么特别不同。但生活用纸的主要用途是“擦拭”，这一用途的制造方法与其他纸种有所区别。此外，根据纸的用途，造纸时需添加的化学品也不同，生活用纸中也同样需要添加化学品，且还需要添加一些其他纸种不使用的化学品。

在本文中，我们将首先讲解生活用纸与其他类型纸张的区别，然后介绍生活用纸中使用的化学品。

2. 生活用纸与其他纸的区别

生活用纸与书写纸、印刷纸等“西洋纸”或作为纸板原纸的“卡纸”的区别在于，生活用纸的克重（每平方米纸张的重量）通常较低。表 1 列出了生活用纸与其他类型纸在品质要求上的区别，例如要求吸水后也不易撕裂、柔软、手感好。

生活用纸的纸面上有被称为“皱褶”的细小皱纹（图 1）。这些皱褶可以提高纸的柔软性和松厚度，从而提高纸的手感。

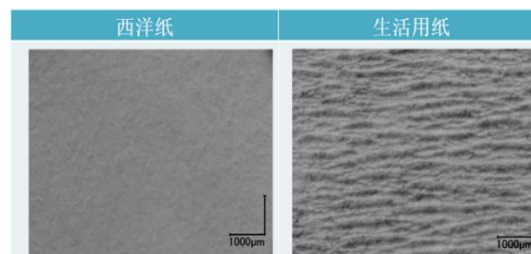


图 1. 纸表面的电子显微镜图像

表 1. 不同纸种的品质要求

	生活用纸	西洋纸	板纸
纸种	卷纸，抽纸，擦手纸	笔记本，书籍，课本，宣传册，广告册，杂志	箱板纸，瓦楞纸，纱管原纸
克重	卷纸：单层约 22g/m ² 双层约 16g/m ² 擦手纸：约 20g/m ² 抽纸：约 11g/m ²	52.3g/m ² 以上	100g/m ² 以上
品质要求	干强度 湿强度（遇水不易破裂） 水解性（冲水马桶） 吸水性 松厚度，柔软性，肤感等	印刷适应性（印刷品质、印刷操作性） 油墨受理性、防水性、表面强度、内部结合强度，挺度，平滑性，不透明度等	抗破裂强度，环压强度，表面强度，内部结合强度，挺度，平滑性 印刷适应性（印刷品质，印刷操作性）等

形成皱褶的一系列工序被称为“起皱工序”，在日本采用干式起皱法。

干式起皱法的工序分以下3步（图2）。

- ①将高速抄造的低克重湿纸粘附在旋转的杨克烘缸表面进行干燥。
- ②将粘合的纸用起皱刮刀按运行方向挤压形成皱褶。
- ③将挤压后的纸从烘缸取下。

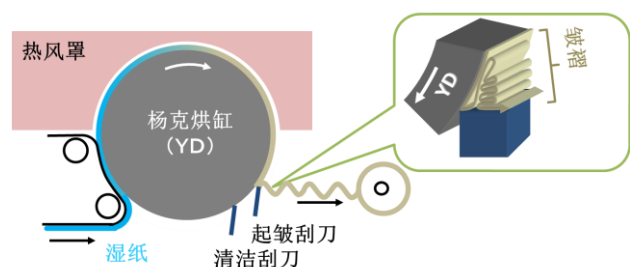


图2. 起皱工序示意图

3. 生活用纸使用的化学品

如上所述，生活用纸中包括卷纸、抽纸和擦手纸，各个种类对品质的要求也不同。生活用纸中主要使用的化学品如下。

- 湿强剂：提供湿强度，以防止湿纸撕裂。添加于纸浆浆料中使用。
- 干强剂：提供干强度，以防止纸张撕裂。添加于纸浆浆料中使用。
- 手感剂：有提高纸张手感的效果。添加于纸浆浆料中使用。
- 起皱剂：在杨克烘缸上形成涂膜，从而保护烘缸表面，还能控制纸与烘缸间的粘缸性。涂布在烘缸表面使用。
- 保湿剂：提供保湿性。涂布于原纸使用。
- 拾纸胶：是一种将卷纸卷到卷芯（纸管）时使用的粘合剂。
- 封尾胶：是一种防止卷纸从卷芯脱落的粘合剂。

上述化学品对应的纸种如图3所示。

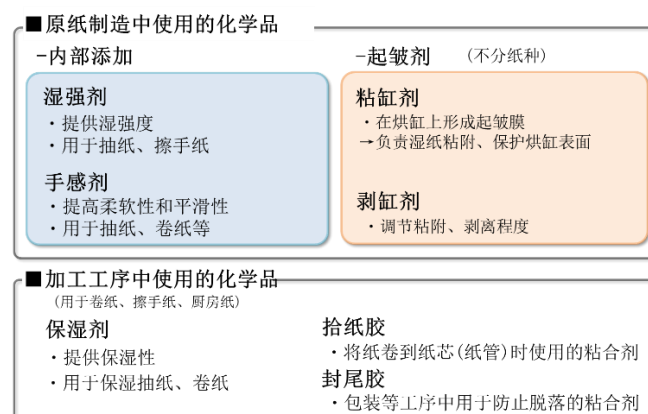


图3. 生活用纸使用的化学品

以下我们对生活用纸所使用的湿强剂、手感剂和起皱剂进行说明。

3-1. 湿强剂

抽纸通常用于擤鼻涕，擦手纸多用于擦拭桌上的水滴或用水浸湿用于清洁卫生。此类用途的纸需要具有吸水后的抗撕裂性能。

纸是由纸浆纤维构成的，纸浆纤维是纤维素的集合体。纸浆纤维含有许多羟基（OH基），它们形成氢键，能提供纸张强度。然而，氢键遇水会断裂，纸就容易破损（图4）。

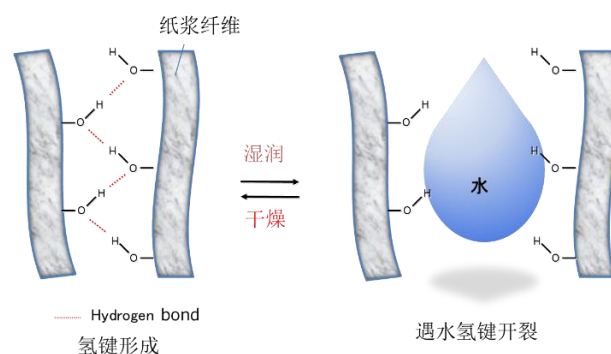


图4. 纸浆纤维间的氢键开裂

湿强剂就是用于抑制遇水后纸浆纤维的断裂。作为湿强剂而广为人知的成分是被称为聚酰胺环氧丙烷（以下简称为PAE）的水性树脂。PAE含有高反应性的氮杂环（以下简称AZR：图5），这种

AZR 与 PAE 树脂中的氨基以及作为纸张原料的纤维素纤维中的羧基发生反应，形成共价键，这样即使纸张潮湿，也能防止纸张纤维之间的断裂（图 6）。

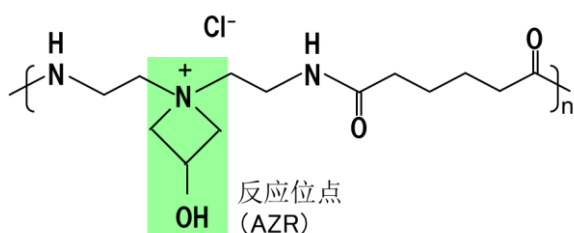


图 5. PAE 树脂的反应位点

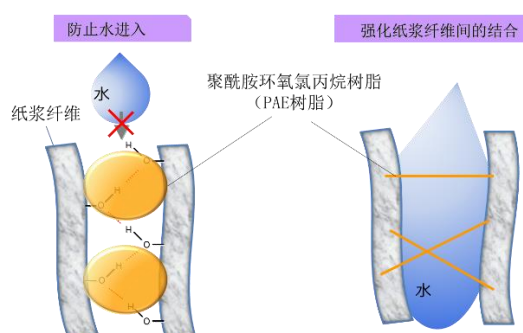
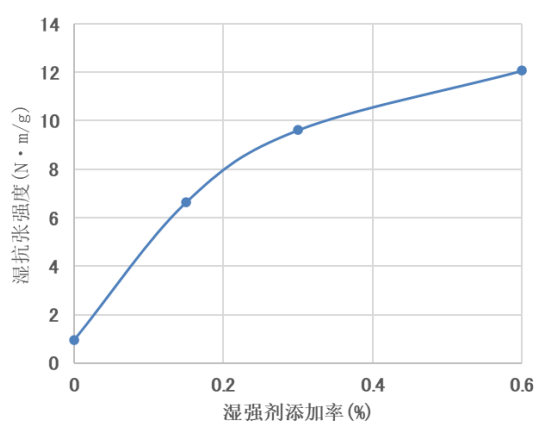


图 6. PAE 树脂抑制纸浆纤维间开裂

添加湿强剂的手抄纸的湿抗张强度如图 7 所示。横轴是湿强剂添加率，竖轴是湿抗张强度。图中显示湿抗张强度随着湿强剂添加率上升而增高。



【手抄纸制备条件】
 <原料> BKP (L/N=9/1), CSF410 <抄纸 pH> pH:6.5
 <干燥条件> 80°C-120秒 <Cure 条件> 105°C-40秒

图 7. 添加湿强剂的纸的湿强度

湿强剂添加与不添加的纸遇水后的对比如图 8 所示。结果显示添加湿强剂的纸即使遇水也不易破裂。因此，湿强剂适用于对遇水不易破裂有要求的抽纸以及擦手纸。

反之，使用湿强剂的纸遇水不易破裂，容易造成管道堵塞。所以湿强剂不用在厕所卷纸中。

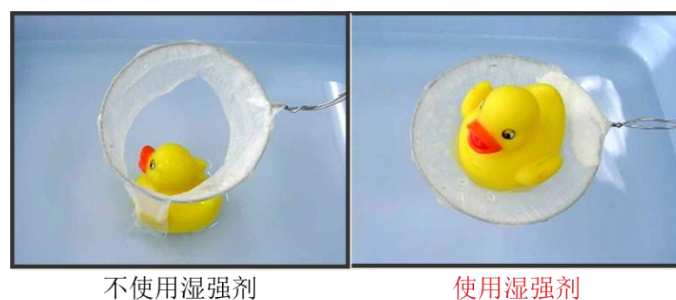


图 8. 添加湿强剂的纸遇水时的耐破裂强度

我们公司具有代表性的湿强剂如表 2 所示，除此之外还有很多能满足客户各种需求的产品。

表 2. 湿强剂 WS 系列

产品名	不挥发物 (%)	粘度 (mPa·s)	pH	特征
WS4035	25	50-250	2.5-4.5	通用
WS4040	25	30-250	2.5-4.5	高湿强度
WS4027	25	15-35	2.5-4.5	低粘度
T-WF102	18	30-130	2.5-4.5	低AOX

3-2. 手感剂

手感剂能给纸提供柔软感、蓬松感、平滑感以及湿润感，一般添加于纸浆浆料中使用。我们公司产品中有注重柔软感的胶束型 FS8006，还有注重平滑感的乳液型 GT8022（表 3）。

表 3. 手感剂 FS8006、GT8022

手感剂	FS8006	GT8022
外观	黄色液体	乳白色液体
离子性	阳离子	两性
有效成分 (%)	90	40
粘度 (mPa·s / 25℃)	500以下	300以下
pH	—	9.0±1.0
效果特征		
柔软感	◎	○
蓬松感	○	◎
平滑感	○	◎
对纸强度的影响	易下降	不易下降

手感剂主要由具有亲水基和疏水基的表面活性剂组成，加入到纸浆浆料中后形成胶束。其效果通过以下①~④的机理实现（图9）¹⁾。

- ① 形成胶束的手感剂附着于纸浆纤维。
- ② 附着的手感剂将包覆亲水性纸浆纤维。
- ③ 防止湿纸干燥时的纸浆纤维间相互靠近。
- ④ 通过控制纸浆纤维间的氢键，增加柔软度和厚度。手感剂成分还能作为纸浆纤维的润滑剂增加平滑度。

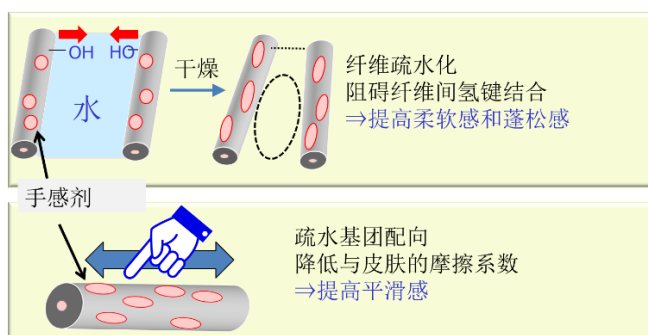


图9. 手感效果提升的机理

FS8006 是一种胶束型手感剂，在能提供柔软感的同时也会降低纸强度。相比之下，GT8022 是一种乳液型手感剂，纸强度下降幅度小，还能提供平滑感和蓬松感。

FS8006 为胶束型，粒径较小（表面积大），当其附着于纸浆纤维时，纤维表面的覆盖面积大，这样就能抑制纸浆纤维之间的氢键，从而为纸提供柔软感。GT8022 为乳液型，相比 FS8006 粒径较大（表面积较小），附着于纸浆纤维上时，纤维表面的覆盖面积小，这样纸浆纤维之间的氢键只能抑制一部

分，所以纸张强度的下降幅度不大。此外，GT8022 还具有较高疏水性能，能为纸提供平滑感和蓬松感（图 10）。

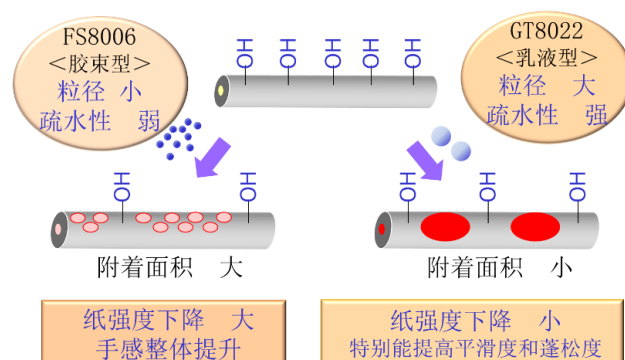
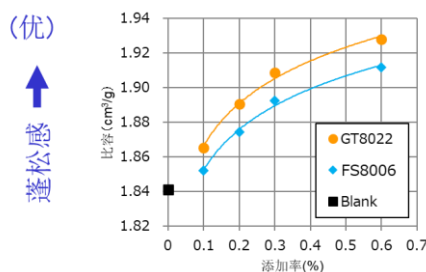
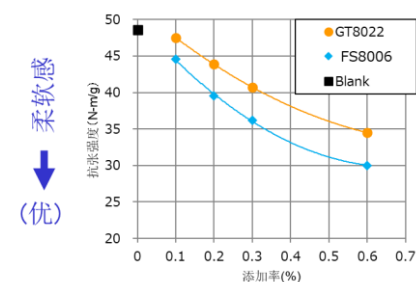


图 10. FS8006 与 GT8022 的区别

FS8006 和 GT8022 制备的手抄纸手感效果如图 11 所示。“柔软度”根据抗张强度来评估，“蓬松度”根据比容来评估。即，抗张强度越低越柔软，比容越大越蓬松。

结果显示 FS8006 和 GT8022 都能提高“柔软感”和“蓬松感”，但 FS8006 在提升柔软度方面效果更显著。相比之下，GT8022 不但改善“蓬松感”效果显著，且不易降低纸强度。



【手抄纸制备条件】

纸浆: BKP (L/N=9/1) CSF=379

水: pH7.5

干燥条件: 100℃100秒 (烘缸)

克重: 40g/m²

图 11. 手感剂效果

3-3. 起皱剂

起皱剂主要包括粘缸剂（涂层剂）与剥缸剂（剥离剂）这两种化学品。将这些化学品喷涂到杨克烘缸上，在烘缸上形成涂膜。涂膜具有两层结构，包括由烘缸表面的粘缸剂硬化形成的保护层，以及在湿纸的界面附近由粘缸剂和剥缸剂成分形成的软粘层。保护层可保护杨克烘缸免受刮刀的刮伤，粘层可将湿纸粘附在烘缸上（图 12）²⁾。

作为粘缸剂的主要成分，我们在湿强剂的说明中也提到了常用的 PAE 树脂以及聚乙烯亚胺（PEI）树脂。我们公司的粘缸剂的主要成分是 PAE 树脂。

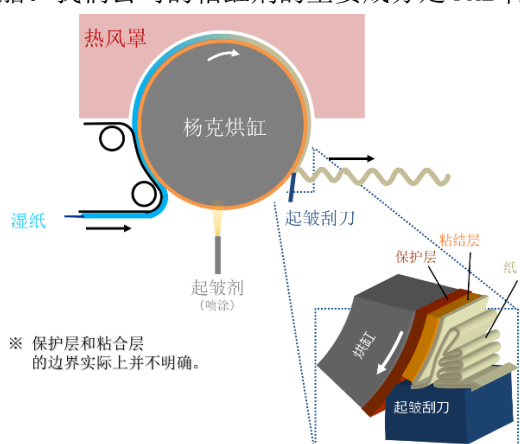


图 12. 烘缸上的涂膜和皱褶的形成

PAE 粘缸剂大致可分为反应型和非反应型，具体取决于其是否含有氮杂环丁烷 (AZR) 基团（即反应位点）。我们公司的具有代表性的粘缸剂产品如表 4 所示。非反应型粘缸剂是不含 AZR 的 PAE 类型，在烘缸上分子量几乎不会变化，能形成的硬度低、湿纸粘附性力好的涂膜。相比之下，含有 AZR 基团的 PAE 粘缸剂被称为“反应型”，在烘缸上产生交联反应，分子量增加，涂膜硬度高、耐水性好。

在抄造如抽纸或擦手纸过程中，纸浆浆料中添加湿强剂后，杨克烘缸上形成的涂膜可能过硬。因此，在这种情况下，最好使用具有相对较低的涂膜硬度的非反应型粘缸剂。相反，为纸提供柔软度和平滑度时需要在纸浆浆料中添加手感剂，手感剂会降低纸湿粘附性，并软化杨克烘缸表面的涂膜，特别是膜硬度过低就可能被刮刀刮掉，这种情况下，最好使用能形成相对较硬的膜的反应型粘缸剂。

此外，为了进一步提高粘缸剂的性能，我们对非反应型粘缸剂和反应型粘缸剂的并用进行了研究，结果发现，这样可以达到单独粘缸剂配方所无法达到的优异效果。该并用配方可以使起皱工序操作更加稳定并获得高品质褶皱。更多详细信息，请参阅我们公司于 2022 年 8 月发布的技术评论。³⁾

表 4. 粘缸剂 CA 系列产品

	不挥发物 (%)	粘度 (mPa·s)	pH	类型	适用纸机
CA6003	10	40	9	非反应	抽纸专用纸机
CA6006	15	40	3	反应	卷纸或混抄纸机

相比之下，剥缸剂以矿物油类为主。我们公司剥缸剂 CR 系列的代表性产品如表 5 所示。剥缸剂与粘缸剂并用，用作控制纸与烘缸间的粘附性。CR6106 的剥离效果较弱，粘附性较容易控制。相比之下，CR6157 的剥离效果强，少量剥离剂就能起到较高的剥离效果（图 13）。

表 5. 剥缸剂 CR 系列产品

	粘度 (mPa·s)	日本消防法分类
CR6106	150以下	危险物
CR6157	150以下	非危险物

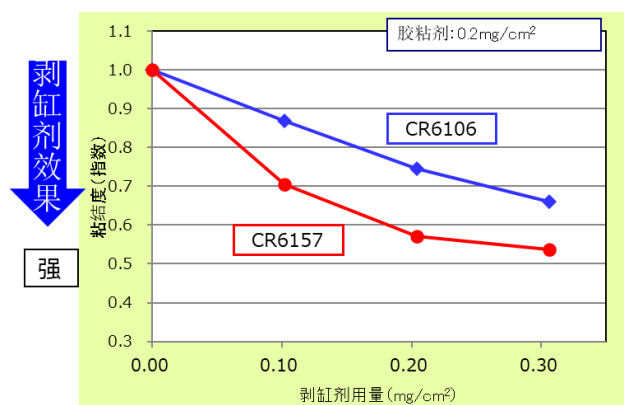


图 13. 剥缸剂效果

4. 结语

本文中介绍了生活用纸用化学品。主要是想传达，生活用纸的种类不同对纸的品质要求也不同，所使用的化学品也不同。

正如序言所说，生活用纸是我们生活中必不可少的一部分。我们将继续开发生活用纸化学品，以便快速掌握市场需求，助力提升生活用纸品质。

<参考文献>

- 1) 吉谷孝治，日本纸浆和造纸技术协会杂志, 第 68 卷（第 11 号）
- 2) 吉谷孝治，日本纸浆技术时报，2018 年 7 月号
- 3) 铃木幸惠，铃木洋，CHEMIPAZ 株式会社官网，技术评论 2022 年 8 月 18 日号

研究员简介



CHEMIPAZ 株式会社
研发价值创生本部
功能化学品部
负责人
铃木 洋
(Hiroshi Suzuki)
