

高等学校轻工专业试用教材

制浆造纸工艺学

天津轻工业学院 华南工学院 合编
西北轻工业学院 大连轻工业学院
隆言泉 主编

下 册

轻工业出版社

目 录

第二篇 造 纸

概 论	(1)
一、概述	(1)
二、纸和纸板的分类和规格	(2)
三、纸和纸板的质量要求	(4)
四、纸张与纸板的抄制	(10)
第一章 打 浆	(13)
第一节 概 述	(13)
第二节 打浆理论	(14)
一、打浆对纤维的作用	(15)
二、草浆打浆机理	(19)
三、显微镜观察	(21)
四、纸张强度、纤维的结合及其影响因素	(26)
五、影响纤维结合力的因素	(28)
六、打浆与纸张性质的关系	(30)
第三节 打浆工艺	(33)
一、打浆方式	(33)
二、影响打浆的因素	(34)
三、各种浆的打浆特性	(39)
四、打浆的生产技术控制	(40)
第四节 打浆设备	(42)
一、打浆机	(42)
二、盘磨机	(48)
三、圆柱磨浆机	(52)
四、锥形磨浆机	(55)
第五节 打浆辅助设备	(56)
一、水力碎浆机	(56)
二、贮浆池	(57)
三、浓度调节器	(58)
第二章 调 料	(62)
第一节 施 胶	(62)
一、施胶目的和施胶方法	(62)
二、内部施胶	(63)
三、表面施胶	(84)
第二节 加填	(88)

一、加填的目的和作用	(88)
二、填料的性质及其选用	(89)
第三节 染色	(94)
一、纸张的色泽	(94)
二、色料的种类及其性质	(96)
三、染色操作和调色	(97)
四、影响染色的主要因素	(98)
第四节 添加剂的应用	(99)
一、增强	(100)
二、助留与助滤	(102)
三、消沫	(105)
第三章 纸的抄造	(107)
第一节 概 述	(107)
一、纸的抄造方法和设备分类	(107)
二、造纸机的系列和规范	(107)
三、造纸车间的“三率”	(110)
四、长网造纸机	(110)
五、圆网造纸机	(114)
第二节 纸料的净化、筛选和除气	(115)
一、纸料的净化和筛选	(115)
二、纸料的除气	(118)
第三节 造纸机	(120)
一、纸料的流送和上网	(120)
二、网部	(142)
三、压榨部	(194)
四、干燥部	(231)
五、压光卷取部	(262)
第四节 特殊造纸机	(268)
一、单面光纸机	(268)
二、自动引纸纸机	(269)
三、干法纸机	(271)
第五节 造纸机的传动	(273)
一、纸机传动的要求和速比	(273)
二、单电动机传动	(274)
三、多电动机传动	(277)
四、纸机传动的比较和发展	(278)
五、纸机传动的功率消耗	(279)
第六节 纸的完成整理	(280)
一、超级压光	(280)
二、复卷	(286)
三、卷筒纸的包装和封头	(289)

四、平板纸的切纸、选纸、数纸和包装	(290)
第四章 纸板的生产	(295)
第一节 概 述	(295)
第二节 纸板的生产过程	(296)
一、生产方法	(296)
二、连续式纸板机	(298)
三、间歇式和半连续式生产	(300)
四、纸板质量控制的几个主要问题	(302)
第三节 连续式纸板机结构的近代发展趋势	(304)
第五章 加工纸和非植物纤维纸	(310)
第一节 加工纸	(310)
一、涂布加工纸	(310)
二、变性加工纸	(330)
三、浸渍加工纸	(333)
四、机械加工纸	(334)
五、复合加工纸	(334)
第二节 非植物纤维纸	(335)
一、合成纤维纸	(335)
二、玻璃纤维纸	(338)
(一) 玻璃纤维纸的性质和用途	(338)
(二) 玻璃纤维纸的抄造	(339)
三、矿棉纤维纸	(339)
四、金属纤维纸及其他	(339)
五、合成纸	(340)
附 录	
国际单位制	(342)
一、国际制基本单位	(342)
二、工程单位与国际单位换算表	(342)
三、与国际单位制并用的单位	(343)

第二篇 造 纸

概 论

一、概 述

世界纸张和纸板总产量在 1979 年已达到一亿七千万吨以上；年产量在三百万吨以上的共有十一个国家。按人口平均分配，每人每年消耗纸张和纸板在 100 公斤以上的只有十四个国家；而消耗量在 10 公斤以下的竟有七十五个国家之多，这些国家几乎全部在亚非拉地区。

国际上，纸张和纸板的品种种类多达 5000 种以上。据历年来纸张和纸板的生产情况来看，纸板产量比重逐年增长。在某些国家中，纸板产量的比重已达到 30~52%。

近年来，由于木片磨木浆的发展，特别是预热木片磨木浆的出现，不但给利用阔叶木材种开辟了道路，而且还给减少新闻纸配浆中化学木浆创造了条件，降低了新闻纸的成本。此外，新闻纸定量又有从 50~52 克/米² 降为 45~48 克/米²，进一步做到节约原料、降低成本。自五十年代以来，涂料印刷纸产量即已开始有较大的增长，有些国家的涂料印刷纸产量已达到纸张和纸板总产量的 10% 以上，并正朝着低定量涂料印刷纸的方向发展。在近年来出现的新产品中，值得注意的是在六十年代问世的合成纸和合成纤维纸。合成纸和合成纤维纸均以来自石油化工副产品的聚合物（例如聚乙烯、聚苯乙烯、聚酰胺等）为原料而制得，其用途极为广泛，尤其适用于作为绝缘材料。从上述几个例子，可以粗略地看到，国际上纸张和纸板产品种类的发展趋势。

自六十年代以来，在打浆和抄纸技术方面，也出现了若干较大的变化。

连续打浆早已获得较普遍的应用，而高浓打浆（浓度在 20~30%）也已在生产中付诸实践。

世界上最宽的造纸机，幅门接近 10 米。新闻纸机最高车速已达 900~1000 米/分，生产皱纹薄纸的大直径单烘缸造纸机最高车速则达 1500~2000 米/分。近二十余年来，由于人们对抄纸过程的基本原理和基础理论进行了大量研究工作，给造纸机结构的改革，奠定必要的理论基础。六十年代期间先后涌现的各种新型造纸机和纸板机（例如夹网造纸机、真空圆网纸板机等），在成型部结构上有着较大的变革，压榨装置和干燥方法也有所改革，对提高纸机车速、进一步改进纸张质量（特别是纸张两面性以及纵横向强度比），起着积极作用。

造纸系统自动控制已从操作控制的领域，发展到机上质量检查的反馈自控技术，例

如,纸幅全宽定量、水分含量、不透明度、光泽度等的机上检查和调整。在造纸机上运用电子计算机进行控制,又给进一步提高纸张质量、提高劳动生产率,创造更有利的条件。

进入七十年代以来,各国对环境保护问题给予很大重视。为减少对河流水域造成严重污染,造纸车间应尽可能回用白水,减少清水耗用量,减少排污量。不少造纸厂已成功地将抄纸所需清水量由 $200\sim 300$ 米³/吨纸降至 $100\sim 150$ 米³/吨纸以下,并正朝着 $20\sim 50$ 米³/吨纸的目标努力。显然,在造纸车间实行封闭用水,不但可以解决环境保护问题,而且又有利于节约纤维原料、降低制造成本。但是,也必须指出,封闭用水又会带来设备和管道的腐蚀问题,需要予以解决。

建国以来,我国造纸工业在产品品种、产量、质量各个方面,都有很大发展,取得很大成就。我国纸张和纸板总产量已有很大的增长,产品种类也已达400多种。但是,也要看到,我国造纸工业的现状,和实现四个现代化的需要以及人民生活水平的提高很不适应,若跟世界上先进水平相比,更存在着很大的差距。特别应该提出的是,为数众多的圆网造纸机的改造,将会是今后的重要课题之一。综观国际造纸工业的发展趋势,我国造纸工业要迎头赶上世界造纸工业先进水平,还需要作出较大的努力。

二、纸和纸板的分类和规格

(一) 纸和纸板的分类

从纤维原料制浆造纸所得产品,可以分为纸和纸板两大类。纸和纸板是按定量(即单位面积重量)或厚度予以区别,但其界限并不很严格。一般来说,定量在 200 克/米²以下或厚度在 0.1 毫米以下的,统称为纸;定量在 200 克/米²以上或厚度在 0.1 毫米以上,则为纸板或板纸。有些产品定量虽达 $200\sim 250$ 克/米²(例如白卡纸、绘图纸等),但仍按习惯归之为纸。

除根据定量或厚度分为纸和纸板外,通过制浆造纸制得的产品,又可按照抄制方法分类,根据选用的纤维原料分类,或者按照产品用途分类。

从抄制方法来看,可以分为机制纸和手工纸两大类。我国的手工纸具有悠久的历史,有些产品早已驰名中外。手工纸大多是通过将稻草、竹子、檀皮、桑皮等进行石灰沤制而成纸浆,沤制周期长达 $1\sim 3$ 个月。沤制所得纸浆经洗净后,再通过春料或碾料,加水稀释成浆料悬浮液,再在纸槽中利用竹帘捞纸。手工抄纸生产周期既长,劳动强度又大,劳动生产率极低,难以适应现代大规模生产发展的需要,为此,手工纸生产早已为机制纸所取代。但是,也还应该指出,有少数传统手工纸,属我国特有的文化遗产,具有独特的民族风格,至今仍享有盛誉。在这一类产品中,宣纸最为著称。以稻草和檀皮为原料制成的宣纸,仍然是国画和书法艺术必不可缺的工具。在市场上尚见销售,甚至远销东南亚国家的,还有供书写及其他用途的毛边纸、连史纸、贡川纸等。供糊窗户、顶棚用的桑皮纸以及少数手工卫生纸(例如麻纸),则仅在个别地区仍有少量生产。

在机制纸的抄制中,通常以水作为纸浆的悬浮介质,使纤维获得充分分散,然后使在造纸机网部取得成形和脱水,再经过压榨和干燥(有些纸种还需要经过压光处理),制成纸张,这种传统方法称为湿法造纸。除湿法造纸外,尚有干法造纸。干法造纸一般是

设法使纤维悬浮于空气中，令其均匀地散落到造纸机网上，与此同时，喷淋粘合剂使纤维相互粘结，构成纸张。近年来，在机制纸领域中，又出现泡沫成型法，利用空气在纸浆中形成泡沫，以泡沫取代水作为悬浮介质，改进成纸匀度。干法造纸多限于抄制特殊纸种(例如烟卷过滤嘴用纸、电气绝缘纸等)；泡沫法成型则问世不久，尚未获很大推广。为此，本书主要将着重介绍传统的湿法造纸。

除机制纸和手工纸外，近年来国内外新兴的“不纺织布”，也是以纸浆、棉纺下脚料、合成纤维等作为原料，加用粘合剂而制得，然后再进一步加工制成医疗卫生用绷带、床单、手术室用口罩、服装、防护服、服装衬里、餐巾、滤过设施、擦桌布、婴孩尿布等产品。这类产品大多使用一次后，即予废弃。不纺织布的制造方法有许多地方与抄纸过程近似，但已自成另一行业，不在本书讨论范围。

根据所选用纤维原料，制浆造纸制得的产品又大致可分为植物纤维纸、矿物纤维纸、金属纸和合成纸，其中以植物纤维纸产量最大，用途最广。植物纤维纸是指以木材、竹子、棉、麻、甘蔗渣、芦苇、稻草、麦草以及其他草类纤维为原料，制得的纸张。矿物纤维纸是指以矿物纤维制成的纸张，也包括以矿物纤维为主，掺用部分植物纤维(主要是木材)抄制的纸张。属矿物纤维纸范畴的主要产品有云母纸、玻璃纤维纸、硅酸盐纤维纸、石棉纤维纸、矿渣棉纸板等，这些产品主要用于电气绝缘、过滤、绝热、防腐、防潮等场合。金属纸问世于五十年代，或用金属纤维直接抄制，或掺用树脂、陶土等制得，主要供制造防震、隔热、高温气体过滤等设施用，也可以制成各种装饰板。合成纸有合成薄膜纸(又称塑料纸)和合成纤维纸之分。由合成树脂挤压成薄膜，经纸型化处理，即可制得合成薄膜纸。以合成纤维或合成浆为原料，或单独抄制，或与植物纤维混合抄得的，称为合成纤维纸。合成树脂和合成纤维可以是聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚丙烯、聚酰胺或其聚酯等。合成薄膜纸和合成纤维纸的主要特点是：强度高，化学性能稳定，耐腐蚀。聚酰胺及其聚酯制成的纸张，尤其适用于电气绝缘场合。陶瓷纤维纸、金属纤维纸和合成纸等均在宇宙航行设施中获得应用。

比较普遍的还是按照用途分类。根据用途，纸张大致可分为：文化用纸、工农业技术用纸、包装用纸和生活用纸四大类，其有关品种示例详见表 2-0-1。纸板也大体上分为包装用纸板、工业技术用纸板、建筑纸板以及印刷与装饰用纸板，共四大类，其有关品种示例详见表 2-0-2。

(二)纸和纸板的规格和尺寸

根据需要，纸和纸板可制成卷筒和平板两种规格。

纸和纸板的尺寸均有一定规定，也可以根据用户需要，另作特殊安排。国家标准 GB 147-59 对新闻纸、有光纸、印刷纸、书皮纸、书写纸、打字纸、绘图纸、描图纸、晒图纸等的尺寸作出如下规定：

卷筒纸宽度：1575 毫米；1092 毫米；880 毫米；787 毫米。

平板纸尺寸：880×1230 毫米；880×1092 毫米；787×1092 毫米；787×960 毫米；690×960 毫米；850×1168 毫米。

国家标准对卷筒纸的长度虽无统一规定，但一般产品均有其习惯上的做法，例如卷筒新闻纸和卷筒印刷纸的长度为 6000 米，卷筒绘图纸长度为 20 米，卷筒描图纸长度为

表 2-0-1

纸张分类示例

纸张类别	产 品 示 例
1.文化用纸	① 新闻纸 ② 书刊印刷纸：包括凸版印刷纸、凹版印刷纸、石版印刷纸、胶版印刷纸、画报印刷纸、涂料印刷纸、招贴纸等 ③ 特殊印刷纸：包括钞票纸、邮票纸、证券纸、地图纸、海图纸、字典纸等 ④ 书写纸类：包括书写纸、打字纸、有光纸、拷贝纸、薄页纸、办公纸、压感复写纸等 ⑤ 艺术用纸：包括宣纸、图画纸、水彩画纸、素描画纸、木炭画纸等
2.工农业技术用纸	绘图纸、描图纸、电气绝缘纸、电缩纸、电话纸、电容器纸、炸药卷纸、导火线纸、蚕种纸、育苗纸、卷烟纸、滤纸、仪志记录纸、蜡纸、打字蜡纸、沥青纸、防水纸、铜纸、羊皮纸、打孔电报纸、计算机用纸、感光纸、录音纸、录像纸、传真纸、蜡光纸、商标纸、晒图纸、塑料贴面纸等
3.包装用纸	① 商业用包装纸 ② 特殊包装纸：包括纸袋纸、邮封纸、鸡皮纸、糖果包装纸、水果包装纸、中性包装纸、茶叶包装纸、茶叶袋纸、香皂包装纸、防锈纸等 ③ 防油包装纸：包括透明纸、防羊皮纸等
4.生活用纸	彩色皱纹纸、印花壁纸、扑克牌纸、纸基层叠塑料、医疗卫生纸、手巾纸、毛巾纸、餐巾纸、卫生纸、白卡纸、米卡纸等

表 2-0-2

纸板分类示例

纸板类别	产 品 示 例
1.包装用纸板	草纸板、箱板纸、厚纸板、瓦楞纸板、白纸板等
2.工业技术用纸板	过滤纸板、电气绝缘纸板、提花纸板、标准纸板、扬声器纸板、防水纸板、仪表盘纸板、衬垫纸板、油毡原纸等
3.建筑类纸板	建筑纸板、隔音纸板、装饰纸板、油毡纸、纤维板等
4.印刷与装饰用纸板	字型纸板、封面纸板、封套纸板、塑料贴面装饰纸板等

40 米。还有一些卷筒纸产品的尺寸，则根据用途另作规定。例如纸袋纸宽为 1020 毫米，长 4000 米；卷烟纸宽度为 29 或 29.5 毫米，长为 4000 或 5000 米；电容器纸宽度为 95、140、240 或 280 毫米，卷筒直径为 220~260 毫米。

纸和纸板的规格和尺寸，均要能够适应用途的需要。纸和纸板的规格和尺寸的规定，既是造纸机幅门的设计依据，又是裁切复卷设备的设计依据，关系到造纸设备的标准化和系列化的实现。有关纸和纸板的规格和尺寸的详细规定，可参阅《造纸工业产品标准汇编》(技术标准出版社，1973 年)以及其他有关资料。

三、纸和纸板的质量要求

(一) 纸和纸板的质量标准

从应用需要出发，纸和纸板的质量大体上可归纳为下列七个方面的问题：

- (1) 外观质量
- (2) 物理性能
- (3) 吸收性能
- (4) 光学性能
- (5) 表面性能

(6) 适印性能

(7) 其他方面的特殊质量要求

外观质量是指尘埃、孔洞、针眼、透明点、半透明点、皱折、折子、筋道、网印、毛布痕、斑点、浆疙瘩、鱼鳞斑、裂口、卷边、色泽不一致等肉眼可以观察到的缺陷。对各种纸和纸板都应该提出一定的外观质量要求。

物理性能主要包括定量、厚度、紧度、机械强度(又称物理强度,包括抗张强度、裂断长、耐破度、耐折度、伸长率、环压强度、压断弹性、戳穿强度、弯曲性能等)、伸缩性、可压缩性、挺度、透气度(或称气孔度)、柔软性能等等。物理性能均需要通过专门仪器进行测定。

吸收性能包括施胶度(即憎液性能)、吸水性能、吸墨性能、吸油性能等。大多数纸张均经过施胶处理,取得一定的憎液性能。要求具有吸液性能或吸油性能的纸张(例如滤纸、羊皮纸原纸、浸渍加工原纸等),则不能施胶。吸收性能可通过化学方法或物理方法,进行测定。

光学性能是指亮度、白度、色泽、光泽度、透明度、不透明度等,通过光学仪器可予检定的项目。

表面性能包括平滑度、抗磨性能、掉毛性能、耐擦性能、粘合性能、掉粉性能、瓦楞性能、粗糙度等。这些项目都需要采用专门仪器进行测定。

适印性能是印刷纸的一项重要质量要求。纸和纸板的适印性能主要取决于其平滑度、施胶度、可压缩性、不透明度、尺寸稳定性、机械强度、掉毛性能、掉粉性能等的综合反映。适印性能的问题较复杂,拟在后面另行专门叙述。

有些纸和纸板又要求具有某些特殊性能,主要有化学性能(例如防锈包装纸的耐腐蚀性能、耐碱纸的抗碱性能等),水溶性(例如保密文件用纸等),水不溶性(例如茶叶袋纸等),电气性能(例如电气绝缘纸的绝缘性能、介电性能和击穿性能;导电纸的导电性能;录音带纸的电磁性能)等等。另外,韧性牛皮纸所具有的张力能量吸收性能,又是另一特殊质量特点,可通过破裂功的测定求得。

某些包装用纸和纸板又可通过一定试验方法的考验,以确定其最终使用时的性能,例如多层纸袋纸的摔袋试验,纤维板箱的摔跌试验和转鼓试验。这些试验测得的结果属于动态强度。

我国有关部门曾对若干种主要纸和纸板产品,提出了质量标准(详见《造纸工业产品标准汇编》一书),并就检查方法提出标准程序(详见《造纸工业产品试验方法标准汇编》,技术标准出版社,1973年),这些规定都应作为检查纸和纸板质量的依据。凡是国家尚未定出质量标准的产品,可与用户协商订出产品的质量要求,必要时还可以参阅国际上有关质量指标和试验方法的各种资料。

(二) 纸和纸板的适印性能

大多数纸用于报刊、书籍、画报、宣传画、商标等的印刷;纸板也往往要印上商标、产品名称、规格、重量等等,然后制成纸盒或纸箱。显然,适印性能对这一类纸和纸板,具有极其重要意义。

目前获得较广泛应用的印刷方法有凸版印刷、凹版印刷和平版印刷三种。除此而

外,还有供印刷小批量文件资料的蜡纸印刷(俗称油印)和光、电感应复印,常用于机关、学校等部门(光电感应复印是从书刊或文件资料原件直接制得复制品的一种方法,也可以在涂有感光材料的涂料加工纸上制成副版,供复印用)。不同印刷方法对纸的质量提出各不相同的要求,因此,对印刷方法的基本知识有所了解,会有助于理解纸张质量标准的制订。在这里,拟着重就凸版、凹版和平版印刷的问题进行讨论。

凸版印刷是指从具有凸起的文字和图象的印刷版上的着墨印刷,将文字、图象转印到纸张上。从图 2-0-1 可以看到,印刷版凸起地方为着墨部位,在印刷时,油墨即将凸起的文字、图象转印到纸张上。凸版印刷应用最广泛,报纸、刊物、书籍、文件、商标等的印刷,都可以采用这种印刷方法。特殊抄制的凸版印刷纸(例如彩色新闻纸),也可以供印刷彩色图象用,但不易取得层次分明、显象清晰的效果,套色印刷质量难以与凹版印刷或平版印刷比美。

凹版印刷是在印刷版凹入部分着墨,进行印刷。印刷版凹入部分为文字、图象分布场所,印刷版表面是空白的(见图 2-0-2)。印刷版凹入部位有深有浅,着墨后其寄存的油墨层厚度不一样,这样就可以保证取得不同色调图象的印刷效果。凹版印刷主要用于钞票、地图、邮票、证券、画报等的套色印刷。

平版印刷是指从平面印刷版上进行印刷的方法。如图 2-0-3 所示,具有文字、图象

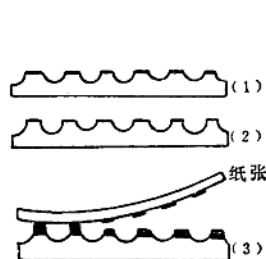


图 2-0-1 凸版印刷
(1) 印刷版 (2) 着墨后的印刷版 (3) 文字、图象转印到纸张的过程

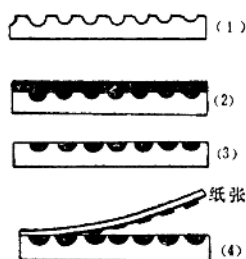


图 2-0-2 凹版印刷
(1) 印刷版 (2) 着墨后印刷版 (3) 刮除表面油墨后的印刷版 (4) 文字、图象转印到纸张上的过程

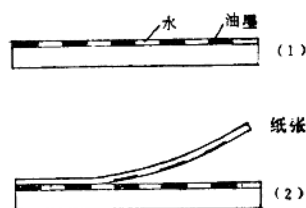


图 2-0-3 平版印刷
(1) 着墨后的印刷版 (2) 文字、图象转移到纸张上的过程

的版面跟空白的版面同处于一个平面上。在制版过程中,经过适当化学加工,使具有文字、图象的版面取得吸收油墨而又能抗拒水分的性能,空白版面则易于吸收水分而能抗拒油墨。这样,在印刷过程中,即能将着墨的文字、图象转印到纸张上。平版印刷又可分为石版印刷和胶版印刷两种类型。近年来,在画报、宣传画、日历等套色印刷上,多已趋于采用胶版印刷;石版印刷应用已日益减少。胶版印刷是指通过中间胶辊,将印刷版的文字、图象转移到纸张上的印刷方法。

纸张的适印性能不但要与印刷方法相适应,而且还要能够满足所选用印刷机械的操作需要。印刷用机械设备大体上可分为平板印刷机和轮转印刷机两大类。这两类印刷机械对纸张适印性能的要求,有很多地方是不一样的。

图 2-0-4 和图 2-0-5 分别示出平板印刷机的两种基本型的操作原理。如图 2-0-4 所示,纸张处于压板和固定的平板型印刷版之间,依赖施于压板的压力,将文字、图象

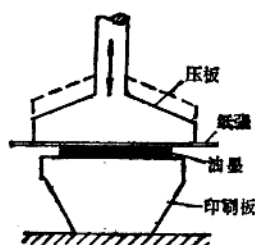


图 2-0-4 平板印刷机工作原理示意图
(固定型印刷版)

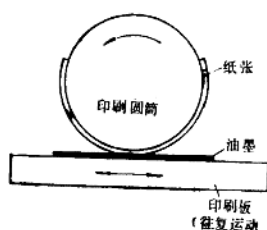


图 2-0-5 平板印刷机工作原理示意图
(往复运动型印刷版)

从印刷版的着墨部分, 转印到纸张上; 操作压力一般达到 $2.94 \sim 4.91 \times 10^6$ 牛顿/米² ($30 \sim 50$ 公斤/厘米²)。图 2-0-5 所示印刷版, 虽然也是平板型, 但不是固定的, 而是作左右往复运动。纸张由印刷圆筒带动, 依赖印刷圆筒的压力, 从印刷版上取得印迹。纸张逐张递送到压板和印刷版之间(图 2-0-4), 或由印刷圆筒夹带至印刷版上(图 2-0-5)。由此可见, 平板印刷机属间歇操作, 印刷压力较大, 印刷速度较慢。

近代印刷工业多倾向于运用连续操作的轮转印刷机。图 2-0-6 表示凸版轮转印刷机的工作原理。两块半圆形印刷版镶装在一个圆筒上, 纸张则由另一个印刷圆筒夹带, 依赖施于印刷圆筒的压力, 从印刷版着墨部分取得印迹。

凹版轮转印刷机的工作原理, 大体上与凸版轮转印刷机近似, 但在镶有印刷版的圆筒侧面, 设有刮刀, 藉以刮除圆筒表面各个凸出部位的油墨(见图 2-0-7)。

图 2-0-8 表示胶版轮转印刷机的工作原理。镶在圆筒上的印刷版在取得着墨和水润湿后, 将文字、图象转印到包胶印辊(简称胶辊), 再由包胶印辊转印于纸张上。

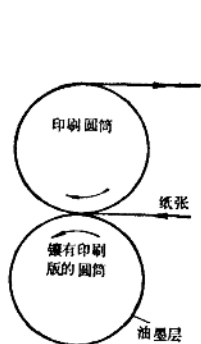


图 2-0-6 凸版轮转印刷机工作原理示意图

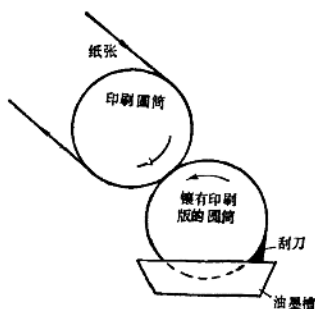


图 2-0-7 凹版轮转印刷机工作原理示意图

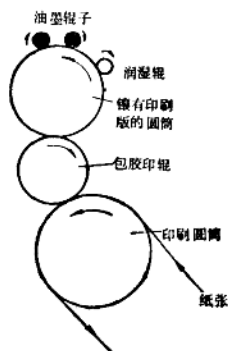


图 2-0-8 胶版轮转印刷机工作原理示意图

轮转印刷速度较快, 印刷压力又较小, 因此, 对纸张质量的要求较严格。

从上述情况可见, 采用不同印刷方法, 选用不同印刷机械, 对油墨性质和纸张质量都会有不同的要求。印刷油墨的流变性质(主要是粘度、触变性和胶粘性能)对印刷质量起着决定性的影响; 不同的印刷方法必须选择合适的印刷油墨。通常, 凸版印刷和胶版

印刷多采用中等粘度、干性或非干性油墨，凹版印刷则倾向于选择低粘度、干性油墨。印刷速度较快的轮转印刷机则宜选用粘度稍高、干燥较快的印刷油墨。有关印刷油墨的性质问题，不在本书讨论范围，在这里不作详细介绍，如有必要，可参阅印刷技术方面的文献资料。现只拟就对印刷效果有较大影响的纸张质量问题，扼要讨论如次。

对印刷效果有直接影响的纸张质量主要有：表面吸墨性能、吸收性能、平滑度、松软性、挺度、抗水性能、尺寸稳定性、不透明度、掉毛和掉粉程度等。上述纸张质量在印刷过程的综合反映，称为纸张的适印性能，可通过 IGT 适印性能测定仪或其他类似测定仪予以鉴定。除此而外，印刷用纸在外观上也不应有严重缺陷，例如折子、绉纹、筋道、孔洞、针眼、破裂、卷边、色泽不均一、尺寸不整齐等等。这些外观缺陷或导致印迹不清，或引起漏印，或给印刷操作造成困难，都会直接影响到印刷质量。

为便于说明问题起见，可以将印刷着墨过程分为油墨向纸张表面转移以及油墨层在纸面获得干燥两个阶段。从印刷版吸取油墨，并将其固着在纸张表面，既与油墨性质有关，又在很大程度上取决于纸张表面的吸墨性能。一般来说，纸面上形成的油墨层，很快即会通过其油质载体的氧化聚合取得硬化，并在纸面上形成印迹；与此同时，又有部分油质载体通过毛细管作用进入纸张结构内部。印刷油墨本身的硬化以及纸张的吸收性能（吸油性能），构成油墨层的干燥全历程。

如果纸张表面的吸墨性能太强，纸面油墨层太厚，势必会使印迹模糊且缺乏光泽，严重时还会导致“透印”。表面吸墨性能太弱，则印迹又会不够清晰。为此，纸张必须具有适当的表面吸墨性能，而且要与印刷油墨性质相配合。一般来说，印刷操作压力较大，印刷速度又不太快，例如以平版印刷机进行凸版印刷，可以选用表面吸墨性能不太强的纸张。反之，如果印刷操作压力较小，印刷速度又较快，油墨层较薄，例如以轮转机进行胶版印刷，则应选用表面吸墨性能较强的纸张。

从油墨层能较快地得到干燥这一要求出发，纸张又必须具有一定的油墨吸收性能。如前所述，印刷油墨中的油质载体会有少量渗入纤维间毛孔，促进油墨的干燥和硬化。吸油性能也不能过大，否则就会发生“透印”。应该指出，近代印刷技术又有选用树脂质载体配制印刷油墨的趋势，这类印刷油墨大多是通过加热取得快速干燥，因此对纸张的吸收性能没有特殊的要求。

从造纸工艺的角度来看，纸张表面的吸墨性能主要取决于纸张的多孔性。在配浆比率中多掺用短纤维，采用游离状或半游离状打浆，增加填料用量，对纸略加施胶，均会有利于增加纸张的多孔性，可以有效地提高纸张表面的吸墨性能。反之，配浆比率中长纤维较多，采取粘状打浆，减少填料用量，使纸张经受强烈压光，则会削弱其表面吸墨性能。实践证明，在抄制凸版印刷纸时，适当增加磨木浆、草浆或阔叶木化学浆的配比，能够改进纸张的适印性能。从改进纸张表面吸墨性能出发，近年来，胶版印刷纸的抄制也已趋于掺用少量漂白磨木浆或草浆。

对印刷操作压力较大的凸版印刷和凹版印刷来说，纸张的平滑度具有较重要的意义。平滑的表面有利于从印刷版均匀地吸取油墨，有利于取得清晰且均匀的印迹。胶版印刷则对纸张平滑度没有太严格要求，这是因为胶版印刷是借赖具有弹性的包胶辊来完成油墨的转移，比较能适应较粗糙的表面情况。

纸张平滑度主要取决于抄纸加工过程，特别是纸张内部纤维分布状态、加填量以及压光程度。与一般印刷纸相比较，涂料印刷纸显然具有较好平滑度，能取得较好的印刷效果。

具有良好松软性的纸张，在印刷操作压力的作用下，得到一定程度的压缩，显示较均一的表面，有利于取得清晰印迹。但是，也要注意，纸张过于松软，缺乏必要的挺度，则在印刷操作中，又会在递纸、退纸等方面产生困难。为此，印刷用纸既要具有一定的松软性，又要挺度适当，才能满足印刷操作的需要。

跟吸墨性能一样，纸张的松软性和挺度主要取决于纸张的多孔性。多孔性小，吸墨性能下降，与此同时，松软性下降得更厉害，挺度则有较大增长。一般凹版印刷纸平滑度较大、松软性也较好，主要是由于填料含量较多。在凸版印刷纸中适当掺用磨木浆、草浆或阔叶木化学浆，不但能改进其表面吸墨性能，而且还能使其具有良好的松软性。胶版印刷对纸张平滑度既没有特殊要求，因此对纸张的松软性也没有严格的需要。

在胶版印刷过程，纸张要跟润湿的包胶辊接触，因此，胶版印刷纸必须具有一定的抗水性能。纸张的抗水性能在凸版和凹版印刷工艺上并没有很大意义。有些凸版印刷纸和凹版印刷纸也采取轻施胶处理，其目的是为了调整纸张表面的吸墨性能。

纸张的水分含量既应均一，又要与印刷车间的环境条件达到平衡状态，否则由于纸张边缘吸收水分或失去水分，与其他部位水分含量不一致，纸张即会发生膨胀或卷边。此点对胶版印刷和凹版印刷，尤为重要。通常，用于套色胶版或凹版印刷的纸张，都要在恒温恒湿的条件下，通过适印处理，使纸张水分含量均一，且与印刷环境相适应，方能供印刷用。

纸张水分含量的变化，又会影响到纸张的尺寸稳定性。也就是说，纸张的尺寸会随其水分含量的变化而变动。在套色印刷中，往往由于纸张尺寸稳定性较差的缘故，引起“错杠”的印刷质量事故。

通过粘状打浆抄制的纸张，易于因吸收水分而膨胀变形，不适用于套色印刷。纤维的径向变形大于纵向变形，如能在抄纸过程采取适当措施，控制纸张成形时的纤维定向，也能在一定程度上改进纸张的尺寸稳定性。

加填量较多的纸张，往往易于在印刷过程中发生掉粉现象，不但使印迹模糊，严重时还会导致“糊版”，这是由于印刷版粘附来自纸张表面的填料过多，无法继续印刷。用苇浆抄制的纸张，又易于掉毛，同样容易导致“糊版”。纸张的掉粉、掉毛程度，又与印刷油墨的胶粘性能有关。印刷油墨胶粘性能太强，在印刷过程中易于从纸张表面粘附填料粉末和纸毛，造成印刷版的“糊版”。纸张经过适当的表面施胶处理，可以在一定程度上克服掉毛、掉粉的缺陷。

纸张的不透明度对印刷质量有很大关系。纸张不透明度太差，势必会出现“透印”。近年来，凸版印刷纸的定量已有从 50~52 克/米² 降至 45 克/米² 的趋势，因此更要重视解决不透明度问题。纸张的不透明度在很大程度上取决于加填量和填料性质。

综合上述情况可见，纸张的适印性能不但与配浆比率有关，而且与打浆、抄纸加工过程也有比较密切的关系。

四、纸张与纸板的抄制

(一) 纸浆种类和配浆比率的选定

如前所述,纸和纸板的质量指标主要是根据其最终用途来制订的。为了生产出合乎使用需要的纸或纸板,必须慎重考虑纸浆种类和配浆比率的选择,据此再进一步确定抄纸加工程序,既要做到技术上可靠,又要保证经济合理。

为生产操作简便起见,可选用单一浆种,制成合乎质量要求的纸或纸板。例如,以100%硫酸盐针叶木浆抄制耐破度较高的纸袋纸;以100%漂白亚硫酸盐木浆、漂白硫酸盐竹浆或漂白硫酸盐龙须草浆,制成要求尺寸稳定性较好的特号胶版印刷纸;以100%精制化学木浆或棉浆,制得具有一定吸水性能的羊皮纸原纸;以100%稻麦草半化学浆制造一般的草纸板;以100%硫酸盐针叶木浆,抄制电气绝缘纸板等。从上述示例可以看到,浆种的选择应着重考虑到纸张质量在某一方面的特殊要求,与此同时,又要全面照顾到其他方面的质量。

在实际生产中,往往又趋于采取两种或两种以上不同浆种配合使用的方法,主要是为了达到下列目的:

(1) 改进纸张质量:例如,在抄制胶版印刷纸时,以漂白亚硫酸盐木浆为主,掺用20%以下短纤维(漂白磨木浆或漂白化学草浆),能够改进其适印性能,特别是表面吸墨性能。又例如,以漂白化学稻麦草浆制成的纸张,有发脆的缺点;如能掺用部分长纤维(漂白化学木浆、龙须草浆或棉浆),可以在一定程度上克服发脆问题。

(2) 节约长纤维原料:例如,在抄制卷烟纸时,以麻浆为主,可掺用漂白化学木浆,也可以掺用漂白化学竹壳浆和麦草浆。又例如,以35~40%漂白化学木浆、25%漂白硫酸盐芒杆浆和35~40%漂白甘蔗渣浆配合,抄制二号胶版印刷纸。

(3) 降低制造成本:例如,在白纸板生产中,以漂白化学草浆或木浆为挂面层,芯层则用本色半化学草浆或木浆。又例如,在抄制二号凸版印刷纸时,尽量多掺用磨木浆或漂白半化学草浆。

(4) 增加纸幅湿强度,适应高速纸机运转的需要:例如,新闻纸的抄制一般均以磨石磨木浆为主,掺用10~25%化学木浆;近年来虽已有以预热木片磨木浆取代磨石磨木浆的趋势,但仍需掺用化学木浆,以适应900~1000米/分高速纸机的操作。又例如,以漂白化学苇浆抄制凸版印刷纸,如掺用10~20%化学木浆,即能更好地适应250~300米/分以上的造纸机车速的操作。

从上述情况可见,纸浆种类和配浆比率的选定必须在保证纸张质量的前提下,从植物纤维原料供应的实际情况出发,尽可能节约长纤维(特别是棉麻纤维,其次是针叶木浆),尽可能多地利用短纤维(磨木浆、阔叶木浆、苇浆、稻麦草浆、甘蔗渣浆等),同时又要力求降低纸张的制造成本。

(二) 纸和纸板的抄制过程

从纸浆制成纸或纸板,需要经过打浆、加填、施胶、显白、净化、筛选等一系列加工程序,然后再在造纸机上通过成形、脱水、压榨、干燥、压光和卷取,抄成纸卷。纸卷再经过分切,裁成一定规格的平板纸;或通过复卷,分卷为一定规格的卷筒纸。最

后，予以包装、入库。如有必要，又可以在分切或复卷前，通过超级压光处理（见图 2-0-9）。

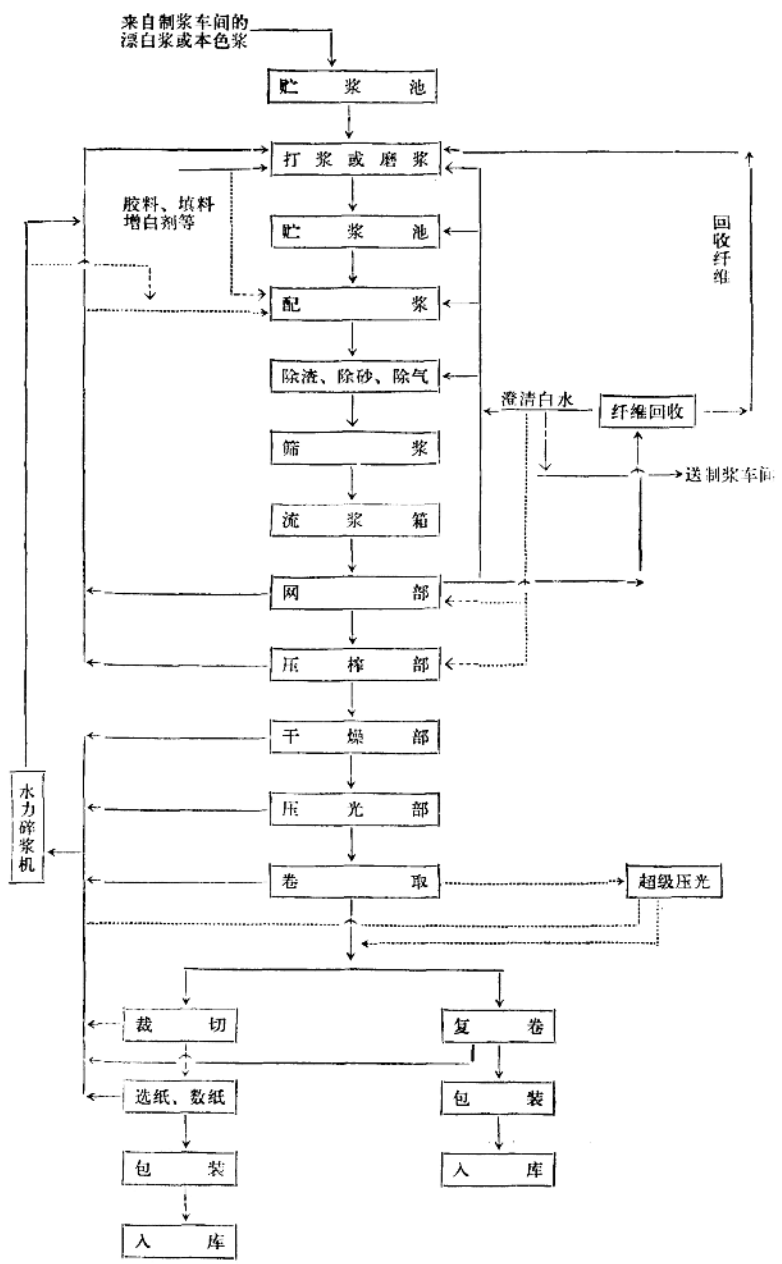


图 2-0-9 纸张生产流程简图

各类纸浆都要经过不同程度的打浆或磨浆处理，方能制得质量良好的纸张。在打浆或磨浆过程中，较长的纤维得到适当切短，与此同时，纤维又获得分丝、细纤维化以及润胀，促进纸张成形时纤维间的结合和交织。未经打浆或磨浆加工的纸浆，纤维挺硬，表面光滑，纤维与纤维之间互相粘结着，缺乏必要的结合和交织性能；如直接用以抄制纸张，则所得产品稀疏松软，纤维交织不良，纤维间没能很好地结合，组织极其不匀，物理强度很低。根据各类纸浆原来的性质，采取不同程度的打浆或磨浆处理，可以赋予纸浆各种不同特性，提高纤维间的交织能力，增强其结合力，从而保证制得合乎使用要求的纸或纸板。

对大多数纸种来说，还需要在纸浆中加用填料，藉以改进纸张的质量（特别是平滑度和不透明度）。为使纸张具有抗水性能，又必须对纸浆进行施胶。抄制白色纸张时，往往需要加用少量染料，必要时还可加用增白剂，调整漂白纸浆色泽，使取得“显白”效果。另外，还可以考虑加用增干强剂、增湿强剂、助滤剂、助留剂等其他添加剂，赖以分别取得提高纸张干湿强度、提高纸浆滤水性能、提高填料和细小纤维在纸张中的留着等效果。如抄制色纸，则又必须加用各种染料，取得所需颜色。

为提高纸张质量，并为减少纸张的尘埃度，纸浆在送至造纸机进行抄纸前，还必须经过除渣、除砂、筛选处理。必要时，还需通过除气，去掉混在纸浆悬浮液中的空气，这点对高速纸机尤其重要。

必须根据计划生产的纸种的质量要求，选定造纸机的结构型式。长网多烘缸造纸机适应性较大，抄得纸张质量也较好。双圆网双烘缸造纸机结构较简单，所需基建投资较少，但在产品品种适应性方面以及成纸质量上，均难以与长网多烘缸造纸机相比。近年来发展的各种新颖结构的造纸机（例如夹网造纸机等），大多是在长网多烘缸造纸机的基础上，进行改革的结果。长网大直径单烘缸造纸机和单圆网单烘缸造纸机则仅能供抄制单面光纸张、卫生用纸等品种。大多数薄型纸张，特别是卷烟纸、电容器纸等，则应在特殊结构的专用造纸机上抄制。纸板的抄制则应选用长网纸板机或多圆网纸板机；近年来出现的新型纸板机（例如超圆网纸板机等）对提高车速、提高纸板质量等方面都取得了一些成绩，这是一个值得注意的动态。

在造纸机经过压光处理的纸张，其平滑度一般只能达到 30~50 秒。如要求纸张平滑度达到 50~60 秒以上，则往往需要使纸张通过超级压光进一步加工。

在抄纸过程中，从造纸机网部排出的大量白水，含有为数众多的细小纤维、填料、胶料等，应设法予以回收，并设法回用澄清白水。这不仅是一个节约纤维原料和化学药剂、节约生产用水的问题，同时又是一个减少由于白水直接排入河流水域而造成污染的有效措施。

抄纸过程所产生的湿损纸和干损纸，也应集中予以回抄。

上述问题将在本书有关各章中分别作较详尽的阐述。

第一章 打 浆

5

第一节 概 述

经过净制和筛选以后的纸浆，还不宜直接用于造纸。利用物理方法处理悬浮于水中的纸浆纤维，使其具有适应造纸机生产上要求的特性，并使所生产纸张能达到预期的质量，这一操作过程，称为打浆。

由于纸浆纤维挺而有弹性，不加任何处理就用来抄纸，则在网上沉积时，难以取得均匀分布，而抄得纸张的强度势必很低。另外，未经打浆的纸浆，尚含有未离解的纤维束，这些纤维束光滑挺硬，有的太长，有的太粗，缺乏必要的切短和分丝，如用其抄纸，则所得产品显得疏松、多孔、表面粗糙、强度很低，不能满足一般的要求。经过打浆处理的纸料生产的纸，则组织紧密均匀、强度较大。

打浆的首要任务是通过机械作用给予纸料一些特定的性质，借以保证抄成纸或纸板后能取得预期的质量。在抄纸过程中，往往需要在纸浆中加用某些添加剂(例如胶料、硫酸铝、填料、色料等)，借以改进成纸质量；这些添加剂经常是在打浆过程中加入，使与纸浆取得均匀混合。

打浆本身是一个复杂细致的生产过程，它随着打浆设备的类型及打浆操作规程的不同，而有差异；同一纸料生产不同品种纸张，其操作规程也是各不相同的。因此造纸厂应该从实际情况出发，总结生产实践的经验，制订出合理和切实可行的打浆工艺操作规程，作为打浆工人控制打浆操作的依据。

打浆的简要术语：

(1) (1) 打浆度：即一些工厂仍习惯采用的叩解度($^{\circ}\text{SR}$)。打浆度只表示纸浆的滤水性能。以2克绝干浆，稀释至1000毫升，在 20°C 条件下，通过80目网，从肖氏打浆度仪侧管排出的水量，即为测定的结果。打浆度是表示纸料性质的一项指标，根据纸料打浆度就可能掌握纸料将来在纸机铜网上的滤水速度，同时也可能概括预知将来生产纸张的机械强度、紧度和可整理性等，所以掌握纸料的打浆度是生产中一种重要的技术控制办法。单纯打浆度一项指标并不能完全代表纸料的性质，例如，我们可以用高度切断纤维(游离状打浆)的方式来达到 45°SR ；另外，也可采用高度细纤维化(粘状打浆)。但不怎样切短的方式来达到同样的 45°SR 打浆度。两种情况最终打浆度虽然相同，可是纸料的性质却相差悬殊，所以在生产中单凭打浆度作为生产技术上的唯一的控制指标是有缺点的，尚须与其他指标如纤维平均长度等结合起来考虑，才能进行合理的打浆。

测定纸料打浆度的仪器种类很多，我国造纸厂一般均应用肖氏打浆度仪。

13

2克绝干浆

打浆度

缺点的观

定纸料打浆度有种类很多。
叩解度。