

制浆造纸企业能耗专项监察工作手册

工业和信息化部

2018年4月

目 录

一、 监察对象和内容.....	1
(一) 监察对象.....	1
(二) 监察内容.....	1
二、 监察工作程序.....	1
三、 执行标准及能耗计算.....	1
(一) 执行标准.....	2
(二) 能耗统计范围.....	2
(三) 单位产品能耗计算.....	3
四、 企业自查及初审.....	4
(一) 企业自查.....	4
(二) 监察机构初审.....	5
五、 现场监察.....	6
(一) 核查企业能源统计台账和报表.....	6
(二) 核算单位产品能耗.....	6
(三) 核查企业能源计量情况.....	7
(四) 核查企业装备和节能设施.....	7
(五) 核查企业能源管理情况.....	7
(六) 相关资料收集.....	7
(七) 现场监察结果.....	7
六、 监察结果及上报.....	8
附件 1 企业自查报告模板.....	9

附件 2 节能监察报告模板.....	19
附件 3 制浆造纸企业专项监察结果汇总表.....	26
附件 4 参阅材料.....	30
附件 5 制浆造纸工艺及用能特点.....	31

工业和信息化部发布了《2018年工业节能监察重点工作计划》（工信部节函〔2018〕73号），为贯彻执行工业和信息化部节能监察工作部署，深入开展制浆造纸企业能耗限额标准执行情况专项监察工作，制定本工作手册。

一、 监察对象和内容

（一） 监察对象

监察对象为生产符合《制浆造纸单位产品能源消耗限额》（GB 31825）标准相关规定的制浆造纸企业。

（二） 监察内容

主要监察内容为企业能源消耗情况、强制性单位产品能耗限额标准达标情况等。具体包括企业年度（20XX年）纸浆（自用浆、商品浆）、机制纸和纸板的生产和销售、单位产品能源消耗情况，纸浆主要生产系统、机制纸和纸板主要生产系统单位产品能源消耗（含余热回收利用）情况，以及强制性能耗限额标准的达标情况。

二、 监察工作程序

（一）企业按照要求进行自查，向地方主管部门（节能监察机构）提交“自查报告”。

（二）地方主管部门委托节能监察机构对企业“自查报告”进行初审，按要求实施现场监察。

（三）节能监察机构根据初审及现场监察情况，编制“企业监察报告”，报送主管部门。

（四）省级主管部门汇总监察结果，编写“专项监察工作报告”，报送工信部。

三、 执行标准及能耗计算

（一）执行标准

《制浆造纸单位产品能源消耗限额》（GB 31825-2015）。

《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB 17167-2006）。

《制浆造纸企业能源计量器具配备和管理要求》（GB/T 29454-2012）。

（二）能耗统计范围

制浆造纸主要生产系统单位产品能耗按照纸浆（分为自用浆和商品浆，自用浆指未经干燥处理的、供企业内部使用的纸浆，商品浆指经过干燥处理的浆板或浆包）能耗、机制纸和纸板能耗分别进行统计和计算。

能耗统计范围应包括纸浆、机制纸和纸板主要生产系统消耗的一次能源（原煤、原油、天然气等）、二次能源（电力、热力、石油制品等）和生产使用的耗能工质（水、压缩空气等）所消耗的能源，不包括辅助生产系统和附属生产系统消耗的能源。辅助生产系统、附属生产系统能源消耗量以及能源损耗量不计入主要生产系统单位产品能耗。统计周期内，生产系统应处于正常运行状态，生产试运行、系统维护及维修等非正常运行状况下的能耗不在统计范围。

纸浆主要生产系统包括备料、除尘、化学法制浆或机械法制浆（如蒸煮、预处理、磨浆、废纸碎解等）、洗涤、净化、筛选、废纸脱墨、漂白、浓缩、辅料制备、黑液提取、碱回收系统、中段废水处理等。商品浆还包括浆板抄造和直接为浆板机配备的真空系统、压缩空气系统、热风干燥系统、通风系统、通汽和冷凝水回收系统、白水回收系统、供水系统、液压系统和润滑系统等。

机制纸和纸板主要生产系统包括打浆、配浆、调成、贮浆、流送、成型、压榨、干燥、表面施胶、整饰、卷纸、复卷、切纸、选纸、包装等过程，以及直接为造纸生产系统配备的辅料制备系统、涂料制备系统、真空系统、压缩空气系统、热风干燥系统、纸机通风系统、干湿损纸回收处理系统、纸机通汽和冷凝水回收系统、白水回收系统、纸机供水和高压供水系统、纸机液压系统和润滑系统等。

能耗的统计、计算应包括生产系统的各个生产环节，既不重复，又不漏计。企业主要生产系统回收的余热，属于节约循环利用，应按照实际回收的能量予以扣除，余热回收利用装置用能应计入能耗，碱回收装置用能计入纸浆主要生产系统，辅助生产系统和附属生产系统回收的余热不予扣除。回收的能源（热、电）应按能源当量值折算，在纸浆主要生产系统能耗中扣除，避免重复计算。

主要生产系统投入的各种能源及耗能工质消耗量应折算为标准煤计算。各种能源的热值应以企业在统计报告期内实测值为准。原煤、原油、天然气、煤制品、石油制品等应按照相应标准化验低位发热值，并取加权平均数进行标准煤计算。企业无实测值的，或实测值无法满足计算要求的，可参见 GB 31825 附录 B 的折算系数进行折算。电力和热力均按相应能源当量值折算。

（三）单位产品能耗计算

根据原料和制浆方法不同，纸浆产品按照漂白化学浆、未漂化学浆、化学机械浆及机械浆、废纸浆等分类进行单位产品能耗的计算。计量单位均为吨风干浆（Adt），其水分按 10% 计。

根据生产工艺和用途不同，机制纸和纸板产品按照新闻纸、

非涂布印刷书写纸、涂布印刷纸、生活用纸、包装用纸、白纸板、箱纸板、瓦楞原纸和涂布纸板等分类进行单位产品能耗的核算。

主要生产系统产品能耗按式（1）计算：

.....

$$(1) \quad E = \sum_{i=1}^n (e_i \times p_i)$$

式中：

E ——产品能耗，单位为千克标准煤（kgce）；

e_i ——生产产品消耗的第 i 种能源实物量或耗能工质，单位为吨（t）或千克（kg）或千瓦时（kW·h）或兆焦（MJ）或立方米（ m^3 ）；其中热力的实物量应以蒸汽的压力、温度对应的热焓值乘以蒸汽的质量计算出热值，单位为兆焦（MJ）；

p_i ——第 i 种能源的折算系数，其中电力折算系数为 0.1229 kgce/kW·h，热力折算系数为 0.03412 kgce/MJ；

n ——消耗能源的种数。

单位产品能耗按式（2）计算：

..... (2)

$$e = \frac{E}{P}$$

式中：

e ——单位产品能耗，单位为千克标准煤每吨风干浆（kgce/Adt）或千克标准煤每吨（kgce/t）；

E ——产品能耗，单位为千克标准煤（kgce）；

P ——合格品产量，单位为吨风干浆（Adt）或吨（t）。

四、企业自查及初审

（一）企业自查

企业严格按照要求开展自查工作，编制自查报告。自查报告格式内容见附件 1（须详细准确填写附表 1-1~附表 1-5）。

(二) 监察机构初审

节能监察机构重点审查企业自查报告的填报内容完整性、数据前后一致性、能耗数据计算范围和过程的准确性以及能耗限额标准对标达标情况等。

1. 企业概况

审查企业（20XX 年）年生产规模、生产线分类和主要装备、分类产品产量及能源消耗总量等。审查附表 1-1、附表 1-3 填报完整性。

2. 能源消耗情况

主要审查是否填报了纸浆、机制纸和纸板的所有产品产量，纸浆主要生产系统、机制纸和纸板主要生产系统所对应的能源品种及数量、回收利用的能源品种数量等。审查各种能源和耗能工质折标系数是否符合有关标准规定。审查附表 1-2 填报完整性。

3. 能耗限额标准达标情况

(1) 审查主要生产系统能耗统计范围（其中特别注意甄别自造纸浆主要生产系统和商品浆主要生产系统能耗统计范围与 GB 31825 相关规定的符合性）、产品产量统计及单位产品能耗计算是否符合相关标准规定。

(2) 是否按照各单位产品综合能耗数值达到的能耗限额标准级别，正确填写达到限定值、达到准入值、达到先进值、未达标四种结果（只要达到限定值要求，即认为单位产品综合能耗达标）。

4. 能源计量器具配备情况

审查企业能源计量器具配备和能源消耗种类是否一致，配备要求和配备率等是否符合《用能单位能源计量器具配备和管理通

则》（GB17167-2006）、《制浆造纸企业能源计量器具配备和管理要求》（GB/T 29454-2012）要求；初步了解企业能源计量管理情况。审查附表 1-4 填报完整性。

5. 能源管理情况

审查企业能源管理规章制度建立执行情况，能源管理体系建设情况、是否取得能源管理体系认证证书，能源管控中心建设及运行情况。

6. 节能措施和节能项目情况

审查附表 1-5 填报内容完整性。

7. 存在问题及整改措施情况

审查企业自查发现的问题，是否提出了明确的整改措施（包括时间表、具体负责人），制定的整改措施是否可行等。

五、现场监察

（一） 核查企业能源统计台账和报表

核查企业年度（20XX 年）主要生产系统能源消费统计年报和 1~12 月份月报表，并视情况抽查某月份 1~3 天的能源统计原始记录。核查生产统计年报和月报，随机抽查至少一个月生产统计日报，核实年度合格产品产量。核查企业能源统计制度的建立执行情况。

（二） 核算单位产品能耗

核查企业能源和耗能工质折标系数选取情况，选取的数值和依据。依据有关单位产品能耗限额标准规定，分别计算纸浆、机制纸和纸板主要生产系统单位产品能耗，并与 GB 31825 中规定的单位产品能耗限额进行比较，核查企业单位产品能耗限额达标情况。核查企业特殊情况的证明材料。

（三）核查企业能源计量情况

1. 核查企业能源计量工作管理有关文件，包括能源计量管理制度、能源计量岗位职责、能源计量管理人员培训和资格证书、能源计量器具台账或档案、检定证书、能源计量原始数据等书面资料。

2. 核实能源计量器具配备、完好、检定及运行情况。能源计量器具配备率，能源计量器具准确度等级，核查能源计量原始数据真实性、准确性、完整性等。

（四）核查企业装备和节能设施

1. 查验企业主要生产装备及用能设备台账。

2. 现场抽查企业主要装备规格、数量，核验附表 1-3 填报的准确性。

3. 现场核查企业重要节能设施及投运情况，核验与附表 1-3、附表 1-5 填报情况是否一致等，如余热回收装置是否配备、有无碱回收装置等等。

（五）核查企业能源管理情况

现场核查企业能源管理有关制度和文件、有关能源管理体系建设文件和评价、认证情况，以及能源管理人员任用制度和培训情况等。

（六）相关资料收集

对于监察过程中获取的，直接支持监察结论的重要信息（如相关的原始表单、台账记录等），要通过复印、拍照等方式形成监察证据，进行留存，并整理归档。可视情况调查询问相关人员，核实相关情况。

（七）现场监察结果

监察组现场填写附表 2-1~附表 2-3，经确认无误后，由企业负责人、监察组长、监察人员共同签字确认。

六、 监察结果及上报

节能监察机构完成现场监察后，编制每家企业的“节能监察报告”（报告内容格式见附件 2）。在此基础上，省级主管部门汇总监察结果，梳理监察企业名单、监察结果，核实违法用能行为及整改要求，梳理监察过程中存在的主要问题和下一步的政策建议等，填写造纸行业能耗达标情况汇总表等（附表 3-1、附表 3-2、附表 3-3），形成本省专项监察工作报告，按期上报工业和信息化部。

附件 1 企业自查报告模板

制浆造纸行业能耗专项节能监察

××××**企业自查报告**

××××年××月

一、企业概况

企业简介（含产品种类、产品产能、主要生产工艺及装备情况等信息）；年度（20XX年）企业能源消耗总量及能源消耗种类和数量；年度（20XX年）企业生产经营情况。（填写附表1-1）。

二、能源消耗情况

年度（20XX年）企业全年各类产品产量和能源消耗情况、能源加工转换情况、主要设备情况等。企业应提供全年1-12月生产台帐、能源消耗和能源加工转换台帐备查。（填写附表1-2、附表1-3）。

三、能耗限额标准达标情况

对照《制浆造纸单位产品能源消耗限额》（GB31825-2015），说明主要生产系统单位产品能耗达标情况，有特殊情况予以说明。

四、能源计量器具配备情况

对照《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB17167-2006）、《制浆造纸企业能源计量器具配备和管理要求》（GB/T 29454-2012），企业自查进出用能单位、进出主要次级用能单位、主要用能设备三级能源计量器具配备和管理情况，填写附表1-4（准备计量制度、资质证书、检定证书、能源计量网络图等备查）。

五、能源管理情况

企业能源管理体系建设、能源管理有关规章制度建立、能源管控中心建设和运营情况等。

六、节能措施和节能项目情况

企业已经实施和正在实施的主要节能措施和节能项目及具体建设内容，填写附表 1-5。

七、存在问题及整改措施

企业能源利用存在问题以及相应的整改措施，特别是对达不到强制性能耗限额标准的生产线，应提出明确的节能改造等整改措施。

附表 1-1 企业基本信息表

企业名称（盖章）					
生产地址					
法人代表		联系电话			
联系人		联系电话			
邮编		电子信箱			
通讯地址					
20XX 年综合能源消费量 (万吨标准煤)		20XX 年工业总产值 (万元)		20XX 年工业增加值 (万元)	
公司主要生产工艺及装备情况介绍:					
产品名称	20XX 年产能 (万 Adt 或万吨)	20XX 年产量 (万 Adt 或万吨)	其中: 自用量 (万吨)	销售量 (万吨)	备注
.....					

注：1. 产品产能、产品产量应参照 GB 31825 分各种纸浆、各种机制纸和纸板分别按照实际情况详细准确填写。

2. 此表可加附页。

填报负责人:

联系电话:

填报日期:

附表 1-2 20XX 年度产品能耗情况表

企业名称（盖章）：

序号	产品			生产产品消耗的能源或耗能工质						回收利用的能源		产品 能耗 (万 吨标 准煤)	单位产品能 耗 (kgce/Adt) 或 (kgce/t)
	名称	产量	单位 (万 Adt) 或 (万吨)	原煤		电			余热 (MJ)		
				实物量 (万吨)	折标量 (万吨 标准煤)	实物量 (万 kW·h)	折标量 (万吨 标准 煤)	实物量 (单位)	折标量 (万吨 标准煤)				

注：本表按照（或参考）GB 31825 的规定，将各种纸浆、各种机制纸和纸板产品能源消费情况分别填写，需扣除的能量在表中填写为负值（详见 GB 31825 中的 5.1 条）。

填报负责人：

联系电话：

填报日期：

附表 1-3 ____公司主要耗能设备及能量回收装置情况表

企业名称（盖章）：

序号	设备名称	耗能种类	规格型号	能效等级	数量	额定功率 (或额定 容等)	安装位置	备注
主要耗能设备								
.....								
能量回收装置								
.....								

注：表中“能效等级”等根据实际情况填写。

填报负责人：

联系电话：

填报日期：

附表 1-4 能源计量器具一览表

企业名称（盖章）：

等级	序号	能源种类	计量器具类别	运行状态	安装使用地点	是否在检定周期内	备注
进出用能单位	1						
						
小计		应配数量（台）	实配数量（台）	配备率（%）	完好率（%）	检定率（%）	

等级	序号	能源种类	计量器具类别	运行状态	安装使用地点	是否在检定周期内	备注
进出主要 次级用能单位	1						
						
小计		应配数量（台）	实配数量（台）	配备率（%）	完好率（%）	检定率（%）	

等级	序号	能源种类	应配数	实配数	完好数	备注
主要用能设备	1					
					
小计		应配数量（台）	实配数量（台）	配备率（%）	完好率（%）	

- 注：1. 主要次级用能单位、主要用能设备应按照《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB17167-2006）和《制浆造纸企业能源计量器具配备和管理要求》（GB/T29454-2012）《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB 17167）中有关主要次级用能单位、主要用能设备能耗（或功率）限定值进行判定。
2. 计量器具类别：衡器、电能表、油流量表（装置）、气体流量表（装置）、水流量表（装置）等。
3. 运行状态：正常、维护、停用。
4. 能源种类：包括，煤炭、原油、天然气、焦炭、煤气、热力、成品油、液化石油气、生物质能和其他直接或通过加工、转换而取得有用能的各种资源。
5. 填报单位应详细注明计量器具安装使用地点。
6. 能源计量器具管理依据《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB 17167-2006）和《制浆造纸企业能源计量器具配备和管理要求》（GB/T 29454-2012）的要求。

填报负责人：

联系电话：

填报日期：

附表 1-5 20XX 年度主要节能措施和节能项目情况表

企业名称（盖章）：

序号	主要节能措施、节能技术改造项目情况	实施时间	总投资 (万元)	节能效果 (吨标准煤/量)	备注
1	淘汰落后设备（详细列出名称）XX 台（套）				
				

填报负责人：

联系电话：

填报日期：

附件 2 节能监察报告模板

制浆造纸企业能耗专项节能监察

××企业节能监察报告

一、基本情况

1. 监察工作开展情况。包括监察依据、监察机构名称，监察组成员，监察方式、监察时间等。

2. 企业的基本情况。包括企业名称，主要生产系统产能和投产时间，20XX 年主要经济指标、产品产量、能源消费总量等。

二、监察内容

企业主要生产系统单位产品能耗核算、达标情况；企业生产和能源计量、统计、余热利用情况，能源及耗能工质折标系数等是否符合有关标准规定；企业能源管理和能源管理体系情况；节能措施和节能项目¹情况；能源利用存在的问题及整改措施等。

三、监察过程

1. 准备阶段：确定监察方式、组成监察组、制定实施方案、明确监察时间、送达《节能监察通知书》、现场监察前准备（包括初审企业自查报告、人员分工、准备执法文书、工作要求等）。

2. 现场阶段：召开首次会议，查验资料（核实自查表

¹节能措施，其中应包含淘汰落后设备的内容，并相应填写在附表 2-3 的“三、企业装备和节能设施现场的核查”栏中。

中信息数据的真实性、核查企业的原始凭证），核算主要产品产量、能源消耗、单位产品能耗，制作《现场监察笔录》（应详细记载现场监察每个环节），召开末次会议等。

四、监察结果

监察中发现的主要问题，以及企业对问题的确认和回应等。针对发现的问题，依照有关法律法规政策（具体到条款），提出意见或建议。

附表 2-1、附表 2-2 和附表 2-3，及节能监察执法文书均应作为监察报告的附件。

附表 2-1 制浆造纸行业企业基本信息核查表

一、企业基本信息			
企业名称			
组织机构代码		邮编	
详细地址			
法定代表人		联系电话	
企业联系人		联系电话	
能源管理人员		联系电话	
传真		电子邮箱	
企业类型	内资 (<input type="checkbox"/> 国有 <input type="checkbox"/> 集体 <input type="checkbox"/> 民营) <input type="checkbox"/> 中外合资		
二、企业能耗及生产指标			
(企业能耗统计范围和计算方法按照单位产品能源消耗限额国家标准执行)			
20XX 年企业综合能源消费量 (吨标准煤)			
20XX 年工业总产值 (万元)			
xxx 浆的设计产能 (吨风干浆)			
xxx 浆的实际产量 (吨风干浆)			
xxx 浆主要生产系统产品能耗 (吨标准煤)			
.....			
xxx 纸的设计产能 (吨)			
xxx 纸的实际产量 (吨)			
xxx 纸主要生产系统产品能耗 (吨标准煤)			
.....			
备注			
被 监 察 企 业 意 见 (盖 章)			监察组长签字
			监察机构盖章

监察人员:

监察时间: 年 月 日

附表 2-2 20XX 年制浆造纸企业能耗达标情况

产品分类	产品名称		企业实际值	能耗限额标准限定值	能耗限额标准准入值	能耗限额标准先进值	达到能耗限额标准级别	备注
纸浆 (kgce/A ^a dt ^b)	漂白化学木浆 ^a	自用浆		≤280	≤240	≤200		
		商品浆		≤400	≤360	≤320		
	非漂白化学木浆 ^a	自用浆		≤220	≤180	≤150		
		商品浆		≤340	≤300	≤270		
	漂白化学非木浆 (自用浆) ^a			≤400	≤310	≤280		
	化学机械浆及机械浆 (自用浆)			≤350	≤290	≤235		
	脱墨废纸浆(自用浆)			≤210	≤175	≤140		
	非脱墨废纸浆(自用浆)			≤90	≤75	≤60		
机制纸 和纸板 (kgce/t)	新闻纸			≤320	≤260	≤210		
	非涂布印刷书写纸			≤450	≤375	≤300		

	涂布印刷纸		≤450	≤375	≤300		
	生活用纸	木浆	≤560	≤490	≤420		
		非木浆	≤600	≤550	≤460		
	包装用纸		≤460	≤400	≤320		
	白板纸		≤330	≤275	≤220		
	箱板纸		≤330	≤275	≤220		
	瓦楞原纸		≤315	≤260	≤210		
	涂布纸板		≤345	≤290	≤230		
a 包括碱回收装置 b Adt 指吨风干浆（水分按 10%计）							
企业意见 (盖章)				监察组长签字			
				监察机构（盖章）			

监察人员：

监察时间： 年 月 日

附表 2-3 制浆造纸企业能耗专项节能监察现场核查表

企业名称（盖章）			
企业联系人		职称/职务	
联系方式		电子邮箱	
核查机构名称			
监察人员、职务及联系方式			
一、企业能源统计台账和报表的核查			
二、企业能源计量台账和制度核查			
三、企业装备和节能设施现场的核查			

<p>四、企业能源管理 情况的现场核查</p>		
<p>五、现场监察结论 (单位产品能耗 达标情况)</p>		
<p>企业负责人签字：</p> <p>年 月 日</p>	<p>监察组长签字：</p> <p>年 月 日</p>	<p>监察人员签字：</p> <p>年 月 日</p>

附件 3 制浆造纸企业专项监察结果汇总表

附表 3-1 ××省（自治区、直辖市）制浆造纸企业能耗与产品限额达标等情况汇总表

××省（自治区、直辖市）主管部门（盖章）

监察年度：

序号	企业名称	企业综合能源消费量(万 tce)	企业工业总产值(万元)	纸浆			机制纸和纸板			达标情况			
				产品名称	产能(万 Adt)	产量(万 Adt)	产品名称	产能(万 t)	产量(万 t)	纸浆主要生产系统单位产品能耗(kgce/Adt)		机制纸和纸板主要生产系统单位产品能耗(kgce/t)	
										实际值	是否达标	实际值	是否达标
1													
									
2													

									
.....													
备注													

注：产品名称详见附表 2-2，分别依次填写。

填报人：

监察机构负责人：

主管部门审核人：

填报时间：

年 月 日

附表 3-2 ××省（自治区、直辖市）制浆造纸企业能耗与产品限额达标等情况统计表

××省（自治区、直辖市）主管部门（盖章）

监察年度：

序号	监察任务（家）	实际监察企业总数（家）	实际监察企业的综合能源消费总量（万 tce）	实际监察企业的工业总产值（万元）	纸浆			机制纸和纸板			纸浆主要生产系统单位产品能耗		机制纸和纸板主要生产系统单位产品能耗	
					产品名称	产能合计（万 Adt）	产量合计（万 Adt）	产品名称	产能合计（万 t）	产量合计（万 t）	产品名称	企业达标数量（家）	产品名称	企业达标数量（家）
	/	/	/	/										
	/	/	/	/			
备注														

注：产品名称详见附表 2-2，分别依次填写。

填报人：

监察机构负责人：

主管部门审核人：

填报时间：

年

月

日

附表 3-3 ××省（自治区、直辖市）造纸行业节能专项监察结果汇总表

××省（自治区、直辖市）主管部门（盖章）

监察年度：

序号	企业名称	监察情况	监察发现的问题	采取的处理措施	工作建议
.....					

注：“监察情况”栏，其中包含淘汰落后设备情况、能源计量器具执行相关制度和标准情况等，与附表 2-3 内容衔接。

填报人：

监察机构负责人：

主管部门审核人：

填报时间：

年

月

日

附件4 参阅材料

1. 《工业和信息化部关于印发〈2017年工业节能监察重点工作计划〉的通知》（工信部节函〔2017〕95号）。
2. 《制浆造纸单位产品能源消耗限额》（GB31825-2015）。
3. 《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB 17167-2006）。
4. 《制浆造纸企业能源计量器具配备和管理要求》（GB/T 29454-2012）。
5. 《重点用能单位能源计量审查规范》（JJF 1356-2016）

附件 5 制浆造纸工艺及用能特点

(一) 制浆造纸工艺

制浆造纸按照工艺流程主要分为制浆和造纸两个工序，制浆是将植物纤维原料或回收的废纸制成纸浆的过程，造纸是使用适当的工艺将纸浆抄造成各种不同性能的纸或纸板的过程。制浆造纸工艺比较复杂，不同原料、不同制浆方法形成的纸浆特性不同，所产生的纸制品也不同。工艺流程单元组合示意图 2。

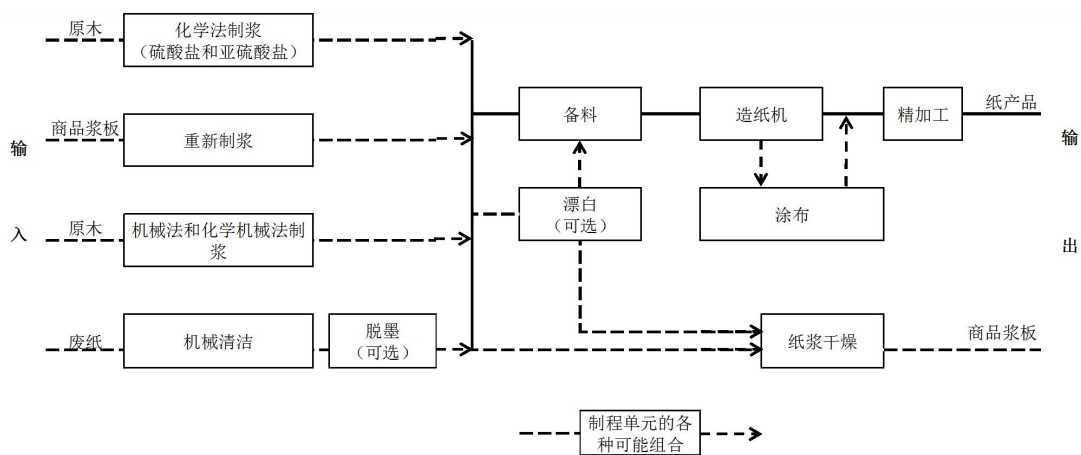


图 2 制浆造纸主要流程单元示意图

根据制浆方法不同，纸浆品种和制浆方法分类见图 3。目前最主要的制浆方法是硫酸盐法制浆、化学机械法制浆和废纸制浆。其中，硫酸盐法制浆是目前最主要的制浆方法，化学机械法制浆和废纸制浆是具有较好发展前景的制浆方法。

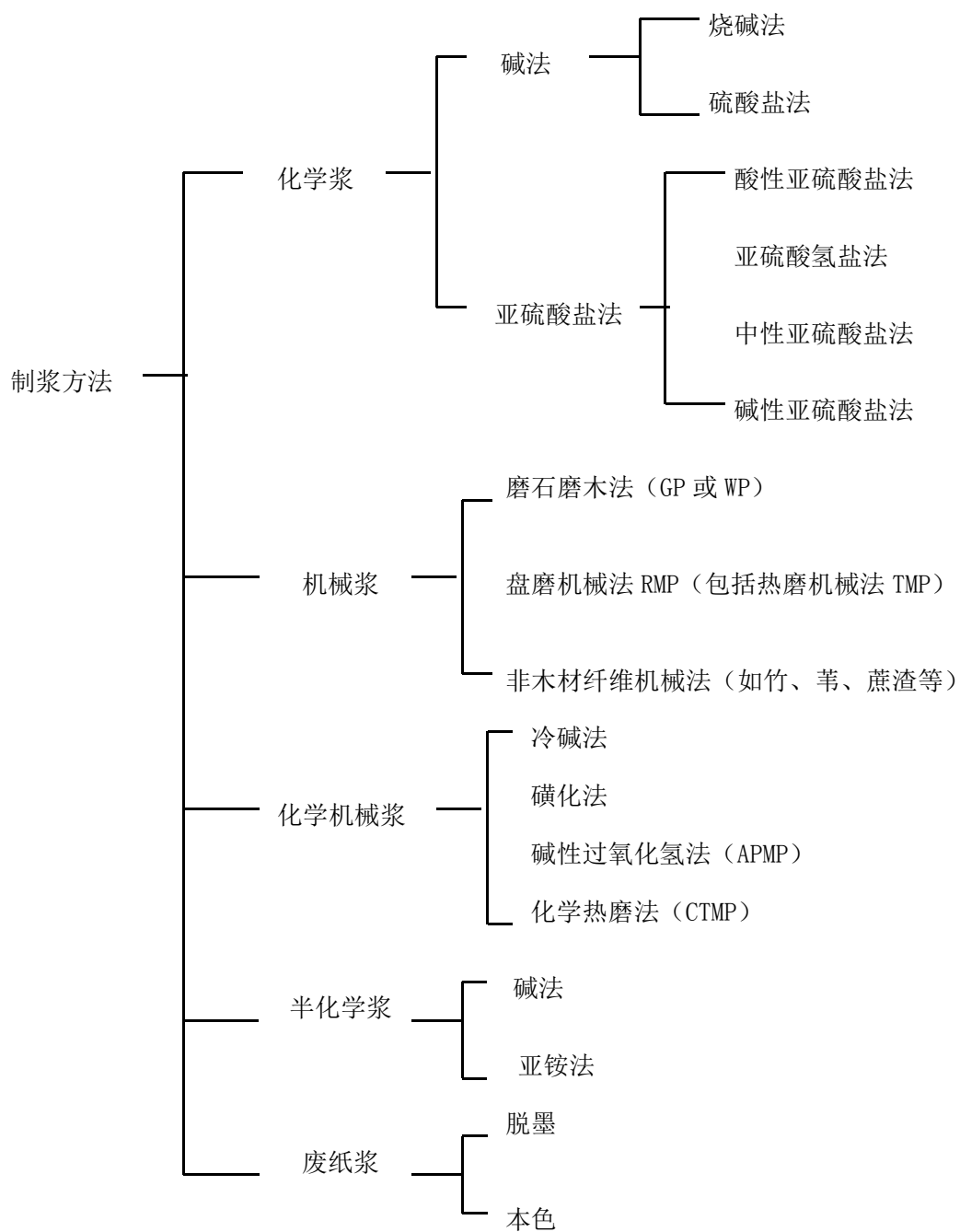


图 3 主要制浆方法分类

以原料区分制浆法，主要有木材，非木材和废纸制浆。

1. 木材制浆工艺

根据制浆方式的不同，木材制浆通常分为化学法制浆和化学机械法制浆，其中化学法制浆主要为硫酸盐法制浆，化学机械法制浆主要包括漂白化学热磨机械制浆（BCTMP）、碱性过氧化氢制浆（APMP）和盘磨化学预处理碱性过氧化氢制浆（P-RC APMP）。

（1）硫酸盐法制浆

以氢氧化钠和硫化钠为蒸煮化学药剂处理木片的制浆方法。根据漂白程度的不同，硫酸盐浆分为未漂浆、半漂浆和漂白浆三种。硫酸盐法制浆工艺流程见图 4。

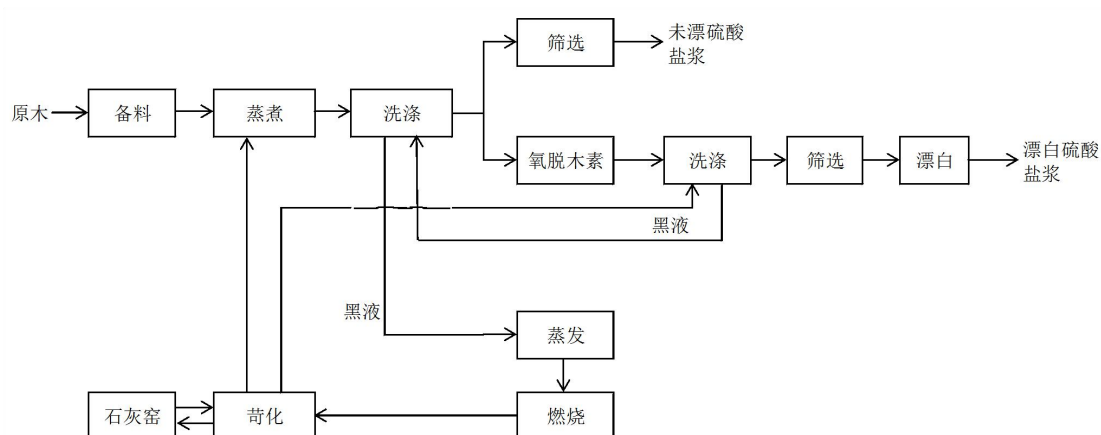


图 4 硫酸盐法制浆工艺流程图

（2）化学机械法制浆

这种纸浆的木质素和半纤维含量比化学浆高，制浆得率可以达到 80%~90%，而硫酸盐化学浆的得率不超过 50%。

化学机械法制浆是利用化学作用对木片进行预处理后，再利用机械作用将木材纤维分离成纤维束、单根纤维和纤维碎片的过程。化学机械法制浆工艺流程见图 5。

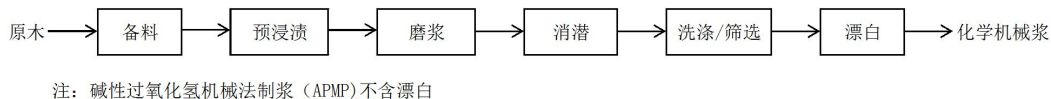


图5 化学机械法制浆工艺流程图

2. 非木材制浆工艺

以麦草、芦苇、蔗渣等非木材为主要原料的制浆工艺主要采用化学法，工艺主要包括烧碱法制浆、硫酸盐法制浆及亚硫酸盐法制浆。非木材化学法制浆工艺流程基本相同，通常为：非木材原料经过备料后，进入蒸煮设备进行蒸煮，非木材原料在高温蒸煮药液的作用下分离溶出木素，所得纸浆通过洗涤筛选工段净化后，获得质量较好的本色浆，如需得到白度较高的纸浆，还需进行漂白处理。非木材制浆工艺生产流程见图6。

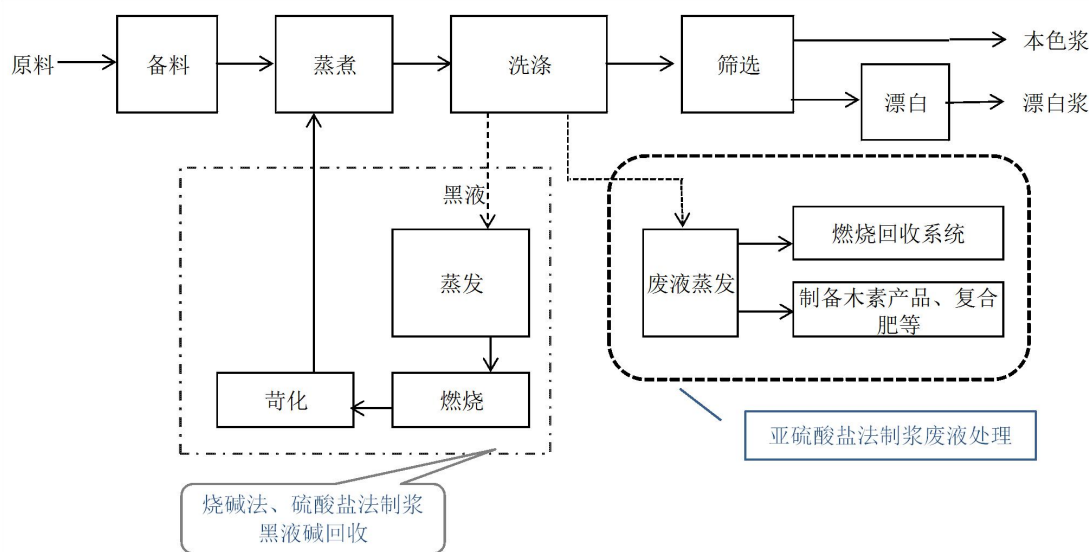


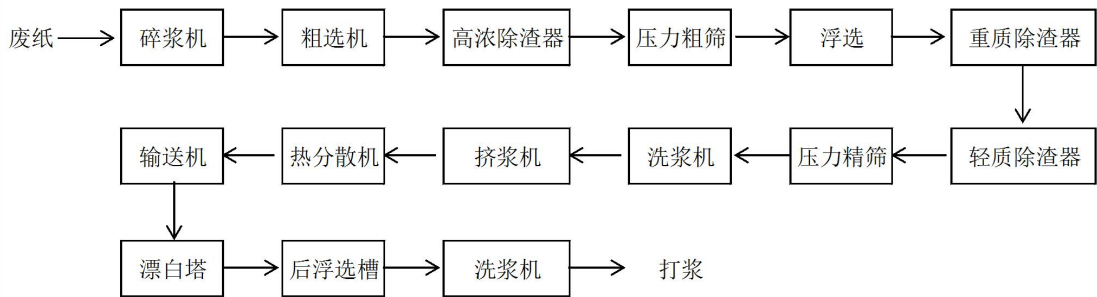
图6 非木材制浆工艺生产流程图

3. 废纸制浆工艺

废纸制浆指以废纸为原料，经过碎浆处理，必要时进行脱墨、漂白等工序制成纸浆的生产过程。废纸制浆生产主要由碎浆、筛选及净化、洗涤和浓缩、漂白四部分组成。

根据原料、生产工艺和产品特性的不同，废纸制浆生产工艺主要分为非脱墨废纸制浆和脱墨废纸制浆。目前废纸制浆以脱墨浆生产为主。

典型脱墨制浆采用机械和化学单元处理的流程，将油墨从纤维上除去。生产工艺流程主要包括废纸的离解、废纸浆的筛选和净化、脱墨、浆料的浓缩与存储、热分散等，生产工艺流程见图7。脱墨浆可用于包括诸如新闻纸、薄棉纸、印刷和复印纸、杂志纸（超级压光纸 / 轻涂纸）、某些等级的硬纸盒等产品。



7 脱墨浆生产工艺流程图

非脱墨制浆的工艺流程较脱墨浆简单许多，生产流程中采用机械清洁的流程，少了脱墨、漂白等过程，典型非脱墨废纸制浆生产工艺流程见图8。非脱墨浆主要用来生产箱纸板、瓦楞纸以及低级的纸板等产品。

大多数废纸制浆线都与造纸整合在一起。

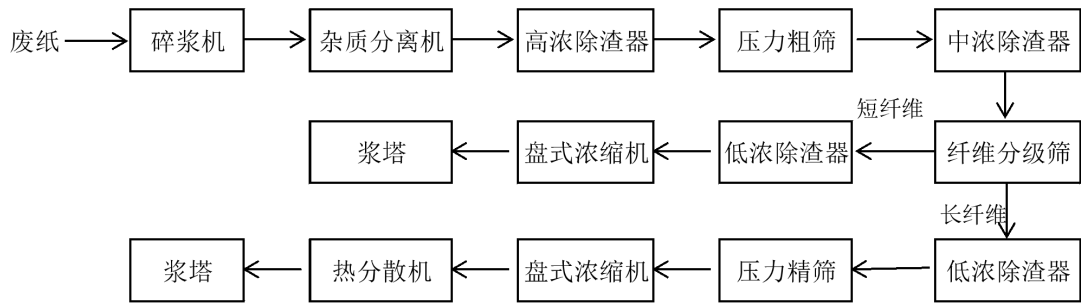


图8 非脱墨浆生产工艺流程图

4. 造纸工艺

造纸是用纸浆制成各种纸制品的过程。造纸企业的纸产品和工艺布局不尽相同，通常包括浆料制备、上浆系统、纸机和纸板机等基本单元。纸和纸板的生产都采用通用技术，但由于纤维和非纤维原材料的不同物理和化学特性，以及制造工艺上的可变性，产品的性能和质量变化范围很宽。

来自制浆车间的纸浆或浆板，需经过打浆、加填料、施胶、调色、净化、筛选等一系列加工程序，然后在造纸机或纸板机上通过纸页成形、脱水、压榨、干燥、压光和卷取，抄成纸卷，纸卷经过分切，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，最终予以包装。一定情况下，在分切或复卷前，还需进行超级压光处理，造纸工艺流程见图9。

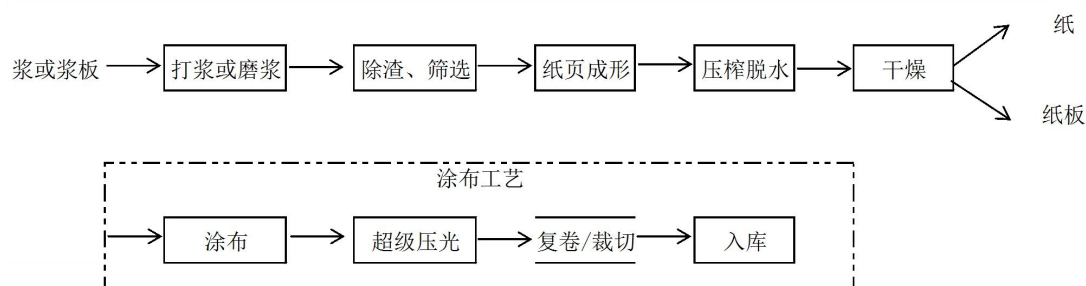


图9 纸及纸板抄造工艺流程图

现代造纸工艺的纸页成形是在纸机上完成的。纸机的分类通常是按其网部的形式来进行的。一般可分为长网纸机、圆网纸机和夹网纸机。

长网纸机的网部由长网案组成。有一个水平的或近似水平的供纸料脱水的网面，网的下面装配有适应不同要求的各种脱水元件。长网纸机是一种广泛使用的纸机类型，一般车速在600~800m/min范围内，可以抄造绝大多数的纸张品种。长网纸机的缺点是网部都是向下单面脱水，不可避免其生产的纸两面存在差

异性，从而影响纸的许多特性，如卷曲性、纸面平滑度、印刷性能等。

圆网纸机的网部由圆网笼组成，纸料悬浮液在圆网笼内外水位差的作用下过滤成形为湿纸幅。圆网纸机是一种传统机型，适应性广，可以抄造从薄页纸到纸板等多种产品，并具有结构简单、占地面积小、动力消耗低和投资费用省等特点。但由于其结构的限制，存在车速低、生产规模小、产品质量受限等问题，一般仅用于车速低和生产量小的生产抄造。

夹网纸机的网部由两张成形网夹持而成。纸料悬浮液经流浆箱喷射到两网夹区之间，进行两面强制脱水，并迅速形成湿纸幅，其具有运行效率高，成形质量好，结构紧凑和占地面积小等优点，在现代造纸工业中得到广泛应用。

(二) 制浆造纸行业用能特点

现代制浆造纸生产已实现了机械自动化，设备运行和系统控制需使用电力。电力驱动泵、风机、带式或螺旋式输送机、真空泵及压缩机的运行，还带动机械浆的磨制、处理废纸纤维的水利碎浆机、打浆、静电除尘器、红外线干燥等。制浆蒸煮、黑液浓缩、纸业干燥、化学助剂制备需用热能，热能以蒸汽为主，燃气为辅。许多造纸企业通过自备电厂进行热电联产，并以热定电，将原煤、生物质燃料转换为蒸汽和电力使用。因此，制浆造纸生产过程的能源效率优劣取决于能源品种结构、原料结构、企业规模、技术装备和自产能源及余能利用等诸多因素。

每个企业的供能方式差异较大，最主要的有三种类型：（1）电能和热能均外购；（2）电能外购、热能自产；（3）有自备热电站，部分电能外购，热能自产。由于用能方式不同，各个企业统计的产品综合能耗不具可比性。为了使单位产品能耗具有可比

性，《制浆造纸单位产品能源消耗限额》(GB 31825)在计算单位产品能耗时统计主要生产系统的能耗，不包括辅助生产系统和附属生产系统的能耗，电力和热力均按当量值折算成标煤。

制浆造纸企业主要的设备设施有两类：一类为工艺功能型（专用设备），如削片机、蒸煮锅、连蒸器、磨浆机、碱回收系统、打浆机、纸机、涂布机、超级压光机、复卷机和分切机等，这些设备设施的能耗不仅与专用设备本身的性能和管理水平相关，也与相应的工艺操作和配套通用设备的运行状况有关。由于纸浆和纸张产品高度多样化，甚至同一个产品的应用工艺可能也有很大差别，所以必须考虑到生产技术的许多因素。另一类为输送功能型（通用设备），如各种浆泵、水泵、带式输送机、螺旋输送机、风机等。此外，还有少量辅助类设备，如搅拌、计量类等设备。

制浆生产过程中主要耗能工序为蒸煮和黑液蒸发，造纸生产过程主要耗能工序为纸页干燥。

1. 制浆工艺能耗特点

纤维离解对化学法制浆工艺是蒸煮过程，对机械法制浆工艺是粗磨过程，对化机法、半化学法制浆工艺是化学预处理过程和磨浆过程。蒸煮过程需要大量的热量，粗磨过程消耗大量的电力。化学制浆的动力需求参考值见表 1-3。漂白硫酸盐纸浆的制造消耗大约 10~14 GJ/Adt 的热能，包括纸浆的干燥，电能消耗量是 600~800 kW·h/Adt。纸浆干燥的能量消耗占用大约 25% 的热能和 15%~20% 的电能。超过 50% 的电能消耗用于制浆。

能量消耗取决于流程配置、流程设备和流程控制效率。

表 1-3 化学制浆动力需求参考值

主要工艺	原木	蒸煮	洗涤筛	氧脱木素和漂白
------	----	----	-----	---------

	处理		选	
热力 (GJ/Adt)	1.0	中压 1.4~2.0 低压 0.3~0.5		低压 0.8~1.1
电力(kW·h/A dt)	10	30~70	20~30	120~170
备注	热力需求取决于原木的处理	取决于木种、蒸煮设备和方式		表中所列为无元素氯漂白(ECF)工艺,电力消耗取决于设备,全无氯漂白工艺(TCF)的热和电耗要高,但更环保

化学法制浆根据生产是否连续,可以分为连续蒸煮和间歇蒸煮;根据使用设备的不同可分为蒸球(间歇式蒸煮)、立锅(间歇式蒸煮)、横管连续蒸煮器、立式连续蒸煮器(卡米尔)等。针对我国采用不同原料,不同蒸煮方法,不同蒸煮设备的不同厂家制浆能耗的一项调查,同样制得达到纤维分离点的粗浆,不同蒸煮设备的能耗差别较大,依照能耗从小到大的顺序排列依次为:立式连续蒸煮<立锅<蒸球。卡米尔连续蒸煮器是我国新引进的连续蒸煮设备,热能利用充分,能耗比间歇蒸煮低50%。“十二五”期间,我国淘汰容积40m³以下蒸球,鼓励化学制浆采用深度脱木素、低能耗间歇蒸煮或连续蒸煮、氧脱木素、无元素氯漂白和全无氯漂白等技术装备。

国内外先进的制浆厂一般都有碱回收工艺,其具有显著的节能效益。燃烧有机污染物(黑液、木屑、树皮等)可生成大量热能,用于发电,蒸煮的白液余热还可回收,从而降低了工厂的总能源消耗。

一般机械浆电力需求很大,主要用于磨浆,电力需求约1400~2900 kW·h/Adt。化学机械浆对电力的需求较高,一般需要1800~2000 kW·h/Adt,主要用于磨浆和筛渣的再磨,其中

生产 APMP 浆质量较好，能耗较低，得率较高，近几年发展较快。化学机械制浆过程整体的热能需求不高，一般在 0~2 GJ/Adt。

废纸制浆是回收纤维的加工过程，纤维的来源是含有化学浆和机械浆的纸张，因此加工过程所需能量并不大。不过，在各段洗涤过程中还需耗用电力，但热能消耗较低，总能耗比制造原浆要低得多。废纸制浆工艺的主要节能潜力在于脱墨工艺的改善。非脱墨浆对动力的需求主要用于水力碎浆、筛选、净化、浆料的流送等过程，对电能的需求大约为 50 kW·h/Adt。脱墨制浆中需要热能的工序主要有热分散和漂白，对热能的需求为 1.0~2.0 GJ/Adt。对电力的需求，除了与非脱墨浆的相同以外，还要再增加脱墨过程的动力，大约为 40~60 kW·h/Adt。脱墨浆总的电力需求为 310~610 kW·h/Adt。

造纸工业单位产品的能耗与生产工艺、装备的自动化程度及产品的质量水平密切相关。为了提高产品质量，往往会采用复杂的生产工艺、提高装备的自动化程度，增加工序设备，导致单位产品能耗的增长。

2. 造纸工艺能耗特点

造纸机的能耗量取决于所生产纸的等级和纸浆纤维的质量。以电力消耗为例，包装纸或瓦楞原纸生产的电耗最小，约为 500 kW·h/t，而印刷纸和书写纸的电耗约为 700~800 kW·h/t，一些特殊等级纸的电耗则更高。

造纸生产过程中打浆是一个耗能很大的工段，打浆电耗约占吨纸电耗的 30%~50%，所以打浆部分能源利用效率对吨纸电耗、吨纸成本有较大的影响。从干浆板到疏解浆料的流程是成捆浆板经输送机送入水力碎浆机，碎解后送入贮浆池，有时还需经疏解后再送至打浆。浆料在碎浆机中的浓度分为低浓 (<6%)，中浓

(6%~10%) 和高浓 (>10%)。近年来为了节能与增加产量, 处理干浆板已逐渐从低浓 (4%~5%) 转为采用中浓。要降低打浆系统的能耗, 必须选用高效节能的打浆设备。盘磨机是目前首选的主要打浆设备, 比起盆式打浆机、锥形精浆机、圆柱精浆机等各种类型的打浆设备, 其能耗要低 30%~50%。同为盘磨机, 不同形式、不同型号节能效果也不同。虽然盘磨机优点很多, 但不能完全替代其它打浆设备。磨浆机的电耗约为 100~300 kW·h/t。

纸机网部的主要作用是成形和脱水。以网部脱水为基准, 网部、压榨部、干燥部脱水的成本约为 1:70:330, 增加网部纸页的干度, 对于整个纸机脱水成本的降低非常重要。

压榨部的脱水也十分重要, 纸页在压榨部降低 1% 的水分, 干燥部烘缸蒸汽消耗可节省 4%~5%。又因为进入干燥部的纸页干度增大, 可以使纸机的车速提高, 产量提升, 所以压榨部的脱水效率对能效和经济性也有影响。

网部和压榨部的吸水装置借真空吸水系统抽吸, 纸机真空系统耗用大量电力, 造纸机耗用的电力约 17% 用于真空系统, 其中 1/3 用于网部, 2/3 用于压榨部。真空系统的能耗大约为 70 kW·h/t (随纸张等级和气孔度而变化)。近年来, 新型脱水器材、压榨部宽区压榨等节能技术与装备在纸机网部得到应用。

纸机干燥部用汽约占纸机生产成本的 30% 以上。大中型纸机干燥部采用多段通汽、利用多级闪蒸, 合理使用不同质量的能量, 达到优化干燥工艺和节能的目的。然而有些纸机会出现烘缸内凝结水排出不畅, 干燥部蒸汽消耗量仍然较高的问题, 为解决这一问题, 通常在多段通汽中设置喷射式热泵。通过对烘缸部排出的废气设置热回收系统回收大部分热量。采用密闭烘缸罩代替开放式烘缸罩可以节约热能。采用袋式通风装置可以提升干燥能力。

造纸过程主要使用低压蒸汽，热的需求量为 4.5~7.8 GJ/t，电力需求约为 510~1010 kW·h/t，大部分在 600~700 kW·h/t。

浆纸一体化综合工厂比单一制浆或单一造纸厂的能效水平更高，因为综合造纸厂可将制浆工艺中产生的多余热量用于造纸工艺中，而单一制浆厂所产生的多余蒸汽一般不会被完全利用。