

造纸行业节能诊断服务指南

(2020 年版)

2020 年 8 月

一、编制背景和目的

（一）编制背景

“十三五”以来，我国在工业领域通过健全政策法规、完善标准体系、强化监管力度推进节能工作，工业能效获得持续提升，但受节能意识薄弱、技术力量不足、管理体系不健全等因素影响，不同地区、行业间的企业能效水平差距依然较大，企业节能降耗、降本增效的需求十分迫切。为满足企业节能需求、支持企业深挖节能潜力、持续提升工业能效水平、推动工业绿色发展，工业和信息化部于2019年5月印发《工业节能诊断服务行动计划》（工信部节〔2019〕101号，以下简称“计划”），计划每年对3000家以上重点企业实施节能诊断服务，培育壮大一批节能诊断服务市场化组织，制定一批重点行业节能诊断标准，努力构建公益性和市场化相结合的诊断服务体系。

为贯彻落实“计划”，指导第三方机构科学、规范地为企业实施节能诊断服务，工信部节能司已组织编制了《工业企业节能诊断服务指南（试行）》。为了更好地推进造纸行业节能技术进步，促进造纸企业节能减排，节能司组织开展《造纸行业节能诊断指南》的编制工作。

（二）编制目的

制浆造纸工业是我国基础原材料工业，涉及林业、农业、机械制造、化工、电气自动化、交通运输、环保等多个产业，

在国民经济中占有重要地位。同时，制浆造纸工业在我国是重点耗能行业之一，生产过程中消耗大量热能、电能和水。国家统计局数据显示，2017年我国制浆造纸工业能源消费总量4304.31万吨标准煤，能源消耗占整个工业部门能耗量的1.5%左右，居轻工业能耗之首。

近年来，能源的价格逐渐提高，能源成本与纤维原料、废水处理费用等一起构成了制浆造纸工业生产成本的主要部分。通过专业的节能诊断，企业可以了解自身用能状况，合理地进行节能减排技术改造，高效地进行能源管理，从而达到节能降耗、节省能源开支的目的。节能诊断对于造纸行业的降本增效具有十分重要的意义。

二、制浆造纸生产工艺和用能特点

(一) 生产工艺

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。

1、制浆工艺

造纸必先制浆，造纸厂纸浆的获得一般有四种途径：第一类是植物纤维原料经高温化学蒸煮，制得化学浆；第二类是通过机械或化学机械法制得机械浆或化学机械浆；第三类

是由回收的废纸加工的废纸浆；第四类是外购浆板，经水力碎解等简单处理后获得纸浆。制浆工艺流程见图 1。

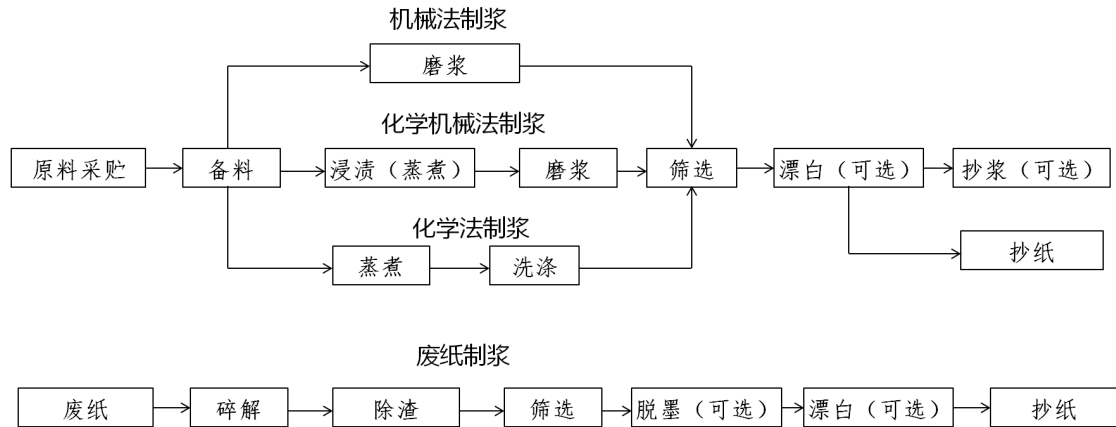


图 1 制浆工艺流程图

制浆方法可分为化学法、机械法以及化学机械法、半化学法等，具体分类方法见图 2。目前我国应用最广的制浆方法是硫酸盐法制浆、化学机械法制浆，主要产品为化学浆、漂白化学热磨机械浆（BCTMP）、碱性过氧化氢机械浆（APMP）等。



图 2 制浆方法分类

2、造纸工艺

造纸是用纸浆制成各种纸和纸板的过程。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、纸机或纸板机等基本单元。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 3。根据产品用途，纸和纸板还可以进行表面施胶、颜料涂布、浸渍等加工工艺。

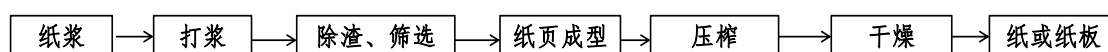


图 3 纸和纸板抄造工艺流程图

现代造纸工艺的纸页成形是在纸机上完成的。纸机按网部不同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) 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及压缩机的运行，还带动机械浆的磨制、处理废纸纤维的水力碎浆机、打浆、静电除尘器、红外线干燥等。制浆蒸煮、黑液浓缩、纸页干燥、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、天然气、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。

制浆造纸企业的供能方式差异较大，主要有两种类型：

a) 电能和热能均外购；

b) 有自备热电站，部分电能外购，热能自产。

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、空压机、真空泵等。此外，还有少量辅助类设备，如搅拌、计量类等设备。

不同制浆方法能耗差别较大，具体如下：

——废纸制浆（自用浆）

废纸浆是造纸工业重要的纤维原料，与化学法、机械法和化学机械法制浆相比，废纸制浆生产工艺较简单，能耗相应较低。据统计，生产 1t 废新闻纸浆比生产 1t 磨木浆的能耗低 75%左右，生产 1t 高白度脱墨浆较生产 1t 化学浆的能

耗低 50%以上。

我国造纸工业使用的废纸浆主要为自用浆，按照是否经过脱墨处理分为脱墨废纸浆和未脱墨废纸浆。未脱墨废纸浆生产流程主要包括废纸碎解、疏解、筛选、洗涤、净化等过程，生产过程只需消耗电力，其能耗较低。为了除去废纸浆中的胶粘物，还需要进行热分散处理，废纸制浆过程的热分散处理需使用蒸汽，会增加能耗。脱墨废纸浆主要用于生产新闻纸、文化用纸、灰底纸板等产品。脱墨废纸浆生产流程主要包括废纸碎解、疏解、筛选、洗涤、净化、热分散、漂白、打浆等过程。脱墨废纸浆比未脱墨废纸浆工序多了脱墨和漂白流程，能耗较未脱墨废纸浆高。

——化学法制浆

化学浆按照纤维原料种类分为化学木浆和化学非木（草、蔗渣、苇、竹等）浆；按照是否漂白分为漂白浆和本色浆；按照用途不同分为自用浆和商品浆，自用浆未经脱水、干燥处理，商品浆经过干燥处理，水分一般为10%左右。

漂白化学浆制浆过程包括：备料、蒸煮、洗涤、筛选、净化、漂白、化学品制备、碱回收系统等过程，商品浆还包括纸浆干燥过程，其中碱回收系统包括黑液提取、黑液蒸发、黑液燃烧、苛化、石灰石煅烧等。

按照蒸煮方式的不同，可以分为连续蒸煮和间歇蒸煮。间歇蒸煮一般采用蒸球、立锅蒸煮，连续蒸煮一般采用卡米

尔、潘迪亚或斜管式连续蒸煮器。间歇蒸煮能耗较高，其能耗是连续蒸煮的一倍以上。

化学制浆生产过程中主要耗能工序为蒸煮和黑液蒸发。其中，可以通过碱回收燃烧黑液回收部分热能，可以大大降低制浆过程的能源消耗。未漂化学浆与漂白化学木浆相比，主要少了漂白工序，能耗有所降低。商品浆因为增加了干燥工序，能耗大幅高于自用浆。

亚硫酸盐法制浆目前我国应用较少，此处不再介绍。

——化学机械法制浆和机械法制浆

机械浆包括磨石磨木浆（SGW）、盘磨机械浆（RMP）等，得率可达 90%以上，主要用于配抄新闻纸、印刷纸。化学机械浆包括化学热磨机械浆（CTMP）、漂白化学热磨机械浆（BCTMP）、碱性过氧化氢机械浆（APMP）以及温和预处理和盘磨化学处理的碱性过氧化氢机械浆（P-RC APMP），具有制浆得率高的特点，目前 BCTMP 和 APMP 两种化机浆是最主要品种。

化机浆和机械浆制浆过程中一般使用大功率的盘磨机和木片挤压疏解机，这些设备电能消耗高。机械浆电力需求约 1400~2900 kW·h/Adt。化学机械浆一般需要 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 0~2GJ/Adt。

——抄纸

来自制浆车间的纸浆，需经过疏解、打浆、调料等一系列加工程序，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。

造纸生产过程主要耗能工序为打浆、真空脱水和纸页干燥。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。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，比起槽式打浆机、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100~300kW·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 $70\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ （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汽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 $4.5\sim 7.8\text{GJ}/\text{t}$ ，电力需求约为 $510\sim 1010\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ ，大部分在 $600\sim 700\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ 。

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。

三、诊断原则

节能诊断服务属于市场化行为，必须遵循企业自愿参与原则开展，节能诊断机构提供服务时应满足以下基本要求：

1、参照本指南要求，为造纸企业提供专业、规范的节能诊断服务，确保诊断结果的真实性、结论的科学性及改造建议的可行性；

2、遵守合同条款，不得强制增补服务内容、增加企业额外负担；

3、建立自律机制，保守企业商业秘密，保障数据和信息安全。

四、诊断程序

（一）前期准备阶段

1、明确诊断任务

根据服务合同要求，结合企业实际需求，明确节能诊断的范围边界、深度要求及统计期。节能诊断的范围边界应覆盖企业主要耗能工序或生产车间，也可以只涉及部分分厂或生产车间。典型的制浆造纸生产车间有：备料车间、制浆车间（蒸煮、洗涤、筛选、漂白等）、抄纸车间（打浆、调料、成型、压榨、干燥等）、碱回收车间（含石灰窑）、自备热电站、化学品车间（制氧站、漂白剂生产车间、氯碱车间）等。

节能诊断按深度要求可以只完成本指南提出的通用基础诊断，也可以结合行业特点对指定工序环节、工艺装备、能源品种等开展专项诊断。节能诊断的统计期原则上为上一

自然年，如 2020 年开展的诊断工作以 2019 全年为统计期，其它年份的统计数据可作为对照依据使用。

2、组建诊断团队

根据企业所在地区及诊断任务情况，配备相关专家，组建诊断团队，填写《节能诊断团队成员表》（见附件 1 扉页）。诊断团队应包括 1 名项目负责人，1~2 名行业专家以及至少 1 名企业人员。企业人员可以是企业负责人、能源管理人员、有关技术人员等。

诊断团队应具备以下能力：

- a) 熟悉相关产业政策、标准和规范；
- b) 熟悉造纸企业生产工艺和用能特点；
- c) 熟悉水系统、电系统和热力系统的运行；
- d) 有一定的节能诊断经验或造纸企业生产经验。

3、确定诊断依据

诊断依据主要包括国家及地方相关法律法规和产业政策、用能和节能相关标准规范、节能技术和装备（产品）推荐目录等。

本指南列举了造纸行业通用的部分节能诊断依据，可供参考，具体如下：

——国家层面法律法规和政策文件

《中华人民共和国节约能源法》

《工业节能诊断服务行动计划》（工信部节〔2019〕101

号)

工业和信息化部 《国家工业节能技术装备推荐目录》

工业和信息化部 《节能机电设备（产品）推荐目录》

工业和信息化部 《高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录》

工业和信息化部 《高耗水工艺、技术和装备淘汰目录》

工业和信息化部 《重点工业行业用水效率指南》

工业和信息化部 《国家鼓励的工业节水工艺、技术和装备目录》

发展和改革委员会 《国家重点节能低碳技术推广目录（节能部分）》

发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019年本）》

发展和改革委员会 《制浆造纸行业清洁生产评价指标体系》

——标准和技术规范

GB/T 1028 《工业余能资源评价方法》

GB/T 2587 《用能设备能量平衡通则》

GB/T 2589 《综合能耗计算通则》

GB/T 3484 《企业能量平衡通则》

GB/T 3485 《评价企业合理用电技术导则》

GB/T 3486 《评价企业合理用热技术导则》

GB/T 10180 《工业锅炉热工性能试验规程》

- GB/T 13234 《用能单位节能量计算方法》
- GB/T 13462 《电力变压器经济运行》
- GB/T 15316 《节能监测技术通则》
- GB/T 15317 《燃煤工业锅炉节能监测》
- GB/T 15587 《工业企业能源管理导则》
- GB/T 15913 《风机机组与管网系统节能监测》
- GB/T 16664 《企业供配电系统节能监测方法》
- GB/T 16665 《空气压缩机组及供气系统节能监测》
- GB/T 16666 《泵类液体输送系统节能监测》
- GB/T 17166 《企业能源审计技术通则》
- GB 17167 《用能单位能源计量器具配备和管理通则》
- GB/T 17954 《工业锅炉经济运行》
- GB/T 18916.5 《取水定额 第5部分：造纸产品》
- GB/T 23331 《能源管理体系 要求》
- GB/T 26927 《节水型企业 造纸行业》
- GB/T 28749 《企业能量平衡网络图绘制方法》
- GB/T 28751 《企业能量平衡表编制方法》等
- GB/T 29454 《制浆造纸企业能源计量器具配备和管理要求》
- GB/T 29456 《能源管理体系 实施指南》
- GB/T 30716 《能量系统绩效评价通则》
- GB 31825 《制浆造纸单位产品能源消耗限额》

GB 35574 《热电联产单位产品能源消耗限额》

QB/T 1022 《制浆造纸企业综合能耗计算细则》

制浆造纸产品能耗限额相关地方标准

4、编制工作计划

诊断团队根据诊断任务要求，结合企业实际生产经营情况，编制节能诊断工作计划，明确诊断服务的主要内容、任务分工及进度要求。

(二) 诊断实施阶段

1、收集资料

根据诊断任务及工作计划，收集企业生产经营、能源利用等相关资料，包括但不限于：

a) 企业概况，包括企业基本情况、主要产品产能、产量，主要经济指标等；

b) 企业能源消费和能源平衡情况，包括企业能源消费、综合能耗、单位产品能源消耗、主要能耗指标情况等；

c) 企业生产及能源管理情况，包括主要耗能设备、主要产品生产工艺流程、能源管理情况、能源计量和统计情况、节能技术应用情况及效果以及过往节能诊断/能源审计/能源利用状况报告等。

2、远程初诊

根据收集的资料，诊断团队通过对企业能源消耗情况、生产系统的初步分析，提出节能诊断的重点，进行远程诊断。

被诊断企业应积极配合诊断团队的工作。

3、现场诊断

根据远程初诊结果，应对企业开展现场诊断。诊断团队可对企业主要耗能工序（生产车间）进行现场调研，并就发现的问题及时与企业技术人员进行沟通交流。必要时，还应对重点用能装置的用能参数进行现场测试。具体的，可从能源利用、能源效率和能源管理三方面进行诊断。

——能源利用诊断

重点核定企业能源消费构成及消费量，分析能源损失及余热余能回收利用情况，核算企业综合能耗，分析企业能量平衡关系。

a) 依据企业提供的各能源品种、耗能工质月度与年度统计报表、成本报表等资料，核定企业能源消费构成及各能源品种、耗能工质消费量。

b) 依据企业提供的有关技术资料，参照《工业余能资源评价方法》（GB/T 1028）等标准规范，结合必要时进行的现场核查，分析企业能源损失及余热余能回收利用情况。

c) 基于已核定的企业能源消费构成及消费量、能源损失和余热余能回收利用量，根据企业提供的分品种能源折标准煤系数、能源热值测试报告等资料，参照《综合能耗计算通则》（GB/T 2589）、《制浆造纸企业综合能耗计算细则》（QB/T 1022）等标准，核算企业的综合能耗。

d) 参照《企业能量平衡通则》(GB/T 3484) 等标准, 分析企业能量平衡关系, 从能源采购、转换、输送、终端利用等环节分析能源利用的合理性。

——能源效率诊断

重点核算企业主要工序能耗(制浆、抄纸、热电站等)及单位产品能源能耗, 对重点用能系统和用能设备进行测试, 评估主要用能设备能效水平和实际运行情况, 核查重点先进节能技术应用情况。

a) 依据企业提供的生产经营资料, 确定主要产品的产量和产值, 并结合已核定的企业综合能耗、主要生产系统产品能耗, 参照《综合能耗计算通则》(GB/T 2589)、《制浆造纸企业综合能耗计算细则》(QB/T 1022)、《制浆造纸单位产品能源消耗限额》(GB 31825) 等标准, 核算企业主要产品的单位产量综合能耗、单位产值综合能耗、单位产品能耗。对于列入 GB 31825 的制浆造纸产品, 应评估企业的单位产品能耗水平; 对于未列入 GB 31825 的制浆造纸产品, 可参照企业所在地的相关地方标准进行评估。

b) 依据企业提供的生产经营资料, 确定主要工序的中间产品产量, 并结合已核定的工序内各能源品种、耗能工质消费量, 参照《综合能耗计算通则》(GB/T 2589)、《制浆造纸企业综合能耗计算细则》(QB/T 1022) 等标准, 核算企业主要工序的中间产品单位产量能耗(即工序能耗)。

c) 针对企业主要能源品种的重点用能设备（如以煤炭消费为主的燃煤锅炉、以电力消费为主的电机系统、以油气消费为主的燃油燃气锅炉和石灰窑等），依据企业提供的工艺设备清单、运行记录及历史能效测试报告等资料，结合必要时进行的现场能效测试和运行情况检查，参照《用能设备能量平衡通则》（GB/T 2587）、《工业锅炉经济运行》（GB/T 17954）、《电力变压器经济运行》（GB/T 13462）、《评价企业合理用电技术导则》（GB/T 3485）、《评价企业合理用热技术导则》（GB/T 3486）等标准规范，本着“抓大放小”的原则，选择企业功率最大的一系列电机驱动设备，进行能效水平、用能合理性及实际运行效果分析。

d) 根据企业提供的工艺设备清单、节能技术应用及改造项目清单等资料，对照《国家重点节能低碳技术推广目录（节能部分）》、《国家工业节能技术装备推荐目录》、《节能机电设备（产品）推荐目录》、《高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录》、《产业结构调整指导目录（2019年本）》等政策文件，结合必要时进行的现场核检，分析评估落后设备淘汰情况及先进节能技术、装备的应用情况。

——能源管理诊断

重点核查企业能源管理组织构建和责任划分、能源管理制度建立及执行、能源计量器具配备与管理、能源管理中心建设和信息化运行、节能宣传教育活动开展等情况。

a) 依据企业提供的组织结构图、岗位职责和聘任文件等资料，参照《能源管理体系要求》(GB/T 23331)、《工业企业能源管理导则》(GB/T 15587)等标准规范，结合必要时对相关部门和人员的现场寻访，核查企业能源管理部门的设立和责任划分、能源管理岗位的设置和人员配备等情况。

b) 依据企业提供的能源管理制度、标准和各类规定性文件，参照《能源管理体系要求》(GB/T 23331)、《工业企业能源管理导则》(GB/T 15587)等标准规范，结合必要时对相关部门、人员的现场寻访，核查企业在能源计量、统计、考核、对标等方面的管理程序、管理制度及相关标准的建立及执行情况。

c) 依据企业提供的能源计量器具配备清单、能源计量网络图、计量台账等文件资料，参照《用能单位能源计量器具配备和管理通则》(GB 17167)、《制浆造纸企业能源计量器具配备和管理要求》(GB/T 29454)等标准规范，结合必要时的现场抽检，核查能源计量器具的配备和管理情况。

d) 依据企业提供的能源管理中心、能耗在线监测系统建设和运行资料，结合必要时的现场寻访，核查企业能耗数据的采集和监测情况，评估企业能源管理系统的数字化、信息化和自动化水平。

e) 依据企业提供的宣传手册、活动策划、培训记录等资料，结合必要时的现场寻访，核查企业开展节能宣传教育

活动、组织能源计量/统计/管理/设备操作等岗前和岗位培训的情况。

(三) 报告编制阶段

诊断工作完成后，基于诊断结果分析企业节能潜力、提出改造建议，并参考附件 1 编制《企业节能诊断报告》。

1、汇总诊断结果

以图表的形式汇总能量利用、能源效率及能源管理三部分诊断的信息及数据结果，主要包括《企业能源消费指标汇总表》（见附件 1 表 1）、《企业工艺设备统计表》（见附件 1 表 2）、《企业节能技术应用统计表》（见附件 1 表 3）、《企业能源管理制度建设和执行情况统计表》（见附件 1 表 4）、《企业能源计量器具配置和使用情况统计表》（见附件 1 表 5）等。

2、分析节能潜力

基于节能诊断结果，采用标准比对法、先进对照法、问题切入法、能源因素法、专家经验法等方法，客观评价企业能源利用总体水平，全面分析能效提升和节能降耗潜力。

- a) 分析能源损失控制、余热余能利用的节能潜力。
- b) 分析用能设备升级或运行优化控制的节能潜力。
- c) 分析能源管理体系完善或措施改进的节能潜力。
- d) 分析工艺流程优化、生产组织改进的节能潜力。
- e) 分析能源结构调整、能源系统优化的节能潜力。

3、提出节能改造建议

结合企业实际情况，从生产工艺、技术装备、系统优化、运行管理等方面提出节能改造建议，对各项改造措施的预期节能效果、经济效益和社会效益进行综合评估。

节能改造建议可以参照附件 1 表 6 的格式汇总。

附件 1

企业
节能诊断报告

(报告编制单位)

20 年 月 日

节能诊断报告确认单

节能诊断报告确认内容：

本节能诊断报告对我单位能源利用情况进行分析评价，经我单位确认，内容属实。本报告包含的信息及数据，仅用于为我单位实施节能改造提供参考，未经授权不得用于其它商业用途。

提供节能诊断服务的市场化组织（负责人签字盖章）：

接受节能诊断服务的企业（负责人签字盖章）：

节能诊断报告出具日期：

节能诊断团队成员表

序号	姓名	节能诊断工作分工	职称	从事专业
专家成员				
1				
2				
3				
4				
.....				
企业人员				
1				
.....				

摘要

主要包括企业生产经营和能源消费的基本情况，节能诊断服务的需求、任务和主要内容，企业诊断统计期内的能源消费指标、能源利用效果评价，企业节能潜力分析，节能改造建议及预期效果等。

一、企业概况

（一）企业基本情况

介绍企业的组织结构、主要产品、生产能力、行业地位等情况。

（二）生产工艺流程

绘制企业生产工艺流程图，简要介绍工艺原理及关键用能设备。

（三）能源消费概况

介绍企业能源消费的特点和能源利用总体情况。

二、诊断任务说明

（一）企业诊断需求

从发现用能问题、挖掘节能潜力、指导节能技改、实现降本增效、履行社会责任、推进绿色发展等方面，介绍企业接受节能诊断服务的需求。

（二）服务合同说明

介绍节能诊断服务合同的主要条款，包括诊断服务的范围、统计期，实施诊断的主要依据等。

三、诊断内容及结果分析

（一）诊断内容说明

一是能源利用诊断方面，主要包括梳理企业能源消费构成及消费量，分析能源损失及余热余能回收利用情况，计算企业综合能耗，分析企业能量平衡关系等。

二是能源效率诊断方面，主要包括计算企业主要工序能耗及单位产品综合能耗，评估主要用能设备能效水平和实际运行情况，介绍重点先进节能技术应用情况等。

三是能源管理诊断方面，主要包括说明企业能源管理组织构建和责任划分、能源计量器具配备与管理、能源管理制度建立及执行、能源管理中心建设和信息化运行、节能宣传教育活动开展等情况等。

（二）诊断结果汇总

表 1-1 企业能源消费指标汇总表（企业总指标）

序号	指标类别及名称	计量单位	数值	说明
0	企业总指标			
0.1	能源利用指标			
0.1.1	各能源品种消费量			
	——品种 1	t/m ³ /...		
	.....	t/m ³ /...		
0.1.2	各耗能工质消费量			
	——品种 1	t/m ³ /...		
	.....	t/m ³ /...		
0.1.3	余热余能回收量	GJ		
	——项目 1	GJ		
	.....	GJ		
0.1.4	余热余能回收率	%		
0.1.5	企业综合能耗	10 ⁴ tce		
0.1.6	企业综合能源消费量	10 ⁴ tce		
0.2	生产经营指标			
0.2.1	主要产品产量			
	——产品 1	Adt		
	.....	T		
0.2.2	企业总产值	万元		
0.3	能源效率指标			
0.3.1	产品单位产量综合能耗			
	——产品 1	kgce/ Adt		
	.....	kgce/t		
0.3.2	产品单位产量可比综合能耗			
	——产品 1	kgce/...		

序号	指标类别及名称	计量单位	数值	说明
	.....	kgce/...		
0.3.3	单位产值综合能耗	kgce/万元		
0.3.4	单位产品能耗			
	——产品 1	kgce/ Adt		
	.....	kgce/t		

表 1-2 企业能源消费指标汇总表（工序指标）

序号	指标类别及名称	计量单位	数值	说明
1	<u>XX</u> 工序指标			
1.1	能源利用指标			
1.1.1	各能源品种消费量			
	——品种 1	t/m ³ /...		
	.....	t/m ³ /...		
1.1.2	各耗能工质消费量			
	——品种 1	t/m ³ /...		
	.....	t/m ³ /...		
1.1.3	余热余能回收量	GJ		
	——项目 1	GJ		
	.....	GJ		
1.1.4	余热余能回收率	%		
1.1.5	工序总能耗	tce		
1.2	生产指标			
	中间产品产量	t/m ³ /...		
1.3	能源效率指标			
	工序单位能耗（工序能耗/ 中间产品单位产量能耗）	kgce/t 或 kgce/Adt		
2	<u>XX</u> 工序指标			
...			
3	<u>XX</u> 工序指标			
...			

表 2 企业工艺设备统计表

序号	设备类别及名称	规格型号	数量	主要能源消费品种	设备性能			备注	
					产能类	能效类			
1	生产设备				生产能力 (万 t 等)	节能措施			
1.1	<u>XX</u> 工序								
								
1.2	<u>XX</u> 工序								
								
2	电机及拖动设备				功率(kW)	能效等级	配套电机		
							型号	能效等级	
2.1	电机拖动设备（通用）								
2.1.1	风机								
								
2.1.2	空压机								
								
2.1.3	水泵								
								
2.1.4	.....							
2.2	电机拖动设备（专用）								
								
3	锅炉及加热炉设备				容量 (t/h 或 MW)	能效等级	额定热效率(%)		
								

注：备注栏可填写必要的设备参数、节能技术（如变频、联动控制）等。

表 3 企业节能技术应用统计表

序号	技术名称	应用的 工序/工艺	应用项目类型 (新建/改造)	建设 时间	投运 时间	节能量 (tce/年)	备注
1							
2							
.....							

注：备注栏可填写节能技术的推荐情况，如被选入《国家重点节能技术推广目录》、《国家工业节能技术装备推荐目录》等。

表 4 企业淘汰设备统计表

序号	需淘汰设备名称	型号规格	数量	开始使 用日期	计划淘汰时间
1					
2					
.....					

注：按照《高耗能落后机电设备(产品)淘汰目录》、《高耗水工艺、技术和装备淘汰目录(第一批)》、《产业结构调整指导目录(2019年本)》等进行填写。

表 5 企业能源管理制度建设和执行情况统计表

序号	制度类别及名称	是否制定		实施时间	执行情况
		是	否	年月	良好、一般、较差
1	组织构建与责任划分				
1.1	设立能源管理部门，明确部门责任。				
1.2	设置能源管理岗位，明确工作职责。				
1.3	聘用的能源管理人员拥有能源相关专业背景和节能实践经验。				
2	管理文件与企业标准				
2.1	编制能源管理程序文件，如《企业能源管理手册》、《主要用能设备管理程序》等。				
2.2	编制能源管理制度文件，如计量管理制度、统计管理制度、定额管理制度、考核管理制度、对标管理制度等。				
2.3	建立企业节能相关标准，如部门、工序、设备的能耗定额标准等。				
3	计量统计与信息化建设				
3.1	备有能源计量器具清单和计量网络图。				
3.2	建立能源计量器具使用和维护档案。				
3.3	建立能源消费原始记录和统计台账。				
3.4	开展能耗数据分析，按时上报统计结果。				
3.5	建有或正在建设企业能源管理中心。				
3.6	实现能耗数据的在线采集和实时监测。				
4	宣传教育与岗位培训				
4.1	开展节能宣传教育活动。				
4.2	开展能源计量、统计、管理和设备操作人员岗位培训。				
4.3	开展主要用能设备操作人员岗前培训。				

表 6 企业能源计量器具配置和使用情况统计表

序号	能源品种	进出用能单位					进出次级用能单位					主要用能设备				
		应装台数	安装台数	配备率 %	完好率 %	使用率 %	应装台数	安装台数	配备率 %	完好率 %	使用率 %	应装台数	安装台数	配备率 %	完好率 %	使用率 %
1	煤炭															
2	石油															
3	天然气															
4	电力															
5	水															
6	蒸汽															
7	黑液															
8	树皮木屑															
...																

注：能源品种可根据企业实际情况进一步细化。

（三）用能综合评价

对节能诊断结果进行全面分析，对企业能源利用的总体水平进行综合评价。

四、诊断结果的应用

（一）节能潜力分析

基于节能诊断结果，采用标准比对法、先进对照法、问题切入法、能源因素法、专家经验法等方法，从能源损失控制与余热余能利用、用能设备升级及运行优化控制、能源管理体系完善及措施改进、工艺流程优化与生产组织改进、能源结构调整与能源系统优化等角度，全面分析企业能效提升

和节能降耗的潜力。

(二) 节能改造建议

结合企业实际情况，从生产工艺、技术装备、系统优化、运行管理等方面提出节能改造建议，并对各项改造措施的预期节能效果和经济效益进行综合评估。

表 7 节能技术改造项目建议表

序号	项目名称	建设内容	预计总投资 (万元)	预期节能效果 (tce/年)	预期经济效益 (万元/年)	建议实施时间
1						
2						
3						
4						
.....						

附件 2 造纸行业节能技术示例

序号	工段或设备	节能措施
1	备料工段	适宜的木片尺寸；草类使用湿法备料。
2	制浆工段	<ol style="list-style-type: none"> 1、使用更节能的蒸煮技术（例如低固形物蒸煮技术、连续蒸煮技术）； 2、间歇蒸煮采用冷喷放回收热能； 3、提高纸浆浓度，例如中高浓漂白技术、中浓碎浆等。
3	抄纸工段	湿部： <ol style="list-style-type: none"> 1、优化网部、压榨部和干燥部脱水分配； 2、使用节能型双盘磨、透平式真空泵、节能型多圆盘浓缩机。
		压榨部： <ol style="list-style-type: none"> 1、采用靴式压榨； 2、提高压榨温度，利于脱水。
		干燥部： <ol style="list-style-type: none"> 1、全封闭式气罩，袋式通风； 2、采用多段通汽； 3、铸铁烘缸改为不锈钢扬克烘缸； 4、采用蒸汽喷射式热泵回收热能。
4	碱回收工段	<ol style="list-style-type: none"> 1、采用结晶蒸发技术，提高黑液出蒸发站浓度； 2、白泥脱水采用盘式真空过滤器或预挂式真空过滤器，提高白泥干度； 3、蒸发段采用逆流多效蒸发。

5	热电站	<p>1、采用背压机组+抽凝机组的方式，提高机组效率；</p> <p>2、使用蓄热器平衡企业用汽，使锅炉运行负荷保持相对稳定，提高锅炉运行效率；</p> <p>3、采用烟气余热回收利用技术，减少排烟热损失；</p> <p>4、燃煤锅炉主要辅机包括给水泵、鼓风机和引风机等使用变频调速技术；</p> <p>5、通过优化燃烧和强化传热提高锅炉效率，同时控制污染物形成，减少排放；</p> <p>6、蒸汽减压节流系统节能改造；</p> <p>7、结合生产工艺，回收利用余热、余压和冷凝水，提高能源利用率。</p>
6	通用设备	水力碎浆机、真空脱水系统、冲浆泵、空压机、风机等大功率设备，采用变频技术。
7	冷凝水回收	蒸煮器、烘缸、蒸发站冷凝水回收，送热电站脱盐后作为锅炉给水，回收热能。
8	副产物利用	树皮木屑、草末，碱回收产生的不凝气、甲醇，厌氧处理产生的沼气送热电站燃烧发电和产汽。
9	其他	使用保温材料，降低设备、管道外表面温度，减少散热。