

0067900

# 污染控制节能学术资料选辑

0067930

1985 年度

中国纺织工程学会染整专业委员会



中国纺织工程学会

**染整节能学术讨论会论文、资料选辑**

一九八五年十一月

中国纺织工程学会染整专业委员会

## 前 言

中国纺织工程学会染整专业委员会于一九八五年十一月在浙江金华举行了染整节能学术讨论会，征集了全国各地有关文章共115篇。

通过讨论，选出了其中47篇，编成《1985年度中国纺织工程学会染整节能学术论文、资料选辑》，以便促进全国各地对我国染整节能作出进一步的交流与探讨，推动我国染整工业节能水平的不断提高。

此次所征集的文章中，优秀的不少，但限于本专辑的篇幅，有些（包括在其他公开刊物发表的）只刊出其摘要，其余的文章，则在附录中列出了篇名及作者，以便互相交流。由于编辑经验不足、缺点错误之处，希随时指正。本选辑委托上海市纺织工程学会印染学术委员会编印，在此表示感谢。

染整专业委员会  
中国纺织工程学会  
编辑出版部

一九八六年八月

## 附 录

1985年度中国纺织工程学会全国染整节能学术讨论会共收论文资料计115篇。其中47篇已在本专辑中以全文或提要形式发表,其余68篇目录列出如下(论文38篇,交流资料30篇)。

### 一、论文

| 篇 名                    | 作 者        | 单 位            |
|------------------------|------------|----------------|
| 轧吸法与泡沫整理的节能效果          | 刘 坤等       | 郑州印染厂          |
| 论染色温度程控的节能             | 康祖根        | 上海十九毛纺厂        |
| 燃煤热风炉的应用和节能            | 方开骏        | 扬州印染厂          |
| 合金膜盒式疏水阀的研制            | 胡嘉一        | 杭州华丰造纸厂        |
| 泡沫整理工艺                 | 徐惠兰        | 上海第一印染厂        |
| 亚溴酸钠、纯碱同浴退煮工艺介绍        | 徐薛瑛        | 天津第四染整厂        |
| 花布洗涤与节能                | 陈 震        | 常州东风印染厂        |
| 从我厂泡沫整理的应用中对节能等问题的几点看法 | 陈百秋        | 清江印染厂          |
| 关于印染厂采用中心配汽站的探讨        | 许德藩<br>沈文元 | 上海第三印染厂        |
| 可控硅串级调速在锅炉引风机上的应用      | 吴森林        | 上海新丰印染厂        |
| 电热烧毛探讨                 | 陈欣波等       | 上海光华漂染厂        |
| 投资小,见效快的小联片供热工程        | 李 兵        | 上海光华漂染厂        |
| 试论热电结合节能               | 叶明亮        | 上海第四漂染厂        |
| 略谈高效烘干机的结构与效率          | 周云福        | 上海第三印染厂        |
| 烧毛火口与节能                | 吴桂英        | 上海印染机械研究所      |
| 用厚膜集成电路触发三相可控硅直流调速     | 寿汉楚        | 上海一纺印技研室       |
| 试制LSR635—160型平幅皂洗机的体会  | 黄家美        | 上海印染机械研究所      |
| 高温高压染色机配用板式换热器回收染液余热   | 陈长寿等       | 上海针织漂染二厂       |
| 西德蒙福茨定形机的能耗浅析          | 阎泽宏        | 天津印染厂          |
| 丝绸炼染设备的合理用汽            | 高达钧        | 杭州丝绸炼染厂        |
| 应用气-气式热交换器回收印染热能详述     | 陈锡云等       | 常州丝绸印染厂        |
| 滑差电机传动印染机械的可行性探讨       | 陈立秋        | 常州纺机研究所        |
| 热油炉造型的浅探               | 李世超        | 熊岳印染厂          |
| SZY10—13型工业锅炉节能途径及效果   | 赵建新<br>于洪志 | 大连印染厂<br>大连工学院 |
| 试谈软水与锅炉热效率的关系及锅炉排污水的利用 | 于兆文等       | 潍坊印染厂          |
| 压差发电在印染行业中大有推广发展必要     | 钱纯玉        | 蚌埠印染厂          |

印染企业实现“压差蒸发”的探讨  
 改造汽油烧毛机提高烧毛质量, 节约能源  
 染整设备中热回收的现状和展望  
 节能涂料推广应用的问题与展望  
 染整企业能量平衡技术考核验收标准  
 从能量平衡工作中试看印染企业的节能方向  
 目标成本和平均先进定额方法在能源管理中的应用  
 关于疏水器节能问题的探讨  
 蒸汽喷射器在印染厂中的应用  
 纺织多电机推动系统同步方式探讨  
 电热远红外技术在染整工业中应用的一些问题  
 热工原理在染整节能上的应用

|     |         |
|-----|---------|
| 韩华陶 | 西北一印    |
| 张金生 | 武汉印染厂   |
| 黄惠民 |         |
| 彭福涵 | 上海纺机研究所 |
| 胡嘉一 | 杭州民丰造纸厂 |
| 程书域 | 无锡漂染厂   |
| 朱斌成 | 南京第二印染厂 |
| 李模龙 | 郑州印染厂   |
| 吴国钧 | 纺织部设计院  |
| 张礼恭 | 湘潭纺织印染厂 |
| 陈名义 | 沈阳纺织局   |
| 肖协春 | 桃源纺织印染厂 |
| 焦荣璋 | 天津纺织工学院 |
| 汪之瀚 | 天津纺织工业局 |

## 二、交流资料

| 篇 名                      | 作 者  | 单 位       |
|--------------------------|------|-----------|
| 染整设备的节能收造                | 杨善文  | 桃源纺织印染厂   |
| 〈双返流汽水回收装置〉研制报告          | 王 君等 | 陕西二印      |
| 热管新技术在印染设备上余热回收的探讨       | 赵中文等 | 石家庄第一印染厂  |
| 浅谈节能数例                   | 殷和发等 | 上海锦乐毛巾厂   |
| 能源管理制度                   | — —  | 沙市东风印染厂   |
| 印染用水情况及节水措施探讨            | 周 琦  | 郑州印染厂     |
| 浅谈染整工业中节能新技术的开发、应用动态     | 谭天成  | 四川省纺织厅    |
| 燃煤载热体加热炉供热定型与节能          | 毛春宝  | 浙江印染整理总厂  |
| 印染设备节能装置的研究及经济效益分析       | 王殿富等 | 沈阳纺织局     |
| 热熔轧染预烘红外线的改进             | 朱绍联  | 湘潭纺织印染厂   |
| 20吨沸腾炉的改进与测试报告           | ——   | 抚州印染厂     |
| 燃煤的油载热体锅炉的使用报告           | ——   | 南昌染整厂     |
| 合成增稠剂在涤棉织物印花方面上的应用       | 湛汉章  | 天津印染厂     |
| 利用高频烘燥是节约能源的途径           | 徐瑞云  | 上海第四化纤厂   |
| 染整生产煤气耗用分析和节能设想探讨        | 王明均等 | 上海永新雨衣厂   |
| 印染生产中的节能                 | 顾廷安等 | 北京化纤工学院   |
| 采用分散/活性一浴法染涤棉深什色工艺       | 陈斌珍  | 天津第二印染厂   |
| 国外高效皂洗节能考察               | 吴润章  | 杭州印染厂     |
| 改进烧毛工艺操作降低能源消耗           | 万在富等 | 蒲圻纺织总厂印染厂 |
| 国产辊筒转移式泡沫整理机和引进设备FFT能耗对比 | 庄镜星  | 上海第五印染厂   |

|                          |     |          |
|--------------------------|-----|----------|
| 热管应用与余热回用                | 黄清之 | 上海新光厂    |
| 照相铜辊花筒内加热器               | 范和兴 | 上海新丰印染厂  |
| 水煤气红外幅射器的应用试验            | 林 燕 | 上海印染机械厂  |
| 国产染机与Y型染机的热效能分析          | 顾儒明 | 上海第十七毛纺厂 |
| 漆加白定型机采用石英远红外节能效果好       | 徐浩然 | 无锡市漂染厂   |
| 燃煤热风炉供热定型与节能             | 鱼鹤海 | 湖州印染厂    |
| 热管在25T/h工业锅炉上的应用         | 霍风歧 | 济南第二印染厂  |
| 节约能源的有效途径—余热发电           | 聂传福 | 济宁印染厂    |
| 远红外线在M751热定型机的应用         | 节能科 | 湖北沙市印染厂  |
| 用聚四氟乙烯板材做丝光机轧道板贴面节约能源的情况 | 霍秉新 | 湖北沙市印染厂  |

## 目 录

### (I) 印染行业节能综合论述

|                                                      |             |
|------------------------------------------------------|-------------|
| 印染行业节能技术改造的方向·····                                   | 金维挺 ( 1 )   |
| 染整工业的废热回收决策论·····                                    | 刘锦章 ( 5 )   |
| 能级平衡的由来、发展及其在印染企业中的应用·····                           | 吴植华 ( 14 )  |
| 印染工业的实用节能和回收方法·····                                  | 王沂南 ( 23 )  |
| 对印染工业节能工作的探讨·····                                    | 余国忠 ( 42 )  |
| 企业必须确立“全面能源管理”的系统概念——试论“合理耗能”的客观<br>规律性、综合性和技术性····· | 吴斯存 ( 46 )  |
| 关于节能工作存在问题的探讨·····                                   | 瞿德馨等 ( 53 ) |
| 《日本印染工业节能概况》(提要)·····                                | 汤正中等 ( 57 ) |
| 搞好综合治理,降低用水单耗·····                                   | 王海艺 ( 58 )  |
| 实行节能承包,促进生产发展·····                                   | 刘恩华 ( 63 )  |
| 染整厂节能概要·····                                         | 倪铸鼎等 ( 67 ) |

### (II) 节能染整新技术, 助剂, 整理剂

|                                              |              |
|----------------------------------------------|--------------|
| 推广涂料印花节约能源·····                              | 胡光超 ( 81 )   |
| 积极发展涂料印花的浅见(提要)·····                         | 王良坤 ( 87 )   |
| 上海地区涂料工艺在印花上的应用·····                         | 黄 振 ( 88 )   |
| 低温固着节能型涂料印花粘合剂的合成及其应用·····                   | 陈东安等 ( 95 )  |
| 泡沫染整概况·····                                  | 郁文辉 ( 98 )   |
| 涤/棉混纺织物双氧水冷堆工艺研究·····                        | 张莲池等 ( 101 ) |
| 浅什色涤棉混纺织物节能工艺研究·····                         | 吴根祥等 ( 119 ) |
| 可溶性还原染料轧染后处理节能措施和高温高压分散/活性—<br>浴染色工艺的实践····· | 王 浩 ( 127 )  |
| 蒸化机的蒸化机理和蒸汽的合理应用(提要)·····                    | 陶乃杰 ( 133 )  |
| 织物树脂整理节能新途径(提要)·····                         | 李桂珍等 ( 133 ) |
| 印花绸水洗工程的节能型新颖助剂<br>——论SWW系列白地防污剂的节能效果·····   | 钟 雷 ( 134 )  |
| 活性染料染色中节能新途径——反应性固色剂IFJ-841的应用·····          | 陈荣圻 ( 141 )  |
| 两种新型整理催化剂——氨基甲磺酸和1/3碱式氯化铝的应用探索·····          | 余文燕 ( 153 )  |

### (III) 染整加工节能及热回收

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| 印花后处理高效平洗机的改型探讨····· | 吴嘉生 ( 162 ) |
|----------------------|-------------|

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 松式绳状洗涤机初探——性能测试·····          | 林中芹 ( 169 )  |
| 探讨花布高效皂洗的几点设备措施·····          | 浦传荣 ( 178 )  |
| 热定型机节能纵谈·····                 | 郑是铮 ( 181 )  |
| 精纺呢绒应用远红外辐射热定形新工艺·····        | 董兆兴 ( 187 )  |
| 印染厂的冷凝水及其利用·····              | 张 沪 ( 199 )  |
| 试验利用地下储冷水解决印染厂染整车间空调节能·····   | 康文旺 ( 204 )  |
| 联邦德国染整设备上的几种热交换装置·····        | 孙葆光 ( 214 )  |
| 平幅, 绳状联合水洗机采用冷、轧、冲花布洗涤工艺····· | 蒋超然等 ( 219 ) |

#### (IV) 节能设备、燃料及热效率计算

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 长环蒸发机余热回收器·····             | 俞幼林 ( 223 )  |
| 烘缸干燥过程之剖析·····              | 顾世良等 ( 229 ) |
| 改进液化石油气红外线引射器及无焰燃烧器的计算····· | 许才华 ( 237 )  |
| 热泵在染织业中的应用·····             | 倪铸鼎 ( 242 )  |
| 新燃料——水煤浆的研究·····            | 吴剑伯 ( 252 )  |
| 煤气催化燃烧在印染上的应用·····          | 袁以仁 ( 259 )  |
| 印染厂水煤气站综合能耗指标考核计算方法的探讨····· | 梁卫国 ( 264 )  |
| 印染行业选用疏水阀的讨论·····           | 张善道 ( 272 )  |
| 燃煤热风炉应用于热定型机的节能初探·····      | 王盛才 ( 277 )  |
| 热管换热器的开发与节能效果·····          | 姜炳庆 ( 285 )  |
| 烘房壁的传热计算·····               | 林绍基 ( 292 )  |
| 从变压器效率的定性关系来提高其运行效率·····    | 师道兴 ( 296 )  |
| 纺织印染厂伞形罩的几种设计方法比较·····      | 戴元熙 ( 307 )  |
| 蒸发器的节能·····                 | 吴国钧 ( 316 )  |

|         |         |
|---------|---------|
| 书讯····· | ( 322 ) |
|---------|---------|

# (I) 印染行业节能综合论述

## 印染行业节能技术改造的方向

纺织部 金维挺

### 提 要

本文介绍了印染行业节能技术改造的方向。包括(1)调整印染产品结构。

(2)推广印染节能先进工艺技术。(3)采用高效省能的机械设备。(4)注意

热能的合理利用和回收余热。(5)发展热电联产。(6)大力压缩用油。

在纺织工业中,印染行业是一个重要的行业。它的产值,约占纺织工业总产值的百分之二十左右。也是一个重点耗能行业,它的能耗,约占纺织工业总能耗的百分之十五左右。

印染行业的能源构成,以热能为主,电能次之。热能主要用于烘干、洗涤、蒸煮、高温热处理等。其中烘干约占30~40%,洗涤约占25~35%,蒸煮约占10~15%,高温热处理约占8~12%,其他约占5~10%。

我国印染行业的产品能耗,比国外为低,如我国每百米印染布,用标准煤计量,约为44公斤,而国外多用油,折标准煤量,在50公斤左右。(对产品能耗计算,国外只有产品混合单耗,如用煤单耗,用电单耗等,没有统一折算办法,也没有综合能耗计算数字。我国已拟订出了综合能耗和可比单位产品综合能耗的计算办法,正在试行中。)

我国印染行业的产品能耗,虽比国外为低,但有很多不可比因素。如:

第一,我国印染厂的劳动生产率,比国外为低。我国每人每年的劳动生产率,不到五万米,而国外如日本为15万米,美国为30~40万米。国外劳动力紧张,为节约劳动力,而提高机械化自动化程度,但随着机械化自动化程度的提高,产品能耗也有上升。

第二,我国印染厂生产批量大、品种少,而国外为小批量、多品种。具体的说,国外印染产品化纤及混纺的比重高,化纤中又以合纤的涤纶为主,涤纶又以长丝占多数,长丝中又多为变形丝;国外印染产品阔幅的多,约占40%以上,而我们不到10%。国外印染产品后处理加工深度深,如经轧光、电光、轧花、拷花、防缩、防皱等物理处理,或经柔软、防水、防羽、阻燃、抗静电、耐久定型等化学处理,都在30%以上,而我国仅10%左右。化纤印染布和纯棉印染布的能耗,约为1.5与1之比。阔幅印染布与窄幅印染布的能耗,约为1.2与1之比。提高加工深度,能耗也相应的增加。

第三,国外印染厂的劳动条件,如照明、空调和污水处理等标准,都比我国为高。因此,相应的能耗也就高了。

所以我国印染产品的能耗,虽比国外为低,但如提高劳动生产率,提高化纤布和阔幅布的比重,和增加后处理加工深度,以及改善劳动条件的话,那么,产品的能耗,还将上升,近几年印染产品的能耗即有上升趋势。我国国民经济,到本世纪末要实现工农业总产值翻两番的目标,能源生产,担负着“一番保两番”的战略任务。而节约能源,要保证“产值翻两番,一半靠节能”,对印染行业来说,任务就更为艰巨了。

印染行业的节能,要重视技术进步。现有企业的节能技术改造,是技术进步的重要内容。根据近几年节能工作的实践,印染节能技术改造的方向,主要有以下几点:

### (一) 在调整印染产品结构中,达到节能的效果

结构节能,就是在保证社会需要的前提下,按照节能原则,合理调整产业结构、企业结构和产品结构。

就印染产品结构而论,纺织工业要发展三大支柱,即服装、装饰用纺织品和工业用纺织品,都能达到结构节能的效果。

服装成品的产值能耗,比面料的产值能耗要低得多。所以从过去的以生产面料为主,逐步改变为以生产成衣为主,产值能耗就可以大大下降。

又如发展装饰用纺织品,如窗帘布、沙发布、贴墙布、床上用布和化纤地毯等,以及发展工业用纺织品,如汽车用布、轮船用布、火车用布和工业过滤用布、土工用布等,在染整工艺的能耗,都比生产面料布为低。

还有发展针织品,如棉毛针织品和合纤长丝针织品,针织外衣和其他复制品。针织品和机织品的染整产值能耗之比,约为1.8与2.5之比。

所以发展服装、发展装饰用纺织品和工业用纺织品、发展针织品等,不仅能适应国内市场和出口换汇的需要。而且产值能耗和产品能耗,都可以降低,达到结构节能的效果。

### (二) 推广适合我国国情的印染节能先进工艺技术

适合我国国情的印染节能先进工艺技术,可以归纳为“长改短”、“高改低”、“热改冷”、和“慢改快”等几个方面。

“长改短”就是缩短工序,改两道为一道,改两浴为一浴。如前处理的一步法,突破传统的退浆——煮练——漂白流程,改为浸渍漂白一道工序;又如涤棉混纺织物,采用还原染料和分散染料、或活性染料和分散染料的一浴法染色,都可以缩短工序、节约能量。缩短工序节约能耗最高可达10%。

“高改低”就是采用小浴比,低给液,可以减少用水量,因而也降低加热用水的蒸汽量。如采用小浴比低给液的液流染色机和喷射染色机,还有泡沫染整,采用空气泡沫代替水,作为稀释介质,可以节约用能30~80%。

“干改湿”,如采用湿布丝光、湿布上浆、湿布上加白剂、湿布上整理剂等,这些都可以减少一道烘干工序。如湿布丝光,虽然淡碱液数量增加,碱液回收蒸浓设备负荷增加,但因减少了烘干工序,因此还是节能的。

“热改冷”,如采用冷轧堆工艺,用双氧水冷轧堆漂白,比汽蒸漂白节约能源30%,用活性染料或直接染料冷轧堆染色,还可以获得布面均匀、渗透良好的染色效果,同时又节约了能源。

“慢改快”,如采用快速退浆,快速染色,快速整理等,采用一定的助剂,来加快反应速度,也可以节能。

除了以上这些措施以外,控制其他工艺条件,如烘干的温度、焙烘的温度,水洗的温度,排气的温度等,都可以达到节能的目的。

### (三) 采用高效省能的机械设备

高效省能的机械设备,有通用设备和工艺设备两类。

#### 1. 通用设备有供热、供电、供水和空调设备等

供热设备主要为工业锅炉、热力管道等。工业锅炉凡 $\geq 1$ 吨/时锅炉,热效率低于55%的; $\geq 4$ 吨/时锅炉,热效率低于65%的; $\geq 10$ 吨/时锅炉,热效率低于70%的,要进行更新改造。

工业锅炉房,要安装必要的仪表和水处理等装置。要安装热工监测、计量仪表;安装除尘设备,并配备吹灰和水处理装置。要控制排污量在5%以下,并充分利用排污水的热量。

用热设备和热力管道、阀门、法兰等,要加强保温措施,使表面温度不高于 $50^{\circ}\text{C}$ 。管道输送效率达到90%以上。

各种用汽设备,如有凝结水产生的,都要安装疏水器。疏水器的完好率要高于95%。凝结水要回收,并优先输回锅炉房使用。

供电设备主要为量大面广的变压器和电动机。凡变压器负载率低于30%、电动机负载率低于40%的,应调整更换。

供水设备主要为一水多用。冷却用水要闭路循环;洗涤用水要洗液逆流和废水处理综合利用等。

空调设备主要有:①改造风机水泵,要求离心风机。轴流风机效率高于70%;离心泵、轴流泵效率高于60%。②改为变风量调节,如用可控硅串级调速器、液力偶合器或多速电机等。③空调室和送风管道减少阻力。④改造空调冷源,如采用地下水的冬灌夏用,夏灌冬用和高效冷冻设备等。⑤利用回风。

#### 2. 工艺设备在轧、洗、烘、蒸四道工序,采取节能措施和采用各种节能仪表

首先是采用高效轧车来降低织物的轧余率,使织物烘燥工作量大大降低。高效轧车有均匀轧辊,保持线压均匀。轧辊材料有用橡胶、胶木、贝纶和微孔等。织物的轧余率,采用一般轧辊为70~80%,而采用高效轧车,则为40~50%。轧余率降低了,烘燥用能也可相应的减少。

其次是采用高效水洗机,可以提高水洗效率,减少用水量,降低成本。高效水洗机的式样,有织物垂直运行的直导辊水洗机、织物水平运行的横导辊水洗机和短横直导辊水洗机等,此外,还有用于针织绒类织物的转网喷射水洗机和高压冲水水洗机等。这些高效水洗机所采取的措施有:①提高用水温度,以提高水洗效率。②洗液逆流,如在直导辊水洗机上,水呈蛇形方式,在横导辊水洗机上,织物运行自下而上,水运行自上而下,这些都可起到逆流洗涤的作用。③增加浸轧次数,如在原导辊上加小压辊等。④其他如振荡、喷射等等。

再次,提高烘燥效率。接触式的圆筒烘燥机组,热效率高,又不需风机,但烘燥效率和排气有关,排气不畅,影响烘燥效率。热风式的热风烘燥机,关键在烘房内的湿度和排气量,湿度大则烘燥效率低,排风量大则热损失也大。要控制湿度和排风量,达到最经济的烘燥条件。此外,还有采用远红外线预烘、微波烘燥与高频烘燥等。

提高蒸化效率,印花织物的蒸化,是使印花色浆向纤维内部扩散固着。因为纤维和浆料等在蒸化时产生反应热和反应分解物。这些反应热和反应物要及时排除,以避免过热。还要

采取措施，减少进出口布的热损失。

最后，采用节能仪表。除一般的温度、湿度、压力、流速、流量等仪表以外，采用节能监控仪表，可以得到优化工艺参数，因而可大大节约能源。如①红外织物温度控制仪，利用红外线测量织物表面温度，并利用测得温度和给定温度差值，控制车速，以获得最优节能效果。②织物温度指示仪，用于热定型、热熔、烘干中，使其控制定型、热熔和烘干的时间，调节车速，达到优化条件。③织物湿度检测控制仪，利用电导或微波测定织物湿度，通过反馈来调节车速，使织物湿度保持稳定，以避免过烘或不足。④排气湿度控制仪，用于测定烘房排气含湿量，控制档板开闭程度或风机速度，使烘干过程得到调节，不致发生过烘或不足。⑤此外还有利用微机控制能源消费，起到节能效果等。

#### （四）注意热能的合理利用和回收余热

热能的合理利用是节能的有效措施，对于高品质的能源，要优质优用或多次利用。

如烧碱回收设备，采用多效蒸发器和扩容蒸发器。多效蒸发器蒸汽耗用量和蒸发水量之比如下：

| 单效  | 双效   | 三效  | 四效  |
|-----|------|-----|-----|
| 1.1 | 0.57 | 0.4 | 0.3 |

即用同样蒸汽量，效数越多，蒸发水份也越多。从热量利用上讲，效果是显著的。但实际上效数多了，热损失大了，基建的投资也大了。所以实际用2~4效为多。扩容蒸发器也是有效利用热能的方法。扩容又名闪蒸，在扩容器内进行闪蒸蒸发。有用多级闪蒸来充分利用热能。还可采用多效多级的联合蒸发器，来提高热能利用率。

印染厂的热能消耗，部分以热废气排入空中，部分以热废水排入下水道中。因此，回收废气、废水的余热，对于提高热能利用率，有重要的意义。回收热能的设备有：

（1）气-气热交换器。如①装在烘燥机顶部的正体式热交换器。用优质铝板制成凹凸形，使废气和空气隔开逆流而行。②热轮式热交换器，热轮在运行中缓慢旋转，使废气和空气隔开，交流通过热交换器，将排气热量为热轮吸收，再传给空气。③玻璃管热交换器，分为内置式和外置式两种，使空气和废气分别流经玻璃管内外，进行热交换。

（2）气-水热交换器。如板式热交换器，用废气加热循环水，再经过热交换器，加热生水。

（3）水-水热交换器。如①套管式水水热交换器，可以沿墙敷设以少占地位。②板式水水热交换器，效率较高。③升降式水水热交换器，废水排入集水池中，热交换器内通过冷水，降入池中，进行热交换。

回收余热设备，还有热管和热泵等。

#### （五）发展热电联产

热电联产就是既发电又供热。它的主要优点一是提高能源利用率，因为热、电联产比热、电分产能源利用率要高，如现代大型凝汽式发电机组热效率不到40%，而供热发电机组的热效率可达80%以上。二是热电站锅炉热效率比分散小型锅炉热效率要高10%以上。由于节约能源，减少燃料消耗、也减少粉尘和二氧化硫的排放量，而采用高烟囱和效率较高的除尘设备，使粉尘和二氧化硫的排放量，更为减少。

印染行业采用热电联产，有良好的条件，因为热负荷较大，热电负荷比较平衡，一年四季和一天昼夜负荷比较均衡。可以“以汽定电”，实行热、电联产。热电机组可采用背压机组或抽气背压机组。

#### （六）大力压缩用油

大力压缩用油，是我国的基本方针。现在印染行业燃油锅炉，都已改为燃煤了。但如热熔染色、树脂整理、热定型、焙烘等工序的高温热源，采用热载体锅炉，仍有燃油的。为了压缩烧油，可以①改用煤气，适用于有城市煤气或有条件自制煤气的工厂。②改用电力，适用于电力供应充裕地区，如有水力发电的。③改为燃煤热载体锅炉，或燃煤热风锅炉。

在第二次全国节能工作会议上，李鹏副总理指出，推进节能工作必须综合治理。除了技术进步以外，还要加强宣传，不断宣传节能的重要意义，宣传节能基本知识。要靠经济手段，奖优罚劣；要靠科学管理，把节能工作转入经常性科学性的轨道。必须综合运用这些办法，才能搞好节能工作。

## 染整工业的废热回收决策论

上海市纺织工业局 刘锦章

### 提 要

染整工业的废热回收是当今世界各国都非常重视的节约能源的重要措施之一。但是，染整加工中排放的都是低品位废热，回收经济效益是不容忽视的问题。本文通过对我国染整废热源的分析，根据废热回收的一般原则，探讨回收方法和综合经济效益，以供决策的参考。

废热的定义——自工厂或建筑物中排放至周围环境中、高于环境温度的废热流（包括烟气、蒸汽、液体、空气流以及固体灰渣等）称为废热。工业废热是工业系统的一种能量损失，同时，排放到大气中或地面水之中又造成了“热污染”。

工业废热的回收是指在工程中排出的高于环境温度的废热流中热能的回收利用。废热利用的主要原则是其经济合理性。排放的废热如能有效地回收并加以利用，可以减少企业能源消费，代替部分外购能源，节约成本。废热利用也可以减小能源转换设备（如蒸汽锅炉）的容量，降低建设投资费用。以上能源费用的节约和一次投资费用削减，往往能较快地抵偿回收设备系统的投资。在有些情况下，还可结合消除和减少环境污染而间接获益。

工业废热普遍存在。按美国统计资料，各经济部门总能源消费中，至少有50%的能量被排放到周围环境中去了。其中经济上具有回收价值的，据估计1975年可节约部分，占全国工业总能耗 $4.5 \times 10^{16}$ 大卡的7%，折标准煤4500万吨。

废热回收的经济性,随着能源价格的变化和地区条件如工业发展程度等有关,因此不可能是一成不变的。高温废热源的回收很早已在蒸汽动力厂使用,而低温废热源,则在较长的历史时期中,被认为是缺少回收价值的。纺织染整工业的废热多属于低温废热,过去大都任其流失。近期在世界石油危机后,能源成本迅速上升的条件下,才被提到议事日程上来。在具体开发方向上,发达国家和地区与发展中国家固然不可能一样,就是发达的国家地区如美国、西欧和日本考虑的角度和具体方式也往往是不同的。本文试就我国目前染整行业排放的废热情况作一巡视和分析,根据废热回收的一般原则,综合讨论经济效益和应采取的热回收对策,供有关方面规划时的参考。

### (一) 工业废热源的分类及利用

工业废热的分类一般分为高温、中温和低温三类。废热温度越高利用价值也越大。

高温废热:指温度在600℃以上的废热流,如冶金工业的高炉、精炼炉、加热炉、反射炉废气、玻璃熔炉、水泥窑废气以及溶渣等。高温废热大多来自直接火燃烧工艺,质量高、用途广;虽然回收投资费用大,但收益也高,可用于产生高压蒸汽(废热锅炉)或燃气轮机发电,经济上往往是有利的。

中温废热:200~600℃热源,包括蒸汽锅炉、烘焙、热外理炉的排烟、燃气轮机、石油催化裂化、引擎的排气等,温度相当高,仍可有效地利用于作功或工艺直接利用。

低温废热:一般指200℃以下的热流,如蒸汽冷凝水、低温烟气,废热空气以及各类冷却水等。由于温度低,一般不能直接用于作功,只能利用烘干、预热液体或气体以及采暖空调,生活温水等。

工业废热的利用条件,从经济性考虑,要求有较高热源温度(即废热的质),还要求能集中一定的流量,并经常稳定地发生。这三个条件是设计废热回收系统必需的重要参数,也是管理监视设备有效地在最佳状态下运行,获得最好投资效益所必需的。为此应调查了解废热的瞬时最大流量,平均单位时间流量或日总流量及其相应的温度变化。废热的产生的地点要与需用热负荷的处所距离相近,在时间上相一致,才能有效地被利用,取得效益。如锅炉烟气被利用预热进水(省煤器)和空气热源产生地点和需要负荷处所相距远,时间又不相一致,如工艺设备回收热水用于职工浴室,供、用量不平衡,供多用少就往往不能被充分利用。在考虑回收利用方法时,还要求排热媒体的污染及腐蚀性小,设施简单,投资省、操作管理方便等等。

### (二) 染整工厂的废热源概况

工厂废热源调查是企业能平衡工作之一。纺织染整厂的废热源量大面广,据估算,总热损失约占供给热量的65%左右。其主要产生源可分为蒸汽锅炉房和工艺设备两方面:

蒸汽锅炉的主要损失为排烟和排污温度均较高,锅炉排烟热利用主要通过省煤器和空气预热器预热进水和进风,一般已有锅炉制造厂考虑配套,并且已作为提高锅炉效率的整体措施。排污水的热回收,可通过热交换器回收热水,措施也比较成熟,投资回收期约一年左右。有关锅炉专著和文章很多,这里不作专门探讨。

工艺设备的废热排放量大而面广,按废热源生产地点,废热的介质成份、流量、出口温度及热含(包括显热和潜热)作调查,下面为一个年耗能源折2~3万吨标准煤的大印染厂

的大概数字：

表一

| 生产机械或地点   | 介 质    | 日流量(吨) |       | 温度及湿度          | 日排废热(万大卡) |
|-----------|--------|--------|-------|----------------|-----------|
|           |        | 蒸汽和热水  | 热空气   |                |           |
| 平洗机等排水    | 有色含碱水  | 1,200  |       | 50~90℃         | 5,400     |
| 烘干机械等     | 冷凝水    | 200    |       | 100℃           | 1,500     |
| 蒸化机等排气    | 水蒸汽    | 40     |       | 100℃           | 2,500     |
| 圆筒烘干机排湿   | 湿空气    |        | 1,350 | 60℃ $\phi$ 75% | 8,100     |
| 热风干燥、拉幅排气 | 热空气    |        | 200   | 90℃ $\phi$ 15% | 1,240     |
| 热定形机排气    | 热空气或烟气 |        | 120   | 150℃ $\phi$ 5% | 550       |
| 合 计       |        | 1,440吨 | 1670吨 |                | 19,300万大卡 |

注：湿，热空气以干空气的重量为单位。排放热量以环境条件25℃， $\phi$ 50%计。

现工艺设备日排放废热1.93亿大卡折标准煤27.57吨，每年(以300天计)达8000吨标准煤。热水和热空气排放量大而排放时间比较均衡，可以预热用量的冷态新水和进风，直得重视。排放温度除少量热定形机排气温度(150℃)较高外，一般都在100℃以下，品位低、回收利用在经济、技术上问题也较多。为此必须按我国国情和地方特点，分别情况研究合理回收对策。

### (三) 对废热回收基本认识和考虑原则

#### 1. 确立对废热回收的全面认识

首先，在认识上要确立废热的产生是由投入燃料未能被有效利用而被丢弃的观点。废热应该尽可能减少以至消除，也是完全有可能减少的。为此就要提高本机热效率的基础上极力减少废热发生源和流量，这是前提，不能只看到现在排放多少废热就急于考虑回收。如果单从热回收角度看问题，认为“废热排放越多，则回收越是有利”就会陷入片面性。只有在经过努力(视当前技术条件和管理素质等而定)把排除废热减至最少，对不可避免的排热才考虑回收，应该作为一个原则。

其次，考虑废热回收应“取其可取的热量”为度，一方面废热有可能更多地被利用，另一方面回收废热又是要花费一定代价的。不能说“回收热越多越好”，因为不仅受到当前科学技术的限制，更受到经济效益的约束。

#### 2. 考虑废热回收的基本原则

考虑废热回收利用，要按废热流的质和量以及需用条件等而定。

(1) 对废热源的质的利用，应贯彻“高质高用”的原则。一般说废热源温度越高，利用价值也越高。对于高温废热，有条件时还应在“多级利用”方面下功夫。热流质的污染也是计划回收时应考虑的问题。

(2) 低温废热源一般只能用于低温负荷。但可以利用废热预热进水或新风，然后再以热源补充加热至需要温度。热泵可以提高废热温度，但需要外加动力(压缩式热泵)或燃料(吸收式热泵)。

(3) 废热的流量和温度构成废热流的容量。要详细核对废热源的条件，计算废热量并比较其回收价值。例如：

①80℃清水流量10吨/日，设环境温度20℃，最大可能回收热量60万大卡/日。

②50℃清水流量20吨/日，设环境温度20℃，最大可能回收热量60万大卡/日。

两者热量均为60万大卡，但前者品位高、流量小，水泵、水箱输送管道尺寸小，热损失也小，由于回收温度高，利用温差较大，加热时间短，如需补充加热，消耗热能量也小，要回收同样热量后者流量大、温差小，投资设备相应要加大。由于温度低，利用上也受到限制。所以①比②明显有利，当然应优先采用。

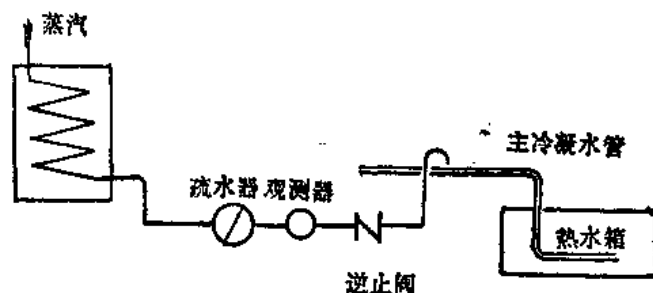
(4)产生废热的时间和需用时间最好一致，如不能一致就需要另置蓄热设备。压缩机的冷却水热量的循环利用(不用冷却塔)如发生阻碍，水温升高还可能导致机件过热，甚至损坏。

(5)分别不同情况，选择合适的热回收设备，计算实际可回收利用热量，并按照当地能源价格预计投资，测算投资效益。

#### (四)有关低温废热回收装置

##### 1. 废流体直接回收装置间接蒸汽

废流体直接回收间接蒸汽的冷凝水，洁净的可以直接回收作为锅炉给水，路远或有污染风险的也有直接回收到热水箱供现场用水，冷凝水的回收示意图如下：



图一 冷凝水回收示意图

为了减小二次蒸汽(闪汽)损失，特别是高压疏水时，有利用软水喷淋装置回收其热量，并保持热水箱水温70℃左右供锅炉进水。

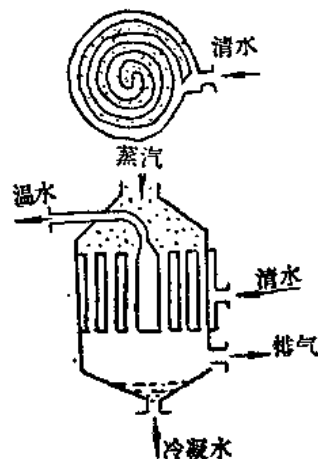
印染平洗机清水逐格倒流回用，实际上也是废热水的直接多级利用，多效蒸发器二次蒸汽直接用于次效加热更是大家所熟悉的，又如定形干燥机热风用作燃烧空气，废烟气用于干燥等。直接利用废热流体，当然是最简单最经济的。

##### 2. 各种热交换器回收

利用各种热交换器回收热量，主要有：

(1)热轮，又称蓄热轮、旋转式热交换器，早期已用于热电厂，近年来也用于纺织染整行业的低温气/气热回收。热轮为一蜂窝形多孔圆盘，由某些热容量大的材料组成，也可用纤维层复盖的吸湿材料同时回收空气中的水汽潜热，称为全热交换器，最大直径可达20米，容量至70000米<sup>3</sup>/小时，总热效率可达90%。金属架组件把热轮隔为上、下两通道，一通道通过废热源，另一通道逆流方向引入新风，热轮慢慢旋转就可把废热侧吸热，传至新风侧加热新风。排热系统如有污染要加过滤器，并应定期清扫，但仍难免会污染清洁空气。全热交换多用于空调。

(2) 板式热交换器。大致可分为平板式和螺旋板式两种，多用于染整厂废热水加热清水。水/水热交换器，日本有关介绍较多。平板热交换器由具有凹凸纹的不锈钢平板(中间具有一定间隙)叠成。平板一侧通过废热水，另一侧通入被加热清水进行热交换。平板可以拆开清洗。容量1~12吨/时，压强4~7公斤/厘米<sup>2</sup>，温度范围-10~120℃，二液逆流并可调整流程。螺旋板式水/水热交换器系由两块平板中间隔开，卷成螺旋形。废热水由内部向外流而清洁水则从另一通道由外向内流动。外壁温度较低可无需隔热，但不能拆洗。螺旋板式的交换器也可用于蒸汽/水的热交换，配置如图二。



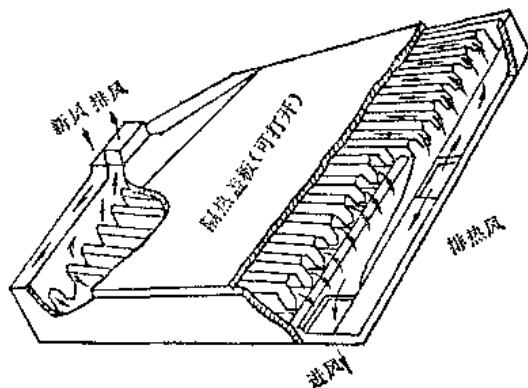
图二

(3) 管壳式和套管式热交换器。管壳式热交换器如冷凝器，用于蒸汽/水的热交换，ARIOLI蒸发机配套的废蒸汽热回收系统可回收55~60℃热水，热回收效率50%。要进一步提高热回收率是可能的，但被认为是不经济的。西德WW型水/水热交换器由带有勒片管子置于长方容器中组成，管内流入清水，废热水在管外容器中被隔成若干流程曲折地以水平方向蛇形流动进行热交换。整个单元可从容器中提升起来以便强力冲洗。套管式蛇形热交换器结构简单，可装在机台附近墙壁上，废热水流通入内管，两端U形弯头拆开便于清洗。

(4) 玻璃管热交换器。玻璃表面光滑耐腐蚀，用于气/气热交换。玻璃的热传导率虽低，但用于气/气热交换影响总传热系数不大。例如以厚1mm平板计，空气流速 $V = 3$ 米/秒，放热系数 $\alpha = 15$ 大卡/米<sup>2</sup>·时·℃，则各材料的总传热系数 $K$ 为：

|                                       |                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| 铝 $\alpha 190$ 大卡/时米 <sup>2</sup> ·℃  | $K = 7.5$ 大卡米 <sup>2</sup> ·时·℃ |
| 玻璃 $\alpha 0.7$ 大卡/时米 <sup>2</sup> ·℃ | $7.45$ 大卡米 <sup>2</sup> ·时·℃    |
| 塑料 $\alpha 0.2$ 大卡/时米 <sup>2</sup> ·℃ | $7.25$ 大卡米 <sup>2</sup> ·时·℃    |

玻璃管热交换器用于回收废烟气和热空气中的热量。西欧染整业用于定形干燥机械预热进风。新风经管内部吸入而废热空气由管外错流通过。有的把玻管排列在无底抽斗中，抽斗抽出可取出玻璃管清洗。



图三