

实用造纸技术丛书

The Technical Management
Optimization of Paper Machine

Room and Its Technical Support

造纸车间技术管理的 优化及技术支持

张承武 段永成 编著



中国轻工业出版社

实用造纸技术丛书

造纸车间技术管理的 优化及技术支持

张承武 段永成 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

造纸车间技术管理的优化及技术支持/张承武, 段永成编著.
北京: 中国轻工业出版社, 2009.8

(实用造纸技术丛书)

ISBN 978-7-5019-6953-1

I. 造… II. ①张…②段… III. 造纸-车间-技术管理
IV. TS78

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 063794 号

责任编辑: 林 媛 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王超男 责任校对: 李 靖 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 6.875

字 数: 178 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6953-1 定价: 18.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

71203K4X101ZBW

前言

1976年正值十年动乱一举弭平，熙天普照神州，人心齐思解除思想上的诸多禁锢，努力为发展经济多尽心尽力的时候，中国轻工业出版社出版了我们所编著的《长网造纸机操作故障和纸病》一书，得到许多同行的关注和指教，使我们深受教益，至今犹铭感于心。我们写那本书也是孕育已久，为的是有感于当时在我们这个行业里实在找不到一本能引导如何解决长网造纸机上诸多实际问题的书籍，以解工作中的燃眉之急，于是我们就将在生产第一线为解决纸机故障、断纸频频、纸病丛生所摸索到的一些经验辑之成书，以供业界同仁参考。不过事隔30年，这本书除了对一些为数虽仍不少，但终必要先后完成其历史使命的中、小型纸厂中的传统长网机尚有某些可用之处外，应当说已经是过时了。因为现在的长网纸机已经发生了巨大的变化。纸机的速度已大大提高，抄纸工艺与操作方法也多有不同，昔日缠人的操作故障已换为新的故障形式，纸病的原因也多有变化，并出现了某些新的问题，因此我们常想今天正期待着一代掌握现代化纸机实践经验的新人出版一本关于现代化纸机操作经验的新作，奉之于世以应同道之需。

我们在出版《长网造纸机操作故障和纸病》之后，又切身感到要把一张纸抄好，使纸机运行正常，除了技术问题外，造纸车间还必须有良好的技术管理，这一点实在太重要了。因为造纸车间里的事繁杂多变，要想常年的高产、稳产、优质、低耗，单靠技术是难以办到的，还必须要有相应的技术管理相互配合协同动作方能使之实现。因此又合计怎样再写一本有关造纸车间技术管理方面的书。最近几年我们从一些纸厂中看到“硬件”的变化

十分显著,但“软件”似犹有不足,这里所谓的“软件”指的就是技术管理,于是又进一步促使我们完成这样一本书的愿望。同时我们在想,装备越是优化,技术管理更必须随之优化,而要使技术管理优化,又必须有相应的技术支持。因此便拟以此思路来写这本书,并将它命名为《造纸车间技术管理的优化及其技术支持》。在写这本书的时候,我们一是想尽力与国际诸多指标接轨,以供互相比对,力求不落人后。二是对近来至感重要的一些观念,例如节能减耗、降低污染、循环利用、清洁生产等方面在文字上多做一些表述,用以提高认识,以便更好地加强这方面的工作。三是想如何把优化技术管理所必须的技术支持择其要端概括进去。四是 we 想还是应当强调人在技术管理中的作用。现在对人力资源的开发均深感重要,我们相信车间管理者只要把手下的每一个人都摸透,针对其特点把他们的积极性和专长都充分开发出来,就一定能使造纸车间的技术和技术管理不断优化,车间生产就没有搞不好的。

我们的这本书为的是力求实用,能够解决生产中的实际问题。读者对象主要是车间管理人员、技术人员、值班长和班长。对操作工人来说也可作为一本提高专业水平适应发展需要的读物。

改革开放以来,我国的造纸工业发展十分迅速,兴建了许多现代化的大型纸厂,它们的管理规范,效率很高,对这本书的需要也许不大。而其他大多数纸厂中的造纸车间在技术管理上可以说普遍存在着或多或少的问 题,有的甚至处于粗放状态,如果这本书能够提高其认识,看到技术管理中潜藏着巨大的效益,从而加强改进这方面的工作,使所在的造纸车间实现常年的高产、稳产、优质、低耗和安全,那就是我们的愿望所在了。谨以此作为书前之言,奉于读者,未识当否。全书谬误之处,尤请多予指正。

作者

2009 年 4 月

引言 综合制浆造纸厂造纸车间的技术特点 及其技术管理的重要性

在制浆造纸企业中推行技术管理至今已有 50 余年的历史，因此今日制浆厂造纸车间的管理者与技术人员对技术管理已十分熟悉，并在实践中懂得了要把车间的生产搞好，不但要重视和依靠娴熟的技术去解决诸多设备和工艺上的技术问题，还必须依靠技术管理这一科学手段，只有这样才能使纷繁的生产技术活动走向有序化。然而究竟怎样才能把技术管理这项工作做深做透，落到实处，起到实效呢？从笔者既往的实践感受来说最为基本的是首先要对综合性制浆造纸厂中造纸车间的技术特点具有明确和完整的了解。

大体上现在的造纸车间一般都是从打浆开始，打浆工序的设备虽比纸机远为简单，但对纸机的抄造和抄出一张好纸来说却十分关键，因为举凡影响纸机能否正常运转的最初湿纸强度和湿纸的黏附性、成纸的各项性能指标（如有的要求很高的强度性能，有的要求良好的纸的湿强度，有的要求高度的不透明性，有的要求高度的透明性，有的要求高度透气性，有的要求高度的不透水性，有的要求良好的印刷性能、翻阅性能和阅读的舒适性能，有的要求良好的书写性能，有的要求良好的绝缘性能等等），除选用正确的原料和各种添加材料外，可以说完全取决于打浆了。因此造纸行业内有句著名的行话叫“纸是从打浆机里出来的”。有经验的造纸工作者对此都有切身的感受，初入纸业的同行们若懂得了这一点，对做好今后的工作将会有很大帮助。

至于造纸机则不仅在造纸厂，甚至在制造行业中都称得上是一台庞然大物。据可查到的资料，世界上最长的长网机是1970年开机的幅宽9144mm、日产490t纸、装备了复合压榨的长网机，其长度（由流浆箱至卷纸机）是115.7m。最长的夹网机是1995年由芬兰VALMET机械厂制造，安装在瑞典AYLESFORD纸厂的幅宽为9200mm，年产新闻纸28万t的一台纸机，它的长度是115m，比一个标准的足球场两个球门间的距离110m还长。根据文献推算，纸机的体积约有 1.53 万 m^3 。如此一台庞大的造纸机其结构又十分复杂，仅辊筒一项就大小有200只左右，其结构和功能又不下数十种，其中绝大部分的辊筒又由套在上面的成形网，或者是毛毯和干网组成的前后一系列各具功能的联动线。与其相配套的又有流送部的除气系统、浆料的净化系统、真空系统、鼓风系统、排风系统、热回收系统、供汽系统、冷凝水排出系统、压缩空气系统、供排水系统、压光机冷风系统、润滑系统、白水循环系统、损纸回收系统、成形网与毛毯洗涤系统以及众多的网部脱水元件、表面施胶装置、机内涂布装置，再加上纸机最前端的变速冲浆泵、流浆箱和纸机最后端的压光机与卷纸机，还有使所有这些设备协调运行的传动系统和电控系统、对各项工艺参数适时进行调整以保持纸机运行稳定的DCS（集散控制系统）与QCS（定量、水分自动检测控制系统）、纸机纸病自动检测系统。另外还有与纸机配套的浆料制备系统、白水回收系统等等。真是复杂倍至，估计仅泵一项大小就不下数十台，其中大部分又与纸机联动线直接关联，其中只要有一台，或机体本身、或拖动电机发生故障，整台纸机便被迫停产。如上所述，纸机既已为此庞大而又联动，复杂而又要求高度协调，再加上制浆车间送来的纸浆又与纸机的正常运行密切相关，脆弱的纸页又要在这样漫长而又曲折的旅途中高速运行，每项设备、工艺、操作稍一不慎都会给纸机带来各种故障和纸病。化学助剂、填料、染料、胶料的质量与配比的波动也与纸机的运行、与产品的质量

息息相关，而管理人员与操作人员的工作状态更是诸多影响中的活的因素。那么面对这样一台现代化的造纸机，以及进行涂布、润湿、超级压光及其他整饰、复卷、切纸、自动包装的成品工段，究竟怎样才能把它管好呢？技术固然是基础，而技术管理，外加人的管理恐怕更加重要，或者说至少是同等重要。因为面对的事物是如此多端，情况是这样复杂多变，就只有提纲挈领从技术管理入手，才能将如此纷繁多变的对象一件一件地理出头绪，再加以纵横相联，互相配合，使之转化为主观可控的状态，从而使车间的高产、稳产、优质、低耗和安全得以实现。

对中、小型老式长网机来说，其设备与工艺的情况当然远比现代化的大型高速纸机简单，然而麻雀虽小，五脏俱全，同样甚为复杂。而且由于缺乏伏辊处的真空吸移引纸、复合压榨和干燥部的传统烘缸布置，且又无引纸设备，纸页的运行完全处于开放状态，这就大大增加了纸页在湿部和干部的断头，给纸机操作者带来很大的困难，从而对纸机操作者的技艺提出了更高的要求，使整台纸机的技术管理重点、管理方式与管理难度又呈现出另一种状况。因此绝不能抱有老式纸机好管的看法，而是同样需要全面而严格的技术管理。

由于综合制浆造纸厂造纸车间的生产状况直接受制浆车间来浆质量的影响，因此造纸车间的管理者必须密切关心自产浆的质量状况，例如在生产印刷纸的制浆造纸厂中漂白白度差2%，肉眼即可看出色差。而影响自产浆质量的因素既包括制浆车间诸道工序的工艺与操作，更涉及原料产地，原料的生长、收割、存储、保管。至于某些采用原料搭配使用的纸厂，其配比是否发生改变，或由于疏忽造成的配比变化，所有这些都会影响自产浆的质量。当然自身拥有原料基地的大型综合制浆造纸厂，其原料状况一般都是稳定的。但对依靠四处收购原料，而原料又时常出现供应紧张，以至来什么料就用什么料的纸厂来说，原料变化的状况就特别需要随时予以密切关注。为此综合制浆造纸厂中的原料

管理部门、制浆车间、造纸车间必须建立健全随时互通原料情况的制度，使制浆车间得以根据原料及时调整制浆的工艺参数，造纸车间也能事先在工艺和操作上相应地采取措施，以稳定纸机的生产。在这方面厂部的生产调度部门应当特别起到随时掌握情况和通报情况的作用。至于某些产品多样性的造纸车间，如既有非涂布纸，又有涂布纸；既有压光或超级压光纸，又有无光泽整饰纸；既有透明性的纸，又有极不透明的纸；还有同一品种的纸上却又有着相互矛盾的性能要求，如既需要相当高的湿强度，又要有良好的过滤速度和拦截性的液体过滤纸，以及生产一些特殊功能用纸和纸张颜色经常改变的造纸车间，其工艺技术则更是复杂和困难。以上所述只是综合性制浆造纸工厂中造纸车间技术特点的概况。试想如此庞大而又复杂、联动而又要求高度的协调动作，工艺参数和技术操作又无一不有高度的要求、生产联动线上的每一项设备又都需要常年保持良好的运行状态的造纸车间，要常年管理好，使之高产、稳定、优质、低耗和安全运行，实在是一项庞大严密的系统工程，从而充分表现了对之进行严格技术管理的重要性和必要性。同时还要看到随着造纸装备日新月异的发展，短短的十余年中新闻纸机的车速已由每分钟 1000 余米提高到 2000 余米。多种相关的边缘技术又在不断渗入造纸工业，使造纸工艺更为复杂，从而要求造纸车间的技术管理必须随之不断优化。面对如此情况，一个车间管理者和技术人员应当怎样与之相适应，不断地优化造纸车间的技术管理，并在技术上不断长进，对技术管理的优化给予必要的技术支持呢？这些将在以下各章就如何考察和评价纸机的生产是否长期保持高产、稳产、高效运行，降低单位产品的综合能耗和其他原料消耗，治理污染和清洁生产，自动控制，全面质量管理等诸多方面，分别探讨如何实现优化的技术管理及所应予以的技术支持。从而使不论在设备、工艺和操作上均极为复杂多变的造纸车间的生产处于可控和有序的状态，全面而完善地实现所应完成的生产任务。

目 录

1	第①章 如何考察和评价纸机的生产是否长期保持高产、稳产、高效运行
1	1.1 我国采用多年的传统生产性指标
4	1.2 国际上通常采用的生产性指标
6	1.3 国际上采用的另一种便于同比的效率指标——每厘米纸机宽度日均产量（加拿大制浆造纸协会，CPPA）
7	1.4 对比和启示
9	1.5 与国际接轨势在必行
11	第②章 优化造纸车间的技术管理，保持纸机的稳产高产
11	2.1 与技术管理相关的断纸和空转
28	2.2 与技术管理相关的非计划停机
33	2.3 卷取产量（即抄造量）的损失
38	2.4 优化技术管理，提高纸机生产运行的总效率
64	2.5 学习和善于应用数理统计的一般知识和方法来分析、解决生产中的实际问题
82	2.6 应用 DCS、QCS、PLC 技术自动监控生产过程是进一步提高纸机生产总效率的重要手段

88	第③章 优化技术管理,降低单位产品的综合能耗
88	3.1 造纸工业综合能耗的计算方法和与其有关的热工学范畴的基本知识
93	3.2 节约能源势在必行
99	3.3 优化技术管理、降低造纸车间吨纸产品的蒸汽和电力消耗
121	第④章 优化技术管理,降低单位产品的物资消耗
122	4.1 降低吨纸产品的纸浆消耗
148	4.2 降低吨纸产品的清水消耗
158	4.3 降低吨纸的网、毯消耗
169	第⑤章 做好内部治理,创建环境友好型造纸车间
170	5.1 我国造纸工业的水域污染治理状况
176	5.2 造纸车间的减排技术和管理
183	第⑥章 如何不断优化造纸车间的技术管理
183	6.1 提高管理者素质
186	6.2 加强第一线操作者的技术培训和 Learning 掌握全面质量管理
193	参考文献
196	笔终寄语

第①章 如何考察和评价纸机的生产是否长期保持高产、稳产、高效运行

通常，不必去车间现场，只要浏览一下该车间的生产统计报表，从其中的生产性指标和物料、能源的单位消耗等实际完成的数据中（累计的，不是一时一日的）即可大体上掌握其纸机的生产状况和管理水平以及其生产潜力所在。这里所说的生产性指标应该是全行业统一的、能科学和全面地反映纸机的抄造、设备运行、产品质量稳定与否、生产过程半成品损失的多少等情况的指标，并且最好是和国际接轨、便于国际交流的、通过和国内外的对比可以看到差距的指标。这些指标既是本企业制定生产计划的计算依据，也是期末考核生产计划完成情况的依据。本章就与纸机的产、质量有关的和国际通用的一些指标和含义及计算方法做一些简要的说明。

1.1 我国采用多年的传统生产性指标

$$\text{抄造率}(\%) = \frac{\text{实际抄造量}}{\text{理论抄造量}} \times 100 \text{ 或 } = \frac{\text{断纸时间}}{\text{作业时间}} \times 100$$

$$\text{合格率}(\%) = \frac{\text{合格品量}}{\text{合格品量} + \text{副品量}} \times 100$$

$$\text{成纸率}(\%) = \frac{\text{合格品量} + \text{副品量}}{\text{送完成工序加工} + \text{未完成工序加工}} \times 100$$

的抄造量 + 即已回抄的抄造量

$$\text{实际抄造量损失率}(\%) = (1 - \text{成纸率}) \times 100$$

$$\text{成品率}(\%) = \frac{\text{合格品量}}{\text{实际抄造量}} \times 100$$

总成品率 (%) = $\frac{\text{合格品量}}{\text{理论抄造量}} \times 100$ (子项、母项的统计口径要一致,

即要扣除各工序半成品、在制品期初期末差额量)

设备运转率 (%) = $\frac{\text{运转时间}}{\text{日历时间}} \times 100$

设备作业率 (%) = $\frac{\text{作业时间}}{\text{运转时间}} \times 100$

设备利用率 (%) = $\frac{\text{作业时间}}{\text{日历时间}} \times 100$

纸机总效率 (%) = 抄造率 (%) × 成纸率 (%) × 运转率 (%) × 100

● 实际抄造量: 指卷纸机上的产量。低速窄幅纸机可过磅称重直接测得实际重量。1h 的抄造量加上卷纸轴的总重量如超过 3t, 称重检斤已不便, 又无在线自动检测重量的纸机, 也可用以下计算方法估算得实际抄造量。估算的方法虽不如称量的方法准确, 但尚可作为本机台进行同期对比的参考。

估算的纸辊重 (t) = $\frac{\pi}{4} [(\text{纸辊直径})^2 - (\text{卷纸轴直径})^2]$

× 纸的平均紧度 × 纸辊幅面长度

注: 纸辊和卷纸轴直径、纸辊幅面长度的单位为米 (m), 纸的紧度单位为克/厘米³ (g/cm³)。

● 理论抄造量: 指在作业时间内无断纸、无停机、无损纸回抄损失, 即生产总效率为 100% 时的抄造量。小时理论抄造量的计算方法为:

理论抄造量 (t/h) = 平均车速 (m/min) × 卷纸机上的纸宽 (m)
× 平均定量 (g/m²) × 60 (min) × 10⁻⁶

● 作业时间: 指从纸料上网时间开始到纸料停止上网为止的时间。

● 日历时间: 指日历日数乘以 24h 的乘积。

● 运转时间: 指传动部启功 (不论是总轴或一个分部) 至停止的全部时间。

● 在成纸率和成品率的计算中, 子项、母项核算的口径要一

致,准确做好期末的盘点,计算中扣除期初期末半成品差额。

从以上各项指标的计算式中可以看出:

抄造率表征的是纸机断纸的多少,抄造是否正常或正常、不正常的程度。如无此量化的指标,做好纸机的管理将是不可思议的。其他指标的作用与此是相同的。

成纸率表示的是纸机抄造的纸(即卷纸机上的产量)中有多少能成为产成品来销售。

合格率、成品率则表示抄出的纸的质量是否稳定、有多少不能成为质量达标的纸。

总成品率是指在一定的作业时间内以100%的生产总效率生产的抄造量中净产出多少合格品。如果在一个核算期内,抄造量无结存,也无前期结转、总成品率即为抄造率和成品率的乘积。

上述三项关于设备方面的效率指标从不同的角度反映了一台纸机的设备完好状况和设备生产能力的利用以及设备的维护、管理水平,工艺和工艺管理水平,以及操作水平。

总效率是三项与产量紧密相关的效率指标的乘积。所以总效率指标能全面反映纸机生产的总体效率,是一项非常重要的生产性指标。三个指标效率确定后,可以据此计算和制定纸机的产量计划,也可据此分析超产和欠产的具体原因,看到生产潜力之所在。

从以上对各项指标的说明可以看出,考察和评价纸机的生产和管理状况只看其产量是不够的。例如,有的纸机由于断纸多或因质量不稳定、损纸回抄量大,完不成产量计划,那么就靠提高车速或生产卷筒纸时按标准的上限掌握纸的定量来生产,以弥补产量的不足。这样,虽也有可能完成产量指标,却掩盖了其效率的低下,从而不去采取措施解决断纸多或产品质量波动的问题,使这块潜力得不到挖掘。而且实践表明,提高车速并不一定就能实现高产,往往会使抄造率更低。甚至造成非计划停机频繁,设备运转率下降。所以要强调全面完成计划指标,靠全面提高各项效率指标来实现高产和稳产。

值得提出的是目前尚有一些纸厂在其生产统计报表中未能全面地将各项生产性指标纳入统计工作范围。甚至有的企业只统计产量而无任何效率指标。所以,在一定的车速、定量和时间内不晓得至少应该产出多少纸,月产量计划的制定没有科学的依据,产量达不到既定的目标,不知道丢在哪里。这一现象虽然只是个别的,多发生在小型企业,但仍值得行业主管部门的重视,应给予帮助和指导,力促其管理工作的提高。

1.2 国际上通常采用的生产性指标^[1]

1.2.1 单元总效率

单元总效率(%) = 时间效率(运转效率) × 产品(纸)效率 × 速度效率 × 100

(1) 时间效率(%) = $\left[\frac{\text{计划运行时间} - \text{损失时间} - \text{停机时间}}{\text{计划运行时间}} \right] \times 100$

- 计划运行时间 = 日历时间 - (调整时间 + 协议时间)

调整时间指停机时间大于 48h, 为市场调节或纸机改造所用的时间。市场调节可理解为改变品种、产品供大于求的限产等。大于 48h 的停机需至少提前 24h 作出计划。

协议时间指与政府供电部门、工会协议时间或公共假日的时间。

- 损失时间 = 断纸时间 + 空转时间

断纸时间包括干部和湿部的断纸。

空转时间指冲浆泵和流浆箱泵运行, 但卷纸轴上无纸, 即已放料但未抄出的时间。对于停机时间大于 48h, 在 40min 以内开始卷纸的时间即作为开机的时间, 超过 40min, 超过部分计入空转或断纸时间。

- 停机时间 = 计划停机时间 + 非计划停机时间

计划停机时间为在 24h 之前即有计划的停机时间。

非计划停机时间为计划停机时间以外的停机时间。

$$(2) \text{ 产品 (纸) 效率 (\%)} = \frac{\text{净产量}}{\text{卷取产量}} \times 100$$

- 净产量 = 可销售产量 + 期末半成品 - 期初半成品
- 卷取产量 = 定量 × 速度 × 设计宽度 × 生产时间
- 设计宽度指复卷机最大切纸宽度

(3) 速度效率 (%)

以三种速度为基数计算, 即:

- 实际速度/计划速度;
- 实际速度/设计最大速度;
- 实际速度/最高速度 (即连续两个月最高平均速度)。

目前, 生产新闻纸的纸机总效率指标已达 90% 以上。

1.2.2 纸机的“生产效率”

只计算: 时间效率 × 产品 (纸) 效率。

1.2.3 损率

$$\begin{aligned} \text{损率 (\%)} &= \left[\frac{(\text{理论产量} - \text{净产量})}{\text{理论产量}} \right] \times 100 \text{ 或} \\ &= \left[1 - \text{产品 (纸) 效率} \times \frac{\text{设计宽度}}{\text{产品宽度}} \right] \times 100 \end{aligned}$$

其中(1) 理论产量 = 定量 × 速度 × 产品宽度 × 生产时间;

(2) 产品宽度指复卷机实际切纸宽度;

(3) 生产时间 = 计划运行时间 - 损失时间 - 停机时间。

1.2.4 运行率

$$\text{运行率 (\%)} = \left(\frac{\text{运行时间}}{\text{日历时间}} \right) \times 100$$

运行率分为计划运行率和实际运行率。

日历时间指 24h。

1.3 国际上采用的另一种便于同比的效率指标——每厘米纸机宽度日均产量（加拿大制浆造纸协会，CPPA）^[1]

$$\text{单位日产量} [\text{kg}/(\text{cm} \cdot \text{d})] = \frac{\text{日均产量 (不包括纸管和包装)} \times 1000 \times \text{定量} (\text{g}/\text{m}^2)}{\text{平均定量} (\frac{\text{g}}{\text{m}^2}) \times \text{复卷机日均切纸宽度}}$$

$$\text{其中, 日均产量} = \frac{\text{报告期产量 (不包括纸管和包装)}}{\text{计划运行时间}}$$

子项定量指产品标准定量。

纸管和包装：报告期内以总产量的 1% 估算。

本方法便于与同类纸机、同类产品进行比较，如表 1。国际排名前十位的新闻纸机，即是按单位宽度的日产量排序的。

表 1 按 CPPA 排名世界前十位的新闻纸机

排序	纸机名称	CPPA / [kg/(cm · d)]	车速 / (m/min)	定量 / (g/m ²)	计算周期 /月
1	Golbey 2	1046	1748	44.7	12
2	SPNewsprint 2	1035			12
3	Sachsen 9	1033	1638	44.4	12
4	Braviken 53	1018	1680	42.9	12
5	Schongau 7	1004	1600	44.4	12
6	Aglesford 14	989	1629	44.4	12
7	Steyrermuhl 4	973	1563	44.9	12
8	Schwedt 11	953	1567	45.1	12
9	Nanping 5 (南平 5)	944		48.5	12
10	Kaipola 7	938	1538	41.5	12

注：原参考文献【1】中未说明年份。估计是 2000 年或 2001 年度的统计数字。