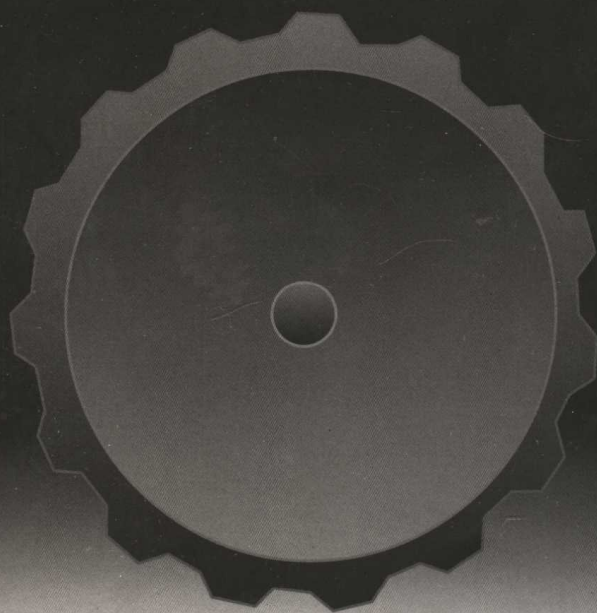


卷烟降耗工程

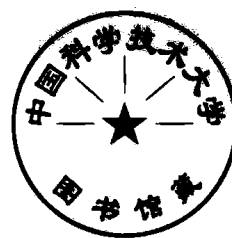
尉彭城 主编



中国轻工业出版社

卷烟降耗工程

尉彭城 主编



 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

卷烟降耗工程/尉彭城主编. -北京: 中国轻工业出版社, 1999. 9
ISBN 7-5019-2248-9

I. 卷… II. 尉… III. 烟草工业-节能-中国 IV. F426.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 10823 号

责任编辑: 李亦兵 责任终审: 滕炎福 封面设计: 达冠桂仁图文设计公司
版式设计: 丁 夕 责任校对: 燕 杰 责任监印: 胡 兵

*

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: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24.75

字 数: 594 千字 印数: 1-1300

书 号: ISBN 7-5019-2248-9/TS·1290 定价: 65.00 元

• 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 •

前 言

国家烟草专卖局关于烟草行业《贯彻落实〈中共中央、国务院关于加速科学技术进步的决定〉的实施意见》中全面分析了国际、国内烟草行业科学技术发展的现状及面临的形势，提出“科教兴烟”的发展战略，“科教兴烟”的构想是实施“科教兴国”战略的一部分，具有深远的历史意义和现实意义。

“科教兴烟”的战略使全行业紧紧依靠科技进步，加快技术改革步伐，重视新产品的开发和新工艺、新技术的推广应用，加强国内外学术交流和技术合作，依靠科技进步取得了十分显著的经济效益。但从总体上看，我国烟草企业的经济效益与国际先进水平相比，还有较大差距，其原因之一在于我国卷烟生产过程中原辅材料消耗过高。据了解，美、日以及欧洲发达国家的单箱耗叶已下降到 38kg 以下，有的甚至达到 36kg 左右。而我国 1994 年嘴烟平均单箱耗叶在 43.9kg 以上。其它诸如盘纸、滤嘴等辅料消耗也明显高于国外先进水平。原辅材料消耗过高，不仅严重制约了企业经济效益的进一步提高，而且直接造成资源的严重浪费。全面降低卷烟生产中的各种消耗，不仅对企业自身，而且对国家的经济发展都具有重要的现实意义。

卷烟降耗是“九五”期间全行业实施“科教兴烟”战略的重点项目之一。近年来，在国家烟草专卖局科教司和生产司的统一领导下，各企业普遍开展了“卷烟节能、降耗、创优、增效工程”，已经初战告捷。为了推动我国烟草行业的技术进步，促进卷烟降耗工程的进展，全面提高企业的社会效益、经济效益，徐州卷烟厂首先提出了编写本书的构想，厂领导非常重视，抽调了强有力的技术力量，与合肥经济技术学院有关专家学者联合组成了编写小组，在广泛调研、认真总结的基础上编写了本书。

全书由合肥经济技术学院戴亚教授和徐州卷烟厂宣晓泉工程师汇总整理，补充完善。我们感谢郑州烟草研究院和其它卷烟厂的工程技术人员在卷烟降耗工程中所做出的杰出成绩，为本书提供了素材。

由于卷烟降耗工作正在深入开展，经验尚待总结，书中缺点乃至错误在所难免，恳请广大读者不吝赐教。

编 者

目 录

第一章 烟草的理化特征	(1)
第一节 烟草的水分特征.....	(1)
第二节 烟草的物理特征.....	(3)
第三节 烟草的化学特征	(13)
第二章 烟叶复烤与降耗	(17)
第一节 挂竿复烤及其存在的主要问题	(17)
第二节 打叶复烤的综合利用	(19)
第三节 打叶复烤的降耗环节	(22)
第四节 烟叶调制的新技术	(24)
第三章 烟叶发酵与降耗	(26)
第一节 烟叶发酵的机理	(26)
第二节 烟叶发酵中的变化	(35)
第三节 烟叶发酵的方法及工艺条件	(58)
第四节 烟叶发酵与降耗	(65)
第四章 制丝工艺与降耗	(69)
第一节 制丝工艺与降耗技术进展	(69)
第二节 制丝工艺过程与消耗	(73)
第三节 制叶片工序降耗环节	(81)
第四节 梗丝在线膨胀与降耗.....	(103)
第五节 叶丝在线膨胀与降耗.....	(109)
第六节 制丝在制品检验.....	(116)
第五章 卷接包与降耗	(122)
第一节 卷接包工艺任务.....	(122)
第二节 卷接包的技术标准.....	(126)
第三节 烟丝的工艺特性对卷接质量和消耗的影响.....	(132)
第四节 提高卷接包设备的有效作业率.....	(137)
第六章 卷烟配套材料的有效利用与降耗	(144)
第一节 烟用纸张性能对卷烟质量的影响.....	(144)
第二节 烟用粘合剂性能对卷烟质量的影响.....	(153)
第三节 烟用过滤材料对卷烟质量的影响.....	(166)
第七章 烟草薄片和膨胀技术与降耗	(175)
第一节 烟草薄片的有效利用与降耗.....	(175)
第二节 膨胀烟(梗)丝的合理利用与降耗.....	(183)

第三节	烟草薄片和膨胀技术的发展方向	(190)
第八章	卷烟产品设计与降焦降耗	(192)
第一节	卷烟的类型和品质	(192)
第二节	烟叶的可用性及全方位配方	(196)
第三节	卷烟设计中的降焦	(215)
第四节	卷烟设计中的降耗	(240)
第九章	低次烟叶的综合利用与降耗	(246)
第一节	低次烟叶中香味物质的提取和利用	(246)
第二节	低次烟叶中有效物质的开发和综合利用	(265)
第十章	技术改造与降耗	(278)
第一节	烟草行业技术改造的现状和发展趋势	(278)
第二节	打叶复烤的技术改造	(279)
第三节	制丝工艺和设备的改进	(280)
第四节	卷接包设备的更新	(286)
第五节	自动化技术与降耗	(300)
第六节	计算机应用技术与降耗	(309)
第十一章	卷烟企业质量管理与降耗	(322)
第一节	卷烟企业质量管理与降耗概述	(322)
第二节	质量管理的整体策划	(323)
第三节	质量管理常用的统计分析方法	(327)
第四节	质量成本控制	(338)
第五节	规模经济与降耗	(340)
第十二章	价值工程与降耗	(343)
第一节	价值工程的基本原理	(343)
第二节	价值工程的工作程序	(347)
第三节	价值工程与烟草企业降耗	(351)
第十三章	MRP I 与降耗	(355)
第一节	MRP I 的产生与发展	(355)
第二节	MRP I 与降耗	(359)
第三节	MRP I 系统选型	(360)
第四节	MRP I 实施的基本条件	(366)
第十四章	卷烟的原料消耗分析	(369)
第一节	烟叶消耗的表达式	(369)
第二节	影响烟支平均含丝量的因素	(370)
第三节	影响烟叶重量利用率的因素	(376)
第四节	烟叶消耗模型的建立及其应用	(377)

第一章 烟草的理化特征

从一定意义上讲,烟草的经济价值和可用性决定烟草品质,而烟草的品质则取决于烟草的化学成分和理化特征。因此,研究烟草的化学成分和理化特征,对于烟草的工农业生产具有重要意义。

烟叶是生产卷烟的原料,原料的有效利用与烟草的理化特征密切相关,要实现降耗,必须了解烟草的理化特征。

第一节 烟草的水分特征

烟草中的水分含量是比较大的,烟叶含水量在调制和最终消费的所有阶段,都是一项至关重要的因素。

一、烟草中水分的存在形态

烟叶内组织包含水分的方式有简单的表面吸收、细胞结构中的毛细管引力的吸引、溶解较简单的化学物质、作为胶体系统的一部分等。从理化特征分析,烟草中的水分可近似地认为以下列三种形态存在。

(一) 游离水

游离水以游离状态存在于细胞和细胞间隙之中,可在叶中自由移动,容易蒸发散失,又称自由水。

(二) 吸附水

吸附水是指被蛋白质、果胶、淀粉等亲水性胶体所束缚的水分。它通过毛细管吸着力与细胞壁紧密相连,又称胶体结合水。吸附水被束缚的程度较大,比自由水稳定,蒸发散失较困难。

(三) 化合水

化合水是与烟叶中某些成分相结合的水,是分子结构的组成成分。化合水被牢固地束缚,相当稳定。

刚采收的新鲜烟叶中,自由水充满空隙,吸附水呈饱和状态。干燥烟叶时,首先失去自由水,待自由水全部排除后,才开始失去吸附水,干燥完毕,吸附水全部被排除,而化合水仍然存在,只有当分子结构被破坏时,化合水才可能被排除。

二、烟草中的水分含量对卷烟生产的影响

烟草中的水分含量不仅对加工工序不同步骤中的烟草理化特征有影响,而且对卷烟成品的特征有影响。因此,卷烟生产过程中水分的测定和控制是非常重要的。

复烤烟叶包装前要求烟叶干燥,含水率均匀,略感柔软,如果水分含量太小,则会增加碎叶量,不利于醇化。如水分过高,则易霉变,降低质量。

发酵时,水分变化影响烟叶中酶的活性,使发酵进行猛烈或过缓,对发酵后烟叶的色、香、味有影响。

打叶前烟叶水分低,烟叶韧性减少,增加细末损耗;若含水量高,烟叶会堵塞打叶机,降低设备有效作业率,影响加料,对下一道的干燥作业来说,也会损耗过多热量。

不同的切丝设备对水分要求不同。一般切丝时,烟叶以含水率 17%~21%、温度 35~40℃为宜。如果烟叶水分适中,切后叶丝松散,烘后水分均匀,弹性好;如果烟叶水分含量高,切后叶丝粘结成片,使干燥中烟叶外露表面减少,烘后干湿不均,切时亦使叶色变深;如果烟叶水分含量低,切、烘时增加破碎。

卷接时,烟丝水分不均匀,引起设备不稳定,增大烟支重量的变化幅度,使每支烟轴向的烟丝密度分布不均匀,形成软、硬、竹节烟。水分低在卷接时会产生过多烟末,造成空头。

整个加工过程中,水分高,烟叶(丝)色加深,光泽发暗,不鲜明,在发酵与烟包回潮工序表现最为明显。

卷烟燃吸时,水分过低,烟丝燃烧速度快,烟气辛、辣味增强,劲头锐增,刺激性增大;水分过高,烟丝燃烧速度慢(空气透过量减少),劲头不足,刺激性减少,香气亦相应减少。

综上所述,烟草中的水分含量不仅对加工过程中每一工序有影响,影响烟丝消耗,而且对卷烟质量有直接影响,在整个卷烟生产过程中水分含量都是一个重要参数。我们必须在理论上对烟草水分有正确的认识,在实践中对每一工序的水分进行控制,达到优质、高产、低耗的目的。

三、影响烟草水分含量的因素

(一) 空气相对湿度

一般说来,空气相对湿度大,烟叶含水率就高;反之,含水率就低。烟叶的平衡含水率与空气相对湿度的关系,通常用等温吸湿线(即在同一温度下,与不同相对湿度所对应的烟叶平衡含水率曲线)表示(见图 1-1)。

由图 1-1 可见,虽然烟叶水分随着空气相对湿度的改变而改变,但并不是按比例改变的。相对湿度在 50%以下时,烟叶内水分增加较缓慢;相对湿度在 50%~70%时,烟叶水分增加较快;当相对湿度大于 70%以上时增长更为显著。这是因为在空气相对湿度较低时,主要靠表面吸附吸湿,当空气湿度增加到一定程度时,则产生了毛细管凝结作用。

实践证明,空气相对湿度不仅影响吸湿能力,而且影响吸湿速度。也就是说,在一定温度下,相对湿度越大,烟叶含水率提高速度越快。利用这一特点,可以缩短烟叶回潮或干燥

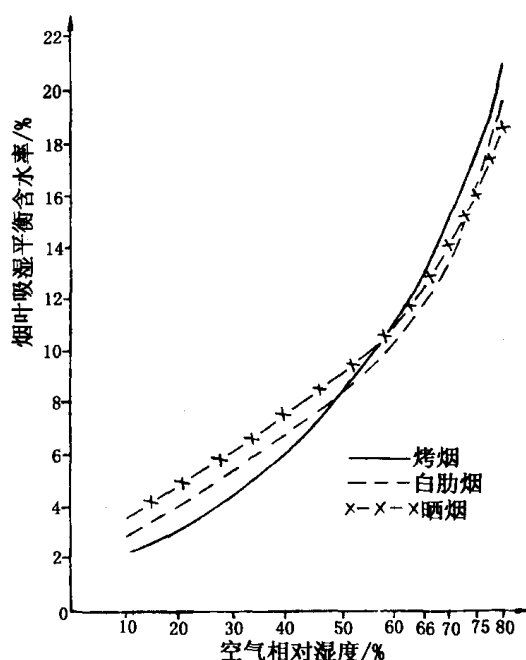


图 1-1 烤烟、白肋烟、晒烟于 20℃等温吸湿线

的时间。

(二) 空气温度

一般说来,在同一相对湿度下,气温较高时平衡含水率较低;而气温较低时,平衡含水率较高。其原因如下:根据吸附理论,不论是物理吸附,还是化学吸附,其吸附过程都是放热反应,温度升高时,原来被吸附的水分较多地离开了烟叶的表面,使吸附量减少;根据分子运动学说,当温度升高时,水分子的能量增加,分子间互相作用力减弱,脱离烟叶界面向空气中蒸发的水分就多,所以吸附量就减少;根据表面张力和温度的关系,温度增高,物体膨胀,使物体内部及其表面层分子间的相互引力削弱,所以,随着温度的升高,吸附量就减少。

温度除影响烟叶吸湿能力外;还影响吸湿速度,即空气温度愈高,烟叶吸湿速度愈快。

(三) 空气流速

空气流速对烟叶的平衡含水率无影响,但对吸湿速度有较大影响。因为加快空气流速,使烟叶表面换气加快,因而加速空气中水蒸气向烟叶中移动(相对湿度大,烟叶未达到平衡水分时),或加速烟叶中水分向空气中移动(相对湿度小时)。

(四) 烟叶本身的状况

金敖熙等对我国烟叶的吸湿性进行了较为详细的研究。研究结果表明:①在空气相对湿度较低时,烤烟的吸湿平衡含水率低于晒烟和白肋烟;空气相对湿度较高时,烤烟的吸湿平衡含水率一般高于晒烟和白肋烟的吸湿平衡含水率。②烤烟中部叶与上部叶吸湿平衡含水率之间的差异不明显,白肋烟是中部烟叶高于上部烟叶,晒烟是顶部烟叶高于中部烟叶。部位之间的差异,有随着空气相对湿度升高而增大的趋势。

一般来说,烟叶中含糖量越高,纤维素含量越多,内表面越大,游离-OH 越多,吸湿性越强;反之,吸湿性越弱。

第二节 烟草的物理特征

烟叶的物理特性通常包括烟叶的吸湿性能、力学性质、热学性质和电学性质等,物理特性与烟草加工性能、降耗等关系密切,是确定加工工艺参数的依据。

一、烟草的吸湿性能

(一) 吸湿性的有关概念

烟叶像其它具有吸湿性的物质一样,当置于一定的空气状态(如一定温度和相对湿度)下,烟叶本身的含水率都将增大或减小,这种受空气温、湿度影响,而改变其含水率的性能,称为烟叶的吸湿性。其中烟叶从空气中吸收水分,称为吸湿现象;烟叶向空气中散失水分,称为解湿现象。一般说来,烟叶的吸湿性主要由于以下三个方面的作用。

1. 表面简单吸附与扩散作用

简单吸附是指水蒸气附着于某种固体表面的现象。扩散是指一种物质自发地进入另一种物质之中,彼此相互渗透的过程。当空气中的水蒸气与烟叶表面接触时,若空气中水蒸气分压大于烟叶表面上的水蒸气压,则因扩散作用使空气中部分水蒸气吸附于烟叶表面。随之,由于烟叶内部含水率和表面含水率的差异,使表面水分渗透到烟叶内部(称内扩散),

产生吸湿现象。反之,即发生解湿现象,亦称外扩散。因此,烟叶表面进行简单吸附和扩散是吸湿或放湿作用的先决条件。

2. 胶体的吸附和毛细管凝结作用

烟叶的毛细管具有较高的孔隙率和巨大的内表面,在一定空气状态下,有强烈的吸附性和毛细管凝结现象。蛋白质、果胶、淀粉等亲水性胶体所束缚的吸附水,通过毛细管吸着力与细胞壁紧密相连。由于表面水分饱和而发生水分向胶体内部移动的现象称为胶体的渗透。烟叶渗透吸湿,就是靠水分通过细胞膜渗入的。当干烟叶置于相对湿度较高的空气中时,空气中的水蒸气被吸附于毛细管壁上。随着空气相对湿度的提高,水蒸气在毛细管内凝结,使水分充满整个毛细管,称为毛细管凝结作用。当空气相对湿度降低时,毛细管内的水分发生与上述相反的过程而扩散或蒸发。

3. 晶体潮解作用

烟叶中所含的晶体物质(如糖、有机酸、盐类)对水有一定的亲和性。晶体物质与水结合时,产生晶体水合物,当晶体水合物的表面水蒸气压小于周围空气水蒸气分压时,晶体水合物会继续吸收空气中的水蒸气,逐渐潮解并转变为饱和水溶液;当周围空气相对湿度较低时,饱和水溶液会逐渐失水析出晶体,并随之风化。

(二) 烟叶的吸湿平衡和平衡含水率

实际上烟叶的吸湿和解湿是可逆的过程,过程相反,同时进行。在过程的开始,若烟叶是干燥的,则单位时间内烟叶自空气中吸收水蒸气量大于同一时间内烟叶表面向空气中蒸发的水蒸气量;如烟叶是湿的,则相反。随着过程的继续进行,烟叶的吸湿速度与解湿速度将接近相等,而达到平衡状态,即所谓吸湿平衡。达到平衡以后,这两种相反的过程仍在不断的进行,只是过程进行的速度相等而已。此时烟叶所含的水分,称为平衡含水率。烟叶吸湿能力大小即以平衡含水率的高低来表示。当烟叶处于饱和空气(相对湿度100%)状态下达达到平衡时,其含水率又称为纤维饱和点含水率。在同样条件下,吸湿和解湿过程所达到的平衡含水率会有一定差异($\Delta W=1\%\sim 2\%$)。一般解湿的平衡含水率总是高于吸湿的,这种现象称为吸湿滞后现象,见图1-2。

烟叶之所以会发生吸湿滞后现象,主要原因可能在于:①烟叶在吸湿过程中,由于吸收水分的同时,还吸取一部分气体,影响了烟叶对水分的吸收;②干燥后的烟叶,其细胞壁的物理、化学状态或化学成分发生了变化。一般高温干燥的烟叶吸湿滞后值高于低温干燥的烟叶。复烤烟叶正是利用这一特点,使之在相同空气条件下的平衡含水率低于原烟,达到较长时间的保质贮藏目的。

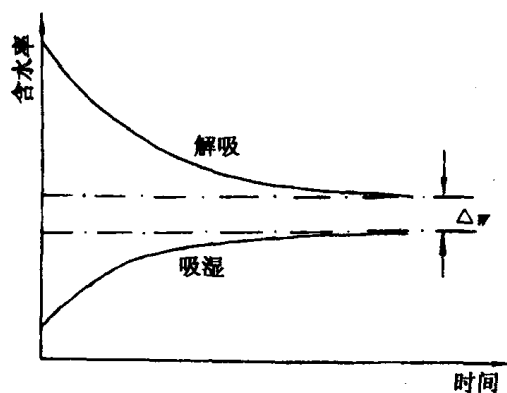


图 1-2 烟叶的吸湿与解湿过程曲线

(三) 烟叶的干缩和湿胀

烟叶的干缩和湿胀是指烟叶在干燥和吸湿过程中各个方向尺寸的变化。所谓干缩现象是指烟叶干燥时,其尺寸和体积随着水分的散失而减小。干缩是由于烟叶组织结构中的吸附水减小,由毛细管组成的水膜减薄,引起叶片二维甚至三维尺寸缩小。

烟叶干缩不是发生在烟叶干燥的全部过程。当含水率在纤维饱和点以上时,自由水蒸

发, 烟叶尺寸无变化。而只有在纤维饱和点以下时, 即自由水蒸发完毕, 吸附水开始蒸发时烟叶才发生收缩。在纤维饱和点以下, 烟叶干缩随着含水率的减小而增大。当含水率达到零点时, 干缩也达到最大。

烟叶湿胀是干缩的反过程。它是指烟叶由全干状态逐步吸湿到纤维饱和点时, 烟叶所发生的尺寸和体积的膨胀。湿胀的原因在于烟叶组织结构的吸附水增加后, 由毛细管组成的水膜厚度加大, 拉大了纤维间的间距, 使烟叶的叶片二维甚至三维尺寸胀大。烟叶湿胀是有限度的, 当含水率上升到纤维饱和点之后, 烟叶体积不再因含水率的增加而增加。

烟叶的干缩和湿胀性质在烟叶加工过程中经常发生。例如, 新采收的鲜烟叶厚度较调制后烟叶厚度大, 这是因为烟叶在调制过程中, 脱水收缩而造成的。在烟梗加工过程中, 为了增加梗丝的体积而达到提高填充力的目的, 往往在梗丝进入干燥机前施加足量的水分使其体积膨胀, 然后进入干燥机内把这一体积固定下来。

(四) 烟叶的吸湿速度和干燥速度

1. 吸湿速度

在环境因素中, 烟叶的吸湿性与空气的温度、相对湿度关系密切。恒温时, 空气相对湿度提高, 烟叶平衡水分含量增加, 见图 1-3 (图中烟丝水分以干基重量计)。

不同类型烟叶的吸湿性有些差别, 但从它们在相同条件下的吸湿曲线具有相同弯曲度来看, 在相同条件下, 达到平衡含水量所需的时间是接近的。当然烟叶水分的增湿速度是逐渐减弱的, 而且在各种相对湿度条件下; 达到平衡含水量的速度与周围空气的流动速度有关。空气在烟叶表面流动的速度越快, 达到水分平衡的时间就越短; 空气温度越高, 烟叶表面的蒸汽压增大, 烟叶内部水分的移动速度增加越快, 到达水分平衡的时间越短。

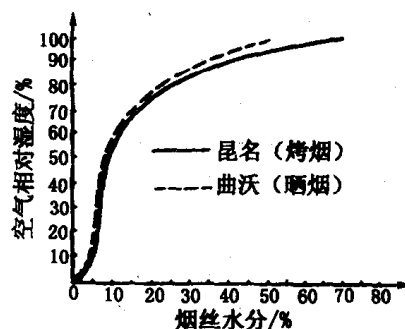


图 1-3 烟草等温吸湿曲线(30℃)

此外, 物料颗粒大小, 平铺的厚度都可能影响吸湿速度。

2. 干燥速度

在卷烟生产中, 不仅要解决物料(烟叶或烟丝)增湿问题, 而且还要解决物料中多余水分的去除问题。例如, 复烤厂中干燥叶片和烟梗、在卷烟厂内干燥切后的烟丝以及干燥烟草薄片等。

干燥的实质是将物料中的水分部分或全部转移到大气(或其它材料中去)。为了使干燥过程能够发生, 物料表面的水蒸气压必须超过干燥介质(空气等)的水蒸气压。只有这样, 才能保证物料表面的水分不断汽化, 同时物料内部的水分不断扩散到物料的表面。固体物料的干燥速率受表面水分的蒸发或从固体内部到表面的水分扩散所控制。

干燥可分为恒定干燥和变动干燥两种。恒定干燥是指干燥过程中空气的温度、相对湿度、流速以及物料与空气的接触情况不变的条件下的干燥; 反之, 即为变动干燥。在卷烟制造过程中, 贮丝和焙烟是恒定干燥, 而烘丝则是变动干燥。

在恒定干燥情况下, 为了确定干燥所需的时间, 就要先计算物料的干燥速度。干燥速度是指在单位时间内, 单位干燥面积上被干燥物料所能汽化的水分量。即

$$v = \frac{m}{St} \quad (1-1)$$

式中 v ——干燥速度 $[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})]$

m ——被干燥物料去除的水分量 (g)

S ——被干燥物料的面积 (m^2)

t ——干燥时间 (h)

由式 (1-1) 可见, 干燥时间与干燥速度、被干燥物料的面积成反比。在其它情况不变时, 干燥的能力完全由干燥速度决定。

在降速干燥的情况下, 若干燥速度的下降与水分含量成直线关系, 则

$$-\frac{dm}{dt} = K(m - m_e) \quad (1-2)$$

式中 m —— t 时水分含量

t ——干燥时间

K ——常数

m_e ——平衡的水分含量

但是式 (1-2) 的假定是相当理想化的, 在降速干燥阶段, 干燥速度与水分含量往往不成线性关系。至少对于植物类性质的物料是如此。

Parups 和 Hoffman 等发现, 对于烤烟, 用下述表示减速干燥阶段的干燥速度更为合适:

$$-\frac{dm}{dt} = \frac{K(m_0 - m)^2}{t} \quad (1-3)$$

式中 t ——干燥时间

m ——时间 t 时的水分含量

m_0 ——物料的原始水分含量

积分式 (1-3) 得到

$$\frac{1}{m_0 - m} = \frac{1}{A} + \frac{K}{t} \quad (1-4)$$

式中 A ——常数

这样, 水分损失的倒数与时间的倒数就成一直线关系。读者不难从等速干燥阶段和减速干燥阶段的干燥速度看出这两种干燥过程的差异。

在干燥过程中, 干燥速度大多随时间延续而急剧下降, 见图 1-4。

图 1-4 中转折点 C 称为临界点。从干燥开始到临界点为第一阶段 (BC 段) 干燥速度恒定, 称为恒速干燥阶段; 临界点之后为第二阶段 (CD 段) 称为减速阶段。

因为等速干燥阶段中水分由物料内部向表面扩散的速度远远大于物料表面的汽化速度。因此, 干燥速度主要由物料表面汽化速度来决定。所有能够影响物料表面汽化速度的因素 (如干燥温度、空气相对湿度和流速等) 都可以影响干燥速度; 在降速干燥阶段中, 水分从物料表面汽化的速度超出水分从内部向表面扩散的速度。因此, 干燥速度主要由物料内部水分向表面扩散的速度

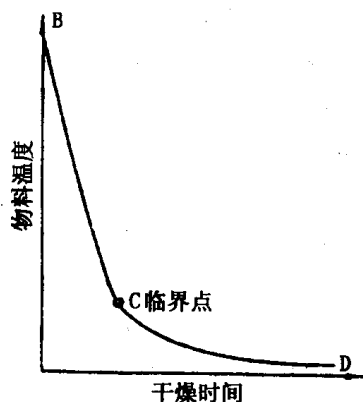


图 1-4 干燥曲线

所决定,所有影响内部水分扩散速度的因素(如物料的厚度、温度、化学组成和结构等)都会影响干燥速度。

二、烟草的填充力

(一) 填充力的含义和重要性

烟叶的填充能力系指单位质量的一定含水率的烟丝在一定压力下,经过一定时间后所保持的体积,以比体积来表示,单位为 cm^3/g 。英国和加拿大将填充力称为填充值。通常采用一定温度、相对湿度的空气平衡烟丝水分后进行测定。

一般来说,需要对烟草的三种不同形态进行填充力的测定,即烟丝、卷烟成品、烟叶或烟片。

对于烟丝填充力的测量方法曾经有许多专门的研究,但迄今未形成国际标准。现在普遍采用的方法为量筒法。将一定质量的烟丝盛放于量筒内,在烟丝上压以柱塞,烟丝受柱塞持续一定时间的压缩以后保持的体积称为该烟丝的量筒法体积。

在烟支成形过程中,烟丝受到卷烟纸的压力而包装起来。据测定,在烟支正常饱满程度情况下,卷烟纸作用于烟丝上的压力大致在 19.61kPa 左右,多数用量筒法测量的装置采用与此接近的压力数值。例如, Wakeham 等研究中采用 20.59kPa ; A. B. Cannon 采用 19.02kPa ; 法国 Sodim 公司的烟丝密度计采用 19.61kPa 。由于烟丝不是一种流体,测试时的受力条件和实际受卷烟纸包裹时并不完全一致,因此测出的数据只是烟丝填充能力的相对量度。当压强为 19.61kPa 左右时,测出的体积接近于但并不等于烟丝在烟支中实际占有的体积。另外,据试验量筒法体积数值和烟支中实际烟丝用量并不始终是比例关系。

卷烟生产中,在烟支规格和硬度相同的情况下,烟丝的填充能力与烟支的重量有密切的关系,填充能力高的烟丝卷制的烟支重量轻,反之则重。因此,提高烟丝填充能力是降低卷烟单箱耗丝量的一个重要措施。烟丝填充力对卷烟质量有重要影响。

1. 对卷烟物理性能的影响

若 2 支卷烟其填充力相等而重量不同,则重量高的烟支较坚实,而重量低的烟支较软。也就是说,在同样的压力作用下,后者容易被压扁。同样,若 2 支卷烟内的烟丝重量相等,而烟丝的填充力不同,那么烟丝填充力高的烟支较坚实,而烟丝填充力低的烟支则较软,容易被压扁。

烟丝的填充力对烟支的燃烧速度有影响。一般来说,含有高填充能力烟丝的卷烟(即烟丝的密度低)比硬度相等而密度较高的卷烟燃烧得快。除了燃烧速度之外,假定生产的卷烟硬度相等,它至少还有另外二项物理性能受到烟丝填充力的影响,即“细末”从烟支中脱出的趋向和抽吸中烟支产生“扁缩”的趋向。对于这两种性能都有测定的仪器。在烟支硬度相同时,填充力增高则烟支的扁缩情况也会增多,因为填充能力较高的烟支,藉以支撑卷纸的烟丝较少,当烟支被抽吸时产生的水蒸气和其它挥发物被剩下的烟丝柱体所吸收,其填充能力因之而下降,并随着每口的抽吸,烟支越来越扁。

2. 对卷烟品质的影响

Wocnnowski 就烟丝填充力对卷烟品质的影响进行的研究表明,填充力对诸如抽吸阻力、抽吸口数、一氧化碳、烟气中的烟碱和干焦油等均有相当大的影响。当填充能力不同的两组烟丝卷成硬度相同的卷烟时,填充能力高的所用的烟丝量较少,但减少量并不和填

充能力成正比。在硬度相同的情况下,填充能力较高时抽吸阻力稍有增加,每支烟的抽吸口数有所减少。烟碱释量略低,干焦油和CO释量均有降低。

以上各方面说明,当配方烟丝的填充能力改变后,将使卷烟品质产生多方面的变化,有必要通过全面考察后,对原卷烟设计作必要的调整。

(二) 影响烟草填充力的因素

1. 烟草栽培和化学成分

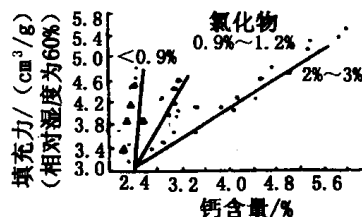
许多烟草栽培措施影响烟草的填充力,如气候条件、施肥措施、除杈剂(MH-30等)的施用以及不同类型和品种烟草的遗传因素等,所有这些因素都对烟叶的化学成分有影响。

烟叶的填充力随着烟叶的类型、品种和等级的不同而有着很大的差别。即使是同一类型、同一品种和同一等级的烟叶也会因产生的地理位置和田间土壤的不同而有着不同的填充力。一般来说,白肋烟比烤烟的填充能力高,而后者又比香料烟的填充能力高。

烟草的填充力与其细胞结构及纤维素含量有明显关系,纤维素构成了细胞壁的骨架结构,M.赛姆菲尔德曾对烟草纤维素含量与填充力的关系作过测定,发现纤维素含量越高,其填充力也越高。

烟草填充力与其总糖含量之间有密切关系,烤烟的含糖量愈低,填充力愈低。

烟草中氯化物含量与填充力也有关,这是因为氯化物促进了植株对钙的吸收,而钙能加强烟草的骨架结构,从而影响填充力。图1-5中相对湿度为60%,钙含量以干物质重量计。反映某一地区,同一等级烤烟中氯化物和钙含量与填充力的关系。如图1-5所示,钙含量一定时,氯化物含量较高,填充力较低,氯化物含量一定时,钙含量较高,填充力较高。



2. 加工过程

在烟叶处理加工过程中,由于水分或其它挥发性物质的损失或增加,烟叶的物理状态的改变以及所加料液和湿润剂的增加,均可能引起填充力的变化,见表1-1。

图1-5 烤烟的填充力与氯化物的钙含量的关系

表 1-1 卷烟制造的步骤和每一步骤对配方填充力的影响

步骤序号	过 程	评 论
1	烟叶选购入厂	不同等级、类型和品种,有不同的填充力
2	在去梗前回潮	根据水分含量,填充力可能增加或减少
3	去 梗	叶片一般比烟梗有更高的填充力
4	复 烤	由于水分和挥发性物质的损失,填充力增加
5	装桶或打包	由于破碎而略微减少填充力
6	陈 化	一般填充力稍微增加
7	回 潮	由于水分增加而减少填充力
8	配 叶	配方成分不同,填充力不同
9	回 潮	由于水分增加而减少填充力
10	加 料	由于加入糖料和保润剂而减少填充力

续表

步骤序号	过 程	评 论
11	切 丝	由于压紧和高水分而使填充力减少
12	干 燥	由于烟丝缕的松散、水分以及其它挥发性物质的减少使填充力增加
13	冷 却	由于损失水分而填充力增加
14	加 香	填充力基本没有变化
15	贮 丝	根据时间和温、湿度，填充力变化
16	卷 制	由于破碎而填充力减少
17	包 烟	填充力极少或没有变化
18	成品贮存	根据时间和湿度，填充力有所增加或减少

在卷烟制造中由于去梗、风送、烘丝和卷制时的碎损也影响填充力。

3. 烟丝特征

从工艺加工的角度来看，烟丝填充能力主要与烟丝的含水率、温度、长度和宽度等有关。

烟丝含水率对其填充能力有明显影响，如图 1-6 所示。

如图 1-6 所示，当烟丝含水率在 6% 以下时，填充力随含水率的升高而增大。这主要是因为含水率过低的烟丝，容易造碎而成烟末。当烟丝含水率在 6% 以上时，含水率越高，填充能力越低，当含水率增加到一定程度（>20%）后，填充能力的变化趋于平缓。实验证明，烟丝含水率在 9%~16% 范围内，含水率每增加 1%，其填充能力平均下降 $0.169\text{cm}^3/\text{g}$ 。

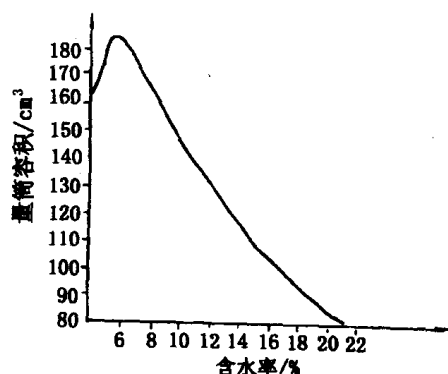


图 1-6 烟丝含水率与填充能力的关系

烟丝温度也会影响填充能力。一般说来，烟丝温度升高，填充能力降低。但温度过低的烟丝会变梗、发脆，卷制时易破碎，降低其填充能力。

烟丝宽度在一定范围内与其填充能力呈正相关，超过一定范围填充能力则下降，因而过宽或过窄的烟丝都对提高填充能力不利。

烟丝填充能力在一定范围内随烟丝长度而提高，这是因为较长的烟丝可以卷曲，包容部分空间，所以填充能力增加。一般说来，长度在 1.3mm 以上的烟丝有利于提高填充能力。但不是说烟丝越长越好，一般认为以不超过 3.0cm 为宜。因为当烟丝长度增加到一定程度后，填充力增加变缓，甚至可能不再增加；其次，增加烟丝长度需要叶片有较大的尺寸，因此可能导致叶中含梗增多，烟丝纯净度降低。此外，过长的烟丝容易使吸风式卷烟机停机率提高。

烟丝本身的状态直接影响填充能力，良好的扩散性、弹性和卷曲度可以获得较高的填充能力。

三、烟草的机械强度

从烟草到制品的加工过程中,烟草要经受多种机械作用。例如,切尖、打叶、风分,切丝时的机械作用,在各种干燥设备中烟丝的烘焙和风送,在卷烟机械带滚筒上烟丝的松散,以及在烟支接装机和包装机上的剧烈压缩等。这些机械作用都要求烟草组织具有高度的机械结实性。

研究烟草及其制品的力学性质,以便在机械加工过程中科学地利用它们,使烟草碎损减小到最低限度,具有重要的理论意义和重大的经济价值。

烟叶的机械强度,主要通过其抗张强度、延伸率和抗破碎性来度量。当烟叶承受外部拉力作用时,其组织会发生变形,因而产生应力,当拉力增加到一定限度时,就会导致烟叶断裂,此时的极限应力值就是烟叶的抗张强度(N/mm^2)。

烟叶的延伸率是指烟叶由于拉力作用,在断裂瞬间,烟叶拉伸方向的伸长量与其原长度之比,以%表示。

烟叶的抗破碎性系指烟叶在各种机械力(如摩擦、挤压、撞击等)的作用下,抵抗破碎的能力。

烟叶的机械强度受多种因素的影响,尤其是与含水率关系密切。

根据烟叶组织的抗张强度随加潮空气温度而变化的测试结果来看,在温度为 20°C ,加潮使烟叶水分含量达到18%时,其组织的抗张强度为 $204\text{gf}/\text{mm}^2$;而在温度为 65°C 时,同样的水分含量不抗张强度仅有 $172\text{gf}/\text{mm}^2$ 。由此可见,随着温度升高,烟叶组织的机械结实性降低。

一般说来,烟叶在切线过程中最适合水分含量为16.5%~17.5%,机械结实性最高的烟叶,其水分含量相当于空气相对湿度为70%左右时的平衡水分含量。

图1-7所示为烟叶组织的抗张强度随水分含量变化的曲线。由图可见,烟叶组织的抗张强度在一定范围内随烟叶水分含量的增加而增加,超过一定限度后又开始降低。

图1-8所示为烟叶组织的延伸率随其水分含量变化的曲线。由图可见,烟叶组织的延伸率随其水分含量的增加而不断提高,但在不同的水分含量情况下,提高的幅度有所不同。例如,当烟叶水分增加到14.5%左右时,延伸率提高的幅度不太大;当水分在14.5%~17.5%范围内,延伸率变化十分显著;水分超过17.5%时,延伸率增加幅度已经很小了。由此可以确定延伸率最好时的水分含量。

烟叶的抗破碎性在一定条件下随着烟叶水分的增加而增强。但水分过大时,烟叶的抗破碎性反会降低,见表1-2。

一般来说,烤烟抗破碎性较好,晒烟次之,白肋烟较差。同一品种的烟叶在同一温度、水分条件下,中部烟叶的抗破碎性较好,上部烟叶次之,下部烟叶较差。抗破碎性随着烟

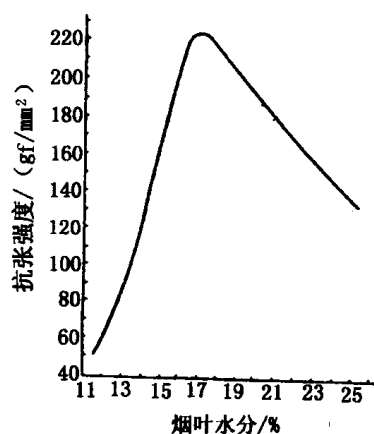


图1-7 烟叶组织的抗张强度随其水分含量的变化曲线

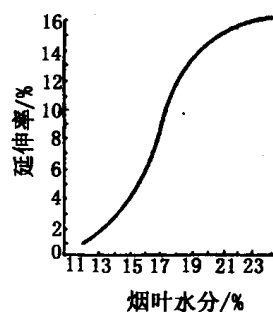


图1-8 烟叶组织的延伸率随其水分含量的变化曲线

表 1-2

烟叶含水率与抗破碎性的关系

烟叶含水率/%	抗破碎性/kPa	烟叶含水率/%	抗破碎性/kPa
7.1	109.32	15.2	1026.58
8.2	149.32	15.8	1039.41
9.0	274.64	17.2	919.92
10.0	293.30	22.6	491.96
12.8	879.92		

叶身分厚薄、组织结构的致密与疏松、各种成分含量的变化及初加工（复烤与发酵）与否而有所变化。

烟叶的机械结实性与其组织和化学组成有关，烟叶中含有亲水性胶体物质，如蛋白质、果胶和淀粉等，这些亲水性胶体物质在饱含水分时有很好的韧性，失水时十分松脆，这一特征在一定程度上决定着烟叶的机械强度随水分含量变化的情况。此外，不同品种、不同部位的烟叶的韧性有差别，腰叶和脚叶中油分含量比顶叶多，即使在水分含量较低的情况下，也能表现出较好的韧性。这一差别主要是由于叶片的组织结构和化学成分所决定的。

烟叶组织的性质取决于烟叶品种及其生长期间的生态学条件，以及烟叶调制和发酵方法。

利用各种烟叶的抗破碎性随其温度与水分的提高而增强的这一基本规律，为了减少烟叶（或烟丝）的造碎，就必须使烟叶在机械作用力较大的加工环节之前，达到适宜的温度和水分。例如，切尖解把之前进行真空回潮；打叶去梗之前进行热风润叶；切丝之前进行润叶；压梗与切梗丝之前进行润梗等。烟叶在适当的温度和水分条件下，由于抗破碎性能提高，在制品的造碎及灰损可明显降低。打叶后大片率可增加，切丝后长丝率及出丝率提高，单箱耗叶下降。

四、烟草的热学性质

为了顺利地对物料进行加热或冷却处理，必须掌握该物料的热物理学性质（包括比热容、热传导、热扩散等）。因此研究烟草的热物理学性质，对于烟草工业生产具有重大的理论和实用意义。然而，长期以来我国的工厂设计和卷烟生产基本以经验数据或参照国外同类参数为依据，难免带有盲目性。近年来，大批引进了国外成套制丝生产线，在加工国产烟草的生产过程中，由于缺乏对国产烟草的热物理性质方面的必要参数，无法充分发挥引进设备的作用和保证产品质量，并且还会增加原料和能源的消耗。

早在 50 年代，国外一些学者就研究了烟草的热物理学性质，获得了有关数据。目前，这方面的研究仍在深入进行。

（一）热容量（比热容）

热容量是指一定过程中，当物体的温度升高一度所吸收的热量，如比定压热容 c_p 。

B·A 勃洛克等人对烟草（叶）热容量与含水率的关系作过研究，见表 1-3。