

造紙機的計算與構造

第 二 冊

[苏] Ф·Г·苏赫曼 著

宋 启 林 译

中国財政經濟出版社

造纸机的计算与构造

第二册

[苏] Ф·Г·苏赫曼 著

宋 启 林 译

马 伯 龙 校

中国财政经济出版社

1964年·北京

內 容 介 紹

本書系根据 1957 年苏联出版的“造纸机的計算与构造”第二冊翻譯的。1955年原輕工业出版社出版的同名書，是該書的第一冊，這本書是該書的第二冊。內容按紙幅在造纸机上进行的次序，分別介紹了造纸机压榨部、烘干部、紙机压光机、卷紙机以及传动部的主要零件部件及其原理結構与計算。在叙述方法上，从机械設計及使用的角度出发，同时介紹了有关的工艺性能、作用；輔以必要的計算公式、參考数据、曲綫图表等。可供造纸机械設計、工艺生产工程技術人員及有关高等院校師生閱讀參考。

目 录

序 言	7
压榨部	8
影响纸幅脱水过程的因素	17
压榨压力及压榨辊硬度的影响	17
压榨辊直径、纸机车速及压榨道数的影响	18
毛布透水性的影响	19
温度、浓度、纸幅干度、配比和打浆度的影响	23
压榨的种类	25
正压榨	25
反压榨	25
光压榨	27
双压榨	27
托辊	28
压榨的排列方案	28
压榨的线压力	30
压榨上辊加压系统的发展	31
螺旋及弹簧加压装置	31
杠杆重锤加压装置	32
气动加压装置	36
压榨辊	41
上辊	41
下辊	41
辊筒的尺寸	54
真空压榨下辊	55
刮刀	65

损纸输送器	66
导毯辊	67
毛布舒展辊	67
毛布张紧器	67
毛布校正器	69
毛布洗滌器	69
压榨部主要零件的计算资料	75
烘干部	81
烘干过程在经济上的概念	81
沸腾与蒸发过程	87
沸腾	87
蒸发	88
烘干过程的一般情况, 干燥阶段	92
纸幅的加热阶段	97
等速干燥阶段	102
等速干燥阶段所需的烘缸数	112
计算烘缸个数的实用方法	116
烘缸有效面积的计算	118
烘毯缸个数的计算	129
烘干部在造纸工艺过程中的作用	134
烘干纸张所需的热量	138
烘干纸张时用的蒸汽压力	143
烘缸表面温度	152
纸张定量对于烘干部生产能力的影响	159
烘缸中的蒸汽消耗量	161
造纸机的蒸汽管道	163
蒸汽管道系统	170
蒸汽管道的计算	188
在真空下烘干纸幅	191

烘干部部件的结构·····	196
烘紙缸及烘毯缸·····	196
导毯辊·····	216
毛毯自动张紧器·····	217
摆式毛毯自动校正器·····	219
烘干部中的自动引紙装置·····	220
刮刀·····	222
干毯·····	223
冷缸·····	224
烘干部的通风·····	234
低压吹风系統·····	241
高压吹风系統·····	242
烘缸間区域的排汽系統·····	243
压光机·····	245
压光过程的原理·····	248
压力区的宽度·····	251
压光辊·····	253
辊筒的直径·····	253
压光机的辊数·····	255
辊筒的冷却及加热·····	256
压光辊的中高·····	257
压光辊的维护·····	257
机架·····	258
轴承·····	258
卷紙机·····	260
卷取紧度·····	260
摩擦式卷紙机·····	262
电动轴式卷紙机·····	268
圆筒式卷紙机·····	268

卷纸辊的直径及壁厚·····	274
造纸机的传动·····	279
对传动部的要求·····	281
传动部的类型·····	282
单电动机传动·····	282
多电动机传动·····	286
降低纸机耗用功率的途径·····	288
纸机需用功率的计算·····	292
网部所需的功率·····	296
压榨部所需的功率·····	309
烘缸所需的功率·····	311
压光机所需的功率·····	315
卷纸机所需的功率·····	319
名词对照表·····	321

序 言

1954年国家林业造纸出版社出版了Ф·Г·苏赫曼的“造纸机的计算与构造”的第一册，其中包括辅助设备及铜网部的计算资料。

“造纸机的计算与构造”第二册即为前者的续编。出版第一册时，由于印刷上的错误，没有把“第一册”字样印上。第二册的内容有压榨部、烘干部、压光机、卷纸机及造纸机传动需用功率计算。

本书是作者根据从1931年至1951年间在列宁格勒加里宁工学院、基洛夫林业学院授课的讲义和国内外造纸工业、造纸机制造工业的资料编写而成的。

出版者欢迎读者提出意见，请寄交下列地址：Москва，Балчуг，22，Гослесбумиздат。

注：序言中作了删节——校者。

压 榨 部

纸幅经过伏辊后以机械方法在压榨部继续脱水。每一道压榨有两个压榨辊（压榨上辊、压榨下辊）、若干导毯辊及毛布洗涤器。导毯辊引导无端毛布的运动方向，毛布洗涤器则使毛布保持清洁。图1为造纸机压榨部的侧视图。

经伏辊之后，纸被引到无端毛布上而带进压榨辊的中间。压榨下辊为主动辊，上辊则借下辊以摩擦力来带动；而导毯辊则借毛布带动。

在研究纸幅在压榨部的脱水过程之前，先叙述如何将不坚实的湿纸幅从无端铜网上引到无端毛布上的问题。

将纸幅从网案引至压榨部和由压榨部引至烘干部以及类似的过程叫做引纸。引纸是用人工按下述方法进行的。

除了两个固定的用以切去纸幅边缘的定幅水针以外，还有一个可以沿垂直于铜网运动方向移动的引纸水针。在工作正常时，引纸水针在纸机的传动侧。当引纸时，将它向网案工作侧移动到能切出宽50~70毫米的纸带的位置处。看网工在下伏辊上，把切出来的纸带自铜网上剥下，捏成一把或一团抛在第一道压榨的毛布上。经第一道压榨后，用手引或用压缩空气吹送，将纸带送到第二道压榨的毛布上，以后也如此引纸。当纸带引送过以后，将引纸水针向纸机网案的传动侧移动。这样，纸带逐渐放宽至纸幅全宽为止。在引纸的时候，纸幅几乎以全宽留在铜网上，并随铜网一同运动。在下伏辊与导网辊之间的铜网非工作段上，喷水管喷出来的水将纸幅冲进伏辊损纸池内。再将已经被水稀释到2~3%浓度的浆料从伏辊损纸池内抽出循环使用。当纸机上配用的不是普通伏辊而是真空伏辊时，则用压缩空气把纸带从伏辊吹引到第一压榨的毛布上。为此，在伏辊壳内真空箱后（按纸幅的运

原书缺页

动方向而言)的工作侧处装有喷嘴。引纸时将压缩空气通入喷嘴,压缩空气即通过伏辊壳上的小孔将纸带从铜网上吹到第一压榨的毛布上。

不论引纸的方法如何,在伏辊及第一压榨毛布间的一段纸幅,承受的是拉伸应力。当纸幅从伏辊上成径向方向剥离时,以新闻纸为例,其断裂长减少70%,而同时纸幅可能被伸长5%^①。如应力不超过一定数值则纸幅仅被伸长,反之则纸幅即断头。

从实际经验可知,纸机上的断头在伏辊与第一压榨间发生的次数最多。由于伏辊与第一道压榨的速度比例被破坏而发生断头。调整并保持这一比例使纸幅中不致产生过大的应力是一件困难而且紧张的工作。当作用于纸幅的力达到一定数值时即发生断头。在伏辊与第一个导辊间这一段没有依托的纸幅成悬链线的形状。在静止状态时,纸幅中的拉力可作为柔索^②计算。

在纸幅中的任意点的拉力 S 为

$$S = \frac{ql^2}{8f \cos \alpha} \quad (1)$$

式中: q ——伏辊与第一导辊间的湿纸幅单位长度的重量;

l ——伏辊剥离点与导辊接纸点间的水平距离;

f ——纸幅的悬垂距离;

α ——所选择的任意点的切线的倾斜角。

从(1)式可以看出,拉力 S 从纸幅的最低悬垂点向支点方向增大。而在伏辊剥离点或导辊接纸点处的拉力最大,亦即在悬垂曲线的切线与水平成最大角度处的拉力最大。当运转时,更出现了动力的作用。这些动力亦由纸幅段中的拉力所平衡。在运动着的纸幅中的作用力有:

① 施密特(К·Шмидт)新式长网机及其进一步发展的前景, *Wochenblatt für Papierfabrikation*, 1954, No. 11及12。

② 别辽耶夫(Н·М·Беляев)材料力学, 1951年国家技术理论出版社出版(见中译本高等教育出版社出版新第一版上册97~98页——译注)。

a) 伏辊后纸的本身重量;

6) 取决于伏辊及第一导辊间纸幅曲率半径的惯性离心力 I_n ;

b) 取决于因伏辊与第一道压榨速度不同而产生的切向加速度的切向惯性力 I_t 。

图 2 表示作用在伏辊及导辊间的纸段上的力。如不计纸幅弯曲时的刚性, 则纸幅中任意点的拉力可按下式计算^①。

$$s = \left[H_0 - \frac{\gamma}{g} v^2 \int_0^x \frac{y' y''}{(1 + y'^2)^{3/2}} dx \right] (1 + y'^2)^{1/2} \quad (2)$$

式中: H_0 ——真空伏辊剥离点处纸幅拉力的水平分力;

γ ——湿纸幅的比重;

g ——重力加速度;

v ——纸幅的速度;

$y' = \frac{dy}{dx}$ ——该点处纸幅切线倾斜角的正切;

$\frac{y''}{(1 + y'^2)^{3/2}} = \frac{1}{\rho}$ ——纸幅的曲率。

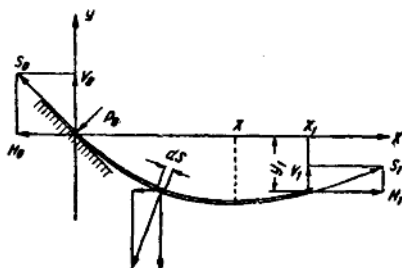


图 2 作用在伏辊与导辊间的纸段上的力

① 施密特 (К. Шмидт) 新式长网机及其进一步发展的前景, Wochenblatt für Papierfabrikation, 1954, No. 11 及 12。

当速度 v 等于零时, (2) 式变为 $s = H_0$, 这 H_0 就是纸幅在伏辊及第一导辊上的支点上的拉力数值。此外支点间的纸幅的任一点上的拉力 S , 还与这点上的切线的倾斜角有关。在运动着的纸幅中, 还有由于切向加速度和法向加速度而产生的附加惯性力。切线加速度等于伏辊剥离点与第一导辊接纸点的纸幅速度差, 其值是较小的。所以切向惯性力 I_t 比离心惯性力 I_n 小得多,

可以略去不计。离心惯性力 I_n 与纸幅的质量 $\frac{\gamma}{g}$ 、速度的平方 v^2 、切线的倾斜角及纸幅的曲率半径有关。当两个支点大约位于同一水平面上时 (图 2), 则其被积分数开始为负值, 其后为正值。因为纸幅在伏辊剥离点的斜度和曲率都大, 而在这一点以后各点的斜度和曲率一般都是较小的, 因此沿这段全长上的积分均为负值。在积分前面是一个负号, 因此离心惯性力总是使由于湿纸幅的重量而产生的拉力加大。

由此可见纸幅在公式 (2) 的第二项数值为最大的地方受最大的拉力。因为第二项的数值取决于悬链线的切线的倾斜角, 即取决于 $y' = \frac{dy}{dx}$, 故在伏辊剥离点纸幅的拉力最大。这一个结论

亦可由实践中证明, 因为湿纸幅的断头在伏辊处最常发生。纸幅在伏辊剥离点的曲率对于拉力有决定性的影响, 为此必须采取措施使纸幅的曲率的影响最小。为此目的, 在伏辊及第一导辊之间装设一个导向引纸辊 (参看图 1), 这样便使纸幅剥离铜网不是沿伏辊的径向而是沿着切于伏辊的方向。

提高纸幅强度 (增加配比中化学浆的含量百分数) 或提高纸幅的干度 (提高伏辊真空箱的真空度) 均可减少伏辊后纸幅的断头。

增加配比中化学浆的含量, 例如在新闻纸中从 13~16% 增加至 20~25%, 以及将伏辊真空箱的真空度提高至 610~650 毫米水银柱, 还不解决问题, 因为配比中多耗用了些化学浆和真空泵多

耗用了些能力而提高了产品的成本。

从式(2)可以看出纸幅中的附加张力与速度的平方成比例增长。这个情况可由实践中证明。在高速造纸机上,操作人员应该有丰富的经验来调节并维持伏辊与第一压榨的速度间的比例,使断头不致发生。当纸机的抄速超过420~450米/分时,工人们很难防止在伏辊上的大量断头。

由于纸机速度的提高而在伏辊处的断头数增加成为进一步提高车速的障碍。根据巴耐特的数据^①,新闻纸机由于在湿部的断头而减少了8%的产量。

提高吸水箱及真空伏辊内真空箱的真空度来提高纸幅的干度因下列因素而有所限制:铜网的磨耗增加;真空泵的功率不按比例增大而迅速增加。既然提高造纸机的速度以增加产量比增加纸机的宽度在经济上较为适当,这就提出了要找到不论湿纸幅的坚实程度及抄速如何,都能不产生拉力地把纸从伏辊引到压榨部去的引纸方法的问题。

试图象在自接纸造纸机上那样(图3),使用毛布将纸幅从铜网剥下并引到纸机的压榨部及烘干部;或使用压缩空气沿其全宽将纸幅自伏辊上吹下均未获得成功。因为在高速纸机上使用剥纸毛布纸幅复为毛布所湿润;而沿全幅宽吹送又会使纸幅部分破裂。

采用被剥纸毛布包住的真空吸移辊从铜网上把纸幅剥下来(图4)是解决问题的令人满意的方法。这一类的装置叫吸移装置。从图4可以看出在这种情况下时,伏辊后装为导向的主导网辊。铜网在这主导网辊与伏辊间构成直线段。被剥纸毛布包住的真空吸移辊从这一段上将纸幅吸起来。剥纸毛布粘着纸幅并将它运送至第一压榨。当纸幅在真空压榨辊的真空箱上面通过时,纸幅即自动而连续地由剥纸毛布上被吸移到压榨毛布上。从图4 I

① 巴耐特(P. Bapnerr): 纸幅从铜网至压榨部的真空吸移, Paper Mill News, 1953, 卷76, №29。

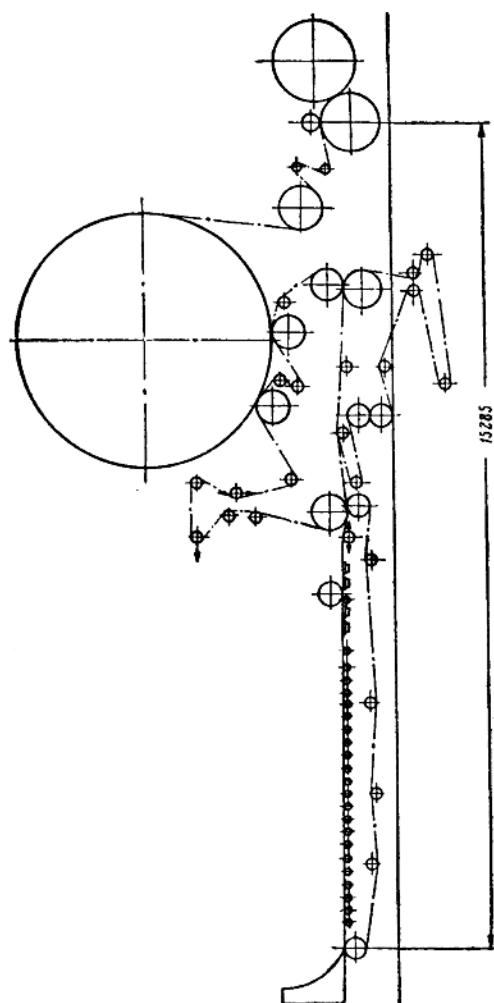


图3 自接纸造纸机 (即揭格纸机)

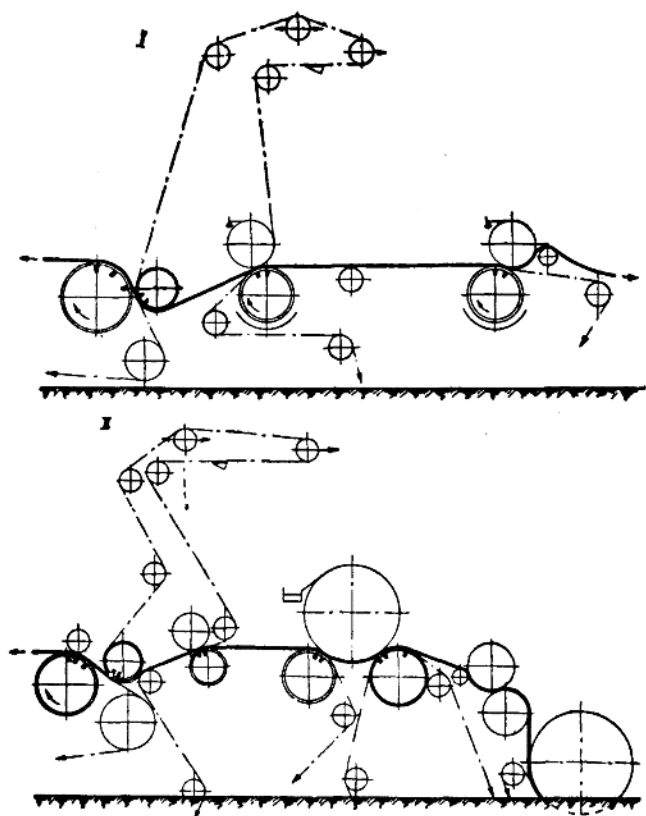


图4 自銅网上吸紙的吸移裝置

I—把紙送到普通的壓榨部；II—送到堆疊式的双壓榨

可以看出，兩道壓榨共用的毛布將紙幅從第一壓榨送到第二壓榨。而在另一圖中則是借一專設的遞紙壓榨（圖4，II）將紙幅從剝紙毛布送到壓榨毛布上。這道遞紙壓榨的上輥為普通壓榨輥，下輥為真空輥。採用吸移裝置就是將紙幅從網部送到第一壓

榨而使纸幅不产生张力的办法。由于在纸机的湿部纸幅的张力减小了，因此纸幅的断裂长增加，断头数减少；虽然抄速提高而损纸量却减少^①。当纸机上装有堆叠式双压榨时，也采用吸移装置。

当具有吸移装置时，按下列方法进行引纸。在伏辊之前先割出一条纸带。纸带和纸幅的其余部分一起被真空吸移辊吸起并送到递纸压榨及第一压榨的毛布上。切出的纸带可用一般常用的方法从第一压榨的上辊上剥下来或吹下来引到第二压榨及烘干部去。纸幅的其余部分则被压榨上辊的刮刀刮下。这是一个极其困难的问题，因为在高速纸机上大量的损纸很快地积聚在这上辊刮刀上。当这一引纸纸带顺利地通过烘干部后，就可用一般常用的方法将纸带放宽到纸幅全宽。积聚在刮刀上的湿损纸由运输器（参看66页）送到伏辊损纸池。湿纸边则直接由铜网落入伏辊损纸池内。

当纸机起动时，要把真空吸移辊从铜网上提起，并在纸浆未均匀分布在铜网全幅之前保持这样的位置，而纸幅则被冲入伏辊损纸池内。纸浆已沿网宽均匀分布后，可把真空吸移辊向铜网移落，直至网上的纸幅与真空吸移辊下的剥纸毛布接触为止。真空吸移辊真空箱的真空度在150~250毫米水银柱之间^②。真空吸移辊壳上的孔径为6.35毫米。沿辊筒轴线方向的孔距为12.3毫米，沿圆周方向的孔距为 6.5π 。孔成棋盘形排列。为了除去毛刺，孔缘扩成沉头形。真空箱的宽度为100毫米。

真空吸移辊的直径为610毫米。它并装有于引纸时可在纸带部分形成局部真空区的装置^③。

压榨的工作原理，正如以前研究伏辊的工作时所叙述的一样，是很简单的。它的原理是这样的：无端的毛布将湿而不坚实

-
- ① 使用吸移装置时所产生的困难问题。Svensk Papperstidning, 1955, 15—V, 卷58, No. 9。
- ② 薩透斯特 (Т. Сатерст)：有吸移装置的新式压榨装置。World Paper Review, 1951, 卷136, No. 7。
- ③ Бумажная промышленность, 1956, No. 1。