

伯龙 编著

# 造纸机—— 原理结构与设计

(第二分册)

轻

# 造纸机——原理结构与设计

第 二 分 册

马伯龙 编著

轻工业出版社

## 内 容 提 要

本书比较系统地介绍了造纸机圆网部分：长网和圆网成形器的工艺计算及白水纤维回收设备；夹网成形器和短网成形器；移送和压榨脱水原理及造纸机的压榨部分等。其中，有关圆网、夹网和短网成形器；剥离与压榨原理，新型压榨及可控中高辊；毛毯洗涤调整装置等造纸机技术新发展、新的机械结构则着重加以叙述。

### 造纸机——原理结构与设计 第二分册

马伯龙 编著

\*

轻工业出版社出版

(北京阜成路8号)

国防科工委印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

\*

787 × 1092毫米1/16 印张：18 4/16 字数：413千字

1982年12月 第一版第一次印刷

印数：1—4,100。定价：2.10元

统一书号：15042·1718

# 目 录

<b>第六章 圆网部分</b> .....	1
<b>第一节 圆网部分的配置</b> .....	1
6.1.1 圆网部分的专用名词术语 .....	1
6.1.2 圆网造纸机圆网部分的配置 .....	2
6.1.3 圆网纸板机圆网部分的配置 .....	3
6.1.4 圆网部分的组成.....	6
<b>第二节 圆网成形器</b> .....	6
6.2.1 网笼 .....	6
6.2.2 网槽 .....	11
6.2.3 伏辊 .....	21
6.2.4 排水和吸水刮刀、冲边喷水器和喷水管 .....	23
<b>第三节 脱水元件</b> .....	25
6.3.1 脱水网辊压榨 .....	25
6.3.2 回头辊压榨 .....	26
6.3.3 预压榨 .....	28
6.3.4 主压榨和毛毯洗涤调态装置 .....	29
<b>第四节 真空-压力圆网成形器</b> .....	32
6.4.1 斯蒂文斯成形器 .....	34
6.4.2 海斯成形器 .....	34
6.4.3 压力圆网成形器 .....	35
6.4.4 真空-压力圆网成形器.....	37
6.4.5 厄尔曲拉圆网成形器及其他上成形器 .....	59
6.4.6 墨尔蒂成形器 .....	42
<b>第七章 长网和圆网成形器的工艺计算及白水纤维回收设备</b> .....	44
<b>第一节 长网成形器的工艺计算</b> .....	44
<b>第二节 圆网部分的工艺计算</b> .....	51
<b>第三节 浆水平衡计算</b> .....	54
<b>第四节 回收白水纤维的辅助设备</b> .....	60
7.4.1 盘式和鼓式真空过滤白水纤维回收机 .....	60
7.4.2 过滤式白水纤维回收机 .....	62
7.4.3 沉淀式白水纤维回收机 .....	64
7.4.4 飘浮式白水纤维回收机 .....	65
<b>第八章 夹网成形器和短网成形器</b> .....	67
<b>第一节 夹网成形器</b> .....	67
8.1.1 英浮尔水平夹网成形器和贝尔拜成形器 .....	67

8.1.2	贝尔拜曲面夹网成形器和贝洛伊特薄纸夹网成形器	74
8.1.3	浮尔蒂直立夹网成形器	79
8.1.4	帕泼里成形器	82
8.1.5	珀里成形器	85
8.1.6	辛姆、斯比德和阿库成形器	87
8.1.7	杜喔成形器	94
8.1.8	其他夹网成形器	98
<b>第二节 短网成形器</b>		100
8.2.1	厄尔曲拉短网成形器	100
8.2.2	伏伊特和多理斯短网成形器	101
8.2.3	埃斯成形器	103
8.2.4	其他短网成形器	103
<b>第九章 移送和压榨脱水原理</b>		105
<b>第一节 移送和剥离</b>		105
9.1.1	在开式牵引的长网造纸机上湿纸幅从成形网上剥离	105
9.1.2	舔移和吸移	108
<b>第二节 关于压榨的基本概念</b>		112
9.2.1	压榨的定义和组成	112
9.2.2	有关压榨的一些名词术语	112
9.2.3	压榨对纸的影响	114
9.2.4	压榨装置的分类	115
<b>第三节 压区脱水理论</b>		116
9.3.1	脱水理论	117
9.3.2	关于湿压榨中一些现象的研究	122
9.3.3	各型压榨的脱水效率和特点	124
<b>第四节 影响压榨脱水的因素</b>		130
9.4.1	压区压力	131
9.4.2	压区脱水能力	132
9.4.3	脱水阻力	132
9.4.4	进压区的水分和再湿	133
<b>第十章 压榨部分</b>		134
<b>第一节 压榨部分的配置和复式压榨</b>		134
10.1.1	压榨部分的组成	134
10.1.2	压榨部分的配置	134
10.1.3	压榨部分配置的实例	137
10.1.4	复式压榨	141
<b>第二节 纸幅移送装置</b>		155
10.2.1	舔移装置	155
10.2.2	吸移装置	156

10.2.3	用单缝吸移箱作吸移装置	159
第三节	压榨辊	161
10.3.1	压榨辊的结构分类	161
10.3.2	压榨辊的功能结构	161
10.3.3	压榨辊的抗挠结构	169
10.3.4	压榨辊的规范	176
第四节	压榨辊的计算与搭配	182
10.4.1	普通结构辊的计算	182
10.4.2	真空压榨辊的计算	189
10.4.3	石辊的计算	194
10.4.4	中固辊的计算	197
10.4.5	芯轴辊的计算	208
10.4.6	压榨辊中高的计算	213
10.4.7	不同抗挠结构的压榨辊的搭配	222
第五节	压榨配件和纸处理件	232
10.5.1	裸硬辊的刮刀	233
10.5.2	辊面清扫装置	236
10.5.3	压榨辊的加压与抬辊机构	240
10.5.4	加压抬辊机构的气动系统和元件	247
10.5.5	胶辊压纹装置	255
10.5.6	损纸输送装置	257
10.5.7	吹纸喷管、引纸辊和引纸绳装置	258
第六节	毛毯(湿毯)	260
10.6.1	对毛毯的要求	260
10.6.2	毛毯的结构、种类和规格	261
10.6.3	毛毯的选用	265
第七节	毛毯辅件	265
10.7.1	压榨部分配用的各种毛毯导辊的配置和作用	266
10.7.2	毛毯校正器和张紧器	270
10.7.3	毛毯的洗涤和调态装置	271
10.7.4	喷水管	273
10.7.5	辊式毛毯调态装置	275
10.7.6	毛毯吸水箱	280
10.7.7	维克利洗毯器	283
第八节	压榨部分的机架	284

## 第六章 圆网部分

由于大多数采用圆网成形方式的造纸机都配置有不止一具的圆网成形器，所以这些造纸机的圆网部分就指包括各个圆网成形器及其配属部件在内的全套配置，而不是仅指单一的一个圆网成形器。这样，按照一般的概念，就多以通过所有圆网成形器的一套带纸毛毯所经过的所有部件作为圆网部分的范围。

传统的圆网成形器和某些改进的圆网成形器从其结构作用上说，就是流浆箱与成形器二者的结合，其网槽就是流浆箱的全部或一部分。

现在采用圆网成形方式的造纸机大体上都是生产多层纸板或某些多层或单层的纸种。前者多配用5具或更多的圆网成形器，而且其抄制面层的成形器还可能与其他圆网成形器的型式不同。后者则往往仅用1~3具圆网成形器。因此，不像长网成形器那样只向一个流浆箱供浆，而是可能要由不同的贮浆池或配浆箱向不同的网槽供浆。在多圆网纸板机或造纸机上往往还需要用一个纸浆分配箱来担负供浆的任务。

通过所有圆网成形器的那条带纸毛毯在圆网成形器之后要通过一系列的脱水元件（如下述的各种网辊压榨和预压榨等）而在最后一组压榨之后结束其工作行程转入回程。这最后一组压榨不论从结构上还是从脱水过程上看，都是压榨部分的第一道压榨。它往往被称为主压榨。因此，也可以认为，圆网部分是借带纸毛毯而与压榨部分直接连接的。在主压榨之后，多层纸板或其他定量大的纸种已都能达到足以承受开式引纸牵引力的湿强度，所以第一次开式引纸就在主压榨之后。

圆网成形器后的脱水元件在结构方面也基本上与圆网及其伏辊本身或与压榨相同或相似，其另外一些用于毛毯的辅件则是对长网或圆网造纸机压榨部分都通用的典型部件，如压榨辊、毛毯导辊、校正器、毛毯张紧器、毛毯洗涤器、毛毯吸水箱等等，对于这些典型的压榨部分所用的部件，在本章中就暂不作详细叙述，容在第十章压榨部分中一并作比较系统性的说明。同样，圆网部分中也采用一些与长网成形器或其流浆箱上所用的相同的部件，如喷水管、布浆器等，在此亦不再重述。

### 第一节 圆网部分的配置

#### 6.1.1 圆网部分的专用名词术语

圆网造纸机和纸板机圆网部分的名词术语往往在不同国家地区有所不同。例如上述的第一道压榨或主压榨，在苏联有时被称为“圆网部分的伏辊压榨”。近年来，不少作者已注意到这方面的情况，在著作中力求采用比较确切的而且能表达其作用的名词术语来称呼圆网部分中的各部件。

图6.1为多圆网纸板机圆网部分的典型配置，阿特金斯(J.F. Atkins)按此图提出了如图注中所示的圆网部分专用名词术语的一些建议。他的建议中有些原则是很好的。

当在一个部分内有多套相同的部件时，命名的原则应该是：(1)冠以它所属的主要部件

名称；例如，第一压榨毛毯校正器、第二压榨毛毯校正器等等。(2)按纸幅(或毛毯)的走向顺序编号；例如第一圆网成形器(简称第一圆网)，第一道预压榨，上毛毯第一校正器等等。上毛毯分成两条时应顺序地称之为第一上毛毯和第二上毛毯。

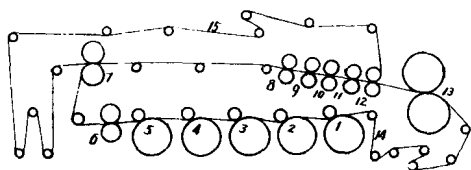


图6.1 多圆网纸板机圆网部分的部件及其名称

1—第一圆网；2~5—第二至五圆网；6—脱水网辊压榨；7—回头辊压榨；8—第一道预压榨；9~12—第二至五道预压榨；13—主压榨；14—带纸下毛毯；15—上毛毯

空辊时，称为“真空预压榨”。

在不少情况下，在传统的圆网部分中是用于下方的一条毛毯通过各个圆网来带纸的，但是也有时带纸毛毯是位于上方的那条毛毯。所以，对起带纸作用而通过各圆网的那条毛毯，不论是上或下，应该在前明确地加上“带纸”两个字。这样，“带纸上(或下)毛毯”这一名词可以使见之者立即明确地想出这一圆网部分的毛毯圈路大致情况。

带纸下毛毯在湿端尽头转向处的一个辊筒在习惯上叫做回头辊。后来它发展成为真空辊，就被叫做真空鼓辊(Suction drum roll)，后来又加上了上压辊组成一组压榨，叫做鼓辊压榨(Drum press)。这个鼓辊压榨的直译术语，看来不如被称为“真空回头辊压榨”，后一术语显然易于使人理解其作用与位置，在含意上明确得多。当这种压榨不位于毛毯转向处而位于预压榨之前时，就是一组真空预压榨。

预压榨这个术语已在多圆网纸板上沿习使用了多年，但它过去曾同时被称为“小压榨”(Baby press)或“辅助压榨”(Helper press)，其原名Primary press也曾被译成为初压榨，这些不同的称呼有某些文献迄今仍被使用着。

如前所述，把带纸下毛毯所经过的主压榨称为伏辊压榨的情况现仍可见到，但这易于和圆网笼上的伏辊相混淆，故而此时又把网笼上的伏辊改称为剥纸辊。称之为主压榨是比较合理的，因为它是圆网部分的唯一的主传动点，而又在实际上是一道压榨；同时这样定名也可区别于以后压榨部分中的诸道压榨。因此，对圆网部分而言，主压榨应该是只有一组的。但阿特金斯却命名它为第一压榨，这是在阅读文献时必须注意加以区别的，否则易于和压榨部分的第一道压榨相混。

### 6.1.2 圆网造纸机圆网部分的配置

圆网造纸机通常配有1~3个圆网，生产有光纸、火柴纸、招贴纸、文件纸、制图纸及卡片纸等，纸种定量小的用1个圆网，定量大的用2~3个圆网，圆网笼直径900~1500毫米，面宽达4000毫米左右。

如第一章中图1.7及1.9所示就是生产单面光薄纸的圆网造纸机。图6.2为圆网多烘缸造纸机的圆网部分。由图可知，带纸毛毯可以是上毛毯或下毛毯，这全视毛毯圈路布置而定。在紧靠圆网之后，有的用回头辊压榨，有的用一个真空辊，有的甚至就以圆网伏辊作为回头



辊。大体上是定量较大的纸种要有较强的脱水能力，可配用回头辊压榨或真空辊，而定量低的薄纸可绕经圆网笼上的伏辊直接到主压榨。也有时对定量较大的纸种在网笼上配用一个真空伏辊，然后毛毯就带着纸幅在此真空伏辊后直接到主压榨去。在前述的要求脱水能力大的情况下，也可以配用若干道预压榨。上、下毛毯在回入工作行程前都经过洗涤、挤压脱水和经过吸水箱调节其水分，也都配有校正、张紧等装置。在图 6.2 中，当带纸上毛毯以其朝下的一面带着纸时，为了防止纸幅掉下而在毯内配置了管式毛毯吸水箱，使纸幅贴在毛毯上。

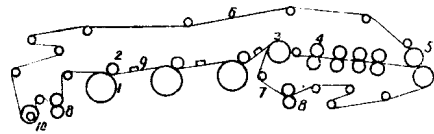


图6.2 多圆网造纸机圆网部分的配置  
1—圆网笼；2—伏辊；3—真空辊；4—预压榨；  
5—主压榨；6—带纸上毛毯；7—下毛毯；8—毛  
毯挤水压榨；9—管式毛毯吸水箱；10—洗毯器。

单或双圆网造纸机的圆网成形器往往采用第四章中所叙述的活动弧形板式网槽或真空圆网成形器。

### 6.1.3 圆网纸板机圆网部分的配置

生产多层纸板的圆网纸板机多配有5~8个圆网成形器。多层纸板中的各层纸层被分为面层 (Top liner)、第二层(Under liner)、中间各层 (Fillers) 和底层 (Bottom liner)。大多数纸板品种对于面层、第二层和底层都有较高的要求且往往采用与中间层不同的较好的纸浆，因此，抄制面层、第二层和底层的圆网成形器也往往采用不同的型式。用于生产多层纸板的圆网成形器几乎包括传统的和改进的所有各种型式。

有些多层纸板还采用长、圆网复合式纸板机或长、短网以及长网加上各式上成形器的纸板机来抄造，而后者正是近十多年来多层纸板机新发展中常见的情况。

圆网纸板机圆网部分的脱水元件大都配置得较强。在较老式的纸板机上有时配用7道预压榨来加强脱水。随着高效脱水元件的发展，现在的纸板机上通常都不超过3~4道预压榨，而在预压榨的型式上则多采用网辊压榨、真空压榨和沟纹压榨等。初离圆网成形器组的湿纸幅采用脱水网辊压榨和真空脱水网辊压榨或真空回头辊压榨来脱水，其具体配置也随纸板的质量和产量要求而变。一种较普遍的配置规则是：以每米净纸幅宽上的24小时产量为单位，当产量在50吨以下时，用一套普通的脱水网辊压榨就可使纸幅在出此压榨时达到19%的干度；当产量为50~60吨或较高时，就要在其后再加上一套真空脱水网辊压榨。普通或真空回头辊压榨在下毛毯带纸时是必须配用的，因为下毛毯的运行方向必须是沿着远离压榨部的方向行进去顺序地通过各个圆网成形器，且必须再回过头来朝着压榨部方向带着纸幅通过各道预压榨。真空回头辊有箱口很宽的真空箱，当使用250~500毫米汞柱的真空度时有相当大的脱水能力。如果再加上一个上辊来加压，其脱水能力相当于上述一套普通的加上一套真空的脱水网辊压榨，可使纸幅在随毛毯回头后达到18~20%的干度。有时为了避免纸幅贴在带纸毛毯下面移送的距离过长会导致掉纸可能性的增大而使带纸毛毯在最后一个圆网成形器上的真空伏辊处就回头。因为上下毛毯在多数情况下是在回头辊处会合，用真空回头辊压榨有利于驱出毛毯间的空气。在一些圆网纸板机上，在上下毛毯进入预压榨之前配有一对挤压小辊来使毛毯与纸幅紧密地贴合在一起。在未配有真空回头辊压榨时，用这对挤压小辊更是适宜的。在采用真空回头辊压榨时，在其真空下辊的下方要装设白水盘，还要在下方多装一个普通的回头辊。图 6.3 为下毛毯带纸时在毛毯回头处上下毛毯的几种配置方案。图 6.4 为配置

了新型脱水元件的圆网部分的一个例子。它除了有脱水网辊压榨之外，配备了真空回头辊压榨、挤压小辊、吸水箱、沟纹和真空预压榨等。

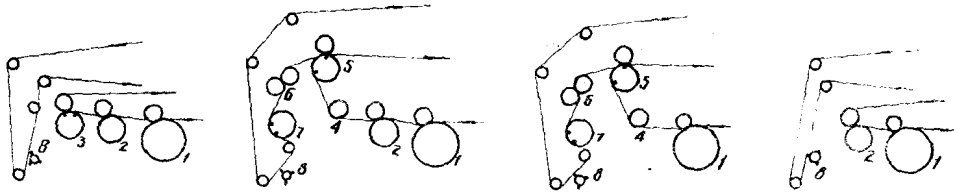


图6.3 下毛毯带纸时毛毯回头端的几种配置方案

1—圆网成形器；2—脱水网辊压榨；3—真空脱水网辊压榨；4—回头辊；5—真空回头辊压榨；6—毛毯挤水压榨；7—毛毯真空吸水辊；8—打捻器。

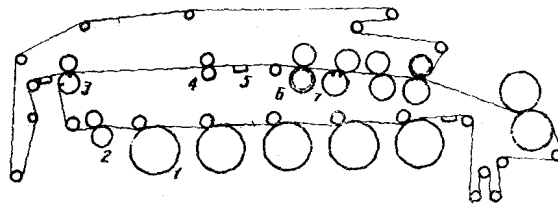


图6.4 配有新型脱水元件的圆网部分

1—圆网成形器；2—脱水网辊压榨；3—真空回头辊压榨；4—挤压辊组；5—毛毯吸水箱；6—沟纹预压榨；7—真空预压榨。

随着压榨的脱水理论与结构的发展和毛毯结构与性能的改进，圆网部分的不少脱水元件和毛毯洗涤、调态元件也都随之改进以提高脱水效率和保持毛毯的清洁开敞。历来的生产经验证实，纸幅在上下毛毯之间脱水时能经受很高的线压又取得较好的脱水效果，对定量大、纸层厚的多层纸板尤其是如此的。因此，对于多层纸板，在主压榨以前的湿纸状态下，在各种压榨处都使纸幅处于上下两条毛毯之间，这已成为典型的设计并已被压榨脱水理论所证实。对于某些圆网造纸机，也有采用这种在压榨中双面脱水的设计的。在用下毛毯带纸时，为了实现上述原则，上毛毯就会相应地必须有很长的长度，特别是因而也就必须有很长的无效回程段。过去曾认为这是实现压榨双面脱水原则所必须的唯一办法。为了改变这种情况，主要是为了设法省去一条毛毯或缩短其无效回程段，在设计上采用了上毛毯带纸而使下毛毯成为实现压榨双面脱水时保证纸幅不致压溃的辅助性毛毯。这种上毛毯带纸的设计在圆网纸板机和造纸机上使用成功的，如图6.2所示即是一例。但较多的传统圆网纸板机仍是典型的下毛毯带纸的设计。由压榨脱水理论可知，在这种下毛毯带纸的设计中，其很长的上毛毯不仅有上述的结构上、经济上的缺点和操作使用上的不便，而且在运行性能上也是很不理想的。由纸幅朝上排出的水分进入了在理论上原来还算比较干的上毛毯，蕴蓄在上毛毯的结构中。因为上毛毯本身在工作行程上没有脱水、清洗和调态装备，所以经过一两道压榨后，例如经过真空回头辊压榨和第一道预压榨后，上毛毯就基本上处于被水分所饱和且携带有不少细小纤维、纸毛等的状态。这样，当它继续与下毛毯一起夹着纸幅进入以后几道压榨时，就不再能顺利地继续吸入、容纳由纸幅中来的水分了，甚至还会反过来使上毛毯中的水分回到

纸幅中去，这就使以后几道压榨的脱水效率大为降低。为此，往往在后几道压榨压区前要在上毛毯内配用吸水刮刀等装置把被挤到压区前方积在上毛毯上的水排除掉。近年来，利用压榨理论与实践的进展对这种上毛毯圈路设计进行了较有效的改造。其一种方案是把长的上毛毯分为两条，在要求上毛毯发挥其保证无压溃作用的区段上分段地运行，见图 6.6 所示。另一种方案是利用毛毯的调态装置，使上毛毯以较干较清洁的状态进入预压榨压区，这样来

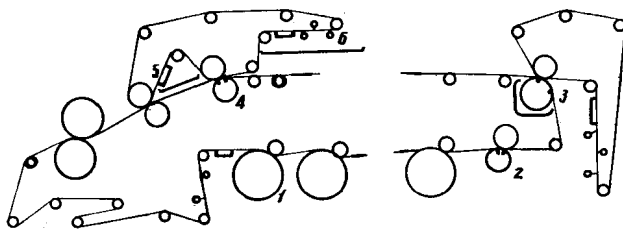


图6.5 用分段上毛毯的圆网部分配置方案

1—圆网成形器；2—真空脱水网辊压榨；3—真空回头辊压榨；4—真空预压榨；5—毛毯吸水箱；6—喷水管。

提高预压榨的脱水效率，如图 6.5 所示。同时用各种新型毛毯洗涤调态元件如各型喷水管和窄缝毛毯吸水箱等来代替老式的打毯器。这样地改进上毛毯圈路或辅件，或把上毛毯分成两条，可以省去一些效率不高的脱水元件，如在图 6.5 中省去了普通预压榨，而在图 6.6 中省去了全部预压榨。在这些新式配置方案中，出主压榨后的纸幅干度都能有所提高。

对于某些要控制紧度和厚度的纸板，往往在预压榨段配置 4~5 组加压较重的“厚度校正预压榨”，借以在纸幅较湿时逐渐地将其压紧。

用真空-压力圆网成形器所组成的圆网部分，其配置相对地简单些，只用一条带纸毛毯。因为增加了真空脱水的可控条件，出圆网笼上伏辊时的纸幅已达到适当的干度，可以具有足够的湿纸强度被引入压榨部，不必再经预压榨之类的脱水元件进一步脱水。因此，也就不需要配置一般圆网部分中的那些脱水元件，相应地省去了一条辅助性毛毯及其全部辅件。图 6.7 为具有 3 套罗托真空圆网成形器 (Rotoforner) 的圆网部分的配置情况。把这类真空圆网成形器与传统的或改进的带网槽的圆网成形器配合使用时，也可以达到省去脱水元件、简化配置的效果。

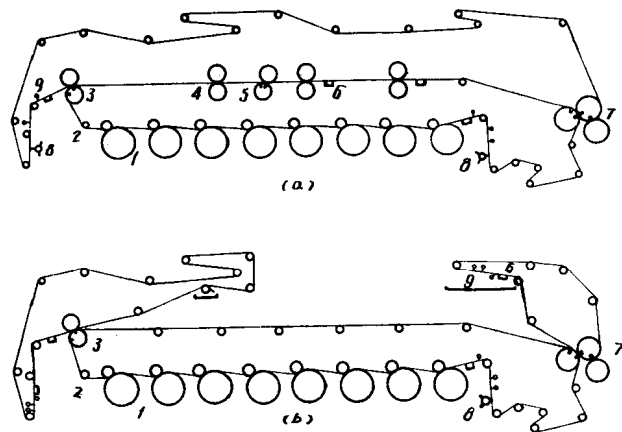


图6.6 圆网部分上毛毯改造成为两条时的配置

(a)—改造前；(b)—改造后；

1—圆网成形器；2—回头辊；3—真空回头辊压榨；4—预压榨；5—真空预压榨；6—毛毯吸水箱；7—复式主压榨；8—打毯器；9—喷水管。

在各种配置方案中，带纸毛毯在回入第一个圆网成形器去带纸之前，也要经过吸水箱来调节其水分，使之能可靠地把纸幅剥离网笼。

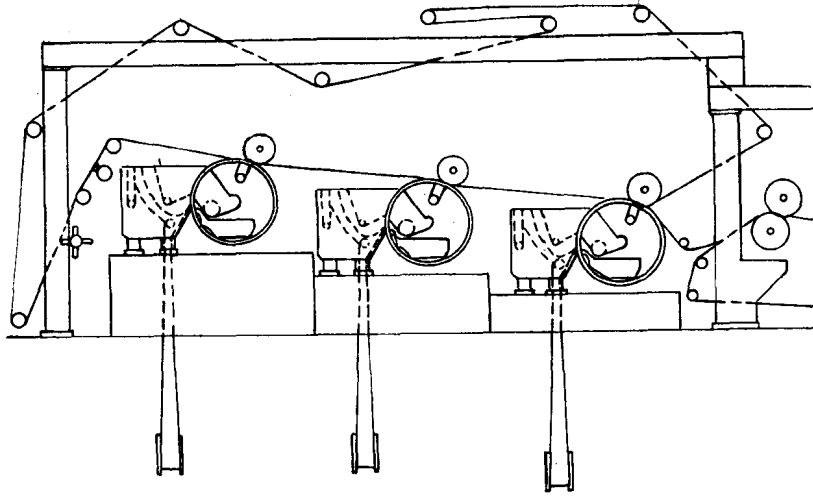


图6.7 用罗托真空圆网成形器的圆网部分

#### 6.1.4 圆网部分的组成

圆网部分的范围虽如前述已“伸入”到压榨部分去并包括了成形器的流送部分在内，但其组成总地说来仍较长网部分简单。这主要是由于圆网成形器本身比长网成形器简单。为此，圆网部分的组成可以分为：（1）成套的单元成形器；（2）各类脱水元件及其机架；和（3）带纸毛毯及其辅件这样三部分。

成套的单元圆网成形器，不论其型式如何，都包括从进浆管口起的流送、成形及初步脱水三个部分。各类脱水元件包括各型脱水网辊压榨、回头辊压榨和预压榨，它们的机架结构则随毛毯的圈路和配置的不同而有各种不同的设计。带纸毛毯及其辅件如校正、张紧、洗涤、调态、舒展等元件都与长网造纸机的压榨部分相同，这连同圆网部分的主压榨一起将在第十章中叙述。至于圆网部分的带纸毛毯，为了方便起见，也在第十章中说明。

## 第二节 圆网成形器

圆网成形器中有一些部件对于不同型式的成形器是相同、通用的或是相似的。例如，对于各型传统的和改进的圆网成形器，除网槽结构各不相同外，其余如网笼、伏辊则仍是相同的，至于喷水管、刮刀、伏辊和网笼的轴承等等更是属于通用性的部件。

### 6.2.1 网 笼

成形网包覆在网笼圆周上形成脱水过滤面并被网笼带着运动而形成连续不断的工作面，这样的结构特点要求成形网在网笼上紧贴而没有任何松动，平整而没有任何凹凸起伏。网笼要承受伏辊所施加的压力、毛布张力合力以及网笼内外液位差产生的压力，要有足够的刚度和强度。用于干网槽的网笼没有浮力所起的平衡作用，网笼的刚度更为重要。

#### 6.2.1.1 网笼的结构

网笼按其结构可分为有轴的和无轴的两种，前者用于一般的圆网成形器，后者可用于一

## 般圆网成形器及抽气圆网笼。

有轴的网笼也有若干种不同的结构，其中最典型的典型结构如图 6.8 所示。它有一根刚性很好的铸铁中空轴，其两端压入钢轴颈。轴颈的裸露段上套有与辐盘材料相同的青铜轴套，轴套的作用是防护轴颈免受侵蚀。青铜辐盘有位于端部和位于中间的两种，其区别在于前者在圆周处的形状与后者不同。中间辐盘的厚度通常约为 10~15 毫米，其圆周部位处在厚度方向上两侧均倒角削薄以利水流顺畅，在圆周方向上则为了装入青铜棒条而有凹槽，凹槽底部半径与青铜棒条相同而其全深则略小于棒条的直径。青铜棒条的相互间距约 25 毫米。棒条装入后，要把凹槽在圆周上的开口捻拢把棒条箍紧。中间辐盘的毂部较长，约相等或略大于中间辐盘的相互间距，这是为了借互相对接或搭接的轮毂来把铸铁轴完全盖住以防止锈蚀。中间辐盘的间距通常为 100~120 毫米。辐盘的轮辐多呈在近圆周处分支的造型，其用意在于得到圆周方向上较均匀的支承和轮辐的圆周处一端浸入和露出网笼内白水水面时的扰动较有连续性以避免相对激烈的间歇扰动。端部辐盘的外径较中间辐盘稍大一些，通常等于在棒条之外缠上缠绕铜丝之后的网笼直径。其圆周部位之一侧有被称为“端环”的轴向突缘，这是为了与网槽上的突出环一起形成对接的一段圆柱面供封边带包绕于其上而设的，包绕了封边带就使网槽中的纸浆不会漏到网笼中去。青铜棒条穿入端部辐盘圆周上的孔内并被销钉所锁定，销钉外露端被铆牢。图 6.9 表示了这个部位的结构一例。青铜棒条的直径通常为 8~10 毫米。在青铜棒条所形成的网笼外圆上，以 6~8 毫米的螺距切削出容纳缠绕铜丝的半圆形凹槽，凹槽的半径与缠绕铜丝相同，深度则为其直径的  $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ 。缠绕铜丝通常用直径 2~3 毫米的紫铜或磷青铜丝或冷拔的半硬紫铜丝。为了使衬网（或称为底网）能较牢固地贴紧在缠绕铜丝上，后者在缠绕前往往先经过轻度的压毛（或用一对压纹滚轮，使铜丝经过滚轮以压出印痕），使其表面粗糙一些。缠绕铜丝的端部要铆或焊在端部辐盘上。其缠绕转向最好与网笼的工作转向相应，缠绕后通常还要在铺网前再度收紧一次，力求延长其使用寿命，因为缠绕丝的松弛会使网面提前损坏。网笼的衬网通常都用 12~14 目，面网则视具体要求而为 30~80 目。成形网在网笼上的包绕都在纸厂中使用包网工具来进行。这种包网工具（图 6.10）是用一对螺杆来收紧的软性箍带或称兜带，它使成形网沿横幅方向逐段地紧紧包

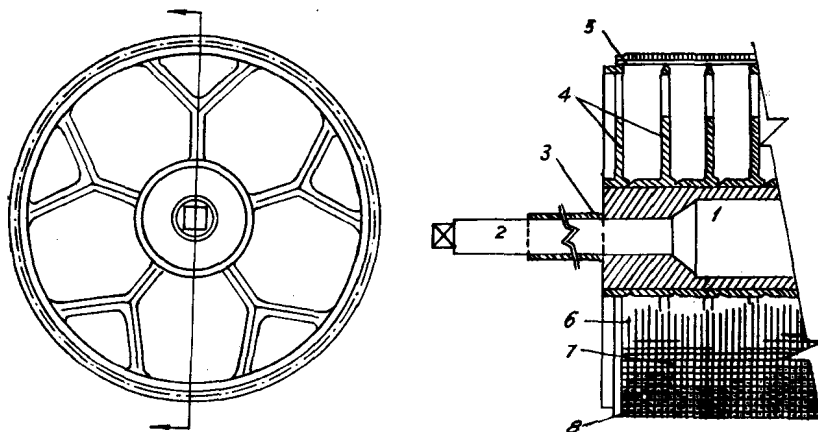


图 6.8 轴式网笼的典型结构

1—铸铁中空轴；2—钢轴颈；3—青铜轴套；4—青铜辐盘；5—青铜棒条；6—缠绕铜丝；7—衬网；8—面网。

覆在网笼缠绕丝所形成的支承骨架上。网的两端用人工缝接或焊接，接好后即可除去兜带。网边有时用包边带盖住，包边带同时也是定幅带，两带之间的网面就是实际的有效成形网宽或过滤幅宽。包边带是缝接的毛布带，也要用兜带包紧来缝合。有时网边翻过端部辐盘圆周再用环片的螺钉压在辐盘的端面上，也有时用焊接方法与端部辐盘焊牢。

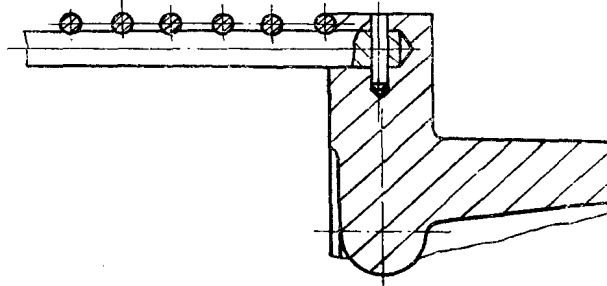


图6.9 网笼的端部辐盘、棒条和缠绕丝

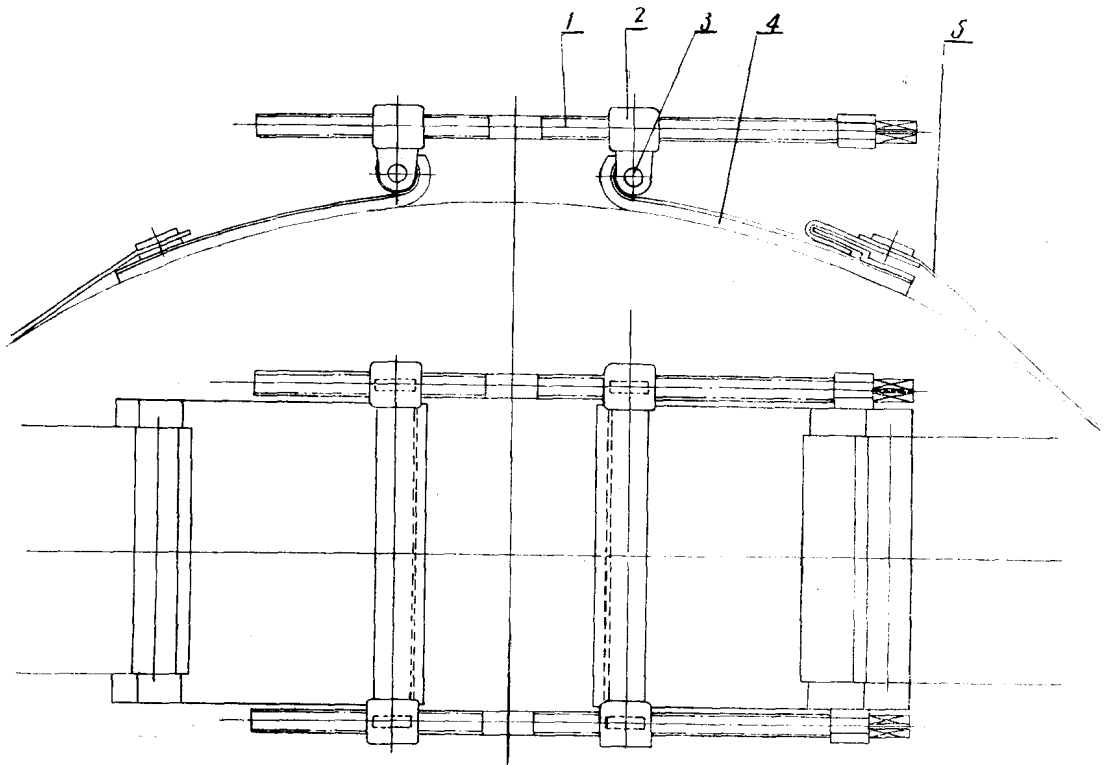


图6.10 包网的兜带

1—倒顺螺纹螺杆；2—螺母；3—销；4—钩片；5—箍带。

图6.11是被称为片式网笼的另一种网笼结构。它与上述的网笼之区别在于辐盘间距大、厚度大、结构也更为结实。在辐盘之间有环片支承着圆形截面的棒条或矩形截面的片条来构成缠绕丝的支承骨架。青铜环片的间距可以比前一种网笼中的辐盘间距更密些，通常为75毫米左右。环片沿半径方向上的宽度为100~200毫米，厚度为3~4毫米，其上有孔可以穿过螺杆。相邻环片之间用套在螺杆上的青铜套管隔开并撑牢。螺杆穿过两端的端部辐盘后用螺母拧紧，使各辐盘和环片都紧固地连成一体。端部辐盘有铸出的或是也套装在螺杆上的端环，其形状与外圆直径与前述的典型网笼

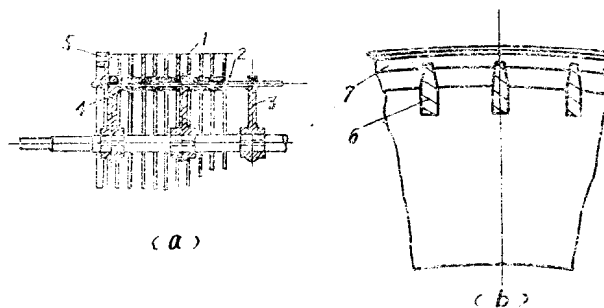


图6.11 片式网笼

(a)一轴向剖面；(b)一圆周处的局部剖面；1—青铜环片；2—螺杆；3—辐盘；4—套管；5—端环；6—片条；7—缠绕丝。

的端部辐盘圆周部位相同。在环片和端环上，沿圆周开出矩形或圆形槽，嵌入片条或棒条。用片条时，通常其截面尺寸为厚5~7毫米、高15~20毫米、片条间距15~20毫米、矩形槽深10~15毫米。片条在网笼圆周的一边的厚度被两面倒角削薄以利于水流顺畅。片条与槽有较紧的配合，在槽口处也捻拢把片条压牢。片条的长度与网笼面宽相同。在片条形成网笼外圆的一边上，同前述地切削出圆形凹槽以嵌入缠绕铜丝。一般地说，片式网笼能设计成较强固的结构，有利于承受较大的载荷，故多用于直径较大的网笼或脱水网辊压榨的网辊。在较高车速下，片条比棒条在引导自网面滤过的白水方面较为有利，但在网笼内存留白水运行时产生较大的扰动。有时对于载荷较轻的网笼也用片式网笼，但把它的结构进一步简化，取消了片条和缠绕丝，以排列得较密的窄而薄的环片直接支承衬网和面网。这样的结构消除了片条对白水产生的扰动，有利于在高速下使用。此时，环片宽约30~40毫米而厚仅1.5~2.5毫米，片距8~10毫米。在中间辐盘上也固定一片环片，穿通环片与套管的螺杆位置距网笼圆周较近。这种片式网笼多用作网笼内白水水位较低的抽气网笼。

最初在网笼内进行抽气是为了改善脱水情况，消除带纸毛毯下面出现的大水滴。这种水滴挂在被带纸毛毯所粘附的湿纸幅下面，往往会滴在下一个圆网成形器已成形的纸幅上而导致损纸。把网笼两端用罩板和环形密封条封住，在轴颈处也用密封环封住，在罩板上部开孔与抽风机连接就构成了抽气网笼。由于自纸幅脱离网笼之点起到网外纸浆液面处止这一段网面难以密封，抽气网笼内一般只能形成25~50毫米水柱的真空度。抽气网笼不仅消除了大水滴问题，也有利用改进成形和减小离心力的影响。近年来，采用改进的网槽结构，如喷浆式网槽和用流浆箱向网笼上喷浆，使抽气网笼进一步改善，成为提高车速的一项有力措施。无轴式网笼对于构成抽气网笼更为适宜。图6.12中表示了一种无轴抽气网笼。它由3~4个中间环和两个端环以及若干轴向的条片构成，这些具有涡轮叶片形状的条片焊在这些环上形成网笼的骨架，它不仅支承着成形网而且在旋转时条片的形状有利于脱水。中间环与端环被三根位置不动的轴上所装的托轮支托着，轴又装在支架上而支架固定在网笼外的网槽上。在网笼内，由支架上伸出的密封条架把分段的密封条固定在各中间环之间，条片在旋转时就与密封条接触。在网笼端面也没有装在固定支架上的盖板和密封条把旋转的网笼端面封住，在盖板上半圆内开有接管口与抽气的风机相接。

在典型的网笼结构中，辐盘、棒条、缠绕丝等都用同一种材料——青铜，衬网和面网也是同一材料——磷青铜或不锈钢，因为这样有利于避免电解腐蚀。但在某些特定条件下，也有时可以用不同的抗锈蚀材料作为权宜之计。

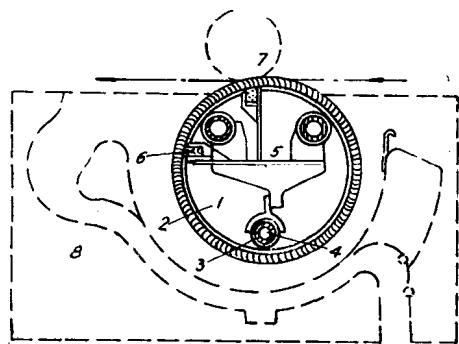


图6.12 无轴抽气网笼

1—中间环；2—条片；3—托轮；4—轴；5—支架；6—密封条；7—伏辊；8—顺流式网槽。

### 6.2.1.2 网笼的规范

网笼的主要规范是直径和面宽。对于大多数生产多层纸板的圆网造纸机，其净纸幅宽多在5米以下。网笼的面宽可按下式计算

$$B_{WL} = B_s + 2(a + b), \text{ 毫米} \quad (6.1)$$

式中  $B_{WL}$  ——网笼面宽，毫米；

$B_s$  ——湿纸幅宽，毫米；按(1.2)

式计算；

a ——湿纸每侧冲边或切边宽度，毫

米；

b ——网笼表面上每侧包边带的宽

度，毫米；通常  $b = 40 \sim 50$ 。

网笼面宽  $B_{WL}$  就相当于长网造纸机上的网宽  $B_w$ 。在国外即以此代表圆网造纸机的机宽。圆网造纸机上的元件也都按此基础数据  $B_{WL}$  来选定或计算其有关的幅宽方向的尺寸。

除了某些生产专一产品的机台之外，对于许多多圆网造纸机来说，用(1.2)式及特定的收缩率数据来计算湿纸幅宽  $B_s$  往往会在产品品种变更时造成幅宽尺寸的不适合，因为多圆网造纸机或纸板机本身所具备的对产品和选用纸浆的灵活性不应被计算机宽时的狭隘初始条件所限制，否则这会在产品或原料发展时陷于被动。国外一些多圆网造纸机或纸板机都按纸幅有10%的总收缩率来计算湿纸幅宽，由此再决定网笼面宽即机宽  $B_{WL}$ 。

网笼网面以外的两侧端环突缘各宽30~35毫米。包在端环突缘上的封边带则宽60~70毫米。

网笼的直径都是按标准尺寸形成系列的。在国外，以英寸为尺寸单位制造的网笼的直径标准系列如下：36(914)，42(1066)，48(1220)，54(1370)，60(1524)英寸(括弧内为毫米)。我国用于传统的圆网成形器上的网笼直径标准系列为：1000，1250及1500毫米，用于抽气或真空圆网成形器的网笼直径有达到1800毫米者。

网笼的空心轴要有很好的刚度，其外径通常达150~450毫米。也有时用实心钢轴，直径达150毫米。通常把网笼所受的载荷分摊到各个辐盘上，再按辐盘对轴施加集中载荷来计算轴的挠度。

网笼两端支承点的中心距与圆网造纸机的湿段机架轨距关系不大，它主要由网笼和网槽的结构来决定。

网笼的工作表面要制造得很平直，发现有鼓凸或凹坑都要用手持的小型千斤顶或模具仔细地压或顶动进行校正。对网笼的技术要求如下：

网笼工作表面外径允差，毫米  $\pm 2$

网笼工作表面的不柱度

在工作表面沿轴向的全长

范围内不大于，毫米

1.0



每米面宽范围内不大于， 毫米	0.6
校静平衡后不平衡量在工作表 面上不大于网笼重量的百 分率	0.1
两端端环突缘段对两端轴颈的 公共轴心线的径向跳动， 按国家标准精度等级	10

## 6.2.2 网 槽

由于传统的圆网成形器的网槽已包括了纸浆流送部分，故本节中在讨论改进的网槽时也要叙及其所配用的流送部分元件如布浆器等等，但这些元件与长网成形器所用的是一样的，也正是由长网成形器发展移植到圆网成形器来的，故这些元件的详细结构不再赘述。

### 6.2.2.1 传统圆网成形器的网槽

#### 1. 传统圆网成形器网槽的一般结构

传统圆网成形器的网槽通常都是铁木结构或木结构的。铁木结构网槽有铁件内衬木板的和两侧用铸铁墙板而流道等用木板构成的两种，后者是采用较为广泛的。

典型的铁木结构传统网槽可用图6.13来说明。网槽的操作侧与传动侧的铸铁墙板是形状对称的，在图中只表示出一侧的铸铁墙板。墙板大多数都制造成槽形的即U形的断面的造型，其槽背即平的一面是作为网槽内壁的，槽边就是起加强作用的筋和供装设机架（如伏辊轴承臂机架等）以及设置地脚螺栓的部位。墙板在其中部凸出，构成墙板上装设网笼轴承和引导白水流出的主要部分。墙板的平滑的背面上用铸出或镶嵌的方法附有一个突出环，它与网笼两端的端环有相同的外径，使网笼装入后可在突出环与端环的圆周面上包绕装设封边带以封住网槽中的纸浆（图中未示出）。封边带一端固定，一端可借螺杆收缩，其固定销座和螺杆座都装设在墙板上方的平面上。在突出环之内的部位，墙板的背面是镂空的，以便网笼内的白水无阻挡地流入墙板上的白水腔中。墙板上白水腔的形状由图上可以看出，它由上下两段接成，在网笼轴承座以上的上段具有开口朝外的槽形截面，其朝里的背面由木插板构成，在网笼轴承座以下的一段则成矩形截面，并由一边向下斜伸；两侧墙板的白水腔就在此下斜流道的末端以连通管（图中之序号15）相接，再借排出管（序号10）引出到白水循环系统中去。白水腔的一侧有溢流室，二者之间有溢流堰（序号16）。网笼中白水的水位就靠这溢流堰来调节和保持，故两侧墙板的溢流堰高度要调节得一致，使两侧有相同的白水量流到溢流室中。由溢流室引出的白水将进入白水回收系统而不回到冲浆用的白水循环系统中。白水上的泡沫也都流入溢流室排走。两侧墙板的平滑背面之间设置了木质的流道壁和隔板，形成设计所要求的顺流或逆流的进浆流道和回流循环流道。两墙板借长螺栓拉牢固定。除了使纸浆沿铅直方向进出网槽的流道之外，网槽中其余流道的最低处都应该装设集渣坑，把纸浆中比纤维重的异物收容在集渣坑中，再在清洗网槽时由墙板上排空门放出。

木结构网槽的墙板是用木板拼成的。图6.14为轴式抽气网笼的木结构顺流式网槽。其墙板通常均由厚约50~60毫米的木板用直径10~12毫米的长螺栓来拼制而成。网笼的轴承一直伸出到木墙板之外，通常都把网笼轴承座设计成为单独落地的架脚。伏辊轴承臂在此情况