

带钢卷取设备



冶金工业出版社

带钢卷取设备

周国盈 编著

冶金工业出版社

内 容 提 要

带钢生产目前大部分采用连续化成卷生产。在生产过程中，需要采用带钢卷取设备来完成带钢卷、开卷及直头展平等工序。带钢卷取设备是实现生产连续化的重要设备之一。

本书是根据国内外有关资料编写的。书中较详尽地论述了卷取设备的理论、设计计算及结构。章末附有计算例题。

本书可供设计部门和机械制造厂的设计人员、生产厂的工程技术人员参考。也可供冶金院校有关师生参考。

2266/09

带钢卷取设备

周国盈 编著

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 5 1/8 字数 133 千字

1982年1月第一版 1982年1月第一次印刷

印数00,001~1,500册

统一书号: 15062·3752 定价 0.68 元

分类
号

TG333.2/3-4

11920

前 言

随着科学技术的发展，带钢生产目前大部分采用连续化成卷生产。在带钢生产过程中，需要采用带钢卷取设备来完成带钢缠卷、开卷及直头展平等工序，以便实现带钢生产连续化、机械化及自动化。可见带钢卷取设备是实现带钢生产连续化的重要设备之一。

用热连轧机生产带钢时，要求把热态（500~650℃）带钢卷缠成卷。目前大多数采用卷板机作为热带钢卷取设备。卷板机一般安设在车间地坪以下，故亦可称为地下卷取机。为了使卷板机取得良好的卷取效果，一般在卷取过程中采用一定的卷取张力。

在成卷生产冷轧带钢时，采用冷带钢卷取设备来实现带钢的卷绕成卷。根据轧制工艺及卷取冷带钢要求，一般在卷取过程中采用较大的张力。目前大多数采用卷筒式张力卷取机作为冷带钢卷取设备。

在带钢连续精整机组（如退火、酸洗、剪切、涂层等）中，机组尾部要采用卷筒式张力卷取机来实现卷绕带钢；机组头部要求把成卷带钢展平，“展”和“平”则分别由开卷设备和直头设备来完成。

综上所述，带钢卷取设备应包括：

- 1) 热态带钢卷取机（简称卷板机）；
- 2) 冷态带钢卷取机（简称张力卷取机）；
- 3) 冷态带钢开卷和直头设备（简称开卷直头设备）。

本书将分章论述带钢卷取设备的理论、设计计算、结构及使用等问题。书中所述内容大部分取自国内外有关资料，其中亦包括编者本人的一些研究心得和成果，有些计算方法是作者提出来的。由于作者水平所限，望对书中的不妥之处，提出批评与指正。

本书初稿写成后，曾请许多单位有关同志审阅，最后由北京钢铁学院机械系的同志们详细审校，提出许多宝贵的意见，对提高本书的质量起了良好作用，在此一并表示感谢。

编 者

一九八〇年六月

目 录

第一章 卷板机

第一节 卷板机分类及其结构.....	1
一、卷板机的分类.....	1
二、卷板机结构的演变.....	2
三、卷板机的结构.....	3
第二节 卷板机基本参数的确定.....	22
一、引料辊的偏移量.....	22
二、引料辊的压紧力.....	24
三、卷筒直径的确定.....	26
四、卷取张力的确定.....	27
五、引料辊咬入条件的讨论.....	28
第三节 卷板机的设计计算.....	30
一、引料辊传动功率计算.....	30
二、卷板机卷筒传动功率计算.....	31
第四节 卷板机的使用.....	32
第五节 计算实例.....	33

第二章 张力卷取机

第一节 张力卷取机分类及其结构.....	37
一、张力卷取机分类.....	37
二、张力卷取机结构.....	37
1. 实心卷筒式卷取机.....	37
2. 链板式卷筒结构的卷取机.....	38
3. 扇形块式卷筒结构的卷取机.....	38
4. 棱锥式卷筒结构的卷取机.....	43

5. 卷取机结构的新发展	57
6. 助卷器	63
第二节 卷取张力的选择及其控制	68
一、卷取张力的选择	68
二、张力控制原理	69
三、张力损失计算	72
1. 动态张力损失值计算	73
2. 稳态张力损失值计算	77
第三节 张力卷取机设计计算	78
一、拉美方程	78
二、卷筒径向压力计算	84
1. 卷取机卷筒实际工作情况	84
2. 卷筒当量半径的确定	85
3. 卷筒径向压力计算公式的推导	88
三、卷筒径向压力计算公式的分析	93
四、卷筒强度核验	96
五、带卷应力分析	97
六、带卷内卷层间的滑移	98
七、卷筒胀缩机构受力分析	101
1. 固定卷筒	101
2. 移动卷筒	101
3. 胀缩机构受力分析	102
八、卷筒钳口夹紧力计算	107
1. 轴向钳口液压缸夹紧力计算	107
2. 径向钳口液压缸夹紧力计算	109
九、轴向胀缩液压缸行程计算	109
十、卷筒直径的选择	110
十一、卷取机卷筒传动功率计算	112
1. 卷取机处于卷取状态时的功率计算	112
2. 卷取机处于开卷状态工作时功率计算	114

第四节	卷取机使用中应注意的问题	115
第五节	卷取机浮动装置(跑偏控制)	116
第六节	计算实例	123

第三章 开卷直头设备

第一节	开卷设备分类及其结构	129
一、	开卷设备分类	129
二、	开卷机结构	130
1.	单卷筒可胀缩开卷机	130
2.	双锥头无胀缩开卷机	132
3.	双圆柱头可胀缩开卷机	134
第二节	直头设备分类及其结构	139
一、	直头设备分类	139
二、	电磁式直头机的结构	139
三、	刮板式直头机的结构	141
第三节	开卷机设计计算	145
一、	开卷张力的选用	145
二、	压辊压紧力计算	145
三、	圆柱头径向压力 N 的计算	147
四、	开卷机传动功率计算	147
1.	无压辊时	147
2.	有压辊时	149
第四节	浮动开卷机	151
第五节	计算实例	153
参考文献		156

第一章 卷板机

用热连轧机生产带钢时，在连轧机组尾部设有卷板机（由于卷板机设置在地坪以下，故亦可称为地下卷取机），用来将最后一架连轧机轧出的速度为8~30米/秒，温度达500~650°C的带钢卷绕成卷。

第一节 卷板机分类及其结构

一、卷板机的分类

1. 卷板机按其抱辊数目分

- 1) 八辊式卷板机；
- 2) 四辊式卷板机；
- 3) 三辊式卷板机；
- 4) 二辊式卷板机。

2. 卷板机按其卷筒结构分

1) 连杆式卷板机（图1-9），其卷筒结构基本原理与链板式张力卷取机（图2-2）相同；

2) 斜楔式卷板机（图1-2b；图1-4b），其卷筒结构与原理与棱锥式张力卷取机相同。

斜楔式卷板机的卷筒轴强度比连杆式要好，在理论上大约可提高40%左右。这对高速大张力卷取是很必要的。另外，斜楔式卷筒结构简单，维修方便，具有良好的刚性。由于这些原因，近年来国外新设计的卷板机大部分采用斜楔式。应指出的是，由于制造上的某些原因，连杆式较斜楔式容易，但这也不是绝对的，这与制造厂的制造水平有关。就目前国内情况来看，采用连杆式卷板机亦是常见的。从热轧卷板机的工作条件来看（与张力卷取机相比），卷取张力不大，不论那一种结构形式，卷筒的刚性一般都能满足。

3. 卷板机按其抱辊滑架移动方式分

1) 滑道式卷板机, 抱辊辊架可沿滑道移动;

2) 无滑道式卷板机, 抱辊辊架的移动, 不是在滑道内滑动来实现, 而是直接由连杆来实现的。

二、卷板机结构的演变

卷板机最早的结构形式为四滑道八辊式 (图1-1)。安置有二个抱辊3的辊架2可沿着滑道1移动。所有辊架 (共有四个辊架) 借助于两个气缸5通过连杆系统6作往复运动。事实证明, 辊架的多次在滑道上往复移动而产生磨损, 从而引起滑道间隙变大, 辊子倾斜, 抱辊与卷筒之间间隙不均、压力不等。它可能造成钢卷塔形, 甚至于使辊架卡在滑道内, 抱辊不能合拢和张开, 其结果无法实现卷取。后来出现无滑道的八辊式卷板机 (图1-2)。

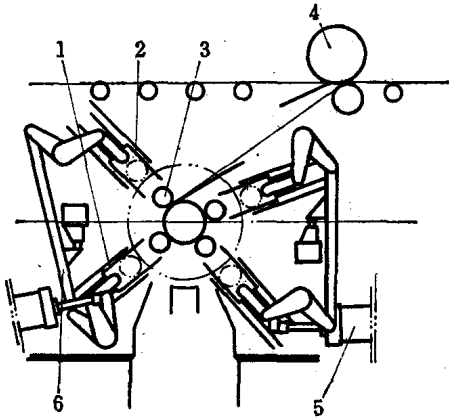


图 1-1 四滑道八辊式卷板机

1—滑道; 2—辊架; 3—抱辊; 4—引料辊; 5—气缸; 6—连杆系统

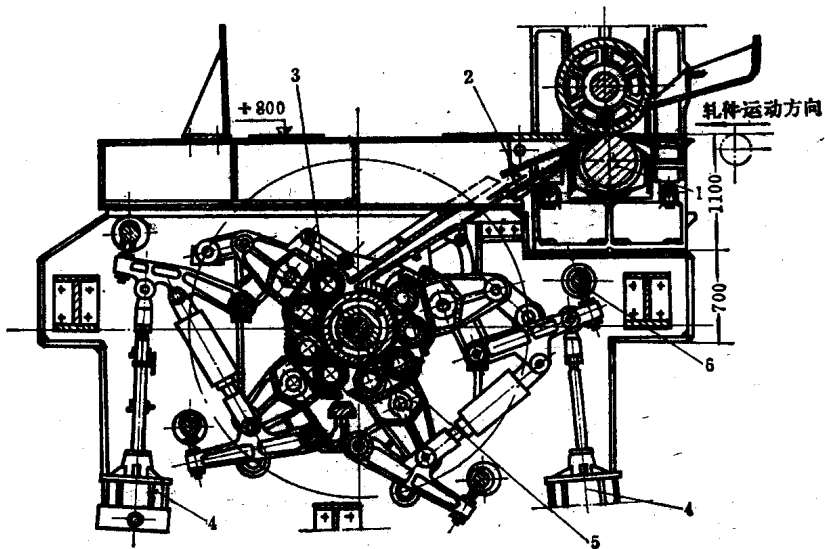
实践证明, 八个抱辊是多余的。后来又发展为四滑道四辊式卷板机 (图1-3), 即每个辊架上只包含有一个抱辊。但仍旧保留复杂的连杆系统。

随着轧制技术的发展，要求在低温下卷取宽而厚的高强度合金钢带。这就使抱辊承受较大的冲击负荷和弯曲负荷，使之传递至连杆系统及辊架移送气缸等。显然，这种复杂的连杆系统不能胜任工作。这就给新设计卷板机提出新的要求。于是出现二滑道四辊式卷板机（图1-4）。即在相对位置上设有两个辊架，每个辊架设有两个抱辊，这样可使冲击负荷和弯曲负荷传递给辊架移送气缸，并由辊架移送气缸中的压缩空气来承受，起“气垫”作用，这对于缓冲冲击负荷和弯曲负荷是有益的。从而有效地防止由于冲击负荷而引起的抱辊与卷筒之间间隙的增大（回弹作用），控制其所要求的间隙。

三、卷板机的结构

下面分别介绍上述各种类型卷板机的结构。

图1-2示热带钢八辊式卷板机。它的卷筒结构为斜楔式（又称为棱锥式）。它用于1700热连轧，卷重8.5吨，带厚为2~10毫米，最大带宽为1500毫米。卷取速度为6.25~12.15米/秒。带卷内径为 $\phi 700$ 毫米，最大外径为 $\phi 1300$ 毫米。



a)

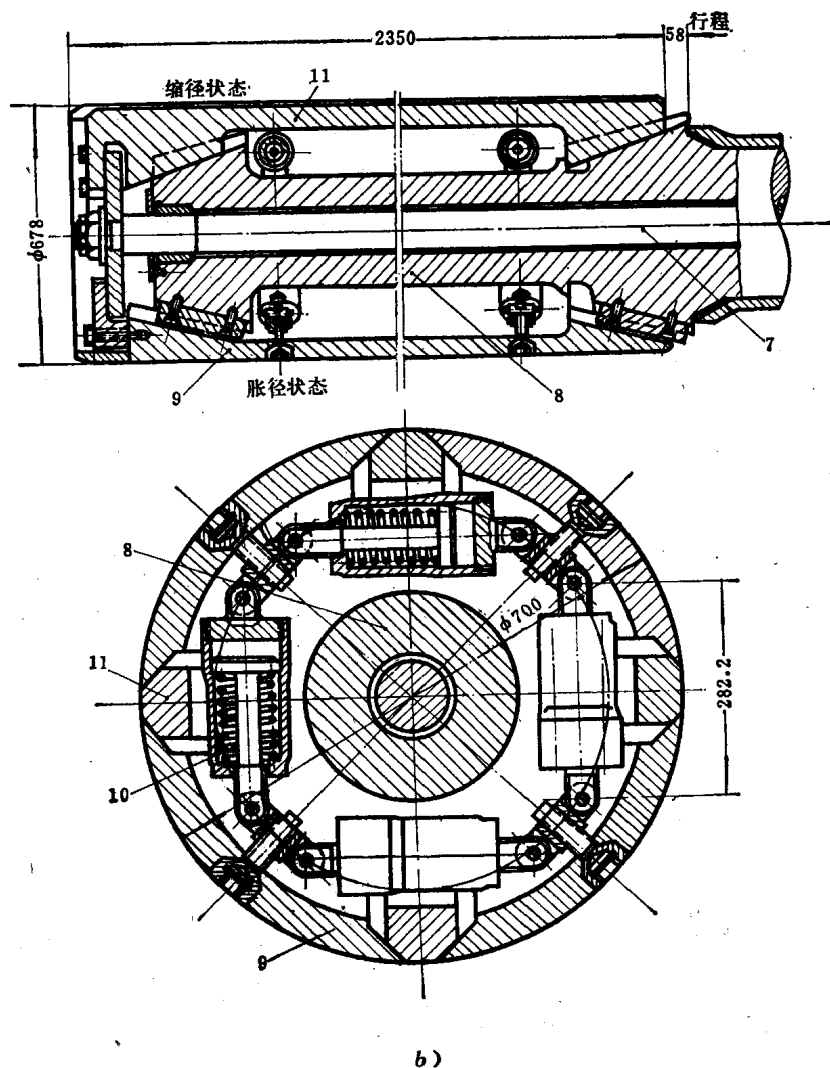


图 1-2 无滑道的八辊式卷板机

a—总图, b—卷筒结构

- 1—引料辊, 2—导板, 3—抱辊, 4—气缸, 5—卷筒, 6—偏心调整装置, 7—心轴, 8—空心棱锥轴, 9—扇形块, 10—弹簧, 11—楔形块

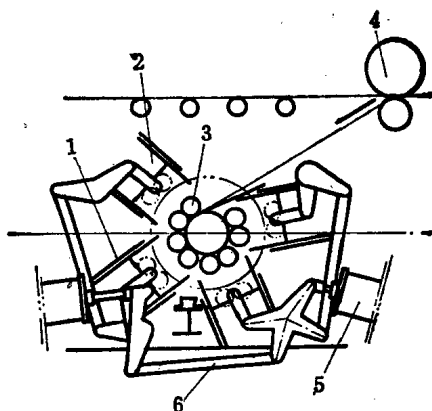


图 1-3 四滑道四辊式卷板机

1—滑道；2—辊架；3—抱辊；4—引料辊；5—气缸；6—连杆系统

卷板机进入端前面设有引料辊 1，它由 2 台 67 千瓦电动机经过 $i=18$ 的减速分配箱以及万向接轴带动。引料辊采用不同辊径，上辊为 $\phi 900$ 毫米；下辊为 $\phi 500$ 毫米。其目的是为了使带钢前端在通过引料辊以后能向下弯曲，产生弹塑性弯曲变形（第一次）。并使带钢前端沿导板 2 进入第一对抱辊 3 和卷筒 5 之间缝隙中。此时，热带钢产生第二次弹塑性弯曲。为了便于引料，抱辊做成传动辊，特别是在卷取开始阶段，抱辊传动是完全必要的。一般抱辊速度稍大于卷筒速度（约 0.5~5%），这样有利于卷紧带卷。一般认为，进口第一对抱辊和末端最后一对抱辊的速度较大，而中间两对抱辊速度较小。当带钢前端由引料辊送入旋转的卷板机卷筒上时，被八个抱辊抱紧。八个抱辊在二个气缸 4 的作用下，经过杠杆系统可以随着钢卷直径增大，而同步地向外扩张。其外扩行程（径向）为 350 毫米。抱辊直径为 $\phi 300$ 毫米。成对抱辊由容量为 16 千瓦电动机经过减速分配箱带动。还设有四个偏心调整装置 6，借此改变各对抱辊与卷筒之间不等间隙以适应卷板机实际操作需要，达到卷紧带钢卷的目的。这一点比过去老式的八辊式卷板机有了改进。另外抱辊辊架的移动不是采用滑道式的，而是采

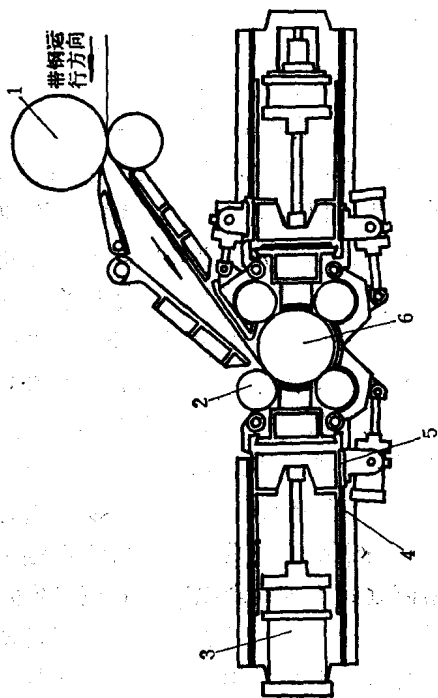
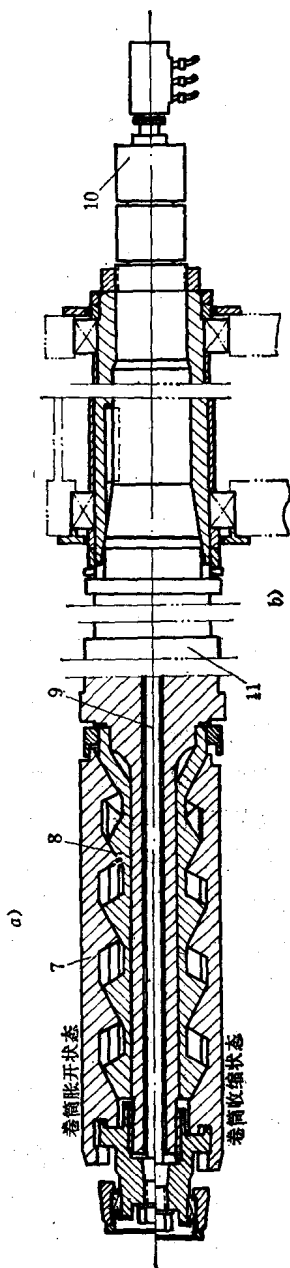


图 1-4 二滑道四辊式卷板机

- a—总图, b—卷筒结构图
 1—引料辊, 2—抱辊, 3—滑架移送缸, 4—青铜衬,
 5—机架, 6—卷筒, 7—扇形块, 8—内模, 9—推杆,
 10—回转液缸, 11—卷筒轴



用无滑道式。抱辊辊架的移动是直接由连杆来实现的。

卷筒结构如图1-2b所示。主卷筒由功率180千瓦电动机经过 $i=4.38$ 减速箱带动。主卷筒直径胀径时为 $\phi 700$ 毫米，卷筒长度为2350毫米。

在卷筒传动端尾部的液压缸活塞的作用下，使心轴7向右移动，楔形块11和扇形块9相对空心棱锥轴8向右移，卷筒胀径。此时四个压缩弹簧10被压缩。反之，使心轴7向左移动。四个压缩弹簧10复位，卷筒缩径。

卷取结束以后，卷筒缩径，由推卷机轻轻地将带卷推离主卷筒，落到翻卷小车（图1-5）上。翻卷小车上设有由 $N=141$ 千瓦， $n=625$ 转/分的电动机，经过 $i=251$ 减速装置带动的连杆机构，它可将水平卷翻成垂直卷，并由气缸驱动将小车拉至设在运输链中间的液压升降台上。接着升降台下降，将带卷落至运输链上。然后，由运输链送至冷轧车间进行冷轧，或送至剪切机组进行横切和纵切。

这种结构的卷板机存在下列问题：

- 1) 主卷筒内的压缩弹簧9在高温下工作，容易回火失效；
- 2) 抱辊多，结构复杂，制造维修不便。实践证明，并不是八个抱辊都与带卷接触的；
- 3) 抱辊由气缸经杠杆操纵，杠杆系统铰链接点多，误差大，造成各对抱辊与卷筒间隙变动。采用偏心调整装置6可改变这一缺点；
- 4) 杠杆系统动作迟缓；
- 5) 抱辊与导卫板之间的缝隙较多，容易卡钢。

鉴于上述原因，目前国内外新设计的卷板机，多半采用抱辊数目较少的卷板机。如抱辊数目为四个的四辊式卷板机；抱辊数目为三个的三辊式卷板机；抱辊数目为二个的二辊式卷板机。

二辊式卷板机，抱辊数目少，导卫板长，可能出现“小活套”，这个问题与采用助卷板形式有关。若采用偏心助卷板（图1-6a），可能出现小活套。若采用同心助卷板（图1-6b），可能造成

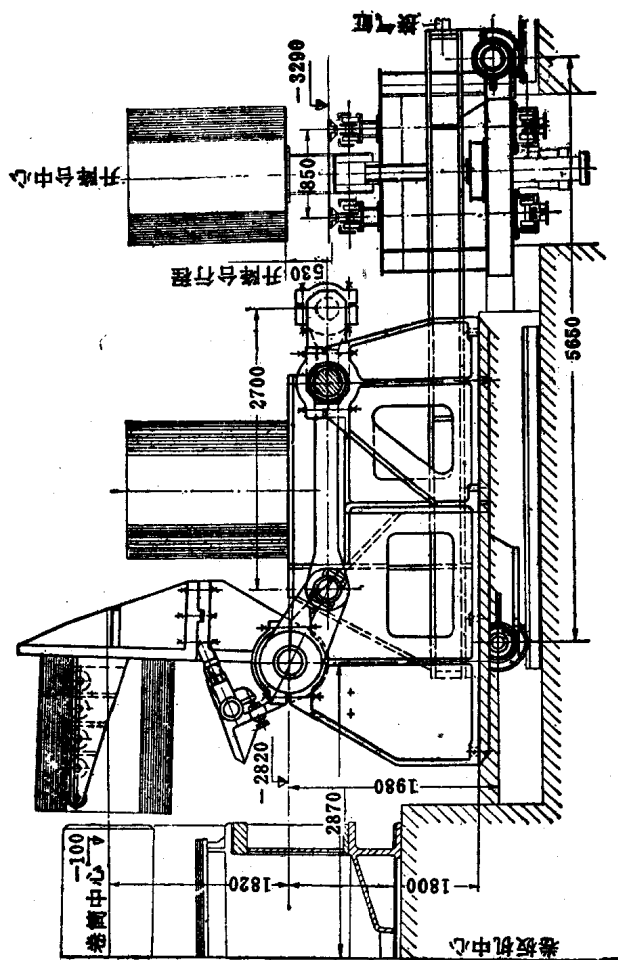


图 1-5 翻卷小车

卷不紧带卷。若采用上偏心助卷板（图1-6c），它的作用如同“楔子”。实际证明，这种形式的助卷板，既能卷紧带卷，又不会出现小活套。

一般说来，二辊式卷板机，结构简单，卷取带钢不够紧密，适用于小卷径、窄带钢。

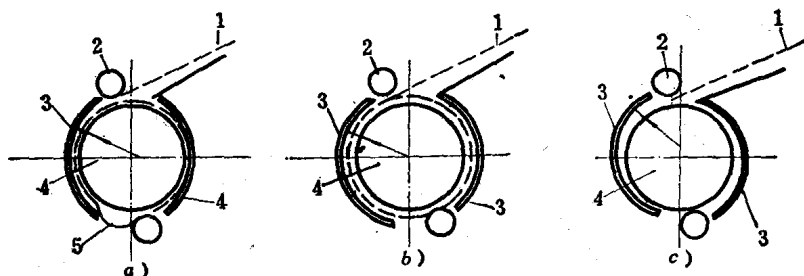


图 1-6 二辊式卷板机简图

a—具有偏心助卷板；b—具有同心助卷板；c—具有上偏心助卷板

1—带钢入口；2—抱辊；3—助卷板；4—卷筒；5—小活套

图1-7示二辊式卷板机，它用于卷取带钢厚度为2~5毫米、带宽为300~600毫米、温度为600~850℃的热带钢。卷取速度为2~6.5米/秒。带卷内径为 $\phi 500$ 毫米，外径为 $\phi 750$ 毫米，卷重为750公斤。

主卷筒2由 $N=100$ 千瓦， $n=475$ 转/分ZZ-82电动机，经过 $i=2.81$ 的减速装置带动。卷筒的胀缩原理与上述的八辊式卷板机相同。它属于斜楔式。但它采用气缸作为轴向胀缩缸，气缸内径为 $\phi 600$ 毫米，行程为160毫米，压力为4~6公斤/厘米²。胀径时卷筒直径为 $\phi 500$ 毫米；缩径时卷筒直径为 $\phi 475$ 毫米，卷筒长度为1200毫米。

热带钢由引料辊沿导板6进入上抱辊7，依次送入下抱辊5，抱辊直径为 $\phi 220$ 毫米，辊身长度为600毫米。抱辊由 $N=12$ 千瓦， $n=685$ 转/分的ZZ-41电动机直接带动。卷取过程中随着卷径增大，抱辊分别由二个内径为 $\phi 400$ 毫米，压力为4~6公斤/厘