

高等纺织院校教材

# 丝绸机械设计原理

下 册

纺织工业出版社

高等纺织院校教材

**丝绸机械设计原理**

下 册

浙江丝绸工学院 主编

**纺织工业出版社**

## 内 容 提 要

本书分上下两册，下册为丝织机械设计原理。主要阐述丝织机械总体设计，准备机械典型机构的分析与计算，织机的开口机构、打纬机构、投梭机构、卷取送经机构、多梭箱及自动换梭机构的设计，织机的综合分析以及新型织机引纬机构的设计等。

本书为高等纺织院校纺织机械专业教材，也可供职工业余大学机械专业师生及从事丝织机械设计、制造与管理的工程技术人员阅读参考。

责任编辑：荆志刚

高等纺织院校教材  
**丝绸机械设计原理**

下 册

浙江丝绸工学院 主编

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

保定地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32 印张：14 24/32 字数：382 千字

1983年10月 第一版第一次印刷

印数：1—6,000 定价：2.20元

统一书号：15041·1267

## 前 言

丝绸工业是我国纺织工业的一个重要组成部分，丝绸产品一向为国内外人民所喜爱。近年来，随着四个现代化建设事业的发展，具有悠久历史的我国丝绸工业的面貌正在日益更新，新型机械设备不断涌现。因此，在一些纺织院校中，陆续设置了有关丝绸机械设计原理的课程。本教材就是为了适应这种需要，根据丝绸机械教材编审委员会制订的《丝绸机械设计原理》教材编写大纲进行编写的。

本教材主要是阐述制丝、丝织机械总体与各重要部件的设计原理，同时适当地介绍丝绸机械发展动向。由于学生在学习本课程之前，已经学习了丝绸工艺与设备概论，对丝绸工艺过程有了一定程度的了解，所以本教材中减少了关于丝绸工艺与设备的一般叙述，只保留了分析工作原理或与设计要求有关的内容。

本教材分上、下两册出版，上册为制丝机械设计原理，下册为丝织机械设计原理。为了便于读者单独使用，上、下册各具有相对的系统性。

本教材由浙江丝绸工学院丝绸机械设计教研室担任编写工作。下册编者是：

邬显康（第一、二、五、八章）；

李志祥（第三、四、六、七、九章）；

张丽美同志第六章执笔，陆宗源同志参加了第七章的部分编写工作。

本教材经丝绸机械教材编审委员会审定，由苏州丝绸工学院担任主审。参加审稿的同志有：洪乃彬、谢文林、黄民柱等，华

东纺织工学院陈明同志对本册作了全面审阅，参加审稿的还有丝绸行业的许多单位的专家、教授和科技人员，特表衷心感谢。

限于编写人员的水平，本教材中缺点与错误在所难免，欢迎读者批评指正。

丝绸机械设计教研室

一九八二年四月

统一书号： 15041·1267

---

定 价： 2.20 元

# 目 录

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| 第一章 丝织机械设计总论            | ( 1 )  |
| 第一节 设计总论                | ( 1 )  |
| 一、丝织机的工作原理和结构特点         | ( 1 )  |
| 二、丝织机的设计要求              | ( 5 )  |
| 三、丝织机的设计与程序             | ( 8 )  |
| 四、丝织机械的发展趋向             | ( 12 ) |
| 第二节 丝织机的总体布置            | ( 13 ) |
| 一、丝织机的主要参数              | ( 14 ) |
| 二、主要结构点和外形尺寸的确定         | ( 17 ) |
| 第二章 准备机械典型机构的设计         | ( 23 ) |
| 第一节 卷绕机构                | ( 23 ) |
| 一、卷绕机构的设计要求             | ( 24 ) |
| 二、影响卷装质量的几个主要因素         | ( 30 ) |
| 第二节 导丝机构主要零件——凸轮设计      | ( 55 ) |
| 一、导丝凸轮选用等速运动规律时的类加速度的讨论 | ( 56 ) |
| 二、凸轮的理论动程 $H_2$ 的确定     | ( 58 ) |
| 三、验算压力角                 | ( 60 ) |
| 第三节 等线速传动机构的设计          | ( 60 ) |
| 一、积极式变速恒线速卷绕装置          | ( 61 ) |
| 二、普通摩擦盘接触式卷绕装置          | ( 62 ) |
| 三、摩擦盘加差动齿轮式的等力矩卷绕机构     | ( 64 ) |
| 四、摩擦盘加差微调速器控制的无级变速卷绕机构  | ( 68 ) |

|                  |         |
|------------------|---------|
| 第四节 干燥装置设计原理     | ( 70 )  |
| 一、热风式干燥装置的主要参数选择 | ( 71 )  |
| 二、烘筒的设计          | ( 80 )  |
| 第三章 开口机构         | ( 89 )  |
| 第一节 凸轮开口机构的设计    | ( 89 )  |
| 一、凸轮开口机构的作用和种类   | ( 89 )  |
| 二、凸轮开口机构设计参数的制定  | ( 92 )  |
| 三、等径凸轮开口机构的结构设计  | ( 103 ) |
| 四、等径凸轮开口机构的受力分析  | ( 107 ) |
| 第二节 非圆齿轮和连杆开口机构  | ( 112 ) |
| 一、非圆齿轮开口机构       | ( 112 ) |
| 二、卵圆齿轮开口机构的设计    | ( 119 ) |
| 三、四连杆开口机构        | ( 124 ) |
| 第三节 多臂机开口机构      | ( 128 ) |
| 一、多臂机的传动         | ( 128 ) |
| 二、多臂机的运动学分析      | ( 130 ) |
| 三、多臂机的受力分析       | ( 133 ) |
| 四、新型高速多臂机概述      | ( 137 ) |
| 第四节 提花机开口机构      | ( 139 ) |
| 一、提花机的作用和种类      | ( 139 ) |
| 二、提花机极限速度的计算     | ( 141 ) |
| 三、提花机开口机构受力分析    | ( 146 ) |
| 四、新型提花机概述        | ( 150 ) |
| 第四章 打纬机构         | ( 154 ) |
| 第一节 打纬机构的作用和种类   | ( 154 ) |
| 一、打纬机构的作用        | ( 154 ) |
| 二、打纬机构的种类        | ( 154 ) |
| 第二节 打纬机构的运动学分析   | ( 160 ) |
| 一、牵手栓中心的运动规律     | ( 160 ) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 二、 $r/l$ 值和 $e$ 值对筘座运动的影响 | (162) |
| 第三节 打纬机构的动力学分析            | (166) |
| 一、打纬机构的动力学分析              | (166) |
| 二、打击中心位置的求法               | (170) |
| 第四节 四连杆打纬机构设计             | (173) |
| 一、筘座质量的确定                 | (173) |
| 二、筘座的设计                   | (175) |
| 三、短牵手打纬机构的设计              | (176) |
| 第五节 共轭凸轮打纬机构的设计           | (180) |
| 一、共轭凸轮打纬机构筘座运动的设计要求       | (181) |
| 二、惯性打纬共轭凸轮的设计             | (182) |
| 三、共轭凸轮的理论廓线方程             | (188) |
| 四、共轭凸轮的实际廓线方程             | (190) |
| 五、共轭凸轮打纬机构的筘座设计           | (191) |
| 第五章 投梭机构                  | (194) |
| 第一节 投梭机构的作用与分类            | (194) |
| 第二节 投梭机构的运动学分析            | (200) |
| 一、运动学分析的目的                | (200) |
| 二、运动学分析的方法                | (200) |
| 第三节 投梭机构的动力学分析            | (202) |
| 一、理论位移曲线和实际位移曲线           | (202) |
| 二、投梭机构的综合代表变形 $f$         | (205) |
| 第四节 中投梭机构设计               | (212) |
| 一、设计要求                    | (212) |
| 二、主要结构点和构件尺寸的确定           | (213) |
| 三、投梭凸轮的设计                 | (220) |
| 第五节 典型零件和制梭机构的设计          | (233) |
| 一、投梭机构典型零件设计              | (233) |
| 二、制梭机构的设计                 | (237) |

|                                                |         |
|------------------------------------------------|---------|
| <b>第六章 卷取和送经机构</b>                             | ( 246 ) |
| <b>第一节 卷取机构</b>                                | ( 246 ) |
| 一、卷取机构的类型与设计要求                                 | ( 246 ) |
| 二、卷取机构的结构及其设计原理                                | ( 248 ) |
| <b>第二节 送经机构</b>                                | ( 278 ) |
| 一、送经机构的设计要求及其分类                                | ( 278 ) |
| 二、K 251 型丝织机送经机构的分析                            | ( 283 ) |
| 三、送经机构的设计                                      | ( 289 ) |
| <b>第七章 多梭箱及自动换梭机构</b>                          | ( 305 ) |
| <b>第一节 多梭箱机构</b>                               | ( 305 ) |
| 一、多梭箱机构的作用和种类                                  | ( 305 ) |
| 二、升降式多梭箱机构的设计                                  | ( 306 ) |
| 三、多梭箱机构的运动学分析                                  | ( 316 ) |
| <b>第二节 停车自动换梭机构</b>                            | ( 320 ) |
| 一、丝织机自动补给纬丝的特点和种类                              | ( 320 ) |
| 二、停车换梭织机                                       | ( 322 ) |
| 三、停车换梭的程序控制                                    | ( 323 ) |
| 四、停车换梭机构的设计要点                                  | ( 323 ) |
| 五、几个结构参数的选择原则                                  | ( 332 ) |
| <b>第八章 织机的综合分析</b>                             | ( 336 ) |
| <b>第一节 织机运转时的能量变化</b>                          | ( 336 ) |
| 一、织机内部能量的不可逆和可逆过程                              | ( 336 ) |
| 二、一个循环周期中织机能量的变化                               | ( 338 ) |
| <b>第二节 织机的能量平衡、回转不均匀性及</b><br><b>两轴转动惯量的计算</b> | ( 345 ) |
| 一、织机的能量平衡                                      | ( 345 ) |
| 二、回转不均匀性                                       | ( 346 ) |
| 三、两轴转动惯量的计算                                    | ( 350 ) |
| <b>第三节 织机的传动装置和电动机的选择</b>                      | ( 359 ) |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| 一、织机传动形式的分类·····         | ( 359 ) |
| 二、高速轴的作用及设计·····         | ( 362 ) |
| 三、织机的功率消耗与电动机的选择·····    | ( 368 ) |
| 第四节 织机启动和制动机构的设计·····    | ( 371 ) |
| 一、启动机构的设计·····           | ( 371 ) |
| 二、制动机构的设计·····           | ( 374 ) |
| 第五节 改善劳动环境·····          | ( 382 ) |
| 一、减小振动·····              | ( 382 ) |
| 二、减小噪音·····              | ( 383 ) |
| <b>第九章 新型织机</b> ·····    | ( 385 ) |
| 第一节 新型织机的种类和优缺点·····     | ( 385 ) |
| 一、有梭织机与新型织机的比较·····      | ( 385 ) |
| 二、新型织机的现状和发展动向·····      | ( 386 ) |
| 第二节 剑杆织机·····            | ( 387 ) |
| 一、剑杆织机的工作原理·····         | ( 387 ) |
| 二、剑杆运动的设计要求·····         | ( 393 ) |
| 三、剑杆动程的工艺要求和位移规律的确定····· | ( 394 ) |
| 四、引剑传动机构及其运动分析·····      | ( 402 ) |
| 五、按摆臂的运动规律设计共轭凸轮·····    | ( 414 ) |
| 第三节 喷水织机·····            | ( 418 ) |
| 一、织造原理·····              | ( 418 ) |
| 二、喷水织机引纬原理·····          | ( 420 ) |
| 三、喷嘴及水泵的设计·····          | ( 429 ) |
| 第四节 片梭织机和喷气织机·····       | ( 441 ) |
| 一、片梭织机·····              | ( 441 ) |
| 二、喷气织机·····              | ( 452 ) |
| <b>主要参考资料</b> ·····      | ( 461 ) |

# 第一章 丝织机械设计总论

## 第一节 设计总论

### 一、丝织机的工作原理和结构特点

#### (一) 工作原理

丝织机和其他织机相似，其基本任务是将各种原料的丝线织成品种繁多的、精致美观的丝织品。织造时，将从织轴送出来的、排列整齐的纵向经丝，按照织物组织的要求，由开口机构分成上下两层经丝片以形成梭口。由引纬机构将纬丝引入梭口，再由打纬机构将引入梭口的纬丝打入织口，完成经纬丝的交织。为使织造工程连续化和自动化，由相应的卷取机构将已织成的织物引离织口，并由送经机构自织轴送出相应长度的经丝。当纤子上的纬丝即将耗尽以前，以换梭或换纤的形式补入纬丝。

现代各类有梭和无梭织机，虽然机械化和自动化程度较高，但就织造的基本原理来看，还是和我们的祖先在数千年前所创造的原始织机相类同，仍然是运用经纬丝相互交织的原理。

图 1-1 为典型的有梭织机工作原理图。为了实现经纬丝的相互交织，织机由开口、投梭、打纬、送经和卷取等主要机构组成。这些机构的工作原理概要介绍如下：

1. 开口机构 在织机上排列整齐的经丝，逐根地穿过开口机构的综丝眼孔。织造时，按织物组织的要求，由综丝牵动各根经丝分别作垂直的升降运动，将经丝分成上、下两层，并与钢筘一起，形成供梭子通过的三角形梭道。在开口的同时也实现了织物经浮点的组织结构要求。按照织物组织的繁简程度，开口机构分成三大类：

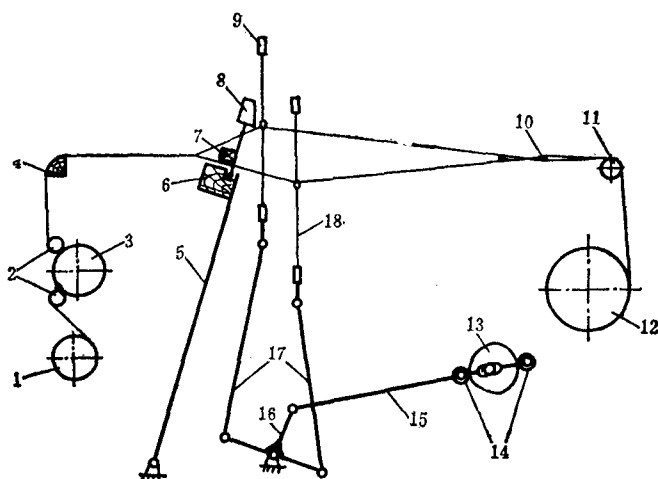


图1-1 丝织机工作原理图

- 1—卷绸辊 2—加压辊 3—卷取辊 4—胸梁  
5—箱座脚 6—箱座木 7—梭子 8—箱帽  
9—综框 10—绞杆 11—后梁 12—织轴  
13—等径凸轮 14—转子 15—转子杆 16—T形  
摇杆 17—开口连杆 18—综丝

(1) 凸轮开口机构——通常用于织造平纹或斜纹组织等简单组织的织物，是最简单的开口机构。一般将摇摆式、六连杆式和椭圆齿轮式等开口机构，也归入此类；

(2) 多臂机开口机构——可以控制多至16页综框的升降，通常用来织造小花纹组织的织物；

(3) 提花机开口机构——能控制单根经丝的升降，用于织造组织复杂的大花纹组织的织物。

2. 引纬机构 把具有一定张力的纬丝引入已开启的梭道中，以实现经纬丝的相互交织。当前用于引纬的方式可分为：

(1) 梭子引纬——是一种具有悠久历史的传统引纬方式。它使装有纤子的梭子，往复飞行于开启的梭道中，并将从纤子上退

绕下来的、具有一定张力的纬丝置于梭道内；

(2) 引纬器引纬——如剑杆、片梭、扁梭等。利用这些类型的引纬器，握持由筒子上退解下来的纬丝，将其引入梭道；

(3) 喷射引纬——如喷气和喷水引纬。利用从喷嘴喷出的，具有一定流速的工作物质流(如水、空气等)，将纬丝引入梭道中。

3. 打纬机构 目前一般的丝织机和多数新型织机，均采用整体式的摆动钢筘打纬机构。往复摆动的钢筘，按照织物纬密的要求，将引入梭道中的纬丝打入织口而形成织物。钢筘除用于将纬丝打入织口外，还与上下层经丝构成三角形梭道，为梭子以及其它引纬方式的引纬创造了必要的条件。

四连杆、六连杆打纬机构和共轭凸轮打纬机构都属摆动打纬机构。

多相织机采用压纬片压纬，将纬丝连续压入织口。不过这种织机，目前尚未用于生产。

4. 卷取机构 卷取机构将已织成的织物引离织口，并卷绕在卷筒辊上。它和打纬、送经两机构相互配合，使织物的纬密符合设计要求。卷取机构通常可分成两类：

(1) 间歇式卷取机构——卷取运动是间歇的。通常以往复摆动的筘座脚为机构的动力来源，通过棘轮和轮系，传动卷取辊卷取织物；

(2) 连续式卷取机构——在织机运转期间连续不断地卷取织物。通常由中心轴经过齿轮系统传动卷取辊回转以卷取织物。

5. 送经机构 织机上每完成一次经纬丝的交织，要耗用一定长度的经丝，送经机构及时送出相应经丝，使织造工程连续进行。送经机构可分：

(1) 半消极半积极式——织轴的回转送经运动是积极传动的，而每次的送出量由张力感知装置控制调节；

(2) 消极式——织轴的回转送经运动是由经丝张力拖动，每次送出量随着张力大小而变化；

(3) 积极式——织轴的回转送经运动完全由机械传动，经丝的送出量不受张力变化影响。

除上述五种主要机构外，为提高生产率，保证质量和减轻劳动强度，在近代有梭织机上，还安装了有利于提高自动化程度和产品质量的附属机构，如自动补纬、断经自停、断纬自停、护经装置和多梭箱机构，以及光电探纬、电子护经、激光探糙、电子提花等。

## (二) 丝织机的结构和工作特点

各种机械由于用途不同 机械结构也随之各异。丝织机也不例外，主要有以下一些特点：

1. 凸轮、连杆机构多 根据工艺要求和自动化的需要，丝织机由五个主要机构和若干辅助机构及装置组成。在这些机构和装置中，凸轮、连杆机构为数较多。

2. 机构运动比较剧烈 织机的主要机构如投梭和打纬，都是以间歇往复运动完成工艺作用，而且运动相当剧烈，因而这些机构有较大的动载荷。如为配合其它机构的运动，投梭机构必须迅速而又及时地将梭子投射到对侧梭箱 这就常需克服比梭子、皮结等重量将近大100倍的动力载荷(当梭子最大加速度为 $1000\text{米/秒}^2$ 时)。因此在这类构件的设计中，减小惯性质量的问题显得非常重要。

3. 工艺阻力与驱动力比较悬殊 在一般机械中，工艺阻力和驱动力是接近或比较接近的。但因丝织机械的加工对象是相当纤细的丝线，其工艺阻力从理论上来说比较小。可是由于机构的动负荷和运动副之间的摩擦力等因素，实际上加于丝织机械的驱动力都比较大。

4. 机构运动必须严格协调 五个主要机构和各个辅助机构的作用时间必须密切配合、相互协调，织造工程才能有条不紊地连续进行。如开口、投梭、打纬等机构的运动，必须按照给定的顺序和时间进行，否则织机将会无法正常工作。因此，在设计工作开始时，须先合理地拟订各机构的运动循环周期图。循环图必

须安排周密，确切标出各机构的运动顺序与其作用的起讫时间。习惯上以曲轴回转时曲柄的位置表示各机构的运动循环时间。循环周期图可以画成方框图，也可画成圆图。圆图比较直观，应用也较方便。图1-2是一般丝织机的运动循环周期圆图。

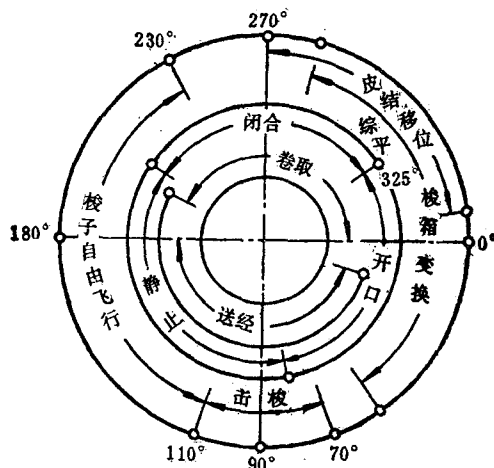


图1-2 丝织机运动循环周期图

5. 应用材料比较广泛 由于织机的结构及工作特性，除大量地应用了钢、铁金属外，还采用了为数众多的轻金属和非金属材料。如综框、投梭棒、拉带、皮结和梭子等，除通常采用的质量小、弹性好，又具有一定强刚度的竹、木、皮革外，塑料以及其它轻金属材料的使用也在逐渐增加。

## 二、丝织机的设计要求

一合理想的织机，应当最大限度地满足使用和制造的要求。即应努力使设计的新机达到结构简单、性能优良、经久耐用、造价低廉等目标。因此要分析织机在使用和制造两方面的要求。

### (一) 使用要求

1. 要求新机具有高产、高质、高效和低消耗的经济性能

当前国内外的织机设计工作者，都努力使设计的新机达到上述“三高一低”的技术指标。设计的新产品，不论是传统的有梭织机还是新型丝织机，都以这些指标作为设计的基本目标。当然，这些指标并不是也不应是并驾齐驱，而应有主次之分。事实上也难以面面俱到。如无梭引纬的新型织机，基本上实现了高产要求，但在高质和低消耗方面难以和有梭织机相匹敌。反之，有梭织机是难以达到新型织机的高产指标。但对同类型织机，突破其中一项，提高或保持其它项目的原有指标，是经过努力实践可望达到的。

2. 减少噪音和机器的振动 有梭丝织机的噪音，远远超出了国家规定的界限。国家规定的工业企业噪音卫生标准是85分贝(A)，而目前多数丝织车间的噪音在100分贝(A)左右，少数甚至高达105分贝(A)以上，引进的鲁蒂大梭子织机的噪音，竟达110分贝(A)。所以丝织车间的噪音问题，已引起普遍的重视。织造车间的噪音，不仅促使车间工人易于疲劳，还危害了工人的健康。因此，降低织机的噪音，已成为设计工作者的一项新任务。减少织机的噪音，一般可从两方面考虑：一是选择发音小的机构替代原来撞击激烈的机构；二是将互相碰击的零件改用高阻尼合金钢或非金属材料为材料。此外，减小织机振动，也是降低噪音可取的有效措施。织机由于运转上的特性，如间歇往复运动，常会引起机架纵、横向的振动。设计时，宜采取有效措施来增加机架的稳固性，以减小噪音和延长织机的使用寿命。

3. 产品的适应性 丝绸织物是一种高档纺织品，外销比重较大。近年来，随着人民生活水平的提高，内销量不断增加，但近期内仍是换取外汇的一项重要产品。由于是高档品，生产批量较小，花色品种常随国内外市场的需要而变化，翻改织物品种是频繁的。织物品种不同，就有不同的开口高度、综平度、打纬角、送经量、纬密、投梭时间和投梭动程等工艺要求。因此，应将丝织机械的某些构件设计成既要能调节，又要调节方便，以适应织