

纺 织 职 业 技 术 教 育 教 材



机 织 学

(第二版)(下册)

毛新华 包玫 编



中国纺织出版社

纺织职业技术教育教材

机 织 学

(第 二 版)

(下册)

毛新华 包玫 编



中国纺织出版社

内 容 提 要

《机织学》(第二版)分上、下两册。下册包括开口、引纬、打纬、卷取、送经、辅助机构、织造参数、多色供纬、整理等,共九章。主要介绍织造生产的基本工艺理论、基本工艺设备、基本工艺参数及其设计和调整方法,着重加大了剑杆织机、喷气织机、喷水织机、片梭织机等新型织机在全书中的分量,进一步突出介绍了各种主要的国外引进与国产新型织机的性能、结构、工作原理、工艺参数的设计与调整方法。

本书主要用作高等、中等纺织职业技术学院纺织专业的教材,也可供纺织企业工程技术人员参考或纺织企业员工培训之用。

图书在版编目(CIP)数据

机织学. 下册/毛新华,包玫编. —2版. —北京:中国纺织出版社,2005. 10

纺织职业技术教育教材

ISBN 7-5064-3516-0/TS·2055

I. 机… II. ①毛…②包… III. 机织-技术教育-教材

IV. TS105

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 095401 号

策划编辑:魏大韬 责任编辑:孔会云 责任校对:俞坚沁

责任设计:李 然 责任印制:黄 放

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街 6 号 邮政编码:100027

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: faxing@c-textilep.com

三河艺苑印刷厂印刷 三河永成装订厂装订

各地新华书店经销

1986 年 3 月第 1 版 2005 年 10 月第 2 版

2005 年 10 月第 14 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:21

字数:455 千字 印数:82501—86500 定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

前 言

《机织学》(第二版)(下册)是在原部颁统编教材《机织学》(包玫编)的基础上编写的,原书自 1986 年出版以来,已重印十余次。因其理论严谨、技术实用、文笔流畅,深受广大纺织院校师生欢迎。

随着科学技术的进步,国内外新的纺织技术和设备大量应用于生产实际之中,原书在技术上的落后性也日益明显起来,受中国纺织出版社和包玫教授的全权委托,由本人对原书加以改编改版,以适应纺织生产和纺织教育的发展。

初稿完成后,还先后听取了来自东华大学、武汉科技学院、广东纺织职业技术学院、山东纺织职业学院、河北高新技术学院、河南纺织高等专科学校等十多个纺织院校众多专家教授的诚恳意见和建议,在此一并致谢。

由于本人水平有限,书中错误和不足之处在所难免,热忱希望广大读者批评指正。

编者

2005 年 2 月

于武汉工交职业学院

目 录

概述	(1)
一、织物在织机上的形成原理	(1)
二、织机的主要机构	(1)
三、织机的分类	(2)
四、对织机的主要技术要求	(2)
 第一章 开口运动	(3)
一、开口运动的任务	(3)
二、对开口机构的要求	(3)
三、开口机构的分类	(3)
第一节 梭口的形成及梭口的清晰度	(4)
一、有关梭口的概念	(4)
二、梭口形成的阶段和开口循环	(5)
三、开口工作圆图和开口周期图	(6)
四、梭口的形成方式	(7)
五、梭口的清晰度	(9)
第二节 开口过程中经纱的变形及张力的变化	(11)
一、开口过程中经纱张力的变化	(11)
二、梭口大小对经纱伸长变形的影响	(12)
三、后梁位置的高低对经纱伸长变形的影响	(17)
第三节 综框运动的规律	(21)
一、简谐运动规律(调和比运动)	(22)
二、椭圆比运动规律	(24)
三、其他综框运动规律	(25)
四、经纱运动和综框运动的差别	(26)
第四节 用于简单组织的开口机构	(27)
一、消极式凸轮开口机构	(27)
二、双向推动的凸轮开口机构	(38)
三、连杆开口机构	(39)
四、连续开口机构	(40)

第五节 多臂开口机构	(42)
一、多臂开口机构原理	(42)
二、多臂开口机构分类	(43)
三、复动式多臂开口机构	(44)
四、新型多臂开口机构	(46)
第六节 提花开口机构	(52)
一、提花开口机构的分类	(52)
二、单动式单花筒提花开口机构	(52)
三、复动式提花开口机构	(53)
四、电子提花开口机构	(53)
第七节 开口工艺设计及质量控制	(54)
一、开口时间	(54)
二、后梁位置的高低	(56)
 第二章 引纬运动	 (57)
第一节 概述	(57)
一、任务与作用	(57)
二、引纬的工艺要求	(57)
三、引纬方式的分类	(57)
四、入纬率的定义及应用	(58)
五、几种引纬方式的特征	(60)
第二节 有梭引纬	(60)
一、梭子	(60)
二、有梭引纬机构	(62)
三、主要机物料消耗件	(67)
四、梭子的运动	(68)
五、投梭机构的调节与工艺参数	(74)
第三节 片梭引纬	(76)
一、片梭及其引纬过程	(76)
二、片梭引纬的分类及特点	(78)
三、扭轴式投梭机构	(79)
四、其他片梭织机的投梭机构	(81)
五、引纬参数及其调整	(83)
第四节 剑杆引纬	(95)
一、剑杆引纬的分类与特点	(96)
二、引纬工艺过程	(98)
三、引纬机构	(100)
四、剑杆运动规律	(106)

五、剑杆织机的纬纱交接条件	(108)
六、引纬参数与调节方法	(110)
第五节 喷气引纬	(112)
一、喷气引纬的工艺流程	(113)
二、喷气引纬的分类和特点	(114)
三、喷气引纬的原理	(116)
四、喷气引纬机构的主要部件	(122)
五、喷气引纬工艺参数的确定	(129)
第六节 喷水引纬	(134)
一、喷水引纬的特点	(134)
二、喷水引纬的分类	(135)
三、喷水引纬的工艺流程	(136)
四、喷水织机引纬系统	(136)
五、喷水引纬工艺	(142)
第七节 多梭口引纬	(145)
一、纬向多梭口引纬	(145)
二、经向多梭口引纬	(146)
 第三章 打纬运动	(148)
一、打纬机构的作用	(148)
二、打纬机构的工艺要求	(148)
三、打纬机构的分类	(148)
第一节 连杆打纬机构	(149)
一、连杆打纬机构的分类和特点	(149)
二、四连杆打纬机构	(149)
三、连杆打纬机构在新型织机上的应用	(154)
四、毛巾织机打纬机构	(157)
第二节 凸轮打纬机构	(158)
一、结构和工作原理	(159)
二、共轭凸轮打纬机构的运动规律	(159)
第三节 多梭口织机的连续打纬机构	(161)
一、圆筘片打纬	(161)
二、波形筘齿打纬	(161)
三、载纬器打纬	(162)
第四节 打纬和织物的形成	(162)
一、打纬阻力和打纬力	(162)
二、打纬机构的受力分析	(163)
三、织物形成区	(165)

四、打纬区	(166)
五、打纬角	(169)
第四章 卷取运动	(170)
一、卷取机构的主要作用	(170)
二、卷取机构的工艺要求	(170)
三、卷取机构的分类	(170)
第一节 间歇式卷取机构	(171)
一、七轮间歇式卷取机构	(171)
二、蜗轮蜗杆间歇式卷取机构	(175)
第二节 连续式卷取机构	(177)
一、典型的四个变换齿轮连续式卷取机构	(177)
二、几种常用新型织机的连续式卷取机构	(179)
第三节 边撑	(184)
一、纬缩与边撑的作用	(184)
二、边撑的种类和特点	(184)
第五章 送经运动	(187)
一、送经运动的工艺要求	(187)
二、送经机构的分类	(187)
第一节 织轴回转及送经量调节装置	(188)
一、笄座脚推动的棘轮棘爪式装置	(188)
二、偏心凸轮驱动的棘轮棘爪式装置	(189)
三、摩擦离合器式装置	(190)
四、机械无级变速器式装置	(191)
五、电动送经式装置	(192)
第二节 经纱张力及织轴直径检测装置	(192)
一、机械检测式经纱张力装置	(192)
二、电子接近开关检测式经纱张力装置	(193)
三、电子传感器检测式经纱张力装置	(193)
四、织轴直径检测装置	(194)
五、经纱张力与织轴直径检测装置的配合	(194)
第六章 辅助运动和机构	(196)
第一节 织机的传动系统	(196)
一、织机的传动	(196)
二、织机启动、制动机构	(199)
第二节 断经自停	(200)

一、机械式断经自停装置	(200)
二、电子式断经自停装置	(201)
第三节 梭口探糙	(202)
第四节 自动换梭	(202)
一、探测诱导装置	(203)
二、活动梭箱	(206)
三、梭库	(208)
四、推梭机构	(209)
五、换梭机构的安全保护装置	(210)
六、换梭过程的分析	(212)
第五节 断纬自停与找纬、补纬	(213)
一、断纬检测装置	(213)
二、探纬针式纬停装置(防止稀弄探针)	(216)
三、压电陶瓷传感器型纬纱断头自停装置	(217)
四、光电式纬纱断头自停装置	(218)
五、自动找纬装置	(218)
六、断纬自动处理装置	(219)
第六节 织物布边和织边装置	(220)
一、布边的作用与要求	(220)
二、有梭织机布边的形成	(220)
三、无梭织机布边的形成	(221)
第七节 测长和储纬	(224)
一、测长定长装置的基本结构和基本原理	(224)
二、几种典型的测长储纬器	(226)
 第七章 织造工艺参数与设备工艺管理	(231)
一、织造工艺参数的分类	(231)
二、确定织造工艺参数的基本要求	(231)
三、典型织物的结构和外观风格	(231)
第一节 投射织机的运动配合和工艺设计调整	(232)
一、评判指标的选择	(232)
二、上机工艺参数的选择	(233)
三、典型织机的运动配合和工艺参数设计实例	(241)
第二节 喷射织机的运动配合和工艺设计调整	(244)
一、评判指标的选择	(244)
二、主要工艺参数的选择调整	(245)
三、典型织机的运动配合和工艺参数设计实例	(246)
第三节 织造生产设备管理	(248)

一、有梭织机	(248)
二、片梭织机	(249)
三、剑杆织机	(254)
四、喷气织机	(264)
第四节 各种引纬方式的特点及选用	(275)
一、入纬率	(275)
二、织机时间效率和生产率及纱线的受力和纱线的品质	(275)
三、纬纱回丝率	(276)
四、纬纱的线密度范围	(277)
五、织物组织及幅宽范围	(277)
六、织机的选用	(278)
七、综合比较	(278)
 第八章 多色供纬	(279)
第一节 多色供纬的分类及工艺要求	(279)
一、多色供纬的分类	(279)
二、多色供纬的工艺要求	(280)
第二节 有梭织机多梭箱供纬装置	(281)
一、梭箱升降装置	(281)
二、控制梭箱变换装置	(283)
三、钢板节约、皮结移位及停送停卷装置	(285)
四、1×4 多梭箱织机	(288)
五、梭子的配位与调配	(293)
六、1×4 多梭箱织机升降纹链的编制	(296)
第三节 无梭织机多色纬装置	(298)
一、无梭织机的选纬机构	(298)
二、混纬装置	(302)
 第九章 下机织物的整理	(304)
第一节 概述	(304)
一、整理工序的目的和要求	(304)
二、工艺流程	(304)
三、典型整理设备的主要技术特征	(305)
第二节 织疵	(306)
第三节 验布	(308)
第四节 刷布、烘布及折布	(309)
一、刷布	(309)
二、烘布	(310)

三、折布	(310)
第五节 分等	(311)
一、本色棉织物评等	(311)
二、分等的具体步骤	(313)
第六节 打包	(313)
参考文献	(314)

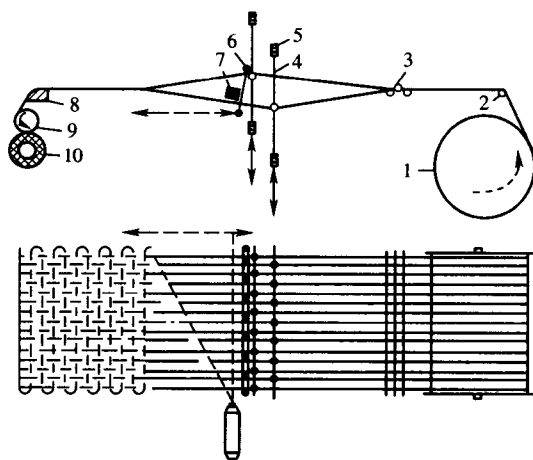
概 述

在《机织学》(第二版)上册中,我们已经学习和初步掌握了机织准备工程的相关设备与工艺知识,本册将着重研究机织织造工程。

织造工程的任务是将已在准备工程中制备好的一定质量和适当卷装形式的经纬纱(如织轴、管状或筒状纬纱)在织机上织制成符合设计要求的织物。

一、织物在织机上的形成原理

织物在织机上的形成原理如下图所示。



织物形成原理

1—织轴 2—后梁 3—分绞棒 4—综丝 5—综框 6—筘
7—引纬器(梭子) 8—胸梁 9—卷取辊 10—布卷

经纱以一定张力从织轴 1 上引出,绕过后梁 2,通过分绞棒 3,穿过综丝 4 的综眼,在综框 5 的作用下,经纱被上下分开形成如图所示的菱形空间(工艺上称作梭口);引纬器 7(梭子等)将纬纱引入梭口,当综框再次上下运动时,纬纱便交夹于经纱片之中;筘 6 向左移动,将夹在经纱中的纬纱打向织口(织物与纱的交界处)形成织物。

为了使织造过程连续顺利进行,织轴 1 应不断回转送出经纱,已织制好的织物也在卷取辊 9 的作用下,绕过胸梁 8 卷到布卷 10 上。

二、织机的主要机构

由上述可知,要使经纱和纬纱在织机上形成织物,需要织机上多个机构协同配合。通常将使经纱上下分开形成梭口的机构称为开口机构(严格定义在后续章节中给出,下同),将引入纬

纱的机构称为引纬机构,将纬纱打向织口的机构称为打纬机构,将送出经纱的机构称为送经机构,将布卷到布卷上的机构称为卷取机构。这五种机构是织机的主要机构,被称为织机的五大机构。与此对应,它们的运动被称为五大运动。

三、织机的分类

为了适应不同的纤维材料和织成不同品种的织物,织机的形式和种类很多,因此织机的分类也比较复杂。织机大致可以按照以下主要特征进行分类:

1. 按构成织物的纤维材料分

按构成织物的纤维材料分,有棉织机、毛织机、丝织机等。

2. 按所织织物的轻重分

(1)轻型织机:织制轻薄织物,如丝织机。

(2)中型织机:织造中等重量的织物,如一般服用棉布、亚麻布、精纺毛织物等。

(3)重型织机:织造特别厚重的织物,如毛毯、呢绒、帆布等。

3. 按织物的幅宽分

按织物的幅宽分,有宽幅织机和窄幅织机。

4. 按开口机构分

按开口机构分,有凸轮织机、多臂织机、提花织机。它们分别适用于不同复杂程度的织物组织。

5. 按引纬方式分

(1)有梭织机:用装有纬纱卷装的梭子在梭口中穿行引纬的织机。

(2)无梭织机:

① 用水流喷射引纬的喷水织机;

② 用气流喷射引纬的喷气织机;

③ 用剑杆引纬的剑杆织机;

④ 用片状梭子夹持纬纱穿过梭口引纬的片梭织机。

另外,还有一些对传统织机型式有重大突破的新型织机,如圆型织机、多相织机、三向织机、织编机等。

四、对织机的主要技术要求

尽管织机有如此繁多的种类,但是为了织成适合消费者要求的优质产品和提高经济效益,织机一般应当满足下面的一些技术要求:

(1)在工艺方面,要求织机的产量高、产品质量好、原材料消耗低,对织物品种有较广泛的适应性;

(2)在机械方面,织机应当结构简单,操作较为简单方便,运转稳定,噪声较小,管理和维修方便,使用安全;

(3)成本较低,占地面积较少,具有较高的生产率和较低的动力消耗。

当然,各种类型的织机对上述几个方面的要求只能不同程度地满足。应当从生产的要求出发,综合考虑,选用适当的机型,以求达到最佳的技术经济效果。

第一章 开口运动

一、开口运动的任务

开口运动的任务是使穿入综眼的经纱上下分开,形成梭口,以供纬纱引入。

为了使经纬纱在织机上交织成为织物,必须使穿入综框的综丝眼中的经纱按照织物组织所要求的规律分别做上、下运动,使分绞棒到织口之间的经纱分成上、下两层,形成允许纬纱引入的梭口。我们将这种把经纱上下分开、形成供纬纱引入的梭口的运动叫开口运动,完成开口运动的机构叫开口机构。

开口机构应当具有两个基本作用:

- (1)使综框(或综丝)做升降运动,以将全幅经纱上下分开形成梭口;
- (2)根据织物组织所要求的交织规律,控制综框的升降顺序。

二、对开口机构的要求

在开口运动的过程中,经纱受到反复多次的拉伸、弯曲和摩擦等作用,这将会直接影响经纱的断头率。同时,开口与打纬运动、引纬运动的配合等,将决定织物形成时经纬纱间的相互作用,会影响织物的形成过程及织物的内在质量、外观和风格。

因此,对开口机构有以下要求:

- (1)结构简单,工作准确,对织物组织的适应性要广,便于调节和管理;
- (2)梭口的大小、清晰度等要符合工艺要求,梭口的左右高度应一致,以利于引纬器(如梭子)顺利通过;
- (3)综框运动要平稳,没有晃动和振动;
- (4)准确地形成一个完全组织中的各次梭口,与其他机构的时间配合合理;
- (5)开口过程中要尽量减少经纱的损伤,不使经纱受到过大的张力和摩擦;
- (6)能适应高速运转的要求。

三、开口机构的分类

开口机构的种类很多,按照其对织物组织的适应能力可以分为以下三类。

1. 适用于简单组织的开口机构

这类机构多采用凸轮来控制综框的运动,称为凸轮开口机构,俗称凸轮开口机构,目前以消极式凸轮开口机构最为常用。为了综框运动的稳定和适应高速运转,还有共轭凸轮式、等径凸轮式和沟槽凸轮式等开口机构。

适合于高速运转的连杆式开口机构也属于此类。

这类开口机构的特点是构造简单,适于高速运转,但使用的综框数目较少,一般为2~8片。因此,只能织造组织比较简单的织物。



2. 多臂开口机构

多臂开口机构由纹板控制各片综框独立运动。适于织造一个完全组织内经纱根数较多的变化组织和联合组织等。使用综框数目可达 16~32 片。适用于织造色织线呢、花呢等织物。

3. 提花开口机构

提花开口机构不用综框,由提花机构按照织物组织单独控制经纱的升降。因其适用组织的经纱数目几乎不受限制,故可以织制复杂的大花纹织物,如风景、人物及任何不规则的图案;适用于丝织及一般大花纹的毛巾、毛毯及装饰类织物的织造。

多臂开口机构和提花开口机构都是由提升机构和控制升降顺序的花纹机构配合来完成开口运动的两种作用的。

第一节 梭口的形成及梭口的清晰度

经纱从织轴上退绕下来,绕过后梁到达分绞棒,全幅经纱基本处于同一平面上。而随着综框的上下运动,在分绞棒至织口之间的经纱则被上下分开形成一个近似菱形的空间,我们将开口时自分绞棒至织口之间的这一近似菱形的空间叫梭口。

梭口是织机织造织物时的主要工作区,经纬纱交织在梭口的前部完成,而梭口的后部则与前部配合。梭口的形状、尺寸与位置决定着经纱在开口时的受力,并决定织物形成的条件。因此,梭口的状况对织机的工作效率和织物的质量有重要的甚至是决定性的影响。

一、有关梭口的概念

织机上每一片综框所处位置不同,其梭口的尺寸也各不相同。图 1-1 所示为梭口的侧视图。

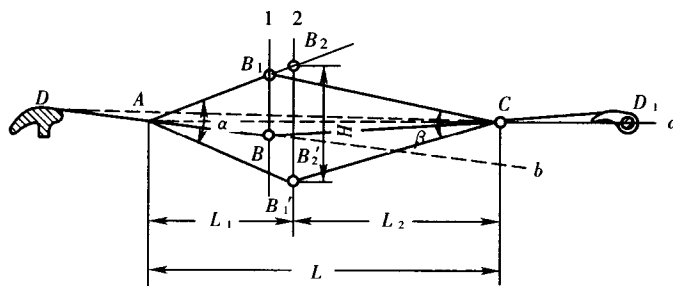


图 1-1 梭口的侧视图

整幅经纱自后梁 D_1 , 经中绞棒或停经架 C 、综眼 B 、织口 A 至胸梁 D 。 B 为平综时综眼的位置, B_1 和 B_2 分别为前综 1 和后综 2 的综眼。

AB_1CB_2A 所包围的菱形空间便是梭口。以织口 A 和经纱运动的最上和最下位置 B_1 、 B'_1 所包围的三角形空间叫前部梭口;中绞棒 C 和 B_1 、 B'_1 形成的空间叫后部梭口(对第 1 片综而言,第 2 片综的经纱运动的最上和最下位置分别为 B_2 、 B'_2)。

自后梁经分绞棒、平综时综眼、织口到胸梁的连线 D_1CBAD 称为上机线,上机时各点的位

置需要统一校正。

自后梁经分绞棒、平综时综眼到织口的连线 D_1CBA 称为经位置线。这条线的位置决定着梭口的工艺特点,包括着工艺设计中的一些重要参数。

自胸梁表面引出的水平面 Da (图中以虚线表示,在不致混淆时也称水平线)称为胸梁水平线或经平线,用于衡量后梁对胸梁的相对高度。

自织口到中绞棒的连线 AC 称为梭口前后位置线,是开口过程中经纱张力最小的位置。

自织口经过平综时的综眼所引出的直线 Ab 称为经直线。当后梁握纱点处在经直线上时,开口过程中上下两层经纱张力相等,称为等张力梭口。经直线是研究开口时经纱张力分配状况的重要参考线。

自织口到综眼的水平距离 L_1 为梭口的前部长度。自中绞棒到综眼的水平距离 L_2 为梭口的后部长度。

自织口到中绞棒的水平距离 L 为梭口的总长度,亦称梭口长度。梭口的长度也称梭口的深度。

由图 1-1 可知:

$$L = L_1 + L_2$$

梭口的前部长度和后部长度之比叫梭口对称度,以 i 表示。

$$\text{则} \quad i = \frac{L_1}{L_2} \quad (1-1)$$

当 $L_1 = L_2$ 时, $i = 1$,称为对称梭口。

对于同一织机上的各片综框,梭口的长度 L 相等,而 L_1 与 L_2 之值、对称度 i 各不相同。

各片综框上的经纱在垂直方向的最大位移叫梭口高度,以 H 表示。为了使梭口清晰和减少前后综张力差异,各片综框的 H 值也是不等的。

梭口满开时,上下两层经纱在织口与中绞棒处所形成的夹角叫梭口角,角 α 为前梭口角,角 β 为后梭口角。

二、梭口形成的阶段和开口循环

织机的主轴(曲柄轴)每一回转期间,综框运动使经纱上下分开,形成一次梭口,织入一根纬纱。主轴的下一个回转中综框再改变其上下位置,形成又一次梭口。这样顺序形成一个完全组织所需要的各种梭口之后,第一个梭口又重复出现,形成一个开口循环。

每形成一次梭口所需要的时间,就是曲柄轴一回转的时间,即是一个开口周期。

在一个开口周期中,经纱随时处于不同的位置和状态。可据此把梭口的形成分为三个时期,如图 1-2 所示。

(1)梭口开放时期:经纬离开综平位置而上下分开到梭口满开为止,此时经纱的张力随梭口的开放而增加。

(2)综框静止时期:梭口满开之后,经纱在梭口的上线和下线位置保持静止,以便梭子顺利通过梭口。

(3)梭口闭合时期:经纱自满开位置回到综平位置,在此期间经纱的张力随梭口闭合而减小。

在上一次梭口闭合和下一次梭口开放之间,上下运动

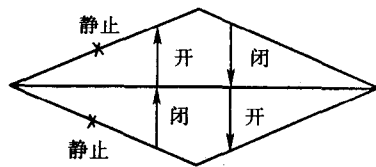


图 1-2 开口时经纱运动的三个时期

着的经纱交错平齐的瞬间称为综平时间,综平时间即开口的起始时间,在工艺上用来标志开口时间的迟早。

三、开口工作圆图和开口周期图

(一)曲柄圆

曲柄轴是织机的主轴,是织机的传动中心。曲柄轴回转一周形成一次梭口,织入一根纬纱。因此,织机上各运动时间及各运动时间的配合关系都可以用曲柄轴回转的角度和曲柄所在的位置来表示。

如图 1-3 所示,自织机的侧面看,若以图的左侧为机前,右侧为机后,圆心为主轴中心,则主轴曲柄部分的轨迹为一个圆。把圆分成若干等份(图中分为 12 等份)或以角度标示。

0 点为前死心,此时曲柄和连杆成一直线,筘达到最前位置;6 点为后死心,此时曲柄和连杆部分重合为一直线,筘达到最后位置;垂直平分 0—6 连线交圆于 3、9 两点,9 点为上心,3 点为下心(有的织机前死心、后死心并不在水平位置,待后甄别)。

在一般织机上,曲柄轴的回转顺序是前死心—下心—后死心—上心,如图 1-3 所示,为逆时针方向回转。有的毛织机主轴回转方向与此相反。

(二)开口运动的工作圆图

把一次开口运动的三个时期按曲柄所在位置标志在曲柄圆图上,即为开口运动的工作圆图。

以综平时间为开口运动的开始,设在上心综平,经纱运动的开放时期、静止时期和闭合时期各占主轴一转的 $\frac{1}{3}$ 时间,如图 1-4 所示。

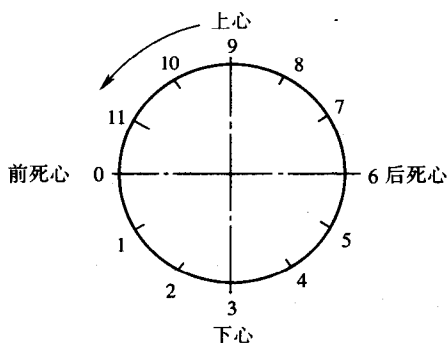


图 1-3 曲柄圆图

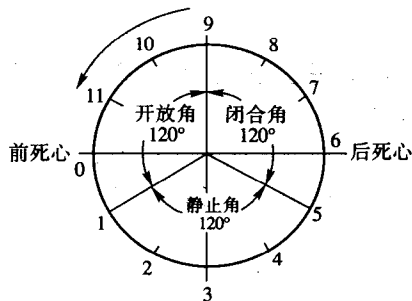


图 1-4 开口运动的工作圆图

曲柄在 9 点时综平,曲柄自 9 点转到 1 点为开放时期,到 1 点梭口满开。曲柄自 1 点转到 5 点为梭口静止时期,自 5 点到 9 点为梭口闭合时期,至 9 点重新综平。

可见在此例中:

$$\text{闭合角} = \text{开放角} = \text{静止角} = 120^\circ$$

$$\text{闭合角} + \text{开放角} = \text{运动角} = 240^\circ$$