

可機械式編程梭織圖樣之綜片梭織機

林建良

國立科學工藝博物館科技教育組

E-Mail: jllin927@mail.nstm.gov.tw

一、前言

織造重複性圖樣為紡織機械的重要應用，圖樣設計有其相對應的織造程序，在傳統梭織上有紋板圖；在古中國的緹花機中則有意匠稿或花本的存在，其原理皆是將緹花的圖樣轉換為梭織過程中各經線規律的動作程序（即“上下移動”或“不動”），而經線的動作需根據該經線是否穿過綜框上的綜眼來決定，稱為「穿綜」。在穿綜和綜框的搭配設計下，操作某個綜框就可控制某道時序內所有經線的動作，完成紗線開口的作用。綜片的升降操作稱為「提綜」，在紡織機設計中常見以直接手動方式或機構連動方式來提綜，簡易型紡織機或傳統文化的紡織機多採用直接手動，可織造複雜圖樣或落地型式的紡織機則以機構連動方式。為了使織機能反復有規律地織造複雜花紋，人們先後發明了以綜片和花本來貯存紋樣資訊，並形成多綜式織機和各類花本式提花機。本文針對一般民眾所熟知的梭織機和教學，依據梭織基本操作程序和原理，開發創新的平板綜片梭織機教具，並進一步改變決定梭織圖樣的平板綜片結構，使其可根據經緯上下位置改變排列進行機械式的編程，更可延伸至紗線配色、顯緯織法、顯經織法等主題，創造多樣化的織品，快速達到梭織入門程度。本文所開發之教具可將梭織圖樣代表的紋板圖中的艱深原理予以簡化，使學員理解紡織圖紋與經線動作程序編碼的關聯，學習者能直覺地理解經線動作與綜片外型之間的關聯。

二、設計原理

梭織工序由「開口」、「投緯」與「打緯」三個主要步驟組成，並需同步進行「送經」與「卷取」動作以維持織造張力。「提綜」和「穿綜」是實現紡織圖樣的核心工序，而紋板圖則類似解碼器。然而，對於紡織初學者而言，這些概念較難理解，導致學習門檻較高。傳統綜框的形式多樣，包括棉繩或金屬線搭配綜眼、鋼片搭配綜眼，以及剛體型綜框等。穿綜作為連結圖紋與提綜的關鍵步驟，通常較為繁瑣。本計畫希望透過創新教具設計，使學員不必進行複雜的穿綜作業，即可理解織造原理，並藉由直觀的方式學習圖紋設計，拓展梭織圖樣所蘊藏的科學意涵。本文所提出的可機械式編程圖樣平板梭織機之創新設計構想（圖1）與「自動演奏裝置」的機械設計概念，機械式自動演奏裝置透過機芯、紙帶、圓盤或圓柱上的打孔機制來演奏不同樂曲，而這與梭織圖樣設計的原理相似。透過更換代表織造圖樣的綜片，學員可直覺地對應經線運動程序，進一步理解梭織圖樣設計的重要性，並體驗其趣味性。梭織機的綜框，由於經線穿過框上之綜眼，故綜框的上下移動可決定經線的位置，而「穿綜」的雖然極其繁複且耗時，但亦是決定梭織圖樣的重要一環。相較於傳統封閉式綜框，本案採用開放式平板綜片設計，讓綜片外型直接控制經線運動，將「穿綜」轉換為如同二進位編碼的

凹凸排序，如圖 2。綜片外型如扁梳，鋸齒狀的凹凸排列可對應圖樣設計，控制經紗的上下位置。綜片的凸出部分邊緣呈倒 V 狀，可有效箝制並下壓經紗，而凹入部分的深度則決定經紗可上下位移的行程。此外，梳整紗線的過程可透過後端板的定位片確認起始位置，避免跳線問題，提高織造準確性。本研究亦延伸應用至配色變化，如在不同區域使用不同顏色的緯紗，產生視覺效果差異。

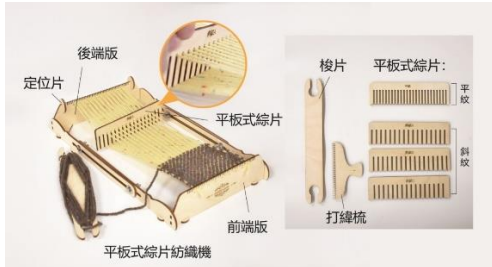


圖 1 平板綜片梭織機

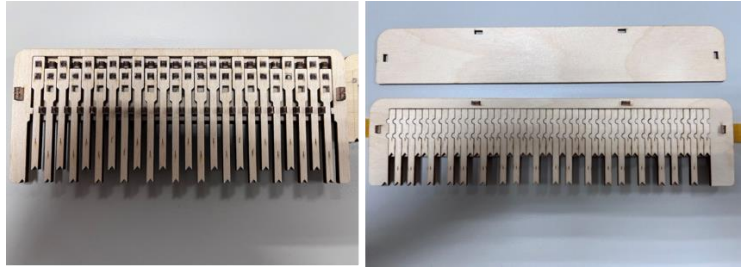


圖 2 兩種可機械式編程圖樣綜片之創新設計

三、設計實例

為了簡化對「將花樣轉換為經紗動作程序」的理解，本研究將編織花樣的圖像製成點陣圖，以便初學者可以用直觀的概念來編寫編織程序。對於重複性的圖樣的織品而言，可框列出重複性的區域設定為組織圖進行綜片設計，此步驟與一般梭織機的「穿綜」原理相同。為了簡化「圖紋轉換為經線動作程序」的理解過程，本研究使紡織圖像點陣圖化，讓學生可以直覺式的概念來編寫織造程序，說明如下（如圖3）：

- （一） 決定設計圖樣的表格行列數，每一列對應為每一道緯紗，每一行則對應為每一條經紗。
- （二） 決定經、緯紗顏色，可分別以多色表示。
- （三） 將表格欄位填入經、緯紗選定的顏色來設計圖樣，產生有如點陣圖的成果。
- （四） 對某一行而言，欄位顏色變化決定該道緯紗工序中各經線的上下位置，可對應出經紗動作，確認經紗是否需移動。若欄位為緯紗顏色，則表示經紗在下（經紗下壓），填入倒V圖形；若顯示為經紗顏色，則表示經紗在上（經紗不動），填入橫線圖形。
- （五） 連接每個欄位對應的倒V或橫線圖形即可產生該道緯紗所對應的平板綜片凹凸排序。
- （六） 依序完成設計圖樣的點陣圖表格，產生每一列的綜片幾何。

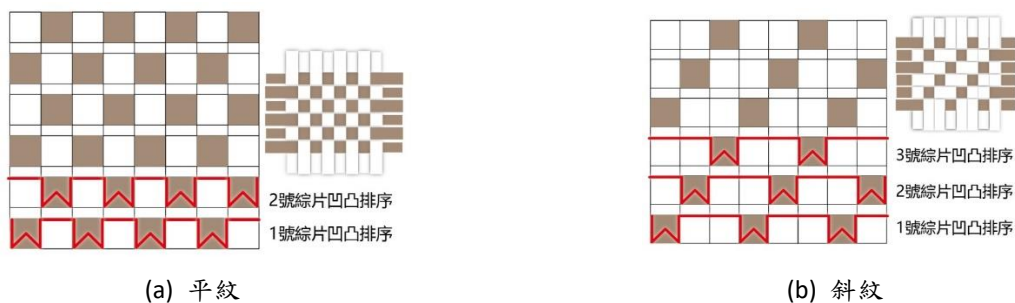


圖 3 機械式圖樣編碼與綜片外型說明

四、結論

本研究成功開發創新梭織機及可機械式編成圖樣之綜片，以點陣圖化概念簡化紡織紋板圖流程發展梭織教案，以紡織為題整合相關多元領域知識，鼓勵全齡學員從實作中學習。

延伸學習

國立科學工藝博物館線上梭織教學影片 <https://reurl.cc/padgla>