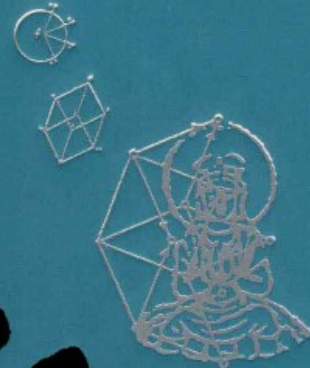


敦煌



科學技術畫卷



商務印書館

科學技術畫卷
PDG

敦
煌

石窟全集



敦煌

石窟全集
23
敦煌研究院主編

科學技術畫卷

本卷主編 王進玉



商務印書館



敦煌石窟全集

主編單位 敦煌研究院

主 編 段文杰

副主編 樊錦詩(常務)

編著委員會(按姓氏筆畫排序)

主 任 段文杰 樊錦詩(常務)

委 員 吳 健 施萍婷 馬 德 梁尉英 趙聲良

出版顧問 金沖及 宋木文 張文彬 劉 杲 謝辰生
羅哲文 王去非 金維諾 周紹良 馬世長

出版委員會

主 任 彭卿雲 沈 竹 劉 煒(常務)

委 員 樊錦詩 龍文善 黃文昆 田 村

總 攝 影 吳 健

藝術監督 田 村

科學技術畫卷

主 編 王進玉

攝 影 余生吉

綫 圖 趙俊榮

封面題字 徐祖蕃

出 版 人 陳萬雄

策 劃 張倩儀

責任編輯 陳元階

設 計 呂敬人

出 版 商務印書館(香港)有限公司
香港筲箕灣耀興道3號東匯廣場8樓
<http://www.commercialpress.com.hk>

製 版 中華商務彩色印刷有限公司
香港新界大埔汀麗路36號中華商務印刷大廈

印 刷 中華商務彩色印刷有限公司
香港新界大埔汀麗路36號中華商務印刷大廈

版 次 2001年10月第1版第1次印刷
© 2001 商務印書館(香港)有限公司
ISBN 962 07 5295 3

版權所有，不准以任何方式，在世界任何地區，以中文或其他任何文字，仿製或轉載本書圖版和文字之部份或全部。

©2001 The Commercial Press (Hong Kong) Ltd.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, and /or otherwise without the prior written permission of the publishers.

All inquiries should be directed to:

The Commercial Press (Hong Kong) Ltd.

8/F., Eastern Central Plaza, No.3 Yiu Hing Road, Shau Kei Wan, Hong Kong

前言

敦煌石窟——古代科學技術畫廊

敦煌是漢武帝（公元前140～前87年在位）時建立的河西四郡之一，是古絲綢之路上的重鎮。這一西北各遊牧部族生息馳騁的場所，中原王朝管理後，大興水利、發展農耕，敦煌的科學技術得到長足進步。絲綢之路的暢通，中西方商旅、外國使臣，以及眾多僧侶往來不絕，使敦煌成為中西貿易、文化交流的中轉站，敦煌得以吸收希臘、羅馬、波斯、小亞細亞以及印度等國家和地區的文化精華。隨着時間的推移，敦煌逐漸形成以中原文化為主體，與西域以至歐洲各民族文化互相滲透為特色的古代科學技術。

敦煌壁畫作為跨越千年、綿延不斷的歷史畫卷，不僅反映了中國一千多年各民族文化和藝術的發展，也反映了中國及敦煌地區科學技術的進步。敦煌壁畫的內容，都是宣傳佛教思想的，然而它們畢竟是當時藝術匠師所繪製的，匠師們描繪佛的世界時，不管採用怎樣的虛構或誇張手法，最終總是要根據自己對生活的理解，以當時的社會現實為依據；總是在直接或間接地反映着社會現實，使抽象的佛教經典在具像的壁畫創作過程中，打上時代和民族的烙印。正是在這創作中，科技和生產的內容在壁畫中得以凸顯。如果僅僅把敦煌壁畫當作古代藝術的寶貴遺產，是非常不全面的，敦煌壁畫的存在，已遠遠超出藝術遺產的範疇，還具有科學技術史的重要研究價值，堪稱古代科技畫廊。

敦煌壁畫包含以下科學技術與生產內容：（一）與生產生活密切相關的度量衡器和天文曆算的形象。北涼至元代壁畫中不同型制的天平和提繫桿秤是考察衡量器發展史的極好材料；壁畫中有不少日天、月天與諸星等天文圖像，特別是莫高窟第61窟、五個廟石窟第1窟中的二十八

宿和黃道十二宮，是天文學的珍貴資料；榆林窟第35窟熾盛光佛中的天象圖以兩宮代表十二宮的形式在同類題材中是獨創。（二）80多幅“農作圖”反映了魏晉南北朝至元代近千年的農業生產情況，描繪出農業生產從種到收的十多種生產活動；壁畫有20多種農業工具，有些彌足珍貴，如盛唐第445窟的曲轆犁、五代第454窟的播種三腳耬等；榆林窟第3窟西夏千手觀音經變中的釀酒裝置，據考證為燒酒蒸餾裝置，它們都反映着各個時代生產技術的進步。（三）敦煌壁畫所繪大量的陶瓷、玻璃、琉璃器物等，反映出當時對化學工藝的熟練掌握。在金屬冶煉方面，西夏時出現了用木風箱鼓風熔冶的壁畫，表明中國使用風箱冶煉比歐洲至少早五六百年。（四）敦煌石窟還是一座顏料標本寶庫，保存着北涼至元、清等10餘個朝代一千多年間的大量彩繪藝術顏料，反映了中國古代礦物應用、顏料化學及冶煉技術的高度發展，是研究中國乃至世界古代顏料的重要資料。而對敦煌顏料科學的研究，也一直是敦煌學、科技史、文物考古、美術等多學科學者關注的焦點。（五）敦煌的百工技藝充分體現了敦煌的地方特色，壁畫中的紡車、織機和絲綢、棉、麻、毛織品等，不僅顯示出古代紡織技藝的高超，也反映了絲綢之路上絲綢貿易的繁榮。（六）在100多個洞窟中還有大量環境保護、衛生保健、疾病診治等方面的形象資料，其中唐代壁畫的揩齒、刷牙圖是中國最古的口腔衛生方面的繪畫。

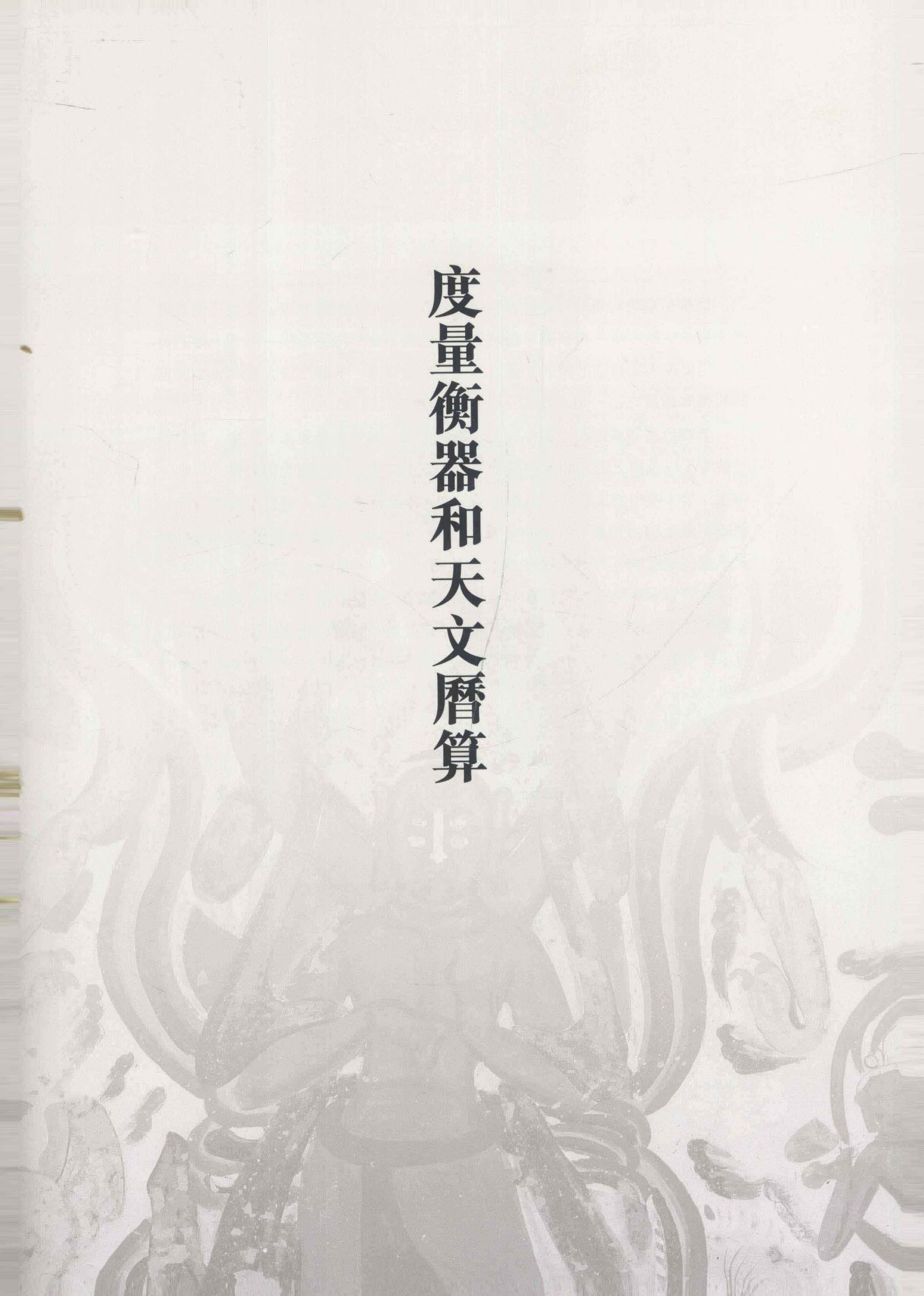
毫無疑問，數量浩繁、規模巨大、精美卓絕的敦煌壁畫、塑像，加上在莫高窟發現的50000多卷文獻，展現着從公元4世紀至14世紀1000多年生動的社會場景，鑄成一部包羅萬象的“大百科全書”，而其中的科學技術部分更是內容豐富、價值珍貴。這一切為科學技術史的研究，包括對各民族科學技術史的研究，提供了豐富的圖像及文化典籍資料，實是“牆壁上的博物館”。本卷所擷取的，僅僅是這龐大“博物館”當中的鳳毛麟角而已。

目 錄

前 言 敦煌石窟——古代科學技術畫廊	005
第一章 度量衡器和天文曆算	009
第一節 敦煌壁畫的度量衡器	011
第二節 中西天文學的融合	019
第三節 天文曆算學家翟奉達	041
第二章 農牧業技術綿延千年	047
第一節 完整的農耕史畫卷	049
第二節 糧食加工及釀造	067
第三節 馬鐙挽具與牲畜飼養	075
第四節 遊牧民族的生產活動	091
第三章 化學工藝的奇光異彩	101
第一節 陶瓷 磚瓦 玻璃 琉璃	103
第二節 冶煉及金屬器物	133
第三節 燈與香爐	145

第四章 彩繪顏料寶庫	173
第一節 絢麗奪目的彩繪顏料	175
第二節 石窟顏料變色之謎	197
第五章 獨具特色的百工技藝	207
第一節 紡織機具及織品	209
第二節 包容百項的能工巧匠	225
第三節 丹青妙手繪彩壁	235
第六章 形象生動的醫療衛生畫面	247
第一節 環境衛生與保健	249
第二節 診療疾病	259
圖版索引	270
敦煌石窟分佈圖	271
敦煌歷史年表	272

度量衡器和天文曆算



數學是自然科學的基礎，古代數學在農業生產如治理水利、丈量土地及製造工具等活動中產生和發展。在此基礎上，度量衡器隨之產生。農業生產的發展，也促進天文曆法的研究。自西漢開發敦煌以來，有關度量衡器和天文曆算的科學知識就在這一地區應用，並不斷發展。

敦煌漢簡和藏經洞遺書中有古代數學史料，其中包括算書、算經、算表等手抄本，以及與之密切相關的計量、衡量方面的史料。敦煌北朝壁畫“尸毗王本生”故事畫中的提繫桿秤，保存了早期不等臂秤的遺風，它是中國魏晉南北朝時期廣泛應用提繫桿秤的重要圖像資料。唐、宋、西夏時期壁畫中近20幅天平真實地反映了歷代天平的造型和特點。

在豐富多彩的敦煌科技畫中，不少畫面與天文學有關，其中有天象圖、星象圖、二十八宿和黃道十二宮等。敦煌石窟壁畫、絹畫“熾盛光佛”中出現的五星、七曜、九曜、二十八宿、黃道十二宮等，是探尋古代中西天文學交流的珍貴資料。

敦煌遺書中還有不少天文曆法的材料，如曆日就有40餘種，其中不少是當地自編的；敦煌翟氏家族編的曆日在當地應用長達兩個世紀。載入史籍、繪於壁畫的翟奉達博士，不僅官高位顯，而且是一位集天文術算、文學書法於一身的曆學大家。

第一節 敦煌壁畫的度量衡器



度量衡工具的發明及制度的確立在人類歷史上具有重要意義。秦朝開始在全國推行統一的度量衡，西漢建立河西四郡時，度量衡制度被帶到河西四郡之一的敦煌。敦煌出土了西漢時戍卒記錄糧食收入的漢簡，如敦273簡：“右入廩二百五十三石九斗二升”、敦256簡：“右凡出稬麥十一斛三斗士吏姜曾夕從玉門所稟”等，表明西漢時敦煌就已使用石、斗、升、斛等量器。敦煌藏經洞保存了近20件數學文獻，其內容實用而廣泛，涉及田畝、堤壩的度量、測量和計數的問題，在科學史、文化史上具有重大價值。在敦煌壁畫中，度量衡工具如尺、斗、秤等都有充分的反映。

尺子在中國歷史悠久，主要有木工尺、衣工尺兩類。木工尺為木工所用尺子，又稱魯班尺。中國建築業自漢代以來自成體系，其用材、結構均有一定標準，所以它的尺度是基本穩定的，木工尺一尺約合31.1厘米。敦煌壁畫中描繪了木工用矩尺的圖形，如西魏第285窟東坡繪伏羲、女媧所持之物就有矩尺和墨斗，這兩種工具還出現在唐、五代、北宋時期壁畫阿修羅的手中。隋代第302窟“福田經變”建塔場面中，塔下一人指揮施工，手中拿的也是矩尺。

裁縫所用尺子稱衣工尺，亦稱裁尺，主要用於量布與裁衣，自成系統。民間所用裁尺的尺度在早期各地並不統

一，當時官府向農民徵收一定的布帛作為官稅，官府為此定出了一種通用尺度，以它作為量度布帛的標準，所以民間所用裁尺受此影響，逐漸與通用尺度接近。朝廷裁製官服所用尺度，因與禮制有關，不能隨意更動，基本採用另一種尺度，稱為小尺。古時敦煌裁尺的使用比較廣泛，文物中有不少尺子的資料，如敦煌遺書記載“辛巳年二月十日盧博士付生絹一匹，長、裁衣尺量得三丈四尺，幅一尺七寸三”，文中就提到裁衣尺及其單位：丈、尺、寸。敦煌出土的兩把北涼骨尺，則很真實地記錄了當時的尺度標準。

古時量器有很多種，敦煌壁畫中出現較多用於量糧食的量器，如升、斗、斛等，這些量器都是木製的。在敦煌壁畫“彌勒經變”農作圖中有使用升、斗、斛將糧食裝袋、歸倉的畫面。如盛唐第445窟的農作圖，描繪地主莊園的生產場景，在揚淨的糧堆上放着斗、斛等器具。壁畫的描繪和敦煌遺書記錄的地主收糧、入倉、量數記帳的文獻一致。中唐第231窟北壁的農作圖，一婦女雙手端簸箕揚簸糧食，地上放一木斗。中唐第202窟打場、揚場、裝袋、拉運場面中，兩婦女裝糧袋前的四方形量器，應是木斗或木升。榆林窟西夏第3窟千手千眼觀音中的木斗形象最清楚。

敦煌古代酒作坊不少，量器也被廣

泛應用於酒的計量上。敦煌遺書記載了古代酒的計量單位。例如現藏敦煌研究院的一件宋代乾德二年（公元964年）所立的歸義軍衙門酒帳和續卷為我們提供了不見於歷代律曆志或禮樂志的容量計量單位：甕、角、斗、升、合。更為難得的是，由於酒帳及續卷共有 213 筆賬目，使我們得出了這些計量單位的“進位”。

一甕＝六斛。這種逢六進一的計量比較特殊。1 斗＝10 升，1 升＝10 合，1 角＝15 升。

敦煌壁畫還為我們留下公元 4 世紀以來從天平到提繫桿秤等衡器的形象資料。中國古代衡器的發展，大體上經過天平・環權——衡秤・秤錘——桿秤・秤砣等三個階段。考古材料證明，天平的使用極早；至遲在春秋戰國時期出現衡秤及不等臂秤。三國時，天平的提紐漸漸從中點偏移，並在衡桿上刻斤、兩數，形成提繫桿秤的雛形；不等臂秤經過逐步革新，大約在公元 5、6 世紀的南北朝，出現今天所見的提繫桿秤。提繫桿秤是用鉤子把秤桿吊起來，鉤子兩旁的兩個力臂長短不等，要稱的東西掛在力臂短的一邊，然後再把壓秤物——秤砣，沿着力臂長的一邊移動，直到兩邊平衡為止，長力臂上標有重量，它是現代衡器產生和發展的基礎，也是現代秤的雛形。敦煌、新疆石窟壁畫以及 1949

年以來出土的一些北朝鐵秤砣表明，魏晉、南北朝時期，提繫桿秤已經得到廣泛應用。

在十餘幅“尸毗王本生”故事畫的稱肉場面中，使用的秤是天平。這些天平都用秤架固定，兩邊設置秤盤，用砝碼調節平衡。在第 98 窟北壁“華嚴經變”，華嚴河裏的小圓圈圖案中也繪有天平。第 61 窟甬道及肅北五個廟石窟第 1 窟的熾盛光佛反映古天文學的“黃道十二宮”畫面中，繪有“天平宮”的圖形，它們和新疆吐魯番出土的唐代星占術圖寫本殘卷的“天平宮”相似，只是新疆的底座是十字交叉形的。類似的“天平宮”形象還見於全國各地發現的黃道十二宮文物中，但造型有所差異。

敦煌壁畫中較早出現提繫桿秤使用情形的見於北涼第 275 窟，其北壁繪有提繫桿秤，秤的一個盤中放着鴿子，另一個盤中坐着尸毗王。北魏第 254 窟北壁“尸毗王本生”故事畫繪有稱肉場面，畫中提繫桿秤的單繫提紐幾乎在衡桿中央。在河南焦作發現的北魏時期窖藏銅器中有桿秤，其造型與敦煌壁畫北朝桿秤相同。唐時壁畫也出現了大量天平的形象，如中唐第 237 窟、晚唐第 85 窟、五代第 98 窟等的壁畫中，都繪了天平。這反映了北朝以來天平、桿秤同時並用的生活現實。



1 提繫桿秤

掌衡者所用的是提繫桿秤，秤的兩邊各垂一秤盤；一秤盤中放着鴿子，另一秤盤中坐着尸毗王。

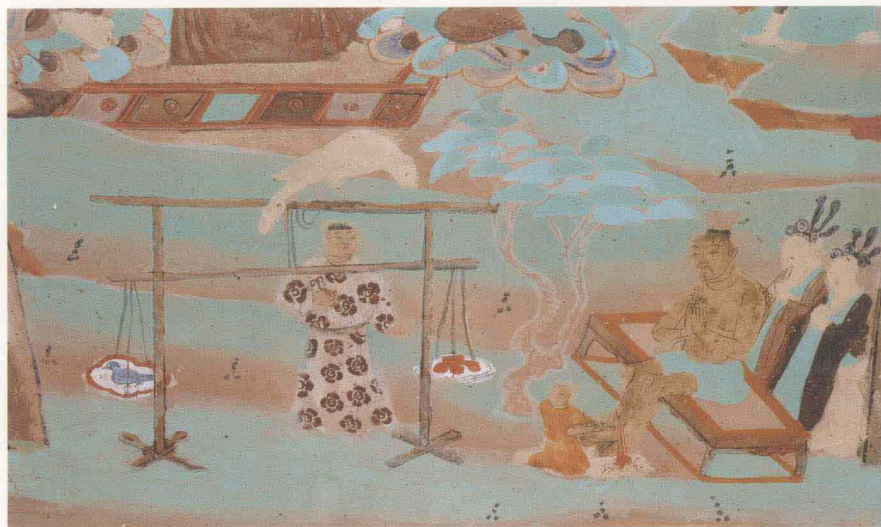
北涼 莫 275 北壁



2 不等臂桿秤

掌衡者執秤，秤盤上分別為鴿子和尸毗王。桿秤的單繫提紐幾乎在衡桿中央。秤盤懸掛在衡桿重臂上離臂端較遠、離衡桿中央較近的位置，可見戰國時期不等臂秤的遺風。掌衡者右側為長者。

北魏 莫 254 北壁



3 十字交叉座天平

坐在凳上的為尸毗王，他的前面有一十字交叉座天平，天平旁有掌秤人。天平的一邊是鴿子，另一邊放着四塊肉。鴿重肉輕，秤桿傾斜着。秤的橫桿上立一鷹，體型極大，正眈眈注視着秤盤上的肉。尸毗王只穿短褲，雙手合十，目視遠方，身後站立兩王妃。一人持刀正割着尸毗王的腿，地上積一灘血。天平中的肉即是從尸毗王腿上割下來的。

晚唐 莫 85 東坡

4 用橫桿固定的天平

天平架下有橫桿固定秤架，一人用兩手平衡秤盤。

五代 莫61 南壁



5 天平

衡桿兩端挽秤盤，一人兩手舉起以平衡秤盤。

五代 莫98 南壁



6 掌衡者操縱秤桿

衡桿兩端挽秤盤，一邊為鴿子，一邊為肉，一人雙手操縱秤桿。

五代 莫454 南壁