



科学技术画卷

22

敦煌石窟艺术全集

科学
技术
画卷

本卷主编 王进玉

敦煌石窟艺术全集 22

敦煌研究院主编

 同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目（CIP）数据

敦煌石窟艺术全集·科学技术画卷/敦煌研究院主编. —上海：同济大学出版社，2016.1
ISBN 978-7-5608-6015-2

I. ①敦… II. ①敦… III. ①敦煌石窟—画册 ②科学技术—技术史—敦煌壁画—画册 IV. ①K879.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 224711 号

本全集由商务印书馆（香港）有限公司授权独家简体版权，限在中国大陆地区出版发行

同 济 大 学 出 版 社 联合策划出品
上海福泽文化传播有限公司

总 策 划 …………… 王国伟 姚建中

出 版 人 …………… 支文军

项目成员 …………… 赵泽毓 那泽民 张 睿 丁会欣 熊磊丽 蒋文卓

敦煌石窟艺术全集·科学技术画卷（22）

主 编 …………… 王进玉

责任编辑 …………… 那泽民

责任校对 …………… 张德胜

封面设计 …………… 那泽民 陈益平

设 计 …………… 吕敬人

出 版 …………… 同济大学出版社
上海市四平路 1239 号
<http://www.tongji.com.cn>

制 版 …………… 中华商务（香港）彩色印刷有限公司

印 刷 …………… 上海雅昌艺术印刷有限公司

版 次 …………… 2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

书 号 …………… ISBN 978-7-5608-6015-2

定 价 …………… 32 000.00 元（全 25 卷+赠阅 1 卷）

目 录

前 言 敦煌石窟——古代科学技术画廊	005
第一章 度量衡器和天文历算	009
第一节 敦煌壁画的度量衡器	011
第二节 中西天文学的融合	019
第三节 天文历算学家翟奉达	041
第二章 农牧业技术绵延千年	047
第一节 完整的农耕史画卷	049
第二节 粮食加工及酿造	067
第三节 马镫挽具与牲畜饲养	075
第四节 游牧民族的生产活动	091
第三章 化学工艺的奇光异彩	101
第一节 陶瓷 砖瓦 玻璃 琉璃	103
第二节 冶炼及金属器物	133
第三节 灯与香炉	145

第四章 彩绘颜料宝库	173
第一节 绚丽夺目的彩绘颜料	175
第二节 石窟颜料变色之谜	197
第五章 独具特色的百工技艺异	207
第一节 纺织机具及织品	209
第二节 包容百项的能工巧匠	225
第三节 丹青妙手绘彩壁	235
第六章 形象生动的医疗卫生画面	247
第一节 环境卫生与保健	249
第二节 诊疗疾病	259
图版索引	270
敦煌石窟分布图	271
敦煌历史年表	272

敦煌石窟艺术全集

图书在版编目 (CIP) 数据

敦煌石窟艺术全集. 科学技术画卷/敦煌研究院主编. —上海: 同济大学出版社, 2016.1
ISBN 978-7-5608-6015-2

I. ①敦… II. ①敦… III. ①敦煌石窟—画册 ②科学技术—技术史—敦煌壁画—画册 IV. ①K879.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 224711 号

本全集由商务印书馆 (香港) 有限公司授权独家简体版权, 限在中国大陆地区出版发行

同 济 大 学 出 版 社 联合策划出品
上海福泽文化传播有限公司

总 策 划 …………… 王国伟 姚建中

出 版 人 …………… 支文军

项目成员 …………… 赵泽毓 那泽民 张 睿 丁会欣 熊磊丽 蒋文卓

敦煌石窟艺术全集·科学技术画卷 (22)

主 编 …………… 王进玉

责任编辑 …………… 那泽民

责任校对 …………… 张德胜

封面设计 …………… 那泽民 陈益平

设 计 …………… 吕敬人

出 版 …………… 同济大学出版社
上海市四平路 1239 号
<http://www.tongji.com.cn>

制 版 …………… 中华商务 (香港) 彩色印刷有限公司

印 刷 …………… 上海雅昌艺术印刷有限公司

版 次 …………… 2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

书 号 …………… ISBN 978-7-5608-6015-2

定 价 …………… 32 000.00 元 (全 25 卷+赠阅 1 卷)

科学
技术
画卷

本卷主编 王进玉

敦煌石窟艺术全集 22

敦煌研究院主编

敦煌石窟艺术全集

主编单位 敦煌研究院

主 编 段文杰

副 主 编 樊锦诗（常务）

编著委员会（按姓氏笔画排序）

主 任 段文杰 樊锦诗（常务）

委 员 吴 健 施萍婷 马 德 梁尉英 赵声良

出版顾问 金冲及 宋木文 张文彬 刘 杲 谢辰生
罗哲文 王去非 金维诺 周绍良 马世长

出版委员会

主 任 彭卿云 沈 竹 刘 炜（常务）

委 员 樊锦诗 龙文善 黄文昆 田 村

总 摄 影 吴 健

艺术监督 田 村

科	学	技	术	画	卷
---	---	---	---	---	---

主 编 王进王

摄 影 余生吉

线 图 赵俊荣

封面题字 徐祖蕃

前言

敦煌石窟——古代科学技术画廊

敦煌是汉武帝（公元前140～前87年在位）时建立的河西四郡之一，是古丝绸之路上的重镇。这一西北各游牧部族生息驰骋的场所，中原王朝管理后，大兴水利、发展农耕，敦煌的科学技术得到长足进步。丝绸之路的畅通，中西方商旅、外国使臣，以及众多僧侣往来不绝，使敦煌成为中西贸易、文化交流的中转站，敦煌得以吸收希腊、罗马、波斯、小亚细亚以及印度等国家和地区的文化精华。随着时间的推移，敦煌逐渐形成以中原文化为主体，与西域以至欧洲各民族文化互相渗透为特色的古代科学技术。

敦煌壁画作为跨越千年、绵延不断的历史画卷，不仅反映了中国一千多年各民族文化和艺术的发展，也反映了中国及敦煌地区科学技术的进步。敦煌壁画的内容，都是宣传佛教思想的，然而它们毕竟是当时艺术匠师所绘制的，匠师们描绘佛的世界时，不管采用怎样的虚构或夸张手法，最终总是要根据自己对生活的理解，以当时的社会现实为依据；总是在直接或间接地反映着社会现实，使抽象的佛教经典在具象的壁画创作过程中，打上时代和民族的烙印。正是在这创作中，科技和生产的内容在壁画中得以凸显。如果仅仅把敦煌壁画当作古代艺术的宝贵遗产，是非常不全面的，敦煌壁画的存在，已远远超出艺术遗产的范畴，还具有科学技术史的重要研究价值，堪称古代科技画廊。

敦煌壁画包含以下科学技术与生产内容：（一）与生产生活密切相关的度量衡器和天文历算的形象。北凉至元代壁画中不同形制的天平和提系杆秤是考察衡量器发展史的极好材料；壁画中有不少日天、月天与诸星等天文图像，特别是莫高窟第61窟、五个庙石窟第1窟中的二十八

宿和黄道十二宫，是天文学的珍贵资料；榆林窟第35窟炽盛光佛中的天象图以两宫代表十二宫的形式在同类题材中是独创。（二）80多幅“农作图”反映了魏晋南北朝至元代近千年的农业生产情况，描绘出农业生产从种到收的十多种生产活动；壁画有20多种农业工具，有些弥足珍贵，如盛唐第445窟的曲辕犁、五代第454窟的播种三脚楼等；榆林窟第3窟西夏千手观音经变中的酿酒装置，据考证为烧酒蒸馏装置，它们都反映着各个时代生产技术的进步。（三）敦煌壁画所绘大量的陶瓷、玻璃、琉璃器物等，反映出当时对化学工艺的熟练掌握。在金属冶炼方面，西夏时出现了用木风箱鼓风熔冶的壁画，表明中国使用风箱冶炼比欧洲至少早五六百年。（四）敦煌石窟还是一座颜料标本宝库，保存着北凉至元、清等10余个朝代一千多年间的大量彩绘艺术颜料，反映了中国古代矿物应用、颜料化学及冶炼技术的高度发展，是研究中国乃至世界古代颜料的重要资料。而对敦煌颜料科学的研究，也一直是敦煌学、科技史、文物考古、美术等多学科学者关注的焦点。（五）敦煌的百工技艺充分体现了敦煌的地方特色，壁画中的纺车、织机和丝绸、棉、麻、毛织品等，不仅显示出古代纺织技艺的高超，也反映了丝绸之路上丝绸贸易的繁荣。（六）在100多个洞窟中还有大量环境保护、卫生保健、疾病诊治等方面的形象资料，其中唐代壁画的揩齿、刷牙图是中国最古的口腔卫生方面的绘画。

毫无疑问，数量浩繁、规模巨大、精美卓绝的敦煌壁画、塑像，加上在莫高窟发现的50000多卷文献，展现着从公元4世纪至14世纪一千多年生动的社会场景，铸成一部包罗万象的“大百科全书”，而其中的科学技术部分更是内容丰富、价值珍贵。这一切为科学技术史的研究，包括对各民族科学技术史的研究，提供了丰富的图像及文化典籍资料，实是“墙壁上的博物馆”。本卷所撷取的，仅仅是这庞大“博物馆”当中的凤毛麟角而已。

目 录

前 言 敦煌石窟——古代科学技术画廊	005
第一章 度量衡器和天文历算	009
第一节 敦煌壁画的度量衡器	011
第二节 中西天文学的融合	019
第三节 天文历算学家翟奉达	041
第二章 农牧业技术绵延千年	047
第一节 完整的农耕史画卷	049
第二节 粮食加工及酿造	067
第三节 马镫挽具与牲畜饲养	075
第四节 游牧民族的生产活动	091
第三章 化学工艺的奇光异彩	101
第一节 陶瓷 砖瓦 玻璃 琉璃	103
第二节 冶炼及金属器物	133
第三节 灯与香炉	145

第四章 彩绘颜料宝库	173
第一节 绚丽夺目的彩绘颜料	175
第二节 石窟颜料变色之谜	197
第五章 独具特色的百工技艺异	207
第一节 纺织机具及织品	209
第二节 包容百项的能工巧匠	225
第三节 丹青妙手绘彩壁	235
第六章 形象生动的医疗卫生画面	247
第一节 环境卫生与保健	249
第二节 诊疗疾病	259
图版索引	270
敦煌石窟分布图	271
敦煌历史年表	272

第一章

度量衡器和天文历算



数学是自然科学的基础，古代数学在农业生产如治理水利、丈量土地及制造工具等活动中产生和发展。在此基础上，度量衡器随之产生。农业生产的发展，也促进天文历法的研究。自西汉开发敦煌以来，有关度量衡器和天文历算的科学知识就在这一地区应用，并不断发展。

敦煌汉简和藏经洞遗书中有古代数学史料，其中包括算书、算经、算表等手抄本，以及与之密切相关的计量、衡量方面的史料。敦煌北朝壁画“尸毗王本生”故事画中的提系杆秤，保存了早期不等臂秤的遗风，它是中国魏晋南北朝时期广泛应用提系杆秤的重要图像资料。唐、宋、西夏时期壁画中近20幅天平真实地反映了历代天平的造型和特点。

在丰富多彩的敦煌科技画中，不少画面与天文学有关，其中有天象图、星象图、二十八宿和黄道十二宫等。敦煌石窟壁画、绢画“炽盛光佛”中出现的五星、七曜、九曜、二十八宿、黄道十二宫等，是探寻古代中西天文学交流的珍贵资料。

敦煌遗书中还有不少天文历法的材料，如历日就有40余种，其中不少是当地自编的；敦煌翟氏家族编的历日在当地应用长达两个世纪。载入史籍、绘于壁画的翟奉达博士，不仅官高位显，而且是一位集天文术算、文学书法于一身的历学大家。

第一节 敦煌壁画的度量衡器

度量衡工具的发明及制度的确立在人类历史上具有重要意义。秦朝开始在全国推行统一的度量衡，西汉建立河西四郡时，度量衡制度被带到河西四郡之一的敦煌。敦煌出土了西汉时戍卒记录粮食收入的汉简，如敦273简：“右入糜二百五十三石九斗二升”、敦256简：“右凡出粮麦十一斛三斗士吏姜曾夕从玉门所禀”等，表明西汉时敦煌就已使用石、斗、升、斛等量器。敦煌藏经洞保存了近20件数学文献，其内容实用而广泛，涉及田亩、堤坝的度量、测量和计数的问题，在科学史、文化史上具有重大价值。在敦煌壁画中，度量衡工具如尺、斗、秤等都有充分的反映。

尺子在中国历史悠久，主要有木工尺、衣工尺两类。木工尺为木工所用尺子，又称鲁班尺。中国建筑业自汉代以来自成体系，其用材、结构均有一定标准，所以它的尺度是基本稳定的，木工尺一尺约合31.1厘米。敦煌壁画中描绘了木工用矩尺的图形，如西魏第285窟东坡绘伏羲、女娲所持之物就有矩尺和墨斗，这两种工具还出现在唐、五代、北宋时期壁画阿修罗的手中。隋代第302窟“福田经变”建塔场面中，塔下一人指挥施工，手中拿的也是矩尺。

裁缝所用尺子称衣工尺，亦称裁尺，主要用于量布与裁衣，自成系统。民间所用裁尺的尺度在早期各地并不统

一，当时官府向农民征收一定的布帛作为官税，官府为此定出了一种通用尺度，以它作为量度布帛的标准，所以民间所用裁尺受此影响，逐渐与通用尺度接近。朝廷裁制官服所用尺度，因与礼制有关，不能随意更动，基本采用另一种尺度，称为小尺。古时敦煌裁尺的使用比较广泛，文物中有不少尺子的资料，如敦煌遗书记载“辛巳年二月十日卢博士付生绢一匹，长、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单位：丈、尺、寸。敦煌出土的两把北凉骨尺，则很真实地记录了当时的尺度标准。

古时量器有很多种，敦煌壁画中出现较多用于量粮食的量器，如升、斗、斛等，这些量器都是木制的。在敦煌壁画“弥勒经变”农作图中有使用升、斗、斛将粮食装袋、归仓的画面。如盛唐第445窟的农作图，描绘地主庄园的生产场景，在扬净的粮堆上放着斗、斛等器具。壁画的描绘和敦煌遗书记录的地主收粮、入仓、量数记账的文献一致。中唐第231窟北壁的农作图，一妇女双手端簸箕扬簸粮食，地上放一木斗。中唐第202窟打场、扬场、装袋、拉运场面中，两妇女装粮袋前的四方形量器，应是木斗或木升。榆林窟西夏第3窟千手千眼观音中的木斗形象最清楚。

敦煌古代酒作坊不少，量器也被广泛应用于酒的计量上。敦煌遗书记载了古代酒的计量单位。例如现藏敦煌研究院的一件宋代乾德二年（公元964年）所立的归义军衙门酒帐和续卷为我们提供了不见于历代律历志或礼乐志的容量计量单位：瓮、角、斗、升、合。更为难得的是，由于酒帐及续卷共有213笔账目，使我们得出了这些计量单位的“进位”。

一瓮 = 六斛。这种逢六进一的计量比较特殊。1斗 = 10升，1升 = 10合，1角 = 15升。

敦煌壁画还为我们留下公元4世纪以来从天平到提系杆秤等衡器的形象资料。中国古代衡器的发展，大体上经过天平·环权—衡秤·秤锤—杆秤·秤砣等三个阶段。考古材料证明，天平的使用极早；至迟在春秋战国时期出现衡秤及不等臂秤。三国时，天平的提纽渐渐从中点偏移，并在衡杆上刻斤、两数，形成提系杆秤的雏形；不等臂秤经过逐步革新，大约在公元5、6世纪的南北朝，出现今天所见的提系杆秤。提系杆秤是用钩子把秤杆吊起来，钩子两旁的两个力臂长短不等，要称的东西挂在力臂短的一边，然后再把压秤物——秤砣，沿着力臂长的一边移动，直到两边平衡为止，长力臂上标有重量，它是现代衡器产生和发展的基础，也是现代秤

的雏形。敦煌、新疆石窟壁画以及1949年以来出土的一些北朝铁秤砣表明，魏晋、南北朝时期，提系杆秤已经得到广泛应用。

在十余幅“尸毗王本生”故事画的称肉场面中，使用的秤是天平。这些天平都用秤架固定，两边设置秤盘，用砝码调节平衡。在第98窟北壁“华严经变”，华严河里的小圆圈图案中也绘有天平。第61窟甬道及肃北五个庙石窟第1窟的炽盛光佛反映古天文学的“黄道十二宫”画面中，绘有“天平宫”的图形，它们和新疆吐鲁番出土的唐代星占术图写本残卷的“天平宫”相似，只是新疆的底座是十字交叉形的。类似的“天平宫”形象还见于全国各地发现的黄道十二宫文物中，但造型有所差异。

敦煌壁画中较早出现提系杆秤使用情形的见于北凉第275窟，其北壁绘有提系杆秤，秤的一个盘中放着鸽子，另一个盘中坐着尸毗王。北魏第254窟北壁“尸毗王本生”故事画绘有称肉场面，画中提系杆秤的单系提纽几乎在衡杆中央。在河南焦作发现的北魏时期窖藏铜器中有杆秤，其造型与敦煌壁画北朝杆秤相同。唐时壁画也出现了大量天平的形象，如中唐第237窟、晚唐第85窟、五代第98窟等的壁画中，都绘了天平。这反映了北朝以来天平、杆秤同时并用的生活现实。