

(明) 宋应星 〇 撰
邹其昌 〇 整理

武进陶湘涉园刻本《喜咏轩丛书》

天工开物



人民教育出版社

天工开物

（中国首部百科全书）

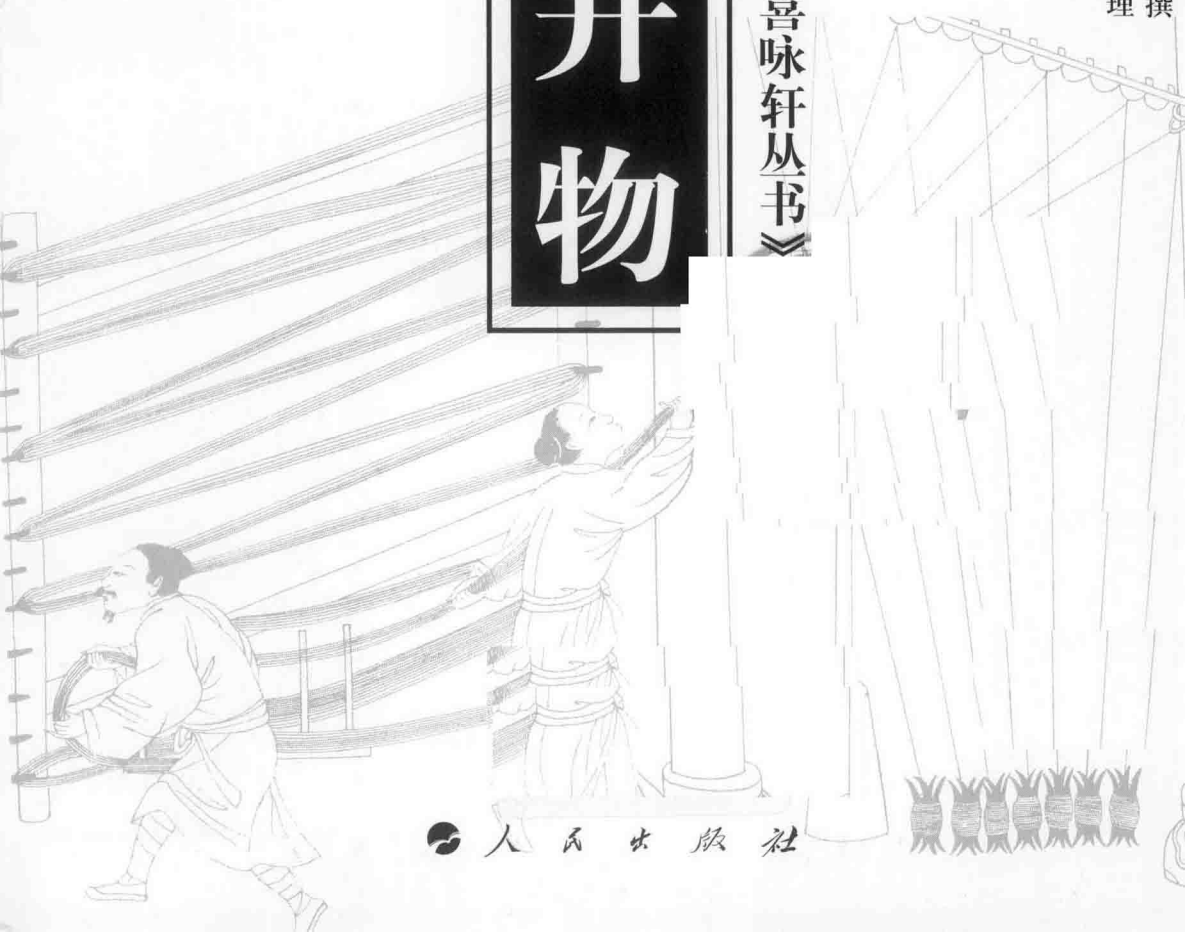
天工开物

中国首部百科全书

(明) 宋应星 〇 撰
邹其昌 〇 整理

武进陶湘涉园刻本《喜咏轩丛书》

天工开物



人民出版社

责任编辑:洪 琼
版式设计:顾杰珍

图书在版编目(CIP)数据

天工开物/(明)宋应星 撰 邹其昌 整理. —北京:人民出版社,2015.6
ISBN 978-7-01-014686-7

I. ①天… II. ①宋…②邹… III. ①农业史-中国-古代②手工业史-中国-古代 IV. ①N092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 056227 号

天工开物

TIANGONG KAIWU

(明)宋应星 撰 邹其昌 整理

人民出版社 出版发行
(100706 北京市东城区隆福寺街 99 号)

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店经销

2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月北京第 1 次印刷

开本:710 毫米×1000 毫米 1/16 印张:21.5

字数:300 千字 印数:0,001-3,000 册

ISBN 978-7-01-014686-7 定价:79.00 元

邮购地址 100706 北京市东城区隆福寺街 99 号
人民东方图书销售中心 电话 (010)65250042 65289539

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书,如有印制质量问题,我社负责调换。

服务电话:(010)65250042

《天工开物》校勘说明

《天工开物》是明代科学家宋应星(1587—约1666年,字长庚,汉族,江西奉新人)集数十年深入调查研究之功而完成的一部划时代的著作。该书首次由宋应星之友涂伯聚刊行于崇祯十年(1637年,在代表着世界现代工业文明的大事件——英国资产阶级革命爆发的1640年前夕)。《天工开物》原书为二十卷,刊行时保留了十八卷,删去了《观象》、《乐律》二卷。全书内容丰富,几乎涉及工业文明以前的所有农业、手工业各部门各领域各工种的生产技术、工艺流程、设计文化以及诸多问题。全书依据“贵五谷而贱金玉”的思想原则,进行理论架构,形成了独具中华传统造物设计理论特色的“天工”“开物”体系,并与《考工记》《营造法式》共同完成了中华“考工学”设计理论体系建构。作为全球化进程中的转型性的集大成之作,《天工开物》是中华传统“考工学”设计理论体系和工匠文化精神的代表性著作,值得我们认真阅读、研究、传承与开新。此次校勘出版,旨在为建构当代中国设计理论体系而发掘、积累与探索。

一、中华传统“考工学”设计理论 形态及其历程概述

中华传统设计的基本性质是以《易》《礼》体系为思想源头的“考工学”设计理论形态。中华文化发展大致形成了三个圆圈,亦即远古至秦汉(华夏融合)—中原文化圈、晋唐宋元(亚洲融合)—四教文化

圈、明清(全球融合)—东西文化圈。由此,中华传统“考工学”设计理论发展历程大致也有三个基本时期:远古至秦汉(前7800—后200,约8000年):“考工学”设计理论体系的创构期(摸索与创立);魏晋隋唐宋元(200—1368,约1200年):“考工学”设计理论体系的成熟期(发展与完成);明清(1368—1911,约600年):“考工学”设计理论体系的转型期(总结与挑战)。中华传统“考工学”设计理论史的三个重要理论形态分别为:《考工记》为中华传统“考工学”设计理论体系的奠基形态、《营造法式》为中华传统“考工学”设计理论体系的深化形态、《天工开物》为中华传统“考工学”设计理论体系的整合形态。

中国设计理论呈现为两个基本形态:“考工学”形态和“设计学”形态。由于社会历史背景的重大差异性,两者之间既有着本质的区别也有着实质性的密切联系。就其相互之间的差别而言,“考工学”是农业文明传统手工业社会历史背景下的产物,具有极大的个体性、自足性设计方式等特点。“考工学”形态下的设计,一般都是在小范围的,手工作坊式的,融设计、制作与施工为一体的,自产自销的环境下进行的。“考工学”设计的主体常常是某一方面的技术巧手或“匠人”。其接受的教育常常是师徒口授,传播的形式和范围极其有限。这种形态的设计,不是一种“自然稀缺经济”的产物,而是具有真正“以人为本”的造物设计活动。即真正是为了追求生活艺术化的表现以及充分展示人的智慧与创造精神的体现。现代意义上的“设计学”形态,是在大工业化时代、集约化整合、多工种多行业合作的产物,具有极大的群体性、分工合作性设计方式等特点。

在理解了中国设计思想的两个基本形态之后,就比较容易把握和定位中国古代设计思想的发展历程、基本规律和特征了。

要研究和阐述中国设计思想史的发展线索和主要特点,必须从其源头说起。要探讨中国设计思想起源于何时,就必然涉及中国古代设计的起源问题。依据历史唯物主义的观点,意识是社会实践的产物,也就是说实践和意识是同步产生的。因此,中国设计和中国设

计思想应该是同时产生的,有设计活动就必然有与之相应的设计思想。人类的设计实践活动离不开人类设计思想的指导,尽管设计者可能是自发的或不一定自觉到了。那么中国设计产生于何时呢?李砚祖指出:“人类的文化最早是写在石头上的。人类的设计最早也是从石头上开始的。人类学研究表明,在从猿到人的转变过程中,人类曾经历了一个使用天然木石工具的阶段。当发现天然木石工具不能适应需要,而产生一种改造或重新制造的欲望,并开始动手制造时,设计和文化便随着造物而产生了。”^①这就说明,中国设计和设计思想早在人类早期的原始社会即石器时代就开始萌芽了。这个萌芽时期就是中国古代设计的起源。萌芽时期的设计思想常常和巫术原始文化融为一体的。从产生到19世纪中叶受到西方文化冲击之前,中国设计理论基本上是“考工学”设计学的系统。

依据中国传统文化发展的基本逻辑规律,中国设计思想的发展历程大致呈现三个基本阶段或时期。

第一个阶段为先秦两汉,即从远古到两汉(严格地说应是佛教文化进入中土以前,大约公元1世纪)。

这一时期是中国设计思想的创立和体系形成时期。这一时期大致可以分为三个小的阶段:远古至西周、春秋战国、秦汉。远古至西周——中国设计思想处于积累阶段,开始有零星的设计思想记载。春秋战国——达到第一个高潮,出现了以《周易》为代表的中国古代设计思想系统文献。秦汉——设计思想体系的进一步完善,这一阶段铸成了以《周礼》为代表的“考工学”设计思想体系的完整出现。

在这一时期,就其设计领域而言,各种设计领域均已不同程度地展开。依照《考工记》的记载,至少有30多类设计领域。如石器设计(包括玉器设计)、陶瓷设计、服饰染织设计、青铜器设计、铁器设计、砖瓦设

^① 李砚祖:《造物之美——产品设计的艺术与文化》,中国人民大学出版社2000年版,第1页。

计、建筑及装饰设计、弓箭设计、车辆设计、色彩设计、造型设计等。

设计实践的繁荣,必定有与之相适应的繁荣昌盛的设计思想理论。这一时期的设计思想充分体现着这一时期的时代精神——礼乐文化系统的确立。礼乐文化,已被公认为整个华夏文化的基本风貌。一般而言,礼乐文化产生于西周时期,即所谓的“周公制礼作乐”时期。“礼”观念的确立是人类文明进程中的一个重大事变,昭示着由崇尚“天”转到了认识“人自己”从而提升“人”的地位和意义。“礼”所关注的祭祀活动、政治活动以及相关的民政、军事、刑律、教育等都体现着对“人事”的关怀。以“礼”为核心的早期中国文化思想体现在儒、道、墨等流派中。“礼”的观念及其“礼器”等设计制作,对后世设计造物活动产生了极大的影响。

儒、墨、道等各学派均尊“礼”(尽管理解上有差异)。

这一时期,阴阳思想、五行思想以及《周髀算经》等科学思想的盛行;《周易》体系的设计结构模式的建立;《周礼》虽发现于汉代,但记载的基本上是周代的礼仪制度。

这一时期最大的成就是以《周易》体系和《周礼》体系为代表的中国设计思想理论体系的建立。这一体系是以“礼乐文化”(中和)为核心,融会了诸子学派、阴阳五行思想以及相关的科学思想等,从而构筑起了中国设计学体系形态——“考工学”。

第二个阶段为东汉至宋元。

这一时期的两大学风三阶段:所谓两大学风即汉学与宋学,汉学兴于汉而盛于唐。宋学的建构与完成。汉学与宋学之争直接导出这个时期“考工学”设计思想的特征:注重科学精神,从而形成了以追求实事求是的疑古思潮。所谓三个小的阶段:东汉至魏晋六朝、隋唐、宋元。

(1)东汉至魏晋六朝。

儒道融合的玄学思潮,推进了中国古代逻辑思维的辩证发展。从而为佛教的中国化奠定了基础。

佛教的冲击,道教的兴起与发展。

科学技术的高度发展,推动了中国设计思想的进步。

魏晋时期刘徽的“析理以辞,解体用图”的设计思想;晋代裴秀的“制图六体”的古代设计图学思想;“界画”及色彩理论的发展;等等。

(2) 隋唐。

佛教文化的兴盛及其中国化,促进了中国设计思想的发展和完善。如“意境”理论的完善。

隋唐出现了汉学的集大成——《五经正义》,以及《通典》《唐律疏议》《唐六典》《艺文类聚》《初学记》等大书。这些著述中有大量设计思想文献。

(3) 宋元。

宋元代表中国古代哲学思维最高水平的“理学体系”的完成。代表中国古代科技最高成就的“四大发明”在此时期完成。科技理论著作有《梦溪笔谈》《武经总要》《营造法式》《通志》《王祯农书》等。

汉至宋元时期出现了大量以设计为己任的设计家,如宇文恺、喻皓、苏颂、蔡襄等。陶瓷成为了世界农业时代手工业技术发展的最高峰,也铸就成了中国的代名词(china)。

第三个阶段为明清(1840年前)。

这个时期呈现出中国古代设计思想的总结特征。就设计思潮而言,兴起于宋代的人文化设计理念获得了长足的发展。主要表现在园林设计、器物设计方面等。总结性的理论专著大量出现,如《园冶》《长物志》《天工开物》《髹饰录》《农政全书》《遵生八笺》《远西奇器图说》《清工部工程做法则例》《陶说》《绣谱》《畴人传》等。

就设计思想基本特征而言,这一时期创造性活力明显不如宋元。但更注重设计的生活化,从而使得中国古代设计开始进入人们的生活。如《长物志》等著作中大量关于“容貌”“仪态”“饮食”“养生”“家居”等世俗生活的美学及设计问题。

附:《中华传统“考工学”设计理论发展史》研究框架

第一卷 远古至秦汉(前 7800—后 200,约 8000 年):中华传统

“考工学”设计理论体系的创构期(摸索与创立)

主要研究以《考工记》为核心的远古至秦汉设计思想,包括器物文明与诸子百家设计思想的兴起、《易》《礼》体系与中华设计传统精神、《考工记》与中华传统“考工学”设计理论体系创构、《说文解字》与中华传统文字设计理论等。

第二卷 魏晋隋唐宋元(200—1368,约1200年):中华传统“考工学”设计理论体系的成熟期(发展与完成)

主要考察以《营造法式》为核心的魏晋、隋唐、宋元设计思想,包括典章制度与传统生活方式(以“三通”、《唐六典》和《事林广记》为核心)、回望三代与创新科技(以《博古图》《梦溪笔谈》《王祯农书》以及苏颂的《新仪象法要》为核心)、虚拟与现实(以三教融合、理学挺立、艺术繁荣,以朱子《家礼》与设计思想为核心)、“法式”与中华传统设计理论体系成熟形态(以《营造法式》以及陶瓷设计思想为核心)等。

第三卷 明清(1368—1911,约600年):中华传统“考工学”设计理论体系的转型期(总结与挑战)

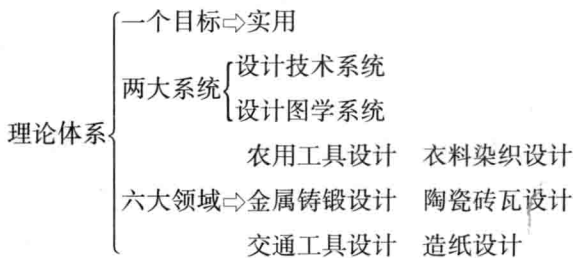
主要讨论以《天工开物》《考工典》为核心的明清设计思想,包括走向综合(上)(以《天工开物》《考工典》为核心)、走向综合(中)(以《髹饰录》《园冶》《绣谱》《陶说》等为核心)、走向综合(下)(《鲁班经》、故宫设计思想等为核心)、为“遵生”而设计(以《遵生八笺》《长物志》《闲情偶寄》、家具设计思想为核心)、补儒易佛与中华传统设计思想的转型(以徐光启、王徵为核心)等。

二、《天工开物》的设计理论体系浅说^①

《天工开物》的设计理论体系可以用一句话概括:“一个目标、两

^① 本节初稿由我指导的硕士研究生陈仲先提供,是其硕士论文《〈天工开物〉设计思想研究》(武汉理工大学,2008年)的概要,在此有些删节。

大系统、六大领域”。所谓“一个目标”即设计实用性目标；“两大系统”是指设计技术系统和设计图学系统；“六大领域”是指农用工具设计（乃粒、粹精）、衣料染织设计（乃服、彰施）、金属铸锻设计（五金、冶铸、锤锻、佳兵）、陶瓷砖瓦设计（陶埏）、造纸设计（杀青、丹青）、交通工具设计（舟车）。



这三个方面是相互联系的整体。第一方面是核心，其他两个方面是在第一方面的精神指导下进行的。也就是说“设计的实用目标”是贯穿在《天工开物》“设计技术和设计图学系统”、“六大领域”之中的。

1. 一个目标：《天工开物》的设计实用观

设计目标是指完成某项设计任务应该和有意实现的目标，它包括功能、大小、成本、适应性等各项指标。设计是为了服务于有目的的系统、装置和工艺，有选择地利用科学技术总体知识的过程。明末在“崇实黜虚，致用厚生”等实学思潮的影响下，实用主义的造物价值观表现得十分明显，设计原则很自然地以功利、实用作为器械技术的基本评价标准，注重器械对农业效益、效率的提高。当时各种实用技术有了较大的进步，大批实用生产和应用性书籍得以刊印发行，宋应星的《天工开物》就是一个强有力的实证，书内载耕织造作练采金宝，一切生财备用秘传要诀，于民生财计大有利益。

《天工开物》虽是一部优秀的技术著作,但它并不限于单纯叙述一些具体的技术操作方法,其中包含了宋应星对于古代儒、法诸家重民生实用的设计思想的不少深刻认识,而且从头到尾都是在这一思想理论的指导下叙述各种技术问题的。从《天工开物》所撰内容来看,主要着重于一般造物设计,《天工开物·五金》章中说:“黄金美者,其值去黑铁一万六千倍,然使釜鬻、斤、斧不呈效于日用之间,即得黄金,直高而无民耳。”(《天工开物·五金》)“效于日用之间”便体现出其对于设计实用目标的重视。

“乃粒”篇是阐述人赖以生存的水稻、小麦种植,以及筒车、牛车、踏车、拨车、桔槔等水利工具及耕种器具的设计及使用情况介绍,整篇着重于与普通民众生活密切相关的设计。其实用主义的造物价值观念表现得十分明显,设计原则以功利、实用作为器械技术的基本评价标准,注重器械对农业效益、效率的提高。“设计的目的正是通过造物创造性地改善人与自然的关系,使劳动变得‘悦以使人,人忘其劳’”(《齐民要术·杂说》),其中一个关键的问题就是能否省工、省力、省时。”^①这些传统的农具设计正是因其实用、经济且有效的缘故,而延续千年。

“乃服”卷紧步其后,宋应星重视广大人民防寒的布衣,臬著(棉衣)、夏服、裘、褐毡等棉麻织物和毛皮、毛布、毛毡的设计制作。而对于皇帝穿的龙袍,因为织造精细繁琐,人工和花费很大,只以“其中节目微细,不可得而详考云”(《乃服·龙袍》)冷冷带过。宋应星对待设计的态度,已超过一般经世实用之学的见解,已有近代人道主义的色彩。“工艺美学中的人道主义体现,不同于美学中的兼爱或爱人,而是强调致用利人、强调功能,来体现对平民生活的关怀。”^②

“陶埏”卷中,宋应星则通过对景德镇的实地考察首先论述瓦砖

① 柳冠中:《事理学论纲》,中南大学出版社2006年版,第53页。

② 杭间:《中国工艺美术史》,人民美术出版社2007年版,第14页。

罍瓮之类的民用器物,对于“生人毋用必需”的“大小亿万杯盘之类”的常用器皿,详细地记载了整个生产流程。而对“朝廷所用龙凤缸”的记述则很简略。“舟车”篇也以民用杂舟实用漕舫和普通驴马大车、独辕车为主。

“佳兵”章写道:“火药机械之窍,变幻百出,日盛月新。中国至今日,则即戎者(使用武器的军人)以为第一义。岂其然哉?虽然,生人纵有巧思,乌(怎)能至此极也?”^①这是说;制造各种火器的技术,变化百出,日盛月新。中国在明代时由于军事上的需要,把火器的生产放在头等重要地位。难道不是这样的吗?如果不然的话,人们再有巧妙的技术思想,又怎能使火器制造达到如此完善的地步呢?他这话的含义是,倘若社会上对某些产品有了迫切的实践需要,则这种社会需要就能刺激生产这些产品的技术获得更快的发展。社会实践需要是设计技术发展的动力。然而,如果我们考虑到当时的社会历史背景,清政权借武力步步进逼,已直接威胁到明帝国京师的安全,则明政府加紧研制火器,亦是自卫措施。《天工开物》在谈到旋转式火箭弹“万人敌”时也说:“此为守城第一器……作者不上十年,守土者留心可也。”^②我们从插图(图1)得知,被此火器击中的,是攻城的清兵队伍,从其装束中清晰可辨。

在“舟车·车”节我们还读到:“凡车利行平地,古者秦、晋、燕、齐之交,列国战争必用车,故‘千乘’、‘万乘’之号起自战国,楚、汉血争而后日辟(少)。南方则水战用舟,陆战用步、马(步兵与骑兵)。北膺胡虏(北方与匈奴对持),交使铁骑,战车遂无所用之。但今服马驾车,以运重载,则今日骡车,即同彼时战车之义也。”^③这段话意思是:车适于平地行驶,战国时代北方平原地区各诸侯国之间交战必用战

① 宋应星:《天工开物》,钟广言注释,广东人民出版社1976年版,第379页。

② 宋应星:《天工开物》,钟广言注释,广东人民出版社1976年版,第404页。

③ 宋应星:《天工开物》,钟广言注释,广东人民出版社1976年版,第256页。



图1 万人敌,采自《天工开物》初刻本插图105

车,因有“千乘之国”“万乘之国”的说法。秦末楚汉血战后,战车逐渐不用了。因为那时在南方水战用战船,陆战用步兵与骑兵。汉以后北击匈奴,双方互相都用骑兵,战车遂无从使用。但现在北方仍驾马车运载重货,因而今日的骡马车在形制上是从古时的战车演变过来的。在宋应星看来,作战形式也因时、因地而异,从而导致交战双方武器及战术上的变化。战国时北方平原地区作战适用于车战。但后来在南方作战,因地理环境不同,只能用战船及马步兵。汉以后与北方游牧民族匈奴作战,只好靠骑兵了,从此战车逐渐被淘汰,而弓箭与干戈仍被继续使用。过去的战车虽不再用于战争,但仍可作运输的交通工具,而制造这种车的技术能继续保存下来。从这里看到前述那条设计技术发展规律的另一表现形式:当社会不再需要车战时,车作为作战工具的功能便随之消失;社会仍需要车作运输工具时,其功能

为之一变,从战争目的转向和平目的,从运兵改为运货。在两种场合下,车作为运输工具的使用价值仍未变化,当然制造车的技术仍得以继续发展下去。换言之,某种技术是否具有发展动力,取决于其产品是否能满足社会需要。

在设计领域,实用的或功能的要素对产品的设计常常造成深刻的制约,这一点,已为近代技术的发展和欧洲工业革命后的设计运动所证实。宋应星这种重视民生日用和物品功能的设计思想,正是艺术设计的出发点,一切形式美都必须首先服从功能和生活方式的需要,这是现代设计的最基本的原则之一。

2. 两大系统(上):《天工开物》设计技术系统

在明代实学思想中,宋应星以他的实践体现出其设计技术理性思想的特殊性。《天工开物》是世界上第一部有关农业和手工业生产技术的百科全书,宋应星被英国著名的科技史家李约瑟称之为“中国的狄德罗”。其所阐述的技术哲学思想,对中国思想史尤其科学思想史,都有深远的意义。

令人惊叹的是,宋应星在《天工开物》中不但广泛地逐一阐述了30种工农业技术的具体知识,而且还将这些技术系统地纳入到他所构筑的体系之中,经宋应星这样处理后,工农业整个技术及技术知识不再是无秩序的堆积,而成了有秩序的设计技术体系。

宋应星将工农业30种不同技术的产品逐一作了分类,然后再将各类技术综合成层次不同的小系统、中系统内,最后进入大系统中。而每类技术又各自成为基层系统,此系统又是由对单个技术产品的分类后而综合成的。单个技术产品的生产技术,才是他大体系中的结构单元。每一个技术结构单元又是一个“细胞”系统,其中包括原料种类及产地、技术过程、操作要点、工具设备、原材料及能源消耗、产品产率及其特性与用途等。每个技术单元系统都一律包括3个要素:

“法”、“巧”、“器”。宋应星用“法”、“巧”及“器”三个概念加以说明。换言之,在他看来,技术=法+巧+器。

2.1 法

“法”指各种产品的设计方法、工艺操作方法,如冶炼之法、纺织之法等,不知道这些操作方法就无从进行设计。例如,在“陶埏·罌瓮”中就谈到联窑法。不同的窑、不同的结构,可以烧制不同的陶器。因陶瓷器件有大有小,所需要的温度不一样,一般烧小件用瓶窑,大件用缸窑,但如果分开烧,一则成本高,二则难以达到高质量。

《天工开物》“鼎”卷介绍了群炉汇流铸造法的施工情景:熔化炉分成若干组,每组最后汇成一条总槽,流向一个总浇注口,这样不但省去了人数众多的杠抬浇包的劳动,而且分成几组的人员还可逐级设立指挥者,令行禁止,统一安排,避免了浇注场地的紊乱,保证了大型铸件浇注得以顺利进行。

其他如失蜡法铸钟工艺,见于《天工开物》“冶铸”卷:“凡造万钧钟与铸鼎法同。掘坑深丈几尺,燥筑其中如房舍,埏泥作模骨。其模骨用石灰三和土筑,不使有丝毫隙拆。干燥之后,以牛油黄蜡附其上数寸。油蜡分两,油居什八,蜡居什二,其上高蔽抵晴雨(夏月不可为,油不冻结)。油蜡埧定,然后雕镂书文,物象,丝发成就。然后春筛绝细土与炭末为泥,涂埧以渐而加厚至数寸。使其内外透体干坚,外施火力炙化其中油蜡,从口上孔隙熔流净尽。则其中空处,即钟鼎托体之軀也。”^①这些设计与工艺操作方法成就了高超的《天工开物》设计技术。

2.2 巧

“巧”指参与生产的劳动者的操作技能,宋应星常常用“人巧”“工

^① 宋应星:《天工开物》,钟广言注释,广东人民出版社1976年版,第213页。

巧”加以表述。宋应星认为技术三要素中“人巧”是最积极的因素,因为“人为万物之灵”“人巧造成异物也”。他又把劳动者的技能分为熟练的(“工夫精熟”者)或“巧思”者和非熟练的,而提倡勤巧。他在书中到处提请农民和工人提高自己的劳动技能,几乎在每一章里都树立了这方面的标兵。他甚至在“锤锻”卷认为,对从事复杂劳动的锻造铜乐器的工人,应给予比锻造铁器的工人高一档的工资(“锤工亦贵重铁工一等”)。这就从技术政策上落实了他的思想主张。

既然他认为在技术的三要素中“人巧”是最积极的因素,这就导致他对从事设计的工农群众的尊重和对能工巧匠的称赞。他反对经生之家(儒生)和纨绔之子(富豪子弟)鄙视工农群众的任何表现。由于技术是农民、工人赖以从事生产劳动的基础,则创造技术的主力军首先应是这些劳动者,而不是四体不勤、五谷不分的所谓“圣贤”之辈。谁是创造各种技术的主力军?对这个问题的回答,反映出两种不同的技术观。

《天工开物》中记下了许多劳动者创造的技术。他在书中到处歌颂劳动者的技巧,而且在“乃粒”中指出“著书圣贤”不一定就懂技术,否则为什么他们在“五谷”中竟漏提稻,而稻为南方广大人民的主食。他还认为把造纸技术的发明归于东汉蔡伦一个人头上,是浅陋的见解。这些都体现了宋应星对传统造物设计人巧、工巧的重视。

2.3 器

“器”指生产中使用的各种工具和设备。宋应星在强调巧的同时也强调工具的重要性:“世无利器,即般(鲁班)、倕安所施其巧哉?”(《天工开物·锤锻》)又说:“谚云:‘万器以钳为祖’,非无稽之说也。”

田自秉在《中国工艺美术史》一书中总结明代家具发展的原因:“一、园林建筑的兴起。二、木材的丰富。三、木工具的提高。”^①正如

^① 田自秉:《中国工艺美术史》,知识出版社1985年版,第299页。