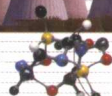
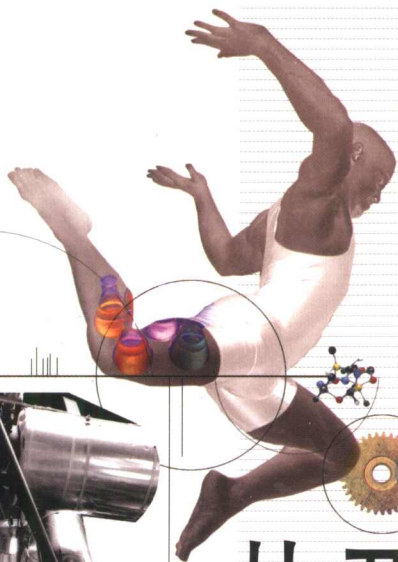
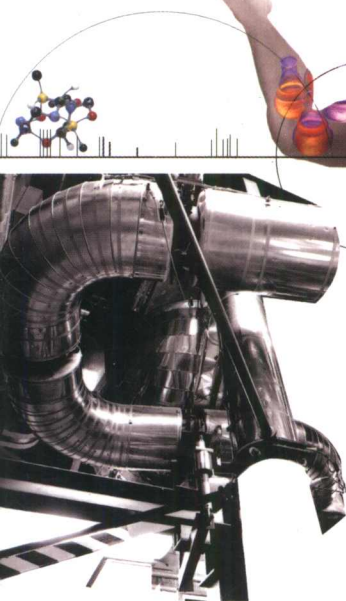




科技与人文丛书



从开放到循环

——能源、材料与人文

CONG KAIFANG DAO XUNHUAN NENGYUAN CAILIAO YU RENWEN

陈志夏◎著

安徽教育出版社



科技与人文丛书

706

71591
C48



从开放到循环

——能源、材料与人文

CONG KAIFANG DAO XUNHUAN NENGYUAN CAILIAO YU RENWEN

陈志夏◎著



A1040937

图书在版编目 (CIP) 数据

从开放到循环: 能源、材料与人文 陈志夏著. --合肥: 安徽教育出版社, 2002. 10

(科技与人文丛书)

ISBN 7-5336-3099-8

I. 从... II. 陈... III. ①能源②材料科学 IV.
①TK01②TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 071717 号

责任编辑: 武常春

装帧设计: 张鑫坤

出版发行: 安徽教育出版社(合肥市跃进路 1 号)

网 址: <http://www.ahep.com.cn>

经 销: 新华书店

排 版: 安徽飞腾彩色制版有限责任公司

印 刷: 合肥义兴印刷厂

开 本: 880×1230 1/32

印 张: 8

字 数: 250 000

版 次: 2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 2 000

定 价: 14.00 元

发现印装质量问题, 影响阅读, 请与我社发行部联系调换
电话: (0551)2651321 邮编: 230061

目 录

引言 能源与材料

——人类文明进步的动力和里程碑·····	1
----------------------	---

第一章 神圣不可侵犯的自然

——能源与材料的有限利用·····	31
第一节 顺应自然就是服从道德·····	31
第二节 “孩子与母亲”·····	32

第二章 自然的主人

——能源与材料的掠夺式利用·····	35
第一节 欲壑难填	
——征服自然观·····	35
第二节 釜底抽薪	
——反生态的无限发展观·····	39
第三节 掠夺的报应·····	47

第三章 是杞人忧天吗？

——资源悲观派的呐喊·····	50
第一节 十字路口的红灯·····	50
第二节 极限在何处？·····	54
第三节 悲观不等于坐以待毙·····	60

第四章 高奏资源无限的凯歌

——来自资源乐观派的驳斥	63
第一节 毫不示弱的资源乐观派	63
第二节 资源无限	72
第三节 无限的生机	83

第五章 太阳永照大地

——能源的客观无限性	87
第一节 资源的共性和特征	87
第二节 能源的客观无限性	90
第三节 向新能源系统过渡	107

第六章 点石成金

1 ——能源与材料的潜在开放性	109
第一节 科学技术	
——“福”兮，“祸”兮？	109
第二节 “永无止境”的科学技术	112
第三节 科学技术	
——开放性的根本保证	117
第四节 从潜在到现实有多远？	
——开放性的几个实例	120

第七章 开放有界观

第一节 为何有界？	137
第二节 失血过量的地球	
——资源的有界性	149
第三节 岌岌可危的地球	
——环境容量的有界性	158
第四节 扭曲、异化与不公	

——政治、社会和人文的有界性	172
第五节 警钟长鸣	
——中国的有界性问题	190
第八章 开创绿色无限	195
第一节 四海一家	
——无差异增长方式的终结	195
第二节 自然的生存智慧	199
第三节 点绿成金	203
结语 物质文明的回归	
——绿色文明	244
后记	250

引言 能源与材料

——人类文明进步的动力和里程碑

人与自然的关系,是探讨人类文明进步的逻辑起点。人类赖以生存和生活的,有物质、能量和知识。人类最早发现的能源是火,它是开启人类进化之路的动力源泉。

人类使用能源的历史进程,已经历了火、生物能时代,矿物燃料时代,最终必将迈入太阳能时代。从文明演变的更广泛的历史眼光来看,矿物燃料时代终将不过是一段小插曲,是人类文明发展史中所达到的一个弱小的波峰。仔细想想具有数千年文明发展历程的古埃及文明、古代中国文明、古希腊文明和古印度文明等,我们就会惊讶地发现,已支撑了工业社会 300 多年的矿物燃料时代只不过是人类文明发展长河中一朵小小的浪花而已。

虽然矿物燃料要到 21 世纪中期以后才会枯竭,但是,由于它的衰竭所带来的经济、政治和人文方面的影响,现在就能被深切感受到。今后数十年的时代特征是从矿物燃料向太阳能的全面过渡。从太阳能提取可再生能源作为动力,这也是人类向使用非碳能源迈出的关键性一步。这一根本性的转变将给经济和政治系统,以及人文价值观带来革命性的变革,并将彻底改善已被矿物燃料摧残得“伤痕累累”的地球生态环境。

上述概括一方面已揭开了本书的主题思想,另一方面,也在能源发展的大背景下,展示了能源利用在人类文明进步中的重要地位和作用,以及它对人类生存环境的影响。

正如学会使用火与工具是人类区别于动物的标志一样,标志

着能源的火与标志着材料利用的工具,在人类文明发展的起步阶段,就紧密地联系在一起了。能量与物质,既是人类生存的物质基础,也是人类社会思想和精神发展的物质支柱,它们从根本上规定了人类文明进步的历史轨迹。一部人类文明发展史,终将被深深烙上人类利用能源与材料的历史轨迹的印记。

正因如此,历史学家索性用“材料”来划分人类文明发展的各个阶段,即石器时代、陶器时代、铜器时代、铁器时代等。相应地,我们当然也可以用不同时代所利用的标志性能源来区分文明发展的进程,即人力和生物力时代,木炭、风力和水力时代,煤炭时代,石油和天然气时代,新能源时代等。由此,我们可以进一步确认能源与材料在人类社会和文明进步中的决定性作用和地位。

当然,要深刻理解能源与材料在人类文明发展史上的动力和里程碑作用,我们还是必须从人类发现和使用能源与材料的历史讲起。历史是现实的一面镜子。

圣火照亮文明进步的方向

对今天的文明人来说,使用火是一件轻而易举的事情。但是,并非所有的人现在都能熟练地使用火。例如,印度洋安达曼岛上的原始人和中非俾格米族的一部分部落,就尚未掌握引火的方法,因此,他们总是小心翼翼地设法将火保存下去。安达曼岛的妇女经常备足木柴,家里人也都留心不让火势微弱下去。迁徙的时候,总要带上燃着的木柴。短期离开住地时,他们把木柴堆成堆,稍加覆盖,让木柴冒着烟慢慢燃烧,可达数日之久。

或许,我们的祖先也是从这里跨出使用火的门槛的。混沌初期,原始人并未掌握引火的方法,而是从火山的喷发和山火等得到火种,从保存火种的实践中开始学会使用火。

考古发现,北京猿人的遗址是火进入人类生活的最初证据。

在北京西南约 40 千米的周口店附近的一个石灰岩洞穴里,发现了 40 万年至 50 万年前的人类祖先的化石。而且,证实了在洞穴中有篝火的遗迹。不是在野外,而是在洞穴这种特殊的场所发现了篝火遗迹,并且就在同一洞穴中,存在着北京猿人的化石,从上述情况来看,这不是天然火的痕迹,而是北京猿人使用灶火的遗迹。当然,据报载,最近美国的考古学家对这些篝火遗迹提出了质疑。我们暂且撇开不论。

继北京猿人之后,欧洲的尼安德特人也留下了明显的灶火遗迹。从位于德国杜塞尔多夫市以东的尼安德特出土了人类化石,同时还发现了灶火的遗迹。这是从 25 万年前第三间冰期的地层发掘出来的。考古发现,他们似乎已学会了用木材互相摩擦生火的方法。这表明,他们也许已经能制造火种。

在原始时代,火的用途大致有以下几种:1. 取暖,2. 烧煮食物,3. 照明,4. 烧荒,5. 陶器、青铜和铁的生产。其中,取暖和烧煮食物是当时火的主要用途。维持人体新陈代谢所必需的能量约为 100 瓦。但是,现代美国人的能耗则是 12 000 瓦。这既反映了现代人的生活水平和质量,也折射出现代人随意挥霍、浪费能源的生活方式。

当然,对原始人来说,火还是一种宗教和信仰的象征,或许,这比单纯的吃好、睡暖更重要。原始人已经有了思想和精神上的追求与寄托。相比之下,许多现代人应该感到惭愧。

由于遭到几次冰河期的侵袭,当时地球上的自然环境比现在严酷得多。在不太知道用毛皮和树皮制作衣服的时代,用火来御寒护身,对原始人来说,当然是极其重要的。而且,火还可以用来防御野兽的侵袭。

火的使用,使原始人告别了生吞活剥的时代。煮熟的动物肉更易为人类消化和吸收。动物蛋白质的大量摄入,极大地促进了人类大脑的进化,从而加快了人类进化的步伐。

我们知道,生的麦、米和豆类,若不放在火上进行烧煮是很难食用的。有了火,原始人就能食用谷物。千万别小看这一步,因为它极大地推动了人类文明的进步。无论古代中国、古代印度和古代埃及,当人类从原始社会走向文明社会的时候,栽培谷物的农业劳动起了关键性作用。农业是最古老的产业,也是人类文明的源头和转折点,是古代社会分工、转制的经济启动力。

在原始社会,人们过着“日出而作,日落而息”的生活。因此,火用于洞穴内照明的机会不多。当然,人们会在野外点起篝火,以作为一种针对野兽和超自然物的避邪物。或许,烽火也是最原始的通讯工具。

作为原始农业的开端,火田是最原始的农业耕作方法。

在石器时代,原始人只能对天然石块进行敲打和研磨等来制造工具。有了火,人们就拥有了一种能够改变材料性能的制造工具的方法。

除了少数陶器是靠日晒制成的以外,几乎所有的陶器都是用火烧制成的。最初是用原始的火烧法来制造陶器,不久,古代人就能使用更高的温度烧制陶瓷器。陶器和瓷器的生产,在古代手工业中占据重要的地位。

从新石器时代进入农业社会以来,我国的农业发展很快,其重要原因就在于生产工具的不断改进。我国早在公元前 2000 年的夏末商初就进入“石金并用”的时期,出现了带铜刃的石器。

到了青铜时代,人们就需要更高温度的火。这是因为,仅仅利用灶火是制造不出金属器具的,必须在几百度的高温下,熟练地进行加工。中国在公元前 1500 年左右(殷代前期),印度在公元前 2000 年左右,埃及在公元前 2600 年左右,就已经开始频繁地进行铜和青铜的生产与交易。

生物力

使用工具是人区别于其他动物的标志之一。

生产工具是生产力发展水平的重要标志,是提高劳动生产率的重要手段。农业生产的发展,是在农业生产工具不断改进的过程中得以实现的。劳动工具和耕作技术的不断创造和改进,使农业生产的效率节节提高。农业耕作方式由刀耕火种发展到犁耕,相应地,农业工具亦由木制、石制,发展到铜、铁金属制农具。

工具发展起来以后,就要有一个驱动工具的动力。最初,人能够使用的最大动力就是人本身的力量。

最早出现的是人力,但是,人们却把功的单位定为马力。并且,仅仅在 200 多年前,人类才真正理解了这个可以测定力的单位。历史上有这样一段趣闻。因蒸汽机而闻名的瓦特(James Watt,1736—1819),最初用马力来表示他自己设计的蒸汽机所能做的工作量。瓦特虽然想把自己制作的蒸汽机卖给农民,但农民却相信他们自己的马力量更强大,而不愿购买。因此,作为一个比较的标准,瓦特想出了“马力”这样一个单位。人能使出的最大力量,一般相当于十分之一马力。人力的大规模使用,标志着生物能时代的到来。

古代人凭借人力,完成了令后人叹为观止的壮举。埃及的金字塔或许是其中最具有代表性的伟大建筑。

金字塔是人们将石块堆叠起来建成的巨大陵墓。其中最大的金字塔,塔底呈正方形,每边长 230 米,塔高 147 米,它是用 200 多万块重约 2 吨的巨石精确地堆砌起来的。据说是公元前 2600 年建造的,距今将近 4 600 年。据考证,古埃及人当时似乎大量使用了杠杆和滚轮之类的工具,可是不知为什么,却没有留下使用家畜的痕迹。根据古希腊历史学家希罗多德的说法,在建造金字塔的

27年间,每年动用了10万人。

现在,让我们来做一个有趣的计算,看看建造一个金字塔到底需要耗费多少能源。

如前所述,每个人力一般相当于1/10马力。另一方面,1马力的马达,每小时约耗电746瓦。假如把人力比做马达,那么,每个人力“马达”1小时耗电约75瓦。每年动用10万人工每小时就要耗电750万瓦,也就是7500千瓦。假设每天工作8小时,每年用100天为法老修建陵墓,希罗多德说用了27年,我们假定按20年计算,到完工为止,也得耗费1亿2000万千瓦小时的电力。

古埃及的金字塔带有浓厚的宗教色彩,人们出于对宗教和法老的敬畏心理,也许有些人甘愿为修建金字塔而进行义务劳动。但是,古代单层甲板大战船上的划船奴隶却是被迫的,他们所受的残酷待遇远甚于修建金字塔的古埃及人。

在古地中海地区,为了保护海上贸易,必须拥有军舰。军舰与商船不同,即使在没有风的时候,遇到敌人也要进行战斗。而且,必须速度快,易操纵。因此,军舰的主要动力不是帆,而是桨。要摇桨就得使用奴隶。要在狭窄的船底有效地进行工作,奴隶当然比家畜更为适宜。

公元前1000年左右,腓尼基的军舰曾经活跃在地中海上。在腓尼基的军舰上,两舷共有50只桨。加上等待轮换的人,一艘军舰上恐怕要有50名以上的划桨奴隶。“1个人力”按1/10马力计算,50个人就是5马力。50多人乘坐的船,船体一定很大,所以,与船体相比,只能说安装了一个很小的“发动机”。

单层甲板大战船的历史一直延续到16世纪中叶。1571年勒班陀海上的著名海战,宣告了这一历史时期的终结。奥斯曼土耳其帝国的250艘单层甲板大战船同西班牙和罗马教皇的联合舰队的300艘单层甲板大战船在希腊西部的勒班陀海峡进行了决战。

土耳其遭到惨败。从此以后,地中海的霸权落入了西班牙人之手,航海的舞台也由地中海转移到大西洋,人类进入了“大航海时代”。

为了在波涛汹涌的海上进行远洋航行,单层甲板大战船必须让位给大型帆船。因为,要进行远洋航行,就必须装载大量的水和食物,但肯定装不下众多划船奴隶的食物。

人类从什么时候开始利用畜力的呢?

在世界最古老的农书古代苏米尔文献中,记载着公元前 2500 年左右美索不达米亚人用牛搬运货物的情况。在同一时代同一地区的乌尔遗迹出土的镶嵌装饰板(乌尔的标志)的考古资料上,也会有牛搬运货物的绘画。在埃及的墓室中,有用牛脱谷的绘画和文字记载。据认为,这是公元前 2000 年左右的東西。牛的力量比马稍弱一些,相当于 11/12 马力。

我国从汉代起,就开始广泛使用铁制农具和牛耕技术。黄河流域已出现犁地与起垄两道工序一次完成的铁铧壁。西汉时期发明的耒车,使播种技术提高到一个新水平。

牛的力量虽然稍弱,可是人类利用牛的历史却比马悠久。一般认为,从公元前 3000 年左右就开始使用牛了。利用马的力量所以较晚,是因为没有专用工具,就不能顺利地驾驭马。一种工具是马掌,另一种是套在马肩上用以拉车的马具。

如果不是在草原上,而是在坚硬的大地上让马拉运沉重的货物,就要设法不让马蹄打滑。中国在公元前 200 年左右就有了马具。经过将近 1 000 年才逐步传入西方。不知道这种马具的人,只好把绳子套在马脖子上。这样,马是很痛苦的,不能充分发挥它的力量。在古希腊和古罗马时代,所以没有普遍地利用马,就是因为这种马具没有得到发展。

马常用来搬运和驮载,但马在作战中更为活跃。可以说,人们是利用牛的力气,马的速度。在用于乘骑或牵引载着战士飞驰的战车方面,马是不可缺少的。

在中国汉代(公元前 200 年至公元 200 年),在现今四川省这样的内地就有牧场 36 处,饲养着 30 多万匹马。可是,这么多的马仍然不够用,曾经有过用 150 千克黄金换 1 匹好马的记载。当然,现在 1 匹优良的纯种赛马或许也值这么多黄金。

12 世纪以后,欧洲才普遍地用马作动力。由于引进了专用马具,马便开始用于农业,欧洲的原始森林逐渐得到开垦;磨面和汲水也开始利用马力。

与此同时,人类开始利用水力和风力。

征服自然的第一步——水力和风力

用自然力取代生物力,这是能源需求增加的必然结果。在工业革命前,人类能够得到的能源,几乎都是大自然直接赐予的。风力和水力这两种天然能源在人类历史发展中曾经起了重要作用。

江河流域是人类文明的发源地之一,宽 1 米到 2 米的河流更是随处可见。因此,对人类来说,水车很早以前就是经常使用来获取宝贵能量的装置。在巴比伦的汉穆拉比法典(公元前 1728 年)中载有:“盗窃水车者罚款 5 个银币”的条文。古代埃及大量使用水车给水田灌水。

水车所具有的能量远比家畜大得多。安装在一条小河上的小水车,也很容易做出相当于几千瓦到几万瓦马达的功。有了水车,人们就可以毫不费力地完成需要 100 人到 1 000 人或者 10 匹马到 100 匹马的工作。

水力的应用是人类对自然能认识的飞跃,在科学发展史上具有划时代的历史意义。水力应用的源头几乎同时产生于东方的中国和西方的希腊,当时中国封建经济的蓬勃兴旺为它的发展注入了活力。中国古代在水力技术应用方面居世界领先地位近千年。

在中国,西汉人桓谭(公元前 33 年—公元 39 年)最早以文字

记载了水力的应用。他在《桓子·新论》中向光武帝介绍了当时最新颖的粮食加工机械,“役水而舂”的水力机械是其中之一。由此可以推论,这种水力机械的出现在恒谭著《桓子·新论》之前,最迟是西汉末年至公元 25 年。

水车大致可以分为两种,一种是车轴横放,车轮垂直的卧式水车;另一种是车轴竖放,车轮呈水平的立式水车。从两种水车的工作原理来看,立式水车机械结构最简便。

两汉时期正是中国封建经济蓬勃上升的阶段,也是中国水力机械创造期。水车是这个时代的产物,其重要的历史意义在于水轮的发明和应用,它为后来以水轮为动力机的各种水力机械问世打开了思路,后来一切水力机械的发明创造都是在技术范畴内的进步。

魏晋南北朝时,由于人口锐减,迫使人们更多地运用机械,水车首先在皇族和门阀世家的庄园盛行起来。公元 500 年前后,水磨、水碾诞生。由于水磨、水碾对水流的水力条件要求更高,因此,水利建筑物的规划、设计技术也都有了相应的提高。海河和黄河流域之间是水车分布最广泛的地区。同时,这一区域也是当时的政治、经济中心。

唐和北宋应用水磨、水碾最集中的地区均在都城,唐长安附近的郑白渠,最盛时有水磨、水碾 100 多处,以谷物加工为主,当时长安 100 多万人口的供粮大都来自这里。北宋汴梁西北的汴河,以加工茶叶为主,最多时有水磨 300 多处,是国家经营的官磨,以控制茶的行销和税收。作为手工业、加工业主要机械的水磨、水碾依附城镇在中国流行普及开来。水力纺织机是这一时期水能应用向新的领域扩展的结果。

唐代后期至元代是水力机械应用最广泛的时期。同时,水力应用也引发了水资源管理的社会问题。唐高宗永徽六年(公元 655 年)、玄宗开元九年(公元 721 年)、广德二年(公元 764 年)发

生的三次大规模毁碾、毁磨风潮,起因就是水磨、水碾的大量使用严重影响了灌溉用水。北宋元丰政和年间(1078—1111)的水磨茶法之争实质上交织了官与商的矛盾、灌溉用水和漕运用水的矛盾。

元代以来,再也没有形成集中使用水力机械的手工业、粮食加工业区域。水力机械未能再有大发展的直接原因是水资源的问题。但这并不是本质因素。其根本原因是封建社会分散的小农经济,使得手工业和商业的发展并没有达到对机械迫切需求的程度。同时,人口增多,充沛和廉价的劳动力足以满足生产的需要,直接阻碍了水力机械的大规模应用。

今天,欧美史学家把水磨作为中古时期欧洲文明的象征,认为它代表了那个时期科学技术的发展水平。据说水磨的创制可追溯到古希腊,约公元前50年。在直到文艺复兴时代仍然有影响的古罗马建筑家维脱鲁维^①所著的《建筑十书》中详细记载了立式水车。而有文物可考的则是中古时代的古罗马时期。罗马帝国应用水车的普及程度是十分突出的。

公元5世纪中叶,罗马帝国进入奴隶社会向封建社会的过渡时期,“罗马水磨”在帝国的重要城镇盛行起来。阿尔勒(Arles)附近巴贝格大水磨依山而建,顺山势布置8级梯形磨房,每级磨房2套水磨,水轮直径2米,引山溪水驱动。这个大磨房可以满足8万多城镇居民、士兵的面粉供应。

但是,水磨并没有在当时的欧洲流行,这是因为地中海沿岸许多国家尚处于奴隶社会,有奴隶可以做工,没有必要使用机械。直到12世纪、13世纪,荷兰、英格兰、法兰西北部等地区的封建经济迅速发展以后,劳动力开始不足,磨的使用才逐渐多起来。1086年威廉一世编制的英格兰“土地清丈册”所列5000多处农庄,每一处都有一座水磨或风磨。

^① 维脱鲁维是公元前63年至公元14年第一代罗马皇帝时代的人

自古以来,水车主要用于磨面、碾米、汲水、灌溉等方面,16世纪末开始用于采矿和冶炼金属等。文艺复兴时期的冶金学家阿格里格拉(Georgius Agricola, 1494—1555)在其所著的《论金属》(1556年)一书中指出:“将来如果能有效地利用水车进行矿山排水就好了。”

我国的炼铁技术虽然起步较晚,但后来居上。春秋战国时期已经能够冶炼铸铁。中国冶炼铸铁的技术比欧洲早1 000多年。后来,在水力鼓风、用煤炼铁等技术方面也领先于世界。

在古代,金属主要用来制造武器和农具。我国战国时期的《考工记》,就有制造兵器等金属配方比例的记载。

从考古发现的农具种类来看,当时已有铁犁、铁铧、铁锄、铁铲、铁锤等。特别是铁犁和牛耕的普遍使用,使我国的农业生产发生了革命性的变化,不仅对实现深耕、改良土壤、防旱保墒,进一步提高劳动生产率起了决定性的作用,而且为开垦荒地,迅速扩大耕地面积,提供了有力的手段,标志着我国传统农业从形成走向成熟。

发达的农业基础,促进了社会分工的进一步发展。从夏代开始出现酿酒、冶铜、兵器制作以后,我国的冶金、制陶、纺织以及漆器、玉器等工业、工艺产品就一直处于世界的领先水平。

以秦统一中国为标志,我国完成了由奴隶社会向封建社会的过渡,确立了中央集权的封建专制国家体制,成为世界上最早进入封建社会的国家。其间经过从秦到宋元时期1 500多年的发展,形成了从经济基础到上层建筑一整套完善的经济社会制度,从而为能源与材料工艺和技术的发展提供了远比西方国家有利的条件。

在儒学基础上形成的人治为主的王权至上、高度集权的君主专制制度及文化思想,虽然在一定程度上压抑了思想解放和科学精神的发扬,但比起生活在神学和宗教桎梏中的欧洲及其他国家