



A Pictorial History
of Materials

材料图传

关于材料发展史的对话

郝士明 编著



化学工业出版社

A Pictorial History
of Materials

材料图传

关于材料发展史的对话

郝士明 编著



化学工业出版社

·北京·

本书是我国第一部全面介绍人类认识和开发材料历史的科普著作。在五十几万字的篇幅里，作者通过一半插图、一半对话的形式，介绍了上下几千年、纵横数万里的人类开发材料的全景画面。该书有助于增进青年对材料的全面了解和研究兴趣，有助于启迪青年在材料发展上的创新能力，进而为推动历史进步展示才华与智慧。本书的本传部分是内容核心，全面介绍了史前、古代、近代和现代文明等各时期里材料的发展，包括材料科学的形成；此外，在前传中简要介绍了与时空、考古及年代学有关的基础知识；还在后传中对未来二十年的材料发展做了展望。本书有如下三个特色：一是通过大量历史图片、照片和示意图，全面、简略地介绍了从旧石器、新石器时代开始，经过铜器、铁器时代，一直到现代材料的发展历程，使读者可获得参观材料历史博物馆的感觉；二是探究材料发展的历史过程，突出历史人物，明确历史年代，以弥补教科书的不足；三是探究材料进步的内在逻辑和相互关联，使读者把握材料发展的总体脉络和特定规律。

本书适合广大爱好科学技术的年轻人，特别是爱好材料科技的青年，也适合高等学校材料科学与工程专业的学生阅读，并可供材料科技工作者参考。

图书在版编目 (CIP) 数据



材料图传——关于材料发展史的对话 / 林琳明编著. —北京：化学工业出版社，2014.7

ISBN 978-7-122-20554-4

I. ①材… II. ①林… III. ①材料-工业史-普及读物
IV. ①TB3-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 095320 号

责任编辑：窦臻 咎景岩
责任校对：宋玮

装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印刷：北京盛通印刷股份有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张22³/₄ 字数566千字 2014年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：99.00 元

版权所有 违者必究

序

材料是人类文明的三大支柱之一，研究材料发展过程的历史是人们了解社会进步，提高科技素质，增进创新能力的一个必要环节。但是，全面地介绍材料发展历史的书籍是非常少见的，这不能不说是一个缺憾。我认真分析一下，出现这种现象并不奇怪。无论以什么形式介绍材料方面的历史，都需要作者有较高的学术素养，对材料整体要有全面、深入的把握能力。即使是多年从事材料研究经验丰富的资深专家，也会感到自己只是对某个领域比较熟悉；很少有人会愿意离开自己的专长，去介绍并不熟悉的领域。因为材料的历史渊源已久，种类很多，全面介绍会感到力不从心。如果一定要做，一般也会选择联合较多不同领域的同道，各自分担，共同负责。但这又绝非易事，也会有种种特殊困难和问题。我想也许正是由于这样的原因，才造成了缺少材料史方面著作的结果。

东北大学郝士明教授是我的一位老朋友。当我知道他要写这样一部作品时，曾问他为什么不多找几个人一起合作。他的回答是：人很难找啊！退休的同龄人不愿自讨苦吃，要颐养天年；年轻人要全力拼搏科研教学第一线，没时间干这种报不上账的工作。噢！这确实是一个实际问题啊。在我看来，本来是件很有意义的工作，却因为上面这些原因，难于有合适的人和合适的方式去完成。

我与郝士明教授相识于26年前。当时他从国外回来不久，刚担任材料系主任。我们经常在各种学术会议上相遇，共同评审科研项目，共同评审博士生、硕士生论文，还共同负责过化学工业出版社2004年版《材料科学与工程手册》的部分撰写与编辑工作。共同经历使我逐渐了解到，他是一位基础扎实、学风严谨、学术水平很高的教授。不仅对自己专长的相图计算领域有深入研究，成就显著；而且对于材料与冶金的全局性问题

也有深刻的认识，是位具有广阔视野的科学家。更难能可贵的是：他对历史问题有特殊兴趣，对人文社会科学也颇有涉猎。在讨论各种问题时，他经常能发表独到的看法和发人深思的见解。如果他有写作材料史题材的打算，确实是最称职的人选之一。

郝士明教授的这部《材料图传》中，作者通过大量的历史图片、问题图解等，全面、简略地介绍了从史前的石器时代，经过铜器、铁器一直到现代材料的发展历程，还对未来20年的前景做了展望和分析，使读者能够获得如同参观材料历史博物馆的感觉。当然，由于上下五千年，纵横数万里，在五十几万字的篇幅里是不可能面面俱到，一一做出专家式的解答的。但是，我却看出，作者是尽其所能表达出了一个材料学者应有的深邃见识，清晰地给出了材料发展的总体脉络。

作为一位七十几岁的作者，郝老师能亲力亲为地检索、绘制出千幅以上的图片，工作量之大，令人钦佩。作者所撰写的解说文字也表现出很强功力，既有深入具体的分析，又有风趣幽默的评论。与通常的材料学读物的重要差别还有：该书注重人物与年代，这正是其他书籍所欠缺的。所以，该书虽然定位为青年科普读物，我却认为，对于材料科技人员也是很有参考价值的。

总之，我认为郝士明教授此书是一件特色突出的难得作品，我为他退休之后能不辞辛劳做此好事而深为感动。该书的问世，给年轻人提供了一部初入材料领域，学习材料与人类文明发展密切关系的读物，是年轻人的幸事，其实也是材料学界的幸事。以上介绍，是自己的初步感受，希望对各界不同类型读者了解此书特点能有所帮助。

胡北麒

中国科学院金属研究所研究员

中国工程院院士

2013年10月

前言

本书是2012年中国科协科普部及教育部科技司，关于开展高校科普创作与传播试点活动工作的一部分，并受到了积极支持；东北大学科技处及辽宁省老教授协会也对此书的写作给予了关注与鼓励，谨在此表示衷心的感谢。

我一辈子从事材料学，“材料史”也是我这辈子的偏好，但是从来没有想过要写一本这样的书。因为我一直认为写作这类书籍绝非普通材料学教师、普通材料研究者能轻易胜任的。作者应该是如下几种特殊人物：从事材料史研究的专家、大师级学者、材料领域的领导者等。而我并不属于上述范围，充其量只能算有多年教学、科研经历的材料学教师。但是，中国科协和教育部的科普著作创作计划却激起了我的写作欲望。不过，这里还必须申明，我决没有认为科普著作可以降低要求的任何念头。恰恰相反，我认为科普著作的读者中，会包括判断力相对较弱的群体，低质量作品所产生的危害要远大于专业著作，进而误人子弟，贻害无穷。那么，为什么又说上述科普规划推进了我的写作欲望呢？这是因为：是它促使我下决心要做一次“科普自己”的尝试。

当了一辈子材料学教师，难免经常面对这样的问题：“您是教材料的老师，那请问×××是用什么材料制作的？”这时，我常会非常尴尬，有时甚至还没有提问的人知道得多。这时自己总要解释：材料种类太多了，我是教金属材料的；或者说：我是搞基础性研究的。虽然总算能够蒙混过关，但次数多了，也难免会遭遇困惑的眼神。所以，自己也对这种解释怀疑起来。现在材料领域固然很宽：金属、陶瓷、聚合物三大类型外加复合材料。要想尽知其详，确非易事。但是，以教学一生的经历，下功夫去领略一下材料整体面貌，可以不求甚解，但求不出乖谬，难道真的完全做不到吗？这是我产生要“科普自己”的最初心态。

后来，在退休前夕我接受了一门本科生入门课——“材料学导论”，任课教师可以自行确定教学内容，但不能与后续课程重复。我选择了以“材料与人类文明”为中心的内容，收集了较多素材，积累了图片资料，编制了PPT课件。其内容后来便成为本书的最初框架。退休后，厦门

大学材料学院邀请我为本科生讲授内容相近的课程，使素材与资料获得进一步扩充和积累。见过课件的朋友或学生，一般都给以鼓励或表示欣赏，并提出很多宝贵意见：比如应当力求突出人物、年代和时间，尽量探讨材料发展的内在逻辑和规律性认识等。这些工作最终加强了我决心在“材料史”方面进一步“科普自己”的心理基础。所以，这本书实际上是一个材料学老教师，晚年以材料史为中心“再学习笔记”的另类形式。尽管我喜欢这个题材，学习也算认真，但毕竟不是自己的学术专长，所以我只能以一个爱好者心态与读者讨论，这也是文字部分选择了对话格式的原因之一。

无论对于想了解材料究竟为何物的年轻人，或是想从事材料学习、工作的有志者，还是已经在进行材料学研究和教学的业内人士，材料史无疑都是非常重要的。这个重要性不仅来源于材料与人类文明的关联，更来源于人们对于发展规律、进步方向、演变趋势的关心和追求。我相信，对于某一特殊材料领域有深入造诣、透彻了解固然是必不可少的目标；而对于材料全局的广泛涉猎、对历史问题的贯通学习，尽管不必都了解很深，这也是高水平材料学者应当具备的业务素养。因为这有可能成为创新性智慧的积极因素和重要源泉。

本书能够完成，得益于大量文献及网络图片资源。当然，在很多情况下，这也造成了对图片原作者无法确知的状态，以至于出现感谢无门、致谢无路的窘境。因为历史等原因，在展示为材料发展做出贡献人士的肖像时，也没能获得本人或权利人的允诺，确实有深深的歉意和遗憾。书中除了对于作者明确的艺术作品、出处明确的学术作品做了注释外，其余只能列出参考书目来弥补。因此，作者谨在此，对上述相关文献资料的原作者，一并致以崇高的敬意和衷心的感谢。

最后说一下书名。之所以没有使用带“史”字的规范书名，是因为难以承担“正史”所包含的郑重色彩；另一原因也是中国古代史书本来就曾有“纪传体例”。《史记》中不仅有人物列传，也有关于地方、产业的《朝鲜列传》《货殖列传》等。但是，还必须提到的一点是鲁迅先生的影响，他在为阿Q作传时，曾为书名颇费思忖，最后选择了小说家“闲话休提，言归正传”的“正传”；拙作虽然无法与先生的大作相提并论，但确实也想让书名给读者带来一丝轻松。这“传”字的真正出处，其实正在于此。

限于本人的学术水平，知识的宽度与深度，书中的差错、失误之处在所难免，除了敬祈读者诸君，海内外专家，提高警惕，审慎阅读之外，还望及时指出，不吝赐教，以期及时修正，以免贻误后人。

2013年12月

作者谨识于

铁与画屋

目录

序 (胡壮麒) / III

前言 / V

1 材料前传

- 1.1 时空框架 / 004
- 1.2 时空的拓展 / 006
- 1.3 地球与生命 / 008
- 1.4 第四纪冰川 / 010
- 1.5 从猿到人 / 012
- 1.6 考古学与考古学家 / 014
- 1.7 安特生与中国史前史 / 016
- 1.8 碳 14 与测年技术 / 018
- 1.9 时空的另一端 / 020

2.2 古代材料 / 051

- 2.2.1 夏代青铜器 / 052
- 2.2.2 商代青铜器 / 054
- 2.2.3 西周青铜器 / 056
- 2.2.4 青铜兵器农具大观 / 058
- 2.2.5 最早的材料设计 / 060
- 2.2.6 赫梯文明之谜 / 062
- 2.2.7 赫梯人的发明——块炼铁 / 064
- 2.2.8 中国最早的铁器 / 066
- 2.2.9 中国人的发明——铸铁 / 068
- 2.2.10 发明生铁脱碳钢 / 070
- 2.2.11 发明炒钢 / 072
- 2.2.12 百炼钢与灌钢 / 074

2 材料本传

2.1 史前材料 / 023

- 2.1.1 漫长的蒙昧时代 / 024
- 2.1.2 旧石器中晚期材料 / 026
- 2.1.3 人类第一发明——弓箭 / 028
- 2.1.4 新石器时代是现代人的 / 030
- 2.1.5 新石器时代早期材料 / 032
- 2.1.6 新石器时代中期材料 / 034
- 2.1.7 新石器时代晚期材料 / 036
- 2.1.8 铜石并用——冰人奥茨 / 038
- 2.1.9 铜冶金兴起 / 040
- 2.1.10 西亚欧非的青铜时代 / 042
- 2.1.11 神器 礼器 明器 / 044
- 2.1.12 中国青铜时代兴起 / 046
- 2.1.13 中国王权萌芽时期材料 / 048





- 2.2.13 古代何以为衣? / 076
- 2.2.14 古老的高分子复合材料——漆器 / 078
- 2.2.15 挑战蔡伦——造纸新论 / 080
- 2.2.16 建筑材料东西说 / 082
- 2.2.17 瓷器是何时发明的? / 084
- 2.2.18 瓷器何时成熟? / 086
- 2.2.19 宋代的瓷器高峰 / 088
- 2.2.20 元明清中国瓷器 / 090
- 2.2.21 文艺复兴与材料 / 092

2.3 近代材料1——材料的发展 / 095

- 2.3.1 铁冶金近代化 / 096
- 2.3.2 发明轧钢技术 / 098
- 2.3.3 伟大钢时代到来 / 100
- 2.3.4 钢质量的提高 / 102
- 2.3.5 古老坩埚钢 / 104
- 2.3.6 开发新钢种 / 106
- 2.3.7 新合金大量发明 / 108
- 2.3.8 钢铁需要标准化 / 110
- 2.3.9 水泥兴起 / 112
- 2.3.10 玻璃大生产 / 114
- 2.3.11 陶瓷工业化 / 116
- 2.3.12 硫化橡胶成功 / 118
- 2.3.13 人工合成橡胶 / 120
- 2.3.14 发明赛璐珞 / 122
- 2.3.15 发明塑料——合成材料问世 / 124
- 2.3.16 第一金属——铝的出世 / 126
- 2.3.17 发明硬铝 / 128
- 2.3.18 不锈钢发明 / 130
- 2.3.19 发明磁性材料 / 132
- 2.3.20 铝镍钴发明之战 / 134
- 2.3.21 陶瓷功能材料突起 / 136
- 2.3.22 高硬材料的步伐 / 138
- 2.3.23 钢的工艺性能——易切削钢 / 140
- 2.3.24 高淬透性钢开发 / 142
- 2.3.25 半导体有哪些特性? / 144
- 2.3.26 半导体晶体管悄然登场 / 146
- 2.3.27 超合金问世 / 148
- 2.3.28 高温合金快速进步 / 150
- 2.3.29 发明尼龙 / 152
- 2.3.30 复合的意义 / 154
- 2.3.31 钛合金走进历史 / 156

2.4 近代材料2——材料科学的形成 / 159

- 2.4.1 近代化学兴起 / 160
- 2.4.2 何时认识材料强度? / 162
- 2.4.3 何时测定材料硬度? / 164
- 2.4.4 认识微观世界 / 166
- 2.4.5 钢细节的价值 / 168
- 2.4.6 材料组织学诞生 / 170
- 2.4.7 热分析能测得什么? / 172
- 2.4.8 第一个相图诞生 / 174
- 2.4.9 追寻理论基础 / 176
- 2.4.10 X射线与材料 / 178
- 2.4.11 认识结构的利器 / 180
- 2.4.12 实测材料结构 / 182

- 2.4.13 认识金属结晶与晶界 / 184
- 2.4.14 光学显微镜的发展 / 186
- 2.4.15 发明电子显微镜 / 188
- 2.4.16 发明电子探针 / 190
- 2.4.17 理论估算强度的尴尬 / 192
- 2.4.18 位错理论靠思辨前行 / 194
- 2.4.19 相变与材料结构 / 196
- 2.4.20 有多少种相变? / 198
- 2.4.21 扩散、蠕变与超塑性 / 200
- 2.4.22 高分子成为科学 / 202
- 2.4.23 合金设计的相计算 / 204

2.5 现代材料1——结构材料 / 207

- 2.5.1 钢铁材料的新阶段 / 208
- 2.5.2 应战强韧需求 / 210
- 2.5.3 微合金化钢 / 212
- 2.5.4 无碳氮钢 (IF 钢) 的兴起 / 214
- 2.5.5 不锈钢的超低碳化 / 216
- 2.5.6 中国发明的超低温用钢 / 218
- 2.5.7 塑料升级——工程塑料登场 / 220
- 2.5.8 开辟新的纤维世界 / 222
- 2.5.9 金属基复合材料问世 / 224
- 2.5.10 陶瓷材料复合增韧 / 226
- 2.5.11 碳-碳复合材料异军突起 / 228
- 2.5.12 金属间化合物结构材料热潮 / 230
- 2.5.13 钛的铝化物升温 / 232
- 2.5.14 先进陶瓷——更强的材料 / 234
- 2.5.15 环境意识材料——材料终极期望 / 236
- 2.5.16 以新尺度关注物质
——纳米材料出现 / 238
- 2.5.17 尺度之奇——纳米结构的性能 / 240
- 2.5.18 难解对称性——准晶材料 / 242
- 2.5.19 最轻金属材料——镁的崛起 / 244
- 2.5.20 特殊加工——镁合金应用 / 246
- 2.5.21 进入超级钢时代 / 248

2.6 现代材料2——功能材料 / 251

- 2.6.1 形状记忆合金 / 252
- 2.6.2 发现金属玻璃 / 254
- 2.6.3 金属玻璃新材料 / 256
- 2.6.4 液晶材料大放异彩 / 258
- 2.6.5 奇异的功能高分子 / 260
- 2.6.6 钕铁硼和反物质探索 / 262
- 2.6.7 最新的磁性材料 / 264
- 2.6.8 高 T_c 超导材料世界会战 / 266
- 2.6.9 功能陶瓷——感官与能力延伸 / 268
- 2.6.10 人工晶体异彩纷呈 / 270
- 2.6.11 直接服务于人体——生物医学材料 / 272

- 2.6.12 材料的最高境界——人工器官 / 274
- 2.6.13 支撑现代文明的信息材料 / 276
- 2.6.14 信息高速公路载体——光导纤维 / 278
- 2.6.15 最安全能源——太阳能转换材料 / 280
- 2.6.16 氢能安全利用——储氢材料 / 282
- 2.6.17 计算材料学兴起 / 284
- 2.6.18 计算相图与合金设计 / 286
- 2.6.19 第一原理材料设计 / 288

3 材料后传

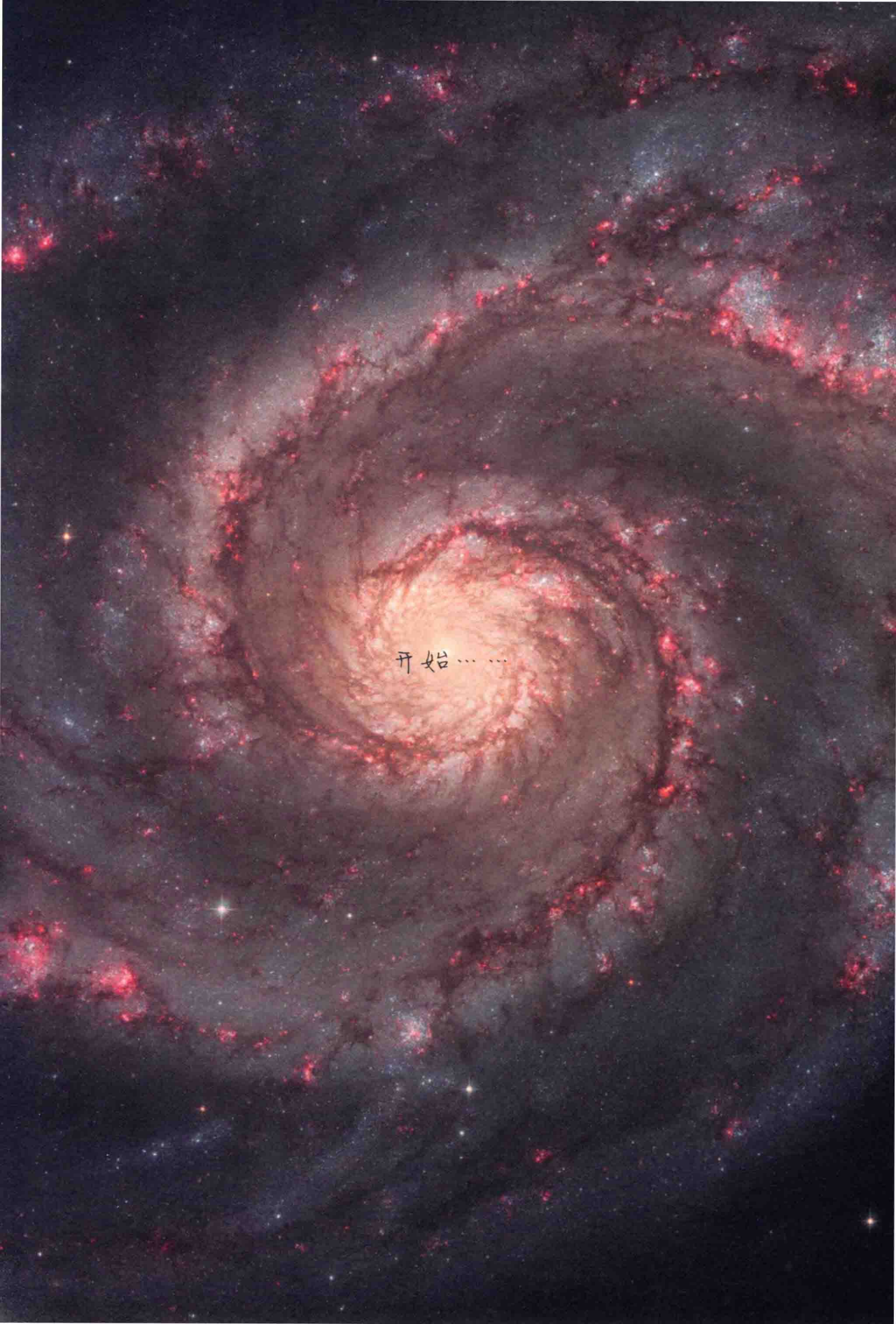
- 3.1 超级钢领军未来金属材料 / 292
- 3.2 未来钢铁材料的发展 / 294
- 3.3 守卫人类安全的核防护材料 / 296
- 3.4 轻金属更受青睐 / 298
- 3.5 对钛合金的期待 / 300
- 3.6 期望轻质化合物材料 / 302
- 3.7 挑战金属——特种工程塑料 / 304
- 3.8 工程塑料用于3C产品 / 306
- 3.9 现代工具的悄然变化 / 308
- 3.10 彻底解决排放之路
——氢冶金 / 310
- 3.11 再制造——材料复活之路 / 312
- 3.12 资源位移——城市矿山 / 314
- 3.13 高温合金由“谁”接班? / 316
- 3.14 海洋工程材料 / 318
- 3.15 当厚度极小化——薄膜材料 / 320
- 3.16 几种特殊薄膜材料 / 322
- 3.17 材料涂层无所不在 / 324
- 3.18 高熔点金属不会缺席 / 326
- 3.19 五彩缤纷碳纳米结构 / 328
- 3.20 纳米结构的特异性能 / 330
- 3.21 未来重大工程的材料 / 332
- 3.22 对特殊领域的关注 / 334
- 3.23 “特斯拉”会领跑下去吗? / 336
- 3.24 材料设计的未来 / 338

参考书目 / 340

人物年代索引 / 345

后记 / 353

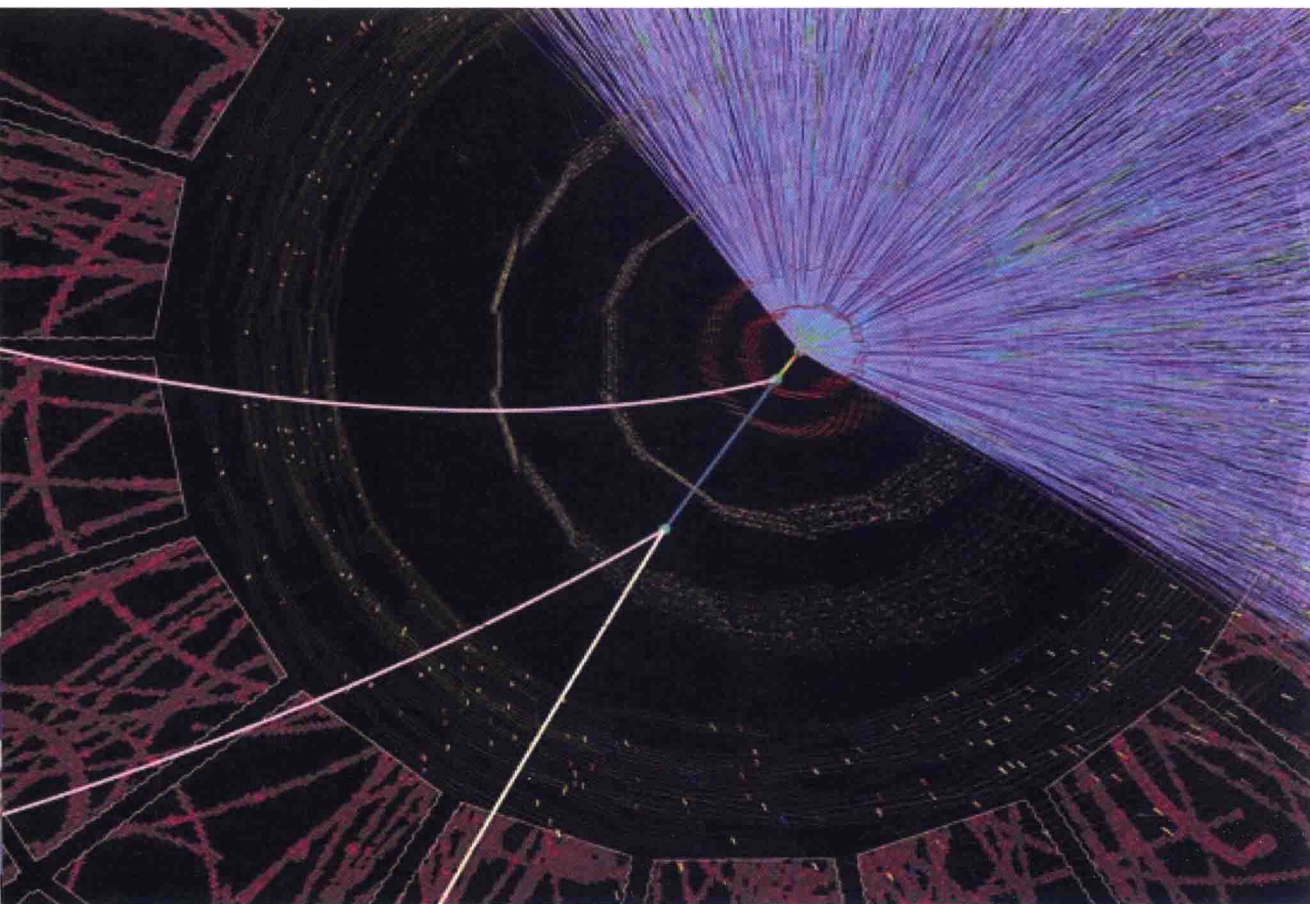




开始……

1 材料前传

- 1.1 时空框架
- 1.2 时空的拓展
- 1.3 地球与生命
- 1.4 第四纪冰川
- 1.5 从猿到人
- 1.6 考古学与考古学家
- 1.7 安特生与中国史前史
- 1.8 碳 14 与测年技术
- 1.9 时空的另一端



人类使用材料的历史，与人类本身的历史一样长。而人类的历史到底有多长？这一点，连科学家们也是在很晚才弄清楚的。当时光前进到了18世纪，人们已经轰轰烈烈地搞起了产业革命的时候，科学家们仍然并不明确知道人类历史到底有多长。因为研究不足，以至于科学家们也只能相信《圣经》的“创世纪说”，认为人类历史大概只有6000多年。另外，在总体时空观上，科学家们也倾向于认为，时间和空间都是无限的，是客观的，是相互独立的，如同牛顿所认识的那样。因此，当我们要了解人类使用材料历史的时候，首先遇到的问题便是：人类到底已走过了多长时间？

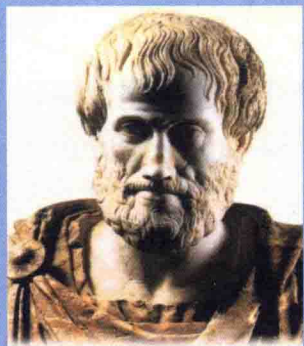
还有一件有趣的事：人类使用材料的早期历史，可能还涉及一个很多人从来未曾细想过的问题。那就是，全球人类是在各自生存地逐渐演变出来的呢，还是都来自于同一个遥远的共同祖籍？这一点应该在最古老的工具及材料上留下痕迹。由于这些痕迹都极其古老，所以我们又必须知道：该怎样研究远古发生的事？怎样才能知道事情发生在什么时间？总括起来就是：必须对“过去时光”有个“科学了解”。

现在已经知道，时间并不能独立于空间之外。所谓“科学了解”，实际上就是建立一个“时空框架”，把所有历史——人类的历史、人类使用材料的历史全都装在里面。空间是很具体、很直观的，就是我们眼前的世界。早在2000多年以前的希腊人，就对它有了近乎正确的认识。在我们还相信天圆地方的时候，他们就已经知道了地球是圆的，是悬在空中的。到了16世纪，哥白尼则得到了更接近现代的认识。

相对于空间，时间却是一个流动着的无形感知。人们对它只有近期记忆：太阳周而复始的东升西落；月亮不断重复的盈亏圆缺；年复一年的寒来暑往等等。但是，到底一共过去了多少年？是几百？几千？几万？没有记录，也无法确知，其状况近乎望洋兴叹、束手无策，连头绪都没有。就是说，人类对时间和空间的认识实际上非常不对称。人类依靠天文学，特别是望远镜早已获得了关于空间的正确认识；在18世纪，就已经确认了远处于百万光年之外的河外星系；但是，望远镜对于时间的认识，却没有产生划时代的推进。相反，此时天文学家们更加偏向于空间、时间无限的观念。

所以，直到19世纪末，关于“过去时光”的一切都只是猜测，并没有确切的认识。直到1896年天然放射性同位素发现之后，人们才通过半衰期终于知道：地球的岩石居然有几亿年到几十亿年的历史，远远超出了过去的所有猜测。而只有科学地把握了过去时光的量化，才能正确认识人类的历史，也就是使用材料的历史。所以，我们需要先认识一个正确的“时空框架”，特别是懂得科学量化“过去时光”的方法。因此，在这个“材料前传”中，要先讲一些与材料本身并无直接关系的内容。

1.1 时空框架



希腊 亚里士多德
(Aristotélēs)
(BC 384—BC322)



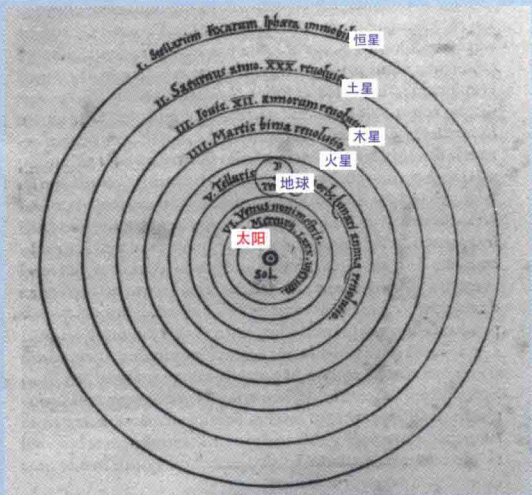
希腊 托勒密
(C.Ptolemaeus)
(90—168)

2000多年前古希腊人的时空观很先进，他们已经知道地球是圆的，太阳、行星和恒星在不同层次上绕地球运行。

波兰天文学家哥白尼在1543年去世前夕，看到了他的太阳中心说巨著《天体运行论》的出版，时空观发生革命性变化。



托勒密的宇宙结构——本轮与均论



哥白尼的宇宙结构



波兰 哥白尼(N.Copernicus)
(1473—1543)

波兰天文学家尼古拉·哥白尼依靠精密的观测，提出了改变人类宇宙观的太阳中心说。

(现代油画)



1.1 时空框架

L: 老师! 我们不是只讨论材料的历史吗? 有必要把话题扯得这么远吗? 有必要从地球、太阳的事情谈起吗? 我们为什么必须建立一个“时空框架”呢?

H: 我认为这是很有必要的。因为历史需要一个正确的时空观。今天我们已经认为是常识的时空认知, 其实形成的时间并不很长。即使从哥白尼发表《天体运行论》的1543年算起, 还不到500年, 假如从伽莫夫的宇宙大爆炸理论被证实算起, 也就50年左右, 越现代的理论也就越晚。著名的时空名著, 霍金的《时间简史》也是一个重要的里程碑, 发表于1988年, 只有二十几年的历史。如果你翻开已经发生了产业革命的1779年伦敦书商辛迪加出版的《世界通史》, 你会看到这样一段论述: **这个世界是公元前4004年秋分那天出现的, 这项创世伟业的最精彩部分是: 在距幼发拉底河畔巴士拉城以北, 恰好两天路程的伊甸园里产生了人。**这是一部学术著作, 作者之所以这样言之凿凿, 一定是他完全相信《圣经》记事。如果是这样的时空框架, 那怎能容纳下我们讨论的材料历史呢?

L: 问题是我们已经有了正确的时空观, 不会再犯那位圣经信徒的错误了。

H: 并不会这样简单。时空观念实际上是在变化着, 我们回顾一下不同民族时空观的变化就会懂得。古代许多民族都相信天圆地方, 混沌初开的观念, 比如中国、古巴比伦、古印度等。其实我国古代的天文观测也是很发达的, 但是直到西方近代科学传入之前, 还是一直承袭着这种古老的时空观念。这与中国古代观象台都是官办的, 受到王权天授思想的束缚有关: 天上地下, 尊卑有别。古希腊的思想自由得多, 所以很多“思想”方面的成就都出自古希腊。2000年前, 亚里士多德就提出地球是圆的, 而且处于宇宙的中心。他的思想被稍晚的托勒密继承, 提出了宇宙的“地球中心说”。与亚里士多德几乎同时的阿里斯塔克甚至还提出过“太阳中心说”, 但因相信的人太少, 被淹没在亚里士多德和托勒密的光辉里。比亚里士多德更早的德谟克利特还提出了“原子”学说。但古希腊哲人们的思想是思辨的, 是不讲证据的。他们是高傲的贵族, 靠的是严密的思维, 坚实的逻辑; 不屑于像一个工匠一样去搜寻证据, 如同后来的哥白尼、伽利略那样。

L: 也许, 思想方面的成果本来就是不需要证据的吧?

H: 但是, 托勒密就不一样了。他是天文学家和数学家, 他一直在观测金星、火星、木星、土星等在天空的运行轨迹, 为亚里士多德的观点寻找证据。他遇到的最大困难是火星的运动。因为火星有时距地球很近, 有时又极远, 要用运行轨迹证明火星是绕着地球转, 而不是绕着太阳转, 那是非常困难的。比遥远的木星, 或离太阳很近的金星等其他行星都要困难得多。为此, 托勒密煞费苦心, 设计了本轮、均轮, 却无论如何也难以精确解释火星的运行轨迹。假如用这些观测结果来说明行星不是绕着地球, 而是绕着太阳转, 那就会立刻豁然开朗。

L: 哥白尼是靠证据推翻了托勒密的“地球中心说”的吗?

H: 是的! 哥白尼还是医生, 善于观察, 重视证据。它采用的工具与托勒密相同, 都是量角器。对火星运行轨迹做了多年精密观测研究, 当然也包括其他行星的轨迹。结果发现, 托勒密设计的均轮是多余的, 只要把回转中心由地球对调成太阳, 一切都会迎刃而解。但是, 这个结论为当时的意识形态所不容。很可笑, 这里的尊卑与古代中国完全不同: 地(球)必须是高贵的中心。哥白尼决心发表他的伟大证明! 在去世前最后时刻, 他终于看到了《天体运行论》的出版。

1.2 时空的拓展

天空的银河

南天人马座灿烂银河段是银河系的中心附近



英 威廉·赫歇耳 (F.W.Herschel)
(1738—1822)

1780年前后英国天文学家威廉·赫歇耳用他自己设计、制造的直径1米的大型金属反射望远镜，在全天发现了3000多个银河系以外的星系，把人类的视野拓展到几百万光年之外。



M51 河外星系



恐龙化石，约1.5亿年前（同位素半衰期测定）

亨利·贝克莱尔是该家族第四代物理学家。1896年贝克莱尔发现铀的天然放射性，并测得半衰期，获1903年度诺贝尔物理奖。



法 亨利·贝克莱尔 (H. Becquerel)
(1852—1908)

1700年代人类还不知道眼前的世界已经存在了多久，但是在这时期开始的地质学给出了一系列不断加长的答案。1760年意大利科学家阿尔杜伊提出三纪论，地球历史超过千万年；1812年法国科学家居维叶的化石答案更长。直到1896年贝克莱尔发现铀²³⁸的天然放射性半衰期为45亿年，从此解决了岩石年龄的定量测定，可长达数十亿年。