



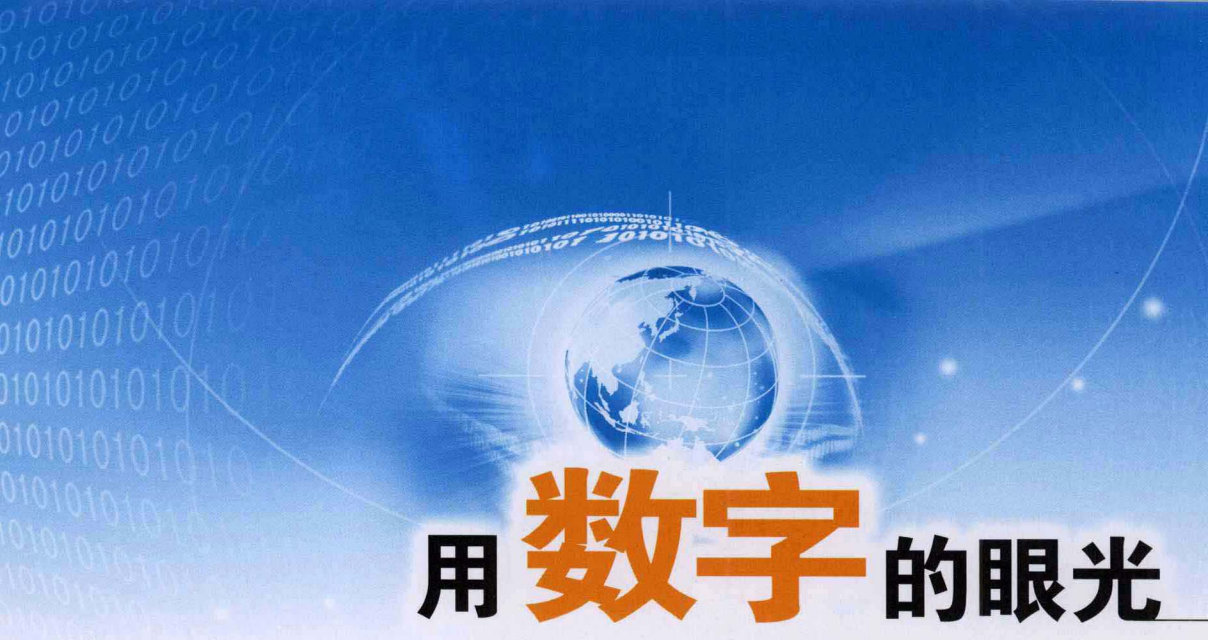
# 用**数字**的眼光 看世界

——数字技术、数字地球、数字文化漫谈

◎ 边馥苓 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS  
武汉大学出版社



# 用**数字**的眼光 看世界

——数字技术、数字地球、数字文化漫谈

◎ 边馥苓 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

用数字的眼光看世界:数字技术、数字地球、数字文化漫谈/边馥苓著.  
—武汉:武汉大学出版社,2011.6  
ISBN 978-7-307-08856-6

I. 用… II. 边… III. 数字技术—普及读物 IV. TN01-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 111265 号

责任编辑:王金龙 黎晓芳      责任校对:刘 欣      版式设计:马 佳

---

出版发行: **武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)  
(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷: 湖北金海印务有限公司

开本: 720 × 1000 1/16      印张: 20      字数 265 千字      插页: 4

版次: 2011 年 6 月第 1 版      2011 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-08856-6/TN · 46      定价: 49.00 元

---

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。



**边馥苓**，1941年出生于天津市，毕业于原武汉测绘科技大学航测系。自20世纪70年代起从事航空航天遥感理论与应用生产、研究、教学和技术开发，是我国遥感和地理信息系统专业的学术带头人之一，我国地理空间信息工程产业化的开拓者之一，我国空间信息与数字技术专业的创办人。80年代中期起，她先后在欧洲空间局和澳大利亚昆士兰工业大学做高级访问学者，在遥感、地理信息系统和数字工程领域有很深的造诣。

边馥苓教授现任武汉大学国际软件学院学术委员会主任，国家测绘局地理空间信息与数字技术工程研究中心主任，中国GIS协会培训与教育委员会主任，国际空间信息技术培训研究院武汉分院副主任，撰写专著、译著8部，论文百余篇；主持完成70余项地理空间信息与数字工程，获得巨大的社会效益与直接、间接的经济效益；指导硕士、博士、外国留学生与博士后200余人。

边馥苓教授为推动地理空间信息技术与数字工程技术的教育、培训、科普以及空间信息生产与应用的多元化、层次化、规模化、产业化作出了突出贡献。先后荣获多项省部级以上奖励和荣誉，其中，国家级教学成果一等奖1项，国家科技进步二等奖1项，省部级科技进步奖14项，并获得“全国先进女职工”、“湖北省优秀共产党员”、“湖北省劳动模范”等多项个人荣誉。



---

从大爆炸开始，宇宙经过 100 亿年的演化，诞生了地球；地球经过近 50 亿年的演化，产生了人类大脑，开始了人文文化的进程；人文文化经过 300 万 ~ 400 万年的演化，产生了电脑，开始了数字文化的进程；数字文化经过 50 年的发展，诞生了数字地球。这个螺旋式的时空演化，漫长久远，而又惊魂摄魄！20 世纪，人类最杰出的智者揭开了一个石破天惊的秘密：物质的时空是弯曲的！而虚拟的时空也是弯的么？

——题记



---

# 前 言

---

日前，就在切尔诺贝利事故 25 周年，人们的记忆渐渐淡忘之际，发生在日本东海岸的强烈地震而引起的核泄漏事故，再次撕裂了人们内心深处刚刚痊愈的伤口，再次引起了“恐核惧核”的心灵大地震。一时间，国际社会纷纷叫停了一些在建或规划的核电项目，对正在运行的核电站进行检测和加固，对核能利用的安全性开始了新一轮的评估。从政府官员到一般百姓，从广播电视到报纸网络，到处谈核色变，甚至草木皆兵。人们似乎对业已建立的核行业安全规程突然间失去了信心，一向以强者自居的人类在突如其来的天灾人祸面前，显得是如此的脆弱、无奈和无助。尤其是这次事故发生在了科技十分发达的经济强国——日本，不能不引起人们的深思！

从人类打制第一块石器，到今天的宇宙飞船升空，不过“几千寒热”。然而，就在这短短的几千年里，人们在地球上

构筑了庞大的“人类帝国”！这个帝国既蒸蒸日上、欣欣向荣，又纷繁复杂，千丝万缕！支撑这个帝国存在和发展的力量就是人类引以为荣的科学技术。正是在科学技术的引领下，人们在改造自然和征服自然的斗争中，取得了一个又一个胜利！人类深深地陶醉了，不由自主地发出了“人定胜天”的豪言壮语！变本加厉地向地球母亲攫取着无边无际的福禄，于是，一方方沃土盐化了，一片片森林消失了，一条条河流干涸了，一种生命灭绝了……人们忽然觉得自然母亲不那么温顺慈祥了，一会儿，烈日炎炎，如蒸似烤；一会儿，狂风暴雨，飞沙走石；四季模糊了，雨季消失了……人们终于意识到，这是自然对人类的报复！19世纪的两个伟人解开了这个魔咒：物理学家克劳修斯发现了热力学第二定律，揭示了“上帝”的“那只看不见的手”的存在；哲学家恩格斯一针见血地指出：对于人类的每一次胜利，自然界都进行了报复，据此建立了“人境和谐”的科学自然观。至此，人们终于认识到，正如光的波粒二象性一样，科学技术同样是把双刃剑！进而赋予了人类对客观世界发展的义务与责任！人们在利用和改造自然发展自身的同时，要对自然怀有对等的尊重、感恩和敬畏！

从20世纪中叶第一台电子计算机诞生之日起，人们迈进了信息时代。计算机技术与其他技术的融合和发展，产生了形形色色的“数字技术”，并迅速渗透到人类生产和生活的各个领域、方方面面。随着数字技术应用的深入，数字逻辑从一种符号、一种角度、一种方法上升为一种新的理论，并最终影响了人类的思维，产生了新的文化形式——数字已成为一种新的世界观。数字技术具有与传统技术不同的特点：首先，在技术本质上实现了突破——对人脑思维的模拟和放大；其次，数字技术的主要对象是信息；第三，数字技术形成虚拟空间。一句话，数字技术具有虚拟性。它把人类及其生存空间的一切信息，包括有形的和无形的，都抽象为数字，并利用计算机对这些数字信息进行编码、编辑、存储、传输和处理，尤其是在虚拟空间里对这些信息进行可视化、智能化地建模、分析和应用。人们可以将新的科学思

想或技术方案首先在虚拟空间里“实现”，考察其对虚拟实在的作用，然后估计其效果与影响；并可集中最优秀的人类智慧，比较不同方法方案，进行甄别、改善、组合与优化，产生新的思想与决策，最后在现实世界中验证或实施。本质上就是通过虚拟实践把熵在虚拟空间中滤掉，从而达到向生态环境输入微熵或负熵的目的。也就是说，基于数字技术的虚拟实践，对科学技术这把“双刃剑”具有钝化其“反刃”的能力！在整合人与自然的矛盾方面，具有十分重要的意义和作用。

从20世纪80年代末，我在原武汉测绘科技大学（现武汉大学）创立了我国第一个GIS专业，直到今天，创建了武汉大学空间信息与数字技术专业并逐步发展，掐指算来，我在地球信息科学领域科研与教学工作第一线已经奋斗了23个春秋。学生送了一波又一波，数字工程项目建了一个又一个。有成功，也有失败；有快乐，也有遗憾；有耕耘，更有收获。无论怎样，能为数字中国建设尽自己的绵薄之力，古稀之年的我，感到无比的骄傲和自豪！

多年来我从事教学和科研工作，总想写一本关于专业的科普书让更多人从专业的角度了解和审视社会经济的发展 and 地球大世界的变化，于是萌芽了写这本书的愿望。现在终于出版了，限于自己的水平和时间书中会存在很多瑕疵，虽不成熟，但仍是探索。欢迎批评指正。

本书由我提出思路、策划和统筹，我的弟子郑州大学的王金鑫博士执笔和统稿，弟子武汉大学的张目博士撰写部分章节，弟子们的帮助使我感到十分欣慰与自豪。在此表示感谢！

边馥苓

2011年5月于武大珞珈山



---

# 目 录

---

# CONTENTS

## 1 蔚蓝色史话 / 1

- 1.1 从天圆地方到日心说的确立 / 2
- 1.2 宇宙与地球简史 / 8
- 1.3 关于自然发展与人类发展的话题 / 11

## 2 数字与数学的起源与发展 / 14

- 2.1 “小儿时节”的故事 / 15
- 2.2 数字与数学的起源与发展 / 21
- 2.3 关于数字、计算与数学的认知与思考 / 46

## 3 科学、技术与文明的交响曲 / 51

- 3.1 古代科学技术与人类文明的萌动 / 52

3.2 近代科学技术与人类文明的发展 / 62

3.3 现代科学技术与人类文明的飞跃 / 81

## 4 走进五彩斑斓的数字技术世界 / 109

4.1 数字技术概述 / 110

4.2 数字图书馆 / 118

4.3 数字通信 / 129

4.4 数字仿真与虚拟现实 / 137

## 5 地球的数字化——从3S到数字地球 / 149

5.1 人们对客观世界的描述 / 150

5.2 3S技术概述 / 157

5.3 地理信息系统的产生与发展 / 169

5.4 数字地球战略 / 187

## 6 地球智能化——从数字工程到智慧地球 / 205

6.1 地球空间信息科学技术发展的背景和机遇 / 206

6.2 地球空间信息技术进展 / 217

6.3 数字工程理论的概念与内涵 / 246

6.4 智慧地球战略的提出与发展 / 267

## 7 关于数字技术与数字文化的哲学思辨 / 281

7.1 科学技术的负面效应及可持续发展概念的提出 / 283

7.2 对科学技术发展的理性思考 / 288

7.3 热力学第二定律的“潘多拉盒子”——熵之“痛” / 294

7.4 关于数字技术的哲学畅想 / 298

后 记 / 307

# 1 蔚蓝色史话

---

我是谁？我从哪里来？我到哪里去？

——史蒂芬·霍金

---

如果把宇宙比做撒哈拉沙漠，那么地球就·是一颗中等大小的沙粒，我们每一个人就像沙粒上的一颗微尘，我们人类是如此的渺小；但纵观我们的周围，就人类所能了解到的范围内，只有地球存在着人类的文明，我们又是如此的伟大！人类的脑球与地球相比，微不足道；而人类大脑的思维场却比宇宙“还大”！这里面隐藏着什么玄机呢？人类的精神存在相对于广漠的物质宇宙，是命中注定？还是偶然的巧合呢？

“茫茫天地，不知所止。日月循环，周而复始。”寒来暑往，月圆月缺。古往今来，当人们停止劳作，静下心来，默默注视着春苗的萌芽，夏夜的星空，秋实的田野、冬晚的落日，一种原始的萌动从心底涌出：天有多高？为什么是蓝色的？地有多厚？为什么生机勃勃？20世纪后期，在英国离伦敦不远的一个小镇上，剑河旁边那个世界上最著名的学府里，一个躺在轮椅上的伟大思想家也发出了这样的疑问：

我是谁？我从哪里来？我到哪里去？思绪翻腾，睿语深邃，发人深省！

## 1.1 从天圆地方到日心说的确立

从人类诞生的那天起，我们的祖先对自己赖以生存的环境的认识，经历了一个漫长、复杂而又十分悲壮的过程。

一开始，那些还十分懵懂的先民们，迎面朝天，发现头顶的天圆如盖，“似穹庐”，繁星点点，日月轮回；再环顾四周，平畴开阔，四平八稳，便得出了“天圆如张盖，地方如棋局”的天圆地方说。后来，随着人们活动范围的扩大，发现大地并不是那么平，便又产生了“天如斗笠，地如覆盘”的结论。古代的印度人认为天地的中央是一座名为须弥山的大山，它支撑着像大锅一样的天空，日月均绕须弥山转动，日绕行一周即为一昼夜。大地由四只大象驮着，四只大象站在一只浮在水上的龟背上。其实就是一个有支柱的天圆地方说。这些凭直觉得出的结论，虽然简单朴素，但却言简意赅。天圆地方，是阴阳学说的一种体现，是“天人合一”的一种注解。在圣哲学说、宗教流派、中医理论，甚至建筑艺术等方面，都可以找到她的踪影。天圆地方，已融入我们民族文化的血脉，即使今天，我们的思维方式和审美取向，还不知不觉、或多或少地含有天圆地方的文化元素。

一直与大自然作斗争的人们，一刻也没停止过思索。对生产环境有一个初步的感性认识之后，一个问题就接踵而来：这天地万物是从哪里来的？鸿蒙初开的人们自然弄不明白至今我们还不十分明白的这个复杂问题。于是，来自人们大脑的各种想象便展开了，每个民族都有属于自己的有关开天辟地的美妙神话，这是人类思辨的起步，但同时也是各种宗教的起源。

位于世界东方的中华民族的祖先有“盘古开天”的神话。传说宇宙之初，混沌一团，像一个鸭蛋，没有空气、天地、生命，所有的一切都还处在混沌和虚无的状态中。生长在其中的盘古用巨斧把这一团混沌一劈为二，轻的气往上浮成了天，重的气往下沉成了地。从此，

天每日高出一丈，地每日加厚一丈。一万八千年后，天已经很高很高，地也很厚很厚，盘古就是屹立在天地间的巨人。他死后，身体各部分就变成了太阳、月亮、星星、山丘、江河及森林、草原等。此外，还有一个女娲创造宇宙万物的神话：最初的时候，天地不知为什么经过一次大破坏，天倒塌了，地倾斜了，洪水泛滥，烈火焚烧，人类和一切生物都毁灭了。这时，有个叫女娲的女神采炼五彩的石头补好了天空，斩断巨鳌的四脚树立了四极，用芦灰止住了洪水，又去扑灭了烈火，然后慢慢地造出生物和人类来。这样，盘古和女娲作为开天辟地的英雄和创造万物的始祖，随着流淌的黄河水流传至今。

神话就是神话，谈不上有什么科学依据。我们自然不能苛求古人，就是今天我们也并没有完全弄清楚宇宙的来源。不过，仔细品味这些神话，似乎还隐含几分朴素的科学道理。比如，盘古开天辟地与大爆炸很相似（这里可以把盘古理解为自然的力量，而不是神），“上浮”和“下沉”与天体形成的物理与化学过程基本一致，天坍地陷、洪水泛滥、烈火焚烧等灾难与大自然的地质与气候过程有几分神似，山川、草原与动物的慢慢出现似乎与大自然的演化相对应。我们不得不佩服古人的想象力。

在结束了漫长的原始时代，人类进入了有文字可考的文明时代以后，人类在劳动中所掌握的自然知识日渐积累，逐步形成科学的状态，并得以越来越广泛地发展。在几条大河的流域地区，形成了古埃及、巴比伦、古印度和中国四大文明体系。正是在这些文明的基础上，人类从自然走向社会，从野蛮走向文明，直至创造出今天灿烂的人类文化。与此同时，源于古人对自然、生殖、鬼魂和图腾的崇拜，宗教也慢慢发展壮大起来，并逐步侵占着人们的思维领域。

宗教也一直对天地来源有着自己的教义注解。据来自西方国家的《圣经》记载，上帝耶和華用七天时间创造了天地和世界万物。第一天他将光明从黑暗里分出来，使白天和夜晚相互更替；第二天创造了天，将水分开成天上的水和地上的水；第三天使大地披上一层绿装，

点缀着树木花草，空气里飘荡着花果的芳香；第四天创造了太阳和月亮，分管白天和夜晚；第五天创造了飞禽走兽；第六天，创造了管理万物的人；第七天，上帝休息了，这一天称为“安息日”，也就是现在的星期天……今天，从科学的观点来看，这种说法毫无根据，与上述朴素的猜想与神话传说相差甚远。

科学与宗教是人类文明发展的两极，它们相比较而存在，相斗争而发展。一定程度上，可以说整个人类的发展史，就是一部科学与宗教相互交织、相互斗争的血泪史。最典型的就是公元5世纪到15世纪的千年中世纪史。在这段时间里，封建社会在欧洲建立、发展以至于衰落。

在中世纪的前期（公元5—10世纪），是欧洲基督教会统治的“黑暗时期”。从8世纪起教会实际取得了社会的政治权利，占有西欧1/3的土地，并向全体居民征税。教会还垄断思想文化，禁绝违背宗教教义的思想言论。在他们的圣经里，宇宙万物是上帝耶稣创造的，地球是宇宙的核心，人们的思想与行为必须符合基督的旨意。由于教会的摧残，学术没有了生机，科学技术停滞不前。

教皇格里哥利一世（509—604）曾公然宣称：“不学无术是信仰虔诚之母”，并亲自下令焚烧了罗马图书馆。教会推行的信条和准则是“启示高于理性”，“知识服从信仰”。“哲学（包括科学）服从神学。”于是科学成了“教会恭顺的婢女”，数学被用来计算耶稣复活的时刻，天文学要论证上帝在天上的位所，就连古生物的化石也被说成是造物主的遗弃物。这些倒行逆施使欧洲在几百年里熄灭了理性思维的火炬，断送了学术研究的生机。

中世纪的工程与技术也经历了类似科学的曲折过程，发展速度十分缓慢。除了农业技术略有进步外，从整体上看，中世纪前期欧洲的技术和罗马帝国兴盛时期相比是大大后退了。

长久的压抑，是力量积聚的过程，必将导致火山般的喷发。中世纪末期起，欧洲社会掀起了科学革新大风暴，近代科学技术诞生了。

这场风暴的典型代表有两个：一个是文艺复兴，一个是地理大发现。

文艺复兴是指中世纪末起，以意大利为中心所掀起的新文化、新思想运动。时间从14世纪一直延续到16世纪。但丁、薄伽丘、达·芬奇、拉斐尔、米开朗基罗、莎士比亚、塞万提斯等都是那个时代的精英。他们讴歌着人性的解放，呼唤着理性和自由。新思潮像一缕清新的海风吹进由中世纪所造成的沉闷压抑的气氛中。在这样一个思想解放的时期，弘扬人性的氛围中，科学在一系列革命性的成果推动下，进入了一个崭新的时期，奏响了近代科技革命的号角。

地理大发现的深层背景是资本主义迅速发展与扩张。由于当时东西方贸易的陆路与海路通道受阻，新兴的欧洲资本主义急于寻求通往印度和中国的新航线，于是掀起了航海探险的热潮。意大利人哥伦布（1446—1506）是第一个“吃螃蟹者”，受托勒密影响，他坚信地球是圆的。从1492年至1501年，他历尽千辛万苦，先后四次远征，最大的成就是发现了美洲大陆。随后成功开拓东西方新航线的是葡萄牙人达·伽马（1460—1524），而最终完成绕地球一周使命的人是葡萄牙航海家麦哲伦（1480—1521）。1519年，他率领船队从西班牙出发，2年后到达了菲律宾群岛，在与当地土著民族的冲突中，麦哲伦不幸身亡。其同伴继续前行，1522年回到了西班牙。这些勇士们，以242条鲜活的生命为代价，历时三年，完成了一次史无前例的跨越，用铁的事实证明了地球是个圆的。至此，人们第一次从物理上真正认识了自己居住的这颗星球，纠正了千百年来人们的错误观念。

地理“新大陆”的发现千辛万苦，而理论“新大陆”的发现同样惨烈。16世纪之前，托勒密的地心说一直占据着统治地位。该学说认为，地球是宇宙的中心，太阳和其他一切天体都在绕着地球转，地球是静止不动的。由于地心说比较符合人们的经验，加上这种学说很符合基督教义，因而这种学说一直禁锢人们的思想达1000多年。近代科学革命的领军人物，波兰天文学家尼古拉·哥白尼（1473—1543），经

过自己多年的观察和研究，提出了与地心说截然相反的日心说：提出了太阳为宇宙的中心，确定了各行星的排列次序，指明月亮是地球的卫星，提出了地球自转和公转的概念，认为天体运行的方式是圆运动。后来，意大利的天文学家和哲学家布鲁诺（1548—1600）积极传播并发展了日心说，指出太阳仅是太阳系的中心；广漠无际的宇宙是无限的，没有中心；宇宙中有很多像太阳系的星系，太阳也不是不动的。其后的意大利天文学家和物理学家伽利略（1564—1642），利用自己制造的望远镜，验证和维护了日心说。再后来，德国的天文学家——“天空立法者”开普勒（1571—1630），对自己的老师丹麦人弟谷·布拉赫（1546—1601）多年积累的天文观测资料进行整理、分析和数学推导，发现了行星绕太阳运行的轨道不是正圆而是椭圆，相继提出了行星运动的开普勒行星运动三定律。经过开普勒对日心说的丰富和完善，近代天文学理论正式建立。日心说是对教会权威的严正挑战，其发展受到了教会的围追堵截，科学先行者们饱受蹂躏。哥白尼的《天体运行论》直到他生命的最后时刻才出版。布鲁诺为了科学的真理被教皇活活地烧死在罗马的鲜花广场。伽利略被罗马教廷判处终身监禁，后双目失明，病死在囚禁中。开普勒也在教会迫害下，贫病交加而死。

至此，人类经过艰苦卓绝的努力，终于比较清晰地认清了地球的本来面目，并摆正了她的位置——地球是圆的，她是一颗普通的行星，自转的同时，围绕着太阳在椭圆形的轨道上公转——这就是我们居住的地球空间。然而，人们的视点总是在地球上，还没有一个直接形象的证据说明地球是圆的。直到开普勒去世327年后的1957年，人们依据开普勒定律和经典力学，发射了第一颗人造地球卫星。此后，人们终于可以从太空观看地球的全貌。原来，人类共同的家园地球是一颗蔚蓝色的美丽星球（图1.1），再看看我们神舟七号拍摄的图片（图1.2），翟志刚身后那弯优美的弧线，是宇宙中最美丽的风景线！当然，人们利用现代科技的观测手段，可以十分精确地测量地球的形状。准确地说，地球是一个赤道略鼓两极稍扁的“梨状体”，非常接近于一





图 1.1 人造卫星拍摄的地球图像



图 1.2 神舟七号拍摄的图片

个旋转椭球。这个椭球就是我们利用数学描述的地球测量空间。

现在通用的地球形态大小的数据（大气圈未计算在内）为：

极半径长度：6356.8 千米

赤道半径长度：6378.2 千米

扁率：1/298

面积：510000000 平方千米

平均半径长度：6371 千米

体积：1083230000000 立方千米

赤道长度：40076 千米

子午线长度：40009 千米

总体来看，从两极到地球中心的距离为 6356.8km（千米）；比从赤道上到地球中心的距离 6378.2km 短 21.4km。扁率为 1/298。赤道一带稍微凸出，赤道本身也有点扁，南北半球也不对称，加上表面凹凸不平，应该说是一个不规则的球体。不过由于地球体积庞大，这些表面的起伏和整体比起来仍极其微小，所以在太空中看，仍是一个圆球。但如降到低空，透过大气和海洋，这时看到的固体的地球表面，高低起伏，犹如一个干皱了的苹果。