

《设计初步》丛书

# 设计几何学

——关于比例与构成的研究

[美] 金伯利·伊拉姆 著 李乐山 译  
北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划

中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)



知识产权出版社  
[www.cnipr.com](http://www.cnipr.com)



《设计初步》丛书

JUL  
27 418

# 设计几何学

——关于比例与构成的研究

[美] 金伯利·伊拉姆 著 李乐山 译  
北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划

中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)



知识产权出版社  
[www.cnipr.com](http://www.cnipr.com)



**特别鸣谢:** 妮蒂·阿尔雅(Nettie Aljian)、安·奥尔特(Ann Alter)、阿曼达·阿特金(Amanda Atkins)、简·奇利亚诺(Jan Cigliano)、简·加维(Jane Garvie)、克莱尔·雅各布森(Clare Jacobson)、马克·拉姆斯特(Mark Lamster)、南希·埃克隆·拉特(Nancy Eklund Later)、布莱恩·麦克唐纳(Brian McDonald)、安娜·尼奇克(Anne Nitschke)和普林斯顿建筑出版社的洛特金·西弗斯(Lottchen Shivers)以及出版商凯文·C·利珀特(Kevin C. Lippert)。

选题策划: 阳淼 张宝林  
责任编辑: 阳淼 董拯民  
版权登记号: 01-2003-0211

### 图书在版编目(CIP)数据

设计几何学: 关于比例与构成的研究 / (美) 伊拉姆著; 李乐山译. —北京: 中国水利水电出版社; 知识产权出版社, 2003  
(设计初步丛书)  
ISBN 7-5084-1562-0

I. ①设... II. ①伊... ②李... III. ①几何学—研究 IV. ①018  
中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第043124号

© 2001 Princeton Architectural Press  
First published in the United States by Princeton Architectural Press

本书由Princeton Architectural Press正式授权中国水利水电出版社和知识产权出版社在中国以简体中文翻译、出版、发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式和方法复制、抄袭本书的任何部分。违者皆须承担全部民事责任及刑事责任。本书封面贴有防伪标志, 无此标志, 不得以任何方式进行销售或从事与之相关的任何活动。

《设计初步》丛书

### 设计几何学——关于比例与构成的研究

[美] 金伯利·伊拉姆 著 李乐山 译

北京城市节奏科技发展有限公司 中文版策划

中国水利水电出版社 出版、发行 (北京市西城区三里河路6号; 电话: 010-68331835 68357319)  
知识产权出版社 (北京市海淀区蓟门桥西土城路6号; 电话: 010-62024794)

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

北京鑫丰华彩印有限公司印刷

787mm × 1092mm 16开 6.5印张 197千字

2003年8月第1版 2003年8月第1次印刷

定价: 40.00元

ISBN 7-5084-1562-0  
TU·109

**版权所有 侵权必究**

如有印装质量问题, 可寄中国水利水电出版社营销中心调换  
(邮政编码: 100044, 电子邮件: sales@waterpub.com.cn)

## 《设计初步》丛书

### 设计几何学——关于比例与构成的研究



作者：[美] 金伯利·伊拉姆

定价：40.00 元

松果、鲑鱼和人体有什么共同点？他们都有各种自然比例规律，这些规律为许多艺术家和设计师的作品，甚至全部作品，提供了基本出发点。金伯利·伊拉姆揭示了这些具有启迪作用的自然系统中数学与美的神秘关系。她带我们进入了神奇的几何领域——黄金分割、完美的比例和斐波纳契数列，用平实的语言表达晦涩难懂的数学。自此，从扬·奇科尔德的海报，到巴塞罗那椅，到大众公司新款甲壳虫汽车，通过这些作品，伊拉姆向我们展示了设计背后是多么的对称、有序和视觉平衡。

《设计几何学》以它的细节简图，不仅解释了测量科学怎样提供信息，甚至创造自然界和艺术作品中的美，但更重要的是，如何运用这些技术在我们自己的设计中创造美。

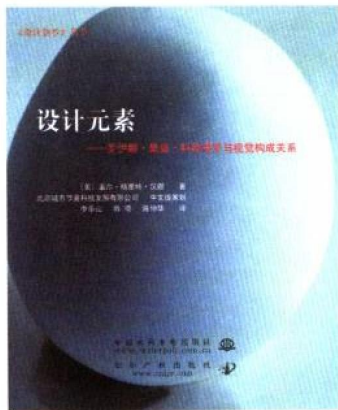
### 设计元素——罗伊娜·里德·科斯塔罗与视觉构成关系

“如果你不能把它做得更美，问题在哪里？”

——罗伊娜·里德·科斯塔罗

《设计元素》是一本供学生和设计者学习的参考书。作为一本设计的启蒙读物，它包含了制作各种简单形体及创造复杂方法去解决困难的设计问题。作为对设计中存在的实际关系的综合论述，它使读者能够更好地理解三维设计。

罗伊娜·里德·科斯塔罗在普拉特学院教授了50年的“工业设计”，在这里她发展出的这套学习课程已经成为了世界各国设计教学的基础课程，而这个课程以及这里对抽象的视觉构成特征的基础练习也成为了她一生的追求。罗伊娜·里德·科斯塔罗所培养的学生，以及她的学生所培养的学生，彻底改变了美国设计的面貌。



作者：[美] 盖尔·格里特·汉娜

定价：60.00 元

# 目 录

序言 .....	5	• 设计的视觉分析 .....	44
• 存在于人和自然界中的比例 .....		《福利斯—贝热尔》海报 .....	44
认知比例偏好 .....	6	《求职》海报 .....	46
比例和自然界 .....	8	《包豪斯展览》海报 .....	48
古典雕塑中人体的各种比例 .....	12	《绝不妥协》海报 .....	50
古典绘画中人体的各种比例 .....	14	《伦敦铁路运输线的东海岸》海报 .....	54
面部的各种比例 .....	18	巴塞罗那椅 .....	56
• 建筑中的各种比例 .....		休闲椅 .....	58
建筑的各种比例 .....	20	布尔诺椅 .....	60
柯布西耶的各种辅助线 .....	22	《黑人艺术》海报 .....	62
• 黄金分割 .....		《火车酒吧》海报 .....	64
黄金分割矩形的构成 .....	24	《构成主义》海报 .....	66
黄金分割的各种比例 .....	27	《职业摄影》海报 .....	68
黄金分割和斐波纳契数列 .....	29	多层板椅 .....	70
黄金分割三角形和椭圆 .....	30	《形式艺术》海报 .....	72
黄金分割的各种动态矩形 .....	32	伊利诺伊理工大学礼拜堂 .....	76
• 各种根号矩形 .....		《贝多芬》海报 .....	78
$\sqrt{2}$ 矩形的构成 .....	34	《音乐万岁》海报 (1957) .....	81
德国工业标准中纸张的规格 .....	36	《音乐万岁》海报 (1958) .....	82
各种 $\sqrt{2}$ 动态矩形 .....	37	《基座椅》 .....	84
$\sqrt{3}$ 矩形 .....	38	《造型者》海报 .....	86
$\sqrt{4}$ 矩形 .....	40	《菲尔斯特滕贝格陶瓷》海报 .....	88
$\sqrt{5}$ 矩形 .....	41	《马亚阔夫斯基》海报 .....	90
各种根号矩形的比较 .....	42	博朗“手握式搅拌器” .....	92
		博朗“景香的咖啡壶” .....	94
		正圆锥壶 .....	96
		大众公司新款甲壳虫汽车 .....	98
		后记 .....	101
		感谢 .....	102
		致谢 .....	102
		图和照片授权 .....	103
		参考书目 .....	104

## 原言

引自阿尔布雷希特·丢勒(Albrecht Dürer)著《关于字母应有的造型》(Of the Just Shaping of Letters), 1535年

“……没有什么东西比一张毫无技巧笨拙的图片更让健全的判断力所讨厌了, 尽管花费了许多的心思和努力。现在这类画家没有意识到他们自身错误的唯一原因就是, 他们没有学过几何学。没有几何学的知识, 任何人都不可能是或者成为一名纯粹的艺术师; 但是应该谴责他们的老师, 他们自己对这种艺术是无知的。”

马克斯·比尔(Max Bill)

引自马克斯·比尔1949年的作品,《今日版式交流》(Typographic Communications Today), 1989年

“我的观点是, 创造一种主要基于数学思维的艺术是有可能的。”

作为一名设计的专业人员和教育家, 我经常看到那些极好的设计概念在实现的过程中遭到破坏, 大部分原因在于这些设计师们不懂得几何构成的视觉原理。这些原理包括对传统比例体系的理解, 如黄金分割、各种根号矩形以及比率和比例、形体的各种相互关系、各种辅助线。本书尝试去从视觉上解释几何构成的各种原理, 并选择列举了大量的专业招贴、产品、建筑, 它们都运用这些原理从视觉上进行解析。

之所以挑选这些作品来进行分析, 是因为他们已经受住时间的检验, 而且在很多方面都被视为设计的经典之作。这些作品是按其创作年代排

勒·柯布西耶(Le Corbusier)

《走向新建筑》(Towards A New Architecture), 1931年

“几何学是人类的语言……人类已经发现了许多韵律, 这些韵律对人眼是明显的, 它们之间的彼此关系是十分清楚的。这些韵律是人类各种活动的原本基础。人类用有机必然性来赞扬它, 同样也赞扬纯粹的必然性, 它使得儿童、老人、未受过教育的人及受过教育的人们都能描绘出黄金分割。”

约瑟夫·米勒-布罗克曼(Josef Müller-Brockmann)

《图文艺术家和他的设计难题》(The Graphic Artist and His Design Problems), 1968年

“……各种形式元素的比例及各元素间的距离几乎总是从逻辑上与运用的数字级数有关。”

列的, 并与那个时期的风格和技术有关, 也与这些经典设计的永恒有关。尽管这些作品的创作的时代不同, 形式也不同, 从各种较小的二维的图文作品到建筑结构, 但它们在采用几何学的有见识的规划和组织中存在显著的相似性。

写《设计几何学》这本书的目的并不是要将美学理论量化, 而是揭示各种视觉关系, 这些关系是生命特性的基础, 它包含比例、成长方式及数学。它的目的是在设计过程中借助这些观察方法, 并通过视觉结构为设计提供视觉一致性。正是通过这种观察方法, 使得艺术家或设计师们发现他们自己及其作品的价值。

金伯利·伊拉姆

(Kimberly Elam)

灵林艺术与设计学院

(Ringling School of Art and Design)

2001年春

## ● 存在于人和自然界中的比例

### 认知比例偏好

纵观被记载的历史，在人造环境和自然界中有文字记载人类对各种黄金分割比例的认知偏好。公元前 20 世纪到 16 世纪的史前巨石柱就记载了关于 1:1.618 比例的黄金矩形的运用，这是最早的证据之一。此后，文字记载的证据还有公元前 5 世纪古希腊的文献、艺术品和建筑……随

后，文艺复兴时期的艺术家和建筑家们也研究、记载并把黄金分割用于雕刻、绘画和建筑这些非凡的作品中。除了人造物品，黄金分割还存在于自然界，例如人体的各种比例，以及植物、动物及昆虫的各种成长方式。

出于对黄金分割的好奇，19 世纪后期德国的

矩形的常用比例表

宽 / 长	大部分首选矩形		小部分首选矩形		
	费希纳(%)	拉洛(%)	费希纳(%)	拉洛(%)	
1:1	3.0	11.7	27.8	22.5	正方形
5:6	0.2	1.0	19.7	16.6	
4:5	2.0	1.3	9.4	9.1	
3:4	2.5	9.5	2.5	9.1	
7:10	7.7	5.6	1.2	2.5	
2:3	20.6	11.0	0.4	0.6	黄金分割率
5:8	35.0	30.3	0.0	0.0	
13:23	20.0	6.3	0.8	0.6	
1:2	7.5	8.0	2.5	12.5	双正方形
2:5	1.5	15.3	35.7	26.6	
总计	100.0	100.0	100.0	100.1	

6



一位心理学家古斯塔夫·费希纳(Gustav Fechner)研究了人对于黄金分割矩形具有的特殊美学属性产生的心理反应。费希纳的好奇心来源于对于黄金分割率的跨文化的典型审美偏好。

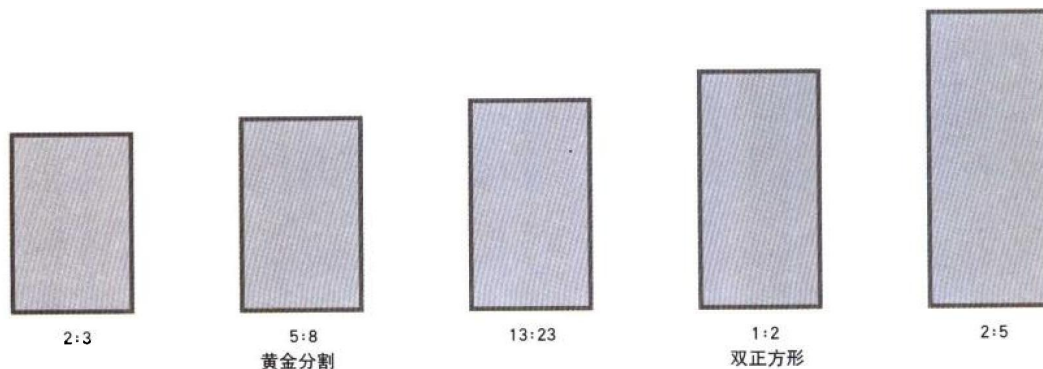
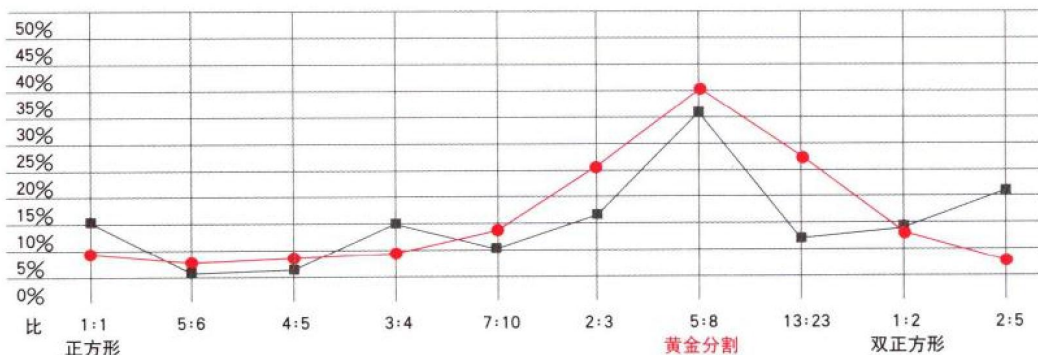
费希纳将他的实验限定于人造物中，并从测量数以千计的各种矩形物体（如书、盒子、建筑物、火柴纸夹、报纸等）入手。他发现普通矩形的边长比例近似于黄金分割率，即1:1.618，而

且大部分人更喜爱边长比例接近于黄金分割率的矩形。

随后，在1908年，拉洛(Lalo)使用了一种更科学的方法重复了费希纳详尽做过的但并不系统的实验，其后又有其他人重复了这个实验，这些实验的结果是非常相似的。

### 常用矩形的曲线对比图

- 费希纳矩形偏好, 1876年
- 拉洛图, 1908年





## 比例和自然界

“黄金分割创造和谐的力量来自于它独特的能力。就是将各个不同部分结合成为一个整体，使每一部分既保持它原有的特性，还能融合到更大的一个整体图案中。”

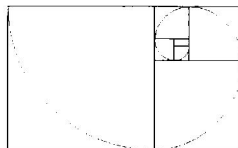
捷尔吉·多齐 (György Doczi), 《极限的力量》  
(The Power of Limits), 1994 年

对黄金分割的各种偏好并不仅限于人类的审美，它也是动植物这些生命成长方式中各种显眼的比例关系的一部分。

贝类的螺旋轮廓线显示成长过程的积淀方式，它已经成为许多科学研究与艺术研究的课题。贝类的这些成长方式是以各种黄金分割比例形成的对数螺旋线，它们被认为是完美成长方式



形成隔间的鹦鹉螺旋线  
鹦鹉螺的螺旋线成长方式  
剖面。



黄金分割螺旋线  
黄金分割矩形结构示意及  
其形成的螺旋线。

8



大西洋日晷贝  
螺旋线的成长方式。



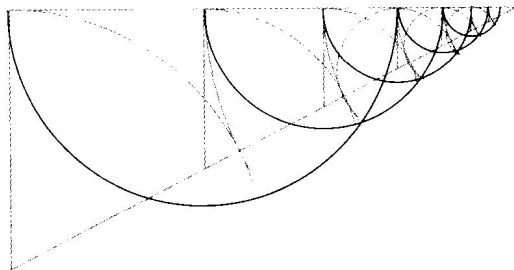
月亮蜗牛贝  
螺旋线的成长方式。

的理论。西奥多·安德烈亚斯·库克(Theodore Andreas Cook)在他的《生命的曲线》(The Curves of Life)一书把这些生长方式描述为“生命的基本过程……”每一段螺旋线表现了每个生长阶段，新生长的螺旋线非常逼近于黄金分割正方形的比例，而且比原来的大。鹦鹉螺旋线和其他贝类的成长方式，从来都不是精确的黄金分割比例。更

确切地说，在生物成长方式的比例中存在一种趋势，努力接近黄金螺旋比例，但是并没有达到准确的螺旋线的各个比例。

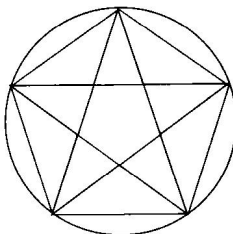
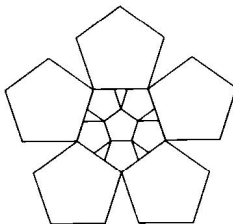
五边形和五角形也具有黄金分割比例，这可以在许多生物中发现，例如海胆等。把五边形内部细分得到五角星形，并且五角形内任意两线的比例都是黄金分割率  $1:1.618$ 。

胫节贝螺旋成长方式  
与黄金分割率的比较



### 五边形图案

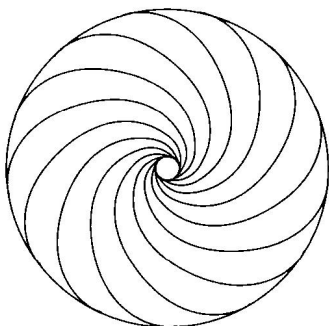
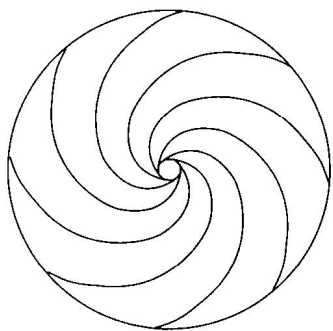
五边形和五角形具有黄金分割比例，因为五角形内三角形的边长比例是  $1:1.618$ 。在海胆和雪花里也能找到相同的五边形/五角形关系。



松果和向日葵的螺旋成长方式是相似的。两者的种子都是沿着两个反向旋转的交叉螺旋线生长的，而且每颗种子都同时属于这两种交叉的螺旋线。通过对松果种子螺旋线的研究，发现有8条顺时针方向的螺旋线，13条逆时针方向的螺旋线，这个比例非常接近于黄金分割率。在向日葵的螺

旋线中，有21条顺时针方向的螺旋线和34条逆时针方向的螺旋线，这个比例也接近于黄金分割率。

在松果中发现的数字8和13以及在向日葵中发现的数字21和34对数学家们来说是很熟悉。他们是斐波纳契数列的相邻数。在这个数列中的每个数字都是前两个数字的和：0、1、1、2、3、5、



#### 松果各种螺旋线成长方式

松果里的每颗种子都同时属于这两条螺旋线。8条螺旋线沿顺时针方向旋转，13条螺旋线沿逆时针方向旋转。8:13的比例是1:1.625，非常接近于1:1.618的黄金分割率。

#### 向日葵各种螺旋线成长方式

与松果一样，向日葵中里的每颗种子都同时属于这两条螺旋线。21条螺旋线沿顺时针方向旋转，34条螺旋线沿逆时针方向旋转。21:34的比例是1:1.619，非常接近于1:1.618黄金分割率。

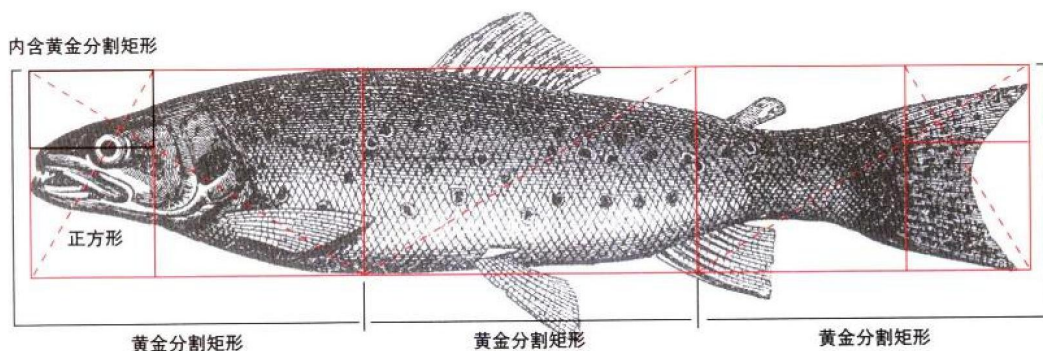


8、13、21、34、55...这些相邻数字的比例逐步逼近黄金分割率1:1.618。

许多鱼类具有黄金分割关系。3个黄金分割结构示意图放在这条色彩斑斓的鲑鱼上，显示出鲑鱼眼睛和尾鳍在内含的二次黄金分割矩形和正方形中的相互关系。此外，这些单独的鳍部也具

有黄金分割比例。蓝天使热带鱼完全符合一个黄金分割矩形，并且它的嘴部和鳃部位于身体高度的黄金分割线上。

也许我们人类对自然运动以及贝类、花卉、鱼类等生物的一部分迷恋是出于对黄金分割率的比例、形状、式样的潜意识的偏好。

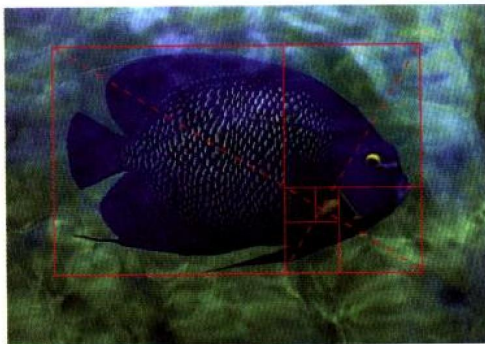


### 鲑鱼黄金分割分析

用3个黄金分割矩形将鲑鱼的身体围住。它的眼睛位于二次黄金分割矩形的水平边上，它的尾鳍位于二次黄金分割矩形中。

### 蓝天使鱼的黄金分割分析

这种鱼的整个身体符合黄金分割矩形。其嘴部和鳃部的位置位于二次黄金分割矩形上。

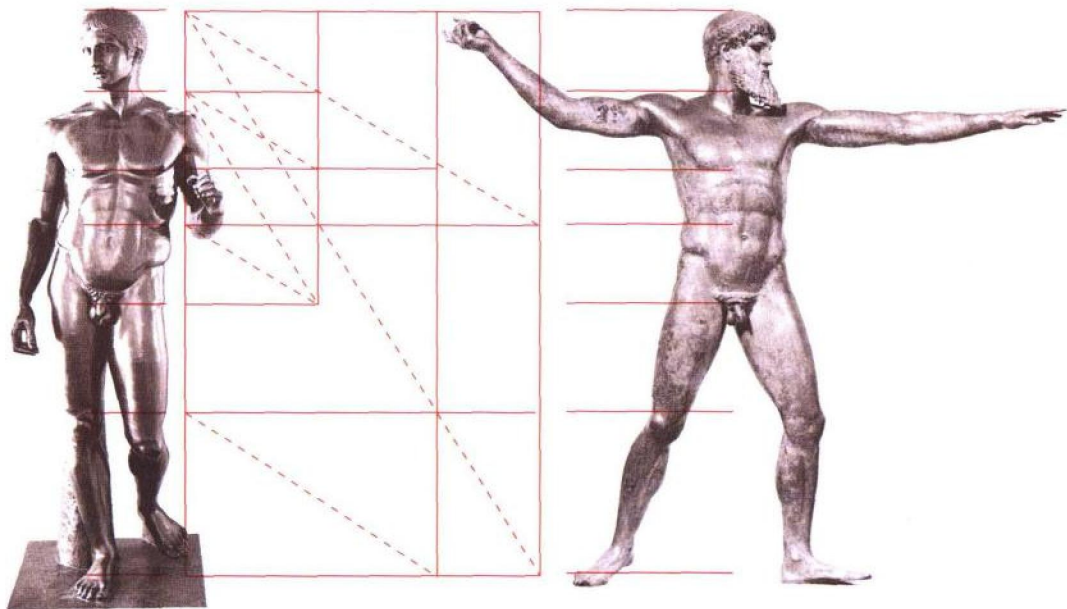


## 古典雕塑中人体的各种比例

人体像许多动植物一样，也具有黄金分割率。人类对于各种黄金分割比例偏好的另一个原因，也许就是人的面部和身体同样具有在所有生物中所发现的这个数学比例关系。

残存保留下来的、最早的关于人体与建筑比例的研究，是古希腊学者及建筑家马库斯·维特

鲁威·波利奥(Marcus Vitruvius Pollio)的著述，他更广泛地被称为维特鲁威。维特鲁威建议，神殿这类建筑物应该采用与完美的人体比例相似的比例构成方式，因为人体各部分十分和谐。维特鲁威描述了这种比例，并解释说，具有完美比例的人体的身高与伸展开的手臂的长度是相等的。人



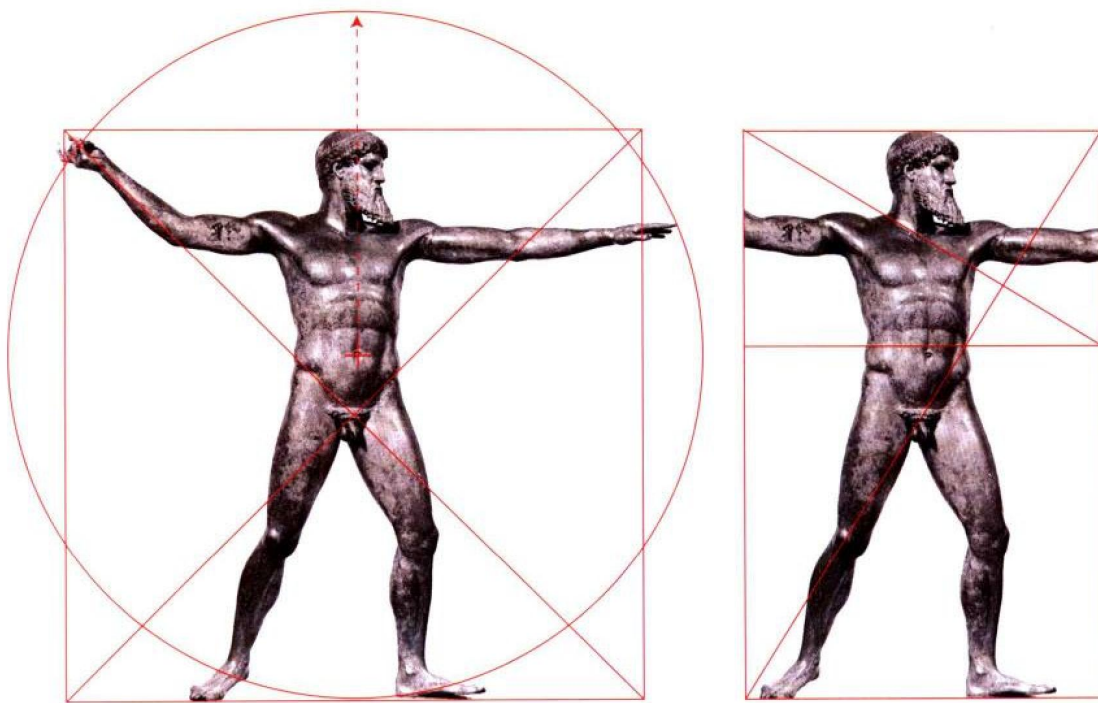
12

### 古希腊雕塑的各种黄金分割比例

多里弗罗斯(Doryphoros)，持矛者(左)。来自月神庙海角(Cape Artemision)的宙斯雕塑(右)。带有虚斜线的矩形描绘出了每一个黄金分割矩形。许多黄金分割矩形共用一条虚斜线。两个人物比例几乎一样。

体的高度与伸展开的手臂的长度形成了一个正方形将人体围住，而手和脚正好落在以肚脐为圆心的圆上。在此体系中，人体在腹股沟处被等分为两个部分，肚脐则位于黄金分割点上。持矛者 (Spear Bearer) 和宙斯 (Zeus) 这两尊雕像均来自于公元前5世纪。

虽然是由不同的雕塑家创作的，但持矛者和宙斯这两尊雕像的比例都是以维特鲁威原理为基础的，分析这些比例使用的方法也几乎是一样的。



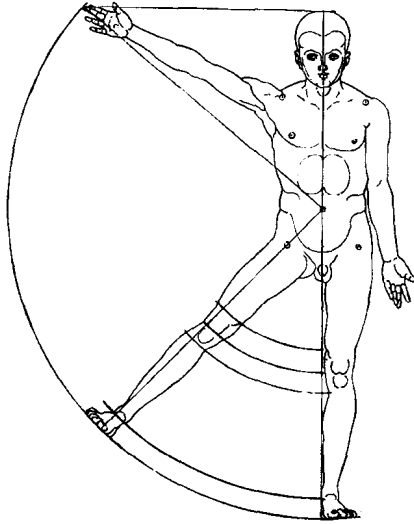
#### 按照维特鲁威的原理分析宙斯

一个正方形将人体围住，而手和脚正好落在以肚脐为圆心的圆上。这个人物在腹股沟处被等分为两个部分，肚脐则位于黄金分割点上。

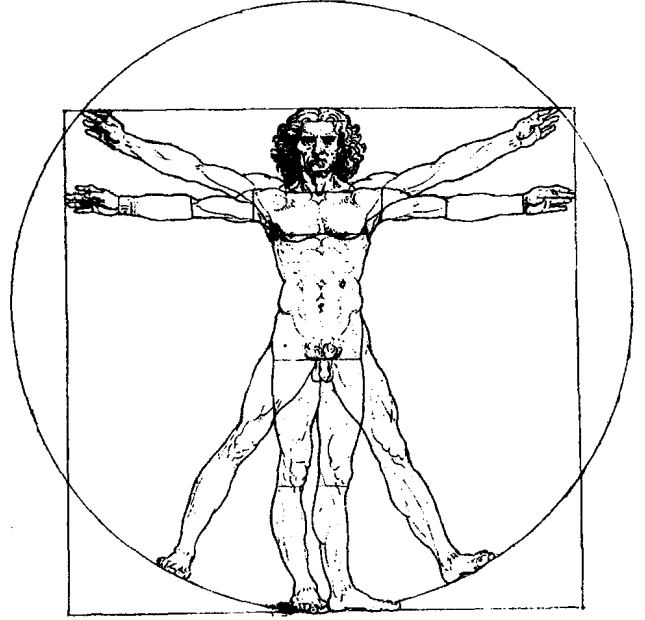
## 古典绘画中人体的各种比例

15世纪末到16世纪初,文艺复兴时期的艺术家莱昂纳多·达芬奇 (Leonardo da Vinci) 和丢勒也运用了维特鲁威原理。他们既是人体比例体系的追随者,也是这个体系的研究者。丢勒分析了大量比例体系,这些体系在他的《人体比例四

书》(Four Books on Human Proportion, 1528年)一书中都有举例说明。达芬奇为数学家卢卡·帕乔利 (Luca Pacioli) 的书《完美的比例》(Divina Proportion, 1509年)绘制了插图。

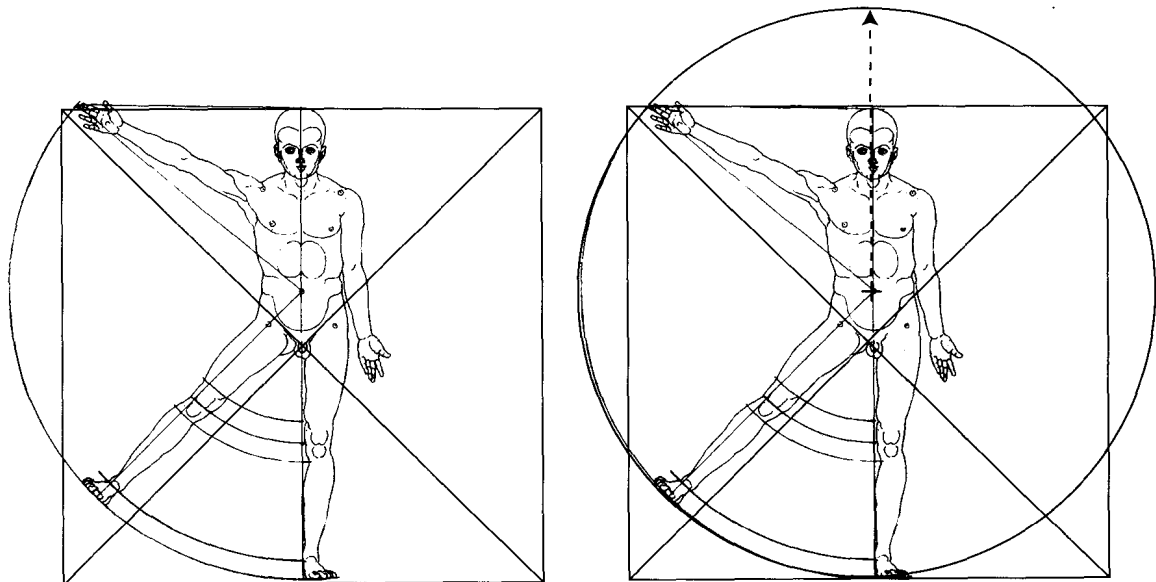


人体内切于一个圆 (仿制 1521 年版本) 丢勒



圆周内的人形 (1485~1490年) 达芬奇

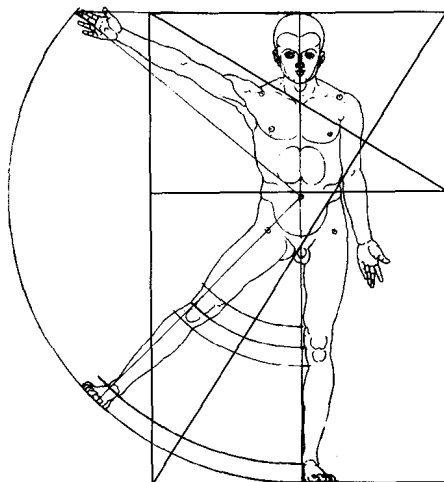
特别之处在于达芬奇和丢勒的作品都非常符合维特鲁威比例体系。而且，把达芬奇和丢勒作品重叠在一起进行比较后发现，两幅图中的人体都具有维特鲁威提出的比例相似并且二者几乎一样。唯一不同的是面部比例。



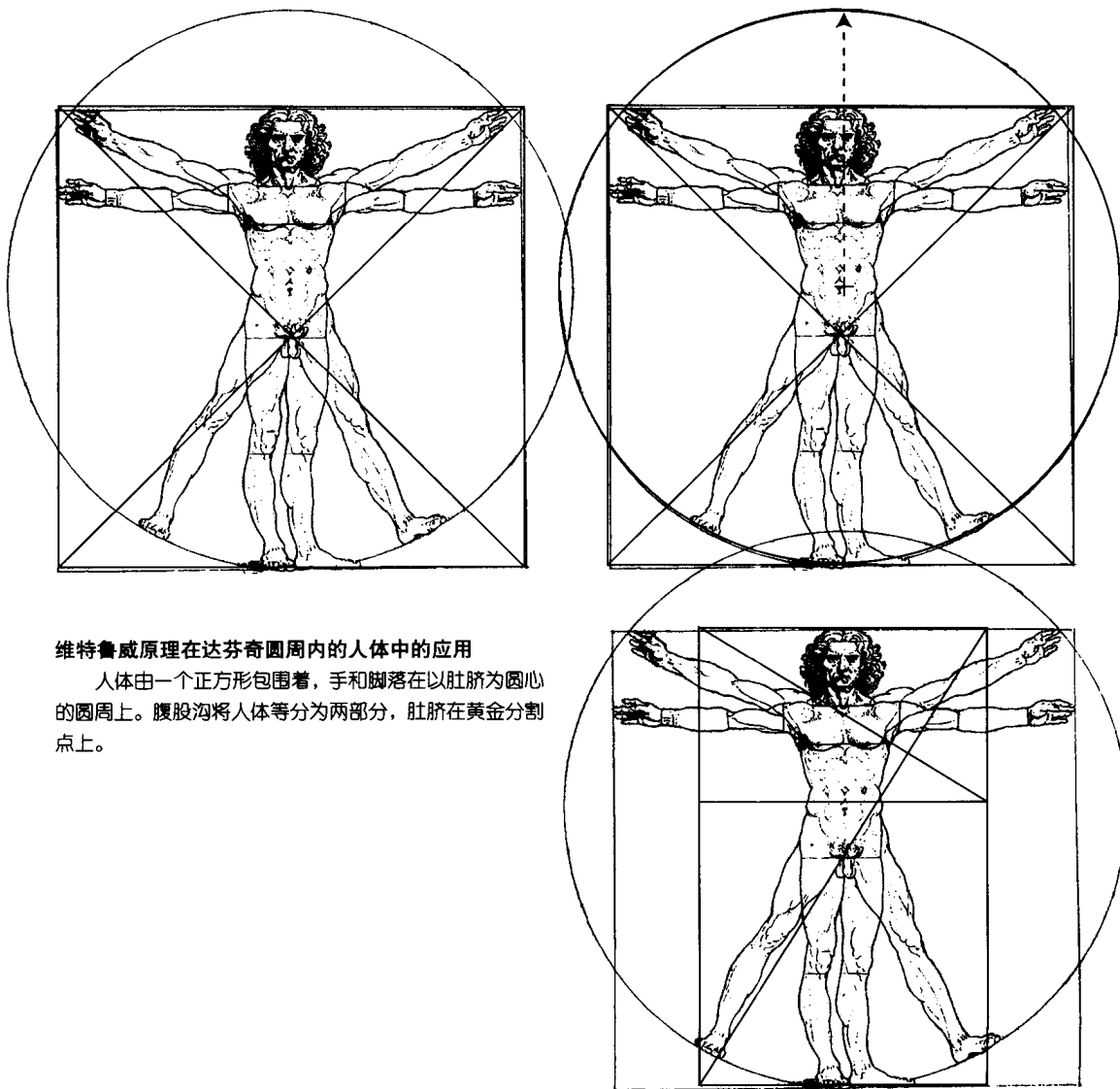
15

#### 维特鲁威原理在丢勒的内切圆人体中的应用

人体由一个正方形包围着，手和脚落在以肚脐为圆心的圆周上。腹股沟将人体等分为两部分，肚脐在黄金分割点上。







#### 维特鲁威原理在达芬奇圆周内的人体中的应用

人体由一个正方形包围着，手和脚落在以肚脐为圆心的圆周上。腰股沟将人体等分为两部分，肚脐在黄金分割点上。