

THE CODEX
HAMMER

哈默手稿

Leonardo Da Vinci

[意]达·芬奇◎著
李秦川◎译

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

Codex Hammer

Leonardo Da Vinci [意] 列奥纳多·达·芬奇 / 著 李秦川 / 译

哈默手稿

*Leonardo da
Vinci*

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

哈默手稿 / (意) 达·芬奇著; 李秦川译. —北京: 北京理工大学出版社, 2013.5

ISBN 978-7-5640-7072-4

I. ①哈… II. ①达… ②李… III. ①散文集—意大利—中世纪
IV. ① I546.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 286810 号



出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市通州皇家印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 19

版 次 / 2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

责任编辑 / 刘 娟

字 数 / 456 千字

责任校对 / 杨 露

定 价 / 88.00 元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前言

在人类的历史上，总有一些天才让后人人为之仰望。但达·芬奇不是，达·芬奇只是让人人为之绝望。

你永远不能够想到用更全面、更准确的词汇来形容达·芬奇的成就。用“百科全书式的天才”吗？这是用来形容亚里士多德的。但是他和亚里士多德的区别是，亚里士多德是千古一帝亚历山大的老师，身边永远不乏一支为数几百人的团队为其服务，收集材料，而达·芬奇凭借的几乎完全是一人之力。

文艺复兴时期的著名传记作家瓦萨里这样形容达·芬奇：“上天有时将美丽、优雅、才能赋予一人之身，令他的所作所为无不超群绝伦，显出他的天才来自于上苍而非人间之力。列奥纳多正是如此。他的优雅与优美无与伦比，他的才智之高可使一切难题迎刃而解。”

对于没有经历过文艺复兴的人来说，要理解文艺复兴和达·芬奇是困难的。仅仅从历史教科书上片面地接触到“文艺复兴就是冲破中世纪的禁锢，重新唤醒人性的光辉”，这肯定是不够的。事实上，文艺复兴远远要比这些伟大，它不但试图唤醒“人性的光辉”，而且要试图唤醒“神性的光辉”。这一点我们甚至在达·芬奇的额头上就能看到。文艺复兴时期的众杰就是复活了的奥林匹斯山上的众神，达·芬奇则是文艺复兴“三杰”之首。

毫无疑问，达·芬奇首先是一位画家，是所有的画家当中最杰出的那一位。他的杰作《蒙娜丽莎》《抱银鼠的女子》《美丽的费隆妮叶夫人》和《最后的晚餐》，体现了精湛的艺术造诣，他被誉为人类历史上唯一一位人物肖像画作能跟照相机拍的照片匹敌的画家。

但是我们却不能照此理解。绘画并非达·芬奇的终极艺术，而只是达·芬奇的最基本的工具，他无比娴熟地运用着这个工具描摹天地，洞察万物之理。

他的个人研究在覆盖面上是如此之广博，在穷究方面上是如此之细微，我们甚至没有办法一一列举：他是伟大的雕刻家，这一点只有米开朗琪罗能够和他相媲美，而米兰人当时宁可将他们的雕塑交给达·芬奇，也没有交给米开朗琪罗；他是伟大的数学家，他的手稿上甚至声明“非数学家莫进”；他是伟大的生理学家，解剖学第一人；他是伟大的天文学家，提出“太阳不动”和“月球的反射光线更多地来自于地球的海洋”；他是伟大的物理学家，有迹可查最早确立“惯性原理”和“连通器原理”；他是伟大的地理学家，遗迹学的创始人；他是伟大的水利学家，设计了佛罗伦萨运河水系并奠定了现代城市雏形；他是伟大的发明家，被明确追认为第一发明人的就有飞行器、坦克车、潜艇、动力纺织机、起重器、计程器、打桩机……

还有密码筒。几百年后，美国作家丹·布朗从达·芬奇的密码筒和镜像文字当中获取了灵感，写了一部《达·芬奇密码》，就使全世界的人为之疯狂。但是那本书太卑微了，仅仅是一本畅销的悬疑小说，于达·芬奇的天才有何加哉？而事实上，达·芬奇没有密码，他不过是在观察一切、怀疑一切、推理一切、判断一切、定义一切，并且试着创造一切。

除了上帝，创造最多的，并非莎士比亚，而是达·芬奇。

从世间万物当中可以领略造化的鬼斧神工，从达·芬奇的手稿当中也能一窥他的天才创造。达·芬奇一生勤于记录，写下了数以万计页的手稿，而现存的手稿仅有 5 000 多页。

在他那卷帙浩繁但疏于整理的手稿里，达·芬奇就像一个为神秘的欲望激动得左冲右突而最终无所斩获的孩子。这些经过诸多波折分散于世界各地的手稿很少注明日期，事实上人们已经习惯于将达·芬奇手稿称作“含义模糊的纸片”。它不仅包括未寄出的信件、各式表格、不同语言的读书笔记、机械和工程草图等，而且即使同一张纸上也往往会有不同研究领域的痕迹。一篇关于光学的文章旁边可能是一幅人脸素描、一种关于特别颜料的配制方法或者是关于某篇医药配方的论文。

鉴于此，他在米兰时期书写的连续 72 页的《哈默手稿》则更显得弥足珍贵。

手稿当中包含大量对水力学、天文学、建筑学、岩石和化石的阐述文字和手稿草图。当 1994 年微软总裁比尔·盖茨以 3 080 万美元的价格购买《哈默手稿》时，传记作家迈克尔·怀特问他为什么要这样做，盖茨苦笑道：“因为我需要它。”并说：“《哈默手稿》属于全世界。”盖茨的这个举动，被认为是这个患有轻度自闭症的科学狂人通过购买行为来向那位生于 500 年前的第一个真正思考者和研究世界运转机理的科学巨匠致敬。

盖茨在购买了《哈默手稿》之后，委托大英图书馆的专家进行破解，并每年将原稿在世界各著名博物馆进行展览。但是尽管如此，能够得见《哈默手稿》原貌的世人还是少之又少。

现在这本《哈默手稿》，不仅是中文的，也是世界上该文稿的第一个图书版本。

“当周围一片黑暗、人人沉睡之时，他却过早地醒来。”达·芬奇死后，他最钟爱的学生弗朗西斯科·梅尔兹（达·芬奇临终前将所有绘画作品和大量手稿都托付给了他）说：“达·芬奇的死，对每一个人都是损失，造物主无力再造出一个像他这样的天才了。”

尽管如此，尽管连造物主的创造在达·芬奇的面前都显得苍白无力，但是如果后人能够吸收达·芬奇的智慧启迪，并自我砥砺，是否会再度出现一个达·芬奇式的人物，也未可知。

《哈默手稿》导读

达·芬奇原手稿



达·芬奇左右手都能写字作画，他的笔记有大部分都是用左手写成的反书——后人需拿镜子才能破解。

镜像后的中文版本



将达·芬奇意大利文手稿镜像化之后，转译成中文。其中的图片和版式与原手稿页完全对称且吻合。

第四十三章 二十九项案例

达·芬奇手稿原标题

大英图书馆馆标

大英图书馆说明

这一页描写水的二十九项案例，展示出来例多，达·芬奇在水科学研究上所追求的基本原则。他提醒水坝可能产生的问题：“怎样通过数量地建设来控制河流的淤积？但是建设坝对旁边的近坝地并没有什么好处，因为水坝会经常通过溃坝，淹没田地。”

他同时说明如何避免不利的结果，“修建水坝时，水流在修建物后重新积聚，然后积聚到冲出的障碍物后面，而且一旦开始运动就继续前进，像旋转的陀螺着达水面，总是随着水流速度而下。这样，在清水泻下的地方，河水不再淤积不前，除非这些地方呈台阶形状，一排排有停地排列在一起，一个台阶紧挨着另一个台阶。”

他以科学研究为目的来观察现象，并结合在水研究方面多年积累的经验，用随时随地精心制作的清晰而细致复杂的图形，来证明水中的对称性。

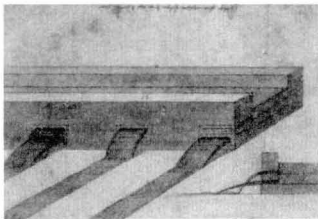
阶梯水坝

在这篇手稿中，达·芬奇提出“水流冲击力越大，对物体造成的损坏程度越大，而阶梯状的台阶能解决这一问题最好的办法”。这是从水动力学角度的上论述的。水动力学研究流体运动状态下的力学规律及其应用，主要研究流速、明渠流、堰流、孔口流、射流多孔介质的表流控制；以及流速、流量、水网、压力、水工建筑结构计算，以解决供水排水、灌溉排灌、农田排水、水力发电、防洪解围、河渠整治及港口工程中的水力学问题。

但是阶梯水坝的设计不仅仅仅涉及水动力学，而且也得涉及水静力学的原理。水静力学研究流体静止或相对静止状态下的力学规律及其应用，研究流体静止状态下，流体对固体壁的压力，流体静力学和流体力学是互相联系性，以解决供水排水、输水管道、抽水构筑物、沉浮于水中的构筑物（如水塔、水舱、水窖、水闸）等。堰坝、船闸等静

力荷载计算问题。从水坝和静力压力压强的角度上论述，阶梯水坝的断面呈现阶梯式的下宽上窄，其前缘坝趾深嵌水底，以能节省建筑材料。

达·芬奇的阶梯水坝给后世的水力学家以无限的启迪，现代的梯形水坝就带有阶梯水坝的踪影。达·芬奇在不可逾越之间，发现了水力学和流体力学两个学科，这也作为过“自然的天才的证明之一”——天才和大自然总是在不经意间于任意偶然达到别人无法企及的境况。



达·芬奇手绘设计图纸

大英图书馆解读文字

中文辅助阅读文字



Contents 目录

手稿一	月球自身并不能发光	4
手稿二	欧洲的地理和地质	8
手稿三	纪念拉蒙缇娜，关于月球	12
手稿四	关于沼泽排水	16
手稿五	关于溶洞中的水	20
手稿六	水是如何升上山顶的	24
手稿七	大气层的颜色	28
手稿八	波浪的形状	32
手稿九	河流交汇形成的情况	36
手稿十	河水对河岸的冲刷	40
手稿十一	关于水流波浪的多样性	44
手稿十二	潮汐的形成	48
手稿十三	关于月球上的水	52
手稿十四	水流的连通器原理	56
手稿十五	冲击力的传递	60
手稿十六	关于大洪水及海生贝类化石	64
手稿十七	大洪水的搬迁力量	68
手稿十八	贝类的迁移真相	72
手稿十九	对于反面观点的驳斥	76
手稿二十	如何在河中安置基桩	80
手稿二十一	水的压缩与喷发	84

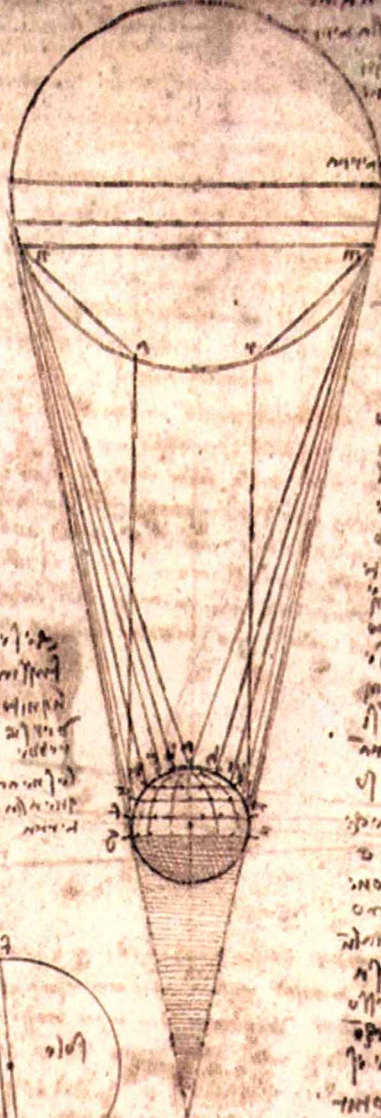
手稿二十二	地下的暗流	88
手稿二十三	关于水及水底的 657 项观察	92
手稿二十四	波纹的形状	96
手稿二十五	测量水速和风速的方法	100
手稿二十六	更为精确的水速测量方法以及对河流的控制	104
手稿二十七	流体力学的真命题	108
手稿二十八	令人着迷的水波环形反射	112
手稿二十九	水流之间的相互作用	116
手稿三十	关于水的 15 种研究	120
手稿三十一	水流的交汇点	124
手稿三十二	关于潮汐、涡流及水	128
手稿三十三	河水的沉淀物	132
手稿三十四	关于水的内容整理	136
手稿三十五	水流的降落和反弹运动	140
手稿三十六	小河和大河交汇的结果	144
手稿三十七	空气对水的作用	148
手稿三十八	雨水最轻	152
手稿三十九	对于水的无穷疑问	156
手稿四十	如何测量水的深度	160
手稿四十一	水流的水平运动	164
手稿四十二	水流是地球的血脉	168
手稿四十三	最完美的水坝形状	172
手稿四十四	在水下停留更长时间的大胆设想	176
手稿四十五	波浪不会相互穿透	180
手稿四十六	降雨的形成	184
手稿四十七	在水流当中设置障碍物	188
手稿四十八	河流对河岸的破坏	192
手稿四十九	气泡的完美球形	196

手稿五十	水的运动比风的运动慢得多	200
手稿五十一	水压理论的实际应用	204
手稿五十二	同热那亚人谈大海	208
手稿五十三	水的黏结性决定了水滴的形状	212
手稿五十四	用少许石头便可使河流改道	216
手稿五十五	水蒸气、风的运动以及电火的形成	220
手稿五十六	进行打桩的最好办法	224
手稿五十七	物体的冲击运动	228
手稿五十八	空气不能推动物体的运动	232
手稿五十九	关于月球	236
手稿六十	牵扯到风的盘旋和水的漩涡	240
手稿六十一	地球表面呈弧形，海水不可能比高山更高	244
手稿六十二	地下河流的来源	248
手稿六十三	在河岸上修建房子	252
手稿六十四	热能将水蒸发到山上	256
手稿六十五	水在落点四周散开	260
手稿六十六	关于河流的源头	264
手稿六十七	没有合理的生活，任何东西都无法生存	268
手稿六十八	水的球形中心	272
手稿六十九	潮汐及相互对冲的水流影响	276
手稿七十	在地球上陆地占的面积大还是水所占的面积大	280
手稿七十一	关于地球本身的特征	284
手稿七十二	关于月球：反方认为“月球上没有水”的所有矛盾点	288



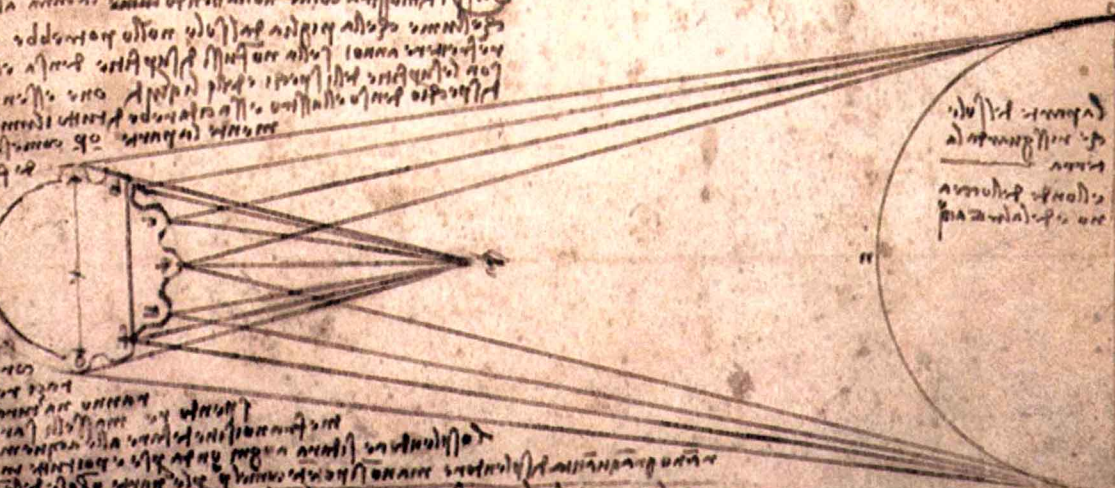
Handwritten text in Hebrew script, likely a preface or introductory section of a manuscript, discussing the nature of light and vision.

Handwritten text in Hebrew script, providing detailed explanations of the optical principles depicted in the diagrams, such as the refraction of light rays.



Handwritten text in Hebrew script, continuing the discussion of optics and the behavior of light rays as they pass through different media.

Handwritten text in Hebrew script, further elaborating on the concepts of light and vision, possibly including practical applications or further theoretical considerations.



Handwritten text in Hebrew script, located within a circle on the right side of the lower diagram, possibly providing a specific note or definition related to the diagram.

我用来计算月亮大小的方法和用来计算太阳大小的方法一样，在月圆的午夜，通过月光光线来进行计算。

首先记住我是如何模拟太阳到地球的距离的。阳光穿过小孔，射入暗室，通过光线来推算出太阳的大小；除此之外，通过计算水域大小的方式，推算出地球的大小。

这里做个演示，当太阳在我们半球的正中，东西两极的水中都反射出阳光，同时，南北两极也一样。如果四极有人居住，我们居住的大地方方环形的任何地方也都有人居住，那儿或站立或走动的人也可能看到太阳，也可能观察到太阳在水中的影子——也就是说，当在不同的地点观察水中的太阳，太阳在水中的影像也随着地点的变换而变换。就像站在地球上空的小小圆环上的人观察下方圆环中的人一样。因此，如果有人移动到我们半球的下方，朝向地球黑暗的任何方向走动，如上所述，均可以观察到太阳（在水中）的倒影。因此，可以得出结论，太阳普照在所能见到阳光的水和土地上，跟水和大地的那些角角落落融合在一起。



朝向我们一面的月亮发出的光芒，和太阳从地球海面反射到月球上的光芒一样多姿多彩。大海从太阳那里吸收了多少光芒，月亮就放出多少光芒——也就是说，月亮是新月的时候，随着太阳下山而慢慢落下；而且当月亮慢慢变老，月光也随之黯然失色。

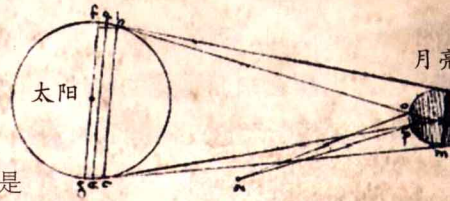
这里发生的效果同透镜原理截然相反，距离太阳体越远的人观察到的阳光越微弱。也就是说，走向两极的人，即 fm ，他们所观察到的太阳不会比站在 an 或 mr 上的人多。

反方观点

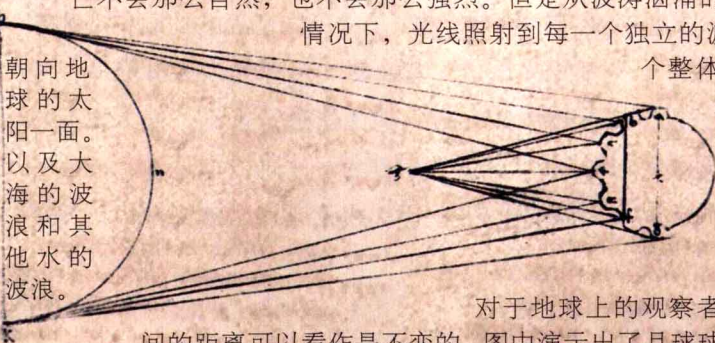
反方这里完全准备接受“月球本身不会发光”的说法，而且这也是经过一步一步的论证后，他们不得不接受的。然而，他们却不认可“月球上有液体”的说法，因为假如月球上有液态水，月球上的水也会倾泻到地球上。因此，月球上也没有波浪，因为那儿没有风。

但是他们坚持认为，这些像从厚厚的镜子反射出来的光芒，尽管仅局限于月球上很小的一部分，但如果从远方看，光线扩散开来，似乎整个月球都是由明亮的物体构成的。这种扩散影响到月球的其他部分，用肉眼观察起来，月球像是一个发光的整体。因此月球看起来似乎具有很强的光亮。然而这一点却和流行的两种说法不同——也就是说，假如月球真能发光，当月球阴暗的一面做出光线反射的时候，整个月球可能呈现出黑色。而且当我们观察到的新月呈月牙状，如果反射的地方在月球上，那么整个月亮会呈现出圆形而不是镰钩形，而且这些光亮会在月亮周围的某些地方呈现出来。

这里显示出本身没有任何光亮的月球为什么不能将接收到的阳光光线吸收的原因。如果月球的表面没有像镜子或液体那样的密度和光洁程度，就不会将光线反射到地球。因此，假如月球拥有像镜子一样的密度和光洁程度，月球会从 $nopm$ 四点之间发出光线，而不仅仅从 op 部分，就如同视觉在 a 点所观察到的那样。这种现象可能发生，但是光线很微弱。从另一方面来说，假如月球的光芒来自液体物质，其反射出的光



芒不会那么自然，也不会那么强烈。但是从波涛汹涌的大海海面上观察到的情况除外。这种情况下，光线照射到每一个独立的波浪，而对于整个水体来说，就像是一个整体反射出大量的光芒，但是不如第一点上发射出的光线强烈，因为距离波浪越近，越能观察到水浪阴暗的一面。



对于地球上的观察者而言，无论身处哪里，眼睛和月球之间的距离可以看作是不变的，图中演示出了月球球体在观察者眼睛中发生的大幅度变化。比方说，满月在东方位置，眼睛所能观察到的光亮部分仅仅在直线 bf 之间，而这一部分被水覆盖。

手稿一 月球自身并不能发光

BRITISH
LIBRARY

大英图书馆说明

图示使这一页在《哈默手稿》中脱颖而出，成为手稿中非常著名的一页。这些图例揭示了太阳、地球和月球之间的几何和天文关系，是中世纪宇宙科学的一个中心论题。考虑到太阳照在地球的大量垂直图形，列奥纳多·达·芬奇力所能及地描绘出，从一个观察者的位置，在地面或地面之上可以观察到的太阳：“这里发生的效果同透镜原理截然相反，距离太阳体越远的人观察到的阳光越微弱。也就是说，走向两极的人，即 fm ，他们所观察到的太阳不会比站在 an 或 mr 上的人多。”

列奥纳多·达·芬奇在这里致力于解释，为什么月光比太阳光亮度低，以及为什么月球会反射出不均衡的亮度——这是一个从远古时代延续下来的问题。

直到 15 世纪，“月球主要靠反射太阳的光线才能发光”这一观点才得到人们的普遍认同。列奥纳多·达·芬奇从地面观察，推测出月球发光及反射的原因。但月球是由什么东西构成的？这个问题是研究“光洁而完美的球面是否是月亮呈现出特定光线的原因”这一问题的关键。

列奥纳多·达·芬奇找出传统解释的两处矛盾。月亮像其他星球一样晶莹剔透，但因为距离地球近，光线微弱苍白。既然阳光没有完全穿透月球，有些阳光会反射到地球。或者，他问道：是否月球也如我们相信的地球一样，是由不同密度的物质构成的？

在这一页和手稿的其他六页中，列奥纳多·达·芬奇对“月球的表面有液体，液体的波浪能反射出部分太阳光线而不是全部太阳光线”的说法进行辩论。光泽本身不能充分诠释月球发光的原因。假如可以的话，“光线照射到每一个独立的波浪，而对于整个水体来说，就像是一个整体反射出大量的光芒”。因为水面荡漾，波光粼粼，光线被分割到许许多多的投影中。

列奥纳多·达·芬奇继续以学术辩论的形式展开其科学探秘。他提出几个备选议题，然后以其虚拟的“反方”进行猛烈反驳。在这种情况下，他用可以证明其假设的光的直线运动的几何模型来作出结论。

在这一页的底部，扇形区域表示月球表面的波浪。列奥纳多·达·芬奇展示出“反方”所宣称的：光线照射这一表面并被反射，然而没有交错混乱、杂乱无章。

同样，这种光线运动点对点的分析，也是列奥纳多·达·芬奇将光学所涉及的平面现象的图示法用于绘画辩论中的基础。

构制一架放大镜观察月亮

列奥纳多·达·芬奇

找到一种方法，可以经更远的距离看清原本在视野当中模糊不清的物体，这是可能的。所有的物体都会以锥形光线传播到眼睛当中，并于眼球的凸面形成一个直角。然而，我在这里展示的办法是让物体的光线先平行传播，然后在靠近瞳孔的地方再转变成锥形，并与瞳孔表面直角相交。这样做，就可以将比较小的星点变成比

较大的星点。同样，采用这种办法也

可以观察到更大、更突出的月亮。

你可以将一只盛水的玻璃杯放在眼前，水和玻璃都是透明的，这不会影响你的视线，但是却能够将透过玻璃杯看到的物体变大。

关于眼睛。事实上，比瞳孔还要小的物体即使近在眉睫也是很难看清的。这个经验告诉我们，肉眼的视力不能小到点……物像传递到我们的眼睛当中和在眼

睛当中的分布，与物体本身在空间当中的分布完全相同。由此可知，当我们遥望星空的时候，映入眼帘的绝不是单颗的星星，而是整个灿烂的星河。我们的眼睛如实地按比例显示了整个天空的实际情况和星际之间的实际距离。

