

从天文观测、太阳系的组成到宇宙的奥秘，
一本写于百年前的天文学入门书

电影《星际穿越》的灵感来源

远远的远

时间边际的宇宙历史

【英】罗伯特·S. 鲍尔 著

张 濛 译

温 涛 评注

一部被尘封于图书馆中百年的
天文学巨著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

远远的远

时间边际的宇宙历史

Aberrance

【英】罗伯特·S. 鲍尔 著
张 潜 译
温 善 评注

扬州师范学院内部使用

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

远远的远：时间边际的宇宙历史/（英）罗伯特·S. 鲍尔（Robert S. Ball）著；张濛译。—北京：电子工业出版社，2019.10
ISBN 978-7-121-37251-3

I. ①远… II. ①罗… ②张… III. ①天文学—青少年读物 IV. ①P1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第176500号

责任编辑：郑志宁

印刷：北京东方宝隆印刷有限公司

装订：北京东方宝隆印刷有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱

邮编：100036

开本：720×1000 1/16 印张：30.5

字数：444千字

版次：2019年10月第1版

印次：2019年10月第1次印刷

定 价：98.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：(010) 88254210, influence@phei.com.cn，微信号：yingxianglibook。



文前说明

本书的英文原版出版距今已经百年，此次中文版在评注中对部分天文学问题做了补充说明，但为了让读者真切触摸到那扇百年前的天文学的大门，我们保留了原书的数据。故书中部分知识可能与现在新的科学知识相悖，敬请注意！



原版序言

PREFACE

在此书撰稿期间，笔者得到了多方帮助，特在此致谢。

内史密斯先生允许我借用了许多有关月球的美丽图片，这些图片都曾刊登在他与卡彭特先生共同出版的知名刊物上。

笔者还征得了皮克林教授的同意，借用了特鲁夫洛先生在哈佛大学天文台绘制的数张图画，对于他们的热心帮助，笔者不胜感激。

其他还需感谢的诸位包括：兰利教授，德拉鲁先生，T·E. 基先生，斯基亚帕雷利教授，已故的C. 皮亚齐·史密斯教授以及提供图7的钱伯斯先生，该图出自于其《叙述天文学手册》一书，提供图78的斯托尼博士以及提供图72的科普兰博士和德雷尔博士。特别需要鸣谢的是纽康教授和杨教授，我从他们的《通俗天文学》和《太阳》两书中获得了不少宝贵信息。在本书修订期间，笔者还要特别感谢可敬的马克斯韦尔·克洛斯先生给予的热心帮助。

此外，笔者还要感谢在通篇校对过程中提供好心帮助的科普兰博士和斯蒂尔先生，以及卡斯卡特先生的热心帮助，在此一并表示感谢。

罗伯特·S. 鲍尔
都柏林丹辛克天文台

1886年5月12日

目录

CONTENTS

- 第一章 仰望星空 / 001
- 第二章 太阳的奥秘 / 019
- 第三章 下一站月球 / 057
- 第四章 浩瀚苍穹 / 093
- 第五章 万有引力定律 / 105
- 第六章 假想行星 / 125
- 第七章 看不见的水星 / 131
- 第八章 维纳斯的镜子 / 141
- 第九章 遇见地球 / 163
- 第十章 荧惑之星 / 175
- 第十一章 小行星 / 193
- 第十二章 狂暴木星 / 209
- 第十三章 土星上的发现 / 229
- 第十四章 天王星——最冷的星星 / 255
- 第十五章 海王星——蓝色的世界 / 269
- 第十六章 彗星 / 287
- 第十七章 流星 / 319
- 第十八章 星月夜 / 347
- 第十九章 遥远的恒星 / 361
- 第二十章 星星相吸 / 369
- 第二十一章 恒星的距离 / 377
- 第二十二章 星团和星云 / 395
- 第二十三章 星体的本质 / 413
- 第二十四章 极点 / 427
- 第二十五章 恒星的远初 / 437
- 第二十六章 热学的天文意义 / 445
- 第二十七章 潮汐 / 461





第一章 仰望星空

第谷·布拉赫天文台 — 早期天文台

瞳孔 — 暗天体的观测 — 望远镜 — 物镜

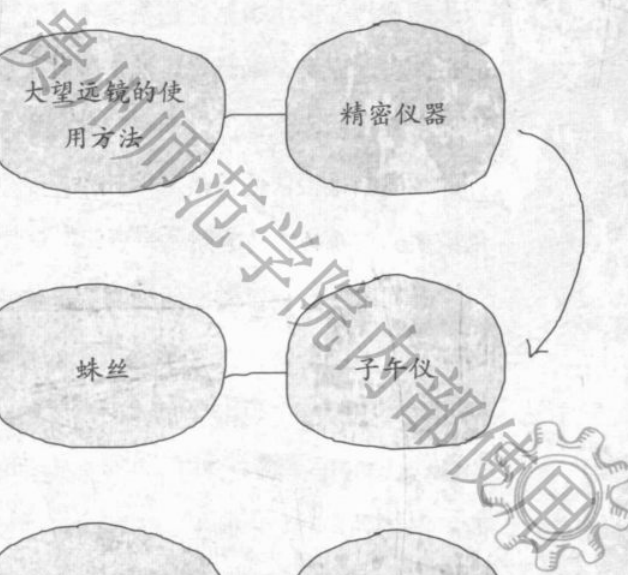
望远镜的威力 — 天文台 — 赤道 — 大型望远镜的优势

反射望远镜 — 帕森斯镇的罗斯勋爵大反射望远镜 — 大望远镜的使用方法 — 精密仪器

进行天文观测前的必要准备 — 使用望远镜观测的玄妙之处 — 蛛丝 — 子午仪

理想工具和实用工具 — 消除误差 — 格林尼治天文台 — 20世纪的大型望远镜

如何做一名出色的天文观测者 — 细数星座中的每颗星星 — 大熊星座 — 如何将观剧望远镜用作天文观测工具



最早的天文台何时出现，这就像最早的天文发现一样，并不为人所知。很可能人们首次借助工具对天体进行观测是源于一个小实验：测量正午时分柱子的影子长度。影子长度的变化使早期天文学家开始研究太阳的视运动。但在很久以前，那时的天文学家已经开始借助天文设备来获取许多准确的天文信息，这大大丰富了天文学知识，也反映出当时那些设备设计者的独具匠心。

于是，西门·纽康^①教授写道：“当时天文学界的主导者是第谷·布拉赫，他生于1546年，即哥白尼逝世后的第三年。第谷第一次对天文学产生兴趣是源于天文学家成功预测的1560年8月21日的一次日食现象，当时在欧洲的某些地方甚至可以观测到日全食。当听说人类已经可以预测如此壮观的景象之后，第谷无比震惊，于是他开始致力于研究观测方法和预测天文现象的计算公式。1576年，丹麦国王腓特烈二世也为第谷出资建造了著名的天堡天文台，第谷便在那里借助着当时最先进的设备，勤勤恳恳地观测着天体的运动变化，一干就是20年。那时望远镜还未被发明出来，所以当时的天文学家们还未拥有高超的天文设备。因而，第谷的观测结果很快便被接下来几个世纪中更准确的数据所取代，其中最著名也是最重要的，便是约翰尼斯·开普勒发现的行星运动定律。”

伽利略·伽利雷发明的天文望远镜直指星空，这无疑给天体研究注入了一剂“强心剂”。伽利略在天文学的历史长河中绝对是里程碑式的人物，他不仅发明了望远镜^②，在天文学理论方面也做出了杰出的贡献。1564年，伽利略出生于意大利的比萨城。1609年，第一台用于天文观测的望远镜宣告问世。伽利略于1642年逝世，而同年艾萨克·牛顿诞生。伽利略开创了动力学，并运用诸多原理对天文现象进行了完美解读；他还极力宣传哥白尼的学说，这也为他招致了接受审讯的“恶果”。

望远镜与人类的双眼成像原理相同。要想看见一个物体，该物体发出的光线必须要进入眼中。光线进入眼睛的通道便是瞳孔。白天光线明亮的时候，虹

① 西门·纽康（1835—1909，确定天文常数的天文学家）：《通俗天文学》，当代世界出版社2006年版，第66页。

② 目前公认的说法是，荷兰眼镜制造商汉斯·利伯希在1608年2月首先做出了望远镜的原型装置。

膜会使瞳孔收缩从而防止过多光线射入眼中。夜晚或光线昏暗的时候，眼睛则会尽可能多地吸收光线，于是瞳孔就会扩张，随着瞳孔的增大，越来越多的光线便会进入眼中。因此，眼睛会根据图像的实际亮度调整成能易于看到的图像。

星体将其微弱的光线传到地球，这些光线便形成了我们所看到的星体图像。然而，即使是将瞳孔扩张到再大，也可能因为该星体的图像不够明亮而无法成功刺激视觉。此时我们便需要借助放大镜、望远镜来捕获光束中的所有光线，因其光束的直径太大，无法通过瞳孔。透镜能将所有的光线汇聚成细细的一道光束，也就能进入小小的瞳孔了，这样再出现在视网膜上的图像亮度便被大大增强了。星体发出的光线好像是被一个像望远镜的透镜那么大的瞳孔所全部吸收了。

我们在天文台里会使用两种不同级别的望远镜。更为人所熟知的是折射望远镜^①，这种望远镜是通过光的折射来聚集光线的。图1展示的便是折射望远镜的特点。从星体发出的光线落在望远镜底部的物镜上，在通过物镜的过程中，光线发生了折射，汇聚成一道光束，全部相交于焦点。从焦点处散开后，光线会落在目镜上，目镜又将它们再度还原成平行光。那道落在物镜上的巨大的圆柱形光束便被汇聚成一道可以进入瞳孔的小型光束。不过，有一点需要补充的是，由于光具有复合性，望远镜中需要用到比本图中展示的更加复杂的物镜。在折射望远镜中，我们需要使用消色差组合物镜，它们是由一块无色玻璃透镜和一块冠玻璃组合而成，并且需要格外仔细地将二者调整到最匹配的位置。

下列图片展示的，是可以容纳一架常规尺寸的天文望远镜的天文台的外观。

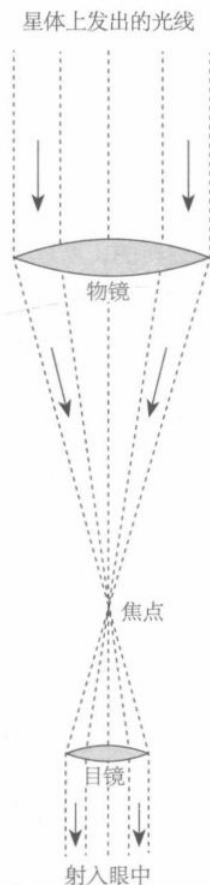


图1 折射望远镜原理

① 目前更流行的是反射望远镜。

图2展示的是在爱尔兰丹辛克天文台建造的，用来放置赤道仪的圆顶，后来詹姆斯·索斯爵士还将该赤道仪的物镜提供给了都柏林三一学院的学会会员们，供其参观。该天文台的主体部分是由圆柱形的墙壁和一个半圆形的屋顶组成的。屋顶上还装有百叶窗，这样内部的望远镜就能通过窗口观测到天空的景象。圆顶是可以旋转的，所以窗口就可以正对着星体所在的那片天空。

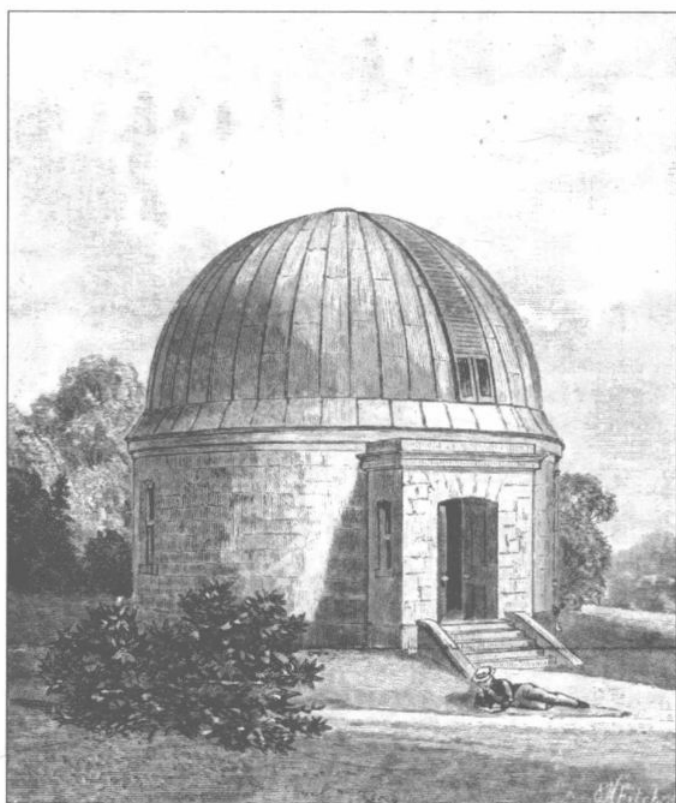


图2 爱尔兰都柏林丹辛克天文台建造并用于放置赤道仪的穹顶

图3是穹顶的剖面图，展示的是工作人员在旋转圆顶和望远镜时所使用的机械设备。

观测者双眼靠近目镜，一只手握着一个手柄，正在缓慢地转动望远镜，以此调整望远镜的角度，从而可以准确地对准将要观测的天体。组成望远镜物镜的两片透镜的直径均为12英寸，望远镜的品质好坏便主要取决于这些透镜本身的精准

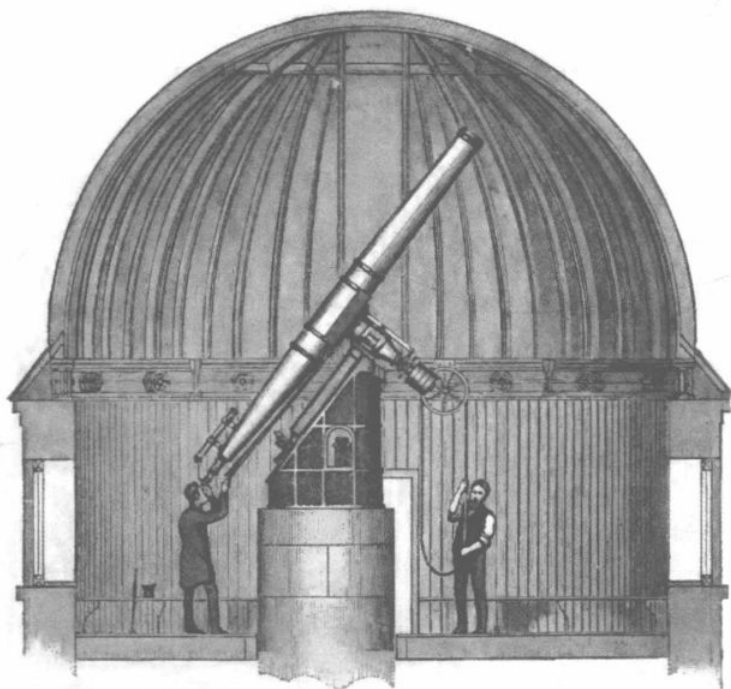


图3 丹辛克天文台穹顶剖面图

度。目镜则相对来说要简单得多，仅由一两片小透镜组成，根据放大倍率的需要会选择不同的目镜。其实，许多天文观测并不需要很高的放大倍率，而且过高的放大倍率反而不能起到好的作用，所以对于目镜的放大倍率会有明确的限定。物镜只能采集到星体发出的一定数量的光线，如果目镜的放大倍率过高，那么这些有限的光线就将被分散在一个过于巨大的透镜表面，显然观测结果也就不尽如人意了。随着目镜放大倍率的增加，大气干扰也会随之加强，从而影响图像放大的效果。

按照图3中的样子进行装配的望远镜是带有赤道仪的望远镜，这种奇特的支撑望远镜方式的好处就在于其可以轻松地移动望远镜，从而更便捷地追踪到正在绕天运动的星体。赤道仪的转动靠砵码驱动的一套发条装置来完成，所以，一旦望远镜准确对准了某个星体，该星体就将始终保持在观测者的视野之内，完全消除了星体周日视运动给观测带来的影响。对赤道仪类似的改良还包括新的电动装置运用，这样就能够通过天文台的标准钟实现驱动整个仪器。

要论起折射望远镜的功能强弱，则主要取决于其物镜直径的大小。在那个时代，许多发达国家都竞相制造出世界上最先进的折射望远镜。在成功问世的著名望远镜中，最值得一提的是1881年由来自都柏林的霍华德·格拉布爵士于维也纳天文台制造的那一架。据测量，该望远镜的物镜直径竟达到了2英尺3英寸，此外，别具匠心的设计者在该仪器中增添了许多巧妙的设计，成功化解了巨型望远镜使用时可能遇到的不便。

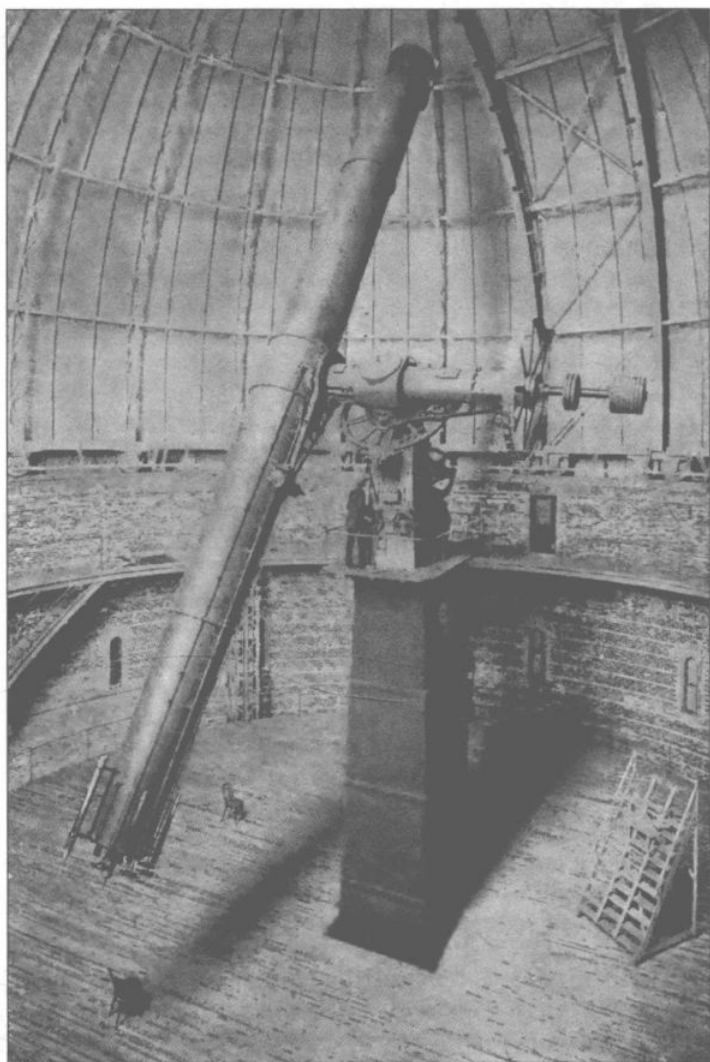


图4 芝加哥叶凯士天文台的折射望远镜（图片摘自《天体物理学杂志》第6期）

在这些望远镜中，望远镜的分度盘通常都会安装在观测者的视野范围之内，且在远离观测者所处的目镜的地方。

即使是微弱的刻度和图像也可以通过小型辅助望远镜而被轻易读取，因为这种望远镜能够通过适当的折射，将分度盘上采集的光束直接传送到观测者的眼中。

布里奇波特、波士顿和马萨诸塞等地拥有许多精准无比的折射望远镜，它们均出自阿尔万·克拉克父子之手。他们制造的著名的望远镜之一便是如今加利福尼亚州汉密尔顿山上使用的利克望远镜。该望远镜的物镜直径为36英寸，焦距56英尺2英寸。1897年，克拉克父子又一力作问世，那便是为芝加哥大学叶凯士天文台制造的、拥有40英寸口径的折射望远镜。这台望远镜长75英尺，上方是直径为90英尺的旋转穹顶，并且为了使观测者能够不使用很大的梯凳便能便捷地靠近目镜，观测室的地面是通过电动机的作用，使其在22英尺的范围内自由升降（如图4所示）。叶凯士天文台的南部图像在图6中展示。

物镜材质也会影响折射望远镜的尺寸大小。想要生产出适用于望远镜的光学镜片，玻璃制造商似乎要绞尽脑汁。这种镜片既要够大，又要足够纯净、足够均匀。镜片的尺寸每增加一点，他们遇到的困难就越多，因而制造成本也大幅攀升。据估计，利克望远镜物镜的制造成本便超过了1万英镑。

不过，制造望远镜另有其法，而且制造难度也不会因镜片尺寸增大而增加。图5中展示的是最简单的反光望远镜的工作原理，也就是俗称的“赫歇尔棱镜”。所观测星体发出的光线会落在镜片上，经过仔细磨光整形的镜片，反射光线之后

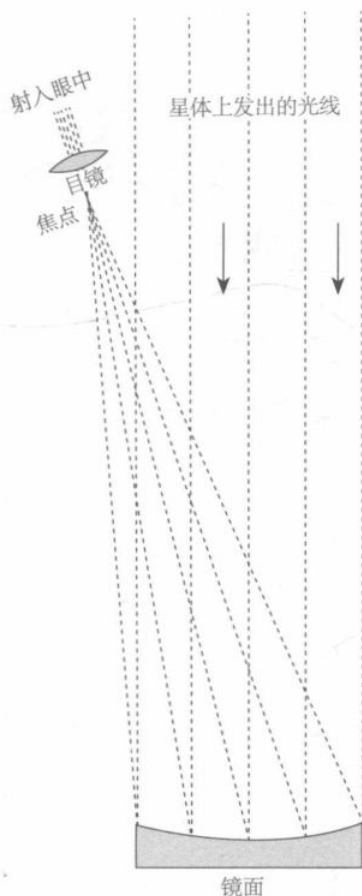


图5 赫歇尔反光望远镜的工作原理

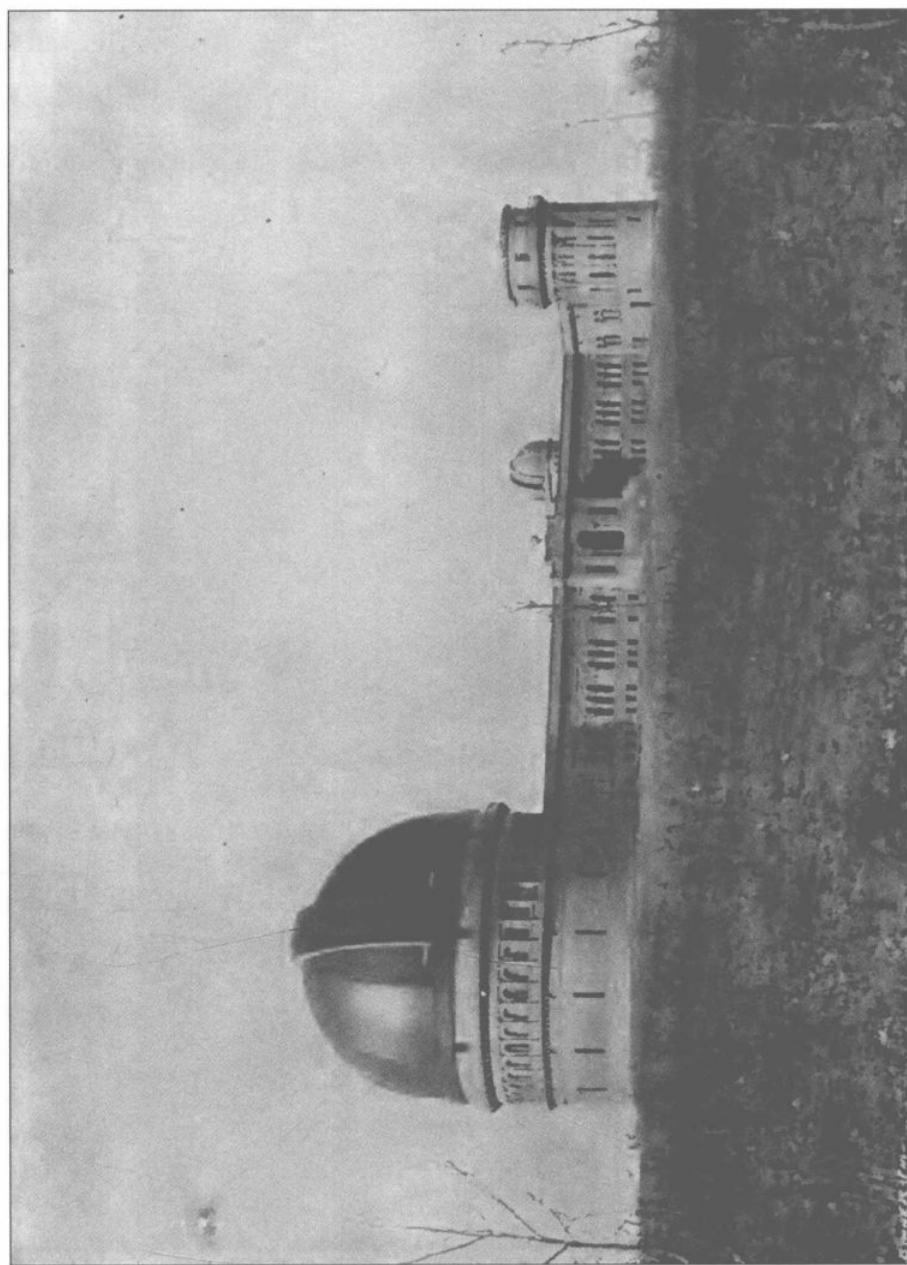


图6 叶凯士天文台的南部

会聚焦于一点，之后又从该焦点散开，直接落到目镜上，目镜将它们转换成平行光，使我们的双眼能接收这些光线。正是基于这一基本原理（尽管在镜筒的上端会放置第二块平面镜，用来将所有的光线折射到特定的角度，落在镜筒中目镜所在的位置），牛顿才发明出了那座如今被皇家学会收藏的小型反射望远镜。1845年，罗斯勋爵在帕森斯镇发明了最著名的反射式望远镜（如图7所示）。后来建造的望远镜的口径尺寸在这之后的150年内再也没能超越罗斯勋爵望远镜的巨型口径，可以说，它从没遇到过能与之媲美的其他望远镜。它的镜片即俗称的反射镜，是一块厚重的金属片，由两部分的铜和一部分的锡混合而成，这种合金质地坚硬易碎，这就使该望远镜在机械操作方面难以驾驭，但却可以进行高度抛光，存取准确数值。

罗斯勋爵望远镜的反射镜直径为6英尺，重达6614磅，安装在一架56英尺长的望远镜底端。它的镜筒被悬挂于两座堞墙之间，成了比尔城堡草坪上一处奇特的景观。罗斯勋爵望远镜并不能旋转观测到天空的每一部分，这一点与我们在使用的安装有赤道仪的望远镜类似。这座巨型望远镜只能沿着子午线的高度上下调整，并轻微地向子午线东西两侧稍做运动。不过，如果选择合适的观测时间，那么在帕森斯镇所处纬度上可见的每一颗星星或每一片星云（那些特别接近极点的除外）都可以用罗斯勋爵望远镜观测到。

在星体抵达特定子午线之前，必须先把望远镜调整到合适的高度上。望远镜的转动是通过固定在墙体北端的绞盘上的铰链完成的，铰链的另一端则连接着望远镜的顶端。通过这种设计，望远镜的高度可以随意调节，而且发明者还设计了一个巧妙的平衡系统，使它能够在任意高度活动自如。观测者只需要在目镜旁的边座上坐下，等到合适的时机出现，星星便会自然映入眼帘。这台望远镜强大的机械装置可以抵消周日运动对星象观测的影响，因此被观测的星体便会一直出现在观测者的视野中，直到观测者结束其测量或绘制工作。

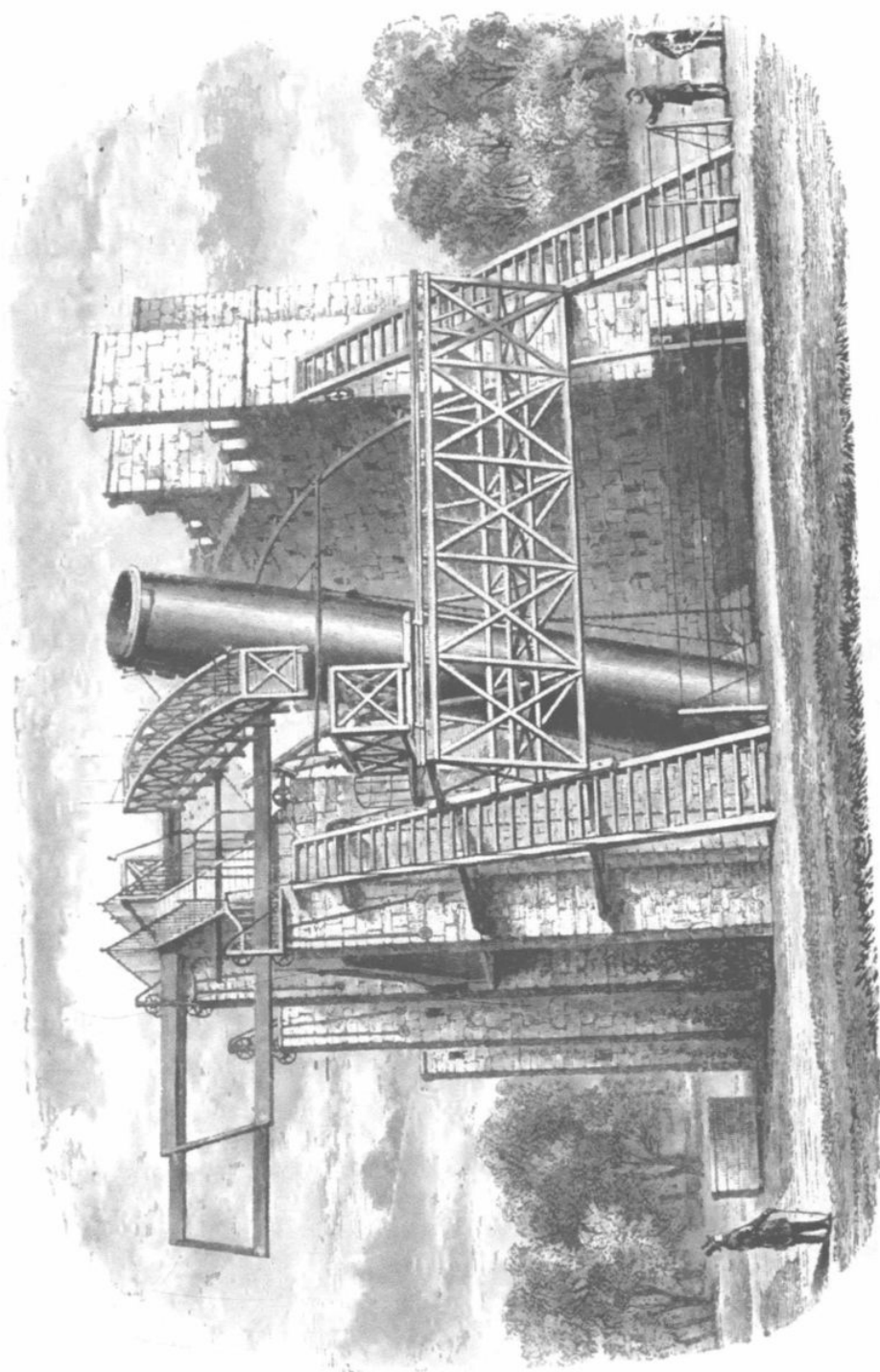


图7 罗斯勋爵望远镜

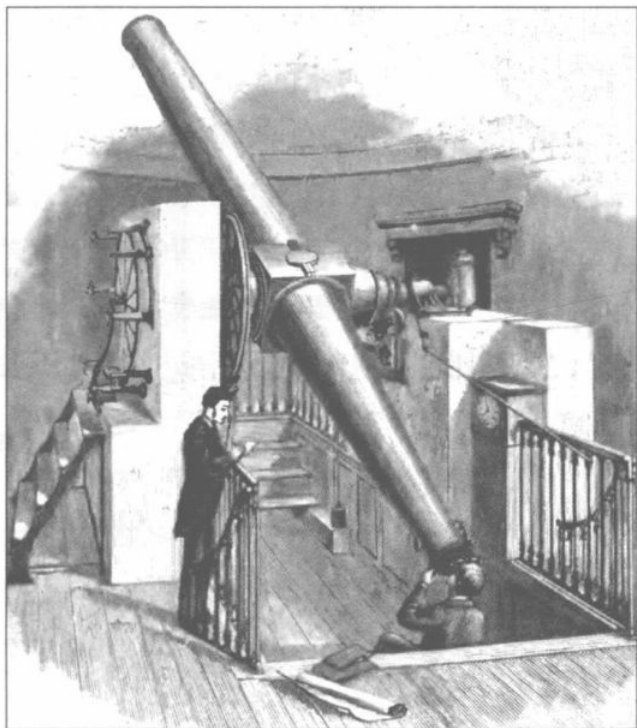


图8 子午仪

近年来^①，人们在制作反射式望远镜的时候，较常采用的做法是在玻璃镜片上覆盖一层银制薄膜，相较于金属镜面，这种镜面能反射更多的光线。在这种类型的望远镜中，有两台值得一提，它们的口径分别为3英尺和5英尺，科曼博士正是借助着这两台仪器，获得了不少杰出的成就。

不过对于一个天文台来说，所拥有的设备并不是越大越好，我们也不应该产生这种想法。只有在需要观测亮度异常微弱的星体时，巨型望远镜才会是首选。而如果只需测量那些并不难观测的星体，尺寸较小的望远镜则更加适宜。实际上，天体的基本数据主要借助中等光学功率的望远镜再配备特殊装置就能够获取了。不过，在天文学发展的早期，天体方位的测定的确没有借助任何类似望远镜等的仪器设备。

^① 19世纪末。