

用军事理论分析“航天员从地球低轨道上裸眼看到过长城”的事实

远 林¹, 颜 军², 熊 伟³, 胡 列⁴, 孙惠敏⁵

1. 中国新闻周刊杂志社, 北京 100037
2. 解放军报社, 北京 100832
3. 兵器知识杂志社, 北京 100089
4. 西安高新科技培训学院, 西安 710305
5. 阿里巴巴网站, 杭州 310012

[摘要] “航天员从地球低轨道上裸眼能否看到长城”, 这个问题引起广泛关注和争论。争论焦点涉及如何正确认识人眼视觉原理等问题。应用国内外出版物中公开介绍的目视方面的军事科技理论和计算公式, 从人眼视觉阈、视角阈等基本概念入手, 通过理论分析、计算与实验, 最终验证了“航天员从地球低轨道上裸眼看到过长城”的事实。

[关键词] 长城; 太空; 军事科技; 目视观察

[中图分类号] E991, Q189, V443

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2007)16-0057-04

Analysis on the Issue "Can Astronauts See the Great Wall with Naked Eyes from the Lower Orbit Round the Earth" As Viewed from Military Theory

YUAN Lin¹, YAN Jun², XIONG Wei³, HU Lie⁴, SUN Huimin⁵

1. *China News Weekly Magazine, Beijing 100037, China*
2. *PLA Daily Newspaper, Beijing 100832, China*
3. *Ordnance Knowledge Magazine, Beijing 100089, China*
4. *Xi'an High-tech Training Colleges, Xi'an 710305, China*
5. *Alibaba.com, Hangzhou 310012, China*

Abstract: The issue whether astronauts can see the Great Wall with naked eyes from the lower orbit round the Earth has been in dispute and focus. The major arguments include how human eyes work in principle. In this paper, military technical theories about human eyes and related formulas published both at home and abroad are analyzed and applied. Based on the concepts of visibility threshold and visibility angle, through theoretical analysis, calculations and experiments, the fact of "astronauts can see the Great Wall with naked eyes from the lower orbit round the Earth" is finally established.

Key Words: the Great Wall, outer space, military technology, visual research

CLC Numbers: E991, Q189, V443

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2007)16-0057-04

0 引言

美国和前苏联等多个国家的航天员曾从位于地球低轨道的载人航天器上, 用裸眼看到过北京八达岭等地

的长城。例如, 美国航天员赛尔南称, 可以在太空 160~320 km 高度用肉眼看见长城^[1]。前苏联女航天员捷列什科娃透露她在 1963 年从太空中看到过长城^[2]。至今, 仅

收稿日期: 2007-05-13

作者简介: 远 林, 北京市西城区百万庄南街 12 号中国新闻周刊杂志社, 长期从事军事科普及军事评论写作;

E-mail: 1918yuanlin@sina.com

公开声明看到过长城的航天员便已超过 10 人。长期以来,“航天员看到过长城”被公认为事实,本来并无争议。在很长的时间内这也不是一个热门话题。

2005 年,《物理》杂志发表“从太空探测万里长城”一文^[3]。于是有媒体称:科学家断言“在太空用肉眼决不可能看到长城”。此后,多名航天员重申他们看到过长城。例如,2006 年,美籍华裔航天员卢杰在南京航空航天大学说:在太空看到了北京和长城。

《科技导报》2007 年第 4 期发表“进一步剖析‘从太空看长城’的争论”的论文^[4]。于是有媒体称:“中国科学院最终确认:太空中肉眼无法看到长城”。但也有许多人质疑该观点。

事实上,在过去的 100 多年里,远距离目视观察是各国军方重点研究的领域,并在第一次世界大战前后秘密形成了完整成熟的理论和具体实用的计算公式,首先用于海军主力舰迷彩涂装,使军舰更具隐蔽性,加大了对对方人眼发现的难度。约 90 年的实践充分验证了该理论和计算公式的正确性。目前国内外书籍已开始公开介绍这方面理论和计算公式^[5-6]。

过去因没有需求,导致非军事部门和人员基本上不研究人眼观察距离的问题。也很难在非军事部门的图书馆找到相关的资料。有关“从太空看长城”的争论,完全可应用完整成熟的军事科技理论和计算公式,再结合简单易行的试验,客观分析验证“航天员从地球低轨道上裸眼看到过长城”的事实,给这个争论最后划上一个句号。

1 人眼观察的特性与人眼远距离观察计算公式

相关的军事科技理论指出,人眼可以发现同时满足人眼视觉阈和视角阈的目标。

1.1 人眼视觉阈

人眼发现背景上目标的最小亮度差(反差)为人眼视觉阈。当目标亮度和背景的反差超过人眼视觉阈,背景上的目标就可以被看到。人眼视觉阈是一个变量,随亮度和人眼状况的不同而变化。若亮度降低,或该眼视力不佳,视觉阈值便迅速增大。

在军事目视观察以及“看长城”问题上,需要分析的主要是白昼目视观察。白昼正常亮度下,视觉阈基本是一个常数,平均值为 0.02(见图 1)。

八达岭等长城两侧山体杂草的亮度系数约为 0.06,长城砖的亮度系数约为 0.15。根据亮度差求解公式

$$c=(a-b)/a$$

式中 a 和 b 分别为亮度系数,可求得亮度差为 0.6,远大于 0.02 的人眼视觉阈。这证明植物背景上的砖石长城白昼反差很大,目视可见。八达岭等地的长城高出地面,在阳光下反光,同时在背面留下条形的阴影。在适宜的阳光下,长城这样的线性目标,是最容易被目视发现的

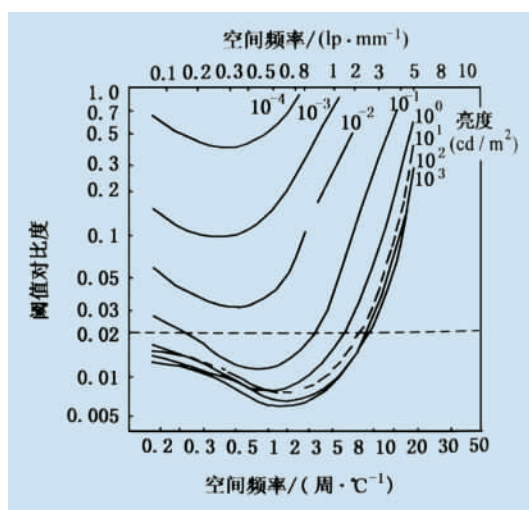


图 1 视觉阈与亮度关系曲线

Fig. 1 Relationship between visibility threshold and brightness

地面目标之一。所以,许多航空和航天摄影中都可看到突出的长城影像(见图 2、图 3)。

1.2 视角阈

视角是人眼的视线对目标外缘所形成的夹角。人眼发现目标的最小视角称视角阈。大量的实验曲线证明视角阈是一个变量,与人眼视力以及目标与背景的反差有关。视角阈和目标的反差成反比,如反差极大、视角接近于零的星星也可以被发现;对于反差小的目标。例如绿草地中的绿衣军人,很近才能被发现,这时视角阈变得很大(见图 4)。另外,视力好的人比一般人眼的平均视角阈大得多。

1.3 线性目标和点目标



图 2 适当角度下公路和围墙的反差极大

Fig. 2 In an appropriate angle, through the contrast from reflection, roads and walls can be distinguished

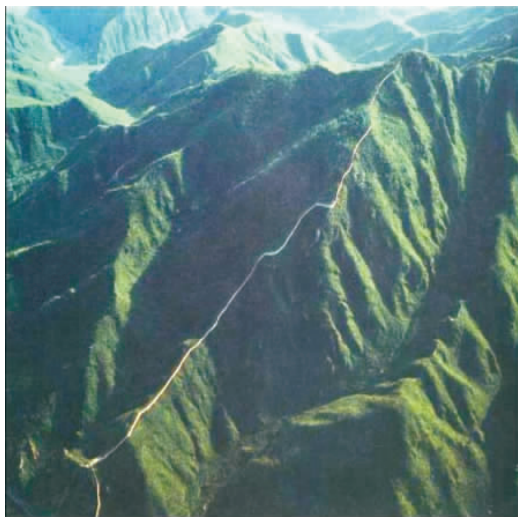


图 3 绿色背景上长城很突出

Fig. 3 The Great Wall is conspicuous in a green background

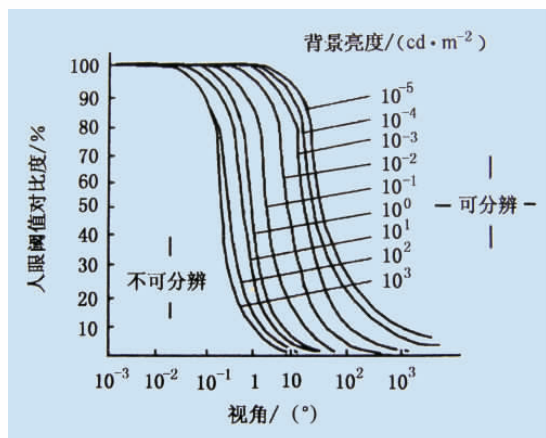


图 4 人眼阈值对比度、亮度、视角关系曲线

Fig. 4 Relationship between human visibility threshold, contrast, brightness and visibility angle

相关的军事科技理论把目标首先分为线性目标和点目标。它强调这样一个事实,目视发现线性目标的距离往往数倍于发现同等尺寸点目标的距离。所以国际军界特别重视线性目标的伪装。早在 90 年前发达国家军队就开始采用不同的色块,分割主力舰等武器装备的细长外型,成功地避免了被对手远距离发现。

此外,空中看地面古城墙等线性残迹,具有非常明显的优势。一些城墙和长城,在地面已经完全看不出来,但在天上看却极为清晰。中国目前已取得了几项重要的航空航天考古发现,如探明了明、隋两代长城和部分被干河掩埋的长城^[7]。这从另一方面证明“太空看长城”具有非常明显的优势。

1.4 人眼远距离观察的计算公式

线性目标的观察机理比较复杂且不适合计算,所以相关军事科技理论中最简单、最成熟、最实用的是对于点目标发现距离的计算。相关军事科技理论依据大量的实验认定,在白昼较大的反差下,视力好的人视角阈小于 $1'$ 。也就是说,当一个点目标在眼中形成的张角略小于 $1'$ 时,这个目标就表现为一个与其背景有别的像点而被人眼看到。视力很好、白昼、背景亮度和反差良好的情况下,人眼所能观察的目标大小为

$$y \approx \frac{1}{36000} x$$

式中, x 为裸眼最大发现距离; y 为目标尺寸。

一般将点目标发现距离的计算结果放大 2 倍以上,就是线性目标的发现距离。

八达岭长城下部宽 6.5 m, 上部宽 5.7 m。依据上述点目标公式计算,理论上看到长城的极限高度约为 230 km。由以上可以推断,视力好的航天员可从地球低轨道上裸眼看到北京八达岭等地的长城。

1.5 大气对人眼远距离观察的影响

相关军事科技理论指出,远距离目视观察不可避免地要受到大气的极大影响。白昼在近距离观察时,人眼可以区分目标的亮度和颜色。远距离观察时,受大气的影晌,许多颜色(频率)的光线被吸收,只有部分颜色(频率)的光线透射过来。所以远距离观察,主要由亮度的不同发现和识别目标。

一般薄雾时地面能见度只有约 500 m; 好天气时能见度约 10 km。在污染严重的城市中,地面能见度常常不足 1 km。在北京的高楼上,想看到长城所在的八达岭是难上加难。可在青藏高原,极好天气时目视能清晰地看到 100 km 外的雪山。

前面的计算证明,理论上能看到长城的极限高度约 230 km。考虑到长城是线性目标,所以能看到长城的极限高度应更大一些。但在实际条件下,大气污染等无法回避的不利因素会部分抵消线性目标带来的好处。所以实际上能看到长城的极限高度不会比 230 km 大很多。这和美国航天员“可以在太空 160~320 km 高度用肉眼看见长城”的实践基本一致。

1.6 实际验证看到长城的事实

人们无法亲自到太空中去证实能否看到长城。不过在 2005 年“神舟”6 号升空后,中央电视台曾播放了这样的新闻:一群天文爱好者在北京附近的长城上,在天文学家的指导下,用裸眼直接看到了“神舟”6 号飞船。反过来这也证明,航天员是可能从飞船上裸眼看到长城的。当然,在黑夜中看见与背景反差极大的神六飞船与白天看长城完全不同。恰巧,中央电视台播出的上述图像新闻末尾,天已经放亮了,但尺寸比长城还小的中国航天器仍然清晰可见^[8]。反过来,该事实也可以证明,在

白昼航天员完全有可能从地球低轨道上裸眼看到长城。

2 “看长城”不同观点的验证

文献[4]没有应用国内外出版物中已经公开介绍的目视方面的军事科技理论和计算公式。这是“看不见长城”观点与本文的根本区别。

“看不见长城”的观点最重要的“证据”是:站在天安门广场的毛主席纪念堂前,刚好能看到400 m之外的国旗杆顶,站得再远一点就看不见,以此推算得出绝对看不到长城的结论^[3]。戴眼镜的笔者自身体验了一下,完全能够在远得多的地方轻松地看到旗杆。事实否定了“看不见长城”的观点。还有许多实践同样否定了文献[4]的观点,这里不再细述。

远距离目视观察的相关军事科技理论源自大量的人眼实验曲线,并经过了约90年实践的考验。它可以合理解释各种视觉现象。而文献[4]没有提供任何有关的人眼实验资料,认为人眼发现目标的最小视角是一个定值,这不符合人眼实验的结果,也无法解释前面提到的众多客观现象。

用笔在一张白纸上画出同等宽度的一条线和一个点,然后放在远处看,可以轻易证明点状目标和线状目标发现距离的巨大差别。另外,在1 m分辨率的航空和卫星影像上,远小于1 m的高压线和缆绳等线性目标清晰可见。证明尺寸远远小于分辨率的目标可以被看到。同时,发现线性目标的距离大于发现同等尺寸点目标的距离(见图5)。

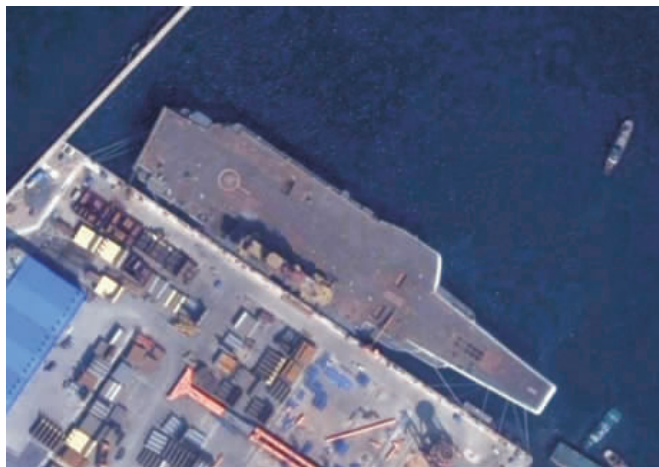


图5 1 m分辨率的卫星影像上甚至可看到很细的缆绳

Fig. 5 Even a thin cable can be seen in a satellite picture with 1 meter's resolution

3 结论

根据各国军方成功应用了数十年的成熟的军事科技中目视观察距离的理论和计算公式,最终计算证明,视力好的航天员从位于100~230 km高度的载人航天器上用裸眼完全可能观察到八达岭等长城。而简单易行的试验,可以验证相关理论和计算公式是正确的。这一切最终可以证明“航天员从地球低轨道上裸眼看到过长城”的事实。

参考文献(References)

- [1] 孙毅飞. 美国前登月宇航员坚称太空中肉眼可见万里长城[N]. 北京晨报, 2004-03-19.
SUN Yifei. Former USA lunarnaut claims that the Great Wall is visible in outer space by human naked eyes [N]. Beijing Morning Post, 2004-03-19
- [2] 聂云. 访问中国的首位女宇航员[J]. 航空档案, 2004(4): 12-13.
NIE Yun. The first woman astronaut visits China. Aviation Archives, 2004(4): 12-13.
- [3] 戴昌达, 刘亮, 姜小光. 从太空探测万里长城[J]. 物理, 2005, 34(2): 88-92.
DAI Changda, LIU Liang, JIANG Xiaoguang. Detecting the Great Wall from space [J]. Physics, 2005, 34 (2): 88-92.
- [4] 戴昌达, 姜小光, 习晓环. 进一步剖析“从太空看长城”的争论[J]. 科技导报, 2007, 25(4): 72-76.
DAI Changda, JIANG Xiaoguang, XI Xiaohuan. An analysis on the issue of "seeing the Great Wall from space" [J]. Science & Technology Review, 2007, 25(4): 72-76.
- [5] 杰弗里·李. 战场武器系统与技术[M]. 第3册. 北京: 中国军事科学出版社, 1992: 188-193.
LEE JEFFREY. Weapon system and technique of war field [M]. vol 3. Beijing: China Military Science Press, 1992: 188-193.
- [6] 周立伟, 刘玉岩. 目标探测与识别[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2004.
ZHOU Liwei, LIU Yuyan. Objective sensing and identification [M]. Beijing Institute of Technology Press, 2004.
- [7] 周武. 今为古用的遥感考古[N]. 中国航天报, 2004-10-22.
ZHOU Wu. Remote sensing in archeology [N]. Space China, 2004-10-22.
- [8] 神六奔向地平的照片 [EB/OL]. 新浪科技. [2005-10-15]. <http://news.sina.com.cn/c/p/2005-10-15/07248013851.shtml>
Shen Zhou VI landing picture Sinatech. Tech Sina. [2005-10-15]. <http://news.sina.com.cn/c/p/2005-10-15/07248013851.shtml>

(责任编辑 齐志红)