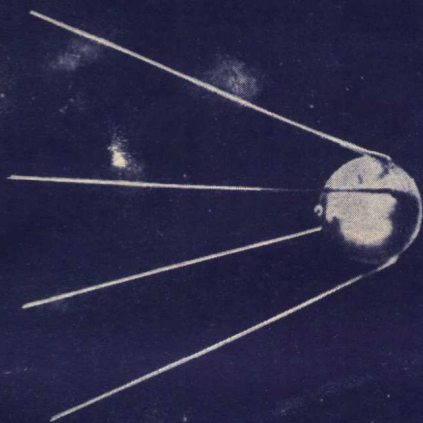




人造卫星问题解答

第一集

科学普及出版社

人造衛星問題解答

第一集

“地球是智慧的搖籃，可是，人類不能
永遠生活在搖籃里。”

——K.Э.齊奧爾科夫斯基

科學普及出版社

1957年·北京

★
 如果你想多知道一些有关人造卫星和星际旅行的知識請參看本社出版的:
 ★

人造衛星	〔苏联〕 弗·齐格尔著
宇宙飞行	〔苏联〕 A.Γ.卡尔本科著
火箭和人造衛星	史超礼著
星际旅行	戴文賽著
導彈	史超礼著

总号: 591

人造衛星問題解答 (第一集)

編 写 者:	科 学 普 及 出 版 社
审 訂 者:	秦 馨 菱 陈 芳 允 陈 遵 嫻 李 鑒 澄 朱 兆 祥
出 版 者:	科 学 普 及 出 版 社 (北京市西直門外郝家園)
	北京市書刊出版業營業許可証出字第091號
發 行 者:	新 华 書 店
印 刷 者:	北 京 五 三 五 工 厂

开本: 787 × 1092 1/32

印張: 2 $\frac{5}{8}$

1957年12月第1版

字數: 55,000

1957年12月第1次印刷

印數: 50,000

統一書号: 13051·63

定 价: (9) 2角9分

編者的話

苏联第一和第二个人造地球衛星飞上天空以后，引起了广大人們的兴趣，人們都在閱讀有关人造地球衛星的材料，并进行热烈的討論和辯論，提出了不少問題。我社从北京、上海等地收集了八十九个問題，并根据已有的材料編写了通俗解答，刊行成这本小冊子。为了帮助讀者对人造衛星有一个系統的認識，和更好地消化苏联“真理报”編輯部撰写的“苏联人造地球衛星”和有关第二个人造衛星报导中的科学內容，我們把文章和綜合报导附录于后，并把問題大致按照真理报文章的章节順序排列，——作答。具有高小文化程度的讀者只要認真閱讀，就能大致理解有关的內容；对中学文化程度的讀者來說，閱讀时應該不会有严重的困难。

本書在出版以前，由朱兆祥先生审訂第一章第二章，陈遵嫻、李鑒澄先生审訂第三章，秦馨菱先生审訂第五章的一部分，陈芳允先生审訂第四章和第五章的一部分，并承新华社的同志重新根据原文校訂了“苏联人造地球衛星”这篇文章。

随着苏联新的人造衛星的發射，和广大人們对人造衛星問題研究的深入，陸續还会提出新的問題，因此我們將根据具体情况，繼續出版問題解答的第二集、第三集等等。苏联“真理报”編輯部的“苏联第二个人造地球衛星”以及这篇文章所提出的科学問題和解答，即將在第二集中發表。希望讀者把对这本书的意見和想到的問題寄給我們，帮助我們共同做好这个工作。

目 次

第一章 总 論	1
(1) 什么是衛星?	1
(2) 什么是人造地球衛星?	1
(3) 人造地球衛星离开地球以后, 地球对它有没有引力?	1
(4) 衛星离开地面以后, 为什么不会很快地被地球吸回 到地面上?	2
(5) 什么是衛星軌道?	3
(6) 为什么两个人造地球衛星的軌道都是橢圓形, 而不 是圓形呢?	4
(7) 为什么人造地球衛星有时离地面近, 有时离地面远?	4
(8) 人造地球衛星是不是一直保持着同一速度?	5
(9) 为什么必須用火箭才能使衛星获得“环绕速度”?	5
(10) 为什么不用一个簡單的火箭把衛星送上天空, 而要 使用多級火箭呢?	6
(11) 为什么火箭在地面發射时是垂直向上的? 为什 么在發射以后不多時間內, 火箭就需要逐漸离 开垂直綫?	7
(12) 为什么当火箭进入軌道的最后时刻中, 必須使火箭 与地球表面平行地运动?	8
(13) 用什么办法保証人造地球衛星按預定的軌道运行?	8
(14) 苏联的第一个和第二个人造衛星是怎样發射到空中 去的?	9
(15) 人造地球衛星和地球都在空中运动, 会不会互相碰 撞?	9
(16) 人造地球衛星上有没有發动机? 衛星上的电源是做	

什么用的？当电源用完以后，卫星的运行会不会受
影响？ 9

(17) 为什么在自由下落的火箭中和人造地球卫星中没有
重力作用？ 10

(18) 人们在人造地球卫星里生活，会感到哪些困难呢？ 11

(19) 人在加速上升的火箭中，为什么体重会增加好几倍？ 12

(20) 为什么苏联发射的第二个卫星中要放一只狗？ 13

(21) 高空空气极少，卫星又走得极快，为什么莱伊卡还
能生活得很正常呢？ 14

(22) 莱伊卡在卫星中吃些什么东西呢？ 14

(23) 为什么苏联科学家在地面上能够知道莱伊卡的心情
平静，脉搏、呼吸、血压都正常呢？ 15

(24) 动物能不能从人造地球卫星上平安地回到地面上来
呢？ 15

(25) 人造地球卫星能不能平安地回到地面？ 16

(26) 人们怎样才能飞到月亮上去？ 16

(27) 火箭需要多大速度，才能从地面到达月亮呢？ 17

(28) 需要什么样的火箭才能到达月亮？ 18

(29) 人们怎样才能飞到火星、土星、木星、天王星或海
王星上去？需要多大速度？ 19

(30) 人们怎样飞到水星和金星上去呢？ 20

(31) 人类能不能离开太阳系，飞到其它的恒星上去呢？ 21

(32) 为什么需要有一个大型人造卫星作星际航行港？ 22

(33) 齐奥尔科夫斯基在星际飞行上有哪些贡献？ 23

第二章 卫星的轨道 26

(34) 为什么说卫星的轨道接近椭圆形，而不说它就是椭
圆形？ 26

(35) 为什么人造卫星的轨道越转越圆，并越向地球靠拢？ 26

(36) 卫星能在天空中绕多久？能不能造一个永远绕地球

轉的衛星？	26
(37) 为什么人造地球衛星的軌道面，要逆着地球自轉的 方向轉動？	27
(38) 为什么人造地球衛星會越轉越快？	28
(39) 第一个衛星的運載火箭，为什么开始时它在衛星的 后面？为什么几天之后它又赶到衛星前面去了呢？	30
(40) 火箭赶上衛星時，会不会在空中互相碰撞？	31
(41) 为什么說衛星的周期变化的速度，就是軌道形狀变 化速度的标志？	31
(42) 火箭是否也会和衛星一样，最后落入大气層中燒 毀？能不能避免燒毀呢？	31
(43) 什么是衛星的軌道参数？	32
(44) 什么是赤道？为什么在赤道上發射一个在赤道面上 旋轉的衛星就比較容易？	32
(45) 苏联为什么选定 65 度，作为發射衛星的軌道面和 赤道面的交角？	33
(46) 为什么美国計劃發射衛星的軌道面和赤道面的交 角，只有 40 度？	35
(47) 为什么第一个衛星繞地球一周后，在莫斯科的緯度 上就要比上一次偏西 1,500 公里左右，而在赤道一 帶要偏西 2,500 公里左右？	36
(48) 第一个和第二个人造衛星每轉一周，在北京和我国 各地各偏西多少？	36
(49) 在我国觀測衛星或火箭時，为什么它們有时从西南 方向来，有时从西北方向来？	37
(50) 在北緯 65 度上，为什么衛星一直是由西向东飞？	37
第三章 衛星运行的觀測	38
(51) 为什么觀測衛星的运行是研究人造衛星工作的十分 重要的部分？	38

(52) 观测卫星的运行，有哪几种方法？	38
(53) 为什么要用专门设计的无线电收音机收听卫星无线 电讯号？	38
(54) 为什么要在收听卫星无线电讯号的收音机上，安装 测定方位的装置？	39
(55) 怎样用眼睛和望远镜观测？	39
(56) 什么叫做恒星时间？	40
(57) 为什么卫星在天空中运行很快？用目力和光学仪器 观测的时间为什么不会超过几分钟？	41
(58) 人造卫星有多亮？用眼睛能不能看见？	41
(59) 为什么必须在黄昏或黎明时，才能看见卫星和火箭？	41
(60) 为什么火箭比卫星容易看得见？	42
(61) 为什么火箭的光发红？	42
(62) 为什么第二个卫星比第一个亮？为什么第二个卫星 看上去比第一个走得慢？	43

第四章 卫星的特性

(63) 为什么卫星的表面要特别光滑？	44
(64) 为什么卫星体内要装满气体呢？	44
(65) 为什么要把卫星密封起来？	44
(66) 为什么在卫星内要安装空气调节装置，强制气体 循环？	44
(67) 为什么要卫星不断发出无线电讯号？	45
(68) 卫星上为什么要安装天线？	45
(69) 为什么卫星要用两台频率不同的发射机发射讯号？	45
(70) 发射卫星时为什么要把天线紧贴在火箭体上？	46

第五章 卫星的无线电讯号和通过卫星所作的研究试验

(71) 为什么从几千公里到一万公里范围内，都能收到无 线电讯号？	47
(72) 第一个卫星发出的无线电讯号很简单，怎么能从这	

些訊号知道衛星上的溫度等情況？	47
(73) 為什麼要在衛星上安裝測量壓力和溫度的儀器？	48
(74) 什麼是電離層，為什麼要利用衛星來研究它？	48
(75) 為什麼要研究電離層？	49
(76) 什麼叫做太陽的短波紫外綫和X射綫光譜段的輻射？ 為什麼要在衛星上安裝研究它們的儀器？	50
(77) 什麼是太陽的微粒輻射？它和人們有什麼關係？為 什麼要在人造衛星上研究它？	51
(78) 什麼是宇宙綫？什麼是宇宙綫的原始輻射？為什麼 要在人造衛星中裝上研究宇宙綫的儀器？	52
(79) 為什麼要在衛星上測量電離層的離子濃度和電離層 的化學組成？	53
(80) 什麼是地磁場？為什麼要利用衛星來研究地磁場？	53
(81) 衛星在提高大地測量的精密度上有什麼作用？	53
(82) 怎樣從人造衛星了解地質構造？	54
(83) 人造衛星對無線電通訊、電視等有什麼好處？	54
(84) 衛星上可以進行哪些地面上不容易進行的實驗？	55
第六章 結論	56
(85) 為什麼說蘇聯發射第一個人造衛星成功是人類進一 步征服自然界的新紀元的開始？	56
(86) 為什麼說蘇聯發射人造衛星的成功，証明蘇聯在科 學技術上已經超過美國而躍居世界的首位？	56
(87) 為什麼說蘇聯第二個人造衛星發射成功，又証明蘇 聯人民在星際航行上又大大向前邁進了一步？	58
(88) 為什麼說人造衛星是“紅色的月亮”和“人類和平幸福 的福星”？	58
(89) 蘇聯人造衛星發射成功以後，全世界反應如何？	59
附錄一 蘇聯人造地球衛星	60
附錄二 關於蘇聯第二個人造地球衛星的報道	71

第一章 总 論

(1) 什么是衛星？

人們把天上的星辰分成恒星、行星、衛星三大類。北斗星、牛郎星、織女星等等這滿天的星辰，它們的位置從地面上看去好像是永遠不動的，人們就把它們叫做恒星。太陽也是一個恒星。繞着太陽轉的金星、火星、土星、木星等，就叫做行星。地球也繞太陽轉，因此也是個行星。繞着行星轉的星就叫做衛星。例如，月亮繞着地球轉，因此月亮是地球的衛星。火星、土星、木星都各有它們的衛星，少的有二個，多的有十多個。太陽、行星和衛星組成了太陽系。

(2) 什么是人造地球衛星？

人造地球衛星就是用人工發射出去的，繞着地球轉的衛星，也就是人造的小月亮。我們把它叫做人造地球衛星而不叫它人造衛星，這是為了說得明確一些，以便和將來可能發射的繞着金星、火星等轉動的衛星區別開來。

(3) 人造地球衛星離開地球以後，地球對它有沒有引力？

衛星離開地面以後，依然受地球吸引。而且對現在發射上去的兩個衛星來說，它們受到地球的引力，並不比它們在地面上時少多少。因為這個引力的大小，是隨人造衛星離地心的遠近而變化的。在地面上時，人造衛星和地心相隔有地球半徑那麼遠，大致是 6,400 公里；離開地面後，它和地心相隔 6,800 公里到 8,100 公里，這時的引力約為人造衛星在地面上所受引力的 $\frac{9}{10}$ 到 $\frac{3}{5}$ （引力的數量和距離的平方成反比）。

(4) 衛星离开地面以后，为什么不会很快地被地球吸回到地面上？

这是因为衛星有很大速度的緣故。我們都有这样的經驗，一个东西跑得越快，要使它轉弯就越不容易，使上同样的力，跑得慢时弯得厉害，跑得快时就弯得很小。地球引力对火箭的作用也是这样。当火箭把人造衛星送到400公里以上的高空时，如果人造衛星沒有平行于地面的速度，它就会在地球引力的作用下，很快地从高空落回地面。如果給它一定的平行于地面的速度，地球引力也会使它弯过来落到地面上，只是落得远一些，需要的时间也長一些。如果給它的水平速度足够大，每秒7公里以上，那么弯得更小了，就可以落到地球的另一面，所需时间不到一、二小时，这就成了彈道洲际導彈。如果速度到达每秒7.9公里以上（一般都說8公里左右），地球引力只能使衛星繞着地球轉圈，不能使它落到地面上（圖1），除非衛星的速度減到

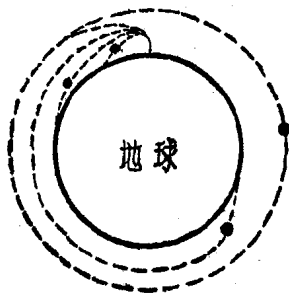


圖1 火箭的速度越大，射程就越远。

每秒7.9公里以下，否則就不可能再回到地面上。这好像用手执住繩子的一头，另一头系一塊石子，使它在垂直平面上打轉。当石子快轉到頂时，如果石子的速度不够大，就不能轉圓圈而落下来（圖2甲）；要是轉得足够快，地球引力就使它轉圓圈（圖2乙）。

衛星速度如果比8公里更大一些，例如第二个人造衛星就是这样，它也是繞着地球轉圈，只是圈子大一些，也就是离地面远一些。因此，人們把这个帶有关鍵性的每秒8公里左右的

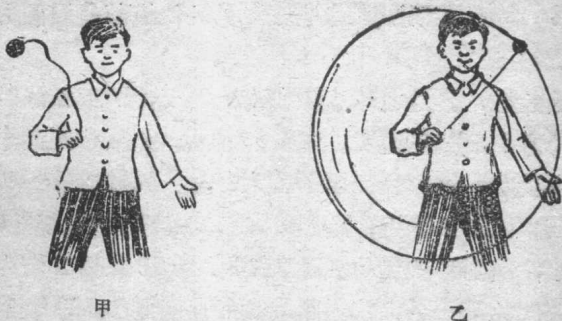


圖 2 手執住系石子的繩轉圓圈

速度，叫做环绕速度，也叫做圓周速度或第一宇宙速度。在塔斯社發表的关于第一个和第二个衛星的公报中，以及真理報編輯部的文章中，都一再提到衛星获得了每秒 8,000 公尺的必要的軌道速度，就是这个緣故。

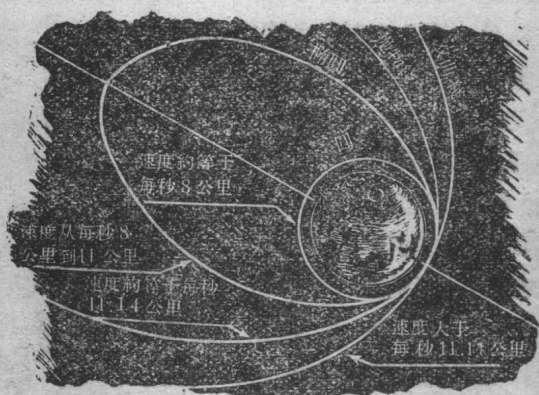


圖 3 物体的速度决定了物体的軌道。

(5) 什么是衛星軌道？

衛星繞地球的路徑是一定的，这条路徑叫做衛星軌道。

(6) 为什么两个人造地球卫星的轨道都是椭圆形，而不是圆形呢？

前面说过，人造地球卫星在离地面三、四百公里时，如果获得了每秒7.9公里速度，它就绕圆；如果速度大于7.9公里，弯得就小一些，因而圈子就大一些，轨道的另一头离地面就不止三、四百公里远，这样轨道就成了椭圆形。速度越大，弯得越小，椭圆形就越扁（图3）越大。苏联第二个人造地球卫星的速度比第一个大，因此最高点离地面1,700公里，比最低点高得多，也比第一个人造地球卫星的最高点高出800公里左右。人造地球卫星获得的速度，不会正好是圆周速度，因此它的轨道是圆周的可能性极小。

(7) 为什么人造地球卫星有时离地面近，有时离地面远？

从前面两个问题的解答中，已经可以找出这个问题的答案，我们现在从另一个角度解答这个问题。

人造卫星的轨道既然是椭圆形，它就有两个焦点，甲和乙，地球球心就位在它的一个焦点上（这点是和实际情况符合的，也可以用理论推算出来）。从图4可以看出，人造卫星离地面的远近也时刻在变动：在丙点时离地面最近，这点叫做近地点，也叫做最低点；在丁点时离地面最远，这点叫做远地点，也叫做最高点。从丙到丁，越走离地面越远；

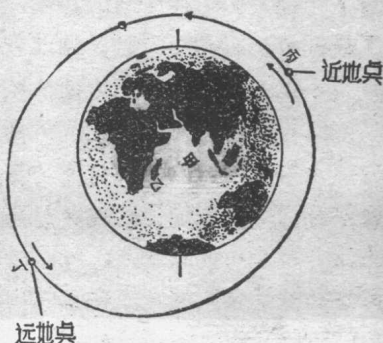


图4 人造卫星的近地点和远地点。

从丁到丙，越走离地面越近。

(8) 人造地球卫星是不是一直保持着同一速度？

人造地球卫星的速度是时刻变化着的。当它从丁到丙，逐渐向地球靠近时，速度就逐渐加大；当它从丙到丁逐渐远离地球时，它的速度就逐渐减慢（見前圖4）。所以它在近地点的速度最大，在远地点的速度最小。这就好像一个球从弯曲的滑

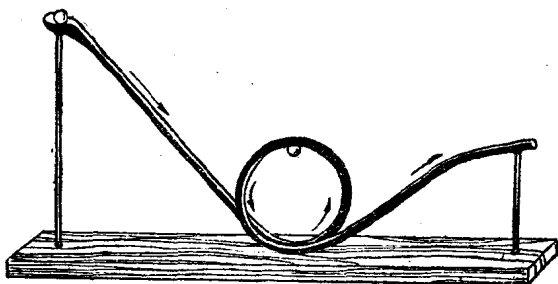


圖 5 球从弯曲的滑梯滑下，速度随着高度不同而变化。

梯滑下（圖5），往下滑时，离地面越来越低，速度就渐大；过了最低点，再往上滑时，速度就渐小了。

(9) 为什么必須用火箭才能使卫星获得“环绕速度”？

人們曾經想利用大炮把人造卫星打到天空中去，但是長口徑的很大的炮，只能打出速度为每秒2公里的炮弹，离环绕速度还差得远。要把炮弹的速度提高到每秒8公里，那么所用炸藥的威力之大和炮筒之長，就不是現代技术所能办到的，就算炮弹获得这样大的速度，在空气中也立刻会由于摩擦生热而燒掉。因此这条路是走不通的。

想用飞机直接把卫星送上軌道，这也是不可能的。噴气式

飞机，要靠吸入空气使燃料燃烧，还要靠运动着的空气支持飞机的重量，因此它不能离开包围地面几十公里厚的大气层，速度也不可能很大。用火箭就不同了，它本身就带有燃料和助燃剂，用不到空气帮忙。事实上，空气越稀薄，阻力越小，这对火箭就越有利。还有，火箭可以在几分钟以内逐渐达到很高速度，不致像炸藥爆炸那样有剧烈的震荡，这对火箭内的生物和仪器都比较安全。此外，火箭刚出发时，在大气层内可以走得慢些，避免剧烈的摩擦，安全飞出大气层后，再加速到环绕速度。

(10) 为什么不用一个简单的火箭把卫星送上天空，而要使用多级火箭呢？

要使卫星得到每秒 8 公里的环绕速度，要费很大的能量，这费掉的能量是和卫星速度的平方成正比的。例如，要把一个东西的速度从每秒 10 公尺（即每小时 36 公里）提高到每秒 8,000 公尺，也就是把它的速度提高 800 倍，那么所需要的能量就要有 $800 \times 800 = 640,000$ 倍。因此，要使第二个人造卫星获得每秒 8,000 公尺的速度，所费的能量，可以使重 82 万吨的货物列车达到每小时 36 公里的速度，这样重的列车要由长达 10 公里的几千节车皮才能组成。可见把这样的一个人造卫星送上轨道，不可避免地需要大量的燃料。

根据科学家的估计，用一个简单的火箭直接把卫星发射到运行的轨道上，需要一个比它重几万倍的火箭。如果只利用一个火箭来发射第二个卫星，就需要几十万吨重的火箭。这种做法很不合算，因为最后走上卫星轨道的除了卫星以外，还有一个笨重的火箭外壳（通常叫做运载火箭），后者在科学研究上的作用并不大，因而用在笨重外壳上的能量，可说是白白浪费掉的。因此，如果把火箭的某一段的燃料用完以后，就丢掉一

段(圖 6, 見封二的三級火箭發射模型圖)來減輕到達運行軌道時的火箭外殼的重量, 這樣就可以大大減少所費的燃料。據科學家估計, 如果用三級火箭發射衛星, 也就是接連丟掉兩個火箭外殼, 只要用比衛星(或有效負載)重一千倍到二千倍的火箭就夠了。發射第二個人造衛星的火箭, 據估計只重 500 噸到 1,000 噸。是不是火箭的級數越多越好呢? 事實上多一級火箭就多一層困難, 而且當火箭具有一定的推力時, 兩級火箭能達到的速度比一級大 33%, 三級比一級大 45%, 四級比一級大 50%, 級數越高, 每加一級速度增加得越少, 但即使用無窮級, 最大也只能提高 70%, 因此一般認為用三級和四級火箭發射衛星是最理想的。

(11) 為什麼火箭在地面發射時是垂直向上的? 為什麼在發射以後不多時間內, 火箭就需要逐漸離開垂直線?

火箭發射後是在地面以上幾十公里厚的空氣中飛行, 這時由於空氣的密度大, 火箭受到空氣的阻力也很大, 不但要消耗大量燃料, 時間長了還可能使火箭因摩擦生熱以致燒毀, 所以需要儘快地離開這層空氣。當然, 垂直向上飛時, 在大气層中走过的路最短(圖 7)。

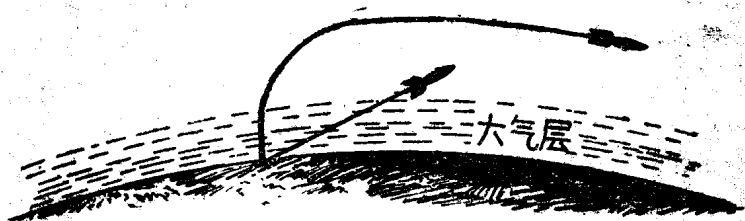


圖 7 火箭垂直發射後逐漸彎向水平。

當它到達空氣比較稀薄的高空以後, 為了使火箭能以每秒 8 公里的速度和地球表面平行地運動, 就需要火箭由原來的垂

直發射方向漸漸地彎過來。否則，火箭垂直上升，當燃料用足以後，又會一直地落下來，並不能繞着地球轉。

(12) 為什麼當火箭進入軌道的最後時刻中，必須使火箭與地球表面平行地運動？

這一點是非常重要的。從圖 4 可以看出，衛星和運載火箭的軌道，只在近地點（最低點）和遠地點（最高點）時是和地球表面平行地運動；在其它地方，或者是越飛越高，或者是越飛越低，都不和地面平行。

而我們要努力做到火箭進入軌道的地方，恰恰是在軌道的最低點上。這樣可使衛星繞得更高一些，因而就能繞得更久一些，經歷的宇宙空間範圍也更大一些。這就要使衛星走入軌道的時刻，沿着地球表面平行地運動，來符合最低點時的情況。如果在這個時刻，火箭的運行方向略略向地球接近，那麼這一點就不是最低點，最低點比這一點更低，這對衛星運行是不利的；如果向下偏得很大，運行經過的最低點就更低，當它低到大气層以內時就會很快燒掉。如果衛星到達軌道上時向上偏一些，就表示它已經過了最低點而向最高點運行（如圖 4 中從丙到了），於是最低點也比到達的這一點低，這對運行也是不利的；偏得過大時，最低點也可能陷入大气層中，衛星也會很快燒掉。因此，要衛星運行得好，就要使最後一級火箭在燃料用盡和發動機停熄的時候，達到的高度越大越好，速度越快越好，而方向要和地球表面平行。這就是對火箭的飛行必須實行嚴格和精確的控制的緣故。

(13) 用什麼辦法保證人造地球衛星按預定的軌道運行？

上面已經說過，對火箭必須進行控制，才能保證衛星的運行。因此，火箭上就裝有很複雜的自動控制設備，這些設備根據到達的高度和飛行的速度、方向，能夠自動地進行調節，把