

何 柱 编著



大 箭 与 导 弹

372680

科 学 出 版 社

第一章 火箭与导弹的发展简史

第一节 什么叫火箭

一提起“箭”，人们是很熟悉的。常言道：“拉弓射箭”，“箭在弦上”，就都说到了“箭”这个东西。在我国的体育运动中，迄今一直保留有富有民族特色的传统项目“射箭”。这里所说的箭，其大致形状如图 1-1 a 所示。

那末，“火箭”又是个什么东西呢？为了建立概念，不妨让我们从火箭发展史中自古至今列出几种具有代表性的火箭简图，并请大家特别注意这些火箭都是靠什么力量推向前进的。

图 1-1 b 所示的是世界上最早的火箭——中国古代火箭的示意图。

由图可以看出，这种火箭实际上只不过是在如图 1-1 a 所示的箭身上绑有一个火药筒而已。药筒可用厚纸做成，也有用竹筒或金属筒做的。当点燃引火线以后，就会引起药筒

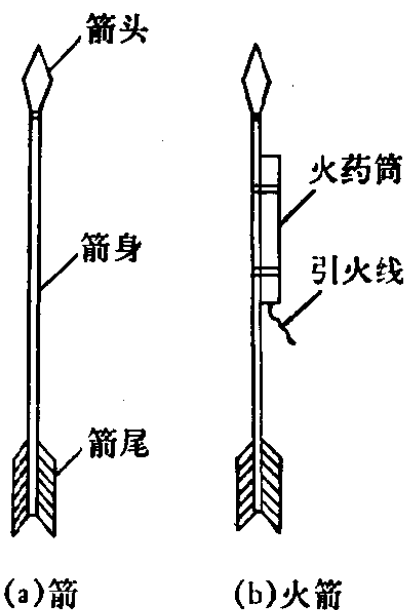


图 1-1 箭与火箭

内火药的自身燃烧,并从药筒的尾部向后喷射出焰火来,这股“火”(实际上是一种燃烧气体)对药筒产生一个向前的推力,

并进而把“箭”也推向前去。

这就是“火箭”这个名字的来源及其最原始的含义。从这种意义讲,我们可以把火箭叫做“喷火的箭”。

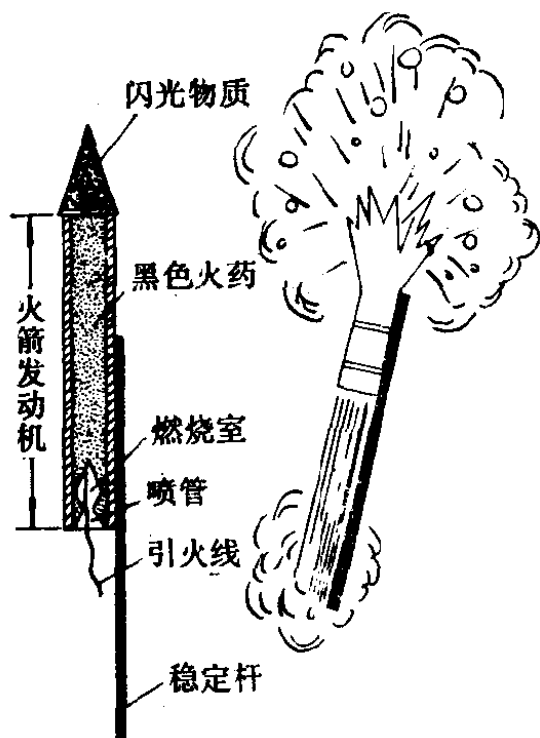


图 1-2 起花火箭

图 1-2 所示的是从原始火箭演变出来的一种古典火箭,名叫起花火箭。它具有一个极其简单的“火药火箭发动机”。火箭的箭筒(用厚纸板或金属板做成)里装有黑色火药,火箭尾部的喷管

一般用粘土做成。当火药被点燃后,产生出大量燃气,由喷管向外迅速喷出,从而产生出反作用推力,推动火箭腾空升起。如图所示,当火药烧到最上端时,火箭发动机将结束工作,而火箭头部的闪光物质将被点燃,并放射出绚丽的火花。

图 1-3 所示的是第二次世界大战时期的一种典型的近程火药火箭弹。这种火箭弹一般不装置制导系统,所以人们通常称它们为“无控火箭弹”。这种火箭上装备着一种固体火箭发动机,在发动机燃烧室内装有近代火药(通常称固体推进剂),火药经点火器引燃后将产生出大量的高温高压燃气,这些气体急速地通过喷管而向后喷射出去,于是火箭弹便得到

一个推力,而向前飞行。这类火箭的长度一般在一米到几米之间,其射程一般在几公里到几十公里之间。

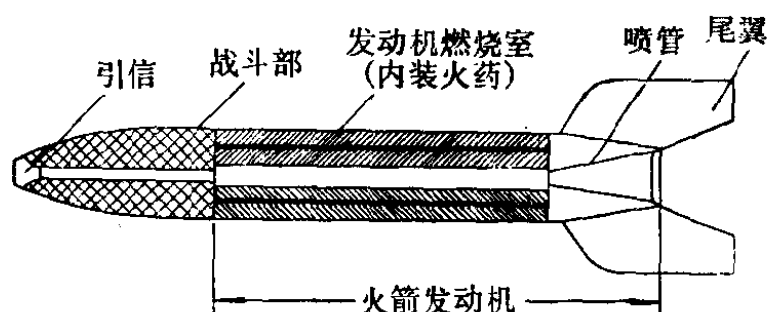


图 1-3 第二次世界大战时期的一种典型的近程火药火箭弹
(无制导系统)

图 1-4 所示的是第二次大战时期的一种典型的远程 (当时称为远程,现在只能算作近程)液体燃料火箭。这种火箭上装备着一种液体火箭发动机,它被装在火箭的尾部。火箭的内部装有燃烧剂贮箱和氧化剂贮箱,这种燃烧剂和氧化剂总称为液体推进剂。当推进剂进入发动机并被点燃后,形成大量的高温高压燃气,并从喷管喷出,以推动火箭前进。在这种火箭上一般都装有制导系统,所以它在实际上应称为导弹,不过人们习惯上有时仍称它为火箭。这类火箭的长度一般在十几米至二十几米之间,其射程一般是几百公里到近千公里。

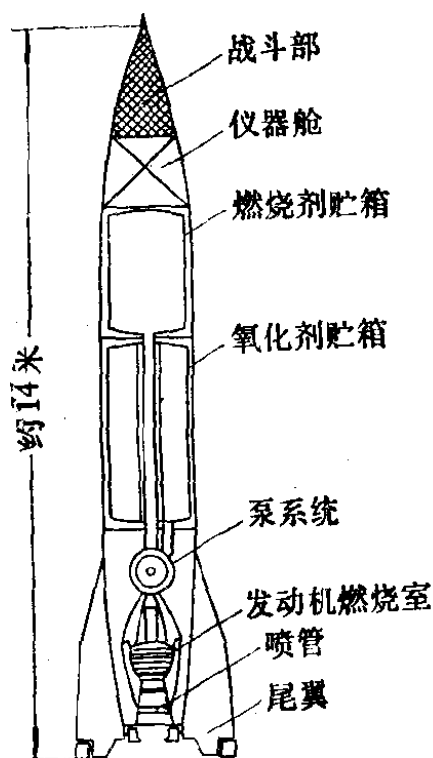


图 1-4 第二次世界大战时期的一种典型的远程液体燃料火箭(带制导系统)

关于更近代的火箭,如洲际火箭,宇宙火箭等,在此就不一一列举了,但可以这样说,即使是这类火箭,其产生推力的基本结构原理仍如上述。

至此,我们可以较为严格地回答什么叫火箭了。首先,“火箭发动机”是一种完全不需要外界的任何物质(如空气中的氧气)而完全依靠点燃自身所携带的推进剂(固体的、液体的、固液混合的等)就能形成燃气流喷射而产生推力的发动机。而通常所称的火箭则是一种依靠火箭发动机推进的飞行器。这种飞行器依据用途的不同而装载有各种不同的有效载荷。当它装有战斗部(或称弹头)时就构成为火箭武器。否则它就不被称为火箭武器而加以其他各种称呼了,如探空火箭、防空火箭、卫星运载火箭、星际航行火箭等。在火箭武器中又有可导与不可导之分,可导者称为导弹(对此,下一节还做进一步叙述),不可导者通常称为火箭弹或无控火箭。

第二节 什么叫导弹

有了“火箭”的概念之后,进而讲述什么是导弹就比较容易了。

先让我们设想有这样一种火箭武器,它会“动脑筋”,而且“长着眼睛”,能够沿着预定的弹道飞向固定目标,或者沿着某种机动弹道追逐活动目标直到最后击中目标为止,这样一种火箭武器就被人们赋予了一个专门的名字——“导弹”。但要注意,在这里是从火箭武器谈起的,但是“导弹”这个概念并不

仅仅是指火箭武器的。有一些导弹是装备着其他动力装置(如空气喷气发动机等)和采用了其他结构型式(如装有机翼)的飞行武器。比如,有一种外形与飞机极其相似的飞行器,它装有起飞用的火箭发动机,但以涡轮喷气发动机为其续航发动机,它没有驾驶员驾驶,但可依靠装在它内部的自动驾驶仪飞向目标,完成作战任务,这就是通常被人们称谓的“飞航式导弹”。

现在我们可以比较概括地回答什么叫导弹了。首先,导弹是一种飞行武器,它既可以装置火箭发动机,也可以装置空气喷气发动机。其次,作为导弹的尤为突出的部分是它必定装有这样或那样的制导系统,导弹的得名正是由此而来。一言以蔽之,导弹是一种受制导系统的制导而飞向目标的飞行武器。

请读者注意,关于“火箭”与“导弹”两个名词,到目前为止,在中外的某些书籍报刊中经常混用,如“洲际火箭”与“洲际导弹”,其实是一个东西,“洲际火箭”就是“洲际导弹”。也有的在复合名词中虽然只出现“火箭”一词,但实际上却代表的是“火箭发动机”一词,如“火箭飞机”,实意是以火箭发动机做动力的飞机。凡此等等,只要大家弄清了火箭发动机、火箭与导弹的基本含义,对其稍加注意分析,是不难分辨清楚的。

顺便提一下,本书书名中的“火箭”一词,含义较广,它泛指无控火箭弹、运载火箭以及除导弹而外的各种类型的火箭。至于书中所涉及的“火箭”一词,有的已加以具体化,有的却仍系泛指的内容,请读者随时加以注意。

第三节 火箭的发展简史

我们伟大领袖毛主席指出：“**中国是世界文明发达最早的国家之一**”。（《中国革命和中国共产党》）我们中华民族在古代就发明了火药、指南针、造纸法和印刷术，这就是世界历史上著名的中国“四大发明”。

唐朝初期，公元 682 年，炼丹家孙思邈基于劳动人民的长期实践，制成了火药的配方，发明了火药。到唐朝末年，火药就开始用于军事。

宋朝初期，公元 969 年，有人利用火药发明了世界上第一支火箭——火药火箭。仅仅经过几年，至公元 975 年，这种火箭就作为武器被用于宋灭南唐的战争中了。此后，在 11 世纪到 13 世纪期间，在宋军作战中，就经常使用火箭武器了。

于 13 世纪，中国的火药及火箭先被传入阿拉伯国家，尔后又传入欧洲。

到了明朝（1368—1644 年），火箭武器又有不少改进。16 世纪中叶，戚继光在沿海一带抗敌战斗中，曾制造并使用了多种火箭武器，如飞刀、飞枪及飞箭。当时为了增大火箭武器的威力，还制造了能装很多支火箭并能进行齐射的“火箭车”。

17、18 世纪及 19 世纪初叶，在俄国、印度和英国，为了军事上的需要，都大力发展了火箭武器。

直到 19 世纪中叶，火箭与火炮一直是同时使用并互相竞争的。那时，火炮还都是滑膛炮，射程不远，命中率较低；而火

箭则使用方便，性能尚好。但到 19 世纪末叶，由于在火炮上同时吸收了以硝化纤维素为基的新型火药和膛线炮管两项新的技术，这就大大地提高了火炮的性能（射程和密集度）。相形之下，火箭技术因踏步不前而相对落后，在军事上的应用逐渐减少，生产趋于停顿，竞争的优势倒向了火炮。例如，1905 年日俄战争和第一次世界大战中，都很少使用火箭，具有悠久历史的火箭，一时变得默默无闻。

在火箭发展处于低潮期间，各国科学家对火箭技术的研究和试验却一直在进行，其中有俄国的学者齐奥尔科夫斯基，美国的哥达德等。鉴于固体火箭推进剂在当时进展不大，齐奥尔科夫斯基首先提出了利用液体推进剂的可能性，并提供了结构简图。

到了 20 世纪 30 年代，由于液体火箭推进剂及新型固体火箭推进剂、高温材料和电子技术等都取得了新的成就，这就给火箭武器增添了新的活力。火箭技术又“复兴”了。到 20 世纪 40 年代以后，在世界范围内，火箭武器又重新占据了重要地位。到 20 世纪 50 年代以后，火箭技术的发展进入了一个新的发展时期，相继出现了洲际导弹、人造卫星与宇宙飞船。

我国虽然是火箭的发源地，但在旧中国由于受反动统治阶级的长期统治，使这项技术长期得不到发展。解放后，在伟大领袖毛主席和中国共产党的英明领导下，我国人民意气风发，奋发图强，用较短的时间使火箭技术取得了飞跃的发展，其重要标志是一九七〇年四月二十四日我国成功地发射了第

一颗人造地球卫星。

第四节 导弹的发展简史

与火箭相比,导弹的发展历史就短多了。虽然人类很早以前就想发明一种能随心所欲地加以控制的武器,但限于过去的工业生产和科学技术水平,一直不能实现。直至第一次世界大战前后,才有人做过一些无线电遥控无人驾驶飞机的试验并得到一些成功,但它作为一种有效的武器仍嫌太差。真正具有现代意义的导弹是在第二次世界大战过程中才出现的。

导弹的发展可以说是有两个来源,一个是火炮,一个是飞机。火炮武器在其不断发展和完善的过程中,始终存在着两个固有的矛盾,即射程与口径(它决定着火炮的重量和作战机动性能)的矛盾;射程与命中精度(射程越大,精度越低)的矛盾。解决这两个基本矛盾的可行方案就是发展带制导系统的飞行武器,这就是导弹。飞机在其向高速、高机动性发展的过程中,出现了不好保障驾驶员的生命安全的问题,于是为解决此问题首先出现了能反复使用的遥控无人驾驶飞机,进而发展成只供一次使用的带制导系统的无人飞机和各种型式的飞行器,这也就是导弹。

第二章 火箭弹与导弹的分类及组成

第一节 火箭弹与导弹的分类

在第一章中，我们通过对几种简单而具体的火箭与导弹的叙述，概括地引出了关于火箭与导弹的一般概念，在这一节里，我们将讲述火箭弹与导弹的分类问题。

在火箭技术领域，由于从事实际工作的人们所研究的对象不同，因而对火箭弹与导弹的分类问题往往提出不同的分类准则。例如，从研究制导系统的角度出发，就按无控火箭、简单制导火箭和导弹来分类，而在导弹中又往往分为攻击静止目标的与攻击活动目标的两类。从军事使用的角度出发，就按战术的、战略的；近程的、远程的；空防的、海防的等等来分类。从发动机的研制与使用出发，宜于分成液体火箭与固体火箭，等等。因此，在现代的火箭技术中，当火箭弹与导弹作为一种有效的军事武器，被广泛地运用于各种作战任务的情况下，若对它们找出一种固定的、统一的分类方法是不可能的，也无必要。我们在此讲述分类的目的，只是为了使读者便于了解各类火箭弹、导弹的最主要的特点。下面我们只介绍一种按基本用途进行分类的方法。这种分类方法是以火箭弹

与导弹的发射点和弹着点(或预期的攻击点)的关连为其基本特征的。由于发射点和弹着点不外是天上或地下,所以按此种方法可分为下列四类,即地对地、地对空、空对空和空对地。这种分法本身,简明易懂,不必进一步解释。但应注意这里所谓的“地面”,应广义地理解为“地球表面”,即包括地上、地下、水上、水下等地点。例如,地对地导弹系泛指从地面或航艇上发射,对地面或海面目标进行攻击。其余类同。事实证明,这种分类法是有其优点的,因为每类火箭弹或导弹在技术问题上都有很多相同之处。此外,还应注意,随着火箭技术的不断发展和不断完善,当采用上述分类法时,有时某一类火箭弹或导弹在不做变动或稍做变动的情况下即可当作几类火箭弹或导弹同时使用。例如,地对地反坦克导弹,当它装在直升飞机上用来反坦克时,它就成为空对地导弹了,又当它从地面发射用来攻击超低空飞机时,它又成为地对空导弹了。

第二节 火箭弹与导弹的组成

本书所说的火箭弹与导弹的组成,是指它们作为武器而言必不可少的那些构成部分。一般说来,任何一种导弹都必定包含发动机、制导系统、弹体和战斗部四大部分,而对于无控火箭弹来说,除了无制导系统外,其余三大部分仍是必不可少的。下面我们将对它们一一地简介一下,目的是使读者在逐步地阅读本书后边的一些具体章节之前,先对火箭弹与导弹这个东西有一个比较概略但全面的了解。

(一) 发 动 机

大家熟悉,一辆汽车停在地上,要把它开跑,就得开动它的发动机;一架飞机停在机场上,要想让它滑行、起飞,就只有使它的发动机先启动起来才成。那末,一枚火箭弹或导弹,要想从它们的发射装置上发射出去并继续飞行,是否也要借助于发动机呢? 我们说要,而且一定要。原来,这里面有一条基本的道理,即相对于地球而言,原来静止于地上或空间的任何一个物体,若想使它从静止状态进入运动状态,就必须设法使它获得一个得以运动的原动力,否则它是不会由静到动的。反之亦然,即原来运动着的物体,若不给以阻止其运动的反动力,它就不会由动到静。其实,这就是牛顿第一定律,亦称惯性定律。当只是着眼于火箭弹与导弹为何能从静止状态进入飞行状态而不仔细分析它时,运用牛顿第一定律去理解就可以了。而给火箭弹与导弹以飞行动力的那部机器就称做它们的发动机。这些发动机一般分成两大类,一类叫空气喷气发动机(借助于空气进行燃烧),另一类叫火箭发动机(完全依靠自身携带的推进剂进行燃烧)。

(二) 制 导 系 统

此段所讲的制导系统可以概略地理解为导弹的控制系统与导引系统的综合。其任务是控制导弹准确地击中目标。无

控火箭是没有制导系统的，但导弹却因为它固有一套制导系统而得名。因此，对于导弹而言，这套系统的必不可少性是自不待言的，而尤为重要是这套系统的准确度和可靠性，在导弹武器系统中占具着十分重要的地位。大家知道，一发炮弹一经被打出以后，人们对它的飞行就只能由其自然而无计可施了，因此，炮弹的命中准确度（常称射击精度或命中率）在很大程度上取决于炮弹的发射状况，而导弹则相反，它的命中率主要取决于制导系统的准确度。诚然，不同的导弹对制导系统的准确度的要求是不同的，但不管对哪种制导系统，它的准确度问题却一直是其发展过程中的基本矛盾。而对其可靠性的要求却又总是十分严格的。导弹的制导系统，已经随着无线电电子技术和光电技术的发展而有了长足的进展，今后的制导技术还将锐敏地吸收科学技术的有关新成就而促其更进一步地发展。

（三）弹 体

汽车有车体，飞机有机体，由此想去，火箭弹与导弹有弹体，是顺乎自然的。关于导弹的组成，前面我们已谈了两部分，即发动机和制导系统，后面我们还将谈到一个部分，即战斗部（靠它的破坏威力摧毁目标）。那末，就这三个部分来说，它们各有各的任务，各有各的形体，为了完成一个总的任务，即摧毁目标，它们最终必须统一成一个整体才成，而且是一个安排得很有层次，外形也很讲究的整体。如何实现这个统一呢？

若仅从结构的观点来看，正是靠弹体这部分结构把另外三个部分连接成为一个结构紧凑、外形理想的整体，所以从这个意义上说，弹体对其余几个组成部分起着一个“集大成”的作用。当然，弹体不光起一个连接结构的作用，为了有利于飞行，还必须做得形体上很考究。这就是各种火箭弹与导弹的总体外形为什么不能“乱来一通”的原因。在各种具体的火箭弹或导弹上，弹体的构造和作用不尽相同，如在后面我们将看到，固体导弹的弹体就比较简单，而液体者就比较复杂。但不管怎样，弹体总是火箭弹，尤其是导弹的一个重要组成部分，而且它的构造与设计也一直在不断地发展变化之中。

(四) 战 斗 部

大家知道，枪弹和炮弹都有称作弹头的部分，它们是专门用来摧毁目标的。作为武器来讲，火箭弹与导弹的任务也是摧毁目标，因此它也必须具备相应于弹头的组成部分。不过枪炮弹的弹头之所以称作弹头，是由于它们确实无例外地都被装在枪炮弹的头部，而在导弹上，这个相应的部分，虽然多数还是装在头部，但有些却并不装在头部，而是装在其他部位，如中部。所以为了严格定义，在火箭弹与导弹中，这个部分经常被称为战斗部，意即最终或直接实现战斗目的的部分。当然，若把枪炮弹的弹头也称作战斗部亦无不可，而且也确有如此叫法的。这样看来，战斗部当然是火箭弹与导弹的必不可少的重要的组成部分。由于作战目的和攻击目标是多种多

样的，所以战斗部的种类和构造也是各式各样的。

顺便提及，对于不用作武器的其他各类火箭，是没有战斗部的，但却代之以其他有效载荷，如测量设备与仪表、卫星及飞船等。在这种情况下，这些有效载荷就顶替战斗部而成为这些火箭的一个重要组成部分了。

第三章 火箭弹与导弹的飞行原理

第一节 空气动力学的某些基本知识

(一) 什么叫空气动力学

在人类生产斗争史上,人民群众早就在研究和利用风力,并积累了丰富的实践经验。例如,风帆行船,风车提水等。这个风力就是由空气运动所产生的,因而风力就是一种空气动力。其实,我们每个人都有同空气动力打交道的经验,当你在六、七级大风中骑车和疾走时,逆风难进,顺风易行,这就是空气动力在起作用。还有另外一种情况,在无风的天气中,一辆汽车停在地上,这时显不出空气对汽车有何作用力,但当汽车疾驶起来以后,好象风力又来了,只要你往车窗外一伸手或一露头就会明显地感觉出来。这就是说,空气不动,但物体在动,也会产生空气动力的作用。于是我们可以得出结论说,空气与物体之间只要发生相对运动,在物体上就会产生有空气动力的作用。但这些相互作用是怎样发生的,它们之间又遵循一些什么基本规律?回答这些问题的一门专门的科学就叫空气动力学。这门科学随着飞机的出现和航空事业的发展,七十多年来已经发展到相当完善的地步。既然火箭弹与导弹

总要全部地或局部地在空气中进行飞行，因而研究它们的飞行就必然涉及到空气动力学问题。本节将简要地叙述一些与火箭弹、导弹的飞行有关的空气动力学基本知识。

由于空气动力学的研究显然与地球大气有十分密切的关系，所以我们在此先对地球大气的特性略微提一下。大家知道，地球外面包围着一层厚厚的空气，通常叫做大气层。它的厚度达 3000 公里以上。但在实际上，整个大气层的大部分质量都集中在地球表面附近 10—12 公里的高度范围以内。空气的一些基本特性，如密度、压力、温度等，随大气层的高度不同有很大的变化。如在 100 公里的高空，大气的密度只不过是地表面处的百万分之一。因此，飞行器在这么高的高空飞行，它所承受的空气动力已经可以忽略不计了。地球大气的结构

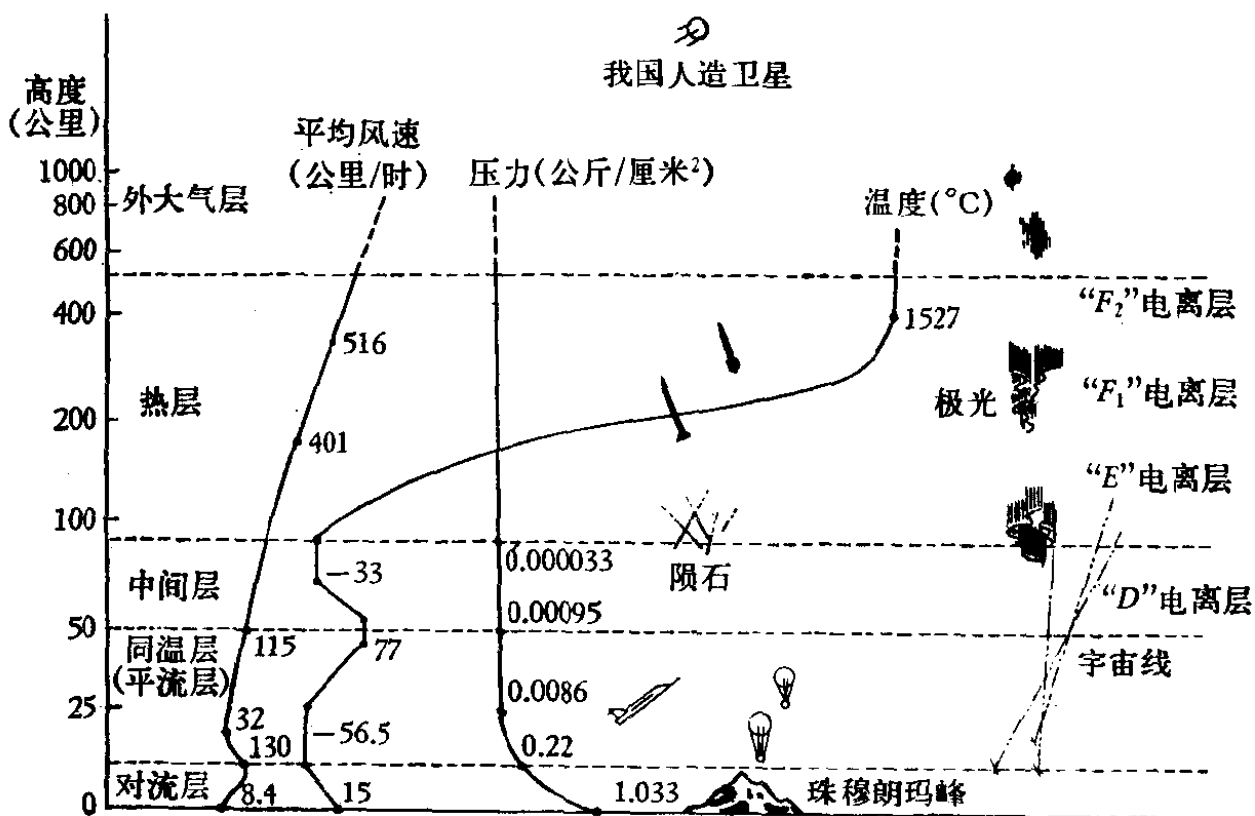


图 3-1 地球大气结构图