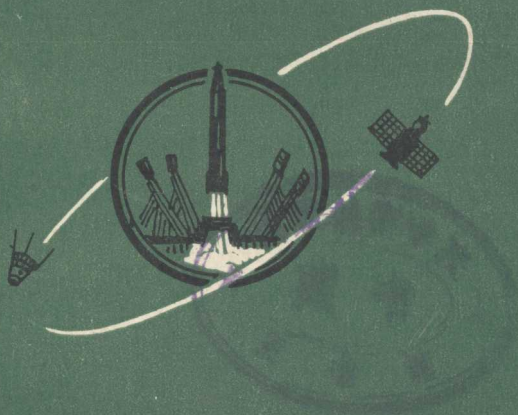


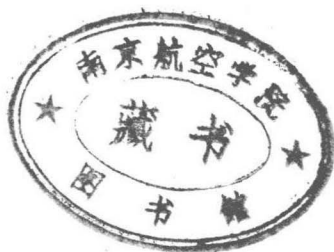
宇宙飞行器发射场



国防科委情报资料研究所

一九八〇年一月

宇宙飞行器发射场



30216320

国防科委情报资料研究所

出版说明

为了了解美、苏等国的宇宙飞行器发射场的基本情况，我们组织翻译了苏联国防部军事出版社一九七七年出版的《КОСМОДРОМ》一书。

本书作者A. M. 沃尔斯基等根据国内、外资料比较全面地介绍了宇宙飞行器发射场的任务，如何选择场址和它的组成，提出了发射场必须满足的基本技术要求，论述了发射场各系统与火箭飞行器之间的相互关系和不同的发射准备方案，还对苏、美等国目前世界上用于发射卫星、飞船等飞行器的发射场作了分析介绍，对发射场的技术阵地、发射阵地、特装设备、加注系统、调温系统、地面系统与弹上系统的联系，火箭飞行器的瞄准系统、控制和监视系统等作了专门论述。书中个别地方作者宣扬了美苏的经济和军事实力，请读者批判接受。

本书主要由徐绍荣、符锡理、赵瑞兴、雍永祯等翻译，由肖名鑫、黄声竑、汤月英等校订。由于译校水平不高，定有不少缺点错误，欢迎批评指正。

国防科委情报资料研究所

一九八〇年三月

作 者 的 话

本书首次尝试利用国内外资料系统地论述宇宙飞行器发射场技术阵地和发射阵地的基本组织原则 和对发射场的要求，向读者介绍宇宙飞行器发射场上的建筑和设备、地面发射设备的构造，并指出组装一枚火箭及宇宙飞行器、发射准备和发射所需设备的多样性和复杂性。书中还概述了世界各宇宙飞行器发射场并简要介绍其特点。

由于宇航技术还相当年青，至今为止国内外尚无统一的术语，所以本书采用了“宇宙航行学小百科全书”的术语（M.，“苏联百科全书”，1970年）。

本书由下列作者集体写成：A.Π.沃尔斯基（引言和第一章），A.B.哈尔杰耶夫（第二、六章），H.N.普里戈任（第三、四章），И.А.舒伊斯基（第四章第六节和第七章第二节），B.H.尼科拉耶夫（第五章和第七章第一、三节），B.M.卡林（第八至十一章）。

作者深知本书会有缺点，对读者的批评建议表示感谢。

引言

一九五七年十月四日，苏联的第一颗人造地球卫星进入了空间轨道，在人类的历史上开始了征服宇宙的新纪元。星际航行学作为一门科学早已问世，俄国科学家康斯坦丁·爱德华多维奇·齐奥尔科夫斯基被誉为星际航行学之父。

宇宙飞行器发射场的发展史与星际航行学密切相关。宇宙飞行器发射场是火箭-宇宙飞行器的综合发射场，按其任务，它应满足运载火箭和宇宙飞行器*在地面准备、发射和控制飞行器所提出的要求。宇宙飞行器发射场的结构组成以及设备的配置完全取决于运载火箭的结构和规定的任务。

国外初期的宇宙飞行器发射场的特点是几乎绝大部分都以军用火箭靶场为基础。地球物理火箭和气象火箭可作为第一代的宇宙火箭，它们从机动发射设备上发射。一九四六年美国开始了V-2火箭发射计划，用以研究大气层。V-2火箭是从德国俘获的战利品。火箭从怀特-圣德斯靶场（在美国新墨西哥州）发射，场内地面设备包括拖车起竖架、活动加注设备、活动柴油电站和活动检测设备。发射台装设在水泥场坪上，发射时火箭从发射台上起飞。

一九四九年从怀特-圣德斯靶场发射的两级火箭《巨物》（《V-2》和《女兵下士》）达到的高度为三百零三公里。发射

* 载人宇宙飞行器、各种地球卫星和其它行星飞行器统称为宇宙飞行器。

火箭的地面设备仍然是机动的。

在此期间，美国已制造出供研究用的新型探空火箭《奈克》、《海盗》、《巨物》，但火箭的地面设备仍然按“传统”方式设置的。多年来为研究高空大气层而广泛采用的《空蜂》火箭，通常从高四十米以上的塔式发射装置上发射。

美国研究用的火箭《小牛皮》、《洛孔式》和《彼岸》是一类特殊的火箭，火箭上的有效载荷为各种科学仪器和做试验的动物。火箭由气球带到离地三十至四十公里的高空发射，在这个高度上发射火箭，就避免了穿过稠密大气层时消耗燃料。

苏联发射探空火箭的地面设备包括拖车、起竖架、发射台、机动加注车、自动升降工作台、勤务平台、电站以及测试-发射设备。一九四九年，利用这些设备第一次垂直发射了火箭，携带的仪器重约一百三十公斤，发射高度为一百一十公里。

五十年代中期，苏联发射地球物理火箭B2A，在研究宇宙空间方面迈出了决定性的一步，这种火箭用来研究上层太气的情况，拍摄太阳光谱，火箭上升时对动物做医学生物研究及其他科学试验。发射B2A火箭所用的地面设备仍是机动的，其组成和结构与上述地面设备类似。

苏联科学家和工程师们的又一巨大成就是研制了B5B地球物理火箭及其发射设备。

由于一九五七年为国际地球物理年为发射气象火箭，在赫斯岛的阿克提克（弗朗苏瓦—约瑟夫陆地）建造了活动地面发射场。一九五七年至一九六五年期间，从该发射场共进行了三百五十七次发射。气象火箭还可以从考察船《鄂毕河

号》、《维泽教授号》、《沃依柯夫号》及《索卡尔斯基号》上发射。

第一批发射场的使用取得了必要的经验，于是着手建设更完善的发射场，以发射现代的运载火箭。

发射人造卫星、星际站和载人宇宙飞船所用的发射场可以认为是第二代发射场。几乎所有的第二代发射场都是在五十年代后半期和六十年代初期兴建的。一九五八年美国组建了航宇局（NASA）之后，在卡纳维拉尔角（在美国佛罗里达州）又成立了肯尼迪空间中心，它是从东靶场分出来的。肯尼迪空间中心的发射场重新进行了建设，以发射各种宇宙飞行器，所用的运载火箭是《大力神》、《宇宙神》和《土星-1B》。随后又建成了用于《土星V-阿波罗》等宇宙飞行器的发射场。

五十年代中期，苏联建造了拜科努尔发射场，发射了人造地球卫星、载人宇宙飞船和自动空间站，保持了苏联在星际航行学方面的领先地位。

六十年代初，法国在哈马圭尔高原（在阿尔及利亚西部的撒哈拉大沙漠），建造了自己的宇宙飞行器发射场。从这儿发射了《钻石》火箭。《试验卫星-1》、《王冠-1C》和《法兰西-1》等卫星也是从这里送入近地球轨道的。

随着第一流的库鲁靶场建成（南美州法属圭亚那），哈马圭尔宇宙飞行器发射场就关闭了。一九七〇年利用军用《钻石-B》火箭从库鲁靶场发射了法国的《伊奥利》卫星，而在一九七一年又发射了《交响乐通信卫星-1》*。

英国在澳大利亚南岸建造了武麦拉靶场，这个靶场的建

* 原文有误。《交响乐通信卫星-1》是一九七四年十二月十九日由美国帮助发射的法/西德实验通信卫星——译者注。

立与发展英国的火箭武器密切相关。以后从这个靶场发射了地球物理火箭，还建造了用于《欧洲》火箭的发射场并且利用美国的《红石》运载火箭发射了澳大利亚的试验卫星《武器研究卫星-1》。

意大利的科学家和工程师在靠近非洲的怯尼亚海域建造了浮动式发射场，它由二个支承在木椿上的平台组成。一个平台起发射台的作用，另一个是控制发射的指挥所。从这儿利用美国的《侦察兵》运载火箭发射了意大利的科学卫星《圣马科-I》*。

日本也有三个靶场用于试验火箭。在其中一个靶场上(内之浦靶场)，用《拉姆达-4S》四级固体火箭发射了日本的第一颗《大隅号》人造卫星。与此同时，中国也发射了第一颗人造卫星。

印度也建造了特乎木巴火箭试验场，它位于地磁赤道上。一九六三年从这个试验场发射了第一枚高空火箭，以后开始不断地发射《奈克-阿贾克斯》和《丘诺-标枪》小型高空火箭。现在，印度又建造了什里哈里柯达宇宙飞行器发射场。

* 原文有误。应为《圣马科-I》科学卫星，于一九六四年十二月十五日发射——译者注。

目 录

第一章 火箭宇宙飞行器发射体系概述	(1)
1.1 宇宙飞行器发射场.....	(1)
1.2 火箭飞行器.....	(20)
1.3 世界主要宇宙飞行器发射场.....	(33)
第二章 技术阵地	(47)
2.1 任务、结构和组成.....	(47)
2.2 运载火箭和飞行器的测试.....	(58)
2.3 火箭飞行器的组装设备.....	(65)
2.4 火箭飞行器《土星V-阿波罗》的技术阵地	(69)
第三章 发射阵地	(75)
3.1 用途、结构和组成.....	(75)
3.2 发射阵地上的工作.....	(86)
3.3 美国的发射阵地.....	(90)
第四章 特装设备	(100)
4.1 运送火箭飞行器的方式.....	(100)
4.2 运输设备.....	(107)
4.3 起竖设备.....	(109)
4.4 发射设备.....	(114)
4.5 维护设备.....	(118)
4.6 电气设备.....	(127)

第五章 加注系统	(132)
5.1 概述	(132)
5.2 地面加注系统	(142)
5.3 低温推进剂加注系统	(148)
5.4 高沸点推进剂加注系统	(175)
5.5 供气系统	(186)
第六章 调温系统	(198)
6.1 功能、结构及组成	(198)
6.2 系统的分类	(200)
6.3 冷源和热源	(202)
6.4 调温装置	(205)
第七章 地面系统与弹上系统的联系	(217)
7.1 “地面-弹上”联系的特点	(217)
7.2 “地面-弹上”联系的典型方案	(222)
7.3 《土星 V-阿波罗》“地面-弹上”联系	(226)
第八章 火箭飞行器的瞄准系统	(230)
8.1 概述	(230)
8.2 瞄准系统的主要装置	(233)
8.3 非自动化瞄准系统	(238)
8.4 自动化瞄准系统	(240)
第九章 发射准备工作的控制和监视系统	(245)
9.1 概述	(245)
9.2 系统的用途	(250)
9.3 系统的分类	(253)
9.4 自动化发射准备系统的效能鉴定	(258)

第十章	宇宙飞行器发射场的控制和监视系统	(264)
10.1	控制和监视对象的主要特性.....	(264)
10.2	自动化系统.....	(270)
10.3	通用系统.....	(275)
10.4	功能监视系统.....	(280)
10.5	控制和监视系统的相互作用.....	(284)
10.6	遥测系统.....	(288)
10.7	电缆连接.....	(291)
第十一章	火箭飞行器的控制	(294)
11.1	控制体制.....	(294)
11.2	操作人员在控制过程中的作用.....	(296)
11.3	信息的显示和发射控制中的通信.....	(301)
参考文献		(306)

第一章 火箭宇宙飞行器 发射体系概述

火箭宇宙飞行器发射体系 是由火箭宇宙飞行器系统和宇宙飞行器发射场组成。火箭宇宙飞行器系统（简称火箭飞行器）即指运载火箭和宇宙飞行器（简称飞行器即卫星、飞船、行星际探测器、轨道站等的通称）。而宇宙飞行器发射场（国外文献称靶场）是火箭宇宙飞行器发射体系的一个重要组成部分，它是由保障火箭飞行器射前准备、发射、外弹道测量、发送指令、接收和处理遥测信息等勤务活动的一整套地面设备、设施和建筑组成。

1.1 宇宙飞行器发射场

宇宙飞行器发射场 是一整套为保障火箭飞行器的装配、发射前准备，发射、弹道测量，发送指令以及接收和处理遥测信息而专门建造的地面设备和设施（图1.1）。它还包括各级运载火箭坠落和飞行器回收的地区或海域。

宇宙飞行器发射场不仅进行火箭的准备和发射，而且还可进行单项系统的测试和各种设备的检测，化验推进剂的成分，训练操作人员和科技干部。宇宙飞行器发射场是火箭飞行器研制部门的科学试验中心，而有些宇宙飞行器发射场还起着火箭生产基地的作用。

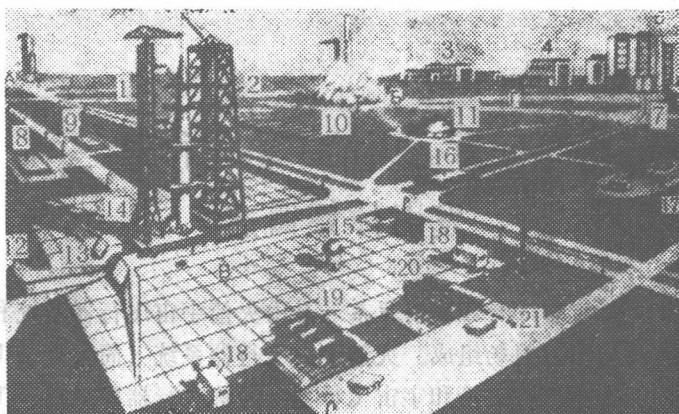


图1.1 宇宙飞行器发射场

A、B、B—发射阵地；T—技术阵地；1—脐带塔；2—勤务塔；3—飞行器加注站；4—飞行器装配测试厂房；5—运载火箭装配测试厂房；6—高压气体站；7—发射控制中心；8—氧化剂库；9—储气罐；10—消防水池；11—地下指挥室；12—发射台燃气导流口；13—导流槽；14—发射台；15—瞄准间；16—履带式运输车；17—雷达站；18—发射人员隐蔽所；19—燃烧剂库；20—液氢库；21—通向液氢蒸发区的管道。

概 述

宇宙飞行器发射场通常用来对各种类型、各种用途的火箭飞行器进行发射准备和发射，这就要力求集中火箭空间计划方面的科学试验项目，较充分地利用设备和设施，避免补建工程而追加投资。有许多宇宙飞行器发射场还起着军用靶场的作用。

由于宇宙飞行器发射场具有这种通用性，就不能按某种确定的准则（例如按用途）对其进行分类。例如，美国卡纳维拉尔角西北端的肯尼迪空间中心是美国航宇局的主要宇宙

飞行器发射场，也可用于按美国本国的空间计划，发射飞行器和试验运载火箭，还可以用于试验军用运载火箭以及控制军用飞行器的运行。加利福尼亚州的西靶场是美国军事部门按计划发射军用卫星（“发现者”，“米达斯”，“萨莫斯”等卫星）的宇宙飞行器发射场，但也可以用来根据美国同法国或加拿大签订的双边协定所确定的空间研究计划发射人造卫星。

宇宙飞行器发射场按发射飞行器的轨道性质（赤道轨道、极轨道）来区分也是不行的，因为实际上可以从任何一个发射场，将飞行器发射到极轨道；对赤道轨道也同样如此，只不过要求运载火箭有足够的动力罢了。这里可以议论的只是合适的射向，这取决于测量站的配置和保证航区安全的禁区位置。例如，美国佛罗里达州东靶场的测量站的布局可以按 44° — 110° 的方位角发射火箭飞行器，向东发射可以将人造地球卫星送入赤道平面相交 $28^{\circ}31'$ — $54^{\circ}24'$ 倾角的轨道。

发射方位角的范围要根据其变化的可能性来进行选择，但是必须考虑到，飞行器初始轨道倾角范围的宽度，首先决定于宇宙飞行器发射场的纬度。

不能按航区的长短来区分宇宙飞行器发射场。航区决定于火箭飞行器的类型，而这本身决定着运载火箭落区（陆地或海域）的选择。通常人们考虑了延伸航区的可能性，例如，美国东靶场的航区开始为8000公里（从卡纳维拉尔角到阿森松岛），由于发射场任务的扩大而延伸到了20000公里。

建造宇宙飞行器发射场的投资以亿美元计，而每年使用发射场的费用为几千万甚至几亿美元。这样的费用只有经济发达的国家才能支付得起，因此只有很少几个国家拥有自己专用的发射场，首先是苏联和美国，它们拥有世界上最大

的发射场。其它一些国家无论在实现空间计划方面还是在建造宇宙飞行器发射场方面不得不把他们的力量联合起来。为此目的组成了欧洲运载工具发展组织 (ELDO, 由英国, 法国, 西德, 意大利、比利时, 荷兰, 澳大利亚等参加) 和欧洲空间研究组织 (ESRO, 由英国, 法国, 西德, 意大利, 比利时, 丹麦, 西班牙, 荷兰, 瑞士和瑞典参加)*。法国同欧洲运载工具发展组织一起建立了自己的发射场**。

宇宙飞行器发射场是一个非常复杂的系统, 对其结构和组成发生影响的因素很多: 场址的地理座标; 国家和国际空间计划的规模; 火箭飞行器的规模; 火箭飞行器的用途和类型; 国家技术发展水平和经济情况; 保证可靠和安全的能力等等。因此, 不可能提出确定的可能称之为最佳的以及在建立宇宙飞行器发射场时可看作“典型”的建议。所以, 在下面的叙述中只能根据世界上的实践经验介绍一下最有代表性的宇宙飞行器发射场的方案、设施和设备的结构, 当然并不排除建立在根本不同的基础上的其它一些解决方法。

场址和组成

选择宇宙飞行器发射场的场址是个国际范围的问题, 因为在发射现代火箭飞行器的时候, 其航区有时要达到赤道全长的一半, 这就要涉及到许多国家间的关系问题。解决这个问题必须综合考虑在火箭发射区, 火箭关机点坠落区和飞行器回收区建立禁区的可能性。还要考虑沿航区设置地面测控

* 这两个组织已于一九七五年四月合并组成欧洲空间局 (EAS) ——译者注。

** 即建在澳大利亚的武麦拉靶场, 但已于六十年代关闭了——译者注。

站或测量船的必要性，也要考虑在火箭发射时或在主动段飞行时一旦发生故障时所采取的安全措施。

宇宙飞行器发射场的航区不得妨碍海、空交通，不得损害别国的利益。有时在发射火箭飞行器期间，必须事先发布声明，预告船只和飞机不要进入运载火箭关机点坠落区的海域和空域。

在选择修建发射场技术阵地和发射阵地时，要考虑该区的供水条件，地形地貌，土质结构等因素。通常选择平坦，没有显著起伏的地区，这样可以降低修建公路，铁路和机场的造价和便于解决火箭发射时的观测问题。

土质的强度和地下水的状况要能容许建造承载量合适的建筑物和设施以及地下建筑。

还必须考虑有无河流、湖泊和其它水源，以满足供水和消防用水的需要。江河和运河可用作工业制造部门运送各级大型运载火箭的航道。

发射阵地和技术阵地一带的道路、运输线和通信线路以及供电线路的布局取决于宇宙飞行器发射场的作业区的布局，这就要考虑到完成火箭飞行器发射准备的全部操作过程的要求，工程建设和设计措施的经济性以及有利于国家发展国民经济。

宇宙飞行器发射场所在地区的气候和气象条件（年度平均气温、湿度、一年内的晴天数等等）是重要因素，它在很大程度上决定着发射场的技术能力，影响着地面系统工作的可靠性，甚至影响着建筑物和设施的性质。恶劣的气象条件（气温急剧下降，湿度大，风力强等等）会大大增加发射场设备和工作的复杂性，这就使得在建造发射场时，要采取一

些复杂的工程技术措施。

如果按发射场技术阵地和发射阵地的安全条件来说，以设在远离工业中心、居民稀少的地方为宜；那么从经济角度考虑，则建在工业区内，靠近火箭飞行器制造工厂附近更为有利，因为这样既可以大大减低建场的造价，又可以减少运送各级运载火箭、设备和推进剂所需的运输费用。

这两种相互矛盾的要求是很难统一的，所以建场地点的选择是一个复杂问题。对解决这个问题发生影响的有能否开发的新地区，在那里能否修建交通线路、通信线路、必要的工业企业和日常生活设施等因素。

宇宙飞行器发射场通常由如下五个部分组成（见图1.2）

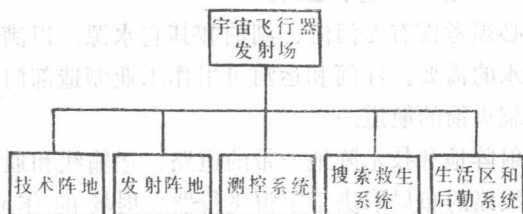


图1.2 宇宙飞行器发射场机构

宇宙飞行器发射场的全部设备可分为通用设备和专用设备两类。通用设备包括电力、照明、取暖、通风和消防设备以及通信、供水、工业排水沟、下水道、升降机等，即通用工业性的设备。专用设备是用于运载火箭和飞行器的运输、装卸、装配、测试、起竖、加注、充填压缩气体、调温、发射准备、发射和飞行控制等的设备。