



何尧熙 编著

科研建筑与管理

中国科学院管理干部学院

序 言

科学实验需要建筑技术的支持，以创造良好的空间和环境，并对建筑技术提出了一系列新的越来越高的要求，促进和推动了建筑技术的发展。科学技术进步也为建筑技术提供了更为广阔的发展前景。科学实验与建筑技术相结合，使科研建筑成为一门新的边缘学科。

有关科研建筑的文献报导，大都散布在各专业杂志中。从五十年代开始陆续出版了少量专著，但大都以实录、调查、统计性质为主，而且侧重于建筑技术本身。

本教材有两个显著特点：

一、是力图使科学实验与建筑技术更加紧密地结合，在科学研究工作者和建筑工程技术人员之间架起桥梁；

二、是着眼于管理，主要不是从科学实验研究及建筑技术本身，而是着重于两者的总体及其联结。由于科研建筑不同于一般工业与民用建筑，因此不探讨科研及科研建筑的特点，也就无从按其客观规律进行科学管理。

第一章是概述，介绍科研建筑的基本特点及其三个发展阶段。选择天文学这门古老而焕发着青春的基础学科，从纵向对发展阶段进行较系统的对比阐述。第二、三、四章是从科研建筑的三个主要部分（科研基地、研究所、散布的台站网），着眼于管理进行阐述。第五章则按基本建设程序，针对科研工程的特点进行阐述。

本书是笔者长期从事科研建筑与管理工作的初步小结，错误和不妥之处在所难免，请不吝指教，以求逐步充实和完善。

本教材可供从事科研实验室建设的科研、设计、教学、管理人员参考。

笔者一九八七年五月于北京。

目 录

第一章 科研建筑与管理概述	(1)
第一节 科研建筑特点	(1)
第二节 科研建筑发展简史	(4)
第三节 自发的空间组织	(6)
第四节 专门的空间组织	(14)
第五节 灵活的空间组织	(17)
第六节 科研建筑分类	(25)
第七节 科研建筑在新技术革命中的地位和作用	(25)
第二章 科研基地建设	(29)
第一节 科研基地规划布局	(29)
第二节 现代科研基地类型	(33)
第三节 现代科研基地的特点	(37)
第四节 选址	(42)
第五节 建筑面积及用地规划指标	(45)
第六节 高技术新兴智密区概况	(50)
第七节 日本筑波科学城	(61)
第八节 高能粒子加速器中心	(64)
第三章 科研所及实验室	(67)
第一节 所区总平面设计特点	(67)
第二节 科研楼及实验室设计基本特点	(71)
第三节 现代实验室建筑体系	(81)
第四节 特殊实验室	(84)
第五节 学术交流场所	(87)
第六节 室内环境设计及空间利用	(90)
第七节 实验室安全设计	(92)
第八节 科研建筑的美	(94)
第四章 科学实验台站建设	(96)
第一节 台站发展历程	(96)
第二节 台站建设特点	(97)
第三节 台站综合评价	(98)
第四节 台站建设管理的宏观控制	(100)

第五章 科研工程管理	(103)
第一节 管理概述.....	(103)
第二节 科研工程管理特点.....	(104)
第三节 科研工程建设程序及宏观控制点.....	(108)
第四节 实验室改扩建.....	(115)
结束语	(117)
主要参考文献	(117)

第一章 科研建筑与管理概述

科学实验需要建筑技术的支持,以创造良好的科研环境与空间。随着科学事业的发展,科研对建筑空间与环境提出了一系列越来越高的新要求,它本身就是科研课题,促进和推动了建筑技术的发展。科研与建筑相结合,已逐步形成一门新兴的边缘学科——科研建筑。在英、美叫“实验室建筑”,在苏联叫“科研建筑”,在日本叫“研究所建筑”。

科学研究的最本质的特征是探索性,即探索未知的东西。既然是未知的,就很难完全说清楚,就存在许多不定因素,即带有不确定性。而建筑工程要求相对稳定性,如果总是处于不确定状态,是很难具体进行设计和建造的。所以,科研建筑的基本矛盾是科学研究的探索性与建筑工程要求的相对稳定性之间的矛盾。如何恰当处理好这一对矛盾,是科研建筑最基本的任务。约翰·魏克斯给它起了一个形象的名字,叫“不确定建筑”。

科研建筑的这个基本特点反映到科研工程的管理上也具有其自身的特点。可分为两大阶段:科研预先(预制)研究阶段和工程建设阶段。分别采取不同的管理办法。

第一节 科研建筑特点

科学实验、研究及其辅助配套设施建筑统称为科研建筑。科研建筑基本特点如下:

(一) 科研建筑不确定性是最本质的特点

科研建筑必须满足科学实验、研究的需要。科学实验研究最本质的特点是探索性。“电乌龟穿迷宫”的例子非常形象,一只电乌龟能自己向前行进,每遇阻挡,它改变一个角度,然后继续前进,经过无数次的碰壁,艰难曲折地穿过迷宫。当它再重新穿越这个迷宫时,它能非常顺利地通过。显然,电乌龟首次穿越迷宫时,它是在“探索”、“尝试”。有成功,但常常失败(碰壁),经过不懈努力,不断的修正,终于得到成功。由于科学实验研究的探索性,使其对所需空间、环境的要求带有不确定性,这给科研建筑带来了极大的困难。

由于研究对象与目标、研究思路或实验方法等的不同,对空间和环境的要求可以有很大的差别。

例如植物研究。从时序上讲,可以研究由不同地质年代至今的发展变化;从空间上讲,可以研究植物在地域(包括水平分布带和垂直分布带)的分布;还可以从植物与其他因子(大气、日照、气温、动物、地质、土壤、水文等)的相互关系,或以群落、个体、器官、细胞以至分子水平进行研究;可以从植物形态上或其组织结构、化学成分等

方面进行研究,等等。显然,对不同的研究内容,所用实验手段和方法极不相同,所需实验研究空间及环境也不同。

又如,我国长江特有的珍稀动物白暨豚是世界现存四大淡水豚类之一,和熊猫一样,是“活化石”。虽长期跟踪观察,但对其了解甚微。为进一步进行研究,经批准捕获以后,国家和科学院拨专款建造白暨豚水池,进行观察研究。但很快就发现它食用的鱼,在品种、个体大小上是有选择性的。因此,又产生了要建立饲料鱼养殖池。接着又发现,对豚池水质有要求,又必须进行试验研究,采取措施。随着对它开展进一步的研究,必然会发现其更多特性,又需要开展新的研究项目,从而对实验空间环境也不断提出新的要求。就豚池而言,到底应如何建?繁殖池、实验池等各有什么不同要求,一时都难以提准确。显然,对白暨豚实验室的建设要求,只能随着对它特性认识的不断深化,再进一步改进和完善。能充分认识科研探索性给科研建筑带来的不确定性这一本质特征,是十分重要的。

(二) 科研建筑更新改造的不可避免性

科研是探索未知的,一旦获得成果,必将紧接着向新的未知领域或课题进攻,决不会停留在原地不动。科学实验的课题在不断的更新、变化,完成科研任务所采用的方法、所需的手段和条件也发生相应变化;而建筑物的建设周期及其使用寿命,相对课题的变化时间来说,比较长或长得多。这就决定了科研建筑的更新改造是不可避免的。

按英国对实验室变化频率程度的统计分析,研究人员对实验装备及工作区的变动要求约以周或一年计;研究小组的实验及装置的变化,包括研究组组成的变动约为六至十年,研究所的重组、变动约在十年以上。他们把这种变化分为自然增长及计划增长两类。基层研究组织变化的自然增长因素较大;研究室、所一级变化的计划增长因素较大。研究活动的变化对实验室建筑的要求也相应地在不同程度和范围内发生变化。

另外,也常遇到这种情况,由于各种原因,某幢实验楼曾经先后供不同研究所使用,每次都需要进行必要的改造。

随着获得科研成果的周期日益缩短,更新改造的频率还有所增长。甚至出现,在为某项科研项目建造的实验室建筑建成时,此项科研任务早已或已经完成;或已不能满足科学实验研究的要求而需要改建的情况。而建筑物的改造是既费时又费力(人、财、物),在改造期间还常常严重影响(甚至中止)科研工作的展开,损失宝贵的时间。所以灵活性已成为世界各国公认的现代科研建筑的首要特征。

(三) 科研建筑的扩展性

随着科学研究日新月异的发展,今天是必要和充分的条件,在明天就未必合适。而且随着研究范围的扩大,经费、人员的增长,装备的现代化等,也必然提出扩建要求。因此,科研建筑要在各个层次上考虑留有发展余地。日本对411个研究单位进行调查统计的结果表明,虽然由于隶属关系及学科专业不同,统计数字有所波动,但就平均数来看,一次建成的研究单位仅占32%,二次建成的为20%,五次建成的为20%。至于粒子



图 1-1 美国剑桥卡文迪什实验室

加速器基地则留有更大的发展余地。

英国卡文迪什实验室的发展历史具有典型性。先是在建筑物内、以后在院子内改扩建，到实在无法容纳时，才几经犹豫，最后决定迁到新址建设新卡文迪什实验室（图1—1，图1—2）。

这与我国科研单位发展情况极为相似。

（四）学术交流的普遍性

现代科学技术的重要特点和发展趋势之一是学科、专业相互交叉渗透。学术情报交流非常活跃，形式多样。除正式学术会议、报告以外，十分强调自由的学术讨论以及以社交活动方式进行的非正式接触和交流，这对活跃学术气氛、开阔思路起

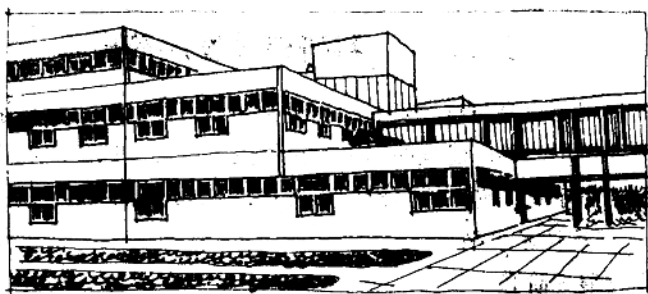


图 1-2 美国新卡文迪什实验室

着十分重要的作用。在建筑设计上，应提供必要的场所（如图1—3），为不同学科专业人员创造相互接触、交流思想的机会。这已成为科研建筑的重要设计原则之一，并充分反映在科研建筑的各个层次上。

（五）创造、保持良好环境的重要性

科研工作要求良好的工作环境，以提高工作效率。良好的环境，不仅可以清新空气、减少尘埃、降低噪音、调节气温、改善小区气候条件以及延长仪器设备的使用寿命和减少维护费用，而且还可以降低有特殊要求的建筑（如超净工作室、计算机房等）工程的造价及运行费用。

科学实验对环境的要求，大体可分为三个层次。即：包括规划、布局、选址等区域环境的要求，场址范围内的小区环境（图1—4）以及建筑室内环境要求。保持良好的科研

环境是科研建筑设计的另一条重要原则。

科研建筑的上述基本特性决定了科研建筑具有一系列不同于一般工业与民用建筑的特点。

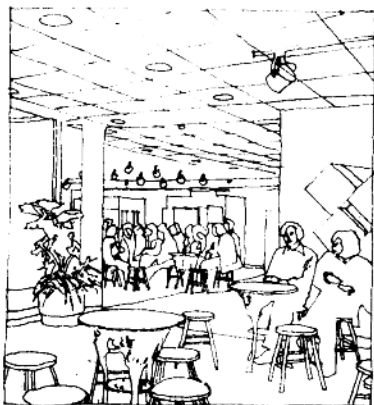


图1-3 美国勃朗尼综合技术学校
电梯间休息厅

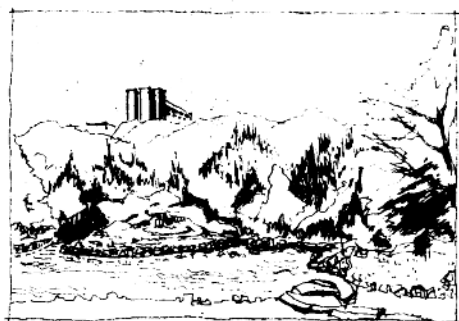


图1-4 日本东京大学校园一隅

第二节 科研建筑发展简史

科研建筑的发展历史是与科技发展的历史密切相关的，是随着科学研究的发展而孕育、生长、发展的历史。科研建筑的形式和风格主要取决于以下四项基本因素：1.科学实验研究的目的、对象及研究方法与组织形式；2.科学实验的手段；3.与实验相适应的空间与环境条件；4.建筑技术水平。

（一）科学发展三阶段

科学发展大体经历了原始综合阶段、科学分类阶段及科学综合阶段。关于科学发展阶段，恩格斯曾经有过一段十分精辟的论述：“当我们深思熟虑地考察自然界或人类历史或我们自己的精神活动的时候，首先呈现在我们眼前的，是一幅由种种联系和相互作用无穷无尽地交织起来的画面，其中没有任何东西是不动的和不变的，而是一切都在运动、变化、产生和消失。这个原始的、朴素的、但实质上正确的世界观是古希腊哲学世界观。”“但是，这种观点虽正确地把握了现象的总画面的一般性质，却不足以说明构成这幅总画面的各个细节，而我们要是不知道这些细节，就看不清总画面。为了认识这些细节，我们不得不把它们从自然的或历史的联系中抽出来，从它们的特性、它们的特殊的原因和结果等等方面来逐个地加以研究。……，把自然界分解为各个部分，把自然界的各种过程和事物分成一定的门类……进行研究，这是最近四百年来认识自然界方面获得巨大进展的基本条件。”“但是，这种做法也给我们留下了一种习惯：把自然界的事物和过程孤立起来，撇开广泛的总的联系去进行考察，……，造成了最近几个世纪所

特有的局限性，即形而上学的思维方法。……，自然界是检验辩证法的试金石，而且我们必须说，现代自然科学为这种检验提供了极其丰富的、与日俱增的材料，并从而证明了，自然界的一切归根到底是辩证地而不是形而上学地发生的”（恩格斯《反杜林论》，第18—20页，人民出版社，1970年横排本）。

从研究的深度和广度可划分为：观测描述阶段；实验科学阶段，初期带有浓厚的经验色彩；理论研究或实验理论相结合阶段。

从研究工作的组织方式可划分为：十九世纪中叶以前科学家个人自由研究活动；十九世纪末叶出现的集体研究组织，这以英国剑桥大学的卡文迪什实验室、美国爱迪生研究所为代表；二十世纪，特别是第二次世界大战以后，进入了国家统一组织协调甚至国际联营阶段。例如，从1943年起，希特勒耗资三亿马克建立V—2火箭研究基地。其中具尔莱格巨堡是世界上第一个导弹发射基地，为一长方形巨大碉堡，钢筋混凝土墙厚达4米，地下深60米，地上高22米，耗用钢材4万吨，水泥13万吨。从某种意义上讲，这些基地也是大型特殊建筑工程。看来，美国研制原子弹的“曼哈顿”计划是由一位主管陆军工程兵的格罗夫斯将军来负责执行，也并非偶然。欧洲核子研究中心等则是国际联营的典型例子。

（二）科学实验手段

按实验技术和装备的发展状况可划分为：简陋的手工操作，专业化研究所需的实验、测试、分析仪器及其不断的完善、更新；综合研究所需的大型先进装备。

实验技术和装备的改进、发展，不仅反映了科技进步，而且给科技发展以不可估量的推动和促进，在某种意义上讲，甚至起决定性作用。例如，粒子加速器（高电压型加速器、回旋加速器、同步加速器等）对于高能物理的研究，显微镜（光学显微镜、电子显微镜、同步辐射光等）对于生物学研究和材料科学研究，天文望远镜（光学望远镜、射电望远镜、空间望远镜等）对于天文学研究所起的作用等等。

以天文学发展为例，系统的天文观测至今约长达六千年了。天文观测手段，在起初五十几个世纪，全凭肉眼观测，能看到的星星不过六、七千颗。十七世纪初，光学天文望远镜的发明，使天文观测获得了第一次飞跃。经过不断完善和发展，把视野从太阳系扩展到银河系、河外星系，目前已能看到数以十亿计的河外星系。二十世纪三十年代发明射电望远镜，突破了可见光范围，发现了许多在光学上很暗或不发光、而射电辐射较强的新天体和新天象，使天文观测手段又获得了一次飞跃。本世纪五十年代末，人类进入空间时代，六十年代，天文观测进入了空间观测时代（1962年美国成功发射轨道太阳观测站），突破了地球大气层的屏障，实现了全电磁波段观测。1969年美国阿波罗11号把人送上月球，并取回了月球岩样，为人类直接研究天体打开了道路。

（三）空间与环境

科研建筑以空间组织形式可划分为自发的空间组织阶段；专门的空间组织阶段；及灵活、多样的空间组织阶段。

第三节 自发的空间组织

(一) 约与科学发展的原始综合阶段相对应

古代科学技术经历了漫长而极其缓慢的发展历程,经历了人类发展史上的原始社会、奴隶社会和封建社会。

远古事实很难说准确,带有一定的推断性。正如世界著名的科技史学家贝尔纳所讲的一段很有意思的话:“远古事实是片断的,不尽晓的,难于缀合起来的。……作者既非史学家,又非通儒,……所以重构出来的东西一定免不了暂时性,并且很容易受批评。可是正是因为有了这种批评和由此而应当引起的钻研,才能构成一幅连贯合理的画景”(见参考文献〔10〕)。

(二) 古代原始综合科学研究阶段的主要特征

1. 实验过程的原始综合功能特点

在原始综合科研阶段,科学是统一的整体。科学研究处于个人活动范围,各自探索着科学的各个领域。科学家的活动一般是多方面的,往往既是哲学家,数学家,医学家,也是机械师,自行设计、制造简陋的实验仪器。实验过程具有明显的综合功能特点。

2. 自发的空间组织

在早期科学发展的若干世纪里,作为科研工作的专门建筑工程问题几乎不存在。随着人类科学实验活动的开展,开始要求简单的空间和房间组织,布置简陋的仪器及实验装备,用简易技术进行实验。渐渐地,工作室分隔出工作位置、工程管网和人行联系,其特点是自发地组织空间。一般有个房间即可,并未提出什么特殊要求,处于利用“民用建筑”阶段,但却孕育着近现代实验室的原始要求,成为近、现代实验室的雏形。

(三) 示例

1. 天文建筑

恩格斯指出:“首先是天文学——单单为了定季节,游牧民族和农业民族就绝对需要它”(转引自大百科全书天文学)。

(1) 指向线天文建筑

起初,白天看太阳,日出而作,日落而息,以太阳出没定东西方向。在晴夜,仰望天空,观看月亮和星星。或平卧仰望,或站立转动身体、头颈和眼睛,寻找某颗星星。这与现代天文望远镜必须满足巡天和跟踪的两项基本要求是完全一致的。

位于英国索尔兹伯里以北的巨石阵(图1—5),是世界闻名的史前期古观象台遗址之一。约建于公元前2000年。巨石阵为圆环形,直径32米,高6米。巨石阵中某些石块

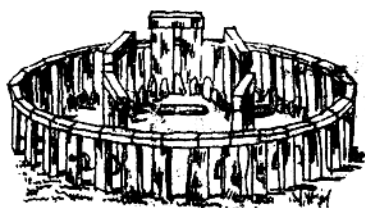


图 1-5 英国索尔兹伯里巨石阵

a. 复原图

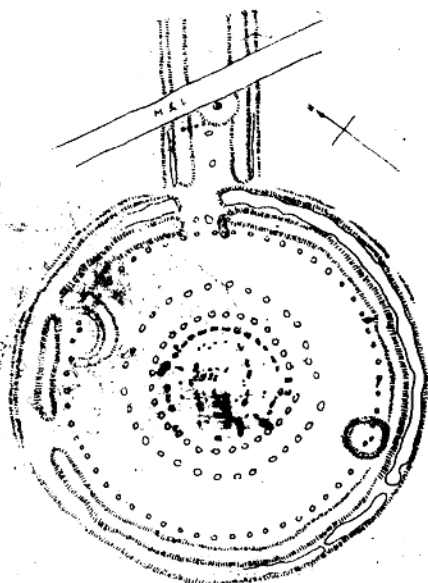


图 1-5 b. 平面图

的排列位置构成指明春分、夏至、秋分、冬至时日出方位的指向线。更有趣的是天文学家霍普金斯曾使用电子计算机对巨石阵的石块排列进行分析计算，发现了许多指示日、月出没方位的指向线。因此，他认为巨石阵是古代人类观测太阳和月亮的观测台，甚至认为，巨石阵中由56块石块围成的一个圆圈的奥布里洞能预报月食。以后又有人认为巨石阵可预报日食。关于这些虽仍有争议，但对古代建筑中存在着有天文意义的指向线则日臻一致。

类似的例子不少，如英国南部的斯吞含治巨大石柱阵，美洲落基山脉东面山坡上有数以千计的石环等。英国工程学教授汤姆自三十年代起，对大量巨石阵遗址进行了勘测，发现巨石阵排列形式是多种多样的，有卵形、扁圆形、椭圆形或直线形等等。

埃及开罗近郊最大的库富(胡夫)金字塔(图1-6)为正方锥形，各边正对东、南、西、北方向。北面入口离地面1.45米，从那里进入地下宫殿的通道和地平线恰成 30° 倾角，正好对准当时的北极星。砌筑金字塔的石块有的长达6米，如全部折合成二吨半重的石块，约250万块，墓室顶上有几块几十吨重的大石块，反映了古埃及当时建筑施工和起重运输技术的卓越成就。

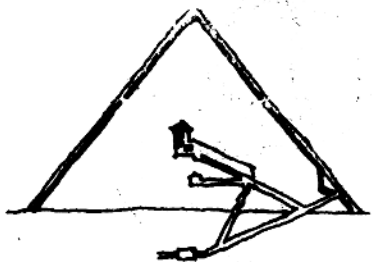


图 1-6 埃及库富金字塔

其他如中美洲玛雅天文台(图1-7)，以及美洲印第安人古堡等。

(2) 日影天文建筑

从某种意义上讲，石柱、方尖碑和树

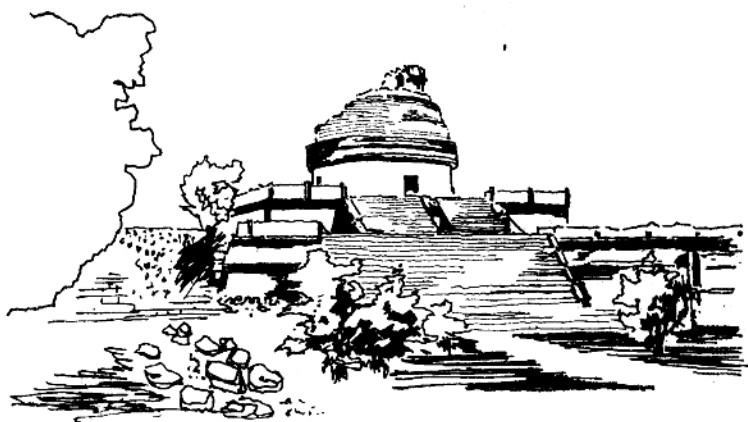


图 1-7 中牟测天遗址

等竖杆一样，是最原始的测定日影的装置。如法国布列塔尼的直径4.28米、高19.2米、上细下粗、重260吨的原始石柱。

塞恩古井。埃拉托森内斯（公元前284—前192年）曾巧妙地利用塞恩（今阿斯旺）古井测算出地球周长为39,600公里，与实际值十分接近。

古代观测日影的仪器主要有二种。一种叫圭表，它由二部分组成，一是直立在平地上的标杆，称为“表”；一是正南北方向平放的尺，称为“圭”。例如，位于河南省登封的周公测景（古“影”字）台，建于公元723年，表高196.5厘米，表下座上面北沿距表36.6~37厘米。登封观星台（图1—8）建筑本身就是一个圭表，以观星台砖砌凹槽直壁为表，自台北壁凹槽内向北平铺的石尺为圭。构思精巧。现存观星台创建于元朝初年，是中国现存最早的天文建筑。台体呈方形覆斗状，台高9.46米，连台顶小室高12.62米，顶边各长8米多，基边各长16米多。石圭长31.196米，高0.53米，居于午方向。

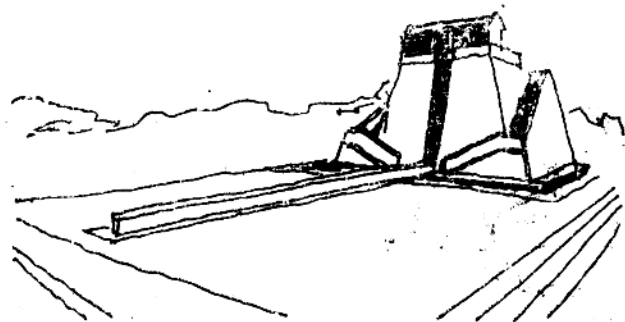


图 1-8 登封观星台



图 1-9 a. 印度斋普尔天文台
日晷之王

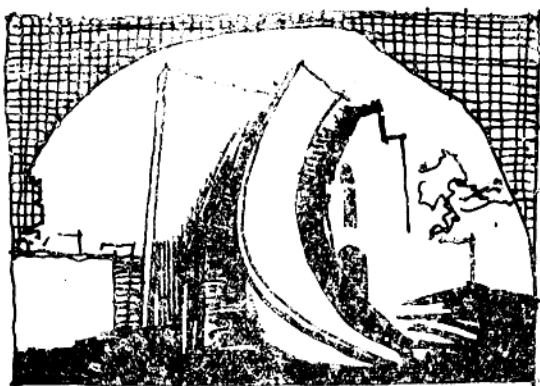


图 1-9 b. 印度斋普尔白象限仪



图 1-10 印度斋普尔白象限仪

另一种叫日晷（古义为太阳的影子）。利用一根表（晷针）将日影投射到刻有时角座标的平面上以测定真太阳时。建于十八世纪约（1724—1737年）的印度斋普尔天文台，可以堪称是古代日影天文建筑的博览会，这里有各式各样的日晷。如晷针高达27.4米的，被称为“日晷之王”的巨型赤道式日晷（图1—9），两侧各一个接受日影的垂直象限仪，呈圆弧形，是直径达15.2米的圆的一部分。有一个由12个小型日晷组成的日晷群，造型优美（图1—10）。两个圆柱形日晷，每一个由一组圆柱物构成无顶圆柱形建筑，中间还有一个偏置的中心柱（图1—11）。一个由一对半球组成的石质太阳观测仪等。德里古天文台的日晷造型新颖优美，中间是日晷，两侧由一对半球形台阶式象限仪接受日影（图1—12）。

（3）与神庙相结合的天文建筑

在古埃及，尼罗河的泛滥，使两岸的土地得到灌溉，对农作物的播种、生长关系极大。僧侣们发现，当天狼星随太阳一同升起在地平线上时，尼罗河水泛滥，周期约365天，于是产生了早期的历法。由于天狼星升起的方向比太阳偏南，因此当时埃及修建的高庙神庙都建有一条朝向天狼星升起方向的狭窄走廊，用

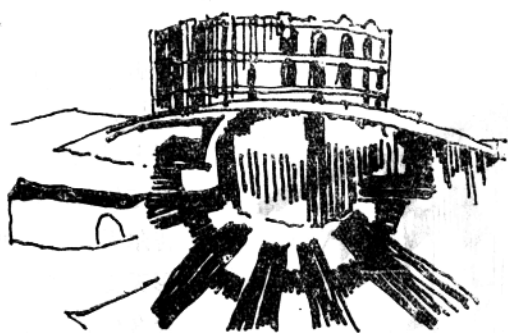


图 1-11 印度斋普尔台园柱形日晷群
a. 外景



(图 1-11) b. 内景

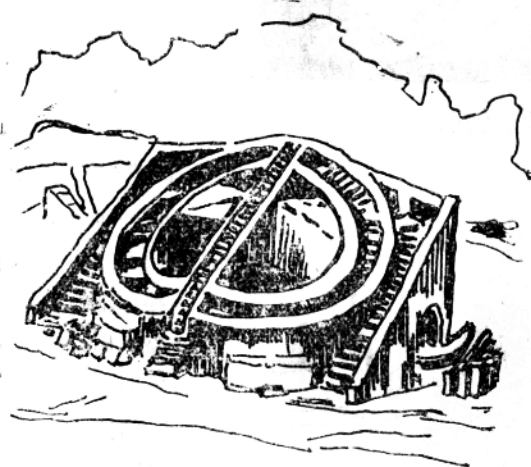


图 1-12 德里古天文台日晷

以遮蔽早晨的阳光，使天狼星清晰可见。

公元前三千年，在两河流域，几乎每个城市的主要庙宇里都有一个或几个山岳台或天体台。例如乌尔城是两河流域最早的城市之一。在城的西北高地上建有宫殿、观象台、庙宇等建筑群。观象台（图1—13）为观测天象的多层阶梯形高台建筑，四角正对



图1-13 乌尔观象台

方位。第一层平台尺寸为 45×65 米；第二层为 23×37 米；高达几十米，可沿台侧或与台侧相垂直的双坡道或单坡道登上台顶的庙宇或祭坛。平台外围为带扶垛的烧砖墙，内填夯土。

类似的例子如迦勒底人的双坡道观象台，与萨艮王宫同建在一个高台上的观象台，以及由一

对形体相同的观象台，中间为庙宇的阿奴·阿达德庙等。

相传，我国在夏代（前21世纪至前16世纪）就有天文台，叫“清台”。在商代称“神台”，周代称“灵台”。早期的天文台，一般兼作祭祀活动场所。以后，才逐渐分开。比较典型的例子如东汉（公元56年）在洛阳平昌门南直大道东西两侧建造两个高台，分别用作天文观测（灵台）和祭祀活动（明堂）。

（4）古观象台

我国西汉（前202年—公元8年）在都城长安（今陕西西安）城郊筑有天文台，初名“清台”，后改称“灵台”，又称“候景之台”。台高十五尺，上有浑仪等。

东汉时，于公元56年在洛阳南郊建天文台（灵台）。为一正方形高台，基底每边长约50公尺，高约20公尺。灵台用夯土筑成。台的四周有上下两层平台，平台用坡道相连，每层平台上各建有十余间房屋。灵台占地约66亩，东西各有墙垣。该台到北魏时才弃之不用，并在台上建造了砖塔。灵台是我国著名天文学家张衡（公元78—139年）进行天文研究的重要基地，是世界上残存的比较古老的天文台遗址之一。

北京观象台（图1—14）。现存的观象台建于明正统年间（公元1436—1449年）。二十世纪三十年代，中国建立现代天文台后，人们逐渐称该台为古观象台。现已改建为北京古代天文仪器陈列馆。该台从明正统初年起，到1929年止，连续从事观测近500年，在世界上现存的古观象台中，保持着连续观测时间最长的历史记录。并以建筑完整（台体及附属）和仪器配套齐全，在世界上久负盛名。

值得特别一提的是水运仪象台（图1—15）。北宋时代，由苏颂等在1086年设计至1092年建成的“水运仪象台”，高约12米，宽约7米，是一座上狭下宽的正方形多层木结构建筑。整个建筑分为三隔，下隔放报时装置及动力机构等，中隔放浑象，上半部在柜外，下半部在柜内，台顶为露天台，放浑仪，通过一系列齿轮与枢轮轴相连，与近代

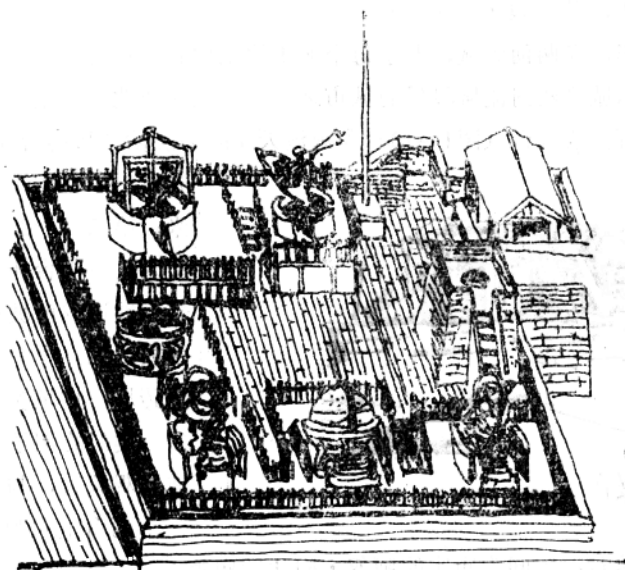


图 1-14 北京古观象台

转仪钟控制的望远镜一样，随天球转动。安装浑仪的木屋有9块活动屋面板，可随意取放，和近代望远镜观测室可开启天窗的作用相同，可以说是近、现代望远镜观测室的雏形。

古代我国各地建造的钟楼（又称鼓楼或钟鼓楼）等都有报时功能，也是一种天文建筑。

国外比较有特色的古代天文台，有建于公元829年的撒马尔罕天文台；还有建于七世纪的朝鲜庆州古瞻星台（图 1-16），它至今保存完好，是世界上现存的最古老的天文台建筑之一。它是一座瓶形砖石结构建筑，高二丈八尺余，在面向北极的方向开一个窗户，顶上为木质平台，放置观测仪器。

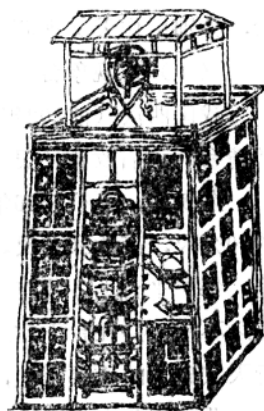


图 1-15 水运仪象台

以及天文学家缪勒（1436—1476年）在纽伦堡建的天文台和哥白尼（1473—1543年）在波兰弗龙堡他居住的教堂屋顶平台上进行天文观测的“哥白尼塔”等。

2. 早期的教育研究单位

（1）现代大学和学会的始祖——柏拉图学林。

柏拉图于公元前387至前347年，历时四十年，在阿加梯密斯的园林里讲学。学林维持近一千年，直到公元525年才关闭，是现代大学和学会的始祖。“Academ y”成为科学院的译名。他死后，其弟子亚里斯多德于公元前335年成立了一个对立的学派，叫莱



图 1-16 朝鲜庆州古瞻星台



图 1-17 古代炼金术士实验室

西乌姆学园。

(2) 亚历山大城博物院是人类历史上第一个由国家支援的研究机关。

亚历山大时代(公元前330年至前200年),即早期希腊时代,非常重视科学。他们让希腊科学直接接触古亚洲文化技术和科学,而限于埃及、美索不达米亚文化。这样处心积累,有意识地来试验组织并资助科学,在人类历史上还是第一次。亚历山大城博物院是第一个由国家支援的研究机关。博物院的科学工作,连同该院散在其余各处的人员,如阿基米德等的工作,它比以前或以后二千年里任何科学工作都要专门化得多。古希腊科学中对以后科学伟大贡献中的最大部分就来自这个时期。

(3) 回教科学。

阿拔斯王朝的几代国王(754—861年)、几代教王(928—1031年)、几位富商和达官(750—803年),大规模提倡科学,支持科学家,使回教国的医学和天文学家能够进行实验和从事观察,并免遭宗教界的反对。这是亚历山大城博物院成立以来所无与伦比的,与中古时代基督教国家的、几乎为教士所独占的科学截然不同。回教科学家极少负有任何宗教使命,而大都抱有实用目的。

(4) 教士垄断科学,教会大学是当时的研究单位。

起初为训练牧师们而设立的大会堂附属学校,到12世纪,发展为大学,有固定课程。其中最早、最著名的是1160年创立的巴黎大学。大学作为广泛的研究所,同时研究一切学科,在基督教国家里获得学识宝库的特别地位。科学几乎为教士所垄断,许多教堂成为进行科学研究的场所。

其他如牛津大学(1167年)、维也纳大学(1367年)和圣安德鲁大学(1410年)等等。

3. 炼金术

最初从简单的金属里寻找金子,使炼金术士们成为早期的科学实验者和科学活动家。

关于最早炼金实验室和实验的精确资料已失传,大概是由于炼金术是保密的缘故。