

# 特殊科研用地总平面设计探讨

——以中国散裂中子源实验园区为例

孙礼军, 廖 雄, 潘智伟

[摘要] 国家大科学装置实验园区作为一种特殊的科研用地, 在总平面设计上与一般的科学园区不同, 对其设计进行研究具有重要意义。基于此, 文章对国家大科学装置实验园区的设计原则进行分析, 结合中国散裂中子源实验园区设计案例, 从总体设计、道路交通设计、绿化景观设计和建筑设计等方面探讨国家大科学装置实验园区总平面设计方法, 以期为类似项目提供借鉴。

[关键词] 国家大科学装置; 中国散裂中子源; 实验园区; 设计

[文章编号] 1006-0022(2015)11-0067-04 [中图分类号] TU984.18 [文献标识码] B

Special Educational Land Site Plan: Spallation Neutron Source/Sun Lijun, Liao Xiong, Pan Zhiwei

[Abstract] Scientific Experiment Park is a special land use in its significance to scientific study. With Chinese Spallation Neutron Source Experiment Park design as an example, the paper studies the site plan, transportation design, green landscape design, and architecture design of such projects.

[Key words] National science facility, Chinese Spallation Neutron Source, Experiment Park, Design

## 0 引言

国家大科学装置是指通过大规模投入和工程建设来完成, 建成后通过长期的稳定运行和持续的科学技术活动, 实现重要科学技术目标的大型设施, 如著名的北京正负电子对撞机与同步辐射装置、合肥同步辐射装置、兰州重离子加速器与冷却储存环装置、上海光源装置等。

作为促进国家持续发展的支撑条件, 国家大科学装置的科学技术目标必须面向国际科学技术前沿, 为国家经济建设、国防建设和社会发展作出基础性、战略性和前瞻性的贡献。建立科技基础条件平台是我国科技创新体系建设中的重要内容, 而国家大科学装置则是国家科技基础条件平台的重要组成部分。

国家大科学装置实验园区是国家高新技术发展和国家科技创新的重要载体, 其用地属于特殊科研用地, 在总平面设计上与一般的科学园区不同, 对其设计进行研究十分必要。本文在对国家大科学装置实验园区概况进行介绍的基础上, 分析园区设计原则, 结合中

国散裂中子源实验园区设计案例, 从总体设计、道路交通设计、绿化景观设计和建筑设计等方面对大科学装置实验园区总平面设计方法进行探讨。

## 1 国家大科学装置实验园区概况

国家大科学装置园区由实验园区和生活园区两个独立部分构成。实验园区与生活园区可毗邻建设, 也可异地建设。根据大科学装置不同的使用功能, 可将国家大科学装置实验园区分为三大功能区: 主装置区。该区为园区的核心部分, 其建筑为涉核建筑, 组成了整个园区的中心建筑群。实验配套区。该区以对外交流及办公功能为主, 其建筑为办公建筑及配套服务建筑, 包括综合实验楼和综合服务楼等。辅助设备区。该区由实验装置辅助设备的相关建筑组成, 通常包括辐射防护实验室、冷冻站、维修站及仓库、测试实验楼和变电站等。

国家大科学装置实验园区必须以主装置区为核心, 充分满足主装置设备的工艺及流程要求, 各功能区之

[作者简介] 孙礼军, 广东省建筑设计研究院总工程师。

廖 雄, 广东省建筑设计研究院科技部总建筑师。

潘智伟, 广东省建筑设计研究院南粤所总建筑师。

间既要相互独立，又要便于联系，并保证流线清晰，以利于实施各项科研活动(图1)。

不同使用功能的大科学装置有不同的建筑空间形态。主装置区建筑空间形态的基本形式有集中式和沿线分散式，采用何种形式完全取决于大科学装置的性质。国家大科学装置实验园区总平面设计必须以主装置设备和工艺流程为依据，充分满足主装置设备和工艺流程的实际需求。

## 2 国家大科学装置实验园区设计原则

### 2.1 选址原则

影响国家大科学装置实验园区选址的因素十分复杂，如地区经济、社会影响、科研效益、地域文化、自然环境以及国家大科学装置的全国战略布局等。同时，还要根据大科学装置自身的特殊工艺，对建设场地现状的地质结构、地形条件、场地高程、周边环境、交通运输条件和市政设施等提出特殊的要求。

国家大科学装置实验园区的建设用地要尽量避免征用农业用地，并应符合国家环境评估的要求。此外，建设用地还应具有足够的发展空间，以满足园区长远发展的需要。

### 2.2 设计原则

国家大科学装置实验园区总平面设计

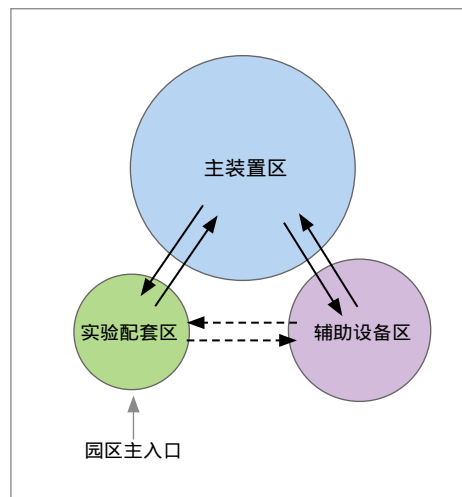


图1 国家大科学装置实验园区功能分区及关系图

计应尊重当地的总体规划，融入地域特色，建筑布局应严谨规整，充分体现园区作为科研基地的理性与秩序。设计应遵循如下原则：充分利用建设用地的地形地貌、气候及周边的自然条件；满足主装置设备的工艺及流程要求，合理分区和组织道路流线，保证流线清晰、便捷和安全，以构建完整、连续的集运输、装卸和贮存功能于一体的运输系统；

注重园区的可持续发展，在各区预留发展用地；利用基地原有自然景观，将自然山水与园区融为一体，景观设计以简洁朴实为原则，营造一种宜人的绿色生态科研环境；建筑应体现实用性与生态性，并与周边环境相协调，风格应简洁大气，注重整体风格的统一。

## 3 中国散裂中子源实验园区总平面设计

### 3.1 项目概况

中国散裂中子源(Chinese Spallation Neutron Source, 简称“CSNS”)是我国“十一五”期间重点建设的大科学装置，已列入国家中长期科学和技术发展规划。建成后，它将成为发展中国家拥有的第一台散裂中子源实验装置，并与英国、美国、日本的散裂中子源相并列，构成世界四大脉冲散裂中子源。它每年可接待上千名研究人员在不同的

谱仪上展开研究，可以为国内外科学家提供世界一流的中子科学综合实验基地。

中国散裂中子源项目落户广东，是我国首次在华南地区建设的国家大科学装置，这对优化科研设施在全国的战略布局、增强我国南方省份的科研创新能力发挥了重要作用。项目基地位于广东东莞大朗镇水平村南面，用地总面积为267 622 m<sup>2</sup>，工程项目总建筑面积为69 823.8 m<sup>2</sup>。基地位于常虎高速公路南边，交通便捷；自然资源丰富，具备营造园区绿色生态环境的有利条件；丘陵山地的地形符合散裂中子源主装置工艺的要求，有利于场地的高程设计，尤其是可以满足主装置隧道对地基沉降量的要求。

### 3.2 总体设计

#### 3.2.1 分区明确，合理规划

中国散裂中子源实验园区总体设计以满足加速器主装置的工艺要求为前提，对园区进行合理布局，将园区分为主装置区、实验配套区和辅助设备区三大功能区(图2)。

主装置区是园区的核心部分，其工艺对工程地质的要求高，故设置在地基条件优良的园区中部和南部地区。设计综合考虑中国散裂中子源实验装置的特点，以及其与辅助实验设施的工艺联系、场地现状地形条件、周边环境、运输条



图2 园区鸟瞰图

件和分期建设要求等各方面因素，将各实验设备楼及实验隧道布置在基岩埋深适宜、均匀的岩石地基上，以满足稳定及承重的要求。主装置区拥有园区的中心建筑群，建筑物主要包括直线设备楼及隧道、RCS 设备楼及隧道、靶站谱仪大厅及设备楼、RTBT 设备楼及隧道、LRBT 设备楼及隧道、排风中心。整个建筑群呈“U”字形布局(图3,图4)。

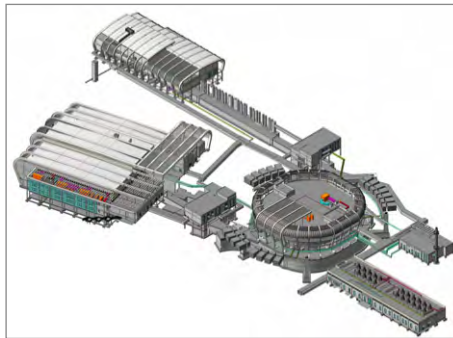


图3 主装置区建筑整体轴测图

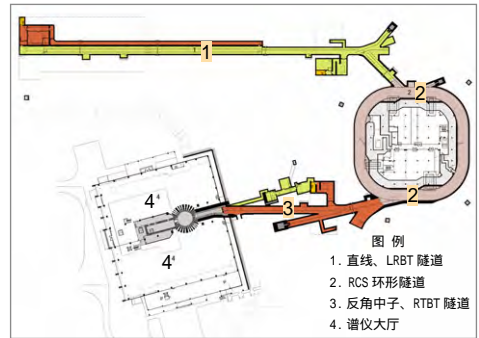


图4 主装置区隧道平面图

实验配套区布置在园区的东北侧，靠近园区主入口。该区域以对外交流和办公功能为主，包括综合办公楼和综合服务楼。综合办公楼布置有办公室、会议室和实验室等功能用房，靠近园区主入口处设置；综合服务楼在综合办公楼的南面，与综合办公楼平行布置，两楼通过连廊进行连接，主要布置有招待所、休闲运动用房和食堂等功能用房。设计力求在该区域创造良好的人文景观，同时通过绿化场地，将办公区域与装置试验区相隔离，为科研人员提供相对安静、独立和惬意的工作场所。

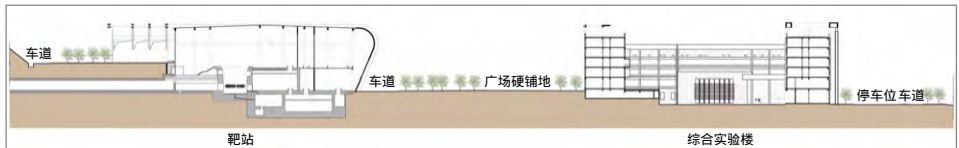


图5 园区剖面图A

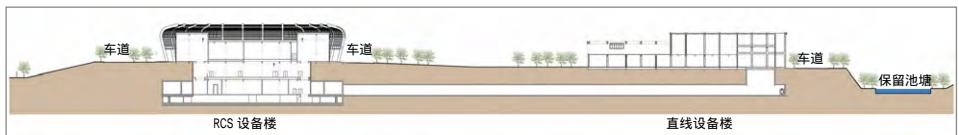


图6 园区剖面图B

辅助设备区位于园区西侧，由南向北布置了辐射防护实验室、排风中心、冷冻站、维修站及仓库、测试实验楼和变电站等设施，构成了通用设施区。其中，辐射防护实验室、排风中心等设施由于有实验废气和废物的排放，布置在园区西南角相对偏远的位置，处于常年主导风向的下风向，并通过道路及绿化带与其他建筑物进行隔离。测试实验楼布置在场地西北侧，并预留一块建设用地，用于下一阶段测试实验楼的建设，在一期工程的建设期则作为临时仓库用地。

主装置的标高、防洪要求、基岩埋置深度、土方平衡量及建设边坡的工程量进行综合考虑，通过多个不同标高的台地设置(将园区大致分为五个不同高程的台地)，尽量减少土方工程量、降低边坡的高度(图5,图6)。同时，可将功能关系密切的建筑设在同一台地上，或在不同台地上通过连廊及室外台阶连接各个建筑，方便科研人员到达各个建筑。

### 3.3 道路交通设计

中国散裂中子源实验园区设有三个出入口，场地东北角为园区主入口，以人行和小型汽车通行为主；场地北面偏西处设有一个次入口，主要供大型货运车辆通行；场地西面还设有一个出入口，通向散裂中子源项目二期，可为园区未来的发展奠定基础。设计在园区内设置环形车行主干道，连接园区各出入口和功能分区。园区内部道路宽7m，以满足大型货运车辆对实验装置设备运输的要求；在园区主要道路单侧均设有行人通道(宽2m)，用作科研人员的步行通道。此外，园区内的部分道路可作为消防通道(图8)。

#### 3.2.3 建筑空间与环境相结合

整个园区的建筑依山而建，在满足主装置建筑的结构要求的同时，设计尽可能地保留了原有场地的山地特色，将建筑与环境融为一体。园区建筑根据使用功能成组布置，注重内外分区、动静分隔、疏密有致、高低错落和相互渗透；采取多样化的空间形式，着力营造良好的生态氛围、绿色氛围和科研氛围，使园区建筑在和谐中求统一，统一中见特色。

#### 3.2.2 有效控制场地高程

园区的场地高程设计重点在于如何配合中国散裂中子源主装置的工艺要求，尤其是要满足主隧道对地基沉降量的要求。考虑到场地的高差较大，以及中国散裂中子源主装置对地质的特殊要求，园区根据主装置隧道底的标高，采用了半填半挖的土方平衡形式，并由此产生了大量的边坡。设计对中国散裂中子源

#### 3.2.4 充分预留发展用地

设计对园区的用地进行梳理，实施整体规划，在各功能区都预留出一定的发展用地，以满足园区未来可持续发展的需求(图7)。

对于停车场地，设计综合考虑室内与地面停车相结合的方式。室内停车场设置在综合办公楼下(出入口设在综合办公楼东面)，方便科研人员的日常使用。地面停车应考虑各个使用区域的需求，结合绿化在各建筑物旁布置小型汽车与大型货车停车位。同时，还可在其他区域零散设置一些地面停车位，并在综合实验楼和综合服务楼旁设置自行车停车场。

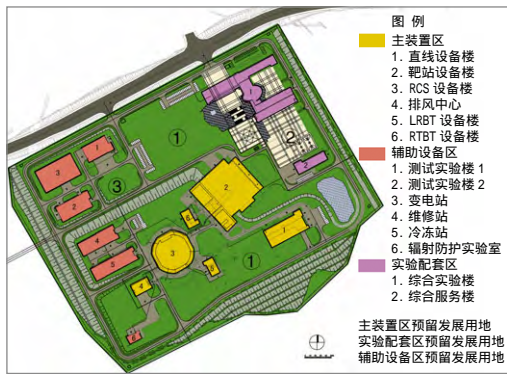


图7 园区总平面图

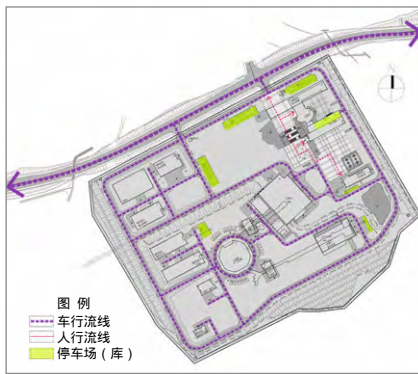


图8 园区交通分析图



图9 园区景观设计总平面图



图10 主装置区建筑效果图一



图11 主装置区建筑效果图二



图12 综合实验楼建筑效果图

### 3.4 绿化景观设计

中国散裂中子源实验园区所在的丘陵地带位于风景优美的松山湖区, 植被茂盛, 水塘星罗棋布, 自然资源丰富。园区的路旁绿化、广场绿地和庭院绿地共同组成了园区的立体绿化系统。综合实验楼与靶站设备楼间的广场是园区的景观中心, 广场从入口处向园区内逐渐升高, 通过园林造景等手法营造富有岭南特色的景观环境(图9)。

根据实验装置的不同功能, 设计将园区从北到南分成三个场坪梯次, 每个场坪的高度不同。一是较低的北侧园区向高速公路倾斜的大片填土漫坡, 植被以草本植物和灌木植物为主, 设计结合场地原始地貌, 形成从高速公路到园区的缓冲地带; 二是较高的中间园区建设平台, 设计从使用者的角度出发, 在景观设计上注重细节和功能的结合, 充分

利用南方植物种类繁多的优势, 将室内外环境有机结合, 营造优美意境; 三是最高南侧山坡, 由于实验装置的要求, 南侧山坡需要开山, 做成较高的边坡挡墙, 设计建议尽可能地将其坡度放缓, 每隔一段距离设置马道, 用于植树种草, 并在边坡表面采取拉网覆土的方式铺草, 通过这些绿化处理方式, 力求将边坡与周围的山体融为一体。

### 3.5 建筑设计

中国散裂中子源实验园区中的单体建筑应尽可能分散布置, 控制建筑体量, 体现秩序感; 建筑单体以浅灰色外墙、原色玻璃为主, 色彩协调、和谐, 同时通过统一的飘板、副廊、凸凹和开洞等手法, 从视觉上将规模反差较大的建筑融合在一起; 着重表现建筑精准的工艺和细腻的搭配, 将尖端科技的内涵恰如

其分地通过建筑设计语汇加以表达, 打造具有国际化水准的科技园区(图10~图12)。

## 4 结语

随着我国科学技术的发展, 不同类型的国家大科学装置工程项目将会不断涌现, 未来对于国家大科学装置实验园区的设计必将有更深入的探索和研究。国家大科学装置实验园区总平面设计应以可持续发展观为引领, 以全面协调国家经济、科研效益、文化和环境等多方面的发展为目标, 合理制定园区的设计原则, 并在设计中予以落实, 进而将园区建设成为世界瞩目的具有中国特色的科研基地。本文对中国散裂中子源实验园区总平面设计所进行的探讨, 希望能为类似项目提供一定的借鉴。

### [参考文献]

- [1] 武一. 中国散裂中子源经济影响评估[M]. 北京: 中国时代经济出版社, 2011.
- [2] 武一. 珠江三角洲地区经济发展研究报告2010[M]. 北京: 中国时代经济出版社, 2010.
- [3] 中国建筑标准设计研究院. 规划·建筑·景观[M]. 北京: 中国计划出版社, 2009.
- [4] 东莞市委政策研究室. 东莞转型[M]. 北京: 人民出版社, 2010.
- [5] 韦杰. 中国散裂中子源简介[J]. 现代物理知识, 2007(6): 22-29.
- [6] 孙礼军, 廖雄, 潘智伟. 国家大科学装置建筑总体布局及建筑设计探析[J]. 新建筑, 2015(3): 68-71.
- [7] 孙礼军, 伍瑶熙, 杨远丰, 等. BIM技术在中国散裂中子源项目中的应用[J]. 建筑技艺, 2014(2): 54-59.

[收稿日期] 2015-09-16;

[修回日期] 2015-10-10