

# 基于模块化方法的人防设计研究

王彬<sup>1</sup> 王凤珍<sup>2</sup> 丁海伟<sup>3</sup>

1. 海南科技职业大学, 中国·海南 海口 571126

2. 江西新能源科技职业学院, 中国·江西 新余 338004

3. 广东亚视演艺职业学院, 中国·广东 肇庆 526631

**摘要:** 人防工程是城市重要的基础设施之一, 人防工程设计水平可直接影响到大众安全利益。现阶段人防建筑工程设计工作主要采用平战结合方式, 进一步提高人防工程利用水平。针对此, 论文采用模块化设计方式, 提出模块化设计流程, 模块化设计功能, 分析模块化技术在人防设计中的应用重点加强及应用流程, 提出模块化人文设计要点, 以供参考。

**关键词:** 模块化方法; 人防工程; 设计

## Research on Civil Defense Design Based on Modular Methods

Bin Wang<sup>1</sup> Fengzhen Wang<sup>2</sup> Haiwei Ding<sup>3</sup>

1. Hainan Vocational University of Science and Technology, Haikou, Hainan, 571126, China

2. Jiangxi New Energy Technology Institute, Xinyu, Jiangxi, 338004, China

3. Guangdong ATV College of Performing Arts, Zhaoqing, Guangdong, 526631, China

**Abstract:** Civil air defense engineering is one of the important infrastructure in cities, and the design level of civil air defense engineering can directly affect the safety interests of the public. At present, the design work of civil air defense construction mainly adopts a combination of flat stations to further improve the utilization level of civil air defense engineering. In response to this, the paper adopts a modular design approach, proposes a modular design process, modular design functions, analyzes the application focus and process of modular technology in civil defense design, and proposes the key points of modular humanistic design for reference.

**Keywords:** modular methods; civil defense engineering; design

## 1 引言

随着社会发展速度不断加快, 现代人防建筑工程建设环节的经济效益、美观度、实用性也应当进一步提升。通过将模块化设计方式应用在人防工程中, 能够使人防工程在切实满足正常生活目标的情况下, 保障大众生命财产安全。

## 2 概述模块化设计技术

模块化设计理念最早诞生于 21 世纪 90 年代, 现在广泛应用的机械领域、软件开发以及建设行业中。模块化人防设计工作需要针对工程建筑、空间结构以及装饰等要求, 增强整体规划工作的规范性、集成性。

在模块设计工作开展期间, 需要在特定范围内组合产品中的各个要素, 确保各产品特殊功能能够被集中展现出来, 将子系统模块组合在一起, 确保设计出的系统能够满足不同功能需求<sup>[1]</sup>。在模块设计环节, 产品模块为通用件, 为实现多模块组合目标, 还应当做好模块接口设计工作。

模块化设计也是人防工程绿色设计的重要方式, 除了更加成熟的设计理念与设计方式。通过有选择性的组合不同产品模块, 使产品能够更好满足市场建设需求。功能分析环

节, 模块设计工作主要包括特定范围内不同属性的产品、性能不同的产品、规格差异较大的产品等。

## 3 模块化设计特征

### 3.1 功能独立

产品模块的构成会将各模块的功能集合在一起。在集成化产品结构中, 各部件及产品的功能关系较为复杂, 修改某部分会影响到工程整体建设效益<sup>[2]</sup>。为保障人防建筑工程建设工作顺利开展, 综合利用产品结构管理及相关信息数据, 导致采购、物流、制造及服务行业发展也会受到不利影响。

### 3.2 标准连接与接口一致

为确保各模块接口能够有效交互更换, 还需要注重控制接口尺寸, 设定输入及输出接口的编号。建筑结构连接中的面、连接件等也应当满足模块化连接要求。

### 3.3 平台依赖性

在人防设计环节使用模块化设计手段, 需要确保各模块具有自我保护、自我实现功能。在模块划分过程中应当设立人防工程建设目标, 使模块功能性与互换性所以深刻体现

在设计全过程中。在没有明确认识的人防工程配置任务的情况下，模块划分工作将无法顺利完成。

### 3.4 层次化特征

模块包含不同模块功能，子模块的功能为主模块基本功能之一。较大模块的层级会进一步加强管理难度，在模块划分过多的情况下，也会出现较多的非模块化产品，后续生产效率受到不利影响。

## 4 人防设计中的模块划分

### 4.1 建筑模块化系统

建筑模块化系统也是装配式建筑结构单元体系，装配式建筑工程中的各模块应当首先到工厂预制，然后运输到施工现场组装，搭建出建筑单元与空间单元。建筑工程中的构件单元为模块结构，但具有独立性特征，能够独立支撑建筑空间<sup>[3]</sup>。空间单元功能存在较大差异，空间功能可以划分模块内部结构，结合建设要求开展模块吊装配置、吊装与组装，实现人防系统建设目标。

现阶段应用在工程建设中的新材料及新技术不断涌现，大众对人防工程建设质量及效率提出了更高要求。人防模块化设计环节，需要以科学技术为先导，合理划分建筑模块系统，从根本上提升模块整体建设水平。

### 4.2 模块化设计要求

人防工程设计工作应当以切实提高建设效率、控制工作人员劳动强度、提升工程整体质量为目标，进一步提升模块化设计水平。当前模块化设计环节，工作人员需要着重考量企业对人防工程的需求，结合现代化手段开展工程结构设计、重新安排等工作。

模块化设计工作也需要利用简单连接方式，确保各独立模块均能够满足实际设计要求。在具体模块设计过程中，由于模块的连接方式复杂且繁琐，需要在设计环节满足整体设计需求，优化实际设计流程，保障模块化连接工作顺利开展。设计人员也需要结合各自设计需求对图纸展开专项绘制，有效解决设计期间存在的各类问题。

要求人防工程需要始终处于正常运行状态，确保各工序之间保持密切关联。掌握工程建设状况，根据人防工程设计特征与设计要求，确定设计标准，使工程各流程相对独立，增强工程的整体性与系统性。

在使用模块化设计手段过程中，设计人员在设计环节需要始终以图纸为核心，根据图纸内容展开设计工作。由于不需要对模块进行重新规划，有效降低了模块设计期间的难度，加快工程设计进程<sup>[4]</sup>。借助循环再设计的方式也能够提高工程建设资源利用率，控制工程建设投入成本。在优化工程建设流程过程中，各模块存在的联系互为独立，需要对模块进行及时更换，有效减少后续设备设计无用流程。

## 5 模块化设计在人防工程中的应用要点

在现阶段人防建筑工程建设过程中，模块化设计还使

用了绿色设计理念，借助自顶向下的设计方式，不断优化设置流程。首先，结合人防工程建设要求，针对模块功能进行初始化设计，规划各零件组合序列<sup>[5]</sup>。结合零件合并特征、使用功能特征及绿色特征划分不同模块，切实提升产品及功能性设计水平。对模块集成及评估进行合理性测试，优化模块设计方案。

采用对人防工程的设计进行模块化分析，确定工程模块化设计目标。确定模块设计个性化标准，按照设计计划实际情况展开数值计算，制定出切实可行的人防工程设计数据方案。制定设计目标以及设计个性化目标。最后实施模块化设计与设计工作。配合使用运动模拟与三维模拟技术手段，验证模块化划分情况，制定模块规格设计说明书（见图1）。

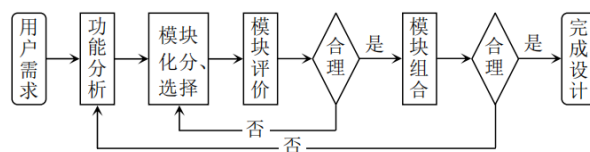


图1 模块化设计流程

### 5.1 划分人防工程设计模块

首先划分人防工程模块，在模块划分过程中需要确保每个模块都能够独立具备独立功能，确保模块能够互为独立，便于后续的组装及搭配。

在结构划分上，结构相对独立的部位为一个模块，能够实现模块互换目标。对于较为复杂的模块，需要明确分解模块的功能，将部件中的组件进行模块化，使部件具备不同的功能。

地基基础人防工程重要结构，结构较为简单，功能较为独立，因此需要设置独立的设计项目，使基础件的规格以及刚度均处于可允许的变化范围之内。

不仅如此，人防工程的模块化设计工作还需要严格遵循可拓展性原则。模块单元需要着重考虑到未来技术的可能性，在模块中预留一部分的空间与接口，为后续新增模块提供所需的功能与性能。

在建筑模块设计中还需要着重划分出模块功能，避免模块功能对产品的功能性以及模块结构造成不利影响。功能划分可直接影响到环境属性、功能属性。在模块划分环节也需要涉及零件合并属性、功能属性与绿色属性。

### 5.2 模块划分原则

零件合并原则。零件合并原则就是将各零部件组合起来，增加零部件的物质及信息交互功能，满足零件内部交互要求，从根本上提升人防工程建设期间的资源利用率。在零件合并过程中还需要借助相同材料，做好零部件的升级与改造工作<sup>[6]</sup>。零部件的连接多数使用刚性连接方式，生产环节为标准件，在拆卸与组装环节需要设置安全保护措施；

功能性原则。在模块化设计过程中需要满足功能性要求，结合部件相互作用、造型特征、尺寸结构，对零部件的

功能展开全面检测。零部件的功能属性具有能量交互特征、物质交互特征信号交互特征与作用力交互特征。零部件的交互及模块划分关系密切，如果零件交互作用大，更需要紧密划分。

绿色准则。人防做设计工作需要进一步提高产品质量及能源利用率，控制产品开发及生产成本周期，做好工程建设期间生态环境保护工作。在工程设计阶段选择绿色施工材

料，尽量提升零部件利用率，延长产品使用寿命。在人防设计过程中还需要选择环境协调好、成本低、易加工且便于回收的材料，对不能够再利用与再循环的组件进行有效降解，从根本上提升产品后期加工水平。开展模块升级与直接升级工作时，也需要控制升级工作对周边生态环境造成的破坏，从根本上提升工程市场竞争力。

零件合并属性	模块划分准则	零件合并属性	模块划分准则
功能属性	结构交互准则	绿色属性	重用性准则
	能量交互准则		升级性准则
	物质交互准则		维护性准则
	信号交互准则		处理性准则
	作用力交互准则		回收性准则

图 2 模块划分准则

### 5.3 模块度评价

通过开展功能分析与模块分析工作，影响模块的模块化因素主要包括结构交互性因素、作用力交互性因素、能量交互因素、物质交互及信号交互因素。不同构件的零件交互性强，模块的互相作用就越大，相互联系就越强。

### 5.4 模块组合方式

在人防模块化设计过程中采用人工组合、集装组合、改装组合、间接组合、离散组合等方式。其中，组合就是将模块直接结合在一起，对于不同产品系列的模块化系统能够进行直接组合；集装组合可以将不同规格的模块加载到一定的结构模块中。对于需要改进、改动、增加的情况下也需要采用集装方式；间接组合需要基于产品要求进行布局，要求间接模块、特殊连接设计等都需要满足模块连接要求。在离散模块组合环节，需要将不同种类的模块组合起来，分为独立产品、模块的离散及撤离。

## 6 人防工程模块化设计管理

### 6.1 加强人防工程模块化设计管控力度

为从根本上提升人防工程体系安全性，要求人防工程体系工程设计环节应当结合施工现场勘察工作出具的相应勘察报告以及各项勘查资料，注重分析施工期间的各项要求，基于当下国家及有关部门对人防工程模块化设计工作提出的各项规定，优化人防工程体系结构的安全性。

结合人防工程体系安全等级不足等问题，还需要做好抗震设计管理工作，注重使用先进管理理念与管理手段，着重计算出人防工程体系混凝土结构的强度值、承载力值。在设置荷载分项系数过程中，还需要放大荷载标准值，选择规范的荷载构件，设定构件荷载标准。

### 6.2 使用先进设计手段

人防工程体系工程结构设计工作开展期间也需要满足安全管理要求。在人防工程体系工程设计工作使用先进设计软件，不断优化设计施工方案，突出安全措施在方案设计环

节的应用重要性，及时解决存在与人防工程体系结构运行缓解的各类误差问题，保障人防工程体系工程建设期间的安全性水平。

例如，在人防工程体系结构施工工作开展期间，使用先进的虚拟现实技术手段，及时分析存在与人防工程体系结构设计变更环节的各类问题，保障结构整体的安全性。构建人防工程体系结构安全模型，找寻并解决存在与人防工程体系构成施工环节的各类问题，使工程施工工作始终处于高质量开展状态。

### 6.3 使用先进设计软件

BIM 模型是一个包含丰富数据、具备智能化、参数化特征的设计软件。BIM 内构件信息为可运算信息，借助可运算信息与计算机系统，可以自动识别出三维模型内不同构件，统计模型中几何与物理信息数量。现有 BIM 技术可应用在人防工程模块化设计环节场地分析、物料跟踪、资产管理以及火灾应急模拟优化等方面，对提高工程整体建设效率，节约工程施工成本的意义重大。

在人防工程中模块设计精细化管理过程中，配合使用 BIM 软件能够自动识别工程内涉及的类别及组分信息，可准确计算出材料用量。在制作人防工程建设明细表以及计算材料数量过程中，计算机能够自动对同施工环节内容展开自动分类，并用模型取代图纸，将材料名称、数量等信息内容映射在模型内。例如，设计环节出现变更问题的情况下，变更内容会自动反映给材料明细表。使材料名称、数量与尺寸能够自动变化，为后续住宅建筑模块设计工作中的询价、风险评估等内容提供更加精准的计算依据。

借助 BIM 软件分阶段统计工程量，按照施工进度合理进行分阶段工程量算工作。针对工程施工期间的关键部位还需要建立起完善的三维动态模型，确保工程实施期间的关键部位能够更加形象的展示出来，从根本上提升模块化设计在人防工程建设中的应用水平。

## 6.4 保障结构材料质量

着重优化人防工程体系结构的安全性能，在人防工程体系工程设计过程中配合使用概念设计方式，优化人防工程体系结构的各项性能。进一步分析人防工程体系工程设计环节的局部与整体关联，确保存在于人防工程体系结构中的各项涉及问题均能够被及时发现与解决。设计人员在掌握人防工程体系工程状态后还需要对施工内容进行切实优化，分析结构各项力学关系，增强人防工程体系结构的平衡状态。

## 7 结语

总而言之，通过在人防设计中使用模块化设计手段，能够满足产品的功能特性与环境属性，缩短产品开发与制造周期，提高产品质量，确保工程能够更好适应市场变化。在人防工程中使用模块化设计手段还可以提升工程建设的生态效应，对各构件进行回收处理，从根本上提升人防设计

水平。

### 参考文献：

- [1] 胡月.模块化建筑的分析与运用——以上海金山化工园区某工程项目为例[J].科技资讯,2023,21(9):89-93.
- [2] 李鑫,任红波.模块化设计模式在建筑设计企业应用的初步思考[J].上海建设科技,2022(4):5-6+25.
- [3] 韩君华.大型公建地下空间的模块化与系统化设计策略[J].建筑技术,2022,53(1):103-106.
- [4] 黄馨仪,舒展,李征.装配式模块化建筑与模块节点研究进展[J].建筑钢结构进展,2022,24(2):40-49.
- [5] 邝彦翹.装配式建筑模块化设计的特征优势及实现方法[J].工程技术研究,2021,6(21):239-240.
- [6] 陈宇,黄勇,王超,等.模块化理念下的钢束柱结构体系设计研究[J].建筑技艺,2021,27(10):105-107.