

人防地下室结构选型分析

王宇

广东省电信规划设计院有限公司沈阳分公司

摘要：人防工程按工程的构筑方式分为明挖和暗挖工程。其中上部无固定地面建筑的明挖工程称为单件式人防工程；上部有地面建筑的明挖工程称为附件式人防工程，又称作人防地下室。暗挖工程按修建方式可分为地道式和坑道式工程。本文通过人防地下室的设计原则和特点对结构设计的选型进行分析和探讨。

关键词：人防地下室；结构设计；顶板

引言

防空地下室是一类比较特殊、具有预定防护功能的工程构筑物，与普通民用地下室相比，在结构设计中既要满足民用建筑在正常使用时的静荷载，又充分考虑武器的冲击、爆炸等效应的作用。在防空地下室设计工作中，有效落实结构防护设计工作是提高整体工作质量的关键保障，针对性地进行结构设计调整与优化，是提高工程经济效益的根本。

一、人防地下室结构设计

人防地下室的结构设计，主要是人防顶板、底板、柱、人防临空墙、人防门框墙及外墙，主要出入口楼梯、车道及防倒塌措施的设计。人防地下室采用等效静荷载法进行结构动力计算，将结构体系构件分别按等效单自由度体系进行动力分析。

二、人防地下室结构形式

（一）基础选型

在考虑地下室基础时一般根据工程地质资料中地质条件进行选型，当基础持力层较深可采用桩基，较浅可采用柱下独立基础，存在地下水时还需加防水底板。基础形式有柱下独立基础加防水板、满堂筏板正（反）帽柱，主次梁式底板等。以下仅对甲类防空地下室底板上的等效静荷载标准值进行分析，基础采用桩基且按单桩承载力特征值设计时，应按照《人民防空地下室设计规范》第4.8.15条要求，对底板上的等效静荷载标准值进行取值；若无桩基（筏形基础、箱型基础等）应按《人民防空地下室设计规范》第4.8.5条要求采用；若采用柱下独立基础加防水板或条形基础时，底板上的等效静荷载标准值应按《人民防空地下室设计规范》第4.8.16条要求采用。基于基础类型及底板人防荷载取值不同，人防结构设计可根据工程周边环境、绿化设计和地质资料所提供的选定基础型式，考虑提高基础整体刚度，地下室的整体抗毁能力，地基变形等因素，有桩、无桩，底板不同做法等进行经济比较。充分考虑以上内容为人防地下室打下了良好的基础。

（二）普通梁板式结构

一般而言，人防地下室位于地下2层及以下，可采用无次梁的普通梁板式结构，可节省模板及人工费用，方便施工。若地下室位于地下1层，且覆土较厚，宜采用有次梁的普通梁板式结构，可根据轴网和覆土厚度选择十字形、井字形、单向板结构形式。梁板式结构整体性好，抗震性也较好，是比较普遍使用的结构形式之一。

（三）楼盖（屋盖）结构选型

一般人防地下室多采用钢筋混凝土结构，防空地下室的结构选型，应考虑上部建筑结构体系。竖向承重结构构件宜与上部建筑的竖向承重构件一一对应，使受力清晰、内力传递简单和整体性、延性较高的结构。地下室结构楼盖布置通常选取形式有主次梁楼盖、十字梁楼盖、无梁楼盖等多种结构型式。人防地下室顶板不仅考虑平时较重的覆土荷载以及0.2mm的裂缝要求，还要满足战时较大的爆炸动荷载。当前地下室设计中，满足上部建筑功能要求同时应需考虑地下室结构各部位（如出入口、防护设备、与主体结构）使用性、安全性，这也导致结

构布置不规则、跨度大、局部转换等越趋复杂化。根据地下室结构柱网布置情况，采用主次梁、十字梁结构布置是较为合理的，梁板结构的分割均匀合理，楼板承担荷载内力分配对于平时弹性分析和战时塑性分析都起到有利作用。无梁楼盖以板柱型式为例，板柱结构以减低层高为最大优势，但在地下室设计中较难满足各种功能使用，基于人防荷载较大情况，常常设计造成问题。

（四）现浇混凝土空心楼盖结构

现浇混凝土空心楼盖按顶板结构形式可分为梁板式空心楼盖和无梁板空心楼盖（空心板无梁楼盖）。空心板无梁楼盖工程上较为常见，空心板无梁楼盖的适用条件为：（1）柱距较大（一般大于7m），荷载较大（需要较大板厚，可放内模）。

（2）不需要结构自防水（地下2层及以下顶板比较合适）。

（五）加腋梁板结构

（1）梁加腋分为垂直加腋和水平加腋，梁底垂直加腋是局部加腋截面以满足抗剪和承载力的要求，可以减少对建筑净空的影响和降低造价；水平加腋是为了保证梁柱中心线不能重合时，梁偏心对梁柱节点核心区的不利影响。（2）板加腋主要为增大支座处板截面计算高度，减少支座配筋和混凝土用量。（3）梁板加腋的原理及优势为：按静力手册计算，梁板的支座弯矩一般是跨中弯矩的两倍以上。为了满足支座处弯矩计算要求，而整梁加高，既不经济也影响地下室的使用净高。只增大支座处截面的做法比整体加大截面更合适。（4）加腋梁板的应用范围是加腋梁板在土建造价和对建筑层高占用均比普通梁板节省，仅次于无梁楼盖结构。且加腋梁板适用于荷载和跨度较大，不能采用无梁楼盖，且层高受限或限额设计的项目。

三、结构构件截面尺寸的选择

以下为作者根据多年设计计算结果总结出在常用的几种结构形式下构件较为经济的截面尺寸，可供人防地下室设计前期确定结构形式及层高时的一个初步参考。

（1）当跨度大于9m时不管是普通无梁楼盖还是普通梁板式，截面尺寸都是比较大，假如整个工程大多数跨度大于9m，可以考虑加腋梁板结构形式或采用新型材料例如预应力无梁楼盖，有效提高钢筋强度，减小构件截面尺寸。（2）在不对比含钢量或其他因素的情况下，柱网在9m以下，且较为规整，普通无梁楼盖较普通梁板式结构优势在于有效减小层高，外形美观。（3）中间无次梁的普通梁板式结构适合在地下2层或地下1层覆土较薄时使用，当人防地下室设置在地下一层时，覆土小或小跨度也可使用中间无次梁的梁板式结构，但大跨度或覆土较厚的从经济角度上考虑，建议使用中间有次梁的普通梁板式结构。（4）以上数据也适合预应力无梁楼盖及空心板无梁楼盖，优缺点和使用范围在前已描述。以及在大跨度时采用加腋梁板，可使框架各部位受力更趋合理，且可节省钢筋减小裂缝。

四、结束语

附建式人防地下室作为最常见的防空地下室，在设计过程中充分利用规范和现有的设计条件，做好结构的选型，为业主设计出平战结合，更经济合理的人防地下室创造出优质的建筑。

参考文献

- [1]徐靖,孙大博,张超.人防工程结构设计的关键点探析[J].住宅与房地产,2018(13):115.
- [2]黄冠豪.地下室结构设计的若干常见问题[J].绿色环保建材,2018(01):63.