

配重法抗浮设计在地下车库中的运用

任晟楠

中国中元国际工程有限公司 北京 100089

摘要：建筑结构发生上浮破坏的根源在于地下水浮力大于建筑结构的自重，因此通过增大建筑结构的自重使其大于地下水浮力的方式是最为简单直接的方法。为此，本文从材料选择、计算方法对不同水头高度下的地下车库进行配重抗浮设计和经济性比较，分析异同。结果表明：在水浮力接近结构自重的情况下，钢渣混凝土配重对于结构整体抗浮和局部抗浮稳定性有很大的提高。

关键词：配重法；钢渣混凝土；地下车库抗浮；YJK

中图分类号：TU93 **文献标识码：**A

1 引言

目前国内现行规范对建筑地下室抗浮设计都只做了概念性的规定，在地下室抗浮原理和抗浮方法计算方面都有一定研究，但是具体抗浮方法的工程可行性和经济性对比等方面都少有研究。笔者选取工程中最为常用的配重法抗浮进行研究。利用钢渣混凝土的高密度性和低成本，借助盈建科结构设计软件(YJK)比较配重法在不同水头标高下的结构合理性和经济性。

2 配重法抗浮的基本方法

2.1 基本方式

一般建筑物的抗浮主要依靠结构自身的重量。所谓配重法，就是通过增加建筑工程的自重来抵御水浮力的作用。配重法适用于各类工程条件，配重的部位主要在底板。配重法受地质条件、施工环境等的影响较小，造价低。根据地下工程的实际情况，配重法的主要方式如下：1) 在底板上部采用低等级混凝土压重或者高密实度材料回填压重；依靠增大结构自身的重量来抵抗水浮力，工程中较多采用此方法进行配重抗浮。2) 在底板下部采用低等级混凝土挂重；3) 采用将底板延伸形成翼板，利用外伸的翼板上承托的覆土重量来抵抗浮力。但是，为了要延伸基板而成翼板，开挖的范围将因而加宽，土方及使用土地面积也将因而加大，其所增加的抗浮力变大。因此此法一般适用于规模较小的地下工程的抗浮。

2.2 配重材料的选择

由于混凝土的比重为 $22-25\text{kN/m}^3$ ，大于地下水的 10kN/m^3 ，而且混凝土性价比较高，较容易获得，因此，当工程不满足抗浮要求时常常采用混凝土材料为首选。利用混凝土与地下水的比重差来达到抗浮稳定的要求。而作为钢铁行业的主要废渣——钢渣，由于其利用率不高，大量的废弃钢渣会造成资源浪费和土地污染，将钢渣作为粗集料搬入混凝土，制成的钢渣混凝土，不但具有良好的耐磨性和耐久性，更是能够达到 35kN/m^3 以上的超高密度，是非常好的工程回填的配重材料。

2.3 配重法的优缺点

相比于抗拔桩抗浮而言，配重法抗浮施工减少了抗拔桩复杂的施工工序，施工质量更易保证，并且投产后没有管理成本。配重法抗浮在结构内部底板上填压满足抗浮设计要求的材料，抗浮力不存在变异性，

安全有效。并且在底板上增加均布压重，在满足抗浮要求的同时，减小了底板在地基反力及最大水压工况下的内力，从而减小了底板结构厚度。

但是配重法也存在自身的不足，若在地板上增加素混凝土配重，则会增加结构工程的埋深，从而产生更大的浮力，配重提供的抗浮力自身也就消耗了一半，从而需要更多的配重，导致抗浮效果较差。如采用底板下设混凝土挂重的方法，虽然底板的钢筋不会增加，但是底板和挂重部分混凝土须用钢筋连接，施工比较麻烦，当地下水对钢筋和混凝土具有侵蚀性时，设混凝土挂重的方法须谨慎。

3 工程案例分

3.1 工程概况

北京地区，地下两层车库，覆土厚度1.5m，柱网尺寸8.4m*8.4m，B1层高度4.2m；B2层高3.9m；外墙厚度400mm；底板形式：平板式筏基，筏板厚度500mm，下柱墩厚度900mm，板顶标高-8.450m；混凝土等级：梁、板、基础及外墙为C30，柱为C40。配重回填混凝土为钢渣混凝土，密度为35KN/m³。

3.2 不同水头标高对配重法抗浮的影响

《全国民用建筑工程设计技术措施·结构（地基与基础）》对于建筑物抗浮验算，可由下列公式来进行计算：

$$\frac{G}{S} \gg K$$

式中：G为结构自重及上部永久荷载标准值的总和；S为地下水对建筑物的浮托力标准值；K为地下室结构抗浮安全系数，一般取1.05。

本工程采用盈建科YJK1.7.0.0进行建模计算，分别计算水头标高为-1m、-3m和-5m时的抗浮布置方案并比较各个方案的经济性。该软件提供三维模拟1.0恒-1.05浮工况下筏板位移情况。分别从整体抗浮稳定性和局部抗浮稳定性来进行验算。

表1 三种水头标高下浮力与结构自重的对比

方案	自重及永久荷载标准值总和 G (KN)	地下水对结构的浮力标准值 S (KN)	G/S 比值
-1m 水头标高	336500	569174	0.59
-3m 水头标高	336500	448714	0.75
-5m 水头标高	336500	328254	1.03

从上表可以得出，结构在以上三种水头标高下均不满足整体抗浮稳定性，需要进行抗浮设计。在考虑到结构自重、水浮力和回填配重高度等情况后，得到不同水头标高下结构的最大上浮量和变形差，如下图所示：

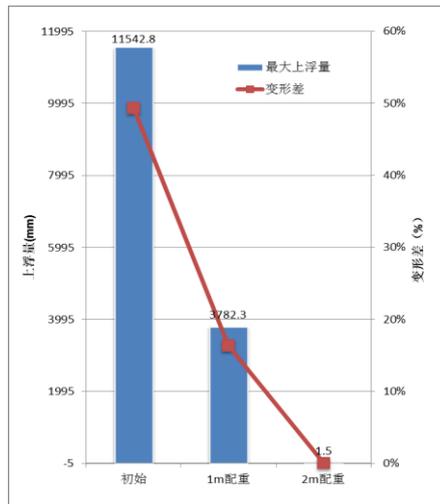


图1 -1m水头标高下最大上浮量和变形差

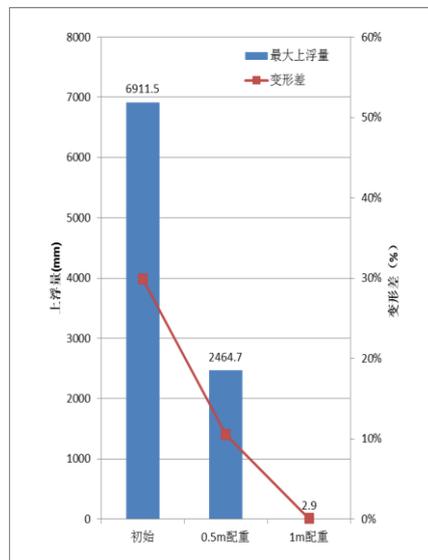


图2 -3m水头标高下最大上浮量和变形差

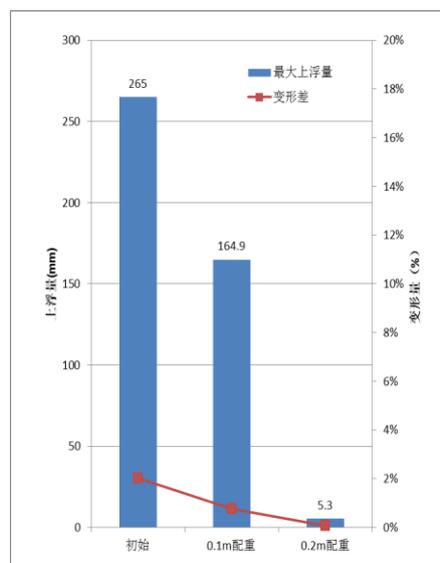


图3 -5m水头标高下最大上浮量和变形差

在从以上图可以看出：

- 1) 在-1m、-3m、-5m的水头标高下，结构分别配重2m、1m、0.2m的钢渣混凝土后满足整体抗浮要求。
- 2) 结构分别配重2m、1m、0.2m的钢渣混凝土后变形差均在0.2%以内，满足变形要求。

统计各水头标高下满足抗浮的方案的筏板钢筋、筏板混凝土及钢渣混凝土用量，详见表3。

表2 三种水头标高下混凝土和钢筋用量对比

方案	钢渣混凝土(m ³)	筏板混凝土(m ³)	筏板钢筋(吨)
-1m 水头标高(2m 钢渣)	11600	2965	304.6
-3m 水头标高(1m 钢渣)	5800	2965	297.4
-5m 水头标高(0.2m 钢渣)	1160	2965	284.2

4 结论

- 1) 配重法抗浮对材料的密度要求较高。
- 2) 当水浮力大于结构自重10%以上时，需要耗费较多的配重材料，在考虑经济性的情况下，配重法比较适合水浮力和结构自重相近的情况，往往利用增加适量的配重满足结构的局部抗浮稳定性。
- 3) 由于实际工程中存在结构荷载分布不均匀的情况，建议可以在局部抗浮不足处加厚，在满足抗浮稳定性的前提下降低成本。

参考文献:

- [1] 张景花. 地铁车站的抗浮设计[J]. 山西建筑, 2010, 36 (8): 122-123.
- [2] 叶健宁. 浅谈地铁深基坑施工中的地址风险[J]. 山西建筑, 2008, 34 (18): 300-301.
- [3] 中华人民共和国建设部, 建筑地基基础设计规范(GB50007-2011)[S], 北京: 中国建筑工业出版社, 2011