

# 地下室抗浮设计水位到底如何确定

李旭平

(深圳市建筑设计研究总院)

**摘 要:** 对广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ15—31—2003)“地下室作用”一节的质疑。

**关键词:** 抗浮设计; 地下室作用; 水位

广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ15—31—2003)自 2003 年 6 月 1 日颁布实施以后,地下水及地下室的设计问题,成了业主单位、设计单位、勘察单位、审图单位争论的焦点,对地下室抗渗设防水位及抗浮设防水位的取值,各方意见分歧很大。特别是多层地下室的桩基础、地下室底板的设计更是五花八门,各执一词。同一条件下,计算结果均然不同,有时甚至相差几倍的情况随处可见。很多人对省标准中“地下水作用”一节的规定产生疑问,作为结构设计人员,现在处于两难的境地,一方面,甲方认为规范要求太严,勘察单位提供的地下水位过于保守,要求设计人员降低地下水的设计水位,降低工程造价。另一方面,又要遵守设计规范,确保结构安全和施工图审查能够通过。面对这种现象,笔者认为有必要对地下水的作用机理作更深入的讨论,以便对地下室的结构设计时的水作用问题有个明确的概念,使设计人员对地下室的结构设计更加安全和经济合理。

## 1 现行规范有关地下水的规定

### 1.1 国标《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2002)

(1)第 3.0.3 条规定:当工程需要时,岩土工程勘察报告尚应“提供用于地下水浮力的设计水位”;

(2)第 5.1.4 条规定:“基础宜埋置在地下水位以上,当必须埋置在地下水位以下时,应采取地基土在施工时不受扰动的措施”;

(3)第 8.4.3 条规定:“筏形基础的混凝土强度等级不应低于 C30,当有地下室时应采用防水混凝土,防水混凝土的抗渗等级应根据地下水的最大水头与防水混凝土的厚度比值,按现行《地下工程防水技术规范》选用,但不应低于 0.6 MPa,必要时宜设

架空排水层。”

### 1.2 国标《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)

(1)第 12.1.9 条规定:“高层建筑基础的混凝土强度等级不应低于 C30,当有地下室时应采用防水混凝土,防水混凝土的抗渗等级应根据地下水的最大水头与防水混凝土的厚度比值,按现行《地下工程防水技术规范》选用,但不应低于 0.6 MPa,必要时宜设架空排水层。”

### 1.3 国标《高层建筑岩土工程勘察规程》(JGJ 72—2004)

国家标准《高层建筑岩土工程勘察规程》在第 5 章专门对地下水位进行了规定,从第 5.0.1~5.0.7 条,比较客观地提出了应采用调查与现场勘察方法,查明地下水的性质和变化规律,提供水文地质参数;针对地基基础形式、基坑支护形式、施工方法等的情况分析评价地下水对地基基础设计、施工和环境的影响,预估可能产生的危害,提出预防和处理措施的建议。同时,根据地下水类型、各层地下水水位及其变化幅度以及补给、排泄条件等诸因素,提供抗浮设防水位,并在第 8.6.2 条做了如下规定:当有长期水位观测资料时,场地抗浮设防水位可采用实测最高水位;当无长期水位观测资料或资料缺乏时,按勘察期间实测最高水位并结合地形地貌、地下水补给、排泄条件等因素综合确定;场地有承压水且与潜水有水力联系时,应实测承压水位并考虑其对抗浮设防水位的影响;只考虑施工期间的抗浮设防时,抗浮设防水位可按一个水文年度的最高水位确定。

### 1.4 北京标准《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》(DBJ 01—501—92)

在第 4 章对地下水做了专门规定,要求建筑地基应确定建筑场地地下水的类型及静止地下水位;

在第4.1.2条规定:城区、近郊区的建筑场地勘察,尚应提供历年最高地下水位和3~5年的最高地下水位,当缺少长期观测资料时,可根据实地调查的水井(孔)水位等资料推测历年最高地下水位;第4.1.5条规定:对防水要求严格的地下室或构筑物,其设防水位可按历年最高水位设计;对防水要求不严格的地下室或构筑物,其设防水位可参照3~5年最高地下水位及勘察时的实测静止水位确定。

### 1.5 湖北省地方标准《建筑地基基础技术规范》(DB42/242—2003)

第11.4.11条的第3条规定,抗浮设防水位若有长期水文观测资料和历史水位记录时,地下水作用力的计算可采用历史最高水位;若无长期水文观测资料和历史水位记录时,地下水作用力的计算可采用丰水期最高稳定水位;在第4条规定:场地有承压水且与潜水有水力联系时,应按承压水和潜水的混合最高水位计算地下水对地下室的浮力作用;在第6条规定:地下室在稳定水位作用下所受的浮力应按静水压力计算。临时高水位下的浮力,在粘性土中适当折减,折减系数由勘察单位提出,在砂土中不折减。

### 1.6 广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ15—31—2003)

第5章的“地下水作用”一节,第5.1.4条规定:地下水对基础(或建筑物底板)的浮托力及对地下结构的侧压力应按下列原则进行计算:地下水的设防水位应取建筑物使用年限内(包括施工期)可能产生的最高水位,条文说明还规定,若勘察报告不提最高水位,则按室外地坪标高设计;计算浮托力时,不考虑地下室侧壁的摩擦作用及与岩土粘滞作用;除了有可靠的长期控制地下水的措施之外,不得对地下水水头进行折减;结构基底面承受的水压力应按全水头计算,地下室侧壁所受的水压力宜按水压力与土压力分算的原则计算。

以上是笔者收集到的各相关国家及地方标准对地下水作用的规定,可以看出,大部分地方标准与国家规范是基本相符的,都主张用长期稳定水位或实测稳定最高水位进行抗浮设计,尤其是国家标准《高层建筑岩土工程勘察规程》JGJ72—2004对地下水的作用问题,进行了客观的分析,并对地下水位的分析评价提出了相应方法和措施,而按广东省标准要求设防水位应取建筑物使用年限内(包括施工期)可能产生的最高水位,尤其是条文说明中“勘察报告没提供最高水位时,则按室外地坪标高设计”的规定,换句话说就是地下室有多深,就要有多高的设防水位,抗浮设计引发的造价比原先大大提高,给地下室

结构设计造成困难,给甲方造成很大浪费,同时,也减轻了个别技术水平不高的勘察单位的工作压力,为其不认真进行地下水为的评价提供了依据。

问题在于各地都缺乏长期水位观测资料,在目前市场经济形势下,勘察单位也不会对某各区域进行长期的水位观测,一些较为认真、客观一点的勘察单位会结合场地条件提供抗浮水位的范围值;但是,大部分勘察单位从安全角度考虑,又有广东省标准作后盾,不作任何分析就以室外地面或者略低于室外地面作为抗浮水位标高提供。这样,矛盾又推回设计院,有的业主以设计能减多少米抗浮水位作为交付设计的条件;精明一些的业主,自行做地下水的排泄工作,降低抗浮水位标高。

## 2 张在明院士关于地下水作用机理的论述

关于地下水的作用机理,张在明院士所著《地下水与建筑基础工程》一书作了科学、详尽的阐述。在院士厚厚一本的著作中,摘抄如下内容:

(1)真正处于静止状态的地下水是很少的,水在土体中多是流动状态(渗流),渗流是复杂的三维空间课题,饱和土与非饱和土的渗流现象在工程性状上有很大的差异。

(2)土中的孔隙是地下水储存的场所,又是地下水运动的通道,由渗流分析引伸出的孔隙水压力分析,是地下水对建筑工程作用分析的基础。

(3)历史最高水位、近期最高水位,都不能直接作为抗浮水位提供。要提供一个比较客观的设计抗浮水位标高,必须要有长期观测资料,了解各层地下水的赋存形态和运动规律,作渗流分析求取地下水对基底的压力,按基底最大压力提供抗浮水位标高。也就是说,正确确定基础底面处地下水的压力,是提供建筑物设计抗浮水位标高的前提。

(4)基底的水压力并不完全取决于水位的高低,还和水的存在形态相关。书中举了2个例子,例1按历史最高水位和近年最高水位确定的浮力分别是92 kPa和69 kPa,而经过渗流分析得出的浮力只有36 kPa。例2基底埋深11 m,按传统设计方法,抗浮设计水压力是10 t/m<sup>2</sup>左右,而经过渗流分析得出的基础底水压力只有1 t/m<sup>2</sup>左右,相差10倍。说明将水压力按传统静水状态确定的做法,估计过高,造成浪费。

## 3 设计对策讨论

(1)广东省标准、国家标准、张在明院士的著作,三者观点差别很大。笔者与张院士通了一次电话,张院士说,他成了众矢之的,并说“著(下转第149页)

$$P = W\sigma R = W\sigma \begin{bmatrix} W_1\sigma R_1 \\ W_1\sigma R_1 \\ \vdots \\ W_m\sigma R_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ P_{m1} & P_{m2} & \cdots & P_{mn} \end{bmatrix}$$

最后,根据最大隶属度原则确定最优方案。

### 3.2 隶属度函数的确定

由于施工措施变更方案评价过程中,不同评价指标的权重同建设项目的特点、合同控制目标及项目合同实施情况密切相关,不宜用固定的函数表达式确定评价指标的权重,而应采用专家评议方式,并用数理统计方法处理评议结果,最终得出两级权重。

## 4 结 语

文中研究了施工措施变更方案评价指标体系及其评价方法,由于建设项目的复杂性,对于不同项目的评价,其指标体系均有所不同,提出的结论只是为

施工措施变更方案的评价搭建一个基础平台。此外,施工措施变更方案的评价方法还有许多,如价值工程原理、决策树法等等。对施工措施变更方案评价体系的进一步研究是我国工程管理理论工作者和工程项目管理人员的重要任务,是提高建设项目科学管理水平的必然要求。

### 参考文献

- [1] 钟 晖. 土木工程施工[M]. 重庆:重庆大学出版社, 2001.
- [2] 孟鹏晖,齐永顺,杨玉红. 施工方案评价中的多目标模糊决策技术[J]. 石家庄铁道学院学报, 2000, 13(4): 31-34.
- [3] 李立新,钱哉贵. 施工方案规范化评价理论体系的建立[J]. 淮南工业学院学报, 2000, 20(4): 22-25.
- [4] 张宗元. 模糊数学入门和在建筑管理中的应用[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1991.

收稿日期:2006-06-12.

作者简介:田 英,工程师;武汉,武汉石油化工厂工程处(430082).

(上接第145页)

作是针对北京的情况写的,各地情况不同,不应该照搬北京的例子”。笔者认为,各地情况虽然不同,但张院士的观点是对的。地下水,顾名思义是土中水、孔隙水,与大江大海的水是有本质的区别的,广东省标准所作的规定不区别具体情况,采取一棍子打死的方法,是不科学的。

(2)诚如张院士所述,以基底的孔隙水压力作为抗浮水位标高提供才是科学的,基底的孔隙水压力,与水位高低有关,还与水在土体中的连通(渗透)条件有关。有人说,他们实地钻过,出现地下水喷出很高的现象,这点不否认,钻到承压水层,底板下土体的连通(渗透)性能很好,都可能出现这种现象;另外,钻孔是局部一个点,局部地方打破地下水的平衡状态,水压力自然会增大。有钻孔喷水现象,同样有很多钻孔不喷水现象。就以深圳目前最高的3栋建筑物——地王大厦、赛格广场、招商银行大厦为例,都有3层地下室,10多m深,如果每m<sup>2</sup>有十几t的水压力,基坑开挖以后,水是很难抽干的。地王大厦、招

商银行大厦是笔者亲自参与的工程,除了下暴雨抽水量大之外,平时没有多少水,据调查,赛格广场的情况也差不多是这样。

(3)地下水在土体中的连通(渗透)作用,除了与土体本身的性质有关之外,还与人为的外界因素有关。施工期间,四周开敞,下雨积水、雨停抽水,容易造成基底局部或者全部与四周积水连通,地下室重量小于水的浮力时,被抬起来。因此施工抗浮是要认真重视的。

上述分析说明,业主单位、设计单位有理由要求勘察单位根据基底的孔隙水压力提供抗浮设计水位标高,不应盲目照搬广东省标准的条文。当缺乏长期观测资料时,也应该针对不同的土质情况将稳定水位打个折扣提供抗浮水位标高。

收稿日期:2006-05-30.

作者简介:李旭平,深圳,深圳市建筑设计研究总院(518000).