

# 基础埋深的三个“d”

## ---以独立基础为例

许之宾

在基础设计时，我们需要在软件中输入三处与基础埋深有关的 d：总参数中“基础底面以上覆土厚度”d1（图 1）、地基承载力修正时“基础埋置深度”d2（图 2）、基础布置时“基底标高”d3（图 3），这三个 d 均会对地基承载力验算产生影响。

总参数

结构重要性系数： 1

基础底面以上覆土厚度(m)： 2 d1 \*

覆土重度(kN/m<sup>3</sup>)： 20

图 1

地基承载力计算参数

始终按下列表格计算地基承载力（不勾选时以单独定义值优先）

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011) 综合法

地基承载力特征值 $f_{ak}$ (kPa)	180.00
地基承载力宽度修正系数 $\eta_b$	0.00
地基承载力深度修正系数 $\eta_d$	1.00
基底以下土的重度(或浮重度) $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
基底以上土的加权平均重度 $\gamma_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
基础埋置深度(单位: m)	1.50 d2

图 2

沿轴偏心(mm)： 0

偏轴偏心(mm)： 0

轴转角(°)： 0

基底标高(m)： -3 d3

相对于柱底

相对于结构正负0

光标  轴线

图 3

下面以独立基础为例，简要介绍三处 d 的作用。

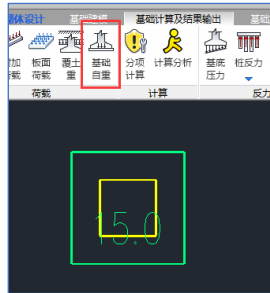
工程概况：为方便计算，基础采用单阶独立基础，平面尺寸 1000mm X1000mm，高度 600mm。基底下覆土 d1、承载力埋置深度 d2 及基础布置时 d3 参数见图 1~图 3。

## d1——用于计算基础上覆土重

以轴心压力为例，基底压力计算时采用如下公式：

$$p = \frac{F + G}{A} \leq f_a$$

式中  $G$  为混凝土基础自重及其上覆土体的重量。由于软件中可以区分混凝土及其上覆土的体积，故可精确计算出基础自重及其上覆土重量。



基础自重： $25 \times 0.6 = 15kPa$ ，与软件计算一致。



覆土重： $20 \times (2 - 0.6) = 28kPa$ ，与软件计算一致。

## d2——用于修正地基承载力

在确定地基承载力时，按照《建筑地基基础设计规范》5.2.4 条：当基础宽度大于 3m 或埋置深度大于 0.5m 时，对于从载荷试验或其他原位测试、经验值等方法确定的地基承载力特征值，需要进行深宽修正： $f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b - 3) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$ 。关于基础埋深  $d$  (文中以  $d_2$  表示)，针对不同基础结构形式，规范给出了不同的计算规则，YJK 软件中也给出了相应图例，见图 4。

d—基础埋置深度(m)一般自室外地面标高算起。在填方整平地区可自填土地面标高算起,但填土在上部结构施工后完成时应从天然地面标高算起。对于地下室如采用箱形基础或筏基时,基础埋置深度自室外地面标高算起;当采用独立基础或条形基础时,应从室内地面标高算起。

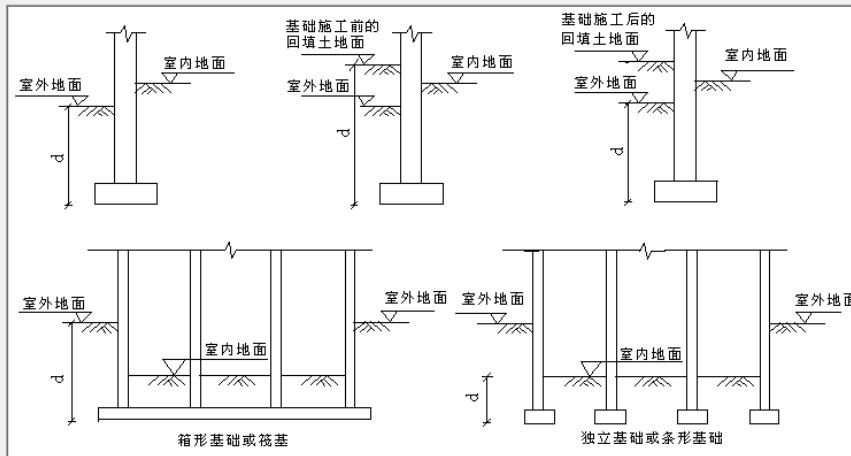


图 4

看似基础埋深  $d_2$  规则较多,实则都符合相同的规律。如果要深入理解上图  $d_2$  的取值,需要从地基承载力的形成说起。

地基承载力的形成,从本质上是土的被动压力问题。此处引用清华大学出版社《土力学》第二版的太沙基极限承载力,见图 5。

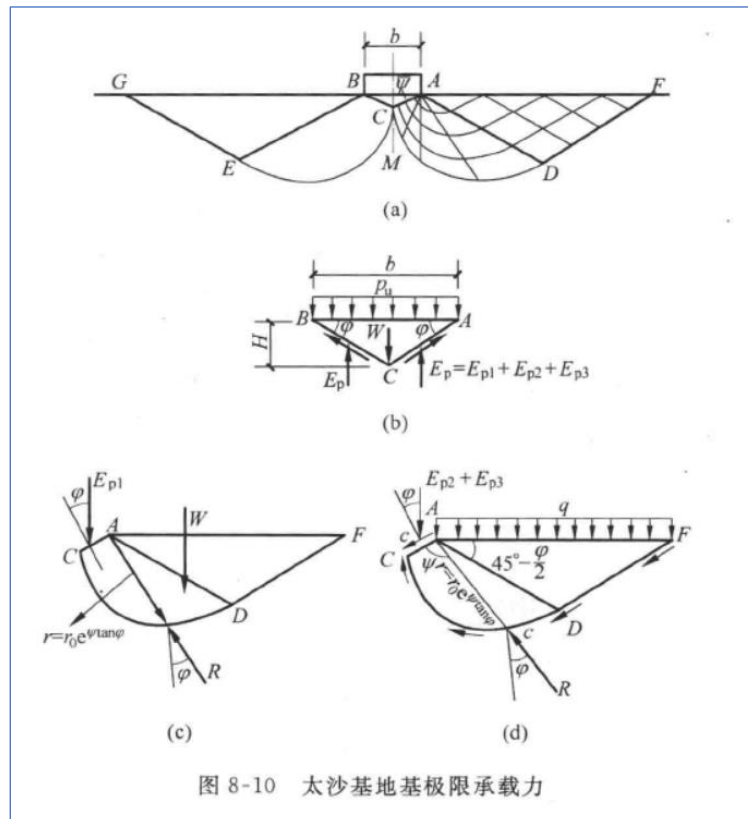


图 8-10 太沙基地基极限承载力

图 5

简要解释下图 5: 基础受力后下部会形成刚性核 ABC, 刚性核对地基的作用可以想象为

一墙背倾斜的挡土墙，作用在墙背上的被动土压力需三部分抵抗：ACDF 的土体自重、AF 面上的均布荷载  $q$ 、CDF 及 AC 面上的粘聚力  $c$ 。

当基础宽度变化时，ACDF 尺寸会发生变化，故土体自重也会发生变化（可以理解为宽度修正，也就可以理解宽度修正时  $\gamma$  为何取基底下的土重度）；当基础埋深变化时，AF 上的  $q$  也会发生变化（可以理解为深度修正，也就理解了深度修正时  $\gamma_m$  为何取基底上土的平均重度）。

至此，我们对承载力形成有了一定的认识，并可以理解为何带裙房的主楼地基承载力修正时，基础埋深  $d_2$  取为  $\min$ （裙房的荷载换算为等效埋深，基础实际埋深）。

对于本例，由图 2 参数计算得：

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b - 3) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

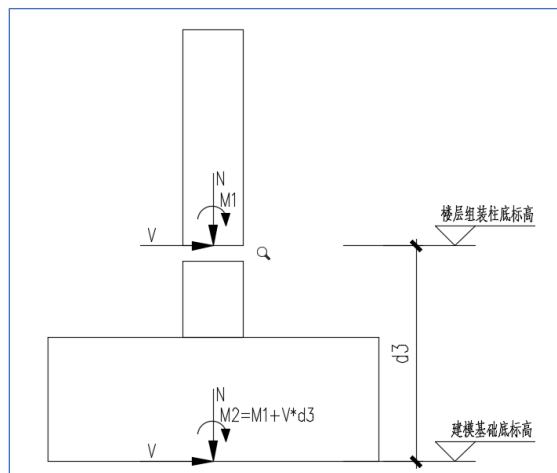
$$= 180 + 0 \times 1.0 \times (3-3) + 1 \times 20 \times (1.5-0.5)$$

$$= 200\text{kPa}, \text{ 与软件计算一致。}$$

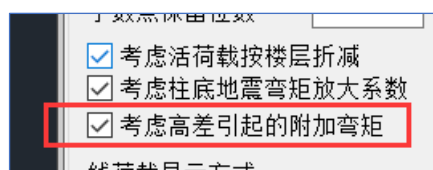
组合号	Pk, avg	Pk, max	Pk, min	$f_a (f_a * \xi_a)$
( 2)	3119.2	3128.6	3109.8	200.0
( 3)	2572.2	2767.5	2376.9	200.0
( 4)	2570.7	2758.2	2383.2	200.0
( 5)	2570.7	2758.2	2383.2	200.0

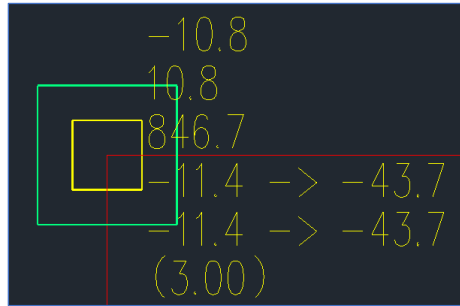
### d3——用于修正基底弯矩

对于建筑结构分析，基础与上部结构常常分开独立计算：上部结构计算完后，将上部结构的反力施加于基础，进行后续基础设计。由于各种原因导致基础埋深与上部分析假定不一致时，需将反力换算到基础底面：如下图，此时水平力  $V$  会产生附加弯矩，附加弯矩=水平力  $V * d_3$ 。



在软件中查看上部荷载，勾选考虑高差引起的附加弯矩后，原 X 向弯矩由 -11.4 变为 -43.7 ( $11.4 + 10.8 \times 3 = 43.8$ )。





小结:

1. 总参数中“基础底面以上覆土厚度”d1 用于计算基础上覆土自重，软件可由此参数准确计算基础覆土的重量；
2. “地基承载力计算参数”中的“基础埋深”d2 用于地基承载力修正，用户需根据工程实际情况，由地基承载力的形成原理出发，合理填写该数值，软件可按规范公式计算修正后的地基承载力；
3. 基础布置时“基底标高”d3 用于修正基底弯矩，考虑楼层组装时的柱底标高与基础建模时基底标高的高差影响；
4. 上述三个基础埋深，还可通过“统一修改”命令进行构件级调整，以便灵活应对实际工程中各种复杂情况。