

天 津 市

建筑地基基础设计规范

TBJ 1—88

1 9 8 8 天 津

天 津 市

建筑地基基础设计规范

TBJ 1-88

主编单位：天津市规划设计管理局

批准单位：天津市城乡建设委员会

试行日期：1988年10月1日

通 知

[1988] 建总第298号

根据我委下达的《天津市建筑地基基础设计规范》编制任务，在天津市科委的支持下，由天津市规划设计管理局会同天津市勘察院、天津市建筑设计院、天津大学土木系、天津大学建筑设计研究院、天津市建筑科技设计研究院等单位编制完成，经有关专家审查，现批准《天津市建筑地基基础设计规范》TBJ 1—88为天津市通用设计规范，自一九八八年十月一日起在本市施行。

本规范由市规划设计管理局负责管理。

各单位在施行过程中，如发现需要补充和修改之处，请将意见及有关资料交市规划设计管理局，以便今后修改时参考。

天津市城乡建设委员会

一九八八年五月十九日

11/46/15

编制说明

本规范是根据天津市城乡建设委员会（1983）建科第68号文；天津市科学技术委员会（1983）津科综字第29号文下达的任务，由天津市规划设计管理局会同天津市勘察院、天津市建筑设计院、天津市建筑科技设计研究院、天津大学土木系和天津大学建筑设计研究院等单位共同编制而成。

本规范共分七章二十六节和十个附录（其中附录一〈天津市区工程地质图系〉单独成册），适用于天津市区（不含塘沽、汉沽、大港地区）建筑地基基础的设计，对于工程地质条件类似于市区的郊县亦可参照执行。

在施行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，注意积累资料，以便为今后修订时参考。

《天津市建筑地基基础设计规范》编制组

一九八八年三月

主 要 符 号

- A ——基础底面面积；
 A_p ——桩的横截面面积；
 a ——压缩系数；
 b ——基础底面宽度；
 C ——平均附加压力系数；
 c ——土的粘聚力；
 d ——基础埋置深度，桩身直径；
 d_v ——场地覆盖土层厚度；
 E_s ——土的压缩模量；
 E_{s1-2} ——地基土在 $0.1 \sim 0.2 \text{ MPa}$ 压力作用时，相应的压缩模量；
 e ——土的天然孔隙比；
 F ——基础顶面竖向力，柱轴向力；
 F_a ——主动土压力；
 f ——经基础埋深修正后地基设计承载力；
 $[f]$ ——地基设计承载力；
 f_0 ——地基承载力基本值；
 f_k ——地基承载力标准值；
 f_E ——地基抗震设计承载力；
 G ——恒载，结构自重；
 H_f ——自基础底面起算的建筑物高度；
 H_g ——自地面起算的建筑物高度；
 H_0 ——基础高度；

I_L ——液性指数；

I_p ——塑性指数；

k_d ——设计修正系数；

L ——房屋长度或沉降缝分隔的单元长度；

l ——基础底面长度；

M ——作用于基础底面的力矩；

m_s ——沉降计算经验系数；

M_b, M_d, M_c ——承载力系数；

N ——标准贯入试验击数（经钻杆长度修正）；

N' ——标准贯入试验实测击数（未经钻杆长度修正）；

N_k ——单桩竖向承载力标准值；

N_d ——单桩竖向承载力设计值；

p ——基础底面处平均压力；

P_L ——液化指数；

p_0 ——基础底面中心下深度 Z 处土的附加压力；

Q ——竖向荷载，桩基中单桩所受垂直力设计值；

q_p ——桩端土的承载力；

q_s ——桩周土的摩擦力；

S ——沉降量，桩距；

u ——周边长度；

V_s ——土的剪切波速；

w ——土的含水量；

w_L ——液限；

w_p ——塑限；

Z_n ——地基沉降计算深度；

α ——压力系数；

γ ——土的重力密度,简称土的重度 (地下水位下取有效重度);

θ ——地基压力扩散角;

φ ——内摩擦角;

η_d ——基础埋深的承载力修正系数;

ψ_f ——回归修正系数。

目 录

第一章 总则	1
第二章 工程地质勘察	3
第一节 地基土类别	3
第二节 潜水	4
第三节 地基土层	5
第四节 勘察要点	7
第五节 土的工程特性指标	10
第三章 地基抗震验算	13
第一节 一般规定	13
第二节 土动参数与场地类别划分	14
第三节 地基液化判别与液化等级确定	17
第四章 地基计算	21
第一节 一般规定	21
第二节 地基设计承载力计算	22
第三节 地基变形计算	27
第五章 地基处理	30
第一节 一般规定	30
第二节 垫层法	30
第三节 振动压密	33
第四节 小能量连续强夯	34

第五节 挤密桩	36
第六章 浅基础	40
第一节 一般规定	40
第二节 基础埋深	41
第三节 刚性基础	42
第四节 扩展基础	44
第五节 柱下条形基础	49
第六节 墙下筏板基础	51
第七章 桩基础	54
第一节 一般规定	54
第二节 单桩承载力	55
第三节 桩基础的设计	56
第四节 桩基的抗震设计要点	62
附录一 天津市工程地质图系(另附)	
附录二 土的承载力	64
附录三 抗剪强度指标的计算方法	69
附录四 附加压力系数 α 、平均附加压力系数 C	73
附录五 基础最终沉降量计算举例	79
附录六 地基处理施工要点	82
附录七 单桩静载荷试验	87
附录八 单桩竖向承载力公式中 q_s 与 q_p 的标准值	92
附录九 单桩吊点位置与相应截面弯矩、剪力及吊点反力系数	99
附录十 规范条文中用词和用语的说明	100
附加说明 本标准规范主要起草人名单	101

第一章 总 则

第1.0.1条 本规范是根据天津市区地基的工程地质条件,为统一工业与民用建筑地基基础设计标准而制订的。

本规范适用于天津市区(不包括塘沽、汉沽、大港地区)工业与民用建筑的地基基础设计;对于工程地质条件类似于市区的郊县亦可参照执行。

第1.0.2条 天津市区地震基本烈度为8度,本规范在编制时根据地区的特点,制定了地区性的场地类别划分、可液化土层判别、液化程度的等级划分和土的动参数设计指标,供设计使用。对抗震设计所需其它指标和规定,仍应按照现行的《工业与民用建筑抗震设计规范》执行。

第1.0.3条 地基基础的设计,必须根据工程勘察资料,综合考虑结构类型、材料情况、施工条件与使用要求等因素,切实做到精心设计,以保证建筑物的安全和正常使用。当需要对地基采取适当处理时,应根据建筑等级结合上部结构和施工条件,确定地基处理方案。

第1.0.4条 根据地基造成建筑破坏后果的严重性,将建筑分为三级,设计时应根据不同级别采取相应措施。

第1.0.5条 采用本规范设计时,荷载应按照现行的《建筑结构荷载规范》规定执行;基础强度的计算,应按照现行的《钢筋混凝土结构设计规范》和《砌体结构设计规范》规定执行;对地基基础的施工质量标准,除按照本规范有关规定执行外,尚应遵照现行的《地基和基础工程

建筑物的安全等级 **表 1·0·4**

安全等级	破坏后果	建 筑 类 型
一 级	很严重	对国民经济有重大意义的建设项目中的重要建筑， 十四层以上的高层建筑， 吊车起重量不小于30t的单层工业厂房， 对沉降有严格限制的建筑。
二 级	严 重	对国民经济有重大意义的建设项目中的一般建筑， 四层~十四层的多层住宅建筑， 吊车起重量小于30t的单层工业厂房， 对沉降有一定要求的一般工业与民用建筑。
三 级	不严重	三层及三层以下的住宅建筑， 次要的建筑，如仓库、各类辅助车间等。

施工及验收规范》规定执行。

第 1·0·6 条 为积累地基基础设计的经验和保证质量，对一级建筑，必须从施工阶段开始进行建筑物的沉降长期观测；同时，对设计上有要求的建筑，尚应进行基底反力、基坑回弹及基础内力等测试工作。

第 1·0·7 条 本规范是地方性的规范标准，对于未尽事宜，仍应按照国家标准《建筑地基基础设计规范》执行。

第二章 工程地质勘察

第一节 地基土类别

第2·1·1条 天津市区作为建筑地基土的有砂土、粉土、粘性土、淤泥、淤泥质土和人工填土。

砂土、粉土和粘性土的名称可按表2·1·1确定。

天津市区地基土类别 表2·1·1

土的名称		分 类 标 准	
		塑性指数 I_p	粒 组 含 量
砂	粗砂 中砂 细砂 粉砂		粒径大于0.5mm的颗粒含量超过全重的50% 粒径大于0.25mm的颗粒含量超过全重的50% 粒径大于0.075mm的颗粒含量超过全重的85% 粒径大于0.075mm的颗粒含量超过全重的50%
粉土	砂质粉土 粘质粉土	$I_p < 10$	粒径小于0.005mm的颗粒含量不超过全重的10% 粒径小于0.005mm的颗粒含量超过全重的10%
粘性土	粉质粘土 粘土	$10 < I_p < 17$ $I_p > 17$	

注：砂土定名时应根据粒组含量由大到小以最先符合者确定。

第2·1·2条 砂土的密实度根据标准贯入试验锤击数N分为：

松散 $N < 10$ ；

稍密 $10 < N < 15$ ；

中密 $15 < N < 30$ ；

密实 $N > 30$ 。

第2·1·3条 粘性土的状态根据液性指数 I_L 分为：

坚硬 $I_L < 0$ ；

硬塑 $0 < I_L \leq 0.25$ ；

可塑 $0.25 < I_L \leq 0.75$ ；

软塑 $0.75 < I_L \leq 1.0$ ；

流塑 $I_L > 1.0$ 。

第2·1·4条 淤泥和淤泥质土：对于在静水或缓慢的流水环境中沉积，经生物化学作用形成，天然含水量 w 大于液限 w_L 、天然孔隙比 e 不小于1.5的粘性土称为淤泥；而当天然孔隙比小于1.5，但不小于1.0时称为淤泥质土。

第2·1·5条 人工填土可分为：

一、素填土：由碎石、砂土、粉土、粘性土等组成的填土。

二、杂填土：含有建筑垃圾、工业废料、生活垃圾等杂物的填土。

三、冲填土：由水力冲填泥砂或粉煤灰形成的填土。

第二节 潜 水

第2·2·1条 地基基础设计采用的潜水水位埋深值，可根据钻孔静止水位实际确定，或根据多年观测资料采用下列经验值：

市区一般地区可采用1.0 m；

地势较高地带可采用1.5 m；

郊区农灌区可采用0.5 m。

第2·2·2条 潜水水质在海河以东地区一般为 SO_4-Na

或Cl-Na型水；海河以西地区一般为 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 或 $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl-Na}$ 型水。市区除个别地段因受工业废水污染使潜水对混凝土有弱结晶性侵蚀外，一般不具侵蚀性，设计中可不考虑设防。

第2·2·3条 一级建筑则必须进行潜水水质分析，以判定其对混凝土的侵蚀性。

第三节 地基土层

第2·3·1条 天津市区埋藏于50 m深度内的地基土层属于第四系堆积。按其形成年代、成因类型，除人工填土层和局部分布的新近堆积层外，均属于正常堆积的土层，按层序（自上而下）排列如下：

全新统（ Q_h ）：埋深约在18 m以上，包括：上部陆相层（全新世晚期陆相堆积层 Q_h^3 ）、第一海相层（全新世中期海相堆积层 Q_h^2 ）和中上部陆相层（全新世早期陆相堆积层 Q_h^1 ）。

更新统（ Q_p ）：埋深约18—50 m范围内的地基土层属更新世堆积。包括：中下部陆相层（更新世晚期陆相堆积层 Q_p^3 ）、第二海相层、下部陆相层和第三海相层。

第2·3·2条 天津市区地基土层埋深、厚度、分布特征和工程特性见表2·3·2。

天津市区地基土层简表 表 2·3·2

地基土层名称		层 顶 埋 深 (m)	一 般 厚 度 (m)	分 布 特 征 和 工 程 特 性
全 新 统 (Q_h)	人工填土	0	1 ~ 4	杂填土：主要分布于旧城区和大直沽后台等地。厚约 2—4 m，局部沟坑处可厚达 6—12 m。未经处理不宜作为建筑地基。 素填土：主要分布于市区边缘地带新建区，厚约 1—2 m。其填垫时间超过 10 年，承载力可达 80—100 kPa；填垫时间超过 5 年，承载力可达 60—80 kPa。 冲填土：分为泥砂冲填土和粉煤灰冲填土。主要分布于和平区、河西区和河东区，厚约 1—3 m，土质松散、强度低，在强震作用下可液化。未经处理，不宜作为建筑地基。
	新近堆积层	0 ~ 1	4 ~ 14	多分布于河漫滩、古河道、古湖沼洼地及洪泛区。以灰黄~灰绿色粘土、粉质粘土为主，普遍夹有粉土、淤泥质土和坑底淤泥。土质松软、强度较低，承载力必须降低使用。新近堆积粉土在强震作用下极易液化，必须进行处理方能作为建筑地基使用。
	上部陆相层 (全新世晚期陆相堆积层 Q_h^1)	0 ~ 4	4 ~ 5	普遍分布。至市区边缘地带往往直接出露于地表。以黄褐色粉质粘土、粘土为主，为浅基良好持力层，承载力一般为 100—140 kPa。层底往往出现粉土和粉砂，市区西部土质较密实，N 达 14 击左右。
	第一海相层 (全新世中期海相堆积层 Q_h^2)	4 ~ 7	6 ~ 9	普遍分布。以灰色粉质粘土为主，夹粘土、粉土、淤泥质土和少量粉砂。该层除底部土层工程性质较好外，土质一般较软，承载力为 70—110 kPa。粉土 N 可达 9—16 击。

地基土层名称		层 顶 埋 深 (m)	一 般 厚 度 (m)	分 布 特 征 和 工 程 特 性
全新统 (Q_h)	中上部陆相层 (全新世早期陆相堆积层 Q_h^1)	11~15	3~6	普遍分布。以黄褐色粉质粘土为主, 局部夹有粘土、粉土或粉砂。本层顶部普遍分布一层厚0.1—0.5m的有机土 (或泥炭) 层; 本层下部砂性增大, 至底部往往出现混粒土。较密实的粉土和砂土可作为桩基持力层。
	中下部陆相层 (更新世晚期陆相堆积层 Q_p^3)	17~18	11~12	普遍分布。以黄褐色粉质粘土、粉土和粘土为主, 夹有砂土。砂土层厚度水平向变化较大。本层土质较密实, 粉土和砂土为良好的桩基持力层。
	第二海相层	29~30	2	普遍分布。由灰~灰黄色粘土及粉质粘土组成。土质虽好于第一海相层, 但一般仍不宜作为桩基持力层。
	下部陆相层	31~33	14~16	普遍分布。由黄褐色粉质粘土、粉土和粉、细砂互层组成, 局部夹有粘土层。土质在水平向虽有变化, 但一般较致密。粉土和砂土均可作为桩基持力层。
更新统 (Q_p)	第三海相层	45~47	4~5	普遍分布, 但厚度变化较大。由灰~灰黄色粉质粘土夹粉土、砂土和粘土组成。土质较硬。

第四节 勘察要点

第2·4·1条 严守基建程序, 设计前必须进行与设计阶段相适应的工程地质勘察。勘察工作应充分利用拟建场

地和附近地区的已有勘察资料、地震地质资料和建筑经验。当使用《天津市区工程地质图系》（附录一）时，应遵照第2·4·2条及第2·4·3条有关规定执行。

第2·4·2条 《天津市区工程地质图系》的主要图件包括：天津市区工程地质分区图、地基容许承载力分区图、液化土层分布图、新近堆积层分布图、人工堆积层分布图、历年已填地表水体分布图和 Q_p^s 硬层分布图（见附录一）。在一般情况下，《天津市区工程地质图系》可做为城市规划设计、建筑场址选择及一、二级建筑方案设计的主要依据；当建筑场地比较复杂或有设计要求时，对一、二级建筑的初步设计，需进行适量的补充勘察。

第2·4·3条 施工图设计阶段的详细勘察内容、工作量和工作方法，应按照建筑的等级与设计要求合理确定。

详细勘察阶段的成果：必须对场地的地层分布规律、土质均匀性、土的强度与变形；桩基持力层深度和单桩承载力；水文地质条件；场地和地基土的地震效应；填土厚度和成分；古河道及古沟坑的深度、填垫物、分布范围等彻底查清，对其作出工程适宜性评价。同时要查明地下有无障碍物。

对一级建筑的勘察工作量，每幢建筑的原状取土钻孔数量不得少于4个；勘探点间距应根据地层变化的复杂程度及建筑的具体要求确定，但一般不得超过30 m。

对二级建筑的勘察工作量，每幢建筑的原状取土钻孔数量不得少于3个；勘探点间距一般不超过40 m。

对三级建筑的勘察工作量，应以《天津市区工程地质图系》为基础，对场地内的沟、塘、坑和古河道的位置、