

基 础 设 计 手 册

〔苏〕 A. H. 铁缙奥尔
B. И. 弗克林
B. Γ. 苏尔古捷夫

李席珍 译
陈远椿 校

中 国 铁 道 出 版 社

1985年·北京

基 础 设 计 手 册

〔苏〕 A. H. 铁缙奥尔
B. И. 弗克林
B. Γ. 苏尔古捷夫

李席珍 译
陈远椿 校

中 国 铁 道 出 版 社

1985年·北京

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ
(СПРАВОЧНИК)
А.Н.ТЕТИОР В.И.ФЕКЛИН
В.Г. СУРГУЧЕВ
《БУДІВЕЛЬНИК》КИЕВ 1981

基础设计手册

А.Н.铁绵奥尔 В.И.弗克林 В.Г.苏尔古捷夫
李席珍 译 陈远椿 校
中国铁道出版社出版
责任编辑 翁大厚 封面设计 何 欣
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售
中国铁道出版社印刷厂印

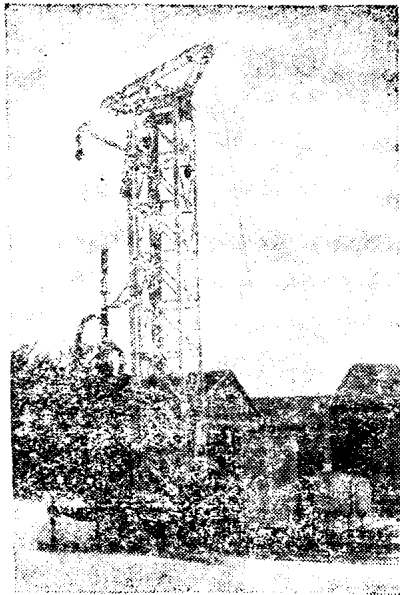
开本: 850×1168毫米★ 印张: 7.75 字数: 187 千
1985年12月 第1版 第1次印刷
印数: 0001—17,000册 定价: 1.95元

内 容 简 介

本书介绍了独立基础、条形基础、筏片基础、锚杆基础、地下连续墙、机器基础以及种类繁多的桩基础的构造和计算方法，对各类基础在不同使用情况下的可靠性分析以及基础发生事故的原因和消除、补救办法进行了论述。

本书可供从事房屋、构筑物设计和施工部门的工程技术人员、大专院校师生参考。

河北省新河钻机厂



1.5m多功能潜水工程钻机

本机1982年通过国家鉴定，是目前国内钻孔直径最大的一种新型潜水钻机，它主要用于工业与民用高层建筑基础、桥墩基础、海港码头等水工构筑物的基础工程，并能钻穿钙质石灰岩和砂岩。

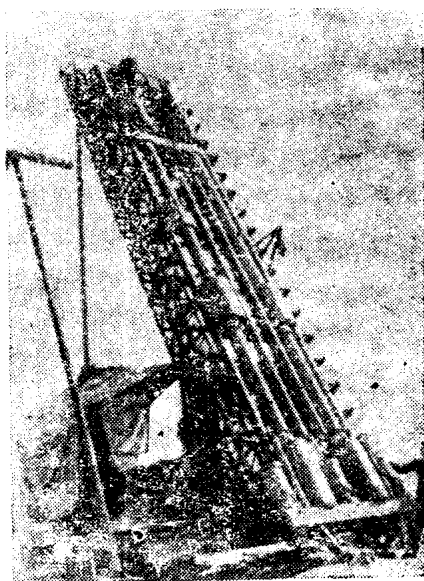
厂址：河北省新河县内南大街143号 电报挂号：9449
电 话：412

此机系中国建筑科学研究院与河北省新河钻机厂联合研制

潜水钻组合式连续墙钻孔机

本机是用GZQ潜水工程钻机多机组合而成；可用作垂直或倾斜的地下连续墙、竖井或斜井、防渗帷幕等工程。最大倾斜角为45度。

确 保 质 量
负 责 维 修
信 守 合 同
交 货 迅 速



厂址：河北省新河县内南大街143号

电报挂号：9449

电 话：412

此机系中国建筑科学研究院与河北省新河钻机厂联合研制

目 录

第一章 方案选择	1
§ I—1 地基层理的典型示意图和基础结构	1
§ I—2 可靠性和经济效益	4
§ I—3 选择合理的基础方案	9
§ I—4 地基的计算	15
第二章 独立基础	29
§ II—1 基础的计算	31
§ II—2 基础的构造	43
第三章 条形基础	57
§ III—1 基础的计算	58
§ III—2 基础的构造	62
第四章 片筏基础	65
§ IV—1 基础的计算	65
§ IV—2 基础的构造	73
第五章 桩基础	81
§ V—1 各种类型桩的合理使用范围	81
§ V—2 桩基础的设计步骤	81
§ V—3 基础的计算	82
§ V—4 基础的构造	107
第六章 地下连续墙	118
§ VI—1 地下连续墙的材料	119
§ VI—2 地下连续墙的计算	124
§ VI—3 基础的构造	132
第七章 塔型构筑物的基础	141
§ VII—1 基础的计算	142

§ VII—2 基础的构造	151
第八章 动力机器基础	158
§ VIII—1 对基础设计和计算的要求	159
§ VIII—2 大块式基础的振动计算	162
§ VIII—3 标准动力荷载的计算	171
§ VIII—4 地基土的弹性性能	180
§ VIII—5 动力机器基础的允许振幅值	185
§ VIII—6 冲击机器大块式基础的计算例题	187
§ VIII—7 铸造生产的造型机基础的计算	194
§ VIII—8 球磨机和杆磨机基础的计算	195
第九章 锚杆基础	198
§ IX—1 基础的计算	201
§ IX—2 基础的构造	201
第十章 挡土墙	207
§ X—1 挡土墙的计算	209
§ X—2 现浇挡土墙的构造	216
§ X—3 预制钢筋混凝土墙的结构	218
§ X—4 现浇钢筋混凝土墙的结构	220
第十一章 在基础设计和建造中的错误	221
§ XI—1 主要错误及其防止措施	221
§ XI—2 基础的加固	228
参考文献	235
汉俄名词对照表	237

第一章 方案选择

§ I—1 地基层理的典型示意图和基础结构

基础的结构是由工程地质、建筑场地的气候条件、构筑物的类型、荷载和各种外界作用（变形、侵蚀作用等）、施工组织的条件和其它一些次要的因素所确定的。

设计基础时，首先选定几种结构方案。有时对同一种结构方案采用不同的地基处理方法。

为了便于按建筑场地的工程地质条件确定基础的结构，必须将已知的地基土类型按其物理-机械性能概括地分成独立的类型。

应该指出，地基土按其物理-机械性能分类是有条件的，因为同样的一种地基土对低层建筑可能是坚固的，而对高层建筑是不坚固的。鉴于将土层有条件地分成独立的示意图，有利于选择方案〔43〕，因此作者将过去建议的〔25、26〕和在许多设计单位收集到的土的分类尽可能地编入本手册中：

稠度为 $0.6 \geq I_L \geq 0.3$ 的粘性土和孔隙率 $e > 0.6$ 的饱和粉砂属于不坚固土；

稠度 $I_L < 0.3$ 的粘性土和除了上述的粉砂以外的其它砂土属于坚固土；

泥炭、淤泥、新填土和 $I_L > 0.6$ 的粘性土属于特别不坚固土；

岩石和大块碎石土属于特别坚固土。

按照这样的土壤分类，所有土层层理可以分成下列假想的示意图（图 1.1）：

a ——从表面到很深处（采用现代基础工程的施工方法也未能穿透整个土层的厚度）埋藏着不坚固土；

б ——在不坚固土层（厚度不超过15~20m）下埋藏着坚固土；

в ——很厚的不坚固土层中，在3~5m深处埋藏有厚为1~3m的不厚的坚固土层；

г ——坚固土层中，在深3~5m处埋藏有各种厚度的不坚固土的夹层；

д ——在很厚的不坚固土层中，在不同深度处埋藏有不厚的坚固土的夹层（扁平状的土层）；

е ——在不坚固土层上垫有厚度不到10m的特别不坚固土层；

ж ——在植被层下有埋藏到深处的坚固土层；

и ——在厚度不大于6~8m的坚固土层下垫有均匀一致的特别坚固土层；

к ——同上情况，但层理是不均匀的或是非匀质的；

л ——从表面（或在植被层下）有埋藏到深处的特别坚固土层；

м ——在厚度不大于6~8m的特别不坚固土层下垫有坚固土或特别坚固土；

н ——很厚的不坚固土层中在4~6深处埋藏有厚度不大于3m的特别不坚固土的夹层；

п ——在很厚的坚固土层中存在有空洞（喀斯特溶洞）；

р ——被水面覆盖着的土层。

之所以要选用这么多类型的地基土层理示意图，因为不同的示意图，不仅地基计算要变，而且基础结构的计算也要变。在许多情况下，基础结构的计算简图是由地基土层理确定的。例如，在*a*型的土壤条件下，打入式棱柱桩是摩擦桩，它的承载能力是由桩尖和侧表面的抗力确定的（图 I.2a）。在示意图 *б* 中，桩的承载能力主要是靠桩尖的抗力，沿侧表面的摩擦力只占抗力的

很小的一部分。对于示意图 θ 的地基土层理，其特点是在桩的上部分出现负摩擦力，沿整个桩的侧表面可能有负摩擦力作用（图 I .2 ι ），或采用改变桩的形式的方法来消除这些摩擦力（图 I .2 π ）。

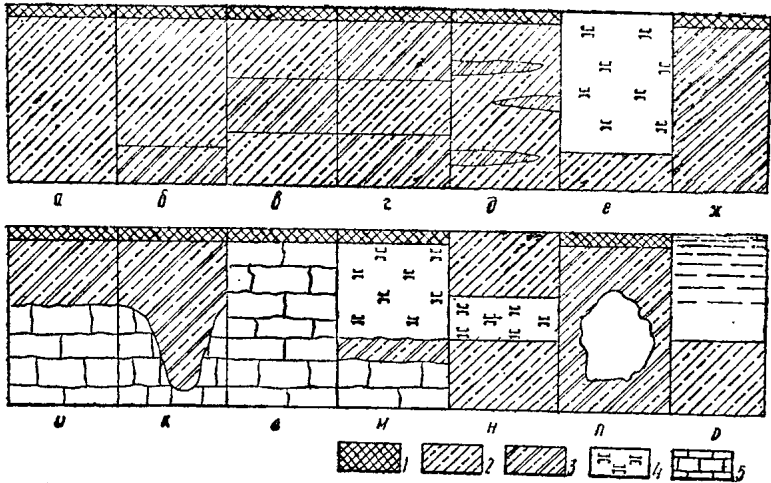


图 I .1 地基土层理的假想图

1——植被层；2——不坚固土；3——坚固土；4——特别不坚固土；5——特别坚固土、岩石、大块碎石土。

在不同性质的土层中，（图 I .2 e ），由于土壤类型的不同应力的分布角度也在改变，这导致必须选用相应的基础结构。同一种桩的结构，在一些土壤条件中可能是经济的（如图 κ 中的角锥形桩），而在另一些土壤中（见图 I .2 u ）是不经济的。当水平荷载作用时，地基土层理决定桩的应力状态和承载能力（见图 I .2 $\kappa \sim M$ ）。

从所举的例子中可以看到，不同的地基土层理，不同的土壤强度和变形特性，要求对每一个建筑物和构筑物的地基进行单独的设计。改变基础的类型、形式和尺寸，可以得到它的最大的单位承载能力。

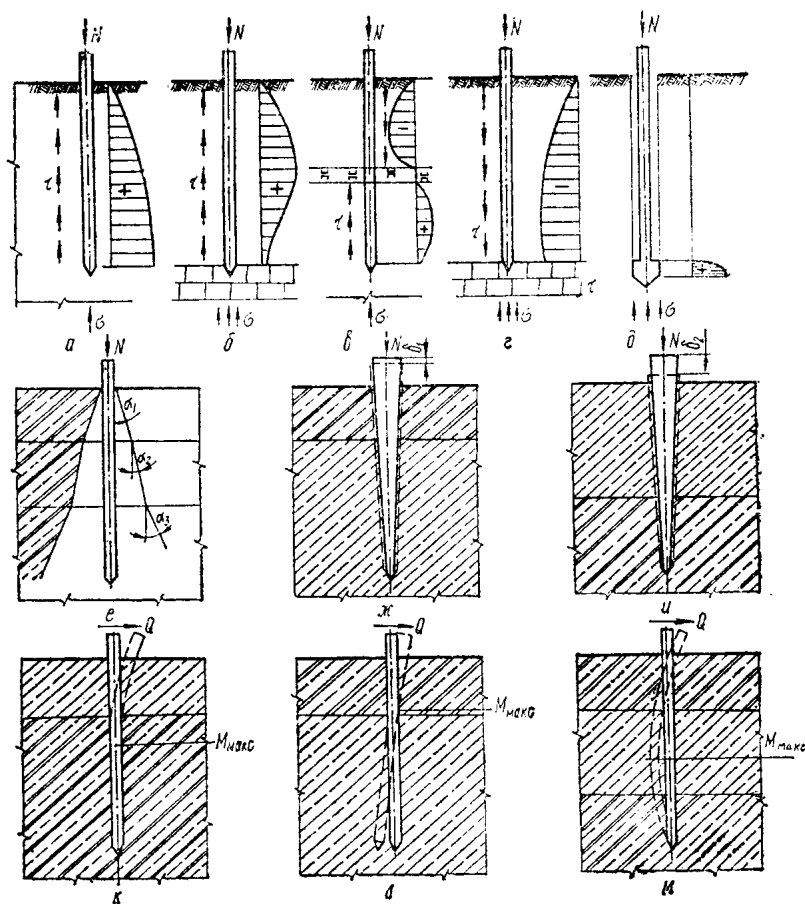


图 I.2 地基土条件对桩和土应力-应变状态的影响

a —— 匀质土； b —— 桩尖处为较坚固的土； c, d —— 出现负摩擦力的情况； e —— 去掉负摩擦力； f —— 桩在非匀质土层的受力状态； g —— 对锥形桩有利的地基土层理（上层是较为坚固的土壤）； h —— 不良的地基土层理（上层是坚固性较差的土壤）； $i \sim m$ —— 夹杂有较弱土层的坚固上层。

§ I—2 可靠性和经济效益

瞬间结构可靠度应理解为，在 $0 \leq u \leq t$ 整个工作期间内不

出现故障的概率。在实际设计任务中可靠度的大小是由标准的特征值和技术经济计算确定。耐久性同样是标准的特征值——结构的使用期限 T 。这个期限可由自然的也可由无形损耗来确定，并成为确定最优可靠度的条件。评价合理性的第三个标准是在结构建造和使用中，材料耗用量或者按其它给定功能的优化标准。

制作时，基础有潜在的可靠度，它是由结构和单个部件（钢筋、混凝土、隔离层等等）的可靠度组成的。

在安装和使用时，可靠度可能下降。在某些情况下，安装和使用条件可能造成“基础-土壤”体系的故障（工作能力遭到破坏）。基础就象由单独构件串联或并联所组成的体系，其故障看作是偶然事故，是由一个或几个构件的故障引起的。

土壤、单个基础、桩、桩承台属于串联构件，其中每一构件的故障都会引起基础的故障。按强度安全设计的单根桩、隔离层等是并联构件，其故障只增加整个基础出故障的可能性。

基础的故障可能是由设计、勘测、构造、制造、安装、使用等诸因素的相互作用所引起的。某些因素引起基础突然发生故障，另一些则导致个别构件逐渐发生（消耗性的）故障。对基础来说，引起突然故障是最危险的因素。其相互影响所导致发生故障的诸因素中，最重要的可以分成下列几组：

1. 周围介质的影响（腐蚀、振动、冻胀、地震、冲蚀、腐化、土的膨胀等）。
2. 在制造、运输、结构安装、打桩、贮存、使用、质量检查和承载能力等方面偏离规范（СНП и ТУ）。
3. 不正确的原始资料（计算不准确、不正确地确定土的特性等）。
4. 功能性的影响（邻靠已建房屋、桩或基础，建筑场地的限制等）。

作者根据上述采用的故障分类编制故障表（表 I.1），表中分别按地基土、基础材料列出引起故障的因素，个别与其作用强度（如动力作用）有关的因素可以导致突然发生故障或逐渐发生

故障。突然发生的故障不可能进行必要的维修，并使位于基础上

基 础 故 障 的 原 因

表 I.1

故障类型	故障部位	故障原因
突然发生或急剧变化的	地基土	振动和地震时地基土液化； 基础垫层下存在软弱土，勘测未发现； 按计算公式确定的承载能力不正确； 计算简图不准确； 荷载偏离标准值。
	基础	不按操作工艺施工，打入桩的桩身失稳； 薄壁钻管被压扁； 未考虑水平力； 未考虑动力作用； 配筋不足，混凝土强度低。
	地基土	勘探取土样时破坏了土的构造； 地基土的分类不正确； 当打入邻近的桩时，在桩合中的桩翘曲； 负摩擦力（泥炭、含泥炭土和填土）。
逐渐发生的或缓慢发生的、消耗性的		与地基土一同翻浆，基础逐渐下沉； 不正确的静力试验； 试验期很短； 按一根桩的试验资料来评定群桩的承载力； 桩身裸露（开挖坑道等）； 相邻建筑物的影响。
	基础	使用的锤和桩的重量不匹配（桩受损坏）； 未考虑水平力； 未考虑动力作用； 桩在高承台中受冲蚀； 电化学腐蚀； 化学腐蚀； 斜桩在土压力作用下挠曲； 因虫蛀而腐烂（对木桩）； 打桩时开裂，致使桩中钢筋锈蚀； 制作基础时的偶然缺陷（初始偏心、初始弯曲）。

的构筑物进入极限状态。逐渐发生的故障有允许进行维修的可能性，维修的速度与基础的可维修程度有关。

为了提高基础的可靠度，可以采取下列措施：

优化结构及其原理图（经审查过的构造形式）；

提高结构构件和节点的可靠度；

减轻基础的工作条件；

设置设备构件（桩及其它）；

故障预测；

提高可维修性。

不论构件的数量或操作方法相同与否，基础原理图对它的可靠度有影响。增加单个构件的数量或增加建造基础的工序会降低其可靠度。因为每加一个附件会给产生故障的可能性增加一些分量。这分量的大小与检验该基础构件建造的工艺过程的复杂性有关。因此预制桩和由1～2个块体组成的基础的可靠度大，灌注桩和现浇基础的可靠度小，因为预制的桩和基础减少了在建筑工地的操作工序。

当构件的数量一样时，基础的原理图可以提高或降低它的可靠度。支承桩比摩擦桩更可靠，因为它的承载能力与侧表面土的特性关系不大。此外，它的可维修性好，因为必要时可使部分桩身裸露。承受不大的弯矩作用的基础更为可靠，这类基础的结构图形可保证压力占优势，并能防止脆性破坏的可能性。在这种情况下，平板是可靠性较差的基础。采用使基础更好地沿底面传递接触压力，以及减少压力波动的构造方法（例如建造环形板以代替圆板、改变基础底面的形状等），可以提高可靠度。

提高单个构件的可靠度，同样是提高结构体系可靠度的有效措施。如果由20根桩组成的基础，每根桩的可靠度从0.985提高到0.990，则基础的可靠度提高11%。可以通过改善施工工艺操作、控制原材料质量、生产预制桩或基础来提高基础单个构件的可靠度。

减轻基础在可靠性差范围内工作的条件，实际上是提高其可

可靠度的储备。

设置后备构件，是为了使体系的可靠度能高于其中任何构件的可靠度。有了后备，当一根或几根桩出故障，不会引起基础的故障。

故障预测在于说明首先可能引起基础故障的构件和部位。在同一基础结构中，有可靠度好的部位和可靠度差的部位。各种仪表的测量法和统计法都是用以查明结构中可靠度差的部位。

提高可维修性，简化并提高维修速度就等于提高结构的可靠度。纯粹从经济责任来说，降低基础的初次造价而增加维修费用，对构筑物比较有利。

在下列计算中考虑了结构的潜在可靠度，即相当于结构制造（或安装）的可靠度。

结构的计算采用准静力法[27]进行，可靠度条件写成下列形式 $Y_1 > Y_2$ ，其中 Y_1 —— 结构抵抗外作用的能力； Y_2 —— 外作用。

$$Y_1 - Y_2 = Y > 0$$

因而，可靠度 P 是概率值。 $Y \geq 0$ ； $P = P(Y \geq 0)$ 。

可靠度 P 按函数在由 0 至 $+\infty$ 范围内分布密度的积分计算。

$$P = \int_0^{\infty} \varphi(y) dy = 1 - F(y=0)$$

式中 $F(y)$ —— Y 值的分布函数。

如果函数 $\varphi(y)$ 具有正态分布法则，则引用正态的和对中的偶然值 $\frac{Y - my}{\sigma_y}$ 来代替偶然值。

采用正态分布法则可以写成

$$P = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi \left(\frac{Y_1 - Y_2}{\sigma(Y_1 - Y_2)} \right)$$

函数 Φ 查表得出（ Φ 是拉普拉斯函数）。

考虑强度特性的变化确定可靠度时

$$P = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi \left(\frac{R_H - R_p}{\sigma_R} \right)$$

式中 R_H —— 标准强度；

R_p —— 计算强度；

σ ——强度变异性的总和。

确定受弯的梁或板的可靠度时

$$P = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi \left(\frac{M - M_0}{\sigma(\Delta M - \Delta M_0)} \right)$$

式中

M_0 ——作用在截面上的计算弯矩；

M ——可以由梁承受的弯矩；

$\sigma(\Delta M - \Delta M_0)$ ——荷载、强度、几何尺寸均方差值的总和。

通过局部的均方差来表达总均方差。

σ_m ——由材料的物理力学性能产生的偏差；

σ_n ——由荷载产生的偏差；

σ_s ——由初弯曲，偏心等产生的偏差；

σ_e ——由外部介质作用产生的偏差；

σ_w ——由工人在安装时的熟练程度产生的偏差。

$$\sigma(\Delta M - \Delta M_0) = \sqrt{\sigma_m^2 + \sigma_n^2 + \sigma_s^2 + \sigma_e^2 + \sigma_w^2}$$

基础的耐久度用时间来衡量。为计算耐久度需要知道使用期限、损耗的强度和性质，通常计算耐久度时采用指数法则。

例如，钢桩（其可靠度的计算按上面所列公式进行）的可靠度由它的厚度 h 来保证，如果厚度小于 h ，则桩的可靠度不能保证。

计算耐久度时应确定这样的 h_0 值，在使用期限终了时，损耗后的厚度能够接近于可靠度要求的最小允许值 h 。

如果损耗可以用指数法则表述，则

$$h = h_0 e^{-\lambda t}; \quad h_0 = h e^{\lambda t}$$

式中 t ——使用时间；

λ ——损耗的总系数。

§ I — 3 选择合理的基础方案

合理的基础结构在整个使用期间应该是耐久的和 安全 可靠的，而它的建造和管理的费用应该最小。由于耐久性包含在确定