

目 录

第一章 总 则	1
第二章 明挖基础	3
第一节 挖 基	3
第二节 基坑护壁	3
第三节 围 堰	5
第四节 基坑排水	6
第五节 基坑检验与基底处理	7
第六节 基础圬工	7
第七节 天然冷气冻结法挖基	8
第三章 桩 基	10
I 沉桩基础	10
第一节 一般规定	10
第二节 试桩与基桩承载力	11
第三节 桩的制作	13
第四节 桩的下沉	13
II 钻孔桩基础	14
第五节 准备工作	14
第六节 钻 孔	15
第七节 清孔及灌注水下混凝土	17
III 挖孔桩基础	20
第八节 挖 孔 桩	20
第四章 管柱基础	21
第一节 一般规定	21
第二节 管柱制造	21
第三节 管柱下沉	22
第四节 钻岩、清孔及填充	23

第五章 沉井基础	25
第一节 一般规定	25
第二节 沉井入土前的施工	25
(I) 就地制作的沉井	25
(II) 浮式沉井	27
第三节 沉井入土下沉	29
第四节 沉井基底清理、封底及填充	33
第五节 沉井容许偏差	33
第六章 特殊地基	35
第一节 湿陷性黄土地基加固	35
(I) 桩孔挤密法	35
(II) 重锤夯实法	35
(III) 强夯法	36
(IV) 灰土换填夯实法	36
第二节 软土地基加固	36
第三节 多年冻土地基	38
第七章 墩 台	41
第一节 混凝土墩台	41
第三节 桥台排水及其他	43
(III) 导流建筑物	43
第八章 拱 桥	44
第一节 一般规定	44
第二节 石拱桥	49
第三节 现灌混凝土拱桥	55
第四节 装配式混凝土拱桥	57
第九章 涵 洞	63
第一节 一般规定	63
第三节 渡槽、倒虹吸管	65
第十章 现场灌注梁	66
第二节 后张法预应力混凝土梁	66
(I) 一般要求	66

(II) 工艺及设备	66
(III) 材料(包括锚具)	70
(V) 混凝土灌注	70
(VI) 梁体胶拼及穿束张拉	73
(VII) 孔道压浆及封端混凝土	76
(IX) 梁体外形尺寸容许偏差	77
第三节 预应力混凝土梁悬臂灌注	78
(I) 挂篮、模板及预施应力设备	78
(II) 制孔	82
(III) 混凝土悬臂灌注	83
(IV) 穿束、张拉和压浆	86
(V) 连续梁的合龙、体系转换和支座反力调整	86
(VI) 支座安装	87
(VII) T型刚构或悬臂梁挂孔架设	88
第四节 先张法预应力混凝土简支梁	89
(I) 工艺设备	91
(III) 施工工艺	92
第十一章 架 梁	96
第一节 钢桁梁的安装	96
(I) 一般要求	96
(II) 悬臂拼装架设	109
(III) 拖拉架设	125
(IV) 浮运架设	128
第二节 顶推架设预应力混凝土梁	133
第三节 悬臂拼装架设预应力混凝土梁	139
(I) 梁段预制、吊运	139
(II) 梁段的拼装、接缝处理和张拉封锚	139
第四节 钢梁涂装	140
第五节 明 桥 面	148
第十二章 改建既有线桥涵及增建第二线桥涵	149
第一节 一般规定	149
第二节 改建既有线桥涵	149

第三节	增建第二线桥涵	149
第十三章	既有线顶进桥涵	151
第一节	一般规定	151
第二节	框架式桥涵顶进	162
第三节	圆形涵洞顶进	167
第十四章	防水层	168
第一节	一般规定	168
第二节	热沥青防水层	169
第三节	冷作防水层	172
第四节	沉降缝	174
第十五章	预应力混凝土斜拉桥	175
第一节	一般规定	175
第二节	梁、塔建筑	175
(I)	预应力混凝土	175
(II)	膺架、托架上灌注梁段	176
(III)	梁跨悬臂施工	177
(IV)	索塔施工	178
(V)	梁跨合龙	178
(VI)	支座安装	178
第三节	预应力张拉	179
第四节	斜缆索制作及安装	180
(I)	斜缆索制作	180
(II)	斜缆索安装张拉	183
第十六章	斜腿刚构桥	189
第一节	钢结构斜腿刚构	189
(I)	一般要求	189
(II)	斜腿拼装	191
(III)	箱梁安装	195
(IV)	钢梁中线调整与落梁	199
第二节	预应力混凝土斜腿刚构	199

第一章 总 则

第 1.0.4 条 隐蔽工程是指部颁“程检表”规定的隐蔽工程项目。

第 1.0.15 条 特大桥、技术复杂的大中桥或控制全线总工期的重点桥梁工程，均应单独编制实施性施工组织设计，其主要内容包括：

一、编制说明

以简要文字和示意图，叙述编制依据和计划开、竣工日期、全部工程概貌和工程结构特点，以及地质、水文和气象等概况。

编制各主要工程项目的施工方法（工艺）和保证工程质量、施工安全、节约等措施，以及采用新技术、新工艺的依据。

二、施工现场平面布置图

1. 施工用地范围、临时道路、通讯、水电风管线路及各类临时房屋位置及材料、砂石、机具、成品加工等场地；
2. 临时码头、施工便线便桥、起吊设备等大型设施位置；
3. 易爆材料、易燃油料、有毒物品及防洪、消防器材设备等的储存地点。

布置施工现场平面前，应充分收集水文、气象资料，慎重考虑施工期内的最高水位不致淹及施工场地内的三类房屋、机具设备和建筑材料等；如受客观因素限制而不可避免时，应事先列入防洪计划，采取防护措施。

三、施工组织进度图表

1. 各主要工程项目的数量、施工顺序和计划进度；
2. 各类主要材料和机具、设备的名称和数量，要求运到现场的日期表及使用机具设备调配流程线；

3. 各工种人数和要求到达现场的日期及使用劳力调配曲线。

四、临时工程施工设计

为施工所必需的主要临时工程，应有施工设计图纸和说明。

桥涵工程如与附近路基、隧道工程同属一个施工单位施工时，可编制综合性的实施性施工组织设计；如不属一个施工单位施工时，可根据具体情况，单独编制或组织几座桥涵工程合并编制平行交叉的实施性施工组织设计。

在施工过程中，如有较大变更设计或其他影响，应及时修改或调整施工组织设计。

第1.0.16条 比尺墩系指在设计温度状况下，用经过标定的钢尺长度刻制在天然岩石上或特制的混凝土墩上，作为施工过程中丈量尺寸的标准长度。

第二章 明挖基础

第一节 挖 基

第 2.1.1 条 基坑方向系指涵洞上下游向，非对称基础的左右前后向，或曲线墩台的外移量方向等。

第 2.1.4 条 动载系指拌和机或水泵。如采用大型机械开挖时，护道应增宽或采取加固措施。

第 2.1.6 条 基坑底面的加宽量，主要是为了立模板，挖排水沟、汇水井等的需要。对地下水较多，加宽 0.8m 仍嫌不足时，也可根据具体情况，适当放宽。

第 2.1.8 条 基坑检验后，如长期暴露，将造成岩面风化，或坑底为雨水浸泡，致使土质松软，边坡坍塌等。在处理之后，仍需另填写检查证，重新进行基底检验。

对暂时停建的工程，应将未挖成的基坑用原土回填封闭。

第二节 基坑护壁

第 2.2.1 条 较深基坑如放坡开挖，土方数量较大，可用护壁开挖。但应作经济比较，确认为变更施工方法后可以加速工期，具有经济效益时方宜采用。

第 2.2.5 条 喷射混凝土护壁在一般稳定土质地层均可适用，但限于渗水较少的地层。第二工程局曾对个别有较大渗水层的基坑进行喷射护壁的实例，施工时可根据具体情况采用。

基坑开挖深度，条文中规定“不宜超过 10m”。根据 1981 年西南铁路喷护基坑的统计资料，仅有一个喷护基坑深度达到 10m，其他基坑均为 5～8m。

第 2.2.6 条 喷护厚度系根据第二工程局现场施工计算与实

践相结合的数据列出。为使坑壁受力均匀，可采用圆形开挖。但也有 $9 \times 7.5\text{m}$ ，深4m基坑用矩形喷射防护实例，故深度不大的稳定基坑，也可采用矩形开挖后喷射防护。

喷层厚度计算如下：

设坑壁是圆顺的，护壁均匀受力，截面不产生力矩，同时不考虑剪力，则力的平衡方程式为：

$$2\delta[\sigma] = PD$$

即
$$\delta = \frac{PD}{2[\sigma]}$$

式中 δ ——喷层厚度 (m)；

D ——基坑直径 (m)；

$[\sigma]$ ——喷射混凝土容许应力 (Pa)；

可采用 $5.5 \times 10^6 \text{ Pa}$ (参见《隧道喷射混凝土规则》)；

P ——土压力 (Pa)，其值为：

$$P = \Sigma \gamma \cdot h \cdot \lg^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

其中 γ ——土的单位容重 (N/m^3)；

h ——土层厚度 (m)；

ϕ ——土壤内摩擦角 ($^\circ$)。

第2.2.9条 喷射护壁基坑顶缘加固，可灌注混凝土锁口环，也可在坑口外50~100cm用弃土垒高30cm作为护圈，必要时可将护圈喷射混凝土加固。

第2.2.12条 混凝土围圈护壁的顶层护壁应作为基坑顶缘防护圈用，故要求能整体灌注。以下各层则可分段对称开挖灌注。

第2.2.14条 混凝土围圈壁厚和拆模时混凝土强度计算如下：

一、已知壁厚，求拆模时最低混凝土试件强度。拆模时混凝土强度满足土压力要求时

$$2b[\sigma] = PD \quad (1)$$

式中 $P = \Sigma \gamma h \lg^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$

$$[\sigma] = \frac{1}{K} \cdot 0.7 \cdot R$$

将 P 、 $[\sigma]$ 值代入 (1) 式

得
$$R = \frac{KD \Sigma \gamma \cdot h \lg^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)}{1.4b} \quad (2)$$

式中 R —— 拆模时混凝土试件强度 (Pa) ;

K —— 安全系数。视拆模后混凝土强度增长速度而定。速度快时取低值, 速度慢时取高值。可取 1.2~1.5;

D —— 混凝土围圈直径 (m) ;

b —— 混凝土围圈壁厚 (m) ;

γ —— 计算截面以上各层土的容重 (N/m³) ;

h —— 计算截面以上各层土的高度 (m) ;

ϕ —— 计算截面以上各层土的内摩擦角 (°) ;

P —— 计算截面处单位土压力 (Pa) ;

$[\sigma]$ —— 拆模时混凝土容许压应力 (Pa) 。

二、按常规拆模, 求壁厚

根据《铁路混凝土及砌石工程施工规范》取拆模时混凝土试件强度 $R = 2.5 \times 10^6$ Pa, 考虑混凝土早期强度发展很快, 取较低安全系数 $K = 1.25$, 代入 (2) 式得:

$$b = 0.357 \times 10^{-6} D \Sigma \gamma h \lg^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

此时, 混凝土 $[\sigma] = \frac{1}{K} 0.7 R = 1.4 \times 10^6$ Pa = 1.4 MPa

第三节 围 堰

第 2.3.1 条 围堰顶面应高出施工期间可能出现的最高水

位，系指包括壅水及波浪高在内的最高水位。据各单位多年施工经验，认为堰顶越高，给施工带来很多不便，而可能出现的最高水位，已有安全因素。故本规范比《铁路工程技术规范·第二篇桥涵》（以下简称原《规范》）降低0.2m，改为0.5m。

第2.3.2条 土围堰为常用的简易围堰，可以结合抽水施工，允许河床有少量渗水。如只限于不渗水的河床，将限制土围堰的使用范围，故将原《规范》的“基底为不渗水土”改为“渗水性较小的土壤”。

土围堰的外侧边坡，施工时如系自然倾填，应为所填土在水压作用下的自然稳定坡度。

第2.3.3条 目前桥涵实际施工的草袋围堰水深已有高达4m以上的实例。故将原《规范》的水深2.5m提高到3m，以扩大其使用范围。

对于堆码间的空隙，则以松散粘土填塞，以减少渗漏。

第2.3.6条 木板桩加工质量对围堰的防水作用影响很大，故宜采用机械加工。

第2.3.9条 锁口通过试验，可用2~3m长同类型钢板桩，以5000N左右的拉力作试验，拉力不能过大，否则将会损坏锁口，或在插打时发生困难。5000N的通过拉力是根据大桥工程局1962年编制的《铁路桥梁基础施工技术规范》（草案）内的规定。

第2.3.12条 组合钢板桩的锁口填充料，可用黄油、沥青、干锯末、干粘土粉，按其重量比为1:1:1:0.5配合。

第2.3.16条 拔出钢板桩前，将围堰内灌水，使其内外水位相同，这样可以平衡钢板桩内外水压，使其拔除时，钢板桩保持竖直、平稳，易于拔出。

第四节 基坑排水

第2.4.1条 在直接排水有困难时，可采用井点法排水，以

降低地下水位。

第 2.4.2 条 对饱和粉细砂土质基坑，用汇水井抽水开挖，极易造成粉细砂流淌，除用板桩支护坑壁外，汇水井亦需安设套箱或打短板桩防护。因此，严重的流砂基坑宜采用井点法降低地下水位。也可采用在基坑四周设置无砂混凝土圆管（ $\phi 0.75\text{m}$ 左右），从圆管中抽水降低基坑水位。

第 2.4.5 条 桥涵敞坑开挖深度多在 $7\sim 8\text{m}$ 以内。表列降低水位深度应自水泵轴心高度起算，故采用一级或二级轻型井点降低地下水位，降水深度可以满足施工要求，如降水深度超过 9m 时，则可采用管井井点或喷射井点等排水方法。

第 2.4.6 条

一、在普通地质的井点管可采用冲孔埋设，冲孔水压可为 $0.3\sim 0.4\text{MPa}$ ($3\sim 4\text{kgf/cm}^2$)，冲孔间距为 $80\sim 160\text{cm}$ 。

二、井点管埋设后，应进行试验。将水注入管内，水能很快下降，或在向管四周灌粗砂时，管内水面向上升，均可认为该管埋设合格，否则应拔出重新造孔沉管。

三、集水总管的安设高度，应尽量降低，可布置在地下水位 1m 以上，必要时可挖去水位以上的部分干土，以增加其吸程。在采用二级井点时，需待一级井点降低水位开挖 $4\sim 5\text{m}$ 后，再在基坑内安装第二级井点。

第五节 基坑检验与基底处理

第 2.5.3 条 根据西南施工经验，在易风化岩层上建筑基础时，开挖基坑尽可能不留或少留坑底富余量，将基础圬工填满坑底，封闭风化层，用以防止水流浸入，避免增加风化。

第六节 基础圬工

第 2.6.2 条 混凝土基础与墩台身的联结，可用片石接榫加强。从各地水害与冻害情况调查，损坏多发生在施工接缝处，因

此认为基础与墩台身的联结处应加强，由设计单位根据各桥情况作出接缝设计。如无设计时，可按本条规定办理。

第 2.6.3 条 系按原《规范》第 2—300 条，表 2—52 中有关基础施工的容许误差而列。

第七节 天然冷气冻结法挖基

第 2.7.1 条 天然冷气冻结法挖基，靠天然低温冻结地表水和基坑土，随冻随挖。主要靠人力施工，不需抽水，施工机具简单，造价低廉，但工期较长。由于要保留一定冻层厚度，致使施工进度极为缓慢。而春融到来之前如不能完工，将遭受很大困难甚至失败。故对气象、水文和其他应该具备的条件，做了必要的规定。

第 2.7.3 条 分层冻结的开挖工作，必须仔细进行，因为一旦刨漏或冻壁破裂，往往导致整个基坑开挖失败。故须制定必要的作业规则和保留适当的冻层的厚度。

保留冻层的厚度，控制因素很多，主要依据现场的实际情况决定，也可用简单的力学公式计算后作为参考。冻土的极限强度由于土质、含水量、冻土温度的不同而有很大变化，计算时如无当地实验资料，其极限抗压强度可采用 $4\text{MPa}(40\text{kgf}/\text{cm}^2)$ ，极限抗弯强度可采用 $1\text{MPa}(10\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 。

至于土的冻结速率，由于各种土的导热系数不同，以及气温、风速、开挖深度的变化也主要依靠现场观测，需要时，可用下列经验公式估算（适用于饱和砂土），

$$h = \frac{H^2 - H_1^2}{t}$$

式中 h ——冻结至预计深度所需时间 (h)；

H ——预计冻结深度 (cm) (包括已冻结部分)；

H_1 ——原有预留冻层厚度 (cm)；

t —— 0°C 以下温度的绝对值 ($^\circ\text{C}$)。

爆破必须使用电雷管，便于爆破后能较快地进入基坑检查有无漏水情况，以便及时处理。

第 2.7.5 条 冰套箱壁、箱底、以及卸载时四周冻结的厚度可用力学公式检算，冰套箱加载下沉时，可将荷重置于箱底。

冰的极限强度，根据原齐齐哈尔铁路局冰压力试验小组1974年资料，以 -20°C 时为最高，温度升高或降低，强度均有显著降低。检算时如无工地实验资料，可参考下表选用。

冰的极限强度 (MPa)

冰 温	抗 弯	抗 剪	抗 压
-2°C	0.8	0.5	0.8
-10°C	1.2	0.8	1.2
-20°C	1.8	0.8	2.0

第 2.7.7 条 尽量减少基底含水量较大的粘性土的暴露时间，主要为减少冻胀及融化后大量下沉；其次是为减少含水粘性土冻融后强度的降低。

第 2.7.8 条 为避免因圪工施工而引起非岩石基底冻层的破坏和为保持圪工在一定气温条件下的养护发育，基底与圪工间应设隔离温层。

第三章 桩 基

I 沉 桩 基 础

第一节 一 般 规 定

第 3.1.2 条 本条第四款关于放桩位时桩基轴线与设计位置的容许误差,系根据 GBJ202-83《地基和基础工程施工及验收规范》编制。

第 3.1.4 条 从许多施工实践中证明,按重锤低击的施工方法选择锤型,不仅具有经济效益,而且还可保证工程质量。例如大桥局某大桥的打桩工程,在同一桥址、同一地层,同一设计标高施打 $\phi 55\text{cm}$ 管桩,分别选用 6t 及 8t 同型号的单打汽锤,打桩终了 8t 锤的总锤击数比 6t 锤的总锤击数少 30% 以上,不仅工期缩短,而且桩头无损伤,足以说明重锤低击的实际效果。

根据应力波理论公式的验算,在相同的施工条件下、同样的桩材、相同的桩的截面积、相同的桩垫材质,而仅仅变动了桩锤的冲击部分重量 (W),求得桩顶的压应力,资料如下表:

锤的冲击部分重量 $W(\text{kg})$	900	2270	4540	9000
最大锤击压应力 $R(\text{kgf/cm}^2)$	154	204	243	279

从上表看出锤的冲击部分重量,从 900kg 增大到 9000kg,虽增大至 10 倍,但桩顶承受的锤击应力,从 154kgf/cm^2 递增到 279kgf/cm^2 ,只增大至 1.8 倍,并不与锤重成正比。

故宜选用适当的重锤,低击沉桩,可以避免桩头的破损。

第 3.1.6 条 沉桩顺序,可由一端向另一端进行,或由中间向两端进行。若入土有深有浅时,宜先沉深的,后沉浅的。在斜

坡地带，应先沉坡顶的，后沉坡脚的。插桩时，宜向坡上方移动适当尺寸。

第二节 试桩与基桩承载力

第3.2.1条 将工艺试验和冲击试验放在一起，因为地基土有无“假极限”、应该“休息”的天数、是否需要复打以及停止沉桩条件等，两种试验关系密切。

一、附录一中（三）工艺试验和冲击试验，其中：

第2项附表1.1系参照1983年交通部《港口工程技术规范》第六篇第三册桩基工程编制。

第3项公式附1.1，附1.2及附1.3是按《振动打桩机与土壤特性》和《日本旋制钢筋混凝土桩的沉桩施工标准》（译文均载于《国外桥梁》1982年第2期）而列。

第4项附表1.3系按1983年交通部《港口工程技术规范》第六篇第三册桩基工程而列。

第8（1）、（2）、（3）项系参照苏联ГОСТ5686—78而列。

二、附录一中（四）静压试验，其中：

第8项用“加载的终止”字样，不再用“破坏荷载”字样，这与原《规范》不同，因为“破坏”的定义很容易引起争论，故改用“加载的终止”。

本条系参照苏联ГОСТ5686—78和СНП II—17—77编制。

三、附录一中（六）静推试验，其中：

第4项静推试验按单循环加载，与原《规范》有很大不同，系根据苏联现行建筑法则СНП II—17—77修改的。

第7项静推试验的加载终止，与原《规范》不同，系参照苏联ГОСТ5686—78而列。

第3.2.2条 现在有的地区已建立自己的经验公式，对于用

静力触探估算单桩承载力，可参考应用。

有关静力触探设备的主要部分，和土壤阻力的测定，及其与桩的阻力建立对比关系如下：

静力触探设备，主要由液压装置或机械传动（即将钻杆及探头压入土层的动力部分）、钻杆和探头三部分组成。目前使用的除一些单位引进国外的探头外，基本都采用自己设计的电阻双桥探头，尚无统一的规格。铁道部第三设计院等单位，在七十年代用静力触探确定桩的端部阻力和侧壁阻力对比试验中，使用Y-16型静力触探仪，探头外形尺寸为：锥角 60° ，截面积 20cm^2 ；侧壁摩擦套筒长 189mm ，面积 300cm^2 。在探头上装有两个贴电阻应变片的压力传感器（分别装在端部阻力和侧壁阻力部分），将应变片接线至自动记录设备。当探头被压入土层时，直接记录阻力的变化曲线。（参见《地基承载力试验研究文集》第十一篇《用静力触探确定钻孔桩的承载力》一文，人民铁道出版社1978年）。

必须注意，上述静力触探所测得的阻力，与桩的阻力（分别为端部阻力和侧壁摩擦力）是不相同的。探头的型式不同，测的结果也有差别，必须通过大量的对比试验，找出静力触探阻力与桩的阻力间的统计关系，才能用于实际工程。故条文要求选用当地地区静力触探经验公式，就是引用当地的对比的试验资料。这是比较简单而能提供单桩承载力的一种正确的方法。

但静力触探不能穿过卵、砾石层，对较硬的地层，穿透也有困难。

本条第三项见附录三 锤击动力公式其中：

2. （英）希列（Hiley）公式在原《规范》中仅适用于双动汽锤，现根据1961年Robert D·Chellis《Pile Foundation》第二版；日本1971年《港口建筑物设计标准》第三分册（南京水利所1979年译）；日本1977年《钢管桩的设计与施工》第一分册（1980年冶金部建研院译），日本1978年《旋制钢筋混凝土桩的

沉桩施工标准》JTS—A7201（译文见1982年第二期《国外桥梁》）等资料阐明，还可适用于坠锤、单动汽锤及筒式柴油锤。

3. （苏）建筑法规公式系根据苏联建筑法规（СНП II—17—77）（译文见1982年《地基与基础译文集》第五册）而列。

第三节 桩 的 制 作

第3.3.1条 本条第四款木桩采用对头接头时，接头面必须平整而且与桩的轴线垂直。这样，木桩接妥后，接头间能互相紧密相贴，桩木上下节轴线连贯成一条直线，继续施打时，锤击力能顺着桩的轴线均匀的贯通传递，不至产生偏心荷载，基桩也不致发生偏斜折裂等情况。

木桩顶面垂直于桩的轴线锯平，可使锤击力量垂直于桩顶面，而且分布均匀。

桩尖头位于桩的中心线上，使桩木在锤打时可以位置准确，不致偏斜。

第3.3.2条 表3.3.2-1及表3.3.2-2系参照国家标准GBJ202—83《地基和基础工程施工及验收规范》编制的。

第四节 桩 的 下 沉

第3.4.1条 送桩紧接桩顶部分所设保护桩顶的装置，是为了防止桩顶进入土层后，泥砂或小石子挤入桩顶与送桩之间，使桩顶局部承受送桩传来的冲击力，容易打坏基桩，而不能取得正确的基桩沉入度。

第3.4.2条 单动汽锤落距原《规范》规定为不宜大于0.6m，根据实践经验落距偏小，故改为不宜大于1.0m。

第3.4.3条 根据1969年美国《打桩分析——发展现状述评》一文（译文见《海洋石油》1978年第四期）及1978年日本《旋制钢筋混凝土桩的沉桩施工标准》JIS—A7201（译文见《国外桥梁》1982年第二期）资料，锤击沉桩进入软弱地基，桩身容易产生拉