

# 《四川省建筑地基基础检测技术规程》

## (DBJ51/T014-2013)

### 1 总 则

- 1.1 为规范我省建设工程地基基础检测工作，保证检测工作的科学性、准确性，根据国家相关法律法规、技术标准，结合四川省实际情况，特制定本规定。
- 1.2 从事建设工程地基基础质量检测的单位必须取得省级以上人民政府建设行政主管部门核发的资质证书，并通过省级以上质量技术监督行政主管部门的计量认证，检测人员必须持有省建设行政主管部门核发的资格证书。
- 1.3 本规定中的抽样数量均按单体工程计算。
- 1.4 本规定中未涉及的项目按照国家相关标准规范规定执行。
- 1.5 未按本规定进行检测的单体地基基础工程，不得予以验收。
- 1.6 凡在四川省行政区域内从事建设工程地基基础质量检测，必须遵守本规定。
- 1.7 本规定由四川省建设工程质量安全监督总站组织解释。
- 1.8 本规定自 2013 年 10 月 01 日起实施。

## 2 基本规定

2.1 建设工程地基基础的检测，应由建设单位或建设单位授权的单位向检测机构提出委托。

2.2 在进行地基基础质量检测前，检测机构应完成下列工作：

- 1 收集施工场地岩土工程勘察资料及地基基础设计资料等；
- 2 收集地基基础的施工记录，了解地基基础的施工过程；
- 3 明确委托方的具体要求。

2.3 检测点位的布置宜遵循如下原则：

- 1 一般情况下宜在整个施工场地内均匀布置检测点；
- 2 当施工场地地质条件变化较大时，应在地质条件较差的地段布置检测点；
- 3 当对地基基础的施工质量有异议时，应在有异议部位布置检测点；
- 4 应在基础承受荷载较大或在上部结构对变形敏感部位布置检测点；
- 5 检测点宜由勘察、设计、监理、施工、检测、建设单位共同商定。

2.4 检测单位应根据 2.2 条及 2.3 条的要求编制检测方案。2.5 检测使用的计量器具必须经计量检定合格并在检定有效期内。

2.6 建设工程地基基础设计等级按相关国家、行业标准划分。

2.7 检测报告应包括下列内容：

- 1 工程名称、工程地点、检测日期和检测目的；

- 2 建设单位、勘察、设计、施工和监理单位名称；
- 3 工程概况及场地地质概况；
- 4 检测方法与依据标准；
- 5 所用仪器设备的型号及编号；
- 6 检测点位的选取原则及平面位置图；
- 7 检测结果、结论及建议；
- 8 检测单位名称、检测人员、项目负责人、报告审核人和批准人。

### 3 检测方法要求

#### 3.1 静力触探试验

- 3.1.1 静力触探试验适用于软土，一般粘性土、粉土和砂土。
- 3.1.2 静力触探仪必须经实验室标准压力环率定后方可使用。
- 3.1.3 静力触探深度宜超过地基加固深度。
- 3.1.4 静力触探试验的技术要求应符合下列规定：
  - 1 探头圆锥锥底截面积应采用  $10\text{cm}^2$ 或  $15\text{cm}^2$ ，单桥探头侧壁高度应分别采用 57mm或 70mm，双桥探头侧壁面积应采用  $150\sim 300\text{cm}^2$ ，锥尖锥角应为  $60^\circ$ ；
  - 2 探头应匀速垂直压入土中，贯入速率为  $1.2\text{m}/\text{min}$ ；
  - 3 探杆上应有明确的长度标识；
  - 4 量测读数时，除自动记录仪外，均应每 10cm 记录一次。

3.1.5 根据静力触探比贯入阻力  $P_s$  评定的地基土承载力特征值时可参见附录 A。

### 3.2 动力触探试验

3.2.1 动力触探试验可用于评定砂卵石换填地基、灌浆地基及以卵石层为桩端持力层的人工挖孔桩桩端土的密实程度和均匀性。

3.2.2 动力触探试验应根据土类别按下表选用类型。

动力触探类型

类型		轻型	重型	超重型
落锤	锤的质量 (kg)	10	63.5	120
	落距(cm)	50	76	100
探头	直径(mm)	40	74	74
	锥角(°)	60	60	60
探杆直径(mm)		25	42	50~60
指标		贯入 30cm 的读数 $N_{10}$	贯入 10cm 的读数 $N_{63.5}$	贯入 10cm 的 读数 $N_{120}$
主要适用土层		砂土、粉土、粘性土	砂土、圆砾、卵石	卵石

3.2.3 动力触探使用前应按上表要求进行自校。加固地基的触探深度应超过处理深度。

3.2.4 动力触探试验技术要求应符合下列规定：

1 采用自动落锤装置；

2 触探杆最大偏斜度不应超过 2%，锤击贯入应连续进行；同时防止锤击偏心、探杆倾斜和侧向晃动，保持探杆垂直度；锤击速率每分钟宜为 15~30 击；

3 每贯入 1m，宜将探杆转动一圈半；当贯入深度超过 10m，每贯入 20cm 宜转动探杆一次；

4 对轻型动力触探，当 $N_{10}>100$  或贯入 15cm 锤击数超过 50 时，可停止试验；对重型动力触探，当连续三次 $N_{63.5}>50$  时，可停止试验或改用超重型动力触探。

### 3.3 低应变试验

3.3.1 低应变试验适用于检测混凝土桩的桩身完整性，判定桩身缺陷的程度及位置。

3.3.2 低应变试验应符合《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 的规定，并满足如下要求：

1 对混凝土灌注桩及桩头破损的预制桩必须进行截桩并作打磨处理；

2 当桩长已知、桩底反射信号明确时，在地质条件、设计桩型、成桩工艺相同的基桩中，选取不少于 5 根 I 类桩的桩身波速值计算其平均值；当无法按以上所述确定时，桩身波速可按附录 E 的推荐值初

步设定，并以此校核施工记录桩长。若存在普遍差异时，应选取不少于 5 根 I 类桩对其桩身上部一定长度段的混凝土进行应力波波速实测，按 JGJ106 之 8.4.1 条计算波速平均值；波速平均值也可根据本地区相同桩型及成桩工艺的其他桩基工程的实测值，结合桩身混凝土的骨料品种和强度等级综合确定。

3 有效测试桩长与记录桩长不吻合时，均应在检测报告中注明。

### 3.4 声波透射法

3.4.1 声波透射法适用于检测已埋声测管的混凝土灌注桩桩身完整性，判定桩身缺陷的程度及位置。

3.4.2 声波透射法应符合《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 的规定，并满足如下要求：

1 需检测的桩应在检测方案及报告中将声测管的分布及编号标入图纸。

2 声测管材质的选择，以透声率较大、便于安装及不易破损为原则。声测管宜为钢管。

3. 声测管的安装方法：声测管宜直接固定在钢筋笼内侧上。固定方式可采用焊接或绑扎，管内通畅，管子之间应保持平行。

### 3.5 高应变试验

3.5.1 高应变试验适用于检测基桩单桩的竖向抗压极限承载力和桩身完整性。

3.5.2 对于大直径扩底桩和 Q-s 曲线具有缓变型的大直径灌注桩不宜采用高应变试验。

3.5.3 高应变试验应符合《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 的规定，并满足如下要求：

1 现场检测时，必须制定安全措施；

2 对混凝土灌注桩及桩头破损的预制桩，必须裁桩后按附录 F 进行处理；

3 试验时，为检查测试系统是否处于正常状态，可采用 10cm 或 20cm 落距进行试锤击；确认正常后，落距宜选择 50cm~150cm；

4 以材料强度控制单桩竖向承载力时，其最大锤击力不应小于预估单桩极限承载力的 1.5 倍；

5 高应变评定的承载力不得大于实测曲线中的最大锤击力。

6 高应变检测用重锤应材质均匀，形状对称，锤底平整，高径（宽）比不得小于 1.0~1.5，且采用铸铁或铸钢整体铸造。

7 进行高应变承载力检测时，锤的重量应大于预估单桩极限承载力的 1.0%~1.5%，混凝土桩的桩径大于 600mm 或桩长大于 30m 时取高值。

## 3.6 钻芯法

3.6.1 钻芯法适用于检测混凝土灌注桩的桩长、桩身混凝土强度、桩

底沉渣厚度和桩身完整性，判定或鉴别桩端持力层岩土性状。

3.6.2 钻芯法确定桩端以下中风化或弱风化岩石单轴抗压强度时应符合下列规定：

- 1 岩样尺寸宜为  $\Phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，数量不应少于 6 个；
- 2 在压力机上以每秒 500~800kPa 的速度加载，直到试样破坏为止，记下最大加载值，做好试验前后的试样描述；
- 3 根据参加统计的一组  $n$  个试样的试验值 计算其平均值  $f_{rm}$ 、标准差  $\sigma$ 、变异系数  $\delta$ ，取岩石单轴抗压强度的标准值  $f_{rk}$  为：

$$f_{rk} = \psi f_{rm}$$

$$\psi = 1 - \left( \frac{1.704}{\sqrt{n}} + \frac{4.678}{n^2} \right) \delta$$

$$\delta = \frac{\sigma}{f_{rm}}$$

$$f_{rm} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ri}}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{ri}^2 - n f_{rm}^2}{n-1}}$$

### 3.7 静载荷试验

3.7.1 静载荷试验主要包括浅层平板载荷试验、深层平板载荷试验、复合地基载荷试验、岩基载荷试验、单桩静载试验及抗浮锚杆试验。

3.7.2 静载荷试验除应符合相关规范规定外，尚应满足如下要求：

1 当采用压重平台反力装置时，压重量不得少于最大加载量的1.2，且压重宜在试验前一次加足。堆载材料应使用混凝土标准配重块。

2 应对平台梁、主梁、承重墙及地基强度进行验算且在堆载过程中应有专人负责现场安全；

3 复合地基载荷试验压板标高位置宜与基础底面标高一致，且褥垫层应满足设计要求。

## 4 加固地基检测要求

### 4.1 换填地基

4.1.1 采用换填法处理地基时，设计施工应满足如下要求：

- 1 换填法适用于浅层软弱地基及不均匀地基的处理；
- 2 垫层底面的宽度应满足基础底面应力扩散的要求，并满足下式的规定：

$$b' \geq b + 2z \tan \theta$$

式中  $b'$ ——垫层底面宽度 (m)；

$b$ ——矩形基础或条形基础底边的宽度 (m)；

$z$ ——基础底面下垫层的厚度 (m)；

$\theta$ ——垫层的压力扩散角(°)，按《建筑地基处理技术规范》JGJ79规定执行。

4.1.2 换填地基应分别进行压实系数及承载力检测。

4.1.2 压实系数应符合下列规定：

1 压实系数应分层进行检测；

2 对细粒土采用环刀法，对粗粒土采用灌砂（水）法或其他方法进行  
进行检测；

3 检测点数量，对大基坑每  $50\sim 100\text{m}^2$  不应少于 1 个点，对基槽  
每  $10\sim 20$  米不应少于 1 个点，每个独立柱基不应少于 1 个点；

4.1.2 承载力检测应符合下列规定：

1 当换填厚度大于  $500\text{mm}$  时，应进行承载力检测；

2 采用圆锥动力触探试验检测换填层的施工质量，对大基坑每  
 $50\sim 60\text{m}^2$  不应少于 1 个点，对基槽每  $10\sim 20$  米不应少于 1 个点，每个  
单独柱基不应少于 1 个点，每个单体工程的动力触探试验点不应少于 6  
个；

3 根据动力触探试验结果选择相对较差和具有代表性的点位进行  
载荷试验，每个单体工程每  $1000\text{ m}^2$  不少于 1 个点且不应少于 3 个点。

## 4.2 强夯地基

4.2.1 强夯法适用于处理碎石、砂土、低饱和度的粉土与粘性土、素  
填土和杂填土等地基。

4.2.2 强夯法处理地基承载力检测应在施工结束后间隔一定时间后

方可进行。对于碎石土和砂土地基，其间隔时间不宜少于 7 天；粉土和粘性土地基间隔时间不宜少于 14 天。强夯置换地基间隔时间不宜少于 28 天。

4.2.3 强夯法处理地基承载力检测应符合下列规定：

1 对不加填料的强夯地基，可采用原位测试或室内土工试验等方法，按每 100m<sup>2</sup>抽取 1 个检测点进行初步检测，根据测试结果绘制强夯地基的承载力（或密实度）随深度的变化曲线，并根据不同处理深度及范围选择有代表性的 3 点进行载荷试验。

2 对加入卵石或碎石进行强夯形成强夯置换地基，可采用动力触探按每加固 50 m<sup>2</sup>选 1 个点，进行初步检测，根据强夯地基的承载力（或密实度）随深度的变化曲线，并根据动探结果选择有代表性的点位进行单墩载荷试验或单墩复合地基载荷试验，静载试验数量每 500m<sup>2</sup>不少于 1 点，且每个单体工程不应少于 3 点。

### 4.3 振冲碎石桩地基

4.3.1 振冲法适用于处理卵石层以上的砂土、粉土、粉质粘土、素填土和杂填土等地基。对于处理不排水抗剪强度不小于 20kPa 的饱和粘性土地基时，应在施工前通过现场试验确定其适用性。

4.3.2 振冲施工结束后，除砂土地基外，应间隔一定时间后方可进行质量检测。对粉质粘土地基间隔时间不宜少于 21 天，对粉土地基间隔

时间不宜少于 14 天。

4.3.3 振冲碎石桩地基承载力检测应符合下列规定：

1 抽取振冲桩总数的 3%~5%在桩体中心进行动力触探试验，绘制振冲桩体密实度随深度的变化曲线，并根据动力触探试验结果，选择不少于总桩数的 1%，且每个单体工程不少于 3 点进行单桩复合地基载荷试验；

2 对要求较高或处理厚度变化较大的振冲碎石桩地基，宜进行多桩复合地基载荷试验；

3 对不加填料振冲加密处理的砂土、圆砾土或松散卵石等地基，选择不少于振冲点的 3%，且每个单体工程不应少于 10 点采用原位测试方法评定地基承载力。

#### 4.4 砂石桩地基

4.4.1 砂石桩法适用于挤密松散砂土、粉土、粘性土、素填土、杂填土等地基。

4.4.2 砂石桩施工结束后，应间隔一定时间方可进行质量检测。对粉土、砂土和杂填土地基不宜少于 7 天；对饱和粘性土地基，间隔时间不宜少于 28 天；对非饱和的粘性土间隔时间不宜少于 14 天。

4.4.3 砂石桩地基承载力检测应符合下列规定：

1 抽取砂石桩总数的 2%在桩体中心进行动力触探试验，并绘制桩

体密实度随深度的变化曲线；

2 根据动力触探试验结果，选择不少于总桩数的 1%，且每个单体工程不少于 3 点进行单桩复合地基载荷试验；

3 对要求较高或处理厚度变化较大的砂石桩地基，宜进行多桩复合地基载荷试验；

#### 4.5 水泥粉煤灰碎石桩（含素混凝土桩）

4.5.1 水泥粉煤灰碎石桩（CFG 桩）适用于处理粘性土、粉土、砂土和已自重固结的素填土等地基。对淤泥质土应按地区经验或通过现场试验确定其适用性。

4.5.2 CFG 桩施工结束，应在 15 天后待桩身强度达到设计要求后方可进行施工质量检测。

4.5.3 CFG 桩复合地基检测应符合下列规定：：

1 对使用沉管、长螺旋钻孔工艺灌注施工的 CFG 桩，应抽取不少于总桩数的 10%进行桩身完整性检测，并作为静载选点的依据之一；对其他施工工艺成桩的 CFG 桩，不进行桩身完整性检测，

2 对使用沉管、长螺旋钻孔施工的 CFG 桩，抽取总桩数的 1%，且每个单体工程不应少于 3 点进行单桩复合地基载荷试验；

3 对其他施工工艺成桩的 CFG 桩，应抽取总桩数的 1.5%，且每个

单体工程不应少于 3 点进行单桩复合地基载荷试验。

#### 4.6 夯实水泥土桩

4.6.1 夯实水泥土桩法适用于处理地下水位以上的粉土、素填土、杂填土、粘性土等地基，处理深度不宜超过 10m。

4.6.2 夯实水泥土桩地基承载力应在成桩 15 天后待桩身强度达到设计要求时方可进行施工质量检测。

4.6.3 夯实水泥土桩地基承载力检测应符合下列规定：

1 抽取不少于总桩数的 2%在桩中心进行动力触探试验，绘制桩体密实度随深度的变化曲线；

2 根据动力触探试验结果，选取总桩数的 1%，且每个单体工程不少于 3 点进行单桩复合地基载荷试验；

#### 4.7 水泥土搅拌桩地基

4.7.1 水泥土搅拌法适用于处理正常固结的淤泥与淤泥质土、粉土、素填土、粘性土、以及无流动地下水的饱和松散砂土等地基。

4.7.2 水泥土搅拌桩完工后，宜在 28 天（或桩体强度达到设计要求）后方可进行施工质量检测。

4.7.3 水泥土搅拌桩地基承载力检测应符合下列规定：

1 抽取搅拌桩总数的 0.5%~1%且不少于 3 根进行单桩载荷试验。

2 抽取搅拌桩总数的 0.5%~1%且不少于 3 根进行单桩复合地基

载荷试验；

## 4.8 高压喷射注浆地基

4.8.1 高压喷射注浆法适用于处理淤泥、淤泥质土、流塑或软塑粘性土、粉土、砂土、素填土和碎石土等地基。

4.8.2 高压喷射注浆施工完毕后，宜在 28 天（或桩体强度达到设计要求）后方可进行施工质量检测。

4.8.3 高压喷射注浆地基承载力检测应符合下列规定：

1 抽取高压喷射注浆孔数的 0.5%~1%且不少于 3 点进行复合地基载荷试验；

2 抽取高压喷射注浆孔数的 0.5%~1%且不少于 3 点进行单桩载荷试验。

## 4.9 水泥注浆地基

4.9.1 水泥注浆地基适用于处理碎石类土，中砂、粗砂及砾砂等地基。

4.9.2 水泥注浆施工完毕后，宜在 28 天后进行施工质量检测。

4.9.3 水泥注浆地基承载力检测应符合下列规定：

1 当注浆处理卵石层中的砂层、圆砾、松散卵石地基时，可采用动力触探试验评定注浆层的处理效果；检测数量对基坑每 50~100m<sup>2</sup>不应少于 1 个点；对基槽每 10~20 米不应少于 1 个点，每个单独柱基不应少

于 1 个点，且每个单体工程不应少于 6 个点；

2、对于注浆处理浅层地基，还需根据动力触探试验结果选取不少于 3 个有代表性的点位进行载荷试验，对于其他注浆处理深度地基，当采用动力触探指标评定地基土承载力特征值时可参见附录 B~附录 D。

3 其余水泥注浆地基，均应先按上述第 1 款检测数量进行动力触探试验，并根据试验结果，选取不少于 3 个有代表性的点位进行载荷试验。

#### **4.10 石灰桩地基**

4.10.1 石灰桩法适用于处理饱和粘性土、淤泥、淤泥质土、素填土和杂填土等地基。

4.10.2 施工结束后，宜在 7 天以后进行质量检测。

4.10.3 石灰桩地基承载力检测应符合下列规定：

1 抽取总桩数的 1%在桩中心及桩间土进行动力触探、静力触探或标准贯入试验；

2 根据以上试验结果，选取不少于 3 个有代表性的点位进行单桩复合地基载荷试验。

## 5 桩基工程检测要求

### 5.1 沉管灌注桩

5.1.1 沉管灌注桩完工后应进行桩身完整性及单桩竖向承载力检测。

5.1.2 应先进行工程桩的桩身完整性检测，根据桩身完整性试验结果选择有代表性的桩进行单桩竖向承载力检测。

5.1.3 桩身完整性检测应符合下列规定：

- 1 桩身完整性检测应采用低应变法；
- 2 检测数量不应少于总桩数的 30%，且不得少于 20 根，每个承台

不得少于 1 根。

5.1.4 单桩竖向承载力检测应符合下列规定：

- 1 对地基基础设计等级为丙级的建筑物及施工前已进行过动、静对比试验的乙级建筑物，单桩竖向承载力可采用高应变动力检测方法评定，抽检桩数不应少于总桩数的 5%，且不应少于 5 根；

- 2 对地基基础设计等级为甲级的建筑物及未进行过动、静对比试验的乙级建筑物，单桩竖向承载力均应进行静载荷试验，抽检桩数量不应少于总桩数的 1%，且不应少于 3 根。

### 5.2 载体桩

5.2.1 载体桩完工后应进行桩身完整性及单桩竖向承载力检测。

5.2.2 宜先进行桩身完整性检测，根据完整性检测结果选择有代表性

的桩进行单桩竖向承载力检测。

5.2.3 桩身完整性检测应采用低应变法，检测数量不应少于总桩数的20%，且不得少于10根，每个承台不得少于1根。

5.2.4 单桩竖向承载力检测应采用静载荷试验，检测桩数量不得少于同条件下总桩数的1%，且不得少于3根。

### 5.3 钻孔、冲孔、旋挖成孔灌注桩

5.3.1 钻孔、冲孔、旋挖成孔灌注桩应进行桩身完整性及单桩竖向承载力检测。

5.3.2 宜先进行桩身完整性检测，根据完整性检测结果选择有代表性的桩进行单桩竖向承载力检测。

5.3.3 桩身完整性检测应符合下列规定：

1 对于直径  $d < 500\text{mm}$  的灌注桩，桩身完整性检测应采用低应变法，检测数量不应少于总桩数的30%，且不得少于20根，每个承台不得少于1根；

2 对直径  $500\text{mm} \leq d < 800\text{mm}$  的灌注桩，应全数采用低应变法进行桩身完整性检测；

3 对直径  $d \geq 800\text{mm}$  的灌注桩，桩身完整性检测应采用低应变法与声波透射法综合进行，全数基桩进行低应变法检测，并选取不少于总桩数的10%，且不少于10根桩预埋声测管进行声波透射法检测。

5.3.4 单桩竖向承载力检测应符合下列规定：

1 设计等级为甲级或地质条件复杂的桩基，应采用单桩竖向抗压静载试验进行验收检测。

2 设计等级为丙级的建筑物及施工前已进行过动静对比的乙级建筑物，当满足高应变适用检测范围时，单桩竖向承载力可采用高应变动力检测方法评定，抽检桩数不应少于总桩数的 5%，且不应少于 5 根。

3 当以中等风化及微风化岩石为桩端持力层的端承型大直径桩，无法进行单桩竖向抗压静载试验时，可采用钻芯法测定桩底沉渣厚度并钻取桩端持力层岩土芯样检验桩端持力层，并结合高应变试验对其单桩竖向承载力进行综合判定。钻芯抽检数量不少于总桩数的 10%，且不应少于 10 根，高应变试验抽检数量不少于总桩数的 5%，且不应少于 5 根。

#### 5.4 人工挖孔灌注桩（墩）

5.4.1 人工挖孔灌注桩完工后应进行桩身完整性及单桩竖向承载力检测。

5.4.2 宜先进行桩身完整性检测，根据完整性检测结果选有代表性的桩进行单桩竖向承载力检测。

5.4.3 桩身完整性检测可采用低应变法、声波透射法或钻孔抽芯法。

5.4.4 低应变法检测桩身完整性抽检数量不得小于总桩数的 20%，且不少于 10 根，每个承台不得少于 1 根。声波透射法或钻孔抽芯法，检测

桩数不得少于总桩数的 10%，且不得少于 5 根

#### 5.4.5 单桩竖向承载力检测应符合下列规定：

1 以基岩为桩端持力层时，对设计等级为甲级和乙级的桩基础，抽取总桩数的 1%且不少于 3 根进行单桩载荷试验，或在桩底平面处进行岩基载荷试验；当设计对桩底基岩有岩石单轴抗压强度要求时，还应在桩底抽取总孔数的 10%且不少于 10 点钻取岩样进行单轴抗压强度试验。对设计等级为丙级的桩基础，在孔底抽取总孔数的 5%且不少于 6 个点钻取岩样进行单轴抗压强度试验。

2 以卵石土为桩端持力层时，对设计等级为甲级和乙级的桩基础，抽取总桩数的 1%且不少于 3 根进行单桩载荷试验，或抽取总桩数的 10%且不少于 10 个点进行超重型动力触探试验，根据超重型动力触探试验结果，抽取总桩数的 1%且不少于 3 点在桩底平面处进行深层平板载荷试验；对设计等级为丙级的桩基础，抽取总桩数的 1%且不少于 3 点在桩底平面处进行深层平板载荷试验；

3 当人工挖孔灌注桩持力层下存在松散圆砾或砂土等软弱下卧层，并经压力注浆处理时，待注浆加固 15 天以后，在扩大端外缘 500mm 处进行超重型动力触探试验，检测数量应不少于总桩数的 30%，且不少于 20 根进行动力触探或抽芯检验下卧层的加固效果。当采用动力触探指标评定地基土承载力特征值时可参见附录 D。

## 5.5 预制桩

- 5.5.1 预制桩完工后应进行桩身完整性及单桩竖向承载力检测。
- 5.5.2 宜先进行桩身完整性检测，根据完整性检测结果选择有代表性的桩进行单桩竖向承载力检测。
- 5.5.3 桩身完整性检测应采用低应变法，抽检数量应不少于总桩数的20%，且不少于10根，每个承台不得少于1根。
- 5.5.4 单桩竖向承载力检测应符合如下规定：

同一规格、同一持力层的基桩，对设计等级为甲级和乙级桩基应抽取总桩数的1%且不少于3根进行单桩竖向静载荷试验；对设计等级为丙级的桩基应抽取总桩数的5%且不少于5根进行高应变动力检测。

## 5.6 预应力管桩

- 5.6.1 预应力管桩完工后应进行桩身完整性及单桩竖向承载力检测。
- 5.6.2 宜先进行桩身完整性检测，根据完整性检测结果选择有代表性的桩进行单桩竖向承载力检测。
- 5.6.3 桩身完整性检测应采用低应变法，抽检数量，单节桩应抽取总桩数的10%，且不少于10根，每个承台不得少于1根；单桩节数为两节以上的管桩基础工程，设计等级为甲级的抽检数量不应少于总桩数的30%，且不得少于20根；设计等级为乙级和丙级，抽检数量不应少于总桩数的20%，且不得少于10根。

#### 5.6.4 单桩竖向承载力检测应符合如下规定：

1 设计等级为甲级以卵石土为桩端持力层的管桩进行单桩竖向抗压承载力静载试验，同一规格、同一持力层的基桩抽检数量不应少于总桩数的 1%，且不少于 3 根；以岩石为桩端持力层时，除按以上方式检验外，尚应抽取数量不少于总桩数的 5%，且不少于 10 根工程桩进行高应变试验，也可增加总桩数 0.5%~1.0%的静载试验；

2 设计等级为乙级以卵石土为桩端持力层的管桩进行单桩竖向抗压承载力静载试验，同一规格、同一持力层的基桩抽检数量不应少于总桩数的 1%，且不少于 3 根；以岩石为桩端持力层时，除按以上方式检验外，尚应抽取数量不少于总桩数的 5%，且不少于 5 根工程桩进行高应变试验，也可增加总桩数 0.5%~1.0%的静载试验；

3 设计等级为丙级的管桩，可采用高应变法进行单桩竖向抗压承载力验收检测，抽检数量不宜少于总桩数的 5%，且不得少于 5 根。

#### 5.6.5 管桩工程的检测时间应符合下列规定：

1 对粘性土、砂土、粉土地场的管桩工程，承载力检测休止时间不少于 28 天；

2 对卵石土、岩土场地的管桩工程，承载力检测休止时间不少于 7 天；

3 对遇水易软化的岩石和其它土层时,承载力检测休止时间不少于 28 天;

## 5.7 钢桩

应抽取总桩数的 1%, 且不少于 3 根进行单桩竖向静载荷试验。

## 6 抗浮锚杆试验

6.1 抗浮锚杆施工完成后应进行锚杆抗拔试验。

6.2 锚杆基本试验最大加载应取锚杆抗拔承载力设计值的 2 倍, 锚杆验收试验最大加载应取锚杆抗拔承载力设计值的 1.5 倍;

6.3 锚杆抗拔试验数量按总锚杆数的 5%抽取且不应少于 3 根。

6.4 锚杆试验终止条件:

1 锚头位移不收敛。

2 某级荷载作用下, 锚头变形量达到前一级荷载作用的 5 倍。

3 锚头位移持续增长或锚头总位移超过设计允许值。

6.5 锚杆极限承载力应取破坏荷载的前一级荷载; 在最大荷载下未达到 6.4 条规定的破坏标准时, 锚杆极限承载力应取最大试验荷载;

6.6 当符合下列要求时, 应判定验收合格:

锚杆在最大试验荷载下所测得的总位移, 应超过该荷载下杆体自由段长度理论弹性伸长值的 80%, 且小于杆体自由段长度 1/2 锚固段长度之和的理论伸长值;

## 7 基坑(边坡)工程

## 7.1 岩土锚杆（索）、土钉抗拔试验

7.1.1 锚杆(索)施工完成后应进行锚杆(索)抗拔试验。

7.1.2 永久性锚杆(索) 抗拔试验的最大加载应取锚杆轴向拉力设计值的 1.5 倍，临时锚杆可取锚杆轴向拉力设计值的 1.2 倍，但其最大应力值不应大于杆体强度标准值的 0.8 倍；

7.1.3 锚杆(索)抗拔试验数量取每种类型锚杆(索)总数的 5%且不应少于 3 根，用作试验的锚杆(索)参数、材料及施工工艺应与工程锚杆(索)相同；

7.1.5 锚杆试验终止条件：

1) 后一级荷载产生的锚头位移增量达到或超过前一级荷载产生位移增量的 2 倍且锚头位移未稳定时；

2) 锚头位移持续增长或锚头总位移超过设计允许值。

3) 锚杆杆体破坏。

7.1.6 锚杆极限承载力应取破坏荷载的前一级荷载；在最大荷载下，锚头位移稳定，锚杆极限承载力应取最大试验荷载；

7.1.7 当符合下列要求时，应判定验收合格：

1) 锚杆在最大试验荷载下所测得的总位移，应超过该荷载下杆体自由段长度理论弹性伸长值的 80%，且小于杆体自由段长度 1/2 锚固段长度之和的理论伸长值；

2) 在最后一级荷载作用下，1~10 分钟锚杆蠕变量不大于 1.0mm，如超过，则 6~60 分钟内，锚杆蠕变量不大于 2.0mm。

## 7.2 排桩支护

7.2.1 排桩应在施工完后并在冠梁施工前进行桩身完整性检测。

7.2.2 排桩桩身完整性检测可采用低应变法、声波透射法。

- 7.2.3 排桩检测应对全数桩进行桩身完整性检测；
- 7.2.4 必要时可采用钻芯法对桩身混凝土质量进行检查。
- 7.2.5 有效测试桩长与设计、记录桩长均应在检测报告中注明。

## 8 地基基础检测结果评价

### 8.1 总的要求

- 8.1.1 满足检测要求及试验要求的地基基础应评定其承载力是否满足设计要求。
- 8.1.2 结果评定应对单体工程地基基础进行整体评定，在满足抽样数量条件下，亦可根据实际情况进行分区域评定。

### 8.2 处理地基评价

- 8.2.1 处理地基应评价地基承载力。
- 8.2.2 满足检测要求的处理地基，当各检测点位的地基承载力均不小于设计要求时，地基承载力应评定为满足设计要求。
- 8.2.3 当抽样点位中存在不合格点时，施工方应查明原因，经建设单位、监理等有关单位认可，并经施工方处理后，按原方案重新进行检测，也可按照《[建设工程施工质量验收统一标准](#)》GB50300-2001 相关规定处理。检测数量不少于原检测数量。

### 8.3 桩基工程评定

8.3.1 桩基工程应评价桩身完整性及单桩竖向承载力。

8.3.2 桩身完整性按下表分类评价

桩身完整性类别	分 类 原 则
I 类桩	桩身完整
II 类桩	桩身有轻微缺陷，不会影响桩身结构承载力的正常发挥
III类桩	桩身有明显缺陷，对桩身结构承载力有影响
IV 类桩	桩身存在严重缺陷

8.3.3 当抽检桩中存在的III类、IV类桩之和小于抽检桩数的20%时，应查明原因；同时按原方案继续扩大抽检，若仍有III、IV类桩，则应全数进行完整性检测。

8.3.4 当抽检桩中存在的III、IV类桩之和大于抽检桩数的20%时，应全数进行完整性检测。

8.3.5 III类桩应经检测确认承载力满足设计要求后方可使用，IV类桩应进行工程处理。

8.3.6 工程桩承载力检测结果的评价，应给出每根受检桩的承载力检测值，并据此给出单体工程同一条件下的单桩承载力特征值是否满足设计要求的结论；对岩基载荷试验、深层平板载荷试验应给出持力层承载力是否满足设计要求的结论。

附录 A 静力触探  $P_s$  (MPa) 确定砂土、粉土、粘性土、素填土承载力特征值

表A-1 砂土承载力特征值  $f_{ak}$  单位: (kPa)

$P_s$	2	3	4	5	6	7	8
中、粗砂	100~	140~	180~	220~	260~	290~	320~
	120	160	200	240	280	310	340
粉、细砂	90~100	110~	130~	150~	170~	190~	210~
		120	140	160	180	200	220

注：中砂用低值、粗砂用高值；粉砂用低值，细砂用高值。

表A-2 粉土承载力特征值  $f_{ak}$  单位: (kPa)

$P_s$	1	2	3	4	5
砂质粉土	100	120	140	160	180
粘质粉土	110	135	160	185	210

表A-3 粘性土承载力特征值  $f_{ak}$  及压缩模量  $E_s$

$P_s$	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
$f_{ak}$ (kPa)	80	120	160	200	240	280	310	340
$E_s$ (MPa)	3	5	7	9	11	12.5	14	15

表A-4 素填土承载力特征值 $f_{ak}$ 及压缩模量 $E_s$

$P_s$	0.5	1	1.5	2	2.5
$f_{ak}$ (kPa)	60	100	135	170	200
$E_s$ (MPa)	2.6	4.2	5.8	7.4	9

### 附录 B 超重型动力触探击数 $N_{120}$ 确定卵石承载力特征值

表B 卵石土承载力特征值 $f_{ak}$ 及变形模量 $E_o$

$N_{120}$	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
$f_{ak}$ (kPa)	350	430	500	580	670	750	820	900	975	1020	1070	1100
$E_o$ (MPa)	21	23.5	26	28.5	31	34	37	42	47	52	57	62

### 附录 C 重型动力触探击数 $N_{63.5}$ 确定卵石土承载力特征值

表C 卵石土承载力特征值 $f_{ak}$ 及变形模量 $E_o$

$N_{63.5}$	3	4	5	6	8	10
$f_{ak}$ (kPa)	120	160	200	240	320	400
$E_o$ (MPa)	8	11	14	16	20	24

**附录 D 超重型动力触探击数  $N_{120}$  确定人工挖孔桩桩端卵石土极限承载力标准值  $q_{pk}$**

表 D 人工挖孔桩桩端卵石土极限承载力标准值

$N_{120}$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q_{ua}$ (kPa)	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000

**附录 E 应力波纵波速度与灌注桩砼强度等级关系建议值**

表 E 应力波纵波速度与灌注桩砼强度等级关系

混凝土强度等级	C15	C20	C25	C30
应力波纵波速度 (m/s)	2700~3000	3000~3500	3500~3800	3800~4200

**附录 F 混凝土桩桩头处理**

- F.0.1 混凝土桩应先凿掉桩顶部的破碎层或软弱混凝土；
- F.0.2 桩头顶面应平整，桩头中轴线与桩身上部的中轴线应重合；
- F.0.3 桩头主筋应全部直通至桩顶混凝土保护层之下，各主筋应在同一高度上；
- F.0.4 距桩顶 1 倍桩径范围内，宜用厚度 3~5mm 的钢板围裹或距桩顶 1.5 倍桩径范围内设置箍筋，间距不宜大于 100mm，桩顶应设置钢筋网片 2~3 层，间距 60~100mm；

F.0.5 桩头混凝土强度等级宜比桩身混凝土提高 1~2 级，且不得低于 C30；

F.0.6 检测传感器宜安装在接桩以下原桩身上。