|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 91.040.01 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png |   P 30 |

     团体标准

T/CASMES XXXX—2024

新建建设 地基基础工程检测技术导则

Technical guidelines for the inspection of foundation engineering for new construction

2024 - XX - XX发布

2024 - XX - XX实施

中国中小企业协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc180663738)

[1 范围 1](#_Toc180663739)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc180663740)

[3 术语和定义 1](#_Toc180663741)

[4 基本要求 1](#_Toc180663742)

[5 承载力检测 2](#_Toc180663743)

[6 压实系数检测 7](#_Toc180663744)

[7 地基土强度检测 8](#_Toc180663745)

[8 地基密实度检测 9](#_Toc180663746)

[9 增强体强度检测 9](#_Toc180663747)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由中国中小企业协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

新建建设地基基础工程检测技术导则

* 1. 范围

本文件规定了新建建设地基基础工程检测的术语和定义、基本要求、承载力检测、压实系数检测、地基土强度检测、地基密实度检测、增强体强度检测相关内容。

本文件适用于新建建设地基基础工程检测。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB/T 50011 建筑抗震设计标准

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB/T 50123 土工试验方法标准

GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准

JGJ 79 建筑地基处理技术规范

JGJ 106 建筑基桩检测技术规范

JGJ 340 建筑地基检测技术规范

JTG 3430 公路土工试验规程

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

地基 ground

支承基础的土体或岩体。

天然地基 natural ground

在未经人工处理的天然土（岩）体上直接修筑基础的地基，可分为天然土地基和天然岩石地基。

人工地基 improved ground

为提高地基承载力，改善其变形性质或渗透性质，经人工处理后的地基。

复合地基 composite ground

部分土体被增强或被置换，形成由地基土和竖向增强体共同承担荷载的人工地基。

* 1. 基本要求

地基及复合地基承载力检测应根据检测对象情况选择一种或多种试验方法，当采用圆锥动力触探试验、标准贯入试验、静力触探试验等非载荷试验方法判定地基承载力时，应结合地区经验以及单位工程载荷试验比对结果进行综合分析，见表1。

1. 地基及复合地基承载力检测方法

| 序号 | 检测对象 | | 检测参数 | 检测方法 | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 天  然  地  基 | 浅部地基土层 | 承压板下应力主要影响范围内的承载力和变形参数 | 土（岩） 地基  载荷试验 | 浅层平板载荷试验 |
| 2 | 深部地基土层和  大直径桩桩端土层 | 承压板下应力主要影响范围内的承载力和变形参数 | 深层平板载荷试验 |
| 3 | 岩石地基 | 完整、 较完整、 较破碎岩石地基作为天然地基或桩基础持力层时的承载力 | 岩基载荷试验 |
| 4 | 人  工  地  基 | 处理后地基 | 承压板下应力主要影响范围内的承载力和变形参数 | 土（岩）地基  载荷试验 | 平板载荷试验 |
| 评价地基处理的施工效果、 判定地基承载力 | 圆锥动力触探试验  标准贯入试验  静力触探试验 | |
| 5 | 复合地基 | 承压板下应力主要影响范围内的承载力 | 复合地基载荷试验 | |
| 竖向增强体的竖向承载力 | 竖向增强体载荷试验 | |

* 1. 承载力检测
     1. 静载试验

土（岩）地基、复合地基、竖向增强体载荷试验的检测数量应符合下列规定：

1. 土（岩）地基载荷试验的单位工程检测数量为每500 m2不应少于1点，且总点数不应少于3点；对复杂场地或重要建筑地基，应增加检测数量；
2. 复合地基载荷试验的单位工程检测数量不应少于总桩数的0.5%，且不应少于3点；
3. 竖向增强体载荷试验的单位工程检测数量不应少于总桩数的0.5%，且不应少于3根。

地基及复合地基载荷试验的承压板应具有足够的强度和刚度，在试验荷载作用下承压板不应出现中间明显下凹，四周向上翘曲变形。当承压板刚度不足时，应加固其刚9度或更换刚度符合试验要求的承压板后重新进行检测。

地基及复合地基载荷试验承压板的面积或直径应符合下列规定：

1. 对天然地基，地基土浅层平板载荷试验承压板面积不应小于0.25 m2，对于软土不应小于0.5 m²；地基土深层平板载荷试验的承压板直径不应小于0.8 m；岩基载荷试验的承压板直径不应小于0.3 m；
2. 对处理后地基，平板载荷试验采用的承压板面积不应小于1.0 m²，对强夯地基或强夯置换地基，不宜小于2.0 m2；
3. 对复合地基，单桩复合地基载荷试验的承压板面积应为一根桩承担的处理面积；多桩复合地基载荷试验的承压板尺寸应按实际桩数所承担的处理面积确定。

地基及复合地基载荷试验的仪器设备性能指标应符合下列规定：

1. 压力传感器的测量误差不应大于1%，压力表精度应优于或等于0.4级；
2. 试验用千斤顶、油泵、油管在最大试验荷载时的压力不应超过规定工作压力的80%；
3. 荷重传感器、千斤顶、压力表或压力传感器的量程不应大于最大加载量的3.0倍，且不应小于最大加载量的1.2倍；
4. 位移测量仪表的测量误差不应大于0.1%FS，分辨力应优于或等于0.01 mm。

载荷试验加载反力宜选择压重平台反力装置。压重平台反力装置应符合下列规定：

1. 加载反力装置能提供的反力不应小于最大加载量的1.2倍；
2. 压重平台支墩施加于地基的压应力不宜大于地基承载力特征值的1.5倍；
3. 压重应在试验前一次加足，并应均匀稳固地放置于平台上；
4. 应对加载反力装置的主要受力构件进行强度和变形验算。

土（岩）地基、复合地基、竖向增强体载荷试验在试坑开挖或增强体桩头处理时，应符合下列要求：

1. 承压板下或桩帽下的地基土（岩）标高、桩顶标高应与设计标高相一致；
2. 试坑开挖或桩头处理应符合下列要求：
   1. 浅层平板载荷试验的试坑宽度不应小于承压板边宽或直径的3倍；
   2. 深层平板载荷试验的试井直径宜等于承压板直径，当试井直径需要大于承压板直径时，紧靠承压板周围外侧的土层高度应不少于800 mm；
   3. 试验前应对增强体的桩头进行处理。
3. 试验前应采取措施，保持试坑或试井底岩土的原状结构和天然湿度不变。当试验标高低于地下水位时，应将地下水位降至试验标高以下，再安装试验设备，待水位恢复后方可进行试验；
4. 土（岩）地基载荷试验时，在拟试压表面和承压板之间应用粗砂或中砂层找平，其厚度不应超过20 mm；复合地基载荷试验时，承压板底面下宜铺设100 mm~150 mm厚度的粗砂或中砂垫层，承压板尺寸大时取大值。

地基及复合地基、增强体载荷试验的仪器设备安装时，应符合下列要求：

1. 承压板中心应与试验点或增强体的中心（或形心）保持一致，并应与荷载作用点相重合；
2. 试验加载宜采用油压千斤顶，安装时，其合力中心、承压板或增强体的中心应在同一铅垂线上。当采用两台或两台以上千斤顶加载时应并联同步工作，且千斤顶型号、规格应相同；
3. 荷重测量可采用放置在千斤顶上的荷重传感器直接测定；或采用并联于千斤顶油路的压力表或压力传感器测定油压，并应根据千斤顶率定曲线换算荷载；
4. 沉降测量宜采用位移传感器或大量程百分表。承压板面积大于0.5 m2时，应在其两个方向对称安置4个位移测量仪表；承压板面积小于等于0.5 m2时，可对称安置2个位移测量仪表。位移测量仪表应安装在承压板上，各位移测量点距承压板边缘的距离应一致，宜为25 mm~50 mm；对于方形板，位移测量点应位于承压板每边中点；
5. 基准桩应设置牢固，基准梁的一端应固定在基准桩上，另一端应简支于基准桩上。固定和支撑位移测量仪表的夹具及基准梁应避免太阳照射、振动及其他外界因素的影响；
6. 基准梁及加荷平台支点宜设在试坑以外，承压板或增强体、压重平台支墩边和基准桩之间的中心距离应符合JGJ 340的有关规定，当其相互之间的中心距离不满足标准要求时，应对基准桩变形进行监测。

深层平板载荷试验、岩基载荷试验采用传力装置进行测试时，应符合下列要求：

1. 传力柱应有足够的刚度，宜将其与承压板连接成为整体，传力柱的顶部可采用钢筋等斜拉杆固定；
2. 位移传递装置宜采用钢管或塑料管做位移测量杆，位移测量杆的底端应与承压板固定连接，位移测量杆宜每间隔一定距离与传力柱滑动相连；
3. 安装时，传力柱宜高出地面500 mm，位移测量杆的顶部宜高出孔口地面200 mm；
4. 当检测的地基土层或岩层埋藏深度较大时，宜根据现场试井与传力柱之间的间隙情况，采取措施以消除传力柱与土之间的摩擦力。

孔底岩基载荷试验采用孔壁基岩提供反力进行测试时，孔壁基岩提供的反力应大于最大试验荷载的1.5倍，并应采取措施减少试验条件对基准桩变形的影响。

土（岩）地基、复合地基及其竖向增强体载荷试验的最大加载量应符合下列规定：

1. 工程验收检测时，载荷试验最大加载量不应小于设计承载力特征值的2倍，对岩石地基，最大加载量不应小于设计承载力特征值的3倍；
2. 为设计提供依据的载荷试验应加载至极限状态或破坏状态。

土（岩）地基、复合地基及其竖向增强体载荷试验的加卸载分级及施加方式应符合下列规定：

1. 加载应分级进行，采用逐级等量加载；地基土、复合地基平板载荷试验的分级荷载宜为最大试验荷载的1/8~1/12，岩基载荷试验的分级荷载宜为最大试验荷载的1/15，竖向增强体载荷试验的分级荷载宜为最大加载量或预估极限承载力的1/10，其中第一级荷载可取分级荷载的2倍；
2. 卸载应分级进行，每级卸载量为分级荷载的2倍，逐级等量卸载；当加载等级为奇数级时，第一级卸载量宜取分级荷载的3倍；
3. 加、卸载时应使荷载传递均匀、连续、无冲击，每级荷载在维持过程中的变化幅度不应超过分级荷载的±10%。

土（岩）地基、复合地基及其竖向增强体载荷试验的加载方式应采用慢速维持荷载法，其试验步骤应符合下列规定：

1. 加载时，承压板或桩顶的沉降量应按下列要求进行测读：
   1. 地基土平板载荷试验在每级荷载施加后应按第10 min、20 min、30 min、45 min、60 min测读承压板的沉降量，以后应每隔半小时测读一次；
   2. 岩基载荷试验在每级荷载施加后应按第10 min、20 min、30 min、45 min、60 min测读承压板的沉降量，以后应每隔半小时测读一次；
   3. 复合地基载荷试验每加一级荷载前后均应各测读承压板沉降量一次，以后每30 min测读一次；
   4. 竖向增强体载荷试验每级荷载施加后应按第5 min、15 min、30 min、45 min、60 min测读桩顶的沉降量，以后应每隔半小时测读一次。
2. 承压板或桩顶的沉降相对稳定标准应符合下列要求：
   1. 对地基土平板载荷试验，在连续两小时内，每小时的沉降量应小于0.1 mm；
   2. 对岩基载荷试验，每0.5 h内的沉降量不应超过0.03 mm，并应在四次读数中连续出现两次；
   3. 对复合地基载荷试验，1 h内承压板沉降量不应超过0.1 mm；
   4. 对竖向增强体载荷试验，每1 h内桩顶沉降量不超过0.1 mm，并应连续出现两次，从分级荷载施加后的第30 min开始，按1.5 h连续三次每30 min的沉降观测值计算。
3. 当承压板或桩顶沉降速率达到相对稳定标准时，应施加下一级荷载；
4. 卸载时，承压板或桩顶的沉降量应按下列要求进行测读：
   1. 地基土平板载荷试验在每级卸载后，应按第10 min、30 min、60 min测读承压板沉降量，维持时间1 h；卸载至零后，应按第10 min、30 min、60 min、120 min、180 min测读承压板残余沉降量，维持时间3 h；
   2. 岩基载荷试验在每级卸载后，应隔10 min测读一次，测读三次后可卸下一级荷载。全部卸载后，当测读0.5 h回弹量小于0.01 mm时，即认为稳定，终止试验；
   3. 复合地基载荷试验在每级卸载后，应按第30 min、60 min测读承压板沉降量，维持时间1 h；卸载至零后，应按第30 min、60 min、180 min测读承压板残余沉降量，维持时间3 h；
   4. 竖向增强体载荷试验在每级卸载后，应按第15 min、30 min、60 min测读桩顶沉降量，维持时间1h；卸载至零后，应按第15 min、30 min、60 min、120 min、180 min测读桩顶残余沉降量，维持时间3 h。

当出现表2所列情况之一时，土（岩）地基、复合地基及其竖向增强体载荷试验可终止加载。

1. 终止加载条件

| 试验类型 | 终止加载条件 |
| --- | --- |
| 土（岩）地基载荷试验 | 当浅层载荷试验承压板周边的土出现明显侧向挤出，周边土体出现明显隆起；岩基载荷试验的荷载无法保持稳定且逐渐下降 |
| 本级荷载的沉降量大于前级荷载沉降量的5倍， 荷载与沉降曲线出现明显陡降 |
| 在某一级荷载下，24 h内沉降速率不能达到相对稳定标准 |
| 浅层平板载荷试验的累计沉降量已大于等于承压板边宽或直径的6%； 深层平板载荷试验的累计沉降量与承压板径之比大于等于 0.04 |
| 加载至要求的最大试验荷载且承压板沉降达到相对稳定标准 |
| 复合地基载荷试验 | 沉降急剧增大， 土被挤出或承压板周围出现明显的隆起 |
| 承压板的累计沉降量已大于其边长（直径）的6% |
| 加载至要求的最大试验荷载，且承压板沉降速率达到相对稳定标准 |
| 复合地基竖向增强体载荷试验 | 当荷载-沉降曲线上有可判定极限承载力的陡降段，且桩顶总沉降量超过40 mm~50 mm；水泥土桩、竖向增强体的桩径大于等于800 mm取高值，混凝土桩、竖向增强体的桩径小于800 mm取低值 |
| 某级荷载作用下，桩顶沉降量大于前一级荷载作用下沉降量的2倍，且经24 h沉降尚未稳定 |
| 增强体破坏，顶部变形急剧增大 |
| 荷载-沉降曲线呈缓变型时，桩顶总沉降量大于70 mm~90 mm；当桩长超过25 m，可加载至桩顶总沉降量超过90 mm |
| 加载至要求的最大试验荷载，且桩顶沉降速率达到相对稳定标准 |

土（岩）地基、复合地基、竖向增强体的承载力确定时，应绘制压力或荷载-沉降曲线、沉降-时间对数曲线，也可绘制其他辅助分析曲线。

土（岩）地基、复合地基的极限承载力应按下列方法确定：

1. 当土（岩）地基载荷试验出现下列情况时，极限荷载取前一级荷载；
   1. 当浅层载荷试验承压板周边的土出现明显侧向挤出，周边土体出现明显隆起；岩基载荷试验的荷载无法保持稳定且逐渐下降；
   2. 本级荷载的沉降量大于前级荷载沉降量的5倍，荷载与沉降曲线出现明显陡降；
   3. 在某一级荷载下，24h内沉降速率不能达到相对稳定标准。
2. 当复合地基载荷试验出现下列情况时，极限荷载取前一级荷载；
   1. 沉降急剧增大，土被挤出或承压板周围出现明显的隆起；
   2. 承压板的累计沉降量已大于其边长（直径）的6%；
3. 当加载至要求的最大试验荷载且承压板沉降达到相对稳定标准，土（岩）地基、复合地基的极限承载力取最大试验荷载。

复合地基竖向增强体极限承载力应按下列方法进行确定：

1. 荷载-沉降曲线陡降段明显时，取相应于陡降段起点的荷载值；
2. 当试验过程中出现某级荷载作用下，桩顶沉降量大于前一级荷载作用下沉降量的2倍，且经24 h沉降尚未稳定的情况时，取前一级荷载值；
3. 荷载-沉降曲线呈缓变型时，水泥土桩、桩径大于等于800 mm时取桩顶总沉降量为40 mm~50 mm所对应的荷载值；混凝土桩、桩径小于800 mm时取桩顶总沉降量等于40 mm所对应的荷载值；
4. 当判定竖向增强体的承载力未达到极限时，取最大试验荷载值；
5. 按本条1~4款标准判断有困难时，可结合其他辅助分析方法综合判定。

土（岩）地基、复合地基的承载力特征值确定时，应符合下列规定：

1. 当地基土、复合地基的极限荷载不小于对应比例界限的2倍时，应取比例界限；当其值小于对应比例界限的2倍时，应取极限荷载的一半；
2. 当岩基的极限荷载不小于对应比例界限的3倍时，应取比例界限；当其值小于对应比例界限的3倍时，应取极限荷载值的1/3；
3. 当按相对变形值确定地基土、复合地基的承载力特征值时，应按GB 50007、JGJ 79、JGJ 340规定的地基变形值确定，且所取的地基土、复合地基的承载力特征值不应大于最大试验荷载的一半，岩石地基承载力特征值不应大于最大试验荷载的1/3。

复合地基竖向增强体承载力特征值应按极限承载力的一半取值。

单位工程的地基、复合地基、竖向增强体的承载力特征值确定应符合下列规定：

1. 同一土层参加统计的试验点不应少于3点，当其极差不超过平均值的30%时，取其平均值作为该土层的地基承载力特征值；
2. 每个场地参加统计的岩基载荷试验的数量不应少于3点，取最小值作为岩石地基承载力特征值；
3. 单位工程参加统计的复合地基载荷试验点的数量不应少于3点，当其极差不超过平均值的30%时，可取其平均值作为复合地基承载力特征值；
4. 单位工程参加统计的增强体载荷试验点的数量不应少于3点，当满足其极差不超过平均值的30%时，对于非条形及非独立基础可取其单桩极限承载力平均值的一半作为单位工程的单桩承载力特征值；对于桩数少于5根的独立基础或桩数少于3排的条形基础，应取单桩极限承载力最低值的一半作为单位工程的单桩承载力特征值；
5. 对参加统计的单位工程试验点，当其承载力极差超过平均值的30%时，应分析极差过大的原因，结合工程具体情况综合评价单位工程地基、复合地基、增强体的承载力特征值，需要时应增加试验点数量。

土（岩）地基、复合地基、竖向增强体的载荷试验应分别给出每个试验点或增强体的承载力检测值，并应评价单位工程地基、复合地基、竖向增强体的承载力特征值是否满足设计要求。

* + 1. 圆锥动力触探试验

圆锥动力触探试验可用于初步判定地基承载力，应根据地基条件，按下列原则合理选择试验类型：

1. 轻型动力触探试验适用于黏性土、粉土、粉砂、细砂地基及其人工地基；
2. 重型动力触探试验适用于黏性土、粉土、砂土、中密以下的碎石土地基及其人工地基以及极软岩地基；
3. 超重型动力触探试验适用于密实碎石土、极软岩和软岩等地基。

圆锥动力触探试验的设备规格应符合GB 50021的有关规定，重型及超重型圆锥动力触探的落锤应采用自动脱钩装置，触探杆应顺直，每节触探杆相对弯曲宜小于0.5%，丝扣完好无裂纹。当探头直径磨损大于2 mm或锥尖高度磨损大于5 mm时，应及时更换探头。

采用圆锥动力触探试验对处理地基土质量进行验收检测时，单位工程检测数量不应少于10点，当面积超过3000 m2，应每500 m2增加1点。检测同一土层的试验有效数据不应少于6个。

圆锥动力触探试验应在平整的场地上进行，试验点平面布设应符合下列规定：

1. 试验点应根据工程地质分区或加固处理分区均匀布置，并应具有代表性；
2. 评价地基处理效果时，处理前、后的试验点布置应考虑位置的一致性；
3. 复合地基增强体试验点应布置在增强体中心附近；桩间土试验点应布置在增强体间等边三角形或正方形的中心；检测强夯置换墩着底情况时，试验点位置可选择在置换墩中心。

圆锥动力触探试验的检测深度除应满足设计要求外，尚应符合下列规定：

1. 天然地基的检测深度应达到主要受力层深度以下；
2. 人工地基的检测深度应达到加固深度以下0.5 m；
3. 复合地基增强体及桩间土的检测深度应超过竖向增强体底部0.5 m；

圆锥动力触探试验应符合下列规定：

1. 圆锥动力触探试验应采用自由落锤；
2. 地面上触探杆的高度不宜超过1.5 m，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击~30击；
3. 每贯入1 m，宜将探杆转动一圈半；当贯入深度超过10 m，每贯入20 cm宜转动探杆一次；
4. 对轻型动力触探，当贯入30 cm锤击数大于100击或贯入15 cm锤击数超过50击时，可停止试验；对重型动力触探，当连续3次锤击数大于50击时，可停止试验或改用钻探、超重型动力触探；当遇有硬夹层时，宜穿过硬夹层后继续试验；
5. 应及时记录试验段深度和锤击数。轻型动力触探应记录每贯入30 cm的锤击数，重型或超重型动力触探应记录每贯入10 cm的锤击数。

圆锥动力触探试验的检测数据分析应包括下列内容：

1. 应用试验成果时，圆锥动力触探试验锤击数是否修正或如何修正，应根据建立统计关系时的具体情况确定。采用重型圆锥动力触探推定地基土承载力或评价地基土密实度时，以及采用超重型圆锥动力触探评价碎石土（桩）密实度时，应按JGJ 340有关规定进行锤击数修正；
2. 单孔连续圆锥动力触探试验应绘制锤击数与贯入深度关系曲线；
3. 计算单孔分层贯入指标平均值时，应剔除临界深度以内的数值以及超前和滞后影响范围内的异常值；
4. 应根据不同深度的动力触探锤击数，采用平均值法计算每个检测孔的各土层的动力触探锤击数平均值（代表值）；
5. 应根据各孔分层的贯入指标平均值，用厚度加权平均法计算场地分层贯入指标平均值和变异系数；
6. 统计同一土层动力触探锤击数平均值时，应根据动力触探锤击数沿深度的分布趋势结合岩土工程勘探资料进行土层划分。

根据单位工程各检测孔的圆锥动力触探锤击数、同一土层的圆锥动力触探锤击数统计值、变异系数，结合载荷试验比对结果、地区经验，可对地基土、换填地基、预压处理地基、强夯处理地基、不加料振冲加密处理地基的承载力特征值进行初步判定。对一般黏性土、黏性素填土、粉土、细砂、中砂、粗砂土等地基的承载力特征值可根据JGJ 340有关规定进行估算。

* + 1. 标准贯入试验

标准贯入试验可用于判定砂土、粉土、黏性土天然地基及其采用换填垫层、压实、挤密、夯实、注浆加固等处理后的地基承载力。

采用标准贯入试验对处理地基土质量进行验收检测时，单位工程检测数量不应少于10点，当面积超过3000 m2，应每500 m2增加1点。检测同一土层的试验有效数据不应少于6个。

标准贯入试验的设备规格应符合GB 50021的有关规定，所用穿心锤质量、导向杆和钻杆相对弯曲度应定期标定，使用前应对管靴刃口的完好性、钻杆相对弯曲度、穿心锤导向杆相对弯曲度及表面的润滑程度等进行检查，设备应与机具完好。

标准贯入试验应符合下列规定：

1. 标准贯入试验孔采用回转钻进，并保持孔内水位略高于地下水位。当孔壁不稳定时，可用泥浆护壁，当采用下套管护壁时，试验深度须在套管底端75 cm以下。试验孔16钻至试验土层标高以上15 cm处，清除孔底残土后换用标准贯入器，并应量得深度尺寸再进行试验；
2. 试验应采用自动脱钩的自由落锤法进行锤击，并减小导向杆与锤间的摩阻力，避免锤击时的偏心和侧向晃动，保持贯入器、探杆、导向杆连接后的垂直度，锤击速率应小于30击/min；
3. 贯入器打入土中15 cm后，应开始记录每打入10 cm的锤击数，累计打入30 cm的锤击数为标准贯入试验锤击数。当锤击数已达50击，而贯入深度未达30 cm时，可记录50击的实际贯入深度，换算成相当于30 cm的标准贯入试验锤击数，并终止试验。

标准贯入试验点竖向间距应视工程特点、地层情况、加固目的确定，宜为1.0 m，同一检测孔的标准贯入试验点间距宜相等。

标准贯入试验的检测数据分析应包括下列内容：

1. 应用试验成果时，标准贯入试验锤击数是否修正或如何修正，应根据建立统计关系时的具体情况确定。当作杆长修正时，锤击数可按JGJ 340有关规定进行钻杆长度修正；
2. 标准贯入试验成果可直接标在工程地质柱状图上，也可绘制单孔标准贯入锤击数与深度关系曲线或直方图；
3. 各分层土的标准贯入锤击数代表值应取每个检测孔不同深度的标准贯入试验锤击数的平均值。统计分层标贯击数平均值时，应剔除异常值。同一土层参加统计的试验点不应少于3点，当其极差不超过平均值的30%时，应取其平均值作为代表值；当极差超过平均值的30%时，应分析原因，结合工程实际判别，可增加试验点数量；
4. 单位工程同一土层标准贯入实测锤击数标准值与修正后锤击数标准值可按GB 50021有关规定进行计算确定。

采用标准贯入试验成果判定地基土承载力时，应结合载荷试验结果和地区经验，并应与地基处理设计时依据的地基承载力确定方法一致。初步判定砂土、粉土、黏性土地基承载力特征值时，可根据JGJ 340有关规定进行估算。

* 1. 压实系数检测

素土、灰土、砂、砂石等换填垫层地基、压实填土地基的施工质量应按GB 50202、JGJ 79有关规定和设计要求进行压实系数检测，并且每层压实系数均应验收合格，未经验收或验收不合格时，不应进行下一道工序施工。

施工过程中，素土、灰土、砂、砂石等换填垫层地基、压实填土地基应分层取样，并应根据GB/T 50123的有关规定进行原位密度试验和含水率试验。

地基土的最大干密度确定应符合下列要求：

1. 当土样粒径小于20 mm时，应采用击实试验确定，试验操作应符合GB/T 50123的有关规定；
2. 当土样为最大粒径不大于60 mm且不能自由排水的含黏质土的粗颗粒土时，应采用粗颗粒土击实试验确定，试验操作应符合现行GB/T 50123的有关规定；
3. 当土样为无黏聚性自由排水粗粒土和巨粒土（粒径小于0.075 mm的干土质量百分数不大于15%）时，应采用表面振动压实仪法确定，试验操作应符合JTG 3430的有关规定；
4. 对于击实试验或粗颗粒土击实试验，根据以干密度为纵坐标，含水率为横坐标，绘制干密度与含水率的关系曲线，曲线的峰值为最大干密度，当曲线不能给出峰值点时，应进行补点试验；
5. 表面振动压实仪法最大干密度应进行2次平行试验，取两次试验结果的平均值作为最大干密度，否则应重做试验。

素土、灰土、砂、砂石等换填垫层地基的压实标准可按表3选用，表中压实系数为使用轻型击实试验测定土的最大干密度时给出的压实控制标准。采用重型击实试验时，对粉质黏土、灰土、粉煤灰及其他材料的压实标准应为压实系数不小于0.94。对于碎石或卵石，最大干密度可取2.1 t/m3～2.2 t/m3。

1. 各种换填垫层地基的压实标准

| 施工方法 | 换填材料类别 | 压实系数 |
| --- | --- | --- |
|  | 碎石、 卵石 |  |
| 碾压  振密  或夯实 | 砂夹石（其中碎石、 卵石占全重的30%～50%） | ≥0.97 |
| 土夹石（其中碎石、 卵石占全重的30%～50%） |
| 中砂、 粗砂、 砾砂、 角砾、 圆砾、 石屑 |
| 粉质黏土 | ≥0.97 |
| 灰土 | ≥0.95 |
| 粉煤灰 | ≥0.95 |

采用环刀法检验垫层的施工质量时，取样点应选择位于每层垫层厚度的2/3深度处。检验点数量，条形基础下垫层每10 m~20 m不应少于1个点，独立柱基、单个基础下垫层不应少于1个点，其他基础下垫层每50 m2~100 m2不应少于1个点。

压实填土在施工过程中应分层检验土的干密度和含水率，每50m2~100m2面积内应设不少于1个检测点，每一个独立基础下，检测点不少于1个点，条形基础每20米设不少于1个检测点。

* 1. 地基土强度检测

强夯地基、注浆地基、预压地基的施工质量应按GB 50202的有关规定进行处理后地基土的强度检验。

土的强度通常指抗剪强度，其指标包括内摩擦角与粘聚力两项，可通过土的三轴压缩试验、直接剪切试验、十字板剪切试验、无侧限抗压强度试验等方法进行测试，其具体试验操作和试验仪器应符合GB/T 50123的有关规定。

三轴压缩试验的试验方法应按下列条件确定：

1. 对饱和黏性土，当加荷速率较快时宜采用不固结不排水试验；饱和软土应对试样在有效自重压力下预固结后再进行试验；
2. 对经预压处理的地基、排水条件好的地基、加荷速率不高的工程或加荷速率较快但土的超固结程度较高的工程，以及需验算水位迅速下降时的土坡稳定性时，可采用固结不排水试验；当需提供有效应力抗剪强度指标时，应采用固结不排水测孔隙水压力试验；
3. 对于无法取得多个试样、灵敏度较低的原状土，可采用一个试样多级加荷试验。

直接剪切试验的试验方法分为快剪、固结快剪和慢剪三种，应根据荷载类型、加荷速率和地基土的排水条件确定，快剪试验和固结快剪试验的土样宜为渗透系数小于1×10-6 cm/s的细粒土。对内摩擦角约等于0的饱和软黏土，可用Ⅰ级土试样进行无侧限抗压强度试验。

淤泥质土、淤泥、冲填土等饱和软黏性土天然地基及其处理后地基土的不排水抗剪强度可采用十字板剪切试验进行测试。

对处理地基土质量进行验收检测时，单位工程十字板剪切试验的检测数量不应少于10点，检测同一土层的试验有效数据不应少于6个。

十字板剪切试验深度宜按工程要求确定，对原状土地基应达到应力主要影响深度，对处理土地基应达到地基处理深度。试验点竖向间距可根据地层均匀情况确定，对均质的软黏性土，竖向间距可为1 m，对非均质或夹薄层粉细砂的软黏性土，宜先进行静力触探试验探清土层分布，选择软黏土进行试验。

十字板剪切试验按力的传递方式可分为电测式和机械式两类，主要设备由十字板头、记录仪、探杆与贯入设备等组成，设备参数及性能指标应符合JGJ 340的有关规定。

十字板剪切试验的加载设备可利用地锚反力系统、静力触探加载系统或其他加压系统，试验操作应符合GB/T 50123的有关规定，并应注意以下事项：

1. 对需要钻孔进行十字板剪切试验的，则十字板头插入钻孔底的深度不应小于钻孔或套管直径的3倍~5倍或0.5 m；
2. 试验时应避免十字板头被暴晒或受冻，对开口钢环十字板剪切仪，应修正轴杆与土间的摩阻力影响；
3. 水上进行十字板剪切试验，当孔底土质软时，为防止套管在试验过程中下沉，应采用套管控制器；
4. 在工程试验前和结束后，应对十字板头的扭力传感器进行标定。在使用过程中出现异常应重新标定，标定时所用的传感器、导线和测量仪器应与试验时相同。

每个检测孔的不排水抗剪强度的代表值应取根据不同深度的十字板剪切试验结果的平均值。参加统计的试验点不应少于3点，当其极差不超过平均值的30%时，取其平均值作为代表值；当极差超过平均值的30%时，应分析原因，结合工程实际判别，可增加试验点数量。

* 1. 地基密实度检测

圆锥动力触探试验和标准贯入试验可用于评价地基土性状、地基处理效果、复合地基增强体施工质量，具体试验要求除应符合JGJ 340及本技术导则的有关规定外，应符合下列要求：

1. 强夯置换地基施工质量检验，可采用超重型或重型动力触探试验等方法，检查置换墩着底情况及密度随深度的变化，检验数量不应少于墩点数的3%，且不少于3点；
2. 振冲碎石桩、沉管砂石桩复合地基施工质量检验，对桩体可采用重型动力触探试验；对桩间土可采用标准贯入、动力触探或其他原位测试等方法；对消除液化的地基检验应采用标准贯入试验。桩间土质量的检测位置应在等边三角形或正方形的中心。检验深度不应小于处理地基深度，检测数量不应少于桩孔总数的2%；
3. 水泥土搅拌桩的施工质量检验，在成桩3d内，可采用轻型动力触探检查上部桩身的均匀性，检验数量为施工总桩数的1%，且不少于3根；
4. 旋喷桩、灰土桩、夯实水泥土桩、注浆加固地基的施工质量检验，可根据工程要求和当地经验采用标准贯入、动力触探等方法进行检验；
5. 柱锤冲扩桩复合地基的质量检验，在施工结束后7 d~14 d，可采用重型动力触探或标准贯入试验对桩身及桩间土进行抽样检验，检验数量不应少于冲扩桩总数的2%，每个单体工程桩身及桩间土总检验点数均不应少于6点。

根据单位工程各检测孔的圆锥动力触探锤击数、同一土层的圆锥动力触探锤击数统计值、变异系数，结合载荷试验比对结果、地区经验可对地基土的密实程度和均匀性、复合地基竖向增强体的施工质量进行评价。

砂土、粉土、黏性土的物理状态（密实程度、坚硬程度）、地基处理效果（密实度、均匀性、处理深度等）可根据标准贯入试验锤击数进行评价。

地基处理效果可依据比对试验结果、地区经验和检测孔的标准贯入试验锤击数、同一土层的标准贯入试验锤击数标准值、变异系数等对下列地基作出相应的评价：

1. 非碎石土换填垫层（粉质黏土、灰土、粉煤灰和砂垫层）的施工质量（密实度、均匀性）；
2. 压实、挤密地基、强夯地基、注浆地基等的均匀性；有条件时，可结合处理前的相关数据评价地基处理有效深度；
3. 消除液化的地基处理效果，应按设计要求或GB/T 50011规定进行评价。
   1. 增强体强度检测

水泥土搅拌桩、高压旋喷桩、夯实水泥土桩等各种水泥土桩、CFG桩等复合地基增强体的强度可采用钻芯法进行检测，当受到桩径、长径比限制，且无可靠措施取到桩全长芯样时，不宜采用钻芯法。

复合地基增强体取芯时，龄期应满足设计要求。钻芯法检测的具体仪器设备要求、现场试验操作以及芯样试件抗压强度试验，对CFG桩等复合地基增强体，应符合JGJ 106的有关规定；对水泥土桩，应符合JGJ 340的有关规定。

水泥土钻芯法试验数量单位工程不应少于0.5%，且不应少于3根。当桩长大于等于10 m时，桩身强度抗压芯样试件按每孔不少于9个截取，桩体三等分段各取3个；当桩长小于10 m时，桩身强度抗压芯样试件按每孔不少于6个截取，桩体二等分段各取3个。

水泥土芯样抗压试件直径不宜小于70 mm，试件的高径比宜为1：1。芯样试件制作完毕可立即进行抗压强度试验，试验机宜采用高精度小型压力机，试验机额定最大压力不宜大于预估压力的5倍。

桩身水泥土芯样试件抗压强度代表值应按一组三块试件强度值的平均值确定。水泥土芯样试件抗压强度代表值应取各段水泥土芯样试件抗压强度代表值中的最小值。

对单位工程同一条件下的受检桩，应取桩身芯样试件抗压强度代表值进行统计，并分别对桩身强度的平均强度、标准差、变异系数、标准值进行计算。

桩身强度应按单位工程检验批进行评价，桩身强度标准值应满足设计要求。钻芯孔偏出桩外时，应仅对钻取芯样部分进行评价。当钻芯法检测桩身强度不符合设计要求或桩身均匀性较差时，应采用静载荷试验对增强体单桩承载力和复合地基的承载力进行复核。

