住房和城乡建设部备案号：JXXXXX-2024 DB

重庆市工程建设标准

 **DBJ50/T-XXX-2024**

**既有建筑基桩检测技术标准**

**Intelligent monitoring technical standards for foundation piles of existing building**

**（征求意见稿）**

2024- xx-xx发布 2024- xx-xx实施

**重庆市住房和城乡建设委员会 发布**

重庆市工程建设标准

**既有建筑基桩检测技术标准**

**Intelligent monitoring technical standards for foundation piles of existing building**

**DBJ50/T-XXX-2024**

**主编单位：重庆市建筑科学研究院有限公司**

**批准部门：重庆市住房和城乡建设委员会**

**实施日期：2024年xx月xx日**

2024 重 庆

**前 言**

。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

主 编 单 位：重庆市建筑科学研究院有限公司

参编单位：

主要起草人员：

主要审查人员：

目 录

1总 则 1

2 术语和符号 3

2.1 术语 3

2.2 主要符号 4

3 基本规定 5

3.1 一般规定 5

3.2 检测方法及数量 7

3.3 检测方案及报告 10

4 基桩浅部实体参数检测 12

4.1 一般规定 12

4.2 外观及损伤 12

4.3 截面尺寸及钢筋配置 13

4.4 混凝土强度 14

5 桩长及钢筋笼长度检测 16

5.1 一般规定 16

5.2 旁孔透射法 16

5.3 磁测井法 18

6 桩身完整性检测 22

6.1 一般规定 22

6.2 低应变法 22

6.3 钻芯法 25

6.4 孔内摄像法 28

7 桩周岩土参数及嵌岩深度检测 31

7.1 一般规定 31

7.2 现场检测 31

7.3 数据分析 32

8 基桩静载荷试验 33

8.1 一般规定 33

8.2 原位基桩静载荷试验 33

8.3 同条件模拟桩静载试验 35

9 基桩混凝土耐久性检测 36

9.1 一般规定 36

9.2 碳化深度检测 37

9.3 钢筋锈蚀及力学性能损失检测 38

9.4 氯离子含量检测 40

9.5 硫酸盐侵蚀检测 41

9.6 碱骨料含量检测 41

10 基桩监测 42

10.1 一般规定 42

10.2 沉降监测 43

10.3 水平位移监测 44

10.4 裂缝监测 44

附录A 既有建筑基桩钻芯法检测记录表 46

附录B 既有建筑基桩桩周岩土钻孔现场记录表 48

附录C 既有建筑基桩智能监测要点 49

规程用词说明 51

参考标准 52

#

Contents

# 1总 则

**1.0.1** 为了提升既有建筑基桩检测水平，做到安全适用、技术先进、数据准确、保证质量、评价正确，结合重庆市实际情况，制定本标准。

***条文说明****：重庆作为一个历史悠久的城市，老旧建筑物众多，由于其典型的建筑结构型式及地质情况使得建筑物基础形式以桩基础为主，为了统一我市既有建筑基桩的检测方法，提升既有建筑基桩检测水平，顺利推进既有建筑的安全鉴定和改造设计等工作，保证安全使用，制定本标准。*

**1.0.2** 本标准适用于重庆市既有建筑基桩的质量检测与性能评价。

***条文说明：****本条规定了本标准的适用范围。对既有建筑因加固新增的基桩应参照现行相关规范。*

**1.0.3** 既有建筑基桩检测除应符合本标准的要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**条文说明：***本规范是在总结一些国际、国内成熟的经验，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。*

# 术语和符号

## 术语

【说明】术语，为本标准有关章节中所引用的、用于基桩检测的专用术语，是从本标准角度赋予其含义。

**2.1.1** 既有建筑基桩existing buildings foundation pile

已实现或部分实现建筑使用功能的建筑基桩。

**2.1.2** 基桩浅部实体参数solid parameter of foundation pile top

通过对基桩浅部局部开挖、剔凿，实施检测的基桩截面尺寸、混凝土强度及钢筋配置等参数。

**2.1.3** 桩身完整性  pile integrity

反映桩身截面尺寸相对变化、桩身材料密实性和连续性的综合定性指标。

**2.1.4** 基桩耐久性durability of foundation pile

基桩在正常使用条件下，在目标使用年限内，基桩因环境作用仍能保持其适用性和安全性的能力。

**2.1.5** 桩身缺陷  pile defect

在一定程度上使桩身完整性恶化，引起桩身结构强度和耐久性降低，出现桩身断裂、裂缝、缩颈、夹泥(杂物)、空洞、蜂窝、松散等不良现象的统称。

**2.1.6** 旁孔透射法 parallel seismic method

在基桩顶部或与基桩相连的刚性结构上激振产生地震波，利用在被测体旁平行被测体的钻孔内放置的检波器，从钻孔底向上以一定距离接收经由桩身或桩底以下土层传播的地震波，通过分析地震波在激发点和接收点间传播时间的变化，判定桩长的检测方法。

**2.1.7** 磁测井法 magnetic logging method

通过在桩中或桩侧成孔，采用专业仪器测试钢筋笼的磁性参数，分析和判断钢筋笼长度或埋深位置的基桩检测方法。

**2.1.8** 孔内摄像检测法  testing method with video monitor through the hole

沿钻有竖向孔的灌注桩的孔道，采用摄像技术对孔壁进行拍摄及观察，识别桩身缺陷及其位置、形式、程度的检测方法。

**2.1.9** 持载再加荷静载荷试验  loading and reloading test

 静载荷试验加载至原使用荷载并维持一定时间后，再继续分级加载至试验完成的试验方法。

## 主要符号

【说明】本标准采用的符号及其意义，是根据现行《工程结构设计基本术语和通用符号》规定的符号用字规则及其表达方法制定的，并在制定过程中与相关标准协调和统一。

**2.2.1 作用和作用效应**

P——芯样试件抗压试验测得的破坏荷载（N）；

△T——两测点初至波分别到达时间的差值（ms）；

Δti——入射波波峰与第 i 个缺陷反射波波峰之间的时间差（ms）；

t1,i、t2,i——通道 1、2 的初至波到达时间（ms）。

**2.2.2 抗力和材料性能**

c——受检桩的桩身波速（m/s）；

cm——桩身波速的平均值（m/s）；

ci——第 i 根受检桩的桩身波速值（m/s）；

fcu ——芯样试件抗压强度（MPa）。

**2.2.3 几何参数**

d——芯样试件的平均直径（mm）；

d0——钢筋实际直径（mm）；

ds——钢筋公称直径（mm）；

h——钢筋笼长度（m）；

h1——检测时桩顶面标高（m）；

h0——钢筋笼底面标高（m）；

h2,i——通道 1、2 距离激振点的轴线距离（m）；

△L——两测点之间的距离（m）；

l——钢筋试件长度；

ls,a——钢筋的截面损失率；

n——参加波速平均值计算的基桩数量。

#

# 基本规定

## 一般规定

**3.1.1** 既有建筑基桩检测与评价应根据各种检测方法的适用范围和特点，结合工程特性，选用科学、合理及有针对性的方法，检测资料应完整，检测结论应正确。

**3.1.2** 既有建筑基桩的检测内容应根据工程需要选择基桩实体参数、桩长及钢筋笼长度、桩身完整性、桩周岩土参数及嵌岩深度、承载力、耐久性及变形监测等项目。

**条文说明**：*本条根据我市既有建筑基桩的实际情况，参照《建筑地基基础施工质量验收标准》(GB50202-2018)质量检验项目，检测内容主要分为基桩浅部实体参数（包括外观及损伤、截面尺寸、混凝土强度及钢筋配置）、桩长及钢筋笼长度、桩身完整性、桩周岩土参数及嵌岩深度成桩质量、承载力、耐久性及变形监测。*

**3.1.3** 在下列情况下，既有建筑基桩应进行质量检测及性能评价：

 **1** 基桩施工验收资料存疑或缺失；

 **2** 基桩工程质量有争议；

**3** 既有建筑上部结构使用过程中发现因桩基础产生的异常现象；

 **4** 既有建筑大修、改建或扩建前；

**5** 既有建筑改变用途或使用环境前；

**6** 既有建筑达到设计使用年限拟继续使用时；

**7** 周边环境发生变化可能影响既有建筑基桩安全使用时；

**8** 其他需要检测的情况。

**条文说明**：*本标准适用于既有建筑基桩工程资料存疑、缺失或工程质量有争议时为判断基桩工程质量或完善相关工程技术资料，比如未进行正规设计施工的自建房或建设时未完善相关技术资料的这类房屋需要准确获取基桩相关数据的；桩基存在沉降、开裂、位移或上部结构存在因桩基础变形引起的开裂、倾斜等安全隐患时判定结构安全性；既有建筑上部结构需要大修、改扩建或加层，既有建筑改变用途或使用环境前需要判定既有建筑基桩结构安全性的；既有建筑达到设计使用年限需继续使用的；当发生地质灾害、洪水或存在毗邻深基坑、隧道工程等周边环境变化可能影响既有建筑基桩安全使用的。*

**3.1.4**既有建筑基桩检测内容选择应遵循安全使用、经济合理的原则；可根据检测目的按表3.1.4选择确定。

**表3.1.4 既有建筑基桩检测内容选择表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 检测目的/检测项目 | 基桩浅部实体参数 | 桩长及钢筋笼长度 | 完整性 | 桩周岩土参数及嵌岩深度 | 承载力 | 耐久性 | 变形监测 |
| 安全鉴定 | √ | × | ○ | × | ○ | × | ○ |
| 质量争议或异常 | √ | √ | √ | √ | √ | × | √ |
| 大修、改建或扩建 | √ | × | ○ | × | ○ | × | √ |
| 增载 | √ | √ | √ | √ | √ | ○ | √ |
| 改变使用用途及环境 | √ | × | ○ | ○ | ○ | √ | ○ |
| 延长使用年限 | √ | × | ○ | × | ○ | √ | ○ |
| 周边环境变化安全影响 | √ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | √ |

注：表中√表示必做项，○表示选做项，×表示不做项。

**3.1.5** 既有建筑基桩检测前应明确检测目的、要求和检测实施的可行性，并宜取得下列信息：

**1** 既有建筑岩土工程勘察报告、超前钻探报告、设计文件、验收资料及加固处理资料等相关技术资料；

**2** 既有建筑物历史使用荷载、沉降量和沉降稳定情况、沉降差、倾斜、扭曲、裂损情况；

**3** 临近既有建筑物的场地环境、地下工程和管线分布情况；

**4** 无工程相关技术资料时，应通过现场踏勘、问询产权人及建筑工匠获取相关信息；

**5** 与检测工作相关的其他资料等。

**3.1.6** 检测使用仪器设备的精度应满足检测项目的要求，且必须经过计量检定合格并在检定有效期内。基桩检测前，应对仪器设备进行检查调试。当现场操作环境不符合仪器设备使用要求时，应采取有效的防护措施。

**条文说明：***检测所用仪器必须进行定期检定或校准，以保证基桩检测数据的准确可靠性和可追溯性。虽然测试仪器在有效计量检定或校准期之内，但由于基桩检测工作的环境较差，使用期间仍可能由于使用不当或环境恶劣等造成仪器仪表受损或校准因子发生变化。因此，检测前还应加强对测试仪器、配套设备的期间核查，发现问题后应重新检定或校准。操作环境要求是按仪器设备对使用温湿度、电压波动、电磁干扰、振动冲击等现场环境条件的适应性规定的。*

**3.1.7** 现场检测工作结束后，应及时采取合理有效措施对因检测而形成的探坑以及基桩局部缺损部位进行修复。

**条文说明**：*为保证基桩安全使用，应对现场检测形成的缺损进行修复，例如探坑应进行分层回填，被凿除的钢筋混凝土保护层应用高标号水泥砂浆填补、钻芯孔应从孔底至孔口用水泥浆回灌封闭。*

**3.1.8** 既有建筑基桩检测工作的程序，应按图3.1.7进行。

****

图3.1.7 既有建筑基桩检测工作程序框图

## 检测方法及数量

**条文说明：既有建筑基桩检测方法及数量应根据现场条件，优先考虑以满足实际工程需要为目的。**

**3.2.1** 现场受检桩的选取应综合考虑既有建筑地质条件、结构型式、荷载分布等因素，应重点检测下列基桩：

1 存在安全隐患的基桩；

2 处于高回填区域、河谷及陡坡等地质条件复杂区域的基桩；

3 荷载突变区域的基桩；

4 建筑改造影响区域的基桩；

5 周边环境影响异常区域的基桩。

**条文说明：***本条根据我市基桩工程实际经验，对既有建筑基桩容易出现安全隐患或重要部位进行了特别指出。*

**3.2.2** 既有建筑基桩浅部实体参数及耐久性检测宜采取在桩顶部位局部开挖、剔凿及取样检测的方法。基桩桩长及钢筋笼长度检测宜采用磁测井法或旁孔透射法。基桩完整性检测宜采用低应变法、钻芯法或孔内摄像法。

**条文说明：***根据既有建筑实际使用情况，在对基桩进行实体参数及耐久性检测时，宜选择在桩顶部位采取局部开挖、剔凿及取样检测，尽可能不影响原结构安全。*

**3.2.3** 既有建筑基桩桩周岩土体及嵌岩深度检测应采用钻芯法，还应符合《工程地质勘察规范》DBJ50/T-043等有关规范的规定。

**条文说明：***本条规定了在确定基桩嵌岩深度时应通过钻芯法对基桩的桩底标高进行确定、而后进行反算。对既有建筑基桩桩周岩土体的确认时应符合《工程地质勘察规范》DBJ50/T-043的规定。*

**3.2.4** 既有建筑基桩承载力检测宜采用静载荷试验法；现场条件限制时可采用模拟桩间接验证基桩承载力；端承型大直径灌注桩可采用钻芯法钻取岩芯试样或岩基载荷试验对桩端岩芯抗压强度或岩石地基承载力进行检测，以此对基桩承载力进行验算。

**条文说明：***本条规定了基桩承载力检测的方法，但在进行基桩静载荷试验前，应通过资料或现场检测明确基桩完整性，以确定静载试验的必要性及可行性。在实际工程中当需要检测既有基桩承载力但无条件进行基桩承载力静载荷试验时，应根据实际情况，在既有建筑基桩旁、按与既有基桩完全相同的方法制作同条件模拟桩，模拟桩静载试验可以间接验证基桩的竖向抗压承载力特征值、水平承载力特征值是否满足设计要求，也可以检测基桩的承载力极限值。我市基桩类型以端承型大直径灌注桩为主，且部分灌注桩桩径大、承载力高，而既有建筑原位基桩竖向抗压承载力试验受现场条件、设备以及试验安全等因素限制会存在无法实施的情形，根据以上实际情况，当不怀疑基桩成桩质量的情况下，本条对无法实施静载试验的基桩承载力检测做了规定。*

**3.2.5** 既有建筑基桩承载力和完整性检测需断开基桩与基础或承台时，应采取防止破坏既有建筑或影响既有建筑正常使用的措施；断开施工过程中应对上部结构变形及内力进行监控。

**3.2.6** 既有建筑基桩监测可采用人工监测、智能监测，应根据工程特点、监测内容和目的、周围环境选择。当选择智能监测系统时，其监测点或监测站宜配备独立于自动测量监测仪器的人工测量设备。

**条文说明：***既有建筑周边人类活动频繁，基桩监测应首先选择智能监测。配备独立于自动测量监测仪器的人工测量设备以备监测自动化设备故障时能保持有连续测值，必要时也可作为校核监测数据的备用手段。*

**3.2.7**既有建筑基桩浅部实体参数检测批数量应符合下列规定：

**1** 存在质量事故且需进一步确认质量性能的基桩应全数检测；

**2** 基桩质量检测检验批数量不应少于《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344检测类别A类的最小数量，且不少于总桩数的10%；

**3** 基桩性能评价的验证性检测抽检数量不宜少于3根。

**条文说明：***参照《既有建筑地基基础检测技术标准》(JGJ∕T 422-2018) 5.1.2，对于发生工程事故的既有建筑，由于事故原因的多样性、复杂性，可根据工程实际情况结合现场检测条件，适当增加既有建筑基桩检测数量，以达到可以分析事故原因或为加固提供依据的目的。*

**3.2.8**既有建筑基桩桩长及钢筋笼长度、桩周岩土参数、嵌岩深度抽检数量应符合下列规定：

**1** 存在质量事故且需进一步确认质量性能的基桩应全数检测；

**2** 其他检测数量不应少于3根，且不少于总桩数的5%。

**条文说明：***参照《既有建筑地基基础检测技术标准》(JGJ∕T 422-2018)6.5.3及《灌注桩钢筋笼长度检测技术规程》(DGJ32∕TJ60-2007)。*

**3.2.9**既有建筑基桩桩身完整性抽检数量应符合下列规定：

**1** 存在质量事故且需进一步确认质量性能的基桩应全数检测；

**2** 基桩质量检测数量采用钻芯法或孔内摄像法检测时不应少于3根，且不少于总桩数的5%；

**3** 基桩质量检测数量采用低应变法检测时不应少于5根，且不少于总桩数的10%；

**4** 基桩性能评价的验证性检测抽检数量不宜少于2根。

**条文说明：***本条主要参照《建筑基桩检测技术规范》(JGJ106-2014)及《既有建筑地基基础检测技术标准》(JGJ∕T 422-2018)的要求, 对工程设计、勘察资料齐全、检测数量满足相关规范要求、结构工作状态良好的项目，既有建筑基桩抽检数量、比例酌情减少。*

**3.2.10**既有建筑基桩承载力抽检数量应符合下列规定：

**1** 存在质量事故且需进一步确认质量性能的基桩应全数检测；

**2** 基桩质量检测检验批数量同一条件下不应少于3根，且不少于总桩数的0.5%；当基桩总数在50根以内时，同一条件下不应少于2根；

**3** 基桩性能评价的验证性检测抽检数量不宜少于2根。

**条文说明：***对有工程技术资料的工程，对存在质量事故确认不继续使用的可以不检测，但需要确认其质量性能以开展下一步工作的应进行全数检测；对存在质量事故的工程但尚未表现出有安全隐患的基桩应按一定比例进行抽检。参照《既有建筑地基基础检测技术标准》(JGJ∕T 422-2018)、《建筑基桩检测技术规范》(JGJ106-2014)基桩承载力检测数量。*

*。*

## 检测方案及报告

**3.3.1** 检测方案应根据现场实际情况进行确定，并应包括下列内容：

**1** 工程概况，包括工程名称、地点，建设、勘察、设计、监理和施工单位，地基类型、基础类型、结构类型，设计要求；

**2** 检测原因、目的、范围及依据；

**3** 检测人员、仪器设备、进度计划；

**4** 检测内容、方法、数量、结果评定及复检方案；

**5** 修复方案及注意事项；

**6** 需委托方配合的工作及要求；

**7** 安全措施和环保措施等。

**条文说明：***根据基桩检测原则和检测工作的特殊性，本条对调查工作和检测方案提出了具体要求。调查工作包括：工程名称、地点，建设、勘察、设计、监理和施工单位，基础、结构形式，层数，设计要求，工程地质条件等。根据委托方要求和现场踏勘调查结果，针对基桩具体检测方法，编写检测方案，检测方案内容为一般情况下包括的内容，某些情况下还需要包括桩头开挖、加固、处理方案以及场地道路、供电、照明、水源等要求。有时检测方案还需要与委托方或设计方共同研究制定。*

**3.3.2** 检测报告应包括下列内容：

**1** 委托单位名称；

**2** 工程概况，包括工程名称、地点，建设、勘察、设计、监理和施工单位，地基类型、基础类型、结构类型，设计要求，检测原因、检测目的、检测范围、检测日期；

**3** 检测依据、检测内容、检测方法、仪器设备、检测过程叙述；

 **4** 受检桩的桩型、桩号、桩位、桩顶标高和相关施工记录；’

**5** 受检桩的检测数据，实测与计算分析曲线、表格和汇总结果；

**6** 检测结论。

**3.3.3** 检测报告应结论准确、用词规范、文字简练。对于当事方容易混淆的术语和概念可书面进行解释。

*。*

# 基桩浅部实体参数检测

## 一般规定

* + 1. 基桩浅部实体参数检测项目宜包括外观及损伤、截面尺寸、混凝土强度、钢筋配置。
		2. 基桩浅部实体参数检测应将桩侧面完全暴露，探坑开挖深度和宽度应满足测量操作的要求，检测时应对探坑岩土性质、尺寸等基本情况进行记录。

 **条文说明：***现场调查和查阅资料工作内容应包括：查阅被检测工程的岩土工程勘察资料、桩基设计文件、施工记录，了解施工工艺和施工中出现的异常情况；委托方的具体要求；调查检测项目现场实施的可行性等。由于既有建筑基桩已投入使用，桩基础深埋于地下，基桩实体参数检测前应进行探坑开挖，同时应注意地下工程和管线分布情况。*

* + 1. 桩身中下部的损伤可结合桩身完整性进行检测。

## 外观及损伤

* + 1. 既有建筑基桩外观及损伤应对开裂、变形、腐蚀、露筋等损伤及缺陷进行记录和描述。

**条文说明：***检查桩基础的腐蚀损伤时，宜剔凿出新鲜混凝土面后用钢尺量测腐蚀深度和面积。桩基础探坑开挖一般开挖至桩顶以下一定距离，可以检测桩顶部的外观及损伤，当桩基础出现腐蚀时，应取样进行化学分析，分析碳化深度、钢筋锈蚀量、氯离子含量或硫酸根离子含量等。*

* + 1. 既有建筑存在损伤的基桩可综合建筑物在上部结构的反应和变形监测结果来查找，并结合开挖、钻芯等方法确定。

**条文说明：***桩基础出现会首先反映在地下室墙体、地下室底板、梁柱节点和沉降缝处，因此对于基础损伤的检测部位应着重检测有这些问题附近的桩基础。*

* + 1. 对于受环境侵蚀和灾害影响的基桩，其外观和损伤的检测位置应设在受影响较严重的代表性部位。

**条文说明：***桩基础受环境侵蚀和灾害影响而损伤严重，如若不能及时检测和维护，将会影响桩的整体承载性能，严重时会影响上部结构的安全性、稳定性和耐久性。*

* + 1. 既有建筑基桩接桩部位等内部损伤应采用超声法检测。

## 截面尺寸及钢筋配置

* + 1. 既有建筑基桩截面尺寸的测量，每处开挖位置应测量3次，每次测量位置间距不应小于200mm，取3次测量的最小值作为该处的代表值，测量精度精确至1mm。

**条文说明：***本条测量的桩截面尺寸为桩上部开挖范围的桩身横断面尺寸。*

* + 1. 基桩截面尺寸测量完成后，应在现场与竣工图纸及时核对，不符时，应查找原因。

**条文说明：***既有建筑基桩截面尺寸与竣工图尺寸误差满足相关规范要求时，属于正常误差范围。如果两者之间有较大差距时，应复核是测量引起还是施工错误导致，若施工尺寸比设计尺寸小较多时，应复核计算桩基础承载力是否满足设计要求。*

* + 1. 基桩钢筋检测应根据钢筋设计资料，确定检测区域内钢筋可能分布的状况，选择适当的检测面，检测面应清洁、平整，并应避开金属预埋件。

*条文说明：查阅有关图纸和技术文件，了解基桩钢筋的保护层厚度、钢筋直径、钢筋间距及分布、预埋件的位置等，以保证检测所需参数正确。*

* + 1. 基桩的钢筋位置、保护层厚度和钢筋数量的检测，宜采用非破损的雷达法和电磁感应法进行检测，必要时可凿开混凝土进行钢筋直径或保护层厚度的验证。基桩钢筋配置的检测应符合现行行业标准《混凝土中钢筋检测技术规程》JGJ/T 152的规定。

*条文说明：雷达法是利用不同介质在电磁属性上的差异会造成雷达反射回波在波幅、波长及波形上有相应的变化这一原理，由雷达的发射天线向被探测介质的内部发射高频脉冲电磁波，在电磁属性有变化的地方就会使部分雷达波被反射回来，还有一部分发生散射，剩下的向内透射后继续传播。反射回波或透射波由接收天线接收，接收到的雷达信号经计算机和雷达专用软件处理后形成雷达图像，据此就可对介质及其内部结构进行描述。*

*电磁感应法就是通过使用一定的电磁发射感应器，向混凝土的内部发射电磁波，当受到混凝土内部的钢筋作用，电磁波就会产生相应的二次感应磁场，通过接收产生的二次感应磁场的脉冲强度来分析混凝土中的钢筋位置以及保护层厚度。电磁感应法检测简便易行，属于非接触的无损检测方法，可以通过结构简单且轻巧的手持式检测仪实现，水泥自身属于绝缘介质，对电磁感应法测量的影响干扰很小，成为混凝土中钢筋检测的主要手段。*

## 混凝土强度

* + 1. 既有建筑桩基础浅部混凝土抗压强度的现场检测宜采用钻芯法、回弹法、后装拔出法等间接方法。当采用回弹法或后装拔出法测试结果存在争议时，应采用钻芯法进行验证。
		2. 采用回弹法时，被检测混凝土的表层质量应具有代表性，且混凝土的抗压强度和龄期不应超过相应技术标准限定的范围。回弹法的检测操作应符合现行行业标准《回弹法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 23的规定。

**条文说明：***回弹法是是通过回弹仪检测混凝土表面硬度从而推算出混凝土强度的方法，因此不适用于表层与内部有明显差异或内部存在缺陷的混凝土构件的检测。回弹法在我国已使用了几十年，应用已非常广泛。*

* + 1. 采用后装拔出法时，被检测混凝土的表层质量应具有代表性。检测操作应符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784的规定。

**条文说明：***后装拔出法系指在已硬化的混凝土表面钻孔、磨槽、嵌入锚固件并安装拔出仪进行拔出试验，测定极限拔出力，根据预先建立的拔出力与混凝土抗压强度之间的相关关系检测混凝土抗压强度。检测部位混凝土表层与内部质量应一致，当混凝土表层与内部质量有明显差异时，应将薄弱表层清除干净后方可进行检测。*

* + 1. 采用钻芯法从桩基础中抽取芯样时宜在同一剖面不同高度处水平钻取，钻取部位应符合下列规定：
1. 受力较小部位；
2. 混凝土强度具有代表性的部位；
3. 便于钻芯机安放和操作的部位；
4. 避开主筋的位置；
5. 缺陷位置能取样时，每个缺陷位置应截取一组芯样进行混凝土抗压试验。

**条文说明：***钻芯法检测混凝土强，由于直接从结构或构件上钻取芯样测试，在工程应用上给予很高的评价，然而，这一切都是建立在严格执行相应规程要求，熟练操作仪器，仔细分析影响因素的基础上，才能获得准确、可靠的信息，提高钻芯法检测精度，真正发挥钻芯法的检测作用。*

* + 1. 当采用钻芯法检测桩基础混凝土抗压强度时，用于推定桩基础混凝土强度的有效芯样钻取数量不应少于3个，芯样直径和尺寸偏差应满足《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384的相关规定。

**条文说明：***用于检测基础混凝土强度的芯样，宜采用标准芯样试件，其公称直径不宜小于骨料最大粒径的3倍；也可采用小直径芯样，其公称直径不应小于70mm且不得小于骨料最大粒径的2倍。在抗压试验中，使用标准芯样试件样本的标准差相对较小，使用小直径芯样试件的可能会造成样本的标准差增大，因此宜使用标准芯样试件确定混凝土抗压强度值。在一定条件下，公称直径70mm~75mm芯样试件抗压强度值的平均值与标准试件抗压强度值的平均值基本相当。因此，允许有条件低使用小直径芯样试件。*

* + 1. 当采用钻芯法检测桩基础混凝土抗压强度时，桩基础混凝土抗压强度推定值取芯样试件混凝土抗压强度值中的最小值。

**条文说明：***综合考虑工程检测的可操作性和检测结果的可靠性，采用目前较为常用的以最小值作为推定値的评定方法。*

# 桩长及钢筋笼长度检测

## 一般规定

* + 1. 桩长检测可采用钻芯法或旁孔透射法，钢筋笼长度检测宜采用磁测井法。
		2. 钻芯法检测桩长应符合本标准第6.3节及现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106的相关规定。

## 旁孔透射法

* + 1. 旁孔透射法可用于检测桩头隐蔽、桩体无法开挖、桩周附近可钻孔的既有建筑基桩桩长。
		2. 旁空测试仪应符合下列规定：

**1** 测试主机应具有 4个以上接收通道，1个外部触发通道，可实时显示和记 录测试信号，其它主要技术性能指标应符合现行行业标准《基桩动测仪》JG/T 3055 的有关规定；

**2**孔中换能器的灵敏度、幅频线性范围及系统信噪比应满足测试需要；应选择三分量井下检波器，检波器长度不宜大于0.2m，且应顺直，泥浆浮力较大时，可在检波器端部增加配重。

**条文说明：***要求的实时显示功能主要是为了了解现场检测情况。*

* + 1. 旁孔透射法测试可采用单孔测试，旁孔应符合下列规定(图 5.2.3)：



**图5.2.3 旁孔透射法检测示意图**

1—既有建筑基础； 2—基桩； 3—信号分析仪； 4—激振锤； 5—试坑壁； 6—测管；

7—检波器； 8—透射波

**1** 钻孔直径宜为75mm～130mm，深度宜超过桩长5m，倾斜度不应大于1%；

**2** 钻孔与被检测桩之间的距离不应大于1.5m；

**3** 钻孔宜泥浆护壁，测试时孔内应充水，并保持孔内水面与桩顶面相当。当孔壁不易保持时，可下套管，套管与周围土层之间需密实填充。

**条文说明：***为尽量减少计算实际桩长的误差，因此要求钻孔单位严格控制钻孔的垂直度。*

* + 1. 现场测试及测试参数的选择应符合下列规定：

**1** 采样时间间隔不宜大于50μs；

**2** 时域信号记录的时间段长度应在L/c时刻后延续不宜少于20ms；

**3** 测试宜自下而上按预定深度进行，测试点间距不宜大于0.5m；

**4** 接收信号应完整、清晰。

* + 1. 桩身波速可按下式计算：

*c*=  (5.3.6)

式中 *c*——受检桩的桩身波速(m/s)；

△*L*——两测点之间的距离(m )；

△*T*——两测点初至波分别到达时间的差值(ms )。

* + 1. 旁孔透射法应通过拟合深度-时间直线，并识别拟合直线的拐点方法确定桩长。

**条文说明：***由于本方法是通过桩头上方结构体的激振产生的应力波在桩身中传播，并在桩身外侧的平行检测孔中的传感器自下而上逐点检测桩的透射波，因此每个测点均可计算其该点距激振点的混凝土波速或深度，但当桩底部由于测试孔与桩身偏距较大，就应该将透射波在土层中的波速考虑在内并加以校正，由此所得出的桩长更接近实际桩长。*

## 磁测井法

* + 1. 磁测井法可用于基桩内钢筋笼长度检测。

**条文说明：***地球周围空间分布有天然的大地磁场，地磁北(N)极处于地理南极附近，地磁南(S)极处于地理北极附近。通常情况下，在工程检测所涉及的局部区域内可以近似认为天然地磁场为均匀分布的背景场，当周围空间中存在磁性物质 时，则会引起地磁场的局部变化。钢筋属于铁磁性物质，磁化率很大且磁性很强，当钢筋笼被地磁场磁化后会在其周围形成很强的局部磁异常。磁测井法就是利用 了这种磁性差异，通过研究磁性体周围磁场变化的空间分布特征和分布规律，对磁性物体空间分布作出解释，进而可以分析桩中钢筋笼的分布情况。*

* + 1. 磁测井检测仪应符合下列规定：

**1** 具有自动采集、自动存储、实时显示接收信号时程曲线的功能；

**2** 磁场测量范围应为- 99999nT～+99999nT，分辨率宜优于50nT；

**3** 测量深度不宜小于100m，深度分辨率宜优于5cm，深度测试误差宜小于0.5m；

**4** 工作环境温度宜为0℃~50℃。

* + 1. 磁场传感器应符合下列规定：

**1** 测量深度不宜小于100m；

**2** 1.5MPa水压下不渗水。

* + 1. 测试孔的布置应符合下列规定(图5.3.4)：

**1** 灌注桩测试孔宜采用受检桩桩身钻芯孔；桩径大于2m 的大直径灌注桩，钻芯孔与主筋距离宜小于1m。管桩测试孔宜设置在管桩空心内。现场无条件时测试孔也可布置在受检桩桩侧土体中，与受检桩边缘距离不宜大于 0.5m，且应远离相邻桩；

**2** 测试孔宜采用液压钻机钻取，应确保钻机在钻芯过程中不发生倾斜、移位，桩身内测试孔垂直度偏差不宜大于0.5%，土层中测试孔垂直度偏差不宜大于1%；

**3** 测试孔内径宜为60mm~90mm，测试孔深度宜比预计钢筋笼底端深 3m；

**4**当测试孔周围存在易塌孔土层时，宜在测试孔中设置 PVC 管护孔， PVC 管内径宜为60mm~90mm；

**5** 测试结束后灌注桩桩身钻芯孔应采用水泥浆从孔底往上回灌封闭。

  

(a)测试孔位于灌注桩桩身内 (b)测试孔位于管桩空心内 (c)测试孔位于桩身外

图5.3.4 磁测井法现场布置示意图

1—深度记录器；2—磁场测试仪；3— 电缆线；4—三脚架；5—测试孔；

6—灌注桩钢筋笼；7—磁场传感器；8—管桩

**条文说明：***根据磁感应理论，钢筋笼主筋磁感应强度与测点至主筋垂直距离的平方成反比。因此，为了获得较清晰的钢筋笼磁异常信号，测点应充分靠近钢筋笼。根据实践经验，当测点与钢筋笼距离超过1.5m后，钢筋笼的磁异常信号将非常微弱，甚至无法判断钢筋笼的存在与否。考虑的桩的垂直度本身有一定的偏差， 为了确保钢筋笼磁异常信号清晰可辩，这里规定测试孔宜布置在距受检桩边缘不大于0.5m以及桩侧成孔的垂直度宜控制在 1%以内。*

* + 1. 测试前，应检查测试孔或 PVC 管的畅通情况，磁场传感器应能在测试深度内升降顺畅。
		2. 现场检测应符合下列规定：

**1** 将磁场传感器放入测试孔中，从下往上进行磁场垂直分量(Z)强度的测量，测点间距宜为100mm～200mm。

**2** 人工拉线应保证传感器应缓慢匀速上升，移动速率宜为10m/min～15m/min；严禁拉线过快。

**3** 根据实时记录和显示的深度-磁场垂直分量(*h*-*Z*)曲线，钢筋笼底部以下段实测背景磁场值*Z0*应平滑稳定，钢筋笼底部处应反应明显，并应初步判断测试信号正常。

**4** 每根受检桩记录的有效实测曲线不应少于2条。多次实测的曲线一致性较差时，应分析原因，增加检测次数。

**5** 当钢筋笼检测长度与设计长度明显不符时，应复测。

**6** 当桩外单孔测试结果有异议时，可采用桩两侧对称成孔检测综合分析判别。

**条文说明：***磁感应探头获得稳定的测试数据需要一定的响应时间，数据采集时，人工拉线要尽量保证缓慢匀速，拉线过快会导致测试的磁异常数据不正确，容易导致误判。采样步距设置过大，会造成测试结果分辨率降低，增大误差，因此采样步距不应大于 250mm；采样步距设置过小，则加大了现场测试工作量。一般采用 100mm~200mm 的采样步距既能保证一定的测试精度，又能减少现场测试时间，可避免采样时间过长发生孔底泥沙堵孔，提高工作效率。为确保测试数据客观、真实、可靠，消除人为或仪器设备因素造成的偏离数据，采集多条实测曲线可以确保测试结论的准确性。每根受检桩记录的有效实测曲线不应少于2条，两次实测得出的钢筋笼长度一致性较差时，应分析原因，排除不良因素后增加检测次数。只有采集到可靠的数据，才能得到正确的测试结果。*

* + 1. 采用磁测井法检测钢筋笼长度，钢筋笼底端位置应按下列方法判定：

**1** 根据实测深度—垂直分量(h-Z) 曲线下端平滑稳定的*Z*值判定测区垂直分量背景值*Z0*。当垂直分量(*Z*) 值相对背景场值*Z0*明显变化时可判定有钢筋笼存在；

**2**根据深度—垂直分量(h-Z)曲线和深度-磁场垂直分量梯度(h-dZ/dh)曲线综合判定钢筋笼底端位置。h-*Z*曲线底部垂直分量由小于背景场的极小值转成大于背景场的拐点(或h-dZ/dh曲线底部最深的极值点)对应的深度位置。

**条文说明：***1 钢筋笼是铁磁性物质，在地磁场中被磁化而形成磁异常，所测磁场值有一定的变化幅度可以认为有钢筋笼存在。*

*2 钢筋笼在地磁场的作用下产生磁化磁场，钢筋笼底部为磁介质分界面，该界面上部为铁磁性物质，下部为无磁性或弱磁性物质 (素混凝土、岩土层)，超过界面向下逐渐变为稳定的背景场，钢筋笼底部位置磁场发生剧烈波动，Z分量强度急剧变化，出现由极小值转变成大于背景场的拐点(斜率最大处)，相应的Z分量强度梯度曲线出现极值点，可以有效的分辨出钢筋笼的存在。但试验表明，实测过程中深度-垂直分量( h-Z ) 曲线的Z分量拐点位置判读难度相对较大，同时深度-磁场垂直分量梯度 ( h-dZ/dh) 曲线值的灵敏度较高，极易受外界的磁场(包括地磁场和干扰磁场) 影响，产生较大的波动变化，造成极值点不明显，加大极值点的判断难度。因此，在实际工程应用中，应同时结合h-Z曲线和h-dZ/dh 曲线加以综合判定。*

* + 1. 钢筋笼长度按下式计算：

*h* = *h*1 - *h*0  (5.2.9)

式中：*h——*钢筋笼长度(m )；

*h*1*——*检测时桩顶面标高(m )；

*h*0*——*钢筋笼底面标高(m )。

**条文说明：***本规程所指的钢筋笼长度为桩身混凝土内部的钢筋笼长度，既从钢筋笼底面至桩顶面之间的长度，不含主筋深入承台内的锚固长度。采用磁测井法得到的钢筋笼长度结果为测试时桩顶面以下的钢筋笼长度。*

# 桩身完整性检测

## 一般规定

* + 1. 既有建筑基桩桩身完整性可采用低应变法、钻芯法、孔内摄像法。
		2. 桩身完整性检测结果应给出每根受检桩的桩身完整性类别。桩身完整性分类应符合表6.1.2的规定。

表6.1.2 桩身完整性分类表

|  |  |
| --- | --- |
| 桩身完整性类别 | 分类原则 |
| Ⅰ类桩 | 桩身完整 |
| Ⅱ类桩 | 桩身轻微缺陷，不会影响桩身结构承载力的正常发挥 |
| Ⅲ类桩 | 桩身明显缺陷，对桩身结构承载力有影响 |
| Ⅳ类桩 | 桩身严重缺陷 |

注：1 应进一步确定Ⅲ类桩桩身缺陷对桩身结构承载力的影响程度；

2 对Ⅳ类桩应进行加固处理。

* + 1. 当发现完整性检测数据异常时，应查找原因；存在因仪器设备故障、人员操作失误造成检测结果异常时，应重新检测。

**条文说明：***当发现完整性检测结果异常时，应检查是仪器设备故障、人员操作失误还是确实是基桩出现不应有的大面积缺陷，对仪器设备故障、人员操作失误造成的异常，应组织重新检测；对基桩出现的严重缺陷或者共有性问题，采用其它一种或多种方法验证检测。*

## 低应变法

* + 1. 低应变法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。低应变法对既有建筑基桩完整性检测的有效性应通过现场试验确定，并宜结合其它检测方法相互验证或采取其他可靠方法。

**条文说明：***低应变法检测桩身完整性的理论基础是一维线弹性理论，当桩身直径剧烈变化或桩的长径比小于5时，均不适合采用低应变法检测桩身完整性。*

* + 1. 检测仪器设备应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 的规定，当采用双速度低应变法时检测主机的通道数不应少于2个。
		2. 当基础底板及上部结构反射波对低应变法测试信号分析造成严重干扰时，应采用双速度法剔除下行波的影响。

**条文说明：***低应变法检测中对缺陷的识别是通过接收并分析判断来自缺陷部位的反射波实现的，因此上行波才是我们需要的包含有桩身完整性信息的有效波。对于既有建筑物下的桩基础，传感器接收到的信号不仅有上行波，还有来自桩顶上部结构反射回来的下行波，因而对波形判读带来很大干扰。采用双速度法，在桩顶间隔一定距离安装2只传感器同时接收信号，则可以通过将2只传感器测试的波形曲线移位相减，则可很大程度上抵消下行波的影响，从而增加识别桩身缺陷的准确性。*

* + 1. 低应变法检测的测点宜选择布置在桩顶，桩顶没条件时可布置在桩侧。
		2. 桩顶面部分出露时，应符合下列规定（图6.2.5）：

1 传感器可根据桩顶面出露情况对称布置安装于出露的桩顶面；

2 传感器安装面及其附近应完好、干净、平整，安装轴线与桩轴线应保持一致；

3 传感器安装于桩顶面时，可采用黄油、橡皮泥、石膏等材料作为耦合剂固定。

4 桩顶面安装传感器时，宜锤击桩顶面出露部分的中心，锤击方向应与桩轴线一致。



图6.2.5 桩顶部分出露测点布置示意图

1—既有柱；2—基桩；3—力锤；4—传感器

* + 1. 桩顶存在承台或筏板时，可在桩顶成孔布置测点，应符合下列规定（图6.2.6）：

1 孔洞的直径不宜小于200mm，其深度宜超过桩的顶部；

2 孔洞底部应修理平整；

3 将低应变的传感器安装在孔洞的底部；

4 敲击正对基桩的承台顶部或使用专用的方式敲击孔洞底部。



图6.2.6 桩顶成孔测点布置示意图

1—既有承台或筏板；2—基桩；3—力锤；4—传感器

**条文说明：***采取该技术方法处理措施的目的也是尽量使检测条件符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 的规定，并尽量减少上部结构的回波干扰。*

* + 1. 测点布置在桩侧时，应符合下列规定（图6.2.7）：

1 在基础外侧开挖试验坑，桩侧面轴向裸露长度以便于安装传感器为宜，桩体有护壁时应凿除；

2 用膨胀螺栓将传感器沿桩轴线垂直向下固定好，当采用双波速法检测时，在桩的同一侧间隔不小于1.0m的不同高度处安装2只传感器；

3 采用重锤敲击桩轴线对应的结构顶面，当不满足上述条件时，敲击尽量靠近此位置的结构柱或墙边沿，或者在桩侧开凿敲击面。



图6.2.7 桩侧双传感器安装示意

1—既有建筑承台或筏板；2—基桩；3—传感器；4—试坑壁

**条文说明：***本条适用于桩侧具备开挖条件的基桩，桩侧开洞尺寸不能造成基桩出现承载力的问题是所需具备的条件之一。*

* + 1. 测试参数设定和信号的采集除应按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106的规定执行外，尚应符合下列规定：

1 传感器安装于非桩顶面时，计算桩长应从传感器安装面开始起算。

2 采用双速度法测试时，波速可按双传感器测取的波速设定。

* + 1. 当采用双速度法检测时，桩身波速平均值可按下列公式计算：



* + 1. 数据分析与判定除应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106规定外，尚应考虑桩顶结构对测试信号的影响。采用双速度法检测时，可通过移位反向叠加法减少桩顶结构产生的影响。

## 钻芯法

* + 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、桩身完整性、桩底沉渣厚度，判定或鉴别桩底持力层岩土性状。
		2. 钻芯法所使用设备应符合下列规定：

1 钻取芯样宜采用液压操纵的高速钻机，并配置适宜的水泵、孔口管、扩孔器、卡簧、扶正稳定器和可捞取松软渣样的钻具。

2 基桩桩身混凝土钻芯检测，应采用单动双管钻具钻取芯样，严禁使用单动单管钻具。

3钻头应根据混凝土设计强度等级选用合适粒度、浓度、胎体硬度的金刚石钻头，且外径不宜小于100mm。

4 锯切芯样的锯切机应具有冷却系统和夹紧固定装置。芯样试件端面的补平器和磨平机，应满足芯样制作的要求。

* + 1. 钻芯法检测前应探明基桩位置，当桩顶正上方连接有结构柱或剪力墙时，开孔位置宜紧贴柱边中心或墙边，并确保钻孔从桩底穿出。

**条文说明：***当桩顶正上方无结构柱或剪力墙阻挡时，应沿铅垂方向钻进；当出现钻芯孔偏离桩身时，应立即停机，并查找原因。重新确定钻孔位置，确保钻芯孔从桩底穿过。*

* + 1. 每根受检桩的钻芯孔数和钻探深度应符合下列规定：

1 桩径小于1.5m的桩，不得少于1孔；桩径为1.5m以上的桩，不宜少于2孔；

2 出现6.1.5条第3款情形的工程需验证已有基桩检测资料时，或采用钻芯法结合其它检测方法对桩身完整性进行综合评价时，钻芯孔数可为1孔；

3 对桩底持力层的钻探，每根受检桩不得少于1孔，其钻探深度应满足设计要求；当设计无明确要求时，桩底持力层的钻探深度不应小于3倍桩径，且不应少于5m；其他钻芯孔不宜少于1.0m，但对于桩底持力层有夹层或岩溶发育区域的工程，每孔钻探深度均应满足前述规定。

**条文说明：***桩端持力层岩土性状的准确判断直接关系到受检桩的使用安全。《建筑地基基础设计规范》GB50007规定：嵌岩灌注桩要求按端承桩设计，桩端以下三倍桩径且不小于5m范围内应无软弱夹层、断裂破碎带和洞穴分布，在桩底应力扩散范围内无岩体临空面。虽然施工前已进行岩土工程勘察，但钻孔数量有限，对较复杂的地质条件，很难全面弄清岩石、土层的分布情况。因此，应对桩底持力层进行足够深度的钻探。*

*若岩土勘察资料表明桩端持力层稳定、满足设计要求，制定检测方案时，每根受检桩可选择一个钻芯孔来探明桩端持力层性状；否则，每个钻芯孔均应钻进足够深度，以便查明探明桩端持力层性状。当受检桩有两个以上钻芯孔，且某一钻芯孔揭示桩端持力层存在夹层等问题而不满足设计要求，则其它钻芯孔也应钻进足够深度，以便查明探明桩端持力层性状。*

* + 1. 截取混凝土抗压芯样试件应符合下列规定：

1 确定受检桩混凝土芯样试件抗压强度代表值时，芯样宜在表观质量较好的部位截取。

2 当桩长小于10m时，每孔应截取2组芯样；当桩长为10~30m时，每孔应截取3组芯样；当桩长大于30m时，每孔应截取不少于4组芯样。

3 上部芯样位置距桩顶设计标高不宜大于1倍桩径或2m，下部芯样位置距桩底不宜大于1倍桩径或2m，中间芯样等间距截取。

4 当需要结合混凝土强度判断桩身完整性时，应在缺陷位置和其相邻钻芯孔同一深度部位截取1组芯样进行混凝土抗压试验。

* + 1. 当桩端持力层为中、微风化岩层且岩芯可制作成试件时，应在接近桩底部位1m内截取岩石芯样；遇分层岩性时，宜在各分层岩面取样。
		2. 芯样试件的加工和测量应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 的相关规定。
		3. 混凝土芯样试件的抗压强度应按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T50081 执行。
		4. 混凝土芯样试件抗压强度应按下式计算：



* + 1. 混凝土芯样试件抗压强度试验后，若发现试件内混凝土粗骨料最大粒径大于芯样试件平均直径的0.5倍，且强度值比同组其它试件低30%以上时，该试件的强度值无效。
		2. 桩底岩芯试件单轴抗压强度试验按现行国家标准《工程岩体试验方法标准》GB/T50266 执行。岩石单轴抗压强度代表值取1组3个试件的强度平均值。
		3. 受检桩混凝土芯样试件抗压强度代表值的确定应符合下列规定：

1 取1组3块试件强度值的平均值为该组混凝土芯样试件抗压强度代表值；当1组芯样试件，仅有2个有效强度值时，可取其平均值为该组混凝土芯样试件抗压强度代表值；

2 同一受检桩同一深度部位有2组或2组以上混凝土芯样试件抗压强度代表值时，取其平均值作为该桩该深度处混凝土芯样试件抗压强度代表值；

3 取同一受检桩不同深度位置的混凝土芯样试件抗压强度代表值中的最小值，作为该桩混凝土芯样试件抗压强度代表值。

* + 1. 桩底持力层岩土性状应根据持力层芯样特征和钻芯记录，并结合岩石芯样单轴抗压强度值、圆锥动力触探或标准贯入试验的试验结果，进行综合判定或鉴别。
		2. 每根受检桩的桩身完整性类别应结合钻芯孔数、现场混凝土芯样特征、芯样试件抗压强度试验结果，按现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106的相关规定判定。

**条文说明：***通过芯样特征对桩身完整性分类，有比低应变法更直观的一面，也有“一孔之见”代表性差的一面。桩身完整性类别主要根据芯样特征判定，有孔内摄像法时还应结合孔内摄像法检测结果判别。*

* + 1. 基桩质量及性能评价应按单根受检桩进行。当出现下列情况之一时，应判定该受检桩不满足设计要求：

1 桩身完整性类别为Ⅳ类；

2 受检桩混凝土芯样试件抗压强度代表值小于混凝土设计强度等级；

3 桩底沉渣厚度不满足设计或规范要求；

4 桩端持力层岩土性状不满足设计要求。

**条文说明：***应该指出，本条规定判定Ⅳ类桩不满足设计要求，并不意味Ⅲ类桩满足设计要求。*

*现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94第6.3.9条要求：钻孔达到设计深度，灌注混凝土之前，孔底沉渣厚度指标应符合下列规定：对端承型桩，不应大于50mm；对摩擦型桩，不应大于100mm；对抗拔、抗水平力桩，不应大于 200mm。现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202规定：端承桩沉渣厚度不应大于50mm，摩擦桩沉渣厚度不应大于150mm。*

## 孔内摄像法

* + 1. 孔内摄像法适用于空心桩的完整性检测及经钻芯法检测的灌注桩进行验证检测，可用于判定桩身缺陷的程度及位置。

**条文说明：***孔中摄像法是一种直观的探查方法，对于钻有钻孔的灌注桩，采用本方法能起到其他方法无法实现的直观、可视化效果。对于进行钻芯法检测的灌注桩，可以进行整个钻孔深度范围内的检测，也可在有疑问的深度范围内进行验证检测。*

* + 1. 出现下列情形时，宜采用孔中摄像法验证检测：

1 低应变反射波法或其他检测方法检测发现有缺陷，需进一步明确缺陷性质和程度的桩；

2 钻芯法检测出现争议或钻芯结果不能明确判定的桩。

**条文说明：***本条规定是由于其他方法（如低应变、取芯）检测时，无法准确判断其缺陷类型和严重程度时需要进一步进行验证检测。*

* + 1. 检测前应对受检桩进行孔内清理。孔内摄像法宜在桩孔内无水条件下进行检测。当孔内有水时，水的透明度应满足视频和图像资料清晰度要求。

**条文说明：***一般而言，建议在对桩孔或钻孔进行清孔并排除积水后进行检测，这样效果好，视频和图像资料清楚。当然在孔壁无附着物且孔内积水透明度较高，能保证水下图像、视频清晰的条件下也可进行水下检测。水中检测时，孔中积水应有足够透明度，否则影响成像质量。*

* + 1. 检测仪器应带有深度记录功能和摄像头定位装置。仪器视频端的成像分辨率宜不低于1024×768像素，应具有彩色显示功能，成像应清晰并具有焦距调整功能。

**条文说明：***孔中摄像法的仪器设备有很多种，目前也缺少统一标准，仪器最终以能保证获得清晰的图像或视频资料为准。要求仪器带有深度记录功能是为了能及时准确记录随深度变化的桩孔内情况，特别是有缺陷存在时，能第一时间了解缺陷所处深度信息。摄像头定位和焦距调整功能都是为了确保获得清晰视频或图像资料。*

* + 1. 孔中摄像法检测过程中应全面、清晰地记录桩孔内壁混凝土的图像，检测时可采取拍摄静态照片或拍摄连续视频的方式进行。采用连续视频方式时，摄像头移动速度应缓慢以保证视频图像质量。

**条文说明：***本方法检测目的主要是对其他方法（如低应变、钻芯法）的检测结果进行验证，所以检测重点是其他方法检测时怀疑有缺陷的深度范围，当然也可以在整个清孔深度内对桩身情况进行检测，以全面检验其他方法的结果。特别要说明的是，竖向或高倾斜度裂缝等缺陷是低应变检测方法难以发现的，而采用本方法检测却可以发现，这也是本方法的优势之一。此外，视频影像和静态照片各有优势，前者反映情况较为全面和连贯，而后者可以保证较高的清晰度，因此两者结合使用往往可以取得较好的效果。*

* + 1. 桩身缺陷的描述应包括缺陷的类型、深度、延伸长度、宽度、分布方位等，对裂缝类缺陷还应描述倾斜角度、裂缝张开或闭合情况等信息。

**条文说明：***检测时除了获得足够的静态照片和视频影像资料，还需要对缺陷的特征参数如长度、宽度、范围、损伤程度等进行文字描述，对裂缝而言倾斜程度是比较重要的信息，也是必须描述的内容。*

* + 1. 桩身完整性类别应结合缺陷出现的深度、程度、成桩工艺、地质条件、施工情况，按本规程表6.1.2的规定和表6.4.7综合确定。已经过钻芯法检测的桩，尚应结合钻芯法检测结果综合判定桩身完整性。

表6.4.7 桩身完整性判定

|  |  |
| --- | --- |
| 类别 | 照片或视频图像特征 |
| Ⅰ | 检测深度范围内无缺陷，其他方法检测时也未发现缺陷。 |
| Ⅱ | 仅存在局部闭合性的横向裂纹而无其他明显缺陷，基本不影响桩身承载能力的。 |
| Ⅲ | 有明显可见的横向张开性裂纹，或存在其他较明显的缺陷，已明显影响桩身承载能力的。 |
| Ⅳ | 存在贯穿全截面的横向张开性裂缝，或存在较明显竖向或倾斜裂缝，或存在桩身错位性断裂以及混凝土部分或全断面碎裂等情况，已严重影响桩身承载能力的。 |

**条文说明：***本方法检测时未发现缺陷，同时要求其他方法检测时未发现缺陷才能判断为Ⅰ类桩的规定是为了防止出现6.4.7条文说明中那种情况。此外，桩身存在缺陷时对抗压强度的影响程度往往难以判断，必要时应抽取一定比例的桩进行静载荷试验验证。倾斜或竖向裂缝对桩身强度影响较大，在竖向荷载作用下容易引起桩身劈裂，因此出现这类裂缝时，应判为Ⅳ类桩。对于钻芯法检测结果的验证检测，其桩身完整性等级判定还应结合钻芯法检测结果综合进行。*

# 桩周岩土参数及嵌岩深度检测

## 一般规定

**7.1.1**既有建筑基桩桩周岩土特性、参数及嵌岩深度检测内容宜包含以下内容：

**1** 桩侧岩土层性状；

**2** 桩端持力层岩土性状；

**3** 岩石单轴抗压强度；

**4** 嵌岩桩嵌岩深度。

**条文说明：***建筑基桩施工时，对施工前未进行超前钻探，地质情况突变场地、进行一孔一钻超前钻探的大直径桩，基桩实际桩周岩土条件存在较大不确定性。根据设计规范基桩承载力的计算公式，本条规定了在进行既有建筑基桩桩周岩土参数及嵌岩深度检测时应包含的检测内容，检测时可根据委托要求及目的选取合适的检测内容，考虑到重庆以岩层作为桩端持力层的大直径灌注桩为主，故特别指出了对岩石单轴抗压强度及嵌岩深度的检测。*

**7.1.2**既有建筑基桩桩周岩土参数检测时，钻孔应符合下列规定：

**1**钻孔位置应根据原始地形图选取较低一侧，且不应超出基桩边缘1m范围；

**2**钻孔数量宜为1个~2个；当地形变化陡峻、地质条件复杂时，钻孔数量应适当增加；

**3**钻孔深度应满足设计要求；当设计无明确要求且无相关技术资料时，桩底持力层的钻探深度不应小于3倍桩径，且不应少于5m。

**条文说明：***本条对钻孔作了具体规定，在钻孔时应选取嵌岩起算点最低处且尽量靠近桩基钻取，但为了避免钻芯时不慎对既有基桩造成破坏，故规定根据原始地形图在基桩周边一米范围进行钻取；由于有些区域地形变化陡峻、地质条件复杂，为此应增加钻孔数量，并按最不利情况进行最终确定。*

## 现场检测

**7.2.1**既有建筑基桩桩周岩土参数检测时，应采用单动双管钻具钻取芯样，严禁使用单动单管钻具。

**条文说明：***本条规定了钻芯设备的要求，旨在减少取芯时岩土体的扰动，以求最接近实际的基桩工作状态。*

**7.2.2**钻机在钻进过程中不得发生倾斜、移位，钻芯孔垂直度偏差不得大于0.5%。钻进过程中如遇对既有桩基可能存在破坏等异常情况时，应立即停止钻进并分析原因。

**7.2.3**钻孔的记录及地质编录应及时按钻进回次逐段鉴定和填写，钻取结束后，应对芯样和钻探标示牌的全貌进行拍照。

**7.2.4**基桩嵌岩深度检测需在基桩桩身钻孔确定桩底标高的，应与钻芯法检测其他参数时一并实施。

**7.2.5**基桩持力层岩芯试件应在接近桩底部位1m内截取，当因钻孔数量较少无法取得足够试样时应增加钻孔数量；遇分层岩性时，宜在各分层岩面取样；现场应根据工程需要进行照相及保存。

**条文说明：***由于既有建筑基桩现场钻芯检测存在一定的限制条件，但当需要检测基桩持力层岩芯抗压强度时，应满足检测要求增加钻孔数量。*

## 数据分析

**7.3.1**当钻芯孔垂直度存在偏差时，应对钻孔时记录的高程数据进行修正。

**条文说明：***当在高回填地区进行钻孔检测或钻孔深度较大时，钻孔垂直度对高程的影响会直接影响嵌岩深度的最终计算结果。*

**7.3.2**基桩桩侧岩土层性状和桩端持力层岩土性状应根据现场岩土体钻孔柱状图，结合基桩桩顶、桩底标高进行判定。

**7.3.3**当地层钻孔数量为1孔时，基桩嵌岩深度应由该钻孔柱状图嵌岩起算点与桩底标高差值确定；当地层钻孔数量为多孔时，基桩嵌岩深度应由所有钻孔中最不利情况的嵌岩起算点与桩底标高差值确定。

**7.3.4**当实际嵌岩深度不满足原设计要求或需要重新确定基桩承载力时，基桩承载力宜根据实际检测结果确定。

**条文说明：***在桩基施工时，经常存在基桩嵌岩深度与设计不符的情况，但基桩承载力并不一定就不满足设计要求，故我们在测得基桩实际嵌岩深度后，可以更加准确地计算出基桩实际承载力，这也能为既有建筑改扩建等改造时提供可靠依据。*

**7.3.5**基桩持力层岩石芯样加工、测量和检测应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106的规定。

# 基桩静载荷试验

## 一般规定

**8.1.1** 既有建筑基桩静载荷试验前应进行桩身完整性检测。当采用微破损方法检测桩身完整性时，应对破损部位修复完毕后再实施静载荷试验。

**条文说明：***为避免因基桩桩身不完整导致不良后果，确保静载荷试验的实施顺利进行，保证静载荷试验的安全性、经济性和可实施性，故做此规定.*

**8.1.2** 基桩承载力特征值的确定应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》 JGJ106的规定。

## 原位基桩静载荷试验

**8.2.1** 既有建筑原位基桩静载荷试验用于确定地下水位以上、既有建筑主体结构下有操作空间且适宜试验的单桩竖向抗压承载力、水平承载力及抗拔承载力。

**8.2.2**既有建筑原位基桩静载荷试验试桩选择应符合下列规定：

**1** 具有代表性的基桩；

**2** 竖向静载试验试桩应选择在既有建筑上部结构刚度大，完整性好且易于安装反力装置的部位；

**3** 水平静载荷试验试桩宜选择在基础边缘。

**8.2.3**既有建筑原位基桩静载荷试验试桩桩头应与上部结构断开，试桩桩头处理应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106的规定。

**8.2.4**原位基桩静载荷试验宜选用既有建筑结构作为反力，并对试验荷载工况下的上部结构承载力进行复核。

**条文说明：***既有建筑基桩的静载荷试验应因地制宜、充分运用现场客观条件，应充分利用既有建筑上部结构的自重优势作为反力，自重荷载不足时可在上部结构上堆载，条件允许时还可对上部结构进行加固保证结构安全并顺利推进试验。*

**8.2.5**原位基桩静载荷试验如载设备、荷载测量仪器和沉降测量仅器以及加载分级，稳定标准和终止加载条件应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》 JGJ106的规定。最大加载值应符合下列规定：

**1**拟增加荷载、加层及判定基桩质量性能的既有建筑基桩，不应小于拟加大荷载后设计要求的单桩承载力特征值的2.0倍；

**2**存在质量事故的既有建筑基桩，宜根据工程需要至少加载至设计要求的单桩承载力特征值的2.0倍，可加载至破坏。

**条文说明：***既有建筑基桩发生质量事故时，应首先判定基桩承载力是否满足设计要求，对需进一步查明事故原因的，可以根据工程需要加载至破坏。*

**8.2.6**原位基桩静载荷试验开挖的试坑应保证侧壁的稳定性。试坑尺寸应满足试验仪器设备安装、操作空间和试验的要求。

**8.2.7**原位基桩静载荷试验基准桩中心与试桩中心间距不应小于试桩3倍桩径。基准桩及基准梁应具有足够的刚度，且安装稳定。

**8.2.8**原位基桩竖向抗压试验千斤顶宜通过钢梁、钢垫板等支撑在既有建筑刚度大、完整性好的部位(图8.2.9)。钢梁、钢垫板应根据基桩混凝土强度和加载量确定，既有建筑结构与钢垫板间宜铺设中粗砂找平。



图8.2.9 既有建筑原位基桩静载荷试验示意

1—既有建筑结构；2—钢垫板；3—钢梁；4—千斤顶；5—基准梁；6—基准桩；7—百分表；8—百分表支杆；9—试桩；10—试坑侧壁

**8.2.9**原位基桩静载荷试验完成后应采取合理有效措施对试桩进行处理，需继续使用的基桩应与上部结构可靠连接。

**条文说明：***本条规定了既有建筑基桩的静载荷试验完成后需对基桩及既有建筑原结构连接处采用工程措施进行处理。*

## 同条件模拟桩静载试验

**8.3.1**模拟桩宜靠近既有建筑物，按原设计桩的尺寸、长度、配筋、施工工艺制作，且场地应与原建筑物地质条件相同。模拟桩可根据实际情况采用高标号混凝土或其他早强灌注材料浇筑。

**条文说明：***既有建筑实际工程中的允许工期短、安全要求高，灌注材料强度能够尽快达到设计要求完成试验往往对推动工程进度大有必要。*

**8.3.2**模拟桩制作时应采取有效的措施控制对既有建筑地基及基桩造成的扰动等不利影响。

**8.3.3**模拟桩的持载再加荷试验加载反力装置、加载设备、荷载测量仅器和沉降测量仪器，试桩、锚桩和基准桩之间的中心距离，加载分级。稳定标准。终止加载条件，卸载观测应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106的规定。

**8.3.4**模拟桩的持载再加荷试验最大加载值不应小于设计要求的2倍。

**8.3.5**模拟桩的持载再加荷试验，加荷至原基桩使用荷载时，应进行持载。持载时，应继续进行沉降观测。持载时间不得少于7d。然后再继续分级加载，直至达到预期荷载或达到终止试验标准。

**8.3.6**模拟桩的持载再加荷试验桩的体止时间除应达到桩身混凝土设计强度外，尚不应少于表8.3.6规定的桩周土体止时间。

表8.3.6 桩周土休止时间

|  |  |
| --- | --- |
| 桩周土的类型 | 休止时间(d) |
| 砂土 | 7 |
| 粉土 | 10 |
| 黏性土 | 非饱和 | 15 |
| 饱和 | 25 |

# 基桩混凝土耐久性检测

* 1. **一般规定**

**9.1.1** 既有建筑基桩已达到使用年限，拟继续使用时，应进行混凝土耐久性检测。

**9.1.2**基桩混凝土结构按所处的环境类别及对其使用材料的腐蚀机理，分为五类，并按表9.1.2确定。本章节适用于一般和腐蚀环境作用下既有混凝土基桩耐久性检测。

表9.1.2 环境类别

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 环境类别 | 环境类型 | 腐蚀机理 |
| Ⅰ | 一般环境 | 保护层混凝土碳化引起钢筋锈蚀 |
| Ⅱ | 冻融环境 | 反复冻融导致混凝土损伤破坏 |
| Ⅲ | 盐渍土环境 | 氯盐、硫酸盐引起钢筋锈蚀及混凝土腐蚀 |
| Ⅳ | 海水环境 | 氯盐引起钢筋锈蚀 |
| Ⅴ | 化学腐蚀环境 | 硫酸盐、酸类介质等化学物质引起钢筋锈蚀及混凝土腐蚀 |

**条文说明：***本条文所述一般和腐蚀环境参考现行国家标准《既有混凝土结构耐久性评定标准》GB/T51355对环境类别的相关规定。*

**9.1.3** 混凝土基桩的耐久性检测宜包括下列内容：

1 混凝土碳化深度检测；

2 钢筋锈蚀及力学性能损失检测；

3 氯离子含量检测；

4 硫酸盐侵蚀检测

5 碱骨料含量检测。

**条文说明：***现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082 针对的是混凝土材料性能，要求在标准状态下使用标准试件。本标准所指耐久性是指结构实体中的基桩混凝土性能，本质上属于结构性能检测。现场检测所用试件不具备标准养护条件，有些试件的尺寸与试验方法标准规定的尺寸不完全一致，检测时混凝土龄期一般也不是28d，只能测定结构混凝土在检测龄期时的实际耐久性能参数。在长期潮湿或接触水的环境条件下，混凝土基桩的耐久性检测与评定应考虑混凝土可能发生的碱骨料反应、钙矾石延迟反应和软水对混凝土的溶蚀。*

**9.1.4** 基桩混凝土耐久性参数检测应在基桩浅部探坑进行，探坑要求见4章4.2节。

**9.1.5** 当发现场地内有氯离子、硫酸盐、酸类侵蚀介质时，应重点选择周边区域侵蚀介质浓度较大的构件进行检测。

**9.1.6** 取样检测时，现场钻孔、剔凿时不得破坏主筋，并应及时采用粘结性良好的防渗堵漏材料进行修补。

**条文说明：***对于配筋较密的混凝土构件，钻孔难以避开箍筋时，应保证在不损伤主筋的条件下进行检测。*

**9.1.7**钢筋锈蚀、氯化物环境和化学腐蚀环境下的检测应在现场查勘分析的基础上，根据混凝土的质量状况、受损状况、不同的环境状况等进行归并分类，按照约定的抽样原则确定受检区域，在受检区域中随机取样。

**9.1.8**基桩混凝土构件耐久性剩余使用年限推定和耐久性等级评定宜按现行国家标准《既有混凝土结构耐久性评定标准》GB/T51355规定的方法进行。

* 1. **碳化深度检测**

**9.2.1** 基桩混凝土碳化深度可用浓度1%~2%的酚酞酒精溶液（含20%的蒸馏水）检测，将酚酞酒精溶液滴在新暴露的混凝土面上，通过检测混凝土变色与非变色交接处的界面深度确定碳化深度。

**9.2.2** 基桩混凝土碳化深度值检测测区和测孔布置应符合下列规定：

**1** 应在具有代表性的测区上测量碳化深度值，每个构件测区数不应少于3个，测区应均匀布置；

**2** 每个测区应布置3个测孔，三个测孔应呈“品”字排列，孔距根据构件尺寸大小确定，但应大于2倍孔径；

**3** 测孔距构件边缘的距离应大于2.5倍保护层厚度；

**4** 当碳化深度用于损伤程度评定时，应根据表面损伤状况进行分类，每个损伤类别布置不应少于6个测区，以每个类别中最大的碳化深度作为该类别混凝土性能受影响层的厚度。

**9.2.3** 碳化深度检测可按下列步骤操作：

**1** 在混凝土表面布置测孔，根据预估的碳化深度选择测孔直径；

**2** 清除孔洞中的粉末和碎屑，且不得用水擦洗；

**3** 向孔内喷洒浓度为1%~2%的酚酞试剂，喷洒量以表面均匀但不流淌为准；

**4** 当已碳化与未碳化界限清晰时，应采用碳化深度测量仪测量已碳化与未碳化混凝土交界面到混凝土表面的垂直距离，测量不少于3次，每次读数应精确至0.25mm；

**5** 碳化深度测量结果平均值作为检查结果，并应精确至0.5mm。

* 1. **钢筋锈蚀及力学性能损失检测**

**9.3.1** 基桩混凝土中钢筋锈蚀状况宜采用原位检测、取样检测等直接法进行检测，当采用混凝土电阻率、混凝土中钢筋电位、锈蚀电流等参数间接推定混凝土中钢筋锈蚀情况时，应采用直接法验证。

**条文说明：***间接方法受混凝土状态（如含水率等）的影响较大，存在较大的不确定性。*

**9.3.2** 原位检测法检测混凝土中钢筋直径应符合下列规定：

 **1** 采用钢筋探测仪确定待检钢筋位置，剔除混凝土保护层，露出钢筋；

  **2** 用游标卡尺测量钢筋的剩余直径、蚀坑深度、长度及锈蚀物的厚度，测量精确到0.1mm；

**3** 同一部位应重复测量3次，将3次测量结果的平均值作检测值。根据检测值，推算钢筋的截面损失率。

**条文说明：***混凝土保护层剔除的长度和深度应满足准确测量的要求。测量的项目和方法应满足相关钢筋产品标准如现行国家标准《钢筋混凝土用钢第2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2的有关规定。对于带肋钢筋应同时测量内径和外径，以便计算肋高。*

**9.3.3** 取样检测法检测钢筋直径应符合下列规定：

 **1** 确定待检测的钢筋位置，沿钢筋走向凿开混凝土保护层，截除钢筋试件长度不小于300mm；

**2** 清理钢筋表面的混凝土，用12%盐酸溶液进行酸洗，经清水漂净后，用石灰水中和，再以清水冲洗干净；擦干后在干燥器中至少存放4h，用天平秤重；

**3** 钢筋实际直径按下式计算：

 $d\_{0}= 12.74\sqrt{w/l}$ （9.3.3）

式中：*d0*——钢筋直径实测值，精确至0.1mm；

*w*——钢筋试件重量，精确至0.1g；

*l*——钢筋试件长度，精确至1mm。

条文说明：*应尽可能截取外露的钢筋。公式(9.3.3) 是根据钢材密度7.85g/cm3 计算钢筋直径，严格意义上来说是不同截面形式钢筋的当量直径。*

**9.3.4** 钢筋的截面损失率应按下式计算：

 $l\_{s,a}= \left(d\_{0}/d\_{s}\right)^{2}×100\%$ $l\_{s,a}= \left(d\_{0}/d\_{s}\right)^{2}×100\%$ （9.3.4）

式中：*ds*——钢筋公称直径；

*ls,a*——钢筋的截面损失率，精确至0.1%。

**9.3.5** 混凝土中钢筋电位的检测应采用半电极法，检测应符合现行行业标准《混凝土中钢筋检测技术规程》JGJ/T 152的有关规定。

**9.3.6** 混凝土中电阻率宜采用四电极混凝土电阻率检测仪进行检测；混凝土中钢筋锈蚀电流宜采用基于线形极化原理的检测仪器进行检测。检测时，应按相关仪器说明进行操作。

**9.3.7** 电化学测试结果的判定可参考下列建议。

**1** 钢筋电位与钢筋锈蚀状况的判别见表9.3.7-1。

**表9.3.7-1 钢筋电位与钢筋锈蚀状况判别**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 钢筋电位状况（mV） | 钢筋锈蚀状况判别 |
| 1 | ＜-350 | 钢筋发生锈蚀的概率＞90% |
| 2 | -200～-350 | 锈蚀性状不确定 |
| 3 | ＞-200 | 钢筋不发生锈蚀的概率＞90% |

**2** 钢筋锈蚀电流与钢筋锈蚀速率及构件损伤年限的判别见表9.3.7-2。

**表9.3.7-2 钢筋锈蚀电流与钢筋锈蚀速率和构件损伤年限判别**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 锈蚀电流Icorr（μA/cm2） | 锈蚀速率 | 保护层出现损伤年限 |
| 1 | ＜0.2 | 钝化状态 | --------- |
| 2 | 0.2～0.5 | 低锈蚀速率 | ＞15年 |
| 3 | 0.5～1.0 | 中等锈蚀速率 | 10～15年 |
| 4 | 1.0～l0 | 高锈蚀速率 | 2～10年 |
| 5 | ＞10 | 极高锈蚀速率 | 不足2年 |

**3** 混凝土电阻率与钢筋锈蚀状况判别见表9.3.7-3。

**表9.3.7-3 混凝土电阻率与钢筋锈蚀状态判别**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 混凝土电阻率（kΩ·cm） | 钢筋锈蚀状态判别 |
| 1 | ＞100 | 钢筋不会锈蚀 |
| 2 | 50～100 | 低锈蚀速率 |
| 3 | l0～50 | 钢筋活化时，可出现中高锈蚀速率 |
| 4 | ＜l0 | 电阻率不是锈蚀的控制因素 |

**9.3.8** 综合分析判定方法，检测的参数可包括裂缝宽度、混凝土保护层厚度、混凝土强度、混凝土碳化深度、混凝土中有害物质含量以及混凝土含水率等，根据综合情况判定钢筋的锈蚀状况。

**9.3.9** 劣化混凝土中钢筋截面损失率大于5%时，应对钢筋的力学性能重新进行检测，检测结果作为现阶段混凝土构件力学性能的计算依据。

**9.3.10** 混凝土中钢筋的力学性能应采用取样法进行检测，截取钢筋试件应符合下列规定：

**1** 截取钢筋时应采取必要措施，确保受检构件和结构的安全；

**2** 钢筋截取位置宜选在应力较小的部位；

**3** 钢筋试件的长度应满足钢筋力学性能试验方法的要求。

**9.3.11** 钢筋的力学性能按照现行国家标准《钢筋混凝土用钢第1部分：热轧光圆钢筋》GB 1498.1和《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2规定的方法进行检测。

**9.3.12** 锈蚀或受损钢筋的力学性能宜在锈蚀或损伤情况调查基础上分类进行，同一腐蚀或受损类别中的钢筋宜采取力学参数的最低值作为该类别钢筋力学性能的检测值。

* 1. **氯离子含量检测**

**9.4.1** 基桩混凝土中氯离子浓度测试应按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T50344执行，用氯离子占样品混凝土质量的百分数表示，并应精确至0.001%。样品应通过现场钻芯取样、磨粉制备，并应符合下列规定

1 芯样直径宜取100mm；同环境、同批抽样构件数不应少于6个，同类构件数少于6个时宜逐个取样

**2** 每个构件上宜布置1个测区

**3** 测试混凝土表面氯离子浓度的粉末试样，应从距构件表面5mm附近取样；

**4** 检测氯离子浓度分布时，应自构件表面沿深度每2mm～3mm取样，且沿深度取样不宜少于5个。

* 1. **硫酸盐侵蚀检测**

**9.5.1**基桩混凝土硫酸盐腐蚀剥落深度可采用靠尺及塞尺测量。

**9.5.2**基桩混凝土中硫酸根离子浓度按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T176中SO3含量测定方法确定，样品应通过现场钻芯取样、切片制备．并应符合下列规定∶

**1** 相同混凝土配合比的芯样应为一组，每组芯样数量不应少于3个当构件已经出现混凝土开裂或剥落、钢筋锈蚀等明显劣化现象时，每组芯样的取样数量应增加一倍，钻芯取样前应测试芯样部位的剥落深度；

**2** 钻芯深度不应小于混凝土保护层厚度；

**3** 检测硫酸根离子浓度在混凝土试样内的分布时，应自硫酸盐腐蚀表面沿深度方向切片取样，且切片数不宜少于5个；

**4** 切片样品制备应去除混凝土试样中粗骨料，将试样砂浆砸碎、研磨至全部通过公称直径为0.08mm的筛；并将砂浆粉末置于（105±5）℃烘箱中烘干2h。取出后放入干燥器冷却至室温后进行硫酸根离子浓度测试，并应精确至0.01%。

* 1. **碱骨料含量检测**

**9.6.1**基桩混凝土碱含量检测应按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T176执行，骨料碱活性检测应按现行国家标准《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685、《建筑用砂》GB/T 14684执行。样本应通过现场钻芯取样，并应符合下列规定∶

**1** 碱含量检测时，同环境、同类构件抽样数不应少于6个，同类构件数少于6个时宜逐个取样；

**2** 骨料活性检测宜采用岩相分析法，同环境、同类构件抽样数不应少于3个，同类构件数少于3个时宜逐个取样；

**3** 碱含量、骨料碱活性检测的试样，每个构件宜钻取1个直径为100mm的芯样。

**9.6.2** 碱骨料反应导致的混凝土膨胀性可采用测长法检测。并应符合下列规定

**1** 应在构件不同部位钻取芯样，数量不应少于3个；芯样直径宜取100mm，且不应小于70mm，长度应不小于两倍芯样直径；

**2** 芯样两端磨平后粘上测头制成测长试件，先在自然条件下养护7d，量取此时长度为初始长度，然后将试件放入（38±2）℃、90%以上湿度环境中养护，每周读数一次，并计算试件的膨胀率，试验周期宜为12个月，且不应少于3个月。

**9.6.3** 基桩混凝土碱-骨料反应耐久性等级应根据是否具备反应条件、碱-骨料反应发生风险及反应严重程度，按表9.6.3-1进行评定，并应取最低等级为评定等级。

表9.6.3-1 混凝土碱-骨料反应耐久性评定

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 指标等级 | a | b | c |
| 碱含量 | ≤限值 | ＞限值 |
| 集料活性 | 无 | 有 |
| 碱-骨料反应风险 | / | 低 | 中 | 高 |
| 碱-骨料反应等级 | / | 低 | 中 | 高 |
| 膨胀率 | / | ＜400με | ≥400με |  |

**9.6.4** 基桩混凝土含碱量限值应按表9.6.4-1确定。

表9.6.4-1 混凝土含碱量限值（kg/m3）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 反应类型 | 环境 | 一般结构 | 重要结构 | 特殊重要结构 |
| 碱-硅酸盐反应 | 干燥 | 不限 | 不限 | 3.0 |
| 潮湿 | 3.5 | 3.0 | 2.0 |
| 含碱环境 | 3.0 | 非活性骨料 |

# 基桩监测

* 1. **一般规定**

**10.1.1**既有建筑基桩监测项目包括沉降监测、水平位移监测和裂缝监测。

**10.1.2** 既有建筑当有较大风险、人工监测有难度、监测数据时效性要求高或监测周期较长时，宜采用智能监测。

**10.1.3** 监测等级、精度、基准网的建立、仪器设备应符合行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8和现行国家标准《工程测量标准》GB50026的相关规定。

**10.1.4** 监测预警值应根据建筑类型、桩基类型、建筑结构现状，依据相关规范标准综合确定。

**10.1.5** 当监测过程中发生下列情况之一时，应增加监测数量、监测频率或调整监测方案：

**1** 变形量或变形速率异常或超出预警值；

**2** 建筑周边出现塌陷、滑坡、滑移、侧向变形较大；

**3** 既有建筑基桩本身、主体结构及地表出现异常；

**4** 由于地震、暴雨、风灾等自然灾害引起的其它异常情况。

**10.1.6** 基桩监测应提交下列成果资料：

**1** 监测点位分布图；

**2** 监测成果表；

**3** 时间-变形曲线图；

**4** 分析结论及建议。

* 1. **沉降监测**

**10.2.1** 沉降监测应测定基桩或既有建筑的沉降量、沉降差和沉降速率。

**10.2.2** 沉降监测宜采用水准测量方法，且应满足《建筑变形测量规范》JGJ 8和《工程测量标准》GB50026的相关规定。当采用智能监测时，沉降监测宜采用静力水准测量方法。

**10.2.3** 沉降监测点位置应结合建筑结构形式、基桩缺陷或病害情况、上部结构反应等情况确定，监测数据应能反应建筑的沉降情况。

**10.2.4** 静力水准测量应符合下列要求：

1 安装在室外的静力水准系统，应采取措施保证全部连通管管路温度均匀，避免阳光直射。

2 多组串联组成静力水准观测路线时，应先按测段进行闭合差分配后计算各组参考点的高程，再根据参考点计算各监测点的高程。

3 静力水准测量系统应与水准测量互校。使用期间应定期维护，发现性能异常时应及时修复或更换。

**10.2.5** 每周期观测后，应及时整理观测数据，计算监测点的沉降量、平均沉降量、累计沉降量、沉降差和沉降速率等。

**10.2.6** 建筑沉降达到稳定状态可由沉降量与时间关系曲线判定，当最后100d的最大沉降速率小于0.01mm/d~0.04mm/d时，可认为已达稳定状态。

**条文说明**：对具体的监测项目，稳定状态最大沉降速率的取值宜结合当地地基土的压缩性能来确定。

* 1. **水平位移监测**

**10.3.1** 既有建筑基桩周边开挖基坑、施工降水、大面积堆载、开挖地下空间和桩基施工时，应进行水平位移监测。位移监测包括基桩位移监测和上部结构位移监测。

**10.3.2** 基桩位移监测宜预埋测斜管采用测斜仪观测各深度水平位移。

**条文说明**：既有建筑基桩多埋置与土体中，不便于采用全站仪等方法进行水平位移监测，所以采用预埋测斜管的方法监测基桩邻近土体的各深度水平位移。

**10.3.3** 测斜管应布置在既有建筑靠近环境变化一侧，紧邻建筑基桩；间距宜为10m~20m。

**10.3.4** 测斜管埋设、测斜仪观测应符合《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497的相关规定。

* 1. **裂缝监测**

**10.4.1** 基桩发现裂缝时应进行裂缝监测，宜同步对上部结构中明显的裂缝进行监测。裂缝监测点应选择有代表性的裂缝进行布置，应测定裂缝的位置分布、走向、长度、宽度、深度及其变化情况。

**条文说明**：裂缝监测主要针对于已发生裂缝的基桩及上部结构。

**10.4.2** 裂缝监测标志应便于测量。裂缝可采用比例尺、小钢尺、游标卡尺、坐标方格网板定期量测宽度，也可采用百分表、测缝计或传感器自动测记裂缝的变化。

**10.4.3** 采用比例尺、小钢尺、游标卡尺定期量测裂缝宽度时应在裂缝最宽处和裂

缝末端镶嵌或埋入固定标志；采用智能监测裂缝宽度时，应将传感器直接安装在被测裂缝处。

**10.4.4** 裂缝的监测部位应清洁、平整，量测精确不应大于0.1mm。

**10.4.5** 裂缝监测的周期应根据裂缝的变化速度确定，裂缝增速大时，应及时增加观测次数。

**10.4.6** 对需监测的裂缝应统一编号，每次监测应绘出裂缝的位置、形态和尺寸，注明日期，并拍摄裂缝照片。

**10.4.7** 裂缝深度的测量，当裂缝深度较小时，宜采用凿出法和单面接触超声波法监测；当深度较大时，宜采用超声波法监测。

# 附录A 既有建筑基桩钻芯法检测记录表

**A.0.1** 既有建筑基桩钻芯法检测现场操作记录表、芯样编录表及综合柱状图应分别参照表A.0.1-1~A.0.1-3格式。

**表A.0.1-1 钻芯法检测现场操作记录表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 基桩编号 |  | 开孔日期 |  | 钻孔位置及编号(明确上部结构位置关系) | ↑北 |
| 桩型/桩径 |  | 钻机型号 |  | 终孔日期 |  |
| 桩顶标高 |  | 钻头型号及规格 |  | 设备运行状况 |  |
| 钻芯前后上部结构的反应(当基桩与上部结构未断开时) |  |
| 时间 | 钻进（m） | 芯样编号 | 芯样长度（m） | 残留芯样 | 芯样初步描述及异常情况记录 |
| 自 | 至 | 自 | 至 | 计 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| 备注： |
|  机长： 记录： 见证人： 第 页 共 页 |

**表A.0.1-2 钻芯法检测芯样编录表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | 　 | 桩号 | 　 | 钻孔号 | 　 |
| 桩型/桩径 | 　 | 混凝土设计强度等级 | 　 | 日期 | 　 |
| 项目 | 分段(层)深度（m） | 芯样描述 | 取样编号取样深度 | 备注 |
| 桩身混凝土 | 　 |  混凝土钻进深度，芯样连续性、完整性、胶结情况、表面光滑情况、断口吻合程度、混凝土芯是否为柱状、骨料大小分布情况，以及气孔、空洞、蜂窝麻面、沟槽、破碎、夹泥、松散的情况 | 　 | 　 |
| 桩底沉渣 | 　 |  桩端混凝土与持力层接触情况、沉渣厚度 | 　 | 　 |
| 持力层 | 　 |  持力层钻进深度,岩土名称、芯样颜色、结构构造、裂隙发育程度、坚硬及风化程度； 分层岩层应分层描述 | 　 | 　 |
| 检测单位： 记录员： 检测人员： 第 页 共 页 |

**表A.0.1-3 钻芯法检测芯样综合柱状图**

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 　 |
| 桩号/孔号 | 　 | 桩型/桩径 | 　 | 混凝土设计强度等级 | 　 | 开孔时间 | 　 |
| 施工桩长 | 　 | 桩顶标高 | 　 | 钻孔深度 | 　 | 终孔时间 | 　 |
| 层序号 | 层底标高(m) | 层底深度(m) | 分层厚度(m) | 混凝土/岩土芯柱状图(比例尺) | 桩身混凝土、持力层描述 | 序号 | 芯样强度深度(m) | 备注 |
| 　 | 　 | 　 | 　 | □□□ | 　 | 　 | 　 |
| 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 |
| 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 |
| 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 |
| 编制： 校核： |
| 注：□代表芯样试件取样位置。 |

# 附录B 既有建筑基桩桩周岩土钻孔现场记录表

**表B.0.1-1 桩周岩土钻孔现场记录表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 孔号 |  | 钻孔与基桩相对位置示意 | ↑北 |
| 坐标 |  | 孔口标高 |  | 开孔日期 |  |
| 环境条件 |  | 水位 |  | 终孔日期 |  |
| 钻机型号 |  | 钻头型号及规格 |  | 设备运行状况 |  |
| 时间 | 钻进（m） | 芯样编号 | 芯样长度（m） | 分层厚度（m） | 岩性描述 |
| 自 | 至 | 自 | 至 | 计 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 备注： |
|  机长： 记录： 见证人： 第 页 共 页 |

# 附录C 既有建筑基桩智能监测要点

**C.0.1**既有建筑基桩智能监测的监测项目、测点布置、监测频率、监测精度及监测预警值应根据所监测建筑结构的建设规模、结构类型、复杂程度及实际需求等综合确定，并满足设计及现行相关规范要求。

**C.0.2**既有建筑基桩智能监测应根据监测目的和监测要求，结合工程特点、现场及周边环境条件等因素制定监测方案。

**C.0.3**智能监测系统宜包括传感器系统、数据采集系统、数据传输系统、数据存储系统和系统软件平台。

**C.0.4**智能监测系统的关键技术和设备应根据工程的实际需要和系统运行环境，采用成熟、先进、可靠的技术或产品，满足国家或行业标准。并应符合下列规定：

1 监测系统应具有网络安全防护功能；

2 仪器设备宜结构简单、技术先进、经济合理、便于维护；

3 监测设备应稳定可靠，品种、规格宜统一；

4 传感器应具备足够的强度、抗腐蚀性和耐久性，并应具有抗震和抗冲击性能。

**C.0.5**智能监测系统的硬件宜有一定的冗余度，应有适当的保护措施和可维护性。

**C.0.6**智能监测系统硬件的防雷与接地，应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术标准》GB 50343的有关规定。

**C.0.7**智能监测系统设备应具备掉电保护功能，外部电源突然中断时保证数据和参数不丢失。

**C.0.8**智能监测测点的布置应符合下列规定：

1 测点应反映建筑物及其基桩的工作状态；

2 测点选择宜相互呼应，重点部位的监测值宜能相互校核。

**C.0.9**智能监测设备安装不宜影响原结构及附属设施的正常运行，监测系统的施工不应降低原结构的安全性、适用性和耐久性，应按现行协会标准《结构健康监测系统施工及验收标准》T/CECS 765的有关规定执行。并应符合下列规定：

1 监测系统设备安装及电缆布线应整齐，监测设施应采取防护措施；

2 监测设备支座及支架应安装牢固，宜防锈处理；

3 对接入智能监测系统的监测仪器应进行检查或比测；对每个监测点应进行快速连续测试；

4 逐项检查监测仪器设备的安装方向。

# 规程用词说明

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

 1） 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2） 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3） 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

4） 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 规程中指明应按其它有关标准执行时的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 参考标准

1.
2.