

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

E02D 33/00 (2006.01)

G01N 27/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03126858.7

[45] 授权公告日 2007 年 1 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1296572C

[22] 申请日 2003.6.16 [21] 申请号 03126858.7

[73] 专利权人 陈彦平

地址 510405 广东省广州市机场路 8 号
803

[72] 发明人 陈彦平

[56] 参考文献

GB964267 A 1964.7.22 E02D 33/00

JP2178416A 1990.7.11 E02D1/00

JP2178416 A 1990.7.11 E02D 1/00

JP62059731A 1987.3.16 E02D33/00

CN2233948 Y 1996.8.28 E02D 33/00

CN1294299 A 2001.5.9 G01N 23/18

EP0376340B1 1999.12.8 E02D1/02

审查员 刘雪松

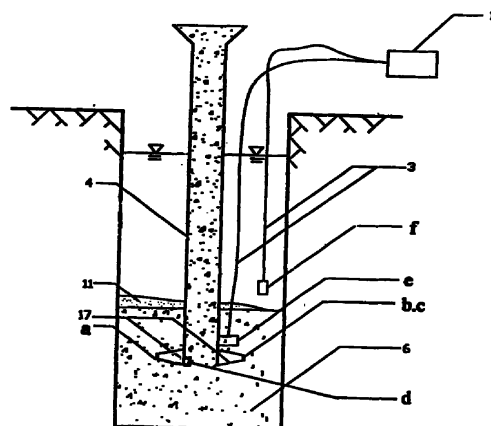
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称

电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法

[57] 摘要

本发明涉及电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法，适用于钻(挖)孔桩、地下连续墙、沉管灌注桩、CFG 桩等的施工质量监控。其主要特征在于采用电探法来检测清孔质量；监控混凝土灌注施工质量，能准确判断混凝土缺陷的性质、影响程度和产生原因；能在混凝土流态时对缺陷进行加固处理并检测处理效果；能检测声测管水质；能检测和处理地下潜流。本发明告别桩基靠经验施工的年代，有效提高工程质量、减少损失、确保工期。



1. 电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法, 其特征在于电探仪(1)通过导线(3)连接安装在桩基(2)的成孔(12)中的导管(4)出口的外周边上由固定电极组成的传感器(5), 来检测成孔(12)中的混凝土拌合物(6)、离析混凝土拌合物(7)、泥浆(13)、砂(14)这些不同介质的性质和分布, 达到对桩基施工质量进行检测和监控的目的。
2. 根据权利要求1所述的电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法, 其特征在于传感器(5)安装在导管(4)出口的内侧面上, 检测导管(4)内的混凝土拌合物(6)的质量。
3. 根据权利要求1所述的电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法, 其特征在于传感器(5)安装在导管(4)距出口上方2米处, 用于监测导管(4)的混凝土最小埋管深度。
4. 根据权利要求1所述的电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法, 其特征在于传感器(5)安装在桩管(18)管口的刃脚或内侧面上, 用于检测沉管灌注桩(19)的成孔(12)中的混凝土拌合物(6)的灌注质量。
5. 根据权利要求1所述的电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法, 其特征在于通过导线(3)将传感器(5)直接置入成孔(12)的泥浆(13)中, 测量泥浆(13)中砂(14)的含量, 计算泥浆(13)的含砂率及分析判断桩底沉淀土(11)中砂含量的变化情况。
6. 根据权利要求1所述的电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法, 其特征在于通过导线(3)将传感器(5)直接置入桩基(2)预埋的声测管(15)的耦合水(16)中, 测量耦合水(16)的水质, 判断声测管(15)中是否漏入泥浆(13)。
7. 根据权利要求1所述电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法, 其特征在于通过安装在导管(4)出口外周边上的传感器(5)来监控对离析混凝土拌合物(7)的加固处理过程及检测加固处理效果。
8. 根据权利要求7所述的电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法, 其特征在于通过注浆管(8), 将连接在注浆管(8)出口处的喷嘴(9)置入到桩身离析混凝土拌合物(7)的预定部位, 用压力将水泥浆(10)从喷嘴(9)射出, 使水泥浆(10)与离析混凝土拌合物(7)、沉淀土(11)、泥浆(13)搅拌混合。
9. 根据权利要求1所述的电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法, 其特征在于清孔静置一定时间后, 通过导线(3)将传感器(5)置入成孔(12)的泥浆(13)中, 测量泥浆(13)是否因地下潜流(21)的冲刷、稀释造成其电阻或电阻率发生变化, 判断地下潜流(21)的存在。
10. 根据权利要求9所述的电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法, 其特征在于在成孔(12)存在地下潜流(21)的地段, 在钢筋笼(22)的外周边上加设一个防水护套(23), 通过防水护套(23)的隔离作用, 保护桩身混凝土免受地下潜流(21)的侵蚀。

电探法桩基施工质量监控及加固技术的方法

技术领域

本发明涉及到钻（挖）孔桩、地下连续墙、沉管灌注桩施工过程的质量检测、监控及加固处理技术的方法。

背景技术

桩基工程是隐蔽工程，影响桩基施工质量的因素千变万化，出现的质量问题很多，后果也很严重，每年全国因桩基施工质量问题造成的直接损失不少于数亿元，而因此发展起来的桩基检测市场达到十亿元以上的规模。桩基施工质量是控制工程质量、造价、工期的关键所在。目前通过成桩后验收检测来保证工程质量的作法，显得滞后并必须为此付出代价，桩基施工过程监控日益重要。现已有一些有关成孔质量检测、沉淀土厚度检测、混凝土介面检测的仪器设备，但只能检知影响桩基施工质量的某些因素，还不能检测混凝土施工质量的结果。桩基施工质量监控是工程检测发展的方向，但至今仍无重大进展。

发明内容

本发明的目的是提供一种原理简单、方法可靠的桩基施工质量监控及加固技术，通过检测评价泥浆的含砂率、沉淀土厚度及其沉降速度，确保清孔质量；通过桩身混凝土灌注质量监测及混凝土灌注顶面标高检测、最小埋管深度监测等技术，准确、及时评价桩身混凝土施工质量，判断混凝土灌注过程出现缺陷的性质、影响程度和产生原因；认真采用本监控技术指导施工，减少因沉淀土厚度超标、埋管深度控制不严等引起的桩身混凝土质量问题，消除短接桩头现象，确保桩身混凝土连续；指导在混凝土流态时采用反复灌注置换法、气举排渣法、高压喷射注浆法等对缺陷部位进行加固处理和监测加固处理的效果；灌注混凝土后即对声测管水质进行检测，判断声测管是否漏进水泥浆或泥浆，决定是否清孔，防止水泥浆堵管及消除因管中漏浆造成声测误判的现象，减少不必要的损失；检测判断成孔是否穿过地下潜流，以便采取措施防止地下潜流对混凝土拌合物及混凝土造成严重侵蚀。通过有效的施工监控告别桩基靠经验施工的年代，达到提高工程质量、减少损失，确保工期的效果。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：电探仪通过导线连接安装在桩基的成孔中的导管出口的外周边上由固定电极组成的传感器，来检测成孔中的混凝土拌合物、离析混凝土拌合物、泥浆、砂这些不同介质的性质和分布，达到对桩基施工质量进行检测和监控的目的。

不同的介质有不同的电阻或电阻率，会引起测量电路电测值（如电压、电流等参数）发

生相应变化。根据实验，相同配合比的混凝土拌合物有一定的电阻或电阻率，用固定电极组成的传感器，当混凝土拌合物发生离析，掺合了泥浆等不同介质时，离析的混凝土拌合物的电测值会发生相应变化，且与离析程度有较强的相关关系。试验还表明混凝土离析程度及其电测值与混凝土构件的抗压强度有相关关系，因此根据实测电测值预测混凝土强度来划分混凝土缺陷的类别，能准确评价桩基混凝土的实际施工质量水平，在桩基施工质量监控和桩基无损检测技术上前进了一步。

传感器安装在固定在导管出口外周边上的定位构件上，通过定位构件使传感器尽可能靠近桩周混凝土施工质量保证概率相对较低的部位，以提高检测效果的保证率。同时宜在同一断面均匀布置多个传感器，根据各传感器检测到缺陷的严重程度及各传感器的位置关系，准确判断缺陷的性质、分布状态和影响程度。

桩基混凝土灌注质量问题很多与导管的安装和使用有关。将传感器安装在导管出口的内侧面上，用于检测导管内的混凝土拌合物的质量情况，可用于监测导管是否返浆，分析判断导管是否出现破裂或接头不严等缺陷。当出现质量问题时，还可利用该传感器控制将导管内离析的混凝土排放在正常的混凝土灌注顶面上，以使用气举法等及时清除。传感器安装在导管距出口上方 2m 处，用于监测导管的混凝土最小埋管深度，可防止提管过快造成导管返浆的事故，同时也可用于监测埋管混凝土的品质和混凝土顶面高程，以防止出现短接桩头等事故。

对于沉管混凝土灌注桩及采用沉管工艺灌注的 CFG 桩等，将传感器安装在桩管的刃脚或内侧面上，用于监测灌注的混凝土或混凝土混合料的拌合物的灌注质量，防止出现断桩、缩颈等质量事故。利用传感器还可用于监测沉管过程是否有地下水、泥浆等流入桩管内，使桩管内封底的混凝土离析。

本发明的特征在于通过导线将传感器直接置入成孔的泥浆中，根据泥浆中含砂率不同，泥浆的电阻或电阻率也会随之变化的现象，利用电测值的相对变化测量泥浆中砂的含量，计算泥浆的含砂率及分析判断桩底沉淀土中砂含量的变化情况及厚度。由于不同泥浆的电性能有较大差别，为检测泥浆中的含砂率，应通过标定确认电测值与含砂率的关系及相关曲线。通过导线将传感器直接置入桩基预埋的声测管的耦合水中，通过测量耦合水的水质，可判定声测管中是否漏进水泥浆、泥浆等，以防止水泥浆凝固后堵塞声测管，或由于泥浆等杂质影响到超声波发射和接收的正常耦合，造成对桩身混凝土质量检测结果的误判。

利用电探法检测泥浆的含砂率和沉淀土厚度外，在桩基施工中还有其他应用，如通过检测孔内不同深度的含砂率分布情况，能进一步帮助分析泥浆的悬砂能力和清孔状态，帮助改进施工工艺；也可通过测量桩底沉淀土厚度的沉降速度来预估一定时间后的沉淀土厚度，用

于指导清孔及确定剪球灌注混凝土的时间；在清孔和混凝土灌注过程，当检测到沉淀土厚度突然增加，通过导线感到探头直接触到相对较硬的沉渣，可判断为出现坍孔。

本发明的特征在于应用了上述原理来监控对流态的离析混凝土拌合物的加固处理过程及检测加固处理的效果。采用高压喷射注浆法对流态的离析混凝土拌合物进行加固处理的特征在于通过注浆管，将连接在注浆管出口处的喷嘴置入到桩身离析混凝土拌合物的预定部位，用压力将水泥浆从喷嘴射出，使水泥浆与离析混凝土拌合物、沉淀土、泥浆搅拌混合。为及时对缺陷混凝土进行加固处理，宜将喷嘴直接固定安装在导管出口的外周边上，在安装导管的同时安装固定好注浆管和喷嘴，喷射注浆加固时利用导管的上下移动和转动，使其能对导管周边的任一缺陷进行喷射。

为保证有足够的时间在混凝土流态时对桩身缺陷进行加固处理，采用的混凝土拌合物应有足够的初凝时间，同时施工现场应备有相应的施工设备，如高压泥浆泵、拌浆贮浆桶、旋喷管等设备。

对混凝土缺陷的加固处理应根据缺陷性质不同选用不同的加固处理方法，如反复灌注置换法、气举抽渣法、再剪球灌注法、明挖处理法等。采用气举法抽渣法处理桩身混凝土缺陷，现场应备有空压机、输气管、排渣管等设备。

工程实践告诉我们，当桩身混凝土拌合物的灌注质量满足要求之后，在混凝土初凝之前还可能受到地下潜流的严重侵蚀，使水泥浆流失形成严重缺陷。本发明的特征在于清孔静置一定时间后，通过导线将传感器置入成孔的泥浆中，测量泥浆是否因地下潜流的冲刷、稀释造成其电阻或电阻率发生变化，以判断地下潜流的存在。对存在地下潜流的地段，在钢筋笼外周边上加设一个防水护套，通过防水护套的隔离作用，以保护桩身混凝土免受地下潜流的侵蚀。防水护套可采用钢板、塑料板或较厚的塑料布等不透性材料做成。

本发明的有益效果是：利用不同介质有不同电阻或电阻率，会引起测量电路的电压、电流等发生相应变化的原理，将电探仪通过导线连接安装在导管出口的外周边上的传感器，检测分析成孔内混凝土拌合物、泥浆、砂等不同介质的性质和分布，用于检测清孔施工质量和混凝土拌合物的灌注质量，评估离析混凝土拌合物的抗压强度。检测时通过定位构件使传感器尽可能靠近桩周边，以提高检测结果的保证率。将传感器安装在导管出口的内侧面上，能检测导管内部的混凝土拌合物的质量，监测导管是否出现返浆、破裂或接头不严等缺陷，及用于控制导管内离析混凝土的排放。将传感器安装在导管出口上方2m处，能监控最小埋管深度，防止出现因埋管太浅而发生的混凝土质量问题，同时也能监测埋管混凝土的品质，防止出现短接桩头等事故。认真采用本监控技术指导施工，能显著减少施工质量事故的发生，有

效提高施工质量水平。本发明能监控对流态的离析混凝土拌合物的加固处理过程及检测加固处理效果。采用高压喷射法处理桩身混凝土缺陷时，将水泥浆等从喷嘴射出，使水泥浆与离析混凝土拌合物及沉淀土等搅拌混合起到加固作用；将喷嘴直接固定安装在导管的出口外周边，当混凝土出现质量问题时能快速对缺陷进行有效的加固处理。通过导线直接将传感器置入到泥浆中，能检测成孔中不同深度的含砂率及分布情况，根据含砂率变化能判断沉淀土的厚度和状态、泥浆悬砂性能、预测沉淀土厚度，用于指导成孔和清孔施工。采用电探法还能检测分析孔内是否出现地下潜流、当出现地下潜流时，在钢筋笼的外周边上加设防水护套，能保护桩身混凝土免受地下潜流的侵蚀。电探法还可用于检测声测管水质，防止水泥浆堵管及泥浆对声测结果造成影响。本发明适用于就地混凝土灌注桩、地下连续墙、沉管灌注桩、CFG 桩等的多个施工过程的检测和监控，告别桩基隐蔽工程靠经验施工的年代，达到提高工程质量、减少损失、确保工期的效果，尤其是对长大桩和复杂地质结构的桩基的施工具有重要的现实意义和历史意义。

附图说明

下面结合附图和实施例对本发明的结构原理和实施方式作进一步的说明。

图 1 是 成孔灌注桩混凝土灌注质量监控的示意图。

图 2 是成孔灌注桩混凝土灌注质量多方位监控的示意图。

图 3 是成孔桩清孔质量检测的示意图。

图 4 是桩基声测管水质检测的示意图。

图 5 是用高压喷射法处理桩基混凝土拌合物缺陷原理的示意图。

图 6 是用气举排渣法处理桩身缺陷原理的示意图。

图 7 是 沉管灌注桩灌注质量监控的示意图。

图 8 是用防水护套防治地下潜流对混凝土侵蚀的示意图。

图中 1. 电探仪，2. 桩基，3. 导线，4. 导管，5. 传感器，6. 混凝土拌合物，7. 离析混凝土拌合物，8. 注浆管，9. 喷嘴，10. 水泥浆，11. 沉淀土，12. 成孔，13. 泥浆，14. 砂，15. 声测管，16. 耦合水，17. 定位构件，18. 桩管，19. 沉管灌注桩，21. 地下潜流，22. 钢筋笼，23. 防水护套，24. 排渣管，25. 输气管，a、b、c. 通过定位构件安装在导管口外周边的三个传感器，d. 安装在导管口内壁上的传感器，e. 通过定位构件安装在距导管口上方 2 米处的传感器，f. 通过导线吊放在孔内泥浆中的传感器。

具体实施方式

实施例 1

桩基混凝土灌注质量监控 I

如附图 1 所示, 桩基 2 的成孔 12 在混凝土灌注前为泥浆 13。将电探仪 1 通过导线 3 连接安装在导管 4 出口的外周边上, 由两固定电极做成的传感器 5, 测量因介质电阻变化引起的电压 V_r 变化来分析混凝土拌合物 6 的灌注质量, 判断离析混凝土拌合物 7 的状态。

1. 检测前先按下列要求对仪器进行标定。

1.1 按设计要求配制混凝土拌合物。

1.2 取桩底沉淀的泥沙及泥浆, 分别称量掺含量 SN 为 5.0%、10.0%、20.0% 30.0%、40.0%、50.0%、60.0% 的泥砂及泥浆, 逐级加入到混凝土拌合物中, 并混合模拟桩基中的离析混凝土拌合物 7。将传感器分别插入到混凝土混合物的拌合物中测读对应的电压值 V_{ri} 。

1.3 如 1.2 作三次以上平行标定。

1.4 如 1.2 的混合比例分别制作相应的混凝土标准试件, 养护 28 天后做抗压强度试验。

1.5 绘制电压值 V_r 与混凝土抗压强度 R、电压值 V_r 与掺含量 SN、混凝土抗压强度 R 与掺含量 SN 的关系曲线。

2. 确定混凝土离析程度和判定的准则:

2.1 检测判别的依据及判据的确定。

混凝土离析程度利用预测的混凝土强度的大小做为判断依据。根据混凝土施工控制水平、混凝土强度验收评定标准、结构使用条件等因素, 混凝土离析程度的判据拟定义为:

正常混凝土判据	预测混凝土强度为 0.95R 对应的 V_r 值, 定义为 V_{ra}
轻度离析判据	预测混凝土强度为 0.85R 对应的 V_r 值, 定义为 V_{rb}
明显离析判据	预测混凝土强度为 0.5R 对应的 V_r 值, 定义为 V_{rc}
严重离析判据	预测混凝土强度为 0.25R 对应的 V_r 值, 定义为 V_{rd}

(R 为桩基混凝土设计强度)

2.2 混凝土离析程度界定。

实测 V_r 介于下列范围时混凝土拌合物处于下列质量状况:

$V_{ri} \geq V_{ra}$	为正常混凝土
$V_{ra} > V_{ri} \geq V_{rb}$	为轻度离析
$V_{rb} > V_{ri} \geq V_{rc}$	为明显离析

$V_{rc} > V_{ri} \geq V_{rd}$ 为严重离析
 $V_{ri} < V_{rd}$ 为水泥稳定土或泥砂

3. 确定桩身混凝土灌注质量评价的原则。

根据桩身各断面最后一次检测结果，拟定按下列原则评价桩身混凝土灌注质量类别：

- I类桩 各测点 V_{ri} 均大于或等于 V_{ra} 判据。
II类桩 某一检测剖面个别测点的 V_{ri} 不小于 V_{rb} 判据。
III类桩 某一检测剖面连续多个测点或两个检测剖面同一测点的 V_{ri} 值不小于 V_{rc} 。
IV类桩 某一检测剖面连续多个测点或两个检测剖面同一测点的值 V_{ri} 小于 V_{rc} 。

4. 规范并按下列要求对混凝土灌注质量进行实时监控：

4.1 剪球灌注混凝土后，通过插振清除传感器表面粘附的泥浆等，然后将导管回插至桩底，检测桩底混凝土的灌注质量。确认剪球成功后继续灌注混凝土，随导管口提升认真检测和记录桩身各断面的混凝土灌注质量；

4.2 混凝土灌注施工监控应力求使桩身混凝土质量达到 I 类桩标准；

4.3 当出现 II 类桩时，应加密测点，确认桩身不存在更严重的质量缺陷；

4.4 当出现 III 类或 IV 类桩时，应考虑在混凝土流态时及时对桩身混凝土进行加固处理，并使处理后的质量水平不低于 II 类桩要求。

实施例 2

桩基混凝土灌注质量监控 II

如附图 2 所示，在导管 4 出口外周边上通过定位构件 17 均匀固定安装 a、b、c 三个传感器，按下列方法定义混凝土缺陷的性质：

1. a、b、c 三测点测点的 V_{ri} 均不小于 V_{rd} 为混凝土离析。
2. a、b、c 任两个测点以内的 V_{ri} 小于 V_{rd} 为缩颈。
3. a、b、c 三测点的 V_{ri} 均小于 V_{rd} 为断桩。

上述混凝土缺陷的大小由三个传感器的平面位置和标高确定。

在导管 4 出口的内壁上固定安装一个传感器 d，剪球时选择显示 d 通道，以观察剪球灌注混凝土过程导管是否出现返浆现象。剪球后再将导管插至桩底，通过 a、b、c 三个测点检测混凝土置换桩底沉渣及泥浆的程度，确认剪球是否成功及桩底混凝土出现离析的程度。混凝土灌注过程传感器 d 若检测到缺陷且混凝土埋管深度适宜时，应判断可能出现导管破裂或导管接头不严等问题。

在距导管出口 2m 处的外壁上固定安装一个传感器 e，用于监控混凝土最小埋管深度。另

一个通道通过导线 3 将传感器 f 置入成孔内, 用于检测混凝土灌注顶面标高, 检测到的混凝土顶面高程与导管口标高之差为埋管深度。当传感器 f 检测到混凝土灌注顶面以上的沉淀土 11 厚度突然增加时, 可判断为灌注混凝土过程出现坍孔现象。利用传感器 f 来检测混凝土顶面高程, 用传感器 e 及 a、b、c 来检测埋管段混凝土的质量, 防止出现短接桩头及桩头混凝土局部离析、低强等缺陷。

其余同实施例 1。

实施例 3

清孔质量检测

如附图 3 所示, 电探仪 1 通过导线 3 将传感器 5 置入成孔 12 的泥浆 13 中, 测量泥浆 13 中砂 14 的含量及判断桩底沉淀土 11 的厚度和状态, 检测的实施步骤如下:

1. 用清孔的泥浆过孔径 0.074mm 左右的筛, 取不少于 4000g 过筛后的纯泥浆做为含砂率为 0 的泥浆备用。制取过程不应另外加水或其他化学物质, 保证纯泥浆除含砂率外, 与工程桩使用泥浆的物理和化学性质相同。

2. 取清孔时排出桩外的沉渣, 用清水洗去砂中泥浆, 干燥(晒干)后过孔径 1.5mm 左右筛, 取 4000g 砂备用。

3. 充分搅匀制备的纯泥浆, 用天平称量 1000g 泥浆倒入塑料杯中。

4. 将传感器 f 插入塑料杯中心, 探头表面沉入泥浆面 5cm 左右, 记录相应的电压值 V_s 。

5. 按含砂率 SL 为 2.5%、5.0%、7.5%、10.0%、20.0%、30.0%、40.0%、50.0%时应添加的砂量, 逐级加入到泥浆中充分搅拌均匀, 如 4 要求将探头插入泥浆中测读并记录对应的电压值 V_s 。

6. 如 5 要求做三次平行标定。

7. 宜在三次平行标定过程中, 测量或计算各级含砂率时对应泥浆的粘度和比重。

8. 取三次标定结果进行平均, 并绘制含砂率 SL 与电压值 V_s 的标定曲线。

9. 根据检测的含砂率及对应的电压值、粘度和比重的关系。根据施工技术规范等有关清孔质量的要求及自身施工设备和管理水平, 确定合适的清孔标准和定义为沉淀时对应的含砂率。

10. 将探头逐步放入成孔内的泥浆中, 记录不同深度的 V_{si} , 由标定曲线查得其含砂率。孔底宜以 10cm 步距认真测量和记录实测 V_s 的变化情况。探头下放过程当 V_s 突变时, 对应处的标高拟定为沉淀土顶面标高。沉淀土顶面标高与终孔时桩底标高之差即为沉淀土厚度。

本方法在成孔及清孔过程的其它应用:

1. 沉降速度测定及沉淀土厚度预估

清孔后静置 60 分钟, 如 10 方法分别测量 0 分钟、30 分钟及 60 分钟时桩底对应的沉淀土厚度 h_0 、 h_{30} 、和 h_{60} , 按下式计算沉降速度:

$$\Delta h = (h_{60} - h_0)$$

利用 Δh 预估清孔后至剪球灌注混凝土时可能出现的沉淀土厚度:

$$h_t = h_0 + \Delta h \cdot t \leq [h]$$

其值应小于规范及设计要求, 否则应加强清孔或设法减少剪球工作的准备时间; 或采取措施提高泥浆的悬砂能力。

2. 含砂斜率分析

成孔及清孔过程, 通过检测孔内不同深度的含砂率, 计算孔内含砂率变化的斜率:

$$K_h = (SL_2 - SL_1)^2 / (H_2 - H_1)$$

并比较含砂率沿孔深的分布曲线的线型, 了解砂在桩孔中的悬浮和分布状态, 帮助分析成孔和清孔时的排渣能力, 用于指导施工。

3. 坍孔判定

清孔或混凝土灌注过程, 检测到的沉淀土厚度突然增加, 通过电缆感到探头直接触到相对较硬的沉渣上, 可判断为出现坍孔。

其余同实施例 1。

实施例 4

声测管水质检测

如附图 4 所示, 桩基灌注混凝土后, 即用电探仪 1 检测声测管的水质, 根据 $V_{\text{测}} > V_{\text{泥}} > V_{\text{水}}$ 的现象。将传感器 5 分别置入声测管 15 的耦合水 16 中, 声测管均为清水检测到的电测值为电压较低的恒值, 若声测管中漏入水泥浆或泥浆 13, 电测值会发生相应变化。实测泥浆顶面标高与埋管底面标高之差为沉淀高度, 沉淀严重时传感器放不下。实测沉淀高度大于 $1/2$ 超声波换能器高度时, 声测管应做清孔处理。若检测到漏入水泥浆时应立即清管, 防止水泥浆凝固后堵管。

其余同实施例 1。

实施例 5

用高压喷射法处理桩身混凝土缺陷 I

如附图 5 所示, 通过注浆管 8 将连接在注浆管 8 出口处的喷嘴 9 置入到桩身离析混凝土拌合物 7 的预定部位, 用约 20Mpa 的压力将水泥浆 10 从喷嘴 9 射出, 使水泥浆 10 与离析混

凝土拌合物 7 及沉淀土 11 等搅拌混合。同时可配合利用导管插振、转动导管利用安装传感器的翼板搅拌等方法使其搅拌均匀,灌注混凝土置换和分散离析混凝土拌合物等方法进行加固处理。处理过程通过旋转导管的方法加密检测,至加固的离析混凝土拌合物的质量达到要求后,按正常工艺继续灌注混凝土。

混凝土缺陷出现在护筒及入岩段时,可采用较大旋喷压力,但在一般地段应考虑使旋喷压力不致造成严重扩孔。

采用本方法应配备高压泥浆泵、拌浆桶、贮浆桶等设备。

其余同实施例 1。

实施例 6

用高压喷射法处理桩身混凝土缺陷 II

如附图 5 所示,将喷嘴 9 直接固定安装在导管 4 出口的外周边上,注浆管 8 采用高压橡胶软管,每隔 2m 左右绑扎在导管上,发现桩身混凝土离析时,将导管口插至缺陷混凝土下方,开始用水泥浆对离析混凝土拌合物 7 进行加固处理。

其余同实施例 5。

实施例 7

用气举排渣法处理桩身混凝土缺陷

如附图 6 所示,当桩身出现严重缺陷、断桩、灌注过程坍孔等时采用本法处理。

1. 若出现断桩,通过传感器 d 监控将导管 4 内的泥浆及离析混凝土拌合物 7 排放在断桩面以上,然后再将导管插入到断桩面以下的混凝土中。

2. 从上而下用气举法抽出沉渣 11、泥浆夹层及夹层顶面的混凝土。抽渣过程应注意给钻孔补充泥浆,保持水头高度。

3. 用气举法处理局部严重离析混凝土,也应从上而下,利用泥浆做载体抽除离析的混凝土和沉渣,

4. 重新灌注混凝土时,应利用导管插震,使混凝土流动填实被抽除的部位,并检测混凝土拌合物 6 的施工质量。

采用本法现场应备有空压机、输气管 25、排渣管 24 等设备。

其余同实施例 2。

实施例 8

用电探法监控沉管灌注桩质量

沉管灌注桩 19 是一种施工快捷,经济适用的桩型,但这种桩质量不够稳定,容易产生缩

颈，断桩等质量问题。如附图 7 所示，为提高沉管灌注桩的施工质量，采用预制钢筋混凝土桩尖，在桩管 18 出口的刃脚处加厚钢管厚度，并切口固定安装传感器 5，通过导线 3 连接到电探仪。为保护导线在灌注混凝土过程不受损坏，导线 3 穿过固定在桩管 18 内侧的型钢中，在桩管 18 进料口下方引出桩管外。

沉管前先在管内灌入 1.5m 高的混凝土做为封底混凝土，沉管过程监测各土层超孔隙水及泥浆是否进入管内，若有水、泥浆进入管内，应提高封底混凝土灌注高度。拔管灌注混凝土过程，应认真监测确保桩管出口段有混凝土存在，才能继续拔管，否则应停拔反插并振动，使混凝土下落。当检测到桩管出口混凝土拌合物因地下超孔隙水渗透而离析时，应通过提高管内混凝土高度来平衡超孔隙水压力，但不宜使管内混凝土高度过高。在管内 2m 和 3m 处各加设一个传感器，以帮助检测并控制管内混凝土灌注高度在 2m 至 3m 之间。

其余同实施例 1。

实施例 9

水泥粉煤灰碎石桩施工监控

如附图 7 所示，采用复合地基及其 CFG 桩和素混凝土桩、具有显著的经济效益，应用广泛，如沉管灌注桩 19 一样质量问题较多，通过在桩管 18 出口处埋设传感器 5 的方法，用于监控混凝土拌合物及混合物的灌注质量来控制施工质量。

其余同实施例 8。

实施例 10

地下潜流检测及防治方法

清孔后静置一定时间，以使地下潜流 21 进入成孔内冲刷或稀释泥浆 13，使局部泥浆的电介质发生变化。如附图 3 所示，通过导线 3 将传感器 5 置入成孔 12 的泥浆 13 中，当未知地下潜流的流向时，宜在距周桩约 10-20cm 左右对称处均匀布置 4 个测组，连续测量成孔 12 泥浆的电介质，重点检测可能出现潜流的特殊地质地段，当测量的电压值明显减少，排除传感器面可能粘有泥块，应判断地下有潜流存在。通过分析孔内平面位置泥浆电测值变化的规律，判断地下潜流的流向。

如附图 8 所示，发现桩身某地段有地下潜流时，在此地段及上下各 1m 范围对应的钢筋笼统 22 外周边加设一个钢护筒做为防水护套 23。钢护筒的直径略小于设计桩径，以便地下潜流从桩周侧流过，以保护桩身混凝土不受地下潜流短期和长期的侵蚀。对于出现地下潜流的桩基，宜考虑其对桩基承载力的影响，必要时增加桩长。

其余同实施例 1。

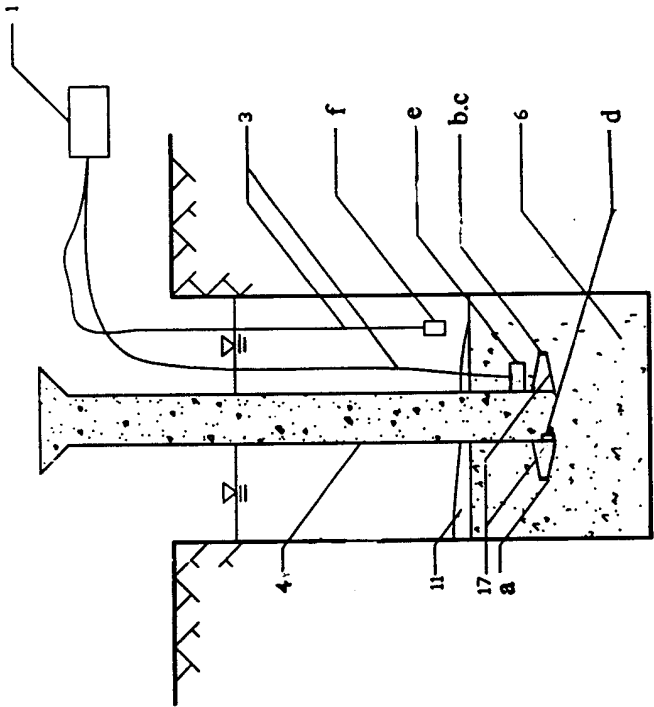


图2

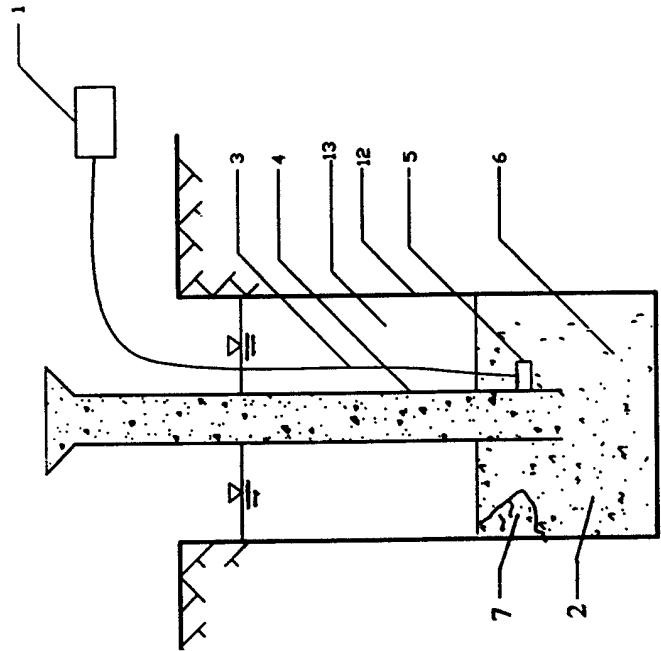


图1

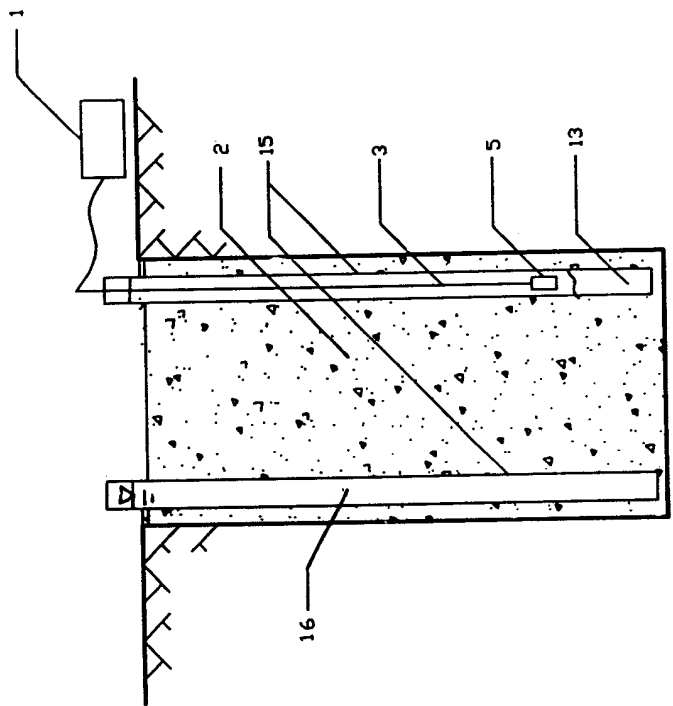


图4

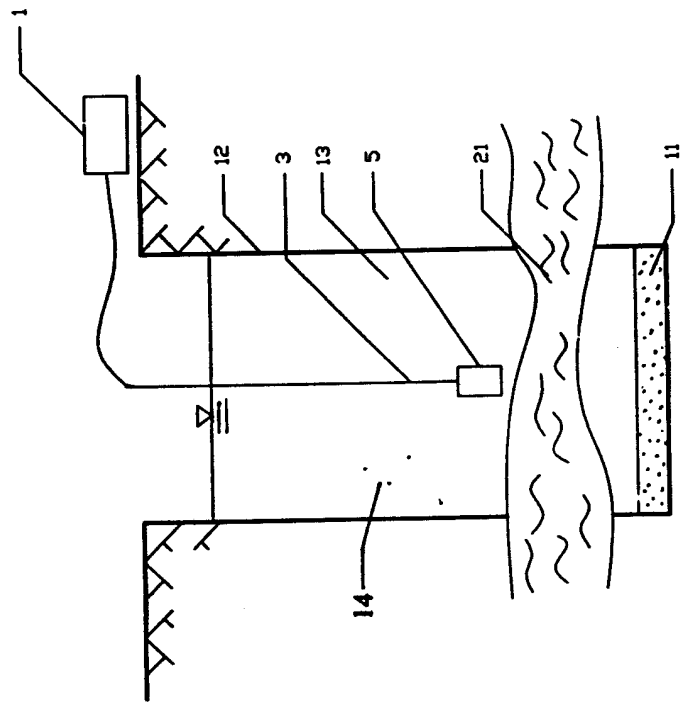


图3

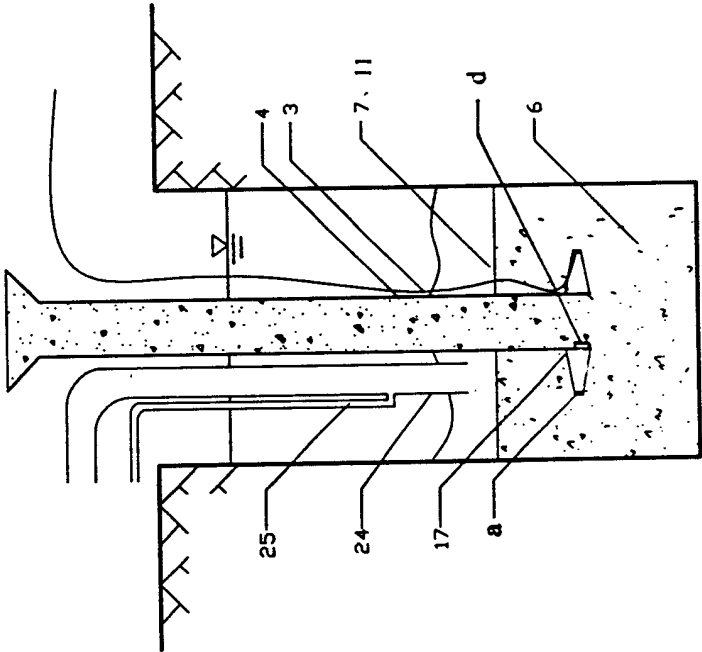


图6

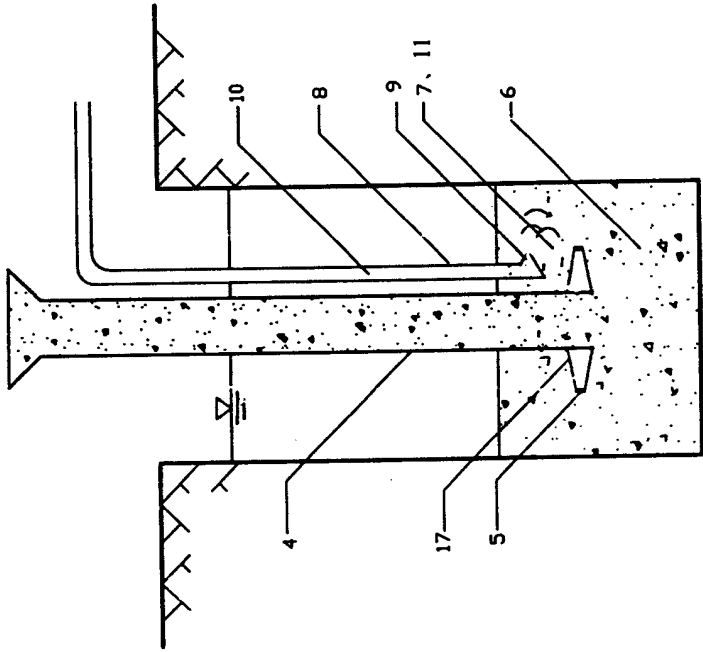


图5

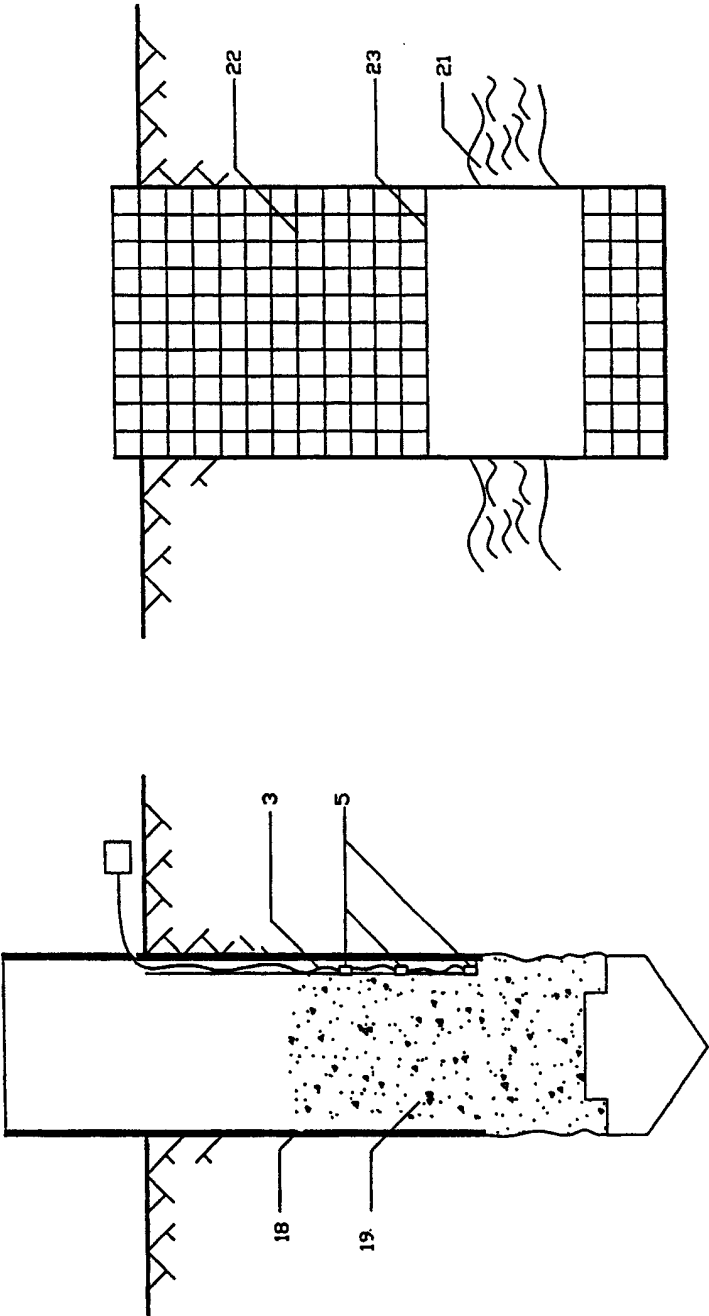


图8

图7