ICS

中国建筑业协会团体标准　　团体标准

P　　T/CCIAT xxxx— 20xx

旋喷锚杆施工技术规程

Technical specification for construction of anchor by jet grouting

（征求意见稿）

20xx— xx—xx 发布　　20xx—xx —xx　实施

中国建筑业协会　　发布

中国建筑业协会团体标准

旋喷锚杆施工技术规程

Technical specification for construction of anchor by jet grouting

T/CCIAT xxxx— 20xx

批准部门：中国建筑业协会

施行日期：20xx 年 xx 月 xx 日

中国建筑工业出版社

20xx 北京

前 言

根据 2019 年 8 月 7 日中国建筑业协会建协函[2019]49 号文件《关于开展第三批团体标准编制工作的通知》，由中国建筑业协会深基础与地下空间工程分会推荐的协会标准《旋喷锚杆施工技术规程》已获得批准。由北京城建集团有限责任公司、北京城建中南土木工程集团有限公司共同主编，其它单位参编，共同制定本规程。

本规程共分 8 章，主要内容包括总则、术语、基本规定、周边环境核查、施工、试验及检测、工程质量验收、工程监测。

本规程由中国建筑业协会管理，由北京城建集团有限责任公司和北京城建中南土木工程集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京城建集团有限责任公司（地址:北京市海淀区北太平庄路 18 号，邮政编码:100088）或北京城建中南土木工程集团有限公司（地址:北京市朝阳区化工路 59 号院焦奥中心 B 座 10 层，邮政编码:100102)。

本规范主编单位:

本规范参编单位：

目录

1 总则 1
2 术语 2
3 基本规定 3
4 周边环境核查 4
5 施工 5
5.1 一般规定 5
5.2 杆体制作 5
5.3 钻孔 6
5.4 杆体安放 6
5.5 旋喷注浆 7
5.6 张拉和锁定 8
5.7 拆除回收 9
6 试验及检测 10
6.1 一般规定 10
6.2 试验 10
6.3 检测 12
7 工程质量验收 14
7.1 一般规定 14
7.2 永久性锚杆 14
7.3 临时性锚杆 18
8 工程监测 19
8.1 一般规定 19
8.2 锚杆监测 19
8.3 监测信息分析和反馈 21
8.4 锚杆腐蚀状况检查分析 21
附录 A 锚杆杆体材料力学性能 22
附录 B 旋喷锚杆节点大样图 27
附录 C 旋喷锚杆施工记录 29

本规程用词说明..... 32
引用标准名录..... 33

1 总则

1.0.1 为规范旋喷锚杆的技术要求，做到安全适用、技术先进、经济合理、质量可靠、保护环境，制定本规程，本标准适用于抗浮、基坑支护及边坡支护的旋喷锚杆的施工、试验、检测、监测及验收。

1.0.2 本标准适用于旋喷抗浮锚杆、基坑支护锚杆及边坡支护锚杆的施工、试验、检测、验收与监测。

1.0.3 旋喷锚杆的施工应考虑场地周边环境、工程地质和水文地质条件、建筑物结构类型和性质、支护结构使用年限等因素，严格施工监控。

1.0.4 旋喷锚杆的施工、试验、检测、验收与监测除满足本规程外，尚应符合国家现行有关施工规范、标准的规定。

2 术语

2.0.1 锚杆 anchor

由杆体、注浆固结体（预应力螺纹钢筋、钢绞线、普通钢筋或钢管、纤维增强复合材料筋）、锚具、套管所组成的一端与围护结构构件连接，另一端锚固于稳定岩土体的受拉杆件。

2.0.2 旋喷锚杆 anchor by jet grouting

采用高压喷射方法按设计长度对土体进行喷射切割扩孔并灌注水泥浆或水泥砂浆，形成直径较大的圆柱状注浆体的锚杆。

2.0.3 旋喷扩大头锚杆 underreamed anchor by jet grouting

采用高压喷射方法按设计长度对土体进行喷射切割扩孔并灌注水泥浆或水泥砂浆，在锚固端头形成直径较大的圆柱状注浆体的锚杆。

2.0.4 旋喷囊式扩体锚杆 under-reamed ground anchor with capsule by jet grouting

采用高压喷射方法在锚孔底部对土体进行切割扩孔与注浆，并向锚孔内安放带有膨胀挤压筒的锚杆杆体并对囊袋进行浆液定量有压灌注，形成底部具有大直径扩体锚固段的锚杆。

2.0.5 预应力旋喷锚杆 prestressed anchor by jet grouting

施加预应力以期获得较小的工后变形的旋喷锚杆。

2.0.6 非预应力旋喷锚杆 non-prestressed anchor by jet grouting

不施加预应力的旋喷锚杆。

2.0.7 可回收锚杆（又称可拆芯锚杆）removable anchor

在达到设计使用期后可从地层中收回杆体的锚杆。

2.0.8 抗浮锚杆 anti-floating anchor

设置于建（构）筑物基础底部，用以抵抗地下水对建（构）筑物基础上浮力的锚杆。

2.0.9 注浆体 grouting body

由喷灌于锚孔内的水泥浆或水泥砂浆凝结而成的固结体。

2.0.10 非扩大头锚固段 fixed anchor length

借助注浆材料形成的未被旋喷注浆扩孔的锚固段。

2.0.11 旋喷扩体锚固段 fixed under-reamed anchor length by jet grouting

通过高压喷射方法对土体切割后形成较大直径的锚孔段，并由水泥浆体或水泥砂浆体填充的、能够将拉力传递到周围岩土体的大直径锚固段。

2.0.12 特殊地层

指对旋喷锚杆施工质量产生不利影响的特定地层。

3 基本规定

3.0.1 旋喷锚杆施工前，应具备下列基础资料：

1 工程设计施工图纸、质量标准及检测方法、数量；

2 施工场地的工程地质勘察报告；

3 施工影响范围内的地下管线分布和使用情况，既有建（构）筑物现状、基础形式和埋深等环境条件资料；

3 施工机械的设备条件、动力条件、施工机械的进出场及现场运行条件、施工用水、材料供应等施工条件；

3.0.2 旋喷锚杆施工前宜选择有代表性的地层进行现场施工试验。确定有效桩径、施工参数、浆液性能要求等。

3.0.3 旋喷锚杆的监测和维护管理应符合设计及相关规定要求。

3.0.4 旋喷锚杆的锚固段不应设在下列地层中：

1 有机质土；

2 淤泥或淤泥质土；

3 未经压实或改良的填土。

3.0.5 旋喷锚杆施工完成后应进行验收检测，预应力锚杆尚应进行持有荷载试验、锁定力测试。

3.0.6 旋喷锚杆工程应注意施工区域的环境保护，做好废水、废浆的处理或回收。

4　周边环境核查

4.0.1 止水帷幕工程施工前应核查工程地形、地貌以及周围土地利用和规划情况、施工条件、环境条件（建构筑物、管线、道路、气象等），明确其是否与地下水有明显的补给关系。如有变化应及时反馈给设计单位。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1 锚杆施工前，应对设计文件进行会审，综合考虑设计、地层、环境及当地技术水平等条件，确定适合的施工工艺，编制确保质量、安全及有利于节能环保的施工方案。

5.1.2 当锚杆穿过的地层附近存在既有地下管线、地下构筑物时，应进一步核查其位置、尺寸、走向、类型、使用状况等情况后再进行锚杆施工。

5.1.3 施工前应确认材料及机械设备的技术性能够满足设计要求及工程实际需要。

5.1.4 施工前宜通过试成锚确定锚杆设计参数和施工工艺，锚杆成孔设备的选择应考虑岩土层性状、地下水条件及锚杆承载力的设计要求，成孔应保证孔壁的稳定性。

5.1.5 制作完成的杆体不得露天存放，应避免机械损伤或油渍溅落在杆体上。宜存放在干燥清洁的场所。杆体组装后宜尽早使用；存放期较长时，使用前应进行腐蚀及完整性检查。

5.1.6 应对锚杆杆体制作、钻孔、杆体安放、旋喷注浆、张拉和锁定、拆除回收等施工全过程进行质量控制、检查和记录。锚杆使用期间应进行轴力监测，锚杆施工完成后应进行验收试验。

5.1.7 抗浮锚杆在腐蚀环境中应设置防腐保护层，防腐保护层可选用护管保护层、防腐涂料保护层及浆体保护层中的一类或几类，防腐等级为II级时防腐保护不应少于1层，防腐等级为I级时防腐保护不应少于2层。

5.2 杆体制作

5.2.1 钢绞线、钢筋杆体在自由段应设置隔离套管；锚杆杆体的外露长度应满足腰梁（冠梁）、台座尺寸及张拉锁定的要求。

5.2.2 作为永久性锚杆，杆体的防腐保护等级与措施应根据锚杆的设计使用年限及所处地层的腐蚀性程度确定。杆体采用环氧涂料防腐时，应先对钢筋表面除锈处理，处理方法及处理质量等级应按《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》(GB/T89231)相关规定执行，处理质量等级不应低于Sa2或St3。

5.2.3 压力型永久性锚杆的杆体组装完成后，应按相关技术标准在锚固端锚夹具及承压板表面喷涂防腐涂料；防腐涂料应按《建筑钢结构防腐蚀技术规程》(JGJ/T251)的有关规定执行。

5.2.4 锚杆杆体用钢绞线应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T5224的有关规定；钢筋锚杆的杆体宜选用预应力螺纹钢筋、HRB400、HRB500螺纹钢筋；应沿锚杆杆体全长设置定位支架；

5.2.5 杆体在安放就位后至浆体硬化前不应受到扰动。

5.2.6 荷载分散型锚杆应在各单元杆体外露端作出明显的标记。

5.2.7 可回收锚杆杆体的制作应符合下列规定：

1 锚杆杆体宜采用无粘结钢绞线，或采用可靠措施保证筋体全长与浆体有效隔离；

2 锚杆杆体应按设计要求的规格、尺寸和构造要求进行组装，杆体外露于结构物或岩土体外侧的长度应满足腰梁、台座尺寸及张拉锁定的要求；

3 钢绞线下料时宜采用切割机，不应使用电弧或乙炔焰切割；

4 杆体应平行顺直，不得相互交叉、扭曲，应通过定位架及束线环等配件组装为整体；定位架及对中架的外径宜小于孔径 4~6mm，并沿锚杆轴线方向设置，间隔距离不宜超过 2m；

5 锚杆承载体应与筋体可靠固定和连接，并不得损坏筋体的隔离套管；

6 压力分散式锚杆应确保各单元锚杆承载体位置和间距满足设计要求，各单元锚杆外露端应设明显标记予以区分；

5.2.8 在杆体的组装、存放、搬运过程中，应防止筋体锈蚀、防护体系损伤、泥土或油渍的附着，不得产生过大的残余变形。

5.3 钻孔

5.3.1 锚杆成孔施工应符合下列要求：

1 位于地下水位以下或软弱松散地层时锚杆应采用套管护壁成孔工艺；

2 锚杆成孔若需进入砂性土含水层时，开孔标高不应低于潜水水位或承压水水头标高，否则应在保证周边环境影响可控的前提下采取局部临时降水、调整钻孔作业面等措施，避免喷砂冒水对周边环境的不利影响；

3 当锚杆施工过程中遇到不明障碍物时，应在查明其性质并做出处理前不得钻进；

4 锚杆钻孔长度应超过设计长度 500mm 以上；

5 成孔后、向钻孔安放锚杆杆体前应及时清孔，将孔内岩粉和土屑清洗干净，塌孔后应二次清孔，不得强行置入杆体。

5.3.2 在不会出现塌孔和涌砂流土的稳定地层中，对于竖向锚杆可采用钻杆钻孔；对于下列各种情形均应采用套管护壁钻孔:

1 在不稳定土层中，或地层受扰动导致水土流失会危及邻近建筑物或公用设施的稳定时；

2 存在受扰动易出现涌砂流土的粉土；

3 存在易塌孔的砂层；

4 存在易缩颈的淤泥等软土地层；

5 水平或水平向倾斜锚杆。

5.4 杆体安放

5.4.1 杆体放入钻孔之前，应检查孔道是否阻塞，查看孔道是否清理干净，并检查锚索体的质量，确

保锚束组装满足设计要求。安放锚束时，应防止锚束扭压、弯曲：

1 成孔后下入杆体前应及时清孔，塌孔后应二次清孔，不得强行置入杆体；

2 根据设计要求的杆体设计长度向钻孔内插入杆体；

3 杆体安装后应居中置于钻孔内，杆体底端与孔底距离不应小于 100mm；

4 成孔后应及时插入杆体及注浆，采用套管护壁工艺成孔时，应在拔出套管前将杆体插入孔内；

5 杆体插入孔内时，应检查保护套管是否松动，以及解锁装置是否损坏，如有问题，应将杆体拔出，更换杆体。

5.4.2 自进式旋喷锚杆的连接

1 检查锚杆、钻头的水孔是否有异物堵塞，若有，清理干净；

2 连接钻头和锚杆；

3 连接钻杆连接套和钻机；

4 连接锚杆和钻杆连接套。

5.4.3 可回收锚杆杆体安装应符合下列规定：

1 机械锁型可回收锚杆端部解锁装置应与无粘结钢绞线连接牢靠，且制作安放过程中应避免损伤解锁装置：锚杆外端用于解锁的部件，在施工过程中应予以保护，防止损坏。主辅筋体机械锁型锚杆用于解锁的钢绞线，应做好标记，在锚杆杆体拆除前,严禁拉拽。

2 热熔型可回收锚杆各单元锚杆杆体钢绞线宜内置不同颜色导线，或对杆体钢绞线外露端设置明显标识予以区分各承载体：锚杆下孔前应进行通电检测，检测合格后方可使用。

3 锚筋回转类可回收杆采用聚酯纤维承载体时，无粘结钢绞线应绕承载体弯曲成 U 型，并用钢带与承载体捆绑牢靠。各单元锚杆杆体外露端应按筋材的长短顺序进行分组标记，在锚杆杆体拆除前，该标记不得损坏。

5.5 旋喷注浆

5.5.1 注浆材料应根据设计要求确定，材料性质不得对杆体产生不良影响。

5.5.2 注浆

1 喷射作业：制浆用水必须保证清洁无污染，符合拌制水的要求：按试验配合比进行浆液搅制，在制浆过程中应随时测量浆液比重，每孔喷浆结束后应统计该孔的材料用量。浆液用高速搅拌机搅制，拌制浆液必须连续均匀；浆液的搅拌时间应不短于 3min 不长于 2h，采用两次搅拌法，并随制随用。

2 旋转和提升：在喷嘴达到设计标高时，即可喷射注浆。在喷射注浆参数达到设计值后，随即按旋喷的工艺要求，提升喷射管，由下而上旋转喷射注浆。

3 采用单管旋喷法的施工工艺应符合设计要求，设计未明确时施工参数可参照下列要求：

表 5.5.2 单管旋喷法的施工工艺参数

锚固段喷射压力	＞20MPa
旋喷管进尺速度	15cm/min~25cm/min
旋喷管转速	15r/min~20r/min
喷浆量	75L/min~110L/min

4 在旋喷施工过程中出现压力骤然下降或上升时，应查明原因并及时采取措施；

5 旋喷浆液的注浆材料宜选用水灰比为 0.45~0.55 的纯水泥浆。

5.5.3 囊袋型扩体锚杆施工时，可在旋喷扩体施工完成后通过与杆体一同下至孔内的注浆管和囊袋进行水泥置换注浆。

5.6 张拉和锁定

5.6.1 锚杆承载构件的承压面应平整，并与锚杆轴向方向垂直。

5.6.2 锚杆张拉应有序进行，张拉顺序应防止邻近锚杆的相互影响。

5.6.3 锚杆张拉前应对张拉设备进行标定。

5.6.4 锚具应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370 的规定。

5.6.5 当锚杆注浆水泥净浆强度达到 15MPa 或设计强度的 75%后，方可进行锚杆的张拉锁定。

5.6.6 锚杆锁定前，应按本规程表 2 的检测值进行锚杆预张拉；锚杆张拉应平缓加载，加载速率不宜大于 100N/min；在张拉值下的锚杆位移和压力表压力应能保持稳定，当锚头位移不稳定时，应判定此根锚杆不合格。

5.6.7 锁定时的锚杆拉力应考虑锁定过程的预应力损失量；预应力损失量宜通过对锁定前、后锚杆拉力的测试确定。

5.6.8 锚杆正式张拉前，应取 10%~20%的抗拔承载力标准值 Nk 对锚杆预张拉 1~2 次，使杆体完全平直，各部位接触紧密。

5.6.9 锁定时的锚杆拉力应考虑锁定过程以及相邻锚杆张拉锁定引起的预应力损失量。预应力损失量宜通过对锁定前、后锚杆拉力的测试确定。

5.6.10 基坑支护预应力锚杆的锁定，应在该层锚杆孔口高程以下土方开挖之前完成。

5.6.11 锚杆张拉施工，应在专业人员指导下进行，并记录变形量。

5.6.12 锚杆张拉应平缓加载，加载速率每分钟不宜大于 0.1 倍单元体抗拔承载力标准值；当前张拉值下的锚杆位移和压力表压力应保持稳定，否则应判定此根锚杆不合格。

5.6.13 对于多个单元体的锚杆，宜采用并联千斤顶组同步对各单元锚杆实施张拉并锁定，也可通过试

验采用补偿荷载整体张拉锁定方法。

5.6.14 锚杆预应力控制应符合设计要求，当锚杆预应力损失超过设计要求时，应再次进行锁定。

5.6.15 锚杆出现锚头松弛、脱落、锚具失效等情况时，应及时进行修复并对其再次进行锁定。

5.6.16 锚杆张拉至1.1~1.2倍抗拔承载力标准值，对砂性土层应持荷10min，对黏性土层应持荷15min，然后卸荷至设计要求的张拉锁定值进行锁定。

5.7 拆除回收

5.7.1 对临时性锚杆使用完成后宜进行拆除回收，锚杆杆体回收前应做好以下准备：

1 基坑设计施工时应保证围护空间能满足回收作业的需要；

2 锚杆回收时，施工回填作业面应满足施工人员、机具设备的操作距离和安全要求；

3 每道锚杆杆体回收前，应按设计要求，完成基础底板和楼板（中板）位置处的换撑传力；

4 锚杆回收需估计杆体回收所需的回收拉力，并选取合适的设备或机具。

5.7.2 锚杆回收杆体过程中，安全防护工作应符合下列规定：

1 回收杆体时，应根据采用的可回收锚杆类型，对相邻建(构)筑物成品采取相应的保护措施；并对锚杆及其解锁装置采取可靠的保护措施；

2 回收过程中要做好基坑坡顶的临边安全防护，避免物体坠落伤人；

3 若采用自动回收设备进行杆体回收，应事先对自动回收设备进行稳压检查，油泵运行过程中，严禁操作工离开作业区：回收作业停止前必须先停止油泵运行并切断油路和电源；

4 锚具工作夹片拆除过程中，操作人员应在锚头侧方位施工，锚头前方严禁站人，并做好安全防护工作；

5 回收过程中应对支护结构和地表沉降进行实时监测与现场巡视，发现安全隐患，立即停止回收作业，分析原因，排除隐患后方可继续作业；

6 回收作业中若发生异常响声或发现断丝、锚楔滑移和碎裂时，必须停止张拉，查明原因，待采取处理措施后，方可恢复回收张拉。

5.7.3 杆体全部拆除后，应根据锚杆拆除的部位进行编号登记，保留记录，并与锚杆安装记录进行对比，确保全部锚杆杆体拆除回收。

6 试验及检测

6.1 一般规定

6.1.1 试验前应收集岩土工程勘察报告、调查资料、设计文件、施工方案、施工工艺等，并在此基础上制定试验方案。

6.1.2 锚杆加套管部分的长度应视为锚杆的自由段长度，锚杆自由段部分可不进行注浆。

6.1.3 为锚杆设计和检验锚杆的品质而进行的锚杆试验包括基本试验、验收试验和蠕变试验。

6.1.4 锚杆的最大试验荷载应取杆体极限抗拉强度标准值的75%或屈服强度标准值的85%中的较小值。

6.1.5 预应力筋-锚具-夹具组装件的破坏形式应是预应力筋破断，夹具、锚具零件不应破坏。

6.1.6 张拉用的千斤顶与压力表应配套标定、配套使用，标定应在经国家授权的法定计量技术机构定期进行，标定时千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致。当处于下列情况之一时，应重新进行标定：

1 使用时间超过6个月；

2 张拉次数超过300次；

3 使用过程中千斤顶或压力表出现异常情况；

4 千斤顶检修或更换配件后。

6.1.7 喷射用水泥浆试块强度作为锚杆可否张拉判定条件，当水泥浆试块强度达到设计强度的75%且不小于15MPa后，方可进行锚杆的张拉试验。

6.1.8 在水泥、锚具、预应力筋进场使用前，应对母材力学性能进行试验，试验结果应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175、《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85的规定。

6.1.9 当验收试验出现不合格锚杆时，应扩大抽检。扩大抽检的数量应为不合格锚杆数量的2倍。

6.2 试验

6.2.1 基本试验

1 永久性锚杆工程应进行锚杆的基本试验，临时性锚杆工程当用于从未用过的地层时，应进行锚杆的基本试验；

2 锚杆基本试验的地层条件、锚杆杆体和参数、施工工艺应与工程锚杆相同，且试验数量不应少于3根；

3 锚杆基本试验应采用多循环张拉方式，其加荷、持荷、卸荷方法应符合下列规定:

1) 预加的初始荷载应取最大试验荷载的0.1倍;分5级~8级加载到最大试验荷载。黏性土中的锚杆每级荷载持荷时间宜为10min，砂性土中的锚杆每级持荷时间宜为5min;

2) 试验中的加荷速度宜为50kN/min~100kN/min；卸荷速度宜为100 kN / min ~ 200kN/min。

4 锚杆基本试验出现下列情况之一时，应判定锚杆破坏：

1）在规定的持荷时间内锚杆或单元锚杆位移增量大于 2.0mm；

2）锚杆杆体破坏。

5 锚杆受拉极限承载力取破坏荷载的前一级荷载，在最大试验荷载下未达到锚杆破坏标准时，锚杆受拉极限承载力取最大试验荷载。

6.2.2 蠕变试验

1 塑性指数大于 17 的土层锚杆应进行蠕变试验。蠕变试验的锚杆不得少于 3 根；

2 锚杆蠕变试验加荷等级与观测时间应满足表 6.2.2 的规定。在观测时间内荷载应保持恒定。

表 6.2.2 锚杆蠕变试验加荷等级与观测时间表

加荷等级	观测时间（min）	
	临时锚杆	永久锚杆
$0.25N_d$	--	10
$0.50N_d$	10	30
$0.75N_d$	30	60
$1.00N_d$	60	120
$1.10N_d$	120	240
$1.20N_d$	--	360

3 每级荷载应按持荷时间间隔 1、2、3、4、5、10、15、20、30、45、60、75、90、120、150、180、210、240、270、300、330、360min 记录蠕变量；

4 试验结果按荷载-时间-蠕变量整理，蠕变率应按下式计算：

$$K_c=\frac{S_2-S_1}{\lg t_2-\lg t_1} \qquad (6.2.2)$$

式中:S1—t1 时所测得的蠕变量;

S2—t2 时所测得的蠕变量。

5 锚杆在最大试验荷载作用下的蠕变率不应大于 2.0mm/对数周期。

6.2.3 验收试验

1 工程锚杆必须进行验收试验。其中同一土层中占锚杆总量 5%不少于 3 根的锚杆应进行多循环张拉验收试验，占锚杆总量 95%的锚杆应进行单循环张拉验收试验；

2 锚杆多循环张拉验收试验应由业主委托第三方负责实施，锚杆单循环张拉验收试验可由工程施工单位在锚杆张拉过程中实施；

3 锚杆多循环验收试验应符合下列规定:

1) 最大试验荷载:永久性锚杆应取锚杆拉力设计值的 1.2 倍;临时性锚杆应取锚杆拉力设计值的 1.1 倍;

2) 加荷级数不宜小于 5 级，加荷速度宜为 50kN/min~100kN/min; 卸荷速度宜为 100kN/min~200kN/min;

3) 每级荷载 10min 的持荷时间内，按持荷 10min 读一次锚杆位移值;

4 锚杆多循环张拉验收试验结果判定应符合下列规定：

1) 最大试验荷载作用下，在规定的持荷时间内锚杆的位移增量应小于 1.0mm，不能满足时，则增加持荷时间至 60min 时，锚杆累计位移增量应小于 2.0mm;

2) 压力型锚杆或压力分散型锚杆的单元锚杆在最大试验荷载作用下所测得的弹性位移应大于锚杆自由杆体长度理论弹性伸长值的 90%，且应小于锚杆自由杆体长度理论弹性伸长值的 110%;

3) 拉力型锚杆或拉力分散型锚杆的单元锚杆在最大试验荷载作用下，所测得的弹性位移应大于锚杆自由杆体长理论弹性伸长值的 90%，且应小于自由杆体长度与 1/3 锚固段之和的理论弹性伸长值。

5 锚杆单循环验收试验应符合下列规定:

1) 最大试验荷载:永久性锚杆应取锚杆轴向拉力设计值的 1.2 倍，临时性锚杆应取锚杆轴向拉力设计值的 1.1 倍;

2) 加荷级数宜大于 4 级，加荷速度宜为 50KN/min~100kN/min，卸荷速度宜为 100KN / min ~ 200 kN / min;

3) 在最大试验荷载持荷时间内，测读位移的时间宜为 5min 后;

6 锚杆单循环张拉验收试验结果判定应符合下列规定：

1) 与多循环检测结果相比，在同级荷载作用下，两者的荷载-位移曲线包络图相近似;

2) 所测得的锚杆弹性位移值应符合锚杆多循环验收试验结果判定的规定。

6.3 检测

6.3.1 锚杆的抗拔承载力检测应符合下列规定：

1 检测试验应在锚杆水泥净浆试块强度达到设计强度的 75%且不小于 15MPa 后进行;

2 检测锚杆应采用随机抽样的方法选取;

3 检测试验的张拉值应按本规程表 3 取值;

4 检测试验应按本规程 6.2.3 的试验方法进行;

5 当检测的锚杆不合格时，应扩大检测数量。

表 6.3.1 锚杆的抗拔承载力检测值

支护结构的安全等级	抗拔承载力检测值与轴向拉力标准值的比值

一级	≥1.4
二级	≥1.3
三级	≥1.2

注：永久性锚杆抗拔承载力检测值与轴向拉力标准值的比值≥1.4

7 工程质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 旋喷锚杆工程完工后,应按设计要求和质量合格条件分部分项进行质量检验和验收。

7.1.2 工程施工中对检验出不合格的预应力锚杆应根据不同情况分别采取增补,更换或修复的方法处治。

7.1.3 旋喷锚杆工程验收应取得下列资料：

1 工程勘察及工程设计文件；

2 工程用原材料的质量合格证和质量鉴定文件；

3 锚杆工程施工记录；

4 隐蔽工程检查验收记录；

4 锚杆基本试验、验收试验记录及相关报告；

5 锚杆浆体强度检验报告；

6 设计变更报告；

7 工程重大问题处理文件；

8 监测设计、实施及监测记录与监测结果报告；

9 竣工图。

7.1.4 囊式锚杆膨胀挤压筒的质量检验应符合下列规定：

1 应检查膨胀挤压筒的出厂合格证，并获取该装置注浆膨胀后的几何尺寸和囊内注浆量；

2 杆体制作编锚前，应采用外观检查与抽气检测的方法对膨胀挤压筒的密封完好性进行抽检，抽检数量不应少于产品数量的 5%；

3 对于重大工程或地质条件复杂的工程，可根据设计要求进行膨胀挤压筒的地下埋设、注浆及开挖检验。

7.1.5 分部（子分部）分项工程和检验批划分应按表 4 确定：

表 7.1.5 分部、子分部、分项、检验批工程划分表

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
1	地基与基础	基坑/边坡支护	锚杆	每台班或每 30 根锚杆作为一个检验批

7.2 永久性锚杆

7.2.1 抗浮锚杆工程质量检验与验收标准应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 抗浮锚杆工程质量检验与验收标准

项目	序号	检验项目	指标及允许偏差	检查方法
主控项目	1	承载力（KN）	不小于设计要求	验收试验
	2	表观自由长度（m）	误差范围符合验收标准	验收试验
	3	防腐保护层	设计要求	现场检查
	4	压力型锚杆锚固体强度	不低于设计指标	每 30 根锚杆作 1 组试块，每组 6 个
一般项目	1	钻孔位置	100mm	用钢尺量
	2	钻孔直径	负偏差为 10mm，正偏差无要求	用钢尺量
	3	钻孔倾斜度	3°	现场测量
	4	钻孔长度	超过 L 不少于 100mm	量测钻杆
	5	筋体下料长度	负偏差为 30mm 与 1%Lj 中的较大值，Lj 为孔内杆体设计长度。正偏差无要求	用钢尺量
	6	杆体插入长度	负偏差为 2%Lj ，正偏差无要求	用钢尺量
	7	水胶比	设计值±0.05	比重计
	8	拉力型锚杆锚固体强度	平均值不低于设计要求且最低值不小于平均值 80%	每 30 根锚杆制作 1 组试块，每组 6 个
	9	锁定荷载	设计值的±10%	持有荷载试验
	10	防水保护层	设计要求	现场检查
	11	基础变形	设计要求	水准仪等
注：表中锚固体强度指边长为 70. 7mm 的立方体旋喷净浆试件，在 28d 龄期以《建筑砂浆基本性能试验方法标准》(JGJ/T70)规定的标准试验方法测得的抗压强度。				

7.2.2 永久边坡锚杆工程质量检验与验收标准应符合表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 永久边坡锚杆工程质量检验与验收标准

项目	序号	检验项目	指标及允许偏差	检查方法
主控	1	杆体长度（mm）	+100 -30	用钢尺量 无损检测

项目	2	预应力锚杆承载力极限值（KN）	符合验收标准	现场试验
	3	防腐保护层	设计要求	现场检查
	4	锚固结构的变形	符合设计要求	现场量测
	5	压力型锚杆锚固体强度	不低于设计指标	每 30 根锚杆作 1 组试块，每组 6 个
一般项目	1	钻孔位置	100mm	用钢尺量
	2	钻孔直径	负偏差为 10mm，正偏差无要求	用钢尺量
	3	钻孔倾斜度	3°	现场测量
	4	钻孔长度	超过 L 不少于 100mm	量测钻杆
	5	筋体下料长度	负偏差为 30mm 与 1%Lj 中的较大值，Lj 为孔内杆体设计长度。正偏差无要求	用钢尺量
	6	杆体插入钻孔长度 预应力锚杆	不小于设计长度的 97%	用钢尺量
		杆体插入钻孔长度 非预应力锚杆	不小于设计长度的 98%	
	7	水胶比	设计值±0. 05	比重计
	8	拉力型锚杆锚固体强度	平均值不低于设计要求且最低值不小于平均值 80%	每 30 根锚杆制作 1 组试块，每组 6 个
	9	锁定荷载	设计值的±10%	持有荷载试验
	10	防水保护层	设计要求	现场检查
	11	基础变形	设计要求	水准仪等
注：表中锚固体强度指边长为 70. 7mm 的立方体旋喷净浆试件，在 28d 龄期以《建筑砂浆基本性能试验方法标准》(JGJ/T70)规定的标准试验方法测得的抗压强度。				

7.2.3 囊式锚杆工程质量检验与验收标准应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 囊式锚杆工程质量检验与验收标准

项目	序号	检验项目	指标及允许偏差	检查方法
主	1	抗拔承载力（KN）	符合设计要求	验收试验

控项目	2	膨胀挤压筒密封完好性	密封完好/无破损	外观检查与抽气检测
	3	囊内注浆体抗压强度（MPa）	符合设计要求	验收试验
	4	杆体插入锚孔长度（mm）	+100/-60	钢尺测量
一般项目	1	钻孔位置	±100mm	用钢尺量
	2	钻孔倾斜度	3°	现场测量
	3	钻孔长度（mm）	大于设计长度要求	量测钻杆
	4	杆体总长度（mm）	+100/-30	用钢尺量
	5	扩体锚固段直径（mm）	+50	扩孔器尺寸量测
	6	扩体锚固段长度（mm）	+100	量测钻杆
	7	水灰比（囊内用水泥浆）	0.4～0.5	比重计
	8	囊袋注浆压力（MPa）	0.5～1.5	压力表
	9	囊袋注浆量充盈度	≥1.05	注浆量量测
	10	锚固结构物变形（mm）	设计要求	现场量测

7.3 临时性锚杆

7.3.1 基坑支护锚杆工程质量检验与验收标准应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 基坑支护锚杆工程质量检验与验收标准

项目	序号	检验项目		允许偏差或允许值	检查方法
主控项目	1	杆体长度（mm）		+100 -30	用钢尺量 无损检测
	2	预应力锚杆承载力极限值（KN）		符合验收标准	现场试验
	3	预应力锚杆预加力（锁定荷载）变化（KN）		符合 表 9 的要求	测力计量测
	4	锚固结构的变形		符合设计要求	现场量测
	5	压力型锚杆锚固体强度		不低于设计指标	每 30 根锚杆作 1 组试块，每组 6 个
一般项目	1	锚杆位置(mm)		±100	用钢尺量
	2	钻孔直径（mm）		±10（设计直径≥60） ±5（设计直径≤60）	用卡尺量
	3	钻孔倾斜度（mm）		2%钻孔长	现场测量
	4	注浆量		不小于理论计算浆量	检查计量数据
	5	浆体强度		达到设计要求	试样送检
	6	拉力型锚杆锚固体强度		平均值不低于设计要求且最低值不小于平均值 80%	每 30 根锚杆制作 1 组试块，每组 6 个
	7	杆体插入钻孔长度	预应力锚杆	不小于设计长度的 97%	用钢尺量
			非预应力锚杆	不小于设计长度的 98%	

8 工程监测

8.1 一般规定

8.1.1 旋喷锚杆工程的监测与维护应贯穿工程施工阶段和工程使用阶段全过程，应定期对永久性锚固工程或安全等级为Ⅰ级的临时性锚固工程的锚杆预加力值、锚头及被锚固结构物的变形进行监测。

8.1.2 整个工程施工阶段和使用阶段，每天均应有专人对锚杆支护工程进行巡视检查，巡视检查应对自然条件、支护结构、施工工况、周边环境、监测设施等的检查情况进行详细记录。如发现异常，应及时通知委托方及相关单位。巡视检查记录应及时整理，并与仪器监测数据综合分析。

8.1.3 锚杆预应力监测项目应在支护工程开挖前测得稳定的初始值，且次数不应少于两次。

8.1.4 工程监测方案应包括确定监测项目，测点布置与数量，监测仪表与设施，监测频率，对监测数据整理与反馈的要求和建立监测数据预警值及应急预案。

工程监测方案的制定很重要，尤其监测剖面和监测点的设置不应放在下列区段：

1 岩土体或被锚固构筑物的应力集中区；

2 采动、冲击、震动作用影响区；

3 冻融、干湿交替作用影响区；

4 地层中含有严重腐蚀介质的区域；

5 长边坡中央区和基坑埋深突变区；

6 工程周边条件可能发生较大变化区。

8.1.5 应特别加强雨天和雨后的监测，以及对各种可能危及支护安全的水害来源（如场地周围生产、生活用水，上下水道、贮水池罐、化粪池渗漏水。人工井点降水的排水，因开挖后土体变形造成管道漏水等）进行仔细观察。

8.1.6 抗浮锚杆工程应由设计人提出监测要求，正式施工前由有资质的监测单位编制监测方案，审查通过后实施。监测方案内容应包括工程简介、监测项目、监测目的、监测仪器和方法、监测点平面布置、监测频率和监测项目控制标准。

8.1.7 抗浮锚杆主要监测项目应为地下水水位及锚杆相关区域结构变形，有条件时可监测锚杆承载力、杆体应力及腐蚀状况。

8.2 锚杆监测

8.2.1 锚杆拉力监测宜采用测量锚头处的锚杆杆体总拉力的方式。对多层锚杆支护结构，宜在同一竖向平面内的每层锚杆上设置测点。

8.2.2 岩土锚固支护工程应实施下列项目监测与检查

1 预应力锚杆锚头与被锚固结构的变形；

2 预应力锚杆支护地层及受开挖影响的建(构)筑物的变形;

3 预应力锚杆的预加力及其随时间的变化;

4 预应力锚杆头部的腐蚀状况。

8.2.3 锚杆预应力监测

单个独立工程锚杆预加力的监测数量应符合表 8.2.3 的规定，并不应少于 3 根。

表 8.2.3 预应力锚杆拉力的监测数量

工程锚杆总量（根）	监测预加力的锚杆数量(%)	
	永久性锚杆	临时性锚杆
<100	8∽10	5∽8
100∽300	5∽7	3∽5
>300	3∽5	1∽3

8.2.4 监测项目的监测频率应考虑基坑工程等级、基坑及地下工程的不同施工阶段以及周边环境、自然条件的变化。当监测值相对稳定时，可适当降低监测频率。对于应测项目， 在无数据异常和事故征兆的情况下，开挖后锚杆预加力监测频率的确定可参照以下规定。

1 基坑开挖至开挖完成后稳定前：1 次/天；

2 基坑开挖完成稳定后至结构底板完成前：1 次/3 天；

3 结构底板完成后至回填土完成前：1 次/15 天；

4 但当遇有暴雨及持续降雨临近地层开挖、相邻锚杆张拉、爆破震动以及预加力测定结果发生突变等情况时应加密监测频率。永久性锚杆工程的锚杆预加力监测不应少于 5 年或应在其服务期内监测；

5 抗浮锚杆应进行长期监测，监测频率及时间应符合主体结构监测要求，可与主体结构变形观测同时进。主体结构无要求时,宜符合以下规定：抗浮锚杆投入使用后，第 1 个月宜每 2∽3 天测量 1 次，之后宜每月测量 1∽2 次，6 个月后宜每 1∽2 个月测量 1 次。

8.2.5 锚杆预加力的监测宜采用钢弦式、液压式测力计，监测仪器应具有良好的稳定性和长期工作性能。使用前应进行标定,合格后方可使用。

8.2.6 在腐蚀环境中工作的预应力锚杆的锚头混凝土出现开裂、剥落等异常情况时，应进行锚杆腐蚀状况的检查分析。

8.2.7 检查锚杆腐蚀状况的锚杆数量和频率，可根据锚杆工作环境、锚头变形、锚杆预加力变化情况

确定。

8.2.8 锚杆腐蚀状况检查应着重于检查锚头处及距锚头 1.0m 范围内的自由段杆体的腐蚀状况。

8.2.9 岩土锚固工程安全控制的预警值宜按表 8.2.9 确定。

表 8.2.9 工程安全控制的预警值项目

项　　目		预警值
锚杆预加力变化幅度	预加力等于锚杆拉力设计值	≤±10%锚杆拉力设计值
	预加力小于锚杆拉力设计值	≤±10%锚杆拉力设计值
		≤-10%锚杆拉力设计值
锚头及锚固地层或结构物的变形量与变形速率		设计单位根据地层性状、工程条件及当地经验确定
持有的锚杆受拉极限承载力与设计要求的锚杆受拉极限承载力之比		≤0.9
锚杆腐蚀引起的锚杆杆体截面减少率		≤10%

8.3 监测信息分析和反馈

8.3.1 对岩土锚固支护工程的监测结果、现场巡查结果应及时反馈给设计、施工单位和工程管理部门。当出现危险征兆时应立即报警，并采取相应的应急措施。

8.3.2 当所监测的锚杆预加力变化大于表 9 的规定时,应采取重复张拉或适当卸荷。

8.3.3 锚头或被锚固的结构物变形明显增大并已达到设计的变形预警值时，应采用增补锚杆或其他措施予以加强。

8.3.4 锚杆防腐保护体系存在缺陷或失效,应采取修补防腐措施，并根据锚杆腐蚀情况进行补强处理。

8.3.5 抗浮锚杆监测数据和分析结果应及时反馈给工程相关各方。当监测结果出现下列情况之一时,监测方应及时发出预警。

1 地下水水位超过设计要求；

2 锚头部位的结构变形明显增大。

8.4 锚杆腐蚀状况检查分析

8.4.1 在腐蚀环境中工作的预应力锚杆的锚头混凝土出现开裂、剥落等异常情况，应进行锚杆腐蚀状况的检查分析。

8.4.2 检查锚杆腐蚀状况的锚杆数量和频率，可根据锚杆工作环境、锚头变形、锚杆预加力变化情况确定。

8.4.3 锚杆腐蚀状况检查应着重于检查锚头处及距锚头 1.0m 范围内的自由段杆体的腐蚀状况。

附录 A 锚杆杆体材料力学性能

A.0.1　1×2 结构钢绞线的力学性能应符合表 A.0.1 规定。

表 A.0.1　1×2 结构钢绞线力学性能

钢绞线结构	钢绞线公称直径 D_a	钢绞线参考截面面积 A_s（mm^2）	抗拉强度标准值 f_{ptk}(MPa)	抗拉强度标准值 f_{py}(MPa)	整根钢绞线的最大力 F_m(KN)	整根钢绞线的设计力 F_{py}(KN)
1×2	5.0	9.82	1570	1110	15.4	10.9
			1720	1220	16.9	12.0
			1860	1320	18.3	13.0
			1960	1400	19.2	13.7
	5.8	13.2	1570	1110	20.7	14.6
			1720	1220	22.7	16.1
			1860	1320	24.6	17.5
			1960	1400	25.9	18.5
	8.0	25.1	1470	1040	36.9	26.0
			1570	1110	39.4	27.9
			1720	1220	43.2	30.6
			1860	1320	46.7	33.2
			1960	1400	49.2	35.1
	10.00	39.3	1470	1040	57.8	40.7
			1570	1110	61.7	43.6
			1720	1220	67.6	47.9
			1860	1320	73.1	52.0
			1960	1400	77.0	54.9
	12.0	56.5	1470	1040	83.1	58.6
			1570	1110	88.7	62.7
			1720	1220	97.2	68.0
			1860	1320	105.0	74.7

注：钢绞线公称直径指钢绞线外接圆直径的名义尺寸。

A.0.2　1×3 结构钢绞线的力学性能应符合表 A.0.2 规定。

表 A.0.2　1×3 结构钢绞线力学性能

钢绞线结构	钢绞线公称直径 Da	钢绞线参考截面面积 As（mm2）	抗拉强度标准值 fptk(MPa)	抗拉强度标准值 fpy(MPa)	整根钢绞线的最大力 Fm(KN)	整根钢绞线的设计力 Fpy(KN)
1×3	6.2	19.8	1570	1110	31.1	22.0
			1720	1220	34.1	24.2
			1860	1320	36.8	26.1
			1960	1400	38.8	27.7
	6.5	21.2	1570	1110	33.3	23.5
			1720	1220	36.5	25.9
			1860	1320	39.4	28.0
			1960	1400	41.6	29.7
	8.6	37.7	1470	1040	55.4	39.1
			1570	1110	59.2	41.9
			1720	1220	64.8	45.9
			1860	1320	70.1	49.8
			1960	1400	73.9	52.7
	8.74	38.6	1570	1110	60.6	42.8
			1670	1180	64.5	45.7
			1860	1320	71.8	51.0
	10.80	58.9	1470	1040	86.6	61.1
			1570	1110	92.5	65.4
			1720	1220	101.0	71.6
			1860	1320	110.1	78.1
			1960	1400	115.0	82.0
	12.90	84.8	1470	1040	125.0	88.1
			1570	1110	133.0	94.0

			1720	1220	146.0	103.5
			1860	1320	158.0	112.2
			1960	1400	166.0	118.4
（1×3）I	8.74	38.6	1570	1110	60.6	42.8
			1670	1180	64.5	45.7
			1800	1320	71.8	51.0

注：（1×3）I 结构为用 3 根刻痕钢丝捻剂的钢绞线。

A.0.3 1×7 结构钢绞线的力学性能应符合表 A.0.3 规定。

表 A.0.3 1×7 结构钢绞线力学性能

钢绞线结构	钢绞线公称直径 D_n(mm)	钢绞线参考截面面积 A_s（mm^2）	抗拉强度标准值 f_{ptk}(MPa)	抗拉强度标准值 f_{py}(MPa)	整根钢绞线的最大力 F_m(KN)	整根钢绞线的设计力 F_{py}(KN)
1×7	9.50	54.8	1720	1220	94.3	66.9
			1860	1320	102.0	72.4
			1960	1400	107.0	76.3
	11.1	74.2	1720	1220	128.0	90.8
			1860	1320	138.0	98.0
			1960	1400	145.0	103.4
	12.70	98.7	1720	1220	170.0	120.5
			1860	1320	184.0	130.6
			1960	1400	193.0	137.6
	15.20	140.0	1470	1040	206.0	145.2
			1570	1110	220.0	155.5
			1670	1180	234.0	165.7
			1720	1220	241.1	170.9
			1860	1320	260.0	184.6
			1960	1400	274.0	195.4
	15.70	150.0	1770	1250	266.0	188.6
			1860	1320	279.0	198.1

	17.8	191.0	1720	1220	327.0	231.8
			1860	1320	353.0	250.6
（1×3）C	12.7	112.0	1860	1320	208.0	147.7
	15.2	165.0	1820	1290	300.0	213.0
	18.00	223.0	1720	1220	384.0	272.3

注：（1×3）I 结构为用 3 根刻痕钢丝捻剂的钢绞线。

表 A.0.4 预应力混凝土用螺纹钢筋的力学特性

级别	屈服强度 f_y(MPa)	抗拉强度标准值 f_{yk}(MPa)	断后伸长率 A（%）	最大力下总伸长率 A_{gt}(%)	应力松驰性能	
					初始应力	1000h 后应力松驰率（%）
PSB785	785	980	7	3.5	0.8/y	≤3
PSB830	830	1030	6			
PSB930	930	1080	6			
PSB1080	1080	1230	6			

注：预应力混凝土用螺纹钢筋抗拉强度设计值采用表中屈服强度除以 1.2。

A.0.5 预应力混凝土用螺纹钢筋的力学特性应符合表 A.0.5 的规定。

表 A.0.5 热处理钢筋的力学特性

钢筋种类	钢筋直径 d(mm)	抗拉强度标准值 f_{ptk}(MPa)	抗拉强度设计值 f_{py}(MPa)
40Si2Mn	6	1470	1040
48Si2Mn	8.2		
45Si2Cr	10		

注：预应力混凝土用螺纹钢筋抗拉强度设计值采用表中屈服强度除以 1.2。

A.0.6 预应力混凝土用螺纹钢筋的力学特性应符合表 A.0.6 的规定。

表 A.0.6 热处理钢筋的力学特性

钢筋种类		钢筋直径 d(mm)	抗拉强度标准值 f_{ptk}(MPa)	抗拉强度设计值 f_{py}(MPa)
热轧钢	HRB335（20MnSi）	6~50	335	300

筋	HRB440（20MnSiV、20MnSiNb、20MnTi）	6~50	400	360
	RRB400（K20MnSi）	8~40	400	360

注：预应力混凝土用螺纹钢筋抗拉强度设计值采用表中屈服强度除以 1.2。

附录 B 旋喷锚杆节点大样图

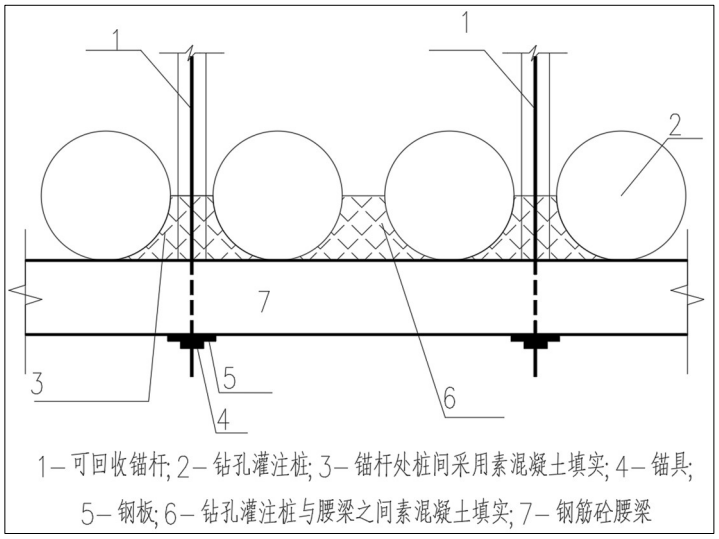

图 B.0.1 锚杆平面大样图

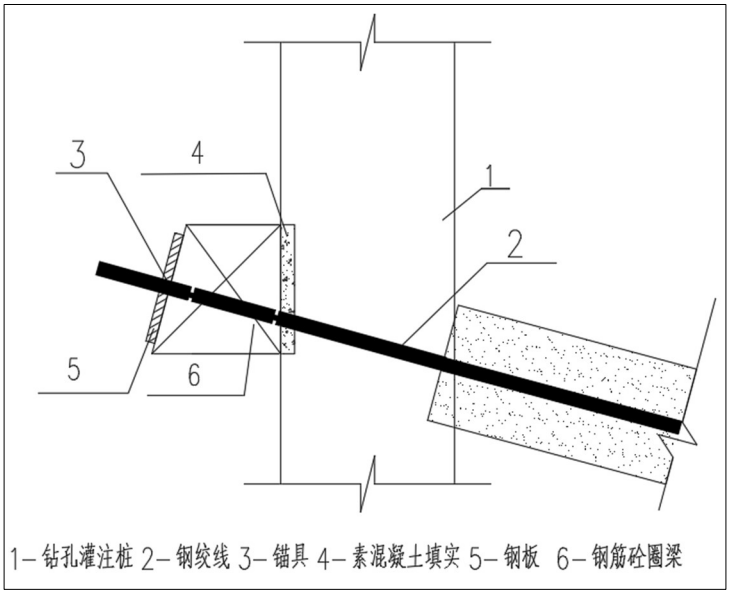

图 B.0.2 锚杆立面大样图

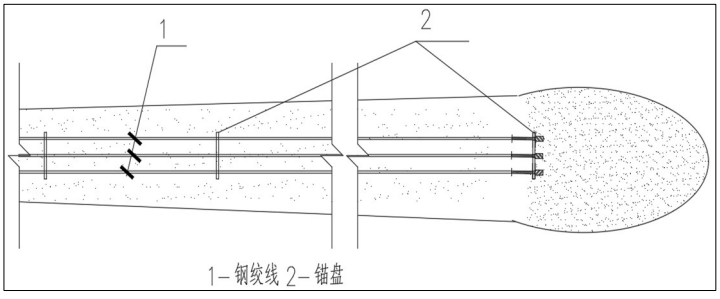

图 B.0.3 锚固体大样图

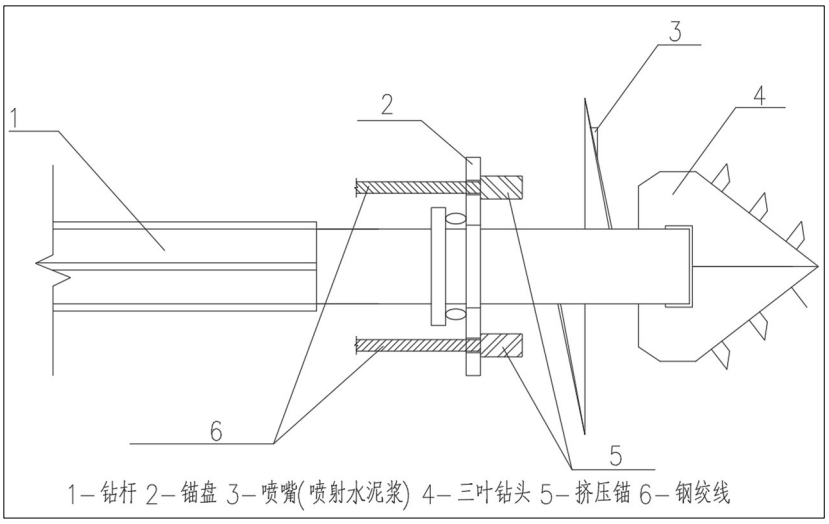

图 B.0.4 旋喷搅拌锚桩钻头大样

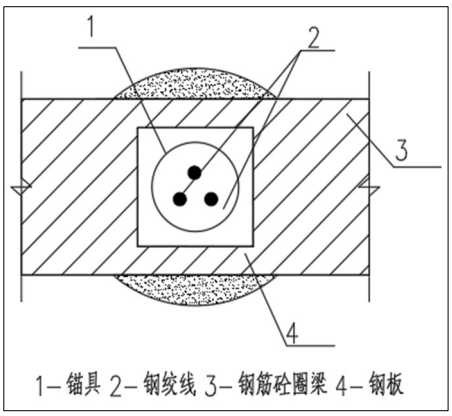

图 B.0.5 预应力锚杆锚锚头大样图

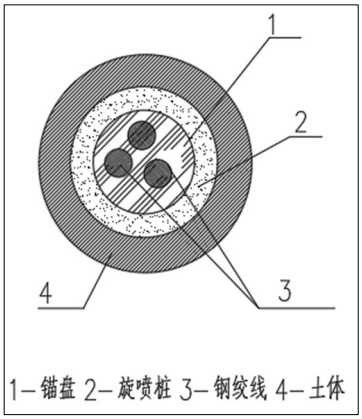

图 B.0.6 锚桩横截面大样图

附录 C 旋喷锚杆施工记录

表 C.0.1 锚杆施工记录表

工程名称			施工时间	年　月　日	
工程部位			施工图号		
锚杆类型			锚杆布置形式		
锚杆单根长（m）		锚杆根数（根）		锚杆直径（mm）	
注浆材料			注浆液配比		

编号	孔位间距（cm）	孔深（cm）	外露长度（cm）	注浆压力（MPa）	注浆量（m^3）
布置草图					

记录员：　　质检员：　　技术负责人：　　监理工程师：　　年　月　日

表 C.0.2 锚杆钻孔施工记录表

工程名称				工程部位				
设计钻孔长度（m）		设计钻孔直径（mm）		钻机型号		钻孔日期		
锚杆编号	地层类别	钻孔直径（mm）	套管外径(mm)	钻孔时间	钻孔长度（m）	套管长度（m）	钻孔倾角（a°）	备注
注：①备注栏记录钻孔过程中出现的情况，如塌孔、缩颈、地下水及相应的处理方法。								

工长：　　质检员：　　技术负责人：　　监理工程师：　　年　月　日

表 C.0.3 锚杆注浆施工记录表

工程名称					工程部位			
注浆设备					注浆日期			
锚杆编号	地层类别	注浆部位	注浆材料及配合比	注浆开始时间	注浆终止时间	注浆压力（Mpa）	注浆量（L）	备注
注：注浆材料及配合比应包括外加剂的名称及掺量。								

工长：　　质检员：　　技术负责人：　　监理工程师：　　年　　月　　日

本规程用词说明

1 为便于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：

正面词采用“必须”反面词采用“严禁”；

表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”反面词采用“不应”或“不得”；

2）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：正面词采用“直”，反面词采用“不宜”；

3）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或”应按…….执行”。

引用标准名录

1 《高压喷射扩大头锚杆技术规程》JGJ/T282

2 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规程>GB50086

3 《建筑地基基础设计规范》GB50007

4 《建筑结构荷载规范》GB50009

5 《混凝土结构设计规范》GB50010

6 《岩土工程勘察规范》GB50021

7 《建筑边坡工程技术规范》GB50330

8 《通用硅酸盐水泥》GB175

9 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370

10 《混凝土用水标准》JGJ63

11 《建筑基坑支护技术规程 》 JGJ120

12 《锚杆检测与监测技术规程》 JGJT401

13 《抗浮锚杆技术规程》YB／T4659

条文说明

条文中指定应按其他有关标准执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。非必须按所指定的标准执行时，写法为“可参照……执行”。

制订说明

《旋喷锚杆施工技术规程》编制过程中，编制组总结了我国工程建设的相关实践经验，同时参考了国内有关锚杆施工标准。

为了便于广大施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《旋喷锚杆施工技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中须注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 录

1 总　则 37
2 术语和符号 38
3 基本规定 39
4 工程环境核查 39
4.1 环境调查 40
5 施工 41
5.1 一般规定 41
5.2 杆体制作 41
5.3 钻孔 43
5.4 杆体安放 43
5.5 旋喷注浆 44
5.6 张拉和锁定 45
5.7 拆除回收 45
6 试验及检测 47
6.1 一般规定 47
6.2 试验 47
7 工程质量验收 48
8 工程监测 49
8.1 一般规定 49
8.2 锚杆监测 49

1 总　则

1.0.1 近年来，随着全国城市建设和市政建设的大力发展，工程建设中的旋喷锚杆技术得到了蓬勃发展，并迅速向其深度和广度推进，取得了许多新的成果和经验。每年会出现成千上万个深大基坑工程、边坡支护工程和抗浮锚杆工程。基坑支护技术中的复合土钉支护、桩（墙）+预应力锚索支护得到广泛应用。

目前地下空间开发用地紧张，预应力锚杆常常会超越用地红线，作为临时性支护结构的预应力锚索若不拆除将成为地下障碍物，对后期的地下空间开发增加很大施工难度，尤其是对盾构法隧道施工，且后期清除代价巨大。通过近十年的研究开发和工程应用，锚杆拆除回收等方面都有了系统性的进步，各地研发了多种可回收锚杆杆件产品，并且分别有对应的施工工艺，可结合工程实际情况予以采用。

1.0.2 本规程是制定旋喷锚杆施工技术通用标准，力求使本规程的共性技术问题与各行业的现行规范相一致，适用于建筑工程旋喷锚杆的施工与质量检验，市政工程、水利工程、铁路工程、交通工程可根据设计要求采用本规程技术要求；

1.0.4 本规程未明确处，按现行国家标准和相关行业标准执行。

2 术语

本规程对旋喷锚杆施工的常用术语内容做了表述。专业术语的表述力求与国家标准、行业标准相一致。

3 基本规定

3.0.1 建筑工程中旋喷锚杆属于地下隐蔽工程，技术文件的完备性和技术数据的可靠性均直接影响工程质量。设计报告中应包括浆液和主要参数，以及高压喷射的工艺、技术要求、质量标准和检查方法等内容。在工程地质勘察报告中宜包括地层的物理性能指标、地下水质、地下水流速和地下水位变化等资料。

3.0.2 高压旋喷的有效直径或喷射范围、不同地层的提升速度，以及浆液材料的类别与配合比等，宜通过单孔旋喷试验取得。

3.0.3 锚杆的监测和维护管理，对基坑和边坡支护锚杆应按照基坑和边坡的要求执行；对抗浮锚杆应按照锚杆所连接的主体建筑物的要求执行。

3.0.4 除不应使用的地层外，对于含有较多漂石、块石的地层，以及坚硬密实的其他土层，因高压喷射流可能受到阻挡或削弱，冲击破碎力和影响范围急剧下降，旋喷扩体可能达不到设计要求，因此应当预先进行现场试验。

4 周边环境核查

4.0.1 周边环境核查

周边环境调查的主要目的是查明锚杆施工的可能性，以及锚杆施工对周边环境带来有害影响等，并可能涉及法律问题。应查明与邻地边界的距离，是否需要借用邻地，临时锚杆今后是否需要拆除杆体，调查清楚锚杆施工给邻近既有建筑物、周边地下埋设物、周边道路等带来的影响，分析评估施工过程的噪声、振动等是否周围居民带来影响，调查建筑用地周边的地下水利用情况，并分析锚杆施工是否会给周边居民带来影响。

以往的挖填方及人类活动影响地层应力历史和锚固地层的性状与稳定性；临近建构筑物会对锚固结构形成附加荷载，对锚固结构的变形及安全度要求更高； 地下管线及构筑物可能对锚杆施工形成障碍，并提出更严格的保护要求，避免锚杆施工及锚固结构变形对产生污染和破坏，因此也作为主要的调查内容。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.3 旋喷锚杆施工应采用专用设备，这是确保工程质量的基础。

5.1.4 旋喷直径和锚杆抗拔力与地层条件、设备能力和施工工艺有关，因此，在正式施工前应进行现场试验。

旋喷直径的现场开挖量测可在较浅的相同地质单元或土层中进行。旋喷直径的试验检验除本条规定的两种方法之外，有条件时还可以采用其他可靠的方法。目前所能进行的旋喷直径检测大多为间接方法，抗拔力检测为直接方法，因此当两者出现矛盾时应以抗拔力检测结果为依据调整有关设计参数(如扩大头直径、长度、抗拔力计算参数等)。

旋喷锚杆施工质量应根据设计要求的工艺参数进行过程控制，钻机具备自动监测记录的功能，可较好地确保施工监测记录客观、真实、可靠。

应根据设计要求、场地条件选择旋喷锚杆，锚固段上覆土层厚度较小时，易造成土体强度破坏后隆起、开裂，注浆时应合理选定注浆压力、稳压时间、注浆工艺、注浆量等。锚杆孔位在地下水水头标高以下时，应采取有针对性的措施，防止水土流失，影响周边道路管线、建筑物的正常使用。锚杆施工过程中应加强现场巡视，发现异常情况，立即停止施工作业，分析原因，问题解决后方可继续作业，必要时可调整施工工艺、设计方案。水泥浆液在拌制过程中，应做好封闭措施，对粉尘进行有效控制。基坑降水或疏干期间，应优先使用地下水作为锚杆的施工用水。

高渗透性动水地层及大孔隙地层锚杆成孔和注浆都存在浆液流失问题，可能造成塌孔及锚杆锚固失效，会对周边环境造成严重影响。因此施工前应进行充分的技术论证，必要时应进行钻孔压水试验确定地层透水性。为保证锚杆成孔和注浆质量，可采取套管护壁成孔、加大浆液稳定性以及采用囊式注浆、多次补浆注浆工艺等技术措施。

锚杆施工应进行全过程控制，不仅需要控制施工工艺参数，施工方还需要及时进行预验收试验，避免大面积施工后，如承载力不满足设计要求，造成经济损失的加剧。

5.2 杆体制作

5.2.1 钢锚杆杆体尤其是钢绞线不得采用电焊等高温方式熔断。钢绞线的力学性能对表面的机械损伤非常敏感，应避免擦刮、碰撞、锤击等，否则应报废。

钢绞线的下料长度应考虑承载构件、张拉长度的要求，在设计长度的基础上留有足够的富余量。因预应力扩大头锚杆自由段较长，杆体定位支架应在包括自由段的全长范围内设置。

一般情况，钢绞线下料长度=钻孔深度+围檩高度+锚垫板厚度+锚具高度+张拉千斤顶长度+外余量，外余量一般不小于 10cm，对于监测位置还应增加轴力计高度。对于回转类锚杆，钢绞线的下料长度按前述计算值的两倍考虑。钢绞线采用切割机下料，切口要整齐，无散头现象。杆体制作在专门的平台上进行，平台起伏差不得大于 5cm，制作时，钢绞线和各种管路应平顺平摊于工作台上，并对其进行编号或标记，以便后续各道工序的施工。对中支架及隔离支架与钢绞线之间应牢固绑扎。制作好的杆体要求外表面光滑，各种管道通畅，管口做好临时封闭。杆体的存放点要求严格防潮、防水、防污染。

5.2.4 杆体定位支架是杆体获得注浆体保护层厚度的必要条件，对永久性钢筋锚杆，定位支架的布设间距应取 1.0m，其他情况可取 1.0m~1.5m。当杆体采用预应力混凝土用螺纹钢筋时，严格禁止采用任何电焊操作，哪怕在杆体上轻轻点焊，也对杆体强度有较大损伤，必须杜绝。

拉力型锚杆(图 1)应由与注浆体直接粘结的杆体锚固段、自由段和锚头组成。

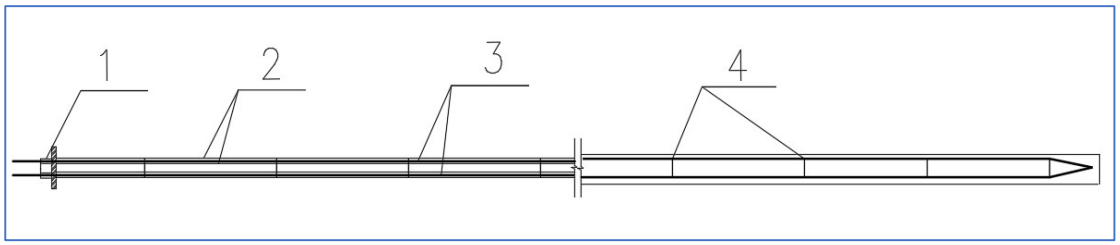

图 1 拉力型锚杆结构简图

1-锚具　2-保护套管　3-筋体　4-对中支架

压力型锚杆(图 2)应由不与灌浆体相互粘结的带隔离防护层的杆体和位于杆体底端的承载体及锚具组成。

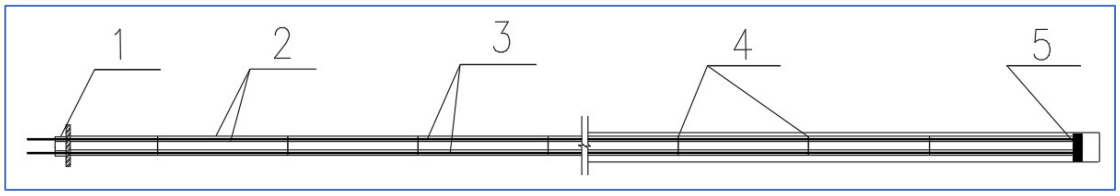

图 2 压力型锚杆结构简图

1-锚具　2-保护套管　3-筋体　4-对中支架　5-承载体

可回收锚杆宜采用压力型锚杆。构造一般包括锚具、筋体、保护套管、承载体和解锁装置。

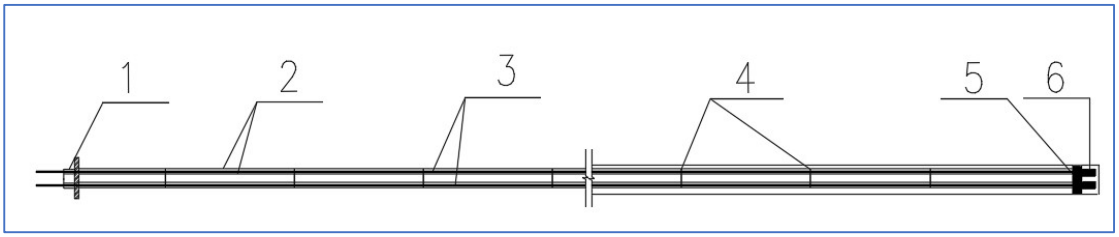

图 3 可回收锚杆结构简图

1-锚具　2-保护套管　3-筋体　4-对中支架　5-承载体　6-解锁装置

囊式扩体锚杆通过压力注浆向外均匀挤压，保障索体置中，囊式扩体段对周围土体挤压作用，可增加锚杆抗拔力。构造一般包括锚具、筋体、保护套管、注浆管、密封组件、囊体和导向帽。

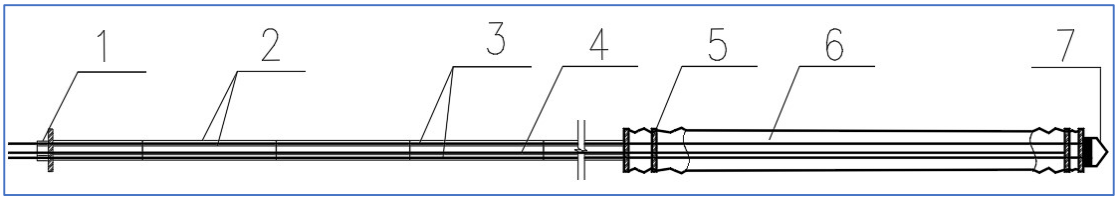

图 4 囊式扩体锚杆结构简图

1-锚具　2-保护套管　3-筋体　4-注浆管　5-密封组件　6-囊体　7-导向帽

5.3 钻孔

5.3.1 采用套管护壁钻孔，对后续杆体安放有利。因此，除土层稳定的竖向锚杆以外，均推荐采用套管护壁钻孔；对回转型锚杆，因杆体安放时对孔壁有挤压作用，应采用套管护壁钻孔。

5.3.2 锚杆施工应根据地层情况、锚杆位置、孔径、长度和角度等选择对周边环境及地层扰动最小的成孔方式。套管护壁钻孔是指采用套管跟进护壁的钻孔方式。套管护壁钻孔对钻孔周边扰动小，可有效防止钻孔时的塌孔现象，有利于保证灌浆饱满度和灌浆质量，提高孔壁地层与灌浆体的粘结强度，故本条规定锚杆位于地下水位以下和软弱松散地层时应采用套管护壁成孔工艺。

5.4 杆体安放

5.4.1 扩孔完成后，应立即取出喷管并迅速将杆体放入锚孔直到设计深度，以免浆液沉淀和凝固导致增加杆体放人的难度，采用套管钻礼的，应在杆体放人到位后立即取出套管，以免增加套管取出的难度。

杆体使用过程中，如出现隔离套管破损、松动等情况，应立即更换，因上述情况会直接导致水泥浆流入管体，抱死钢绞线，影响回收。

因回转类锚杆每根钢绞线均绕过承载体回转 180°，故每根钢绞线的两个端头均为外露端，如同一根钢绞线的两个外露端未同时张拉，存在把整根钢绞线拔出的风险，故需对各单元锚杆杆体外露端按筋材的长短顺序进行分组标记，防止误张拉。

荷载分散型锚杆组装时对各单元锚杆的外露端作出明显标记是为了荷载分散的张拉。

5.5 旋喷注浆

5.5.2 旋喷锚杆的施工参数中压力、提升速度、扩孔遍数是最重要的工艺参数，应予以足够的重视。在通过试验或工程经验初步确定之后，在正式施工前应进行试验性施工验证，在施工中应严格按经试验确定的参数执行。

有工期要求时，可采用同强度等级的早强水泥，但不推荐掺人速凝剂、早强剂等外加剂。

水泥浆液的水灰比不宜太低，以免影响旋喷锚杆的效果。

高压管长度不宜太长，以免产生较大的压力损失，影响旋喷锚杆效果。

目前的设备能力，喷管长度一般为 2m 左右，当扩大头设计长度大于 2m 时，须分段扩孔。为保证整个扩大头段的连续性，施工时进行适当的搭接是必要的。

高压喷射扩孔是一个过程，实现过程控制是保障质量的重要手段。因此，如实准确地记录各项数据，是质量管理的一个重要环节。在扩孔施工过程中，压力骤降或骤升都属于不正常情况，应立即停止作业，查明原因，排除故障，恢复正常后才能恢复扩孔作业。

注浆的目的是将钻孔和扩孔的泥浆和较稀的水泥浆置换出来，因此，注浆管的出浆口插人孔底并且保持连续不断地灌注是非常重要的。注浆浆液不能过稀，以确保能将泥浆和较稀的水泥浆置换出来，形成强度较高的注浆体。有条件进行水泥砂浆注浆时，砂浆的水灰比在满足可注性的条件下应尽量小，具体根据注浆设备性能确定。

水泥浆的配合比直接影响浆体的强度、密实性和注浆作业的顺利进行。水灰比太小，可注性差，易堵管，影响注浆作业的正常进行；水灰比太大，浆液易离析，注浆体密实度不易保证，硬化过程中易收缩，浆体强度损失较大，将影响锚固效果。所以施工前，有必要对水泥浆进行配比试验，使浆体的流动性和强度能够满足设计和施工工艺要求。

旋喷锚杆的施工参数中注浆压力、进尺速度、旋喷管转速、喷浆量是最重要的工艺参数，在通过试验或工程经验初步确定之后，正式施工前应进行试验性施工验证，并在施工中严格加以控制。喷射压力和旋喷体的直径有关，对于变截面的扩体型锚杆不同的旋喷体直径对应压力不同。在旋喷扩孔过程中，出现压力骤然下降或上升都属于不正常情况，应立即停止作业，查明原因，排除故障，压力恢复正常后才能恢复扩孔作业。

5.6 张拉和锁定

5.6.3 锚杆的张拉及锁定需要对张拉设备的选型、张拉预紧、张拉顺序等方面进行控制。张拉设备需要重新标定的情况包括：新千斤顶初次使用；千斤顶、油压表、油管进行更换或维修后；千斤顶主缸活塞漏油或有串缸现象；标定有效期超过六个月或使用超过 200 次。

5.6.6 锚杆张拉和锁定是锚杆施工的最后一道工序，对台座、锚具的检查控制是十分必要的。应重视在正式张拉前取 10%~20%抗拔力特征值进行的预张拉。为调平摆正自由段，必要时还可以在预张拉过程卸下千斤顶重新安装夹片。

5.6.7 锁定时，为了达到设计要求的张拉锁定值，锁定荷载应高于张拉锁定值，根据经验一般可取张拉锁定值的 1.10 倍~1.15 倍，必要时可采用拉力传感器和油压千斤顶现场对比测试确定。

在主体结构施工期间，结构竖向荷载(包括建筑物的自重、上覆土重以及其他恒载)的增加对预应力锚杆的锁定是有影响的，设计时应充分考虑，确定合理的锁定时间和张拉锁定值。

5.6.11 锚杆张拉过程中，要有专业人员在现场做好质量验收和相关指导，发现问题及时处理。根据锚杆张拉时的实际变形量与理论变形量的对比，可以判断锚杆的施工质量，当实际变形量小于理论变形量时，说明锚杆端部解锁系统可能被破坏，如内部已灌入水泥浆；当实际变形量大于理论变形量时，说明锚杆承载体部位的注浆体强度可能不足，已张拉破坏。

5.6.14 因土层的蠕变性，当锚杆的使用周期较长时，一般会损失较多的预加力，这就需要对锚杆进行补张拉，所以锚具外应需要留有满足张拉要求的筋材长度，并避免在土方开挖过程对外露锚具及筋材的破坏。如土方开挖或地下室施工过程造成外露钢绞线弯曲破坏，也会影响锚杆回收。

5.7 拆除回收

5.7.1 锚杆回收设计时，即要考虑基坑向下开挖土方时锚杆施工工况，也要考虑地下结构向上施工时锚杆的回收工况。设计回收工况是根据地下室层高、楼板、顶板位置及支护结构的受力、施工条件等综合考虑，在回收筋体前，需要设置换撑板带，验算当前围护结构体系能否满足强度及变形控制要求，回收时应确保锚杆所在的支护结构安全性，如果未达到设计规定的锚杆回收条件进行拆除，至使支护结构受力超越设计状态，会对基坑周边环境和已施工的地下结构、人员的生命安全造成严重后果。

5.7.2 可回收锚杆不同产品的解锁机构、回收工艺都有些不同，作业空间也会有不同的要求。锚杆设计长度超过一定值后有些产品的回收难度也会加大，回收率降低；有些回收锚的承载体长度较长，回收后残留段还有 1.0～2.0m；回收锚杆类型的选用还会受项目所在地区产品市场供应及使用经验的影响；因此应综合考虑各方面因素，合理选择产品类型。

一般情况下锚杆短筋体的拆除相比锚杆长筋体更简单容易，受锚杆制作、孔内插入杆体的施工影响，筋体有时会在锚杆体内扭成麻花，优先拆除短锚杆筋体有利于长锚索的拆除。

目前市场上有多款免千斤顶的自卸锚具，作为一种工具式的可回收锚头，回收时可以不采用千斤顶解除锚杆预应力、不使用电源、要求的施工空间较小、自卸锚具可以方便重复使用，是一种低碳环保的绿色产品，由于其解除锚杆卸压是通过人工扳手旋松螺母进行的，要求用板手均匀、对称扭松外解锁模具两侧的螺母，均衡平稳释放筋体预应力，直至预应力释放为零。不同的产品应根据使用说明要求进行锚头拆除卸压。

6 试验及检测

6.1 一般规定

6.1.4 锚杆试验应防止试验结果中掘入杆体自身的非线性变形量。

6.1.7 旋喷锚杆锚固段锚固体为注浆体与周围土体的结合体，锚杆张拉时间难以通过结合体强度进行判定，因此本条规定以注浆体水泥浆试块强度作为锚杆可否张拉判定条件。

6.2 试验

6.2.1 基本试验

本条所指的地层条件是指整个工程的地层条件基本相同或相似的情况，基本试验可只做不少于 3 根的一组试验，若地层性态相差较大，则应根据情况，增做一组或多组基本试验。

6.2.2 蠕变试验

蠕变率是反映锚杆蠕变特性的一个主要参数，它表明蠕变的变化趋势，由此可判断锚杆的长期工作性能。据资料推算，最大试验荷载作用下的锚杆蠕变率不大于 2.0mm/对数周期，则意味着在 30 分钟至 50 年内，锚杆蠕变量约为 12mm。

6.2.3 验收试验

本条为强制性条文。预应力锚杆的验收试验是检验锚杆的抗拉承载力，筋体受拉自由段长度和蠕变率能否满足设计与规范要求，判别锚杆质量是否合格的唯一科学而可靠的方法。若不对每根工程锚杆严格地按规范规定要求进行验收试验，势必会在锚固工程中或多或少地混有一些不合格锚杆，大大增加锚固工程的安全风险。

根据预应力锚杆实测的弹性变形与理论计算的弹性变形进行比较可以评价工程锚杆的质量和性能。当实测的锚杆弹性伸长偏离本条规定的上限值，并远大于自由段长度理论计算的弹性变形时，表明锚固体产生了明显的塑性变形或拉力型锚杆预应力筋与旋喷体之间的粘结破坏或压力型锚杆承压板(承载体)附近的旋喷体被压坏;当实测的锚杆弹性变形偏离本条规定的下限值，并远小于自由段长度理论计算的弹性变形时，表明自由段预应力筋的非粘结长度不符合设计要求，这就意味着部分锚固段长度位于滑移区或破坏区内，实测得到的有效抗拔力是不真实的，其后期预应力损失也会较大，锚固效果较差。

7 工程质量验收

7.1.1 旋喷锚杆的受拉承载力检验由锚杆的验收试验确定结果。

7.2-7.3 当对锚杆的性能有特殊要求时，可增加质量检验项目及其验收标准。

8 工程监测

8.1 一般规定

8.1.1 在旋喷锚杆工程施工过程与使用阶段，坚持工程安全状态监测和维护，是保证锚固工程长期稳定的有效手段之一。根据工程监测结果，可对锚固工程的安全状态作出科学的判断，一旦发现锚固结构物变形或锚杆拉力值等监测数据出现异常，存在安全隐患，可尽快实施补救措施，规避工程安全风险。必须对永久性锚固工程及安全等级为Ⅰ级的临时性锚固工程进行长期监测。

8.2 锚杆监测

8.2.1-8.2.4 由于地质条件可能与设计采用的土的物理、力学参数不符，且基坑支护结构在施工期和使用期可能出现土层含水量、基坑周边荷载、施工条件等自然因素和人为因素的变化，通过锚杆监测可以及时掌握支护结构受力状态是否在正常设计状态之内。当出现异常时，以便采取应急措施。锚杆监测是预防不测，保证支护结构和周边环境安全的重要手段。