**中国工程建设标准化协会标准**

**装配整体式混凝土结构****套筒灌浆质量检测技术规程**

**Technical specification for inspection of sleeve grouting quality of monolithic precast concrete structure**

**（征求意见稿）**

**2019年**

**前言**

**根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2017年第二批工程建设协会标准制定、修订计划>的通知》（建标协字[2017]031号）的要求，编制组经广泛调研，开展专题研究，认真总结工程实践经验，参考国内外相关标准和规范，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。**

**本规程共分7章和4个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、预埋传感器法、预埋钢丝拉拔法、钻孔内窥镜法、X射线数字成像法等。**

**本规程由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会归口管理，由上海市建筑科学研究院（集团）有限公司负责解释。在执行本规程过程中，如有意见和建议，请寄送解释单位（地址：上海市宛平南路75号；邮编：200032；电子邮箱：jgsrd@sribs.com.cn）。**

**主编单位：上海市建筑科学研究院（集团）有限公司**

**参编单位：**

**参加单位：**

**主要起草人：**

**主要审查人：**

**目 次**

[**1 总则** 1](#_Toc18579308)

[**2 术语** 2](#_Toc18579309)

[**3 基本规定** 4](#_Toc18579310)

[**3.1 检测分类与检测方法** 4](#_Toc18579311)

[**3.2 检测工作的程序与要求** 5](#_Toc18579312)

[**3.3 检测方式、检测数量与检测位置** 7](#_Toc18579313)

[**3.4 检测报告** 8](#_Toc18579314)

[**4 预埋传感器法** 10](#_Toc18579315)

[**4.1 一般规定** 10](#_Toc18579316)

[**4.2 检测设备的技术要求** 10](#_Toc18579317)

[**4.3 检测流程与方法** 11](#_Toc18579318)

[**4.4 判定准则** 12](#_Toc18579319)

[**5 预埋钢丝拉拔法** 13](#_Toc18579320)

[**5.1 一般规定** 13](#_Toc18579321)

[**5.2 检测设备的技术要求** 13](#_Toc18579322)

[**5.3 检测流程与方法** 14](#_Toc18579323)

[**5.4 判定准则** 15](#_Toc18579324)

[**6 钻孔内窥镜法** 16](#_Toc18579325)

[**6.1 一般规定** 16](#_Toc18579326)

[**6.2 检测设备的技术要求** 16](#_Toc18579327)

[**6.3 检测流程与方法** 16](#_Toc18579328)

[**6.4 判定准则** 18](#_Toc18579329)

[**7 X射线数字成像法** 20](#_Toc18579330)

[**7.1 一般规定** 20](#_Toc18579331)

[**7.2 检测设备的技术要求** 20](#_Toc18579332)

[**7.3 检测流程与方法** 21](#_Toc18579333)

[**7.4 判定准则** 22](#_Toc18579334)

[**附录A 预埋传感器法原始记录表** 24](#_Toc18579335)

[**附录B 预埋钢丝拉拔法原始记录表** 25](#_Toc18579336)

[**附录C 钻孔内窥镜法原始记录表** 26](#_Toc18579337)

[**附录D X射线数字成像法原始记录表** 27](#_Toc18579338)

[**本规程用词说明** 28](#_Toc18579339)

[**引用标准名录** 29](#_Toc18579340)

**Contents**

[**1 General provisions** 1](#_Toc18579308)

[**2 Terms** 2](#_Toc18579309)

[**3 Basic repuirements** 4](#_Toc18579310)

[**3.1 Classification and methods of inspection** 4](#_Toc18579311)

[**3.2 Program and requirement of inspection** 5](#_Toc18579312)

[**3.3 Methods, quantity and location of inspection** 7](#_Toc18579313)

[**3.4 Report of inspection** 8](#_Toc18579314)

[**4 Embedded sensor method** 10](#_Toc18579315)

[**4.1 General requirment** 10](#_Toc18579316)

[**4.2 Technical requirements for inspection apparatus** 10](#_Toc18579317)

[**4.3 Process and methods of inspection** 11](#_Toc18579318)

[**4.4 Decision criterion** 12](#_Toc18579319)

[**5 Embedded steel wire drawing method** 13](#_Toc18579320)

[**5.1 General requirment** 13](#_Toc18579321)

[**5.2 Technical requirements for inspection apparatus** 13](#_Toc18579322)

[**5.3 Process and methods of inspection** 14](#_Toc18579323)

[**5.4 Decision criterion** 15](#_Toc18579324)

[**6 Drilled hole endoscope method** 16](#_Toc18579325)

[**6.1 General requirment** 16](#_Toc18579326)

[**6.2 Technical requirements for inspection apparatus** 16](#_Toc18579327)

[**6.3 Process and methods of inspection** 16](#_Toc18579328)

[**6.4 Decision criterion** 18](#_Toc18579329)

[**7 X-ray digital radiography method** 20](#_Toc18579330)

[**7.1 General requirment** 20](#_Toc18579331)

[**7.2 Technical requirements for inspection apparatus** 20](#_Toc18579332)

[**7.3 Process and methods of inspection** 21](#_Toc18579333)

[**7.4 Decision criterion** 22](#_Toc18579334)

[**Appendix A Original record table for embedded sensor method** 24](#_Toc18579335)

[**Appendix B Original record table for embedded steel wire drawing method** 25](#_Toc18579336)

[**Appendix C Original record table for drilled hole endoscope method** 26](#_Toc18579337)

[**Appendix D Original record table for X-ray digital radiography method** 27](#_Toc18579338)

[**Explanation of wording in this standard** 28](#_Toc18579339)

**[List of quoted provisions](#_Toc18579340)** [29](#_Toc18579340)

**1 总则**

**1.0.1 为保证装配整体式混凝土结构钢筋连接用灌浆套筒的灌浆质量，规范灌浆质量的检测方法，制定本规程。**

[条文说明] 本条是编制本规程的宗旨。套筒灌浆质量检测得到的数据与结论是评定钢筋套筒灌浆连接可靠的依据。

**1.0.2 本规程适用于装配整体式混凝土结构钢筋连接用灌浆套筒灌浆质量的现场检测。**

[条文说明] 本条规定了本规程的适用范围，包括在建阶段和建成阶段的工程。“在建阶段”主要指装配整体式混凝土结构安装施工与竣工验收阶段，“建成阶段”主要指装配整体式混凝土结构开始服役或已经服役一定年限。本规程主要适用于套筒灌浆连接接头，对于其他灌浆连接（非套筒）接头，也可参照本规程检测灌浆质量。

**1.0.3 装配整体式混凝土结构钢筋连接用灌浆套筒灌浆质量的现场检测，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。**

[条文说明] 套筒灌浆质量是涵盖材料、部品、现场控制水平等一系列要素的总和，核心要素包括现场灌浆料强度、灌浆饱满度和灌浆密实度等。关于材料和部品的基本性能，以及型式检验、工艺检验、现场灌浆料强度检测等，在国家现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398、《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355中作出了规定。本规程主要对现场套筒灌浆饱满度和灌浆密实度的检测方法作出规定，以完善有关套筒灌浆质量的标准体系。

与本规程相关的国家现行标准还有：《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344、《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1等。

**2 术语**

**2.0.1 装配整体式混凝土结构 monolithic precast concrete structure**

**由预制混凝土构件通过可靠的方式进行连接并与现场后浇混凝土、水泥基灌浆料形成整体的装配式混凝土结构。**

**2.0.2 灌浆饱满度 grouting plumpness**

**钢筋套筒灌浆连接灌浆结束并稳定后，套筒内水泥基灌浆料界面到达出浆孔位置的程度。**

**2.0.3 灌浆密实度 grouting compactness**

**钢筋套筒灌浆连接灌浆结束并稳定后，套筒内部除去孔洞、夹杂等灌浆缺陷后的填充程度。**

**2.0.4 预埋传感器法 embedded sensor method**

**灌浆前在套筒出浆孔预埋阻尼振动传感器，灌浆结束后5min，通过传感器数据采集系统获得的振动能量值来判定灌浆饱满度的方法。**

**2.0.****5 预埋钢丝拉拔法 embedded steel wire drawing method**

**灌浆前在套筒出浆孔预埋高强不锈钢钢丝，灌浆结束后自然养护3d，对预埋钢丝进行拉拔，通过拉拔荷载值来判定灌浆饱满度的方法。**

**2.0.6 钻孔内窥镜法 drilled hole endoscope method**

**在套筒出浆孔或其他位置钻孔形成孔道，然后通过内窥镜测量灌浆缺陷深度值来判定灌浆饱满度的方法。**

**2.0.7 X射线数字成像法 X-ray digital radiography method**

**用X射线透照预制混凝土构件，通过平板探测器接收图像信息并进行数字成像来判定套筒灌浆饱满度和灌浆密实度的方法。**

**2.0.8** **归一化灰度值 normalized grayscale value**

**用于定量描述灰度图像明暗程度的0~1之间的数值。**

**3 基本规定**

**3.1 检测分类与检测方法**

**3.1.1** **装配整体式混凝土结构钢筋连接用灌浆套筒灌浆质量的现场检测应分为施工及验收阶段检测、建成阶段检测。**

**3.1.2 施工及验收阶段检测应根据检测目的、结构状况和现场条件选择适宜的检测方法。检测方法可按表3.1.2选择。**

**表3.1.2 检测方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **检测方法** | **检测指标** | **适用范围** | **备注** |
| 1 | 预埋传感器法 | 饱满度 | 事先预埋传感器，灌浆结束后5min检测 | 如检测套筒灌浆不饱满，应立即进行二次灌浆 |
| 2 | 预埋钢丝拉拔法 | 饱满度 | 事先预埋高强不锈钢钢丝，灌浆结束后3d检测 | 钢丝拉拔前应避免受到扰动 |
| 3 | 钻孔内窥镜法 | 饱满度 | 灌浆结束后不少于3d检测 | 钻孔时应避免损伤套筒内部钢筋 |
| 4 | X射线数字成像法 | 饱满度与密实度 | 灌浆结束后不少于7d检测，套筒单排布置或梅花形布置 | 现场应做好X射线防护工作 |

[条文说明] 本条列举的各种检测方法，均经过大量实验室试验和实际工程验证，满足可靠性要求。各种检测方法均有不同的适用对象、适用阶段和工作要求，需要根据具体检测情形予以选用，也可采用局部破损法进行验证。

**3.1.3 装配整体式混凝土结构已经建成，需要了解套筒灌浆质量时，应进行建成阶段检测。检测方法可采用钻孔内窥镜法或X射线数字成像法。**

[条文说明] 对于已经建成的装配整体式混凝土结构，套筒出浆孔已经不具备提前预埋的条件，因此，无法采用预埋传感器法或预埋钢丝拉拔法，可采用钻孔内窥镜法或X射线数字成像法。

**3.1.4 当采用检测单位自行开发或引进的检测方法时，应符合下列规定：**

**1 方法应通过技术鉴定；**

**2 方法应已与成熟的方法进行比对试验；**

**3 检测单位应有相应的检测细则，并应提供测试误差或测试结果的不确定度；**

**4 在检测方案中应予以说明并经委托方同意。**

[条文说明] 为了促进检测技术的发展，鼓励检测单位开发或引进检测仪器及检测方法。本条对采用检测单位自行开发或引进的检测仪器及检测方法时应遵守的规定提出要求。比如，北京市建筑设计研究院有限公司开发了一种检测方法，在套筒出浆孔上部预留一个孔，通过该孔伸入内窥镜可检测套筒灌浆饱满程度，如检测灌浆不饱满，还可以通过该孔进行补灌。该方法融合检测与补灌于一体，具备较好的应用前景。

**3.2 检测工作的程序与要求**

**3.2.1 装配整体式混凝土结构钢筋连接用灌浆套筒灌浆质量的现场检测宜按图3.2.1的程序进行。**



**图3.2.1 检测工作程序框图**

**3.2.2 检测所用仪器、设备的适用范围和检测精度应满足检测项目的要求。检测时应确保所使用的仪器、设备在检定或校准周期内，并应处于正常状态。**

**3.2.3 现场检测获取的数据或信息应符合下列规定:**

**1 人工记录时，宜用专用表格，并应做到数据准确、字迹清晰、信息完整，不应追记、涂改，当有笔误时，应进行杠改并签字确认；**

**2 仪器自动记录的数据应妥善保存，宜打印输出后经现场检测人员校对确认；**

**3 图像信息应标明获取信息的时间和位置；**

**4 原始记录应由检测人员和记录人员签字。**

**3.2.4 检测机构和检测人员应满足下列要求：**

**1 检测机构应满足国家、行业规定的有关资质要求；**

**2 检测机构应具备健全的质量管理体系和相应的技术能力；**

**3 现场检测工作应由至少两名检测人员承担，检测人员应经过培训并取得上岗资格。**

**3.2.5 装配整体式混凝土结构钢筋连接用灌浆套筒灌浆质量的现场检测工作结束后，应及时修补因检测造成的结构或构件局部的损伤。修补后的结构构件，应满足承载力的要求。**

**3.3 检测方式、检测数量与检测位置**

**3.3.1 装配整体式混凝土结构钢筋连接用灌浆套筒灌浆质量的现场检测可根据具体情况采取全数检测或抽样检测两种检测方式。抽样检测时，应随机抽取样本，当不具备随机抽样条件时，可按约定方法抽取样本。**

**3.3.2 检测方式的选择应符合下列规定：**

**1 当受检范围较小、构件数量较少或委托方要求时，宜选择全数检测方式；**

**2 当选择抽样检测方式时，测试样本应选择重要性程度较高、对施工质量有疑问等具有代表性的部位。**

**3.3.3 当采用预埋传感器法或预埋钢丝拉拔法检测时，检测数量和检测位置应符合下列规定：**

**1 检测总数不宜少于灌浆套筒总数的10%，装配首层检测数量不宜少于首层灌浆套筒总数的20%；**

**2 装配首层的检测位置应覆盖所有采用套筒灌浆连接的预制构件；**

**3 其他装配楼层的检测位置应覆盖所有采用套筒灌浆连接的预制构件类型，且每种预制构件类型至少应覆盖3个构件，当某种预制构件类型的构件数量少于3个时，应覆盖全部构件。**

[条文说明] 针对预埋传感器法和预埋钢丝拉拔法，本条对检测数量和检测位置作出了具体规定，其中，同一规格大小的预制构件为同一种预制构件类型。

**3.3.4 当采用钻孔内窥镜法或X射线数字成像法检测时，宜根据委托方要求并结合检测项目的特点、现场状况确定检测数量和检测位置。**

**3.4 检测报告**

**3.4.1 检测报告应结论明确、用词规范、文字简练，对于容易混淆的术语和概念应以文字解释或图例、图像说明。**

**3.4.2 检测报告宜包括下列内容：**

**1 委托方名称；**

**2 建筑工程概况，包括工程名称、地址、结构类型、规模、施工日期及现状等；**

**3 建设单位、勘察单位、设计单位（深化设计单位）、预制构件制作单位、施工单位及监理单位名称；**

**4 检测原因、检测目的及以往检测情况概述；**

**5 检测项目、检测方法及依据的标准；**

**6 检测方式、检测数量与检测位置；**

**7 检测项目的主要分类检测数据和汇总结果、检测结果、检测结论；**

**8 检测日期，报告完成日期；**

**9 主检、审核和批准人员的签名；**

**10 检测机构的有效印章。**

**3.4.3 检测机构应就委托方对报告提出的异议作出解释或说明。**

[条文说明] 检测机构应对检测数据和检测结论的真实有效性负责。对检测机构提出的检测结论，委托方未必完全接受，当委托方对报告提出异议时，检测机构应予以解释或说明。

**4 预埋传感器法**

**4.1 一般规定**

**4.1.1 预埋传感器法可用于施工及验收阶段检测套筒灌浆饱满度。**

**4.1.2 采用连通腔灌浆时，单个构件上的测点宜选择****灌浆机连接套筒或距离灌浆机连接套筒较远的套筒；采用单独套筒灌浆时，单个构件上的测点可随机选择。**

[条文说明] 采用连通腔灌浆时，距离灌浆机连接套筒较远的套筒出浆较晚，所经历的总的持压时间相对偏少，浆体回落的概率相对较大；而灌浆机连接套筒由于灌浆机的灌浆管拔出时封堵不及时容易导致浆体回落。因此选择这些位置的套筒进行检测具有代表性。采用单独套筒灌浆时，由于各个套筒灌浆工艺一致，因此测点可随机选择。

**4.2 检测设备的技术要求**

**4.2.1 灌浆饱满度检测仪应符合下列规定：**

**1 灌浆饱满度检测仪幅值线性度应每10.0dB优于±1.0dB，频带宽度应在10kHz~100kHz之间；**

**2 灌浆饱满度检测仪每年应至少校准一次。**

**4.2.2 辅助工具及材料应符合下列规定：**

**1 传感器（图4.2.2）为阻尼振动传感器，端头核心元件直径不应大于10.0mm，与端头核心元件相连的钢管外径应为2.0mm~3.0mm；**

**2 传感器和橡胶塞应集成设计，橡胶塞上钢管穿过孔的孔径应与钢管外径相同，排气孔的孔径不应小于3.0mm；**

**3 传感器在工作状态下的初读数不应小于225。**

[条文说明] 传感器在工作状态下的初读数是指传感器按要求在套筒出浆孔就位后的读数。传感器初读数一般为255，如果检测人员将传感器端头核心元件紧紧抵到套筒内钢筋上，端头核心元件受到较大压力作用，初读数会有所降低，但不应小于225。如果初读数小于225，需调整传感器相对钢筋的位置并重新检读初读数；如果调整后仍不满足要求，需更换传感器并重新检读初读数。



**图4.2.2 传感器示意图**

1——端头核心元件；2——钢管；3——橡胶塞；4——排气孔

**4.3 检测流程与方法**

**4.3.1 采用预埋传感器法检测套筒灌浆饱满度前应做好下列工作：**

**1 应检查检测设备是否正常；**

**2 应记录工程基本信息、执行标准、检测设备信息等。**

**4.3.2 采用预埋传感器法检测套筒灌浆饱满度时应符合下列规定：**

**1 安装时，应将传感器沿套筒出浆孔水平伸至套筒内靠近出浆孔一侧的钢筋表面位置，传感器端头核心元件应呈侧向状态，橡胶塞的排气孔应位于正上方并保持通畅（图4.2.2），橡胶塞应在出浆孔紧固到位；**

**2 灌浆前，应通过灌浆饱满度检测仪检测传感器在工作状态下的初读数，并做好记录；**

**3 采用连通腔灌浆或单独套筒灌浆时，灌浆结束时封堵灌浆孔应及时、快速；**

**4 灌浆结束5min，应再次通过灌浆饱满度检测仪检测传感器的读数，并做好记录。**

[条文说明] 采用连通腔灌浆或单独套筒灌浆时，要求灌浆结束时及时、快速封堵灌浆孔，主要是为了防止灌浆料浆体流失，从而导致套筒内浆体回流。另外，为保证灌浆料浆体能够充分填充各类孔隙，从而达到充分稳定，要求必须在灌浆结束后5min进行检测，不得提前检测。

**4.3.3 采用预埋传感器法检测套筒灌浆饱满度的原始记录可按本规程附录A执行。**

**4.4 判定准则**

**4.4.1 采用预埋传感器法检测套筒灌浆饱满度的判定准则应为：当振动能量值不大于150时，应判定灌浆饱满；当振动能量值大于150时，应判定灌浆不饱满。**

[条文说明] 预埋传感器法检测结果的判定准则充分考虑了全灌浆套筒和半灌浆套筒内部的构造特征、钢筋的锚固要求等因素，并经过大量实验室试验和工程实践验证得出的。

**4.4.2 对首次灌浆不饱满的套筒应立即进行二次灌浆，并应进行复测。**

[条文说明] 预埋传感器法的优点是检测套筒灌浆不饱满时，可及时进行二次灌浆，从而实现了检测与质量管控的一体化、有效提升施工质量。

采用连通腔灌浆时，宜优先从原连通腔灌浆孔进行二次灌浆，从原连通腔灌浆孔无法进行二次灌浆时，可从不饱满套筒的灌浆孔进行二次灌浆。采用单独套筒灌浆时，应从不饱满套筒的灌浆孔进行二次灌浆。

**5 预埋钢丝拉拔法**

**5.1 一般规定**

**5.1.1 预埋钢丝拉拔法可用于施工及验收阶段检测套筒灌浆饱满度。**

**5.1.2采用连通腔灌浆时，单个构件上的测点宜选择灌浆机连接套筒或距离灌浆机连接套筒较远的套筒；采用单独套筒灌浆时，单个构件上的测点可随机选择。**

**5.2 检测设备的技术要求**

**5.2.1 拉拔仪应符合下列规定：**

**1 拉拔仪量程不宜小于10kN，最小分辨率单位不应高于0.01kN；**

**2 拉拔仪每年应至少校准一次。**

**5.2.2 辅助工具及材料应符合下列规定：**

**1 钢丝（图5.2.2）应采用光圆高强不锈钢钢丝，抗拉强度不应低于600MPa，直径应为5.0mm±0.1mm，钢丝应包括锚固段、隔离段和拉拔段；**

**2 钢丝锚固段长度应为30.0mm±0.5mm；**

**3 钢丝隔离段应与灌浆料浆体有效隔离；**

**4 钢丝和橡胶塞应集成设计，橡胶塞上钢丝穿过孔的孔径应与钢丝直径相同；**

**5 钢丝拉拔段长度应满足拉拔仪要求。**

[条文说明] 钢丝要求采用不锈钢，主要是为了排除钢丝锈蚀对钢丝锚固性能的影响。调查表明，不同型号套筒内靠近出浆孔一侧的钢筋表面到出浆孔外边缘的距离均约为30mm，因而锚固长度选择30mm±0.5mm比较符合套筒出浆孔的构造特征。考虑这段长度范围内灌浆料浆体对钢丝的锚固作用，可以有效反映套筒内灌浆的饱满程度，而出浆孔外接PVC管内灌浆料浆体的锚固作用则不考虑，可用穿过钢丝的塑料管进行隔离。塑料管的内径一般较钢丝直径大2.0mm左右，塑料管一端应适当封堵以防止浆体进入塑料管内，另一端要插入开口橡胶塞内一定长度进行固定，插入长度宜为橡胶塞厚度的一半。



**图5.2.2 钢丝示意图**

1——钢丝锚固段；2——钢丝隔离段；3——橡胶塞；4——钢丝拉拔段

**5.3 检测流程与方法**

**5.3.1 采用预埋钢丝拉拔法检测套筒灌浆饱满度前应做好下列工作：**

**1 应检查检测设备是否正常；**

**2 应记录工程基本信息、执行标准、检测设备信息等。**

**5.3.2 采用预埋钢丝拉拔法检测套筒灌浆饱满度时应符合下列规定：**

**1 应根据预制构件表面的出浆孔到套筒内靠近出浆孔一侧的钢筋表面的垂直距离，以及钢丝锚固段的长度，确定钢丝隔离段的长度和橡胶塞在钢丝上的位置；**

**2 将钢丝沿套筒出浆孔插入时，应在橡胶塞和出浆孔之间留有一定空隙，待灌浆料浆体流出时再用橡胶塞封堵出浆孔；**

**3 灌浆结束时封堵灌浆孔应及时、快速；**

**4 灌浆结束后自然养护期间应做好现场防护工作，钢丝不应受到扰动；**

**5 灌浆结束后自然养护3d，应对预埋钢丝实施拉拔；拉拔时，拉拔仪应与预埋钢丝对中连接，加载方向与钢丝轴线方向重合，加载速度应控制在0.15kN/s~0.50kN/s，应连续均匀施加荷载直至钢丝被完全拔出，并记录极限拉拔荷载值，精确至0.1kN。**

**5.3.3 采用预埋钢丝拉拔法检测套筒灌浆饱满度的原始记录可按本规程附录B执行。**

**5.4 判定准则**

**5.4.1 采用预埋钢丝拉拔法检测套筒灌浆饱满度的判定准则应为：取同一批测点极限拉拔荷载值中3个最大值的平均值，平均值的60%记为a，平均值的40%记为b；当测点极限拉拔荷载值大于a且不小于1.5kN时，应判定测点对应套筒灌浆饱满；当测点极限拉拔荷载值小于b或小于1.0kN时，应判定测点对应套筒灌浆不饱满；其他情况应进一步结合内窥镜校核结果进行判定。**

[条文说明] 用内窥镜进行校核，是指利用预埋钢丝拉拔后留下的孔道，将内窥镜的探头伸入套筒内部观测是否存在灌浆缺陷。一般选用探头直径不超过4.0mm的内窥镜。

**5.4.2 对预埋钢丝拉拔法检测灌浆不饱满的套筒，可进行注射补灌。**

[条文说明] 对预埋钢丝拉拔法检测结果为灌浆不饱满的套筒，应首先在出浆孔沿钢丝拉拔预留的孔道进行扩孔，然后通过注射器外接细管进行注射补灌。注射补灌时，出浆孔扩孔孔道的内径与注射器外接细管的外径之差不应小于4mm。具体注射补灌步骤为：① 向注射器内倒入灌浆料；② 将与注射器相连的细管放入钻孔孔道；③ 缓慢推动注射器活塞进行注浆，如果一次注射浆料不足，可重复以上步骤；④ 注射补灌至出浆孔出浆时，继续边注射边拔出注射器，同时用橡胶塞封堵出浆孔。实验室大量试验表明，按以上方式注射补灌后接头性能满足现行国家行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》（JGJ 355-2015）的要求，破型后发现注射补灌可保证套筒内灌浆饱满密实。

**6 钻孔内窥镜法**

**6.1 一般规定**

**6.1.1 钻孔内窥镜法可用于施工及验收阶段、建成阶段检测套筒灌浆饱满度。**

**6.1.2 采用连通腔灌浆时，单个构件上的测点宜选择灌浆机连接套筒或距离灌浆机连接套筒较远的套筒；采用单独套筒灌浆或不能确定灌浆方式时，单个构件上的测点可随机选择。**

**6.2 检测设备的技术要求**

**6.2.1 钻孔设备应符合下列规定：**

**1 钻孔机额定电压宜为220kV，功率不宜小于1000W，夹头可夹最大钻头直径不应小于16mm；**

**2 套筒出浆孔内径与钻头外径之差不应小于2mm，钻头有效工作长度应满足钻孔长度要求。**

**6.2.2 内窥镜应符合下列规定：**

**1 内窥镜探头直径宜为3.5mm~7.0mm；**

**2 内窥镜应具备测量镜头，量程不宜小于50.0mm，最小分辨率单位不宜高于0.01mm；**

**3 内窥镜拍摄像素不应低于40万像素单位。**

[条文说明] 内窥镜宜选用具有三维空间成像和测量功能的工业视频内窥镜。

**6.3 检测流程与方法**

**6.3.1 采用钻孔内窥镜法检测套筒灌浆饱满度前应做好下列工作：**

**1 应确保灌浆龄期不低于3d；**

**2 应检查检测设备是否正常；**

**3 应记录工程基本信息、执行标准、检测设备信息等。**

**6.3.2 采用钻孔内窥镜法检测套筒灌浆饱满度时应符合下列规定：**

**1. 对于未装修的建筑，可通过目测确定套筒和出浆孔的位置；对于已装修的建筑，宜首先结合图纸并通过钢筋探测仪确定套筒位置，然后应局部破损装修层露出套筒出浆孔。**

**2. 用钻孔设备钻孔时应符合下列规定：**

**1) 钻头应对准套筒出浆孔，钻头行进方向应始终与出浆孔管道保持一致；**

**2) 在钻头行进过程中，应至少中断两次，进行清孔；**

**3) 当钻头碰触到套筒内钢筋，或套筒内壁发出钢-钢接触异样声响，或钻头到达预先计算得出的指定深度时，应立即停止钻孔；**

**4) 停止钻孔后，应再次进行清孔。**

**3. 用内窥镜测量灌浆缺陷深度时（图6.3.2）应符合下列规定：**

**1) 应将带测量镜头的内窥镜探头沿钻孔孔道下沿伸入套筒内部；**

**2) 宜测量套筒内靠近出浆孔一侧的灌浆料界面相对测量镜头的深度，应取可测范围的最大值，精确到0.1mm。**



**图6.3.2 内窥镜测量灌浆缺陷深度示意图**

1——预制构件；2——灌浆套筒；3——钻孔孔道下沿；4——内窥镜；5——测量镜头；x——灌浆缺陷深度

[条文说明] 钻孔内窥镜法用于建成结构检测时，应首先排除装修层的影响。钻孔时，在钻头行进过程中，应至少中断两次，及时进行清孔，防止钻屑落入套筒内部；停止钻孔后，再清孔一次，保持内窥镜观测通道畅通。

**6.3.3 当套筒出浆孔不具备钻孔条件时，可在套筒筒壁进行钻孔直至钻透套筒壁厚，然后应将带测量镜头的内窥镜探头沿钻孔孔道上沿伸入套筒内部检测灌浆缺陷深度。**

[条文说明] 当套筒出浆孔外接弯管时，出浆孔不具备钻孔条件，可在套筒筒壁上进行钻孔。套筒筒壁上钻孔直径一般不超过13mm，实验室大量筒壁钻孔的灌浆套筒接头试件试验结果表明，当灌浆套筒和灌浆料均符合现行国家行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398和《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408的规定时，在套筒筒壁上钻一个直径不大于13mm的孔洞对接头受力性能无明显不利影响。

**6.3.4 采用钻孔内窥镜法检测套筒灌浆饱满度的原始记录可按本规程附录C执行。**

**6.4 判定准则**

**6.4.1 采用钻孔内窥镜法检测套筒灌浆饱满度的判定准则应为：当套筒内灌浆料界面到达内窥镜测量镜头伸入位置时，应判定灌浆饱满；当套筒内灌浆料界面没有到达内窥镜测量镜头伸入位置时，应判定灌浆不饱满并记录灌浆缺陷深度。**

[条文说明] 当内窥镜检测结果显示套筒灌浆不饱满时，应同时记录灌浆缺陷深度，然后应由设计单位综合判断灌浆缺陷对接头性能的影响。

**6.4.2 对钻孔内窥镜法检测灌浆不饱满的套筒，可进行注射补灌。**

[条文说明] 钻孔内窥镜法形成的钻孔孔道为后续注射补灌修复灌浆缺陷创造了条件，从而可以实现检测与性能恢复的一体化。

**7 X射线数字成像法**

**7.1 一般规定**

**7.1.1 X射线数字成像法检测时的防护要求应符合现行国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本规程》GB 18871和《工业X射线探伤放射防护要求》GBZ 117中的有关规定。**

**7.1.2 X射线数字成像法可用于施工及验收阶段、建成阶段检测套筒灌浆饱满度和密实度。**

[条文说明] X射线数字成像法可以透照套筒全貌，因此，既可检测套筒出浆孔处的灌浆饱满度，也可检测套筒内部的灌浆密实度。实际检测时可结合X射线数字成像结果，用套筒内灌浆区非缺陷部分投影面积与整个灌浆区投影面积的比值来表征。

**7.1.3 采用连通腔灌浆时，单个构件上的测点宜选择灌浆机连接套筒或距离灌浆机连接套筒较远的套筒；采用单独套筒灌浆或不能确定灌浆方式时，单个构件上的测点可随机选择。**

**7.1.4 采用X射线数字成像法检测时，宜采用便携式X射线探伤仪，检测的基本要求应符合现行国家标准《无损检测 X射线数字成像检测 导则》GB/T 35389、《无损检测 X射线数字成像检测 检测方法》GB/T 35388和《无损检测 X射线数字成像检测 系统特性》GB/T 35394的有关规定。**

**7.2 检测设备的技术要求**

**7.2.1 便携式X射线探伤仪的最大工作电压不宜低于300kV。**

**7.2.2 中央控制器可设置的最长延迟开启时间不应低于180s。**

**7.2.3 平板探测器的分辨率不宜低于2.5lp/mm，线性动态范围不宜低于80dB。**

**7.3 检测流程与方法**

**7.3.1 采用X射线数字成像法检测套筒灌浆饱满度和灌浆密实度前应做好下列工作：**

**1 应确保****灌浆龄期不低于7d；**

**2 应检查检测设备是否正常；**

**3 应记录工程基本信息、执行标准、检测设备信息等。**

**7.3.2 采用X射线数字成像法检测套筒灌浆饱满度和灌浆密实度时（图7.3.2）应符合下列规定：**

**1. 对于未装修的建筑，可通过目测确定套筒、灌浆孔和出浆孔的位置；对于已装修的建筑，宜结合图纸并通过钢筋探测仪确定套筒位置；**

**2 平板探测器就位，位于预制构件的一侧，应紧贴构件的表面；**

**3 X射线探伤仪就位，位于预制构件的另一侧，应根据事先试验确定的数值，调节X射线探伤仪的焦距符合检测规定；**

**4 应将X射线探伤仪与中央控制器相连；**

**5 应根据事先试验确定的数值，通过中央控制器设置电压、电流、曝光时间及延迟开启时间；**

**6 开始检测前，现场所有检测人员应退到安全距离以外，距离X射线探伤仪至少应为30m；**

**7 开始检测时，X射线探伤仪发射X射线，X射线穿过预制构件可在平板探测器上实时成像；**

**8 图像采集时，可通过平板探测器与工业计算机之间的有线或无线传输，实现工业计算机远程实时接收图像。**



**图7.3.2 采用X射线数字成像法检测套筒灌浆饱满度的示意图**

1——平板探测器；2——X射线探伤仪；3——中央控制器；4——工业计算机；5——预制构件；6——灌浆套筒；7——灌浆缺陷

**7.3.3 采用X射线数字成像法检测套筒灌浆饱满度和密实度的原始记录可按本规程附录D执行。**

**7.4 判定准则**

**7.4.1 对采用X射线数字成像法检测获得的图像宜进行****归一化灰度分析。**

[条文说明] 为消除量纲因素的影响，对采用X射线数字成像法检测获得的图像宜进行图像灰度归一化分析，具体可通过X射线数字成像系统的配套软件完成。

**7.4.2 采用X射线数字成像法检测套筒灌浆饱满度和灌浆密实度的判定准则可为：当灌浆区归一化灰度值不大于0.65时，应判定不存在灌浆缺陷；当灌浆区归一化灰度值不小于0.85时，应判定存在灌浆缺陷；当灌浆区归一化灰度值介于0.65~0.85之间时，可结合其他检测方法综合判定，或通过局部破损法进行验证。**

[条文说明] X射线数字成像法检测套筒灌浆缺陷的识别标准是根据大量试验得出的，当灌浆区归一化灰度值介于0.65~0.85之间时，可能受到水平箍筋或套筒内横隔的影响，需要综合判定该处是否存在灌浆缺陷，必要时也可通过局部破损法进行验证。

**7.4.3 在X射线数字成像法检测获得的图像上测量灌浆缺陷区的尺寸时，应先通过已知尺寸标定X射线数字成像时的放大倍数。**

[条文说明] 根据灌浆缺陷识别标准确定灌浆缺陷区的范围后，可以通过X射线数字成像系统的配套软件测量缺陷区的尺寸。但X射线数字成像具有放大效应，计算灌浆缺陷区的尺寸时，必须消除放大效应的影响，需要通过与缺陷区平行的套筒某部位的已知尺寸标定放大倍数，标定可通过X射线数字成像系统的配套软件完成。

**7.4.4 当需了解套筒内钢筋实际插入长度时，应在X射线数字成像法检测获得的图像上测量钢筋的插入长度，测量时应先通过已知尺寸标定X射线数字成像时的放大倍数。**

[条文说明] 钢筋插入长度满足规范要求是后续进行套筒灌浆饱满度和灌浆密实度检测的基本前提，须从严要求。如实测钢筋插入长度不满足规范要求时，应由设计单位评估相关影响并出具处理方案。

**7.4.5 对X射线数字成像法检测灌浆不饱满或不密实的套筒，可进行注射补灌。**

**附录A 预埋传感器法原始记录表**

**表A 预埋传感器法原始记录表**

委托编号： 共 页 第 页

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | 地块 |  | 楼号 |  | 楼层 |  |
| 执行标准 |  | | | | | | | | |
| 仪器设备/编号 |  | | | | | | | | |
| 构件类型/编号 | 构件位置 | 套筒编号 | 灌浆前传感器读数 | | 灌浆后传感器读数 | | 备注 | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | |

检测： 复核： 检测日期：

**附录B 预埋钢丝拉拔法原始记录表**

**表B 预埋钢丝拉拔法原始记录表**

委托编号： 共 页 第 页

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | 地块 |  | 楼号 |  | 楼层 |  |
| 执行标准 |  | | | | | | | | |
| 仪器设备/编号 |  | | | | | | | | |
| 构件类型/编号 | 构件位置 | 套筒编号 | 拉拔荷载值/kN | | 备注 | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |
|  |  |  |  | |  | | | | |

检测： 复核： 检测日期：

**附录C 钻孔内窥镜法原始记录表**

**表C 钻孔内窥镜法原始记录表**

委托编号： 共 页 第 页

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | 地块 |  | 楼号 | |  | 楼层 |  |
| 执行标准 |  | | | | | | | | | |
| 仪器设备/编号 |  | | | | | | | | | |
| 构件类型/编号 | 构件位置 | 套筒编号 | 是否灌浆饱满 | | 灌浆缺陷深度/mm | | 内窥镜照片编号 | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |
|  |  |  |  | |  | |  | | | |

检测： 复核： 检测日期：

**附录D X射线数字成像法原始记录表**

**表D X射线数字成像法原始记录表**

委托编号： 共 页 第 页

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | 地块 | |  | | 楼号 |  | | 楼层 |  |
| 执行标准 |  | | | | | | | | | | | |
| 仪器设备/编号 |  | | | | | | | | | | | |
| 构件类型/编号 | 构件位置 | 套筒编号 | 电压/kV | | 电流/mA | | 曝光时间/min | 射线源至平板探测器距离/mm | | X射线数字成像照片编号 | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |
|  |  |  |  | |  | |  |  | |  | | |

检测： 复核： 检测日期：

**本规程用词说明**

**1 为了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：**

**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：**

**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，在条件许可时首先这样做的：**

**正面词采用“宜”；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 标准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. **《工业X射线探伤放射防护要求》GBZ 117**
2. **《电离辐射防护与辐射源安全基本规程》GB 18871**
3. **《无损检测 X射线数字成像检测 检测方法》GB/T 35388**
4. **《无损检测 X射线数字成像检测 导则》GB/T 35389**
5. **《无损检测 X射线数字成像检测 系统特性》GB/T 35394**