

《湖北省钢筋套筒灌浆连接施工工艺指南》

1 概述

1.1 为支撑装配式建筑预制混凝土竖向构件钢筋套筒灌浆连接技术的推广与应用，有效引导和规范项目设计，科学准确监管项目建造质量及安全，制定本指南。

1.2 本指南适用于湖北省行政区域内采用钢筋套筒灌浆连接技术的装配整体式混凝土结构设计、施工及验收。

1.3 湖北省行政区域内预制混凝土竖向构件原则上应采用钢筋套筒灌浆连接技术。

2 基本术语

2.1 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。简称装配整体式结构。

2.2 钢筋套筒灌浆连接 grout sleeve splicing of rebars

在金属套筒中插入单根带肋钢筋并灌注水泥基灌浆料拌合物，通过拌合物硬化形成整体并实现传力的钢筋对接连接方式。

2.3 钢筋连接用套筒灌浆料 cementitious grout for rebar sleeve splicing

以水泥为基本材料，并配以细骨料、外加剂及其他材料混合而成的用于钢筋套筒灌浆连接的干混料，简称灌浆料。

2.4 封浆料 mortar for plugging and partition

以水泥为基本材料，并配以细骨料、外加剂及其他材料混合而成的用于竖向预制构件连接的连通腔灌浆施工接缝封堵的干混料。

2.5 座浆料 dry-mixed bedding mortar

以水泥为基本材料，并配以细骨料、外加剂及其他材料混合而成的用于竖向预制构件连接的坐浆法施工接缝填充的干混料。

2.6 灌浆饱满度 grouting plumpness

钢筋套筒灌浆连接或浆锚搭接连接灌浆结束并稳定后，套筒或孔道内钢筋周边填充水泥基高强灌浆料拌合物充盈程度。

3 预制竖向构件钢筋套筒灌浆连接技术

3.1 技术体系

3.1.1 技术体系简介

钢筋套筒灌浆连接是指带肋螺纹钢筋插入内腔为凹凸表面的灌浆套筒，通过向套筒与钢筋的间隙灌注专用高强水泥基灌浆料，灌浆料凝固后将钢筋锚固在套筒内实现钢筋连接的技术。该技术将灌浆套筒预埋在混凝土构件内，在安装现场从预制构件外通过注浆管将灌浆料注入套筒，来完成预制构件钢筋连接，是预制构件中受力钢筋连接的主要形式，用于各种装配整体式混凝土结构的受力钢筋连接。

钢筋套筒灌浆连接接头由钢筋、灌浆套筒、灌浆料三种材料组成，其中灌浆套筒分为半灌浆套筒和全灌浆套筒，半灌浆套筒连接的接头一端为灌浆连接，另一端为机械连接。

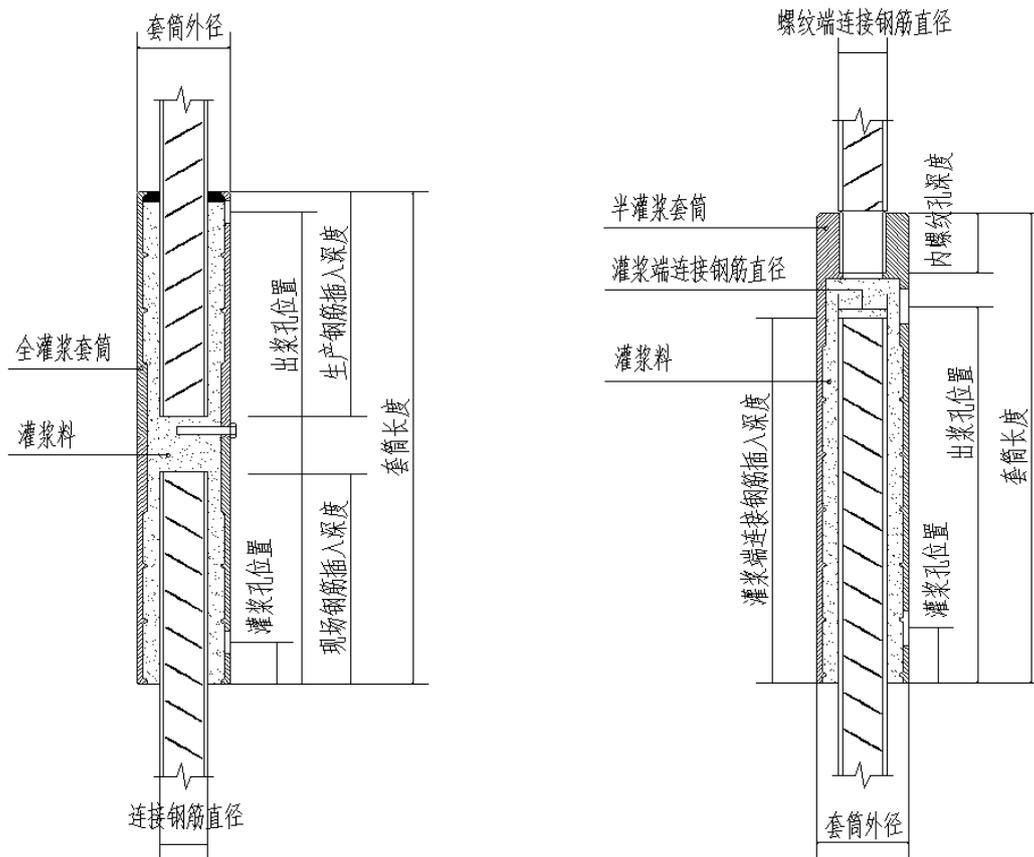


图 1 钢筋套筒灌浆连接构造示意

3.1.2 连接工艺

钢筋套筒灌浆连接施工流程主要包括：1) 预制构件生产，在工厂完成套筒与预制构件内的钢筋连接、套筒在模板上安装固定和进出浆管道与套筒的连接；2) 预制构件安装，在建筑施工现场完成构件安装；3) 灌浆，现场灌浆料拌制，检验合格后进行灌浆。

采用钢筋套筒灌浆连接技术的竖向预制构件宜采用连通腔灌浆方式，并应合理划分连通腔区域；构件也可采用单个套筒独立灌浆，构件就位前水平缝处应设置坐浆层。套筒灌浆连接应采用经接头型式检验确认与套筒相匹配的灌浆料，使用与材料工艺配套的灌浆设备，以压力灌浆方式将灌浆料从套筒下方的进浆孔灌入，从套筒上方出浆孔流出，及时封堵进出浆孔，确保套筒内有效连接部位的灌浆料填充密实。

3.2 连接节点

3.2.1 连接节点

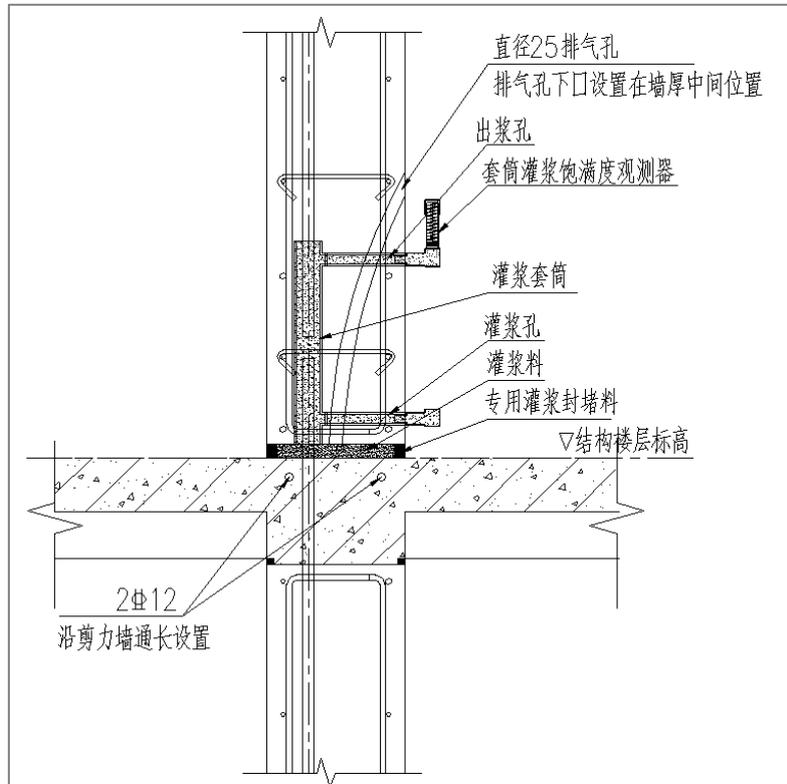


图 3 预制剪力墙套筒灌浆连接节点

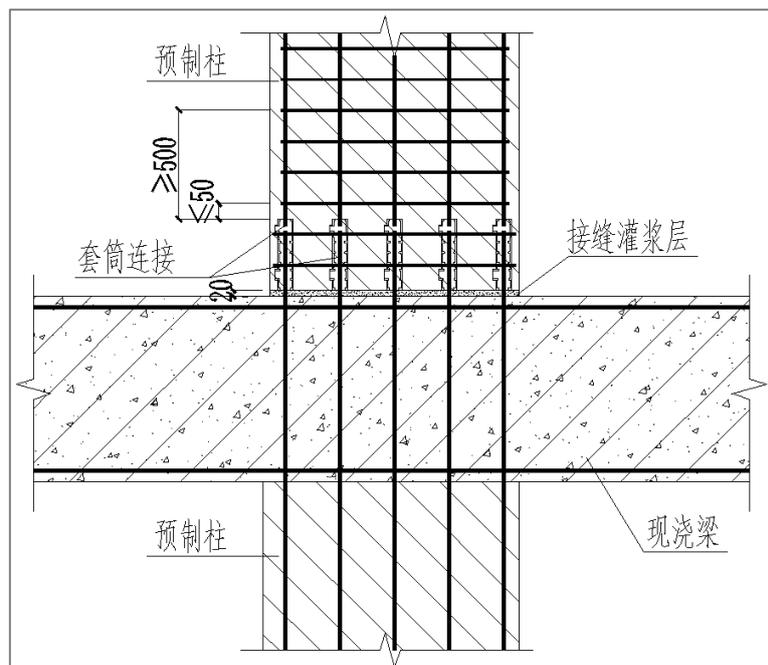


图 4 预制柱套筒灌浆连接节点

3.2.2 控制要点

3.2.3.1 套筒灌浆连接的钢筋应采用符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢第2部分:热轧带肋钢筋》GB1499.2、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB13014 要求的带肋钢筋;钢筋直径不宜小于12mm,且不宜大于40mm。

3.2.3.2 灌浆套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的有关规定。灌浆套筒灌浆端最小内径与连接钢筋公称直径的差值不宜小于表3.2.3.2规定的数值,用于锚固钢筋的深度不宜小于插入钢筋公称直径的8倍。

表 3.2.3.2 灌浆套筒灌浆段最小内径尺寸要求

钢筋直径(mm)	套筒灌浆段最小内径与连接钢筋公称直径差最小值(mm)
12~25	10
28~40	15

3.2.3.3 灌浆料性能及试验方法应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的有关规定。

3.2.3.4 套筒灌浆连接接头应满足强度和变形性能要求。钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度不应小于连接钢筋抗拉强度标准值,且拉伸破坏时应断于接头外钢筋。钢筋套筒灌浆连接接头的屈服强度不应小于连接钢筋屈服强度标准值。

3.2.3.5 采用套筒灌浆连接的预制构件混凝土强度等级不宜低于C30。

3.2.3.6 接头应满足行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定。

3.2.3.7 预制剪力墙中钢筋接头处套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于15mm,预制柱中钢筋接头套筒外侧箍筋的混凝土保护层厚度不应小于20mm。

3.2.3.8 套筒之间的净距不应小于25mm。

3.2.3.9 竖向构件采用连通腔灌浆的项目在构件深化设计时应规划设置连通空腔和排气孔。

3.2.3.10 套筒灌浆连接应采用由接头型式检验确定相匹配的灌浆套筒、灌浆料。

3.2.3.11 套筒灌浆连接施工应编制专项施工方案。灌浆施工的操作人员应经专业培训后上岗。

3.2.3.12 对于首次施工,宜选择有代表性的单元或部位进行试制作、试安装、试灌浆。

- 3.2.3.13 施工现场灌浆料宜储存在室内，并应采取防雨、防潮、防晒措施。
- 3.2.3.14 对于半灌浆套筒连接，机械连接端的钢筋丝头加工、连接安装、质量检查应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定。
- 3.2.3.15 连接部位现浇混凝土施工过程中，应采取设置定位架等措施保证外露钢筋的位置、长度和顺直度，并应避免污染钢筋。预制构件吊装前，应检查构件的类型与编号。当灌浆套筒内有杂物时，应清理干净。
- 3.2.3.16 竖向构件采用连通腔灌浆，并应合理划分连通灌浆区域；每个区域除预留灌浆孔、出浆孔与排气孔外，应形成密闭空腔，不应漏浆；连通灌浆区域内任意两个灌浆套筒间距离不宜超过 1.5m。
- 3.2.3.17 竖向预制构件不采用连通腔灌浆方式时，构件就位前应设置坐浆层。
- 3.2.3.18 灌浆施工时，环境温度应符合灌浆料产品使用说明书要求；环境温度低于 5℃ 时不宜施工，低于 0℃ 时不得施工；当环境温度高于 30℃ 时，应采取降低灌浆料拌合物温度的措施。
- 3.2.3.19 灌浆施工过程中，出浆孔无法出浆时，应查明原因。对于不密实饱满的竖向连接灌浆套筒，当套筒内灌浆料拌合时间在 30min 以内时，应首选在灌浆孔补灌；当灌浆料拌合物已无法流动时，可从出浆孔补灌，并应采用手动设备进行压力灌浆。补灌应在灌浆料拌合物达到设计要求位置后停止，并应在灌浆料凝固后再次检查其是否符合设计要求。

3.3 检验与试验

3.3.1 原材料检验

3.3.1.1 套筒灌浆料

灌浆料进入施工现场后需对其流动度、抗压强度、竖向膨胀率、自干燥收缩、氯离子含量、泌水率等性能参数进行复检。灌浆施工前，应对其拌合物进行流动度的检测，流动度初始值应不小于 300。灌浆施工过程中需留置 40mm×40mm×160mm 棱柱体试件进行标准养护，委托具有资质的第三方检测机构进行检测。

3.3.1.2 竖向构件底部接缝座浆料

座浆料进入施工现场后需对其拌合物凝结时间、保水率、稠度、2h 稠度损失、1d、3d、28d 抗压强度、氯离子含量进行复检。施工过程中需留置边长为 70.7mm 的立方体试件进行标准养护，委托具有资质的第三方检测机构进行检测。

3.3.1.3 灌浆套筒

灌浆套筒在工厂生产阶段或者施工现场使用前应进行极限抗拉强度、残余变形、灌浆料强度等工艺性能的检测。施工过程中，当更换钢筋生产企业、或同生产企业生产的钢筋外形尺寸与已完成工艺检验的钢筋有较大的差异时，应再次进行工艺检验；灌浆套筒进厂（场）时，应抽取灌浆套筒并采用与之匹配的灌浆料制作对中连接接头试件，接头试件应模拟施工条件并按施工方案制作，并进行抗拉强度检验。

3.3.2 套筒灌浆饱满度检测

3.3.2.1 套筒灌浆饱满度可采用预埋钢丝拉拔法、预埋传感器法、钻孔内窥法、X 射线成像法进行检测。当需要确定灌浆不饱满度的缺陷长度时，应采用钻孔内窥法、X 摄像成像法进行检测。

（1）预埋钢丝拉拔法。灌浆前在套筒出浆孔预埋光圆高强不锈钢钢丝，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。

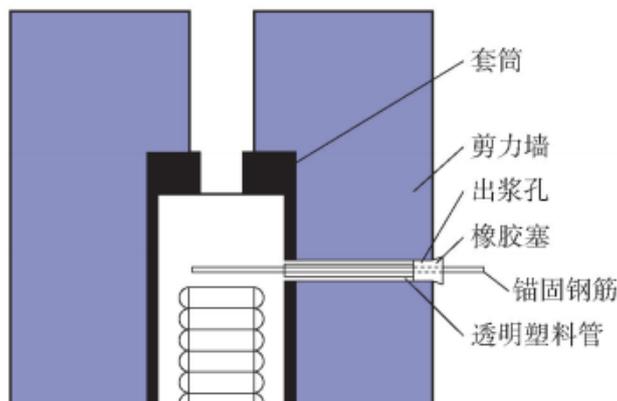


图 5 预埋钢丝法示意图

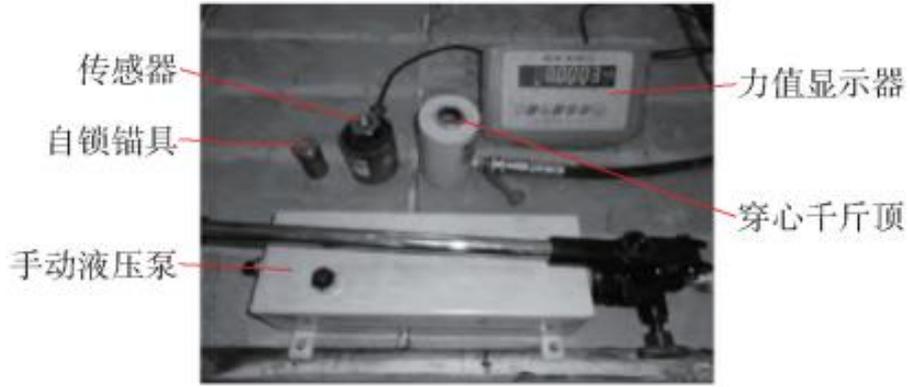


图 6 钢筋张拉设备

(2) 预埋传感器法。灌浆前在套筒出浆孔预埋阻尼振动传感器，灌浆过程中或灌浆结束后 5min ~ 8min，通过传感器数据采集系统获得的振动能量值来判断灌浆饱满度。

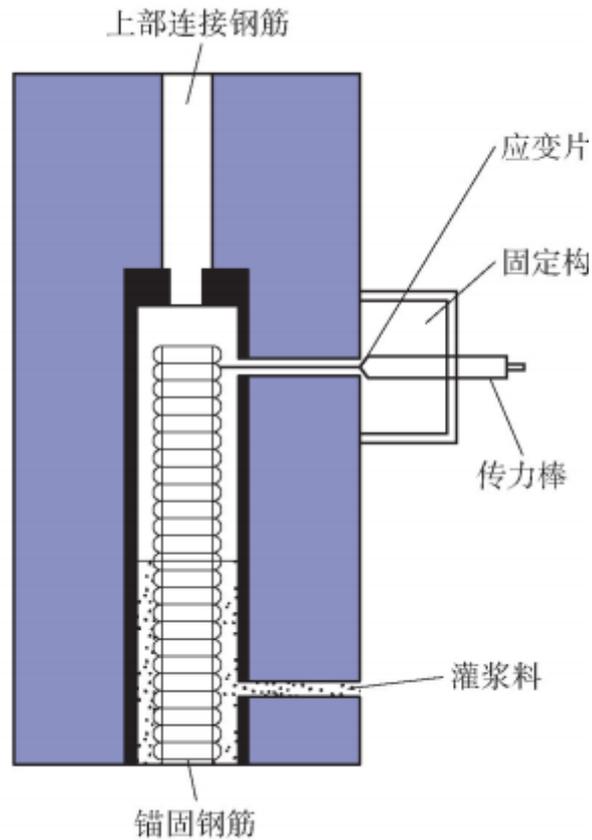


图 7 钻孔内窥镜法示意图

(3) 钻孔内窥镜法。在套筒出浆孔或筒壁钻孔形成孔道，然后通过内窥镜测量水泥基灌浆料界面深度值来判断灌浆饱满度。

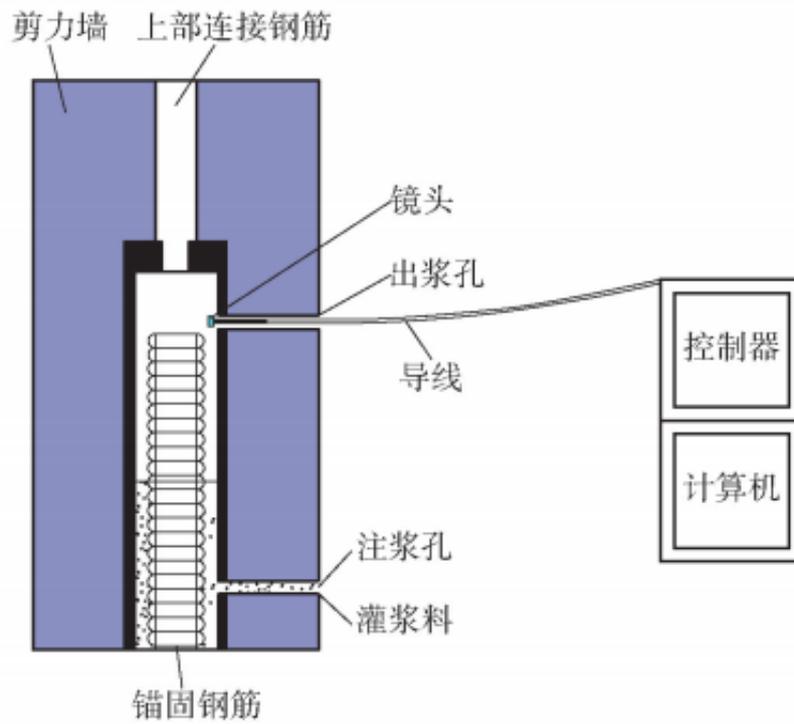


图 8 出浆孔钻孔形式钻孔内窥镜法示意图

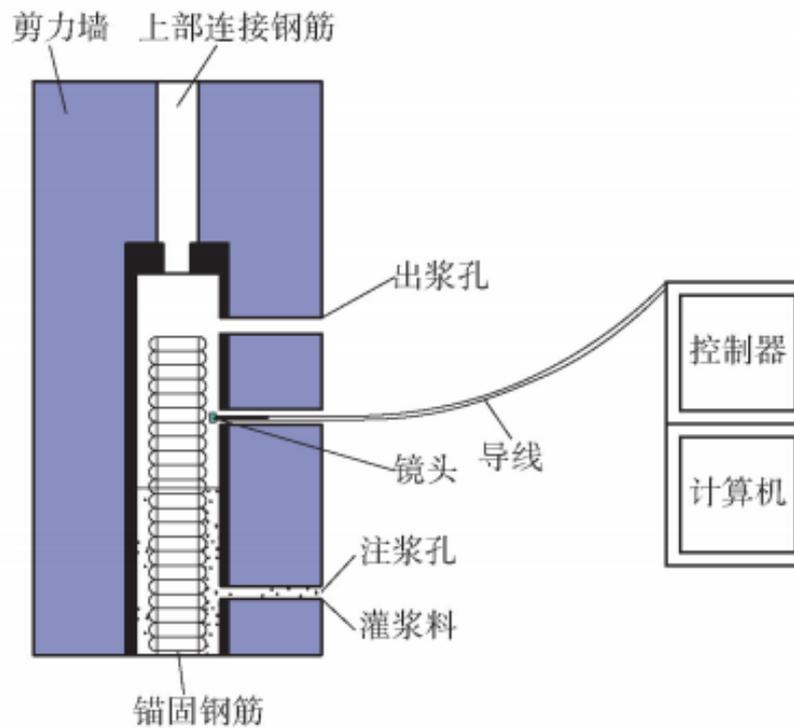


图 9 筒壁钻孔形式钻孔内窥镜法示意图

(4) X 射线数字成像法。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性。

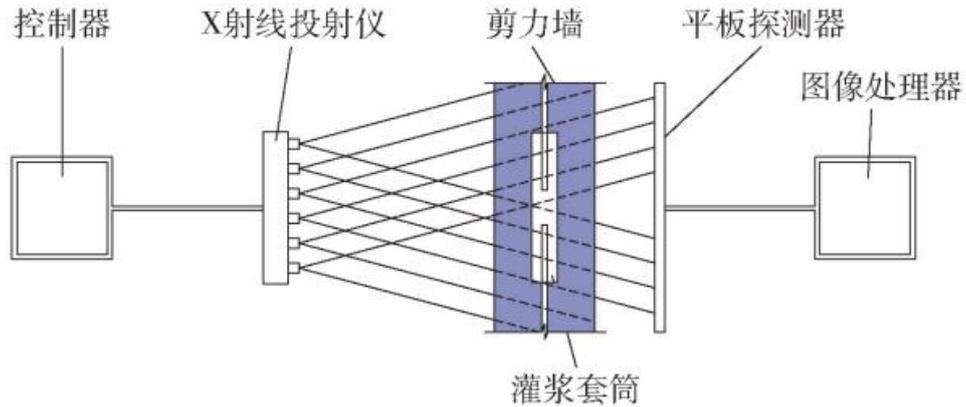


图 10 X 射线检测法示意图

3.3.3 预制竖向构件底部接缝质量检测

3.3.3.1 当钢筋套筒灌浆连接灌浆严重不饱满时，宜对竖向构件底部接缝内部缺陷进行检测。竖向构件底部接缝内部缺陷可采用超声检测法和相控阵列超声检测法检测。

(1) 超声检测法主要是根据超声波在混凝土内的传播时间、接收波的频率等参数，来判断混凝土内部缺陷情况。当混凝土内部存在空鼓或者裂缝时，接收到的声时偏大或声速偏低，从而判断缺陷的位置。

(2) 相控阵列超声检测是利用指定顺序排列的线阵列或面阵列的阵元按照一定时序来激发超声脉冲信号，使超声波阵面在声场中某一点形成聚焦，增强对声场中微小缺陷检测的灵敏度。同时，利用对阵列的不同激励时序，在声场中形成不同空间位置的聚焦而实现较大范围的声束扫查。