

山 东 省 地 方 标 准

DB37/T 4851—2025

基坑复合立柱技术规范

Technical specification of composite columns in the foundation pit

2025 - 05 - 24 发布

2025 - 06 - 24 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 设计 2

 4.1 通用要求 2

 4.2 构造要求 2

5 芯柱的制作、吊运和堆放 3

 5.1 制作 3

 5.2 吊运和堆放 3

6 施工 3

 6.1 通则 3

 6.2 芯柱施工 3

 6.3 基坑开挖和复合施工 6

7 质量验收 6

 7.1 预制芯柱制作验收 6

 7.2 预制芯柱和立柱桩施工验收 7

 7.3 复合施工验收 8

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

基坑复合立柱技术规范

1 范围

本文件规定了基坑复合立柱的设计、芯柱的制作、吊运和堆放、施工及质量验收的基本要求。
本文件适用于工业与民用建筑、市政、地铁等基坑工程中复合立柱的设计、预制、施工和质量验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 13476 先张法预应力混凝土管桩
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50108 地下工程防水技术规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50367 混凝土结构加固技术规范
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- GB 55006 钢结构通用规范
- JGJ 94 建筑桩基技术规范
- JGJ/T 395 铸钢结构技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预制芯柱 precast core column

工厂预制的、在基坑支护阶段作为临时支柱，后期经过增大截面成为结构柱的钢筋混凝土构件。

3.2

复合立柱 composite columns

预制芯柱通过扩大截面形成的钢筋混凝土结构柱。

注：复合立柱示意图见图1。

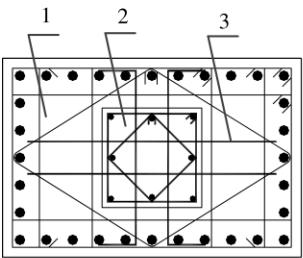


图1 复合立柱连接方式示意图

标引序号说明:

1——复合立柱;

2——预制芯柱;

3——锚筋。

图 1 复合立柱连接方式示意图 (续)

3.3

接柱平台 a platform for connecting column

专门用于预制芯柱安装施工, 具有自动调整高程、平面定位、垂直度的立体装置。

3.4

柱顶连接器 connector at the top of the column

设置在芯柱柱顶、用于连接送柱器的铸钢构件。

4 设计

4.1 通用要求

4.1.1 芯柱应按支护阶段各设计工况进行设计, 复合立柱应按使用阶段各设计工况进行设计。

4.1.2 复合立柱与相邻构件之间的结点连接、变形协调与防水构造应满足结构柱的设计要求, 并应符合 GB 50010 的有关规定。

4.1.3 预制芯柱用作支护结构计算时, 应符合以下规定:

- 荷载包括支护阶段芯柱支撑结构自重及其所承受的施工荷载, 并按其安装的垂直度允许偏差考虑竖向荷载偏心的影响;
- 在竖向荷载作用下, 预制芯柱按偏心受压构件计算;
- 单层支撑的预制芯柱、多层支撑底层预制芯柱的受压计算长度取底层支撑至基坑底面的净高度与预制芯柱直径或边长的 5 倍之和;
- 相邻两层水平支撑间的预制芯柱受压计算长度取此两层水平支撑的中心间距;
- 预制芯柱的配筋按柱在水平起吊和旋转起吊过程中产生的最大内力进行计算, 并满足构造和抗裂要求。

4.1.4 复合立柱应按照支护和使用两个阶段进行设计, 并应符合 GB 50010 的有关规定。支护阶段芯柱应满足围护结构支撑等荷载需求; 使用阶段复合立柱按照永久柱构件进行框架结构受力计算。

4.2 构造要求

4.2.1 预制芯柱截面为方形时, 边长不宜小于 400 mm; 截面为圆形时, 直径不宜小于 500 mm; 预制芯柱长细比不宜大于 25;

4.2.2 预制芯柱的截面型式应与结构梁板柱的截面相协调; 预制芯柱与外包混凝土之间应采用预留锚筋形式; 预制芯柱与结构梁板之间宜采用预留机械连接形式。预留锚筋采用 HPB300 级钢筋, 直径宜取 6 mm~10 mm, 竖向间距不应大于 400 mm, 水平间距不应大于 300 mm 且每侧不少于 2 根, 与后浇混凝土的连接应满足 GB 50367 的要求。

4.2.3 芯柱与基础相交处的防水措施应按照 GB 50108 穿墙管的防水构造形式进行设计。

4.2.4 预制芯柱分节应根据贮存运输要求、吊装设备能力、现场作业条件、设计长度等因素综合确定, 宜采用 1 个或 2 个接头。接头强度应满足设计要求, 接头位置应避让弯矩和剪力集中区域。

4.2.5 预制芯柱外包混凝土层的厚度不宜小于 100 mm, 混凝土强度等级不应低于预制芯柱的强度, 两者强度等级不应超过两个等级。

- 4.2.6 预制芯柱锚入立柱桩内的长度不宜小于预制芯柱长边或直径的 4 倍。
- 4.2.7 立柱桩嵌入底板或底纵梁内的长度对中等直径桩不宜小于 50 mm；对大直径桩不宜小于 100 mm。立柱桩桩顶纵向主筋锚入底板或底纵梁内长度不宜小于 35 d；当立柱桩设计有抗拔要求时，桩顶纵向主筋的锚固长度应符合 GB 50010 的有关规定。

5 芯柱的制作、吊运和堆放

5.1 制作

- 5.1.1 预制芯柱的原材料应符合 GB/T 13476 的有关规定。
- 5.1.2 预制芯柱的制作除应符合 GB 50204 和 JGJ 94 的有关规定外，还应符合下列规定：
- 模板采用钢模板，模板具有足够的刚度，并平整，尺寸准确；
 - 钢筋笼整体制作；
 - 芯柱主筋不与顶端预埋钢板焊接；
 - 芯柱接头采用定制加工构件，其设计、生产及防腐符合 GB 55006 和 JGJ/T 395 等的规定；
- 5.1.3 预制芯柱应采用工厂化预制，单节长度不宜超过 15 m；当存在接头时，接头应设置在芯柱受偏压后内力较小的截面位置，且不同芯柱的接头不应在同一水平高程。
- 5.1.4 模板应采用钢模板，模板应具有足够的刚度，并应平整，尺寸准确。
- 5.1.5 柱身混凝土应一次性连续浇筑密实。

5.2 吊运和堆放

- 5.2.1 预制芯柱的吊点应按跨间正弯矩与吊点处的负弯矩相等的原则进行布置。
- 5.2.2 预制芯柱的吊运应符合下列规定：
- 厂内柱身强度达到设计强度的 70% 后起吊，达到 100% 后运输至施工现场；
 - 起吊时采取相应措施，安全平稳，保护桩身质量；
 - 水平运输时，做到桩身平稳放置，不在场地上直接拖拉桩体；
 - 当采用工厂预制时，做出厂前检查，其规格、批号、制作日期符合所属的验收批号内容。
- 5.2.3 预制芯柱的堆放应符合下列规定：
- 芯柱的堆放场地平整、坚实、稳固；
 - 按不同规格、长度、分节及施工流水顺序分别堆放，同桩号的桩应集中堆放，桩尖同向一端；
 - 预制芯柱单层堆放，若场地条件受限，可叠层堆放，但堆放层数不超过 2 层；
 - 芯柱下部垫木分层放置，垫木选用耐压的长木枋或枕木。

6 施工

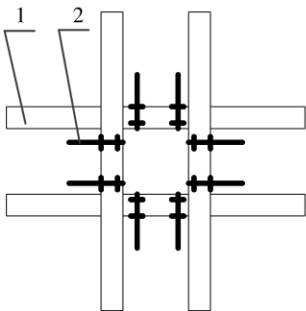
6.1 通则

- 6.1.1 复合立柱宜按照芯柱及立柱桩施工、基坑开挖、复合 3 个阶段进行施工。
- 6.1.2 场地布置应根据预制芯柱平面尺寸和存放要求、钻机作业及移位要求等综合确定。

6.2 芯柱施工

- 6.2.1 钻孔机具及工艺的选择，应根据立柱桩桩型、钻孔深度、土层情况、泥浆排放及处理条件综合确定，不同桩型的施工工艺要求应符合 JGJ 94 的有关规定。
- 6.2.2 当采用送柱器将预制芯柱送到地面以下设计标高时，导向装置宜选用接柱平台；当采用截柱工

艺时，导向装置宜选择导向支架（如图 2）。



标引序号说明：

- 1——型钢；
- 2——定位螺栓。

图2 导向支架示意图

- 6.2.3 成孔设备就位前，在既有地面施工定位平台（如图 3、图 4），定位平台的设置应符合下列规定：
- 控制定位平台尺寸，平台外轮廓不侵占成孔设备支腿空间，平台宽度取 3 m~4 m，平台厚度取 0.3 m~0.5 m，中心预留孔直径比成孔直径大 100 mm；
 - 精确控制定位平台位置和顶面标高，中心预留孔中心与桩位偏差不大于 10 mm，顶面标高允许偏差不大于 20 mm，顶面平整度不大于 5 mm；
 - 当地面存在软弱土时，将软弱土层挖除，定位平台下部地基承载力不小于 80 kPa。

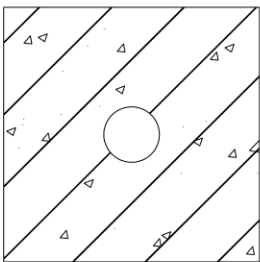


图3 定位平台平面示意图



图4 定位平台剖面示意图

- 6.2.4 成孔设备就位后，应平整、稳固，在成孔过程中不应发生倾斜和偏移。应在成孔钻具上设置控制深度的标尺，并应在施工中进行观测记录。
- 6.2.5 成孔施工的桩径不小于设计值，钻孔垂直度允许偏差不大于 1/200，桩位平面允许偏差不大于 10 mm。
- 6.2.6 钢筋笼在制作时，应在其主筋外侧设加劲箍，钢筋笼主筋内侧最大净距（ L ）应按公式（1）计算。

$$L = D + 2D + \Delta \cdots \cdots (1)$$

式中：

- D ——预制芯柱短边长度，单位为毫米（mm）；
- d ——灌注混凝土导管接头处外径，单位为毫米（mm）；

Δ——容许宽度，单位为毫米（mm），不小于150 mm。

6.2.7 钢筋笼吊装应符合下列规定：

- 当采用接柱平台时，吊装前，先在定位平台上确定平台定位点，平台安装就位后固定，定位偏差小于 10 mm；钢筋笼沿接柱平台和定位平台中心孔下放，当最后一节钢筋笼外露预制芯柱插入深度时，用钢管穿过钢筋笼，固定在接柱平台上；
- 当采用导向支架时，钢筋笼下放完成后，再安装导向支架；用钢管将钢筋笼固定在定位平台上。

6.2.8 预制芯柱和钢筋笼的连接应符合下列规定：

- 预制芯柱与钢筋笼之间采用连接钢筋焊接，连接钢筋直径不小于 16 mm；
- 在预制芯柱每边预留钢板，连接钢筋一端与预留钢板焊接，焊接长度不小于 100 mm，另一端斜向下与钢筋笼主筋焊接；
- 连接钢筋具有一定的长度形成柔性连接，焊接后微调格构柱，使预制芯柱每边与钢筋笼间距均匀，柱身垂直。

6.2.9 预制芯柱分节的连接可采用多种连接方式，并应符合下列规定：

- 预制芯柱截面为方形时，接头采用端板焊接、角钢焊接、啮合销连接；
- 截面为圆形时，接头采用端板焊接、啮合销连接、螺纹连接；
- 不同连接方式的施工要求符合 JGJ 94 的有关规定。

6.2.10 下放芯柱前，应确认柱身朝向，保证预埋接驳器、钢板、钢筋等预埋件方位正确。

6.2.11 当采用送柱器下放预制芯柱和钢筋笼时，应符合下列规定：

- 预制芯柱顶部端板内设置与柱顶连接器的刚性连接措施，采用螺栓连接；送柱器采用自动或半自动液压技术，具有机械化夹紧或松开柱顶连接器的功能；夹紧承载力不低于整根预制芯柱和钢筋笼总重量的 2 倍；
- 送柱器截面与预制芯柱形状相同，尺寸不大于预制芯柱截面，弯曲度不大于 1/1 000；送柱器下端面平整，且与送柱器中心轴线相垂直；
- 送柱器长度满足送柱深度的要求，根据送柱深度、接柱平台高度和高出平台高度综合确定；
- 连接送柱器时，柱顶连接器高出平台 0.5 m，将预制芯柱送至设计标高并夹紧后，送柱器高出接柱平台操作台 0.5 m~1.5 m；
- 待混凝土初凝并回填密实后，及时松开、吊出送柱器，并清理内部渗入的泥浆等杂物，避免影响送柱器重复使用。

6.2.12 当采用截柱工艺，用导向支架下放预制芯柱和钢筋笼时，应符合下列规定：

- 下放预制芯柱前，在定位平台上精确定位并安装导向支架，支架两侧距离柱身取 10 mm；
- 预制芯柱柱身预埋螺母，导向支架定位螺栓与预埋螺母连接，将预制芯柱和钢筋笼固定后，进行预制芯柱分节连接；
- 新增一节特制芯柱，代替送柱器；特制芯柱锚入顶板范围钢筋在预制时应采用螺旋波纹管等措施加强保护；特制芯柱柱身预埋螺母位置应根据预制芯柱设计标高、导向支架高度综合确定，螺母中心高度误差不大于 3 mm；
- 待混凝土初凝并回填密实后，拆除导向支架。

6.2.13 压灌混凝土施工应符合下列规定：

- 调整并固定预制芯柱和钢筋笼后，进行预制芯柱标高、平面位置和垂直度检验；
- 从预制芯柱和钢筋笼之间空隙下放导管或气泵管二次清孔，并进行沉渣厚度检验，合格后立即灌注混凝土；
- 超灌高度不小于 50 cm；
- 导管压力试验、混凝土质量和压灌要求符合 JGJ 94 的有关规定。

6.2.14 从地面至混凝土超灌高度为空桩，待混凝土初凝后，用碎石类材料将空桩部分回填密实。

6.3 基坑开挖和复合施工

6.3.1 基坑开挖应符合下列规定：

- 开挖采用无水作业；
- 基坑开挖按照分层、分段、分块、对称、平衡、限时的方法确定开挖顺序；
- 开挖过程中注意保护预制芯柱，芯柱周边 0.5 m，采用人工开挖。

6.3.2 复合施工应按下列要求实施：

- 结构板、梁和柱的施工工序包括芯柱凿毛、清洗，钢筋绑扎，立模和浇筑混凝土；
- 当预制芯柱顶端采用接驳器时，顶板施工流程与中板施工流程一致；
- 当预制芯柱顶端采用截柱时，采用专用环切设备截柱。

6.3.3 芯柱的凿毛、清洗处理，应符合下列规定：

- 凿毛在施工现场实施时，采用钎子、锤子进行人工凿毛，或轻型电锤等工具进行机械凿毛，减少对预制芯柱表面的影响。
- 凿毛做到去掉乳皮，微露粗砂，表面粗糙，复合面凹凸差不小于 6 mm；
- 清洗做到干净、湿润。

6.3.4 钢筋绑扎，应按下列方式实施：

- 预制芯柱在工厂预制时，预留锚筋贴合在柱身边缘，凿毛时将预留锚筋掰直；
- 在芯柱与梁板相交处采取梁板钢筋绕行芯柱的方式，亦采取在芯柱对应位置预埋钢筋接驳器的方式，接驳器宜设置在梁板范围上下 50 mm 处；
- 预制芯柱侧面预留的钢筋接驳器采用封堵帽保护封堵。

6.3.5 复合面宜采取增强界面粘结强度的措施。

6.3.6 立模和浇筑混凝土应符合下列规定：

- 坍落度控制在 $120\text{ mm} \pm 20\text{ mm}$ ，坍落度每小时损失不大于 20 mm，坍落度总损失值不大于 40 mm；
- 模板工程编制专项施工方案；
- 模板及支架根据安装、使用和拆除工况进行设计，并满足承载力、刚度和整体稳固性要求；模板及支架拆除的顺序及安全措施符合 GB 50666 的有关规定和施工方案的要求；
- 冬期、高温和雨期施工符合 GB 50666 的有关规定。

7 质量验收

7.1 预制芯柱制作验收

7.1.1 主控项目包含预制芯柱的质量、外观质量和预埋件，应全数检查，采用观察、尺量检查方法，还应符合下列规定：

- 预制芯柱的检验结合制作顺序逐根进行；
- 施工单位和监理单位代表驻厂监督预制芯柱的制作过程；
- 预制芯柱的钢筋骨架允许偏差符合表 1 的规定；
- 预制芯柱的外观质量无严重缺陷，柱顶和柱尖处无蜂窝、麻面、裂缝或掉角，还符合表 2 的要求；
- 预制芯柱上的预埋件的材料质量、规格和数量符合设计要求。

表1 预制芯柱钢筋骨架的允许偏差

单位为毫米

项次	项目	允许偏差值
1	主筋间距	±5
2	柱尖中心线	10
3	箍筋间距或螺旋筋的螺距	±20
4	吊环沿纵轴线方向	±20
5	吊环沿垂直于柱纵轴线方向	±20
6	吊环露出柱表面的高度	±10
7	主筋距柱顶距离	±5
8	柱顶钢筋网片位置	±10
9	预埋件中心位置	±3

表2 预制芯柱外观质量的允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	表面平整、密实，掉角深度	≤10mm
2	局部蜂窝和掉角的缺损面积不超过全部柱表面积	0.5%
3	混凝土的收缩裂缝深度	≤20mm
4	混凝土的收缩裂缝宽度	≤0.15mm
5	混凝土的横向裂缝长度不超过边长	50%

7.1.2 一般项目包含标识、外观质量、制作尺寸，应全数检查，采用观察、尺量检查方法：

- 预制芯柱有标识；
- 预制芯柱外观质量无一般缺陷；
- 预制芯柱尺寸偏差符合表3的规定。

表3 预制芯柱制作的允许偏差

项次	项目	允许偏差值
1	横截面边长	±5mm
2	柱顶对角线之差	≤5mm
3	保护层厚度	±5mm
4	柱身弯曲矢高	不大于1‰柱长，且不大于20mm
5	柱尖偏心	±20mm
6	柱端面倾斜	±10mm
7	柱节长度	±5mm

7.2 预制芯柱和立柱桩施工验收

7.2.1 预制芯柱和立柱桩验收除应符合 JGJ 94 的规定外，还应将立柱桩的钢筋笼验收、预制芯柱安装列为主控项目。

7.2.2 立柱桩的钢筋笼验收应按表4的要求，全数检查。

表4 钢筋笼制作允许偏差

单位为毫米

项目	允许偏差
主筋间距	±10
箍筋间距	±20
钢筋笼直径	±10
钢筋笼长度	±100

7.2.3 预制芯柱的安装验收应按表 5 的要求，全数检查。

表5 预制芯柱安装允许误差

序号	项目	允许偏差
1	平面位置	±10 mm
2	标高	±h
3	垂直度	1/300
4	转向	±1°
注：h为柱身预埋接驳器竖向间距。		

7.3 复合施工验收

7.3.1 预制芯柱与结构柱复合浇筑混凝土之前，应按照 GB 50204 的规定进行隐蔽工程验收。隐蔽工程主控项目应包括复合面质量、钢筋连接方式。

7.3.2 按照 GB 50204 和 GB 50666 的规定对模板、钢筋和混凝土的施工情况进行验收。