

# 地铁邻近基坑支护设计方案论证流程及施工衔接问题分析

文 / 王 阳 江西有色建设集团有限公司

**摘要：**随着城市化进程的加快，地铁建设作为城市公共交通的重要组成部分，其建设规模不断扩大。地铁线路往往穿越城市繁华区域，周边建筑物密集，地下管线复杂，给地铁邻近基坑的支护设计与施工带来了巨大挑战。基于此，本文立足于地铁邻近基坑支护的重要性，分析了地铁邻近基坑支护设计方案论证流程，探讨了时空冲突协调、变形协同控制与特殊工况应对等方面的施工衔接关键技术问题。在该基础上，通过赣地佳苑项目的实际案例，验证了设计方案论证流程的合理性和施工衔接问题解决措施的有效性。

**关键词：**地铁邻近；基坑支护；设计方案论证；施工衔接

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.060

## 引言

在地铁邻近基坑支护实践中，基坑支护设计方案的合理性与施工衔接的顺畅性直接关系到地铁结构的安全与基坑工程的稳定性。深入探讨地铁邻近基坑支护设计方案论证流程及施工衔接问题，对于提升基坑工程技术水平、保障地铁安全运营具有重要的现实意义。

### 一、地铁邻近基坑支护的重要性

地铁作为城市公共交通的骨干系统，其结构安全直接关系到广大市民的出行安全和城市的正常运转。在地铁邻近区域进行基坑开挖和支护施工时，若支护措施不当，极易对地铁结构造成不利影响，甚至会引起地铁隧道变形、开裂，影响地铁列车正常运行。同时，地铁邻近区域往往建筑物密集，地下管线错综复杂，而若基坑开挖支护措施不当，则会使周边土体失稳，引发周边建筑物倾斜、开裂及地下管线破裂。因此，科学合理的基坑支护设计是保障地铁结构安全的首要前提。通过精确计算支护结构受力情况，选择合适的支护形式和材料，可有效控制基坑开挖过程中的土体变形，减少对地铁结构的扰动，确保地铁结构和周边环境的安全稳定<sup>[1]</sup>。近年来，广大技术人员在破解地铁邻近基坑支护技术难题方面进行了诸多有益探索与总结，在新支护材料和新技术手段应用等方面积累了丰富的实践经验，有针对性地解决了地铁邻近基坑支护工程中的实际问题。

## 二、地铁邻近基坑支护设计方案论证流程分析

### （一）设计方案论证准备

在地铁邻近基坑支护设计方案论证之前，充分的准备工作是确保论证过程顺利进行和方案科学合理的基础。对此，应首先收集与基坑工程相关的地质勘察报告、地铁线路设计资料、周边环境调查报告等，全面了解工程所在地的地质条件、地铁结构位置及周边环境状况。其次，组织设计、施工、监测等单位进行现场踏勘，实地了解基坑工程现场情况，并根据工程需要布置监测点。根据收集到的资料和现场踏勘结果，结合工程特点和要求，编制基坑支护设计方案的初稿，并进行内部评审与修改，形成较为成熟的设计方案。

### （二）专家论证会议组织

专家论证会议主要邀请相关领域具有丰富经验和专业知识的专家对设计方案进行评审和讨论，使方案具备科学性和合理性。制定包括方案汇报、专家提问与讨论、形成论证意见等环节在内的详细会议议程，明确会议时间、地点、参会人员、议程内容等。由设计单位对基坑支护设计方案进行详细汇报，汇报内容应涵盖支护结构选型、布置、计算分析、施工工艺及监测方案等，以及设计方案的创新点、难点及解决方案，以便专家全面了解方案情况。专家针对设计方案提出问题和建议，剖析方案优缺点，为后续优化提供依据<sup>[2]</sup>。

### （三）论证内容与要点

地铁邻近基坑支护设计方案的论证内容应全面覆盖支护结构的各个方面，以满足设计方案的科学性和合理性要求。比如，在支护结构选型论证中，应论证支护形式的选择依据、适用条件及优缺点等，论证支护结构的布置方案是否满足基坑稳定性和地铁保护的要求。同时，对支护结构进行稳定性分析，包括整体稳定性、抗倾覆稳定性、抗滑移稳定性等方面的计算分析等，验证支护结构在基坑开挖过程中的安全性。对于地铁保护措施，则应重点论证支护结构对地铁结构的影响及保护措施的有效性，使基坑开挖过程中地铁结构的安全稳定。

### （四）论证意见处理与方案优化

一方面，对专家论证会议提出的意见和建议进行整理和分析，明确方案中存在的问题和不足。另一方面，根据意见整理与分析结果，对设计方案中的支护结构选型、布置、计算分析、施工工艺及监测方案等各个方面进行修改和完善，所修改内容应符合专家论证意见和工程实际需求。在该基础上，组织设计单位内部对修改后的方案进行复审和确认，若有必要，可组织再次专家论证会议对修改后的方案进行论证。论证通过后，将最终方案报相关部门审批备案，为后续施工提供依据。上述流程如图1所示。

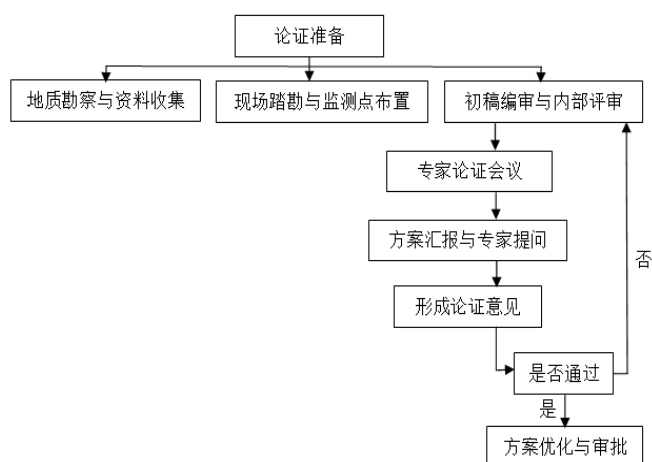


图1 地铁邻近基坑支护设计方案论证流程示意图

### 三、施工衔接关键技术问题

#### (一) 时空冲突协调

地铁结构对变形极为敏感，基坑开挖引起的土体位移极易引发轨道附加变形，影响行车安全，地铁运营安全与施工扰动之间存在明显矛盾。不仅如此，高刚度支护虽可有效控制变形，但施工周期长，而低刚度支护施工快，但容易因锚固段侵入地铁保护区而引发风险。针对上述问题，应在基坑支护设计阶段进行风险评估与支护体系优化，并采用分区差异化支护方式，通过“刚柔结合”支护体系增强支护安全性。而在施工阶段，则可优先开挖基坑中部，形成中部支撑后再开挖周边土体，并严格遵循“分层分段、限时完成支撑”原则，保持支撑施工与土方开挖的时空匹配，避免支护结构受力不均。在支撑结构、地下连续墙、地下水位等关键部位布置位移传感器和应变仪，实时反馈数据，保持跟踪监测。

#### (二) 变形协同控制

##### 1. 地铁结构变形监测标准

在水平位移监测中，通常以地铁隧道轴线为基准，监测地下连续墙、支护桩等围护结构，当水平位移累计值和连续位移速率超出设定范围时，则触发预警。竖向位移侧重于监测地铁结构顶板、底板的沉降或隆起，收敛变形则通过全站仪或三维激光扫描技术，监测地铁隧道断面直径变化。在实践中，地铁结构变形监测方法主要包括几何测量法、自动化监测技术和三维激光扫描等，上述不同的监测方法在适用情形、监测过程与监测效果等方面存在相应差异。对于监测频率，基坑开挖期间，监测频率不低于1次/天；底板浇筑后，监测频率可调整为1次/3天，并需在地铁结构盾构井、联络通道等关键部位加密布点，间距不超过10m<sup>[3]</sup>。

##### 2. 分级预警与应急措施

为保持变形协同控制的综合效果，可建立分级预警机制。其中，监测指标接近设计允许值时为三级预警，应在预警后将监测频率提升至1次/4小时，重点监测变形速率变化，并暂停基坑开挖，优化土方开挖顺序，减

少对地铁结构的扰动。监测指标超过设计允许值，但未危及结构安全时为二级预警，需对地铁结构周边土体进行双液注浆，控制变形发展。监测指标严重超限，可能引发结构破坏则为一级预警。在预警响应中，根据自动化监测系统实时采集的数据，模拟分析预警状态，并生成预警报告，辅助会诊预警原因，制定应对措施。同时，可搭建基于BIM+GIS技术的可视化平台，将监测数据与三维模型关联，实现变形趋势的可视化展示。

#### (三) 特殊工况应对

##### 1. 松散土层专项处理

松散土层具有低承载力、高压缩性及易坍塌等特征，会造成支护结构嵌固深度不足、坑底隆起、周边地表沉降超限等问题，需在施工衔接中予以重视。对此，可采取三轴搅拌桩止水帷幕技术，通过深层搅拌机将水泥浆液与土体强制搅拌，穿透松散土层进入稳定持力层，形成连续的止水帷幕。此外，可实施高压旋喷桩加固，利用高压射流切割土体并注入水泥浆，形成高强度加固体。在松散土层专项处理中，应重点监测孔隙水压力、土体位移及支护结构内力，随时做好应急预案启动准备。

##### 2. 雨季施工保障措施

雨季降水会引发土体抗剪强度降低、基坑侧壁坍塌及周边管线破坏等问题，并造成基坑积水、土体软化及支护结构失稳。为保障雨季施工，可优化排水系统，构建“截水沟+集水井+盲沟”三级排水体系，并将截水沟边缘距基坑上口线控制在1.5m以上，将集水井间距控制在20-30m，盲沟内填充级配碎石。强化支护结构防护，防水层施工前清除桩体表面浮浆，混凝土喷射需分层分段进行，每层厚度不超过50mm<sup>[4]</sup>。雨天禁止土方开挖及混凝土浇筑，小雨天气需对作业面覆盖防雨布。

### 四、案例分析

#### (一) 工程概况

赣地佳苑项目坐落于红谷滩区(HJZ703-L01)地块，总占地面积52131.31m<sup>2</sup>，总建筑面积高达160938.78m<sup>2</sup>，是一个集高层住宅、幼儿园、老年人照料中心、配套商业等多功能于一体的综合性建筑群体。项目规划有21栋高层住宅(层数11-18层)及1栋幼儿园(3层)，地下室建筑面积达44093m<sup>2</sup>，分为地下一层，主要功能为车库及设备用房。项目周边环境复杂，特别是南侧紧邻地铁保护区，最近处距离地铁结构仅约10m，这对基坑支护设计及施工提出了极高的挑战和要求。

#### (二) 支护设计方案论证与实施

##### 1. 设计方案论证准备

在赣地佳苑项目支护设计方案论证前，项目团队进行了详尽的前期准备工作。首先，收集了由江西中煤建设集团有限公司提供的《赣地佳苑项目岩土工程详细勘察报告》，全面掌握了工程所在地的地质条件。同时，获取了地铁线路设计资料及周边环境调查报告，明确了

地铁结构位置及周边环境状况。组织设计、施工、监测等单位进行现场踏勘，实地了解基坑工程现场情况，并根据工程需要布置监测点。基于收集到的资料和现场踏勘结果，编制了基坑支护设计方案的初稿，并进行了内部评审与修改，形成了较为成熟的设计方案。

### 2. 专家论证会议组织

为优化支护设计方案效果，项目团队邀请了相关领域具有丰富经验和专业知识的专家，对支护设计方案进行评审和讨论。会议制定了详细的议程，明确了会议时间、地点、参会人员及议程内容。设计单位对支护结构选型、布置、计算分析及施工工艺等方面进行了详细汇报，专家团队针对方案提出了问题和意见，形成了论证意见。项目团队根据论证意见对方案进行了修改和完善，并通过了专家组的再次审核。

### 3. 论证内容与要点

论证内容全面覆盖了支护结构的各个方面，包括支护结构的选型依据、适用条件及优缺点分析，支护结构的布置方案是否满足基坑稳定性和地铁保护的要求，支护结构的稳定性分析，以及地铁保护措施的有效性评估。专家团队特别关注支护结构对地铁结构的影响及保护措施的有效性，通过详细计算和模拟分析，确保基坑开挖过程中地铁结构的安全稳定。

### 4. 论证意见处理与方案优化

项目团队对专家论证会议提出的意见和建议进行了认真整理和分析，明确了方案中存在的问题和不足。针对这些问题，项目团队组织专业技术人员对支护结构选型、布置、计算分析及施工工艺等方面进行了优化。比如，增加了支护结构的刚度和稳定性，优化了降水方案，加强了监测措施等。经过多轮修改和完善，形成了最终的设计方案，并报相关部门审批备案，为后续施工提供了坚实的技术支撑。

## （三）施工衔接问题与解决措施

### 1. 施工衔接过程中遇到的问题

在赣地佳苑项目基坑支护施工过程中，遇到了多重挑战。首先，南侧靠近地铁的支护桩施工审批流程复杂，耗时较长，影响了整体施工进度。其次，基坑开挖与支护结构施工的时序协调困难，需要精确控制开挖进度与支护结构施工的同步性。此外，雨季施工带来的降水问题与支护结构稳定性之间的矛盾也较为突出，需要采取有效措施加以解决。

### 2. 具体解决措施及实施效果

项目团队提前与地铁部门进行深入沟通，了解审批流程和要求，准备充分的申报材料，并积极配合地铁部门的审查工作，有效缩短了审批时间。同时，在支护桩施工过程中，严格按照地铁部门的要求进行施工，加强现场监控和测量，确保了地铁结构的安全。同时，项目团队根据基坑开挖和支护结构施工的特点，合理安排施

工顺序。优先开挖基坑中部，形成中部支撑后再开挖周边土体，并严格遵循“分层分段、限时完成支撑”的原则，保持支撑施工与土方开挖的时空匹配。通过科学合理的施工组织设计，有效解决了基坑开挖与支护结构施工的时序协调问题。此外，针对雨季施工降水与支护结构稳定性的矛盾，项目团队优化了排水系统，构建了“截水沟+集水井+盲沟”三级排水体系，并强化了支护结构防护。同时，雨天禁止土方开挖及混凝土浇筑，小雨天气对作业面覆盖防雨布，确保了施工质量和安全。通过这些措施的实施，有效应对了雨季施工带来的挑战。项目变形监测数据对比如表1所示。

表1 赣地佳苑项目变形监测数据对比表

施工阶段	水平位移 (mm)	竖向沉降 (mm)	预警等级
支护桩施工期	3.2 (≤5)	2.1 (≤4)	无
基坑中部开挖	6.8 (≤8)	5.3 (≤6)	三级预警
基坑周边开挖	9.5 (≤10)	7.6 (≤8)	二级预警
底板浇筑完成	4.1 (≤5)	3.0 (≤4)	无

通过以上措施的实施，赣地佳苑项目基坑支护施工顺利完成，未发生任何安全事故，有效保障了地铁结构的安全和基坑工程的稳定性。项目团队通过科学合理的方案论证、精细化的施工管理和有效的协调沟通，成功解决了施工衔接过程中遇到的问题，为类似工程提供了宝贵的经验借鉴。

## 结语

综上所述，受项目规模、空间环境与过程控制等因素影响，当前地铁邻近基坑支护设计中依然存在诸多短板与不足，制约着工程项目整体效益的优化提升。因此，技术人员应摒弃传统陈旧的基坑支护设计理念制约，建立健全基于全过程的设计方案论证体系，宏观审视施工衔接中的各项关键要素，并不断总结经验、创新方法、完善机制，破解不同地质条件、不同地铁线路形式下的基坑支护设计与施工难题，以适应城市化进程加速推进和地铁建设规模不断扩大的需求。

## 参考文献

[1] 吴银柱, 邓天炜. 基坑支护设计中岩土参数的分析与运用 [J]. 价值工程, 2022, 41 (21): 94-96.  
 [2] 祁润平. 复杂地质条件下基坑支护设计及其变形控制效果研究 [J]. 粉煤灰综合利用, 2024, 38 (2): 92-97.  
 [3] 陈景云. 关于厚淤泥地质下桩基设计、基坑支护设计及淤泥固化处理 [J]. 中国建筑金属结构, 2022, (1): 88-89.  
 [4] 马永健. 基于非饱和土理论的基坑支护设计优化研究——以济南某基坑工程为例 [D]. 山东大学, 2024.  
 作者简介: 王阳, 1984年10月, 男, 汉族, 河北景县, 本科, 现任高级工程师, 研究方向: 建筑工程岩土方面。