

# 地铁车站基坑围护结构及其施工技术研究

王 鹏 王舒珊

中铁第六勘察设计院集团有限公司 江苏 无锡 214000

**摘 要：**城市的地铁基坑通常位于各种建筑物密集地带，工作环境复杂，开挖难度大。所以，为了提高基础工程建设的顺利进行，最关键要做好对地基工程及围护结构与施工技术的研究。本篇文章主要就城市地铁车站基坑工程围护结构设计及施工技术做了具体的研究探讨，以供参考。

**关键词：**地铁车站；围护结构；基坑开挖；施工技术

## 引言

城市地铁的建设是提高城市交通运输能力、缓解城市交通拥堵、提高城市交通的效率、促进城市经济发展的重要措施之一<sup>[1]</sup>。在地铁建设中，由于地铁车站所处区域建构物密集，建设将会对周边环境产生不利影响。此外，随着既有建筑结构的变形限制要求越来越高，对地铁基坑施工提出了更高要求。因此，围护结构及其施工技术的研究对保证地铁建设的质量、进度、安全和可靠性具有重要的现实意义。

## 1 基坑围护结构及支撑选型

### 1.1 围护结构选型

地铁基坑围护结构设计必须按照工程地质和水文地质环境及港口整体规划需要，根据周围的现有建设、管线和道路条件，经过对科技、资金、施工工艺、环境和利用价值等因素的综合分析，科学合理选用工程建设和围护结构类型。基坑围护结构类型主要有放坡开挖、SMW工法桩、钻孔咬合桩、钻孔灌注排桩及地下连续墙等，不同的围护结构类型有其不同的适用条件。(1)地下连续墙通常可以适用各种土层，在较厚的淤泥和起砂现象严重的软弱土层中都能够进行，对于粘性土层和半土半石的地层同样适用，其刚度大、适用性较强。地连墙防水效果取决于墙接头的质量，其中工字形接头防水效果好，但用钢量多，综合造价较高。(2)钻孔桩主要适用于厚的淤泥和砂层等软弱地层，也可用于粘性土层和半土半石的地层。其本身防水性能差，桩间需要另设置旋喷桩或搅拌桩止水，综合造价也较高。(3)钻孔咬合桩也可用于淤泥和砂层等软弱地层，以及粘性土层，但对中风化岩层及以下的地层施工成桩困难。咬合桩主要采用荤桩与素桩间隔咬合来形成自身搭接止水，桩间止水效果好。其对施工机具要求较高，施工工艺较复杂，对混凝土配合比要求较高，但是成桩时间短，施工进度快。(4)SMW工法桩主要适用于土层、砂层等地层。工法

桩围护结构本身具有止水效果，采用三轴搅拌桩设备成桩后内插型钢，但工法桩刚度较小，一般用于较浅基坑围护。应当依据基坑的挖掘深度和对周围建筑及结构的重要性以及布置现状，确定对基坑的防护级别，按照防护级别所规定的变形允许值对地基的变化加以控制，并设置适当的支撑体系，以保证地基本体的安全和邻近建筑物及重要管线的正常使用。在确定其入土深度时，必须进行相关稳定性、隆起等相关验算。

### 1.2 支撑体系设计

围护结构的支撑系统可采用钢筋混凝土、钢管支撑或锚杆（索）。钢筋混凝土、钢管支撑适用于条形基坑车站，当基坑宽度较大，设置内支撑困难时，可考虑设置锚杆（索）。锚杆（索）可为施工提供开敞的场地，但要耗费大量的钢材，价格较贵，同时易形成地下障碍物。当锚杆（索）设计长度深入邻近建筑物或规划红线和地界，且与地下管线有干扰时，应与有关部门妥善协调处理。(1)混凝土支撑作为一种高强度、高刚度支撑形式，其抗拉、弯曲、抗压强度优异，可以满足大多数基坑围护结构的要求。钢筋混凝土支撑刚度大，变形小，整体性强，安全可靠度大，基坑平面形状布置灵活，一般用在第一道支撑以提高基坑整体稳定性。(2)钢管支撑是一种常见的地铁基坑围护内支撑形式，其特点为结构简单、施工快捷、使用安全等，因此在城市地铁工程中得到广泛应用。钢管支撑结构由钢管、衬砖、横撑和斜撑等组成<sup>[2]</sup>，横撑和斜撑组成撑杆架，在车站深基坑围护中，能承受较大的支撑轴力，还可以重复利用，较为经济。(3)在基坑围护结构内支撑形式中，型钢支撑也是一种常见的施工方式，具有良好的承载能力。在型钢支撑的设计和施工过程中，同样需要考虑多个因素，例如，需要根据不同的地形地貌和水平力大小来合理设计截面，以提高型钢支撑的抗弯能力和承载能力。在施工过程中，需要合理安装和布置型钢支撑，防止型钢支撑出

现失效或受到损伤,影响施工时的安全。

## 2 深基坑施工工法

### 2.1 明挖法

明挖法是一种较为常见的基坑施工工法,非常适用于较为简单的施工环境下,同时能够提供安全、快捷的围护支撑解决方案。明挖法的施工流程基本上可以分为四个步骤:首先,对车站区域内的基坑进行勘察、设计,确定设计方案,同时将基坑边缘进行围挡。其次,进行明挖施工,先开挖表层土体,然后依次开挖靠近基础底部的各层土层<sup>[3]</sup>。在开挖的同时,要及时对开挖后的结构体进行支护,以确保结构体不受外力作用扭曲甚至崩塌。第三,进行车站内部主体结构回筑。最后,拆除顶部支护,凿除第一道混凝土支撑,恢复道路交通。

### 2.2 盖挖法

该工法是先形成一个钢板框架或混凝土框架,然后在框架的内部进行基坑开挖,最后在内部进行地铁车站的建设。在地铁车站建设中,盖挖法可减少对外围建筑物和道路的影响、能够整体提高基坑围护整体稳定。盖挖法相对于传统的明挖施工工法,有以下特点。首先,盖挖法施工时不会对周边建筑物或道路的影响过大;其次,盖挖法需要在基坑内部设置临时支撑立柱;再者,盖挖施工效率较低,影响整体施工工期。

### 2.3 暗挖法

暗挖法是指主要应用在城市规划中不能实行明挖法施工的地区,但同时也应根据“新奥法”原理设计与施工,以实行更高的初期支护,先注浆等方法后再施工的方式。暗挖法主要有台阶开挖法、环形开挖预留核心土法、单、双侧壁导坑法、中洞法、侧洞法、柱洞法、洞桩法等。(1)台阶施工技术特别适合于在地质条件较好的隧道施工,软弱围岩、第四纪沉积地层隧道。台阶施工的优势在于具备充分的施工余地和较高的施工难度,灵活多样,适应性好。环形开挖预留核心土法条件适合于在普通土质以及易塌方的软弱围岩、断面较大的隧洞施工。(2)单侧壁导坑法适合在断面跨度较大,但土壤地表沉陷收缩力难以抑制的软弱疏松围岩中隧道建造,双侧壁导坑法又称眼镜工法。当隧道跨度很大,地表沉陷要求严格,围岩条件特别差,单侧壁导坑法难以控制围岩变形时,可采用双侧壁导坑法。当地层条件差、断面特小时,一般设计成多跨结构,跨与跨之间有梁、柱连接,一般采用中洞法、侧洞法、柱洞法及洞桩法等施工,其核心思想是变大断面为中小断面,提高施工安全度。

## 3 深基坑开挖风险控制

### 3.1 风险控制原则

首先是规范管理原则。形成科学的施工方案前,应切实确立各项制度和管理规范,并组建专业化的风险管理团队,为开挖工程的风险控制提供可靠技术支持和专业指导。明确责任分工,设立检查机制和安全监控系统,制定施工标准和流程控制,实施要素管控,为风险控制夯实基础。其次是预测评估原则。风险控制应提前对工程的风险特点、容易出现的隐患进行全面调查,制订完善的应对措施。这一过程中,需要仔细考虑风险发生的所有可能形式,应充分利用先进的风险评估技术和工具,以评估潜在的风险,为控制措施提供科学依据。最后,注重信息反馈原则。在风险管理过程中,及时反馈工程的施工情况和风险现状,为调整施工方案、强化安全保障提供重要依据。相关部门需要建立比较完善的信息沟通和反馈机制,明确信息负责人和信息传递途径,在实现信息化管理的同时,及时回应施工现场的需求和情况。

### 3.2 主要潜在风险源

(1)不良地质。不良地质是引起地下工程塌陷的最常见的原因之一<sup>[1]</sup>。它是由于地下水、雨水等进入不良地质中,导致土体流失和侵蚀,或由于地下水位变化导致土体收缩、膨胀等不稳定因素所致。此外,若在开挖过程中没有按照土体力学参数进行土体检测和计算,可能会导致基坑失稳。(2)地下水。地下水是导致地下工程塌陷和沉降的重要因素之一。当开挖深度增加时,地下水压力和土体压力会增加,从而增加地铁车站基坑的风险和不稳定性。此外,地下水还可能引起基坑边界的土体流失,甚至会使地下工程浸泡在水体中,导致地铁车站的腐蚀和破坏。在深基坑施工中,可以采用地层封闭、岩基加固和降低水位等方法来控制地下水的渗透和压力。(3)岩石稳定性。在地铁车站建设的施工中,有时需要在岩石或石灰岩等岩石层进行开挖,这也会带来风险。岩石稳定性会受到很多因素的影响,例如,当前的冻融循环、化学反应、土体膨胀和侵蚀等都会导致岩石破裂和工程事故。此外,岩石质量会因地质变化、地震、高温等因素而变化,从而对工程的稳定性构成威胁。在深基坑施工中,可以采用钻孔加固等方法来提高岩石的稳定性。(4)土层滑动。在深基坑开挖过程中,如果土体的内部摩擦角受到破坏或受到地震的影响,可能会引起土层滑动。这是一个严重的风险源,可能会导致地下工程的塌陷和沉降。在深基坑施工中,可以采用重新加固土体、增强土层等方法来防止土层滑动。

### 3.3 风险控制措施

基坑在施工时,可利用坑内内井点对坑底土壤进行

预降水、疏干等,以增强坑内结构,并提高降水效率。施工在坑底施工底板时,在井点管部位设有底板泄水孔,并随即清除井点管,待车站顶板覆土及内部铺装施工结束后进行闭洞。施工阶段要重视场地和基坑内的引排水道,在雨天施工期间,也要准备好适量的抽水装置,及时进行排涝,以保证施工的安全和机械设备的顺利运行。此外,在基坑的四周地面设置了截水沟,基坑内也可按照实际状况建立临时性的排水道和集水口。

#### 4 深基坑施工监测

##### 4.1 施工监测目的

(1)提高工程质量。施工监测能够及时发现和处理施工过程中的各类问题和隐患,保证施工的质量和效率<sup>[2]</sup>。通过连续监控,能够掌握基坑变形及变化趋势,从而保证施工进度和质量。(2)确保周围建筑物的安全。深基坑施工对周围的房屋和建筑物有较大影响,可能会导致构筑物的损坏。施工监测能够及时发现并判断潜在的风险,及时采取措施加以控制,保证周围建筑物的安全。(3)验证工程设计。基坑施工监测能够验证设计参数和施工效果是否符合规范要求。通过实时监控和分析,及时解决设计、施工等存在的问题,提高工程质量。(4)为后续工程提供数据支持。基坑施工完成后,还需要进行内部结构等后续工程。施工监测能够为后续工程的进行提供必要的的数据,使设计和施工更加科学合理。

##### 4.2 监测项目

(1)合理的后期监测。深基坑支护结构的后期监测是确保基坑施工安全和结构稳定的重要手段。下面将分别介绍负载监测、地下水位监测和结构安全监测的具体内容。(2)负载监测。负载监测是通过对支撑结构的垂直位移、变形和应力变化进行监测,以追踪其负载变化,及时发现支护结构失效的征兆。负载监测主要有水平位移、深层位移、位移速率、支撑内力等监测项目。在具体的监测实施中,需要根据基坑支护结构的特点和施工方法,选择合适的监测点和监测方法,以确保监测数据的准确性和可靠性。(3)地下水位监测。地下水位监测主要是根据深基坑的流动特性和地下水位的高低,对基坑周边和基坑内进行实时水质监控<sup>[1]</sup>。地下水位监测的主要目的是掌握地下水位的动态变化情况,及时发现基坑周

边地层的变形或渗漏等问题,为基坑支护结构的设计和施工提供科学依据。(4)结构安全监测。结构安全监测主要是通过监测建筑物、地下管线和地面沉降等,判断深基坑周边地区的安全稳定性。结构安全监测包括位移监测、沉降监测和裂缝监测等。在具体的监测实施中,需要选择合适的监测点,设置合理的监测网络,并采用先进的监测技术和仪器设备,以提高监测数据的精度和可靠性,为基坑支护结构的设计和施工提供科学依据。

##### 4.3 监测措施

测量控制网的建立和维护。在深基坑施工前,需要建立起一个精密的测量控制网,建立可靠的控制标准。建立测量控制网后,需要定期对其进行维护和检测,以确保精度和稳定性,提高监测数据的准确性。(1)测量设备的安装。深基坑施工监测需要安装一些必要的测量设备,例如倾斜仪、变形仪、水准仪、位移仪等。通过这些设备的使用,可以及时监测从地下开挖到模板安装以及混凝土浇筑、支护结构加固等施工环节中的各种变形,以及外力对深基坑内支护结构等的影响。

(2)数据分析和处理<sup>[3]</sup>。监测数据需要进行数据分析和处理,进而对施工现场进行合理的控制和调整。监测人员应对监测数据进行分析和处理,及时调整和安排施工计划,及时解决施工中的各类问题和隐患问题,以保证施工安全。

##### 结语

地铁车站基坑开挖围护结构及其施工技术是地铁建设中的一个重要环节。基坑开挖需要根据具体情况选择合适的围护结构体系,同时需要严格控制施工质量和安全。在未来,地铁车站基坑开挖的技术将会不断改善和完善,以保证地铁建设的质量和安全性。

##### 参考文献

- [1]李文柱.杭州地铁车站明挖施工围护结构选型[J].铁道建筑,2007(10):55~56.
- [2]高江.城市地铁车站施工方法选择研究[J].工程建设与设计,2009(9):128~131.
- [3]唐世强.地铁深基坑支护体系内力及变形规律分析[J].铁道建筑,2008(11):35~39.