

地铁车站深基坑支护设计与施工技术研究

刘秦凯

天津市起跑线人力资源咨询服务有限公司 天津 300000

摘要：本文聚焦地铁车站深基坑支护设计与施工技术展开研究。阐述设计需遵循安全、经济、适用、环保等原则，满足稳定性、变形控制、耐久性等要求。分析工程概况，介绍多种支护形式选择与设计要点，以及降水与防渗设计方法。探讨关键施工技术，如地下连续墙、钢板桩等施工要点。提出质量控制、安全及地下水控制措施，为地铁车站深基坑支护工程提供参考。

关键词：地铁车站；深基坑；支护设计；施工技术

引言：随着城市轨道交通的快速发展，地铁车站建设日益增多，深基坑支护作为关键环节，其设计与施工技术直接影响工程安全与质量。地铁车站深基坑周边环境复杂，地质条件多样，对支护设计与施工提出更高要求。深入研究其设计原则、要求、形式选择及施工技术，有助于保障工程顺利推进，确保基坑及周边环境安全，推动地铁建设技术进步。

1 地铁车站深基坑支护设计原则与要求

1.1 设计原则

地铁车站深基坑支护设计需遵循科学严谨原则，首要为安全性原则。基坑周边环境复杂，邻近建筑物、地下管线众多，若因基坑开挖使其变形损坏，将引发严重安全事故。故设计时要全面考量周边环境承受力，精确计算土压力、水压力及施工附加荷载等各类荷载作用。通过严谨力学计算，确保支护结构强度与刚度达标，能切实抵御外力，保障基坑施工及使用安全。经济性原则亦至关重要，在确保安全的基础上，应合理选择支护形式与材料，优化设计方案以降低成本。需对不同支护方案开展技术经济对比，权衡利弊，选出性价比最优方案，杜绝资源浪费。适用性原则要求依据地铁车站深基坑的工程地质、水文地质条件及周边环境状况，选择适配的支护结构类型。不同地质对支护要求差异大，软土区要重视变形控制，岩石区需关注锚固效果^[1]。周边交通、管线分布等也会影响支护结构选择，要保证施工不干扰周边环境。环保性原则是现代工程建设重点，设计时要尽量降低对周边环境的影响，减少施工噪音、粉尘和废水排放。

1.2 设计要求

地铁车站深基坑支护设计有明确严格的要求，稳定性是基础，支护结构必须确保基坑在开挖及使用期间整体稳定，杜绝滑坡、坍塌等事故。需借助精确的力学计

算与分析，确定支护结构的尺寸、配筋等参数，使其在各种工况下都能满足稳定性要求。变形控制是关键，基坑开挖会使周边土体变形，过大变形会危及邻近建筑物和地下管线安全。所以设计时要严格控制支护结构变形量，将其限定在允许范围内。通过采用先进计算方法和监测手段，对基坑开挖过程中的变形进行实时监测与预测，依据监测结果及时调整设计方案，确保变形可控。对于周边有重要建筑物的基坑，变形控制要求更严，可能需采取加强支护、设置隔离桩等措施，减小变形对建筑物的影响。耐久性要求同样不能忽视，地铁车站深基坑支护结构在使用中要承受地下水侵蚀、温度变化等环境因素作用。因此设计时要充分考虑耐久性，选用合适材料和防护措施，保证结构在规定使用年限内正常发挥功能。

2 地铁车站深基坑支护设计

2.1 深基坑工程概况分析

对地铁车站深基坑工程进行全面、细致的概况分析是支护设计的基础。首先要了解工程所在地的地质条件，包括土层的分布、性质、厚度以及地下水位等情况。通过地质勘察报告，准确掌握各土层的物理力学参数，如内摩擦角、粘聚力、压缩模量等，这些参数对于支护结构的设计和计算至关重要。水文地质条件也是分析的重点。地下水的存在会对基坑开挖和支护产生重要影响，如可能导致基坑涌水、流砂等现象，增加施工难度和风险。要详细了解地下水的类型、水位、补给来源和排泄条件等，制定合理的降水与防渗方案。周边环境状况同样需要深入分析。了解基坑周边建筑物的基础形式、结构类型、使用年限以及与基坑的距离等信息，评估基坑开挖对这些建筑物可能产生的影响。同时还要掌握地下管线的分布、材质、埋深等情况，避免在施工过程中对管线造成破坏。例如，对于周边有历史保护建筑

物的基坑,要严格控制变形,确保建筑物的安全;对于地下管线密集的区域,要采取保护措施,如设置管线保护套管、进行管线迁移等。

2.2 支护形式选择与设计

根据深基坑工程概况选配合适支护形式是设计核心,常见支护形式有地下连续墙、钢板桩、排桩加内支撑、土钉墙。地下连续墙适用于地质复杂、周边环境要求高且基坑深的工程。其刚度大、止水佳、对周边环境影响小,但成本高、工艺复杂。设计时,需依基坑深度、土压力等确定墙体厚度、深度与配筋,同时考量与内支撑体系连接,保障整体稳定性。钢板桩施工便捷、速度快,适用于地质优、基坑浅的工程。不过在软土区,其变形大、止水差,需辅助措施。设计时,要选对钢板桩型号与长度,按土压力计算确定入土深度、间距,并设置支撑与锚固装置,以控制变形^[2]。

2.3 降水与防渗设计

降水设计的目的是降低地下水位,减小基坑开挖过程中的水压力,提高土体的强度和稳定性,防止基坑涌水和流砂现象的发生。根据水文地质条件和基坑深度,选择合适的降水方法,如明沟排水、轻型井点降水、喷射井点降水、深井降水等。在设计降水方案时,要计算降水所需的井数、井深、抽水量等参数,并考虑降水对周边环境的影响,如地面沉降、地下水位下降对邻近建筑物的影响等,采取相应的措施进行控制。防渗设计主要是为了防止地下水从支护结构与土体之间的缝隙或支护结构本身的缺陷处渗入基坑,影响基坑施工和周边环境的安全。对于地下连续墙、排桩等支护结构,要确保其接缝处的止水效果,可采用高压旋喷桩、搅拌桩等止水帷幕进行封堵。在设计防渗帷幕时,要根据地下水的渗透系数、水头高度等因素确定帷幕的深度、厚度和材料,通过现场试验和监测,验证防渗效果。

3 地铁车站深基坑支护关键施工技术

3.1 地下连续墙施工技术

地下连续墙施工技术复杂、要求颇高,涵盖多道关键工序。施工前需完成场地平整、测量放线及导墙施工等准备工作。导墙作为重要导向结构,关乎成槽机垂直度与槽壁稳定性,施工时务必严格把控其尺寸、位置与垂直度,确保符合设计标准。成槽施工是核心环节,常用抓斗式、冲击式、回转式成槽法。施工时应依据地质条件选配合适设备与工艺参数,精准控制成槽速度,做好泥浆护壁,避免槽壁坍塌。实时监测槽壁垂直度与深度,及时调整成槽机,保障成槽质量。钢筋笼制作与吊装亦不容忽视,制作需严格遵循设计图纸,把控钢筋

规格、数量、间距及焊接质量;吊装时要选对设备与吊点,防止变形散架,精准入槽。混凝土浇筑为最后工序,采用导管法水下浇筑,要严控配合比、坍落度与浇筑速度,杜绝夹泥、断桩问题。浇筑后做好养护,提升地下连续墙强度与耐久性。

3.2 SMW工法桩、钻孔灌注桩+三轴搅拌桩止水帷幕施工技术

SMW工法桩施工融合搅拌桩与型钢技术,兼具挡土止水功能,适用于软土地层地铁基坑。施工前,需平整场地、测量放线,依据设计要求确定桩位与施工顺序。采用三轴搅拌桩机施工,严格控制搅拌桩垂直度偏差不超1/200,深度误差 $\pm 50\text{mm}$ 。搅拌过程中,按设计配合比精准控制水泥浆浓度与流量,确保水泥掺入量达标,提升桩体强度与止水性能。搅拌成桩后,及时插入H型钢,利用振动锤或静压设备确保型钢插入深度与垂直度符合设计标准,型钢插入后需固定,防止偏移与上浮。钻孔灌注桩+三轴搅拌桩止水帷幕组合工法常用于复杂地质与环境条件。钻孔灌注桩施工时,先进行护筒埋设,护筒中心与桩位偏差不超50mm,埋深依地质确定,一般不小于1.5m。采用旋挖钻机或冲击钻机成孔,钻进过程中根据不同地层调整钻进参数,防止坍孔、缩径等问题。成孔后,及时进行清孔作业,控制沉渣厚度不超设计要求。钢筋笼制作严格按设计配筋,确保焊接质量,采用吊车分节吊装入孔并固定。水下混凝土浇筑采用导管法,控制导管埋深在2-6m,确保混凝土浇筑连续,防止断桩。三轴搅拌桩止水帷幕施工与SMW工法桩搅拌工艺类似,需保证桩体搭接长度不小于200mm,形成连续止水帷幕。施工过程中,定期检测水泥浆比重与搅拌桩强度,确保止水效果。施工完成后,对灌注桩进行完整性检测,对止水帷幕进行注水试验,验证其防水性能。

3.3 混凝土支撑与预应力锚杆施工技术

混凝土支撑施工主要包括支撑的浇筑和养护。在支撑浇筑前,要对支撑的模板、钢筋等进行检查和验收,确保其符合设计要求。混凝土浇筑时,要采用分层振捣的方法,保证混凝土的密实性。浇筑完成后,要及时进行养护,防止混凝土出现裂缝等质量问题。预应力锚杆施工包括钻孔、锚杆制作与安装、注浆和张拉锁定等工序。钻孔时,要根据设计要求确定钻孔的深度、直径和角度,确保钻孔质量符合标准。锚杆制作与安装时,要选择合适的锚杆材料和锚固方式,保证锚杆的强度和锚固效果。注浆时,要控制注浆压力和注浆量,确保注浆饱满。张拉锁定是预应力锚杆施工的关键环节,要按照设计要求进行张拉,控制张拉力和锁定荷载,保证锚杆

的预应力效果。

3.4 土方开挖与内支撑施工技术

土方开挖是地铁车站深基坑施工的重要环节，必须遵循“分层、分段、对称、平衡、限时”的原则。根据支护结构的设计和施工进度，合理安排土方开挖的顺序和深度，避免一次性开挖过深导致支护结构变形过大。在开挖过程中，要及时设置内支撑，确保支护结构的稳定性。内支撑施工包括支撑的制作、安装和拆除。支撑的制作要严格按照设计图纸进行，保证支撑的尺寸、规格和焊接质量符合要求。安装支撑时，要确保支撑与排桩或地下连续墙之间的连接牢固可靠，支撑的垂直度和水平度符合设计要求。当基坑施工完成后，需要按照一定的顺序和工艺拆除内支撑，拆除过程中要注意监测支护结构的变形情况，及时采取相应的措施进行控制。

4 地铁车站深基坑支护施工质量控制与安全措施

4.1 质量控制措施

为确保地铁车站深基坑支护施工质量，需要采取一系列质量控制措施。在材料质量控制方面，要对支护结构所使用的钢材、水泥、砂石等原材料进行严格检验，确保其质量符合设计要求和相关标准。对于进场的原材料，要进行抽样检测，不合格的材料严禁使用。施工过程中质量控制是关键。在每一道工序施工前，要对施工人员进行技术交底，明确施工工艺和质量标准。施工过程中，要加强现场监督和检查，及时发现和纠正施工中存在的问题。成品保护也是质量控制的重要环节。在支护结构施工完成后，要采取有效的保护措施，防止其受到损坏。例如，对于地下连续墙和排桩，要避免在其附近进行重物堆放或机械碰撞；对于混凝土支撑，要在其达到设计强度前禁止在其上施加荷载。

4.2 施工安全措施

施工安全是地铁车站深基坑支护施工的重中之重。要建立健全安全管理制度，明确各级管理人员的安全职责，加强对施工人员的安全教育培训，提高施工人员的安全意识和操作技能。在施工现场设置明显的安全警示标志，对危险区域进行隔离和防护。加强对施工机械和设备的安全管理，定期进行检查和维护，确保其性能良

好、运行安全^[4]。对于起重机械、打桩设备等大型机械，要严格按照操作规程进行操作，严禁超载、违规作业。制定应急预案，针对可能出现的基坑坍塌、涌水、触电等安全事故，明确应急救援的组织机构、职责分工、救援程序和措施等。定期组织应急演练，提高施工人员的应急处置能力。

4.3 地下水控制措施

地下水控制是地铁车站深基坑支护施工的重要保障。在降水施工过程中，要严格按照降水设计方案进行操作，控制降水速度和抽水量，避免因降水过快导致地面沉降过大。加强对地下水位和周边建筑物、地下管线的监测，及时发现和处理异常情况。对于防渗帷幕，要定期检查其完整性，发现渗漏点及时进行处理。可采用注浆、堵漏等方法对渗漏部位进行封堵，确保防渗效果。在基坑开挖过程中，要设置排水沟和集水井，及时排除基坑内的积水和雨水，防止基坑浸泡导致土体强度降低和支护结构变形。同时加强对周边地下水的监测，根据监测结果及时调整地下水控制措施，确保基坑施工的安全和顺利进行。

结束语

地铁车站深基坑支护设计与施工技术涉及诸多方面，从设计原则的遵循到施工技术的实施，再到质量控制与安全措施的落实，每个环节都紧密相连、至关重要。通过科学合理的设计、严谨规范的施工以及严格有效的管控，可确保深基坑支护工程的安全性与稳定性，为地铁车站建设奠定坚实基础，推动城市轨道交通事业持续发展。

参考文献

- [1]张玉.市政地铁明挖车站深基坑支护施工安全防护技术[J].工程机械与维修,2023(06):79-81.
- [2]魏显阳.地铁车站明挖施工深基坑支护技术研究[J].工程机械与维修,2024(03):66-68.
- [3]胡祥锋.地铁车站深基坑降水施工技术分析[J].建设监理,2022(12):2-5.
- [4]张怀生.试论基坑封闭降水施工技术[J].新型工业化,2020,10(7):178-180.