

钻孔灌注桩在深基坑支护中的应用

张景鸿

中铁二十一局集团有限公司市政工程分公司 湖北 武汉 430080

摘要：南漳县水镜大道改造及地下空间开发利用项目成功实施了钻孔灌注桩深基坑支护工程。项目面临地质复杂、环境敏感等挑战，但通过深入的地质勘察、科学的方案设计和精细的施工工艺，实现了稳定的基坑支护效果。案例表明，合理的施工方法、严格的施工管理和质量控制，以及有效的监测预警体系，是确保深基坑桩基支护工程成功的关键因素。

关键词：深基坑支护；钻孔灌注桩；施工监测

1 钻孔灌注桩在基坑支护的发展历程

钻孔灌注桩基坑支护的发展历程是建筑技术不断进步与创新的生动写照。面对深基坑支护的挑战，上世纪中叶，钻孔灌注桩基坑支护技术应运而生，这一技术的出现彻底改变基坑支护的面貌。最初的钻孔灌注桩基坑支护主要依赖木质或钢筋笼作为桩芯，混凝土则通过导管浇筑而成，这样的结构提高了基坑支护的施工效率和稳定性。随着时间的推移，材料科学的突破和施工技术的完善为钻孔灌注桩的发展注入了新的活力。进入21世纪，钻孔灌注桩技术的发展更是日新月异。计算机技术的应用和智能化施工设备的普及，使得钻孔灌注桩基坑支护的施工方法越来越智能化、自动化。现代科技手段的应用不仅提高施工精度和效率，还降低了施工成本，为钻孔灌注桩基坑支护的广泛应用提供有力支持。

2 钻孔灌注桩在深基坑支护中的应用

2.1 项目概况

南漳县水镜大道改造及地下空间开发利用项目。地下空间开发规模：地下车库总建筑面积10351.13平方米。地下人行通道总建筑面积4499平方米。其中：1#车库基坑开挖深度为7.5m，基坑面积约4350m²，长159.6m，宽为20.25m。2#车库基坑开挖深度为7.75m，基坑面积约4380m²，长168.7m，宽为20.3m。3#车库基坑开挖深度为7.5m，基坑面积约4130m²，长160.35m，宽为20.5m。1#地下通道基坑开挖深度为4.9m，基坑为环形面积约3000m²。2#地下通道基坑开挖深度为5.2m，基坑为环形面积约3000m²。

2#车库基坑开挖深度为7.75m，基坑面积约4380m²，周边环境最为复杂，基坑边缘离既有构筑物较近，本文以2#车库基坑为工程实例。

地质情况：自上而下为：①层混凝土路面（Qml），层顶高程102.54~116.89m。②层杂填土（Qml），层顶

埋深0.0~0.8m。③层粉质粘土（Q4al+pl），层顶埋深0.6~5.2m。④层圆砾（Q4al+pl），层顶埋深2.2~8.7m。⑤层卵石（Q4al+pl），层顶埋深6.3~14.2m。

场地周边环境：2#车库基坑周边环境：基坑北侧为已建建筑物，基坑开挖顶边线距离已建1F建筑物最近处为4.3m，砖混结构；基坑东侧为沿线道路水镜大道；基坑南侧为已建建筑物，距离已建2F建筑物最近处为6.6m；基坑西侧为沿线道路水镜大道。基坑周边环境偏复杂。

2.2 选择深基坑支护

该基坑的最大开挖深度达到了7.75m，最大基坑面积约4380m²，土质以粉质粘土和砂土为主。这样的地质条件给基坑的稳定性和施工安全带来了极大的挑战。经济技术方案比选如下：

钢板桩：优点是施工工艺简单，抗弯承载能力较弱，施工速度快，环保性能较好。缺点是成本较高，耐久性较差，施工过程中对周边环境影响较大。

地连墙：优点是墙体刚度大，防渗性能好，适用范围较广，振动小，噪音低。缺点是成本较高，特殊地质条件下（如很软的淤泥质土、超硬岩石等），施工难度较大，接缝处易出现漏水情况，城市施工中产生的废泥浆处理较麻烦。

钻孔灌注桩：优点是高承载力、施工方便、工期短、造价低、无振动、无地面隆起或侧移、对周边建筑物危害小、适用于各种地质条件^[1]。缺点是施工噪声较大，施工质量控制难度大，可能产生泥浆垃圾。

经过详细的地质勘探和数据分析，结合施工设计及现场实际情况，为了确保基坑的安全稳定，经过专业团队的反复论证和计算，对比以上三种支护结构，钻孔灌注桩以其良好的承载能力和稳定性，能够有效抵抗基坑侧壁的土压力，确保基坑在开挖过程中的安全，工期短

和对周边建筑物危害小等特点。决定采用钻孔灌注桩作为主要的支护结构。

2.3 钻孔灌注桩深基坑支护施工工艺与质量控制

钻孔灌注桩深基坑支护施工工艺：场地平整——测定桩位——钻机到位——埋设护筒——制备泥浆——进行钻孔——第一次清孔——钢筋笼安装——导管安装——第二次清孔——浇筑混凝——拔除护筒——桩身完整性检测。

在施工工艺的实施过程中，重点关注以下工序：精确的桩位放样，合适的打桩方法，良好的泥浆性能，严格的成孔要求，重要的桩身垂直度，及时的监测和调整。

2.4 钻孔灌注桩深基坑支护施工技术常见问题及解决方法

在钻孔灌注桩深基坑支护施工过程中，钻孔灌注桩作为一种常见的支护结构，其施工质量直接关系到基坑的安全与稳定。在实际施工中，钻孔灌注桩的施工往往会出现一些常见问题，为保证钻孔灌注桩深基坑桩基支护效果及安全性，针对这些问题也会有相应的措施。

问题一：钻孔偏斜是指钻孔过程中，孔壁不垂直，导致身偏斜。

措施：严格控制钻机的定位精度，确保钻杆垂直。加强钻孔过程中的监测，发现偏斜及时纠偏。使用导向装置，提高钻孔精度。

问题二：灌注不均匀表现为桩身混凝土密实度不一致，易产生空洞。

措施：确保混凝土质量稳定，控制其坍落度。加强灌注过程的监控，确保混凝土均匀分布。

问题三：孔口泥浆流失会导致孔壁不稳定，影响成桩质量。

措施：选用合适的泥浆配方，提高护壁效果。加强孔口的封闭措施，防止泥浆流失。及时补充泥浆，保持孔内压力稳定。

问题四：混凝土质量不均表现为强度差异、泌水等现象。

措施：严格控制混凝土配合比，确保质量稳定。采用合适的搅拌工艺，提高混凝土均匀性。加强混凝土的养护，防止泌水现象。

2.5 对钻孔灌注桩深基坑支护的监测

钻孔灌注桩深基坑桩基支护全部完成之后，为保证基坑整体质量、稳定性、安全性等性能满足设计要求，在后续基坑施工过程中，对钻孔灌注桩深基坑支护采取动态监测，以下是2#地下车库深基坑工程水平竖向位移监测成果表1~3，其中1-5号监测点位于基坑东侧的既有构筑物预埋的观测点作为监测点，对正在施工的基坑东侧进行监测。

表1 2#地下车库深基坑工程水平竖向位移监测成果表

本次监测时间：2023年2月24日 上次监测时间：2023年2月22日									次数：2	
监测编号	坐标值		水平位移量 (mm)		累计位移量 (mm)		高程 (m)		沉降量 (mm)	
	X	Y	X	Y	X	Y	本次	上次	本次	累计
1	1024.5953	1041.1719	0.2	-0.4	0.2	-0.4	9.6826	9.6830	0.4	0.4
2	1032.1335	1050.5387	0	0.3	0	0.3	9.6482	9.6485	0.3	0
3	1046.8352	1073.6596	0.3	0.4	0.3	0.4	9.7059	9.7060	0.1	0
4	1049.7293	1091.7744	-0.3	0.1	-0.3	0.1	9.6163	9.6165	0.2	0
5	1053.7093	1101.6614	0.2	-0.4	0.2	-0.4	9.6618	9.6620	0.2	0
说明		基坑水平竖向位移量，未超过预警值。								

表2 2#地下车库深基坑工程水平竖向位移监测成果表

本次监测时间：2023年3月1日 上次监测时间：2023年2月24日									次数：3	
监测编号	坐标值		水平位移量 (mm)		累计位移量 (mm)		高程 (m)		沉降量 (mm)	
	X	Y	X	Y	X	Y	本次	上次	本次	累计
1	1024.5956	1041.1719	-0.3	0	-0.1	-0.4	9.6824	9.6826	0.2	0
2	1032.1334	1050.5387	0.1	0	0.1	0.3	9.6481	9.6482	0.1	0
3	1046.8353	1073.6598	-0.1	-0.2	0.2	0.2	9.7057	9.7059	0.2	0
4	1049.7293	1091.7744	0	0	-0.3	0.1	9.6162	9.6163	0.1	0
5	1053.7091	1101.6611	0.2	0.3	0.4	-0.1	9.6615	9.6618	0.3	0
说明		基坑水平竖向位移量，未超过预警值。								

表3 2#地下车库深基坑工程水平竖向位移监测成果表

本次监测时间：2023年3月3日上次监测时间：2023年3月1日									次数：4	
监测编号	坐标值		水平位移量（mm）		累计位移量（mm）		高程（m）		沉降量（mm）	
	X	Y	X	Y	X	Y	本次	上次	本次	累计
1	1024.5958	1041.1715	-0.2	0.4	-0.3	0	9.6821	9.6824	0.3	0
2	1032.1331	1050.5385	0.3	0.2	0.4	0.5	9.6480	9.6481	0.1	0
3	1046.8350	1073.6600	0.3	-0.2	0.5	0	9.7055	9.7057	0.2	0
4	1049.7293	1091.7743	0	0.1	-0.3	0.2	9.6161	9.6162	0.1	0
5	1053.7090	1101.6613	0.1	-0.2	0.5	-0.3	9.6614	9.6615	0.1	0
说明		基坑水平竖向位移量，未超过预警值。								

通过为期一周的监测成果来看，基坑水平竖向位移量，均未超过预警值，印证了钻孔灌注桩深基坑桩基支护施工方案合理，也保证了基坑整体稳定性、安全性。体现了钻孔灌注桩在深基坑支护中承载力高，对周围既有建筑物危害小等特点。在后续施工过程中，将严格按照基坑监测专项方案对基坑支护进行持续监测，以保证基坑的长期整体稳定性，安全性可控。

3 经验总结

南漳县水镜大道改造及地下空间开发利用项目的钻孔灌注桩深基坑桩基支护工程案例为我们提供了宝贵的经验总结：（1）深入的地质勘察和科学的方案设计是确保深基坑桩基支护工程成功的关键。结合现场实际情况，可以制定出更加合理、有效的施工方案和技术措施。（2）选择先进的钻孔灌注桩深基坑桩基支护施工工艺与质量控制是确保施工质量和安全的重要前提。（3）监测预警体系的建立与运行至关重要。通过动态监测和

预警机制的建立，能够及时发现并处理潜在的安全风险，确保基坑的整体质量、稳定性和安全性。

结束语

钻孔灌注桩是深基坑支护工程中不可或缺的重要方法，其实施效果的优劣直接关系到工程的整体质量和安全。通过本文的探讨，科学严谨的施工控制、先进可靠的施工技术和密切的团队协作是确保这一技术成功应用的关键所在。如今，钻孔灌注桩基坑支护已经成为现代建筑领域中不可或缺的重要技术，为城市地下空间的开发利用提供了强有力的技术支撑。

参考文献

- [1]刘俊芝.钻孔灌注桩在基坑支护施工中的应用研究[J].山西建筑.2017.1009·6825(2017)09—0066—02
- [2]JGJ94-2008,建筑桩基技术规范[S].
- [3]DG/TJ08-202-2007,钻孔灌注桩施工规程[S].