

囊式扩体锚杆在场馆类项目抗浮工程中的使用

孙涛¹ 于原²

1. 中国京冶工程技术有限公司 北京 100088

2. 中国国检测试控股集团股份有限公司 北京 100024

摘要：囊式扩体锚杆作为一种高效、可靠的抗浮技术，在场馆类项目抗浮工程中得到广泛应用。本文介绍了囊式扩体锚杆的工作原理、设计要点及施工工艺，重点分析了其在场馆类项目中的抗浮效果与优势。通过实际工程案例，验证了囊式扩体锚杆在复杂地质条件下的适用性和稳定性，为同类工程的抗浮设计提供了宝贵经验。研究结果表明，囊式扩体锚杆能够有效提升场馆类项目的抗浮能力，确保建筑长期安全运营。

关键词：囊式扩体锚杆；场馆类项目；抗浮工程；应用分析

引言：随着城市化进程的加快，场馆类项目作为城市重要的公共设施，其建设规模与数量不断增加。这类项目往往面临地下水位高、浮力大等挑战，对抗浮技术提出了更高要求。囊式扩体锚杆作为一种新型抗浮技术，凭借其承载力高、施工便捷、适应性强等优点，在场馆类项目抗浮工程中逐渐崭露头角。本文旨在深入探讨囊式扩体锚杆在场馆类项目中的应用，分析其工作原理、设计方法及施工流程，以期对相关工程提供技术参考和借鉴。

1 囊式扩体锚杆技术概述

囊式扩体锚杆技术是一种先进的岩土锚固技术，近年来得到了快速发展和广泛应用。该技术通过机械扩孔或高压喷射扩孔的方法，在锚孔底部对岩土体进行切割扩孔与注浆，并向锚孔内安放带有膨胀挤压筒的锚杆杆体，对囊袋进行浆液定量有压灌注，形成底部具有大直径扩体锚固段的锚杆。囊式扩体锚杆技术具有多种优点。首先，其防腐性能好，可靠性高，抗拔力大，能够承受较大的拉力，确保锚固主体的工程稳定性。其次，该技术施工效率高，成本低，能够显著节约建筑材料资源，降低工程建设成本。另外，囊式扩体锚杆技术还具有良好的环保性能，施工过程中产生的泥浆可以通过浆渣分离器进行分离处理，实现资源的循环利用。囊式扩体锚杆技术适用于多种工程领域，包括高层建筑、轨道交通、桥隧工程、城市地下交通枢纽、港口码头、水库高坝、边坡工程、矿山建设、国防工程等。在这些工程中，囊式扩体锚杆技术可以用于抗浮工程、深基坑支护、基础锚固和边坡防护等，解决岩土锚固工程中的技术难题。囊式扩体锚杆的施工过程包括钻孔、扩孔、锚杆制作与防腐、囊袋注浆、锚杆下放与锁定等步骤^[1]。在施工过程中，需要严格控制各个环节的质量，确保锚

杆的承载力和稳定性。还需要根据具体的工程条件和设计要求，选择合适的锚杆类型和参数，以达到最佳的锚固效果。目前，囊式扩体锚杆技术已经在国内外多项工程中得到成功应用，技术体系和工艺工法已经成熟。未来，随着技术的不断发展和创新，囊式扩体锚杆技术有望在更多领域发挥重要作用，为工程建设提供更加安全、经济、高效的锚固解决方案。

2 场馆类项目抗浮要求与特点

2.1 场馆类项目地下结构特点

场馆类项目地下结构特点主要体现在其复杂性和多功能性上。这类项目通常包括大型体育场馆、会展中心、文化中心等，其地下结构不仅要承载上部建筑的重力，还要满足各种功能需求，如停车、设备用房、储藏室等。地下结构往往由多个洞室或空间组成，这些空间在布局上需要考虑工艺流程的紧凑性、交通运输的便利性以及管线布置的合理性。由于地下环境的特殊性，如岩石的硬度和稳定性、地下水的存在等，对地下结构的设计和施工提出了更高的要求。

2.2 抗浮设计要求

场馆类项目地下结构的抗浮设计要求严格，主要目的是确保建筑在地下水浮力作用下的安全性和稳定性。抗浮设计需要考虑多种因素，包括地下水位的高低、地质条件、建筑结构形式、使用功能等。根据《建筑设计规范》(GB 50007-2011)中的规定，不同功能和重要性的地下室和地下车库需要选取不同的抗浮等级。对于场馆类项目，由于通常涉及大跨度、大空间的结构，其抗浮等级往往要求较高。在设计过程中，需要进行详细的工程地质和水文地质勘察，以确定地下水位、土层性质、岩石条件等关键参数。基于这些参数，选择合适的抗浮措施，如加厚底板、增加覆土厚度、设置抗浮桩或抗浮

锚杆等。同时还需要进行抗浮验算，确保建筑在浮力作用下的稳定性和安全性。在施工阶段，需要采取有效的抗浮措施，如降水、设置临时性抗浮结构等，以防止地下水浮力对地下结构造成不利影响。竣工后，还需要进行长期的监测和维护，确保抗浮措施的有效性，保障建筑的安全使用^[2]。

3 囊式扩体锚杆在场馆类项目抗浮工程中的设计

3.1 工程地质勘察要点

在场馆类项目的抗浮工程中，工程地质勘察是设计囊式扩体锚杆前不可或缺的关键步骤，它直接关系到锚杆设计的合理性与施工的安全性。勘察工作需全面而深入，旨在获取详尽的地质信息，为锚杆设计提供科学依据。首先，应查明场地内的地层结构，包括各土层的厚度、成因、物理力学性质（如密度、抗压强度、抗剪强度等）以及土层间的接触关系。特别关注软弱土层、含水层及岩石层的分布与特性，因为这些因素直接影响锚杆的锚固力和稳定性。通过钻探、取样、原位测试等手段，获取准确的地层参数，为锚杆的选型与长度设计提供依据。其次，需详细调查地下水位情况，包括静止水位、历史最高水位、水位变化规律以及地下水的水质分析。地下水是产生浮力的直接来源，其水位高低、流动状态及水质对锚杆的防腐性能有重要影响。通过水位监测和水质分析，可以评估锚杆面临的腐蚀风险，进而选择合适的防腐措施和材料。还需评估场地的地震活动性和岩土体的动力特性，因为地震等动力作用可能影响锚杆的长期稳定性。通过地震烈度区划、波速测试等方法，获取场地的动力参数，为锚杆的抗震设计提供参考。最后，综合考虑场地条件、周边环境（如邻近建筑物、地下管线等）以及施工可行性，确定勘察孔位布置和深度，确保勘察结果的代表性和全面性。勘察报告应详细记录勘察过程、数据分析结果及建议，为后续的锚杆设计提供详实的基础资料。

3.2 锚杆设计参数确定

基于工程地质勘察结果，囊式扩体锚杆的设计参数确定需综合考虑地质条件、抗浮需求、施工条件及经济性等多方面因素。锚杆的长度是首要确定的参数，它应根据地层结构、地下水位、锚固力需求等因素综合确定。一般而言，锚杆应穿越软弱土层，深入稳定岩层或较硬土层中，以确保足够的锚固力。通过计算分析，确定锚杆的最小锚固长度，并考虑施工偏差和安全系数，最终确定设计长度。锚杆的直径和材质选择同样重要，直径的大小直接影响锚杆的承载能力和耐久性。根据锚杆所受拉力、材料强度及施工工艺，选择合适的锚杆直

径。材质方面，应选用耐腐蚀、高强度、易加工的材料，如不锈钢、合金钢等，以满足长期抗浮和防腐的要求。囊袋的设计是囊式扩体锚杆的特色之一，囊袋的材料、尺寸、形状及注浆压力等参数需根据地质条件、锚杆直径及注浆材料特性确定。囊袋应具有良好的密封性和足够的强度，以承受注浆压力和地下水的侵蚀^[3]。注浆材料的选择应兼顾流动性、固化强度及与岩土体的粘结性，确保注浆后形成坚实的锚固段。还需考虑锚杆的间距、布置方式及与地下结构的连接方式，间距和布置方式应根据抗浮力的分布、地下结构的布局及施工条件确定，确保锚杆能够均匀分担浮力，提高整体抗浮效果。

3.3 与地下结构的连接设计

囊式扩体锚杆与地下结构的连接设计是确保抗浮系统有效性的关键环节。连接设计需考虑锚杆与地下结构之间的传力机制、构造措施及施工可行性。应明确锚杆与地下结构之间的传力路径，通常，锚杆通过锚头与地下结构的底板或侧墙相连，将浮力传递至锚杆，再通过锚杆传递至稳定的岩土层。因此，锚头的设计需确保能够可靠地传递拉力，同时考虑施工时的安装便利性和耐久性。连接部位的构造措施需精心设计，锚头与地下结构之间可采用焊接、螺栓连接或预埋件连接等方式。焊接连接应保证焊缝质量，避免焊接应力对结构造成不利影响；螺栓连接需确保螺栓的强度和数量满足要求，且连接处应有足够的刚度；预埋件连接则需确保预埋件的位置准确、固定牢靠。在连接设计中，还需考虑地下结构的变形对锚杆的影响，由于地下结构在长期使用过程中可能因地基沉降、温度应力等因素产生变形，因此连接设计应具有一定的柔性，以适应结构的变形，避免锚杆因过度应力而失效。施工过程中的质量控制也是连接设计不可忽视的一环，应制定详细的施工方案，明确连接部位的施工顺序、质量标准和检验方法。施工过程中应严格监控连接部位的质量，确保连接牢固、传力可靠。

4 囊式扩体锚杆在场馆类项目抗浮工程中的施工工艺

4.1 施工准备

囊式扩体锚杆在场馆类项目抗浮工程中的施工工艺，首先始于周密的施工准备阶段。这一阶段的工作是后续施工顺利进行的基础，主要包括技术准备、材料准备、机械设备准备、人员组织以及现场布置等多个方面。技术准备方面，需根据设计图纸和工程地质勘察报告，编制详细的施工组织设计和专项施工方案，明确施工流程、技术要求、质量标准及安全措施。同时，组织相关人员进行技术交底，确保每位参与者都清楚自己的职责和操作要点。材料准备方面，应提前采购并检验所

需的各种材料,包括锚杆杆体、囊袋、注浆材料、防腐涂料等^[4]。材料的选择应符合设计要求和相关标准,且需具备合格证明和检测报告。还需准备足够的施工辅助材料,如钢筋、焊条、螺栓等。机械设备准备方面,根据施工需要,配备钻孔机、注浆泵、搅拌机等专用设备,以及吊车、挖掘机等辅助设备。设备进场前应进行检修和调试,确保其性能良好、安全可靠。人员组织方面,组建专业的施工队伍,包括钻孔工、注浆工、安装工等,并进行必要的培训 and 安全教育。同时设立项目管理团队,负责施工进度的控制、质量的监督和安全的协调。现场布置方面,合理规划施工区域,设置材料堆放区、设备停放区、加工区等,确保现场秩序井然。此外,还需设置安全警示标志和防护措施,保障施工人员的安全。

4.2 成孔施工

成孔施工是囊式扩体锚杆施工的关键步骤之一,其质量直接影响锚杆的锚固效果。施工前应再次核对孔位和孔深,确保与设计图纸一致。钻孔时,根据地层情况和设计要求选择合适的钻孔方法和设备,对于较软的地层,可采用旋转钻机;对于较硬的地层或岩石,则需使用冲击钻或潜孔锤等。钻孔过程中,应严格控制钻孔速度、压力和转速,避免孔壁坍塌或偏斜。钻孔完成后,需对孔内进行清理,去除孔底的虚土和杂物,确保孔底干净、平整。同时,测量孔深和孔径,与设计要求进行对比,如有偏差应及时调整。

4.3 囊袋安装与注浆

囊袋安装与注浆是囊式扩体锚杆施工的核心环节。首先将囊袋套在锚杆杆体上,并固定好囊袋的进出口。囊袋的材料和尺寸应符合设计要求,且需具备良好的密封性和耐腐蚀性。注浆前,应准备好注浆材料和注浆设备。注浆材料通常选用水泥浆、水泥砂浆或化学浆液等,其配比和性能应满足设计要求。注浆设备应具备良好的泵送能力和压力控制能力。注浆时,将注浆管插入囊袋的进口,启动注浆泵开始注浆。注浆过程中,应严格控制注浆压力和注浆量,确保浆液能够均匀填充囊袋和孔壁之间的空隙^[5]。观察囊袋的膨胀情况,避免过度膨胀导致囊袋破裂。注浆完成后,需对注浆孔进行封堵,

防止浆液外泄。同时对注浆区域进行养护,确保浆液充分固化,形成坚实的锚固段。

4.4 锚杆杆体安装

锚杆杆体安装是囊式扩体锚杆施工的最后一步,也是至关重要的环节。安装前,应检查锚杆杆体的质量,确保其无裂纹、无锈蚀、无弯曲等缺陷。安装时,将锚杆杆体缓缓插入孔内,直至达到设计深度。插入过程中,应保持锚杆杆体的垂直度,避免偏斜或卡滞。如遇到阻力较大或无法插入的情况,应及时查明原因并采取处理措施。锚杆杆体安装到位后,需进行固定和防腐处理,固定方式可根据设计要求选择焊接、螺栓连接或预埋件连接等。防腐处理则应根据锚杆所处的环境条件和设计要求进行,可采用喷涂防腐涂料、缠绕防腐带等方法。对锚杆进行张拉试验,检验其承载能力和稳定性,张拉试验应按照相关标准和规范进行,确保锚杆的质量和安全性符合设计要求。

结束语

综上所述,囊式扩体锚杆在场馆类项目抗浮工程中展现出显著的优势和广泛的应用前景。通过科学的设计与精心的施工,囊式扩体锚杆不仅有效提升了场馆类项目的抗浮能力,还确保建筑的安全稳定与长期使用。随着技术的不断进步和经验的积累,相信囊式扩体锚杆将在更多领域发挥重要作用,为城市建设和公共安全贡献更多力量。未来,期待这一技术能够不断创新与发展,为抗浮工程领域带来更多惊喜与突破。

参考文献

- [1]党昱敬.程少振.承压型囊式扩体锚杆在建筑物抗浮工程中的应用[J].施工技术,2020,49(19):1-6+39.
- [2]居宪海.马庆平,陈龙海.囊式扩体锚索在软土地区应用试验研究[J].中国水运(下半月),2020,20(09):126-127.
- [3]屈凯.囊式扩体抗浮锚杆在某污水处理厂工程中的应用[J].给水排水,2020,56(08):47-51.
- [4]李玉建.王雪飞,蒙泽雨等.变截面囊式扩体抗浮锚杆施工技术[J].建筑技术开发,2022,49(18):111-112.
- [5]熊一.陈春兰.高压喷射扩大头(囊式)锚杆在抗浮设计中的应用[J].建设科技,2021,422(01):47-50.