

# 囊式扩体锚杆的技术优势及经济适用性研究

薛子洲<sup>1, 2</sup>

1. 中国京冶工程技术有限公司; 2. 中冶建筑研究总院有限公司

DOI: 10.12238/ems.v5i3.6261

**[摘要]** 扩体锚杆在岩土锚固工程领域已经得到了广泛的应用, 而囊式扩体锚杆属于一种新型锚固技术。本文根据某深基坑工程的抗浮锚固设计与施工, 从多个角度对囊式扩体锚杆的承载特性、技术优势及其经济适用性进行了深入分析。通过结构形式、构件防腐、经济性对比、施工工艺的高效环保等多个角度进行了分析和探讨, 充分验证了这一新型锚固技术的受力合理性, 结构装置的高效可靠, 以及这一施工技术推广的潜在优势。

**[关键词]** 囊式扩体锚杆; 技术优势; 经济适用性; 施工工艺; 基坑抗浮

**Research on technical advantages and economic applicability of capsulated expanded body bolt**

Xue Zizhou<sup>1, 2</sup>

1. China Jingye Engineering Corporation Limited, Beijing 100088, China

2. Central Research Institute of Building and Construction of MCC Group, Beijing 100088, China

**[Abstract]** Expanded body bolt has been widely used in the field of rock and soil anchoring engineering, and the capsulated expanded body bolt is a new anchoring technology. Based on the design and construction of anti-floating anchorage for a deep foundation pit project, the bearing characteristics, technical advantages and economic applicability of the capsulated expanded rock bolt are analyzed in this paper. Through the analysis and discussion of structural form, component anticorrosion, economic comparison, high efficiency and environmental protection of construction technology, the rationality of the force of this new anchoring technology, the high efficiency and reliability of the structural device, and the potential advantages of the popularization of this construction technology are fully verified.

**[Keywords]** Capsulated expanded body bolt; Technical advantage; Economic applicability; Construction technology; Anti-flotation of foundation pit

## 1 引言

岩土锚固技术是近二十多年来发展迅速的岩土工程领域的重要技术分支, 目前工程项目中普遍采用拉力型锚杆, 其剪应力沿锚固段呈非均匀分布<sup>[1]</sup>。鉴于上述特征缺陷, 近年来, 具有较高的锚固效率, 且扩体锚固段强度和锚杆抗腐蚀能力均有所提高的新型承压式囊扩体锚杆技术在工程中得到了广泛应用<sup>[2]</sup>。

多位学者对扩体锚杆的锚固机理做了大量研究, 文献<sup>[3-5]</sup>分别研究了: 不同锚固体埋深深度下以及不同土体密度下

对扩体锚杆的承载力的影响; 不同埋深深度下扩体锚杆的破坏模式以及极限承载力状态下的土体破坏面与土体内摩擦角与膨胀角之间的关系。郭钢<sup>[6]</sup>分别通过有限元数值模拟与模型试验, 发现囊式扩体锚杆的破坏模式与扩体锚杆的埋设深度与锚杆直径的比值具有关联性, 并提出以扩体锚杆埋设深度与锚杆直径的比值为 9.5 作为深埋扩体锚杆与浅埋扩体锚杆的临界值。

上述研究表明, 扩体锚杆的承载特性从理论上得以充分验证, 但是对于新型承压型囊式扩体锚杆的施工实际应用及

其技术优势的研究较少。本文通过南京某项目囊式扩体锚杆的抗浮设计及施工应用案例,从技术、成本和环保等方面深入分析承压型囊式扩体锚杆新技术体系的优势,为该技术的推广应用提供借鉴。

## 2 工程概况

### 2.1 项目简介

本工程场地原建筑大部分为厂房及存车场,拟建结构为纯地下室,结构底板埋深约 14.5m。本项目下设 3 层地下室,主体结构为地下 3 层钢筋混凝土框架结构,预估基坑开挖深度 14.5m 左右。本工程地下室上部无建筑荷载,需进行抗浮设计,其抗浮水位宜按大沽高程 2.5m 考虑。据此测算,作用在本项目基础底板上的总浮力水头超过 140kN/m<sup>2</sup>,地下结构抗浮问题显著,同时抗浮设防水位较高,地下室结构须进行单独抗浮设计。

### 2.2 场地土层分布

本工程纯地下结构基础推荐采用采用 800mm 厚筏板基础,基底土层为 6-4 层粉质粘土,承载力特征值为 110KPa,场地土层如图 1 所示,地基承载力(标贯击数)由上到下逐步提高。

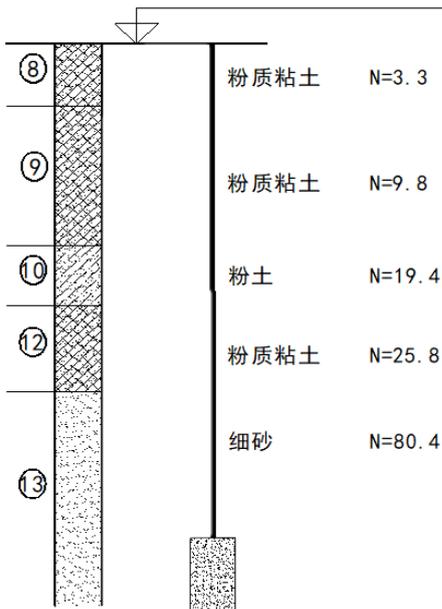


图 1 典型地质剖面图

## 3 地下结构抗浮设计方案

### 3.1 抗浮设计方案

由于本项目基底土层承载力较高,挖除基坑土体后的大量区域属于超补偿基础,因此目前广泛采用的钻孔灌注抗拔桩相对于抗拔锚杆而言成本偏高,只能在柱下承台上布置灌注桩,在高水浮力作用下不利于基础底板的峰值弯矩控制。如图 2 所示,采用灌注桩时,基础底板的正、负弯矩峰值均

大于采用抗拔锚杆的工况,对基础变形协调更是不利。因此,地下结构的抗浮设计方案选择柱下布桩+筏板基础+板内抗浮锚杆均布。

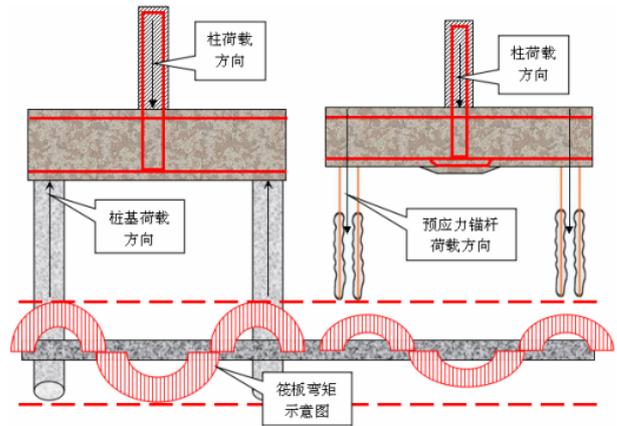


图 2 筏板弯矩示意图

### 3.2 囊式扩体锚杆构造

本项目抗浮工程属于永久性工程,由于地下水具有中等腐蚀性,必须考虑抗浮锚固系统的耐腐蚀性。因此,本工程中采用多重防腐型扩体锚固技术,符合国标《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB50046)中的相关规定<sup>[7]</sup>。囊式扩体锚杆结构及其多重防腐构造如图 3 所示。

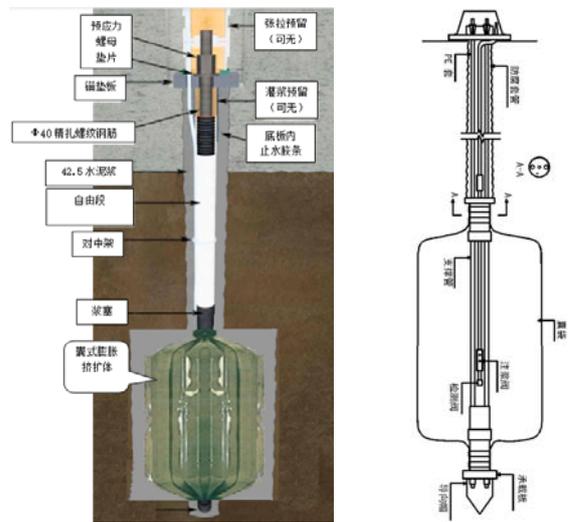


图 3 囊式扩体锚杆结构示意图

作为承压型全封闭扩体锚固装置,囊式扩体锚杆的主要特征有:(1)囊式锚固体系主要由囊式膨胀挤扩体、防腐精轧螺纹钢、对中支架、锚垫板、底板止水封条等组成;(2)囊式扩体挤扩段承载体拥有多重防腐措施;(3)囊式膨胀挤扩体由水泥浆注浆阀、承载体检测阀、气囊排气阀、支撑构件和防腐囊袋等关键部件构成;(4)囊式膨胀挤扩体囊袋材料满足抗拉、抗压、抗刺破、防渗浆等功能性要求;(5)核

心装置可是实现工业化批量生产, 现场成品组装快捷方便。

#### 4 优势分析

##### 4.1 技术优势

与桩基础相比, 浮筏基础的柱下布桩+板中布抗浮锚杆的布置形式更为灵活, 分布更为均匀, 且更加有利于降低水浮力作用下的基础底板的弯矩, 防止底板开裂。承压型囊式扩体锚固技术所用杆体与基础底板采用机械锚固连接接头能够大大降低桩头凿除、钢筋板内弯折锚固所无法避免的浮力变化对连接接头带来的疲劳开裂问题, 更加有利于防腐、防水。

##### 4.2 防腐优势

本工程地区地下水具有一定腐蚀性, 地下结构抗拔构件的选用必须考虑构件耐久性。抗拔桩在受拉后, 杆体和桩身混凝土易开裂, 桩身刚性大, 接桩连接接头长期耐久性存在隐患。承压型囊式扩体抗拔锚杆经过专门耐久性再设计, 可有效避免上述问题。

##### 4.3 经济优势

本工程相比钻孔灌注桩, 在保障结构安全性的前提下(提供同等抗浮力和安全系数), 新型承压型囊式扩体锚杆具有工程造价节省、经济效益非常明显、工期大幅缩短等优势。按目前地下三层平面布置, 总计约 20×18 跨, 在计入各类综合效益后, 与钻孔灌注桩方案相比, 采用囊式扩体锚杆总共节约造价近 16%, 工期节约估算近 1/3, 综合效益十分明显。

##### 4.4 环保优势

对于本项目的地层而言, 采用钻孔灌注桩的缺点是施工污泥排放较大, 一定程度上污染环境, 不利于生态的绿色环保新型囊扩体锚固技术, 能够充分发挥其力学承载特性, 在节约混凝土、钢筋用量的同时, 大幅度减少泥浆、混凝土等建筑废弃物的排放, 具有十分重要的社会效益。

#### 5 结论

本文以南京某实际工程为例, 从工程背景、抗浮方案设计、囊式扩体锚杆技术优势等方面进行了详细阐述, 主要得出以下结论:

(1) 针对本地地下工程的具体工况, 抗浮设计方案采用柱下布桩+筏板基础+板内抗浮锚杆均布比较合理;

(2) 与传统抗拔桩相比, 囊式扩体锚杆技术具有较大的技术优势、防腐优势、经济优势和环保优势;

(3) 囊式扩体锚杆技术作为一种新型锚固技术, 应该大范围推广应用。

#### [参考文献]

[1]程良奎. 岩土锚固研究与新进展[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 21: 5-13.

[2]刘钟, 郭钢, 张义, 等. 囊式扩体锚杆施工技术与工程应用[J]. 岩土工程学报, 2014, S2: 205-211.

[3]刘钟, 郭钢, 王保军, 等. 扩体锚杆破坏类型模型试验研究[J]. 岩土锚固工程, 2013 (4): 40-44.

[4]郭钢, 刘钟, 杨松, 等. 不同埋深扩体锚杆竖向拉拔破坏模式试验研究[J]. 工业建筑, 2012, 1: 123-127+122.

[5]Liu J, Liu M, Zhu Z. Sand deformation around an uplift plate anchor[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2011, 138 (6): 728-737.

[6]郭钢, 扩体锚杆承载特性与破坏模式模型试验与数值模拟研究[D]. 中冶集团建筑研究总院, 2012.

[7]吴贤官. 工业建筑防腐蚀设计规范中有关涂料技术标准若干问题的探讨[J]. 腐蚀与防护, 1998 (3): 136-1