

一种适应于松软复杂及富含地下水地层的新型锚索

韦勇生 罗慧芬 李丽芬 王享平

【摘要】 本文通过介绍江苏省淮安三线船闸土层锚索的应用情况，着重介绍在该松软复杂及高地下水位地层应用 OVM 压力分散型锚索的情况，较好解决土体承载力低及水下锚索的防腐问题。

【关键词】 船闸 土层锚索 OVM 压力分散型锚索 承载力 防腐

引言

在岩土锚固工程领域，碰到松软复杂及富含地下水地层，选择什么型式的锚索？又如何解决松软复杂地层承载力低和永久防腐问题？本文试通过介绍江苏省淮安三线船闸扩建工程应用新型锚索——OVM 压力分散型锚索，论证该类型锚索应用的合理性。

1、工程概述

淮安三线船闸为交通部“十五”期间重点水运建设项目，工程概况及工程地质情况请参考

《OVM 通讯》2002 年第 5 期第 7 页所述。

由于工程地质条件复杂，土体离散性较大，在锚索形式上选用 OVM 压力分散型锚索。

该船闸各部位锚索根数及结构形式见表 1。闸室标准段土锚结构见图 1。

由于紧靠京杭大运河的原因，闸区含水丰富，分布有潜水层、第一承压含水层及第二承压含水层。

潜水含水层：3 层粘土层以上为潜水含水层，由粘土、亚粘土混粉砂组成。该层多为人工填土，

表 1

序号	部位	锚索形式	单位	数量	备注
1	上游驳岸段	对穿锚索	根	228	
2	闸室标准段	OVM 压力分散型锚索	根	390	
	闸室与上闸首相邻段	OVM 压力分散型锚索	根	30	
	闸室与下闸首相邻段	OVM 压力分散型锚索	根	24	
3	下游导航墙段	OVM 压力分散型锚索	根	850	
合计			根	1522	

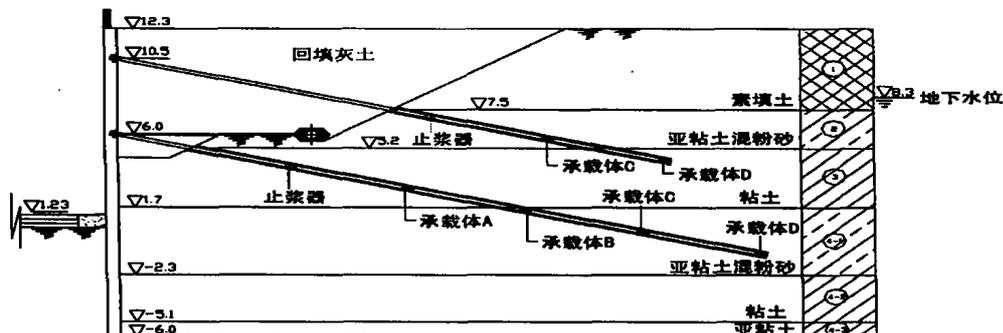


图 1

韦勇生：柳州欧维姆工程有限公司 工程师

分布不均匀。潜水静止水位埋深约为4.0~7.2m, 标高约为8.3~4.5m, 主要由地表水和大气降水渗入补给。

第一承压含水层: 第4-2层为粘土层, 弱透水性层。4-3层也为弱透水性层, 其透水性和富水性均较差。4-1层为粉土为主, 夹粉质粘土, 其富水性差。闸区隔水层不均质, 隔水性能较好的4-2层不连续分布, 局部缺失, 4-1层通过4-3层与5层相通, 5层确定为承压水层。

第二承压水层: 该含水层埋深较深, 以细砂、含砾细砂为主, 未揭穿, 与第一承压含水层间隔水层较薄, 厚仅0.4~1.0m。

锚索施工由柳州欧维姆工程有限公司承担。

2、OVM压力分散型锚索适合松软及富含地下水地层的理论探导

2.1 传统锚索-拉力集中型锚索结构型式如图2

索体全长被浆体包裹, 锚固段浆体受拉变形, 浆体与孔壁的摩擦剪应力集中在锚固段靠孔口一侧, 大致分布从孔口往孔内方向迅速衰减。浆体与孔壁的粘结强度没有被充分利用。

2.2 OVM压力分散型锚索结构型式如图3

索体全长与浆体无粘结, 锚固段浆体受压变形, 浆体与孔壁的摩擦剪应力分散到几个承载体上, 对应每个承载体的剪应力分布从孔内往孔口方向递减, 浆体与孔壁的粘结强度基本被充分利用。

2.3 OVM压力分散型锚索的适用特点

2.3.1 OVM压力分散型锚索特别适用于松软复杂的地层

拉力集中型锚索锚固段浆体与孔壁的摩阻应力集中在锚固段靠孔口一侧, 且应力值高, 大致分布从孔口往孔内方向迅速衰减。如果锚固段长度设计不合理, 那么锚固段相当长一部分孔壁处于无摩阻应力状态, 浆体与孔壁的粘结强度没有被充分利用, 严重存在无效锚固段。

OVM压力分散型锚索锚固段浆体与孔壁的摩阻应力分散到几个承载体上, 且应力峰值大大降低, 对应每个承载体的应力分布从孔内往孔口方向递减。如果承载体的间距设计合理, 浆体与孔壁之间的粘结强度能基本上被充分利用。这是OVM压力分散型锚索的最大优点之一。因此, 它具有以下这些功能:

——它能降低浆体与孔壁之间的高摩阻应力值, 尤其是拉力集中型锚索锚固段靠孔口一侧的集中高应力值, 避免锚固段浆体与孔壁之间产生渐进性破坏, 甚至锚固失效。它比拉力集中型锚索受力安全。

——如果承载体的间距设计合理, 它能充分利用锚固段地层孔壁的抗剪强度, 整个锚固段均为有效锚固段, 从而提供更大的锚固力, 而拉力集中型锚索锚固段摩阻应力集中, 没有充分利用地层孔壁的抗剪强度, 锚固段不可避免存在无效锚固段, 提供的锚固力也非常有限。

从以上分析可知, 凡是拉力集中型锚索能够应用的场合, OVM压力分散型锚索均可使用。但由于OVM压力分散型锚索具有拉力集中型锚索无论比拟的诸多优点, 它对拉力集中型锚索无法或很难应用的承载力低的松软、复杂地层具有显著的效果。设计时根据钻孔柱状图, 避开薄弱地层, 充

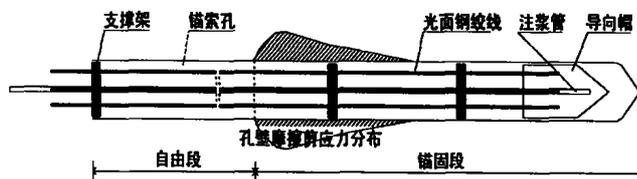


图2

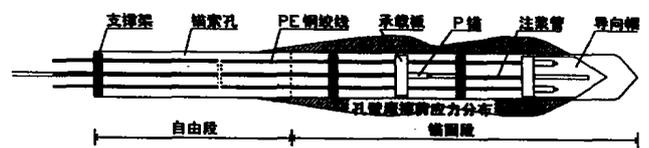


图3

分利用有利地段，把承载体布置在承载力高的地层，从而提供既安全又满足工程需要的锚固力。

2.3.2 OVM压力分散型锚索特别适用于富含地下水的地层。

——从材料上

一般拉力集中型锚索的索体为高强度低松弛光面钢绞线，索体全长被浆体包裹，而 OVM 压力分散型锚索的索体为高强度低松弛 PE 钢绞线，索体全长与浆体无粘结，至少比光面钢绞线多两层防护，第一层为防腐油脂，第二层为 PE，即高密度聚乙烯材料。见图 4。

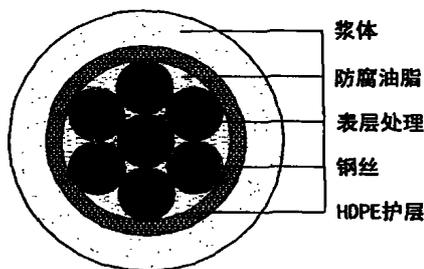


图 4

高密度聚乙烯材料的性能不低于表 2 的技术要求：

——索体与浆体之间的受力

拉力集中型锚索的索体全长被浆体包裹，在锚固段浆体受拉，孔口一侧拉应力集中且最大，往孔内方向迅速衰减。自由段的充填浆体可认为是不受力的。

这种结构形式由于浆体受拉，而且应力高度集中，往往导致锚固段靠孔口一侧的浆体产生裂缝，甚至发展成渐进性破坏。这样，地层中具有腐蚀性的液体和气体就很容易进入浆体，直接腐蚀

钢绞线。

OVM 压力分散型锚索的 PE 索体虽然也全长被浆体包裹，但始终处于自由伸缩的受拉状态。锚固段浆体受压，压应力分散到几个承载体上，对应每个承载体的压应力在承载板位置最大，往孔口方向递减。由于浆体受压，而且压应力分散而不集中，它极大地减少浆体的开裂，有效阻止有害液体和气体的浸入。

3、土锚试验及施工

3.1 土锚试验

在保证受拉索体的锚固体系及受压浆体受力安全的前提下，通过试验测试及验证浆体与土体的粘结强度。土锚施工前，在闸室标准段选取四组共 13 根锚索进行试验，验证试验要求达到 2.2Nt 才算设计安全。

另外做一些没有二次高压注浆的锚索抗拔对比试验，发现二次高压注浆后锚索的承载力能提高到 1.4 倍以上。

从试验结果分析可以得出以下结论：

——该处土体土质松软，且土层分布极不均匀，土体变异较大，承载力较低；

——在松软土层中，采用二次高压注浆技术对提高锚索的承载力还是很有效果；

——对这种土体，单从加长锚固体长度来提高锚索的抗拔力，事倍功半，意义不大；

——对这种土体，适当加长锚固体长度和增大锚固体直径，同时增加一些承载体，可以有效地提高锚索的抗拔力；

——对这种土体，改进施工工艺对提高锚索

表 2

熔体流动速率	g/10min	≤ 0.5	低温冲击脆化温度	破损率	≤ 2 / 10	
密度	g/cm ³	0.950~0.978	耐环境应力开裂 F ₀	h	≥ 500	
拉伸强度	MPa	≥ 20.0	耐热应力开裂 F ₀	h	≥ 96	
断裂伸长率	%	≥ 650	200℃氧化诱导期	min	≥ 30	
屈服强度	MPa	≥ 16.0	碳黑含量	%	2.6 ± 0.25	
低温断裂伸长率	%	≥ 175	碳黑分散性	分散度	分	≥ 6
维卡软化点	℃	≥ 110		吸收系数		≥ 400

的抗拔力可以起到事半功倍的效果。

——对这种土体，单从增加二次高压注浆量来提高土体的承载力是不科学的，错误观念一注浆量与抗拔力成正比毫无根据。

3.2 土锚施工

经过现场试验，最后修改了锚索的设计参数，第一层锚索锚固段由原来的2个承载体间距5m布置改成3个承载体间距6m布置，第二层锚索锚固段仍按原设计布置，即4个承载体，5m间距。采用全套管钻进，边注浆边拔套管技术，钻孔孔径由原来168mm改成185mm，二次高压注浆根据注浆量和注浆压力双重控制，注浆量原则上要求大于每米锚固段一包，注浆压力要求达到2.5MPa以上。

在实际施工中，严格注意以下几点：

——由于土体松软、分布不均、土质变异大，在造孔过程中认真跟踪辨别，发现异常，及时汇总监理、设计和业主等，提出修改方案。

——制定严格的制索工艺、造孔工艺、注浆工艺、张拉工艺和防腐工艺等，并认真执行，保证质量。

——认真对待并正确处理施工问题，如注浆压力无法达到2.5MPa或很难压入导致压力过高等。

共完成锚索1522根，锚索总长42800多米。

从工程质量抽检验收结果看，除个别需另外处理外，所有锚索基本上都达到设计质量要求。同时还有待在今后工程使用中进一步跟踪监测，及时发现问题，解决问题，以期不断完善，挖掘和发挥这种锚索在这种地质条件下的巨大潜力。

从以上锚索试验和应用情况可以认为：

在松软复杂地层条件下，利用OVM压力分散型锚索的特点，通过抗拔试验、修改设计、改善施工工艺等综合措施，可以保证达到锚索的设计承载力。

4、使用OVM压力分散型锚索应注意的问题

拉力集中型锚索，其锚固段的钢绞线、浆体和孔壁胶结为一体，在浆体达到设计要求强度后，对索体张拉施加预应力，之后自由段亦注满浆，同样把钢绞线、浆体和孔壁胶结为一体。为了达到预定的锚固效果，由钢绞线和锚具等组成的锚固体系必须具有良好的锚固性能，尤其是自由段的充填浆体在未达到设计要求强度之前。在封锚混凝土和自由段充填浆体达到设计要求强度后，虽然也强调锚固体系的性能，但不如OVM压力分散型锚索要求高。因为即使锚头锚固部分失效，也不致于影响整根锚索的锚固作用。

OVM压力分散型锚索为一次注浆，浆体达到设计要求强度后对索体张拉施加预应力。由于索体为PE钢绞线，在锚索的整个工作年限，索体始终处于自由伸缩的受拉状态。因此，对由锚具、承载板和钢绞线等组成的锚固体系的锚固性能之要求是非常高的。必须保证锚固体系的长效的锚固性能。锚固体系无论哪个环节出现问题，都将导致整根锚索的作废。

因此，必须强调“OVM压力分散型锚索”必须使用锚固性能可靠的OVM锚固体系。

5、结语

因为OVM压力分散型锚索的诸多优点和特点，而且它保证锚固体系的长效锚固和可靠防护，所以在一定条件下，它特别适用于松软复杂及富含地下水的地层的永久锚固。

