

# OVM 压力分散型锚索在大坝坝基加固工程中的应用

韦勇生 吕兵 孔建华 黄如宁

**【摘要】** 本文通过概述广西长滩河水利枢纽工程拦河坝坝基加固工程情况, 介绍 OVM 压力分散型锚索在水利水电大坝坝基加固工程中的应用, 并通过压力分散型锚索与拉力集中型锚索的比较, 重点介绍 OVM 压力分散型锚索的优越性以及使用 OVM 压力分散型锚索应该注意的关键问题。

**【关键词】** OVM 压力分散型锚索 拉力集中型锚索 大坝 坝基 加固

## 一、工程概况

广西长滩河水利枢纽工程是集发电、城镇供水、灌溉及防洪于一体的骨干水利工程。其拦河坝为浆砌片石重力坝, 坝高 74.8m, 坝底宽 64.4m, 坝顶长 273.55m。季调节水库总容量为 3700 万  $m^3$ , 总装机 1.4 万千瓦。

在拦河坝右岸溢流坝段坝基 X0+200~X0+218 坝段钻探中发现其下部存在着软弱夹层。如不加处理而直接在该处筑坝, 将来大坝建成蓄水后, 该软弱夹层上的坝体在高水位压力作用下可能发生滑移, 这将直接危及整个水利枢纽的安全运行。

为了消除这一安全隐患, 长滩河水利枢纽工程指挥部委托柳州欧维姆工程有限公司对该处坝基进行优化加固。

## 二、设计方案

业主和设计单位根据坝址钻探资料及坝体稳定情况进行分析, 提出了初步加固方案: 在 X0+200~X0+218 坝段上、标高 270 的坝体承载平台上以 8 排  $\times$  7 列, 间距 2.5m  $\times$  2.5m 的地方均匀布置拉力集中型预应力锚索, 共计 56 根。锚索轴

线与水平面成  $78.5^\circ \sim 80^\circ$ , 每根锚索长 36 米, 锚索总长为 2016m, 对该坝段施加  $1200\text{KN} \times 56 = 67200\text{KN}$  的永久锚固力。

之后业主委托我公司对以上初步加固方案进行优化设计, 公司工程技术人员参考此前在大坝加固工程中所获得的科学数据及施工经验, 对设计优化如下:

1、拉力集中型锚索改为 OVM 压力分散型锚索。(采用 OVM 压力分散型锚索, 锚固段长度不需要 10m, 只要穿过软弱夹层 3m 以上就可以满足设计吨位的要求);

2、锚索孔径改小为 130mm;

3、为防止拉应力全在同一个平面上而可能出现破坏性后果, 锚索孔深应按梅花形深浅交错布置。

## 三、OVM 压力分散型锚索与拉力集中型锚索的比较

1、拉力集中型锚索(结构见图 1)

拉力集中型锚索的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

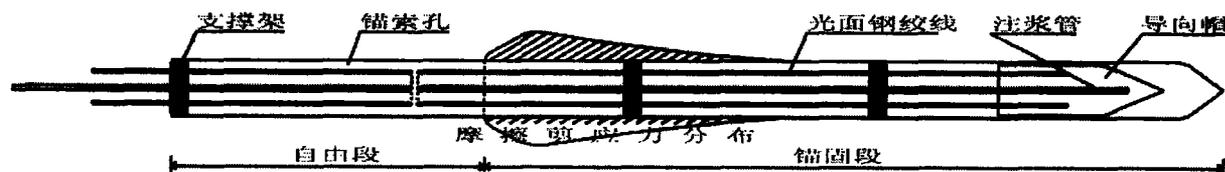


图 1 拉力集中型锚索

韦勇生: 柳州欧维姆工程有限公司 工程师

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。

施工时一般分两次注浆,第一次注锚固段,达到设计要求强度后张拉索体,施加预应力,然后再注自由段,施工时间相对较长。

### 2、OVM 压力分散型锚索(结构见图 2)

OVM 压力分散型锚索的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数截承载体上,对应每截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被充分利用。

该锚索施工为一次注浆,达到设计要求强度后张拉索体,施加预应力,施工时间相对较短,施工程序大为简化。

这种锚索解决了浆体与孔壁的摩擦剪应力过于集中,无法提高松软岩土体承载力的难题。在相同吨位下,它可以减少锚固段长度,受力更加安全,防腐性能更好。

### 3、OVM 压力分散型锚索与拉力集中型锚索的比较

#### 1) 从材料上

拉力集中型锚索的索体为高强度低松弛光面或镀锌钢绞线,而 OVM 压力分散型锚索的索体为高强度低松弛 PE 钢绞线,至少比光面或镀锌钢绞线多两层防护,第一层为防腐油脂,第二层为 PE 层,即高密度聚乙烯材料。此外,OVM 压力分散型锚索具有 2 个或 2 个以上承载体,实际上它是由承

载板、挤压式 P 锚等构件组合而成的 OVM 专用锚具。两种结构型式锚索的张拉端锚头都采用 OVM 锚具。OVM 压力分散型锚索对锚固体系的性能和防护要求比拉力集中型锚索高。

#### 2) 从受力状态

##### (1) 锚固体系

拉力集中型锚索,其整根锚索的钢绞线、浆体和孔壁粘结为一体。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,但实际上即使锚头锚固存在某些程度的失效,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,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失效。

##### (2) 索体与浆体之间

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。

OVM 压力分散型锚索的 PE 索体虽然也全长被浆体包裹,但钢绞线始终处于无粘结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。

从浆体本身的特性和实际受力状态看,OVM 压

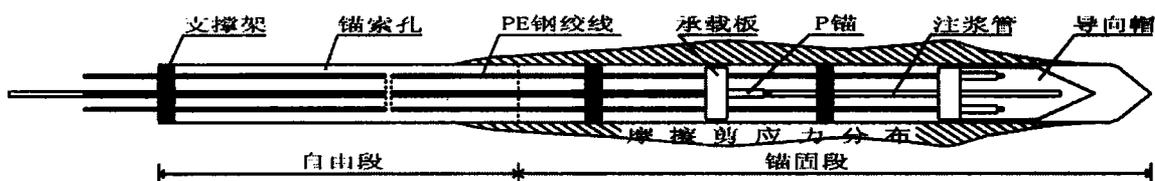


图 2 OVM 压力分散型锚索

力分散型锚索比拉力集中型锚索受力更合理, 使用更安全。

### (3) 浆体与孔壁之间

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。这是这类锚索的最大优点, 它具有以下这些功能:

①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。

②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。

### 3) 从防护上

拉力集中型锚索索体制作完成后要做临时防护。临时防护要注意切断腐蚀源, 避免与有害物质直接接触; 防止受潮, 受腐蚀气体侵蚀; 禁止将索体及锚具直接堆放在地面或露天储存; 锚索安放后, 应保持围岩孔内水质 PH 值大于 10。张拉完成后, 要做永久防护处理。要保证索体与锚具有足够的浆体或混凝土保护厚度, 保护层要求密实。

OVM 压力分散型锚索其索体不被浆体包裹, 不

与孔壁胶结在一起。其长期受拉、自由伸缩的索体靠锚头的 OVM 锚具和承载体的 P 锚可靠锚固。为保证其长期的锚固效果, 在保证锚固体系良好而长效的锚固性能的前提下, 必须做好长久而可靠的防腐措施。因此, 它比拉力集中型锚索的防护要求高。

### 4) 从施工工艺

拉力集中型锚索的注浆要分二次, 而 OVM 压力分散型锚索的注浆可一次完成, 相对而言施工工序简单, 工期缩短。而且一注完浆即可提供一定的锚固力 (可施加一定临时预应力)。因此, 它对施工工期紧, 要求立即提供锚固力, 尤其是抢险工程非常适用。

另外, 两种类型锚索的张拉工艺也有所不同。由于 OVM 压力分散型锚索的索体其各段承载体长度不一, 因此, 它需要单根钢绞线的补偿张拉与整束索体的整体张拉相结合。张拉工艺相对复杂和要求严格一些。

### 5) 从适用范围

一般而言, 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 压力分散型锚索所具有的特点和优点, 它在承载力低的松软、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, 从而提供工程需要的锚固力。

OVM 压力分散型锚索可以根据需要对索体的预应力进行调整; 还可在锚头装上测力计, 作为观测锚索, 对单根锚索的预应力进行长期监测。这是拉力集中型锚索很难做到的。

### 6) 从使用效果

(1) 在解决锚固体系的长效锚固和可靠防护问题的前提下, 压力分散型锚索比拉力集中型锚索更安全。

(2) 由于 OVM 压力分散型锚索的施工工期短,

更适用于抢险的锚固工程。

(3)在相同长度下, OVM 压力分散型锚索比拉力集中型锚索应力损失小, 因为 OVM 压力分散型锚索的索体在张拉时, 全长伸长, 而拉力集中型锚索的索体只有自由段伸长, 伸长量小, 在同等回缩量下, 伸长量大的应力损失小, 伸长量小的应力损失大。

(4)OVM 压力分散型锚索由于其索体可全长自由伸缩变形, 比拉力集中型锚索更能适应地层的变形, 抗震性能也更好。这恰好符合岩土体开挖时允许有一定的变形及应力释放的要求。

(5)OVM 压力分散型锚索的总索长较短, 即使压力分散型锚索的单索材料价格稍高, 但总的材料成本并不高; OVM 压力分散型锚索由于工期短, 可降低施工成本。

#### 四、施工及使用效果

工程总工期为 3 个月, 我们在施工中灵活处理, 将内锚固段设置在穿过第二个软弱夹层的岩性较为完整的泥质粉砂岩层和细粒砂岩层中 5~8m。孔深深浅错落布置。

共完成主要工程量如下:

① 56 根 OVM 压力分散型锚索的制作与安装。

② 锚索钻孔总长 1794m。

③ 注浆量: 72.8m<sup>3</sup>。

通过对原设计的优化改进, 不仅使加固方案更加合理, 达到加固意图, 满足工程质量要求, 而且锚索总长比原设计减少 11%, 施工工期也缩短了, 工程造价大为降低。到目前为止, 已完工四年多, 工程仍安然无恙, 没有发现丝毫质量问题。可以说, 该工程使用压力分散型锚是成功的。

#### 五、结语

鉴于 OVM 压力分散型锚索的显著优点及其成功实例, 建议同仁们在做锚索设计时不妨加以考虑。特别强调以下几点:

1、使用压力分散型锚索必须保证锚固体系良好而长效的锚固性能和永久防腐。

2、压力分散型锚索必须由有经验的专业队伍进行施工及维护管理。

3、对于承载力低, 尤其是含水量高、松软而复杂的地层, 设计永久锚索时, 建议全部采用压力分散型结构。

#### ● 信息窗 ●

### OVM 公司再为柳州城建作贡献

建设中的柳州红光桥为单跨双铰悬索桥, 主桥跨度 380 米, 桥身宽 25 米。该桥横跨柳江, 南接飞鹅路立交桥, 北接莲塘路, 为城市主干道, 建成后将大大缓解柳州市目前的交通拥挤的现状。锚碇锚固系统作为联系主缆索与锚体, 并将来自主缆的载荷传递至锚体的关键性结构, 由柳州欧维姆机械有限责任公司供应并承担该锚碇锚固系统的安装施工。

在预应力孔道的灌浆施工中, 欧维姆公司采

用了 OVM 真空辅助灌浆的新工艺, 增加了灌浆的密实性; 采用环氧砂浆封锚, 大大地提高了前锚面锚具的防腐性能。在整个锚碇锚固体系的施工过程中, 工程人员充分发扬了团结协作、吃苦耐劳的良好作风, 精心施工, 在确保安全和质量的前提下抢进度, 克服了时间紧、工作程序多、施工人员少、春季降雨频繁等客观困难, 日前完成了南锚碇的施工。

(编辑部)

