

OVM * 锚 * 固 * 体 * 系

柳州市建筑机械总厂高级工程师 **黄是勇**

同济大学教授级高级工程师 陆宗林

内容提要:OVM 锚固体系是我国第一种采用二片四开式,锚碇 1860MPa 级低松弛钢绞线的锚固体系。本文系统介绍 OVM 锚固体系的基本性能、类型及其配套的多用途 YCW 系列张拉千斤顶,并简要介绍它在斜拉桥主索上的应用(OVM-200 型拉索锚)和与其他系列锚具的组合应用。

一、前言

预应力混凝土结构具有较高的技术经济指标和广泛的适用性,已列为我国重点发展的土建结构。

预应力高强钢材和锚碇设备是发展预应力技术的关键。在国际上钢绞线的使用日占上风,几乎所有享有声誉的预应力锚固体系如 Freyssinet、VSL、DSI、Stronghold 等,都不约而同地向着钢绞线群锚体系方向汇合,经过不断地研究和改进,群锚锚固技术已日臻完善,能稳定锚固强度高达 1860MPa 的低松弛钢绞线,单锚的最大锚力达千吨以上。在我国,以往已研制成功了多种群锚体系,并已在工程中得到相当广泛的应用。在工程实践中发现,我国的群锚锚固技术与国际水平相比较,还存在着相当程度的差距。主要反映在:关键零件——夹片质量的可靠性和稳定性;生产工艺和质量管理水平;单索张拉能力和设备的配合诸方面。当我国引进先进冶金生产设备,能用国产钢坯,稳定地生产 1860MPa 级低松弛钢丝和钢绞线时,这个差距尤为突出。以致在国内重大工程竞标中多次败于国际对手。有鉴于此,以发展我国预应力技术为宗旨的东方预应力集团便

组织了部分成员,在广泛吸取工程用户意见,总结现有群锚锚具的生产和使用经验,以锚固 1860MPa 级绞线为对象,吸取国外锚具的先进经验,刻意寻找差距。重新组合构造参数,改进生产工艺和重视质量管理,经多次修改设计图纸和反复试验,于 1990 年研制成功 OVM 锚固体系,采用国产的和进口的不同规格牌号、1860MPa 级的钢绞线进行了无粘结的静荷载拉伸试验、低周重复荷载试验及 $\Delta\sigma = 80\text{MPa}$ 的拉伸疲劳试验。各项试验成果完全符合 FIP 的有关规定。从试验数据及以后的工程实际应用情况,OVM 锚固体系在锚固性能方面,与国外同类锚具比较已很难找到明显的差距。

二、OVM 锚固体系

OVM 锚固体系锚具分为张拉端锚具和固定端锚具。

1、张拉端锚具由圆锥形夹片组(锚固元件)、锚板(即组合式锚圈)、锚垫板(与喇叭形扩大段管道合一)以及锚下螺旋筋四部分组成(图 1)。

(1)夹片 它是直接夹持预应力高强钢材的关键元件,由优质合金钢制造。OVM 锚具的夹片采用二片四开式,它比

三片式有最佳的夹持能力,夹片不易偏置或参差不齐。弹性槽可改善夹片及锚板锥孔在制造上的公差偏值以及因绞线直径公差带来的误差,使夹片在全长上夹痕均匀(即是增大了锚固的安全度)。一种规格的夹片可以夹持相邻规格的钢绞线。例如 OVM13 可锚固 $\Phi 12.7$ 和 $\Phi 12.9$ 的钢绞线;OVM15 可锚固 $\Phi 15.2$ 和 $\Phi 15.7$ 的钢绞线;如把夹片的槽斜剖则称为 OVM15S 型夹片,即可用于锚固 7 $\Phi 5$ 高强钢丝了。这给施工备料带来了莫大的好处。

(2)锚板 它是一块圆形钢板。置于钢垫板端面的窝槽内。在此板上按设计钻、铰了不同数量的锥形孔,每个锥孔与一组夹片形成了一个锚固单元,夹持、锚固一根钢绞线,不同的孔数可形成不同的吨位的锚固体。

(3)锚垫板 为一铸铁件。它埋置在混凝土内,起传递和分散锚头压力的作用。它与管道的扩大段(喇叭管)和压浆管合一,另一管口即是波纹管的承接口。OVM 锚具的锚垫板,采用双介质空间有限元进行内力分析*,以铸铁来替代锚下超应力的混凝土,使锚下应力的传递分配更为安全、合理。

(4)螺旋钢筋 它置于锚垫板喇叭管的外侧。是确保锚下混凝土安全传力的有效措施。

OVM13 型(锚碇 7 $\Phi 4$ 钢绞线)及 OVM15 型(锚碇 7 $\Phi 5$ 钢绞线)锚具的构造尺寸分列于表 1 及表 2。用于锚碇 7 $\Phi 5$ 高强钢丝的 OVM 型锚具夹片开成斜槽,全部构造尺寸与 OVM15 相同。

2、固定端锚具 OVM 锚固体系的固定端锚具有二种形式,均埋置在构件

混凝土内。

(1)H 型 将各股钢绞线的端部用专用的 YH3 型压花机顶压成梭状散头,然后捆扎分散在构件内部(图 2)。

(2)P 型 将各股钢绞线穿过一块钢锚板的预钻孔洞,套上钢质挤压套,在专用的 GYJ 型挤压器上挤压,使挤压套紧紧的“握裹”钢绞线。这个总成就在构件混凝土内形成一个固定式内锚固锚具(图 3)。

3、联结器 当结构设计需要接长预应力钢绞线束时,可在此端设置 OVM 联结器。有单根和多根二种型式。单根用于接长钢绞线;多根用于接长绞线束(图 4)。它是一种带翼形的锚板,它的一端支承在原锚垫板上,另一端设置夹片,即可按常规张拉钢绞线束,并予锚固。在每根接长钢绞线的端部加上 P 型挤压套,并将它与绞线逐根挂入联接器的翼板槽内,即完成了钢束的接长。

4、扁锚 当预应力钢绞线配置在板式结构内时,为避免为配索而增大板厚,这些预应力钢绞线可布置成扁平形,即为 BM 型锚具(图 5),它的固定端锚具亦有相应的 H 型和 P 型两种构造(均单排扁形布置)。为了便于操作,扁锚绞线一般作扁平型放射状布置,采用 YC—20Q 小型千斤顶逐根张拉。

三、YCW 型系列千斤顶

研制一种锚固体系,必然地要研制或选用一种能方便有效地张拉这种新锚固体系的张拉设备等,OVM 锚固体系亦不例外。我国的实情是一个工程单位常要使用几乎各种类型的锚固体系,若为此而配置各类专用张拉设备,会造成设备投资大、利用率低,不仅积压大量资

金,且使维护和管理亦极不便。

有鉴于此,在研制 OVM 锚固体系的张拉设备时,就考虑了它的通用性能,使它除了能张拉 OVM 锚具外,还能张拉尽可能多的其它系列锚具,做到一顶多用。定名为 YCW 系列千斤顶,型号中的“W”即是“万能”之意。它的基本特征是:

1、选用穿芯式构造。使不同体系的预应力钢筋(丝)或张拉杆都能使用。

2、设置自动工具锚装置。以往群锚均将工具锚和工作锚二者合一,夹片先作工具锚、然后卸下再移作工作锚。在千斤顶需连续反复张拉时,常发生退锚困难,甚至夹片咬合齿已受损不能再用的状况。设置自动工具锚后,能自动退锚和多次重复使用,保证能够反复张拉,缩短了油缸的行程,减少体积、减轻自重和节约了钢材。

3、采用限位板装置。在张拉 OVM 锚具时,它限制了夹片随钢绞线带出的长度,使它在千斤顶放松时,夹片能随钢绞线进入锚板的锥孔,自动锚住。经实测,回缩量一般稳定在 3—5mm。在计算锚具应力损失值时建议取 $\Delta = 6\text{mm}$ 。这种限位自锚方法与顶压法相比,不仅操作方便,省去结构复杂、价格昂贵的顶压器,且不易损伤夹片和绞线,有利于提高锚固性能。

4、配置各型部件能张拉其它系列锚具,做到一顶多用。例如配置压力器能拉 XM 锚,配限位板能拉 QM 锚,配各型拉杆及撑脚能张拉 DM 型镦头锚、LZM 型冷铸锚、GM 型轧丝锚及精轧螺纹锚等。并在确定各部尺寸时为配用今后可能出现的新型锚具留有适当的余地。

四、OVM 锚固体系的继续开发

在 1990 年完成 OVM 锚固体系的基本开发后,我们对它进行了继续开发。

1、OVM 锚与其他锚具的组合应用。各型锚具有它固有特点,如 DM 型镦头锚具有用料省、锚具应力损失小等优点,但下料长度精确度要求高,穿索困难,而 OVM 锚却刚相反。因之,两者结合就可应用于需要穿索、索长甚短且吨位甚大的场合。为此我们开发了夹持 $7\Phi 7$ 高强度钢丝的 OVM21 系列锚具,它与 DM7 型镦头锚组合形成。常用的是 OVM7—49 和 OVM7—84 等多种规格。并为它专门研制了用于单索张拉的 YC—40 型千斤顶及补张镦头锚的高仅 570mm、行程为 50mm 的 YCL400—50 型扁型千斤顶。这种组合锚具已通过无粘结拉伸疲劳试验 ($\sigma_{\max} = 0.65\sigma_P, \Delta\sigma = 80\text{MPa}, n = 2 \times 10^4$),已在沅陵大桥及岩滩、水口等大型水电站的闸墩上获得成功的应用。

2、OVM—200 型拉索锚固系列。在我国已修建的数十座斜拉桥,它们的主要受力构件——斜拉索,都是采用整体形式。随着桥梁跨径的不断增大,单索的重量亦不断加重。例如上海市南浦大桥的拉索重达 23 吨,而建设中的杨浦大桥的单索重量已超过 30 吨。这就给制造、运输、架设和今后换索带来了甚大的困难。这种整体索也限制了拉索向更大拉力的发展。我们在研制成功 OVM 锚固体系的基础上,参照国外同类拉索的技术资料,开发了 OVM200 拉索锚,“200”的含义是它能承受高达 OVM200MPa 应力变化幅度的耐劳性能。OVM200 拉索锚的基本特征是:

(1)采用强度更高的 1860MPa 低松

弛钢绞线作为拉索的受力材料。整索总拉力可达千吨以上。

(2)以 OVM 锚固体系为基本锚固元件,采用“化整为零”,单根绞线穿管、张拉和锚固的工艺流程。锚具设计考虑了可作整索拉力调整的装置。

(3)现阶段在整索或单根绞线外面仍用 PE 套管防护,管内压注水泥(砂)浆。

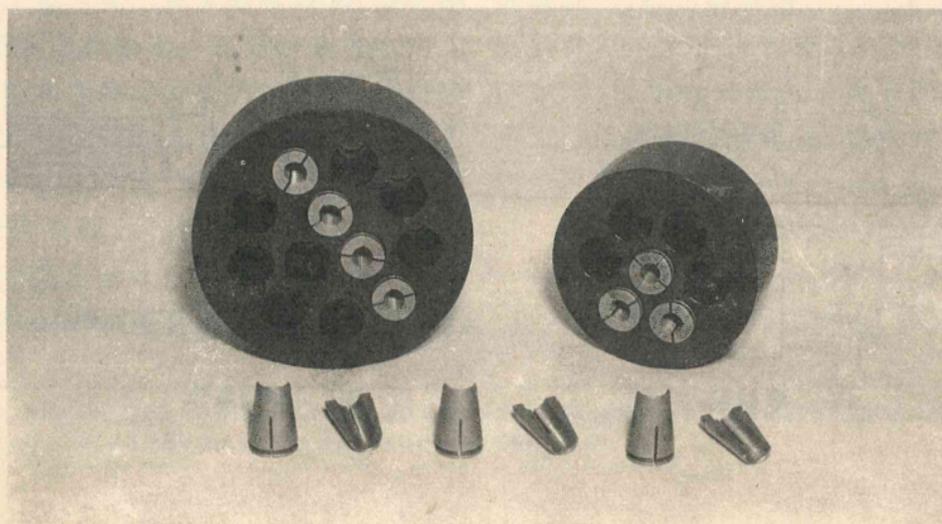
OVM200 拉索锚已完成结构选型,锚具设计、制造,无粘结拉伸疲劳试验($\sigma_{\max}=0.45\sigma, \Delta\sigma=200\text{MPa}, n=2\times 10^6$)及挂管、穿绞线、张拉锚固及管内压浆等全套工艺试验。并经专家组评议,认为:OVM200 拉索锚的锚具设计选型合理,制作和使用不需要专门设备,全过程可在现场“化整为零”简便地实现,易于换索,有足够的耐劳强度和防腐蚀性;拉索的经济效益显著。目前已完成两种系列的锚具设计,无粘结 PE 钢绞线拉索已在柳州四桥和长沙黑石渡浏阳河大桥上应用。它将在工程实践中继续发展和完善。

3、HM 型锚具

以 OVM 型锚具为基础,设计一种可以双向穿索,固定端和张拉端为一体的锚板,配以 OVM 夹片,即为 HM 型锚具。这种锚具适用于环形预应力索的锚固,施工时配置专用的弧形垫座,即可对环形预应力索进行张拉。清江隔河岩 2、4 号引水隧洞直径为 9.5 米, HM 锚索整束控制张拉力为 2228.4kN。济南污水处理厂 1.05 万立方米的两座鹅蛋形消化池也应用这种 HM 锚具。

OVM 锚固体系自 1990 年鉴定以来,已在众多的各型桥梁、水工、岩土及工民建工程上获得广泛应用,锚固性能良好,单索锚具已使用到 OVM15~37~103。OVM 锚具及 YCW 千斤顶,91 年被国务院生产办公室列入重点新产品试产项目。92 年获国家实用专利和广西科技进步一等奖,93 年被建设部列为科技成果推广项目。我们将继续提高原有产品的质量和开发新的品种,为发展我国预应力技术作贡献。

* 胡世德、魏红一:“OVM 锚固体系锚下应力分析”鉴定文件之四。简文见“公路 1992 年第 1 期”



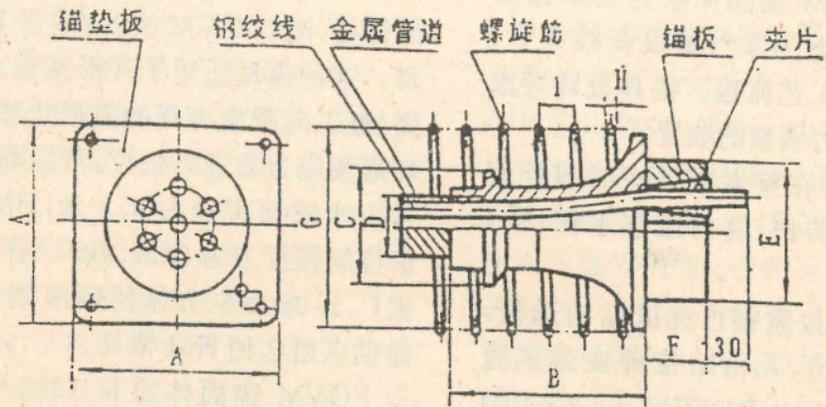


图1 OVM锚具构造

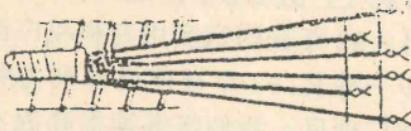


图2 W型固定端锚具

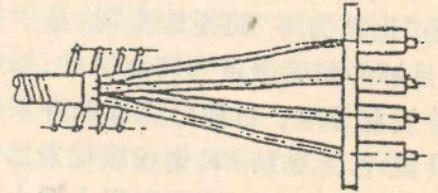


图3 P型固定端锚具

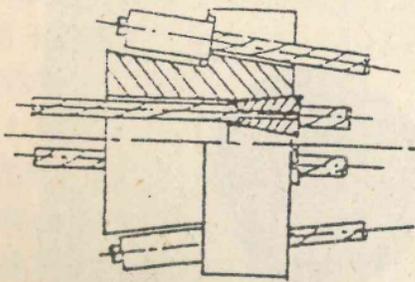


图4 联结器

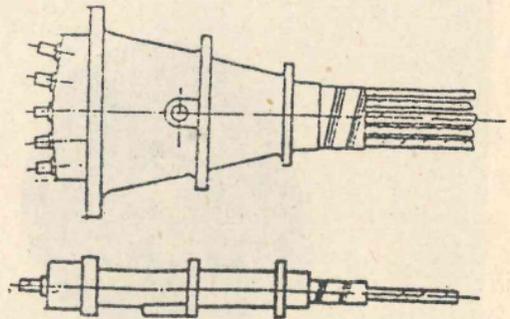


图5 BM型扁锚