

OVM 预应力锚固体系的完善与配套

刘璇 黎海宁 戴义平 丁永贵

内容提要 我公司在 1990 年完成 OVM 锚固体系的研制后,经过近 10 年来的不断开发,已形成了比较完善配套的 OVM 预应力锚固体系。本文系统介绍了各种锚固体系的结构以及配套的应力施加机具,并简要介绍了部分体系在工程中的应用实例。

关键词 OVM 预应力锚固体系 完善与配套

一、前言

柳州市建筑机械总厂是国家建设部定点生产预应力锚、机具的国内最大的专业厂家,至今已具有三十多年的生产历史。1990 年研制成功 OVM 预应力锚固体系的群锚体系,自 1992 年起连续多年被评为广西区名牌产品。1995 年与外资合资成立柳州欧维姆建筑机械有限公司(简称 OVM 公司),进一步扩大了预应力机具的开发规模,加强了质量管理,于 95 年和 96 年分别获得中国商检质量认证中心、英国标准学会 BSI 颁发的 ISO9001 质量体系注册证书。

鉴于近几年国际上几乎所有享有声誉的预应力锚固体系,如 VSL、Freyssinet、DSI、Stronghold 等,都不约而同地在群锚体系的基础上,不断地完善配套、不断地开发出新体系。OVM 公司以 1860MPa 级钢绞线为对象,吸取国外锚具、机具的先进经验,通过更新结构、改进生产工艺,依照有关国际、国家及行业标准试验以及大量工程实际验证, OVM 预应力锚固体系的完善与配套程度和国外同类型的锚、机具相比,已没有明显的差距。

二、OVM 预应力锚固体系

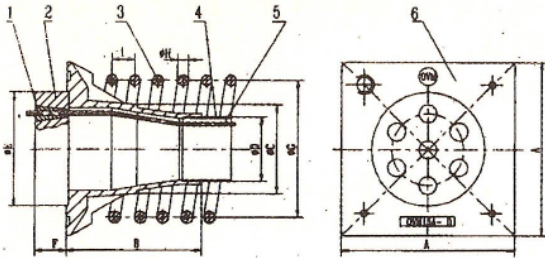
(一) OVM 群锚体系:以张拉端、固定端组成最基本的锚固单元,目前共有 8 种类型。

1. OVM₁₃¹⁵ 型张拉端锚具

张拉端锚具由夹片、锚板、锚垫板、螺旋筋和波纹管五部分组成。其中锚垫板、螺旋筋共同组成锚下应力装置。1996 年,在传统的理论计算基础上,采用计算机及 MSC/ NASTRAN 有限元分析软件对原有 OVM₁₃¹⁵ D 型锚垫板的荷载传递性能进行了详细分析和优化设计,在外部尺寸和重量上进行了根本性改进,并按照国际后张预应力混凝土协会(FIP)的各项要求,通过对 7 孔、12 孔锚下应力的荷载传递性能试验,验证了改进后的 OVM₁₃¹⁵ A 轻型锚垫板的荷载传递更加安全可靠,并使锚下应力在较小范围内达到均匀,具有重量轻、结构小、方便操作等优点,现已全面取代了原锚下装置而广泛应用于国内外后张体系工程。群锚体系的工作夹片有三种不同的类型,分别为 OVM13、OVM15、OVM15S。OVM13 系列夹片可以锚固

刘璇 黎海宁 柳州欧维姆建筑机械有限公司 工程师
戴义平 柳州欧维姆建筑机械有限公司 经济师
丁永贵 柳州欧维姆建筑机械有限公司 副总经理、高级工程师

$\varnothing 12.7$ 、 $\varnothing 12.9$ 的钢绞线; OVM15 系列夹片可以锚固 $\varnothing 15.2$ 、 $\varnothing 15.7$ 的钢绞线; OVM15S 为斜剖式, 用于锚固 $\leq 1570\text{MPa}$ 级 $7\varnothing 5$ 的平行钢丝束。该型锚具锚固体结构和参数分别如图 1、附表 1 所示。



1. 夹片 2. 锚板 3. 锚下螺旋筋
4. 金属波纹管 5. 预应力筋
6. 轻型锚垫板

图 1 OVM $\frac{15}{13}$ 型张拉端锚固体结构图

2. OVM $\frac{15}{13}$ 型固定端锚具

(1) H 型锚具 H 型锚具是利用专用设备 YH3 压花机顶压钢绞线头部形成梨状结构, 整体分成网状结构浇铸在混凝土构造内部, 利用钢绞线与混凝土之间的握裹力而形成固定体。

(2) P 型锚具 P 型锚具是在钢绞线头部装上挤压簧和挤压套, 使用 GYJA 型挤压机进行冷挤压, 使挤压套产生塑性变形, 与套内的三角簧共同作用握紧钢绞线, 使载荷通过 P 型锚垫板而传给混凝土构件。

(3) 直接采用 OVM $\frac{15}{13}$ 型张拉端锚具。

3. L 型连接端锚具

该锚具又称联接器, 用于连续构件的预应力筋接长, 使构件共同形成一个承载整体。它主要由联接体及其附件组成, 预应力束前段由夹片式锚具张拉锚固, 后段由 P 型或 OVM $\frac{15}{13}$ 夹片型锚具联接。

4. HM 型环型锚具

环型锚具是一种用于施加环向预应力的锚固体体系, 主要由工作锚板和夹片组成, 其最大的特征在于该工作锚板集张拉端、固定端于一体。张拉时采用专用的变角器(弧形垫座)来完成。主要应用于水工压力隧洞的压力混凝土衬砌结构、大型水池、核反应堆等筒形结构。具有结构强度高, 节省材料, 结构自重小, 使结构布局更加合理和方便施工等优点。该类锚具已成功用于湖北清江隔河岩水电站 2、4 号压力引水隧洞和济南污水处理蓄水池工程的建设, 及广西天生桥一级水电站引水隧洞预应力衬砌工程中大批量使用。

5. BM 型扁型锚具

BM 型锚具由夹片、扁型锚板、扁型锚垫板及扁型螺旋筋组成, 主要用于高层建筑等板式结构中。通过扁平型放射状分布预应力筋, 使板式构件厚度减薄, 该类锚具具有强度高、省材料的优越性。张拉机具采用新型前卡式 YDC240Q 千斤顶和 ZB4-500S 型电动油泵。

6. OVM18 型锚具

近年来, 预应力技术发展较快, 工程建设和设计施工单位对预应力筋都提出了向大直径、高强度方向发展的要求。1995 年, 国际后张预应力混凝土协会 (FIP) 曾预测: 直径为 $\varnothing 17.78\text{mm}$ 、抗拉强度为 1860MPa 的粗直径、低松弛的钢绞线在未来几年内将被广泛应用。为此, 我公司于 1997 年参照国际后张预应力混凝土协会 (FIP) 标准, 通过静载、低周载荷、锚下应力及疲劳试验等验证, 成功地开发出 OVM18 锚固体体系。该体系具有结构小、束力大的特点, 国内工程已准备应用 OVM18 型锚具。

7. OVM21 型锚具

OVM21 型锚具的夹片为 3 片斜剖式, 多孔锚板的孔轴呈向外发散状, 一般与 DM7 型锚头锚组合应用, 夹持 $7\phi 7$ 高强平行钢丝束, 具有用料省、锚具应力损失小等特点, 已成功应用在岩滩、水口等水电站及沅陵大桥等工程中。

8. OVM - MD15 悬索桥锚碇系统

锚碇锚固系统是悬索桥的关键结构, 其功能是将主缆的巨大拉力分散传递到锚墩体中, OVM - MD15 锚碇系统是在吸收原有锚碇系统优点的基础上进行设计开发的, 具有用钢量省、可准确控制索力、安装方便、施工精度容易保证, 在低应力状态下具有良好的锚固性能等特点。符合国际预应力混凝土协会 (FIP) 《后张预应力体系的验收和应用建议》及国家标准 GB/T 14370 - 93 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》中的各项要求。该系统正在建设中的厦门海沧大桥实现国内首次工程应用。

9. 配套机具

研制一种锚固体体系, 必然要研制或选用一种能方便有效地张拉这种新锚固体体系的张拉设备, 包括张拉千斤顶及其配套高压油泵等。1995 年在原 YCW 型系列千斤顶的基础上, 完成了 YCWA 型系列配套千斤顶; 1997 年, 又在 YCWA 型系列千斤顶基础上, 通过计算机有限元分析和优化设计以及对液压缸进行超高压预应力处理, 开发出较 YCWA 型千斤顶轻 30% 左右的 YCWB 型轻量化千斤顶。4000KN 级以下的轻量化千斤顶已通过建设部《预应力筋液压拉伸机——千斤顶》(JJ23 - 84) 的检测, 并已应用于实际工程。配套泵源采用 ZB4 - 500B (额定油压 50MPa)、ZB10 / 320 - 4 /

800B (额定油压 80MPa) 及 ZB20 / 32 - 8 / 63 (额定油压 63MPa) 型等高压电动油泵。

(二) OVM 拉索体系

在斜拉桥的梁、索、塔三部分中, OVM 斜拉索作为主要承重构件, 具有足够的承载能力、良好的抗疲劳性能和可靠的防护措施, 为各类斜拉桥提供了安全可靠的保证。

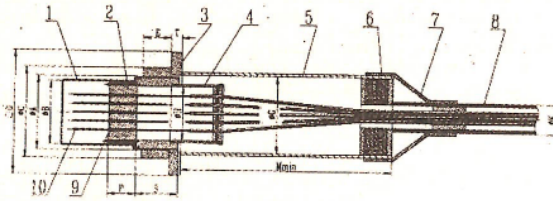
1. LZM 平行钢丝束冷铸锚头锚拉索体系

LZM 平行钢丝束冷铸锚头锚拉索由张拉端、固定端冷铸锚头锚与平行钢丝以及外包 PE 套管组成, 是目前斜拉桥应用较多的拉索型式。冷铸锚头锚结构简单、工艺成熟, 拉索可在工厂内加工完成, 索长精度及拉索质量容易控制与保证。拉索的安装与张拉一般采用 YQL600 型、YCW900Q 或 YCW1200Q 型牵引装置来实现。该拉索已应用于上海南浦、杨浦和徐浦大桥以及武汉长江二桥、重庆长江二桥等国内数十座斜拉桥工程。

2. OVM200 型拉索体系

OVM200 型拉索体系以低松弛高强度钢绞线作为拉索的承载体, 用 LSM 型拉索群锚作为钢绞线的锚固部件, 索体由单根钢绞线组合而成 (拉索体系结构如图 2 所示), 有足够的耐疲劳强度和防腐蚀性能。以能承受斜拉桥在正常使用条件下的最大索力为上限, 拉索与锚具组装件可承受应力幅度 200MPa、200 万次往复应力循环作用。制作拉索不需专门设备, 制索全过程均在桥上简便地实现, 并易于换索, 避免了既重又长的整体运输与吊装的困难。此种体索已成功运用于广西柳州柳江四桥、湖南黑石渡

浏阳河大桥和浙江金华金婺大桥。



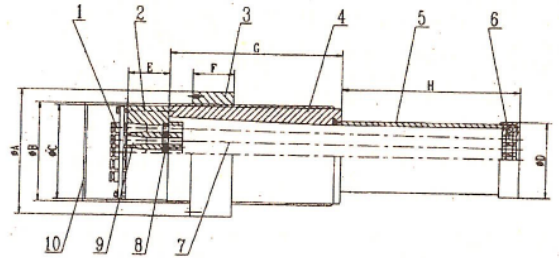
- 1. 保护罩 2. 张拉端锚具 3. 锚垫板
- 4. 密封装置 5. 预埋管 6. 减振装置
- 7. 过渡罩 8. HDPE 外套
- 9. OVM200 型夹片 10. 预应力筋(钢绞线)

图 2 OVM200 型拉索体系结构图

3. OVM250 拉索体系

OVM250 拉索体系索体采取多层 PE 防护, 定长安装索箍, 在预埋件与索体之间加装减振装置, 起到阻尼作用。在灌浆段注入浆体包裹裸露钢绞线, 除具有防腐能力外, 还吸收部分载荷(拉索体系结构如图 3 所示)。以能承受斜拉桥在正常使用条件下的最大索力为上限, 拉索与锚具组装件承受应力幅度 200~250MPa、200 万次往复应力循环作用。整个制索过程同样在现场完成。吊装、施工机具轻便, 单根施力机具采用 YDCS120 型千斤顶, 整体调索采用 YDCS3000-100、YDCS5000-50 型等千斤

顶。该体系已通过国际后张预应力混凝土协会(FIP)规定的全部试验, 已于 1998 年在新建的广东汕头岩石大桥上应用。



- 1. 防松装置 2. 锚板 3. 螺母 4. 支承筒
- 5. 延伸筒 6. 密封装置 7. 预应力筋(钢绞线)
- 8. 密封装置 9. OVM250 型夹片
- 10. 保护罩

图 3 OVM250 型拉索体系结构图

(三) 大型构件提升系统

根据提升系统的结构, 分为间断提升系统和连续提升系统两种形式。

1. LSD 型间断提升系统

间断提升系统由一台提升主千斤顶和上下两套夹持装置组成。上夹持装置与主千斤顶的活塞相连接, 下夹持装置与千斤顶的油缸相连接。同时, 上下两套夹持装置分别用两台小千斤顶来控制其夹紧和松开。型号及技术参数如表 2 所示。

表 2 LSD40(LSD200)型升降系统主千斤顶技术参数表

公称提升力	400kN(2000kN)	额定油压	21MPa(25MPa)
活塞行程	300mm(300mm)	穿心孔直径	∅104mm(∅170mm)
钢绞线数	6根(19根)	整机外形尺寸	∅300mm × 1390mm (∅550mm × 1700mm)

该套系统为我国超大、超重、超高构件的整体提升和安装作出了巨大的贡献, 曾用于上海东方明珠广播电视塔天线桅杆(重 450t、长 118m、提升高度 350m)、北京西客站主站房钢桁架(长

40m、宽 22.8m、高 50m、重 1800t、提升高度 44m) 及上海大剧院钢结构屋架(重 5800t、长 100m、宽 90m、高 11.4m、提升高度 26.5m) 等特大型构件的整体提升安装。

2. 连续提升系统 (ZLD 型、Y(Q) DCLT 型)

连续提升系统主要由两台提升主千斤顶和上下两套夹持装置组成, 两台主千斤顶交替作用, 实现连续快速提升。其型号及有关技术参数如表 3、4 所示。

ZLD 常用于稍轻吨位构件的提升及预应力混凝土箱梁的连续顶推, 如 1993 年湖南湘潭湘江二桥国内首次采用该液压提升方法 100t 级预制混凝土箱梁, 以及 1995 年 12 月广东虎门大桥塔顶索鞍

的吊装等。Y(Q)DCLT 型为 1995 年新开发的快速提升系统, 1996 年 3 月, 运用 YDCLT2000 型对广东虎门大桥钢箱梁 (330t) 的提升及安装等; 1997 年底又开发成功 QDCLT2000 型连续提升千斤顶, 提升速度达到 30m/h, 填补了国内空白, 表明我国液压提升系统的水平已跃上一个新的台阶。

三、结束语

OVM 预应力锚固体系的完善与配套, 在一定程度上反映了我国预应力技

表 3 ZLD100(ZLD200)型升降系统主千斤顶技术参数表

公称提升力	1000kN(2000kN)	额定油压	31.5MPa(44.2MPa)
活塞行程	200mm(200mm)	穿心孔直径	Ø125mm(Ø160mm)
钢绞线数	9 根(18 根)	整机外形尺寸	Ø400mm × 1480mm (Ø450mm × 1600mm)
提升速度	6 ~ 8m/h(3 ~ 4m/h)	配用设备	ZLDB 泵站, 主控台

表 4 YDCLT2000(QDCLT2000)型升降系统主千斤顶技术参数表

公称提升力	2000kN(2000kN)	额定油压	25MP(28MP)
活塞行程	200mm200mm	穿心孔直径	Ø170mm(Ø170mm)
钢绞线数	19 根(19 根)	整机外形尺寸	Ø558mm × 1980mm (Ø550mm × 1900mm)
提升速度	12.5m/h(30m/h)	配用设备	4YBZ90 - 25 泵站, 主控台 (4YBZ190 - 28, 主控台)

术的发展水平。OVM 已成为我国预应力行业的支柱品牌, 在国际上也有一定的声誉。DM 型镢头锚体系、LZM 型冷铸锚体系、GM 型轧丝锚体系、精轧螺纹锚固体系、橡胶支座及伸缩缝、SC 型短效及 CX 型长效传感器以及岩土锚固体系也已先后完善与配套。当然, 任何一种代表一定预应力技术水平的预应力体系, 随着预应力技术工程的发展而仍需

不断完善与发展, 在施工方法规范、质量检测等方面, 更有待国内同行及专家学者们的共同努力, 才能不断提高与完善我国预应力锚固体系。

参考文献

(1)黄是勇、陆宗林,《全国桥梁结构学术论文集》,“OVM 锚固体系”,上册,第 705 页,同济大学出版社,1992 年 11 月。

附表 1

OVM¹⁵/₁₃型张拉端锚具参数表

型 号	预应力 筋根数	锚垫板 A×B×C	波纹管 ØD	锚板		螺 旋 筋				安装孔 孔径	张拉千斤顶 型 号
				ØE	F	ØG	ØH	I	N		
OVM15-1	1	-	-	46	48	-	-	-	-	-	YDC240Q YKD18
OVM13-1		-	-	43	43	-	-	-	-	-	YDC240Q YKD18
OVM15-2	2	135×110×58	62	82	50	-	-	-	-	90	YCW100A YCW100B
OVM13-2		-	-	70	47	-	-	-	-	-	YCW100A YCW100B
OVM15-3	3	135×110×58	62	95	55	150	50	50	4	90	YCW100A YCW100B
OVM13-3		120×100×56	57	85	50	130	10	50	3	85	YCW100A YCW100B
OVM15-4	4	165×100×60	62	105	55	190	50	50	4	110	YCW100A YCW100B
OVM13-4		135×100×58	57	90	50	150	10	50	3	90	YCW100A YCW100B
OVM15-5	5	180×130×80	62	117	55	210	50	50	4	120	YCW100A YCW100B
OVM13-5		145×100×65	57	100	55	170	12	50	3	95	YCW100A YCW100B
OVM15-6.7	6.7	210×160×110	77	135	60	240	60	60	5	145	YCW150A YCW150B
OVM13-6.7		165×100×85	67	115	55	190	14	50	4	110	YCW100A YCW100B
OVM15-8	8	240×180×125	87	150	60	270	60	60	5	180	YCW250A YCW250B
OVM13-8		190×130×100	77	130	55	240	16	60	4	135	YCW150A YCW150B
OVM15-9	9	240×180×125	87	157	60	270	60	60	5	180	YCW250A YCW250B
OVM13-9		190×130×100	77	137	60	240	16	60	4	135	YCW150A YCW150B
OVM15-12	12	270×212×138	97	175	70	330	60	60	6	200	YCW350A
OVM13-12		216×160×120	87	157	60	270	16	60	5	155	YCW250A YCW250B
OVM15-15	15	300×240×152	97	210	80	380	60	60	6	225	YCW350A
OVM13-15		230×180×130	87	175	65	290	16	60	5	175	YCW250A YCW250B
OVM15-19	19	310×250×174	107	217	90	400	60	60	7	230	YCW350A
OVM13-19		270×210×148	97	195	70	330	20	60	6	200	YCW250A YCW250B
OVM15-22	22	320×260×188	127	235	110	430	60	60	7	230	YCW500A
OVM13-22		290×220×158	97	217	85	360	20	60	6	210	YCW350A
OVM15-25	25	350×295×188	127	260	120	470	70	70	7	260	YCW650A
OVM13-25		300×235×165	107	217	85	400	20	60	6	220	YCW400A YCW400B
OVM15-27	27	250×295×210	127	260	120	470	70	70	7	260	YCW650A
OVM13-27		300×235×165	107	217	85	400	20	60	6	220	YCW400A YCW400B
OVM15-31	31	390×346×222	137	275	130	510	70	70	8	290	YCW650A
OVM13-31		315×250×175	112	235	95	430	20	60	7	230	YCW500A
OVM15-37	37	465×450×286	147	310	140	570	70	70	9	350	YCW900A
OVM13-37		370×320×200	127	260	110	470	22	70	8	280	YCW650A
OVM15-43	43	500×450×286	167	340	150	620	70	70	10	376	YCW900A
OVM13-43		390×346×217	137	310	130	510	22	70	8	290	YCW650A
OVM15-55	55	540×510×295	167	360	180	700	80	80	9	400	YCW1200