

为了防止钢绞线之间相互挤压,减小摩擦力,体外预应力体系的转向器设计成图3所示,该转向器内由多根平行的导向管组成,以此保证钢绞线与钢绞线位置的平行,每根钢绞线受力均匀,并可单根换索;各导向管之间通过隔板连成一体,隔板之间的空隙灌注水泥砂浆用于承受钢绞线由于张拉先后造成相互之间的挤压;补偿器(喇叭口)用于补偿施工误差引起的角度误差。

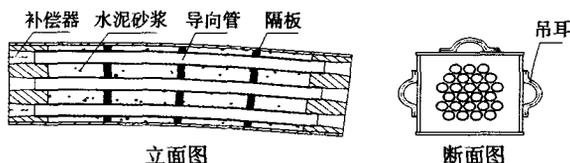


图3 体外预应力转向器图

体外预应力索体外层为PE护层,内灌注防腐油脂,钢绞线钢丝表面静电喷涂一层致密的环氧树脂(见图4所示)。三层保护,保证了钢绞线的防腐性能。

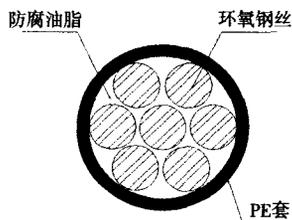


图4 环氧钢绞线示意图

体外预应力体系的防腐主要是依靠钢索自身的防腐和在锚固区灌注专用的防腐油脂进行防腐,外层的HDPE护套管只是对内部的无粘结筋起保护作用,防止动物啃咬和人为损伤对无粘结筋的PE层造成破坏。

由于车辆通行等各种因素会引起结构和索体产生振动,为了使索体自由段的振动频率不同于整个结构的振动频率,在适当的位置安装减振装置使自由段的振动区间变短并给索体适当的减振,以避免索体产生有害的振动(见图5所示)。

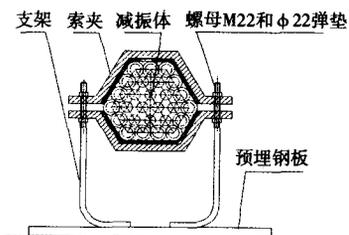


图5 减振装置示意图

2.2 体外预应力体系的特点

国外体外预应力体系的预应力管道大多采用灌注水泥浆防腐,在运营阶段对预应力筋检测不方便,而本工程所设计的单根换索式体外预应力体系与国外传统的体系相比,有以下特点:

a、有良好的防腐性能,无粘结低松弛钢绞线外喷环氧涂层,采用PE套包裹,PE套内灌注油脂,起到三层防腐的功能。

b、可以单根穿索、单根张拉、单根调索、单根换索。

c、通过墩顶和转向块梁段埋设的转向器的作用,索与索分离,不会造成相互挤压。

d、锚固系统的锚头部位形成一个密封腔,灌注钢绞线的专用防腐油脂,可对锚头的腐蚀状态进行监测和更换防腐油脂。

e、HDPE套管对内部无粘结筋和PE套起保护作用。

3 主要施工方法

3.1 体外预应力管道和转向器预埋

体外预应力管道和转向器的预埋必须按照设计图要求精心施工,转向器采用劲性骨架固定,防止预埋偏差造成穿索困难。

3.2 体外索下料

根据张拉工艺合理的确定环氧喷涂钢绞线的下料长度和PE套的剥皮长度,并用OVMLD10型液压钢丝镦头机将钢绞线的中间丝进行镦头,同时将单根钢绞线的周边6根钢丝切除12cm,方便穿索。下料好的钢绞线做好标识,防止穿束时乱错钢绞线。钢绞线在穿索前,仔细检查PE套的破损情况,对PE护套有破损处,用PE焊枪进行修补。

3.3 HDPE套管下料、焊接

按照设计尺寸对HDPE管($\Phi 190 \times 8$)进行下料,当套管不够长的时候,采用发热式塑焊机将两根HDPE管端头削平、对焊接长,并将焊接压力保持至焊缝完全冷却硬化后才能撤离,保证焊接质量。

3.4 体外预应力钢绞线穿索

3.4.1 放索

环氧钢绞线运到现场后,人工将环氧钢绞线从索盘内放出,搁置在桥面上,下垫彩条布,防止桥面混凝土面损伤PE套。

3.4.2 安装辅助索

安装锚固区转向器的密封板,将辅助索从墩顶梁段的工作锚穿入,依次穿过HDPE管和中间转向块梁段的转向器,从另一端的墩顶梁段的工作锚穿出,并将辅助索张拉固定,辅助索采用普通的钢绞线。

3.4.3 穿索和预张拉

体外索采取人工法进行单根穿束,为防止钢绞线打绞,在穿束前对各转向器内的孔道位置进行统一编号。钢绞线从锚垫板穿入,依次通过预埋钢管、转向器、密封板、转向器和HDPE套管,最后进入另一端锚固区内预埋管及转向器,由该端锚垫板穿出,两端无粘结筋外露长度留够整体张拉时所需的工作长度,安装好工作锚具,并在穿出端安装单根张拉支座,然后用YDCS160-150千斤顶进行单根预紧,预紧力为 $13\% \delta_{con}$,第一根钢绞线预紧完后,将辅助索去掉。重复以上工序,直至该束穿索全部完成。为了确保同一束体外索每根钢绞线预紧力相同,在每束体外索穿索完成以后,再按第一遍的顺序和相同应力将该束索每根钢绞线重新张拉一次。

3.5 体外预应力张拉

根据设计张拉控制力的要求,体外索用YCW650千斤顶进行整体两端对称分级张拉,因体外索伸长量较长,最长为983mm(设计值)。一个行程不能张拉到位,需多次倒顶进行张拉。为防止反复张拉损伤工作夹片,采用“悬浮”式张拉。在YCW650千斤顶上增加一套工具锚(工具锚2)及撑脚,在千斤顶与工作锚板间设限位装置。在每次张拉时工作夹片处于放松状态,在完成一个行程回油时工具夹片锁紧钢绞线,多次倒顶,直至张拉到设计应力。由于限位装置的作用,在张拉过程中,工作夹片不至于退出锚孔,在回油倒顶时,工作夹片不会咬住钢绞线,工作夹片始终处于“悬浮”状态,在张拉到位后,旋紧限位装置的螺母,压紧夹片,随后千斤顶卸压

回油,使工作夹片锚固钢绞线,其“悬浮”张拉过程见图6所示。

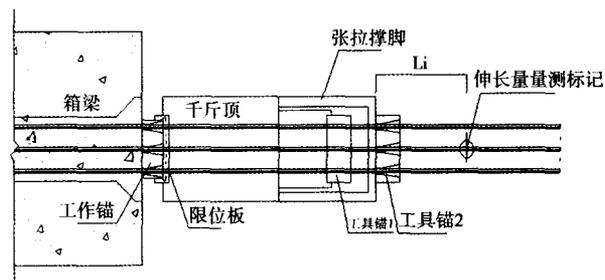


图6 钢绞线悬浮张拉

3.6 防腐油脂灌注

用手提砂轮机平整地切除锚头两端的多余钢绞线,为了方便换索,钢绞线外露工作锚板端面的长度为45cm。在油脂灌注时,出油管的管口接到箱梁顶面,高于工作锚板顶口,保证了灌注时的压力。高压塑料出油管从锚下垫板上的出油孔内伸到转向器处,在灌注时油脂是从预埋钢管的底部往工作锚板方向返油,保证了预埋钢管内油脂饱满密实。当出油管处出油均匀并不再冒气泡时,将出油管口封堵并稳压2分钟,直到全部工作夹片的缝隙外挤油脂为止,保证了锚头区灌注的防腐油脂饱满。最后拆出油管,装好保护罩,以同样的方法灌满保护罩内的防腐油脂,用螺栓拧上保护罩的进出油孔,完成整个锚头区的灌注,停机转换至下一个工作点。

3.7 减振器安装

按照设计要求安装减振器,并与梁体预埋件连接,起到减震限位作用。减振器安装时注意对体外索PE的保护,螺栓拧紧,焊接连接件时注意隔热处理,防止PE套烧伤。

4 结束语

(1) 单根换索式体外预应力体系在本工程中运用是成功的,从设计到施工各个环节的有效控制,保证采用节段式拼装箱形梁的使用寿命。

(2) 单根换索式体外预应力体系施工工艺简单,节约了大量的现场施工力量,提高了施工效率,加快了桥梁建设速度。

(3) 单根换索式体外预应力体系可以单根换索,在维修换索时候可不中断交通,该工艺可以推广用于城市高架桥的建设。