

APE600 八联动锤组“振沉 - 振拔”钢圆筒施工技术

黄金阳

(中交一航局第一工程有限公司 天津 300456)

摘要:基于港珠澳大桥钢圆筒的“振沉—振拔”施工,通过对八联动锤组“振沉—振拔”钢圆筒经验的分析和相关参数的计算,得出八联动锤组“振沉—振拔”钢圆筒的技术方案。此方案安全可靠,不但可以将钢圆筒顺利“振沉—振拔”,而且很大程度上减少了对振动锤组的损害。

关键词:八联动锤组;钢圆筒;振沉;振拔;技术方案

1 APE600 八联动液压振动锤组准备

在钢圆筒施工中,要根据施工地的地质报告和钢圆筒尺寸结构,选择合适的振动锤,过小的激振力不能满足施工需要,过大的激振力则是一种浪费。

1.1 钢圆筒“振沉—振拔”工作原理

液压振动锤是通过液压站提供动力,控制系统进行调节控制,进而带动齿轮箱偏心块转动产生偏心力矩上下振动来工作的。振动锤带动钢圆筒上下振动,通过其重力加速度使钢圆筒侧壁的介质形成液化效果,改变介质的固有结构,钢圆筒端部固有状态被破坏,钢圆筒开始下沉。这就引申出阻力问题。

端阻力:钢圆筒下沉时抵抗钢圆筒下沉的端部阻力,为了克服端阻力我们要在振沉过程中,根据实际情况进行振幅调整,同时对振幅微调,目的就是破坏端部土质状态达到下沉目的。

侧面阻力:侧面阻力又分为动摩擦阻力和静摩擦阻力,它是在钢圆筒下沉时土质对钢圆筒下沉时产生的摩擦阻力。

介质液化:钢圆筒上下振动时,液体向振源流动,使侧壁的介质具有了液体的某些特性,从而大大减少了侧磨阻力,那么在土层中钢圆筒通过振动使其表面带动土质交替错动,被破坏的土层出现细小颗粒的流动现象,视为液化。根据土质的不同要考虑液化的残余摩擦阻力不同。

1.2 振动锤的选择

由上可知,在选择锤组时,首先要考虑的就是实际工况、地质条件、钢圆筒的外形尺寸、入泥深度、地质层的标贯击数等因素。通常钢圆筒直径较大,其“振沉—振拔”需要多台振动锤联合工作才能实现。

如何使多台振动锤联动工作,其关键因素有:振动锤要能提供足够激振力;保证多台振动锤同步工作;使激振力均匀、有效地传递到钢圆筒上。

经过对国内外多家振动锤及类似项目技术的论证,港珠澳大桥施工选用 8 台 APE600 型液压振动锤,通过其联动作业的工艺,达到“振沉—振拔”钢圆筒的目的。

1.3 振动锤同步设计

通过共振梁将 8 台液压振动锤连成一个整体,各锤体间采用双向齿轮箱多级传递实现机械同步。在共振梁的作用下,通过同步轴和同步齿轮箱的传递,保证多台液压振动锤

在整个作业阶段同步运行。此外,根据钢圆筒振拔的需要,需在八锤吊架和八锤中间加 8 根等长的钢丝绳,变硬性连接为软性连接。

2 钢圆筒振沉施工

2.1 起吊振动锤系统

根据项目工况和多台振动锤联动需要,选用 4000t 起重船,双钩起吊振动锤吊架。振动锤吊架共设 8 个吊点,采用 4 根等长的钢丝绳,用钢丝绳首尾分别将振动锤吊架每相邻两吊点固定,进而将相邻的两根钢丝绳弯折处挂在同一个钩头上。如此,即可保证多台振动锤施工过程中的受力均衡,又可保证其工作状态安全可靠。

2.2 八联动锤组起吊钢圆筒

通过调整起重船的位置,使八联动锤组处于待作业钢圆筒正上方,利用起重船甲板上的卷扬机旋转共振梁,以保证振动锤夹头与钢圆筒相应挡板对应。启动振动锤,调试振动锤液压夹具系统,进行试夹操作,通过交通船检查所有夹具的加持状态,如所有夹头全部夹紧,且控制夹头的 8 个指示灯亮起,集控台控制面板显示夹头压力在正常范围,即表明八联动锤组所有夹头加持正常,满足钢圆筒起吊条件。

2.3 钢圆筒定位

控制起重船,使钢圆筒缓缓离开甲板面 10 ~ 20cm,查看集控台控制面板,压力稳定、指示灯正常,通过测量设备检查所有夹头与钢圆筒无相对滑动,即可控制起重船将钢圆筒吊运至施工墩位附近的导向架内,测量人员通过测量,调整钢圆筒的平面位置、垂直度等进行精确定位,达到设计和相关规范要求后,缓慢下落,使钢圆筒开始自沉如水。

2.4 钢圆筒自沉

2.4.1 钢圆筒自沉产生偏位原因

钢圆筒自沉过程中,会出现水平方向偏位、竖直方向倾斜等现象。出现这些现象的主要原因有以下几个方面:①施工区域的潮汐、水流、风向,导致的其偏位、倾斜。②入泥地表处,硬层高差较大,产生的自沉倾斜。③各标高穿透层土质硬度不同,使得钢圆筒底部各点端阻不一,造成偏位、倾斜。④起重船锚缆松紧度不均,造成船体变位,以及吊船起重量的变化,均有可能引起钢圆筒的偏位、倾斜。

2.4.2 自沉过程控制

根据设计及相关规范要求,调整钢圆筒位置,保证其

定位偏差、垂直偏差满足要求,即可开始自沉作业。自沉精度的控制是项目的关键所在,整个过程中,要保证起重船钩头吊重参数,根据自沉情况,以50t为单位,逐渐减载,随时调整定位方波的锚缆,保证定位架的受力稳定,直到整个过程结束。

2.5 钢圆筒振沉及振沉过程中偏位、倾斜的控制

为尽量减小钢圆筒振沉过程中的偏位、倾斜,需要通过起重船严格控制钢圆筒的下沉速度,该工艺可以通过适时调节起重船吊钩吊力实现,根据该项目工况,吊钩吊力在200~240t之间调节即可满足需要。开启八联动振动锤组动力柜,在集控台控制八联动锤组,将八联动锤组动力柜发动机转速调制1380r/min,开始振沉作业。在振沉过程中,测量人员要随时观察钢圆筒的偏位和倾斜情况。如有略有超标,及时与操作人员沟通,通过调整起重船各钩头的下降速度等方式进行调节;如果严重超标,应立即喊停,通过控制锚缆松紧度、调节两钩头相应高差、启动振动锤上拔纠偏等措施进行调整,直到钢圆筒的各项参数满足要求,再继续振沉作业,直至作业结束。

3 钢圆筒振拔施工

3.1 钢圆筒振拔宏观控制点

起重船的选择要满足两点:①有一定富裕量且不会造成浪费的起吊能力,②能满足双钩起吊需要。根据计算,振沉施工中的4000t起重船满足需要。

如上述振沉过程中八联动锤组加持钢圆筒的操作,通过调节共振梁将八联动锤组夹具与钢圆筒待加特点对应,进行试夹操作,通过检查所有夹具的加持状态、夹头的指示灯状态,集控台控制面板显示夹头压力范围,以保证加持正常。一切操作就绪,启动振动锤开始振拔施工。振拔作业过程中,应随时观察钢圆筒振拔状态、集控台控制面板上压力显示等,一旦出现异常,立即停锤调整。同时也要注意起重船吊重数据,明显超过额定吊重量的,应将吊重降低,让钢圆筒振动一段时间,以保证附近土体进一步液化,使其相对摩擦阻力减小。直至起重船吊重变化正常,方可重新加载,继续振拔作业。如遇个别钢圆筒振拔困难的现象,亦可采用筒内高压水冲筒壁周围土体、筒外对称挖泥等方式辅助拔筒,试验证明效果显著。

3.2 钢圆筒振拔相关参数计算

3.2.1 八联动锤组动力柜发动机转速选择

根据振拔钢圆筒经验分析和计算可知,选择八联动锤组动力柜发动机转速为: $V=1500\text{r/min}$,但是根据施工地址打不同,八锤系统在1500r/min左右时会产生共振现象,故在钢圆筒振拔过程中,应该根据地质情况控制转速在1500r/min左右,且避开共振转速。

3.2.2 起重船起始吊重的选择

根据项目工况和八联动液压振动锤组结构,将其与钢圆筒作为一个整体进行受力分析。可得出:八联动锤组起振时,起重船的吊重控制在1400t左右为最佳。

3.2.3 八联动锤组振频、振幅的确定

八锤动力柜发动机油泵和锤组偏心块驱动马达的容积比为: $k=0.711$ 。当八联动锤组动力柜发动机转速控制在1500r/min,八联动锤组的振频为: $f=1066.5\text{vpm}$,振幅 $M=2.68\text{mm}$,适用现在施工的地质情况。

3.2.4 钢圆筒振拔上升过程最大吊重控制

钢圆筒振拔时,八联动锤组将激振力均衡传递给钢圆筒,使钢圆筒与其附近土体共同振动,并发生相对位移,促使钢圆筒附近土体液化,动摩阻力大幅下降。结合港珠澳大桥东、西人工岛钢圆筒振沉经验和相关理论公式,经计算:钢圆筒振拔上升过程最大吊重为1960t,即可满足作业要求。

3.2.5 八联动锤组激振力的确定

由上可知:八锤的振频 $f=1067.24\text{vpm}$,钢圆筒振拔最大阻力 $F_{\text{阻}}=19208\text{KN}$,APE600振动锤的偏心块力矩 $EM=230\text{kg}\cdot\text{m}$,激振力 $F_{\text{激}}=22981.6\text{KN}>F_{\text{阻}}$,八锤振拔钢圆筒的激振力满足要求。

3.3 八联动锤组“振沉—振拔”钢圆筒工艺方案的确定

根据八联动锤组“振沉—振拔”钢圆筒经验分析和相关参数计算,可得出八联动锤组“振沉—振拔”钢圆筒工艺方案,如下图所示:

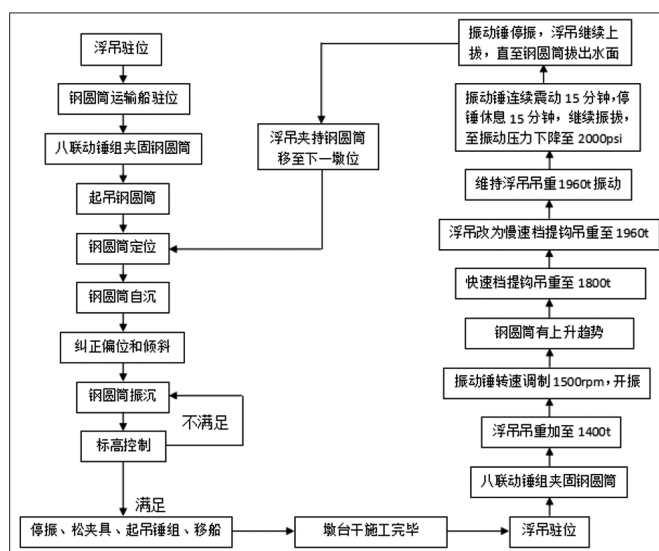


图 八联动锤组“振沉—振拔”钢圆筒工艺方案

4 结语

该方案中钢圆筒“振沉—振拔”相关参数得到较大程度的优化,通过港珠澳大桥钢圆筒“振沉—振拔”施工操作验证,此方案既能高效的将钢圆筒顺利“振沉—振拔”,这又在一定程度上保护了八联动振动锤组。

参考文献:

[1]American Piledriving Equipment Inc,Operation and Maintenance Manual,Kent,Washington,2007.

作者简介:黄金阳(1986.06-),男,汉族,河南漯河人,技术主管,工程师,研究方向:机电设备安装。