

ZLD 自动连续顶推系统 在工程中的应用

谢正元 刘显晖

- [内容提要] 1: ZLD 自动连续顶推系统的设计;
2: ZLD 自动连续顶推系统的原理;
3: ZLD 在多点连续顶推中的应用;
4: ZLD 自动连续顶推系统在提升中的应用;
5: ZLD 自动连续顶推系统在转体中的应用;

一、ZLD 自动连续顶推系统的设计

ZLD 自动连续顶推系统的最初设计是针对连续箱梁的顶推施工而研制的,自 1977 年 5 月我国首座连续箱梁顶推架桥获得成功以来,已先后在全国建成了几十座用顶推方法施工的大桥,其中既有直线梁的顶推,也有平面及竖向圆曲线箱梁和变高度箱梁的顶推施工。从顶推方法看,有单点顶推和多点顶推。单点顶推是把顶推装置安装于一处,以集中反力台抵抗顶推产生的水平反力,其缺点是桥墩与桥台在顶推过程中所受的横向水平力较大;多点顶推则是把顶推装置分散到各个桥台、桥墩及临时墩上,分散抵抗水平反力。多点顶推包括:多点间断顶推及多点连续顶推。多点间断顶推主要缺点是:梁体随着千斤顶的一个行程的开始与完成,滑道与梁之间的摩擦系数总是从 $\mu_{静}$ 到 $\mu_{动}$ 的交替作用,实测结果表明,这种从静到动的摩擦系数变化幅度可达 10% (4%~14%),这就使梁体前移过程中出现爬行现象,即梁体从

静止状态在水平千斤顶的推动下,克服静摩擦力突然前移,当千斤顶行程终了时,梁体又恢复到静止状态,而墩顶则发生反复的纵向正负两个方向的位移。这种双向位移对墩身尤其是柔性墩的影响较大。为了减少梁体从静止到运动的变化次数,我厂与湖南公路局合作研制成功了 ZLD 自动连续顶推系统,有效地减轻或消除了梁体的爬行现象。尤其在柔性墩上进行多点连续顶推其优点更加突出。

二、ZLD 自动连续顶推系统的工作原理及技术参数

ZLD 自动连续顶推系统主要由 ZLD 自动连续顶推千斤顶、ZLDB 自动连续顶推液压泵站和 ZK-J5S 主控台三部分组成,并配置相应的钢绞线作为柔性拉杆,构成完整的自动连续顶推系统。自动连续顶推千斤顶是由两个分别装有夹紧装置的穿心式千斤顶纵向串联而成,并配有六个行程开关,如图 1 所示:

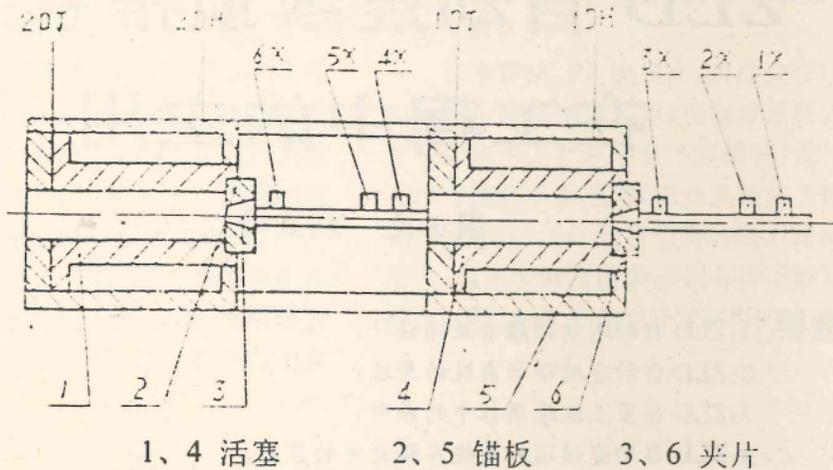


图1 千斤顶结构

当前置顶的夹具夹紧钢绞线牵着箱梁行走到 2X 的位置,与行程开关 2X 相撞,行程开关 2X 将千斤顶活塞的位置信号传递给主控台,主控台获得信号后,经过逻辑组合,发出控制信号,传递给液压泵站,启动后置顶,此时前置顶与后置顶同时向前运动,后置顶的夹具自动夹紧钢绞线,荷载由前置顶向后置顶转移。当前置顶行走到 1X 的位置时,与行程开关 1X 相撞,行程开关 1X 将千斤顶活塞的位置信号传递给主控台,主控台获得信

号后,经过逻辑组合,发出控制信号,传递给液压泵站,通过切换油路使前置顶迅速往回走,此时前置顶的夹具自动松开,荷载全部由后置顶承担。当后置顶夹具夹紧钢绞线牵着箱梁行走到 5X 的位置,与行程开关 5X 相撞,前置顶又被启动。当后置顶行走到 4X 的位置时,与行程开关 4X 相撞后,迅速返回,荷载全部由前置顶承担。如此周而复始地动作,使被顶推的箱梁一直保持匀速向前运动,直到顶推完一节箱梁为止。

ZLD 自动连续顶推千斤顶的技术参数为表 1

表 1

项 目	单 位	技 术 指 标	
		ZLD100	ZLD60
额定油压	MPa	31.5	31.5
张拉力	kN	1000	600
活塞行程	mm ²	200	250
配用钢绞线	根	9	6
质量	kg	1030	750
外形(长 宽 高)	mm ³	1720×590×600	1540×260×320

ZLDB 液压泵站的技术参数为表 2

表 2

项 目	单 位	技术指标	项 目	单 位	技术指标
额定压力	MPa	31.5	油箱容积	L	250
额定转速	r/min	1460	容积效率	%	≥87
柱塞数	个	6	质量	kg	400
额定流量	L/min	2×6	用油种类	10—30号液压油	
电机功率	kW	7.5	外形尺寸	1000×760×1050	

ZLD 自动连续顶推系统配用 1860MPa 强度的 $\varnothing 15.2$ 钢绞线,也配用强度为 1570MPa 的 $\varnothing 15.2$ 钢绞线。

三、ZLD 在多点连续顶推中的应用

“多点”:是指把水平顶推力分散到各个桥墩上。

“连续”:是将两台千斤顶纵向串联再通过自动控制装置来实现交替牵引。牵引的速度连续不间断。

“柔性墩”:因有些桥需满足通航要

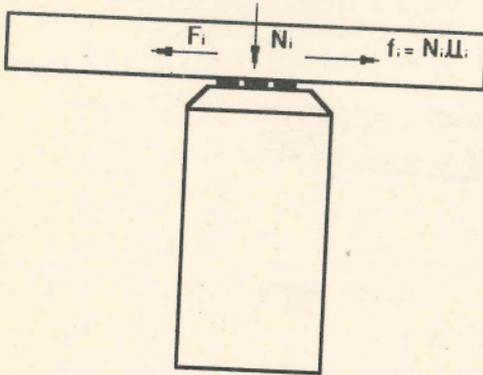


图 1

柔性墩顶推工艺过去提出六字工艺“多点、分级、同步”。所谓“多点”:指顶推力分散到各个桥墩、桥台上,“分级”:是指千斤顶出力大小按摩阻力大小变化幅度分成四级,逐级升压,水平千斤顶缓慢对梁体施力,“同步”:是指所有的千斤顶同步。

近期有关专家提出了多点柔性墩顶推的新观念:“分级调压、集中控制、差值

求,设计桥墩高,相对截面尺寸小,因此桥墩刚度小,不能承受过大的单向水平推力。

多点柔性墩顶推的技术关键:每个墩上水平千斤顶施力的大小应根据桥墩上所受梁体滑动摩擦阻力大小而确定,也就是说千斤顶施力与摩擦阻力基本平衡,柔性桥墩不承受水平力,其数学表达式:

$$|F_i - (\mu_i + \kappa_i)N_i| \leq [F_{\text{许}}]$$

式中:

F_i :表示其墩水平千斤顶所施的力

μ_i :表示摩擦系数 0.05~0.08

κ_i :表示上坡阻力系数

N_i :表示桥墩上垂直荷载(由梁自重及施工荷载引起)

$F_{\text{许}}$:表示其墩允许承受的水平力

f_i :表示其墩摩擦阻力

限定”,多点柔性顶推时因为摩擦系数是变化的,故摩擦阻力是变化的。顶推力与摩擦阻力差值太小时,将会因桥墩上滑道变化的静摩擦系数与动摩擦系数交替出现,梁将会一动一停地爬行前进。梁的爬行前进造成桥墩来回摆动,频率较快,给桥墩反复冲击力,导致桥墩较危险。所谓“差值限定”即顶推力大于摩擦阻力,数值予以限定,确保顶推顺利进行。

人们对柔性墩顶推工艺的摸索过程中,发现控制电路及操作较复杂,所以近期多点柔性墩顶推又发展到综合单点顶推的优点,即具体落实到施力的分配时,总顶推力大于总摩阻力的前提下,除主力墩外一般桥墩按一定的摩阻系数考虑施力大小。

$$F_i = (\mu_i + \kappa_i) N_i$$

预先调整好油泵,一次上足,这时梁不滑动,总顶推力不够部分,由主力墩补足,这样简化了控制电路以及操作。

四、ZLD 自动连续顶推系统用于大型构件的提升

随着我国现代化的高速发展,越来越多的超大、超重、超高构件需要整体提升安装,但是采用传统的吊机安装方法在某种程度上无法满足某些特殊构件的

施工要求,采用液压提升的方法,即采用液压提升装置与高强钢绞线提升重物,可有效地解决诸如此类的问题。

ZLD 自动连续顶推系统设计有竖向安装的球座,可以垂直安装作为大型构件的提升,以代替大型吊装设备,使用灵活、可靠及投资少、成本低,不受施工条件的限制,提升速度可达 16 米/小时。

湘潭二桥主跨为 90 米的预应力混凝土连续梁,采用全截面整体预制悬拼工艺,在原平衡重贝雷挂蓝上安装两台 ZLD100 千斤顶,能以 16 米/小时的速度将 205 米宽、长 1.5—5 米、重达 100 吨的预制箱梁连续提升到位,代替了钢丝绳、滑轮组、卷扬机或大吨位浮吊设备。

图 3 为湘潭二桥正用 ZLD 系统进行箱梁提升悬拼施工。

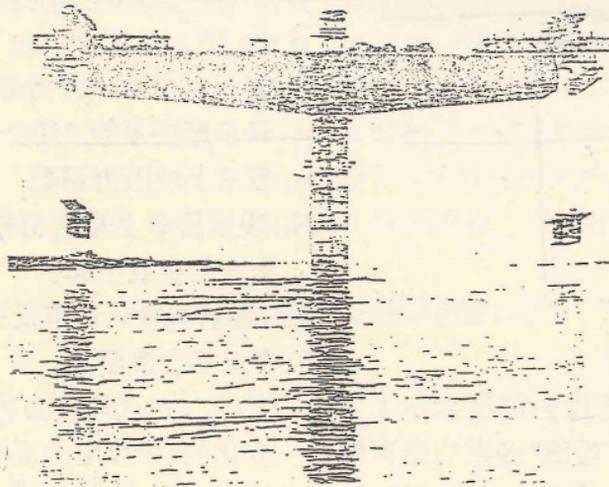


图 3

同时我厂在 ZLD 系统的基础上研制出专用于提升的跨缆吊机,并成功地应用于虎门大桥箱梁提升施工。

五、ZLD 自动连续顶推系统在转中的应用

从桥梁采用转体施工法以来,转体动力系统都由卷扬机、倒链、滑轮组、普通千斤顶等机具组成。施工中普遍存在占地大,布置受场地限制,作用力大小无法准确测量控制、作用力不易保持平衡,

加载难以同步进行等缺点。采用 ZLD 自动连续顶推系统,就能很好地克服上述困难。ZLD 自动连续顶推系统作为转体动力设备有两个显著特点:

1、转体能够实现连续同步、匀速、平衡、一次性到位。整个结构用一个约 $\varnothing 2.2\text{m}$ 直径的球纹支承,所以转体过程中的连续、匀速、平衡、一次性到位就显得很重要;

2、结构紧凑,占地面积小,施工方便。

转体动力装置布置如图 4 所示。两台 ZLD 自动连续顶推千斤顶分别对称布置在下转盘的两侧。千斤顶固定在固定支座上。钢绞线的一端固定在上转盘上,绕 1.5 圈后,另一端穿过千斤顶,要

求千斤顶的位置使钢绞线与转动球铰处相切。启动泵站与主控台,两侧千斤顶同时等速等荷加载。两侧千斤顶作用力大小相等,方向相反,形成一个与摩擦力矩相平衡的动力偶,无倾覆力矩产生。力通过钢绞线传递给上转盘,当加载到一定程度时,上转盘就围绕转动球铰缓慢、平稳、匀速、连续地转动了。转体过程中,千斤顶作用力的大小,可在压力表上直观地显示出来。由于本系统的同步、连续性,转体可以一次性到位,且作用力大小相等,方向相反。整个过程由系统自动完成,无需人工干预,这使施工时比较安全。当桥转体快到位时,可由主控台的自动改为手动,缓慢调整直到转体到位为止。

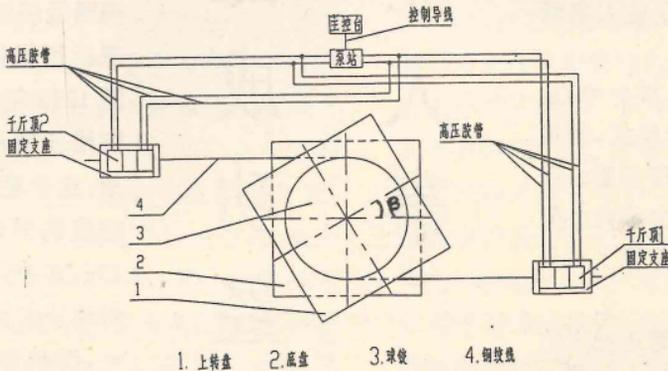


图 4 转体动力装置布置图

五、结束语

ZLD 自动连续顶推系统与原有的顶推、转体及提升设备相比较,具有明显的优点:

1. ZLD 自动连续顶推系统在顶推施工过程中,由于其速度连续,所以能克服顶推过程中梁体的爬行现象,改善了桥墩的受力状态。

柳州 OVM 公司技术中心助理工程师
刘显辉:柳州 OVM 公司生产技术部助理工程师

墩的受力状态。

2. 系统在转体施工中,能够实现同步、匀速、平稳、一次性到位。

3. 系统结构紧凑,占地面积小,施工方便,尤其适用于高空作业及施工场地受到限制的地方。