

桥梁转体施工工艺与关键技术探析

华志鸿

中铁七局集团武汉工程有限公司, 湖北 武汉 430000

【摘要】: 目前, 随着我国科技发展水平不断提升, 在工程建设方面, 桥梁无支架施工的类型也随之有新型的施工工艺产生, 转体施工工艺就是其中的一种。桥梁的转体施工工艺可以运用到跨过湍急的河流、铁路、高速公路等不能做支撑工程中, 其具有安全性、可靠性高, 整体性较好, 以及能够有效降低吊装费用等优势。

【关键词】: 桥梁转体; 施工工艺; 关键技术

1 桥梁转体施工技术的发展现状

我国对于桥梁转体施工技术研究起步时间相对较晚, 在20世纪70年代初期, 我国的建筑学者开始进行桥梁转体施工技术研究, 最初的研究状态一直停留在理论阶段, 但是借鉴其他国家的施工经验, 很快该技术便应用于实践操作当中, 最初进行该技术应用桥梁为四川遂宁建设桥, 取得了非常好的应用效果。但是由于前期施工技术体系还处于完善阶段, 因此转体的横跨距离一般都100m以下。随后, 在研究人员的不断努力下, 桥梁转体施工技术体系也在逐渐成熟, 尤其是钢管混凝土拱桥技术的应用, 扩大了桥梁的跨度, 在20世纪90年代初, 桥梁转体施工技术的跨度已经达到了150m, 而且跨度距离也在不断提升。截至目前, 我国已经成功建成桥梁转体施工桥梁百余座, 该技术的应用体系也越来越成熟。

2 转体施工的概念和原理

2.1 转体施工分类及组成

根据桥梁结构的转动方向, 可将桥梁转体施工方法分为竖转施工、平转施工以及平竖转相结合施工, 其中以平转法应用最广泛, 而近年来更大跨径的桥梁转体则更多的考虑竖转和平转相结合的方法。竖转法按其转动方向分为向上和向下2种。平转施工可分为平衡转体桥系转体施工和无平衡重转体施工方法, 其中平衡转体桥系转体施工分为结构自平衡转体施工与需专门配重的转体施工。

(1) 竖转法

竖转体系一般由牵引系统、索塔、拉索组成。竖转的拉索索力在脱架时最大, 因为此时拉索的水平角最小, 产生的竖向分力也最小, 而且拱肋要实现从多跨支承到铰支承和扣点处索支承的过渡, 脱架时要完成结构自身的变形与受力的转化。为使竖转脱架顺利, 有时需在提升索点安置助升千斤顶。竖向转体还可细分为: 负角度转体和正角度转体。负角度竖转施工在国外称为“旋转降低法”, 与常见的自下而上竖转施工方法(正角度转体)不同, 该方法将拱圈在跨中分成两段, 后将各段拱圈在拱座上沿竖直方向制作, 然后将两拱圈向前方向旋转, 在跨中合龙。

(2) 平转法

平转法的转体桥系主要有: 转动平衡体系、转动牵引体系和转动支承体系。转动支承体系由以下3种: 中心支承、环道支承和中心与环道支承相结合。根据转体体系实现平衡的方式不同, 可将平转法分为平衡转体桥转体施工和无平衡重转体施工。

2.2 转体施工工艺原理

将一个具有转动能力的轴心放置于承台上, 同时将该轴心作为分界点, 所分割出的上部分是具有旋转特性的桥体, 所分割的下半部分是不可移动的墩台, 在下部支撑的作用下完成上部的旋转。

就实际工程而言, 在墩身的引导下, 可以将来自于桥体的重量传递到上球铰, 由于球铰间存在一定数量的四氟乙烯片, 因此可以将重量传递至球铰以及承台上。当完成桥体施工后, 便可以将砂箱拆除, 此时下球铰将承受所有重量, 以此为基础进行力学参数的计算, 而后方可进行配重。在千斤顶的作用下, 位于上转盘的钢绞线将会发挥作用, 形成具有水平性质的力偶, 进而驱使上转盘, 桥梁便可发生转动。转盘处还配备了相应传感器, 实现对应变力的监控。

3 桥梁转体的关键技术

桥梁转体施工与其他施工工艺的最大区别在于, 要实现桥梁转体“转得动、转得稳、转得准”的目标。桥梁转体施工存在以下几项关键技术: ①球铰的设计与施工; ②转体桥系的布置; ③转体施工准备; ④转体稳定性控制。

3.1 球铰的设计与施工

3.1.1 球铰设计

球铰是实现桥梁转体施工的关键, 常用的球铰材料有混凝土和钢材, 还有一些材料球铰, 比如高强混凝土球铰, 钢纤维混凝土球铰, 尚处于研发阶段, 短时间内难以付诸工程实践。从实际工程应用来看, 过万吨级桥梁转体施工无一例外的采用钢制球铰, 混凝土球铰的转体质量大多数在5000t以下, 究其

原因,主要是因为钢材具有很高的强度和较低的摩擦系数。钢制球铰最大的问题是价格昂贵,而混凝土球铰则有价格低廉、易成型的优势,因此混凝土球铰值得研发并推广应用。

目前的球铰设计多依据经验,缺乏系统设计理论的指导。转体施工技术的进一步发展,应当在理论研究方面取得突破,这样一方面保证转体的安全、顺利实施,同时避免材料的浪费。

3.1.2 球铰施工

钢制球铰与混凝土球铰的施工工艺大相径庭。首先在球铰形式上,钢制球铰是上凸下凹,混凝土球铰下凸上凹;在施工工艺上,钢制球铰与混凝土球铰又有着各自的施工流程。

球铰的球面制作精度是施工的难点。钢制球铰由于是在工厂进行制作,现场施工较为简便,而混凝土球铰则须现场打磨球面,其施工要点主要是:

- (1) 研制母线板,准确浇筑球铰转动轴;
- (2) 涂油细磨,提高球铰表面圆顺光滑度。

3.2 转动系统布置

转动系统由牵引及助推系统、防过转及微调系统、测量系统等构成。

转动牵引系统宜采用全液压、自动、连续运行系统,以达到大动力、高稳定性的目标。一般上转盘设置两束牵引索,逐根顺次沿着既定索道排列缠绕 3/4 圈以后穿过千斤顶。牵引索固定端在上转盘预埋件上,用千斤顶对钢绞线预紧,使同一束牵引索各钢绞线持力基本一致。牵引索安装完到使用期间注意保护,防止电焊打伤或电流通过,防潮防淋避免锈蚀。

微调系统在转体过程中发生偏位超标时,用微调系统进行调整,以使转体继续;在转体完成后,利用微调系统将相关技术参数调整到允许范围内。微调系统包括轴线微调及标高微调。

测量系统通过在转体上布置监控点,对转体过程中进行位置测量,及时动态反应转体状态,为转体提供数据支持。在转体就位后进行测量,保证结构精度。

助推系统对转动有较大帮助,可降低对牵引设备的要求,而且稳定性较好。

3.3 转体施工准备

转体施工的关键构件就是承载整个转体桥质量的转动球铰,而转动球铰摩擦系数的大小直接影响着转体时所需牵引力矩的大小。在施工支架完全拆除后以及在转体过程中,转体桥的自平衡或配重平衡又对施工过程的安全性起着至关重要的作用。

转体桥梁在沿梁轴线的竖平面内,由于球铰体系的制作安装误差和梁体质量分布差异以及预应力张拉的程度差异,可能导致桥墩两侧悬臂梁段质量分布不同以及刚度不同,从而产生不平衡力矩。为了保证桥梁转体的顺利进行,及时为大桥转体阶段的指挥和决策提供依据,有必要在转体前进行转体桥称重试验,测试转体桥部分的不平衡力矩、偏心距、摩阻力矩及摩擦系数。

转体前施工准备的主要流程归纳如下:①解除临时固结措施,确定是否需要称重试验;②通过称重试验,确定转体桥纵向不平衡力矩、偏心距、球铰摩阻力矩及摩擦系数;③根据称重试验结果,完成配重方案;④球铰试转。

3.4 转体桥梁稳定性控制

转体桥梁的稳定性控制主要是倾覆稳定性控制。

在施工支架完全拆除后及在转体过程中,转体桥的自平衡或配重平衡对施工过程的安全性起着至关重要的作用。施工支架拆除后,转体桥的平衡体系将出现下列两种情况中的一种:转体桥球铰摩阻力矩小于转体桥不平衡力矩和转体桥球铰摩阻力矩大于转体桥不平衡力矩。当转体桥球铰摩阻力矩小于转体桥不平衡力矩时,意味着支架拆除后,转体桥部分在自身的不平衡力矩作用下发生转动;当转体桥球铰摩阻力矩大于转体桥不平衡力矩时,意味着支架拆除后,转体桥部分在自身的不平衡力矩作用下不能发生转动。为了保证桥梁转体桥形成整体后拆架过程中的安全和转体过程的顺利进行,及时为大桥转体阶段的指挥和决策提供依据,有必要在转体前进行转体桥称重试验,测试转体桥部分的不平衡力矩、偏心距、摩阻力矩及静摩擦系数。

所以,在桥梁转体施工中,尤其是在转体重达万吨以上的桥梁施工中,为了确保转体过程的安全性,及时为大桥转体阶段的指挥和决策提供依据,有必要在转体前对转体桥部分的不平衡力矩进行测试。

4 结束语

总之,在桥体施工过程当中,用转体施工法不仅可以使得结构更加合理,受力状况明确清晰,并且还能够在对工程的质量以及交通正常运行不受影响的前提下节省建材投入,整个工程的作业效率也能够得到显著提升。在桥梁建设的具体施工过程中,可将其进行大范围推广和应用,在以后也能够桥梁的建设中得到较大的社会效益以及经济效益。在具体的施工过程中,还需要对施工经验进行总结,如此才能更好地保证转体施工桥梁的质量。

参考文献

- [1] 罗洪成, 孙艳鹏, 杨清印, 等. T形刚构桥平转施工球铰体系安装技术[J]. 中外公路, 2018, 38(04): 156-159.
- [2] 王方成. 浅析桥梁转体施工工艺与关键技术[J]. 低碳世界, 2018(12): 250-251.
- [3] 任韶敏. 桥梁转体施工工艺与关键技术探析[D]. 石家庄: 石家庄铁道大学, 2017.