

桥梁施工控制技术（续）

邱式中

（上海市基础工程公司特种基础设计所 上海 200002）

（续上期）

根据上述分析，该系统可通过安装在桥墩上的高精度角位移传感器，将采集的角度信号经信号调整装置送至计算机，经数据处理后给出大桥各墩的水平位移值。再者，顶推过程中测力装置将测得的油压信号也传送计算机，经换算给出顶推力。计算机实时监测墩顶位移和顶推力，并在屏幕上显示这些数据。图8为角位移与线位移关系及测量原理图。

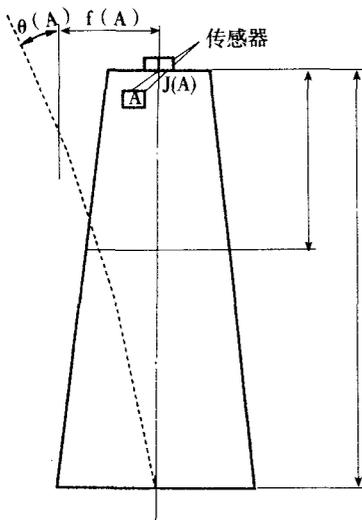


图8 角位移与线位移关系及测量原理图

（5）调试

桥梁顶推施工是分阶段进行的，在不同的顶推阶段，桥墩上所承受的桥梁重力是不一样的，因此桥墩所承受的水平推力也不一样。桥墩位移量的理论值在不同的顶推阶段同样是不一样的，因此对数据的处理和对桥墩位移状态的判断是与顶推阶段相对应的。该桥施工分为23个阶段，监测系统要根据施工进度对23种工况分别进行处理。监控系统对顶推实行二级报警方式。每一个桥墩在整个顶推过程中有一个允许的最大位移量，在任一施工阶段，如果位移量超出这个极限

值，都将发出声光报警信号，并终止顶推。如果桥墩位移量没有超出极限值但超出了本阶段的允许值，系统不发出声光报警和停止推进，但给出警告提示，以表明当前的状态应引起注意，参见图8。

系统采集的顶推力值，不仅用于报警显示而且用于协助判断顶推状态。理论上，能够准确知道桥墩的偏转角或水平顶推力就可以推算出桥墩的位移量。但实际测量值总是和理论计算值存在一定的差距，这是因为受桥墩弹性模量精度、测量及数据变换精度以及顶推过程中各桥墩受力不均匀等各种扰动因素影响。为提高精度，该系统采用由顶推反力反算的位移量作为修正值来调整角位移传感器的测量值，取得了良好效果。

系统软件由以下模块构成：硬件初始化模块、数据采集及处理模块、报警和输出模块、数据运算与处理模块、数据分析及曲线显示模块、输出控制模块、数据存档模块。

系统的硬件由桥墩测试系统、工控机系统、报警系统、顶推控制系统、顶推压力测量系统等构成。

监控系统的技术指标：

①位移测量范围与精度：范围0~300mm、精度1mm（墩高不大于60m时）；

②顶推力测量范围：0~6000kN。

监控系统的特点：

①精度高：采用特制的角位移传感器，使角度测量精度在秒级水平。

②智能化程度高：系统在计算机控制下，实现对桥墩位移和顶推力的实时监控。

③良好的应急性能：控制箱上的急停按钮可保证系统对突发事件的快速反应，保证施工

安全。

④安全锁定：任何一次报警后，只有当各参数恢复正常，并按复位键后，系统才允许继续顶进。

⑤高安全性：测试系统和报警系统采用对人安全的低压直流供电。

由于该桥采用了一系列新技术，保证了施工精度，最终使其实际桥轴线和梁的受力状态基本符合设计理想状态要求。

2.2 连续梁、连续T构桥悬臂施工控制

变截面的连续梁桥、连续T构桥、T形刚构带挂孔形式桥，多采用挂篮悬臂施工法，尤其是挂篮悬臂现浇法。其施工步骤为：排架浇筑墩顶0号段（对连续梁桥同时解决临时固结措施），挂篮拼装，挂篮悬臂浇筑，合拢段施工（对连续梁桥有体系转换过程）。

2.2.1 概述

2.2.1.1 施工控制目的

对于分节段悬臂浇筑施工连续梁、连续T构桥、T形刚构带挂孔形式桥来说，施工控制目的就是保证施工过程中结构的可靠度和安全性，保证桥梁成桥桥面曲线形及受力状态符合设计要求。

2.2.1.2 施工控制内容

大跨径预应力连续梁桥、连续T形刚构桥、T形刚构带挂孔形式桥施工控制包括两方面内容：变形控制和内力控制。

2.2.1.3 施工控制特点

（1）悬臂浇筑阶段是对外静定结构，节段重力差值进行控制，内力和设计值差不多，关键是线形控制目标。

（2）桥梁悬臂体头低下去无法调节，判断参数准不准很重要，预留抛高要正确。

（3）施工因素考虑要充分，特别是挂篮重力。

（4）考虑预应力张拉调节作用，考虑梁为变截面，中心线为曲线，预应力有偏心距。

（5）要考虑施工步骤的细节，例如浇筑段底模接头处衔接圆滑、模板底模桁架设铰连接，

以适应变截面要求等措施。

2.2.2 施工控制系统

2.2.2.1 施工方案

由于连续梁桥、连续T形刚构桥、T形刚构带挂孔形式桥恒载内力、结构标高与施工方法和安装程序密切相关，施工控制计算应首先对施工方案和安装程序作深入研究，对于以挂篮为主的施工荷载给出精确数字。

2.2.2.2 结构分析程序

连续梁桥一般要经过梁墩固结→挂篮拼装→悬臂施工合拢→解除梁墩固结（体系转换）→合拢过程；连续T形刚构桥也经过悬臂施工和数次合拢等过程，可见施工过程中结构体系不断发生变化，故应选择正确的计算图式进行分析。

2.2.2.3 施工控制结构计算方法

（1）前进分析法

根据确定的施工方案，逐阶段地进行计算，确定配筋和标高，最终才能得到成桥结构的受力状态和变化情况。在逐阶段计算中，前一阶段将是本次施工阶段结构分析的基础。

（2）倒退分析法

为了使竣工后的结构保持设计线形，在施工过程中用设置预拱度的方法来实现。其基本思想是，假定 $t=t_0$ 时刻结构内力分布满足前进分析 t_0 时刻的结果，轴线满足设计线形要求。在此初始状态下，按照前进分析的逆过程，对结构进行倒拆，分析每次拆除一个施工阶段对剩余结构的影响，在一个阶段内分析得到的结构位移、内力状态便是该阶段结构理想的施工状态。

2.2.2.4 施工控制系统

在上述分析的基础上研究每座桥的理想的受力和变形状态，即施工控制系统。例如三滩黄河大桥在对每一施工阶段进行详尽理论分析，在采用前进分析和倒退分析法后，提出了该桥施工控制内容：

（1）成桥时主梁线形及结构受力状态；

（2）每一施工阶段预应力索的张拉力、主

梁挠度、控制截面的控制应力、立模标高和悬拼节段前端点标高等；

(3) 施工顺序、施工荷载的明确规定；

(4) 满足应力控制及其他约束条件下预应力的允许调整幅度等内容。

2.2.3 实施

(1) 施工单位按施工控制系统要求落实设备、组织人员、编制施工组织设计。

(2) 按要求实施悬臂施工。

(3) 按要求进行施工测量。

(4) 按要求对每阶段的误差进行控制，以实现实际受力和变形状态符合理想受力和变形状态。

2.2.4 监测

2.2.4.1 主梁结构部分设计参数监测

(1) 混凝土弹性模量；

(2) 预应力钢绞线弹性模量；

(3) 混凝土容重；

(4) 混凝土收缩徐变系数；

(5) 材料热胀系数；

2.2.4.2 主梁结构变形监测

(1) 每段梁段移动后安装模板的立模标高；

(2) 每一梁段施工过程中，主梁各控制点的高程及变形情况；

(3) 每一梁段的截面尺寸变异。

2.2.4.3 主梁应力监测

(1) 每一梁段施工过程中各预应力索的索力及索力变化值；

(2) 主梁控制截面应力（应变）。

2.2.4.4 若干关键工况下的基础变位

2.2.4.5 典型气候条件下，日照温差对主梁挠度的影响

(下期待续)

· 简 讯 ·

“第五届预应力结构理论与工程应用” 学术会议在昆明召开

2008年10月22日~25日，“第五届预应力结构理论与工程应用”学术会议在云南昆明怡景园度假酒店召开，来自全国各地的科研、高校、设计、施工、专业厂家和相关管理部门的专家、学者、工程技术人员参加了会议，并就预应力钢结

构与索结构、预制预应力混凝土结构体系、预应力桥梁与拉索结构、预应力新材料、新产品、新技术的研究、应用与发展等多方面的议题进行了广泛交流。

(张日亮)

《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》修订组 第二次工作会议在柳州召开

2008年11月22日~23日，《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》修订组在广西柳州召开了第二次工作会议。此次会议总结了《规程》修订和试验工作的阶段性成果，对《规程》修订稿初稿逐条进行了讨论修改，形成了二次修订稿，并对下一阶段的修订工作作

了部署。

来自中国建筑科学研究院、歌山建设集团公司、东南大学、中国核工业华兴建设有限公司、中国铁科院、柳州欧维姆机械股份有限公司等单位的专家参加了本次修订会议。

(谭柳芳)