

电绝缘预应力施工工法应用

曹为

长沙市市政工程有限责任公司

摘要：电绝缘预应力施工工法适用于处于恶劣环境下对防腐有特别要求、对耐久性安全要求高的桥梁工程、房屋建筑工程，如跨海大桥梁体、周围含氯化物、金属电解质、杂散电流环境中的厂房混凝土大梁、楼板等混凝土结构中的各种构件，具有广泛的用途，目前国内有关后张法电绝缘预应力设计与施工均处在逐步探索与完善之中，其施工技术不同于传统金属波纹管和普通锚具施工工艺，本文通过实例应用对其工艺原理及施工工艺进行分析。

关键词：后张法；电绝缘预应力；锚固体系

电绝缘预应力体系具有可无损检测的特点，使用便携式LCR电桥表测出它们之间的电阻值，其阻值的大小能反映预应力筋的腐蚀程度，对桥梁结构运营过程中进行控制和监控。在大跨度桥梁、房屋建筑中采用电绝缘预应力是有显著的经济效益和社会效益。在恶劣环境下对防腐有特别要求、对耐久性安全要求高的形势下，是一项具有广泛用途的新技术。

一、项目概况

红旗路作为长沙城市主干道，呈南北走向贯穿武广新城与隆平高科技园的两个片区，红旗路浏阳河大桥桥梁宽35.0~42.0m，全长520.0m，分南、北引桥和主桥。南北两端引道总长269.471m，其中南引桥引道长152.477m，宽35m；北桥梁引道长116.994m，宽35m。大桥主桥上部结构的跨径组成为：70+115+70m三跨变截面电绝缘预应力砼连续梁桥，梁高为2.60~6.50m，箱梁底缘曲线采用1.8次抛物线。

该项目主桥上部结构均采用电绝缘结预应力体系，有效避免了氯化物侵蚀预应力筋和隔绝杂散电流接触预应力筋，确保了预应力混凝土结构的安全性和耐久性，根据现场检测数据统计结果来看，随着压浆时间的增长，浆体和混凝土都逐渐变干，检测电阻值基本都呈增大的趋势，表明按照本工法施工电绝缘预应力的质量是能符合规范要求，受到了建设单位、监理单位及同行业人员的称赞。

二、工艺原理

电绝缘预应力体系是由高强度低松弛钢绞线、电绝缘型锚具、塑料波纹管和无损检测系统组成，通过电绝缘型锚具、塑料波纹管将预应力筋与外围混凝土隔离开来，最大程度上保证预应力筋不被腐蚀，在任意时刻可采用便携式LCR电桥表快速的无损检测技术来进行预应力筋的腐蚀情况监控等而构成的新型预应力筋体系。

电绝缘预应力筋与非预应力筋一道采用塑料波纹管、电

绝缘型锚具按设计曲线铺设在模板内，待混凝土浇筑并达到强度后，张拉电绝缘预应力筋并锚固，达到对结构产生预应力效果，梁体内和锚固端分别焊接检测导线，使用便携式LCR电桥表测出它们之间的初始动态电阻值。随着结构运营时间的推移，动态电阻值越来越大，呈上升趋势，一旦有下降的趋势则是预示着预应力筋有腐蚀，开始进行早期预报。其锚固体系如下图所示：

三、施工工法要点

现浇混凝土后张法电绝缘预应力施工工艺流程为：预应力材料进场、检验→绑扎部分普通钢筋→安装塑料波纹管、固定→安装钢绞线→安装定位锚张拉端和锚固弹簧筋、电绝缘锚具→绑扎完剩余普通钢筋→验收、浇筑砼→张拉预应力→切割、封锚→孔道注浆→LCR电桥表无损检测→挂篮浇筑下一节段。

(一) 施工准备

电绝缘锚固体系及预应力筋进场后，应及时核查电绝缘锚垫板、电绝缘锚具、塑料波纹管的规格、尺寸和数量，逐个检查电绝缘锚垫板的外包裹高性能混凝土层质量及端部配件。经检查无误后，编号分类堆放。对包裹高性能混凝土层不密实或铸铁芯板有裂纹的电绝缘锚垫板均应淘汰，预应力钢绞线的进场验收应按《公路桥涵施工技术规范JTG/T F50-2011》中第7.2.2条规定执行。

(二) 钢筋材料准备

施工过程中，预应力钢筋的准备长度应综合多种因素来考虑，主要涉及张拉端外伸预留长度、设计曲线长度、钢材品种、张拉设备、弹性回缩值以及施工工艺等方面，起计算方法分为两种，分别是一端张拉和两端张拉，计算公式为：一端张拉时： $L=L_0+L_1+L_2+L_3+L_4$ ；两端张拉时： $L=L_0+2(L_1+L_2+L_3)$ ，其中 L_0 是指预留构建的孔道长， L_1 是指垫板厚度， L_2 是指锚具厚度， L_3 是指外端预留长度， L_4 是指固定端长度。

预应力钢筋的准备工作必须在平整场地上进行，首先用直线定好整体长度，并在定点两端做好标记，将钢筋拉直后，采用砂轮切割。处理好以后的钢筋要按照长度进行分类，分别存储，运送到施工场地后，必须堆放在木垫之上，严禁与地面接触，在堆放期间严禁碰撞碾压。

(三) 塑料波纹管埋设

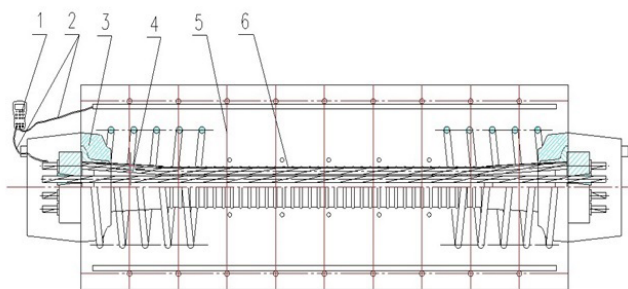
塑料波纹管埋设必须按照设计的曲线，在非预应力钢筋笼中进行定位，埋设应达到管线水平顺直以及曲线平滑的要求。首先根据设计构件的高度，沿构件方向设置“U”形的钢筋卡，其间隔距离大约为0.5米，其次是将波纹管做成曲线，将“U”形钢筋卡与定位钢筋（水平方向）相固定，最后为防止漏浆，必须在套管的两端缠上塑料胶带。

(四) 张拉电绝缘锚垫板安装

垫板的安装必须严格设计图纸要求来进行，首先在垂直与水平位置，对预留孔上的侧模进行钻孔定位并编号，其次将螺旋筋、塑料套管、电绝缘锚垫板穿在相应位置的预应力束后，再把该束穿出侧模，将塑料管按缺口对着灌浆口推进到锚垫板内孔，直到配合紧密，最后在锚垫板和塑料管连接处用绝缘胶带缠牢6圈以上，然后将电绝缘锚垫板固定在侧模上。

(五) 电绝缘预应力筋张拉

在进行电绝缘预应力张拉施工之前，必须确保混凝土的强度能够达到设计施工要求，同时对混凝土做好相应的抗压检测并出具试验报告，在强度条件满足后，才可进行下一步的施



1、LCR电桥表 2、引出缆线 3、绝缘锚具 4、螺旋筋
5、钢筋网 6、塑料波纹管

图1

(下转第330页)

供热系统大部分运用的是集中型的热力站，部分情况下1个小区仅配备1个热力站，规模有大有小。在集中供暖水平先进的北欧，大部分运用建筑入口配置小规模组装型热力站的模式。2种模式对比而言，集中型热力站初始时期投入资金少，利于统一管控。然而当用户流量产生较多变动的情况下，尽管用户之间互相间的影响能够依托入口加压差控制器清除，另外还能够依托对主循环泵速度的调整，让距离最远的用户压差保持不动，然而泵的作业位置会发生很大变动，导致泵的效率大幅下降。建筑入口配置小规模组装型热力站的模式初始阶段投入资金较高，然而后期运行成本低廉，能够进行灵活调控。另外提升了系统的稳固水平，降低了用户间的互相干扰，比如尾端水泄漏等。为此在明确供热计划之后，应当从资金投入、运行的便利性等方面整体考量，选用最佳方案。

2. 适合热计量的室外供热控制方式

因为每种系统模式均有自身的特征，为此采用何种管控模式应当依据实际情况进行全面剖析。在实行按热计量收取费用之后，室内系统可分成两种类型：其一是有共用立管并且用户室内采用的是双管系统；其二是有共用立管并且用户室内为具有跨越管的水平单管系统或者具有跨越管的垂直单管系统。在温度控制阀调控之后，这2种系统对总流量所产生的影响有一定的差异。对于第一类系统，在入口定压差的情况下，是理想的变流量系统，外网应采用相应变流量控制方式，即在采用质调节的同时，应采用控制水泵转速的方法，使供热系统实现无级变流量运行。控制水泵变频调速的方式有很多，较合适的方

式有两种，一种是控制最不利环路供回水压差恒定；另一种是控制热力站进出口压差恒定。当流量变化很大时，前者调速节能效果较后者要好，而后者更易实现。第二类系统，系统的总流量基本不变，因此要求定流量，只进行质调节。一般可以在用户入口加流量限制器，保证系统定流量，满足用户要求，而对于分散的小型热力站，由于系统小，所以只要二次循环泵定流量运行就可保证用户要求。

五、结语

该温控阀控制器主要采用了PID控制技术和电子信号技术，实现了对采暖换热系统出水温度的自动控制，系统自动化程度高，操作简单，故障自动保护，易于日常维护。并且通过RS485通讯，中控室接收各种信号，还可以设定参数，一键启停，实现远程监控功能。该温控阀智能控制器控制精度高，动作反应迅速，使用安全、可靠。同时也对热水供热系统温控阀感温元件的特性和系统温控与热计量技术问题更好的解决。

参考文献

[1] 谢文瑞. 采暖系统的节能与热计量和温控技术[J]. 科技创业家, 2012 (23): 122.
 [2] 马锦业. 热计量与温控技术的初步探讨[J]. 黑龙江科技信息, 2009 (30): 339+218.
 [3] 刘兰斌, 邹艾娟, 刘亚萌等. 小区集中供热系统水力平衡调节节能潜力分析[J]. 建筑科学, 2014, 30 (6): 77-82.
 [4] 刘若琳, 何博侠, 李春雷等. 供热系统集中器的智能控制终端设计与实现[J]. 测控技术, 2016, 35 (1): 68-72.

(上接第322页)

工；施工准备阶段，配置好标准张拉施工的油泵及油表、千斤顶等设备；施工过程中，必须根据施工的实际情况，综合考虑操作安全、施工方便以及钢筋的受力特点进行施工，一般的施工顺序为：初张拉→控制拉力（5分钟）→测量延伸长度→进行锚固；施工完成后，应对张拉伸长值进行检测，确保伸长值在允许范围内（±6%），一旦超出允许范围，必须停止张拉并查明原因，解决问题以后才能继续进行施工，同时必须对施工过程的参数和后期检测参数以及锚固参数做好记录。

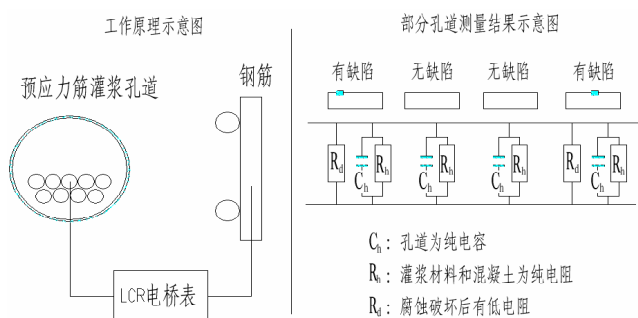
(六) 后张法电绝缘预应力孔道灌浆

灌浆前先清理灌浆孔，采用清洁水源对孔道进行清洗，到张拉端渗水较大以及各处均畅通时，方可安排灌浆。灌浆采用水泥为普通硅酸盐水泥，其等级必须高于32.5，同时在进行水泥浆内的水灰比必须小于0.45，确保水泥浆搅拌3小时后，其泌水率低于2%，水泥浆搅拌过程中加入的添加剂不能对钢筋有腐蚀作用，搅拌完成后的24小时内，必须完成灌浆。

灌浆施工过程中，不能停止水泥浆的搅拌，在灌浆时采用筛网对水泥砂浆进行过滤，确保灌浆管道内水泥流动畅通，同时要确保灌浆口与灌浆管道紧密相连，当浆孔流出浓浆后对其进行封闭，并持续增加压力指导0.5至0.7MPa，持续时间在1~2分钟左右，在灌浆过程中，应随时清理杂物与浮浆，一旦发现孔内有空隙，必须及时进行修补。

四、无损检测系统

无损检测采用的仪表是便携式LCR电桥表，系统由钢绞线和混凝土中的钢筋组成传感器；在结构整个寿命期间任何时候都可迅速测量其电阻，实现其质量控制。电阻值在灌浆完成后是不断的增大，一旦减少时就等于预警腐蚀产生。但是，如果有部分孔道初始电阻值很小（在20Ω以下），说明预应力筋和混凝土中的钢筋有接触，锚具与塑料波纹管的接头处绝缘防护没有做好，导致钢绞线和混凝土中的钢筋接触，这也提醒以后要更注意安装施工，确保电绝缘预应力安装施工质量。检测系统工作原理如下图所示：



结束语

后张法预应力混凝土结构以其安全性、可靠性、耐久性而在公路、铁路方面广泛应用，而采用常规的传统金属波纹管和普通锚具施工的预应力筋，预应力筋容易受到周围环境氯化物、材料的氢脆、金属电解质、杂散电流、微动疲劳、电接触等腐蚀而发生脆性破坏，电绝缘预应力锚固体系将预应力筋和锚具与外围混凝土隔离开来避免了氯化物侵蚀预应力筋和隔绝杂散电流接触预应力筋，进而有效地提高预应力混凝土结构的安全性和耐久性，保证了桥梁结构在服役年限内的完整性，节约材料、节约能源，使用性能优越，具有较高的实用价值。

参考文献

[1] 刘平伟, 王彩虹, 陈俏, 卞栋梁, 邹锐. 后张电绝缘预应力体系的工程应用探讨[J]. 智能城市, 2016, 2 (03): 213-214.
 [2] 刘平伟, 张胜利, 李红远. 电绝缘预应力锚固体系在30mT梁中的应用研究[J]. 山西建筑, 2012, 38 (33): 203-205.
 [3] 朱万旭, 刘平伟, 周红梅, 庞忠华. 电绝缘预应力体系的研究与应用[J]. 预应力技术, 2012 (05): 26-29+40.
 [4] 刘平伟, 朱万旭, 周红梅, 高明大. 电绝缘预应力锚固体系在T梁中的应用研究[J]. 预应力技术, 2012 (04): 11-14+32.
 [5] 周红梅, 朱万旭, 李霖, 庞忠华, 陈钰焯. 电绝缘锚固体系的试验研究[J]. 预应力技术, 2012 (01): 6-9.