

# 后张法预应力砼T型梁的施工技术

hc360慧聪网工程机械行业频道 2004-06-07 13:35:14

**摘要：**介绍后张法预应力砼T型梁的施工工艺、施工方法、主要施工设备、主要材料及半成品、和施工出现主要问题的处理。

**关键词：**后张法、预应力砼T型梁、施工工艺、施工方法、施工设备、问题处理。

对于砼简支梁桥，当跨度跨径大于20m时，往往采用预应力砼梁作为主要承力构件。预应力砼梁有先张法与后张法两种，而跨径较大者，多采用后张法的施工工艺。国内目前的高速公路大桥，采用后张法预应力砼T型梁，越来越普遍，如广东省开平至阳江高速公路跨漠阳江东大桥、揭阳至普宁高速公路跨榕江南河大桥、跨榕江北河大桥、汕头至梅州高速公路跨梅江大桥等工程的主体结构都采用后张法预应力砼T型梁。这些工程的T型梁，跨度有20m、25m、30m、35m与45m多种，梁高1.5~2.8m，其中45mT型梁（高2.8m）为榕江南河大工程的主体结构，设计砼强度等级C45，采用Ⅱ级松弛的j15.24钢绞线，标准强度 $R_{yb}=1860\text{mpa}$ ，弹性模量 $E=2.0 \times 10^5\text{mpa}$ 。

## 1、施工工艺流程

后张法预应力砼构件，以往大多是在绑扎钢筋和预留穿束孔道或套管（如钢管或充气橡胶管等）后，先浇灌砼再抽拔钢管或橡胶管，然后将预应力筋穿入预留套管或孔道内，待砼达到要求强度后张拉预应力筋。自广泛采用金属波纹管与高强钢绞线以来，目前后张法预应力砼T型梁施工工序则多数是，在制安钢筋、预应力孔道（波纹管）和模板的同时将预应力钢绞线穿入孔道内，再浇筑构件砼。待砼达到要求强度（不低于设计强度的70~90%）后，在构件端部支承千斤顶，张拉预应力钢绞线。待张拉到控制拉力后，即用特制的锚具将预应力筋锚固于砼上，使砼获得并保持其预压应力。最后，在孔道内压注水泥浆，以保护预应力筋不致锈蚀，使预应力筋与砼粘结成为整体，并浇筑梁端封砼。

前述几项工程的预应力砼T型梁都采取后一种施工工艺。其施工工艺流程如下：施工准备（设预制场、做预制台座、定制模板等）→制作安装钢筋和波纹管→在固定好的波纹管中穿钢绞线→安装模

板 浇灌砼、养护 拆模板并继续养护 砼达到要求龄期及强度张拉钢绞线 张拉24h以内孔道压浆 梁体封端 水泥浆达到要求强度、梁体经检验合格可吊装使用。

## 2、施工方法

### 2.1 钢筋及模板制安、孔道成型

预制T型梁可采用C25砼底座，厚度为25~40cm，底面配 $\Phi 8@20$ 钢筋网。底座预留拉杆孔，上铺5~6mm钢板。钢筋在加工场开料加工后，搬运到预制台座位置安装就位，钢筋骨架下底和外侧垫保护层垫块，错开布置。金属波纹管宜应用手提式砂轮切割机，不得使用电焊切割。波纹管孔道一般按每50cm采用钢筋卡子以铁丝绑扎固定，避免孔道在浇筑砼过程中移位。孔道上若出现意外孔洞则在浇筑砼前修补好。波纹管连接后用密封胶带封口，避免砼浇筑时水泥浆渗入管内造成孔道堵塞，在操作时防止管壁破裂，防止邻近电焊火花烧伤孔道。钢绞线的安装选用预埋波纹管后再穿束，一般采用人工穿束，对钢绞线可将一孔筋束中的全部钢绞线编束后整体装入孔道中。穿束前应检查，锚垫板位置正确，孔道内畅通、无水分和杂物。钢绞线下料长度一般为孔道长度加上锚固及张拉工作长度。为防止钢丝扭结宜进行编束，每隔1~1.5m绑扎一道铅丝，铅丝扣弯入钢束内。钢绞线切割时，在每端离切口30~50mm处用铁丝绑扎。绑扎好的钢绞线束应编号挂牌堆放。预制T型梁模板一般采用定型钢模板，按梁体尺寸准确定制。模板应有足够的刚度，边角整齐，内表面平滑，模板底部和上部可采用对拉螺杆固定，侧模外侧安设附着式震动器。各块模板之间由螺栓连接，胶带紧接。

### 2.2 砼浇筑与养护

砼拌和料可掺适量的外加剂。砼搅拌时，检查拌制质量和塌落度，符合要求才可浇筑。砼采用分层振捣一次浇筑的方法，在倾斜面上逐层升高，每层30cm。振捣时不得大力撬动钢筋和模板。梁体砼浇筑后，在梁端标明制作日期和安装方向。为了不损坏T型梁的翼缘，在砼强度未达到12.5mpa时，不得拆模。拆模时不得用力撬动与敲打而损伤梁体表面影响T型梁的外观质量。在砼初凝后，用麻袋覆盖，并洒水养护，在养护期宜保证砼表面处于湿润状态。

### 2.3 张拉钢绞线

一般20m、25m与30mT型梁砼龄期宜大于4d，35m与45mT型梁砼龄期宜大于5d，同时梁体砼宜达到设计强度的70~90%时，方可张拉钢绞线。当跨径大于或等于25m时，宜采用两端同时张拉。如两端张拉时，则两端千斤顶升降压、画线标记、伸长测量、插垫等工作宜保持一致。在张拉前，采用无油污染的压缩空气，对孔道、锚具与钢绞线端部进行清洗。钢绞线宜渐进匀速张拉，并注意：将钢绞线稍加张拉，以消除松弛状态，并检查孔道轴线、锚具和千斤顶是否在一条直线上；当钢绞线初始应力达到设计张拉控制应力的10%时，可在钢丝上作记号，作为量测伸长量的参考，并检查钢绞线有无滑动；将张拉力增加到设计值并持荷2min，若伸长量符合要求则可封闭锚具并拆除千斤顶，如果伸长量和张拉力与要求相差较大，暂停张拉，查清原因并解决后方可继续张拉；如

果锚头处出现滑丝、断丝或锚具损坏，应立即停止作业，进行检查。当滑丝、断丝数量超过规定，应抽换钢绞线；锚具外多余钢绞线可使用手动式砂轮切割机，不得采用电弧焊切割。张拉预应力，使梁体能承载自重荷载后，可将梁移出生产台座后，再进行孔道灌浆。预制梁移出台后，继续进行养护，养护时间不少于7d。

## 2.4 孔道灌浆与封端

孔道灌浆采用专用灌浆泵进行。灌浆工艺有“一次压注法”和“二次压注法”两种，前者用于不太长的直线形孔道，后者用于对于较长或曲线形孔道。预应力张拉完毕后的24h之内即对孔道进行灌浆。灌浆分两次进行，每一孔道宜于两端先后各灌浆一次。由灌浆泵在梁一端将纯水泥浆，经灌浆胶管从灌浆咀压入孔道内，灌浆的压力最少升到0.7mpa，当灌浆达到另一端饱满并排出浓浆（排气孔排出相同稠度的水泥浆）时用木塞堵孔，并稳压10s以上后，可关闭进浆管截止阀，拆卸进浆管。对于“二次压注法”，在第一次压浆间隔不小于30~45min后，可进行第二次灌浆，拔出两端排气孔木塞，在另一端安装进浆管，并将进浆管截止阀全部打开，待排气孔流出浓浆时，再用木塞堵孔及关闭进浆管截止阀，并稳压10s以上后关闭截止阀，拆卸进浆管，完成灌浆工作。

封端前对梁端凿毛并清洗干净，砼的强度等级不低于梁体强度。在梁体灌浆后并养护，待所灌水泥浆强度达到要求后才能吊装使用。

## 3、主要施工设备

### 3.1 张拉设备

施加预应力所用的机具设备及仪表由专人使用和管理，在使用前先校验，在使用过程中定期维护和校验。常使用的张拉设备是穿心式油压千斤顶。施加预应力值的测定方法，普遍是事先标定千斤顶-油压表液压系统，再利用读油压表压力间接测力。千斤顶及油压表一般使用超过6个月或200次、以及在使用过程中出现异常时，应重新校准。校正千斤顶的测力环或测力计的读数精度要求为 $\pm 2\%$ 。油压表读盘直径不宜小于150mm。

### 3.2 灌浆设备

灰浆搅拌机应能拌出胶状稠度的水泥浆。水泥浆泵应可连续操作，对于纵向预应力孔道要能以0.7mPa的常压连续作业。水泥浆泵一般为柱塞式电动灰浆泵，应完全密封，能在灌浆完成的孔道上保持压力，且装有一个喷嘴，该喷嘴关闭后，导管中无压力损失。一般在工地还备1台手动灰浆泵，以解决施工时急需。灰浆泵的压力表在使用前要校正。灌浆作业过程中，每隔3h将所有设备用清水清洗一次，每天用完后也要清洗。

## 4、主要材料及半成品

### 4.1 钢绞线及锚具

钢绞线的松弛级别宜为Ⅱ级松弛，其性能应符合要求。常用钢绞线的标准强度为1860Mpa。下料长度可通过计算确定。钢丝、钢绞线宜采用手提式砂轮切割机，不得采用电弧切割。当附近电焊作业时，应保护钢绞线，防止溅上焊渣或造成其他损坏。逐一检查锚具尺寸，并逐一做探伤检验。锚具存放与搬运时应妥善保管，避免锈蚀、沾污、遭受机械损伤或散失。长期外露的锚具，采取防锈措施。

## 4.2 金属波纹管

近年来，预应力孔道宜采用冷轧钢带卷制的波纹管预埋而成。用于制造金属波纹管的钢带，其厚度不宜小于0.3mm。波纹管在安装前宜通过1kN径向力的作用下不变形的试验，同时应作灌水试验，以检查有无渗漏现象确无变形、渗漏现象时方可使用。波纹管的连接，采用大一号同型波纹管作接头管，接头管长200mm。各条孔道设灌浆孔，并在最高点设排气孔，在最低点设排水孔。灌浆管、排气管和排水管一般为塑料管，最小内径20mm。

## 4.3 水泥浆

灌注常用的水泥浆28d抗压强度为30~40mpa。在符合和易性条件下，水泥浆的水灰比尽可能小些，一般不超过0.45。水泥浆的拌合首先是将水加于拌和机内，再放入水泥。经充分拌和后，再加入掺加料。掺加料内的水份计入水灰比内。拌和至少2min，以达到均匀的稠度为止，稠度宜控制在10~18s之间。水泥浆的质量控制指标为：水泥浆经过3h拌和泌水量不应超过2%，最大泌水量不得超过4%，泌水应能在24h后重新吸收；最大自由膨胀量不超过10%；水泥浆自调制至压入孔道的延续时间，不宜超过45min。灌浆时，每一工作班留取不少于3组试件，标准养护28d，将其抗压强度作为评定水泥浆质量的依据。

## 5、主要问题的处理

后张法预应力砼T型梁施工过程中，出现的问题主要有：一是预应力孔道堵塞，两端张拉时，钢绞线伸长量两端差别大；二是钢绞线张拉总伸长量与设计计算值差别大，如大于6%；三是张拉预应力后，梁端砼破碎。

### 5.1孔道堵塞的处理

以往采用钢管或充气橡胶管等预留孔道，先浇灌砼后再穿预应力筋的工艺，如出现预应力孔道堵塞问题由于预应力筋无法插入，一般都造成预制构件的报废。而采用金属波纹管预留预应力孔道，先穿钢绞线再浇筑构件砼的工艺，也同样会出现该问题，但一般能通过处理解决，不必造成预制构件的报废。产生T型梁预应力孔道堵塞的原因主要是：振捣方法不当，插入式振捣器频繁碰撞波纹管，金属波纹管强度低，造成破裂被砼堵塞。可针对原因采取预防措施，如改善振捣方法并提高波纹管强度，并在砼刚浇灌后终凝前，在梁体两端适当对拉钢绞线等。发现孔道堵塞时，应暂停张拉

钢绞线，在孔道两端灌水，从梁体两侧的色泽与水印，判定堵塞部位，然后在梁体一侧钻孔清除堵塞处钢绞线上的砼或水泥浆，清除干净再继续张拉到设计值，并认真填补钻孔（可用高强砼、环氧树脂或两者的混合物填补），最后再进行孔道的正常压浆。

## 5.2 钢绞线张拉伸长量差异的处理

钢绞线张拉总伸长量与设计计算值如相差超过6%，应查明原因，如钢绞线质量（如强度或弹性模量）问题则应及时更换钢绞线。如属于操作原因，则通过改善操作方法或认真按以下方法预防控制。

<1> 张拉时，先检查调整两端钢绞线位置，并用油漆做标记，套上工作锚、夹片和限位板。

<2> 预应力筋的伸长量应在初应力（如10%张拉力）状态下开始量测，每级张拉力通过压力表读数控制，用游标卡尺测量伸长量，做好记录。

<3> 一般设计图纸上所示的张拉力为封闭前锚具内的瞬间力，实际伸长值计算式： $DL=DL_1+DL_2$  式中：DL为后张法预应力钢绞线实际伸长值；DL<sub>1</sub>为初应力至最大张拉应力间的实测伸长值；DL<sub>2</sub>为初应力的推算伸长值（可采用相邻级的伸长值推算）。

<4> 将实际伸长值与理论伸长值进行对比，如果误差在控制范围内，则该钢绞线张拉完毕。

## 5.3 梁端砼破碎的处理

预防措施：一是绑扎钢筋时，在梁端的下部预埋3~5mm后的钢板，在梁端的侧面埋设钢筋网；二是浇灌梁体砼时，加强梁端砼的振捣。出现该问题后，可由人工仔细凿除破碎部分的砼，冲洗干净后，用高强砼、环氧树脂或两者的混合物（强度不低于梁体砼的设计强度等级）修补。