

广东省交通运输厅文件

粤交基〔2015〕1304号

广东省交通运输厅印发关于进一步加强 广东省公路桥梁预应力工程质量管理 的指导意的通知

各地级以上市交通运输局（委），顺德区国土城建和水利局，省公路管理局，省交通运输工程质量监督站，省南粤交通投资建设有限公司，省交通集团有限公司，港珠澳大桥管理局：

为进一步加强我省公路桥梁预应力工程设计与施工管理，提高公路桥梁预应力工程质量，根据《公路桥涵施工技术规范》（JTG/TF50）的有关规定，结合我省实际，厅制定了《关于进一步加强广东省公路桥梁预应力工程质量管理指导意见》，现印发给

你们，请认真贯彻执行。实施过程中如遇问题请及时反馈。

联系人：许传博，电话：020-83730640。



附件

关于进一步加强广东省公路桥梁预应力 工程质量管理指导意见

为进一步加强我省公路桥梁预应力工程施工管理，提高预应力工程施工质量，根据《公路桥涵施工技术规范》(JTG/TF50)的有关规定，结合我省实际，现制定广东省公路桥梁预应力工程施工质量管理的指导意见。

一、强化公路桥梁预应力管道设计与施工管理

(一) 预应力管道类型选择应方便施工。对于先简支后连续结构的桥梁负弯矩预应力管道，在确保管壁周边混凝土厚度不小于5cm的前提下，应尽可能采用圆形管道。

(二) 桥梁用预应力金属波纹管应采用增强型镀锌金属波纹管，其壁厚须与管径相匹配且不小于0.3mm。当使用塑料波纹管时，管道的制作材料和管道性能应符合《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》(JG/T 529-2004)的要求。

管道内横截面积应不小于预应力筋净截面积的2倍；对长度大于60m的管道，宜通过试验确定其面积比是否可以进行正常的压浆作业。

(三) 精心预应力管道设计。

1. 钢筋骨架与预应力管道最小净距须满足混凝土浇筑，避免

钢筋与预应力筋冲突而造成后续施工的更改，无法避免时，应明确钢筋避让调整间距原则。

2. 明确预应力管道定位筋和防混凝土崩裂钢筋(拉筋)形状、规格、间距，压浆排气、排水孔位置等相关要素。定位筋间距，直线段不大于80cm，曲线段不大于50cm。定位筋和防崩裂筋工程量应列入工程数量表。

3. 预应力筋张拉必须采用应力与伸长量“双控”方式。应设计明确张拉控制应力下预应力筋的理论伸长值、计算取用的弹性模量值等相关参数。

4. 预应力施加前，施工单位应根据实测的预应力筋弹性模量和实际工作长度，重新计算理论伸长值。

预应力筋的理论伸长值与实际伸长值的差值应符合设计规定。设计未规定时，其偏差应控制在 $\pm 6\%$ 以内。对于环形、U形等曲率半径较小的预应力束，其实际伸长值与理论伸长值的偏差由参建单位通过试验确定，设计单位应根据试验值提出合理的允许偏差范围。

5. 设计应明确混凝土张拉龄期(模量)、预应力筋张拉顺序、张拉控制应力、锚下有效预应力、压浆检测孔位置等内容，以及其它注意事项。

(四) 预应力盖梁宜按两端张拉设计，以满足预应力筋分批穿束、防锈蚀的要求。设计采用P锚时，必须明确张拉端的防锈措施。

(五) 先简支后连续装配式预应力混凝土桥梁, 应尽量避免将预应力锚固端布置在梁顶面, 无法避免时应注重负弯矩槽口的位置与尺寸设计, 以便于施工并减少对桥面整体化层施工质量的影响。

(六) 现浇箱梁竖向预应力设计应充分考虑顶面锚头安装施工精度与控制误差, 防止出现锚头保护层厚度不足甚至侵入桥面结构等问题。对于采取两次张拉工艺的竖向预应力, 应明确前后两次张拉时间间隔要求以及预应力筋临时防锈措施。

二、严格预应力材料管理

(一) 加强材料进场检验。

1. 预应力筋进场应分批验收, 进场时除按合同检查质量保证书, 核对数量、型号、规格, 进行力学试验外, 还应对外观质量和单位长度质量进行检验。

2. 锚具、夹具和连接器应按批进行进场外观检查、硬度检验。对特大桥、大桥或二级及以上等级公路的中桥、小桥使用的锚具产品应进行静载锚固性能检验, 不同规格的锚具不得少于1次。锚具、夹具和连接器应配套使用, 同一结构或构件中应采用同一生产厂家的产品。

3. 预应力波纹管应按批检验外观、尺寸、集中荷载下的径向刚度、荷载作用下的抗渗漏及抗弯曲渗漏性能。

4. 预应力孔道压浆应采用专用压浆料或专用压浆剂配制的浆液, 压浆材料应由正规生产厂家生产, 不得使用三无产品。施

工单位应进行压浆浆液实验室试配、生产配合比验证，经试配的浆液其各项性能指标均能满足规范要求后方可使用。监理单位应进行平行验证试验。

5. 施工、监理单位应加强原材料的检验，不合格的原材料不得使用，累计发现有两次或两批次以上同一厂家、规格、型号不合格的原材料，应按规定及时将有关情况上报项目建设单位及质监机构。

（二）规范材料存放管理。

预应力筋、锚具、夹具、连接器、波纹管、压浆剂（料）等原材料必须按照规范和《广东省高速公路建设标准化管理规定》要求，规范存放：

1. 预应力筋、锚具、夹具、连接器进场后必须存放在干燥、防潮、通风良好、无腐蚀气体和介质的仓库内，且必须要有下垫上盖的防潮措施。预应力筋存放时间不宜超过6个月，锚具、夹具、连接器存放时间不宜超过一年。材料使用前，应严格检查其外观质量，锈蚀严重的，严禁使用。

2. 波纹管应在仓库内存放，存放时间自生产之日起，不宜超过6个月，室外临时存放要有下垫上盖措施。塑料波纹管应防止暴晒并远离热源及油污和化学品污染源，堆放高度不超过2m。金属波纹管应注意防潮、通风，堆放高度不超过3m。

3. 压浆剂（料）应在阴凉干燥的仓库内存放，保持包装完好并注意防雨防潮防高温，超过保质期不得使用。

三、规范预应力施工工艺

(一) 关于预应力筋的制作。

1. 预应力筋的制作应在专门的加工车间或工作台上进行，保证钢绞线（钢丝束）下料长度准确，下料专用平台宜高于地面10cm，宽度不宜小于80cm，表面应平整、光洁，以避免刮伤和污染预应力筋。预应力筋在室外下料时，不得直接置于地面，应支垫并遮盖，以防锈蚀。

2. 制作预应力筋时应对整束和束中各单根钢绞线（钢丝束）进行编号，且每根力筋两端编号应相同，并与锚具各孔编号对应，施工过程中应加强对编号标识的保护。

3. 预应力筋下料完成后，应进行梳束、编束，并绑扎成束。绑扎间距宜控制在1.5m以内，防止力筋相互缠绕。

(二) 关于预应力筋的安装。

1. 波纹管应采用固定架加工法安装，以确保波纹管安装准确定位。

2. 金属波纹管接头管应采用大一型号的金属波纹管制作，连接后两端须密封，防止漏浆；塑料波纹管应采用专用焊接机进行热熔焊接或采用具有密封性能的塑料结构连接器连接。浇筑混凝土之前，圆形波纹管宜预穿衬管，扁波纹管宜穿入数根小衬管，防止波纹管在浇筑混凝土时挤压变形、漏浆而堵塞。端部负弯矩预应力波纹管预留长度宜为5~10cm，并包裹保护，以便于后续施工连接。混凝土养生时，应封闭孔口，防水和其他杂物进入孔道。

3. 预应力筋安装原则上应采用整束穿索工艺，穿索过程中可前后拖动，但不得扭转。对于预应力筋长度较长、整束钢绞线根数较多的现浇预应力构件，可采用专门的牵引装置以保证可整束穿索。

4. 穿束完成后，应检查钢绞线和锚具锚孔编号是否一致，防止钢绞线穿错锚孔。

5. 两端张拉的预应力盖梁应根据张拉工序安排分批穿索，不得贪图方便而一次性穿索，防止预应力束因放置时间过长造成锈蚀。

（三）关于预应力的张拉。

1. 预应力张拉之前，施工单位应按规定对孔道摩阻和锚圈口摩擦损失率进行测试，测试结果应及时报送设计单位，由设计单位确定是否对张拉控制应力进行调整。

2. 预应力张拉应按经批准的施工专项方案进行，张拉方式及张拉顺序应符合设计要求。张拉工艺参数应由专业技术人员进行设置，复核后方可进行张拉。张拉中如出现异常情况，应暂停张拉，待查明原因并采取措施予以调整后，方可继续张拉。

3. 应根据实际情况合理选择初应力。钢束长度在 30m 以下时，初应力宜取 $10\sim 15\% \sigma_{con}$ (σ_{con} 为张拉控制力)，钢束长度在 30~60m 时，初应力宜取 $15\sim 20\% \sigma_{con}$ ；钢束长度在 60~100m 时，初应力宜取 $25\% \sigma_{con}$ ；钢束长度超过 100m 时，应通过现场试验确定。

4. 张拉速率宜控制在张拉控制力的 $10\sim 25\%/min$ ，当钢束长度

超过 50m 时，宜取 10%/min。

5. 达到控制应力后的稳压持荷时间应不少于 5min，当钢束长度较长时，应适当延长稳压持荷时间，钢束长度超过 100m 时，稳压持荷时间不宜少于 15min。

6. 设计要求对称张拉的构件应采用相应技术手段保障对称张拉同步性达到规范要求。

（四）关于预应力孔道的压浆。

1. 预应力张拉锚固后，孔道应尽早压浆，且应在 48h 内完成。

2. 长束和曲线管道应预设压浆观察孔，同时也作为排气孔和补浆孔，长束每隔 40m 左右设置一个压浆排气孔兼观察孔，在曲线管道的最高点或拐点处也应安装排气孔兼观察孔。排气孔管道应露出混凝土面 30cm。

3. 压浆过程应对压浆压力、保压时间和水胶比等参数进行监控。对水平或曲线孔道，压浆压力宜为 0.5~0.7MPa；对超长孔道，最大压浆压力不宜超过 1.0MPa；对竖向孔道，压浆压力宜为 0.3~0.4MPa。

4. 当排气孔流出规定流动度的水泥浆后，应关闭出浆口后并进行保压处理。保压压力不低于 0.5MPa，保压时间为 3~5min。必要时，可进行二次保压，保压时间间隔 10~15min。

5. 压浆完毕后，压浆阀及排气阀必须待浆体基本失去流动性后方可拆除（一般在压浆后 45~60min）。

四、全面应用智能张拉压浆技术

(一) 高速公路建设项目预应力施工应采用智能张拉及压浆技术, 以保证控制程序规范性, 提高张拉应力控制的准确性及管道压浆的密实性, 降低人为操作的变异性。

其他等级的公路建设项目(非高速公路)要加大智能张拉及压浆技术的推广力度, 有条件的项目应尽量采用智能张拉及压浆技术。

(二) 当前智能张拉、压浆设备品牌众多, 产品质量良莠不齐。为防止系统性风险, 智能张拉、压浆设备正式投入使用前, 应通过计量部门检验, 并报建设单位组织监理单位进行现场实操核验, 符合要求后方可批复使用。

1. 智能张拉设备技术要求。

(1) 可同时测量预应力张拉过程中的力值和力筋伸长值, 且力值具备测量压力表和数显指示两种读数方式, 以供操作人员在张拉过程中随机复核张拉应力。

用于力值测量的传感器或压力表的量程不应低于额定压力的 1.2 倍, 前者精度等级不应低于 0.5 级, 后者精度等级不应低于 1.0 级。用于伸长量测量的传感器测量误差应控制在 $\pm 1\%$ 以内。

(2) 可自动测量力筋锚固回缩量。

(3) 具有安全保护装置, 在张拉过程中当施工力值超过设定力值或设备压力高于额定压力时, 能自动停机并报警。

(4) 设备应具有良好的稳压性能, 持荷时间内力值波动误差应控制在 $\pm 1\%$ 以内。

(5) 采用两台以上千斤顶进行同步张拉时，应能同步控制各千斤顶的力值，且同步允许误差应控制在设计张拉控制力的 $\pm 2\%$ 以内。

(6) 具有数据保护功能，可有效防止施工人员修改作业程序或采集的数据。遇到通信或设备故障，可自动采取应急措施并确保数据储存安全。

2. 智能压浆设备技术要求

(1) 设备由高速制浆系统、压浆系统、控制系统和数据自动采集系统等部分组成，若采用真空辅助压浆工艺的设备应包含自动抽真空系统。设备应能自动监控及记录压浆过程中的浆液水胶比、压浆压力、稳压压力、稳压时间、压浆流量等数据。

(2) 制浆机的转速应不低于 $1000\text{r}/\text{min}$ ，搅拌叶的形伏应与转速相匹配，叶片的速度范围宜在 $10\sim 20\text{m}/\text{s}$ ，并应能满足在规定的时间内搅拌均匀的要求。

(3) 设备在异常情况下，应具备自动报警功能。

(4) 具有数据保护功能，可有效防止施工人员修改作业程序或采集的数据。遇到通信或设备故障，可自动采取应急措施并确保数据储存安全。

(三) 为保证张拉、压浆设备使用的可靠性，施工单位应定期将设备送至国家法定计量机构进行检验。

1. 张拉设备的力和位移传感器、压力表应按规定每 6 个月且使用不超过 300 次送检一次，校准或检定结果应覆盖设备量程和

使用范围。施工单位应严格按校准结果使用，在使用过程中应加强张拉设备的期间核查工作，保证张拉力控制和伸长量测量的准确性，建设单位应会同监理单位定期组织核查。

2. 智能压浆设备的水胶比传感器、压力传感器和流量传感器应与高速制浆系统、压浆系统和控制系统应整体配套进行检定或校准，检定或校准周期为 6 个月。

五、加强预应力张拉压浆施工质量检验

(一) 后张法管道安装完成后，应加强对管道定位情况的检查。

(二) 预应力张拉施工完毕后，应按规定对其锚下有效预应力进行抽检。检测频率为：每个预制场前 3 片梁必检，后续生产的预制梁按 2% 的比例抽检且不少于 2 片，抽查到的构件应对所有预应力筋的有效预应力进行检测；现浇、悬浇结构纵向预应力筋及先简支后连续结构负弯矩预应力筋抽检比例不少于 10%，竖向及横向预应力筋抽检比例不少于 5%；悬拼结构纵向、竖向及横向预应力筋抽检比例不少于 5%。

有效预应力检测应在力筋张拉锚固后 24h 内进行，检测前禁止切割钢绞线和灌浆。

(三) 孔道压浆成品质量应在压浆完成后及时进行检测。压浆成品质量宜采用无损检测或内窥镜检查，在保证不损伤预应力筋的情况下亦可采用开孔检查。检测频率为：每个预制场前 2 片梁必检，后续生产的预制梁按 1% 的比例抽检且不少于 2 片，抽查

到的构件应对所有孔道进行检测；现浇、悬浇结构纵向预应力及先简支后连续结构负弯矩预应力孔道抽检比例不宜少于 5%，竖向及横向预应力孔道抽检比例不宜少于 3%；悬拼结构纵向、竖向及横向预应力孔道抽检比例不宜少于 3%。

（四）当发现有效预应力或孔道压浆质量不合格时，应加倍抽检，并按规定进行处理。

六、认真落实预应力施工质量管理责任

（一）施工单位应加强预应力工程施工质量控制。

1. 施工单位应建立完善质量保证体系，明确各工序责任分工，严格落实质量责任制。

2. 预应力施工前应对操作人员进行培训；预应力张拉施工时，应由专人负责指挥。

3. 张拉操作人员应尽量保持稳定，人员更换后必须重新进行培训、交底。

4. 预应力张拉压浆施工应严格执行首件验收制度。一般的预制或现浇梁板预应力张拉压浆施工可在构件首件验收总结材料中进行重点分析和总结；长度大于 60m 的曲线段长束预应力张拉及孔道压浆施工应单独进行综合分析和总结。在对首件进行总结并完善施工方案后方可大面积施工。

（二）监理单位应加强预应力工程施工现场监理。

1. 监理单位应加强对预应力施工的现场监理，督促施工单位落实各环节质量责任。

2. 预应力张拉压浆施工和检测应严格进行现场旁站监理，作好旁站监理记录。

3. 桥梁专业监理工程师和旁站监理人员应对有效预应力不足、孔道压浆不密实等问题的处理全过程进行跟踪监管。

（三）建设单位应加强预应力工程施工质量管理。

1. 建设单位应督促施工、监理、设计等单位加强预应力施工质量管理，严格落实质量责任制，制定相应的施工质量管理措施，规范统一预应力施工作业标准。

2. 建设单位应加强预应力施工质量检测和验收管理，并按规定委托有资质的检测单位对有效预应力及孔道压浆质量进行抽检。

3. 及时组织协调解决预应力张拉压浆施工中出现的問題。

（四）加强预应力施工工程质量的监督检查。

各级交通运输主管部门、质量监督机构应加强预应力施工质量的监督、检查，督促各参建单位切实落实预应力施工质量责任，发现问题及时处理。

公开方式：依申请公开

抄送：省高速公路有限公司、省公路建设有限公司、省路桥建设有限公司、广东交通实业投资有限公司、省长大公路工程有限公司，广州交通投资集团有限公司、深圳高速公路股份有限公司、珠海交通集团有限公司、东莞路桥建设总公司、深圳市华昱投资开发（集团）股份有限公司。

广东省交通运输厅办公室

2015年11月16日印发

粤交基〔2015〕1304号

广东省交通运输厅印发关于进一步加强 广东省公路桥梁预应力工程质量管理 的指导意的通知

各地级以上市交通运输局（委），顺德区国土城建和水利局，省公路管理局，省交通运输工程质量监督站，省南粤交通投资建设有限公司，省交通集团有限公司，港珠澳大桥管理局：

为进一步加强我省公路桥梁预应力工程设计与施工管理，提高公路桥梁预应力工程质量，根据《公路桥涵施工技术规范》（JTG/TF50）的有关规定，结合我省实际，厅制定了《关于进一步加强广东省公路桥梁预应力工程质量管理指导意见》，现印发给

你们，请认真贯彻执行。实施过程中如遇问题请及时反馈。

联系人：许传博，电话：020-83730640。

广东省交通运输厅

2015年11月16日

附件

关于进一步加强广东省公路桥梁预应力 工程质量管理的指导意见

为进一步加强我省公路桥梁预应力工程施工管理，提高预应力工程施工质量，根据《公路桥涵施工技术规范》(JTG/TF50)的有关规定，结合我省实际，现制定广东省公路桥梁预应力工程施工质量管理的指导意见。

一、强化公路桥梁预应力管道设计与施工管理

(一) 预应力管道类型选择应方便施工。对于先简支后连续结构的桥梁负弯矩预应力管道，在确保管壁周边混凝土厚度不小于5cm的前提下，应尽可能采用圆形管道。

(二) 桥梁用预应力金属波纹管应采用增强型镀锌金属波纹管，其壁厚须与管径相匹配且不小于0.3mm。当使用塑料波纹管时，管道的制作材料和管道性能应符合《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》(JG/T 529-2004)的要求。

管道内横截面积应不小于预应力筋净截面积的2倍；对长度大于60m的管道，宜通过试验确定其面积比是否可以进行正常的压浆作业。

(三) 精心预应力管道设计。

1. 钢筋骨架与预应力管道最小净距须满足混凝土浇筑，避免

钢筋与预应力筋冲突而造成后续施工的更改，无法避免时，应明确钢筋避让调整间距原则。

2. 明确预应力管道定位筋和防混凝土崩裂钢筋(拉筋)形状、规格、间距，压浆排气、排水孔位置等相关要素。定位筋间距，直线段不大于80cm，曲线段不大于50cm。定位筋和防崩裂筋工程量应列入工程数量表。

3. 预应力筋张拉必须采用应力与伸长量“双控”方式。应设计明确张拉控制应力下预应力筋的理论伸长值、计算取用的弹性模量值等相关参数。

4. 预应力施加前，施工单位应根据实测的预应力筋弹性模量和实际工作长度，重新计算理论伸长值。

预应力筋的理论伸长值与实际伸长值的差值应符合设计规定。设计未规定时，其偏差应控制在 $\pm 6\%$ 以内。对于环形、U形等曲率半径较小的预应力束，其实际伸长值与理论伸长值的偏差由参建单位通过试验确定，设计单位应根据试验值提出合理的允许偏差范围。

5. 设计应明确混凝土张拉龄期(模量)、预应力筋张拉顺序、张拉控制应力、锚下有效预应力、压浆检测孔位置等内容，以及其它注意事项。

(四) 预应力盖梁宜按两端张拉设计，以满足预应力筋分批穿束、防锈蚀的要求。设计采用P锚时，必须明确张拉端的防锈措施。

(五) 先简支后连续装配式预应力混凝土桥梁，应尽量避免将预应力锚固端布置在梁顶面，无法避免时应注重负弯矩槽口的位置与尺寸设计，以便于施工并减少对桥面整体化层施工质量的影响。

(六) 现浇箱梁竖向预应力设计应充分考虑顶面锚头安装施工精度与控制误差，防止出现锚头保护层厚度不足甚至侵入桥面结构等问题。对于采取两次张拉工艺的竖向预应力，应明确前后两次张拉时间间隔要求以及预应力筋临时防锈措施。

二、严格预应力材料管理

(一) 加强材料进场检验。

1. 预应力筋进场应分批验收，进场时除按合同检查质量保证书，核对数量、型号、规格，进行力学试验外，还应对外观质量和单位长度质量进行检验。

2. 锚具、夹具和连接器应按批进行进场外观检查、硬度检验。对特大桥、大桥或二级及以上等级公路的中桥、小桥使用的锚具产品应进行静载锚固性能检验，不同规格的锚具不得少于1次。锚具、夹具和连接器应配套使用，同一结构或构件中应采用同一生产厂家的产品。

3. 预应力波纹管应按批检验外观、尺寸、集中荷载下的径向刚度、荷载作用下的抗渗漏及抗弯曲渗漏性能。

4. 预应力孔道压浆应采用专用压浆料或专用压浆剂配制的浆液，压浆材料应由正规生产厂家生产，不得使用三无产品。施

工单位应进行压浆浆液实验室试配、生产配合比验证，经试配的浆液其各项性能指标均能满足规范要求后方可使用。监理单位应进行平行验证试验。

5. 施工、监理单位应加强原材料的检验，不合格的原材料不得使用，累计发现有两次或两批次以上同一厂家、规格、型号不合格的原材料，应按规定及时将有关情况上报项目建设单位及质监机构。

（二）规范材料存放管理。

预应力筋、锚具、夹具、连接器、波纹管、压浆剂（料）等原材料必须按照规范和《广东省高速公路建设标准化管理规定》要求，规范存放：

1. 预应力筋、锚具、夹具、连接器进场后必须存放在干燥、防潮、通风良好、无腐蚀气体和介质的仓库内，且必须要有下垫上盖的防潮措施。预应力筋存放时间不宜超过6个月，锚具、夹具、连接器存放时间不宜超过一年。材料使用前，应严格检查其外观质量，锈蚀严重的，严禁使用。

2. 波纹管应在仓库内存放，存放时间自生产之日起，不宜超过6个月，室外临时存放要有下垫上盖措施。塑料波纹管应防止暴晒并远离热源及油污和化学品污染源，堆放高度不超过2m。金属波纹管应注意防潮、通风，堆放高度不超过3m。

3. 压浆剂（料）应在阴凉干燥的仓库内存放，保持包装完好并注意防雨防潮防高温，超过保质期不得使用。

三、规范预应力施工工艺

(一) 关于预应力筋的制作。

1. 预应力筋的制作应在专门的加工车间或工作台上进行，保证钢绞线（钢丝束）下料长度准确，下料专用平台宜高于地面10cm，宽度不宜小于80cm，表面应平整、光洁，以避免刮伤和污染预应力筋。预应力筋在室外下料时，不得直接置于地面，应支垫并遮盖，以防锈蚀。

2. 制作预应力筋时应对整束和束中各单根钢绞线（钢丝束）进行编号，且每根力筋两端编号应相同，并与锚具各孔编号对应，施工过程中应加强对编号标识的保护。

3. 预应力筋下料完成后，应进行梳束、编束，并绑扎成束。绑扎间距宜控制在1.5m以内，防止力筋相互缠绕。

(二) 关于预应力筋的安装。

1. 波纹管应采用固定架加工法安装，以确保波纹管安装准确定位。

2. 金属波纹管接头管应采用大一型号的金属波纹管制作，连接后两端须密封，防止漏浆；塑料波纹管应采用专用焊接机进行热熔焊接或采用具有密封性能的塑料结构连接器连接。浇筑混凝土之前，圆形波纹管宜预穿衬管，扁波纹管宜穿入数根小衬管，防止波纹管在浇筑混凝土时挤压变形、漏浆而堵塞。端部负弯矩预应力波纹管预留长度宜为5~10cm，并包裹保护，以便于后续施工连接。混凝土养生时，应封闭孔口，防水和其他杂物进入孔道。

3. 预应力筋安装原则上应采用整束穿索工艺，穿索过程中可前后拖动，但不得扭转。对于预应力筋长度较长、整束钢绞线根数较多的现浇预应力构件，可采用专门的牵引装置以保证可整束穿索。

4. 穿束完成后，应检查钢绞线和锚具锚孔编号是否一致，防止钢绞线穿错锚孔。

5. 两端张拉的预应力盖梁应根据张拉工序安排分批穿索，不得贪图方便而一次性穿索，防止预应力束因放置时间过长造成锈蚀。

（三）关于预应力的张拉。

1. 预应力张拉之前，施工单位应按规定对孔道摩阻和锚圈口摩擦损失率进行测试，测试结果应及时报送设计单位，由设计单位确定是否对张拉控制应力进行调整。

2. 预应力张拉应按经批准的施工专项方案进行，张拉方式及张拉顺序应符合设计要求。张拉工艺参数应由专业技术人员进行设置，复核后方可进行张拉。张拉中如出现异常情况，应暂停张拉，待查明原因并采取措施予以调整后，方可继续张拉。

3. 应根据实际情况合理选择初应力。钢束长度在 30m 以下时，初应力宜取 $10\sim 15\% \sigma_{con}$ (σ_{con} 为张拉控制力)，钢束长度在 30~60m 时，初应力宜取 $15\sim 20\% \sigma_{con}$ ；钢束长度在 60~100m 时，初应力宜取 $25\% \sigma_{con}$ ；钢束长度超过 100m 时，应通过现场试验确定。

4. 张拉速率宜控制在张拉控制力的 $10\sim 25\%/min$ ，当钢束长度

超过 50m 时，宜取 10%/min。

5. 达到控制应力后的稳压持荷时间应不少于 5min，当钢束长度较长时，应适当延长稳压持荷时间，钢束长度超过 100m 时，稳压持荷时间不宜少于 15min。

6. 设计要求对称张拉的构件应采用相应技术手段保障对称张拉同步性达到规范要求。

（四）关于预应力孔道的压浆。

1. 预应力张拉锚固后，孔道应尽早压浆，且应在 48h 内完成。

2. 长束和曲线管道应预设压浆观察孔，同时也作为排气孔和补浆孔，长束每隔 40m 左右设置一个压浆排气孔兼观察孔，在曲线管道的最高点或拐点处也应安装排气孔兼观察孔。排气孔管道应露出混凝土面 30cm。

3. 压浆过程应对压浆压力、保压时间和水胶比等参数进行监控。对水平或曲线孔道，压浆压力宜为 0.5~0.7MPa；对超长孔道，最大压浆压力不宜超过 1.0MPa；对竖向孔道，压浆压力宜为 0.3~0.4MPa。

4. 当排气孔流出规定流动度的水泥浆后，应关闭出浆口后并进行保压处理。保压压力不低于 0.5MPa，保压时间为 3~5min。必要时，可进行二次保压，保压时间间隔 10~15min。

5. 压浆完毕后，压浆阀及排气阀必须待浆体基本失去流动性后方可拆除（一般在压浆后 45~60min）。

四、全面应用智能张拉压浆技术

(一) 高速公路建设项目预应力施工应采用智能张拉及压浆技术，以保证控制程序规范性，提高张拉应力控制的准确性及管道压浆的密实性，降低人为操作的变异性。

其他等级的公路建设项目（非高速公路）要加大智能张拉及压浆技术的推广力度，有条件的项目应尽量采用智能张拉及压浆技术。

(二) 当前智能张拉、压浆设备品牌众多，产品质量良莠不齐。为防止系统性风险，智能张拉、压浆设备正式投入使用前，应通过计量部门检验，并报建设单位组织监理单位进行现场实操核验，符合要求后方可批复使用。

1. 智能张拉设备技术要求。

(1) 可同时测量预应力张拉过程中的力值和力筋伸长值，且力值具备测量压力表和数显指示两种读数方式，以供操作人员在张拉过程中随机复核张拉应力。

用于力值测量的传感器或压力表的量程不应低于额定压力的 1.2 倍，前者精度等级不应低于 0.5 级，后者精度等级不应低于 1.0 级。用于伸长量测量的传感器测量误差应控制在 $\pm 1\%$ 以内。

(2) 可自动测量力筋锚固回缩量。

(3) 具有安全保护装置，在张拉过程中当施工力值超过设定力值或设备压力高于额定压力时，能自动停机并报警。

(4) 设备应具有良好的稳压性能，持荷时间内力值波动误差应控制在 $\pm 1\%$ 以内。

(5) 采用两台以上千斤顶进行同步张拉时，应能同步控制各千斤顶的力值，且同步允许误差应控制在设计张拉控制力的 $\pm 2\%$ 以内。

(6) 具有数据保护功能，可有效防止施工人员修改作业程序或采集的数据。遇到通信或设备故障，可自动采取应急措施并确保数据储存安全。

2. 智能压浆设备技术要求

(1) 设备由高速制浆系统、压浆系统、控制系统和数据自动采集系统等部分组成，若采用真空辅助压浆工艺的设备应包含自动抽真空系统。设备应能自动监控及记录压浆过程中的浆液水胶比、压浆压力、稳压压力、稳压时间、压浆流量等数据。

(2) 制浆机的转速应不低于 $1000\text{r}/\text{min}$ ，搅拌叶的形伏应与转速相匹配，叶片的速度范围宜在 $10\sim 20\text{m}/\text{s}$ ，并应能满足在规定的时间内搅拌均匀的要求。

(3) 设备在异常情况下，应具备自动报警功能。

(4) 具有数据保护功能，可有效防止施工人员修改作业程序或采集的数据。遇到通信或设备故障，可自动采取应急措施并确保数据储存安全。

(三) 为保证张拉、压浆设备使用的可靠性，施工单位应定期将设备送至国家法定计量机构进行检验。

1. 张拉设备的力和位移传感器、压力表应按规定每6个月且使用不超过300次送检一次，校准或检定结果应覆盖设备量程和

使用范围。施工单位应严格按校准结果使用，在使用过程中应加强张拉设备的期间核查工作，保证张拉力控制和伸长量测量的准确性，建设单位应会同监理单位定期组织核查。

2. 智能压浆设备的水胶比传感器、压力传感器和流量传感器应与高速制浆系统、压浆系统和控制系统应整体配套进行检定或校准，检定或校准周期为 6 个月。

五、加强预应力张拉压浆施工质量检验

(一) 后张法管道安装完成后，应加强对管道定位情况的检查。

(二) 预应力张拉施工完毕后，应按规定对其锚下有效预应力进行抽检。检测频率为：每个预制场前 3 片梁必检，后续生产的预制梁按 2% 的比例抽检且不少于 2 片，抽查到的构件应对所有预应力筋的有效预应力进行检测；现浇、悬浇结构纵向预应力筋及先简支后连续结构负弯矩预应力筋抽检比例不少于 10%，竖向及横向预应力筋抽检比例不少于 5%；悬拼结构纵向、竖向及横向预应力筋抽检比例不少于 5%。

有效预应力检测应在力筋张拉锚固后 24h 内进行，检测前禁止切割钢绞线和灌浆。

(三) 孔道压浆成品质量应在压浆完成后及时进行检测。压浆成品质量宜采用无损检测或内窥镜检查，在保证不损伤预应力筋的情况下亦可采用开孔检查。检测频率为：每个预制场前 2 片梁必检，后续生产的预制梁按 1% 的比例抽检且不少于 2 片，抽查

到的构件应对所有孔道进行检测；现浇、悬浇结构纵向预应力及先简支后连续结构负弯矩预应力孔道抽检比例不宜少于 5%，竖向及横向预应力孔道抽检比例不宜少于 3%；悬拼结构纵向、竖向及横向预应力孔道抽检比例不宜少于 3%。

（四）当发现有效预应力或孔道压浆质量不合格时，应加倍抽检，并按规定进行处理。

六、认真落实预应力施工质量管理责任

（一）施工单位应加强预应力工程施工质量控制。

1. 施工单位应建立完善质量保证体系，明确各工序责任分工，严格落实质量责任制。

2. 预应力施工前应对操作人员进行培训；预应力张拉施工时，应由专人负责指挥。

3. 张拉操作人员应尽量保持稳定，人员更换后必须重新进行培训、交底。

4. 预应力张拉压浆施工应严格执行首件验收制度。一般的预制或现浇梁板预应力张拉压浆施工可在构件首件验收总结材料中进行重点分析和总结；长度大于 60m 的曲线段长束预应力张拉及孔道压浆施工应单独进行综合分析和总结。在对首件进行总结并完善施工方案后方可大面积施工。

（二）监理单位应加强预应力工程施工现场监理。

1. 监理单位应加强对预应力施工的现场监理，督促施工单位落实各环节质量责任。

2. 预应力张拉压浆施工和检测应严格进行现场旁站监理，作好旁站监理记录。

3. 桥梁专业监理工程师和旁站监理人员应对有效预应力不足、孔道压浆不密实等问题的处理全过程进行跟踪监管。

(三) 建设单位应加强预应力工程施工质量管理。

1. 建设单位应督促施工、监理、设计等单位加强预应力施工质量管理，严格落实质量责任制，制定相应的施工质量管理措施，规范统一预应力施工作业标准。

2. 建设单位应加强预应力施工质量检测和验收管理，并按规定委托有资质的检测单位对有效预应力及孔道压浆质量进行抽检。

3. 及时组织协调解决预应力张拉压浆施工中出现的问题。

(四) 加强预应力施工工程质量的监督检查。

各级交通运输主管部门、质量监督机构应加强预应力施工质量监督、检查，督促各参建单位切实落实预应力施工质量责任，发现问题及时处理。

公开方式：依申请公开

抄送：省高速公路有限公司、省公路建设有限公司、省路桥建设有限公司、广东交通实业投资有限公司、省长大公路工程有限公司，广州交通投资集团有限公司、深圳高速公路股份有限公司、珠海交通集团有限公司、东莞路桥建设总公司、深圳市华昱投资开发（集团）股份有限公司。

广东省交通运输厅办公室

2015年11月16日印发
