

贵州省交通建设工程质量监督局文件

黔交质〔2014〕185号

贵州省交通建设工程质量监督局 关于进一步加强桥梁预应力施工质量管理 的通知

各在黔高速公路建设项目业主：

我省公路建设桥梁比例高，由于预应力施工不规范及缺乏有效的质量控制手段，导致桥梁易产生开裂、下挠等质量病害，并且智能张拉和压浆设备已被广泛使用，但智能张拉和压浆产品类型多样，没有相应的规范规定此类产品的技术指标；一旦出现系统性问题，危害很大，为有效解决以上问题，贵州省交通建设工

程质量监督局组织各相关单位共同研究并编写了《贵州省桥梁预应力工程控制要点与管理规定》(试行)(以下简称“管理规定”),现予以发布,于2014年12月1日起试行。各单位应严格按照“管理规定”的要求规范预应力桥梁的设计和施工,预应力工程采用的智能张拉和压浆设备必须符合“管理规定”的相关要求,并严格按照“管理规定”要求的频率对锚下有效预应力和孔道压浆质量进行检测。各单位在贯彻执行过程中注意积累收集资料,总结经验,并及时将发现的问题和修改意见函告贵州省交通建设工程质量监督局。

联系邮箱: 26695079@qq.com

附件:《贵州省桥梁预应力工程控制要点与管理规定》(试行)

贵州省交通建设工程质量监督局

2014年11月27日

抄报: 贵州省交通运输厅。

贵州省交通建设工程质量监督局

2014年11月27日印发

贵州省桥梁预应力工程控制要点与管理规定
(试行)

前 言

我省地处云贵高原，公路建设桥隧比例高，桥型多采用大跨径连续梁或连续刚构桥，桥梁广泛采用预应力技术，预应力的施工质量直接关系到桥梁的耐久性。由于预应力施工不规范及缺乏有效的质量控制手段，导致桥梁产生开裂、下挠等质量病害时有发生。

本规定结合我省公路的建设特点，从桥梁预应力工程所用材料、施工机具（智能张拉和压浆）、施工工艺、连续刚构预应力设计及施工和质量检测等方面，提出了相应的控制要点与管理规定，对提高桥梁预应力工程施工技术水平，强化管理措施具有积极指导作用。

目 录

1 总则	1
1.1 目的.....	1
1.2 适用范围.....	1
2 压浆材料与机具.....	2
2.1 压浆材料与浆液.....	2
2.2 张拉设备.....	2
2.2.1 控制要点.....	2
2.2.2 管理规定.....	5
2.3 压浆设备.....	6
2.3.1 控制要点.....	6
2.3.2 管理规定.....	8
3 预应力张拉.....	9
3.1 预应力张拉工艺.....	9
3.1.1 控制要点.....	9
3.1.2 管理规定.....	9
3.2 伸长值计算与测量.....	10
3.2.1 控制要点.....	10
3.2.2 管理规定.....	11
4 预应力孔道压浆.....	12
4.1 控制要点.....	12
4.2 管理规定.....	13
5 连续刚构.....	14
5.1 设计控制要点.....	14
5.2 施工控制要点.....	15
5.3 管理规定.....	18
6 检测与验收.....	18
6.1 锚下有效预应力.....	19
6.2 孔道压浆质量.....	20
6.3 管理规定.....	20
附录 A 预应力张拉记录表.....	21
附录 B 预应力混凝土管道梁孔道压浆记录表.....	22

1 总则

1.1 目的

1、桥梁预应力智能张拉和压浆技术已广泛应用于我省公路建设市场中，但智能张拉和压浆产品类型多样，没有相应的规范规定此类产品的技术指标。本规定结合智能张拉和压浆的特点，制定了智能张拉和压浆产品的基本技术指标，规范智能张拉和压浆产品在我省公路市场中的应用。

2、我省公路建设桥隧比高，桥梁中的大跨径桥梁桥型刚构桥所占比例大，运营几年后刚构桥跨中下挠和开裂的质量病害时有发生，而这些病害的产生往往与刚构桥预应力施工中存在的质量问题有很大的关联。本规定从设计、施工的角度，对刚构桥预应力张拉和压浆的质量控制提出了相应的要求，能有效提高预应力混凝土刚构桥的成桥质量和使用年限。

3、桥梁预应力工程是隐蔽工程，发生质量问题后很难倒查预应力方面实际存在的问题和缺陷。本规定对桥梁预应力工程锚下有效预应力和孔道压浆质量的检测和验收提出了相应的要求，对规范预应力施工过程的质量控制具有积极促进的作用。

1.2 适用范围

本规定适用于我省二级及二级以上公路新建、改建工程项目（含连接线）工程建设，二级以下及农村公路新建、改建工程项目参照执行。

2 压浆材料与机具

2.1 压浆材料与浆液

1、预应力孔道压浆应采用专用压浆料。

【条文说明】本条文提及的“专用压浆料”是指由水泥、高效减水剂、膨胀剂和矿物掺合料等多种材料干拌而成的混合料，在施工现场按一定比例加水并搅拌均匀后，用于填充后张预应力孔道的压浆材料。所谓专用，是指专门用于后张预应力孔道的压浆，且应由工厂化制造生产。

2、施工单位应进行压浆浆液实验室试配、生产配合比验证，满足规范要求后才能使用；监理单位应进行平行验证试验。

3、浆液水胶比应控制在 0.26~0.28，流动度应控制在 10~17s。

2.2 张拉设备

2.2.1 控制要点

1、设备组成

预应力自动（智能）张拉设备应由数控液压泵站、控制系统、数据自动采集系统和千斤顶等组成。

【条文说明】本条文提及的“数据自动采集系统”是预应力自动（智能）张拉设备的一个功能子系统，在张拉施工过程中，依靠其实现自动化的数据采集、分析、处理、决策和存储。

2、功能要求

(1) 设备应能同时自动测量预应力张拉过程中的力值和伸长值，并具备压力表和数显指示两种读数方式。

(2) 各千斤顶应分别具有独立的力值和伸长值指示装置，应能实时显示张拉过程中的力值和伸长值。

(3) 设备应具有自动控制和手动控制两种控制方式，并能绘制力—位移、力—时间、位移—时间曲线，在控制方式之间应能实现无冲击切换。

【条文说明】本条文提及的“无冲击切换”是对设备控制模式转换的一项基本安全要求。由于桥梁预应力张拉施工危险程度高，且在后张预应力结构工程中多采用夹片式锚具进行锚固，在张拉过程中如果发生荷载的冲击突变，容易引发安全事故。

(4) 设备应具有标定或校准功能，且应有可供计量人员进行标定或校准操作的软件操作界面。

(5) 张拉持荷结束后，卸载锚固过程应缓慢可控，卸载速度和时间可调，以减小锚固预应力损失。

(6) 设备应能自动测量锚固回缩量，卸载过程中，应能准确卸载至回缩量测量点并持荷，并自动测量锚固回缩量。

(7) 设备应具有时钟功能，保证预应力张拉施工时间来源的准确性及持荷时长的准确性。

(8) 设备应具有安全保护装置，当设备压力高于额定压力时，自动停机；张拉过程中施加力值超过设定力值时，自动停机。

【条文说明】本条文中提及的“额定压力”是指设备配套千斤顶

的额定压力，“设定力值”是指执行张拉施工时应达到的设计张拉控制力值；对此要求设置安全保护装置一方面是考虑到对设备自身的安全保护，而更为重要的另一方面则是考虑到预应力施加过程中对结构物的安全保护。

（9）设备应根据预先设定的施工工艺步骤和设计参数，自动完成张拉、持荷、卸载和回油全过程，此四个工艺过程不得由操作人员手动分步完成，以避免人工操作对张拉质量产生影响。

【条文说明】本条文提及的“预先设定的施工工艺步骤和设计参数”指按照《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F50-2011）第 7.6 节中的总体要求，结合设计施工文件的具体要求，在设备中预置张拉过程中设计张拉力控制力、理论伸长量、持荷点及时间等参数，从而排除张拉施工过程中的人为因素影响。

（10）系统应具有数据安全保障功能，不得具有修改自动采集的数据功能漏洞。遇到通信或设备故障，系统应具有应急措施及功能确保所采集的过程数据保存在数据储存系统中。

3、性能指标

（1）用于力值测量的传感器量程不应低于额定压力的 1.2 倍，精度等级不应低于 0.5 级，单台液压泵站内部应采用双传感器或其它措施，以确保系统压力测量的准确性；压力表的量程不应低于额定压力的 1.2 倍，精度等级不应低于 1.0 级。

（2）用于伸长值测量的传感器测量误差应控制在±1%以内。

（3）设备在持荷阶段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±1%以内。

(4) 采用两台以上的千斤顶进行同步张拉时，系统应能进行各千斤顶之间的力值同步控制，同步允许误差应控制在±2%以内。

【条文说明】本条文提及的“同步允许误差”，其计算标准及依据应是设计控制张拉力，这是根据设计施工文件中的具体数值进行动态管理的数值。

(5)设备的电磁兼容性和环境适应性，应符合相关国标。

【条文说明】本条文提及“电磁兼容性和环境适应性”的要求，目的是对设备的稳定性和可靠性进行要求，由于现场工况恶劣、电磁环境复杂等客观情况的存在，故要求设备需满足相关国标且通过法定授权机构的测试检验。

2.2.2 管理规定

1、预应力张拉施工应采用自动（智能）张拉设备，功能要求和性能指标不达标者不得采用。

2、千斤顶应与数控泵站及控制系统进行整体配套标定或校准，标定或校准应在经国家授权的法定计量技术机构定期进行，标定周期为6个月。

【条文说明】本条文提及“整体配套标定或校准”是对标定或校准工作的一项具体要求，由于自动（智能）化设备内部含有复杂的电气控制系统，其基础元件随时间变化会表现出不同的电气特性，为确保测量准确性，在计量标定或校准过程中必须严格遵照整体配套的基

本原则。

3、打印的自动采集张拉记录表（附录 A）应具有防伪查询功能，且签字确认后作为质量保证资料。

4、设备的电磁兼容性和环境适应性，应通过国家法定机构的测试。

5、应建立完善的技术支持体系，提供专业及时的售后服务。

6、施工单位定期开展期间核查，建设单位应组织复核检查。

2.3 压浆设备

2.3.1 控制要点

1、设备组成

设备应由高速制浆系统、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。

【条文说明】本条文提及的“自动抽真空系统”是指智能压浆设备如果采用真空辅助压浆工艺时，抽真空的过程应能自动完成。

2、功能要求

（1）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、保压压力、保压时间、压浆流量等数据。

【条文说明】本条文提及的浆液水胶比、压浆压力、保压压力、保压时间、压浆流量等数据是压浆过程中实时监测到的动态数据，由压浆设备自动完成实时采集和记录，自动绘制相应的浆液水胶比—时间、压力—时间曲线。

(2) 设备应能自动关闭出浆口阀门, 自动保压。

【条文说明】本条文提及的自动关闭出浆口阀门, 自动保压是指压浆设备在压浆过程中自动判断压浆饱满时, 自动关闭出浆口阀门, 自动保压, 并严格按照规范要求预设的保压时间进行保压, 从而排除压浆过程中关阀及保压的人为因素影响。

(3) 设备在异常情况下, 应具备自动报警功能。

(4) 设备应具有自动控制和手动控制两种工作模式。

(5) 采用真空辅助压浆工艺时, 应具有自动抽真空功能。

(6) 设备应便于取样。

(7) 设备应能自动生成压浆记录表, 并能自动绘制压浆过程中的曲线。

(8) 系统应具有数据安全保障功能, 不得具有修改自动采集的数据功能漏洞。遇到通信或设备故障, 系统应具有应急措施及功能确保所采集的过程数据保存在数据储存系统中。

3、性能指标

(1) 制浆系统的搅拌机的转速应不低于 1000 r/min, 搅拌叶的形状应与转速相匹配, 其叶片的线速度宜控制 10~20m/s 内, 且应能满足在规定的时间内搅拌均匀的要求; 用于临时储存浆液的储料罐应具有搅拌功能, 且应设置网格尺寸不大于 3mm 的过滤网; 搅拌机和储浆罐的体积必须大于所要压注的管道的体积。

(2) 压浆机应采用可连续作业的压浆泵, 不得采用风压式压浆泵进行孔道压浆。

(3) 设备压浆压力应能控制在 0.5 ~1.0MPa 之间。

(4) 设备压浆流速宜控制在 10~15m/min 之间。

【条文说明】本条文提及的“压浆流速”是指水泥浆在管道内的平均流动速度。

(5) 设备保压压力应能控制在 0.5~0.8MPa 之间。

(6) 若采用真空辅助压浆工艺，真空度应能控制在-0.06~-0.1 MPa 之间。

(7) 浆液水胶比传感器测量误差应控制在±1%以内，压力传感器测量误差应控制在±1%以内，流量传感器测量误差应控制在±1%以内。

2.3.2 管理规定

1、后张预应力施工应采用智能压浆设备，功能要求和性能指标不达标者不得采用。

2、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进行整体配套标定或校准进行标定或校准，标定或校准应在经国家授权的法定计量技术机构定期进行，标定周期为6个月。

3、3、自动生成的压浆记录表（附录B）应具有防伪查询功能，且签字确认后作为质量保证资料。

3 预应力张拉

3.1 预应力张拉工艺

3.1.1 控制要点

1、钢绞线宜采用梳编穿束工艺进行穿束，锚具、千斤顶安装应与孔道同心，保证轴向受力。

2、智能张拉设备安放位置宜确保设备之间能够直视，放置在梁体侧面。

3、应根据实际情况选择初应力。钢束长度 30m 以下时，初应力宜取 10%~15%；钢束长度 30~60m 时，初应力宜取 15%~20%；钢束长度大于 60m 时，宜取 25%控制应力作为初应力；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%~25%/min，对于长度大于 50m 的弯束或长束，张拉速率应降低，宜取张拉控制力的 10%/min。

5、现场应准确采集实际回缩量。

6、达到控制应力的持荷时间为力值稳定后的稳压时间，持荷时间不少于 5min；钢束长度超过 100m 时，持荷时间不宜少于 15min。

3.1.2 管理规定

1、张拉操作工应保持稳定，人员更换后必须重新进行培训、交底。

2、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。

3、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。

4、大面积施工前应进行首件验收制度，并对锚下有效预应力进行检测，在对首件进行总结并完善施工方案后方可大面积施工。

5、预应力张拉之前，应进行摩阻测试。

6、施工单位应保留张拉原始图表等电子文件。

7、预制梁上拱度值与设计计算理论值相差较大时，应综合分析考虑，查明原因，并采取有效措施保证预制梁的线形。

3.2 伸长值计算与测量

3.2.1 控制要点

1、理论伸长值计算：根据设计文件和钢绞线试验检测结果计算各钢束理论伸长量，计算时应考虑预应力筋在结构物孔道内的长度、锚夹具厚度、千斤顶长度等因素。同时根据张拉设备标定证书计算各阶段对应油表读数。

2、实际伸长值测量：千斤顶安装就位后，启动张拉时，系统应具备自动清零功能，避免将安装误差计入测量值；在张拉过程的初始应力阶段、相邻级应力（2倍初应力）阶段、控制应力阶段以及因特殊要求或单次行程不足需进行倒顶等阶段，设备均应准确实时采集存储相应时刻的伸长值。

3、实际伸长值计算：设备应根据采集存储的伸长值，自动计算出实际伸长值；计算过程中，预应力筋的实际伸长值除量测的伸长值

外，尚应加上初应力以下的推算伸长值，同时应考虑扣除张拉过程中工具夹片内陷产生的测量误差。

3.2.2 管理规定

1、施工单位应组织专业技术人员对设计伸长值进行复核，并提交监理审核，且在张拉过程中应进行智能张拉系统自动采集计算结果的人工校核。

【条文说明】本条文提及的张拉过程中应进行智能张拉系统自动采集计算结果的人工校核是确保智能张拉系统的计算方法正确、计算参数有效，避免因系统配件性能变化或者锚具材料等配件发生变化后产生大面积的问题。

2、设备的伸长值测量装置应由法定计量机构进行定期标定或校准。

3、施工单位定期开展期间核查，建设单位应组织复核检查。

【条文说明】本条文提及的“期间核查”是指在正常的标定周期内，结合经济性和安全性角度考虑，由施工单位自行组织开展的针对设备测量准确性的核查工作。

4、预应力筋采用应力控制方法张拉时，应以伸长值进行校核。实际伸长值与理论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±6%以内，否则应暂停张拉，待查明原因并采取措施予以调整后，方可继续张拉。对环形筋、U形筋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宜通过试验确定。

4 预应力孔道压浆

4.1 控制要点

1、封锚。预应力筋张拉完成后，应采用封锚胶或砂浆封锚，并应保证封锚胶或砂浆密实牢固，避免漏浆冒浆。

2、孔道清洁。压浆前应对孔道进行清洁处理，并使孔道壁完全湿润。

3、设置压浆工艺参数。智能压浆设备应正确设置水胶比、压浆压力、保压压力、保压时间和浆体流量等工艺参数。

4、制浆。根据验证的压浆配合比进行制浆，搅拌 3~5min，进行浆液性能测试，初始流动度须在 10~17s 之间。压浆前必须贮备足够浆液，以确保压浆过程的连续进行。浆液自拌制完成至压入孔道的延续时间不宜超过 40min，且在使用前和压注过程中应连续搅拌，对因延迟使用所致流动度降低的水泥浆，不得通过额外加水增加其流动度。

5、抽真空。若采用真空辅助压浆工艺时，真空度宜稳定在-0.06~-0.10MPa 范围内。

6、压浆。压浆过程中应采集压浆压力、保压时间和水胶比等参数。对水平或曲线孔道，压浆的压力宜为 0.5~0.7MPa；对超长孔道，最大压力不宜超过 1.0MPa。水泥浆在管道内的平均流速宜控制在 10~15m/min。

7、自动保压。保压压力一般稳定在 0.5~0.7MPa，保压时间控制

在 3~5min。可根据实际情况进行二次保压，保压时间间隔 10~15min。

8、适时拆阀门。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才能拆除（一般在压浆后 45~60min）。

9、清洗。压浆完毕后，应对压浆设备、连接管件等进行清洁处理。

4.2 管理规定

1、压浆操作工应保持稳定，人员更换后必须重新进行培训、交底。

2、压浆工艺参数应由专业技术人员进行设置，复核后方可进行压浆。

3、压浆中如出现异常情况，应暂停压浆，待查明原因并采取措施予以调整后，方可继续压浆。

4、预应力筋张拉锚固后，孔道应尽早压浆，且应在 48h 内完成，否则应采取避免预应力筋锈蚀的措施。

5、压浆时，每一工作班应制作留取不少于 3 组尺寸为 40mm×40mm×160mm 的试件，标准养护 28d 进行抗压强度和抗折强度试验，作为质量评定的依据。

6、压浆后，应在浆液强度达到规定值后方可移运和吊装。

7、施工单位应保留压浆原始图表等电子文件。

5 连续刚构

5.1 设计控制要点

1、高速公路、一级公路的连续刚构、连续梁桥设计应分为上下行独立的两座桥梁来设计。

2、结构设计中应考虑预留一定数量的备用钢束，确保结构在运营期出现病害能采取补救措施。

3、纵向钢束应尽可能在靠近腹板处。

4、所有预应力施加都应在箱梁混凝土强度达设计强度等级值的90%以上且混凝土龄期不少于7天后进行。预应力应采用张拉力和伸长量双控。

【条文说明】《公路桥涵施工技术规范》（JTG/F 50-2011）中第7.8.5条中要求张拉时弹性模量应不低于混凝土28d弹性模量的80%，结合过往的施工经验和便于操作，此处提出关于混凝土龄期不少于7天的要求，实际也就是控制混凝土弹性模量应不低于28d弹性模量的80%。

5、竖向预应力的设置宜采用混合式：竖向预应力在靠近箱梁根部（ $1/2.5 \sim 1/3$ ）边跨长度范围及整个0号块内采用钢绞线；箱梁其他部位采用竖向预应力采用精轧螺纹钢。混合布置的具体实施应根据结构受力特点进行，确保结构在最不利位置处具有可靠的竖向预应力。

6、设有底板束的梁段，宜按图1所示设计闭合箍（取代原位置处的上下层连接勾勾筋），并按如下要求施工：先在钢筋加工场焊接闭

合箍，与4根底板上下缘横向筋形成一榀骨架（如图1所示）后，运至模板内，再与肋板钢筋焊接。如闭合箍与预应力管道冲突应切掉闭合箍避让，但应就近补充闭合箍，不得减少闭合箍的数量。

7、为改善主墩的受力，跨中合拢段施工应采用顶推措施。

8、长束和曲线管道应预设压浆观察孔，同时也作为补浆孔和排气孔，长束每隔40m左右设置一个压浆观察孔兼排气孔，在曲线管道的最高点或拐点处也应安装观察孔兼排气孔。观察孔兼排气孔管道伸出混凝土200mm，均设置在节段与节段接头的地方。

【条文说明】本条文规定设置的排气管既可以通过排气提高压浆质量，又便于检查压浆质量或必要时进行二次补浆。

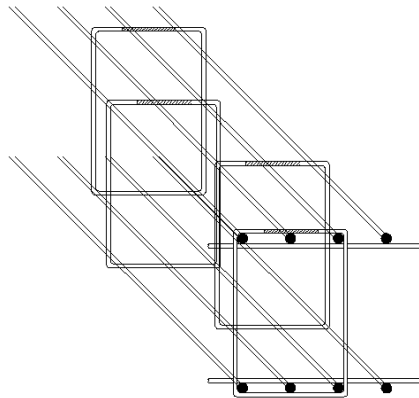


图1 底板钢筋一榀骨架

5.2 施工控制要点

1、所有预应力钢材不得焊接，预应力钢绞线凡有接头的部位应切除，不准使用。

2、预应力钢束的张拉过程中应充分考虑锚具的锚口摩擦损失，锚具的锚口摩擦损失不宜大于6%。

【条文说明】本条文内容源于《预应力筋用锚具、夹具和连接器》（GB/T 14370）的相关规定。锚口摩阻损失集中在锚圈口，直接降低了预应力混凝土结构或构件的有效预应力，所以应设法降低该项值，且应计入设计计算中。锚口摩阻损失的大小应由生产厂家通过产品体系试验获得并明示，如果实际测试所得的锚口摩阻损失率大于 6%，则应由设计人员对设计结果进行验算确认或调整张拉控制应力。

3、所有预应力管道的位置应按设计图定位准确、牢固，管道顺适，波纹管应符合国家、行业相关标准，严防漏浆和卷口。所有预应力管道应设置塑料内衬管后，才允许浇筑混凝土，内衬管的外径可比波纹管小 3~4 毫米。

4、纵向预应力钢束在箱梁纵向桥轴线两侧腹板及纵向两端应对称张拉，即相同编号的钢束组必须采用单箱轴线两侧对称、两端同时张拉的原则，张拉时两端保持同步。每节段钢束张拉先顶板束，然后腹板束。底板束的张拉顺序是先长束后短束。

5、三向预应力的张拉顺序：先纵向后横向、竖向。横向、竖向预应力滞后纵向预应力 3 个节段张拉，即张拉 n 节段纵向预应力钢束后，张拉 n-3 节段的横竖向预应力钢筋。竖向预应力钢筋应逐根张拉到位，严禁遗漏。

6、连续刚构施工过程中应严格控制定位误差，严格按设计要求布置管道定位钢筋。管道定位钢筋纵向间距在直线段宜为 72cm，曲线段宜为 36cm，即管道定位钢筋在预应力钢绞线的直线段每隔 6 根箱梁的横向钢筋设置一道、在预应力钢绞线的曲线段每隔 3 根箱梁的横

向钢筋设置一道。定位钢筋应与箱梁梁段普通钢筋点焊，定位钢筋应采用 HRB335，直径不小于 12mm。

7、施工过程中应根据监控成果及时对预拱度和预抛高做出较准确的调整，尽可能减少在局部节段上作突变性的预抛高度调整，特别在跨中附近。

8、节段端部波纹管定位应采用定位胎架，确保波纹管位置可靠。

9、严格控制合拢段两侧高差，合拢段高差不应超过 3 厘米。

10、施工时应确保管道之间和管道底部混凝土的密实度和均匀性。

11、预应力钢束和粗钢筋张拉完毕，严禁撞击锚头和钢束，钢绞线和粗钢筋多余的长度应用切割机切割（用于挂篮后锚杆的粗钢筋留待以后切割），切割方式和切割后留下的长度应按照有关图纸的要求进行。

12、施工时注意预埋墩顶处伸入墩顶实心段内的竖向预应力钢筋，采取适当的措施确保竖向预应力筋铅直放置，并严格按照设计要求将竖向预应力筋预埋入墩顶实心段。

【条文说明】本条文提及的严格按设计要求将竖向预应力筋预埋入墩顶实心段，是由于墩顶实心段的施工中经常有疏忽预埋竖向预应力筋的情况。

13、竖向预应力精轧螺纹粗钢筋采用可靠机具进行张拉，严禁遗漏，并应进行二次张拉。

14、每根竖向预应力钢筋锚固 1~2 周后，必须进行二次张拉，确保达到设计吨位，严禁遗漏，张拉之前和张拉时严禁水泥砂浆进入预

应力筋管道。竖向预应力钢绞线的二次张拉可采用：第一次按夹片式锚具通用张拉施工方法整束张拉至设计吨位，第二次用 H 形支承千斤顶，采用连接器与张拉杆连接，将整个锚环整体拉起，张拉到设计吨位后，向垫板侧拧紧支承螺母，千斤顶张放，实现预应力筋的二次锚固，竖向预应力筋均需二次张拉后才能灌浆。

15、预应力钢筋张拉后，应及时封锚，封锚之前，采取有效的措施，防止锚头锈蚀。

16、主墩墩顶预埋竖向预应力钢绞线时，应做好钢绞线防锈蚀措施。

5.3 管理规定

1、连续刚构的施工图设计文件应实行“双院制审查”。

【条文说明】连续刚构的设计、施工较为复杂，根据惯例应由业主单位另行聘请一家咨询审查单位对原设计图纸咨询审查，出具咨询审查报告，简称“双院制审查”。

2、连续刚构的施工图设计文件中应将本规定作为设计依据，并在设计说明中严格按本规定的要求实施。

3、箱梁混凝土拆模以后，重点检查预应力孔道的下缘，一经发现有空洞、裂缝等现象后，建设单位应立即与设计单位联系协商解决。

6 检测与验收

6.1 锚下有效预应力

1、检测方法

应采用反张拉法检测锚下有效预应力，当不具备反拉检测条件时，可采用无损检测方法进行检测。

2、抽检频率

每个预制场前 3 片必须检测，后续梁片按梁片数量的 3%抽检且不少于 3 片，每片梁随机抽取不少于一个孔道进行检测。负弯矩预应力筋、现浇结构、竖向预应力抽检比例不宜少于 10%，且不少于 3 束。

3、评定标准

在检测前，宜通过现场试验确定设计张拉控制应力下的锚下有效预应力，在征得设计单位同意后，方可作为有效应力的判断标准；实测有效预应力与判断标准的偏差应不超过 $\pm 5\%$ 。当不具备试验条件时，有效应力的判断标准可取设计经验值。

【条文说明】本条文中提及的“有效应力的判断标准”是指在锚下有效预应力检测时的判断基准值。由于预应力损失的影响因素较多，计算过程复杂，故建议通过现场试验确定，并经设计单位进行复核计算后，方可予以采用。在实际工作中，存在不具备试验条件的情况，此时亦可参照相关行业或地方的经验值进行使用。

6.2 孔道压浆质量

1、检测方法

预应力孔道压浆质量宜采用无损检测，可在确保不损伤预应力筋的情况下进行开孔验证。

2、抽检频率

每个预制场前 3 片梁应进行检测，后续梁片按梁片数量的 3%抽检且不少于 3 片，且进行逐孔检测。

3、评定方法

采用无损检测时，应事先取得压浆质量的标准值，宜在与检测孔道工况相同的预应力孔道进行测试；先进行定性测试，初步评价整体压浆质量，再进行定位测试，评价压浆缺陷特征。

6.3 管理规定

1、项目业主应委托中心试验室或第三方检测机构应对锚下有效预应力和孔道压浆质量进行检测。

2、委托方应在检测方案实施前组织评审。

3、有效预应力检测前，不得切割钢绞线张拉段。有效预应力检测宜在预应力筋张拉锚固后压浆之前进行。

4、锚下有效预应力及孔道压浆检测不合格时，应分析原因并进行处理。

附录 A 预应力张拉记录表

预应力张拉（后张法）记录表

JTG/T F50-2011 公路桥涵施工技术规范

页码 共 页

编号: _____

项目名称		分部工程		施工单位																	
合同段		分项工程		监理单位																	
单位工程		工程部位		检验单位																	
桩号范围		砼浇筑日期		张拉日期																	
千斤顶规格及型号		标定日期		张拉时砼强度																	
油泵表规格及型号		摩擦系数		钢绞线型号规格																	
工具夹片内阻值		备注:				张拉示意图															
构件名称/编号																					
钢绞线 编号	张拉 断面	千斤顶/ 油泵表编号	XX%张拉力			XX%张拉力			XX%张拉力			XX%张拉力			力筋回缩值 (mm)	工作端伸长值 (mm)	设计张拉力 (kN)	张拉长度 (mm)	理论伸长值 (mm)	总伸长值 (mm)	伸长率误差 (%)
			油压表读数 (MPa)	力值 (kN)	伸长值 (mm)	油压表读数 (MPa)	力值 (kN)	伸长值 (mm)	油压表读数 (MPa)	力值 (kN)	伸长值 (mm)	油压表读数 (MPa)	力值 (kN)	伸长值 (mm)							
自检意见		监理意见				原始记录本				表号		册号		页码		序号					

注：表中伸长值数据栏中，A 代表设备自动采集，M 代表人工测量；除 M 栏需由施工员现场测量复核且人工填写之外，其余数据均为系统自动生成。

施工员(现场伸长值复核人员)：

专业工程师：

质检工程师：

监理工程师：

附录 B 预应力混凝土管道梁孔道压浆记录表

预应力孔道压浆记录表

施工单位：

合同号：

监理单位：

编号：

工程名称				张拉日期和时间				
				压浆日期和时间				
桩号及部位				施工部位				
构件结构名称					构件编号及长度(m)			
专用压浆料名称			压浆剂量				环境温度	
水胶比			浆液流动度				浆液温度	
孔道编号	压浆方向	起止时间	压浆压力 (MPa)	冒浆情况	稳压情况		水泥浆拌制时间 (秒)	真空度 (MPa)
					压力 (MPa)	持荷时间 (秒)		
非正常情况记载								
顶腹板底板示意图：				监理意见： 旁站监理：_____ 日期：_____				

记录人：

日期：

复核人：

日期：