

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1288—2019

桥梁结构预应力监测技术规程

Technical specification for Pre-stress test and inspection of Bridge structure

2019 – 11 – 27 发布

2019 – 12 – 27 实施

陕西省市场监督管理局 发 布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语定义及符号..... 1

4 一般规定..... 3

5 预应力张拉施工质量检测..... 4

6 孔道注浆施工质量检测..... 6

7 检测报告..... 11

附录 A（规范性附录） 反拉法判别标准中温度及时间效应修正..... 12

附录 B（资料性附录） 检测报告内容..... 13

前 言

本标准根据GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由陕西省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：陕西高速公路工程试验检测有限公司、陕西高速公路工程咨询有限公司、陕西高速星展科技有限公司。

本标准主要起草人：王小雄、邵永军、张士兵、张建、樊建维、杨超、张峰、张钊、王心刚、田利军、刘媛媛。

本标准由陕西高速公路工程试验检测有限公司负责解释。

本标准首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西高速公路工程试验检测有限公司

电话：029-84311811

地址：西安市丰产路57号

邮编：710086

桥梁结构预应力监测技术规程

1 范围

本标准规定了桥梁结构预应力张拉和孔道注浆施工质量检测的技术要求。
本标准适用于桥梁后张法预应力的张拉和孔道注浆施工质量的检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。
凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- JB/T 6822 压电式加速度传感器
- JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
- JTG D60 公路桥涵设计通用规范
- JTG/T F50 公路桥涵施工技术规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语定义及符号

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语

3.1.1

张拉控制力 `tensioning control force on constructed`
张拉预应力筋时千斤顶的实际控制力。

3.1.2

锚下有效预应力 `effective pre-stress under anchorage`
预应力张拉锚固后，预应力筋锚下实际留存的应力。

3.1.3

锚下有效预应力标准值 `characteristic value of effective pre-stress under anchorage`
标准工况下，预应力筋张拉锚固后，锚口下留存的预应力。该值可通过理论计算、标准试验或数理统计的方式获得。

3.1.4

有效预应力检测 `effective pre-stress test`
预应力筋张拉锚固后，对锚下有效预应力进行的检测。

3.1.5

有效预应力同束不均匀度 unevenness of effective pre-tresses in a tendon

同一束中各单根钢绞线锚下有效预应力最大值和最小值的偏差程度。

3.1.6

有效预应力同断面不均匀度 unevenness of effective pre-tresses on a cross section

同一断面上各束预应力筋锚下有效预应力最大值与最小值的偏差程度。

3.1.7

反拉法 pull-out testing method

预应力筋张拉施工后，在梁体外对已张拉的预应力筋再次重新分级施加荷载，测量反拉力值和位移值，通过反拉力与位移关系计算锚下有效预应力值。

3.1.8

注浆密实度 grouting density

固化注浆料所占预应力孔道体积的比例。

3.1.9

最长注浆缺陷长度 longest grouting defect length

预应力孔道内单个注浆缺陷最大连续长度。

3.1.10

冲击弹性波定性检测法 Impact elastic wave qualitative defection method

利用外露的预应力钢束两端分别进行激振和接收信号，通过分析信号传播过程中能量、波速及频率等参数的变化，定性判定预应力孔道整体注浆密实质量的方法。

3.1.11

冲击回波定位检测法 Impact echo location detection method

沿预应力孔道方向，以扫描形式逐点进行激振和接收信号，通过分析信号传播过程中预应力孔道及构件对面处反射信号的传播时间，定量判定预应力孔道所测位置注浆密实质量的方法。

3.1.12

综合注浆指数 comprehensive grouting index

冲击弹性波定性检测法得到的用于反映预应力孔道整体注浆密实质量的相对指标。

3.1.13

内窥镜法 endoscopy

借助光学仪器内窥镜对预应力孔道所测位置注浆密实质量进行定量检测的方法。

3.2 符号

F_e ——锚下有效预应力；

F_s ——锚下有效预应力标准值；

σ_p ——反拉终止应力；

σ_{con} ——设计张拉控制应力；

δ ——反拉终止时，实测预应力筋伸长值；

δ_0 ——反拉终止时，预应力筋反拉段计算伸长值；

τ ——单根预应力筋锚下预应力偏差；

ϑ ——锚下有效预应力同束不均度；

γ ——锚下有效预应力断面不均度；

I_f ——综合注浆指数；

I_{EA} ——全长衰减法分项注浆指数；

I_{PV} ——全长波速法分项注浆指数；

I_{TF} ——传递函数法分项注浆指数；

L ——预应力孔道总长；

L_{max} ——最长注浆缺陷长度；

L_{sum} ——累计注浆缺陷长度；

t ——冲击回波实际传播时间；

t_z ——正常混凝土区域无预应力孔道位置处冲击回波的标定传播时间；

t_w ——正常混凝土区域预应力孔道未注浆位置处冲击回波的标定传播时间；

β ——注浆不密实度。

4 一般规定

4.1 基本要求

4.1.1 桥梁预应力施工应进行锚下预应力检测和孔道注浆质量专项检测。

4.1.2 锚下预应力检测宜采用反拉法，检测过程中应关注可能出现的异常现象。

4.1.3 孔道注浆质量检测可采用冲击弹性波定性检测法、冲击回波定位检测法，对发现问题部位可采用内窥镜法进行验证。

4.2 检测工作

- 4.2.1 检测前现场调查与资料收集包含设计资料、施工工艺、施工异常情况记录等。
- 4.2.2 应依据检测任务和相关资料制定检测方案，检测方案包含工程概况、检测依据、检测内容、检测方法、检测仪器、所需的机械或人工配合、进度计划、安全保护等。
- 4.2.3 当检测出现异常时，应停止检测，查明原因，排除异常后，重新检测。

4.3 检测频率

- 4.3.1 锚下预应力检测实行抽样检测，检测频率宜满足下列要求：
 - a) 预制装配桥梁：正弯矩钢束每个预制场或每座桥检测数量不少于 10%，且每座桥不少于 3 片梁，负弯矩钢束检测数量不少于 15%；
 - b) 现浇结构桥梁及预应力构件：预应力钢束每座桥检测数量不少于 15%。
- 4.3.2 孔道注浆质量检测按表 1 实行随机抽样检测。

表 1 孔道注浆质量抽检评率一览表

施工方式	单位	抽检频率	备注
预制	片	≥3%且≥3 片	受检梁（板）所有孔道均应检测
现浇	束	≥5%且≥5 束	/
注：当以综合注浆指数判定注浆密实质量等级Ⅱ、Ⅲ类占抽检总数的50%及以上时，应采用冲击弹性波定性检测法双倍抽检。若仍出现上述情况时，则应全检。			

- 4.3.3 当有下列情况之一时，应检测：
 - a) 注浆过程中注浆机出现故障或注浆材料发生初凝；
 - b) 注浆过程中发生堵塞。

4.4 质量控制及安全要求

- 4.4.1 检测前应做好各种危险源辨识、评估及其安全应对措施。
- 4.4.2 现场检测出现异常时，应立即停止检测并查明原因，采取有效措施排除异常并具备检测条件后，可重新进行检测。
- 4.4.3 所用现场检测设备应配套齐全、功能完整，主要技术参数应符合量值溯源和本标准要求。
- 4.4.4 预应力筋检测过程中两端正面严禁站人或穿越。
- 4.4.5 露天构件，在强风、浓雾、暴雨、雷电和暴风雪等恶劣天气情况下，不得开展现场检测作业。

5 预应力张拉施工质量检测

5.1 一般规定

- 5.1.1 反拉法检测时间宜在张拉施工完成后 24h 内、最长不超过 48h，且未切割预应力筋，孔道注浆前完成。
- 5.1.2 检测时优先采用逐根反拉检测单根钢绞线的有效预应力。
- 5.1.3 锚下有效预应力计算时应扣除锚固损失和弹性压缩损失。
- 5.1.4 对于单孔跨径不小于 40m 的连续梁桥、连续刚构桥和斜拉桥等重要桥梁，宜将张拉施工质量检测的结果当日形成报告。

5.2 检测设备

- 5.2.1 检测设备包含反拉加载设备和检测设备（含测力装置与位移测量装置）。

- 5.2.2 反拉加载设备应符合下列规定：
- a) 反拉加载设备最大加持荷载应不小于最大加载力值的 1.3 倍；
 - b) 反拉加载设备应具备均匀加卸载与稳压补偿能力等性能。
- 5.2.3 检测设备应符合下列规定：
- a) 测力值应在测力装置量程的 20%~80%，示值精度±1%FS，稳定工作温度范围-10℃~+45℃。
 - b) 位移测量装置测量精度应不低于 0.01mm。
- 5.2.4 反拉加载设备和测量设备宜采用一体化智能检测设备，自动记录和保存测力值、位移量等检测数据。

5.3 现场检测

- 5.3.1 检测设备安装应符合下列规定：
- a) 安装反拉加载设备应使力作用线与预应力筋的轴线重合；
 - b) 检测设备安装完成后应进行检查和调试，确认正常后及时开展检测工作。
- 5.3.2 加卸载及数据采集应符合下列规定：
- a) 加卸载过程宜为：0→初应力→反拉终止应力 $\sigma_p \rightarrow 0$ ，初应力宜为 $0.1\sigma_{con} \sim 0.2\sigma_{con}$ ，反拉终止应力宜为 σ_{con} ，加载速率不宜大于 $0.2\sigma_{con}/\text{min}$ ，卸载速率不宜大于 $0.5\sigma_{con}/\text{min}$ ；
 - b) 初应力稳定时间不少于 1min，当位移量稳定后（即出现拐点后 0.5mm），测量并记录初始应力值及初始位移量；否则应停止加载，找出原因并重新试验；
 - c) 反拉过程应匀速稳定加载至反拉终止应力，测量并记录反拉终止应力及位移量。
- 5.3.3 当检测过程发生下列情况时，应停止加载，查清原因如下：
- a) 预应力筋伸长量 δ 大于理论最大伸长量 δ_0 ；
 - b) 出现夹片破裂、锚具凹陷、预应力筋断丝或滑移、混凝土开裂、异常响声等异常现象。

5.4 检测控制指标

- 5.4.1 单钢绞线张拉锚固后锚下有效预应力标准值按照设计文件参照附录 A 计算确定。
- 5.4.2 预应力筋抗拉强度标准值 $f_{Pk}=1860\text{MPa}$ 、公称直径 $A_{pk}=15.2\text{mm}$ 的钢绞线锚下有效预应力标准值的经验值见表 2，期间可内插确定。

表 2 锚下有效预应力标准值的经验值

设计张拉控制应力 σ_{con} (MPa)	锚下有效预应力标准值 F_s (kN)
$0.7 f_{Pk}$	168
$0.75 f_{Pk}$	178

5.5 质量评定

- 5.5.1 锚下预应力检测项目评定指标如下：

a) 锚下有效预应力偏差，采用公式（1）计算：

$$\tau = \frac{F_e - F_s}{F_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

τ —— 锚下有效预应力偏差；

F_s —— 锚下有效预应力标准值，kN；

F_e —— 锚下有效预应力实测值，kN。

b) 锚下有效预应力同束不均匀度，采用公式（2）计算：

$$\vartheta = \frac{F_{emax} - F_{emin}}{F_{emax} + F_{emin}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

ϑ —— 锚下有效预应力同束不均匀度；

F_{emax} —— 同一束中单根预应力筋锚下有效预应力最大检测值，kN；

F_{emin} —— 同一束中单根预应力筋锚下有效预应力最小检测值，kN。

c) 锚下有效预应力同断面不均匀度，采用公式（3）计算：

$$\gamma = \frac{F'_{emax} - F'_{emin}}{F'_{emax} + F'_{emin}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

γ —— 锚下有效预应力同断面不均匀度；

F'_{emax} —— 同断面中同束预应力筋平均单根锚下预应力最大检测值，kN；

F'_{emin} —— 同断面中同束预应力筋平均单根锚下预应力最小检测值，kN。

5.5.2 有效预应力检测结果满足表 3 的控制要求评定为合格。

表 3 有效预应力不均匀度的控制要求

项目	允许偏差（%）
单根/整束锚下有效预应力偏差 τ	± 5
有效预应力同束不均匀度 ϑ	5
各束有效预应力同断面不均匀度 γ	2

6 孔道注浆施工质量检测

6.1 一般规定

6.1.1 桥梁预应力孔道注浆密实度检测方法应以无损检测为主，必要时可进行钻孔验证，确保测试结果的准确性。

6.1.2 检测时间宜在注浆材料强度达到设计强度的 80%后进行。

6.2 检测流程

检测先采用冲击弹性波定性检测法进行检测，综合注浆指数 $I_f \geq 0.95$ 时，直接判定为 I 类； $I_f < 0.95$ 时，采用冲击回波定位检测法进行检测，确定缺陷位置及长度，必要时采用内窥镜法进行验证。

6.3 冲击弹性波定性检测法

6.3.1 检测设备

检测设备具体要求如下：

- a) 检测系统包括信号采集及处理仪、放大器、传感器、激振设备和专用附件等；
- b) 信号采集及处理仪应符合下列规定：
 - 1) 数据采集装置的模-数转换器不得低于 16bit；
 - 2) 采样间隔应不大于 $2\mu s$ ，可调；
 - 3) 单通道采样点应不少于 8192 点。
- c) 放大器应符合下列规定：
 - 1) 宜选用电荷放大器，可调，线性度良好；
 - 2) 放大器应具有滤波功能；
 - 3) 放大器的频响范围应宽于传感器的频响范围。
- d) 传感器应符合下列规定：
 - 1) 传感器应选用压电式加速度传感器，其频响范围应覆盖整个测试信号的频带范围，宜在 25kHz 以上；
 - 2) 传感器应符合 JB/T 6822-2018 的规定；
 - 3) 应通过强力磁座将传感器与两端外露的预应力钢束相耦合。
- e) 激振设备应符合下列规定：
 - 1) 应采用适宜的激振锤进行激振检测；
 - 2) 当对检测结果有怀疑时，可换用备选激振锤再次进行激振检测。

6.3.2 现场检测

现场检测具体要求如下：

- a) 预应力孔道两端预应力锚具和钢束端部裸露状态下进行，预应力锚具和出露的预应力钢束端部应清洁、干净，预应力钢绞线外露长度应在 3cm~5cm；
- b) 检测系统设置应符合下列规定：
 - 1) 根据现场实际情况选择合适的放大器放大倍数、传感器及激振设备；
 - 2) 连接检测系统并进行设备自检，确认整个检测系统处于正常工作状态。
- c) 对于冲击弹性波定性检测，传感器轴线应与预应力钢束走向平行；
- d) 激振时应符合下列规定：
 - 1) 激振方向应与预应力钢束走向平行；
 - 2) 激振位置宜优先选择装传感器的预应力钢绞线，其次可以选择附近预应力钢绞线或锚具；
- e) 检测工作时应符合下列规定：

- 1) 在预应力孔道两端分别激振检测，即交替原激振端与接收端；
- 2) 每次激振采集数据前，应对检测系统进行归零标定；
- 3) 每次保存数据前，应对测试信号进行判断，当采集的弹性波波形起振明显、无毛刺时，方可保存；
- 4) 梁（板）检测前，应对该梁场梁（板）正常混凝土区域无预应力孔道位置处及预应力孔道未注浆位置处冲击回波的传播速度进行标定；
- 5) 当噪声较大时，应采用信号增强技术重新进行检测，提高信噪比；当信号一致性较差时，应分析原因，排除人为和检测仪器等干扰因素，重新进行检测；
- 6) 现浇梁预应力孔道>120m 不适用此方法。

6.3.3 单项判定

冲击弹性波定性检测法：包括全长衰减法、全长波速法与传递函数法。全长衰减法检测结果以全长衰减法分项注浆指数来量化表达；全长波速法检测结果以全长波速法分项注浆指数来量化表达；传递函数法检测结果以传递函数法分项注浆指数来量化表达。冲击弹性波定性检测结果以综合注浆指数量化表达，采用公式（4）计算：

$$I_f = (I_{EA} \times I_{PV} \times I_{TF})^{1/3} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

I_{EA} ——全长衰减法检测孔道注浆指数；

I_{PV} ——全长波速法检测孔道注浆指数；

I_{TF} ——传递函数法检测孔道注浆指数；

表 4 综合注浆指数判定一览表

指标	范围	孔道质量
I_f	≥ 0.95	注浆密实或基本饱满
I_f	$0.80 \leq \text{且} < 0.95$	注浆基本饱满，存在缺陷可能性小，选择性定位检测
I_f	< 0.80	注浆存在缺陷可能性大，应定位检测

6.4 冲击回波定位检测法

6.4.1 检测设备

检测设备具体包括以下内容：

- a) 检测系统包括信号采集及处理仪、放大器、传感器、激振设备、高频地质雷达和专用附件等；
- b) 信号采集及处理仪应符合下列规定：
 - 1) 数据采集装置的模-数转换器不得低于 16bit；
 - 2) 采样间隔应不大于 2μs，可调；
 - 3) 单通道采样点应不少于 8192 点；

- c) 放大器应符合下列规定：
 - 1) 宜选用电荷放大器，可调，线性度良好；
 - 2) 放大器应具有滤波功能；
 - 3) 放大器的频响范围应宽于传感器的频响范围；
- d) 传感器应符合下列规定：
 - 1) 传感器应选用压电式加速度传感器，其频响范围应覆盖整个测试信号的频带范围，宜在 25kHz 以上；
 - 2) 传感器应符合 JB/T 6822 的规定；
 - 3) 应通过手持方式与混凝土构件表面相耦合；
- e) 激振设备应符合下列规定：
 - 1) 冲击回波定位检测时，宜根据被测构件厚度按表 6 规定选择适宜的激振锤进行激振检测；
 - 2) 当对检测结果有怀疑时，可换用备选激振锤再次进行激振检测。

表 5 冲击回波定位检测时激振锤选择一览表

构件厚度 b (cm)	$b \leq 20$	$20 < b \leq 40$	$40 < b \leq 60$	$b > 60$
首选激振锤型号 Dx	D10	D17	D17	D30
备选激振锤型号 Dx	D6、D17	D10	D30	D50
注：Dx中D为激振锤名称代号，x为激振锤直径，单位mm。				

6.4.2 现场检测

现场检测要求如下：

- a) 采用高频地质雷达（1.5GHz~2.6GHz 屏蔽天线）沿腹板竖向每米检测预应力孔道位置，根据地质雷达检测的孔道位置描绘出被测预应力孔道走向，采用打磨机将构件测试表面打磨规则平整，并清除表面浮浆；
- b) 检测系统设置应符合下列规定：
 - 1) 根据现场实际情况选择合适的放大器放大倍数、传感器及激振设备；
 - 2) 连接检测系统并进行设备自检，确认整个检测系统处于正常工作状态；
- c) 传感器前端应与构件表面密切接触，避免点接触或线接触；
- d) 激振方向应与构件表面垂直，激振时应瞬态激振；
- e) 检测工作应遵守下列规定：
 - 1) 冲击回波定位检测时，应沿预应力孔道走向逐点检测，测点间距宜为 10cm，激振点与测点间距宜为 5cm；
 - 2) 每次激振采集数据前，应对检测系统进行归零标定；
 - 3) 每次保存数据前，应对测试信号进行判断，当自动采集波形起振明显、无毛刺时，方可保存；
 - 4) 梁（板）检测前，应对该梁场梁（板）正常混凝土区域无预应力孔道位置处及预应力孔道未注浆位置处冲击回波的传播时间进行标定；
 - 5) 当噪声较大时，应采用信号增强技术重新进行检测，提高信噪比；当信号一致性较差时，应分析原因，排除人为和检测仪器等干扰因素，重新进行检测；
 - 6) 当预应力孔道有双排管道或管道比较密集，尽可能从两个侧面测试。如果冲击回波定位法不能检测时，可采用冲击弹性波定性检测法进行检测。

6.4.3 项判定

项判定具体内容如下：

- a) 冲击回波定位检测法，即等效波速法。检测结果以实际传播时间 t 来量化表达。冲击回波定位检测结果采用冲击回波实际传播时间 t 进行判定见表 6；

表 6 实际传播时间 t 判定一览表

指标	范围	测点质量
t	$< t_z$	存在较大偏差，应重新检测法分析并对 t_z 进行复核
t	$t_z \leq \text{且} < \frac{3t_z + t_w}{4}$	注浆密实或基本密实
t	$\frac{3t_z + t_w}{4} \leq \text{且} < \frac{t_z + t_w}{2}$	注浆存在缺陷
t	$\frac{t_z + t_w}{2} \leq \text{且} < t_w$	注浆存在严重缺陷
t	$\geq t_w$	测点处注浆存在缺陷，且此处混凝土存在浇筑不密实、空洞等内部缺陷

- b) 通过冲击回波定位检测判定结果，得出各测区注浆缺陷长度和预应力孔道的最长注浆缺陷长度及累计注浆缺陷长度。

6.5 内窥镜法

6.5.1 检测设备

检测设备具体要求如下：

- a) 检测系统包括内窥镜探头、蛇形软管、笔记本电脑和专用附件等；
- b) 内窥镜探头应符合下列规定：
- 1) 图像分辨率应不低于 720×756 像素；
 - 2) 探头直径应不大于 6mm；
- c) 蛇形软管应符合下列规定：
- 1) 应柔软可弯且不宜被折断；
 - 2) 软管长度应不少于 2m。

6.5.2 现场检测

现场检测具体要求如下：

- a) 检测工作应遵守下列规定：
- 1) 应在检测部位对应的预应力孔道上半部分位置钻孔，且钻孔过程中不得损伤预应力钢束；
 - 2) 钻孔过程中应避开构件内的普通钢筋；
 - 3) 采用内窥镜法拍摄时，应量测缺陷区域长度；
 - 4) 检测完成后应及时封堵钻孔，并对钻孔部位进行修饰，使梁(板)外观质量完好；
- b) 拍摄时应符合下列规定：
- 1) 应对缺陷区域两端及中部分别进行拍摄；
 - 2) 应从不同角度进行拍摄；
 - 3) 拍摄结果必须较全面地反映注浆缺陷情况。

6.5.3 检测数据分析与判定

内窥镜法检测结果直观可靠，成像清晰可见，可直接采用拍摄图像及量测缺陷区域长度进行判定。

6.6 质量评定

桥梁预应力孔道注浆密实度质量采用综合注浆指数 I_f 、最长注浆缺陷长度 L_{max} 、注浆不密实度 β 三项指标综合判定。按最不利状况判定质量等级，见表7定。其中注浆不密实度 β 按下式计算，采用公式（5）计算：

$$\beta = \frac{L_{sum}}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

β ——注浆不密实度；

L ——预应力孔道总长度(m)；

L_{sum} ——累计注浆缺陷长度（m）。

表 7 桥梁预应力孔道注浆密实度质量等级判定表

质量等级	综合注浆指数 I_f	最长注浆缺陷长度 L_{max}	注浆不密实度 β	特征
I 类	$I_f \geq 0.95$	/	/	密实或基本密实
II 类	$0.80 \leq I_f < 0.95$	$0.3m \leq L_{max} < 3m$	$2\% \leq \beta < 12\%$	存在缺陷，应局部处治
III类	$I_f < 0.80$	$L_{max} \geq 3.0m$	$\beta \geq 12\%$	严重缺陷，应整体处治

7 检测报告

7.1 总体要求

检测结果应以检测报告的方式提交，检测报告应用词规范，结论明确，文字简练。

7.2 报告内容

检测报告包括内容详见附录B。

附录 A
(规范性附录)

反拉法判别标准中温度及时间效应修正

预应力筋张拉后，在48小时内的锚下有效预应力的变化受环境温度和时间双重影响。可记录张拉施工的时刻、温度与检测过程的时刻、温度，为反拉法测试结果进行温度和时间修正，可按下列公式进行时间温度效应修正：

a) 温度效应采用公式 (A. 1) 计算：

$$\Delta F = 0.0751 \Delta T \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中：

ΔF ——表示受温度影响的预应力值变化量，单位：kN；

ΔT ——表示环境温度变化量（即检测时刻温度与张拉时刻温度差值），单位：℃。

b) 时间效应采用公式 (A. 2) 计算：

$$y = \begin{cases} t^{-1.097e-3} e^{(t-1) \times (-3.25e-5)} & 95\% \text{上限值} \\ t^{-8.043-3} e^{(t-1) \times (-1.35e-6)} & 95\% \text{下限值} \end{cases} \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中：

y ——残余率，即每个时刻钢绞线剩余预应力与初始预应力的比值；

t ——时间， $t \geq 1$ ，单位：min。

在保证张拉施工质量前提下，考虑实际工程的操作性，选取 95%下限值作为时间效应修正公式。

附 录 B
(资料性附录)
检测报告内容

检测报告下内容:

- a) 工程概况, 包括工程名称、结构型式、规模及现状等;
 - b) 委托单位、设计单位、施工单位及监理单位名称;
 - c) 检测单位名称、检测依据、设备型号等;
 - d) 检测原因、检测目的、检测项目、检测方法、检测位置、检测数量等;
 - e) 检测结果、评判结论, 检测存在异常时, 应给出相关检测或处理建议;
 - f) 检测日期、报告完成日期;
 - g) 主检、审核和批准人员的签名;
 - h) 异常情况说明等附件。
-