

2013-12-23 发布 2014-01-01 实施

FineRolling Steel Bars in Webs of PC Box Girder Bridge
Standard for Detecting Tension Forces of Vertical Prestressing

螺纹钢筋拉力检测规程
预应力混凝土箱梁腹板竖向预应力精轧

DB43/T 847—2013

湖 南 省 方 标 准

DB43

刘军
刘军

ICS 91.080.40 P 25

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 术语、符号	1
3 弹拉力测试仪	2
4 测试技术	3
5 弹向预应力弹张拉力合格标准	4
附录 A (规范性附录) 动力特征系数与螺旋钢丝钢绞线钢张拉力关系曲线的试验方法	5
附录 B (规范性附录) 弹向预应力弹张拉力测验记录表	7
附录 C (资料性附录) 索文说明	10
参考文献	16

目 次

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准结构和编写》编写。
本标准由湖南省交通厅提出。
本标准由湖南省交通厅归口。
本标准起草单位：湖南科技大学、湖南省交通质量监督局、湖南湘江高速公路建设开发有限公司、
湖南长湘高速公路建设开发有限公司。
本标准起草人：钟新谷，沈明燕，舒小娟，杨献章，钟放平，胡翌刚，陈尚武，杨滔，颜永先，傅
炎初，姜书林，余慧娟。

前言

本规程是按照中华人民共和国行业标准《公路钢箱梁混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》(JTG D62—2004)的通用要求和竖向预应力技术的特殊性进行编制的。设计者在进行竖向预应力混凝土桥梁的设计，建设单位、监理工程师在分项工程验收时，均可以要求进行竖向预应力混凝土拉力检测，除了满足本规程中明确的条文之外，凡涉及其它相关标准、规范的内容，而在本规范中又无明确规定者，则按其它相关规定、规范执行。本规程适用于预应力混凝土连续体系梁桥(包括连续梁、连续刚构、刚构—连续组合体系等)精轧螺纹钢制的竖向预应力混凝土体系。此外增加了类似竖向预应力的其它结构亦可参照执行。

本规程对双向预应力筋张拉力检测系统(专利号：ZL200810143752.8)专利的使用。本文件的发布机构提出本文件时，声明符合本文件时，可能涉及2、3、4条的内容与基于混凝土箱梁腹板归并向预应力筋张拉力检测系统(专利号：ZL200810143752.8)专利的使用。

本文件的发布机构提出本文件时，声明符合本文件时，可能涉及2、3、4条的内容与基于混凝土箱梁腹板归并向预应力筋张拉力检测系统(专利号：ZL200810143752.8)专利的使用。

该专利持有人已向本文件的发布机构保证，他愿意向任何申请人合理且无歧视的数据和条件下，就该专利权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：钟新谷(湖南科技大学，邮箱：4643970@qq.com)

地址：湖南省湘潭市湘潭科技大学土木工程学院

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

0.2 相关专利情况说明

达到解决竖向预应力损失过大和失效的目的。

0.1 技术概述

回缩是指预应力筋在锚固过程中，由锚具与预应力钢丝绳相互之间的相对位移、锚垫板的压缩变形、回缩及回缩值 anchorage Take-up and its value

2.1.7

单根精轧螺纹钢预应力筋与安装在其端部的锚具组合装配而成的受力单元。应力筋—锚具组合零件 vertical prestressing bar-anchorage device assembly parts

2.1.6

安装在精轧螺纹筋向预应力筋端部且可用于精轧螺纹钢张拉后再拧紧锚固的零件。螺母 nut

2.1.5

在后张法预应力混凝土结构或构件中，用以承受锚具传来的预加力并传递给混凝土的部件。锚下垫板 the anchor backing plate

2.1.4

在后张法预应力混凝土结构或构件中，为保持预应力筋的拉力并将其传递到混凝土上所用的永久性锚固装置。锚具 anchor device

2.1.3

在预应力结构中用于构建桥梁腹板向预应力筋的精轧螺纹钢。竖向预应力筋 vertical prestressing bar

2.1.2

一种由固定锚、精轧螺纹钢筋、管道系统和张拉端等几个部分组成，沿梁向布置于预应力混凝土箱梁桥腹板内，将精轧螺纹钢筋张拉后拧紧螺母，获得预应力的锚固体系。

prestressing

精轧螺纹钢筋竖向预应力锚固系统 the anchorage system of vertical roller prestressing bar

2.1.1

2.1 术语

2 术语、符号

本规程适用于预应力混凝土连续体系（包括连续梁、连续刚构、刚构—连续组合体系等）精轧螺纹钢筋的竖向预应力锚固体系。此外，凡增加了类似竖向预应力的其它结构亦可参照执行。
本规程规定了术语与符号、张拉力测试仪、测试技术、竖向预应力筋张拉力合格标准、动力特征系数与精轧螺纹钢筋张拉力关系曲线的试验方法。

1 范围

预应力混凝土桥梁桥面张拉力检测规程 精轧螺纹钢筋竖向预应力筋检测规程

3.1.1 张拉力测试仪主要功能包括信号采集与频谱分析、应力特征参数计算等。主要配件包括加载速度传感器(100mV/g以上)、2个测试点量程为0~5mm 百分表、尺量具(精度为0.1mm)、质量件。

3.1 技术要求

3 张拉力测试仪

k —— 螺旋拉伸钢丝的抗剪刚度系数。

2.2.4 计算系数及其它有关符号

Δ_{L2} —— 螺旋拉伸钢丝的回缩值(mm)。

Δ_{L1} —— 螺旋拉伸钢丝的回缩值(mm)；

L_2 —— 螺旋拉伸钢丝的每圈螺母高度(mm)；

L_1 —— 螺旋拉伸钢丝的外螺母长度(mm)；

L —— 螺旋拉伸钢丝的截面长度(mm)；

A_{Pv} —— 螺旋拉伸钢丝的截面面积(mm^2)；

I_{gs} —— 螺旋拉伸钢丝的抗弯刚度(mm^4)

Φ —— 螺旋拉伸钢丝的公称直径(mm)；

2.2.3 几何参数有关符号

F —— 螺旋拉伸钢丝的固有频率(Hz)。

$P_{Pv,y}$ —— 螺旋拉伸钢丝的测试张拉力(kN)；

$P_{Pv,t}$ —— 螺旋拉伸钢丝的实测张拉力(kN)；

$P_{Pv,d}$ —— 螺旋拉伸钢丝的设计张拉力(kN)；

$P_{Pv,s}$ —— 螺母拧紧后的螺旋拉伸钢丝的张拉力(kN)；

$P_{Pv,p}$ —— 螺母拧前的螺旋拉伸钢丝的张拉力(kN)；

2.2.2 作用和作用效应有关符号

M_{ge} —— 加速度传感器的质量(kg)。

M_{gt} —— 锁固螺母的质量(kg)；

M_{gs} —— 螺旋拉伸钢丝的单位长度质量(kg/m)；

E_p —— 螺旋拉伸钢丝的弹性模量(MPa)；

F_{pe} —— 螺旋拉伸钢丝的抗拉强度标准值(MPa)；

2.2.1 材料相关性能符号

2.2 符号

特征数与螺旋拉伸钢丝张拉力关系曲线。

螺母预应力松弛变形系数。松弛系数与螺旋拉伸钢丝张拉力关系曲线为单值函数，通过试验获得松弛变形系数的无量纲系数。松弛系数与螺旋拉伸钢丝张拉力关系曲线为单值函数，通过试验获得松弛

松弛系数 $c_{dynamic}$ coefficient of dynamic characteristics

2.1.8 铸固螺母沿螺栓轴向预应力松弛变形的总和，其量值为回缩值。

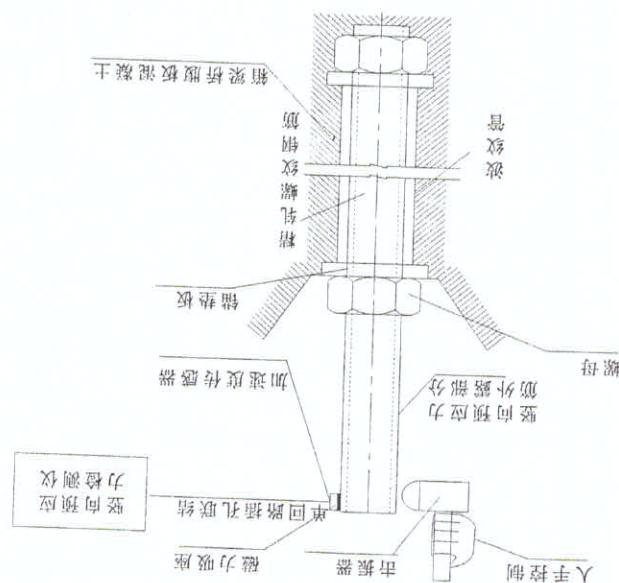
- 4.1 一般规定
- 4.2 采用本规程检测张拉力时，应收集下列资料：
- 1) 工程名称、建设单位、设计单位、施工单位、监理单位；
 - 2) 桥梁上部结构设计资料与图纸，包括梁向预应力设计标准、布置方式、锚固方式、孔道尺寸、张拉控制力、延伸量、竖向预应力力筋的物理力学性质；
 - 3) 竖向预应力力筋与锚具等产品合格证。
- 4.2.1 采用本规程检测梁端向预应力张拉力时，预应力筋外露长度（不含螺母高度）应不小于预应力筋张拉设备长度的0.5倍。
- 4.2.2 锚固螺母质量 M_{gt} 测量：对于每一种规格的螺母测量不少于一次，每次随机抽取三个螺母，测量每个螺母的质量，取算术平均值。
- 4.2.3 张拉螺纹钢筋单位长度质量 M_{gs} 测量：每次随机抽取出厂的三根钢筋，离端部 $30cm$ 的位置截取 $50cm$ 的长度测量质量，取算术平均值；每次随机抽取出厂的三根钢筋，离端部 $30cm$ 的位置截取 $50cm$ 的长度测量质量，取算术平均值。对于每一种规格的张拉螺纹钢筋不少于测量一次。
- 4.2.4 加速度传感器质量 M_{gg} 测量：对于每一种规格的传感器，对于每一种规格的张拉螺纹钢筋不少于测量一次。
- 4.2.5 锚固螺母高度 $L2$ 测量：对于每一种规格的螺母测量不少于一次，每次随机抽取三个螺母，测量两个螺母的高度，取算术平均值。
- 4.2.6 张拉螺纹钢筋外露段长度 $L1$ 测量：对于待测的梁向预应力张拉螺纹钢筋均需测量，张拉螺纹钢筋有两个无螺纹界面，测量基准面为锚固螺母的顶面，测量两个无螺纹界面长度，计算水平均值。
- 4.2.7 加速度传感器安装：如图1所示，传感器安装在张拉螺纹钢筋外露段的顶端的上侧面，保持传感器的外侧面与张拉螺纹钢筋外露段的顶面平行。
- 4.2.8 张拉螺纹钢筋外露段支撑：如图1所示，在张拉螺纹钢筋外露段顶端无螺纹侧面人工轻微支撑，支撑能量控制在被测的最大值不超过张拉力检测仪限重以内。
- 4.2.9 功力特征系数与张拉螺纹钢筋张拉力关系曲线：通过试验获得功力特征系数与张拉螺纹钢筋张拉力关系曲线，获得功力特征系数与张拉螺纹钢筋张拉力关系曲线。
- 4.3 张拉力测试
- 4.3.1 输入锚固螺母质量 M_{gt} 、张拉螺纹钢筋单位长度质量 M_{gs} ，描述功力特征系数与张拉螺纹钢筋张拉力关系曲线的4个参数：
- 4.3.2 测量张拉螺纹钢筋外露段长度 $L1$ 、张拉螺纹钢筋锚固螺母高度 $L2$ ，并输入张拉力测试仪；
- 4.3.3 安装加速传感器：进入信号采集与分析程序，用吉振雄吉振强向预应力筋外露段，仪器自动计算外露段固有频率和功力特征系数及对应的梁向预应力筋张拉力。

- 4.4 测试技术
- 3.2.1 张拉力检测仪的动态信号分析部分、加速度传感器应由法定计量检定机构进行检定与测试。
- 3.2.2 检定
- 3.1.2 对仪器使用环境温度要求。
- 3.1.3 主机、附件中的传感器均应具有产品合格证及计量检定证书，并在明显位置标注名称、型号、制造厂名（或商标）、出厂编号等。
- DB43/T 847—2013

- 5.1 测试有效张拉力应大于或等于设计值 0.85 倍，否则判定不合格。
- 5.2 严禁张拉力不合格的梁向预应力筋进行注浆。
- 5.3 对于张拉力测试不合格的梁向预应力筋应重新进行张拉，张拉位后再次测试直至合格。

5 梁向预应力筋张拉力合格标准

图 1 张拉力测试示意图

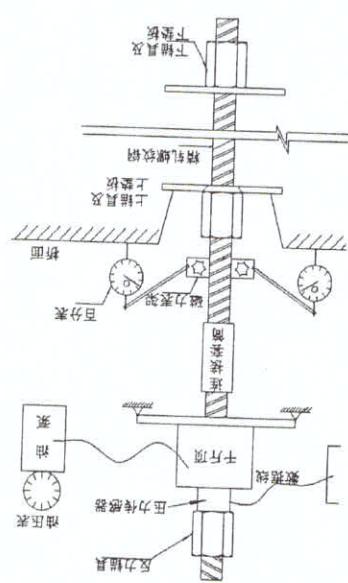


- A.1.1 对于同一工程使用相同规格的锚具与垫片向预应力筋，可以通过一次试验获得动力特征系数与螺旋钢筋钢丝张拉力关系曲线。对于不同工程使用相同规格的锚具与垫片向预应力筋使用相同的动力特征系数与螺旋钢筋钢丝张拉力关系曲线，严禁不同规格的锚具与垫片向预应力筋使用相同的动力特征系数与螺旋钢筋钢丝张拉力关系曲线。对于不同工程使用相同规格的锚具与垫片向预应力筋使用相同的动力特征系数与螺旋钢筋钢丝张拉力关系曲线，严禁不同规格的锚具与垫片向预应力筋使用相同的动力特征系数与螺旋钢筋钢丝张拉力关系曲线。
- A.1.2 千斤顶的张拉力分级：按设计张拉控制力PIPs均匀分为5级张拉（20%，40%，60%，80%，100%）。
- A.1.3 回缩值测量的百分表安装：如图A-1所示，在距锚固螺母顶面0.5cm的位置对称安装2个百分表测头，并固定好百分表，确保百分表指针转动在张拉过程中不受影响。
- A.1.4 张拉力值与回缩值测量，如图A-1所示：
- 1) 用连接器连接拉杆和待张拉梁向预应力筋，安装反力装置，张拉千斤顶，在千斤顶顶面安装测力传感器，拧紧反力螺母，读取百分表初读数；
 - 2) 启动油泵至待张拉梁向预应力筋，读取测力传感器的数据；
 - 1) 如图A-1所示，移去反力螺母、千斤顶、反力架、百分表、微厘等；
 - 2) 在张拉测点处输入测量锚固螺母质量Mg、螺旋钢筋钢丝张拉力测量值Mgs、加载速度传感器质量Mge、螺旋钢筋钢丝张拉力测量值L2等参数至张拉力测试仪；
 - 5) 开启仪器，进入信号采集与分析程序，用串口通信连接向预应力筋外露段，能量在0.1J左右，仪器自动计算外露段圆有效率和动力特征系数K。
- A.1.6 螺旋钢筋钢丝张拉力的实测PIPs：
- $\Delta L1 = \text{放松千斤顶前一侧的百分表读数} - \text{张拉千斤顶前一侧的百分表读数}$ (mm)
- $\Delta L2 = \text{放松千斤顶另一侧的百分表读数} - \text{张拉千斤顶后一侧的百分表读数}$ (mm)
- 回缩量 = $(\Delta L1 + \Delta L2) / 2$ (mm)
- 回缩损失 = $\text{张拉千斤顶后的测力传感器读数} - \text{张拉千斤顶每后的测力传感器读数} - \text{回缩损失}$
- A.1.7 动力特征系数与螺旋钢筋钢丝张拉力关系曲线的形成：通过A.1.3-A.1.6过程，形成了20%的设计张拉力的动力特征系数与螺旋钢筋钢丝张拉力关系曲线对应点，重复A.1.3-A.1.6过程，形成40%、60%、80%、100%的设计张拉力的动力特征系数与螺旋钢筋钢丝张拉力关系曲线对应点。重复试验三根梁向预应力筋试验，采用最小二乘法计算动力特征系数与螺旋钢筋钢丝张拉力关系的三次多项式曲线的4个参数。

附录A 动力特征系数与螺旋钢筋钢丝张拉力关系曲线的试验方法 (规范性附录)

附录A

图 A.1 垂向预应力张拉回缩值测量与张拉力测量示意图



记录

测试:

分项工程名称		器具型号	测试时间: 年 月 日	编号:
锁具公称直径 1 (mm)	锁具 1 单位长度质量 (g)	锁具公称直径 1 (mm)	锁具 3 单位长度质量 (g)	锁具公称直径 2 (mm)
锁具公称直径 2 (mm)	锁具 3 单位长度质量 (g)	锁具公称直径 3 (mm)	锁具 1 单位长度质量 (g)	锁具公称直径 3 (mm)
锁具公称直径 3 (mm)	锁具 1 单位长度质量 (g)	锁具平均单位长度质量 (g)	锁具平均单位长度质量 (g)	锁具平均单位长度 (mm)
锁具平均单位长度 (mm)	锁具每 1 质量 (g)	锁具每 2 质量 (g)	锁具每 3 质量 (g)	锁具每 3 高度 (mm)
锁具每 3 高度 (mm)	锁具每 2 高度 (mm)	锁具每 1 高度 (mm)	锁具每 1 高度 (mm)	加速度传感器型号与编号:
加速度传感器型号与编号:	加速度传感器直径 (mm)	传感器质量 (g)	传感器质量 (g)	加速度传感器每颗与修正系数:
加速度传感器每颗与修正系数:	平均锁固螺母高度 (mm)	平均锁固螺母质量 (g)	平均锁固螺母质量 (g)	测试传感器型号与编号:
测试传感器型号与编号:	百分表 1 型号与编号:	百分表 2 型号与编号:	百分表 2 型号与编号:	量具型号与编号:

表 B.1 坚向预应力张拉力测试基本参数记录表

坚向预应力张拉力测试记录表

(规范性附录)

附录 B

表B.3 动力特征系数与精轧螺纹钢筋张拉力关系曲线现场测试记录表

工程名称	试验竖向预应力筋位置 描述				钢筋公称 直径 (mm)	锚固段总 长(mm)			
	锚具高度 (mm)	锚具重量 (g)	钢筋单位 长度质量 (g/m)	加速度传 感器质量 (g)					
加载等级	卸载前压 力传感器 器加载后 (kN)	卸载前百 分表读数 表一(mm)	卸载后百 分表读数 表二(mm)	卸载后百 分表读数 表三(mm)	回缩值 (mm)	回缩损失 (kN)	实际张拉 力(kN)	外露长度 (mm)	动力特征系数 <i>k</i> 值
20%设计 张拉力									
40%设计 张拉力									
60%设计 张拉力									
80%设计 张拉力									
100%设计 张拉力									

测试:

记录:

它的工程意义在于：一方面，通过它能很好地约束、规范向预应力的施工行为，使竖向预应力张拉质量得以保证；另一方面，通过它能有效地检测方法并制定相应的检测标准。

解决竖向预应力问题最直接、最有效的途径就是提出一种有效的检测方法并制定相应的检测标准。近年来部分预应力混凝土土连体（刚构）箱梁桥采用“二次张拉低回缩钢绞线竖向预应力锚固系统”，跨中用精轧螺纹钢。之所以部分桥梁改为靠近墩的位置用“二次张拉低回缩钢绞线竖向预应力锚固系统”，跨中失效的问题，所以部分桥梁改为靠近墩的位置用“二次张拉低回缩钢绞线竖向预应力锚固系统”并不能解决竖向预应力问题。采用“二次张拉低回缩钢绞线竖向预应力锚固系统”并不能解决竖向预应力问题，实际上张拉的工人在没有监理旁站的情况下很难做到，每张拉一根均应进行测量，要求施工人员素质高，锚固长度是不相同的，其二次张拉的延伸量也均不相同，每张拉一根均应进行测量，每一根竖向预应力筋虽然采用二次张拉可以量化，但由于预应力混凝土土连体（刚构）箱梁桥为变截面，每一根竖向预应力筋定作用，但仍然无法从根本上解决桥梁建成后主拉应力超过规范规定的限值而产生斜裂缝的问题。

《04公路桥规》第6.3.3条规定将计算 σ_{con} 应力的公式乘以0.6的折减系数，用以克服竖向预应力筋失效率大、承压能力极不稳定的问题，从《04公路桥规》实施实践中发现，虽然将应力折减起到一定作用，但仍无法从根本上解决桥梁建成后主拉应力超过规范规定的限值而产生斜裂缝的问题。

由于锚手拧紧螺母，或采用二次张拉，由于没有事后检测张拉力的手段，人为因素依然影响很大。锚会出现在几乎失效的现象，竖向预应力筋就成了解脱。即使通过计算机确定拧紧螺母的扭矩不能在2000根以上），在张拉后依靠人工拧紧锚固螺母难以获得设计张拉力，一旦拧紧锚固螺母的扭矩不够。由于竖向预应力筋，张拉过程中延伸量相对纵向预应力筋要小得多，且数量众多（100米跨，一根应用力筋张拉力失效的原因是初张拉不到位引起的^[15-18]，这一结论也得到文献^[19, 20]测试结果的支持。对竖向预应力筋的各项损失进行测试（在底端锚下安装测力传感器）的专题分析研究证实：造成竖向预应力筋失效的主要原因是初张拉不到位引起的^[15-18]，这一结论也得到文献^[19, 20]测试结果的支持。

能够稳定的竖向承压应力是控制箱梁腹板裂纹的关键技术措施。甚至发现几乎没有效果的情况，由它引起的混凝土竖向预应力很可能达不到计算值”。显然在箱梁腹板设置应力筋将超过规范规定的限值，有可能出现斜裂缝。调查表明，竖向预应力筋一般施工质量不理想，克服主要拉应力起很大作用，计算分析表明，如果这些筋配筋有竖向预应力筋，在设计中它们对箱形截面连接处和连接刚构中出现不少有规律的斜裂缝，这些筋都配有竖向预应力筋，在设计中它们对应用力并没能完全防止腹板的开裂。竖向预应力筋的厉害报告也越来越多^[1-12]，这些情况表明，增加腹板竖向筋到设计目标的主要原因之一^[13, 14]。《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTGD62—2004）

（以下简称：《04公路桥规》）规范条文说明中的第6.3.3条也明确规定：“近年来新建的大跨径桥梁在施工过程中出现不少有规律的斜裂缝，这些筋都配有竖向预应力筋，在设计中它们对箱形截面连接处和连接刚构中出现不少有规律的斜裂缝，这些筋都配有竖向预应力筋，在设计中它们对应用力并没能完全防止腹板的开裂。竖向预应力筋的厉害报告也越来越多^[1-12]，这些情况表明，增加腹板竖向筋到设计目标的主要原因之一^[13, 14]。《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTGD62—2004）达到设计目标的主要原因之一^[13, 14]。《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTGD62—2004）

引言

本文说明 (资料性附录)

附录C

“**反应力混凝土桥梁检测仪向应变能张拉力检测方法与仪器**”是湖南科技大学及多个合作单位经过多年的研究，在大量理论分析和室内试验的基础上提出的^[21, 22, 23]，并获得了发明专利（ZL2008 1 0143752.8）。至目前已在广东省广深沿江高速公路、贵州省遵遵高速公路（贵州境）桥梁及部分段高边坡公路、湖南省郴宁高速公路、湖南省邵阳高速公路等 30 多座桥梁得到应用。为使设计、施工、检测等环节的技术能够准确、有效地应用该新技术，发挥其潜在的技术优势，特制定本技术规程。

C.0.2 本规程主要是依据反应力混凝土桥梁检测仪向应变能张拉力检测方法编制的，适用于反应力混凝土桥梁检测仪向应变能张拉力检测施工工程可参照执行。

C.0.3 本规程制定为依据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62—2004）设计的预应力桥梁面筋和连梁侧向构件梁桥外，还应满足其它相关的规定，除本规范声明的特殊要求外，其余要求与相关规范标准都是兼容的。

C.4.1 一般规定

C.4 测试技术

其它量具依照相应用的检定规程进行检定。

张拉力测试仪没有编制对应的检定规程，依照《动态信号分析仪检定规程》(JJG 834-1993)进行检定，加速度传感器依照《工作测振仪检定规程》(JJG676-2000)进行检定，百分表、测力传感器及

C.3.2 检定

张拉力测试仪在研制过程中采取了信号采集、频谱分析、计算分析于一体的便携式机体，通过多次现场与工业试验，技术上已成熟。同时张拉力测试仪属计量仪器，应在明显位置标明名称、型号、制造厂名、出厂编号等。张拉力测试仪的附件部分为计量器具，所以也同样需要标明名称、型号、制造厂名、出厂编号等。

C.3.1 技术要求

C.3 张拉力测试仪

本节符号按材料相关性能、作用和作用效应、几何参数、计算系数及其他几部分列出。这些符号的主体符号是按现行国家标准的规定采用的，当现行国家标准无统一规定时，则按习惯采用，本规程有部分特有符号是按便于区分和理解的原则来设置和采用的。

C.2.2 符号

通过试验可以获得动力特征系数与精轧螺纹钢张拉力关系曲线。动力特征系数与精轧螺纹钢张拉力变化量，将其刚度变化量化为无量纲的动力特征系数，每个无量纲的动力特征系数有其对应的张拉力，空间响应力随张拉力增加，螺母锁固段的刚度也会相应增加，通过测量其固有频率，计算其刚度系数曲线为单值函数。

C.2.1.9 动力特征系数

本节仅将本规范出现的、人们不常用的术语和本规范的专用术语列出。有关通用专业性的术语，没有编入。术语的解释：其中有部分是国际、国家公认的定义，但大部分（特别是本规范专用术语）则是根据性的涵义。

C.2.1 术语

C.2 术语、符号

只要与精轧螺纹钢张拉力相适应的螺母颈环相的类似结构均可参照本规范执行。

C.1 范围

图 C.4.3 湖南长湘高速公路防水大桥

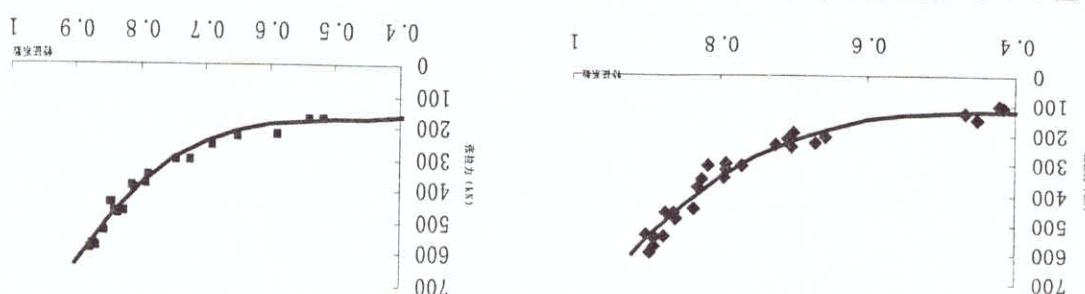
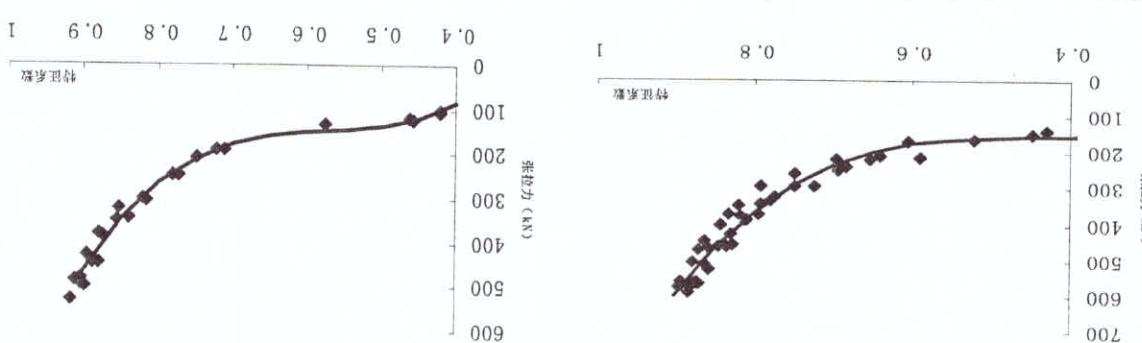


图 C.4.1 贵州榕江至都匀段高速公路倒江大桥



C.4.2.1 本条所列举的主要仪器操作程序，仪器使用说明书有更为详细的仪器操作步骤。动力特征系数与精轧螺纹钢拉力关系曲线在 30 多座桥梁进行的试验表明：对于同一工程、同一种规格锚具与梁向预应力筋具有相同的动力特征系数与精轧螺纹钢拉力关系曲线；对于不同工程的同一规格锚具与梁向预应力筋，其动力特征系数与精轧螺纹钢拉力关系曲线基本相同。图 C.4.1 至 C.4.6 给出的是本规程编写组试验的部分梁向预应力筋与精轧螺纹钢拉力关系曲线。图 C.4.7 为对 6 座桥的拟合曲线再拟合的动力特征系数与精轧螺纹钢拉力关系曲线的拟合方程式。图 C.4.7 为对 6 座桥的拟合曲线再拟合的动力特征系数与精轧螺纹钢拉力关系曲线（方程为： $y=567.43k^3-817.86k^2+397.78k-51.87$ ），图 C.4.7 表明，即使不做试验，对于同一规格的锚具和钢丝，其张拉力测试误差也可控制在±10%以内，在确定合格张拉力增加 50kN，可保证测试的张拉力只产生正误差。

C.4.2 张拉力测试

C.4.1.10 规程编写组在 30 多座桥梁进行的试验表明：通过试验获得动力特征系数与精轧螺纹钢拉力关系曲线，可以用三次多项式描述，在有效范围内是单值函数，理论上升同一规格的锚具与精轧螺纹钢是唯一的，但实际上存在一定的误差。试验表明，误差在±5%范围之内。

C.4.1.9 规程编写组专题研究表明：试验能量过大，容易造成仪器过载，太小不能击振梁向预应力的外露段，在 0.1J 左右较为合适。

C.4.1.8 规程编写组专题研究表明：在梁向预应力筋预张力装夹速度传感器，易获得清晰明显的振动信号，能够提高分析的精度，同时便于操作、测量和计算分析。

C.4.1.7 在进行梁向预应力力学分析时需要使用钢质外露长度的质量参数。

C.4.1.6 在进行梁向预应力力学分析时需要使用锚固螺母的高质量参数。

C.4.1.5 在进行梁向预应力力学分析时需要使用加速度传感器的质量参数。

C.4.1.4 在进行梁向预应力力学分析时需要使用锚固螺母的质量参数。

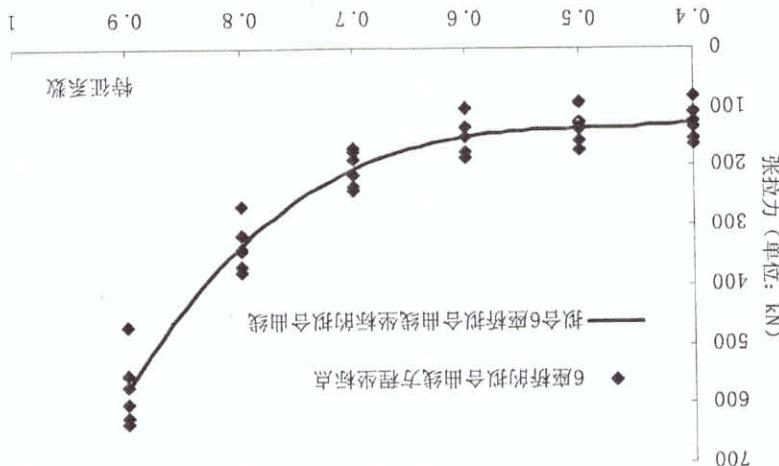
C.4.1.3 在进行梁向预应力力学分析时需要使用锚固螺母的质量参数。

销的回缩、螺母、销垫板的回缩值。

C.4.2.3 为了准确测量竖向预应力钢绞线在张拉锚固过程中的回缩损失，只安装在距锚固面0.5cm的位置能够准确测量竖向预应力钢绞线的回缩量，螺母、销垫板的回缩值。

C.4.2.2 在通过试验获得动刚度系数数与精轧螺纹钢张拉力关系曲线时，需按张拉力值分级对螺

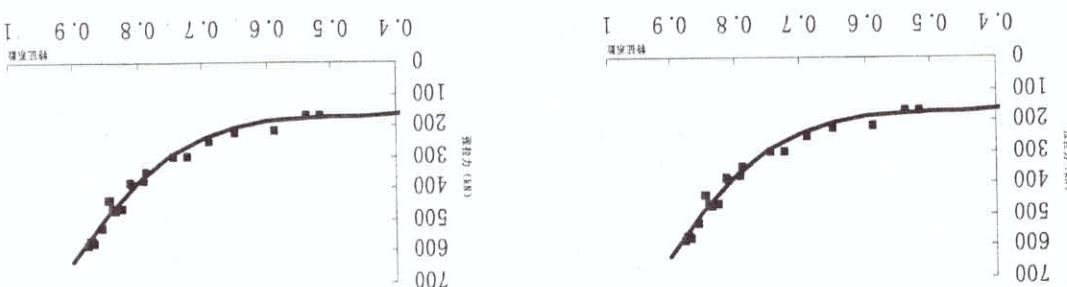
图C.4.7 不同桥梁的拟合曲线图



桥梁名称	最小二乘法拟合的方程(单位: 10kN)	均方差 (kN)	试验的数据
富源大桥	$y=414.57K^3-472.02K^2+154.5304K-2.11$	0.633898	5
湘江大桥	$y=686.64K^3-979.16K^2+457.06K-56.72$	0.360862	3
清水江大桥	$y=636.92K^3-935.06K^2+462.12K-59.61$	0.393026	5
沩水大桥	$y=310.80K^3-348.47K^2+125.29K-2.04$	0.513664	5
石鼓河大桥	$y=849.45K^3-1470.11K^2+858.59K-154.34$	0.306131	5
劍江大桥	$y=486.67K^3-663.77K^2+304.75K-31.49$	0.425428	7

表C.4.1 6座桥K-T曲线拟合方程

图C.4.5 湖南长湘高速公路湘江二期富源大桥



C.5.1 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》(JTG D62—2004) 第6.2条规定承压能力取设计值的0.6倍, 测试张拉力合资格标准是确保最终的竖向预应力要大于或等于设计值的0.6倍。查相关文献, 0.6取值依据并不充分。由于是张拉后测试, 测试的张拉力已不包括回缩损失和弹性压缩损失。标准编写组专题研究表明^[15, 19]: 封装螺母正常回缩损失和弹性压缩损失在15%以内, 所以测张拉力之设计张拉力 $\times 0.85$ 。

C.5 竖向预应力筋张拉力合资格标准

C.4.2.5 测量回缩量后, 输入相关参数, 其操作步骤与前面的测试技术说明相同。拧紧螺母的扭矩所产生的竖向预应力与张拉张力相等, 其操作步骤与前面的测试技术说明相同。拧紧螺母时, 从面传感器上所显示的轴力值逐渐减小, 同时千斤顶的油压表读数会相应减小。将千斤顶放松, 测量张拉力并卸荷, 可获得相对应的张拉力特性和张拉力、锚固力, 共有5个点。重复三次可获得15个点, 采用最小二乘法计算张拉力特性和张拉力关系数曲线的4个参数。本规程编写组在多次试验表明: 只要对三根竖向预应力筋进行试验, 即可经获得误差在±5%以内的张拉力特性和张拉力关系数曲线。

C.4.2.4 为测量预应力筋在张拉锚固过程中回缩量的步骤, 在之前对拧紧螺母产生的附加力可以使用系数表读数减小3%左右。规程编写组研究表明: 拧紧螺母(按2个工人)需1200N, 其扭矩产生的附加力没有量化的定义,