 T/CECS XXX—XXXX

**中国工程建设标准化协会标准**

**钢筋重量偏差机器视觉法检测标准**

Detection standard for machine vision inspection of steel bar weight deviation

**（征求意见稿）**

中国xx出版社

**中国工程建设标准化协会标准**

**钢筋重量偏差机器视觉法检测标准**

Detection standard for machine vision inspection of steel bar weight deviation

**(征求意见稿)**

**T/CECS xxx—XXXX**

主编单位：苏州市建筑科学研究院集团股份有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20xx年xx月x日

中国xx出版社

2024年 北 京

**前 言**

《钢筋重量偏差机器视觉法检测标准》（以下简称“规程”）根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2023] 50号）文件要求，规程编制组经深入调查研究，认真总结工程实践经验，在参考国内外成熟科研成果的基础上，制定本规程。

本规程共分10章和2个附录，主要内容包括：总则、术语、符号和缩略语、基本规定、钢筋图像获取、成像系统参数、钢筋长度测量、钢筋总重量测量、钢筋重量偏差计算、系统数据分析、钢筋重量偏差结果保存。

本规程由中国工程建设标准化协会建材分会归口管理，由苏州市建筑科学研究院集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，规程的发布机构不承担识别专利的责任。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给苏州市建筑科学研究院集团股份有限公司（地址：苏州市吴中区横泾街道北官渡路82号，邮编：215103，邮箱：szjkjt@chinajyy.net）。

**主编单位：**苏州市建筑科学研究院集团股份有限公司

**参编单位：**

**主要起草人：**

**主要审查人：**

## 目 次

[1 总则 1](#_Toc176272583)

[2 术语、符号和缩略语 2](#_Toc176272584)

[2.1 术语 2](#_Toc176272585)

[2.2 符号 4](#_Toc176272586)

[2.3 缩略语 5](#_Toc176272587)

[3 基本规定 6](#_Toc176272588)

[4 钢筋图像获取 8](#_Toc176272589)

[4.1 一般规定 8](#_Toc176272590)

[4.2 相机要求 8](#_Toc176272591)

[4.3 镜头要求 9](#_Toc176272592)

[4.4 光源要求 9](#_Toc176272593)

[4.5 背景板要求 10](#_Toc176272594)

[4.6 成像要求 10](#_Toc176272595)

[5 成像系统参数 11](#_Toc176272596)

[5.1 相机参数 11](#_Toc176272597)

[5.2 投影校正 11](#_Toc176272598)

[5.3 像素当量 12](#_Toc176272599)

[6 钢筋长度测量 14](#_Toc176272600)

[6.1 一般规定 14](#_Toc176272601)

[6.2 钢筋图像提取 14](#_Toc176272602)

[6.3 钢筋长度计算 15](#_Toc176272603)

[7 钢筋总重量测量 17](#_Toc176272604)

[8 钢筋重量偏差计算 19](#_Toc176272605)

[9 系统数据分析 21](#_Toc176272606)

[10 钢筋重量偏差结果保存 24](#_Toc176272607)

[附录A 系统数据分析表 25](#_Toc176272608)

[附录B 原始记录表 26](#_Toc176272609)

[用词说明 27](#_Toc176272610)

[引用标准名录 28](#_Toc176272611)

Contents

1 General provisions 1

2 Terms、symbols and abbreviations 2

2.1 Terms2

2.2 Symbols4

2.3 Abbreviations 5

3 Basic requirements 6

4 Digital image acquisition 8

4.1 General requirements 8

4.2 Camera requirements8

4.3 Lens requirements 9

4.4 Light requirements 9

4.5 Backboard requirements10

4.6 Imaging requirements 10

5 Imaging system parameters11

5.1 Camera parameter 11

5.2 Projection correction 11

5.3 Pixel equivalent calculation12

6 Measurement of steel bar length14

6.1 General requirements 14

6.2 Steel bar image acquisition 14

 6.3 Steel bar length measure 15

7 Total weight of steel bar 17

8 Calculation of weight deviation of steel bar19

9 System data analysis 21

10 Results record 24

Appendix A System data analysis table 25

Appendix B Original record table 26

Explanation of wording 27

List of quoted standards28

# 1 总则

**1.0.1** 为规范钢筋重量偏差机器视觉法检测技术的应用，做到技术先进、数据可靠、安全适用、经济合理，制定本规程。

【条文说明】**1.0.1** 钢筋是建筑工程材料中的重要一项，重量偏差是钢筋的重要技术指标之一。通过钢筋重量偏差检测，可以及时发现“瘦身钢筋”，避免“瘦身钢筋”使用到工程建设中，确保建设工程质量和安全。目前实验室中主要用钢尺测量每一根钢筋的长度，用最小分度值为2g的电子秤测量钢筋的总重量，再计算钢筋的重量偏差。测量过程费事、费力，且结果具有一定的主观性。

近年来，机器视觉作为人工智能的一个重要分支，以其非接触、高精度、方便快捷等优点，已经成功应用于结构表面裂缝检测、结构与构件的尺寸与变形测量、桥梁结构动静态位移测量以及实验室环境的应变测量等领域，应用效果良好。它使用视觉模块，包括工业相机、工业镜头、光源及相关软件算法实现视觉测量功能，其测量结果精度高、速度快，且能够完全替代人工，同时能留存每一个样品的测量过程中的影像记录，自动生成报表，也能够和现有的报表系统对接。本规程围绕总则、术语、符号和缩略语、基本规定、钢筋图像获取、成像系统参数、钢筋长度测量、钢筋总重量测量、钢筋重量偏差计算、系统数据分析、钢筋重量偏差结果保存进行描述。

**1.0.2** 本规程适用于机器视觉法检测钢筋重量偏差。

**1.0.3** 钢筋重量偏差机器视觉法检测除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准及中国建设工程标准化协会现行标准的规定。

# 2 术语、符号和缩略语

## 2.1 术语

1. 钢筋重量偏差机器视觉法检测 machine vision inspection of steel bar weight deviation

利用成像设备获取钢筋的数字图像数据后，经过数字图像处理，对钢筋的长度指标进行测量，利用电子秤获取钢筋总重量后计算钢筋重量偏差，并和标准重量偏差进行比较后判定钢筋是否合格的检测方法。

1. 数字图像 digital image

由模拟图像数字化得到的、以像素为基本元素的、可以用数字计算机或数字电路存储和处理的图像。

1. 成像设备 imaging device

由成像元件、镜头等部件组成的满足薄透镜成像原理的设备。

1. 分辨率 resolution

图像系统可以测到的受检物体上的最小可分辨特征尺寸。

1. 感光元件 photosensitive element

将光信号转化成电信号装置。

1. 视场 field of view

指观测物体的可视范围，也就是充满相机采集芯片的物体部分。

1. 景深 depth of view

物体离最佳焦距点较近或较远时，镜头保持分辨率的能力。

1. 成像系统标定 imaging system calibration

成像系统标定是求解成像系统中三维几何位置与其在图像中对应点之间的相互关系的过程。

1. 像素当量 pixel equivalent

像素与物理尺寸的比例关系，即每个像素代表的实际物理尺寸。

1. 公差带 tolerance zone

最大、最小极限尺寸限定的区域。最大极限尺寸为基本尺寸加上偏差，最小极限尺寸为基本尺寸加下偏差。

1. 工作距离 work distance

镜头的最下端到景物之间的距离。

1. 蓝牙 Bluetooth

一种无线技术标准，可实现固定设备、移动设备和楼宇个人域网之间的短距离数据交换。

1. [重复性](https://baike.baidu.com/item/%E9%87%8D%E5%A4%8D%E6%80%A7/9226009?fromModule=lemma_inlink) Repeatability

相同[测量程序](https://baike.baidu.com/item/%E6%B5%8B%E9%87%8F%E7%A8%8B%E5%BA%8F/4491634?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)、相同操作者、相同[测量设备](https://baike.baidu.com/item/%E6%B5%8B%E9%87%8F%E8%AE%BE%E5%A4%87/1089238?fromModule=lemma_inlink)、相同[操作条件](https://baike.baidu.com/item/%E6%93%8D%E4%BD%9C%E6%9D%A1%E4%BB%B6/12724201?fromModule=lemma_inlink)和相同地点，并在短时间内对同一或相类似被测对象[重复测量](https://baike.baidu.com/item/%E9%87%8D%E5%A4%8D%E6%B5%8B%E9%87%8F/19132182?fromModule=lemma_inlink)的一组测量条件下，对同一或类似被测对象重复测量所得[示值](https://baike.baidu.com/item/%E7%A4%BA%E5%80%BC/3052441?fromModule=lemma_inlink)或测得值间的一致程度。

1. 再现性 Reproducibility

在不同地点、不同操作者、不同测量设备，对同一或相类似被测对象重复测量的一组测量条件下，在[规定条件](https://baike.baidu.com/item/%E8%A7%84%E5%AE%9A%E6%9D%A1%E4%BB%B6/22290468?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)下，对同一或类似被测对象重复测量所得示值或测得值间的一致程度。

## 2.2 符号

*D* ——视野长；

*G* ——相机传感器短边尺寸；

*H* ——相机高度，相机的成像面到测量面板的距离。

*L* ——钢筋实际长度；

*N* ——视野内成像数；

*P* ——像素当量；

*T* ——公差；

*V* ——相机运动速度；

*W* ——相机短边的视野范围；

*WD* ——工作距离；

*d* ——被测物的像素直径；

*f* ——焦距；

*max*——一组数据中的最大值；

*min* ——一组数据中的最小值；

*Repe*——重复性；

*Repr*——再现性

*Fr*——帧率；

*L0* ——被测物经过投影校正后的实际像素长度；

*L1* ——被测物的像素长度；

——所有操作员对每个标准样测量值极差的平均值的平均值；

——同一个操作员对所有样品的测量结果的极差的平均值。

——第*i*个操作员对第*j*个标准样的测量结果的极差；

——不同的操作员的测量数据的平均值的极差；

——第个操作员对每个标准样测量结果的平均值；

——第*i*个操作员对第*j*个标准样第1次测量的结果；

——第*i*个操作员对第*j*个标准样第2次测量的结果；

——第*i*个操作员对第*j*个标准样第3次测量的结果；

## 2.3 缩略语

**2.3.1** RH Relative Humidity 相对湿度

**2.3.2** GRR Goodness of Repeatability and Reproducibility 标准样对公差的数据重复性和再现性

**2.3.3** CMOS Complementary Metal Oxide Semiconductor 互补金属氧化物半导体

**2.3.4** CCD Charge Coupled Device 电荷耦合器件

**2.3.5** USB Universal Serial Bus 通用串行总线

**2.3.6**  C C-mount C型接口

**2.3.7** CS CS-mount CS型接口

**2.3.8** F F-mount F型接口

# 3 基本规定

**3.0.1** 钢筋重量偏差机器视觉法检测技术中的钢筋重量偏差指标检测应包括热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋、钢筋焊接网、钢筋混凝土用余热处理钢筋、[冷轧带肋钢筋](https://baike.baidu.com/item/%E5%86%B7%E8%BD%A7%E5%B8%A6%E8%82%8B%E9%92%A2%E7%AD%8B/5358424?fromModule=lemma_inlink)、高延性冷轧带肋钢筋。

**3.0.2** 钢筋重量偏差机器视觉法检测技术适用于钢筋重量偏差机器视觉法检测，应包括直钢筋、弯曲钢筋及钢筋焊接网的重量偏差检测。

**3.0.3** 钢筋重量偏差中的长度检测使用机器视觉法。

**3.0.4** 使用机器视觉法检测钢筋重量偏差时，钢筋样品应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB1499.1、现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2、现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB1499.3、现行国家标准《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014、现行国家标准《[冷轧带肋钢筋](https://baike.baidu.com/item/%E5%86%B7%E8%BD%A7%E5%B8%A6%E8%82%8B%E9%92%A2%E7%AD%8B/5358424?fromModule=lemma_inlink)》GB13788和中华人民共和国黑色冶金行业推荐性标准《高延性冷轧带肋钢筋》YB/T 4260中的规定。

**3.0.5** 钢筋长度参数、钢筋总重量参数应同时获取。

**3.0.6** 根据钢筋的公称直径制作标准样，标准样的直径包括6mm、8mm、10mm、12mm、14mm、16mm、18mm、20mm、22mm、25mm、28mm、32mm、36mm、40mm、50mm。

**3.0.7**  标准样的长度范围为375mm~620mm，精度为0.1mm。

**3.0.8** 标准样的直径、长度、重量及允许偏差应符合表3.0.8中的规定。

表3.0.8 标准样的尺寸、重量及允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 直径（mm） | 长度（mm） | 重量（kg） |
| 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 允许偏差（%） |
| 6 | 375 | 620 | 0.083 | 0.138 | ±6.0 |
| 8 | 375 | 620 | 0.148 | 0.245 | ±6.0 |
| 10 | 375 | 620 | 0.231 | 0.383 | ±6.0 |
| 12 | 375 | 620 | 0.333 | 0.550 | ±6.0 |
| 14 | 375 | 620 | 0.453 | 0.750 | ±5.0 |
| 16 | 375 | 620 | 0.593 | 0.980 | ±5.0 |
| 18 | 375 | 620 | 0.750 | 1.240 | ±5.0 |
| 20 | 375 | 620 | 0.926 | 1.531 | ±5.0 |
| 22 | 375 | 620 | 1.118 | 1.848 | ±4.0 |
| 25 | 375 | 620 | 1.444 | 2.387 | ±4.0 |

续表3.0.8 标准样的尺寸、重量及允许偏差

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 28 | 375 | 620 | 1.811 | 2.995 | ±4.0 |
| 32 | 375 | 620 | 2.366 | 3.912 | ±4.0 |
| 36 | 375 | 620 | 2.996 | 4.954 | ±4.0 |
| 40 | 375 | 620 | 3.701 | 6.1169 | ±4.0 |
| 50 | 375 | 620 | 5.783 | 9.560 | ±4.0 |

**3.0.9** 标准样应经计量单位计量确认合格，其分辨力应至少能直接读取被测特性预期过程变差或公差的1/10。

**3.0.10** 标准样的直径、长度、重量、限期使用日期宜以标签、激光打标、喷码的方式标识。【条文说明】**3.0.10** 标识要清晰可见、端正和正确，便于校准及比对实验使用，使用标签时建议选用不易损坏的材料。

**3.0.11** 标准样应具耐磨及防腐性、热膨胀系数低、不易变形。

**3.0.12**  标准样应定期更换，更换周期宜为一年。

**3.0.13** 对标准样的精确度应进行定期跟踪、分析，并建立相应的档案，对于未到定期更换年限，但标准样已超过标准误差的，亦应及时更换。

**3.0.14** 测量时实验室温度应为（23±5）℃，湿度为（65±15）%RH。

# 4 钢筋图像获取

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 成像设备应包括相机、镜头、光源等，应根据钢筋试样的特征和检测要求选择。

**4.1.2** 灰度图像位深不应小于8bit；彩色图像位深宜为12bit，且不应小于8bit，饱和度等级不应小于10级。

**4.1.3** 图像对比度应适中、色调一致，不失真、不偏色，无伤痕和污迹。

**4.1.4** 采集图像数据时宜采用无压缩格式。

## 4.2 相机要求

**4.2.1** 相机宜使用芯片为CMOS/CCD，数据传输模式为USB、高速图像数据传输协议（Camera Link）、千兆以太网（Gige）、串行通信协议（1394a/1394b）、非对称的高速点对点串行通信数字接口（CoaXPress）等，颜色为彩色、黑白，接口为C、CS或F的卷帘快门工业相机。

【条文说明】**4.2.1** 工业相机性能稳定、可连续工作时间长、快门时间短，相较于普通相机而言畸变小。

**4.2.2** 使用单张图像获取钢筋图像时，相机的最小视场宜为620mm\*620mm。

【条文说明】**4.2.2** 现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB1499.1、现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2、现行国家标准《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014中规定钢筋试样数量不少于5根、试样长度不少于500mm。现行国家标准《[冷轧带肋钢筋](https://baike.baidu.com/item/%E5%86%B7%E8%BD%A7%E5%B8%A6%E8%82%8B%E9%92%A2%E7%AD%8B/5358424?fromModule=lemma_inlink)》GB13788、中华人民共和国黑色冶金行业推荐性标准《高延性冷轧带肋钢筋》YB/T 4260中规定钢筋试样长度应不小于500mm。国家现行标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB1499.3中规定钢筋试样应不小于600mm\*600mm。

**4.2.3** 使用单张图像获取钢筋图像时，相机分辨率应高于961万，像素当量应小于0.2mm/pixel。

【条文说明】**4.2.3** 现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB1499.1、现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2、现行国家标准《[冷轧带肋钢筋](https://baike.baidu.com/item/%E5%86%B7%E8%BD%A7%E5%B8%A6%E8%82%8B%E9%92%A2%E7%AD%8B/5358424?fromModule=lemma_inlink)》GB13788、现行国家标准《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014、中华人民共和国黑色冶金行业推荐性标准《高延性冷轧带肋钢筋》YB/T 4260中规定钢筋长度应精确到1mm。现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB1499.3中规定钢筋长度的测量精度至少应为±0.5%，以最小试样600mm\*600mm计算，测量精度为3mm。测量精度要大于1mm，测量尺寸公差为±1mm，公差带为2mm。根据测量系统分析的主要指标的接受标准，GRR小于公差10%，测量系统被认为是可接受的，测量精度要小于0.2mm。以最小视场620mm\*620mm计算，相机分辨率要大于961万像素。

**4.2.4** 使用拼接图像拍摄钢筋图像时，应符合下列规定：

1 使用单个相机时，应保证相机运动过程稳定，拍摄时相机静止，图像无拖影；

2 使用多个相机时，应保证多个相机安装在稳定的平台上，每幅图像覆盖整个视野的一部分；

3 可在视野内使用参照物进行图像拼接，也可使用机械定位的方法进行图像拼接；

4 多幅图像之间应存在交叠区域保证在拼接图像中没有缝隙，交叠区域应无明显色彩差异；

5 每幅图像的像素当量应小于0.2mm/pixel。

**4.2.5**  运动中拍摄钢筋图像时，相机的帧率*Fr*应按下式计算：

 （4.2.5）

式中： *V*——相机运动速度（m/s）；

*D*——视野长(m)；

*N*——视野内成像数；

*Fr*——帧率(1/s)。

## 4.3 镜头要求

**4.3.1** 工业镜头的接口型号应根据相机的接口型号选择。

【条文说明】**4.3.1** 工业镜头相比于普通镜头而言有着清晰度高、畸变低、耐用性和防护性能高等优点。一般来说，不同接口类型的相机和镜头不兼容，但是CS接口的工业相机加装5mm的转接环后可以兼容C接口镜头。

**4.3.2** 镜头所能兼容的靶面应大于相机的靶面。

**4.3.2** 镜头的景深应满足测量最小规格至最大规格的钢筋时都可以清晰成像要求。

**4.3.3** 工作距离应根据相机传感器尺寸、镜头焦距、相机视野范围计算确定。工作距离应按下式计算：

  （4.3.3）

式中： ——工作距离（mm）；

——相机短边的视野范围（mm）；

——焦距（mm）；

——相机传感器短边尺寸（mm）。

## 4.4 光源要求

**4.4.1 ·**光源宜采用自然光或外接光源的方式，外接光源时宜选择LED光源，采用背光或表面光的打光方式。

【条文说明】 **4.4.1** 背光是指待检测物体在光源和相机之间，图像中呈现的是待检物体的轮廓，常用在尺寸检测、位置检测、孔和间隙等检测中。表面光是指相机和光源在同一侧，常用在表面缺陷、划痕、字符识别等检测中。

**4.4.2** 使用背光源时，光照应均匀，钢筋边缘应清晰、无阴影，钢筋图像边缘过渡像素应控制在3个像素以内。

**4.4.3**  使用表面光源时，应根据背景板和钢筋的颜色选择光源，做到钢筋和背景板易分离，前景和背景的灰度差应大于30，钢筋图像边缘过渡像素应控制在5个以内，背景板应不反光。

## 4.5 背景板要求

**4.5.1** 使用表面光源获取钢筋图像时，钢筋宜放置在背景板上，背景板的材质应不易变形、不反光、易清洗，应结实、耐用。

**4.5.2** 背景板的颜色应均匀，在图像中背景板和钢筋的对比度应大于30。

## 4.6 成像要求

**4.6.1** 图像中的钢筋应清晰可辨，钢筋长度方向像素点个数应满足长度计算的要求。

**4.6.2** 图像宜垂直于钢筋表面、正视角拍摄，倾斜拍摄时，应经过几何变形校正。

**4.6.3** 钢筋图像宜采用固定机位相机拍摄。

**4.6.4**  图像有脏污时，脏污不应与钢筋粘连，影响钢筋图像提取。

# 5 成像系统参数

## 5.1 相机参数

**5.1.1** 相机参数是描述三维几何空间向二维图像空间映射的矩阵，应通过成像系统标定得到。

【条文说明】 **5.1.1** 系统标定能校正镜头畸变，确定物理尺寸和像素间的换算关系。相机参数包括内参矩阵、外参矩阵及畸变系数。

**5.1.2** 标定板的尺寸和材质应根据使用的标定算法、视野大小选择。

【条文说明】**5.1.2**  目前主流的标定板类型有棋盘格标定板、圆点标定板等。一般来说标定板大小在视野的1/4-1/3之间。

**5.1.3** 成像系统标定应选用合适的标定算法。

【条文说明】**5.1.3** 镜头的光学结构和成像特点导致镜头在成像时会产生形变，称为镜头畸变。相机标定可减弱畸变影响。

**5.1.4**  标定完成后成像系统的焦距、光圈，相机的位置、测量面板的位置应保持不变。

**5.1.5** 相机参数宜以电子文档的形式保存。

**5.1.6** 标定周期宜为每月一次，有下列情况发生时，应对成像系统标定：

1 成像系统首次使用时；

2 成像环境发生变化，如成像系统中的某一部件如相机、镜头、测量面板经过移动或维修；

3 测量过程中发现异常数值，经分析是成像系统导致。

## 5.2 投影校正

**5.2.1** 由成像面与标定平面不在同一个高度引起的透视误差应由下式进行投影校正：

 （5.2.1）

式中： H ——相机高度（mm）；

——被测物经过校正后的实际像素长度（pixel）；

——被测物的像素长度（pixel）；

d ——被测物的像素直径（mm）。

【条文说明**】5.2.1** 如图1所示，由于在成像过程中，被测物如钢筋、标准样等本身存在厚度，被测物所在的成像面与标定平面不在同一个高度，在三维空间转为二维平面信息的平面过程中，光轴方向的深度信息会被压缩，形成了近大远小的透视误差。即成像面钢筋轮廓的像素尺寸大于标定平面上钢筋轮廓的像素尺寸。

在实际计算中发现，即使不进行误差补偿，钢筋直径的测量误差在1mm之内，因此公式（5.2.1）中的钢筋直径为实际测得的像素直径。



图1 钢筋成像光路示意图

**5.2.2** 标准样和钢筋的长度参数测量时的透视误差应通过式（5.2.1）校正，应按下列流程进行：

 1 获取被测物如标准样、钢筋的图像；

 2 提取被测物的像素区域，计算被测物的像素长度、像素直径d；

 3 通过公式（5.2.1）及参数相机高度H、像素长度、像素直径计算被测物的实际像素长度。

## 5.3 像素当量

**5.3.1** 将本规程第3.0.6节中规定的不同尺寸的标准样放置在测量面板的不同位置上拍摄标准样图像，不同尺寸、不同位置上的标准样图像应不少于10张，使用本规程第5.1节中保存的标定参数对图像进行校正，得到无畸变图像。

**5.3.2**  提取无畸变图像中的标准样区域，计算标准样的像素长度，像素长度应按本规程第5.2节规定的经投影校正后得到实际像素长度，像素当量可按下式计算：

 （5.3.2）

式中： *L*0——钢筋像素长度（pixel）；

*L*——钢筋实际长度(mm)；

*P*——像素当量(mm/pixel)。

**5.3.3** 像素当量可根据工作距离、镜头焦距以及感光元件尺寸大小直接计算。

**5.3.4** 像素当量通过本规程第**5.3.2**节中的方式计算时，应对多组像素当量取平均值后计算系统的整体像素当量。

**5.3.5** 像素当量宜以电子文档的形式保存。

**5.3.6** 像素当量计算宜为每月一次，有下列情况发生时，应重新计算像素当量：

1 成像系统首次使用时；

2 成像环境发生变化，如成像系统中的某一部件如相机、镜头、测量面板经过移动或维修；

3 测量过程中发现异常数值，经分析是成像系统导致；

4 成像环境重新标定时。

# 6 钢筋长度测量

## 6.1 一般规定

**6.1.1**  钢筋长度尺寸应包括热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋、钢筋焊接网、钢筋混凝土用余热处理钢筋、[冷轧带肋钢筋](https://baike.baidu.com/item/%E5%86%B7%E8%BD%A7%E5%B8%A6%E8%82%8B%E9%92%A2%E7%AD%8B/5358424?fromModule=lemma_inlink)、高延性冷轧带肋钢筋。测量精度应符合国家现行标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB1499.1、《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2、《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB1499.3、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014、《冷轧带肋钢筋》GB13788和中华人民共和国黑色冶金行业推荐性标准《高延性冷轧带肋钢筋》YB/T 4260中的规定。

**6.1.2** 钢筋长度尺寸应包括直钢筋、弯曲钢筋及钢筋焊接网。

**6.1.3** 钢筋长度尺寸包括单根钢筋的长度及所有钢筋的总长度。

**6.1.4** 每次使用前应使用本规程中第3.0.6节中制作的5个不同直径的标准样进行测量，做数据比对实验。将标准样分别放置在视野的不同位置测量，记录每次测量结果。实际测量结果和标准结果的误差应在±0.5mm以内，此时成像系统视为合格，否则应重新标定。

**6.1.5** 有下列情况发生时，应对设备进行长度校准：

1 设备首次使用时；

2 设备中的某一部件如相机、镜头经过移动或维修时；

3 本规程第6.1.4节中的数据比对实验误差超过±0.5mm时，应对设备进行长度校准。

**6.1.6**  长度校准宜通过有资质的计量机构使用本规程第**3.0.6**节中的标准样通过值传递的方法进行。

**6.1.7** 校准证书中应标明测量范围、不确定度或准确度等级或最大允许误差，校准证书应妥善保存。

**6.1.8** 校准周期宜为12个月。

## 6.2 钢筋图像提取

**6.2.1**  钢筋图像应使用本规程第**5.1**节中保存的成像系统的相机参数进行校正，获得无畸变图像。

**6.2.2** 选用合适的图像预处理技术包括色彩调整、降噪与增强等对无畸变图像进行预处理，以能将钢筋分割出来为最佳，处理后的钢筋细节应完整，图像像素偏移不应大于0.5像素，图像主点位移不应大于0.1像素。对于干扰小、无脏污的图像可不进行预处理。

**6.2.3** 钢筋提取应包括图像中钢筋的提取及背景区域的排除。

【条文说明】**6.2.3** 图像中钢筋的提取是指使用阈值分割、形态学操作、深度学习等数字图像处理方法，操作过程同时对钢筋以外的背景区域进行排除。上述方法均为可自动化处理的计算机程序。若自动化程序对钢筋提取的效果不好，可采用人机交互的方法，通过鼠标点选、框选等操作进行辅助处理。

## 6.3 钢筋长度计算

**6.3.1** 钢筋长度计算算法宜能自动识别直钢筋、弯曲钢筋、光圆钢筋、带肋钢筋及钢筋焊接网。

**6.3.2** 对于直钢筋的长度，宜通过钢筋骨架线的长度、在钢筋的两端生成测量对计算测量对之间的距离、通过钢筋最小外接矩形的长等方法计算。

【条文说明**】6.3.2** 长度单位为像素。

**6.3.3** 对于弯曲热轧圆钢筋的长度应为两边轮廓线的中线的长度。

**6.3.4** 对于弯曲热轧带肋钢筋的长度计算应符合下列规定：

1 钢筋轮廓应为两边轮廓线的中线的长度；

2 提取轮廓线时应尽可能的减少肋轮廓对钢筋轮廓的影响；

3 钢筋的测量路径应在原始图像中标出。

【条文说明】**6.3.4** 热轧带肋钢筋的长度轮廓提取示意图如图2所示。提取两边沿纵肋方向的轮廓后求出两条轮廓的中线。

****

1——测量路径；2——边轮廓

图2 热轧带肋钢筋的长度轮廓提取示意图

**6.3.5** 单根钢筋的长度应逐根计算，总长度应为单根钢筋的长度之和。

**6.3.6** 钢筋的实际长度应按照下式计算：

 （6.3.6）

式中：*L*0——钢筋像素长度（pixel）；

*L*1——钢筋实际长度(mm)；

*P* ——像素当量(mm/pixel)；

**6.3.7** 由钢筋的成像面与标定平面不在同一个高度引起的透视误差应由下式进行校正。

 （6.3.7）

式中： H——相机高度（mm）；

——钢筋的实际像素长度（pixel）；

——钢筋沿光轴在标定平面上的投影（pixel）；

d——实际测得的像素直径（mm）。

**6.3.8** 钢筋试样的长度参数计算应按下列流程进行：

1 将钢筋试样放置在测量区域；

2 获取钢筋试样的图像；

3 对图像预处理后使用本规程第5.1节保存的相机参数进行校正；

4 提取每一根钢筋试样的轮廓，计算每一根钢筋的像素长度；

5 对每一根钢筋试样的像素长度使用本规程第5.2节中的投影校正得到每一根钢筋的实际像素长度；

6 使用公式（6.3.6）将每根钢筋的实际像素长度转换为实际长度；

7 计算钢筋试样总长度并保存。

# 7 钢筋总重量测量

**7.0.1** 钢筋试样总重量宜通过称重平台获取，称重平台中的称重设备宜使用电子秤，方便同时获取重量信息与图像信息。

**7.0.2** 各钢筋类型采用的电子秤准确度等级应等于或高于表7.0.2中的规定。

表7.0.2 电子秤准确度等级对应表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢筋类型 | 标准类型 | 标准编号 | 测量精度 | 电子秤准确度等级 |
| 热轧光圆钢筋 | 国家标准 | GB/T 1499.1 | 不大于总重量的1% | 中（Ⅲ） |
| 热轧带肋钢筋 | 国家标准 | GB/T 1499.2 | 不大于总重量的1% | 中（Ⅲ） |
| 钢筋焊接网 | 国家标准 | GB/T 1499.3 | 至少应为±5% | 中（Ⅲ） |
| 钢筋混凝土用余热处理钢筋 | 国家标准 | GB 13014 | 不大于总重量的1% | 普（Ⅳ） |
| [冷轧带肋钢筋](https://baike.baidu.com/item/%E5%86%B7%E8%BD%A7%E5%B8%A6%E8%82%8B%E9%92%A2%E7%AD%8B/5358424?fromModule=lemma_inlink) | 国家标准 | GB/T 13788 | 应精确到1g | 高（Ⅱ） |
| 高延性冷轧带肋钢筋 | 行业推荐 | YB/T 4260 | 应精确到1g | 高（Ⅱ） |

【条文说明】**7.0.2** 现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB1499.1中规定测量试样总重量时，应精确到不大于总重量的1%。热轧光圆钢筋的最小公称直径为6mm，其理论重量为0.222kg/m，试样总重量精确到的值为5.55g，电子秤的检定分度值应小于5.55g，应选用准确度等级大于中Ⅲ的电子秤。

现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2中规定测量试样总重量时，应精确到不大于总重量的1%。热轧带肋钢筋的最小公称直径为6mm，其理论重量为0.222kg/m，试样总重量精确到的值为5.55g，电子秤的检定分度值应小于5.55g，应选用准确度等级大于中Ⅲ的电子秤。

现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB1499.3中规定钢筋焊接网应采用符合GB/T 13788规定的CRB550冷轧带肋钢筋、 CRB600H高延性冷轧带肋钢筋和符合GB/T 1499.1规定的热轧光圆钢筋、GB/T1499.2规定的热轧带肋钢筋，应采用公称直径为5mm~18mm的钢筋。以公称直径为5mm的CRB550冷轧带肋钢筋计算，其标准重量为0.154kg/m，焊接网的试样总长度应不小于600mm\*600mm，其总重量不小于0.1848kg，精确到5%，即为9.24g，电子秤的检定分度值应小于9.24g，应选用准确度等级大于中Ⅲ的电子秤。

现行国家标准《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014中规定测量钢筋总重量时，应精确到不大于总重量的1%。钢筋的最小公称直径为8mm，其理论重量为0.395kg/m，试样总重量精确到的值为9.875g，电子秤的检定分度值应小于9.875g，即应选用准确度等级大于中Ⅲ的电子秤。

现行国家标准《[冷轧带肋钢筋](https://baike.baidu.com/item/%E5%86%B7%E8%BD%A7%E5%B8%A6%E8%82%8B%E9%92%A2%E7%AD%8B/5358424?fromModule=lemma_inlink)》GB13788 中规定重量测定应精确到1g，电子秤的检定分度值应小于1g，即应选择准确定等级大于高Ⅱ的电子秤。

中华人民共和国黑色冶金行业推荐性标准《高延性冷轧带肋钢筋》YB/T 4260中规定重量测定应精确到1g，电子秤的检定分度值应小于1g，即应选择准确度等级高Ⅱ的电子秤。

**7.0.3** 电子秤应使用标准的通信协议。

**7.0.4** 每次测量前应使用本规程第3.0.6节中的5个不同规格的标准样或标准砝码分别放置在称重平台上测量，单个标准样或砝码应放置在测量区域的中心位置，多个标准样或砝码应均匀分布在测量区域内，记录每次测量重量，实际测量重量和标准重量的误差应在±1g以内，此时称重平台视为合格，否则应重新校准。

**7.0.5** 有下列情况发生时，应对设备进行重量校准：

1 设备首次使用时；

2 设备中的电子秤发生维修或更换时；

3 本规程7.0.4中的数据比对实验误差超过±1g时，应对设备进行重量校准。

**7.0.6** 重量校准应由有资质的计量单位进行，校准检定证书应妥善保存。

**7.0.7** 校准证书中应标明测量范围、不确定度或准确度等级或最大允许误差。

**7.0.8** 校准周期宜为12个月。

**7.0.9** 称重平台应保持水平、使用环境稳定，定期校准、清洁。

**7.0.10**  钢筋试样的总重量计算应按下列流程进行：

1 将钢筋试样放置在测量区域；

2 等待电子秤示数稳定后，读取电子秤的读数并保存。

# 8 钢筋重量偏差计算

**8.0.1** 热轧光圆钢筋的重量偏差计算应符合国家现行标准 《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》 GB1499.1中的规定，热轧带肋钢筋的重量偏差计算应符合国家现行标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2中的规定，钢筋焊接网的重量偏差计算应符合国家现行标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》 GB1499.3中的规定，钢筋混凝土用余热处理钢筋的重量偏差计算应符合国家现行标准 《钢筋混凝土用余热处理钢筋》 GB 13014中的规定，冷轧带肋钢筋的重量偏差计算应符合国家现行标准《冷轧带肋钢筋》 GB13788中的规定，高延性冷轧带肋钢筋重量偏差的计算应符合中华人民共和国黑色冶金行业推荐性标准《高延性冷轧带肋钢筋》YB/T 4260中的规定。

**8.0.2** 钢筋单位长度允许重量偏差应符合表8.0.2的规定。

表8.0.2 钢筋标准重量偏差表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型 | 公称直径（mm） | 实际重量与理论重量的偏差（%） |
| 热轧带肋钢筋钢筋混凝土用余热处理钢筋 | 6~12 | ±6 |
| 14~20 | ±5 |
| 22~50 | ±4 |
| 热轧光圆钢筋 | 6~12 | ±6 |
| 14~22 | ±5 |
| 冷轧带肋钢筋 | 4~12 | ±4 |
| 高延性冷轧带肋钢筋 | 5~12 | ±4 |
| 钢筋焊接网 | ­ | ±4 |

**8.0.3** 对热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋、冷轧带肋钢筋、钢筋混凝土用预热处理钢筋、高延性冷轧带肋钢筋、钢筋焊接网进行重量及长度测量后，重量偏差按下式计算：

 （8.0.3）

式中：——钢筋总重量，单位为（kg）；

 ——钢筋总长度，单位为（m）；

 ——理论重量，单位为千克每米（kg/m）。

**8.0.4** 钢筋试样重量偏差计算应按下列步骤进行：

1 清理钢筋表面的异物、清理测量区域的脏污及异物；

2 检查设备并将电子秤归零；

3 人工或可通过机械手、传送带等装置将钢筋试样放置在测量区域，试样应均匀的分布在测量区域内，不重叠、不交叉；

4 通过手动录入，也可通过扫描枪、相机等设备录入钢筋试样编号；

5 通过手动输入或自动获取钢筋试样类型及公称直径；

6 等待称重平台稳定后同时获取钢筋试样图像和电子秤读数；

7 读取钢筋总重量；

8 按本规程第6.3.8节计算每个钢筋试样的长度及总长度；

9 按公式（8.0.3）计算钢筋试样重量偏差；

10 生成原始记录、检测报告。

# 9 系统数据分析

**9.0.1** 系统在首次使用前、测量环境发生变化时应做测量系统分析报告，测量系统分析报告应包括长度尺寸和总重量。

【条文说明】**9.0.1** [测量系统](https://baike.baidu.com/item/%E6%B5%8B%E9%87%8F%E7%B3%BB%E7%BB%9F/851935?fromModule=lemma_inlink)分析是指通过[统计分析](https://baike.baidu.com/item/%E7%BB%9F%E8%AE%A1%E5%88%86%E6%9E%90/11013761?fromModule=lemma_inlink)的手段，对构成测量系统的各个[影响因子](https://baike.baidu.com/item/%E5%BD%B1%E5%93%8D%E5%9B%A0%E5%AD%90/574727?fromModule=lemma_inlink)进行统计[变差](https://baike.baidu.com/item/%E5%8F%98%E5%B7%AE/5887279?fromModule=lemma_inlink)分析和研究以得到测量系统是否准确可靠的结论。

测量环境变化是指系统经过移动、维修或保养。

**9.0.2** 测量系统分析的评价指标应包括重复性、再现性、重复性和再现性。

【条文说明】**9.0.2** 重复性和再现性GRR是指对测量系统重复性和再现性的综合评估，表现了测量系统的总体变异。

**9.0.3** 测量系统分析中的样品应为本规程第3.0.6节中的标准样，应经过计量确认合格。

**9.0.4** 执行测量操作的人员，应经过器具使用及维护训练，不应出现因人员操作问题造成的测量误差。

**9.0.5**  测量过程应为盲测。

【条文说明】**9.0.5** 盲测是指在实际测量环境下，由一事先不知正在对该测量系统进行评估的操作者所获得的[测量结果](https://baike.baidu.com/item/%E6%B5%8B%E9%87%8F%E7%BB%93%E6%9E%9C/7855096?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)；通过适当的管理，得到的试验结果通常不受[霍桑效应](https://baike.baidu.com/item/%E9%9C%8D%E6%A1%91%E6%95%88%E5%BA%94/759713?fromModule=lemma_inlink)干扰，即最大可能的减少评价人在测量过程中的主观影响。

**9.0.6** 测量系统分析表可按本规程附录A的格式编制。表中应注明报告日期、报告员、Repeatability、Reproducibility、GRR，分析表应保存至下一次数据分析后。

**9.0.7** 测量系统分析的主要指标为GRR应按下列规则判定：

1 GRR≤10%，该数值在可接受范围内，判定测量系统表现优异。

2 10%<GRR≦30%，该数值在接受范围内，判定测量系统表现可接受。

3 GRR>30%，该数值不在接受范围内，判定测量系统存在较为严重的问题且需要改善。

【条文说明】**9.0.7** GRR的数值表示测量系统的测量误差，其值越小越好。当GRR满足1或2时表示系统稳定，可进行测量。

**9.0.8** 测量系统分析报告应按下列的标准程序进行：

1 在测量系统使用者中选出2个~3个操作人员；

2 抽取10个标准样，从1~10 编号，编号不为操作员所见；

3 由操作员A随机对10个标准样测量，每个标准样测量3次，由另一个操作员记录；

4 其他操作员重复第5步；

5 重复第3步和第4步，用不同的随机组合测量；

6 对每个操作员的测量结果计算均值和极差；

7 用测量系统分析报告记录标准样均值和极差均值；

8 计算出表示设备性能的重复性和再现性；

9 计算Repeatability、Reproducibility和GRR**。**

**9.0.9** 第*i*个操作员对第*j*个标准样的实验结果的极差按下式计算：

 （9.0.9）

式中：——第*i*个操作员对第*j*个标准样的测量结果的极差，*i*取值范围为1~3，*j*的取值范围为1~10；

——第*i*个操作员对第*j*个标准样第1次测量的结果；

——第*i*个操作员对第*j*个标准样第2次测量的结果；

——第*i*个操作员对第*j*个标准样第3次测量的结果；

——一组数据中的最大值；

——一组数据中的最小值。

**9.0.10**  第*i*个操作员对每个标准样测量结果的平均值按下式计算：

 （9.0.10）

式中：——第个操作员对每个标准样测量结果的平均值；

——第个操作员，取值范围为1~3；

 ——第个标准样，取值范围为1~10；

 ——第次实验，取值范围为1~3。

**9.0.11** 不同操作员对不同标准样的测量结果的平均值的极差按下式计算：

 （9.0.11）

式中：——不同的操作员的测量数据的平均值的极差。

**9.0.12** 同一个操作员对所有标准样的测量结果的极差的平均值按下式计算：

 （9.0.12）

式中：——同一个操作员对所有样品的测量结果的极差的平均值。

**9.0.13** 所有操作员对所有样品的测量结果的极差的平均值的平均值按下式计算：

 （9.0.13）

——所有操作员对每个标准样测量值极差的平均值的平均值；

**9.0.14** 设备差异应按下式计算：

 （9.0.14）

式中： ——设备差异；

——常量，由实验次数确定。

【条文说明】9.0.14 实验次数为3时，为3.05。

**9.0.15**  人员差异按下式计算：

 （9.0.15）

式中： *AV*——人员差异；

——常量，由实验次数确定。

【条文说明】**9.0.15** 实验次数为3时，为2.70。

**9.0.16** 重复性应按下式计算：

 （9.0.16）

式中：*Repe* ——重复性；

*T*——公差。

**9.0.17** 再现性应按下式计算：

 （9.0.17）

式中：*Repr* ——再现性。

**9.0.18** 重复性和再现性应按下式计算：

 （9.0.18）

式中：GRR——重复性和再现性。

【条文说明】9.0.18 GRR是评价设备和人员对量测系统影响的方法。

# 10 钢筋重量偏差结果保存

**10.0.1** 钢筋重量偏差的机器视觉检测法应能自动生成电子原始记录及检测报告。

**10.0.2** 电子原始记录应包含下列内容：样品编号、检测时间、检测员、单根试样长度、总长度、总重量及重量偏差。

【条文说明】**10.0.2** 电子原始记录表可参照被规程附录B的格式编制。

**10.0.3** 电子原始记录及检测报告应由检测员、校核人或审核人签名。

**10.0.4** 钢筋重量偏差结果应包含以下附件：

1 电子形式保存的相机参数及像素当量；

2 格式为BMP或TIFF的钢筋原始图像；

3 以不同颜色或灰度值在原始图像上标记钢筋轮廓、样品编号、每根样品长度、总长度、总重量、测量时间及重量偏差形成的结果图像。

【条文说明】**10.0.4** 结果图像的格式可采用BMP、TIFF、JPEG或PNG。

**10.0.5**  钢筋重量偏差的电子原始记录、检测报告及附件应有自动存储、自动上传功能。

**10.0.6** 电子原始记录、检测报告和附件中的数据应真实、准确、完整。

**附录A 系统数据分析表**

**A.0.1** 系统数据分析表可按表A.0.1的格式编制。

表A.0.1 系统数据分析表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 尺寸名称： |  | 报告日期： |  | 报告员： |
| 操作员 | 操作员1 | 操作员2 | 操作员3 |
| 样品 | 数据1 | 数据2 | 数据3 | R1 | 数据1 | 数据2 | 数据3 | R2 | 数据1 | 数据2 | 数据3 | R3 |
| 1 |   |  |  |   |   |  |  |   |   |   |   |   |
| 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 3 |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |
| 6 |  |   |   |   |   |  |   |   |   |   |  |   |
| 7 |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |  |  |
| 8 |  |  |  |   |  |  |   |   |   |   |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |   |   |  |   |   |  |  |
|  | X1bar |  | R1bar |  | X2bar |  | R2bar |   | X3bar |  | R3bar |  |
| 测量系统分析 |
| K1 | 3.05 | 公差带 |  | 实验人数 |  |
| K2 | 2.70 | 样本数 |  | Rbar |  |
| 公差 |  | 实验次数 |  | Xbardiff |  |
| 重复性（Repe） |  | 再现性（Repr） |  | 重复性和再现性（GRR） |  |
| 评价标准 |
| 标准 | 结果 |
| GRR小于10% | 优异 |  |
| GRR大于10%小于30% | 可接受 |  |
| *GRR*大于30% | 不可接受 |  |

**附录B 原始记录表**

**B.0.1** 原始记录表可按表B.0.1的格式编制。

表B.0.1 原始记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品编号 |  | 检测员 |  | 检测时间 |  |
| 单根长度（m） |  |  |  |  |  |
| 总长度（m） |  | 总重量（kg） |  | 重量偏差（%） |  |

**用词说明**

为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

# 引用标准名录

 本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB1499.1

《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2

《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB1499.3

《钢筋混凝土用余热处理钢筋》 GB 13014

《[冷轧带肋钢筋](https://baike.baidu.com/item/%E5%86%B7%E8%BD%A7%E5%B8%A6%E8%82%8B%E9%92%A2%E7%AD%8B/5358424?fromModule=lemma_inlink)》 GB13788

《高延性冷轧带肋钢筋》YB/T 4260