****

**T/CECS XXX-20XX**

**中国工程建设标准化协会标准**

**摆锤敲入法检测钢材强度技术规程**

Technical specification for testing strength of steel by pendulum bob

knocking-in resistance method

**（征求意见稿）**

中国计划出版社

摆锤敲入法检测钢材强度技术规程

Technical specification for testing strength of steel by pendulum bob

knocking-in resistance method

**T/CECS \*\*\* : 2020**

主编单位：中建土木（北京）工程检测鉴定中心

诸暨市宏泰建设工程检测所

 批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2020年××月××日

中国建筑工业出版社

2020 北 京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2018年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2018]030号）要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规程。

本规程共分5章和3个附录，主要技术内容包括：总则，术语和符号，检测仪器，检测技术，钢材屈服强度计算及推定等。

本规程的某些内容涉及摆锤敲击法检测材料强度的装置（ZL 2017 2 0118021.2）及摆锤敲击法检测材料强度的装置及材料强度检测方法（ZL 2017 1 0070127.4）等专利。涉及专利的具体技术问题，使用者可直接与本规程的主编单位协商处理。除上述专利外，本规程的某些内容仍可能涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑材料分会归口管理，由中建土木（北京）工程检测鉴定中心负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中建土木（北京）工程检测鉴定中心（北京市朝阳区胜古南里18号楼8-102，邮政编码：100029）。

主编单位：中建土木（北京）工程检测鉴定中心

诸暨市宏泰建设工程检测所

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

**目 次**

1 总则 …………………………………………………………………………… 1

2 术语和符号 …………………………………………………… ……………… 2

 2.1 术语 ………………………………………………………………………… 2

 2.2 符号 ………………………………………………………………………… 2

3 检测仪器 ……………………………………………………………………… 3

 3.1 仪器及性能 ………………………………………………………………… 3

 3.2 核查与校准 ………………………………………………………………… 4

4 检测技术 ……………………………………………………………………… 6

 4.1 一般规定 …………………………………………………………………… 6

 4.2 摆锤敲入检测 ……………………………………………………………… 6

5 钢材屈服强度计算及推定 …………………………………………………… 8

附录A摆锤敲入法检测钢材屈服强度记录表 ………………………………… 9

附录B 钢材专用测强曲线制定方法 ………………………………………… 10

附录C 检测报告 ……………………………………………………………… 12

本规程用词说明 ……………………………………………………………… 13

引用标准目录 ………………………………………………………………… 14

附：条文说明 ………………………………………………………………… 15

Contents

1 General Provisions ……………………………………………………………… 1

2 Terms and Symbols …………………………………………………………… 2

 2.1 Terms ……………………………………………………………………… 2

 2.2 Symbols …………………………………………………………………… 2

3 Testing Instruments …………………………………………………………… 3

3.1 Instruments and Performance ……………………………………………… 3

3.2 Verification and Calibration ………………………………………………… 4

4 Testing Technology ……………………………………………………………… 6

4.1 General Requirements ……………………………………………………… 6

4.2 Testing by Pendulum Bob Knocking-in Resistance ………………………… 6

5 Calculation and inference of Yield Strength for Steel …………………………… 8

Appendix A Testing Record Table for yield Strength of Steel …………………… 9

Appendix B Method of Formulating for Special Curve of Testing Strength for Steel ……………………………………………………………………………… 10

Appendix C Testing Report …………………………………………………… 11

Explanation of Wording in This Specification …………………………………… 12

List of Quoted Standards ………………………………………………………… 13

Addition: Explanation of Provisions …………………………………………… 14

**1 总 则**

1.0.1 为了规范使用摆锤敲入法检测钢材屈服强度技术，保证工程现场检测的质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工程结构中钢材屈服强度的现场无损检测，不适用于遭受火灾、疲劳荷载后钢材的现场无损检测。

1.0.3 摆锤敲入法检测钢材屈服强度除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**2 术语和符号**

**2.1 术 语**

2.1.1 摆锤敲入法检测 test by pendulum bob knocking-in resistance method

摆锤敲入仪锤头自由下摆将测钉敲入钢材中，依据测钉的敲入深度来推定钢材屈服强度的检测方法。

2.1.2 构件 member

组成房屋整体结构的基本单元，以一层高、一自然间的一轴线为一个构件。

2.1.3 检验批 inspection lot

 钢材牌号相同，由一定数量构件构成的检测对象。

2.1.4 测点 test point

 在构件上按检测方法要求布置的若干个检测点。

2.1.5 测孔 pin hole

 摆锤敲入法检测后，在钢材上所留下的孔。

2.1.6 钢材屈服强度换算值conversion value of steel yield strength

 依据测钉敲入钢材的深度，通过测强曲线计算得到的钢材屈服强度值。

**2.2 符 号**

——钢材第 个测点的敲入深度值；

——第个构件钢材的敲入深度平均值；

 $f\_{y,j}^{c}$——第个构件的钢材屈服强度换算值；

 $f\_{y,e}^{c}$——钢材屈服强度推定值；

 $f\_{y,min}^{c}$——同批构件中钢材屈服强度换算值的最小值。

**3 检测仪器**

**3.1 仪器及性能**

3.1.1 摆锤敲入法检测仪器应包括摆锤敲入仪和深度测量表。

3.1.2 摆锤敲入仪（图3.1.2）应包括锤头、摆杆、悬臂、竖板、测钉、测钉座、调节螺丝、水准泡、激发杆、把手等组件。



图3.1.2 摆锤敲入仪构造示意图

1－锤头；2－摆杆；3－轴承；4－悬臂； 5－竖板； 6－测钉；

7－测钉座；8－激发杆；9－水准泡；10－调节螺丝；11－限位销；12－把手

3.1.3 摆锤敲入仪和深度测量表应具有产品合格证及经校准后符合测试要求的校准证书。

3.1.4 摆锤敲入仪应符合下列技术要求：

1锤头质量应为（2±0.02）kg；

2 摆杆直径应为（10±0.1）mm；

3 轴承中心到锤头中心的距离应为（223±2）mm；

4 摆动角度应为（175±1）°；

5当将摆锤敲入仪水平向固定于支架上时，锤头自由摆动的最大速度不应小于1.94m/s。

3.1.5深度测量表（图3.1.5）的最大量程不应小于16.00mm，测量表的分度值不应大于0.02mm。



图3.1.5 深度测量表示意图

1-深度测量表；2-保持键；3-清零键；4-开关；5-扁头；6-尖测针；7-测量单位选择键

3.1.6 测钉宜采用工具钢，其洛氏硬度HRC宜为60±2，并应符合下列规定：

1 测钉细端应为半球面，半球的直径为（2.00±0.03）mm，细端总长度应为3.00mm；

2 测钉过渡段长度应为4.00mm；

3 测钉粗端长度应为53.00mm，直径应为（6.00±0.06）mm。

3.1.7 用于检验测钉长度的量规，其量规槽长度为（59.70～59.80）mm。

3.1.8 测钉和量规的几何尺寸可由检测单位自行测量核查。以10根测钉为一批次，随机抽取1根进行测量，不足10根按一个批次计。抽取的测钉都合格时，则该批次测钉合格；否则应逐根核查测钉的几何尺寸，选取合格的测钉使用。

3.1.9 深度测量表使用的环境温度应为- 4℃～40℃。

**3.2核查与校准**

3.2.1 使用摆锤敲入仪前应对其进行核查，并符合下列规定：

1 将摆锤敲入仪水平固定于支架上时，锤头自顶部自由下摆后的持续摆动时间不应少于2min；

2 摆锤敲入仪轴承中心到锤头中心的距离应为（223±2）mm；

3 测钉应无弯曲且细端的球直径应为（2.00±0.03）mm。

3.2.2 摆锤敲入仪应由校准机构进行校准，校准周期宜为3年。

3.2.3当出现下列情况之一时，应对摆锤敲入仪进行校准：

1 新仪器启用前；

2 达到校准周期；

3 更换主要零件或对仪器进行过调整；

4 检测数据异常；

5将摆锤敲入仪水平固定于支架上，锤头自顶部自由下摆后的持续摆动时间少于2min时。

3.2.4摆锤敲入仪的校准应符合本规程第3.1.4条第5款的要求。

3.2.5深度测量表应经计量部门检定合格。

**4 检测技术**

**4.1 一般规定**

4.1.1 用摆锤敲入法检测的钢材应符合下列规定：

1 钢材应符合《碳素结构钢》 GB /T 700、《低合金高强度钢》 GB /T 1591的要求；

2 表面应清洁、平整；

3 钢材厚度不应小于4mm；

4 曲率半径不宜小于150mm；

5. 屈服强度应为195MPa～400MPa。

4.1.2 检测钢材屈服强度时，委托单位宜提供下列资料：

1 建设单位、设计单位、施工单位名称；

2 工程名称、结构类型及工程图纸；

3 钢材种类；

4 施工建造日期；

5 检测原因。

4.1.3钢材屈服强度的检测，可按单个构件或按检验批抽样进行检测。按检验批抽样检测时，一个检验批抽样数不应少于6个构件。当一个检验批不足6个构件时，应对每个构件进行检测。

4.1.4 构件上测点的布置应符合下列规定：

1应沿构件轴线、在构件支座附近或设有加劲板的部位布置，避免构件因摆锤敲入检测而出现颤抖现象；

2 所测构件上应布置12个测点，两相邻测点间的距离不宜小于100mm，测点与构件边缘的距离不宜小于5mm。当有浮锈、防腐涂层或表面不平时，应对表面进行打磨。

**4.2 摆锤敲入检测**

4.2.1 摆锤敲入法检测应按下列程序操作：

1将锤头提至顶部，测钉插入竖板上的测钉座中，测钉细端朝被测构件，测钉座对准被测钢材。

2将摆锤敲入仪的竖板紧贴在构件上，使竖板处于铅直位置；当构件本身不完全铅直时，可调整摆锤敲入仪上的调节螺丝，使水准泡居中，以保证竖板处于铅直位置。

3 紧压摆锤敲入仪的把手，确认水准泡居中，并确保锤头下摆不会伤及检测人员自身安全的前提下，拇指压激发杆，使锤头自由下摆，将测钉敲入钢材中。

4.2.2当检测过程中摆锤敲入仪出现滑动时，检测无效，并应重新选定测点进行补测。

4.2.3 测钉敲入深度的测量应按下列程序操作：

1开启深度测量表，将其置于平整量块上（图4.2.3），当扁头端面和平整量块表面重合时，再将深度测量表的示值调为零。

2 将测钉从钢材中拔出。



图4.2.3深度测量表示意图

1. 深度测量表；2-钢制平整量块

3将深度测量表的尖测针对准测孔，使深度测量表扁头紧贴被测钢材，并保持测量表垂直于被测钢材的表面，从测量表中读取显示值并记录，精确至0.02mm。摆锤敲入法检测钢材屈服强度的记录可采用本规程附录A的记录表。

**5 钢材屈服强度计算及推定**

5.0.1计算第个构件钢材的敲入深度平均值时，应先剔除12个测量值中的1个最大值和1个最小值，按下式计算：

  （5.0.1）

式中：——第个构件钢材的敲入深度平均值(mm)，精确至0.02mm；

 ——钢材第 个测点的敲入深度值(mm)，精确至0.02mm。

5.0.2第个构件钢材的屈服强度换算值应按下式计算：

 $f\_{y,j}^{c}=324 m\_{j}^{-1.20}$ （5.0.2）

式中：$f\_{y,j}^{c}$ ——第个构件钢材的屈服强度换算值(MPa)，精确至5 MPa。

5.0.3 当按式（5.0.2）计算所得钢材屈服强度换算值小于195MPa或大于400.0MPa时，不宜给出具体换算值，可仅给出换算值小于195.0MPa或大于400.0MPa的范围。

5.0.4当需要制定某项目的专用测强曲线时，其测强曲线的制定应符合本规程附录B的规定。

5.0.5 钢材屈服强度的推定，应符合下列规定：

1 当按单个构件检测时，钢材屈服强度推定值应按下式计算：

 $f\_{y,e}^{c}=f\_{y,j}^{c}$ （5.0.5-1）

式中：$f\_{y,e}^{c}$——钢材屈服强度推定值(MPa)；

 $f\_{y,j}^{c}$——第个构件钢材屈服强度换算值(MPa)，精确至5MPa。

2 当按批抽检时，检验批钢材屈服强度推定值应按下式计算：

 $f\_{y,e}^{c}=f\_{y,min}^{c}$ （5.0.5-2）

式中：$f\_{y,min}^{c}$ ——同批构件中钢材屈服强度换算值的最小值(MPa)，精确至5 MPa。

5.0.6 摆锤敲入法所推定的钢材屈服强度对应于厚度不大于16mm时的强度值；

当需要获得准确钢材屈服强度时，宜通过从结构中截取试件，对试件进行力学

性能试验，确定钢材屈服强度。

5.0.7 摆锤敲入法检测钢材屈服强度报告可按本规程附录C的格式编写。

**附录A 摆锤敲入法检测钢材屈服强度记录表**

**表A 摆锤敲入法检测钢材屈服强度记录表**

共 页第 页

|  |
| --- |
| 工程名称： 构件部位：检测仪器型号及编号： 构件表面状况：钢材的种类： 施工建造日期：环境温度： 检测依据： |
| 序号 | 敲入深度（mm） | 序号 | 敲入深度（mm） |
| 1 |  | 7 |  |
| 2 |  | 8 |  |
| 3 |  | 9 |  |
| 4 |  | 10 |  |
| 5 |  | 11 |  |
| 6 |  | 12 |  |
| 备注  | 计算钢材的敲入深度平均值时，去掉12个测点中的1个最大值和1个最小值 |
| 第个构件钢材的敲入深度平均值第个构件钢材的强度换算值$f\_{y,j}^{c}=324 m\_{j}^{-1.20}=$ |

检测： 记录： 校核： 检测日期：

**附录B 钢材专用测强曲线制定方法**

B.0.1宜选取Q195、Q235、Q345、Q390等4个强度等级的钢材，每一品种的同批钢材，应制作3个25mm×t mm×500mm的钢板条试件，厚度t宜4～16mm。试件的截取应符合现行国家标准《钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备》GB/T 2975的要求。

B.0.2 对钢板条试件进行检测和试验时，应符合下列规定：

1将试件竖向置于表面平整的承重墙上，试件与墙面间不得有缝隙，按本规程第4章的要求，对钢板条试件进行摆锤敲入检测。摆锤敲入检测时，测点应布置在钢板条试件两端（即钢材拉伸试验的夹持部位），每端各检测6个测点，共检测12个测点，去掉12个测点中的1个最大值和1个最小值，将其余10个敲入深度平均值作为代表值（mm），精确至0.02mm。

2 按现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1的要求，对钢板条试件进行钢材拉伸试验。钢材屈服强度应按式（B.0.2）计算， 精确至5MPa。

 $f\_{y}=\frac{F}{bt}$ （B.0.2）

式中：$f\_{y}$——钢材屈服强度(MPa)，精确至5MPa ；

$ F$——破坏荷载（N）；

*b*——试件宽度(mm)；

*t*——试件厚度(mm)。

B.0.3 专用测强曲线的计算应符合下列规定：

1专用测强曲线的回归方程式：

应按每个试件的钢材屈服强度$f\_{y}$和对应钢材的敲入深度平均值数据，采用最小二乘法进行计算。

2 回归方程式宜采用下式：

  （B.0.3）

式中：、——测强曲线回归系数；

——敲入深度平均值（mm）；

$f\_{y,j}^{c}$——第组钢材试件强度换算值(MPa)。

B.0.4测强曲线的平均相对误差不应大于18%，相对标准差不应大于20%。平均相对误差和相对标准差按下式计算：

 （B.0.8-1）

 （B.0.8-2）

式中：——钢材屈服强度换算值相对于实测钢材屈服强度值的平均相对误差（%），精确至0.1；

——钢材屈服强度换算值相对于实测钢材屈服强度值的平均相对标准差（%）精确至0.1；

 $f\_{y,j}^{c}$——第组钢材试件强度换算值(MPa)，精确至5MPa。

$f\_{y,j}^{}$——第组钢材试件强度平均值(MPa)，精确至5MPa。

  ——用于建立测强曲线的钢材试件组数。

**附录C 检测报告**

C.0.1检测报告宜包括下列内容：

 1委托单位、设计单位及施工单位名称；

 2建筑工程概况，包括工程名称、结构类型、规模、施工日期、现状及结构平面图；

3检测原因；

 4检测项目、检测方法、检测数量及检测依据；

 5钢材屈服强度推定值，汇总结果、检测结论；

 6出具报告的单位名称，主检、审核及批准人员签字；

 7检测及出具报告的日期。

C.0.2 其他需要说明的事项；对于无法用文字表述清楚的内容，应附简图。

**本规程用词说明**

1 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”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为，“应符合……规定” 或“应按……执行”。

**引用标准目录**

1《钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备》GB/T 2975

2《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1

3《碳素结构钢》 GB /T 700

4《低合金高强度钢》 GB /T 1591

**中国工程建设协会标准**

**摆锤敲入法检测钢材强度技术规程**

**T/CECS \*\*\* : 2020**

 **条文说明**

**目 次**

1 总则 ………………………………………………………………………….. 22

3 检测仪器 …………………………………………………………………… 23

 3.1仪器及性能 ………..………………………………………………............ 23

 3.2核查与校准 …………………………………………………................. 24

4 检测技术 …………………………………………………………………… 25

 4.1 一般规定 ………………………………………………………………… 25

 4.2 摆锤敲入检测 ……………………………………………………....... ... 26

5 钢材屈服强度计算及推定 …………………………………………………. 27

**1 总 则**

1.0.1钢结构中钢材屈服强度是新建工程质量事故和既有建筑物鉴定的重要数据基础，科学准确地检测钢材屈服强度至关重要。摆锤敲入法是一种根据摆锤将测钉敲入钢材中的深度确定钢材屈服强度的原位无损检测方法，操作简单、检测快捷、检测结果精度较高，受人为影响因素小，具有比较广阔的应用前景。

1.0.2当钢材遭受火灾时，相当于钢材经过了热处理，敲入的深度将会受到影响，从而不再适用已建立的钢材测强曲线。因此，摆锤敲入法检测技术不适用于火灾后的钢材屈服强度检测。

1.0.3正常情况下，钢材屈服强度的检验和评定应按国家现行标准执行，不允许用本规程取代制作试件的规定。但是，当工程中所用钢材屈服强度不符合相关标准规范的要求或对其有怀疑，以及对既有建筑进行检测鉴定时，可按本规程进行检测，并作为钢材屈服强度检测的依据。

**3 检测仪器**

**3.1 仪器及性能**

3.1.1、3.1.2摆锤敲入仪是通过测钉敲入构件的深度推定构件材料强度的一种新型检测仪器。摆锤敲入仪主要由锤头、摆杆、悬臂、竖板、测钉、测钉座、调节螺丝、水准泡、激发杆等组成。深度测量表是用数显式百分表改制而成，精度高且可靠耐用。为了准确地测定敲入的深度，摆锤敲入仪测钉敲入部分的直径为2mm，深度测量表测针的尖端较细，可满足深度测量要求。

3.1.3摆锤敲入仪在使用前，应由校准机构对其进行校准，校准结果应符合本规程的技术要求。摆锤敲入仪为计量仪器，应在其明显位置标注名称、型号、制造厂名、生产日期及出厂编号。

3.1.4摆锤敲入仪的敲入能量是通过锤头自由下摆的摆动获得的。锤头的重量、摆杆的长度、轴承到锤头中心的距离等性能指标决定了敲入能量的大小。通过试验确定敲入能量为8.80J是较为合适的，如果能量较小，其相应敲入深度小，不同强度的材料，敲入深度不易被拉开；如果能量过大，同时考虑到检测人员安全操作的需要，不能通过加长摆杆的长度，只能增加锤头的重量，从而引起摆锤敲入时离心力的增加，这样就难以满足检测时一个人对摆锤敲入仪操控的需要。

摆锤敲入仪的摆动角度为175°，是考虑在不借助外力的作用下摆锤便可自由下摆，从而确保摆锤敲入仪具有固定的敲入能量。当摆锤敲入仪经长时间的使用，有可能阻尼增大，测量自由摆动速度的目的是保证其敲击时能量不变。

3.1.6工具钢具有硬度高，且其韧性、耐磨性和耐热性均较好，是制作测钉的理想材料。测钉的形状和几何尺寸是通过试验确定的，测钉的细端为敲入端，由于钢材屈服强度高，当细端为尖头时，测钉易变钝而成园弧面，经优化后，测钉细端应为球面，球的直径为2.00mm，细端总长度应为3.00mm。过渡段与粗端的设计主要是为了增强测钉的刚度，提高测钉的重复使用次数。当测钉的几何尺寸和公差不能满足本规程要求时，将影响检测结果的精度。

3.1.7环境温度异常时，对深度测量表的性能有影响，故规定了其使用环境温度应为-4℃~40℃。

**3.2核查与校准**

3.2.1为便于检测单位对有效期内的摆锤敲入仪进行自校，可制作摆锤敲入仪自校用的支架。支架由1块尺寸为400mm×240mm×10mm的钢板和2根高350mm、宽200mm、直径不小于14mm的“U”形钢筋焊接而成，2根“U”形钢筋间距为200mm。自校时，将摆锤敲入仪放在支架上，固定摆锤敲入仪和激发杆，将锤头提至最高处，使锤头自由下摆，摆锤自由摆动一个周期为一次，当摆锤自由摆动的时间少于2min时，应对仪器维修、调试，并重新进行校准。

3.2.2仪器的校准是为了保证仪器的检测状态满足摆锤敲入仪的技术要求。只有统一仪器的性能，才能适用规程所建立的测强曲线，才能保证检测结果的可靠性，才能在同一水平上进行比较。由于仪器在使用中，轴承转动时的摩擦力会随着仪器的使用次数、油的粘度变化而发生变化，因此规程规定了定期校准的要求。

3.2.3当更换或调整仪器的主要零件时，轴承到锤头中心的距离、摆动角度等技术指标会发生变化，因此，在更换主要零件或对仪器进行调整时应进行校准。

将摆锤敲入仪水平置于支架上，测试其自由摆动的持续时间是为了验证摆锤自由下摆时的阻尼。经理论计算和实际测试，摆锤敲入仪自由摆动的周期约为1s，自由摆动的持续时间不少于2min，即自由摆动的次数不少于120次。

摆锤敲入仪其重量是恒定的，不像回弹仪、贯入仪依靠弹簧拉伸或压缩来提供能量，而弹簧是随着使用的次数，其刚度会降低。当摆锤敲入仪锤头缺损或锈蚀严重，有可能导致质量发生改变，超出其允许偏差范围时，应更换摆锤敲入仪。

3.2.4摆锤敲击时的能量大小与速度直接相关，计量部门可用激光测量装置，对摆锤的速度进行测试。如果竖向放置摆锤敲入仪，测试最低点的速度，由于水平向撞击作用，其测试结果波动较大；而水平向放置摆锤敲入仪，测试最低点的速度，无水平向撞击作用，其测试结果波动较小。

3.2.5深度测量表的准确性对检测结果的影响较大，使用前应经法定部门检定合格。

**4 检测技术**

**4.1 一般规定**

4.1.1本规程检测对象限于符合《碳素结构钢》 GB /T 700、《低合金高强度钢》 GB /T 1591的钢材，不适于回炉炼制的钢材。

之所以要求钢材厚度不应小于4mm，是因为钢材厚度较薄时，摆锤敲入试验后钢材会引起背面变形、鼓起而影响深度。根据现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99第4.1.2条第1款，主要承重构件所用钢材的牌号宜选用Q345钢、Q390钢，一般构件宜选用Q235钢。摆锤敲入法的测强为195MPa～400MPa，与建筑钢结构的常用钢材的牌号相一致。另外，对于强度高于Q390钢的，用摆锤敲入法检测，与敲入深度与强度间的相关性较差。

4.1.4 对于长细比较大的构件，检测时易出现构件颤抖现象，摆锤的能量会有所损失，易引起摆锤敲入偏小，影响检测精度。这时应重新布置测区，将测区布置在设有加劲板处或构件交接处附近，以增大其侧向刚度。

**5 钢材抗压强度计算及推定**

5.0.2本规程所建立的测强曲线，是在大量试验数据的基础上，通过对试验结果进行回归分析建立的，试验数据取自北京、浙江、安徽、吉林、山东、河南、内蒙古、山西等省市，测强曲线的回归效果见表1。

**表1 摆锤敲入法检测钢材屈服强度测强曲线**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 测强曲线 | 相关系数 | 平均相对误差 |
| 钢材 | $$f\_{y,j}^{c}=324 m\_{j}^{-1.20}$$ | 0.84 | 17.6% |

5.0.6钢材强度与厚度有关，摆锤敲入法检测钢材屈服强度测强曲线是建立在厚度不大于16mm的钢材试验基础上的。摆锤敲入仪检测所得的材料强度为推定值，由于该强度是通过钢材表面的敲入深度推定钢材的屈服强度，其精度受表面打磨状况以及构件边界的约束条件等影响。当需要获得准确钢材屈服强度时，宜通过从结构中截取试件，对试件进行力学性能试验才能确定。

根据现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99和现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017，建筑钢结构的常用钢材的牌号有Q235钢、Q345钢、Q390钢。对于这些常用钢材，根据国内外相关资料，钢材抗拉强度与钢材化学元素含量间存在一定的相关性（σb= 285+7C+2Si+0.06Mn+7.5P，以0.01％计），由钢材中C、Mn、Si、P四元素含量的大小，可从该式大致了解钢材的强度范围。当不允许从结构中截取钢条试件时，可以通过化学分析的方法，来进一步佐证钢材的强度范围。