



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 33959—2017

---

## 钢筋混凝土用不锈钢钢筋

Stainless steel bars for the reinforcement of concrete

2017-07-12 发布

2018-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位：中冶建筑研究总院有限公司、山西太钢不锈钢股份有限公司、广西盛隆冶金有限公司、首钢总公司、冶金工业信息标准研究院、梧州市永达钢铁有限公司、浙江富钢金属制品有限公司、攀钢集团江油长城特殊钢有限公司、邢台钢铁有限责任公司、佛山市浦铁不锈钢有限公司

本标准主要起草人：朱建国、王辉绵、李晓滨、柯雪利、邸全康、王玉婕、李玉坤、钱奕好、周茂华、白李国、王硕、张建生、王长城、刘宝石、宫翠、刘永吉、潘宜杰、杨亚光、安敬涛、陈洁、郭文权。

# 钢筋混凝土用不锈钢钢筋

## 1 范围

本标准规定了钢筋混凝土用不锈钢钢筋的术语及定义、订货内容、分类、级别、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于建筑、交通、铁路、港口等钢筋混凝土用热轧光圆、带肋不锈钢钢筋(以下简称钢筋)。

## 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。

- GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量
- GB/T 223.4 钢铁及合金 锰含量的测定 电位滴定或可视滴定法
- GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
- GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量
- GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- GB/T 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量
- GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法  $\alpha$ -安息香肟重量法测定钼量
- GB/T 223.36 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-中和滴定法测定氮量
- GB/T 223.37 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-靛酚蓝光度法测定氮量
- GB/T 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量
- GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铋磷钼蓝分光光度法
- GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量
- GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量
- GB/T 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法
- GB/T 223.71 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后重量法测定碳含量
- GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法
- GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
- GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法
- GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋
- GB 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋
- GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 4334—2008 金属和合金的腐蚀 不锈钢晶间腐蚀试验方法
- GB/T 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
- GB/T 17505 钢及钢产品 交货一般技术要求
- GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

- GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
- GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法(常规方法)
- GB/T 20878 不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分
- GB/T 28900 钢筋混凝土用钢材试验方法
- YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定
- YB/T 4369 钢筋在混凝土中耐氯离子腐蚀性能测试方法
- JGJ 107 钢筋机械连接技术规程

### 3 术语及定义

GB 1499.1、GB 1499.2 和 GB/T 20878 界定的及下列术语及定义适用于本文件。

#### 3.1

**不锈钢钢筋 stainless steel bars**  
以不锈、耐蚀性为主要特征的钢筋。

### 4 订货内容

按本标准订货的合同或订单应包括下列内容：

- a) 本标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 钢筋牌号和统一数字代号；
- d) 钢筋公称直径、长度及重量(或数量、或盘重)；
- e) 交货状态；
- f) 特殊要求。

### 5 分类、级别

5.1 钢筋按屈服强度特征值分为 300、400、500 级。

5.2 钢筋牌号的构成及其含义见表 1。

表 1 钢筋牌号的构成及其含义

类别	牌号	牌号构成	英文字母含义
热轧光圆不锈钢钢筋	HPB300S	由 HPB+屈服强度特征值+S 构成	HPBS——热轧光圆不锈钢钢筋的英文(Hot rolled Plain Bars of Stainless steel)缩写
热轧带肋不锈钢钢筋	HRB400S	由 HRB+屈服强度特征值+S 构成	HRBS——热轧带肋不锈钢钢筋的英文(Hot rolled Ribbed Bars of Stainless steel)缩写
	HRB500S		

### 6 尺寸、外形、重量及允许偏差

#### 6.1 公称直径范围

光圆不锈钢钢筋的公称直径范围为 6 mm~22 mm,带肋不锈钢钢筋的公称直径范围为 6 mm~50 mm。

#### 6.2 公称横截面面积与理论重量

钢筋的公称横截面面积与理论重量列于表 2。

表 2 钢筋公称横截面面积与理论重量

公称直径/mm	公称横截面面积/mm <sup>2</sup>	理论重量/(kg/m)										
		奥氏体型					奥氏体-铁素体型					铁素体型
		组织类型										
		GB/T 20878 序号										
		GB/T 20878 统一数字代号										
		17	25	38	44	70	72	73	76	83		
		S30408	S30453	S31608	S31653	S22253	S23043	S22553	S25073	S11203		
		钢号										
		06Cr19Ni10	022Cr19Ni10N	06Cr17Ni12Mo2	022Cr17Ni12Mo2N	022Cr22Ni5Mo3N	022Cr23Ni4MoCuN	022Cr25Ni6Mo2N	022Cr25Ni7Mo4N	022Cr12		
		密度/(g/cm <sup>3</sup> )20 °C										
6	28.27	7.93	7.93	8.00	8.04	7.80	7.80	7.80	7.80	7.75		
8	50.27	0.224	0.224	0.226	0.227	0.221	0.221	0.221	0.221	0.219		
10	78.54	0.399	0.399	0.402	0.404	0.392	0.392	0.392	0.392	0.390		
12	113.1	0.623	0.623	0.628	0.631	0.613	0.613	0.613	0.613	0.609		
14	153.9	0.897	0.897	0.905	0.909	0.882	0.882	0.882	0.882	0.877		
16	201.1	1.220	1.220	1.231	1.237	1.200	1.200	1.200	1.200	1.193		
18	254.5	1.595	1.595	1.609	1.617	1.569	1.569	1.569	1.569	1.559		
20	314.2	2.018	2.018	2.036	2.046	1.985	1.985	1.985	1.985	1.972		
22	380.1	2.492	2.492	2.514	2.526	2.451	2.451	2.451	2.451	2.435		
25	490.9	3.014	3.014	3.041	3.056	2.965	2.965	2.965	2.965	2.946		
28	615.8	3.893	3.893	3.927	3.947	3.829	3.829	3.829	3.829	3.804		
32	804.2	4.883	4.883	4.926	4.951	4.803	4.803	4.803	4.803	4.772		
36	1 018	6.377	6.377	6.434	6.466	6.273	6.273	6.273	6.273	6.233		
40	1 257	8.073	8.073	8.144	8.185	7.940	7.940	7.940	7.940	7.890		
50	1 964	9.968	9.968	10.056	10.106	9.805	9.805	9.805	9.805	9.742		
		15.575	15.575	15.712	15.791	15.319	15.319	15.319	15.319	15.221		

### 6.3 钢筋的表面形状及尺寸允许偏差

光圆钢筋和带肋钢筋的表面形状及尺寸允许偏差应分别符合 GB 1499.1 和 GB 1499.2 的规定。

### 6.4 长度及允许偏差

#### 6.4.1 长度

光圆钢筋的长度应符合 GB 1499.1 的规定,带肋钢筋的长度应符合 GB 1499.2 的规定。

#### 6.4.2 长度允许偏差

钢筋按定尺交货时的长度允许偏差为 $^{+50}_0$  mm。

### 6.5 弯曲度和端部

6.5.1 直条钢筋的弯曲度应不影响正常使用,每米弯曲度不大于 4 mm,总弯曲度不大于钢筋总长度的 0.4%。

6.5.2 钢筋端部应剪切正直,局部变形应不影响使用。

### 6.6 重量及允许偏差

6.6.1 钢筋按实际重量交货,也可按理论重量交货。按理论重量交货时,理论重量为钢筋长度乘以表 2 中钢筋的每米理论重量。

6.6.2 光圆钢筋和带肋钢筋的实际重量与理论重量的允许偏差应分别符合 GB 1499.1 和 GB 1499.2 的规定。

6.6.3 按盘卷交货的钢筋,每盘由一根盘条组成,每盘重量应不小于 800 kg。

## 7 技术要求

### 7.1 钢号及成品化学成分

7.1.1 钢筋的钢号及化学成分(熔炼成分)应符合表 3 的规定。经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 3 规定以外钢号或化学成分的钢筋。

表3 钢筋的钢号及化学成分(冶炼成分)

组织类型	序号	GB/T 20878		钢号	化学成分(质量分数)/%											
		序号	统一数字代号		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素	
奥氏体	1	17	S30408	06Cr19Ni10	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	—	—	—	—
	2	25	S30453	022Cr19Ni10N	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	—	0.10~0.16	—	—
	3	38	S31608	06Cr17Ni12Mo2	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—	—	—
	4	44	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	0.030	1.00	2.00	0.045	0.030	10.00~13.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—	0.10~0.16	—
	5	70	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	0.030	1.00	2.00	0.030	0.020	4.50~6.50	21.00~23.00	2.50~3.50	—	—	0.08~0.20	—
	6	72	S23043	022Cr23Ni4MoCuN	0.030	1.00	2.50	0.035	0.030	3.00~5.50	21.50~24.50	0.05~0.60	0.05~0.60	—	0.05~0.20	—
	7	73	S22553	022Cr25Ni6Mo2N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	5.50~6.50	24.00~26.00	1.20~2.50	—	—	0.10~0.20	—
	8	76	S25073	022Cr25Ni7Mo4N	0.030	0.80	1.20	0.035	0.020	6.00~8.00	24.00~26.00	3.00~5.00	0.50	—	0.24~0.32	—
	9	83	S11203	022Cr12	0.030	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	11.00~13.50	—	—	—	—	—

注1:表中所列成分除标明范围或最小值外,其余均为最大值。括号内值为允许添加的最大值。

注2:钢筋的选用可参考附录A。

7.1.2 钢筋的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

7.2 力学性能

7.2.1 钢筋的屈服强度  $R_{p0.2}$ 、抗拉强度  $R_m$ 、断后伸长率  $A$ 、最大力下总延伸率  $A_{gt}$  等力学性能特征值应符合表 4 的规定。表 4 所列各力学性能特征值,可作为交货检验的最小保证值。

表 4 钢筋力学性能

牌号	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}/\text{MPa}$	抗拉强度 $R_m/\text{MPa}$	断后伸长率 $A/\%$	最大力总延伸率 $A_{gt}/\%$
	不小于			
HPB300S	300	420	25	10.0
HRB400S	400	540	16	7.5
HRB500S	500	630	15	7.5

7.2.2 延伸率率类型可从  $A$  或  $A_{gt}$  中选定,但仲裁检验时采用  $A_{gt}$ 。

7.3 弯曲性能

光圆钢筋弯芯直径按 GB 1499.1 规定,带肋钢筋弯芯直径按 GB 1499.2 的规定。弯曲 180°后,钢筋受弯部位表面不得产生裂纹。

7.4 V 型缺口冲击试验

根据需方要求,16 mm 及以上规格的钢筋可进行 V 型缺口冲击试验,冲击吸收能量由供需双方协商。

7.5 晶间腐蚀试验

除铁素体型钢筋外,其他钢筋以交货状态按 GB/T 4334—2008 中的方法 E 进行晶间腐蚀试验,试验后不应有晶间腐蚀裂纹。

7.6 耐腐蚀性能

根据需方要求,可进行耐腐蚀性能试验。耐腐蚀性能试验的技术要求和试验方法按 YB/T 4369 要求或附录 B 进行。

7.7 疲劳试验

根据需方要求,可进行疲劳性能试验。疲劳试验的技术要求和试验方法按 GB/T 28900 要求或附录 C 进行。

7.8 连接

钢筋推荐采用机械连接的方式进行连接。

7.9 表面质量

7.9.1 钢筋应无有害的表面缺陷。

7.9.2 当带有表面缺陷的试样不符合拉伸性能或弯曲性能要求时,则认为这些缺陷是有害的。



## 7.10 交货状态

钢筋以热轧酸洗或固溶、退火等热处理酸洗状态交货。

## 8 试验方法

### 8.1 检验项目

8.1.1 每批钢筋的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 5 的规定。

表 5 出厂检验

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学成分	1 个/炉	GB/T 20066	GB/T 223、GB/T 20123、 GB/T 20124、GB/T 11170
2	拉伸	2 个	不同根(盘)钢筋切取	GB/T 228.1、8.2
3	弯曲	2 个	不同根(盘)钢筋切取	GB/T 232、8.2
4	晶间腐蚀	1 个	任 1 根(盘)钢筋切取	GB/T 4334—2008 中的方法 E、7.5
5	冲击	2 个	不同根(盘)钢筋切取	GB/T 229
6	表面	逐支(盘)	—	目视
7	尺寸	逐支(盘)	—	8.3
8	重量偏差	8.4		8.4

8.1.2 耐腐蚀性能、疲劳性能进行型式试验,即仅在原料、生产工艺、设备有重大变化及新产品生产时进行检验。型式检验取样方法和试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 型式检验

序号	检验项目	取样数量/个	取样方法	试验方法
1	耐腐蚀性能*	9	任选 3 根(盘)钢筋切取,每根 3 个样	YB/T 4369
		15	任选 5 根(盘)钢筋切取,每根 3 个样	附录 B
2	疲劳性能	5	不同根(盘)钢筋切取	GB/T 28900 或附录 C
3	连接性能	JGJ 107		

\* 耐腐蚀性能试验方法按 YB/T 4369 的规定或附录 B 任选其一。

### 8.2 拉伸、弯曲试验

8.2.1 拉伸、弯曲试验试样不允许进行车削加工。

8.2.2 计算钢筋强度用截面面积采用表 2 所列公称横截面面积。

8.2.3 最大力下总延伸率  $A_{gt}$  的检验,除按表 5 规定采用 GB/T 228.1 的有关试验方法外,也可采用 GB/T 28900 中规定的方法。

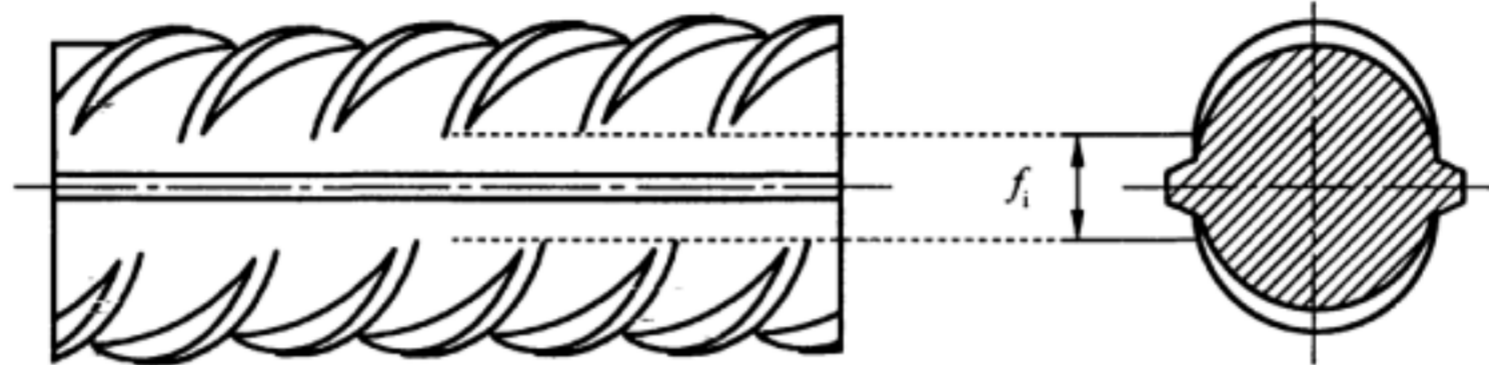
### 8.3 尺寸测量

8.3.1 测量应精确到 0.1 mm。

8.3.2 带肋钢筋纵肋、横肋高度的测量采用测量同一截面两侧横肋中心高度平均值的方法,即测取钢筋最大外径,减去该处内径,所得数值的一半为该处肋高,应精确到 0.1 mm。

8.3.3 带肋钢筋横肋间距采用测量平均肋距的方法进行测量。即测取钢筋一面上第 1 个与第 11 个横肋的中心距离,该数值除以 10 即为横肋间距,应精确到 0.1 mm。

8.3.4 带肋钢筋横肋末端间隙测量产品两相邻横肋在垂直于钢筋轴线平面上投影的两末端之间的弦长,测量示意图见图 1。



说明:

$f_i$ ——横肋末端间隙。

图 1 钢筋横肋末端间隙测量示意图

## 8.4 重量偏差的测量

8.4.1 测量钢筋重量偏差时,试样应从不同根钢筋上截取,数量不少于 5 支,每支试样长度不小于 500 mm。长度应逐支测量,应精确到 1 mm。测量试样总重量时,应精确到不大于总重量的 1%。

8.4.2 钢筋实际重量与理论重量的偏差按式(1)计算:

$$\text{重量偏差} = \frac{\text{试样实际总重量} - (\text{试样总长度} \times \text{理论重量})}{\text{试样总长度} \times \text{理论重量}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

## 8.5 数值修约

检验结果的数值修约与判定应符合 YB/T 081 的规定。

## 9 检验规则

钢筋的检验分为特征值检验和交货检验。

### 9.1 特征值检验

9.1.1 特征值检验适用于下列情况:

- a) 供方对产品质量控制的检验;
- b) 需方提出要求,经供需双方协议一致的检验;
- c) 第三方产品认证及仲裁检验。

9.1.2 特征值检验应按附录 D 规则进行。

### 9.2 交货检验

9.2.1 交货检验适用于钢筋验收批的检验。

9.2.2 钢筋应按批进行检查和验收,每批由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一交货状态的钢筋组成。每批重量通常不大于 60 t。超过 60 t 的部分,每增加 40 t(或不足 40 t 的余数),增加一个拉伸试验试样和一个弯曲试验试样。

9.2.3 钢筋检验项目和取样数量应符合表 5 的规定。

9.2.4 各检验项目的检验结果应符合第 6 章和第 7 章的规定。

9.2.5 钢筋的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。但当钢筋的重量偏差不合格时,不允许进行复验。

9.2.6 盘卷调直后钢筋仍应满足第 7 章要求。

## 10 包装、标志和质量证明书

10.1 带肋不锈钢钢筋的表面标志应符合下列规定。

10.1.1 带肋钢筋应在其表面轧上牌号标志,还可依次轧上经注册的厂名(或商标)、公称直径毫米数字。

10.1.2 钢筋牌号以阿拉伯数字或阿拉伯数字加英文字母表示,HRB400S、HRB500S 分别以 S4、S5 表示。厂名以汉语拼音字头表示。公称直径毫米数以阿拉伯数字表示。

10.1.3 对于直径不大于 10 mm 的钢筋,也可以表面横肋标志表示钢筋的等级。HRB400S、HRB500S 分别以 1、2 条与横肋反向的肋加上圆点表示,见图 2。

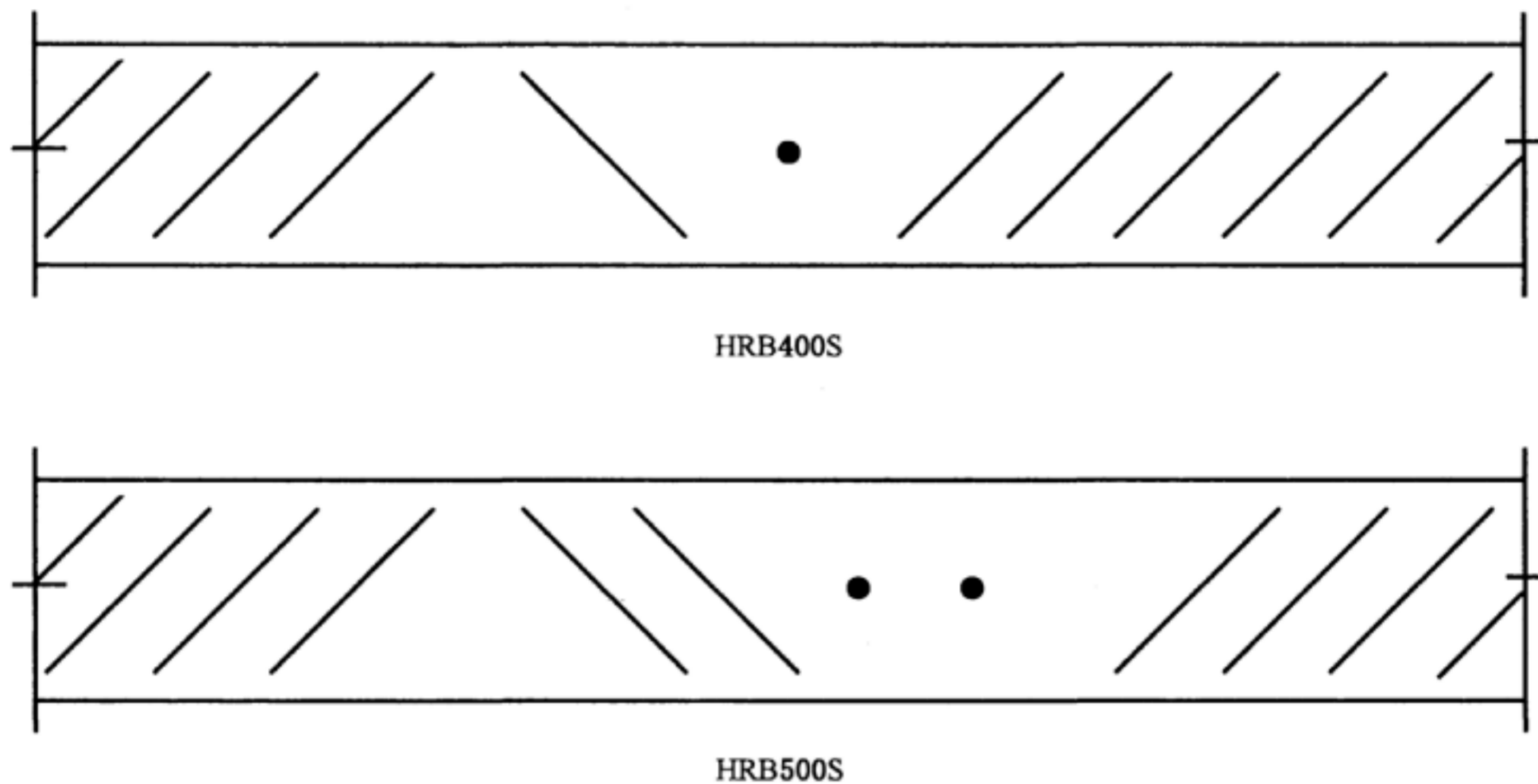


图 2 直径不大于 10 mm 的 HRB400S、HRB500S 钢筋标志

10.2 钢筋的标牌和质量证明书均应注明钢筋的牌号和统一数字代号。

10.3 除上述规定外,钢筋的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2101 的有关规定。

**附 录 A**  
**(资料性附录)**  
**钢筋腐蚀性能选用参考**

不锈钢钢筋的耐腐蚀性能与化学成分有关系,主要体现为耐点蚀当量: $PREN=Cr+3.3\times Mo+16\times N$ 。同时,也与使用的环境有关系。不锈钢钢筋的使用可按以下考虑其耐蚀性能和经济型:

- a) 对于结构有较长的设计寿命或难以维修的部件,可考虑使用  $PREN<30$  不锈钢钢筋;
- b) 对与暴露在氯化物污染物的非预应力结构、氯离子会在混凝土结构中产生沉积、桥梁加固连接关节等部位可考虑使用  $30<PREN\leq 40$  的不锈钢钢筋;
- c) 对于提高  $PREN$  挡位使用不锈钢钢筋,及使用  $PREN>40$  的钢筋宜对其经济性进行详细论证。

**附录 B****(规范性附录)****耐腐蚀性能测试方法(快速宏电池测试)****B.1 范围**

本方法描述了使用快速宏电池测试以衡量混凝土用不锈钢钢筋腐蚀速率和腐蚀电位的过程。

**B.2 试验设备和材料****B.2.1 塑料容器**

每次试验需 2 个 4.5L 的塑料容器,直径大约 180 mm,深度约为 190 mm。

**B.2.2 电压表**

高阻抗电压表(至少 1 M $\Omega$ ),其测量精度为 0.001 mV。

**B.2.3 参比电极**

饱和甘汞电极。

**B.2.4 电阻器**

10  $\Omega$ ( $\pm 0.3 \Omega$ )电阻器。

**B.2.5 接线盒**

用来对试样进行电气连接,每个接线盒由至少有 6 对接线柱(红和黑)的工程箱组成。接线盒中,将 10  $\Omega$  的电阻器连接其中的一对接线柱。

**B.2.6 电线**

1.5 mm<sup>2</sup> 的绝缘铜线,用来进行钢筋的电气连接。

**B.2.7 环氧涂层**

应按照生产商的建议,使用一个双组分环氧涂层(如用作环氧涂层钢筋的修补材料)来覆盖电气连接。

**B.2.8 混凝土孔隙液**

配置如下:1 L 孔隙液中含有 974.8 g 蒸馏水,18.81 g 氢氧化钾(KOH),17.87 g 氢氧化钠(NaOH)。

**B.2.9 氯化钠溶液**

在 1 L 的混凝土模拟孔隙液中加入 172.1 g 氯化钠(NaCl)获得浓度为 15% 的溶液。

### B.2.10 盐桥

盐桥提供了周围的阴极和阳极之间的一个离子路径。准备如下：内径为 9.5 mm 的易弯曲乳胶管，充满了凝胶。使用琼脂 4.5 g、氯化钾(KCl)30 g 和 100 g 蒸馏水制成凝胶，足以形成 4 个长度为 0.6 m 的盐桥。混合该成分并加热 1 min 左右直到溶液开始变稠。用漏斗把凝胶倒入乳胶管。然后在沸水中放置 1 h，能够确保在管的两端出水。煮沸后，冷却盐桥直到坚固。在盐桥中凝胶应是连续的，没有任何气泡，以提供足够的离子通道。

### B.2.11 空气洗涤器

空气经过模拟混凝土孔隙液，在宏电池的阴极周围提供足够的氧气以使阴极反应。空气洗涤器是用来消除空气中的二氧化碳，以尽量减少孔隙溶液碳酸化。20 L 的容器部分充满 1-M 氢氧化钠溶液。压缩空气从洗涤器进入通过乳胶管流向试样。程序如下：

- a) 两个倒钩接头插入容器的顶部。
- b) 1.5 m 塑料管被切断。一端为 1.2 m，通常情况下用刀挖数百小孔让空气产生小气泡。在靠近孔的塑料管端用夹子密封。
- c) 带孔的管一端盘绕在容器底部并用暗色岩压住管子。管子的另一端连到倒钩接头的里面部分。
- d) 倒钩接头另一端连接到塑料管上，它是连接压缩空气出口。
- e) 另一段塑料管连接到其他倒钩接头外部。空气进入溶液，阴极周围使用 0.3 m 的乳胶管和聚丙烯 T 形连接器。
- f) 螺旋夹调节冒泡到每个容器中的空气量。
- g) 定期向容器中添加蒸馏水，以弥补蒸发。如果有必要，添加 NaOH 使溶液的 pH 值维持 12.5 以上。

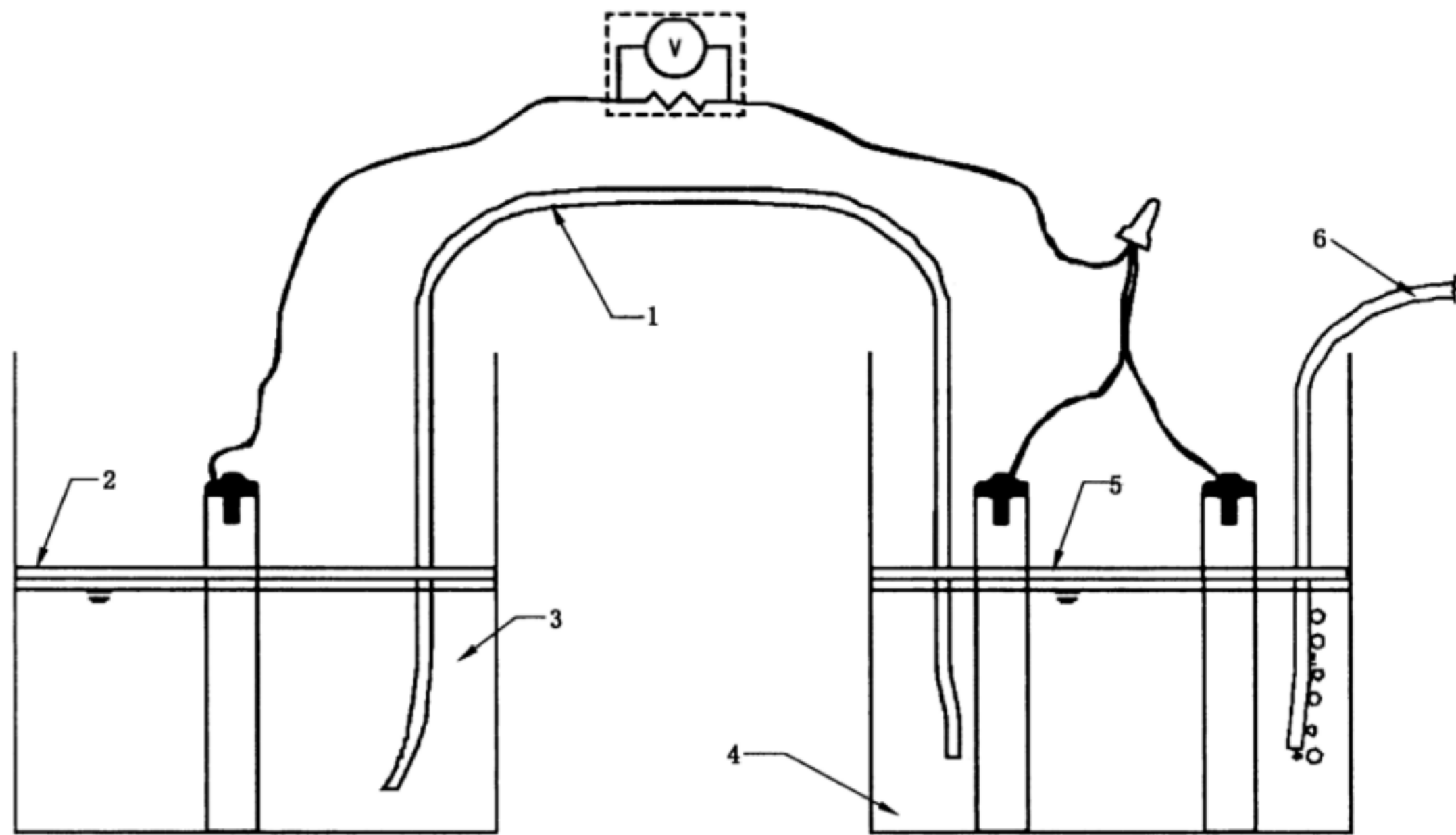
## B.3 试验样品制备

**B.3.1** 在此测试中加强钢筋应以同样的方式准备，包括表面处理。

**B.3.2** 试样应为长度 125 mm 的  $\phi 16$  mm 钢筋。钢筋的边缘应光滑，并在钢筋端部钻或挖 10 mm 深的孔，用于安装不锈钢螺栓来连接铜线和钢筋。然后用丙酮清洗除去钢筋表面油污或灰尘。一个  $1.5 \text{ mm}^2$  绝缘铜导线应连接到钢筋的顶部。连接部位用两层环氧覆盖，以防止缝隙腐蚀。每一层应固化至少 4 h。

## B.4 测试方法

**B.4.1** 宏电池测试，见图 B.1，包括阳极和阴极。阴极应包括在模拟混凝土孔隙液中的两根裸露钢筋。阳极应包括在 15% 的 NaCl 模拟混凝土孔隙液中的一根钢筋。每五周换一次溶液。试验应在室温 ( $20 \text{ }^\circ\text{C} \sim 24 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 下运行 15 周。



说明：

- 1——盐桥；
- 2——容器盖子；
- 3——含 NaCl 的模拟混凝土孔隙液；
- 4——不含 NaCl 的模拟混凝土孔隙液；
- 5——容器盖子；
- 6——洗涤空气。

图 B.1 钢筋宏电池测试示意图

**B.4.2** 在阳极,容器中有 75 mm 深的含 NaCl 模拟混凝土孔隙液。钢筋应放置在容器的中心,搁在容器的底部。钢筋顶部应支撑位于水位以上容器盖。铜线自由端应连接到试样和接线盒中黑色接线柱。另一个容器应充满深度为 75 mm 的无 NaCl 模拟混凝土孔隙液。两根钢筋应放置在容器中作为阴极。钢筋应固定在盖子处。铜导线的自由端应连接到试样和某一端连接到接线盒红色接线柱上的第三线。去除空气中的二氧化碳(CO<sub>2</sub>),直到溶液冒泡,以提供足够的氧气围绕阴极试样发生阴极反应。盐桥连接溶液周围的阴极和阳极。

**B.4.3** 连接接线盒中红色和黑色接线柱,完成宏电池电路,通过 10 Ω 的电阻可测量出电压降。电压表负极应连接到黑色接线柱,电压表正极应连接到红色接线柱。测量出电压降后,阳极应从接线盒断开。断开两个小时后,阳极和阴极的腐蚀电位通过电压表正极连接放置在充满溶液饱和甘汞的钢筋电极和电压表负极连接钢筋(阴极或阳极)来测量。开始试验 7 天内每天一次读数,此后每周一次。

**B.4.4** 从宏电池读数获得的电压降应转换到腐蚀速率(μm/年),使用式(B.1):

$$\text{Rate} = 11.6 \cdot i_c = \frac{1\ 1600 \cdot V}{A \cdot R} \quad \dots\dots\dots(\text{B.1})$$

式中:

- $i_c$  —— 腐蚀电流密度,单位为每平方米微安(μA/cm<sup>2</sup>);
- $V$  —— 电阻压降,单位为毫伏(mV);
- $R$  —— 电阻器电阻,单位为欧姆(Ω);
- $A$  —— 阳极钢筋裸露的金属面积,单位为平方厘米(cm<sup>2</sup>)。

## B.5 报告

B.5.1 钢筋类型和来源,表面处理说明。

B.5.2 压降和腐蚀速率计算所需数值的读数。

B.5.3 饱和甘汞中阳极和阴极腐蚀电位读数。

## B.6 耐腐蚀评价

5个试样平均腐蚀速率的最小值不能超过  $0.25 \mu\text{m}/\text{年}$ ,单个试样的腐蚀速率不超过  $0.50 \mu\text{m}/\text{年}$ 。



**附 录 C**  
(规范性附录)  
**疲劳性能测试方法**

**C.1 疲劳试验**

C.1.1 每一种具有确定外形和生产工艺的不锈钢钢筋,需进行疲劳性能测试,最初的测试尺寸选最大规格和最小规格进行。

C.1.2 在批量连续生产的情况下,不锈钢钢筋疲劳性能测试的测试应力范围见表 C.1。

**表 C.1 疲劳性能测试的应力范围**

规格 mm	应力范围 MPa
≤16	200
18~20	185
22~25	170
28~32	160
36~50	150

**C.2 取样**

测试样品从一批中随机抽取。测试样品不应存在产品特性之外的明显缺陷。测试样品最小长为  $30d$ ,最小自由端长度  $10d$ , $d$  指测试样品的公称直径。每个测试单元包括 5 支测试样品。

**C.3 测试过程**

C.3.1 测试样品应在室温下施加轴向拉伸载荷,使用锥形夹具,应采用合适的夹持介质以防伤害到钢筋表面影响试验结果。应力比为 0.2,试验频率为不大于 120 Hz,使用正弦波形。测试过程中应采用负荷控制,应力的计算采用公称面积。出现下列情况视为疲劳试验无效:

- a) 由于独特的缺陷造成的测试断裂;
- b) 试样断裂位置靠近试验机夹具。

C.3.2 出现上述疲劳测试不合格的情况时,另取同批次样品一支再进行重新测试。

**C.4 重新测试**

C.4.1 如果有两支或两支以上测试样品的疲劳性能未达到  $5 \times 10^6$  次,并且测试结果有效时,判定本批次不锈钢钢筋疲劳性能不合格。

C.4.2 如果有一支测试样品疲劳性能不合格,需要加做一单元同一批次的 5 支测试样品进行疲劳性能测试。如果加做的 5 支测试样品中,出现一支或一支以上测试样品出现不合格,判定本批次不锈钢钢筋疲劳性能不合格。

**附录 D**  
**(规范性附录)**  
**特征值检验规则**

**D.1 取样数量和试验**

**D.1.1 试验组批**

为了试验,交货应细分为试验批。组批规则应符合 9.2.2 的规定。

**D.1.2 每批取样数量**

**D.1.2.1** 化学成分(成品分析),应从不同根钢筋取两个试样。

**D.1.2.2** 所有其他性能试验,应从不同钢筋取 15 个试样(如果适用 60 个试样时,见 D.2.1 规定)。

**D.2 试验结果的评定**

**D.2.1 参数检验**

为检验规定的性能,如特性参数  $R_{eL}$ 、 $R_m$ 、 $A_{gt}$  或  $A$ ,应确定以下参数:

- a) 15 个试样的所有单个值  $X_i (n=15)$ ;
- b) 平均值  $m_{15} (n=15)$ ;
- c) 标准偏差  $S_{15} (n=15)$ 。

如果所有性能满足式(D.1)给定的条件则该试验批符合要求。

$$m_{15} - 2.33 \times S_{15} \geq f_k \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

$f_k$  ——要求的特征值;

2.33 ——当  $n=15$ ,90%置信水平( $1-\alpha=0.90$ ),不合格率 5%( $P=0.95$ )时验收系数  $K$  的值。

如果上述条件不能满足,系数  $k' = \frac{m_{15} - f_k}{S_{15}}$  由试验结果确定。式中  $k' \geq 2$  时,试验可继续进行。在

此情况下,应从该试验批的不同根钢筋上切取 45 个试样进行试验,这样可得到总计 60 个试验结果 ( $n=60$ )。

如果所有性能满足式(D.2)条件,则应认为该试验批符合要求。

$$m_{60} - 1.93 \times S_{60} > f_k \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

1.93 ——当  $n=60$ ,90%置信水平( $1-\alpha=0.90$ ),不合格率 5%( $P=0.95$ )时验收系数  $K$  的值。

**D.2.2 属性检验**

**D.2.2.1** 当试验性能规定为最大或最小值时,15 个试样测定的所有结果应符合第 7 章和 D.2.1 的要求,此时,应认为该试验批符合要求。

**D.2.2.2** 当最多有两个试验结果不符合条件时,应继续进行试验,此时,应从该试验批的不同根钢筋

上,另取 45 个试样进行试验,这样可得到总计 60 个试验结果,如果 60 个试验结果中最多有 2 个不符合条件,该试验批符合要求。

### D.2.3 化学成分

两个试样均应符合表 3 的要求。

---

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
钢 筋 混 凝 土 用 不 锈 钢 钢 筋  
GB/T 33959—2017

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238  
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 36 千字  
2017年7月第一版 2017年7月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-56840 定价 24.00 元



GB/T 33959—2017