

ICS 77.140.50  
H 46



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 28410—2012

---

## 风力发电塔用结构钢板

Structural steel plate for wind power tower

2012-06-29 发布

2013-03-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准是在参照 EN 10025:2004《非合金钢技术交货条件》、ASTM A709:2005《桥梁用碳素钢和高强度低合金结构型钢、钢板、钢棒及淬火回火合金结构钢板》的基础上,结合我国风力发电塔用结构钢板的实际生产和应用情况而编制的。

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:南京钢铁联合有限公司、天津钢铁集团有限公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、冶金工业信息标准研究院、莱芜钢铁集团有限公司、鞍钢股份有限公司、济钢集团有限公司、马钢股份有限公司、首钢总公司、邯郸钢铁集团有限责任公司。

本标准主要起草人:刘丽华、徐海泉、楚觉非、许克亮、王晓虎、罗登、杜传治、刘徐源、高玲、方拓野、庄建志、师莉、巩文旭、吝章国、李小莉、周平、贺红梅、朴志民、梁川。

# 风力发电塔用结构钢板

## 1 范围

本标准规定了风力发电塔用结构钢板的牌号、订货内容、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。

本标准适用于厚度为 6 mm~100 mm 的风力发电塔用结构钢板。

## 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 223.5 钢铁 硅酸盐和全硅含量的测定 还原型硅酸盐分光光度法
- GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 分光光度法
- GB/T 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒含量
- GB/T 223.16 钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钛量
- GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
- 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 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- 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 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法
- GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量
- 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 223.69 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法
- GB/T 223.78 钢铁及合金化学分析方法 姜黄素直接光度法测定硼含量
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法
- GB/T 247 钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 2970 厚钢板超声波检验方法
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢的火花源原子发射光谱分析方法(常规法)
- GB/T 5313 厚度方向性能钢板
- GB/T 14977 热轧钢板表面质量的一般要求



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

JB/T 4730.3 承压设备无损检测 第3部分 超声检测

YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则

### 3 分类和代号

钢板的牌号由代表屈服强度的汉语拼音首位字母、屈服强度下限值、“风塔”的汉语拼音首位字母、质量等级符号等几个部分组成。

例如：Q345FTD，其中：

Q ——风塔用钢屈服强度的“屈”字汉语拼音的首位字母；

345 ——屈服强度下限值，单位  $N/mm^2$ ；

FT ——“风塔”汉语拼音的首位字母；

D ——质量等级符号。

当要求钢板具有厚度方向性能时，则在上述规定的牌号后分别加上代表厚度方向（Z向）性能级别的符号“Z15（Z25、Z35）”，如：Q345FTDZ15。

### 4 订货内容

按本标准订货的合同或订单至少应包括以下内容：

- a) 本标准号；
- b) 产品名称；
- c) 牌号；
- d) 尺寸、外形及偏差要求；
- e) 重量；
- f) 交货状态；
- g) 特殊要求。

### 5 尺寸、外形、重量及允许偏差

钢板的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 709 的规定。

### 6 技术要求

#### 6.1 牌号及化学成分

6.1.1 钢板的牌号及化学成分（熔炼分析）应符合表1的规定。

6.1.1.1 细化晶粒元素 Al、Nb、V、Ti 应至少加入其中一种，可以单独加入或以任一组合形式加入，并保证其中至少有一种的含量不小于 0.015%。当单独加入时，其含量应符合表1所列值。当混合加入两种或两种以上时，总量应不大于 0.22%。

表 1 牌号及化学成分

| 牌号     | 质量等级 | 化学成分/% |           |       |       |      |       |       |       |      |      |      |      |                 |       |
|--------|------|--------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-----------------|-------|
|        |      | C      | Mn*       | P     | S     | Si   | Nb    | V     | Ti    | Mo   | Cr   | Ni   | Cu   | Al <sub>1</sub> | N     |
| Q235FT | B、C  | 0.18   | 0.50~1.40 | 0.030 | 0.025 | 0.50 | 0.050 | 0.060 | 0.050 | 0.10 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.015           | 0.012 |
|        | D、E  |        |           | 0.025 | 0.020 |      |       |       |       |      |      |      |      |                 |       |
| Q275FT | C    |        |           | 0.020 |       |      |       |       |       |      |      |      |      | 0.012           |       |
|        | D    | 0.18   | 0.50~1.50 | 0.025 | 0.015 | 0.50 | 0.050 | 0.060 | 0.050 | 0.10 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.015           | 0.010 |
| Q345FT | E、F  |        |           |       |       |      |       |       |       |      |      |      |      |                 |       |
|        | C、D  | 0.20   | 0.90~1.65 | 0.025 | 0.015 | 0.50 | 0.060 | 0.12  | 0.050 | 0.20 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.015           | 0.012 |
| Q420FT | E、F  |        |           | 0.020 | 0.010 |      |       |       |       |      |      |      |      |                 |       |
|        | C、D  | 0.20   | 1.00~1.70 | 0.025 | 0.015 | 0.50 | 0.060 | 0.15  | 0.050 | 0.20 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.015           | 0.012 |
| Q460FT | E、F  |        |           | 0.020 | 0.010 |      |       |       |       |      |      |      |      |                 |       |
|        | C、D  | 0.20   | 1.00~1.70 | 0.025 | 0.015 | 0.60 | 0.070 | 0.15  | 0.050 | 0.30 | 0.60 | 0.80 | 0.55 | 0.015           | 0.012 |
| Q550FT | D    | 0.20   | ≤1.80     | 0.020 | 0.010 | 0.60 | 0.070 | 0.15  | 0.050 | 0.50 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.015           | 0.012 |
|        | E    |        |           |       |       |      |       |       |       |      |      |      |      |                 | 0.010 |
| Q620FT | D    | 0.20   | ≤1.80     | 0.020 | 0.010 | 0.60 | 0.070 | 0.15  | 0.050 | 0.50 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.015           | 0.012 |
|        | E    |        |           |       |       |      |       |       |       |      |      |      |      |                 | 0.010 |
| Q690FT | D    | 0.20   | ≤1.80     | 0.020 | 0.010 | 0.60 | 0.070 | 0.15  | 0.050 | 0.50 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.015           | 0.012 |
|        | E    |        |           |       |       |      |       |       |       |      |      |      |      |                 | 0.010 |

\* 交货状态为正火的钢板的 Mn 含量下限按表 1 的规定,其他交货状态的钢板的 Mn 含量下限不作要求。



6.1.1.2 当采用全铝(Al<sub>t</sub>)含量(质量分数)计算钢中铝含量时,全铝含量应不小于0.020%。

6.1.1.3 如果添加其他固氮元素,酸溶铝(Al<sub>s</sub>)和全铝(Al<sub>t</sub>)含量不适用。

6.1.2 钢板的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.1.3 钢板的碳当量(CEV)由熔炼分析成分按式(1)计算,其值应符合表 2~表 5 的规定。

$$CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \dots\dots\dots(1)$$

6.1.4 热机械轧制或热机械轧制加回火状态交货的钢板,当 C 含量不大于 0.12% 时,可采用焊接裂纹敏感性指数(Pcm)代替碳当量评估钢板的可焊性,Pcm 应由熔炼分析成分按式(2)计算,其值应符合表 4 的规定。

$$Pcm = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B \dots\dots\dots(2)$$

6.1.5 Z 向钢板的 S 含量应符合 GB/T 5313 的要求。

6.2 冶炼方法

钢板由转炉或电炉冶炼,并应进行炉外精炼。

6.3 交货状态

不同等级、不同厚度规格的风塔用结构钢板,其交货状态应符合表 2~表 5 的规定。

表 2 热轧、控轧状态交货的钢板牌号及其碳当量

| 牌号     | 交货状态  | 质量等级    | 碳当量(CEV)/% |          |
|--------|-------|---------|------------|----------|
|        |       |         | 厚度≤40 mm   | 厚度>40 mm |
| Q235FT | 热轧、控轧 | B、C、D、E | ≤0.36      | ≤0.39    |
| Q275FT |       | C、D、E、F | ≤0.38      | ≤0.40    |
| Q345FT | 热轧、控轧 | C、D、E、F | ≤0.42      | ≤0.44    |
| Q420FT |       | C、D、E、F | ≤0.45      | ≤0.47    |
| Q460FT |       | C、D、E、F | ≤0.46      | ≤0.48    |

表 3 正火、正火轧制状态交货的钢板牌号及其碳当量

| 牌号     | 交货状态    | 质量等级    | 碳当量(CEV)/% |          |
|--------|---------|---------|------------|----------|
|        |         |         | 厚度≤40 mm   | 厚度>40 mm |
| Q235FT | 正火、正火轧制 | B、C、D、E | ≤0.38      | ≤0.40    |
| Q275FT |         | C、D、E、F | ≤0.40      | ≤0.42    |
| Q345FT |         | C、D、E、F | ≤0.43      | ≤0.45    |
| Q420FT | 正火、正火轧制 | C、D、E、F | ≤0.48      | ≤0.50    |
| Q460FT |         | C、D、E、F | ≤0.52      | ≤0.53    |

表 4 TMCP、TMCP+回火状态交货的钢板牌号及其碳当量和 Pcm

| 牌号     | 交货状态             | 质量等级    | 碳当量(CEV)/% |        |       | Pcm/% |
|--------|------------------|---------|------------|--------|-------|-------|
|        |                  |         | 厚度/mm      |        |       |       |
|        |                  |         | ≤40        | >40~60 | >60   |       |
| Q275FT | TMCP、<br>TMCP+回火 | C、D、E、F | ≤0.34      | ≤0.36  | ≤0.38 | ≤0.20 |
| Q345FT |                  | C、D、E、F | ≤0.39      | ≤0.41  | ≤0.43 | ≤0.20 |
| Q420FT |                  | C、D、E、F | ≤0.44      | ≤0.46  | ≤0.48 | ≤0.20 |
| Q460FT |                  | C、D、E、F | ≤0.46      | ≤0.48  | ≤0.50 | ≤0.20 |
| Q550FT |                  | D、E     | ≤0.48      | ≤0.50  | ≤0.52 | ≤0.25 |
| Q620FT |                  | D、E     | ≤0.49      | ≤0.51  | ≤0.53 | ≤0.25 |
| Q690FT |                  | D、E     | ≤0.50      | ≤0.52  | ≤0.54 | ≤0.25 |

表 5 淬火+回火状态交货的钢板牌号及其碳当量

| 牌号     | 交货状态  | 质量等级    | 碳当量(CEV)/% |         |
|--------|-------|---------|------------|---------|
|        |       |         | 厚度/mm      |         |
|        |       |         | ≤40        | >40~100 |
| Q460FT | 淬火+回火 | C、D、E、F | ≤0.48      | ≤0.50   |
| Q550FT |       | D、E     | ≤0.55      | ≤0.60   |
| Q620FT |       | D、E     | ≤0.56      | ≤0.62   |
| Q690FT |       | D、E     | ≤0.58      | ≤0.65   |

## 6.4 力学及工艺性能

### 6.4.1 拉伸试验

钢板的拉伸试验性能应符合表 6 的规定。

### 6.4.2 夏比 V 型缺口冲击试验

6.4.2.1 钢板的夏比 V 型缺口冲击试验的冲击温度和冲击吸收能量应符合表 6 的规定。

6.4.2.2 厚度不小于 12 mm 的钢板,冲击试样取 10 mm×10 mm×55 mm 的标准试样;厚度小于 12 mm 的钢板,应采用 7.5 mm×10 mm×55 mm 或 5 mm×10 mm×55 mm 的试样,冲击吸收能量应分别为不小于表 6 规定值的 75%或 50%,优先采用较大尺寸的试样。

6.4.2.3 钢板的冲击试验结果按一组 3 个试样的算术平均值进行计算。允许其中有 1 个试验值低于规定值,但不应低于规定值的 70%,否则,应从同一取样钢板上再取 3 个试样进行试验,先后 6 个试样试验结果的算术平均值不得低于规定值,允许有 2 个试样的试验结果低于规定值,但其中低于规定值 70%的试样只允许有一个。

6.4.3 Z 向钢厚度方向断面收缩率应符合 GB/T 5313 的要求。

6.4.4 当需方要求做弯曲试验时,弯曲试验应符合表 6 的规定。如供方保证弯曲合格时,可不做弯曲试验。



6.5 表面质量

- 6.5.1 钢板表面不得有气泡、结疤、裂纹、折叠、夹杂、压入氧化铁皮等，钢板不得有分层。
- 6.5.2 钢板表面允许有不妨碍检查表面缺陷的薄层氧化铁皮、铁锈、由压入氧化铁皮脱落引起的不显著的表面粗糙、划伤、压痕及其他局部缺陷，但其深度不大于厚度公差之半，并应保证钢板的最小厚度。
- 6.5.3 钢板表面缺陷允许修磨清理，但应保证钢板的最小厚度，清理处应平滑无棱角。
- 6.5.4 经供需双方协商，表面质量可执行 GB/T 14977。

6.6 特殊要求

- 6.6.1 经供需双方协商，钢板可进行无损检测，检验方法按 GB/T 2970 或 JB/T 4730.3 的规定执行，执行标准和级别应在协议或合同中明确。
- 6.6.2 根据供需双方协商，钢板也可进行其他项目的检验。

表 6 牌号及力学性能

| 牌号     | 质量等级  | 横向下屈服强度 <sup>a</sup><br>$R_{eL}/(N/mm^2)$<br>$\geq$ |              |               | 抗拉强度<br>$R_m/(N/mm^2)$ | 断后伸长率<br>$A/\%$<br>$L_0=5.65\sqrt{S_0}$<br>$\geq$ | 冲击吸收<br>能量 <sup>c,d</sup><br>$KV_2/J$<br>$\geq$ | 180°弯曲试验<br>$d$ =弯心直径,<br>$a$ =试样厚度 |               |
|--------|-------|---|--------------|---------------|------------------------|---|---|-------------------------------------|---------------|
|        |       | 钢板厚度/mm   |              |               |                        |   |   | 钢板厚度/mm                             |               |
|        |       | $\leq 16$   | $>16\sim 40$ | $>40\sim 100$ |                        |   |   | $\leq 16$                           | $>16\sim 100$ |
| Q235FT | B、C、D | 235   | 225          | 215           | 360~510                | 24 <sup>b</sup>                                   | 47  | $d=2a$                              | $d=3a$        |
|        | E     |   |              |               |                        |   |   |                                     |               |
| Q275FT | C、D   | 275   | 265          | 255           | 410~560                | 21 <sup>b</sup>                                   | 47  |                                     |               |
|        | E、F   |   |              |               |                        |   |   |                                     |               |
| Q345FT | C、D   | 345   | 335          | 325           | 470~630                | 21 <sup>b</sup>                                   | 47  |                                     |               |
|        | E、F   |   |              |               |                        |   |   |                                     |               |
| Q420FT | C、D   | 420   | 400          | 390           | 520~680                | 19 <sup>b</sup>                                   | 47  |                                     |               |
|        | E、F   |   |              |               |                        |   |   |                                     |               |
| Q460FT | C、D   | 460   | 440          | 420           | 550~720                | 17  | 47  |                                     |               |
|        | E、F   |   |              |               |                        |   |   |                                     |               |
| Q550FT | D     | 550   | 530          | 670~830       | 16                     | 47  |   |                                     |               |
|        | E     |   |              |               |                        |   | 34  |                                     |               |
| Q620FT | D     | 620   | 600          | 710~880       | 15                     | 47  |   |                                     |               |
|        | E     |   |              |               |                        |   | 34  |                                     |               |
| Q690FT | D     | 690   | 670          | 770~940       | 14                     | 47  |   |                                     |               |
|        | E     |   |              |               |                        |   | 34  |                                     |               |

<sup>a</sup> 当屈服不明显时，可采用  $R_{p0.2}$  代替下屈服。  
<sup>b</sup> 当钢板厚度  $>60$  mm 时，断后伸长率可降低 1%。  
<sup>c</sup> 冲击试验采用纵向试样。  
<sup>d</sup> 不同质量等级对应的冲击试验温度：B—20℃，C—0℃，D—-20℃，E—-40℃，F—-50℃。



## 7 试验方法

钢板的各项检验的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 7 的规定。

表 7 检验项目、取样数量、取样方法及试验方法

| 序号 | 检验项目        | 取样数量/个 | 取样方法       | 试验方法                  |
|----|-------------|--------|------------|-----------------------|
| 1  | 化学成分        | 1/炉    | GB/T 20066 | GB/T 223、GB/T 4336    |
| 2  | 拉伸试验        | 1/批    | GB/T 2975  | GB/T 228.1            |
| 3  | 冲击试验        | 3/批    | GB/T 2975  | GB/T 229              |
| 4  | 弯曲试验        | 1/批    | GB/T 2975  | GB/T 232              |
| 5  | Z 向钢厚度断面收缩率 | 3/批    | GB/T 5313  | GB/T 5313             |
| 6  | 无损检验        | 逐张     | —          | JB/T 4730.3、GB/T 2970 |
| 7  | 尺寸、外形       | 逐张     | —          | 符合精度要求的适宜量具           |
| 8  | 表面质量        | 逐张     | —          | 目视                    |

## 8 检验规则

### 8.1 检查和验收

钢板的检查和验收由供方进行,需方有权对本标准或合同中所规定的任一检验项目进行检查和验收。

### 8.2 组批

8.2.1 钢板应成批验收。每批应由同一牌号、同一质量等级、同一炉罐号、同一厚度、同一轧制制度、同一热处理制度的钢板组成,每批重量不大于 60 t。

8.2.2 TMCP 或 TMCP+回火的钢板应逐轧制张取样检验,淬火+回火的钢板应逐热处理张取样检验。

8.2.3 Z 向钢的组批应符合 GB/T 5313 的规定。

### 8.3 复验与判定规则

#### 8.3.1 力学性能的复验与判定

8.3.1.1 钢板的冲击试验结果不符合 6.4.2.3 的规定时,抽样钢板应不予验收。再从该试验单元的剩余部分取两个抽样产品,在每个抽样产品上各选取新的一组 3 个试样,这两组试样的试验结果均应合格,否则该批钢板应拒收。

8.3.1.2 钢板拉伸试验的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

#### 8.3.2 其他检验项目的复验与判定

钢板的其他检验项目的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

#### 8.4 力学性能和化学成分试验结果的修约

除非在合同或订单中另有规定,当需要评定试验结果是否符合规定值,所给出力学性能和化学成分试验结果应修约到与规定值的数位相一致,其修约方法应按 YB/T 081 的规定进行。碳当量应先按公式计算后修约。

#### 9 包装、标志及质量证明书

钢板的包装、标志及质量证明书应符合 GB/T 247 的规定。

#### 10 国内外牌号近似对照

本标准牌号与参考标准牌号的近似对照见附录 A。



**附录 A**  
**(资料性附录)**  
**牌号对照表**

本标准牌号与参考标准的相近牌号对照见表 A.1。

**表 A.1 本标准牌号与参考标准的相近牌号对照表**

|    | 本标准    | ASTM A709-05 | EN 10025 |
|----|--------|--------------|----------|
| 牌号 | Q235FT | —            | S235     |
|    | Q275FT | A709Gr36     | S275     |
|    | Q345FT | A709Gr50     | S355     |
|    | Q420FT | —            | S420     |
|    | Q460FT | A709Gr70     | S460     |
|    | Q550FT | —            | S550     |
|    | Q620FT | A709Gr100    | S690     |
|    | Q690FT |              |          |

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
风 力 发 电 塔 用 结 构 钢 板  
GB/T 28410—2012

\*

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(100013)  
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)64275323 发行中心:(010)51780235

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

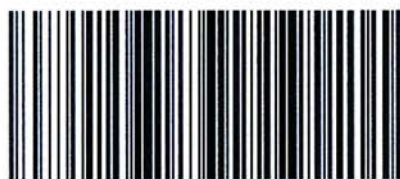
\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 19 千字  
2012年8月第一版 2012年8月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-45375 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



GB/T 28410-2012



ICS 77.140.50  
H 46



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 28415—2012

---

## 耐火结构用钢板及钢带

Fire-resistant structural steel plate and strip

2012-06-29 发布

2013-03-01 实施

---



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准主要起草单位：鞍钢股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、攀钢集团攀枝花钢钒有限公司、马钢股份有限公司、首钢总公司。

本标准主要起草人：刘徐源、王晓虎、刘明、刘永龙、李叙生、王姜维、李小莉、蒲玉梅、师莉、刘庆春。