

团 体 标 准

电网角钢安全使用和技术规范

编 制 说 明

《电网角钢安全使用和技术规范》小组

二〇二二年八月

目 录

一、工作简况	1
二、标准编制原则和主要内容	3
三、主要试验和情况分析	16
四、标准中涉及专利的情况	16
五、预期达到的效益（经济、效益、生态等），对产业发展的作用的情况	16
六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	17
七、重大意见分歧的处理依据和结果	17
八、标准性质的建议说明	17
九、贯彻标准的要求和措施建议	17
十、废止现行相关标准的建议	17
十一、其他应予说明的事项	17

《电网角钢安全使用和技术规范》团体标准

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

输电塔是电网的基础支撑设备，其结构一旦发生破坏，将导致巨大经济损失。角钢按结构的不同需要可以组成各种不同的受力构件，也可作为构件之间的连接件，广泛应用于各种建筑结构和工程结构。输电线路铁塔用材多以热轧角钢为主，高强高韧热轧角钢可以提高塔的承接能力，降低塔的重量，有利于运输、加工和安装，大大降低了输电铁塔建设的成本。电网不断升级，输电线路向高电压、大容量发展，同时随着电网同塔多回路工程、大截面导线工程、大跨越工程的建设，塔型越来越大，输电塔所处环境复杂多样，承受的载荷也越来越大，所以对于铁塔用热轧角钢的强度、韧性等性能指标提出了更高的要求。

当前我国输电线路向着大型化、集约化的趋势发展，特高压输电塔结构需要的型材规格也越来越大，低强度热轧角钢已难以满足要求。随着技术的不断发展，我国高强度高韧性热轧角钢的质量提高较快且日渐稳定，大多数钢铁公司已经在生产上具备相应的技术生产能力。现行没有相关的输电塔用角钢国家标准，现有相关标准《铁塔用热轧角钢》（YB/T4163-2016）、《铁塔用热轧耐候角钢》（YB/T4835-2020）。本团体标准的制定，针对实际特高压输电铁塔用热轧角钢的实际生产和使用需求出发，以规范相关产品的技术要求，协调上下游生产商和客户的需求，在应用中有助于推动特高压输电塔用角钢产品的高质量发展。

（二）编制过程

为使本标准在角钢市场管理工作中起到规范信息化管理作用，标准

起草工作组力求科学性、可操作性，以科学、谨慎的态度，在对我国现有角钢市场相关管理服务体系文件、模式基础上，经过综合分析、充分验证资料、反复讨论研究和修改，最终确定了本标准的主要内容。

标准起草工作组在标准起草期间主要开展工作情况如下：

1、项目立项及理论研究阶段

标准起草组成立伊始就对国内外角钢相关情况进行了深入的调查研究，同时广泛搜集相关标准和国外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，确定了角钢市场标准化管理中现存问题，结合现有产品实际应用经验，为标准起草奠定了基础。

标准起草组进一步研究了角钢需要具备的特殊条件，明确了技术要求和指标，为标准的具体起草指明了方向。

2、标准起草阶段

在理论研究基础上，起草组在标准编制过程中充分借鉴已有的理论研究和实践成果，基于我国市场行情，经过数次修订，形成了《电网角钢安全使用和技术规范》标准草案。

3、标准征求意见阶段

形成标准草案之后，起草组召开了多次专家研讨会，从标准框架、标准起草等角度广泛征求多方意见，从理论完善和实际应用多方面提升标准的适用性和实用性。经过理论研究和方法验证，起草组形成了《电网角钢安全使用和技术规范》（征求意见稿）。

（三）主要起草单位及起草人所做的工作

1、主要起草单位

中国中小商业企业协会、东阳聚安科技有限公司等多家单位的专家成立了规范起草小组，开展标准的编制工作。

经工作组的不懈努力，在 2022 年 9 月，完成了标准征求意见稿的编写工作。

2、起草人所做工作

广泛收集相关资料。在广泛调研、查阅和研究国际标准、国家标准、行业标准的基础之上，形成本标准草案稿。

二、标准编制原则和主要内容

（一）标准编制原则

本标准依据相关行业标准，标准编制遵循“前瞻性、实用性、统一性、规范性”的原则，注重标准的可操作性，本标准严格按照《标准化工作指南》和 GB/T 1.1《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写》的要求进行编制。标准文本的编排采用中国标准编写模板 TCS 2009 版进行排版，确保标准文本的规范性。

（二）标准主要技术内容

本标准报批稿包括 11 个部分，主要内容如下：

1 范围

本文件规定了电网角钢的分类、订货、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、质量证明书、标志和包装技术要求。

本文件适用于特高压输电塔电网角钢使用和技术规范。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 191 包装储运图示标志

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 223.9 钢铁及合金铝含量的测定铬天青S分光光度法

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 223.17 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 223.40 钢铁及合金铌含量的测定氯磺酚S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 223.68 钢铁及合金化学分析方法燃烧-碘酸钾容量法测定硫量

GB/T 223.69 钢铁及合金碳含量的测定管式炉内燃烧后气体滴定法

GB/T 228.1 金属材料拉伸试验第1部分：室温试验方法

GB/T 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 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 2975 钢级钢产品力学性能试验取样位置级试样的制备

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢多元素含量的测定火花放电原子发射光谱方法（常规法）

GB/T 6543 运输包装用单瓦楞纸箱和双瓦楞纸箱

GB/T 20125 低合金钢多元素含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法

GB/T 20066 钢和铁化学成分测定用试样的取样和制样方法

YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数据的判定

YB/T 4163 铁塔用热轧角钢

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 分类

4.1 分类

角钢按规定的最小屈服强度数值为355级、420级、460级。

4.2 牌号和表示方法

角钢的牌号由屈服强度的汉语拼音字母（Q）、规定的最小屈服强度数值、质量等级符号（B、C、D、E）和代表特高压输电塔的缩写（U）四部分组成。

例如：Q460BU。Q-代表钢材屈服强度的符号；460-规定最小屈服强度数值，单位为N/mm²；B、C、D、E-分别为质量等级；U——特高压输电塔缩写“U”。

5 订货

按本文件订货时，合同或订单应包括下列内容：

- a) 产品名称；

- b) 本文件编号;
- c) 牌号;
- d) 规格;
- e) 尺寸偏差类型;
- f) 交货状态;
- g) 重量;
- h) 特殊要求。

6 基本要求

6.1 截面尺寸

6.1.1 角钢的截面图示及标注符号如图 1 所示。

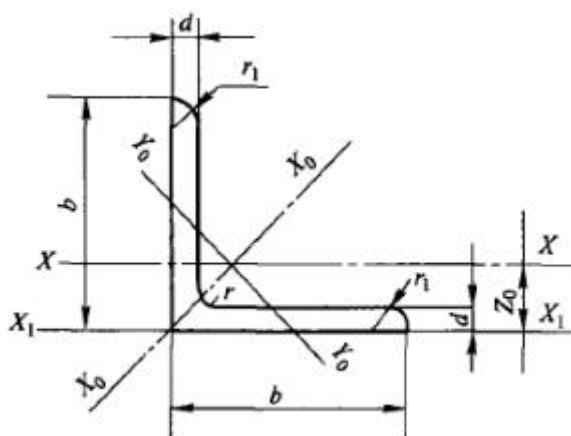


图 1 角钢截面图

- b-边宽度;
- d-边厚度;
- r-内圆弧半径;
- r_1 -边段内圆弧半径;
- Z_0 -重心距离。

6.1.2 角钢的型号、截面尺寸、截面面积、理论重量及截面特性参数应符合 YB/T 4163 中表 1 的规定。经供需双方协商，并在合同中注明，也可供应其他截面尺寸的角钢。

6.2 尺寸及允许偏差

6.2.1 角钢按边厚度与边宽度偏差种类分为 N 类偏差、B 类偏差、C 类偏差。其中 N 类指正负偏差相等，B 类指负偏差值为正偏差值的 1/2，C 类指正偏差。

6.2.2 角钢边宽度、边厚度允许偏差应符合表 1 规定，也可按供需双方协议执行。

表 1 角钢边宽度、边厚度允许偏差

型号/mm	N类/mm		B类/mm		C类/mm	
	边厚度 d/mm	边宽度 b/mm	边厚度 d/mm	边宽度 b/mm	边厚度 d/mm	边宽度 b/mm
4~5.6	±0.4	±0.8	+0.4 -0.2	+0.8 -0.4	+0.4 0	+0.8 0
>5.6~9	±0.6	±1.2	+0.6 -0.3	+1.2 -0.6	+0.6 0	+1.2 0
>9~14	±0.7	±1.8	+0.7 -0.4	+1.8 -0.9	+0.7 0	+1.8 0
>14~20	±1.0	±2.5	+1.0 -0.5	+2.5 -1.2	+1.0 0	+2.5 0
>20~30	±1.4	±3.5	+1.4 -0.7	+3.5 -1.8	+1.4 0	+5.5 0

6.2.3 角钢顶端直角允许偏差对于 16 号以下角钢的为±50'，16 号及以上的角钢为±35'。角钢顶端直角应在距端头不小于 750mm 处检查。

6.2.4 角钢边端部圆弧半径（ n ）等于边厚度（ d ）的 $1/3$ 倍，边端部圆弧半径（ n ）和内圆弧半径（ r ）的数据用于孔形设计，不作为交货条件。

6.2.5 角钢边端部（内外圆角）外形应圆滑，角钢边端外角和顶角钝化不得使直径等于 $0.18d$ 的圆棒通过。

6.3 长度及允许偏差

6.3.1 通常长度

角钢通常长度应符合表2的规定。定尺间隔一般为500mm。经供需双方协商并在合同中注明，可供应其它定尺长度角钢。

表 2 角钢通常长度

序号	型号/mm	长度/mm
1	4 ~ 9	4000 ~ 12000
2	10 ~ 14	4000 ~ 12000
3	15 ~ 30	6000 ~ 12000

6.3.2 定尺、倍尺长度

角钢按定尺长度或倍尺长度交货时，应在合同中注明。且长度允许偏差应符合表3的规定。

表 3 定尺、倍尺长度允许偏差

序号	长度/mm	允许偏差/mm
1	<8000	+50 0
2	>8000	+80

序号	长度/mm	允许偏差/mm
		0

6.4 外形

6.4.1 弯曲度

6.4.1.1 型号 20 号及以下角钢每米弯曲度不大于 3mm, 20 号以上角钢每米弯曲度应不大于 2mm。

6.4.1.2 型号 20 号以下角钢总弯曲度不大于总长度的 0.3%, 20 号以上的角钢总弯曲度不大于总长度的 0.2%。

6.4.2 扭转

角钢不得有明显的扭转。

6.4.3 切斜

角钢端部不得有明显切斜, 型号20以上型号角钢端部每边切斜不应大于3mm。

6.4.4 肢边平直度

角钢两个边横向平直度不应大于边宽度的1%, 且平直度最大值不应大于2mm。

6.5 重量及允许偏差

6.5.1 角钢应按理论重量交货, 理论重量密度按 7.85g/cm³ 计算。经供需双方协商并在合同中注明, 亦可按实际重量交货。

6.5.2 按 N 类交货的角钢实际重量与理论重量的允许偏差应不超过±5%, 按 B 类交货的角钢重量偏差应不超过-2.5%, 按 C 类交货的角钢重量偏差应不小于 0。角钢实际重量与理论重量偏差 (%) 按式 (1) 计算。重

量及允许偏差适用于统一尺寸且质量超过 1 吨的的一批，当一批同一尺寸的质量不大于 1t 但根数大于 10 根时也适用。

$$\text{重量偏差} = \frac{\text{实际重量} - \text{理论重量}}{\text{理论重量}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

7 技术要求

7.1 牌号和化学成分

7.1.1 钢的牌号和化学成分（熔炼分析）及碳当量应符合表 4 的规定。

表 4 钢的牌号和化学成分（熔炼分析）

牌号	化学成分（质量分数）/%									
	C	Si	Mn	P	S	V	Nb	Ti	N	CE V
	≤									
Q355BU	0.20	0.50	1.0～	0.035	0.035	0.13	0.05	0.05	0.012	0.44
Q355CU				0.030	0.030					
Q355DU	0.18		1.60	0.025	0.025					
Q355EU				0.025	0.020					
Q420BU	0.18	0.50	1.0～	0.035	0.035	0.02～ 0.13	0.02～ 0.05	0.01～ 0.05	0.015	0.44
Q420CU				0.030	0.030					
Q420DU			1.70	0.025	0.025					
Q420EU				0.025	0.020					
Q460CU	0.20	0.55	1.0～	0.030	0.030	0.04～ 0.13	0.02～ 0.05	0.01～ 0.05	0.015	0.46
Q460DU				0.025	0.025					
Q460EU			1.80	0.025	0.020					

7.1.2 对于 355 级，根据需要，钢中可添加钒、铌、钛中一种或几种微合金元素，其含量应符合本表的规定。对于 420 级、460 级，钢中应至

少含有钒、铌、钛中的一种微合金元素，单独添加时其含量应符合本表的规定；当采用钒、铌、钛两种或三种复合添加，且添加的微合金元素含量均低于本表下限规定时，则添加总量不应低于 0.04%。合金元素及其含量应在质量证明书中注明。

7.1.3 表中硫含量适用于 20 及以下型号角钢；对于 20 以上型号大规格角钢，表中各牌号 B、C、D 质量等级硫含量不应超过 0.020%，E 级不超过 0.015%。

7.1.4 当单独采用铝作为细化晶粒元素时，钢中酸溶铝含量应不小于 0.015%，或总铝含量应不小于 0.020%。

7.1.5 氮含量应符合表 4 的规定。如供方能保证，可不做分析。如果钢中加入 Al、Nb、V、Ti 等具有固氮作用的合金元素，氮含量不做限制。

7.1.6 钢中残余元素铬、镍、铜含量应各不大于 0.30%。钢中砷含量应不大于 0.080%。如原料中不含砷，可不做砷的分析。

7.1.7 碳当量 CEV（百分比）值按公式（2）计算

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+V+Mo}{5} + \frac{Cu+Ni}{15} \dots\dots\dots (2)$$

7.1.8 角钢化学成分允许偏差应符合 GB/T222 的规定。

7.2 冶炼方法

钢应采用转炉或电炉冶炼，必要时加炉外精炼。

7.3 交货状态

角钢以热轧状态交货。

7.4 力学性能和工艺性能

7.4.1 角钢的力学性能和工艺性能应符合表 5 的规定。

表 5 角钢的力学性能与和工艺性能

牌号	拉伸试验			断 后 伸 长 率 A/%	冲击吸收能量 KV/J				180°弯曲 试验， （弯心直 径）/mm （试样厚 度）/mm	
	上屈服强度 ReH/MPa		抗拉强 度 Rm/MPa		+20℃	0℃	-20℃	-40℃	厚度/mm	
	厚度/mm									
	<16	>16—35								
	不小于		不小于				<16	>16~ 35		
Q355BUHVT	355	345	480~ 620	22	40	-	-	-	d=2a	d=3a
Q355CUHVT				22	-	40	-	-		
Q355DUHVT				22	-	-	40	-		
Q355EUHVT				22	-	-	-	40		
Q420BUHVT	420	410	530~ 670	20	40	-	-	-	d=2a	d=3a
Q420CUHVT				20	-	40	-	-		
Q420DUHVT				20	-	-	40	-		
Q420EUHVT				20	-	-	-	40		
Q460CUHVT	460	440	560~ 710	18	-	35	-	-	d=2a	d=3a
Q460DUHVT				18	-	-	35	-		
Q460EUHVT				18	-	-	-	35		
^a 拉伸和弯曲试验、冲击试验取纵向试样。										
^b 当屈服现象不明显时，采用 Rp0.2。										

牌号	拉伸试验	断 后 伸 长 率 A/%	冲击吸收能量 KV/J	180°弯曲 试验， (弯心直 径)/mm (试样厚 度)/mm
°弯曲试验时角钢厚度不大于 25mm 时，试样厚度为原产品厚度;角钢厚度大于 25mm 时，试样厚度可以机加工减薄至不小于 25mm，并保留一侧轧制面，弯曲试验时试样保留的原表面应位于试验受拉变形一侧。弯曲试验后不使用放大仪器观察，试样弯曲外表面应无可见裂纹。				
注：1N/mm ² =1MPa。				

7.4.2 当供方保证弯曲试验合格时，可不做弯曲试验。

7.4.3 厚度小于 6mm 的角钢不做冲击试验。厚度不小于 12mm 的角钢做冲击试验时，采用 10mm×10mm×55mm 试样；厚度小于 12mm 角钢做冲击试验时，采用 7.5mm×10mm×55mm 试样或采用 5mm×10mm×55mm 试样，冲击吸收能量应分别不小于表 4 值的 75%或 50%，应优先采用较大尺寸试样。

7.4.4 冲击能量值为一组三个试样单值的算术平均值，允许其中一个试样的单个值低于规定值，但不得低于规定值的 70%。

7.5 表面质量

7.5.1 角钢表面不允许有裂纹、折叠、结疤、分层、夹杂缺陷；角钢表面允许有深度不超过 0.5mm 的凹坑、麻点、划痕、氧化铁皮压入和高度

低于 1.0mm 的凸起等缺陷存在，但应保证产品的最小尺寸。角钢任一表面明显的凹坑、麻点面积不应超过该面总面积的 10%。

7.5.2 角钢表面存在的缺陷允许清除，但不得横向清除，清除处应圆滑无棱角，清除宽度不应小于清除深度的 5 倍。清楚缺陷后的角钢应保证产品的最小尺寸。

7.5.3 角钢表面缺陷不得进行焊补和填补。

8 试验方法

8.1 钢的化学成分分析按 GB/T4336、GB/T20123、GB/T20124、GB/T20125 或其他通用方法进行，仲裁时应按 GB/T223.3、GB/T223.9、GB/T223.14、GB/T223.17、GB/T223.23、GB/T223.40、GB/T223.60、GB/T223.63、GB/T223.68、GB/T223.69 的规定进行。

8.2 角钢的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 角钢的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学成分（熔炼分析）	1个/炉	GB/T 20066	见8.1
2	拉伸试验	1个/批	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	弯曲试验	1个/批	GB/T 2975	GB/T 232
4	冲击试验	3个/批	GB/T 2975	GB/T 229
5	表面质量	逐支	-	目视
6	尺寸、外形	逐支	-	目视、合适的 量具
7	重量	见6.5	见6.5	称重

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
注：根据需方要求，经供需双方协商并在合同中注明补充的检验项目。				

9 检验规则

9.1 检查和验收

角钢的检查和验收由供方进行，需方有权对标准中或合同中所规定的任意检验项目进行检查和验收。

9.2 组批规则

9.2.1 角钢应成批验收，每批由同一牌号、同一质量等级、同一炉罐号、同一型号、同一轧制制度的钢材组成。

9.2.2 型号 20 及以下 B 级角钢允许同一牌号、同一冶炼和浇注方法、同一轧制工艺制度、不同炉号组成混合批，但每批各炉罐号碳含量之差不得大于 0.02%，锰含量之差不得大于 0.15%，每批不应多于 6 炉。型号 20 以上角钢不应组成混合批。

9.3 复验与判定

角钢的复验和判定规则应符合 GB/T 2101 的规定。

9.4 数值修约

检验结果的数值修约方法按 YB/T 081 的规定。

10 质量说明书

角钢的质量证明书应符合 GB/T 2101 的规定。

11 标志、包装

11.1 标志

11.1.1 产品或产品包装上应有如下中文内容：

- a) 产品名称或商标；
- b) 生产者名称、地址；
- c) 生产日期；
- d) 产品执行的标准号；
- e) 产品质量检验合格标识；
- f) 警示语（必要时）。

11.1.2 产品运输包装上应有如下中文内容：

- a) 产品名称或商标；
- b) 生产者名称、地址；
- c) 包装箱尺寸（长×宽×高）。

11.2 包装

11.2.1 产品包装应符合 GB/T 191 的规定。

11.2.2 应放入干燥的包装盒中，箱内垫防潮纸或塑料薄膜等防潮材料，产品在包装箱内应塞紧，勿移动。如需使用瓦楞纸箱时，所用纸箱材料应符合 GB/T 6543 的要求。外包装上应附有合格证等产品标签信息。

三、主要试验和情况分析

结合国内外的行业测试标准和企业内部工厂管控的项目进行要求规定和试验验证。

四、标准中涉及专利的情况

无

五、预期达到的效益（经济、效益、生态等），对产业发展的作用的情况

角钢生产企业规范运营，在国际市场上有机会与其他各国（相关）企业竞争。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与现行法律、法规和强制性标准没有冲突。

七、重大意见分歧的处理依据和结果

标准制定过程中，未出现重大意见分歧。

八、标准性质的建议说明

本标准为团体标准，供社会各界自愿使用。

九、贯彻标准的要求和措施建议

无。

十、废止现行相关标准的建议

本标准为首次发布。

十一、其他应予说明的事项

无。