

《特高压输电塔用角钢》团体标准编制说明

一、任务来源

贯彻落实国务院出台的《深化标准化工作改革方案》中发展壮大团体标准的有关要求，制定满足市场和创新需要的团体标准，落实国家关于钢铁行业高质量发展的政策导向，满足生产企业和下游用户对特高压输电塔用角钢产品标准的实际需求，提出《特高压输电塔用角钢》团体标准制定项目。

本标准由中国特钢企业协会提出并归口。由山东石横特钢集团有限公司、冶金工业规划研究院等起草，并共同参与前期研究、调研和标准的编制、修改、技术数据验证以及标准推广等工作。

二、制定本标准的目的和意义

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，行业标准 YB/T 4163-2016《铁塔用热轧角钢》，该标准适用于铁塔用热轧角钢。该标准为铁塔用热轧角钢普适的基础标准，具有基础通用性，缺乏对于输电行业的特定需求的技术要求的指导。行业标准 YB/T 4835-2020《铁塔用热轧耐候角钢》，该标准适用于无腐蚀、弱腐蚀、轻腐蚀、中腐蚀（年相对湿度小于等于 75%）的大气环境下的铁塔用热轧耐候等边角钢，该标准同时对角钢耐候性能技术指标进行规范，同样对于特高压输电铁塔用角钢缺乏针对性的指导。该团体标准的制定，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。

三、标准编制过程

山东石横特钢集团有限公司、冶金工业规划研究院等单位共同承担了《特高压输电塔用角钢》团体标准的编制工作，共同组建了该团体标准起草小组，明确各自的责任和分工并开展工作。在《特高压输电塔用角钢》标准制定过程中，起草小组认真查阅有关资料、收集相关数据信息，结合国内外特高压输电塔用角钢生产情况，产品下游用户对特高压输电塔用角钢的性能要求，进行本团体标准的

编制工作。

主要编制过程如下：

2021年4月，中国特钢企业协会团体标准化工作委员会（以下简称团标委）秘书处给各位委员发出团体标准立项函审单。到立项函审截止日期，没有委员提出不同意见。

2021年5月，团标委正式下达《特高压输电塔用高强高韧角钢》团体标准立项计划（2021年第三批）。团体标准立项后，山东石横特钢集团有限公司、冶金工业规划研究院相关人员组成了标准起草组，提出了标准编制计划和任务分工，并开始标准编制工作。

2021年5-6月：进行了起草标准的调研、问题分析和相关资料收集等准备工作，完成了标准制定提纲、标准草案。

2021年8月：召开标准启动会，围绕标准草案进行了讨论，并按照与会意见和建议进行了修改。将名称修改为《特高压输电塔用高强高韧角钢》

2021年9月：形成征求意见稿并发出征求意见。

四、标准编制原则

一是满足用户使用需要的原则。力争达到“科学、合理、先进、实用”。二是实践标准供给侧改革的原则。争取实现团体标准的“及时性”、“先进性”和“市场性”的要求。三是技术创新的原则。在与国家标准体系协调一致的基础上，在标准结构、内容及主要技术指标等方面进行技术创新，在标准中充分体现新产品的技术特点。

五、主要技术内容

（一）标准编写格式

本文件内容符合 GB/T 1.1-2020 的规定。

本文件规定了特高压输电塔用角钢分类牌号表示方法、订货内容、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

（二）关于适用范围

本文件适用于特高压输电塔用角钢（以下简称角钢）。

（三）关于术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

（四）关于牌号和表示方法

角钢按规定的最小屈服强度数值为 355、420、460 级。

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 “Ultra High Voltage” 英文首字母缩写 “UHV”；

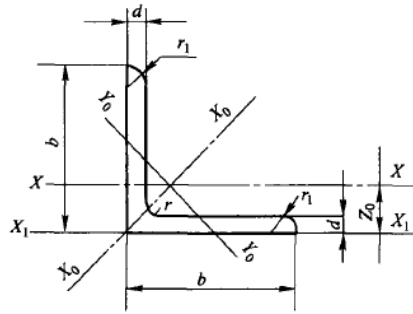
（五）关于订货内容

按本文件订货时，合同或订单应包括下列内容：产品名称、本文件编号、牌号、规格、尺寸、外形、交货状态、重量、特殊要求。

(六) 关于尺寸、外形、重量

1. 截面尺寸

角钢的截面图示及标注符号如图 1 所示。



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

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 4163-2016 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。

2. 尺寸及允许偏差

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

角钢边宽度、边厚度允许偏差与 YB/T 4163-2016《铁塔用热轧角钢》相比情况如表 1 所示。与 YB/T 4163-2016《铁塔用热轧角钢》相比增加了 C 类偏差的要求。

表1 角钢边宽度、边厚度允许偏差

单位为毫米

标准	型号/ 边宽度	N 类		B 类		C 类	
		边厚度 d	边宽度 b	边厚度 d	边宽度 b	边厚度 d	边宽度 b
团标	4~5.6	±0.4	±0.8	+0.4 -0.2	+0.8 -0.4	+0.4 0	+0.8 0
行标	≤56	±0.4	±0.8	+0.4 -0.2	+0.8 -0.4	—	—
团标	>5.6~9	±0.6	±1.2	+0.6 -0.3	+1.2 -0.6	+0.6 0	+1.2 0
行标	>56~90	±0.6	±1.2	+0.6 -0.3	+1.2 -0.6	—	—
团标	>9~14	±0.7	±1.8	+0.7 -0.4	+1.8 -0.9	+0.7 0	+1.8 0
行标	>90~140	±0.7	±1.8	+0.7 -0.4	+1.8 -0.9	—	—
团标	>14~20	±1.0	±2.5	+1.0 -0.5	+2.5 -1.2	+1.0 0	+2.5 0
行标	>90~200	±1.0	±2.5	+1.0 -0.5	+2.5 -1.2	—	—
团标	>20~30	±1.4	±3.5	+1.4 -0.7	+3.5 -1.8	+1.4 0	+5.5 0
行标	>200~250	±1.4	±3.5	+1.4 -0.7	+3.5 -1.8	—	—
行标	>250~300	±1.4	±3.5	+2.0 -1.0	+4.2 -2.1	—	—

3.长度及允许偏差

角钢通常长度应符合表 3 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。与 YB/T 4163-2016《铁塔用热轧角钢》相比，型号 10~14，型号 15~30 号角钢的长度上限要短。

表2 角钢通常长度

单位为毫米

型号	长度
4~9	4000~12000
10~14	4000~12000
15~30	6000~12000

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。与 YB/T 4163-2016《铁塔用热轧角钢》相比，基本要求一致。

表3 定尺、倍尺长度允许偏差

单位为毫米

长度	允许偏差
<8000	+50 0
>8000	+80 0

4.外形

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。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%。角钢不得有明显的扭转。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。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。与 YB/T 4163-2016《铁塔用热轧角钢》相比，基本要求一致。

5.重量及允许偏差

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。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。

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

(七) 关于技术要求

1. 牌号和化学成分

角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。本标准规定的角钢，其化学成分的基础通用指标和与 YB/T 4163-2016《铁塔用热轧角钢》相比，Mn、V、Nb、Ti 的指标范围波动控制的更小。

表4 角钢的牌号和化学成分呢（熔炼分析）

标准	牌号	化学成分（质量分数）/%									
		C	Si	Mn	P	S	V	Nb	Ti	N	CEV
团标	Q355BUHVT	0.20	0.50	1.0~ 1.60	0.035	0.035	0.13	0.05	0.05	0.012	0.44
	Q355CUHVT				0.030	0.030					
	Q355DUHVT	0.18			0.025	0.025					
	Q355EUHVT				0.025	0.020					
行标	Q345BT	0.20	0.50	1.70	0.040	0.040	0.15	0.07	0.20	0.012	0.44
	Q345CT				0.030	0.030					
	Q345DT	0.18			0.025	0.025					
	Q345ET				0.025	0.020					

团标	Q420BUHVT	0.18	0.50	1.0~ 1.70	0.035	0.035	0.02 ~ 0.13	0.02 ~ 0.05	0.01 ~ 0.05	0.015	0.44
	Q420CUHVT				0.030	0.030					
	Q420DUHVT				0.025	0.025					
	Q420EUHVT				0.025	0.020					
行标	Q420BT	0.20	0.50	1.70	0.040	0.040	0.02 ~ 0.15	0.005 ~ 0.07	0.01 ~ 0.20	0.015	0.44
	Q420CT				0.030	0.030					
	Q420DT				0.025	0.025					
	Q420ET				0.025	0.020					
团标	Q460CUHVT	0.20	0.55	1.0~ 1.80	0.030	0.030	0.04 ~ 0.13	0.02 ~ 0.05	0.01 ~ 0.05	0.015	0.46
	Q460DUHVT				0.030	0.030					
	Q460EUHVT				0.025	0.020					
行标	Q460CT	0.20	0.60	1.80	0.030	0.030	0.04 ~ 0.13	0.005 ~ 0.11	0.01 ~ 0.20	0.015	0.46
	Q460DT				0.030	0.030					
	Q460ET				0.025	0.020					

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。

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%。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%。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。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。碳当量 CEV（百分比）值按

$CEV=C+Mn/6+(Cr+V+Mo)/5+(Cu+Ni)/15$ 计算。角钢化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

2. 冶炼方法

钢应采用转炉或电炉冶炼，必要时加炉外精炼。。

3. 交货状态

角钢以热轧状态交货。

4. 力学性能和工艺性能

角钢的力学性能和工艺性能应符合表 5 的规定。当供方保证弯曲试验合格时，可不作弯曲试验。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。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%。

本标准规定的角钢，其化学成分的基础通用力学性能和工艺性能指标和与 YB/T 4163-2016《铁塔用热轧角钢》相比，屈服强度和冲击吸收能量指标优于行标，抗拉强度的波动范围更小，断后伸长率、弯曲试验指标与行业标准基本一致。

表5 角钢的力学性能与和工艺性能

标准	牌号	拉伸试验 a		断后伸长率	冲击吸收能量 a				180°弯曲试验 a, c 火弯心直径) /mm a (试样厚度) /mm
		屈服强度 /N · mm ⁻²	抗拉强度		KV ₂ /J				
					+20°C	0°C	-20°C	-40°C	

		厚度/mm		Rm/N·mm ²	A/%				厚度/mm		
		<16	>16~35						<16	>16 ~35	
		不小于							不小于		
团标	Q355BUHVT	355	345	480~620	22	40	-	-	-	d=2a	d=3a
	Q355CUHVT				22	-	40	-	-		
	Q355DUHVT				22	-	-	40	-		
	Q355EUHVT				22	-	-	-	40		
行标	Q345BT	345	335	470~630	21	34	-	-	-	d=2a	d=3a
	Q345CT				22	-	34	-	-		
	Q345DT				22	-	-	34	-		
	Q345ET				22	-	-	-	34		
团标	Q420BUHVT	420	410	530~670	20	34	-	-	-	d=2a	d=3a
	Q420CUHVT				20	-	34	-	-		
	Q420DUHVT				20	-	-	34	-		
	Q420EUHVT				20	-	-	-	27		
行标	Q420BT	420	400	520~680	20	-	-	-	-	d=2a	d=3a
	Q420CT				20	-	40	-	-		
	Q420DT				20	-	-	40	-		
	Q420ET				20	-	-	-	40		
团标	Q460CUHVT	460	440	560~710	18	-	35	-	-	d= 2a	d=3a
	Q460DUHVT				18	-	-	35	-		
	Q460EUHVT				18	-	-	-	35		
行标	Q460CT	460	440	550~720	18	-	34	-	-	d=2a	d=3a
	Q460DT				18	-	-	34	-		
	Q460ET				18	-	-	-	34		
<p>a 拉伸和弯曲试验、冲击试验取纵向试样。</p> <p>b 当屈服现象不明显时，采用 Rp0.2。</p> <p>c 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。</p>											
注：1N/mm ² =1MPa ₀											

5. 表面质量

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%。
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。清除缺陷后的角钢应保证产品的最小尺寸。角钢表面缺陷不得进行焊补和填补。

本标准对于表面质量的要求与 YB/T 4163-2016《铁塔用热轧角钢》基本一致。

（八）关于试验方法

钢的化学成分分析按 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125 或其他通用方法进行，仲裁时应按 GB/T 223.3、GB/T 223.9、GB/T 223.14、GB/T 223.17、GB/T 223.23、GB/T 223.40、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.68、GB/T 223.69 的规定进行。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

^a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。

（九）关于检验规则

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。

2. 组批规则

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。

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。

组批规则与 YB/T 4163-2016《铁塔用热轧角钢》基本一致。

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。

4. 数值修约

检验结果的数值修约方法按 YB/T 081 的规定。

(十) 关于包装、标志和质量证明书

角钢的包装、标志、质量证明书应符合 GB/T 247 的规定。

六、与国内其它法律、法规的关系

制定本标准时依据并引用了国内有关现行有效的标准，也不违背国内其它行业标准、法律、法规及强制性标准的有关规定。

七、标准属性

本标准属于中国特钢企业协会团体标准。

八、标准水平及预期效果

该标准的制定能有效规范特高压输电塔用角钢的生产、销售和

使用，对特高压输电塔用角钢的有序发展具有重要意义。同时该标准对产品的质量提升具有意义，有利于促进下游产品的质量提升与推广应用，体现团体标准的引领作用。

九、贯彻要求及建议

本标准归口单位为中国特钢企业协会，经过审定报批后，由中国特钢企业协会发布。建议在对特高压输电塔用角钢的生产、贸易和使用等相关单位进行宣贯执行。

《特高压输电塔用角钢》标准编制工作组

2021年9月