

# 50mm 重冰区铁塔试验分析

于学玉

(四川电力设计咨询有限责任公司,成都 610031)

**摘要:**基于 50 mm 重冰区铁塔真型试验,对双角钢受力特性及承载力进行了分析研究,得出了一些重要结论。

**关键词:**双角钢;铁塔;承载力

**中图分类号:** TU312

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-582X(2014)S2-181-3

目前国内 50 mm 重冰区输电线路工程较少,设计经验不成熟。依托西昌变电站~沐川变电站 500 kV 输电线路工程,开展了 50 mm 重冰区铁塔 JBB551 真型试验研究,该试验塔主材采用 Q420 十字型断面双角钢,具有较大的研究意义。

## 1 试验方案

试验塔设计参数:

地线型号:一侧 OPGW-220,另一侧 GJ-180

导线型号:4×JLHA1/G1A-523/68

导线排列形式:水平排列

绝缘子串布置形式:I 串

气象条件:风速 30 m/s,覆冰 50 mm

水平档距: $L_h=350$  m

垂直档距: $L_v=500$  m / 300 m

铁塔全高:51.5 m

试验塔试验工况:

- 1)断右地线、左导线,其余未断;
- 2)断左地线、左导线,其余未断;
- 3)断左导线、右导线,其余未断;
- 4)0°转角,90°风,中导线不均匀冰,张力差为负;其余导地线不均匀冰,张力差为正;
- 5)0°转角,45°度风,所有导地线不均匀冰,张力差为正;
- 6)30°转角,90°度风,所有导地线不均匀冰,张力差为正;
- 7)30°转角,90°度风,,中导线不均匀冰,张力差为负;其余导地线不均匀冰,张力差为正;
- 8)30°转角,90°度风,中导、右导地线不均匀冰,

张力差为正,左导地线不均匀冰,张力差为负;

9)30°转角,90°度风,右导地线不均匀冰,张力差为正,中导、左导地线不均匀冰,张力差为负;

10)30°转角,90 度风,验算冰,两侧大张力;

11)30°转角,90 度风,验算冰, $L_v=0$ /小,前侧大张力,后侧小张力;

12)30°转角,90 度风,验算冰, $L_v=大$ /小,前侧大张力,后侧小张力;

## 2 试验方法

本试验为真型验证试验,在试验基础上对被试塔进行组装,加荷点通过连有测力传感器的钢丝绳与加荷用液压缸相连,加荷系统为液压闭环自动加荷系统。位移测量采用全站仪,应变测量采用数据采集仪。

## 3 试验结果

2014 年 3 月 28 日至 4 月 24 日,JBB551 转角塔在中国电力科学研究院杆塔试验中心,通过了 12 个工况的设计荷载测试,其中工况 12 超载至 140%设计荷载时,铁塔未破坏。



图 1 JBB551 转角塔在试验中

收稿日期:2014-10-10

作者简介:于学玉(1984-),男,硕士,从事输电线路结构设计工作。

### 4 试验分析

JBB551 铁塔主材采用 Q420 十字型双角钢,由于十字型双角钢计算方法存在一定争议,该试验塔主材强度有较大研究意义。目前输电铁塔构件计算,国外应用比较多的规范是美国标准《格构式输电铁塔设计导则》(ASCE 10-97),国内采用的规范是《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T 5154-2012)

美国标准《格构式输电铁塔设计导则》(ASCE 10-97)中有关十字型断面构件的等效回转半径表达式见式(1)。

$$r_t = \sqrt{\frac{C_w + 0.04J(KL)^2}{I_{PS}}} \quad (1)$$

式中:  $C_w$  为扇性惯量,  $J$  为抗扭惯量,  $I_{PS}$  为极惯量。对等边角钢,  $C_w = b^3 t^3 / 9$ ,  $J = 4bt^3 / 3$ ,  $I_{PS} = 4b^3 t / 3$ 。将以上有关参数代入式(1),整理后可得式(2)。

$$r_t = \frac{t}{2b} \sqrt{b^2 + 0.16L^2} \quad (2)$$

JBB551 铁塔腿部主材规格为 Q420L200X16 双角钢,支撑间距 2 806 mm。根据式(2),计算得  $r_t = 45.6$  mm,对于受压杆件承载力,《ASCE 10-97》中计算公式如下。

$$F_u = [1 - \frac{1}{2}(\frac{KL/r}{C_c})^2] F_y, \frac{KL}{r} \leq C_c \quad (3)$$

$$F_u = \frac{\pi^2 E}{(\frac{KL}{r})^2}, \frac{KL}{r} > C_c \quad (4)$$

$$C_c = \pi \sqrt{\frac{2E}{F_y}} \quad (5)$$

根据式(3)~(5),计算得 JBB551 铁塔腿部主材(Q420L200X16 双角钢)承载力为 4 189 kN。

中国《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T 5154-2012)中,十字型断面构件的等效回转半径表达式与公式 2 相同,同时算出的等效回转半径与其实际回转半径相比较,取较小值。JBB551 铁塔腿部主材规格为 Q420L200X16 双角钢,支撑间距 2 806 mm。经计算,该主材回转半径取  $r_t = 45.6$  mm。

《DL/T 5154-2012》中轴心受压构件承载力计算公式如下。

$$N/(\varphi A) \leq m_N f \quad (6)$$

根据式(6),计算得 JBB551 铁塔腿部主材(Q420L200X16 双角钢)承载力为 3 172 kN。

真型试验中,工况 12 超载至 140% 设计荷载时,JBB551 铁塔腿部主材实际承载力为 4 277 kN,

杆件未破坏。

两种计算方法,计算值均低于试验值,美国标准较中国标准高 32%,且较接近试验值,采用美国标准《ASCE 10-97》计算十字型双角钢承载力是较合适的。

试验中为更好的分析双角钢受力特性,在双角钢上布置了应变片,虽然室外试验应变片不是特别精准,但用于趋势分析是可行的。

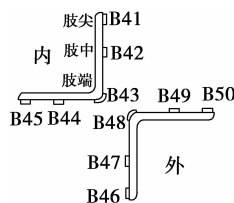


图 1 双角钢应变片布置图

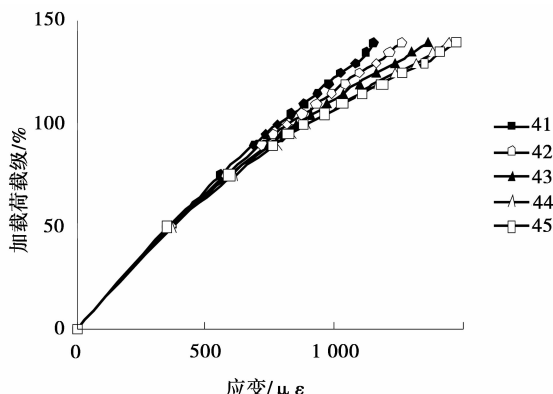


图 2 内侧角钢应变随荷载加载幅度变化图

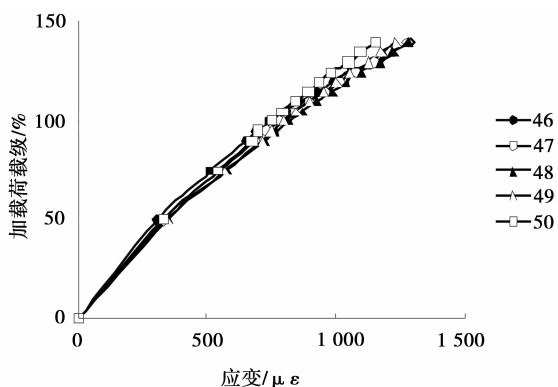


图 3 外侧角钢应变随荷载加载幅度变化图

由图 3 可以看出,双角钢中的外侧单角钢 5 个应变片测点,在荷载从 0% 加载到 140% 时,应变趋势及应变值相差不大。由图 2 可以看出,双角钢中的内侧单角钢 5 个应变片测点,在荷载从 0% 加载到 100% 时,应变趋势基本一致,但应变值从 100%

荷载级后逐渐趋于分离,说明 100% 荷载级后该单角钢已逐渐进入屈服。同时可以看出,双角钢中的内侧单角钢应变值高于外侧单角钢。经计算,平均应变值,内侧单角钢较外侧单角钢高 7.3%。

## 5 结论

1) 美国标准《格构式输电铁塔设计导则》(ASCE 10-97)中有关十字型断面双角钢的承载力计算值较接近试验值,中国标准《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T 5154-2012)中计算公式裕度太大。建议在设计中采用《ASCE 10-97》计算十字型断面双角钢承载力。

2) 双角钢中的两个单角钢受力不均匀,试验中内侧单角钢平均应变值较外侧单角钢高 7.3%。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家能源局. 架空输电线路杆塔结构设计技术规定[S]. 北京:中国计划出版社,2012.
- [2] ASCE. Design of latticed steel transmission structures [S]. ASCE,1997.

(编辑 罗 敏)

(上接第 180 页)

## 5 结论

1) 提出了扩底锚桩上拔承载力计算公式,并通过有限元模拟,现场试验对该公式进行了验证。

2) 分析表明岩石锚桩~岩石界面的粘结极限承载力存在工程临界锚固长度,在设计中不可一味通过增加锚桩长度来保证提高输电线路基础的安全稳定性,而应采用扩底等方式来提高其承载力。

3) 通过现场试验表明岩石扩底锚桩基础在强风化岩石地区的适用性较普通的岩石锚桩基础更好,同时能够提高上拔承载力 20% 以上。采用岩石扩底锚桩基础不仅满足设计要求,而且能降低基础本体造价 70% 以上。

4) 采用扩底锚桩基础可提高施工的机械化程度,降低劳动强度,缩短施工工期,有效降低土石方量,保护线路沿线环境,有助于建设“两型三新”线路

### 参考文献:

- [1] 程永锋,邵晓岩,朱全军. 我国输电线路基础工程现状

及存在的问题[J]. 电力建设,2002,23(3): 32-34.

- [2] DL/T 5219—2005 架空送电线路基础设计技术规定 [S]. 北京:中国电力出版社,2005: 80-86.
- [3] 刘波,李东阳. 锚桩砂浆黏结-滑移关系的试验拟合分析与模拟[J]. 合肥工业大学学报:自然科学版,2009,32(9):1 510-1 513.
- [4] 曾庆义,杨晓阳,杨昌亚. 扩大头锚桩的力学机制和计算方法[J]. 岩土力学,2010,31(5):1359-1362.
- [5] 秦庆芝,毛彤宇,刘学军,等. 华北地区岩石锚桩基础设计及试验研究[J]. 电力建设,2007,28(4): 22-24, 33.
- [6] 任宗栋,秦玮,默增禄,刘泉. 岩石扩底锚桩基础试验及应用[J]. 电力建设,2011,32(10): 34-36.
- [7] 张殿生. 电力工程高压送电线路设计手册[M]. 2 版. 北京:中国电力出版社,2005: 530-533.
- [8] 山东电力集团公司. [Z]送电线路强风化岩层锚桩扩底基础试验研究及应用,2009

(编辑 罗 敏)

# 新旧《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》 杆件承载力对比分析

郭艳军

(四川电力设计咨询有限责任公司, 成都 610020)

**摘要:**新版《架空输电线路杆塔结构设计技术规定 DL/T5154—2012》的公布和实施,为输电线路设计带来了先进的设计理念和设计方法。通过对新版杆塔规定的深入研究,在压杆稳定强度折减系数、受压构件长细比修正系数、同时受压杆件计算临界条件三方面对旧杆塔规定作了详细的对比和分析。通过对比分析,总结了新规范改进的设计方法,同时提出了在新规范使用中需注意的问题,可供相关设计和研究人员参考。

**关键词:**输电线路;长细比;折减系数

**中图分类号:** TU312

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-582X(2014)S2-184-6

《架空送电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T5154—2002)(以下简称“旧规范”)自 2002 年 4 月 27 日颁布施行以来,至今已有 10 多年的使用史。随着输电线路的快速发展和大量修建、气象条件变化,以及对一些设计计算方法的深入研究,旧规范在许多方面存在不足。针对这种情况,国家能源局于 2012 年 11 月 9 日发布《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T5154—2012)(以下简称“新规范”),新规范延续了旧规范的基本内容,在总结多年工程经验并参考国际标准变化的基础上,对其中的部分内容进行了调整和补充。

## 1 新旧规定杆件承载力分析

新规定根据工程试验经验和美国土木工程师学会标准《Design of Latticed Steel Transmission Structures》ASCE10 在计算杆件承载力方面做了部分调整。笔者对压杆稳定强度折减系数、受压构件长细比修正系数、同时受压杆件计算临界条件三方面比较新旧规定的差异。

### 1.1 压杆稳定强度折减系数比较

轴心受压杆件稳定计算公式为

$$N/(\varphi A) \leq m_N f,$$

其中:  $\varphi$  为铁塔轴心受压构件稳定系数;  $A$  为构

件毛截面积;  $m_N$  为压杆稳定强度折减系数,角钢构件根据翼缘板自由外伸宽度  $b$  与厚度  $t$  之比确定。

旧规范中按下面原则确定:

$$\text{当 } \frac{b}{t} \leq \left(\frac{b}{t}\right)_{\text{lim}} = \frac{202}{\sqrt{f}} \text{ 时, } m_N = 1;$$

$$\text{当 } \frac{202}{\sqrt{f}} < \frac{b}{t} \leq \frac{363}{\sqrt{f}} \text{ 时, } m_N = 1.677 - 0.677$$

$$\cdot \frac{b/t}{(b/t)_{\text{lim}}};$$

新规范中按下面原则确定:

$$\text{当 } \frac{b}{t} \leq \left(\frac{b}{t}\right)_{\text{lim}} \text{ 时, } m_N = 1;$$

$$\text{当 } \left(\frac{b}{t}\right)_{\text{lim}} < \frac{b}{t} \leq \frac{380}{\sqrt{f_y}} \text{ 时, } m_N = 1.677 - 0.677$$

$$\cdot \frac{b/t}{(b/t)_{\text{lim}}}$$

$$\text{对轴心受压构件: } \left(\frac{b}{t}\right)_{\text{lim}} = (10 + 0.1\lambda) \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

其中  $f_y$  为钢材的强度标准值;  $\lambda$  为构件长细比,当  $\lambda < 30$  时,取  $\lambda = 30$ ; 当  $\lambda > 100$  时,取  $\lambda = 100$ 。

由新旧规范公式可以看出,旧规范中压杆稳定强度折减系数  $m_N$  只与构件宽厚比及设计强度有关系;新规范中还与构件长细比有关系,宽厚比限值与钢结构规范一致。笔者通过计算,比较新旧规范对国

内常用角钢杆件压杆稳定强度折减系数  $m_N$  的影响。

表 1 国内常用角钢的宽厚比

角钢规格	b/t	角钢规格	b/t	角钢规格	b/t	角钢规格	b/t
L250X35	5.46	L220X22	8.05	L70X6	9.33	L160X12	11.00
L250X32	6.06	L200X20	8.10	L140X12	9.50	L110X8	11.25
L250X30	6.53	L125X12	8.25	L75X6	10.00	L70X5	11.40
L200X24	6.58	L63X6	8.33	L100X8	10.00	L220X16	11.44
L220X26	6.65	L250X24	8.42	L220X18	10.06	L56X4	11.50
L250X28	7.07	L110X10	8.80	L125X10	10.10	L250X18	11.56
L220X24	7.29	L220X20	8.95	L50X4	10.13	L100X7	11.57
L250X26	7.69	L45X4	9.00	L63X5	10.20	L140X10	11.60
L40X4	7.75	L56X5	9.00	L250X20	10.30	L200X14	12.00
L100X10	7.80	L90X8	9.00	L200X16	10.38	L75X5	12.20
L80X8	7.88	L200X18	9.11	L90X7	10.43	L180X12	12.67
L50X5	7.90	L80X7	9.14	L40X3	10.67	L125X8	12.88
L140X14	8.00	L180X16	9.25	L180X14	10.71	L160X10	13.40
L160X16	8.00	L160X14	9.29	L80X6	10.83		

表 2 旧规范角钢宽厚比限值

材质	Q235		Q345		Q420	
厚度范围	t≤16	>16~40	t≤16	>16~35	t≤16	>16~35
202/f <sub>0.5</sub>	13.78	14.11	11.47	11.76	10.36	10.65

表 3 新规范角钢宽厚比限值:

长细比	Q235	Q345	Q420
30	13	10.729	9.724
40	14	11.555	10.472
50	15	12.380	11.220
60	16	13.205	11.968
70	17	14.031	12.716
80	18	14.856	13.464
90	19	15.681	14.212
100	20	16.506	14.960

由表 1 可以看出,国内常用角钢宽厚比范围为 5.46~13.4 之间;由表 2 可以看出旧规范中采用的设计值,折减系数与板厚有关系;由表 3 可以看出,随着长细比增加,角钢宽厚比限值增加。由表 2、表 3 可以看出,长细比小于 40 的折减系数新规范基本均小于旧规范,大于 40 的新规范大于旧规范。

表 4 新旧规范折减角钢数统计

长细比	Q235		Q345		Q420	
	旧规范	新规范	旧规范	新规范	旧规范	新规范
30		1		15		28
40		1		8		16
50		0		3		12
60		0		1		5
70	无	0	9	0	18	2
80		0		0		0
90		0		0		0
100		0		0		0

由表 4 可以看出,旧规范中 Q235 材质的角钢均不需要折减;Q345 材质有 9 种规格角钢需要折

减;Q420 材质有 18 种规格角钢需要折减。新规范中 Q235 角钢有 1 种规格需要折减,Q345、Q420 材

质中长细比 40 以下需折减角钢规格数量均比旧规范多,长细比大于 40 后需折减数量比旧规范少。同时可看出,Q345 钢材长细比大于 60 后均不需要折减,Q420 钢材长细比大于 70 后均不需要折减。

由上面分析可以得出,长细比小于 40 的杆件稳定强度折减系数新规范比旧规范要求严格,长细比大于 40 的杆件则反之。

### 1.2 受压构件长细比修正系数比较

铁塔轴心受压构件长细比修正系数包括杆件偏心引起的不利因素和约束引起的有利因素两种。新旧规范对偏心引起的长细比修正系数计算没有变化,对约束引起的有利因素进行了修改,新旧规范修改部分计算公式见表 5、表 6。

表 5 旧规范受压构件长细比修正系数

序号	杆件端部受力状况	长细比	长细比修正系数	适用构件举例
1	两端无约束	$120 \leq L_0/r \leq 220$	1	单个螺栓连接的交叉斜材和单斜材
2	一端有约束	$120 \leq L_0/r \leq 231$	$0.9 + 11.89/(L_0/r)$	两个以上螺栓连接的交叉斜材
3	两端有约束	$120 \leq L_0/r \leq 242$	$0.82 + 21.64/(L_0/r)$	两端均有两个以上螺栓连接的杆件

表 6 新规范受压构件长细比修正系数

序号	杆件端部受力状况	长细比	长细比修正系数	适用构件举例
1	两端无约束	$120 \leq L_0/r \leq 200$	1	单个螺栓连接的交叉斜材和单斜材
2	一端有约束	$120 \leq L_0/r \leq 225$	$0.762 + 28.6/(L_0/r)$	两个以上螺栓连接的交叉斜材
3	两端有约束	$120 \leq L_0/r \leq 250$	$0.615 + 46.2/(L_0/r)$	两端均有两个以上螺栓连接的杆件

由表 5、表 6 可以看出,新规范与旧规范在两端约束相同的情况下,长细比的适用范围有变化,但均不小于 200,对于斜材适用范围不变。同时,长细比

修正系数计算公式也有变化。

由于长细比修正系数计算方法变化引起的修正系数如表 7 所示。

表 7 新旧规范受压构件长细比修正系数比较

长细比	一端有约束			两端有约束		
	旧规范	新规范	新/旧	旧规范	新规范	新/旧
120	0.999	1.000	1.001	1.000	1.000	1.000
130	0.991	0.982	0.990	0.986	0.970	0.984
140	0.985	0.966	0.981	0.975	0.945	0.970
150	0.979	0.953	0.973	0.964	0.923	0.957
160	0.974	0.941	0.966	0.955	0.904	0.946
170	0.970	0.930	0.959	0.947	0.887	0.936
180	0.966	0.921	0.953	0.940	0.872	0.927
190	0.963	0.913	0.948	0.934	0.858	0.919
200	0.959	0.905	0.943	0.928	0.846	0.911
210	0.957	0.898	0.939	0.923	0.835	0.905
220	0.954	0.892	0.935	0.918	0.825	0.898
230	0.952	0.886	0.931	0.914	0.816	0.893
240		0.881		0.910	0.808	0.887
250		0.876		0.800		

由表 7 可以看出,新规范中由于约束引起的长细比修正系数均比旧规范小,并且随长细比增加,修

正系数减小比例越大。对于铁塔斜材长细比限制为 200,长细比 200 时,一端有约束情况下新规范比旧

规范减小了 5.7%，两端有约束情况下新规范比旧规范减小了 9%。

铁塔中长细比在 120~200 之间的杆件多为斜材，材质为 Q235 或 Q345，下面以两种材质杆件长细

比在 120~200 之间，分析长细比对稳定系数的影响。表中  $\varphi_1$  为长细比  $\lambda$  时的稳定系数， $\varphi_2$  为长细比  $1.05\lambda$  时的稳定系数， $\varphi_3$  为长细比  $1.10\lambda$  时的稳定系数。

表 8 长细比增加与  $\varphi$  值的关系

$\lambda$	Q235- $\varphi$					Q345- $\varphi$				
	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_2/\varphi_1$	$\varphi_3/\varphi_1$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_2/\varphi_1$	$\varphi_3/\varphi_1$
120	0.437	0.406	0.378	0.930	0.866	0.324	0.299	0.276	0.922	0.852
130	0.387	0.359	0.333	0.926	0.860	0.283	0.261	0.240	0.920	0.848
140	0.345	0.318	0.294	0.923	0.854	0.249	0.229	0.211	0.918	0.845
150	0.308	0.283	0.262	0.921	0.850	0.221	0.203	0.186	0.917	0.843
160	0.276	0.254	0.234	0.919	0.847	0.197	0.180	0.166	0.916	0.841
170	0.249	0.228	0.210	0.918	0.845	0.176	0.161	0.148	0.915	0.840
180	0.225	0.206	0.190	0.917	0.843	0.159	0.145	0.133	0.914	0.838
190	0.204	0.187	0.172	0.916	0.842	0.144	0.131	0.120	0.913	0.838
200	0.186	0.170	0.156	0.915	0.840	0.131	0.119	0.109	0.913	0.837

由表 8 可以看出，长细比在 120~200 之间，对 Q235 材质杆件，长细比增加 5%，稳定系数将减小 7%~8.5% 之间；长细比增加 10%，稳定系数将减小 13.4%~16% 之间。对 Q345 材质杆件，长细比增加 5%，稳定系数将减小 7.8%~8.7% 之间；长细比增加 10%，稳定系数将减小 14.8%~16.3%。由表 7、表 8 可以得出，对于一端有约束的杆件，新规范计算杆件利用率最大可降低 8.7%，对于两端有约束的杆件，新规范计算杆件利用率最大可降低

16.3%，部分杆件可以降低规格。

### 1.3 同时受压杆件计算比较

输电线路铁塔结构由于荷载原因或结构布置原因，部分交叉斜材出现同时受压情况，新旧规范对同时受压计算的边界条件进行了修改。下面选取两种典型交叉斜材布置方式比较新旧规范的差异。表 9 中  $r_y$  为角钢最小轴回转半径， $r_x$  为角钢平行轴回转半径，K 为交叉斜材计算长度修正系数。

表 9 旧规范交叉斜材计算长度表

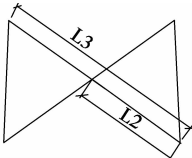
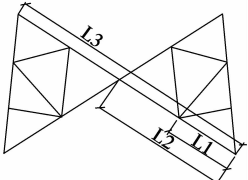
序号	结构型式	两根斜材为一拉一压时		两根斜材同时受压时	
		计算长度 $L_0$	计算回转半径 $r$	计算长度 $L_0$	计算回转半径 $r$
1		$L_2$	$r_y$	$0.8L_3$	$r_x$
2		$1.1L_2$	$r_x$	$0.8L_3$	$r_x$

表 10 新规范交叉斜材计算长度表

序号	结构型式	两根斜材为一拉一压时且拉杆内力不小于压杆内力的 20%		两根斜材为一拉一压时且拉杆内力小于压杆内力的 20% 或两根斜材同时受压时	
		计算长度 $L_0$	计算回转半径 $r$	计算长度 $L_0$	计算回转半径 $r$
1		$L_2$	$r_y$	$KL_3$	$r_x$
2		$1.1L_2$	$r_x$	$KL_3$	$r_x$

由表 9、表 10 可以看出,旧规范中杆件计算长度只分一拉一压或同时受压情况,且同时受压情况杆件计算长度修正系数  $K$  为常数 0.8;新规范中增加了拉杆内力小于压杆内力的 20% 时,杆件计算长度需按同时受压考虑,同时计算长度修正系数  $K$  与交叉斜材交点位置以及两根杆件内力比有关。

新规范中交叉斜材计算长度修正系数按下式计算确定:

两根斜材一拉一压时:

$$K = \sqrt{(L_2/L_3) \cdot (1 - 3N_0/4N)} \geq 0.5$$

两根斜材同时受压时:

$$K = \sqrt{0.5(1 + N_0/N)}$$

式中:  $N$ ——所计算杆的内力,取绝对值;

$N_0$ ——相交另一杆的内力,取绝对值;两根斜材同时受压时,取  $N_0 \leq N$ 。

根据统计,铁塔交叉斜材中  $L_2/L_3$  范围在 0.5~0.6 之间,两根斜材为一拉一压且拉杆内力小于压杆内力的 20% 时,  $N_0/N$  范围为 0~0.2 之间,新规范交叉斜材计算长度修正系数如表 11 所示。

表 11 计算长度修正系数  $K$

$N_0/N$	计算长度修正系数 $K$				
	0	0.05	0.1	0.15	0.2
$L_2/L_3$					
0.5	0.707	0.694	0.680	0.666	0.652
0.51	0.714	0.701	0.687	0.673	0.658
0.52	0.721	0.707	0.694	0.679	0.665
0.53	0.728	0.714	0.700	0.686	0.671
0.54	0.735	0.721	0.707	0.692	0.677
0.55	0.742	0.728	0.713	0.699	0.684
0.56	0.748	0.734	0.720	0.705	0.690

续表

0.57	0.755	0.741	0.726	0.711	0.696
0.58	0.762	0.747	0.732	0.717	0.702
0.59	0.768	0.754	0.739	0.724	0.708
0.6	0.775	0.760	0.745	0.730	0.714

由表 11 可以看出,两根斜材为一拉一压且拉杆内力小于压杆内力的 20% 时,交叉斜材长细比修正系数范围为 0.652~0.775,根据统计,国内角钢平行轴回转半径约为最小轴的 1.55 倍,对于没有辅助材的交叉斜材,按新规范计算的最大长细比为  $0.775L_3/1.55r_y = 0.5L_3/r_y$ ,均不大于旧规范中的长细比  $L_2/r_y$ ,也就是说旧规范是偏于保守的;对于有辅助材的交叉斜材,新规范中的  $KL_3$  均大于旧规范中的  $1.1L_2$ ,也就是说采用新规范后要求更加严格。

对于两根斜材同时受压情况,新规范计算长度修正系数如表 12 所示。

表 12 同时受压杆件计算长度修正系数  $K$

$N_0/N$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
$K$	0.707	0.742	0.775	0.806	0.837	0.866
$N_0/N$	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
$K$	0.894	0.922	0.949	0.975	1.000	

由表 12 可以看出,新规范中两根斜材同时受压计算长度修正系数范围为 0.707~1.000 之间,当  $N_0/N=0.3$  时为 0.806,与旧规范中的 0.8 接近,也

(下转第 202 页)