

文章编号:1002-7602(2008)07-0011-03

CW—220 型转向架构架结构优化设计

周兴建

(长春轨道客车股份有限公司 转向架开发部,吉林 长春 130062)

摘要:简要介绍了CW—220型转向架构架结构优化设计、理论分析计算及评估结论。

关键词:CW—220型转向架;结构优化;分析计算

中图分类号:U270.331+.8 **文献标识码:**B

1 CW—220 型转向架构架结构优化

CW—220型转向架是长春轨道客车股份有限公司研制的一种新型转向架。该转向架在CW—200K型转向架构架的基础上,吸收了国内外转向架结构设计方面的成熟经验,并对局部结构进行了优化设计。

1.1 构架侧梁与横梁连接处

原结构为了增加构架横梁、侧梁连接处的强度,在该处设了1个加强衬套。优化后的结构是在横侧梁连接处增加了横侧梁连接座(图1),有效地将侧梁和横梁连接起来。该连接座为锻造结构,强度和抗疲劳性大大提高。在优化设计过程中,为了有效避开横侧梁

连接处根部的高应力区,对侧梁立板和横梁处的断面位置及角度进行了计算,通过计算确定侧梁立板断面的位置及角度。计算原则为:(1)避开高应力区;(2)最大主应力矢量与焊趾方向的夹角为 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。

超常载荷工况下侧梁的主应力云图表明,侧梁高应力区集中在距离横梁圆孔周围25 mm~30 mm的位置,横梁高应力区集中在距侧梁大约30 mm的位置。

优化后的结构,由于焊缝位置远离横侧梁根部,避开了该处的高应力区,使横侧梁连接处焊缝的应力明显减小。

1.2 侧梁

原侧梁结构的上下盖板中间宽两头窄,如果在侧梁中部上下盖板与立板之间形成空间,易造成积水而腐蚀盖板。优化后的结构将原上下盖板的斜边改为直边,并增大了侧梁的横截面面积,这样不但提高了侧梁的整体强度,而且使转向架的外观显得更简洁美观。

1.3 横梁

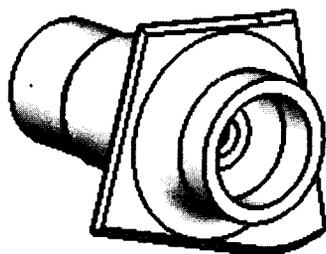
原横梁钢管直径为165.2 mm,该直径相对于体积相对较大的侧梁,整体刚度不协调。与多数类似转向架相比,CW—200K型转向架横梁直径偏小。此次优化,将横梁直径改为180 mm,有效地提高了转向架的整体强度和刚度。

1.4 抗蛇行减振器座

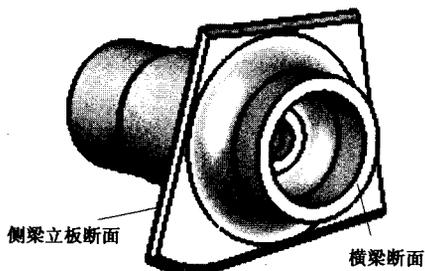
原抗蛇行减振器座为钢板焊接结构,并焊接在侧梁立板上。改进后的结构将减振器座改为整体锻造结构,并将其移至侧梁外侧的横梁处,不但提高了减振器座的强度和抗疲劳性能,而且有效地改善了侧梁的受力状态。同时,减振器座与构架采用螺栓连接,便于维修和更换。

1.5 定位座

原定位座为钢板焊接结构,优化后改为锻焊结构,



横侧梁连接座(左)



横侧梁连接座(右)

图1 CW—220型转向架横侧梁连接处示意图

收稿日期:2007-12-21

作者简介:周兴建(1958-),男,工程师。

将原立板和座板之间的焊接结构改为整体锻造结构,同时增加了立板的厚度。优化后的结构不但减少了焊缝,还缩小了定位座的整体外形尺寸,有效提高了定位座的强度和刚度。

1.6 牵引拉杆座

原牵引拉杆座为钢板焊接结构,通过2个立板与横梁连接。优化后,采用箱形燕尾结构,立板和上下盖板均与横梁连接,大大提高了与横梁的连接强度。同时将原立板和座板之间的焊接结构改为整体锻造结构,并增加了立板的厚度。

1.7 防过充座

原防过充座为钢板焊接结构,焊接在侧梁下盖板上。优化后结构为整体加工,并将防过充座的位置移到了2个侧梁内侧的横梁上,不但结构形状比原结构大大简化,提高了强度,而且整个转向架结构看上去也更为简洁。

1.8 横向减振器座

原横向减振器座为钢板焊接结构,优化后改为钢板压型结构,不但简化了结构,减少了焊缝,而且外形尺寸也有所缩小。

图2为CW-200K型转向架构架与CW-220型转向架构架对比。

总之,优化设计过程中,借鉴了国外转向架的先进、成熟结构,并尽可能采用锻造或压型结构,减少焊接结构。通过对结构细节进行反复不断的优化,尽量减少和避免了高应力区的出现,使构架的整体应力水平控制在材料所允许的范围之内。

2 构架结构优化分析计算

CW-220型转向架构架结构优化后,委托有关高校进行了静强度和疲劳强度分析计算。计算载荷的确定和强度评估方法参照UIC 515-4《客运车辆转向架——走行部转向架构架结构强度试验》的有关内容执行,结构应力计算采用美国ANSYS软件,主要按超常载荷、纵向加速度(5g)引起的超常载荷和模拟运营载荷3种工况进行计算。

2.1 超常载荷工况

为了更真实地反映车辆运行过程中构架各部位的载荷情况,在计算过程中增加了牵引载荷、制动载荷及抗蛇行减振器载荷,而这3项载荷在UIC标准中没有规定,本文将它们作为超常载荷。

图3为构架在超常载荷作用下的载荷图及经过计算和经验推算出的载荷数值。

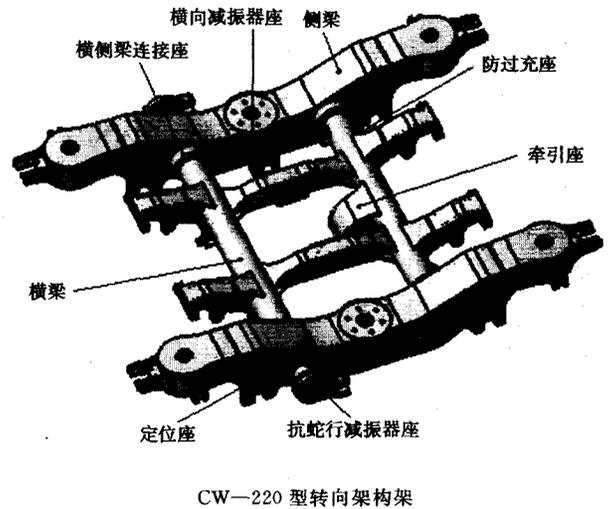
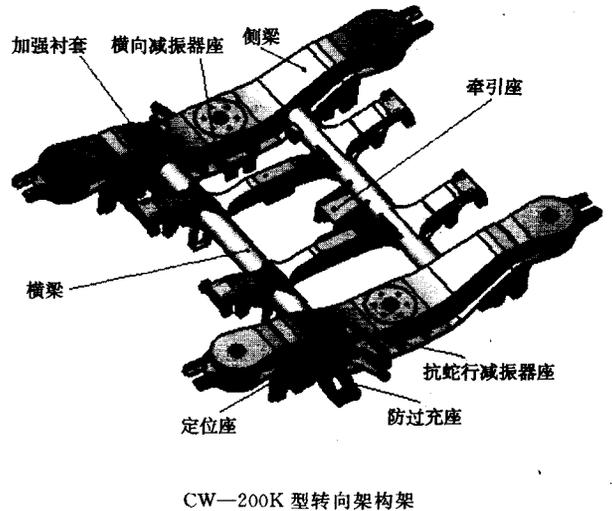


图2 CW-200K型转向架构架与CW-220型转向架构架对比

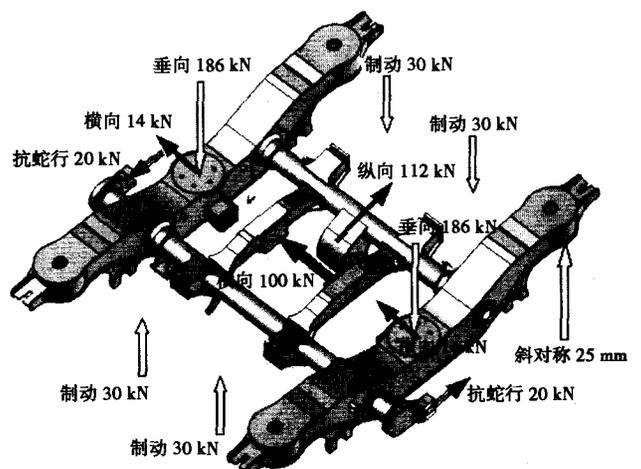


图3 超常载荷计算加载示意图

计算结果表明,在超常载荷工况下,构架上最大应力发生在纵向梁下盖板与横梁连接的圆弧弯角部位,其值为149.7 MPa。

2.2 纵向加速度(5 g)引起的超常载荷工况

该工况考虑的载荷是由转向架纵向加速度(5 g)引起的。转向架二系簧下质量为 5 940 kg,因此每个构架的超常纵向载荷为 291 kN。

在 5 g 加速度载荷作用下,构架上的最大应力发生在牵引拉杆座下盖板与立板连接的圆弧弯角部位,其值为 270.0 MPa。

2.3 模拟运营载荷工况

经过计算得出作用在构架上的各种载荷如下:空簧座上的垂向载荷 F_z 为 133.0 kN;构架上的横向载荷 F_y 为 82.0 kN;斜对称载荷车轮垂向位移为 12.5 mm;纵向载荷 F_x 为 79.8 kN;制动载荷为 28 kN;抗蛇行减振器载荷为 18 kN。

表 1 为根据 UIC 515—4 列出的用于构架疲劳评估的载荷工况。

表 1 疲劳强度评估计算载荷工况一览表 kN

工况	垂向载荷		横向 载荷	纵向 载荷	斜对称 载荷	制动 载荷	减振器 载荷
	左侧梁	右侧梁					
1	F_z	F_z	0	0	0	0	0
2	$F_z(1+\alpha-\beta)$	$F_z(1-\alpha-\beta)$	0	0	0		
3	$F_z(1+\alpha-\beta)$	$F_z(1-\alpha-\beta)$	$+F_y$	0	0		
4	$F_z(1+\alpha+\beta)$	$F_z(1-\alpha+\beta)$	0	0	0		
5	$F_z(1+\alpha+\beta)$	$F_z(1-\alpha+\beta)$	$+F_y$	0	0		
6	$F_z(1-\alpha-\beta)$	$F_z(1+\alpha-\beta)$	0	0	0		
7	$F_z(1-\alpha-\beta)$	$F_z(1+\alpha-\beta)$	$-F_y$	0	0	垂向 ± 28	纵向 ± 18
8	$F_z(1-\alpha+\beta)$	$F_z(1+\alpha+\beta)$	0	0	0		
9	$F_z(1-\alpha+\beta)$	$F_z(1+\alpha+\beta)$	$-F_y$	0	0		
10	$F_z(1+\alpha-\beta)$	$F_z(1-\alpha-\beta)$	$+F_y$	F_x	F_n		
11	$F_z(1+\alpha+\beta)$	$F_z(1-\alpha+\beta)$	$+F_y$	F_x	F_n		
12	$F_z(1-\alpha-\beta)$	$F_z(1+\alpha-\beta)$	$-F_y$	$-F_x$	F_n		
13	$F_z(1-\alpha+\beta)$	$F_z(1+\alpha+\beta)$	$-F_y$	$-F_x$	F_n		

注:(1) α (侧滚系数)为 0.1; β (浮沉系数)为 0.2。

(2) 垂向和横向载荷在相关部件中分配。

表 1 中,第 10 工况和第 13 工况的应力差最大,这个组合工况也是构架上容易发生最大动应力幅值的工况。

表 2 列出了构架上焊缝区动应力幅值较大区域的分布情况。

表 2 构架上大应力区的平均应力
和动应力幅值合成计算结果 MPa

应力区域	具体位置	平均 应力	动应力 幅值	母材/ 接头
侧梁区	侧梁下盖板与定位座根部连接区域	31.0	63.6	接头 1
	一系弹簧套筒与侧梁下盖板连接区	35.0	45.1	母材 1
横侧梁连接区	侧梁与横梁连接区	50.0	64.4	母材 2
牵引拉杆座与横梁连接区	牵引拉杆座立板与横梁连接区	6.0	54.9	接头 2
	牵引拉杆座立板与下盖板连接区	0	56.6	接头 3
制动吊座与横梁连接区	制动吊座下盖板圆弧角边	0	86.3	母材 3
	制动吊座上盖板与横梁连接区	0	75.0	接头 4
纵向辅助梁与横梁连接区	纵向辅助梁上盖板与横梁连接区	26.3	52.5	接头 5
	纵向辅助梁下盖板圆弧角边	10.9	72.5	母材 4
横向止挡座	横向止挡座处纵向梁下盖板与立板连接区	0	35.5	接头 6
抗侧滚扭杆座	抗侧滚扭杆座立板与横梁连接区	0	43.3	接头 7

3 构架结构优化计算分析评估结论

3.1 静强度评估

由计算结果可知,在超常载荷工况下,构架上最大应力发生在纵向梁下盖板与横梁连接的圆弧弯角部位,其值为 149.7 MPa,该应力小于 16MnR 钢的许用应力(345 MPa);在纵向加速度(5 g)引起的超常载荷作用下,构架上最大应力发生在牵引拉杆座下盖板与立板连接的圆弧弯角部位,其值为 270.0 MPa,也小于 16MnR 钢母材的许用应力;在各模拟运营载荷工况下,构架上的最大应力出现在侧梁上盖板中央与空气弹簧垫板交接处,其值为 110.9 MPa,该应力小于运营工况下 16MnR 钢焊接接头的许用应力(216 MPa)。因此,该构架静强度满足要求。

3.2 疲劳强度评估

将计算出的构架大应力区域的动应力幅值和平均应力点入 16MnR 钢母材/焊接接头的 Goodman 图,动应力范围均未超出 Goodman 疲劳极限图的允许范围,构架的疲劳强度满足要求。其中,制动吊座上盖板与横梁连接区的安全系数最小,为 1.13(85 MPa/75 MPa),因此,应严格控制该处的加工质量,对连接焊缝区认真打磨,以确保整个构架的疲劳强度。图 4 为构架用 16MnR 钢焊接接头的 Goodman 疲劳极限图。

(下转第 24 页)

(1) 在新轮轨空车和不同装载工况时,车辆的蛇行失稳临界速度均能满足 100 km/h 运行速度的要求,并且有一定的裕量。

(2) 在空车和不同装载工况下,通过 R130 m、R388 m、R600 m 和 R800 m 曲线时,在所计算的速度范围内,空重车在新造状态下的轮轨横向力、轮轴横向力、脱轨系数、轮重减载率均能满足 GB/T 5599—1985 的要求。

(3) 在空车和不同装载工况下,车轮磨耗后的性能均比新造状态差。新造状态下空重车的横向、垂向平稳性指标在 120 km/h 速度范围内均为优。空重车车体振动最大加速度垂向均小于 0.7 g, 横向均小于 0.5 g, 满足 GB/T 5599—1985 的要求。

3.3 摇枕、侧架静载荷、静强度及疲劳试验

2006 年 8 月,铁道部产品质量监督检验中心机车车辆检验站对摇枕、侧架进行了垂向静载荷和疲劳试验。结果表明,摇枕静载荷符合 TB/T 1959—1991《铁道货车铸钢摇枕载荷试验评定方法》的要求,侧架静载荷符合 TB/T 1960—1987《铁道货车铸钢侧架载荷试验评定方法》的要求。摇枕、侧架静强度和疲劳强度均符合 TB/T 1335—1996《铁道车辆强度设计及试验鉴定规范》的要求。

3.4 弹簧、制动梁试验

2006 年 7 月,铁道部产品质量监督检验中心机车车辆检验站对该转向架内外圆弹簧、减振内外圆弹簧进行了疲劳强度试验。结果表明,各弹簧的疲劳强度

均符合 TB/T 2211—1991《机车车辆圆柱螺旋弹簧疲劳试验》及图样的要求。

2006 年 7 月,兰州交通大学结构强度试验中心对制动梁组成按 TB/T 2400—1993《车辆制动梁载荷试验方法》进行了静载荷和疲劳试验。结果表明,制动梁组成的静载变形和疲劳强度均符合要求。

3.5 整车制动试验

2007 年 9 月,北创公司对装用米轨转向架的出口苏丹平车、敞车、棚车进行了单车制动试验、闸瓦压力试验和制动率测试试验。结果表明,其制动性能满足设计要求。

4 结束语

出口苏丹米轨转向架结构简单、性能稳定、维护方便,符合苏丹国情。

参考文献:

- [1] 严隽耄,成建民. 车辆工程[M]. 北京:中国铁道出版社,1999.
- [2] 西南交通大学. N₅₀米轨转向架平车动力学性能计算报告[R]. 2007.
- [3] 兰州交通大学. 制动梁组成试验报告[R]. 2006.
- [4] 铁道部产品质量监督检验中心. 苏丹米轨弹簧、侧架、摇枕试验报告[R]. 2006.
- [5] 包头北方创业股份有限公司. 摇枕、侧架强度有限元分析报告[R]. 2006.

(编辑:李萍)

(上接第13页)

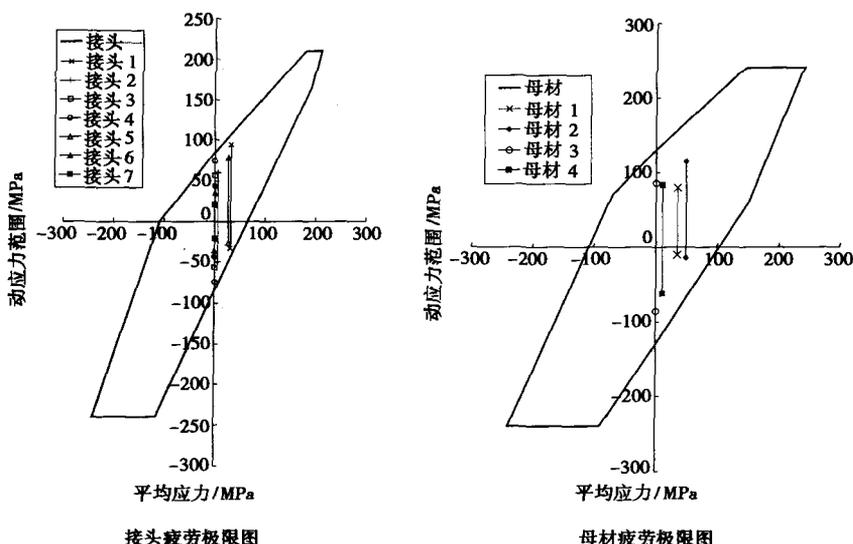


图4 构架用16MnR钢焊接接头的Goodman疲劳极限图

4 结束语

CW—220型转向架继承了CW—200K型转向架结构简单、无磨损、便于维护、可靠性强等优点,吸收了国外转向架的一些先进、成熟结构。该转向架不仅在构架结构方面进行了优化,在转向架一系、二系悬挂等方面也做了局部优化改进。在转向架设计、制造到试验过程中大量采用了国际标准,使转向架的整体技术水平得以提高。

参考文献:

- [1] 北京交通大学. 出口伊朗CW220转向架构架静强度和疲劳强度计算报告[R]. 2006.
- [2] 大连交通大学. 出口伊朗CW220焊接转向架有限元计算及疲劳寿命预测分析报告[R]. 2006.

(编辑:郭晖)