

文章编号: 1005—0523(2004)05—0084—04

货车心盘螺栓松动、挤压变形的原因分析及改进建议

郑 轶

(华东交通大学 职业技术学院, 江西 南昌 330013)

摘要:在现场调研的基础上,对心盘螺栓的故障进行分析,通过对心盘联接的受力计算,分析了心盘联接损伤的原因,提出降低心盘螺栓故障的改进措施。

关 键 词:货车心盘;故障分析

中图分类号: U279.3+24 **文献标识码:** B

目前我国铁路货车的心盘结构大多数为组合式心盘(或称活心盘)。这种结构形式的心盘,检修拆装方便;可以在下心盘与摇枕心盘面之间加放垫片,容易调整车钩高度;下心盘和摇枕焊修加工也比较方便;因此广泛用于主型货车上。笔者在现场调研了解到,货车段修时发现活心盘联接螺栓松动、螺栓严重磨损的现象较多,有些转向架还出现心盘螺栓折断的现象。

1 心盘螺栓故障情况统计

从现场调查可以发现,下心盘螺栓的故障较多,并且多出现在转 8A 转向架上,发生的原因大致有:

1) 心盘螺栓预紧力不足或心盘与摇枕接触不良,使心盘相对于摇枕产生微量滑动错位。从而使心盘螺栓变为倾斜状态,联接螺栓被拉长。列车运行中,施加在心盘上的水平载荷又是不断变化的,反复交变的拉伸影响了螺栓和螺母的自锁性能,使心盘螺栓产生松动。

2) 木质心盘垫板破损、压缩变形引起心盘联接螺栓松动。木质心盘垫板的抗冲击能力较差,在垂直载荷和纵向冲击的作用下容易破损。木质心盘垫

板一旦破损、变形,必将引起螺栓松动。

3) 下心盘螺栓松动后,心盘与摇枕之间产生微量滑移,车辆运行中的振动和冲击等加剧了心盘螺栓的磨损。检修中曾发现 M22 螺栓被磨损部分达到 $\phi 18\text{mm}$ 的情况。这使得心盘螺栓的强度相对降低,发生折断。

4) 部分下心盘螺栓松动后,在车辆冲击作用下,未松动(或松动程度较小)的螺栓将会受到一个很大的剪切力,该剪切力有时可达 8 根螺栓同时受力的数倍,从而导致未松动的螺栓逐一发生折断。

表 1 南昌南车辆段心盘螺栓故障检修统计表(2003 年 3 月至 7 月)

月份	故障 总数 (件)	折 断		变 形		磨 损	
		件数	%	件数	%	件数	%
3	147	29	19.70	46	31.30	72	49.00
4	135	25	18.50	29	21.50	81	60.00
5	134	33	24.60	38	28.40	63	47.00
6	112	21	18.75	42	37.50	49	43.75
7	131	31	23.60	66	50.40	34	26.00
合计	659	139	21	221	34	299	45

2 心盘螺栓松动的危害

心盘螺栓松动、磨损过限、折断后,会造成心盘、心盘垫在摇枕上的位移,使得车体在传递纵向

收稿日期: 2004—06—21
作者简介: 郑 轶(1970—),男,江西新余人,讲师。

水平力时,心盘与摇枕之间产生纵向冲击,严重时还会发生上、下心盘脱出,转向架无法定位等现象.在传递水平横向力时,车体与摇枕之间产生相对位移,使车辆的横向冲击增大,造成轴承零件磨损严重,轮缘与钢轨内侧面磨损加剧.心盘在摇枕上的位移,使货车重心偏移,在高速通过曲线时,极易造成车辆一侧车轮增载、另一侧车轮减载而发生脱轨和颠覆.另外,大量的心盘螺栓故障,增大了站修的工作量,增加修车成本;同时也影响货物的正常到达,损害铁路信誉,影响运输生产和车辆周转.

3 下心盘与摇枕的联接结构和受力分析

3.1 下心盘与摇枕的联接结构

下心盘用螺栓固定在摇枕上,在下心盘与摇枕之间加适当厚度的垫板,以调整车钩高度.下心盘的紧固螺栓与螺栓孔选用间隙配合,螺栓直径为 22 mm,摇枕心盘面螺栓孔直径为 $23^{+0.84\text{mm}}$,下心盘螺栓孔直径为 23 mm.因此,下心盘与摇枕组装后,螺栓与螺栓孔之间存在一定的间隙.来自车体的水平力传递到摇枕上,依靠的是下心盘与摇枕心盘面之间的摩擦力.

按正常要求,紧固螺栓的作用仅仅是紧固心盘并借助预紧力增加心盘的正压力.但实际情况是,铁路货车运行时,心盘紧固螺栓还要传递很大的水平牵引载荷和冲击载荷.当心盘与摇枕的接触面的摩擦力不足以抵抗心盘承受的水平作用力时,由于螺栓与螺栓孔之间存在间隙,下心盘与摇枕心盘面必然产生相对移动,紧固螺栓承受较大的剪切应力.由于车辆运动的复杂性,紧固螺栓承受反复交变的剪切应力,从而引起心盘紧固螺栓松动、变形,严重时甚至折断.

3.2 下心盘的受力分析

当列车运动状态发生变化时,因相邻车辆间产生速度差,导致列车纵向拉伸或压缩作用力的产生.列车制动时,车体纵向惯性力将引起前后转向架的垂直增载 P_a 以及作用在心盘处的水平载荷 T_a ,如图 1 所示.

以 C62A 为例计算如下:
1) 取车体为隔离体,根据牛顿第二定律得
 $Q=ma$
式中: m —车体总重(自重+载重)
 a —车辆的加速度;
 Q —制动时的车体纵向惯性力

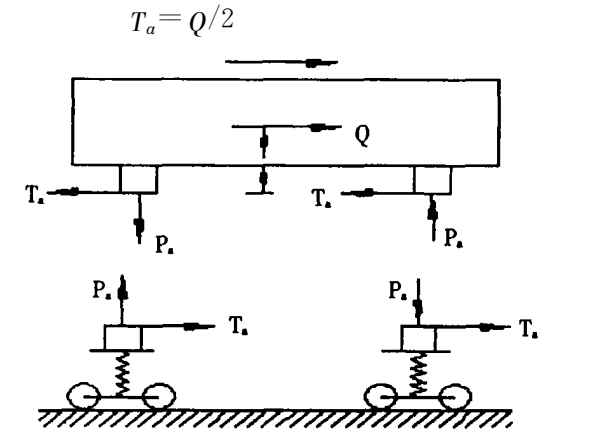


图 1 车体纵向惯性力分析

表 2 计算参数(C62A)

序号	项 目	计算参数
1	C62A 型敞车载重	60t
2	C62A 型敞车自重	21.7t
3	转 8A 转向架自重	4t
4	下心盘螺栓个数	2×8=16
5	下心盘螺栓材料	Q235-A(A3)
6	下心盘螺栓直径	22mm
7	钢—钢摩擦系数	0.1~0.16

表 3 Q、T_a与 a 关系

a(m/s ²)	0.2	0.4	0.5	1.0	2.5
Q(kN)	14.74	29.48	36.85	73.7	184.2
T _a (kN)	7.37	14.74	18.42	36.85	92.1

2) 心盘面的摩擦力计算.如图 2

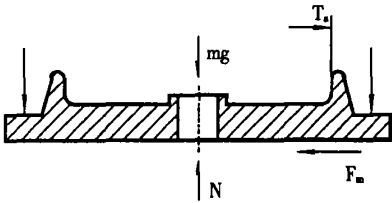


图 2 心盘受力

在垂直静载荷作用下,心盘面的摩擦力 F_m 为:
 $F_m=f \cdot N=f \cdot m \cdot g$
式中 f —心盘面间的摩擦系数;
 N —心盘面受到的正压力;
 g —取 10.

表 4 F_m 与 f 关系

摩擦系数 f	0.10	0.12	0.15	0.20
摩擦力 F_m (kN)	36.85	44.22	55.30	73.7

3) 由预紧力产生的心盘面摩擦力的计算.如图 3
根据心盘联接紧固螺栓的情况,预紧力 Q_p 为:

$$Q_p=\frac{T}{0.2d}$$

式中: T —拧紧力矩;

d —螺栓的公称直径.

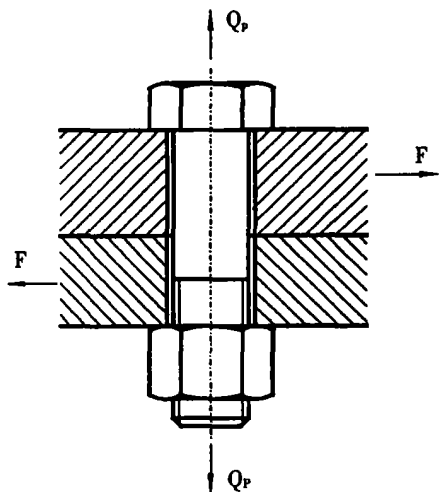


图3 心盘联接

根据现场实测,心盘在没有承受垂直载荷的情况下,单个螺栓的拧紧力矩仅为 $30 \sim 50 \text{ kN} \cdot \text{mm}$.

$$Q_p = \frac{50}{0.2 \times 22} = 11.36 \text{ kN}$$

取心盘面摩擦系数 $f = 0.12$, 心盘紧固螺栓个数 $n = 8$, 则螺栓预紧力产生的心盘摩擦力为:

$$F'_m = n \cdot Q_p \cdot f = 8 \times 11.36 \times 0.12 = 10.91 \text{ kN}$$

3.3 计算结果的分析

从以上计算数据分析可以知道,列车正常运行时,制动的匀减速度(加速度取负值)不大于 1 m/s^2 时,

$$F_m + F'_m = 44.22 + 10.91 = 55.13 \text{ kN} > T_a = 36.85 \text{ kN}$$

心盘面的摩擦力可以保证心盘与心盘面之间不会发生相对移动.

但列车运行的情况是复杂的,在下列情况下,心盘面的摩擦力将出现不足,出现心盘与心盘面之间产生相对移动.

1) 车辆紧急制动时,《铁道车辆强度计算规范》规定,由于考虑轮轨间的粘着系数,计算车辆紧急制动惯性力时,可取最大的减加速度值 2.5 m/s^2 ,此时心盘紧固螺栓承受的纵向水平作用力将达到 92 kN .

2) 车辆通过曲线时,由于轮轨的摩擦系数增大,车辆的纵向水平作用力也会增大;另外,由于离心力的作用,车辆横向水平作用力也将增大.因此,心盘与心盘面之间的水平作用力也增大,也会使下心盘与摇枕之间产生相对移动的趋势.

在上述情况下,车辆惯性力作用在心盘处的水平载荷将大于心盘与摇枕接触面之间的摩擦力,心

盘将在摇枕心盘面上产生相对滑移错位,使心盘螺栓由原来的竖直位置变成倾斜状态(如图4),也就是说,紧固螺栓被拉长了.

在正常的牵引、制动工况下,紧固螺栓是不会发生塑性变形的,但由于车辆运行过程中的各种复杂因素,使心盘螺栓承受反复交变的拉伸,影响其自锁性能,发生松弛.同时造成心盘螺栓和摇枕面螺栓孔边缘产生挤压、磨损、变形(如图5).由于紧固螺栓的挤压磨损变形,使螺栓的强度大大降低,受反复交变拉伸时,容易发生塑性变形,逐渐发展下去,就将出现紧固螺栓折断的现象.

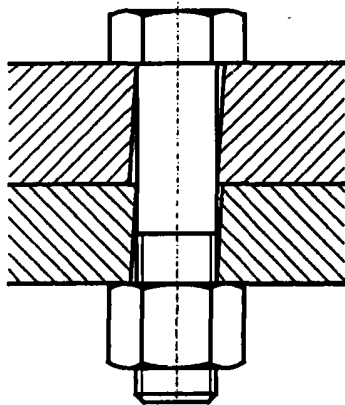


图4 心盘相对错位

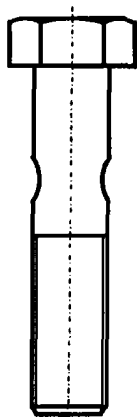


图5 螺栓挤压、磨损

3.4 心盘下加木质垫板的影响

木质心盘垫板在车辆上使用了几十年,主要是其摩擦系数比铁质垫板高近一倍,还可以用来调整车钩高度.但随着车辆载重量的增大,运行速度的提高,有些木材的弹性小,挤压变形后难于恢复原形,从而使紧固螺栓失去自锁性能,造成心盘螺栓松动,严重时甚至无预紧力.

3.5 车辆振动的影响

心盘紧固螺栓联接时主要依靠螺纹副中摩擦力来实现自锁.当联接受到振动、冲击和交变载荷

作用时,螺纹副中的摩擦力就会出现瞬时消失或减小的现象.这种现象的多次重复将导致螺纹联接的松动,甚至松脱.车辆在运行时,因线路情况复杂,运行的平稳性较差,振动和冲击作用频繁,容易造成螺纹联接的松动.

4 防松措施和建议

4.1 改变垫板材质和结构.

由于木质垫板的抗压强度低,受气候影响而产生缩变、裂损.从货车朝高速、重载、检修期延长的发展趋势来看,应采用铸钢心盘垫板,这种垫板具有破裂后可焊修的再生能力.因钢垫板弹性小,可在垫板上加一定厚度的橡胶垫层,可增加垫板的弹性,一定程度上减少心盘螺栓的松动,但需进行试验验证.

平板结构型心盘垫板只依靠联接螺栓和摩擦力传递水平作用力,联接螺栓承受很大的剪切作用力,容易导致螺栓松动.建议改变心盘垫板的结构,在铸钢垫板制造时,沿垂直于车辆牵引方向的两个边上分别铸出长 80 mm,上部高 20 mm,下部高 30 mm 的立棱(如图 6 所示).这样,当下心盘、心盘垫板、摇枕三者组装配合后,心盘垫板下部的立棱与摇枕的两侧贴紧,垫板上部立棱与下心盘的两侧贴紧,可通过立棱与结合面的摩擦力共同传递列车牵引载荷和运行时的冲击载荷.因此,可减小心盘联接螺栓承受的水平作用力,避免心盘与摇枕之间的相对滑移现象.

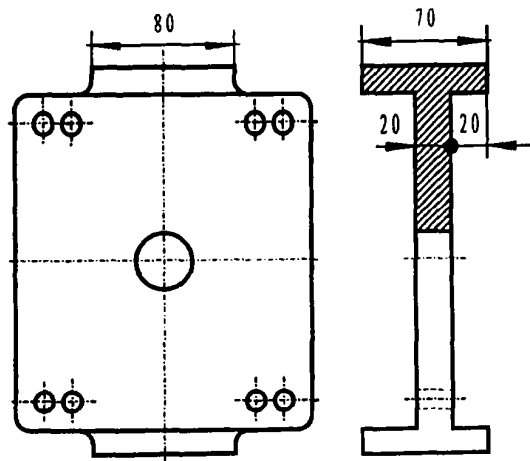


图 6 铸钢垫板结构

同时,为了增大垫板与下心盘及摇枕两者之间接触面的摩擦力,可以对心盘垫板和心盘面进行喷

砂处理,增加心盘面和垫板的粗糙度.

4.2 改变心盘的结构形式.

目前,一些大型平车或进口货车采用了球面心盘(如图 7 所示).球面心盘借助斜面承受车辆的垂直载荷和水平作用力.由于斜面的作用,心盘承受的垂向作用下,分解产生水平分力,可以抵消一部分纵向载荷,使心盘联接螺栓承受的水平作用力减小,可以避免心盘联接螺栓的松动和磨损.建议尽快研制适应于通用铁路货车的球面心盘.但球面心盘的使用,将对转向架的旁承提出更高的要求.

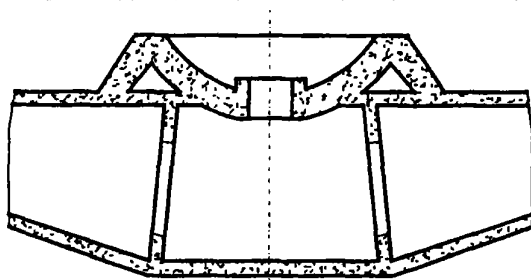


图 7 球面式心盘

4.3 完善检修规程,提高检修质量.

检修中发现,心盘螺栓的预紧力不足、预紧力过大或同一个心盘的 8 根螺栓的预紧力不均匀等现象较为普遍.其原因是没有专用的工具和较为完善的标准.因此,建议制定心盘螺栓预紧力的同一标准,检修作业中使用标准扭矩扳手紧固心盘螺栓,保证心盘螺栓预紧力的大小合适,均匀.同时使用 FS 型或者 ST₂ 型防松螺母,尽量避免螺栓的松动现象.

参考文献:

- [1] 严隽耄. 车辆工程[M]. 北京:中国铁道出版社,1999.
- [2] 陈世和. 车辆制造与检修工艺[M]. 北京:中国铁道出版社,1999.
- [3] 濮良贵. 机械设计[M]. 北京:高等教育出版社,1989.
- [4] 史卫. 货车心盘检修中存在的问题及其对策[J]. 铁道车辆. 2003, 41(5): 41-43.
- [5] TB/T1335-1996. 铁路车辆强度设计及试验鉴定规范[S]. 北京:中国铁道出版社,1996.

(下转第 91 页)

了.

[1] 龙驭球. 结构力学[M]. 北京:高教出版社, 1996.

[2] 李廉昆. 结构力学[M]. 北京:高教出版社, 1994.

[3] 武汉水院力学教研室. 结构力学[M]. 工业出版社, 1961.

参考文献:

The Mnoment Distribution of once Method

WAN Du

(Nanchang Water Resouce College, Nanchang 330029, China)

Abstract:Several coffieients of moment distributive method are revised by using this way which simpifies the computa-
tional process.

Key words:This method simplifies;the computationcl process by making;several coffieient of moment distribution is re-
vised.

(上接第 87 页)

Analysis of Deformation Caused by Loosing and Extruding Freight Car Center Plate Bolts and Suggestion for Improvement

ZHENG Yi

(School of Vocation and Technigue, East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013, China)

Abstract:Based on practical investigation and study, this article analyzes the breakdown of center plate bolts. By calcu-
lating the force of the center plate connection, causes for the connection breakdown are analyzed, and measures are sug-
gested to reduce this damage of the bolts.

Key words:freight car center plate;analysis of breakdown