

图 1 钢坯运输车总体结构示意图

Fig.1 Diagrammatic sketch of the billet transport vehicle's overall structure

储存装卸和运输钢坯时丢落的铁片,不至于丢落到地面造成浪费,同时便于收集和清扫丢落在车架上的铁片。在车架上设置盖板,便于给柴油机、船用齿轮箱和减速器加油,以及对所有转动部位加油,进行维护保养,并可调整皮带传动松紧度。

在车架侧面,设置了启动和停止柴油机的操作机构和空间,便于随行人员根据需要自由操纵钢坯运输车,如图 1c 所示。

1.3 弹簧支座与弹簧组合设计

弹簧支座用于包容弹簧组合在装卸钢坯时的伸缩,并起到限位作用,确保全车成为一个整体,如图 1a 所示。

吊装钢坯时,弹簧受重力压迫而伸展,避免了对主、被动轮部件和轨道的刚性冲击,延长了设备的使用寿命。钢坯卸完后,弹簧靠自身弹力作用缩回原位。在板簧与板簧、板簧与抱箍的中部设有凹凸槽,起定位作用,确保配件之间不会移位。在两侧的位置用螺栓和铆钉限位,确保弹簧组合

的整体性。

1.4 主、被动轮部件设计

主动轮部件的两个车轮内缘距离为 1 365 mm。轴承座内装两个 32 228 圆锥滚子轴承,反向安装,可以相互抵消轴向力,同时保证足够的承载能力。轴承座端盖上设置加油孔,便于对轴承进行定期加油和维护保养。主动车轮轴上装有节距 38.1 mm 的双排链轮,由传动装置通过双排套筒滚子链传递动力给主动轮,确保传动可靠和良好的传动效率。图 2 为主动轮部件装配示意图。

被动轮部件只比主动轮部件少了双排链轮,若安装节距 38.1 mm 的双排链轮后,可以替换主动轮部件,故具有良好的通用性和互换性,减少了零配件种类和备件储备,降低了制造及运转费用。

1.5 传动装置设计

钢坯运输车采用 ZS1110 柴油机提供动力,通过手动操纵 16A-1 船用齿轮箱换向机构,进行钢坯运输车运行方向的变换。船用齿轮箱输出端

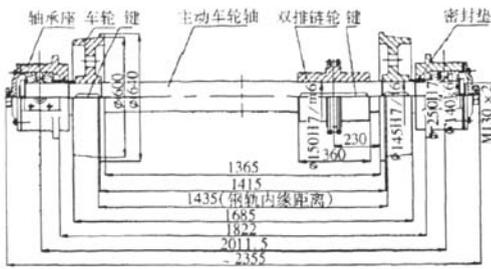


图 2 主动轮部件装配示意图

Fig. 2 Assembly drawing of the driving wheel component

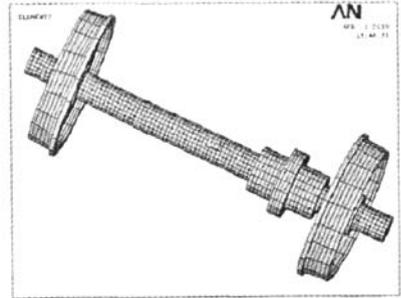


图 3 主动轮部件的有限元网格

Fig. 3 Finite element grid of the driving wheel component

经过三角皮带传动,带动 ZSY-224-40-Ⅲ 减速器,降速 40:1 后通过双排套筒滚子链传递动力给主动轮,带动钢坯运输车运行,如图 1b 所示。

采用皮带柔性传动可以起到慢性启动钢坯运输车和超载保护的作用。超载时的打滑或皮带拉断,可避免损坏传动装置中的其它零部件。

2 主动车轮轴的有限元分析

主动车轮轴是钢坯运输车的关键零件,对它进行有限元分析,可以确保钢坯运输车的正常运行。由于大型有限元分析软件 ANSYS 可以求解结构形状和边界条件都相当任意的力学问题,计算精度高^[2],不仅可以进行线性分析,还可进行各种类型的非线性分析^[3],可以对多种物理场进行耦合分析^[4],因此,项目组决定采用 ANSYS 对主动车轮轴进行有限元分析。

2.1 建立主动轮部件的三维实体模型

根据主动轮部件的结构和受力情况,建立主动轮部件的三维实体模型^[5]。因车轴两端受向下的外载,对车轴中部的应力分布几乎没有影响,故在此模型中忽略车轴两端的轴承结构,只考虑两端的外载大小。模型选用 Solid45 号单元划分网格,共划分单元 5 230 个,结点 7 348 个,如图 3 所示。

对模型边界条件的处理(主要是约束自由度):轨道支撑车轮,使其不会下沉,并约束住车轮的突缘,使其不会左右滑动脱离轨道。即在静力平衡条件下,约束车轮最下面一排结点的 X、Y 方向自由度,以及突缘最下方内侧结点的 X、Z 方向自由度。

2.2 主动车轮轴的变形和位移分析

首先分析车轴变形和位移情况。有限元计算

表明,因链条拉力产生力矩,使主动车轮轴整体向前滚动;车轴两端受压,有轻微的向下弯曲变形,没有明显的扭转变形。图 4 为车轴的变形示意图。

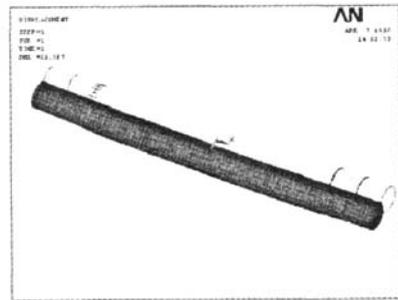


图 4 主动车轮轴变形示意图

Fig. 4 Deformation diagram of the driving wheel's axle

图 5 为主动车轮轴的合位移云图。由该图可知,车轴的最大位移发生在车轴中部偏右,即链轮的安装部位,此处同时发生扭转和弯曲变形。

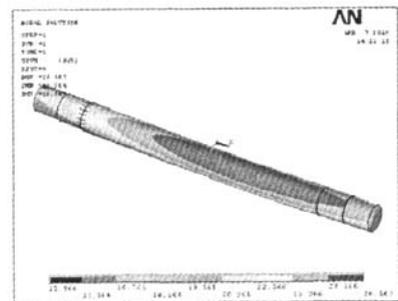


图 5 主动车轮轴的合位移云图

Fig. 5 Combined displacement cloud chart of the driving wheel's axle

2.3 主动车轮轴的应力分析

图6为主动车轮轴主应力及等效应力分布云图。由图可知,链轮安装处附近三向主应力及等效应力都较大,往车轴两端,应力减小。整根车轴第一主应力几乎全为正,第二主应力接近零,第三主应力大部份部位为负,但也较接近零。分析可知^[6],车轴处于受拉状态。

图7为车轴应力局部放大云图。由图可知:

最大第一主应力出现在链轮右侧的阶梯处,此处出现应力集中,链轮安装部位出现较大第一主应力。最大和较大第二、三主应力均与第一主应力分布情况相似。

等效应力分布与三向主应力稍有不同,但最大等效应力也出现在靠近链轮的阶梯处和链轮安装部位。

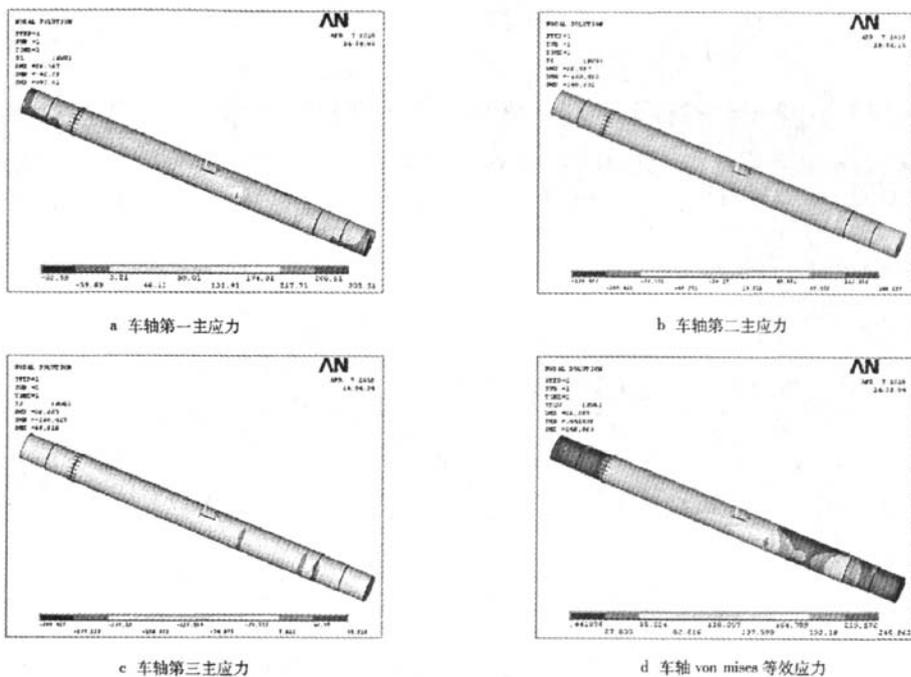
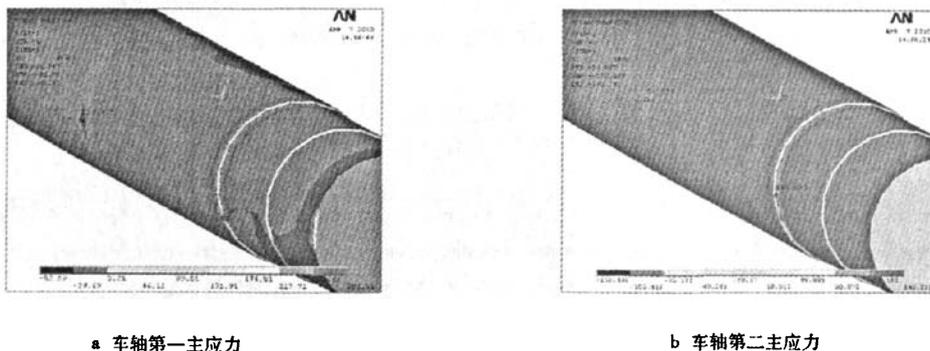


图6 主动车轮轴的主应力及等效应力云图

Fig. 6 Principal stress and equivalent stress cloud chart of the driving wheel's axle



a 车轴第一主应力

b 车轴第二主应力

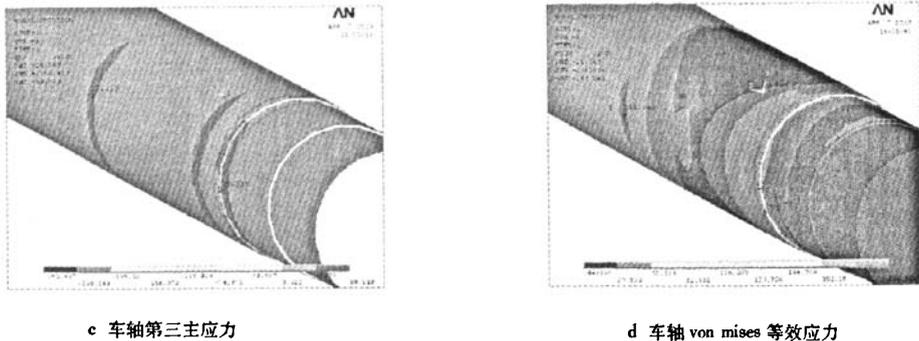


图 7 主动车轮轴的最大主应力及等效应力示意图

Fig. 7 Maximum principal stress and equivalent stress diagram of the driving wheel's axle

主动车轮轴用 45 号钢制作,该钢种的抗拉强度为 600 MPa,屈服强度为 355 MPa。经以上有限元分析可知,车轴的应力水平小于 GB/T699 - 1999 标准,即车轴运行安全可靠。

3 结束语

项目组自行设计的钢坯运输车自投入生产使

用以来,充分发挥出其具有的实用性、灵活性、可靠性和安全性等优点。此外,该车不需地面人员帮忙装卸方坯或吊运钢丝绳,操作简便、运行速度快、承载能力强、维护保养方便、故障率低、使用寿命长、运营成本低廉,完全满足生产需求。

参考文献:

- [1] 赵洪伦. 轨道车辆结构与设计[M]. 北京:中国铁道出版社,2009.
- [2] 杨威启. 现代有限元理论与工程应用[M]. 北京:北京航空航天大学,2007.
- [3] 王友海,颜慧军,胡长胜. 大型有限元分析软件 ANSYS 的特点[J]. 建筑机械,2000,10(9):122 - 124.
- [4] 张朝晖. ANSYS 11.0 结构分析工程应用实例解析[M]. 北京:机械工业出版社,2008.
- [5] 许超,商鸿池. 汽车轴类零件非均匀材质力学特性的有限元分析[J]. 传动技术,2008,20(1):36 - 37.
- [6] 焦国良. 铁路客车轴承系统的三维有限元静力分析[J]. 轴承,1993,6(5):14 - 17.

Structure Design and Finite Element Analysis of the Billet Transport Vehicle

XIE Huo-tu

(Xiaojiao Rolling Mill, Fujian Sangang Steel (Group) Co., Ltd, Fujian Sanming 365012, China)

Abstract: In order to solve the transport problem of billet, the billet transport vehicle was designed. The designs of the vehicle's frame, transmission device, spring support, spring combination and driving wheel component, etc. were introduced. The driving wheel's axle is a key parts of the billet transport vehicle, so the axle's stress and deformation were analysed by the structure finite element analysis software ANSYS. The vehicle has the features of easy operating, with powerful carrying capacity, running fast and so on, so it fully meets the production demand in the practical use.

Keywords: billet transport vehicle; frame; transmission device; Finite Element Analysis; axle

(责任编辑:沈建新;校对:张英健)