

小青矿选煤厂车辆整形机 (CLZ—II 型) 的研制

史庆贵, 侯章生, 刘景文

(铁法煤业(集团)有限责任公司 小青矿选煤厂 辽宁 铁岭 112702)

摘要: 针对小青矿选煤厂一代铁路车辆整形机劳动强度大、效率低、存在安全隐患等问题, 研制了二代整形机。根据滑块在滑道上的移动方式, 介绍了滑块的制作方法 & 液压千斤顶的安装方式。重点介绍了整形机的结构 & 控制整形机运动的液压控制系统。对整形机的钢丝绳安全系数、轮轴的抗剪切强度 & 抗弯曲强度、滑道的抗弯曲强度等进行校核, 结果证明二代整形机的各种性能均符合设计要求, 为企业带来了显著的经济和社会效益。

关键词: 整形机; 动力装置; 液压系统; 电磁换向阀

中图分类号: TD524

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2011)05-0112-04

铁法煤业(集团)有限责任公司小青矿选煤厂为矿井型动力煤选煤厂, 1984 年 12 月随矿井一起投产, 改扩建后年处理能力 250 万 t, 平均每天销售铁路车皮 86 辆。为了提高煤炭销售量, 减少因车门、车帮损坏, 变形而不能装车的空返车现象, 研制了铁路车辆整形机。

小青矿选煤厂研制的简易铁路车辆整形机在 2008 年 5 月前使用, 生产过程存在很多问题, 主要表现为职工操作不方便, 需要多人配合操作; 劳动强度大、效率低; 存在安全隐患等。为了解决上述问题, 需要对原有车辆整形机进行改造, 即研制铁路车辆整形机二代 (CLZ—II 型)。

1 铁路车辆整形机 (CLZ—II 型) 的研制

1.1 安装背景

小青矿选煤厂铁路装车线分为五道、六道 2 个装车线。装车线之间有检斤室和装车控制室, 装车控制室上方为装车胶带机 561 号和 562 号机头厂房, 厂房依靠 3 排东西方向的 15 根钢筋混凝土支柱 (500 mm×500 mm) 支撑。经过实际勘查, 要实现两线车辆整形, 需要 4 台整形机。因此利用五、六道两

侧各一根钢筋混凝土支柱和中间一根钢筋混凝土支柱做为整形机的基础。

每节路车的高度均超过 3.3 m, 整形机上下活动的有效范围应为 2 m。即在工作时液压千斤顶要在 2 m 范围内上下移动到所需位置, 再水平伸出顶压在车辆变形的部位, 达到整形目的。

1.2 具体方案

1.2.1 滑道的制作

若要使液压千斤顶能在 2 m 范围内上下移动, 必须使用具有一定强度的滑道。因此用 2 根 250 mm 的槽钢制作成断面为方型的长度为 2600 mm 的滑道。将滑道固定在钢筋混凝土支柱上, 为了保证强度, 采用 120 mm 的矿用工字钢做卡子, 卡在钢筋混凝土支柱上, 然后将滑道固定在卡子上。

1.2.2 滑块的制作与液压千斤顶的安置

要使液压千斤顶在滑道上上下移动, 需要有滑块和动力装置。滑块在滑道上移动有 2 种方式: 滑动摩擦与滚动摩擦^[1]。根据现场实际调研与分析, 采用维护保养方便 (在轴承上一次性加润滑油) 的滚动摩擦。

自制 8 个滚轮 (φ 120 mm, 厚 60 mm) 和 4 根滚

轮轴($\phi 40$ mm,长 360 mm),将 8 个滚轮内孔镶入 307 型轴承,然后安装在 4 根滚轮轴上,用 2 块钢板(600 mm $\times$ 600 mm $\times$ 16 mm)将滚轮夹在中间,组合成滑轮(滑块)。再用 2 根长为 1050 mm 的 120 mm 型槽钢横向焊接在厚为 16 mm 厚的钢板两侧,将液压千斤顶安装在两槽钢之间。图 1 为滑块安装示意。

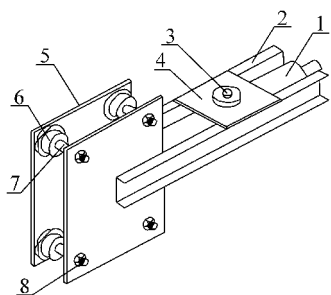


图1 滑块安装示意

- 1—整形液压缸;2—120 mm 型槽钢;3—液压缸固定轴;
4—液压缸固定钢板;5—滑块钢板;6—滑块滚轮;
7—滑块滚轮轴;8—固定螺栓

1.2.3 动力装置

液压千斤顶在滑块带动下上下移动时,需要动力。动力的来源有 2 种:一是采用电动小绞车作动力,二是将电能转变成液压能作动力。根据现场实际调研与分析,采用占用空间小,运行速度慢,操作方便的液压能作动力。

车辆整形时需要液压动力系统和电气控制系统,而升降则需要液压油马达或液压油缸等执行原件和其它元件。本着节约成本,元件不外购的原则,

在矿内综采车间的大力支持下,一些高压油管、高压接头、密封圈等小件都已配全。液压油缸为 3 个型号为 $\phi 120$ mm $\times$ 550 mm(缸体内径为 $\phi 100$ mm,深缩量为 500 mm)的小行程液压油缸,伸缩量远低于 2 m。为了满足要求,根据动滑轮组的原理增加液压油缸伸缩量。图 2 为动滑轮组,由图 2 可以看出,当液压油缸收缩时带动动滑轮向下移动 500 mm,钢丝绳的另一端 A 点则上升 1 m。利用这个原理,将滑轮改成滑轮组使其增加到 4 倍伸缩量,使 A 点的上升高度达到 2 m 的要求。

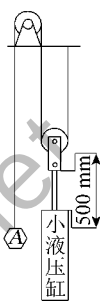


图2 动滑轮组

1.2.4 液压系统控制

为了使操作方便,保证元件性能稳定,采用液压控制系统,系统由液压泵站、电磁换向阀、液压缸等元件组成。图 3 为液压控制系统结构示意。启动电动机带动液压油泵工作,当 7 个电磁换向阀都没得到电信号时不工作,即没有操作升降、伸缩按钮时,电磁换向阀不工作,此时液压油顶开溢流阀流回油箱(单向循环),压力表显示为 15 MPa。

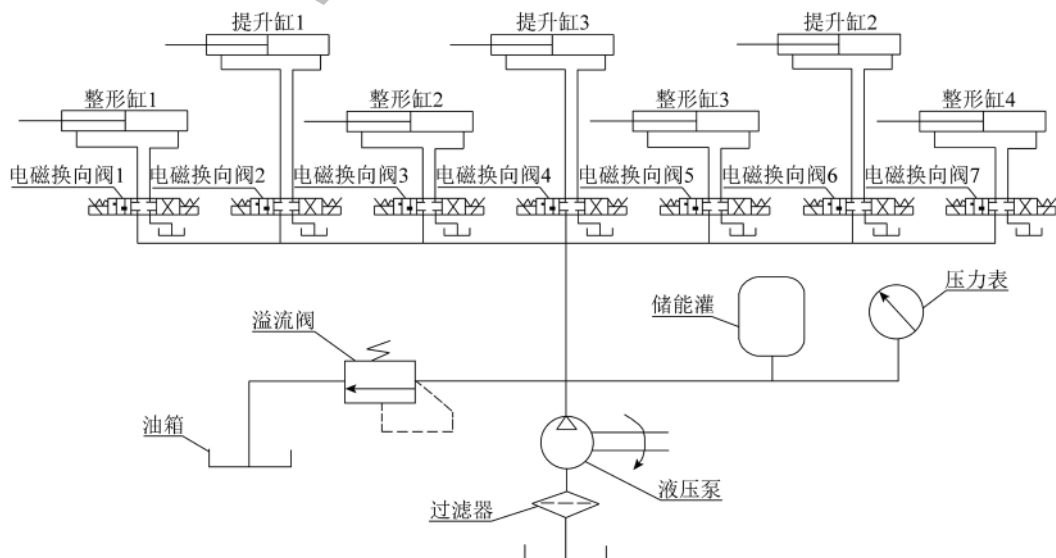


图3 液压控制系统结构

当按下伸出按钮时,电磁换向阀 1 左侧得到电信号,将整形缸 1 的油路接通,整形缸 1 缸杆向外伸出。

当按下收缩按钮时,电磁换向阀 1 右侧得到电信号,将整形缸 1 的油路反向接通,缸杆向内收回。同理,整形缸 2、3、4 分别由电磁换向阀 3、5、7 控制,滑块提升缸 1、3、2 分别由电磁换向阀 2、4、6 控制。

2 整形机的结构及特点

2.1 整体结构

整形机的结构主要由四部分组成:滑道与支架、整形液压千斤顶、上下移动装置、泵站装置及液压控制系统。

整形机的结构分为 2 种形式:五、六道两侧整形机的滑块上安装单个整形缸;五、六道中间整形机的滑块上安装 2 个整形缸。

提升用的钢丝绳、滑轮组均安装在滑道的空腔中。使用 6×19 型钢丝绳($\phi 9.3$ mm),一端绳头从滑道的顶部通过滑轮引向滑道另一侧的下方与滑块连接,另一端则固定在滑道最上方^[2]。图 4(b)与(a)不同之处是将钢丝绳的 2 个绳头从滑道空腔顶部通过 2 个滑轮引向滑道两侧下方与滑块左右连接。

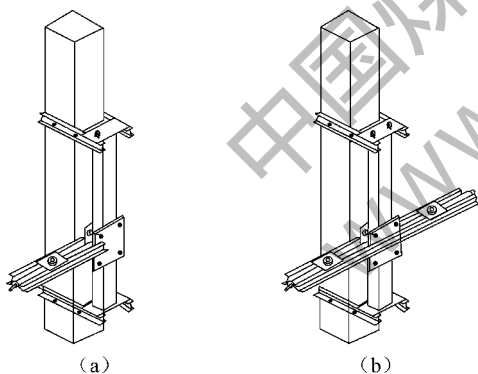


图 4 整形机的结构形式

2.2 特点

整形设备完全由液压电控系统控制,每台整形机上安设了 4 个操作控制按钮,分别控制滑块的提升、降落和缸体的伸长、收缩。操作简单方便,安全可靠,省时省力,运行速度平稳、缓慢,结构紧凑、合理,维修方便。

3 钢丝绳安全系数及轮轴的强度校核

3.1 钢丝绳安全系数

由图 4 可知,配有 2 个整形缸的滑块质量最大,可以通过计算最大滑块质量来校核钢丝绳、滑道、

滑块的强度。

最大总质量 m = 油缸质量 + 滑轮质量 + 轮轴质量 + 16 mm 钢板质量 + 120 mm 槽钢质量 = 94.22 kg,对应重力 $G = 94.22 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 923.36 \text{ N}$ 。

由图 2 可知滑块的上升是依靠小液压缸的收缩来实现的,而小液压缸牵动的是滑轮组,共有 4 根钢丝绳。所以小液压缸的收缩牵引力必须克服 4 倍滑块质量对应的重力,才能将滑块提起。

小液压油缸的收缩牵引力 $F = 923.36 \text{ N} \times 4 = 3.6934 \text{ kN}$,即钢丝绳上所受的力 $P = 3.6934 \text{ kN}$ 。

牵引钢丝绳安全系数计算: 9.3 mm 钢丝绳破断力 S_b 为 4510 kg^[2], $K = S_b / P = 45100 \text{ N} / 3693.4 \text{ N} = 12.21$ 倍,安全。

3.2 轮轴的抗剪切及抗弯曲强度校核

3.2.1 抗剪切强度

轮轴材料选用优质碳素钢,轴径为 $\phi 4$ mm,其剪切应力取 $\tau = 0.7\sigma$ ^[1],则 $\tau = 0.7 \times 160 \text{ MPa} = 112 \times 10^3 \text{ kN}$,剪切力 $Q = 923.36 \text{ N}$ 。

轮轴的剪切面积为 $\tau = Q / A = 0.94 \text{ kN} / \pi R^2 = 7.35 \text{ kN} < 112 \times 10^3 \text{ kN}$,符合要求。

3.2.2 抗弯曲强度

已知轮轴材料选用优质碳素钢,轴径为 $\phi 40$ mm,其剪切应力取 $\tau = 0.7\sigma = 112 \times 10^3 \text{ kN}$,轮轴所受到的最大载荷为 $q = 923.36 \text{ N}$ 。

轮轴抗弯截面模量为 $W_z \approx \pi d^3 / 32 = 0.00628 \text{ m}^3$ 。最大弯矩发生在梁的中点,因此 $M_{\max} = qL^2 / 8 = 3.74 \times 10^{-3} \text{ kN}$ 。

$\sigma_{\max} = M_{\max} / W_z = 0.596 \text{ kN} < 112 \times 10^3 \text{ kN}$,符合要求。

4 液压泵站的选型

根据现场测试,路车小门钢板厚为 5 mm,2 根立筋宽为 60 mm,厚为 15 mm,变形处距车框最短距离为 100 mm,因此,只要可以让立筋在最短距离处变形,就能保证小门在任何一处变形都能使用顶车器修复。

路车车体均为优质碳素钢,因此 $\sigma = \sigma_{\max} = 160 \text{ MPa}$, $b = 60 \text{ mm}$, $h = 15 \text{ mm}$, $A = 0.0009 \text{ m}^2$ 。

立筋抗弯截面模量 $W_z \approx 2.25 \times 10^{-6} \text{ m}^3$,

$M_{\max} = \sigma_{\max} W_z = 0.36 \times 10^{-3} \text{ MPa}$,选用压力大于此最大弯矩 $M_{\max}$ 的液压泵站即可。

因此,选用型号为 DBD 型,额定压力 0~40 MPa,

额定流量 0.8~20 L/min, 电机型号 Y100L2-4, 功率为 4 kW 的液压泵站。

根据现场考察, 液压油缸行进速度不易过快, 因此设定为 5 mm/s, 最大行程为 1000 mm。则满行程所用的时间 t 为 200 s, 设注入油的速率为 2.0 L/min, 则满行程注入液压油缸内的油量为 6.67 L。因此, 体积为 $3.14 \times (D/2)^2 \times l = 6.66 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, 油缸直径 $D=0.0921 \text{ m}$ 。所以选整形用液压油缸型号为 $\phi 120 \text{ mm} \times 1100 \text{ mm}$, 其缸体内径为 $\phi 100 \text{ mm} > 0.0921 \text{ m}$, 缸体支柱直径为 $\phi 60 \text{ mm}$, 行程 1000 mm, 速度 5 mm/s。

5 滑道的抗弯强度计算

滑道立梁是用 2 根 120 mm 槽钢的槽对槽焊接而成, 钢梁全长 2.6 m, 经实际测量此梁为空心长方柱体 $h=120 \text{ mm}$ $b=100 \text{ mm}$ $b_1=108 \text{ mm}$ $h_1=88 \text{ mm}$, 断面抗弯截面模量为: $W_z=1.653 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ 。

因为当滑块移动到中间位置时是钢梁最弱点。其弯矩 $M_{\max}=1.2 \text{ kN}$; 滑道抗弯应力为: $\sigma_{\max}=M_{\max}/W_z=72.60 \text{ MPa} < 160 \text{ MPa}$, 符合要求^[3]。

6 效益分析

路车整形机的投入使用, 避免了因装车后的车门外涨(不符合规定)造成倒装、空返现象, 提高了路车车辆的利用率, 适应市场销售, 满足当前铁路部门车辆提速的要求。据统计, 整形机安装前, 每

月空返车可达 12~13 辆, 全年倒装车 1 辆。安装整形机后空返车每月降到 6~7 辆, 全年无倒装车。

每辆车的倒装费按 2000 元计算, 全年可节约 2000 元。

每辆车载重按平均 62 t 计算, 每吨煤不分品种按平均售价 350 元计算。全年将多创收 156.24 万元。

使用路车整形机后, 全年可多创收 156.44 万元。

7 结 论

通过对 CLZ-II 型整形机滑道、滑块的制做, 液压千斤顶、动力装置、液压控制系统的安装, 整形机钢丝绳安全系数及轮轴的强度校核, 液压泵站的选型, 滑道抗弯强度计算等方面的论述和对选煤厂经济效益的分析, 充分证明了 CLZ-II 型整形机在理论上是科学的, 具有一定的实际意义和使用价值。CLZ-II 型整形机的成功应用改善了员工的操作环境, 降低了员工的劳动强度, 为选煤厂带来了可观的社会、安全及经济效益。

参考文献:

- [1] 俞茂镛, 汪惠雄. 材料力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992.
- [2] 黄璟. 起重工[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- [3] 刘连久, 祁国臣. 材料力学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2004.

Research on CLZ-II vehicle shaping machine in Xiaoqingkuang coal preparation plant

SHI Qing-gui, HOU Zhang-sheng, LIU Jing-wen

(Xiaoqingkuang Coal Preparation Plant, Tiejia Mining Group Co., Ltd., Tieling 112702, China)

Abstract: In order to resolve the problems such as high labour intensity, low efficiency of first generation vehicle shaping machine with potential safety hazard in Xiaoqingkuang coal preparation plant, the second generation shaping machine is being researched. Making method of silder and fixing method of hydraulic jack are determined according to sliding method of slider in slideway. Emphasize the structure of shaping machine and hydraulic control system. Safety factor of steel wire rope, shearing strength and flexural rigidity of axle, flexural rigidity of slideway are checked. The results show that the property of the second generation shaping machine meets the requirement, and this machine can bring great economic and social benefits.

Key words: shaping machine; power plant; hydraulic control system; magnetic exchange valve