

图5 构架划线图

架Z方向尺寸的划线,实际就是检查构架经过热加工后四角平面高度差是否控制在设计范围内。Z方向尺寸的测量方法为:将构架放于测量机的平台上,并在构架的下方放置垫铁和调整顶子,检查构架的四角高度差是否小于3mm,在选取测量点时,应尽量选取构架下盖板两端的最远位置。当四角高度差符合设计要求时,首先划上二系弹簧座板的基准线,然后以此线作为基准,划出所有Z方向的加工尺寸线,保证该方向上的所有加工面都要有足够的加工余量。Z方向的加工部位主要有:一系弹簧座、一系减震器座、二系垂向减震器座、电机吊座、牵引销座、轴箱止挡座、制动座等加工面。

通过检测,当四角高度差不符合设计要求时,就必须返回热加工的

焊接工序中,进行压型调整,调整修复合格后,再返回构架的划线工序。

(2)检测构架Y方向的尺寸,构架Y方向尺寸的划线,就是检查构架Y方向所有加工面是否都有足够的加工余量。Y方向尺寸的测量方法为:按图5所示,以构架两侧梁的中心为基准确定构架的纵向中心,划出构架两侧梁的中心线2050尺寸。以此作为基准,划出所有Y方向的加工尺寸线,保证该方向上的所有加工面都要有足够的加工余量。Y方向的主要加工部位有:附件座、轴箱止挡座、一系减震器座、电机吊座、侧挡座、拉杆座等纵向的加工尺寸,以及制动座上 $\phi 30$ 圆盘尺寸和减震器座上 $\phi 17$ 孔的加工余量。

通过检测,当发现Y方向的部分加工面没有足够的加工余量时,需在构架上做好标记,返回焊接工序中,对

加工量不足的部位进行焊接补肉,满足加工余量要求后,再返回构架的划线工序。

(3)检测构架X方向的尺寸,构架X方向尺寸的划线,就是检查构架X方向所有加工面是否都有足够的加工余量。X方向尺寸的测量方法为:按图5所示,以中间轴箱止挡座为中心,划出构架两轴距2000和2250尺寸,以此作为基准,划出所有X方向的加工尺寸线,保证该方向上的所有加工面都要有足够的加工余量。X方向的主要加工部位有:制动座、附件座、一系弹簧座、一系减震器座、电机吊座、二系减震器座、侧挡座等X方向的加工尺寸。

通过检测,当发现X方向的部分加工面没有足够的加工余量时,需在构架上做好标记,返回焊接工序中,对加工量不足的部位进行焊接补肉(见



图6 三坐标测量机



图7 座板偏离需补焊

图7所示), 满足加工余量要求后, 再返回构架的划线工序。

### 3.2.2 构架划线中存在问题及解决措施

根据构架划线的工艺分析可以看出: 在构架的划线检测中, 若发现X、Y、Z三个方向的任意一个方向上有尺寸不合格, 或是加工余量不足时, 都需要在构架上做好标记, 返回热加工工序, 进行返修合格后, 再发回冷加工工序重新进行划线检测。这样做不仅增加了许多往返运送和补焊返修的工作量, 而且还严重的影响了冷加工的生产进度和工作效率。通过批量生产的统计数据得知, 构架的返修率大约在百分之三十左右。

为了解决划线工序的返修返工, 影响生产进度和工作效率的问题, 经过现场分析论证, 我们采取了在热加工的焊接工序中设置一台三坐标测量机, 增加一道检查工序的解决措施。这样就将在焊接变形中, 造成的构架尺寸超差问题, 通过在焊接后的三坐标测量检查中发现问题, 并采取压调和补焊的措施就地解决问题, 把问题消灭在热加工的环节中, 这样就避免了构架的往返运送和修焊的麻烦, 既节省了生产成本, 又提高了工作效率。对此, 我们对焊接后的测量工序制定了以下工艺规定:

(1) 调整好Z方向的四角高度差

尺寸后, 在两侧梁的外侧划等高线, 并打上样冲孔, 作为机加工前划线工序垂直方向的找正线。

(2) 检查修好Y方向的加工面, 确保了Y方向的加工部位都有了足够的加工余量后, 在构架两侧梁的中心线上划基准线并打上样冲孔, 作为机加工前划线工序的纵向找正线。

(3) 检查修好X方向的加工面, 确保了X方向的加工部位都有了足够的加工余量后, 在中间轴箱止挡座的中心处划上定位线, 并打上样冲孔, 以此作为机加工前划线的横向找正线。

通过上述的划线工艺调整和改进, 构架的返修率得到了明显的减少, 生产进度和产品质量得到了大大的提高。

### 3.2.3 构架机加工工艺分析

为保证构架上的尺寸精度和形位公差达到设计图纸的要求, 构架的整体加工必须要在精度高、稳定性好的加工中心机床上进行(见图8), 但仅有好的加工设备, 没有好的工艺工装同样无法加工出高质量的产品。所以在高精度的机床上, 一定还要制定合理的加工工艺和配置可靠的工装刀具, 两者缺一不可。

目前HXD3型机车构架机加工的工艺过程为: ① 构架的定位装夹→② 加工二系侧的各加工部位→③ 加工一

系侧的各加工部位→④ 各孔的加工→⑤ 检查清楚。下面对各加工工艺过程分析如下。

(1) 构架的定位装夹。先将划好线的构架吊放到加工机床的工作台上, 使构架的二系弹簧座板面朝上, 构架的下方(一系弹簧面)放入垫铁和调整顶子。按侧梁两边的等高工艺线, 找好构架的水平位置; 按构架的纵向中心线, 确定构架X、Y方向的坐标位置, 然后用压板夹紧构架(上下方向夹紧), 完成构架的定位夹紧工作。

(2) 加工二系侧面的各加工部位。按以下程序进行机加工: ①使用1号附件头, 配 $\phi 200$ 端铣刀, 完成构架Z方向的二系弹簧座面、工艺定位块、减震器座上平面等部位的加工工作; ②换2号直角头, 配 $\phi 80$ 端铣刀, 完成减震器座, 侧挡座等外端面的加工任务; ③换钻头、丝锥, 钻铰侧挡座螺丝孔。

(3) 加工一系侧的各加工部位。加工一系面需将构架翻个, 翻个后, 需重新找正进行定位夹紧, 定位夹紧过程同工序1)。加工程序为: ①使用1号附件头, 配 $\phi 80$ 端铣刀, 完成构架轴箱止挡座、制动座、电机吊座、牵引销座等部位的加工工作; ②换 $\phi 200$ 端铣刀, 铣砂箱座板下平面; ③换 $\phi 160$ 端铣刀, 铣一系弹簧座面、减震器座下平面; ④换 $\phi 80$ 玉米铣刀, 对电机吊座130宽度尺寸进行刀具检查; ⑤换R5成型铣刀, 对经过刀具检查的拐角进行圆弧处理; ⑥换各所需钻头、丝锥, 钻铰附件座、减震器座、砂箱座板、电机吊座等部位的螺丝孔; ⑦换 $\phi 20$ 棒铣刀, 铣拉杆座内口端面。

(4) 构架各孔的加工。构架上的孔, 除了X、Y方向上的孔需要在加工

中心上加工以外,为提高构架加工的工作效率,我们将构架上垂直方向的通孔和螺丝孔,在加工中心上确定好准确的加工位置,用钻头钻好定位孔窝后,再将构架吊放到导轨钻上(见图9),单独加工这些通孔和螺丝孔,这样即可保证加工质量,又能提高生产效率。

(5) 构架的检查修整。构架整体加工完成后,需将构架重新吊放到三坐标检测机上,进行实体尺寸的检测,所有的电机吊座螺纹孔必须用螺纹塞规进行检测。基本尺寸检测合格后,再进行构架的修整工作。修整时要用砂轮或角磨机,清除因加工形成的飞边、毛刺,并将锐角到钝。有丝孔的部位,要保证孔内清洁。

### 3.2.4 构架机加工中存在问题 和 解决措施

由上述的机加工工艺分析可以看出,在构架的整体加工过程中,存在以下两方面的问题:

(1) 构架仅在上下方向上进行了定位和夹紧, X 和 Y 两个方向即没有定位,也没有夹紧,这就意味着机床在进行横向和纵向切削时,这两个方向的切削力完全是靠构架上下方向的夹紧力所产生的水平方向的摩擦力来承担的。当机床在切削加工过程中,吃刀量小,切削力小于构架夹紧的摩擦力时,构架稳定,加工精度高;当吃刀量

加大,切削力大于构架夹紧的摩擦力时,构架就可能产生位移,影响加工尺寸精度。

(2) 目前的加工工艺过程是,用毛坯定位先加工构架的二系面和工艺定位块,再将构架调个,用加工好的二系加工面和工艺定位块作为 Z 方向的定位基准,去加工构架的一系加工面。这种加工工艺的最大缺点是,在加工一系面时,由于没有 X 和 Y 方向的定位,完全靠构架上下两面的划线中心线来进行两次找正,如果上下面的中心线不对心,造成一系面和二系面的中心不重合,就会出现严重的加工误差,同时也会直接影响到构架的组装质量。

由于在构架的机加工中存在着上述的不稳定因素,使得构架的加工精度也很不稳定,经常出现加工质量问题。为消除构架加工的不稳定因素,提高构架的加工质量,经过多次分析论证,我们决定改变构架机加工的过程,采取改造工艺措施如下:

(1) 由过去先加工构架的二系面,再用二系加工面作为定位基准去加工构架一系面的加工工艺,改为先用毛坯面定位加工构架的一系面(因一系面的加工部位多而关键,需一次定位夹紧),再用加工后的一系加工面作为定位基准(不需重新找正,靠工装定位),加工构架的二系面。

(2) 通过工装改造,增加 X、Y 方向的定位工装和夹紧点,确保工件在加工中的稳定性,提高构架的加工质量。

改变后的工艺过程为:① 构架的定位工装夹→② 毛坯定位加工一系侧的各加工部位→③ 一系加工面定位,增加 X、Y 方向定位和夹紧,加工二系侧的各加工部位→④ 各孔的加工→⑤ 检查修整。

通过对构架机加工的过程调整和工装改进,不仅构架的机加工质量和生产效率得到了明显的提高,而且转向架的组装进度和产品质量也得到了很大的提高。

## 4 结束语

生产实践证明:我公司生产的‘和谐’型电力机车转向架构架,通过热加工和冷加工两方面的工艺分析,找出了生产中的制造难点,采取了有效可行的工艺措施,使得转向架构架的加工质量和生产效率产生了一次新的飞跃,上升了一个新的台阶,为确保机车走行部的安全运行,制造出更多、更好的‘和谐’型电力机车,做出了应有的贡献。

作者:刘昌崇

工作单位:中国北车集团大连机车车辆有限公司工艺技术部

职务:机车制造主管工艺师

职称:高级工程师

通讯地址:大连市沙河口区中长街51号

邮编:116022

联系电话:(0411) 84198266

手机:13009439462

电子邮箱:liuchangchong@yeah.net



图8 龙门加工中心设备



图9 专用导轨钻床

# 弹簧操动机构弹簧压装工艺改进

仝小录 闫志伟

平高集团有限公司 河南平顶山 467000

**摘要:** 本文通过对分合闸弹簧在弹簧操动机构中的重要性的讲述, 并对弹簧操动机构分合闸弹簧预压缩力值对动作特性影响的分析, 指出目前依靠弹簧压缩量来确定分合闸弹簧装配是否满足机构动作特性的装配工艺是不合理的, 必须改变以压缩量为装配标准的压装工艺, 采取以压缩力值为标准的工艺改进, 通过设计应用一种自动压簧装置, 保证弹簧压装工艺要求, 提高弹簧操动机构的装配质量。

**关键词:** 弹簧操动机构 弹簧压装工艺 自动压簧装置

## Spring Operation Mechanism Spring Press-Fit Process Improvement

TONG Xiaolu, YAN Zhiwei

Pinggao Group Co., LTD. Pingdingshan Henan 467000, China'

**Abstract:** In this paper, Tells of the importance of Opening or Closing spring in the spring operation mechanism and spring operating mechanism Opening or Closing spring of the pre-compression force value analysis of the impact on the operating characteristics, that rely on the amount of compression spring to determine the Opening or Closing spring assembly characteristics of the assembly process to meet the agency action is unreasonable, you must change to the amount of compression assembly standard press-fit technology, to take the compression force value of the standard technology improvements through automatic compression spring design application of a device, to ensure that the spring press-fit process requirements, and improve the quality of the spring actuator assembly.

**Keyword:** Spring operation mechanism Spring pressure mounted process Automatic compression spring device

随着自能式六氟化硫断路器的出现和迅猛发展, 弹簧操动机构应用越来越广泛, 弹簧操动机构由于不存在渗漏油问题, 且受环境温度影响不大, 性能更加可靠、使用寿命长等显著特点, 使得弹簧机构在超高压、特高压断路器上开始使用和推广。分合闸弹簧作为弹簧机构的储能元件, 是其核心零部件之一, 分合闸弹簧的压装工艺过程控制对断路器特性影响很大。

目前, 高压开关中普遍采用弹簧操动机构驱动分合闸机构动作, 为保证高压开关分合闸的准确性, 需要对弹簧操动机构中弹簧的压缩力值进行精确的确定。但现有技术中在安装弹簧操动机构时, 机构中的弹簧安装主要是工人用简易工装进行压装, 压装过程中用尺子测量弹簧的压缩行程以确定弹簧的压缩力值是否合格, 由于弹簧力值的分散性很大, 一般在 $\pm 10\%$ 左右, 因此采用弹簧压缩行程来确定

弹簧压缩力值的精度非常低, 造成弹簧操动机构的操作力矩偏差较大, 并且此种压装工艺比较落后, 工人劳动强度较大, 装配效率低, 本文通过对现有分合闸弹簧压装工艺的分析, 改变以压缩量为装配标准的压装工艺, 采取以压缩力值为标准的工艺改进, 通过设计应用一种自动压簧装置, 对弹簧进行压装, 可以监测弹簧的预压缩力值, 并且以预压缩力值大小作为弹簧压装达到要求为标准, 从而提高

弹簧操动机构的装配质量。

## 1 分合闸弹簧在弹簧操动机构中的重要性

高压断路器配用的弹簧操动机构是利用已储能的弹簧为动力使断路器完成分合闸操作的，弹簧操动机构通常由两个弹簧组成，一个用于合闸操作（图1-1项1），一个用于分闸操作（图1-1项14），合闸弹簧产生使断路器合闸的力并且给分闸弹簧储能。弹簧力值对机构分合闸速度、时间有直接的影响，弹簧力值过大会造成分合闸时间过快，给断路器造成过大冲击，造成合分等故障，弹簧力值过小则会造成分合闸速度低，甚至会造成分合闸不到位等故障，所以对分合闸弹簧预压缩力值的控制至关重要，这就要求弹簧操动机构在进行分合闸弹簧装配时严格控制弹簧压缩力值，目前弹簧压装主要依靠用卷尺测量弹簧压缩量来衡量弹簧压缩力值，这样导致预压缩力值存在一定的不确定性，使弹簧操动机构与断路器配合后，断路器特性不稳定，增加调试难度和工作量。

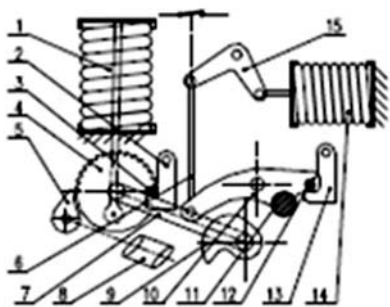


图1-1 某弹簧操动机构结构形式

## 2 弹簧压缩量与弹簧力值对操动机构性能的影响

一般分合闸弹簧的材质是60SiCrVa(GB1222-84),热处理硬度HRC47~52,且经过强压处理等工艺

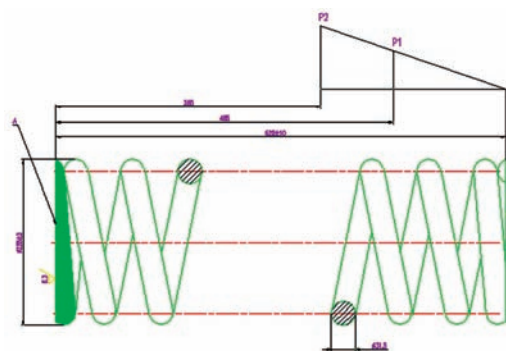
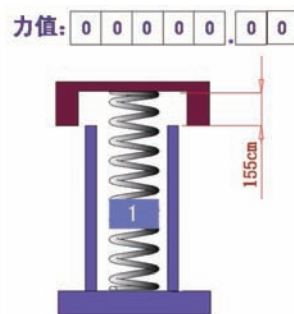


图2-1 某弹簧操动机构合闸弹簧



以压缩量为依据的力值测量过程

图2-2 合闸弹簧压力机测量方式

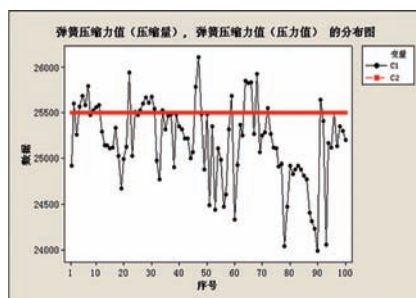


图2-3 某合闸弹簧压缩量与压缩力值分布图

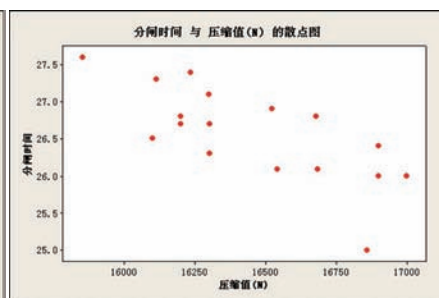


图2-4 某分闸弹簧压缩值与分闸时间散点图

表2-1 弹簧压缩后实际力值与要求力值对比

编号	P1N	P2N	K值	实际力值	编号	P1N	P2N	K值	实际力值
1	14023	28469	160.7889	24922.28	53	13822	28293	160.5111	24879.22
2	14239	29037	165.1889	25604.28	54	13406	28273	164.4222	25485.44
3	13563	27783	162.9444	25256.39	55	13710	28375	158	24490
4	13671	28390	164.9667	25569.83	56	13524	28371	163.5444	25349.39
5	13720	27910	165.7333	25688.67	57	13739	28655	157.6667	24438.33
6	14400	28980	165.0556	25583.61	58	13910	28765	162	25110
7	14170	28674	166.3889	25790.28	59	13710	28685	161.1556	24979.11
8	13769	27979	164.3333	25471.67	60	13920	28710	157.8889	24472.78
9	13420	27710	164.6667	25523.33	61	13980	28800	158.7778	24610.56
10	14400	29100	164.8889	25557.78	62	13950	28790	163.3333	25316.67
11	14357	29272	165.0778	25587.06	63	13308	28165	165.7222	25686.94
12	13820	27950	163.1667	25290.83	64	13710	28395	157	24335
13	13700	28175	162.2222	25144.44	65	13910	28510	160.8333	24929.17
14	13980	28710	162.2222	25144.44	66	13850	28450	163.6667	25368.33
15	13935	28596	162	25110	67	13810	28390	162.9	25249.5
16	14400	29410	162.0556	25118.61	68	13925	28510	166.7778	25850.56

制造而成。以某一合闸弹簧为例，P1是合闸弹簧压装时的预压缩值，P2是合闸弹簧储能时的压缩值。由于弹簧制造工艺的偏差，弹簧力值都有10%左右的偏差，以252kV电压等级的弹簧操动机构合闸弹簧力值都在40000N左右，10%的偏差都有4000N左右，依靠

压缩量判断压装合格与否，势必造成压缩力值大小不等，从而造成对断路器分合闸特性的影响，对此做如下试验，对68根合闸弹簧（编号：1—68）进行逐个测量，每台压缩量155cm，对力值进行记录（见表2-1），并绘制分布图进行分析，可以看出以压缩量和

弹性系数计算出的力值,与实际测量出的力值差异很大,这就看出,以压缩量为标准的装配工艺要求,装出的弹簧机构能量储存具有不确定性。再做一组试验,看分闸弹簧预压缩力值,对操动机构分闸时间的影响,从测得的数据得出散点图(图2-4)的结果可以看出,二者之间有一定的相关性,呈负相关,所以弹簧压装力值的大小对分合闸特性有直接的影响,这样势必造成弹簧操动机构在配合断路器时必须调节弹簧压缩量才能满足特性要求,为了减少调试时间,对现有的弹簧压装工艺必须改进。

### 3 弹簧压装工艺的改进

#### 3.1 目前弹簧压装工艺

依靠简易的压簧工装,利用螺母配合丝杠的原理顶升分合闸弹簧,或者用液压千斤顶顶升分合闸弹簧,具体步骤是,先将压簧工装固定在弹簧操动机构弹簧筒上,支杆顶住弹簧支撑板,用扳手不断轮换扳拧螺母,螺杆缓慢压缩弹簧,压缩至规定位置后将拉杆穿过弹簧,用大螺母锁定弹簧能量,见图3-1。这种依靠测定压缩量的弹簧压装工艺不仅预压缩力值不能确定,而且压装效率低,劳动强度大,

存在一定的安全隐患。

#### 3.2 改进后的弹簧压装工艺

采用电动机作为动力提供装置,来代替人力操作,通过机械传动将弹簧压缩,用压力传感器测量弹簧预压缩力值,确定分合闸弹簧压缩到位,用行程开关、继电器等电器元件来控制电机,达到自动压簧的目的,采用可升降小车承载压簧装置,可以移动并且升降对不同结构的弹簧操动机构分合闸弹簧进行压装作业。为实现电动代替人力操作,并达到弹簧压装工艺要求,设计一种自动压簧装置,以预压缩力值为参考标准,改变以压缩量为标准的弹簧压装工艺。

##### (1) 自动压簧装置的设计

① 弹簧压装的结构设计:根据弹簧机构弹簧筒的装配形式,可选择水平压装或垂直压装,一般为保证弹簧与弹簧筒的同心度要求,采取垂直压装的方式。压缩弹簧用的压头需要顶住弹簧压板,并且要便于装配,弹簧压头采取钢管中间开孔的方式,由于弹簧压力值较大,钢管壁厚要大于8mm。弹簧压头必须有导向孔,保证弹簧装配时的同轴度要求。弹簧压头直线运动时必须灵活,导向孔内可安装直线运动球轴承,既保证了运动灵活的

要求,减少了加工导向孔的难度。

② 顶升装置的选择:需要顶升装置顶动弹簧压头对弹簧进行压缩,必须具有顶升和返回的功能,此压簧装置选用螺旋式千斤顶,将旋转运动转换成直线运动。螺旋式千斤顶是标准元件,减少了重新设计丝杆螺母,减少工装的加工成本。根据压缩行程及预压缩力值,选取满足要求的千斤顶,如压缩行程150mm,可以选择标准的压缩行程为200mm,顶升力为16T的千斤顶。

③ 电动机及减速机的选择:根据螺旋式千斤顶驱动手柄的力值,例如选取16吨的螺旋式千斤顶,驱动手柄的力矩为400N,这就需要减速机输出力矩不少于400N,根据这个标准选择的电机和减速机,将减速机和千斤顶的手柄驱动轴连接,采取花键或键槽形式连接。目前市场上有一种电缸,是将电机与丝杠一体化设计的模块化产品,将电机的旋转运动转换成直线运动,可以精确位置控制及推力控制,直接选择满足压簧推力要求的电机即可,可实现电动顶升,从而简化自动压簧装置的设计。

④ 压力传感器的选择:压力传感器应用比较普遍,市场上各种压力传

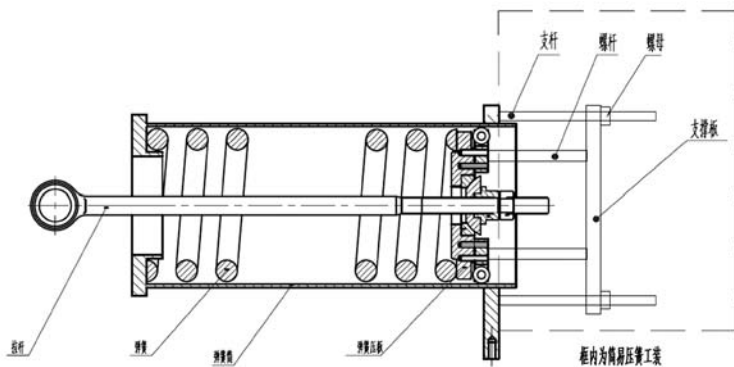


图3-1 某弹簧操动机构合闸弹簧筒压装示意图

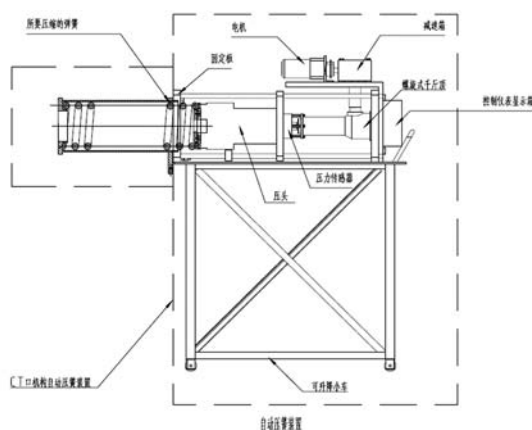


图3-2 自动压簧装置压装示意图

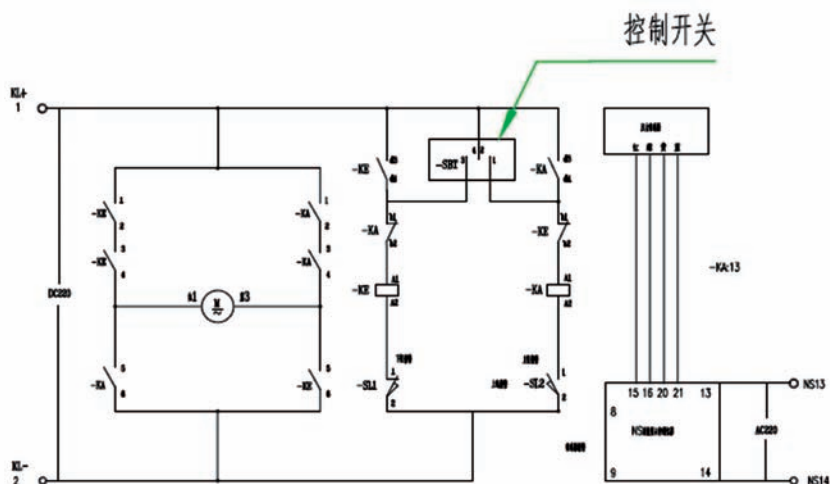


图3-3 自动压簧装置电气原理图

感器都有,关键是力值范围的选择和精度要求,用可以显示力值的传感器控制仪,实现即时显示预压缩力值及最大值,并设置达到标准力值后报警,以确定压装到位。

⑤ 连接部分的设计:压簧装置与弹簧操动机构弹簧筒的连接,连接部位必须牢固可靠。根据弹簧筒底板的结构,可设计成螺栓连接或卡具连接,不管如何连接,连接部位必须进行力学分析,确保可以承受弹簧的最大力值。

⑥ 控制电路的设计:控制回路原理就是控制电机正反转来达到压头顶升与返回的目的,将压力传感器控制仪连接至电路,实现对电机的控制,加装顶升、返回、停止按钮、行程开关等电气元件,确保压簧装置的电动操作和安全性,见图3-3。

#### (2) 自动压簧装置的应用与推广

将自动压簧装置升降小车高度调整到与弹簧操动机构弹簧筒工作平台水平,用螺栓将弹簧筒固定在自动压簧装置的固定板上,固定牢固后,插上电源,点动压簧按钮,电机通过链轮、链条带动减速机,减速机驱动千

斤顶,千斤顶顶升弹簧压头,压头在导线杆上做直线运动,缓慢压缩弹簧,弹簧压缩到设定的预压缩力值后电机停止,加装推力轴承,并用大螺母固定保持弹簧力值,分合闸弹簧装配结束后,点动返回按钮,自动压簧装置压头返回初始位置,准备下一次压装作业。

装配人员只需要将合闸弹簧筒连接在自动压簧装置上,轻轻点动按钮,就可以轻松实现弹簧的压装,保证了弹簧压装质量的统一性,避免因弹簧制造差异造成的力值分散性导致的特性不稳定,并且提高了压簧效率,取代工人费时耗力的操作,降低了工人的劳动强度,在弹簧操动机构装配车间得到广泛的应用。

#### (3) 自动压簧装置的推广与改进

断路器弹簧操动机构种类繁多,受到装配环境和空间的限制,这种自动压簧装置的结构需要根据安装空间进行设计,必须根据弹簧预压缩力值的大小,选用形式多样的顶升设备,通过结构分析与计算,结合装配工艺要求,设计出更为精巧和轻便的自动压簧装置,不断持续改进和推广。通过对

这种自动压簧装置的介绍,能够对各类弹簧机构分合闸弹簧的装配有借鉴意义。

## 4 结论

弹簧压装工艺改进后,以弹簧压缩力值为参考标准,并采用自动压簧装置,经测试,其与之前的压装工艺相比,不仅保证了断路器分合闸动作的稳定性,减少调试时间,还大大缩短了压簧时间,将原来压装时间20分钟降低到5分钟,提高了压簧效率,而且采用该装置降低了工人的劳动强度,保证了弹簧操动机构的装配质量。

高压开关弹簧操动机构的装配关乎其动作的可靠性,目前的装配方式还比较落后,装配自动化水平比较低,装配精度难以保证。从事弹簧操动机构装配的工艺人员,必须开拓思维,多看多学多应用先进的技术和设备,保证弹簧机构装配工艺的各个环节满足设计技术要求,提高装配水平,实现机构可靠动作,保障电网的安全。

#### 作者简介

仝小录(1982—),男,陕西宝鸡,学士,助理工程师,从事弹簧操作机构装配工艺研究工作

联系方式:13733932667

电子邮件:tongxiaolu1982@163.com

闫志伟(1978—),男,河南平顶山,学士,工程师,从事弹簧操作机构装配设计研发工作。

联系方式:13781875956

电子邮件:yanzw@pinggao.com

联系地址:河南省平顶山市湛河区南环路东路22号平高集团有限公司机构厂  
邮编:467000

# 大容积易燃气体罐式运输半挂车的开发技术探讨

李桂苓 杨利芬 陈宝健 潘刘良

新兴能源装备股份有限公司 河北省邯郸市 056107

**摘要:** 本文介绍了大容积易燃气体罐式运输半挂车(适用于压缩天然气)的开发技术,该产品的开发试制成功及在天然气储运领域的广泛应用,为我在绿色能源领域增加了新的经济增长点。

**关键词:** 大容积 易燃气体 罐式运输 半挂车 技术 探讨

## Large Volume of Flammable Gas Tank Type Transporting Semitrailer Development Technology Discussion

Guiling LI, Lifen YANG, Baojian CHEN, Liuliang PAN

Xinxing Energy Equipment Co. Ltd, Handan City, Hebei PR., 056107

**Abstract:** This paper introduces a large volume of flammable gas tank type transporting semi-trailer ( applicable to compressed natural gas ) in the development of technology, the product development success and in the storage and transportation of natural gas field widely, for my company in the field of green energy increased new economic point of growth.

**Keywords:** Large capacity Flammablegas A tank type transporting semi-trailer Technology Discussion

## 1 引言

天然气是高效、清洁的能源,是保护自然环境最理想的燃料。近年来,随着我国能源结构的调整,天然气逐渐成为我国主要能源之一。随着西气东输和海上天然气的开采,天然气所占能源比重将越来越大,使我国广大领域使用天然气成为可能。“西气东输”的实施,标志着我国城市燃气的天然气时代已经来临。

根据市场需求,新兴能源装备股份有限公司开发了大容积易燃气体罐式运输半挂车(适用于天然气)。该车型工作压力最大可达5.8MPa,可直接

从5.8~6.4MPa压力的天然气管道中取气,不用压缩机,适用于小区等短途运输,一天内可几次周转,方便快捷,对用户比较经济。开发投放市场以来,受到用户好评,成为了公司长管拖车、4.0MPa中压车的主要补充,形成了天然气高压、中压储运设备系列化的格局,可满足客户的不同需求。现把开发情况做一简要介绍。

## 2 概述

2.1 开发的半挂车为装载天然气的无梁罐体承载式半挂车,后轴悬挂系统采用专用半挂行走机构,其最高工作压力为5.8MPa,使用温度

为-19~50℃,主体材质为Q370R,可存储运输3250标准立方米气体。

2.2 本半挂车是运输天然气的专用车。本车所充装的气体成份在标准状况下不准超过下列限制:

- (1) 标准状况下,含水量不超过8mg/m<sup>3</sup>;
- (2) 硫化氢含量不大于2.3mg/m<sup>3</sup>;
- (3) 标准状况下,除硫化氢外的可燃性硫化物的总量小于2.3mg/m<sup>3</sup>;
- (4) 氧容积含量不超过1%;
- (5) 二氧化碳容积含量不超过1%;
- (6) 全部非氢碳气容积含量总量



不超过4% (不包括氮气, 包括上述4、5但不限于4、5)。

2.3 本半挂车的设计温度为 $-19^{\circ}\text{C}$ , 罐体设计压力为5.8MPa, 本车适用于月平均最低气温不低于 $-19^{\circ}\text{C}$ 的区域。

2.4 罐体采用压力容器用低合金高强度钢板Q370R制作, 强度高, 重量轻。罐体底部与行走机构大梁采用螺栓连接, 中间垫有橡胶垫, 起减震和增大纵向摩擦力的作用。

### 3 设计依据

根据用户的要求, 我公司按照天然气的物理、化学性质确定了设计参数, 依据GB 150《压力容器》、《移动式压力容器安全技术监察规程》进行结构设计, 同时设计满足GB 7258《机动车运行安全技术条件》、GB/T 23336《半挂车通用技术条件》、GB 1589《道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值》等国家车辆标准法规的要求。

### 4 产品技术标准的制定

新产品设计、研制的基础是产品标准的制订与确定。它决定着新产品设计开发的水平和设计、制造、检验、试验、检测的导向和实施依据。因此选好标准、制定标准和确定标准将对产品设计开发起着决定性的作用。目

前大容积易燃气体罐式运输半挂车在我国尚无标准可依, 因此我们把该产品的研制重点, 首先定位在产品标准的制订与确定上。

为了保证企业标准的制订与国际接轨和标准的先进性与准确性, 我们收集并研究了有关的国际标准以及我国《移动式压力容器安全技术监察规程》、《机动车运行安全技术条件》、《半挂车通用技术条件》、《道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值》等相关的国内外标准, 为了保证企业标准具体条款定性定量的准确性, 我们将这些条款与国内外规程、标准做了对照, 编制了《HDS9400GRQ型易燃气体罐式运输半挂车》企业标准。

## 5 半挂车结构设计简介

### 5.1 半挂车结构

半挂车采用圆筒截面承载式罐体, 专用半挂车行走机构, 配备装卸附件 (包括球阀、快装接头、装卸软管等)、安全附件 (包括安全阀、紧急切断装置、压力测量装置、温度计、灭火器、导静电接地带等)。罐体后封头中部开设 $\Phi 450$ 人孔, 罐体下部两侧通过条形支座与行走机构大梁用螺栓连接 (见图1)。

### 5.2 罐体

罐体为钢制焊接结构, 罐体材料

采用承压设备用低合金高强度钢板Q370R; 锻件材料为16Mn, 符合NB/T 47008《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》的III级规定; 其他材料按相应标准规定执行; 主要受压元件材料应进行复验并符合相应标准及图样的规定。

### 5.3 安全附件

#### (1) 安全阀

罐体上后部装设内装全启式安全阀。由于火灾或其它原因罐体内压力急剧升高, 超过安全阀设定的开启压力时, 安全阀就会开启, 罐内气体迅速排出, 压力下降, 防止罐内压力过高, 罐体或其它附件失效爆破, 造成重大安全事故。

#### (2) 紧急切断装置

① 紧急切断阀装在罐体下部与装卸管路相连。半挂车在装卸过程中, 装卸管路或阀件突然破损时, 物料大量流失, 这时紧急切断阀中过流限制可以自行关闭, 当打开液压系统低压球阀也可以使紧急切断阀关闭, 从而防止了天然气大量外泄, 减小事故的扩展。

② 油压系统包括低压球阀、手摇油泵、管路系统、远控截止阀。低压球阀、手摇油泵等设在操作箱内, 管路系统设在半挂车罐体底部, 远控截止阀设在半挂车尾部。

当天然气大量外泄引起火灾事故, 操作人员无法接近操作箱时, 打开远控截止阀使油压系统卸压, 关闭紧急切断阀切断气体的外泄通路。

#### (3) 压力测量装置

半挂车操作箱内装有压力表 (YN-100型), 测量范围 $0\sim 10\text{MPa}$ 精度为1.6级, 压力表管路上装有J11H-200截止阀, 以便定期检查或更换时

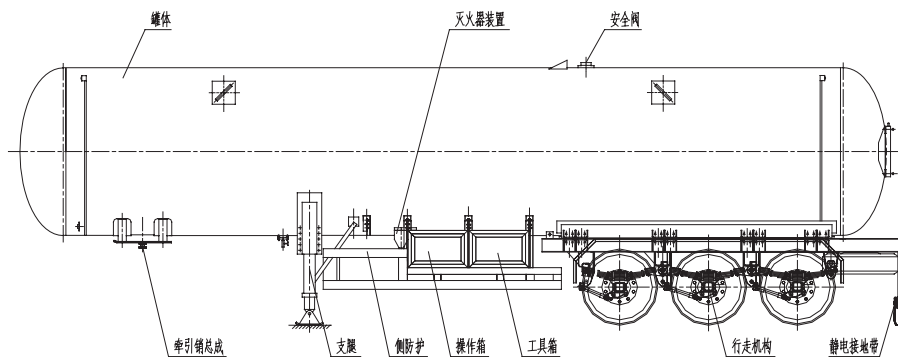


图1 HDS9400GRQ型易燃气体罐式运输半挂车

拆装压力表,半挂车正常工作时,截止阀应处于全开状态。

#### (4) 温度计

半挂车操作箱内装有WTZ-280温度计,测量范围-40~60℃,精度2.5级,在50℃的刻度线上涂有红色线,温度计的结构采用与罐体隔离的温包式,其特点是安全、方便维修。

#### (5) 灭火器

半挂车上装有干粉灭火器二个。

#### (6) 导静电带

导静电带是一个静电接地装置,半挂车动行或装卸气时,导静电带下端应与地面良好接触。

#### (7) 静电导线

静电导线的两端分别装有线夹,装卸作业时必须用静电导线将半挂车与地面相接。

### 5.4 装卸附件

此系统包括装卸球阀、快装接头、装卸软管等,除装卸软管外其余各种分别装设在罐体左右侧操作箱内,进出口管路公称直径DN50 2个。

#### (1) 球阀

半挂车操作箱内设有球阀,阀体材料为ZG25,球体材料为ZGr13,密封材料采用聚四氟乙烯,具有良好密封性能。是装卸作业的开关。

#### (2) 快装接头

半挂车操作箱内设有快装接头,左右两侧共4个充卸气口,每侧的2个充卸气口即可连接NPT1”快装接头,又可连接DN50快装接头。

装卸车时取下盖帽,与装卸软管快装接头相连接即可进行装卸作业,连接处采用耐油O型橡胶环密封。

#### (3) 装卸软管

装卸软管放置在半挂车右侧,装卸时可拆下来,一端快装接头与半挂

车上快装接头连接,另一端与贮配站卸车台相应管相连接。

## 6 安全操作要求

半挂车设计必须考虑安全操作要求,因此设计中规定:

6.1 半挂车的操作人员和管理人员应对半挂车的安全操作负责,并持证操作。

6.2 操作人员必须充分了解半挂车的性能,安全装置及附件构造和操作方法,并须了解介质的基本特性,掌握并严格执行《移动式压力容器安全技术监察规程》,城市公路运输安全知识,防火灭火知识等,还应经过培训,掌握如何应付紧急情况及发生事故时的处理办法。

## 7 定期检验要求

半挂车的定期检验和修理,包括对罐体和各个部件的检验和修理。半挂车的定期检验,按照TSGR7001-2004《压力容器定期检验规则》及其“附件一:移动式压力容器定期检验附加要求”的规则执行。半挂车底盘和车辆行走部分的检验和修理,使用部门应按汽车底盘说明书及公安部门和交通部门的有关规定执行。

## 8 制造

8.1 罐体为钢制焊接结构,罐体材料采用压力容器用普通低合金钢板Q370R,符合GB 713《锅炉和压力容器用钢板》标准的规定,为正火板且逐张进行100%超声检测,按JB/T4730.3 规定Ⅱ级合格;制造罐体的钢板应每批抽2张进行夏比(V型缺口)低温冲击试验,冲击试验温度为-20℃,试件取样方向为横向,低

温冲击功应不小于34J;锻件材料为16Mn,质量应符合NB/T 47008、NB/T47010的规定,不低于III为合格;其他材料按相应标准规定执行;主要受压元件材料进行复验并符合相应标准及图样的规定。

8.2 罐体的A、B类焊接接头100%射线检测,按JB/T4730.2标准规定,不低于II级合格;C、D类焊接接头表面、受压元件与非受压元件的焊接接头表面、条型支座与垫板的连接焊缝表面、固定卡与条型支座的角焊缝表面进行磁粉检测,按JB/T4730.4标准规定的I级合格。

8.3 罐体制成后进行整体焊后热处理,并经7.6MPa水压试验合格,半挂车组装后进行5.8MPa整车气密性试验合格。

8.4 半挂车制造按照GB 150《压力容器》、《移动式压力容器安全技术规程》、企业标准《HDS9400GRQ型易燃气体罐式运输半挂车》等标准法规要求进行,满足要求。

## 9 结论

9.1 由于易燃气体罐式运输半挂车目前没有国家及行业标准,编制的企业标准《HDS9400GRQ型易燃气体罐式运输半挂车》通过了河北省质量技术监督局组织的评审、备案,作为我公司设计、制造及检验验收的依据。

9.2 开发的产品通过各种型式试验,检测结果合格,满足国家规定的要求,产品通过国家发改委组织的汽车公告审查并予以公告。

9.3 产品设计向国家质检总局进行了备案。

9.4 产品已销售多台,得到用户好评。

(下转32页)

# 16RK270柴油机曲轴箱国产化工艺研究

孙文新

大连机车车辆有限公司 辽宁大连 116022

**摘要:** 本文介绍引进的MAN B&W公司16RK270型大功率柴油机曲轴箱的技术性能和结构特点,重点论述了关键大部件曲轴箱的国产化研制,采用防变形新工艺解决曲轴箱国产化的技术难点,提升了大功率柴油机制造水平。

**关键词:** 大功率柴油机 曲轴箱国产化 防变形新工艺 关键大部件研制

## Study on the Techniques of Localization for 16RK270 Diesel Engine Crankcase

SUN Wenxin

Dalian Locomotive And Rolling Stock CO.LTD, Liaoning Dalian, 116022

**Abstract:** This paper describes the introduction of the technical properties and the structure characteristic of the Model 16RK270 high power diesel engine imported from MAN B& W of United Kingdom, The methodology from absorbing up to localization of this diesel engine has been discussed localized development of the key big parts Crankcase, and by introducing New process of anti-distortion to solve some technical difficulties. Improving the level of manufacturing high power diesel engine.

**Key Words:** High Power Diesel Engine Localization of Crankcase New process of anti-distortion Trial Manufacture of Key Components

### 1 前言

16RK270型柴油机为引进英国MAN B&W公司设计研发的大功率柴油机,16RK270型柴油机其装机功率超过了6000马力,具有成熟的使用经验。引进项目逐步完成由整机引进、散件组装到完全自主生产的过程,最终达到柴油机国产化的目标,大功率中速柴油机的自主创新能力。

16RK270型柴油机的结构如图1所示。

16RK270型柴油机采用机座式机

体结构,机体由曲轴箱和机座组成,采用上下结构,曲轴箱和机座毛坯采用球墨铸铁QT500铸造,曲轴箱上加工有气缸孔和凸轮轴安装座孔,机座上加工主轴承孔和主油道孔,还包含有油底壳。曲轴箱、机座分别加工有安装结合面,通过紧固螺栓连接为一体,曲轴箱结构复杂,外形尺寸为3640mm×1500mm×1000mm,壁厚差异较大,最厚处132mm,最薄处12mm。机加工尺寸和形状精度很高。

16RK270型曲轴箱为“V”型结构

是一个满足最大强度和刚度设计的整体铸造件,用来安装曲轴、凸轮轴、动力组和其他安装在柴油机上的附件,是柴油机国产化的关键大部件。

### 2 曲轴箱国产化加工难点

曲轴箱主要加工难点如下:

左右缸孔夹角:  $45^{\circ} \pm 20'$  ;

各凸轮轴安装座尺寸209.55-0.038;

各凸轮轴安装座MN侧面的中心线对曲轴箱中心线的平行度0.051;

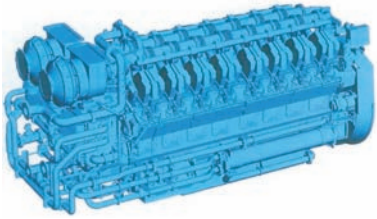


图1 16RK270型柴油机的结构图

曲轴箱安装面：V V基面对称度0.102、0.025/406；底面平面度0.102；曲轴箱图见图1。

### 3 曲轴箱的原加工工艺

按箱体类的传统工艺制定的曲轴箱原工艺流程图如下图4，曲轴箱主要加工工序都安排在龙门加工中心加工，共有三个加工工序。

#### 3.1 曲轴箱原工艺的具体加工内容

(1) 工序一 曲轴箱基准面的加工

工序图见图4，采用六个平垫块均布支撑毛坯底平面，并用六个普通压板夹紧，粗精加工A、B两侧共16个基准面，为下工序二定位使用。

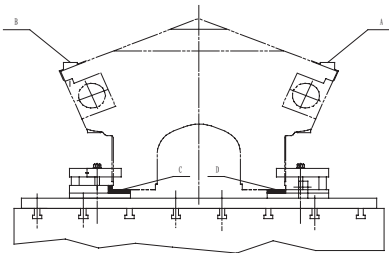


图4 工序一的加工图

(2) 工序二 曲轴箱底平面C、D及各孔面的加工

工序图见图5，翻转曲轴箱采用16个平垫块均布支撑A、B两侧共16个基准面，并用16个普通压板夹紧，粗精加工底面B、C，粗精加工侧面E、F，粗精加工侧面G、H及两端面各孔。

(3) 工序三 粗精加工顶面及各面将曲轴箱翻转底面向下，粗精加

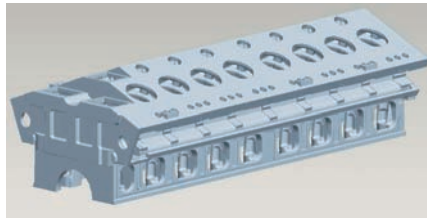


图2 270型柴油机曲轴箱

工顶面K、L，粗精加工各凸轮轴安装座MN、，粗精加工侧面R、P及两端面各加工尺寸。见图6，采用六个平垫块均布支撑底平面，并用六个普通压板夹紧。

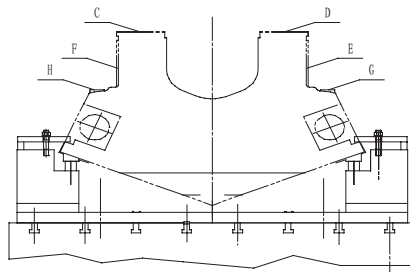


图5 工序二加工图

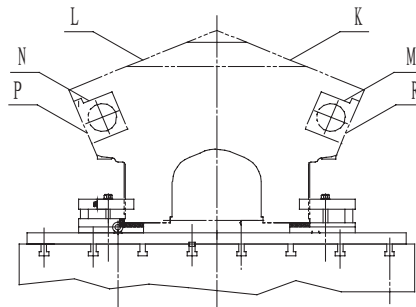


图6 工序三加工图

#### 3.2 曲轴箱原工艺的工艺验证

由于曲轴箱为开放式结构，利用上述传统工艺加工完成后变形较大，图表1所示。

表1 曲轴箱成品不合格项表

曲轴箱序号	曲轴箱安装面平面度(底面平面度0.102mm)	凸轮轴安装座MN侧面的中心线对曲轴箱中心线的平行度(平行度0.051mm)
1	0.28	0.13
2	0.29	0.14
3	0.21	0.12

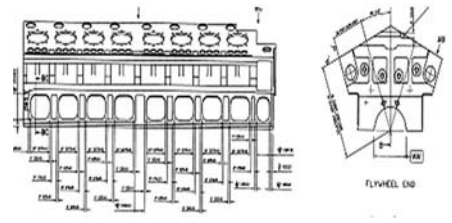


图3 曲轴箱图

曲轴箱安装面平面度超差，凸轮轴安装座MN侧面的中心线对曲轴箱中心线的平行度超差，产品不合格。

### 4 曲轴箱的防变形新工艺

#### 4.1 防变形方案

针对曲轴箱开放式结构，解决加工后工件的变形较大和形位公差超差的问题，经过加工后曲轴箱的残余应力较大和定位夹紧不当产生误差是造成工件变形的的主要原因。

主要通过以下方案解决：

(1) 粗加工后由于切削量较大，曲轴箱的残余应力水平较高，通过振动时效降低残余应力水平。

(2) 斜楔定位消除定位产生的误差，定位面改16个小平面基准面为L、K基准面，该基准面对中心对称并有135度夹角，由于斜楔定位块有良好自锁性和对中性，能保证定位精度。

(3) 增加辅助夹紧工装防止夹紧变形，由于曲轴箱开放式结构刚性不足，增加辅助夹紧工装(螺旋支撑机构Y和辅助螺旋夹紧机构W)，消除夹紧误差。

#### 4.2 防变形新工艺

曲轴箱防变形新工艺如下：共包括五个工序，安排在龙门加工中心加工，具体工艺如下：

(1) 工序一曲轴箱L、K基准面的加工

新工艺改用L、K面为基准面，采

用角度面斜楔定位, 工序图见图7, 采用六个平垫块均布支撑毛坯底平面, 并用六个普通压板夹紧, 加工L、K基准面, 为工序二定位使用。

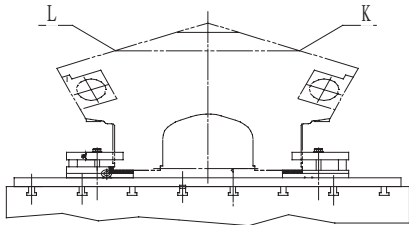


图7 新工艺工序一加工图

(2) 工序二采用基准面L、K定位粗加工各面孔

两侧面夹角135度的L面和K面为定位面, 采用角度面斜楔定位提高定位精度, 角度面斜楔定位R。六点定位夹紧, 将该工位将能加工到的各侧面进行粗加工, 留量2mm, 工序二加工图见图8。

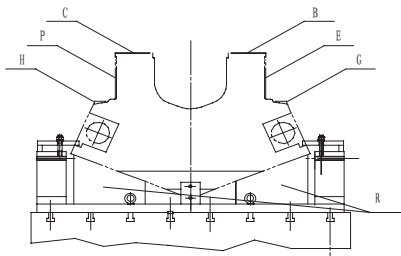


图8 新工艺工序二加工图

(3) 工序三 振动时效均化曲轴箱残余应力。

具体实施方式:

① 振动时效处理前的残余应力检测

为了准确得知振动时效对残余应力降低的实际效果, 需要对曲轴箱振动处理以后的残余应力分布状态进行检测, 采用的是盲孔法, 该方法现场操作方便准确即在构件的检测处粘贴应变片, 从中测得该处的应变数据, 经过计算得到该构件的原始应力, 此次为了更加准确得到数据, 我们按标准要求共计选择九点进行检测。

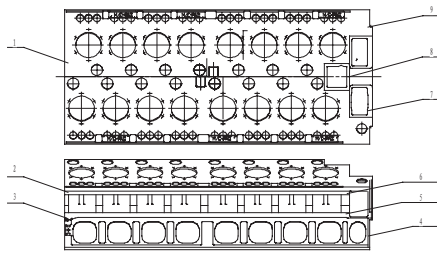


图9 机体应力测点分布图

表2 曲轴箱应力检测 (单位: MPa)

点号	$\varepsilon_0$	$\varepsilon_{45}$	$\varepsilon_{90}$	$\sigma_{\perp}$	$\sigma_{//}$
1	195	103	75	-167	-157
2	171	168	76	-171	-124
3	247	128	75	-236	-150
4	147	98	158	-180	-185
5	70	122	183	-123	-179
6	108	43	79	-119	-105
7	158	131	151	-187	-183
8	189	157	159	-216	-201
9	298	177	135	-300	-219
应力水平				-188.7	-167

注:  $\sigma_{\perp}$  为垂直机体长度方向应力  
 $\sigma_{//}$  为平行机体长度方向应力  
 粗加工后曲轴箱做了应力检测,

其结果如表2所示, 粗加工后曲轴箱内应力水平不算太高, 但是有个明显的特点, 就是应力分布不均, 如垂直曲轴箱长度的方向的应力 $\sigma_{\perp}$ 中, 第9点为-300 MPa, 而最小的为第6点只有-119MPa。这种不均匀分布是造成结构易变形的根源, 需要粗加工后做处理以降低残余应力。

② 振动时效处理

将曲轴箱在地面倒放侧支, 可以降低其刚度、减少声音效果会好一些, 故将机体侧放于地面, 在距两侧边距三分之一处进行四点支撑。扫描确定振动频率5800转左右, 确定振动时间及振动曲线的评定, 经过二十五分钟的振动处理, 采用同样的方法在振前测试的选点附近再进行一次振动时效后的应力检测 经过振动处理后的机体残余应力降低了20%以上, 并且振后的各点应力处于明显的均化状态具体数据见表3, 这完全符合JB/T10375—2002标准中要求。

表3 曲轴箱振动时效处理后应力检测 (单位: MPa)

点号	振动时效后			$\sigma_{\perp}$		消除率 %	$\sigma_{//}$		消除率 %
	$\varepsilon_0$	$\varepsilon_{45}$	$\varepsilon_{90}$	振前	振后		振前	振后	
1	145	2	105	-167	-160		-157	-140	
2	177	120	135	-171	-137		-124	-116	
3	202	139	82	-236	-200		-150	-140	
4	168	142	79	-180	-170		-185	-126	
5	77	36	58	-123	-85		-179	-76	
6	114	104	57	-119	-116		-105	-88	
7	123	113	104	-187	-140		-183	-131	
8	69	135	159	-216	-159		-201	-114	
9	186	159	78	-300	-186		-219	-132	
应力水平				-188.7	-150.3	-20	-167	-129	-22.6

注:  $\sigma_{\perp}$  为垂直机体长度方向应力;  $\sigma_{//}$  为平行机体长度方向应力

(4) 工序四采用基准面L、K定位精加工各面孔

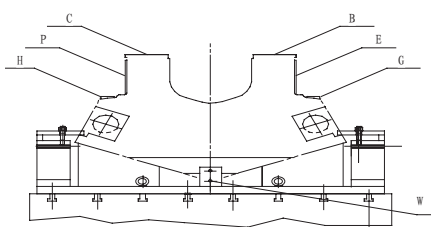


图10 新工艺工序四加工图

精加工时为避免曲轴箱开放式结构刚性不足, 增加辅助夹紧工装(螺旋支撑机构Y和辅助螺旋夹紧机构W), 消除夹紧误差, 避免刀具切削时振动的产生。

采用螺旋夹紧机构W辅助夹紧系统刚性较差的端部, 见图11。

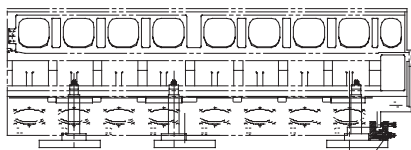


图11 夹具图

(5) 工序五曲轴箱翻转底面精加工顶面K、L

粗精加工气缸孔及各凸轮轴安装

座, 粗精加工侧面及两端面各加工尺寸, 见图12。曲轴箱底面两端开口处增加支撑机构Y, 以通过螺旋支撑机构Y增加加工系统刚性, 减少刀具切削时工件的振动产生的夹紧误差。

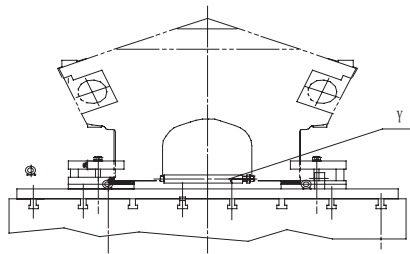


图12 新工艺工序五加工图

## 5 结论

柴油机曲轴箱防变形的新工艺的应用, 增加了振动时效工序显著降低曲轴箱较高的残余应力水平, 采用新的定位夹紧方法, 消除了定位夹紧误差, 增加辅助夹紧工装防止夹紧变形, 不仅保证曲轴箱关键部位的加工尺寸, 而且加工形位公差完全符合图纸要求, 实现了曲轴箱的国产化, 达到替代进口件的要求, 满足了柴油机国产化的要求, 达到了国际先进水平。

## 参考文献

- [1] 赵如福. 金属机械加工工艺人员手册. 上海: 上海科学技术出版社, 1990.
- [2] 相瑜才, 孙维连. 工程材料及机械制造基础I. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [3] 王启平. 机械制造工艺学. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1990.
- [4] 陆修涵. 柴油机. 北京: 中国铁道出版社, 1986.

作者姓名: 孙文新

工作单位: 中国北车集团大连机车车辆有限公司工艺技术部

职务: 主管工艺师

职称: 高级工程师

通讯地址:

辽宁省大连市沙河口区中长街51号

邮编: 116022

电话(手机): 13050525485

电子邮箱: sunwenxin73@yahoo.com.cn

(上接28页)

9.5 该产品的开发成功, 成为重机公司的一个新的经济增长点, 使公司形成了天然气高压、中压储运设备系列化的格局, 可满足客户的不同需求。

HDS9400GRQ型易燃气体罐式运输半挂车的开发成功, 标志着我们在气体储运产品中又前进了一大步。天

然气储运设备系列化工作还将在市场需求的驱动下, 不断地增加和完善。适用于多种气体需求的压力容器储运市场还有待我们去开发。

## 参考文献

- [1] GB 150.1~GB 150.4-2011《压力容器》, 中国标准出版社出版, 2012.

- [2] TSG R0005-2011《移动式压力容器安全监察规程》, 2011.

作者信息

李桂苓, 新兴能源装备股份有限公司, 高级工程师, 河北省邯郸市开发区和谐大街99号, 056107, 0310-5807535

# 中国机械制造工艺协会学术与宣传工作委员会 主任委员——王至尧



**王**至尧，研究员，  
出生年月1944年  
12月，籍贯江苏南京，中共党员，主要专业特种加工与航天器材料与工艺，现任中国空间技术研究院资深研究员、中国航天科技集团产品工程特聘专家。

## 工作经历

1964年毕业于机械工业部芜湖电机制造专科学校，1964年分配到中国科学院自动化所工作，1968年单位划归航天工业部，并命名为北京控制工程研究所，1976年至1979年在清华大学自动化系数控610班学习。1991年至2003年曾到美国、苏联、英国、德国、法国、意大利、瑞典、瑞士等国考察、培训学习国外先进制造技术。1985年晋升为高级工程师，1995年晋升为研究员。1985年至1988年任所惯性器件车间技术副主任，1988年至1990年任所特种加工车间主任。1991年至2003年任所生产处长，1997年至2004年任所副所长，主管型号生产。2005年至2011年任中国空间技术研究院产品质量总师，1996年至2011年任中国空间技术研究院工艺专家组组长，曾任中国科协全国七大代表，北京海淀区12届人大代表、人大工委委员。

## 主要工作成就

一直从事航天器材料与工艺研究；1987年超厚工件电火花切割获国家二等单人发明奖，1990年获航空航天部有突出贡献中青年专家，1991年享受国务院政府特殊津贴。1987年通信卫星发射成功荣立二等功，2003年神舟飞船发射成功，

荣立一等功。2005年获全国优秀科技工作者终身奖。

## 主要著作

1. 1985年专著《电火花线切割工艺》30万字，原子能出版社；
2. 1995年主编《中、英、法、德、日、俄》特种加工术语词典，80万字，科学技术文献出版社；
3. 2005.10.主编《中国材料工程大典》——第24、25卷《特种加工成形工程》卷，380万字，化学工业出版社。2007年获政府出版特别大奖；
4. 2009年编著《航天器材料与工艺》96万字；《设计工艺性审查》20万字。中国空间技术研究院神舟学院研究生教材（内部不对外）。

## 主要社会兼职

中国机械制造工艺协会副理事长；中国机械工程学会常务理事、科普工作委员会副主任；生物制造工程分会理事长；常州特种加工（省重点）实验室学术委员会主任；曾任中国机械工程学会特种加工分会理事长、现任中国机械工程学会特种加工分会荣誉理事长；曾任中国质量协会理事、中国质协数控用户学会理事（1997-2007年）两届理事长、现任中国质协数控用户学会荣誉理事长；兼任哈尔滨工业大学、中北大学、常州工学院、中国空间技术研究院神舟学院兼职教授。

## 工作理念

路从峡谷中走出来，十分耕耘五分收获足也；遇事不钻牛角尖、肝也舒坦、心也舒坦，每天领取谋生费、贫也相安、富也相安；早晚操劳勤锻炼、不是神仙赛神仙。



# 关于开展2013年度“优秀会员单位” 评选活动的通知

各会员单位及有关单位:

近年来,各会员单位、有关单位对中机艺协的工作给予了大力支持,对我国机械制造工艺的发展做出了积极贡献。为鼓励和调动各会员单位参与我会活动的积极性,表彰在我会活动中做出突出贡献的会员单位,更好地为行业、企业的发展服务,推动我国机械工业的发展,我会决定开展优秀会员单位评选活动。现将有关事项通知如下:

## 一、申报材料

1. 《优秀会员单位申报表》
2. 相关申报材料和证明复印件
3. 会员单位证书复印件
4. 宣传照片2-3张(电子版),清晰度600万像素以上,用于公开宣传。

## 二、申报方法及程序

采取自愿申报、专家评审、公示、颁奖和推广宣传的形式。

1. 参加评选的单位和组织,由企业自愿提出申请,填写申报表和相关申报资料,经企业同意并加盖企业公章后报送中国机械制造工艺协会秘书处,纸质文件一式3份和电子版1套。申报表可从我会网站下载(网址: [www.cammt.org.cn](http://www.cammt.org.cn))。
2. 我会秘书处邀请行业专家,依据评选办法对上报材料进行评审。

### 3. 评审公示及结果公布

初步评选结果将在我会网站统一公示,公示时间10个工作日,如对公示结果有异议可直接向我会秘书处反映。最终评选结果将在我会网站及会刊等媒体正式公布。

### 4. 颁奖及推广宣传

我会将在全国机电企业工艺年会期间举行颁奖仪式,对获奖单位进行表彰,并在我会会刊及网站进行公开宣传。

## 三、申报截止日期: 2013年7月20日

## 四、评选活动组织方法

本项活动由中国机械制造工艺协会负责进行登记、组织评审、颁发证书等事项。对评选结果,由我会发布信息,并进行宣传。

申报材料报送单位: 中国机械制造工艺协会

联系人: 田媛 杨娟 战丽

邮 箱: [cammt\\_jsb@163.com](mailto:cammt_jsb@163.com)

电 话: 010-82415063, 82755148 (传真)

地 址: 北京市海淀区学清路18号317房间(100083)

附件: (请登录协会网站[www.cammt.org](http://www.cammt.org)下载)

1. 中国机械制造工艺协会优秀会员单位申报表
2. 中国机械制造工艺协会“优秀会员单位”评选办法(草案)



# 关于组织2013年“玉柴杯” 全国机电企业工艺年会的通知(第二号)

各会员单位、各有关单位:

为贯彻落实机械工业“十二五”规划,围绕“科技创新驱动发展”的思路,大力发展机械制造工艺,推进企业转型升级,促进装备制造业与战略性新兴产业发展,我会将于8月6-9日在广西玉林举办2013年“玉柴杯”全国机电企业工艺年会,会议主题“工艺创新强企,智能制造未来”。现将会议有关事项通知如下:

## 一、会议时间

2013年8月6-9日

## 二、会议报到地点

玉林市公园路133号玉林宾馆

## 三、会议主要内容

1. 邀请有关部委与行业领导、专家作专题技术报告。
2. 组织企业工艺创新经验交流,总结工艺改革创新工作经验。
3. 举行全国机电企业工艺年会工艺征文、中国机械制造工艺成就奖、中国机械制造工艺杰出青年奖、中国机械制造工艺优秀工艺师奖、中国机械制造工艺科技成果奖等颁奖活动。
4. 参观广西玉柴机器股份有限公司。

## 四、会议议程

6日	全天	报到
	16:00-18:00	中机艺协第四届理事会议
7日	上午	开幕式、大会报告
	下午	技术报告
8月	上午	分论坛研讨会,分别为:1.3D打印及无模铸造技术 2.金属加工效率的提升
	下午	参观广西玉柴机器股份有限公司
9日	全天	考察观光

## 五、会务安排

会议费用:会议费2600元/人,学生(非在职)1500元/

人,7月20日前交纳会议费将享受9折优惠。

请参会单位或个人将上述费用按下列地址汇出并在“用途”或“附言”栏中注明:“会议费”,在会议回执中说明发票抬头及邮寄地址,或在会议现场领取。

**开户银行:**中国工商银行北京礼士路支行

**户名:**中国机械制造工艺协会

**帐号:**0200003609014456387

会议期间,代表食宿由大会统一安排,住宿费自理。具体住房型及价格请参见附件1(会议注意事项),请会议代表于7月20日前回执(会议回执参见附件2),以便会务组统一安排食宿。

## 六、会议代表

请各会员单位、各理事单位高度重视,选派企业主管工艺技术的领导、工艺部门负责人,出席年会。请各单位推荐的中机艺协候选理事和获奖代表准时到会,如工作原因不能到会,请务必委托代表参加。

## 七、举办先进制造工艺与装备展览会

以实物或模型图片、资料等形式,展示贵单位在先进制造工艺技术、加工设备、工装辅具、新型工艺材料、软件、检测技术与装备、安全环保、质量攻关与技术改造等工作中取得的创新成果。请有意参加展会的单位于2013年7月20日前与会务组联系布展。

## 八、联系方式

**联系人:**田媛 刘萌 王金菊

**邮箱:**cammt\_bjb@163.com

**电话:**010-82415063, 010-68595027

**传真:**010-82755148

**地址:**北京市海淀区学清路18号317房间(100083)

附件:(请登录协会网站www.cammt.org下载)

1. 会议注意事项
2. 会议回执

## 关于收取2013年度会员会费的通知

各会员单位：

根据第四届会员大会通过的《中国机械制造工艺协会章程》、《中国机械制造工艺协会会费交纳标准》和秘书处工作安排，自通知下发之日起开始收取2013年度会员会费和补收以往年度会员会费，现将有关事项通知如下：

### 一、会费收取标准

社会团体、事业单位会员：500元/年；

一般企业会员：800元/年；

理事单位会员：1500元/年；

常务理事单位会员：2000元/年。

### 二、会费交纳时间：

2013年7月15日之前。

### 三、会费交纳办法

缴纳会费按银行汇款方式或邮政汇款方式均可。

缴纳会费，汇款时请注明“会费”字样和汇款单位名称、经办人姓名、工作部门、联系电话等信息；

我会秘书处收到会费后，将及时开具社会团体会费收据并挂号邮寄给汇款单位，敬请注意查收。

户 名：中国机械制造工艺协会

开户银行：中国工商银行北京礼士路支行

帐 号：0200003609014456387

通讯地址：北京市海淀区学清路18号317室 邮编：100083

电 话：010-82415063, 010-68595027

传真电话：010-82755148, 010-68517418

联 系 人：朱宏 王金菊

### 四、其他事项：

1. 请接到通知后按会费标准和规定时间交纳会费。

2. 对于未能按时交纳会费的单位，将取消当年参与我会组织的机械制造工艺科技成果奖、机械制造工艺师奖、全国机电企业工艺年会优秀论文等评选活动的资格。

感谢各会员单位对我会各项工作的关心和支持。如有对我会工作的希望和要求，以及对我会活动的意见和建议，请随时与我们联系，我们将努力提供相关服务。