一种汽车衡称重传感器自动检测系统设计

□江西众加利高科技股份有限公司　王皓　杨周斌　喻清华

【摘　要】本文介绍一种汽车衡称重传感器自动检测系统的结构形式和工作原理。该设计采用液压系统进行专用检测台的秤台的升降，配合称重传感器的安装调试，采用液压系统进行称量砝码的加载、卸载和采用伺服电动缸系统进行感量砝码加载和卸载。通过自动控制，大大缩短了汽车衡传感器调试和检测的周期，提高了企业的生产效率。

【关键词】专用检测台；自动控制；调试；检测系统

文献标识码：B　　**文章编号：**1003-1870（2023）02-0033-05

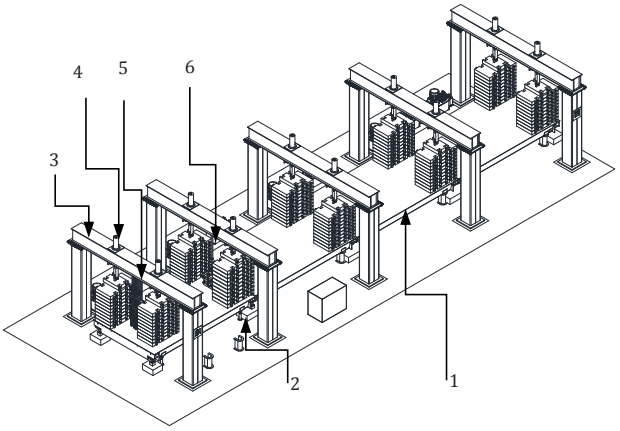
引言

汽车衡所使用的称重传感器一般有多个，出厂前需全部安装在专用检测台进行调试，并依据《JJG 539-2016 数字指示秤检定规程》对成套称重传感器进行工厂内部检测，依据检测数据出具出厂报告。我公司原有专用检测台是由4 段秤台组成的整机检测平台，秤台的结构尺寸与汽车衡使用秤台一致，依据使用1 到4 个秤台，可分别构成4、6、8、10 个称重传感器检测位置。可对应相同尺寸模块、而不同最大秤量规格及不同秤台数量的汽车衡称重传感器检测，具有通用性。但称重传感器安装现状是使用千斤顶顶升秤台进行传感器的安装与调整，只能单个位置进行，效率低下。而且汽车衡称重传感器的调试与检定需称量砝码(1000kg)100 个，置零砝码(100kg)5 个，感量砝码(500g)20 个，(1kg)10 个、(2kg)10 个、(5kg)20 个。现在使用行车吊装称量砝码和置零砝码，人工摆放感量砝码。以调试检测秤量为 100t 的10 个称重传感器的最大工况为例，按规程完成各项测试，需要人工加载砝码合计总量400t 多。工作量巨大，吊装工作时间长，人员安全风险高，称重传感器检测效率低下。因此，将原专用检测台改造设计成一种汽车衡称重传感器自动检测系统，对提高企业的称重传感器检测效率有重要的意义。

1　检测系统的工作原理

1.1　系统组成

汽车衡称重传感器自动检测系统主要由4 段秤台组成的整体检测平台、台面液压升降装置、龙门架、称量砝码液压升降装置、称量砝码组、置零砝码液压升降装置、置零砝码组、感量砝码伺服电动缸升降装置、感量砝码组及电气控制系统组成。如图1 所示。



1. 专用检测台(4 秤台)　2. 秤台液压升降装置
3. 龙门架　4. 称量砝码液压升降装置
5. 感量砝码伺服电动缸升降装置
6. 置零砝码液压升降装置

图1　汽车衡称重传感器自动检测系统结构图

1.2　工作流程

系统设置调试流程和检测流程可全流程也可单独流程工作。

1.2.1　调试流程

（1）系统控制所有砝码升降装置按实际依次上升脱离秤台。

（2）设置：自动导入参数，参数包括台面数量、传感器型号、系统最大秤量值等，系统按参数调用自动程序。

（3）传感器安装：检测平台是由4 个单独的秤台组成的整机秤台台面，按照不同的秤量使用1 到4 个秤台组成称重传感器检测平台。每个秤台下设置有液压升降装置1 组，共4 组。每组含4 个油缸，成为4 个支点将秤台上升支撑。接着人工安装称重传感器，与称重仪表接线；登记传感器接线盒、仪表编号。系统控制秤台液压升降装置下降，脱离秤台，秤台被称重传感器支撑。

（4）预热：称重传感器通电预热，预热同时称量砝码液压升降装置按调试要求在加载各加载点进行加载，进行粗标定。

（5）压实调整：系统依据传感器数值判定传感器是否压实，如系统判定某处传感器未压实，系统控制称量砝码液压升降装置上升，使称量砝码脱离秤台，未压实处秤台液压升降装置所处单个液压缸接触秤台上升2mm，便于人工添加垫片调整。调整后，系统控制秤台液压升降装置下降，秤台由称重传感器支撑，液压缸脱离秤台。称量砝码液压升降装置加载，系统再次检测压实，直到传感器压实确定。

（6）调角差：压实调整完毕，系统控制称量砝码液压升降装置按调试要求逐个降落在秤台各加载点，依次进行加载，依次调节角差。实际使用的整机检测平台是4 段秤台，各秤台之间的连接状况也将会影响偏载效果。因此每段秤台连接处前段秤台底部有伸出到后段秤台底部的底板，与另一段秤台用直销连接。可保证每段平台连接牢固，连接的底板即可作为单独前段的传感器支撑点，也可作为秤台连接为一体的传感器的支撑位。

（7）标定：角差调节完毕，系统控制称量砝码液压升降装置按程序对各加载点进行同时加载，然后感量砝码伺服电缸升降装置按调试要求将感量砝码加载。

（8）置零准确度：系统控制称量砝码液压升降装置与感量砝码伺服电动缸升降装置，将砝码脱离秤台，置零砝码液压升降装置按规程将置零砝码加载。

（9）完成，系统导出调试报告。

1.2.2　检测流程

（1）系统控制所有砝码升降装置依次上升脱离秤台。

（2）称量：系统控制称量砝码液压升降装置按规程要求加载称量值；每次称量均需感量砝码伺服电缸升降装置按规程要求将感量砝码加载。

（3）重复性：系统控制称量砝码液压升降装置按规程要求加载称量值；每次称量均需感量砝码伺服电缸升降装置按规程要求将感量砝码加载。

（4）鉴别阈：系统控制称量砝码液压升降装置按规程要求加载称量值；每次称量均需感量砝码伺服电缸升降装置按规程要求将感量砝码加载。

（5）除皮准确度：系统控制称量砝码液压升降装置按规程要求加载称量值；每次称量均需感量砝码伺服电缸升降装置按规程要求将感量砝码加载。

（6）除皮后的称量：系统控制称量砝码液压升降装置按规程要求加载称量值；仪表去皮每次称量均需感量砝码伺服电缸升降装置按规程要求将感量砝码加载。

（7）完成，系统导出检测数据报告。

1.3　技术指标

模式：具备模拟量、数字式传感器两种调试功能模式

检测台：4 秤台组成，每段秤台长5000mm, 宽3000mm

龙门架：5 组

标定台台面液压升降装置起重力：200000N(单套)

称量砝码液压升降装置起重力：110000N(单套)

置零砝码液压升降装置起重力：10000N(单套)

感量砝码伺服电缸升降装置起重力：3000N(单套)

防护等级：IP 66

检测称重传感器精度：C6

系统动力：60kW

电源：AC380V　50Hz

液压压力：18MPa

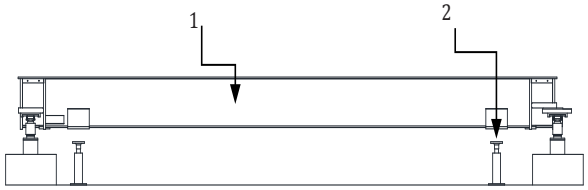
2　系统设计

2.1　秤台设计

利用原检测台秤台，无需改造。

2.2　秤台液压升降装置设计

每个秤台底部设置1 组秤台液压升降装置，共4 组。每组有4 个液压缸，成为4 个支点将秤台上升支撑，如图2 所示。采用同步控制技术，可同步运行，以便将标定台台面水平上升和下降。能单个油缸运行，每个油缸设置高精度拉线编码器，可保证单个油缸的行程精度，在传感器压实调整时，无需整个台面上升，可单点精准上升，保证人工调整称重传感器。



1. 秤台　2. 秤台液压升降装置

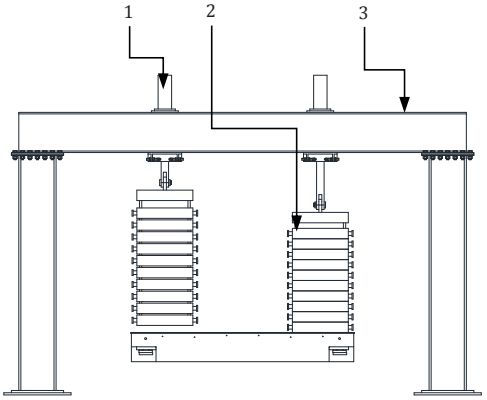
图2　秤台液压升降装置设计图

2.3　龙门架设计

龙门式箱体结构，横跨检测台，用于安装称量砝码液压升降装置、置零砝码液压升降装置、感量砝码伺服电缸升降装置。

2.4　称量砝码液压升降装置设计

每个龙门架设置2 组称量砝码液压升降装置，每组含有1 个液压缸，油缸朝下，将称量砝码升降，每个油缸设置高精度拉线编码器，可保证行程精度，以便将称量砝码组的砝码精准上升和下降，用于称量砝码不同质量的组合调整，如图3 所示。

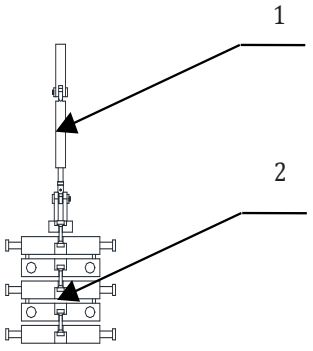


1. 称量砝码液压升降装置　2. 称量砝码组
3. 龙门架

图3　称量砝码液压升降装置设计

2.5　置零砝码液压升降装置设计

系统设置1 组置零砝码液压升降装置，安装在1 个龙门架上，含有1 个液压缸，油缸朝下，将置零砝码升降，油缸设置高精度拉线编码器，可保证行程精度，以便将置零砝码组的砝码精准上升和下降，用于置零砝码不同质量的组合调整，如图4 所示。

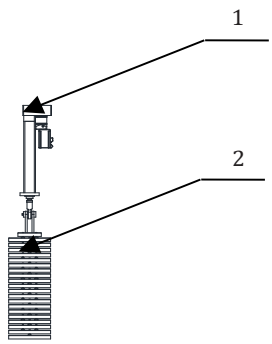


1. 置零砝码液压升降装置　2. 置零砝码组

图4　置零砝码液压升降装置设计

2.6　感量砝码伺服电缸升降装置设计

系统设置3 组感量砝码伺服电动缸，安装在1 个龙门架上，含有3 个伺服电动缸，电缸朝下，将感量砝码升降，使用伺服电缸可保证行程精度，以便将感量砝码组的砝码精准上升和下降，用于感量砝码不同质量的组合调整，如图5 所示。

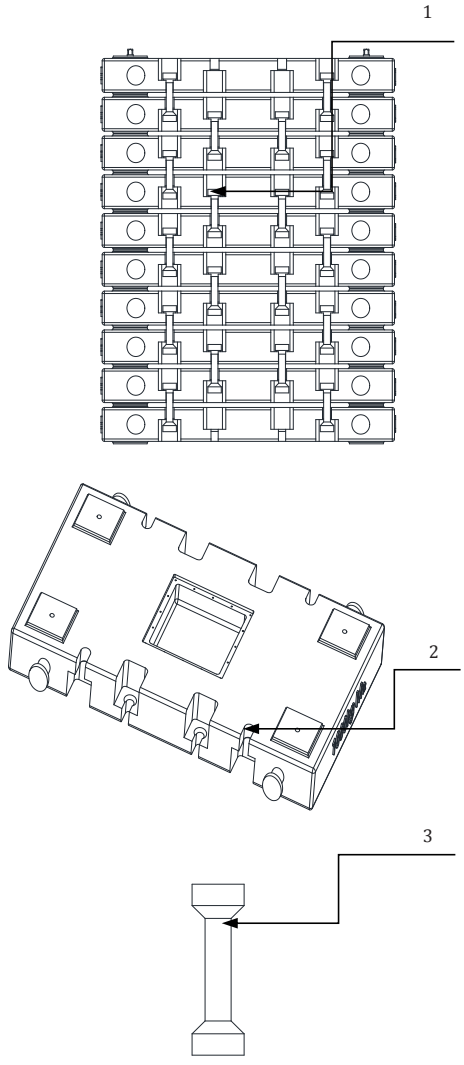


1. 伺服电缸　2. 质量砝码组

图5　感量砝码伺服电缸升降装置设计

2.7　称量砝码组设计

每组称量砝码液压升降装置悬吊称量砝码组1组：称量砝码组由10 个称量砝码组合，每个1000kg, 等级M1, 设计成叠加组合结构，满足不同质量的加载需求。砝码每侧开设上挂开口腰孔和下挂开口腰孔各2 个，使用挂销进行交错连接，腰孔设有倒角，与挂销上下匹配锥角，防止挂销跑动。起吊时，第一块砝码悬吊起20mm, 挂销将第二块砝码带起，依次类推，将所有砝码吊起; 下落到标定台时，最下部砝码落在标定台后，倒数第二块砝码还需下落20mm, 才与最下部砝码接触，依次类推，将所有砝码落实。当悬吊与下落时，系统设定砝码之间离开的距离为10mm, 使上下砝码脱离接触，就可实现1~10 块砝码的任意加减载，达到对于不同规格的汽车衡的称量砝码交换，保证逐个加载与逐个卸载时的单调连续递增与单调连续递减的规程要求。砝码加载的连续递增：系统设定砝码组最底部砝码与秤台接触的行程，并与上部砝码脱离，由称重传感器数值反馈到系统，数据稳定后，系统控制底部第二块砝码按行程下降落在最底部砝码上，依次类推，直到达到称量值。砝码的连续递减：系统将最后加载的砝码按行程提升，使得该位置砝码与下部砝码脱离，数值稳定后，在按行程提升将随后位置的砝码与下部砝码脱离，依次类推，直到所有砝码提升离开秤台，如图6 所示。



1. 上挂开口腰孔　2. 下挂开口腰孔　3. 挂销

图6　称量砝码组设计图

2.8　置零砝码组设计

置零砝码液压升降装置悬吊置零砝码组1 组：称量砝码组由5 个置零砝码组合，每个100kg, 等级M1, 设计成叠加组合结构，满足不同质量的加载需求。设计方法与称量砝码相同。置零砝码升降装置与感量砝码升降装置一起使用时的结构与步骤：首先置零砝码按设定加载称量值，由油缸执行。当置零砝码完全加载完毕后，依据称重传感器最大称量值和分度值由伺服电动缸逐个加载和减载。

2.9　感量砝码组设计

每组感量砝码伺服电缸悬吊感量砝码组1 组：感量砝码组第1 组为20 个500g，第2 组为10 个1kg（设

置在下部）和10 个2kg 砝码（设置在上部）组成，第3 组为20 个5kg 砝码组成，等级均为M3, 各组均设计成叠加组合结构，满足不同质量的加载需求。设计方法与称量砝码相同。第1 组可单独加减载20 个500g 砝码；第1 组与第2 组组合可单独加减载20 个1kg 砝码（由2 个500g 同时加减载对应1kg，对应为10 个1kg 砝码，另10 个1kg 砝码）；第1 组与第2 组可单独加减载20 个2kg 砝码（由4 个500g 同时加减载对应2kg，对应为5 个2kg 砝码，由2 个1kg 同时加减载对应2kg，对应为5 个2kg 砝码，另10 个2kg 砝码）；第3 组可单独加减载20 个5kg 砝码。称量砝码升降装置与感量砝码升降装置一起使用时的结构与步骤：首先称量砝码按设定加载称量值，由油缸执行。当称量砝码完全加载完毕，依据称重传感器最大称量值和分度值，由伺服电动缸逐个加载和减载。

2.10　电气控制系统设计

2.10.1　系统硬件设计

系统采用可编程控制器（PLC）加工控机型式，具

有在线控制、显示、检测、设置功能，可实时显示系统运行状态、检测数据及液压系统的油温液位等，并对称重传感器故障、液压缸未到位故障、油温、液位故障等进行报警提示，记录存储各类实时数据。其中

（1）可编程控制器采用西门子S7-1214C 型可编程控制器。

（2）工控机采用研华IPC-610L 型工控机

2.10.2　系统软件与功能设计

系统测控软件采用西门子工业软件 STEP 7-Micro/WIN 32 进行编程设计。系统主要具备如下功能：

（1）自动/ 手动加卸载称量砝码；

（2）自动/ 手动加卸载置零砝码；

（3）自动/ 手动加卸载感量砝码；

（4）自动/ 手动升降标定台；

（5）自动判定称重传感器是否压实，提示人工调整；

（6）自动/ 手动调节角差；

（7）自动检定；

（8）自动生成称重传感器检测数据报表、当班当前产量、累计产量等数据；

（9）自动故障检测与报警功能；

（10）预留网络通信接口，以便今后联网与远端测控。

3　结论

汽车衡称重传感器自动检测系统，优化了汽车衡称重传感器的检测生产结构，将秤台升降，砝码吊装工作自动化，解放了生产力。实时数据自动存储，减少了人员错误率，提高了生产效率。此设备具有以下优点或有效效果：

（1）通过自动吊装称量砝码、置零砝码、感量砝码，我公司调试检测秤量为 100t 的10 个称重传感器工况的时间从4 个小时1 人降到1 个小时1 人，极大地提高了检测效率，且避免原人工反复吊装大质量砝码的安全风险。

（2）通过自动控制升降秤台，保证了称重传感器的安装。通过称重传感器数值反馈判定，单点升降，保证了调整压实的便利。

（3）液压执行系统采用比例同步控制技术、高精度拉线编码器技术，行程精准，平台升降平稳，称量砝码和置零砝码加减载动作稳定可靠。

（4）采用伺服电动缸技术，行程精准，感量砝码加减载动作稳定可靠。

（5）电气控制系统具有在线控制、显示、检测、设置及故障报警功能，保证整体设备运行稳定，提高了操作可靠性。

参考文献

[1] JJG 539-2016，数字指示秤检定规程[S]

[2] 成大先，等 . 机械设计手册(第五版)[M]. 北京：化学工业出版社，2008.

[3] 钟约先，等 . 机械系统计算机控制(第二版)[M]. 北京：清华大学出版社，2008.

作者简介

王皓（1973-），男，江西南昌市人，高级工程师，2019 年毕业于中国石油大学机电一体化专业，主要从事自动化设计工作。