

# 跨坐式单轨构架整体机加工工艺探讨

陈龙飞<sup>1</sup> 陈晓佳<sup>2</sup>

1.中车浦镇尔斯特通运输系统有限公司 芜湖 241000

2.中车南京浦镇车辆有限公司 南京 210000

**【摘要】**：本研究聚焦于跨坐式单轨构架整体机加工，提出一种创新的加工方法及配套辅助装置。该辅助装置涵盖多功能固定夹紧座、垂向辅助支撑座和横向辅助支撑座，各部分协同作用，实现对复杂构架的精准定位与稳固支撑。基于此装置的加工方法，通过多步骤有序操作，有效保障加工精度，提升加工效率与产品质量，对推动跨坐式单轨车辆制造技术发展具有重要意义。

**【关键词】**：跨坐式单轨构架；整体机加工；辅助装置；加工精度；加工效率

DOI:10.12417/2705-0998.25.22.027

## 1 引言

在城市轨道交通的蓬勃发展进程中，跨坐式单轨车辆凭借占地少、适应复杂地形、景观融合度高等独特优势，成为众多城市交通规划的重要选择。跨坐式单轨构架作为车辆的关键承载与运动部件，其加工质量直接关乎车辆运行的安全性与稳定性。传统轨道车辆构架结构相对简单，而跨坐式单轨构架因需适应特殊的轨道运行方式，结构更为复杂，不仅要承载车辆自身及乘客的重量，还要承受运行过程中的各种动态载荷，这就对其机加工精度提出了极为严苛的要求。普通的加工方法难以满足跨坐式单轨构架在尺寸精度（如 $\pm 0.02\text{mm}$  的尺寸要求）和角度精度（ $\pm 0.2$  角度要求）方面的标准，亟需开发一种全新的、更为高效精准的加工方法及辅助装置来解决这一难题。

## 2 跨坐式单轨构架整体机加工座辅助装置

跨坐式单轨构架整体机加工座辅助装置，用于夹持固定跨坐式单轨构架，在机加工过程中通过多步骤有序操作，实现机加工基准统一，并在加工过程中无需频繁拆除和重新定位构架。可一次装夹完成构架整体机加工 202 个空间尺寸，构架加工尺寸涉及 XYZ 三个方向，主要加工项点见图 1 深色区域，其加工精度公差可有效控制在  $0.2\text{mm}$  范围内。

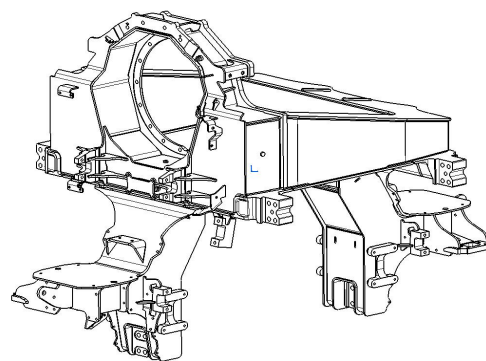
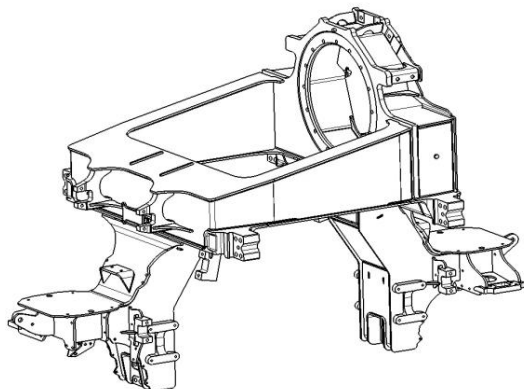
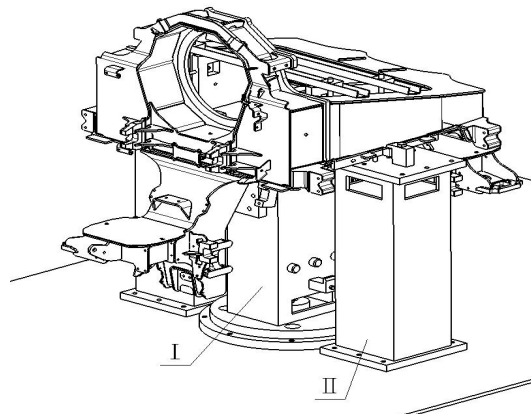
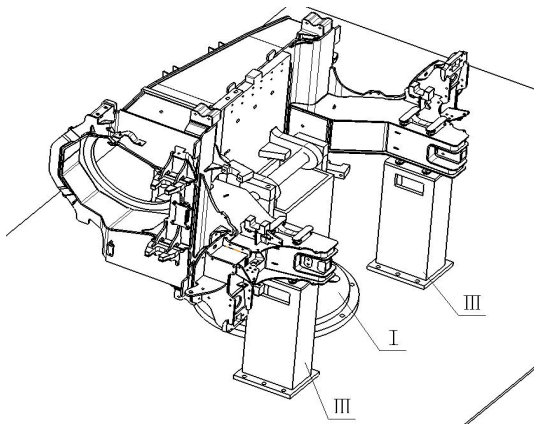


图 1

操作加工流程：多功能固定夹紧座（I）和垂向辅助支撑座（II）安装至加工中心→构架固定至多功能固定夹紧座→基准检测划线定位→构架上侧尺寸加工→拆除垂向辅助支撑座→多功能固定夹紧座垂向  $90^\circ$  旋转→安装横向辅助支撑座（III）→构架下侧尺寸加工→加工完成。





## 2.1 多功能固定夹紧座

多功能固定夹紧座是整个辅助装置的核心部件之一，它主要由固定底板、可旋转支撑底座和可翻转支撑座构成。固定底板作为与加工中心基座连接的基础部分，为整个夹紧座提供稳定的支撑平台。可旋转支撑底座安装在固定底板之上，能够实现相对于固定底板的垂向  $360^\circ$  自由旋转，这一特性使得在加工过程中可以灵活调整构架的角度，满足不同加工面的加工需求。可翻转支撑座则安装在可旋转支撑底座上，并且具备相对于可旋转支撑底座做横向  $270^\circ$  翻转的功能。当可翻转支撑座处于第一极限位置时，其所在平面与可旋转支撑底座的所在平面相互垂直，此时它能够与垂向辅助支撑座紧密配合，对处于垂向置放的跨坐式单轨构架的构架主体进行牢固的夹持固紧，确保在加工垂向面时构架的稳定性。而当可翻转支撑座处于第二极限位置时，其所在平面与可旋转支撑底座的所在平面平行，此时可翻转支撑座能够稳稳地夹持固紧处于横向置放的跨坐式单轨构架的构架主体，同时，跨坐式单轨构架的悬架部分则通过横向辅助支撑座进行支撑并保持水平设置，为横向面的加工创造良好条件。

## 2.2 垂向辅助支撑座

垂向辅助支撑座包括两个部分，即第一垂向辅助支撑座和第二垂向辅助支撑座。每一个垂向辅助支撑座都由垂向支撑底座和垂向支撑台组成。在垂向支撑台上，精心设置了预留调节孔、支撑底板平行度调节柱和横向外侧限位块。预留调节孔为后续的调整和安装提供了更多的灵活性和可操作性。支撑底板平行度调节柱则是实现对跨坐式单轨构架平行度精确调整的关键部件，通过它可以对支撑底板的平行度进行微调，确保构架在加工过程中的水平度，从而有效保证加工精度。横向外侧限位块上设置的横向外侧限位卡口，能够与支撑底板进行精准卡接固定，进一步增强了构架在垂向支撑时的稳定性，防止在加工过程中出现位移或晃动。

## 2.3 横向辅助支撑座

横向辅助支撑座同样包含两个，分别为第一横向辅助支撑座和第二横向辅助支撑座。每个横向辅助支撑座均由横向支撑

底座和横向辅助支撑台构成。在横向辅助支撑台的上方，设置有横向辅助支撑柱，其独特之处在于，横向辅助支撑柱的长度可以通过调节工具，经由横向辅助螺栓调节手孔进行灵活调节。这种可调节的设计能够根据不同型号和尺寸的跨坐式单轨构架的实际需求，对支撑高度进行精准调整，确保构架在横向支撑时保持水平状态，为横向面的机加工提供可靠的支撑保障，有效避免因支撑不当而导致的加工误差。

## 3 跨坐式单轨构架整体机加工方法

### 3.1 准备与定位阶段

在进行机加工之前，首先要对多功能固定夹紧座进行全面细致的检查，确保其各个部件的功能正常且连接牢固。检查无误后，将多功能固定夹紧座通过固定底板稳稳地锁紧在加工中心工作台上，为后续的加工操作提供稳定的基础。接着，把跨坐式单轨构架小心地安装在多功能固定夹紧座上，依据预先设定的基准点进行精准定位，定位完成后，使用相应的紧固装置对构架进行牢固夹紧，确保在加工过程中构架不会发生位移。完成上述操作后，再次仔细检查跨坐式单轨构架的平行度和垂直度，若发现偏差，及时进行调整，以满足加工精度要求。

### 3.2 加工基准校对阶段

机加工中心启动后，对跨坐式单轨构架进行加工基准校对工作。此时，充分利用垂向辅助支撑座的支撑底板平行度调节柱，通过微调该调节柱，对构架的平行度进行精确调整。在调整过程中，以预先确定的基准点为参照，仔细确认各个机加工面的加工余量，并准确设置机加工的原点。通过这一系列操作，保证跨坐式单轨构架所有机加工面的加工基准完全一致，为后续的高精度加工奠定坚实基础。

### 3.3 定位调整阶段

分别运用垂向辅助支撑座和横向辅助支撑座进行平行度调整。在这个过程中，采用三点平面定位校对的原理对跨坐式单轨构架进行精准定位。具体来说，通过调整垂向辅助支撑座上的支撑底板平行度调节柱，使构架在垂向方向上达到理想的平行度；同时，利用横向辅助支撑座上可调节长度的横向辅助支撑柱，对构架在横向方向上的平行度进行调整。通过这种协同调整的方式，确保构架在整个加工过程中始终保持稳定且精确的位置状态，有效避免因定位不准确而产生的加工误差。

### 3.4 机加工阶段

在完成上述准备和调整工作后，分别对跨坐式单轨构架的垂向面和横向面进行机加工。在加工垂向面时，多功能固定夹紧座和垂向辅助支撑座紧密配合，确保构架在加工过程中的稳定性，机加工中心按照预先设定的程序和参数对垂向面进行精确加工。完成垂向面加工后，转而对横向面进行加工，此时，横向辅助支撑座发挥关键作用，与多功能固定夹紧座协同工作，保证构架在横向加工时的稳定性和精度，机加工中心同样

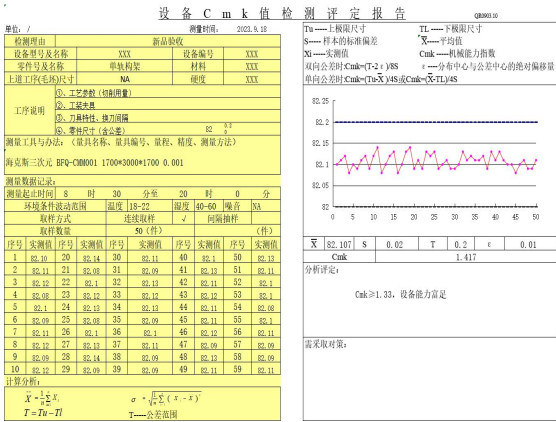
依据相应的程序和参数对横向面进行加工，直至达到设计要求的精度标准。

3.5 后期加工阶段

当跨坐式单轨构架的垂向面和横向面加工完成后，小心撤除垂向辅助支撑座。随后，将多功能固定夹紧座进行横向翻转，使构架处于适合加工底侧待机加工面的位置。在翻转完成后，利用横向辅助支撑座对单轨构架的横向平行度进行再次调整，确保构架在新的位置状态下依然保持高精度的平行度。机加工中心重新进行基准校对，确认无误后，对底侧待机加工面进行加工，直至该面的加工工作全部完成，达到设计所要求的各项精度指标。

3.6 尺寸验证

构架机加工完成后收集 50 台构架关键尺寸加工数据，进行 Cmk 值检测评估，评估显示 Cmk 1.417>1.33 指数要求，评估满足。同时采用海克斯康三坐标检测中心进行检测，确认尺寸公差均符合要求。



4 结论

本文所提出的跨坐式单轨构架整体机加工座辅助装置及加工方法，通过独特的辅助装置设计和科学合理的加工流程，有效解决了跨坐式单轨构架加工精度难以保证的问题。多功能固定夹紧座、垂向辅助支撑座和横向辅助支撑座的协同工作，实现了对构架的精准定位和稳固支撑，大大提高了加工的夹紧定位精度。基于此辅助装置的加工方法，通过多步骤的有序操作和严格的精度控制，确保了跨坐式单轨构架在各个加工面上都能达到高精度的加工要求，显著提升了构架机加工质量和合格率。同时，该方法在加工过程中无需频繁拆除和重新定位构架，减少了加工时间和操作步骤，大大提高了加工效率。此外，辅助装置各部件采用机械螺栓连接方式，便于拆解和重复利用，有效节约了成本。综上所述，本文的跨坐式单轨构架整体机加工方法及辅助装置具有显著的技术优势和应用价值，对推动跨坐式单轨车辆制造技术的发展具有重要意义，有望在相关领域得到广泛的推广和应用。

参考文献:

[1] 陈龙飞,葛怀普,王宇乾,范加尉,王坤.一种跨坐式单轨构架整体机加工座辅助装置及加工方法:ZL 2020 1 1626174.0[P]

[2] 汪海华,倪宝成,汤志钧.25T 型客车转向架构架加工工艺优化[J].轨道交通装备与技术,2015(2):33-35.

[3] 刘柏.跨座式单轨转向架构架加工工艺解析[J].技术与市场,2020,27(02):41-42.

[4] 刘昌崇,韦江.机车转向架构架加工工艺[P].辽宁:CN103737256A,2014-04-23.