

Research and Analysis of Skid Conveying System in Painting Shop

Pengpeng Li¹ Guorui Wang² Xinyu Zhao³

1. Machinery Industry Design and Research Institute Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130011, China

2. China FAW Group Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130011, China

3. Machinery Industry Ninth Design and Research Institute Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130011, China

Abstract

Skid conveying system is the main mode of car body conveying in paint shop, use the skid transportation system can easily realize process line between body of transmission, storage, sorting, and other functions, the stable operation of the skid transportation system is the basis of guarantee the normal production, mechanical precision adjustment is the key to ensure the stable operation, Therefore, the main research object of this paper is the idea and skill of precision adjustment of skid conveying system. In the following, the precision adjustment of coating skid conveying system will be analyzed from the design, manufacture, detection, installation and adjustment of conveying equipment and skid, and combined with practice, some skills of precision adjustment in the installation and debugging stage of equipment will be obtained, which can effectively shorten the installation and debugging time on site.

Keywords

skid conveying system; mechanical precision adjustment; installation; debugging

涂装车间滑橇输送系统研究与分析

李朋朋¹ 王国瑞² 赵新宇³

1. 机械工业第九设计研究院股份有限公司, 中国·吉林 长春 130011

2. 中国第一汽车集团股份有限公司, 中国·吉林 长春 130011

3. 机械工业第九设计研究院股份有限公司, 中国·吉林 长春 130011

摘要

滑橇输送系统是目前涂装车间汽车车身输送的主要方式, 使用滑橇输送系统可以很方便地实现工艺线路之间车身的传输、存储、排序等功能, 滑橇输送系统的稳定运行是保证正常生产的基础, 机械精度调整又是保证其稳定运行的关键, 为此论文主要研究对象为滑橇输送系统精度调整的思路与技巧。以下将分别从输送设备及滑橇的设计、制作、检测、安装调整等方面对涂装滑橇输送系统的精度调整进行分析, 并结合实践, 得出一些设备安装调试阶段精度调整的技巧, 有效缩短现场安装调试时间。

关键词

滑橇输送系统; 机械精度调整; 安装; 调试

1 引言

设备安装完成后, 为保证设备稳定运行通常需要较长的调试时间, 项目现场往往难以快速有效地将系统精度调整到允许范围内, 尤其是车身转接工位精度调整时间较长, 若调整后精度未达到合理范围就进行满节拍生产, 会故障频出, 严重影响生产效率。而在实际建设中往往安装调试进度紧张, 允许的安装调试时间较短, 需要施工方按计划快速完成安装调试工作。当然要想快速进行安装调试, 设备本身的制作精度必须达到设计允许范围, 否则无论如何调整也无法

满足设备运行的精度要求。设备的安装调试工作是保证系统运行精度的最后保障, 也是对设计、制作、检测等环节累计偏差的抵消。对设备安装调试工作进行深入研究, 有利于快速有效地将设备运行精度调整到合理范围内, 对缩短安装调试时间节省安装调试成本具有重要意义。

2 设计、制作、检测因素对系统精度的影响

滑橇输送系统组成主要包括两部分, 输送设备及滑橇。输送设备主要包括辊床、旋转台、移行机、堆垛等, 其中辊床的精度对系统的稳定运行影响最大。滑橇组成包括橇体和支点两部分, 支点及滑橇定位精度对系统运行稳定性影响较大。

【作者简介】李朋朋(1994-), 男, 中国河南周口人, 硕士, 工程师, 从事汽车生产线输送系统研究。

2.1 辊床的设计、制作对系统稳定运行的影响

2.1.1 辊床设计精度对系统稳定运行的影响

辊床运行原理是通过减速电机带动辊子将滑橇向前运输，辊子轮缘及导向轮保证滑橇在辊床上运行时不会侧向脱离辊床，轮缘与橇体之间存在一定量的空隙，通常为4~6mm，保证滑橇在运行时不会卡死，且运行顺畅。在转接位、需精定位的工艺工位、检具工位等位置均需使用定位装置，定位精度一般在 $\pm 0.5\sim 1\text{mm}$ 。滑橇在辊床上的运行原理如图1所示。

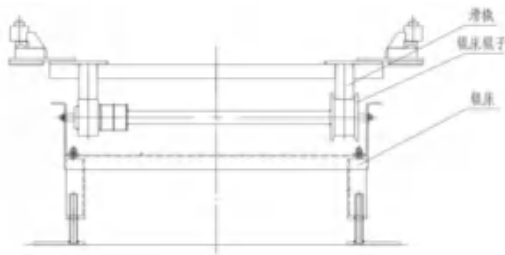


图1 滑橇运行原理示意图

2.1.2 辊床制作精度对系统稳定运行的影响

辊轴之间的位置精度是保证辊床制作精度的关键，所有辊轴总成安装完成后应保证辊轴轴线之间的平行度且与辊床纵向中心线垂直，所有辊轴顶面应在同一水平面上。若辊床上安装了定位装置，其定位装置安装孔位置应能通过顶丝调整，保证滑橇定位精度。

2.2 滑橇的设计、制作、检测因素对系统稳定运行的影响

2.2.1 滑橇设计精度对系统稳定运行的影响

滑橇设计精度主要体现在支点及定位孔的允许偏差上，其偏差大小直接影响车身在相对滑橇的位置精度，其允许偏差一般为 $\pm 0.5\sim 1\text{mm}$ 。其次为保证滑橇能在辊床上平稳运行，滑橇纵梁间距应与辊床辊轮间距一致，且其偏差也应控制在一定范围内，间距允许偏差一般为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。为保证顺利堆垛，滑橇堆垛支点间距的偏差也应控制在合理范围内，其偏差一般也为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。考虑在安装过程中设备之间标高难以保证零偏差，一般都将滑橇的端部设计为斜坡形式，使滑橇在输送设备之间能良好过渡。

2.2.2 滑橇制作精度对系统稳定运行的影响

车间滑橇的数量通常较多，往往有数百件，需批量制造，橇体及支撑精度要求较高，需控制成本，制作周期又往往较紧，因而制造难度较大。根据滑橇的批量制造特点，首先要吃透设计图上的技术要求，包括设备总图、橇体部件图、各个支撑部件图，且设计人员应进行详细的技术交底，制作时务必要保证设计文件的精度要求。橇体的制造大都是焊接方法，制作前必须编制工序卡、焊接工艺卡，并制作专用的焊接夹具。制作时，首先要保证所用的两根纵梁、横梁型钢符合设计要求，其次要保证下料的尺寸精度。制作好第一个橇体后，必须进行严格的质量检验，如无问题，才能开始批量

制作。橇体焊接完成后，根据滑橇使用工序不同，应采用不同的去应力方法。涂装用滑橇需要进入烘干房，所以必须用热处理的方法消除应力，而焊装、总装车间用滑橇可以用振动时效法去除应力。

支撑既要满足支撑车身的强度需求又要精确定位车身与滑橇的相对位置，其在设计上是难点，制造上同样也是难点。通常支撑包括支撑骨架和定位销，支撑骨架要同时满足支撑车身和避免干涉的需要，其结构较复杂，尺寸精度要求较高，其骨架通常是焊接结构，为避免其焊接变形造成的尺寸误差，通常在焊接完并热处理后再进行连接面的机加工作。批量制作前同样需进行样件检测。定位销通常需要通过机加制作，为防止生锈通常进行发黑处理，在车身转接过程中车身定位孔与定位销经常产生刷蹭，为防止定位销损坏影响定位精度，一般进行硬化处理。

2.2.3 检测因素对系统精度的影响

这里的检测因素主要指对滑橇的检测，滑橇的关键形位尺寸众多，通过普通量具测量不仅费时、费力且难以保证测量效果，为了能快速有效地对滑橇进行测量，设计制作专用检具是必需的。滑橇检具按结构形式不同可分为两种，一种是在线检具，即检具布置在滑橇输送系统中某个固定工位，作为一个专用设备与辊床及定位机构配合使用，滑橇定位后，可一次性检验全部的形位尺寸；另一种是手持式的轻便检具，可一次性检验滑橇的全部或大部分关键形位尺寸。后续滑橇调试使用过程中其支点尺寸精度难以长期保存，需定期对滑橇进行复测，一般采用在线检具复测。在滑橇制作时会使用手持检具对滑橇支点精度进行检测，保证组装完成后所有滑橇支点精度在误差范围内且保证滑橇支点一致性。

3 安装调试因素对系统精度的影响

3.1 机械安装调整因素对系统精度的影响

滑橇输送系统安装工作最先进行的是确定标高及基准点，土建基础复核。一般设备安装精度要求远高于土建基础精度要求，为适应土建基础偏差，保证辊床等设备安装尺寸，设备都设有调节地脚螺栓，一般其调整范围可达 $\pm 50\text{mm}$ ，通过调整调节地脚螺栓使辊床辊子顶部标高达到设计要求高度。同理，旋转台、移行机、堆拆垛、侧顶机、升降台等设备均可通过调节地脚螺栓达到设计高度。确认土建基础合格后，下一步开始进行设备放线，放线应根据土建提供的基准点首先放出设备安装主线，再根据主线测出其余支线，放线工作为设备安装的基础工作，需对基准线反复复核，确保准确。按照放完的设备安装中心线将辊床等设备放置到位并调整直线度及水平度。根据现场实践，为满足滑橇平稳运行需要，相邻两辊床间辊子辊轮直线度应控制在 $\pm 1.5\text{mm}$ 以内，同一安装区域辊床标高调整完成后相邻两辊床之间辊子顶面标高偏差控制在 $\pm 1.5\text{mm}$ 以内。由于水平度调整完毕后不同辊床间的标高难以保证零偏差，滑橇通过一个辊床运

行到另一个辊床时难免会产生冲击，为减少冲击对辊床辊子的损坏，一般辊床入口第一个辊子会设计成钢棍，且滑橇本体两端底部设计斜坡。转接位、自动工位、锁紧解锁位、堆垛位等设备安装位置应根据图纸及现场实际情况确定，调整后的精度应满足转接要求，定位销导入时应无卡顿现象。

3.2 机械与电气间的配合调试

所有设备安装完毕，辊床直线度及水平度调整到允许范围内，滑橇制作完成且检验合格，开始进行单机试运行，即机械与电气的配合调试，主要工作是进行旋转台、移行机、升降机、转接机构、自动工位的运行位置调试，及单台设备的运行测试，单机试运行期间需要少量滑橇进行调试，为提高调试效率，防止线体拥堵，滑橇数量在满足调试需求的前提下尽可能少，具体数量根据现场实际情况具体分析。以某项目涂装车间底漆线为例滑橇需求数量见表 1。

表 1 底漆线调试滑橇需求数量统计表

滑橇类型	焊涂转接	摆杆转接	底漆面漆转接	锁紧装置	解锁装置	堆柴垛	总数
底漆滑橇	1	1	1	1	1	4	9
面漆滑橇	0	0	1	0	0	0	1
焊装滑橇	1	0	0	0	0	0	1

从表 1 数据可知，底漆线单机试运行期间所需底漆滑橇数量 9 台，面漆滑橇数量及焊装滑橇数量各 1 台，共 11 台滑橇，以上数量仅为输送线调试需求数量统计，加上工艺调试需求数量即为单机试运行期间所需全部滑橇数量。

单机试运行完成后开始逐步往输送线上释放滑橇，并开始进行自动运行调试。自动运行调试前期根据需要释放尽量少的滑橇，并带车调试，进行通过性及干涉性检查，验证机械调整精度是否满足要求。根据调试需求逐步增加滑橇数量，直至滑橇全部释放完毕，输送线达产达标。

为了保证滑橇输送系统能平稳地自动运行，某些工位对滑橇的定位精度提出了较高要求，例如转接位、锁紧解锁位、自动工位、堆垛位等，这些工位滑橇定位精度差会导致故障频发，如转接故障、锁紧解锁失败、喷涂机器人与车身相撞、射频识别系统无法识别数据载体、堆垛侧翻等，造成停产停台，影响产量及并身质量。为此需要根据工位需求和滑橇输送系统的特点采用精确的滑橇定位方式来解决以上问题。滑橇在普通工位停止时通常只需通过接近开关（或光电开关）定位，其 X 方向定位精度在 $\pm 10\text{mm}$ ，Y 方向定位精度通过导向轮控制，无法满足精定位需要。为保证精确定位需要接近开关（或光电开关）定位和定位机构定位相结合的方法来实现，如图 2 所示。通过控制定位销和定位销孔之间的配合尺寸，可将定位精度控制在 $\pm 1\text{mm}$ 以内。

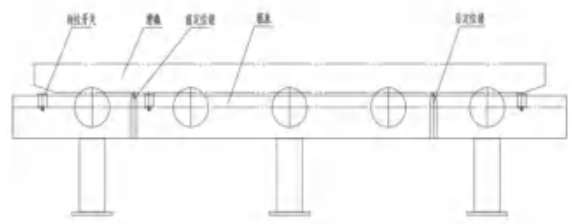


图 2 辊床定位示意图

3.3 滑橇检具安装调整对系统精度的影响

空橇返回线上堆垛前或拆垛后一般设置滑橇离线检修工位，检修工位设置在线检具，对变形或故障滑橇进行复测校正。检具工位辊床及检具框架中心线应保持一致，辊床安装高度应与主线辊床高度一致，且辊床支腿及检具框架支腿应安装在钢梁或地面上，保证辊床及检具框架的尺寸稳定性。检具按图纸尺寸安装完毕后应对检具支点进行三坐标测量，确保检具精度高于滑橇支点精度。

图 3 为某项目车间滑橇输送系统滑橇检具三坐标检测结果，其滑橇支点精度要求为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，滑橇定位机构定位精度为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。进行三坐标测量时，首先建立坐标系，X 方向坐标基准线为滑橇前后两定位销中心连线的平行线，Y 向坐标基准线垂直 X 方向，Z 向坐标基准面为某一加工面，从而确定测量基准点。在测量过程中不断调整，最终使检具支点满足精度要求。



图 3 检具三坐标测量结果

3.4 转接位调整方法分析

转接位一般是滑橇输送系统精度调整的重点及难点，以下以红旗繁荣工厂焊涂转接为例具体论述滑橇输送系统精度调整方法，假设转接车型只有一种，图 4 为焊装与涂装转接工位示意图，从图 4 中可以看出焊装辊床中心线与涂装辊床中心线平行度及移栽叉 Y 向中心线与辊床中心线的垂直度至关重要，是保证设备安装精度的基础，假设安装调整

后的平行度及垂直度均满足要求,即两辊床两端中心线间距偏差小于1mm,侧顶机Y向中心线与辊床中心线垂直度偏差小于1°。由此引起的累计偏差 δ 可以控制在1mm以内(X向及Y向)。

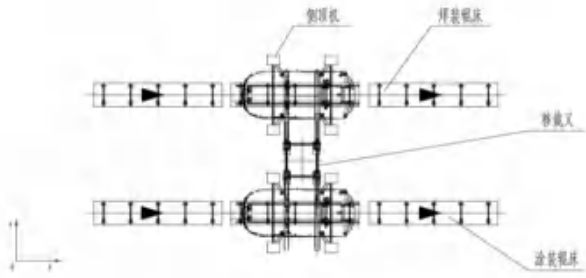


图4 转接工位示意图

滑橇定位机构在X、Y方向位置可根据具体情况调整,如图5所示,Y向偏差共包括四部分,按最大偏差,偏差方向一致。Y1为滑橇定位销与滑橇定位孔之间的最大偏差,Y2为滑橇定位孔与车身定位销之间的最大偏差,Y3为车身定位销与车身孔之间的最大偏差,Y4为移栽叉移行最大偏差,总偏差Y为五部分偏差之和,同理X向偏差为X1、X2、X3,移栽叉X向偏差很小,可忽略。

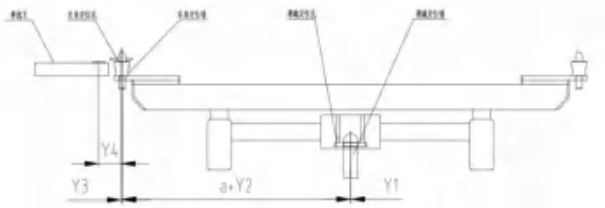


图5 Y向转接位偏差示意图

本项目滑橇定位销直径为35mm,定位孔直径为36mm,Y1最大为0.5mm。滑橇通过检具测量满足设计要求,Y2最大为0.5mm,本项目Y3为1mm。Y4为移栽叉运行精度,根据现场实测,移栽叉最大重复偏差为2mm。最大偏差统计见表2。

表2 最大偏差统计表

方向	X1/Y1	X2/Y2	X3/Y3	X4/Y4	δ	X/Y
X向	0.5	0.5	1	0	1	3mm
Y向	0.5	0.5	1	2	1	5mm

由表2可知,图纸设计时车身定位销半径需达到5mm以上才能保证转接成功,本项目车身定位孔半径为9mm,满足转接要求。转接过程中X向偏差较小容易控制,Y向偏差较大不易控制,且控制重点在于移栽叉的重复精度。移栽叉的伸缩臂重复定位精度不高,影响转接的成功率。常采

用的措施有:

- ①提高移栽叉的制造精度,缩小重复定位精度。
- ②可以考虑在移栽叉伸缩臂内设置限位块,当伸缩臂到位时进行限位,以保证其重复定位精度。
- ③安装时保证其Y向中心线与辊床中心线的垂直度。
- ④增加行程编码器,精确控制移栽叉行程。

通过对安装调试过程中各因素对系统精度的影响进行分析可知,滑橇输送系统的一般安装调试过程为:确定安装标高及基准点,土建基础复核,设备安装及调整,单机试运行,联动运行。其中单机试运行期间主要调试设备的运行位置精度,需往线体上释放一定数量的橇体配合调试,橇体运行前及运行后都要用检具测量,确保上线前检具尺寸准确,运行一段时间后滑橇是否变形。设备安装及调整为滑橇输送系统在整个施工过程中最重要的环节,其安装精度直接影响系统是否能够稳定运行,施工过程中也应将这个环节的质量控制作为重点工作。转接工位在滑橇输送系统中运行过程最复杂,且容易出现转接不准、干涉等情况,其安装质量在设备安装调整过程中需重点关注。通过对转接位的专项分析可知,保证转接位安装精度的重点控制对象为:两转接辊床中心线的平行度,移栽叉Y向中心线与转接辊床中心线的垂直度,移栽叉重复定位精度,定位销位置精度,滑橇定位孔与车身定位销之间偏差,滑橇制作精度等。

4 结语

通过对滑橇输送系统的分析可知,在保证设备设计、制作、检测精度的前提下,按照合理的安装调试顺序进行施工,在施工过程中重点控制关键点的施工质量,并合理配置滑橇数量满足调试需求,可以快速有效地完成安装调试工作,使滑橇输送系统达到稳定运行条件。一般滑橇输送系统转接位故障较多且问题解决较困难,所以此处安装调试工作尤为重要,建议安装调整时设计人员在现场进行指导,确保安装调整精度满足稳定运行要求。另外,由于篇幅有限,论文只对焊涂滑橇转接设备进行了精度分析,滑橇输送系统与其他相同或不同输送系统之间的转接同样也是影响滑橇输送系统稳定运行的关键点,进行系统精度调整时也应重点关注。

参考文献

- [1] 韩立岩.滑橇的定位方式[J].汽车工艺与材料,2013(6).
- [2] 中国机械工程学会焊接学会.焊接手册(第三版)[J].北京:机械工业出版社,2008.
- [3] 韩立岩.涂装车间的车身转接设备与应用[J].汽车工艺与材料,2012(3).
- [4] 曲晓龙,齐兵兵.滑橇设计、制造的一般方法及难点探讨[J].科技创新导报,2011(34).