# 焊接升降转胎防落装置的设计与应用

陈键[1]，高燚[1]，黄勇[2]
1.中车株洲电力机车有限公司转向架事业部　湖南株洲　412001
2.株洲中车特种装备有限公司　湖南株洲　412001

**摘要**：在焊接生产中经常使用焊接升降转胎，由于焊接升降转胎的升降机构在运行中频繁的上升和下降，会产生升降机构零部件的机械磨损，从而引起升降机构机械失效等不良情况，并存在一定的安全隐患。通过介绍焊接升降转胎升降机构结构和特点，对发生机械失效的原因进行分析，提出了一种防落装置设计方案等措施来预防和解决此类问题的发生，保证生产安全。

**关键词**：焊接升降转胎；升降机构；防落装置；设计

## 1　序言

在焊接构架等工件时，为了达到一定的工艺要求，需要将工件上升并旋转一定角度，进行全方位焊接以及精整打磨等作业，其过程需要使用焊接升降转胎对工件进行升降和翻转。焊接升降转胎的升降机构常见有三种升降形式：丝杠式、链条式和钢丝绳式。目前，我们焊接生产中使用的焊接升降转胎升降形式采用的是丝杠式升降机构。在焊接升降转胎使用中，由于工件及工装夹具外形结构尺寸较大，重量较重，如果焊接升降转胎的升降机构在升降过程中发生机械失效情况，易造成工件的损坏和操作人员伤亡等安全事故。因此，需要设计一种焊接升降转胎防落装置等措施，来预防和解决升降机构机械失效事故的发生，从而保证生产安全。

## 2　焊接升降转胎的结构和工作原理

焊接升降转胎主要由焊接升降转胎主动端、升降机构、翻转机构、焊接升降转胎从动端和电气控制系统等部分组成[1]，如图1所示。焊接升降转胎主

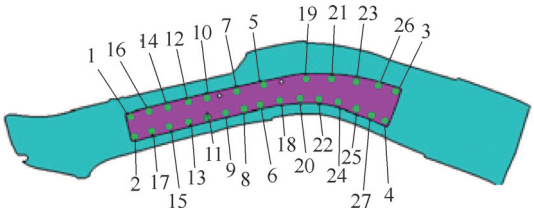



图6　焊点顺序

注：1~27代表焊点顺序。



图7　焊后状态

## 5　结束语

通过对补丁板焊接夹具设计与点焊工艺开发进行阐述，得出补丁板夹具设计关键在于料片紧贴BASE板、BASE板挖空处理、定位孔一大一小防错及感应器防漏设置等因素，而焊接参数与顺序能有效释放焊后应力，降低后序加热变形带来的质量问题。

**参考文献**：

[1] 李二玲.汽车热成形零件冲压工艺[J].汽车工艺师，2019（10）：30-34.
[2] 徐永吉.汽车门槛焊接总成机器人工作站规划[J].金属加工（热加工），2017（16）：13-16.
[3] 姜海涛.浅析车门的焊接工艺设计[J].金属加工（热加工），2017（18）：21-24.
[4] 高宪臣，贺东方，李文德，等.超高强钢补丁板的热冲压成形工艺[J].锻压技术，2016，41（9）：80-83.
[5] 赵洪运，刘洪伟.22MnB5超高强钢焊接组织与性能[J].焊接学报，2014，35（2）：67-69，78，116.

MW 20211019

动端、从动端安装在地面T形槽导轨上，主动端转盘和从动端转盘上安装有焊接工装夹具和工件。焊接升降转胎主动端、从动端均设有升降机构，通过安装在立柱顶端的升降电动机提供动力，经减速器、丝杆传动副、立柱、滚轮等传动机构，带动工作台沿立柱上升和下降；主动端上还设有翻转机构，翻转机构动力由制动电动机及减速器提供，通过减速器带动回转支承和回转工作台，使工件平稳翻转，实现全方位焊接、精整打磨等操作。电气控制系统装有PLC控制组件、断路器和接触器，对焊接升降转胎各部分运转进行控制。

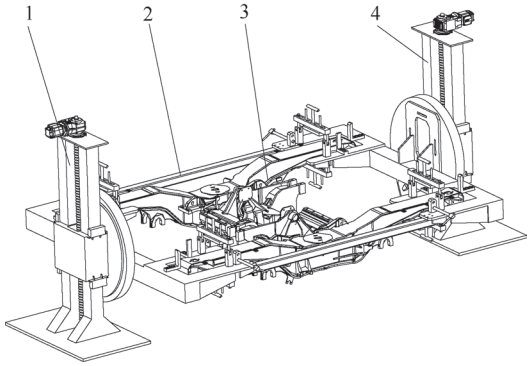



图1　焊接升降转胎

1—焊接升降转胎主动端　2—焊接工装夹具
3—工件　4—焊接升降转胎从动端

## 3　升降机构的结构及失效分析

### 3.1　升降机构的结构

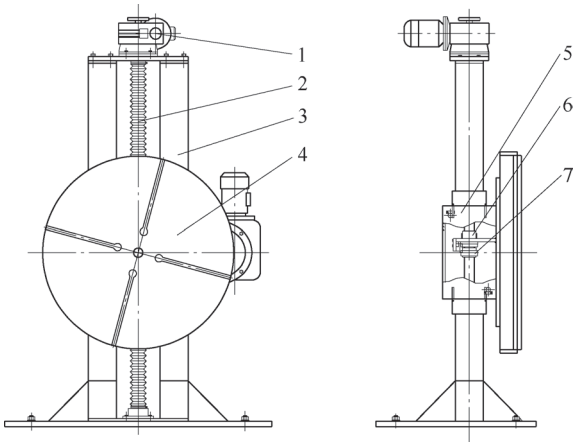
焊接升降转胎的升降机构主要由升降减速电动机、丝杆、机架、立柱、回转工作台、升降箱体、承重螺母及安全螺母等组成，如图2所示。

工作原理：焊接升降转胎的主动端、从动端上均安装有升降机构，采用三相交流电动机驱动，经蜗杆蜗轮减速器减速，带动丝杆转动，通过组合螺母的作用带动升降箱体沿立柱作垂直运动，升降箱体上安装导向轮和回转工作台[2]，如图3所示。

### 3.2　升降机构的失效分析

从目前生产中焊接升降转胎出现的失效情况分析，主要是承重螺母及安全螺母磨损造成的升降箱体和回转工作台一起坠落，导致工件及设备损坏的安全事故。

回转工作台安装在承重螺母上，并由升降减速电动机驱动丝杆回转带动工作台上下运动；翻转减速电动机通过大小齿轮啮合驱动工作台翻转。组合




a）主视图　　b）左视图

图2　升降机构结构

1—升降减速电动机　2—丝杆　3—立柱　4—回转工作台
5—升降箱体　6—承重螺母　7—安全螺母

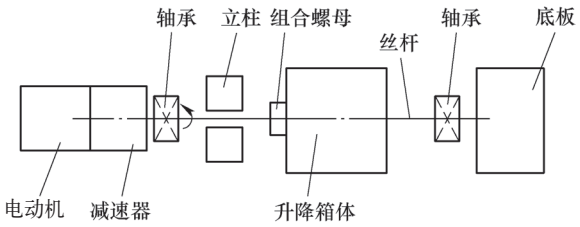



图3　升降机构传动原理

螺母由承重螺母、安全螺母、接近开关等组成，安全螺母的外形尺寸同承重螺母一样，其安装在承重螺母下方，在承重螺母磨损失效时起保护作用。同时在承重螺母与安全螺母之间设有接近开关，检测承重螺母的磨损量，当承重螺母磨损量超过设定值时，控制系统即刻发出报警，整个系统立即停止工作，如图4所示。焊接升降转胎是一种将工件升降、翻转至适合操作者作业的大型工艺装备，承载的工件通常都是外形尺寸较大，重量较笨重，操作者一般需要站在工件旁，有时操作者需站在工件上进行作业。因此，焊接升降转胎的升降机构防坠落结构是非常重要的。焊接升降转胎自带的安全螺母防坠落结构理论上安全可行，但在实际使用中由于安装使用不当、维护不及时和生产现场的外部环境等因素，常导致上述防坠落结构失效，致使焊接升降转胎存在工件坠落的风险。

为此，对安全螺母防坠落结构进行了分析，导致其失效的原因主要有以下3点。

1）生产现场的焊接升降转胎承重螺母与安全螺母之间的接近开关为常开式，即正常工作时为断电

状态，当开关外部线路出现问题时，控制系统接收不到开关信号，导致开关失效。

2）接近开关因本身质量问题而造成失效。

3）焊接升降转胎运行程序编辑时未设置安全密码，不了解的人员可手动修改程序或强制清除报警信息。

另外，作为保护人身安全的机构，一层保护机构是不够的，需要多增加一层冗余保护机构。

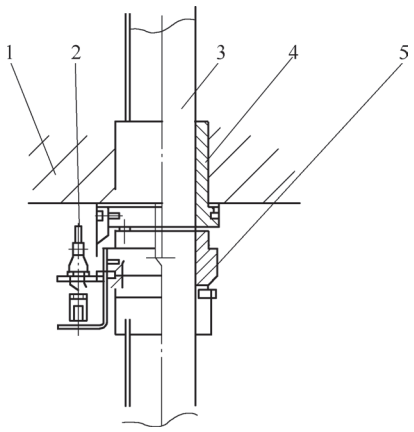



**图4　组合螺母原理示意**

1—升降箱体　2—感应开关　3—丝杆　4—承重螺母　5—安全螺母

## 4　焊接升降转胎防落装置的设计

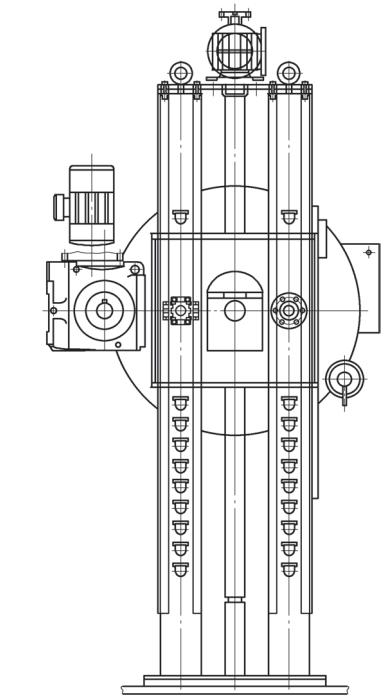
针对生产中出现的焊接升降转胎工作台坠落，导致工件及设备损坏的安全事故，设计一种焊接升降转胎防落装置是非常必要的，也是预防和解决焊接升降转胎在实际生产中失效坠落，避免人身伤亡的一项重要改进措施。

### 4.1　防落装置的结构及工作原理

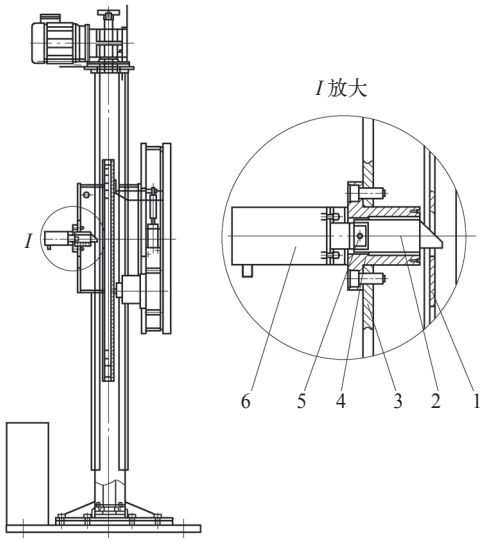
基于生产现场所使用的焊接升降转胎进行了改造设计，在焊接升降转胎的升降箱体和立柱上增加一个防坠落结构，如图5所示。

防落装置结构主要由电磁铁、连接销、导向套、升降箱体、销轴及立柱等组成，电磁铁通过连接销与销轴联接，导向套固定在升降箱体上，内部装有自润滑轴承，销轴可在轴承自由滑动。立柱上开有一列插销孔，且孔的上边设与与销轴前端匹配的斜面。电磁铁为推式电磁铁，即电磁铁为失电状态时，铁芯是在内部弹簧的作用上往前推的。

1）当工作台处于上升状态时，电磁铁处于失电状态，销轴在弹簧的作用下顶着立柱表面，当插销顶入插销孔时，上升时销轴会在斜面的作用下顶



a）主视图




b）右视图

**图5　防落装置结构**

1—立柱　2—销轴　3—升降箱体　4—导向套
5—连接销　6—电磁铁

回，不影响工作台继续上升。当工作台出现意外事故坠落时，销轴在电磁铁内的弹簧作用下，将销轴顶入距其下面最近的一个插销孔内，防止工作台继续下坠。

2）当工作台处于停止状态时，电磁铁处于失电状态，销轴顶着立柱的表面，防止工作台继续下坠。

3）当工作台处于下降状态时，电磁铁得电，销轴收回，不影响工作台下降。

焊接升降转胎的升降工作台坠落均是发生在上升和停止状态，此结构能有效的防止工作台坠落，保护产品、设备和人身安全。

### 4.2 销轴的强度计算

销轴前端直径为40mm，因断面为45°斜面，工作时抗剪的作用面只有圆断面的一半，如图6所示。

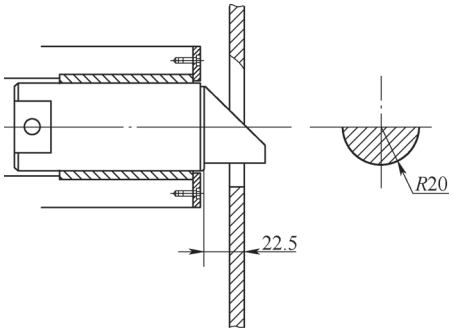



图6 销轴工作断面

销轴采用45钢材质，调质处理，根据设计手册，其抗剪许用应力[3]为

$$\tau=\frac{\sigma}{\sqrt{3}}=\frac{185}{\sqrt{3}}\text{MPa}=107\text{MPa}$$

式中 $\sigma$—材料许用拉应力（MPa）。

每套焊接升降转胎共有4个销轴，焊接升降转胎升降齿轮箱重5t，工件重10t，考虑3个销轴受力，则单个销轴承受的应力为

$$\tau_s=\frac{F}{3S}=\frac{100000+50000}{3\times0.04^2\pi}\times8\text{MPa}=79.6\text{MPa}$$

式中 $S$—销轴抗剪的面积（$mm^2$）。

因79.6MPa＜107MPa，故销轴抗剪强度满足要求。

同样考虑3个销轴受力，则由图3可得单个销轴所受最大弯矩为

$$M=FL=\frac{100000+50000}{3}\times0.0225\text{N}\cdot\text{m}=1125\text{N}\cdot\text{m}$$

销轴所受最大弯曲应力为

$$\sigma=\frac{M}{W}=\frac{1125\times32}{0.04^3\pi}\text{MPa}=7.17\text{MPa}$$

因7.17MPa＜185MPa，故销轴抗弯强度满足要求。

### 4.3 其他改进措施

1）对现有程序升级；对程序编辑设定密码，非厂家人员无法修改程序。同时设置焊接升降转胎定期强制归零，解决架焊接升降转胎两端不同步的问题。

2）将接近开关由常开式改为常闭式，解决了接近开关失效的问题。

## 5 焊接升降转胎防落装置的应用效果

目前，焊接升降转胎防落装置已经在生产中得到了较好应用，如图7所示。该焊接升降转胎防落装置结构简单，便于对生产现场的焊接升降转胎进行改造，制造成本较低，操作简便。从目前生产现场应用效果看，焊接升降转胎防落装置对发生在上升和停止状态的坠落均能有效的防止，保护产品和人身安全。但因生产现场所使用焊接升降转胎受其结构的限制，在其工作台下降过程中还无法起到保护作用，因此在今后的工作中还将不断的探索和研究，并加以完善。



图7 生产现场的应用实例

## 6 结束语

本文介绍的只是我们实际生产中焊接升降转胎防落装置的一个改进案例，真正的安全生产还是每个人在实际工作中，从思想上牢固竖立安全第一的理念，把生产安全时刻铭记在心，才能创造一个安全的工作环境。

**参考文献：**

[1] 罗春博.升降翻转装置的安全讨论[J].农机使用与维修，2016（5）：43-44.

[2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会.起重机械设计规范：GB/T 3811—2008[S].北京：中国标准出版社，2008.

[3] 陈焕明.焊接工装设计[M].北京：航天工业出版社，2006：137-144.

MW 20211018