

# 低压直流移车台的设计

撰文 / 齐齐哈尔斯潘重工装备有限公司 褚福城

## 一、引言

移车台是铁路车辆生产制造及修理过程中，在不同轨道间平行转轨作业所必须具备的专用转运设备。传统移车台一般采用 380V 三相四线制高架滑触线供电，我公司在传统移车台设计基础上，根据用户需要进行开拓创新，设计研发出该低压直流移车台，该移车台的供电方式为基础地面采用两条单相低压直流 36V 供电轨道对移车台进行供电，取代了传统的高架滑触线供电方式，该技术在移车台上的成功应用，为低压直流技术在移车台及其它相关机械设备上的应用拓宽了道路。

本文介绍了低压直流移车台优点、主要性能指标、供电方案的设计、供电轨道的制造方法、平稳取电问题的解决、主要结构组成、自动对轨系统、电气控制系统及低压直流移车台在铁路车辆制造行业的应用前景等。

## 二、低压直流移车台的优点

低压直流移车台将车间 380V 交流电源通过整流器转变为单相低压直流 36V 电源，通过移车台运行基础的供电导轨为移车台供电，即该移车台所需电源从整流器输出后至基础导电轨，再到整个移车台整个电控系统全部为直流 36V 安全电压，解决了传统移车台采用 380V 三相四线制高架滑触线供电的缺点，因此该移车台与传统移车台相比主要具有以下几方面优点：第一，无需设置三相四线制高架滑触线，解决了高架滑触线的钢构架及安装制造成本；第二，该移车台采用直流 36V 单相低压电源供电，不存在 380V 高压电各

项不安全因素，为车间的安全生产提供了保障；第三，解决了高架滑触线供电对厂房运行造成的阻碍，使车间空间利用率提高；第四，该移车台解决了天车吊运、地面运输与车辆转运三维空间的干涉问题，使厂房作业空间小、转运量大、工序复杂的工艺布局难题得到了解决。

## 三、移车台的主要性能指标

额定载重：60t；移车台长度：21m；移车台上轨距：1435mm；移车台总安装功率：18kw；走行速度：0 ~ 30m/min；移车台走行轨面高：-260mm；移车台供电电压：直流 36V；移车台运行基础长度：60m。

## 四、供电方案设计

因为车间为移车台提供的是交流 380V 交流电，如何将车间交流 380V 交流电源转变为 36V 直流电源是移车台开发能够顺利进行的关键，经过反复论证与研究最终确定方案为首先通过整流器将车间提供的 380V 交流电转变为移车台所需的单相低压直流 36V 电源输送给移车台供电轨道，通过基础供电导轨为移车台供电，经过研究讨论决定基础设置 2 条相距 1m 的低压直流 36V 供电轨道对移车台基础 60m 长度范围进行供电，为防止供电轨道远端电压衰减到小于 35V 以下影响移车台的正常运行，因此 36V 供电电源采用基础中间位置引入，这样只需一个整流器即可满足移车台电源的转换需求，且基础两端电压也不会有衰减超差现象。

为保证基础供电轨道两端电压衰减小，供电轨道必须

采用导电铜排做导电载体，因为铜排的电阻率较小，导电效果优良，可是考虑到导电铜排导电性能虽好，但不如钢材耐磨，而钢材虽耐磨但导电性能又不如铜排，因此经过综合分析决定基础供电轨采用高度为 160mm 的工字钢，并在立筋上贴合导电铜排的组供电轨形式对移车台进行供电，该组合供电方式即发挥了铜排的导电效果，又达到了供电轨道刚度需求，供电轨埋在移车台走行基础地面内，导电轨工字钢上平面与基础地面水平，供电时首先在车间电控柜处利用整流器将车间 380V 三相四线制交流电源转换为 36V 单相直流低压电源输送到基础供电轨上的导电铜排，利用铜排对整个移车台基础长度进行输电，在移车台上设置取电装置为移车台从供电轨道进行取电，整各供电方案如图 1 所示。



图 1 移车台供电方案示意图

## 五、基础供电导轨的制造方法

为保证移车台平稳运行，移车台供电轨道对地绝缘阻值应大于  $0.5M\Omega$ ，为达到该绝缘指标，首先在工字钢底面铺设 3mm 厚绝缘橡胶板，再利用绝缘卡板将工字钢固定在基础地面上，并调平顶面，接口处焊接后打磨光滑，然后将导电铜排与工字钢立筋贴合紧密，用螺栓连接紧固，为保证铜排的导电效果，铜排与铜排接缝处采用铜焊接，铜排截面尺寸  $50mm \times 5mm$ ，为加大供电轨道与基础绝缘电阻，在铜排与工字钢安装完毕后需在两侧面涂刷 3mm 厚的沥青，整个导电轨道任何金属部件不得与基础钢筋网相连，安装完毕检测合格后将该供电轨道基础用混凝土二次填平，基础导电轨道的做法如图 2 所示。

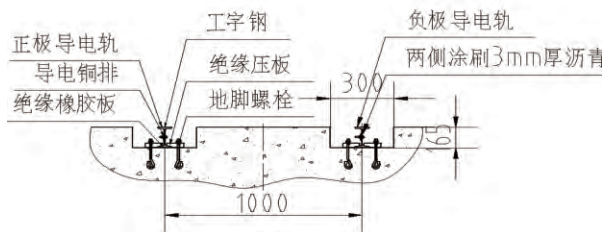


图 2 移车台基础导电轨道示意图

## 六、平稳取电问题的解决

因移车台运行最大速度为  $30m/min$ ，如果取电装置接触不好移车台就无法平稳运行，这样就存在移车台如何从基

础导电轨平稳取电的问题，经过研究，本文中的移车台采用安装在前后两个主梁上的两个取电刷为移车台从基础供电轨进行取电，即对应基础每条导电轨道移车台设有前后两个取电刷进行取电，共设置四个取电刷，这样即使一个导电刷接触不良，另一个也会正常取电，保证取电刷的平稳，取电刷由定位座、内置弹簧导电滑杆及受电触头组成，该装置通过内置弹簧给受电触头一定的受电贴合力，使受电触头时刻保持与供电轨道接触良好，为提高受电触头的导电性及耐磨性，该受电触头采用耐磨性能高、导电性能好的锡青铜制作。取电过程如图 3 所示。



图 3 移车台受电刷的取电过程

## 七、机械方案设计

由于该移车台缓坡高 260mm，额定载重为 60t，在设计过程中根据移车台的受力特点及功能要求，移车台整体结构主要设计为由钢构车架、运行机构、渡桥系统、控制系统和警示系统等部分组成。

### 1. 主体车架

钢构车架主要由主梁、横梁及纵梁成立体网状箱型结构组焊而成，材质为 Q345E，该材质具有良好的综合力学性能及焊接性能，其中主梁为  $650mm \times 370mm$  的箱型梁结构，因箱型梁结构是闭合薄壁截面，具有抗扭刚度很大、承载稳定性好的优点，主梁的上下盖板厚度 14mm，两侧腹板厚度为 8mm，为加强主梁刚度及稳定性，在主梁内部加入中间隔板，隔板厚度 6mm，隔板之间距离为 500mm；横梁为  $185mm \times 240mm$  的箱型梁结构；主梁、横梁及纵梁组焊成移车台车体承载钢构骨架，此种结构可将转轨车辆重量在车轮与移车台接触处进行横向及纵向分解，最终分解到移车台两侧主梁，此种结构具有结构稳定，抗扭、抗弯刚度好，抗变形能力强，以及承载力大等特点。钢构车架上铺设转轨车辆运行的轨道，轨道截面积为  $70mm \times 35mm$ ，踏面尺寸

与 P50 标准钢轨相同, 材质为 45 钢调质处理。

## 2. 驱动走行系统

移车台设有驱动走行系统, 驱动走行系统主要由 2 台功率为 6.3kW 型号为 DC48-6.3-15A5-ZD 的直流串励三合一减速机组成, 两台减速机分别控制移车台两端的 2 个踏面直径 500mm 的主动走行轮实现移车台的前进、后退及停车等功能; 走行速度 0 ~ 30m/min 无级可调; 该驱动走行系统具有以下几方面优点。

(1) 直流减速机调速范围广且平滑、分级精细, 便于无级调速控制, 因此两台减速机同步控制效果好, 移车台走行过程中不会出现跑偏及啃轨现象。

(2) 减速机具有结构紧凑, 体积小, 造型美观, 起动和调速性能好, 承受过载能力强, 受电磁干扰影响小, 能耗低, 以及传动性能优越的优点。

(3) 减速机传动效率高, 可达到 96%, 且转矩比较大, 振动小, 噪音低, 适宜厂房内使用, 且比交流减速机节能环保。

(4) 具有电机温升低, 可靠性好, 运转平稳、操作简单、能够适应频繁启动、制动的工作特点。

(5) 减速机通用性强, 使用维护方便, 维护成本低, 维护保养只需备用内部几个传动件即可保证整机正常生产的维修保养。

(6) 该减速机采用新型密封装置, 保护性能好, 对环境适应性强, 可在有腐蚀、潮湿等恶劣环境中连续工作。

## 3. 自动对轨系统

该移车台设有自动对轨系统, 通过 PLC 逻辑控制部分和接近开关来实现对轨目的。自动对轨和手动对轨方式可通过转换开关互相转换, 当自动对轨系统出现故障时, 可切换到手动对轨方式进行手动对轨。自动对轨系统为在移车台上设置一个光电感应开关, 在基础每个轨道相应位置设置相对应的一个减速接近开关及一个停止接近开关, 当操作者发出自动对轨信号后, 信号传送给逻辑控制部分 PLC, PLC 开始执行其逻辑控制, 即系统开始通过设置在移车台上的光电感应开关实时监测移车台运行基础上的减速接近开关及停止接近开关, 实时反馈移车台的到位信号实现自动对轨。

自动对轨原理为: 设备启动后首先以设定的加速时间匀加速运行, 直到达到设定的速度, 移车台开始全匀速运行, 当需要对轨时, 操作室选择所需对轨的轨道编号, 移车台即开始执行对轨命令, 移车台的光电感应开关开始检测减速接

近开关, 当移车台运行到对应的轨道的减速接近开关上方时, 光电开关给 PLC 一个信号, 移车台开始减速, 当运行到停止接近开关位置时, 接近开关动作给 PLC 第二个信号, 移车台停止, 完成自动对轨。

## 4. 电气控制系统

在移车台的主梁中间位置设有移车台的电气控制系统及操作台, 操作台上设有操作杆及操作按钮; 操作者通过操作杆及按钮实现移车台前进、后退及停车等操作。

电控系统通过电位计调节电压的方式实现对直流调速器的控制进而实现对移车台走行电机转速的控制, 达到移车台运行系统的无级调速功能, 在移车台的操作室内设有控制柜及操作台, 操作台上设有操作杆及按钮; 通过操作杆及按钮可以完成移车台前进、后退、制动、停机、紧急停止、自动对轨和点动等操作, 系统具有编程简单, 使用维护方便, 结构紧凑、可靠性高等优点。

## 八、推广应用情况

国产单相低压直流移车台为今后移车台及类似产品设计开发提供了新的思路, 既解决了高架滑触线供电对厂房带来的阻碍, 又避免了 380V 高压电不安全因素, 而且解决了天车运输、地面运输与车辆转运三维空间的工序干涉问题, 使车间空间利用率得到了提高, 工序更加紧凑, 满足了客户的生产需求, 提高了企业的生产效率, 得到了用户的好评。