

铁路集装箱轨道吊总体设计影响因素研究

吴小平

(上海振华重工(集团)股份有限公司 上海 200125)

摘要: 铁路集装箱轨道吊是列车运输集装箱装卸的主要装备之一,不同地域项目的条件要求差异大,作业方式多样。总体设计时需考虑的影响条件多,要全面梳理这些影响因素,在方案设计阶段综合考虑,才能设计出经济高效合理的产品。本文借助作者的一些项目经验,从铁路运输集装箱类型、列车类型、装卸方式、供电、场站布置等角度,简要分析了针对这些因素需要注意的关键点。

关键词: 铁路集装箱轨道吊; 轨道吊; 集装箱; 总体设计; 影响因素

0 引言

铁路集装箱轨道吊(以下简称铁路轨道吊)是铁路集装箱中心站装卸集装箱的主力机型之一,用于从火车上装卸集装箱,广泛服务于中国和欧洲的主要集装箱铁路场站。国内的联集已经建成投运了 12 个中心站,每个中心站都配有 ZPMC 提供的铁路轨道吊,另外会再配置一些正面吊或堆高机等作为辅助装卸手段。其它有一些在建的海铁联运项目,铁路延伸到港区后,可以实现集装箱海运到铁路运输的快速转换,充分利用火车大运量、长距离、全天候的优点,极大的加快了物流速度,降低运输成本。

欧洲一些主要门户港口都将铁路线引入到港区内,配置有铁路轨道吊实现海铁联运,而且欧洲因为每个国家地域狭小,很多集装箱从港口卸船开始就直接跨国铁路运输。在北美也有少量应用,比如美国诺福克南方铁路公司(NS)将铁路轨道吊作为主要装备,美国联合太平洋铁路(UP)也开始在芝加哥的新扩建场站购置了铁路轨道吊。非洲地区的蒙内铁路,在蒙巴萨和内罗毕都建有专业的铁路集装箱装卸站,铁路已经延伸到了马拉巴,也正在建设铁路集装箱装卸中心站。

各个场站的线路规划设计、规模、集装箱类型、装卸工艺、物流规划、外部条件等都存在非常大的差异,在总体设计时需要认证分析研判,辨析出关键信息并给出合理设计。

1 铁路轨道吊总体设计

1.1 主要参数的确定

铁路轨道吊的主要参数包括吊具下额定起重量、跨距、外伸、起升高度、大车许用轮压、工作风速、最大非工作风速、机构运行速度等,这些参数和常规轨道吊设计基本一致。额定起重量通常为单箱 41t,跨距根据场站布置不同差别很大,会从 10 多米到 60 多米。外伸也有几种,无外伸、单侧外伸或者双侧外伸。起升高度一般较低,通常不会超过 15m。铁路轨道吊作业的对象为集装箱运输列车,不同于普通的集装箱堆场,有些铁路运输特有的地方需要特别考虑。

铁路轨道吊起升高度通常比较低,从整体效率考虑,起升速度可以选择稍低的参数,比如 20m/min,从而可以选择较小功率的起升电机,降低整机能耗。铁路装卸有特殊性,

大车运行距离远,运行速度可适当提高到 150m/min。

1.2 集装箱运输列车类型

经过多年的发展,现在集装箱运输大多采用专用的平板车或者骨架式集装箱车,牵引动力采用电力牵引机车或者内燃牵引机车。内燃机车可以直接开进装卸线,如果采用电力牵引机车时,进入场站装卸线时还需采用内燃机车过驳,因为铁路轨道吊门框下作业空间内不允许有接触网。

美国广泛采用双层集装箱运输方式,是从港口往内陆运输的主要工具之一,在充分利用火车运力的前提下有效降低了运输单位成本。我国最早在 2003 年 12 月开始在京广线开展铁路双层集装箱运输试验,2004 年 3 月又在京沪线试验,取得了良好的效果。

1.3 集装箱装卸方式

国内集装箱铁路运输车的固定锁头广泛使用 F-TR 锁(俗称鹰头锁)。这种形式的锁具有非常好的锁闭作用,能够保证集装箱运输过程中的安全。但是,F-TR 锁在装卸过程中存在很大的安全风险,如果操作不当极有可能发生集装箱角件不能脱锁,甚至可能连同列车车架一起吊起,引起脱轨事故。目前化解这一风险的主要办法是装卸时通过人工监测,随时发现隐患并指引司机停止作业,这种方法存在一定的不可控,最好是专门设置一种 F-TR 锁的自动作业和监测程序,减少人工监测中不可靠因素。

美国集装箱铁路中心站卸集装箱时采用一种特殊的操作方式,即将集装箱从火车直接卸到集卡平板车上,装卸采用轮胎吊作业。轮胎吊尺寸不大,只横跨一跟火车道和一个集卡道,司机室高度可以升降,降到最低时便于司机观察锁头情况。集装箱落箱时先做倾转,使低的那一端角件朝外的孔对准集卡后侧的水平固定销,再向后平移集装箱同时下降,让前端底部的孔落在底盘前侧的定位销,从而完成卸箱作业。这种作业方式如果采用铁路轨道吊则要求具备倾转功能,并且能够监测锁头和锁孔的位置状态。

1.4 铁路轨道吊外轮廓影响因素

铁路轨道吊门框下通常会有几条铁路装卸线,并设有集装箱临时堆场。需要严格满足铁路运输限界条件,尤其采用双层集装箱运输的场站,或预留将来可能升级为双层集装箱通行的场站。国内无论采用内燃牵引还是电力牵引,宽度方

向限界宽均为铁路线路中心线两侧 $\pm 2.44\text{m}$ 。内燃机车牵引的双层集装箱限界高度为 6.05m ，电力机车牵引的双层集装箱限界高度为 7.96m 。这里的高度是指从火车铁轨踏面往上的高度，通常铁路轨道吊和火车的轨道踏面不在同一高度，设计时需考虑相互之间的高度差。

轨道吊的上机电压和卷盘地面高压电缆的布置也是容易忽略的地方，上机电压越高，为了绝缘保护，卷盘滑环箱内相邻相间安全距离越大，会影响卷盘本体长度。而且机上数据远程传输通常采用光纤，卷盘滑环箱尾部会带有光缆耦合器，更增加了卷盘驱动机构的长度，这个长度尺寸不容易压缩，特别要注意不能侵入火车限界空间内。

欧洲一些集装箱铁路站仍然在使用跨运车作为水平运输工具，如果跨运车行走路线从铁路轨道吊主梁下经过，要根据所使用的跨运车高度来核对主梁下净空高度。某些铁路场站处于机场附近，要注意限高要求。

1.5 铁路轨道吊集装箱调箱门

火车运输集装箱时为了防盗，通常会将一列车上两个 20 尺箱门对门摆放。铁路线上的火车来自不同方向，上行方向或下行方向的列车都可以进站，到达装卸站时箱门朝向不一致。卸箱时为了使箱门在集卡上的方向便于装卸货物，需要将部分集装箱调转 180° 。尽管调箱门可以通过正面吊等小型机械实现，但是效率低，占用场地空间大，为了提高装卸效率，最好的办法是要求铁路轨道吊具备旋转能力。

通常有如下几个办法，最常见的在主小车上设置一圈环形回转轨道，上方设计有回转小车，起升缠绕机构布置在回转小车上，通过回转小车的运转实现吊具转向。回转小车的车轮和轨道配合很有讲究，可以采用锥形小车轮踏面或倾斜轨道踏面的形式，实现回转小车轮上不同位置的转动线速度一致，降低车轮磨损，运行更平稳。另一个方案是采用倒挂式回转小车，主小车采用单梁形式，在主小车中间底部安装一个回转轴承，下方倒挂回转小车，通过驱动回转支撑旋转来实现吊具回转功能。也可以采用普通不带回转功能的小车，配置回转吊具，或回转过渡架等方式，这个方式的优点是普通轨道吊也可以改成铁路集装箱装卸专用机械，缺点是降低了有效起升高度。

欧洲某些铁路装卸场装卸集卡时将集卡停在悬臂外斜 45° 方向，集装箱需要旋转到这个角度才能往集卡上放，回转方案选择时要考虑极限偏载时的吊装稳定性，这种形式尽量采用回转小车方式。

1.6 气候环境影响因素

对铁路轨道吊影响最明显的气候环境因素有气温、盐雾腐蚀、雨雪冰冻、暴风、沙尘等。极高温和极低温都会影响配套件的选型，主要钢结构材料的选型等，尤其北方严寒地区钢材的选择要能适应当地的最低气温。靠近海边的海铁联运码头受空气中的盐雾腐蚀严重，需要严格按照海港起重机的要求进行防锈设计。在雨雪冰冻严重的北方地区，设计时要考虑大车和小车起 / 制动时的打滑，小车供电如果采用拖链要做好防积雪保护，防止冰冻无法作业，雨雪冰冻频繁的地方推荐采用拖链形式，不会冻结。容易遇到暴风的地区，要严格按照规范验算抗暴风能力，设计完备的防风装置，通常采用夹轮器、顶轨器、铁鞋、防风拉索、大车锚定等防风装置。沙尘对电气元件有很大的破坏性，在严重沙尘地域的轨道吊，高压房和司机室等要做好防尘措施，比如高压房进出风口增加防尘滤网，司机室配置新风系统等。

1.7 集装箱装卸场站布置对轨道吊布置的影响

铁路轨道吊目前还是以人工驾驶为主，也有少数港区开始采用全自动化作业方式，比如澳大利亚悉尼和美国长滩 LBCT 港等。无论采用哪种形式，轨道吊布置时要考虑司机和维修人员从工作区方便登机，通道要设置在容易到达的一侧。因为火车装卸线通常很长，国内的一般在 800 多米，满足整列车停放，中间是无法驾车横向穿越的，每次登机绕道到另外一侧非常不方便。

2 预留未来功能升级空间

铁路轨道吊通常按照 200 万循环寿命计算设计钢结构，在日常良好维护保养条件下，可以使用 20 多年甚至更久。新技术新方法在日新月异的快速发展，轨道吊总体布置时要适当考虑将来的技术升级改造。自动化将是一个必然趋势，要考虑设计能够满足将来升级改造的机械基本结构形式。

3 结语

在 2030 碳达峰 2060 碳中和的愿景下，节能减排是突出的主题，集装箱公转水和公转铁运输将是必然趋势。铁路轨道吊面临着非常大的发展机会，设计从业者更是要贡献自己的智慧，推动这一行业技术发展至新的高度，助力社会主义现代化强国加快建设。

参考文献：

[1] 苏顺虎. 中国铁路集装箱运输发展研究与实践 [M]. 北京：中国铁道出版社，2010.

作者简介：吴小平（1981.11-），男，汉族，江苏东台人，本科，工程师，研究方向：港口集装箱起重机创新设计。