

文章编号: 1674—8247(2023)04—0001—07

DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2023.04.001

动车段车间工艺设计方法研究

张正舟¹ 欧阳鹏¹ 韩永军² 侯小祥³

(1. 中国铁路经济规划研究院有限公司, 北京 100038;

2. 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 武汉 430063;

3. 中铁第一勘察设计院集团有限公司, 西安 730099)

摘 要: 动车段是承担动车组高级修的场所, 是保证动车组安全、高效运营的重要基础设施。动车组高级修工艺流程复杂, 合理的工艺设计是实现检修功能、提升能效的重要因素。本文研究了动车段车间工艺设计方法和流水线设计要点。首先以转向架检修车间为例进行分析, 探讨了转向架检修车间工艺流程, 随后按流水线设计程序深入分析, 重点研究了转向架检修车间平面布置, 系统阐述了转向架检修车间平面布置要点, 提出了车间平面布置的工位界限概念。研究成果对机辆检修设施建设具有较强的参考借鉴意义。

关键词: 动车组; 动车段; 高级修; 工艺; 车间

中图分类号: U279

文献标志码: A

A Study on Method for Workshop Process Design of EMU Depot

ZHANG Zhengzhou¹ OUYANG Peng¹ HAN Yongjun² HOU Xiaoxiang³

(1. China Railway Economic and Planning Research Institute, Beijing 100038, China;

2. China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan 430063, China;

3. China Railway First Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Xi'an 730099, China)

Abstract: The EMU depot is a place for advanced maintenance of EMUs and is an important infrastructure to ensure the safe and efficient operation of EMUs. The advanced maintenance process of EMUs is complex, and reasonable process design is an important factor in achieving maintenance functions and improving capacity and efficiency. This paper studied the method for workshop process design and the key points in assembly line design of EMU depot. Taking the bogie maintenance workshop as an example, the process flow of the bogie maintenance workshop was reviewed first, and then an in-depth analysis was conducted according to the assembly line design procedure, focusing on the layout of the bogie maintenance workshop. The key points of the layout of the bogie maintenance workshop were systematically expounded, and the concept of workstation boundaries for workshop layout was proposed. The findings have strong reference significance for the construction of rolling stock maintenance facilities.

Key words: EMU; EMU depot; advanced maintenance; process; workshop

随着我国高速铁路动车组的大量开行, 动车组配属数量及走行公里不断增加, 动车组三级、四级、五级

修(统称“高级修”)工作量大幅增加。动车组高级修技术要求高, 检修范围大, 对动车组运行安全极为重

收稿日期: 2023-05-08

作者简介: 张正舟(1963-), 男, 教授级高级工程师。

基金项目: 中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划课题(N2019J017)

引文格式: 张正舟, 欧阳鹏, 韩永军, 等. 动车段车间工艺设计方法研究[J]. 高速铁路技术, 2023, 14(4): 1-7.

ZHANG Zhengzhou, OUYANG Peng, HAN Yongjun, et al. A Study on Method for Workshop Process Design of EMU Depot[J]. High Speed Railway Technology, 2023, 14(4): 1-7.

要^[1-4]。动车段是承担动车组高级修的场所,是保证动车组安全、高效运营的重要基础设施,是高速铁路设计中较为独立的系统。动车段具有工艺流程复杂、设施装备多、占地面积大等特点,合理的工艺设计是实现检修功能、提升能力和效率的重要因素。

动车组高级修工艺是通过高级修工艺设计确定。高级修工艺设计包含工艺规程设计和工艺设备设计,是动车段工程建设项目设计(即工厂设计)的核心。

高级修工艺规程设计主要包括确定工艺流程、各工序采用的工艺设备及工时定额、操作细则等。工艺规程设计主要由高级修基地(含动车段)或其上级管理部门承担,工程设计人员参与其中部分工作。高级修工艺设备设计主要是按照工艺规程相关要求,在工程建设项目中确定高级修主要车间的生产纲领(即检修工作量)、建设规模、所有车间的工艺设备及布置,提出工艺设备运行、检修作业及办公生活等所需条件相应的工程设计要求(包括站场、房、水、电、暖、通要求等),确定工艺设备等相关投资。工艺设备设计主要由工程设计单位承担,动车段或其上级管理部门协助。

常规的铁路车辆检修工厂设计是按照完备的设计规范、在可充分借鉴既有工厂设计资料的基础上进行的,而高速铁路动车段检修工艺仍在不断探索改进,设计规范较简略。因此,动车段车间工艺设计应按工厂设计流程、从工艺规程设计成果开始正向设计。

本文研究动车段车间工艺的工艺设备设计方法,并以最为复杂的转向架检修车间工艺设计为例进行分析。

1 动车段车间工艺设计

动车组高级修检修方式包含拆、洗、检、修、装、调、试,且动车段的工作量和体量较大、新设备较多,设计人员需深入细致地熟悉车间工艺^[5-8]。

动车段高级修的车体、转向架检修以及过程复杂的部件检修均采用流水线作业。由于笨重的车体移位较为困难、配件检修工作量和检修时间不能严格固定,所以动车段内移动流水线和固定流水线并存、强制节拍与自由节拍同在,但大体上以移动流水线为主,因而可按移动流水线设计方法设计。

在高级修工艺规程设计确定了工艺流程、各工序采用的工艺设备及工时定额后,动车段车间工艺设计按以下流水线程序推进。

(1) 确定各车间检修工作量

车体检修量按高级修工作量折算出日检修量,转向架日检修量是车体检修量的2倍,其他部件检修量结合车体检修量和每辆车的部件数量确定。

(2) 确定车间流水线的节拍

流水线上移动的相邻两件(批)检修对象间的时间间隔称作节拍。其中,车体等流水线由于检修对象移动耗时费力,需减少移动次数,可利用工位无作业时段成批移动。因此,部分工序需合并,每道工序相应增加工时和工位。单件移动的流水线节拍 = 计算时段的工作时间/计算时段的产品数量,即前后相邻的两件产品产出时间的间隔;成批移动的流水线节奏 = 计算时段的工作时间/计算时段的产品批量,成批移动的流水线节拍 = 流水线节奏/每批移动检修对象的数量。其中,工作时间包括操作时间及辅助时间,简称“工时”。产品是工序产出的检修对象,即相邻工序间移动的检修对象。流水线节拍,通常分为强制节拍和自由节拍。高级修的转向架(含轮轴)检修流水线多数工序在节拍规定的时间内完成单件工作量,可按强制节拍流水线管理;单位时间内完成的工作量(即“生产率”,又称“工作效率”)有明确规定而单件检修时间可能不相同的检修流水线是自由节拍流水线。

(3) 工序同步化

流水线的节拍与各道工序的作业时间应大致相同或呈整数倍关系,否则需根据节拍调整工艺流程,即工序同步化。工序同步是流水线的必要条件,也是提高设备和工作效率、缩短检修停时的客观要求。工序同步化的措施是:分解或合并工序,调整某些工序的工时,使之与流水线节拍匹配,即其工时等于或接近流水线节拍的整数倍。提高工作效率的途径包括:优化设备选型、改善设备性能以提高设备效率,改进操作方法以减少辅助作业时间,提高工人工作熟练程度和效率。工序分解或合并是工序同步化的基本方法,工序分解是将1个工序按节拍细分,或先将1个或多个工序细分、然后按节拍重新组合,即先分解、后合并;工序合并是将设备、空间和环境等作业条件相同或相容的相邻工序合并为1个工序,其中,相互干扰较小的工序可平行作业、干扰较大的分时作业,平行作业有利于缩短车辆检修停时、减少工位数量,节省建设投资。

(4) 确定工位数量

根据作业量和工时定额分别确定每道工序的工位、设备及工人数量。其中,车体检修工位数量之和即为高级修设施的规模,各工位的工人数量则是后续

统计动车段定员、制定相关定员标准的原始数据。

(5) 确定检修对象移位方式

车体移位采用轨道运输并视需要辅以移车台或其他运输工具,其中,动车组分解前自走行,分解后、组装完成前采用可自走行的工艺转向架,车体检修库与油漆库之间采用移车台。分解前的转向架和分解后的轮对移位采用轨道运输,构架移位采用轨道转运车、汽车或其他运输工具。其它配件检修流水线采用传送带、起重机、叉车或其他运输工具移位。

(6) 流水线平面布置

首先按工艺需要确定各工序工位所占的长、宽、高等空间尺寸,然后布置流水线。

① 确定工位空间尺寸

空间尺寸取值一般有一个范围,包括标准值和满足基本要求的最小值,一般按标准值布置,必要时可预留后期工艺调整的空间;当少量工位导致流水线所占空间明显增加时,宜按最小值布置;当空间紧张而使流水线布置困难时,先选取工艺调整可能性较小的工位按最小空间布置,然后布置其他工位;工件所占空间较小的流水线(如轮轴流水线)和自由节拍流水线,工序之间可按需停放待修、修竣工件,工件数量=前后工序可能的作业时间差/节拍,结果按需取整。

② 流水线布置

流水线布置应做到流水线上每个工作场地(包含工位、台位、列位)按照工艺流程顺序布置,工件在工序间单向移动、运输路线便捷,避免原路折返和干扰交叉,相关流水线间合理衔接,有效利用房屋及用地面积,尽量不产生虚靡空间,便于工人操作、辅助作业(如物料运输)和设备维修。同一工序的多个工位一般并列布置,作业时序相同或相互影响较小(如工件可利用起重机分别移位)的多个工位可串行布置。

流水线设计一般按上述程序进行,但在结合动车段设计经验、确定相关标准后,部分工作可相应简化。

2 转向架检修车间工艺流程

动车组三级、四级、五级修均包括转向架构架和轮轴检修。四级、五级修的转向架检修工艺相同,三级修的转向架检修工艺在四级、五级修的基础上有所简化。结合实例分析转向架检修工艺流程及平面布置^[9-11]。具体工艺流程及数据如表1所示。

3 转向架检修车间工艺设计

转向架检修车间采用流水线作业,并按上述流水线设计。

3.1 转向架检修车间流水线设计

转向架检修流水线的少数工序汇集多个构架或轮对集中作业,作业效率与流水线节拍匹配,需要较大场地缓存构架和轮对;还有少数工序有多个工位,单件作业时间不固定,总作业效率与节拍匹配;此外的大多数工序按节拍进行。因此,转向架检修可按强制节拍流水线设计。转向架检修流水线包含构架流水线、轮轴流水线及其他多条流水线。构架流水线和轮轴流水线如图1所示。

(1) 确定转向架维修工作量

动车组高级修转向架检修工作量是车体检修工作量的2倍,动车运用所更换转向架相应的转向架检修工作量按需确定,两者之和即为动车段转向架车间的转向架检修工作量。表1所示的工位时间和工位数对应的日检修量为12个。

(2) 确定流水线节拍

从流水线的角度,节拍是指流水线上相邻两件产品出产时间的间隔,即单工位的工序生产1件产品的工时。从数学计算的角度,流水线节拍=日工时/日产量。表1和图1对应的转向架检修流水线节拍为40 min,轮轴检修流水线节拍为20 min。

(3) 工序同步化

工序同步化措施一般包括提高生产率、分解或合并工序。提高生产率的途径包括:优化设备选型、改善设备性能以提高设备效率,改进操作方法以减少辅助作业时间,提高工人工作熟练程度和效率;表1所示工序作业内容相对单一,分解或合并的空间不大,只有少量工位时间较长的工序可分段作业、每一段的作业时间与节拍相近;少量工位时间小于节拍的工序的工人可兼顾其他工序的作业,如工序10、工序11。工序7构架清洗的工位时间140 min,通过设备改造,将构架清洗分3段作业,每台设备含3个工位,工位平均作业时间略大于节拍,可通过上述途径提高生产率,避免增设备。

(4) 确定工位数量

表1的工位数量等于工位时间/节拍,也等于单位时间的产量 \times 单件产品所耗工位时间 \times 不平衡系数,因为为强制节拍流水线,不平衡系数一般为1。图1的构架检修流水线可看作2条,无论是看作1条还是2条,同一工序的工位数量是相同的。

表1的部分工序可根据如下需要增加工位:

①无专用固定设备,作业时间弹性较大,为较好地适应流水线节拍而增加工位,如工序4。

②工位数量本来少于其前后工序,但轨道线路不

表 1 转向架(轮轴)检修工艺流程表

序号	工序名称	工位时间/ (个·min/件)	工位数量/个	主要设备	备注
1	转向架鉴定	—	—	—	多个转向架集中鉴定,不按流水线节拍
2	转向架交接	—	—	—	多个转向架集中交接,不按流水线节拍
3	信息录入	20	1	信息采集设备	—
4	转向架分解1	45	2	起重机、搬运设备	无专用固定设备,作业时间弹性较大,可增加工位
5	转向架分解2	40	2	起重机、搬运设备、加压分解设备	无专用固定设备,作业时间弹性较大,可增加工位
6	构架轮对分离	40	2	起重机、构架转运设备	无专用固定设备,作业时间弹性较大,可增加工位
7	构架清洗	140	6	构架清洗设备	每台设备含3个工位,分3段作业。应提高效率以减少设备
8	构架部件拆卸	120	4	手持工具	手工作业,为与前后工序衔接而增加1个工位(以下简称“工序衔接工位”),可分两步作业以免前后工位相互影响
9	构架打磨(正向)	60	2	构架打磨设备	作业人员兼顾工序10、工序11
10	构架翻转	10	2	构架翻转架	非昂贵设备,工序衔接工位
11	构架打磨(反向)	60	2	构架打磨设备	非昂贵设备,工序衔接工位
12	构架探伤(反向)	30	2	手持式探伤机	工序衔接工位,兼顾工序13、工序14
13	构架翻转	10	2	构架翻转架	非昂贵设备,工序衔接工位
14	构架探伤(正向)	30	2	手持式探伤机	非昂贵设备,工序衔接工位
15	构架三维测量	35	2	三坐标测量仪	非昂贵设备,工序衔接工位
16	构架补焊	60	2	构架补焊设备	作业时间弹性较大,工位前方设转盘,以便调剂作业
17	构架气密性试验	20	2	气密试验台	非昂贵设备,工序衔接工位
18	构架机械检修	90	4	—	无专用固定设备,作业时间弹性较大,可增加工位
19	构架补漆	330	8	油漆设备	补漆工序分油漆、烘干两步作业。工位多,尽量不按单线、串行布置以免前后相互影响
20	构架电气检修	80	2	—	—
21	构架部件组挂	240	6	起重、搬运设备	工位多,单线串行布置,可利用起重机吊运需移位而被堵塞的构架以腾出空位
22	构架交检交验	30	2	—	多个构架集中作业,不按流水线节拍
23	构架轮对组装	75	2	构架轮对组装工位	—
24	转向架尺寸测量	45	2	尺寸测量升降台	非昂贵设备,工序衔接工位
25	转向架配件组装 (含电气)	60	2	转向架升降台	—
26	转向架制动试验	75	2	制动测试设备	—
27	转向架电气测量	30	2	—	无专用固定设备,工序衔接工位
28	转向架静载试验	60	2	转向架静载试验台	—
29	转向架标记	15	2	—	无专用固定设备,工序衔接工位
30	转向架交检交验	40	2	—	多个转向架集中作业,不按流水线节拍
31	轴箱体拆卸	20	1	起重机、轴端螺母拆解机	轮轴检修流水线,节拍为20 min,检修24条/d轮轴
32	轮对清洗	40	2	轮对清洗设备	多台设备,不单线、串行布置,以免前后工位作业不同步而相互影响
33	轮对尺寸录入	20	1	轮对尺寸测量机	—
34	制动盘扭矩校核	20	1	—	—
35	轮对镟修	45	4	车轮车床	重要设备,安装、运转、维修要求较高,可预留工位并配套缓存线路
36	轮辋轮辐探伤	30	2	轮辋轮辐探伤设备	—
37	齿轮箱油洗	60	3	齿轮箱油洗机	油洗15件/d
38	齿轮探伤	45	1	大齿轮探伤机(暗室)	探伤8件/d,探伤完成回到工序37油洗后进入下一道工序
39	轴承、联轴节拆卸	20	1	轴承退卸机	—
40	轮对脱漆	30	2	轮对脱漆间	—
41	轮对磁粉探伤	15	1	轮对磁粉探伤机	—
42	轮对磁粉吹扫	10	1	—	—
43	轴径测量	15	2	轴承尺寸选配系统	非昂贵设备,工序衔接工位,并减少转轮装置及其所占空间
44	轴承压装	30	2	轴承压装机	—
45	联轴节压装, 轴箱组装	45	2	联轴节压装机(移动)	需提高作业效率
46	轴端螺母拧紧	20	2	轴端螺母拧紧机	非昂贵设备,工序衔接工位,并减少转轮装置及其所占空间
47	轮轴交检交验	15	2	—	无专用固定设备,增加工位以便与前后工序衔接并减少转轮装置及其所占空间

注:1. 工位时间指1个工位(台位)每检修完成1件产品所需的时间;
2. 工序1~工序30组成转向架检修流水线,节拍为40 min,此处按检修12个/d转向架计算工位数量;
3. 工序31~工序47组成轮轴检修流水线,节拍为20 min,此处按检修24条/d轮轴计算工位数量

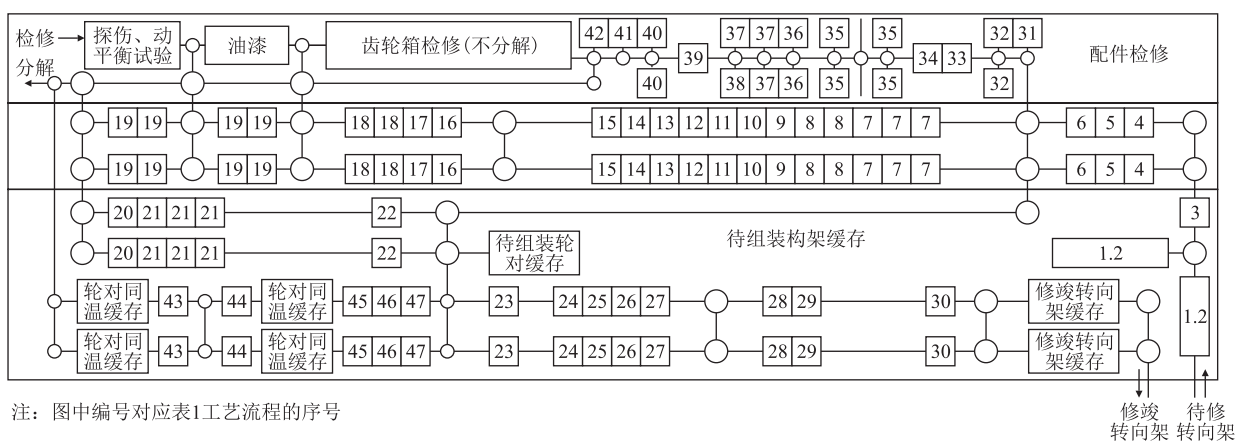


图1 转向架检修流水线布置示意图

适应工位减少,因为线路变化导致转向架转盘、转轮装置、轨道和空间的增加而增加工位之后不增设设备或增设设备的代价较小,因此增加工位数量,如工序8。

③工位时间较短,需多个工位集中作业以减少定员,因而增加工件缓存位,如工序22、工序30。

④采用车轮车床等重大设备,其安装、运转、维修要求较高且不可替代,可能存在作业不均衡的情况,可按需预留或增加工位。

⑤工位时间略大于节拍,因具备提高生产率的潜力而不增加工位,如工序7。

(5) 转向架移位方式

转向架和轮对通过轨道线路移位。构架移位采用构架转运车,构架转运车在首尾连通的轨道线路上循环往复;轨道线路首尾不连通时,转运车可通过汽车及其他运输工具循环运转。

3.2 转向架检修车间平面布置实例分析

确定工艺设备及操作细则后,车间平面布置按上述流水线布置,首先确定每个工位的长、宽、高等空间尺寸,然后按工艺流程布置轨道线路和设备,生成流水线平面布置图,即车间设备平面布置图^[12-14]。

(1) 确定工位尺寸

构架检修工位尺寸主要按构架和设备尺寸、作业空间等确定。构架工位按1个构架及其四周的作业空间确定,约为 $7\text{ m} \times 5\text{ m}$ 。

轮轴检修工位尺寸确定方法类似,轮轴工位尺寸按3条轮轴及其四周的作业空间确定,约为 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 。其中,2条轮轴空间用于停放待修和修竣轮对,确保前后工位协调作业,避免干扰。待修或修竣轮轴数量按前后工序可能的作业时间差/节拍确定,如前后工序的作业时间差大于1个节拍,则需增加工位。因此,

工位尺寸应适应分别停放1条待修、修竣轮轴,即可克服时间差。

对于设备尺寸和作业空间较大的工位,应按实际需要确定工位尺寸。集中作业和作业时间弹性较大的工位可适当增加构架或轮轴缓存线路。

(2) 转向架检修车间平面布置

与车体检修车间类似,转向架检修车间平面布置也是围绕轨道线路进行布置,不同的是转向架检修的固定设备较多,车间平面布置较复杂。按照表1所示的工艺流程,结合实例分析转向架检修车间平面布置,图1中每个工位以方框或圆表示。

①确定线间距及线路与侧墙的间距,房屋宽度随之确定。线间距按工位宽度、人员或材料配件运输通道宽度($0.8 \sim 2.0\text{ m}$)和建筑模数等确定。线间及线路与侧墙之间设纵向人行通道,库内设1条纵向材料配件运输通道,并按需设置横向通道。靠墙布置的设备与墙之间可不设通道,但大型设备基础与设备维修可能影响设备与墙的间距、进而影响线间距。轨道线路长度是按工位长度和横向通道宽度等确定的派生数据,而非平面布置之前确定的原始数据。

②工序1、工序2集中鉴定、交接转向架,工序22构架集中交验,需考虑转向架(或构架)缓存线路,如修竣转向架转运未遵循流水线节拍、不能及时运走也需缓存,缓存数量按日检修量确定。工序44、工序45压装的配件需保持相同温度,因此需集中同温缓存,缓存数量满足日压装轮轴的需要。

③工序6、工序7间的转盘兼顾待修轮轴和转向架转运车转向,构架流水线节拍为 40 min ,而每个转向架相应的转向时间较短。因此,轮轴和转运车的转向设备可合并设置。

④工序16的作业时间弹性较大,工位前方设转

盘,便于工序15检修完成的构架及时进入工序16的2个工位的空位。

⑤转向架检修库较长,工序18和工序19间设横向通道。

⑥工序19补漆工序分油漆、烘干两步作业。工位较多,尽量不接单线、串行布置,以免前后工位相互影响。此外,油漆工位消防等要求较高且影响环境,宜集中或靠近布置。

⑦工序21可利用起重机吊运需移位而被堵塞的构架,以腾出空位,且其工位可延伸至工序22的缓存线路。工序21工位可单线、串行布置。

⑧为使四级、五级修的构架和轮轴的检修时间同步,设置待组装构架缓存线路(兼顾转运车走行)和空间,相当于增设构架检修工位、延长构架检修时间。缓存构架的数量按实际需要确定。替代缓存的方案为增加备用轮轴,但增配上百条备用轮轴成本较高,且转向架检修时间短于部分部件,因此采用可行且节省成本的缓存构架方式。

⑨轮轴检修流水线为节约空间,仅少量含单台设备且适合轮对通过作业的工序(33、34、39)居中置于流水线上,其他靠边布置,虽不影响流水线上轮对走行,但轮对从走行线到工位需经过转轮装置、辅助时间略有增加。其中,工序41、工序42虽为单台设备,但工位时间小于节拍,可增加辅助时间,为节约空间、避免影响流水线上轮对通过而靠边布置。

⑩因为纵向通道,轮轴检修库多个工位之间拉开空档。

⑪工序35的车轮车床体量大,工位所占空间适当加大。

⑫为匹配构架流水线长度,工序42之后设置轮轴走行线。多条流水线相互衔接时,应优选流水线组合方案,尽量减少过渡设施,为此,工序19的走行线与轮轴走行线合并布置。

⑬工序19、工序20左侧的2条走行线未合并,因为轮轴走行线兼作缓存线并与构架分开。

⑭工序47之后设置待组装轮轴缓存线,以便选配轮轴。

⑮齿轮箱等配件检修设施按实际需要配置。

⑯转向架检修流水线适合待修转向架和修竣转向架出入口靠近、库长较短的总平面布置。转向架检修流水线也可按照工艺流程呈直线布置,转向架出入口相距400 m,适合拉长布置。转向架检修流水线应按高级修工艺的需要并结合总平面布置,比选优化流水线方案。

3.3 转向架检修车间平面布置要点

综合以上分析提出转向架检修车间平面布置要点,其他车间平面布置可参照。

(1)转向架检修车间平面布置依据转向架检修工艺流程进行,主要为轨道线路和设备布置。轨道线路与转向架检修流水线相对应,因而有时以流水线指代轨道线路。

(2)树立工位界限的概念。通常的设备平面布置,没有工位尺寸的概念,一般按设备轮廓和轨道线路等约束条件布置,随意性较为明显。采用工位尺寸,按其设备尺寸、工件和作业空间(包含操作空间、设备运转和维修的延伸空间、材料配件堆放空间)等确定工位布置所需的空間,参考设备轮廓、以简化的折线或圆弧表示,简称“工位界限”。流水线上的一般工位采用统一的方形或圆形工位界限,少量特殊工位按需放大或缩小工位界限。平面布置时,相邻工位的工位界限一般无缝衔接,其间有通道时,留出通道宽度。树立工位界限的概念,平面布置可较为准确地确定设备位置及其相关间距,可有效压缩厂房虚糜空间,也可为车间平面布置CAD软件自动处理算法提供有利条件。建立CAD的设备块时,可设置工位界限层,便于普通CAD平台上的设备布置。

(3)结合动车段总平面布置确定转向架检修流水线的起点和终点。图1所示起点和终点靠近布置,也可拉开布置,以适应不同的总平面布置需求。

(4)工位可直接放在流水线上,如工序33,也可放在流水线的侧边,如工序31、工序32。放在流水线上,工件可快速就位并减少转轮装置及其所占空间,前提是工序的工时较稳定且符合节拍;放在流水线侧边,利于防止工时不稳定的工序阻挡工件移动,确保流水线顺利流动,但工序辅助时间和转轮装置增加。构架流水线的转盘体量较大,为减少转盘及其所占空间,图1的构架检修工位直接放在流水线上,为减少工时不稳定工序的不利影响,可在少量工序间增设转盘,如工序15、工序16之间,也可增设旁通线以防阻塞,如工序19利用轮轴走行线兼作其旁通线。构架检修流水线从2条过渡到1条时,转盘可按三角形布置。

(5)工件成批移动的流水线,多工序的工位可串行布置,布置数量不大于每批移动的工件数量。反之,工件非成批(单件)移动的流水线,作业内容相同、工件在同一轨道上顺次移动的工位,如工序32、工序35,不宜串行布置,如需串行布置时,可将工序分解、使串行布置的工位作业内容不同,如工序7、工序19。

(6)室内多条流水线相互衔接时,应优选流水线

组合方案,尽量减少仅用于流水线衔接的过渡设施及空间,如工序42与工序19间的轮轴走行线。

4 结束语

动车组高级修工艺流程复杂,合理的工艺设计是实现检修功能、提升能效的重要因素。本文研究了动车段车间工艺设计方法和流水线设计要点。首先以转向架检修车间为例进行分析,探讨了转向架检修车间工艺流程,随后按流水线设计程序深入分析,重点研究了转向架检修车间平面布置,阐述了转向架检修车间平面布置要点,提出了车间平面布置的工位界限概念。研究成果对机辆检修设施设计具有较强的参考借鉴意义。

参考文献:

- [1] TB 10621—2014 高速铁路设计规范[S].
TB 10621—2014 Code for Design of High Speed Railway[S].
- [2] TB 10028—2016 铁路动车组设备设计规范[S].
TB 10028—2016 Code for Design of Electric Multiple Unit Facility[S].
- [3] 钱铭. 我国铁路机车车辆修程修制改革初探[J]. 中国铁路, 2019(10): 1—5.
QIAN Ming. Study on the Reform of Maintenance System and Cycle for China's Railway Locomotive & Car[J]. China Railway, 2019(10): 1—5.
- [4] 韦皓. 中国高速动车组运用检修状况与发展[J]. 铁道机车车辆, 2017, 37(5): 64—67.
WEI Hao. Development and State of Operation and Maintenance for China High-speed Trains[J]. Railway Locomotive & Car, 2017, 37(5): 64—67.
- [5] 欧阳鹏. 北京动车段CRH2型动车组转向架检修间工艺设计[J]. 铁道标准设计, 2018, 62(5): 180—183.
OUYANG Peng. Process Design of Bogie Inspection and Repair Workshop of CRH2 EMUs in Beijing EMU Depot[J]. Railway Standard Design, 2018, 62(5): 180—183.
- [6] 欧阳鹏. 北京动车段转向架检修间扩能改造工艺设计研究[J]. 铁道勘察, 2021, 47(3): 146—151.
OUYANG Peng. Research on the Capacity Expansion of the Bogie Maintenance Workshop in Beijing EMU Depot[J]. Railway Investigation and Surveying, 2021, 47(3): 146—151.
- [7] 高静涛, 宫涛, 欧阳鹏, 等. 动车组高级修检修能力分析研究[J]. 高速铁路技术, 2021, 12(3): 47—52.
GAO Jingtao, GONG Tao, OUYANG Peng, et al. Analysis and Study on the Maintenance Capacity for EMU's Senior Maintenance[J]. High Speed Railway Technology, 2021, 12(3): 47—52.
- [8] 欧阳鹏, 王炜. 北京动车段高级修扩建工程工艺设计研究[J]. 铁道机车车辆, 2022, 42(2): 147—153.
OUYANG Peng, WANG Wei. Research on Process Design of High Level Maintenance Facilities Expansion in Beijing EMU Depot[J]. Railway Locomotive & Car, 2022, 42(2): 147—153.
- [9] 丰雪霁. 动车组运用检修的修程修制优化与实践[D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2018.
FENG Xuefei. Optimization and Practice for Repair Class and Repair System of EMU Maintenance Work[D]. Beijing: China Academy of Railway Sciences, 2018.
- [10] 于永兴. 石武客运专线郑州东动车运用所总图优化研究[J]. 铁道标准设计, 2010, 54(9): 25—27.
YU Yongxing. Study on Optimization of Zhengzhou East Motor Vehicle Application General Plan for Shijiazhuang-Wuhan Passenger Dedicated Line[J]. Railway Standard Design, 2010, 54(9): 25—27.
- [11] 朱丽蓉, 王利锋. 南宁动车运用所优化设计[J]. 中国铁路, 2012(8): 37—39.
ZHU Lirong, WANG Lifeng. Optimal Design of Nanning Motor Vehicle Application[J]. Chinese Railways, 2012(8): 37—39.
- [12] 王利军, 王利锋, 张雄. 中国高速铁路动车段及运用所设计技术发展[J]. 高速铁路技术, 2020, 11(4): 36—42.
WANG Lijun, WANG Lifeng, ZHANG Xiong. Study on Design Technology Development of EMU Depot and Workshop of China's High-speed Railway[J]. High Speed Railway Technology, 2020, 11(4): 36—42.
- [13] 王春辉. 徐州东动车运用所总平面布置方案优化设计[J]. 铁道建筑技术, 2018(1): 29—31, 86.
WANG Chunhui. Optimized Design on General Layout Plan of Electric Multiple Units Depots in East Xuzhou[J]. Railway Construction Technology, 2018(1): 29—31, 86.
- [14] 骆燕, 王利锋. 成都动车段总平面布置设计[J]. 铁道标准设计, 2012, 56(3): 99—101.
LUO Yan, WANG Lifeng. Design for General Plan of Chengdu Electric Multiple Unit Depot[J]. Railway Standard Design, 2012, 56(3): 99—101.