

文章编号: 1005—0523(2002)02—0030—04

内燃机车实行不等距修理周期的探讨

张会明, 洪家娣, 许 玢

(华东交通大学 机电工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 用详实的数据分析了等间距修理周期的弊端, 提出了确定修理周期时应考虑的因素, 探讨了实行不等距修理周期的必要性和必备条件.

关 键 词: 内燃机车; 间距; 修理; 周期

中图分类号: U270 **文献标识码:** A

内燃机车是我国铁路运输的主要动力装置之一, 它与其它机械设备一样, 在运行中由于载荷、振动、环境等因素的影响, 会逐渐出现磨损、腐蚀、疲劳甚至破裂等现象, 使机车丧失或部分丧失功能, 检修则是恢复其功能的有效措施之一, 而检修制度的核心问题之一是修理周期, 它实际上是一个寻求安全运行时间与停车检修时间之间的最佳比例, 它关系到机车的可靠性与运行成本, 因而一直是各级领导和广大科技人员、检修员工十分关注的课题之一.

1 现行的检修制度

在目前机车诊断装置尚不完善、普及的情况下, 我国与世界上先进工业化国家的机车检修制度大体相同, 为计划预修制, 其主要特征为各次检修的时间间隔是由行车路程来确定, 并且相等. 机车的修程分为大修、中修、小修和辅修, 大修由机车厂承担, 其任务为恢复机车的基本性能, 中修、小修、辅修由机务段承担, 中修的任务是恢复机车的主要性能, 小修则是有针对性地恢复机车运行的可靠性, 辅修为检查保养.

计划预修制的理论基础是描述机车故障发生规律的浴盆曲线和描述零件磨损规律的磨损特性曲线,

这种检修制度为我国的铁路事业作出了巨大的贡献, 但也存在明显的弊端, 这种以等间距修理周期为主要内容的检修制度, 要么会造成修理不足, 确保不了机车的可靠性, 要么造成修理过剩, 造成不必要的浪费, 表 1、表 2 分别为某机务段 2001 年 1—5 月, 2000 年度中修时主要部件的故障情况, 由表 1、表 2 可见活塞组中活塞环槽磨损超限, 气缸盖中过桥裂纹、座圈到限, 连杆组中小端铜套裂纹、破损等故障模式的故障率较高, 因而应该在制造、材质、检修工艺上把好质量关, 只有降低了它们的故障率, 才能降低整机的故障率, 同时, 也可以看出, 某些部件修理不足, 某些部件又存在着修理过剩现象.

表 3 为某机务段 2001 年 1 月至 5 月机破事故检修情况, 由表 3 可见, 在 8 起机破事故中, 活塞疲劳损坏为 4 起占 50%, 该机务段在此期间还落修活塞连杆组 20 件, 见表 4. 在 9 起落修中, 共落修活塞连杆组 20 件, 其中活塞疲劳断裂 10 个, 占 50%, 表 3、表 4 是由于部分机车存在着修理不足造成的, 影响了机车的正常运行.

2 机车故障

为研究机车的检修周期, 首先必须弄清楚机车故障规律和机车故障类型.

收稿日期: 2001—12—19

基金项目: 铁道部科技基金项目(J99Z188)

作者简介: 张会明(1944—)男, 江西吉安人, 华东交大教授.

表 1 2001 年 1—5 月某机务段中修时机车主要部件故障情况(中修台数 39 台)

部件	故障部件数	件数	故障模式	故障概率	备注
活塞组	183	11	活塞裂纹	平均为 29.3%，一次中修后为 21%，二次中修为 35.1%	活塞环槽磨损超限 故障率达 29.2%
		182	活塞环磨损超限		
		7	活塞肖裂纹		
连杆组	101	89	小端铜套裂纹破损	平均为 16.2%，一次中修后为 14.2%，二次中修后为 18.9%	小端铜套裂纹, 破损 故障率达 12.7%
		22	连杆裂纹		
气缸盖	143	143	过桥裂纹座圈到限	平均为 22.9%，一次中修后为 25.2%，二次中修后 20.3%	过桥裂纹座圈到限 故障率达 25.4%
		8	水腔裂纹		
		6	其它		
机体	2	4	机体安装座及主轴承盖裂	5.1%	
		1	体孔变形, 园度、园锥度、同轴度超限		
		3	主轴承盖侧隙超限		

表 2 2000 年某机务段机车中修时主要部件的故障情况(中修台数为 86 台)

部件	故障部件数	件数	故障模式	故障概率	备注
活塞组	463	42	活塞裂纹	3.6%	活塞环槽磨损超限 故障率达 31.9%
		439	活塞环磨损超限		
		18	活塞肖裂纹		
连杆组	332	293	小端铜套裂纹破损	24.1%	小端铜套裂纹, 破 损故障率达 21.3%
		84	连杆裂纹		
		71	连杆盖细样接触面拉伤		
气缸盖	437	437	过桥裂纹座圈到限	31.8%	过桥裂纹座圈到限 故障率达 31.8%
		33	水腔裂纹		
		8	其它		
机体	7	7	机体安装座及主轴承盖裂	8.1%	
		2	体孔变形, 园度、园锥度、同轴度超限		
		2	主轴承盖侧隙超限		

表 3 2001 年 1 月至 5 月某机务段机破情况(机破 8 件)

日期	机车号	走行公里	故障模式	故障机理
1.11	1297	5F 后 2211	供油拉杆断裂	操作不当
3.14	0427	Z 后 152816	主机道进口法兰垫破	材质差
3.22	7257	2F 后 19480	高温水泵传动齿轮键切断	键与槽间隙大
4.15	1133	Z 后 163895	15 缸活塞断裂	疲劳损坏
3.18	9121	Z 后 123990	6 缸断裂	疲劳损坏
5.13	9050	41 万	9 缸活塞碎	疲劳损坏
5.22	9082	Z 后 54819	低温温控伐体裂纹	材质差
5.23	3341	Z 后 173444	活塞断裂	疲劳损坏

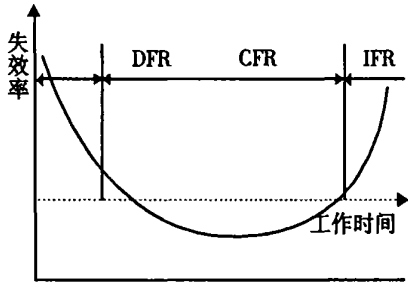


图 1 机车失效率曲线

2.1 故障发生规律

机车的故障率与工作时间的关系, 可用图 1 曲线表示, 该曲线的形状与浴盆的剖面相似, 因而又称为浴盆曲线, 它由三段组成, 代表着机车故障发生发展的三个阶段。

早期失效期(DFR)·早期失效期出现在机车投入使用的初期, 其特点是开始时失效率较高, 随着

运行时间的增加, 失效率将较快地下降, 呈递减型, 这期间的故障主要是由于设计、制造中的缺陷和误差造成的。

偶然失效期(CFR)·机车投入正常使用后, 失效率会大体趋于稳定状态并降至最低, 且能在相当长一段时间内大致维持不变, 呈恒定型, 这期间发生的故障是偶然的或随机的。

表 4 2001 年 1 月—5 月某机务段落修活塞连杆组情况

日期	机车号	行走公里	故障模式	故障机理
1.5	7355	2F 后 3850	6、14 缸活塞破损	14 缸气缸掉头
2.15	7259	3X	落修 6、14 缸活塞	14 缸连杆上瓦碾片
4.9	1133	Z 后 17.4 万	15 缸活塞断裂	活塞疲劳断裂
4.27	3344	1X	落修 5.6.13.14 缸活塞	13 缸活塞顶紧固螺栓疲劳断裂
5.11	1133	Z 后 18.2 万	4 缸连杆弯曲	4 缸水腔裂,造成水锤
5.13	9050	Z 后 10.8 万	9 缸活塞碎	活塞裙部疲劳断裂
5.18	9121	Z 后 12 万	6 缸活塞碎	活塞裙部疲劳断裂
5.22	3193	Z 后 25.2 万	4 缸活塞碎	活塞裙部疲劳断裂
5.23	3341	Z 后 17 万	13 缸活塞碎	活塞裙部疲劳断裂

耗损失效期(IFR).它发生在机车(或大型配件)使用的后期,其特点是失效率随工作时间的增加而上升,呈递增型,是由于机车(或大型配件)的某些零件已过度磨损、疲劳、老化.检修的任务,就是遵循机车故障发生的规律,按照“修养并重,预防为主”的方针.在偶然失效期内,须及时恢复零件(配件)的性能,在耗损失效期内,则应及时更换已过度老化、疲劳的零件(配件),减少机破事故和临修,而要做到这二个“及时”,就必须确定适当的检修周期.

2.2 机车故障分类

按故障发生的时期,可分为早期故障、偶然故障和耗损故障,它们分别对应着失效发生的三个不同阶段.

按故障程度,可分为功能故障和参数故障.所谓功能故障是指由于某个零件(配件)出现故障使整台机车不能运行,例如,气缸盖破裂,活塞断裂等都属于此类故障.参数故障是指由于某个零件的磨损超限等导致机车的性能下降、运行效率降低,例如气缸套磨损超限造成燃油,机油消耗量增大,气缸压力下降,使机车性能下降,运行成本上升等.

按故障的时间特性,可分为渐发性故障(磨损故障)、突发性故障和复合性故障.渐发性故障是由于零件正常磨损超限而出现的故障,这种故障发生的概率与零件的工作时间有关,工作时间越长,发生故障的概率越高,内燃机车的机械方面的故障,大都属于此类故障.突发性故障是由于机车超负载、操作不当或检修不良等原因引起的,发生故障的概率与使用时间无关,故障的发生往往是随机的,各种中修返修、临修等多数属于此类故障.而复合性故障包括了上述二种故障的特性,这种故障的发生时间是随机的,但零件的磨损是随时间而增加,其工作能力是随时间而下降的,机破事故多属于此类故障.

3 不等距修理周期

3.1 研究修理周期时应考虑的因素

1) 机车安全的重要性 内燃机车一旦发生故障会造成巨大的损失,甚至会出现灾难性的后果,因而对机车安全性的要求是很高的,在研究修理周期时,必须将机车的可靠性放在第一位.

2) 机车技术状态的分散性 由于制造、使用、材质等诸多因素的影响,使机车的实际技术状态有较大的差异.

3) 机车运行条件的差异性 机车运行的环境条件和道路条件的不同,必然会造成修理周期的不同.

4) 机车修理周期的递减性 由于材料疲劳因素的影响,对同一台机车而言,下一次检修周期应短于上一次检修周期,随着修理次数的增加,修理周期呈现递减性,从表 1 可以看出,二次中修后的故障率明显高于一次中修后的故障率.

3.2 实行不等距修理周期的必要性

所谓不等距修理周期是指机车(或大型部件)的修理周期是按机车(或大型部件)的实际综合技术状态来决定,各次检修的时间间隔是不相同的.

检修制度的目标是逐步过渡到完全状态修(或称为视情维修),由于完全状态修需要以完备的诊断手段作为技术支持,到目前为止,这种手段还远不够完善,在这种背景条件下,我们认为,从目前的计划预修制度过渡到完全状态修制,要分三步走,逐步到位:

1) 将计划预修制的等间距修理周期改为按机车综合技术状态的不等距修理周期(或称为弹性修理周期).

2) 在有条件的局段推行状态计划修制,即根据某台机车或大型部件实际运用中的情况,凭借一定的状态监测手段检测后,确定其技术状况,安排计

划,进行整车维修或换件修.

3) 逐步过渡到完全状态修.

因而不等距修理周期是在目前的条件下,对计划预修制的完善和补充,也能为过渡到完全状态修制创造条件.

3.3 实行不等距修理周期必须具备的条件.

1) 必须建立机车(或大型配件)的综合技术考核体系,该指标体系应包括如下 3 个方面:

①. 运行条件:包括货运、客运、运行的环境条件(平均海拔高度、平均环境温度和温差、空气质量等)、道路条件(坡度、坡长、弯道情况等). ②. 技术状况:包括运行公里数、累计公里数、前一次大修后的中修数,累计中修数、累计大修数等. ③. 生产条件:包括主要配件的技术状态、主要配件的修复水平(性能恢复程度)、管理水平、操作技能等.

给各项指标配以适宜权重,就能得出机车的综合技术状态,作为确定机车检修周期的依据. 有关机车综合技术状态的考核体系,作者将另文论述.

2) 建立机车和主要配件的技术档案和检修卡,并且卡随机走.

3) 建立和完善检修信息网查询系统,这样可以随时从网上查询某台机车(配件)的技术资料和修理情况.

4 预期效果

实践初步表明,按机车实际综合技术状态实行不等距修理周期,可以收到如下效果:

1) 向减少“修理过剩”和“修理不足”迈出了一大步,既有利于节省人力财力,降低机车的运行和维修成本,又有利于在保证机车可靠性的前提下,最大限度地每个零部件的寿命用足. 2) 有利于克服过去那种“检修人员疲于奔命,线上又无机车运用,机车质量下降,处于那种机车越紧张越修,越修越坏,越坏越修的状态”能使机车安全运行的里程增长,检修时间合适. 3) 有利于管理制度的规范化,有利于先进技术的推广、应用.

5 结 论

1) 检修周期是检修制度的核心问题之一,应以可靠性为中心,做到安全运行、适时修理.

2) 计划预修制的等间距修理周期存在着某些弊端,在当前条件下,不等距修理周期是对它的补充和完善.

3) 实行不等距修理周期应以机车综合技术状态为基础,加强和规范管理.

参考文献:

[1] 曹振生, 郑金城, 方子帆. 从机械零件磨损特性谈设备维修制[J]. 中国设备工程, 2001, 9.
[2] 张声忠. 机车维修体制改革及维修管理的探讨[J]. 内燃机车, 2001, 2.
[3] 马春亭. 对内燃机车检修制度及延长修理公里的分析[J]. 内燃机车, 2001, 5.
[4] 刘惟信. 机械可靠性设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996.

An Investigation on Performing No-equidistance Repair Cycle on Diesel Locomotives

ZHANG Hui-ming, HONG Jia-di, XU Fen

(School of Mechanical Eng., East China Jiaotong Uni., Nanchang 330013, China)

Abstract: In this paper, the various disadvantages of equidistance repair cycle are analyzed with detailed and accurate evidences. The factors deserving serious considerations were pointed out when determining repair cycle. And the necessity and essential conditions of performing no-equidistance repair cycle are investigated.

Key words: diesel locomotives; distance; repair; cycle