

文章编号: 1005-8451 (2015) 10-0006-05

三点检查技术对区间占用情况的分析研究

陈 欣

(西南交通大学 信息科学与技术学院, 成都 611756)

摘要: 随着列车运行速度的大幅提高, 当轨道电路发生故障时, 若列控中心不能及时做出判断并处理, 可能会使低频码序和信号机显示错误升级, 从而危害行车安全。本文将联锁中“三点检查”的方法运用到区间分路状态的分析与判断中, 在区间自动闭塞中引入“行车区间”的概念, 从而尽可能的判断轨道电路区段分路故障。并结合相关措施进行防护, 避免事故发生, 保障行车安全。

关键词: 三点检查; 行车区间; 轨道电路故障

中图分类号: U284.43 : TP39 **文献标识码:** A

Three section inspection technique to section occupancy

CHEN Xin

(School of Information Science & Technology, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, China)

Abstract: With the increase of train speed, and the CTCS Center couldn't judge and treat it in time, it might cause the mistake of low frequency code sequence and signal display upgrade, thereby damaged the traffic safety. This paper took the interlock method of "The Three Section Inspection" into the analysis and judgment of section shunt state, led the concept of running interval in automatic blocking, judged the track circuit section failure as much as possible, combined with the relevant measures for the protection to avoid accident and ensure traffic safety.

Key words: three section inspection; running interval; track circuit failure

数据表明, 轨道电路故障占信号故障总量的40%以上。轨道电路故障主要分为失去分路和故障占用。随着列车运行速度的大幅提高, 当轨道电路发生故障时, 若列控中心不能及时做出判断并处理, 可能会使轨道电路低频码序和信号机显示错误升级。高速铁路车辆运行速度高, 行车密度大, 一旦因轨道电路发生故障将可能导致列车运行情况不可控, 不仅影响行车组织效率, 更会危及行车安全。

三点检查作为站内联锁系统对轨道电路区段设备解锁的检查条件而广泛运用, 从6502电气集中到计算机联锁系统都使用该方法, 它保证了站内列车的安全运行。传统的6502电气集中采用多组继电器记录轨道电路区段状态作为检查的依据; 而新型的计算机联锁则采用软件编码与配置的方法, 按照逻辑检查的方式来执行轨道电路区段的解锁。

本文将运用三点检查的理论, 设计一种模式, 对区间内轨道电路的故障情况进行识别, 并提出多种故障情况下的防护方法。

收稿日期: 2015-02-02

作者简介: 陈 欣, 在读硕士研究生。

1 两点检查与三点检查的概念

1.1 两点检查

当列车出清本区段并顺序压入下一区段时, 本区段解锁, 这种检查方法叫做两点检查。如图1所示, T1时刻1G、2G、3G空闲; T2时刻列车压入1G, 此时1G占用、2G和3G空闲; T3时刻列车车头进入3G, 此时1G、2G占用; T4时刻列车完全压入2G, 2G占用, 此时1G出清。



图1 两点检查与三点检查

1.2 三点检查

三点检查是指当前轨道区段需要解锁时，须有列车曾占用并出清其接近区段，再占用并出清本区段，并且又顺序占用下一区段。

如图1所示，T1时刻列车未压入区间，区段空闲；T2~T4时刻列车顺序占用1G和2G，此时符合两点检查条件，1G出清。T5时刻列车占用2G和3G；T6时刻列车驶出2G并完全占用3G，此时2G空闲，3G占用，且1G已解锁，这时2G符合三点检查解锁条件，2G解锁。

从上面的例子可以看出，两点检查的检查对象是当前区段与下一区段的状态，从而作为是否正常解锁当前区段的条件。这样的方法只能适用于理想的情况，例如在图1中，若T3时刻1G发生分路不良，则1G错误解锁，可能导致后续列车闯入有车区段，危及行车安全。因此，两点检查一般只作为进路范围内不具备实行三点检查条件的轨道电路区段解锁逻辑。而三点检查的方法在当前区段满足条件的前提下，既要考虑下一区段的状态，还要顾及前一区段的状态综合判断，再配合延时出清等措施，在一定程度上提升了安全性和可靠性。

上述的两点检查与三点检查广泛运用于车站、调车场、机务段内等站内场景，都有着良好的效果，本文将讨论列车在区间运行时的情况。高速列车有着运行速度快、行车密度大的特点，由于站与站之间的距离远，当区间内的轨道电路偶有发生故障时，人员不能立即到达故障点进行检修。为了保障运行效率，区间内往往采用一点检查的办法使得轨道区段解锁。这样的办法虽然能够保持线路的通畅，但是由于在故障发生时列车运行情况与线路情况不明，值班员往往需要采用其他的方法证实列车是否正常运行，危及行车安全。

2 轨道区段故障状态判断

三点检查逻辑的判断条件是按照列车的运行方向，依据列车在走行时所占压轨道区段GJ的状态和其空闲、占用的先后顺序，是与时间有关的状态转移问题。轨道区段占用状态分为4种：区段空闲、正常占用、失去分路、故障占用。对于初始状态的取得，需要规定一系列初始化的方法。

初始时间时，轨道继电器（GJ）状态并不能真实的反映此时轨道区段的（有车/无车）状态，需要借助现代铁路信号系统中其他模块的数据（例如CTC和TDCS）对所有轨道区段的占用状态进行确认，从而得到逻辑判断的初始条件。初始状态判断如表1所示。

表1 初始状态判断

序号	轨道继电器（GJ）状态	CTC/TDCS确认状态	初始化状态
1	吸起，表示区段空闲	有车	失去分路
2	吸起，表示区段空闲	无车	空闲
3	落下，表示区段占用	有车	正常占用
4	落下，表示区段占用	无车	故障占用

以下是根据多种情况下GJ变化的时序状态进行轨道区段占用情况的分析。

2.1 正常行车情况

列车正常运行情况，初始时刻列车正常占用后方区段，然后沿运行方向顺序占压下一轨道区段并出清上一区段。此时后一区段空闲，前方区段正常占用。正常行车情况见表2。

表2 正常行车情况

时序	后方区段状态	前方区段状态	后方区段状态判定	前方区段状态判定
1	正常占用	空闲	正常占用	空闲
2	正常占用	占用	正常占用	正常占用
3	出清	占用	空闲	正常占用

2.2 列车通过故障占用区段

初始状态下后方区段故障占用，当T2时刻前方区段GJ落下时，由于不能确定有车压入，所以判定前方区段为故障占用。T3时刻后方区段出清，证明有车驶出并压入下一区段，此时认为后方区段空闲，前方区段正常占用，见表3。

表3 列车通过故障占用区段

时序	后方区段状态	前方区段状态	后方区段状态判定	前方区段状态判定
1	故障占用	空闲	故障占用	空闲
2	故障占用	占用	故障占用	故障占用
3	出清	占用	空闲	正常占用

2.3 单机运行

当单机运行到相邻区段连接处时，由于自身重量轻和运行速度快等原因，容易发生压不实的情况。此时两区段GJ均为吸起状态表示无车占用，易被误认为是失去分路的表现。此时可以借鉴站内联锁的

处理方法为区段出清设置一段 3 s 的延时，在 3 s 内上一区段依然判定为有车占用。3 s 延时过后，若下一区段 GJ 落下，认为机车正常占压该区段，并且上一区段空闲，见表 4。

表4 单机运行

时序	后方区段状态	前方区段状态	后方区段状态判定	前方区段状态判定
1	正常占用	空闲	正常占用	空闲
2	出清小于3 s	空闲	正常占用	空闲
3	出清	占用	空闲	正常占用

上述情况中，若 3 s 延时后下一区段仍为空闲状态，则认为后方区段失去分路。

2.4 故障占用区段出清

故障占用区段的下一区段由空闲变成占用时，表明有车从故障占用区段驶入下一区段，此时若故障占用区段出清，则认为故障占用区段故障消失，后方区段空闲，前方区段正常占用，见表 5。

表5 故障占用区段出清

时序	后方区段状态	前方区段状态	后方区段状态判定	前方区段状态判定
1	故障占用	空闲	故障占用	空闲
2	出清小于3 s	空闲	故障占用	空闲
3	出清	占用	空闲	正常占用

2.5 空闲区段发生故障占用

当连续几个轨道区段均为空闲，而在下一时刻其中某一区段突然跳变为占用状态，且其前方区段并未显示有车顺序占压，此时认为这一区段发生故障占用，见表 6。

表6 空闲区段发生故障占用

时序	后方区段状态	前方区段状态	后方区段状态判定	前方区段状态判定
1	空闲	空闲	空闲	空闲
2	空闲	占用	空闲	故障占用

2.6 故障区段的下一区段发生跳变

T1 时刻后方区段发生失去分路，随后前一区段由空闲变为占用，此时可能有两种情况：有车沿运行方向顺序占压、前方区段发生故障占用。此时根据条件不能确定前方区段的准确状态，需要下一时刻与下一区段的条件才能正确判断，故此时认为前方区段发生故障占用，见表 7。

同理，若 T1 时刻后方区段为故障占用情况，出于相同的考虑有如下的情况，见表 8。此时同样认为

前方区段的状态为故障占用。假设在下一时刻有车占用下一区段并出清，则可以判断有车驶出了故障占用区段，并顺序占压前方区段，此时故障占用取消。

表7 故障区段的下一区段发生跳变（失去分路）

时序	后方区段状态	前方区段状态	后方区段状态判定	前方区段状态判定
1	失去分路	空闲	失去分路	空闲
2	失去分路	占用	失去分路	故障占用

表8 故障区段的下一区段发生跳变（故障占用）

时序	后方区段状态	前方区段状态	后方区段状态判定	前方区段状态判定
1	故障占用	空闲	故障占用	空闲
2	故障占用	占用	故障占用	故障占用

3 轨道区段故障处理

上面举例说明了通过对轨道区段状态的时序变化来进行区段故障识别的方法。三点检查的解锁方法有着严格的条件限制，当区间内轨道区段发生故障时，当前区段不能解锁，造成了线路的中断，不仅影响行车效率，更不能确保安全。此时，需要采取一些技术手段对发生的故障进行处理，这里引入“行车区间”的概念。

行车区间类似于联锁中“进路”的概念，起点为列车当前所占用闭塞分区的始端，终点为追踪列车所占用闭塞分区的始端，最小行车区间为一个闭塞分区。每个行车区间内只允许存在一辆列车，即不允许两辆或以上列车同时占用一个闭塞分区，满足 CTCS-2 级区间追踪的要求。

如图 2 所示，两辆按既定方向运行的列车分别占用 1 G 和 3 G，此时列车 A 的行车区间为 1 G~3 G，列车 B 的行车区间为 3 G~5 G。行车区间的尾部点红灯防护，列车只允许在行车区间内运行。这样就将追踪运行的列车从逻辑上分离开来。

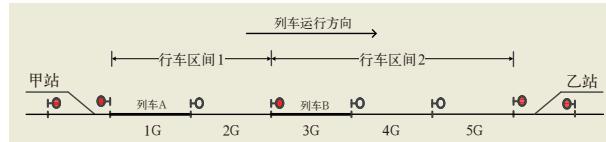


图2 行车区间

初始状态下，逐个确认所有区段是否有车占用得出初始状态，此时为每一列车分配行车区间。当连续两个轨道区段占用时，需要确认是一辆列车正在跨越两个区段还是两辆列车分别占用相邻的两个

区段。列车走行改变轨道继电器 GJ 的时序变化状态, 通过轨道区段故障状态判断逻辑得出相应轨道区段故障的判定。以下是几种常见情况下区段故障的处理方法。

3.1 列车正常运行

列车正常运行时, 当前方列车 B 压入 4G 并出清 3G, 根据三点检查条件 3G 解锁, 此时防护点由 3G 始端前移到 4G 始端, 行车区间 2 前移, 相应的后方列车 A 的行车区间 1 前移, 追踪点移动到 4G 始端。在这种情况下, 列车在相应的行车区间内安全行驶, 如图 3 所示。

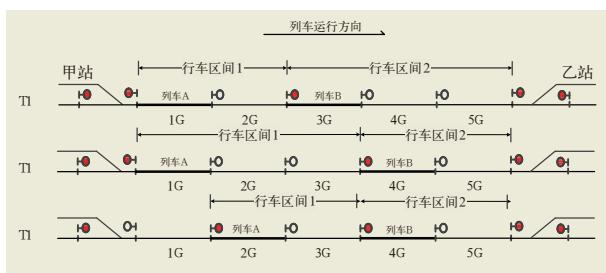


图3 列车正常运行

3.2 列车通过故障占用区段

图4中 2G 为故障占用区段, 区段始端点红灯防护。T1 时刻列车运行至故障区段的后方, 行车区间不能越过故障占用区段。此时列车应当按照调度命令目视驶入故障占用区段。T3 时刻列车压入故障区段的前方区段, 行车区间保持不变。T4 时刻列车顺序占压 4G 并出清 3G, 此时重新为列车分配行车区间, 原行车区间前移, 防护点由 1G 前移至 4G。

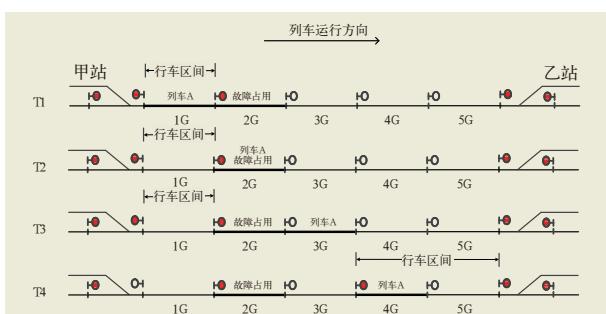


图4 列车通过故障占用区段

当列车目视进入故障区段时列车位置不明, 为了防止后续列车冒进, 故将前车的行车区间保留在故障区段的后一区段用以防护。当故障区段前方有区段顺序占用出清时, 表示列车已驶出故障区段, 此时行车区间前移, 后续列车可以按照同样的方式进

入故障区段。

3.3 列车驶过区段后遗留故障占用

列车在正常运行时, 行车区间的终点为前方下一个防护点。T2 时刻列车行走至 2G 处并在 T3 时刻占压 3G, 此时 2G 的 GJ 保持落下状态, 防护点仍然保持在 2G 始端。T4 时刻列车占压 4G 并出清 3G, 由此可判断出 2G 在列车行驶过程中发生故障, 行车区间前移, 并在故障占用区段点红灯防护, 如图 5 所示。

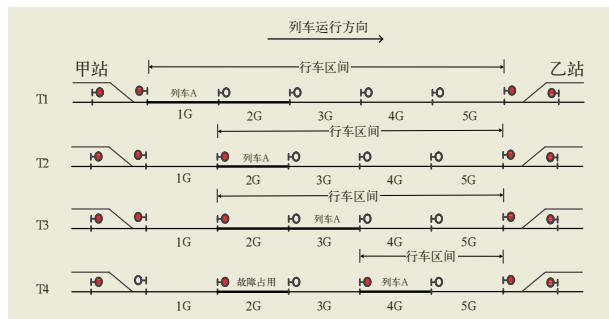


图5 列车驶过区段后遗留故障占用

3.4 故障占用的恢复

3G 处于故障占用状态, 两列车追踪运行, 行车区间划分如图中所示。T2 时刻 3G 的故障状态恢复, 3G 防护取消, 后行列车 A 的行车区间向前移动至下一个追踪点, 如图 6 所示。

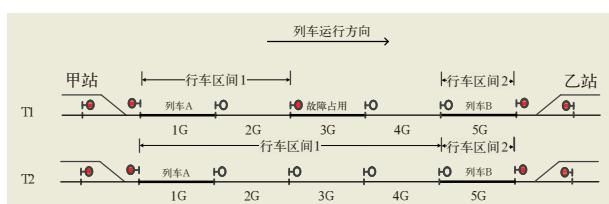


图6 故障占用的恢复

3.5 列车行驶过程中失去分路

列车正常行驶, T2 时刻 1G 显示丢车, 区段占用检查逻辑判断 1G 失去分路。此时防护点与行车区间保持不变, 避免后车闯入前车的走行范围。T3 与 T4 时刻列车在 2G 与 3G 上出现, 表明列车逐步驶出 1G。T4 时刻列车出清 2G, 1G 满足解锁条件, 此时行车区间前移, 防护点前移, 如图 7 所示。

3.6 初始状态下有区段失去分路

区间存在两列车。初始时刻 3G 发生分路不良, 经确认列车 B 正占压 3G, 此时行车区间如图 8 所

(下转 P31)