

Construction Technology of Underpinning of Yunbian Tunnel under Military Beam under Guangmao Railway

Xin Sheng

Urban Rail Transit Engineering Co., Ltd. of China Railway 15th Bureau Group, Guangzhou, Guangdong, 510540, China

Abstract

With the rapid development of China's railway, the new railway will inevitably form a cross with the existing railway. Yunshan tunnel in China runs under the Guangzhou Maoming railway. In order to ensure the normal operation of the existing Guangzhou Maoming railway, the D-type military beam is used to replace and reinforce the existing railway in the underpass area in advance, which has achieved good results and successfully avoided the occurrence of safety accidents. This paper mainly introduces the process of underpinning the military beam when the Yunshan tunnel passes through the existing Guangmao railway.

Keywords

tunnel; construction technology; D-type military beam; existing line; underpinning construction

云山隧道下穿广茂铁路军便梁托换施工技术

盛鑫

中铁十五局集团城市轨道交通工程有限公司, 中国·广东 广州 510540

摘要

随着中国铁路的快速发展, 新建铁路不可避免的与既有铁路形成交叉, 中国云山隧道下穿广茂铁路, 为保证既有广茂铁路的正常运行, 施工过程采用D型军便梁对下穿区域的既有铁路进行了提前托换加固, 取得了很好的效果, 成功地避免了安全事故的发生。论文主要介绍了云山隧道穿越既有广茂铁路时的军便梁托换过程。

关键词

隧道; 施工技术; D型军便梁; 既有线; 托换施工

1 引言

D型施工便梁适用于穿越既有线路或站场的桥隧施工, 优点是在不中断行车的情况下, 利用它对既有线路进行支撑和加固, 具有运输和拆装方便的特点。新建铁路不可避免的与既有铁路形成交叉, 在下穿既有铁路时采用军便梁加固, 有效降低施工过程对铁路行车安全的影响。既可以避免隧道局部塌方造成既有铁路线的损毁, 同时也可降低工务维修工作量。

2 工程概况

2.1 工程位置

中国云山隧道下穿广茂铁路工程(依次下穿三水西站牵出线 and 广茂正线, 交角约 33°), 下穿影响范围内, 广茂铁路正线及牵出线呈东西走向, 平面线形均为直线, 正线纵坡约为6%, 牵出线为平坡。

2.2 管线及迁改工作

经现场踏勘、管理单位现场指认, 结合使用金属探测仪检测, 探明区间闭塞电缆和信号电缆在开挖范围外, 但路肩外的铁通光缆对沉降较为敏感, 需悬吊保护, 同时牵出线左侧照明杆影响吊装, 需临时迁改。^[2]

2.3 主要工程量

下部结构: $\phi 150$ cm人工挖孔桩16根; 扩大支墩16个。
上部结构: 架设、拆除D24军便梁8孔, D20军便梁4孔。

3 托换原理

在隧道施工影响范围内, 每条铁路线设置3孔便梁托换, 主跨设置在隧道正上方, 两端采用桩基础; 边跨设置在两侧, 一端与主跨桩基础连接, 另一端采用扩大基础。施工过程中, 通过军便梁将线路荷载由路基转移至便梁基础上, 在隧道施

工时发生坍塌造成路基失稳或沉降超标的情况下, 保证既有线路仍有足够的承载能力, 从而保证列车的运行安全。施工完成后, 对路基进行检测, 满足要求后拆除便梁, 进行相应补砟、捣鼓及线路整形等工作。

4 施工技术及方案分析

4.1 总体施工方案

云山隧道下穿广茂铁路属于营业线施工, 为确保施工期间营业线安全运营, 成立 1 个营业线施工专业队。施工顺序: 下部结构先施工 16 根人工挖孔桩, 完后施工 16 个临时支墩。待下部结构完工后, 再施工上部结构, 上部结构施工根据隧道开挖进度提前施工, 先施工右洞再施工左洞。

4.2 施工工艺

本工程下部结构人工挖孔桩及临时支墩的施工工艺与平时施工同类工程工艺完全一样, 不再叙述, 在此只谈军便梁托换施工。

4.2.1 军便梁相关参数

D 类军用梁适用于单线、双线, 直线、曲线 (半径大于 400m), 行车限速为 60Km/h, 线路钢轨不轻于 43kg/m 新轨^[3]。便梁采用铁路“建限 -1”限界。

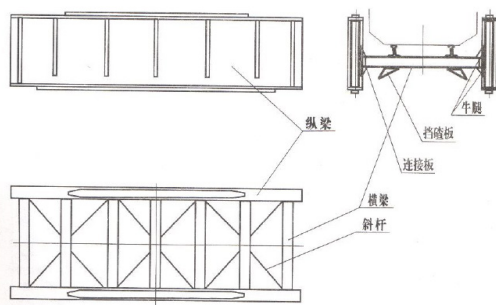


图 1 便梁示意图

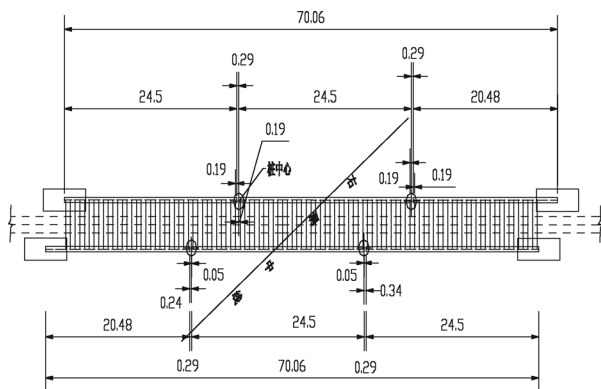


图 2 单洞上方架空军便梁组装平面图

4.2.2 各工序施工

云山隧道下穿广茂铁路正线线路军便梁施工, 按先右洞后左洞的顺序施工。每个单洞上方 3 孔军便梁的架空及拆除, 均用 3 个封锁点完成, 每个封锁点完成 1 孔, 每个封锁点要时 150min。架空时由西向东逐孔架设, 拆除时反向进行。每片纵梁采用 2 台 80t 汽车吊双机抬吊就位, 架空时先就位北边纵梁, 拆除时先移除南侧纵梁, 全部横梁穿入或拆除完成后再就位 (或移除) 另一片纵梁。横梁进出均在南侧进行。便梁拆除时, 由于补砟数量较大, 增加了 2 台四足捣固小机将道床振捣密实。

4.2.2.1 施工准备

(1) 报计划: 在军便梁托换可以开始施工前一个月的 13 号前, 上报封锁施工计划。

(2) 人员分工及安全技术交底: 便梁施工时, 要在有限的时间内完成各项作业任务, 时间比较紧迫, 任何一个环节出了问题都会影响到能否正点开通线路, 因此必须对参与施工的所有人员进行明确分工, 以便紧密协作, 顺利开展。施工负责人要提前 1 天召集参与施工的各组组长技术人员及其它有关人员开会, 将第二天的生产任务、封锁时间、防护设置方式、线路技术要求、便梁安装技术要求、作业过程中应当注意的安全事项等详细的向与会人员交代清楚, 各组组长据此在组内分工, 并在班前讲话时将安全、技术方面的要求传达给各位组员。

(3) 检查施工材料、及施工机具、工具: 白天要将施工所需要使用的材料分门别类逐一清点, 保证所有材料种类齐全、数量足够、质量合格。所有施工用机具、工具按照《线路架空施工机械 (具) 及工具表》拟定数量分发到各小组, 由各小组组长保管并派人带到现场。所有机具都要试验是否可以正常使用, 燃油、液压油等是否需要添加。施工结束后由小组长检查所有工具是否收集完整, 遇有遗失需立即找回, 避免机具、工具遗留在道心, 危及行车, 同时也防止他人利用遗失工具破坏铁路。^[4]

(4) 场地平整: 场地平整包括两方面的内容。一是汽车起重机作业所需要的场地平整。二是便梁架设拆除作业所需要的场地平整, 这里特别要注意横梁进出侧场地是否满足穿入或抽出横梁的需要; 纵梁下方场地是否有障碍物影响纵梁正常下落就位; 另外就近平整部分场地用来堆放道砟及其它施工材料。

(5) 测量放样: 桩顶抄平, 以控制支座钢板底垫木厚度; 将每片梁的梁端线、边线及支座钢板的位置放样测定并弹上墨线; 在营业线钢轨上将每片横梁的位置放出, 用以控制轨枕抽换和下穿横梁; 在营业线钢轨上现在轨枕位置做上明显标志, 以便将来便梁拆除还原线路时, 确定轨枕位置。须注意的是: 轨面标高是控制下部结构标高的依据, 既有线在运营过程中, 线路标高会偏离设计值, 因此不能以实测轨面标高来控制下部结构的标高, 最好是竣工交验的竖曲线要素来计算轨面标高。

(6) 完成部分在封锁外允许施工的任务: 便梁架空时可以事先做: 挖出轨枕盒内及道床砟肩除道砟, 装袋回填在原地; 在钢轨上标出横梁位置和需要抽出的轨枕; 安装支座; 在纵梁上安装上牛腿(S12); 在横梁上安装扣板定位支座(穿入端钢轨外侧那个); 将横梁抬运到线路旁; 平整场地; 螺栓清洗。便梁拆除时可以事先做: 将需补充道砟装袋运到线路旁堆码好; 临近封锁点前将扣板定位支座固定螺栓每个拆除1~2个, 钢轨内侧钢轨扣件隔2个拆1个; 在钢轨上标出混凝土轨枕位置; 将抽出的混凝土轨枕抬回线路对应位置; 将所有螺栓涂油, 将螺栓一个一个拧松再拧紧。

以上工作有些工作量很大如不在封锁点外完成, 则在封锁点内根本没法完成, 有些虽然工作量不大, 但可以节省封锁点时间, 减轻封锁点内的施工压力。施工时还须注意以下事项:

(1) 在线路上完成的工作, 施工时必须派驻站联络员和工地防护员。

(2) 道砟挖除后, 遇高温天气钢轨要洒水降温, 以防胀轨。^[1]

(3) 轨枕盒内道砟挖除不能破底即要保证轨底道砟密实。由于不破底, 轨枕螺栓高出钢轨底面, 混凝土轨枕抽不出来, 因此抽枕时要把线路起高部分, 但不宜过高, 过高线路恢复不到原来状态, 线路整理工作会增大许多。

(4) 轨道上有轨道电路, 封锁点外施工一定不能影响横梁与钢轨之间的绝缘, 否则会出现“红光带”, 这要算施工事故。^[6]

(5) 线路两侧堆码材料一定不能侵入建筑限界, 且在恶劣天气条件下要能保持稳定, 覆盖物固定牢固, 防止被风吹到线路上, 看守要尽职。

(6) 准备照明: 在施工现场地内、线路两侧安装足够照明灯具。需至少6个可以活动的灯具。另还应配备一定的应急灯。

4.2.2.2 吊车就位

(1) 吊车在封锁开始前提前1h进入工地, 在牵出线外加宽垫高的施工便道上对应将要就位纵梁位置摆好。支腿下垫钢板, 钢板下用道砟找平, 加好配重。

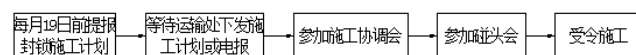
(2) 吊车大臂伸出方向要背对正线。^[5]

(3) 吊车钢丝绳检查按GB5972-86《起重机械用钢丝绳检验和报废实用规范》要求检查。

(4) 试吊: 按照需要的作业半径将纵梁吊起离开地面约10cm, 检查机械性能是否良好, 支腿有无下陷、吊物捆绑是否牢固。

4.2.2.3 封锁正线

(1) 办理封锁手续流程如下:



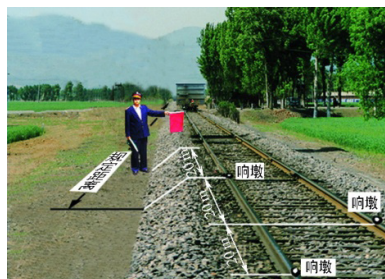
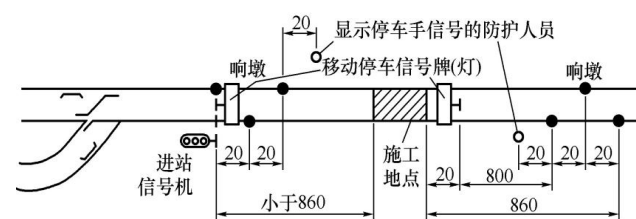
施工协调会是由车务主持, 建设单位、设备管理单位、车站、监理单位、施工单位参加的设备管理单位及配合单位对施工单位的交底会议;

施工碰头会是由施工单位根据慢行或封锁调度电报所列名单, 通知各设备管理单位参加, 由车站主持的施工前会议。

受令施工时指驻站联络员接到施工开始命令, 并核对行车调度命令后通知施工负责人下令施工。在此之前要在“运统-46”上完成施工登记, 施工负责人要在登记表上签字。

施工完后还有一个完工会。连续施工时, 完工会可以和第二天的碰头会一起开。

(2) 设置封锁防护



根据现行《铁路工务安全规则》要求,安装、拆除D便梁,是属于影响道床、路基稳定的施工作业,需办理封锁施工手续,设置移动停车信号防护,施工封锁完毕放行列车或单机时,速度不得超过45km/h,限速时间、次数和速度由施工负责人根据具体情况决定。施工地点的既有线正线里程为:K52+621~K52+748,进站信号机里程为K53+260,施工地点距离进站信号机距离小于860m,但大于60m。封锁施工防护根据以上条件设置,封锁施工防护设置图如下:

在区间施工,除按上述各项办法防护外,还应在车站与施工地点分别设专职联络人员和防护人员,用电话联系。

封锁施工结束开通线路后,施工防护恢复到慢行防护。

施工防护人员应站在距施工地点的第一个响墩内20m附近瞭望条件较好的地点,显示停车手信号。响墩放置位置如恰在钢轨接头、道岔、道口、无碴桥上或隧道内时,应将响墩放置位置向外方延伸。在尽头线上施工,施工负责人经与车站值班员联系确认尽头一端无列车、动车时,则尽头一端可不设防护。施工地点与防护人员间瞭望条件不良又无电话联系时,应增设中间防护人员。

凡用停车信号防护的施工地点,在停车信号撤除后,列车需减低速度通过施工地点时,应按减速信号防护的办法防护。

(3) 慢行及封锁的防护人员配备

①所有防护人员均要经工务部门的严格培训,考试合格后才能持证上岗。

②慢行及封锁时,设驻站联络员1名,施工现场防护员3名。慢行时在施工地点标处各设1名防护员,负责接车并填写接车记录,另1名防护员负责值守电话及与驻站联络员联系。封锁时,在距施工地点第一个响墩内20m附近各站1名防护员,负责设置、撤除移动停车信号、显示停车手信号,另1名防护员负责值守电话及与驻站联络员联系。

(4) 封锁防护应注意:

①防护工作的事先准备很重要。本工程有一次封锁,东端防护员由于出发时忘带螺丝刀,开通放行后无法将原45km/h限速牌取下更换成35km/h限速牌,列车通过时被机车司机发现了。

②慢行牌、停车信号牌(红牌)的存放很重要,不使用时一定要远离线路,避免被列车上司机看到,给出错误信号。

本工程有一次封锁后,由于连续封锁施工,防护员将封锁后放行第1列35km/h限速牌竖立靠在防护棚上,超过了防护棚顶,人站在下方确实看不到了,但列车通过时,由于列车上司机位置较高,正好看到了。红牌在不使用时,一定要反过来平放在地上,最好是每次用完后带回来。

③封锁结束后,防护用品撤除一定要干净。相邻标段在封锁结束,撤除封锁防护时,留下4个响墩没有撤除,导致列车压响响墩后停车。^[1]

4.2.2.4 支座安装

根据测量放样所确定的平面位置和标高,先安垫木(硬杂木,设计垫木厚度25cm)然后依次安放支座下钢板及橡胶支座(支座上钢板与纵梁焊在一起)。

通过本工程的实践我们认为垫木不要太厚,以一层5cm厚垫木较适宜(也有将纵梁直接落在混凝土面上施工的成功实例),方便纵梁就位,高了支座易晃动。另外,桩顶最好做个垫石,以避免垫木受水浸泡。本工程右洞就由于施工期较长,支座长期受水浸泡,中间更换了一次支座。

4.2.2.5 托换施工

(1) 架设方式及组装构件要求:根据道床厚度本工程采用纵梁中位架设。便梁下牛腿及挡碴板不安装。

(2) 扒砟:封锁开始后所有人员立即将填在轨枕盒内及砟肩除砟袋提出道床。

(3) 方枕:由于横梁位置与混凝土轨枕间隙不会完全吻合,需要将混凝土轨枕的位置做适当调整,以便在混凝土轨枕间穿入横梁,且还需抽出部分轨枕,这道工序就叫做方枕。20m梁大概需要抽出4根轨枕,24m梁大概需要抽出5根。架梁时方枕工作在扒砟完成后开始。先将需要抽出轨枕的螺栓卸下,将轨道起高少许,从轨底将轨枕拉出,同时将需要挪位的轨枕的轨枕螺栓拧松少许,让轨枕悬吊在钢轨上,在轨枕两端各安排1人,用撬棍撬动到标示的位置后再拧紧轨枕螺栓。拆梁时则在横梁抽出后开始。

(4) 一侧便梁就位:纵梁采用双机抬吊就位。便梁就位位置允许偏差:梁端线允许偏差5mm,便桥中线与线路中线允许偏差10mm。

(5) 穿横梁:单根横梁重约300kg,每根横梁安排6~8人用手抬起逐渐塞入。在穿横梁的同时剩余人员联接横梁与纵梁上牛腿间的螺栓。

(6) 另一片纵梁就位: 横梁穿完后将另一片纵梁吊装就位。这一片纵梁在目测就位在施工放样位置时, 不要急于将梁落在支座上, 让其静止在支座上 1cm 左右, 然后在两端各用一根横梁将两片纵梁联接起来, 以保证纵梁间的间距, 然后轻轻落在支座上。

(7) 纵横梁联接: 先联接上牛腿与横梁之间的螺栓, 横梁与上牛腿联接好后就可以开始安装扣板定位支座, 继而安装钢轨扣件。同时可以联接连接板螺栓。

(8) 安装钢轨扣件: 扣板定位支座及钢轨扣件安装按先外后内的顺序进行。在时紧迫时将钢轨外侧扣板定位支座及钢轨扣件安装完就可以按限速 45km/h 放行, 在列车行车间隙里再完善钢轨内侧扣板定位支座及钢轨扣件。

(9) 托换施工应当注意的其他事项:

①在钢轨接头处, 需采用钢轨接头扣板 60-3、60-4 (正线) 50-3,50-4 (牵出线)。

②在拆除便梁恢复线路时, 补砟时需将线路标高调整好。一般来说便梁拆除后需恢复的线路标高需要起道才能与两端顺接。故在补砟前先用起道机将线路顶起至与两头能够顺接的位置, 并相对高出 10 ~ 20mm (列车压道后线路会有所下沉), 然后才能补砟, 否则会增大起道次数, 浪费时间。

③加强设备保护。施工完毕后对线路要认真检查: 是否有机具、工具遗留在道心; 是否有导体搭在两根钢轨上, 造成轨道电路短路, 出现“红光带”。避免出现红光带的最好办法是请设备管理单位到现场来, 完工后测试轨道电压。不会出现红光带的两根钢轨间的轨道电压是 0.6 ~ 1.2v。

以下几个方面的安全尤其要重视: 架梁抽轨枕、穿横梁时要起高线路, 取出起道机时要发出明确信号, 避免轨道下落时压脚; 抬运重物时要喊号子同一步调, 防止闪腰; 打大锤时要注意周围是否有人, 严防脱手; 穿横梁时要防止伤手; 使用电动扳手时要防止打到手。

(1) 便梁使用过程中注意事项:

①牛腿及联结板 S4 上全部螺栓应同时上紧, 弹簧垫圈置于螺母与平垫圈之间。

②使用过程中, 应随时检查, 上紧松动的螺栓。

(2) 各工序耗时情况

架梁各工序耗时: 吊装 1 片纵向耗时约 15min; 扒砟: 约 10min; 方枕、抽枕、穿横梁: 约 35min; 联接纵横梁、安

装扣板定位支座及安装钢轨扣件: 约 65min; 线路检查: 约 10min。

拆除便梁各工序耗时: 拆除横梁与第 1 片吊走纵梁之间连接螺栓: 约 15min; 拆除扣板定位支座、钢轨扣件及另一侧纵横梁联接螺栓: 约 45 min; 吊开第 2 片纵梁施工时间: 约 15min; 补砟、整道: 约 65 min, 开通前检查线路: 约 10 min。

(3) 关于横梁两侧便梁不同型号及错位相连

本工程横梁两端有 D24\ D20 两种型号, 这两种型号的纵梁预设上拱度分别为 40mm 和 20mm。另外, 同一孔的两片纵梁要错开 6.7m 左右, 这样就会出现:

①静态时, 同一横梁上两根钢轨轨面标高相差较大。

②动态时, 横梁两端的纵梁挠度不一致 (如果挠度值相差太大, 会危及行车)。此时不能用静态检查的轨面标高作为起道依据, 我们通过在列车 (货车) 通过时, 测量同一横梁两端纵梁的下沉量, 以此来指导起道或降道, 效果很好。测量方法是在纵梁底铺上湿软泥巴, 厚度大于 50mm, 在无列车通过时先插上牙签状木针, 木针顶面顶在纵梁底, 测出木针露出泥面的长度, 在列车通过后在测出木针露出泥面的长度, 得到纵梁下沉量, 据此起、降道。^[7]

4.2.2.6 还原线路

所谓还原线路时指施工后将线路轨道静态几何尺寸恢复到施工前的状态。架梁施工时轨道几何尺寸一般不会发生变化, 工后检查轨道几何尺寸在限速条件下能满足《铁路线路维修规则》线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值。拆除便梁时需要补充道砟、抬道、改正轨向以后才能达到要求。此项工作在有条件施工时即要着手进行。补充道砟应先补道心道砟, 因为当道心道砟基本上饱满后, 就可以开始振捣道床了, 节约封锁时间。砟肩补砟不影响道床振捣, 且砟肩少量差砟时 (砟肩必须超出轨枕头 20cm) 也可以在限速条件下放行列车。^[1]

4.2.2.7 检查线路

(1) 线路状态检查主要内容及周期

为了确保行车安全, 每隔一小时按照《铁路线路维修规则》的内容对线路进行一次检查, 发现轨道几何尺寸超过临时补修标准时, 及时进行养护并填写《铁路检查记录簿》。

(2) 线路养护修理主要作业有:

①轨道几何状态的整修,包括顺平线路、拨正方向、改正轨距、矫正轨底坡、调整轨缝和防爬锁定线路等;

②保养并个别更换伤损的、轨枕及联结零件

③补充道床石碴,人工捣固使其密实又有弹性,并具有良好的排水性能;

④及时整修破损路基,清理疏通排水系统,确保防洪期的路基稳定。^[8]

(3) 各项目检查方法及频率:

轨距及水平:采用道尺检查,按基长 6.25m 进行检查,每根钢轨检查 5 处,检查频率:每列一检,1 小时 1 记。

高低及轨向:采用 10m 弦线测量最大矢度值。检查频率:开通后 48 小时内每列一检,1 小时 1 记。

三角坑:根据水平检查记录,查看延长 18m 范围内轨道水平情况,据此判断有无三角坑产生^[1]。

4.2.2.8 解除封锁

施工完毕,施工负责人检查线路符合放行条件,通知工地防护员撤除移动停车信号和响墩。工地防护员作出响应后,施工负责人并通知驻站联络员:施工完毕,线路达到放行条件,移动停车信号及响墩均已撤除,人员已经下道,请求开通线路。驻站联络员接到通知后,办理销记手续。^[9]

4.2.2.9 放行列车

列车放行时,第一列放行货车,按限速 35km/h 放行,第二列按限速 45km/h 放行。^[2]同时根据需要由施工负责人参加完工总结会。第一趟列车放行时,所有人员不得离开施工

现场,只下到轨枕头 3m 外避车,第一趟列车通过后线路无问题,施工人员才能离开管理人员、技术人员要放行 3 趟列车后,才能离开。^[9]

5 结语

综上所述,随着铁路建设的发展,隧道涉及穿越既有铁路的情况越来越多,为保证既有铁路的运行安全,D 型军便梁托换是一种简单有效的防护措施。本工程的实施,为涉及营业线施工的工作流程、施工安全防护等方面提供了宝贵的实践经验。

参考文献

- [1] 铁总运[2014]272号.普速铁路工务安全规则[Z].中国铁道出版社,书号 15113·4213.2014.
- [2] 铁道部令第 29 号.铁路技术管理规程[Z].国家铁路局.2006.
- [3] D 型便梁使用说明书[S].深圳广铁土木工程有限公司.2016(8).
- [4] 铁道部令第 32 号.铁路交通事故应急救援规则[Z].国家铁路局.2008.
- [5] 既有线施工安全生产条例[S].
- [6] TB 10301-2009.铁路工程基本作业施工安全技术规程[S].中华人民共和国铁道部.2009
- [7] 营业线施工手册[S].
- [8] 铁路线路维修规则[S].铁道部.1989(7).
- [9] 广铁集团.广铁集团营业线施工安全管理实施细则[S].广铁集团.2015.