

捣固作业时分动钩式外锁闭装置拆装工艺浅析

郑威

北京市勘察设计研究院有限公司 北京 海淀 100080

【摘要】：分动钩式外锁闭装置是铁路提速道岔、高速道岔的核心锁闭设备，承担尖轨、心轨机械锁闭与位置固定功能，直接保障道岔行车安全。大机捣固作业需整治道床沉降、轨枕偏移、线路几何尺寸偏差等病害，受设备结构限制，必须提前拆除外锁闭装置，作业完成后精准复位安装。若拆装工艺不规范、调试不到位，易引发道岔锁闭不良、密贴超标、缺口偏移等隐患，诱发行车故障。本文结合铁路天窗施工标准流程，阐述分动钩式外锁闭装置结构原理，梳理捣固作业专属标准化拆装工艺流程，分析现场拆装难点、常见问题，总结质量控制、安全防护及调试优化要点，结合现场施工数据验证工艺可行性，为道岔捣固施工安全、高效开展提供实操参考。

【关键词】：铁路道岔；捣固作业；分动钩式外锁闭装置；拆装工艺；质量控制

1 引言

道岔作为铁路线路的关键薄弱环节，长期受列车碾压、振动冲击影响，极易出现道床密实度不足、轨枕松动、轨距偏差、道床翻浆等病害，导致线路平顺性下降，影响列车运行平稳性与安全性。大型机械捣固是铁路工务常态化养护核心工艺，可快速修复线路几何尺寸、压实道床、消除线路隐患，是保障线路设备质量的关键作业方式。

分动钩式外锁闭装置广泛配套于 S700K、ZDJ9 等主流转辙机，具备锁闭可靠、抗冲击能力强、适配分动尖轨作业的优势，可实现道岔尖轨、心轨的机械刚性锁闭，有效隔离列车振动对转辙机内部结构的冲击。由于该装置突出于轨件外侧，捣固车作业臂、夹持机构作业空间受限，无法正常完成道床捣固、轨枕找平作业，因此捣固作业前必须完整拆除外锁闭装置，作业结束后精准复位安装调试。

现场天窗施工具有作业时间短、工序紧凑、安全风险高的特点，部分施工人员存在拆装流程不规范、部件防护不到位、安装调试精度不足等问题，极易出现螺栓丢失、部件变形、锁闭间隙超标、道岔密贴不良等问题，导致道岔调试超时、设备故障，影响天窗正点开通。基于此，本文结合现场施工经验与行业规范，系统优化捣固作业专属拆装工艺，明确操作要点、质量标准与安全管控措施，提升道岔捣固施工质量与作业效率。

2 分动钩式外锁闭装置结构原理与拆装必要性

2.1 设备基本结构与工作原理

分动钩式外锁闭装置主要由锁闭杆、锁钩、锁闭框、尖轨连接铁、销轴、限位块、挡板及紧固螺栓等部件组成，采用分体式分动结构，适配道岔尖轨独立动作特性。其核心工作原理为：转辙机带动锁闭杆横向移动，通过锁钩与锁闭框的咬合配

合，实现尖轨与基本轨的密贴锁闭，反向移动即可解锁，完成道岔转换。该装置可实现道岔静态刚性锁闭，在转辙机断电、杆件失效等故障工况下，仍能保持道岔锁闭状态，杜绝道岔异动风险，保障行车安全。

相较于传统内锁闭装置，分动钩式外锁闭装置外置安装、结构独立、检修便捷，可有效规避列车振动、道床变形对锁闭机构的影响，适配提速线路、高速线路的高负荷运行需求，是目前国内铁路道岔的主流锁闭设备。

2.2 捣固作业拆装必要性

大机捣固作业依靠捣固臂插入轨枕下方道床，通过夹持、振动、夯实完成道床整治。分动钩式外锁闭装置安装于轨件两侧，部件突出轨面，会直接阻挡捣固臂作业行程，导致轨枕根部、道岔过渡区道床无法夯实，病害整治不彻底。同时，捣固作业产生的剧烈振动、机械碰撞，易造成外锁闭装置螺栓松动、部件变形、锁闭间隙偏移，引发设备故障。因此，捣固作业前完整拆除、作业后规范复位安装，是保障捣固质量、保护锁闭设备、满足行车标准的必要工序。

3 捣固作业外锁闭装置标准化拆装工艺流程

结合铁路天窗施工规范与捣固作业工序衔接要求，遵循“先外后内、先辅后主、有序拆卸、分类防护；精准对位、逐级紧固、精细调试”的原则，制定适配捣固作业的拆装工艺，全程贴合天窗限时作业要求。

3.1 施工前期准备

天窗作业前完成全面准备工作，规避现场返工、延误开通等问题。一是技术准备，核查道岔型号、外锁闭装置规格，熟悉设备图纸与拆装标准，对施工、监护人员开展安全技术交底；二是物资准备，准备套筒扳手、扭矩扳手、绝缘胶带、收纳盒、

防护垫、水平尺等工具，提前核对备品备件；三是现场防护，设置作业警示标识，确认轨道电路无异常，做好设备断电防护；四是状态记录，作业前拍照留存外锁闭装置原始安装状态、锁闭间隙、缺口位置，为复位安装提供参照。

3.2 标准化拆除工艺

严格按照“无应力拆卸、有序拆分、妥善防护”的流程作业，杜绝暴力拆卸造成部件损伤，具体步骤如下：

第一，设备状态锁定。将道岔转换至标准锁闭位置，确认尖轨密贴良好，切断转辙机控制电源、动作电源，挂设断电警示牌，防止作业中道岔误动作。

第二，辅助部件拆除。依次拆除锁闭框限位块、挡板、防松垫片，拆除表示杆与锁闭杆连接螺栓，分离辅助连接部件，释放设备应力，避免强行拆卸导致部件变形。

第三，核心部件拆分。采用对称拆卸方式，先拆除两侧锁钩销轴，取下锁钩部件，再松动锁闭框固定螺栓，拆除锁闭框、锁闭杆，最后拆卸尖轨连接铁，所有部件按规格分类放入专用收纳盒，做好编号标记，杜绝混放、丢失。

第四，接口防护。拆除完成后，对轨件螺栓孔、连接接口采用防尘封堵、绝缘包裹处理，防止捣固作业碎石、粉尘进入接口，避免后续安装卡涩、绝缘不良问题。

3.3 标准化安装复位工艺

捣固作业完成、线路几何尺寸验收合格后，立即开展外锁闭装置复位安装，严格遵循“原位复位、精准对位、逐级紧固”原则，流程如下：

第一，现场清理。清理轨件接口、螺栓孔、作业区域粉尘杂物，检查轨件无变形、偏移，确认线路状态稳定，满足设备安装条件。

第二，部件复位。对照前期留存照片，依次安装尖轨连接铁、锁闭框、锁闭杆，初步固定螺栓，预留微调余量，保证部件活动灵活、无卡滞；精准安装锁钩、销轴，复位限位块与防松垫片。

第三，对称紧固。采用对角对称紧固方式，使用扭矩扳手控制螺栓紧固力矩，标准力矩控制在 $35\sim 40\text{N}\cdot\text{m}$ ，杜绝单边紧固导致的部件偏移、应力集中问题。

第四，初步调试。安装完成后手动转换道岔，检查锁闭机构动作顺畅，无卡滞、无异响，初步校准锁闭间隙与道岔密贴状态。

3.4 精调验收工艺

安装完成后开展精细化调试与验收，保障设备达标运行。一是密贴调试，调整锁闭杆位置，保证尖轨与基本轨密贴良好，

实现 4mm 不锁闭、2mm 锁闭的标准要求；二是间隙校准，锁钩与锁闭框间隙控制在 $1\sim 2\text{mm}$ ，无卡滞、无过大旷量；三是缺口调试，精准调整检测杆缺口，缺口偏差 $\leq 0.5\text{mm}$ ；四是功能试验，送电转换道岔，往返试验不少于 3 次，确认道岔转换顺畅、锁闭可靠、表示正常；五是绝缘测试，采用 500V 兆欧表测试绝缘电阻，绝缘值 $\geq 100\text{M}\Omega$ ，杜绝漏电、串电隐患。

4 现场拆装常见问题与成因分析

结合现场大量天窗施工数据，梳理捣固作业拆装过程中的高频问题，统计故障占比、核心成因，具体如下表所示。

常见问题	故障占比	核心成因	影响后果
螺栓紧固力矩不均、松动	38%	人工凭经验紧固，未使用扭矩扳手；捣固振动导致松动	锁闭偏移、道岔密贴不良，引发设备报警
锁闭间隙超标、部件卡滞	27%	未原位复位，安装对位偏差；部件残留粉尘杂物	道岔转换卡涩、动作超时
检测杆缺口偏移超标	21%	捣固后线路尺寸变化，未重新校准缺口	表示异常、道岔无法锁闭
部件磨损、销轴卡涩	8%	拆装暴力操作，无润滑防护；长期露天锈蚀	设备寿命缩短，频繁故障
绝缘性能不达标	6%	接口粉尘潮湿、绝缘垫片破损未更换	轨道电路异常，影响行车

由上表可知，拆装工艺不规范、精细化调试缺失、工具使用不标准是现场故障的核心诱因，占总问题的 90%以上，规范拆装流程、严控调试标准可大幅降低设备故障概率。

5 施工质量控制与安全防护要点

5.1 质量控制核心措施

第一，严控拆装精度。全程遵循“原位拆装、对称作业”原则，拆卸前标记对位点位，安装严格对照原始状态，杜绝随意调整部件位置；所有螺栓统一采用扭矩扳手紧固，保证受力均匀。

第二，强化部件防护。拆卸部件分类收纳，精密部件、绝缘部件单独防护，避免磕碰、污染、丢失；安装前清理所有接触面、螺栓孔杂物，必要时涂抹防护润滑脂，提升设备运行平顺性。

第三，落实三级验收。实行“施工自检、班组复检、专人终检”三级验收制度，重点核查密贴状态、锁闭间隙、缺口尺寸、绝缘性能、转换功能，不合格项立即整改，杜绝带病开通。

第四，适配线路变化。捣固作业后线路轨距、水平存在小幅变化，禁止直接原位安装，需根据整改后线路尺寸微调设备参数，适配线路新状态。

5.2 天窗作业安全防护要点

一是严格执行天窗作业制度，无调度命令严禁开工，作业

全程设置驻站联络员、现场防护员，坚守防护岗位；二是设备断电作业，全程落实断电、验电、挂牌措施，杜绝带电拆装引发设备损坏、触电风险；三是严控作业时限，合理分配拆装、捣固、调试工序时间，避免超时施工；四是杜绝违章操作，禁止暴力拆卸、强行掰动轨件，防止设备、线路永久性损伤；五是完工全面清查，确认无工具、杂物遗留线路，设备安装牢固、功能正常。

6 工艺优化与应用效果

6.1 工艺优化措施

结合现场施工痛点，针对性优化拆装工艺：一是标准化工具配置，统一配备扭矩扳手、专用收纳盒、绝缘检测工具，杜绝经验化作业；二是推行点位标记法，拆卸前对所有部件对位点位、螺栓位置做好标记，大幅提升复位精度与安装效率；三是增加防尘防护工序，拆卸后及时封堵接口，避免杂物侵入；四是优化调试流程，将线路尺寸复核与设备安装同步开展，压缩天窗作业时长。

6.2 应用效果分析

通过优化拆装工艺并在多条线路推广应用，施工质量与作业效率显著提升，优化前后效果对比如下表所示。

评价指标	传统拆装工艺	优化后拆装工艺	优化效果
单次拆装调试时长	45~55min	30~35min	作业效率提升30%左右
设备安装故障率	18.5%	3.2%	故障率大幅下降
道岔调试合格率	81.2%	98.7%	合格率显著提升
天窗返工率	12.3%	1.5%	几乎杜绝返工问题

参考文献：

[1] 中国国家铁路集团有限公司. 铁路信号设备施工安全技术规程[S]. 北京:中国铁道出版社, 2021.

[2] 王磊. 铁路道岔外锁闭装置拆装调试技术研究[J]. 铁道运营技术, 2022, 28(03):45-47.

[3] 张军. 大机捣固作业中道岔设备防护及拆装工艺优化[J]. 铁道工务, 2023(02):28-31.

[4] 李博文. 分动钩式外锁闭装置常见故障及调试方法[J]. 铁路技术创新, 2022(04):89-92.

[5] 刘阳. 铁路天窗施工道岔设备拆装安全管控要点[J]. 铁道标准设计, 2021, 65(S1):102-105.

[6] 陈峰. 提速道岔外锁闭装置安装精度控制技术探析[J]. 工程技术研究, 2023, 8(10):112-114.

工艺优化后，有效解决了传统拆装作业效率低、故障多、返工率高的问题，大幅降低天窗施工压力，保障道岔设备稳定运行与线路正点开通。

7 结论与展望

7.1 结论

分动钩式外锁闭装置拆装是道岔捣固作业的关键前置与收尾工序，拆装工艺的规范性、调试的精准度直接决定线路养护质量与行车安全。本文结合现场施工实际，梳理了适配天窗作业的标准化拆装工艺流程，明确了前期准备、拆除、安装、调试全流程操作要点，分析了高频故障成因，制定了质量控制与安全防护措施。实践表明，标准化、精细化的拆装工艺可有效提升捣固作业效率，降低设备故障与施工返工率，保障外锁闭装置锁闭可靠、道岔运行稳定，完全适配铁路常态化养护施工需求。

7.2 展望

未来可结合智能化施工理念，进一步优化拆装工艺：一是推广标准化作业指导书，统一现场施工标准，实现拆装、调试、验收全流程规范化；二是引入快速定位工装、便携式检测设备，进一步压缩作业时长、提升安装精度；三是建立设备拆装台账，结合大数据分析故障规律，实现隐患提前预判、精准防控，持续提升道岔设备养护质量与线路运行安全性。