

斜井安全运输及XRC系列斜井人车

张佳文

摘 要 介绍斜井运输所用各种安全装置的技术现状及XRC1、XRC2型系列斜井人车的技术特点。

关键词 斜井 运输 安全 人车

The Safety Haulage and Series of XRC Manrider in Incline

Zhang Jiawen (Institute of Exploration Techniques, MGMR, Langfang, Hebei, 065000)

Abstract The present situation of various safety device in incline haulage and the technical characteristic of series of XRC-1, XRC-2 manrider in incline are introduced.

Key words incline, haulage, safety, manrider

自从井巷施工有斜井工程以来，防止跑车一直是地质勘探和矿山等采掘工业部门关注的重要安全生产问题，有关科研单位一直在为解决这一问题进行不懈的努力。许多科研成果和安全措施不断地应用于井巷施工，对于有效减少或抑制斜井跑车事故的发生，改善工人井下作业环境和安全生产条件，提高地质勘探和矿区开采及隧道开挖的掘进效率发挥了重要作用。

1 斜井安全装置的技术现状

前苏联、日本早期研制了扞爪式斜井人车，其它各国矿山井巷运送人员多使用单轨吊。据有关资料介绍，英国、澳大利亚、南非、赞比亚等国在矿井中使用了塞尔达吸能制动器，有些矿井使用安装在斜井的摩擦制动器及连续剪断一系列螺栓吸收能量的郎利制动器。随车安装的制动器有闸力随车重变化和不随车重变化两种形式。

国内地矿系统和其它行业的小型矿山的斜井工程，为防止斜井跑车，过去主要采用了在井口设置阻车器及在井底设置挡车门等，还有一些在井巷内设置兜车安全绳，钢绳挡车帘，气动安全门及前钩式、尾叉式、下摆式安全装置，或在矿车上设置保险叉、保险钩等安全装置。上述措施因投资少，操作维护简单，现在仍有相当数量的斜井出于降低成本的原因采用了这些措施，但从实际情况看，其制动可靠性和安全效果

是存在问题的。以往有些斜井发生恶性跑车事故，造成人员伤亡和设备严重损坏，这就要求科研人员应该为解决这一问题提供一种更为安全可靠且价格可以接受的斜井提升设备。50~60年代，我国煤炭系统若干厂家曾仿制扞爪式斜井人车，并有一些矿区使用。

国内煤炭系统大量地采用斜井提升运输，煤矿斜井由于掘进阶段相对开采阶段时间短得多，因而研究的重点是斜井成巷后的平巷采煤运输提升及解决开采阶段的人员上下矿井的安全输送问题。煤矿矿车组成车组提升未见有在矿车上安装制动装置的介绍，其安全装置、监控装置主要是布置在井巷内，由于煤矿斜井井深长，倾角大，每天大量工人上下矿井，劳动强度大，工作环境差，因而在研制斜井人车解决人员上下矿井的运载工具上投入了较多的科研力量并取得了成功，煤矿斜井人车一般由带安全装置的头车和数节不带安全装置的挂车组成，列车车组由卷扬机作为动力提升运行，一辆车乘载人数10~20人不等，轨型 $>150\text{N/m}$ ，其安全装置均采用了抱轨制动机构。

分析以上各类斜井安全装置得出：

(1)各种简易安全装置，如阻车器、挡车门，目前在地质勘探和小矿斜井中仍有较多应用。虽可靠性存在问题，但作为一种费用低的安全辅助措施加以应用是可行的。

(2)国外研究的各种井巷制动器和车辆制动器未见有国内引用到人车上的报道，老式的扞爪制动形式人车仅适合于枕木轨道，因事故发生时轨道破坏严重，现已淘汰。

(3)现有各型煤矿斜井人车采用抱轨制动形式，安全可靠，对设备及乘车人员具有保护作用，生产恢复快，大大减轻了井下作业人员的劳动强度。但因规格大，提升动力大，费用高，仅适合大、中型矿山斜井运输人员专用，无法直接解决地质勘探和小矿斜井，尤其是斜井掘进过程中的安全提升问题。

2 XRC系列斜井人车

为解决地质勘探和小矿斜井掘进过程中的矿车安全提升和平巷掘进阶段人员上下斜井问题，原地矿部勘探技术研究所曾于1986年研制成功了带有抱轨制动机构的XRC1型斜井人车(见图1)，并获原地矿部科技成果四等奖；为扩大适用范围，1997年又开发成功XRC2型斜井人车。这两种斜井人车均由浙江省探矿机械厂批量生产，并已在河北、内蒙古、江西、甘肃、广西等地矿、冶金、核工业部门的斜井工程中使用。

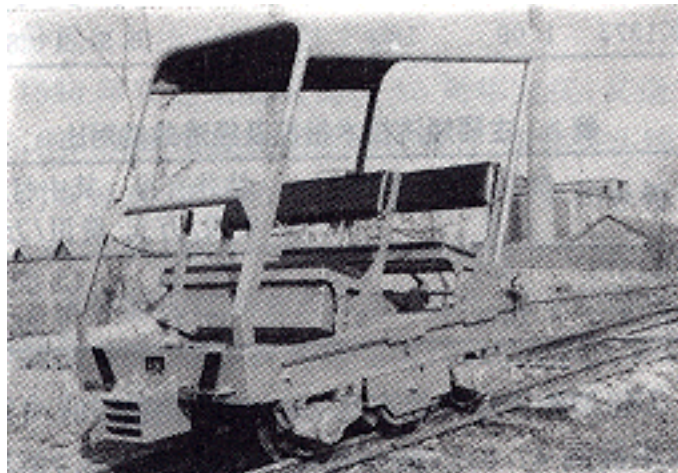


图1 XRC1型斜井人车

2.1 适用范围

适合于倾角 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，铺设80或110N/m(适用XRC-1型)及铺设110或150N/m(适用XRC-2型)，轨距600mm的下列斜井或地面斜坡：(1)地质勘探和小矿斜井用于人员及设备、材料、矿渣的运输提升；(2)长大隧道(洞)为增加掘进工作面布置的斜井工程，上述斜井的人员、物资、岩渣的运输提升；(3)港口码头斜坡铺轨用于人员和物资的运输提升。

2.2 主要技术特点

(1)组合科学，经济适用。XRC系列斜井人车充分吸取了国内煤炭系统研制大、中型斜井人车的成功经验，又符合地质勘探和小矿斜井掘进运输的特点，在设计上采用以小型人车为头车，1~2节矿车为挂车的组合运行方式，所有机构均布置在人车之上，结构紧凑。这样设计是考虑到地质勘探和小矿斜井除倾角 $> 30^{\circ}$ 的斜井有可能使用箕斗提渣外，倾角 $< 30^{\circ}$ 的斜井一般采用矿车提渣，如每节矿车都安装一组抱轨装置则费用太高，结构复杂，使用不便，而且现有的矿车完全不能使用。因此，从经济适用角度考虑，在斜井掘进过程中考虑在矿车前面以带抱轨装置的人车作为头车，牵引提升，既可同时实现提渣和乘坐人员，又可控制跑车，而且在仅用作人员提升时，也可不挂矿车单独使用，或加挂一节不带抱轨装置的人车，一次可乘坐8~10人(头车设计4个座位，尾车设计4~6个座位)。这种组合提升方式在技术鉴定会上得到了劳动人事部矿山安全监察局专家的肯定。在勘探斜井掘进装岩机械化问题至今仍未解决的情况下，井下人工装渣劳动强度很大，倒班次数频繁，工人上下井疲惫不堪，在大井深、大倾角、裂隙水多的环境中施工，条件更为恶劣。因此这种人车的问世，大大改善了斜井施工工人的作业条件，工人装完渣后可乘人车上到井口，另一班工人随车下到工作面，同时不必耽心跑车的危险。

(2)制动可靠，安全平稳。斜井掘进使用XRC系列斜井人车牵引矿车提渣，一旦发生断绳跑车事故，可通过人车抓捕机构的两对抱爪自动捕捉钢轨，实现紧急制动，确保车上和井下工作人员的安全。制动可靠的关键在于抓捕机构设计是否合理，研制中科研人员成功地解决了抓捕机构主要零件抱爪(见图2)和楔形箱的几何结构分析和力学分析，合理确定了抱爪的自锁条件和楔形箱的张开度、张开角和抓捕角等几何参数。上述问题的解决确保了生产试验的一次成功，制动可靠率达到100%。在24次动作试验中有16次属于载人制动试验。

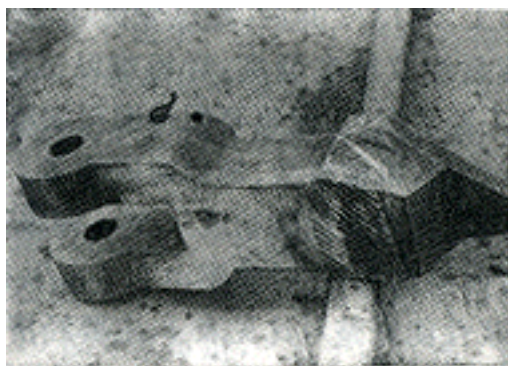


图2 抱爪(每车两对)

人车紧急制动，由于动作时间 $< 0.2s$ ，车身将产生很大的制动减速度。有关实验表明，当车身制动减速度 $> 3g$ (g 为重力加速度)时，将超过人体的受振极限。而且由于人车在斜井制动时具有较大的前倾翻倒力矩，因此人车的研制需要解决缓冲技术问题，并对其制动稳定性进行分析，这是保证人车能否安全载人的技术关键。研制中人车采用了上、下盘抽屉组合结构，上盘载人且与矿车相连，下盘安装抓捕机构并对称布置两个钢绳缓冲器，其缓冲力可调且缓冲钢绳可控制上盘缓冲距离。当人车紧急制动时，实际是下盘紧急制动，上盘通过缓冲器作用允许在下盘上缓冲一段距离，XRC系列人车缓冲距离值为600mm。这一结构既解决了载人缓冲技术问题，又保证了全车结构紧凑、体积小，成功实现了人车及牵引的矿车在斜井瞬间断绳跑车的紧急制动和缓冲减速。研究中对主要性能参数，如空行程时间，断绳瞬间速度，缓冲静拉力、动拉力，缓冲减速度等进行了综合测试，为生产试验载人运行制动和产品定型提供了科学依据。

(3)自动闭锁，防止井口溜车。国内各型煤矿斜井人车仅在斜井段运行，人员上下车位置均设在斜井段，正常情况下无需将人车提到井口以上码头或下放到井底平巷，故只设计了手动闭锁装置，用于特殊情况下防止抓捕机构的误动作。而地质勘探斜井用人车牵引矿车提渣需将人车连同矿车一起提到井口码头或下放到井底平巷。这种过程十分频繁，显然乘车人员用手动机构控制闭锁，防止抓捕机构误动作是十分不方便的。因此，在XRC系列斜井人车上专门研究了一种自动闭锁装置，其结构巧妙，可自动防止人车从斜井上到井口或下到井底因提升钢绳松弛张力消失引起抓捕机构误动作。

尽管以往使用矿车提渣有井口阻车器，仍出现工人操作偶然疏忽，将未挂好钩的矿车推入井下造成跑车的情况。为解决这一问题，XRC系列人车专门设计了防止井口溜车联锁止动机构，实际使用效果良好。

XRC系列斜井人车的以上技术特点表明：该系列设备具有组合科学、经济适用、制动可靠、安全平稳的优点。江西省地矿局915队在柳木坑矿区井深180m、倾角 26° 的斜井中使用XRC1型人车后的评价是："人车减轻了工人上下井的劳动强度，同时又加快了上下井的速度，运行安全平稳，乘坐舒适，深受井下作业人员欢迎"。核工业西北地勘局217队在井深306m、倾角 $27^\circ 18'$ 的向阳山906号斜井中使用XRC1型人车后的评价是："人车结构合理，设计成功，性能可靠，安全适用，对解决工人上下井减轻劳动强度起到保证作用，深受广大工人欢迎。"河北地勘局第三地质队的评价是："人车结构紧凑，布局合理，工作安全可靠；机动性好，易操作；解决了多年来斜井施工人员上下井和矿车提升安全问题，对断绳跑车能自动抱轨，保证井下施工人员安全；减轻了工人的体力劳动，改善了工人的作业条件，深受工人的欢迎"。

作者简介：张佳文：男，1955年生，原地矿部勘探技术研究所，副所长，高级工程师；1982年毕业于武汉地质学院探矿工程系。

作者单位：地址：065000 河北省廊坊市金光道77号；电话：0316-2015312。

收稿日期：1998-08-19