铁路行车事故救援方法及装备应用手册

王晋刚　陈昭明　主编
马　林　周先平　白付维　陈昭明　王晋刚　编著
耿志修　主审

中　国　铁　道　出　版　社
2002年·北京

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书系统地介绍了铁路救援基本知识和典型事故的救援案例,内容包括吊复法基本原理,N1002 型、N1602 型、QTJS100 型及 QTJS160 型铁路起重机的起重特性,及与它们相配套的整体吊具、单端吊具的结构特点、技术参数和使用方法;顶复法基本原理,液压起复机具、液压扶正机具、液压移翻机具和起重气袋以及常用铝压套吊索、合成纤维吊带的结构特点、技术参数和使用方法;拉复法基本原理,液压牵车机、常用人字型复轨器、海参型复轨器、组合式复轨器、桥梁专用复轨器等的结构特点、技术参数和使用方法;25 型各类客车索具、DF_{11} 型机车索具以及主型机车车辆索具的结构特点、技术参数和使用方法;液压拆破机具、救生机具的结构特点、技术参数和使用方法;代用转向架、气动液压站、背负式氧乙炔切割器、救援用无线电子指挥系统等设备的结构特点、技术参数和使用方法;其他救援机具、工具的结构特点、技术参数。

本书为全路救援列车人员、兼职救援队日常学习用书,也可供设计研究部门参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁路行车事故救援方法及装备应用手册/王晋刚,陈昭明编. —北京:中国铁道出版社,2001.12
ISBN 7-113-04341-0

Ⅰ.铁… Ⅱ.①王… ②陈… Ⅲ.铁路运输—行车事故—救援—手册 Ⅳ.U298.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 080537 号

书　　名:铁路行车事故救援方法及装备应用手册
作　　者:王晋刚　陈昭明
出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)
策划编辑:李丽娟
责任编辑:李丽娟　编辑部电话(010)63223135
封面设计:李艳阳
印　　刷:中国铁道出版社印刷厂
开　　本:787×1092　1/16　印张:13　字数:320 千
版　　本:2002 年 1 月第 1 版　　2002 年 1 月第 1 次印刷
印　　数:1～3 000 册
书　　号:ISBN 7-113-04341-0/U·1196
定　　价:25.00 元

版权所有　盗印必究
凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。
联系电话:(010)63545969

编 著 说 明

随着铁路运输事业的不断发展,新型机车车辆的型号和数量日益增多。为给全路救援列车人员、兼职救援队职工、相关管理干部和设计研究部门的同志提供一种适用性较好、可读性较强的救援装备手册,我们集 10 多年专业从事铁路救援设备研制开发工作的成果和经验,在参考了大量国内外救援资料的基础上编著了本书。

本书系统地介绍了铁路救援基本知识和典型事故的救援案例,内容包括吊复法基本原理,各型铁路起重机的起重特性,配套吊具的结构特点、技术参数和使用方法;顶复法基本原理,液压起复机具、液压扶正机具、液压移翻机具和起重气袋以及常用铝压套吊索、合成纤维吊带的结构特点、技术参数和使用方法;拉复法基本原理,液压牵车机、常用各类复轨器、桥梁专用复轨器等的结构特点、技术参数和使用方法;25 型各类客车索具、DF_{11} 型机车索具以及其他主型机车车辆索具的结构特点、技术参数和使用方法;液压拆破机具、救生机具的结构特点、技术参数和使用方法;代用转向架、气动液压站、救援用无线电子指挥系统等设备的结构特点、技术参数和使用方法;其他辅助救援机具、工具的结构特点、技术参数等。

本书涉及的大部分产品均是北京局研制开发的,并经现场多年应用考验,现已成套出口海外;涉及的内容大多是为救援单位搞技术培训的资料。与同类书籍的不同点在于:①在介绍装备机具的同时,着重介绍了典型事故的处理方法以及制定救援方案的思路;②根据近年投入运用的新型机车车辆及新型救援起重机的情况,及时研发了相应的配套救援装备,并介绍了它们的使用方法;③即可循序学习,亦可随用随查。

本书由王晋刚、陈昭明主编,耿志修主审,马林、周先平、白付维参加了编著工作。其中前言、第一章由王晋刚编写,第二章由陈昭明、王晋刚编写,第三章由陈昭明编写,第四章由周先平、陈昭明、白付维编写,第五章由陈昭明、王晋刚编写,第六章由马林、陈昭明、周先平、王晋刚编写,第七章由白付维、王晋刚编写,第八章由马林、周先平、白付维编写,附录由马林编写,全书由陈昭明审核定稿。

为本手册策划、审定的人员有铁道部运输局张纯福,哈尔滨局孔庆春,沈阳局孔泽深,南昌局张伯成,柳州局黄建民、宋多宝,兰州局刘光复,广州铁路集团公司薛瑞华,北京局武民利、李连庆、俞维鸿等。

衷心感谢与我们多年合作的各铁路局和铁路分局的安全救援主管、救援列车及救援队的干部职工,他们的劳动和心血也渗透在本手册的各个章节中。在书稿整理中张海成、李元军、刘丽华等协助做了大量的工作,在此一并感谢。

尽管倾心相注,精心而为,但由于编著者水平有限,不妥之处在所难免,敬请读者不吝赐教和指正。

作者

2001 年 5 月

目　　录

绪　论…… 1

第一章　救援起复设备概述…… 3

第一节　吊复设备…… 3
第二节　顶复设备…… 4
第三节　拉复设备…… 5

第二章　救援方案的制定…… 7

第一节　制定总体方案的考虑因素…… 7
第二节　总体方案的确定原则…… 7
第三节　总体方案…… 8

第三章　救援吊复法 …… 10

第一节　吊复作业中的计算载荷与吊点选择 …… 10
第二节　常用吊索具 …… 13
第三节　吊索承载能力的计算 …… 34
第四节　国产主型轨道起重机介绍 …… 36
第五节　吊复法作业 …… 51

第四章　吊索具使用指南 …… 73

第一节　机车车辆吊具 …… 73
第二节　160 t羊角钩吊具 …… 77
第三节　索　　具 …… 82

第五章　顶 复 法 …… 98

第一节　顶复法发展概况 …… 98
第二节　液压起复基础知识…… 100
第三节　液压起复设备…… 107
第四节　顶复法作业…… 115

第六章　顶复机具使用指南…… 130

第一节　TY-Ⅱ型机车车辆液压起复机具 …… 130
第二节　TCF-Ⅱ型液压侧顶扶正机具 …… 136
第三节　BQ型便携式机车车辆液压起复机具 …… 141
第四节　CQ型多功能起重气袋 …… 145
第五节　YF型车辆事故救援移翻机具 …… 150

第六节 GQ型轻型车辆起复机具 …… 157
第七节 SD型车辆手动液压起复机具 …… 160

第七章 拉 复 法 …… 163

第一节 拉复工具 …… 163
第二节 复轨器分类及特点 …… 163
第三节 典型复轨器的安装使用方法 …… 167
第四节 复轨器起复机车车辆的典型事例 …… 174
第五节 利用线路设备复轨 …… 179

第八章 辅助设备使用指南 …… 181

第一节 液压破拆工具 …… 181
第二节 自给正压式空气呼吸器 …… 184
第三节 TYT型组合式台车 …… 187
第四节 作业防护无线指挥系统 …… 189
附录一 …… 191
附录二 …… 199
附录三 …… 199
主要参考文献 …… 200

需要全本请访问 www.ertongbook.com

绪　论

铁路运输是国民经济的大动脉，铁路运输安全是铁路运输工作的重中之重。保障铁路运输安全是一项庞大的系统工程，铁路行车事故救援则是该系统工程的一个子系统，在铁路运输中起着非常重要的作用。行车事故救援部门的职责是：迅速开通线路，恢复正常运输生产秩序，最大限度地减少事故造成的直接和间接损失。

目前，隶属于机务部门的救援列车作为我国铁路唯一的专业救援队伍，承担了绝大多数行车事故救援工作，在行车事故救援中起主力军的作用。分散在各站段的救援队作为救援列车的补充，在行车事故救援中起辅助作用。但是两者的发展极不平衡，救援队的作用十分有限，影响了行车事故救援的效率。

过去，由于技术水平的限制和传统观念的影响，我国铁路主要采用吊复法实施救援起复，并以吊复法为主体组织和配属救援网络。在救援列车执行实际救援任务时，多数情况是依靠救援起重机及吊复法实施起复作业，而较少采用顶复法和拉复法。按铁道部铁运〔1999〕118号文件规定：配置100 t及以上吨位内燃轨道起重机的救援列车，所管辖的半径一般应为200 km，单方向的救援距离一般为250 km。由此可以看出，多数发生在区间内的事故，救援列车很难在铁道部《铁路行车事故救援规则》规定的时限内完成救援任务。受经济能力的制约，我国铁路不可能再缩短救援列车的间隔，就是现有救援列车也存在形式落后、专用车辆构造速度不匹配、起重能力与机车不匹配、救援机具配备不合理等诸多问题。此外，除使用轨道起重机有明确的作业标准外，救援列车配备的其他机具、工具大多没有使用标准和作业标准，在使用时有不规范的现象，容易造成安全隐患。

为解决救援列车能力不足的问题，我国铁路在沿线的车站（或养路工区）设置了救援队。救援人员多为站段职工兼职，一般由4至6人组成，主要配备简易起复器、复轨器等简易工具。按铁道部铁运〔1999〕118号文件规定，救援队的主要职责是：采取一切措施，起复机车、车辆，清除线路上的障碍物，迅速恢复通车；如事故严重需出动救援列车进行救援时，应于救援列车到达前，作好各项准备工作，并保护事故现场痕迹。救援队设置间隔一般为30～50 km，其优势是机动灵活，能迅速到达事故现场。对一般脱轨事故的救援，救援队起复效率明显高于救援列车；对重大行车事故，救援队与救援列车协同配合，共同完成救援任务。从以上救援队担当的职责来看，救援队与救援列车担负着同样重要的职责，在某些情况下，救援队的作用甚至比救援列车更为重要。但目前我国救援队在管理和设备配备上存在许多问题，主要是：

（1）救援网络的设置缺乏统一规划，救援队级别的划分缺乏科学性。

（2）对救援人员在救援技术方面缺乏全面系统的培训。往往是在比武时很灵，遇到实战则较难发挥作用。

（3）设备购置不统一，各自为政，缺乏统一标准，给救援工作和维修管理带来了混乱，造成了资金和材料的浪费。

（4）起复设备的开发涉及机械制造、机车车辆构造、人身导向安全、作业方法等多种学科，

是一个专门的技术领域。有的单位认为简易起复设备制造简单,便自行开发和应用,生产的设备缺少必要的安全性和结构的合理性,极易造成二次人身伤害,或在使用时救援效率不高。

(5)对救援队的资金投入不足,救援队缺少必要的救援设备,难以完成救援任务。

以上这些问题都从不同的方面影响着整个救援网络的救援能力,希望能引起有关部门的高度重视,对救援网络进行科学合理地规划,充分利用各种救援方法(吊复法、拉复法、顶复法等)和救援设备,最大限度地缩短行车中断时间,降低事故影响和事故损失。

随着我国铁路现代化建设的飞速发展,救援用内燃轨道起重机技术有了很大发展。在近20年间,我国已为一百多个救援列车配备了100 t内燃轨道起重机,并在部分重要枢纽配备了160 t内燃起重机。1998年北京铁路局与西南交通大学和武汉桥机厂合作研制成功了160 t全液压伸缩臂内燃轨道起重机,为提高我国救援列车的救援能力提供了设备保证。

我国铁路采用起复机具进行行车事故救援已有几十年的历史,但由于一直没有制定相应的标准,采用市售普通千斤顶和自制辅助机具,存在着机具不配套,专业化程度不高,起复效率低等问题,属低水平应用。1984年在我国首次举办的国际铁路展览会上,国外厂商带来了世界救援装备的最新产品。以此为契机,北京铁路局开始研究开发轻型救援起复设备,并围绕轻型救援起复设备进行救援方法的研究。经过十几年的开发研究,已基本掌握了起复机具的设计技术,开发出涉及行车事故救援的系列装备和机具40余项,具备了整体设计和配属各等级救援列车和救援队的能力,已成功设计和配属了我国神华集团神木北救援列车和伊朗德黑兰—卡拉季铁路救援列车,并为数十个救援列车和百余个救援队配备了成套轻型起复设备,产品辐射到全路14个铁路局和地方铁路、厂矿等单位,为我国救援装备的现代化做出了贡献。

为使购置救援设备的用户更好地掌握设备的使用方法和作业方法,提高救援效率,我们编写了这本手册,供从事救援工作的管理人员、技术人员、救援列车和救援队职工参考。对没有购置救援设备的救援单位,在救援方法和作业程序方面,本手册具有参考借鉴意义,也可为选购救援设备提供技术依据。

第一章　救援起复设备概述

发生行车事故后，事故状态千差万别，各不相同。现代救援设备技术的发展为行车事故救援提供了多种手段和方法，而每种救援设备在处理事故时又各有所侧重，同一事故若选择不同的设备进行救援起复，其效果可能会截然不同。这就要求救援单位能够熟练掌握各种救援设备的性能和特点，在事故救援时合理选择救援设备，以达到尽快开通线路，降低事故损失的目的。按性能划分，救援设备可大致分为四大类：吊复设备、顶复设备、拉复设备及辅助设备。

第一节　吊 复 设 备

吊复设备包括救援轨道起重机、专用吊具、机车车辆索具等。

1. 救援轨道起重机

救援轨道起重机是救援列车最重要的救援设备。其优点是：起重吨位大、起复能力强，可处理各种复杂的事故，如机车车辆颠覆出轨、多节机车车辆脱轨、机车车辆破损、机车车辆严重冲突等重大事故。其缺点是：救援列车的设置间隔较大，救援起重机到达事故现场的运行时间较长；救援作业受环境影响大，无法在桥梁上和隧道内作业，在接触网下作业时需拆网或拨网，回转时受线路两侧山体及电杆等设备限制；辅助作业时间长等。

目前各救援单位配备的主型救援轨道起重机是100 t及160 t的固定臂起重机。近几年研究开发了100 t、125 t及160 t全液压伸缩臂起重机，各种起重机的性能请参考第三章内容。

2. 专用吊具

专用吊具是专门为救援轨道起重机起吊机车车辆而设计制造的配套设备。由于救援轨道起重机在出厂时没有配备专用吊具，因此救援列车在购置专用吊具时，应综合考虑救援轨道起重机的性能和其管辖范围内运行的机车车辆等具体情况。

为降低投资，方便使用，本节所述各种吊具的上绳和支持梁均按起吊机车设计。支持梁用于保护机车车辆的车体不被下绳挤伤。

按作业对象划分，专用吊具可分为机车吊具、客车吊具和货车吊具等类型。

按作业特点划分，专用吊具可分为整体吊具和单端吊具。

(1)机车吊具

机车整体吊具用于整体吊起机车并复轨，它包括两根支持梁、四根上绳、四根下绳、四只承吊销，上下绳均对折双股使用。起吊不同的机车时，使用的下绳长度和承吊销有所不同，要根据具体车型而定。无论何种轨道起重机，在本线都不能整体吊起机车。在标准线间距时，100 t轨道起重机可在邻线整体吊起BJ、SS_4、8K、8G型等四轴机车，160 t轨道起重机可在邻线整体吊起各型机车。

机车单端吊具用于单端吊起机车并复轨，它包括一根支持梁、两根上绳、两根下绳、两只承吊销，其支持梁、上绳、承吊销与机车整体吊具相同，下绳的直径和长度不同。100 t及以上轨道起重机使用该吊具可在本线和邻线(标准线间距)单端吊起各型机车。

(2)客车吊具

客车整体吊具的上绳及支持梁与机车吊具相同,但下绳要比机车吊具长且细,下绳配专用吊钩作用于车体。单端吊客车时,使用一根支持梁并将原下绳更换为较短的下绳即可。

100 t及以上伸缩臂轨道起重机只有在邻线(标准线间距)才能够整吊客车。

(3)货车吊具

在吊敞车、平车、油罐车时,用四根等长的吊索配四只专用吊钩(与客车吊钩类似),挂在车辆边梁处,即可整体吊起上述车辆。但由于受车体边梁强度的限制,不可整吊满载的敞车和油罐车,整吊的重量(含车辆自重)不能超过40 t。

在整体和单端起吊棚车时,需使用支持梁(空车可不用),但整吊的重量(含车辆自重)也不能超过40 t。

100 t及以上轨道起重机在本线和邻线(标准线间距)均可整吊货车。

3. 机车车辆索具

机车车辆索具是将机车车辆的转向架固定在车体上的专用工具。由于机车车辆的转向架和车体结构差别很大,而多数机车车辆在设计制造时又没有考虑事故救援的需要,在设计索具时,必须考虑机车车辆的具体结构,因而造成了索具种类较多,结构各不相同的情况。

机车索具分为 DF_4、DF_5、DF_{11}、BJ、DF_7、SS_1、SS_3、SS_4、SS_7、SS_8、8K、8G、6K、动车等车型。

车辆索具分为通用车辆索具和专用车辆索具。通用车辆索具适用于 22 型及以下客车、货车及其他有中梁车辆。专用车辆索具又分 25B、25G、25K、25Z 型客车、拖车组及大型养路机械车等专用索具。

第二节 顶 复 设 备

顶复法及其设备是指用特制的液压千斤顶和辅助机具从脱轨机车车辆的下部抬起事故车,当轮缘高于轨面时,把事故车向线路中心移动,到达正确位置后落车,使其复轨的方法。顶复法和起复机具主要解决三类问题:①起复脱轨和颠覆的机车车辆;②为尽快开通线路,将破损后不能走行或无起复价值的机车车辆翻至或移出限界;③在事故现场快速架车,更换破损的走行部件,或在铺设便线时用于架桥。

顶复设备按功能划分可分为多功能型、便携型、手动简易型等。

顶复设备按动力方式划分可分为电动型、内燃型、手动型等。

顶复设备按作业对象划分可分为机车车辆型、车辆型。

1. TY-Ⅱ型液压快速起复机具

TY-Ⅱ型液压快速起复机具是消化吸收国外同类产品的优点,由北京铁路局自主开发的新型起复设备。该产品的核心部件采用高强铝合金制造,具有重量轻、机动性好、功能强大等特点,适合于各等级救援列车配备。它主要由泵站、主千斤顶、辅助千斤顶、横移装置、高压油管等组成。起复对象是主型机车车辆及各类特种作业车辆,适合在各种线路条件下使用。

2. BQ 型便携式起复机具

BQ 型便携式起复机具是专为救援队研制的轻型救援设备。全套设备结构极为简便,操作十分简单,只需稍加培训即可掌握,而起复能力却十分强大,主千斤顶为100 t,横移千斤顶为20 t/10 t(推/拉),液压站的动力可选内燃或电动。起复对象是一般性脱线的主型机车车辆及各类特种作业车辆,适合在各种线路条件下使用。该产品在设计上符合导向安全原则,具有

良好的安全性，是救援队设备升级换代的理想产品。本产品还可按客户要求增加配置，扩展功能，满足各类复杂脱线事故的起复要求。

3. TSD - Ⅱ型手动液压起复机具

TSD - Ⅱ型手动液压起复机具是专门为救援队研制的轻型液压起复设备。具有结构简单，操作方便，重量轻，安全性能好等特点。整套设备经过专业化设计，各方面性能可满足救援的实际需要。两只主千斤顶采用双级结构设计，在事故救援时只需一次顶升就可将事故车轮对抬至高于轨面进行横移，可大大提高救援效率。主千斤顶和手压泵采用分离结构，通过高压油管相连，救援人员可远离事故车进行操作，具有很高的安全性和可靠性。起复对象是一般性脱线的各型轻重车辆及各类特种作业车辆，是目前较理想的简易起复设备。

4. TCF-Ⅲ型液压扶正机具

TCF-Ⅲ型液压扶正机具主要用于将倾斜或倾倒的机车车辆扶正，再利用起复设备横移复轨，还可将无起复价值的机车车辆翻出限界。该设备具有很强的实用性，可在桥梁上、接触网下、隧道内等特殊线路使用，是救援列车理想的救援机具。驱动动力可选择电动机或汽油机。

5. YF 型车辆事故救援移翻机具

YF 型车辆事故救援移翻机具是针对救援队救援作业的特点，专门为救援队研制的多功能救援设备。该机具主要由三级主千斤顶、横移千斤顶、手压泵（可选机动泵）、横移梁、横移车、车辆索具等组成。它具有将事故车辆横移复轨、翻出限界、整体移出限界等多种功能，由于将多种救援功能有机地集中于一种机具上，所以可以减少救援队的设备配置，方便搬运和使用。在设计上符合导向安全原则，在主千斤顶上设有液压锁，以防止意外发生。油泵和千斤顶通过高压油管相连，救援人员可远离事故车作业，保证了救援人员的安全。其作业对象是各型轻重车辆及特种作业车辆。

第三节　拉 复 设 备

拉复法、吊复法和顶复法共同构成了行车事故救援的基本方法。拉复法是通过使用机车或牵车机沿线路方向牵引事故车，利用复轨器或线路和桥梁设备使事故车轮对抬高，并迫使其复轨的救援方法。在几种救援方法中，拉复法使用的设备最简单，起复效率也比较高。但是拉复法及其设备的复轨距离有限，一般来讲当事故车脱轨距离超过 340mm 时，就不宜再使用拉复法。拉复法的主要设备有机车、牵车机、复轨器、逼轨器等。

1. 牵车机

牵车机是拉复法的动力设备，当事故现场没有机车或不具备机车牵引条件时，牵车机可提供20 t的牵引力，使脱轨事故车通过复轨器复轨。牵车机由超高压泵站、空心往复油缸、牵引杆、牵引绳、固定装置等组成。

2. 复轨器

复轨器的发明已有近百年的历史，是最原始也是最有效的救援设备之一。较早的复轨器是人字形复轨器，复轨距离只有240 mm。随着救援技术和材料技术的不断发展，近 20 年来复轨器也有了较大发展，主要表现在提高强度降低重量（人字形复轨器可降至50 kg/只），加大复轨距离（可达到340 mm），结构形式的改进等方面。在材料选取上，采用高强度铸钢、高强度铸造铝合金、高强度钢板焊制等 在结构形式上，有人字形、海参形、组合式、多功能组合式（可在桥上、道岔等特殊场合使用）等多种形式，但其复轨原理都是相同的。

(1)人字形复轨器

复轨器最原始的形式就是人字形复轨器,到目前仍在广泛使用。现在人字形复轨器的复轨距离大多已达到340 mm,选用的材料有铸钢、铝合金、高强钢板等,重量从 50～100 kg不等。从综合性能对比来看,高强钢板焊制人字形复轨器的性能较为优越,其单件重量只有50 kg,与铸造铝合金复轨器的重量基本相同,而强度比铸钢复轨器还要高,但由于高强钢板人字形复轨器的制作工艺比较复杂,因此价格也相对较高。

(2)海参形复轨器

海参形复轨器以其形状酷似海参而得名,结构上有内、外侧之分。由于结构本身的限制,它的复轨距离不大,一般只有240 mm左右。

(3)组合式复轨器

组合式复轨器是针对老式人字形复轨器重量大、复轨距离小而研制的。最初只是将人字形复轨器的‘撇’和‘捺’分开,以降低重量,便于搬运,但对复轨器的安装要求比较高,安装不规范往往会造成起复的失败或复轨器的损坏。

(4)多功能组合式复轨器

上述几种复轨器只适用于普通线路,而在一些特殊地段如桥梁、道岔咽喉处则无法安装使用,使复轨器的使用范围受到了限制。多功能组合式复轨器就是针对这种情况研制的。由北京铁路局研制的桥上专用复轨器,经过科研人员反复改进,不仅适用于桥上线路,而且适用于普通线路和道岔咽喉处,扩大了复轨器的使用范围,是一种典型的多功能组合式复轨器,其单件最大重量小于40 kg,复轨距离可达340 mm,如配合逼轨器使用,其复轨距离更大。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第二章　救援方案的制定

行车事故发生后，事故状态千差万别各不相同，制定合理的事故救援方案便成为行车事故救援组织者和指挥者的首要工作。正确合理的救援方案能保证救援作业的顺利进行，使线路尽快开通，并可减少事故的直接和间接损失，达到事半功倍的效果。

制定事故救援方案，要求事故救援组织者和指挥者有较高的技术素质和很丰富的救援实战经验，要求他们能够熟练掌握各种救援方法和相应的救援设备的性能，根据事故现场的地理环境及事故车的具体情况，制定出既符合自身设备能力又符合事故具体状况的救援方案。

第一节　制定总体方案的考虑因素

1. 线路允许占用时间

按《铁路技术管理规程》规定，单线或双线之一线行车中断满2 h，或影响本列车满2 h，则构成重大事故。应考虑从中断行车开始，到完成救援恢复通车的时限，须控制在2 h以内。围绕此时限考虑救援方案。

2. 事故情况

系指机车、车辆脱轨颠覆，线路损坏等情况。

3. 环境对作业的影响

(1)天气异常恶劣，如暴风雨、大风雪；

(2)事故发生在隧道内或桥梁上；

(3)事故发生在路堑、高路基及峡谷处；

(4)事故发生在一侧靠山，另一侧靠河流地段；

(5)事故发生在接触网、高压线下。

4. 线路质量情况

如曲线、混凝土轨枕、新线质量和基础软弱等。

5. 救援机具、设备及人员配备情况

在救援现场及周边地区能够利用的救援机具、设备以及能够调集的劳动力。

第二节　总体方案的确定原则

1. 首先保证开通正线

救援工作首先要保证开通正线；双线完全中断时要尽快开通一线；干线和支线同时中断时，要首先开通干线；多线中断时，要首先开通正线；如线路损坏严重时，应铺设便线临时开通。

2. 采取不同的起复方法

在救援起复工作中，应根据脱轨情况采取不同的起复方法。一般情况下，应组织卸车，按照一拉复，二顶复，三吊复，四拉(顶)翻的程序进行。

3. 特殊地段作业

在特殊地段,如接触网下、桥梁上、隧道内、曲线上,应考虑首先将事故车拉出特殊地段后再起复。如果不可能时,须注意以下几点:

(1)在桥梁上起复时,尽量不采用吊复法,以防轨道起重机翻倒。如必须吊复时,一定要打稳基础,垫牢支腿后方可作业。

(2)在隧道内起复时,严禁卸车,以防影响起复作业。

(3)在接触网下起复时,除拉复法、顶复法不受电网高度影响外,其它作业必须停电后才能进行,必要时可采取拆除、拨开、抬高接触网的方式,扩大作业空间。

(4)在曲线上起复时,应将事故车尽可能拉到直线段后再进行起复作业 如不可能时,应在曲线外轨加装护轮轨。

4. 特殊情况作业

(1)列车脱轨、线路损坏严重,或机车车辆严重倾斜时,禁止采用拉复法 ;采用顶复法时首先须将车体调平,然后顶复。

(2)起复危险品车辆时,要经专业人员检查后才能作业 ;要根据具体情况穿戴工作服,作好安全防护。

第三节 总 体 方 案

总体方案要围绕原线开通或便线开通两种形式制定。

1. 原线开通

原线开通是用起重机、起复机具、机车或第二救援动力等设备,用拉、吊、顶、翻等方法起复事故车,或将事故车翻出限界之外,在原线开通线路的救援方法。

拉——有两层意思:①拉复,用复轨器拉拽事故车复轨;②拉翻,机车车辆颠覆,不能拉复,又无吊、顶条件时,可采用拖拉机、装载机、坦克车等大型动力设备,把事故车拉翻到铁路限界之外开通线路。

吊——也有两层意思:①吊复,用起重机将事故车吊起复轨;②吊翻,用起重机将事故车吊起翻倒。

顶——用液压千斤顶将事故车顶起后,向线路中心横移直至车轮能落轨为止。

翻——在前面三种方法都不能使用时,采取拉翻、吊翻等翻车法。

2. 便线开通

便线开通是利用事故现场两侧的其它铁路线路或较好地形,进行拨通或铺设临时线路的开通方法。此方法对于机车车辆的重大颠覆事故及线路损坏严重不易起复时,救援效率较高,尤其是有线路可借用时,要果断进行拨道,使正线迂回开通。此方法如果工务、机务、车辆等作业安排紧凑,有可能在2 h内完成开通,既可能改变事故性质,又能减小事故造成的损失和影响。有四种便线开通方式:

(1)利用地形较平坦的地段新铺便线;

(2)利用专用线拨道接通;

(3)利用牵出线拨道接通;

(4)利用安全线接线开通。

3. 采用便线的条件

(1)为开通需要

当事故现场堵塞的事故车或危险货物在较长时间内难以消除,而原来正线一侧又是较平坦地段时,从开通线路的时间权衡,便线开通较快时,应采用便线开通方法。

(2)为救援需要

若两车相撞,脱轨倾斜较大,在原线既不能拉又不能吊,必须利用二线起复时,应采用铺设便线方法。

(3)为清理现场需要

列车、线路损坏严重,虽然采用便线有一定困难,甚至抢修工作量大于原线开通工作量,但正线开通后,清理现场的工作量很大,则可以采用铺设便线的方法清理现场。

4. 多种方法平行作业

根据事故现场情况采用拉、吊、顶、翻等多种方法同时作业,加快救援起复效率。

第三章　救援吊复法

行车事故是十分复杂的，每次事故的状况也不完全相同，究竟采用何种救援起复方法适宜，需要根据当时的具体情况决定。对铁路行车事故中脱线或颠覆的机车车辆，国内外一般采用机车牵引拉拖复轨(拉复)、起重机吊起复轨(吊复)和千斤顶顶升复轨(顶复)等三种救援方法。

根据统计资料，截至 1995 年全路共有 169 组救援列车，平均救援半径161.5 km，拥有的救援起重机总数为 239 台，其中60 t级起重机 119 台，100 t级起重机 99 台，160 t起重机 21 台，单台起重机平均起重能力为85.4 t。截至 1999 年全路共有机车14 619台，其中内燃机车10 259台，电力机车3 344台，数量占总数的 93%，牵引工作量占 98.7% ；客车35 115辆，其中空调客车12 635辆，占总数的 27.8% ；货车463 893辆，其中载重50 t以上的为432 733辆，占总数的 93.3% ；载重60 t以上的为332 733辆，占总数的 71.7%。利用起重机吊复是铁路救援抢险的主要方法之一。

从本质上讲，吊复作业是起重吊装领域的一个分支，两者有许多共同点。因此起重吊装领域的许多技术装备和技术标准均可直接引用到吊复作业中。

吊复法作业包括几个要素：起重机、吊具、吊索和被吊物体。吊复法作业的内容是：首先要熟悉被吊机车车辆的重量、重心、几何尺寸和承吊点，然后根据被吊物的结构特点、几何尺寸、重心、重量和现场拥有的吊复手段，选择吊复方法，拟订吊复方案，制定安全措施。在安全、可靠的基础上，按设计的吊点连接好吊具，完成救援吊复工作。这是一项复杂而又细致的工作，直接决定着救援吊复工作的成败和效率。

第一节　吊复作业中的计算载荷与吊点选择

在吊复作业中，常常需要根据被吊物体的重量来设计和选择吊索。设计中采用的计算载荷包括动载荷和不均衡载荷两种。设计计算中常利用动载系数 K_1 与不均衡系数 K_2 乘以静载荷，来近似地代替被吊物或起重吊索具在冲击振动情况下的动载荷与不均衡对称工况下的不均衡载荷。

一、计算动载荷

在重物的起吊过程中，因机械传动或操作人员的突然起动或刹车、起吊运动状态的突然改变等，均能增大重物本身以及起重吊索具所承受的静载荷。因此，在选择和验算起重吊索具强度以及被吊物本体强度时，应将被吊物体自重以及根据吊复工艺设计中静力平衡原理算出的各吊索具的受力，乘以动载系数 K_1，作为吊复工艺设计中该吊索具所承受的计算动载荷。

牵引、起吊时的动载系数 K_1 如表 3—1—1 所示。

二、计算不均衡载荷

当利用双分支、四分支吊索起吊重物时，受现场条件影响，往往存在下述不平衡因素：

(1)由于吊索具制作或组合的不完全对称,受力后引起分支吊索具的受力不均衡。

(2)因地基下沉而产生的起重机支腿不均匀沉陷,受力后引起分支吊索具的受力不均衡。

(3)由于各分支捆绑吊索的长短、松紧不一致,受力后引起分支吊索具的受力不均衡。

(4)当用两台起重机共同抬吊一个重物时,因两台起重机机械结构、工作速度、操作手法、动作协调等方面的差异,均能引起各分支吊索具的受力不均衡。

因此,在选择和验算各起重吊索具时,应将被吊物体自重以及根据吊复工艺设计中静力平衡原理算出的各索具的受力,乘以不均衡系数 K_2,作为吊复工艺设计中该吊索具所承受的不均衡载荷。一般取 K_2 为 1.2。

表 3—1—1　牵引、起吊动载系数 K_1

起吊牵引系统的工作方式	K_1
通过滑轮组用人力绞车牵引起吊	1.1
直接用人力绞车牵引起吊	1.2
通过滑轮组用机动绞车牵引起吊	1.2
直接用机动绞车牵引起吊	1.3
通过滑轮组用制动器控制时的制动系统	1.2
直接用制动器控制时的制动系统	1.2

三、综合计算载荷

综上所述,在救援吊复过程中,吊索具可能同时承受冲击振动与不均衡载荷的影响。因此在设计和验算其强度时,应将吊复方案中以静力平衡原理算出的各吊索具的受力,连乘以动载系数 K_1 和不均衡系数 K_2,作为吊复工艺设计中该吊索具所承受的综合计算载荷。要求综合计算的载荷不大于该吊索的许用载荷。

四、重心与吊点

在救援工作中,正确地估计被吊物体的质量与重心,选择合理的吊点,是安全吊装的基本保证。

(1)确定重心

在起吊作业中必须确定被吊物体的重心,根据重心选择吊点。如果将吊索拴挂在物体两侧与重心不对称的位置上,起吊时物体就要发生倾斜甚至翻倒。因此必须根据重心位置进行捆绑和起吊,以保证人身和作业安全。

形状规则而且组织均匀的物体的重心,就在物体的几何中心上。比如矩形物体,它的重心在其 1/2 高度所处平面的对角线交叉点上;立置的圆柱形物体,它的重心在其 1/2 高度所处平面的圆心上;卧置的圆柱形物体,它的重心在其半径所处水平面的对角线交叉点上;再如,DF_4 型机车的重心在转向架 2/5 轴上方两承吊孔中心连线的中点;25 型双层客车的重心在两转向架心盘中心连线的 1/2 处等等。如果物体是由两个或两个以上大致规则的外形组成,可以分别找出各部分的重心,再按照力的合成方法求得。

对形状不规则的物体,一般采用垂直悬挂法寻找物体重心。在物体上任取两点作为吊点,分别垂直悬挂起来,重心即在两条悬挂延长线的交点上。

(2)影响重心位置的因素

机车车辆脱轨后影响重心变化的因素有:机车车辆的部件破损;车辆上的装载物倾斜或位移;脱线机车车辆的倾斜角度以及车辆所载液体的存量。

在吊复法作业中,对简单物体的质量和重心应能估计出大致范围;对复杂、吨位大的物体质量和重心应进行计算;对倾斜严重的物体应进行计算和试吊以确定质量和重心。

(3)选择吊点的原则

在对物体进行多吊点吊装时,吊点或捆绑点应以重心为中心进行对称选择,这样可以保证物体被吊起后不摇、不晃、不转动、不翻倒。选择吊点的原则是:

①对有吊耳或吊孔的物体,应利用这些吊耳、吊孔进行起吊作业;

②起吊长件物体时,应使两个吊点处在重心两侧,并且使起吊力通过重心延长线;

③对高大物体,吊点必须对称设置在重心上部;

④对质量较大的矩形物体应设置 4 个吊点,并且吊点应分布在与重心对称的 4 个方向上。

五、运行式起重机的稳定性计算

运行式起重机必须保持稳定,一旦失去稳定就可能造成重大倾覆或翻车事故。起重机的稳定性是指起重机在自重和外载荷的作用下抵抗翻倒的能力。

起重机稳定性按工作状态和非工作状态两种工况分别验算,前者称为载重稳定性,后者称为自重稳定性。这两种稳定性的大小都以相对于倾覆边的复原力矩与倾覆力矩的比值,即所谓的"稳定性安全系数"K 来确定。

$$K = \text{复原力矩} / \text{倾覆力矩}$$

载重稳定系数 $K_1 \geqslant 1.15$;自重稳定系数 $K_2 \geqslant 1.4$。载重稳定性计算如下(参见图 3—1—1):

$$K_1 = \frac{1}{Q(a-b)}\left\{G[(b+c) - h_1 \sin\alpha] - \frac{Qn^2 ah}{900 - n^2 H} - \frac{Qv}{gt}(a-b) - Wp - W_1 h\right\} \geqslant 1.15 \qquad (3—1—1)$$

如不考虑附加载重和坡度影响时,起重机的载重稳定系数 $K'_1 \geqslant 1.4$,即

$$K'_1 = \frac{G(b+c)}{Q(a-b)} \geqslant 1.4 \qquad (3—1—1a)$$

自重稳定性计算如下(参见图 3—1—2):

$$K_2 = \frac{G[(b-c)\cos\alpha] - h_1 \sin\alpha}{W_2 p_2} \geqslant 1.4 \qquad (3—1—2)$$

式中 G——起重机重量(kg);

Q——起重机的起升载荷重量(kg);

a——吊重中心到轨距中心的距离(m);

b——倾覆边缘到轨距中心的距离(m);

c——起重机重心到转台回转中心的水平距离(m);

H——吊臂端部到吊重中心的距离(m);

h——吊臂端部到支撑平面的距离(m);

h_1——起重机重心到支撑平面的距离(m);

v——吊重升降速度(m/s);

n——起重机的回转速度(r/min);

g——重力加速度(9.81m/s²);

t——起重机制动时间(s);

需要全本请访问 www.ertongbook.com