

1 列车操纵技术的教与学

1.1 列车司机操纵存在的问题

开好车是机车司机的天职，列车操纵技术在机车司机业务技术中就占有很大的比例。但是，毋庸讳言，目前机车司机的操纵技术与铁路运输能力不断提高的形势还不相适应，存在不少问题：有的凭感觉开车，频繁地动手柄、闸把，手忙脚乱，毫无章法；有的速度控制不合理，该快不快，该慢不慢，不能充分合理地利用线路纵断面和列车动能；有的操纵不平稳，前拉后拽，前阻后拥；有的因操纵不当，甚至违章蛮干，引起了机车故障、运缓、途停、掉分相、断钩分离等行车非正常情况。

造成上述问题的原因是多方面的，既有司机本身敬业精神、学习态度、学习方法方面的问题，也存在列车操纵技术教学不到位、不实际、针对性不强等培训方面的问题，还存在管理理念、管理水平等方面的问题。因此，分析列车操纵技术教与学的现状，找出存在的问题，寻求有效解决办法，很有必要。

1.2 列车操纵技术培训存在的问题

1.2.1 列车操纵技术教与学的特点和难点

列车操纵技术的教与学具有很强的实践性，良好操纵技术的养成需要三个必要条件：一是懂得列车纵向力变化规律和列车牵引、制动等操纵理论知识，熟悉列车操纵有关规章规定；二是熟悉有关设备性能和操作方法，经过大量的观察体会和较长时间的列车操纵训练，将理论和实践很好地结合起来；三是不断摸索体会，最终达到熟能生巧、运用自如、灵活应变的境界。简言之，

理论与实践相结合，长期观察，反复实践，仔细体会，善于总结，是提高列车操纵技术的必由之路。

列车操纵技术的教与学，长期以来存在的突出问题是理论与实践结合差。懂得牵引计算和一般操纵原理者往往缺乏实际操纵经验，讲出的理论与操纵实际存在较大的距离，对指导实际操纵缺乏针对性；经验丰富，操纵技术精良的司机，往往缺乏有关理论知识，合理的操纵方法不能得到总结推广。

提高机车司机操纵技能需要教师或行车管理人员对列车纵向力变化规律、列车操纵原理和具体操纵方法等方面知识，进行通俗透彻、联系实际讲解和示范；需要机车乘务员在长期操纵实践中反复揣摩，仔细体会。但是，现场一直缺乏列车操纵技术方面实际、实用的培训教材，机务运用教师普遍反映，操纵课不好讲、讲不好，这无疑影响了列车操纵技术的教与学。

列车操纵技术培训最终需要实际牵引列车进行，存在一定的安全风险，因此练习操纵的学习司机必须在司机的指导下进行一对一的帮教训练，而现职司机的操纵水平参差不齐，难以保证带出好司机；在列车操纵模拟驾驶设备上练习操纵风险小，但其参数设定、操纵环境的模拟等方面与实际情况往往不一致，实际教学作用有一定的局限性。

1.2.2 列车操纵技术教学存在的问题

一是对操纵技术教学不重视，没有将其纳入机车乘务员培训的主要内容，日常培训很少安排专门的操纵课程。即使有，也主要讲些机车本身的操纵注意事项和一些操纵方面的规章制度。

多年来，大部分机车司机的操纵技术是通过传统的师带徒得来的，而师傅的操纵方法未必规范合理，如果徒弟再不注意琢磨或练习不得法，只靠师傅教的老底子，操纵技术势必难以提高。徒弟成了师傅再带徒弟，如此低层次重复培训的结果，必然影响

到机车司机队伍整体素质。

二是列车操纵理论培训少，理论与实际脱节。缺乏理论指导的实践，常常带有盲目性，遇到特殊情况往往难以准确应变。准确理解列车纵向力变化规律和有关操纵规定的理论依据，领会操纵原理，才能在实际操纵中正确地执行。但是，实际操纵培训中很少能听到深入细致、通俗易懂的讲解，甚至有的教师、行车管理人员对操纵原理和操纵方法也是一知半解，知其然，不知其所以然。

机车乘务员在学校学的列车牵引计算及有关操纵知识，常常因为当时缺乏实际体会理解不深，具体操纵实践中又缺乏优秀的教师引导，个人再缺乏学习的自觉性，理论实际结合不起来，时间一长，可怜的理论也被弃之脑后。于是，只好按师傅教的或按自己的感觉操纵机车。

三是列车操纵技术培训不系统、不实际。很多技术培训只是就事论事，简单地讲解一些操纵规定，对实际操作中如何具体地控制速度、撂闸、动手柄等细节及特殊地段、特殊情况下如何操纵等讲不透，难以做到理论实际相结合的分析和示范。

为什么不少操纵规定执行差？为什么一些关键地段、关键操纵环节老出问题？为什么非正常情况下司机应变能力差？这是一个主要原因。

四是因循守旧，观念滞后。目前机车车辆性能、行车安全装备、线路及站场设备、信号显示方式等不断改进，列车牵引重量（辆数）持续增加、运行速度和列车密度不断提高，而一些操纵规定却不能与时俱进，使得合理的操纵方法执行不下去，如撂闸后速度必须下降多少才能缓解，遇到线路慢行时必须提前 500 m 甚至 1 000 m 把速度控制在限速值 5 km/h 以下、充满风再动车等不合理的规定屡见不鲜。

五是学练列车操纵技术的风气不浓，保证安全和提高操纵技

术没有紧密地结合起来。

1.3 列车操纵技术理论培训应注意的问题

列车操纵技术理论培训必须与实际相结合，简明扼要，通俗易懂，其主要任务是要让机车乘务员理解列车操纵的基本原理，掌握具体操纵方法，懂得违章操纵的危害。在此基础上，学会运用操纵理论解释操纵现象，分析、比较各种操纵方法的利弊，解决操纵过程出现的新情况、新问题。

(1) 要注重运用理论知识解释有关操纵原理，分析操纵过程中出现的各种现象，剖析不良操纵方法的危害。

例 1：讲解列车纵向冲动的形成和平稳操纵的要点时，采用如下讲解方法机车乘务员容易理解：

列车中的机车、车辆是通过车钩及缓冲装置机械连接而成的组合体。当机车、车辆间的拉伸或压缩变化较小时，其冲击能量被缓冲装置完全吸收，列车不会有明显冲动；当列车纵向冲击振动过大，机车、车辆间的拉伸或压缩变化超过了缓冲装置的容量时，列车就会产生明显的冲动。因此，消除列车有害冲动，实现平稳操纵的要点在于：尽量减少车钩的伸缩变化，通过合理操纵使列车的车钩全部拉伸或全部压缩。当车钩由压缩状态过渡到拉伸状态，或由拉伸状态过渡到压缩状态时，要缓和平稳。

讲解平稳操纵的具体方法时，围绕上述思路逐步展开，可以达到提纲挈领，纲举目张的效果。

例 2：有的机车乘务员问：遇到紧急情况，为什么不是先解除牵引力而是先撂“非常”？

遇到紧急情况，首先要尽快停车。因为机车牵引力和空气制动力都取决于轮轨间的黏着力，黏着面积越大，其力越大。撂“非常”后，全列车产生的制动力比机车的牵引力大的多，因此

先摞“非常”有利于尽快停车。反之，则会延长制动距离，易造成事故或扩大事故损失。

通过上述解释，机车乘务员明白了其中的道理，遇到紧急情况就会自觉执行正确的操作方法。

(2) 要侧重于从“质”的方面进行分析讲解，对“量”的计算分析，只要能说明问题即可。机车乘务员学习列车操纵技术不同于专门的科学研究，重点是分析研究不同情况下的操纵要点，分析不同操纵方式的变化趋势，进行优劣对比。

例：有的机车乘务员觉得最低缓解速度这一规定不好理解，可作如下解释：

列车速度越低，闸瓦摩擦系数越大。列车常用制动后随着制动力的持续作用，速度不断降低，制动力也就越来越大。目前的空气制动机缓解波速较低，前后车辆存在较大的缓解时差。如果缓解列车制动时速度过低，先缓解的前部车辆与后缓解的存在较大制动力的后部车辆之间势必出现剧烈的拉伸冲动，严重的甚至可能造成断钩事故。

至于列车速度与闸瓦摩擦系数，以及缓解波速与牵引辆数的具体数量关系，机车乘务员只需了解其大概，知道其变化趋势即可。

(3) 要注意运用操纵理论分析实际操纵中出现的新情况、新问题，并充实操纵理论。

例：侯月线南常站上行出站后约 500 m 设有分相绝缘，电力机车通过此处时要解除牵引力，断电过分相。司机们普遍反映退级时冲动很大，后部车辆往前拱，有时司机室操作台上茶杯都翻了。

南常站内到分相绝缘间的线路纵断面情况是：站内为 1.5‰ 上坡道，接近出站时有一小段 2.7‰ 的上坡道，出站后即转为 10.9‰ 的大上坡，牵引长达 700 m 以上的列车正常通过时，如果

按正常操纵方法在分相绝缘前 150 m 左右退级, 由于列车经过坡度值变化很大的变坡点, 此时列车一半在大坡上一半在小坡上, 列车前后存在很大的惯性差, 因此无论退级分段多细, 后部车辆总会明显的冲击前部的机车、车辆。如改为刚过出站信号机, 即进入大上坡前即退完级, 则应该不会有明显的冲动。

在理论分析的基础上, 经过试验, 果然列车平稳通过分相绝缘。后来, 笔者对列车通过变坡点的操纵方法进行了系统研究, 写出专题论文, 对机车司机操纵起到了很好的指导作用。

1.4 列车操纵训练的方法、步骤和要求

列车操纵技术实作培训主要分为四个阶段: 一是熟悉与列车操纵有关的行车设备; 二是准确熟练地操作机车; 三是熟练掌握各种情况下的操纵要点和非正常情况下的应变方法; 四是提高与创新, 达到熟能生巧、运用自如的境界, 并学会科学地分析、解决实际操纵中出现的新情况、新问题。

1.4.1 熟悉与列车操纵有关的行车设备

熟悉线路纵断面状态、信号机设置位置及显示要求和各个站场行车设备状况, 是准确操纵列车保证行车安全的基本前提, 也是操纵训练的首要环节。行车设备越熟悉, 操纵的准确性就会越高, 安全系数也就越大。对新担当的操纵区段来说, 熟悉行车设备则是最重要的学习内容, 要将熟悉行车设备和列车操纵、行车安全紧密结合起来。

目前, 机车上装设的 LKJ 等行车安全装备, 能自动显示列车运行前方一定距离内的线路纵断面情况。但是, 设备的显示目前还有一定的误差, 具体操纵时也不能光看显示屏, 有时也顾不上看, 而且列车速度控制带有连续性, 要结合列车运行前后的线路纵断面状况合理操纵。因此, 熟悉线路纵断面仍然是十分必要的。

熟悉行车设备不能等到提职司机理论考试合格，实际操纵训练时才进行，要从学员、学习司机抓起，要对每个区间、每架信号机、每个站场、每个股道的行车设备状况了然于心。

熟悉线路、信号等行车设备时应注意以下几点：

一要先重点，后其他。站（场）内、进站信号机外、重要变坡点为重点熟悉内容，电力机车牵引区段还应注意分相绝缘的位置及附近的线路纵断面状态、分相绝缘与信号机的距离等。

二要注意观察比较不同列车在不同情况下的运行情况，进行综合分析。如，牵引的列车是空车、重车还是空重混编，线路纵断面情况，速度变化情况，牵引级位或动力制动级位及减压量的大小以及当时的天气情况等。

三要将线路标志、自然标志与监控装置的线路纵断面显示、操纵方式、速度控制要点等方面结合起来观察体会。

1.4.2 准确熟练地操作机车

如果说实际牵引列车训练属于动态训练，那么纯粹的机车操作训练则属于静态训练，这无疑是列车操纵技术的基础，也是列车操纵训练的重要组成部分，具体训练应注意以下几点：

一是准确、规范、熟练。司机应熟悉机车的手柄、按钮、闸把等设备的操作要领，并能准确熟练操作，实际操纵列车时才能得心应手。

机车操作训练要先求准确，后追求熟练。实际练习时应先在模拟操纵设备上或在机车不通电、不启机的情况下进行静态练习，等动作准确熟练后，再接通电源进行机能试验、专项操纵等实战练习。

二是熟练掌握机车发生异常情况时的现象和应变操作要领，防止发生机车故障或扩大故障。如柴油机“飞车”、电力机车的劈相机单相启动等故障情况下，司机应能敏感及时地发现异状，并迅速采取措施，防止事态扩大。

1.4.3 熟练掌握各种情况下的操纵要点和非正常情况下的应变操纵方法

在熟悉行车设备、能准确熟练地操作机车的基础上，下一个重要训练内容就是熟练掌握各种情况下的操纵要点，经过较长时间的实际操纵训练，才能掌握操纵要领。

(1) 先动脑子，后动手。进入机车乘务员队伍后，大都想尽快操纵机车，尤其是提职司机理论考试合格后，很多人急着摸闸把练操纵，这是好事，但却不能急于求成，应按一定的方法步骤进行训练。首先要观察司机操纵，形成一定的感性认识，然后再在司机的指导下练习操纵。

列车操纵技术带有很强的实践性，但不等于练习操纵只需动手即可。袖手于前，才能疾书于后。只有通过观察、分析、比较，对不同情况下的操纵要领成竹在胸，具体操纵时才会得心应手。否则，心里没底，一味凭感觉练习，事倍功半，进步很慢，而且还容易发生安全问题。

(2) 先易后难，分部训练。如先练习平道、上坡道，再练习下坡道、起伏坡道；先练习空车，再练习重车、空重混编列车；先练习一般区间、一般车站，再练习关键区间、关键站；先在正常情况下练习，后在非正常情况（天气不良、困难地段起车等）下练习，如此循序渐进，最后进行综合训练。

(3) 养成良好习惯，杜绝违章操纵。有的司机存在不良操纵习惯，甚至有违章操纵行为。负有指导责任的司机不能默许，更不能传授违章操纵方法。练习操纵的学习司机要自觉按照《铁路机车操作规则》（以下简称《操规》）要求练习操纵，不能学习一些歪招、邪招。

(4) 抓住要点，把握关键。列车操纵中有些情况下操纵简单，易于掌握，如平道、小上坡牵引运行。有的则相对复杂、操纵难度大，易出现操纵失误发生意外，如关键站停车时的站外调

速，起伏坡道地段的速度控制，天气不良时长大上坡道地段抢速度闯坡、防空转操纵方法，站内停车对标，牵引空车、空重混编列车、重载列车时的制动机使用等。要掌握关键地段、关键情况下的操纵要点，把握关键环节。

例 1：牵引长大货物列车，进站信号机外为大下坡的车站侧线停车，需要两段制动时，机外调速为关键操纵。其要点是稍晚些撘闸，必要时留出追加量，带到平道或坡度较小的进站信号机内方限速道岔前缓解。由于缓解地点前移，先缓解的前部车辆在线路坡度较为平缓地段，不易增速，后部车辆虽然地处大下坡，但缓解较晚，亦不易增速。这样，既便于准确地控制并提高缓解速度，避免低速缓解，又能保证充风时间，为站内平稳停车打好基础。

例 2：停车对标的原则是制动距离看长，留有追加量。二者的辩证关系是制动距离看长以保证安全，不至于停车过标；留有追加量，则可以掌握操纵的主动权，保证停车准确。

(5) 同中求异，学会应变。同一类列车在同一段线路上的操纵情况大致类似，但每一台机车的性能，每一列车情况、每一趟出乘的运行条件不可能完全一样，如有的机车爱空转，有的车底运行阻力大，有的列车制动力弱，有的列车缓解时往前拱、有的往后拽等。再者，行车中还可能遇到非正常情况，如机车故障、车辆制动异常等。面对诸多的不一样，必须学会应变，及时调整操纵方法，使列车按照运行图规定和行车安全要求正常运行。

准确应变的前提首先是发现差异，要能敏感地发现此机车与彼机车、此列车与彼列车、此现象与彼现象的差别；其次是熟练掌握出现异常现象时的应急性安全措施，如柴油机“飞车”、折角塞门关闭、列车制动力弱、机车爱空转等非正常情况下的控制方法；再次对各种异常的现象和应采取的措施，平常就要熟练掌握，不然，事到临头惊慌失措、顾此失彼，极易引发意外。

1.4.4 提高与创新

传统的师带徒仍然是机车司机单独前学习操纵技术的主要方法。受师傅本人学识水平、操纵习惯、师傅的师傅的技术水平等因素的影响,现职司机操纵水平参差不齐,具体操纵方法互有优劣。而且,学习司机列车操纵训练时间也不是太长。因此,考上司机单独顶岗后,不能万事大吉,止步不前,还要不断摸索、试验,形成一套科学的、具有自身特点的操纵方法,达到运用自如,处变不惊的境界。

(1) 多试验、多摸索。如果说,学习司机练习操纵时可能受到司机操纵习惯的影响,甚至不适当约束的话,那么单独顶岗后就可以进行较为自主的摸索了。但是,切忌不能自以为是,毫无根据、毫无把握地瞎摸索,甚至违章操纵。

一要对司机的操纵方法加以分析,取其精华,弃其糟粕。

二要有把握地试验,操纵前要充分的预想,要在保证安全、不打乱列车运行秩序的情况下进行试验、探索。

例:某站 8 道限速 30 km/h,进站前线路纵断面为“锅底形”,进站信号机外为大上坡,且有分相绝缘。因此,进 8 道停车时机外调速很难掌握,缓解速度低了,机车越过分相后速度提不起来,太吃点,有的司机还因此将电力机车掉在分相里;缓解速度高了,到信号机跟前速度下不来,担心监控装置动作,被迫撂闸,等速度下来缓解后,因列车地处大上坡道抢速困难,弄不好停了还得请求救援。那么,究竟在什么地点、掌握多高速度合适呢?这就需要试验。在什么情况下试验呢?在 8 道实际停车时试验,风险太大,应在列车运行密度小或者运行前方有黄灯的情况下试验,寻找最佳缓解速度,这样既无风险,又不影响其他列车运行。

三要对试验结果进行分析比较,找出最佳操纵方法。

(2) 博采众长,精益求精。经常与其他司机特别是优秀司

机、实际操纵经验丰富的教师和行车管理人员交流、探讨操纵技术，必要时利用休班时间跟车添乘学习。

(3) 注意研究新情况、新问题。铁路运输的不断发展，会出现很多列车操纵技术方面的新课题。例如：列车牵引吨数（辆数）大幅度提高后，列车运行中有时要跨越多个变坡点，如何实现平稳操纵？这就要求行车一线的机车司机开动脑筋，多观察、多试验，探索新的、符合实际的操纵方法，丰富列车操纵理论。

1.5 提高机务行车管理水平，创造科学开车的良好氛围

提高机车司机操纵技术是一项综合工程，需要高素质的师资队伍，需要具有良好职业道德、刻苦钻研操纵技术的机车乘务员队伍，更需要不断提升安全管理水平，创造科学开车的良好氛围。

(1) 与列车操纵技术有关的规章、规定，直接规范、指导着司机的操纵行为。制定和执行关于列车操纵的规章、规定时应注意以下几点：

一要从实际出发，尊重操纵规律，兼顾安全和效益，确保人机配合的安全高效。对一些实践证明不实际、不科学、没有必要的、干扰司机操纵的，不利于安全和效益的规定，要下决心彻底清理。

基层单位制定的列车操纵规定要因地制宜，切合实际。既不能违反上级规章和操纵规律，也不能无原则地层层加码，随意制定“土政策”。规章、规定不是越严越好，也不是越严越安全，关键要符合实际。否则，不仅给司机增加了不必要的操纵困难和劳动强度，而且影响了设备的使用效率和运输效益，有时还会走向反面，出现不安全因素。

二要转变观念，与时俱进。设备变了，作业方法变了，规

章、规定也要跟着变。要积极探索推广先进的、符合新情况、新设备的操纵方法。

三要发扬民主，集思广益，集中一线机车司机的智慧，丰富完善列车操纵办法。这样，才能唤起广大机车乘务员钻研操纵技术，自觉遵章守纪的积极性，规章制度才能真正落在实处。

(2) 机务运用管理人员、教师要注意研究列车纵向动力学，熟悉列车操纵原理，并大力总结、推广先进的操纵方法，结合实际向机车乘务员进行通俗讲解，使之懂得操纵机车的科学，学会科学地操纵机车。

(3) 提职司机考试和现职司机标准化验收要严格把关，严格考核，对操纵水平低下者，限期改进，否则，虽不出安全问题，也要将其拿下来培训。

(4) 经常性地开展列车操纵技术练兵、比武活动，从中发现先进典型和先进操纵方法，并总结推广，表彰奖励操纵水平高的机车司机，营造科学开车的良好氛围，促进机车司机操纵水平的全面提高。

2 平稳操纵基本原理和常用操纵方法

2.1 平稳操纵基本原理

列车中的机车、车辆是通过车钩及牵引缓冲装置机械连接而成的组合体。缓冲装置为弹性元件，用来吸收列车的纵向冲击振动。当机车、车辆间的拉伸或压缩量变化较小时，其冲击能量被缓冲装置完全吸收，列车不会有明显冲动。当列车纵向冲击振动过大，机车、车辆间的拉伸或压缩变化超过了缓冲装置的容量时，列车就会产生明显的冲动。

列车运行分为稳定工况和过渡工况。稳定工况是指列车在较为稳定的牵引力或制动力的作用下，作匀速或匀加速运行；过渡工况是指在短时间内，列车牵引力或制动力发生较大变化，列车运行打破原有平衡状态，如起车，牵引与惰行的转换，投入或解除动力制动、空气制动，停车等。

列车在稳定工况运行时，车钩全部拉伸或全部压缩，列车被拉伸或压缩成一个整体，全列车的机车、车辆步调一致拧成一股绳，共同作匀速或匀加速运动。因此，列车在稳定工况运行时不会发生明显冲动。

列车在过渡工况运行时，车钩状态必然存在由压缩状态过渡到拉伸状态或由拉伸状态转为压缩状态的过渡过程。车钩状态过渡期间，机车、车辆间不像稳定工况那样步调一致，而是处于在一定范围内的“松散”状态，其运动形态是复杂的、多自由度、非一致性的。而机车、车辆间运动形态的不一致则会使其相互间产生相对加速度，从而产生冲动。由于列车中的机车、车辆是通过车钩及牵引缓冲装置机械连接而成的一个整体，迫使机车、车

辆按照同一速度运行，机车、车辆间的冲动则通过车钩及缓冲装置吸收并依次传递，达到新的动态平衡。列车在过渡工况运行时，如车钩状态发生急剧变化，缓冲装置不能完全吸收其冲击能量，则会产生有害冲动。

因此，消除列车有害冲动，实现平稳操纵的要点是“以缓化冲”，平稳施加或解除列车纵向力（牵引力和制动力），尽量减少车钩的伸缩变化，当车钩由压缩状态过渡到拉伸状态或由拉伸状态过渡到压缩状态时，要做到缓和平稳。

2.2 列车产生冲动的一般规律

列车纵向冲动与操纵方法有直接关系，了解列车冲动产生的原因及规律，是寻找平稳操纵具体方法的前提。

(1) 起车时，机车牵引力通过车钩及缓冲装置从前向后依次传递，由于牵引力的变化和车钩间隙的存在，列车会产生拉伸冲动，其冲动力的大小与机车牵引力的变化率和车钩间隙有关，牵引力变化越快冲动越大。车钩间隙有利于列车起动，但容易引起起车冲动。

(2) 惰行与牵引转换时，机车牵引力变化过快会引起列车冲动。惰行转牵引时，牵引力增加过快列车会产生拉伸冲动；牵引转惰行时，牵引力衰减过快则会产生压缩冲动。

(3) 使用动力制动时，因制动力集中在列车头部，如增加过快会引起压缩冲动，解除过快则会引起拉伸冲动。

(4) 施行空气制动时，制动波及制动作用从前往后依次传递，前部车辆首先产生制动作用，后部车辆则较为滞后，因此会产生前阻后涌冲动，最大冲击力往往产生在列车中部。

缓解空气制动时，缓解波也是从前向后依次传递，前部车辆先缓解，后部车辆后缓解，因此会产生车钩拉伸冲动，减压量越大、缓解速度越低，冲动也就越大。

列车制动和缓解时冲动力的大小与列车编组辆数和制动波速有直接关系，编组辆数越多、减压量越大冲动也就越大。

(5) 线路坡度发生变化会使车钩产生压缩或伸张趋势。当列车由平道转上坡道、由小上坡转大上坡或由大下坡转小下坡时，车钩会产生压缩趋势；当列车由平道转下坡道、由小下坡转大下坡或由大上坡转小上坡时，车钩会产生拉伸趋势。坡度变化越大，车钩伸缩变化越大，冲动也就越大。

2.3 牵引运行时的平稳操纵注意事项

(1) 起车时，应先施加较小的牵引力，等全列车车钩伸张后再逐位进级，使牵引电流稳定上升，逐渐增加牵引力，提高列车运行速度。

(2) 进退级时手柄位置变化不能过快，要逐渐增加或解除牵引力。牵引转惰行时，应先将牵引电流降低 $1/3 \sim 1/2$ ，稍停后再继续退级，接近“0”位前稍作停留，一般情况下应避免手柄直接回“0”位；惰行转牵引时，应先施以较小的牵引电流（一般为 200 A 左右），等车钩伸张后再逐位进级，逐渐提高牵引力。

(3) 双机或多机牵引列车时，重联机车要服从本务机车（一位机车）的指挥。一台机车牵引力足够时，由本务机车自行牵引运行；当本务机车牵引力不足时，重联机车应保持满级位，由本务机车调节牵引力，以提高其操纵的准确性和主动性。两台（或多台）机车牵引运行时不应同时进退级：需进级时，本务机车先进，等车钩伸张后，再鸣示牵引信号，重联机车复示后再进级；需退级时，本务机车鸣示惰行信号，重联机车退级后，本务机车再退级。

(4) 当列车通过“鱼背形”线路时，为消除车钩伸缩变化，机车越过变坡点后再逐渐减少牵引力，使车钩在伸张状态下越过变坡点；当列车通过“反鱼背形”线路时，机车接近变坡点时应

逐渐加大牵引力，使车钩在伸张状态下进入上坡道，一方面有利于列车平稳运行，另一方面有利于动能闯坡。

2.4 施行空气制动时的操纵注意事项

2.4.1 常用制动操纵注意事项

施行常用制动时，应根据列车运行速度、线路纵断面情况、列车制动力强弱及牵引重量（辆数）、车辆种类等实际情况，正确选择制动时机和减压量，使列车平稳减速，防止列车冲动。进入停车线停车时，应提前确认 LKJ 显示距离与地面信号位置是否一致，准确掌握制动时机、制动距离和初减压量，适时追加减压，做到一次停妥，牵引列车时，不应使用单阀制动停车。同时，应注意以下几点：

（1）制动和缓解时应尽量避开变坡点，以免线路因素引起列车冲动。可以通过合理调节运行速度、使用动力制动等方法进行调整。

（2）避免充风不足制动。充风不足制动时，后部车辆制动力远小于前部车辆，甚至不产生制动作用，极易造成后部车辆前冲。

（3）准确掌握初减压量。初次减压量不得少于 50 kPa，其目的是一是保证列车制动的有效性，二是防止因减压量过小，车辆制动机作用不灵活，一些车辆未产生制动作用，上闸的车辆与未上闸的车辆减速度不同所引起相互冲撞。

一般情况下应少撘、早撘，尤其是牵引空车、空重混编列车、重载列车时，最好选择最小有效减压量，以减少列车中各车辆制动率及减速度的差别所引起的冲动，使列车平稳减速。长大下坡道、运行速度较高等情况下常用制动时，应根据牵引列车的种类、机车动力制动性能、列车制动力强弱等情况及铁路局规定适当加大初减压量。

（4）准确把握追加减压时机和追加减压量。追加减压时没有

空走时间，前部车辆会立即产生制动作用，而后部车辆制动作用则较为滞后。如果追加减压超过初次减压量，会引起列车压缩冲动，特别是长大重载列车，其冲动更为明显。曾有重载列车因追加过量造成中部机车、车辆挤压在一起，车钩缓冲装置失效的事故教训。因此，一次追加减压量不得超过初次减压量。

追加减压应在自阀排风停止，且制动力稳定后进行。自阀排风未止不应追加减压。因为，在列车排风制动过程中，前部车辆已上闸，而后部车辆尚未上闸，如此时追加减压，则前部车辆制动力剧增，极易引起剧烈的前阻后拥冲动。

追加减压时应保持一定的时间间隔，使列车制动力循序渐进地增加。如连续追加，相当于一次过量追加，会引起列车前后压缩冲动。

追加减压一般不应超过两次，累计减压量不应超过最大有效减压量。追加减压的次数过多或累计减压量过大，甚至超过最大有效减压量，一是不利于列车平稳降速，二是说明初次减压量及制动时机不当，不能有效控制列车制动减速，如累计减压量超过最大减压量，还存在安全问题。

(5) 严格控制单阀缓解量。常用制动时，如不适当地缓解机车制动力，会打破机车制动与车辆制动的平衡状态，引起车钩拉伸冲动。因此，单阀缓解量，每次不得超过 30 kPa（CCB II 型、法维莱制动机除外），且应有一定的时间间隔，不应连续缓解机车制动力。自阀减压排风未止，不得缓解机车制动，以免引起机车前冲。

(6) 禁止在制动保压后，将自阀手柄由中立位推向缓解、运转、保持位后，又移回中立位（牵引采用阶段缓解装置的列车除外）。目前，我国大部分车辆为一次缓解型，制动主管增压即缓解。如制动保压后再移至运转、缓解位充风又拉回中立位，很可能造成车辆缓解失去制动作用而错过制动时机，或者部分车辆缓