



论冲床的安全技术和安全管理



内 容 提 要

本文通过冲压作业安全性的考查和分析，对冲床安全技术和安全管理工作近年来取得的成就和经验作了简要评述，提出了冲床安全工作的基本要点。

目 录

一、前 言

二、冲压作业安全性的考查和分析

三、冲压作业的安全技术

四、冲压作业的安全管理

一、前言

冲压作业是在冲床上利用模具使板材变形或分离的一种工艺方法。由于效率较高、操作简单，被广泛用于各个加工制造行业。目前，全国约有各种冲床八十万台，从事冲压作业的工人在一百万人以上。

在大多数企业中，冲压作业仍为手工操作。许多工序需要工人手持坯件在模内操作，动作单调且每天重复数千次，有的冲床还要在连续运转的条件下，由多人在模内协同操作，精神十分紧张。由于在用冲床大都缺乏完善的安全装置，安全管理也不健全，很容易发生伤手事故。据机械工业部一九八〇年对200个部属企业的调查，九千多台冲压设备中，一年内伤害1735人，共断指3051节，其中199人重伤致残。有的资料估计全国冲压作业每年伤残人数约为一万人，冲掉手指数在二万节以上，冲床伤手约占各种机械伤害事故的40%，是一项迫切需要解决的重大问题。

冲床伤手事故发生的原因有两个方面：技术的和管理的。

技术方面的主要原因是操作者的动作与冲床的运动失调，以下几种情况容易造成事故：

1. 操作者手未离模，滑块就被启动。
2. 滑块下行途中，操作者伸手入模。
3. 模具结构不合理，操作十分复杂。
4. 调整模具时未打电机，滑块突然启动。
5. 冲床出现机械、电气故障，滑块运动失控。
6. 多人作业时配合不好，照顾不周。

管理方面的原因是安全制度不健全，以下几种情况容易发生事故：

1. 工人未经教育和培训，未取得合格证，就上机操作。

2.工人违反技术规程和操作规程。

3.工人违反劳动纪律和工艺纪律，快中求闲，冒险蛮干。

4.管理制度不健全，冲床没有安全设施，或者是有了不用，坏了不多。

1980年以来，全国许多地区都开展了以研制和推广冲床防护装置为主的安全技术工作，在配备防护装置、改造危险模具和改造冲床设备方面作了大量的工作，许多企业和部门还创造了一些行之有效的管理办法。为了进一步推动冲床的安全技术和安全管理工作，本文拟从分析冲压作业的安全性着手，对近年来冲床安全工作的经验加以评述，提出冲床安全技术和安全管理的基本要点。

二、冲压作业的安全性考查和分析

冲床是由旋转运动转变为直线往复运动的机械，冲床的滑块和工作台上分别装固着凸模和凹模，利用凸模和凹模的相对运动对板料进行冲压。操作者手在不断开合的模区内出入，一旦操作者动作失调，就会发生伤手事故。为此，冲床作业的安全性取决于以下三个条件：第一、操作者是否手入模区；第二、操作者手入模区时，机床和模具的运动状态是否构成对人身安全的威胁；第三、在模区对人身安全形成威胁时，机床能否迅速制动，解除威胁。

(一)冲床设备的安全性分析：

设备的安全性应从两个方面分析：正常运转时，滑块运动状态对人身安全的形响；出现故障时滑块的运动对人身安全的形响。

冲床可分为开式和闭式两大类。

开式冲床吨位小（100吨以下）、速度快（45次/分以上）、行程短（120毫米以下），操纵方式为脚踏启动，只能控制滑块在

上死点启动或停止，有连续行程和单次行程两种规范。连续行程用于条料冲压，手不入模，属于安全作业，单次行程用于手入模区操作的单件冲压，如多边、冲孔、弯曲、拉延等，操作者在滑块停止不动的一段时间内，入模完成出件、清废、送料、定料等项操作，撤手后启动冲床进行冲压。如果手未离模就启动冲床，或者滑块下行时伸手入模，都会造成伤手。开式冲床的操纵系统比较简单，容易损坏，使滑块运动失控，也会造成伤手。开式冲床滑块运动的危险区为 $0^{\circ}-180^{\circ}$ ，安全区为 $180^{\circ}-360^{\circ}$ 。如图所示。

闭式冲床吨位大（160吨以上）、速度低（20次/分以下）、行程长（200毫米以上），采用电钮操纵，可控制滑块在任意位置停车，操纵方便，故障较少。由于闭式冲床的滑块速度较慢，操纵者有可能在冲床连续行程条件下完成冲压操作，有利于维护设备和提高效率，但同时也加剧了作业的紧张程度，降低了安全性。

闭式冲床常为多人作业，专人负责送料、定料，专人负责出件、清废，联络和配合要求较高。闭式冲床只能在一个固定位置启动，常由专人（监护人员）操纵，其他人员不能控制

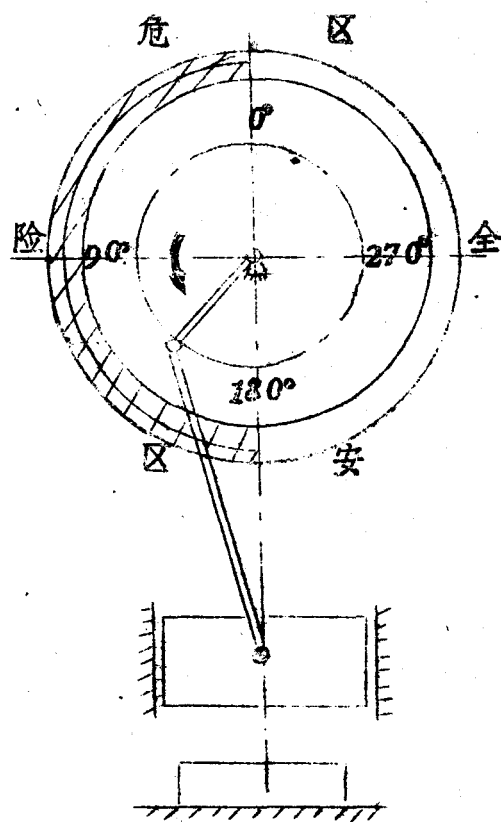


图1 开式冲床滑块运动的安全性

滑块的运动。监护人有时照顾不周，也会发生事故。

在闭式冲床滑块的运动过程中，开始下行和回程时对人身安全的威胁都不大。只有模具闭合前的一段区间才是危险区。相当于曲轴转角为 90° — 180° 范围。例如每分钟行程为20次的冲床，危险区大约只有0.75秒的时间，其余2.25秒均为安全区。为此，有可能在不改变原有的作业方式条件下采用区域

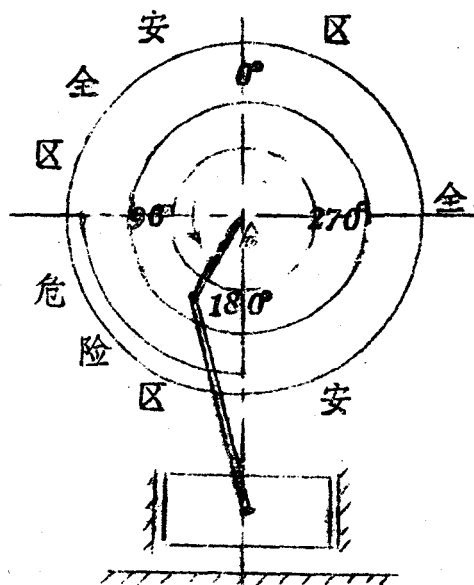


图2 闭式冲床滑块运动的安全性

保护，安全防护的范围也只需定在危险区内，这样既能达到人身防护，又能保持效率，保持设备完好，这是闭式冲床安全防护的一个基本观点。

(二) 冲压模具的安全性分析

模具的安全性应从两个方面分析：第一，是否手入模内操作，第二，手在模内操作时是否方便。(闭合区范围大小、模内操作时间长短)。

冲模设计和改造危险模具时应该充分考虑上述因素。

安全性较高的模具应具有如下条件：

1. 尽量避免手入模内操作，尽量采用机械化操作或模外操作。
2. 凡手入模内操作的模具应在结构上保证送料、定料、出件、清废的方便，尽可能缩短手在模内操作的时间。
3. 尽可能缩小模具闭合区的范围。在手入模内的位置上开设空手槽。
4. 模具上外露的运动部分应有防护罩。

5.有防散落、防松动、防弹击的措施。

6.不允许出现工作散落、强烈振动、压缩空气啸叫噪音等干扰操作的因素。

7.不要使操作者有过难、过多的操作动作。

(三) 冲压操作的安全性分析：

冲压操作的安全性系指操作时工艺要求的动作对人身安全的形响。

考查安全性的指标仍然是：是否手入模区；手在模区时滑块运动是否处于危险范围。

冲压作业包括以下几个典型的操作动作：送料、定料、操纵冲床、出件、清废、润滑工件和模具、调装和拆卸模具、布置工作地等。这些操作互相衔接，形成一套完整的工作程序。（即工作法）它对于制件质量、作业效率和人身安全均有较大形响。

在具体分析操作安全性时应该注意到：

1. 该项操作本身是否手入模区，是否发生在滑块运动处于危险范围内。

2. 该项操作对于其它操作的安全性有何形响。例如出件是在滑块回程时进行的操作，但是出件快怏形响到后续操作（送料），因此仍需强调力求出件方便，为后续操作安全创造条件。

3. 冲压的工艺操作形响到质量、效率、设备和安全等多个方面，应该综合考虑，兼顾其它。

根据上述分析，可以引出如下结论：

1. 限于我国当前的科学技术水平和工业生产条件，大多数企业的冲压生产还处于比较落后的状态。许多工序需要工人手入模内操作，对人身安全构成一定威胁。冲床、模具和操作都是不够安全的，有必

要对冲床设备、冲压模具和生产工艺进行改造，有必要为冲压作业提供防护装置，以保障冲压工人的安全。

2. 考查和衡量冲压作业安全性的标准是：第一、操作者是否手入模区；第二、手在模区时是否属于冲床运动的危险范围；第三、冲床滑块能否在危险区内迅速受控制动。为此，应该尽量实现模外操作，尽量缩短手在模内操作的时间，并为操作者提供有效的防护装置。

3. 冲床安全工作必须立足于冲压生产高效、简单的作业特点，技术上应在安全可靠的原则下力求方便实用。如对送料、定料实行重点防护，在滑块运行过程中实行区域防护，安全装置结构简单、调装方便，安全装置的使用对正常冲压操作干扰最少，等等。管理上应把安全与生产、设备、技术、劳动等方面的工作结合起来，形成全面的管理办法。

三、论冲压作业的安全技术

冲压安全技术包括三项任务：一是对冲压工艺和冲压模具进行改造，实现模外操作或缩短手在模区操作的时间；二是在现有冲床上配备各种防护装置和安全设施，防止误操作而造成的伤害事故；三是对现有冲床的操纵系统进行改造，防止滑块运动失控而造成事故。

冲压工艺和模具的改造是保障冲压作业安全的根本措施，也能提高质量和工效。采用冲压自动线、自动冲床、多工位冲床、多工位冲模、自动冲模、连续模、复合模，在手工送料的模具上增设机械化送料机构、改造冲模的送料、出料、出件和清废机构、缩小模具闭合区等，都可以提高作业的安全性。也是冲压技术发展的重要方面。

在冲床上设置防护装置是当前条件下实现大面积保护冲压作业的有效措施，能在较短时间内改变冲压作业大量伤人的现状，这在我国

当前的生产条件下具有非常重要的现实意义。

现在使用的各种冲床设备大都存在着危险隐患，容易出现滑块运动失控的意外情况。应对冲床的操纵系统和电气控制系统实行改造，设计和改造成新型的安全冲床。

(一)改造危险模具、改变落后工艺是提高冲压作业安全性的根本措施。其主要目的是变模内操作为模外操作和缩短模内操作的时间。工艺和模具的改造有以下途径：

1.在大批量生产的企业中组织专业化生产，采用自动线、自动冲床、多工位冲床、多工位冲模、自动冲模等先进的设备和模具，实现自动化或机械化。

2.用复合模、连续模代替手入模区送料的单工序冲模，用卷料、条料代替单件坯料，实现模外操作。

3.在中小型模具上增设料架、料斗、推板等，利用气缸、杠杆、楔铁等机构实现机械化送料或人工模外送料。

4.在冲床上配备出料机械手、接料口、气吹出件装置等，实现机械化出件。

5.改善冲模结构，便于冲压操作。如变套孔定料为外形粗定料、导正精定料；变顶出为漏出，变模内出件为接料口出件、弹出、钩出、滑出等；缩小模具闭合区；革除妨碍操作的赘余机构。

以上措施除第1项外，改造时间不长，耗资不多，技术要求不高。可在较短时间内收到比较显著的效果，适用于中小企业。

(二)研制和推广安全防护装置，提高操作安全性。冲床防护装置的研制和推广工作近年来有了较大的发展，已经研制出几十种防护装置。当前国内使用的冲床安全用具和防护装置主要有以下几类。

1. 手用工具。目前在开式冲床上广泛使用着多种形式的镊子、钩子、夹子及永磁、真空、电磁等吸具。实践证明，这些简单的工具是开式冲床保障人身安全行之有效的措施，应该继续坚持使用。

2. 机械式防护装置。近年来在开式冲床上采用了许多机械式防护装置（如挡板式、绳拉手式、拨手式、推手式等），都能在滑块下行、模区闭合前将操作者手臂强行推出模外，达到防护的目的。但是这类装置对操作的干扰和限制太多，操作者不易接受，应用范围受到一定限制。

3. 自动保护装置。在模区前设置不影响操作的屏障，如可见光、红外线、电磁场等，当滑块运行至危险区时，如果操作者手臂伸入屏障范围内，自动保护装置能发出讯号，控制滑块紧急制动，达到保护的效果。自动保护装置的最大特点是对操作者的视线、动作和精神的干扰都很少，受到了操作工人的欢迎，在开式冲床和闭式冲床中都得到广泛的应用，国外也普遍采用这种保护方式。

4. 电钮式防护装置。闭式冲床广泛采用着多种安全电钮，包括可移式制动电钮和可移式双手启动电钮。制动电钮用于监控滑块的运动，处理紧急情况。双手启动电钮保证了操作者的双手都离开模区时才能启动冲床，是一种简单适用的防护装置。已经在闭式冲床中得到了广泛的使用。

在各种防护装置中，光电装置是一种结构简单、性能稳定、规范完全的防护装置。如果进一步改善，达到安全可靠、方便适用，将是一种比较理想的防护设施。

光电装置利用光电开关监测模内的操作情况，控制滑块的运动状态。操作正常时，光电管在光线照射下接通保护电路，经放大后驱动继电器和操纵系统，使滑块正常运转；当操作者在危险区伸手入模时，光线被遮拦，讯号被切断，继电器不能吸合，滑块便停止运动。

光电装置能否可靠实现防护取决于三个方面的条件：第一，系统的各部分功能是否正常；第二，从发讯到制动所需时间是否能够满足保障人身安全；第三，外界的干扰是否影响保护效果。

(1)安全装置的作用是保障人身安全，其功能取决于电器、电路的可靠性和机件动作的可靠性。安全装置的设计应该达到以下要求：

①系统应尽量简单。环节越多，结构越复杂，失效的可能性越大。

②元件的寿命应足以满足冲床的长期使用要求。

③元件损坏后应导致滑块制动、冲床闭锁。

④元件损坏而导致保护失效时，应由备用件自动执行保护功能，并作明确显示。

根据上述原则，比较先进的光电装置一般都采用固化元件、集成元件，设计成两套电路、两个系统互相监测、明确显示，提高了装置的可靠性。

(2)从发讯到制动所经历的时间是光电装置可靠性的重要指标。

光电监测器设在模外，距模口为 S 毫米（如图3所示）。操作者从遮光到手入模内的时间为 $T_{入}$

$$T_{入} = \frac{S}{U}$$

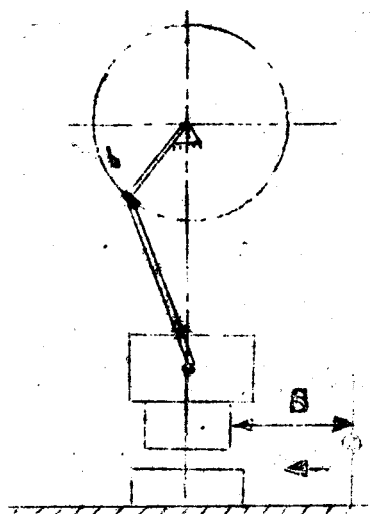


图3 安全距离

式中 U 为正常人体伸手入模的统计速度。

我国资料取2000毫米/秒，日本资料取1600毫米/秒，苏联资料取2600毫米/秒，美国资料取63吋/秒。

从遮光到滑块制动所需时间为 $T_{制}$ ， $T_{制} = T_{电} + T_{机}$

式中： $T_{电}$ 电器传递信号的时间。

$T_{机}$ 离合器分离，滑块制动等机件动作的时间。

根据安全要求，必须满足伸手入模的时间大于制动的的时间，即， $T_{入} > T_{制}$ 。

因此， $B > U (T_{电} + T_{机})$

即监测器必须设置在模口外一定的距离，才能保障操作者的人身安全，否则仍然可能造成伤手。这个距离称为安全距离。

由以上公式对现用冲床计标的数据表明，光电监测器的安全距离一般都在300毫米以上，这对冲压操作是不太方便的（有些企业为了操作方便，把监测器装在模口附近，这就降低了使用的安全性）。

缩小安全距离，是提高安全装置可信性的一个重要方面，应该继续研究和改进现有的装置，这对推广光电装置、提高保护效果都有很大意义。

(8)由于光电监测器上的信号变化比较明显，外界对装置的干扰较少，因而光电装置的性能比较稳定。这是光电装置相对其他装置（如感应装置）的明显优点，也是其可信性的重要标志。

方便实用是安全装置能否推广使用的重要指标。目前许多企业采用区域保护，把元件和电路制成标准插销件，便于快换、快修。无需停机修理，把调装结构简单化，便于快装、快调都是使之方便、实用的有效措施。

技术简单、货源充足、价格低廉是推广某项安全装置应该考虑的方面。光电装置中的红外开关虽然技术上比可见光光电开关有许多优点(抗干扰性强、寿命长),但由于目前价格昂贵,还不易得到普及。

(三)冲床设备的安全技术改造。

防护装置一般只起监控作用,执行保护仍然要依借机床设备的机械动作。目前各类冲床在操纵、制动方面还存在一些问题,必需加以改进,才能满足安全生产的需要。

闭式冲床存在的主要问题是电路、气路系统的安全系数不足,仍为一套系统执行一种重要功能,仍然不够完善,可用两个元件、两套系统执行一种功能的办法加以改造,国内已有使用双伐代替单伐操纵冲床的气路系统,两套电器控制一个动作的电路也在试验,这都是提高设备操纵安全性的有效措施。

开式冲床的离合制动系统比较薄弱,容易发生故障,也不能满足制动保护的要求。目前已有使滑块在某些安全位置制动的方案,有些单位还研制了快速分离的无级寸动的刚性离合器,缩短了制动的时间,也改进了冲床的操纵性。应该继续对开式冲床的离合器和操纵系统进行改造,加强薄弱环节,防止键柄和制动钢带的断裂,用高寿命元件代替低寿命元件,防止冲床连车,达到更加安全可信的要求。

四、冲压作业安全管理

安全管理是冲压生产的关键环节。冲压安全管理中长期存在的主要问题是制度不健全,工作一般化,没有把落实安全技术措施、进行科学管理作为重点,因而成效甚微。近年来,许多地区和部门创造了一些行之有效的办法,为科学管理积累了很多经验,现将其中要点评述如下。

(一)对冲压工人和管理人员进行安全技术方面的教育和培训，提高他们的知识水平和安全意识。这是搞好安全管理的基础工作，应该大力加强。

企业应该根据具体情况制定安全技术教育的内容，有计划地开展技术教育活动，形式可以多样化，中心仍然是作业安全性的分析和危险作业的改造。

(二)把安全管理纳入工艺管理的范畴，建立和健全对冲压作业的全面管理。安全技术是冲压工艺技术的重要组成部分，必须把安全与生产统一起来，使安全工作发挥积极的、促进生产的作用。有些企业把作业安全的有关管理与技术、质量、设备、劳动等项管理结合在一起，把作业的安全性分类、使用的安全设施和防护装置、作业的行程规范、安全操作要点、工作地布置和人员安排等内容用文字和图例表示在工艺文件之中，成为指导某一冲压工序科学文明生产的作业指导书，这是一种行之有效的管理办法。

(三)把安全设施和防护装置纳入设备的正常管理，使安全设施保持完好的技术状态。

(四)制订冲压安全生产的管理办法。

冲压安全生产管理办法是近年来有些企业和部门试行的一种专业安全管理办法，是企业内对冲压作业管理的总则，它考虑到影响冲压安全的全部因素和各级人员的责任，包括的主要内容有：

1. 设备和安全设施必须保持完好的技术状态。

2. 生产模具必须进行安全分类，危险模具必须涂以警戒色标。

3. 危险模具必须进行技术改造，新投产的模具必须能保障操作人员的人身安全。

4. 生产工人必须按照有安全规定的工艺文件进行生产。

5. 必须对冲压作业有关人员进行安全技术和考核。

6. 各级人员对冲压安全负有明确责任。

7. 认真进行安全检查和事故处理。建立、健全奖惩制度。

8. 逐步完善安全技术规程。逐步建立安全标准。

(五)运用系统工程方法分析冲床的伤手事故，提出防止事故的措施和办法。应在总结安全生产经验的基础上，组织有关人员分析冲压生产系统中各种不安全的因素，预测这些因素可能引起的危险或隐患，设计出有针对性的安全措施（包括技术的和管理的），组织安全措施的实施，对措施的效果进行评价和验证，不断完善和提高安全措施效能。这些研究、分析问题的科学步骤和方法，可以在冲压安全管理工作中试行。可以用定性方法考查和分析系统中不安全的因素，把机床、模具、操作、人员精神状态、工作环境等各方面的原因按不同类别的作业分别排列成图（鱼刺形图表），在冲压生产实践中加以验证，积累经验，改进提高。

总之，冲压安全管理工作的重点应该放到科学地总结冲压安全生产的规律方面，用各种必要的制度和措施加强对安全的管理，积累管理的经验，改变操作工人不合理的操作方法和劳动习惯，保证技术设施发挥效用。必须对冲压作业进行综合治理，才能促进冲压生产的发展和保障劳动者的安全。