

378510



工业生产先进经验汇编

焊接技术

上海市生产技术局
上海市第一机电工业局 编
上海市科学技术协会



上海科学技术出版社

776
8020

工业生产先进經驗汇编

焊 接 技 术

上海市生产技术局
上海市第一机电工业局 編
上海市科学技术协会

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书是根据上海市热加工技术革新展覽会中展出的焊接部分, 選擇在生产上較成熟的、有推广价值的先进經驗, 加以系統整理, 汇编成册。

本书内容包括大厚度等离子割炬、 CO_2 气体保护細絲焊、自动焊、氩弧焊、真空电子束焊机、硬质合金頂尖的感应加热钎焊等八篇資料。

本书可供从事焊接方面的技术人員和工人参考。

工业生产先进經驗汇编

焊 接 技 术

上海市生产技术局
上海市第一机电工业局
上海市科学技术协会

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业登记证出 093 号

上海新华印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850×1156 1/32 印张 4 10/32 插页 1 排版字数 113,000

1965 年 12 月第 1 版 1966 年 3 月第 2 次印刷

印数 5,001—25,000

統一书号 15119·1856 定价(科四) 0.60 元

前 言

近年来,本市鑄造、鍛造、焊接、热处理工艺方面的广大职工,在比、学、赶、帮、超增产节约运动中,高举毛澤东思想紅旗,奋发图强,自力更生,学創結合,在生产实践中创造了很多行之有效的革新經驗,迅速提高了工艺技术水平,在生产上取得比較显著的效果。

为了傳播这方面的先进經驗,举办了上海市热加工技术革新展覽会。现将展覽会中所展出的具有普遍推广意义的项目汇编成册,分为鑄造、鍛造、焊接和热处理四个专輯,由上海科学技术出版社出版,以供有关单位推广交流参考。

本汇编承上海市机械工程学会各有关专业学組协助审阅,特志謝忱。

由于編印时间匆促,錯誤之处,請讀者指正。

編者 一九六五年十月

目 录

1. 大厚度等离子割炬	1
2. CO ₂ 气体保护細絲焊	9
3. 自动焊的单面焊接双面成型	52
4. 鉻鎳奧氏体鋼埋弧自动焊	67
5. 真空充氩弧焊接机	80
6. 不銹鋼的鎢极氩弧点焊	87
7. 真空电子束焊机	110
8. 硬质合金頂尖的感应电流加热釐焊	129

1. 大厚度等离子割炬

上海电焊机厂

(一) 前言

由于等离子弧能产生万度以上的高温, 焰流速度最大可达 12200 卡/秒左右, 因此等离子弧切割具有生产率高、切割质量好等显著的技术经济效果, 所以它的应用范围日益扩大。我厂原来生产的 KL-1-1 型等离子切割机, 切割不锈钢板材的最大可切割厚度只能达到 80 毫米。我们在原来的 KL-1-1 型等离子切割机的基础上, 对等离子弧切割实质、适用于大厚度板材切割的气体种类、不同气体的混合比、气体流量与切割功率、切割厚度关系等问题进行了研究, 得出了结构较合理的大功率等离子割炬。

目前, 对不锈钢的稳定切割厚度达 130~140 毫米, 最大可切割厚度为 155 毫米, 对铸铁的最大可切割厚度为 175 毫米。

(二) 大厚度割炬的设计和结构特点

切割厚度较大的金属板材, 需要较大的切割功率——试验结果也表明, 在一定范围内的切割厚度与切割功率几乎是成正比的 (图 1)。与此相应的气体流量, 形成一股高速射流, 使等离子沿弧柱方向能量高度集中并拉长成一直线射流为一必要条件。目前 KL-1-1 型等离子切割机之所以不能切割 80 毫米以上的不锈钢板, 因为它具有如下所述的几种缺点:

1. 电极烧损 KL-1-1 型等离子

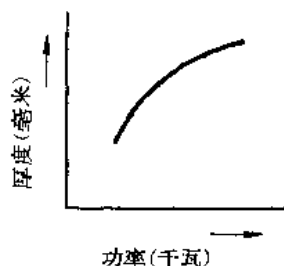


图 1 功率与厚度关系

切割机中所用电极的最大直径为 $\phi 5.5$ 毫米，試驗証明其所能忍受的最大电流在 400 安以下，当大于 400 安时，电极将迅速燒損，不能正常切割，于是限制了功率的增加，割炬的切割能力因此也受到限制。

2. 进气方式問題 在 KL-1-1 割炬上是采用直綫进气的方式，試驗表明旧 KL-1-1 割炬适用的气体流量限制在 3000 升/时的范围内，这对大厚度切割需要大功率和大流量的要求是不能滿足的。

3. 上下腔体交接不善 有如下几个較大缺点：

(1) 加工中难以保証同心度，特别是經過多次的拆裝后，同心度严重破坏。

(2) 气密封性不良，特别是經切割后，由于受到热輻射的影响，金属环发生热膨胀，使連接松勁，产生严重的漏气現象。

(3) 由于冷却水从腔外流入上体，胶木部分得不到足够的冷却作用，多次使用后胶木套逐漸燒焦，破坏絕緣。

4. 噴嘴与下体連接不当

由于焊接不当，在使用过程中經常遇到漏水現象，使切割工作受到妨碍。旧割炬的具体构造如图 2、图 3 所示。

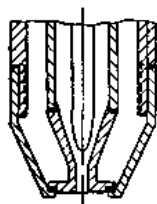


图 2 旧割炬結構

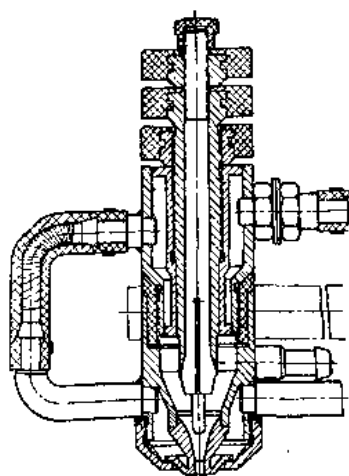


图 3 旧割炬水密封結構

针对旧割炬中存在的上述这些問題，通过反复試驗分析，最后設計并試制成一个能适用于大厚度不銹鋼和金属板材切割的等离子弧割炬(图 4)，其基本結構特点如下：

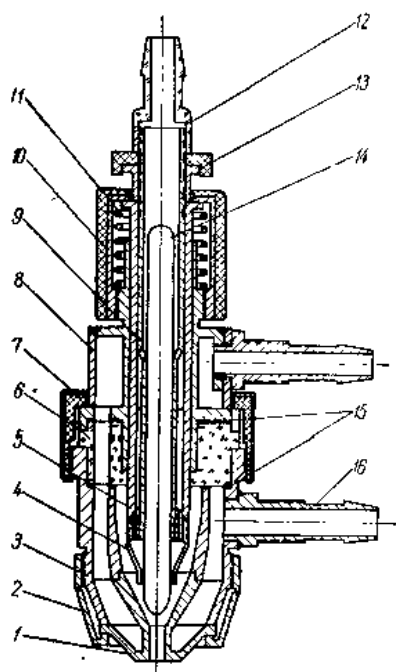


图4 新割炬结构

1—喷嘴；2—喷嘴密封螺帽；3—割炬下体；4—氩气保护套；5—夹头套筒；6—上下体绝缘层；7—上下体连接绝缘套；8—割炬上体；9—电极夹头；10—电极调节固定螺帽；11—弹簧；12—氩气管接头；13—电极轧紧螺帽；14—电极；15—0.1毫米密封橡皮垫圈；16—水管接头

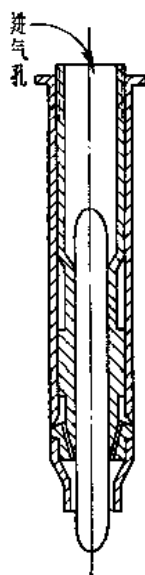


图5 氩气保护电极示意图

1. 采用粗电极结合氩气冷却保护装置 切割中电极烧损的主要原因，是钍钨电极在高温作用下与氮气化合生成氮化物所致，因此必须采取有效措施限制电极温度的升高。我们考虑用氩气冷却方法，即在电极周围直接通入一般氩气辅助直气流（图5），因氩气具有良好的携热性（导热率为0.13680卡/米·时·度）。

当它从电极通过时可带走较多的热量而起了冷却作用；其次在电极和切割主气流氮气间构成一“绝缘”层，使电极不与氮气直接接触，以防止生成氮化物而烧损。试验结果表明，用氩气冷却保护后，使 $\phi 5.5$ 毫米的电极的通电电流从400安提高至500~550安

以上,具有显著效果。但为了获得更大的允许电流,我们在采用氩气冷却保护的同时,又考虑采用较粗直径的电极,因为电极直径加大后,导电截面加大。如保持一定电流密度,则可允许通过较大的电流。试验结果表明,在采用粗电极结合氩气保护的情况下,可以获得极为良好的效果。试验过程中,我们用 $\phi 9$ 毫米的电极,在通过600~650安的电时电极无烧损,甚至通过700安时也未发现烧损。

2. 直旋并进联合通气 在新割炬中我们把切割气流分为二路送入腔体。一是主要由氮气和少量氩气组成的主气流,它是以旋转的方式沿腔体内壁的切线方向通入的,在腔体中的流动轨迹是呈螺旋状的。流体动力学理论证明,这样流动的流体中心部位和周边处流体的密度分布是不均匀的,中心低而周边高,在形成等离子弧过程中,相对地提高了中心部位的电离度,而由于周边气体电离度显著降低,于是在等离子弧的周围便形成了一良好且压力较大的气体保护层。这对压缩等离子弧和保护喷嘴均有显著作用。而且随着流量的增加,中心部位气体密度的增加是微弱的,因此它不会象直线进气那样由于流量过大造成易断弧等现象,故大厚度板材用大功率大流量切割时,以采用此种进气方式为宜。

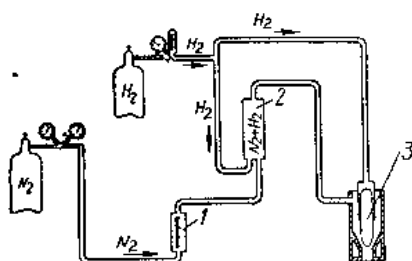


图6 气流通路示意图

1—流量计; 2—混合室; 3—割炬

二是辅助氩气流,它就是顺电极周围直接通入的保护电极的那股气流,它对拉长电弧以获得大的切割厚度亦起极重要的作用。我们知道氩气是携热性良好的一种气体,加之其原子重量轻,易于被加速,因此顺电极周围通向电弧中心处的这股气流帮助了切割等离子弧的拉长。在使用时从氮气瓶中流出的氮气,通过PC-5型流量计进入气体混合室。从氩气瓶流出的氩气,经调节流量的氧气表,流经三通管分成二路,一路进入气体混合室与氮气混合后成为主气流进入腔体之中;另一路直接进入电极周围(图6)。

3. 上下体的连接 我们是采用上下腔体分别与绝缘层中的

一个圆柱面相配合,联接为一整体。腔体外围用一固定压紧螺帽紧固连接,其特点是同心度能很好保证,即使拆装亦不受影响,易密封,不会产生漏气现象,绝缘可靠。试验表明,绝缘层以选用有机玻璃为佳。

4. 喷嘴和下体的配合 喷嘴与下体采用二个平面紧密配合的密封结构(见图4),此种结构有效地解决了漏水问题。

5. 采用体内循环冷却 由于大功率切割时热辐射等影响作用加剧,为获得充分冷却效果,故采用了冷却水直接在腔体内循环流动的结构,同时加大通水管道的截面,以获得大流量冷却水流。

6. 利用弹簧装置控制引弧 利用弹簧装置后,能严格保证引弧前后钎钨电极的位置不受改变,且使引弧过程操作方便简单。

(三) 主要结构参数

1. 喷嘴 喷嘴结构见图7,具体参数如下:

喷嘴管上径 $\phi_1=7$ 毫米, 喷嘴管下径 $\phi_2=8$ 毫米,
喷嘴管长度 $L=15$ 毫米, 压缩角 $\alpha=45^\circ$ 。

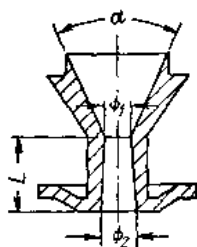


图7 喷嘴结构

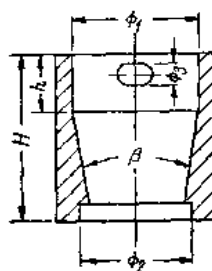


图8 气室结构

2. 气室 结构示意图见图8,具体参数如下:

总长度 $H=37$ 毫米, 直线部分 $h=10$ 毫米,
上部孔径 $\phi_1=25$ 毫米, 收缩口孔径 $\phi_2=19$ 毫米,
气室收缩角 $\beta=22^\circ 2'$, 进气孔孔径 $\phi_3=5$ 毫米,
进气孔中心距上边缘 5 毫米。

保证进气孔与气室内腔壁面严密相切,是获得稳定旋转气流

的基本条件,加工时应特别注意。

3. 电极夹具 主要零件如图9至图11所示。

(1) 夹头套:

外径 $\phi_1=16$ 毫米, 内径 $\phi_2=13$ 毫米, 退坡度 $\gamma=30^\circ$ 。

(2) 夹头:

电极孔腔 $\phi_1=8$ 毫米, 孔腔长度 $l=70$ 毫米,

辅助气流孔 $\phi_2=9$ 毫米。



图9 夹头套

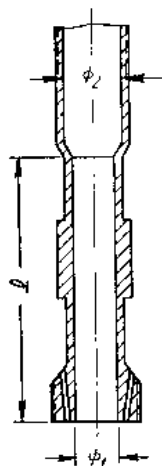


图10 夹头

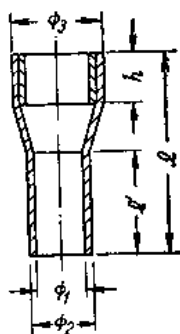


图11 保护套

(3) 保护套:

总长度 $l=36$ 毫米, 直缝管长 $l'=18$ 毫米,
直缝管孔径 $\phi_1=9$ 毫米, 直缝管外径 $\phi_2=11$ 毫米,
螺纹管长 $h=8$ 毫米, 螺纹管外径 $\phi_3=15.5$ 毫米。

4. 配合结构参数

(1) 电极至喷嘴口距 $l_v=17$ 毫米;

(2) 电极伸出保护套长 $l=9\sim11$ 毫米。

(四) 切割规范参数与试件切口情况

1. 工艺数据

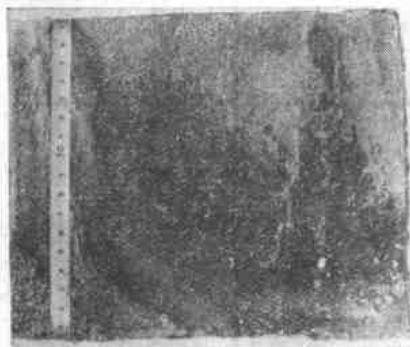
气体 $N_2 80\% + H_2 20\%$ 。我们认为 H_2 在 N_2 中混合比数在



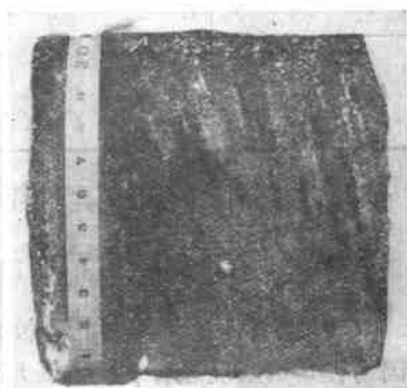
(a) 130 毫米鑄鐵切口断面



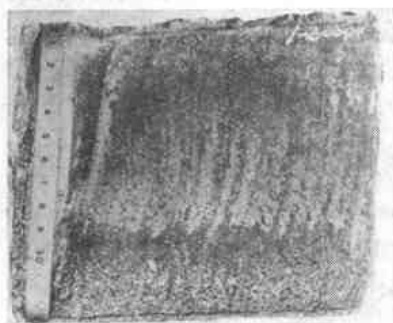
(b) 155 毫米鑄鐵切口断面



(c) 175 毫米鑄鐵切口断面



(d) 115 毫米不銹鋼切口断面



(e) 130 毫米不銹鋼切口断面



(f) 140 毫米不銹鋼切口断面

图 12 不同厚度各种材料試件切口断面

5~20% 之間最佳;

电源 六台 AB-500 直流电焊机串联而成;

冷却水流量 10~13 升/分。

2. 规范参数 见表 1。

表 1

材 料	厚 度 (毫米)	电 弧 电 压 (伏)	电 弧 电 流 (安)	切 割 速 度 (米/时)	氮 气 流 量 (升/时)	氢 气 流 量 (升/时)	备 注
铸 铁	130	150~175	500~550	7.8	3330	1380	钨极直径 均为 $\phi 9.0$ 毫米
	155	200	500~550	5.4	3330	1800	
	175	175~200	500	3.9	3050	1050	
不 锈 钢	115	175~200	450~500	7.5	3380	1380	
	130	175~200	450~500	6.5	3380	1380	
	140	200	500	4.5	3370	1600	

3. 试件切口情况 试件切口断面,如图 12 所示。

(五) 切口质量分析

大厚度切口断面,虽然比较光滑,但我们认为还是不太平直,因为在切口断面还存在着圆弧形状,切割面对材料的经济利用性还不够高。

实验证明:在提高切割速度、加大切割功率和改进喷嘴形状,使等离子弧更细直的情况下,对消除此类缺陷能起着良好的作用。

(六) 结 论

(1) 上下腔体采用螺纹套紧固连接,提高了同心度结构,有效地解决了割炬漏水、漏气的现象。

(2) 采用大功率及其相适应的大孔径喷嘴、大的气体流量与较粗的电极,是拉长电弧稳定切割大厚度金属板材的主要条件。

(3) 为适应大厚度切割时采用大气体流量,利用旋转进气的方式是适宜的。

(4) 采用特殊的电极夹具结构,使获得一股直接从电极周围通入的辅助氩气,是防止电极烧损和有助于等离子弧焰拉长的重要措施。

(5) 利用本割炬对不锈钢的稳定切割厚度达 130~140 毫米。其最大的可切割厚度,对铸铁是 175 毫米;对不锈钢为 155 毫米;对紫铜为 100 毫米。

(6) 采用水冷电极对防止电极烧损有一定作用,但结构较复杂,目前采用尚有困难。

2. CO₂ 气体保护细丝焊

江南造船厂

(一) 概 述

二氧化碳气体保护焊在国外的焊接领域内得到了异常迅速的发展与广泛的应用。一般说来此种方法具有下列优点:

(1) 生产率高: CO₂ 气体保护焊采用光焊丝,电流密度很高,因此熔敷系数高;

(2) 成本低: CO₂ 气体保护焊不需焊剂和药皮,而 CO₂ 气体价格极为便宜;

(3) 焊接工艺简单: CO₂ 保护焊为明弧,可以直接观察焊接过程,操作方便;

(4) 能全位置焊接: 由于气体保护不受空间位置的限制,因此 CO₂ 气体保护半自动焊可进行任何位置的焊接。

而 CO₂ 气体保护细丝焊(焊丝直径为 0.5~1.2 毫米)还具有更突出的优点:

(1) 焊接过程稳定,焊缝外形美观;

(2) 可以焊接 1~4 毫米厚的钢板,在焊缝内不存在任何缺陷;

(3) 焊接变形及金属飞溅少。

国外 CO_2 气体保护焊在造船业、汽车制造业、石油工业等方面获得了广泛的应用。例如,小直径薄壁管道的自动焊、小型薄板零件的焊接、大型容器安装时的焊接、鑄鉄补焊、修补工作中机械化堆焊以及强制成型的厚板垂直焊等等。日前 CO_2 气体保护焊正在向混合气体焊 ($\text{Ar} + \text{CO}_2$; $\text{CO}_2 + \text{O}_2$) 及气渣联合保护焊方向发展,这主要是用来焊接合金钢的。

本文对 CO_2 气体保护細絲焊的电源、设备及工艺进行了研究。由于它所要求的电源特性与一般焊接法不同,并且提出了一个新的电源动特性的概念——短路电流的增长速度,因此試驗着重对动特性作了研究。在动特性研究的基础上,对 AB-500 直流电焊机进行了改装,并自行制造了容量为 180 安的焊接整流器。在設備方面,主要是对半自动焊設備——焊接手把和焊絲送进机构进行了研究。 CO_2 細絲焊接的工艺已取得基本成功。在生产中应用时充分体现出高效率低成本的优点,获得了一致好評。

下面就上述的电源设备及工艺进行論述,而控制系統及供气系統等部分由于原理和結構比較簡單,这里不再叙述。

(二) CO_2 保护細絲焊电源的研究

1. CO_2 保护細絲焊熔滴过渡的特点 CO_2 細絲焊时,由于熔滴的过渡形式不同,所以对电源有特殊的要求。因此先将 CO_2 細絲焊熔滴过渡过程介紹如下:当电弧引燃之后,电弧所析出的热量使焊絲熔化,在焊絲的末端形成熔滴,同时由于焊絲很快的熔化,形成了电弧間隙(間隙长度由电弧电压决定)。以后熔滴的体积逐渐增加,随着熔滴尺寸的增加,傳导到焊絲末端的热量减少,焊絲熔化速度降低。由于焊絲为等速送进,焊絲端部的金属熔滴开始和熔池接近,最后和熔池接触,使电弧空間发生短路。同时电弧熄灭,电压很快的降低,短路电流增加(如图 1 所示)。随着短路电流的提高,增加了对熔滴的压縮作用(此是由于收縮效应所引起的),形成縮頸,因此使熔滴加速向熔池过渡,縮頸加热至爆炸。熔滴脫

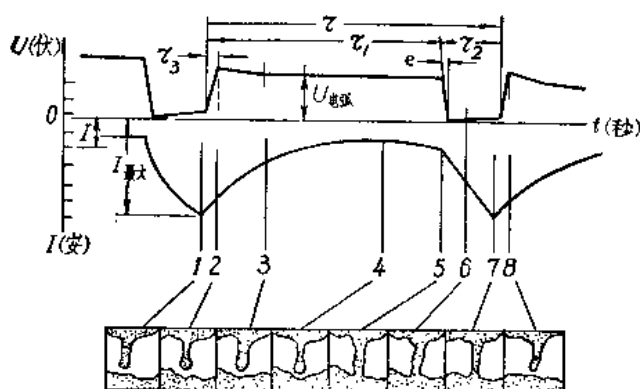


图1 一个周期内电弧电压和焊接电流的变化图

离焊丝而过渡到熔池,此时间隙电压是瞬间上升,并迅速恢复到焊接电压的数值,电弧重新引燃,以后循环重复这样的过程。

从上述熔滴过渡过程,可得出下列四个特点:

- (1) CO_2 保护细丝焊熔滴过渡形式为短路过渡;
- (2) 焊接过程中熔滴使电弧空间短路次数较多,每秒约 50~200 次;
- (3) 对于每一次电弧空间短路时,必须有适宜的短路电流增长速度,保证焊丝能迅速熔化;
- (4) 电弧空间在熔滴过渡后,必须有足够大的空载电压恢复速度,保证电弧迅速点燃。

2. 电源动特性的确定 上述的四个特点归纳起来,就是对电源要求有一定的动态特性。

电源动特性主要包括下列两个方面:

- (1) 电路从短路到断开时要求有最大的空载电压恢复速度;
- (2) 焊丝与钢板接触时具有合适的短路电流增长速度。

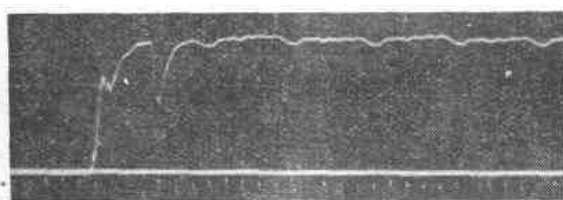
对于空载电压的恢复速度,目前一般的焊接电源均能满足要求,所以此处动特性是针对电源的短路电流增长速度而言。

CO_2 保护细丝焊要求的短路电流增长速度比较高,根据资料介绍, CO_2 粗丝焊的电流增长速度为 15~20 千安/秒,而 CO_2 细

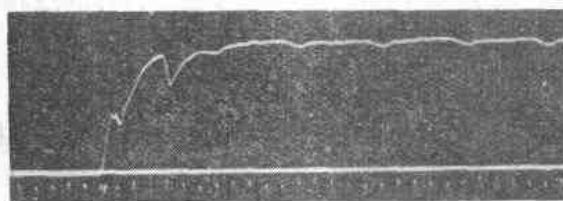
絲焊則需 70~180 千安/秒。

為確定電源의 動特性值, 只須將電源直接短路, 用八綫示波儀將其短路電流增長曲綫拍攝下來。作此曲綫的切綫, 切綫的斜率即為短路電流增長速度 di_k/dt 。

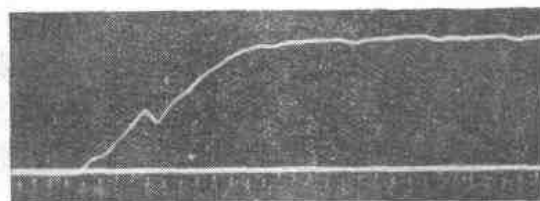
電源動特性調節範圍的確定只要以最大的空載電壓串以最小的電感值, 以及最小的空載電壓串以最大的電感值作短路試驗, 即能得出電源的最大及最小的短路電流增長速度。



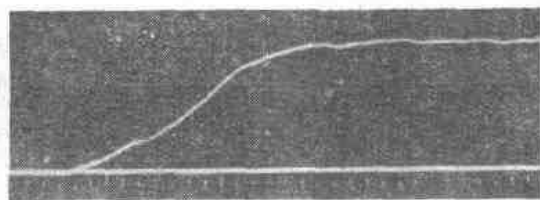
(a) $L=0$



(b) $L=0.199$ 毫亨



(c) $L=0.35$ 毫亨



(d) $L=0.60$ 毫亨

圖 2 直流電路中電感值不同時之電源短路電流增長曲綫