

建筑与安装经验谈

混凝土电弧熔割

孙双玉 编

中国建筑工业出版社

建筑与安装经验谈

混凝土电弧熔割

孙双玉 编

中国建筑工业出版社

本书主要介绍电弧熔割混凝土的工艺过程和使用材料——碳棒的种类和性能，并用工程实例说明该工艺使用工具简单，操作简便，工效高，费用低，是目前较好的切割混凝土的方法之一。

建筑与安装经验谈
混凝土电弧熔割
孙双玉 编

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市怀柔县印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：1⁵/₈ 字数：37 千字
1983年12月第一版 1983年12月第一次印刷
印数：1— 9,600册 定价：0.20元
统一书号：15040·4568

前 言

在工业与民用建筑以及各种非金属构筑物的更新改造、翻修扩建、抗震加固等工程中常在混凝土等非金属构件上穿孔开洞和切割。过去一般采用人工冲凿，方法落后，劳动强度大，功效低，而且还会影响混凝土构件的强度和结构的使用寿命。因此，我们进行几年的试验研究，研制了电弧熔割混凝土新工艺，及与之配套的GJ-12型混凝土熔割器，经过不断改革机具，并多次在一些大、中型工程上试验应用，证明这项工艺机具简单、施工方便、效率高、经济效果好。电弧熔割新工艺及熔割器已于一九八〇年八月和一九八三年三月，先后两次经晋中地区和山西省冶金厅邀请全国有关专家及科技人员进行技术鉴定，认为这项工艺是成功的。

本书所涉及的数据，除引自有关资料外，其余均来自实际测试。

电弧熔割混凝土是近几年才试验成功的新工艺，国内外也没有更多的经验可供借鉴，加之我本人又是一个普通工人，文化水平有限，文中不妥之处，在所难免，恳请批评指正。在编写过程中，承蒙山西省建筑学会结构学术委员会副主任、山西省冶金设计院金长录工程师和介休碳块厂田本良高级工程师、焦铨工程师等同志给予了很大帮助，在此顺致谢意。

编者

一九八三年四月

目 录

一、概述	1
二、电弧熔割混凝土的基本原理	3
三、电弧熔割混凝土使用的机具和材料	6
(一) GJ-12型混凝土熔割器的机理及特性	6
(二) 对电源设备(电焊机)的要求	10
(三) 碳棒	12
四、操作技术	15
(一) 熔割前的准备	15
(二) 立割技术	15
(三) 平割技术	18
(四) 仰割技术	21
(五) 割大孔和割缝技术	22
(六) 割大厚度混凝土构件	24
(七) 代用工具、材料和辅助工具	25
五、几个典型工程实例	28
六、混凝土构件熔割后的表面处理	30
(一) 熔割类型	30
(二) 确定施工工艺	31
(三) 表面处理	31
七、电弧高温对混凝土构件强度影响的试验	32
(一) 温度分布	32
(二) 强度分析	35
(三) 小截面混凝土构件熔割热应力分布及裂纹	36

八、安全技术	38
九、应用范围及经济效果	39
十、电弧熔割与氧乙炔焰熔割的比较	41
附录	
1. GJ-12型混凝土熔割器装置图	44
2. 切割样品	45
3. 熔割用电缆	45
参考资料	46

一、概 述

(一)

金属熔割技术虽已经历了很长时间，但把金属熔割技术应用于混凝土等非金属材料方面，目前世界上还极少先例，而在我国近几年才开始研究探讨这项新技术。

混凝土本身具有原材料（砂、石、水泥）丰富、造价低廉、制做简便、坚固耐久、耐火耐震、易成型等优越性。迄今，已成为世界上用量最多的建筑材料之一。在我国经济建设中，如工业与民用建筑，桥涵水工及地下建筑等方面，混凝土的使用量也很大。

在我国建筑工程施工中，大型墙板和混凝土预制构件，已进入工厂化、标准化、系列化生产阶段，混凝土的应用数量和应用领域在不断扩大，品种类别与成型工艺也有很大发展。但混凝土构件的某些加工工艺，长期以来却缺少显著的改进。如建筑施工中混凝土构件的开孔、扩孔、切割等大量工序一直沿用人工冲凿的方法，工艺落后，效率低，对构件强度及使用寿命也有一定的影响。

(二)

电弧熔割混凝土新工艺，经过实际应用证明，该工艺具有热源温度高、热量集中，熔割构件受热面积小，操作简便，工效高，费用低等优点。在理论和实践上都充分证实了

这项新工艺的实用性和经济性。

目前，建筑施工中一般常用的混凝土为150号~500号。实践证明，不论其标号高低，但都具有一个共同的特性，即熔点均低于2000°C。

采用电弧熔割混凝土，无论切割的构件处于何种位置，其工作效率一般比人工冲凿提高约5~20倍，如高空作业，优越性则更为突出。此外，工作时没有人工冲凿的噪音，对混凝土构件强度的影响不大，构件外形也很完整，同时可大大减轻施工人员的劳动强度。

(三)

选用哪一种熔割技术取决于熔割对象、熔割目的和熔割所处的环境，根据构件的要求不同，熔割方法也有所不同，要因因地制宜。因此，采用单一的熔割方法，有时不能取得最佳效果。

应用混凝土电弧熔割技术在推广使用期间，各地又陆续研究试验了几种不同的热熔割方法。这些方法各有特点，但均可在混凝土构件上熔割、开孔，从而逐步在生产中推广应用。目前，非金属材料热熔割的方法大致可分为：

混凝土热熔割的方法	{	电割法	{ 碳棒熔割法(全位置) 金属丝熔割法(全位置 或立割)
		气割法	{ 氧乙炔焰法 氧丙烷法 氧苯法

二、电弧熔割混凝土的基本原理

电弧熔割混凝土的过程，实质上就是一个混凝土被高温熔融的过程。

我们知道，用电弧气刨切割金属，是早已解决了的问题。这是因为被切割金属的燃点（氧化物）一般均低于熔点。例如，低碳钢的熔点是 1528°C 。另外，金属为电的良导体，接上电源即可使电流通过，从而具备产生电弧的条件，正因为这样，才能使电源设备（电焊机）通过导线连接，将被切割金属及电极碳棒（焊条）接通电源形成回路，利用气体放电过程所产生的电弧（电弧的作用实质上是把电能转变为热能）为热源，将金属局部加热至熔融状态，同时用压缩空气的高压气流把局部熔融的铁水吹掉，从而达到对金属的气刨或切割（如图1）。

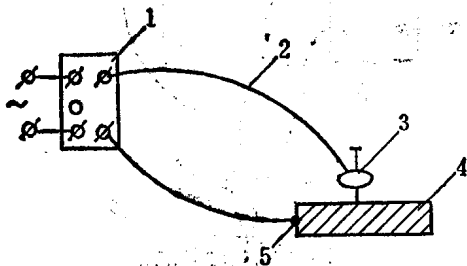


图1 切割金属原理

1—电焊机，2—连接导线，3—焊钳，4—切割母材，5—地线

混凝土与金属是两种性质和结构不同的材料。混凝土具

有不导电、脆性大、导热性差等特点。但一般碳钢与混凝土的熔点具有低于 2000°C 这一共性，利用上述熔割金属的原理，在操作方法上稍加改进，即在熔割用电源设备（交、直流焊机）的二次输出线的出线头两端各接一根碳棒，操作者两手各持一支夹持碳棒的割钳相撞，两极间因短路产生弧光

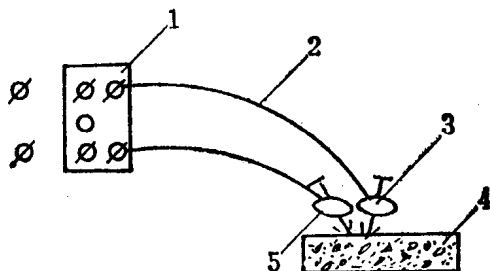


图 2 熔割混凝土原理

1—电焊机；2—导线；3—副钳；4—混凝土构件；5—主钳

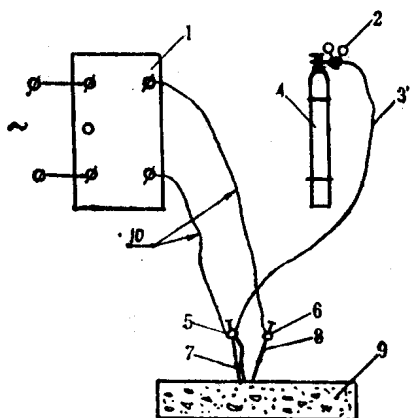


图 3 熔割平面位置

1—电焊机；2—减压表；3—气带；4—气瓶；5—主钳；6—副钳；7—气嘴；8—碳棒；9—熔割构件；10—导线

放电，从而产生电弧高温，这时电弧高温（温度高达 $6000\sim 7000^{\circ}\text{C}$ ）^[1]，不但对金属能够熔融切割，也能使混凝土等非金属材料熔融成浓度很稠的岩浆，达到熔割解体的效果（如图2）。

如果混凝土中配有钢筋，即为钢筋混凝土结构时，因为钢筋的熔点接近混凝土的熔点，且大大低于电弧温度，所以也同样可以熔割。电弧熔割混凝土的工作原理如图3、图4所示。

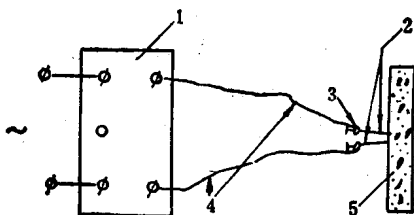


图4 熔割立面位置

1—电焊机；2—碳棒；3—副钳；4—导线；5—熔割构件

三、电弧熔割混凝土 使用的机具和材料

(一) GJ-12型混凝土熔割器的机理及特性

GJ-12 型混凝土熔割器，是熔割混凝土构件的一种专用手持工具，由一人操作，可全位置熔割混凝土等非金属材料，也可作焊接和熔割金属材料的代用工具。该熔割器有主钳一件、副钳两件，由导电和供气线路、手柄、隔热罩、脚踏定位装置等组成。一般能在 250~300 安电流强度下，和 6000°C 高温的热辐射状态下连续工作，其主要性能如表 1。

GJ-12型混凝土熔割器主要性能

表 1

序 号	名 称	单 位	数 据
1	主钳	公斤	1.1
2	副钳(一件)	公斤	0.5
3	气体压力	公斤/厘米 ²	4~10
4	使用电流	安	<400
5	工具耐热度	°C/时	<120°C/1
6	外形尺寸(长×高×宽)	毫米	320×110×110
7	切割混凝土厚度(平割)	毫米	<120
8	切割混凝土厚度(立割)	毫米	<600

使用该熔割器还可焊接 有色金属及 切割铸铁，不锈钢等。其主钳结构如图 5 所示，副钳结构如图 6 所示。

使用 GJ-12 型混凝土熔割器，可在厚度小于 600 毫米

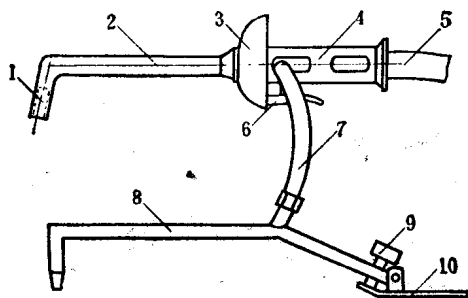


图 5 主轴

1—夹嘴；2—导杆；3—隔热罩；4—手把；5—电缆；6—曲臂；7—软管；8—气管；9—调整螺栓；10—脚踏板

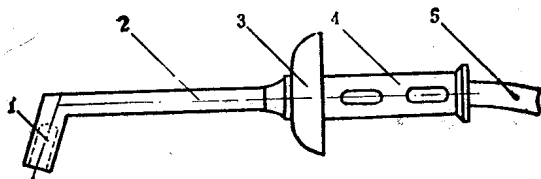


图 6 副钳

1—夹嘴；2—导杆；3—隔热罩；4—手把；5—电缆

(立割)和小于120毫米(平割)的混凝土板、梁、柱等非金属构件上，一次熔割成直径约20~80毫米的孔洞。其平割操作方法如图7所示。

熔割构件为竖向位置时，由于电弧的吹力和重力作用，混凝土熔渣可随熔割孔洞流动排出，因此，熔割时不需气压吹渣，仅采用两支副钳操作即可，如图8所示。

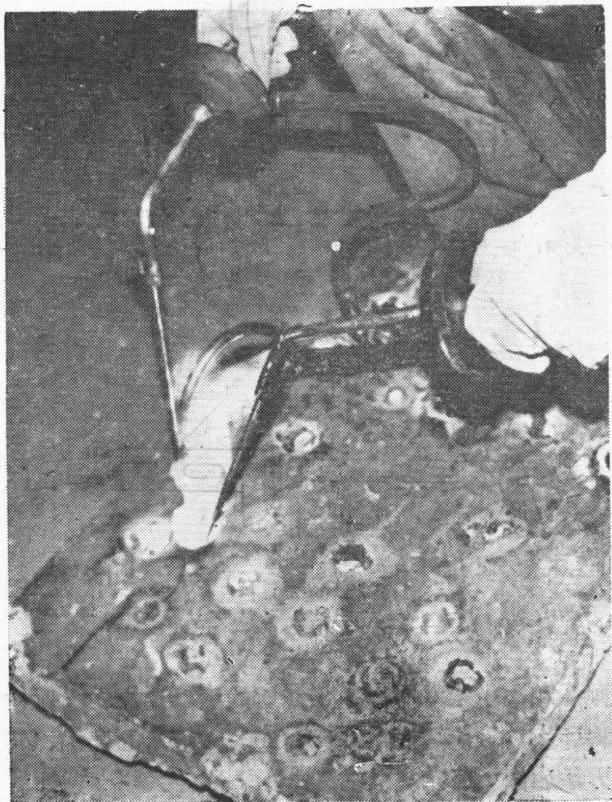


图 7 平割操作



图 8 立割操作

(二) 对电源设备(电焊机)的要求

1. 电焊机的暂载率

电弧熔割混凝土所采用的电焊机(交、直流均可),由于在工作时碳棒烧损缓慢,焊机负载时间较长,因此要求电焊机的额定功率尽量大些。电焊机输出功率的大小主要由焊机发热情况来决定。而电焊机的温升一方面取决于焊接电流的大小,同时也取决于焊机负荷时间的长短。熔割混凝土虽然选用电流不大,但操作时间却较长。目前,我国手工焊接用 500 安培以下的电焊机,在设计时一般选定的连续工作周期(即焊机负载时间周期)为 5 分钟。因为,金属焊丝每根使用时间很短,在手工电弧熔割金属时,在 5 分钟的周期内,总有一段时间用来更换焊条和清除焊渣等,所以,电弧燃烧时间(即焊机负载时间),总是低于 5 分钟,这就充分满足了设计要求。但是,采用碳棒熔割混凝土,在同样的电流强度下(约 200 安培),一根碳棒($\phi 8$)耗用的时间,大约是一根普通金属焊条($\phi 5$)的 10 倍。电弧燃烧时间(焊机负载时间)较长,而且,操作中不须清渣等工序,正常情况下,一根碳棒($\phi 8$)燃耗最长不停弧时间(焊机的暂载率)约 20 分钟,如电焊机额定暂载率较低时,可根据碳棒一次燃耗时间的长短来确定焊机输出电流大小,以防工作时间较长焊机过热,烧毁或缩短电焊机的使用寿命。因此,对电焊机的温升必须有一定限制(一般最高不超过 80°C)。

由上所述,在熔割混凝土时,根据碳棒规格,选择最佳电流,确定工作周期,就是一个很重要的问题。

目前,国内生产的电焊机,性能指标参数均规定了不同暂载率的允许使用电流值。在熔割混凝土以前,可参照表 2

合理选用电焊机。并根据电焊机的暂载率选用合适的电流。

不同暂载率电流值对照表

表 2

暂载率%	100	80	60 ^①	40	20
电	116	130	150	183	260
流	230	257	300	363	516
值	387	434	500	611	868
(安)	775	868	1000	1222	1735

① 表中60%为额定暂载率。

根据经验证明，使用交流弧焊机时，功率大于BX₁-330型交流弧焊机的电焊机均可使用（包括BX₁-330型）。如用直流电焊机应尽量避免使用硅整流式电焊机。

2. 交、直流电焊机的比较

电弧熔割混凝土，利用的熔割热源（电弧）是在加有一定电压的两碳棒之间产生的一种强烈的气体放电现象（即电流通过两极间的气流流通）。这种现象实质上就是把一定电流的电能转换为温度很高的热能。所以，无论使用交流或直流电焊机都可以产生高温电弧，利用高温达到熔割混凝土的目的。两种焊机在主要指标

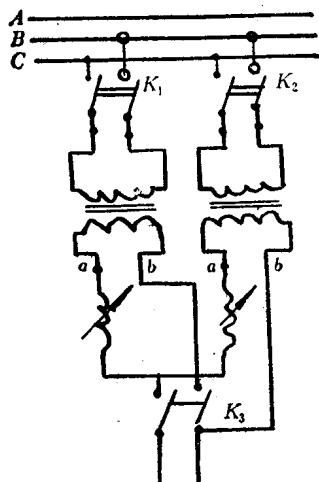


图 9 焊机并联