

Chemical Binders in Foundries

铸造用化学粘结剂

译文集

机械工业出版社

本书是会议论文集, 共30篇文章, 分别介绍了英国、美国、西德、法国、瑞典、瑞士等专家的文章。其内容涉及造型材料, 特别是有关化学粘结剂用于型砂和芯砂的最新成就和今后展望, 除此以外, 还介绍了真空V法与磁丸造型以及冰冻成型等新工艺。因此, 本书题材新颖, 内容广泛而实用。对国内铸造生产与科研工作都有参考价值。

Chemical Binders in Foundries

March 30th-April 1st 1976 University of Warwick

1976 BCIRA, Birmingham, England

Printed in England

* * *

铸造用化学粘结剂

(译文集)

杨正山 王慕荣 徐性澄 主译

周静一 艾海伦 校

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 · 印张 16³/₄ · 字数 409 千字

1985年3月重庆第一版 · 1985年3月重庆第一次印刷

印数 0.001—4.200 · 定价 2.65 元

*

统一书号: 15033·5620

译者的话

本书是1976年3月30日到4月1日在英国沃里克大学(University of Warwick)由英国铸铁研究协会(BCIRA)召开的“铸造用化学粘结剂”学术会议论文集。全书共论文30篇,其内容主要是造型和制芯用化学粘结剂的最新成就,还包括真空(V法)造型、磁丸造型和冰冻成型等新工艺。

本书首先对造型原材料的要求和展望进行探讨,其次对各种加热硬化成型代替湿砂型提出看法。然后对各种冷硬法(冷芯盒法、自硬法、 CO_2 水玻璃砂、树脂自硬砂、水玻璃有机酯自硬砂、流态砂和水泥砂等)作了阐述。最后,论述了粘结剂的节约,旧砂再生,环境保护以及今后展望。

因此,本书是一本题材新颖,内容广泛的铸造译文集,对发展我国的铸造新工艺、新材料有一定参考价值。除英国提供20篇论文以外,美国、西德、法国、瑞士和瑞典宣读了10篇论文。

参加本书翻译工作的是上海工业大学杨正山、胡彭生、楼培炯、周吉平、李冠嵩、沈建;浙江大学王慕荣;上海市机械工艺研究所徐性澄、蒋达、金杏元、陈允南、李德宝、梁光泽、李蓉箴、陈寒芬;西安交通大学苏俊义、王可猷、何纪运;吉林工业大学杜丕锡、华崇婵;南京工学院刘承尧;上海宝山钢铁公司范钦宾;上海市机电设计研究院张颂超以及机械工业部第二设计研究院周睦尧。全书由杨正山、王慕荣、徐性澄负责定稿。在定稿过程中,机械工业部沈阳铸造研究所周静一、艾海伦两同志对译稿进行了仔细审校,并提出不少宝贵意见,特此表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限,缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

译者

目 录

第 一 部 分

一、铸造工作者对化学粘结剂的看法.....	1
英国铸铁研究协会 A. D. 摩根	
二、粘结剂供应者对化学粘结剂的看法.....	7
铸造服务有限公司 W. L. S. 哈顿, S. 克劳斯	
三、铸造用砂的实用价值及技术要求.....	17
英国工业用砂有限公司 F. 莱塞夫, G. 华特	
四、关于铸件尺寸精度问题.....	23
伯米特优质铸造有限公司 S. D. 阿普斯利	
五、造型用石英砂的取代品.....	31
英国铸钢研究与商业协会 J. M. 米德尔顿	
六、V法造型及其经济性评述.....	42
杰弗里·兰姆有限事务所 G. C. B. 兰姆	
蒂尔曼抛丸设备有限公司 I. A. 诺布尔	
七、磁型铸造法的目前地位.....	51
布郎·鲍弗利公司 K. H. 布罗克迈耶博士	
八、高质量的湿型砂造型法.....	59
拉文斯伯格钢铁厂 W. 赫斯柏斯	
F. 拉希博士有限公司 E. 瓦米克	
九、巴氏兄弟公司用聚苯乙烯气化模和无粘结剂砂型生产铸件(根据该公司代表 W. M. 杰克逊在会议上的谈话).....	65
美国《现代铸造》杂志编辑 J. H. 肖姆	
十、“高效硬化”(Effset)——冰冻成型法.....	68
W. H. 鲍斯有限公司 F. H. 霍尔脱	

第 二 部 分

十一、热法制芯能继续存在吗?.....	71
C. 和 B. 史密斯铸造有限公司 J. R. 史密斯, S. 罗利, J. S. 扬	
十二、现代化壳型铸造厂及其优点.....	79
P. 海温斯有限公司 A. G. T. 达兹威尔	
十三、用热芯盒法生产汽车铸件.....	85
英国雷兰特有限公司威灵鲍勒夫铸造厂 M. 奥伯利	

十四、化学粘结砂能代替湿型砂吗?	93
美国铸钢厂 R. C. 霍威尔 (美国铸造学会交流发言人)	

第 三 部 分

十五、发斯库特 (Fascold) 快速冷硬法	118
西姆贝尔坎普铸造厂 H. 多诺	
十六、派司玛斯特 (Pacemaster) 冷硬法	124
福达斯有限公司 J. R. 布郎	
十七、阿西兰特 (Ashland) 冷芯盒法	133
法国 Pont-à-Mousson 厂 J. 特鲁歇格	
十八、为何不用 CO ₂ 水玻璃法?	145
斯特林金属有限公司 D. E. 汉考克斯, A. G. 芬纳尔	
十九、冷硬砂工艺在大型铸件上的实际应用	156
A. 和 N. 铸造有限公司 D. W. 比尔	
二十、水玻璃自硬砂在模样流水作业法中的应用	166
伯特利工程有限公司 J. L. 扬格	
二十一、流态砂造型工艺的选用	177
斯坦登与斯塔弗利工厂 C. 比尔兹利, D. I. 华纳	
二十二、水泥砂造型的进展	186
莱茵铸钢厂 拉墨尔斯伯格博士	
二十三、冷硬树脂砂在美国铸造车间的应用	191
通用汽车公司 Pontiac 汽车分公司 N. B. 卢瑟	
二十四、可控制浇注的“H”法	206
W. H. 鲍斯有限公司 F. H. 霍尔脱	

第 四 部 分

二十五、节约粘结剂消耗的途径	209
英国铸铁研究协会 A. D. 摩根	
二十六、化学粘结砂的旧砂再生和回用	220
英国铸铁研究协会 D. A. 泰勒	
二十七、废砂处理	229
英国铸铁研究协会 J. G. 莫利, F. M. 肖	
二十八、有机粘结剂对铸造车间大气的影响	237
瑞典 Svenska Gjuteriföreningen B. 蒂伯格, L. 约翰逊	
二十九、有机粘结剂对环境污染的实验室研究	250
瑞典 Ijmuiden BV J. 肖根伯格博士	
三十、应用化学粘结剂的最新发展	252
英国铸铁研究协会 K. E. L. 尼古拉斯	

第一部分

一、铸造工作者对化学粘结剂的看法

A. D. Morgan, BCIRA

现今，要求铸造工作者能生产出尺寸精确度和致密度比过去高得多的铸件。设计师和工程师提出了强度提高一倍、厚度只有过去一半而形状更复杂的铸件，同时还要大增其批量的要求。上述日益增多的要求对所有的铸件都是这样，而这些要求主要靠采用新工艺制造砂型和砂芯来达到。新工艺包括化学粘结剂用于型砂。在生产中这些粘结剂使被粘结的砂子在尚未起模或脱芯之前就已在模样周围或芯盒内硬化，使砂型或砂芯不发生变形和获得较高的尺寸精度，因而能在不需要重型震击式造型机和捣固机或烘炉的情况下造出坚固的砂型。

当技术熟练的工人已在减少的情况下，采用化学粘结剂使我们能继续生产其复杂程度在不断提高的铸件。从铸造工作者的观点来看，这是非常重要的，并在很多造型工部这种工艺现已成为必不可少的了。

砂型用粘土需要代用品

干砂型

为了制造很大的铸件，例如钢锭模或重型机械的机座，必须使铸型很坚固。经验指出，采用干粘土砂型能满足上述要求。干型的抗压强度通常在1000千牛顿/米²（约10公斤力/厘米²）。然而，制造这样大的砂型需要很大的材料输送和混砂工作量，并需庞大的烘干设备，如大烘炉或热风吹干器。而烘干这种大砂型可能要好几天，结果生产率很低。这种砂型总是需要大量的铁条或钢棒来加固，并在造型时要求很熟练的技术和经验。因此，需要有一种既可缩短时间又能取消长时间烘干而且操作简单的工艺方法。

湿砂型

大的湿砂型不仅需要庞大的湿砂处理设备，还需要有专用的造型机、落砂机和砂箱输送设备，因而不可避免地使生产过程噪音大和灰尘多。另一不利因素是使铸件在厚断面处产生不致密问题。为了防止上述情况，必须使砂型坚固，而这只有采用高压紧实砂型才能达到。即使如此，也难以制造抗压强度高达150千牛顿/米²以上的砂型。因此需要有一种能避免采用大型装置并能消除噪音和灰尘的工艺方法。

大批量生产中、小湿型

现代化的湿砂处理设备已成为一套高度发展的联合装置，它采用新设计的造型机，新的合成型砂，新添加剂以及其试验和控制方法。所有这些形成了铸造工业造型系统的主流。这种工艺有很多优点：它所用的原材料丰富（在英国每年消耗13万吨粘土），而造型机的生产

率可达 300 型/小时。至于它是否也需要用其它造型工艺来代替,目前还是一个有争议的问题,因为它在某些设备上存在着噪音,消耗能量大,投资大和灰尘多等问题。然而,目前似乎还没有一种化学方法能代替湿型来高速生产中、小铸型。

砂芯用干性油需要代用品

大砂芯

长期以来与谷物混合的干性油被用作砂芯粘结剂,但至今还存在着一些缺点。当用干性油做大砂芯时,需要相当大的烘芯炉和输送设备,结果使烘干成本提高。制造这类大砂芯需要熟练的技术工人,而且生产率相当低。即使制芯技术再好,在输送和烘干过程中也难免要产生砂芯变形,结果使铸件尺寸不精确。多年来大家一直要求能用一种没有上述缺点的制芯方法来代替。

大批量生产中、小型砂芯

虽然在革新高速生产中、小型油砂芯的方法上已有很多创造,其结果是出现了如吹芯机和射芯机,自动开闭的多腔芯盒以及连续式芯砂混和机等新的发展,但这种工艺还存在很多缺点。例如:

1. 制造和输送砂芯需要大量技术熟练的工人;
2. 需要大型的连续式烘炉,因而使燃料费用高以及产生过多的烟气;
3. 需要用砂芯托板来减少烘烤时砂芯变形;
4. 砂芯尺寸精度差,因而使铸件质量也相应地较差。

因此,迫切希望能有一种快速生产、尺寸更精确而且不必采用加热来硬化砂芯的新工艺,从而代替这种旧的制芯方法。

综上所述,可以看出:除了高速度大批量生产湿型或许可以例外,对于其它的造型和制芯工艺都需要新的、生产率相等或更高的方法,并且不要求大量投资,不需熟练技工、大型、烘炉与输送设备。因此铸造工作者期待着新的化学粘结剂,希望它们将满足铸造要求。让我们从上述角度来分析目前的化学粘结剂,并且看一看这些粘结剂已经达到的效果。

造型用化学粘结剂

大砂型

目前已有许多不采用粘土砂来制造象重型机械和钢锭模等所需的大砂型。所用的粘结剂有波特兰水泥-水,硅酸二钙-水玻璃(流态砂),水泥-水玻璃,用有机酯硬化的水玻璃以及用酸固化的呋喃树脂。所有上述型砂都是在室温下自硬的,在四小时后具有足够强度以便起模,并在24小时后浇注。这类砂型的强度超过了通常用于象钢锭模的干砂型(其强度很少超过700千牛顿/米²)。斯高脱(Scott)提出对含波特兰水泥10%和水6%的型砂,在48小时后其强度达1700~2000千牛顿/米²;布朗(Brown)认为对于水玻璃与硅酸二钙流态砂,其强度可达700~1000千牛顿/米²,而只要强度达到700千牛顿/米²在铸造车间中用于生产最大为25吨的钢锭模是足够的。尼古拉斯、唐纳特和康纳邱(Nicholas, Donald, Conacher)提出的高炉炉渣与水玻璃自硬砂,其强度在24小时后达1000~1300千牛顿/米²;而水泥与水玻璃砂的

强度高达2000~4000千牛顿/米²；对合成的硅酸二钙与水玻璃砂，其强度高达2700~3900千牛顿/米²。坎宁安（Cunningham）提出对于含尿素甲醛与糠醇树脂（UF/FA）1.7%的酸性类的型砂，在24小时后其抗压强度高达4100~5500千牛顿/米²，而在四小时后同一成分的树脂砂强度已达2700~3450千牛顿/米²，因而可使模样装备很快地周转使用。

毫无疑问，上述那些类型的粘结剂用于大砂型是非常成功的。它省去了大型烘炉，制成坚固的砂型，并加快了模样的周转。虽然流态砂和呋喃树脂砂的使用时间还不长，但这些工艺已很快得到应用。面对着这些新工艺，可以预料在几年内粘土砂干型将被淘汰。

重点要求 虽然上述新工艺是成功的，但从铸造工作者的角度来看，还有一些要点必需注意，因为它们对新工艺的评价有明显影响。这些要点是：

1. 原砂要求很洁净；
2. 需要使用较贵的涂料；
3. 当采用以水玻璃为基础的粘结剂时，旧砂再生困难；
4. 当使用树脂砂时有环境污染的公害。

我们认为上述四点对决定化学粘结剂更广泛地用于厚大铸件是主要影响，而它们在粘结剂供应者的发展计划中应该得到最优先的考虑。

中等砂型

目前对于中等砂型已不再采用粘土砂干型了。然而，可代替的新工艺常常是不好选择的。直到目前为止，由于对新工艺缺乏情报和经验而造成很多错误。我们可进行广泛的选择，主要方法有CO₂-水玻璃，有机酯-水玻璃，冷硬或冷固性油类，树脂和脲烷以及采用特种混砂机的快硬方法。最近还成功地发展了一种流态树脂砂新工艺。

所有上述方法都能保证造出精度高而坚固的砂型，并且所要求的操作技术是工人容易学会的。不过，目前距离要把所存在的问题都解决目前还有一段很长的距离。

重点要求 有些重要因素需要特别注意，首先是原砂质量。为了经济地利用化学粘结剂并尽量发挥其技术优点，必须采用高质量的原砂。一般说来，粘结剂的组成越复杂，那末它们对砂子的温度、水分、pH值和极细砂粒含量等变化的影响就越敏感。例如，CO₂水玻璃砂对于极细砂粒含量，脲烷对于水分，树脂对于pH值等的影响都比较敏感，而且所有这些方法对温度也非常敏感。这是很遗憾的。鉴于原砂的精选处理，干燥和运输等费用很大，我们需要一种对原砂质量影响不太敏感的粘结剂。

第二个因素是旧砂再生。虽然初看起来再生处理是不经济的，但为了节约用砂，今后势必走向旧砂全部再生，不幸的是目前对大多数化学粘结剂在很大程度上将失去其旧砂再生的机会，因为在重新使用再生砂时和处理成分不稳定的废砂时（当不同的化学粘结砂，如碱性水玻璃砂和酸性树脂砂在使用后混合进入旧砂再生设备时）都会出现问题。我们希望有一系列的粘结剂，在其残留物共存于再生砂中和处理过程中将不会出现问题。

第三个因素是环境保护（公害）。铸造工作者从一开始生产液体金属起就已对一种存在着危险性的工艺习惯了，不过我们还没有使用带危险性的化学物品的经验。在有些化学物品的包装上贴有“小心轻放”等标签，但在这方面的教育还要靠粘结剂供应者以外的有关人员，而我们常常在不了解化学物品可能产生危险的情况下使用它们。这种状况是很不好的，所以我们需要更多能使工艺过程绝对安全的技术资料。

高速度大量生产砂型

迄今为止,还没有成功地发展出一种能够象湿砂造型设备那样高速度大量生产砂型的化学粘结砂新工艺。有一个时期曾设想壳型将会与砂型竞争,但实践证明并非如此。壳型铸造在生产率、铸件尺寸和重量等方面都受到限制。还由于它是要加热的工艺,因而产生很多烟气。虽然壳型有上述缺点,但它所生产的铸件表面光洁,轮廓清晰,因而每年都有成千上万高级合金铸铁曲轴、泵体和其它结构很复杂的铸件采用壳型铸造。对壳型的主要要求,是希望供应质量稳定的覆膜砂,因为在铸造车间里我们不能调节它的变化。供应者通常能满足上述要求,因而英国每年约生产225000吨壳型用砂。

为了能创造出一种可与湿型竞争的新工艺,必须使粘结剂能重复使用,砂子也能再循环使用,而且还希望砂型起模后不上涂料就可浇注。很明显,这就需要有制造和输送化学粘结砂型的专用机械,因为化学粘结砂与湿型砂的物理性能不同,尤其是如果要使用气体硬化工艺的话。考虑到上述问题不容易解决,因此是否应该把化学粘结砂代替大量生产湿型砂作为一个发展方向来努力还是有所怀疑的。

制芯用化学粘结剂

通用工程用铸件的砂芯

对于通用工程用的砂芯,化学粘结剂已大量地代替传统的油类-谷物粘结剂,并已有多种不需加热而快速的制芯工艺。新工艺包括所有已被很好采用的 CO_2 水玻璃,呋喃树脂,酚醛树脂,脲烷以及其它复杂的方法,并且由于研制出混砂与充填芯盒用的专门机械又促使这些工艺成就得到了发展。五年来铸造设备供应者在这方面大力开展活动,使我们在选用新工艺上达到了难以掌握的地步。然而,在下面要讨论的这些工艺方法,都不是十全十美的。

高速度大量生产砂芯

除了少数可锻铸铁厂由于对砂芯的快速溃散和出砂方便是最重要的因素而仍采用油类-谷物砂芯外,目前对高速度大量生产砂芯则较多采用热芯盒和壳芯工艺,并采用树脂砂,以使砂芯尺寸精确和提高薄断面处的强度。其中值得一提的是汽车铸件用砂芯(例如汽缸盖、水冷缸体),它要求砂芯强度在 $2500 \sim 3500$ 千牛顿/米²和生产率为每台机器每天制造750个砂芯。对这类产品用的机器和粘结剂目前已发展得非常快,但由于砂芯需要加热而成本高,并还产生空气污染问题,所以促使我们把注意力集中到用冷硬法来代替热盒法的方向上去,其中有 CO_2 水玻璃法和新的阿西兰特(Ashland)冷芯盒法。 CO_2 水玻璃砂存在的主要问题是允许加入量为4~6%水玻璃的砂芯在制成后立即输送时则其强度偏低(2000千牛顿/米²),而浇注后出砂困难。如果上述问题能够解决, CO_2 水玻璃砂将成为占主导地位的化学粘结砂。但由于目前还存在上述问题,所以我们期望着其它吹气硬化的冷芯盒法能够避免上述缺点。不幸的是,冷芯盒法采用了存在着危险性的化学物品,而其对环境的公害将可能成为普遍推广的阻力。我们殷切地等待着铸造工作者在这方面提供进一步的经验和资料,以便对冷芯盒法有一个正确的评价。

对现有粘结剂缺点的综述

在本文中已谈到了粘结剂的一些缺点，现摘要综述于下：

1. **实用性** 任何粘结剂常常要经过长期的试验和发展阶段后才用于铸造生产，而且它必须货源很丰富，由供应者负责保证供应。目前有些制造粘结剂用的化学原料存在着供应不稳定的缺点。

2. **代用品** 铸造工作者常遇到供应者提出了过多的代用品，例如英国某公司提供20种化学粘结剂，而西欧有一家公司在样本中提出30种。这就使铸造生产时产生质量控制问题，并对供应者的质量控制试验室造成过大的压力。我们已察觉到各类粘结剂必须逐步加以合理改进，形成不含氮、低氮、中氮、高尿素、高糠醇、无糠醇、糠醇聚合物、用硅烷改性的等产品。我们也怀疑是否真的需要这么多的品种。

3. **旧砂不互混性** 常常发生不能把含不同粘结剂的旧砂经再生后混和使用或先混和而后再生。于是铸造工作者必须从技术与经济角度，选择最适宜的造型和制芯工艺相互结合，并放弃旧砂再生，或者是为了要使旧砂能够再生而对所有的生产过程只选用一种工艺。

4. **环境保护** 化学粘结剂已对铸造工作者在使用和处理方面引起了新问题。我们对这些问题尚未充分了解，但希望不会产生无法克服的困难。

5. **需要专门涂料** 在使用涂料时还存在着尚待解决的问题。除少数例外，砂芯通常都要上涂料，防止铸件产生化学粘砂和金属渗透，而这个问题过去曾受到特别重视。然而，化学粘结剂的出现并未使问题得到显著的改善。事实上已有必要去创造更加复杂的涂料来和所用的粘结剂配合。例如，对水玻璃砂采用酒精涂料，而对酚醛树脂砂采用特种涂料。由于在制芯时通常使用透气性较高的砂子，所以几乎总是要用涂料来防止金属渗透。然而，这项工艺对铸造工作者来说是比较麻烦而昂贵的。

对粘结剂要求的规定

本文在讨论了上述各点以后，可对任何建议采用的新粘结剂提出技术规定。这样可以缩短在铸造车间中的试验和推广的时间，并把要解决的问题减少到最低限度。粘结剂应具备：

1. 便于砂处理过程的自动化；
2. 能在室温下制芯；
3. 使造型机和制芯机的复杂程度尽量降低；
4. 使造型和制芯在整个流水线内能相互协调；
5. 使铸造厂能采用不同的熔化工艺和合金材料；
6. 生产铸件时不会产生冶金问题；
7. 造型和制芯时适宜于采用机械化运输；
8. 不需要对模样进行特殊的处理；
9. 可使旧砂回用；
10. 对砂子质量与温度的影响不敏感；
11. 出砂容易；

12. 浇注时砂芯有足够的高温性能和尺寸稳定性;
13. 不必采用特殊的砂型和砂芯涂料而使铸件表面光洁度良好;
14. 造型、制芯和浇注时不产生烟气和有害物质;
15. 满足经济上的要求;
16. 来源丰富并易得, 不容易受到市场的冲击。

在目前所用的粘结剂中几乎很少有完全能满足上述规定的要求。

参 考 文 献 (从略)

杨正山 译

二、粘结剂供应者对化学粘结剂的看法

W. L. S. Hatton and S. Cross, Foundry Services Limited

无论那个工商业的供应者，他们对一些事物的看法总是不一致的，特别是在对待有关他们在同一市场上竞争推销的一些产品和方法的优缺点方面更是如此。在这方面化学粘结剂的供应者也不例外。长期以来，这些不同的观点十分活跃，这对有关各方来说，只能是有益的。关于当前所用每种粘结剂产品各自的优缺点，通过供应者与用户间通常的交往（例如产品资料情报的传播）已为多数铸造工作者所熟知，这里就不予介绍了。

粘结剂供应者们至少有一个共同点，那就是为同一种工业部门服务，继续不断地致力于他们所依附的铸造工业，使它不断取得成就。他们也都意识到需要用现有的最好产品和服务方式，有效而可靠地供应铸造厂。

本文主要论述供应者在发展各种方法所用各种类型粘结剂中遇到的困难（这些类型的粘结剂在过去二、三十年中无疑使造型和制芯方法向前推进了），同时论述今后很可能提给供应者的一些要求。

不久之前，原料的短缺曾经使某些粘结的供应受到限制。很自然，它在那些已经把这些材料应用于造型方法的铸造工作者中间引起了许多忧虑。因此，本文还就供应者如何看待各种化学粘结剂未来的实用性作些评论，目的在于给铸造工作者提供一些有用的准则，使他们可以为自己选择最理想和最实用的造型和制芯方法。

最后，本文试图广泛地总结一下供应者对铸造工业所用化学粘结剂前途的看法（重点放在新的或现有方法的发展方面）以及由于对环境污染越来越大的限制（它影响到整个工业）而不可避免地带来影响的想法。

化学粘结剂的定义

鉴于目前可利用的方法众多，作为一个铸造工作者在选择造型和制芯最适用的粘结剂方面当前面临着许多问题。首先需要选择最合适的方法来满足他的特定要求，其次是确定哪一种粘结剂对于他的用途来说是最有效和最适当的。可是，在一定程度上他将会充分发现这件工作颇为复杂，除非他至少已掌握现在常用的许多类型化学粘结剂的基本知识，特别是它们的性能和在铸造条件下的作用。

化学粘结剂的较为简单而实用的定义可以是这样：凡是凭借化学反应（而不是物理方法），或者凭借性质或成分，或两者都引起变化来发展粘结特性的任何一种粘结剂或材料。无机类粘土粘结剂显然是不在此定义之内。按照严格的化学含义来说，某些水泥类的粘结材料在发展它们的粘结特性时进行的化学变化较小，这种工艺方法大多系物理反应，因而根据本文的目的，将水泥粘结剂略去不谈。

有机粘结剂

这类材料包括许多人工合成树脂和植物、动物油的改性加工油，分别通称为“树脂粘结剂”和“油类粘结剂”。除了专供壳型方法使用的粉状树脂之外，这类粘结剂均以液态供应，以便于与铸造用砂混和。

这些树脂和油或通过加热，或通过混和能与液体粘结剂进行化学反应的其它附加物（或两者兼用），使它本身变为凝固而坚硬的物质，由此显示其粘结特性。这种使粘结剂凝固和变硬的方法称为硬化，其中通常产生聚合反应，或者使化学成分和结构产生一定的变化。简言之，聚合就是指把未聚合的或部分聚合的短链分子联结（或联合）成非常长的和复杂形式的结构，这些结构本身具有坚硬和固定不变的性质。许多树脂粘结剂在硬化过程中都具有这种机理，完成这种机理时可以加热，也可以不加热，但一般均加入化学固化剂。加入固化剂可以比不加固化剂使这种反应进行的速度快得多。

许多油类粘结剂的硬化方式颇为相似，但也需要释氧剂，以赋予粘结后的型（芯）砂以足够的强度。油类粘结剂通常不具备常用高强度快硬树脂的优点，但它们在铸造工业中仍被采用。可以说：由于树脂粘结剂具备较大的灵活性和全面的优越性，它们颇有取代以往所用许多油类粘结剂的趋势。

合成树脂粘结剂

这里没有必要把目前作为粘结铸造用砂所使用的各种各样的合成树脂广泛地列举出来，但是可以把为此种用途已经发展的比较重要和熟悉的树脂说一下，它们成为许多优良工艺方法的基础。制造这些树脂所需要的主要原材料是：

- a. 尿素——氨和二氧化碳相互起化学作用而产生的一种合成材料。
- b. 苯酚——虽可由煤焦油蒸馏而得，但它现代的主要商业来源则是石油工业。
- c. 甲醛——这种化学材料也是主要从石油提炼过程中得到的碳氢化合物制得。
- d. 糠醇——由糠醛制得，而糠醛则从粮食残渣中制得，例如玉米芯、麦壳、甘蔗渣等。

尿素和苯酚可分别与甲醛反应而产生一系列的脲醛树脂（UF）和酚醛树脂（PF），或者一起组成脲醛-酚醛共聚物，后者兼具两种树脂的特性。供铸造用的这些树脂常以液态供应，而且根据它们特殊的化学特性，可以加热，也可以不加热，但一般均在加有酸性固化剂时硬化。

糠醇是呋喃树脂粘结剂的基础，它可以单独地聚合，也可以与尿醛或酚醛型树脂混合在一起进行聚合。在选择能导致树脂实现最佳硬化的催化剂或硬化剂（又称固化剂）时一般取决于所用成型方法的类型，但必定是以酸或化学上呈酸性的盐为基础的。

磷酸、对甲苯磺酸（PTSA）、二甲苯磺酸等液体以及氯酸铁或氯酸铵的水溶液常被用以促进树脂硬化。在一种特殊的冷硬法中酚醛树脂在有吡啶衍生物存在时通过与甲基二异氰酸酯作用而硬化。在壳型制造中则采用六亚甲基四胺（又名、乌洛托品）或对甲醛结合加热，作为酚醛树脂的固化剂。

无机粘结剂

如果略去水泥材料不谈，那么当前应用的无机化学粘结方法几乎完全集中于采用液态硅酸钠（即水玻璃）。和多数有机类树脂一样，自从这种粘结剂向铸造工业引进之后，采用这种粘结剂的系统已经获得了很大的发展。

水溶性硅酸钠溶液，这种叫法就化学概念来说，在某种程度上是独特的，因为它们既不是固体在液体中的真溶液，也不完全是微细胶体质点的悬浮液。它们实际上是包含溶解的单离子和二硅酸盐离子，以及二氧化硅胶体质点这两者的混合物。由于这个缘故，它们可制成具有各种各样的成分，其中固体含量和二氧化硅（ SiO_2 ）与氧化钠（ Na_2O ）之比可有很大的变化。因此，固体含量和 $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ 比率不同的液体，其化学特性和物理特性也同样可有很大的变化，这对于实际应用是有所帮助的。混有水玻璃的型砂，其中的粘结反应依赖于以溶液状态和胶体状态存在的二氧化硅的析出即胶凝化，从而在砂粒周围形成胶凝而强固的附着膜。这可通过许多途径来达到：举例而言，降低水的含量，降低 pH 值（铸造所用的水玻璃一般为碱性溶液），或者把材料中二氧化硅的浓度提高到临界值以上，以改变 $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ 的比值（即模数）。

对 $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ 比值高的水玻璃，例如 3.3:1，其中处于溶液或胶体悬浮液中的二氧化硅的稳定性小，保持微弱的平衡状态，而且在很大程度上依赖于固体对水的浓度。因此，通过蒸发或脱水，使水分少量脱失后，即会因析出硅胶而引起粘度急剧升高，从而产生粘结强度。可惜，这种高模数比低模数的水玻璃产生的粘结力要差，因而在铸造生产中很少应用。低模数的水玻璃虽能获得较大的粘结强度，但用少许改变浓度的办法难以使之充分胶凝化。为了充分胶凝化以达到硬化状态，一般是靠化学方法来促进的。靠引入一种酸性材料（例如盐或气体）来改变 pH 值，有时还同时加入兼有脱水作用的水解物质，这是冷硬水玻璃粘结剂的一种公认而有效的硬化方法。

在加入例如氯化钙、硫酸铝或二氧化碳气体等材料时，事实上可瞬时产生胶化反应。另有一些材料反应较慢，需要较严的控制，所熟悉的有硅酸二钙和某些有机酯。

水玻璃的制造者和粘结剂的供应者早就认识到，水玻璃作为砂型和砂芯的冷硬粘结剂具有广泛的适用范围，并通过他们几十年致力于对这些材料的化学性质的探讨，业已创造了许多用水玻璃粘结剂的方法，而这些方法现正在不断地扩大应用。

影响选择化学粘结剂的因素

制造者和供应者现在可以给铸造工作者提供一系列广泛的粘结剂，以便于今后在遇到几乎任何所需工艺情况下加以选择。这种情形是颇引人入胜的。但是，当今铸造工作者根据哪些判断参数来决定哪一种方法和粘结剂最适合于自己的专业生产要求呢？

最简单地，他应当找到最有效而实用的方法，这种方法具有他所在场合需要的一切优点。下面列出的是要考虑的比较重要的一些方面，尽管这些因素是相互关联的，但在选择适宜的造型方法和粘结剂时，每一种因素都要产生一定的影响。

- a. 铸造金属类型；
- b. 铸件大小；
- c. 生产率，即每小时或每班生产的砂型或砂芯的数量；
- d. 所用机器的类型；
- e. 设备的能力；
- f. 所用原砂的种类；
- g. 工人的技术熟练程度；

- h. 场地空间的限制;
- i. 健康和安全方面的要求;
- j. 总价格的限制。

以上所列并不是详尽无遗的,但是,说明一下某些因素是怎样影响到粘结剂的选择和消耗的。同时或许解释一下为何某些方法和粘结剂材料在某些国家比在其它国家更为广泛地被采用的,那还是值得的。

各国按不同成型方法所用粘结剂消耗量的对比示于表1,该表列出的是当前每年消耗量的估计数。表1并非引自公开出版的统计数据,而是通过最近国际调查所得。表中有许多空缺,因为这些数据尚未获得。

表1 铸造生产中化学粘结剂的每年估计消耗量(吨)

国 家	冷硬树脂	冷硬树脂 用固化剂	热 芯 盒 树 脂	热芯盒树脂 用固化剂	壳型树脂	CO ₂ 法用 水 玻 璃	酯硬化法用 水 玻 璃	其他方法 用水玻璃
澳大利亚	1200	400	1200	240	1700	2400	4000	—
巴 西	2000	600	1200	240	4000	—	—	—
法 国	7000	2600	3200	800	—	9000	800	200
西 德	12000	4000	6000	1200	8000	5200	800	—
荷 兰	1000	—	—	—	—	330	600	—
意 大 利	6000	2500	800	160	—	600	1300	—
日 本	3500	—	—	—	—	10000	1200	28800
墨 西 哥	600	180	1400	250	1600	—	—	—
西 班 牙	8000	4000	1100	220	2400	—	—	—
瑞 典	1200	400	850	200	100	—	—	—
瑞 士	1700	500	25	5	200	—	—	—
英 国	10000	4000	5000	1200	7500	—	—	—
美 国	40000	10000	25000	4500	—	—	—	—

铸件大小、生产率和其它

特定铸件的大小、重量和所需的生产批量,对于所能采用的造型和制芯技术有着重要的影响。当同一类型的中、小型铸件(例如许多汽车零件)要求生产的批量极大时,显然需要采用快速造型和制芯方法。在这种场合下,化学粘结方法有时也被用以造型,但更多的则是采用全盘机械化的,机器造型的湿型砂方法,其中包括最近发展起来的超高速无箱高压造型技术。高速、重复制芯也要求有全盘机械化的系统,但因砂芯要求的强度更高,并要求具有更高的“可输送性”,所以,快硬化学粘结剂系统对于适应这类工作更为理想。

采用固化剂和合成树脂粘结剂的热芯盒方法适用性非常好,应用广泛。加热芯盒当然使消耗于能量的费用多,因此近来发展起来的,以树脂-异氰酸酯系统为基础的快速冷硬粘结剂具有重要意义,有可能取代热芯盒付之于实际应用。

在中批量生产规模的造型和制芯方法中可广泛地选择化学粘结方法,其中热硬或冷硬的有机粘结剂或无机粘结剂系统可被满意地采用。这些方法包括壳型法、冷硬树脂和油、CO₂-水玻璃、酯硬化水玻璃、日本的N法等等。此时可按照其它许多因素来选择,诸如砂型和砂芯的大小、混砂设备的类型、原砂的种类、工人的要求等等。除此而外,当然还要考虑到所选方法的综合经济效益。

生产批量较小的中、大型铸件同样在较大范围内需要应用以树脂和水玻璃为粘结剂的冷

硬造型和制芯方法，类似上述的一些考虑同样也是需要的。

关于各种造型和制芯方法与所生产铸件的大小、重量以及每块模板每班的造型数量之间的关系可应用曲线图（见图1和图2）来表示。各种不同方法的划分界限是根据技术和经济方面来考虑的，包括生产率和成本。为了更紧密地符合铸造厂的实况，该图已作过修改，因此，该图可大致反映主观想法和客观实际之间的情况。图中所示的区域只是近似的，而对于个别铸造厂来说，不同意这种划分也是不奇怪的。

设计这种图表的部分目的还在于有助于能预示出对未来粘结剂的要求量，同时也在于给粘结剂的供应者提供一些有价值的市场情报。把表中情况和已发表的各国生产铸件的统计资料联系起来，从一些数字可以看出粘结剂需要量的发展趋势，它和所用方法的扩大应用有

关。制订今后粘结剂生产和预计消耗的计划是粘结剂供应者最感困难的工作，但是，如果要圆满地满足工业上未来经常出现的而事先未曾预料的要求，那么这些都是极为重要的。

原砂的种类和实用性

在研究许多国家发表的情报资料时常常弄不清楚为什么某些类型的粘结剂在一个国家里比在另外一个国家里更加受到欢迎。实际上，它在某种程度上可能与所用基本造型材料，即石英砂的价格和质量有关。

英国很幸运地拥有化学纯度高、粒形尚圆和堆积密度高的优质石英砂资源。其他国家并不都具有这样优越的条件，而由于运输成本一般都很高，所以只有在不得已时才提出靠长途运输进口优质原砂。

西德、比利时、荷兰和法国北部幸好可用于造型和制芯的优质原砂矿源距离不远。这些

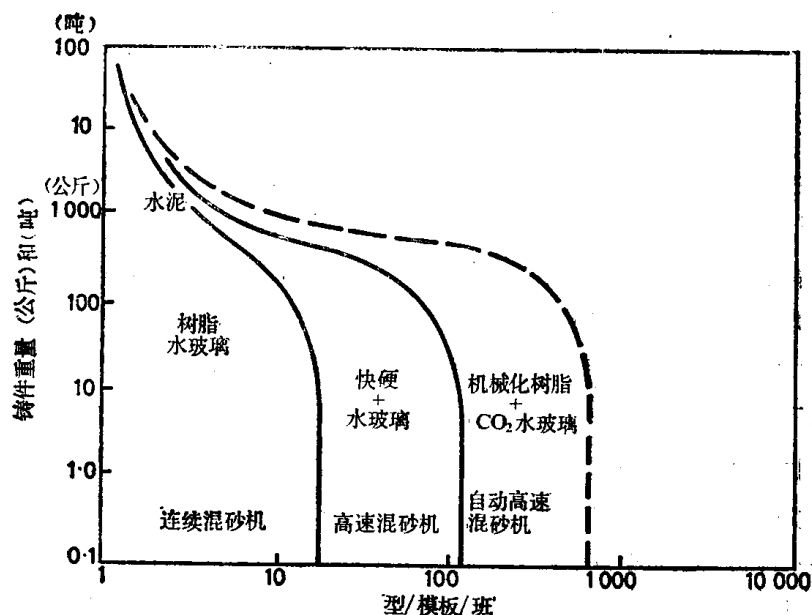


图1 冷硬化学粘结法的应用范围

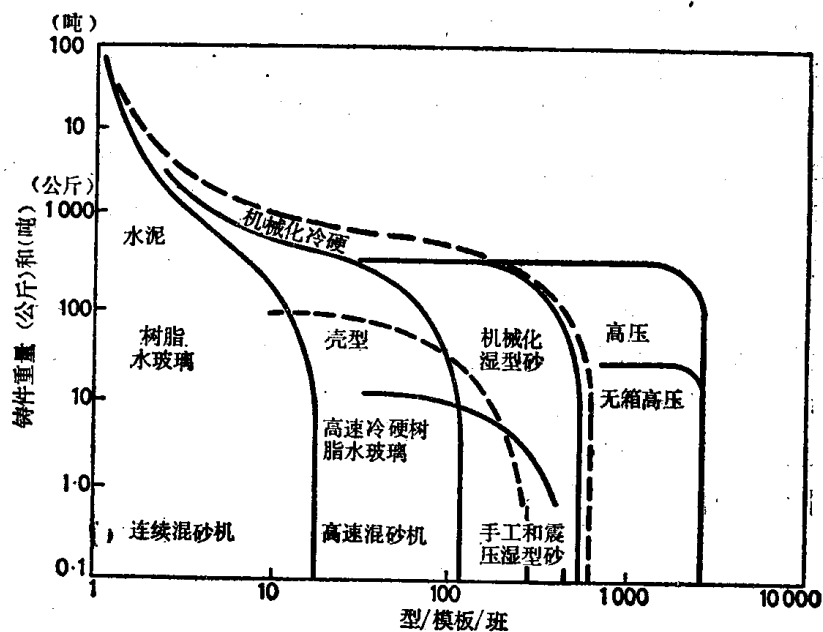


图2 砂型应用的概况

国家所用原砂比英国更好，因极细砂粒的含量较低和堆积密度略高，此外，粒形一般更圆些。相反，也有一些国家，例如日本和意大利，那里几乎不可能获得本地的化学纯度高和堆积密度高的石英砂。其中，日本和意大利为了生产高质量的铸铁和铸钢件，往往只得靠进口，其成本极高。在日本，某些工厂从澳大利亚进口高质量石英砂，每吨所支付的价格有时，相当于英国石英砂价格的六倍之多。在意大利，许多铸钢厂是从法国进口最好的原砂。

由此可见，在那些缺乏高质量原砂资源的国家里，有充分的理由去选择其他代用的粘结剂，例如去代替冷硬树脂。在使用粒形差、堆积密度低和比表面积大的原砂时，为了获得满意的粘结力和适当的强度，需要的粘结剂数量就更大。这样就额外地增加了粘结剂的成本，这当然是不希望的。这样大量地加入粘结剂还提高了在浇注温度下的发气量。这会导致一个更重要的问题；即欲生产的铸件合适与否就得随铸件的几何形状而定。

为了对比，这里可适当地列举一下：在英国铸造厂中一般冷硬树脂加入量为1.3~2%，而在作为一般砂型粘结剂用途时平均加入3~4%的水玻璃。然而在日本，若使用当地的原砂，则常需加入4%的树脂或8%的水玻璃。由此不难了解，为何在日本使用水玻璃粘结剂比其他国家广泛得多，以及为何对用树脂粘结剂的方法兴趣不高。相反，在西德、荷兰等国家内，由于所用原砂的质量很高，那里应用树脂粘结剂非常多，因为它们可以用得更加经济。确实，这些国家看来赞成采用价格昂贵而含糠醇多的树脂，而不是更为通用的树脂。不言而喻，其理由就在于：树脂中的糠醇含量几乎与所得粘结强度直接有关。高糠醇含量的树脂是颇受欢迎的，因为只要最少的粘结剂加入量即可获得足够的砂芯强度。尽管这种树脂的单价较高，但一般认为，由于这种高价树脂的加入量和相应所需固化剂的用量比之于质量中等或质量低的树脂要少，因此混制型砂通常就不再是成本高的了。而这样还可得到其他一些好处，如发气量减少，砂子再生处理方便。鉴于经济上的原因，有些铸造厂不得不采用比表面积大和堆积密度小的原砂，它们会感到使用价格低的、低糠醇含量的树脂，或者采用如前所述的水玻璃粘结剂系统更为经济。在使用高质量但价格高的粘结剂时，如果其中许多粘结剂仅仅是作为填补砂粒之间的空隙而用的，那就没有意义了。表2将西德和意大利常用冷硬粘结剂系统的价格作了对比。

表2 不同地区冷硬法粘结剂价格对比

西 德						
	高 糠 醇 树 脂		非 糠 醇 树 脂		酯 硬 类 水 玻 璃	
	树 脂	固 化 剂	树 脂	固 化 剂	水 玻 璃	酯
价格/吨 (镑)	660	200	365	200	60	950
砂中加入量 (%)	0.90	0.225	1.30	0.52	3.00	0.36
每吨砂的粘结剂成本 (镑)	6.39		5.78		5.22	

意 大 利						
	高 糠 醇 树 脂		非 糠 醇 树 脂		酯 硬 类 水 玻 璃	
	树 脂	固 化 剂	树 脂	固 化 剂	水 玻 璃	酯
价格/吨 (镑)	690	200	400	200	60	900
砂中加入量 (%)	2.50	1.25	3.00	1.80	4.00	0.48
每吨砂的粘结剂成本 (镑)	19.75		15.60		6.32	