

编号: (81) 012

出国参观考察报告

日本铸造除尘技术

科学技术文献出版社

出国参观考察报告

日本铸造除尘技术

(限国内发行)

编辑者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：3.25 字数：85千字

1981年12月北京第一版第一次印刷

印数：1—870册

京内科 4—6

统一书号：15176·544 定价：0.50元

目 录

一、考察单位的情况介绍·····	(2)
二、日本铸造工厂的环境卫生水平·····	(5)
三、电弧炉及低频感应电炉的排烟净化·····	(8)
(一) 电弧炉的排烟净化·····	(8)
(二) 低频感应电炉(即工频炉)的排烟净化·····	(17)
四、冲天炉的排烟净化·····	(19)
五、铸造生产线的通风除尘·····	(24)
六、清理工部的除尘·····	(26)
七、吹吸式通风·····	(29)
(一) 日本在吹吸式通风方面的试验研究及发展概况·····	(29)
(二) 吹吸式通风在日本铸造车间中的应用情况·····	(30)
八、各类除尘器在铸造车间的应用情况·····	(31)
九、除尘器后处理设备·····	(38)
十、有害气体的脱臭技术·····	(40)
十一、振动、噪音的消除和其他见闻·····	(49)
十二、通风除尘系统的维护管理·····	(51)

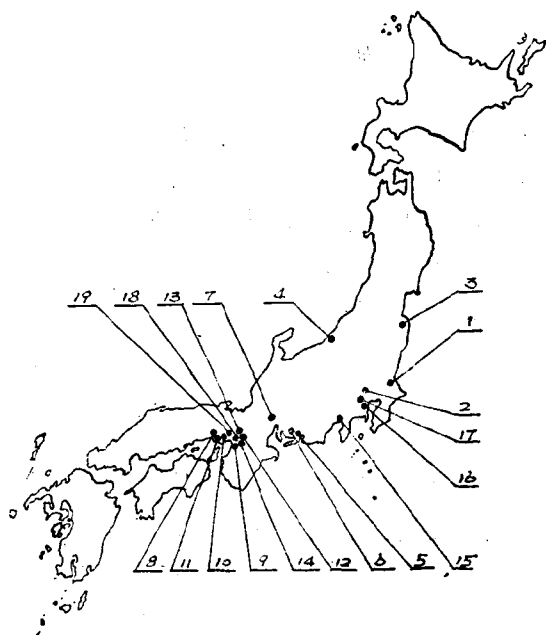
日本铸造除尘技术

赴日铸造除尘考察组

第一机械工业部铸造除尘考察组一行五人，于1980年6月26日至7月17日赴日本考察铸造工厂的除尘及其他公害治理情况。考察组在日本期间，共参观了十五个工厂（其中多品种单件铸造厂五个，大批量生产线的铸造厂四个，二者混合生产的铸造厂一个，铸造设备制造厂一个，专业除尘设备厂两个，除尘设备使用厂一个，柴油机厂一个）；访问了“综合铸物中心”和“日本铸物协会”；访问了两个大学的福迫达一和林太郎等教授。

这次主要是考察日本铸造车间的通风除尘技术，虽然时间较短，但考察日程安排紧凑，内容重点突出；由于日本各方面的友好热情接待及考察组全体同志的努力，因而收获较大。通过这次考察，使我们对日本铸造工厂的通风除尘技术及其他公害治理方面有了较深的认识，了解了日本的现状、水平及所采用的主要措施。但毕竟考察的时间不长，也限于我们的水平，总结中难免有不全面和错误之处，请批评指正。

现将在日本考察的单位情况（见图）和专题部分介绍如下，供参考。



赴日考察的单位地点分布图

1—(株)日立制作所胜田工场；2—池贝铁工(株)川口工场；3—东北三菱自动车部品株式会社；4—株式会社理研(即原理研活塞环工业株式会社)柏崎工场；5—新东工业株式会社丰川制作所；6—新东集尘器株式会社幸田工场；7—日本特殊陶业小牧工场；8—川崎重工业株式会社稻美工场；9—久保田铁工株式会社武库川制造所；10—阪神内燃机工业株式会社玉津工场；11—阪神内燃机工业株式会社明石工场；12—株式会社细川铁工所枚方工场；13—株式会社日本可锻铸铁所；14—株式会社栗本铁工所千岛工场；15—东芝机械株式会社沼津工场；16—日本综合铸物中心；17—日本铸物协会；18—大阪府立大学工业短期大学部；19—国立大阪大学工学部。

一、考察单位的情况介绍

1. (株)日立制作所胜田工场铸造车间(以下简称日立胜田工场) 该厂位于茨城县胜田市,建于1940年。铸造车间建筑面积约3.8万米²,职工572人,主要生产大型设备的铸件,月产1400吨,包括炼钢、铸钢、铸铁、有色等部门。该厂平面布置见图1-1。

2. 池贝铁工(株)川口工场(以下简称池贝川口工场) 该厂位于埼玉县川口市,是一个已有八十年历史的铸造厂。占地面积19968米²,建筑面积10378米²。有职工120人,主要生产机床床身床头、柴油机曲轴箱等。月产铸铁450吨,球铁50吨,精密铸铁13吨,共513吨铸件。最大件单重30吨。

3. 东北三菱自动车部品株式会社(以下简称东北三菱)铸造车间 该厂位于福岛县二本松市。铸造车间于1977年10月建成投产,建筑面积约19250米²,职工175人,有SPO高速自动造型线一条,主要生产汽车用铸造零部件,月产灰铁铸件3600吨(现生产3000吨左右)。该厂平面布置见图1-2。

4. 株式会社理研(原名为理研活塞环工业株式会社)柏崎工场(以下简称理研柏崎工场) 该厂位于柏崎市,1927年建立,拥有1500人,占地面积146911米²,建筑面积73262米²,是一个机械化线批量生产的铸造厂。该厂月产:活塞环1500万个,汽车铸件2000吨,还有船用零件、汽车零件,每月的销售额25亿日元。该会社兼营公害治理设备。

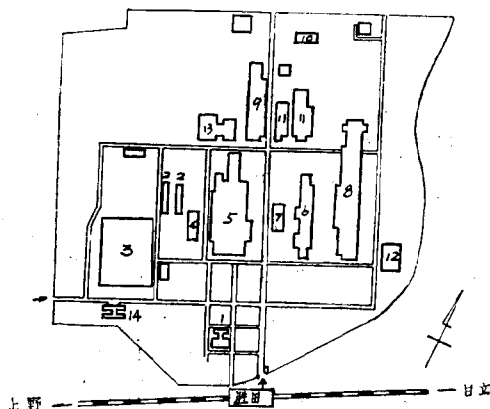


图1-1 (株)日立制作所胜田工场平面布置
1—主楼、办公室;2—小件锻造车间;3—铸造车间;4—设备车间;5—机械车间;6—铸造清理车间;7—木模车间;8—炼钢车间;9—大件铸造车间;10—精铸车间;11—热处理车间;12—变电所;13—调质车间;14—日立研究所。

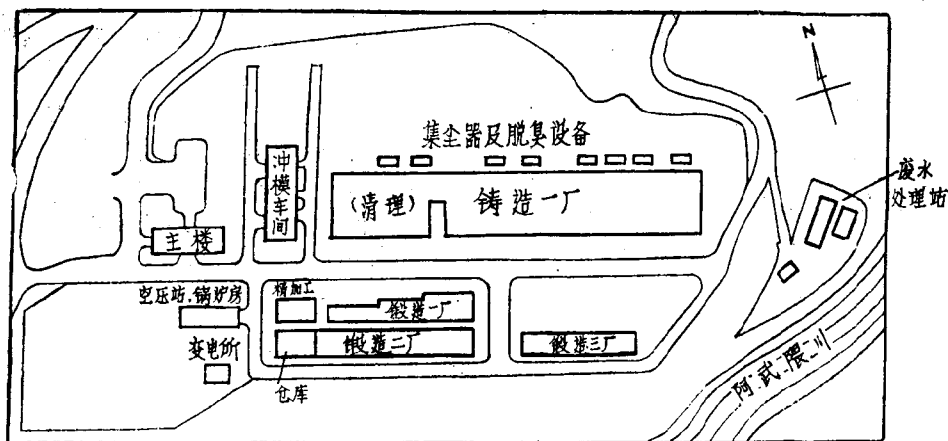


图1-2 东北三菱自动车部品株式会社平面布置

5. 新东工业株式会社丰川制作所 (以下简称新东丰川制作所) 该制作所位于爱知县丰川市, 创立于1934年, 占地面积122370米², 建筑面积38400米², 是个铸造机械制造厂。主要生产各种铸造机械, 日本有70%铸造工厂的设备是由该制作所生产的。

6. 新东集尘器株式会社幸田工场 (以下简称新东幸田工场) 该厂位于爱知县额田郡, 1975年建成, 职工150人, 生产公害防治设备, 主要生产各类袋式除尘器和脱臭装置。年销售额35亿日元。

7. 日本特殊陶业小牧工场 (以下简称日本特陶小牧工场) 该厂应用新东产的袋式除尘器, 是一个除尘器使用厂。

8. 川崎重工业株式会社稻美工场 (以下简称川崎稻美工场) 该厂位于兵库县加古郡, 建于1972年, 拥有职工190人, 占地面积67367米², 建筑面积17314米², 是一个铸造厂。

主要生产船舶机械及铁路车辆零件等, 月产铸铁件1000吨 (现生产850吨), 精密铸件15吨 (现生产12吨), 最大件单重45吨。该厂平面布置见图1-3。

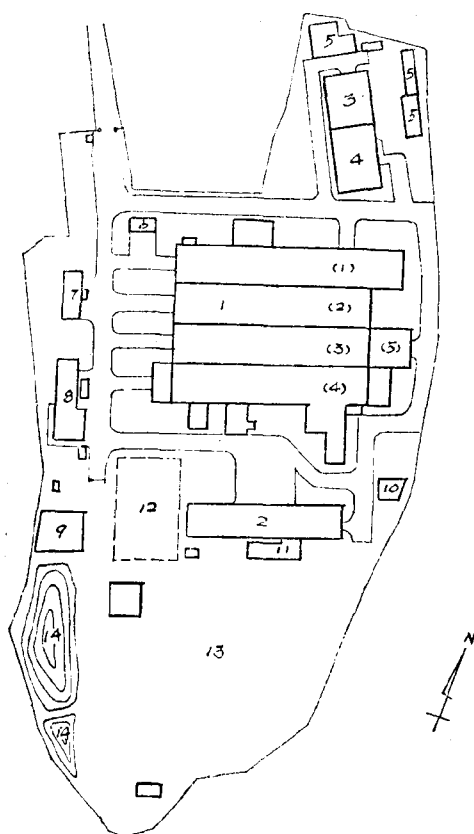


图1-3 川崎重工业株式会社稻美工场平面布置

1—第一铸造车间: (1)大件造型工部, (2)制芯工部, (3)中件造型工部, (4)清理工部, (5)熔化工部; 2—第二铸造车间; 3—精密铸造非大批生产车间; 4—模型车间; 5—木模库; 6—试验室; 7—事务所; 8—食堂、更衣室; 9—综合排水处理装置; 10—变电所; 11—精密铸造大批生产车间; 12—网球场; 13—运动场; 14—水池。

9. 久保田铁工株式会社武库川制造所 (以下简称久保田武库川制造所) 该制造所位于兵库县尼崎市, 1893年建厂, 拥有职工1700人, 占地面积16.5万米², 是一个生产铸铁管的工厂。主要生产直径75—2600毫米铸铁管, 月产2.4万吨。该会社兼营公害治理设备。该制造所平面布置见图1-4。

10. 阪神内燃机工业株式会社玉津工场 (以下简称阪神玉津工场) 该厂位于兵库县神户市, 是个老厂, 占地面积4.9万米², 建筑面积1.8万米², 主要生产各类集尘装置、防治公害设备、可变螺距推进器以及工业机械和内燃机、加工机床的铸件等。铸造车间有111人, 其中工人78人, 建筑面积5000米², 月产铸件550吨, 最大件单重15吨。此外还有木模车间及库房职工15人, 建筑面积1200米²。该厂铸造车间平面布置见图1-5。

11. 阪神内燃机工业株式会社明石工场 (以下简称阪神明石工场) 该厂位于兵库县明石市, 建厂有六十年以上的历史, 拥有职工655人, 占地面积4万米², 建筑面积2.5万米², 是一个内燃机专业制造厂。年产内燃机45万马力 (250—260台), 最大单机1.5万马力。

12. 株式会社细川铁工所枚方工场 (以下简称细川枚方工场) 该厂位于大阪府枚方市, 已有六十四年历史。连同研究所在内, 有职工90人,

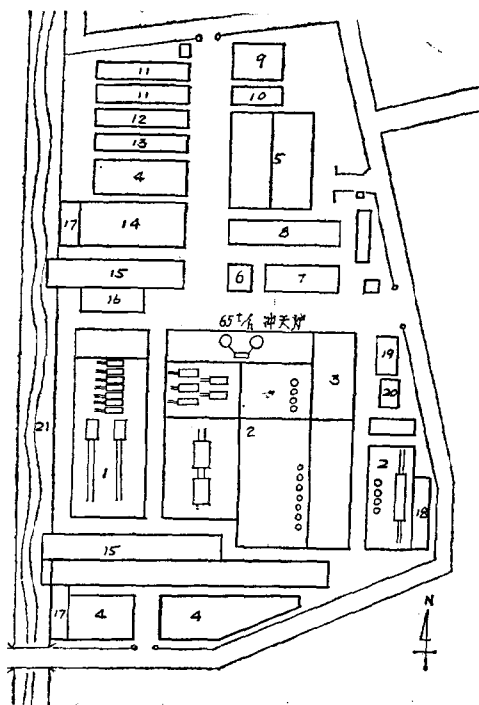


图 1-4 久保田铁工株式会社武库川制造所平面布置

1—小管车间；2—中、大管车间；3—异形管车间；4—水泥衬套车间；5—金属模、型框、修补及推进管等车间；6—分析室；7—事务所；8—教室及食堂；9—研究所；10—进修所；11—实验室；12—附属品车间；13—辅料库；14—主要原料堆积场；15—进料场地；16—除尘装置；17—水处理场；18—修缮车间；19—变电所；20—木模车间；21—西堀运河。

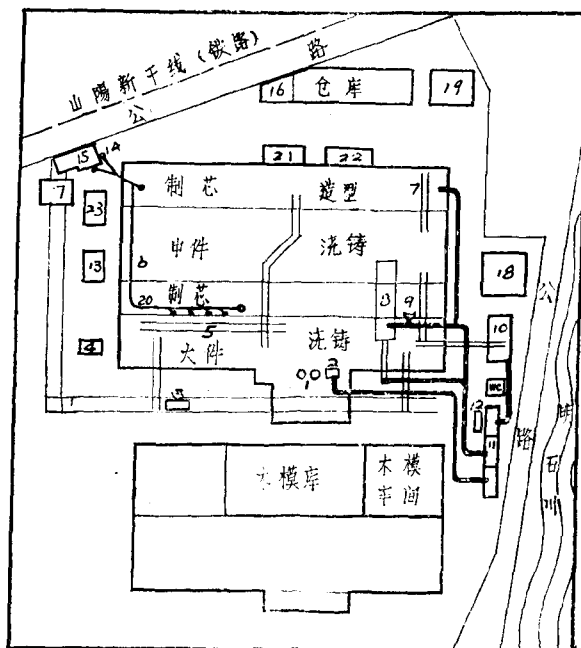


图 1-5 阪神内燃机工业株式会社玉津工场铸造车间平面布置 (图中“浇铸”的“铸”应为“注”)

1—冲天炉；2—热交换器及冷却器；3—冲天炉冷却水池；4—富氧用液氧；5—移动式混砂机；6—定位式混砂机；7—燃烧炉；8—回用砂送出装置 (给外厂加工)；9—抛丸室；10—型芯击出式抛丸室；11—袋式除尘器 (共三台)；12—称量车；13—丙烷气化装置；14—再生砂送入口；15—砂罐 (砂由外厂送来)；16—空气压缩机；17—切割场地；18—清理工部；19—铸造事务所及材料检查室；20—砂压送设备；21—砂场；22—型芯场；23—修理场。

是个以生产脉冲喷吹袋式除尘器为主的工厂，除尘器年产量为1200台。

13. 株式会社日本可锻铸铁所 (以下简称日本可锻铸铁所) 该所位于大阪府枚方市，已有六十二年历史，占地面积3.4万米²，建筑面积17670米²，有四条铸造生产线，是一个铸造厂。主要生产高压架线用五金器材及汽车和各种工业机械的零部件。月产1000吨铸件 (内250吨为球铁件)。该所还生产DN型脱臭装置。

14. 株式会社栗本铁工所千岛工场 (以下简称栗本千岛工场) 该厂位于大阪市大正区，已有七十二年历史，拥有职工500人，占地面积44817米²，建筑面积24804米²，是一个铸造厂。主要生产异形铸铁管，也生产部分机械产品铸件。该厂的生产方式是部分机械造型线生产，部分手工作业。月产2400吨 (现生产1700吨) 铸件。栗本铁工所还生产回转反吹扁袋除尘器、制粒机、冷却器及其他各种公害防治设备。

15. 东芝机械株式会社沼津工场 (以下简称东芝沼津工场) 该厂位于静冈县沼津市，建于1942年，主要生产各种大型工作母机和精密机床等并生产其铸件。铸造车间有职工140人，占地面积2.2万米²，建筑面积1.15万米²，月产1100吨铸件，最大件单重50吨。

16. **日本综合铸物中心** 该组织是在1960年由铸造企业组成的民间团体，是一个专门从事铸造专业技术研究的机构。经费主要由财团法人资助，1967年后有政府补助，归口于日本通产省。

17. **日本铸物协会** 该协会是铸铁业方面的技术人员、学者进行学术探讨、交流的学术团体，归口于日本文部省。出版《铸物》月刊。

18. **大阪府立大学工业短期大学部** 考察组访问了该部部长林太郎教授。他曾对吹吸式通风进行了多年的理论研究和模型试验，提出了计算通风罩排风量的新方法——流量比法。

19. **国立大阪大学工学部** 考察组访问了冶金工学教授福迫达一先生。他对日本铸造方面的公害治理进行过调查研究，著有这方面的许多论文。

二、日本铸造工厂的环境卫生水平

铸造工厂空气污染和操作环境控制的水平，是生产工艺改革、通风除尘技术、通风除尘设备和维护管理水平的综合体现。

日本工业从五十年代开始飞速发展，但是同时带来了严重的公害问题。当时铸造业的操作环境相当恶劣。据统计，当时铸造工人的矽肺病发现率居工业部门之首位。1963年铸造业抽查的结果是，患有“极轻”至“最重”四级矽肺病的工人占被检人数的20.1%，比西欧各国高几十倍甚至于几百倍。这些情况受到工人的强烈反对，也受到社会舆论的谴责，同时也带来严重的经济损失。为此日本政府于1968年第一次颁布“大气污染防治法”，并组织了有关部门对铸造业公害和操作环境进行了调查研究。七十年代期间，日本政府陆续颁布和健全了这方面的法令和实施细则。

日本的环境卫生标准是以法律形式表现出来的，内容十分复杂。其基本法是“公害对策基本法”，其下又分为“大气污染防治法”、“水质污浊防止法”、“噪音规制法”、“振动规制法”、“恶臭防止法”，直至关于垃圾处理的许多法律，还有“公害健康被害补偿法”等等。1979年10月又公布了劳动省的“作业环境卫生法”，该法到1980年10月正式生效。除国定法律外，还有县、郡制定的条例也必须遵守。一般说来是国定的标准比较宽一些，县郡的标准要严格一些，特别是工业集中的城市和风景区的地方规定就更为严格。例如国家规定熔化炉发烟量小于4万标准米³/小时者排尘量不得超过400毫克/标准米³，发烟量4万标准米³/小时以上者排尘量不得超过200毫克/标准米³。而大阪府的规定则比国家规定要严(见表2-1)。

表 2-1 大阪府对熔化炉排尘量的限制规定

(单位：毫克/标准米³)

排 气 量	40000以上 (标准米 ³ /小时)	10000~40000之间 (标准米 ³ /小时)	10000以下 (标准米 ³ /小时)
指 定 地 区	100 (200)	200	200 (400)
一 般 地 区	200	200	400
实 施 日 期	1973. 6. 24	1973. 6. 24	1973. 6. 24

注：括号内数字适用于1974年9月10日以前已设置的熔化炉。

近十年来，日本的各种条例规定越来越严格，受控制的面也越来越宽。在环保方面不但

控制空气和水质污染，而且还要控制噪声、臭气、振动等各种公害；在劳动卫生方面不但控制粉尘、有害气体，而且还要控制噪声、照度、温度、振动等许多与人体有关的操作环境指标。

工厂根据政府以及所在地的规定，按最严的要求进行治理，治理的实际效果常常比预期的效果要好得多。也有的工厂将排放标准定得比法律规定值更为严格，许多工厂将粉尘排放浓度值定为50毫克/标准米³以下，例如久保田武库川制造所和池贝川口工場都是这样处理的。他们认为，法律要求越来越严格，在技术改造时先订出更严的要求，可以免除以后再改造的费用。

在“作业环境卫生法”生效之前，有些工厂在操作环境方面的标准常常是根据有关规定（不是法律性的规定）以“劳资协定”的形式来表达的。一般来说，比有关的规定要严格一些。理研柏崎工場就是一例（见表2-2）。

据日本有关工厂介绍（例如日立胜田工場），工厂周围设有自动监视系统，如果公害污染（包括粉尘、噪声、水质等等）超过法律规定，则首先给予警告。如果工厂仍不改变，则罚款30—50万日元，或判工厂负责人坐牢。发生公害受害事件时，则必须按有关法律规定负责赔偿损失。这种情况是由监测机关或受害人及其保护人起诉，地方法院审判裁决。一般来说，在警告之后工厂立即进行改进，因此罚款、坐牢的事是很少发生的。

从这次考察接触到的许多工厂提供的资料以及其他学者介绍的情况看，由于环境保护法律实行已有十年之久，加上居民和政府的监督，因此铸造工厂在环境保护方面（包括粉尘、噪音、振动、水质等）已能达到各种规定的标准。我们观察的结果认为这是可信的。现以理研柏崎工場的情况为例加以说明（见表2-2）。

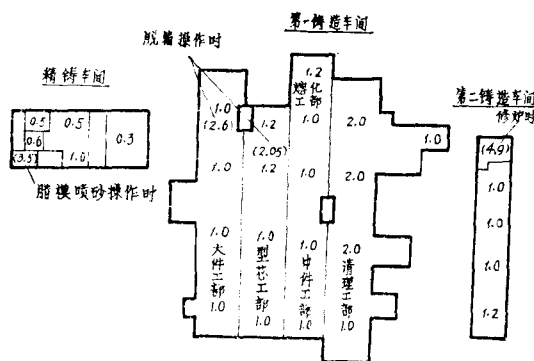
表2-2 理研柏崎工場的管理情况
(五十年代旧厂改造)

有害物名称	有关公害防治（室外）		有关安全卫生（室内）		有关安全卫生的 劳资协定规定
	标 准	测 定 值	标 准	测 定 值	
粉 尘	必须加盖、加罩、喷水		2毫克/米 ³ 以下	0.2—1.5 毫克/米 ³	2毫克/米 ³ 以下
排放粉尘	0.4克/标准米 ³	0.01—0.1 克/标准米 ³			
硫的氧化物SO _x	K=17.5	9—11			
氮的氧化物 NO _x	180ppm /标准米 ³	55—146 ppm/标准米 ³			
噪 声	昼70方 夜60方	67方 56方	用耳塞保护	84—99方	平均99方以下 最高100方以下
温 度				夏32℃ 冬16℃	32℃以下 8℃以上
振 动	昼70分贝 夜65分贝	45—63分贝			

有关工厂提供的粉尘排放测定值一般都在100毫克/米³以下，大多数工厂做到50毫克/标准米³以下。个别工厂（如久保田武库川制造所）实测结果仅10毫克/标准米³。这一成果是日本铸造业在近十多年来努力的结果。日本在六十年代以前建立的铸造厂在近十多年内改造的起步时间是有先后的。日立胜田工場在十三年前就开始了公害治理工作，而东芝沼津工場是三

日本在操作环境方面颁布法令比较晚,1980年10月方才生效。因此在工厂室内环境方面相对于室外环境保护方面起步要晚一些。观察的结果是大型工厂如日立胜田工場和东北三菱等厂室内操作环境比较好。还有东芝沼津工場虽然以手工造型为主,但是管理较严,操作环境也比较好。但也有些企业的某些工部的操作环境就比较差一些。比如日本可鍛铸铁所就是一例。

目前日本铸造厂的清理、脱箱工部还有些工序产生的粉尘尚未得到很好解决。据日本综合铸物中心介绍,在日本单件多品种生产的铸件毛刺飞边清理工序所产生的粉尘、噪音控制问题,还没有解决。有



关工厂表示这是他们正在努力解决的课题之一。

在考察中，我們见到的日本铸造车间外面沒有堆积的砂箱、铸件、廢砂和廢尘，也听不見躁耳的噪声，环境相当清洁、安靜。站在开工的车间外面也很难判別是否是铸造车间。有的新建厂如东北三菱铸造车间，为了隔音，外墙窗戶极少。这个厂房面对厂区主干道的側立面完全沒有辅助建筑，也沒有杂物和管道，另一側则整齐地排列着除尘器和粉尘处理设备，看上去相当美观整齐。

考察看到的日本的铸造车间内部都比较干净，过道通畅，建筑及设备购件上很少有积尘。如在东北三菱参观时，陪同人员给我们看了在熔化工部和砂理工部之间的一块水平透明塑料膜，据介绍已经两个星期未加清扫，可是仍然清晰透明，上面只有极少的不易觉察的微

尘。日本工厂对产生振动、噪声的设备已经进行了改造或者工艺替代。大中型的落砂机已被抛丸室所代替。有些厂的振动筛设置了避震器，使振动、噪声对环境的影响大大减少。在生产臭味的地方大多设有排气设备，及时将臭气抽除并经过脱臭装置后排放。

日本在铸造污染防治及改善劳动条件方面所费的财力、物力和人力是相当可观的。日立胜田工场在十年内用在这方面的投资达到九亿日元（约合人民币600万元），东芝沼津工场三年内用在这方面的投资为一亿日元（约合人民币67万元）。理研柏崎工场铸造除尘耗电占铸造总耗电量的7—8%，川崎稻美工场有6%电力用于公害治理。

在铸造公害综合治理方面日本投入的研究力量也是相当大的。日本综合铸物中心曾组织了约200名专家对“清洁化铸造工厂”进行了四年的研究。对工艺、建筑、布局、污染治理技术及设备各方面进行了综合研究和试验之后，集研究之成果编成《清洁化铸造数据手册》。书中的丰富内容和数据对我国铸造业清洁化很有参考价值（目前正由一机部设计总院组织翻译中）。

综观日本在改善铸造工厂环境方面有两个特点：

1. 先解决影响厂区周围环境的公害治理问题，使之达到排放标准。然后进一步改善车间内部的环境条件，使之逐步达到劳动安全卫生标准。

2. 在公害治理方面又首先解决粉尘污染控制，进而解决恶臭、噪声、振动等方面的公害问题。

我们看到的十五个工厂均有许多这方面成果的应用实例，其中许多技术已臻成熟，有的工厂已将这些成果作为产品和技术成果出售。

三、电弧炉及低频感应电炉的排烟净化

（一）电弧炉的排烟净化

在这次考察中，只有日立胜田工场有炼钢电弧炉及排烟装置。日本可锻铸铁所有作为铁水调整成分或保温用的电弧炉及排烟装置，厂方作了介绍。除尘器制造厂也对电弧炉排烟作了介绍。在访问协会和大学时，日方也谈到一些有关这方面的问题，并提供了有关资料。现将这方面所了解的情况总结如下：

1. 电弧炉冶炼产生的烟尘及日本的排放标准

电弧炉在冶炼过程中产生大量的烟尘，特别是当吹氧精炼时产生的含氧化铁成分的烟尘，温度较高、粒度较细、浓度较大。在装料及出钢时也产生很多的烟尘。

日方提供的袋式除尘器手册中介绍，电弧炉产生的烟尘，平均粒径约为0.2—10微米，真比重为4.5克/立方厘米，假比重为0.6—1.5克/立方厘米，含尘浓度达3—30克/标准米³，比电阻 10^9 — 10^{12} 欧姆·厘米。日方提供的洁净铸造数据手册中介绍：电弧炉产生的烟气含尘浓度，直接吸引式为8—20克/米³；炉外侧吸式为3—8克/米³。

袋式除尘器手册中列出的厂家实例介绍，制钢用电弧炉的烟尘，当采用直接吸引与厂房集尘并用时，其烟气中含粉尘的浓度如下：

（1）大同制钢株式会社：袋式除尘器入口烟气温度80—110℃；粉尘组成：氧化铁、氧化亚铅、生石灰及其他；含尘浓度：通常1—1.5克/标准米³，最高3克/标准米³。

粉尘粒径分布：0.1—1微米，29%；1—5微米，58%；5—10微米，7%；>10微米，6%。

粉尘比重：假比重0.5~0.7。

25吨的电弧炉，在110℃时，排风量为5500米³/分。

(2) 日立プラント建设株式会社：烟气温度(袋式除尘器入口)30—130℃；吸引烟气组成：CO 3.4—14.6%，CO₂ 5.2—15%，O₂ 1.6—10.2%；粉尘组成：Fe₂O₃, MgO, MnO, SO₄及其他；含尘浓度：通常0.5—2克/标准米³，最高3克/标准米³。

粉尘粒径分布：<3微米，16%；3—6微米，25%；6—10微米，38%；>10微米，22%。

粉尘比重：真比重4—4.6，假比重0.6—1.0。

电弧炉吨位不明。在130℃时，排风量为5,000米³/分。

此外，日立胜田工場介绍，一台30吨电弧炉采用炉内外结合排烟方式，在袋式除尘器前测得的粉尘浓度为(单位：克/标准米³)：

熔化期：平均约1.75

氧化期：初期约4，末期约2，平均约1.5。

还原期：有两个高峰值①3；②4；平均约1.55。

因此，日本为了防止大气污染，保护环境，制订了比较严格的烟尘排放标准。全国的规定：排烟量在4万标准米³/小时以上，一般地区排放标准为0.2克/标准米³，特别地区为0.1克/标准米³。4万标准米³/小时以下，一般地区为0.4克/标准米³，特别地区为0.2克/标准米³。而地区性排放标准比全国的规定还要严格，如大阪府的规定：排烟量在4万标准米³/小时以上，指定地域已安装的排烟装置排放标准为0.2克/标准米³，新安装的为0.1克/标准米³，指定地域外的为0.2克/标准米³。排烟量在1—4万标准米³/小时之间，指定地域已安装的为0.2克/标准米³，新安装的为0.2克/标准米³，指定地域外的为0.2克/标准米³。排烟量在1万标准米³/小时以下，指定地域已安装的为0.4克/标准米³，新安装的为0.2克/标准米³，指定地域外的为0.4克/标准米³。

各工厂为了达到以上要求，均为电弧炉安装了排烟净化设备，并自定了更严格的排放标准。如有的厂定为50毫克/标准米³，而采用了高效率的袋式除尘器作为净化设备。

为免除排风机的噪音，设有排风机隔音室，排风管上另设有消音器(个别厂进风管上也设有消音器)。

2. 电弧炉的排烟方式，一般有如下几种

(1) 炉外排烟罩；

(2) 炉内直接排烟；

(3) 炉内外结合式排烟，或称直接—间接并用式排烟；

(4) 与(1)或(2)相结合的厂房集尘式排烟。

这几种方式各有优缺点，在日本均有应用。

新东集尘器株式会社认为，炉外排烟较好，如罩子设置得适当，不会对电弧炉的熔炼工艺产生影响，从排烟罩排出的烟气温度为65—135℃，不需要冷却装置，可选用一般的涤纶滤料，其设备费、控制费、运转费用等较低，适用于中小型电弧炉(从后面所介绍的实例看，似适用于15吨及15吨以下的电弧炉)。日本铸锻钢协会1973年4月所编写的电弧炉排烟调查资料中提到，在调查的160台电弧炉中，67%采用炉外排烟，33%采用炉内直接排烟。而炉外排

烟中仅有2%采用上部排烟罩,98%采用局部排烟罩。炉外排烟多用于10吨以下的小型电弧炉,也适用于无法在炉顶或炉壁设置必要的大吸引口(即炉内排烟口)的大型电弧炉和对造成冶炼不锈钢的炉内气氛有影响的电弧炉。

新东集尘器株式会社介绍炉外排烟法有两种,一为炉盖式排烟罩,一为侧吸罩;炉盖罩的缺点是在电弧炉很大时,在炉上安装罩子,结构设计较为困难;由于影响电极行程不得不加长电极立柱柱,而侧吸罩则没有这些问题。通常将侧吸罩安装在三个电极周围、出钢口、操作口等烟气产生的地方。侧吸罩的形式见图3-1。

炉外排烟罩排风量的计算,新东集尘器株式会社提出如下公式,并附有实例如下:

吹氧精炼时的排风量:

$$Q_1 = 0.25 \left(\frac{KWh}{T} \cdot \frac{T}{hr} \right) + 150 \text{米}^3/\text{分} \quad (1)$$

分(135°C)

熔化时的排风量:

$$Q_2 = 0.22 \left(\frac{KWh}{T} \cdot \frac{T}{hr} \right) + 125 \text{米}^3/\text{分} \quad (66^\circ\text{C}) \quad (2)$$

式中: $\frac{KWh}{T}$ —— 每熔化一吨钢所需电力,

T —— 熔化吨数,

hr —— 每熔炼一炉钢所需小时。

例: 一台8吨电弧炉,采用如图3-1形式的侧吸罩,电弧炉为埃鲁式,直径2700毫米,每炉熔化量为8吨,熔化时间4小时40分,变压器容量为2400千伏安,吹氧时间5分钟,每熔化1吨钢耗电力650千瓦小时。

按(1)式计算,其排风量为440米³/分(135°C)。

烟尘的净化采用连续式过滤面积为500米²的袋式除尘器,滤布使用涤纶。风机选用:风量450米³/分,静压250毫米水柱(135°C),配用电动机37千瓦。例中说明,由于电弧炉烟气温度高,粉尘粒度细小,浓度高,因此把过滤风速定为1米/分以下来选用滤袋的过滤面积,这样则其集尘效率可达99%以上,即使在吹氧时入口粉尘浓度达10克/标准米³以上,也能作到使排放浓度降至0.1克/标准米³以下,不会形成公害。

1979年9月出版的洁净铸造数据手册一书中,也列有以上的公式和实例。

日本铸钢协会在1973年的电弧炉排烟调查资料中提出,在采用袋式除尘器条件下,对

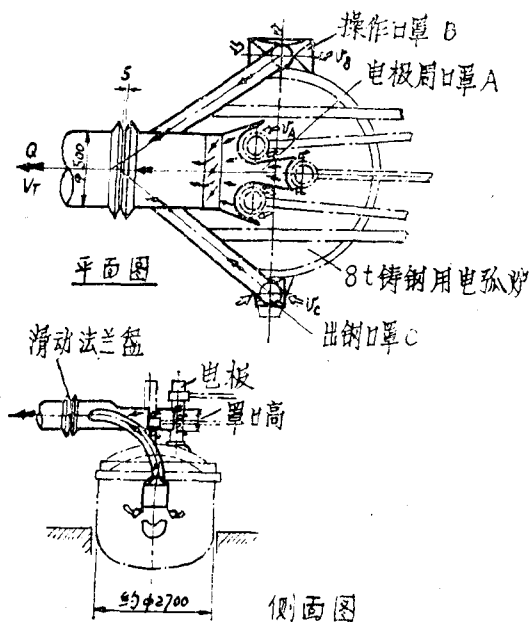


图3-1 电弧炉炉外侧吸罩

注: $Q = 450 \text{米}^3/\text{分}$, 80°C $P_R = 60 \text{毫米水柱}$ (全部的压力损失) $V_T = 19 \text{米/秒}$ $V_A = 9 \text{米/秒}$ $V_B = 4 \text{米/秒}$ $V_C = 4 \text{米/秒}$

于15吨以下的小型电弧炉，炉外排烟的处理风量采用每吨炉容量100米³/分的平均数值，对于15—30吨的中型电弧炉，炉内直接排烟的处理风量采用每吨炉容量30米³/分的平均数值。

日立胜田工场铸钢车间有一台8吨电弧炉亦采用如上侧吸罩相类似的炉外排烟罩，出钢口、操作口上有排烟罩，炉盖上三个电极孔隙处设有围罩，内有压缩空气密封圈，圈上开有很多小孔，喷出的压缩空气通过围罩小量抽风排走，炉顶上方屋架上安有一个大的排烟罩。炉盖为砖砌，电极口部分用耐火泥砌筑，据说无电极水冷圈。压缩空气量没有测量过，但口头介绍为10米³/分（此数据过大，恐有误，日本大同制钢株式会社很早一份专利资料中曾介绍，电极气封所耗高压空气量，最大为5标准米³/分，压力为0.5公斤/厘米²）。操作口上罩较大，长度约比操作口大500毫米，宽度，突出炉外约有1米。参观前，厂方曾用幻灯介绍，炉顶上方罩主要作装料、出钢时集烟用。现场观测效果较好，未见有烟冒出。此8吨电弧炉，变压器容量为4375千伏安，排烟量达1000米³/分，较大，风机压力为400毫米水柱，配套电动机150千瓦。净化采用袋式除尘器，过滤面积900米²，反吹清灰风机，风量为250米³/分。

日本可锻铸铁所有一台3吨电弧炉，设于冲天炉之后，作为铁水调整成分或保温用，只有前后进出铁口水上方设有回转式排烟罩，电极口有耐火泥密封圈。排风量较大，据介绍达700米³/分。

从参观及厂方和所提供的资料介绍看，中小型电弧炉（15吨及15吨以下）采用炉外排烟罩较多，效果也好。国内在10吨以下小炉子上应用炉外排烟罩亦较普遍，型式也多，有炉盖罩、蟹钳式罩、操作口上侧回转式多风口侧吸罩等，其中以炉盖罩形式使用较多，相对比较风量略少效果亦好。一机部一院曾在援巴铸锻件厂15吨电弧炉上设计炉盖罩，现场反映，使用效果也较好。长春电炉厂已在10吨及10吨以下电弧炉上，开始试制和配套供应炉盖罩式排烟净化装置。但如图3-1形式的侧吸罩尚未使用过，可以一试。炉外排烟罩的缺点是，装料及出钢时所产生的烟尘无法排走，在环境要求较严时，需要另外设法解决。例如象日立胜田工场那样在炉顶上方加罩或增设厂房集尘装置。

炉外排烟罩的排风量计算，新东集尘器株式会社所介绍的经验公式（1）、（2），过去没有见到过，由分析对比表（见表3-1）可知，公式（1）适用于3吨及3吨以上的电弧炉，对于3吨以下的电弧炉，由于其排风量过大不宜采用。公式（1）考虑了熔炼时间，这是因为日本近年来采用快速炼钢法，熔炼时间短，势必产烟量大，排风量相应要加大，这是合理的。至于经验公式（3），如表3-1计算，从序号1—7看，3吨以下的电弧炉，其排风量比公式（1）所计算的排风量大，3吨以上的炉子，排风量又偏小，究其原因，在相同的熔炼时间条件下，取决于每熔化1吨钢所实际消耗的电力数。从日本实例看，公式（3）似乎是在满足快速炼钢熔炼小时数较少条件下研究得出的。

3. 吹吸式电弧炉排烟罩

日本阪神内燃机工业株式会社曾介绍过去他们搞过吹吸式电弧炉排烟罩，在提供给我们的样本中也提到可生产供应用于电弧炉的气幕式排烟装置，但又说这是十几年前在30吨电弧炉上采用的，后来发现存在问题多，主要是排风量较大，除尘装置成本高，由于电弧炉的电缆形成感应磁场，使罩子与连接管易于烧坏，因而使用时间不长，以后，这种方法就不采用了。

阪神的吹吸式排烟，据其介绍在炉盖上操作口一侧设吹风罩，出钢口一侧设排烟罩，另在操作口、出钢口上方也各设一排烟罩，三者合一排烟管道将烟气排走。

吹吸式排烟罩的几个应用数据：喷口高度20—30毫米，喷口风速25米/秒；吸口高度根

表 3-1 电弧炉炉外排烟罩排风量计算比较表

序 号	电 弧 炉 公 吨 称 位	装 吨	料 位	变压器的容量 (千伏安)	每炉熔炼时间 (小 时)	按公式(1)计 算的排风量 (米 ³ /小时)	按公式(3)计 算的排风量 (米 ³ /小时)	长春电炉 厂配套排 风量 (米 ³ / 小时)	一机部总院设 计处设计采用 的排风量 (米 ³ /小时)
1	按中国 标准规格	0.5	0.75	650	1—1.5	16400—13900	23600—28800	6000	5000—8000
2		1.5	2.0	1250	1.5—2	22000—18700	25600—21400	12000	12000—16000
3		3.0	4.0	2200	2—3	28500—22000	31000—23600	24000	20000—25000
4		5.0	7.0	3200	2.5—3.5	36300—28500	36000—28100	36000	30000—36000
5		10	12	5500	3—4	48000—38500	42000—33700	48000	40000—48000
6		15	18	7000	4	53000	40500		50000—58000
7		20	24	9000	4—4.5	68000—52000	49500—45000		60000—68000
8	按日本 实例	8.0	8.0	2400	4.67	26400	(16800)		
9		5.0	5.0	3125	2.0	(33400)	33000		
10		10	11	5000	2.0	(63000)	50400		
11		15	19	7500	2.0	(102000)	80400		

注：1. 公式(3)是根据下面“厂房集尘”部分所述日本实例导出的，亦为炉外排烟罩，本表序号9—11即其实例数据，是公式(1)的变体。

$$Q_3 = 0.25 \left(\frac{KVA}{T_1} \cdot \frac{T_2}{hr} \right) + 150 \quad \text{米}^3/\text{分} (135^\circ\text{C}) \quad (3)$$

式中：KVA——变压器容量； T_1 ——电炉公称吨数； T_2 ——电炉装料吨数。

- 序号8—11中排风量的数据，括号内数字是按公式计算的，括号外数字是按实例数据换算的。
- 国内排风量均指120℃下的数据。
- 表中按公式(1)计算时，每熔化1吨钢所需电力均采用了650千瓦小时/吨，对于小型电弧炉是差不多的，据了解，1971年上海20多个工厂的调查统计资料亦是此数。

据电弧炉大小而不同，如采用1米，则吸口风速5—8米/秒。阪神又介绍说，风速是设计时计算值，与实测数相近，若吹吸口相距3米，吹吸流量比 $Q_2/Q_1 \approx 5$ ，喷口高度变时，流量比也变。

林太郎教授曾谈到，他不赞成喷口流速过大，林曾去过美国，他说美国学者也认为流速不能太大。按其观点，似乎阪神喷口流速过大。

国内过去也有几处搞过吹吸式小型电弧炉排烟罩，效果尚好，其优点是不妨碍炉顶电极的行程和电极水冷圈的维修，但多了一套吹风机及其管罩，排风量较之炉盖罩稍大或大体相等。

4. 电弧炉炉内排烟

日本阪神内燃机工业株式会社介绍，在日本使用直接式炉内排烟较普遍，日本电弧炉制造厂在供应电弧炉产品时，已在炉盖上预留有直接排烟孔口。但排烟温度很高，因此必须设置冷却器。

新东集尘器株式会社提供的资料介绍二种直接式排烟，一为脱开式炉内排烟，一为直接式炉内排烟，适用于炉径在5米以上的大型电弧炉。直接式排烟在炉盖上开孔，直接从炉内吸烟，不用设排烟罩，构造较简单。

(1) 直接式炉内排烟，烟气温度很高，必须设置冷却塔，排烟气量为侧吸罩式的1/2

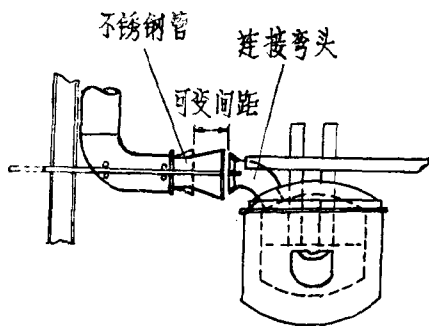


图 3-2 脱开式电弧炉炉内排烟

—1/3。因为炉内处于负压,会从电极缝隙引入冷风,而对熔炼工艺产生影响,为此必须使炉内压力经常保持在一(1—0.5)毫米水柱,并设有压力控制装置。资料中介绍,冷却塔将烟气冷却到250℃,再进入袋式除尘器,滤布采用玻璃纤维。采用玻璃纤维滤布时,其过滤速度应控制在0.6米/分以下,袋式除尘器反吹机构必须考虑采用逆压式的。设备费用因排烟风量小而小,而袋式除尘装置与侧吸式排烟罩相比,其费用不会低,考虑玻璃纤维布比化纤布寿命要短,其运转费用亦高。若电弧炉造渣材料用萤石将产生氟化物对玻璃纤维布不利,其寿命会降低,在此场合下不宜采用玻璃纤维滤布。

(2) 脱开式炉内排烟(见图3-2),采用可变间距的办法,在设有较复杂的炉内压力控制装置条件下,能较易地保持炉内压力在一(1—0.5)毫米水柱,从而不致对冶炼工艺产生影响。此法能从脱开口周围吸入大量的冷空气,可降低烟气温度至135℃而采用涤纶化纤滤布。但吸烟气量应做到与侧吸罩式相同。

直接式炉内排烟国内过去做过很多试验与实用,熔化期和氧化期使用效果很好,但均遇见还原期排烟困难,虽然有的工厂也做过用人工控制调节阀门以调节炉内压力,在还原期形成微正压来解决还原期的排烟问题。这样,不能长期坚持。有的工厂曾搞过电气自动控制压力装置,但因自控器材没有过关而未成功,从而逐步走向炉内外结合式排烟来解决还原期排烟问题。新东集尘器株式会社介绍用炉压控制装置来控制炉内压力达—(1—0.5)毫米水柱,方能做到不影响冶炼工艺过程的进行,但我们在考察中没看到日方这方面详细的资料与实践例子。对控制炉内压力值,过去见到的国外资料介绍:西德采用自动调节炉内压力,还原期保持在±0.0—0.25毫米水柱内。日本知多工场采用的炉压控制值为:熔化期—1.0毫米水柱,氧化期—5毫米水柱,还原期+5毫米水柱。日立制作所认为,还原期炉内应保持0.5—1.0毫米水柱的正压。以上数据都指在还原期要保持

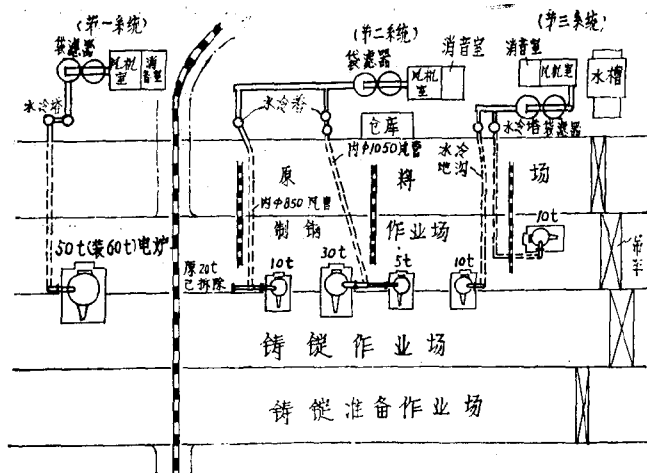


图3-3 日立胜田工场电弧炉排烟系统平面图

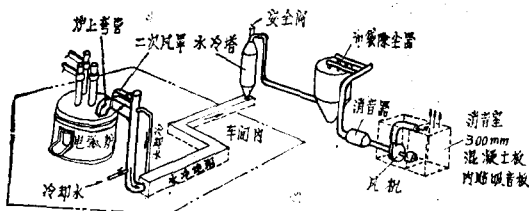


图3-4 日立胜田工场电弧炉排烟系统图

的炉压控制值为:熔化期—1.0毫米水柱,氧化期—5毫米水柱,还原期+5毫米水柱。日立制作所认为,还原期炉内应保持0.5—1.0毫米水柱的正压。以上数据都指在还原期要保持

正压。国内中华冶金厂1吨电弧炉：还原期要保持良好的气氛，保证钢的质量，炉内应略呈正压，一般不开炉门时为0—0.2毫米水柱，开炉门时为0.2—0.4毫米水柱。新东集尘器株式会社提到的一（1—0.5）毫米水柱，看来可能是指熔化期氧化期，非指还原期。

据了解，日本一些工厂多采用厂房集尘与直接排烟相结合的方法来集尘，仅熔化期与氧化期采用直接排烟，其余均采用厂房集尘。

5. 炉内外结合式排烟

这次考察，看到了日立胜田工场炼钢车间六台电弧炉均采用了直接—间接并用式，即炉内外结合式排烟，电弧炉熔炼三个期排烟效果均很好。我们参观时各炉均在冶炼，仅见一台在氧化后期有微量烟气从电弧炉顶上冒出。厂方介绍认为，还原期排烟较理想。

六台电弧炉中最大50吨（装料60吨），最小5吨，其它为10吨（装料15吨）三台，30吨（装料40吨）一台。排烟分为三个系统，每一系统的排烟气量等数据见表3-2，排烟平面及系统见图3-3及图3-4。

直接—间接并用式，是在电弧炉盖上安装炉顶水冷弯管，然后脱开设置直接排烟水冷水平管接于系统水冷立管上，脱开距离据介绍为50毫米，现场观察似乎有100毫米。在脱开缝隙之上约500毫米装有二次风罩，并接有水平管路通至系统立管上，两水平管路内设有气动调节阀门。据介绍，二次风罩的尺寸为600×1500毫米。脱开处在二次风罩两侧及后侧均设有垂直封板，用以遮挡来自车间的横向风，又可防止烟气扩散。原在操作口上装有一罩以排除炉内逸出的烟气，以后据说烟较少又对操作有妨碍而拆除了。

二次风罩的使用（见图3-5），熔化期还原期关闭直接排烟水平管上的阀门A，而开启二次风罩水平管上的阀门B，使炉内烟气由炉顶水冷弯管依靠炉内压力自然排出经脱开口处向上逸，而由二次风罩吸引间接排烟。氧化期时则关闭阀门B，开启阀门A，由脱开口处直接从炉内吸出烟气。两个调节阀门气动控制，气动开关设于炉侧。

表3-2 日立胜田工场排烟系统性能表

名 称	第一系统	第二系统	第三系统
电弧炉容量 吨	50	30、20、10、5	10×2
吸引方式	均为直接—间接并用		
吸引风量 (米 ³ /分)	1200	1550	900
风 压 (毫米水柱)	650	600	600
配电机容量 (千瓦)	250	400	235
滤 尘 器	均采用吸入式袋式除尘器		
滤 布	涤纶	涤纶	涤纶
过滤面积 (米 ²)	1600	1350	780
反吹清灰方式	均为逆洗式		
出口含尘浓度 (克/标准米 ³)	0.0025	0.0042	0.017
集尘效率 (%)	99.8	99.7	99.8

注：第二系统中，20吨电弧炉因已陈旧拆除，系统未变。