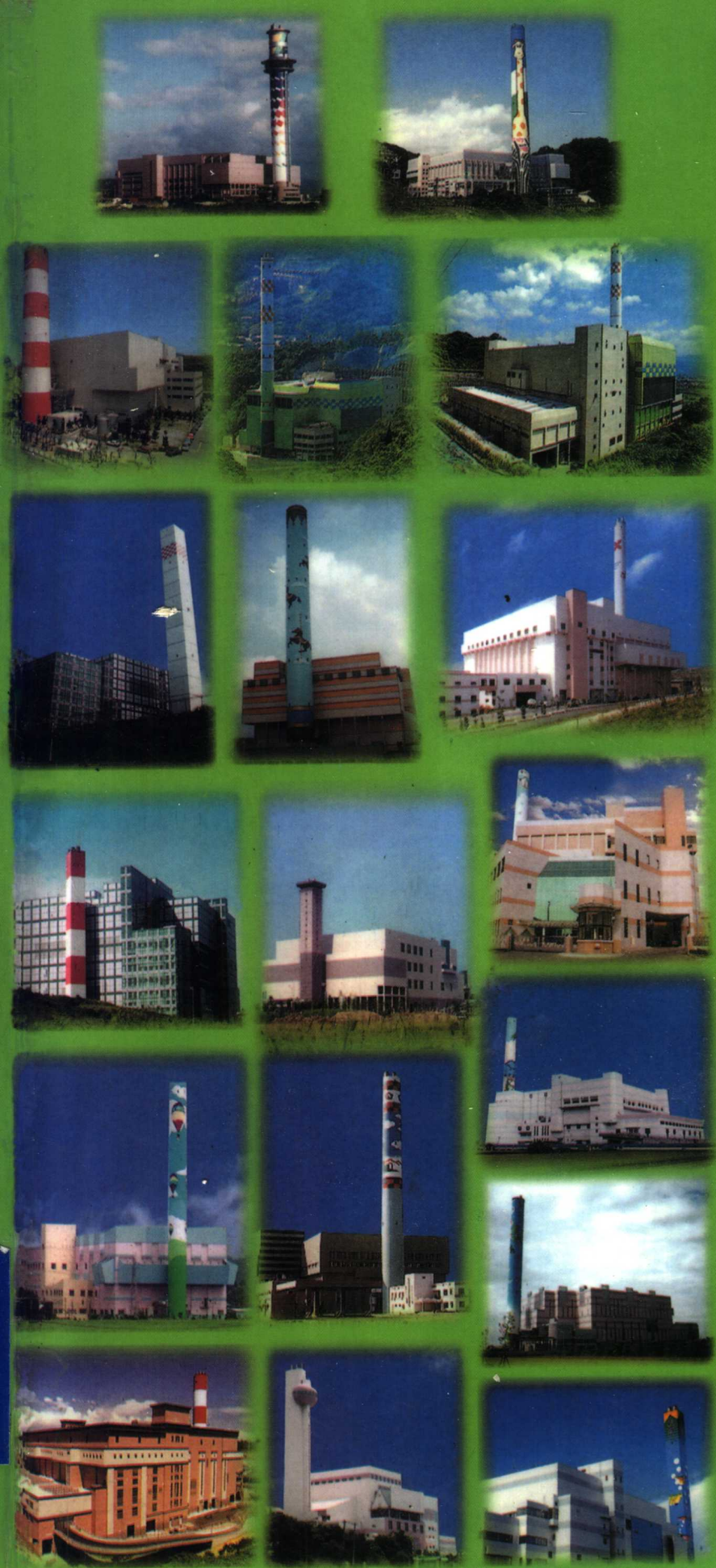


垃圾焚化厂 兴建与操作实务

曹本善 编著

中国建筑工业出版社



垃圾焚化厂兴建与操作实务

曹本善 编著

中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字：01—2001—4216 号

图书在版编目(CIP)数据

垃圾焚化厂兴建与操作实务/曹本善编著. —北京：
中国建筑工业出版社，2002
ISBN 7-112-04907-5

I. 垃… II. 曹… III. 垃圾焚化—垃圾处理厂—
基本知识 IV. X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 086013 号

本书为作者十年来亲身参与台湾地区多座垃圾焚化厂的工程实例纪录与经验心得阐述，书中内容除包括建厂兴建过程中有关设计、规划、施工、运转、营运等各阶段外，亦将全台湾各厂的不同风格和特色作比较分析。书中主题大致可分为两类：第一类为垃圾焚化厂重点系统设备的基本运作原理解说，使读者对垃圾焚化厂的特有设施能建立基本的正确概念；第二类则着重在建厂期间与营运过程中实际发生过的工程个案作技术分析，作者汇集众多实例后并归纳出综合性的问题发生原因和具体可行的改进建议，期使未来的建厂人士和工程技术人员能有效避免相同或类似错误的再次发生。本书适用对象：环保规划人员，工程顾问设计监督者，汽电共生工程业，建筑工程人员，整厂输出业者，机电控制工程师，操作营运管理者。

* * *

责任编辑：董苏华

垃圾焚化厂兴建与操作实务

曹本善 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：17¼ 插页：4 字数：435 千字

2002 年 4 月第一版 2002 年 4 月第一次印刷

印数：1—2,500 册 定价：40.00 元

ISBN 7-112-04907-5
X·35 (10410)

版权所有 翻印必究

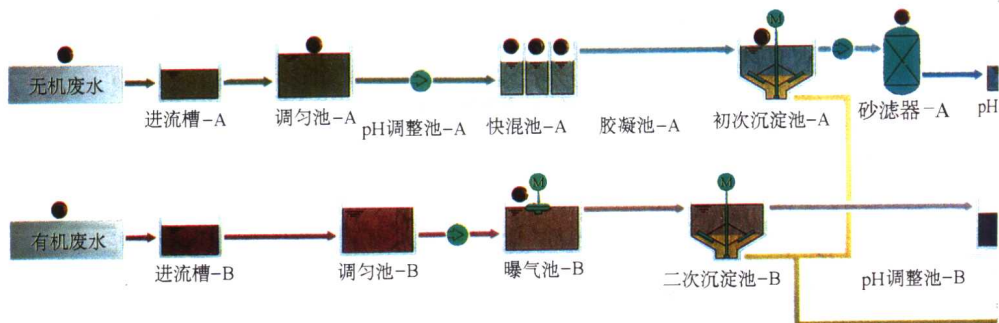
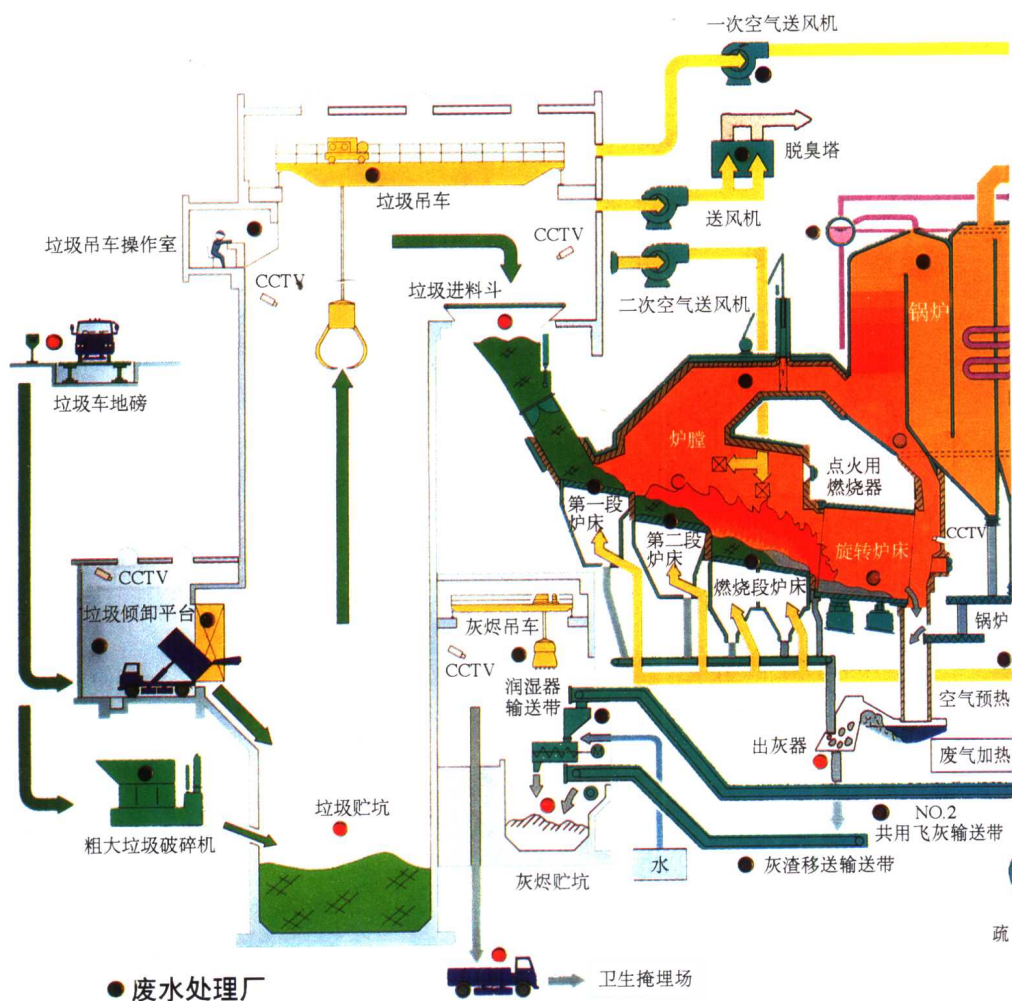
如有印装质量问题，可寄本社退换

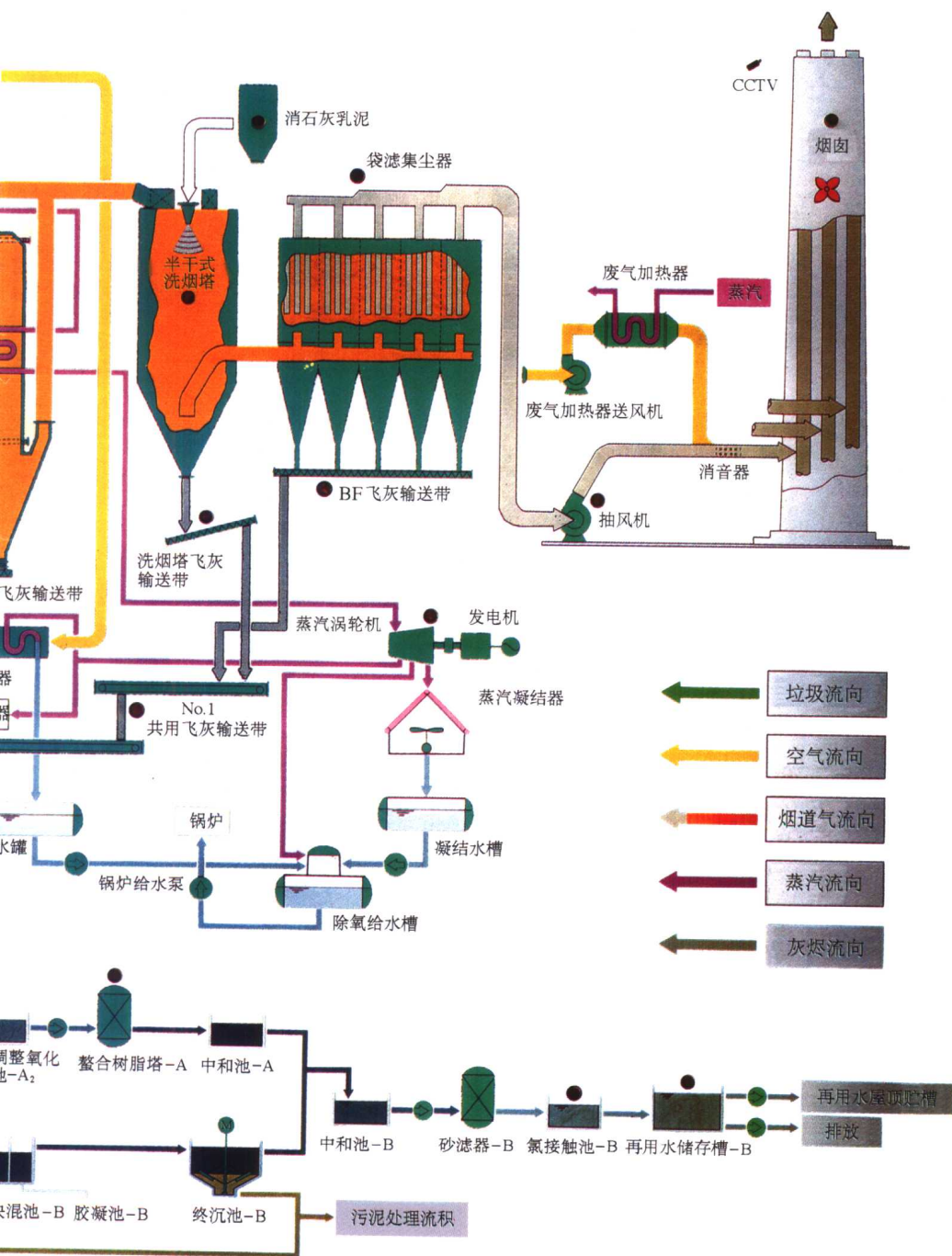
（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.china-abp.com.cn>

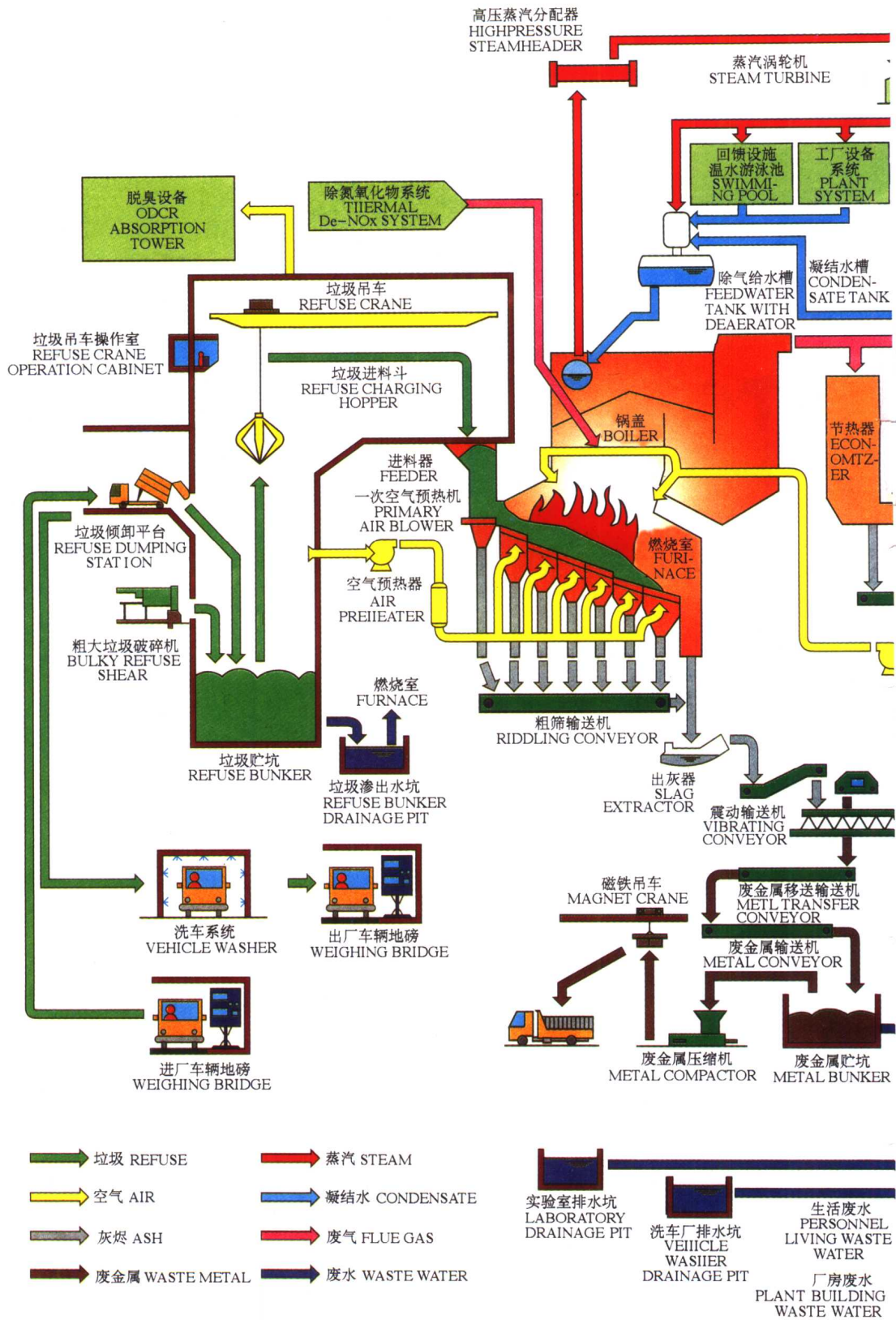
网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

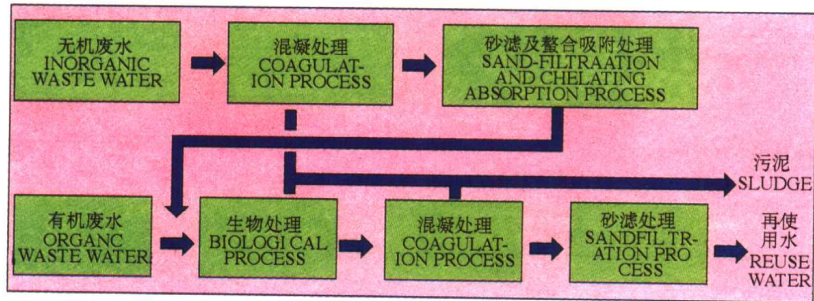
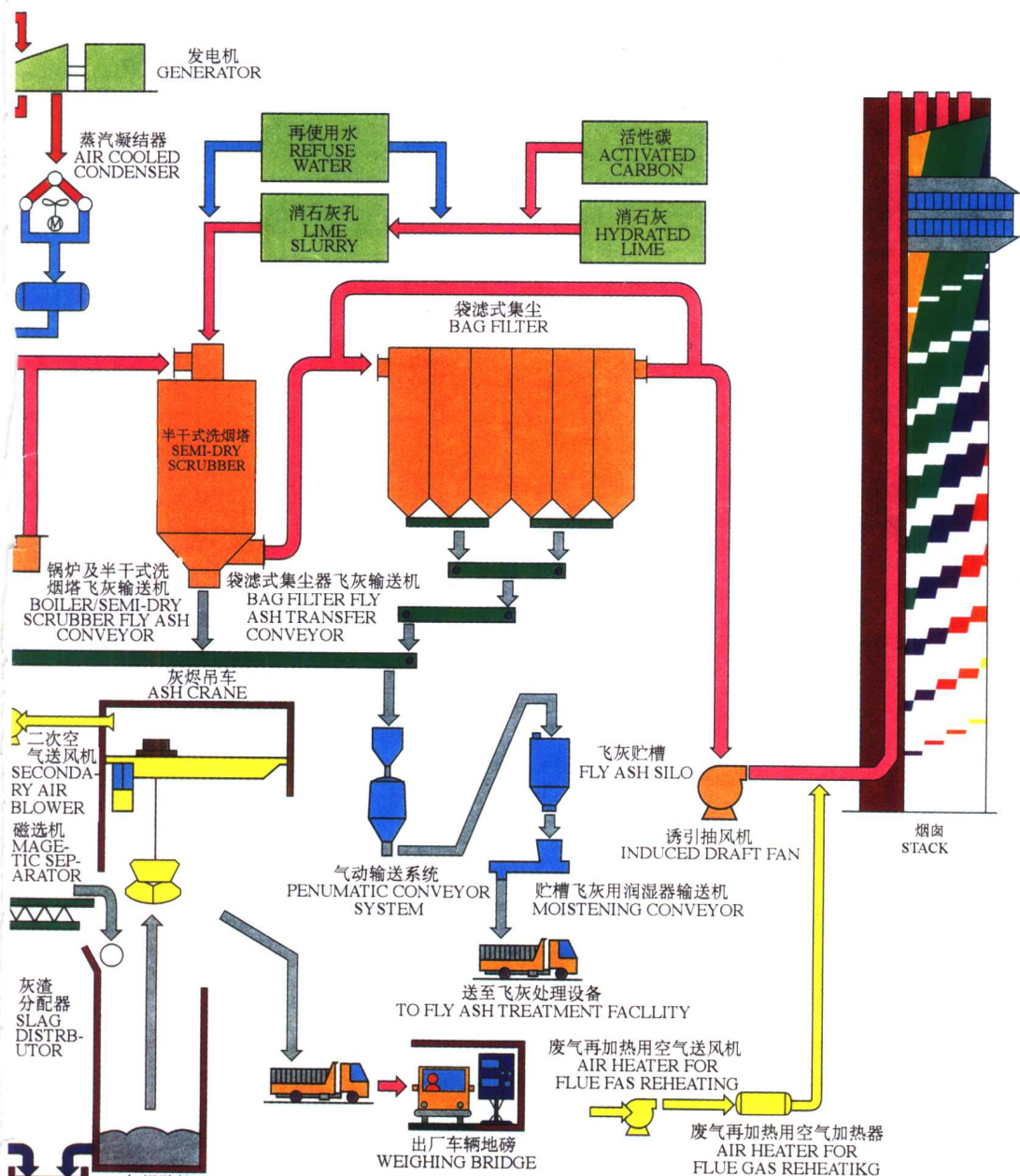
焚化厂处理流程图





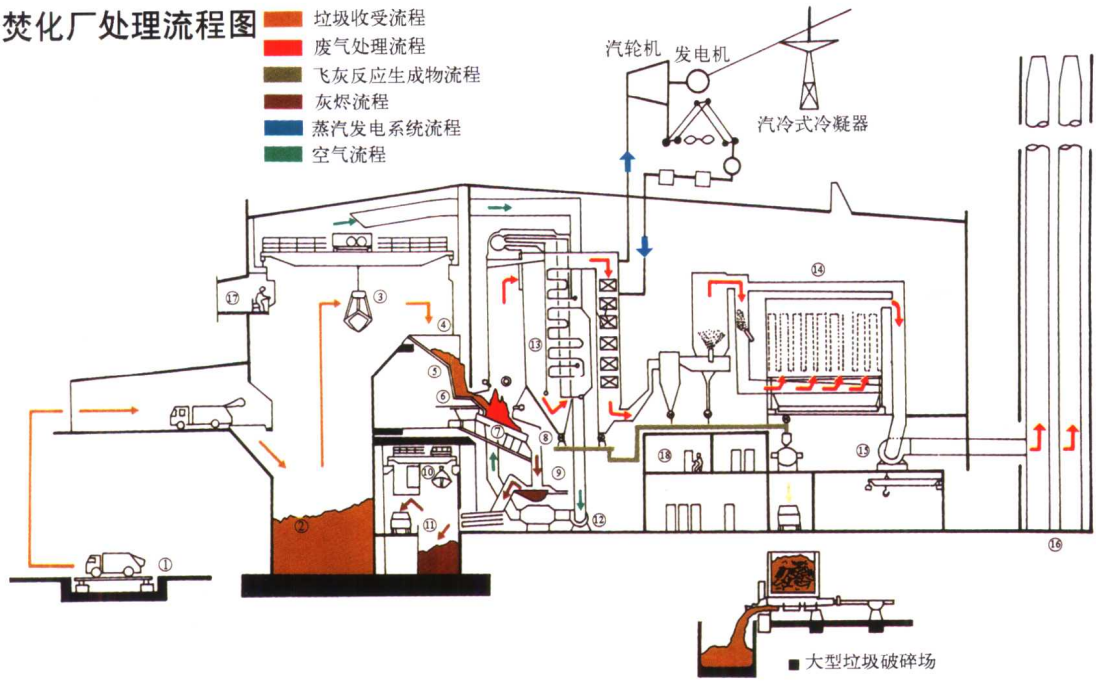
Flow Chart



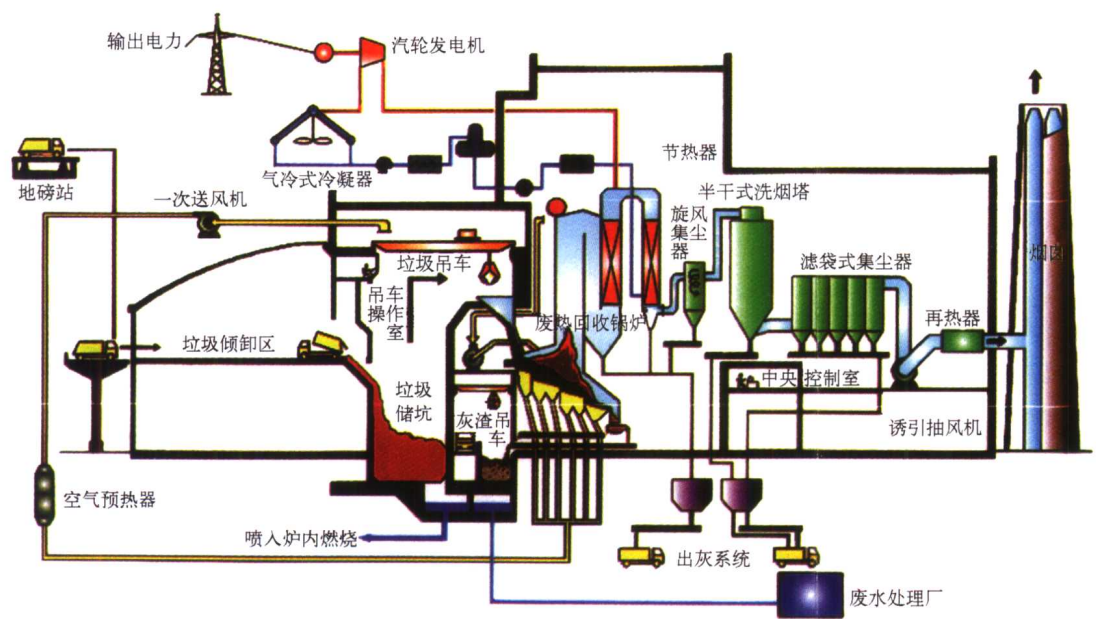


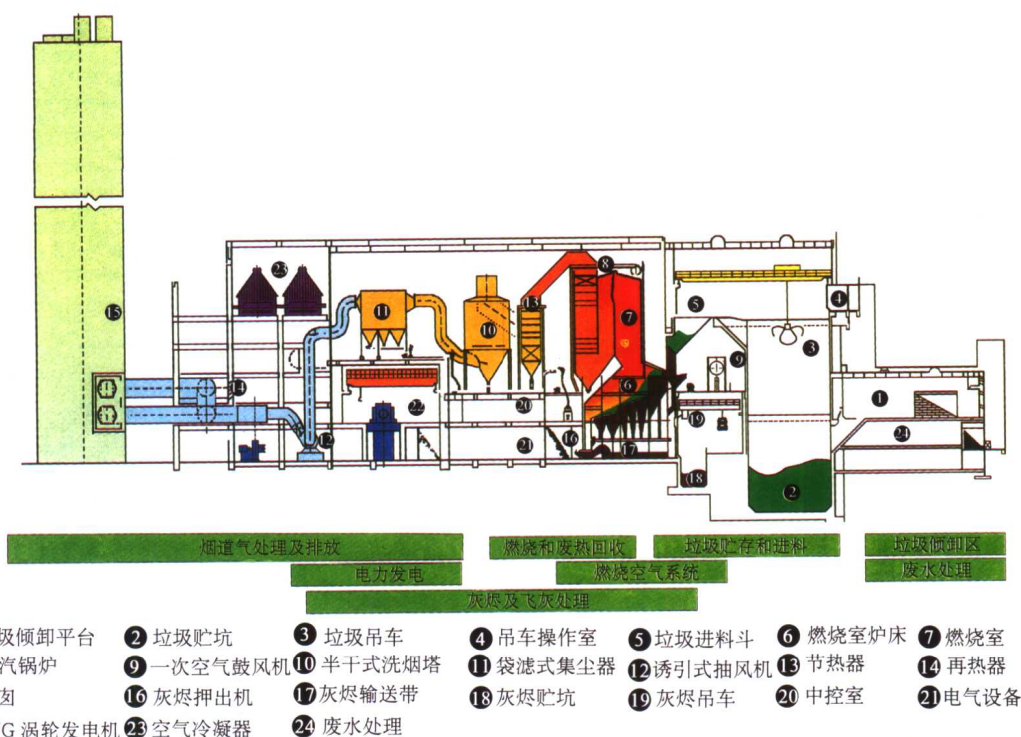
废水处理厂
WASTE WATER TREATMENT

焚化厂处理流程图

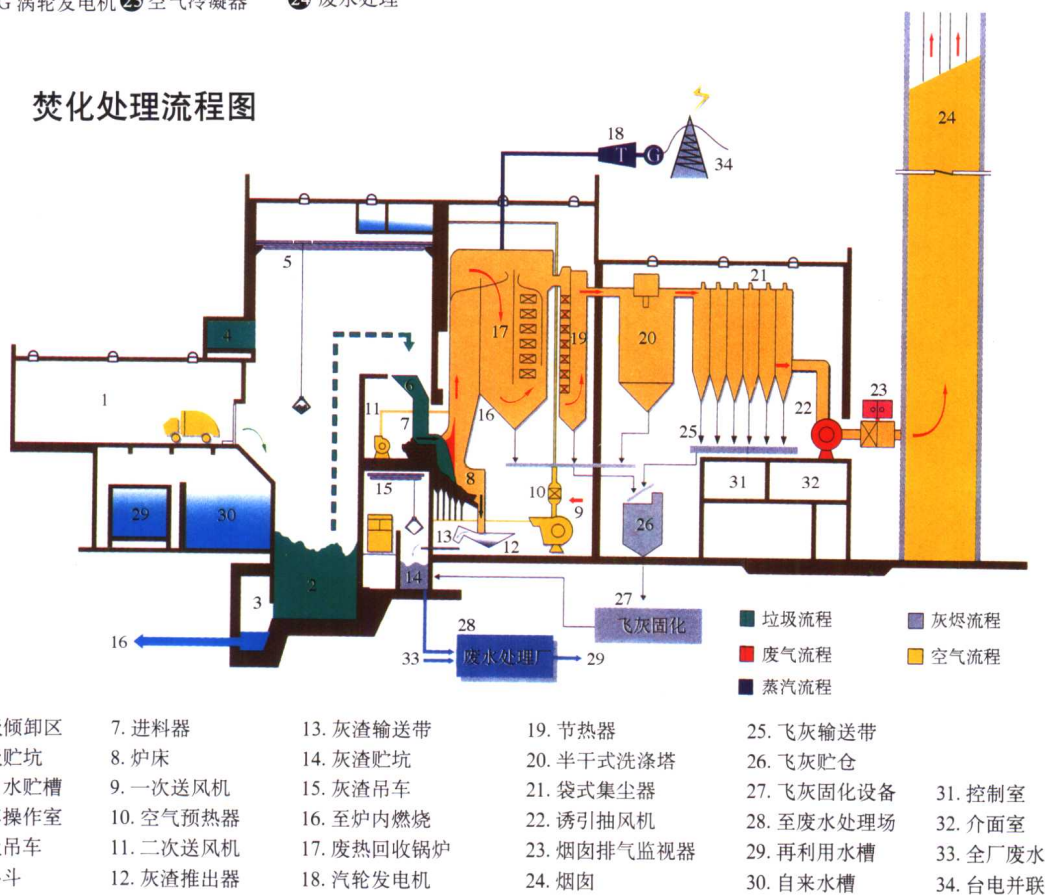


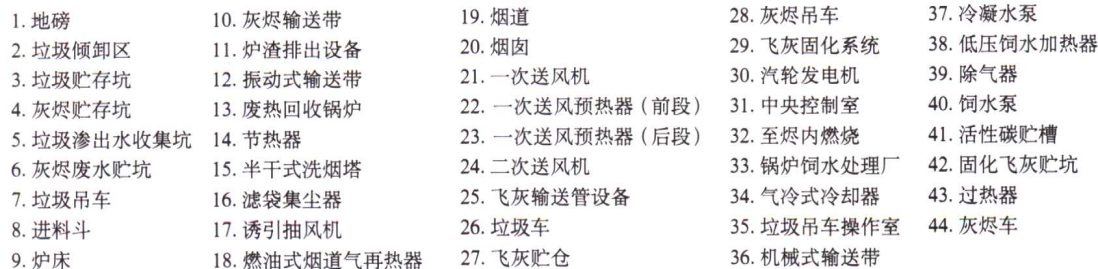
- | | | | |
|---------|----------|-----------|-------------|
| 1. 地磅 | 6. 进料机 | 11. 灰烬贮坑 | 16. 烟囱 |
| 2. 垃圾贮坑 | 7. 炉床 | 12. 强制送风机 | 17. 吊车控制室 |
| 3. 垃圾吊车 | 8. 除渣滚轮 | 13. 废热锅炉 | 18. 中央控制室 |
| 4. 进料漏斗 | 9. 出灰设备 | 14. 袋式集尘器 | 19. 大型垃圾破碎机 |
| 5. 斜槽 | 10. 灰烬吊车 | 15. 诱引抽风机 | 20. 蒸汽涡轮发电机 |





焚化处理流程图





作者自序

1994年清明时节，笔者随侍着父亲远从台湾赶赴四川老家扫墓省亲，家父是1949年自大陆播迁来台定居，那时他还是一位20岁出头的单身小伙子。而今，已入中年的我则是第一次踏上自幼从父亲口中反复道述的大陆老家祖地。当我们父子俩从重庆搭上轮船，溯逆着长江往斜对岸的江津县城缓缓开航时，父亲语带感慨地告诉我：“记得小时候，长江的水是清的！”我双眼望向烟雨濛濛的江边两岸，心里想着：很久很久以前……父亲的父亲一定也曾在这片江水河边徘徊流连，亲眼见过当年的景象。由于时代的造化，在我这一生之中一直未能有幸见过亲爱的爷爷和奶奶。同样地，我也不知道在我有生之年，是否还能见到眼前的滔滔江水，再度变成如父亲所说的那般清澈模样？

教育界有句话说：“成长是苦涩的。”这里所说的“成长”应该也可以包括“经济成长”在内。在我们逐步迈向开发、享受生活水平富裕起来的同时，总不免会伴随而来一些意想不到的痛苦和难掩的苦涩。这其中的“苦”和“涩”自然首推对环境污染和破坏最为严重！过去的台湾在这个环节上已付出了相当惨痛的代价，国民所得逐年提高，在废弃物处理方面，无可避免地在垃圾产量上亦会呈现倍数性的成长，卫生掩埋工作的环保品质难属理想，资源回收工作又缓不济急……。为了有效解决此一问题，台湾遂于10年之内密集兴建了近20座中大型的都市垃圾焚化厂，以自动化焚烧控制的方式，将垃圾火化成为无害的灰渣，燃烧过程中又借由专业的处理设备回收其所内含的热能后，再转换成高单价的电力出售；在台湾，垃圾已逐渐变成热能资源的一部分，而不再是昔日难以处置的废弃物，堪以称慰。

无论在哪里，环保之所以会造成问题若仔细探究其原因，所涉及的层面必定既广且深，积习的时间也必定很长，自然也不是短时间马上可以解决的。笔者认为本书中所述叙的纯粹技术问题是最容易突破的部分，因为只要将知识广为散布，在能力的范围内大家都会有心去作改进。如果十全十美是100分，那么本书所描述的部分内容便是：在80分以外的另外20分！就如同本书绪论内曾描述的：从80分到100分之间是难度最高也是付出代价最大的努力过程。就宛如一位求好心切的美食家对桌上一道道的美味佳肴，说三道四嫌东嫌西，这也是每一位专业人员都无可避免的职业现象。也希望大家在这个开放进步的社会里，人人都有参考和思考不同意见的雅量。

想写这本书是本人多年来的心愿，也因为有幸能参与十余年来台湾多座垃圾

焚化厂的规划、设计、施工、运转、营运等各阶段，影视歌三栖方能有机会将各厂的不同特色和风格作番比较分析。

感谢台北建筑与文化出版社戴吾明总编辑的鼎力协助以及北京中国建筑工业出版社同仁的全力配合，使得本书能在台湾首次发行后的一年之内，同时历经了在台湾地区再版印刷与中国内地地区顺利出版的双重殊荣。期盼本书能将笔者十年来所收录的亲身经历和实务经验，透过口语化的表达方式，让不同领域的读者们能拓展对垃圾焚化厂的了解；而对于未来的建厂工程人员来说，也希望在阅读过这些资料后，能有效避免相同或类似错误的再次发生，将国家有限的环保经费与社会资源作最有效的运用，则甚幸！是为序。



谨志于台北 2001.11.

序 一

美国名记者欧鲁克 (O'Rourke) 在其一本观察及探讨经济的书《吃掉有钱人》中，提出一个问题：“为什么有些地方繁荣昌盛，有的地方却积弱不振？”同样地，在工程的领域中我也有着相同的疑问：“为什么相同的设备在有些工厂中运转顺利，而在另一些工厂中却是老牛拖破车？”答案显然和理论扯不上什么太大的关系。牛顿的运动定律在世界各国都一样，结果却是有的国家汽车动者恒动；而有的国家的车辆却抛锚成静者恒静。理工学生所熟知的定律中似乎不曾听到过有哪些是由日本人所发现，但日本制造的工业产品在国际市场中，竞争力颇强却是不争的事实。在同样理论下所设计的房子在 9·21 大地震后，屹立不动者和变成断垣残壁者正显示出理论和实务的真正落差有时并不是普通的小。

可想而知的是：实务工作永远是理论的最后执行者。实务和理论不仅没有等号关系，而且其差异有时就像雨伞不等于降落伞一样明显。我们的教育体系对理论的探讨颇为不少，而对和实务落差的改进却着墨不多。这些知识的缺乏形成品质不良、产能不足或资源的浪费都影响着我们的竞争力。这本书的目的也正是为了填补在理工实务执行时所需的知识空间。本书的作者曹本善先生在投身环保焚化炉工作多年间，不仅累积了足够的知识和实务经验，更重要的是他看过许多错误的发生与形成。曹先生同样地也在工作中曾跌倒过，但是在每次跌倒后都没有白白爬起！他把工作中的教训整理写下，希望后继的执行者不要被同一块石头又绊倒了。现场工作中重复出错的现象其实是层出不穷的，所不同的只是换个主角和场景罢了。有言道：“智慧得自经验，经验来自愚蠢。”这本书中最珍贵的，其实就是作者经历了错误和愚蠢，不管是知过必改或是上当学乖，作者已在实践中淬炼出智慧了，这也就让我们更可体会到本书的言之有物。“言之有物？”不错，这是本书的另一个重点，作者并不是剪刀浆糊齐飞式，也不是公式图表乱塞大而无当式的出书，更不是拿高深的理论来让读者腾云驾雾。欧鲁克在经济学的教科书中找不到他提出问题的答案，而在实地的观察中找到答案。同样地，曹先生也在建造焚化厂的现场中找到了答案，进而以轻松、幽默的笔触陈而述之。这种有亲和力的文章其实是绝大多数科技图书所缺乏的。

仔细想想可发现许多人对书的看法是偏执的，也常被厚如枕头的大学教科书唬住了，以为一定要有高深的理论及复杂的公式才能解决问题或经世致用，也因

此一想到接续而来的浴血狂沙式的苦读，心就先凉一截，殊不知许多实务问题的解答其实并不需要复杂的手段，理工书也可写得不必让人看了就得胃病，只要切中问题点，笑谈之间强虏也会灰飞烟灭。

童话故事中的灰姑娘其实不只是存在于想象中，她其实化身为现实世界中的软硬件：她可能是一个广告不多、并非畅销、但其实性能好、折扣大的汽车；也可能是一个简单却有用的读书方式或是气死名医的偏方。一个人如果找到越多生活中的灰姑娘，生命自然越鲜活有力。

有句话说：“买书的人没有真正付足了书的价值，所付的其实都只是印刷费。”对于初具理工背景的读者们或者是有心于工程界的朋友们，将不难在这本书中发现许多灰姑娘，进而将自己工程实务的执行力提高，减少不必要的出错。这本书的意义其实也就在于此。

余寬

谨志

序 二

台湾至今已有 10 余座中大型垃圾焚化厂在运转当中。台湾的焚化厂技术大多来自日本、欧洲及美国，各厂的技术由于来源不同，很多想法也就相异。曹君由于工作的关系，有机会得以参加台湾多座不同设计规格的垃圾焚化厂建厂作业，得以看到并观察出其中的差异性；曹君能将之整理成专书，对于从事工程相关工作的人来说，肯定会有相当大的助益。由于曹君笔调活泼有趣，就算是由非工程人员阅读起来也不会觉得枯燥，又因为本书中对于不同专业领域皆有所叙述，对于读者来说，想必也能在书中获致其他领域的不同收获。

要一个经验丰富的专业工程人员将个人宝贵的心得编写成书，必须克服很多道障碍。工程人员平日事务向来繁忙，很难得有空休息，要静下心来花费大量的时间整理文件写书，本来就需要极大的毅力和胸襟。况且，科技类的实务书籍不像一般的散文或小说，仅止于文字的叙述；科技类的文章经常需要附列大量的平面图片和影像，所以坊间此类书籍向来就非常的少。本书中大部分的工程解说图片皆出自曹君自力制作并且首次发表，其所花费的精力真是令人感佩。

书中提及的各不同专业工程师之间彼此间的界面配合问题，确实是工程实务界长期以来的一大困扰。大部分的错误和浪费概约导因于此。理工学科的毕业生对于自己科系的专业知识已具备一定程度的基础能力，但是当与其他不同专业工程人员配合共事时，却很容易产生彼此皆无法涵盖的空白地带，主要的原因之一可能是因为学校内并无相关的课程可资学习，而在工程应用范围内又长期未能填补，值得产业界及学术界予以正视。本书将此问题正式提出，并以实例方式解说原委，希望能有助于化工、电机、机械、土木、工商管理、环境工程等工程科系学生或现职工程从业人员，勇敢地尝试去了解自己专业以外的其他专业，进而让自己能破解界面的谜团，获得进一步的启发和提高。

許錦程

谨志

目 录

第 0 章 绪论

0-1 壹与零的差别——知与不知之间	1
0-2 专业常识的隔阂造成界面配合的困扰	1
0-3 60 分及格，其实很简单	3
0-4 真人真事改编——以实物作解说、以范例作教材	4

第一篇 垃圾焚化厂重点系统设备探讨

5

第一章 台中厂停电紧急操作系统

7

1-1 前言	7
1-2 场景与事发现场描述	8
1-3 焚化厂断电紧急状况细部技术分析	14
1-4 结语	21

第二章 北投厂汽轮发电机之构造、控制与收益

23

2-1 汽轮发电机在焚化厂的重要性	23
2-2 T/G 的动力源——蒸汽轮机 (Turbine)	24
2-3 T/G 的阻力端——发电机 (Generator)	27
2-4 发电机的硬件构造与其电路原理	32
2-5 发电质量 (电压、频率) 的控制	33
2-6 几种常用的发电量控制模式	35
2-7 跳机的代价与当月售电全勤的挑战	38

第三章 木栅厂自动燃烧控制系统

40

3-1 汽电共生型垃圾焚化炉	40
3-2 炉体控制的重要性及其目的	41
3-3 自动燃烧控制系统	42
3-4 ACC 燃烧空气量的控制方式	45
3-5 ACC 燃料 (垃圾) 进料量的控制方式	49
3-6 结语	54

第四章 垃圾吊车

55

4-1 焚化厂垃圾吊车的重要性	55
-----------------------	----

4-2	主要机械组件简介	55
4-3	自动化功能与控制系统概述	60
4-4	可程式控制器 (PLC) 软件程序功能与连锁控制	64
4-5	垃圾吊车电动机的定位控制方式比较	65
4-6	焚化厂垃圾吊车的斑斑血泪史	70
第二篇 垃圾焚化厂中央控制系统 (DCS 系统)		79
第五章 DCS 中央控制系统		81
5-1	DCS 概述 (数字控制系统)	81
5-2	DCS 的感觉器官——现场探测仪器与转换传送器	84
5-3	现场信号的两大类型与其处理、排序	90
5-4	量测信号传送至电子设备室内的 I/O Card (输入/输出适配卡)	94
第六章 DPU 分散处理计算机		98
6-1	DPU 的功能与组成	98
6-2	DCS 系统程序里各控制点的控制组合单元	102
6-3	控制组合单元 (Control Block) 的组成构件	108
6-4	串级 (CASCAD) 控制、自动 (AUTO) 控制与手动 (MANUAL) 控制	110
6-5	现场量测信号进入信息网络	112
6-6	量测信号出现于中控室 DCS 工作站的显示屏幕上	113
6-7	工作站 (Work Station) 的输出	114
6-8	控制指令由中控室传至现场控制设备	115
6-9	4~20mA 的道理	119
6-10	DCS 的通讯接口连接	120
6-11	使用 PLC 通讯接口与 DCS 连接的注意事项	122
第七章 DCS 备用系统		125
7-1	备用系统的功能与原理	125
7-2	变型的备用系统	128
第八章 DCS 规划与施工注意事项		130
8-1	现场探测点与控制点数量的规划应恰到好处	130
8-2	注意软件的完成品质和程序的日常维护管理	131
8-3	预先筹备未来扩充时的软硬件配置	131
8-4	DCS 的周边维护用附属配件应纳入供货范围	132
8-5	选用的硬件耗材和连接接口最好能与本地规格兼容通用	133
8-6	培养自己的软件人员	134
8-7	电子设备室与相关配电室的四周应设置适当且足够的电缆整理空间	135
8-8	中央控制室的噪声防治	136