

广 州 师 范 学 院

八四届学生毕业论文选、文摘汇编

教 务 处 科 研 科

一九八四年十一月

广州师院八四届学生毕业论文选、文摘

目 录

文 选 部 分

变系数线性方程的求解方法及若干可积类型…………… (3)

数 学 系: 唐宝荣 指导老师: 邓浩然

天然二氧化锰的热处理及其晶相转变…………… (8)

化 学 系: 何震宇 何学斌 叶秀兰 杨 耘 指导老师: 杨文昭

广州市大气污染的某些特征分析…………… (9)

地 理 系: 廖常穗 指导老师: 谢焕强

台山县汶村区农业生产发展和布局建议…………… (17)

地 理 系: 谢献春 指导老师: 冯民牧 张德伟

开掘一代青年的心灵——评王安忆作品中的青年形象…………… (21)

中 文 系: 黄小娅 指导老师: 方一飞

西方美学史上的新高度——莎士比亚的十四行诗集…………… (29)

中 文 系: 孙锐华 指导老师: 邓启龙 谢炜如

试论苏联签定“苏德互不侵犯条约”的原因及其后果…………… (40)

历 史 系: 陈崖崖 指导老师: 关耐冬

SOME CHARACTERISTICS OF STEINBECK'S LANGUAGE AND STRUCTURE IN HIS "THE GRAPES OF WRATH" …………… (47)

外 语 系: 陈乐玲 指导老师: 陈炳夫

文 摘 部 分

物理系

1、微型电脑在核物理实验中的应用——用APPLE II 机控制的多道脉冲分析器…………… (61)

学 生: 李 毅 吕 超 指导老师: 梁汉杰 姚振坚

2、微处理机在地震测报中的应用…………… (61)

学 生: 魏志华 指导老师: 徐家进 卢庆普

3、中学生解物理题的思维规律的探讨——解物理题中常见错误和缺陷分析…………… (62)

学 生: 何爱琴 钟 玲 周丽华 陈秋玲 指导老师: 李燧伦

- 4、关于广州师院物理系八三届部分毕业生中学物理教学能力调查研究…………… (62)
学 生：余海鹰 叶志青 刘伟凡 指导老师：王国醒 余高荣
- 5、反常趋肤效应的定量解释…………… (63)
学 生：帅英年 利兆忠 指导老师：黄广耀
- 6、用规范场观点探讨Dirac方程…………… (63)
学 生：张兆丰 指导老师：曾庆裕
- 7、关于薛定谔方程的规范不变性…………… (64)
学 生：吴新云 指导老师：曾庆裕
- 8、从分子轨道到晶体单电子轨道…………… (64)
学 生：刘翠红 指导老师：黄卓和
- 9、负绝对温度系统热力学和受激放大…………… (64)
学 生：刘宗怡 指导老师：杨伟书

生物系

- 1、西洋菜的组织培养…………… (65)
学 生：杨家诚 赖振南 指导老师：林兆平 王正询
- 2、南荣油茶 (*camellia nangoungensis*) 染色体组型及c—带带型研究…………… (65)
学 生：黄雯婴 王晓菲 指导老师：李克瑞 林兆平 王正询
- 3、三十烷醇处理蚕豆幼芽的过氧化物酶同工酶分离…………… (66)
学 生：杜静香 黄今朝 游震东 指导老师：关基石 关丽卿
- 4、甜叶菊营养器官形态解剖特点研究…………… (66)
学 生：梁元东 指导老师：夏 颖 梁国全
- 5、南昆山两栖类初步调查…………… (67)
学 生：覃士武 等 指导老师：何海晏

广州师院八四届学生毕业论文选、文摘

目 录

文 选 部 分

变系数线性方程的求解方法及若干可积类型..... (3)

数 学 系: 唐宝荣 指导老师: 邓浩然

天然二氧化锰的热处理及其晶相转变..... (8)

化 学 系: 何震宇 何学斌 叶秀兰 杨 耘 指导老师: 杨文昭

广州市大气污染的某些特征分析..... (9)

地 理 系: 廖常穗 指导老师: 谢焕强

台山县汶村区农业生产发展和布局建议..... (17)

地 理 系: 谢献春 指导老师: 冯民牧 张德伟

开掘一代青年的心灵——评王安忆作品中的青年形象..... (21)

中 文 系: 黄小娅 指导老师: 方一飞

西方美学史上的新高度——莎士比亚的十四行诗集..... (29)

中 文 系: 孙锐华 指导老师: 邓启龙 谢炜如

试论苏联签定“苏德互不侵犯条约”的原因及其后果..... (40)

历 史 系: 陈崖崖 指导老师: 关耐冬

SOME CHARACTERISTICS OF STEINBECK'S LANGUAGE AND STRUCTURE IN HIS "THE GRAPES OF WRATH" (47)

外 语 系: 陈乐玲 指导老师: 陈炳夫

文 摘 部 分

物理系

1、微型电脑在核物理实验中的应用——用APPLE II 机控制的多道脉冲分析器..... (61)

学 生: 李 毅 吕 超 指导老师: 梁汉杰 姚振坚

2、微处理机在地震测报中的应用..... (61)

学 生: 魏志华 指导老师: 徐家进 卢庆普

3、中学生解物理题的思维规律的探讨——解物理题中常见错误和缺陷分析..... (62)

学 生: 何爱琴 钟 玲 周丽华 陈秋玲 指导老师: 李燧伦

- 4、关于广州师院物理系八三届部分毕业生中学物理教学能力调查研究…… (62)
学 生：余海鹰 叶志青 刘伟凡 指导老师：王国醒 余高荣
- 5、反常趋肤效应的定量解释…… (63)
学 生：帅英年 利兆忠 指导老师：黄广耀
- 6、用规范场观点探讨Dirac方程…… (63)
学 生：张兆丰 指导老师：曾庆衿
- 7、关于薛定谔方程的规范不变性…… (64)
学 生：吴新云 指导老师：曾庆衿
- 8、从分子轨道到晶体单电子轨道…… (64)
学 生：刘翠红 指导老师：黄卓和
- 9、负绝对温度系统热力学和受激放大…… (64)
学 生：刘宗怡 指导老师：杨伟书

生物系

- 1、西洋菜的组织培养…… (65)
学 生：杨家诚 赖振南 指导老师：林兆平 王正询
- 2、南荣油茶 (*camellia nangoungensis*) 染色体组型及c—带带型研究…… (65)
学 生：黄雯婴 王晓菲 指导老师：李克瑞 林兆平 王正询
- 3、三十烷醇处理蚕豆幼芽的过氧化物酶同工酶分离…… (66)
学 生：杜静香 黄今朝 游震东 指导老师：关基石 关丽卿
- 4、甜叶菊营养器官形态解剖特点研究…… (66)
学 生：梁元东 指导老师：夏 颖 梁国全
- 5、南昆山两栖类初步调查…… (67)
学 生：覃士武 等 指导老师：何海晏

变系数线性方程的求解方法及若干可积类型

数学系 唐宝荣

指导老师：邓浩然

本文对变系数线性方程

$$p_0(x)y'' + p_1(x)y' + p_2(x)y = 0 \quad (*)$$

给出一种解法，得到一些可积类型的充要条件及其通解，并在最后，应用所得到的结论来求出李鸿祥在〔1〕中给出的新的可积类型的通解。这种解法不同于李鸿祥在〔1〕中所给出的解法。

(一)

1. 设 $(*)$ 中的 $P_0, P_1 \in C^1, P_2 \in C, P_2 P_0 \neq 0$.

在 $(*)$ 中的两边分别乘以 y' ，则得

$$p_0 y' y'' + p_1 y'^2 + p_2 y y' = 0 \quad (1.1)$$

设(1.1)式可化为：

$$(ry'^2 + qy^2)' + s(ry'^2 + qy^2) = 0 \quad (1.2)$$

将(1.2)展开，得

$$2ry'y'' + (r' + sr)y'^2 + 2qyy' + (q' + sq)y^2 = 0 \quad (1.3)$$

比较(1.1)与(1.3)中 $y'y''$ 、 y'^2 、 $y'y$ 、 y^2 的系数，得

$$2r = p_0 \quad (1.4)$$

$$r' + sr = p_1 \quad (1.5)$$

$$2q = p_2 \quad (1.6)$$

$$q' + sq = 0 \quad (1.7)$$

由(1.4)、(1.5)、(1.6)、(1.7)得：

$$p_0 p_2' - p_0' p_2 + 2p_1 p_2 = 0 \quad (1.8)$$

反之，若 $(*)$ 中的 p_0, p_1, p_2 满足(1.8)，则令 $r = p_0/2, q = p_2/2, s = (2p_1 - p_0')/p_0$ ，由上述推导过程便知方程(1.1)从而方程 $(*)$ 可化为(1.2)。

求解(1.2)，得：

$$ry'^2 + qy^2 = C \exp(-\int s dx)$$

令 $C = 0$ ，得：

$$ry'^2 + qy^2 = 0$$

把 $r = P_0/2$ 、 $q = p_2/2$ 代入上式, 得

$$p_0 y'^2 + p_2 y^2 = 0$$

当 $P_0 P_2 < 0$ 时, 由上式得 (*) 的两个线性无关解:

$$y_{11} = \exp\left(\int \sqrt{-\frac{p_2}{p_0}} dx\right) \quad y_{12} = \exp\left(-\int \sqrt{-\frac{p_2}{p_0}} dx\right)$$

当 $P_0 P_2 > 0$ 时, 通过线性类比则得 (*) 的两个线性无关解 (易验证):

$$Z_{11} = \cos\left(\int \sqrt{\frac{p_2}{p_0}} dx\right) \quad Z_{12} = \sin\left(\int \sqrt{\frac{p_2}{p_0}} dx\right)$$

综上所述, 有

定理 1: 设 (*) 中的 $P_0, P_2 \in C^1, P_1 \in C, P_0 P_2 \neq 0$, 则方程 (*) 可化成 (1.2) 的充要条件是 P_0, P_1, P_2 满足 (1.8)。这时, 当 $P_0 P_2 < 0$ 时, 方程 (*) 的通解为

$$y = c_1 y_{11} + c_2 y_{12}$$

当 $P_0 P_2 > 0$ 时, 方程 (*) 的通解为

$$y = c_1 Z_{11} + c_2 Z_{12}$$

易验证, 下列方程皆满足定理 1 的条件, 故根据定理 1 便可得到其通解。

例 1: $y'' - (f'/f + ag'/g)y' - b^2 g^2 a f^2 y = 0$ [[2], 764 (1.2)]

通解: $y = c_1 \exp(b \int f g^a dx) + c_2 \exp(-b \int f g^a dx)$

例 2: $\left(y'' + \frac{f f'}{f^2 + a^2} - \frac{f''}{f'}\right)y' - \frac{b^2 (f')^2}{f^2 + a^2} y = 0$ ([1], 2.81)

通解: $y = c_1 (f + \sqrt{f^2 + a^2})^{-b} + c_2 (f + \sqrt{f^2 + a^2})^{-b}$

例 3: $y'' - [(af')/f] y' + bf^2 a y = 0$ ([1], 2.79)

通解: $y = c_1 \exp(\sqrt{-b} \int f^a dx) + c_2 \exp(-\sqrt{-b} \int f^a dx) \quad b > 0;$

$y = c_1 \cos(\sqrt{-b} \int f^a dx) + c_2 \sin(\sqrt{-b} \int f^a dx) \quad b < 0$

2. 定理 2: 设 (*) 中的 $P_0 \in C^3, P_1 \in C^2, P_2 \in C^1, P_0 \neq 0$, 则方程 (*) 可化为方程

$$(ry'^2 + qyy' + sy^2)' = 0 \quad (1.9)$$

的充要条件是:

$$q'' + 2\varphi p_2 - (p_2 + \varphi p_1)' = 0 \quad (1.10)$$

其中 $r = P_0/2, q = P_1 - P_0'/2, \varphi = (P_1 - P_0'/2)/P_0, s = (p_2 + \varphi p_1 - q')/2$ 。这时当 $q^2 - 4rs > 0$ 时, 方程的通解为:

$$y = \left\{ C_1 \exp\left[-\int \sqrt{\frac{q^2 - 4rs}{2r}} dx\right] + C_2 \exp\left[\int \sqrt{\frac{q^2 - 4rs}{2r}} dx\right] \right\} \exp\left(-\int \frac{q}{2r} dx\right)$$

当 $q^2 - 4rs < 0$ 时, 方程 (*) 的通解为:

$$y = \left\{ C_1 \cos\left[\int \sqrt{\frac{-q^2 + 4rs}{2r}} dx\right] + C_2 \sin\left[\int \sqrt{\frac{-q^2 + 4rs}{2r}} dx\right] \right\} \exp\left(-\int \frac{q}{2r} dx\right)$$

当 $q^2 - 4rs \equiv 0$ 时, 方程 (*) 的通解为:

$$y = \left\{ C_1 + C_2 \int \exp\left[\int \left(\frac{q}{r} - \frac{p_1}{P_0}\right) dx\right] dx \right\} \exp\left(-\int \frac{q}{2r} dx\right)$$

证：在方程(*)两边乘以 $y' + \varphi y$ ，得

$$P_0 y' y'' + P_1 y'^2 + P_0 \varphi y y'' + (P_2 + \varphi P_1) y y' + P_2 \varphi y^2 = 0 \quad (1.11)$$

将(1.9)展开，得

$$2 r y' y'' + (r' + q) y'^2 + q y y'' + (q' + 2s) y y' + s' y^2 = 0 \quad (1.12)$$

设(1.11)可化为(1.9)。比较(1.11)与(1.12)中 yy'' 、 y'^2 、 yy' 、 y^2 的系数，得：

$$2r = P_0 \quad (1.13)$$

$$q = \varphi P_0 \quad (1.14)$$

$$r' + q = P_1 \quad (1.15)$$

$$q' + 2s = P_2 + \varphi P_1 \quad (1.16)$$

$$s' = \varphi P_2 \quad (1.17)$$

由(1.16)、(1.17)可得(1.10)。

反之，若(1.10)成立，则由上述推导便知(1.11)可化成(1.9)。

解(1.9)成，便得方程(*)的通解。

证毕。

例4. $y'' + p_1 y' + [p_1' - \exp(2 \int p_1 dx)] y = 0$

解： $r = 1/2$ 、 $q = p_1$ ， $\varphi = p_1$ ， $p_2 = p_1' - \exp(2 \int p_1 dx)$ $s = (p_2 + p_1^2 - p_1')/2$ 。
易验证， q 、 φ 、 p_1 、 p_2 满足(1.10)，且 $q^2 - 4rs = \exp(2 \int p_1 dx) > 0$ ，故依定理2，
方程的通解为

$$y = c_1 \exp \left\{ \int [-p_1 + \exp(\int p_1 dx)] dx \right\} + c_2 \exp \left\{ - \int [p_1 + \exp(\int p_1 dx)] dx \right\}$$

3. 定理3. 设(*)中的 $P_0 \in C^2$ 、 $P \in C^2$ 、 $P_2 \in C^1$ 、 $P_2 \neq 0$ ，则方程(*)可化方程

$$(ry'^2 + qyy' + sy^2)' = 0 \quad (1.18)$$

的充要条件是存在函数 $\psi \in C^2$ ，使

$$\text{其中 } r = P_0 \psi / 2, s = (p_2 \psi + \varphi \psi p_1 - q') / 2, \quad (1.19)$$

$$q = p_1 \psi - (p_0 \psi)' / 2, \varphi = [P_1 - P_0' / 2 - P_0 \psi' / (2\psi)] / P_0$$

这时，当 $q^2 - 4rs > 0$ 时，方程(*)的通解为：

$$y = \left\{ c_1 \exp \left[- \int \sqrt{\frac{q^2 - 4rs}{2r}} dx \right] + C_2 \exp \left[\int \sqrt{\frac{q^2 - 4rs}{2r}} dx \right] \right\} \exp \left[- \int \frac{q}{2r} dx \right]$$

当 $q^2 - 4rs < 0$ 时，方程(*)的通解为：

$$y = \left\{ C_1 \cos \left[\int \sqrt{\frac{-q^2 + 4rs}{2r}} dx \right] + C_2 \sin \left[\int \sqrt{\frac{-q^2 + 4rs}{2r}} dx \right] \right\} \exp \left[- \int \frac{q}{2r} dx \right]$$

当 $q^2 - 4rs \equiv 0$ 时，方程(*)的通解为：

$$y = \left[C_1 + C_2 \int \exp \left[\int \left(\frac{q}{r} - \frac{p_1}{P_0} \right) dx \right] dx \right] \exp \left[- \int \frac{q}{2r} dx \right]$$

证：在方程(*)两边乘以函数 ψ ，得：

$$P_0 \psi y'' + P_1 \psi y' + P_2 \psi y = 0 \quad (1.20)$$

对方程(1.20)应用定理2，便知结论成立。证毕。

在定理3中，令 ψ 为某些函数，则可得到一些可积类型的充要条件。如令 $\psi = 1/P_0$ ，

则得

推论 1 设(*)中的 $P_0 \in C^3$ 、 $P_1 \in C^2$ 、 $P_2 \in C^1$, 且 $P_0 \neq 0$, 则方程(*)可化为方程
 $\{ \frac{1}{2} y'^2 + p y y' + [q + p^2 - p'] y^2 / 2 \}' = 0$

的充要条件是

$$p'' + 2pq - q' - 2pp' = 0$$

其中 $P = P_1/P_0$ 、 $q = P_2/P_0$ 。这时,

当 $p' - q > 0$ 时, 方程(*)的通解为:

$$y = \{ C_1 \exp [- \int \sqrt{p' - q} dx] + C_2 \exp [\int \sqrt{p' - q} dx] \} \exp (- \int p dx)$$

当 $p' - q < 0$ 时, 方程(*)的通解为:

$$y = \{ C_1 \cos [\int \sqrt{q - p'} dx] + C_2 \sin [\int \sqrt{q - p'} dx] \} \exp (- \int p dx)$$

当 $p' - q = 0$ 时, 方程(*)的通解为:

$$y = \{ C_1 + C_2 \int \exp [\int p dx] dx \} \exp (- \int p dx)$$

定理 4 设(*)中的 P_0 、 P_1 、 $P_2 \in C^1$, 且 $P_0 \neq 0$, 则方程(*)化为方程

$$(ry'^2 + qyy' + sy^2)' + \psi(ry'^2 + qyy' + sy^2) = 0 \quad (1.21)$$

的充要条件是存在函数 $\varphi \in C^2$, 使

$$s' + \psi s = p_2 \varphi \quad (1.22)$$

其中 $r = P_0/2$, $\psi = [2P_1 - 2P_0\psi - P_0'] / P_0$, $q = P_0\varphi$, $S = [P_2 + 2P_0\varphi^2 - \varphi P_0 - \varphi P_1] / 2$ 。这时,

当 $q^2 = 4rs > 0$ 时, 方程(*)的通解为:

$$y = \left\{ C_1 \exp \left[- \int \sqrt{\frac{q^2 - 4rs}{2r}} dx \right] + C_2 \exp \left[\int \sqrt{\frac{q^2 - 4rs}{2r}} dx \right] \right\} \exp \left[- \int \frac{q}{2r} dx \right]$$

当 $q^2 - 4rs < 0$ 时, 方程(*)的通解为:

$$y = \left\{ C_1 \cos \left[\int \sqrt{\frac{4rs - q^2}{2r}} dx \right] + C_2 \sin \left[\int \sqrt{\frac{4rs - q^2}{2r}} dx \right] \right\} \exp \left(- \int \frac{q}{2r} dx \right)$$

当 $q^2 - 4rs = 0$ 时, 方程(*)的通解为:

$$y = \left\{ C_1 + C_2 \int \exp \left[\int \left(\frac{q}{r} - \frac{p_1}{P_0} \right) dx \right] dx \right\} \exp \left[- \int \frac{q}{2r} dx \right]$$

证 在(*)中两边乘以 $y' + \varphi y$, 得

$$P_0 y' y'' + P_1 y'^2 + P_0 \varphi y y'' + (P_2 + P_1 \varphi) y y' + P_2 \varphi y^2 = 0 \quad (1.23)$$

将(1.21)展开, 得:

$$2ry' y'' + (r' + q + \psi r) y'^2 + qyy'' + (q' + \psi q + 2s) yy' + (s' + \psi s) y^2 = 0 \quad (1.24)$$

若(1.23)可化为(1.21), 则比较(1.23)与(1.24)中 $y' y''$ 、 y'^2 、 yy'' 、 yy' 、 y^2 的系数, 得:

$$2r = P_0 \quad (1.25)$$

$$r' + q + \psi r = P_1 \quad (1.26)$$

$$q = P_0 \varphi \quad (1.27)$$

$$q' + \psi q + 2s = p_2 + p_1 \varphi \quad (1.28)$$

$$s' + \psi s = p_2 \varphi \quad (1.29)$$

由 (1.25) —— (1.29) 可知 (1.22) 成立。

若 (1.22) 成立, 令 r 、 q 、 s 、 ψ 为定理所定义, 易验证此时 (1.23) 可化 (1.21)。

解 (1.21), 便得方程 (*) 的通解。

证毕。

在定理 4 中, 令 φ 为某些函数, 便可得到一些可积类型。例如令 $\varphi = 0$, 则得定理 1, 令 $\varphi = \lambda$, (常数) 便得下述的

推论 2 设 (*) 的 P_0 、 P_1 、 $P_2 \in C^1$, $P_0 \neq 0$ 则方程 (*) 可化为方程 (1.21) 的充要条件是 P_0 、 P_1 、 P_2 满足

$$s' + \psi s = p_2 \lambda$$

其中 $r = P_0/2$, $\psi = [2P_1 - 2P_0\lambda - P_0'] / P_0$, $q = P_0\lambda$, $S = [P_2 + 2\lambda^2 P_0 - \lambda P_1] / 2$ 。

这时, 当 $q^2 - 4rs > 0$ 时, 方程 (*) 的通解为

$$y = \left\{ C_1 \exp \left[- \int \sqrt{\frac{\lambda P_1 - \lambda^2 P_0 - P_2}{P_0}} dx \right] + C_2 \exp \left[\int \sqrt{\frac{\lambda P_1 - \lambda^2 P_0 - P_2}{P_0}} dx \right] \right\} e^{-\lambda x}$$

当 $P_0 (\lambda P_1 - \lambda^2 P_0 - P_2) < 0$ 时, 方程 (*) 的通解为

$$y = \left\{ C_1 \cos \left[\int \sqrt{\frac{-\lambda P_1 + \lambda^2 P_0 + P_2}{P_0}} dx \right] + C_2 \sin \left[\int \sqrt{\frac{-\lambda P_1 + \lambda^2 P_0 + P_2}{P_0}} dx \right] \right\} e^{-\lambda x}$$

当 $\lambda P_1 - \lambda^2 P_0 - P_2 = 0$ 时, 方程 (*) 的通解为

$$y = \{ C_1 + C_2 \} \exp [2\lambda x - (\int (P_1/P_0) dx)] \exp(-\lambda x).$$

例 5 $x'' + (bG - G'/G)y' + cG^2y = 0$ [3], (3.1)。

其中 b 、 c 为常数, $G \neq 0$ 。

这是李鸿祥在 [3] 中所给出的新的可积类型。他在 [3] 中, 通过变换, 把这方程化为积的 Riccati 方程, 从而求出其通解。下面我们利用定理 4 同样可以求出其通解。

解: $P_0 = 1$ 、 $P_1 = bG - G'/G$, $P_2 = cG^2$ 。令 $\varphi = bG/2$, 则 $r = 1/2$ 、 $q = bG/2$, $\psi = bG - 2G'/G$, $S = cG^2/2$, 易验证 s 、 ψ 、 φ 、 P_2 满足 (1.22), 故依定理 4, 当 $q^2 - 4rs = (b^2 - 4c)G^2/4 > 0$, 即 $b^2 > 4c$ 时, 方程的通解为

$$y = \{ C_1 \exp [(\sqrt{b^2 - 4c}/2) \int G dx] + C_2 \exp [(-\sqrt{b^2 - 4c}/2) \int G dx] \} \exp \left(-\frac{b}{2} \int G dx \right)$$

当 $b^2 < 4c$ 时, 方程的通解为

$$y = \{ C_1 \cos [(\sqrt{4c - b^2}/2) \int G dx] + C_2 \sin [(\sqrt{4c - b^2}/2) \int G dx] \} \cdot \exp \left[-\frac{b}{2} \int G dx \right]$$

当 $b^2 = 4c$ 时, 方程的通解为

$$y = [C_1 + C_2 \int G dx] \exp [(-b/2) \int G dx]$$

注: 本文是作者的毕业论文的第 (一) 部分。

参考文献

[1] Li Hong-Xiang (李鸿祥), Elementary Quadratic Equations of Ordinary Differential Equation, Amer Math Monthly, 89 (1982) 198—208

[2] E. 卡姆克著, 常微分方程手册, 科学出版社, 北京, 1977 (763—774)

(下转第 9 页)

天然二氧化锰的热处理及其晶相转变

化学系：何震宇 何学斌 叶秀兰 杨耘

指导老师：杨文昭

国际公用二氧化锰样品办公室(The International Common MnO_2 Sample Office)推荐的十二种二氧化锰〔1〕, 大多数系采用电解法生产, 化学法所采用的工艺也颇复杂, 故探索更为简易可行的路线是为厂家欢迎的。至于通过热处理使天然二氧化锰活化, 国内有过几篇报导〔2、3〕, 马恒雋、林向高等曾在 1000°C 热处理 β -变体获得 γ -变体, 为在高温条件下实现 β - γ 相转变提供了可行路线〔4〕。本试验则拟在降低温度的条件下, 通过空气氧化, 从 β 变体制备 γ 变体。

〈一〉实验过程:

原料: 建水二氧化锰(二级, 含量70.6%) 乙炔黑(朝鲜)

分析方法:

MnO_2 含量用高锰酸钾返滴法

MnO_2 变体结构用X射线衍射法

基本步骤:

1、软锰矿与乙炔黑按10: 1重量比混合, 600°C 下煅烧5小时, 加6N、 HNO_3 (90°C), 搅拌4小时, 室温放置4小时, 复在 90°C 下搅拌4小时, 室温放置4小时。

2、加固体 NaOH , 调节pH为12, 通空气, 水浴搅拌1小时, 室温放置24小时, 于 110°C 烘干4小时, 得棕黑色固体。

3、加6N、 HNO_3 于 90°C 搅拌1小时, 过滤洗涤至中性, 110°C 烘干, 得黑色 γ 变体。

〈二〉结果和讨论

1、用x射线分析知建水 MnO_2 为 β 型, 含少量 δ - MnO_2 和 KMnO_4 , 600°C 加热处理和空气氧化可转化为 γ - MnO_2 , 含少量正交 Mn_2O_3 。

2、在 600°C 煅烧不同时间发现, 延长煅烧时间对转化率的提高没有意义。

3、把温度降低到 500°C , 以致延长煅烧时间至8小时, 6N HNO_3 冷浸24小时, 经x射线衍射发现仍为 β - MnO_2 , 但发现其和浓 HCl 反应放出 Cl_2 的速度比软锰矿及 γ - MnO_2 快得多, 速度比为3: 1: 2。

(广东测试分析研究所郑竹兰, 姜敏瑛协助测试分析, 谨致谢意。)

参考文献

〔1〕 A. Kozawa et al, "Manganese Dioxide Symposium" Vol. I, Cleveland

广州市大气污染的某些特征分析

地理系： 廖常穗

指导老师：谢焕强

一、广州市大气污染概况

大气污染是城市现代化工农业迅速发展，城市越来越激烈的人为活动对自然生态系统干扰破坏的结果。解放以来，特别是近几年来，随着广州市工业生产和交通事业的迅速发展，排放到大气中的各种生产生活的废弃物质不断增加，致使大气受到严重的污染，环境质量下降。如果以大气自然降尘、大气飘尘、 SO_2 和 NO 作为评价大气质量的因子，则广州市这几年的大气质量指数 ($Q_j = \frac{1}{k} \text{ci/si}$) 都在1以上，见表1。即相当於全部检测项目的检出值都超过了国家制定的大气卫生标准 (标准：降尘 $8\text{T}/\text{月KM}^2$ ，飘尘 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ ， SO_2 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ ， NO_x $0.10\text{mg}/\text{m}^3$)。说明大气环境质量均未达到国家的卫生要求，处于重污染的状态下。有些污染物质在大气中的含量远远超过卫生标准，如81年全市大气中苯并(a)芘的年日平均浓度为 $1.60\mu\text{g}/100\text{M}^3$ [2]，超过了由卫生病毒学实验研究确定的卫生标准 ($0.01\mu\text{g}/100\text{M}^3$ [1]) 达160倍。而其中荔湾区为 $2.41\text{mg}/100\text{M}^3$ ，超过卫生标准241倍，城区内的大气降尘量和飘尘浓度全部都超过了卫生标准，其与卫生标准比值见表2。有些污染物。

	81年	82年	83年
Qj	1.20	1.15	1.09

表2、各区大气降尘和飘尘与卫生标准的百分比 (%)

行政区 项目 年份	荔湾区		越秀区		东山区		海珠区	
	降尘	飘尘	降尘	飘尘	降尘	飘尘	降尘	飘尘
81	238	240	153.5	173.3	133.5	186.7	160.8	220
82	237	186.7	159.4	130.7	148.3	116.7	193.5	212
83	259.7	226.7	133.9	153.3	133.8	140	201.4	173.3

(1975)

[2] 陈林，干电池，3 (1679)

[3] 陈积国，干电池，2 (1980)

[4] 马恒雋，林向高，“二氧化锰的同质异相变体及其晶相转变”。(待发表)

表3. 各区大气NO_x的日平均浓度 (mg/m³)

行政区 年份	荔 湾	越 秀	东 山	海 珠
81	0.051	0.048	0.046	0.037
82	0.062	0.061	0.049	0.038
83	0.065	0.12	0.050	0.051

如NO_x的浓度也在逐年增加, 见表3。

大气中污染物质的增加影响了广州市的市容环境, 现在我们站在镇海楼眺望广州市, 能经常看到的是被雾霾淹没的市区。在一些马路上行走, 甚致能感觉到尘粒扑面, 当汽车驶过时, 路两旁更是尘土飞扬。树叶不绿, 怪味难闻。同时, 广州市大气污染的严重状况已直接地影响了人民的生活和身体健康, 引起了市民的不满。有越来越多的群众写信到主管部门反映他们居住所在地的污染情况和控告一些单位的污染行为。对广州市大气污染的状况如果再不加以重视, 任其发展, 那么尽管目前对工业生产的影响似乎还不小, 但终有一日是会成为突出的公害问题而影响全社会的。

二、大气质量随时间变化的特点

进入大气的污染物种类很多, 其中数量较大并为有关部门所注意的有大气自然降尘, 大气飘尘, SO₂、NO_x、CO等。限于水平和能力, 要对这些物质都加以分析比较困难, 而且这些物质对人体的毒性影响的程度大小各异。大气自然降尘由于粒径较大而可以较快地降至地面, 因此对人体的危害较小。实验证明, 当大气中CO的浓度在15ppm以下时, 不致影响人体的健康。而广州市大气中CO的浓度远未达到15ppm, (81年广州市大气中的CO浓度为1.68mg/m³, 相当于1.46ppm) [2], 故对人体影响不大。而飘尘、SO₂和NO_x在它们共存发生协同作用时, 较低的浓度就能够直接地引起人体和植物生命的不良反应, 因此本文以飘尘, SO₂和NO_x作为评价大气质量的污染因子。

a、污染浓度随采样时段的变化。

根据广州市环境保护监测中心1983年大气SO₂和NO_x的监测资料统计分析, 在一天各时段中, 午后大气中污染物的浓度最低, 而早晚浓度都比午后高, 而且随着工厂、住宅越集中, 大气中SO₂的浓度的日较差越大, 在不同的季节, 污染物的日变化也有差异, 各季午后SO₂的浓度都比较接近, 但其日较差在秋冬季比较大, 而在春夏季则相对较小。NO_x浓度的日较差全年来说都比较接近, 但午后污染物的浓度水平在春夏季明显高于秋冬季。

b、大气质量年变化的特点

分析表明广州市大气质量随季节的变化是很显著的。根据广州市环境保护监测中心81~83年大气监测资料表明。飘尘、SO₂和NO_x的浓度具有相似的季节变化的特点: 夏季污染浓度最低, 而秋季污染浓度最高, 冬季次之。污染物浓度这种变化特点, 决定了广州市大气质量的变化规律是: 夏季校好, 秋冬最坏。

然而不同的污染物质还具有各自的年变化特点。从夏季进入秋季，大气中飘尘的浓度迅速增加，其样品的超标率也迅速增加，夏季为10%，而秋季则增至76%，变化幅度远大于SO₂和NO_x。另外还可以看出，虽然SO₂和NO_x的浓度都没有超过国家卫生标准，但SO₂浓度的变化也要比NO_x激烈些，其年日平均浓度的年较差为0.055mg/m³，而NO_x仅为0.011mg/m³。因此在一年内，不同污染物对大气的污染作用要发生相应的变化（见表4），表中SO₂的负荷系数在秋季最大，说明SO₂对空气的污染影响在秋季最强；NO_x的影响在夏季比其它季节大；而飘尘则在冬春季节影响达到最大。

由于各种污染物的浓度都是在秋冬季节较高，故它们之间可能发生的协同作用也应该是在秋冬季最强烈，因此秋冬季节大气环境的容量比较低。

c. 大气质量的年际变化

在81~83年中，广州市大气中的污染物除了NO_x的浓度有所增加外，飘尘和SO₂的浓度都是在逐年下降的。81年飘尘浓度由80年的0.24mg/m³急增至0.32mg/m³，出现一个浓度的高峰，之后迅速回降，83

年又基本回到80年的浓度水平。只有珠江南岸的海珠区和芳村的飘尘浓度在逐年下降，而珠江北岸的荔湾、越秀和东山三个区的飘尘浓度在82年之后都又在回升。对SO₂的监测历史较长，SO₂浓度的平均水平的年际变化相对比较平缓，只在0.05—0.10mg/m³的浓度范围内变动，78年浓度达到最高水平之后也是在逐年下降的。除东山区SO₂的浓度一直都在市平均水平以下外，78年之后海珠、芳村两区的SO₂浓度迅速降至平均水平以下并维持较低的浓度，而荔湾区SO₂的浓度却反而从较低的水平迅速增至全市平均水平以上并一直保持较高的浓度。NO_x的日平均浓度在80~83年间是在比较平缓地上升。（图略）

d. 原因分析

广州市大气质量出现显著的年日周期性变化的特点是大气污染物在大气中运动的结果。

大气污染物在大气中的运动受污染源条件、污染物质的化学和物理性质、下垫面性质以及气象条件等多方因素的影响，而其中能够直接影响污染物扩散和稀释的是大气中风的状况以及大气的稳定度。在一定的界限范围内，风速越大，污染物的水平扩散和稀释的程度越大。而大气层结越稳定，污染物的垂直扩散和稀释受到抑制，造成大气污染的机会就越多。广州地处亚热带季风气候区，终年里正午的太阳高度角都比较大，特别是到了夏天，正午的太阳高度角都在65°以上，甚至达到90°。随着正午太阳高度角增大，太阳辐射逐步增强，到夏天达到最大，因此夏天地面获得的太阳直接辐射能最多，并使地表迅速增温。受地表的直接影响，近地层气温此时也达到最高，往往造成不

表4. 不同季节中各污染物的负荷系数
($f_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^3 p_i}$, 其中 $p_i = c_i/s_i$)

季节 污染物	春	夏	秋	冬
飘尘	0.66	0.62	0.64	0.66
SO ₂	0.15	0.17	0.20	0.18
NO _x	0.19	0.21	0.16	0.17

Ci—浓度值。

Si—浓度标准值

稳定的大气温度层结，并促进和加强了大气的垂直湍流运动，使进入大气的污染物质能够迅速地扩散和稀释。同时广州地区春夏季节丰富的降水的冲洗作用也降低了大气污染物的浓度，故在夏天大气的污染物质浓度比较低。进入秋冬以后，随着太阳直射点的南移和东亚大陆冷高压的建立和发展，北方冷空气频繁南侵，往往使近地层气温迅速降低，从而形成比较稳定的温度层结。如81年统计，19~07时持续出现稳定级层结占各月日数的百分率（见表5），在冬半年月份里的都大于夏半年。同时在冷高压的影

表5、1981年19时~07时持续出现稳定级占各月日数的百分率（%）《81年广州市环境质量报告书》

月份 稳定级	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
稳定	8.5	3.3	1.7	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	1.9	5.0	11.1	18.4
弱稳定	20.1	12.9	8.4	4.3	2.4	4.0	1.7	2.1	9.3	16.3	19.7	16.5

响和控制下，辐射逆温或下沉逆温现象大大增加（见表6），形成稳定的大气层结，空气的垂直湍流运动受到抑制，使污染物在大气中大量滞留造成严重的大气污染。另外广

表6 1981年07时和19时低空逆温出现率（%）《81年广州市环境质量报告书》

类别	月份 时间	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	全年
接地逆温	07	41	34	22	15	19	32	25	31	38	52	50	52	34
	19	36	27	17	14	23	29	27	34	48	56	57	50	35
悬浮逆温	07	46	50	47	52	31	16	20	17	13	22	27	33	31
	19	40	39	36	33	17	12	11	13	7	14	16	22	21

州地区冬季风速较大，有利于污染物的水平扩散，降低大气污染浓度。但同时由于风速较大，抑制了烟云的抬升。在城市下垫面较大粗糙度的影响下，风的水平扩散作用受到一定的限制而增加了风的垂直湍流运动，污染物在风的携带下更容易影响到较低的低空，因此在一定程度上又增加了近地面大气的污染。

同样在一天当中，随着太阳高度角的变化，影响污染的气象条件也发生有规律的变化：午后，经过一个上午的太阳辐射，近地层气温逐步增到最高，多出现不稳定的大气层结，热力湍流得到加强，有利于污染物的扩散和稀释。日落以后，地面由于辐射损失热量而气温迅速下降，形成稳定的大气层结直至日出以前，所以早、晚的污染浓度往往比午后的浓度要大得多。

三、污染物浓度地区分布的特点

广州市区地域划分为：荔湾区、越秀区、东山区、海珠区和芳村片。由于各个区片的社会经济条件差异的影响，使污染物在各个区的分布也有明显的不同，除NO_x外，飘

尘和 SO_2 的日平均浓度都是荔湾区最高，各个行政区片的大气质量分指数也只有荔湾区超过了1，即相当于全部检测项目的检出值都超过了大气的卫生标准。受污染影响较大的其次是芳村，最轻是东山区。污染物中飘尘的分布主要在城区西部、西北部和南部； SO_2 的分布比较均匀，但主要分布中心在荔湾区的南部；同样 NO_x 分布也比较均匀，且中心也在珠江河北岸。

在不同的季节中，由于广州地区盛行风向在一年内发生周期性的定向的变化，所以污染物浓度分布还具有明显的季节性变化的特点。如 SO_2 的分布说明在偏北气流的引导下，从荔湾区北部和西北部进入大气的污染物移至荔湾区的南部堆积，形成了华林于~昌华于一带的浓度高值中心，中心值为 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$ ， $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ 等值线最北段从荔湾区中部划过，全市受 SO_2 污染影响的范围明显偏南。夏季，污染中心浓度有所降低，在东南风的影响下， 0.05 值线向北扩展。海珠区 $0.112\text{mg}/\text{m}^3$ 的高值中心消失， 0.05 等值线只包括海珠区的西北部，可见受污染影响的地区显著缩小但北移。在春秋两季两个主导风向处在交替时期。在两种风向的共同影响下， 0.10 等值线大致呈南北向分布，向北越过了中山路，向南跨过了珠江，这在冬夏季都没有出现，说明受污染影响的范围比冬、夏季都有所扩展（图略）。同样飘尘、 NO_x 的季节变化与 SO_2 是相似的，海珠区和芳村片在冬季各种污染物的浓度几乎都是上升并高于珠江北面的越秀、东山两区；而在夏季，海珠区和芳村片的污染浓度几乎都是最低的。

从资料还可以看到：不论是哪一个季节， SO_2 污染的高浓度中心都出现在荔湾区华林街一带。根据吴艳标《广州市 SO_2 浓度分布特征及其与近地层风的关系》一文，荔湾区南部在76~78年间还曾出现过 $1.02\text{mg}/\text{M}^3$ 的高浓度纪录。尽管从80年开始荔湾区大气 SO_2 的浓度逐年下降，但其污染水平仍高于其它各区片，飘尘和 NO_g 的污染浓度也均高于全市的平均状态。

广州市大气质量状况所以有此显著的地域差异（见图），其中荔湾区污染所以严重，其主要的原因是由于污染源分布的影响。

“广州工业起步较晚，大都是在50年代以后在老城区见缝插针地发展起来，缺少整体规划和合理布局，工业企业多分散混杂在商业住宅区内〔3〕”，并主要集中在荔湾区北部和海珠区。城市功能结构混杂且不合理，例如荔湾区面积共 10.6km^2 〔4〕，人均密度为 $5.0265\text{万人}/\text{KM}^2$ ，是我市居民人口最密集、商业最集中的行政区之一，然而同时它又是我市工业污染源最集中的地区。据82年广州市环境保护监测中心对全市污染源调查统计的结果〔5〕，荔湾区的锅炉、工业窑炉和烟囱的密度都在全市居占首位（见表7）。因此荔湾区的工业废气排放量平均来说是最大的。同时荔湾区人口分布比较集中，82年民用煤消耗量为 18.85万T ，占广州地区民用煤消耗总量的 24.8% ，居全市首位（见表8）。低源排放的生活废气形成了一个重要的污染源。由于这两种污染源的影响在荔湾区正好迭加在一起，降低了大气环境的容量，从而加剧了荔湾区大气的污染。

表7. 1982年各区锅炉、工业窑炉和烟囱统计表

项. 目 行政区	锅 炉		工 业 窑 炉		烟 囱	
	台 数	密 度	台 数	密 度	条 数	密 度
荔 湾 区	122	11(台/KM ²)	188	18(台/KM ²)	218	20(条/KM ²)
越 秀 区	75	10	39	5	109	14
东 山 区	54	4	41	3	94	7
海 珠 区	145	7	228	11	269	14

荔湾区不仅污染源密集,而且烟源普遍低矮。据甘海章同志统计〔6〕,79年全区253条烟囱中,只有7条烟囱高度在40~45M。全区烟囱平均高度在25M以下,广州市90%的烟囱高度在30M以下〔3〕而广州市出现逆温天气时,接地逆温的顶高和悬浮逆温的底高多出现在100~200M的高度上,从81年广州市低空逆温顶底各高度的出现率(见表9)可见。烟囱的有效排放高度远低于100~200M。因此在逆温的条件下,从烟囱排出的废气往往不能超出

表8 1982年各区民用耗煤占广州地区民用煤消耗总量的百分率(%)

行 政 区	耗 煤 量	占耗煤总 量的百分率
广州地区	76万T	
荔 湾 区	18.85万T	24.8%
越 秀 区	17.48万T	23.0%
东 山 区	13.0万T	17.1%
海 珠 区	10.72万T	14.1%

表9. 1981年低空逆温顶底各高度出现率(%)《81年广州市环境质量报告书》

类 时 高度 (M)		≤ 50	51~ 100	101~ 200	201~ 300	301~ 400	401~ 500	501~ 600	601~ 700	701~ 800	801~ 900	901~ 1000
按地 逆温	顶	07	12	12	33	17	11	5	2	0.7	0.1	0.1
	高	19	9	24	49	13	2	1	0.3	0.2	0.2	0.1
悬 浮 逆温	底	07	2	7	14	13	15	13	11	9	7	5
	高	19	3	6	14	13	13	12	11	8	8	7

逆温层而在逆温层中滞留,使空气受到污染。

此外工业污染源不合理的布局又是造成荔湾区严重污染的一个重要原因。广州受东亚季风的影响,全年有两个盛行风向,其中9月~3月主导风向为北风,4~7月主导风向为东南风。据81年《广州环境质量报告书》的统计结果表明,这两个方向的盛行风对广州市大气污染的影响是最大的,其中尤以北风为甚(见表10)。但是广州市的工业企业很大一部分集中在荔湾区北部。如81年SO₂排放量占四十家重点污染厂家SO₂废气排放