

25%? or 0%?

——我校研究生学位论文文献引用率相关政策解读



中南大学启用论文“测谎仪” 要过论文答辩先测谎

2012-12-22 红网-潇湘晨报

“我听说去年有一个前辈，被系统查出了有抄袭，暂停了毕业程序。”昨(29)日，中南大学文学院2011届研究生毕业生小田连连感叹：“这个对研究生震慑很大。”

这套引起震慑的反剽窃软件，正式名称是“学位论文学术不端行为检测系统”，学生们习惯称其为“测谎仪”。最初的传闻里，它功能强大，面对学位论文有一双火眼金睛。

中南大学新近宣布，从2011年开始，中南大学所有申请学位（毕业）论文答辩的研究生均需通过“学位论文学术不端行为检测”，否则不予答辩。

标准是提高了还是降低了？

学位论文学术不端行为检测系统 (TMLC2)

--- 多语种 · 图文 · 抄袭检测系统

工作总结抄袭检测系统 [进入](#)



» 表格检测

核心观点自动抽取检测

» 10000000篇中文文献

1000万篇各类独家文献

300万篇各类港澳台地区学术文献

4000多万篇英文文献资源

20亿个中英文互联网页

(学术、博客、QA……)

学术不端文献检测系统荣获“北京软件和信息服务业25年突出创新应用”奖

系统功能

本系统以《中国学术文献网络出版总库》为全文比对数据库,可检测抄袭与剽窃、伪造、篡改等学术不端文献,可供高校检测 学位论文和已发表的论文。

使用范围

本系统限本单位内部使用。

使用方法

如有问题,可咨询TMLC管理办公室。

TMLC管理办公室联系办法:

电话: 010-

62794991/62791834/62790693

传真: 010-62791814

Email: degree@cnki.net

邮寄地址: 北京清华大学邮局84-48信箱

学术期刊光盘版电子杂志社学术分社

使用授权办法

各高校以邮寄方式向中国学术期刊(光盘版)电子杂志社提交授权试用协议,请下载[协议书>>](#),开通本系统



用户登录 User Login

用户名:

密码:

验证码: **cbqyd**

登录

注册

各高校负责同志:

《学位论文学术不端行为检测系统(TMLC2)》已开发完成,将在全国高校中开放使用。如您希望使用该系统,请阅读以下介绍,并按下述方法与中国知网联系。

中国学术期刊(光盘版)电子杂志社

TMLC管理办公室

2008年12月26日

1、本系统限本高校指定专人使用未经许可他人不得使用。

2、使用人员必须遵守本系统使用保密制度。

试用协议书

基于万方数据海量学术文献资源

对学术成果进行相似性检测

提供客观详实的检测报告

为学术出版、科研管理、学位论文管理等提供支持

客观

公正

精准

全面



PSDS

论文相似性检测服务

Paper Similarity Detection Service



单篇新论文检测 >

批量新论文检测 >

已发表论文检测 >



海量文献比对资源

中国学术期刊数据库 (CSPD)
中国学位论文全文数据库 (CDD)
中国学术会议论文数据库 (CCPD)
中国学术网页数据库 (CSWD)



先进的检测技术

基于滑动窗口的低频特征部分匹配算法
批量检测简化技术
检测报告快速生成技术
检测结果自动统计技术
传输、存储安全技术



高效的检测服务

支持批量检测 检测速度快
多种上传方式 处理多种格式
断点续传续检
识别参考文献 辅助排除自引



便捷的管理操作

账户分级管理



详实的检测报告

快速生成检测报告



检测结果精准统计

筛选条件设置灵活

中国知网学术不端指标比重条说明：

- ◆ **红色**文字表示文字复制部分；**黄色**文字表示引用部分；**绿色**文字表示无问题部分。

检测系统指标比重栏举例:

1、黄色（引用）部分，绿色（自著）部分

检测结果



总文字复制比: 42.9%

42.9%

27653

0%



去除引用文献复制比: 0%



(注释: 无问题部分

文字复制比部分

引用部分)

2、红色（未注明出处的引用）部分，黄色（引用）部分，绿色（自著）部分

检测结果



总文字复制比：47.3%

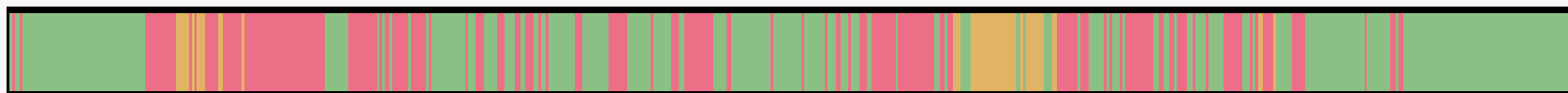
47.3%

34.5%

去除引用文献复制比：34.5%



20023



(注释：

■ 无问题部分

■ 文字复制比部分

■ 引用部分)

学校原有检测办法的规定值:

小于**25%**
但不为
0%的

大于**25%**
但小于
50%的

大于**50%**
但小于
75%的

大于**75%**
的

0%

100%

25%



原有规定中的关键概念“全文文字复制比” 这个概念有问题:

指土黄色的引用部分+红色的文字复制部分?



25%太低!

仅指红色的文字复制部分?



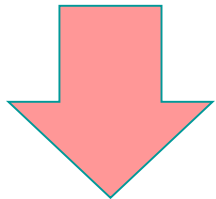
25%太高!

文字复制比 \neq 文献引用率

白色收入



灰色收入



黑色收入



学位论文在
“去除本人已发表文献”和“去除引用文献”后，
“全文文字复制比”为0%才符合逻辑。



《细则》目的1:

从混沌一片到“引” “著” 两清

“辩明引用”

《实施细则》的三要素

1、逢引必标



无论直接引用
还是综述引用
均须标出

2、标必有异



正文用宋体
引文用楷体

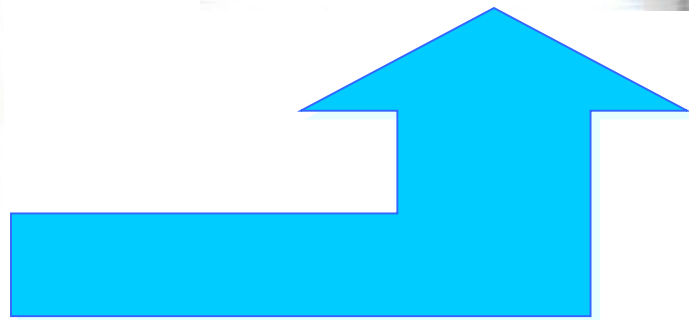
3、全文文字复制比



要求为0%!

这才是符合逻辑的值!

学校把危险的窗户
关上了，但把安全的
门打开了！





关键问题：

(文献引用率)

学位论文中引用文献字数占全文的总比例多少是合适？



陆九渊（1139 - 1192），字子静，号象山。南宋哲学家、教育家。

“我注六经” 和 “六经注我”

2013年5月8日 《人民日报》 “论《马关条约》与钓鱼岛问题”

张海鹏
李国强

中国社会科学院学部委员
中国社会科学院中国边疆史地研究中心研究员



“不仅台湾及其附属诸岛（包括钓鱼岛列岛）、澎湖列岛要回归中国，历史上悬而未决的琉球问题也到了可以再议的时候。”

近年来,学术不端、学术失信问题社会反映突出,成为时有发生的一种社会病。在贵阳出席第十五届中国科协年会的国内外学者就此见仁见智,各抒胸臆,探求解决之道——

学术诚信缺失: 这个“结”如何解

本报记者 胡其峰

“积极有效的教育,是加强科学道德建设的重要途径,对于科技工作者,特别是处于科学研究起步阶段的青年学子来说,要通过教育引导,把对真理的追求、对诚信的敬畏种植在他们心中。”在第十五届中国科协年会科学道德建设论坛现场,面对上千位青年学子,中国科协书记处第一书记、党组书记中维辰的一席话发人深省。

在中国科协本届年会上,多位与会国内外著名科学家、科技团体代表、专家学者,几乎都对“学术诚信”这个话题表现出超乎寻常的关注。学术失信这个“结”该如何去解?

学术失范,缺在养成教育

“缺乏养成教育,是学术失范的主要原因。”中国政法大学副校长张保生对记者坦率亮出了自己的观点。“我国多数大学缺乏长期的学术积淀和悠久的学术传统,这种状况本身就容易导致学术失信的发生。”有意思的是他列举的一个例子,引起了多位与会学者的争论——

“美国一名法学家曾发表过一篇著名论文《世界贸易宪法》,全文11万字,其中脚注占了10万字,正文仅有1万字。”张保生指出,虽然从字数来看,该文的原创内容仅占9%,但它符合学术规范,是一篇世界法学界公认的好论文。

“很多情况下,我国学者论文正文和脚注正好相反,似乎引注多了显示不出自己的水平。”张保生随即提出一个问题:如果国内一篇文科研究生论文中有91%是引用,但是明确注明了引用情况,而只有另外9%是原创,那这个研究生该不该给他毕业?

“我会让他毕业,这就是引文规范的重要性。”张保生先给出了自己的答案。他认为我们的教育没有让学生养成引文规范的习惯。

中国农业大学教授、中科院院士吴常信对此持反对态度:“一篇论文中有91%是引用,应不能称其是为该作者的学术成果,也不能给予毕业。”

南开大学校长龚克站在张保生一

边:“创新成果绝不能只看原创文字的比重,9%原创的论文并非没有创新;反之,完全没有引用文的论文也并非就真有创新。”

国学大师王国维在《人间词话》中提到的做学问的“三种境界”,学术界耳熟能详:“昨夜西风凋碧树,独上高楼,望尽天涯路”,此第一境也;“衣带渐宽终不悔,为伊消得人憔悴”,此第二境也;“众里寻他千百度,蓦然回首,那人却在,灯火阑珊处”,此第三境也。

为了进一步说明自己的观点,龚克以此为例子,“王国维所说的这三句话,都不是他本人原创,但经过组合和重新释义之后,却成为王国维原创的‘治学三境界说’。”

争论双方,都强调学术规范,反映了学术界对养成教育的急切呼唤。

学术失范,缺在基本价值 观未“植入灵魂”

“学术诚信已经是一个世界性问题。美国很多大学同样在与学术不端行为进行斗争,同时也在发展自己的教育、管理制度。”美国杜克大学教授王小凡告诉记者,即便是像杜克这样的世界级名校,也曾爆出过 Anil Potti “因实验结果无法重复导致其论文连续被撤回”的学术不端事件。

有违犯,必有惩罚。张保生给记者提供了一组数据:2012年,中国政法大学

研究生院共组织审查学位论文2564篇,查出195篇学位论文涉嫌抄袭剽窃,占全部审查论文总数的7.6%。最后,19人被取消了学位申请资格。

然而,张保生却很困惑:“每年起劲,可第二年抄袭剽窃之风依然刮起。由于文科院校论文形成过程和内容的特殊性,你抄我抄你,最后抄的是谁的都不知道,很多论文都可以直接从印刷厂运到垃圾场了。”

在采访中,王小凡建议记者关注杜克大学针对本科生和研究生的学术规范和诚信教育。“杜克在大学、学院、系所等多个层次,都有明确的科学道德培训目标和管理人员,针对不同学位的学生给予足够的科学道德教育。”

王小凡介绍,针对本科生,杜克大学设立不同的探讨科学道德相关问题的课程,包括科学道德规范与文化服务等,影响科学政策、学术道德与社会服务等,本科同学可以自由选择,但必须满足一定的学分。

“对研究生和医学院学生的要求之一,就是必须完成足够学分的科学道德培训。美国研究诚信办公室还资助相关大学、研究所在10个主题中,对科学研究人员进行培训。”王小凡提到的10个主题非常具体,包括数据的采集、管理、共享,导师与学生的责任和职责,署名与发表,同行评议等等。

加拿大多伦多大学科学道德主管 Dario Kuzmannovic 告诉记者,多伦多大学针对学生的“导师培训制”非常有效,包括如何提交论文、如何避免利益冲突、如何公布和分享数据,培训都会涉及,可让学生少走许多弯路。

国内的很多高校,相关的“宣传教育”也已起步。中国科学技术大学党委副书记唐明告诉记者,他们针对新生开展的一次“主题班会”、一次“荣誉宣誓”、一次“诚信签字”,“效果非常明显”。

“诚实、信任、公平、尊敬、负责任,是作为一个人在逆境中也应该遵守的5种基本价值观;很多人缺少的是,未能把这些基本价值观植入灵魂。”一位学者对记者说。(下转2版)

(中国科协年会更多报道见6版)

学术失范,缺在养成教育

“缺乏养成教育,是学术失范的主要原因。”中国政法大学副校长张保生对记者坦率亮出了自己的观点,“我国多数大学缺乏长期的学术积淀和悠久的学术传统,这种状况本身就on容易导致学术失信的发生。”有意思的是他列举的一个例子,引起了多位与会学者的争论——

“美国一名法学家曾发表过一篇著名论文《世界贸易宪法》,全文11万字,其中脚注占了10万字,正文仅有1万字。”张保生指出,虽然从字数来看,该文的原创内容仅占9%,但它符合学术规范,是一篇世界法学界公认的好论文。

“很多情况下,我国学者论文正文和脚注正好相反,似乎引注多了显示不出自己的水平。”张保生随即提出一个问题:如果国内一篇文科研究生论文中有91%是引用,但是明确注明了引用情况,而只有另外9%是原创,那这个研究生该不该给他毕业?

“我会让他毕业,这就是引文规范的重要性。”张保生先给出了自己的答案。他认为我们的教育没有让学生养成引文规范的习惯。

中国农业大学教授、中科院院士吴常信对此持反对态度:“一篇论文中有91%是引用,应不能称其是为该作者的学术成果,也不能给予毕业。”

南开大学校长龚克站在张保生一

边:“创新成果绝不能只看原创文字的比重,9%原创的论文并非没有创新;反之,完全没有引用文的论文也并非就真有创新。”

国学大师王国维在《人间词话》中提到的做学问的“三种境界”,学术界耳熟能详:“昨夜西风凋碧树,独上高楼,望尽天涯路”,此第一境也;“衣带渐宽终不悔,为伊消得人憔悴”,此第二境也;“众里寻他千百度,蓦然回首,那人却在,灯火阑珊处”,此第三境也。

为了进一步说明自己的观点,龚克以此为例子:“王国维所说的这三句话,都并非他本人原创,但经过组合和重新释义之后,却成为王国维原创的‘治学三境界说’。”

争论双方,都强调学术规范,反映了学术界对养成教育的急切呼唤。

学术失范,缺在基本价值 观未“植入灵魂”

“学术诚信已经是一个世界性问题。美国很多大学同样在与学术不端行为进行斗争,同时也在发展自己的教育、管理制度。”美国杜克大学教授王小凡告诉记者,即便是像杜克这样的世界级名校,也曾爆出过 Anil Potti “因实验结果无法重复导致其论文连续被撤回”的学术不端事件。

有违犯,必有惩罚。张保生给记者提供了一组数据:2012年,中国政法大学



王国维(1877年~1927年)，字伯隅、静安，号观堂、永观，汉族，浙江海宁盐官镇人。清末秀才。我国近现代在文学、美学、史学、哲学、古文字、考古学等各方面成就卓著的学术巨子，国学大师。

此第一境界也：昨夜西风凋碧树，独上层楼，望断天涯路。

此第二境界也：衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴。

此第三境界也：众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在灯火阑珊处。

科学立规

“不越位”：

“引文比例”由各学院（系）学位评定分委员会根据本学院（系）学科、专业的特点自行研究确定，报校学位评定委员会办公室备案后执行。

“不缺位”：

1、对于工学、理学门类研究生学术学位及工程硕士专业学位的学位论文，引文比例原则上不得超过50%。

2、对于哲学、经济学、法学、教育学、文学、管理学、艺术学门类研究生学术学位及资产评估硕士、城市规划硕士、建筑学硕士、风景园林硕士、工商管理硕士、工程管理硕士和艺术硕士的学位论文，引文比例原则上不得超过60%。

“不错位”：

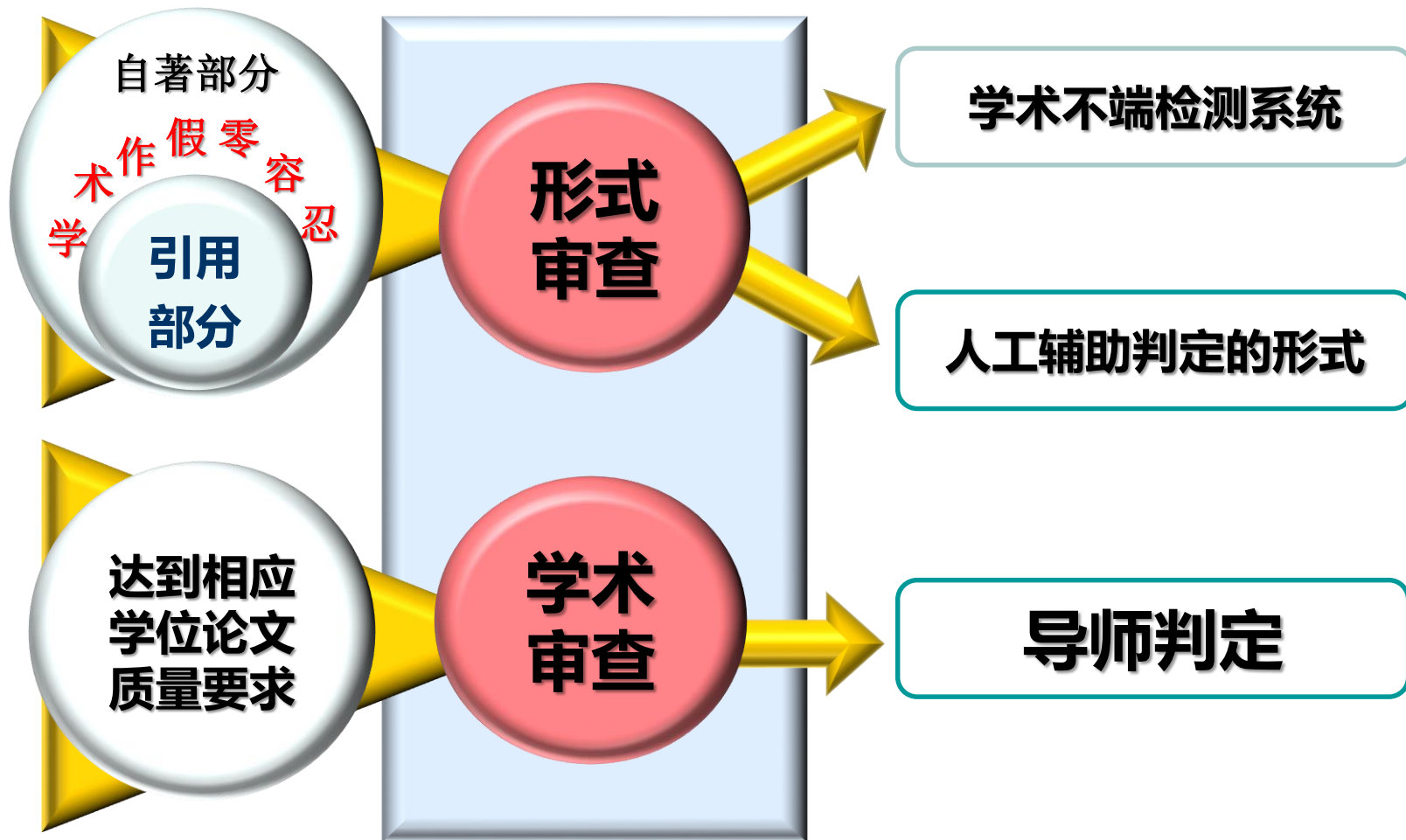
对于确因学位选题需要，研究生学位论文引用文献字数占全文总比例超过上述限额的，研究生需提交学位论文情况说明书，陈述原因，指导教师需另附书面意见和说明，报所在学院（系）学位评定分委员会审核。经委员会审核同意的，需以书面形式通知研究生及其指导教师。研究生提交的说明书、指导教师书面意见和说明、分委员会审核意见需与研究生的学位论文一并归档，永久保存。

《细则》目的2:

从关注“引用多少”到关注“创新有无”

“关注创新”

学位论文检测



**千万不要以自己的
一生幸福和事业为赌注！**

（“聪明”一时，忐忑后悔一世）



- 有学生自认为聪明，实际上却为自己的一生挖下了大坑！也给导师和学校埋下了隐患！

东北财经大学抄袭论文者被撤销硕士学位

2012-12-20 中央人民广播电台经济之声

中央人民广播电台经济之声5月28日报道 近日在网络上广泛流传的东北财经大学一硕士论文涉嫌抄袭事件，现已被校方调查认定为严重抄袭事件。东北财经大学副校长马国强接受记者采访时表示，目前已经撤销论文作者的经济学硕士学位。

马国强：“我们召开了学位委员会全体委员的会议，大家一致同意，撤销已授予的经济学硕士学位，并且已经追回已经发放的硕士学位证书。”

记者：“优秀论文的比例是非常小的，他这个为什么能成为一个优秀论文。”

东北财经大学副校长马国强：“原来的稿子就是优秀论文，我们在答辩的时候当时没有发现这是一篇抄袭的论文。就论文而言他还是优秀的。”

十周年纪念

经济人理论多棱镜透视

JINGJIREN LILUN
DUOLENGJING TOUSHI

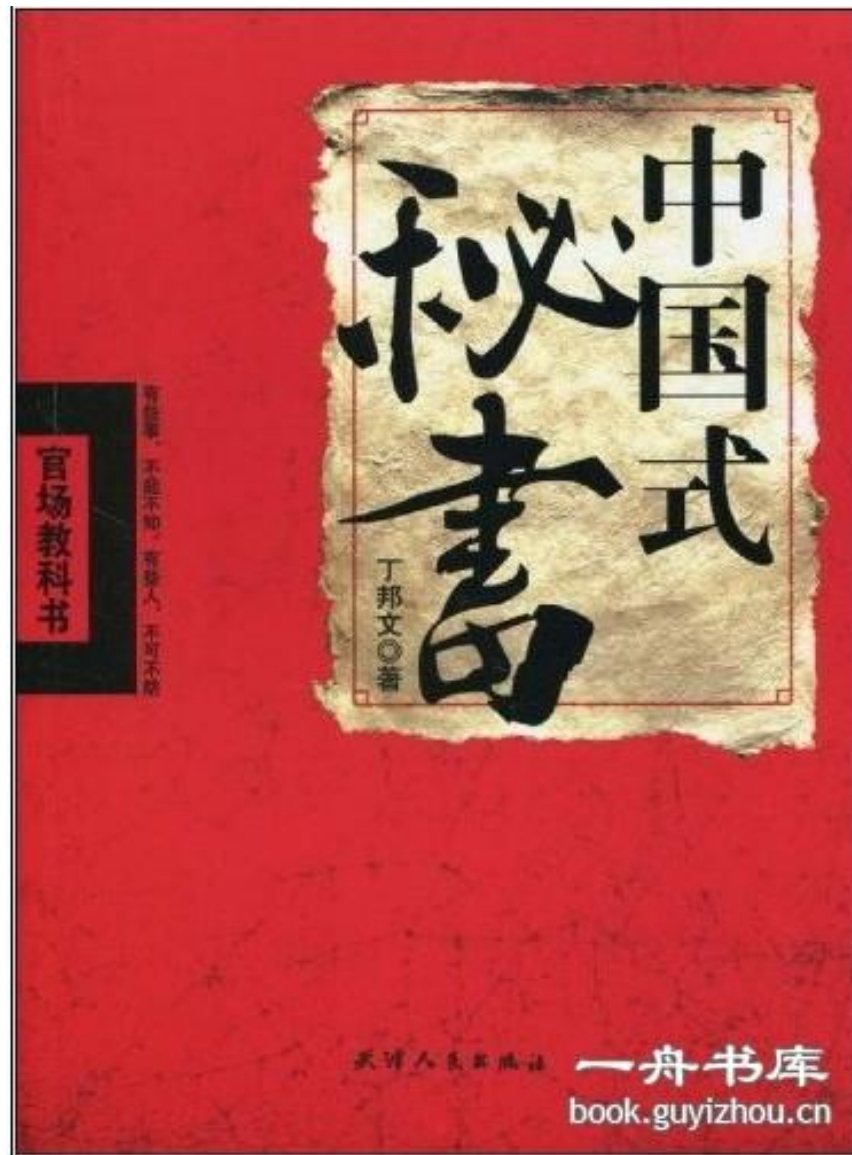


- 西方古典经济学中的“经济人”：
假定人的思考和行为都是目标理性的，可以做出让自己利益最大化的选择。

文学小说:

在竞争阳城市委书记时，面对副市长秦众这个有力的竞争者，市委常委、常务副市长冯开岭是如何办的呢？

“年轻的副市长秦众，两年前刚从省农业大学下来，排名虽然靠后，却是省里重点培养的一个后备干部”



现实敲诈:





- 2013年7月30日，刚接任台湾“国防部长”的杨念祖以涉及一宗6年前的抄袭案为由，向马英九当面请辞获准。其在任仅6天，成为台湾历史上最短命的“国防部长”。



- 《决战时刻》实际作者是前军情局二处上校廖文中，其为台湾高等政策协会（CAPS）的研究员，但他同时也是情报员，发表文章或是研究成果，都不能用真名，因此找时任该协会秘书长杨念祖，挂名发表。



- 杨念祖专攻美中台关系和解放军研究，也对台湾军中的人权改革议题有很多想法，上任时还被外界抱以较高期待：

“国防部好不容易有文人部长，以杨念祖的学识、经历，外文能力及与美国的关系，可以成为不错的文人国防部长，短短6天就请辞下台，很可惜。”

德国国防部长涉嫌博士论文抄袭宣布辞职

2011年03月02日02:04 中国新闻网 我要评论 (0)

字号： T | T



2月18日，柏林，德国国防部长古滕贝格在国防部讲话。

中新网3月2日电 “中央社”报道，上个月遭指控论文抄袭后，放弃博士学位的德国国防部长古滕贝格(Karl-Theodor zu Guttenberg)今天宣布辞职。古滕贝格是总理默克尔(Angela Merkel)保守派阵营的新秀，也是德国最受欢迎的政治人物。

- 39岁的古滕贝格承认在2007年的博士论文中犯下“严重错误”，并放弃“博士”头衔，但他坚称并非蓄意抄袭。
- 论文抄袭风波发生后，贝罗伊特大学正式撤销古滕贝格的博士头衔，以维持该大学的标准。古滕贝格因论文中未充分交代引用来源，“严重违反”该校标准。



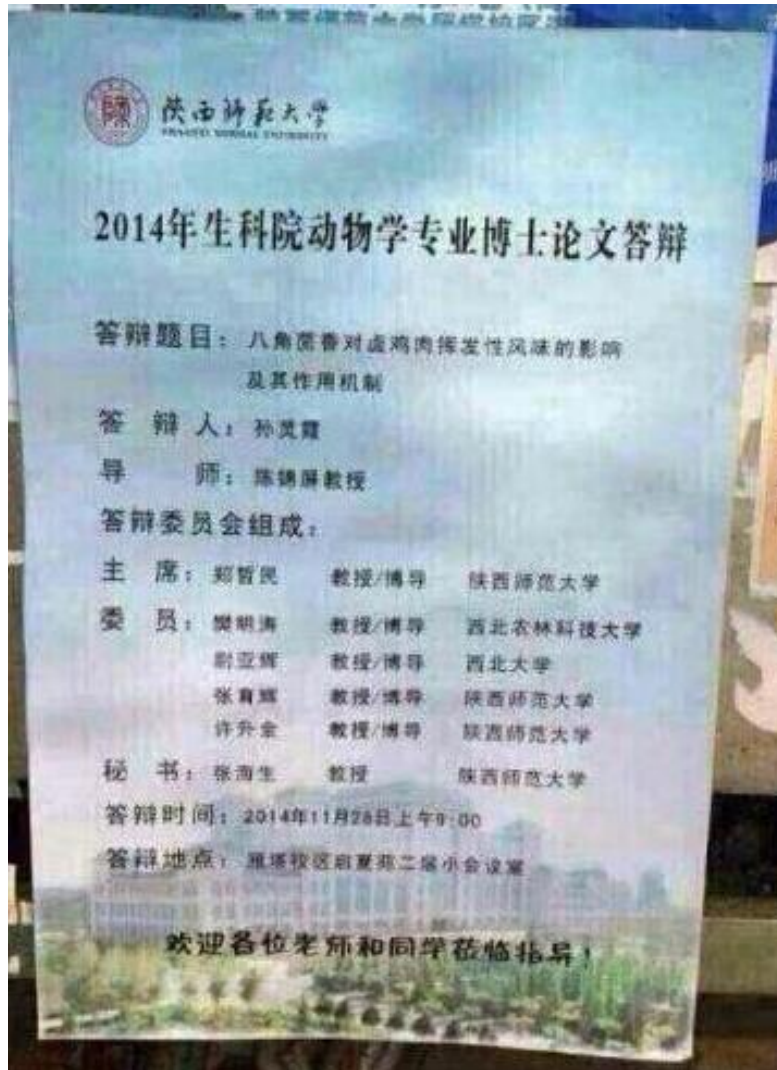


- 认认真真、老老实实地做学位论文，保护自己一生的幸福和平安！
- 被批评论文水平不高和被举报论文作假，哪个更是毁灭性的？

不厌其小，贵在有心！
不望文长，冀有创新！



博士论文研究用八角卤鸡 答辩获评审全票通过



■八角茴香（简称八角）与卤鸡肉之间的关系，居然被写成了一篇**8万字**的博士学位论文。

■近日，陕西师范大学的女博士孙灵霞的博士论文《八角茴香对卤鸡肉挥发性风味的影响及其作用机制》成为网友热议的话题，“这得用多少只鸡才能成就一篇博士论文？”“不愧是陕西吃饭大学，一道卤鸡都能研究的这么专业”。

华中农业大学食品专业教授范志红对南都记者表示，科学研究是自由的，只要方法是科学的，就可以做研究。国外对食品的研究也非常丰富，单以日本为例，研究面包的论文就有上千篇。

“研究卤鸡腿会太低档吗？什么都强调要有突破，强调意义，科研不必如此极端。”

孙灵霞的导师陈锦屏对此非常淡然：“专业之外的人很容易误解，对此我们一概予以谅解。”他还透露，下一步将建议孙灵霞继续坚持做应用研究，拿出配方，卤鸡肉要更美味，八角茴香占多少比例，盐占多少比例，要有具体数字。

硕士学位论文

MASTER'S DISSERTATION

论文题目：网络会话中“呵呵”的功能研究

院 系：中国语言文学系

专 业：汉语言文字学

研究方向：社会语言学

指导教师：李明洁 副教授

论文作者：汪 奎

2012年5月

■ “能把‘呵呵’两个字写出一篇硕士论文的，一定是强者啊。”随着论文封面照在网上流传，相关话题也引发网友热议。有网友认为，研究这样一个普通得不能再普通的词汇，“真是白交三年研究生学费”

■ 也有网友认为，“这个选题挺符合老师要追求的‘小题大做’精神，应该是优秀论文”，“学位论文写成这样值得表扬”

保卫自己一生的幸福和平安很简单！

文献管理软件					
软件名称	NoteExpress参考文献管理工具软件开通试用	大小	35M	更新日期	2011-11-17
软件介绍	NoteExpress是目前流行的参考文献管理工具软件，其核心功能是帮助读者在整个科研流程中高效利用电子资源：检索并管理得到的文献摘要、全文；在撰写学术论文、学位论文、专著或报告时，可在正文中的指定位置方便地添加文中注释，然后按照不同的期刊，学位论文格式要求自动生成参考文献索引。				
下载地址	[点击下载]				
软件名称	NoteFirst	大小	12.5MB	更新日期	2011-6-14
软件介绍	NoteFirst是新一代的网络版文献管理软件，其核心功能是帮助读者高效地利用数字文献资源：检索并管理所获得的文献资料；在撰写论文时自动插入引文标示，并且按照不同的期刊格式自动形成文后的参考文献列表。NoteFirst还在传统的参考文献管理软件基础上，增加了好友之间的文献交流共享等功能，能够帮您与同事好友进行交流，共同寻找、开发和利用参考文献资源，实现科研协作。				
下载地址	[点击下载]				

[返回首页](#)

■ 请积极使用
EndNote、
NoteExpress、
Notefirst等参
考文献管理工
具软件。

保卫自己一生的幸福和平安很简单！

宋
体

楷
体

- 请在收集参考文献，并将其电子化的过程中，请及时将其字体改为楷体。万一你找不到原出处了，但由于字体的差异也会避免将来无穷的麻烦。

那标引到位的
论文是啥模样的？

(请阅附件)

最后复习

- 文字复制比：不是25%而是**0%!**
- 文献引用率：该引则引!

(文字复制比不等于文献引用率，但它还对查处学术不端是一个关键值。在你答辩后，你的学位论文还将经历N次检测，切勿心存侥幸!)

1、不能作假了：



不允许有“灰色收入”了！

2、不敢作假了：



以一生为代价，成本太大！

3、不想作假了：



有创新，就是这么“任性”！

谢谢！



附件：

**西安建筑科技大学研究生学位论文
文献标引 样稿**

分类号 X703

学号 1103240545

西安建筑科技大学

学位论文

西安市某倒置 A²/O 生物脱氮除磷

工艺问题解析与升级改造

作者 张雨

指导教师姓名 金鹏康 教授

申请学位级别 硕士 专业名称 环境科学与工程

论文提交日期 2014.04 论文答辩日期 2014.05

学位授予单位 西安建筑科技大学

答辩委员会主席 高俊发

评阅人 高俊发

陈荣

西安市某倒置 A²/O 生物脱氮除磷工艺问题解析与升级改造

专 业：环境科学与工程

硕士生：张 雨

导 师：金鹏康 教授

摘要

随着我国地表水污染问题的日益严重，污水处理标准的不断提高，以及陕西省《渭河污染治理三年行动计划》和西安市政府下发文件要求，2013 年西安市污水处理厂的出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准，并对不能满足排放标准的污水厂进行升级改造。基于上述背景，论文以西安市某污水处理厂的倒置 A²/O 工艺为研究对象，解析了该工艺长期以来面临的出水水质不达标问题，并提出了相应的升级改造方案，对西安市渭河水质改善具有重要的社会与经济效益。

对该污水处理厂运行工艺现场调研并对沿程水质各项指标进行研究分析，该污水处理厂出水 COD、BOD₅、SS、氨氮均能稳定达到一级 A 标准，但 TN 和 TP 超标是处理水不能达标的主要限制因素。处理系统沿程水质分析的结果表明，该污水处理厂存在碳源不足，缺氧段反硝化效果差，以及厌氧段硝酸盐含量过高抑制释磷效果等问题。

针对上述问题，提出将该污水处理厂倒置 A²/O 工艺改成传统 A²/O 工艺、增加缺氧段停留时间以强化反硝化作用、停用部分初沉池以增加碳源的改造方案。通过上述升级改造，厌氧池硝酸盐含量从升级改造前的平均 3.67 mg/L 减少到改造后的 0.17 mg/L，厌氧生物池的溶解性碳源从升级改造前的 25.69 mg/L 提高到改造后的 31.77 mg/L，缺氧生物池的溶解性碳源从升级改造前的 25.35 mg/L 提高到改造后的 27.14 mg/L，脱氮除磷效果显著提高，且处理水各项指标均能稳定达到一级 A 排放标准。

关键词：倒置 A²/O 工艺；城市污水；一级 A 排放标准；生物强化脱氮除磷；升级改造

The analysis on biological nitrogen and phosphorus removal and upgrading reconstruction of Xi'an inverted A² / O process

Specialty: Environmental Science and Engineering

Author: Zhang Yu

Adviser: Prof. Jin Pengkang

Abstract

With China's increasingly serious problem of surface water pollution, standards of sewage treatment continue to improve. Shanxi Province issued "The three years action plan on Weihe pollution control". And the Xi'an Municipal Government issued a document "Urban sewage treatment plant pollutant discharge standard" (GB18918-2002) in 2013 which required the urban sewage treatment plant should meet an A standard, and those can not meet the emission standards wastewater treatment plant must be upgrading. Based on the background, this thesis is about studying the A² / O process of Xi'an sewage treatment plant, resolving the long term problem of water quality, and proposed the corresponding upgrade program. The improvement of Weihe River water quality in Xi'an has important social and economic benefits.

After running research and analysis to the sewage treatment plant process and the indicators of water, COD, BOD₅, SS, ammonia can reach a stable level A standards, but exceeded TN and TP indexes are the main limiting factors which caused the water can't meet the A standard. The results of analysis showed that the cite sewage treatment plant has problems such as: carbon shortage, poor anoxic denitrification and high level of anaerobic nitrate of phosphorus, and so on.

For the above problems, the rehabilitation is below: transfer the inverted A² / O process into traditional A² / O process, increasing the residence time in order to strengthen anoxic denitrification, disable some early sedimentation tank to increase

the carbon source. Through these upgrades, the nitrate content of anaerobic tank decreased from an average of 3.67 mg/L to 0.17 mg/L, the dissolved carbon of anaerobic tank increased from 25.69 mg/L to 31.77 mg/L, the dissolved carbon of anoxic tank increased from 25.35 mg/L to 27.14 mg/L after transformation, the effect of denitrification and dephosphorization was significantly improved, and all the indexes of water can reach a stable A standard.

Keywords: inverted A²/O process, urban sewage, the first class A nation standard, enhanced biological nitrogen and phosphorus removal, upgrading and transformation

1 前言

1.1 地表水及渭河流域水污染现状

1.1.1 地表水污染现状

改革开放以来,我国的经济取得了世人瞩目的成就,但是,伴随着经济的迅猛发展,环境问题也日益突出,其中就包括与人们日常生活息息相关的地表水污染问题。根据环保部每年发布的中国环境状况公报可以看出,由于国家对地表水污染问题的重视,近年来中国的地表水污染状况已经逐年好转,但整体仍然不容乐观。《2012 中国环境状况公报》显示,长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河、浙闽片河流、西南诸河和西北诸河等十大流域的国控断面中,I~III类、IV~V类和劣V类水质的断面比例分别为68.9%、20.9%和10.2%。即III类下的水质断面比达到31.1%。根据我国水质等级标准的划分,I类水质良好,地下水只需消毒处理,地表水经简易净化处理(如过滤)、消毒后即可供生活饮用。II类水质受轻度污染,经常规净化处理(如絮凝、沉淀、过滤、消毒等)后,可供生活饮用。III类水质经过处理后也能供生活饮用。III类以下水质恶劣,不能作为饮用水源。可见我国地表水污染问题十分严峻。

地表水污染主要来自于(1)生活污水:主要包括洗涤衣物、沐浴、烹饪、冲洗大小便器等的污水,含有有机物、洗涤剂残留物、氯化物、磷、氮等较多。(2)工业污水:主要是工业企业生产过程中排出的废水,含有的污染物种类较多,视不同工业,污染物种类差别较大。(3)农业污水:主要由农药和化肥的过量使用造成。《2012 年中国环境状况公报》显示:2012 年全国废水排放总量为684.6亿吨,化学需氧量排放总量为2423.7万吨,其中生活污水化学需氧量排放总量为912.7万吨,占有类别中的37.7%,工业污水化学需氧量排放总量为338.5万吨,占有类别中的13.97%。氨氮排放总量为253.6万吨,其中生活污水氨氮排放总量为144.7万吨,占有类别中的57.1%,工业污水氨氮排放总量为26.4万吨,占有类别中的10.41%。生活污水在所有污染物类别中占相当大的比重。

1.1.2 渭河流域水污染现状

渭河作为黄河重要的一条支流,主要流经的区域涵盖甘肃和陕西两省,尤其对于陕西意义重大,但其水污染问题也不容乐观。据了解,渭河较大的支流、水渠有20余条,一半以上受到污染,污染较重的超过三分之一,除小韦河、太平

河、皂河外，污染严重的支流还有西安、咸阳界内的新河以及渭南的沔河等，以及少量直接排入渭河的城市排污渠。省环保局曾做过监测抽查，渭河从陕西和甘肃交界的宝鸡市林家村断面进入陕西境内的干流水质比较好，基本可以维持 II、III 三类水质标准。可是，由这一断面向下，污染逐步加重，流至西安时，由于西安城市大，人口多，工业企业多，排污量大，致使水质污染更为严重，已经成为沿渭河的城市中对渭河污染最为严重的城市之一。

产生污染的原因主要包括以下几点：（1）生态基流不足。渭河流域人均水资源占有量仅为全国平均水平的 1/6，且全年 60% 以上水量集中在丰水期，而在枯水期，渭河干流基本为生活污水和工业废水的综合，生态水严重不足^[1]，使得污水排入不能得到很好地稀释及生物降解。（2）农业面源污染加剧。农业面源污染占渭河流域总污染量的 35% 左右，因农业种植施用化肥及农村养殖造成的污染是渭河污染的重要原因^[1]。（3）工业污染结构性特点突出。据 2010 年陕西省污染源普查显示，工业污染占渭河污染总量的 23%，造纸、化工、饮料加工等涉水重污染行业几乎全部集中在渭河流域^[1]。（4）生活污水处理达标率低。生活污水占渭河总污染量的 42%，截至 2012 年底，关中地区污水处理率仅为 68%，低于 77% 的全国平均水平，一些城镇的污水处理设施建设滞后，城市污水未经有效处理而直接排入河流，部分已经建成的污水处理厂脱氮除磷能力差、氨氮排放达标率低^[1]以及处理工艺设计存在缺陷等原因，影响了污水处理厂的效率。因此，提高渭河流域污水处理厂的处理能力及其排放标准是解决渭河流域水污染问题的重要途径。

1.2 污水处理厂提标改造的政策要求

针对我国地表水污染的严峻现实，自“七五”开始，河流水环境综合整治即被列入国家科技攻关计划，并开展了河流水污染物总量控制和河流水环境综合整治研究，指导地方政府实施了多条河流水环境综合整治。在“十五”期间开展了对水污染控制技术的系统研究。其中针对湖泊污染控制，研究了湖泊污染控制与水体修复技术，并进行了工程示范，另外针对我国污水处理设备落后、技术含量低和市场竞争能力差的问题，开展了污水处理设备成套化技术研究。

2006 年召开的第十届全国人大四次会议，通过了关于国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要，对污水处理提出了更高的要求。规划指出，“十一五”期间，以完善污水配套管网、对“九五”前建设的部分污水处理厂进行工艺改造

和提高、加强污泥处理处置和污水再生利用工程建设为重点，力争到 2010 年底全国城镇污水集中处理能力达到 10500 万立方米每天，比“十五”末期提高污水集中处理能力 4500 万立方米每天，全国城市污水处理率平均达到 70%，省会以上城市平均达到 80%以上。“十一五”的目标已提前一年完成，并为“十二五”时期加速发展创造了有利条件。

从 2011 年开始实施的“十二五”规划中，明确提出了我国污水处理的目标：（1）到 2015 年，全国所有设市城市和县城具有污水集中处理能力。（2）到 2015 年，污水处理率进一步提高，城市污水处理率达到 85%（直辖市、省会城市和计划单列市城区实现污水全部收集和处理，地级市 85%，县级市 70%），县城污水处理率平均达到 70%，建制镇污水处理率平均达到 30%。（3）到 2015 年，直辖市、省会城市和计划单列市的污泥无害化处理处置率达到 80%，其他设市城市达到 70%，县城及重点镇达到 30%。（4）到 2015 年，城镇污水处理设施再生水利用率达到 15%以上。（5）全面提升污水处理设施运行效率。到 2015 年，城镇污水处理厂投入运行一年以上的，实际处理负荷不低于设计能力的 60%，三年以上的不低于 75%。其中建设任务目标为：在“十二五”期间，新建污水管网 15.9 万公里，新增污水处理规模 4569 万立方米/日，升级改造污水处理规模 2611 万立方米/日，新建污泥处理处置规模 518 万吨（干泥）/年，新建污水再生利用设施规模 2675 万立方米/日^[2]。

在“十二五”之后，陕西省政府出台渭河污染治理三年行动方案，其中提到：2012 年到 2014 年，要完成 52 个城市污水处理厂升级改造项目；现有污水处理设施不能满足需求的城镇，要加快开工建设或扩建污水处理设施^[1]。到 2014 年底，渭河流域城镇生活污水处理率目标为：3 万以上人口的建制镇为 60%以上，县城 80%以上，设区市达到 90%以上^[1]；新建扩建污水处理设施项目 55 个，日处理能力 191 万吨。对尚未达到国标一级 A 排放标准的现有城镇污水处理设施一律进行升级改造，完善脱氮除磷工艺^[1]。

1.3 污水处理厂提标改造的相关措施

由于我国大部分污水处理厂是在“九五”“十五”期间建成，排放标准要求相对较低，不能达到现在所要求的出水一级 A 排放标准。因此，许多污水处理厂开始进行提标改造的相关工作，提标改造的具体措施主要包括：常规预处理功

能区的强化；生物处理系统的合理布局与精准控制；生物处理工艺的调整；强化深度处理工艺以及设备的更新升级。

常规预处理功能区的强化对于以 COD、BOD 和 SS 去除为主要目的的城镇污水处理厂，预处理构筑物的设计和运行可以采用粗放模式，其效果对后续生物系统的影响较低；但随着标准的提高，通过对预处理设施改造，可以达到提高后续生物系统碳源含量和池容的有效利用率，降低悬浮性颗粒物对设备运行及出水水质的影响的目的。对格栅的改造主要为格栅的选取，作为一种机械拦污设备，各种类型格栅均有各自不同的功效，且不同形式格栅的使用对后续生物系统也具有很大的影响，其主要包括齿耙式格栅、旋转式细格栅、编织网或孔板结构类型格栅，根据水厂具体运行情况选择。对于曝气沉砂池功能的强化，一般考虑延长池长，优化水力旋转效果，并合理的确定提砂方式方法，另外由于后续生物系统对碳源的需求，强化对沙砾表面有机物的分离与回收也是需要着重考虑的问题。在对初沉池的改造中，由于我国城镇污水普遍存在的碳氮比偏低的问题，常采用停用部分初沉池或拆除初沉池的改造方案。

生物处理系统的合理布局与精准控制主要包括厌/缺/好氧区的合理分配及碳源的有效利用。为了确保污水生物处理系统中的优势菌群有较好的生长环境，以及较好的有机物去除和硝化效果，通常认为以 BOD、COD 和氨氮去除为主要目标的传统污水处理厂的厌缺氧区的停留时间不应超过好氧区。但是随着对 TN 和 TP 去除要求的进一步提升，往往需要通过增加厌氧/缺氧停留时间来强化反硝化和厌氧释磷效果。对于碳源的有效利用，污水处理厂的改造一般通过分段进水来实现，通过控制分段进水的比例，使进水碳源得到有效利用。

生物处理工艺的调整也是污水处理厂升级改造普遍采用的方式，其中包括将 A²/O 工艺改造成倒置 A²/O 工艺，将倒置 A²/O 工艺改成 A²/O 工艺，也包括一些新型处理工艺，如 EASC 工艺^[3]、JLS 工艺^[4]、Dephanox 工艺^[5-7]、BCFS^[8]工艺、UCT(University of Capetown)工艺等。

污水处理厂的升级改造还可以强化深度处理工艺。污水处理厂一级 A 提标改造的实验与工程实践结果表明，传统的以生物系统改造为核心的污水处理厂提标改造方案，很难确保城镇污水处理厂的氮磷同步稳定达标，部分仍需要考虑辅以化学除磷实现磷的稳定达标，运用过滤工艺以降低出水 SS、COD 和 TP 浓度，或者增设反硝化滤池（或 BAF 工艺）强化对 TN 的去除。

总之，实现同样的升级改造目的可以有很多种方式，而且每种都各有优劣，最终方案的确定取决于升级改造的目的、重点和限制条件。任何污水处理厂的改造均需要科学全面地分析现有工艺，针对具体问题提出科学的改造方法，并要平衡好工程投资、施工工期、处理效果、运行成本、环境影响等升级改造所涉及的各个方面。

1.4 课题研究的目、对象和内容

1.4.1 课题研究的目

在渭河三年行动计划中，对已建成的污水处理厂要求其进一步提高污水处理能力和处理标准，并通过提高生活污水处理达标率来实现减少渭河污染物排放的目的。现对西安市各污水处理厂进行调研，发现各污水处理厂出水指标中的 COD、BOD 基本都能稳定达到一级 A 排放标准，其不能达标的项目主要是出水中的总氮和总磷。因此，本文对西安市污水处理厂的主要运行工艺之一的 A²/O 工艺进行研究，通过对 A²/O 工艺生物脱氮除磷系统的问题解析，完成污水处理厂的升级改造，并最终达到削减污染物排放的目的。

1.4.2 课题研究的对象

选取西安市某污水处理厂倒置 A²/O 工艺的实际运行状况作为研究对象，该污水处理厂位于朱宏路与北三环交叉口西北角，总占地面积 605 亩。主要接纳包括西安市旧城区、东郊京九路、太华路以西区域，漕运明渠以东、北三环以南区域以及漕运明渠以西部分区域和北三环沿线区域的污水。建成后作为西北地区最大的污水处理厂，其设计污水处理规模为 $50 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，现运行倒置 A²/O 工艺处理能力为 $25 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，总投资 4.19 亿^[9]。该污水处理厂于 2006 年 12 月 19 日开工建设，在 2008 年 10 月底通水调试开始运行。

其污水生物处理系统反应池分为 2 组共 4 座，每组平面尺寸 $L \times B = 118.30 \text{m} \times 100 \text{m}$ ，池深 7.0m，最大水深 6.0m。采用缺氧/厌氧/好氧（倒置 A²/O）二级生物处理工艺，设计水力停留时间为 11h，缺氧/厌氧/好氧分别为 2h/1h/8h，污泥负荷为 $0.11 \text{kgBOD}_5/\text{kg MLSS d}$ ，混合液浓度 3040mg/l ，最大回流比 200%，污泥龄 14.03 d。缺氧池、厌氧池中均安装潜水混合器 4×6 台，配电机功率 3.1kw；混合液内循环泵 4×3 台，每台流量 532L/S ，扬程 0.7m，配电机功率 13kw；好氧池中安装棕刚玉盘式微孔曝气器共计 30576 个^[9]。出水经漕运明渠排至渭河；

污泥采用重力浓缩后中温两级消化、机械脱水工艺，脱水后泥饼外运填埋，消化产生的沼气用于污泥加热，实现资源再利用。

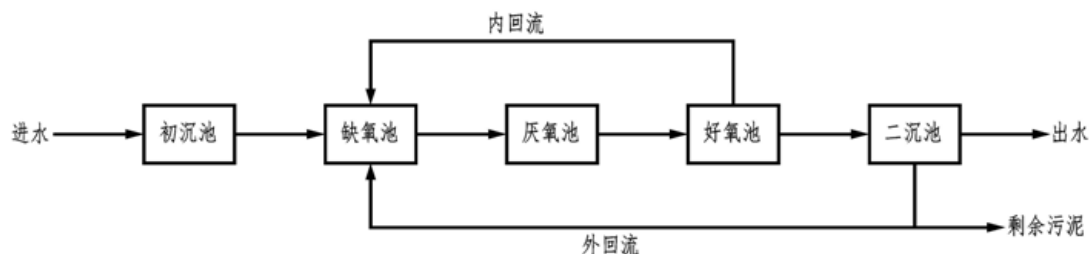


图 1.1 西安市第四污水厂工艺简图

初沉池为平流式沉淀池。分 2 组，每组 6 座，共 12 座，每座池宽 $B=12\text{m}$ ，池长 $L=49\text{m}$ ，池深 $H=5.0\text{m}$ ，水深 $h=4.5\text{m}$ ，排泥浓度须保证不小于 8000mg/L 。设计水力停留时间 1.94h ，水平流速 7mm/s ，表面负荷 $1.92\text{ m}^3/\text{m}^2\text{ h}$ 。安装芬兰链板式刮泥机 12 套，撇渣管 12 套，螺旋渣水分离器 4 套。

终沉池为中心进水周边出水的辐流式沉淀池，共 8 座。

该污水处理厂正式运行后 COD 年削减量达到 4.5 万吨，使西安市城市污水处理率达到 80%，从根本上缓解了西安市北郊水质污染问题，改善了漕运明渠流域的生态环境，对渭河流域的水质改善起到了积极的作用^[9]。因此选取该污水处理厂研究其生物脱氮除磷及升级改造对缓解渭河水污染意义重大。

1.4.3 课题研究的内容

对该污水处理厂的研究主要包括以下内容：在污水处理流程的进水口、初沉池入口、初沉池出口、缺氧池入口、缺氧池出口、厌氧池入口、厌氧池出口、好氧池出口、二沉池出口、出水处分别设置取样点，并对取样点水质各项指标进行测定；对测定的结果及污水处理厂实际运行状况进行解析，找出制约污水处理厂现行工艺出水不能稳定达到一级 A 标的原因；明确原因后，针对该污水处理厂所存在的问题提出相应的解决方案，并最终确定对该污水处理厂的改造方案以及扩建方案；改造和扩建工程完成后对其运行效果进行分析和总结。

2 倒置 A²/O 工艺及其生物强化脱氮除磷影响因素

2.1 倒置 A²/O 工艺

同济大学高廷耀、张波认为,传统 A²/O 工艺厌氧、缺氧、好氧布置顺序的合理性值得怀疑,厌氧在前、缺氧在后的布置方式使得在碳源分配上总是优先满足释磷的需要,这种作法是以牺牲系统的反硝化速率为前提的。于是他们提出将缺氧区放在厌氧区之前,即倒置 A²/O 工艺。该工艺的特点有:①由于缺氧段位于工艺的首段,优先满足脱氮的碳源需求,系统的脱氮能力得到提高;②由于采用一个回流系统,允许所有参与回流的污泥全部经历完整的释磷、吸磷过程;微生物厌氧吸磷后直接进入生化效率较高的好氧环境,其在厌氧条件下形成的吸磷动力可以得到更充分的利用,有利于提高系统的除磷能力。③以 100%~200%的污泥回流将污泥回流与混合液回流合二为一,简化流程的同时,使全部污泥完整经历了厌氧-好氧过程,驯化了污泥的除磷能力,而传统 A²/O 工艺中由于混合液循环的存在,只有一部分污泥经历了好氧-缺氧过程^[10]。



图 2.1 倒置 A²/O 工艺

倒置 A²/O 工艺的运行效果受各种因素的影响,其中不但有环境因素的影响,也包括运行工艺的影响,具体情况如下:

(1) 水温

温度是微生物正常生长的重要环境因素之一,任何一种微生物都有一个与之匹配的最适宜生长温度。大部分微生物的新陈代谢活动会随温度的升高而加强,随温度的降低而减少。研究显示,在 15℃-20℃时活性污泥增殖最快,高于 20℃或者低于 15℃活性污泥的活性都会降低。处理城市污水时发现,水温超过 35℃时,生物絮体就开始被破坏,活性污泥的吸附能力降低,沉降性能同时变差。水温超过 40℃时,原生动物的基本消失,出水开始浑浊。而当水温超过 43℃时,分散絮体就开始占据优势,活性污泥的沉降性能严重变差。例如硝化细菌的适宜生长繁殖温度在 25℃-35℃之间。因此在温度较高的夏季,倒置 A²/O 工艺处理效果

最好，冬季水温较低，微生物的活性受到抑制^[11]，需要增加污泥浓度来保证出水水质。

(2) pH 值

环境的 pH 值很大程度上影响微生物的生命活动，pH 值会影响微生物代谢中生物酶的活性，同时 pH 值还会影响废水中污染物质的离解状态，进而改变废水中营养物质的可给性和有害物质的毒性。进水 pH 值在 6.5~8.5 之间对好氧微生物来说较为适宜。硝化反应过程中需要消耗碱度，因此其最适宜 pH 值的范围是 7.0~8.5，超出这个范围，硝化细菌的活性便会下降^[11]。

(3) 水力停留时间

系统的水力停留时间以多种方式影响倒置 A²/O 工艺对污染物的去除效果。水力负荷的大小直接关系到污水在系统中与活性污泥的接触时间。从水力停留时间来考虑，活性污泥中的微生物对有机物的降解需要一定的接触反应时间来保证^[11]。水力停留时间不足在缺氧段会导致反硝化反应进行不完全，在厌氧段则会导致厌氧释磷效果变差。同时从工程造价方面考虑，过长的水力停留时间会导致资源的浪费。因此，在满足处理效果的前提下，应综合考虑各种因素，找出最合适的水力停留时间。

(4) 溶解氧 DO

溶解氧是活性污泥处理系统中影响处理效果的重要因素之一。倒置 A²/O 系统中，好氧池中的溶解氧浓度不应小于 2mg/L，否则会影响硝化菌的硝化作用，缺氧池的溶解氧浓度也应加以控制，以更好的进行反硝化反应，厌氧池应维持严格的厌氧环境才有利于聚磷菌释磷作用。此外，曝气池中的 DO 含量也不宜过高，过高的 DO 浓度会导致有机物分解过快，使微生物缺乏营养，从而使活性污泥易于老化，结构变得松散^[12]。

(5) 进水碳源

污水中的有机碳浓度会直接影响污水处理的效果。硝化过程所需碳源来自 CO₃²⁻、HCO₃⁻等无机碳。反硝化过程中，理论上将 1g 亚硝酸氮或硝酸盐还原成氮气分别需要有机物 1.71g 和 2.86g，当废水中 BOD₅/TKN 为 5~8，BOD₅/TN 为 3~5，COD_{Cr}/NH₃-N > 6 时，可认为碳源充足^[11]。

2.2 生物脱氮除磷原理及影响因素

2.2.1 倒置 A²/O 工艺生物脱氮除磷原理

3 研究方法

3.1 取样点的选取

为了明确西安市某污水处理厂倒置 A²/O 工艺的运行效果及影响因素，在污水处理厂从进水到出水沿程设置取样点：进水的取样点设置在控制井处，以反映进入污水处理厂的原水水质；在初沉池的入口及出口处各设置一个取样点，以反映初沉池对污水的处理效果；生物池沿程的取样点分别设置在缺氧池的入口及出口处，厌氧池的出口处，好氧池的最后一个廊道入口处及好氧池出口处；最后一个取样点设置在二沉池出口处，以检测整个生物活性污泥系统出水的水质情况。取样点的具体设置如图：

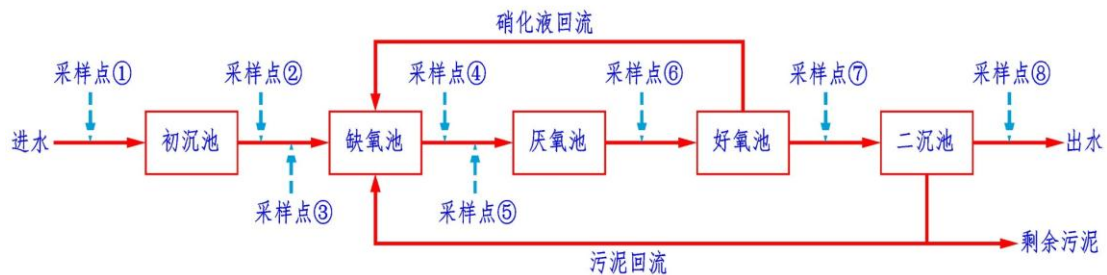


图 3.1 西安市第四污水厂取样点设置图

3.2 实验项目及分析方法

为了完成该污水厂倒置 A²/O 生物脱氮除磷的工艺解析及升级改造，需对各取样点水质的 COD、SCOD（溶解性 COD）、TN、溶解性 TN、NH₃-N、NO₃-N、NO₂-N、TP、溶解性 TP、SS、溶解氧（DO）、pH 及温度等常规指标进行检测，另外，为了更深入的研究，对各水质进行 OUR 测定、VFA 测定以及释磷速率和反硝化速率的测定。

溶解性 COD、溶解性 TN 及溶解性 TP 均是对试样用 0.45 滤膜预处理后用国标规定的 COD、TN、TP 检测方法进行测定，具体测定方法及所需实验仪器见下表：

表 3.1 各指标测定方法

分析项目	测定方法	仪器设备	备注
COD	重铬酸钾法 (GB11914-89)	回流冷凝管, 电炉, 酸式滴定管	
TP	钼酸盐分光光度法 (GB11893-89)	721 型分光光度仪	
TN	碱性过硫酸钾分光光度法 (GB11894-89)	721 型分光光度仪	
NH ₃ -N	纳氏试剂分光光度法 (HJ535-2009)	721 型分光光度仪	
NO ₃ -N	酚二磺酸分光光度法 (GB7480-87)	721 型分光光度仪	
NO ₂ -N	N-(1-萘基)-胺光法 (GB 13580.7-92)	721 型分光光度仪	
悬浮物	重量法	天平, 烘箱	
DO	电极法	JYD-1 型溶解氧测定仪	精度 0.1
pH	pH 计	LIDApH 计	精度 0.01
温度	温度计法	水银温度计	精度 0.1

其它指标的测定方法如下:

(1) 释磷速率的测定

取好氧充分吸磷后的泥淘洗 3 遍后加入初沉池出水或乙酸钠做为碳源, 调节污泥浓度并控制水温与水厂厌氧池水温一致, 将调好的污泥水放置在磁力搅拌器上搅拌 (以不使污泥水沉淀且不产生漩涡为宜) 控制环境为厌氧环境, 在第 0, 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 240min 分别取样测定污泥水中磷酸盐的含量, 取样结束后测定污泥水的 MLSS 及 MLVSS。根据不同时刻测定的磷

酸盐浓度值，绘制磷酸盐浓度随时间的变化曲线图，通过计算曲线的斜率即可求得释磷速率^[37]。

(2) 反硝化速率的测定

在缺氧池进水处取活性污泥混合液，淘洗三遍后加入初沉池出水或乙酸钠做为碳源，同时加入一定量的硝酸钾和丙烯基硫脲（用以抑制活性污泥的硝化反应），采用磁力搅拌器搅拌并控制系统为缺氧环境，然后开始计时，在 0、4、8、12、16、20、25、30、35、40、50、60、70、80、100、120、140、160、180、200、220、240、260min 分别取样测定污泥水中硝酸盐的含量，取样结束后测定污泥水的 MLSS 及 MLVSS。根据不同时刻测定的硝酸盐浓度值，绘制硝酸盐浓度随时间的变化曲线图，通过计算曲线的斜率即可求得反硝化速率^[37]。

(3) OUR 的测定

本实验中所采用的 OUR 方法是使用测定间歇式呼吸速率的方法，取生物池中的污泥水置于反应器中并添加丙烯基硫脲（用以抑制活性污泥的硝化反应），控制水温在 20℃左右，并使用磁力搅拌器使污泥水不发生沉降，反应过程中用曝气装置给反应器充氧，并用便携式溶氧仪实时监测反应过程中溶解氧的变化，当污泥水中溶解氧达到 6mg/L 时停止曝气，停止曝气后继续监测污泥水中溶解氧的变化，当溶解氧降到 2mg/L 时重新开始曝气，如此循环监测 4~5h。最后通过 matlab 软件及相关公式可以算出快速及慢速生物降解有机物的含量。

(4) VFA 的测定

将所测水样现场固定，用 0.45 μm 滤膜过滤溶液并取滤液 5mL，加入甲酸 250μL。固定后可存放 1 周。使用气相色谱测定 VFA 时，程序运行正常后，即可通过自动进样器进样，得到不同时间下水样中的物质的峰，利用标线就可以得到相对应酸类的浓度。

6 结论

本文通过对西安市某污水处理厂提标改造过程的研究，主要得到以下结论：

(1) 该污水处理厂倒置 A²/O 工艺出水总磷、总氮超标是处理水达不到一级 A 标的主要限制因素，其出水总磷的平均浓度为 0.63mg/L，达标率为 36%，出水总氮的平均浓度为 14.52 mg/L，达标率为 88%。对水质的沿程分析表明，该污水处理厂存在厌氧段硝酸盐含量过高，碳源不足，缺氧段停留时间不足等问题。

(2) 分析该污水处理厂厌氧池硝酸盐的含量和释磷量的关系表明，厌氧段硝酸盐含量和释磷量呈现负相关性，厌氧段硝氮含量越高，释磷效果越差，厌氧池中的硝氮含量平均为 3.67mg/L，释磷量仅为 0.67 mg/L。另外，不同浓度硝氮含量的释磷速率表明，厌氧池中硝氮含量高于 2 mg/L 即会对释磷产生明显抑制。

(3) 投加充足碳源后，不同浓度硝酸盐含量对释磷速率的影响基本消失，释磷速率均在 7.10 以上，碳源充足时，硝氮含量过高将不再成为释磷效果差的限制因素。另外，对该污水处理厂初沉池进水总磷和 VFA 的分析结果表明，总磷有时高达 9~10 mg/L，但 VFA 含量却稳定在 30~40mg/L，TP/VFA=0.225~0.333，进水 VFA 的含量偏少，厌氧释磷所需的碳源不足。

(4) 通过对该污水处理厂反硝化速率的分析，反硝化速率的慢速反硝化过程在 2h 时尚未结束，但缺氧池设计停留时间为 2h，缺氧池停留时间不足，延长缺氧池的停留时间有利于提高反硝化效果。

(5) 针对该污水处理厂存在的问题，升级改造的措施制定为将该污水处理厂倒置 A²/O 工艺改造成传统 A²/O 工艺，增加缺氧段停留时间，停用部分初沉池的升级改造方案。

(6) 升级改造完成后，出水总氮、总磷的平均浓度由原来的 14.21 mg/L 和 0.95 mg/L 降低为 12.05 mg/L 和 0.35 mg/L，达标率由原来的 88% 和 36% 提高为 99% 和 97%，能稳定达到一级 A 标准。

参考文献

- [1]周瑛.渭河流域水污染防治三年行动方案.西部网[EB/OL].2012-05-30.
- [2]王金南, 逯元堂, 吴舜泽, 等. 国家“十二五”环保产业预测及政策分析 [J]. 中国环保产业, 2010, 6: 24-29.
- [3]Rensink J.H., Dunker, H.J.GW. Biological P-removal in domestic wastewater by the activated sludge process. In: Proceeding 5th Environ. Sewage Refuse Symp,1982.
- [4]Su J.L.N and P removal by RBC add-in A2/O process. In: Proceedings of World Congress III on Environment and Engineering. Beijing:1993.
- [5]Wanner J. New process design for biological nutrient removal. Water Science and Technology, 1992,25(4-5): 445-448.
- [6]M.C.M van Loosdrecht, Kuba T. Phosphorus and nitrogen removal with minimal COD requirement by integration of denitrifying dephosphatation and nitrification in a two-sludge system. Water Research, 1996, 30(7): 1702-170.
- [7]Kim K.Y, Kim D., Ryu H.D. Long term operation of pilot-scale biological nutrient removal Process in treating municipal wastewater. Bioresource Technology, 2009, 100:3180-3184.
- [8]Brandse F.A., Van Loosrecht M.C.M, de Vries A.C. Upgrading of wastewater treatment processes for integrated nutrient removal-the BCFS process. Water Science and Technology, 1998,38(3):12-23.
- [9]黄宁俊, 王社平, 王小林, 等. 西安市第四污水处理厂工艺设计介绍[J]. 给水排水, 2008, 33(11): 27-31.
- [10]胡林林, 王建龙, 文湘华, 等. 低溶解氧条件下生物脱氮研究中的新现象[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(4): 444-447.
- [11]刘秀峰. A²/O 工艺的提升改造工艺[D].太原: 太原理工大学, 2010.
- [12]张为民. 曝气池原生动物与污水处理相关性研究[D].上海: 华东理工大学, 2007.
- [13]孙建升等. 生物脱氮除磷工艺现状及研究发展前景[M]. 排水委员会第四届第二次年会论文集.