

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: 24520121153107

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

# 发声气流和呼吸气流检查对嗓音功能评估 的意义

**Role of Examinations on Phonatory Airflow and Breathing  
Airflow in Voice Function Assessment**

潘 晗

指导教师姓名: 庄佩耘 教授

专 业 名 称: 耳鼻咽喉科学

论文提交日期: 2015 年 4 月

论文答辩时间: 2015 年 5 月

学位授予日期: 2015 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2015 年 月

# 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

## 目 录

摘要 .....	1
第一部分 S/Z 比值在嗓音功能评估中的意义	
中文摘要	
英文摘要	
第二部分 肺功能参数在嗓音功能评估中的意义	
中文摘要	
英文摘要	
第三部分 空气动力学参数在评估嗓音疾病治疗疗效转归的价值	
中文摘要	
英文摘要	
前言 .....	8
正文 .....	15
第一部分 S/Z 比值在嗓音功能评估中的意义	
材料和方法	
结果	
讨论	
结论	
第二部分 肺功能参数在嗓音功能评估中的意义	
材料和方法	
结果	
讨论	
结论	
第三部分 空气动力学参数在评估嗓音疾病治疗疗效转归中的价值	
材料和方法	

结果

讨论

结论

参考文献 .....	39
致谢 .....	43
综述 .....	44
附录 .....	53

厦门大学博硕士论文摘要库

## Tables of Contents

<b>Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>Part I</b> <b>Role of s/z Ratio In Voice Fuction Assessment</b>	
<b>Part II</b> <b>Role of Pulmonary Function Parametres In Voice Assessment</b>	
<b>Part III</b> <b>Role of Aerodynamic Parametres In Voice Fuction Assessment</b>	
<b>Introduction</b> .....	<b>8</b>
<b>Text</b> .....	<b>15</b>
<b>Part I</b> <b>Role of s/z Ratio In Voice Fuction Assessment</b>	
<b>Part II</b> <b>Role of Pulmonary Function Parametres In Voice Assessment</b>	
<b>Part III</b> <b>Role of Aerodynamic Parametres In Voice Fuction Assessment</b>	
<b>Reference</b> .....	<b>39</b>
<b>Acknowledgement</b> .....	<b>43</b>
<b>Review</b> .....	<b>44</b>
<b>Appendix</b> .....	<b>53</b>

## 摘要

### 第一部分 s/z 比值在嗓音功能评估中的意义

**目的:** 测量正常嗓音组和声带良性增生性疾病组的 s/z 比值, 确定正常嗓音组的 s/z 比值范围, 比较正常嗓音组和声带疾病组的 s/z 比值有无显著差异, 探讨 s/z 比值对提示诊断声带疾病的价值。

**方法:** 实验对象为正常对照组 58 例(男: 36 例, 女: 22 例), 疾病组 48 例(男: 23 例, 女性: 25 例)。嘱实验对象先深吸气, 呼气起始发/s/音(音强控制在 65dB 左右)至呼气结束停止发音, 同一受试者音强大小变化不超过 2dB。检查者记录发声时间。同样的方法测量发/z/的时间。每种音发声时长测量重复 3 遍, 结果取 3 遍发声时长中的最大值。根据测量结果计发/s/最长时长和发/z/最长时长的比值即为 s/z 比值。

**结果:** (1)疾病组发/z/时长低于正常组 ( $P < 0.05$ )。 (2)正常嗓音中 s/z 比值小于 0.8 的占 12.5%, s/z 比值接近 1 (0.8~1.2) 的占 70%, 大于 1.2 的占 17.5%。疾病组中 s/z 比值大于 1.2 的占 80.8%, 小于 0.8 的占 3.8%。 (3)疾病组的 s/z 比值高于正常嗓音组的值 ( $P < 0.05$ ), 各组内男女之间的 s/z 比值差异不显著 ( $P > 0.05$ )。 (4) ROC 曲线下面积为 0.915。找出约登指数最大值时的诊断最佳临界点为 s/z 比值为 1.29。

**结论:** s/z 比值可以对声带增生性疾病具有良好诊断价值; 诊断最佳临界点为 s/z 比值为 1.29。

**关键词:** 嗓音疾病 s/z 比值 嗓音评估

## Part I Role of s/z Ratio In Voice Function Assessment

**Objectives:** Measure the s/z ratio among people with normal voice and people with voice disorders. Make sure the range of s/z ratio of people with normal voice. Compare the s/z ratio between groups with normal voice and voice disorders. Investigate whether s/z ratio is a valuable parameter in predicting the voice disorders.

**Method:** 58 people with normal voice (Male: 36, Female: 22) and 48 people with benign vocal fold lesions (Male:23, Female:25) are measured the maximum prolongations of /s/ and /z/. Maximum prolongations and s/z ratio were determined by the longest of 3 trials with a controlled intensity of 65-dB sound-pressure level (SPL). Before phonation, the subjects are told to inhale air deep. Calculate the s/z ratio according the measurements.

**Results:** (1) Maximum prolongation of /z/ of the group of voice disorders is shorter than that of the group of normal voice. (2) s/z ratio of 12.5% of the group with normal voice is lower than 0.8, 70% is close to 1 (0.8~1.2) and 17.5% is higher than 1.2 s/z ratio of 80.8% of the group with voice disorders is higher than 1.2 and 3.8% is lower than 0.8. (3) The maximum prolongations of /z/ in the group with voice disorders is lower significantly than the group with normal voice ( $P < 0.05$ ). There is no significant difference between the two groups for the maximum prolongations of /s/. There were no significant differences in s/z ratio between men and women. (4) The area under the curve of ROC analysis is 0.915. The critical value of s/z ratio for the diagnosis of voice disorders is 1.29.

**Conclusions:** s/z ratio is a valuable parameter for the diagnosis of benign vocal fold lesions. The critical value of s/z ratio for the diagnosis of voice disorders is 1.29.

**Key Words:** voice disorder; s/z ratio; voice assessment



## 第二部分 肺功能参数在嗓音功能评估中的意义

**目的:** 测量正常嗓音组和声带良性增生性疾病组的肺功能参数, 比较正常嗓音组和声带疾病组的肺功能参数有无显著差异, 寻找可能对嗓音疾病具有诊断价值的肺功能参数。

**方法:** 实验对象: 正常组 58 例 (男: 36 例, 女: 22 例), 疾病组 48 例 (男: 23 例, 女性: 25 例)。受试者于肺功能检查室接受肺通气功能测量、流速容量曲线测量以及气道阻力测定, 评估其肺功能和呼吸道阻力。测量参数: VCMAX (肺活量), FEV1 (一秒用力呼气容积), PEF (用力呼气峰值流速)、FEF25 (用力呼气 25% 时的瞬间流速), FEF50, FEF75, MMEF75/25 (最大呼气中段流速), MVV (最大分钟通气量), Rtot (气道阻力)。

**结果:** 男性组中, PEF 值在疾病组和正常组间具有差异的统计学意义( $P < 0.05$ )。在女性组中, 所有肺功能参数在疾病组和正常组之间均无差异( $P > 0.05$ )。

**结论:** 肺功能参数不能较敏感地反映发声功能异常

**关键词:** 嗓音疾病 肺功能参数 嗓音评估

## Part II

### Role of Pulmonary Function Parametres In Voice Assessment

**Objectives:** Measure pulmonary function parametres among people with normal voice and people with voice disorders. Compare pulmonary function parametres between groups with normal voice and voice disorders. To investigate whether some pulmonary function parametres are valuable for predicting the voice disorders.

**Method:** 58 people with normal voice(Male:36, Female22) and 48 people with benign vocal fold lesions (Male:23, Female:25) are measured the pulmonary function parametres including: VCMAX, FEV1, PEF, FEF25, FEF50, FEF75, MMEF75/25, MVV, Rtot.

**Results:** There is a significance difference for the parametre of PEF between the group of voice disorders and the controlled group for male cases( $P < 0.05$ ). For female cases, there is no significant difference for any pulmonary function parametre between the two groups( $P > 0.05$ ).

**Conclusions:** Pulmonary function parametres are not very sensitive in voice function assessment.

**Key Words:** voice disorder; pulmonary Function; voice assessment

### 第三部分 空气动力学参数在评估嗓音疾病治疗疗效转归中的价值

**目的:** 测量正常嗓音组和声带良性增生性疾病组的喉空气动力学参数, 比较正常嗓音组和声带疾病组的喉空气动力学参数有无显著差异。对声带术后患者和嗓音训练患者依次进行空气动力学评估, 分析空气动力学在嗓音疾病治疗疗效转归中的评估价值。

**方法:** 实验对象: 正常对照组正常组 58 例 (男: 36 例, 女: 22 例), 疾病组 48 例 (男: 23 例, 女性: 25 例)。对实验对象采用言语发声空气动力学系统 (PAS, Model 6600, 美国 Kay 公司) 采集参数: MFR (平均气流速率)、MPT (最长发声时间)、PTF (发声阈气流)、PTP (发声阈压)、SGP (声门下压力), LR (声门阻力), VE (发声效率)。

**结果:** (1) 不同性别组内的疾病组和正常组之间的空气动力学参数 MFR、MPT、PTF、SGP、PTP、VE 的差别均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 男性组的疾病组和正常组间的 LR 值的差异也是显著的 ( $P < 0.05$ )。 (2) 术后男女组的空气动力学参数 MFR、MPT、PTF、PTP、SGP 相对于术前均显著改善 ( $P < 0.05$ ) (3) 根据患者术前及术后 1 月的喉镜评估分为两组: 评估较差组 (伴有功能性或除声带增生性病变以外其他器质性的喉部异常) 和评估较佳组。术后: 喉镜下评估较差组和正常对照组主要在 PTF、PTP、SGP、VE 有显著差异 ( $P < 0.05$ ); 喉镜评估佳组和正常对照组间几乎无差异 ( $P > 0.05$ )。喉镜下评估较差组术后 1 月接受 8 周嗓音训练后喉空气动力学参数和正常组无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

**结论:** 喉空气动力学检查可以准确反映治疗过程中嗓音功能的变化。嗓音训练可以明显改善声带术后患者的发声功能。

**关键词:** 嗓音疾病 喉空气动力学 嗓音评估

### Part III Role of Aerodynamic Parametres In Voice Fuction Assessment

**Objectives:** Measure aerodynamic parametres among peole with normal voice and people with voice disorders. Compare aerodynamic parametres between groups with normal voice and voice disorders. Explore the value of aerodynamic parametres in voice function assessment during the treatment of cases with benign vocal fold lesions.

**Methods:** 58 people with normal voice(Male:36, Female22) and 48 people with benign vocal fold lesions (Male:23, Female:25) are measured aerodynamic parametres of MFR(Mean Flow Rate), MPT(Maximum Phonating Time), PTF(Phonation Threshold Flow), PTP(Phonation Threshold Pressure), SGP(Subglottal Pressure), LR(Laryngeal Resistance), VE(Vocal Efficiency) through the phonatory aerodynamic system(Model 6600,Kay PENTAX, Montvale, New Jersey).

**Results:** (1) MFR、MPT、PTF、SGP、PTP、VE are significantly different between the disease group and the normal group( $P < 0.05$ ). (2) MFR、MPT、PTF、SGP、PTP of the disease group after surgery for both sex are significantly different from before surgery( $P < 0.05$ ). (3) The disease group is divided into two groups depending on the stroboscopic examinations before and one month after surgery: the worse group (some functional of organic abnormal of laryngeal except benign vocal fold lesion) and the better group. PTF、PTP、SGP、VE are significantly different between the worse group and the normal voice group. There are almost no significant difference for aerodynamic parameters between the better group and the normal voice group ( $P > 0.05$ ). There are no significant difference between the worse group after 8 weeks' voice training and the normal voice group( $P > 0.05$ ).

**Conclusions:** Aerodynamic parametres can correctly suggest the dynamic change of the voice function in the treatment. Voice training is able to increase patients' voice function after laryngeal microsurgery.

**Key Words:** voice disorder; aerodynamic parametres; voice assessment

## 前言

嗓音功能评估分为主观评估和客观评估两大部分。评估的角度从发声原理和发声系统的各个层面出发。

正常发声需要三大系统的配合：动力系统（呼吸系统），振动系统（声带），共鸣系统。近年来，临床嗓音功能对于发声动力系统的评估主要集中在：观察发声时呼吸和发声的配合，呼吸方式；肺功能；测量 s/z 比值；喉空气动力学等。国内对于气流相关评估对于嗓音功能评估的价值研究主要集中在空气动力学方面，但缺乏系统全面地从呼吸角度去评估嗓音功能的研究。

Boone<sup>[1]</sup>在 1981 首次提出声带正常者发/s/和/z/的最长时间应该是相近的，比值接近于 1。他和 Eckel 还认为病理声带如声带增生性疾病发/z/的最长时间比发/s/音最长时间短(s/z 比值约 0.99)。从发音生理机制看，正常声带发/z/的时间应该稍长于/s/，发/s/和/z/时上气道的形状和声门阻力不同：发/z/时，声门阻力的相对更高，发声速率较低。但是这些研究均未控制测量发/s/和/z/的音强。Marylou<sup>[2]</sup>和 John F. 在控制音强 60±2dB 条件下，采用 3 种不同方法测量正常人的/s/和/z/的最长时间（1）取 10 次最长发声时间的最大值。（2）取 3 次最长发声时间的最大值。（3）取 3 次最长发声时间的平均值。并计算 s/z 比值。结果显示发/s/和/z/的最长时间接近。男性的发/s/和/z/的最长发声时长高于女性，s/z 比值在性别组之间无明显不同。但是具体分析时可以发现正常嗓音者可能发/s/最长时长低于/z/最长时长，可能两者时长相等，也可能前者高于后者。另外他们还发现发/s/的时间长短可以随着受测对象不断练习重复而延长：在前 3 次的测量结果中，超过半数的实验对象发 s/z 比值略低于 1，但测量 10 次后取最长发音时长，超过半数实验对象 s/z 比值略高于 1。Mendes<sup>[3]</sup>等研究了 1660 名 4~12 岁无嗓音疾病的儿童的 s/z 比值，其中大部分（84%）儿童的 s/z 比值接近于 1；133 名（8%）儿童的 s/z 比值低于 0.8；133 名（8%）儿童的 s/z 比值高于 1.2。这提醒临床医生在运用 s/z 比值作为嗓音功能评估指针时应谨慎考虑正常参考值范围。在运用 s/z 比值评估喉功能的研究中，Boone 在 1981 年报道中提出声带增生性疾病患者 s/z 比值 95%的概率是大于 1.4。Graeme 和 Yolandi

等<sup>[1]</sup>研究 s/z 比值在评估气管插管拔管后患者的发声功能, s/z 比值在对于拔管后患者声带病理损伤的评估敏感性 100%, 特异性 93%, 准确率 93.75%。黄昭鸣; 万萍<sup>[3]</sup>比较了不同呼吸方式的聋儿的 s/z 比值, 结果显示胸式呼吸组中的聋儿 s/z 比值显著大于腹式呼吸组聋儿。在我国, 尚未对正常嗓音人群及声带疾病人群进行 s/z 比值的测量和研究。通过对我国正常嗓音和嗓音疾病人群的 s/z 比值调查和分析, 希望探讨 s/z 比值对我们临床中运用该参数进行嗓音评估的意义, 由于 s/z 比值测量过程具有无创性, 简便性, 快速性的特点, 因此该参数可能会对临床嗓音评估具有较大的价值。

呼吸系统的气流支持对正常发声是极其重要的, 在嗓音训练中, 呼吸训练也是经典的治疗方法的一部分。歌唱家以及声乐老师通常将经典的发声训练方法称为“有支持的发声 (supported voice)。在既往文献记载中将“有支持的发声”描述为“对呼吸的管理”。

在歌唱教学中“支持 (Support)”<sup>[4]</sup>训练方法被广泛运用。在主观听觉评估中, 运用“支持”与否很容易被听出来。很多歌唱家将“支持”作为歌唱所必须的方法技巧。“支持”和呼吸密切相连, 常常也被称作“呼吸支持”。歌唱教学这种方法依靠主要歌唱和听者的感觉。Nadoleczny 发现 40%的歌手运用胸-腹式联合呼吸、25%主要运用胸式呼吸作为歌唱中有“支持”的呼吸方式。他认为运用“支持”方法时的感觉主要是由于呼气过程中肌肉和压力感受器引起的。Vennard 把“支持”定义为控制良好的呼气 (声门下) 压力。

Sonninen<sup>[4]</sup>等研究了运用“支持”和没有“支持”方法歌唱时的空气动力学和声学不同。结果显示, 有“支持”的歌唱的特点为: 最长发声时间 (Maximum Phonation Time) 更长, 喉部的位置更低, 声门闭合的速度更快, 男性歌唱家中尤其明显; 第一共鸣峰区域和基频之间的差距更大。Griffin<sup>[5]</sup>等发现运用“支持”方法歌唱时: SPL 更高, 平均气流和气流峰值更高, 声门开放商更低, 第四共鸣峰更低。Griffin 还对所有的歌唱家进行关于“支持”方法的定义, 所有的对象都认为歌唱“支持”方法和呼吸管理相关。

对言语病理师 (SLP) 来说, 嗓音训练中呼吸管理和支持<sup>[6]</sup>是贯穿所有训练方法中的重点。呼吸的训练方法繁多, 主要通过训练呼吸的深度, 速度, 呼吸节律,

说话和呼吸的配合以达到：提高受训练者说话发声时对自身呼吸的意识。让呼吸和言语协调，避免发声时气流不足或气流过强。呼吸支持的训练可以放松喉部的肌肉，让发声更加轻松。

Wilson(1987)认为呼吸也许和嗓音疾病的病因相关。Aronson(1990, p. 349)认为“呼吸方面的疾病会导致嗓音疾病，而嗓音疾病患者由于声门和声门上肌肉的过于挤压或功能过弱也会导致呼吸方面疾病。”某些嗓音疾病的患者常常抱怨发音时气流不足以及呼吸疲劳，“呼吸过浅，发音和呼吸的配合很差”

(Greene, 1964)。陈曦, 徐洁洁<sup>[7]</sup>等的研究结果显示肺功能异常组的MPT和MFR值均较正常组显著降低。Schorr-Lesnick, B<sup>[8]</sup>研究过经过呼吸支持训练的歌唱家和管乐器吹奏手的肺功能，结果显示他们的各项肺功能指标和普通人之间没有差异，但是研究中发现歌唱家中有相当高的吸烟史的比例。Jenny Iwarsson<sup>[9]</sup>研究在不同肺容量状态下发声对声门闭合影响，结果为发声启动时的肺容量越低，声门闭合商越高。这提示发声时肺容量越大，声门的闭合越轻巧，说明启动发声时肺容量对声带的振动方式是有影响的。在嗓音疾病对言语呼吸的影响上，Christine, Elaine<sup>[10]</sup>等比较了双侧声带小结（轻度发声障碍）女性患者和正常女性在阅读时的呼吸方式。在阅读时，声带小结组的声门气流比正常组更高，每个音节呼出的气体量以及阅读中每次呼吸的气体量都高于正常对照组。换气的总次数以及每一次换气内说的音节个数在组间没有显著差异。呼吸支持是正常嗓音必须的条件，我国在对嗓音疾病患者的呼吸功能特点缺乏相关研究。嗓音疾病患者的呼吸特点是否和正常嗓音者有差异是本课题的研究目的之一。

空气动力学检查，测量喉作为能量转换器将声门下的空气动力能转换为声能的一系列相关参数，是嗓音功能客观评估的重要组成部分。气流和气压是空气动力学测量的两个主要参数指标。从上世纪80年代早期至今，已有多种参数用于研究发声的空气动力学。常用的代表性参数包括平均发声气流（MFR, Mean Phonation Flow Rate,）、最长发声时间（MPT, Maximum Phonation Time）、声门下压（SGP, Subglottal Pressure）、发声效率（VE, Vocal Efficiency）以及声门阻力（LR, Laryngeal Resistance）等。

MFR指发声时单位时间内通过声门的气流量，和声门闭合程度有关<sup>[11]</sup>。SGP

是指肺内气压到达声门下的压力，与音调、音强相关，不同性别、年龄间无明显差异<sup>[12,13]</sup>，是空气动力学研究最多的指标之一。LR 和 VE 是用 SGP 和 MFR 计算后所得的参数指标。LR 为 SGP 与 MFR 的商，VE 是声能与空气动力能的商。这些参数已经成为喉功能相关实验研究中的空气动力学代表参数。Titze<sup>[14]</sup> 于 1988 年等提出了发声阈压这个空气动力学参数 (Phonation Threshold Pressure, PTP)。PTP 是指能引起声带振动发音的最小声门下压力，理论上这一参数与声带的生物机械特性及几何特征有关。Titze 研究显示 PTP 会和声带厚度、声门宽度相关<sup>[15]</sup>。另外，声带脱水也会影响 PTP<sup>[16]</sup>。由此可见 PTP 有助于声带病理的诊断。Jiang 和 Tao<sup>[17]</sup> 在 2006 年提出将发音阈气流 (Phonation Threshold Flow, PTF) 作为一项新的评价喉功能的参数，并验证了 PTF 与声带组织特性以及声门结构等有关。Hottinger<sup>[18]</sup> 的研究显示在反映声门闭合不全缝隙上 PTF 比 PTP 更敏感。Zhuang 等应用渐降发声法研究显示声带息肉患者与正常人的 PTF 之间有显著差异，而声带小结患者与声带息肉患者之间无差异<sup>[19]</sup>。PTF 参数不仅可以反映喉生理病理的变化，而且简单易行，因此 PTF 可成为一项新的反映喉功能的有效参数。

对空气动力学各参数的测量，特别是声门下压的测量，一直都是空气动力学检查的研究重点。早期的测量方法因其固有的局限，在临床上的应用受到很大限制。但随着理论研究的深入和科技的进步，间接无创的测量方法在精确性和稳定性上不断改善，在临床中的应用价值日益显现。早期检查方法 早期对于声门下压的检查方法包括：1) 经气道穿刺直接测量<sup>[13,20]</sup>；2) 通过食管内的气囊间接测量声道内气压<sup>[13,20]</sup>；3) 使用压力探测器直接置于声门上下测量跨声门压；但是这些测量方法由于其有创性和不稳定性等，使早期空气动力学检查在临床使用中受到限制。无创性空气动力学测量方法包括：(1) 反滤波法 (inverse filtering) (2) 唇音中断法 (labial interruption) (3) 气流阻断法<sup>□</sup> (airflow interruption) 不完全气流阻断法 (incomplete airflow interruption) (4) 气流重定向法 (airflow redirection)。随着无创性空气动力学检查的精度不断提高，检查结果所能表达的信息也不断完善，其应用价值日益显现。Edwin Yiu<sup>[21]</sup> 等研究显示空气动力学评估能作为嗓音功能评估的重要辅助手段。科学家们应用离体狗喉制成的脱水喉模型显示脱水会导致 PTF 和 PTP 增加<sup>[22,23]</sup>，发声效率减低。



Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.