

研究报告

细水雾灭火技术在电气环境的研究与进展

房玉东, 朱小勇, 刘江虹, 张永丰, 廖光焯

(中国科学技术大学 火灾科学国家重点实验室, 合肥 230027)

[摘要] 介绍了细水雾的定义和主导灭火机理, 对细水雾、水喷淋及气体灭火技术在电气环境的应用进行了比较, 说明了细水雾用于电气环境火灾防治的优点及不足。结合前人实验结果系统地阐述了细水雾的导电性、细水雾作用下电气设备击穿强度变化规律、细水雾的滞空性及烟气冲刷能力。重点回顾了国际上细水雾用于计算机、程控交换机及发电机等电气设备火灾防护的可行性及有效性研究, 描述了细水雾作用下带电工作的计算机、发电机、程控交换机等设备的稳定性和可靠性, 讨论了雾滴粒径、雾滴速度、雾通量及障碍物遮挡程度等因素对扑灭电气火灾有效性的影响, 介绍了国际上细水雾灭火技术在电气环境的应用现状。

[关键词] 细水雾; 电气环境; 导电性

[中图分类号] P7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2006)07-0089-06

引言

通常计算机房、程控交换机房等电气环境主要采用气体灭火系统进行火灾防护, 例如: 哈龙1301、惰性气体混合物及二氧化碳等。由于1987年加拿大《蒙特利尔公约》的签订, 目前国际上正在积极寻求卤代烷系列灭火剂的替代品。细水雾灭火技术以其无污染、灭火迅速、耗水量低及对防护对象破坏小等特点, 有可能成为哈龙气体灭火剂的主要替代品^[1]。在NFPA 750中^[2], 细水雾的定义是: 在最小设计工作压力下、距喷嘴1m处的平面上, 测得水雾中的雾滴粒径 D_v 小于1000 μm 。细水雾进一步细分为3级, 如图1所示。第1级细水雾为 $D_v = 100\mu\text{m}$ 与 $D_v = 200\mu\text{m}$ 连线的左侧部分, 这些代表最细的水雾。第1级细水雾与第2级、第3级细水雾相比粒径更小, 与火焰相互作用后蒸发速率更快, 灭火后火场残余水量更小, 单位重量吸收热辐射能力更高, 因此更适合于电气环境的火灾防治。最近国际上的火灾研究机构利用粒径较小的细水雾在计算机房、程控交换机房、发电机房等场所

进行了广泛的全尺寸灭火实验, 用来验证细水雾在电气环境应用的可行性和有效性^[3-11]。

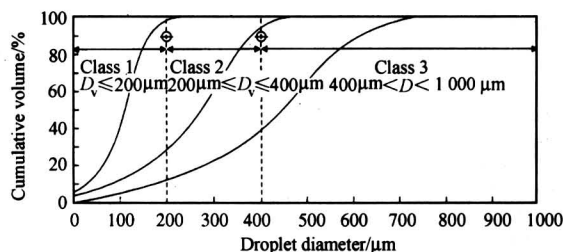


图1 细水雾定义及分类

Fig.1 Classification and definition of water mist

说明细水雾在电气环境应用的优势及主导灭火机理, 回顾国际上细水雾灭火技术在电气环境的一些研究和应用, 对更好地推动这项技术在我国的研究和发展具有深远意义。

1 细水雾、水喷淋及气体灭火技术比较

以水为基础的灭火系统随着水滴的体积平均直径 D_v 的下降, 其主导灭火机理也完全不同, 水喷

[收稿日期] 2005-04-01

[基金项目] 国家重点基础研究发展规划资助项目(2001CB409609)

[作者简介] 房玉东(1979-), 男, 黑龙江阿城市人, 中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室博士研究生

淋主要是通过直接冷却作用进行灭火。细水雾除了冷却灭火机理外,随雾化喷嘴、工作压力以及流量的不同,还通过以下机制共同抑制及扑灭火灾^[12]:

a. 气相冷却,液滴的气化吸收了火焰释放的热量;
b. 隔氧作用,靠近火焰的大量水蒸气会降低反应区的氧气体积分数;
c. 热辐射的减弱,细水雾及蒸汽会吸收部分热辐射,降低对燃料的热回馈;
d. 火焰的拉伸,火焰接受来自细水雾的动量转换被拉伸,破坏火焰燃烧的稳定性。

细水雾灭火系统和水喷淋灭火系统相比具有耗水量低的优点。在电气环境如果采用水喷淋灭火系统,由于用水量过大,将会造成电气设备短路、浸泡等破坏,而细水雾灭火系统的用水量远低于水喷淋灭火系统(小一个数量级),即使存在对电气设备的危害,其损失也会是最小的^[13-15]。

细水雾与气体灭火技术相比具有廉价、对人和环境没有危害的优点,同时也不需要预留人员撤离时间,避免了错过最佳灭火时机。也避免了哈龙等气体灭火剂在灭火时因与燃烧物发生链式反应而产生有毒气体,有利于火场人员的安全。由于细水雾的冷却和穿透能力较强,高压细水雾扑救深位火灾比气体灭火剂更有效,同时细水雾具有表面冷却的优点,而气体灭火剂则没有。另外细水雾在灭火过程中不会出现气体灭火剂在灭火过程中由于浓度下降而发生复燃的现象^[16-18]。且细水雾还具有烟气冲刷功能,可以有效除去电气设备环境的烟颗粒及腐蚀性气体。

2 细水雾电特性及导电性研究

击穿强度、电阻率及相对介电常数是电介质的三个主要电特性参数,通常可以利用电极放电测量电介质的击穿强度,利用放大法测量电介质的电阻率,也可以利用高阻计来测量电阻率,利用电容电路测量电介质的相对介电常数^[19]。在电气环境,击穿强度是衡量电气设备能否安全运行的一个重要参数,细水雾是一种电介质,因此在电气设备环境使用细水雾可能会因为其导电性使电气元件发生击穿现象。研究人员利用电极放电模拟电气设备的击穿过程^[19,20],实验中将粒径小于 $100\ \mu\text{m}$ 的细水雾喷射到放电区间。实验发现在细水雾的作用下电极击穿强度比在空气中衰减了25%左右,增长细水雾的施加时间击穿强度没有明显变化。研究人员还进行了含添加剂细水雾的实验,发现在添加剂含量达

到最佳灭火浓度时,电极击穿强度下降最大,比在空气中衰减了40%。虽然添加剂可以大大提高细水雾的灭火效率,但由于添加剂中含有金属离子等导电物质,从而增强了细水雾的导电性。因此细水雾添加剂在电气环境的应用受到了限制,在实际电气环境的火灾防治当中,应当充分考虑细水雾以及添加剂对电气设备击穿强度的影响,对于一些重点防护设备,应进行专门的实验来确定细水雾及添加剂在该环境的应用可行性,以确保精密仪器设备不受破坏。

ABB Stromberg 研究中心进行了带电喷放细水雾的实验^[21],结果表明细水雾具有良好的电绝缘性能,研究中发现只要细水雾的粒径小于 $100\ \mu\text{m}$,在扑灭电子电气火灾的过程中,一部分细水雾雾滴会快速气化,一部分细水雾雾滴可以长时间地悬浮在空中,只有少部分的细水雾滴落到电子电气设备的表面,而真正进入电子电气设备内部电路的细水雾极少,这些进入内部电路板的细水雾也因为直径非常小,汇聚凝结需要数量非常庞大的雾滴和极长的时间才能完成,因此很难形成导电的连续水流或表面水域。

3 细水雾滞空性研究

细水雾的滞空性指的是细水雾喷出之后在空间悬浮的能力,研究表明滞空性强的细水雾适合用于电气环境的火灾防护^[20],可以有效地对电气设备进行全淹没式灭火,减少水雾滴落在电气设备表面的数量,同时能够充分地 and 烟气混合达到冲刷烟气的作用,并抑制轰然和复燃的发生。研究人员对粒径小于 $200\ \mu\text{m}$ 的高压细水雾进行了滞空性研究,首先喷射细水雾使房间充满浓密细水雾,然后开始计时,3 min后水雾仍然充满房间,6 min后房间上半层空间雾云变得很稀薄,下半层仍然充满雾云,10 min后只有离地1 m以下的空间充满水雾,以上部分无水雾,15 min后房间内水雾消失。研究表明细水雾的滞空性受雾滴粒径、工作压力、空气运动和防火区几何条件等因素影响。雾滴粒径越小,滞空时间越长,减少细水雾喷射时间,雾滴滞空的时间也会增长,显然这与雾云密度、雾滴的冲撞凝结速度有关。

4 细水雾吸附冲刷烟气特性研究

在某些精密电气设备环境,一旦发生火灾,火

只会对起火地点的设备造成局部破坏，而烟气的四处蔓延扩散、渗透将会对整个房间内的仪器设备造成腐蚀、污染等严重破坏。Mawhinney 等人对细水雾冲刷烟气的效率进行了研究^[22]。结果表明用于灭火的普通细水雾无法有效降低烟气中固体颗粒的含量。这是因为以灭火为主要功能的细水雾无法充分和烟气进行混合，在灭火的状况下，由于火羽流及其他复杂的物理化学作用导致无法提供理想的溶解混合条件，细水雾无法溶解一氧化碳、二氧化碳等气体，即使易溶于水的硫化氢、二氧化硫等气体也无法在灭火过程中大量溶于细水雾中。同时细水雾的施加破坏了烟气层的自由运动，迫使其向下运动靠近地面，降低了地面上方的能见度。为了使细水雾灭火系统能够有效冲刷烟气颗粒，提高火场能见度，需要借鉴工业水雾除尘技术来提高细水雾同烟气的混合程度。西安交通大学张晓燕等人利用超声雾化技术进行了水雾除尘的研究^[23,24]，结果表明加强水雾与颗粒之间的碰撞可以提高水雾的除尘效率，细水雾的除尘效率不但受雾滴大小影响，而且也与雾滴数量有关，其中雾滴大小是影响除尘效率的第一要素，实验中在粉尘浓度为 283.25 mg/m^3 时，水雾的除尘效率达到 99%。他们利用概率统计分析的方法给出了水雾除尘效率与雾滴粒径和雾滴数量的数学关系。荷兰的 MariOff、德国的 Fog-Tec 等公司借鉴工业除尘技术开发了专门用于抑制火灾烟气的 Hi-Fog 系统。

5 电气环境细水雾灭火可行性及有效性研究

5.1 计算机设备

美国 NIST 火灾研究机构的 Grosshandler 通过一系列的实验进行了外置的细水雾灭火系统扑救机箱内部火焰的研究^[15]，在实验当中选用电路板作为可燃物，对喷头的几何形状、喷头与火焰的相对位置、用水速率等一些影响灭火效率的参数进行了研究。实验结果表明低压细水雾无法有效扑救机箱内部的深位遮挡火焰，当压力大于 5.5 MPa 时细水雾对计算机箱内部深位火焰有较好的扑救作用，对计算机房内的火灾也有较好的扑救作用。实验中还考察了机箱内火焰周围屏蔽物的数量对灭火有效性的影响，结果表明细水雾熄灭离喷嘴有障碍的小火的能力主要依赖于如下 3 方面：**a.** 喷嘴和火焰之间的开放比例；**b.** 粒子浓度最大处和火焰之间的横向

距离；**c.** 水压或者更精确的说是喷射动量。

另外喷嘴与火焰的垂直距离和起火电路板之间的距离对灭火时间也有一定的影响。机箱内部的冷却风扇所产生的水平气流对灭火时间的影响很小，但垂直方向的气流明显的延长了灭火所需的时间。Grosshandler 还利用水喷淋灭火系统及气体灭火系统 (CF_3H) 进行了灭火比对实验。结果表明低压细水雾和水喷淋很难像三氟甲烷气体灭火剂一样能有效扑救机箱内部任何地方的火焰。但这并不意味着细水雾不能够用于计算机中心和数据处理设备的火灾防护，因为在这个研究中没有评价粒子直径小于 $10 \mu\text{m}$ 的超细水雾及高压的细水雾系统（压力大于 10 MPa）。因此需要进一步的研究来确定粒子尺寸、喷射动量以及工作压力与灭火效率的关系。

研究人员对正在运行的计算机显示器及主机进行了高压细水雾喷射实验^[20]，发现当计算机主机及显示器摆放在喷头正下方时，3 min 内，显示器工作正常；之后，显示器上的图像发生晃动和偏移；5 min 后，显示器上的图像完全消失；再喷雾 3 min，停止。显示器充分风干后，再接通电源，工作正常。5 min 内，主机工作正常，没有发生线路板短路现象。主机充分风干后，再接通电源，工作正常。

国际上一些火灾研究机构利用两相流技术开发了气液两相的细水雾灭火系统，这种灭火系统采用氮气或者空气作为气相流体，水和气体经两相流喷嘴混合后喷发出来，在气体的带动下，喷发出的细水雾扩散性更强，很快就在保护区形成全淹没灭火状态，大大的提高了细水雾对障碍物火的扑救能力，能够更加有效的扑救计算机内部深位遮挡的火焰。荷兰的 MariOff、德国的 Fog-Tec 等公司均利用这种技术开发了两相流细水雾灭火系统，应用于计算机房等场所的火灾防护。其中 MariOff 已经和 IBM 达成协议，把两相流超细水雾灭火系统和 IBM 整体机房进行捆绑销售。

5.2 交换机设备

通讯中心火灾造成的最大损失是通讯中断，这会是致命的损失。英国的 GTE 等^[3,5-7]一些火灾安全研究机构进行了粒径小于 $200 \mu\text{m}$ 的高压细水雾用于程控交换机的灭火研究。实验中利用位于交换机内部的细水雾喷头保护交换机内部的电路模块结构。结果证明细水雾可以快速的熄灭交换机内部的火焰，且没有对交换机内部的电路模块造成破

坏, 交换机设备在灭火过程中可正常工作。实验表明细水雾灭火系统对电气设备的灭火性能主要是由细水雾系统的喷射特性所决定的, 系统在保护区域内的结构、火焰的尺寸、阻碍的程度、通风换气条件以及房间的平面结构也都影响着细水雾的灭火有效性^[15]。

5.3 电机设备

美国海军委托霍普金斯大学应用物理实验室开展了一项有关细水雾对通电电气设备影响的评估研究^[25], 实验中所选择的设备包括 450 V 三相电机、电机控制器以及控制面板, 以模拟将在 LPD-17 军舰动力机舱内安装的电气设备。研究的目的在于确定细水雾的施加对于电气设备的潜在威胁程度以及雾滴施加于通电设备之上给人员带来的触电危险程度。所选喷头与安装于 LPD-17 上的喷头完全一致, 流量则比 LPD-17 上安装的系统流量大 60%, 以保证设计余量。绝大部分实验使用的是普通淡水, 不过也进行了一些使用含盐水和普通海水的实验, 以确定含盐量对于实验结果的影响。实验结果显示淡水的导电能力非常低, 仅仅当细水雾连续施加而导致设备表面沉积大量水时才有触电的危险。电机与电机控制器基本上没有漏电现象, 当控制面板表面清洁并正确接地时, 其触电的危险也几乎可以忽略不计。因此, 研究人员认为, 由于施加细水雾而导致触电的可能性很小, 即使所有设备都处于通电状态时, 在施加细水雾之前也无需进行人员疏散。

5.4 电气设备控制面板

在电气设备控制面板以及控制室发生的火灾通常较小且生长缓慢。在这种空间的可燃物范围主要是: 塑料包层的电缆、电路板、机箱内部靠近三合板的线路、纸以及磁带盒。对财产和设备的最大威胁是腐蚀性烟气在设备中的蔓延传播。最近美国约翰霍普金斯大学应用物理实验室的一些研究表明细水雾不会对控制面板或者控制设备造成漏电^[25]。电气设备控制面板只有在长时间持续的细水雾流作用下才会发生触电的危险, 因为持续的细水雾流会导致水在控制设备表面的积累。细水雾所造成的配电盘触电危险在配电盘保持清洁并且正确接地的情况下可以忽略。

6 结论

并不是所有的细水雾灭火系统都适用于电气环

境的火灾防护^[24-28], 研究表明滞空时间长并且具有优良的烟气冲刷能力的细水雾系统适用于电绝缘性好的电气环境火灾防护。雾滴粒径、雾滴速度、雾通量、障碍物遮挡程度、通风因子及防护空间的几何结构等因素共同决定着细水雾在电气环境的灭火有效性^[28-34]。随着细水雾灭火技术在电气环境应用研究的进一步深入, 将在电气设备领域的火灾防护中发挥重大作用。

致谢: 感谢黄鑫博士研究生为本文提出的宝贵意见和建议。

参考文献

- [1] Kim A, Mawhinney J R, Su J. Water-mist system can replace halon for use on electrical equipment [J]. Canadian Consulting Engineer, 1996. 30
- [2] NFPA. 《750. Standard on Water Mist Fire Protection Systems》[S]. 2000 Edition. Quincy: National Fire Protection Association, 2000
- [3] Mawhinney J R. Water-mist fire Suppression systems for the telecommunication and utility industries [A]. Proceedings: Halon Alternatives Technical Working Conference[C]. Albuquerque NM, 1994. 395
- [4] Mawhinney J R. Findings of experiments using water mist for fire suppression in an electronic equipment room[A]. Proceedings: Halon Alternatives Technical Working Conference[C]. Albuquerque NM, 1994. 395
- [5] Botting R E. Fire engineering and research: fire detection and protection of telephone exchange main distribution frames[A]. Annual Conference of the Institution of Fire Engineers[C]. Telecom Corporation of New Zealand Ltd New Zealand Branch, 1990
- [6] Hills A T, Simpson T, Smith D P. Water mist fire protection systems for telecommunication switch gear and other electronic facilities [A]. Proceedings: Water Mist Fire Suppression Workshop[C]. USA, 1993. 123 ~ 144
- [7] Simpson T, Smith D P. A fully integrated water mist fire suppression system for telecommunications and other electronics cabinets [A]. International Conference on Water Mist Fire Suppression Systems[C]. Boras Sweden, 1993
- [8] Liu Z, Kim A K. A Literature Review of Impact of Thermal Decomposition Products Generated by Halon Replacement on Electronic Equipment[R]. IRC Internal Report 780. National Research Council of Canada, 1999
- [9] Carlzon B. Fire protection in computer room[A]. Nordic Conference on Water Mist Applications [C]. Swedish National Testing and Research Institute, SP Report, 1997

- [10] Tuomisaari M. Smoking scrubbing in a computer room [A]. Proceedings: Halon Alternatives Technical Working Conference[C]. Albuquerque NM, 1999.308
- [11] 廖光焯,周晓猛,一种用于细水雾灭火的添加剂,申请号:200310112793.8[S]
- [12] Grant G, Brenton J, Drysdale D. Fire suppression by water sprays [J]. Progress in Energy and Combustion Science. 2000(26):79~130
- [13] Anthony D, Finnerty E. Water-based Fire-extinguishing Agents[M]. U S Army Research Laboratory, 1995. 95~101
- [14] Gann R G. Next Generation Fire Suppression Technology Program [M]. National Institute of Standards and Technology,2000. 1059
- [15] Grosshandler W, Lowe D. Protection of Data Processing Equipment with Fine Water Sprays[M]. National Institute of Standards and Technology.
- [16] 刘江虹,廖光焯,厉培德. 细水雾灭火技术研究与进展[J]. 科学通报,2003, 48(8):761~767
- [17] Mawhinney J R, Richardson J K. A review of water mist fire suppression research and development [J]. Fire Technology,1997, 33(1):54~90
- [18] Liu Z, Kim A K. A review of water mist fire suppression systems-fundamental studies[J]. Journal of Fire Protection Engineering,2000, 10(3):32~50
- [19] 房玉东,廖光焯,徐强,周晓猛. 含添加剂超细水雾作用下电气设备击穿强度实验研究[A]. 2004 消防会议-整体安全理念 vol3 [C].香港,2004
- [20] 房玉东,刘江虹,廖光焯,徐强. 含 MC 添加剂超细水雾作用下电极击穿强度变化规律的实验研究.《科学通报》。2005,50(18):2031~2036
- [21] Fire Suppression Substitutes and Alternatives to Halon for U. S. Navy Applications [R]. Commission on Physical Sciences Mathematics and Applications (CPSMA), 1997.
- [22] Mawhinney J R, DiNunno P J, Williams F W. Water Mist Flashover Suppression and Boundary Cooling System for Integration with DC-ARM [A]. Volume 1: Summary of Testing NRL/MR/6180 -99-8400[S]. 1999
- [23] 张晓燕,郭强,李全. 微细水雾除尘技术的研究[J]. 环境污染与防治,2003, 234~237
- [24] 张晓燕. 微细水雾除尘系统设计及实验研究[J]. 工业安全与环保,2001,1~4
- [25] 陆强,廖光焯,黄鑫,宛田宾. 舰船细水雾灭火系统研究回顾[J]. 中国工程科学,2004, 6(9):88~93
- [26] Liu Z, Kim A K. A literature review of impact of thermal decomposition products generated by Halon replacement on electronic equipment[A]. IRC Internal Report 780[C]. National Research Council of Canada, 1999
- [27] 崔正心,廖光焯. 细水雾抑制障碍物稳定火焰的实验研究[J]. 火灾科学.2001, 10(3):174~177
- [28] King M, D, Wendy J C. Evaporation of a small water droplet containing an additive [A]. Proceedings of the ASME National Heat Transfer Conference[C]. Baltimore, 1997
- [29] Anthony J, Bogdan H, Dlugogorski Z. Extinguishment of small scale poolfires with ultrafineparticles [A]. HOTWC 96' [C]. 1996
- [30] Madrzykowski D, Water additives for increased efficiency of fire protection and suppression fire detection [A]. Fire Extinguishment and Fire Safety Engineering NRIFD 50th Anniversary Symposium Proceedings[C], Japan, 1998
- [31] Cousin C S. The potential of fine water sprays as halon replacements for fires in enclosures [A]. International Conference on Water Mist Fire Suppression Systems[C]. Sweden, 1993
- [32] Lewis R H. Aircraft cabin water fire suppression-where to now[J]. Fire Prevention. 1994, 270:16~24
- [33] International Cabin Water Spray Research Management Group. Conclusions of Research Program [R]. Civil Aviation Authority, 1993. CAA Paper 93012
- [34] Mawhinney J R, DiNunno P J, Williams F W. Using water mist for flashover suppression on navy ships[A]. Halon Alternatives Technical Working Conference [C]. Albuquerque, 1999. 395~4

Progress in Research and Application of Water Mist Suppressing Class C Fires

Fang Yudong, Zhu Xiaoyong, Liu Jianghong, Zhang Yongfeng, Liao Guangxuan

(University of Science and Technology of China, State Key Laboratory of Fire Science, Hefei 230027, China)

[Abstract] This paper introduces the concept of water mist technology, and discusses its extinguishment

mechanism in comparison with other fire suppression systems briefly. Water mist has demonstrated some advantages in suppressing electrical and electronic fires(class C fires). The electric characteristic of water mist, the variation law of breakdown strength to electrical equipment with water mist applied, the suspending and the smoke scrubbing ability of water mist are expatiated with a viea to the experimental results carried out by others. The investigation on efficiency and feasibility of water mist used in computer room and other electrical environment is thoroughly reviewed, and the working stability of electrical equipment with water mist applied is described. Effects of water mist diameter and velocity, water mist flux and barrier on water mist fire extinguishment efficiency are analyzed, and the application actuality of water mist in electrical environment is introduced.

[**Key words**] water mist; class C fires; electric characteristic

(上接第 77 页)

- [4] Barney J B. Firm resources and sustainable competitive advantage [J]. *Journal of Management*, 1991, 17: 99 ~ 120
- [5] Barton D L. Core capability & core rigidities: a parad-oxin managing new product development [J]. *Strategic Management*, 1992, 13: 111 ~ 125
- [6] Polanyi M. *Personal Knowledge* [M]. London: Routledge, 1958
- [7] 王毅, 吴贵生. 产学研合作中粘滞知识的成因与转移机制研究[J]. *科研管理*, 2001, (11): 114 ~ 121
- [8] 顾新. 区域创新系统的运行[J]. *中国软科学*, 2001, (11): 104 ~ 107
- [9] 曾国屏. 自组织的自然观[M], 北京: 北京大学出版社, 1996: 101 ~ 103
- [10] 傅家骥. 技术创新学[M], 北京: 清华大学出版社, 1998: 37 ~ 42
- [11] 傅家骥, 姜彦福, 雷家肃. 技术创新——中国企业发展之路[M], 北京: 企业管理出版社, 1992. 44 ~ 45
- [12] Nonaka I, Toyama R, Konno N. SECI, Ba and leadership: A unified model of dynamic knowledge creation [J]. *Long Range Planning*, 2000, 33: 5 ~ 34
- [13] 陈天阁, 张道武, 汤书昆, 等. 企业知识创造机制重构[J]. *科研管理*, 2005, (3): 40 ~ 50
- [14] 冯之浚. 国家创新系统的理论与政策[M]. 北京: 经济科学出版社, 1999. 207 ~ 218
- [15] Bourdieu P. The forms of capital [A]. Richardson J G ed. *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* [M]. New York: Reenwood, 1985
- [16] 吕立志. 论新资源在新经济中的地位和作用[J]. *中国软科学*, 2001, (9): 21 ~ 25

Research on Regional Innovation Environment Mechanism: From the View of Interaction and Sharing of Knowledge

Rao Yangde, Wang Xuejun

(*Economics and Management School, Wuhan University, Wuhan 430072, China*)

[**Abstract**] Innovation is a dynamic process of knowledge recreation in essence. Knowledge is indispensable to innovation, and is also the ultimate objective and product of innovation. Based on introduction to the barriers of tacit knowledge disseminating, the author analyzes regional innovation advantage, and expatiates on the mechanism of regional innovation environment based on the interaction and sharing of knowledge.

[**Key words**] interaction and sharing of knowledge; regional innovation; innovative capability; innovation environment; mechanism