

中国工程院院士、北京邮电大学教授张平：

# 从0到1，从并跑到领跑

□ 闫伊乔



校任教。“教书育人是实现人生价值的最好途径之一，能将学到的知识传给更多的人。”出身教师家庭的张平自幼受父母影响，对校园有着深厚的情感。

“培养通信人才，打好基础至关重要。”为编写《中国通信学科史》，张平与同事做了上百次调研，先后收集400万字资料，采访100多位专家、学者，初稿完成后反复征求各方意见近500条……在张平和众多专家的共同努力下，这本书的问世，填补了中国通信学科历史研究的空白，至今都是通信专业学生的必读书籍。

对张平来说，做科研和培养人才同样重要。做好教学能够对科研有所启发，将科研成果反哺课堂才能推动教学的发展。

张平将我国移动通信的前沿技术引入教学，主持编写了一系列3G/4G/5G移动通信系列教材，从终端到网络全面诠释中国的通信技术体系；将通信技术的共性和差异性贯穿多门课程，形成“厚基础、活实践、促迁移”的教学方法。为了培养学生善用跨学科交叉方式解决复杂工程问题的能力，即便科研任务繁忙，张平还是为本科生开设了“无线通信中的人工智能”课程……

“站到更高的平台，内心的使命感就会油然而生。”当被问到跟着张老师搞科研是一种什么样的体验？学生们的回答出奇的一致。

张平培养的学生中，涌现出不少国家杰出青年科学基金获得者、优秀青年科学基金获得者、科技领军人才。张平说：“一流的科研成果必须有一流的人才做支撑。有一代又一代通信人奋勇争先，我们才能攀登移动通信行业一座又一座高峰。”

(据《人民日报》，有删节)

不久前，在北京邮电大学举行的“信息论：经典与现代”学术研讨会上，一项新的研究成果引起了业界注意。我国自主搭建的国际首个通信与智能融合的6G外场试验网，验证了4G、5G链路具备6G传输能力的可行性，标志着我国在6G通信领域的研究和实践进入新阶段。该项目便是由中国工程院院士、北京邮电大学教授张平带领的团队完成的。

四十载不懈努力，张平带领团队攻克一个又一个技术难关，为我国通信事业发展贡献着力量。“不仅要掌握关键核心技术，还要将其发展成图谱，从而建立自主可控的技术应用体系。”张平说。

## “要突破创新，敢于引领方向”

一次学术分享会上，有学生问张平：“科研路上，成功的关键是什么？”“要突破创新，敢于引领方向。”一个“敢”字，便是张平践行科研报国的真实写照。

20世纪90年代末，我国提出加大研发力度，制定自主移动通信标准，并研制相应的技术和产品。此时，已是北京邮电大学教授张平积极响应国家号召，怀着满腔热情开启了通信领域的自主创新之路。

频分双工是移动通信系统中使用的双向同时通信技术的一种。3G以前，这项核心技术长期被国外把持，如何开辟一条新路？张平带领团队率先在国内开启了时分双工系统架构设计和关键技术的研究。“频分双工像在一间屋子里，用两扇门分别管理上下行信号传输，而我们研发的技术，则是一扇门便可实现。”张平介绍。

自主创新的路并不好走：缺乏基础研究设备，10个人共用一台286计算机，硬盘被分成10份分着用；方案调试需要不断试错，团队一遍遍从失败中总结经验、重复试验，直到找到解决方案。

从接到任务到调试成功，整整6年，张平和团队全力以赴。直到2006年，我国首个拥有自主知识产权的4G-TDD试验网被成功研发，“从0到1”完成了核心技术的提出、试验系统的研制以及国际标准的制定。掌握了技术制高点，就有了话语权和竞争优势。这次的研究成果被采纳为4G国际标准，也是我国在通信领域开启自主创新之路的一个重要标志。

问题随之而来。自主研发的技术，没有相应的方法及仪器对其进行测试，所有配套设备的研发都需要从头开始。如何解决

决？张平给出的答案是：“敢于尝试、拼尽全力”。顺着已有的技术路线，他带领团队研制出全球首款时分双工测试仪表，填补了行业空白。

此后，张平团队又凭借第四代移动通信系统的技术贡献，获得2016年度国家科学技术进步奖特等奖。该成果为解决我国移动通信系统发展的瓶颈性难题奠定了基础。

## “要站上巅峰，更要站住巅峰”

从3G突破，到4G并跑；从5G领跑，再到6G布局。中国移动通信之路的修筑，张平是见证者，亦是参与者。

2013年，前瞻性的“信息密度非均匀下的异构无线组网新技术”研究，获得国家技术发明

奖二等奖，这是我国最早涉及5G前沿领域的国家级奖项。这个项目同样出自张平团队。

2022年2月2日，张平作为冬奥会火炬手参加了北京冬奥会火炬传递。让他自豪的是，冬奥会全程采用5G通信技术。“北京冬奥会的部分赛项在低温、复杂山区环境下举办，5G移动通信技术大幅度降低了时延，满足了北京城区、延庆和张家口三地办会、高效协同和管理的需求。”张平说。

张平脑海里有一张我国5G基站的分布地图。“北至黑龙江漠河，南至海南三沙，高至6500米的珠峰营地，低至地下900多米深的山西矿井……”张平介绍，“目前，我国已建成全球规模最大、技术领先的5G网络。从



张平教授(左三)指导学生科研调试

“我给你一个B计划吧，不然毕不了业怎么办？”

“延毕就延毕，我不要B计划，只做A计划。”

回忆起2016年做真菌性脑膜炎研究之初的情形，中国科学院微生物研究所(以下简称微生物所)研究员王琳淇仍清楚地记得和学生陈磊之间的那次对话。

因为研究课题难，做导师的王琳淇“替学生考虑”，想让陈磊做个简单的课题先毕业，但陈磊本着团队一贯坚持的“宁要伟大的失败，也不要廉价的成功”的原则，坚持挑战难题。果然，因为这项研究，陈磊的博士学位证书晚拿了两年。

好在经过7年多“长跑”，他们终于拨云见日，发现了真菌性脑膜炎的耐药机制，找到了潜在的针对性治疗策略。1月16日，相关研究成果发表于《自然·微生物》。

“这项研究极大推动了领域的发展，在这些重要发现的基础上，将有可能开展转化和临床研究。”该刊一

B“拔河”，以争夺角固醇。

“IPC与麦角固醇的亲合力更高，在拔河中‘力气’更大，导致两性霉素B不能与麦角固醇有效结合，从而无法杀伤真菌细胞，导致耐药的发生。”他说。

基于此，研究团队首次证明了宿主主体内存在表型耐药。耐药通常是由遗传突变导致的，使病原体对药物产生抗性。表型耐药与遗传突变无关，而是由条件或环境变化激发的。20多年来，科学家已经在体外条件下证实了真菌表型耐药的存在，但未能找到体内真菌表型耐药存在的关键证据。

“我们的研究表明，受体内宿主因素诱导的表型耐药影响，一旦停止用药，存活的真菌细胞会进一步繁殖，导致治疗失败、复发感染。”论文第一作者、微生物所博士后陈磊说，宿主因素诱导的体内表型耐药在真菌中或普遍存在，这将有助于启发科学界关注这一领域，并推动对真菌表型耐药的药物研发。

但金担子素A目前仅对少数真菌有效，临床应用并不广泛，新研究有助于为该药物提供更大的用武之地。

## 开辟真菌耐药研究“新赛道”

隐球菌性脑膜炎进程中葡萄糖诱导的表型耐药机制的揭示，意味着王琳淇团队在国际上开辟出真菌体内表型耐药研究的“新赛道”。

相关技术方法没有可参考的失例，王琳淇和团队只能通过自主研发解决问题。为了去除人脑脊液样本中的葡萄糖，他们开发出了原位酶解方法；通常只有部分细胞会对药物产生耐药表征，他们就与北京大学教授白凡合作，开发了异质性的单细胞评测手段；将大分子药物递送到大脑十分困难，他们就与西南大学教授李翀团队合作，建立了靶向脂质体包裹递送机制。

目前，研究团队正在尝试把新的药物联用策略推进至临床，以期降低真菌性脑膜炎的病死率。“当前，真菌病风险监测和药物研发迫在眉

《石门颂》是隶书成熟时期的名作，为“汉隶四大名碑”之一，中国书法国之瑰宝，又是摩崖石刻的代表作。《石门颂》摩崖石刻是我国著名汉刻之一，与陕西略阳的《郿阁颂》、甘肃成县的《西狭颂》并称为“汉三颂”。而“汉三颂”中陕西独占两颂，让人自豪之余，深感陕西历史文化的博大精深。

此摩崖书法古拙自然，富于变化。每笔起处以毫端逆锋，含蓄蕴藉；中间运行舒缓，肃穆敦厚；收笔复以回锋，圆劲流畅。通篇字势挥洒自如，奇趣逸宕，有“隶中草书”之称。

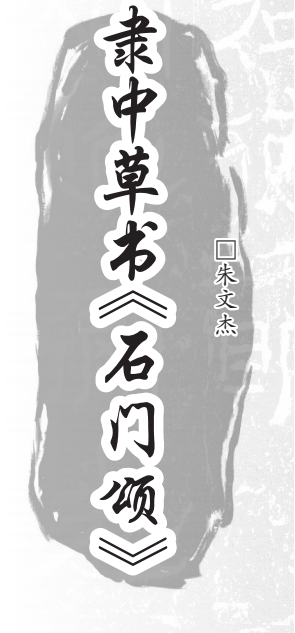
关于“隶中草书”之说，笔者以为，隶书与草书虽是两种差异较大的书体，但可以从西汉竹木简牍上看到汉字字体从先秦开始的逐渐演变，以及汉隶草书初创形成的过程，两种书体自然有了渗透影响，触类旁通，你中有我，我中有你的现象。如此才有了“隶中草书”破方正端庄，损规矩严谨，进而展现出纵任奔逸、赴速急就、笔势草创、率意超旷的意境与格调。其中虽有变化时随心所欲之运笔，但却不失隶书主体之特征。

所以，《石门颂》不但有汉简书行笔自由的特点和生动的意趣，又有碑碣刻石的雄健茂美和宏大的本色，为汉隶中奇纵恣肆一路的代表，而且更以纵横捭阖、奔放洒脱见长。风格卓然，笔势简约，时而内敛，时而奔放，有山林高士之气，世人推为汉隶“野逸派”。杨守敬《平碑记》说：“其行笔真如野鹤闲鸥，飘飘欲仙，六朝疏秀一派皆从此出。”《石门颂》呈现出这种驰骋八极、吞吐六合之大巧若拙的格调，那种磅礴的造化之功，足以让每一位真正的书法家感到心灵震撼，立体地。

《石门颂》是东汉建和二年(公元148年)汉中太守王升撰文，为顺帝初年的司隶校尉杨孟文所写的一篇颂词，全称“故司隶校尉杨君颂”，又称“杨孟文颂”，刻在陕西褒城褒斜道南端石门隧道西壁之上，通高261厘米，宽205厘米，书体为汉隶，刻书22行，满行31字。

中国邮政于2004年12月5日发行的《中国古代书法——隶书》邮票，一套四枚中的第四枚，就是原在陕西汉中褒谷石门内的《石门颂》，后因1971年修

## 博物



图采自文杰

水库，要淹掉《石门颂》以及其他以汉魏刻石为主的十三款摩崖石刻，才被迫凿开切割下来，移置于汉中市博物馆。这就是大名鼎鼎的，被清代书法名家罗秀书评价为“其飘逸也，如凤舞晴空而其羽毛鲜丽”的“石门十三品”。《石门颂》为其中第五品。

我们永远不能原地对历史背景、典型环境、来欣赏、感悟、品读这些存在了近两千年的中华文化珍品。“石门十三品”，搬离石门，就好比被拔了根、失了窍一样。

我们只能用回忆的办法来评说“石门十三品”，当然包括《石门颂》在内的摩崖石刻的诞生地了。这里，有一条跨越秦岭天险、贯通南北的蜀道中最具影响的褒斜栈道，而《石门颂》就记载了修复褒斜栈道的一些历史史实。在这条古道中曾发生过许多脍炙人口的传奇故事。有西周第一美女之称的褒姒，就是从这里被兵败褒国献人长安的，可千金难买其一笑，继而烽火戏诸侯，导致周幽王反被犬戎人掳走而灭国；楚汉相争时，刘邦退守汉中烧栈道，出汉中时“明修栈道，暗度陈仓”，都是为了迷惑敌人，而这里的栈道就是褒斜栈道；三国时曹操征张鲁，三次经褒斜栈道，见褒谷中水激如白雪翻滚，遂题写“褒雪”二字，留下魏武遗墨的千古佳话；让人印象深刻的则是诸葛亮六出祁山，就曾经取道褒斜栈道，后秋风五丈原，诸葛“出师未捷身

先死”，巨星陨落，他的灵车也是从褒斜栈道返回南郑的。

石门就在褒斜栈道的南口褒谷之中——一处在世界交通史上享有盛名的，人类用最原始工艺“火烧水激法”开凿的第一处人工隧道，堪称“世界隧道之父”的石门隧道。石门隧道开凿于东汉明帝永平六年至九年(公元63—66年)，与幼发拉底河河底隧道、那不勒斯婆西勒洞隧道相比，是最早具备车辆通行条件的人工隧道。

另外还有汉初丞相萧何倡修的山河堰水利工程，皆汇集在褒谷。石门的开通和摩崖先例，激发了过往的仕官商贾、文人墨客，在饱览胜迹之余记事咏物、抒怀为文，镌刻于石门内外的崖壁上，世代不绝，形成了蔚为壮观的石门摩崖石刻。除了国宝级的十三品，其他摩崖石刻就只能被放弃，大部分淹在了水底。那十三品没了同类的照应陪伴，就是再神奇，也未免显得孤独，减色不少。让后来的书法家、文物研究者如陷五里雾中，只知其一，难知其二、其三啦！

以《石门颂》为首的大型隶书摩崖石刻“石门十三品”，结字大小不一，洒落自然，极为放纵舒展，体势瘦劲开张，意态飘逸自然。多用圆笔，起笔逆锋，收笔回锋，中间运笔道劲沉着，故笔画厚重含蓄而富有弹性。通篇看来，字随石势，参差错落，纵横开阖，洒脱自如，意趣横生。《石门颂》对后世产生的影响不可估量。

有关《石门颂》在历史上的最早记载，为北魏郦道元《水经注·沔水》：“褒水又东南历小石门，门穿山通道，六丈有余。刻石，言汉明帝永平中，司隶校尉……”

于右任先生曾有“朝临石门铭，暮写二十品。辛苦集为联，夜夜泪湿枕”的诗句。清代张祖翼评说：“三百年来习石碑者不知凡几，竟无人学《石门颂》者，盖其雄厚奔放之气，胆怯者不敢学，力弱者不能学也。”1949年商务印书馆出版的《辞海》封面“辞海”二字，就取自于《石门颂》。

《石门颂》以它的质朴随意、不拘一格的奔放品格，灌注其中的人文情怀，以及阔大的自然气象，接近生命本真的大美，成为东汉隶书的极品，独步天下。

## 科技大观

# 发现真菌性脑膜炎耐药机制——他们为治疗疾病筑一道防线

□ 冯丽妃 隋福毅

位审稿人说。

## 揭示大脑内的“拔河比赛”

真菌性脑膜炎是最危险的一类真菌感染疾病，感染致死率40%以上。新生隐球菌作为真菌性脑膜炎的头号病原体，不仅会感染免疫缺陷患者，还容易感染老年群体以及有基础疾病的群体，每年在全球导致约18万人死亡。

但应对这一真菌的手段极为有限，杀菌类药物仅有两性霉素B，感染病死率、临床治疗失败率和复发感染率高。

其致病机制究竟是什么？复发率为何居高不下？

2016年，王琳淇带领团队尝试回答这一医学难题。他们系统评价了约340种代谢物对两性霉素B杀菌效果的影响，出乎意料地发现葡萄糖竟然是关键影响因素。

人脑的葡萄糖浓度在各个器官中是最高的，用以提供能量。研究团队在人脑脊液中去除了葡萄糖，发现葡萄糖会显著诱导新生隐球菌对两性霉素B的耐受能力。

“这背后的机制就像一场微型的‘拔河比赛’。”王琳淇解释说，两性霉素B主要通过结合真菌细胞膜中的麦角固醇对细胞进行“打孔”，从而杀死细胞。葡萄糖就像“啦啦队”，当外界葡萄糖浓度很高时，会让真菌转录调控蛋白Mig1进入细胞核，促使真菌细胞产生更多的肌醇磷酸化神经酰胺(IPC)，在细胞膜上与两性霉素

## 让耐药真菌不再“死灰复燃”

由于其耐药性，新生隐球菌被世界卫生组织列入“优先真菌病原体名录”的最高优先级之一。发现其致病机制只是第一步，如果想降低脑部新生隐球菌对药物的耐受水平，就需要干预大脑内的“拔河比赛”。

王琳淇与团队将目标锁定在能够抑制IPC合成酶的药物——金担子素A。这种药物能够与两性霉素B形成合力，限制IPC争夺麦角固醇，从而有效消除葡萄糖诱导的真菌表型耐药。

小鼠实验表明，金担子素A与两性霉素B联用，对于真菌性脑膜炎的治愈率明显优于临床推荐的两性霉素B+氟胞嘧啶治疗策略。当治疗周期为7天时，如果使用临床推荐的治疗方案，实验小鼠的大脑中仍会被检测到残存的隐球菌。而采用新的治疗方案后，70%的小鼠大脑中的隐球菌会被完全清除。

“两性霉素B一直被认为是治疗隐球菌性脑膜炎的最后一道防线，但这道防线可能会被真菌的表型耐药突破。我们的研究筑牢了这道防线，可以让真菌不再‘死灰复燃’。”王琳淇说。

王琳淇说，相对于病毒和细菌研究，全球真菌研究起步较晚，20世纪90年代中期才开始规模化研究，因此真菌研究领域底子薄，很多基本规律仍不清楚。

然而，全球真菌感染疾病种类和死亡人数正在增加。目前，全球每年因真菌病死亡的人数达160万—250万，与30年前相比提高了一个数量级。我国有关部门2006年颁布的《人间传染的病原微生物名录》中包含59种真菌病原体，2023年达到151种，增加了92种。

究其原因，王琳淇表示，全球变暖是一个重要影响因素。真菌喜欢在比较潮湿、阴冷的条件下生长，但全球变暖导致更多真菌能够适应人体体温。

在此背景下，世界卫生组织在2022年首次发布威胁人类健康的“真菌病原体清单”，以此呼吁全球提高对真菌感染防控和解决方案的重视。“环境来源的高风险真菌是近年来数量异常增加的新真菌病原体的主要源头，开展对该类真菌的前瞻性监测和主动防控，将帮助我们提前发现超过50%的潜在新真菌病原体并给出有效的临床防控方案。”王琳淇说。

王琳淇说，目前微生物所真菌学与创新技术研究室正在酝酿“真菌暗病原计划”，前瞻性评价环境真菌的感染风险、建立针对性防控方案，以有效抵御未来新病原真菌产生的重大风险。

(据《中国科学报》，有删节)