



科学攀登 55 年历程回忆

——吕应中口述

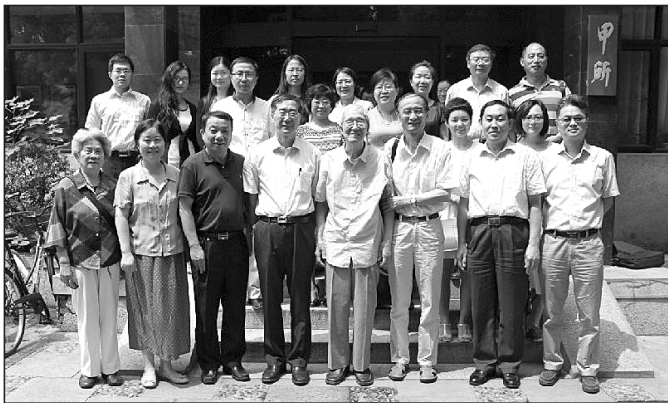
吕应中，1926年出生，江苏丹阳人。1948年10月加入中国共产党，1949年任清华大学学生会主席，1950年毕业于清华大学机械系，留校任教。曾任工程物理系副主任兼反应堆工程教研组主任、核能技术研究所所长、技术经济与能源系统分析研究所所长、校务委员会副主任等职。1988年赴美国斯坦福大学和加州大学指导联合培养博士生，后从事能源经济与环境工程及先进核动力堆研究，兼任联合国与世界银行主办的“全球环境基金”第一届科学技术委员会顾问。20世纪50年代中，参加我国原子能专业的创建，培养了我国第一代核反应堆专业的大学生、硕士生和博士生。1958—1964年主持清华大学屏蔽试

验反应堆和零功率实验反应堆的设计、建造和运行，并集体获1978年全国科学大会奖。1980—1985年参加并协助主持中国能源研究会期间，作为中国能源研究报告主编之一，集体获1987年国家科技进步一等奖。

从“航空救国”到“革命救国”

我原籍江苏丹阳，1926年6月24日生于南京。1937年日本侵略我国，我亲眼目睹日本飞机轰炸南京的惨相。后来我随家人从南京迁居重庆附近的江津县，日本飞机开始轰炸重庆，造成防空洞窒息大惨案，我们小学生也经常“跑警报”，不能上课。因此我幼小的心灵就立志将来长大后要学习造飞机，现在称为“航空救国”。1946年抗战胜利，我就来考清华航空系，因为清华有庚子赔款，可以公费留美，实现自己航空救国的理想。

来清华以后，我遇到的第一件大事就是“沈崇事件”，这是我第一次参加学生运动，以后所有的学生运动我都参加，接受了学生运动锻炼。清华有几个最有名的社团：“大家唱”“民舞社”和“识字班”，还有一个叫“团契”。在过去的音乐室灰楼（现在西北门附近），办了“一二·一”图



2016年6月29日，“陈槐庆-吕应中比较文学研究基金”启动仪式暨二老90寿辰座谈会在清华大学甲所举行。图为与会人员合影，前排左5为吕应中学长，左4为清华大学党务副书记、副校长姜胜耀

□ 回忆录

书馆，里面放了一些比较进步的书籍。我年纪慢慢大了，思索生命的真正意义，想到将来中国的前途，很苦闷。有一次，有一个同学说还有一本书我可以看看，那本书是红色封面，叫《大江流日夜》，书架上没有放。我说好啊，打开一看，原来里面叫《新民主主义论》。看了以后，我觉得这个不错。因为旧民主主义也不好，我知道八国联军打中国，杀我们中国人，假如有一个新民主主义，那中国就有救了。这样，我慢慢接触了一些进步同学，他们也找我聊天，这样我就有了追求新民主主义的思想。

后来我知道，原来是地下党提出工作的重点要转到以班级工作为主。有人开始来找我，说我学习成绩很好，鼓动同学把我选成班上的“学习委员”，让我办壁报，上面把有些难解的课程习题，或者学习上的问题，由我或者其他同学写出来。大家有兴趣的问题还很多，包括青春期的问题和国家大事。机械系二年级的壁报就这样在机械馆内首先问世，以后又贴到明斋后面原来的大餐厅前面布告栏上，一贴一大片。我们自称“机二突击队”，除了办壁报以外，还有人负责替同学谋福利，比如说谁要买卖自行车等，给登广告，还有经济上互相帮助的办法。这样不仅吸引了大批观众，也罗致了一大批积极分子。

1948年8月19日，国民党“八一九大逮捕”后，很多地下党员去了解放区，清华的党组织一下子就减员，需要发展。在这个情况下，我在短短两个多月内，顺理成章地先被发展为外围组织成员，然后成为地下党的党员。

1948年12月份，东北战役已接近尾声。我们接到上级的任务，第一是劝教授

不跟着梅贻琦走，第二是在解放过程中要保护好学校的财产，防止国民党的破坏。地下党派学习好的学生党员做教授的工作比较容易，保护学校财产却很费劲，我们赤手空拳，怎么保护财产？但我们也还有优势，因为我们同学平常学习认真，对工人挺好，不管是看门还是扫地的工人，特别是机械系有很多实验工厂的工人，他们当然拥护共产党了。只要有人组织，不用花太多时间，他们就成为保卫系馆和学校的一支队伍。在国民党把石景山发电厂送来的电源切断后，我们和机械系工人开动实验室里从来没有开动过的一台200多千瓦的汽轮发电机，向全校供电，算是对护校有点贡献，对这件事我们还挺骄傲的。

全城解放了，大家选我做学生会主席，因为机械系替全校同学服务是出了名的。当选不是靠耍嘴皮子，全靠一点一滴的具体工作。譬如办“面粉银行”，国民党统治后期物价飞涨，助学金一发下来，同学们一分钟也不敢耽误，跑到“面粉银行”存钱，负责人立即打电话到城里面粉厂，买几袋面粉，替同学保值。

后来学校成立校务委员会，当时不实行党委领导，还是教授治校，由于当时还没有党员教授，委派我作为学生代表委员，去贯彻党的方针路线。

学生会工作中印象最深的是1949年10月1日，在校行政部门的全力配合下，共同组织全校师生员工星夜从清华园车站进城参加开国大典。我以学生会主席身份，荣幸地与代表校委会的钱伟长教授，在清华队伍前列走过天安门广场，接受国家领导人检阅。走到广场中心时，隐约听见扩音器中传来主席台上中央领导同志对话的声音，有领导同志向毛主席指点说：“这

是清华大学的队伍……走在前面旗帜下面的是钱伟长教授……”我们全体欢呼，其热烈情景终生难忘！

1950年大学毕业，我留机械系任“理论力学”课助教。1952年学习苏联，进行高等学校院系调整与教学改革，蒋南翔校长到校。蒋校长指定我担任教务处教学研究科科长，协助教务长进行专业设置，编教学计划，组织速成俄文学习，以及苏联教材翻译和教学方法研究等方面的工作。1955年清华大学开展科学研究工作，我又转任科学处科学研究科长，协助留苏归国的博士处长高景德教授进行科研选题和项目管理。

科学救国：攀登核能科技高峰

为了源源不断地提供我国自己培养的原子能青年干部，中央决定由清华大学带头，在全国几个高校内设置原子能专业，并派蒋校长率领教育代表团赴苏考察原子能专业设置，还聘请了几位苏联专家来华讲学。在这一背景下，1956年清华大学建立工程物理系，一共设立210~250五个专业编号（其中210之下又细分为五个专业）。我被指定筹建240“原子核反应堆工程”专业。不久，蒋校长又根据他一贯主张“理论与实践相结合”的教育办学方针，争取到建设“屏蔽实验原子反应堆”实验基地的任务，于是又指定我负责筹建该实验反应堆。

没有理论指导的话，原子堆是设计不出来的。当时世界上原子能技术尚处于高度保密时期，公开资料极少。弄到美国的一本教科书，叫《原子反应堆理论概要》，我就首先要读懂这本天书。念完第一遍，根本不懂里面的专业名词和概念，

因为那些英文名词在我们的字典里没有，只能猜想。好在我还有点数理基础，只能自己慢慢推导那些公式，懂一点再推导下一个，并自己创造新的技术名词。这样念到第三遍以后，有点儿懂了，然后就动手翻译，一节节翻了又改，改了再翻。翻完以后，出版了第一本原子反应堆理论教科书《原子核反应堆工程原理》，科学出版社1959年12月出版。

1958年开始设计清华屏蔽实验原子反应堆时，工物系年轻师生平均年龄为23岁半，我当时年龄最大，为32岁，他们都比我小，所以流传“23岁半设计原子反应堆”。实际上参与设计反应堆本体的才是这批年轻人，而屏蔽实验原子反应堆的整个系统，和反应堆本体内的许多具体工程技术设计，我们得到了学校其他几乎所有系各专业教职工的全力支持。只举一例：反应堆内必须用极高纯水作为“慢化”与冷却剂，因此对于大池壳材料的抗腐蚀性要求极高。当时不可能按照苏联图纸要求，从国内取得不锈钢薄板做池壳，我们决定采用高纯铝板“阳极氧化”后代替。但有两个技术难题：一是焊接，焊接教研组主任潘际銮教授立即派了他的“系宝”李庭贵老师傅来工地，用他的绝技“氩弧焊”解决问题。同样，铝池壳“阳极氧化膜”防腐蚀难题，也是在230专业李恒德教授和化学教研组周昕教授的指导下解决的。

清华屏蔽实验原子反应堆自1958年上马，1960年在昌平县虎峪村破土动工，当时正值国内大搞阶级斗争，政治运动不断。我们坚持理论与实践相结合的学习方法，发扬不屈不挠、顽强拼搏的精神，坚持实事求是、一丝不苟的科学作风，终于克服重重困难，于1964年国庆节按期

□ 回忆录

建成。1965年8月，我们按照蒋校长的指示，写出了一个总结《六年的奋斗，四个方面的丰收》，由中共清华大学委员会工程物理系总支上报，在校内外广为流传。1979年此项成果获全国科学大会奖。

1965年，在清华“屏蔽实验原子反应堆”建成投产后，我们就想“飞跃”一步，攀登两座外国还没有攀上去的高峰。一个就是一体化船用动力堆，也可用于驱动核潜艇；再一个是钍的利用。因为原子能的原料除了铀以外，还有一种叫钍，是稀土元素中含量最多的一种元素，我们国家的稀土元素并不稀少。教育部批准并支持我们提出的建议，拨款开展这两项前瞻性的核能研究。于是200号的同志们用前面建造屏蔽实验反应堆经验总结出来的“尖端分解为一般”办法，一天三班倒，热火朝天地搞起来了。

1966年5月下旬，我作为中国首次出国参加原子能学术会议的代表团成员到英国出席“气冷反应堆”会议，李恒德教授为团长，我为副团长，为开展和平利用原子能的国际合作探寻道路。6月初开会回来，国内“文化大革命”已经开始。迎接我的是给“200号黑帮头子”戴的高帽子，放在我家桌上。造反派闻讯我回国后，就立即前来抄了我的家，拉我去批斗。其中第一条罪状就是说我搞蒋南翔的“黑任务”，跟我们国家的核工业唱“对台戏”。因此可以用于核潜艇的动力堆就成了“黑任务”，戴罪下马。我至今心疼不已：世界上一体化核潜艇用动力堆是我们第一个搞起来，凭什么几个“红卫兵”就可以这样轻率地把我国海军技术储备的生命判了死刑呢？直到“文革”结束以后，我不死心，跟所内一商量，200号

的人齐心协力，实施迂回战术，拿它的基本设计和部分未完工的主体部件，大材小用，1985年以“低温核供热堆”名义，申请国家批准立项。我后来把这个5兆瓦低温供热堆移交后任所长，经他领导和全所的辛勤劳动，于1989年建成运行。

第二个是钍的利用项目，它的命运就更艰难曲折，甚至带有传奇性了。1968年两派武斗迅速升级，造反派把我关在旧水利馆顶层的一间单人囚室里，局势非常险恶，我也没有准备活着出来。但我想既然我活着，就还要做点儿正事，痴心想念着钍的利用没有人研究不行。所以叫我写检讨，给了我纸笔。纸是点数要交的，我就在手纸上用笔计算钍增殖堆方案，算出一点结果就记在心里，将手纸在大便池里冲掉。后来工宣队进校以后，把我救出来，随即由卫戍区把我送到一处监狱里“保护起来”。我被告知不许跟家里写信，但可以写个便条索要日常生活用品。我灵机一动，就在生活必需品中间向家里要纸笔和计算尺，等于告诉他们我并不是犯了什么罪，而是在一个秘密地点进行科学研究。我根据记忆的计算结果，在卫戍区做了钍增殖堆的方案计算初稿。1969年春节前，从卫戍区放出来回家后，我就写了一个正式报告，通过军宣队转呈给周总理。总理于10月24日批示国防科委的5位负责同志，请他们多找些人仔细研究后，然后就批准我报告中的所有要求，其中包括大到钍增殖堆所需几十公斤的高浓缩铀，小到为多年两地分居的几十名科学骨干解决家属的北京户口，下达清华核研所，正式上了钍增殖堆的“八二〇”项目。

“八二〇”项目开始不是采用高温气冷堆，因为我1966年从国际会议上知

道高温高压氦气技术有很多难点，估计国内不可能短期内解决。因此我最先提出采用低压力的高温融盐堆，虽然也是用石墨慢化的反应堆，结构跟现在高温气冷堆差不多，但国内生产设备较易。但不幸后来由于融盐堆所用的特殊高镍合金研制单位（太原钢厂）发生武斗，研制工作停止，材料无法解决，三年后被迫转到用气体冷却。那个时候我们已经解决了西德高温气冷堆预应力混凝土壳的技术，做了实验，成功了，我们才决定搞气冷堆，气冷堆就是这么样变化过来的，不过当时没有改革开放政策，还不能与西德合作。

1979年，我被批准参加在西德汉堡举行的美国与欧洲核学会联合大会，成为我国在这种国际会议上第一次发表学术论文的人，内容是我在造反派狱中构思的中国发展“钍增殖反应堆理论”，还没有具体设计。但论文立即引起了到会的西德高温气冷堆专家、被世界誉为“球床堆”之父的苏尔登博士的重视。他说他从来没有想到在遥远的中国会有人做与他们同样的工作。我从此和他建立了密切的联系，次年他应邀来我所向国内各单位的技术专家讲了80小时的课程，受到国家科委主任方毅同志的接见，并与我所订立长期全面合作协议。他的鼎力相助，大大加速了中国发展高温气冷堆的进程。

我在清华核能技术研究所任职25年，从1965年开始研制上述两种新型反应堆20年的过程，竟有了两种完全不同经历：第一座是完全“自力更生、白手起家”，第二座最后走的是“改革开放，大力开展国际合作”，天壤之别，真是难得的奇缘！这段经历使我萌发了进一步走出国门，到世界上探索更多新研究领域的动机。

第二次飞跃：“软科学救国” 解决我国的持续发展问题

“文革”结束，百废待兴，能源必须先行，形势空前严峻。

1979年12月某日，我忽然接到科委主任方毅同志紧急通知，当天晚上去科委开“鸣放会”。他约了一批能源老专家，我是最年轻的三个例外之一。方毅说：“国家经济现在处于崩溃边缘。中央提出到2000年国家经济要翻两番，但现在到处是缺能，怎么能够保证翻两番呢？”结果大家七嘴八舌讲了三天。12月底又去杭州，开到第二年的1月。

出席这次杭州会议的有100余人，百家争鸣，终于形成共识，大胆向中央领导提交报告，如实反映当时中国能源的严重问题和造成这些问题的政策失误。我自始至终参与这些材料的整理与起草，深受教育。会议认为：中国已有能源危机，要解决问题，首先要打破过去“领导拍脑袋”的决策方法，应当改用科学的方法制订中国能源政策与能源规划。

不久，科委通知：已获批准成立能源研究会，并在各地成立分会。可是如何解决能源研究会的经费或人员编制？我灵机一动，就派了所办公室的几个同志到科委二局（能源局）为能源研究会办公，自带“粮票”。能源研究会先后向中央呈送了两份综合性能源政策建议报告，1982年正式出版了中国第一部民间的国家政策研究成果：《中国能源研究报告》，其中以大量事实与数据阐明中国能源的严峻形势、问题与对策。科学的能源政策实现了它所保证的诺言，到2000年，中国果然提前实现了“能源翻一番，国民经济翻两

□ 回忆录

番”的世界奇迹，最终证明了科学决策的力量。我有幸自始至终参与了中国能源政策的制定与实施全过程。1990年在斯坦福大学进行合作研究期间，我就把这十年参与制定与执行这部能源政策的经验，总结写了一本书，向国际友人介绍“中国先进经验”，1993年以英文在美出版，书名《为十亿人民提供能源》。出版后，该书获各国能源专家重视与好评，认为是研究中国能源问题必读物，还被美国普林斯顿大学选为研究生教材。

鉴于能源—经济规划在国际上也是一项新学科，需要在我国培养一支专门队伍，所以1980年我又在清华核能技术研究所内，选了一批技术骨干，“转行”学习西方先进的采用系统工程和数学模型的规划方法，并在所内成立“能源系统分析研究室”。之后，清华大学为了加强软科学研究，在全校建立跨院系的“技术经济与能源系统分析研究所”，由我兼任所长。1985年我主动提前辞去核研所所长，专任该所所长职务。

1980年后，随着我国改革开放的逐渐深入，我也将工作重点转向国际舞台，先后与许多国际机构及外国能源研究所取得联系，开展合作研究。清华核能技术研究所在1980年后短短的五年内，就冲上国际舞台，参加了联合国开发署及环境署、教科文组织、世界银行、亚洲开发银行、欧洲共同体等主办的多项世界性、地区性或国家性的能源规划、研究和人员培训及项目，并与五大洲20几个国家的60多个著名研究所与大学建立合作关系。后来欧洲共同体还资助在清华大学内设立“北京能源培训中心”，为亚太地区发展中国家培养能源规划与管理人才。在这一时期，我还

在清华核能技术研究所内建立了多学科的博士点，我也亲自培养博士研究生，还为他们中的一些人创造条件，送往国外联合培养或短期进修，他们回国后都能独当一面，有些成为清华大学校方与研究所的主要领导成员。

80年代初引进能源规划学科的同时，还有一个出乎意料的大收获，对于我国未来经济发展的影响超出能源本身。1980年我邀请美国橡树岭国家实验室的老主任温伯格博士访华，他介绍了“全球性温室气体排放对气候变化的影响”，即所谓的“温室效应”。由于过去没有听说过“温室效应”，科委决定在校外科学院401所举行，安排更大范围参加。专家们听完报告之后，反应十分强烈。我国是使用煤炭为主的能源消费大国，而煤炭燃烧时所产生的“温室气体”最多。所以我开始研究“温室效应”问题，并推动国内有关单位共同研究。1985年回访温伯格博士主持的美国能源分析研究所时，我提出了一份《中国温室气体排放状况与地区分布》的报告，为他主编的“全球温室气体排放数据库”填补了一大片空白。此后，联合国为全球环境保护问题，先后举行过几次各国元首会议，并制定了国际公约。中国也积极参加，成为主要一员，核研所也与国外许多单位合作开展了这方面的系统研究工作。

1983年，国家计委与科委在制定全国能源规划的基础上，又着手制定中国核能政策，我代表中国能源研究会参加。会议通过热烈讨论，统一了长期在有关部门之间争论不休的发展核电站的堆型、容量、发展路线和研究重点等问题。会议接受我在中国应发展核能供热的建议，从而制定了一部具有中国特色的国家核能政策。会



2018年校庆日，吕应中与毕业50周年的返校校友在一起

后，清华核能技术研究所制定了一整套发展由低温、中温到高温供热反应堆的研究规划，并立即将已有的实验原子反应堆改装在所内进行低温供热实验，由国家科委主持现场检查鉴定，证明核供热的可行性与安全性。

1985年，核能技术研究所的核能研究获得国家低温供热实验新项目，重新走上轨道，我认为当时已有条件将核能技术研究所所长的的工作移交给副所长，自己可以走出国门，用更多时间开展国际合作研究，探寻更广大的新研究领域。

第三次飞跃：致力于“技术救世”

记得1946年投考清华，为的是争取庚款公费留美，学先进技术制造飞机“航空救国”；60年后，我果然留美，不过目的变了：想让中国率先发展最先进的原子核反应堆，“技术救世”。这段奇缘起始于1979年与温伯格博士的相遇。

美国橡树岭国家实验室的老主任温伯格博士是美国核动力的主要创始人，先后设计与领导过包括石墨水冷堆、压水堆、重水慢化堆、水均匀堆、先进高温气冷堆、高温液态金属燃料（飞机）动力

堆，和高温融盐燃料钍增殖堆等多种先进反应堆，成为美国当时重要的橡树岭国家实验室（ORNL）第二代主任。后来他担任过美国政府能源研究与发展办公室主任等要职。1980年他应邀访问中国，居然和我一见如故，立即邀请我回访。

1985年回访温伯格主持的美国能源分析研究所后，我更为他的人品与作风高尚所折服。1988年我到清华经济管理学院担任经济系教授，为该系培养经济理论课程的青年教师。在温伯格博士热情帮助下，由美国华盛顿公共政策研究所出资支持了我们的联合培养博士生项目。1990年，他邀请我到橡树岭，合作研发他主张的“固有安全动力堆”，并介绍我到他担任顾问的公司，让我分管“小企业科技”项目。我有了这样的学习研究机会，经常回清华向师生介绍研究成果，前后有20年。

在橡树岭的20年中，我除了完成包罗万象的研究项目（如天然气处理）外，还应邀参加美国和国际组织中与发展中国家能源环境有关的顾问工作，其中最重要的是联合国与世行合办的“全球环境基金”第一届科学技术顾问，前后约3年，经手审查许多亚洲地区或国家（含中国）的清洁能源、生物多样性和温室气体减排项目，扩大了科学眼界。

在2010年，研究工作获得突破，我向中国专利局申请了名为“在任何功率下长期自动运行生产高温核能的方法”，又向美国专利局申请了专利。该项目基本达到温伯格所要求的高标准，能够实现他自传中所期望的：采用先进核能，开辟第二核纪元，到21世纪末，世界100亿人口不再

□ 回忆录

担心资源短缺而导致社会冲突，和平地共同享受更高的物质水平。

在50余年科研和创业的漫长岁月里，我有两个座右铭。一个就是马克思讲的，“在科学上没有平坦的大道，只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点。”另外一个就是苏联的生物学家巴甫洛夫讲的，“科学需要一个人贡献毕生的精力，假定每个人有两次生命，

这对你们来说也是不够的。”我自己是按照这两个座右铭走过60年，愈走体会愈深，终于“合二为一”，原来讲的是同一真理：一山还比一山高，需要一代代人前仆后继，切莫过早地自以为到达了光辉的顶点。我们的第二次生命在哪里？就在我们一代一代的新人身上。

（摘编自《清华记忆》，清华大学出版社，2011年，郑小惠、童庆钧、高瑄编著）

过往征程 铭刻于心

○傅 珺（1950届外文）

“十八罗汉”闯关东

1949年初，北平刚刚和平解放，东北军工部孔希同志找到潘梁。孔希是潘梁的妹夫，潘梁则是清华地下党原负责人之一，当时已调至北京团市委筹备委员会。孔希说东北急需技术人才，组织上要他找些清华同学去东北。

潘梁找到张炳萱（地下党员）要他去动员，张炳萱串连了18位同学，现在记起来的有：航空系张炳萱、蔡奇图、周钦、

顾胜良；机械系徐应潮、吴佑福、冯登泰、王提涛、朱荣超、苏世范、唐突；电机系顾慧、唐道周；化学系吴庆云；外文系傅珺。

1949年2月28日，我们18人随孔希同志坐火车去了沈阳。后来我们被同学们戏称为“十八罗汉闯关东”，但只有一位“女罗汉”，就是我。

我们到沈阳后，东北军工部何长工部长很爱护清华学生，在培训期间，他腿不好，还拄着拐杖亲自带我们下工厂参观，到沈阳51厂和52厂。何部长说：“你们要向工人阶级学习，知识青年要和工农群众相结合才有出路，要不就是墙头草，随风倒，扎不下根。”下厂回来，他又请“中国的保尔·柯察金”吴运铎同志给我们做报告。吴运铎人很瘦，穿了一身旧军装，戴着墨镜，他给我们讲了自己是怎么在党的培养下奋斗过来的。他说：自己虽然负伤，眼睛看不见了，可是还有双手，还可以为党和人



奔赴东北工作的部分同学参加顾胜良同学婚礼时合影。前排左起：徐应潮、傅珺、顾胜良（左4）夫妇、苏世范（右2）夫妇；后排左起：张炳萱、朱荣超、周钦、顾慧、冯登泰、蔡奇图、□□□、吴庆云、唐道周