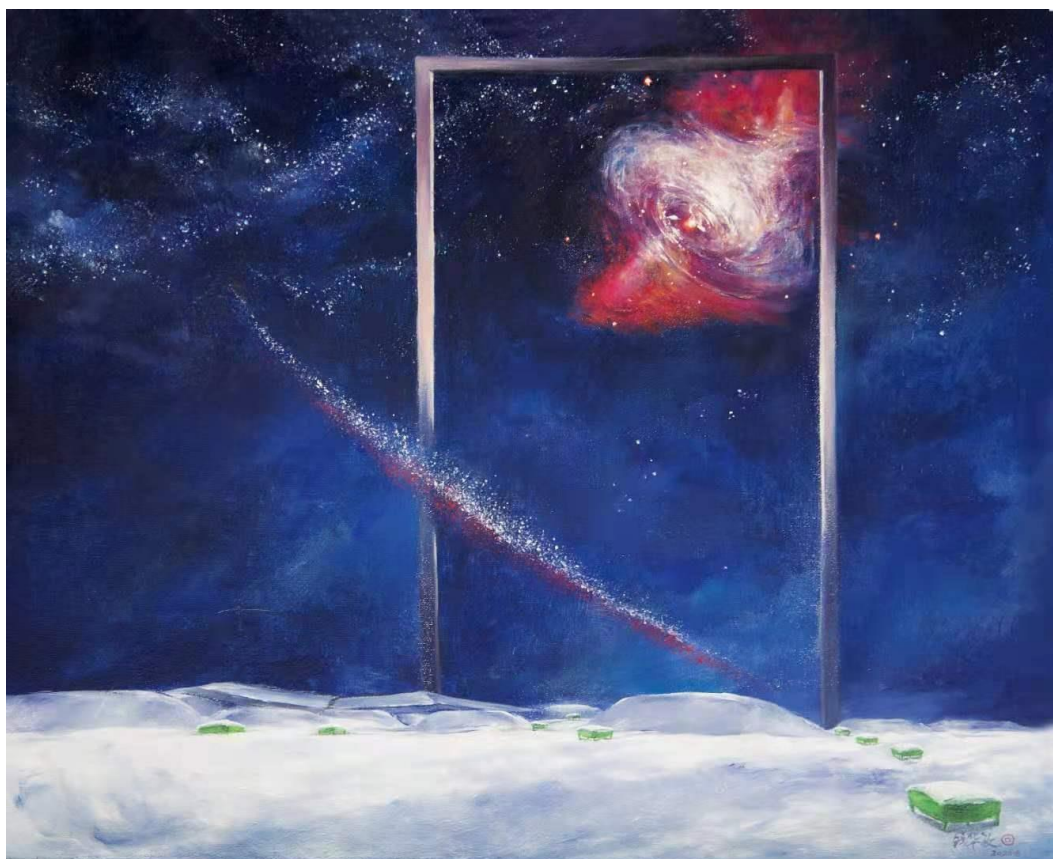


2021 年第二届 LHAASO 暑期学校

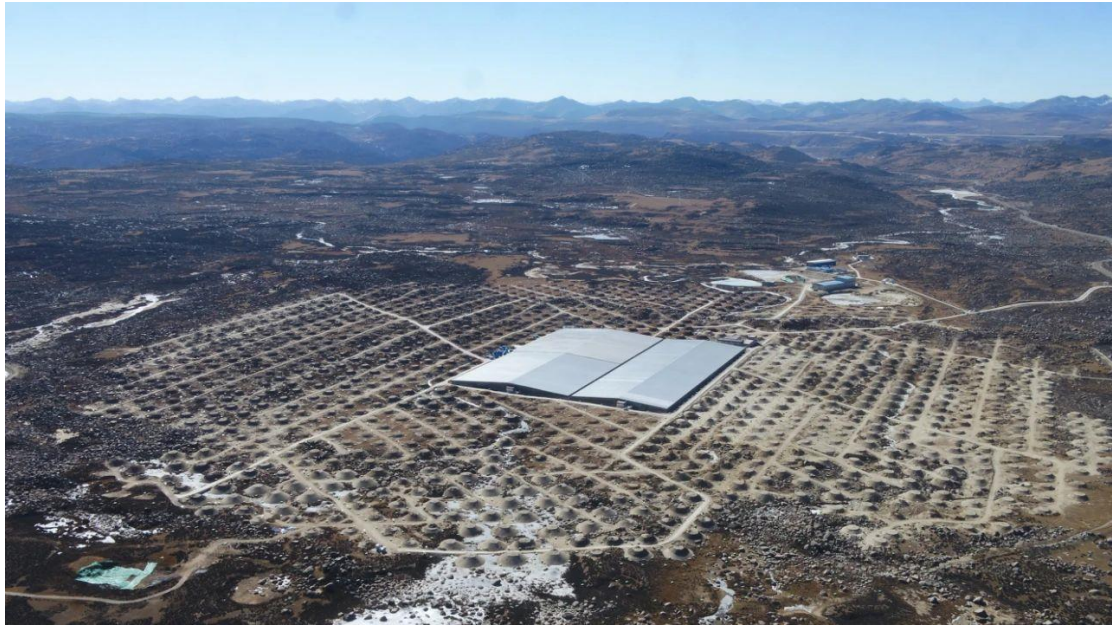
会议手册



云南昆明

2021 年 8 月 21 日-25 日

高海拔宇宙线观测站 (Large High Altitude Air Shower Observatory, LHAASO) 是以宇宙线观测研究为核心的国家重大科技基础设施项目, 位于四川稻城海拔 4410 米的海子山, 占地面积 1.36 平方公里, 包括 5195 个电磁粒子探测器和 1188 个缪子探测器组成的平方公里地面簇射粒子阵列 (简称 KM2A)、78000 平方米水切伦科夫探测器 (简称 WCDA)、18 台广角切伦科夫望远镜 (简称 WFCTA) 组成的复合阵列。



2021 年 5 月, LHAASO 实验 1/2 规模阵列不到一年的数据已取得具有里程碑意义的突破, 发现银河系内普遍存在能够加速粒子超过 1PeV 的超高能宇宙加速器, 破解高能宇宙线起源的“世界之谜”出现了曙光。开启了“超高能伽马天文学”时代, 将极大加深我们对理解宇宙线加速源的起源和分布的认识。

2021 年, LHAASO 阵列将全部建成, 成为国际领先的超高能伽马射线探测装置, 投入长期运行, 从多个方面展开宇宙线起源的探索性研究。LHAASO 实验多种探测技术, 可以全方位、多变量地测量宇宙线, 探索高能宇宙线起源、天体高能辐射、天体演化以及暗物质分布等基础科学研究, 在超高能伽马射线探测灵敏度、甚高能伽马射线巡天普查灵敏度、宇宙线能谱覆盖范围和宇宙线成分识别的精确度方面达到国际领先水平。

为了培养更多有志于利用 LHAASO 数据开展科学研究的优秀人才, 取得更多前沿科研成果, 依托国家重点研发计划“基于高海拔宇宙线观测站 LHAASO 的科学研究”, 特举办第二届 LHAASO 暑期学校。暑期学校招收从事 LHAASO 物理研

究、数据分析和实验观测的学员，包括在读硕、博士研究生、博士后、青年教职工和科研人员，同时欢迎国内优秀在校本科生申请。

课程内容：包含宇宙线基础知识和前沿进展，LHAASO 实验阵列概述，数据处理和分析方法等，由云南大学、高能物理研究所、南京大学、华中科技大学等单位的多位老师授课。

科学组织委员会（按姓氏拼音排列）：白金明、曹臻、陈亮、陈明君、陈松战、陈天禄、崔树旺、崔晓红、樊军辉、冯存峰、何会海、胡红波（主席）、黎卓、梁思维、刘海东、刘四明、刘以农、马力、马欣华、毛基荣、盛祥东、孙志斌、谭柏轩、王伟、王祥玉、肖刚、杨朝文、杨睿智、姚志国、袁强、张力（主席）、张寿山、周浩。

地方组织委员会：戴本忠、姜泽军、方军、张鹏飞、葛茂茂、曾玮、鲁睿、林文慧、常姗

承办单位：中国科学院高能物理研究所

协办单位：云南大学物理与天文学院、云南省物理学会

会议时间：2021 年 8 月 21-25 日

会议方式：网络视频会议（腾讯会议）、网络直播

正式报名并缴纳会议费，完成全部课程学习的学员，将获得暑期学校结业证书。

会务人员：中科院高能所

廖暑业 liaosy@ihep.ac.cn

云南大学

曾玮 zengwei@ynu.edu.cn

昆明腾鼎会展有限公司

黄晓琼 15912432453@163.com

云南大学物理与天文学院简介

物理学科是云南大学的传统优势学科及国家“211工程”重点建设学科，肇始于1933年原省立东陆大学数理系，至今已近90载，具有悠久而深远的历史，赵忠尧、彭桓武等著名物理学家先后在物理系工作。彭桓武先生曾两番执教云南大学，先后四次回访。1987年，彭老第三次回访时，欣然题写“我爱云大”。1993年，云南大学七十周年建校之际，彭老填《如梦令》词祝贺，词曰：

三七，四八年度，执教两番来去。
战乱认家乡，胜利屡曾回顾。
多祜，多祜，母校育才功著。

1999年第四次回访时，彭老泼墨题词：“祝云南大学再创辉煌。”并捐款数万元设立“杨桂官、顾建中奖学金”。先生为云南大学物理学科的发展倾注了全部赤诚。

早在50年代，云南大学物理系就开创了高校仪器研制的先河；高教部组织的高校物理系四大力学统考，云南大学物理系获两个第一，一个第二和一个第三。改革开放以来，先后涌现出吕正红、魏晓峰、曹臻等著名校友。进入新世纪，云南大学物理学科及人才队伍发展迅速，2000年获理论物理博士学位授权，2011年获物理学一级学科博士授权，先后建设云南省粒子天体物理重点实验室和云南省量子信息重点实验室、以及云南大学光电工程技术研究中心，并积极参与国家重大科技基础设施建设和服务地方经济建设，在粒子天体物理、理论天体物理、高能天体物理、光电子器件产学研、数字医疗助推科技扶贫等工作方面取得突出成绩。2013年，在物理学科相关方向的长期发展与准备基础上，成立了云南大学天文学系。2015年，云南大学物理系、天文学系合并组建云南大学物理与天文学院。

随着云南大学进入国家“双一流”大学建设行列，云南大学物理学科获得进一步发展。在学校支持下，天文学科被纳入“双一流”学科予以重点建设，2020

我
愛
云
大

云南大学六十五周年纪念

彭桓武

八七年十月九日

年获批国家级物理学博士后流动站，物理学专业入选国家级一流本科专业建设。

目前：

- 学院教职工共 80 余人，包括国家杰青 3 人、教育部长江学者 2 人、国家高层次青年人才 3 人、省部级高层次人才 18 人，并形成了理论物理、粒子物理与原子核物理、凝聚态物理和光学 4 个二级学科的若干特色研究方向。
- 近 5 年来，学院主持国家基金 50 项、省部级项目 20 余项（包括国家重大研发课题 2 项，重点项目 7 项），承担合同经费逾 9000 万元；发表高水平论文 200 余篇，获省级科技一、二等奖各 1 项。
- 学院的本科专业中，数理基础科学专业是云南省唯一的“国家理科基础科学研究和教学人才培养基地”，物理学 2020 年入选国家级一流本科专业建设，天文学专业与中科院云南天文台深度合作实行菁英培养。
- 学院目前在读博士研究生 40 人、在读硕士研究生 125 人、本科生 704 人，同时每年为云大 30 多个本科专业开设物理基础课程，持续为国家、地方和学校的教育、科研和产业做出重要贡献。

云南大学物理与天文学院已经构建起较完善的国家级教学、科研和人才培养平台。

云南大学天文学科简介

云南大学天文学具有较为悠久的历史，近年来取得了快速的发展。2017 年 9 月云南大学成为全国 42 所“双一流”建设高校之一，战略性地将天文学纳入“双一流”学科予以重点建设，由物理与天文学院和中国西南天文研究所共同建设，形成了由天文学系、中国西南天文研究所及云南大学-云南天文台研究生联合培养基地“一系一所一基地”学科布局。

云南大学天文学科聚焦学科前沿，瞄准国际一流，建设成效显著，形成了高能天体物理与天文技术、银河系形成和演化及天体测量、星际介质与恒星形成、星系宇宙学 4 个优势特色学科方向，取得了一批原创性成果。目前主持多项国家级科研项目，包括国家基金委重点项目 4 项、国家重点研发计划课题 2 项；参与

多项国内外大科学装置项目，建成及在建一批高水平科研平台，包括国际上首台多通道测光巡天望远镜（Mephisto），这将显著提升我国在“多波段多信使时域天文学”这一国际重大前沿领域的竞争力。

在本科人才培养方面，2012年10月与中科院云南天文台联合设立“熊庆来天文菁英班”，旨在充分发挥双方优势资源，联合培养天文学本科菁英人才。2015年9月天文学本科专业招生，目前每年招生约25人，同时从全校理工科学生中选拔10-15人，共同构成菁英班。目前已毕业菁英班学生5届，读研率约60%。在研究生培养方面，依托物理学科，主要培养粒子天体物理、理论天体物理方向硕士和博士研究生，迄今天体物理方向已毕业博士研究生30余人，硕士研究生100余人，其中1人获全国优秀博士学位论文提名，多人获云南省优秀硕/博士学位论文。2019年天文学一级学科硕士学位授权点正式招生，2021年获得天文学一级学科博士学位授权。

通过加大人才引进和培养力度，形成了以长江学者、杰出青年基金获得者领衔的31人的师资队伍，全部具有博士学位，包括博士生导师9人、硕士生导师27人；教师队伍中包括长江学者、杰出青年基金获得者以及云南省科技领军人才2人、国家青年人才1人，云岭高端外国专家、云岭学者、云岭教学名师等省级人才项目获得者近20人。四个方向学科带头人均为具有较高知名度的专家学者，均主持在研国家基金重点项目、培养了多名优秀博士研究生。

在科学研究方面，形成了致密天体高能物理过程、星际介质与恒星形成、星系宇宙学及太阳物理4个学科方向。近年来，完成及在研国家基金重点项目2项、联合重点2项、重点研发计划课题1项、国家重大科技基础设施子项目1项，其他国家和省部级项目十余项。“天体物理和宇宙线研究创新团队”获2018年度云南省科技进步奖创新团队类一等奖。

在平台方面，先后建设云南省粒子天体物理重点实验室、云南省天体物理和宇宙线创新团队、云南省李惕碛院士工作站以及云南大学天文台。

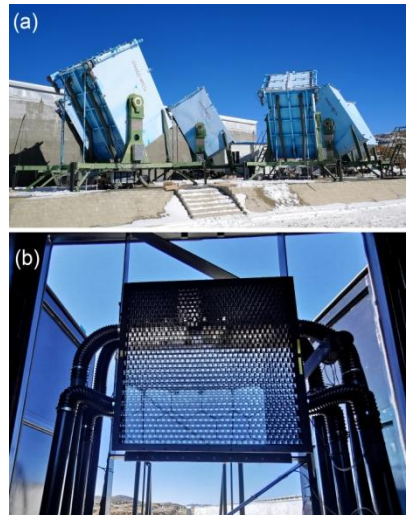
天文学科长期以来一直加强国际国内合作，积极参加国内外大科学工程等项目的建设和科学研究，包括国家重大科技基础设施“高海拔宇宙线观测站LHAASO”，世界最大口径500米射电望远镜FAST，中国第一颗空间卫星“悟空”DAMPE等。

在国家重大科技基础设施“高海拔宇宙线观测站 LHAASO”项目建设中发挥重要作用。学院承担了国家重大科技基础设施 LHAASO 项目四大主探测器之一的广角切伦科夫/荧光望远镜阵列(WFCTA)的核心部件 SiPM 成像探头的研制工作。通过多年艰苦探索和技术攻关,先后完成了探头核心器件性能评估、选型和探头总体设计,开发了成像探头测试系统、工程化制造方案和工程样机,该系统 and 样机于 2019 年 6 月通过了专家组评审、验收,已交付了 18 台成像探头在海拔 4410 米的四川省稻城县海子山站点稳定运行,采集了一批高质量宇宙线事例,为项目实现最终科学目标打下了坚实的物质基础。在张力教授带领下,戴本忠、姜泽军、方军、王仲翔、葛茂茂、张鹏飞、曾玮等 8 名教师和 3 名研究生鲁睿、杨深邦、文韬成为 LHAASO 项目正式成员。

2021 年 5 月 17 日, LHAASO 合作组重要成果在 Nature 发表: 在银河系内发现大量超高能宇宙加速器, 并记录到能量达 1.4 拍电子伏的伽马光子, 这是人类迄今观测到的最高能量光子, 突破了人类对银河系粒子加速的传统认知, 开启了“超高能伽马天文学”的时代。2021 年 7 月 8 日, Science 发表了 LHAASO 对蟹状星云的观测结果, 精确测量了高能伽马射线标准烛光的亮度, 覆盖 3.5 个量级的能量范围, 为超高能伽马光源测定了新标准。同时, LHAASO 成果还在 Physical Review Letter、Astrophysical Journal Letter 等专业顶级期刊发表, 标志着 LHAASO 取得的突破性成果将在未来相当长一段时间内处于国际领先的地位。云南大学团队将在高能天体物理、粒子天体物理等领域利用 LHAASO 获得的最新观测数据开展进一步研究工作, 期望取得更大突破。

云南省粒子天体物理重点实验室

宇宙中高能粒子的起源一直是物理学和天文学中未解决的基本问题之一。针对宇宙高能粒子起源问题, 云南大学于 2015 年 1 月成立了云南省粒子天体物理重点实验室, 主要开展宇宙高能粒子起源的理论和实验探测研究。在理论研究方面, 主要开展脉冲星及其风云、超新星遗迹及活动星系核等致密天体中所发生的高能物理过程研究, 探讨高能粒子起源; 在实验方面, 主要参与中科院高能所主导的系列实验, 包括西藏羊八井 AS γ 、ARGO 以及四川稻城 LHAASO 等国际合作实验。



左：LHAASO 全貌，红色圆圈内为 18 台广角切伦科夫望远镜（WFCTA）；右：a 为单台望远镜，（b）为云南大学研制和生产的成像探头（望远镜的“眼睛”）。

团队积极参加国内外大科学工程等项目的建设 and 科学研究，包括国家重大科技基础设施“高海拔宇宙线观测站 LHAASO”，世界最大口径 500 米射电望远镜 FAST，中国第一颗空间卫星“悟空” DAMPE 等。其中，团队在国家重大科技基础设施“高海拔宇宙线观测站 LHAASO”项目建设中发挥重要作用，承担了国家重大科技基础设施 LHAASO 项目四大主探测器之一的广角切伦科夫/荧光望远镜阵列 (WFCTA) 的核心部件 SiPM 成像探头的研制工作，先后完成了探头核心器件性能评估、选型和探头总体设计，开发了成像探头测试系统、工程化制造方案和工程样机，并已交付了 18 台成像探头，采集了一批高质量宇宙线事例，为项目实现最终科学目标打下了坚实的物质基础。

云南大学天文台

云南大学天文台位于云南大学呈贡校区云山顶，北纬 24.82 度，东经 102.85 度，海拔 2009.5 米，是云南大学天文学一流学科建设方案中五大学科平台之一，同时也是天文学科发展的重要教学科研平台。云南大学天文台包括天文观测中心，天象厅，科普展厅及太阳历广场。具备培养天文学高素质人才、开展前沿科学观测以及科普教育的功能。最终将实现云南大学天文台科研观测、教学实践与科学普及一体的规划。



天文观测中心科研观测设备包括德国 APM 公司生产的 1m 口径光学望远镜(1 m RC Alt-AZ Telescope)、英国 Andor 公司生产 iKon-XL 4K*4K 科学级 CCD 相机, 并配备 Johnson-Morgan 滤光片。可开展活动星系核、超新星等河内河外源高精度科研观测任务, 并能与国家大科学装置 LHAASO 开展同时性多波段观测。

德国 APM 公司生产的 1m 口径光学望远镜, 350-900 纳米波长范围反射效率大于 85%, 有效系统焦比 $f/8$, 焦距 $f=8000\text{mm}$, 指向精度 0.3arcsec , 跟踪精度为 $0.5\text{arcsec}/1000\text{秒}$ 。该望远镜为镜筒与赤道仪整体设计的地平式望远镜, 具有两个可以切换的耐氏焦点, 并配有消旋器。

望远镜配备了 Andor 公司生产的大靶面 4K*4K 科学级 CCD 相机, CCD 尺寸 $61.4\times 61.7\text{mm}$, 分辨率 $4096\times 4108\text{Pixels}$, 像素大小 $15\mu\text{m}$ 。电子制冷, 最低制冷达到 -100°C , 读出噪声 $2.1e^-$, 支持 16-bit 和 18-bit 两种数字读出方式。

天象厅, 科普展厅及太阳历广场属于云南大学天文台的附属科普教学设备, 承担天文学科教学及科普任务。

云南大学天文台天象厅及配套教学科普设备包括数字式天体穹幕系统、天文科普模型展示(如古天文仪器模型, 天体模型等)以及天文科普教具(太阳历广场)。其中主体设备数字式天体穹幕系统完全采用专业的投影机作为数字式天体穹幕的投影设备, 能够在球幕上模拟出真实的自然星空、天象变幻、太阳系穿梭、宇宙探索等精彩的天文画面, 使观众犹如身临其境, 感受太空绚丽和壮观的景象。体验天文知识, 探索宇宙奥秘, 给天文爱好者带来最真实、最震撼的星空体验。



2021 年 LHAASO 暑期学校课程安排

8 月 21 日第一天			
时间	授课内容	授课人	备注
08:30-08:40	开幕仪式	胡红波	10 分钟
08:40-10:10	宇宙线基本知识	张力	2 课时
10:30-12:10	宇宙线实验方法及 LHAASO 实验	何会海	2 课时
14:00-15:40	结合 LHAASO 的多信使天文（中微子天文）	王凯	2 课时
16:00-17:40	河外高能天体物理	王祥玉	2 课时
8 月 22 日第二天			
时间	授课内容	授课人	备注
08:30-10:10	KM2A 数据处理方法和流程简介（包含芯位、方向、能量重建方法、标定、数据质量监测、数据使用方法 2 课时）	武莎	2 课时
10:30-12:10	如何基于 KM2A 数据开展伽马射线源分析（介绍方法和相应软件流程，上机实践完成一个点源 Crab 和一个扩展源天图、扩展度、能谱分析）	李聰	2 课时
14:00-15:40	如何 3D 分析伽马射线源（方法及上机实践 2 课时）	黄晓渊	2 课时
16:00-16:50	如何利用月影监测重建数据质量（包含月影分析方法、估计角分辨率、指向精度、缺少事例数、长期稳定性等）	李哲	1 课时
8 月 23 日第三天			
时间	授课内容	授课人	备注
08:30-10:10	WCDA 数据处理方法和流程简介（包含重建、标定、数据、数据质量监测使用介绍）	查敏（重建）、高博（标定）	2 课时
10:30-12:10	如何基于 WCDA 数据分析伽马源（介绍方法和相应软件流程，上机实践完成一个点源 Crab 和一个扩展源分析）	项光漫	2 课时

14:00-15:40	如何基于 WCDA GRB 数据分析 GRB	姚玉华	2 课时
16:00-16:50	基于 WCDA 时变现象的实时监测	项光漫	1 课时
8 月 24 日第四天			
时间	授课内容	授课人	备注
08:30-10:10	WFCTA 数据处理方法及流程介绍 (包含事例匹配、重建、标定、数据使用介绍)	马玲玲	2 课时
10:30-12:10	如何基于 KM2A 数据结果开展理论研究 (发表文章实例介绍 Nature+Science 文章)	柳若愚	2 课时
14:00-15:40	如何分析 Fermi 数据 (使用方法+上机 1-2 课时)	席绍强	2 课时
8 月 25 日第五天			
时间	授课内容	授课人	备注
08:30-10:10	宇宙线传播及 GALPROP 软件使用	刘伟	2 课时
10:20-11:10	大气簇射模拟软件 Corsika 及 WFCTA 探测器模拟介绍	尹丽巧	1 课时
11:20-12:10	探测器模拟软件 Geant 简介, G4KM2A 软件及使用介绍	赵静	1 课时
14:00-14:50	探测器模拟软件 G4WCDA 及使用介绍	吴含荣	1 课时
15:00-15:50	G4wcda 快速模拟的介绍和使用	李秀荣	1 课时

参会方式：腾讯会议：

会议主题：2021 年第二届 LHAASO 暑期学校

会议时间：2021/08/21-2021/08/25

点击链接入会，或添加至会议列表：

<https://meeting.tencent.com/s/7LhyFIGoxIxf>

会议 ID：870 2848 1390

会议密码：202108

网络直播：

<https://meeting.tencent.com/l/XGZPEOk0itjs>

密码：202108