

# 大桥水库混凝土面板堆石坝填筑施工

薛凯

(中国水利水电第五工程局, 四川 米易 617200)

摘要: 介绍了四川冕宁大桥水库混凝土面板堆石坝填筑体的坝基处理, 坝料选择及加工制备, 坝料上坝道路布置, 填筑施工及观测设备的埋设与填筑的施工组织等方面的经验, 可供同类工程借鉴参考。

关键词: 混凝土面板堆石坝; 填筑体施工; 四川冕宁大桥水库

中图分类号: TV 52; TV 541+. 1

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2000)04-0042-04

四川冕宁大桥水库为钢筋混凝土面板堆石坝, 为二等二级建筑物。坝址位于北径河与苗冲河汇合口下游约 250m 处的安宁河源头。坝基岩体为中酸性混染岩, 岩石风化, 卸荷严重, 断层、裂隙等地质构造发育。工程位于高地震区, 基本烈度 8 度, 工程设防烈度 8.5 度。

大坝建基面高程 1931m, 最大坝高 93m, 坝顶长 312m, 坝顶宽 12m, 最大坝底宽 338m, 上游坝坡 1:1.5, 下游坝坡 1:1.7。大坝填筑体主要分为 II<sub>A</sub> 垫层区、III<sub>A</sub> 过渡区、III<sub>B</sub> 主堆石区及 III<sub>C</sub> 次堆石

区, 见图 1。

坝体填筑工期 30 个月, 填筑总量 186 万 m<sup>3</sup>, 平均日填筑强度 6.2 万 m<sup>3</sup>, 最大月强度 9.65 万 m<sup>3</sup>。

## 1 坝基处理

(1) 在趾板基础中的断层出露部位, 沿断层掏槽, 其深度为断层宽度的 2 倍, 然后回填 150 号混凝土, 见图 2。

(2) 为延长渗径, 趾板下游 1/8 H 水宽度范围内

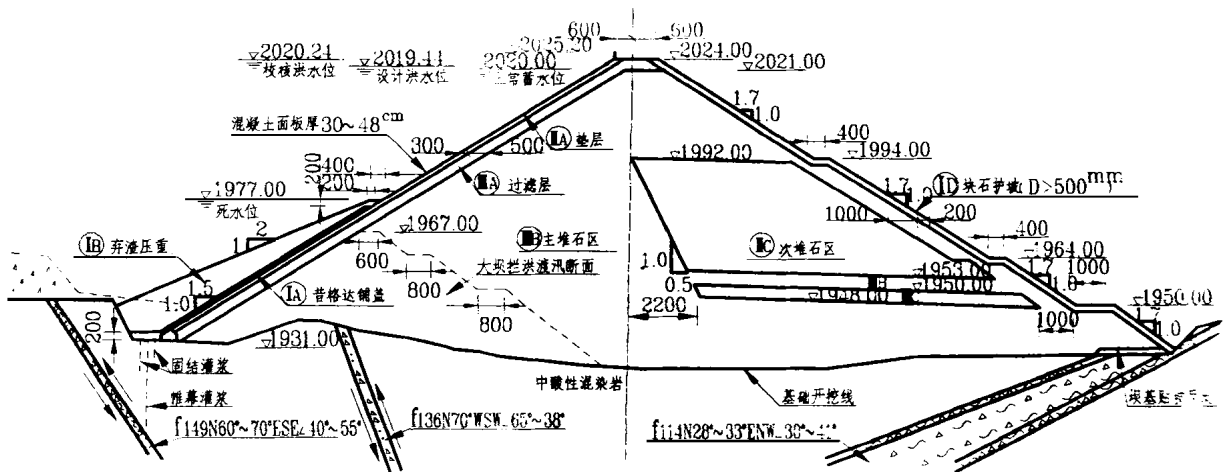
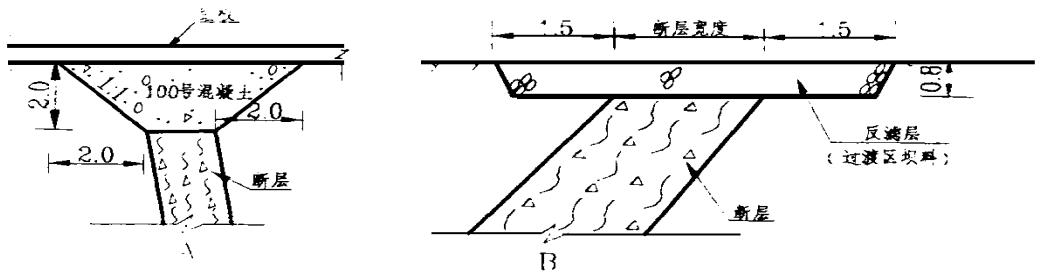


图 1 大坝横剖面图



注: A——趾板基础断层处理图; B——堆石体部位断层处理图  
图 2 断层处理图(图中长度单位为 m)

收稿日期: 2000-04-17

的基岩面, 喷 150 mm 厚 200 号混凝土铺盖, 其最小宽度为 3 m。

(3) 堆石体中断层出露的部位, 采取沿断层掏槽后铺填砂砾石反滤料, 掏槽深度 0.8 m, 见图 2。

(4) 左、右两岸坡在填筑前用反铲挖土机清除松散的浮渣、覆盖层及风化层。随着坝体填筑上升, 以 5 m 高差为单元逐层清挖。为改善堆石体与岸坡的接触, 避免岸坡接合部位出现架空不实现象, 在堆石体与岸坡之间加铺一层 1.0 m 厚砂砾石反滤料, 同时也起贴坡反滤作用, 该加铺层与堆石填筑平行

上升, 以保证压实效果。

## 2 坝料的开采与制备

### 2.1 主堆石料

主堆石采用 II 号堆石料场爆破石料。钻孔采用 2 台 KQ-150 型潜孔钻, 另配 2 台阿特拉斯钻用于解小大块石和找平工作面。为保证料场爆破装料不间断作业, 采用分区梯段台阶爆破法开采, 台阶高度 8.0 m, 每 1 台阶工作面 1 500~3 000 m<sup>2</sup>, 并通过微差挤压爆破技术控制料的级配, 爆破参数见表 1。

表 1 II 号堆石料场爆破参数表

钻机型号	台阶高度 /m	钻孔直径 /mm	钻孔倾角 /度	孔距 /m	排距 /m	最大单响药量 /kg	堵塞长度 /m	孔深 /m	孔网布置形式	装药结构	单位耗药量 /kg	炸药类型
KQ-150	8.0	170	75~90	8.0	5.0	<2 000	2.5~3.0	8.5	交错形	连续	0.25~0.7	2 号岩石铵锑炸药

由于 II 号堆石料场山脊地形坡面较陡, 无法布置多级道路, 因此, 施工道路随着料场开采面的降低, 按 8~12 m 宽从顶向下顺坡削降而成。场内道路随着作业面的调节, 因地制宜布置。

### 2.2 次堆石料

次堆石料采用大坝开挖的强风化料中的硬岩块石, II 号石料场中断层破碎带风化料, 以及骨料生产中粒径大于 80 mm 的筛余料。

### 2.3 过渡反滤料

反滤料选用上游 I 号砂砾料场河滩料, 全级配上坝。对个别粒径超过 250 mm 卵石, 铺料时抛入主堆石区。料场用推土机揭除覆盖层, 反铲立采装车。

砂砾料运距较远, 为保证坝体分区填筑及平行施工的强度需要, 在溢洪道进口上游设 1 个砂砾料备料场, 其储量约 5 000 m<sup>3</sup>。

### 2.4 垫层料

垫层料选用右岸 III 号碎石土料场的天然洪积碎石土, 料场地势平缓宽阔。推土机配合装载机将覆盖层清除场外。覆盖层应清除 1 块开采 1 块, 以防覆盖层清理后的土料长期暴露而浸入雨水增大含水量。料的加工由推土机松料集中, 装载机装车倒运, 振动筛筛除大于 100 mm 的块石后便是成品料。成品料在场内就近集中堆放储存, 料堆高 3~4 m。雨季储料时, 四周做好排水沟, 料堆顶部形成单向排水坡, 下雨时用塑料布遮盖。当成品料含水量较大时, 晴天应用机械翻倒晾晒。

### 2.5 特殊垫层料

特殊垫层料在骨料筛分场配制, 由粗、细骨料混合而成, 其组成比例为(体积比): 中石(20~40 mm) 30%; 小石(5~20 mm) 30%; 砂(<5 mm) 40%, 配制时将骨料分层重叠堆放, 用反铲翻拌均匀。

## 3 上坝道路布置

坝料上坝道路利用下游左岸 3 条开挖出渣路, 路宽 8~10 m。3 条路分别为(以高程命名): 1 944 路、1 965 路、1 985 路。由于岸坡较陡, 每条路均以单入口进坝, 随着坝体上升, 进坝路端头用任意料逐层加高(坝体轮廓以外部分), 直至接通上一级道路。1 条路的使用范围是向下 15% 的坡进坝至加高到向上 10% 的坡上坝, 3 条路控制坝体填筑高程为 2 014 m, 然后利用填筑体按 10% 坡比分别接通左、右岸高程 2 024 公路, 右岸公路运输垫层料, 左岸公路运输过渡料及堆石料。

## 4 坝体填筑

坝体填筑分两期施工, 第一期填筑拦洪渡汛断面, 第二期全断面填筑至设计高程, 见图 1。渡汛断面高程 1 967 m, 导流标准  $P = 2\%$ , 填筑量 23 万 m<sup>3</sup>, 允许工期 92 d。由于 II 号堆石料场地质条件的限制, 刚开采时可用料出露范围小, 主堆石供应不能满足渡汛施工强度需要。为解决这一突出矛盾, 经设计监理同意, 渡汛断面改为 1 936~1 967 m 高程, 将过渡料由原设计水平 5 m 宽扩大到 10 m 宽。从而减小堆石用量, 加快了施工进度, 为最终提前完成渡汛任务创造了有利条件。

### 4.1 填筑施工工艺

坝料技术要求及施工参数见表 2。填筑作业主要分铺料、洒水、碾压 3 道工序。

#### 4.1.1 铺料

垫层料、过渡料采用后退法卸料, 液压推土机摊

表2 坝料技术要求及施工参数表

项 目	堆石料	过渡料	垫层料	利用料	特殊垫层料	
最大粒径	/mm	800	250	100	1 000	20
< 5 mm 含量	/%	5~ 10	15~ 30	30~ 40		
< 0.1 mm 含量	/%	< 5	< 5	< 10		
不均匀系数 $C_u$		25	103.7	128.6		
曲率系数 $C_c$			2.67			
渗透系数	/ $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$	$10^0 \sim 10^{-1}$	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	$10^{-3} \sim 10^{-4}$		$10^{-3} \sim 10^{-4}$
铺料厚度	/m	1.0	0.5	0.5	1.0	0.2
压实干密度	/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	2.16	2.28	2.24	2.10	
相对密度			0.85			
空隙率	/%	21.7		21	2.5	
加水量	/%	10~ 15				
碾压遍数(16 <sup>t</sup> 振动碾)	/遍	6~ 8	6~ 8	6	6	
行车速度	/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$		2.0~ 2.5			

铺。铺料时应使垫层料超出设计线 30~ 50 cm, 以方便压实, 且垫层料表面应比过渡料高出 5 cm, 碾压后才能保持齐平。

堆石料采取进占法与后退法相结合的混合铺料法, 且以进占法为主。进占法铺料场面平整, 可减少汽车轮胎的磨损, 给振动碾提供一个较好的工作面, 压实效果好, 但这种方法铺料推土机工作量大, 且堆石易分离成层。后退法铺料优缺点正好与进占法相反。因此, 混合铺料既能加快进度, 保持工作面平整, 又可减小推土机工作量。

铺料厚度由施工人员用钢尺控制, 并在两岸坡作出高程标志, 用以控制大面水平。

#### 4.1.2 洒水

坝料加水采用人工持管洒水, 由左、右岸各 1 根水管通向填筑面提供水源。

#### 4.1.3 碾压

坝料压实采用 16 t 拖式平碾振动压实, 平行于坝轴线错距法碾压。两岸坡由于机头机尾的影响无法压到边缘, 因此应沿岸边碾压一定宽度, 并与平行坝轴线碾压部分至少重合 50 cm。

垫层坡面斜坡碾压用 10 t 平碾振动压实。斜坡碾压前进行坡面修整。填筑面每升高 3~ 4 m 用反铲由下而上削坡, 初步修整后的坡面应比设计线超宽约 7 cm。填筑面每升高 15 m 进行 1 次斜坡碾压, 碾前由测量控制在坡面上拉出 3 m × 3 m 的网格, 人工由上而下细修平整。斜坡振动碾由 1 m<sup>3</sup> 挖土机改装后牵引, 错距法碾压, 振动碾每次下行到底时, 牵引机前进 30 cm。牵引速度应均衡, 上、下全振动。

### 4.2 坝料接坡

#### 4.2.1 分区界面接坡

II<sub>A</sub>、III<sub>A</sub>、III<sub>B</sub> 各区平行填筑, 交界面接缝处采用骑缝碾压。结合面不得有大颗粒集中的分离现象。

#### 4.2.2 堆石料接坡

由于填筑需要分期、分区进行, 所以堆石的接坡是不可避免的。在 1 967 m 高程以下, 堆石采用斜面

接坡, 即用反铲扒掉先填堆石坡面的松散层, 再铺料贴合。这种接坡方式需要专门机械处理松散层, 如果先填筑体坡面较陡时, 则不易保证缝面结合质量。通过总结, 1 967 m 高程以上的堆石采用“台阶法”接坡, 第一期堆石填筑时每层留出 1~ 1.2 m 宽台阶, 第二期堆石填筑时每层与对应台阶相接, 振动碾可骑缝碾压, 结合效果良好。

### 4.3 坝内观测仪器埋设与填筑施工组织

坝横桩号 0+ 115.0 m 处, 在 1 962 m、1 982 m、2 002 m 高程布置 3 层变形观测仪器, 并分别引入下游坝坡 3 个观测房内。仪器埋设由南京水利科学研究院承担, 施工单位负责土建部分, 并密切配合。仪器埋设与填筑施工交叉进行。在 1 962 m 高程, 由于安排不当, 埋设仪器共用去 20 d。为了减少干扰, 避免窝工, 采取了如下措施:

(1) 提前修建观测房。观测房部位 20 m × 30 m 范围先于填筑大面两层(2 m) 填至坝观测房设计基础高程, 并立即组织修建观测房。

(2) 有计划地分区填筑。由于仪器埋设横槽贯通坝面、下游, 埋设期间槽右侧无法施工。因此, 仪器埋设前应先填右侧, 然后掏槽埋设仪器。其间再填筑左岸。

(3) 各道工序紧密衔接, 尽量缩短每道工序时间。

采取以上措施组织施工, 1 982 m 高程仪器埋设仅 4 d 时间完成, 2 002 m 高程仪器埋设仅 3 d 时间完成, 并且仪器埋设期间填筑施工不间断进行。

## 5 质量控制措施

为确保工程质量, 施工局设有专职质检部门负责检查监督施工质量, 落实质量责任到人, 实行质量责任奖惩制度。技术部门对参与施工的技术管理人员进行详细技术交底, 作业面由施工员控制各施工参数, 并有质检员跟班监控。试验室按设计及规范要

求取样检查,其成果见表3。

表3 坝料取样试验统计表

料 别	垫层料	过渡料	特殊垫层料	主堆石	次堆石
取样组数	81	71	1	71	21
平均干密度/ $g \cdot cm^{-3}$	2.324	2.335	2.33	2.239	2.222
设计干密度/ $g \cdot cm^{-3}$	2.24	2.28		2.16	2.10

## 6 几点体会

(1) 坝体填筑中,通过对堆石体2种接坡方法比较,认为“台阶法”接坡更值得推广。这种方法接坡缝面压实效果好,不存在薄弱环节,且不需要投入机械作清坡处理工作,节省工序,进度快。

(2) 对比3次仪器埋设时间不难看出,如果组织

(上接第33页)泥岩层裂隙发育。昔格达组砂、泥岩密度较小,压缩性小,膨胀率低,抗渗强度高。但在裸露遇水后极易风化、崩解,其抗压强度较低,粘土矿物主要是水云母,其次是蒙脱石、高岭土及多水高岭石、绿泥石、方解石、石英等。在副坝下游边坡150m范围内有一滑坡体,该滑坡体在6月份产生滑塌,滑塌方量约2.5万 $m^3$ 。从塌方断面分析,该塌方体上部为全风化昔格达夹碎石土,中部为强风化昔格达泥岩,含水量大,强度低,下部为较完整昔格达基岩,该基岩抗渗性较好,压缩率低,在副坝开挖完成后,滑坡体处于坝坡下游,前缘有冲沟切割,存在临空面,且昔格达组地层中发育有两组陡倾角构造裂隙,既构成了岩体的切割面,又成为地表水渗入岩体的通道,并沿砂岩与泥岩的接触为面渗流,降低了岩层面的抗剪强度。因此,岩体在重力作用下,沿着层面向临空面产生变形,而使后缘裂隙拉开,使斜坡岩体变形,致使破坏加剧,是形成滑坡塌方的主要因素。该滑坡体将在副坝填筑时处理。

## 4 溢洪道工程地质构造分析

溢洪道布置在副坝右岸,进水闸布置在昔格达

不当,将造成窝工,直接影响效率和工期。所以,坝内仪器埋设要提前有预见性地作出合理安排,既要保证仪器埋设质量,同时又能给正常填筑施工创造有利条件。

(3) 保证施工质量的关键是要确保每道工序质量。试验取样只是对质量的抽检,具有随机性。如果发现不合格必须返工,以免造成不必要的经济损失。因此,要保证工程质量,除建立行之有效的质量管理体系外,从根本上应提高各层作业人员及管理人員的质量意识,使各道工序时时处于受控状态。

作者简介:

薛凯(1974年-),男,四川平武人,中国水利水电第五工程局三分局米易四标项目部副总工程师,助理工程师,从事水电施工技术与管理工

组泥岩上,闸室至陡槽段间为明渠段,该段在桩号0+000~0+077m穿过VI号滑坡后缘地段,滑坡体厚10m左右,底板以下滑坡体厚14m,基岩岩体为中酸性混染岩,全强风化带厚3~10m、7~30m,该段岩体稳定性差,且滑坡体也不稳定,为了避免开挖过程中形成临空面,拉裂VI号滑坡体,应挖除全部全风化岩体,坡度保证1:2~1:3,将基础设置于强风化的混染岩上,并及时做好全断面衬护,保证溢洪道边坡的稳定。

## 5 结 语

(1) 大桥水库经过5年多时间施工,以及对所揭露岩体进行分析,是能够满足面板堆石坝安全施工要求的。

(2) 为大桥水库工程主坝、副坝的填筑提供了地质依据。

作者简介:

杨宁瑞(1965年-),男,甘肃天水人,中国水利水电第五工程局三分局大桥水库施工局质检部部长,工程师,从事水利水电工程施工技术及质检工作。

# 《水利水电工程学报》征订启事

经国家科技部审核,国家新闻出版署批准,中文核心期刊——《水利水电科学研究》即将于2001年更名为《水利水电工程学报》,国内外公开发行人。季刊,A4开本,全年定价24元,国内邮发代号:28-19;国外邮发代号:4156-Q。

《水利水电工程学报》系由水利部主管,南京水利科学研究院主办的学术性刊物,主要报道水利、水电、水运、近海工程的规划、可行性研究、设计、科研、施工、监理以及管理工作中的新理论、新技术、新成果等。读者对象为从事水利、水运、近海及土木建筑工程事业的广大科技工作者和有关院校的师生。

编辑部地址:南京市虎踞关34号

邮编:210024

电话:(025)3739178-384

Email:JNHR I@njhri.edu.cn

## ABSTRACT

### Construction of Concrete Faced Rockfill Dam during Flood Season in Daqiao Reservoir

ZHANG Jian-hua

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Chengdu, Sichuan, 610066, China)

**Abstract:** Concrete faced rockfill dam for Daqiao Reservoir is located in an active earthquake zone with earthquake intensity of 8.5. High construction quality is required. Diluvial deposits are used as bedding material in the construction, which has arrived advanced level in China. Therefore, experiences and lessons gained during construction in flood season can be used for reference to the similar projects.

**Key words:** concrete faced rockfill dam; during flood season; temporary section

### Concrete Works of Toe Slab in Daqiao Reservoir

YANG Ning-rui

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Mianyang, Sichuan, 615616, China)

**Abstract:** The paper systematically presents construction techniques for toe slab, toe slab excavation, fault treatment, formwork support, arrangement of reinforcing bars and seals, concrete proportions, concrete placement, cure and quality control.

**Key words:** Daqiao Reservoir; concrete placement of toe slab; construction technique

### Study on Shotcrete Method in Hydropower Project

WANG Sen-rong

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Mianyang, Sichuan, 617200, China)

**Abstract:** By analyzing advantages and disadvantages of dry shotcrete, wet shotcrete and parallel shotcrete method, semi-wet shotcrete method which is between dry and wet shotcrete is developed. Advantages and disadvantages of semi-wet shotcrete method is analyzed, together with its technical process, jet nozzle structure, water ring structure and effectiveness. The primary test results indicate that the semi-wet shotcrete method is technically feasible, significantly economic and applied widely after improvement.

**Key words:** dry shotcrete; wet shotcrete; parallel shotcrete method; semi-wet shotcrete method

### Defects for Upward Rock Deformation Observation Instrument during Grouting and Improvement

LUO Ming-quan WANG Sen-rong

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Mianyang, Sichuan, 617200, China)

**Abstract:** After many times of embeddings and observations for upward rock deformation observation instrument, defects for upward rock deformation observation instrument during grouting and improvement are discussed. The actual deformation observation instrument not only results in confused and false readings, but also high cost, difficult hole sealing. The improved upward rock deformation observation instrument with higher maneuverability overcomes the shortcomings of actual one.

**Key words:** observation for upward rock deformation; defect; improvement; cost

### Embankment Construction of Concrete Faced Rockfill Dam at Daqiao Reservoir

XU Kai

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Mianyang, Sichuan, 617200, China)

**Abstract:** For the concrete faced rockfill dam at Daqiao Reservoir in Mianyang, Sichuan, the foundation treatment of embankment, selection, processing and preparation of embankment materials, arrangement of construction access road to dam, embankment construction, embedment of observation instruments and construction organizations are presented for reference to the similar projects.

**Key words:** concrete faced rockfill dam; embankment construction; Daqiao Reservoir in Mianyang, Sichuan

### Brief Description of Construction Arrangement and Design Features for Concrete Mixing System at Daqiao Reservoir

ZHANG Xiao-guang ZHANG Sheng-zhong

(Chinese 5th Construction Bureau of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Guangyuan, Sichuan, 628003, China)

**Abstract:** In Lot II project at Daqiao, HZD50 mixer fabricated by Chengdu Construction Engineering Machine Factory is selected as concrete mixing system. Dam excavation material forms a large platform which is well used as site for concrete mixing. Cement collection hopper is self made and reinforcing concrete wall is used. The general arrangement is reasonable, leading to high efficiency and benefits and low cost. Practice indicates that construction arrangement and design features for concrete mixing system is successful and can give reference to the similar projects.

**Key words:** Daqiao Reservoir project; concrete mixing system; construction arrangement; design

### Important Role of Hydropower Development in Development in Western Region

CHEN Dong-ping

(Hydropower and New Energy Development Department, State Power Company, Beijing, 100031, China)

**Leaderette:** The paper is the speech by Chen Dong-ping, deputy director of Hydropower and New Energy Development Department, for "Academic Conference for West China Development".

"Academic Conference for West China Development" was held during April 18 to 20 in 2000 in Chengdu and was jointly sponsored by Chinese Natural Resources Society, Sichuan Science and Technology Association, Chinese Qinghai-Tibet Plateau Research Institute, Regional Sustainable Development Research Center of CAS, Natural Resources Comprehensive Investigation Committee of CAS, Beijing Teachers University and Sichuan Natural Resources Research Institute. Sixty-one experts and scholars from Development Research Center of the State Council, CAS, Chinese Academy of Sciences, Chinese Academy of Engineering, Forestry Ministry, Water Conservancy Ministry and State Power Company, attended the meetings. Now the speech of Mr. Chen is published here.