

教育部部属高等工业学校

# 毕业设计毕业论文

选 辑



## 编辑说明

一九八二年十二月，教育部部属高等工业学校在重庆大学召开了毕业设计（论文）工作经验交流会。会议委托浙江大学代为编印七七、七八级学生优秀毕业设计（论文）选辑，规定每校选送五至七篇优秀毕业设计（论文）的摘要。有的院校选送的篇数较多，虽经函电联系要求删减，但仍有个别院校多于规定限额，现均予刊载。

由于篇幅较大及书稿、图表、校样等往返寄送费时较多，故出书时间较原定略有推迟。

本选辑中学校次序按《中国高等学校简介》一书排列。

# 目 录

## 清 华 大 学

### 北京科技站主楼结构设计

.....土木与环境工程系建筑结构工程专业77级 黄宗瑜  
指导教师 庄崖屏 (1)

### 大断面球墨铸铁件的无冒口铸造

.....机械工程系铸造专业77级 刘群穗 张均满  
指导教师 白天申 吴德海 (6)

### 汽车转向系统刚度对其转向轮摆振的影响

#### ——解放CA10型汽车转向系统刚度的试验、研究、分析

.....汽车工程系汽车专业77级 章 桐  
指导教师 管迪华 倪慎祥 (18)

### TRS—80微型计算机的数据采集及回放系统的设计和制作

.....电机工程系电工师资班77级 苏 微 王孙禹 王 丽  
指导教师 梁毓厚 叶大田 (23)

### “ZTYW—822”针织提花圆机微型机控制系统

.....自动化系工业自动化专业77级 张忠群  
指导教师 李九龄 姜爱蓉 (30)

### 计算机辅助设计控制系统

.....计算机工程与科学系自动控制专业77级 吴 彭  
指导教师 孙增圻 袁曾任 (35)

### 萃取法提银的扩大试验

.....化学化工系应用化学专业77级 李全喜  
指导教师 席德立 (39)

### 采用相对自由度并附加内部插值函数的三维壳元对压力容器进行有限元分析

.....工程力学系固体力学专业77级 潘立功  
指导教师 王勛成 郁吉仁 (43)

## 天 津 大 学

### 19齿自行车链轮模具滚刀的研制

.....机械制造工程系机械制造工艺设备  
及其自动化专业78级 魏 伟 (46)

- 指导教师 张景仕 (50)
- TP801单板机在柴油机试验中数据采集和处理系统上的应用**  
——数字量采集系统总体方案设计和接口的实现  
.....计算机工程与科学系电子计算机专业78级 廖善榕  
指导教师 王积分 刘征 (59)
- 将492Q型汽油机改为汽油喷射式并采用梅氏火球燃烧室的汽油机**  
.....热物理工程系内燃机专业78级 欧阳天洪 何川  
指导教师 万世雄 (62)
- 激光高速摄影的微处理机自动同步系统**  
.....精密仪器工程系激光专业77级 黄小康 宁宣经  
指导教师 张国顺 (67)
- 邻二甲苯氧化年产3000吨邻苯二甲酸酐(简称苯酐)氧化工段的设计**  
.....化学工程系基本有机化工专业78级 唐伟  
指导教师 屠雨恩 (72)
- 天津市床单厂准备车间扩大初步设计和建筑施工图**
- 天津市纺织工业研究所第二实验厂总体规划和试验车间方案设计**  
.....建筑系建筑学专业77级 刘燕辉  
指导教师 王福义 (76)
- 天津市及全国人口总数的数学模型**  
.....基础科学系应用数学专业77级 汪波  
指导教师 刘冠 (87)
- 大连工学院**
- Y2212型弧齿锥齿轮铣齿机主轴倾斜机构设计**  
.....机械工程系机械制造工艺、设备  
及自动化专业78级 温仲元  
指导教师 戴曙 (94)
- 起重机制动器试验台的设计**  
.....机械工程系起重运输机械专业78级 钱铮  
指导教师 刘守成 (97)
- 网络计划中的资源统计**  
.....电子工程系工业自动化专业77级 夏力戈  
指导教师 邓贵仕 (100)
- 硬质角膜接触镜的研制**  
.....化学工程系高分子化工专业78级 李大鸣  
指导教师 张鸿金 蹇锡高 (105)
- 新建开敞式煤专用出口码头工程**

.....水利工程系港口建筑工程专业78级 蒋 千  
指导教师 洪承礼 (111)

**钢筋混凝土环形、圆形截面偏心受压、受弯、偏心受拉和轴心受拉构件抗裂度及  
裂缝宽度的计算**

.....水利工程系港口建筑工程专业78级 栾茂田  
指导教师 廖婉卿 (118)

**大型氨厂苯菲尔溶液脱碳工艺设计**

.....化学工程系无机化工专业78级 王 敏  
指导教师 王炳文 (127)

### 同 济 大 学

**铈酸锂晶体声衰减测定中的表面激发技术**

.....物理系应用物理专业78级 郑立华  
指导教师 金哲民 李 杰 (130)

**汕头市鮑浦新镇实验性规划设计**

.....建筑系城市规划专业78级 汪祖超 耿 红  
指导教师 李锡然 (134)

**三吨轮式装载机设计**

.....机械工程系工程机专业78级 严小超 张传钊等  
指导教师 钱秋荪 张光裕 殷继娟 黄锡朋 (141)

**正交异性扇形板分析**

.....结构工程系桥梁专业78级 王小保  
指导教师 肖振群 (146)

**可控硅错位选触无环流可逆调速系统的动态计算**

.....电气工程系工业自动化专业77级 戴本慈  
指导教师 唐鸿儒 (153)

**江苏溧阳县强埠影剧院设计**

.....建筑系建筑学专业78级 王 恺  
指导教师 庄秉权 陈金寿 (158)

**同济大学留学生宿舍设计**

.....结构工程系建筑结构专业78级 翟志坚 盛炳中  
指导教师 孙美玉 巢 斯 (165)

### 上 海 交 通 大 学

**1500客位沿海双体客船总布置设计**

.....船舶及海洋工程系船舶及海洋工程专业78级

	王建中 王 星 丁佩良 王	
	指导教师 张瑞麟 程 斌	窦尚信 (174)
<b>27000载重吨散装货轮动力装置设计</b>		
.....	动力机械工程系船舶动力机械专业77级	刘振华
	指导教师 顾志明	(177)
<b>用有限元素法对敞开边界的二维电场问题的研究</b>		
.....	电工及计算机科学系电力工程专业78级	黄其胜
	指导教师 陈亚珠	(180)
<b>循环断言生成系统</b>		
.....	电工及计算机科学系电子计算机科学技术专业78级 毕华	黄小戌
	指导教师 孙永强	(183)
<b>邻域平均法平滑图象中的噪声</b>		
.....	电子工程系电子工程专业78级	孙 毅
	指导教师 戚飞虎	(186)
<b>宽板自由弯曲回弹角的理论分析</b>		
.....	材料科学与工程系金属材料工程专业78级	杜国辉
	指导教师 阮雪榆	(189)
<b>D1203—01型锭杆超精加工工艺分析和研究</b>		
.....	机械工程系机械工程专业77级	蔡毓麟
	指导教师 顾永清 曹永上	(193)

### 华东化工学院

<b>体温计用乳白玻璃的研制</b>		
.....	材料工程系无机材料科学与工程专业78级	王世伟
	指导教师 程继健 姜建华	(196)
<b>聚苯乙烯大单体与丙烯酸丁酯接枝共聚动力学研究</b>		
.....	材料工程系高分子化工专业78级	万永强
	指导教师 胡春圃 应圣康	(200)
<b>变P—I—D调节器</b>		
.....	自动控制与电子工程系化工自动化及仪表专业77级	戴有刚
	指导教师 才裕孚	(205)
<b>2—甲砒基—4,5—二氯—6—甲基嘧啶的合成及其在活性染料中的应用</b>		
.....	应用化学系中间体及染料专业77级	郝致民
	指导教师 朱正华 程铸生	(208)
<b>气体脉冲色谱法测定担载在沸石分子筛上的催化剂的金属分散度</b>		
.....	化学工程二系石油炼制工程专业77级	徐建国
	指导教师 黄国雄 邢士峰	(211)

### 乙炔法生产丁炔二醇反应过程的工程分析

.....化学工程系化学工程专业77级 胡 鸣  
指导教师 毛之侯 贝亦民 张 濂 (215)

### 微生物深沉培养中用改变搅拌转速控制溶解氧浓度的静态与动态响应过程

.....生物化学工程系生物化学工程专业77级 孙松云  
指导教师 张嗣良 (219)

## 南京工学院

### 洛阳龙门风景区入口地段规划及奉先寺茶室设计

.....建筑系建筑学专业78级 徐 雷  
指导教师 朱光亚 潘谷西 (224)

### 过共晶铝硅合金初晶硅细化的研究

.....机械工程系铸造专业78级 朱明光  
指导教师 周国桢 杨静煜 (230)

### 低比特速率话音编码的研究——APCM编码器的研制

.....无线电工程系无线电技术专业78级 丁 峙  
指导教师 俞世荣 (234)

### 钢筋混凝土矩形截面双向受弯构件刚度的试验研究

.....土木工程系建筑结构工程专业78级 孟少平  
指导教师 蓝宗建 蒋永生 张立人 (239)

### 全面积超薄铝MIS太阳能电池性能研究

.....电子工程系半导体物理与器件专业78级 李荣强  
指导教师 刘光廷 (243)

### 用悬丝耦合横振动法测量金属在高温下的杨氏模量

.....基础科学系物理师资班77级 钱迈期 周志平  
指导教师 潘人培 (249)

### 使用观测器的状态反馈系统的零极点配置及实验研究

.....自动控制系工业自动化专业78级 姜 倩  
指导教师 顾 琳 (253)

## 华侨大学

### 中心教学楼设计

.....土木工程系建筑结构工程专业78级 邓超奇  
指导教师 陈荣莹 刘钦庆 陈瑞麟 季进彬 (258)

### 高层旅馆设计

.....土木工程系建筑结构工程专业78级 吴升煌

指导教师 刘木忠 吕海鹏 吴 炳 (266)

### 平面框架的结构分析与FORTRAN程序设计

.....土木工程系建筑结构工程专业78级 杨毓青  
指导教师 施玉山 (274)

### 高掺均匀KCl:Li<sup>+</sup>单晶生长的探索

.....化学化工系化学专业78级 李建华  
指导教师 许承晃 邱继展 (279)

### 秩数分级相似预报法

.....数学系应用数学专业78级 彭 霏 黄丽影  
指导教师 吴绍敏 (285)

华中工学院

### 刀架旋转式爆炸落刀装置的设计与制造

.....机械工程一系机械制造工艺、设备  
及自动化专业77级 阳尚斌  
指导教师 饶国定 (294)

### 宽调速交流伺服电动机研究

.....电力工程系电机专业77级 龙莉莉等  
指导教师 陶醒世 付光洁 (301)

### 微处理机励磁控制及同步电机状态方程的研究

.....电力工程系电力系统及其自动化专业78级 毛雪雁  
指导教师 樊 俊 (307)

### SBJ—I型三色冰淇淋冷冻机设计

.....动力工程系制冷与低温技术专业78级 刘 净  
指导教师 陈治春 林秀诚 (316)

### 甲醇—柴油双燃料发动机性能的试验研究

.....船舶工程系内燃机专业78级 乔江林等  
指导教师 崔心存 (321)

### 宽温高精度温度补偿晶体振荡器电路的计算机辅助设计

.....无线电工程系无线电技术专业77级 蒋 明 李建军  
指导教师 王 筠  
武汉市无线电元件厂工程师 蒋金松 (326)

### 智能电话终端

.....自动控制和计算机工程系计算机专业78级 黄小弟等  
指导教师 周 细 肖德宝 (333)



## 华南工学院

### 信息包通信0.487算法的计算机模拟

.....无线电工程系无线电技术专业78级 陈建萍 陈克实  
指导教师 黄建成 谢海 (335)

### 汉字输入输出方案及其模拟

.....计算机工程与科学系计算机专业77级 林才松  
指导教师 伍国荣 (338)

### 纤维长度和杂细胞含量对甘蔗渣浆脆性影响的初步研究

.....化学工程二系制浆造纸专业78级  
陈建明 郭海泉 何美妹 刘秋娟  
指导教师 刘淑端 (340)

### 4'-甲酰基苯并-12-冠-4及4'-甲酰基苯并-15-冠-5的合成

.....化学系化学专业78级 吴龙秀 刘跃进  
指导教师 桂一枝 刘芸菊 (342)

### 岳阳化工总厂涤纶厂碳八芳烃分离流程乙苯分离装置余热利用的设计

(年处理15000吨)

.....化学工程一系基本有机化工专业78级 杜绵攀  
指导教师 黄用榭 钟国扬 (344)

### 处理24吨/日含铬废水的工艺过程及主要设备设计

.....化工机械系化工机械专业78级 含铬废水处理课题组  
指导教师 刘健宏 邱木华 陈荣旭 (347)

### 深圳市上塘中心区规划设计及中心区百货商店设计

.....建筑学系建筑学专业78级 黄亦骐  
指导教师 邹爱瑜 贾爱琴 (349)

## 重庆大学

### 电渣重熔 $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-(\text{CaF}_2)$ 渣系的物性研究

.....冶金及材料工程系炼钢专业77级 谢兵  
指导教师 黄希喆 (354)

### $\phi 400$ 普通车床主传动系统方案设计

.....机械工程一系机械制造工艺、设备及自动化专业78级 洗力  
指导教师 程紫薇 (361)

### 图论法文字识别

.....计算机及自动化系计算机专业77级 刘平

指导教师 徐向之 吴世昌 (366)

### 电力系统短路计算BASIC语言程序

.....电气工程系电力系统继电保护  
及自动化专业78级 陈玉东  
指导教师 米麟书 (372)

### 当量厚度法则适用性的研究

.....机械工程二系铸造专业78级 黄蓉生  
指导教师 陈海清 李华基 (377)

### 微压仪的研制

.....采矿系矿山工程物理专业78级 尹光志  
指导教师 任德惠 (381)

### 微波网络散射参量的测试理论与实验

.....无线电系无线电技术专业78级 郭隆德  
指导教师 谢维华 (385)

## 成都科技大学

### 羟乙基皂仁胶水溶液体系的流变性质

.....高分子材料系高分子合成专业78级 陶云峰  
指导教师 杨昌美 濮德林 吴大诚 (391)

### 三元消力库起库水深计算

.....水利工程系水利水电工程专业78级 温贤云  
指导教师 梁曾相 (396)

### 双叶翼形人工心脏机械瓣膜最佳弯度的实验研究

.....工程力学系工程力学专业78级  
雷开贵 韩飞宇 冯 草  
指导教师 陈君楷 (399)

### 铸钢厂用1.5吨/时冲天炉设计

.....金属材料系铸造专业78级 汪家彬  
指导教师 戴家齐 (402)

### 微型机模糊控制算法探讨

.....电子电力系自动控制专业78级 孙熊岳  
指导教师 冉隆家 (403)

### 电感测微仪的计算与研究

.....机械工程系精密计量仪器专业77级 陈 明  
指导教师 张 凝 (408)

**利用热重法研究镍催化剂的氧化动力学**

.....化学工程系化学工程专业78级 刘 志  
指导教师 刘栋昌 郭慎独 康正立 韩丽娜 (411)

**西安交通大学**

**KFS—860型制氧机变型设计**

.....动力机械二系低温技术专业78级 陆庆霖  
指导教师 陈芹元 (417)

**带有单边裂纹的狭长板的应力强度因子及COD**

.....工程力学系应用力学专业77级 高宇立  
指导教师 陆毅中 (423)

**NAVIER—STOKES方程混合边值问题**

.....数学系计算数学专业78级 项 延 周东元 孙小卓  
指导教师 李开泰 成圣江 (427)

**膨胀率对拉伐尔喷管超音速湿蒸汽流动凝结过程影响的理论计算与实验分析**

.....动力机械一系热力涡轮专业77级 黄 跃  
指导教师 蔡颐年 (435)

**陕西、甘肃互联发电系统可靠性初步分析及程序设计有关问题**

.....电气工程系发电专业77级  
薛更新 崔 智 史晓燕 何 昆  
指导教师 杨蔚百 (440)

**无机物薄膜栅氢离子敏感场效应晶体管的研制及敏感机理分析**

.....电子工程系半导体专业77级 张正德等  
指导教师 方培生 (447)

**伪随机信号相关仪的研制**

.....信息与控制工程系自动控制专业78级  
刘国胜 杨 昭 刘利民  
指导教师 施 仁 (453)

**奥102Fe及奥132Fe低碳钢芯不锈钢电焊条的研制**

.....机械工程系焊接专业78级 朱泽民  
指导教师 樊培丽 (457)

**浙 江 大 学**

**新建V地区220千伏枢纽变电所**

.....电机系电力系统及自动化专业77级 应敬华  
指导教师 赵 杲 (463)

**高速脉冲信号发生器的设计**

.....无线电系无线电技术专业78级 谭丹柯  
指导教师 何小艇 (466)

**电火花加工的表面形态——关于模具钢电火花加工表层的初步探讨**

.....机械工程学系精密机械工程专业78级 陈子辰  
指导教师 郑良桂 朱保养 (469)

**Le-1型反射式激光干涉胶合定中仪的设计**

.....光仪系光学仪器专业78级 陈 星  
指导教师 董太和 (474)

**离散型最小二乘法的收敛性和误差评价**

.....土木系工业与民用建筑专业77级 赵基达  
指导教师 唐锦春 薛德明 (477)

**沸腾炉相析夹带特性的试验研究**

.....热物理工程系电厂热能动力专业78级 严建华  
指导教师 陈运铤 康齐福 任有中 赵 翔 (479)

**马丁——侯(81)状态方程研究二氟氯甲烷和二氯氟甲烷的汽液平衡**

.....化工系化学工程专业78级 陈 杰  
指导教师 冯耀声 吴国宏 李昌圣 (482)

# 北京科技协作站主楼结构设计

清华大学土木与环境工程系建筑结构工程专业

77级学生 黄宗瑜

指导教师 庄崖屏

北京科技协作站为某科技系统进行科学讨论和协调工作而使用的会议兼作旅馆的建筑。该工程共分三段(图1):第I段为厨房、餐厅,第III段为大会议室,第II段为一地上10层(局部11、12层)、地下2层的主楼,本毕业设计就是进行此高层部分的结构设计。该部分建筑面积共 $8300M^2$ ,首层有门厅、小会议室、理发室、会客室等公共用房,要求空间的灵活性,二层到十层为标准层,主要用作客房,十一层为中会议室及工作间,十二层为水箱间及电梯机房,地下为设备层及人防地下室,(平面及剖面详见图2,3)。抗震烈度为8度。

毕业设计共进行了四方面的工作:

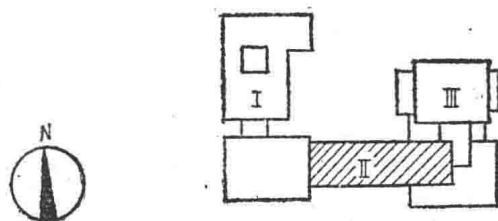
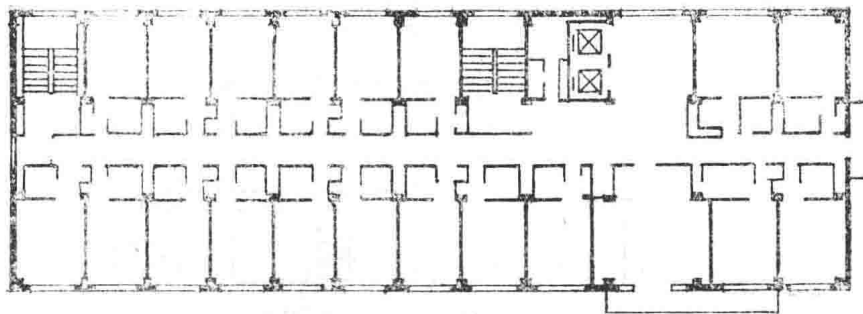
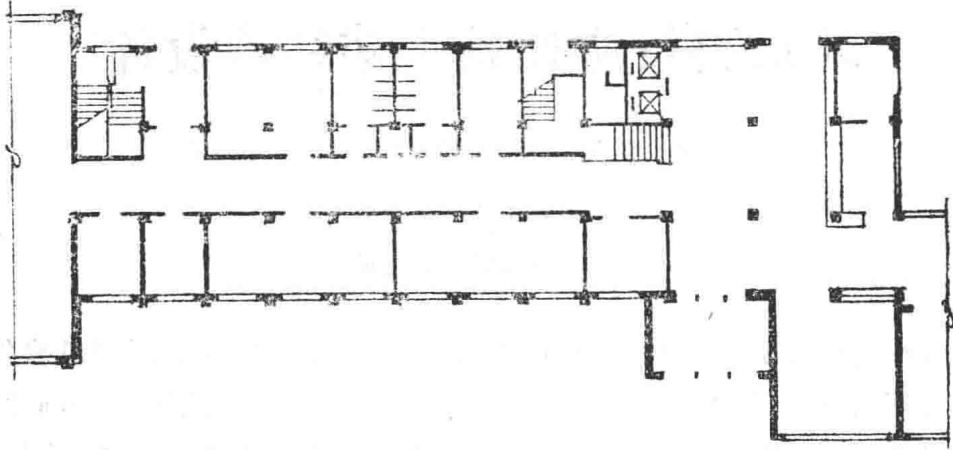


图1 总平面图



标准层



首 层  
图 2 平 面 图

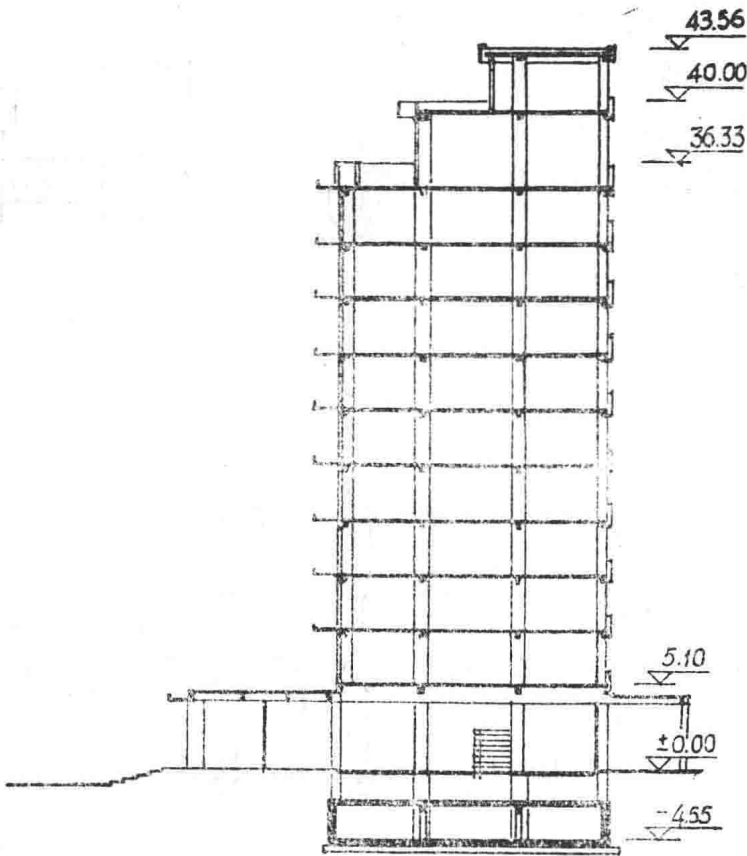


图 3 剖 面 图

## 一、方案比较和结构选型

对主体结构，考虑了三种方案，即纯框架方案，框架——剪力墙方案和底层大空间剪力墙方案，并根据满足使用要求，在地震力作用下的受力和变形性能，方便施工以及经济指标等四个方面进行了方案比较，最后确定采用框架——剪力墙方案。在此基础上，进一步对剪力墙、框架、楼板、梁柱节点和基础等主要构件进行了结构选型和结构布置，采用了装配整体式框架和现浇剪力墙，基础用箱形基础。

## 二、对主要承重结构进行了以下结构计算

1. 垂直荷载计算。
2. 剪力墙计算类型判别。
3. 框架剪力墙横向和纵向协同工作计算。
4. 框架剪力墙扭转计算。
5. 横向和纵向框架内力计算。
6. 框架梁柱截面配筋计算。
7. 标准层楼面选板及现浇部分计算。
8. 框架梁柱节点计算。
9. 剪力墙截面配筋计算。
10. 箱形基础计算。

## 三、绘制主要承重结构施工图 5 张

1. 标准层结构平面图。
2. 梁模板及配筋图。
3. 柱模板及配筋图。
4. 梁柱节点图。
5. 剪力墙模板及配筋图。

## 四、在设计过程中结合设计中的有关问题

进行了以下四方面的专题分析，并提出相应的专题分析报告

1. 框架——剪力墙结构中剪力墙最小刚度的确定

根据顶点位移和最大层间位移的控制值确定剪力墙的最小刚度值，作为初步设计时确定剪力墙数量的参考。

$$\text{自震周期} \quad T = 1.7\alpha_0 \sqrt{\Delta_T}$$

$$\text{其中} \quad \Delta_T = \frac{p_0 H^4}{EJ_d \lambda^4} \left[ \left( \frac{1 + \lambda sh \lambda}{ch \lambda} \right) (ch \lambda - 1) - \lambda sh \lambda + \frac{1}{2} \lambda^2 \right]$$

$$p_0 H = W \quad \lambda = \sqrt{\frac{c_h H^2}{EJ_d}}$$

地震力  $Q_0 = C\alpha W$  ( $\alpha$  与  $T$  有关)

地震力作用下顶点位移

$$y_H = \frac{p_0 H^4}{\beta_h E J_d} \cdot \frac{1}{\lambda^2} \left[ \left( \frac{sh\lambda}{2\lambda} - \frac{sh\lambda}{\lambda^3} + \frac{1}{\lambda^2} \right) \left( \frac{ch\lambda - 1}{ch\lambda} \right) + \left( 1 - \frac{sh\lambda}{\lambda} \right) \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{\lambda^2} \right) - \frac{1}{6} \right]$$

$$Q_0 = \frac{1}{2} p_0 H^4, \quad \text{令} \quad m = \sqrt{\frac{C_h H}{W}}$$

按规程顶点位移控制值可得  $m = F_1(\lambda)$

转角 
$$\phi = \frac{dy}{dx} = \frac{2\varepsilon}{\lambda^3} \left[ \omega sh\lambda\xi + \beta(1 - ch\lambda\xi) - \frac{\lambda\xi^2}{2} \right]$$

其中 
$$\varepsilon = \frac{H^2 Q_0}{\beta_h E J_d}, \quad \omega = \frac{H\beta sh\lambda}{ch\lambda}, \quad \beta = \lambda \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{\lambda^2} \right)$$

取最大转角为最大层间位移,

$$\frac{d\phi}{d\xi} = 0, \quad \text{可得} \quad \xi = \omega ch\lambda\xi - \beta sh\lambda\xi$$

按规程最大层间位移控制值可得  $m = F_2(\lambda)$

由图4  $m - \lambda$  曲线图, 可根据  $m$  值查出  $\lambda$  值, 从而可确定剪力墙的最小刚度  $EJ_d$ 。图4  $m - \lambda$

$\lambda$  曲线是根据  $\alpha_0 = 0.8$ ,  $C = 0.3$ ,  $\alpha = \frac{0.3 \times 0.45}{T}$ ,  $\beta_h = 0.65$  求得的, 如计算条件不同时, 可将  $m$  乘一修正系数后再查  $\lambda$  值。

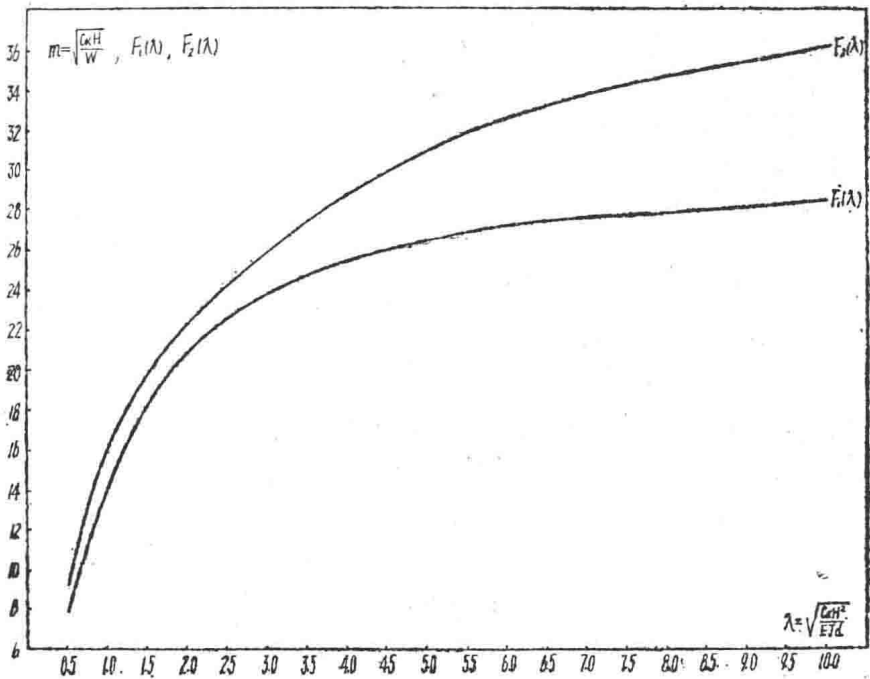


图4  $m - \lambda$  曲线图



在上述工作的基础上，还进一步讨论了关于框架——剪力墙结构中框架内力变化的规律和关于影响剪力墙最小刚度的因素等问题。

## 2. 关于箱形基础上部框架的等代刚度

在高层建筑箱形基础设计与施工规程 (JGJ6—80) 中，根据 G·G·Meyerhof 的等代梁方法，采用

$$F_B J_B = \sum_{i=1}^n \left[ E_b J_{bi} \left( 1 + \frac{K_{ui} + K_{li}}{2K_{bi} + K_{ui} + K_{li}} \cdot m^2 \right) \right]$$

作为上部结构的总折算刚度。这个公式实际上是采用了图 5 a 所示的三角形相对沉降曲线而推导出来的。作为对上述方法的改进，采用了图 5 b 所示的二次抛物线作为相对沉降曲线，比三角形曲线的假定更接近实际情况。

由此推导出上部结构的总刚度为：

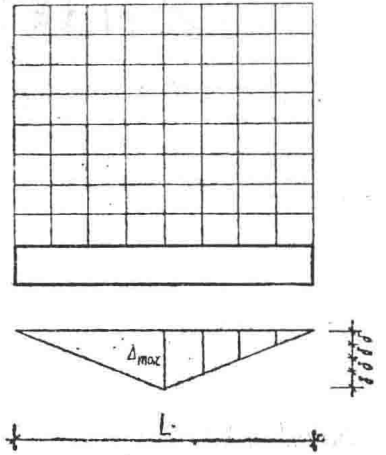


图 5a

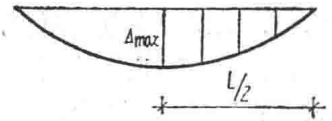


图 5b

$$E_B J_B = \sum_{i=1}^n \left[ E_b J_{bi} \left( 1 + 1.25 \frac{K_{ui} + K_{li}}{2K_{bi} + K_{ui} + K_{li}} \cdot m^2 \right) \right]$$

此公式保留了规程公式表达形式简单和应用方便的优点。运用上式和规程公式对于《建筑结构学报》1981年1期《上部结构刚度对箱形基础整体弯矩影响的探讨》一文中所载的几个算例进行了比较计算，并将计算的结果与该文所述较精确的方法(运用矩阵位移法按通用程序计算)的计算结果进行比较，按上式计算要比按规程公式计算的平均误差为小。

## 3. 框架——剪力墙协同工作计算方法的比较

对手算中常采用的两种近似计算方法——位移法和角变法，从对连梁弯矩的处理，微分方程的建立，边界条件、框架剪力及墙的剪力和弯矩的计算等方面进行了分析比较，指出了两者的异同，并对在工程设计中采用上述方法提出了一些建议。

## 4. 地震力作用下，框架结构最小刚度的确定

与专题分析 1 类似，根据规程规定的顶点位移和最大层间位移的控制值近似地确定纯框架结构框架的最小刚度(框架梁，柱的截面尺寸)。