

全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

结构工程课程设计指导

吕晓寅 主编

朱尔玉 周长东
孙 静 刘智敏 副主编
吕 勤

中国建筑工业出版社

全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

结构工程课程设计指导

吕晓寅 主 编

朱尔玉 周长东

孙 静 刘智敏 副主编

吕 勤

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

结构工程课程设计指导/吕晓寅主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 4

全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

ISBN 978-7-112-15325-1

I. ①结… II. ①吕… III. ①结构工程—课程设计—高等学校—教材 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 070592 号

本教材的编写是以国家标准《铁路桥涵设计基本规范》(TB 10002.1—2005)、《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》(TB 10002.3—2005)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)为依据, 内容包括了铁路钢筋混凝土简支梁桥课程设计、铁路预应力混凝土简支梁课程设计、钢筋混凝土现浇楼盖课程设计、建筑基础课程设计、单层工业厂房课程设计、钢屋架课程设计等 6 个课程设计的指导内容。所有课程设计题目均来自实际工程, 具有较强的实用性。

本书除作教材外, 还可作为建筑工程专业工程技术人员及其他人员自学用书。

* * *

责任编辑: 王砾瑶

责任设计: 张虹

责任校对: 王雪竹 赵颖

全国高校土木工程专业应用型本科规划推荐教材

结构工程课程设计指导

吕晓寅 主编

朱尔玉 周长东 孙静 刘智敏 吕勤 副主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 字数: 340 千字

2013 年 6 月第一版 2013 年 6 月第一次印刷

定价: 28.00 元

ISBN 978-7-112-15325-1

(23379)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

“结构工程课程设计指导”包括了铁路钢筋混凝土简支梁桥课程设计、铁路预应力混凝土简支梁课程设计、钢筋混凝土现浇楼盖课程设计、建筑基础课程设计、单层工业厂房课程设计、钢屋架课程设计 6 个课程设计的指导内容。涵盖了结构工程的部分专业内容。

课程设计是学生学习专业课程后，应用所学知识进行实际工程演练的第一步，加强这一环节的指导可以促进学生学习积极性，更可以多方面培养学生的理论应用、创新思维和实际动手能力。对于正在高校学习结构设计的在校生和结构设计的初学者而言，在使用本书时，应将注意力集中在各数据的来龙去脉，而不能仅仅是照搬照抄。只有掌握了这些数据所涉及的工程概念和方法，今后才有能力进行结构电算分析和施工图的绘制。

本书的特点是：既有应用容许应力设计法进行设计的“铁路钢筋混凝土简支梁桥课程设计”、“铁路预应力混凝土简支梁课程设计”，也有应用极限状态设计法进行设计的“钢筋混凝土现浇楼盖课程设计”、“建筑基础课程设计”、“单层工业厂房课程设计”、“钢屋架课程设计”等，且在“钢筋混凝土现浇楼盖课程设计”中既有单向板肋梁楼盖的设计，也有双向板肋梁楼盖的设计，在“钢屋架课程设计”中既有轻屋面的设计，也有重屋面的设计。书中涉及内容均依据现行规范编写。所有课程设计题目均来自实际工程，从而培养读者严肃认真的科学态度和严谨求实的工作作风。

本书适合建筑结构专业工程技术人员及其他人员自学。在学习本书时，读者应具备结构力学及钢筋混凝土结构设计原理的知识。

本书共 7 章，其中第 1 章由吕晓寅编写，第 2 章、第 3 章由朱尔玉编写，第 4 章由孙静编写，第 5 章由吕勤编写，第 6 章由周长东编写，第 7 章由刘智敏编写，并共同互校。贾英杰参加了部分章节的校对工作。

由于作者水平有限，书中不当之处，欢迎读者指教。

编者

2013 年 2 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 工程设计的过程	1
1.2 结构设计的要求	1
1.3 结构设计计算书	2
1.4 结构施工图	2
1.5 使用本书需要注意的问题	3
第 2 章 铁路钢筋混凝土简支梁桥课程设计	5
2.1 课程设计目的	5
2.2 课程设计基础	5
2.3 课程设计任务书范例	5
2.4 课程设计方法与步骤	6
2.5 课程设计要求	6
2.6 铁路钢筋混凝土 T 形截面梁设计例题	7
参考文献	29
第 3 章 铁路预应力混凝土简支梁课程设计	30
3.1 课程设计目的	30
3.2 课程设计基础	30
3.3 课程设计任务书范例	30
3.4 课程设计方法与步骤	31
3.5 课程设计要求	32
3.6 铁路预应力混凝土简支梁设计例题	33
第 4 章 钢筋混凝土现浇楼盖课程设计	64
4.1 课程设计目的	64
4.2 课程设计基础	64
4.3 单向板肋梁楼盖课程设计任务书范例	65
4.4 单向板肋梁楼盖课程设计方法与步骤	68
4.5 单向板肋梁楼盖设计例题	69
4.6 双向板肋梁楼盖课程设计任务书范例	83
4.7 双向板肋梁楼盖课程设计方法与步骤	86
4.8 双向板肋梁楼盖设计例题	87

参考文献	94
附表 4-1 等截面等跨连续梁在均布荷载和集中荷载作用下的内力系数表	95
附表 4-2 双向板在均布荷载作用下的挠度和弯矩系数表	101
附表 4-3 按极限平衡法计算四边支承弹塑性板弯矩用公式	106
第 5 章 建筑基础课程设计	107
5.1 课程设计目的	107
5.2 课程设计基础	107
5.3 课程设计任务书范例	108
5.4 课程设计方法与步骤	109
5.5 课程设计要求	110
5.6 建筑基础课程设计例题	113
参考文献	130
第 6 章 单层工业厂房课程设计	131
6.1 课程设计目的	131
6.2 课程设计基础	131
6.3 课程设计任务书范例	132
6.4 课程设计方法与步骤	133
6.5 课程设计要求	134
6.6 单层工业厂房结构设计例题	137
参考文献	160
附图 6-1 桥式吊车基本参数	161
附图 6-2 屋面板、屋架布置图	168
附图 6-3 屋架下弦支撑布置图	169
附图 6-4 柱间支撑布置图	170
附图 6-5 基础、基础梁、吊车梁布置图	171
附图 6-6 排架柱设计详图	172
附图 6-7 基础设计详图	173
第 7 章 钢屋架课程设计	174
7.1 课程设计目的	174
7.2 课程设计基础	174
7.3 课程设计任务书范例	175
7.4 课程设计方法与步骤	176
7.5 课程设计要求	177
7.6 轻屋面钢屋架设计例题	179
7.7 重屋面钢屋架设计例题	198
参考文献	215

第 1 章 绪 论

根据不同的工程建设项目,工程结构包括建筑结构、桥梁结构、隧道与地下结构、水工结构、特种结构等,均是由梁、柱、墙、板、杆、壳等基本构件组成的一个受力系统。结构的功能是形成构筑物所需要的空间骨架,并能长期、安全、可靠地承受工程使用期间可能遭受到的各种荷载和变形作用,环境介质的长期影响等,还要能够承受各种意外事件(如火灾、地震、爆炸、撞击等)的影响。

1.1 工程设计的过程

工程设计分为方案设计、初步设计和施工图设计三个阶段,一般工程可将方案设计和初步设计结合在一起。

在方案设计阶段,应对工程的设计方案、重大技术问题以及与其他专业的配合进行综合技术经济分析,论证技术上的先进性和可行性,使整个工程设计方案经济合理。结构方案对工程结构的造价和安全具有决定性的影响,应采用合理的结构体系,特别是保证结构的整体性。一个结构工程师的首要任务是在每一项工程设计的开始,即方案设计阶段,就能凭借自身拥有的结构体系功能及其受力、变形特性的整体概念和判断力,用概念设计的方法初步构思总结构体系,并明确结构总体系和主要分体系之间的关系。

在初步设计阶段,设计的重点转移到如何精心去改善已构思拟定的设计方案上,也即已转移到分体系具体方案的设计上,确定分体系及其相关构件的几何尺寸与截面特征和相互之间的关系,并通过概念近似计算来确认该设计方案的可行性。事实上,初步设计阶段是一个不断反复、优化改进方案的阶段。真正的结构设计不仅是一门专业技术,更是一门艺术。而且结构设计没有唯一解,只有通过不断地探索来寻求相对的最优。

在施工图设计阶段,如果不同专业的设计人员和业主都对初步设计优化方案的可行性表示认可,则全部的设计问题也就基本解决了,接下来就是施工图的设计了。结构施工图中主要包括结构平面图和节点及构件详图。施工图设计阶段也有反复但不会有较大的反复。

1.2 结构设计的要求

结构设计的总体要求是保证其具有足够的安全性、适用性和耐久性。理想的结构应该是有受力明确,传力路径简捷,结构整体刚度大,整体性好,延性大,有足够的冗余度。

工程建设在国民经济中占有十分重要的地位,尤其是重大的工程项目。因此,国家对工程建设颁布各种政策、法规、规范和设计标准及规程,用以规范工程建设的设计和施工

的各个环节。一般情况下，工程结构的设计应遵照这些规范、标准和规程进行。

但是，随着工程建设发展的需要，新材料、新技术和新方法不断涌现，结构工程也要随之发展，各种政策、法规、规范和设计标准及规程会不断更新，否则将成为阻碍新技术发展的障碍。对于新理论和新技术一般经过一段时间的实践和完善将纳入有关技术标准、规范和规程中，或编制新的专门技术规程，用以推广使用。

本书的设计计算方法主要是依据《铁路桥涵设计基本规范》(TB 10002.1—2005)、《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》(TB 10002.3—2005)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)等编写。

1.3 结构设计计算书

将结构计算过程用文字记录下来形成的文件就是结构设计计算书。计算书的正确、有效、可靠性是确保施工图设计质量的重要和必要的条件。计算书中记录了每一个数据的来龙去脉，以便于复核和审查。计算书的一个重要作用是当工程出了问题的时候，需要拿出计算书来验证此问题是否出在结构设计的环节。

结构设计计算书的内容要完整，计算步骤要条理分明，应给出平面布置简图和计算简图。选用的参数或引用数据应有可靠依据；采用计算图表及不常用计算公式时，应注明来源出处；对公式中属于有选择范围的系数或参数，应对其选择作出说明。

计算分析所采用计算理论应符合工程结构体系实际受力状态，计算模型应根据结构构件实际情况确定，建有多多个结构计算模型时，应对各结构计算模型分别进行说明；计算简图应符合受力及边界约束条件；构件编号应与图纸一致，以便核查。

若选用计算软件，所使用的软件应通过有关部门的鉴定，计算软件的技术条件应符合现行工程建设标准的规定，所采用的计算软件的计算假定和力学模型，应符合工程实际。要特别提醒的是：所有计算机的计算结果，应经分析判断确认其合理、有效后方可用于结构设计。

1.4 结构施工图

施工图是工程师的“语言”，是设计者设计意图的体现，也是施工、监理、经济核算的重要依据。结构施工图在整个设计中占有举足轻重的作用，切不可草率从事。

对结构施工图的基本要求是：图面清楚整洁、标注齐全、构造合理、符合国家制图标准及行业规范，能很好地表达设计意图，并与计算书一致。通过结构施工图的绘制，应掌握各种结构构件工程图表的表达方法，会应用绘图工具手工绘图，练好基本功，同时能运用常用软件通过计算机绘图和出图。

结构施工图的具体内容有：

1. 图纸目录

全部图纸都应在“图纸目录”上列出，结构施工图的“图别”为“结施”。“图纸目

录”的图号是“结施-0”。

“图号”排列的原则是：从整体到局部，按施工顺序从下到上。例如，“结构总说明”的图号为“结施-1”，以后依次为桩基础统一说明及大样、基础及基础梁平面、由下而上的各层结构平面、各种大样图等。

2. 结构总说明

“结构总说明”是带全局性的文字说明，它包括：

- (1) 工程结构简介。
- (2) 设计依据：包括主要规范、初步设计批文、地质报告等。
- (3) 一般说明：绝对标高、结构及构件安全等级、抗震类别、抗震设防烈度、地基类别、抗震等级、防火等级、人防等级、风荷载以及所用电算软件及版本。
- (4) 材料：混凝土、钢材、焊条、砌体、砂浆以及其他辅助用料，类型、规格、强度等级及所用部位。
- (5) 荷载：结构所承受的各种可变荷载的取值。
- (6) 地基基础：地基持力层、基础形式。
- (7) 特别要强调的构造措施。
- (8) 其他：施工缝、后浇带、沉降或伸缩缝、沉降观测等。
- (9) 施工注意事项。
- (10) 选用各标准图集列表。
- (11) 对设计中采用的新技术新材料也需要在总说明中交代。

3. 基础平面及详图

基础平面表示基础形式（如桩、筏、箱等）布置的图样，对主要部件用详图加以表示。

4. 地下结构平面图及详图

地下结构平面图是表示建筑物地面以下各承重构件（如梁、板、柱、墙、门窗过梁、圈梁等）布置的图样，个别重要部位用放大比例的详图表示。

5. 地上结构平面图及详图

地上结构平面图是表示建筑物地面以上各承重构件（如梁、板、柱、墙、门窗过梁、圈梁等）布置的图样，个别重要部位用放大比例的详图表示。

所有图形、字符、符号及尺寸均应满足国家《建筑结构制图标准》对结构施工图的绘制规定。

1.5 使用本书需要注意的问题

本书是将土木工程专业有关结构的各课程设计加以适当组织所形成的一本实用指导书，它既体现了大土木的培养模式，又反映了各门课程的教学要求。本书各章节包含以下内容：①课程设计目的；②课程设计基础；③课程设计任务书范例；④课程设计方法与步骤；⑤课程设计要求；⑥设计例题。所以在使用本书时需注意以下问题：

(1) 应将注意力集中在各数据的来龙去脉，而不能仅仅是照搬照抄。只有掌握了这些数据所涉及的工程概念和方法，才能有能力进行下一步施工图的绘制和今后的结构电算

分析。

(2) 一定要做到独立完成，培养自己独立的工作能力。独立的工作能力体现在：对基础理论、基本知识和基本技能的掌握程度；独立地分析和解决问题的能力；课程设计中表现的独立性、独特性和必要的独创性。

(3) 注意图纸质量。评价图纸质量主要看图纸内容的完整性和正确性，图面线条和字体是否工整，是否符合相应的标准等。

第2章 铁路钢筋混凝土简支梁桥课程设计

2.1 课程设计目的

《钢筋混凝土梁课程设计》是为土木工程专业的学生在完成专业基础必修课《混凝土结构设计原理》后安排的一个必修的实践教学环节。要求学生利用《铁路桥涵设计基本规范》和《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》等,完成普通钢筋混凝土梁的结构设计。

通过课程设计,学生要熟悉相关桥梁设计规范;熟悉桥梁各种设计荷载(作用);荷载(作用)在梁中产生的效应以及针对这些效应如何具体检算桥梁各构件的安全性,并依据检算结果适当修改设计。熟悉桥梁工程图纸的表现手法和重点表现内容,增强资料查询、图纸绘制、设计说明书及计算书编写等方面的能力,巩固学生结构设计的基本概念和基础知识。通过分析研究工作,培养学生科学研究的能力。使其初步具备对桥梁结构的分析及设计能力。

2.2 课程设计基础

1. 先修课程

为了完成任务书规定的内容,必须完成以下专业基础必修课:

- (1)《工程制图》。
- (2)《材料力学》和《结构力学》。
- (3)《混凝土结构设计原理》。

2. 基本要求

通过前续课程的学习,在进行本课程设计之前,学生应掌握桥梁工程结构的基本受力特征、结构设计的基本原理。了解荷载组合及相关的结构及配筋构造,掌握绘制工程图纸的相关知识。

3. 设计依据

- (1)《铁路桥涵设计基本规范》(TB 10002.1—2005);
- (2)《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》(TB 10002.3—2005)。

2.3 课程设计任务书范例

1. 设计工程名称

铁路钢筋混凝土 T 形截面梁设计。

2. 设计基本条件（工程说明、工程背景）

根据指导教师指定的活荷载类型、梁的计算跨度和截面类型进行设计。

3. 设计内容及要求

(1) 依据附件资料，对混凝土梁进行纵、横断面设计，选定主梁的结构形式及主要尺寸。

(2) 道碴槽板的检算。首先确定道碴槽板的计算简图。然后分别对内、外侧板进行检算。注意外侧板的荷载布置问题。

(3) 主梁截面的配筋设计及检算：

1) 计算主梁各控制截面（ $L/2$ 、 $L/4$ 、支座截面和变截面处）的内力。

2) 对主梁控制截面进行配筋（主筋、斜筋、箍筋）设计。

3) 依据设计规范，进行截面强度和应力检算，梁体挠度和裂缝宽度的计算。如有不满足规范的相关项目要求，可修改设计参数，继续检算，直到各项检算指标合格为止。

(4) 绘制混凝土梁的平、立、剖面结构图、主梁控制截面配筋图、道碴槽板钢筋的布置图。

重点：主梁的各项检算。

难点：主梁斜截面配筋设计。

2.4 课程设计方法与步骤

设计步骤基本上按照主梁跨度→主梁横截面尺寸拟定→主梁纵截面设计→道碴槽板的检算→主梁内力计算→截面配筋→各项指标检算→修改设计参数，直至满足各项要求→绘制工程图纸及编写设计计算书的顺序进行。

课程设计进行中必须注意以下几点：

(1) 主梁梁高在合理范围内选择，可参考标准梁高。

(2) 内力计算时，列车活载要考虑冲击系数。内力组合时，注意对分片式梁的恒、活载都应分片计入。道碴槽板的外侧板检算时要考虑最不利的荷载组合情况。

(3) 钢筋的布置要符合构造要求，计算用到的钢筋布置图要标明主要尺寸。

(4) 斜筋设计可以采用公式计算，但还要用作图法来校核。

(5) 检算项目要依据相关规范的要求，不要只参考某个算例。因为限于篇幅，算例只给出主要检算项目。

(6) 图纸绘制要注意尺寸标注的比例、字体格式及大小等。

2.5 课程设计要求

1. 能力培养要求

本课程设计主要培养学生在混凝土梁设计方面的实践能力。培养学生综合应用所学知识，分析问题和解决问题的能力。培养严肃认真的科学态度，严谨求实的工作作风。学生完成本课程设计后，应该对相关的结构设计规范和标准图集的框架和内容有所了解和掌握，能够熟练运用已学的专业知识，借助结构设计规范和标准图集，独立完成混凝土梁的

结构设计和计算，并绘制规范、明晰的结构施工图。

2. 设计说明书的要求

按照前面所述的设计步骤，完成一份完整的混凝土梁的设计计算书，计算书所要包含的主要内容有：

- (1) 设计资料。
- (2) 混凝土梁的全长结构布置及主梁截面尺寸。
- (3) 道碴槽板的检算。
- (4) 主梁的荷载、内力计算。
- (5) 主梁截面配筋计算及各项检算。

3. 设计图纸的要求

要求图纸能够清晰表达设计者的设计思路和设计意图，图面干净整洁，内容丰富，图面布置丰满美观，符号和标注符合制图的一般规定。所有图纸均采用 A3 图纸绘制。

图纸至少包括以下内容：

钢筋混凝土梁的立（剖）面图，平（剖）面图；主梁跨中及支座截面的结构配筋图； $L/2$ 跨内的弯起钢筋布置图；道碴槽板钢筋的布置图。以上工程图纸可以手绘或计算机绘制，绘图比例自定。

4. 考核方法

要求勤学好问，独立完成，计算正确，书写工整。

总评成绩分为优、良、中、及格和不及格五个等级，按照计算书成绩、图纸成绩以及质疑三个方面综合评定。计算书成绩占 30%，图纸成绩占 30%，质疑成绩占 40%。

质疑方式：当面提问或开卷考试。

注意：一旦发现抄袭、雷同及解释不清的现象，则按作弊处理。

5. 设计时间安排（以表格形式）

本课程设计总时间为一周，设计进度安排详见下表所示：

时 间 安 排	设计进度安排
第一天	结构尺寸拟定及道碴槽板的检算
第二天	
第三天	主梁的荷载计算、内力计算及各项检算
第四天	
第五天	绘制工程图并编写课程设计计算书
第六天	
第七天	提交成果、参加质疑

2.6 铁路钢筋混凝土 T 形截面梁设计例题

2.6.1 设计资料

1. 设计荷载

铁路列车竖向静、活载必须采用中华人民共和国铁路标准活载，即“中—活荷载”。

标准活载的计算图示见图 2-1。

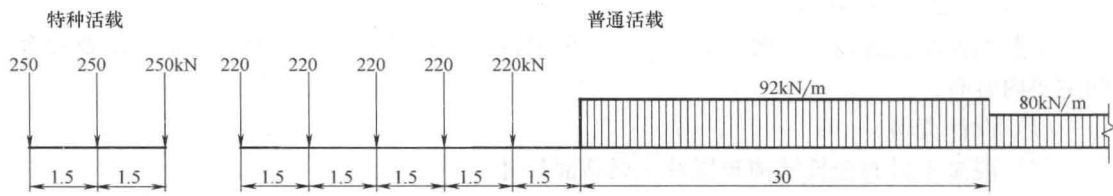


图 2-1 “中一活载”图示（距离以“m”计）

2. 设计方法

容许应力法。

3. 计算跨度

$L=16\text{m}$ ，直线梁。

4. 材料

- (1) 混凝土采用 C30。
- (2) 梁内受力钢筋采用 HRB335。
- (3) 构造钢筋采用 Q235。

5. 基本构造参数

- 预应力轨枕长度：2.5m；
- 轨枕下道碴厚度：0.29m；
- 挡碴墙高：0.3m；
- 道碴及线路设备、人行道等活载（一片梁）：19.6kN/m；
- 混凝土自重：25kN/m³；
- 道碴自重：20kN/m³；

换算截面时，钢筋的弹性模量与混凝土的变形模量之比 $n=15$ （查自《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》表 5.1.3，以下简称《桥规》）；

混凝土的容许应力： $[\sigma_c]=8.0\text{MPa}$ ， $[\sigma_b]=10.0\text{MPa}$ ， $[\tau_c]=1.10\text{MPa}$ （查自《桥规》表 5.2.1）。

2.6.2 混凝土梁的全长结构布置及主梁截面尺寸拟定

1. 全长结构布置示意图

钢筋混凝土梁体结构布置示意图的主要尺寸见图 2-2 所示。

2. 结构尺寸拟定

一孔梁由两片 T 形梁组成，如图 2-3 所示。图中尺寸表示一片 T 形梁跨中截面的主要尺寸。在跨中部分的梁梗宽度根据钢筋布置的需要选为 300mm，在梁端根据承受主拉应力的需要选用 490mm，变截面距支点处为 2.75m。一片 T 形梁跨中和梁端截面的主要尺寸如图 2-3 所示。

2.6.3 主梁的计算和设计

1. 主梁内力计算

- (1) 恒载（以一片梁计）

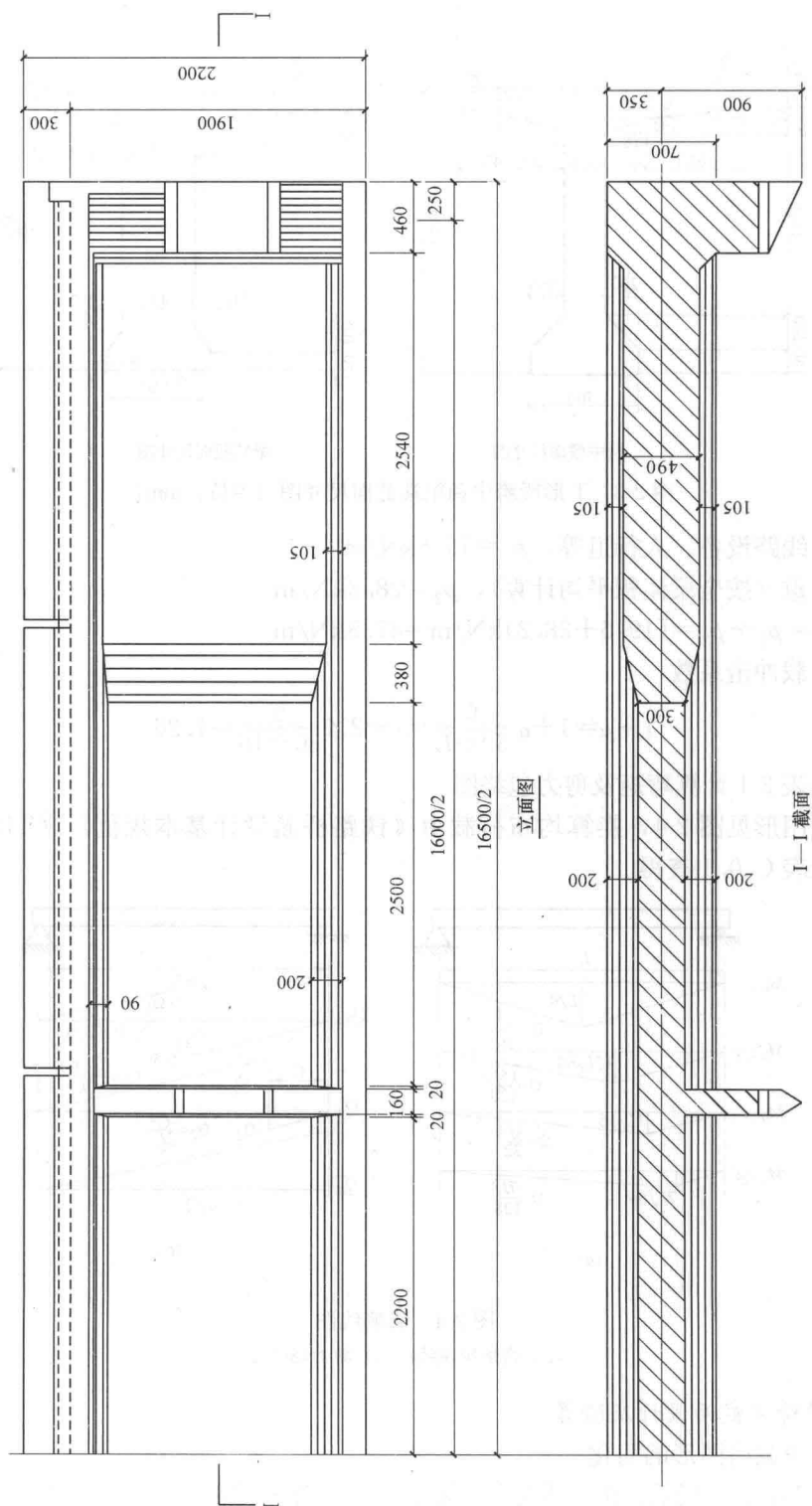


图 2-2 钢筋混凝土梁体结构布置示意图 (单位: mm)

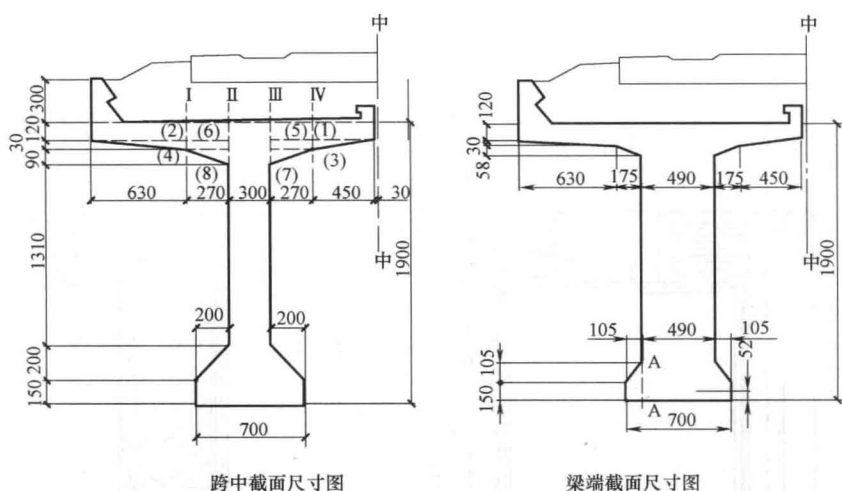


图 2-3 T形梁跨中和梁端截面尺寸图 (单位: mm)

道碴及线路设备、人行道等, $p_1 = 19.6 \text{ kN/m}$

梁的自重 (按全梁体积平均计算), $p_2 = 28.2 \text{ kN/m}$

合计 $p = p_1 + p_2 = (19.6 + 28.2) \text{ kN/m} = 47.8 \text{ kN/m}$

(2) 活载冲击系数

$$1 + \mu = 1 + \alpha \frac{6}{30 + L} = 1 + 2 \times \frac{6}{30 + 16} = 1.26$$

(3) 列表 2-1 计算弯矩及剪力包络图

影响线图形见图 2-4, 换算均布荷载由《铁路桥涵设计基本规范》(TB 10002.1—2005) 附录表 C.0.1 查得。

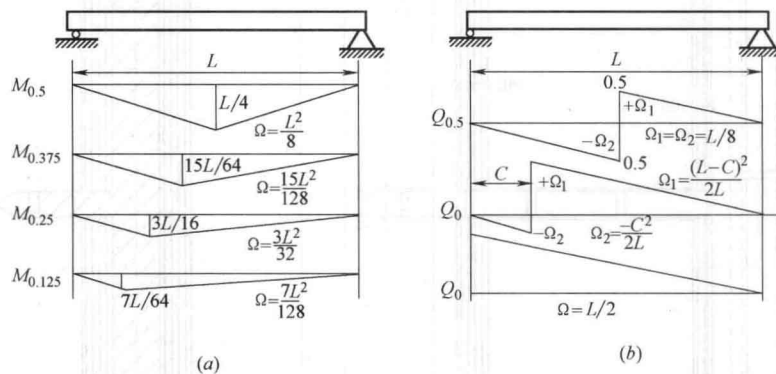


图 2-4 影响线图

(a) 弯矩影响线; (b) 剪力影响线

2. 主梁跨中截面设计及验算

(1) 跨中截面图形的简化

将图 2-3 所示主梁截面的上翼缘按面积相等、宽度不变的原则, 简化为矩形截面 (三角形垫层 (9) 及挡碴墙 (10) 不计入)。

内力计算表

表 2-1

项目	计算 截面	影响线 顶点	加载 长度	换算均 布荷载 K	活载强度 $q=\frac{1+\mu}{2}K$	影响线 面积 Ω	活载作用下 $M_q=q \cdot \Omega$ 或 $V_q=q \cdot \Sigma\Omega$	恒载作用下 $M_p=p \cdot \Omega$ 或 $V_p=p \cdot \Sigma\Omega$	$M=M_q+M_p$ 或 $V=V_q+V_p$
			m	kN/m	kN/m	m ² 或 m	kN·m 或 kN	kN·m 或 kN	kN·m 或 kN
弯矩	$\frac{1}{2}L$	0.5	16	119.4	75.2	32	2406	1530	3936
	$\frac{3}{8}L$	0.375	16	121.9	76.8	30	2304	1434	3738
	$\frac{1}{4}L$	0.25	16	123.8	78.0	24	1872	1147	3019
	$\frac{1}{8}L$	0.125	16	125.5	79.1	14	1107	669	1776
剪力	$\frac{1}{2}L$	0	8	172.2	108.5	±2	±217	0	217
	2.75m	0	13.25	146.0	92.0	+5.49 -0.24	505	251	756
	0	0	16	137.7	86.8	8	694	382	1076

原来的面积:

第 (1) 块: $720 \times 120 = 86400\text{mm}^2$

第 (2) 块: $900 \times 120 = 108000\text{mm}^2$

第 (3) 块: $\frac{450}{2} \times 30 = 6750\text{mm}^2$

第 (4) 块: $\frac{630}{2} \times 30 = 9450\text{mm}^2$

第 (5) 块: $270 \times 30 = 8100\text{mm}^2$

第 (6) 块: $270 \times 30 = 8100\text{mm}^2$

第 (7) 块: $\frac{270}{2} \times 90 = 12150\text{mm}^2$

第 (8) 块: $\frac{270}{2} \times 90 = 12150\text{mm}^2$

共计: 251100mm^2

简化截面的上翼缘厚度:

$$h'_t = \frac{251100}{1920 - 300} = 155\text{mm}$$

主梁跨中截面简化图形如图 2-5 所示。

(2) 钢筋截面的选定及其布置

钢筋截面积按下式估算:

$$A_s \geq \frac{M_{L/2}}{[\sigma_s] \times 0.92h_0} = \frac{3936 \times 10^6}{180 \times 0.92 \times 1800} = 13205\text{mm}^2$$

式中 $M_{L/2} = 3936\text{kN} \cdot \text{m}$, 见表 2-1;

$$[\sigma_s] = 180\text{MPa};$$