

铁路继续教育系列教材

自学指导书

(桥梁工程)

铁道部人才服务中心 组织编写

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

桥梁工程/铁道部人才服务中心组织编写. —成都: 西南交通大学出版社, 2001.5

铁路继续教育系列教材自学指导书

ISBN 7-81057-558-9

. 桥... . 铁... . 桥梁工程 . U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 021614 号

铁路继续教育系列教材

自学指导书

(桥梁工程)

铁道部人才服务中心 组织编写

*

出版人 宋绍南

责任编辑 任继英

封面设计 郑宏

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行科电话: 7600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbs@center2.swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

开本: 787mm × 1092mm 1/32 印张: 1.875

字数: 36 千字 印数: 1 ~ 3000 册

2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 7-81057-558-9/U · 039

套价: 66.00 元 (本书单价: 6.00 元)

图书如有印装问题, 本社负责调换。

前 言

《桥梁工程自学指导书》是根据《桥梁工程》铁路继续教育系列教材按专题编写的。每个专题包含学习目的与要求、内容提要、重点内容与难点、建议学时数、思考题与参考文献等内容。本书的编写希望能对广大技术人员的学习有所帮助。

本书由西南交通大学强士中教授、李乔教授、赵人达教授、钱永久教授和廖海黎教授分专题编写。

由于编写时间仓促，指导书中若有不足之处，希望广大读者批评指正。

编 者
2001年5月

目 录

专题 1	桥梁新(高性能)材料	1
专题 2	现代预应力混凝土结构	5
专题 3	可靠度理论及其在桥梁设计中的应用	9
专题 4	有限元法与桥梁结构分析	13
专题 5	桥梁工程中的计算机辅助设计(CAD)技术	17
专题 6	桥梁结构的稳定性分析	21
专题 7	桥梁抗风	25
专题 8	桥梁抗震	28
专题 9	桥梁检测与评定	31
专题 10	斜拉桥	34
专题 11	悬索桥	37
专题 12	城市立交桥	40
专题 13	复合结构桥梁	44
专题 14	深水基础的施工技术	48
专题 15	21 世纪特大跨度桥梁展望	51

专题 1 桥梁新（高性能）材料

一、学习目的与要求

土木工程技术的进步在很大程度上取决于材料科学的进步，现代桥梁技术的进展更是以材料的更新为先导。因此，学习了解桥梁新材料及其技术的发展，对于全面掌握桥梁技术是必不可少的。通过本专题的学习，了解高性能钢材，具有高耐腐蚀保护层的钢筋、钢绞线和钢丝束，高性能混凝土，钢纤维混凝土，纤维加劲塑料等新型材料的发展概况、材料特性以及工程应用的情况。

二、内容提要

1. 高性能钢材：介绍国内新开发的 15MnVNq-C 钢和 14MnNbq 钢、日本生产的 HT-70 和 HT-80 钢、1 800 MPa 级悬索桥主缆用镀锌钢丝的化学成分和机械性能。

2. 具有高耐腐蚀保护层的钢筋、钢绞线和钢丝束：介绍环氧涂层钢筋和钢绞线以及热挤 PE 索套的制作方法和工程应用，对新型管道和改进的灌浆材料作了简要介绍。

3. 高性能混凝土：讲述高强度混凝土的定义、强度换算方法、配制方法、力学性能以及工程应用与发展，同时也简要介绍了自密混凝土、复合与超高强混凝土的有关情况。

4. 钢纤维混凝土：介绍钢纤维的类型、尺寸和掺量，钢纤维的增强效果以及钢纤维混凝土的工程应用等。

5. 纤维加劲塑料：介绍纤维加劲塑料（FRP）的发展概况、材料特性与工程应用。

三、重点内容与难点

（一）重点内容

1. 高性能钢材的机械性能。
2. 防止高强度钢材发生腐蚀的技术措施。
3. 高强度混凝土的力学性能。

（二）难点

高强度混凝土的力学性能。

四、建议学时数

2 学时。

五、思考题

1. 试概述历史上桥梁技术的几次重大革新与材料的关系。

2. 近 20 年来我国在桥梁钢材方面有哪些发展？

3. 何谓耐候钢？试述其在国内外的应用情况与发展前景。

4. 试提出任何两种提高预应力筋（或拉索）抗腐蚀性的措施。

5. 何谓高性能混凝土？
6. 对混凝土的强度等级有哪些不同的标准？不同标准的强度等级如何换算？
7. 何谓自密实混凝土？在国内外有哪些实际应用？
8. 试论 21 世纪混凝土桥梁结构的发展方向。
9. 钢纤维混凝土中钢纤维有哪几种类型？试列举影响钢纤维混凝土性能的钢纤维的性质、几何参数与掺用量。
10. 何谓纤维加劲塑料（FRP）？
11. 纤维加劲塑料有哪几种？试概述其性质，并讨论纤维加劲塑料作为一种结构材料的优点和有待改进的缺点。
12. 纤维加劲塑料在桥梁工程中有哪些应用？试举例说明。

参 考 文 献

- [1] 大田孝二, 深 诚. 钢材の種類(その2). 桥梁基础, 1995 ,(6)
- [2] 中国建筑研究院结构研究所规范室译. CEB-FIP Model Code 1990, 北京, 1991

专题 2 现代预应力混凝土结构

一、学习目的与要求

预应力混凝土结构是现代桥梁工程中使用最为广泛的一种结构形式。近年来，无论是在设计思想与理论，还是在工程技术领域与实际应用方面，均取得了巨大的进步。通过本专题的学习，可以了解现代预应力混凝土结构的一些基本概念、材料及其性能、分析与设计方法、无粘结预应力混凝土的基本性能和设计特点等，从而初步具备现代预应力混凝土结构的基础知识，以便在实际工程中使用。

二、内容提要

1. 现代预应力混凝土结构的一些基本概念：现代预应力混凝土的发展及其基本特性；预应力度度的概念及预应力混凝土的分类方法；各种设计方法及各自的优缺点。

2. 现代预应力混凝土材料及其性能：普通钢筋、预应力钢筋、混凝土和锚具的基本性能及其相关要求。

3. 现代预应力混凝土结构的分析方法：弹性阶段应力计算；极限强度计算；预应力损失计算；裂缝控制与计算；挠度控制与计算；疲劳设计方法等。

4. 现代预应力混凝土结构的设计方法：拟定截面形式和尺寸；控制内力计算；各种设计结构配筋的方法；设计中应

注意的若干个问题。

5. 无粘结预应力混凝土结构的概念及其特点；无粘结预应力混凝土结构的优缺点；无粘结预应力钢筋的极限应力特性及其计算方法；无粘结预应力混凝土结构的设计方法及工程实例。

三、重点内容与难点

(一) 重点内容

1. 现代预应力混凝土结构的分类方法。
2. 现代预应力混凝土结构使用的材料及其相关要求。
3. 结构开裂后的应力计算方法。
4. 裂缝控制的原理与方法。
5. 现代预应力混凝土结构的设计方法。
6. 无粘结预应力混凝土结构的概念及其特点。

(二) 难点

1. 结构开裂后的应力计算方法。
2. 结构开裂的机理分析与计算方法。
3. 结构使用全过程中无粘结预应力钢筋的应力特征及其分析计算。

四、建议学时数

4 学时。

五、思考题

1. 预应力的分类方法及分类标准是如何制定的？

2. 简述 PPC 结构的裂缝成因及控制方法。
3. PPC 结构的疲劳问题主要包括哪些内容？
4. 为什么无粘结 PPC 结构必须配置足够数量的普通钢筋？试简述之。
5. 试分析影响无粘结 PPC 结构的极限强度的主要因素。

参 考 文 献

- [1] 车惠民, 邵厚坤, 李霄萍. 部分预应力混凝土——理论、设计、工程实践. 成都: 西南交通大学出版社, 1992
- [2] Antioine E.Naaman, Prestressed Concrete Analysis and Design. New York: McGraw-Hill Book Company, 1982
- [3] 孙宝俊. 现代 PPC 结构设计. 南京: 南京大学出版社, 1995
- [4] 铁路桥涵技术规范 (合计本). 北京: 中国铁道出版社, 1994

专题 3 可靠度理论及其在桥梁设计中的应用

一、学习目的与要求

桥梁结构设计任务是应用最新的科学技术手段获得在预定条件下满足各种预期功能的经济、可靠的结构。因此，如何科学、合理地表达结构的安全度并将其应用于设计，是世界土木工程技术人员共同关心的问题。通过本专题的学习，读者可以了解：桥梁结构的功能要求、结构可靠性及可靠度的定义、设计方法的演进；了解桥梁结构的可靠性原理、桥梁结构可靠性设计方法及桥梁结构疲劳可靠性分析与设计的基本知识等。

二、内容提要

1. 桥梁结构可靠性有关基础知识：桥梁结构的功能要求、结构可靠性及可靠度的定义、基本变量的不确定性、桥梁结构设计方法的演进、概率设计法的三个水准。

2. 桥梁结构可靠性原理：极限状态的定义与分类（承载能力极限状态、正常使用极限状态、破坏—安全极限状态），极限状态方程，失效概率与可靠指标及其相互间的关系（失效概率、可靠指标的定义及其物理意义），一次二阶矩理论概要（中心点法和验算点法的基本原理）。

3. 桥梁结构可靠性设计：确定目标可靠指标的方法，分项系数设计准则，确定分项系数的原则和方法（荷载分项系数的确定、抗力分项系数的确定），正常使用极限状态下的可靠度。

4. 桥梁结构疲劳可靠性：疲劳可靠性分析，疲劳可靠性设计（等效等幅应力设计法、极限损伤度设计法）。

三、重点内容与难点

（一）重点内容

1. 桥梁结构的功能要求；
2. 桥梁结构设计的基本要求；
3. 基本变量的不确定性；
4. 各种设计方法的区别及各自的核心内容；
5. 极限状态的主要类型及极限状态方程；
6. 目标可靠指标的计算；
7. 分项系数设计准则及方法；
8. 疲劳可靠性的分析与设计。

（二）难点

1. 失效概率和可靠性指标的计算；
2. 一次二阶矩理论的基本原理；
3. 确定分项系数的原则和方法；
4. 等效等幅应力幅的计算。

四、建议学时数

6 学时。

五、思考题

1. 试根据结构设计方法的演进情况，说明各种设计方法的特点。
2. 根据可靠性指标的定义，深入理解其物理含义。
3. 试分析一次二阶矩理论中心点法存在的主要问题。
4. 通过对参考文献的补充学习，明确在结构设计中如何考虑荷载效应组合，如何确定结构抗力。
5. 通过对参考文献的补充学习，掌握疲劳可靠性设计中等效等幅应力幅 $\Delta\sigma_e$ 的具体计算过程。

参 考 文 献

- [1] 常大民，江克斌编著. 桥梁结构可靠性分析与设计. 北京：中国铁道出版社，1995
- [2] 邹天一主编. 桥梁结构可靠度. 北京：人民交通出版社，1991
- [3] 李扬海，鲍卫刚，郭修武，程翔云等编著. 公路桥梁结构可靠度与概率极限状态设计. 北京：人民交通出版社，1997

专题 4 有限元法与桥梁结构分析

一、学习目的与要求

目前，有限元法是最强有力的数值分析方法之一。在桥梁结构分析中，由于计算机的普及，有限元法几乎成了必不可少的重要分析方法。因此，本专题讲述有限元法的基本原理，以及采用有限元法进行桥梁结构分析时遇到的特殊问题，例如预应力效应、混凝土收缩徐变效应等。通过这些内容的学习，使学员掌握现代结构分析的基本方法和原理，并且能够将其应用于实际工程。

学习本专题时，要求读者注重有限元法的基本原理和列式的推导过程，同时要对桥梁结构分析的特点给予充分认识。除此以外，还要求读者具有一定的计算机应用知识和技能，这对于理解本专题内容十分有利。

二、内容提要

1. 有限元法基本概念：从最简单的结构力学原理出发，讲述杆系有限元法的基本概念和原理，建立连续与离散的概念，了解有限元法的基本过程。而非杆系有限元的原理与此非常相似。同时还介绍了桥梁结构分析的主要内容，使读者对桥梁结构的计算有一个总体的了解。

2. 桥梁结构分析中常用的有限元法：在上述的基本概念