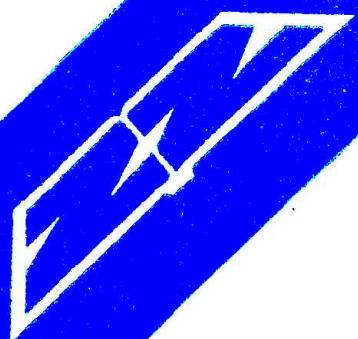


中等专业学校教材



水利工程施工示例与习题

成都水力发电学校 沈敦新 主编



中等专业学校教材

水利工程施工示例与习题

成都水力发电学校 沈敦新 主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书是水利水电类中专水利工程施工课程的配套辅助教材。

本书分三部分，第一部分是课程各章节的思考题和习题，包括了部分例题；第二部分包含五套课程设计题及一套课程设计示例，可供教师教学时选用；第三部分为习题及课程设计中需要的施工机械性能和参考资料，学生可以直接查用，同时作为教材的补充，扩大学生的知识面。

本书除作为中专辅助教材外，也可供其他各层次职业技术教育水利水电类专业教学及有关技术人员培训时参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

水利工程施工示例与习题/沈敦新主编. —北京：中国水利水电出版社，1997. 7

中等专业学校教材

ISBN 7-80124-425-7

I. 水… II. 沈… III. 水利工程-工程施工-专业学校-习题 IV. TV5-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 15358 号

书 名	中等专业学校教材 水利工程施工示例与习题
作 者	成都水力发电学校 沈敦新 主编
出 版	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)
发 行	新华书店北京发行所
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市朝阳区小红门印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 239 千字 1 插页
版 次	1998 年 5 月第一版 1999 年 10 月北京第二次印刷
印 数	6001—12000 册
定 价	10.50 元

前 言

水利工程施工课是水利水电工程建筑专业的主要专业课之一，它包括施工机械、施工技术、施工组织与管理、工程概预算等内容。通过这门课的学习，要求学生具有水利工程施工方面较系统的基础知识，掌握主要工种的施工方法，了解水工建筑物施工导流、基坑开挖、地基处理、主要水工建筑物施工方案以及施工组织设计、施工管理、工程概预算的基本原理和方法；使学生具有组织工种施工、编制中小型水利工程施工组织设计的能力以及一定的分析计算能力。学好这门课程对学生毕业后从事水利水电工程建设有非常重要的作用。

水利工程施工课又是一门教师较难教，学生较难学的课程。其主要原因，一是它的综合性，需要综合前面学过的基础理论及专业课程并把它应用到施工的实践中去，如模板的构造与施工就要用到建筑材料、力学、建筑结构知识；又如导流水力计算会遇到水力学中的堰流、管流、孔口出流、明渠均匀流与非均匀流以及几种方式的联合泄流等，学生往往难于掌握；二是它的实践性，由于施工对象十分复杂，影响因素多，很难用数学公式加以定量的理论概括，施工学科目前还多处于半理论、半经验的阶段，需要有一定的实践经验才能真正掌握，因此初学起来十分困难。

在教学中，我们感到要教好学好水利工程施工这门课，除对教师水平要求较高外，必须把讲课、课后复习、作业、课程设计以及电视教学综合应用起来，才能达到预期的效果。如果教师，学生手中有一本结合教材的思考题、习题、课程设计集、必然对教学有很大的好处。为此，我们不揣冒昧，把我们三校所用的以及手边收集到的思考题、习题、课程设计题汇集起来，并加上常用的工程机械性能和计算例题，编成了这本水利工程施工辅助教材，希望对施工课的教学有所帮助，也希望能起到抛砖引玉的作用。

这本辅助教材包括3篇，即①思考题，习题；②课程设计；③施工机械性能及有关资料。其中第一篇由黄河水利学校张春满编写，第二篇由江西水利水电学校章仲虎编写，第三篇由成都水力发电学校沈敦新选编。全书由沈敦新主编。本书由黄河水利学校丘振域主审。

本书的资料相当一部分取自有关的教材和手册，这些书名列于本书后面（主要参考资料）中，引用处未一一注明，这里一并向有关单位和作者致谢。

由于我们水平有限，加之手头资料不足，书中一定有不少不足甚至错误，敬请使用者指正。

编 者

1997年7月

目 录

前 言

第一篇 思考题、习题

绪 论	1
第一章 土工	2
第二章 砖石工	5
第三章 爆破工	7
第四章 模板工	10
第五章 钢筋工	11
第六章 混凝土工	13
第七章 灌浆工	15
第八章 吊装工	16
第九章 施工导流与截流	20
第十章 基坑施工	26
第十一章 土石坝施工	31
第十二章 水工隧洞施工	36
第十三章 装配式渡槽施工	40
第十四章 混凝土坝施工	41
第十五章 水闸施工	47
第十六章 水电站厂房施工	52
第十七章 水利水电基本建设	53
第十八章 定额	54
第十九章 施工组织设计	55
第二十章 工程概(预)算	65
第二十一章 水利水电工程招投标	67
第二十二章 施工管理	68

第二篇 课 程 设 计

第二十三章 课程设计题——混凝土面板堆石坝施工导流设计	69
第二十四章 课程设计题——混凝土坝施工导流设计	77
第二十五章 课程设计题——混凝土面板堆石坝坝体填筑施工设计	85
第二十六章 课程设计题——混凝土坝坝体浇筑施工设计	92
第二十七章 课程设计题——水工隧洞开挖施工设计	101

第二十八章 课程设计示例——某混凝土坝施工导流设计.....	110
--------------------------------	-----

第三篇 施工机械性能及有关资料

第二十九章 土方工程及土石坝施工资料.....	127
第三十章 爆破工程资料.....	136
第三十一章 模板及钢筋工程资料.....	141
第三十二章 混凝土工程及混凝土坝施工资料.....	145
第三十三章 地下工程施工资料.....	153
第三十四章 基础工程施工资料.....	158
主要参考资料.....	160

第一篇 思考题、习题

绪 论

【思考题】

- 0-1 水利工程施工的任务是什么？简述水利工程施工的重要性。
- 0-2 水利工程施工的特点是什么？
- 0-3 简述我国水利工程施工的发展史。
- 0-4 水利工程施工与组织管理的基本原则是什么？
- 0-5 水利工程施工课的主要内容有哪些？你将如何学好这门课程。

第一章 土 工

【思考题】

1-1 解释下列名词：

土壤容重，土壤含水量，土壤可松性，可松性系数，自然倾斜角，理论生产率，技术生产率，实用生产率。

1-2 按工作性质不同，土方机械可分为哪几类？

1-3 单斗式挖掘机按工作装置可分为哪些类型？各适应于何种情况？常用斗容量是多少？

1-4 正向铲挖掘机的主要工作性能有哪些？请绘出正向铲挖掘机的示意图，并标明主要工作尺寸。

1-5 试述下列机械的适用条件及施工方法：采砂船，推土机，铲运机，装载机。

1-6 提高正向铲挖掘机生产率主要采用哪些措施？

1-7 常用土方运输机械有哪几种？各适用于什么情况？

1-8 皮带机运输土石方有哪些优缺点？

1-9 影响土料压实的因素有哪些？

1-10 土料压实中，为什么对粘性土特别强调“最优含水量”？它对施工组织安排有何影响？

1-11 粘性土料与非粘性土料压实机理有何不同？

1-12 土方压实机械有哪几种？各种压实机械的工作原理是什么？各适于压实何种土料？

1-13 如何合理选择压实机械？

1-14 土料的压实参数有哪些？如何确定这些参数？合理确定压实参数在施工中有何现实意义？

【习题】

1-15 已知某壤土土坡的高度 $H=25\text{ m}$ ，内摩擦角 $\varphi=17.5^\circ$ ，土的凝聚力 $C=9.8\times 10^3\text{ Pa}$ ，土壤容重 $\gamma=0.0018\text{ kg/cm}^3$ 。求边坡的稳定角（参看例题 1-1）。

1-16 某心墙坝砂砾料填筑压实后的方量为 636000 m^3 ，设计干容重为 1.98 t/m^3 ，砂砾料的自然容重为 1.94 t/m^3 （含水量为 5%），有效工作日数为 312 d，如果采用 WD—100 型正向铲挖掘机与自卸汽车配合采料（挖掘机转角 90° ，采用最佳掌子高度）。试计算需要挖土机台数（不考虑机器备用量，不计开挖、运输、压实中的土料损失）。

1-17 某土方工程填方的设计干容重 $\gamma=1.70\text{ t/m}^3$ ，现场碾压试验记录的土壤干容重测定成果如表 1-1。试用图解法求出最合理的铺土厚度 (h)，碾压遍数 (n)，最优含水量 (ω)。

【例题 1-1】

表 1-1

土料干容重测定成果

单位: t/m^3

$\frac{h}{n}$ $\omega(\%)$	16 cm				23 cm				27 cm			
	14	16	18	20	14	16	18	20	14	16	18	20
8	1.44	1.53	1.60	1.55	1.42	1.52	1.58	1.52	1.40	1.48	1.55	1.51
11	1.52	1.62	1.65	1.60	1.50	1.59	1.62	1.56	1.48	1.57	1.60	1.55
14	1.63	1.71	1.72	1.62	1.61	1.69	1.70	1.60	1.59	1.66	1.67	1.58
18	1.74	1.82	1.79	1.67	1.72	1.80	1.74	1.65	1.70	1.77	1.75	1.63

已知某壤土坡坡角 $\theta=33^\circ41'$, 内摩擦角 $\varphi=17.5^\circ$, 凝聚力 $C=9.8\times10^3\text{ Pa}$ ($\approx 0.1\text{ kgf/cm}^2$), 容重 $\gamma=0.0018\text{ kg/cm}^3$. 求土坡的最大容许高度。

解: 对于粘性土简单土坡, $C\neq 0$, 可根据罗巴索夫图表 (图 1-1), 求得安全边坡。该图是在土坡处于极限平衡状态时 (安全系数 $K=1$), 土坡的内摩擦角 φ , 坡角 θ 与 $N=\frac{C}{\gamma H}$ 之间的关系曲线。

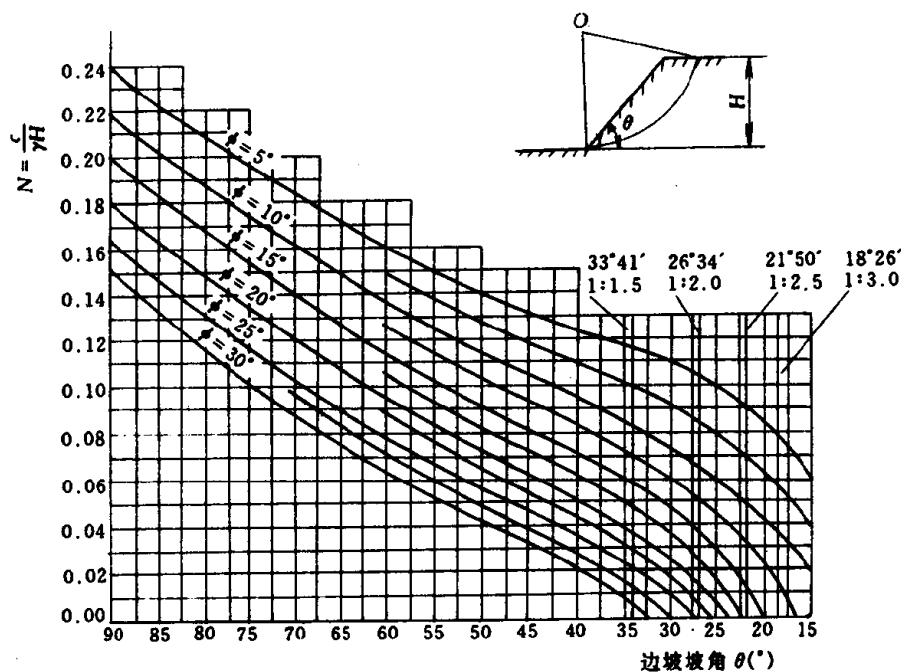


图 1-1 粘性土简单土坡计算图

从图 1-1 横坐标 $\theta=33^\circ41'$ 处画垂线与 $\varphi=17.5^\circ$ 的曲线相交, 交点纵坐标值 $N=0.045$ 。

$$\therefore N = \frac{C}{\gamma H} = 0.045$$

$$\therefore H = \frac{0.1}{0.0018 \times 0.045} = 1234(\text{cm}) = 12.34(\text{m})$$

无粘性土简单土坡, 当土的凝聚力 $C=0$ 时, 则 $\frac{\text{抗滑力}}{\text{滑动力}} = \frac{\text{tg}\varphi}{\text{tg}\theta} = K$ 。其中 φ 为土的内摩擦角; θ 为边坡坡角; K 为安全系数, 对于基坑开挖边坡, K 可采用 1.1~1.2。

一般不高的开挖边坡可参考本书第三篇表 29-2。

【例题 1-2】

基本资料同习题 1-16, 求需要 WD—200 挖掘机多少台。

解:

1. 上坝强度计算 (不计损失)

$$\text{压实方量} = \frac{636000}{312 \times 3} = 679.5 \text{ (m}^3/\text{班)}$$

$$\text{自然方量} = \frac{679.5 \times 1.98}{1.94/1.05} = 728.2 \text{ (m}^3/\text{班)}$$

2. 挖掘机生产率计算

$$P = 60nqK_{\text{充}} K_{\text{延}} K_{\text{修}} K_{\text{时}}/K_{\text{松}}$$

式中 P ——挖掘机生产率 (自然方), $\text{m}^3/\text{台班}$;

q ——铲斗容量 (松方), m^3 , WD—200 型挖掘机 $q = 2 \text{ m}^3$;

n ——挖掘机设计每分钟挖土次数 $n = 60/t$, t 为挖掘机铲装一次循环时间, s , 本题取 $t = 25 \text{ s}$;

$K_{\text{充}}$ ——铲斗充盈系数, 取 1;

$K_{\text{延}}$ ——卸载延误系数, 本题卸入车厢, 取 0.9;

$K_{\text{修}}$ ——掌子高度和挖装旋转角度修正系数, 本题取 1;

$K_{\text{时}}$ ——施工机械时间利用系数, 取 0.75;

$K_{\text{松}}$ ——土壤的可松性系数, 取 1.25。

$$P = 8 \times 60 \times \frac{60}{25} \times 2 \times 1 \times 0.75 \times 1 \times 0.9 / 1.25 = 1244.16 \text{ (m}^3/\text{台班, 自然方)}$$

3. 正向铲需要量计算

$$N = \frac{728.2}{1244.16} = 0.59 \text{ (台, 取 1 台, 未考虑机械完好率和利用率)}$$

面与拱腹间的间隙 $\delta_4 = 5.0 \text{ mm}$ 。则：拱顶卸落量 $= \sum \delta = 16.2 \text{ mm}$ 。

解：卸落分 3 次进行，各节点处的卸落量与卸落步骤如图 2-1 所示（图中纵横比例不同）。拆架时，须对拱顶及 1/4 点等处的拱轴线随时进行观测。

第三章 爆 破 工

【思考题】

3-1 解释并比较下列概念：

- 1) 爆炸与爆破；
- 2) 燃速与爆速；
- 3) 爆力与猛度；
- 4) 爆轰波与冲击波；
- 5) 导火索、导爆索与导爆管；
- 6) 准爆、殉爆与拒爆；
- 7) 正氧平衡与负氧平衡；
- 8) 加强药包与减弱药包；
- 9) 集中药包与延长药包；
- 10) 抛掷爆破、松动爆破与隐藏式爆破；
- 11) 准爆电流与起爆电流；
- 12) 光面爆破与预裂爆破；
- 13) 超钻与超挖；
- 14) 爆破作用指数、不偶合系数与炸药换算系数。

3-2 炸药的基本性能有哪些？这些性能对炸药的使用有何影响？

3-3 常用的工程炸药有哪几种？简述它们的特点和使用范围。

3-4 雷管有哪几种？绘出各种雷管的构造示意图。

3-5 简述爆破漏斗的形成原理及其主要几何参数。

3-6 爆破作用指数与哪些因素有关？如何根据爆破作用指数划分爆破的类型？

3-7 什么是临空面？临空面对爆破有何影响？

3-8 药包分哪几类？简述药包量计算的原理？

3-9 爆破的基本方法有哪些？各适用于什么场合？

3-10 常用的钻孔设备有哪些？分别适用于哪些情况？各有何优缺点？

3-11 电爆网路有哪些连接方式？各有何优缺点？电爆网路设计中主要应该注意哪些问题？

3-12 非电爆破起爆网路是怎样联接的？试绘出示意图。

3-13 试述炮孔堵塞的重要性及炮孔堵塞应注意的问题。

3-14 试述爆破设计的步骤。

3-15 定向爆破的基本原理是什么？定向爆破筑坝的适用条件有哪些？主、副药包各担负什么任务？

3-16 预裂爆破的基本原理是什么？对预裂爆破有哪些基本要求？

3-17 简述为达到预裂爆破的要求所应采取的技术措施。

3-18 光面爆破的基本原理是什么？简述光面爆破采取的技术措施？

3-19 爆破工程中有哪些安全问题？各种安全问题的控制指标是什么？它们与哪些因素有关？

3-20 处理拒爆（瞎炮）常用哪些方法？

3-21 试述破碎剂的特点及应用前景？

【习题】

3-22 某工程用图 3-1 所示的药包进行洞室爆破，试确定该药包是集中药包还是延长药包？

3-23 用 2.6 kg 标准炸药的球形药包在砂岩中进行一项爆破作业，获得标准抛掷漏斗，则该药包应埋在地表以下多深？如欲获得爆破作用指数为 1.3 的加强抛掷爆破漏斗和爆破作用指数为 0.7 的松动爆破漏斗，则药包又应埋多深？试比较这 3 种爆破所爆破的石方量。

3-24 某采石场一工作面，长 30 m、宽 5 m、台阶高度 2 m、爆破边坡坡度系数 $m=0.5$ 、岩石为密实的片麻岩（属中等硬度），采用 2 号岩石硝铵炸药梯段爆破。试进行炮孔布置，并计算装药量和炮孔直径。

3-25 某工程基坑开挖采用浅孔爆破，钻孔 18 个，每孔装 1 个电阻为 1.5Ω 的即发电雷管，共设 3 组分支线路，采用串—并联网路。网路主线电阻为 3.5Ω ，支线电线电阻为 2Ω ，电源采用 220 V 照明线路。试计算能否达到电雷管的准爆电流（电雷管准爆电流 2.5 A）。

【例题 3-1】

深孔 36 个，使用 2~9 段毫秒雷管分段起爆；浅孔 160 个，使用 1 段毫秒雷管同时起爆。已知条件：电源电压为 380V，毫秒雷管电阻 $r=4.0\Omega$ ；主线长 350 m（双），电阻 $1.14\Omega/1000\text{ m}$ ，主线电阻 $R_A=350\times(1.14/1000)=0.8(\Omega)$ ；深孔联接线长 100 m， $6\Omega/100\text{ m}$ ，联接线 $R_B=100\times0.06=6(\Omega)$ ；深孔区域线长 7 m， $3\Omega/100\text{ m}$ ， $R_C=7\times0.03=0.21(\Omega)$ ；浅孔区域线长 17 m， $3\Omega/100\text{ m}$ ， $R_D=17\times0.03=0.51(\Omega)$ ；浅孔联接线与雷管脚线相连（联接方式见图 3-2），试计算网路电流。

解：计算方法、步骤如下。

1. 深孔

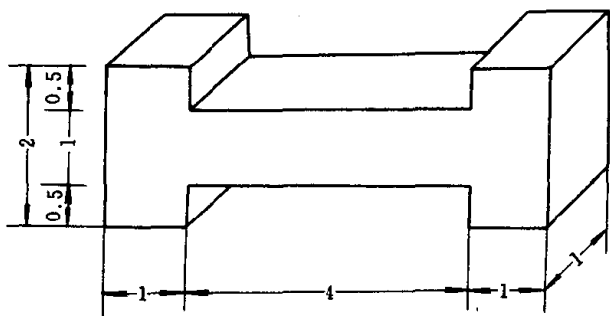


图 3-1 （单位：m）

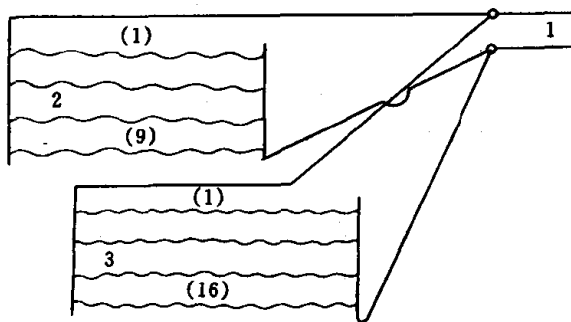


图 3-2 网路联络示意图

1—刀闸；2—深孔 9 组（并—串—并），
3—浅孔 16 组（串—并）

在 36 个深孔中, 每个孔内装两个起爆体, 每个起爆体内由两发雷管并联, 8 个起爆体串联为一组 (支路)。共计串联组数目 $= 36 \times (2/8) = 9$ 组 (支路)。

每组电阻 $=$ 起爆体数目 $\times$ 起爆体电阻 $+ 联接线电阻 = 8 \times (4/2) + 6.0 = 22 (\Omega)$

9 组并联电阻 $=$ 每组电阻 / 串联组数 $+ 区域线电阻 = 22/9 + 0.21 = 2.65 (\Omega)$

2. 浅孔

在 160 个浅孔中, 每个孔内装有一个雷管的单起爆体, 以 10 个起爆体串联为一组 (支路)。串联组数目 $= 160/10 = 16$ 组 (支路)。

每组电阻 $=$ 每组起爆体数目 $\times$ 毫秒雷管电阻 $= 10 \times 4.0 = 40 (\Omega)$

并联电阻 $=$ 每组电阻 / 串联组数 $+ 区域线电阻 = 40/16 + 0.51 = 3.01 (\Omega)$

3. 深孔和浅孔并联电阻 R_m

$$1/R_m = 1/\text{深孔并联电阻} + 1/\text{浅孔并联电阻} = 1/2.65 + 1/3.01$$

$$R_m = 1.4 \Omega$$

4. 总电阻 R 与总电流 I

$$R = R_A + R_m = 0.8 + 1.4 = 2.2 (\Omega)$$

$$I = \text{电源电压} / R = 380 / 2.2 = 172.72 (\text{A})$$

5. 深孔与浅孔并联的端电压

$$\text{主线电压压降} = IR_A = 172.72 \times 0.8 = 138.18 (\text{V})$$

$$\text{端电压} = \text{电源电压} - \text{电压降} = 380 - 138.18 = 241.82 (\text{V})$$

6. 电流分配

$$\text{通过深孔网络电流} = 241.82 / 2.65 = 91.25 (\text{A})$$

$$\text{深孔单管电流} = \text{深孔网络电流} / (\text{起爆体内并联雷管数} \times \text{串联组数}) = 91.25 / (2 \times 9) = 5.07 (\text{A})$$

$$\text{通过浅孔网络电流} = 241.82 / 3.01 = 80.34 (\text{A})$$

浅孔单管电流 $= 80.34 / 16 = 5.02 (\text{A})$ 与深孔单管电流近似相等, 且都满足起爆电流要求。一般爆破中, 单管电流交流电不小于 2.5 A, 直流电不小于 2 A; 大爆破中, 交流电不小于 4 A, 直流电不小于 2.5 A)。

7. 核算

$$\text{深孔网络电流} + \text{浅孔网络电流} = \text{总电流, 即 } 91.25 + 80.34 \approx 172.72 (\text{A})$$

第四章 模 板 工

【思考题】

- 4-1 模板的作用有哪些？由哪几部分组成？
- 4-2 对模板的基本要求是什么？
- 4-3 按模板的周转工艺（使用特点）可划分为哪几类？各类模板的使用条件是什么？
- 4-4 模板设计应考虑哪些荷载？承重模板和竖向（侧向）模板在计算强度和刚度时，基本荷载组合有何不同？
- 4-5 按现行水工混凝土施工规范模板的侧压力如何计算？
- 4-6 模板安装和拆除中应注意哪些事项？
- 4-7 如何降低模板在混凝土工程中的费用？

第五章 钢 筋 工

【思考题】

- 5-1 水工建筑物中常用哪几种钢筋，它们各自的名称、代号、外形及标记各是什么？
- 5-2 钢筋加工的基本工序有哪些？各工序采用哪些机械设备？
- 5-3 钢筋冷拉的作用、原理、方法和设备是什么？
- 5-4 钢筋冷拉控制参数有哪些？如何控制？
- 5-5 钢筋下料长度如何计算？在计算中为什么要考虑量度差值？
- 5-6 钢筋代换的基本原则是什么？代换中应注意哪些问题？
- 5-7 各种焊接的原理及适用条件是什么？
- 5-8 钢筋接头有哪几种型式？如何选择？
- 5-9 钢筋安装的方法有哪些？安装过程中应注意的事项是什么？

【习题】

5-10 有一根 T 形梁的主筋是 5 ϕ 20，现工地缺少这种规格的钢筋，库存有 ϕ 28 和 ϕ 16 两种钢筋，设计部门已同意代换。问如何代换？

5-11 有一根钢筋混凝土简支梁，配筋详图见图 5-1。试计算各种钢筋的下料长度，并填写钢筋配料单（保护层厚 25 mm）。参考表 5-1～表 5-5。

表 5-6、表 5-7 为国内部分工程含筋量统计资料。

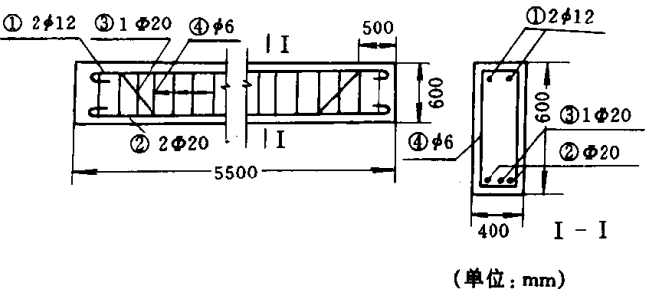


图 5-1 配筋详图

表 5-1 圆钢筋制成箍筋，其末端弯钩长度

箍筋直径 (mm)	受 力 钢 筋 直 径 (mm)	
	≤25	28~40
5~10	75	90
12	90	105

表 5-2 钢筋对焊接头缩短值

钢筋直径 (mm)	φ16 以下	φ19~25	φ28 以上
缩 短 值 (mm)	20	25	30

表 5-3 钢筋搭接焊搭接长度

焊接类型	I 级	II、III 级及 5 号钢
双 面 焊	4d	5d
单 面 焊	8d	10d

表 5-4 钢筋绑扎最小搭接长度

受力情况	I 级	II 级	III 级	5 号钢
受 拉	30d	35d	40d	30d
受 压	20d	25d	30d	20d

注 1. 受拉区的光面圆钢应加弯钩。
2. 混凝土标号≤150 号时，搭接长度增加 5d。