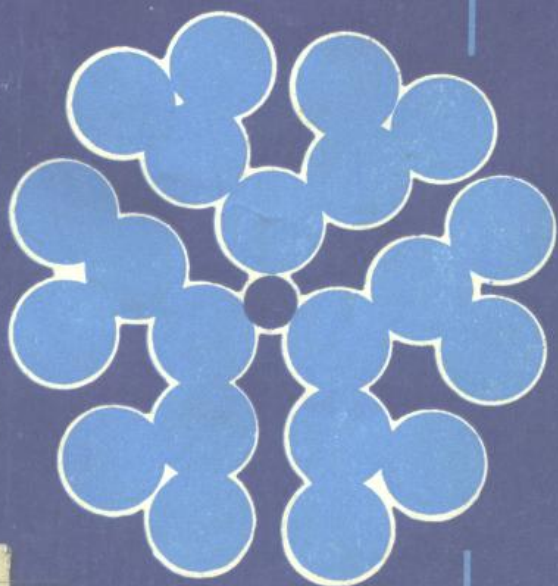


高等学校试用教材

# 土壤地理 实验实习

● 霍亚贞 李天杰 等编



TURANG DILI  
SHIYAN SHIXI

● 高等教育出版社

高等学校试用教材

# 土壤地理实验实习

霍亚贞 李天杰 等编

高等教育出版社

一九八六年

## 内 容 提 要

本书是配合高等师范院校土壤地理教学、着眼于提高学生实际工作能力而编写的。全书共分五部分：土壤地理室内实验，共十七个土壤理化分析项目；土壤地理资料的整理和研究方法；土壤地理野外实习；土壤遥感（卫片解译和航片判读）与制图。最后为附录：包括土壤化学分析的准备知识和有关室内实验的仪器分析。

本书可作为大专院校地理、土壤、环境等专业的教材，亦可作有关专业科技人员的参考书。

责任编辑：张月城

高等学校试用教材

### 土壤地理实验实习

霍亚贞 李天杰 等编

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京顺义县印刷厂印装

开本850×1168 1/32 印张8 字数193 00

1987年3月第1版 1988年3月第2次印刷

印数 (6) 141—10, 250

ISBN 7-04-001441-6/K·51

定价 1.35 元

## 前 言

《土壤地理实验实习》是为配合高等学校《土壤地理学》教材、着眼于提高学生实际工作能力而编写的。初稿编出后，曾在北京师范大学、北京师范学院等编写单位试用过，并于1984年夏，在新疆大学召开了审稿会，对教材进行了全面审查，而后，编者又根据审稿意见，进行了全面修改和统稿工作。

为了加强对学生土壤地理分析技能技巧的培养，本教材重视贯彻了地理性与实践性、基本理论与先进技术、便于自学与应用等相结合的原则，力图使学生在土壤地理学科领域中具备一定独立分析问题和解决问题的能力。

基于以上认识，本教材在内容系统上，共分四章：

第一章，土壤地理室内实验，目的在于应用理化测试手段，以培养学生土壤理化分析、结果计算和数据处理等技能和技巧。

第二章，土壤地理资料的整理和研究方法。包括两项要求的内容：一是培养学生对室内理化分析资料的整理、研究与分析的能力；二是培养学生对成土因素资料的整理、研究与分析的能力。

第三章，土壤地理野外实习。目的在于培养学生野外土壤地理调查与制图的基本技能、技巧及工作方法。

第四章，土壤遥感与制图。目的是培养学生应用遥感技术，特别是陆地资源卫星影像进行土壤目视解译与制图的能力。

最后为附录部分，包括土壤化学分析的准备知识和有关室内实验的仪器分析。供学生参考。

为了适应地理系科研和毕业论文的需要，教材内容安排较多，但本课学时有限，所以，在实验系统和内容安排上，可根据本校具体情况自行选作，不强求一律。

本教材第一章由何宜庚、韩玉琳、周祐生、王容芳编写。第二章由霍亚贞、郑新生编写。第三章由刘兆谦编写。第四章由李天杰编写。附录由郑新生、王容芳编写。最后由霍亚贞、李天杰统稿。

由于编者水平所限，有些内容是初次尝试，在内容和方法上有不妥或错误之处，望批评指正。

编者

1985年6月

## 目 录

## 前言

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| <b>第一章 土壤地理室内实验</b> .....       | ( 1 )   |
| 一、土壤分析样品的制备 .....               | ( 1 )   |
| 二、土壤水分的测定 .....                 | ( 3 )   |
| 三、土壤机械组成的测定 .....               | ( 6 )   |
| 四、土壤容重、比重的测定和孔隙度的计算.....        | ( 14 )  |
| 五、土壤有机质的测定.....                 | ( 19 )  |
| 六、土壤代换量和代换性盐基总量的测定.....         | ( 23 )  |
| 七、土壤 pH 值的测定.....               | ( 29 )  |
| 八、土壤代换性酸的测定.....                | ( 32 )  |
| 九、土壤中氧化还原电位 ( Eh 值 ) 的测定.....   | ( 36 )  |
| 十、土壤活性铁、铝的测定.....               | ( 38 )  |
| 十一、土壤碳酸钙的测定.....                | ( 44 )  |
| 十二、土壤水溶性盐分的测定.....              | ( 48 )  |
| 十三、土壤全氮的测定.....                 | ( 65 )  |
| 十四、土壤全磷的测定.....                 | ( 69 )  |
| 十五、土壤碱解氮的测定.....                | ( 72 )  |
| 十六、土壤速效磷的测定.....                | ( 75 )  |
| 十七、土壤速效钾的测定.....                | ( 80 )  |
| <b>第二章 土壤地理资料的整理和研究方法</b> ..... | ( 83 )  |
| 一、土壤理化分析资料的整理和研究方法.....         | ( 83 )  |
| 二、成土因素资料的整理与研究方法.....           | ( 118 ) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| <b>第三章 土壤地理野外实习</b> ..... | (144) |
| 一、目的意义.....               | (144) |
| 二、实习的准备工作.....            | (144) |
| 三、土壤路线调查.....             | (146) |
| 四、剖面观察与描述记载.....          | (153) |
| 五、土壤标本的采集.....            | (168) |
| 六、土壤分布草图的绘制.....          | (175) |
| 七、实习资料的整理和报告的编写.....      | (182) |
| 附：土壤图说明书的编写.....          | (184) |
| <b>第四章 土壤遥感与制图</b> .....  | (185) |
| 一、目的意义.....               | (185) |
| 二、陆地卫星土壤遥感和制图.....        | (185) |
| 三、航片土壤判读.....             | (203) |
| <b>附录</b> .....           | (210) |
| 一、土壤化学分析的准备知识.....        | (210) |
| 二、土壤地理室内实验的仪器分析.....      | (222) |

# 第一章 土壤地理室内实验

## 一、土壤分析样品的制备

### (一) 目的意义

从野外采集来的土壤分析样品(简称土样),都需要及时经过一个严格地制备过程——风干、挑拣、研磨、过筛和装瓶,方能进行室内实验。因为每个分析项目都要求一定的粒级标准。否则,分析结果就难以相互比较、检验和应用。所以,这是一项极重要的基础准备工作。

### (二) 土样的风干过程

从野外采来土样后,应尽快风干,以免发霉变质,影响测定结果。风干应在干净、阴凉和通风的房间中进行。首先把土样平摊在塑料薄膜(或牛皮纸)或磁盘上,将土块揉碎。风干土样上要放好原土样采集标签,以免发生差错。风干过程中要拣出动、植物残体和非土壤形成物质,同时要继续翻动和揉碎土块。一般需2—3天即可风干。土样要避免酸、碱和不洁气体、灰尘等污染。

### (三) 土样的制备方法和步骤

1. 取风干土样:取土样约200—300克,放在平木板上,用木制擀土棍反复擀碎、继续研磨。

2. 过筛



1) 通过10号筛(2mm):将擗碎土样过筛,对不能通过筛孔的土样研磨后,再过筛。这样反复进行,直至全部过筛为止。土样中如有砾石、新生体(石灰结核、铁锰结核等)等土壤组成物质,需挑出称重,计算出占土样总重量的百分数。称重后装瓶。

将过筛的土样混匀,装入广口瓶,贴上标签。标签上注明土壤编号、土壤名称、采样地点、时间、层次以及深度等。按编号层次顺序存放备用。

2) 通过18号筛(1mm):取通过10号筛土样约100克,继续研磨,使其通过18号筛,通不过的再研磨过筛,直至全部通过为止。过筛后的土样可分析土壤机械组成、比重、pH值、速效性磷、钾和土壤水溶性盐分等项目。

3) 通过35号筛(0.5mm):取部分通过18号筛的土样,经过研磨,使其全部通过35号筛,作法同前。此样品可测定碳酸钙含量。

4) 通过60号筛(0.25mm):取部分通过18号或35号筛的土样,经研磨,使其全部通过60号筛,作法同前。此样品可测定土壤代换量、全氮、全磷、碱解氮和活性铁铝等项目。

5) 通过100号筛(0.149mm):取部分通过60号筛的土样,研磨,使其全部通过100号筛,作法同前。此样品可测定土壤有机质含量(筛孔和筛号见表1-1)。

3. 混匀—装瓶:过筛后的各号土样,都要混匀装瓶(或放入牛皮纸袋内),并贴上标签。按编号顺序存放。在存放处应避免阳光、高温、潮湿、酸碱和不洁气体等对土样的影响。

#### (四) 用具和仪器

平木板、擗土棍、研钵、铜筛、镊子、天平、广口瓶、塑料薄膜(或代用器)。

表1-1 筛孔和筛号对照表

| 筛孔直径<br>mm | 筛号  | 网目/cm  | 筛孔直径<br>mm | 筛号  | 网目/cm  |
|------------|-----|--------|------------|-----|--------|
| 8.00       | 2.5 | 6.6    | 0.25       | 60  | 156.72 |
| 4.00       | 5   | 8.40   | 0.21       | 70  | 184.15 |
| 2.00       | 10  | 23.37  | 0.177      | 80  | 217.17 |
| 1.00       | 18  | 43.69  | 0.149      | 100 | 256.54 |
| 0.84       | 20  | 51.31  | 0.125      | 120 | 304.80 |
| 0.71       | 25  | 59.94  | 0.105      | 140 | 363.22 |
| 0.59       | 30  | 69.85  | 0.074      | 200 | 508.00 |
| 0.50       | 35  | 82.04  | 0.053      | 270 | 685.80 |
| 0.42       | 40  | 96.26  | 0.050      | 300 | —      |
| 0.30       | 50  | 133.09 | 0.044      | 325 | 820.42 |

注：1. 筛孔直径是以方孔计算的。

2. 筛号是美国标准。

3. 筛孔直径与筛号可按下式粗略换算：

$$\text{筛孔直径(mm)} = \frac{16}{\text{筛号}}$$

式中：16——25.4mm长度内筛孔所占的mm数。

## 二、土壤水分的测定

### (一) 目的意义

土壤水分是土壤的重要组成部分和肥力因素。不同气候生物条件下，其水分状况类型与动态都有很大的差异。因此，研究土壤水分状况类型与动态，对摸清土壤的形成、分类、分布、肥力状况以及进行田间土壤水分调节等方面，都有十分重要的理论和实践意义。

土壤水分测定，包括土壤最大吸湿水含量、凋萎含水量、毛

管持水量和田间持水量等水分常数。目前我国常用的水分测定的方法是烘干法。计量用土壤失水量占烘干土重的百分数表示。

需要说明一点，即在土壤理化分析中，都以“烘干土”作为计算标准，因此，每个实验都有必要测定土壤最大吸湿水含量。

## (二) 测定方法与步骤

1. 最大吸湿水的测定：在分析天平上称出干燥而洁净的铝盒重量( $W$ )，然后放入约5克风干土，盖上盒盖，准确称重( $W_1$ )，再将盖打开放入烘箱中，控制在 $105^{\circ}\text{C}$ 范围，连续烘干6—8小时，取出铝盒迅速放入干燥器中，冷却至室温(约半小时)，然后取出立即称重( $W_2$ )。再放入烘箱中，烘干3—5小时，在干燥器中冷却，再称重，检验是否恒重。实际上只要两次称重不超过3毫克即可进行计算。

2. 土壤凋萎含水量的测定：土壤凋萎含水量是指植物开始永久凋萎时土壤的含水量。测定方法有两种：一是植物生长实验法，即在一定容器中栽培植物，调控土壤水分，直至植物因缺水而开始永久凋萎时，用烘干法测定此时土壤的含水量，即得凋萎含水量；另一种方法是经验法，即凋萎含水量% = 土壤最大吸湿水%  $\times 2$ 。

3. 土壤毛管持水量的测定：用环刀按土壤剖面层次取原状土，(环刀形状见图1-1)，然后将有孔并附滤纸的环刀底盖盖好，放入盛有薄层水的磁盘中，保持水深2—3毫米。此时水分受毛管力的作用，沿毛管孔隙上升，浸泡约4—12小时(砂土4小时；粘土8—12小时)，取出环刀，用滤纸擦干环刀外部，放在已知重量的表玻璃上称重，然后再将环刀放回原处吸水至饱和(砂土2小时，粘土4小时)。如此操作直到恒重为止。将土放

入105℃烘箱中烘干，测定含水量，计算毛管持水量。

4. 田间持水量的测定：用100立方厘米的环刀，取原状土壤加盖带回室内放入盛水磁盘（或水盆）中，浸泡8—24小时。水面要低于环刀上口边缘2—4毫米，勿使环刀上口进水。同时，在同一采土点单取同一土层土样，风干后通过18号（1mm）筛子，装入底部已用单层纱布包扎好的环刀中，装满后轻轻拍实。然后将盛有湿土的环刀底盖打开，把此环刀连同滤纸一起放在盛风干土的环刀之上。为使二个环刀接触紧密可压上石块之类。待8小时后，取原状湿土10—20克放入铝盒立即称重、烘干、称重，反复进行2—3次，取其平均值，即为田间持水量。

### （三）结果计算

#### 1. 土壤最大吸湿水含量

$$\text{土壤最大吸湿水}\% = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W} \times 100$$

式中， $W$ ——铝盒重量（g）；

$W_1$ ——铝盒 + 风干土重（g）；

$W_2$ ——铝盒 + 烘干土重（g）。

#### 2. 土壤毛管持水量

$$\text{土壤毛管持水量}\% = \frac{\text{湿土重} - \text{烘干土重}}{\text{烘干土重}} \times 100$$

#### 3. 土壤田间持水量

$$\text{土壤田间持水量}\% = \frac{\text{湿土重} - \text{烘干土重}}{\text{烘干土重}} \times 100$$

### （四）实验报告要求

#### 1. 实验结果记录

##### 1) 最大吸湿水含量

铝盒重 ( $W_g$ ) =

铝盒 + 风干土重 ( $W_1g$ ) =

铝盒 + 烘干土重 ( $W_2g$ ) =

烘干土重(g) =

土壤吸湿水含量(%) =

2) 土壤毛管持水量

湿土重(g) =

烘干土重(g) =

土壤毛管持水量(%) =

3) 土壤田间持水量

湿土重(g) =

烘干土重(g) =

土壤田间持水量(%) =

2. 说明测定土壤吸湿水的意义。

3. 土壤水分在土壤形成和肥力上有何重要作用？

(五) 设备和器材

环刀、烘箱、分析天平、铝盒、干燥器、铁夹子、磁盘、铁铲、剖面刀。

### 三、土壤机械组成的测定

(一) 目的意义

土壤矿物质各粒级的相对含量和比例称为土壤的机械组成。机械组成决定着土壤质地的粗细，所以它直接影响土壤的理化性状与肥力状况。同时，土壤机械组成又是土壤分类的依据。因此，在研究土壤形成、分类、分布及肥力状况时，必须测定土壤的机械组成。

土壤机械组成的测定方法，在野外常用手测法；在室内多用吸管法和比重计法。本实验选用的是甲种比重计法。

## (二) 测定原理

土壤机械分析，就是把土粒按它的粒径大小分成若干级，并定出各级的量，从而得出土壤的机械组成。对粒径 $>0.25$ 毫米的砂粒，一般采用过筛的方法，将它们逐级分离开来。对粒径小的土粒，则用分散剂将其充分分散，再使分散的土粒在一定容积的悬液中自由沉降，一般粒径愈大下沉愈快。根据司笃克斯(G. G. Stokes)定律，不同粒径的颗粒在重力的作用下其下降速度与球体(土粒)的半径平方( $r^2$ )成正比，与分散介质的粘滞系数成反比的原理。即

$$V = \frac{2}{9} gr^2 \frac{d - d_1}{\eta}$$

式中： $V$ ——土粒在介质中沉降速度( $\text{cm/s}$ )；

$g$ ——重力加速度( $980\text{cm/s}^2$ )；

$d$ ——土粒比重，平均值为 $2.65(\text{g/cm}^3)$ ；

$d_1$ ——介质比重( $\text{g/cm}^3$ )；

$\eta$ ——介质粘滞系数( $\text{g/cm}\cdot\text{s}$ )；

$r$ ——土粒半径( $\text{cm}$ )。

可见，当温度一定时，土粒愈大下降愈快，反之则慢。因此，在一定深度，不同下降的时间内，可以测出某种大小的土粒含量。使用的方法有：

吸管法——直接吸取悬液烘干称重；

比重计法——测其比重，然后换算出各粒级的含量。

比重计法的原理是，比重计所排开的悬液体积等于其重量时，它浮在一定位置上，而在比重计上刻有相应的数字。为了免去复杂的计算，鲍尤考斯设计一种所谓甲种比重计，它可以从浮标尺上直接读出悬液某一深度所含有的土粒浓度( $\text{g/l}$ ) (以下简称比重计)。

由于温度影响悬液的比重和比重计的体积也影响土粒的比重

和水的粘度等。一般甲种比重计的刻度是以 $20^{\circ}\text{C}$ 为标准的，低于或高于这一温度，都需要进行读数值校正（校正值见表1-3），所以每测一次比重后，必须测一次温度。

如采用常用比重计法，要进行十三次读数，方能计算出各级颗粒的百分数。这种办法费时多、速度慢。甲种比重计法，即按不同温度下土粒沉降时间，直接测定所需各粒径土粒的含量。此法精确度较吸管法和常用比重计法差些，但对于一般性了解土壤质地来说，还是可靠的。特别适用于土壤普查大批量的质地测定工作。

### （三）测定方法和步骤

1. 称土：称取通过1mm筛孔的风干土样50克（精确到0.01克），置于500毫升三角瓶中，加蒸馏水或软水浸湿土样。

2. 测吸湿水含量：另称土样10克置于铝盒中，在 $105^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重，计算吸湿水含量。

3. 样品分散——煮沸：根据土壤pH值的不同，可分别选用下列分散剂：

石灰性土壤：用0.5mol六偏磷酸钠60毫升。

中性土壤：用0.25mol草酸钠20毫升。

酸性土壤：用0.5mol氢氧化钠40毫升。

土样：50克。

加入分散剂后，进行物理分散处理。进行分散的方法有煮沸、振荡、研磨等。这里选用的是煮沸法。

将分散剂加入盛有50克土样的500毫升三角瓶中，加蒸馏水，使三角瓶内的液体体积约达250毫升，盖上小漏斗，摇匀后放置2小时，并经常摇动三角瓶。然后放在电热板上加热煮沸。在未煮沸前应经常摇动，以防止土粒沉积在瓶底结成硬块或烧焦，既防影响分散，又防因瓶底冷热不均发生破裂。煮沸后应保持沸腾一小

时。

4.筛分砂粒(1—0.25mm)制备悬液:在1000毫升的沉降筒上置一漏斗,漏斗上放一筛孔直径为0.25mm的铜筛,待煮沸的悬液冷却后,即可过筛,用洗瓶洗出三角瓶中的所有土粒。

筛上残留的砂粒,用橡皮头玻璃棒轻轻洗擦,同时用蒸馏水冲洗,使 $<0.25\text{mm}$ 土粒全部洗入沉降筒,直到筛下漏出清水为止。注意冲洗时控制每次用水量,以防总水量超过限度。最后加水定容,制成1000毫升悬液。

5.筛上砂粒的处理:将筛上 $>0.25\text{mm}$ 砂粒无损地移入铝盒中,烘干后称重,计算其重量百分数。如有必要,可将烘干后的颗粒,用孔径0.5mm的筛子分离,即得1—0.5mm的粗砂粒、0.25—0.5mm的中砂粒。再分别计算其重量百分数。

6.测定悬液比重,将量筒置于昼夜温度变化较小的平稳实验台上,用温度计( $\pm 0.1^\circ\text{C}$ )先测定悬液的温度。用搅拌棒搅拌悬液1分钟(上下各约30次),如有气泡,可滴加异戊醇消泡。然后记录开始时间,按表1-2中所列温度、时间和粒径的关系,根据所测液温和待测液的粒级最大直径值,选定比重计读数时间。测时要提前10—15秒,将比重计轻轻放入悬液中,到选定时间立即进行比重计读数。读数经过校正计算后(校正值见表1-3),即代表直径小于所选定的毫米数的颗粒累积含量。

按照上述步骤,分别测出 $<0.05$ 、 $<0.01$ 、 $<0.005$ 、 $<0.001$ 毫米等各级土粒的比重计读数。

7.比重计、温度计的处理:每次测定读数后,取出比重计放在盛有蒸馏水的量筒中备用。并立即量测液温,测后将温度计放在量筒的中心部位。

8.记录读数:每次测定都要记录比重计读数和温度。

#### (四)结果计算



表1-2 小于某粒径颗粒沉降时间表（常用比重计用法）

| 温度<br>(°C) | <0.05mm |   |    | <0.01mm |    |    | <0.005mm |    |   | <0.001mm |   |   |
|------------|---------|---|----|---------|----|----|----------|----|---|----------|---|---|
|            | 时       | 分 | 秒  | 时       | 分  | 秒  | 时        | 分  | 秒 | 时        | 分 | 秒 |
| 4          |         | 1 | 32 |         | 43 |    | 2        | 55 |   | 48       |   |   |
| 5          |         | 1 | 30 |         | 42 |    | 2        | 50 |   | 48       |   |   |
| 6          |         | 1 | 25 |         | 40 |    | 2        | 50 |   | 48       |   |   |
| 7          |         | 1 | 23 |         | 38 |    | 2        | 45 |   | 48       |   |   |
| 8          |         | 1 | 20 |         | 37 |    | 2        | 40 |   | 48       |   |   |
| 9          |         | 1 | 18 |         | 36 |    | 2        | 30 |   | 48       |   |   |
| 10         |         | 1 | 18 |         | 35 |    | 2        | 25 |   | 48       |   |   |
| 11         |         | 1 | 15 |         | 34 |    | 2        | 25 |   | 48       |   |   |
| 12         |         | 1 | 12 |         | 33 |    | 2        | 20 |   | 48       |   |   |
| 13         |         | 1 | 10 |         | 32 |    | 2        | 15 |   | 48       |   |   |
| 14         |         | 1 | 10 |         | 31 |    | 2        | 15 |   | 48       |   |   |
| 15         |         | 1 | 8  |         | 30 |    | 2        | 15 |   | 48       |   |   |
| 16         |         | 1 | 6  |         | 29 |    | 2        | 5  |   | 48       |   |   |
| 17         |         | 1 | 5  |         | 28 |    | 2        | 0  |   | 48       |   |   |
| 18         |         | 1 | 2  |         | 27 | 30 | 1        | 55 |   | 48       |   |   |
| 19         |         | 1 | 0  |         | 27 |    | 1        | 55 |   | 48       |   |   |
| 20         |         |   | 58 |         | 26 |    | 1        | 50 |   | 48       |   |   |
| 21         |         |   | 56 |         | 26 |    | 1        | 50 |   | 48       |   |   |
| 22         |         |   | 55 |         | 25 |    | 1        | 50 |   | 48       |   |   |
| 23         |         |   | 54 |         | 24 | 30 | 1        | 45 |   | 48       |   |   |
| 24         |         |   | 54 |         | 24 |    | 1        | 45 |   | 48       |   |   |
| 25         |         |   | 53 |         | 23 | 30 | 1        | 40 |   | 48       |   |   |
| 26         |         |   | 51 |         | 23 |    | 1        | 35 |   | 48       |   |   |
| 27         |         |   | 50 |         | 22 |    | 1        | 30 |   | 48       |   |   |
| 28         |         |   | 48 |         | 21 | 30 | 1        | 30 |   | 48       |   |   |
| 29         |         |   | 46 |         | 21 |    | 1        | 30 |   | 48       |   |   |
| 30         |         |   | 45 |         | 20 |    | 1        | 28 |   | 48       |   |   |
| 31         |         |   | 45 |         | 19 | 30 | 1        | 25 |   | 48       |   |   |
| 32         |         |   | 45 |         | 19 |    | 1        | 25 |   | 48       |   |   |
| 33         |         |   | 44 |         | 19 |    | 1        | 20 |   | 48       |   |   |
| 34         |         |   | 44 |         | 18 | 30 | 1        | 20 |   | 48       |   |   |