

水准测量

教学设计5 水准测量仪器的检校与误差分析

(2学时)

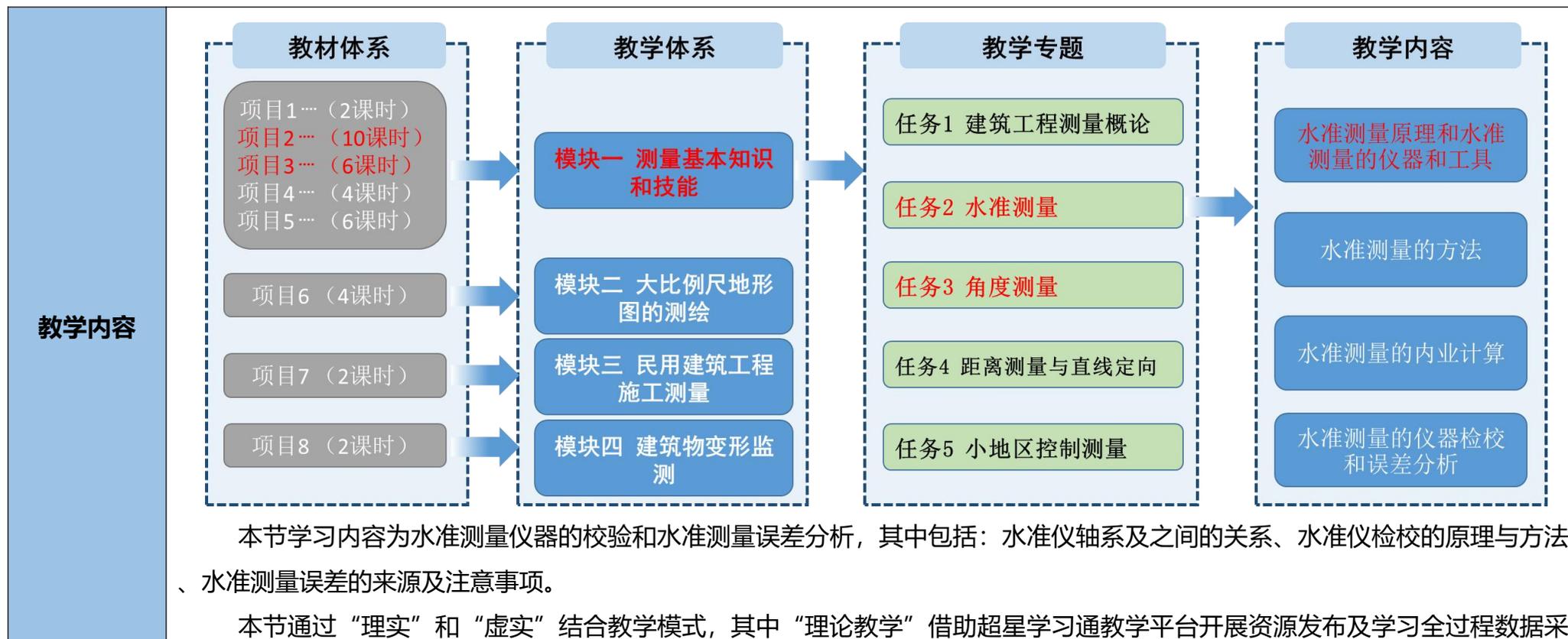
教学设计 5 目录

一、授课信息.....	3
二、教学分析.....	3
教学内容.....	3
学情分析.....	4
教学目标.....	4
重点难点.....	4
三、教学策略.....	5
教学理念.....	5
教学模式.....	5
教学方法.....	5
教学手段.....	5
教学资源.....	5
教学评价.....	6
四、教学实施.....	7
教学流程.....	7
活动安排.....	8
五、教学反思.....	18
教学效果.....	18
教学特色.....	18
存在问题.....	18
改进设想.....	18

一、授课信息

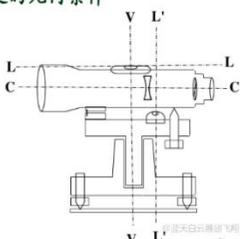
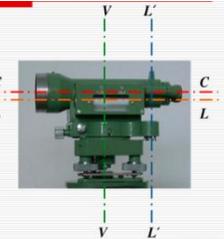
课程名称	建筑测量	授课对象	2022级建筑工程技术(中外合作办学)A班
单元名称	项目2水准测量—任务2.5水准测量的仪器校验2.6水准测量的误差分析	教学场所	多媒体教室
授课形式	理实一体	授课学时	2学时
使用教材	《建筑工程测量》(赵学问主编—哈尔滨工程大学出版社)	课程标准	《建筑测量课程标准》

二、教学分析



	集；“虚拟教学”则是在理论课堂上通过南方测绘仿真实训平台“二等水准测量”让学生初步认识仪器和基本操作，可以减小学生在实训操作时的误差；“实训教学”则是在以上基础上，带学生进行仪器的实训操作；通过以上教学模式从而达到教学目标。		
学情分析	<p>知识基础：①掌握水准测量原理； ②了解水准仪的仪器构造及组成，掌握水准仪的使用； ③掌握水准测量方法，会内业计算。</p> <p>认知情况：①掌握水准测量的原理，了解各轴系的概念； ②掌握水准测量的基本方法，但对误差和错误产生的原因不清楚，不懂得如何避免错误和减小误差。</p> <p>学习特点：水准测量的仪器检校介绍相对较为枯燥，教师不好讲、学生不爱听，但又是重要的教学内容，因此考虑从以下入手： ①视频类资源或日常生活中的一些建筑施工过程情景来提问，引发学生的学习兴趣； ②同时授课过程中，适宜加入一些学生热爱的东西来提高学生的注意力，从而顺利完成原理性知识和器具的介绍； ③最后，授课时应侧重点介绍，切忌面面俱到。</p>		
教学目标	素质目标	培养团结协作的精神，培养测量工作中平安标准操作仪器、定期进行仪器的检验与校正的工作态度。	
	知识目标	了解水准仪的轴线应满足的条件；了解圆水准器轴平行于仪器竖轴的检验与校正；了解十字丝横丝应垂直于仪器竖轴的检验与校正；了解水准管轴平行于视准轴的检验与校正。	
	能力目标	能判断仪器使用中出现的应检验与校正的问题。	
重点难点	教学重点	水准测量的误差分析。	解决方法 多方面多角度提问，促进学生了解“误差”的重要性，认识到水准测量是一项严谨的工作。
	教学难点	水准仪的检校。	解决方法 ①掌握水准仪检校的基本原理；②检校方法正确，操作细心。

三、教学策略

教学理念	坚持“以学生为中心”的教学理念，采用南方测绘虚拟仿真软件“二等水准测量”进行任务驱动教学法，运用“课前自主探究学、课中互动交流学、课后拓展提升学”教学模式，开展“理实一体、虚实结合”的分班分组授课形式。	
教学模式	采用线上与线下、虚拟和现实结合的教学模式，逐步推进的教学模式。	
教学方法	教法	情境教学法、任务驱动教学法、分组教学法、头脑风暴、演示法。
	学法	自主学习法、小组合作法。
教学手段	<p>1.课外学习：①首先结合教学录像，让学生了解检校内容和过程、误差产生的原因；②结合本节任务给学生下发知识关键点,使学生通过网络、讲义、案例、讨论对关键知识点初步了解。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>一.水准仪轴线及其应满足的几何条件</p> <p>1、四条轴线</p> <p>视准轴 CC</p> <p>水准管轴 LL</p> <p>圆水准轴 $L'L'$</p> <p>竖轴 VV</p> <p>2、应满足的三个条件</p> <p>$L'L' // VV$</p> <p>横丝 $\perp VV$</p> <p>$LL // CC$ (主要条件)</p>  </div> <div style="width: 30%; background-color: #0070C0; color: white; padding: 10px;"> <p>提出的问题：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 为什么要求前后视距离大致相等？ 2. 为什么要求每一测段测站数为偶数？ 3. 应当按照什么顺序读取标尺读数？ <p>“后—前—前—后”？还是“后—后—前—前”？</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: right;"> <p>水准测量的误差来源及注意事项</p> <ul style="list-style-type: none"> • 仪器误差 • 观测误差 • 外界条件的影响 </div> </div> <p>2.课堂学习：①学习教学大纲、教学PPT、视频；②结合小组汇报情况,讲解主要知识点；③学生思考、讨论提出问题并讲解；④在校内实训场开展水准仪检校实训;，生实习中遇到的问题；⑤其他相关规范规程。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 25%;">  </div> <div style="width: 25%;"> <p>水准仪应满足的几何条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 圆水准器轴 $L'L'$ 应平行于仪器的竖轴 VV; 十字丝的中丝应垂直于仪器的竖轴 VV; 水准管轴 LL 应平行于视准轴 CC。  </div> <div style="width: 25%;"> <p>十字丝的检校</p> <ul style="list-style-type: none"> 校正方法： <ul style="list-style-type: none"> 拨正十字丝环  </div> <div style="width: 25%; text-align: right;"> <p>1、仪器误差</p> <p>• 仪器校正不完善的误差</p> <p>例如残留i角误差，测量时使仪器的前后视距相等，即可消除这项误差。实际工作中要求前后视距差总和尽量的小。</p> <p>• 调焦误差</p> <p>当前后视距相等时，转向时就不需调焦或只需做少量调焦，即可减小该误差。</p> </div> </div>	

教学资源	<p>文档资源：超星学习通上课程ppt、往年测量数据、测量相关的论文；</p> <p>互动资源：课间和课后的测试、课间虚拟仿真软件的使用互动、水准仪检校的互动；</p> <p>视频资源：教学视频、虚拟仿真教学视频、水准仪的检校教学视频等。</p>			
教学评价	<p>根据教学模式，将课前课间课后各资源和训练揉进教学评价体系，具体如下：</p>			
	环节	考核项目	考核内容	评价方式
课前准备（20%）	问卷调查（5%）	完成问卷调查内容	平台生成	
	课前预习（10%）	完成预习课件，观看课前学习资料	平台生成	
	虚拟仿真软件使用（5%）	初步完成使用虚拟仿真软件	平台生成	
课中学习（70%）	课堂考勤（10%）	考核学生课堂出勤情况	平台生成	
	课堂互动（30%）	考核学生回答问题、课堂练习等情况	学生自评 老师点评	
	实操测试（30%）	虚拟仿真软件、仪器操作情况		
课后学习（10%）	课后小测（10%）	完成课后小测，巩固知识点	平台生成	

四、教学实施

教学流程

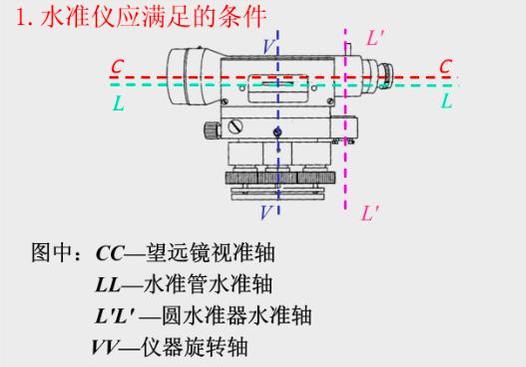
流程图



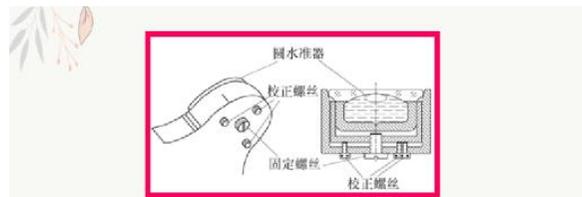
活动安排				
(一) 课前预习：推送资源，自主学习				
教学环节	教师活动	学生活动	教学资源应用	设计意图
环节一 课前准备	结合班级学生学习状况，划分任务学习小组(建议6人一组)设组长一名。 	组长召集小组成员,布置小组分工。	超星学习通、职教云、微信和QQ群	通过对学生分工，让学生有目标、有组织地去完成学习任务，提高学生自主学习、独立解决问题的能力。
环节二 课前预习	通过超星学习通发布自学和打卡任务。 	课前以小组为单位。通过网络、讲义、《规范》、案例、思考、讨论、督促、预习本节内容。	超星学习通、职教云、微信和QQ群	初步了解课程知识，并总结出重难点，有待课堂上解决。
环节三 预习反馈	每个小组简要汇报对知识点了解情况。 	小组组长汇报对知识关键点学习情况。	超星学习通、职教云、微信和QQ群	学生对本节知识点有了初步的了解，以便教师在课上针对重难点进行详细讲解，解答学生反馈的问题。

(二) 课中内化 (优) : 任务驱动, 合作学习

教学环节 (时长)	教师活动	学生活动	教学资源应用	设计意图
<p>第一课时 环节一: 激发兴趣 导入新课 (10分钟)</p>	<p>1.超星学习通签到 (2分钟) ;</p>  <p>2.通过适用需检验的仪器发现测量中出现引起的问题导入新课 (3分钟) ;</p> <p>提出任务: 如何判断仪器需要校正?</p> <p>在仪器使用过程中, 机械误差可随时间和温度的变化而变化。因此, 在下列情况下需要重新检校</p> <ol style="list-style-type: none">1.第一次使用时2.精密测量前3.长期工作后4.长途运输后5.温度变化大于20摄氏度6.在使用过程中外力对仪器有损害时 <p>3.提出问题, 分组讨论 (3分钟) ;</p> <p>提问: 水准仪的轴线应满足的条件是什么?</p>	<ol style="list-style-type: none">1.通过超星学习通APP完成扫码签到;2.学生积极思考;3.学生分组讨论, 汇报小组讨论结果;4.结合教师的点评, 确定最终要学习的方法的优越性, 并准备展开学习。	<p>超星学习通</p>	<ol style="list-style-type: none">1.班级考勤;2.激发学生学习兴趣;3.引入知识点;4.通过上述思考和讨论, 最终确定水准仪的轴线应满足的条件。

	<p>(1) 水准仪应满足的主要条件</p> <p>A. 水准管的水准轴应与望远镜的视准轴平行</p> <p>B. 望远镜的视准轴不因调焦而变动位置</p> <p>(2) 水准仪应满足的次要条件</p> <p>A. 圆水准器的水准轴应与仪器的旋转轴平行</p> <p>B. 十字丝的横丝应与仪器的旋转轴垂直</p> <p>1. 水准仪应满足的条件</p>  <p>图中：CC—望远镜视准轴 LL—水准管水准轴 L'L'—圆水准器水准轴 VV—仪器旋转轴</p>			
<p>第一课时</p> <p>环节二：</p> <p>任务驱动</p> <p>解决问题</p> <p>(20分钟)</p>	<p>4.归纳讲解 (2分钟)。</p> <p>1. 复习水准测量原理，强调水准仪检校的必要性 (5分钟)；</p>  <p>2.提出问题，分组讨论 (3分钟)；</p> <p>提问</p> <p>如何检验圆水准器轴是否平行于仪器的竖轴?如何校正?</p>	<p>1.根据前面学习的水准测量原理,认识水准仪检校的必要性;</p> <p>2.学生分组讨论,汇报小组讨论结果;</p> <p>3.根据教师的引导,掌握圆水准器轴与竖轴是否平行、水准管轴与视准轴是否平行、十字丝横丝与仪器竖轴是否垂直的检验原理与方法。</p>	<p>超星学习通</p>	<p>1.引导学生进行水准测量时,要注意把握住该原理的核心“水平视线”;</p> <p>2.解决以下问题:圆水准器轴与竖轴是否平行的检验原理与方法。</p>

3. 讲解圆水准器轴与竖轴是否平行的检验与校正（8分钟）；



校正方法：水准仪不动，旋转脚螺旋，使气泡向圆水准器中心方向移动偏离值的一半，然后用校正针先稍松动一下圆水准器底下中间一个大一点点的连接螺丝，再分别拨动圆水准器底下的三个校正螺丝，使圆气泡居中，校正完毕后，应记住把中间一个连接螺丝再旋紧。

@6688优质课件

4. 提出问题，分组讨论（3分钟）；

提问

如何检验水准管轴是否平行于视准轴？如何校正？

5. 讲解水准管轴与视准轴是否平行的检验与校正（8分钟）；

水准管轴平行于视准轴的校正方法

- 计算A尺水平视线读数： $a_2' = b_2 + h$
- 转动微倾螺旋，使横丝瞄准读数 a_2' ；CC水平
- 校正水准管气泡居中；LL水平（LL // CC）
- 重复检验直至符合要求。

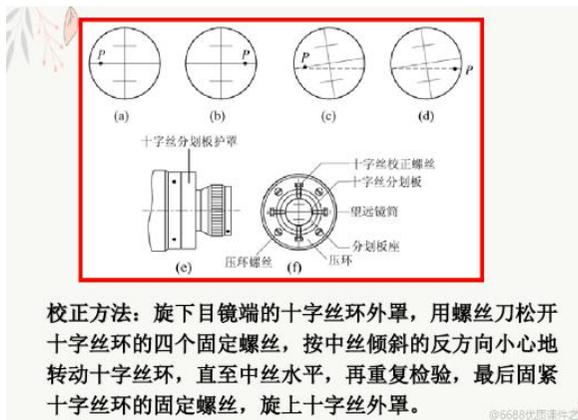
图 2-38 水准管轴平行于视准轴的检验

6.提出问题，分组讨论（3分钟）；

提问

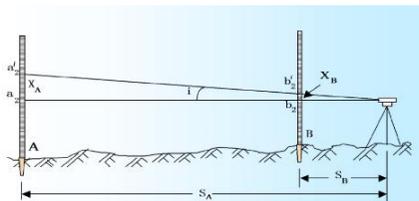
如何检验十字丝横丝是否垂直于仪器竖轴？
如何校正？

7.讲解十字丝横丝与仪器竖轴是否垂直的检验与校正（8分钟）；



**第一课时
环节三：
任务拓展
学以致用
(13分钟)**

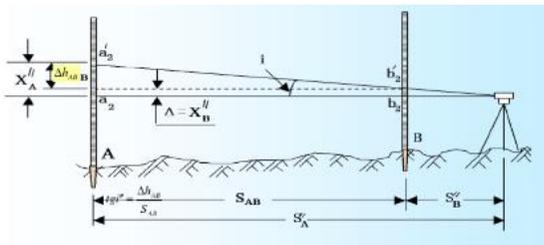
1.原理拓展应用一：由水准测量原理，检验水准管轴与视准轴是否平行时，讲授两种思路方法，**高差法和i角法**，并讲授其各适用仪器类型，并让学生留意计算过程（5分钟）；



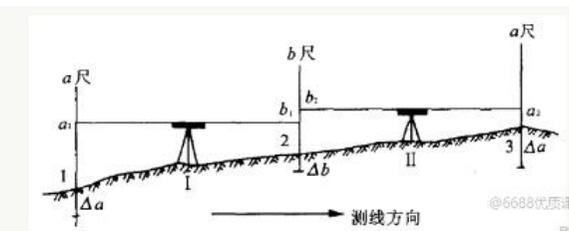
1. 根据教师的引导，得出高差法和i角法两种检验方法，并比较两种检验方法的异同之处；
2. 熟悉两种检验方法后，通过教师提供的工程实际小场景，逐步熟悉仪器检核方法的应用，找到比较快捷的检验思路；
3. 最后通过练习题来巩固以上原理和

超星学习通

1. 让学生准确把握高差法和i角法，掌握其应用上的区别。
2. 通过工程实际小场景的应用，让学生能够学以致用，深刻理解水准仪的检验与校核。



2.原理拓展应用二：水准尺检验的内容包括3个①一般检视；②圆水准器的检验与校正；③水准尺分划的检验（5分钟）；提供一些工程实际小场景，让学生思考除水准仪需检验外，水准尺也是需要检核的，否则会影响到测量精度。



计算思路。

第一课时
环节四：
课堂小结
巩固所学
(2分钟)

教师进行课堂小结，总结归纳知识点，强调水准仪使用前要进行检验与校正。

学生通过超星学习通反馈理解上困难的知识，等待教师在平台上进行解答。

超星学习通

通过工程实际小场景展示更直观，更易于学生理解原理、巩固所学。
对表现突出的小组和个人进行表扬，激发学生的学习动力。

第二课时
环节一：
典型案例
明理导行
(25)

1. 引入两个测量事故案例，提出讨论交流
误差产生的原因和影响（5分钟）；

案例6

事件：2014年，某铁路线隧道贯通误差达27cm，导致铁路在此处运营降速，影响严重。

原因：隧道控制网精度不够，致使贯通误差严重超限。施工单位处理不及时，协作队伍临近贯通面时强行纠偏，导致线路难以调整。

反思：这个事件既有测量本身的原因也有管理上的原因。超限在于测量人员未严格执行规范进行控制测量，而超限本身问题并不是多大，及时发现及时处理并不会造成那么大的影响。

案例2

事件：2012年，某隧道出口二衬侵入净空0-13cm。

原因：子公司测量队引测控制点精度不够，某起始位置与集团公司精测队控制测量成果差0.037m，加大了后续控制点坐标误差。

反思：不知道子公司测量队是不是采用了单导线引进控制点，从集团公司精测队参与了控制测量看，隧道应当很长，闭合环引进应该是正常手段。不是不可以使用单导线引进，只是单导线检查不出测量中是否发生了粗差。测量工作需细致！

2.理论讲授与案例分析相结合，通过实际
案例帮助学生了解工程测量误差产生的原
因和类型（12分钟）

一、测量误差



- ❖ 直线丈量时，对同一段距离丈量若干次，得出的结果相同吗？
- ❖ 观测水平角时，对一个三角形的三个内角进行观测，内角和是多少？

二、测量误差产生的原因

- **仪器误差**：如： i 角误差、尺长误差等，一般由于仪器校正不完善所致；
- **观测误差**：如：照准误差、读数误差等，由于观测者感官有限所致；
- **外界条件误差**：如：地球曲率、大气折光等。



- 1.通过教师引导，了解误差是不可避免的，主要掌握各种不同误差产生的原因；
- 2.能够区分测量工作中的误差和错误；
- 3.根据讲授，掌握系统误差和偶然误差的区别，偶然误差具有的特点；

案例2

事件：2012年，某隧道出口二衬侵入净空0-13cm。

原因：子公司测量队引测控制点精度不够，某起始位置与集团公司精测队控制测量成果差0.037m，加大了后续控制点坐标误差。

反思：不知道子公司测量队是不是采用了单导线引进控制点，从集团公司精测队参与了控制测量看，隧道应当很长，闭合环引进应该是正常手段。不是不可以使用单导线引进，只是单导线检查不出测量中是否发生了粗差。测量工作需细致！

误

超星学习通

- 1.让学生了解什么是误差及误差产生的原因；
- 2.能够区分测量工作中的错误和误差；
- 3.让学生会计算中误差、相对误差和允许误差，能够进行测量精度的衡量；
- 4.通过实际案例，让学生了解工程测量技术在现代工程中应用的重要性，培养学生的责任意识和工匠精神。

	<p>三、测量误差的类型</p> <ul style="list-style-type: none"> •系统误差 •误差在大小、符号上表现出系统性，或者在观测过程中按照一定的规律变化，或者为一常数。 •偶然误差 <p>如果误差在大小和符号上都表现出偶然性，即从单个误差看，该误差的大小和符号没有规律</p> <ul style="list-style-type: none"> •粗差 •错误 <p style="text-align: right;">@精品课</p> <p>3.介绍衡量测量精度的标准（8分钟）。</p>			
<p>第二课时 环节二： 例题讲解 了解误差 (13分钟)</p>	<p> 相关理论</p> <p style="text-align: center;">误差传播定律</p> <p>在实际测量中，有些未知量往往不是直接测量得到的，而是通过观测其他一些相关的量后间接计算出来的。这些量称为间接观测值。间接观测值是直接观测值的函数。因为观测值含有误差，所以其函数也一定存在误差。阐述观测值中误差与其函数中误差之间关系的定律称误差传播定律。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 介绍误差传播定律的概念和背景。解释误差传播是指在多个测量值相互影响下，测量结果中的误差如何传播和累积的过程。 2. 解释误差传播定律的原理：当进行一系列测量时，每个测量值都有自己的误差，这些误差将通过一定的计算方法传播到最终结果中。（5分钟）； 3. 给出一个简单的数学模型，例如计算一 	<p>根据简单的数学模型，结合具体的题目，认识过误差传播定律。</p>	<p>超星学习通</p>	<p>通过简单的数学模型，了解误差传播定律。</p>

个矩形的面积，其中长度和宽度都有一定的测量误差。

4

.演示如何使用误差传播定律计算最终结果的误差范围。（8分钟）；

误差传播定律（非线性函数）

设沿倾斜面上A、B两点间量得距离 $D = 29.992m \pm 3mm$ ，并测得两点之间的高差 $h = 2.05m \pm 50mm$ 。试求水平距离 D_0 及其中误差 m_{D_0} 。

解： $D_0 = \sqrt{D^2 - h^2} = \sqrt{(29.992)^2 - (2.05)^2} = 29.922m$

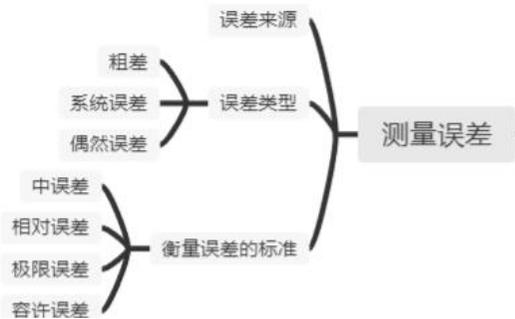
对 $D_0 = \sqrt{D^2 - h^2}$ 求全微分，得

$$dD_0 = \frac{\partial f}{\partial D} dD + \frac{\partial f}{\partial h} dh = \frac{D}{\sqrt{D^2 - h^2}} dD - \frac{h}{\sqrt{D^2 - h^2}} dh = \frac{D}{D_0} dD - \frac{h}{D_0} dh$$

于是

$$\begin{aligned} m_{D_0} &= \pm \sqrt{\left(\frac{D}{D_0}\right)^2 m_D^2 + \left(-\frac{h}{D_0}\right)^2 m_h^2} \\ &= \pm \sqrt{(1.0023)^2 \times 3^2 + (-0.0685)^2 \times 50^2} \\ &= \pm 5mm \end{aligned}$$

即 $D_0 = 29.922m \pm 5mm$ 。

<p>第二课时 环节三： 逐步推进 巩固所学 (7分钟)</p>	<p>1.学生讨论，怎样在测量工作中避免错误</p>  <p>，减小误差（5分钟）；</p> <p>2.教师用思维导图方式进行课堂小结，针对学生不理解的地方进行解答（2分钟）。</p>	<p>1.怎样在测量工作中避免误差,减小误差；</p> <p>2. 学生通过超星学习通反馈理解上困难的知识，等待教师在平台上进行解答。</p>	<p>超星学习通</p>	<p>1.掌握在实训过程中怎样避免错误，减小误差，为后续室外实训做准备；</p> <p>2. 通过思维导图展示更直观，更易于学生理顺逻辑、巩固所学。</p>
<p>(三) 课后：任务布置，延伸学习</p>				
<p>环节</p>	<p>教师活动</p>	<p>学生活动</p>	<p>教学资源应用</p>	<p>设计意图</p>
<p>环节1 课后测试</p>	<p>课后测试</p>	<p>完成习题测试。</p>	<p>超星学习通</p>	<p>课后复习，巩固知识，推进教学知识目标达成</p>
<p>环节2 教学评价</p>	<p>课堂教学评价</p>	<p>完成评价。</p>	<p>超星学习通</p>	<p>反馈和调整教学</p>

五、教学反思

<p>教学效果</p>	<p>根据学生的课前调研数据显示，学生希望传统的教学模式中适当增加参与感较强的课间活动，因此本课程在教学上增加了用线上与线下、虚拟和现实结合的教学模式，逐步推进的教学模式，并在教法上使用了情境教学法、任务驱动教学法、分组教学法、头脑风暴、演示法，极大程度上增加了学生的参与度。</p> <p>1.学生学会了水准仪的校正与检验、水准测量误差等知识点。</p> <p>通过教师的理论讲解，对于水准仪的校正与检验、水准测量误差、粗差及“水准测量精度的衡量各重点知识掌握牢固，考核结果显示学生掌握情况良好。</p> <p>2.学生认识了水准测量误差的来源及影响，并了解减小误差的措施。</p> <p>通过教师讲解、案例分析、学生交流讨论、题目的计算，逐步推进，学生初步能够正确掌握各种水准仪的使用，并懂得规范操作，为今后实训任务打下良好的基础。</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>教学方法</th> <th>占比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>传统讲授为主, 老师讲解学生听课</td> <td>69.23%</td> </tr> <tr> <td>实践操作为主, 老师讲解答疑为辅</td> <td>76.92%</td> </tr> <tr> <td>任务教学小组合作, 例如集体讨论、研学</td> <td>46.15%</td> </tr> <tr> <td>看教学相关内容视频</td> <td>69.23%</td> </tr> <tr> <td>课堂习题训练</td> <td>46.15%</td> </tr> <tr> <td>其他</td> <td>7.69%</td> </tr> </tbody> </table>	教学方法	占比	传统讲授为主, 老师讲解学生听课	69.23%	实践操作为主, 老师讲解答疑为辅	76.92%	任务教学小组合作, 例如集体讨论、研学	46.15%	看教学相关内容视频	69.23%	课堂习题训练	46.15%	其他	7.69%
教学方法	占比															
传统讲授为主, 老师讲解学生听课	69.23%															
实践操作为主, 老师讲解答疑为辅	76.92%															
任务教学小组合作, 例如集体讨论、研学	46.15%															
看教学相关内容视频	69.23%															
课堂习题训练	46.15%															
其他	7.69%															
<p>教学特色</p>	<p>1.教学上通过引入案例和现实生活中容易接触到的测量场景，引入课程内容，增强了学生的责任感，让学生了解工程测量技术在现代工程中应用的重要性，培养学生的责任意识 and 工匠精神。</p>															
<p>存在问题</p>	<p>课时安排上稍显紧张，容易出现重难点学生巩固时间不够的情况。</p>															
<p>改进设想</p>	<p>增强课前的准备，并将课前准备的分值从20%提高到30%，部分非重点的内容在课堂不在详述，留足时间给重难点。</p>															