# 1C410000 铁路工程技术

## 1C411000 工程测量

### 1C411010 熟悉铁路工程施工测量的组织实施及测量成果评价

#### 1C411011 施工测量组织实施

在铁路工程施工阶段所进行的测量工作，称为铁路施工测量。铁路施工测量的目的是根据施工的需要，将设计的线路、桥涵、隧道、站场等建筑物的平面位置和高程，按设计要求以一定的精度敷设在地面上，并在施工过程中进行一系列的测量工作，以衔接和指导各工序的施工。

铁路施工测量是直接为铁路工程施工服务的，贯穿于施工的全过程。施工测量是细致认真且工作量和劳动强度较大的工作，其质量不仅影响工程质量，而且影响工程进度。所以，铁路施工单位务必对施工测量予以足够重视，并将其放到与施工试验和施工工艺等环节同等重要的地位，切实做好施工测量的组织实施。

(1) 人员组织

从事铁路施工测量的技术人员，应经过专业的培训，获得技术培训和执业资格上岗证书，方可上岗，从而建立起一支技术过硬、责任心强、能吃苦耐劳的从事铁路施工测量的专职队伍。

(2) 仪器设备组织

1) 仪器检校完善，专人维护保养

测量仪器设备及工具必须定期（一般为 1年）到国家计量部门进行检定，取得合格证书后方可使用。

考虑到仪器的有些轴线有可能因受振动等原因致使相互间的几何位置发生变化，故在仪器使用过程中，应经常对其进行检验校正，使其满足应有的几何条件。

为防止仪器因管理不善而出现损坏现象，测量人员所用的仪器必须由专人妥善保管，平时不用时仪器箱要上锁。对于常用的测量仪器，使用过程中还应注意维护。

2) 仪器选用正确，方法采用得当

鉴于不同的工程对象，有不同的精度要求，因此，这就要求选用仪器正确，方法得当。

尽管仪器使用前进行过认真的检验和校正，为减小或尽量消除某些误差，测量时还应采取一定的措施。如：使用水准仪进行水准测量时，应尽量使前后视距离大致相等；经纬仪在测角时用正、倒镜观测取均值等等。

(3) 做好周密计划，精心组织安排

需要全本请访问 www.ertongbook.com

铁路施工测量时，应根据单位工程、分部工程和分项工程直至具体施工工序，对测量工作做好周密计划、分清主次、精心安排，认真组织好每一个施工测量中心环节，使测量环节与施工工序密切衔接。

1）做到反复放样，注重步步校核

由于不可预见的因素，在实际工作中，尽管我们十分谨慎和仔细地做了大量的测量工作，但难免有遗漏和疏忽之处。为此，放样后的点位应至少校验 1～2 次，必要时进行换手测量，力求做到万无一失。

对工程项目的关键测量科目必须实行彻底换手测量，一般测量科目应实行同级换手测量。彻底换手测量，须更换全部测量人员、仪器及计算资料；同级换手测量，须更换观测和计算人员。

2）记录清楚完整，计算复核检算

测量记录、计算成果和图表，应记录清楚，签署完善，并应复核和检算，未经复核和检算的资料严禁使用。

所有测量成果必须认真做好记录。人工记录时，为防止因潮湿或雨淋造成数据污染，按规定都要用铅笔填写并填写在规定的表格内。错误之处不能用橡皮涂擦，而要将其划掉，在旁边重写即可，以分清责任。当用全站仪等自带电子记录簿或存储卡的仪器记录测量数据时，最好应配用便携式计算机现场传输并贮存数据。无论人工还是电子记录都应有备份。

3）严格执行规范，超限返工

新建铁路工程测量应符合现行的《新建铁路工程测量规范》、《全球定位系统（GPS）铁路测量规程》等测量规范，改建营业线和增建第二线的施工测量应符合现行的《既有铁路测量技术规则》等测量规范。除此之外，还应符合《工程测量规范》等一系列国家现行的有关强制性标准的规定，否则返工。

（4）及时整理测量资料，做好技术总结

各阶段测量成果整理，必须做到真实、明确、整洁、清楚，格式统一并装订成册。各平面控制点、高程控制点、线路中心点等的名称必须记载正确，同一点名称在各种资料中必须一致。

测量成果资料对日后使用、总结经验和提高技术水平都十分宝贵，必须妥善保管。

## 1C411012　施工测量成果评价

铁路工程施工测量成果的评价可参照现行的中华人民共和国国家标准《工程测量规范》、铁道部行业标准《新建铁路工程测量规范》和《既有铁路测量技术规则》。

（1）施工测量的检查、验收

施工测量实行二级检查一级验收制。

施工单位对质量实行过程检查和最终检查，其中过程检查由测量队（或班）检查人员承担，最终检查由施工单位的质量管理机构负责实施。在确保施工测量质量的前提下，施工单位可结合本单位的实际情况，参照施工测量质量特性（表 1C411012-1 ）制定出“施工测量最终检查实施细则”，并报上级主管部门批准后执行。

施工测量质量特性及相应权的划分表　　表 1C411012-1

| 一级质量特性 | 权 $p$ | 二级质量特性 |
|---|---|---|
| 选点、埋标 | 0.20 | 1. 施工控制网布设的合理性<br>2. 标桩的埋设质量 |
| 观　　测 | 0.60 | 1. 仪器、仪表、标尺的检验和常数测定的正确性；计量检定情况<br>2. 观测实施的正确性<br>3. 手簿的记录和注记的正确、完备性<br>4. 各项误差与限差的符合情况<br>5. 验算的正确性<br>6. 资料的完整性 |
| 计　　算 | 0.20 | 1. 起算数据的正确性<br>2. 技术问题处理的合理性<br>3. 平差计算的正确性<br>4. 资料的完整性 |

验收工作一般由监理单位组织实施。

各级检查、验收工作必须独立进行，不能省略或代替。施工测量实施过程中，测量人员必须切实做到自检互查，把各类缺陷消灭在作业过程中。

（2）质量评价

施工测量成果经最终检查后，施工单位按《测绘产品质量评定标准》评定产品质量，验收单位予以核定。

施工测量成果的评定采用百分制，按缺陷扣分法（施工测量的缺陷分类表见表 1C411012-2，缺陷值可参照制定）和加权平均法计算测量成果综合得分。

施工测量的缺陷分类表　　表 1C411012-2

| 严　重　缺　陷 | 重　　缺　　陷 | 轻　　缺　　陷 |
|---|---|---|
| a. 伪造成果<br>b. 起算数据采用错误<br>c. 施工控制网的测设不符合要求<br>d. 施工控制网的现场复测误差超限<br>e. 计算程序采用错误<br>f. 仪器未经计量检定或经检定不符合要求 | a. 控制点点位选择不当<br>b. 施工放样时，放样条件不具备<br>c. 各项误差有 50%以上大于限差的 1/2<br>d. 记录中的计算错误，对结果影响较大<br>e. 上交资料不完整<br>f. 仪器检验项目不全，检验结果有轻微不符合规定<br>g. 观测条件掌握不严<br>h. 其他严重的差、错、漏 | a. 记录字体潦草、不规整<br>b. 数字或小数点错漏，对结果影响轻微<br>c. 各种注记错漏，成果装订及编号错漏<br>d. 记录中的计算错误，对结果影响轻微<br>e. 各种资料的整饰缺点<br>f. 其他轻微的差、错、漏 |

## 1C411020　了解铁路施工测量的主要内容

### 1C411021　线路施工测量的主要内容

线路施工测量的任务是在地面上测设线路施工桩点的平面位置和高程，线路施工桩点

主要是指标志线路中心位置的中线桩和标志路基施工界线的边桩。

线路施工测量的主要内容包括：线路复测、路基边坡的放样和线路竣工测量。

（1）线路复测

线路中线是线路施工的平面控制系统，也是路基的主轴线，在施工中必须保持定测时的位置正确。在线路施工开始之前，必须进行一次中线复测，把定测时的中线桩恢复起来；同时还应检查定测资料（线路平面控制点、高程控制点等）的可靠性，这项工作称为线路复测。

线路复测前，施工单位应检查线路测量的有关图表资料，会同设计单位进行现场桩橛交接。

线路复测的工作内容和方法与定测基本相同，它包括中线测量、基平测量、中平测量、横断面测量。线路复测的任务是检验原有桩点的准确性，而不是重新测设。当复测与定测成果的不符值在规范规定的限差范围内时，应采用定测成果，不准改动。当复测与定测成果不符值超出容许范围时，应多方寻找原因，如确认定测资料有误或精度不符合要求，并经勘测设计单位认可后，可采用复测成果，但改动应尽可能限制在局部范围内。

此外，线路横断面复测时，横断面的间距应根据地形情况和控制土石方数量的需要而定。一般情况下，横断面要求测得密些。

（2）路基边坡的放样

路基横断面是根据线路中线桩的填挖高度（$h$）在横断面图上设计的。在横断面中填方的称为路堤；挖方的称为路堑。当 $h=0$ 时，为不填不挖，是线路纵断面图上设计中线与地面线的交点，称为路基的施工零点。

修筑路基以前，需要在地面上把标志路基的施工界线桩（路堤的坡脚或路堑的坡顶）钉出来，作为线路施工的依据，这些标桩称为边桩。测设边桩的工作，称为路基边坡的放样。

路基放样的内容主要是测设路基的施工零点和测设路基的边桩。

边桩放样的方法很多，常用的有断面法和逐渐接近法等。

（3）线路竣工测量

在路基土石方工程完工之后，铺轨之前应当进行线路竣工测量。

线路竣工测量的任务是最后确定线路中线位置，作为铺轨的依据，并用以检查路基施工宽度、标高等是否符合设计要求，同时将中线里程和高程全线贯通，消除断链和断高。

线路竣工测量包括中线测量、高程测量和横断面测量。

## 1C411022 桥涵施工测量的主要内容

桥梁施工测量的内容和方法，随桥长及其类型、施工方法、地形复杂情况等因素的不同而有所差别。概括起来主要有：桥梁控制测量、墩台定位及其轴线测设、桥梁细部放样、变形观测和竣工测量等。对于小型桥一般不进行控制测量。

（1）建立或复测平面和高程控制网

桥梁施工测量是复杂的，必须在全桥统一的平面和高程控制的基础上进行。作为放样依据的控制网、点，在施工测量期间应定期检测，经常检查。

桥梁平面控制测量的目的是测定桥轴线方向、长度，并为施工时墩、台定位提供测量的基本控制点；同时，也可用于施工过程中的水平位移监测。

桥梁高程控制网，是作为高程放样的依据，同时，也可作为施工过程中的沉降观测的高

程基准。

（2）墩台定位及轴线测设

在桥梁施工过程中，最主要的工作是测设出墩、台的中心位置和它的纵横轴线。其测设数据由控制点坐标和墩、台中心的设计位置计算确定，若是曲线桥还需桥梁偏角、偏距及墩距等原始资料；放样方法则视河宽、水深及墩位的情况，可采用直接测设或角度交会的方法。

墩、台中心位置定出以后，还要测出墩、台的纵横轴线，以固定墩台方向，同时它也是墩台施工中细部放样的依据。

（3）桥梁的细部放样

在桥梁的施工过程中，随着工程的进展，随时都要进行放样工作，细部放样的项目繁多，桥梁的结构及施工方法也千差万别，所以放样的内容及方法也各不相同。总的说来，主要包括：基础施工放样、墩台身的施工放样、顶帽及支承垫石的施工放样及架梁时的测设工作。

（4）变形监测

施工期间铁路桥梁墩台的变形观测包括墩、台的沉降观测和墩、台的水平位移观测，必要时进行墩、台的倾斜和扭转观测。

1）墩台的沉降观测

墩台的沉降观测，又称垂直位移观测，其中包括各墩、台沿水流方向（或垂直于桥轴线方向）和沿桥轴线方向的倾斜观测。

2）墩台的水平位移观测

各墩、台在上、下游的水平位移观测称为横向位移观测；各墩、台沿桥轴线方向的水平位移观测称为纵向位移观测。

桥梁变形观测的方法需根据桥梁变形的特点、变形量的大小、变形的速度等因素合理选用。目前桥梁变形观测的方法有三种：一是大地控制测量方法，又称常规地面测量方法，它是变形观测的主要手段。其主要优点是，能够提供桥墩台和桥跨越结构的变形情况，能够以网的形式进行测量并对测量结果进行精度评定；二是特殊测量方法，包括倾斜测量和激光准直测量；三是地面立体摄影测量方法。后两种测量方法与前者相比，具有外业工作量少，容易实现连续监测和自动化等优点。

（5）桥梁竣工测量

桥梁竣工后，为检查墩、台的各部尺寸、平面位置及高程正确与否，并为竣工资料提供数据，需进行竣工测量。竣工测量的主要内容有：

1）测定墩距

测定各桥墩、台中心的实际坐标，检查各墩、台之间的跨距，并评定其精度；根据各跨的距离计算出桥长，与设计桥长进行比较。

2）丈量墩、台各部尺寸

墩、台各部尺寸的丈量，是以墩、台顶已有的纵横轴线作为依据。丈量内容有墩、台顶的长度与宽度，支承垫石的尺寸及位置。

3）测定支承垫石顶面的高程

竣工测量结果应编写出墩、台中心距离表，墩、台顶水准点及垫石高程表和墩、台竣工平面图。

涵洞施工测量较桥梁简单，其内容有涵洞定位及轴线测设、施工放样等。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

（1）涵洞定位及轴线测设

涵洞定位在线路复测后进行。涵洞定位即定出在线路方向上的中心里程点。定位方法同普通测量一样，可用直线延伸法、偏角法或极坐标法。

涵洞纵轴线即为涵洞出入口的中心线。涵洞分正交涵和斜交涵两种。正交涵洞的纵轴线与所在线路中线（或切线）垂直，斜交涵的纵轴线与线路中线（或切线）有一交角。与纵轴线成 90°的方向为横向轴线方向。

（2）施工放样

涵洞的基础放样是依据纵、横轴线测设的。基坑开挖后，在基坑内恢复纵横轴方向线，涵洞基础和其他各部分的砌筑或建立模板均依据此方向线测定。

## 1C411023　隧道施工测量的主要内容

铁路隧道施工测量的主要任务，是保证隧道相向开挖时，能按规定的精度正确贯通，并使各建筑物的位置和尺寸符合设计规定，不使侵入建筑限界，以确保运营安全。

在长大隧道施工中，为加快进度，常采用多种措施（如：竖井、斜井、横洞等）增加施工工作面。相关的掘进面，需在预定地点彼此接通，对隧道的测量工作提出了比较高的要求。

由于各项测量工作中都存在误差，导致相向开挖中具有相同贯通里程的中线点在空间不相重合，此两点在空间的连接误差（即闭合差）称为贯通误差。在水平面内垂直于中线方向的分量称为横向贯通误差（简称横向误差），在高程方向的分量称为高程贯通误差（简称高程误差）。

高程误差对坡度有影响；而横向误差对隧道质量有影响。不同的隧道工程对贯通误差的容许值有各自具体的规定。如何保证隧道在贯通时，两相向开挖的施工中线的闭合差（特别是横向贯通误差）不超过规定的限值，成为隧道施工测量的关键问题。

隧道工程施工需要进行的主要测量工作包括以下几部分内容。

（1）洞外控制测量

隧道施工测量首先要建立洞外平面和高程控制网，每一开挖口附近都应设立平面控制点和高程控制点，这样将各开挖面联系起来，作为施工放样的依据。

（2）洞外、洞内的联系测量

在隧道开挖之前，必须根据洞外控制测量的结果，测算洞口控制点的坐标和高程，同时按设计要求计算洞内待定点的设计坐标和高程，并放样出洞门内的待定点点位，这就是洞外和洞内的联系测量（也称进洞测量）。进洞测量将洞外的坐标、方向和高程传递到隧道内，使洞内和洞外建立了统一坐标和高程系统。

（3）洞内控制测量

在隧道施工中，随着开挖的延伸进展，需要不断给出隧道的掘进方向。为了正确完成施工放样，防止误差积累，保证最后的准确贯通，应进行洞内控制测量。此项工作是在洞外控制测量和洞、内外联系测量的基础上展开的，包括洞内平面控制测量和洞内高程控制测量。

（4）隧道洞内的施工测量

包括：洞门的施工放样、洞内中线测量、腰线的测设、掘进方向的测设、开挖断面及结构物的施工放样。

（5）隧道施工中的位移观测

隧道施工位移的观测，主要解决的是围岩和结构建筑物内部位移变化和应变发展规律以及洞壁各点间的相对位移变化。

1）浅埋隧道地表下沉量的测定

浅埋隧道通常位于软弱破碎岩层，稳定性较差，在Ⅰ～Ⅱ类围岩中，当隧道覆盖层厚度对于单线隧道小于 20m ,双线隧道小于 40m 时，施工中往往出现拱部围岩受拉区连通，这种拉裂破坏情况成为洞体稳定的主要威胁。必须进行地表沉降监控测量，预测可能发生危险，采取有效措施，保证施工安全。

2）新奥法施工拱部下沉观测

拱部下沉观测是为确定围岩稳定、掌握支护效果而进行的；是对预先设计支护参数的确认或修正依据；是对施工方法验证和改进的依据；是贯穿于整个施工过程的工作。

（6）竣工测量

隧道竣工后，为了检查主要结构物及线路位置是否符合设计要求并提供竣工资料，为将来运营中的检修工程和设备安装等提供测量控制点，应进行竣工测量。

隧道竣工测量的内容包括：隧道净空断面测量、中线基桩和永久性高程点的测设。

竣工测量后一般要求提供下列图表：隧道长度表、净空表、隧道回填断面图、水准点表、中桩表、断链表、坡度表。

最后应进行整个隧道所有测量成果的整理，并做出测量的技术总结。

## 1C411024 营业线线路测量的主要内容

改建营业线和增建第二线的施工测量，在单线绕行或双线绕行地段均与新线相同，只有在与营业线并行地段其方法不同于新线。其主要区别是：新线施工时，一般都根据定测时所钉的中线位置和纵断面设计中所定的填挖高度进行；营业线改建或增建第二线一般不钉中线，而是根据设计的平面计算定出的拨正量和线间距，以营业线或外移桩为基础进行营业线的拨正和第二线的测设。

（1）施工复测

施工前应对线路中线或中线外移桩的方向、交角、长度、外移距、站场基线、大型枢纽、桥、隧的中线或轴线、水准点高程等进行复测，复测成果与定测成果之差，在规范规定的限差以内时，采用定测成果。当复测与定测成果的不符值超过上述规定时，须再作复测，如确认定测资料有误或精度不符合规定，并经勘测设计单位认可后，可采用复测成果。

（2）中线测设

1）直线地段

将经纬仪设置在中线外移桩上，沿营业线的垂直方向，从营业线中线按第二线或营业线并行的改建线的线间距，定出其中心位置，在一条长直线上一般要设置 2个以上这样的中线控制点，然后在新设置的中线控制点上，用经纬仪穿直线，测设加桩，并应使直线上任何点的线间距都不小于规定的数值。

2）曲线地段

曲线地段的营业线的拨正和第二线的测设可采用支距法或偏角法

在曲线测设完后应检查两线的线间距是否满足设计的要求。在有桥梁、隧道和挡土墙等建筑物的曲线地段，应现地钉桩，并与平面计算资料核对。

3）陡坡地段

先根据路基横断面资料进行路基放样，待陡坡开挖放缓后，再进行中线放样或现地钉桩。

(3)高程放样和边桩测设

营业线施工中的高程放样和边桩测设的方法与新线基本相同。

(4)竣工测量

改建营业线和增建第二线的竣工测量与新线基本相同。

# 1C412000 工程材料

## 1C412010 熟悉混凝土配合比确定程序及无损检测

### 1C412011 混凝土配合比确定程序

混凝土理论配合比应根据设计的混凝土强度等级、耐久性能、选定的原材料质量检验结果以及混凝土施工工艺对和易性、凝结时间等混凝土拌合物的技术性能要求，由国家认可的试验室按照国家现行有关试验规程，通过试配确定。

(1)混凝土理论配合比的确定

- 混凝土的施工配制强度按下式确定：

$$f_{cu,o} \geqslant f_{cu,k} + 1.645 \cdot \sigma$$

式中 $\sigma$ 为施工单位强度标准差，也可按表 1C412011 选取。

混凝土强度标准差　　表 1C412011

| 混凝土强度等级<br>σ(MPa)<br>生产单位 | <C20 | C20～C40 | >C40 |
|---|---|---|---|
| 预制混凝土构件厂 | 3.0 | 4.0 | 5.0 |
| 现场集中搅拌施工单位 | 3.5 | 4.5 | 5.5 |

- 混凝土水灰比应根据施工现场的水泥、砂、石等原材料质量，由施工配制强度确定。
- 选取合适的单方用水量及合适的砂率，以满足混凝土和易性的要求。混凝土和易性包括流动性、黏聚性和保水性。

(2)混凝土施工配合比的确定

混凝土施工前，应根据施工现场砂石的含水率，将理论配合比换算成施工配合比，并应有施工配料单。

### 1C412012 混凝土无损检测方法

(1)进行结构无损检测的条件

当出现下列情况之一时，应进行无损检测以确定结构混凝土强度：缺乏同条件试件或标准试件数量不足；试件的质量缺乏代表性；试件的抗压试验不符合标准规定；对试件抗压强

度测试结果有怀疑；因材料、施工不良而发生混凝土质量问题。

（2）结构混凝土强度检测方法

混凝土结构无损检测主要有以下几种方法。

1）超声法

超声法检测的特点：检测过程无损于材料、结构的使用性能；直接在结构物上检测试验并推定其实际强度和缺陷性质；重复和复核检验方便，检验结果重复性好。

2）回弹法

回弹法检测的特点：简单方便，但离散性较大。

3）超声回弹综合法

超声回弹综合法检测的特点：可以减少各种因素对结果的影响，可弥补两种方法各自不足，测试精度较高。

4）钻芯法

钻芯法检测的特点：检测结果直观准确，但操作复杂，对混凝土有轻微破坏。

5）拔出法

拔出法检测的特点：检测结果直观准确，但操作复杂，对混凝土有轻微破坏，结果离散性较大。

6）瞬态激振（敲击）时域频域分析法（小应变法）

适用于基桩检测，特点是操作简便，检测快速，结果较为精确。

7）地质雷达

主要用于大面积混凝土质量检测，如隧道衬砌混凝土的检测。其特点是检测快速，结果准确。

## 1C412020 熟悉混凝土质量评定方法

### 1C412021 影响混凝土质量的主要因素

（1）影响新拌混凝土质量的主要因素

新拌混凝土质量主要包括混凝土的凝结时间和混凝土的和易性。

- 混凝土的凝结时间：主要影响因素是水泥品种及外加剂的种类。
- 混凝土和易性：混凝土的和易性主要包括流动性、黏聚性、保水性和泌水性。

  混凝土流动性主要影响因素是混凝土单方用水量。

  混凝土黏聚性主要影响因素是混凝土含砂率（灰砂比）。

  混凝土保水性主要影响因素是水泥品种、用量与细度。

  混凝土泌水的主要影响因素是水泥品种、用量与细度。保水性好的混凝土泌水量小，保水性差的混凝土泌水量大。

  混凝土离析的主要影响因素是粗骨料及细骨料的级配。

（2）影响硬化混凝土质量的主要因素

- 硬化混凝土的强度主要取决于混凝土的水灰比。在一定范围内，水灰比越小，混凝土强度越高。水泥品种则对水泥强度的发展有着直接的影响。
- 硬化混凝土的弹性模量受骨料弹性模量影响最大，骨料弹性模量越大，混凝土弹性

模量越高。

- 硬化混凝土的干缩与徐变主要受水泥的品种与水泥用量的影响。一般来说，水泥强度发展越快，混凝土早期强度越高，混凝土徐变越小；由于混凝土的收缩与徐变的产生，主要是由水泥石的收缩引起，而骨料的收缩与徐变基本可以忽略不计，因此，水泥用量越大，混凝土收缩与徐变越大。
- 硬化混凝土抗渗性的主要影响因素是混凝土的水灰比。骨料级配也是影响混凝土抗渗性的重要因素。
- 硬化混凝土抗冻性的主要影响因素是水泥石中气孔含量与孔径分布。引入一定数量的均匀细小气孔，可以提高混凝土的抗冻性。
- 硬化混凝土的抗硫酸盐侵蚀性能主要与水泥品种有关。水泥中 $C_3A$ 含量是影响混凝土抗硫酸盐侵蚀的主要因素，$C_3A$ 含量越高，混凝土的抗硫酸盐侵蚀性能越差。

### 1C412022 混凝土强度等级评定方法

(1) 混凝土强度试件取样方法

- 混凝土抗压强度以边长为 150mm 的立方体试件为标准试件，三个试件强度的算术平均值作为每组试件的强度代表值。当采用非标准试件时，应将其抗压强度折算成标准试件抗压强度。边长 100mm 的立方体试件的折算系数为 0.95；边长 200mm 的立方体试件的折算系数为 1.05。
- 混凝土试件应在混凝土浇筑地点随机抽取，取样频率为：

  每 100 盘，但不超过 $100m^3$ 的同配合比的混凝土，取样次数不得少于一次；

  每一工作班拌制的同配合比混凝土不足 100 盘时，其取样次数不得少于一次；

  每组三个试件应在同一盘混凝土中取样制作。

(2) 混凝土强度等级评定方法

1) 统计方法评定

①标准差已知

当混凝土生产条件能在较长时间内保持一致，且同一品种混凝土强度变异性能保持稳定时，可采用标准差已知的统计方法评定。

②标准差未知

当混凝土生产条件在较长时间内不能保持一致，且同一品种混凝土强度变异性能不能保持稳定，或在前一个检验期内的同一品种混凝土没有足够的数据用以确定验收批混凝土立方体抗压强度的标准差时，应由不少于 10 组的试件组成一个验收批，采用标准差未知的统计方法评定。

2 非统计方法评定

当混凝土生产不连续，且一个验收批试件不足 10 组时，应采用非统计方法进行评定。

## 1C412030 熟悉水泥品种、质量检验评定方法及常用水泥的使用范围

### 1C412031 水泥品种

(1) 水泥是建筑工程中最常用的一种水硬性胶凝材料。我国水泥品种较多，目前最常

用的主要有以下五种：

1）硅酸盐水泥

不掺加任何混合材料的纯熟料水泥称为Ⅰ型硅酸盐水泥，代号 P·Ⅰ；掺加不超过 5%混合材料的水泥称为Ⅱ型硅酸盐水泥，代号为 P·Ⅱ。强度等级分为 42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5、62.5R。

2）普通硅酸盐水泥

在水泥熟料中掺加 6%～15%的混合材料的水泥称为普通硅酸盐水泥，代号为 P·O。其中掺加非活性混合材料时，不得超过水泥质量的 10%。普通硅酸盐水泥的强度等级分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R。

3）矿渣硅酸盐水泥

在水泥熟料中掺加 20%～70% 高炉矿渣混合材料的水泥称为矿渣硅酸盐水泥，简称矿渣水泥，代号为 P·S。其中允许用石灰石、窑灰、粉煤灰、火山灰质混合材料中的一种代替矿渣，代替数量不得超过水泥质量的 8%，替代后高炉矿渣不得少于 20%。矿渣水泥的强度等级分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R。

4）火山灰质硅酸盐水泥

在水泥熟料中掺加 20%～50% 的火山灰质混合材的水泥称为火山灰质硅酸盐水泥，简称火山灰水泥，代号为 P·P。火山灰质硅酸盐水泥的强度等级分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R。

5）粉煤灰硅酸盐水泥

在水泥熟料中掺加 20%～40%粉煤灰的水泥称为粉煤灰硅酸盐水泥，简称粉煤灰水泥，代号为 P·F。粉煤灰水泥的强度等级分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R。

(2)特种水泥

改变某些化学成分，烧制成具有特定性能的硅酸盐水泥，称为特种水泥。目前，我国应用较多的特种水泥有：复合硅酸盐水泥、快硬硅酸盐水泥、道路硅酸盐水泥、砌筑水泥和大坝水泥。

## 1C412032 水泥质量检验评定方法

(1)水泥进场检验规定

- 运抵工地(厂)的水泥，应按批(散装水泥每 500t 为一批，袋装水泥每 200t 为一批，当不足 500t 或 200t 时，也按一批计）对同厂家、同批号、同品种、同强度等级、同出厂日期的水泥进行强度、细度、安定性和凝结时间等项目的检验。
- 使用过程中，当对水泥质量有怀疑或水泥出厂日期超过 3 个月（快硬硅酸盐水泥超过 1 个月）时，应按上述规定进行复验。

(2)水泥试验项目

细度、标准稠度用水量、凝结时间、安定性、胶砂强度。

(3)水泥试验结果判定方法

水泥分为合格水泥、不合格水泥和废品。

- 合格水泥：水泥各项技术指标均达到标准要求。
- 不合格水泥：凡细度、终凝时间任一项不符合标准规定，或强度低于该强度等级的

需要全本请访问 www.ertongbook.com

指标时为不合格水泥；矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥的的掺合料超过最大限量的为不合格水泥；水泥包装标志中品种、等级、生产者名称和出厂编号不全者为不合格水泥。

- 废品：凡氧化镁、三氧化硫、初凝时间、安定性任何一项不符合标准的水泥为废品。

### 1C412033 常用水泥的使用范围

(1)水泥选用基本原则

- 按水泥性能特点。
- 按构造物功能。
- 按构造物所处的环境条件。
- 按构造物施工工艺需要。

(2)一般情况下常用水泥的推荐使用范围

选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥或复合硅酸盐水泥以及快硬硅酸盐水泥时，可参考表 1C412033 进行：

常用水泥使用范围　　表 1C412033

| 水泥品种 / 环境条件 | 硅酸盐水泥 | 普通水泥 | 快硬硅酸盐水泥 | 矿渣水泥 | 火山灰水泥 | 粉煤灰水泥 | 复合硅酸盐水泥 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 一般气候环境 | 优先使用 | 优先使用 | 可以使用 | 可以使用 | 可以使用 | 可以使用 | 可以使用 |
| 干燥环境 | 优先使用 | 优先使用 | 可以使用 | 可以使用 | 不得使用 | 不得使用 | 不得使用 |
| 潮湿环境或水下 | 可以使用 | 可以使用 | 可以使用 | 优先使用 | 优先使用 | 优先使用 | 优先使用 |
| 厚大体积 | 不宜使用 | 可以使用 | 不得使用 | 优先使用 | 优先使用 | 优先使用 | 优先使用 |
| 要求快硬高强 | 优先使用 | 可以使用 | 优先使用 | 不宜使用 | 不宜使用 | 不宜使用 | 不宜使用 |
| 要求抗冻 | 优先使用 | 优先使用 | 优先使用 | 可以使用 | 不得使用 | 不宜使用 | 不宜使用 |
| 要求抗渗 | 可以使用 | 优先使用 | 可以使用 | 不宜使用 | 优先使用 | 优先使用 | 优先使用 |
| 要求抗磨 | 优先使用 | 优先使用 | 优先使用 | 可以使用 | 不得使用 | 不宜使用 | 不宜使用 |

(3) 特种水泥推荐使用范围

特种水泥主要根据构造物特殊性能选用。如：

- 道路硅酸盐水泥：用于对抗折要求较高的路面工程等；
- 大坝水泥：用于大体积混凝土工程；
- 砌筑水泥：用于砌筑工程。

## 1C412040 熟悉常用建筑钢材种类、钢筋原材质量检验评定方法

### 1C412041 常用建筑钢材的种类

常用建筑钢材主要有：

- 热轧圆盘条：常用的热轧圆盘条主要有 Q215、Q235 两种牌号。

- 热轧光圆钢筋：常用的热轧光圆钢筋级别为Ⅰ级，强度等级代号为 Q235。
- 热轧带肋钢筋：常用的热轧带肋钢筋级别为Ⅱ级，牌号主要有 HRB335、HRB400、HRB500 三种。
- 余热处理钢筋：常用的余热处理钢筋级别为Ⅲ级，强度等级代号为 KL400 余热处理钢筋严禁用于铁路桥梁。
- 钢绞线：用于预应力混凝土，按极限强度主要有 1570MPa 和 1860MPa 两种。
- 预应力钢丝：分为光面钢丝、刻痕钢丝和螺旋肋钢丝等等。

## 1C412042 钢筋原材质量检验评定方法

(1)钢筋原材进场检验验收批组成

- 热轧圆盘条、热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋和余热处理钢筋：每批钢筋应由同一牌号、同一炉罐号、同一规格、同一交货状态的钢筋组成，并不得大于 60t。
- 预应力钢丝：每批钢丝应由同一牌号、同一规格、同一交货状态的钢丝组成，并不得大于 30t。
- 钢绞线：每批钢绞线应由同一牌号、同一规格、同一交货状态的钢绞线组成，并不得大于 30t。

(2)钢筋原材进场检验项目

- 热轧圆盘条、热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋、余热处理钢筋的检验项目有：外观检查 极限抗拉强度 屈服强度 伸长率 冷弯试验。
- 预应力钢丝的检验项目有：外观检查；拉力（含伸长率）；反复弯曲试验；松弛性能（由生产厂家提供试验报告）。
- 钢绞线的检验项目有：外观检查；拉力试验，包括整根钢绞线的最大负荷、屈服负荷、伸长率 松弛性能(由生产厂家提供试验报告)。

(3)钢筋原材质量评定方法

1）热轧圆盘条、热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋和余热处理钢筋的质量评定方法

①外观质量

钢筋表面不得有裂纹、结疤和折叠，表面的凸块和其他缺陷的深度和高度不得大于所在部位尺寸的允许偏差（带肋钢筋为横肋的高度）；

②极限抗拉强度、屈服强度、伸长率、冷弯试验

当有一个项目不合格时，取双倍数量对该项目复检，当仍有 1 根不合格时，则该批钢筋应判为不合格。

2）预应力钢丝质量的评定方法

①外观质量

钢丝表面不得有裂纹、小刺结损伤、氧化铁皮和油渍，也不得有肉眼可见的麻坑。

②拉力（含伸长率）、反复弯曲试验

当试验结果有一项不合格时，除该盘应判为不合格外，并应从未试验的钢丝中取双倍复检，当仍有一项不合格时，则该批钢丝应判为不合格。

3） 钢绞线质量评定方法

每批从 3 盘中截取 3 根作拉力试验,包括整根钢绞线的最大负荷、屈服负荷、伸长率,当

试验结果有一项不合格时，除该盘应判为不合格外，并应从未试验的钢绞线中取双倍复检，当仍有一项不合格时，则该批钢绞线应判为不合格。

## 1C412050 了解骨料种类和质量检验方法

### 1C412051 骨料种类

混凝土骨料分为粗骨料和细骨料两种。

（1）细骨料种类

细骨料指粒径小于 5mm 的经人工破碎而成或天然形成的岩石颗粒。按形成方式分为天然砂和机制砂。

- 天然砂：包括河砂、海砂和山砂。
- 机制砂：由硬质岩石加工而成。

砂的粗细按细度模数分为粗、中、细、特细四种规格。

- 粗砂：细度模数为 3.7～3.1；
- 中砂：细度模数为 3.0～2.3 ；
- 细砂：细度模数为 2.2～1.6；
- 特细砂：细度模数为 1.5～0.7。

（2）粗骨料种类

粗骨料指粒径大于 5mm 的经人工破碎而成的岩石碎块或天然形成的岩石颗粒。

按形成方式种类分为

- 碎石：人工破碎而成的岩石碎块；
- 卵石：天然形成的岩石颗粒。

按颗粒组成分为

- 单粒粒级；
- 连续粒级。

### 1C412052 骨料质量检验方法

（1）细骨料型式检验和常规检验的要求

1）型式检验

对于新选原材料产地、同产地更换矿山或连续使用同一产地两年的细骨料应作型式检验。检验内容包括外观、筛分析、坚固性、有害物质含量和碱活性等。

2）常规检验

对于选定的细骨料应按批作常规检验。以同一产地连续进场不超过 400$m^3$（或 600t）为 1 批。检验内容包括外观、筛分析、细度模数、含泥量、泥块含量、有机物等。

（2）细骨料有害物质的种类及对含泥量、泥块含量的技术要求

- 砂中有害物质包括硫化物及硫酸盐、云母、轻物质和有机物。
- 泥 指粒径小于 0.08mm 的岩屑、淤泥与黏土的总和。
- 泥块 砂中粒径大于 1.25mm 的黏土颗粒，经水洗手捏后粒径小于 0.63mm 的颗粒。
- 天然砂中含泥量、泥块含量应符合表 1C412052-1 的规定：

天然砂中含泥量、泥块含量　　表 1C412052-1

| 项目 \ 混凝土等级 含量 | <C30 | C30～C50 | C55～C60 |
|---|---|---|---|
| 含泥量(%,按重量计) | ≤5.0 | ≤3.0 | <2.0 |
| 泥块含量(%,按重量计) | <1.0 | <0.5 | <0.5 |

(3) 粗骨料型式检验和常规检验的要求

1) 型式检验

对于新选原材料产地、同产地更换矿山或连续使用同一产地两年的粗骨料应作型式检验。检验内容包括外观、筛分析、坚固性、有害物质含量和碱活性等。

2) 常规检验

对于选定的粗骨料应按批作常规检验。以同一产地连续进场不超过 400m³(或 600t)为 1 批。检验内容包括外观、颗粒级配、压碎值、含泥量、泥块含量、针片状颗粒含量和有害物质含量等。

(4) 粗骨料中有害物质、含泥量、泥块含量和针片状颗粒的技术要求

- 粗骨料有害物质包括硫化物及硫酸盐、氯化物和有机物等。粗骨料中有害物质、含泥量、泥块含量应符合表 1C412052-2 的规定。
- 针片状颗粒：

石子颗粒长度大于平均粒径的 2.4 倍的颗粒为针状颗粒；石子颗粒厚度小于平均粒径的 2.4 倍的颗粒为片状颗粒。针片状颗粒含量应符合表 1C412052-2 的规定。

粗骨料中有害物质、含泥量、泥块含量和针片状颗粒指标　　表 1C412052-2

| 项目 \ 混凝土强度等级 含量 | ≥C30 | <C30 |
|---|---|---|
| 针片状颗粒总含量(%,按重量计) | ≤10 | ≤10 |
| 含泥量(%,按重量计) | ≤1.0 | ≤2.0 |
| 泥块含量(%,按重量计) | ≤0.25 | |
| 硫化物及硫酸盐含量(%,折算成 $SO_3$,按重量计) | ≤1.0 | ≤1.0 |
| 氯化物(%,以 NaCl 计) | ≤0.03 | — |
| 卵石中有机质含量(用比色法试验) | 颜色不应深于标准色。当深于标准色时,按水泥胶砂强度检验方法进行强度对比试验,抗压强度不低于 0.95 | |

(5) 粗骨料强度检验方法

粗骨料强度可用岩石抗压强度或压碎指标值表示。工程中可采用压碎指标值进行质量控制，粗骨料压碎指标值应符合表 1C412052-3 要求。

粗骨料压碎指标值　　表 1C412052-3

| 混凝土强度等级 | ≥C30 | | | <C30 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 岩石种类 / 压碎指标(%) / 骨料种类 | 沉积岩 | 深成岩<br>变质岩 | 喷出岩 | 沉积岩 | 深成岩<br>变质岩 | 喷出岩 |
| 碎　石 | ≤10 | ≤12 | ≤13 | ≤13 | ≤20 | ≤30 |
| 卵　石 | ≤9 | ≤12 | — | ≤12 | ≤16 | — |

# 1C413000　工程力学与结构

## 1C413010　熟悉工程结构体系的基本概念

### 1C413011　静定结构

所有支点反力和构件内力都可以由静力平衡条件确定的结构称为静定结构。该结构没有多余约束，如果去掉一个约束，结构就会成为几何可变体系，即在荷载作用下不能维持平衡。

### 1C413012　超静定结构

结构上的约束反力多于独立平衡方程数，只靠平衡条件还不能确定全部反力和内力，还必须考虑变形条件才能确定，这样的结构称为超静定结构。该结构有多余约束，如果去掉其中的多余约束，结构还是几何不变体系，即在荷载作用下系统仍可维持静力平衡。

## 1C413020　熟悉杆系结构内力的基本概念

### 1C413021　轴力

梁、杆中与横截面垂直的内力为轴力。轴力的数值等于截面一侧所有外力（包括荷载和反力）沿平行于截面法线方向的投影代数和。轴力的符号一般规定以截面受拉为正，受压为负。

### 1C413022　剪力

梁弯曲时，与横截面相切的内力为剪力。剪力的数值等于截面一侧所有外力沿截面方向的投影代数和。剪力的符号一般规定以绕隔离体（取截面任一侧的部分为隔离体）顺时针转动者为正，逆时针转动者为负。

### 1C413023　弯矩

梁弯曲时，作用面与横截面相垂直的内力偶矩为弯矩。弯矩的数值等于截面一侧所有外力对截面形心的力矩代数和。弯矩的符号一般规定以使梁的下侧纤维受拉者为正，使上侧纤维受拉者为负。

# 1C413030 熟悉常见构件弯矩图

## 1C413031 简支梁弯矩图形状

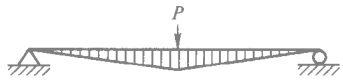



图 1C413031 简支梁在集中力作用下的弯矩图

图 1C413031 为一简支梁在跨中一集中荷载 $P$ 作用下的弯矩图，弯矩图通常规定画在构件受拉的一侧，图中的梁由于受到一向下的集中力 $P$ 作用，梁的下侧受拉，因此弯矩图画在梁的下侧。梁的左端支点处弯矩为零，向右按线性逐渐增大，在跨中最大，再向右又按线性逐渐减小，在右支点处弯矩为零。

## 1C413032 悬臂梁弯矩图形状




图 1C413032 悬臂梁在集中荷载下的弯矩图

图 1C413032 为一悬臂梁在自由端一集中荷载 $P$ 作用下的弯矩图，悬臂梁的上侧受拉，因此弯矩图画在梁的上侧。在自由端的弯矩为零，越靠近约束端，弯矩越大，在约束端弯矩达到最大。

## 1C413033 两跨连续梁弯矩图形状




图 1C413033-1 连续梁在两个集中荷载下的弯矩图

图 1C413033-1 中为一两跨连续梁在两个集中荷载 $P$ 作用下的弯矩图。可以看到在两跨跨中梁下侧是受拉的。在梁两端的弯矩图与简支梁的相似，但是由于中间支点的存在，使得该支点附近的梁上侧受拉。因此此处的弯矩图在梁的上侧。弯矩在跨中和中间支点处出现极大值。




图 1C413033-2 连续梁在集中荷载下的弯矩图

图 1C413033-2 中为一两跨连续梁在集中荷载 $P$ 作用在左跨跨中情况下的弯矩图。可以看到左跨跨中梁下侧是受拉的。在两端支点处的弯矩值为零，与前一个图不同的是在没

需要全本请访问 www.ertongbook.com