



长安大学公路学院

王亚琼

2006 02

隧道工程试验检测技术

长安大学

2005年10月25日

§ 1 公路隧道发展概况

一、为什么要重视隧道方案呢？

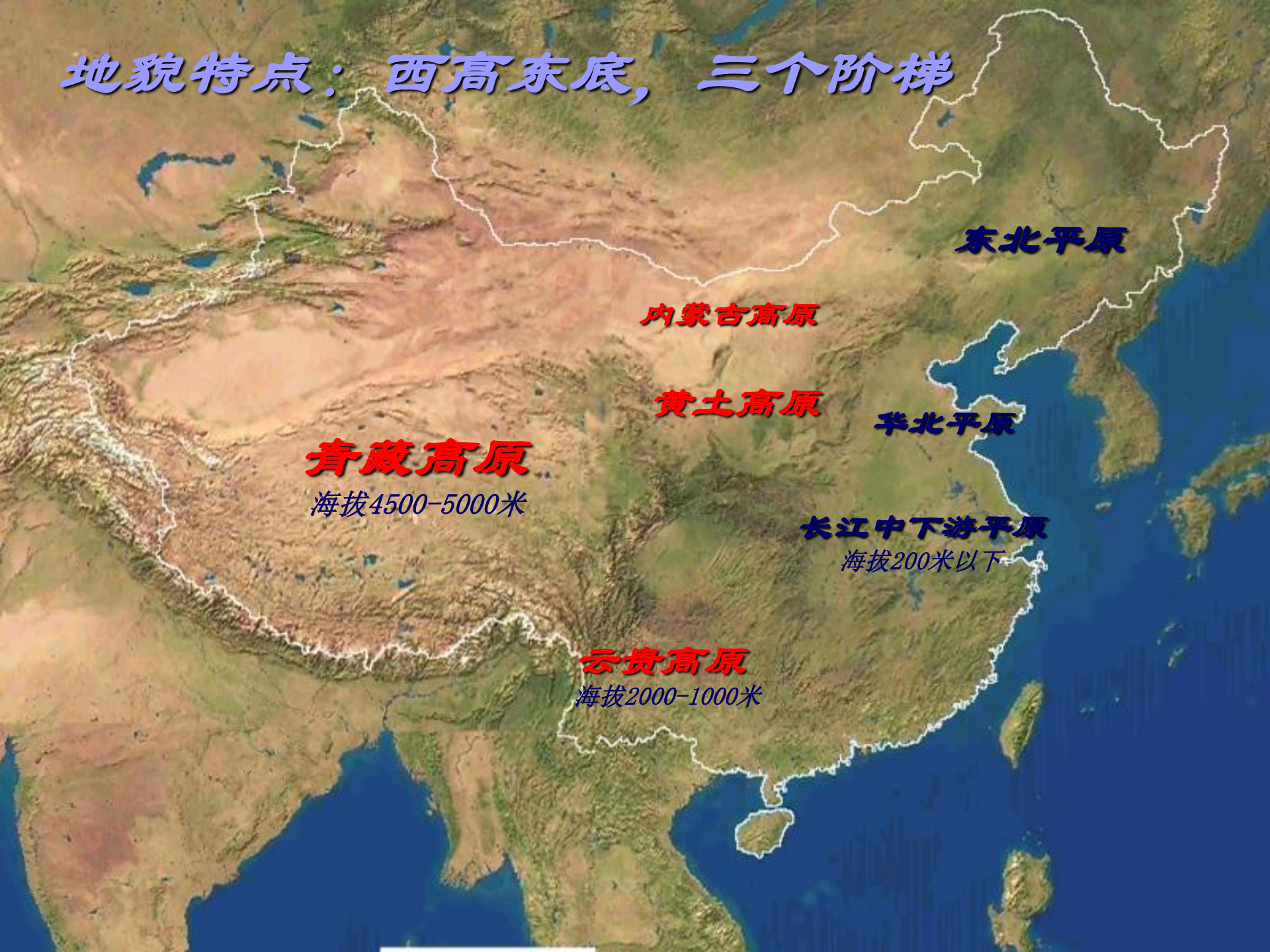
（一）是由于公路建设的特点决定：

- ① 正由东部沿海地区向西部内陆地区发展
- ② 由平原地区向山岭重丘区延伸

（二）是由于隧道方案本身的优点决定：

- ① 改善线形
- ② 缩短里程
- ③ 根除病害
- ④ 保护生态环境
- ⑤ 提高运输效益

地貌特点：西高东底，三个阶梯



东北平原

内蒙古高原

黄土高原

华北平原

青藏高原

海拔4500-5000米

长江中下游平原

海拔200米以下

云贵高原

海拔2000-1000米

截至1999年底，我国已建成公路隧道1217座，总延伸里程406.7km，其中用新奥法施工的将近60%。

截至2000年底，我国已建成公路隧道1684座，总延伸里程628km。

截至2003年底，我国已建成公路隧道1970座，总延伸里程1000km，已建成运营的城市地铁长200km；铁路隧道有7400座，总延伸里程4200km。

2000年以后我国公路隧道以每年单洞300km速度替增。

二、公路隧道常见的病害

① 隧道渗漏

隧道位于地下，时刻受到地下水的侵扰，如果防排水没做好，容易产生渗漏，影响行车

② 衬砌开裂

- a工程上出现衬砌开裂更多的则是由于施工管理不当造成；
- b因为衬砌厚度不足；
- c因为混凝土强度不够。

③ 限界受侵

a为了保证施工安全和避免塌方，容易形成仓促衬砌，忽视断面界限，使建筑限界受侵；

b施工中常见现象是衬砌砼在浇筑过程中，模板强度、刚度不足出现走模，也会导致限界受侵。

④ 结合部不密实

a初期支护与围岩结合部

b二次衬砌与初期支护结合部

⑤ 通风照明不良

a设计欠妥； b器材质量存在问题； c运营管理不当。

另外，我进行检测时，建成运营期间，还发现有一些其它局限和问题。水泥砼断板； 沥青路面开裂； 压浆不密实； 预制块蜂窝麻子

- **总结公路隧道特点**

- ①断面积大
- ②形状扁平（断面扁平容易在拱顶围岩内出现拉伸区）
- ③通风要求（为什么要通风）
- ④照明要求（为什么要照明）
- ⑤防排水要求（为什么要防排水）

三、 隧道分类<按不同性质分为不同的种类>

1、按地质条件：土质隧道

石质隧道

2、按埋置深度：深埋隧道

埋深 $h \geq 3D$

浅埋隧道

$0.5D < \text{埋深} h < 3D$

超浅埋隧道

埋深 $h < D$

3、按长度分：

特长隧道

$L > 3000\text{m}$

长隧道

$1000\text{m} < L \leq 3000\text{m}$

中隧道

$500\text{m} < L \leq 1000\text{m}$

短隧道

$L \leq 500\text{m}$

4、按地理位置：山岭隧道

城市隧道

水下隧道

四、公路隧道检测技术的内容

按施工顺序分：

1、超前支护——注浆材料检测

2、开挖——超欠挖控制

3、支护体系

①初期支护质量检测——锚杆、钢支撑、喷射砼

②防排水层质量检测

a材料的质量检测——合成材料、土工布、防水混凝土

b防水的质量检测——防水板铺设、止水带

c排水的质量检测——环向排水管、纵向排水管、中央水沟

③二次衬砌质量检测

a模筑砼的抗压强度；

b模筑砼的厚度

c衬砌背后空洞检测

4、量测技术

①位移量测

- a地表下沉量测 （针对浅埋隧道、洞口段）
- b拱顶下沉量测 （预测拱顶坍方）
- c围岩周边位移量测 （收敛量测检验围岩和初期支护变形）
- d围岩内部位移量测 （多点位移计测径向位移和松弛范围）

②力的量测

- a锚杆轴力量测 （与拉拔力的区别）
- b钢支撑压力量测 （是否达到极限压力）
- c喷射砼应力量测
- d二次衬砌压力量测

③量测数据的处理

5、通风检测

①施工期间

②运营期间

6、照明检测

7、交工验收质量检测

隧道总体

1、车行道宽度； $\pm 10\text{mm}$

2、净总宽； 不小于设计

2、隧道净高； 不小于设计

3、隧道轴线偏位 20mm

4、路线中心线与隧道中心线衔接； 20mm

5、边坡仰坡 不大于设计

五、矿山法与新奥法的区别

- 1、**矿山法**：是以木或钢构件做为临时支撑，待隧道开挖形成后逐步将临时支撑撤换下来，而代之以整体式厚衬砌作为永久性支护的施工方法。
- 理论依据：在某些围岩中，可见到呈拱形的暂时稳定平衡，即平衡拱。
- <例窑洞>粘性土等塑性岩石等，能达到暂时平衡。
- 其特点荷载的时间效应不显著，压力增长很快，在较短时间很难趋于平衡，且易产生塌方。基于这些情况，有人对我国411座铁路隧道施工坍方资料进行统计分析，得出垂直均布荷载公式：
- 矿山法认为：围岩开挖后是松散的，会坍方，主拱圈厚度大，随一定高度的坍方土体的重量。（即承受松动荷载）

$$q = 0.45 \times 2^{s-1} \cdot r \cdot w$$

$$w = 1 + i(B - 5) \quad \text{跨度影响系数}$$

2、新奥法：以喷射砼和锚杆为主要支护手段，通过监控量测，控制围岩的变形，便于充分发挥围岩的自承能力。

理论依据：从岩体力学观点出发，进行支护设计和施工时，把坑道周围岩体和各种支坊结构作为一个完整支护体系的新的支护理论和方法。

新奥法认为：围岩是三位一体

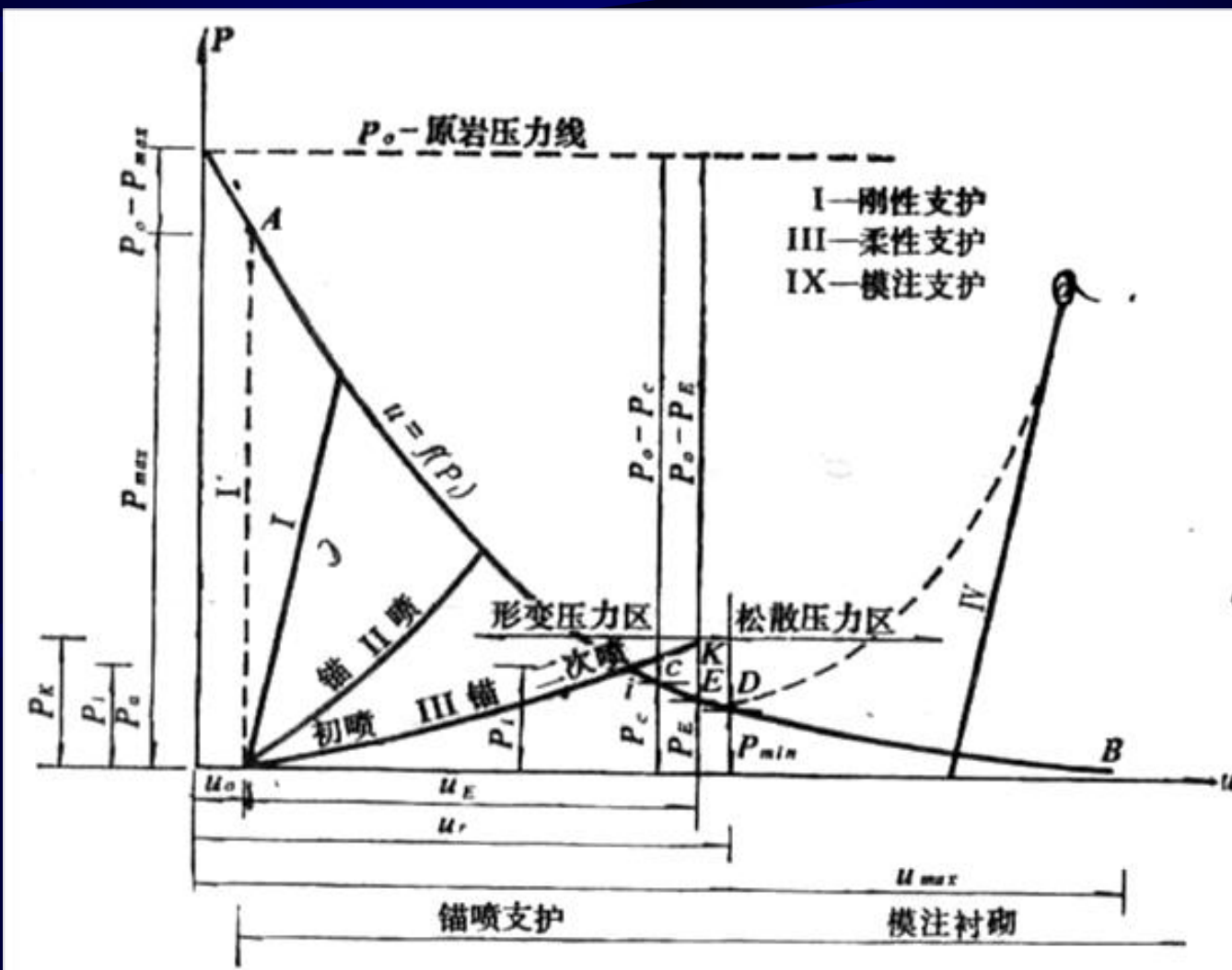
①产生荷载；②承受荷载；③承载材料

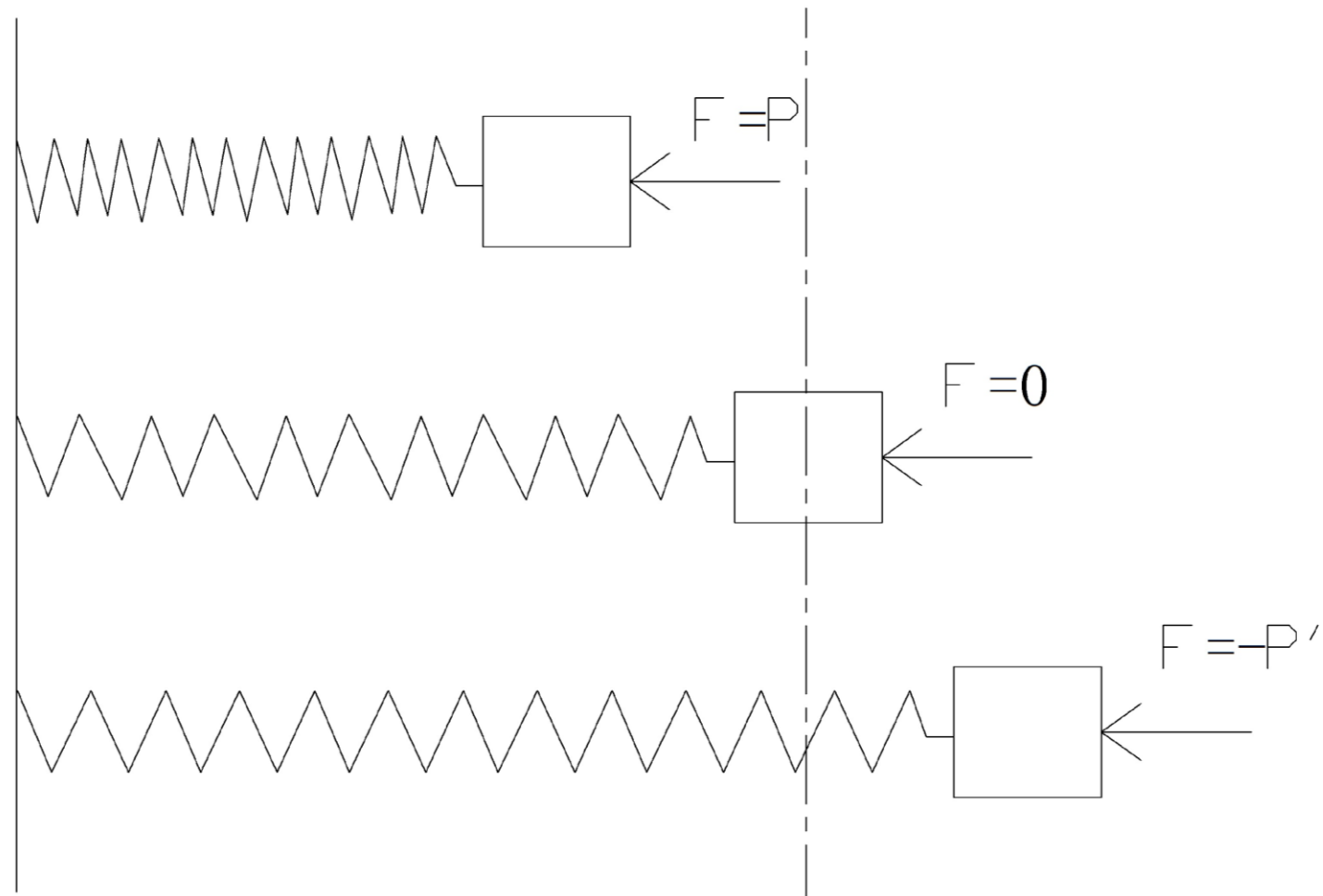
洞室开挖后，围岩经过挠动，有一定的变形，经过一定时间才会坍方，当在变形时，即支护，此时，支护只承受变形压力，而非松动压力，所以新奥法要求：

① 充分保护围岩，充分发挥其自承能力（采取控制爆破）；

② 对变形情况进行量测（即允许变形，但又控制其变形大小）用以指导施工；

③ 支护材料，应有一定的柔性（如锚杆、喷射砼、钢支撑、受力与位移线性相关）





新奥法的三大要点

光面爆破、锚喷支护、监控量测

隧道工程施工的四大理念

爱护围岩、内实外美、重视环境、动态施工

(一)爱护围岩

①不损伤或少损伤遗留围岩的固有支护能力，尽量采用机械开挖和控制爆破技术

②采用支护技术加固或预加固技术以及各种辅助施工技术增强围岩自支护能力

(二)内实外美，重内实要做到四密实：

衬砌砼密实、喷射砼密实、喷射砼与围岩密实、二衬与初期支护密实

(三)重视环境

内部环境：施工作业环境

外部环境：对周边环境的影响

(四)动态施工

隧道施工过程中地质条件是不断变化、力学状态也不断变化，因此我们采用的施工方法和技术都应当适应这种变化。



隧道工程试验检测技术二

长安大学

2005年10月25日

§ 2 超前支护与预加固围岩施工质量检测

隧道在浅埋地段、自稳性差的软弱破碎地层，严重偏压、岩溶流泥地段，砂土层、砂卵（砾）石层、断层破碎带以及大面积淋水或涌水地段施工时，由于开挖后围岩的自稳时间小于完成支护所需的时间，往往会发生开挖面围岩失稳，或由于初期支护的强度不能够满足围岩稳定的要求以及大面积淋水、涌水而导致洞体围岩丧失稳定而产生坍塌、冒顶。这时需要进行超前支护或预加固。

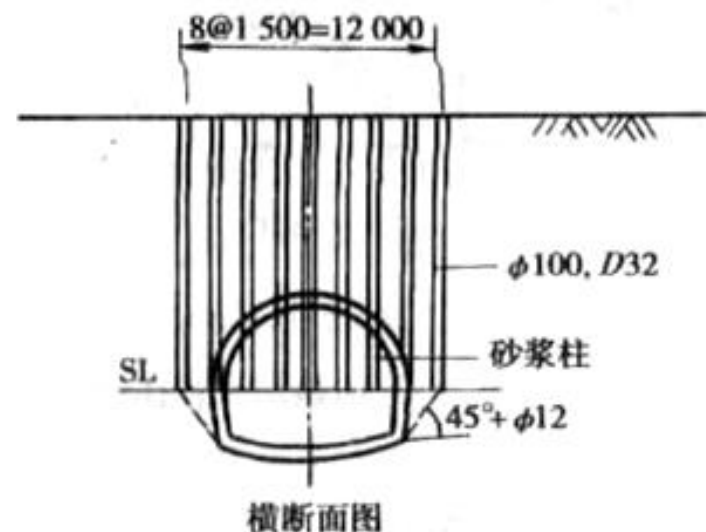
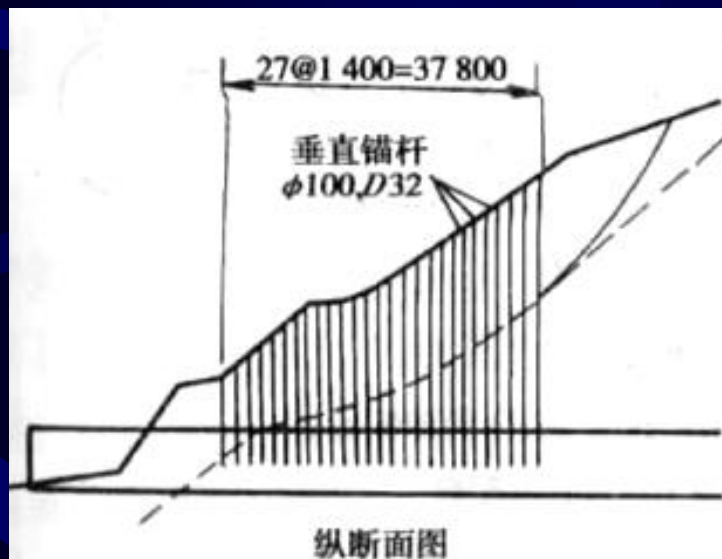
超前支护及预加固的方法有：地表砂浆锚杆或地表注浆加固；超前锚杆或超前小导管支护；管棚钢架超前支护；超前小导管注浆；超前围岩深孔预注浆。

其他方法：冻结法；水平高压旋喷法；隔断墙法。

1、地表砂浆锚杆或地表注浆加固；

适用于浅埋、洞口地段和某些偏压地段。能有效防止地表下沉、稳定隧道掌子面、处理偏压、防止坡面崩塌。

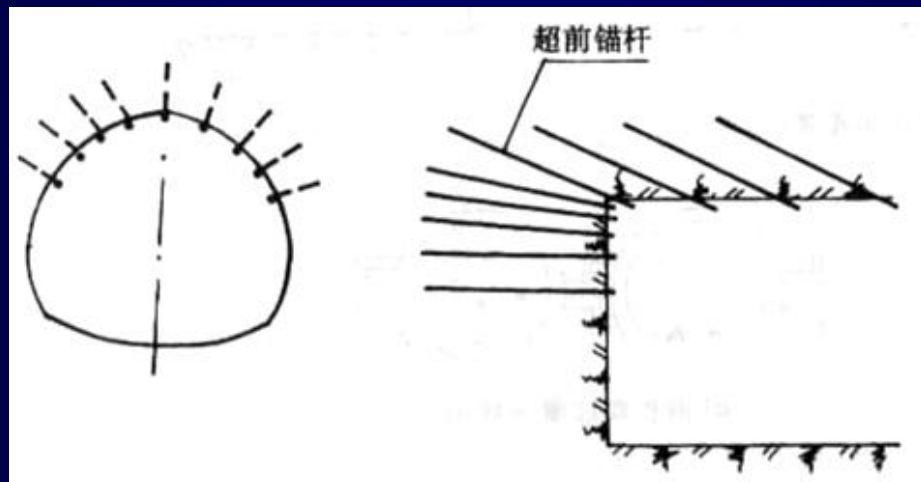
优点：对开挖作用无影响。



2、超前锚杆或超前小导管支护；

适用于浅埋松散破碎的地层内；地层应力不太大，地下水较少的软弱破碎围岩的隧道。这类超前支护的柔性较大，整体刚度较小。

优点：施工的灵活度较大。



3、管棚钢架超前支护；

适用于极破碎的地层、塌方体、岩堆等地段。管棚钢架与围岩一起形成棚架体系，产生下列效果：

(1)梁效应：因钢管是先行设置的，在掘进时，钢管在掌子面及其后方的支撑下，形成梁式结构，防止围岩崩塌和松弛。

(2)加固效应：钢管插入后，压注水泥浆，加强了钢管周边的围岩。

优点：最大限度控制变形和松弛，对地表结构物有利。

缺点：施工太麻烦、费用太高。

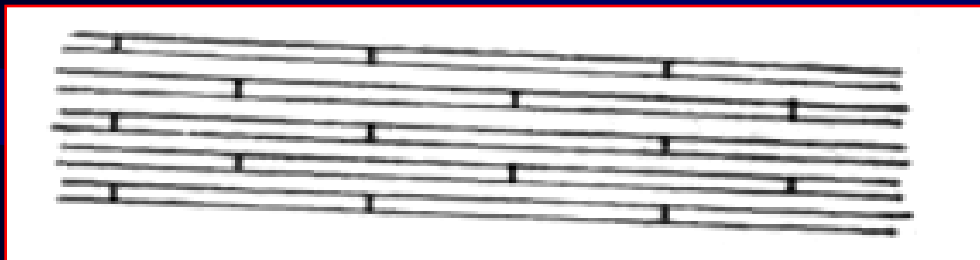


图 4-16 带接头钢管连结的构造图

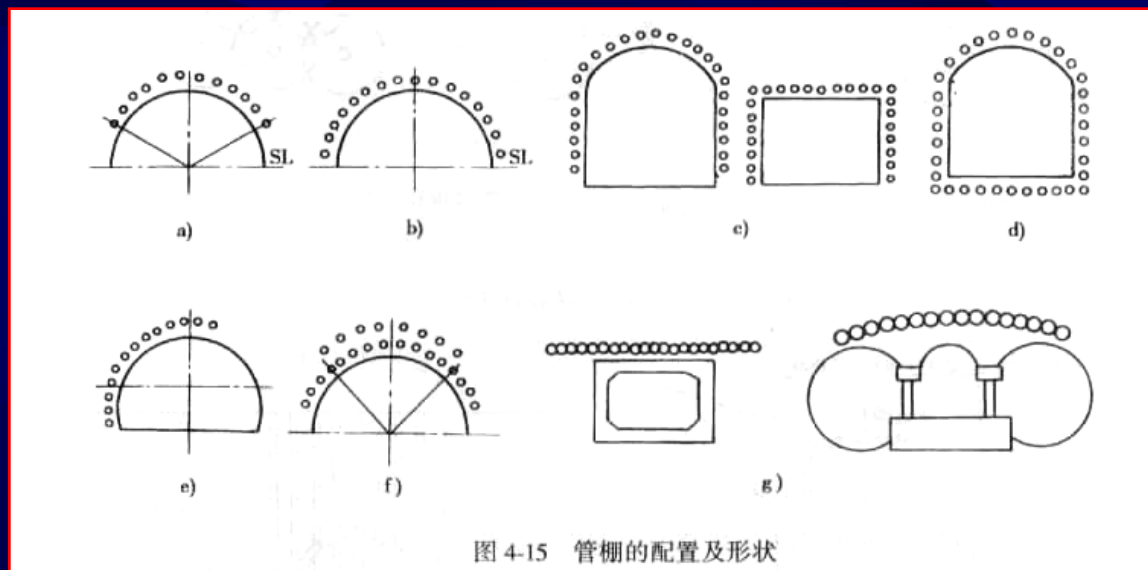
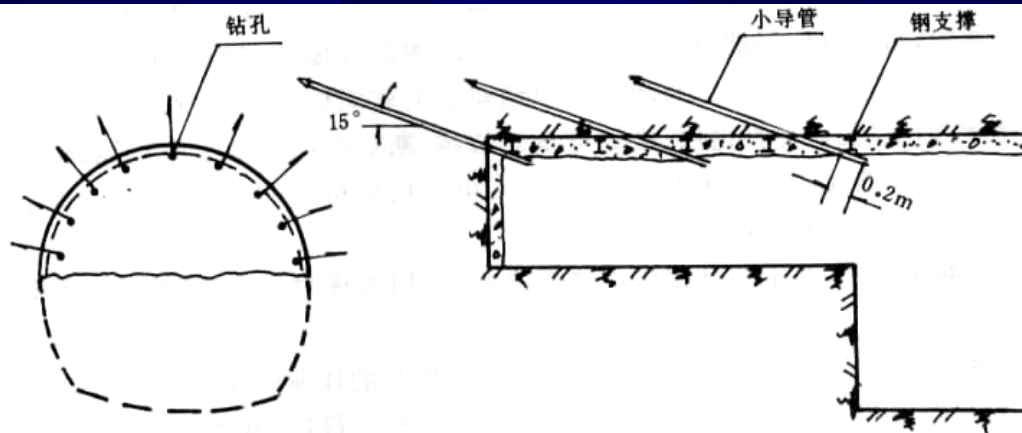


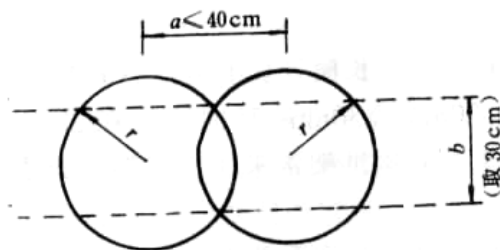
图 4-15 管棚的配置及形状

4、超前小导管注浆；

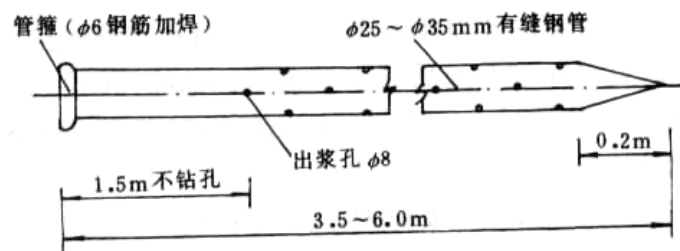
适用于自稳时间很短（12h）的砂层、砂卵（砾）石层、断层破碎带、软弱围岩浅埋地段或处理塌方等地段。



a) 超前小导管布置



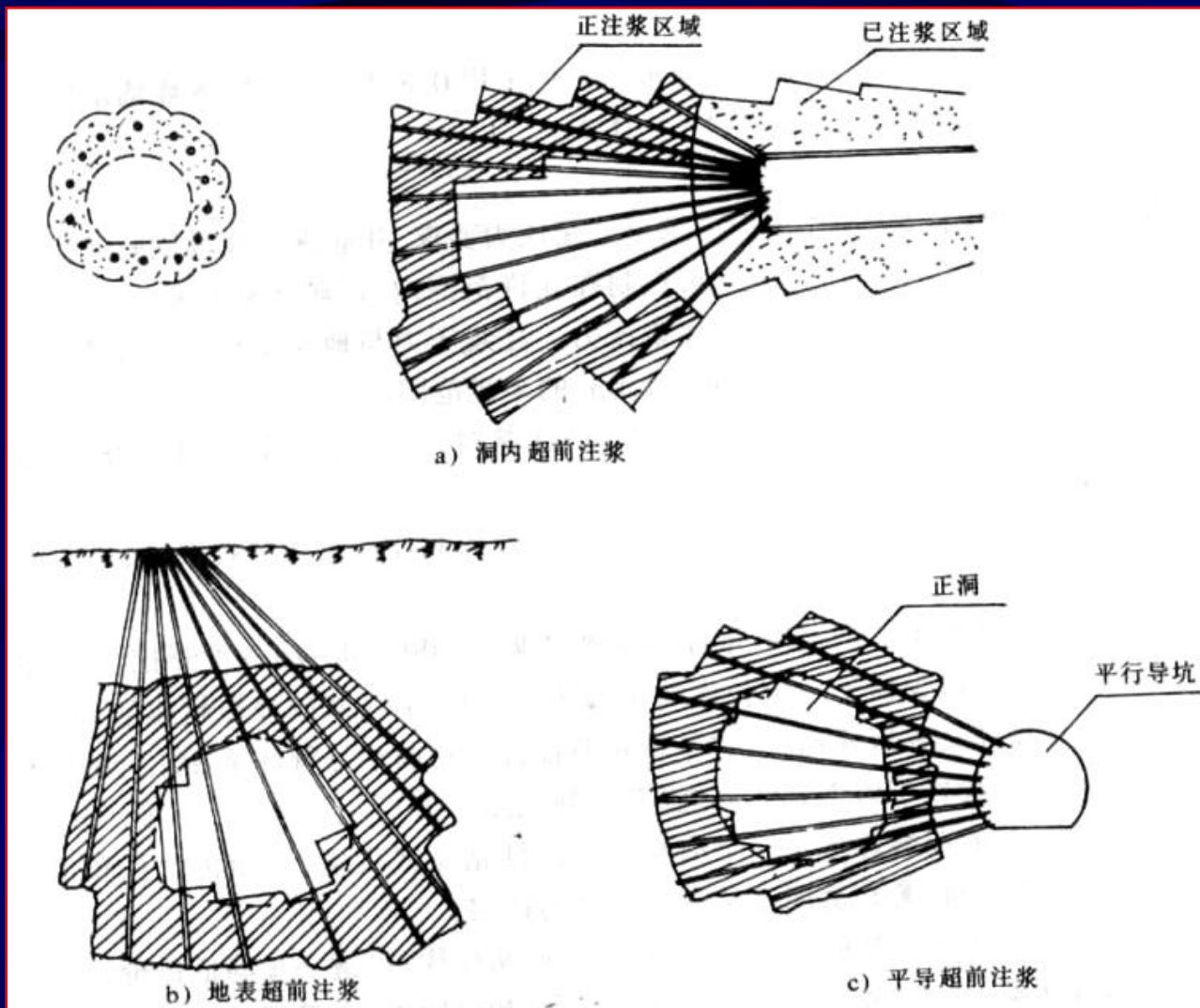
b) 注浆半径及孔距选择



c) 小导管全图

5、超前围岩深孔预注浆。

适用于极其松散、破碎、软弱地层，或大量涌水的软弱地段以及断层破碎带的隧道。多用于断面较大和不允许有过大沉陷的各类地下工程中。



注浆材料性能试验

1、理想的注浆材料应满足的要求：

- ①浆液粘度低，渗透力强，流动性好；
- ②可调节并准确控制浆液的凝固时间；
- ③浆液凝固时体积不收缩；
- ④浆液稳定性好，长期存放不变质；
- ⑤浆液无毒，无臭，不污染环境。

2、注浆材料的主要性质：

- ①粘度； ②渗透能力； ③凝胶时间； ④渗透系数； ⑤抗压强度

超前支护施工质量检测

《公路工程质量检验评定标准》—JTG F80/1—2004

一、超前锚杆

1、基本要求

- ①锚杆的材质、规格；
- ②超前锚杆与隧道轴线的外插角 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ；
- ③锚杆搭接长度不小于1m。

2、实测项目

- ①长度——不小于设计值；
- ②孔位偏差—— $\pm 50\text{mm}$ ；
- ③孔深偏差—— $\pm 50\text{mm}$ ；
- ④孔径——大于杆体直径 $+15\text{mm}$ 。

检查方法与频率：尺量：检查10%

3、外观鉴定

二、超前钢管

1、基本要求

- ①超前钢管的型号、规格、质量符合设计和规范要求；
- ②超前钢管与钢架配合使用时，应从钢架腹部穿过，尾端与钢架焊接。

2、实测项目

- ①长度——不小于设计值；
- ②孔位偏差—— $\pm 50\text{mm}$ ；
- ③孔深偏差—— $\pm 50\text{mm}$ ；
- ④孔径——大于杆体直径 $+20\text{mm}$ 。

检查方法与频率：尺量：检查10%

3、外观鉴定

三、注浆效果检查

1、分析法

2、检查孔法

3、声波监测仪

这些方法目前应用还不成熟，准确性有待进一步改进，隧道检验评定标准尚未列出注浆检验评定的方法。

隧道工程试验检测技术三

长安大学

2006年2月

§ 3 开挖质量检测

隧道开挖的基本原则：在保证围岩稳定或减少对围岩的扰动的前提下，选择恰当的开挖和掘进方式，并应尽量提高掘进速度。

隧道开挖质量检测的目的：有效控制超欠挖。

开挖是控制隧道工期和造价的关键工序。

超挖过多 → 出渣量
→ 支护量 } 增大 → 提高工程造价

欠挖过多 → 不修整 → 影响支护厚度 → 工程质量留下隐患
修整 → 费时、费力 → 影响工程进度。

一、隧道开挖质量评定的内容：

1、开挖断面的规整度

采用目测的方法进行评定

2、超欠挖的控制

采用测量断面的方法

二、超欠挖测定方法

1、直接量测开挖断面面积的方法

① 以内模为参照直接量测法；

② 使用激光束的方法：

（利用激光射线在开挖面上定出基点，并由该点实测开挖断面面积）

$$dA = \int \frac{1}{2} r^2 d\theta$$

$$S = \int dA$$

③ 使用投影机的方法：

（利用投影机将基点或隧道基本形状投影在开挖面上，然后根据此实测开挖断面面积）

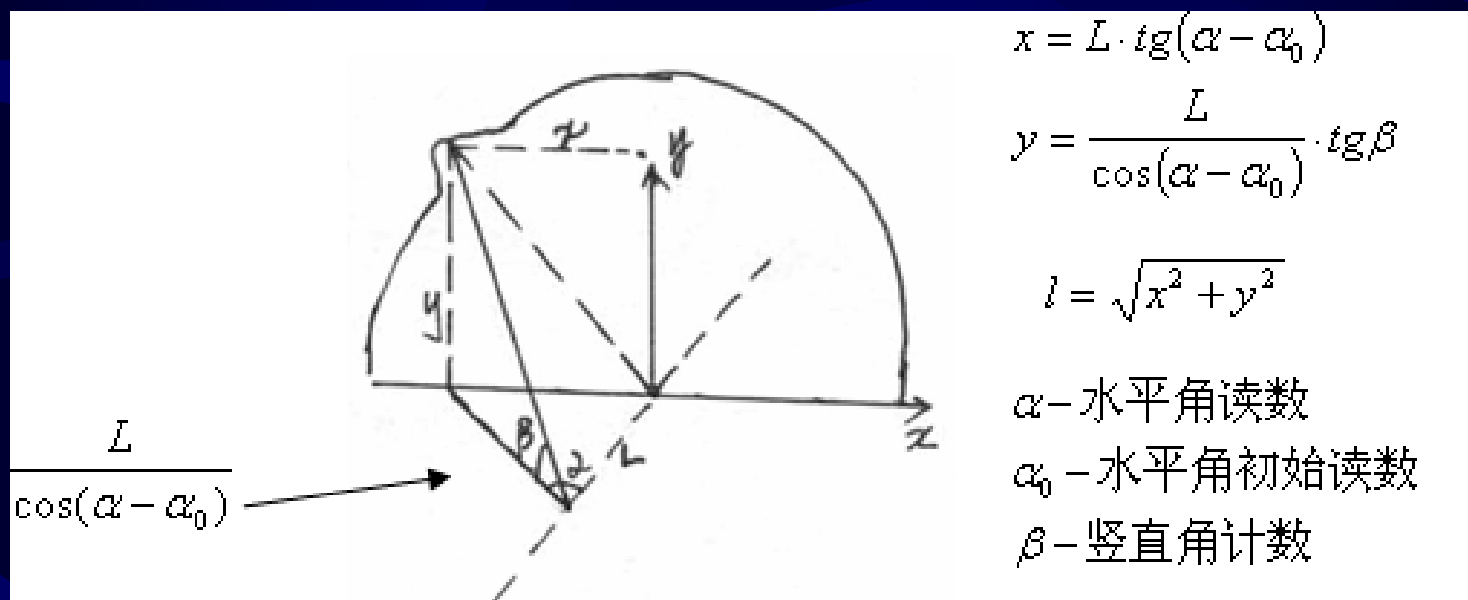
2、非接触观测法

① 三维近景摄影法

利用拍摄手段进行多角度、立体拍摄，不宜作为测量的手段。

② 直角坐标法

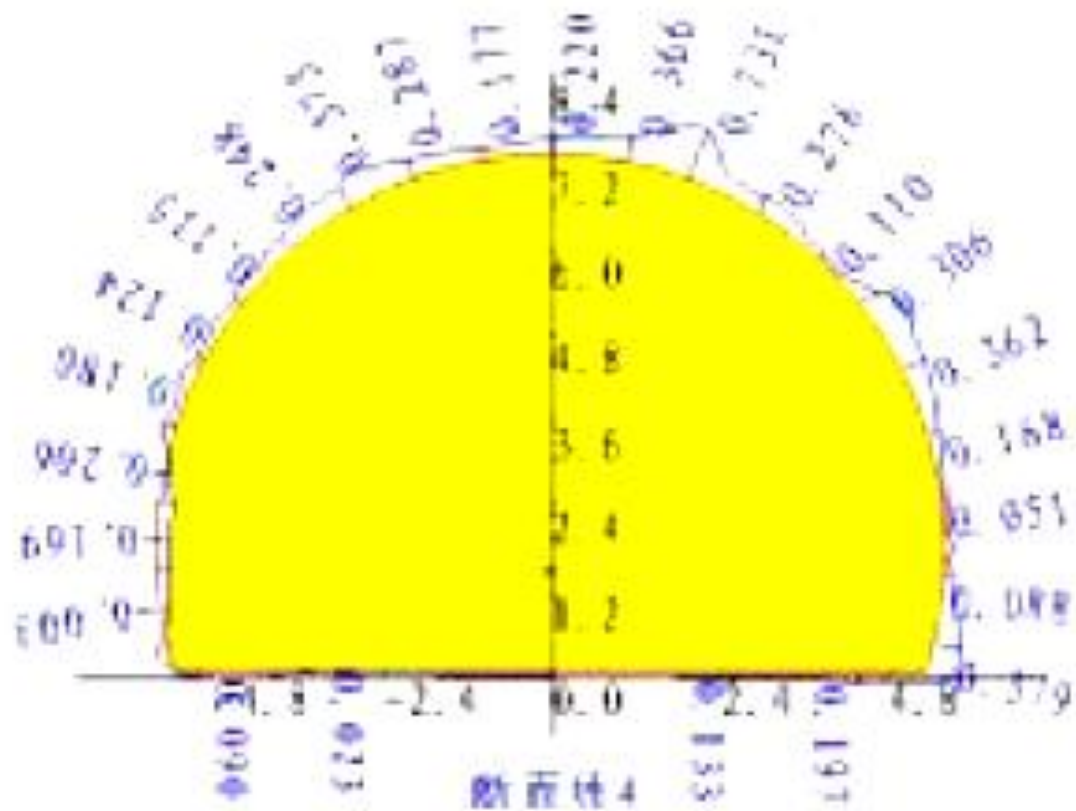
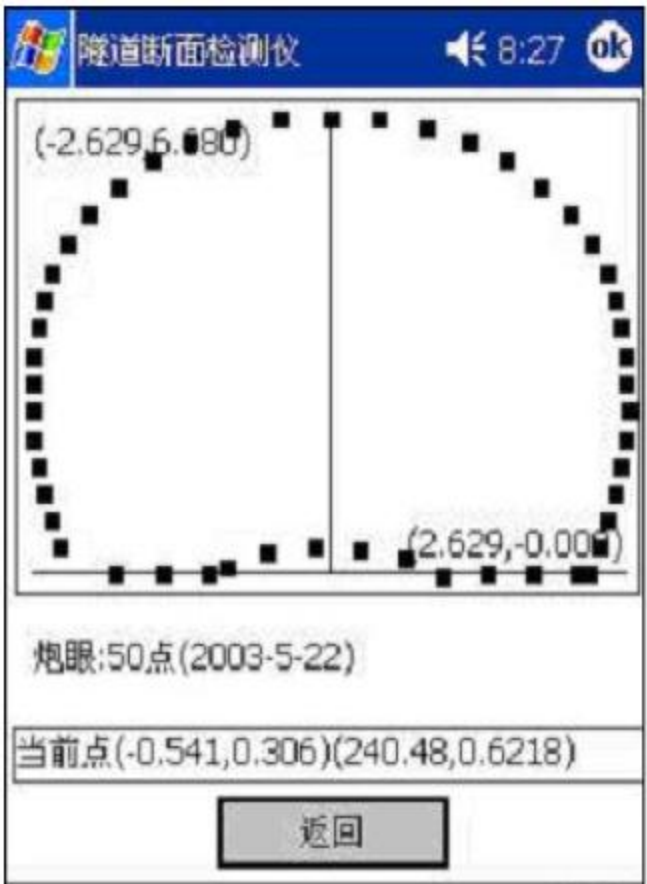
测量仪器：激光打点仪、经纬仪、水平仪、钢尺、塔尺等。

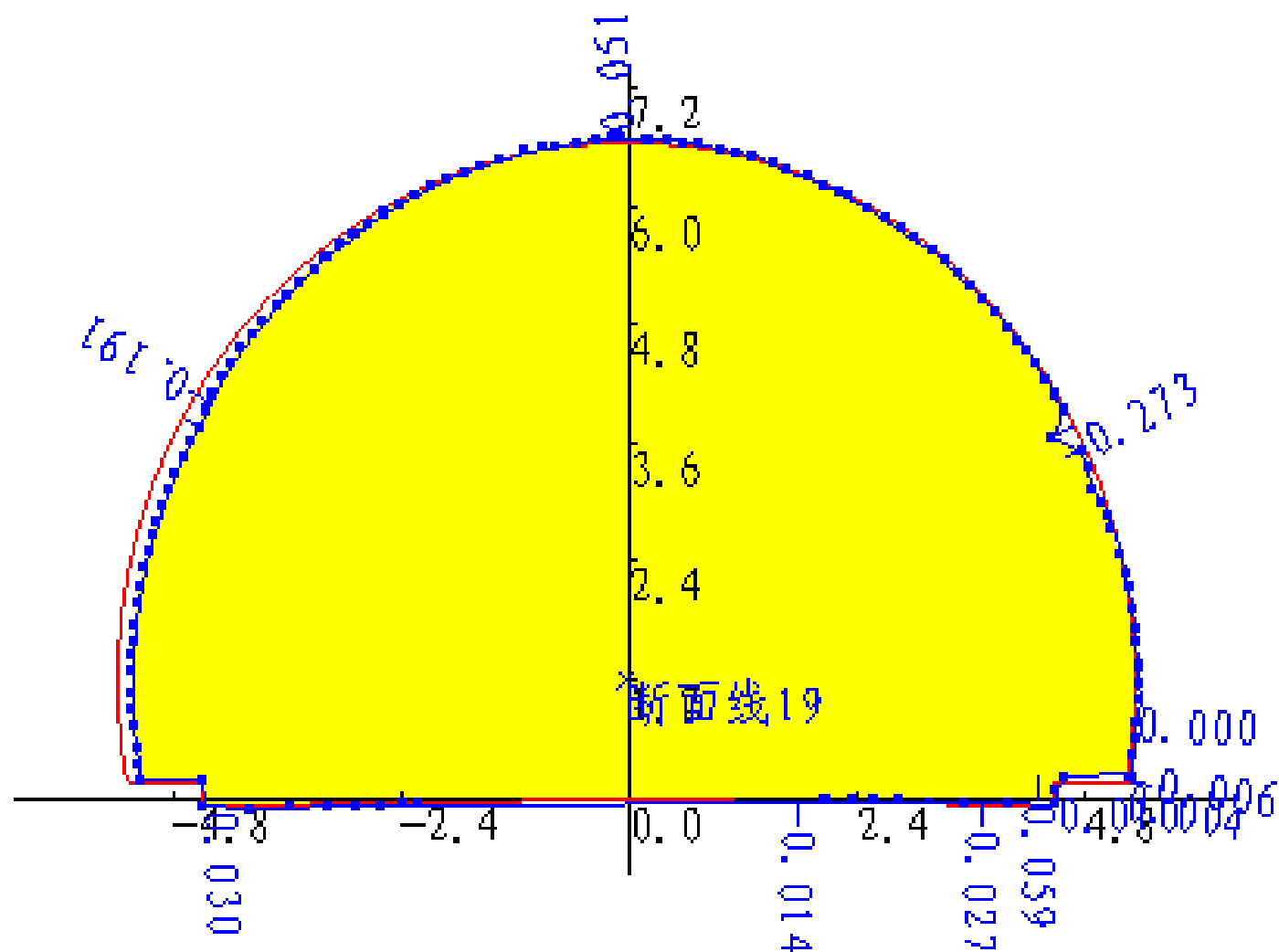


③极坐标法（断面仪法）PROFILIR4000

测量原理：极坐标法；它是以某物理方向（如水平方向）为起算方向，按一定间距（角度或距离）依次一一测定仪器旋转中心与实际开挖轮廓线的交点之间的矢径（距离及该矢径与水平方向的夹角），将这些矢径端点依次相连即可获得实际开挖的轮廓线。

测出实际开挖断面，并与理论设计断面相叠加，从而得出超挖和欠挖。





断面数据信息

标准断面面积:
58.90

测量断面面积:
57.78

超挖面积:
0.263

欠挖面积:
1.387

最大超挖差:
0.051

最大欠挖差:
0.273



a、激光断面仪的用途：

用于隧道施工过程中开挖断面检测；工程限界验收检测；隧道形变检测等场合之中；也可用于小于60米以内的建筑物距离的检测；或类似的其它条件的检测；如正在建设的公路铁路等路基土石方测算；桥梁静载测试护坡挡土墙的验收检测等工作；

可以测量前方断面；主要用于快速检测刚开挖的隧道断面；在要求精度较高的场合应以测量当前断面为主；

根据设计好的炮眼数据对炮眼位置进行指示，方便施工；也可以对隧道轮廓进行放样；

测量围岩收敛，记录围岩的收敛情况；方便检测隧道等的变形。

b、主要技术指标

检测半径1~45米；

检测时间自动检测约为5分钟一个断面(50个点)；

测距精度优于 ± 1 毫米；

测角精度优于 0.01° ；

方位角范围 $30^\circ \sim 330^\circ$ 仪器测头垂直向下为零度；

手动测头转动方位角范围 $0^\circ \sim 350^\circ$ ；

定位测量方式具有垂直向下激光定心标志测距功能；

可连续纪录断面数大于2500个断面. 每个断面选50个点。

隧道工程试验检测技术四

长安大学

2006年2月

§ 4 初期支护施工质量检测

初期支护：隧道开挖后，除围岩完全能够自承而无须支护以外，在围岩稳定能力不足时，则须加以支护才能使其进入稳定状态，称为初期支护。

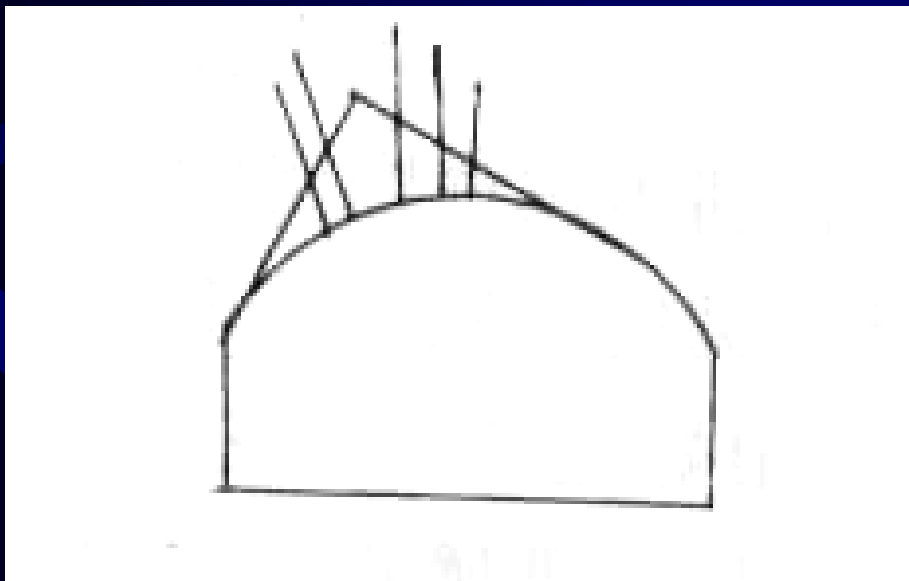
初期支护质量检测包含：锚杆、喷射混凝土、钢拱架。

一、锚杆

1、锚杆作用原理

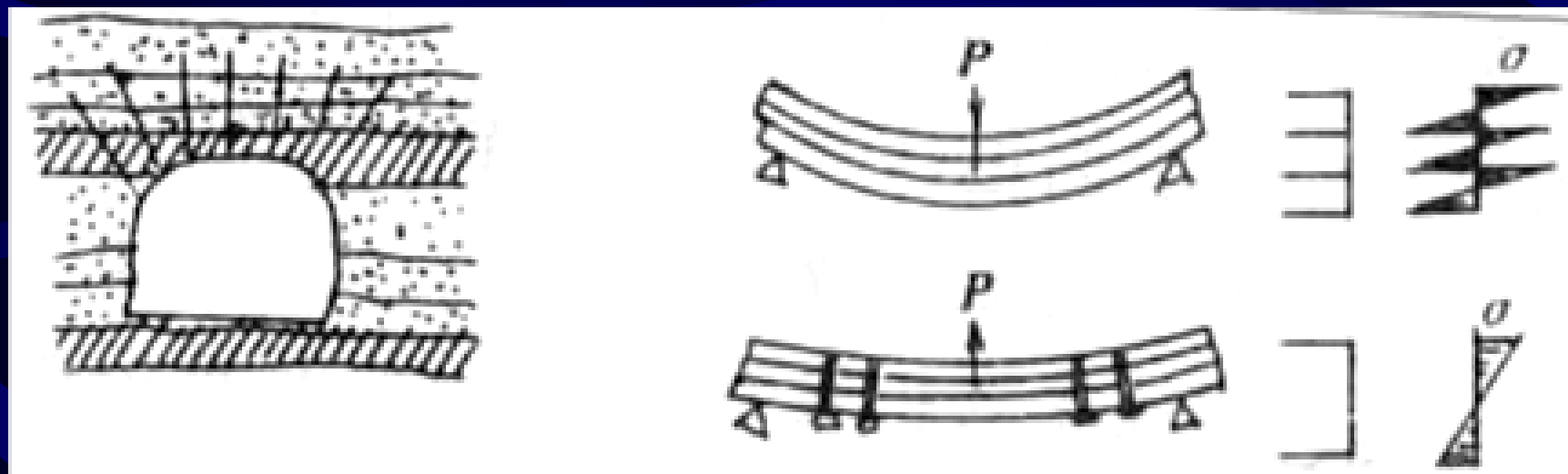
① “悬吊”作用。

所谓“悬吊”作用是指为防止个别危岩的掉落或滑落，用锚杆将其同稳定围岩联结起来，悬吊作用主要表现的加固局部失稳的岩体。



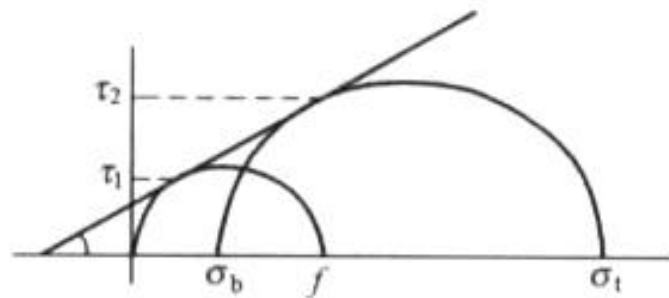
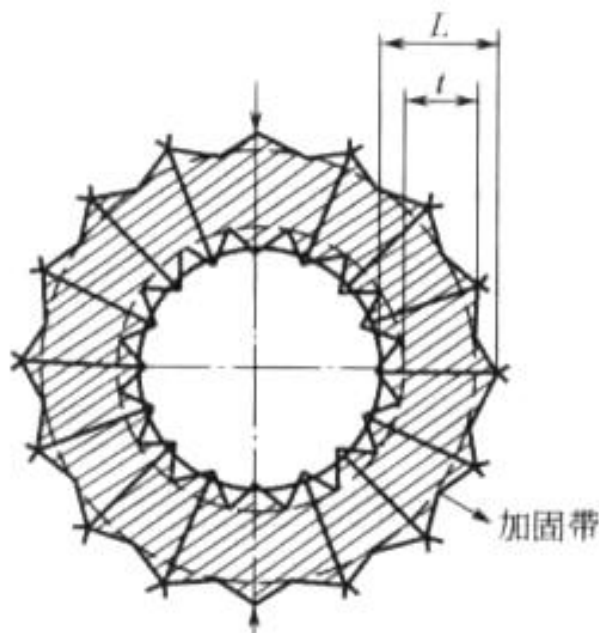
②提高层间摩阻力，形成“组合梁”；

对于水平或缓倾斜的层状围岩，用锚杆群能把数层岩层连在一起，增大层理间摩阻力，从结构力学观点看就是形成“组合梁”



③加固围岩；

由于锚杆的加固作用，使围岩中，尤其是松动区中的节理裂隙，破裂面等得以联结，因而增长了锚固区围岩的强度（即 c 、 ϕ 值）；锚杆将节理发育的岩体和松动围岩形成整体，成为隧道外围的“加固带”



2、锚杆质量检测

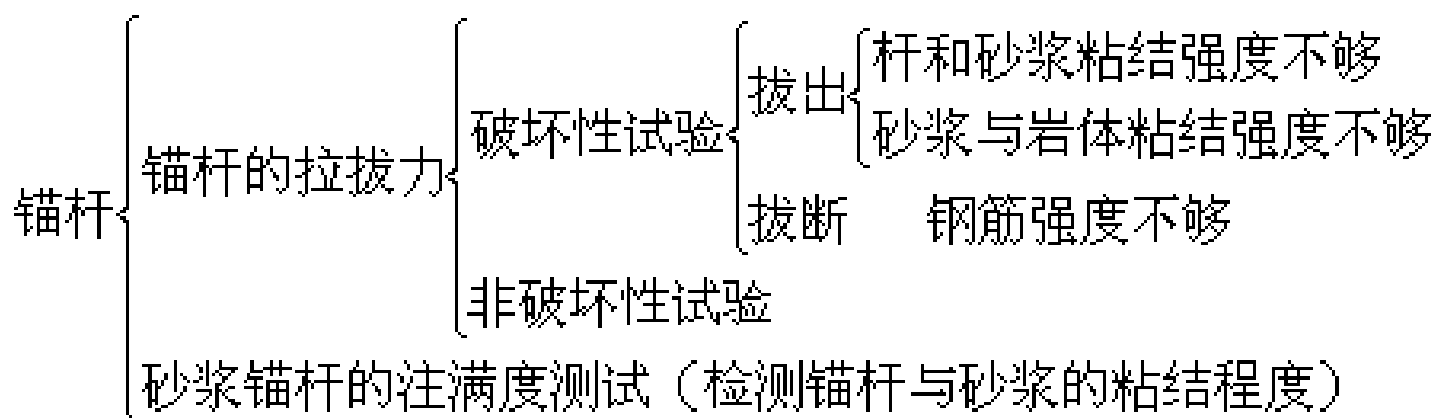
锚杆质量检测包括加工质量、安装尺寸、拉拔力试验、砂浆锚杆注满度等。

①安装尺寸检查

锚杆位置：孔位偏差 $\pm 15\text{mm}$ ；孔深偏差 $\pm 50\text{mm}$ ；孔径大小 $>15\text{mm}$ 。

②锚杆拉拔力试验（拉拔力指锚杆能承受的最大拉力）

锚杆拉力试验不是检验锚杆的安装质量，而是检验该类围岩能否用锚杆加固



(1)拉拔力设备：中空千斤顶、手动油压泵、油压表、千分表

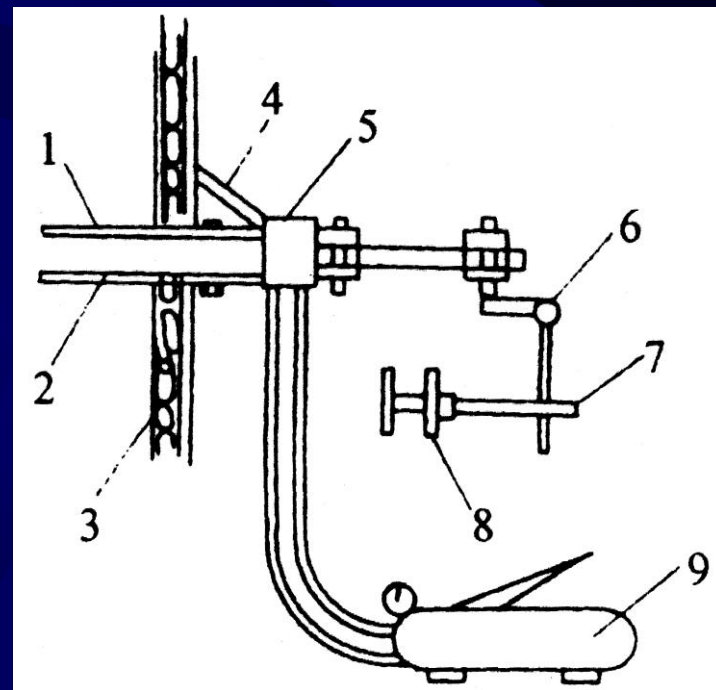
(2) 测试方法

(3)注意事项：

a、防偏心；b、匀加压（10KN/min）；c、尽量不做破坏性试验；d、安全

(4) 试验要求

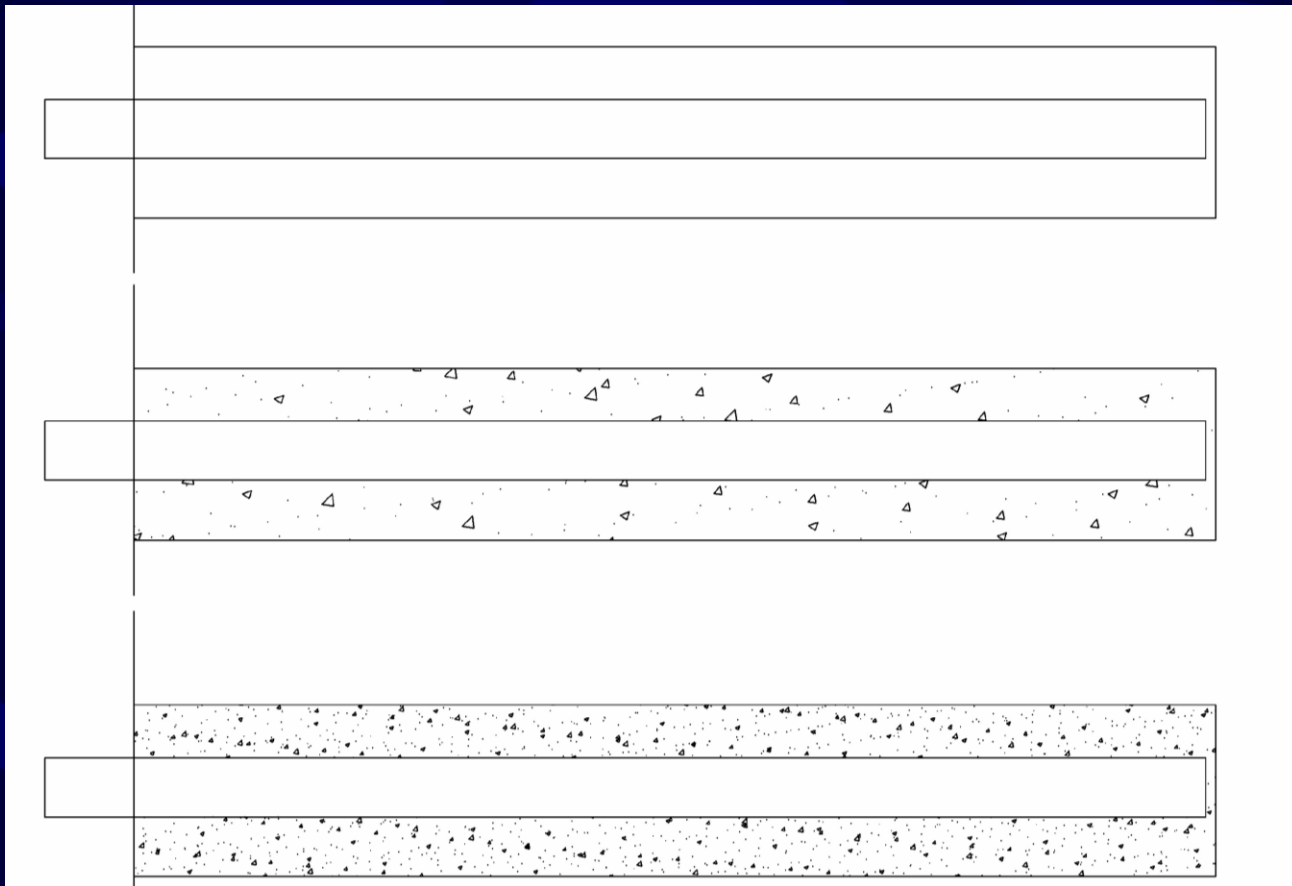
a、按锚杆数1%且不小于3根；b、 $F \geq F_{\text{设}}$ ；c、 $F_i \geq 0.9F_{\text{设}}$



③砂浆锚杆注浆饱满度检测

Turner 原理：为了检查锚杆周围的砂浆是否均匀、密实。1978年，瑞典的H. Turner提出测超声能量损耗来判定砂浆、灌注质量的好坏。

在锚杆体外端发射一个超声波脉冲，它沿杆体钢筋以管道波形式传播，到达钢筋底端反射，在杆体外端可接收此反射波。



如果钢筋外密实、饱满地由水泥砂浆握裹，砂浆又与周围岩体粘结，则超声波在传播过程中，不断从钢筋通过水泥砂浆向岩体扩散，能量损失很大，在杆体外端测得的反射波振幅很小，甚至测不到；

如果无砂浆握裹，仅是一根空杆，则超声波仅在钢筋中传播，能量损失不大，接收到的反向波振幅则较大；

如果握裹砂浆不密实，中间有空洞或缺失，则得到的反射波振幅的大小介于前二者之间。

由此，可以根据反射波振幅大小判定水泥砂浆的饱满程度。

④在什么情况下采用锚杆

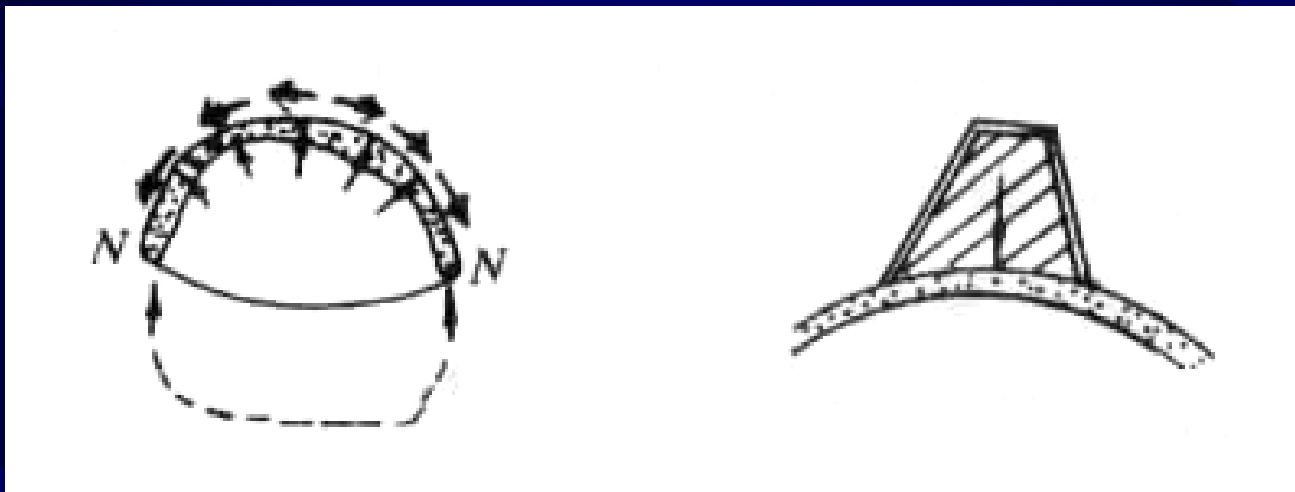
在不连续围岩中要横切不连续面时设置；
在连续性围岩中位移差较大时，可设置锚杆；
锚杆和围岩间要有适当的锚杆力。

二、喷射混凝土

1、喷射混凝土作用原理

① 支承围岩

由于喷层能与围岩密贴和粘结并给围岩表面以抗力和剪力，从而使围岩处于三向受力的有利状态，此外喷层本身的抗冲能阻止不稳块体的塌滑。

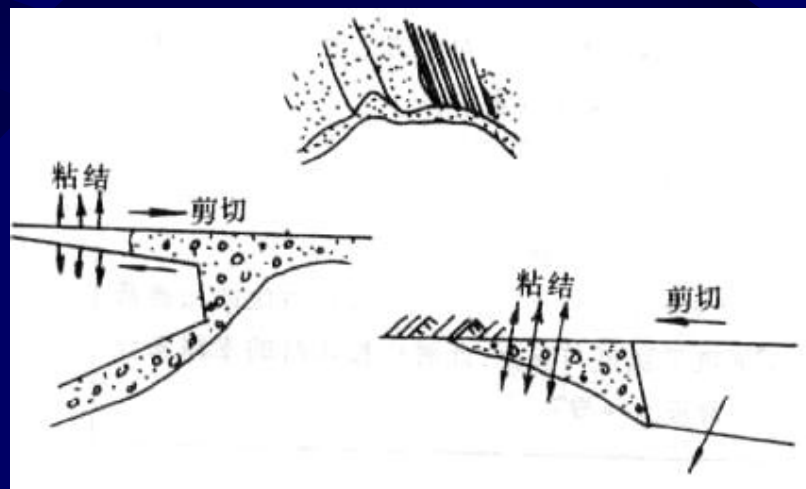
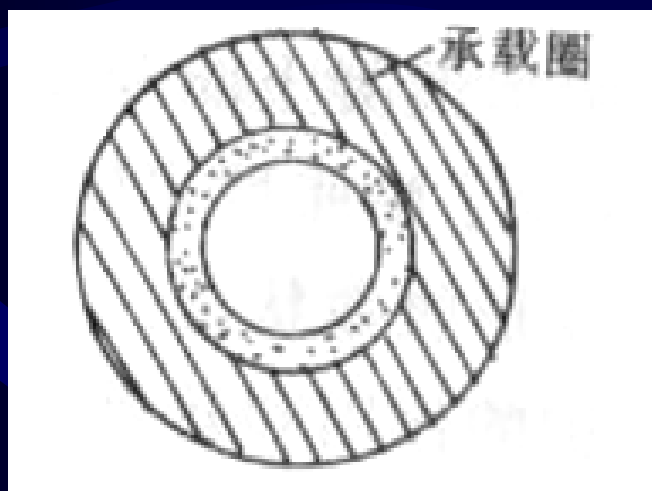


②卸载作用

由于喷层属柔性，能有控制地使围岩在不出现有害变形的前提下，进入一定程度的塑性，从而使围岩“卸载”。

③填平补强围岩

喷射混凝土可射入围岩张开的裂隙，填充有凹穴，使裂隙分割的岩块层面粘联在一起，保持岩块间的咬合、镶嵌作用，提高其间的粘结力摩阻力，有利于防止围岩松动，并避免或缓和围岩应力集中。

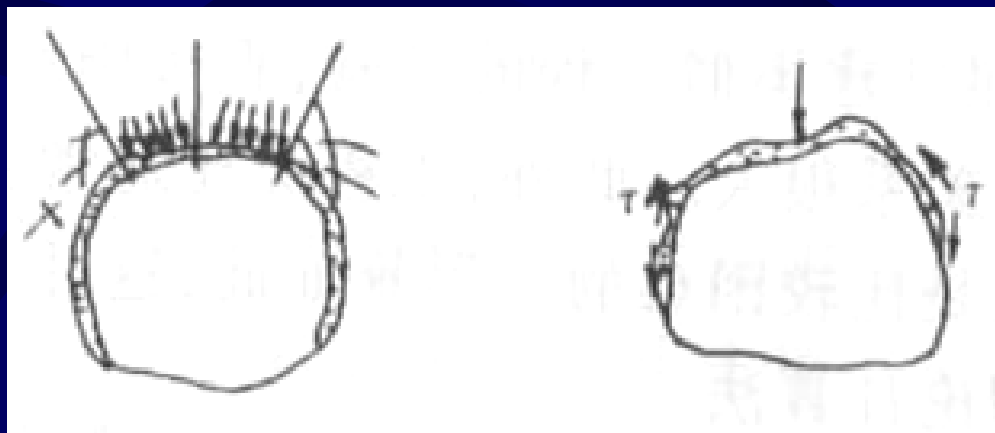
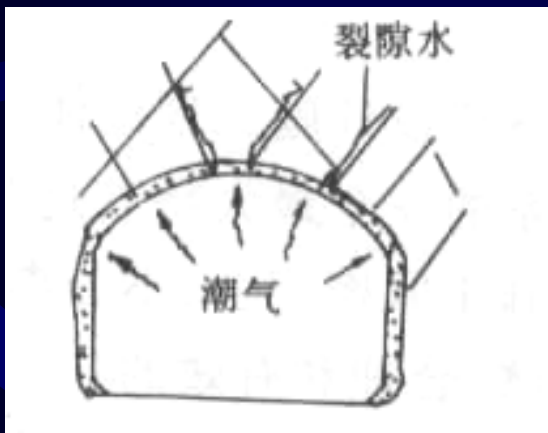


④覆盖围岩表面（封闭作用）

喷层直接粘贴表面，形成防风化和止水的防护层，并阻止节理裂隙中充填物流失。

⑤分配外力

通过喷层把外力传给锚杆、网架等，使支护结构受力均匀分担。



2、检测项目及方法

(一)检测项目

① 强度：（压、拉、剪、劳、粘）相互关联，喷射砼抗压强度是表示其物理力学性能及耐久性的一个综合指标。故一般只检测抗压强度及粘结强度。

② 厚度：（100mm~300mm）之间

③ 粉尘、回弹检查

(二)强度及厚度的检测方法

(1)抗压强度试验方法

- ① 喷大板切割法 ——简单不准确
- ② 凿方切割法 ——可靠太麻烦

(2)喷射砼与围岩粘性强度试验

试块制作方法：① 成型试验法；用劈裂法进行试验
② 直接拉拔法。

(3)厚度

- ① 凿孔：喷射8h以内，用短杆将孔凿出，厚度不足时可及时补喷。
- ② 激光断面仪
- ③ 地质雷达

（三）质量评判：

10组以下

试件抗压强度的平均值 $R_n \geq 1.05R_{\text{设计值}}$

$R_{\min} \geq 0.9R_{\text{设计值}}$

10组以上

试件抗压强度的平均值 $R_n \geq 1.0R_{\text{设计值}}$

$R_{\min} \geq 0.85R_{\text{设计值}}$

拉拔试验及锚固材的管理基准

表 7-21

		日本土木学会(1996 年)	日本道路公团(1998)	日本铁道公团(1996 年)
拉拔试验	试验频率	<ul style="list-style-type: none"> ·开挖初期阶段每 20m, 而后每 50m 实施; ·1 断面取 3 根(拱顶、拱部、边墙各 1 根) 	<ul style="list-style-type: none"> ·施工开始前一次 3 根; ·品质改变时一次 3 根; ·施工中, 每 20m 一次 3 根 	<ul style="list-style-type: none"> ·开挖一次阶段(从开挖开始到 200m)每 20m, 而后每 50m 实施; ·1 断面取 3 根(拱顶、拱部、边墙各 1 根), 每 20m 一次
	规定值评价方法	根据事前试验设定的拉拔承载力, 达到 80% 为合格	施工后 3d, 达到 95kN (锚杆屈服承载力 110kN)、150kN (锚杆屈服承载力 170kN)	<ul style="list-style-type: none"> ·根据事前试验设定的拉拔承载力, 达到 80% 为合格; ·拉拔承载力, 按锚固材龄期(3、6、12、24、72h)进行拉拔试验, 决定判定基准

三、钢支撑

1、钢支撑的型式

钢格栅 { 矩形断面格栅
三角形断面格栅 } 与型钢比有一定柔性

型钢支撑 { H 型钢
 I 字钢
 U 型钢 }

钢管支撑·钢管内荐注砼 d 在10cm左右

围岩类别	I	II	III	IV	V	VI
围岩级别	VI	V	IV	III	II	I
	型钢支撑			← 格栅支撑		

支撑 型式	优点	缺点
钢支撑	<p>1架立后能立即承载，充分发挥其力学作用；</p> <p>2加工比较容易，但需较大的加工设备；</p> <p>3安装及构件连接比较简洁、方便</p>	<p>1背后的混凝土不易填充密实，留有空隙；</p> <p>2质量大，架设安装困难；</p> <p>3钢支撑的变形与混凝土变形不协调，混凝土易开裂</p>
钢格栅	<p>1喷射混凝土完全包裹格栅，整体性好，背后不易留下空隙；</p> <p>2加工比较容易，且不需要大型加工设备；</p> <p>3质量小，易于安装</p>	<p>1格栅必须与混凝土配合才能充分发挥其力学作用；</p> <p>2架立后不能立即承载，初期作用小；</p> <p>3在围岩变形大的场合，不能有效地控制围岩的变形</p>

2、钢支撑的检测

- (1)加工质量检测：①尺寸；
②强度、刚度；
③焊接；
- (2)安装质量检测：①安装尺寸；
②倾斜度；
③连接与固定；

3、钢支撑与锚喷支护的区别

区别在于作用机理不同

钢支撑是依靠“被动支撑”来维护围岩稳定

锚喷支护则依赖“主动加固”来保持围岩稳定

传统的支护方式

现代的支护方式

锚喷支护中锚杆和喷射混凝土两者是相互依存的关系，在某些情况下可能是以其中的一种为主，另一种为辅；在大多数情况下两者应并重。而我们在施工过程中往往会出现“重喷轻锚”的不正确观点，在某些情况下（如大跨度洞室，层状顶板或软弱围岩等情况），锚杆起着主要作用。若不加锚杆光靠喷层往往难以解决问题，在这种情况下，设计上应“以锚为主，锚喷结合”。在实际的施工过程中，经常会出现“长锚短打”、“厚喷减薄”的情况，因此应加强施工期间锚喷支护的质量检测。

四、初期支护及二衬背后的检测

1、检测方法：地质雷达法

2、检测内容：①支护、衬砌厚度

②背部回填的密实度

③背后的空洞

④内部的钢架、钢筋分布

3、地质雷达检测原理：地质雷达探测是根据电磁波在不同电性介质里传播时其波形特征发生改变，进而推测介质分布情况。介质的电性特征是指介质的介电常数，电导率和衰减系数。

4、现场测线布置

现场测线一般以纵向为主，环向为辅，纵向测线有3测线、5测线、7测线等。环向测线一般以点测为主。

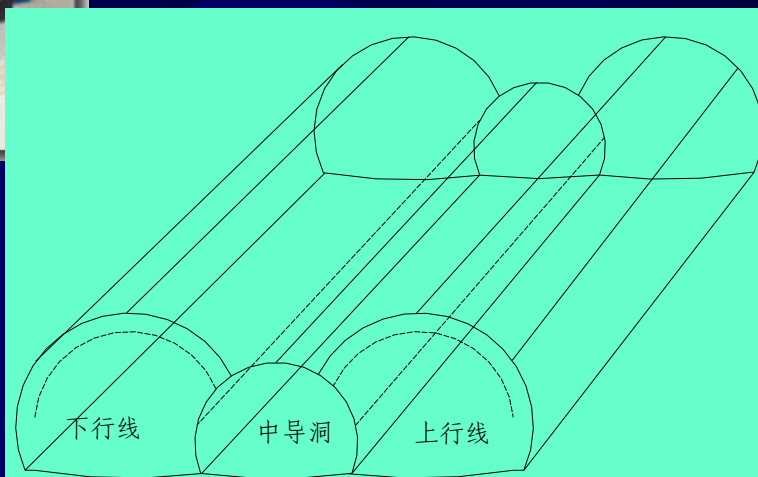
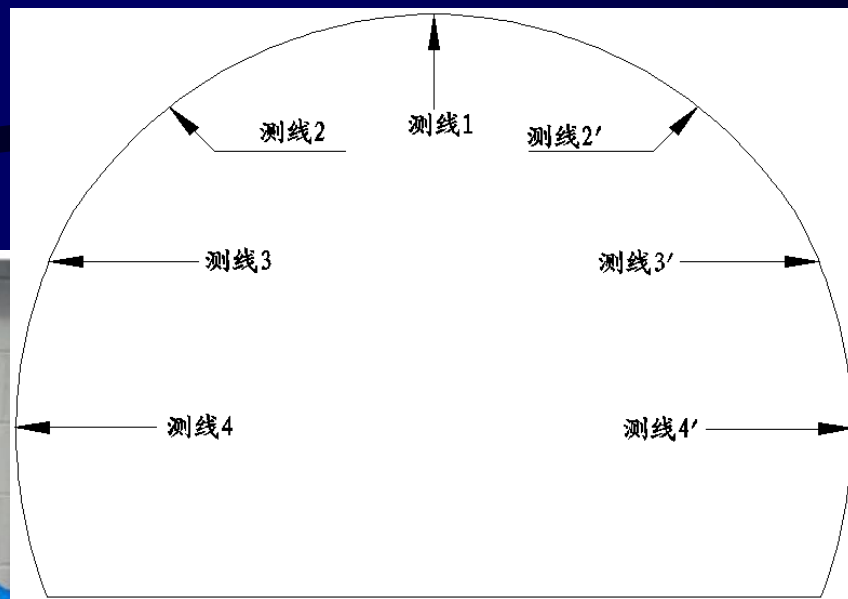


图1 雷达测线布置示意图

----- 雷达测线

Data Collection Parameters

Configuration

Config Type

1

CUSTOM

Config Name

2

CUSTOM

of channels

1

3

Chan 1

samp/scan

512

4

Transmit Rate

9

scans/sec

100

5

100KHZ

DielConstant

5

6

Transmitter

1

10

scans/ ft

12

7

Receiver

1

11

ft /mark

3

8

OK

Cancel

Apply

Help

SIRv

12

13



DC

T1/R1

T2/R2

Chan 1

T1

R1

14