

# 监控量测

## 一、现场监控量测的意义

现场监控量测是监视围岩稳定，检验设计与施工是否合理及安全的重要手段，是新奥法施工的重要组成部分。把量测信息及时反馈到设计和施工中去，对初期支护，二次衬砌的施工方法做出修正，可以达到安全、快速的施工目的。监控量测也是施工管理中的一个重要环节，是施工安全和质量的保障。

## 二、量测的内容与方法

隧道施工中的监控量测，按设计要求和规范规定及图纸要求，确定必测项目和选测项目。必测项目为：洞内（外）观察、周边位移量测、拱顶下沉量、锚杆抗拔力等。其他为选测项目。

1. 洞内（外）观察：观察工作面状态、围岩变形、围岩风化变质情况、节理裂隙、断层分布和形态、地下水情况以及喷射混凝土的效果。洞内外观察包括对洞口地表情况、地表沉陷、边坡及仰坡的稳定以及地表水渗透等的观察。

2. 周边位移量测：量测坑道断面的收敛情况，包括量测拱顶下沉、净空水平收敛，以及底板鼓起。

拱顶下沉和水平收敛量测断面的间距为：Ⅰ类及以上围岩不大于 40m；Ⅱ类围岩不大于 25m；Ⅲ类围岩应小于 20m。围岩变化处应适当加密，在各类围岩的起始地段增设拱顶下沉测点 1~2 个，水平收敛 1~2 对。当发生较大涌水时，Ⅱ、Ⅲ类围岩量测断面的间距缩小至 5~10m。

各测点在避免爆破作业破坏测点的前提下，尽可能靠近工作面埋设，一般为 0.5 ~ 2m，并在下一次爆破循环前获得初始读数。初读数在开挖后 12h 内读取，最迟不得超过 24h，而且在下一循环开挖前，必须完成初期变形值的读数。

净空水平收敛测线的布置根据施工方法、地质条件、量测断面所在位置、隧道埋置深度等条件确定。在地质条件良好，采用全断面开挖方式时，设一条水平测线；当采用台阶开挖方式时，在拱腰和边墙部位各设一条水平测线。

拱顶下沉量测与净空水平收敛量测在同一量测断面内进行，采用水准仪测定下沉量。当地质条件复杂，下沉量大或偏压明显时，除量测拱顶下沉外，增加量测拱腰下沉及基底隆起量。

拱顶下沉量测与净空水平收敛量测用相同的量测频率，从下表中根据变形速度和距开挖工作面距离选择较高的一个量测频率。

量测频率

变形速度 ( mm/d )	量测断面距开挖工作面的 距离	量测频率
> 60	( 0 ~ 1 ) B	1 ~ 2 次/d
10 ~ 5	( 1 ~ 2 ) B	1 次/d
5 ~ 1	( 2 ~ 5 ) B	1 次/2d
< 1	> 5B	1 次/周

注：B 表示隧道开挖宽度。

### 3. 地表下沉量测

根据图纸要求或监理工程师指示在施工过程中可能产生地表塌陷之处设置观测点，地表下沉观测点按普通水准基点埋设。并在预计破裂面以外 3 ~ 4 倍洞径处设水准基点，作为各观测点高程测量的基准，从而计算出各测点的下沉量。地表下沉桩的布置宽度根据围岩类别、隧道埋深和隧道开挖宽度而定，地表下沉量测断面的间距按下表采用。

地表下沉量测断面的间距

埋置深度 H	地表下沉量测断面的间距 ( m )
$H > 2B$	20 ~ 50
$B < H < 2B$	10 ~ 20
$H < B$	10

注：i. 无地表建筑物时取表内上限值；

ii. B 表示隧道开挖宽度。

量测频率：地表下沉量测频率和拱顶下沉及净空水平收敛的量测频率相同。

地表下沉量测在开挖工作面前方  $H+h$  (隧道理置深度+隧道高度) 处开始，直到衬砌结构封闭、下沉基本停止时为止。Ⅲ类及Ⅲ类以上围岩，覆盖层厚度大于 40 米者，根据实际情况酌减量测频率。

4. 围岩松弛范围量测：采用弹性波法或位移法。

5. 当围岩条件差、变形过大或初期支护破损变形较大时，进行支护结构内的应力及接触应力量测。

6. 各项量测作业均持续到变形基本稳定后 1 ~ 3 周 , 停止量测作业前经监理工程师批准。

### 三、数据处理和应用

1. 及时对现场量测数据绘制时态曲线 ( 或散点图 ) 和空间关系曲线。

2. 当位移—时间曲线趋于平缓时 , 进行数据处理或回归分析 , 以推算最终位移和掌握位移变化规律。

3. 当位移—时间曲线出现反弯点时 , 则表明围岩和支护已呈不稳定状态 , 此时应密切监视围岩动态 , 并加强支护 , 必要时暂停开挖。

4. 隧道周壁任意点的实测相对位移值或用回归分析推算的总相对位移值均应小于下表所列数值。当位移速率无明显下降 , 而此时实测位移值已接近表列数值 , 或者喷层表面出现明显裂缝时 , 立即采取补强措施 , 并调整原支护设计参数或开挖方法。

隧道周边允许相对位移值 ( % )

围岩类别	覆盖层厚度 ( m )		
	< 50	50 ~ 300	300 ~ 500
	0.1 ~ 0.3	0.2 ~ 0.5	0.4 ~ 1.2
	0.15 ~ 0.5	0.4 ~ 1.2	0.8 ~ 2.0
	0.2 ~ 0.8	0.6 ~ 1.6	1.0 ~ 3.0

注 : 相对位移值系指实测位移与两测点间距离之比 , 或拱顶位移实测值与隧道宽度之比 ;

脆性围岩取表中较小值 , 塑性围岩取表中较大值 ;

I、V、VI 类围岩可按工程类比初步选定允许值范围；

本表所列数值可在施工中通过实测和资料积累作适当修正。

5. 埋设量测元件情况和量测资料，整理清楚报监理工程师核查，并作为竣工交验资料的一部分。

6. 根据量测结果进行综合判断，确定变形管理等级，据以指导施工。变形管理等级见下表：

变形管理等级

管理等级	变形值	施工状态
	$U_0 < U_n/3$	可正常施工
	$(U_n/3) \leq U_0 \leq (2U_n/3)$	应加强支护
	$U_0 > (2U_n/3)$	应采取特殊措施

注： $U_0$ ：实测变形值       $U_n$ ：允许变形值