

## 设计说明

### 一、适用条件

本图为锚索十字板加固设计图。

### 二、设计内容

1. 结构组成：坡面设预制或现浇钢筋混凝土十字板等，其上设置锚索。
2. 坡面锚索间距为3.0m，正方形布置，配合十字板使用，**锚索采用高强度、低松弛 $\phi$ 15.2mm钢绞线制作，钢绞线强度为1860MPa**，锚索与水平面的夹角一般为 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。锚索长度、与水平面的夹角、锚索设计锚固力应根据检算确定，详见具体工点设计图。
3. 无侵蚀性环境下，锚索注浆材料一般选用强度不低于M35水泥砂浆，地下或地表水有侵蚀性时，根据环境作用等级注浆材料掺加粉煤灰或选用相应的抗侵蚀性水泥。注浆压力不小于0.6~0.8MPa。

### 三、主要施工要求

1. 施工顺序  
清除浮土和松动岩石并平整坡面→确定孔位→钻机就位→调整角度→钻孔→清孔→安装锚索（预应力钢绞线）→安装十字板→施工外锚结构→按顺序张拉钢绞线→张拉锁定封锚。
2. 侵蚀性复测  
施工前对段内地表水、地下水及施工用水水质进行取样复测。若地表水、地下水复测结果与设计不相符时，应及时通知有关单位进行再次复测。不得使用有侵蚀性水作为施工用水。
3. 锚索试验
  - 3.1 锚索基本试验
    - 3.1.1 锚索施工前应于本段选择有代表性、与锚索锚固段地层相同、环境类似的地层进行基本试验，严禁在实际锚固工程部位进行该项试验。试验孔数为总工作锚索的3%且不少于3孔，以验证锚索可能承受的最大张力、锚固工程的安全及所采用的参数是否正确，进一步确定施工工艺及参数。**基本试验技术应满足《铁路路基支挡结构设计规范》（TB10025-2019）中的附录J的要求。**
  - 3.2 锚索验收试验  
在第一批边坡锚索施工时，应选择有代表性的工作锚索，孔数为总工作锚索的5%且不少于5孔进行验收试验（非破坏性试验），以验证设计的合理性和安全性，同时检查和控制施工质量。**验收试验技术应满足《铁路路基支挡结构设计规范》（TB10025-2019）中的附录J的要求。**
  - 3.3 张拉时不得碰撞千斤顶，试验区域内应按相关规范要求设置安全警戒区域，避免在张拉试验过程中对人员和设备产生安全隐患。
  - 3.4 锚索施工完成后应进行预应力监测，监测周期应至工程交验完成，且不应小于2年，监测数量不宜小于锚索总数的5%，且每处不应少于3根。
4. 锚索构造
  - 4.1 锚索结构由外锚结构、自由端和锚固段组成，其结构设计详见“预应力锚索结构细部示意图”。
  - 4.2 锚索锚固段防护  
处于非腐蚀环境中，水泥砂浆与自由段保护管的搭接长度不小于300mm。处于腐蚀环境中的锚索采用 I 级防护构造，详见“锚索 I 级防护构造图”。锚固段应采用全长波型管防护，且与自由段搭接长度不小于200mm。锚固段水泥砂浆保护层厚度不小于25mm。
  - 4.3 锚索自由段防护  
锚索的自由段应采用 I 级防护构造，护管采用 $\phi$ 22mm聚乙烯塑料护管，管内应充满防腐油脂，并采取专门措施将防腐油脂滞留于护管内。护管应延伸至过渡管内至少100mm。详见“预应力锚索结构细部示意图”、“锚索 I 级防护构造图”。锚索的防腐材料采用专用防腐油脂，并满足《无粘结预应力筋用防腐润滑脂》（JG/T 430-2014）的技术要求。
5. 锚索钻孔、注浆施工
  - 5.1 钻孔应采用干钻，特别是在土层或风化岩层中钻孔时，严禁采用水钻，以防坍孔、缩孔。同时钻孔时应注意观察和记录锚孔（尤其是锚索锚固段）岩性，若与设计图出入较大时，应及时通知相关单位进行处理。
  - 5.2 锚索孔位应按设计要求准确放置于坡面上，孔位允许偏差 $\pm 50\text{mm}$ ；深度允许偏差 $0\sim +100\text{mm}$ ；孔径允许偏差 $0\sim +10\text{mm}$ ；倾角允许偏差 $1\%$ ；锚索长度允许偏差 $-30\sim 100\text{mm}$ 。
  - 5.3 拌合水的水质应符合《混凝土用水标准》（JGJ 63-2006），拌合水中酸、有机物和盐类等对水泥浆体和杆体有害物质的含量不得超标，不得影响水泥正常凝结和硬化。
  - 5.4 注浆材料宜选用灰砂比1:0.5~1:1的水泥砂浆。注浆浆液应搅拌均匀，随搅随用，并在初凝前用完。严防石块、杂物混入浆液。水泥砂浆的砂料最大尺寸小于2.0mm，砂的含泥量（按重量计）不得大于3%，砂中云母、有机质、硫化物和硫酸盐等有害物质的含量（按重量计）不得大于1%。水泥浆中硫化物的含量不得超过水泥重量的0.1%。
  - 5.5 注浆管应具有足够的内径，能使浆体压至钻孔的底部。注浆管应能承受1.0MPa的压力。
  - 5.6 锚固段采用 I 级防护构造时，注浆采用双管。
  - 5.7 锚索孔注浆前应采用空气清孔，排出孔内杂物和积水，然后将灌浆管插入距孔底300mm~500mm处，浆液自下而上连续灌注，随着浆液的灌进，慢慢拔出灌浆管。灌浆压力不小于0.6~0.8MPa，中途不得停浆，在初凝前要进行补浆，必须做到浆液均匀地填满钢筋与孔壁间的空隙。
  - 5.8 锚索孔灌浆后不得随意敲击，也不得悬挂重物。
6. 锚索张拉
  - 6.1 外锚结构施工时，在外锚结构上预埋钢管，钢管内径同钻孔直径。当钢筋与预留位置冲突时，调整钢筋间距保证锚索预留孔位的准确。
  - 6.2 锚具与框架之间加4根 $\phi$ 25mmHRB400联接钢筋，每根钢筋长0.3m。
  - 6.3 锚具垫座台面以下30mm处增设一层 $\phi$ 6mmHPB300的钢筋网。
  - 6.4 锚盘采用适应 $\phi$ 15.2mm钢绞线的锚具。
  - 6.5 制作锚索时，其长度应增加1.5m张拉段。
  - 6.6 锚具垫座必须与外锚结构同时浇筑成整体，不得采用预制件。锚具底座顶面应与钻孔轴线垂直，确保锚索张拉时千斤顶张拉力与锚索在同一轴线上。
  - 6.7 外锚结构及垫座施工完毕后再进行锚索张拉。锚索张拉时，注浆体和锚具混凝土台座的抗压强度应符合“锚索张拉时注浆体和锚具垫座混凝土抗压强度值”。
  - 6.8 锚索正式张拉前，应取0.1~0.2倍轴向拉力设计值 $N_t$ 对锚索预张拉1~2次，使锚索体完全平直，各部位接触紧密。锚索张拉：在同一联外锚结构内应分两次采用对称循环张拉，每次张拉时间间隔不宜少于3~5天。第一次按“坡面锚索张拉顺序布置示意图”分3个循环进行张拉，第一次张拉值为锚索设计锚固力的70%；第二次按“坡面锚索张拉顺序布置示意图”分2个循环进行张拉，第二次张拉值为锚索锚索设计锚固力的115%（含超张拉值15%）。每次内每个循环均应对所有锚索张拉一次、且每孔锚索张拉间隔时间应

保持一致。锚索张拉中应对锚索伸长及受力作好记录，核实伸长与受力是否相符。

6.9 锚索张拉后松弛，再按设计值进行锁定。对锚头和锚索自由段间的空隙应进行补浆，补浆材料宜选用水灰比0.45~0.50的水泥浆。

6.10 锚索施工完毕后，应对锚索测力计受力情况等进行检查、核实，经综合评估锚索受力等趋于稳定后，方可切割锚具外超长部分钢绞线，并对锚索进行封头处理。

7. 在锚索张拉及每一分层岩土开挖过程中，应对安设锚索测力计的锚索受力情况作好记录，如发现异常应及时通知有关单位进行处理。观测时间到竣工交验为止，观测结果应纳入竣工设计文件。

8. 做好地表截排水设施后，路堑边坡自上而下分级开挖，每一级开挖完毕后，立即施工坡面锚索：定位、造孔、锚索安装、注浆，然后进行下一级施工。

### 四、质量验收要点

1. 钢筋原材料、加工、连接、安装的检验和混凝土所用材料的品种、规格、质量应符合现行《铁路混凝土工程施工质量验收标准》（TB10424-2018）的有关规定。

2. 锚索原材料、注浆体强度等级、锚索张拉力、布置形式和间距、锚索孔的孔径和深度、锚索长度应符合设计要求。

五、本图尺寸除钢筋直径以毫米计，其余均以厘米计。

六、未尽事宜见相关规范、规程。

辅助设计者

设计者		中铁二院工程集团有限责任公司 新建铁路川藏线雅安至昌都段 施工图 锚索十字板加固设计图(一)	图号	川藏雅昌施路(站-13)
复核者			比例	
审查者			日期	2021.
			第 36 页	共 84 页

UDC

中华人民共和国行业标准

**TB**

P

TB 10025 — 2019  
J 127 — 2019

**铁路路基支挡结构设计规范**  
**Code for Design of Retaining Structures of**  
**Railway Earthworks**

2019-07-31 发布

2019-12-01 实施

国 家 铁 路 局 发 布

## 附录 J 锚杆(索) 试验

### J.1 一般规定

- J.1.1 锚杆(索)试验包括锚杆(索)的基本试验、蠕变试验和验收试验。
- J.1.2 锚杆(索)试验的千斤顶和油泵以及测力计、应变计和位移计等计量仪表应在试验前进行计量检定合格,且精度应经过确认,并在试验期间保持不变。
- J.1.3 锚杆(索)试验的反力装置在计划的最大试验荷载下应具有足够强度和刚度。
- J.1.4 锚固体强度达到设计强度 90% 后方可进行试验。
- J.1.5 锚杆(索)试验记录表可按表 J.1.5 制定。

表 J.1.5 锚杆(索)试验记录表

工程名称:

施工单位:

试验类别		试验日期			锚固体 强度等级	设计	
试验编号		灌浆日期				实际	
岩土性状		灌浆压力			杆体材料	规格	
锚固段长度		自由段长度				数量	
钻孔直径		钻孔倾角				长度	
序号	荷载(kN)	百分表位移(mm)			本级位移量 (mm)	增量累计 (mm)	备注
		1	2	3			

校核:

试验记录:



## J.2 基本试验

J.2.1 锚杆(索)基本试验的地质条件、锚杆材料和施工工艺等应与工程锚杆一致。

J.2.2 基本试验最大试验荷载的确定应符合下列规定:

1 杆(索)体材料为普通钢筋时按其屈服强度标准值的0.9倍计算。

2 杆(索)体材料为预应力钢筋时按其极限强度标准值的0.85倍计算。

J.2.3 基本试验主要目的是确定锚孔壁与锚固体间极限黏结强度标准值、锚杆(索)设计参数和施工工艺。试验锚杆(索)的锚固长度和锚杆根数应符合下列规定:

1 当确定锚孔壁与锚固体间极限黏结强度标准值和验证钢筋、钢绞线与锚固体间黏结强度时,为使锚固体与地层间首先破坏,可采用以下方式:

1)当锚固段长度取设计锚固长度时应增加锚杆(索)钢筋用量。

2)采用设计锚杆(索)时应减短锚固长度,试验锚杆(索)的锚固长度对硬质岩取设计锚固长度的0.4倍,对软质岩取设计锚固长度的0.6倍。

2 当确定锚固段变形参数和应力分布时,锚固段长度应取设计锚固长度。

J.2.4 锚杆(索)基本试验应采用多循环张拉方式,其加荷、持荷、卸荷方法应符合下列规定:

1 每级荷载施加或卸除完毕后,应立即测读变形量。

2 在每级加荷等级观测时间内,测读位移不应少于3次,每级荷载稳定标准为3次百分表读数的累计变位量不超过0.10 mm;稳定后即可加下一级荷载。

3 在每级卸荷时间内,应测读锚头位移2次,荷载全部卸除

后,再测读 2~3 次。

4 加、卸荷等级、测读间隔时间宜按表 J.2.4 确定。

表 J.2.4 锚杆(索)基本试验循环加卸荷等级与位移观测间隔时间

加荷标准 循环数	预估破坏荷载的百分数(%)												
	每级加载量						累计加载量	每级卸载量					
第一循环	10	20	20	—	—	—	50	—	—	—	20	20	10
第二循环	10	20	20	20	—	—	70	—	—	20	20	20	10
第三循环	10	20	20	20	20	—	90	—	20	20	20	20	10
第四循环	10	20	20	20	20	10	100	10	20	20	20	20	10
观测时间(min)	5	5	5	5	5	5	—	5	5	5	5	5	5

J.2.5 锚杆(索)试验中出现下列情况之一时可视为破坏,应终止加载:

1 锚头位移不收敛,锚固体从岩土层中拔出或锚杆(索)从锚固体中拔出。

2 锚头总位移量超过设计允许值。

3 土层锚杆(索)试验中后一级荷载产生的锚头位移增量,超过上一级荷载位移增量的 2 倍。

J.2.6 试验完成后,应根据试验数据绘制:荷载—位移( $Q-s$ )曲线、荷载—弹性位移( $Q-s_e$ )曲线、荷载—塑性位移( $Q-s_p$ )曲线。

J.2.7 拉力型锚杆(索)弹性变形在最大试验荷载作用下,所测得的弹性位移量应超过该荷载下杆体自由段理论弹性伸长值的 80%,且小于杆体自由段长度与 1/2 锚固段之和的理论弹性伸长值。

J.2.8 锚杆(索)极限承载力标准值取破坏荷载前一级的荷载值;在最大试验荷载作用下未达到本规范附录 J 第 J.2.5 条规定的破坏标准时,锚杆(索)极限承载力取最大荷载值为标准值。

J.2.9 基本试验的最小拉拔力不应小于预应力锚杆(索)的总张

拉力,且每根锚杆(索)拉拔力差值应小于30%;若最大差值大于30%,应按3%的比例增加试验数量。

**J. 2. 10** 基本试验的钻孔,应钻取芯样进行岩石力学性能试验。

### J. 3 蠕变试验

**J. 3. 1** 锚杆(索)蠕变试验的加荷等级和观测时间应满足表 J. 3. 1 的规定,最大加荷等级取锚杆(索)轴向拉力的 1. 50 倍。在观测时间内荷载应保持恒定。

表 J. 3. 1 锚杆(索)蠕变试验的加荷等级和观测时间

加荷等级	观测时间 (min)	
	永久性锚杆	临时性锚杆
0. 25 倍轴向拉力	10	—
0. 50 倍轴向拉力	30	10
0. 75 倍轴向拉力	60	30
1. 00 倍轴向拉力	120	60
1. 20 倍轴向拉力	240	90
1. 50 倍轴向拉力	360	120

**J. 3. 2** 在每级荷载下按时间间隔 1 min、2 min、3 min、4 min、5 min、10 min、15 min、20 min、30 min、45 min、60 min、75 min、90 min、120 min、150 min、180 min、210 min、240 min、270 min、300 min、330 min、360 min 记录蠕变量。

**J. 3. 3** 试验结果可按荷载—时间—蠕变量整理,并绘制蠕变量—时间对数( $s$ - $\lg t$ )曲线。

**J. 3. 4** 锚杆(索)在最后一级荷载作用下的蠕变率不应大于 2. 00 mm/对数周期。

### J. 4 验收试验

**J. 4. 1** 工程锚杆(索)必须进行验收试验。

**J.4.2** 验收试验荷载对永久性锚杆(索)应取锚杆(索)轴向拉力的1.5倍;对临时性锚杆(索)取1.2倍。

**J.4.3** 锚杆(索)多循环张拉验收试验的加荷、持荷和卸荷模式(图 J.4.3)的初始荷载宜为验收试验荷载的0.1倍,各级持荷时间宜为10 min。

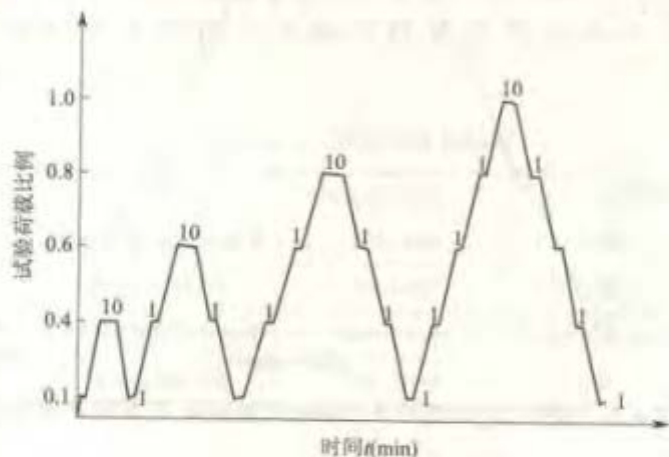


图 J.4.3 锚杆(索)多循环张拉验收试验加荷、持荷和卸荷模式

**J.4.4** 锚杆(索)单循环张拉验收试验加荷、持荷和卸荷模式(图 J.4.4)的初始荷载宜为验收试验荷载的0.1倍,最大试验荷载的持荷时间不宜小于5 min。

**J.4.5** 最大试验荷载作用下,在规定的持荷时间内锚杆(索)的位移增量应小于1.00 mm,不能满足时,则增加持荷时间至60 min,锚杆(索)累计位移增量应小于2.00 mm。卸荷到验收试验荷载的0.1倍并测出锚头位移。

**J.4.6** 锚杆(索)试验完成后应绘制锚杆荷—位移( $Q-s$ )曲线图。

**J.4.7** 符合下列条件时,试验的锚杆(索)应评定为合格:

- 1 加载到试验荷载计划最大值后变形稳定;
- 2 符合本规范附录 J 第 J.2.8 条规定。

**J.4.8** 当验收锚杆(索)不合格时,应按锚杆(索)总数的30%重

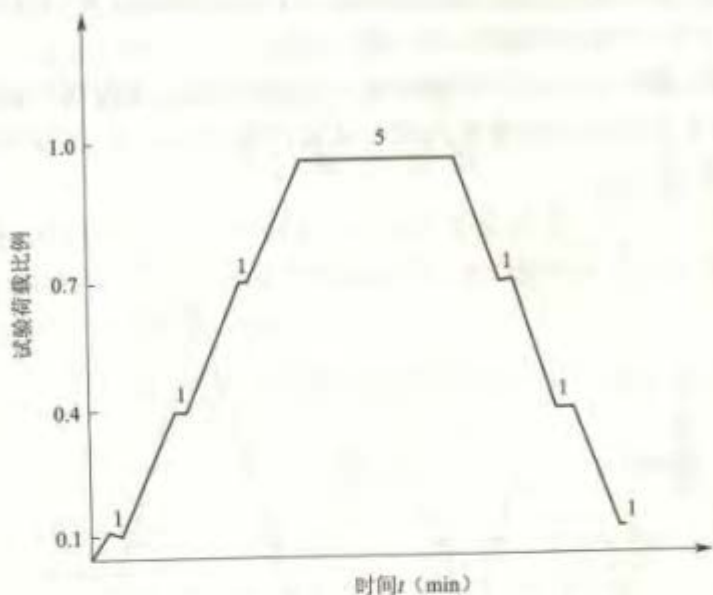


图 J.4.4 锚杆(索)单循环张拉验收试验加荷、持荷和卸荷模式

新抽检;重新抽检有锚杆(索)不合格时应全数进行检验。

**J.4.9** 锚杆(索)总变形量应满足设计允许值,且应与地区经验基本一致。