



中国铁道科学研究院
CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES

松软软土路基几种地基处理方法 的要点，软土路基的动态设计

铁道科学研究院

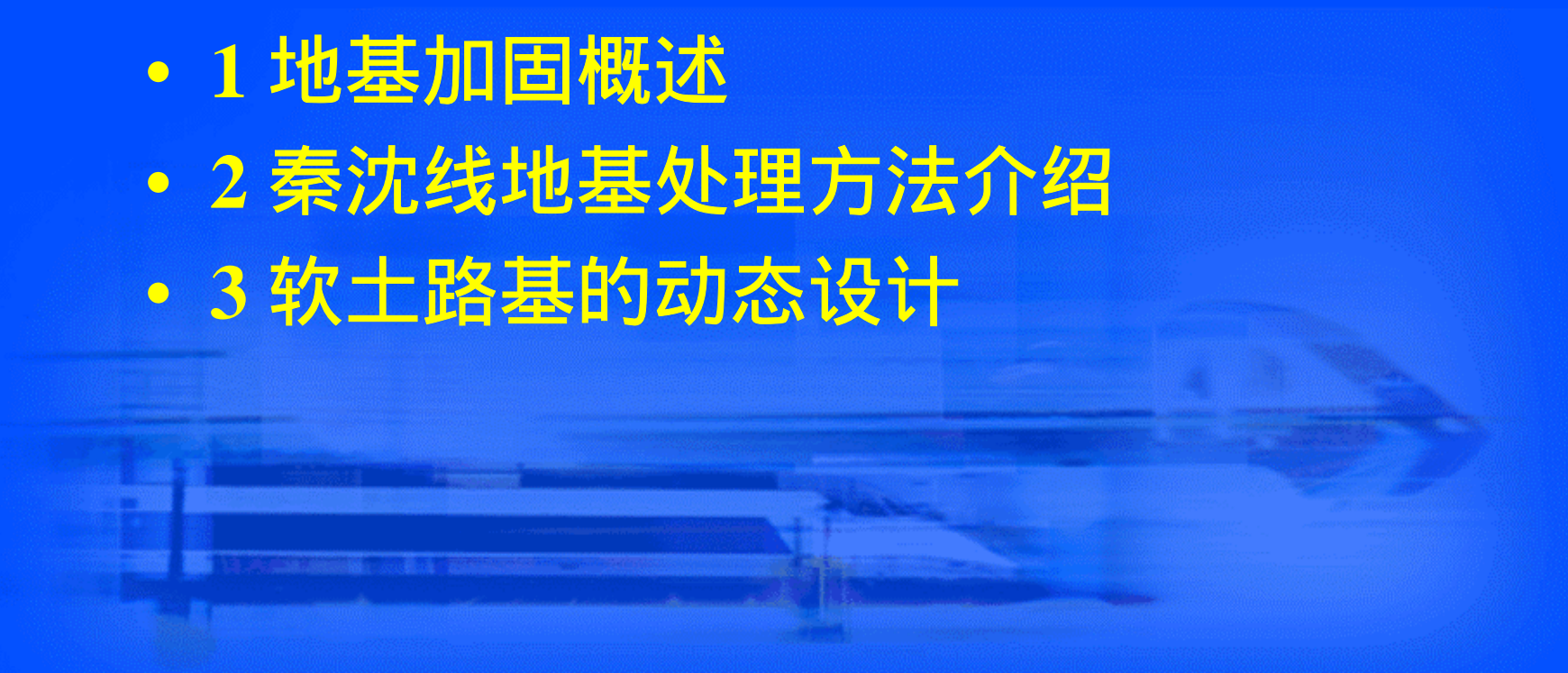
史存林





松软软土路基几种地基处理方法的要点，软土路基的动态设计

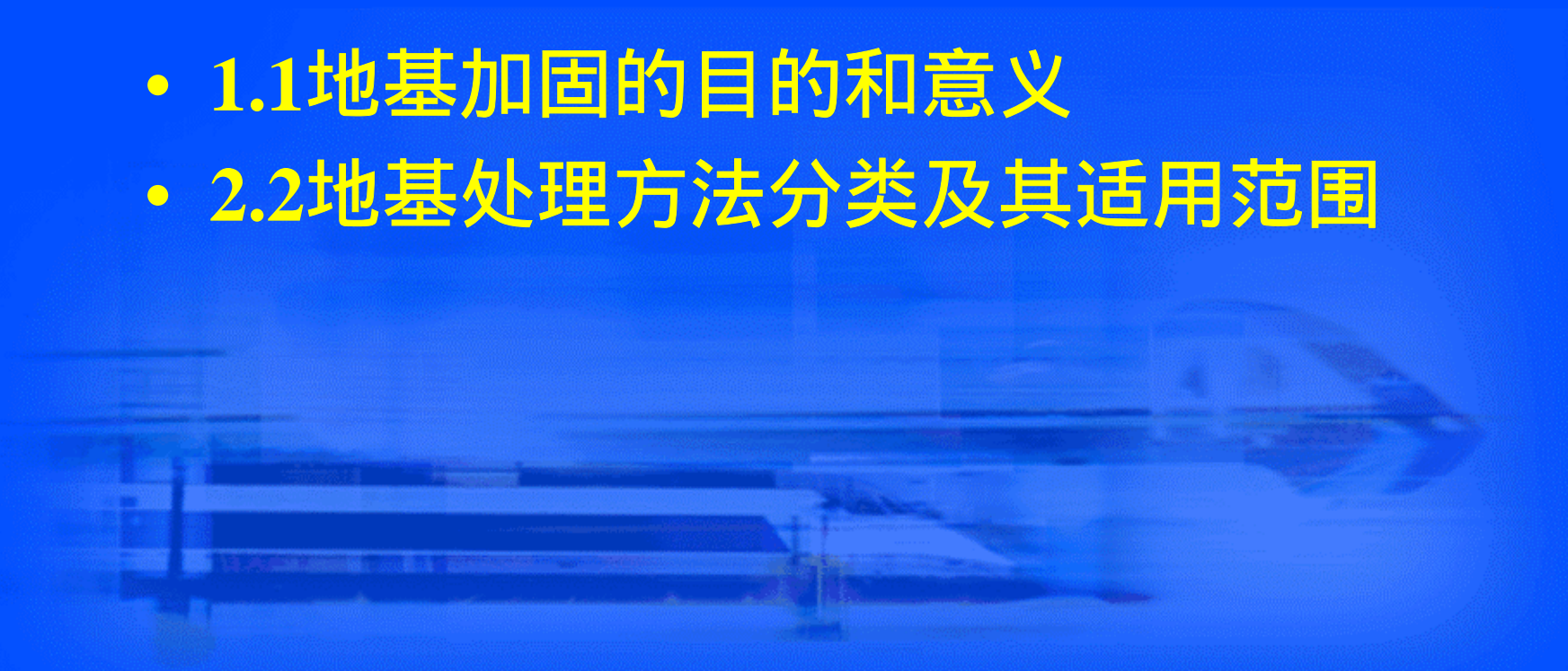
- 1 地基加固概述
- 2 秦沈线地基处理方法介绍
- 3 软土路基的动态设计





1 地基加固概述

- 1.1地基加固的目的和意义
- 2.2地基处理方法分类及其适用范围

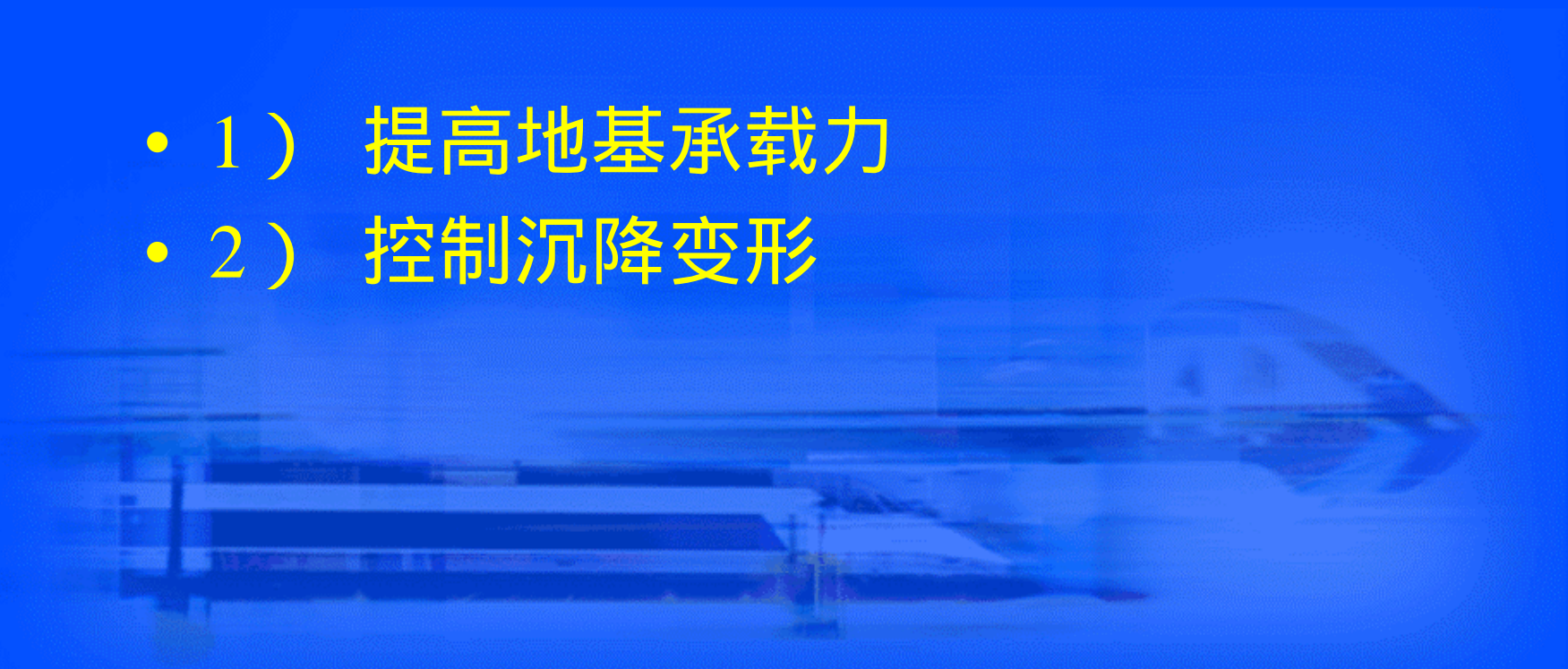


1.1地基加固的目的和意义

- 为了满足铁路运输经济发展的需要，近几年客运专线和高速铁路的建设发展很快。我国地域辽阔地质条件复杂，工程建设中遇到大量的地基处理问题。地基问题处理的好坏，与工程质量、投资和进度有直接的关系，其重要性越来越多的被工程决策者和工程技术人员所认识。

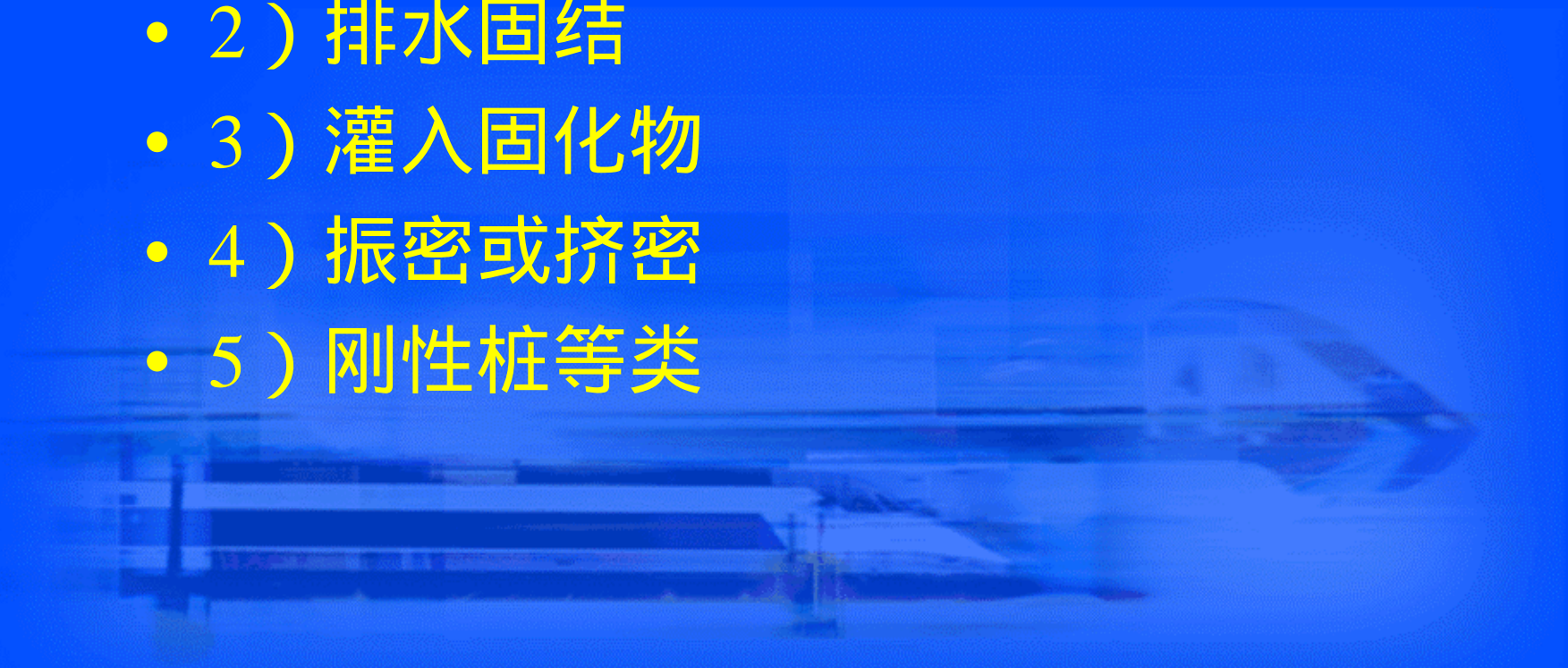
客运专线和高速铁路的地基处理主要达到的目的

- 包括两个方面：
 - 1) 提高地基承载力
 - 2) 控制沉降变形

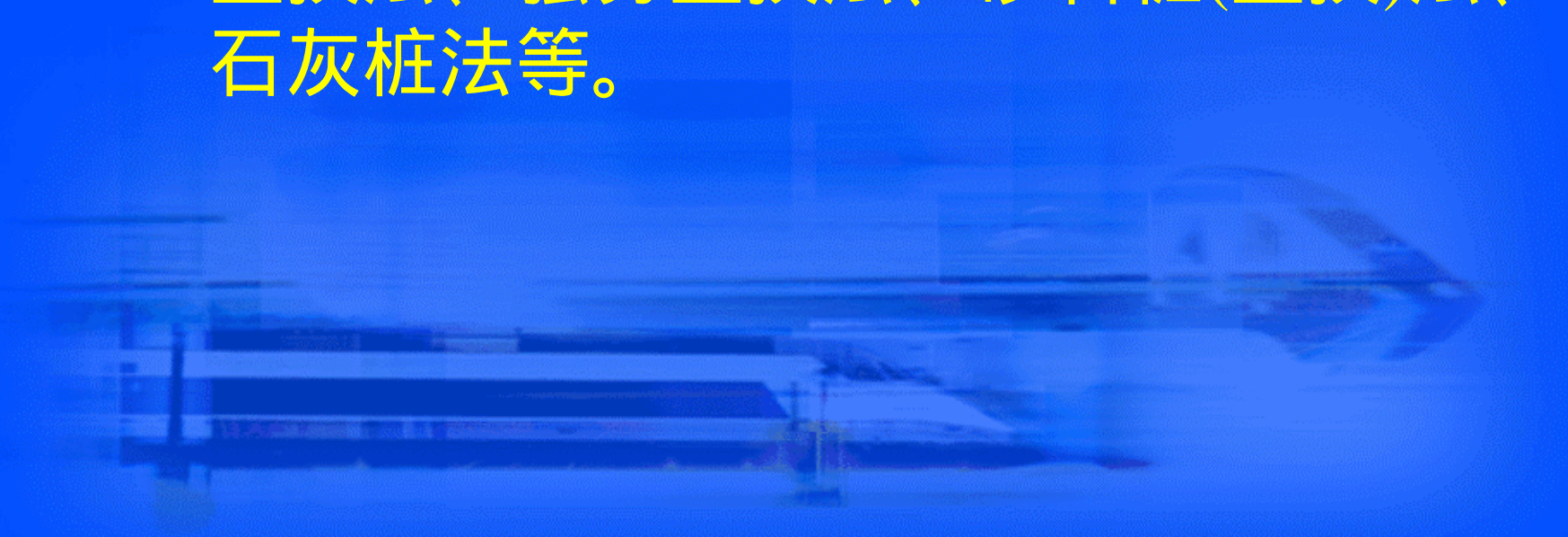


1.2地基处理方法分类及其适用范围

- 地基处理方法可分为：
- 1) 置换
- 2) 排水固结
- 3) 灌入固化物
- 4) 振密或挤密
- 5) 刚性桩等类



- 置换是用物理力学性质较好的材料置换天然地基中部分或全部软弱不良土；
- 它主要包括换土法、挤淤置换法、振冲置换法、强夯置换法、砂石桩(置换)法、石灰桩法等。



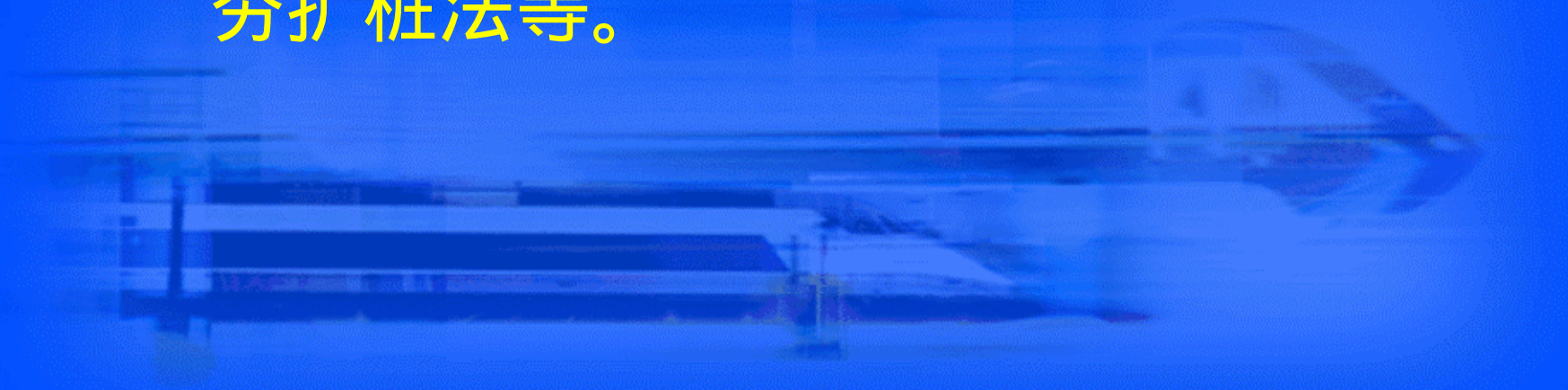
- 排水固结是在软土地基中设置袋装砂井或塑料排水板，再通过预加荷载，加速软土地基的排水固结；
- 它主要包括加载预压法、超载预压法、真空预压法、真空预压与堆载联合作用法等。



- 灌入固化物是通过外力作用向土中灌入或拌入水泥、石灰或其它化学固化材料，提高地基土的强度；
- 它主要包括深层搅拌法、高压喷射注浆法、渗入性灌浆法和劈裂灌浆法等。



- 振密挤密是通过振密或挤密的方法使地基土密实，提高其强度；
- 它主要包括表层原位压实法、强夯法、振冲密实法、挤密砂石桩法、爆破挤密法、灰土桩法、夯实水泥土桩法、孔内夯扩桩法等。





- 刚性桩是在地基土中设置混凝土桩；
- 它主要包括混凝土桩和钢筋混凝土筒桩。

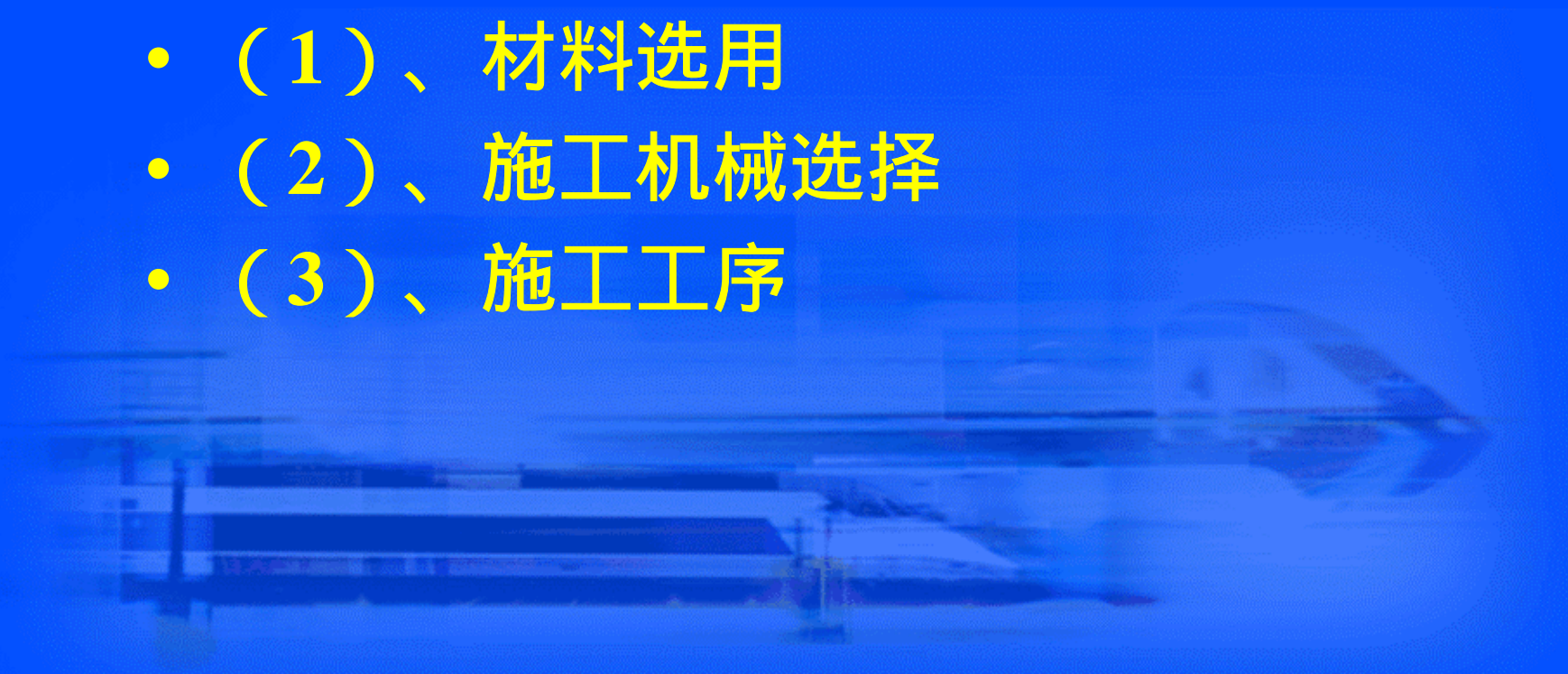


2秦沈线地基处理方法介绍

- 2.1 袋装砂井、塑料排水板的施工方法及质量控制
- 2.2 砂桩的施工方法及质量控制
- 2.3 碎石桩的施工方法及质量控制
- 2.4 粉喷桩的施工方法及质量控制
- 2.5 深层搅拌桩的施工方法及质量控制

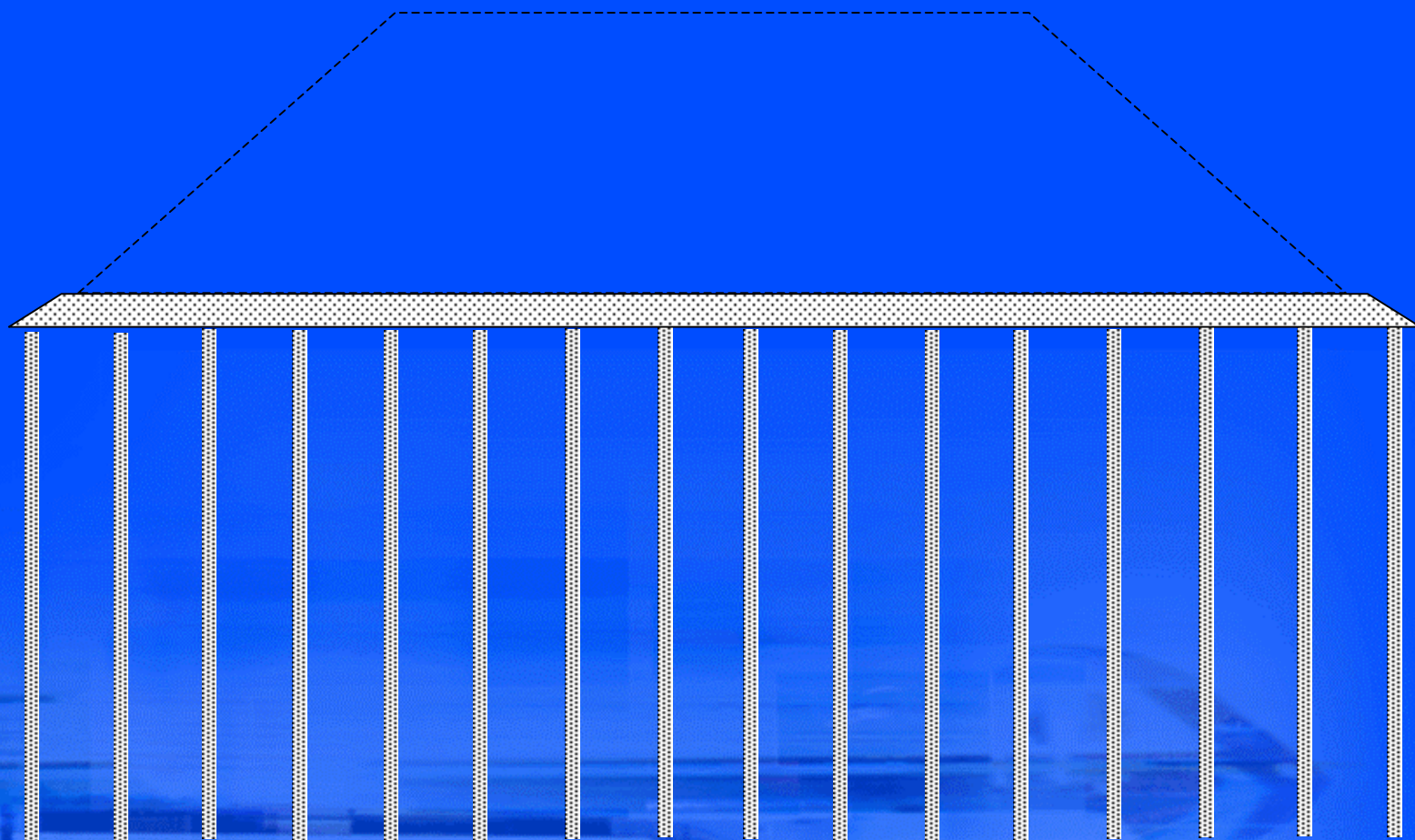
2.1 袋装砂井、塑料排水板的施工方法及质量控制

- 2.1.1 施工工艺
- (1)、材料选用
- (2)、施工机械选择
- (3)、施工工序





中国铁道科学研究院
CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES





袋装砂井施工



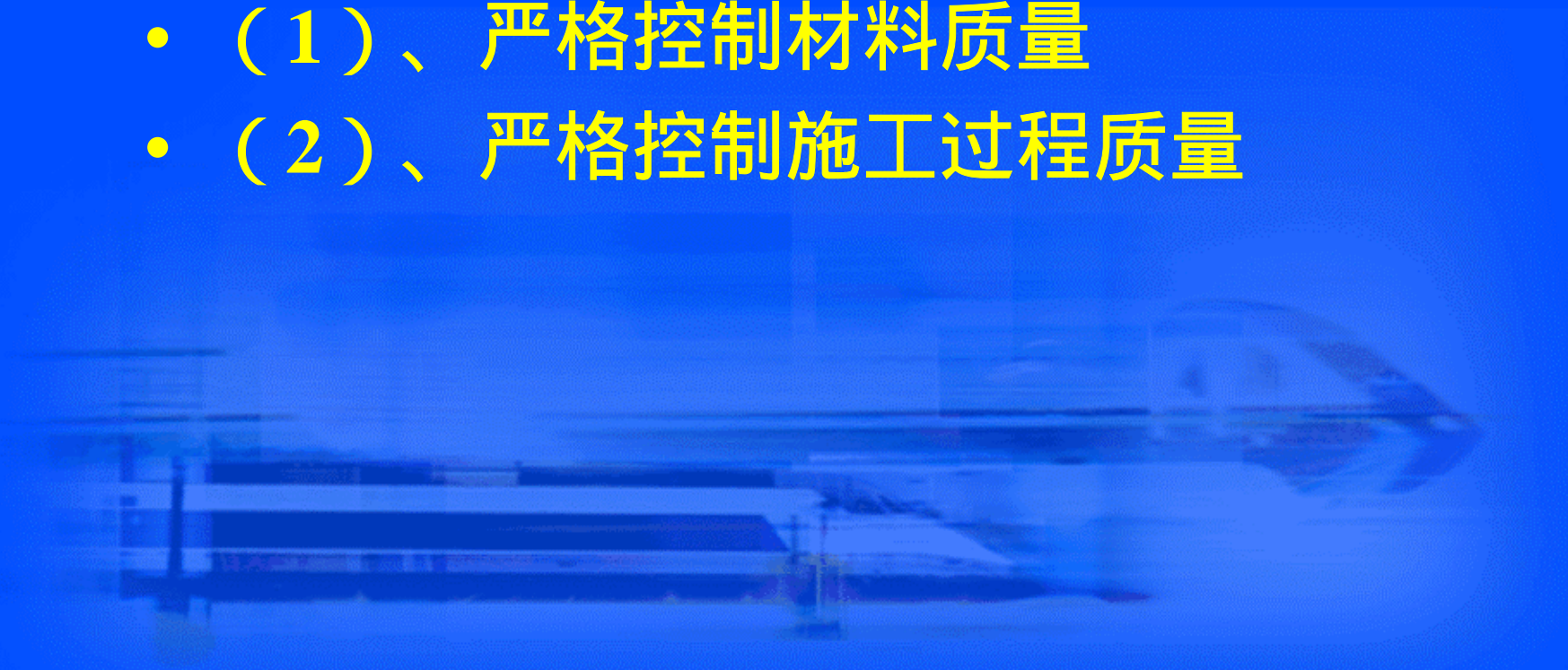
塑料排水板施工



砂垫层施工

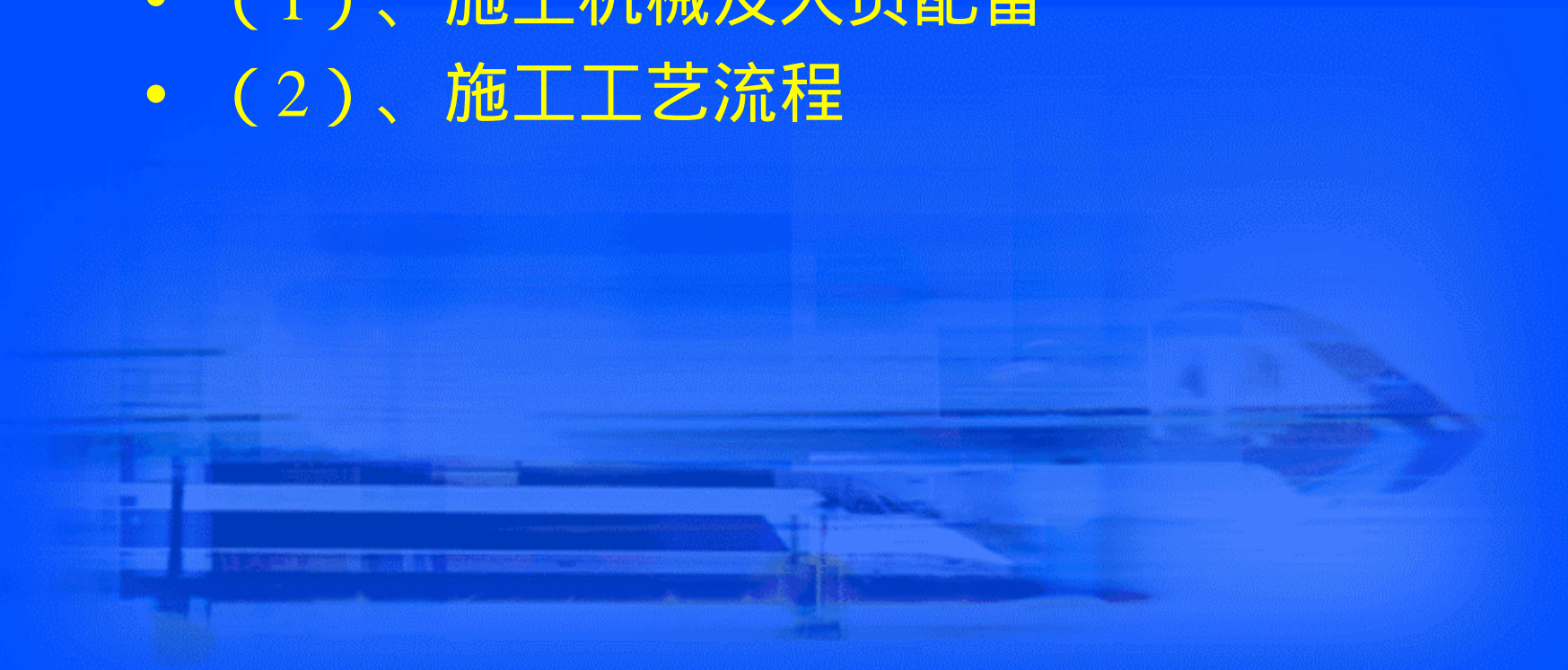


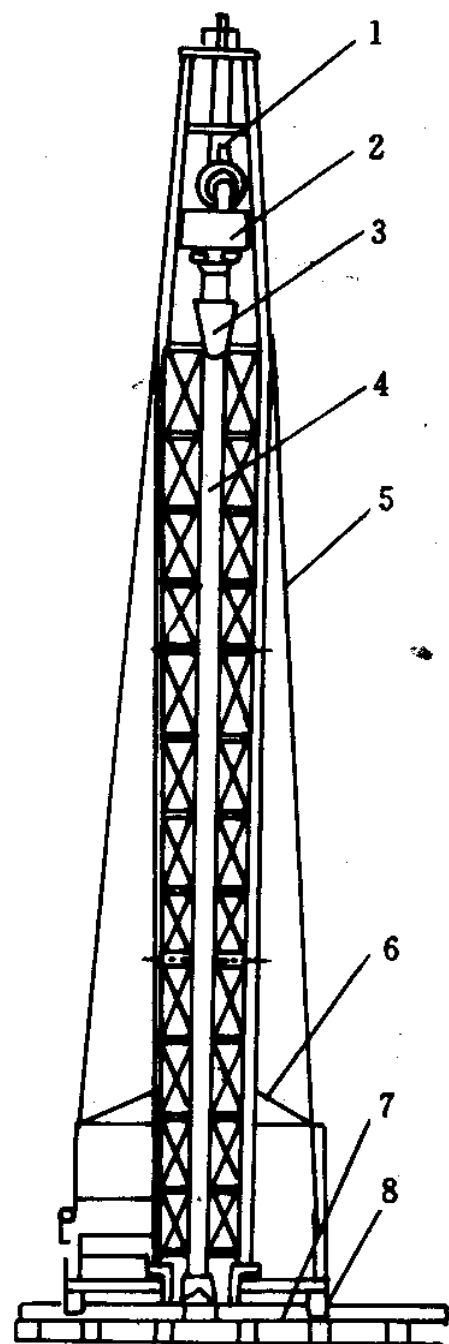
- 2.1.2袋装砂井、塑料排水板施工质量控制
- (1)、严格控制材料质量
- (2)、严格控制施工过程质量



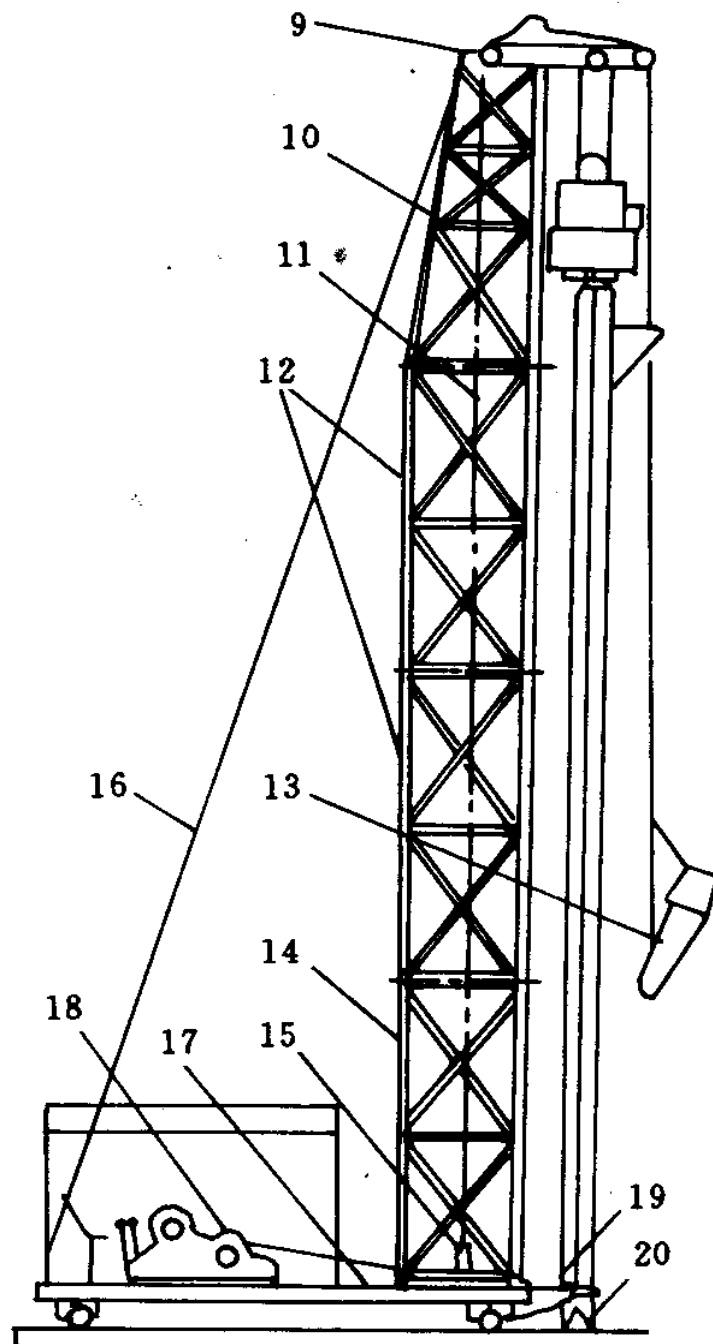
2.2 砂桩的施工方法及质量控制要

- 2.2.1 施工工艺
- (1)、施工机械及人员配备
- (2)、施工工艺流程



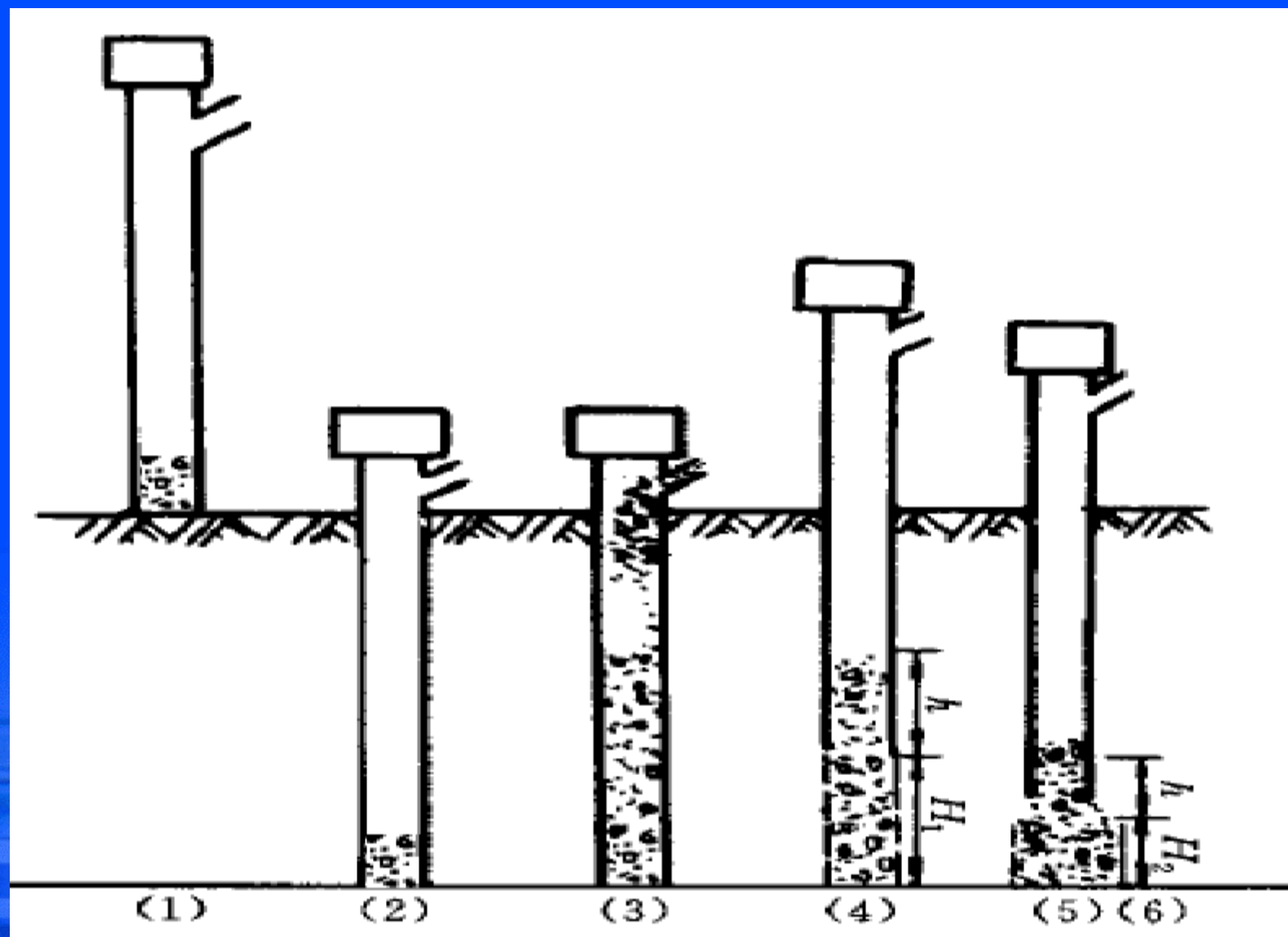


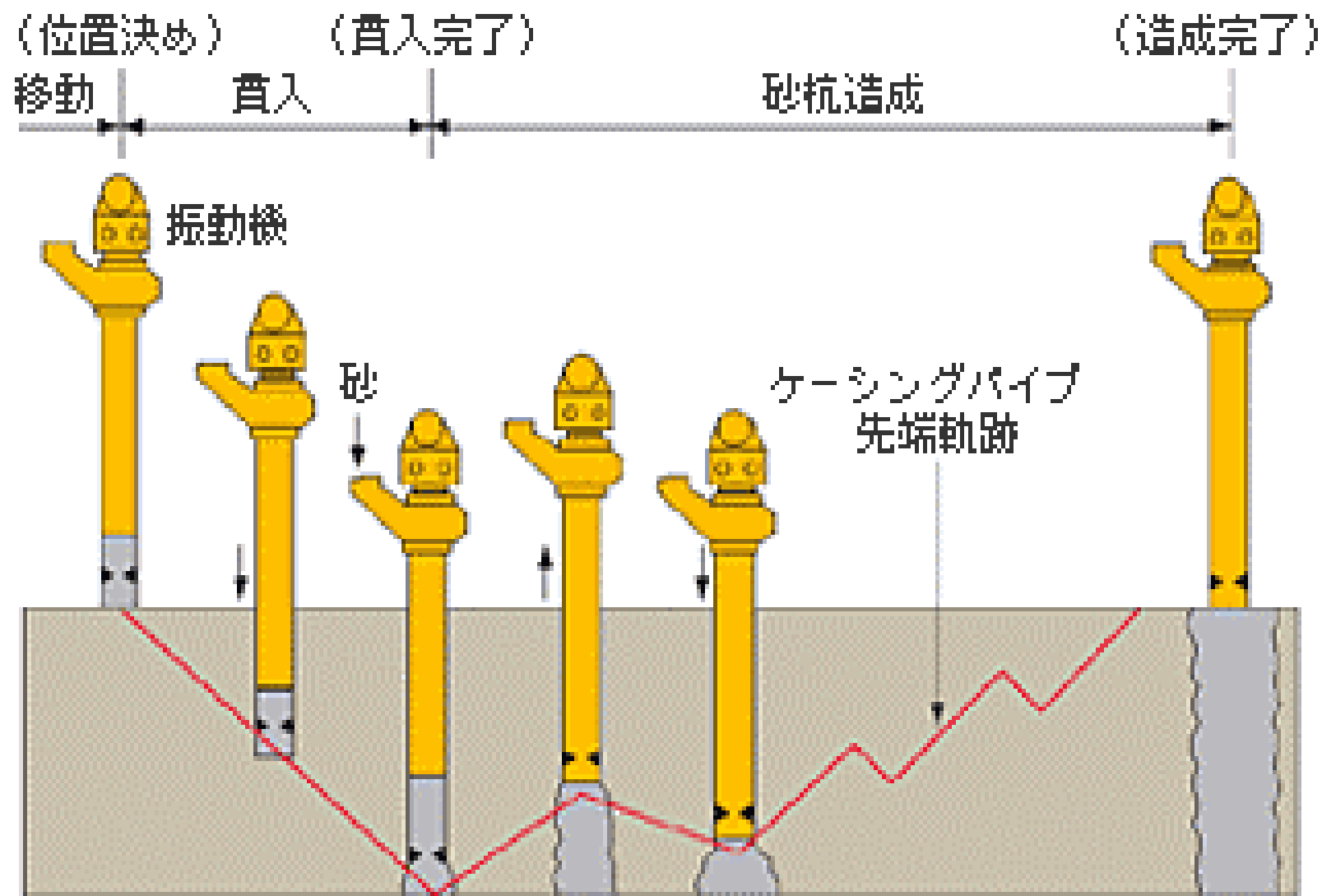
正面



侧面

- 1—滑轮组；
- 2—振动锤；
- 3—漏斗口；
- 4—桩管；
- 5—前拉索；
- 6—遮栅；
- 7—滚筒；
- 8—枕木；
- 9—架顶；
- 10—架身顶段；
- 11—钢丝绳；
- 12—架身中段；
- 13—吊斗；
- 14—架身下段；
- 15—导向滑轮；
- 16—后拉索；
- 17—架底；
- 18—卷扬机；
- 19—加压滑轮；
- 20—活瓣桩尖







砂桩施工

- 2.2.2砂桩施工过程质量控制
- (1)、严格控制砂料质量及灌砂量
- (2)、严格控制成桩质量



2.3碎石桩的施工方法及质量控制要求

• 2.3.1施工工艺

- (1)、施工机械及其技术参数
- (2)、工艺性试验
- (3)、施工工艺流程

• 2.3.2施工质量控制

- (1)、严格控制碎石的质量
- (2)、保证成桩后达到预期的加固效果



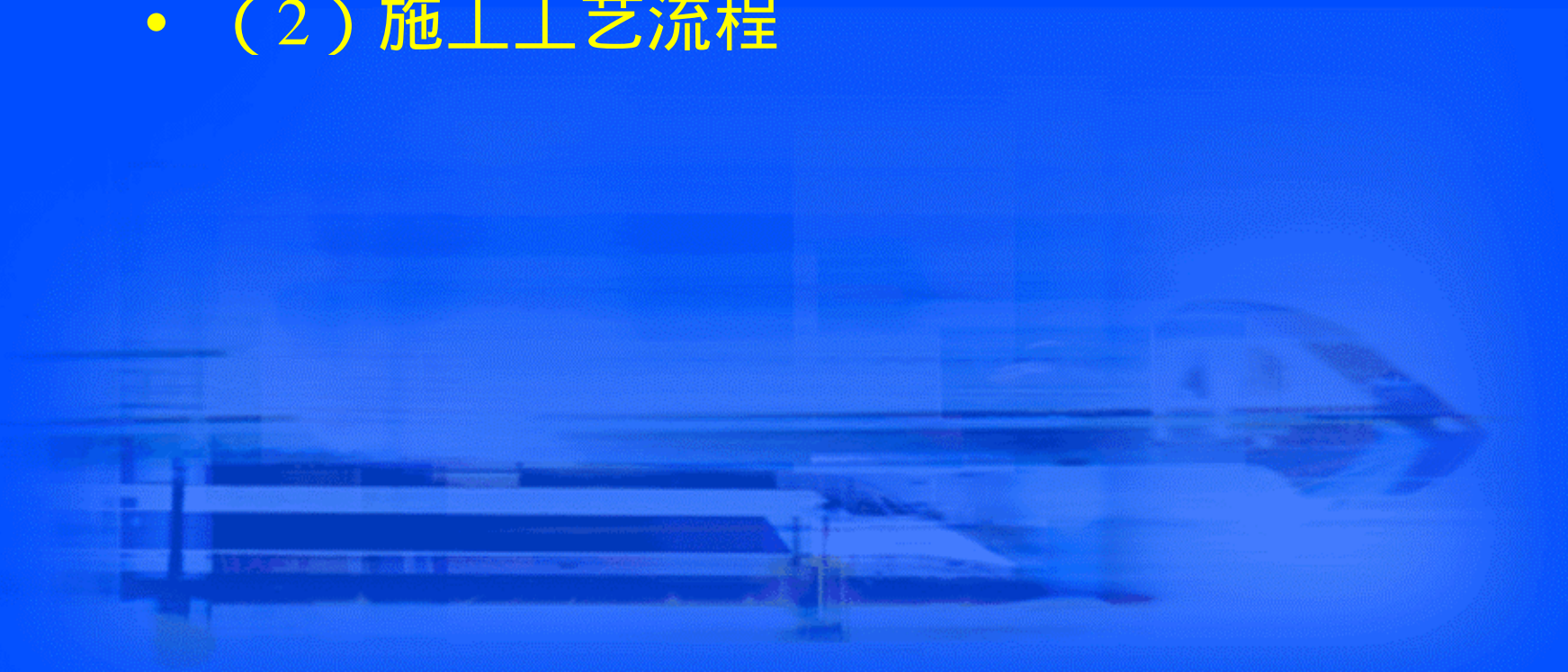
中国铁道科学研究院
CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES

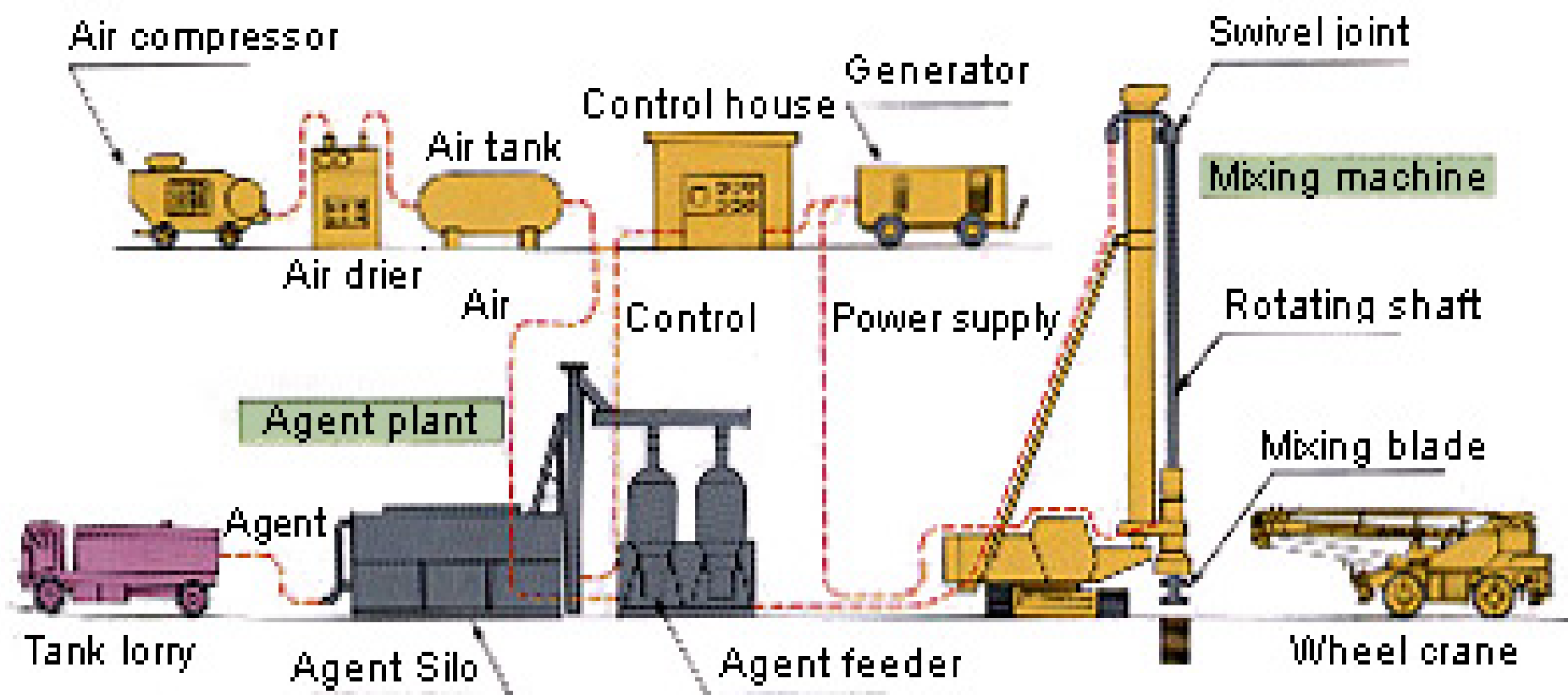


碎石桩施工

2.4粉喷桩的施工方法及质量控制要求

- 2.4.1 施工工艺
- (1) 施工机械
- (2) 施工工艺流程

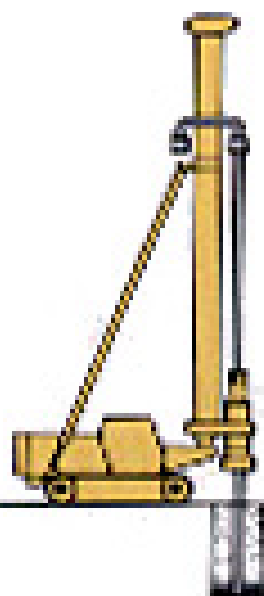




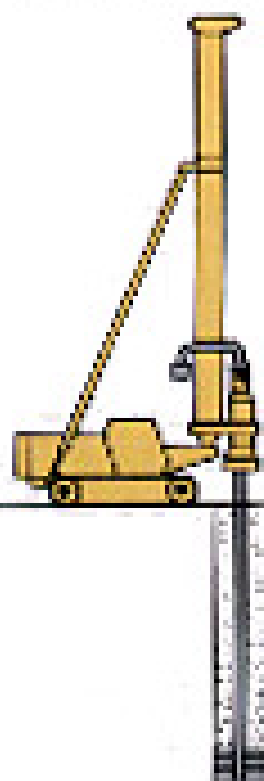
① Positioning



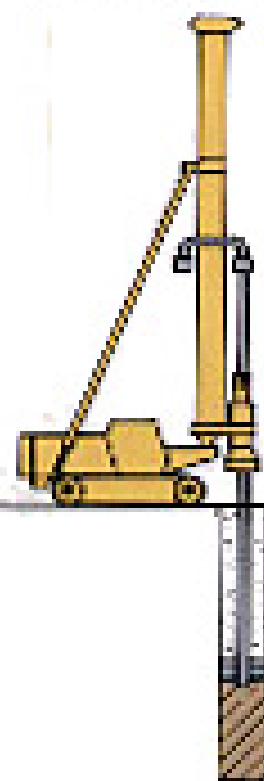
② Penetration



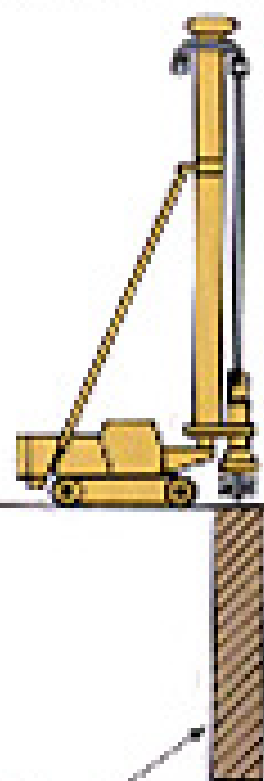
③ Completion of penetration



④ Withdrawing (Freeing agent)



⑤ Completion of withdrawing

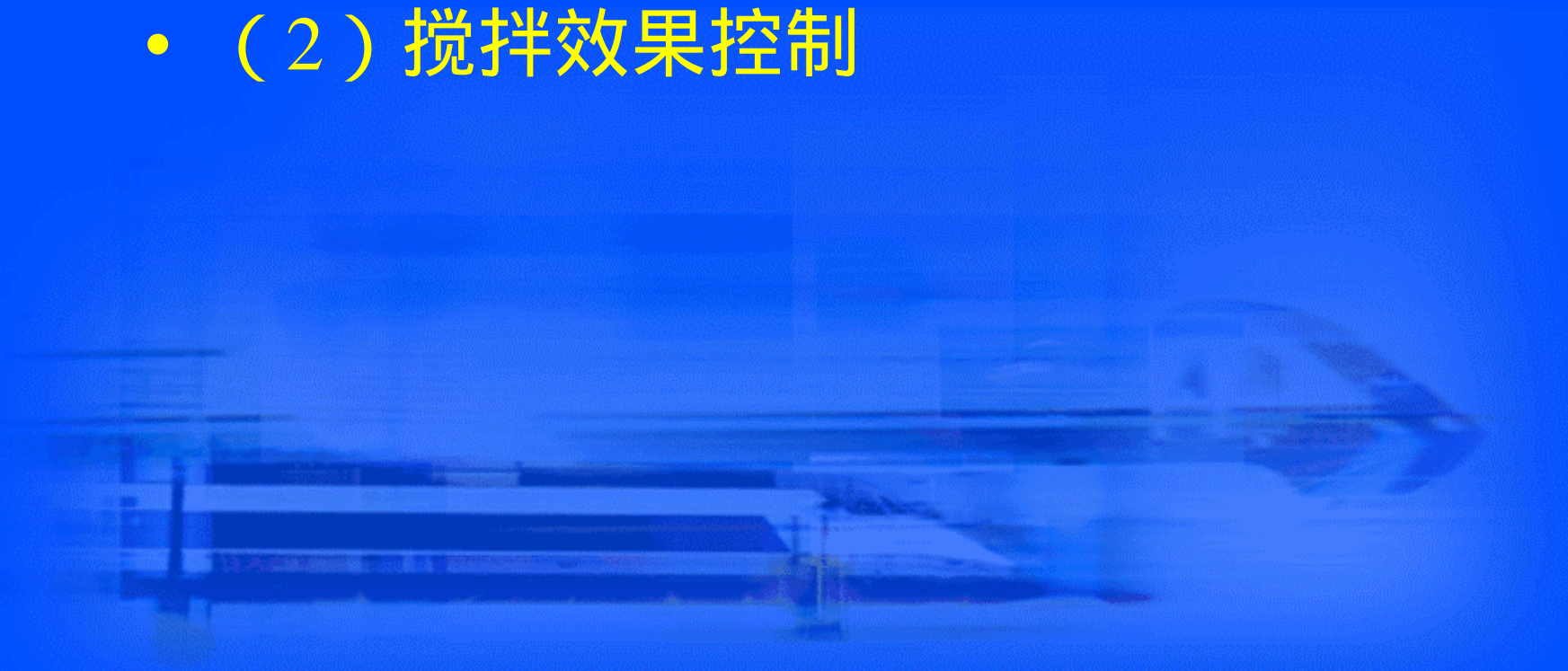


Column





- 2.4.2粉喷桩的施工质量控制要点
- (1) 粉喷量控制
- (2) 搅拌效果控制



2.5 搅拌桩的施工方法及质量控制要求

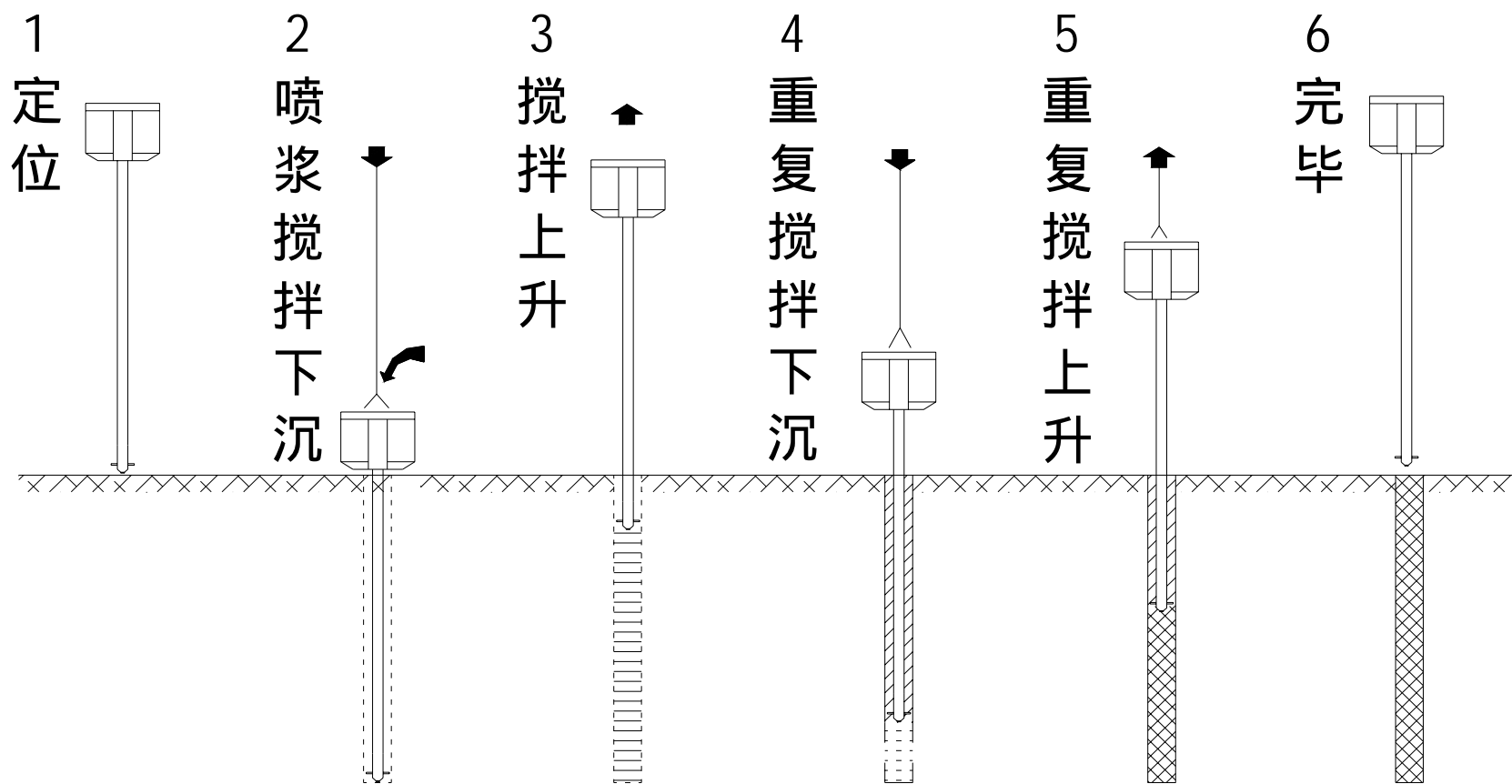
- 2.5.1 施工工艺
- (1) 施工机械
- (2) 施工工艺





搅拌桩施工





- 2.5.2搅拌桩的施工质量控制要点
- (1) 严格控制水泥材料
- (2) 保证桩体质量

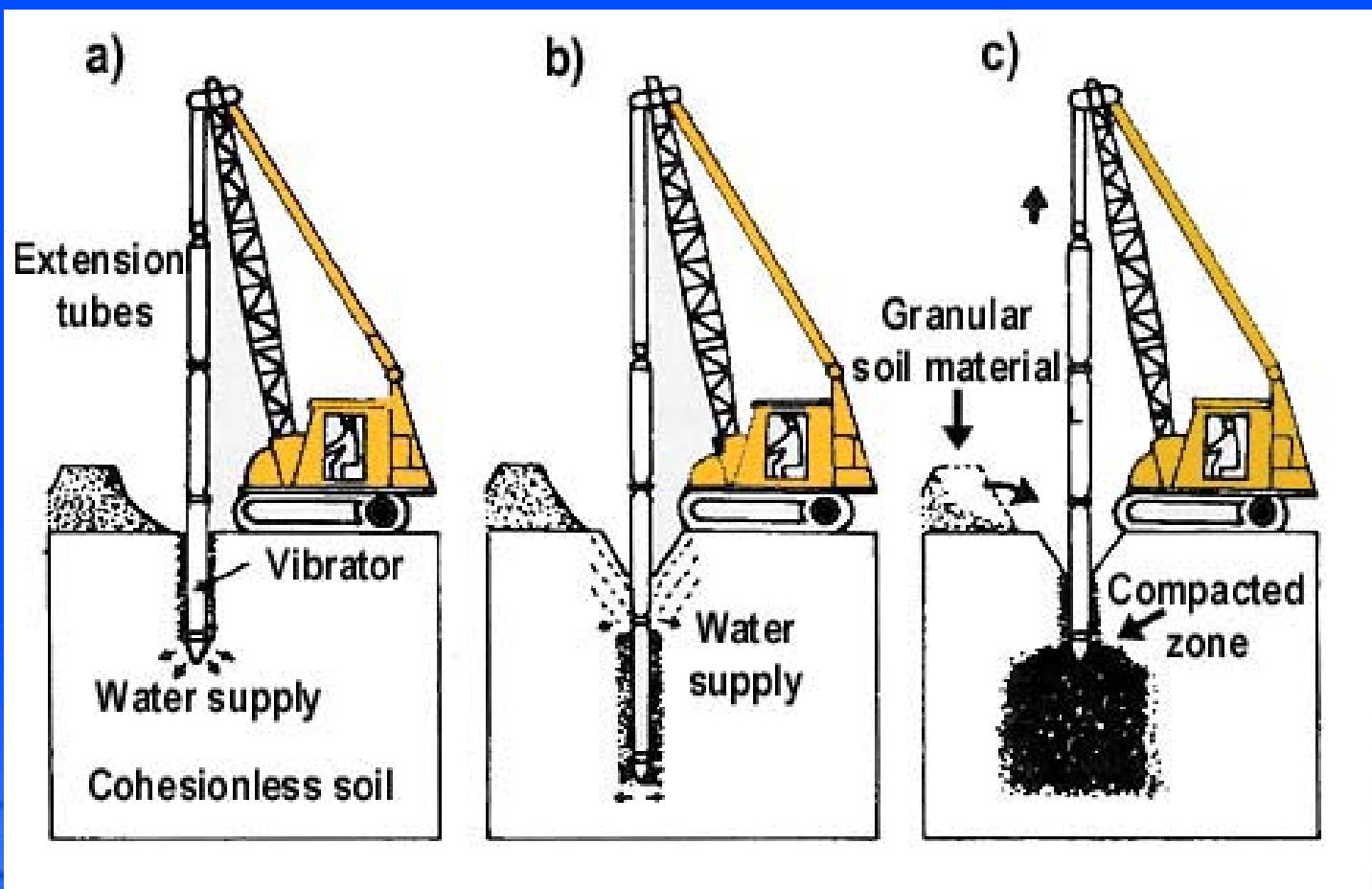


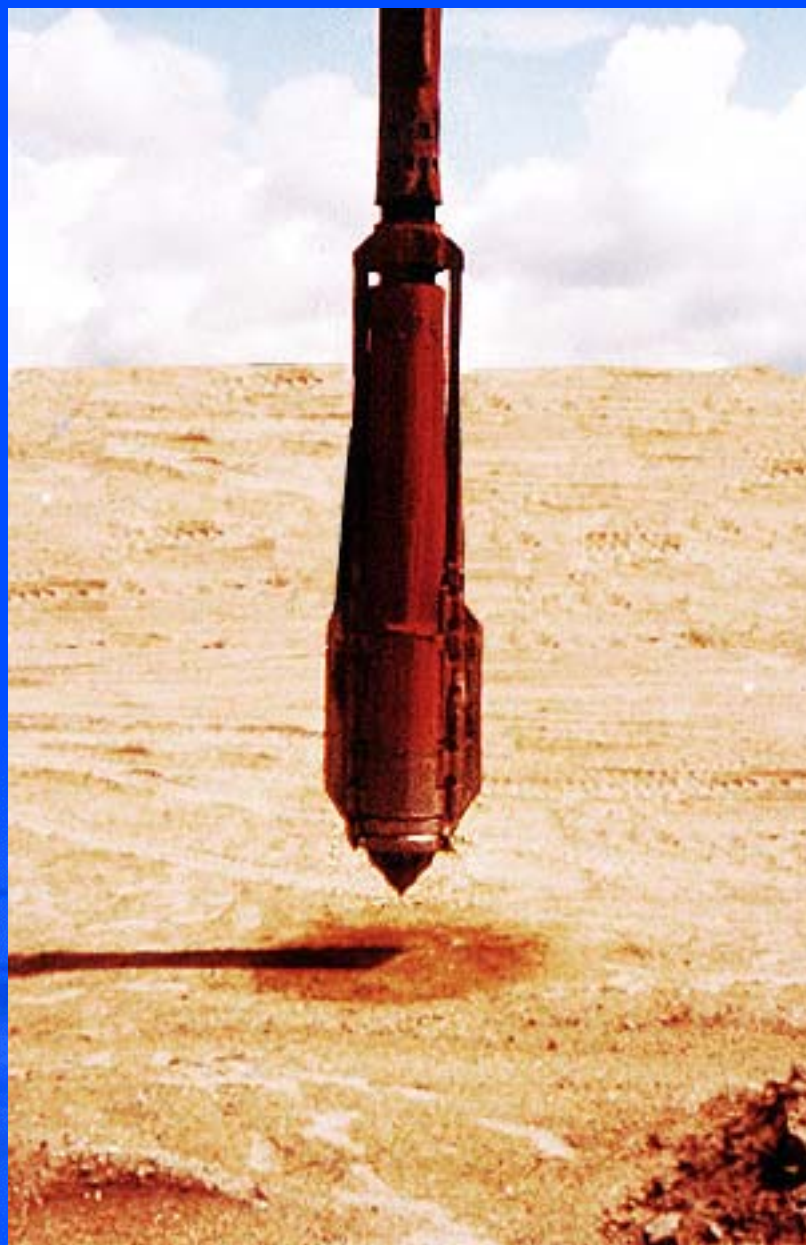
多头搅拌设备

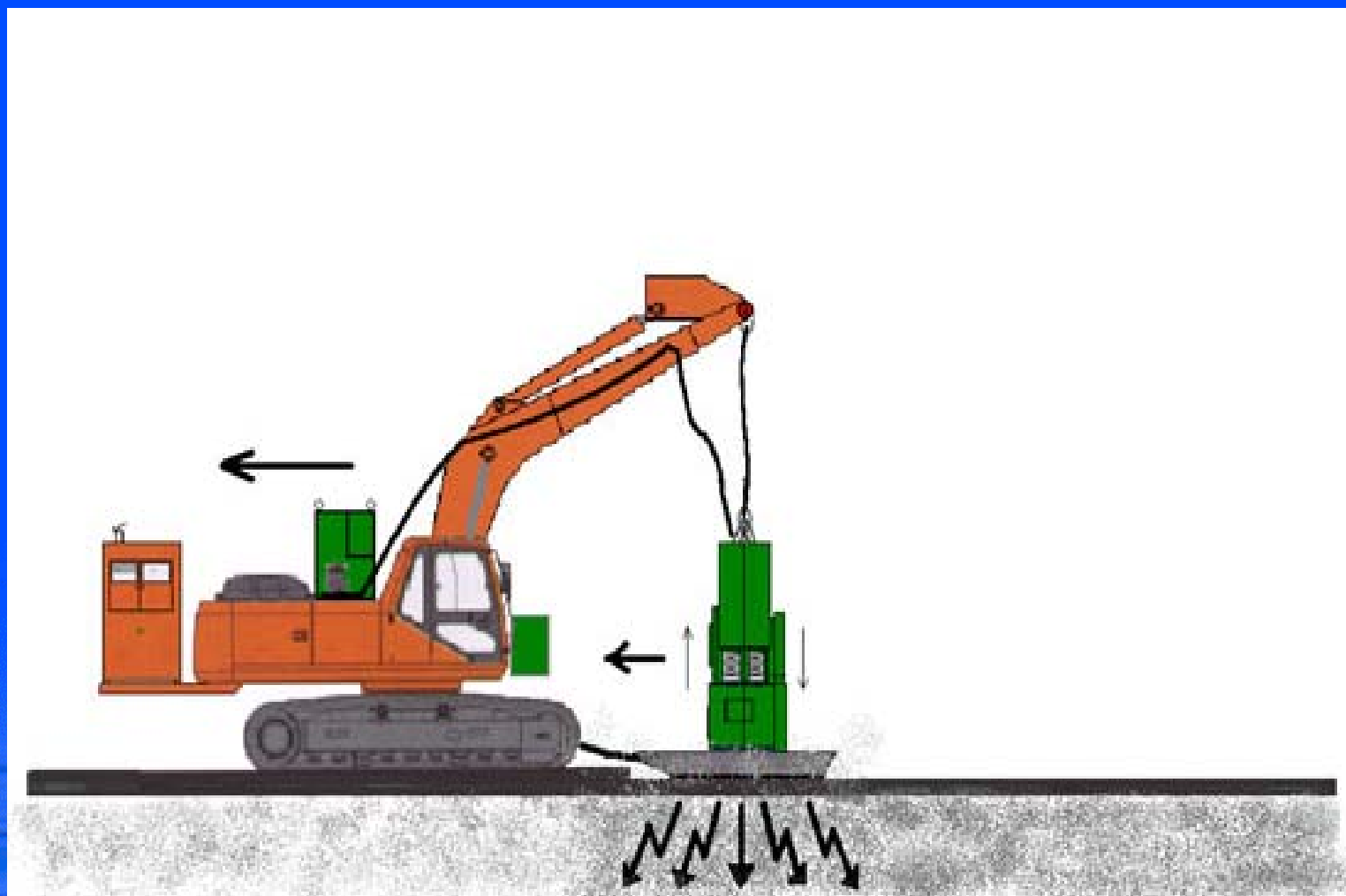


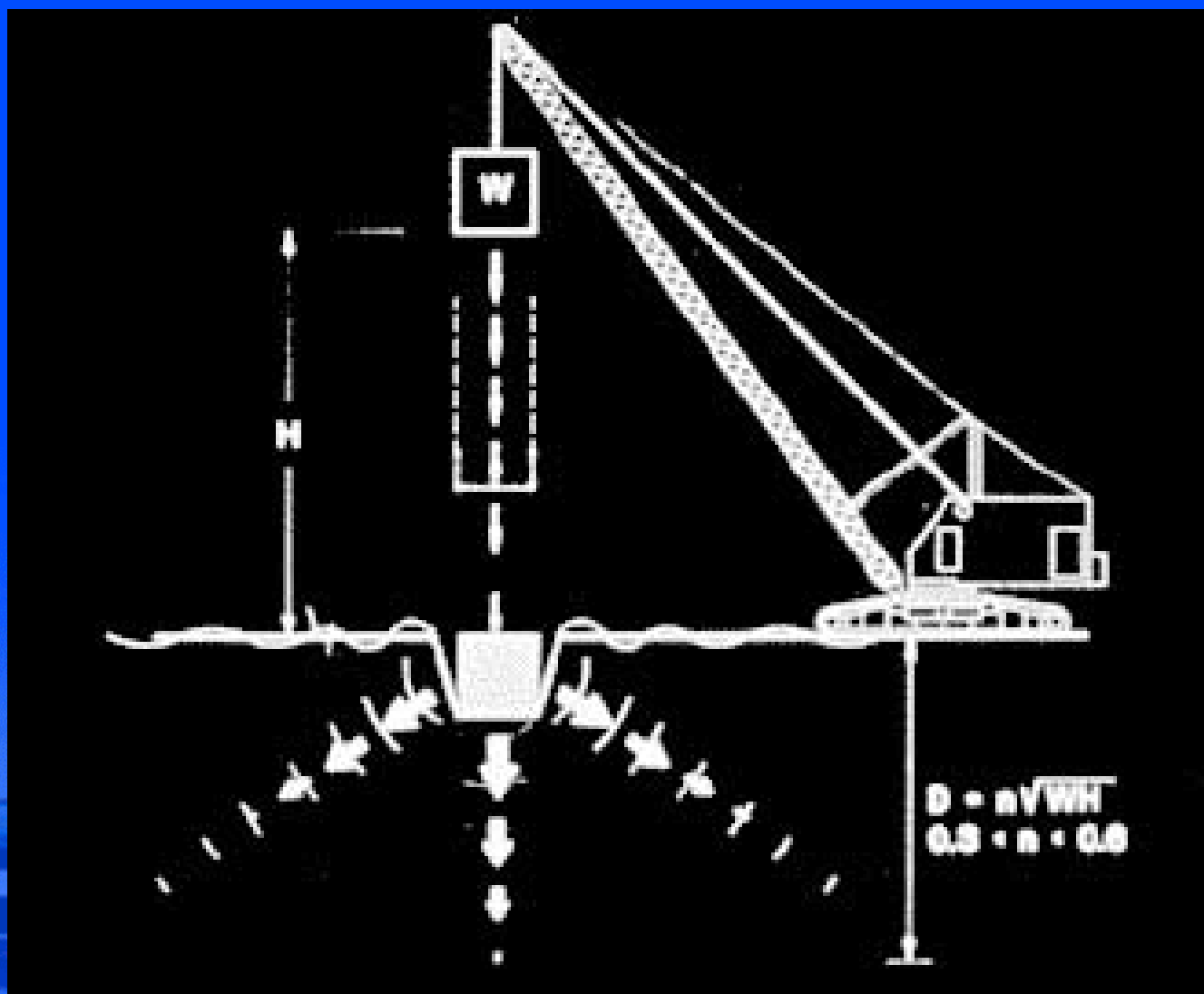
其它地基处理方法

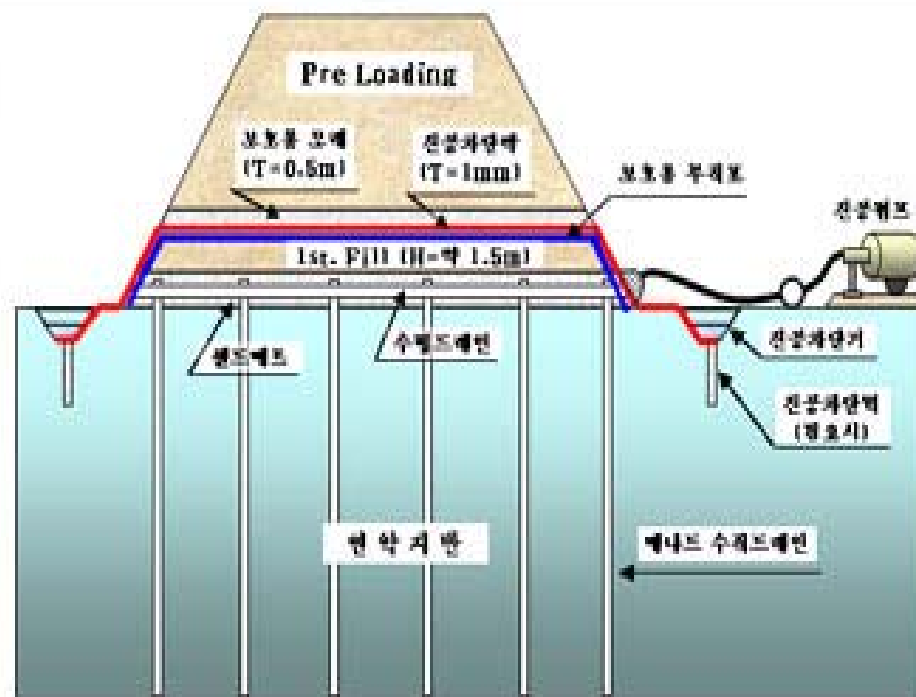
- 振冲砂石桩
- 强夯置换
- 灰土挤密桩
- 真空预压
- 高压旋喷桩
- 爆破挤密法
- 钢筋混凝土筒桩









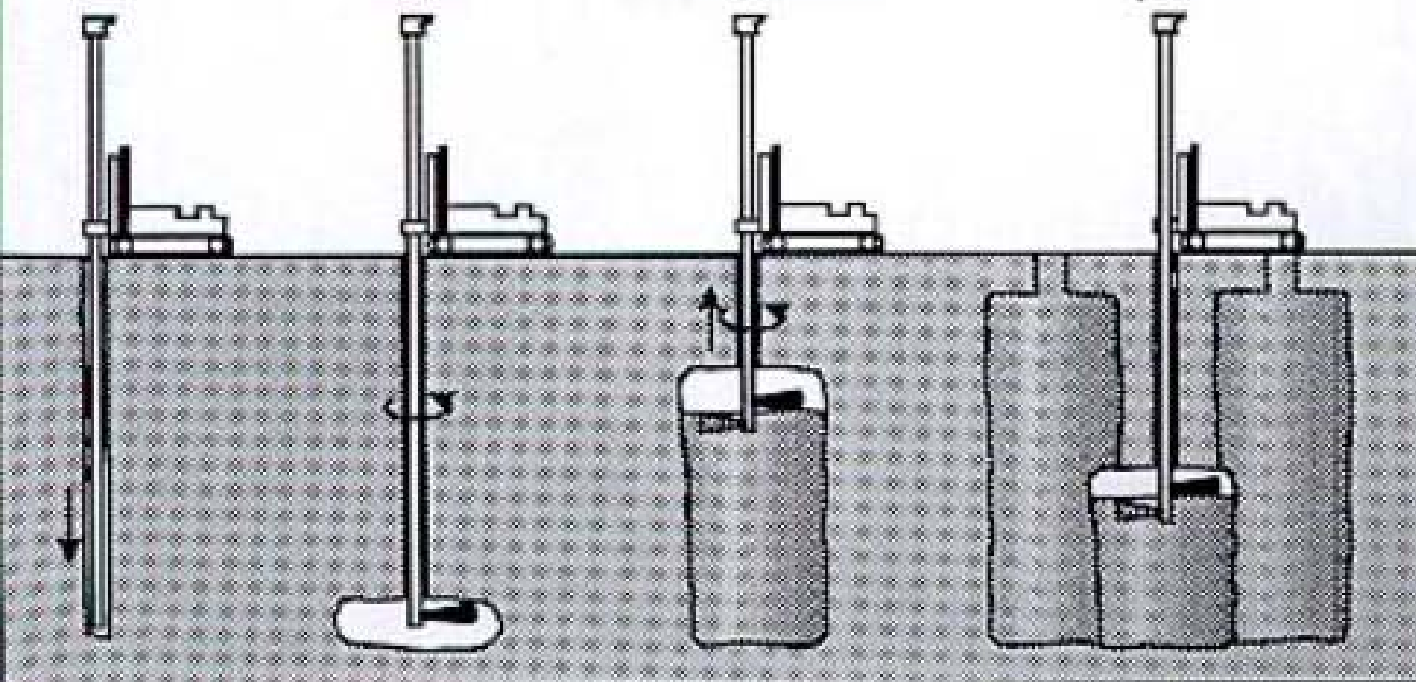


Drilling

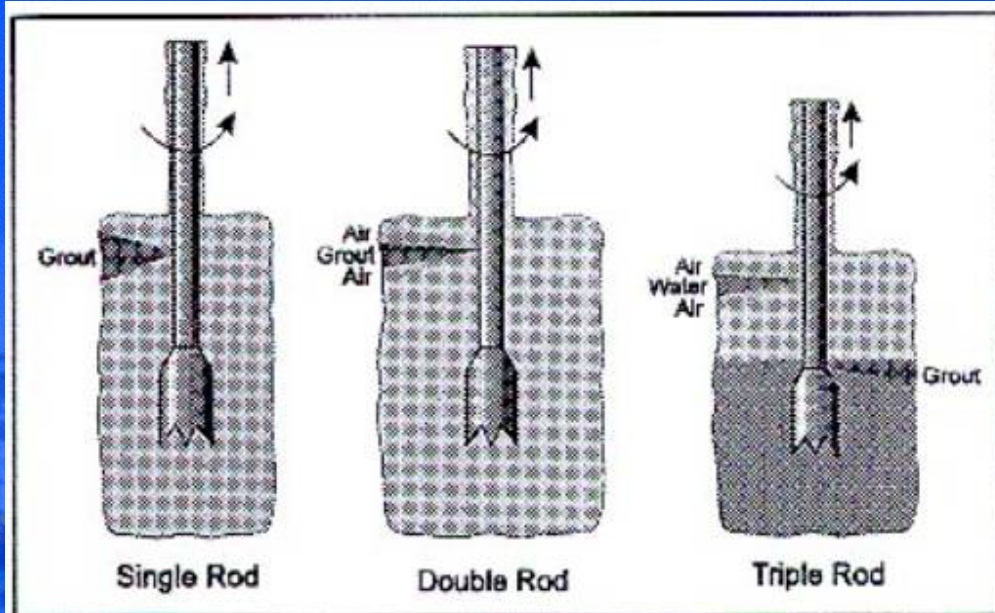
Jet grouting starts

Soilcrete column under construction

Repetition of the process

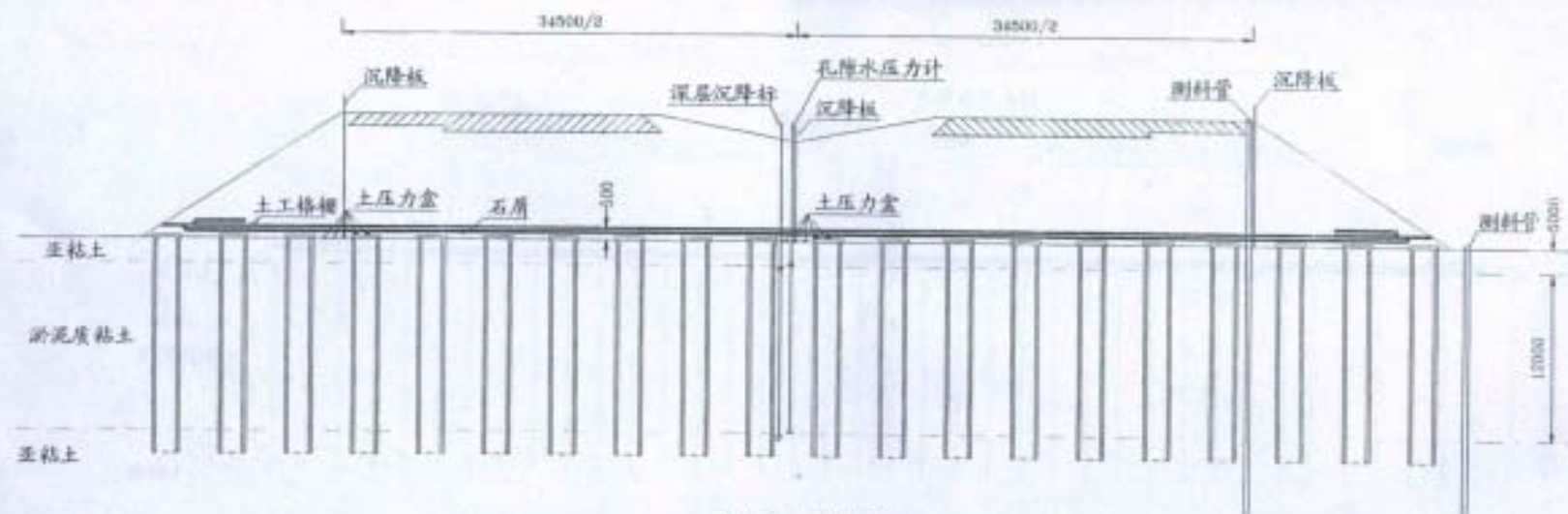


中国铁道科学研究院
CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES

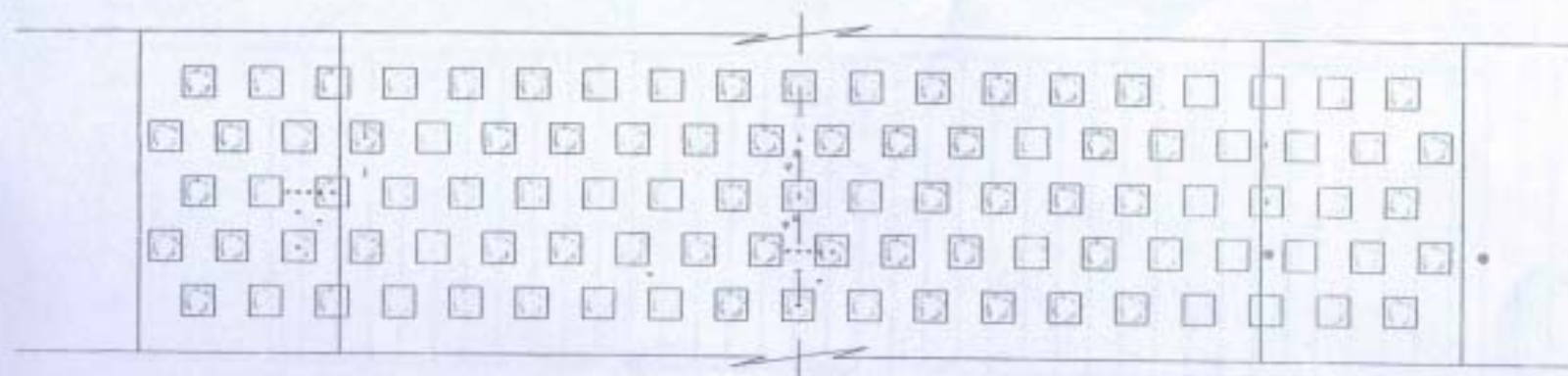








剖面布置图



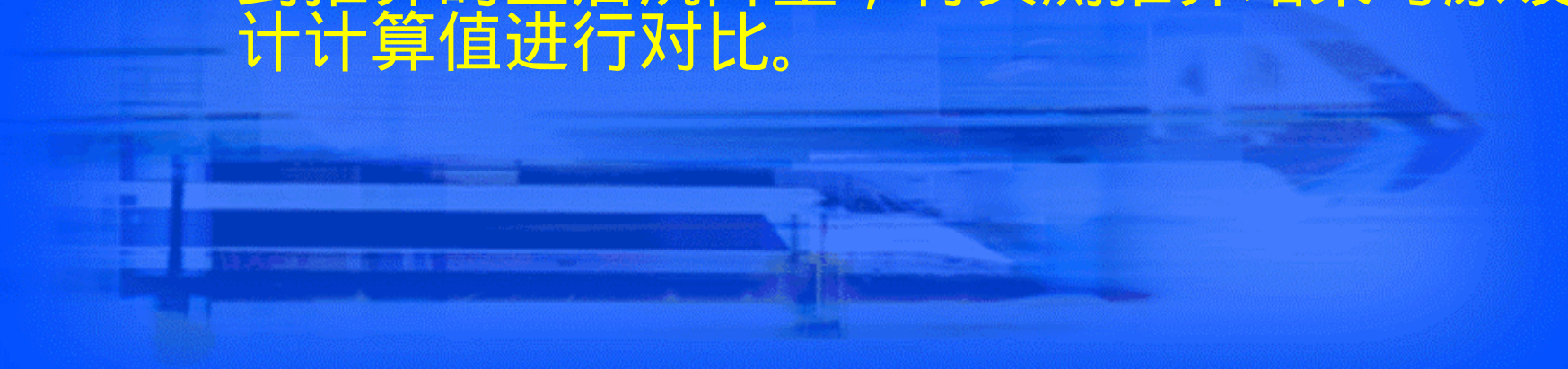
3 软土路基的动态设计

- 3.1路基动态设计方法
- 3.2动态设计内容



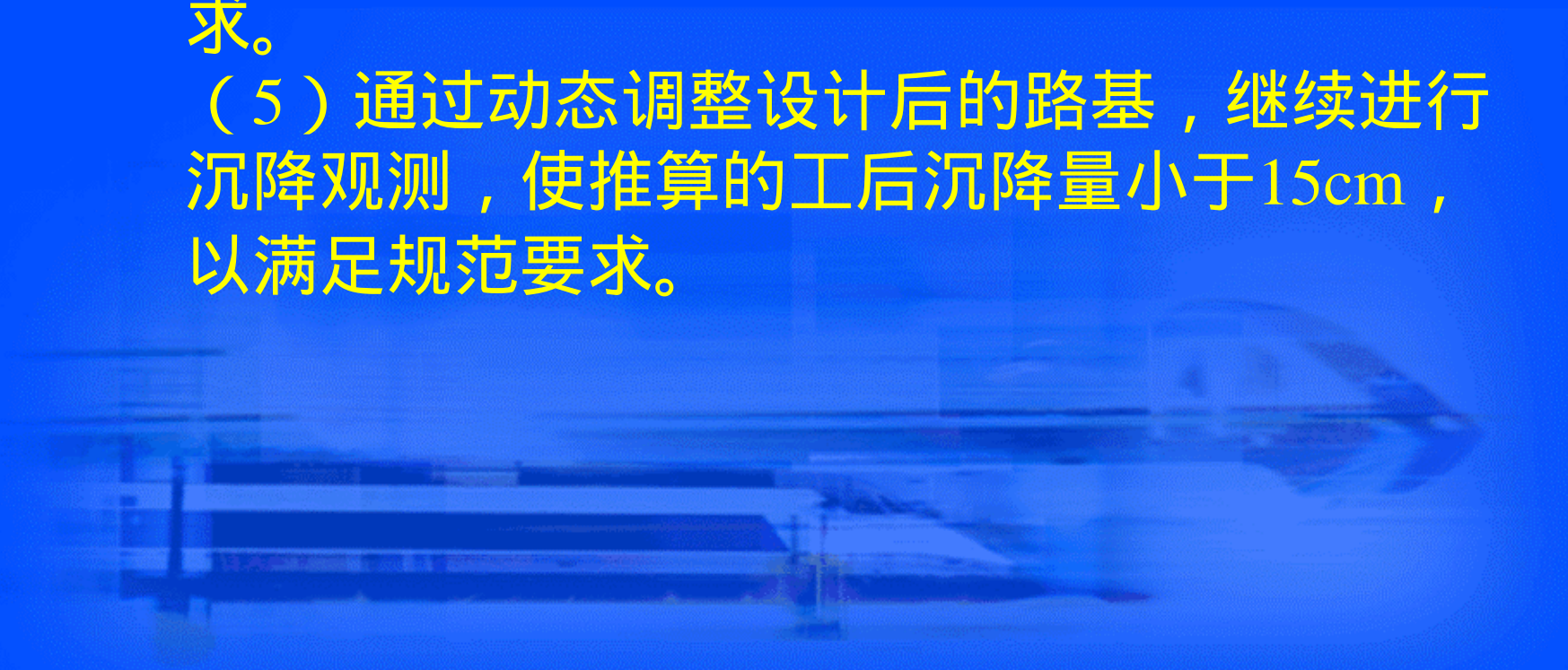
3.1路基动态设计方法

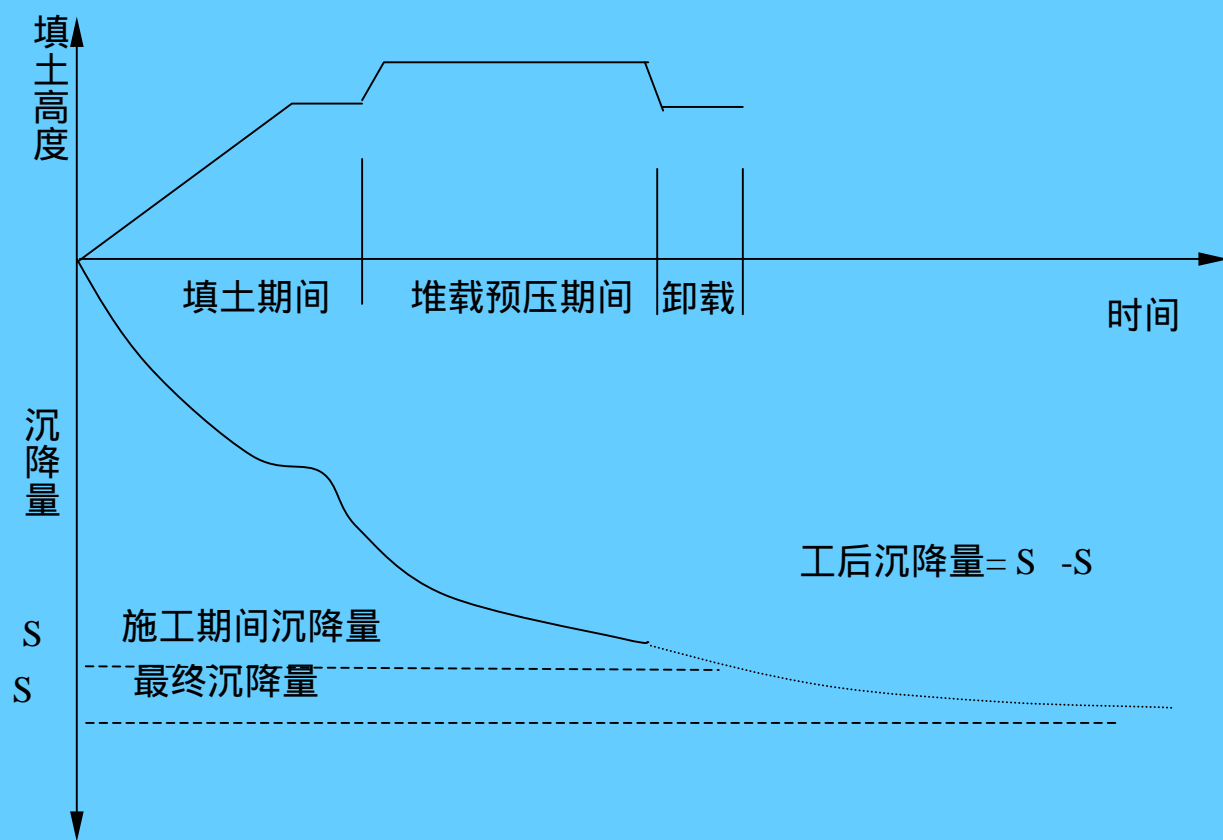
- 软土路基动态设计过程及步骤为：
- （1）根据勘察试验成果计算软土路基的总沉降和施工期间的沉降，确定堆载预压荷载及预压时间，以控制工后沉降符合规范要求。
- （2）施工填土期间和堆载预压期间进行沉降观测，绘制“填土高度~沉降量~时间”曲线。
- （3）根据现场“填土高度~沉降量~时间”曲线，推算出施工期间的沉降量和最终沉降量，并得到推算的工后沉降量，将实测推算结果与原设计计算值进行对比。



(4) 推算的工后沉降量若小于15cm时，则按原设计施工。推算的工后沉降量若大于15cm时，则要采取动态调整设计的措施——延长堆载预压时间或加大预压荷载以满足规范要求。

(5) 通过动态调整设计后的路基，继续进行沉降观测，使推算的工后沉降量小于15cm，以满足规范要求。





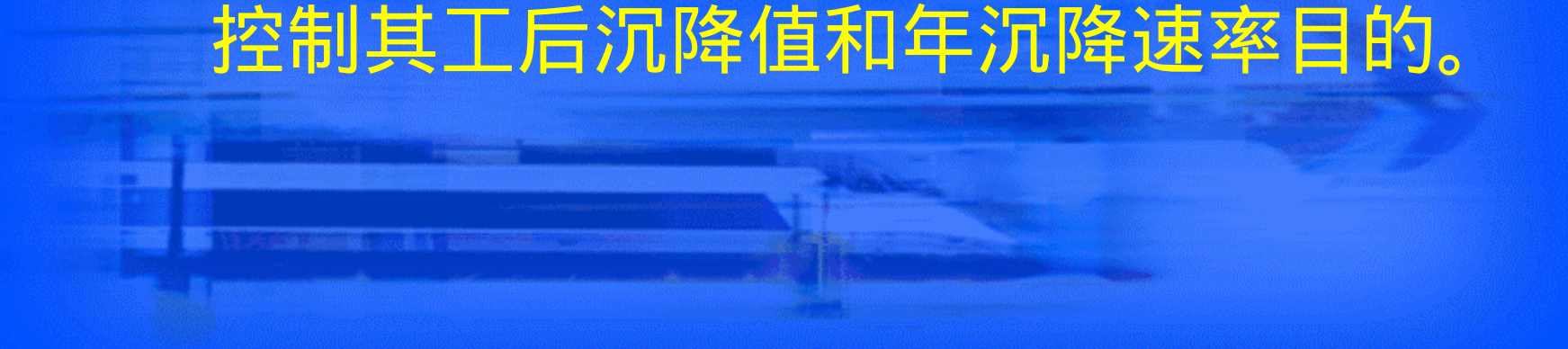
3.2动态设计内容

- 3.2.1路基动态设计目的
- 3.2.2路基动态设计内容
- 3.2.3动态设计成果



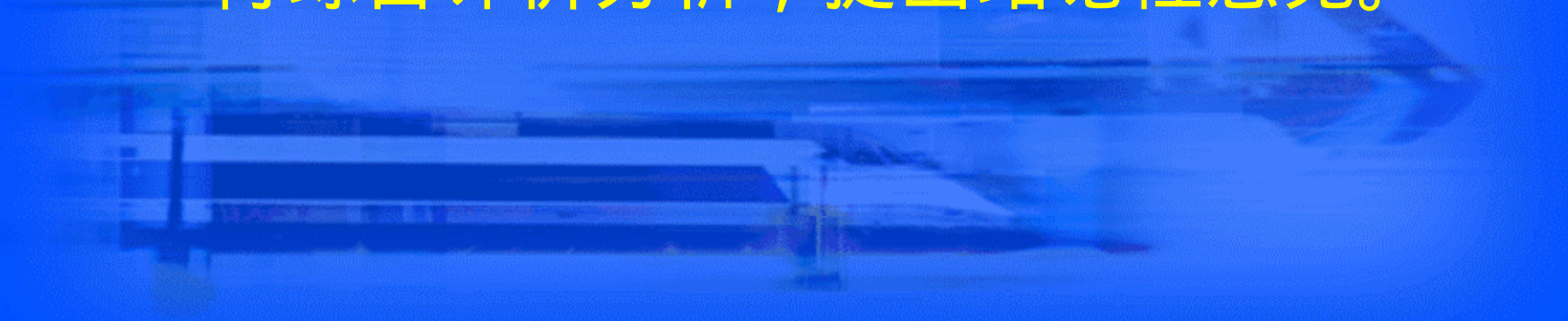
3.2.1 路基动态设计目的

- 秦沈线通过路基动态设计要详细掌握软土、松软土路基段地基沉降情况，并根据现场沉降观测的“填土高度~沉降量~时间”曲线推算总沉降和预压工期，最后对设计计算的沉降值进行修正、对原设计路基抬高值进行调整，以达到有效地控制其工后沉降值和年沉降速率目的。



3.2.2路基动态设计内容

- (1) 提供可靠的沉降观测资料。
- (2) 对地质补充勘察资料进行整理。
- (3) 根据现场观测资料整理绘制“填土高度~沉降量~时间”曲线。
- (4) 根据观测、计算和分析对路基段进行综合评价分析，提出结论性意见。



3.2.3动态设计成果

- (1) 在填筑表层级配碎石前，对全线松软、软土路基进行沉降分析，并根据沉降预测结果，调整基床底层顶面抬高值。
- (2) 为确定预压土卸载时间，对A10、A12、A13、A14、A19、A20、A21共计7个标段33Km预压段落进行沉降分析，提供沉降分析报告，确定了卸载时间，对A14标段还调整了预压土段落及高度。
- (3) 为了进行铺轨前路基评估，对全线松软、软土路基进行沉降分析，提供了以铺碴之日为工后起点的沉降分析报告。
- (4) 为了保证验交，对全线松软、软土路基进行沉降分析，提供了以2003年8月15日为工后起点的路基沉降状态分析报告，确定路肩高程抬高值。

基床底层顶面抬高值调整

序号	起 讫 里 程	长度 (m)	设计抬高值 (m)	调整后抬高值 (m)
1	DK268+950 ~ DK271+400	2450	0.2	0.1
2	DK271+520 ~ DK272+100	580	0.2	0.1
3	DK272+100 ~ DK272+800	700	0.2	0.05
4	DK274+717 ~ DK275+857	1140	0.1	0.05
5	DK275+985 ~ DK276+750	765	0.1	0.05
6	DK278+015 ~ DK278+200	185	0.15	0.05
7	DK280+100 ~ DK280+640	540	0.1	0.05
注：其余地段基床底层顶面抬高值均调整为0				

预压土高度、预压土段落调整

序号	起 讫 里 程	长度 (m)	原预压土 设计高度 (m)	调整后预 压土高度 (m)	备 注
1	DK263+400 ~ DK263+600	200	1.8	2.5	
2	DK263+600 ~ DK265+200	1600	1.8	3.0	
3	DK265+300 ~ DK265+460	160	1.8	3.0	
4	DK266+934.72 ~ DK268+214.75	1280.3	1.0	2.0	原设计道碴予压
5	DK265+885.67 ~ DK269+630	744.33	1.0	2.0	原设计道碴予压
6	DK269+630 ~ DK270+550	920	1.0	1.2	原设计道碴予压
7	DK270+550 ~ DK271+050	500	0	2.5	
8	DK271+050 ~ DK271+434.73	384.73	1.0	2.0	原设计道碴予压
9	DK271+487.21 ~ DK271+960	473.46	1.0	2.5	原设计道碴予压
10	DK271+960 ~ DK272+885.63	925.63	1.8	3.0	
11	DK274+248.25 ~ DK274+638.76	390.51	1.8	2.5	

预压土卸荷时间调整

序号	起讫里程	长度 (m)	设计卸荷时间 (月·日)	调整后卸荷时间 (月·日)
1	DK263+400 ~ DK266+103	2703	8. 15	6. 23
2	DK266+958 ~ DK268+209	1251	8. 15	6. 17
3	DK268+890 ~ DK271+050	2160	7. 15	6. 10
4	DK271+050 ~ DK271+434. 23	384	7. 15	5. 19
5	DK271+486. 7 ~ DK272+875	1389	7. 15	5. 18
6	DK274+252 ~ DK277+864	3612	7. 15	6. 23



中国铁道科学研究院
CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES

谢谢大家

