



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

高速铁路路基

高速铁路路基的地基条件

主讲：严战友

# 目录



在线开放课程

- 1. 日本地质条件
- 2. 德国地质条件
- 3. 大秦重载铁路与京沪地质条件
- 4. 高速铁路地质条件规定

- 现代铁路修筑经验表明，作为支撑路基的地基不允许发生地基破坏，也不允许发生过大的工后沉降和沉降速率。以往的铁路设计标准，只考虑对基底强度作要求，即不允许发生基底破坏，而对其变形的要求没有给予重视。



地基发生破坏



地基发生破坏

- 对支撑高速铁路路基的地基来说，除了强度要求外，还有变形条件要求。此外，即使发生地震，也不致发生破坏和下沉。为确保上部轨道结构的平顺性，并减少养护维修工作量，高速铁路必须严格控制沉降变形，因此，对地基的要求相应较高。

- 日本东海道新干线建成后，由于软土地基沉降造成轨道状态不良，不能达到设计速度和运量的要求。
- 对不符合强度要求的地基要采取加固和减少工后沉降的措施。许多国家对路堤（尤其是低路堤）的基底相应提出了强度和土质的要求，不符合要求者均要采取措施进行加固处理。



高铁路基土工格栅



- 前联邦德国在地基条件差的地方修建新线路路基时，采取了各种加固措施，如振动捣固、混凝土喷浆、化学加固、砂桩或排水管构筑、土层加固、更换土层等。

- 日本同时还规定，对于路堑及低路堤，除应满足上述条件外，路基面以下3.0m内还不得夹杂N（标准贯入试验锤击数）值小于4的软弱的冲击细粒土层。当不满足上述条件时，应进行地基改良。



高铁路基土工格栅



高铁路基土工格栅

表 3-9 日本新干线路堤要求的地基条件

区分	细区分	支承路堤的地基条件	
基岩		无条件	
土层	洪积层	砾粒土	无条件
		砂砾土	
		细粒土	
		火山灰质黏粒土	$N \geq 3$
	冲击层	砾粒土	无条件
		砂粒土	$N \geq 10$ , 地震时无液化层
细粒土		$N \geq 4$ , 无条件 $4 > N \geq 2$ , 厚度 $\leq 3$ m $2 > N$ , 厚度 $\leq 2$ m	

- 我国首次在大秦重载铁路提出的地基要求如表3-10。现行《铁路路基设计规范》提出路堤的地基条件必须满足 $N \geq 4$ ， $P_s \geq 1\text{MPa}$  ( $N$ 为标准贯入锤击数， $P_s$ 为静力触探比贯入阻力)。

表 3-10 大秦铁路路堤要求的地基条件

地层及土质		可作为路堤地基的必要条件
基岩		无条件
洪、冲击层土	砂、砾、低塑性细粒土	无条件
	高塑性细粒土	$P_s > 1.0 \text{MPa}$ 或 $N > 3$

表 3-12 京沪高速铁路路堤要求的地基条件

地层	地基条件
基层	无条件
碎、卵、砾石类	无条件
砂类土	$P_s \geq 5.0 \text{MPa}$ 或 $N \geq 10$ ，且无地震液化可能
黏性土	$P_s \geq 1.2 \text{MPa}$ 或 $[\sigma] \geq 0.15 \text{MPa}$

- 路堤建成后发生的变形、沉降主要有：
- 路堤（主要是基床）在列车荷载作用下发生的变形；
- 路堤本体在自重作用下的压密沉降；
- 支承路基的地基压密沉降。
- 在路堤填料的材质与施工质量有保证的前提下，前两部分数值是有限的，路堤填土的压密沉降主要通过压实密度来控制。

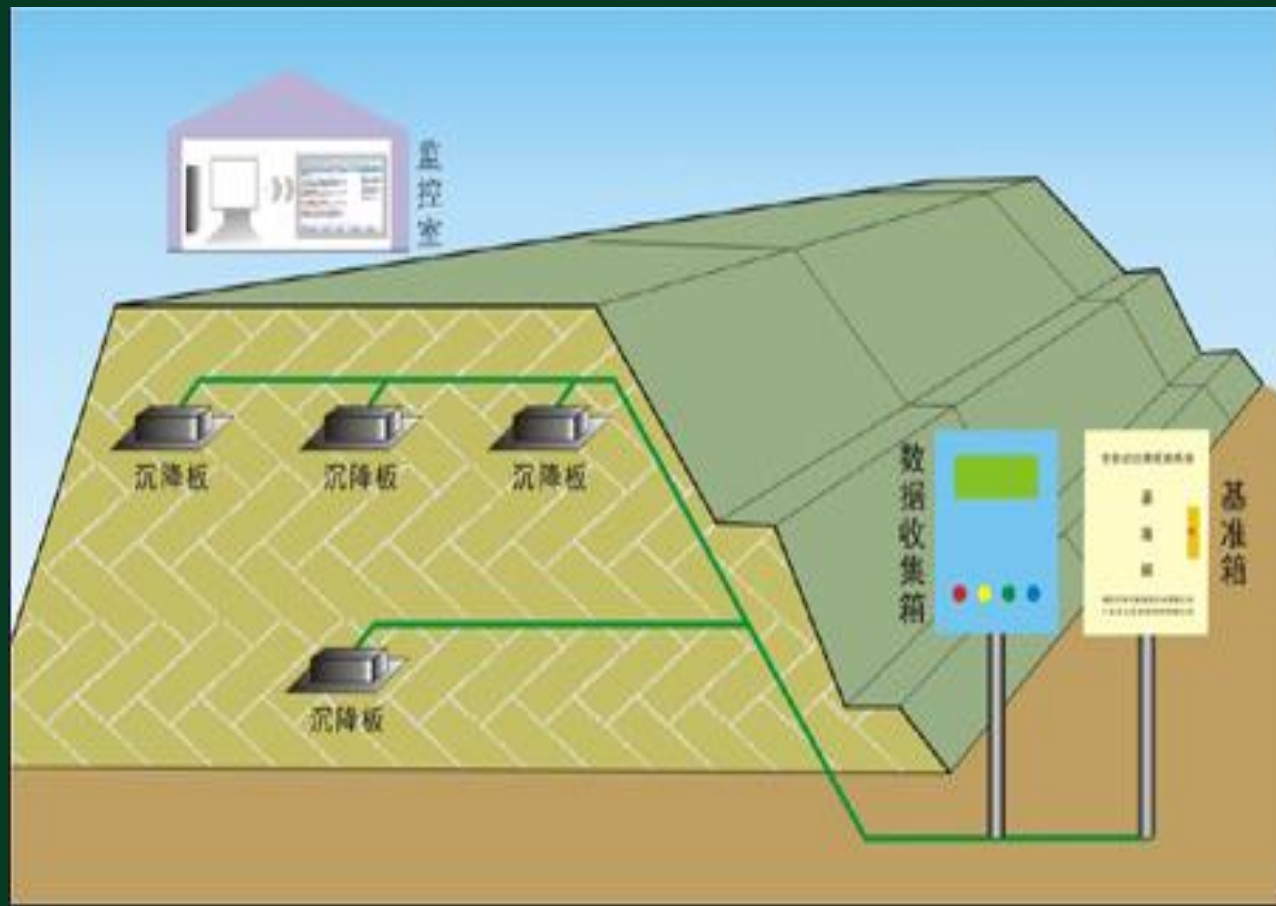


- 根据国外高速铁路的经验和实测资料，路堤填土压实沉降量，当路堤以粗粒土、碎石类土填筑时，约为路堤高度的0.1%—0.3%；细粒土填筑时，约为路堤高度的0.3%~0.5%。该部分沉降一般在路堤竣工之后一年左右。
- 因此控制路堤沉降主要是控制地基的工后沉降。

- 日本新干线规定：
- 有碴轨道路基下后沉降量一般地段不应大于 10 cm
- 沉降速率应小于 3 cm/年
- 桥台台尾过渡段路基工后沉降量不应大于5cm
- 板式轨道路基容许下后沉降量在扣件调整范围内即小于30 mm，折角小于 4/1000
- 沉降应观测至沉降稳定结束为止。



沉降量观测



沉降量观测



- 德国无碴轨道:
- 路基最大容许工后沉降对30mm
- 有碴轨道, 每年沉降不超过 1~2cm
- 桥墩周围不应有不均匀沉降
- 路基不均匀沉降造成的轨道变形按轨道竖向过渡曲线半径 $R_a > 0.4v^2$ 控制.

借鉴国外高速铁路经验，为了满足京沪高速铁路设计速度的要求，必须严格控制路基的工后沉降量，具体规定如下：

## 无碴轨道路基工后沉降量

- ◆ 一般 $\leq$ 扣件允许的调高量15mm；
- ◆ 沉降比较均匀、长度大于20m的路基，30mm，且调整轨面高程后的竖曲线半径应 $\leq 0.4V_{\max}^2$ 。

**路桥或路隧交界处的差异沉降：**5mm，过渡段折角： $1/1000$ 。



大西高铁CFG开挖现场





CFG桩切割



CFG桩头破坏



武广高铁CFG桩-水泥搅拌桩



CFG桩帽



CFG桩帽模型





CFG桩帽之间回填



图 9 CFG 桩复合地基净载试验



- 有碴轨道路基工后沉降量控制标准

速度	一般地段/cm	台尾过渡段/cm	沉降速率/cm年 <sup>-1</sup>
250	≤10	≤5	≤3
300、350	≤5	≤3	≤2

# 小结

- 本节主要介绍了以下内容：
- 1. 日本地质条件
- 2. 德国地质条件
- 3. 大秦重载铁路与京沪地质条件
- 4. 高速铁路地质条件规定