

# 桥梁养护与加固

---

长安大学公路学院 许汉铮



# 1 概述

---

## 1.1 我国公路桥梁现状及其养护

### 1) 规模

截至2011年底，公路总里程逾400万公里，其中高速公路8.5万公里

### 2) 规划（到2020年）

高速公路“7918网”，目标：连接20万人口的城市，“东网、中通、西联”

公路，村村通

### 3) 存在的问题

老桥技术标准低、通过能力差；

桥梁超负荷使用；

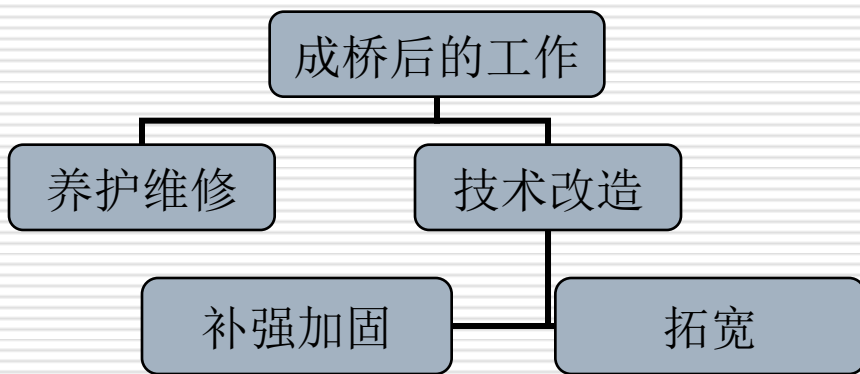
养护有规范可依，但养护人员素质低、养护规范执行力度差。

---



# 1 概述

## 1.2 桥梁技术改造的一般概念



桥梁加固（**strengthening**）的含义为对有缺陷的桥梁主要承重构件进行补强，改善结构性能，恢复和提高桥梁结构的安全度，提高其承载能力。

养护维修（**maintenance**），是指为保持桥涵及其附属物的正常使用而进行的经常性保养及维修作业。铺装、防水伸缩缝、裂缝等的维修。

桥梁的技术改造（**improvement**）是一个综合性的概念，包括桥梁的加固补强、桥梁拓宽、桥梁抬高、桥梁平面线形改善等多项工作，凡是利用原有桥梁结构，通过特定的技术措施，使原桥梁结构荷载等级提高、通行能力增强、使用性能得到改善的，统称为桥梁技术改造。



# 1 概述

## 1.2 桥梁技术改造的一般概念

加固与技术改造的方法大致分以下几种类型：

### 1、加固补强薄弱构件

对于有严重缺陷或因通行重型车辆而不能满足承载力要求的薄弱构件，可以采用以新的材料（钢筋、钢板、混凝土、复合材料等），增大构件的截面尺寸、增设外部预应力钢筋或用化学粘贴剂粘贴补强材料等补强措施进行加固补强，这种方法实际上是通过增加的刚度或增加受力材料数量来提高原构件的承载能力。

### 2、增设辅助构件

在原结构基础上增加新的受力构件，如在多梁式梁桥中为增强横行联系而增设的端横梁、中横梁；又如桩基承载力不足时增设扁担桩、增设扩大承台等。

### 3、改变结构体系

### 4、更换构件

### 5、桥梁拓宽

### 6、其他上部结构的特殊改造方法

### 7、墩台基础处治

### 8、桥台加固处治

### 9、桥墩加固处治



# 1 概述

## 1.3 桥梁技术改造的特点和要求

- 1) 一般来说，加固改造的桥梁结构均有一定的病害，结构已处于相对危险的状态，故加固改造方案必须考虑尽可能少地扰动原结构，特别是主要承重结构，以策安全。
- 2) 桥梁的加固改造工程通常要求在不中断交通、尽量少中断交通或者有交通干扰的条件进行施工，故要求施工工艺简单且容易操作、施工速度快、工期短。改造工程的技术经济指标应包括由于交通受阻等所带来的经济损失。
- 3) 加固改造的施工面狭窄、拥挤，常受原有结构物的制约。要求的机具设备尽量简单易操作，且应重量轻，体积小。
- 4) 补强加固施工往往相邻结构构件也产生影响。
- 5) 加固改造施工中对原结构的拆除、清理工作量大，工程较烦琐零碎，并常常隐含许多不安全因素，要求施工人员更加注意操作安全与施工质量，严格进行施工管理。
- 6) 加固改造的方案拟定与设计计算要充分考虑新、旧结构的强度、刚度与使用寿命的均衡，以及新、旧结构共同工作，特别应注意新增混凝土部分在达到一定的龄期前仅仅只能作为恒载来考虑。
- 7) 加固改造方案应尽可能周密考虑增加和减少对原结构的影响，旧结构的拆除与新结构的补加在有些桥梁结构形式中应考虑减载加载程序；对大多数桥梁结构，以增加最少的荷载为宜。
- 8) 在进行补强加固时应同时考虑采取消除、减小或抵御引起病害的这些不利因素的措施，以免在加固后结构物继续受此因素的影响。



# 1 概述

## 1.4 桥梁技术改造工程须满足的基本条件

- 1) 桥梁经技术改造后，其结构性能、承载能力与耐久性等都能满足使用上的要求。
- 2) 具有较明显的经济效益和社会效益。加固改造旧桥的投资一般应低于新建桥梁投资的40%~50%，
  - (1) 结构改善系数： 桥梁加固改造的主要目的之一就是提高桥梁的承载能力，结构改善系数就是表示经加固改造后桥梁承载能力提高的百分率，即

$$k = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中：Q1——桥梁加固改造前通过活荷载的能力；  
Q2 ——桥梁加固改造后通过活荷载的能力。

一般而言，桥梁加固改造往往是通过增强原结构的抗弯刚度来提高其承载能力的，故上述结构改善系数可以转换为加固改造前后在设计荷载作用下所产生的最大挠度值的变化来表达，即

$$k = \frac{f_1 - f_2}{f_1} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中：f1——加固改造前原结构在设计荷载作用下的最大挠度；  
f2——加固改造后同一荷载作用下的最大挠度与由于加固改造所增加的恒载产生的挠度之和。  
式中、的取值，当有试验资料时，可用实测挠度值；无试验资料时可采用理论计算值。



# 1 概述

## 1.4 桥梁技术改造工程须满足的基本条件

### (2) 成本效益系数F

成本效益系数是指加固改造工程单位成本所得的“结构改善系数”，成本效益系数愈大，说明该桥技术改造的经济效益愈好。成本效益系数F为

$$F = k/S \quad (1-3)$$

式中：S——每平方米桥面所需的技术改造费用；

k——结构改善系数。

不同的加固改造方案其技术经济效益往往会因桥而异，因为影响经济效益的因素很多，例如桥梁结构形式差异，桥梁跨径的大小，损伤程度，加固补强设施的养护费用，中断、阻塞交通的损，加固技术的耐久性，安全和环境干扰程度等。故只有对加固改造工程的技术经济效果进行全面的综合评价，方能对方案的选择做出合理的判断。



# 1 概述

## 1.5 桥梁技术改造的设计计算原则

- 1)应按现行《公路桥涵设计规范》进行设计，改造后的桥梁的使用荷载作用下，原有结构及新增加结构各部分的强度、刚度及裂缝限值等均应符合规范要求。
- 2)应明确加固改造的具体目标，以确定加固改造设计计算方法。一般的桥梁加固改造是永久性的，有一些时临时性的，如超重车过桥。不同的目标有不同的计算方法。
- 3)当仅要求提高原桥的承载能力时，改造工程可在原有结构保持恒载应力状态下进行。此时，原有结构的全部恒载及补强加固所增加的恒载，可以考虑由原构件（截面）承受，活载则由原结构和新增构件（截面）共同承担。
- 4)若原有结构构件的应力已接近或超过容许限值，需要减少桥梁的恒载应力时，则应采取卸载措施，使桥梁在卸载部分恒载的状态下进行加固改造工作。此时，新增构件（截面）除与原有构件共同承受活荷载外，还承受原有结构的一部分恒载，因此，新旧结构按整体受力计算。
- 5)设计时应周密考虑并采取必要措施保证新旧结构、新旧混凝土的整体性并能共同工作。新旧结构的混凝土往往会由于收缩不同而导致结构内力重分布，从而引起新旧混凝土结合面因较大的拉应力而开裂，这会影响结构的整体性。因此，在设计时应注意尽量减小混凝土收缩的不利影响而采取相应的措施，如可采用微膨胀混凝土。
- 6)设计计算的力学图式应充分考虑已损坏结构的实际受力状态，这种力学图式不能使设计结果偏不安全。
- 7)设计计算时应恰当考虑利用原有结构的承载能力，不易过分对其进行挖潜。





# 1 概述

---

## 1.6公路旧桥养护流程五个重要环节：

### **A**观～旧桥检查：

对旧桥材料质量和工作性能等所作的一般调查，以目测为主。

### **B**诊～旧桥检测：

对旧桥材料质量和工作性能等所作的更加精确的检测、试验等。

### **C**断～旧桥评定：

对已建成桥梁的使用状况及承载能力等进行综合的评价。

### **D**修～旧桥维修：

对已建成桥梁上危害桥梁正常运营的部分进行的小修小养工作。

### **E**治～旧桥加固：

通过加强构件和对重大病害进行彻底整治来提高桥梁承载力的措施。

---



# 1 概述

---

## 1.7 公路桥梁养护的主要内容和基本要求

- 1) 建立、健全公路桥涵的检查、评定制度。对公路桥涵构造物进行周期检查，系统地掌握其技术状况，及时发现缺损和相关环境的变化。按桥梁检查结果，对桥梁技术状况进行分类评定，制定相应的养护对策。
  - 2) 建立公路桥梁管理系统和公路桥梁数据库，实施桥涵病害监控，实施科学决策。逐步建立特大型桥梁荷载报警系统，地震、洪水和流冰等预防决策系统。
  - 3) 公路桥涵养护应做到：桥涵外观整洁，桥面铺装坚实平整、横坡适度，桥头连接顺适，排水通畅，结构完好无损，标志、标线等附属设施设施齐全完好。
  - 4) 桥涵构造物的养护，首先应使原结构保持设计荷载等级的承载要求及设计交通量的通行要求。根据交通发展的需要，也可通过改造和改建来提高承载能力和通行能力。
-



# 1 概述

---

## 1.7 公路桥梁养护的主要内容和基本要求

- 5) 养护作业和工程实施应注意保障车辆、行人的安全通行及环境保护。
  - 6) 桥涵构造物养护应有对付洪水、流冰、泥石流和地震等灾害的防护措施，同时备有应急交通方案。
  - 7) 新建或改建桥梁交工接养，应有完备的交接手续并提供成套技术资料。特大、大桥应配置养护设施、机具，设置养护工作通道、扶梯、吊杆、平台，设计单位应提供养护技术要点及要求。未配置或配置不能完全满足养护工作需要的，可根据实际需要予以增添。
  - 8) 桥涵构造物的检查及技术状况评定、养护对策，维修、加固、改建的竣工验收等有关技术文件，均应按统一格式完整地归入桥梁养护技术档案及数据库。
-