

# 中国高铁桥梁构筑物设计、施工、运营经验及其科学技术伴随实践

---

Доклад о опыте проектирования, строительства и эксплуатации ИССО для ВСМ Китая и практике научно-технического сопровождения на стадиях проектирования и строительства мостовых сооружений



**1**

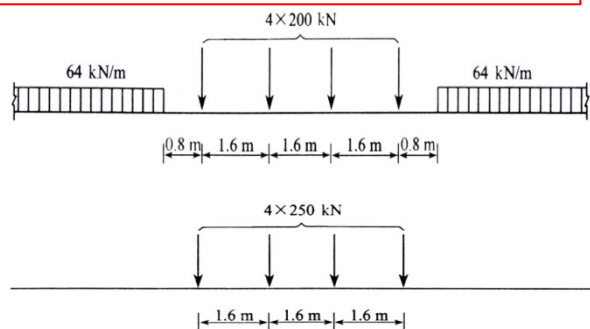
中国高铁桥梁设计、施工和运营经验

Опыт проектирования, строительства и эксплуатации  
ИССО для ВСМ Китая

## 主要技术标准

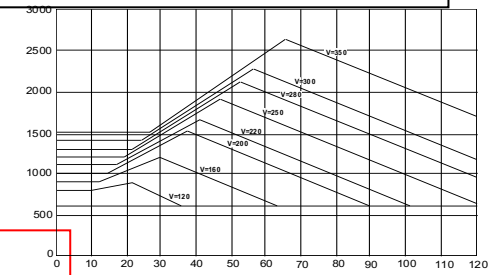
### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ

**ZK活载图式 (0.8UIC)**  
схема временной нагрузки ZK (0.8UIC)

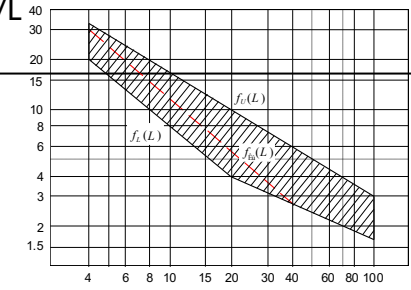


**桥梁刚度的限值标准**  
Нормы по предельному значению жесткости ИССО

挠跨比刚度限值 предельное значение отношения прогиба к длине пролета

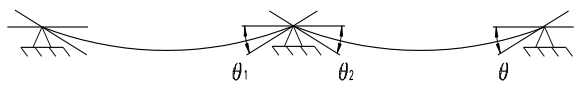


固有频率刚度限值  $n_0 = 1.2V_{max}/L$   
Предельное значение собственной частоты  $n_0 = 1.2V_{max}/L$

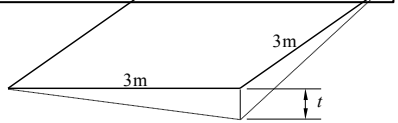


**桥梁变形的限值标准**  
Нормы по предельному значению деформации ИССО

梁端转角的限值  
предельное значение угла поворота в концах балки



扭转变形的限值  
Предельное значение деформации скручивания



桥涵基础工后沉降量限值  
Предельное значение осадки фундаментов моста после строительства

预应力混凝土梁的徐变上拱  
Деформация ползучести предварительно-напряженной железобетонной балки

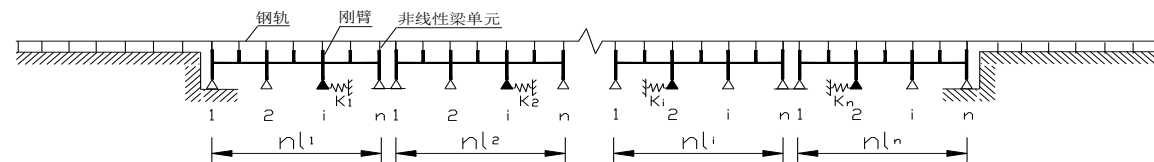
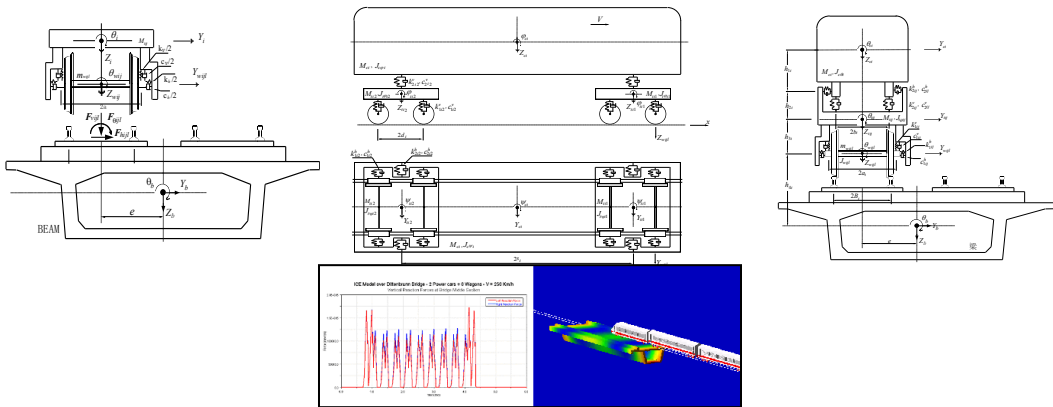
$L \leq 50m, \leq 10mm$   
 $L > 50m, \leq L/5000, \leq 20mm$

主要技术标准

ОСНОВНЫЕ  
ТЕХНИЧЕСКИЕ  
СТАНДАРТЫ

车桥动力响应 динамическая реакция поезд-мост

纵向力传递  
передача продольной силы



桥设计重要控制因素  
основные определяющие факторы  
для проектирования моста

道路、河流  
Дорога, река

路基工后沉降控制因素  
Факторы, влияющие  
на осадку земляного  
полотна после  
строительства

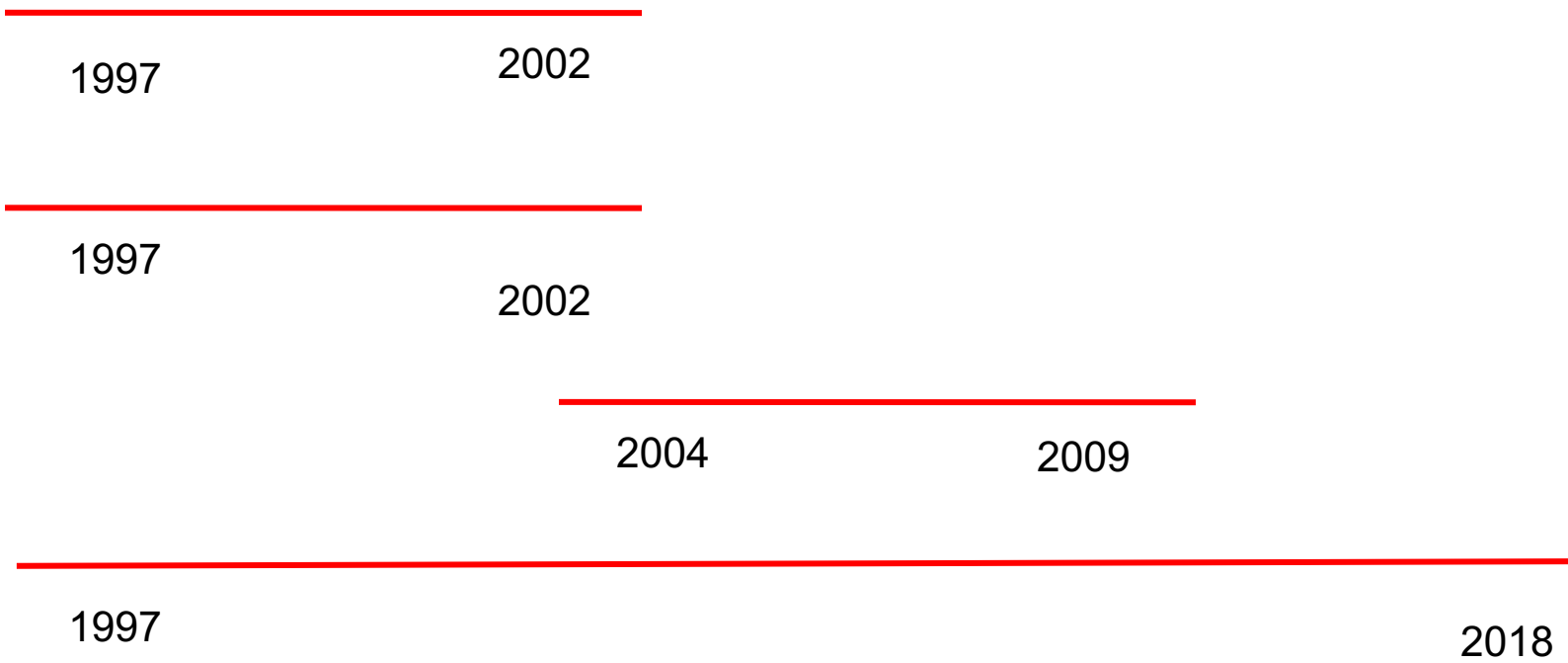
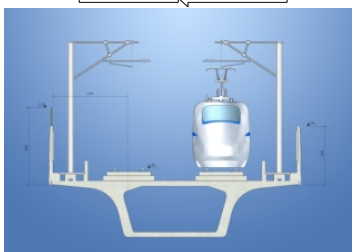
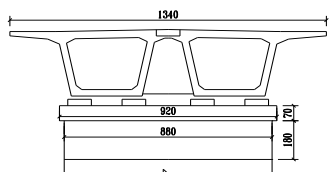
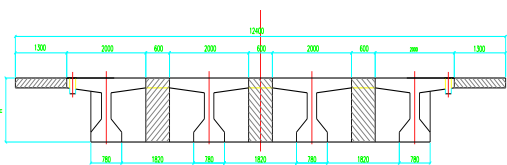
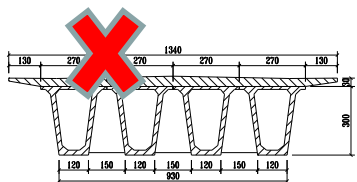
两桥之间的间距  
расстояние  
между  
смежными  
мостами

路基工程造价  
стоимость на  
сооружение  
земляного  
полотна

节约土地和保护环境  
Экономия земли и охрана  
окружающей среды

以桥代路 мост вместо земляного полотна

常用跨度梁发展 развитие обычно используемых пролетов мостовых сооружений



2018





## Разрезная коробчатая балка из предварительно напряженного железобетона длиной пре应力混凝土筒支箱梁

Свыше 90% железобетонных балок заранее изготавливается на полигоне мостовых сооружений и устанавливается в проектное положение при помощи КШК. В случае необходимости для некоторых ИССО может применяться метод бетонирования.

90%以上的混凝土梁采用工厂预制，架桥机架设施工。少数桥梁工点施工时，根据需要可采用现浇制梁。

1、定期进行轨面高程测量并记录准确时间及温度情况。

Регулярно измерять отметку поверхности рельса и записать точное время и температуру.

2、精密测量梁体的绝对变形值和轨面绝对高程值。

Точно измерять абсолютные значения деформации балки и отметки поверхности рельса.

3、加强高温季节及温度突变情况下的重点检查工作。

Усилиться выборочная проверка в условиях жаркого сезона и при резком изменении температуры.

4、轨道几何尺寸超过容许值或轨道设备伤损状态影响其正常使用时,进行临时性修理。

При превышении допустимого значения геометрического размера рельса, или когда путевые оборудования из-за повреждения не нормально работают, надо провести временный ремонт.

5、持续或反复出现的Ⅱ级偏差时,结合定期测量的轨面几何状态资料进行维修调整。

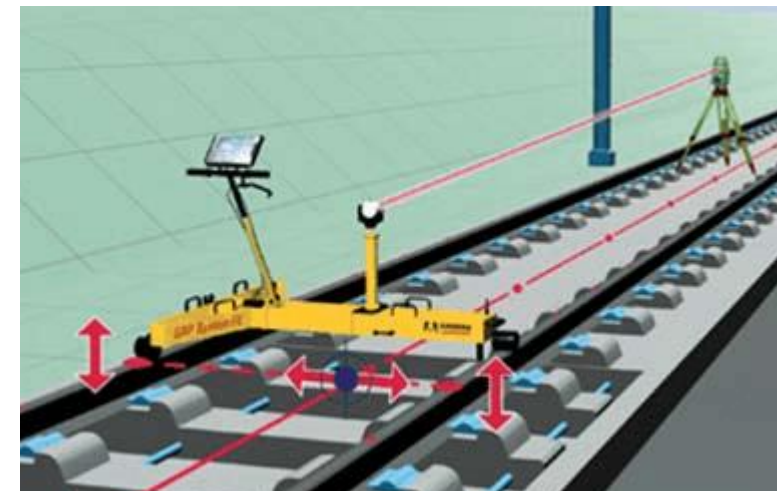
При продолжении или повторных появлениях отклонения уровня-Ⅱ, сочетая данные геометрического положения головки рельса, которые получены путем регулярного измерения, провести ремонт и регулирование.

6、加强连续梁伸缩调节器静态检查。

Усиливать статическая проверка уравнильного прибора для неразрезной балки.

7、结合每次轨道高程和几何状态,确定调节器检查工作周期。

Сочетая отметки и геометрические положения рельса каждого измерения, определить производственный цикл проведения проверки для уравнильного прибора.



2

中国高铁桥梁设计、施工阶段的科研伴随

Практика научно-технического сопровождения на стадиях проектирования и строительства мостовых сооружений для ВСМ Китая



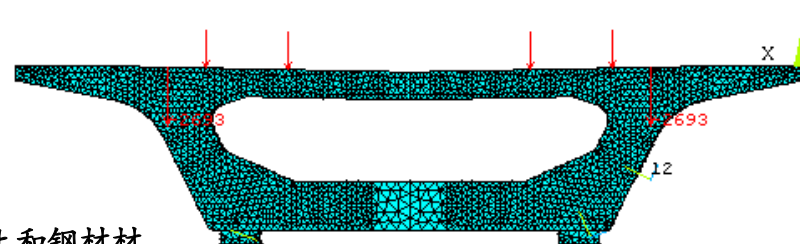
1

基础性科学研究

Фундаментальные научные исследования

活载图示、计算理论、控制参数（刚度、变形限值等）、动力特性、混凝土和钢材材料特性、试验梁及检测技术等

Диаграмма временных нагрузок, теория по расчету, определяющие параметры (предельное значение жесткости, деформации и других), динамическое свойство, характеристика бетона и стали, испытание балки и техника проверки.



2

特殊桥梁科学研究

научные исследования необычных мостовых сооружений

合理结构形式、（风）-车-桥耦合响应、合理刚度研究、抗震、抗风、施工过程中检测和控制

Рациональная конструктивная форма, взаимодействие (воздух)-поезд – мост, исследование жесткости, сейсмостойкость, ветроустойчивость, проверка и контроль в процессе строительства



### 时速350公里客运专线后张预应力混凝土简支箱梁的试制与试验

Испытательное производство и испытание для простой коробчатой балки из пост-напряжения бетона для пассажирской железной линии со скоростью 350км/ч.

- 实测压缩量及上拱度与设计值；
- Реальная измерительная степень сжатия и строительный подъем и проектное целевое значение.
- 实测吊点应力；Реальное измерительное напряжение точки подвеса.
- 收缩、徐变测试；Испытание на сжатие и ползучести.
- C50高性能混凝土的配制；Состав высококачественного бетона C50
- 混凝土质量稳定性、力学性能和耐久性检测；
- Проверка и испытание на выдержанность, механические свойства и прочность
- 孔道灌浆剂的流动性、强度和收缩特性测试；
- Испытания характеристик цементирующего вещества предварительно напряженных труб: текучесть, прочность, сжимаемость
- 支座锚固砂浆的流动性、早期强度和膨胀特性测试
- Испытания анкерных растворов опорных частей на текучесть, начальную прочность, расширение
- 混凝土的流动性、泌水率、强度、弹性模量测试；
- Испытания бетона на текучесть, коэффициент фильтрации, прочность, модуль упругости
- 梁体早期裂纹控制；Контроль за образованием трещин у балок на ранней стадии
- 混凝土水化热控制；Контроль гидратации бетона
- 管道、锚口和喇叭口摩阻以及钢绞线弹性模量测试；
- Испытания труб, раструбов на сопротивление трения и прядевой арматуры на модуль упругости
- 整体提梁工艺；Технология поднятия целой балки
- 混凝土保护层厚度控制；Контроль толщины бетонного защитного слоя
- 箱梁的制造及工艺试验；Производственные и технологические испытания коробчатых балок
- 箱梁的竖向、横向自振频率测试；Вертикальные и горизонтальные испытания собственных колебаний коробчатых балок
- 箱梁静活载挠、刚度和抗裂性测试。
- Испытания коробчатых балок на жесткость, сопротивление растрескиванию, прогиб от статических временных нагрузок

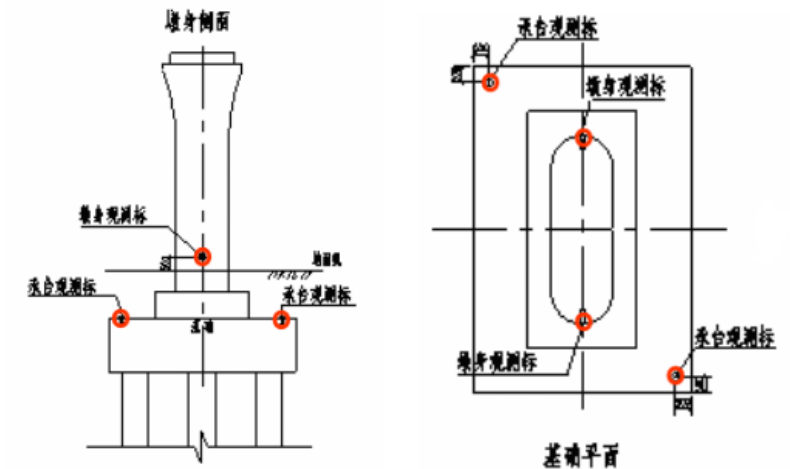




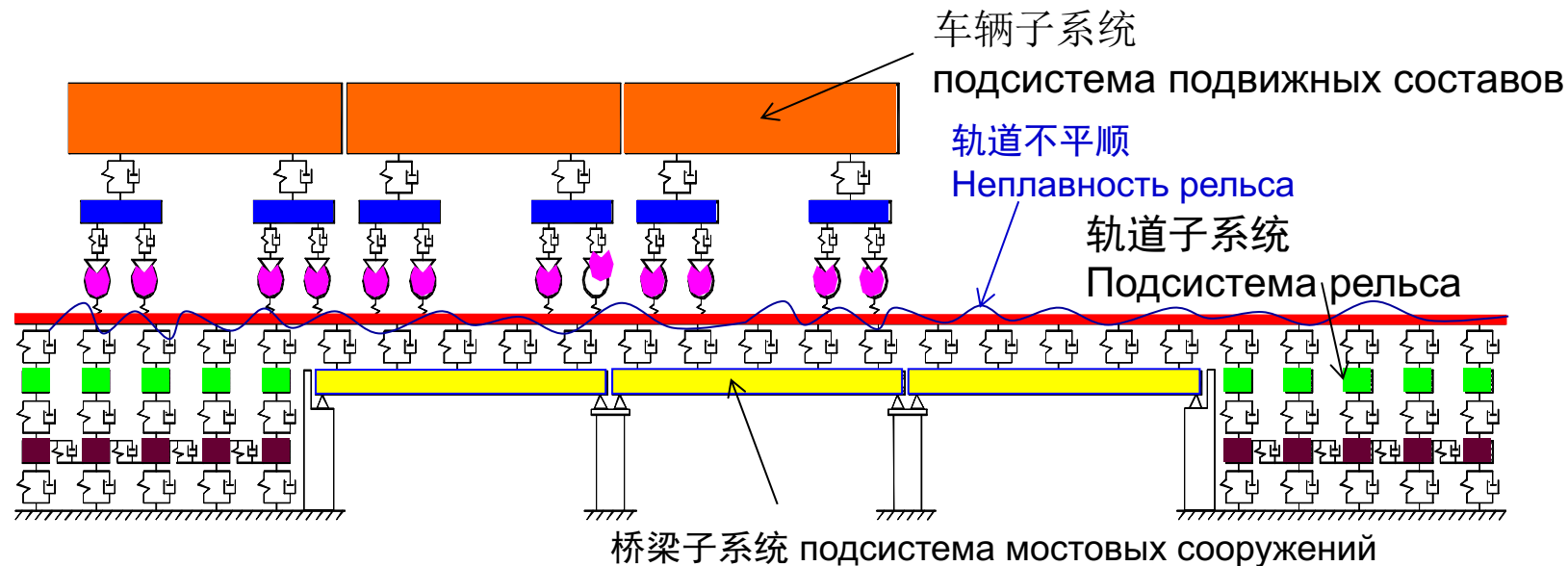
### 桥梁变形监测和评估

#### Контроль и оценка деформации мостовых сооружений

- 对桥梁变形应进行系统观测与分析，建立沉降观测基准点，在桥梁基础、墩台、梁部架设等施工过程中进行系统观测。
- Следует провести систематическое наблюдение и анализ деформации мостовых сооружений, создать опорную точку для наблюдения деформации, осуществлять систематическое наблюдение в процессе строительства, в части сооружения фундамента, устоя и установки балки;
- 根据桥涵实际荷载情况及观测数据，应作多个阶段的回归分析及预测，综合确定沉降变形的趋势；
- Учитывая фактические нагрузки ИССО и данные наблюдения, провести многостадийный возвратный анализ и прогноза, комплексное определение тенденции деформации осадки;
- 预应力混凝土梁变形趋势分析；
- анализ тенденции деформации предварительно-напряженной железобетонной балки;
- 验证基础沉降原理、控制方法、设计参数。
- проверка принципа осадки фундамента, методов контроля, проектных параметров.



### 车桥耦合仿真振动分析 Анализ и моделирование взаимодействия поезд-мост



### 列车-轨道-桥梁耦合振动分析模型

Модель для анализа вибраций и взаимодействия поезд-рельс-мост

- 可分析桥梁的动力响应（位移、加速度、动力系数）、车辆的运行安全性（脱轨系数、轮重减载率、轮轴横向力）和乘坐舒适性（车体加速度、平稳性指标）
- Данная модель позволяет провести анализ динамических реакций мостов (перемещение, ускорение, динамический коэффициент), безопасности движения поездов (коэффициент схода с рельса, обезгруживание колес, поперечная сила оси колес) и комфортность пассажиров (ускорение в кузове, плавность)

**3**

施工图设计和施工时，设计方案的变更实践

Практика уточнения проектных решений при разработке рабочей документации и в процессе строительства



施工图和施工阶段，核实、完善和优化以下设计内容

на стадиях рабочей документации и строительства осуществляются проверка, совершенствование и оптимизация следующих работ:

1、桥梁地形地貌、场地布置、工程地质、墩台位置、地方料供应、交通运输状况、电力、通讯、供水及施工期间可利用的或对施工有影响的既有设施、进场施工设备、检测设备等情况。

1. Рельеф местности моста, расположение площадки, инженерная геология, места расположения устоев, поставщики материалов, ситуация с транспортным сообщением, электроэнергия, связь, водоснабжение, а также существующие сооружения, оборудование, имеющие доступ к стройплощадке, диагностическое оборудование, которые возможно использовать во время строительства или влияющие на производство работ и подобные ситуации.

2、全线桥梁实施性施工组织设计，特别是施工方案、施工工期安排、施工工艺、施工要求、质量检测手段及新结构、新工艺、新材料的应用。

2. Проектирование реализуемости производства работ всех мостов по всей ветке, особенно проект производства работ, планирование сроков производства работ, технологии строительства, требований строительства, средства диагностики качества, а также применение новых конструкций, новых технологий, новых материалов.

3、跨越高速公路、城市道路、河道等桥梁施工方法、过渡措施、施工工序等。

3. Метод строительства мостов, пересекающих автотрассы, городские дороги и реки, переходные меры, в том числе строительные процедуры и т.д.

4、特殊结构桥梁的施工方法、施工工艺、施工方案、施工措施、施工工序，以及梁体线型控制等。

4. Метод строительства для мостов со специальной конструкцией, строительные технологии, проекты строительства, строительные меры, строительные процедуры, а также контроль тела балки с линейным характером и т.д.

5、钻孔桩和大体积混凝土的施工工艺和方案，特别是对沉降影响大的桩基础清底措施，桩身质量检测。

5. строительные технологии и проекты для буровых свай и крупнотоннажных бетонов, особенно меры для очистки свайных фундаментов, которые оказывают большое влияние на просадку, и контроль качества ствола свай.

施工图和施工阶段，核实、完善和优化以下设计内容

на стадиях рабочей документации и строительства осуществляются проверка, совершенствование и оптимизация следующих работ:

6、常用跨度梁预制、运输和架设工艺和方案。

6. Рекомендуемая сборка пролетных балок, транспортные и монтажные технологии и решения.

7、现场预制梁的预制和架设方案，桥位灌注箱梁的施工方案。

7. Сборно-монтажное решение сборных балок на строительной площадке, решение строительства мостовой шкафной инфузионной балки.

8、基础施工、墩台施工、支承垫石的控制、简支梁的预制及架设。

8. Строительство фундамента (основания), строительство опор и устоев, контроль подферменного камня, сборка и монтаж простых поддерживаемых балок.

9、与公路、航道、铁路立交地段净空条件、防护棚、挂篮防护、挂篮走行安全防护设施等安全防护措施的可靠性。

9. Надежность мер для безопасности и защиты, К которым относятся: условия чистоты воздуха в местах, где расположены автодороги, воздушные трассы и железнодорожные транспортные развязки; защитные навесы; защиты подвесных корзин и защитная инфраструктура передвижения подвесных корзин

10、对跨越或紧邻既有铁路、高速公路、城市道路桥梁、输油管道、输气管道、供水管道、通信光缆、河流、航道及其它既有构筑物设计防护措施及施工防护措施的可操作性、合理性，以及施工组织方案的可操作性、可行性及合理性。

10. Надежность и рациональность защитных мероприятий и мероприятий защиты по строительству для ближайших существующих железных дорог, высокоскоростных автодорог, городских дорог и мостов, нефтепроводов, газотранспортных трубопроводов, водопроводов, коммуникационных кабелей, рек, водных путей и других существующих сооружений, а также надежность, осуществимость и рациональность проекта ПОСа.

施工图和施工阶段，核实、完善和优化以下设计内容

на стадиях рабочей документации и строительства осуществляются проверка, совершенствование и оптимизация следующих работ:

11、外部因素影响导致的设计方案变化、重大施工方案变化。

11. Внесение изменений в проектных решениях и серьёзных рабочих проектах внешними факторами.

12、当沉降控制及大跨度混凝土桥梁部徐变控制可能存在难以满足铺设无砟轨道要求时，考虑相应有效的补救措施，并研究桥梁同时铺设无砟桥面及有砟桥面的可行性；

12. При наличии трудностей выполнения требований к контролю осадкой и ползучестью балок бетонного крупнопролетного моста при устройстве БВСП следует рассматривать соответствующее эффективное корректировочное мероприятие, а также исследовать возможность одновременного устройства поверхности моста в ВСП и БВСП.

13、存在长期沉降问题地段的桥梁的支座类型；

13. Выбор опоры моста при наличии проблемы долгосрочной осадки.

14、核对全线各岩溶发育地段桥梁基础采用类型、岩溶处理措施及施工方法的可靠性及合理性。

14. Проверка надежности и рациональности типа основания моста, противокарстовых мероприятий и технологии строительства на всех участках с развитием карста.

15、桥梁的防灾救援和养护维修设计。

15. Проектирование меры по защите от аварий и работе спасания, и проектирование ремонта и обслуживания.

16、在投资可控制前提下，增加桥梁长度。

16. Под условием управляемой инвестиций следует рассматривать возможность увеличения длины моста.

Спасибо !



中国中铁

中国中铁二院工程集团有限责任公司

CHINA RAILWAY ERYUAN ENGINEERING GROUP CO. LTD