

Китайское
создание

Подводное чудо:

Город Сямэн, туннель Сянань

Автор: Сюй Цзинмин

Межконтинентальная Пресса Китая

Подводное чудо: Город Сямэн, туннель Сянань

Автор: Сюй Цзинмин



Межконтинентальная Пресса Китая

图书在版编目 (CIP) 数据

海底的较量：厦门海底隧道：俄文 / 徐景明，张建斌著；
（俄罗斯）爱丽莎译．—北京：五洲传播出版社，2014. 11
（中国创造系列丛书）

ISBN 978-7-5085-2974-5

I. ①海… II. ①徐… ②张… ③爱… III. ①水下隧道
—厦门市—俄文 IV. ①U459.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 270708 号

“中国创造”系列

策 划 / 荆孝敏 付 平
主 编 / 付 平
出 版 人 / 荆孝敏

海底的较量——厦门海底隧道（俄语）

著 者 / 徐景明
图片提供 / 徐景明 王协云
责任编辑 / 黄金敏 姜 超
翻 译 / 爱丽莎
审 校 / 张家权 黄志伟
装帧设计 / 胡继红
制 作 / 华昌昊天（北京）文化传媒有限公司
出版发行 / 五洲传播出版社
（北京市海淀区北三环中路 31 号凯奇大厦）
承 印 者 / 北京市艺辉印刷有限公司
版 次 / 2015 年 3 月第 1 版第 1 次印刷
开 本 / 710mm×1000mm 16
印 张 / 8.25
字 数 / 80 千
定 价 / 118.00 元

Содержание

Предисловие / 1

Постройка туннеля Сянань Обстановка и процесс принятия решений / 5

Реализация человеческой мечты о перемещении по дну моря / 6

Туннель Сянань: Более 10 лет подготовки / 16

Затруднения в управлении средствами и инновационные модели финансирования / 28

Строительство: от изысканий до решения мировых проблем / 33

Полевые исследования: сначала исследования, потом сооружение.

Есть сомнения – исследуй, нет сомнений – все равно исследуй. / 35

Работа с сильно выветренными слоями почвы и слоями водопроницаемого песка / 41

Преодоление мировой проблемы- подводных выветриваемых щелей / 53

Уделяя особое внимание безопасности качеству, проект туннеля Сян'ань был завершён рекордом «Без летальных случаев» / 67

Безопасное строительство и отсутствие несчастных случаев / 68

Качество – это жизнь / 76

Тщательная обработка ландшафта и строительство на основе использования электромеханики / 83

Впечатляющие вентиляционные шахты и скульптуры / 84

Безопасная и надёжная электромеханическая система / 93

Накопление эксплуатационного опыта и ответственность за туннель / 99

Пропускная способность туннеля 15 тыс автомобилей в день открытия. / 100

Обновление оборудования для обеспечения пожарной безопасности и совершенствование управления туннелем / 105

Эксплуатация на научной основе и поддержка долгосрочной стабильности / 112

Туннель Сянань способствует региональному экономическому развитию региона / 114

Предоставление ценного опыта для строительства подводных туннелей Китая / 119

Результаты инновационных технологий / 120

Настоящее и будущее подводных туннелей Китая / 124

Эпилог / 127

Предисловие

Туннель Сянань в городе Сямэнь – это первый подводный туннель, построенный на материковом Китае. Он имеет наибольшее сечение среди всех существующих в мире шоссейных подводных туннелей, использующих буровзрывной метод строительства. Исследования, проектирование и строительство были выполнены полностью силами Китая, поэтому это является важным пунктом в истории туннельного строительства Китая.

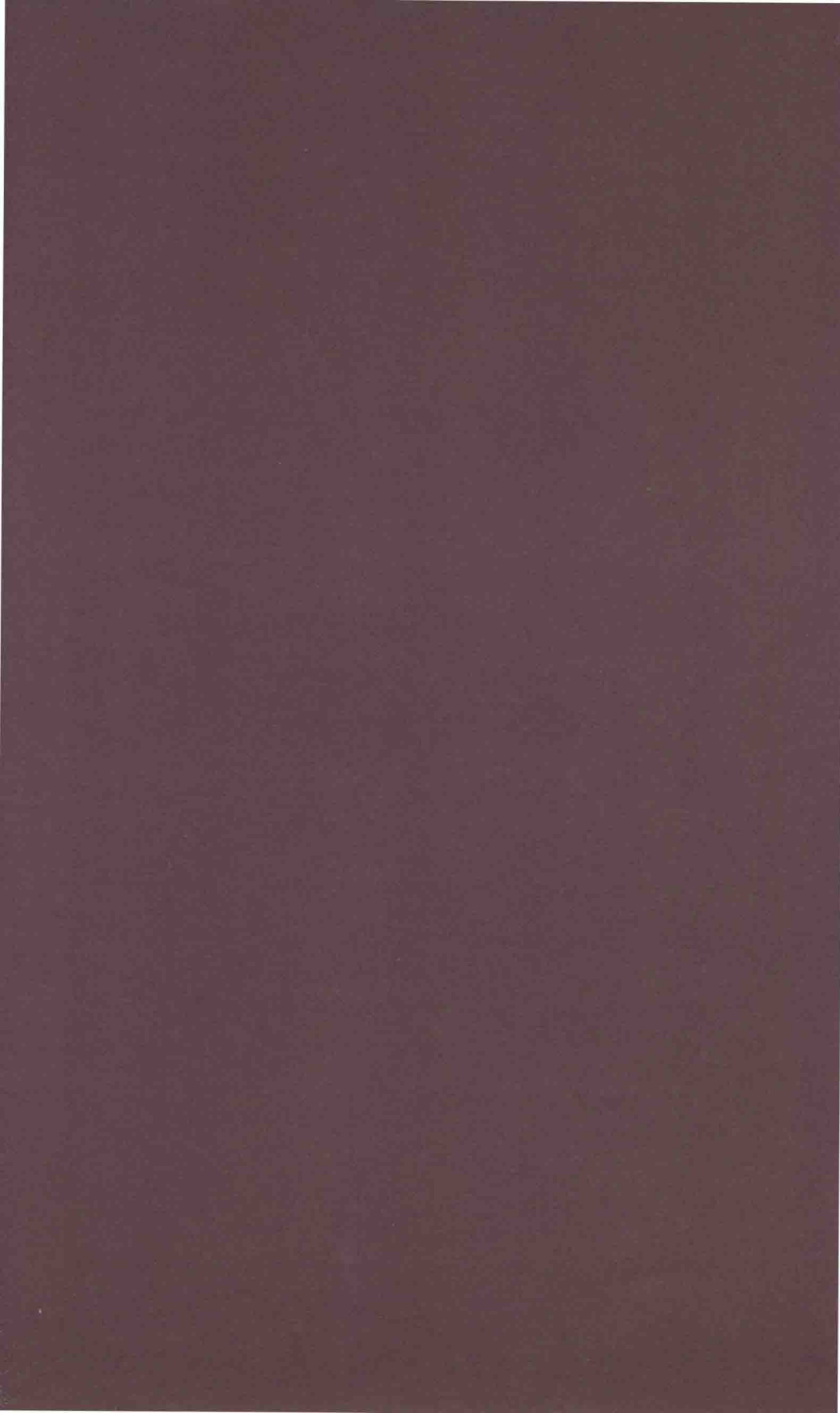
Строительство туннеля – сложный процесс с высоким риском. Строительство предполагает интеграцию различных сложных технологий в области туннельного строительства, и также является показателем национальной силы. В настоящее время в мире существует около 40 подводных туннелей, которые были построены буровзрывным методом. Большинство из них находятся в европейских странах, Японии и некоторых других развитых странах. Китай ранее преуспел в строительстве горных туннелей буровзрывным методом, но не мог в полной мере решить проблемы проектирования, строительства и эксплуатации подводного туннеля. До строительства туннеля Сянань в Китае не было подобных проектов возведения туннелей такого уровня, страна не имела готовой разработанной модели.

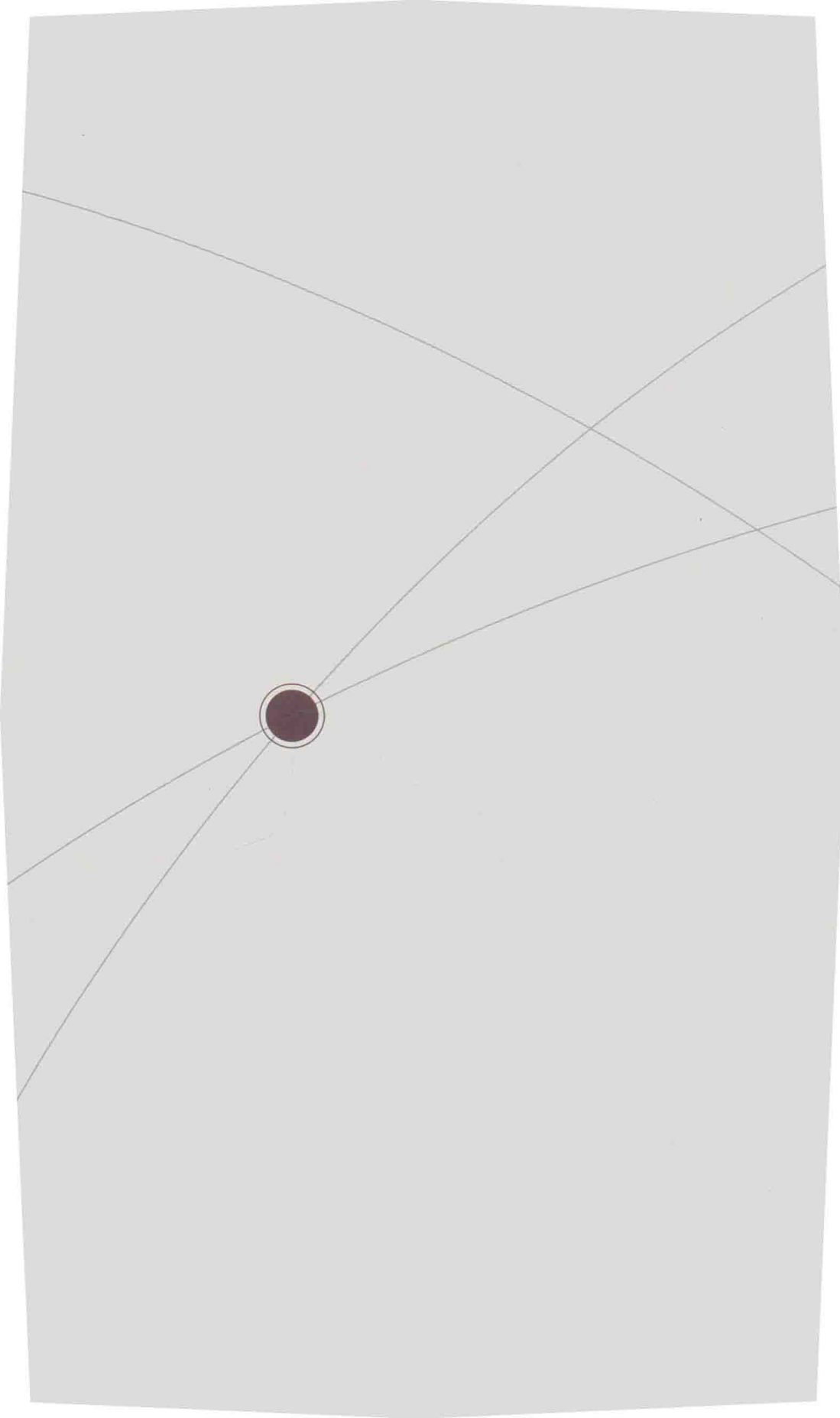
Туннель Сянань был построен в сложной обстановке, при сложных геологических условиях. 54% длины туннеля было построено на участке с плохим геологическим строением с тонким слоем покрова. Кроме того, туннель пересекает китайский национальный заповедник для белых дельфинов. До этого в мире не было построено буровзрывным методом ни одного подводного туннеля, строительство которого совмещало бы в себе столько сложностей, как например, неблагоприятные геологические

условия, масштабное строительство, высокие риски и сложная обстановка на месте строительства. Строительство потребовало решения технических проблем, с которыми сталкиваются специалисты во всем мире, в то же время необходимо было нести ответственность за огромные строительные риски.

Официальное строительство туннеля Сянань началось 6 сентября 2005 года, а его торжественное открытие состоялось 26 апреля 2010 года. Таким образом, строительство продолжалось 4 года и 8 месяцев. Объем извлеченного грунта и камней составил 2,35 миллионов кубических метров, этот объем вполне может заполнить одну из великих египетских пирамид. Было использовано 55000 тонн стали, что является эквивалентом количества, необходимого для постройки семи Эйфелевых башень. Кроме того, было использовано 2500 тонн взрывчатых веществ и 870 тыс. кубических метров высококачественного антикоррозийного бетона. Он был произведен в Китае, и его срок службы составляет не менее 100 лет. Этот бетон был укреплен для того, чтобы повысить устойчивость к землетрясениям до 8 баллов по шкале Рихтера. Строительство достигло мировых стандартов и стало один из трёх образцовых национальных строителств.

Этот проект – один из грандиознейших проектов столетия. После завершения строительства этого туннеля время в пути от Сямэня до Сянаана сократилось с 90 минут до 8 минут. Это значительно повысило качество и скорость реализации стратегии интеграции городского и сельского развития в пределах острова Сямэня и за его пределами. Строительство этого туннеля имеет эпохальное значение для социального и экономического развития в процессе создания экономической зоны пролива в западном Тайване, что входит в национальную стратегию.

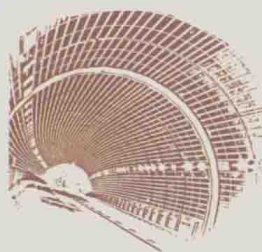




1



**Постройка туннеля Сяннань
Обстановка и процесс
принятия решений**



Реализация человеческой мечты о перемещении по дну моря

Разделяя землю на разные регионы с разными геологическими условиями, океаны создают определённые препятствия для путешествий. Сегодня по мере развития передовых технологий, экономики и связей между людьми постройка туннелей становится всё более выжным средством для получения дополнительной выгоды.

Тем временем в условиях всё возрастающей скорости развития городов, конфликт между спросом на земли для транспортного развития и доступными земельными ресурсами становится всё острее. С развитием подземных средств перемещения туннели стали одним из главных способов использования подземного пространства. Инженеры полагают, что на XIX и XX век пришлась эра постройки длинных мостов и небоскрёбов, а XXI век должен стать веком строительства длинных туннелей с целью освоения подземного пространства.

Идея постройки подводных туннелей восходит к 1751 году, когда было предложено строительство Европейского Туннеля. На тот момент из-за ряда технологических и финансовых трудностей идея не была воплощена в жизнь вплоть до 1994 года. В 1944 году постройку первого туннеля через пролив Канмон завершила Япония (постройка началась в 1939 году и закончилась в 1944 году). В 1970-е годы в Японии, Норвегии, Соединённом Королевстве и США было построено большое количество подводных туннелей. В 1988 году Япония завершила постройку Подводного Железнодорожного

Туннеля Сейкан длиной 53.85 км., пролежавшего через пролив Тсугару. Японский туннель Сейкан и англо-французский Ла-Манш были названы самими амбициозными подземными постройками XX века. С постройкой Сейкан энтузиазм к постройкам межпроливных туннелей только возрос. Были завершены многие проекты, ранее казавшиеся невыполнимыми.

► Туннель Сейкан в Японии

Это железнодорожный туннель Шинкансен длиной 53.85 км с подводной частью 23.3 км., проходящий через пролив Тсугару. Туннель был построен с использованием бурения и взрывных работ. Наибольшая глубина прокладки туннеля – 240 метров, глубина воды 140 метров, средняя толщина камня в потолке туннеля равна 100 м, а максимальный продольный уклон составляет 12%. Туннель состоит из двух главных и одной вспомогательной части. Основной туннель имеет две полосы подковообразного поперечного сечения с диаметром 9.6 метров. В 30 метрах от основного туннеля построена параллельная вспомогательная траншея диаметром 5 метров. Она предназначена для проведения геологических исследований и устранения протечек воды в основном туннеле, для увеличения рабочей поверхности, а также вентилирования и поддержки основного туннеля после завершения его строительства. Были построены 6 наклонных и 2 вертикальных стволов шахты. Постройка подводного сегмента была официально начата в 1972 году, пилотный проект был закончен в 1983, и туннель был пущен в эксплуатацию в марте 1988.

Участок, через который проходит туннель, в основном состоит из трещиноватых вулканических и мезо-кайнозойских осадочных пород, а подземная вода в основном состоит из трещинных вод. Кроме того, всегда существует вероятность того, что из-за разлома и давления морской воды, вода проникнет в трещины. Всего обнаружилось 9 крупных разломов вдоль подводного сегмента

туннеля, а также 1 – 3 мелких разломов на каждый километр туннеля. Геологические условия были крайне сложны.

Во время постройки туннеля Сейкан были приняты некоторые меры для предотвращения проникновения воды, такие как бурение горизонтальных скважин по ходу постройки туннеля, цементация подпорок, однако возможные протекания всё ещё сложно было предотвратить. Все инциденты во время постройки туннеля происходили вдоль линий разломов, несмотря на то, что швы линий были значительно укреплены. Всего во время постройки туннеля Сейкан было 4 серьёзные протечки. Эти инциденты серьёзно повлияли на постройку, так как самое длительное устранение протечки воды заняло около года.

► Туннель под Ла-Маншем

Туннель под проливом Ла-Манш является ярчайшим примером использования буровой туннелепроходческой машины. Длина туннеля составляет 50.5 км, его подводная часть – 37 км. Туннель состоит из трёх параллельных камер, две из которых являются основными. В каждой основной камере есть тротуар и однопутный железнодорожный туннель диаметром в 7.6 м. Два однопутных туннеля находятся на расстоянии 30 м друг от друга. Посередине находится обслуживающий туннель диаметром в 4,8 метров. Обслуживающий туннель используется для вентиляции, профилактики и повышения безопасности, а во время постройки был также использован для прогнозирования возможных геологических проблем.

Туннель находится на глубине 40-50 метров под водой. Для постройки было использовано 11 туннелепроходческих машин. Кроме того, были задействованы и буровзрывные методы строительства. Каркас вспомогательного оборудования проходческой машины достигал сотен метров. В период

непрерывной работы скорость проходческой машины достигала 1400 метров в месяц, а прокладка подводной части заняла всего 4 года и была завершена в 1994 году.

Маршрут туннеля под Ла-Маншем был определён в XIX веке на основе подводного слоя голубого мела. Порода этого типа умеренно твёрдая и водонепроницаемая, что делало её идеальной для постройки туннеля. Ла-Манш проходит через достаточно древнюю осадочную породу, которая очень стабильна. Здесь не наблюдалось ни разломов, ни знаков сейсмоактивности, ни складок, поэтому условия для постройки были благоприятными.

Строительная площадка туннеля под Ла-Маншем была одной из крупнейших строек XX века. Изначально, на постройку было отведено 7 лет, но она заняла всего 4 года, что стало очень коротким сроком для завершения столь огромного проекта. Для ускорения постройки 11 туннелепроходческих машин были использованы одновременно. Рабочие работали и днём, и ночью, на каждом забое работало по 5 смен.

► **Длина туннеля Сторебаэлт**

Длина туннеля Сторебаэлт составляет 7.9 км, 7.26 км из которых было построено щитовой проходкой. Диаметр щита составлял 8,782 метра, его толщина - 0.4 метра. Длина всего инженерного сооружения туннеля составляет 18 км, а стоимость эквивалентна 4 млрд. юаней. Две особенности этого проекта были поистине новаторскими. Во-первых, масштабная система дренажа использовалась для снижения давления воды в порах породы, окружающих туннель под каналом, что упростило постройку. Во-вторых, была принята многоступенчатая система обеспечения срока службы туннеля до 100 лет.

Наружный диаметр туннеля составляет 8.5 метров. Через каждые 20 метров в туннеле прокладывается постоянная веха,

содействующая прокладке постоянной колеи, установке караса воздушных электропереводов и некоторым иным назначениям. Для отвода воды в нижней части каждого туннеля располагаются желоба. Кроме того, туннель не требует вентиляции при нормальных условиях эксплуатации.

► Подводные туннели в Гонконге

В период с 1970 до 1980 годов в Гонгконге было построено 5 подводных туннелей, включая 3 подводные туннеля из опускных секций и 2 туннеля, построенные буровыми туннелепроходческими машинами. Длина каждого туннеля составляет около 1.5 км. Они включают:

Дорожные туннели:

1. Подводный туннель из опускных секций в западном районе Гонгконга, трёхполосная дорога с двусторонним движением.
2. Подводный туннель из опускных секций в районе Хонкане Гонгконга для трёхполосной дороги с двусторонним движением.
3. Подводный туннель из опускных секций в восточном районе Гонгконга, трёхполосная дорога с двусторонним движением

Железнодорожные туннели:

1. MTR Центральный кольцевой подводный туннель, построенный буровыми туннелепроходческими машинами
2. MTR подводный туннель по линии Цён-Кван-О, построенный буровыми туннелепроходческими машинами.

Кроме того, существует ряд туннелей для водоснабжения и канализации сточных вод, большинство из которых было построено буровыми туннелепроходческими машинами.

При постройке каждого из этих туннелей накопился неоценимый опыт. В постройке туннеля Сянань участвовали

иностранные специалисты, большинство из которых тоже были участниками постройки вышеупомянутых туннелей.

Перечень части морских туннелей в мире

Туннель	Тип	Время постройки	Длина	Самая глубокая точка	Глубина прокладки	Страна-строитель	Секции	Порода прокладки
Канмон 1	Железнодорожный	1944	3,6км	-40м	Более 9,5м	Япония	776,9м ²	серо-зелёный туф, гранит
Канмон 2	Шоссе	1958	3,4км	-50,1м	Более 20,7м	Япония	95м ²	Диорит, туф порфирита
Новый туннель Канмон	Железнодорожный	1975	18,71км	-50м	68,5м	Япония	74м ²	Морская часть состоит из порфирита и гранодиорита
Сейкан	Железнодорожный	1988	53,85км	-140м	Максимально 240м, 100 в среднем	Япония	37м ² 109,48м ²	Андезит, егениц, осадочные породы
Олесунн-Елинсой	Шоссе	1987	3,49км	-140м	Более 40м	Норвегия	68м ²	Докембрийский гнейс
Елинсой-Валдзарби	Шоссе	1987	4,17км			Норвегия	68м ²	Докембрийский гнейс
Елинсой	Шоссе	1987	3,5км	-140м		Норвегия	68м ²	Гнейс
Валдзарби	Шоссе	1987	4,2км	-137м		Норвегия	68м ²	Гнейс
Годой	Шоссе	1989	3,8км	-153м		Норвегия	48м ²	Гнейс
Хвалер	Шоссе	1989	3,8км	-120м		Норвегия	45м ²	Гнейс
Бифиорд	Шоссе	1992	5,8км	-223м		Норвегия	70м ²	Филлит
Местафиорд	Шоссе	1992	4,4км	-133м		Норвегия	70м ²	Гнейс
Фрейфиорд	Шоссе	1992	5,2км	-130м		Норвегия	70/54м ²	Гнейс

