

世界最長的鐵路隧道 - Gotthard Base Tunnel

林鵬飛 技師

瑞士「征服」阿爾卑斯山 開通全世界最長鐵路隧道

57公里 世界最長鐵路隧道---瑞士境內 20分鐘穿越阿爾卑斯山

全世界最長鐵路隧道-「聖哥達基線隧道」於2016年6月1日舉行開通儀式，該隧道於舉行開通儀式後，仍將進行長達數月的測試，預計12月完全投入營運。



聖哥達基線隧道工程的難度在於穿越阿爾卑斯山脈，阿爾卑斯山脈崎嶇難行，1947年就有人提出開鑿隧道的構想，但因工程浩大，始終未付諸實行。1998年聖哥達基線隧道的計劃終於定案。1999年，哥達基線隧道工程展開，過程中一度受到官僚主義和龐大工程經費的阻礙，但歷時17年，總算在2016年完工。這座全長57.1公里，位於地底2.3公里處的隧道，將成為全球最長、最深的鐵路隧道。瑞士豪言，這項艱困工程打通過去因山脈天險而阻絕的歐洲南、北鐵路系統，將對歐洲貨運帶來革命性轉變。

聖哥達基線隧道（Gotthard Base Tunnel）北起烏里州的埃斯費德（Erstfeld），南迄提契諾州的博迪奧（Bodio），隧道可讓列車在平緩的軌道上奔馳，軌道平坦深入地底，最深約2.3公里，取代蜿蜒起伏的地面鐵道，將可減少車程，紓解路面交通，讓上百萬輛造成污染的貨車運輸改為鐵路運輸。時速最快可達250公里。瑞士當局估計，列車要完整穿越隧道，得花上約20分鐘。

瑞士聖哥達隧道啓用

- ▶ 世界最長鐵路隧道：57.4公里
- ▶ 通車：2016年12月



聖哥達基線隧道開通後，連接日本本州與北海道兩大島的青函隧道將讓出「世界最長鐵路隧道」頭銜，而連接英國和法國的英法海底隧道也將從世界第二長的鐵路隧道退居到第三。青函隧道全長53.9公里，英法海底隧道則為50.5公里。

全球最長鐵路隧道

排名	國家	名稱	長度 (公里)	開通 (年份)
1	瑞士	聖哥達 隧道	57.1	2016
2	日本	青函 隧道	53.9	1988
3	英國、 法國	英法 隧道	50.5	1994
4	瑞士	勒奇 山基線 隧道	34.6	2007
5	西班牙	瓜達拉瑪 隧道	28.3	2007

貫穿瑞士阿爾卑斯山脈的聖哥達隧道（Gotthard Base Tunnel）施工17年，隧道至少打破了兩項紀錄，全長57公里，是全球最長；部分路段距離地面2300米，亦為全球最深。

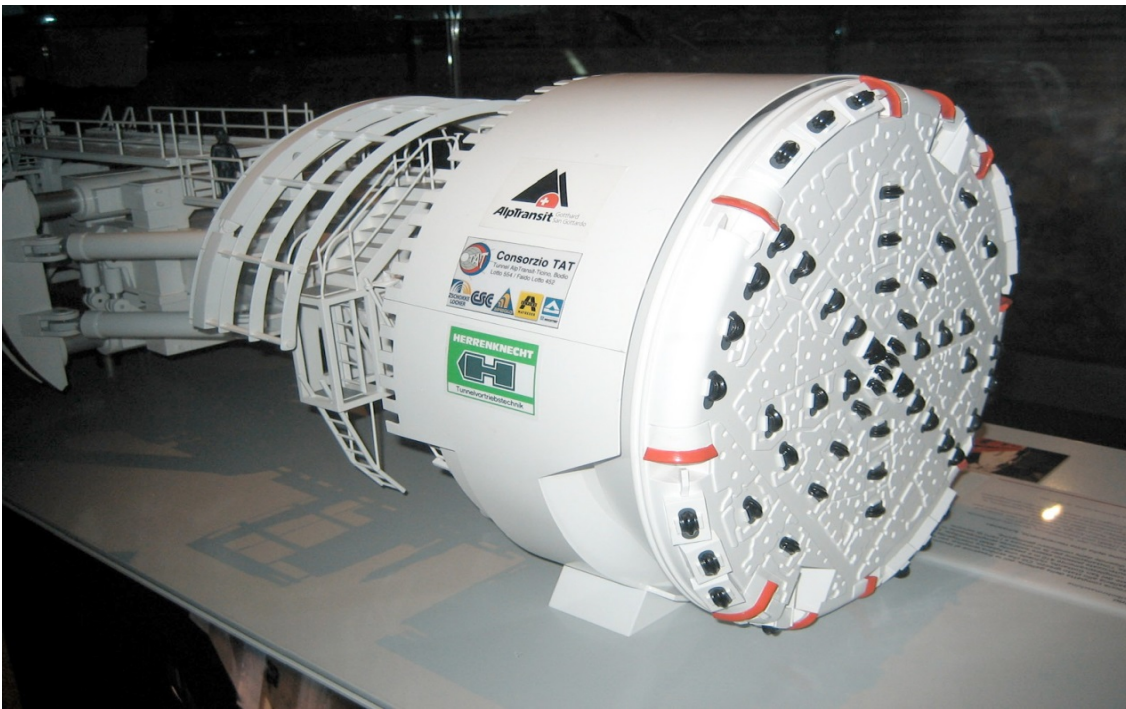
潛盾機穿過73種岩層

穿越阿爾卑斯山岩塊成功的關鍵技術是潛盾機（Tunnel Boring Machine，簡稱TBM）的使用，取代過去危險且昂貴的爆破法，最長的一座潛盾機長達四百一十公尺，以切削轉盤進行連續旋轉切削，開挖、推進、撐開都能倚靠機

具完成，並且能自帶超前鑽及灌漿設備，預先固結掘進方向的岩石。隧道沿線穿過七十三種不同岩塊，由於深入海拔三千公尺的阿爾卑斯山底，許多區域地質狀況在鑽掘前仍是未明，有些極為堅硬，也有鬆軟之破碎地層，造成鑽掘機被掩埋，必須另外設法救出。隧道雖使用當今最先進工法，仍有九名工程人員不幸殉職。

聖哥達隧道總工時達四萬三千八百小時，相當一千八百二十五天，共一百二十五名工程人員分三班，進行隧道洞壁襯砌，全天候不間斷。聖哥達隧道另外還有一最，那就是隧道中央有一座火車站及一座世界最長的觀光升降機，旅客能直登阿爾卑斯山頂，飽覽壯麗山色。





世界最長隧道 帶動經濟效益

聖哥達隧道將於12月通車，高速列車行駛最快時速達250公里，由瑞士蘇黎世前往意大利米蘭的車程可大幅縮短1小時，僅需2小時40分鐘，有望大大增加旅客量。這條雙向隧道每日可供260列載貨和65列載客列車使用，估計每年貨運量可增至4,000萬噸，有效改善歐洲的交通及貨運情況，促進經濟效益。

實踐環保建造理念

更重要的是，新隧道工程十分強調環保理念，建造過程考慮到各種環保因素。在污水處理方面，因施工產生之大量廢水，必須按照明確的法律指引處理後，才能將廢水釋放到河流和溪流。由於隧道南方入口建於森林附近，工程影響自然生態環境，當局完成施工後開展復修，例如修築河道、重建石牆保護野生動物的棲息地。另外，當局為免施工噪音滋擾居民生活，特地將腐植質和表土層堆放起來、設置反噪音屏障，阻隔噪音傳至民居。並安排車輛定期清洗，確保不會積累灰塵及其他污染物，造成空氣污染問題。當局期望隧道建成後能減少陸上貨運交通，減低廢氣排放量，達致環保目的。

英國土木工程學會（ICE）專家奈茲（Martin Knights）說：「這是巨大的工程成就。」

聖哥達基線隧道工程之關鍵數字:

- 30.48公尺: 每天開鑿的隧道長度 ·
- 57公里： 隧道長度，居世界鐵路隧道之冠
- 2300公尺：地底最深處
- 2800萬公噸：開鑿隧道所挖出的岩石重量
- 73種：潛盾機穿過73種軟硬度不同的岩層
- 400萬立方公尺: 水泥，
- 4萬3800小時：瑞士官方估，125名工人若採三班制不眠不休鋪設版式軌道（slab track）共需4.38萬小時才能鋪設好
- 1小時：隧道建成後，從瑞士蘇黎世到義大利米蘭所節省的運輸時間
- 20分鐘：列車穿越隧道所需時間
- 6000人：隧道投入營運後，到2020年時所將增加的每日客運量
- 120億瑞士法郎：造價，約3930億元台幣
- 250公里：高速列車行駛最快時速