

出國報告（出國類別：考察）

2009 九寨黃龍機場 EMAS 系統 參訪報告

服務機關：行政院飛航安全委員會、臺灣大學

姓名職稱：執行長／楊宏智

副飛航安全官／林沛達

土木系教授／周家蓓

博士生兼任助理／李美慧

碩士生兼任助理／鄺國軒

派赴國家：中國四川九寨黃龍機場

出國時間：民國 98 年 5 月 25 日至 5 月 29 日

報告日期：民國 98 年 6 月 19 日

目次

1. 目的

2. 過程

2.1 九寨黃龍機場有限責任公司參訪

2.2 九寨黃龍機場實地觀察

3. 心得與建議

4. 建議事項

5. 附件

1.目的

九寨黃龍機場（簡稱九黃機場）為亞洲首座且唯一裝設 EMAS 的機場，位於海拔 3400 公尺的山地上，跑道長 3200 公尺，寬 60 公尺，可起降波音 757、737-700、A319 等中大型飛機。九黃機場於 2003 年 9 月 28 日正式通航，通航後旅客流量迅速增長，第一年旅客輸送量 91 萬人次，即超過機場 2010 年設計年吞吐量 80 萬人次/年，2005 年機場旅客輸送量突破 110 萬人次，機場原有設施已遠不能滿足實際運行需求，又由於跑道兩側皆為懸崖峭壁，遂於 2006 年 5 月 8 日至 6 月 23 日啓動擴建工程，內容包括將跑道向南延長 200 米、安裝盲降系統和增設跑道攔阻設施（EMAS）。

飛安會委託臺灣大學土木系周家蓓教授之研究團隊共同執行科發計畫「提升我國飛航事故調查能量計畫」之子計畫 7「飛航事故減害及機場安全調查和驗證軟體建置」，為充分了解 EMAS 實際裝設與使用情況，以及機場裝設 EMAS 之研擬與評估流程，飛安會執行長楊宏智、副飛航安全官林沛達、與臺灣大學土木工程學系周家蓓教授、博士班研究生李美慧、碩士班研究生鄺國軒等師生共十二人，於 98 年 5 月 25 日至 5 月 29 日，至四川省成都市四川九寨黃龍機場有限公司及四川省松潘縣九寨黃龍機場參訪。

2. 過程

整個參訪行程由 98 年 5 月 25 日由台北出發經香港轉機後於下午抵達成都，隨即前往九黃機場於四川成都辦事處進行參訪，並於 5 月 26 日及 5 月 27 日前往九寨黃龍機場進行 EMAS 系統之實地觀察，除觀察已鋪設於九寨黃龍機場之 EMAS 系統外，也另至 EMAS 系統之備料及廢料置放站就 EMAS 系統之材料進行觀察。並於 5 月 28 日返回成都，至 5 月 29 日由成都經香港轉機返回台北，結束參訪行程。

2.1 九寨黃龍機場有限責任公司參訪

本次研究團隊前往九黃機場於四川成都辦事處就 EMAS 系統相關問題進行參訪，其內容為九黃機場跑道攔阻系統情況簡介。參與人員有 ESCO 公司駐中國代表、九黃機場工程設備部代表、本會人員及台灣大學研究團隊。於整個參訪討論過程中表一為九黃機場大事紀。

關於建設資金方面，九黃機場工程設備部代表表示中國之機場盈虧全由法人公司吸收，政府僅提供政策補助，而機場為公益基礎設施，因此九黃機場建設 100%由國家出資。

九黃機場在建設落成之後，陸續獲得各種榮譽，因為九黃機場座落於前山後崖之惡劣地形處，能夠在短短幾年內完工並且通航，實為不容易。機場建設工作不僅實現了機場提早建成、提早發揮效益目標，且機場建設質量也有良好的成績。由於機場建設場址地形關係，為鋪築機場所需面積，進行了相當大之挖填工程，而在經過五年多的運行後，高達 104m 之高填方沉降及邊坡穩定皆達到設計要求，高填方研究課題也因此獲得四川省和民航總局之科技進步一等獎。除此之外，九黃機場之工程建設組織管理及施工方面還獲得國家詹天佑獎，工程設計則獲得建設部頒發之設計銅獎，另外，機場跑道工程施工獲得魯班獎。

正因為九黃機場地理位置險峻，爲了提高九黃機場飛行保障能力，解決機場存在的跑道距離較短、飛行安全壓力大等問題，經民航總局批准在機場跑道兩端安裝跑道安全攔阻材料系統，以確保飛機衝出跑道時可對飛機時行有效攔截。

跑道安全攔阻材料系統爲美國 ESCO 公司之專利產品，其英文名稱爲 Engineered materials arrestor system (EMAS)，EMAS 爲安裝在跑道兩端外部的安全區，在飛機出現意外衝出跑道時對飛機進行有效攔截，卻不會對飛機產生損傷。九黃機場之 EMAS 分別於跑道南北端裝設，南端爲距延長後跑道 94.3m 處，EMAS 鋪設長 55.5m 及寬 52m，共 1890 塊材料，另一端則裝設於跑道北端 88.7m 處，EMAS 鋪設長 58.4m 及寬 52m，共 3024 塊材料，每塊材料尺寸爲 4ft×4ft，厚度則約 17~69cm 之發泡性混凝土材料。九黃機場相關照片如圖一至圖四，基本資料如表二所示：

表一 九黃機場大事紀

年 份	內 容
1984 年	四川省委及省政府成立相關部門，著手機場建設前期工作
1988 年	四川省委及省政府決定以省交通廳為業主，組成四川九寨黃龍機場建設開發有限責任公司
1999 年 8 月 18 日	場址確定選用松潘縣川主寺鎮紅星場址
2001 年 1 月 8 日	機場開工建設。
2002 年 3 月	正式開始大規模建設。
2002 年 10 月 26 日	土石方工程順利完成，累積完成土石方量達到 5900 萬 m ³ ，最高填方 104m。
2003 年 9 月 28 日	機場建設落成並通航。
2004 年	機場公司更名為四川九寨黃龍機場有限責任公司
2006 年 1 月	機場二期擴建工程正式開始開工建設，工程內容包括新建 2 號候機樓、跑道延長、增加跑道安全攔阻材料系統等。



圖一 機場場址原貌



圖二 機場挖填工程



圖三 二期擴建前原貌



圖四 二期擴建後之機場空照圖

表二 九黃機場基本資料

1	機場之參考點位置	N32°51′14″ E103°40′56″ (距跑道北端 1550M, 距南端 1770M)
2	與城市的位置關係	位於四川省松潘縣城城北真方位 017°24 千米處，距松潘縣川主寺鎮 11km，距黃龍風景區 52km，距九寨溝風景區 83km。
3	標高/參考溫度	3447.65m (11311ft) /20.9°C (七月,八月)
4	飛行區等級	4D
5	跑道地帶	3440m×300m
6	跑道	一條，長 3370m×寬 45m，兩側道肩各 7.5m，跑道縱坡由北向南 0.5%；跑道道面為 32cm 厚水泥混凝土，PCN50/R/B/X/T；道肩厚度 14 cm 水泥
7	垂直聯絡道	三條，寬度 23m，道面為 32cm 厚水泥混凝土，PCN50/R/B/X/T；道肩為 14 cm 厚水泥混凝土；
8	停機坪	長 522m，寬 112m，道面為 32cm 厚水泥混凝土，PCN50/R/B/X/T；停機位 11 個，2 個公務機位。

九黃機場之跑道安全攔阻材料系統準則為依照 FAA Advisory Circular AC150/5220-22 而設計，以在跑道末端飛機衝出速度為 70 節設計 EMAS 所需之尺寸。裝設 EMAS 滿足了在九黃機場運行的各類飛機，如 B757-200、B737-600/700 及 A319/320 等，圖五及圖六則為九黃機場安裝 EMAS 後之照片。



圖五 安裝 EMAS 後之 20 端跑道



圖六 安裝 EMAS 後之 02 端跑道

九黃機場之 EMAS 裝設主要分為五個階段進行，分別為合約談判、設計工作、運輸工作、安裝基礎之準備及 EMAS 之安裝。九黃機場於 2005 年 12 月完成了 EMAS 之採購談判並簽署了採購合約，接下來則開始進行設計之工作，EMAS 之主要設計工作由 ESCO 公司所完成，2006 年 3 月 13 日 ESCO 公司派技術人員至現場進行了複查，於該年 3 月 27 日完成了最終之設計報告，確認設計之後，EMAS 開始分四批輸入中國，從 2006 年 3 月 10 日起至 7 月中旬完成 EMAS 材料之運輸，同時也開始進行水泥混凝土基礎之鋪設，最後則安裝 EMAS 材料。在完成 EMAS 安裝後，九黃機場也進行了機場人員培訓工作，以確保機場人員對於 EMAS 有完整之了解，而工程驗收的部分，則由 ESCO 公司於 2006 年 9 月 20 日派出之工程師對於 EMAS 安裝進行驗收，由於中國為首次安裝此系統，因此管理局、機場公司與設計單位編制了驗收標準，根據總局之意見，在 11 月 7 日驗收時，隊驗收標準進行討論後，才完成了工程驗收之工作。

另外，在 EMAS 裝設之水泥混凝土上也進行了鋸、填縫之工作，並且有良好的排水設計，因此 EMAS 若無因使用造成損壞，約可保存 25 年之久。但九黃機場之 EMAS 安裝之後，則因機場人員失誤而將工程車行駛於 EMAS，造成九黃機場之 EMAS 首次損壞，為此，九黃機場進行了為期三天之 EMAS 修復工作。

九寨黃龍機場有限責任公司與九黃機場分別位於不同地方，而由九寨黃龍機場有限責任公司從成都遠距離管理九黃機場。本次參訪經 ESCO 公司駐中國代表及九黃機場工程設備部代表介紹，對於九黃機場裝設 EMAS 之原因及真實情況進行了意見交流及討論，對於國內機場是否安裝 EMAS 之議題有甚大幫助。圖七為本研究團隊與 ESCO 公司駐中國代表、九黃機場工程設備部代表合影。

除了於九寨黃龍機場有限責任公司進行參訪外，研究團隊亦前往九黃機場進行裝設於跑道之 EMAS 系統及 EMAS 系統之備料及廢料置放站進行時觀察。



圖七 ESCO 公司駐中國代表、九黃機場工程設備部代表及台灣大學研究團隊於九寨黃龍機場有限責任公司合影

2.2 九寨黃龍機場實地觀察

本研究團隊除了於九寨黃龍機場有限責任公司進行參訪外，更親自前往進行 EMAS 系統之實地觀察，除觀察已鋪設於九黃機場之 EMAS 系統外，也另於 EMAS 系統之備料及廢料置放站對 EMAS 系統之材料進行觀察，參訪圖片如圖八至圖十三所示。

因先前有消防車誤闖入 EMAS 系統中，導致一部分之 EMAS 系統損壞，因此九黃機場已進行過修復 EMAS 系統之動作，並於位於機場內適當地點架設了一 EMAS 系統之備料及廢料置放站，由前次更替下來之廢棄料也置放於此，本研究團隊很幸運的能於進入跑道觀察已架設好之 EMAS 前先行參觀其元件。

整體 EMAS 系統是由許多塊狀元件所組成，厚度也因設計有各種尺寸之不同，因此倘若僅在跑道觀察 EMAS 系統之成品，無法較為深入觀察細部之材料特性，因此藉由於備料站之觀察結果對於整個 EMAS 系統之了解有莫大的幫助。於備料

站所觀察到之 EMAS 元件之特性可大致描述為以下幾點：

1. 除主體之混凝土外，於元件上方外加一層塑膠材料之防水層，除了防水功用之外，也可以防止材料被集中之力量破壞。
2. 元件主體之混凝土材料之強度相當低，用手即可捏碎。
3. 於廢棄料之邊緣可看到黏著劑之殘留物。
4. 厚度方面，備料之側面皆有標記厚度，以便之後進行替換時方便進行作業。
5. 單一元件可承受一成人之重量。

而於九黃機場跑道鋪設之 EMAS 實地觀察中，可發現其完成之 EMAS 系統於其中間有鋪設排水管線以供排水，且於元件接合處除原本接合之處理外，有增黏膠布之現象。值得注意的是，於現場踏上 EMAS 系統時有盡量別兩人站立於同一元件上之建議，由此可推論兩人之重量便有可能造成其結構之損壞，如此情形與先前針對 EMAS 系統研究中所得知可接受車輛行駛於上面之資訊相互矛盾，且如此一來，救護車輛也勢必造成系統損壞。



圖八 研究團隊與九寨黃龍機場方及 ESCO 公司駐中國代表合影（一）



圖九 研究團隊與九寨黃龍機場方及 ESCO 公司駐中國代表合影（二）



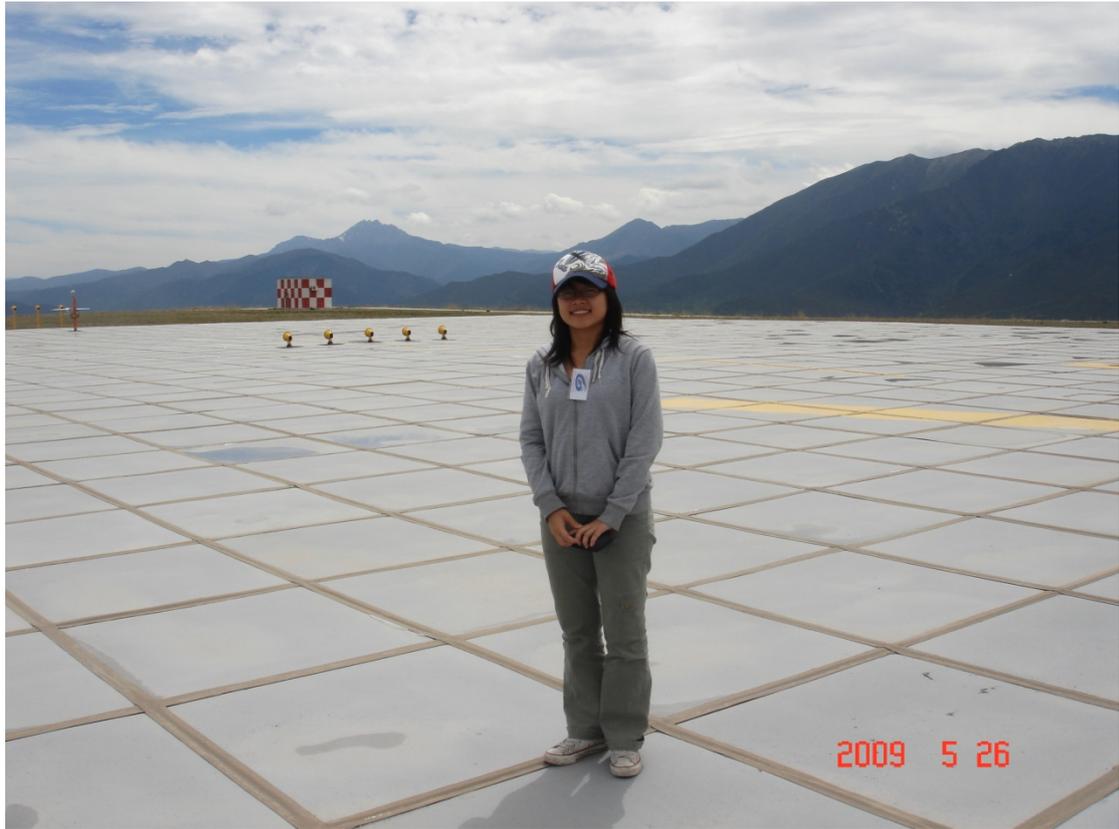
圖十 於備料站進行觀察之情景



圖十一 於跑道上之 EMAS 系統進行觀察之情景（一）



圖十二 於跑道上之 EMAS 系統進行觀察之情景（二）



圖十三 於跑道上之 EMAS 系統進行觀察之情景（三）

3、心得與建議

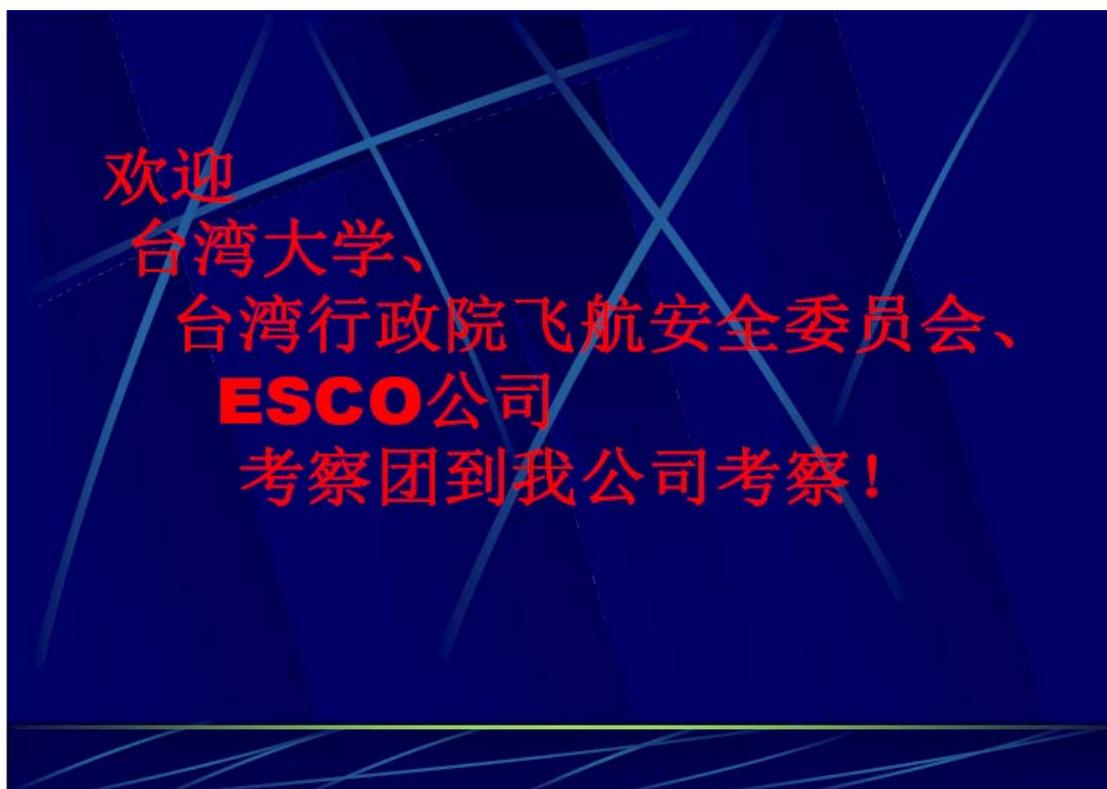
本次參訪著實受益良多。除藉由與九寨黃龍機場公司及 ESCO 公司駐中國代表之訪談過程中，對於九黃機場裝設 EMAS 之設置原因、設計理念、裝設流程等皆有收穫，更從中得知原先未設想到之相關於整個 EMAS 系統架設的額外資訊，其中尤以 EMAS 系統架設後之驗證問題最為重要。另外，除有幸能實地參訪九黃機場裝設之 EMAS 系統外，能於 EMAS 系統之備料及廢料置放站就近觀察整個 EMAS 系統元件之結構及尺寸等也對未來之研究有相當大的幫助，整個參訪行程除了使研究團隊對於 EMAS 系統了解之資訊不再是藉由文獻或者報告得知，更藉由親身觀察及訪談使研究團隊對 EMAS 之材料特性、防水設計、組合黏著和實際裝設情況之了解更加詳盡。

比較跑道長度、年旅客量、使用機型和機場功能性，九黃機場營運等級約與我國金門機場和馬公機場相等，本次參訪所獲得之知識，除可用以協助評估台灣各機場裝設 EMAS 之適切性外，更可提前針對 EMAS 系統之驗證問題進行研究，以便於提早針對日後於我國機場架設之 EMAS 系統的驗證進行準備，相信不僅能節省時間及避免錯誤，更可藉此使裝設之 EMAS 系統更加完善，進而提升我國飛航安全。

4. 建議事項

1. 將九黃機場 EMAS 驗證遭遇之問題與經驗，提供民航局於松山機場裝設 EMAS 系統時之參考，以節省時間及避免錯誤。
2. 由本會考量臺灣地震、颱風等特性請民航局要求原廠提供評估資料。
3. 協助評估台灣各機場裝設 EMAS 之適切性。

5、附件



美丽的九寨沟



● 美丽的九寨沟

黄龙寺风景区



九寨黄龙机场历史

- **1984年**四川省委、省政府责成有关部门成立工作机构，着手机场建设的前期工作。
- **1998年**四川省委、省政府决定以省交通厅为业主，组建四川九寨黄龙机场建设开发有限责任公司，负责九寨黄龙机场建设工作。
- **1999年8月18日**，场址确定选用松潘县川主寺镇红星场址。
- **2001年1月8日**机场开工建设，**2003年9月28日**建成通航，**2004年**机场公司更名为四川九寨黄龙机场有限责任公司。
- **2006年1月**，机场二期扩建工程正式开工建设，工程内容包括新建2号候机楼、跑道延长、增加跑道拦阻材料等。

九寨黄龙机场建设获得的荣誉

- 机场建设工作不仅实现了机场尽早建成、尽早发挥效益目标，而且机场建设质量取得很好的成绩。
- 经过5年多的运行，高达104米的高填方沉降及边坡稳定达到设计要求，工程质量良好，高填方研究课题获得了四川省和民航总局科技进步一等奖。
- 工程建设组织管理及施工获得国家“詹天佑奖”。
- 工程设计还获得建设部颁发的设计铜奖。
- 场道工程施工获得“鲁班”奖。

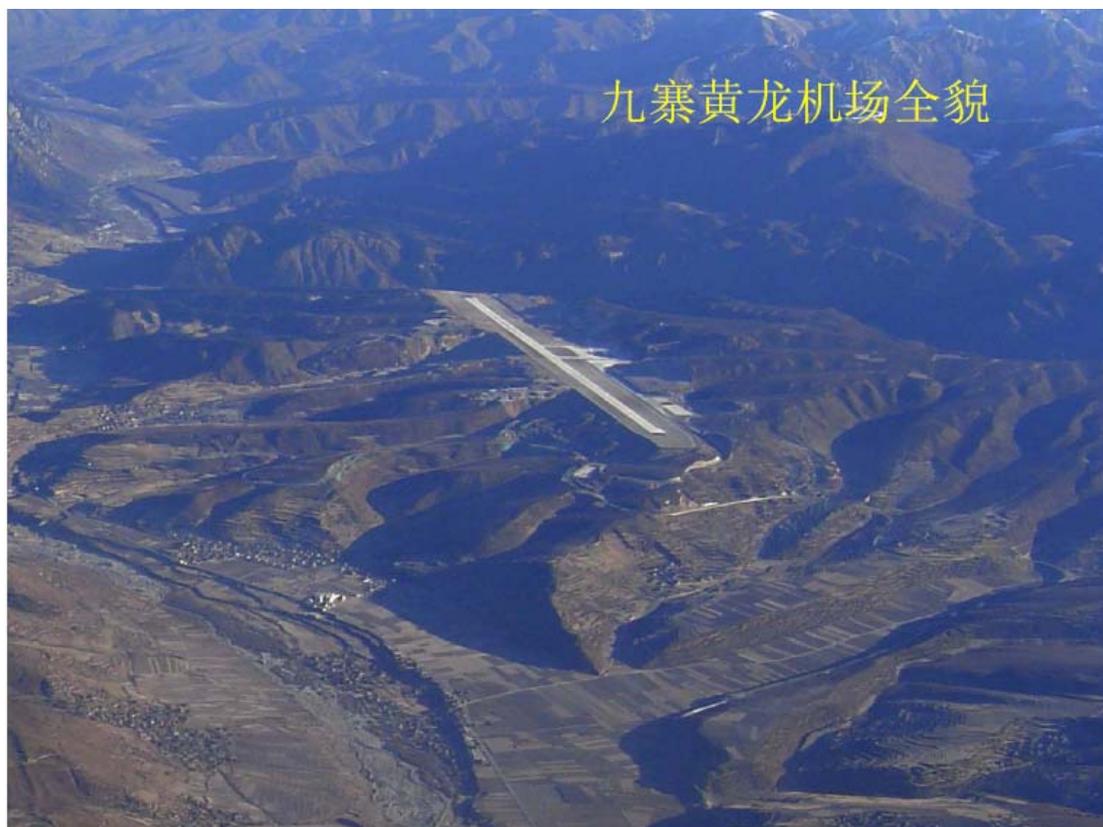
机场场址原貌



2002年3月正式开始大规模建设，2002年10月26日土石方工程顺利完成，累计完成土石方量达到5900万立方米，最高填方104米。



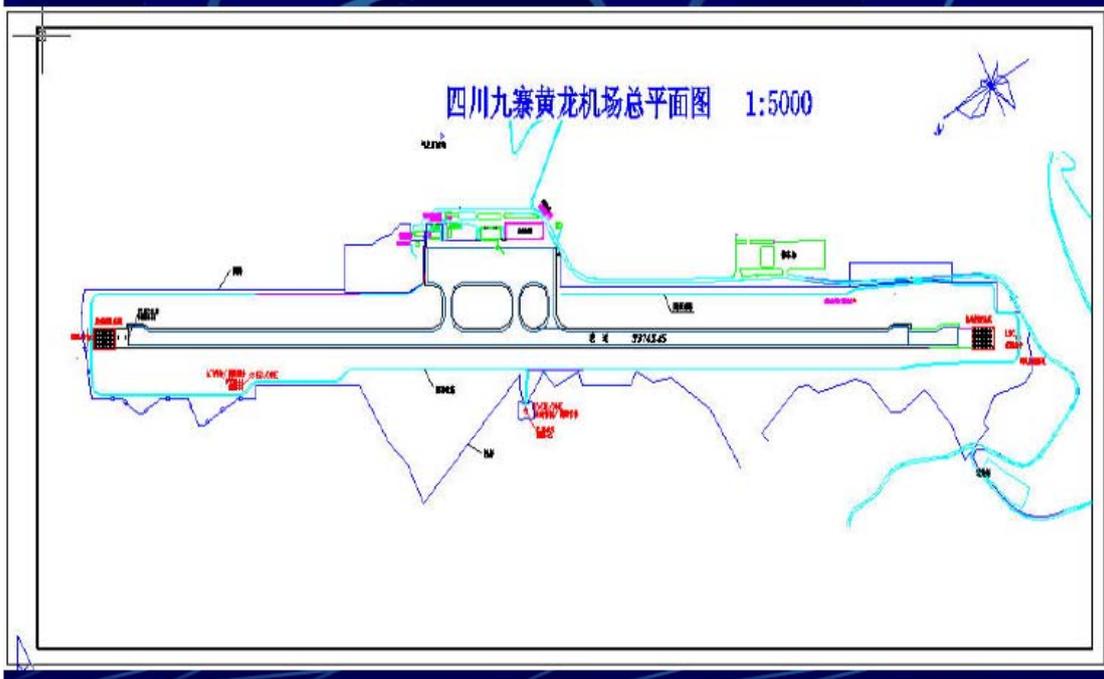
九寨黄龙机场全貌



2006年飞行区扩建后的九寨黄龙机场全貌



•机场总平面布置图



•机场地理位置

1	机场基准点坐标及其在机场的位置	N32° 51' 14" E103° 40' 56" (距跑道北端1550M, 距南端1770M)
2	与城市的位置关系	位于四川省松潘县城城北 真方位017° 24千米处, 距松潘县川主寺镇11km, 距黄龙风景区52km, 距九寨沟风景区83km, 距红原大草原旅游区42km, 是通往整个“大九寨”各景区的必经之地。
3	标高/参考气温	3447.65m(11311ft)/20.9℃(七月,八月)

•飞行区场道设施基本资料

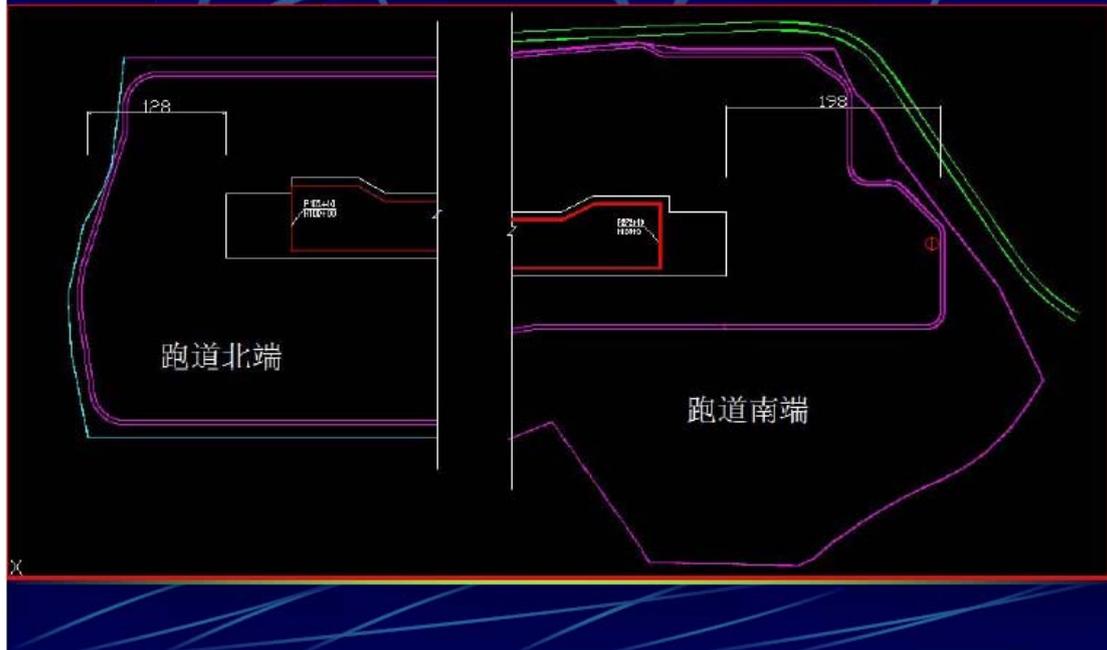
1	飞行区等级	4D
2	升降带尺寸	3440米×300米
3	跑道	一条, 长3370米×宽45米, 两侧道肩各7.5米, 跑道纵坡由北向南0.5%; 跑道道面为32cm厚水泥混凝土, PCN50/R/B/X/T; 道肩厚度14 cm水泥混凝土;
4	垂直联络道	三条, 宽度23米, 道面为32cm厚水泥混凝土, PCN50/R/B/X/T; 道肩为14 cm厚水泥混凝土;
5	停机坪	长522米, 宽112米, 道面为32cm厚水泥混凝土, PCN50/R/B/X/T; 停机位11个, 2个公务机位。

为了提高九寨黄龙机场飞行保障能力，为解决机场存在的跑道距离短，飞行安全压力大等问题，经民航总局批准在机场跑道两端安装跑道安全拦阻材料系统（**EMAS**），确保在飞机冲出跑道时可以对飞机实行有效拦截。

关于设置**EMAS**的标准

- 《民用机场飞行区技术标准》（MH5001-2006）对跑道端安全区（RSA）的尺寸的要求为：飞行区指标I为3或4的跑道端安全区宜自升降带端向外延伸240米。
九寨黄龙机场跑道安全区长度：
北端为128米，南端为198米
- FAA ORDER 5200.9，对于跑道端安全区（RSA）的尺寸小于5200.8要求90%的机场跑道设置EMAS提供了可选择方案。

九寨黄龙机场跑道端情况



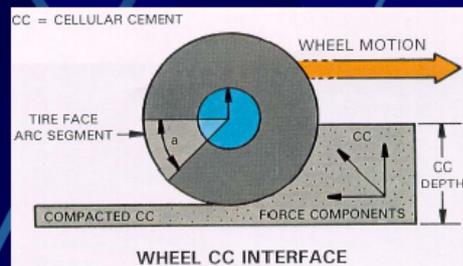


跑道拦阻系统基本资料

1	跑道拦阻系统	美国ESCO专利产品。英文名称： EMAS ，安装在跑道两端外部的安全区，在飞机出现意外冲出跑道时对飞机进行有效拦截，且不会对飞机产生损坏。
2	安装区域	跑道南端拦阻材料安装在距延长后跑道南端 93.4米 ，拦阻材料铺设为长 55.5米 ，宽 52米 ，共 1890块 材料；跑道北端拦阻材料将安装在跑道北端 58.4米 ，材料铺设为长 88.7米 ，宽 52米 ，共 3024块 材料。每块材料为尺寸 4英尺X4英尺 ，厚度 17~69厘米 不等的泡沫水泥材料。
3	已经完成安装	2006年5月 完成[跑道南端安装， 9月 完成北端安装。 EMAS 的安装将极大提高九寨黄龙机场安全保障能力。 11月7日 通过民航西南管理局组织的验收。 九寨黄龙机场是目前国内唯一安装了跑道拦阻系统的民用机场。
		EMAS 是世界上唯一获得 FAA 认可的有效跑道拦阻系统，成为 FAA 规范中跑道端安全区长度不满足要求而需要改进的首选安装的系统。

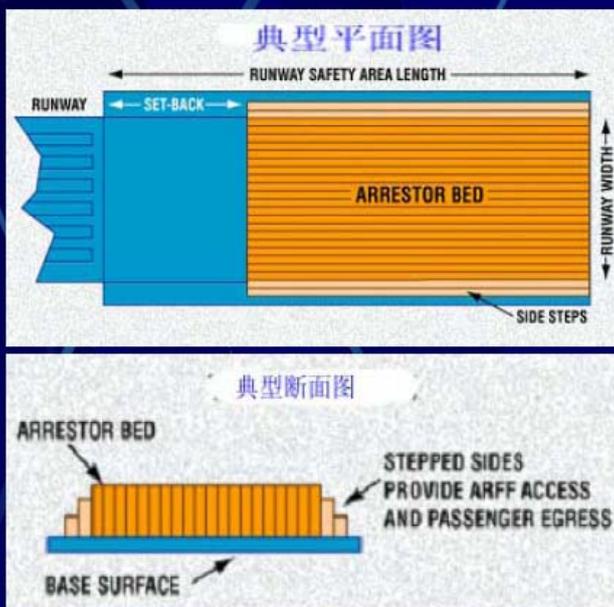
EMAS工作原理

- 起落架进入材料后，机轮和材料产生相互作用力，使飞机减速。
- 阻力作用在飞机起落架上并传至飞机结构。
- 拦阻材料的厚度根据机场使用机型组合的轮子尺寸及飞机的其他参数确定。



九寨黄龙机场EMAS设计原则

- 设计标准: [FAA Advisory Circular AC150/5220-22](#)
- 在跑道末端冲出速度为70节。(根据FAA的统计结果,飞机冲出跑道事件中90%的速度在70节以内,等同于90%的事件在1000英尺内停下(无论是否飞机损坏))。
- 满足在机场运行各类飞机(B757-200, B737-600/700, A319/320)
- 通过数值建模计算得出。



安装EMAS后的20号跑道



02号跑道



九寨黄龙机场实施跑道拦阻系统

主要分五个阶段进行

1、合同谈判

- 2005年12月完成了采购谈判并签署了采购合同。

2、设计工作

- EMAS的主体设计工作由ESCO公司完成。2006年 3月13日ESCO公司派技术人员到现场进行了复核，3月27日完成了最终的设计报告。

3、运输工作

- EMAS的运输分四批次进行，从2006年3月10日起第一批拦阻材料启运，7月中旬第四批到达机场现场，整个运输过程圆满完成，没有造成损坏。

项目运输线路

美国工厂——纽约港口(FOB)——上海港口——重庆港——九寨黄龙机场现场,分四个批次用集装箱约200个大箱并卸至四川九寨黄龙机场公司指定的堆放场地





4、安装基础的准备



5、拦阻材料的安装



跑道北端EMAS



跑道北端EMAS



跑道南端EMAS



培训工作





工程验收

- **2006年9月20日ESCO公司派出的工程师对拦阻材料的安装进行了验收。由于这是国内第一次安装此系统，因此管理局、机场公司与设计单位编制了验收标准，根据总局的意见，在11月7日验收时，首先对标准进行了讨论，再完成工程验收。**