

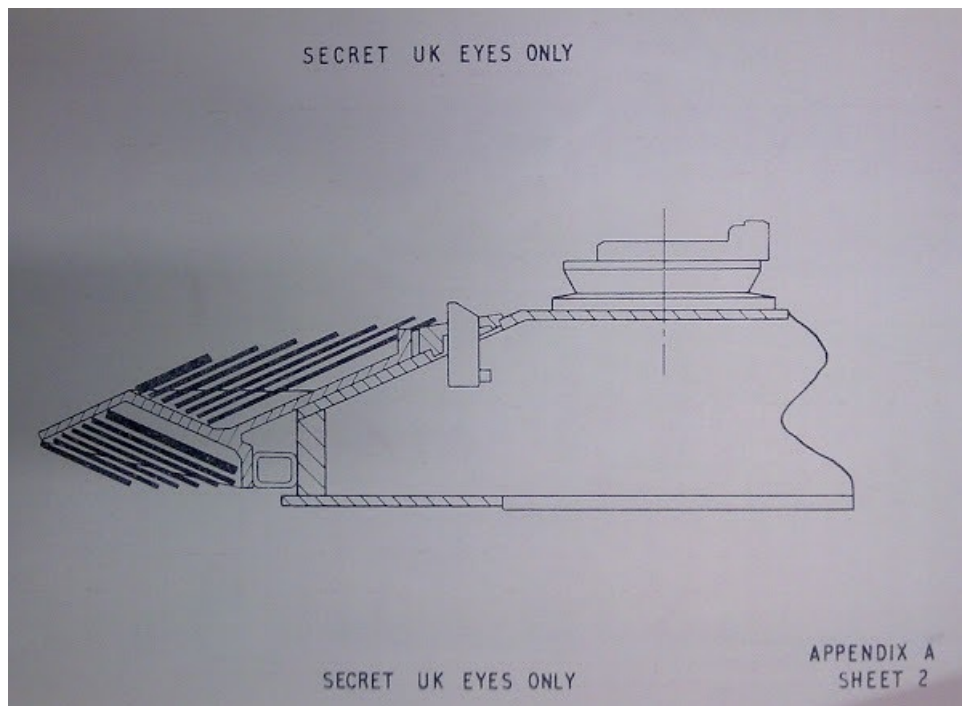
【陆军】现代坦克装甲原理简介

2017-09-11 18:10:00

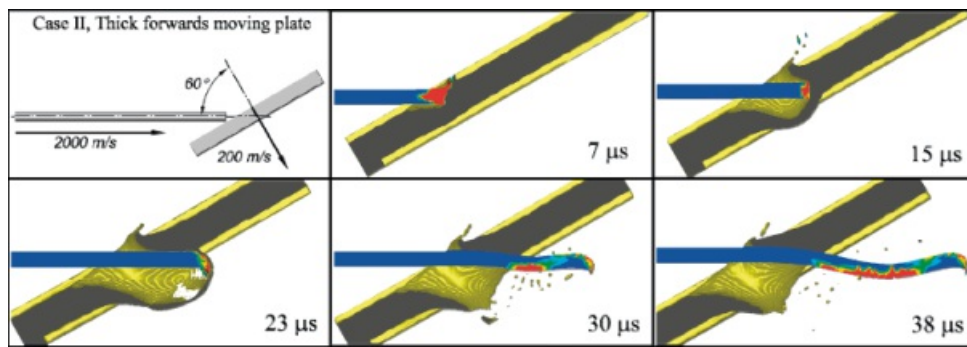
原文网址：<http://blog.udn.com/MengyuanWang/108908825>

二战期间的坦克炮塔装甲，材质很简单，就是钢。针对大批量生产方便而设计的美苏坦克，如 Sherman 和 T-34，采用最容易的铸造法；它的好处是可以形成复杂的形状，利用倾斜面产生侧向切力来弹飞入射的炮弹，缺点是强度较低。德国则使用平面的焊接钢板，所以可以进行各式强化处理，这种热轧强化的钢板，叫做 Rolled Homogeneous Armor (RHA，硬度大约是 300+BHN，Brinell Hardness Number，高于铸造钢的 200+BHN)，后来成为一切坦克装甲强度的测量标杆。

二战后，苏联继续使用铸造炮塔，北约阵营则较早接纳了德国的焊接式装甲炮塔。但是不论铸造或焊接，全钢结构有其极限，平均厚度增加到了 200 毫米以上，重量就已不胜负荷（当然炮塔正面会更厚些，例如早期型的 T-72，炮塔正面的铸造钢装甲厚度为 350 毫米）。于是在 1960 年代末期，英国和德国分别开发了两种独立的新技术，都在 1969 年定型投产，前者一般叫做 Chobham Armor，后者则是反应装甲（Reactive Armor）。

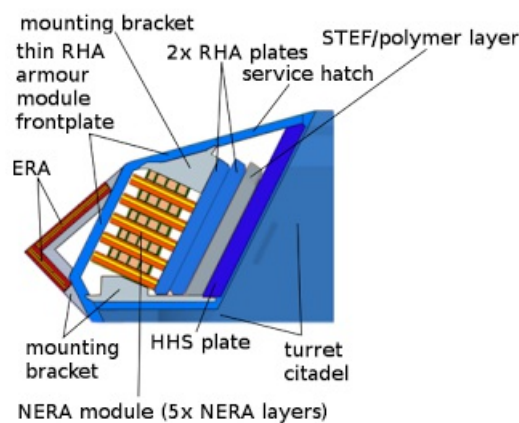


这是应用在 Chieftain（酋长式）坦克炮塔的第一代 Chobham Armor，可以看出它的主要特征是一系列倾斜排列的 Spaced Armor Plates（空隙装甲板），其防护力来自多层大角度倾斜面，对入射弹丸（APFSDS，穿甲弹）或高温射流（HEAT，破甲弹）多次施加侧向切力。每个装甲板并不是单纯的钢，而是由几层不同的材料形成的夹板，所以 Chobham Armor 被宣传是一种复合装甲，其实这些非钢材质只是次要的改进，主要的防护性能来自它的几何结构。除了热轧钢之外，最早版本的空隙装甲板还包括了玻璃纤维板来增韧减重和铝板来抑制破片（Spalling）。后来的版本才用了陶瓷材料（Ceramics），或甚至贫铀（Depleted Uranium）。



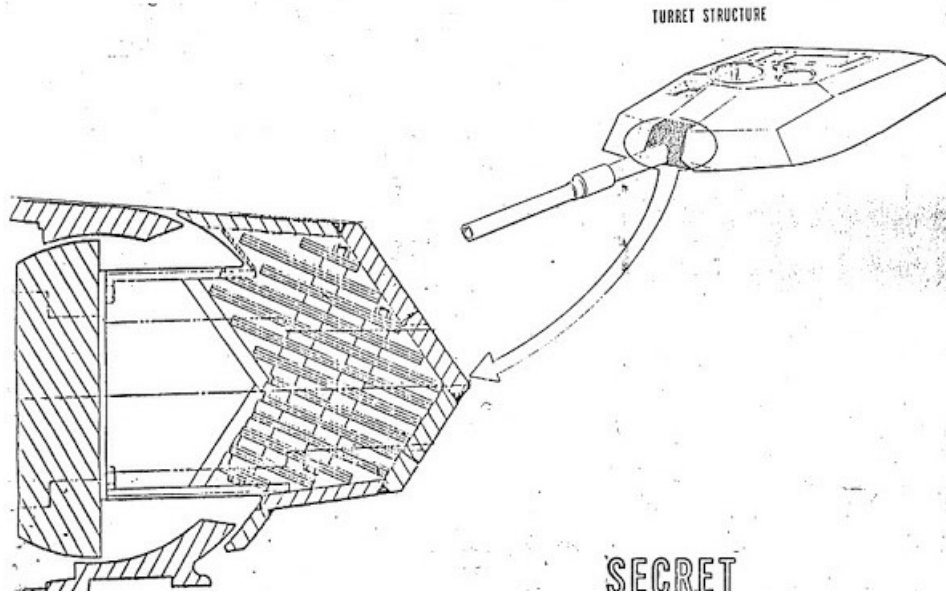
最早的反应装甲是爆炸式（Explosive Reactive Armor，ERA），图中显示它的作用原理，也就是用两片热轧钢包着钝性炸药，当穿甲弹或破甲弹穿入装甲时，炸药爆炸，将两片钢板向外推出，对入射弹丸或高温射流施以极强的侧向切力，藉以扭曲或切断入射物。它的缺点是只能在装甲的最外层使用一次。

冷战期间，北约诸国的军工部门有很紧密的技术合作，所以英德两国彼此交换了心得之后，德国人将两者融会贯通，开发出又一型新式的设计，就是非爆炸式反应装甲（Non- Explosive Reactive Armor，NERA）。其原理是在Chobham Armor的空隙装甲板之间，填入橡胶类的弹性材质。当入射弹击中装甲板的时候，装甲板先压缩后面的橡胶层，然后反弹回来，產生更大的侧向切力。NERA的侧向力不如ERA，但是强于空隙装甲，而且可以多层布置，适合装甲的内层。



这是巴基斯坦军方泄露的Al Khalid坦克炮塔装甲结构，代表着中国坦克工业在90年代后期的第一代复合装甲设计，应该和96A式的装甲设计基本一致。共军在80年代，通过外交通道引进了两辆Leopard II坦克，因而获得了德系NERA和ERA技术。同时也通过非正式通道引进了几辆苏制的T-72坦克，获得了苏联的玻璃纤维装甲（即图中的STEF）技术。HHS是High Hardness Steel，高硬度钢，硬度可能在600BHN左右。最新的99A式和15式坦克，则应该已经应用了陶瓷材料。

SECRET
GUN SHIELD SPECIAL ARMOR



这是美国M1坦克的炮盾装甲解析图。空隙装甲板之间的小块支撑物可能有弹性设计，但是也可能只是简单的支撑架。美军的装甲改进，主要依赖新材料，如前面提过的陶瓷和贫铀，和德系的动力性设计哲学不同。

23 条留言

evergrand

2017-09-12 00:00:00

据称美国海军各类舰艇服役前都要做毁伤实验，不知道陆军、空军装备有没有类似的试验，王老师有这方面咨询介绍一下吗？
如果一艘航母在试验中被炸成内伤，出现各种内部裂纹什么的，会不会得不偿失。

“

只有海军如此。

造舰用的钢是很韧的，有损伤会先扭曲，可以简单识别。

姚广孝

2017-09-12 00:00:00

亲，我又来了。

https://www.youtube.com/watch?v=qYtR6ds_lrw

下半部视频呢？

“

美国观众请付费。

大陆观众到《王孟源吧》去找找看吧，说不定有。

1986到87年间，分派到金防部战车群服役，那时外岛配置的是25吨重的M41A3轻型战车，虽然早已是老爷战车，妥善率还不错。我对战车装甲没有任何研究，但因为和战车共度一年半的时光，所以也有一些实务上的了解。

请教一下版主，我觉得战车脆弱的地方是履带和承载轮，只要一故障或被打坏，战车失去动力，成员就只好下车战斗了。请问现代履带战车是如何克服这个弱点？

“

那一年，我在金西师炮兵营当少尉观测官，隔壁就是著名的金门军中乐园，有时我会带队到去帮他们扫路。

坦克的履带一直是弱点。现代坦克有一大堆观瞄设备暴露在外，更是禁不起爆炸的冲击波。你如果读过《泥泞中之虎》（Otto Carius的自传），就会知道，虎式坦克虽然不怎么怕对方的直射炮火，对苏方的曲射炮兵（也就是苏联炮兵的少尉观测官向后方呼叫来的火力打击）却必须小心防备，否则履带被打坏了，轻则必须退出战线，重则会被遗弃在战场上。像Carius这样有责任心的坦克车长必须连夜勘察防御阵线，把每一个路上的弹坑都记录下来。一旦战斗开始，他的驾驶只管全速飙车，打了就跑。

现在的坦克还是一样的，在前线敌人视距内停下来不走就是找死。还好现代坦克有运动中射击的能力，完全没有停车的必要。当然，这是野战，巷战又是另一回事。

原来版主是炮兵观测官！当时的编制，每个战车连14部战车中，仅次于连长车的第二部车就是炮观车（炮兵前进观测官的战车），可见炮兵和战车的协同作战多么重要。

不过我在金门一年半期间，好像没有真正操练过与炮兵协同作战（步战协同到是和南雄师的步兵连演练过几回）。不知道版主有没有坐过炮观车，感受一下其震撼。

“

我只和步兵协同演习过一次，两天一夜，在冬天野地里露天睡了一晚。第二年师部发现我是全师最大的书呆子，调我过去写情报研究。

现代的陆战因为大型武器的长射程和火力惊人，还有来自空中的攻击，所以我在以前类似的讨论中就提过：不管攻防，疏散的队形是保障战场存活的第一要素。

特别是坦克，那是众矢之的，他的对头有武装直升机，大口径的火箭炮（发射末敏弹），便携式的反坦克导弹，武装的无人机，如果要集群攻击的话，想想都怕。所以除了本身的装甲防护之外，战场战术情报链的整合对坦克来说就至关重要。因为不了解战场情况，就无从发现潜在的威胁。然而坦克先天的一个弱点就是在封闭的环境下观测不良死角很多，尤其是在崎岖的地形下。所以我觉得像99式坦克虽然有激光压制观瞄系统，但在短距离内最好还是能够多有几双眼睛来观察战场情况。譬如每辆坦克前后各有一辆有装甲防护的摩托车随行以为耳目，因为步战车一则目标太大，而且还是有视界窄的缺点。他们只适合在远距离用导弹提供己方坦克火力支援。另外就是在突破后用来扫荡敌方的步兵和火力点以保卫坦克的后方。但是它们不能在进攻时就近保护坦克的安全（等发现状况放出步兵时已经太晚）。

“

坦克在野战，还是非常可怕的，可以在一般步兵的视距/射程之外开火，同时随行的步兵战车从侧翼迂迴。一旦火力压制/打击有了成效，所有战斗车辆进行高速突击，近距离消灭残余的敌方兵力。

如果对方有空优，而且已经有攻击机/直升机在临近，那么就只好儘快接敌，近距离打混战。

打巷战，则还是由步兵当前锋比较合适，确定敌方的防御阵地后，再让坦克选择发射地点进行炮轰。

坦克作为一个靠脸抗揍的武器又偏偏依赖于过于脆弱的传感器来维持基本战斗能力，这真是非常矛盾的，而且未来的双人制无人炮塔坦克发展一定是更加依赖密集的传感器和电子系统堆积。以后会不会出现一发105榴弹击中炮塔之后，坦克毫发无伤的丧失战斗能力退出战场。

“

别说105毫米直接命中，炮塔顶部20毫米左右的装甲根本挡不住。美国军方做过研究，只要是60毫米以上的榴弹在附近空炸，就足以摧毁观瞄设备，使坦克退出战斗。

手机的技术发展，使得可见光摄影头极度小型化，未来必然会使坦克能有大数量的备份，但是像远程激光和远红外线摄影头等等，仍然会是很脆弱的。所以坦克的战术运用，仍然讲究机动和疏散，战斗队形里两车间距是50-100公尺，并不像电影里那样，用阅兵队形冲锋。

MR EDWIN

2017-09-18 00:00:00

坦克的观测手段应该像五代机的学习，让车长驾驶员带着苍蝇头，直接看穿天花板。车长可以用头瞄锁敌射击，把所有信息整合到头显里，驾驶直接像用ar玩开车游戏一样开坦克。只不过这就更依赖遍布车体的传感器和电子系统了，以后的坦克可能战斗力是上去了，但当真是变成了摸不得的瓷器。。

“

只要坦克做合理的机动，要用曲射武器打击它，还是有相当难度的。

坦克并不是刀枪不入的神器，仍然是消耗品，只不过强于任何其他地面车辆和人员罢了。

海熊猫

2017-09-18 00:00:00

不好意思，上次发言忘记格式了，没能好好表达疑问。主要是想了解从王先生的观点来看目前世界上综合性能最好的会是哪种现役主战坦克呢？以及想请教一下王先生对以色列主战坦克梅卡瓦的评价，是否其更能说明外形设计对防御的提升更比装甲重要呢？

“

最佳的主战坦克是M1、Leopard 2和99式，其中以Leopard 2火力最弱、M1最重、99式的侧面防护最差。野战Leopard 2会吃亏，99式不适合巷战，M1则有过桥的困难。

以色列只打治安战，Merkava的设计不适用于其他国家。

为野战设计的坦克，正面越小越好，从设计角度来说，最好的办法就是尽量减低高度。坦克的发动机是车身最高的地方，所以应该放在后面。Merkava的发动机前置，使它的高度过大，在野战面对敌方的APFSDS弹丸十分不利。因为以色列的对手只有过时的破甲弹，所以Merkava才能这样布置。

临高启明

2017-09-22 00:00:00

其实坦克方面的知识科普，我还是非常推崇707炮霸的。对坦克方面有兴趣的朋友可以去阅读707炮霸的微博或是观察者网的文章。

说到共军最新的15式轻坦，按照707和其他一些有内部消息的军迷的说法，这款坦克算是共军陆军装备体系中第一款以境外作战为目标的坦克，也难怪海军陆战队想要。并且这款坦克的某些分系统具有第四代坦克的一些性质：比如说对坦克进行过红外和雷达的隐身处理；为了解决高原作战人机效能降低的特点，大幅度提升信息化水平、自动化水平和人机工效，听说打算上AR系统；又比如，为了增强坦克面对反坦克导弹的对抗能力，增加了软杀伤主动防御系统，大大提高了机动性能，并对坦克的态势感知能力进一步提高。所以这也算是具有实验性质的坦克，个人判断未来的四代坦克会变成类似于双人操控的战斗机，而不是传统意义上的坦克了。

请教一下，不知道王先生怎么看待未来的四代坦克？

现代战争是体系的对抗。而坦克在体系里的角色，远没有隐身战机重要。

美军的观点是，先占据空优，然后由空中力量压制打击敌方的坦克集群，所以M1眼看着要服役40年了，仍然没有发展下一代坦克的必要。

当然，这是沿袭冷战期间，对抗7万辆华约坦克的策略。而共军则反过来，继承了苏联的战术思想，对坦克集群野战冲锋有较大的依赖和重视。这样的军事理论偏好，对99式和96式的设计有很大的影响。

15式的重量上限的确是为了能上战术级运输机而确定的，所以除了在地带等特殊环境保持高机动能力之外，对海外做快速反应也是未来的主要用途之一。不过这类海外任务，不会是和美军这样的对手硬碰硬，而会有或多或少的治安战成分。下一代的坦克改为双人，并且高度信息化已经是必然的，但是是否也随欧美朝治安战倾斜，倾斜的幅度有多大，还有待观察。

15式的重量上限的确是为了能上战术级运输机而确定的，所以除了在山地等特殊环境保持高机动能力之外，对海外做快速反应也是未来的主要用途之一。不过这类海外任务，不会是和美军这样的对手硬碰硬，而会有或多或少的治安战成分。下一代的坦克改为双人，并且高度信息化已经是必然的，但是是否也随欧美朝治安战倾斜，倾斜的幅度有多大，还有待观察。

2017-09-23 00:00:00

还有比起99，15式岂不是更不适合巷战Σ(ŐдŐ|||)ノノ

15式的装甲保护，应该是接近96B的水平，绝对不如99式。不过共军原本就重视步兵，如果在海外打巷战，大概不会像西方军队一样纯靠坦克打前阵。

2017-10-02 00:00:00

过去30年，坦克技术的进步集中在弹药、装甲和发动机这三方面。日本很明显地完全没有自己的新技术，美国也不可能卖给他，所以必然是落后的。

臺灣连无人机都造不好，坦克就算了吧。

Siliconconnections

2017-10-04 00:00:00

以前在坦克炮塔室里，看到大约70几枚战车炮弹很巧妙的配置于坦克底盘，围绕着炮塔室四周，所以无论炮塔怎么转，装填手(loader)都可以很容易取得炮弹装填。刚刚了解 M1 的弹药全部装在炮塔后部，上网一查也只能放 42 枚炮弹，感觉这样的配置并没有很好(1.弹药集中于一处, 2.容量有限)。但我想这样的设计一定有其原因，能否请版主说明一下。

“

主要是如果殉爆，炮塔中间有装甲隔板，爆炸力直接向上发散，不会对坦克主体结构有大的损害。如果是配置在底盘上，一旦殉爆，不但无人生还，而且炮塔会被爆炸力掀开，这辆坦克就是个Total Loss。

120毫米和125毫米的炮弹都很大，现代坦克的载弹量一般在40-45发之间。

Siliconconnections

2017-10-12 00:00:00

谢谢版主的说明。另外一个问题是关于坦克的重量。重型坦克看起来刀枪不入，雄壮威武，但其实很笨重。长距离移防用铁路运输，但是铁轨，桥梁的承重，车站是否有办法上下铁皮，都必须考虑。短距离移防就直接开过去，但我过去(过时)的经验，坦克移防时，即使履带全部上履带胶块，小心翼翼，以不超过每小时25公里的速度缓缓移防，还是很可能压坏路面或路基。

台湾的轻 / 中型坦克(低于50吨)况乎如此，现代坦克动辄60吨以上，要如何迅速有效率的运送这些大铁块呢？并且，如果这些重型履带战车一开出去，路都压坏了，后面的后勤补给车辆不就很难跟的上吗？不知道这方面是如何总体考虑的。

“

正确的用法是靠专运坦克的拖车；不过共军一般靠铁路做长途运输，所以拖车没有普及。

洪荒行者

2017-10-15 00:00:00

“玻璃纤维装甲”在苏联时代是没有资格配备给T72级别的坦克的。

据我所知应该是1993年俄罗斯金融灾难发生后，那段时间俄罗斯想尽一切办法抵偿外债，于是给了韩国当时最好的T80U（应该只有侧面装甲和夜视逊于M1A1HA），也卖给了中共，于是才接触到玻璃纤维装甲技术。

可以看一下wiki上的T80词条：

People's Republic of China: Ordered 200 T-80Us for evaluation in late 1993. 50 delivered.[39][40][41] Tanks were not assigned to combat units. Research is used for the Type 96 tank.

33 T-80Us were ordered in 1995 from Russia and delivered between 1996 and 1997. Two T-80UKs were acquired from Russia in 2005.

“

我的瞭解是玻璃装甲最早用在T-64上，后来的T-72虽然是铸造炮塔，但是在正面Glacis Plate装入所谓的Combination-K。这是三层夹心板，前后是钢，中间是玻璃纤维树脂。

同一个时期的第一代Chobham Armor据称也是同样的三层夹心板，前后是钢，中间是氧化铝。氧化铝对破甲弹很有效，但是对穿甲弹还不如玻璃纤维。

xyz

2017-10-16 00:00:00

所以拖车没有普及。✓✓✓✓✓

中国全国都是大工地，又有基建狂属性，（履带式）挖掘机（台称怪手？）的需求以及存量都很巨大，战时能否调用平时运输挖掘机的板车做坦克运输？反正是辅助车辆，专业特种性不强，军民融合省钱挺好。

（顺带吐槽，港珠澳大桥香港段前脚有砼强度造假丑闻，今又有隧道爆管飙水戏码，照西式理论来讲，港台的体制原本应该有更好的监管效果……汗颜。

不过这个新湾区的发展前景，二三十年后不知能否媲美王先生如今的择居区域。）

“

拖车的寿命短，拥有权不集中，徵调不容易。但是民用滚装船向来是要向军方登记的（这叫做STUFT，Ships Taken Up From Trade）；中国有世界最大的滚装船队，一次运量达到15万名轻装步兵，或者一个完整的重装集团军。是的，共军如果要打海湾战争，集结时间会比1991年的美军（花了大半年）还短。

珠江三角洲的工业产值，大概再15年就可以达到世界一流之境，居住环境的改善却要更久一些。

professor senile

2017-10-28 00:00:00

Correction: arriving on 10/26/1985. P.S. : once a two and half ton truck ran over the bank of the very steep road up from the pier, the M24 stationed at the South Hill had to be used to pull it out from the ditch.

professor senile

2017-10-28 00:00:00

I served in Little Quemoy with 158th Infantry Division, arriving on 10/26/86 (LST204), leaving on 5/30/87 (transport ship #516). I remember that the armored reconnaissance company were equipped with M24. Chaffey tanks. during my stay on Da Don Islet, the two M24s there only had one live ammo practice shooting once at the half mile off shore reef,

desertfox

2017-11-06 07:16:00

我是漁翁,在UDA的會員名是desertfox.王先生中時部落格的文章轉至UDN進行的差不多了,這裡有兩點建議: 1.招攬新讀者 請原來在中時的台灣網友都加入UDN成為會員,這樣才能推薦文章.(請大家加入後在每一篇PO文最下部點擊"推薦").因為文章推薦的人數多了部落格升等級就快(只有升到三級以上,網友才能推薦部落格).所以推薦是分為兩部分的;後者推薦的數量一多,初步推廣的工作就算完成了.請台灣的網友們大家共襄盛舉! 2.吹響集結號 可能的話請王先生就中美的新格局,以及川普亞洲行在UDN這裡發表墊鋪的新文章以集合大陸網友在新的園地裡.

Siliconconnections

2017-12-09 07:56:00

現在才看到 Professor Senile 的留言,原來您當時是在「大膽擔大擔,島孤人不孤」的大膽島,失敬失敬!大膽島大概太小,不適合坦克,不過當時金門本島確有一個戰車群,下轄3個戰車營,每個營又有營部連(2部坦克)和三個戰車連(14部坦克),共有至少132部以上的坦克車[(2+14x3)x3= 132],以獨立連的方式佈署於金門各地,做為保衛金門的一部分。現在回憶這個已經是「白頭宮女話當年」了哈哈!

“

因為「金門之熊」的歷史性影響,國軍至今仍然計劃讓坦克開上灘頭,做反登陸作戰,但是共軍早已不是「小米加步槍」的純輕裝步兵了。

LingJE

2018-01-02 15:32:00

王先生,最近台南市的立委王定宇說國軍單兵可以攜紅隼反坦克飛彈炸毀99式坦克,您怎麼看呢?當然已經有很多島內名嘴對其駁斥了.另外您對於台灣最新的國防報告書有甚麼看法呢?

“

可笑之極。單兵火箭彈連59式都打不穿，這只是又一個送國軍士兵去死的高招。臺灣已經完全喪失專業精神了，什麼報告書根本就是政治宣傳品。

乌鹊南飞

2020-06-18 13:58:00

请教一下 德国豹2a4和日本90式以及印度阿琼坦克的炮塔正面都是垂直的，联想到之前看到央视介绍vt系列外贸坦克的节目，负责人说以前我们设计外形只考虑战斗力，但是设计vt系列的时候

先找了工业设计的来美化外观。难道现在的坦克防护真的不需要考虑避弹外形了吗？

“

長杆穿甲彈的尖銳彈帽是空心的鋼殼，純粹用來減低風阻；鈾或鎢做的長杆前端是平的，不會被傾斜裝甲彈開。

乌鹊南飞

2020-06-18 15:05:00

但是即使只考虑弹体在装甲内需要经过的路程，倾斜装甲的“厚度”也应该比垂直装甲高吧？这种收益难道不重要吗？

“

等效厚度一樣的話，裝甲板的體積和重量也會是一樣的，那麼還不如做成一個近於垂直的平面，可以減少容易裂開的焊縫。至於冷戰結束前後開始流行的楔形裝甲，中俄的用意是爲了加裝ERA；英美不用ERA，空隙裝甲/NERA就只包裝在垂直平板之內。德國路綫不太一樣：豹二原本走英美的路綫，到了A5改進型，又在外部加裝了一層薄薄的空心楔形裝甲，它的作用類似單層的空隙裝甲，雖然側向力相對較小，但是因爲和主裝甲之間有較大的距離，給予入侵的長杆彈足夠的時間來翻騰，讓杆軸指向偏離飛行方向，進一步減低穿甲能力。

乌鹊南飞

2020-10-21 13:09:00

最近央视拍摄的纪录片公开了15式坦克炮塔的焊接工厂与焊接过程，于是有一大批人看到炮塔钢板很薄之后开始鼓噪15式只能防30mm机炮了，真的令人无语

“

美國網站也很開心地報導了。我想它的設計是模塊化的，只憑一點視頻遠遠不足以下結論。

[返回索引页](#)