

现代工程机

XIANDAI GONGCHENG JIXIE 系列丛书



XIANDAI QIAOSUI JIXIE

现代桥隧机械

段书国 杨路帆 主编



人民交通出版社

U4
1

现代工程机械系列丛书

XIANDAI GONGCHENG JIXIE XILIE CONGSHU

现代桥隧机械

段书国 杨路帆 主编



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书为《现代工程机械》丛书中的一册,主要介绍目前国内广泛使用的进口和国产桥隧施工机械。内容包括桥梁基础施工机械(全套管钻机、旋转钻机、回转斗钻机、冲击钻机和振动沉拔桩锤),架桥设备(架桥机和运梁车),隧道施工机械(液压凿岩台车、旋臂掘进机、锚杆台车、混凝土喷射机、全断面岩石掘进机、盾构式全断面掘进机),主要阐述了其工作原理、结构特点和使用与维护技术。

本书读者对象主要是各类桥隧设计、施工及监理部门的管理人员和机械操作、维修人员,亦可供工程机械行业从事桥隧施工机械教学、科研、生产和销售的工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代桥隧机械 / 段书国等主编. —北京: 人民交通出版社,
2004.2

ISBN 7-114-04554-9

I. 现… II. 段… III. ①桥涵工程—工程机械
②隧道工程—工程机械 IV.U4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 126053 号

广告许可证号: 京东工商广字第 474 号

现代工程机械系列丛书

现代桥隧机械

段书国 杨路帆 主编

正文设计: 彭小秋 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京明十三陵印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 14.25 插页: 1 字数: 344 千

2004 年 3 月 第 1 版

2004 年 3 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—3000 (全套共 10 册) 总定价: 260.00 元

ISBN 7-114-04554-9

《现代工程机械系列丛书》编委会名单

名誉主任:孙国正(博导)

主 任:陈润余

副 主 任:韩理安 黄家德 杜 颖

委 员:(以姓氏笔划为序)

邓爱民 尹继瑶 卢毅非 刘永芬 刘家东 刘良臣

许亚楠 孙孝安 张征宇 张连庆 何晨冠 易小刚

陈志霏 罗选民 罗 绘 曹惠民

主 编:邓爱民 田 流 周萼秋

分册主编:

现代铲土运输机械 卢和铭 刘良臣

现代挖掘机械 黄东胜 邱 斌

现代压实机械 周萼秋 易小刚 汤汉辉

现代高等级路面机械 田 流 邓爱民 曹惠民

现代高等级公路养护机械 田 流 邓爱民 曾格吾

现代起重机械 张 劲 卢毅非

现代桩工机械 邓明权 陶格兰

现代桥隧机械 段书国 杨路帆

现代非开挖工程机械 邓爱民 肖姣美 田 流

现代工程机械液压与液力实用技术 杨国平 刘 忠

目 录

长沙理工大学有关学科的骨干教师和行业资深工程技术人员共同编辑了一套现代工程机械系列丛书,其中包括《现代铲土运输机械》、《现代挖掘机械》、《现代压实机械》、《现代高等级路面机械》、《现代高等级公路养护机械》、《现代起重机械》、《现代桩工机械》、《现代桥隧机械》、《现代非开挖工程机械》、《现代工程机械液压与液力实用技术》等 10 部专业著作,由人民交通出版社正式出版。这是我国工程机械行业的一件大喜事!

自从改革开放以来,在社会主义市场经济体制激励下,我国工程机械行业获得了突飞猛进的发展,取得了前所未有的成绩。现已发展成为我国机械工业十大行业之一,并迈入世界工程机械生产大国之列。

工程机械所以能够如此快速发展,首要原因是它们的用途广泛,市场遍布于国民经济各部门,并能够保证各种工程建设实现高速度、高质量和低成本,极大地提高用户的经济效益。根据工程机械行业 40 多年来的发展经验可知,工程机械在国内的重点市场基本分布于以下六大领域:一是交通运输领域,包括公路、铁路以及各种车站的建设;沿海、内河码头建设和起重运输作业;飞机场建设;管道工程建设。二是能源工业领域,包括火力、风力、水力和核能电站建设;露天、井下煤矿开发和报废矿区的复垦改造;石油矿的开发、生产和复垦。三是原材料工业领域,包括黑色金属、有色金属、化工原料和建筑材料等系统的各种露天、井下矿山的开发、生产和复垦工程。四是农林水利领域,包括农村经济(农业、农村工业、农村商业、农村交通运输业、农村通信业、农村水利事业等)建设;林业生产,如植树造林、合理采伐、林区筑路、储木场和木材加工厂建设等;水利建设,包括大江大河干流治理,如堤防加固、控制性水利枢纽建设、蓄滞洪区安全设施建设、城市防洪设施建设等以及三峡、南水北调等大型水资源开发利用工程。五是城乡建设领域,包括现有城市扩建和改造、新城市尤其是众多的小城镇建设、广大新农村建设等。六是现代化国防工程建设领域,包括和平时期的国防工程建设和战争条件下的保障工程建设等。

在《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》中明确提出的加强基础设施建设、实施西部大开发、稳步推进城镇化和实施可持续发展等四大经济发展战略,为工程机械行业提供了商机。也就是说,工程机械六大领域的重点市场,均包含在上述四大经济发展战略所规定的各种建设资金的投入范围之内。因此,我们说工程机械市场不仅广阔,而且持续的时间很长久。

长沙理工大学就是在这样的社会经济背景之下,编辑出版了这套现代工程机械系列丛书。作者选取了市场覆盖面较大的产品进行重点论述,对其结构、工作原理、操纵要点、使用规程、故障诊断、维护保养等各方面的应用技术进行了深入浅出的讲解。书中图文并茂,理论联系实际,内容新颖并具有明显的时代感。丛书的各个分册,在内容上既互相联系,又可独立应用,确实是一套实用性很强的工程机械专业书。

该丛书的读者对象,主要面向在交通、铁道、水利、电力、城建、机场、港口和国防工程等系

统从事基础设施建设的工程技术人员,经过适当取舍还可作为相关专业的教材,也可作为工程机械生产企业工程技术人员从事设计和制造加工的参考书。

谨以上述寥寥数语,作为我向长沙理工大学编辑出版该丛书的祝贺和向广大读者的推荐介绍。

杨红旗

2003年11月于北京

目录 2

工程机械是城市建设、交通通信设施建设、农田水利、能源开发和国防建设与维护中不可缺少的施工机具。随着我国东部基础设施的逐步形成和完善,许多基础设施,如道路已进入维护阶段,以及我国西部大开发战略举措的实施,西气东输、西电东送、南水北调、三峡工程、青藏铁路等重大项目的建设,我国对施工机械与维修养护工程机械的需求不断上升。

随着我国对外开放的不断深入与发展,国外工程机械先进产品不断进入我国的施工用户,一方面对施工质量与施工进度的保障起到了良好的作用,另一方面也为国内工程机械厂家带来竞争压力与先进技术,促使国内工程机械与国外工程机械差距不断缩小甚至趋于接近,同时也为国内工程机械厂家带来了良好的效益与市场形象。

该套丛书以目前大量使用的国产机型以及大型基础工程中应用面广的进口机型为主,系统全面讲述各类工程机械的结构与工程原理、性能参数与使用技术,充分反映当前工程机械机电液一体化技术与操作使用的便利性和可维修性。

该丛书包括以下 10 册:

- 1.《现代铲土运输机械》
- 2.《现代挖掘机械》
- 3.《现代压实机械》
- 4.《现代高等级路面机械》
- 5.《现代高等级公路养护机械》
- 6.《现代起重机械》
- 7.《现代桩工机械》
- 8.《现代桥隧机械》
- 9.《现代非开挖工程机械》
- 10.《现代工程机械液压与液力实用技术》

由于各册系分工编写,在内容选择、结构层次、名词术语等方面,难免有不一致的地方;同时,由于时间仓促,以及作者的水平有限,不成熟之处和错误在所难免,我们衷心希望读者指正,并能将意见反馈给我们。

特别鸣谢以下赞助支持单位(排名不分先后):

- 1.长沙理工大学
- 2.长沙建设机械研究院
- 3.人民交通出版社
- 4.中国道路运输协会筑养路机械分会
- 5.武汉理工大学
- 6.长沙中联重工科技发展股份有限公司
- 7.陕西建设机械集团股份有限公司
- 8.三一重工股份有限公司

9. 湖南浦沅工程机械有限责任公司
10. 百莱玛—威猛(中国)有限公司
11. 四川建设机械(集团)股份有限公司
12. 抚顺永茂机械有限公司

该套丛书内容新,涉及知识面宽,适用性强,对工程机械用户及其厂家具有一定的指导和参考价值,同时,也可用作高等院校相关专业的教材或教学参考书,还可作为工程机械从业人员的培训教材。

此套丛书的编著过程中参考引用了大量中外文献,在此我们谨向有关部门专家学者表示诚挚的谢意,特别是参考文献中疏于列出的文献,我们表示万分歉意和感谢。

现代工程机械系列丛书 编委会

2003 年 11 月

目 录

第一篇 桥梁机械

第一章 总论	3
第一节 桥梁施工技术简介	3
第二节 桥梁施工机械简介	3
第二章 全套管钻机	4
第一节 概述	4
第二节 典型机种的结构与工作原理	6
第三节 使用与维护技术	25
第三章 旋转钻机	35
第一节 概述	35
第二节 典型机种的结构与工作原理	38
第三节 使用与维护技术	58
第四章 回转斗钻机	65
第一节 概述	65
第二节 典型机种的结构与工作原理	68
第三节 使用与维护技术	75
第五章 冲击钻机	78
第一节 概述	78
第二节 典型机种的结构与工作原理	79
第三节 使用与维护技术	85
第六章 振动沉拔桩锤	88
第一节 概述	88
第二节 典型机种的结构与工作原理	89
第三节 使用与维护技术	98
第七章 架桥设备	104
第一节 概述	104
第二节 典型机种的结构与工作原理	105
第三节 使用与维护技术	136

第二篇 隧道与地下工程机械

第一章 总论	149
--------	-----

第一节 隧道施工技术简介	149
第二节 隧道施工机械简介	152
第二章 隧道开挖设备	155
第一节 液压凿岩台车	155
第二节 旋臂掘进机	163
第三章 隧道支护设备	168
第一节 锚杆台车	168
第二节 混凝土喷射机	170
第四章 全断面隧道掘进设备	174
第一节 全断面岩石掘进机	174
第二节 盾构	201
参考文献	215

第一篇

DIYIPIAN

桥梁机械

第一章 总 论

第一节 桥梁施工技术简介

现代桥梁施工包括基础和墩台的修建以及桥跨结构的制造、运输、安装或架设。

一、桥梁下部结构的施工

基础是桥梁极为重要的组成部分,它承受着桥墩及通过桥墩传来的全部重量和各种外力,并把这些重量和外力传递到地基中去。桥梁基础工程由于在地面以下或在水中,涉及到水和岩土的问题,因而增加了它的复杂程度,使桥梁基础的施工无法采用统一的模式。但根据桥梁基础工程的形式,大致可以归纳为扩大基础、桩和管柱基础、沉井基础、地下连续墙基础和组合基础几大类。

二、桥梁上部结构的施工

钢筋混凝土桥梁,由于其类型增加与跨径增大、结构设计方法的进步、施工机械设备的发
展、构件生产的预制化,从而引起施工方法的不断进步和发展,形成了多种多样的施工方法。

桥梁上部结构的施工方法,20世纪70年代以后随着预应力混凝土的广泛应用,已经得到了迅速发展,并发生了重大的变革。

随着现代高速公路尤其是高速铁路的发展,人们对桥梁的要求越来越高,桥跨结构正在向高刚度、大跨度方向发展,其质量和尺寸已不可同日而语,如秦沈铁路客运专线的双线混凝土箱梁每片长度达32m,质量竟达750t,其制造、吊装、运输和架设已成为桥梁施工面临的最重要的课题之一。

第二节 桥梁施工机械简介

我们将桥梁机械分为桥梁下部施工机械和桥梁上部施工机械两部分。

一、桥梁下部施工机械

桥梁下部施工机械主要是为明挖扩大基础施工、桩与管柱施工、沉井基础施工和地下连续墙基础施工等服务的机械。

二、桥梁上部施工机械

桥梁上部施工机械是为桥墩台施工、现浇混凝土梁施工、装配式钢筋混凝土和预应力混凝土梁桥施工、斜拉桥施工等服务的机械。

第二章 全套管钻机

第一节 概 述

一、全套管钻机的发展

全套管钻机又称贝诺特钻机,它最初是由法国贝诺特公司于 20 世纪 70 年代开发成功的,其工作装置由冲抓斗装置和全套管装置两部分组成。

最初的全套管装置为摇动式,即利用两只摇动液压缸的伸缩使套管绕其中心以一定的角度往复转动,从而使套管最下端的切削齿剪切土壤,降低套管压入阻力;靠另外两只液压缸使套管压入或从土中拔出。

随着桩基础施工的发展,桩的直径越来越大,施工效率和精度要求越来越高,摇动式套管装置因转矩小、效率低,已不能满足大型深基础施工要求。20 世纪 80 年代中期,德国、日本的几家公司相继开发成功全回转式套管装置,目前已成为大型深基础施工不可缺少的设备。国际上该种设备的最大钻孔直径为 3m,最大钻孔深度为 73m,最大回转转矩达 $4280\text{kN}\cdot\text{m}$,垂直钻孔精度可达 1/500。

二、全套管钻机的特点

全套管钻机的特点是采用分节套管随钻进工作下到地下直至全桩深度,既能防止钻孔坍塌,又能保护注入的混凝土不受周围泥土污染,在混凝土灌注达到相当高度时,分次拔出套管。用这种工艺制成就地灌注桩不仅质量好,而且桩尖承载力与桩周摩擦阻力均大于用其他工艺制成的就地灌注桩。在地质较软(标准贯入值小于 50)但地面尚能承受钻机工作时的压力,且钻孔深度不超过 40m,直径不超过 2m 时,适合于采用全套管钻机造孔,就地浇制钢筋混凝土桩。这不仅施工简便,需用配套机械较少,而且质量高、进度快。其缺点是对地质韧硬或夹有粒径较大的卵石或漂石时,不易被冲抓锤所击碎或抓出;压入及拔出套管时,因机体高大,需要压重或反力支点,不宜在表土过软或水上作业。遇到地下水位高、细砂、粉砂层过厚的地层,易于发生涌砂现象且拔出套管困难。

三、全套管钻孔机的分类

1. 按结构形式可分为两类:

(1)整机式(见图 1-2-1),这种形式是以履带式、步履式或汽车底盘为行走系统,同时将动力系统、钻机作业系统等集成于一体。

(2)附着式(见图 1-2-2),这种形式是以压拔管机构作为独立系统,施工时必须配备其他形式的机架(如履带起重机),才能进行钻孔作业。

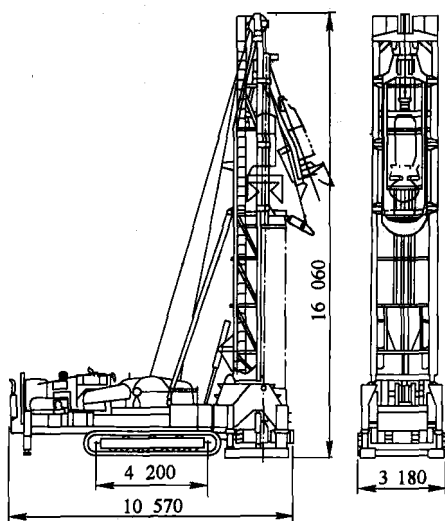


图 1-2-1

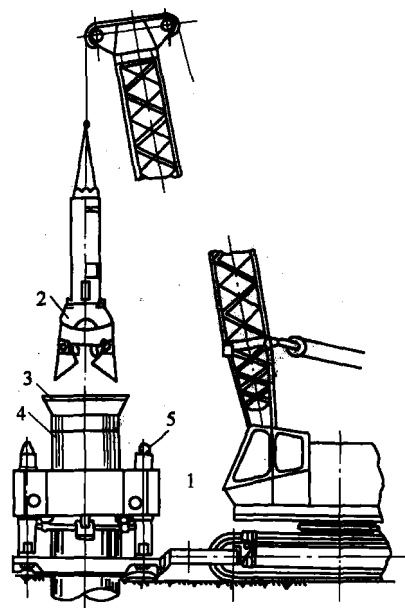


图 1-2-2 独立摆动式套管钻机
1-履带起重机;2-锤式抓斗;3-导向口(另附);
4-套管;5-钻机

2. 按摆动角度可分为两类:

(1) 摆动式(见图 1-2-3), 即利用两只摆动液压缸的伸缩使套管绕其中心以一定的角度往复转动。

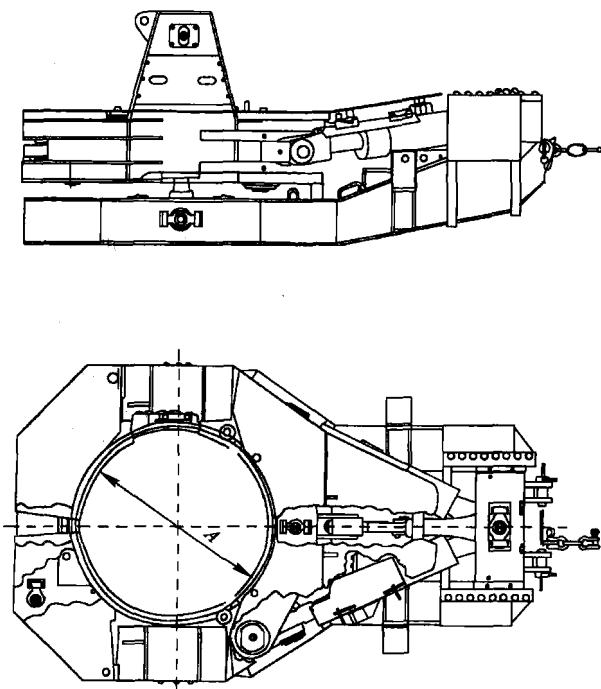


图 1-2-3

(2) 全回转式(见图 1-2-4), 是使套管 360°连续绕其中心回转。

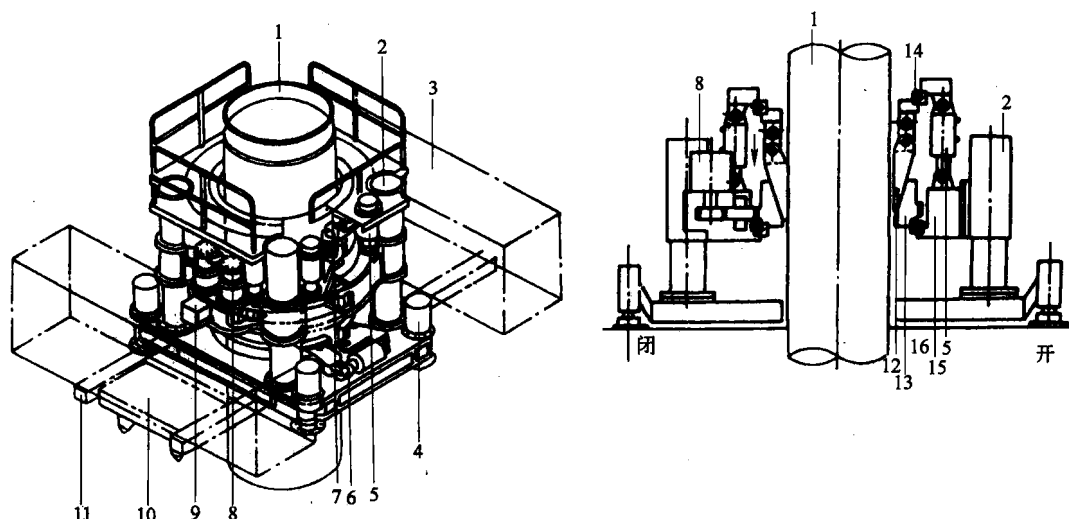


图 1-2-4 独立全回转式套管钻机

1-套管;2-升降液压缸;3-压重;4-水平调整液压缸;5-夹紧液压缸;6-辅助夹紧液压缸;7-套管夹紧液压缸;8-液压回转驱动马达;9-垂直度监测器;10-地锚;11-压重支承梁;12-楔形块;13-大齿圈;14-上部四转支承;15-升降平台;16-下部回转支承

3. 按成孔直径分为:

- (1)小型机 直径在 1.2m 以下;
- (2)中型机 直径在 1.2~1.5m 之间;
- (3)大型机 直径在 1.5m 以上。

第二节 典型机种的结构与工作原理

一、全回转套管钻机

全回转套管钻机是通过一边使套管 360°全回转,一边利用加压油缸将其压入地下直到支持层,在此过程中用冲抓斗等将套管内的切削物取出,达到预定深度后,放入钢筋笼,然后一边灌入混凝土,一边将套管拔出这样一系列的作业而制成桩基础的大型工作装置。该装置由于是全回转钻孔并且最下部套管带有硬质合金切削齿,配有强力冲击锤和冲抓斗除渣装置,因此具有不需泥浆护壁,适合在砾石层、孤石层及风化岩地层条件下施工大直径深基础混凝土灌注桩基础的特点。主要应用在跨江、河、海的铁路、公路桥梁基础,机场、港口、码头等桩基础施工。

下面以日本车辆 RT 系列为例,介绍全回转套管钻机的构造、工作原理和特点。

1. 规格、型号及技术性能

日本车辆公司的 RT 系列套管钻机的主要技术性能参数见表 1-2-1。

RT 系列套管钻机的规格及主要技术性能参数

表 1-2-1

机 型	RT-100	RT-120L	RT-15	RT-150A	RT-200	RT-300
掘削直径(m)	0.5~1	0.6~1.2	0.8~1.5	0.8~1.5	1~2	2~3
套管拉拔力(kN)	1300	1510	1670	1970	2500	3860
(瞬时)(kN)	(—)	(—)	(—)	(—)	(3050)	(4560)

续上表

机 型	RT-100	RT-120L	RT-15	RT-150A	RT-200	RT-300
套管压入力(kN)	365	500	500	570	730	1200
(质量)(t)	(11.5)	(12)	(17)	(20)	(25)	(35)
压拔行程(mm)	500	500	500	750	750	750
高转矩/低转矩(kN·m)	660/-	840/480	1200/1-	1150/660	2000/1100	3670/2100
(瞬时最大转矩)(kN·m)	(—)	(—)	(—)	(—)	(233)	(428)
低转速/高转速(r/min)	2.7/-	2.3/3.9	1.4/-	1.6/2.7	1.2/2.0	0.9/1.5

2.基本构造

全回转式套管装置的结构如图 1-2-4 所示。

3.主要部件的结构及作用

1)套管及钻头

套管分为单壁套管[图 1-2-5a)]和双壁套管[图 1-2-5b)]。套管一般制成不同长度的标准节,施工时根据桩的长度进行配套。套管的参数见表 1-2-2。

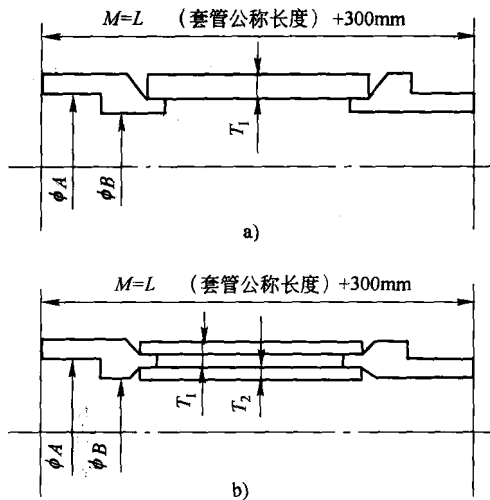


图 1-2-5

套管的参数

表 1-2-2

公称直径(mm)	尺 寸				质 量					
	φA (mm)	φB (mm)	T ₁ (mm)	T ₂ (mm)	L = 1000 (kg)	L = 2000 (kg)	L = 3000 (kg)	L = 4000 (kg)	L = 5000 (kg)	L = 6000 (kg)
1000	1000	904	16	16	1450	2220	2990	3770	4540	5320
1200	1200	1104	16	16	1750	2680	3620	4550	5490	6420
1300	1300	1204	16	16	1900	2920	3940	4950	5970	6990
1500	1500	1404	16	16	2200	3380	4560	5740	6920	8100
1800	1800	1704	16	16	2660	4080	5500	6920	8340	9760
2000	2000	1900	16	16	3040	4360	6220	7820	9410	11000
2500	2500	2394	19	19	3700	5350	7620	9890	12160	14440
3000	3000	2884	19	19	3930	6990	10050	13110	16160	19210