

中国民用航空总局空中交通管理局

编 号：IB-TM-2004-188

部门代号：TM

日 期：2004 年 12 月 29 日

空域信息通告

第 1 期

总第 1 期

部分机场和终端（进近）管制区容量评估情况

§ 1.目的

§ 1.1 近年来，北京、上海、广州等地区的飞行流量增长较快，机场和空域在高峰时段出现了不同程度的拥堵。为了掌握这些地区现阶段的空管保障能力，民航总局空管局组织对有关机场和空域容量进行了评估和分析。本通告对部分容量评估方法进行了筛选和总结，旨在为各地的容量评估工作提供方法和思路上的指导。

§ 1.2 本通告给出了珠海终端、北京、上海、广州、成都进近管制区，北京首都、上海虹桥、上海浦东、广州白云、深圳宝安、成都双流、昆明巫家坝机场空侧容量评估结果。受现有容量评估方法和可用手段的限制，评估结果仅考虑了空管的保障能力，其准确性有待进一步验证，目前的结果仅用作参考。

§ 2.发送范围

§ 2.1 主发

各地区管理局、地区空管局，运输航空公司，首都、上海、广州、深圳、成都、昆明机场，学院，局运行中心。

§ 2.2 抄送

总局领导、机场司、运输司。

§ 3.容量概念

§ 3.1 运行容量。运行容量也称实际容量，是指在指定机场或空域范围内，在可

接受的航班延误水平下，给定时间段内能够服务的最大航空器数量。所谓可接受的航班延误水平，根据总局印发的《民航航班正常统计办法》确定。

§ 3.2 最大容量。最大容量是指在指定机场或空域范围内，给定时间段内能够服务的最大航空器数量，即在延误趋于无穷大时的运行容量，反映了极限服务水平。

以上两个容量的定义是国际通用定义，其关系可用图 1 直观表示。

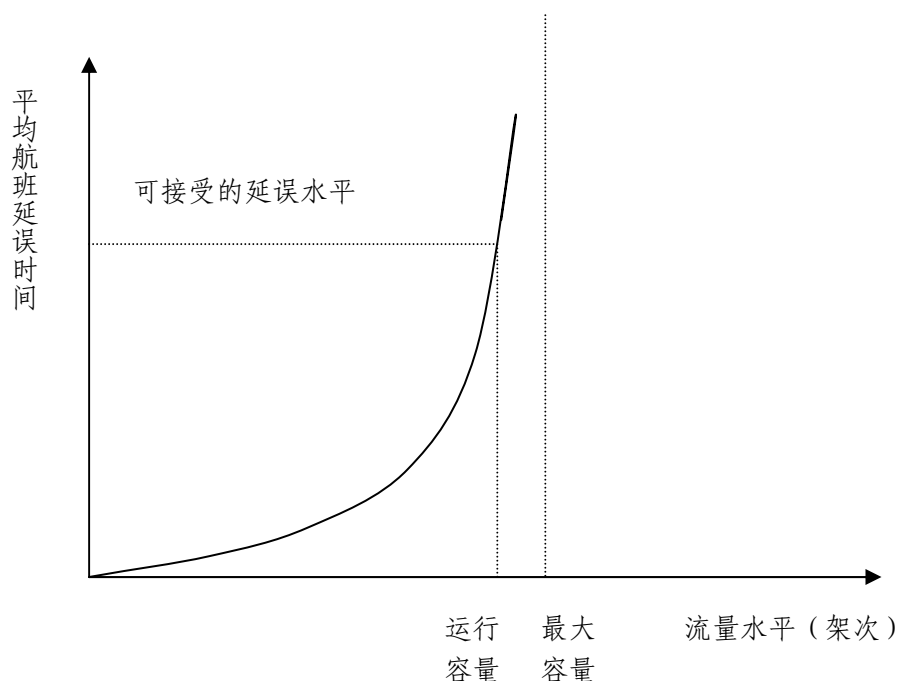


图 1 运行容量与最大容量的关系

§ 3.3 航班时刻安排容量。航班时刻安排容量，是指航班时刻表每小时安排的最大航班数量，是考虑空管和机场各单位综合保障能力后确定的数值，通常小于运行容量。

§ 4.容量评估方法

§ 4.1 概述。容量评估的方法有许多种，各有利弊。利用计算机仿真评估的结果取决于仿真模型和输入数据的准确程度，其结果准确程度高，是容量评估的重要依托手段和发展方向，但是受现有技术和资金的限制，尚不能得到广泛引用。从各地现有的手段和技术来看，基于管制员工作负荷的雷达模拟机评估方法、基于历史统计数据分析的评估方法以及基于数学计算模型的评估方法较为简单可行，得出的数据也较为准确。各地可以根据各自不同的情况进行选择和完善，以便科学、客观地开展评估工作。但无论哪一种容量评估方法，都应当结合实际情况，由资深管制人员对结果进行

修正，以求准确。

§ 4.2 基于管制员工作负荷的雷达模拟机评估方法。该方法适用于最大容量和运行容量的评估，其优点为：方法简单易行，可操作性强，结果较为准确；缺点：管制员的个体差异和模拟环境对结果的准确性影响较大。

§ 4.3 基于历史统计分析的评估方法。该方法适用于最大容量的评估，其优点为：方法便于操作，结果较为准确；缺点：数据收集困难，数据量大，样本数据的数量和质量直接影响结果的正确性；置信度仅有经验数值，需要根据不同情况由资深管制员进行确定。

§ 4.4 基于数学计算模型的评估方法。该方法适用于跑道最大容量的评估。主要为时间-空间分析数学模型，其优点为：简单快速投入少，容量评估结果较为准确；缺点：仅能对一条跑道的容量进行评估，人为因素没有量化考虑。

§ 4.5 基于仿真模型的计算机软件评估方法。该方法适用最大容量和运行容量的评估。优点：结果准确性高；缺点：仿真模型构造和使用需要的技术支持和资金投入较大，评估周期较长。

§ 4.6 以上所述的前三种容量评估方法的参考材料可从中国空管网/资料中心/分类目录/容量评估栏目中下载，中国空管网网址为：www.atc.org.cn，下载文件所需的用户名为：atc，密码：123456。

§ 4.7 数据采集。容量评估的前提是必须做好历史流量的统计以及相关数据的采集工作，数据采集的具体要求根据评估方法和模型的差异而有所不同。机场和终端（进近）管制区基本数据采集要求详见附件一。

§ 5.容量评估结论

§ 5.1 评估指标。

§ 5.1.1 评估进近管制区域在仪表气象条件（IMC）、空域条件（军航活动、军航不活动）、间隔条件（管制员实际使用的间隔）等条件组合下的2种最大小时容量。

§ 5.1.2 评估机场在气象条件（IMC、VMC）、空域条件（军航活动、军航不活动）、间隔条件（管制员实际使用的间隔）等条件组合下的4种最大小时容量。

§ 5.2 考虑因素。

§ 5.2.1 容量评估主要考虑了下列因素：现行空域结构；气象条件；交通流的时间

和空间分布特点；管制运行间隔；管制人员的能力和工作负荷；相关军航飞行的影响；机场跑道、滑行道的布局；机型混合比例以及不同机型占用的跑道时间；空管设施设备保障能力等因素。

§ 5.2.2 为准确评估空域和机场的空管服务能力，便于容量瓶颈的判定，机场最大容量评估通常不考虑停机位和最后进近阶段以外的空域结构对机场容量的影响；进近管制区最大容量评估不考虑相邻管制区和外围航路结构对容量的限制和影响。该假设是国际上容量评估的通行做法，同时也符合最大容量评估的实际目的。

§ 5.3 具体容量评估结果见附件二。

§ 6.容量评估数据分析

§ 6.1 机场运行容量与航班时刻的比较。除上海、深圳外，各机场的运行容量高出航班时刻安排 7%到 17%。上海、深圳的运行容量评估结果与航班时刻相同。

§ 6.2 机场最大容量与运行容量的比较。

§ 6.2.1 仪表气象条件下，北京、上海（虹桥、浦东）、广州、昆明机场的运行容量与最大容量接近，表明在现行的空域结构和运行条件下已经没有太大的余地；成都双流、深圳宝安机场的最大容量比运行容量分别高出 14%和 18%，单就机场而言还有一定的剩余能力。

§ 6.2.2 目视气象条件下，北京首都机场的最大容量比运行容量高出 8%，在优化起降间隔、减小跑道占用时间后，预计提升 24%，达到 76 架次/小时。成都双流机场高出 28%；昆明巫家坝机场高出 10%。这里所指的 VMC 条件并没有采用真正意义上的目视间隔，而是管制员在实际管制过程中使用的较小间隔。广州对于目视气象条件下采用尾流间隔进行了评估，其最大容量比运行容量高出 55%，达到 70 架次。但由于有关规章并没有明确管制员在目视条件下落地许可的发出时机，广州并没有在实际过程中使用该间隔。

§ 6.3 进近管制区最大容量与运行容量的比较。北京、上海近进管制区的最大容量与运行容量相同；广州进近、珠海终端的最大容量比运行容量分别高出 22%和 16%，在提高航路容量和周边空域容量后，这两个地区的运行容量有望进一步提高。

§ 6.4 进近管制区与机场容量的比较。北京、成都进近管制区的最大容量小于机场最大容量，成为制约流量的瓶颈所在，需要对空域结构进行优化调整。

§ 6.5 军航活动对机场和空域的最大容量存在不同程度的影响。北京地区军航均为运输机飞行，所以对机场和进近管制区的容量影响较小；广州进近范围内的军航活动对容量影响较大，军航活动时，容量约下降 17%；昆明地区军航活动时，容量下降 10%；其他地区的容量下降在 10% 以内。

§ 6.6 鉴于各机场和相关空域的情况不同，其制约飞行流量的瓶颈也不尽相同。归纳起来有以下几个方面：一是滑行道、脱离道布局不尽合理，如北京首都、广州白云、深圳宝安机场；二是空域使用和军民航飞行矛盾问题，如广州、昆明；三是周边空域和航路接受能力较小，如广州、珠海；四是管制人员数量较少和素质参差不齐；五是管制间隔的运用不尽一致等方面。

§ 6.7 针对上述存在的问题，为提高机场和终端区高峰小时最大容量应从以下几方面着手解决：

(a) 合理布局滑行道、指廊、停机位等地面设施。

(b) 加强军民航协调，做好飞行繁忙机场、终端（进近）管制区的规划方案和空域调整工作。通过建立终端管制区和建立空域灵活使用的机制，创造良好的空域环境，避免出现空域容量低于机场容量的情况。

(c) 加强我国在流量管理方面的研究，尽快建立集中统一的流量管理系统。

(d) 根据我国的设施保障能力、管制人员能力、管制方式等因素，修改和完善管制运行的相关规定。

§ 6.8 容量评估结果分析图表详见附件三。

附件一：机场和终端（进近）管制区容量评估所需基本数据表

附件二：部分机场和终端（进近）管制区容量列表

附件三：部分机场和终端（进近）管制区容量分析图

附件一 机场和终端（进近）管制区容量评估所需数据表

数据名称	说 明	备 注
延迟累加	从管制员发出指令到飞行员开始执行指令所需要经过的时间，主要是通讯系统中的延迟、飞行员反应时间和用于完成陆空对话所需时间之和	可以是一个时间范围
航空器位置偏差	进近时由于导航系统容差和飞行员水平差异，导致飞行轨迹偏离标准路径的最大值	
最后进近距离	从最后进近定位点到跑道入口的距离	
管制员增加间隔余度	由于管制员的熟练程度不同和出于安全考虑，在标准间隔上增加的量，如雷达管制中前重后中的降落间隔标准为 10 公里，若管制员增加的间隔余度为 1 公里，则实际管制间隔为 $10+1=11$ 公里	可以是一个时间范围
进近正常率	按飞行性能表中的进近速度进近的飞机占总数的比例	
各机型的标准跑道占用时间	标准跑道占用时间是指某种类型飞机在某一机场通常使用的脱离道脱离前的滑行时间的均值	
跑道平均占用误差	未按各机型标准跑道占用时间的来使用跑道的飞机占总数的比例	
机型组合比例	终端区内重型、中型、轻型飞机的比例，相加应为 100%	
进离场航空器比例	在一段时间内进场和离场飞机占总数的比例，相加应为 100%	
每条进离场航线上的航空	进场有多条路径时，各路径上进场飞机占进场总数的比例，相加应为 100%	

器比例	离场有多条路径时，各路径上离场飞机占进场总数的比例，相加应为 100%	
终端和进近管制区、机场高峰小时的统计架次和时段		
终端和进近管制区范围	水平边界、垂直界限、终端区的进入点和脱离点	
终端和进近管制区内其他空域	限制区、危险区、禁区的水平、垂直界限	
进离场航线	名称、进离场航路点及过点高度，这里所指的进场航线从终端区边界的进入点算起至起始进近定位点；离场航线从跑道末端算起至终端区边界脱离点	
飞行程序	名称、起始、中间、最后定位点、跑道入口坐标及过点高度	

附件二 部分机场和终端（进近）管制区容量列表

北京首都机场

容量单位：架次/小时

编号	条件	最大容量	运行容量	航班时刻	历史数据
IMC1	<p>IMC 天气、现行条件下，北京首都机场最大容量的评估设定参数：</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 评估分为跑道仅用于起飞和起飞落地各占 50% 的两种情况； b) 起飞落地各占 50% 的情况下，采用双跑道平行试运行模式； c) 使用仪表放行间隔：连续起飞的起飞间隔 120 秒； d) 不加入起飞飞机时，落地航空器之间使用的着陆间隔：落地前机为 B757 时，采用最小间隔 8 千米；落地前机为重型机、后机为中型机时，采用最小间隔 10 千米；落地前机为重型机、后机为重型机时，采用最小间隔 8 千米； e) 加入起飞飞机时，落地航空器之间使用的着陆间隔：前机为中型机时，采用最小间隔 12 千米；前机为重型机时，采用最小间隔 15 千米； f) 航空器占用跑道时间：中型机占用跑道时间为 65 秒，重型机占用跑道时间为 80 秒； g) 起飞飞机与着陆飞机之间的最小间隔使用 5 千米； h) 最后进近速度设定为：中型机为 140 海里；重型机为 145 海里； i) 最后进近五边长度设定为 10 海里； j) 无特殊情况； k) 不考虑是否有停机位。 	61	61	55	平均高峰 64 最高峰 73
VMC1	<p>VMC 天气、现行条件下，北京首都机场最大容量的评估设定参数：</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 起飞落地各占 50% 的情况下，采用双跑道平行试运行模式； b) 使用目视放行间隔：起飞前机为中型机，后机非轻型机时，起飞间隔 90 秒；起飞前机为重型机，后机起飞间隔 120 秒；起飞前机为 B757，后机非重型机时，起飞间隔 120 秒； c) 不加入起飞飞机时，落地航空器之间使用的着陆间隔：落地前机为 B757 时，采用最小间隔 8 千米；落地前机为重型机、后机为中型机时，采用最小间隔 10 千米；落地前机为重型机、 	66			

编号	条件	最大容量	运行容量	航班时刻	历史数据
	<p>后机为重型机时，采用最小间隔 8 千米；</p> <p>d) 加入起飞飞机时，落地航空器之间使用的着陆间隔：前机为中型机时，采用最小间隔 12 千米；前机为重型机时，采用最小间隔 15 千米；</p> <p>e) 航空器占用跑道时间：中型机占用跑道时间为 65 秒，重型机占用跑道时间为 80 秒；</p> <p>f) 起飞飞机与着陆飞机之间的最小间隔使用 5 千米；</p> <p>g) 最后进近速度设定为：中型机为 140 海里；重型机为 145 海里；</p> <p>h) 最后进近五边长度设定为 10 海里；</p> <p>i) 无特殊情况；</p> <p>j) 不考虑是否有停机位。</p>				
IMC2	<p>IMC 天气、适当缩小间隔情况下，北京首都机场最大容量的评估设定参数：</p> <p>a) 在起飞落地各占 50% 的情况时，采用双跑道独立离场，独立平行进近运行模式；</p> <p>b) 使用仪表放行间隔：起飞前机为中型机，后机非轻型机时，起飞间隔 90 秒；起飞前机为重型机，后机起飞间隔 120 秒；起飞前机为 B757，后机非重型机时，起飞间隔 120 秒；</p> <p>c) 不加入起飞飞机时，落地航空器之间使用的着陆间隔：落地前机为 B757 时，采用最小间隔 8 千米；落地前机为重型机、后机为中型机时，采用最小间隔 10 千米；落地前机为重型机、后机为重型机时，采用最小间隔 8 千米；</p> <p>d) 加入起飞飞机时，落地航空器之间使用的着陆间隔：前机为中型机时，采用最小间隔 12 千米；前机为重型机时，采用最小间隔 15 千米；</p> <p>e) 航空器占用跑道时间：中型机占用跑道时间为 60 秒，重型机占用跑道时间为 70 秒；</p> <p>f) 起飞飞机与着陆飞机之间的最小间隔使用 5 千米；</p> <p>g) 最后进近速度设定为：中型机为 140 海里；重型机为 145 海里；</p> <p>h) 最后进近五边长度设定为 10 海里；</p> <p>i) 无特殊情况；</p> <p>j) 不考虑航班延误；</p> <p>k) 不考虑是否有停机位；</p>	66			
VMC2	<p>VMC 天气、适当缩小间隔情况下，北京首都机场最大容量的评估设定参数：</p> <p>a) 起飞落地各占 50% 的情况下，采用双跑道独立离场，独立平行进近运行模式；</p> <p>b) 使用缩小目视放行间隔：起飞前机为中型机，后机非轻型机时，起飞间隔 60 秒；起飞前机</p>	76			

编号	条件	最大容量	运行容量	航班时刻	历史数据
	<p>为重型机，后机起飞间隔 120 秒；起飞前机为 B757，后机非重型机时，起飞间隔 90 秒；</p> <p>c) 使用缩小着陆间隔：不加入起飞飞机时的落地航空器之间采用最小目视间隔 6 千米；加入起飞飞机时，两架落地航空器的前机为中型机，采用最小间隔 10 千米；加入起飞飞机时，两架落地航空器的前机为重型机，采用最小间隔 12 千米；</p> <p>d) 缩小航空器占用跑道时间：中型机占用跑道时间为 50 秒，重型机占用跑道时间为 60 秒；</p> <p>e) 起飞飞机与着陆飞机之间的最小间隔使用 5 千米；</p> <p>f) 最后进近速度设定为：中型机为 140 海里；重型机为 145 海里；</p> <p>g) 最后进近五边长度设定为 10 海里；</p> <p>h) 无特殊情况；</p> <p>i) 不考虑航班延误；</p> <p>j) 不考虑是否有停机位；</p>				
VMC3	VMC 天气，起飞落地各占 50%的情况下，历史数据统计方法评估的最大小时容量。历史数据中不包含军航活动、跑道运行模式、延误水平等信息，无法做出进一步的判断，此外由于样本数据并不充足，所以准确性需要进一步验证。	70-72			

广州白云机场

容量单位：架次/小时

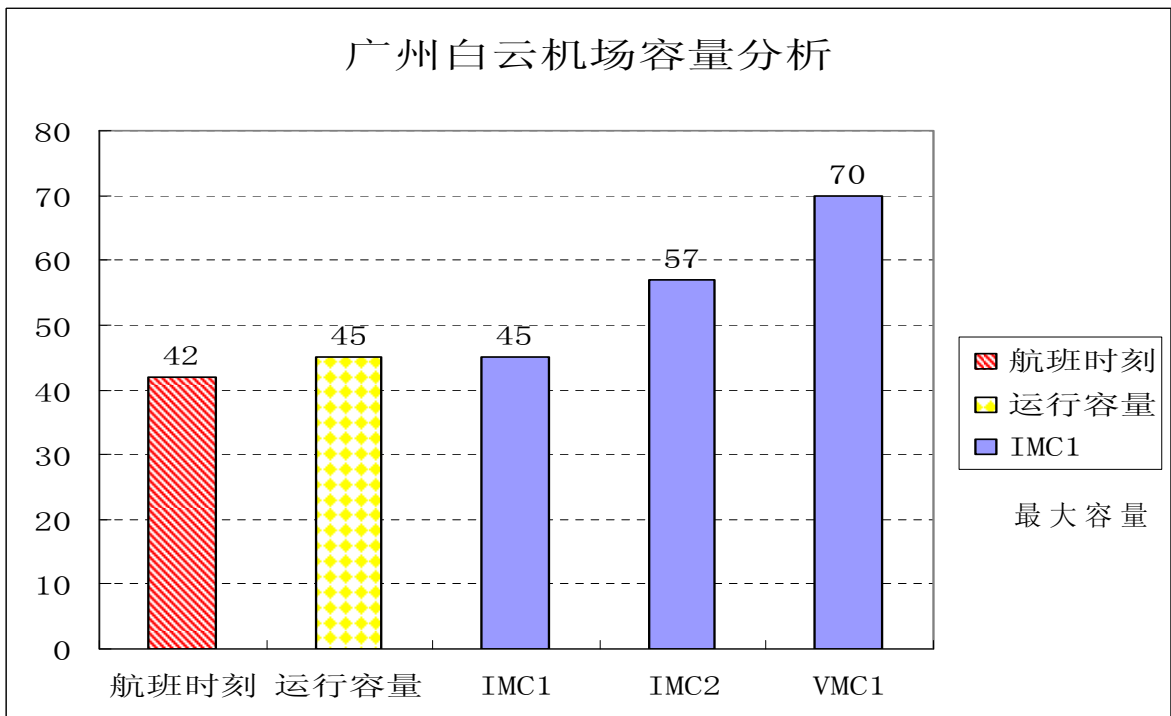
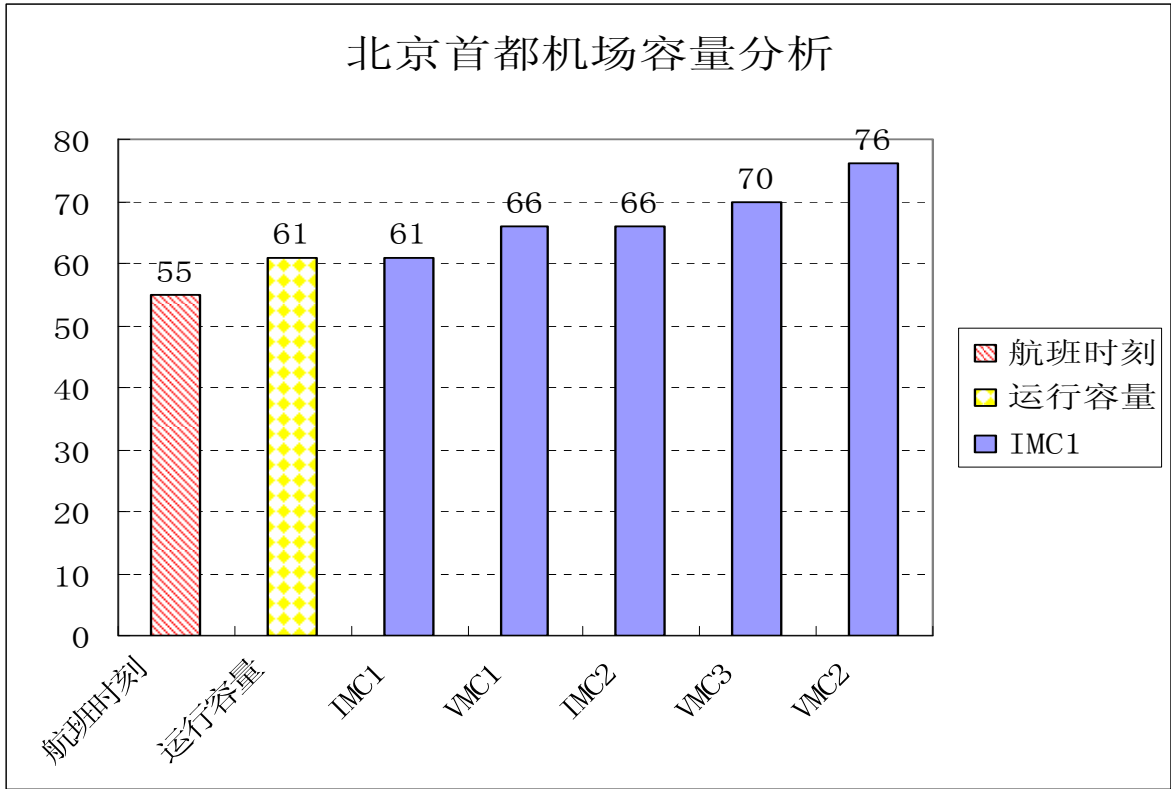
编号	条件	最大容量	运行容量	航班时刻	历史数据
IMC1	<p>IMC 天气、现行条件下，广州白云机场最大容量的评估设定参数：</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 军航活动； b) 平行跑道一起一降的运行方式； c) 不考虑恶劣天气； d) 不考虑停机位容量； e) 不考虑外围空域和航路限制； f) 起降各占 50% g) 可接受的进近失败率 10%； h) 跟进落地间隔：轻型机在前 3 海里；中型机在前 4 海里（中轻 5 海里）；重型机在前 5 海里（重轻 6 海里） i) 跟进起飞航空器间隔：轻型机在前 60 秒；中型机在前 90 秒（中轻 120 秒）；重型机在 120 秒 	45	45	42	平均高峰 41.3 最高峰 45
IMC2	IMC 天气；军航不活动（其他条件同上）	54-57			
VMC1	<p>VMC 天气、广州白云机场最大容量的评估设定参数：</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 使用尾流间隔，其他条件同上 <p>注：仅为理论值，存在规定上的障碍，原因如下：民航总局 86 号令规定了目视飞行航空器使用同一跑道起飞、着陆时的最低间隔标准，但在塔台管制员职责一节里对“管制员何时给目视进近的航空器颁发着陆许可没有给予明确，这给使用目视进近缩小着陆间隔带来困难。因此，广州在运行过程中没有使用雷达尾流间隔作为目视进近的最小间隔。</p>	70(北向) 69(南向)			

其他机场

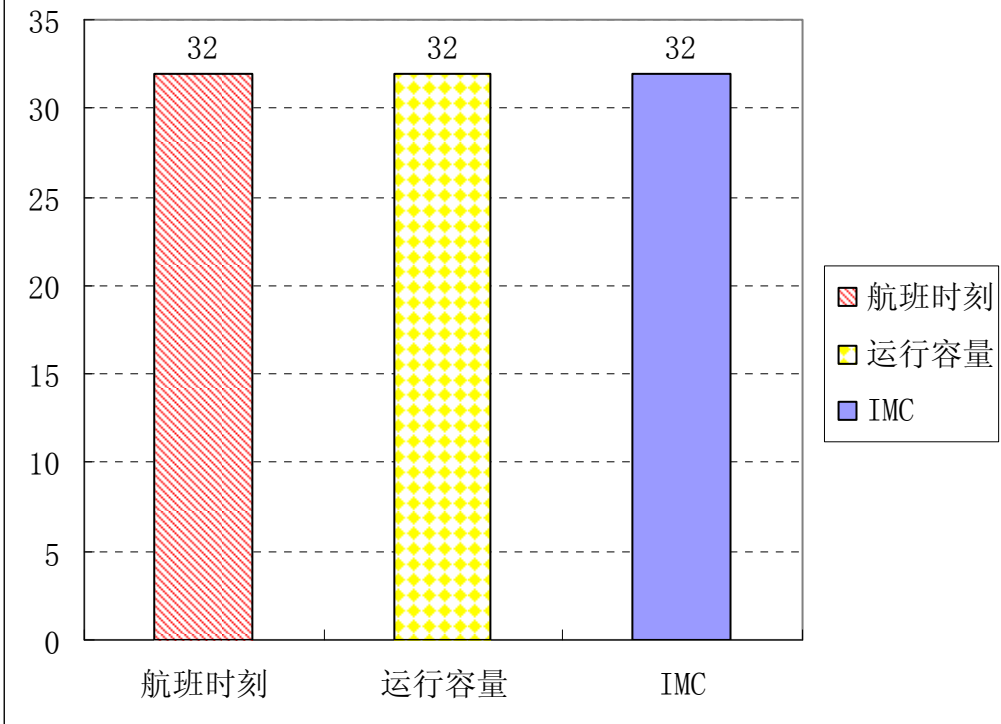
容量单位：架次/小时

机场名称	编号	条件	最大容量	运行容量	航班时刻	历史数据
上海/虹桥 ⁱ	IMC	IMC 天气；军航不活动	32	32	32	平均高峰 32
上海/浦东 ¹	IMC	IMC 天气；军航不活动	33	33	32	平均高峰 37
深圳/宝安	IMC	IMC 天气，现行空域结构和运行条件，不考虑恶劣天气、停机位限制、外围航路及空域限制。	33	28	28	最高峰 37
	VMC	VMC 天气，现行空域结构和运行条件，不考虑恶劣天气、停机位限制、外围航路及空域限制。使用尾流间隔，原因同广州白云机场	38			
成都/双流	VMC	VMC 天气，现行空域结构和运行条件，不考虑恶劣天气、停机位限制、外围航路及空域限制，起降各占 50%。	36	28	24	平均高峰 26 最高峰 36
	IMC	IMC 天气，现行空域结构和运行条件，不考虑恶劣天气、停机位限制、外围航路及空域限制，起降各占 50%。	32			
昆明/巫家坝	VMC1	VMC 天气；军航活动，现行空域结构和运行条件，不考虑恶劣天气、停机位限制、外围航路及空域限制，起降各占 50%。	20		18	最高峰 30 (军民航合计)
	VMC2	VMC 天气；军航不活动，现行空域结构和运行条件，不考虑恶劣天气、停机位限制、外围航路及空域限制，起降各占 50%。	24			
	IMC1	IMC 天气；军航活动，现行空域结构和运行条件，不考虑恶劣天气、停机位限制、外围航路及空域限制，起降各占 50%。	20			
	IMC2	IMC 天气；军航不活动，现行空域结构和运行条件，不考虑恶劣天气、停机位限制、外围航路及空域限制，起降各占 50%。	22			

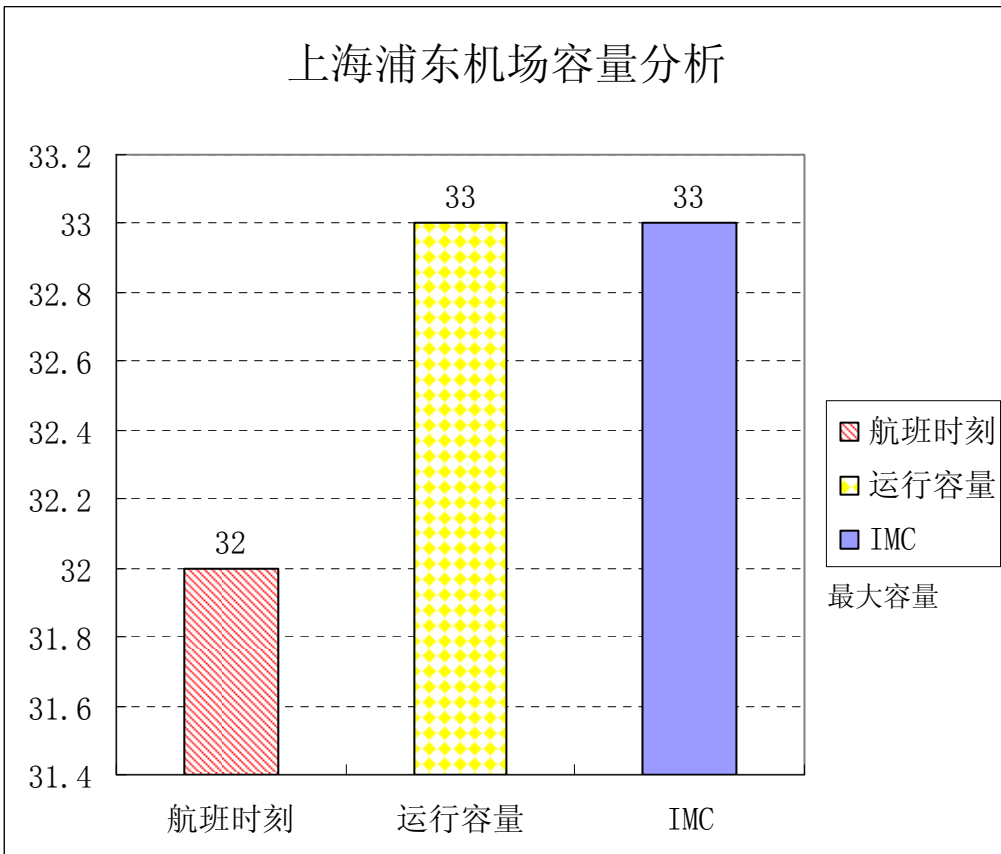
附件三 部分机场和终端（进近）管制区容量分析图



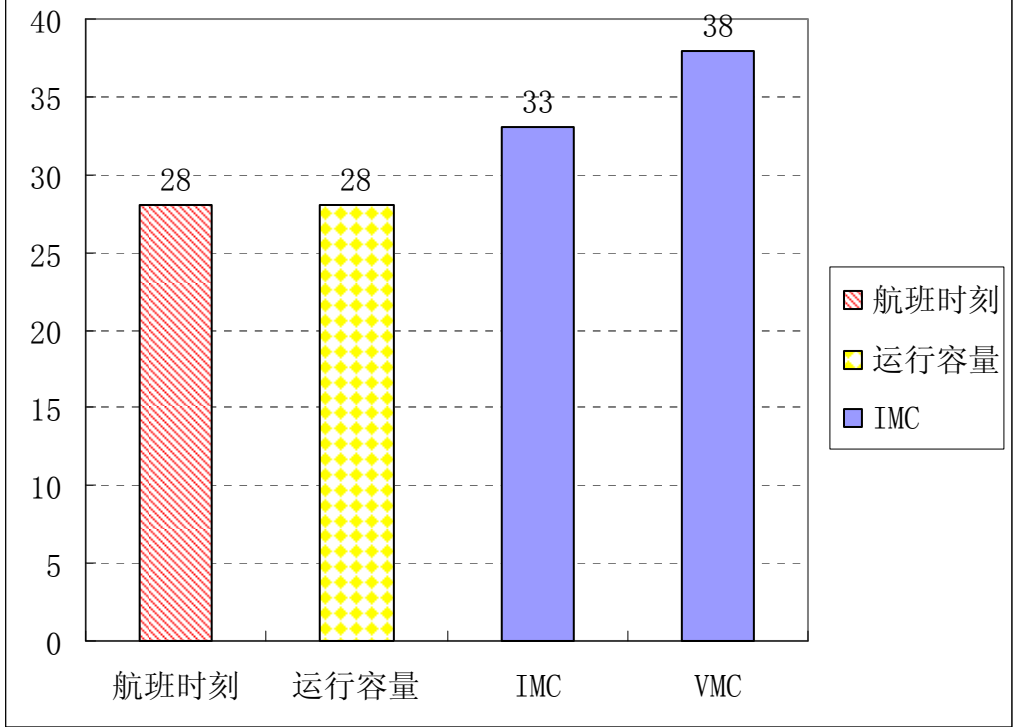
上海虹桥机场容量分析



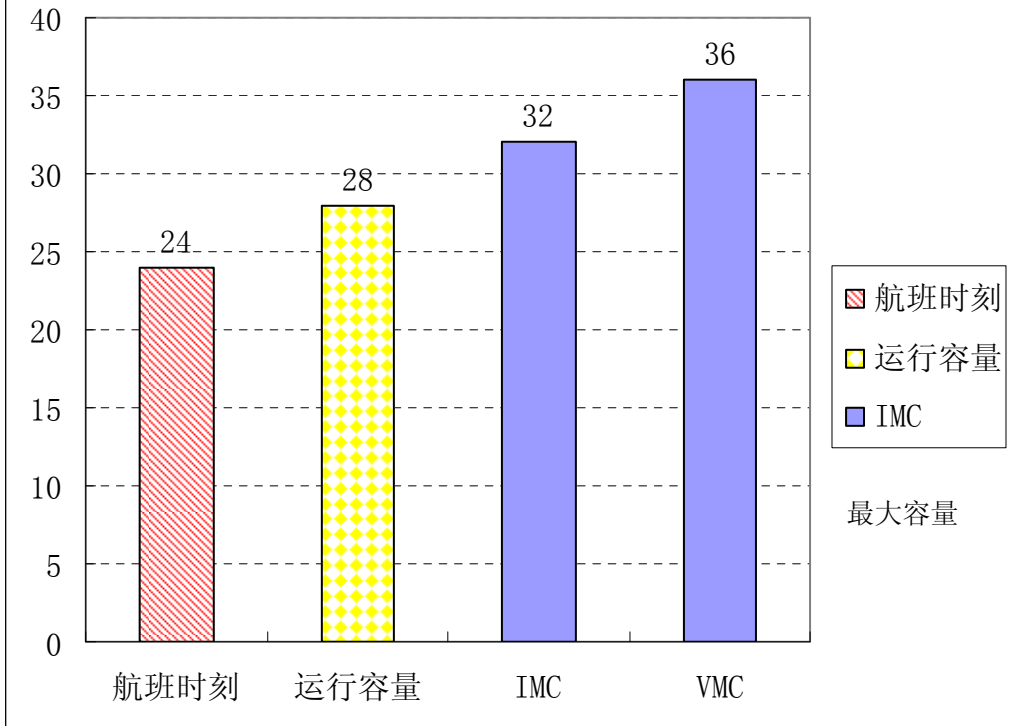
上海浦东机场容量分析



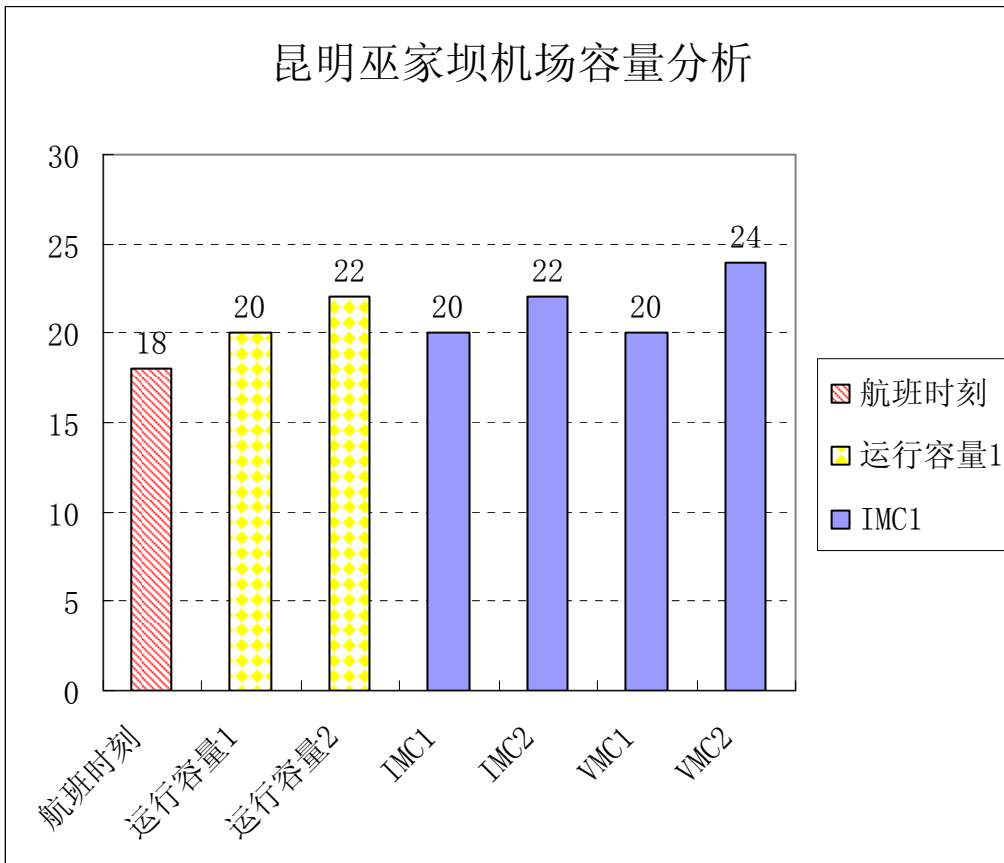
深圳宝安机场容量分析



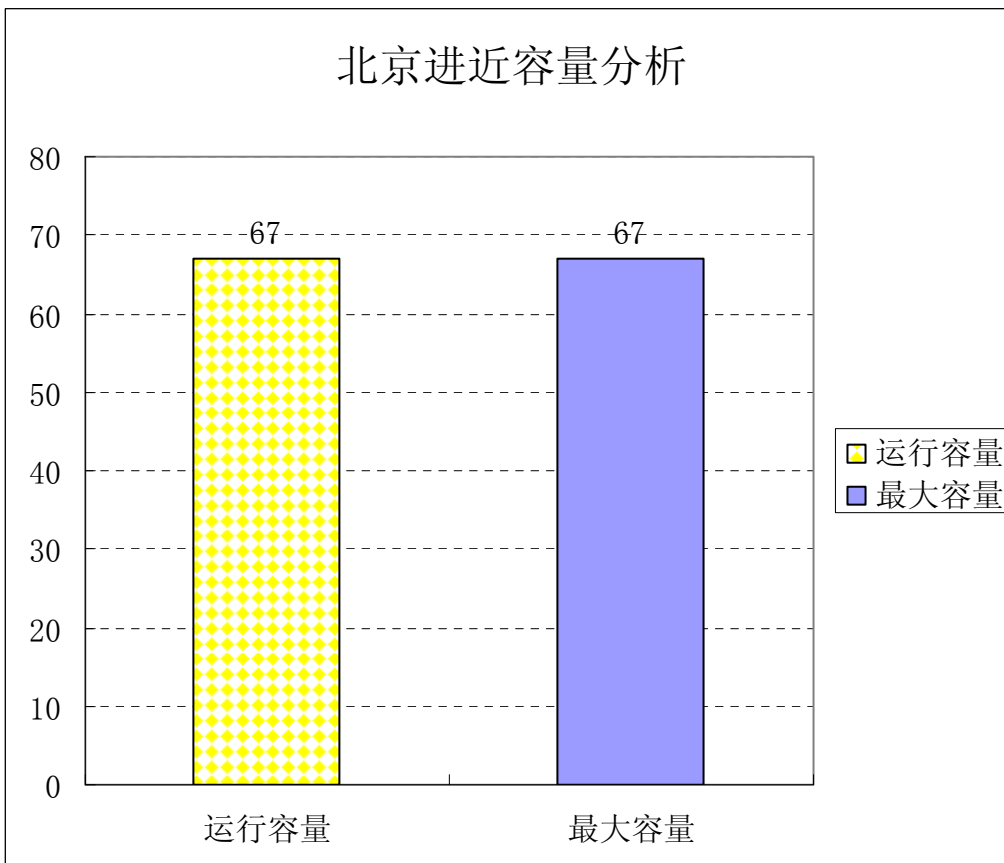
成都双流机场容量分析



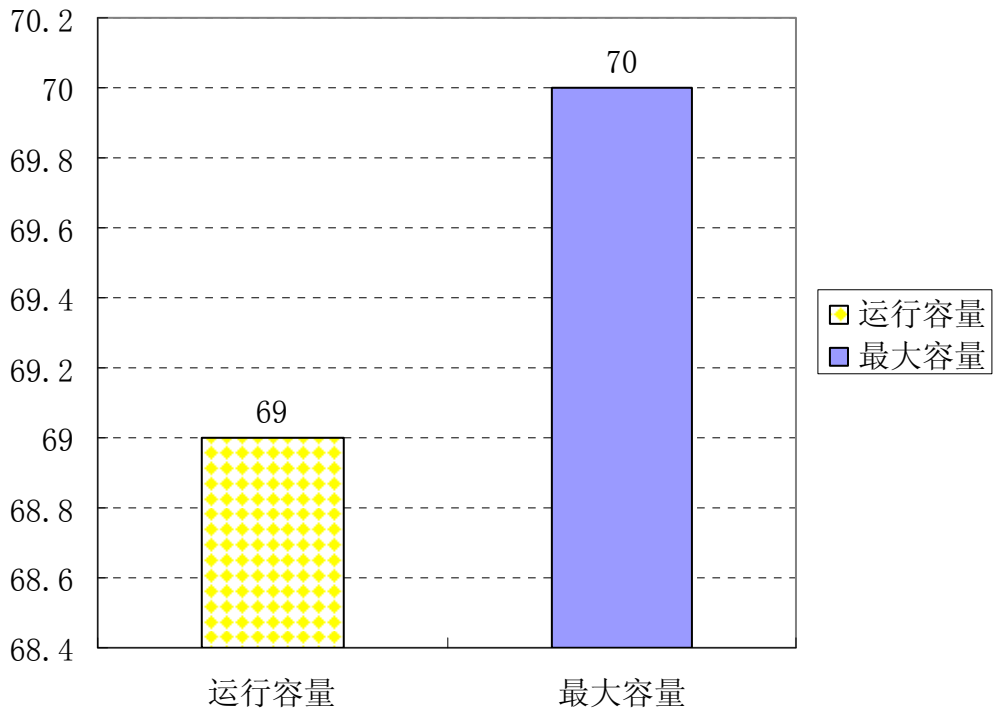
昆明巫家坝机场容量分析



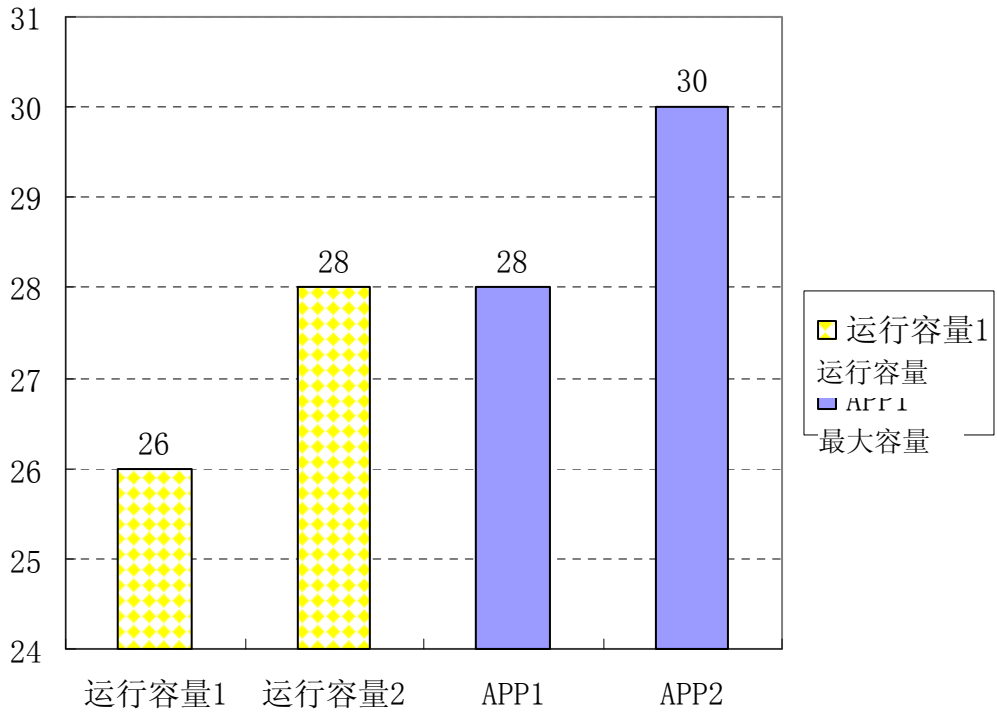
北京进近容量分析



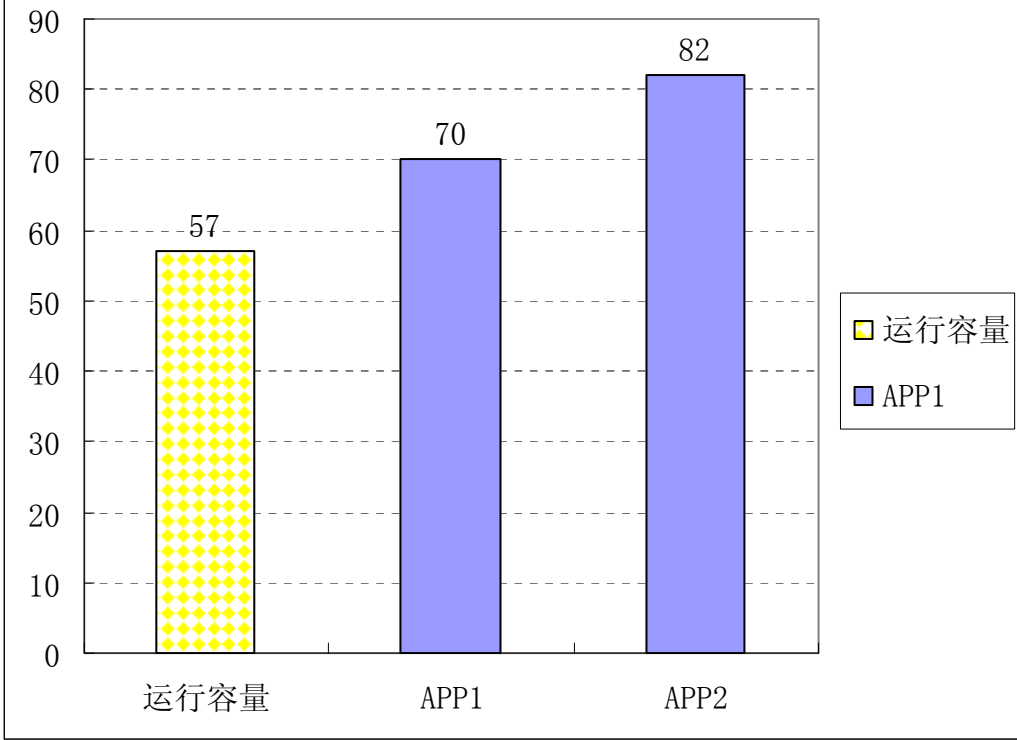
上海进近容量分析



成都进近容量分析



广州进近容量分析



珠海终端容量分析

