

了解相干光调制

目录

[简介](#)

[背景信息](#)

[光的属性](#)

[问题](#)

[解决方案](#)

[相移键控\(PSK\)](#)

[二进制相移键控\(BPSK\)](#)

[正交相移键控](#)

[正交调幅\(QAM\)](#)

[8-QAM](#)

[16-QAM](#)

[32-QAM和64-QAM](#)

[偏振复用\(PM\)](#)

[光纤性能监控](#)

简介

本文描述了用于密集波分复用(DWDM)网络的相干光调制方案的基本原理。

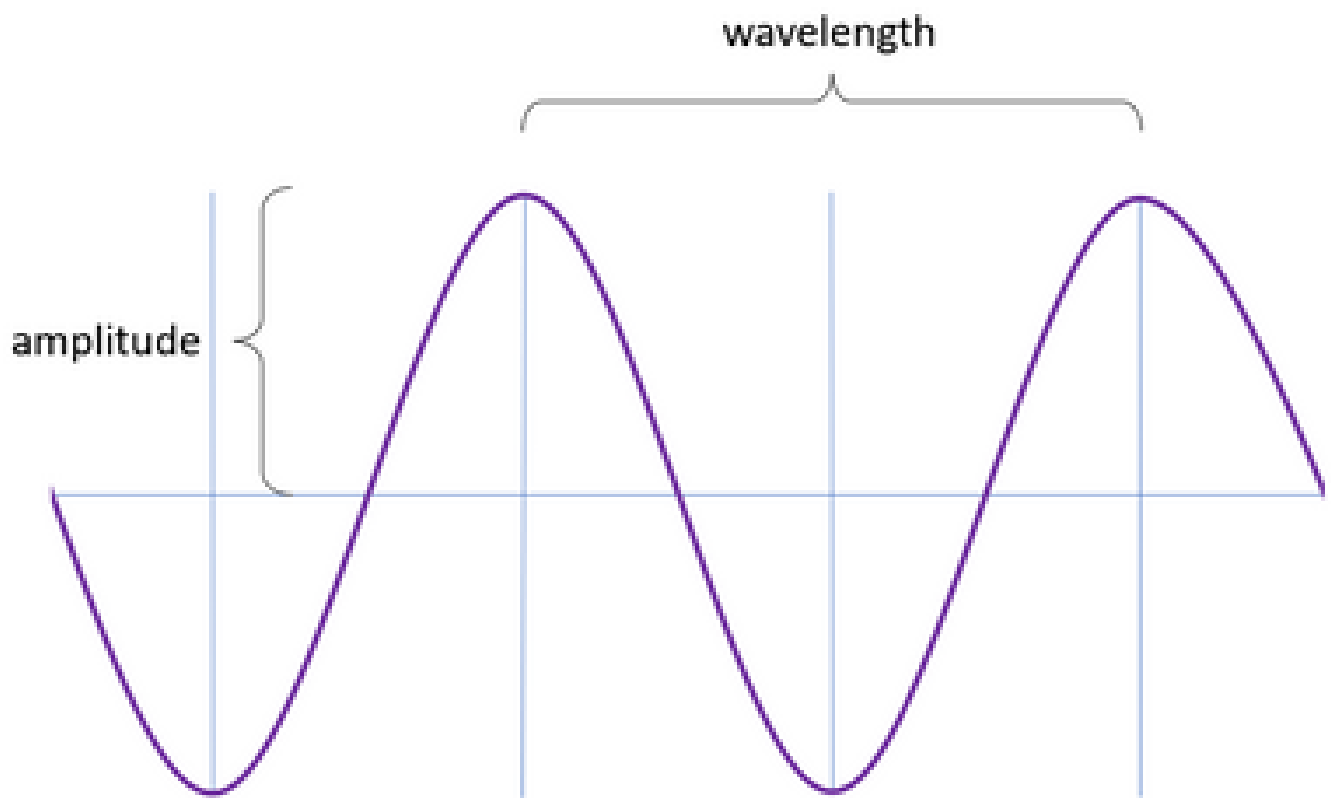
背景信息

调制方案连续改变波形的特性或特性。在这种情况下，它是轻的，以便将二进制信息编码成波形。现代光纤网络使用各种调制方案来传输数百到数千公里范围内的数据。

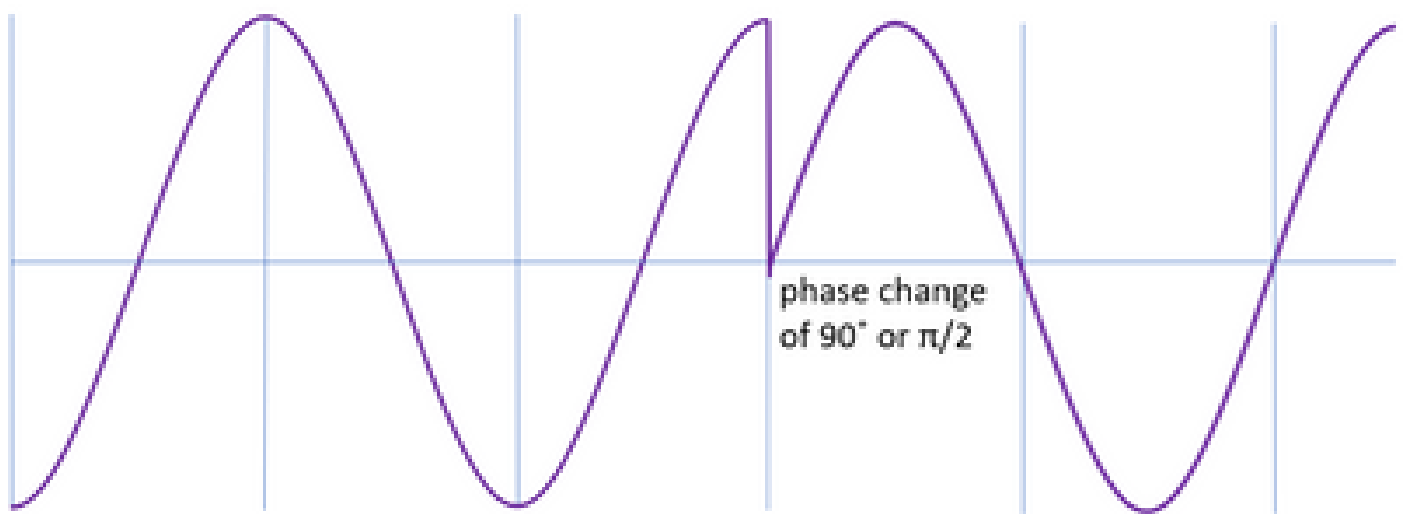
光的属性

DWDM网络利用光的一些特性来有效地编码信息。

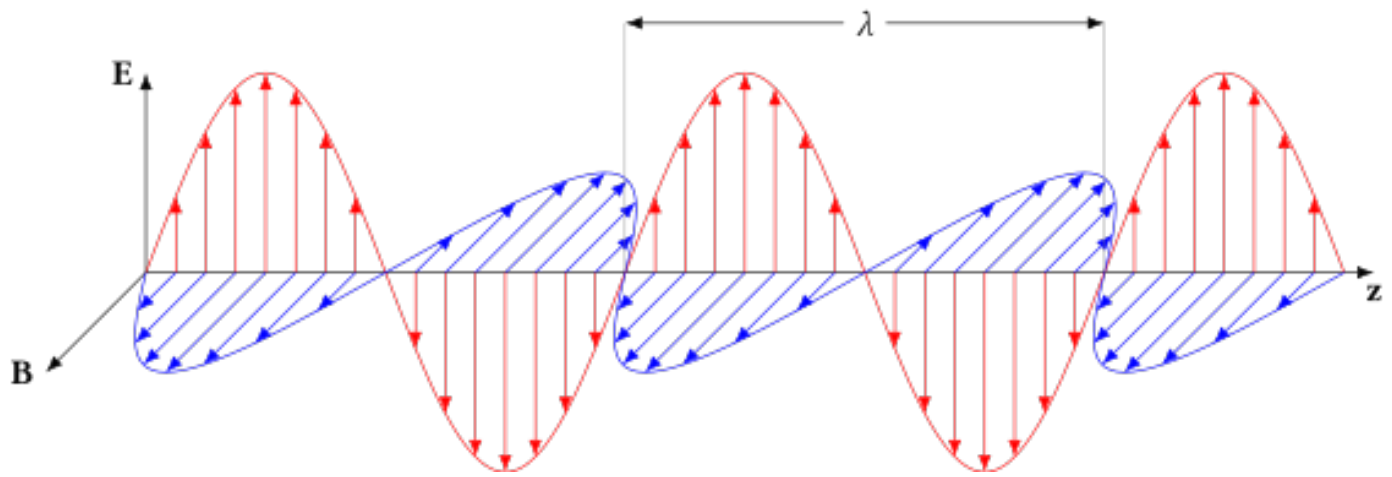
1. 波长或频率 — DWDM网络中的每个通道都使用C波段的特定波长，此波长大约在1527 nm和1565 nm之间。每个信号可以根据波特率和调制方案提供不同的带宽。
2. 相位 — 通常以弧度测量的波形角度。改变相位可以及时转换波形周期。
3. Amplitude — 以分贝 — 毫瓦(dBm)为单位的信号总功率的测量。
4. 极化 — 电磁波具有由电场和磁场定义两种主极化状态。每个极化可以包含由调制方案编码的信息。一些思科光学产品使用记法相干偏振复用(CP)或偏振复用(PM)来识别偏振在调制中的使用。



波长和振幅



相位调制



光的横向极化

问题

与光传输相比，数据的电子传输具有明显的距离限制。使用诸如非归零(NRZ)的开/关信令的传统光学编码方案受到色散(CD)的影响，在不使用色散补偿单元(DCU)的情况下限制有效距离。为了以超过10 Gbps的速率跨多公里有效地传输数据，收发器必须使用相干调制方案。

解决方案

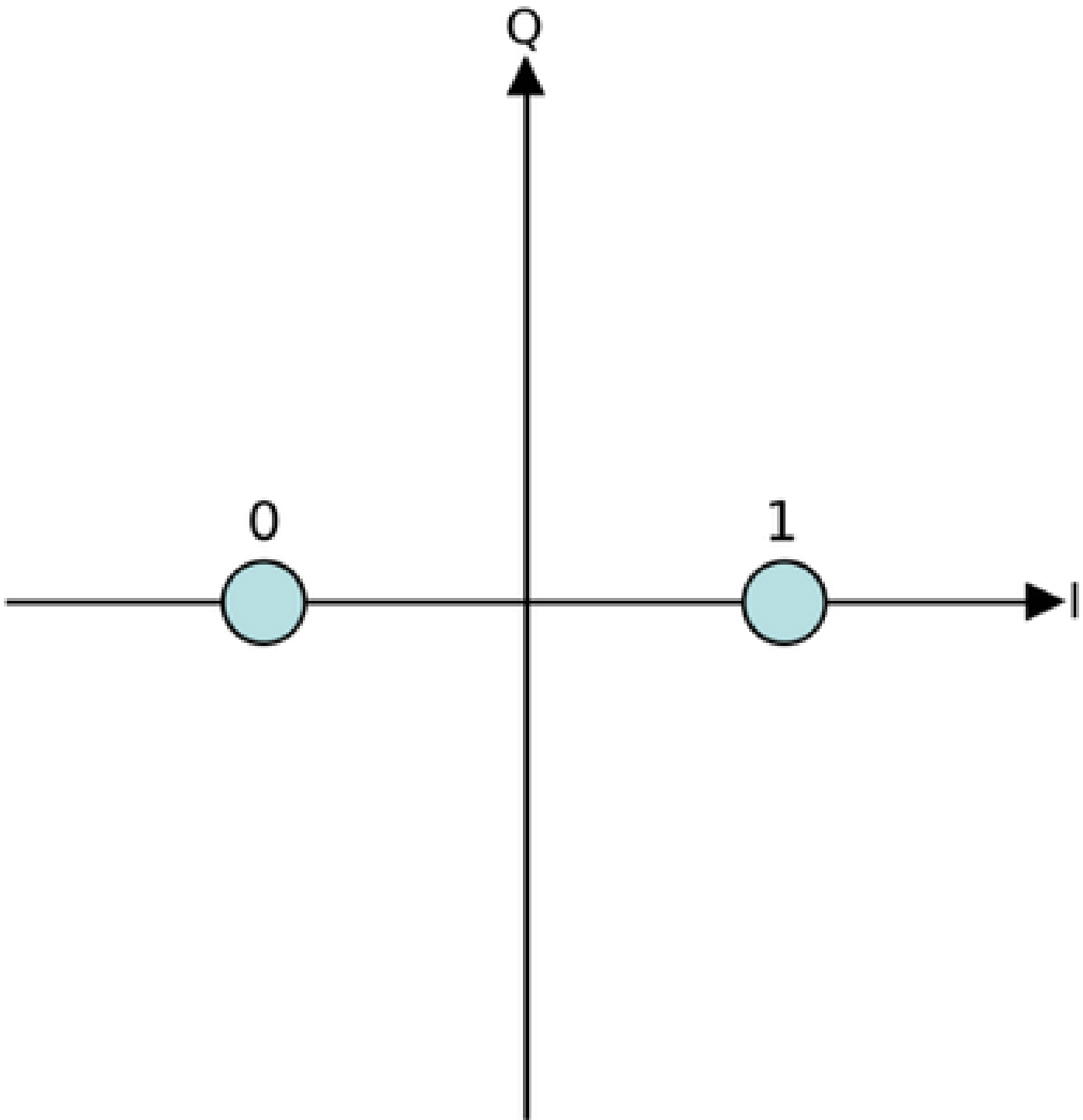
改变波的相位和/或振幅将信息编码为符号，包含一个或多个比特的单个传输单位。符号的值取决于在接收器处测量的相位和幅度。所有列出的方案都可以使用偏振复用来提高数据速率。

相移键控(PSK)

PSK调制会改变信号的相位，以便对一个或多个位进行编码。由于信号在经过光纤时会发生相位变化，因此接收器会测量连续符号之间的相位差，以便更准确地确定它们的值。这称为差分相移键控(DPSK)。

二进制相移键控(BPSK)

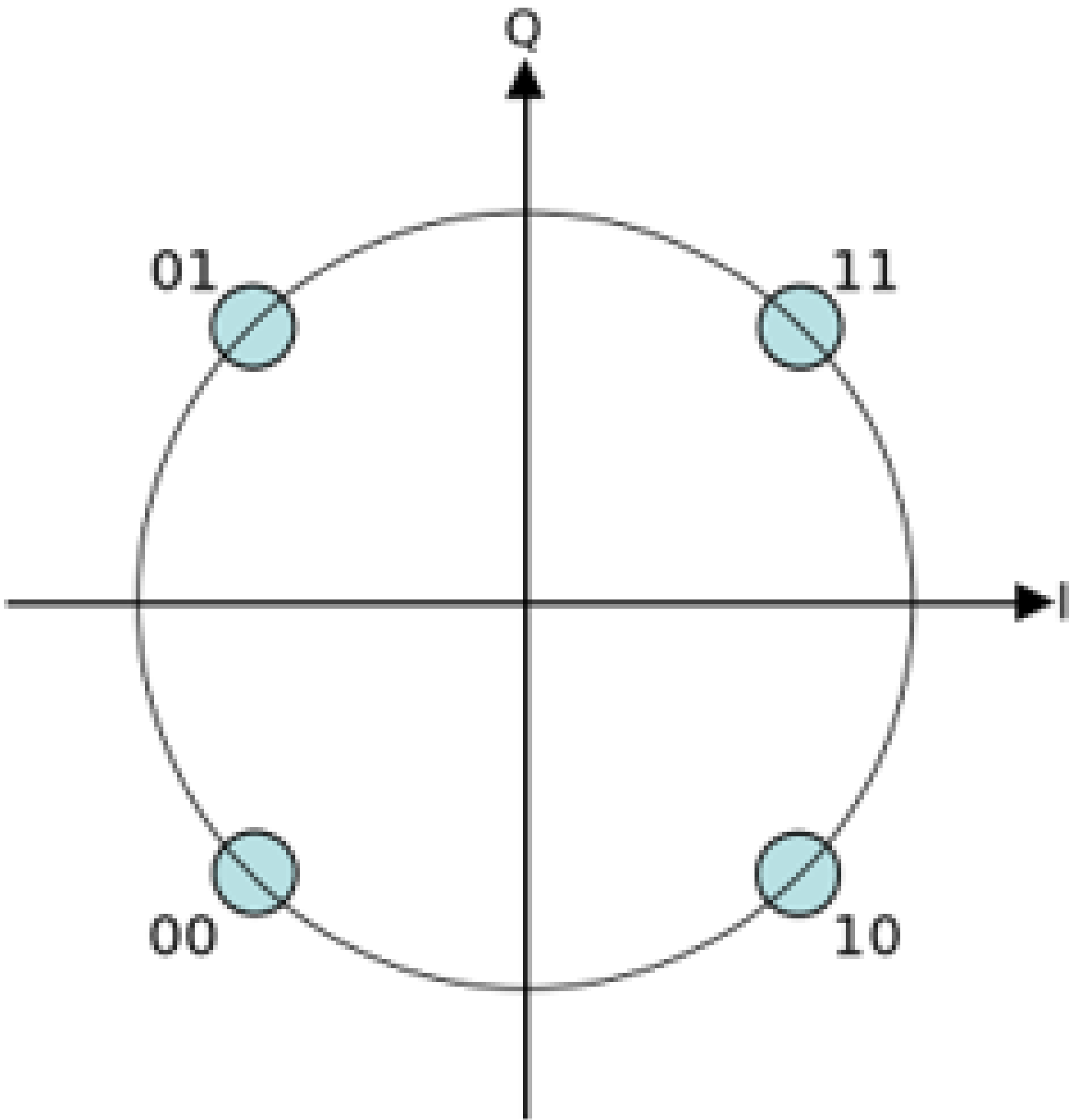
BPSK通过 π 弧度或180度改变信号的相位，以便编码0或1。相位之间的显著差异导致低光信噪比(OSNR)要求，使用此调制的信号可能会传输数千千米。每个符号的低位数将BPSK信号的数据速率限制为大约100 Gbps。



BPSK调制的星座图

正交相移键控

QPSK以 $\pi/2$ 弧度或90度改变连续符号之间的相位。相位变化越小，QPSK具有四种可能的状态，因此每码元的信息密度会增加两位。



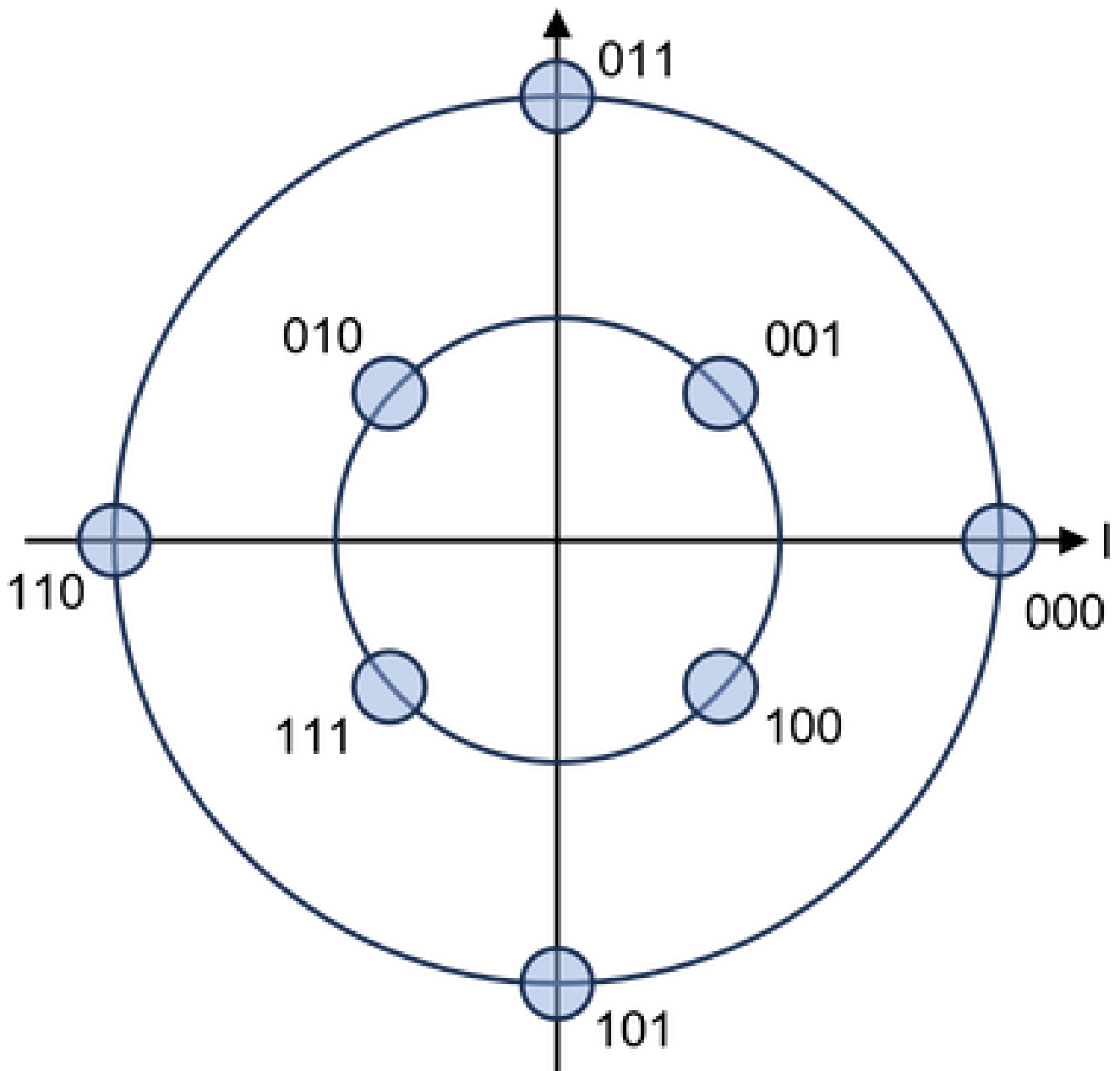
QSPK调制的星座图

正交调幅(QAM)

为了进一步增加每个符号的位数，发射器除了改变相位之外还可以改变信号的幅度。星座中的点数（符号）定义了QAM的类型。

8-QAM

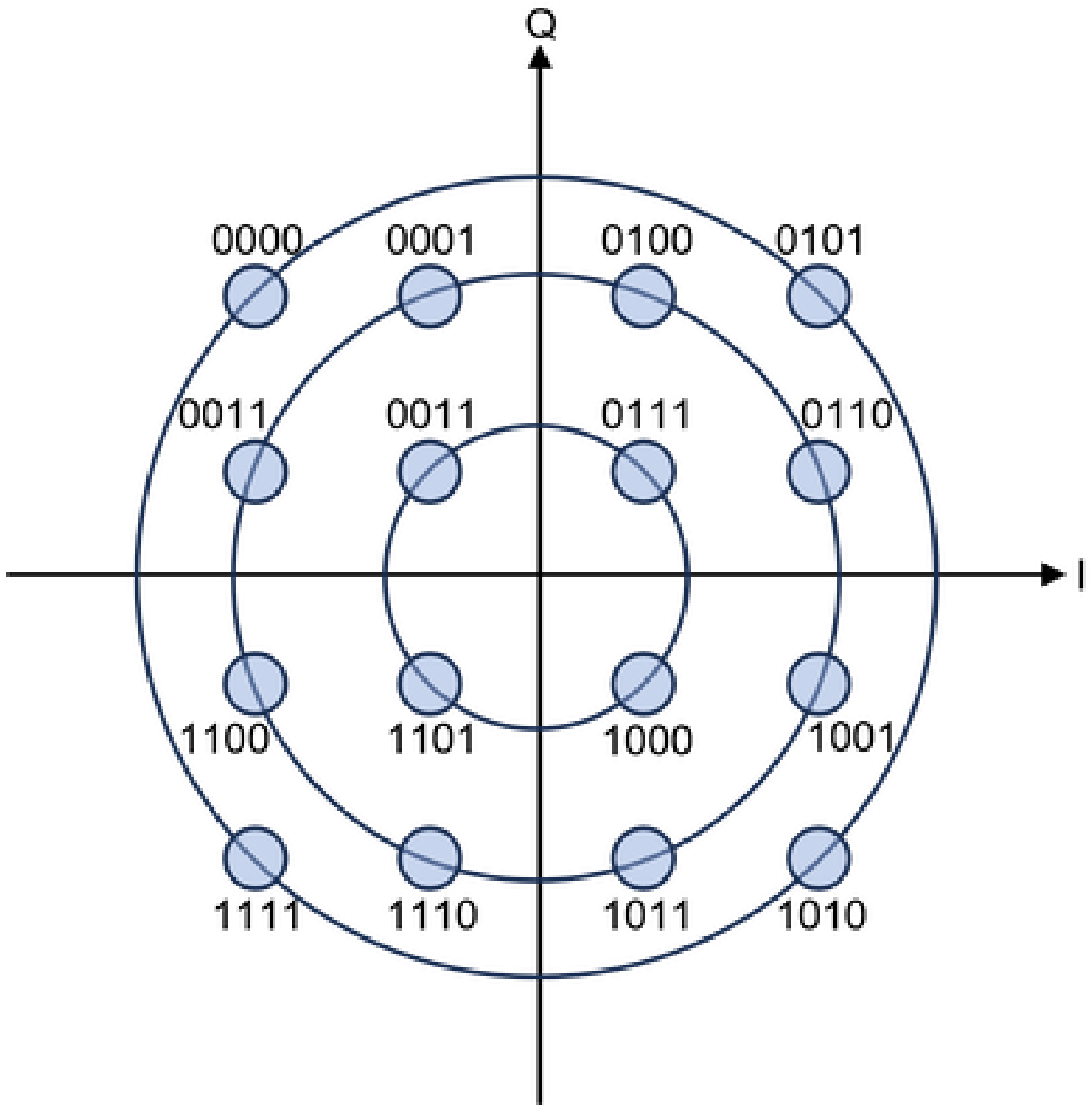
对于此调制方案，8种可能的状态为每个符号提供3位。



8-QAM星座图

16-QAM

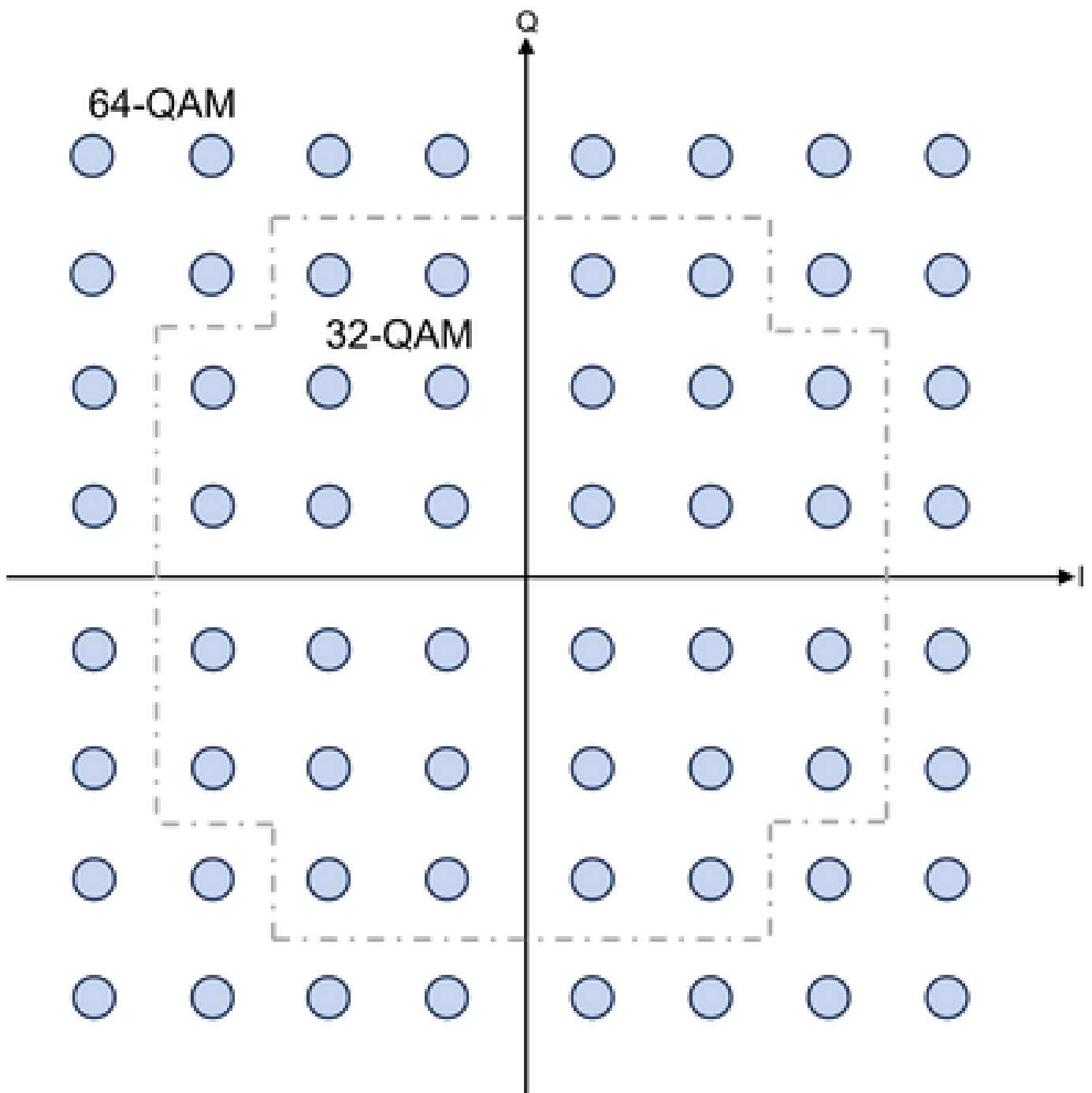
16-QAM的波特率约为30 Gbps，数据速率为200 Gbps。增加到60 Gbaud时，速率最高可达400 Gbps。较小的相位和幅度变化会增加OSNR要求，并将其范围限制在几百公里。



16-QAM星座图

32-QAM和64-QAM

这两种高阶调制方案分别使用每符号5位和6位，传输速率最高可达600 Gbps。64-QAM的高OSNR要求将有效范围限制在200公里以内。



32-QAM和64-QAM的星座图

偏振复用(PM)

所有列出的调制方案都使用偏振复用来独立编码横向极化，使数据速率加倍，但引入诸如偏振相关损耗(PDL)和偏振模色散(PMD)等潜在损伤。使用此技术时，数据速率约等于波特率乘以每符号的位乘以二。

调制	描述	每符号位数	典型数据速率 (Gbps)	示例PID*

BPSK	二进制相移键控	1	100	NCS1K4-1.2T-K9
QPSK	正交相移键控	2	100、200	NCS2K-100G-CK-C
8-QAM	8状态正交调幅	3	100、200	NCS1K4-2-QDD-C-K9、 QDD-400G-ZRP-S
16-QAM	16状态正交幅度调制	4	200、 300、400	ONS-CFP2-WDM、QDD- 400G-ZRP-S、NCS2K- 100G-CK-C
32-QAM	32状态正交幅度调制	5	400、500	NCS1K4-1.2T-K9
64-QAM	64状态正交幅度调制	6	500、600	NCS1K4-1.2T-K9

*许多PID支持多种调制类型。这并不是一个详尽的列表。

光纤性能监控

思科光纤收发器可测量与相干调制相关的几种不同的性能统计数据。本部分对每种协议进行了简要定义。

- 差分群延迟(DGD) — 发射机到接收机的两个极化模式传播时间差异，以皮秒为单位。
- 色散(CD) — 不同的波长以较快或较慢的速率通过波导(光纤)。每单位频谱的传输时间变化以皮秒纳米(ps-nm)来测量，并且随着信号穿过光纤而线性累加。接收端容忍的色散量强烈地依赖于调制方案。色散容限较低的收发器需要色散补偿单元在到达接收器之前消除此影响。光纤类型可以具有显著不同的CD系数。
- 光信噪比(OSNR) — 在接收器测量的信号能量和噪声能量之间的差，单位为dB。保持信号完整性所需的OSNR值主要取决于所使用的调制方案。
- 偏振模色散(PMD) — 此量与DGD相关，表示以皮秒测量的偏振模之间的传播时间累计差值。
- 二阶偏振模色散(SOPMD) — 与色散类似，偏振模色散的影响取决于波长。SOPMD用单位皮秒平方来刻画这种依赖关系(ps²)。
- 极化变化率(PCR) — 信号通过光纤时极化状态变化的平均速率，以每秒弧度的倍数测量。
- 偏振相关损耗(PDL) — 光纤中偏振态变化引起的dB有效衰减。

关于此翻译

思科采用人工翻译与机器翻译相结合的方式将此文档翻译成不同语言，希望全球的用户都能通过各自的语言得到支持性的内容。

请注意：即使是最好的机器翻译，其准确度也不及专业翻译人员的水平。

Cisco Systems, Inc. 对于翻译的准确性不承担任何责任，并建议您总是参考英文原始文档（已提供链接）。